

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程

环境影响报告书

(公示稿)

仅用于公示使用

建设单位：福州地铁集团有限公司

评价单位：中检集团福建创信环保科技有限公司

2022 年 3 月

目 录

1 概述	1
1.1 项目由来及特点	1
1.2 环境影响评价工作过程.....	3
1.3 分析判定相关情况	4
1.4 关注的主要环境问题.....	15
1.5 环境影响评价主要结论	15
2 总则	16
2.1 编制依据	16
2.2 环境影响要素识别和评价因子筛选.....	20
2.3 环境功能区划	24
2.4 评价标准	24
2.5 评价等级、评价范围和评价时段、评价原则.....	30
2.6 评价工作及评价重点	33
2.7 环境敏感目标	34
3 建设项目工程概况和分析	52
3.1 福州市轨道交通 2 号线工程情况	52
3.2 福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）~下岐楼站]情况	53
3.3 福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程概况	55
3.4 工程分析	92
3.5 影响城市生态环境的工程活动简述	104
3.6 设计环保措施概述	104
3.7 洋里站~魁岐站区间替代方案比选分析	105
3.8 变电所选址变更情况	121
3.9 与第二期建设规划调整、规划环评审查意见及落实情况的符合性.....	122
3.10 相关规划协调性分析	132
3.11 其他可行性分析	142
4 环境现状调查与评价	147
4.1 地理位置	147
4.2 自然环境概况	147
4.3 环境质量现状调查与评价	150
5 施工期环境影响分析与评价	164

5.1 施工期环境影响分析及重点	164
5.2 施工方案合理性分析	164
5.3 施工期噪声对环境的影响分析	166
5.4 施工期振动环境影响分析与防护措施	171
5.5 施工期环境空气影响分析与防护措施	173
5.6 施工期地表水环境影响分析与防护措施	175
5.7 施工期固体废物对环境的影响分析与防护措施	177
5.8 施工期地下水环境影响分析与防护措施	179
5.9 施工期生态景观影响分析	181
6 运营期声环境影响评价	189
6.1 噪声源类比调查与分析	189
6.2 环境噪声影响预测与评价	191
6.3 噪声污染防治方案措施	200
6.4 小结	207
7 运营期振动环境影响评价	209
7.1 振动类比调查与分析	209
7.2 振动环境影响预测与评价	214
7.3 室内二次结构噪声影响预测与评价	231
7.4 振动污染防治措施	235
7.5 评价小结	245
8 运营期其他环境影响预测与评价	248
8.1 地表水环境影响评价	248
8.2 环境空气影响评价	255
8.3 固体废物环境影响评价	259
8.4 生态环境影响评价	260
8.5 电磁环境影响评价	299
8.6 风险评价	300
9 环保工程措施与可行性论证	304
9.1 施工准备阶段环保措施	304
9.2 施工期环保措施	304
9.3 规划、环境保护设计、管理性建议	310
9.4 敏感目标环境污染治理工程措施	312
9.5 环保投资估算	316

10 环境影响经济损益分析	318
10.1 评价分析方法.....	318
10.2 环境影响经济损益分析.....	319
10.3 小结.....	321
11 环境保护管理与监测计划	322
11.1 环境管理计划.....	322
11.2 环境监测计划.....	326
11.3 环境监理.....	328
11.4 工程竣工环保验收.....	329
12 评价结论	333
12.1 工程概况.....	333
12.2 环境影响评价结论.....	334
12.3 总结论.....	349

附图:

- 附图 1 项目纵断面示意图
- 附图 2 敏感点分布图及监测点位图
- 附图 3 主变电总平面布置图

附件:

- 附件 1 项目委托书
- 附件 2 项目立项批复
- 附件 3 福州市城市轨道交通第二期建设规划方案的批复
- 附件 4 福州第二期建设规划调整环评批复
- 附件 5 鼓山~洋里站项目环评批复
- 附件 6 洋里站站点名称变更说明
- 附件 7 本项目站点数量变更情况说明
- 附件 8 建设项目用地预审与选址意见书
- 附件 9 关于研究 2 号线东延线一期工程设计马尾区规划建设有关问题专题会的纪要
- 附件 10 福州市建筑垃圾管理实施意见
- 附件 11 监测报告

- 附件 12 涉及删除秘密的说明
- 附件 13 删除依据的说明
- 附件 14 国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通建设管理的意见
- 附件 15 线路调整政府会议纪要
- 附件 16 福州市文物局回函
- 附件 17 福建省文物局回函
- 附件 18 建设单位关于下穿风景名胜区征求意见的函
- 附件 19 福州市林业局选址意见回函
- 附件 20 风景名胜区管委会选址意见回函
- 附件 21 福州市自然资源和规划局对本项目选线方案核准的函
- 附件 22 水利部门对线路要求
- 附件 23 评审会意见
- 附件 24 专家复审意见

仅用于公示使用

1 概述

1.1 项目由来及特点

1.1.1 项目由来

福州市的轨道交通研究始于 2007 年，先后历经了 2 次线网规划及 2 次调整：（1）2009 年 3 月规划形成《福州市城市快速轨道交通建设规划（2009~2016）》，2010 年基于城市规划的调整进行修编，2013 年形成《福州市城市轨道交通线网规划（2012 年修编）》；（2）2015 年 12 月规划形成《福州市城市轨道交通第二期建设规划（2015~2021 年）》，2017 年在福州市远景轨道交通线网规划研究成果基础上进行调整，2020 年 7 月形成《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015 年-2024 年）》（以下简称《二期规划调整》）。

福州市在开展轨道交通第二期建设规划调整过程中，提出了建设 2 号线东延线工程的方案，即以 2 号线为基础新增从鼓山站东延至马尾港站区间段。2 号线东延线工程属于 2 号线的延长线，2 号线规划始于 2007 年，目前已建成并通车运行。2017 年，为实现马尾与福州市中心更好的衔接，加强马尾区与市中心的联系，解决马尾区的通行问题，福州市政府在 2 号线终点站鼓山站后延伸建设了鼓山站（不含）至下岐楼站（即现在的洋里站，更名过程见附件 6）区间段。

为进一步加快福州城市轨道交通建设进度，福州地铁集团有限公司委托广州地铁设计研究院股份有限公司启动编制《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程可行性研究报告》。2020 年 10 月福州地铁集团有限公司将工可方案上报福州市人民政府专题会议讨论后，福州市人民政府原则同意福州地铁集团有限公司提出的线路调整方案，并提出 2 号线东延线分两期建设的方案（见附件 15），本次先行开展一期工程报批及建设工作。

2021 年 1 月 25~28 日在福州市组织召开《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程可行性研究报告》评估会。2021 年 4 月 7~9 日在福州组织召开《福州市轨道交通 2 号线东延线工程总体设计》评审会。2021 年 11 月 17 日取得《福建省发展和改革委员会关于福州市地铁交通 2 号线东延线一期工程可行性研究报告的批复》（闽发改网审交通〔2021〕161 号，见附件 2）。

本次建设工程为福州市轨道交通 2 号线东延线工程一期工程，根据整体工程建设规

划可知，原拟建配套的马尾主变位于马尾港停车场范围内，属于二期工程范畴，因为保证本次一期工程供电需求，在魁岐站西北侧空地新增主变电站一座（魁岐主变），其主变用地问题已于 2021 年 4 月 21 日取得福州市经济开发管理委员会、福州市马尾区人民政府同意（会议纪要见附件 9）。

项目工程设计阶段，通过对建设规划方案实施性进行分析，水利部门从施工运营安全角度认为洋里至魁岐段区间线路的建设规划方案与鼓山补水隧洞距离较近（仅 2m），不满足安全间距要求，要求方案做进一步优化调整，设计单位在取得了各专项论证成果后，形成了工程推荐方案。其中针对涉及下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区），开展了《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程洋里站~魁岐站区间涉及鼓山风景名胜区项目选址论证报告》，并取得福州市林业局核准意见的复函（榕林函〔2021〕113 号，附件 19）、福州市鼓岭旅游度假区管理委员会核准的函（榕鼓管函〔2021〕29 号，附件 20）及福州市自然资源和规划局核准的函（榕自然函〔2021〕1543 号，附件 21）；针对涉及协和大学文物保护单位区间段，开展了《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程文物保护专项设计方案》及《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程文物影响评估报告》，通过省、市文物主管部门参与的专家评审会（专家评审意见，见附件 17），并已取得福州市文物局回函（榕文物保〔2021〕198 号，见附件 16）及福建省文物局回函（闽文物字〔2022〕27 号，见附件 17）。

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程建设范围为鼓山站（不含）至青洲站。线路设计自鼓山站后向马尾延伸，经由儒江路、罗星路，终点到青洲站，线路全长约 14.6km，均为地下敷设，共设车站 9 座（洋里站、魁岐站、葆祯站、儒江站、下德站、马江渡站、船政文化站、罗星塔站、青州站），其中换乘站 2 座（葆祯站、下德站），新建主变一座，不建设车辆基地。一期工程采用 B 型车 6 辆编组，列车最高运行速度为 80km/h。线路有利于疏解马尾区东西向客流，有力地支持了马尾自贸区新城、快安新城近期规划重点发展地区。同时，2 号线东延线将马尾自贸区与福州主城中心直接相连，将极大缓解福州主城区与马尾之间客流通行压力，进一步加强马尾与福州主城区的联系。

综上，为了联接福州市区与马尾区，加强马尾区开发，加强外围组团与中心城区联系，实现轨道交通网络整体效益，项目的建设是十分必要的。

1.1.2 项目特点

（1）本工程为轨道交通建设项目，为线性工程。福州市轨道交通 2 号线东延线一

一期工程线路全长约 14.6km，均为地下敷设，共设车站 9 座，其中换乘站 2 座，新建主变一座，列车采用 B 型车 6 辆编组，列车最高运行速度为 80km/h。

(2) 鉴于鼓山站(不含)~洋里站区间段已开展了环境影响评价工作(环评批复文件号榕环保评(2017)105号)，且该区间已经先期建设完成并投入运行，故本次环境影响评价范围为洋里站(不含)(AK38+170.224)~青洲站(AK51+320.48)，全线约 13.5km，设置车站 8 座，同时新建主变一座。

(3) 对照《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整(2015年-2024年)》，福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程针对洋里站~魁岐站区间建设规划方案的线路走向因靠近闽江，地质条件差，施工、运营期存在渗漏水风险；线路长距离与福马铁路并行，区间风井临近铁路施工，对铁路影响较大，铁路保护加固措施费高，另外需要下穿鼓山补水隧洞(鼓山高水高排)，净距只有 2m，水利部门认为影响补水隧洞安全等因素，一期工程设计对洋里站~魁岐站区间进行了优化调整。

(4) 本工程不涉及特殊生态敏感区，不涉及福州市生态保护红线。

(5) 本工程沿线经过晋安区和马尾区。工程全线车站环控评价范围内分布 7 处声环境保护目标，魁岐变电站评价范围内涉及声环境保护目标 4 处，振动环境保护目标 54 处，大气环境保护目标 2 处，风景名胜区 1 处，定级文物 25 处，非定级文物 1 处，古树名木 43 棵。

1.2 环境影响评价工作过程

依据《中华人民共和国环境影响评价法》(修订)(2018年12月29日起修订)和《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021版)》等有关规定，本工程属于五十二、交通运输业、管理运输业——135 城市轨道交通(不新增占地的停车场改建除外)，需编制环境影响报告书。

2020年9月10日，福州地铁集团有限公司委托中检集团福建创信环保科技有限公司(以下称“我司”)承担福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程环境影响评价工作。

我司在接受委托后，在建设单位的鼎力协助下，依据项目工程推荐方案，项目组对项目沿线进行了环境现状勘查，认真听取了项目设计人员和沿线有关部门的意见，收集资料，进行初步工程分析。结合初步工程分析结果和环境现状调查资料，确定环境保护目标、评价范围、工作等级和评价标准，制定了工作方案。建设单位于 2020 年 9 月 14 日在福州地铁集团有限公司官方网站(<http://www.fzmetr.com/>)进行了第一次信息公示。

建设单位于 2021 年 5 月 31 日~6 月 11 日在福州地铁集团有限公司官方网站及本项目沿线社区公示栏进行了第二次信息公示，期间在东南日报进行了两次登报公示。公示期间未收到民众电话咨询反馈及现场反馈。结合项目工程设计过程咨询林业局、文物局、自然资源和规划局等相关行政部门意见，其相关行政部门对本项目建设持支持态度。

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ 453-2018)，本工程环境影响评价过程详见下图所示。

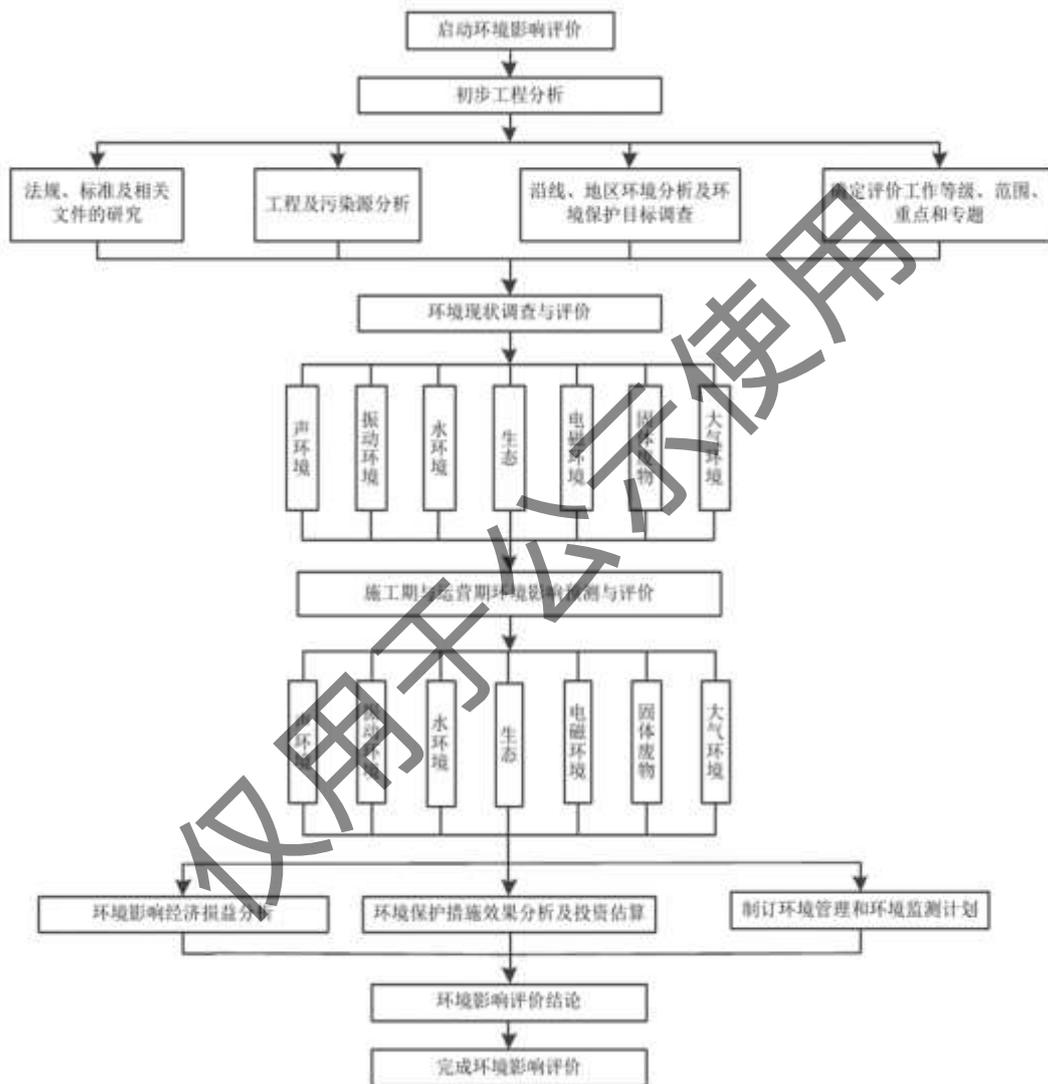


图 1.2-1 城市轨道交通建设项目环境影响评价工作程序

1.3 分析判定相关情况

1.3.1 产业政策符合性分析

本工程属于《产业结构调整指导目录》(2019 年本)中第一类鼓励类第二十二条城

市基础设施第 6 款城市及市域轨道交通新线建设。本工程不属于《限制用地项目目录（2012 年本）》及《禁止用地项目目录（2012 年本）》中涉及的行业及项目。同时，本项目已取得《福建省发展和改革委员会关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程可行性研究报告的批复》（闽发改网审交通〔2021〕161 号）（见附件 2）。因此，本工程建设符合国家产业政策要求。

1.3.2 选址合理性分析

本工程连接福州市区和马尾区，评价范围内涉及鼓山国家级风景名胜区、福州市协和大学历史建筑群、福建船政局建筑群等风景名胜区及文物保护单位。

经对照《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023 年）》及国家发改委批复、《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023 年）环境影响报告书》及规划环评审查意见，本次 2 号线东延线一期工程可研设计过程中，调整了部分线路走向，由于洋里站至魁岐站区间线路受地质条件限制，并考虑后期施工、运营安全的影响，设计单位推荐方案为线路由规划阶段的沿江方案改为向鼓山风景区一侧偏移的工程推荐方案，调整后线路涉及鼓山国家级风景区发展控制区（三级保护范围）长度增加，同时下穿部分福州市协和大学历史建筑群建筑。本评价经对照《福州市协和大学历史建筑群保护规划》、《鼓山国家级风景名胜区总体规划》及调整后环境影响角度进行对比分析，调整后线路符合《福州市协和大学历史建筑群保护规划》、《鼓山国家级风景名胜区总体规划》，同时本项目已取得《福州市文物局关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程涉及文物保护单位保护范围和建设控制地带内建设的指示》（榕文物保〔2021〕198 号）、《福建省文物局关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程涉及文物保护单位保护范围和建设控制地带内建设（修改稿）的请示》（闽文物字〔2022〕27 号）、《福州市林业局关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程涉及鼓山风景名胜区选址方案核准意见的复函》（榕林函〔2021〕113 号），其部门意见均同意本项目的选址方案。

结合本项目针对环境影响方面所开展的方案比选分析内容，工程推荐方案从环境影响角度分析，优于建设规划方案。同时工程推荐方案进一步通过合理施工方案（如采用 TBM/土压双模盾构施工、采用二次注浆减少底层扰动、进行施工跟踪监测等）、使用商品混凝土、采用无缝轨道、最佳特殊减振、及禁止在风景区内设置施工场地等一系列措施前提下，对敏感点的影响程度均可接受。因此从环境保护角度考虑，该工程推荐方案可行。

本项目马江渡站~船政文化段涉及福建船政局建筑群区间。该区间站点设置及区间设置均符合《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023年）环境影响报告书》要求，同时取得相关文物保护部门同意。该区间均采用地下线，同时全线采用无砟轨道，整体道床以及无缝轨道，在落实相关保护措施的情况下，施工期及运营期对福建船政局建筑群影响可接受。

除此上述区间段外，本项目其余区间段均不涉及自然保护区、森林公园、湿地保护区、基本农田等敏感区。车站设置采用地下车站，仅风亭、冷却塔、出入口设置在地面，已获得用地预审与选址意见书（用字第 350100202100058 号），根据选址意见，该项目已列入福州市土地利用总体规划（2006-2020年）中《福州市交通用地项目表（2011-2020年）》清单，符合福州市土地利用总体规划（2006-2020年），用地指标应纳入土地利用计划。

综上所述，本项目用地较为合理。

1.3.3 与规划符合性分析

本工程符合《福建省主体功能区规划》、《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》、《福州市城市总体规划（2009-2020）》、《福州新区总体规划（2018-2035年）》、《鼓山国家级风景名胜区总体规划（2009-2025）》、《福建协和大学近代历史建筑群保护规划》、《全国重点文物保护单位福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护规划》、《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2024年）》等规划。

1.3.4 “三线一单”控制要求相符性分析

（1）生态红线

对照《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12号）和《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（榕政综〔2021〕178号），本工程选线选址避开了福建省和福州市生态保护红线，工程与福建省和福州市生态保护红线是相符合的。

（2）环境质量底线

通过收集当地环境质量公报及委托第三方检测机构开展现状监测结果可知，沿线区域振动环境、大气环境、地表水、电磁环境质量均达标，能够满足各相应功能区划要求。项目运营后通过采取各项污染防控措施，可确保各污染物达标排放。项目实施符合

国家环境质量底线控制要求。

(3) 资源利用上线

本项目为轨道交通项目，全部为地下线路。工程占用土地主要集中在变电所和地下车站的出入口、风亭占地，以及施工期的施工场地，占地不影响区域土地资源总量；本工程用水主要为沿线车站工作人员和旅客的生活用水，用水量较小，不影响区域水资源量；本项目线路运行采用集中供电方式，由城市电网经变压供电，以减小线路损耗；另一方面，本项目的建成，可以减少现有交通方式对能源的消耗，符合资源利用上线相关要求。

(4) 生态环境准入清单

本工程符合国家和福建省相关政策法规，选址符合城市发展规划、环境保护规划和其他相关规划基本要求。本项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》鼓励类，本工程不属于《重点生态功能区产业准入负面清单编制实施办法》《市场准入负面清单（2020年版）》（发改体改规〔2020〕1880号）中禁止或限制项目，符合当前产业政策。

1.3.5 建设项目与《城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》分析

本项目属于城市轨道交通建设项目，本次评价线路长 13.5km，共新建车站 8 座，新建魁岐主变一座。本次工程均为地下线，不设置地面线、不设置高架线、车辆基地、车辆段及停车场建设。本项目与《城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）》对比分析情况如下：

表 1.3-1 与《审批原则（试行）》的相符性分析

条款	城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）	本项目情况	符合性
一	本原则适用于地铁、轻轨等城市轨道交通建设项目环境影响评价文件的审批。有轨电车、单轨交通、中低速磁浮等其他类型的城市轨道交通建设项目可参照执行	本项目为福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程，属于城市轨道交通（地铁）项目。	符合
二	项目符合生态环境保护相关法律法规和政策，与环境功能区划、生态环境保护规划等规划相协调，符合城市总体规划、城市轨道交通线网及建设规划和规划环评要求。	<p>（1）项目建设符合《福建省生态功能区划（2010）》《福建省主体功能区规划》《福建省生态保护红线规划》《福州市城市总体规划（2009~2020 年）》《福州新区总体规划（2018-2035）》等规划要求。</p> <p>（2）沿线涉及鼓山风景名胜区和文物保护单位，经对照分析，项目建设符合《风景名胜区条例》《福建省风景名胜区条例》《中华人民共和国文物保护法》和《福建省文物保护管理条例》等要求。</p> <p>（3）基于地质条件、敏感区等的限制影响，工程设计阶段线路局部进行了避让调整，结合《国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》（国办发〔2018〕52 号）文件要求，本项目进行的路线调整不属于重大变化，亦无需重新报批建设规划。故项目建设总体上符合《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015 年-2024 年）》要求。</p> <p>（4）工程推荐方案段路线较建设规划方案纵向深度加深，拟采取最严格的防控、减振措施减少对敏感区的影响，区间风井、风亭、冷却塔、主变电站等均远离风景名胜区和文物建筑保护范围设置，同时结合地质情况、城市配套工程设置情况、环境影响分析对比情况综合考虑。工程推荐方案的实施方案符合《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015 年-2023 年）环境影响评价报告书》及其批复要求。</p>	符合
三	项目选址选线、施工布置未占用自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区以及其他生态保护红线等环境敏感区中法律法规禁止占用的区域，与世界文化和自然遗产地、历史文	（1）建设规划方案、工程推荐方案路段选线、施工布置未占用自然保护区、饮用水水源保护区以及其他生态保护红线等环境敏感区中法律法规禁止占用的区域，不涉及世界文化和自然遗产地、历史文化街	基本符合

条款	城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）	本项目情况	符合性
	<p>化街区、文物保护单位的环境保护要求相协调。</p>	<p>区。</p> <p>（2）马江渡站~船政文化城站 AK47+880~AK49+570 下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围及建设控制范围、洋里站~魁岐站（AK39+240~AK39+940）穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围、洋里站~魁岐站（AK38+390~AK39+900）下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区），且不在上述保护范围内设置附属工程、施工场地等设施，不占用上述保护区的保护区域。</p> <p>（3）项目不存在风景名胜区、文物保护单位相关管理要求中明确禁止的行为活动，下穿形式穿越鼓山风景名胜区不会对名胜区的生态造成直接破坏；通过采取严格有效的措施可有效减少对文物单位的振动影响，总体上与敏感区的环境保护要求相协调。</p>	符合性
四	<p>车站风亭的设置满足相关规范要求，对于车站风亭周边声环境保护目标环境质量预测超标的，提出了选用低噪声设备和优化风亭与冷却塔的位置、布局、结构形式、消声降噪及风井出口方向等措施；</p> <p>对于车辆基地、车辆段、停车场、变电站周围声环境保护目标环境质量预测超标的，提出了优化布局、选用低噪声设备、设置声屏障、进行功能置换等措施。项目经过规划的居住、教育科研、医疗卫生、机关办公等噪声敏感建筑物集中区域的，提出了规划调整及控制、预留声屏障等降噪措施实施的技术条件等噪声防治建议。</p> <p>对于邻近居民区、学校、医院等声环境保护目标的路段，提出了在施工期设置围挡、优化施工布置及工艺、合理安排施工时间等措施。采取上述措施后，声环境保护目标环境质量现状达标的，项目实施后仍符合声环境质量标准；声环境质</p>	<p>本项目未设置停车场、车辆基地及车辆段。报告提出对影响较严重的施工场地，如居民区附近地下车站、风亭、敞开段施工，在靠近敏感点一侧设置临时围墙、隔声挡板或吸声屏障，也可考虑修建临时工房，减少施工噪声影响。在采取相关施工期保护措施的情况下，施工期厂界噪声可以满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）相关要求。</p> <p>运营期主要噪声来源于变电所及各车站风亭与冷却塔噪声。结合工程设计及预测结果，在超标段加长消声器长度及设置冷却塔导向消声器的情况下，沿线的声环境敏感目标声环境均可以达到相应标准。同时报告中提出了 4a 类区防护距离按 15m 控制，2 类区噪声防护距离分别按 29m 控制。</p> <p>采取上述措施后，运营期环境敏感保护目标声环境质量满足相应的标准，魁岐主变电噪声达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类区标准</p>	符合

条款	城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）	本项目情况	符合性
	<p>量现状不满足功能区要求的，项目实施后声环境质量达标或不恶化。车辆基地、车辆段、停车场、变电站等区域厂界环境噪声符合相应标准。施工期场界噪声符合相应标准。</p>		
五	<p>对于住宅等环境保护目标环境振动超标的，提出了优化线位、功能置换、轨道减振、选用无缝钢轨等措施。对于地下穿越环境振动保护目标的，提出了局部优化线位、增加埋深、采用特殊轨道减振措施或车辆限速等复合型减振措施、采用非爆破或静音爆破施工法等要求。对不可移动文物造成振动影响超标的，提出了局部优化线位、增加埋深、减振防护等措施。</p> <p>项目经过规划的居住、教育科研、医疗卫生、机关办公等环境振动敏感建筑物集中区域的，提出了规划调整及控制等防治建议。采取上述措施后，住宅等环境保护目标环境振动符合城市区域环境振动标准，城市轨道交通引起的敏感建筑二次结构噪声符合相应标准，不可移动文物的振动影响符合古建筑防工业振动技术规范或建筑工程容许振动标准</p>	<p>（1）项目在路线规划期及工程设计阶段选线中均考虑了对敏感点的影响而进行了线位优化，并优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆，同时要求在运营期加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，对小半径曲线段涂油防护，以保证其良好的运行状态，以减少附加振动。</p> <p>（2）对于住宅等环境保护目标环境振动超标的，均提出了相应的减振措施，包括中等、高等、特殊减振措施，对下穿敏感点均采取特殊减振措施。</p> <p>（3）对于地下穿越环境振动保护目标的（主要下穿福建船政局建筑群控制带、鼓山国家级风景名胜区及福州市协和大学历史建筑群保护范围），除考虑线位优化，还增加了纵向埋深。全线施工方案采取盾构法。运营期依据工程设计采取的特殊减振措施后，该区间段地铁运营期间对上方的保护目标振动影响可以达到标准控制要求以内，大大降低了对保护目标的振动影响程度。</p> <p>（4）项目经过规划的居住、教育科研、医疗卫生、机关办公等环境振动敏感建筑物集中区域的，明确提出了规划调整及控制等防治建议，同时建议新规划或新建敏感建筑应以结构抗振能力较强的I类框架结构建筑为主。采取上述措施后，住宅等环境保护目标环境振动符合城市区域环境振动标准，城市轨道交通引起的敏感建筑二次结构噪声符合相应标准，不可移动文物的振动影响符合古建筑防工业振动技术规范或建筑工程容许振动标准。</p>	符合
六	<p>项目涉及自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、重要湿地、重要野生动物栖息环境等特殊和重要生态敏</p>	<p>（1）本项目线路全线不涉及自然保护区、世界文化和自然遗产地、重要湿地、重要野生动物栖息等特殊和重要生态敏感区，也不涉及重点</p>	符合

条款	城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）	本项目情况	符合性
	<p>感区的，结合涉及保护目标的类型、保护对象及保护要求，提出了优化设计线位、工程形式、施工方案等措施。对古树名木、重点保护及珍稀濒危植物造成影响的，提出了避让、工程防护、异地移栽等保护措施和工程结束后的恢复措施。直接涉及与地下水有联系的生态敏感区的，根据地质条件，提出了合理选择隧道穿越的地质层位、加大或控制埋深、采用对水环境扰动小的施工工艺、加强地表生态保护目标观测等措施。项目施工组织方案具有环境合理性，对弃土（渣）场、施工场地等提出了水土流失防治和生态修复等措施。采取上述措施后，生态影响得到了缓解和控制。</p>	<p>保护及珍稀濒危植物以及与地下水有联系的生态敏感区；涉及古树名木区间为地下区间，埋深大于 10m。</p> <p>（2）工程推荐方案线路马江渡站~船政文化城站 AK47+880~AK49+570 下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围及建设控制范围、洋里站~魁岐站（AK39+240~AK39+940）穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围、洋里站~魁岐站（AK38+390~AK39+900）下穿鼓山风景名胜发展控制区（三级保护区）。为了减少对上述敏感区的影响，该段线路增加了埋深，采用盾构法施工，结构形式采用通用楔形环衬砌，以保护地上敏感建筑和地表生态环境。采取上述措施后，生态影响得到了缓解和控制</p> <p>（3）项目依据《关于福州市进一步加强建筑垃圾消纳利用管理实施意见（试行）》（榕政办〔2017〕277号）按渣土办指定的消纳场地消纳渣土，施工期不设置弃土场（渣）场。同时建设单位已委托水土保持方案编制工作，施工单位在结合水土保持方案提出水土流失防治和生态修复等措施的情况下，生态影响可以得到缓解和控制。</p>	符合性
七	<p>项目涉及地表水饮用水水源保护区或I类、II类敏感水体的，提出了优化工程设计和施工方案、禁止施工期废水废渣排入、收集路（桥）面径流等措施。涉及地下水饮用水水源保护区等环境保护目标的，提出了阻隔污染物扩散、控制水位下降等措施。对于车辆基地、车辆段、停车场、车站的生活污水、车辆清洗及维修废水等污（废）水，提出了收集、处置和纳管措施。采取上述措施后，对水环境的不利影响能够得到缓解和控制，各项污染物达标排放。</p>	<p>项目不涉及地表水饮用水水源保护区或I类、II类敏感水体，不涉及地下水饮用水水源保护区等环境保护目标，明确要求文明施工，不随意排放施工期废水废渣。</p> <p>本工程建成后，魁岐站、葆祯站、儒江站、下德站废水位于快安污水处理厂服务范围，马江渡站、船政文化站、罗星塔站、青洲站位于青洲污水处理厂服务范围，产生的生活污水经化粪池处理后满足达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中表4三级排放标准的要求后直接接入市政污水管道。采取上述措施后，对水环境的不利影响能够得到缓解和控制，各项污染物达标排放。</p>	符合
八	<p>风亭和锅炉邻近居民区等环境保护目标的，提出了优化选址</p>	<p>（1）本项目不设锅炉，设置有区间风井和风亭。选线阶段区间风井</p>	符合

条款	城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）	本项目情况	符合性
	<p>与布局、保持合理距离、改变出风口朝向、安装大气污染治理设施等措施。针对施工扬尘污染，提出了封闭堆存及运输、对出入车辆进行冲洗、洒水降尘等措施。对于施工期各类运输车辆和非道路移动机械产生的废气，提出了使用合格的燃油（料）和车用尿素、禁止使用高排放或超标排放的车辆和作业机械、优先采用纯电动和清洁能源车辆等措施。采取上述措施后，对环境空气的不利影响能够得到缓解和控制，各项污染物达标排放。</p>	<p>和风亭的位置选择已考虑避让居民区等环境保护目标。</p> <p>（2）目前选线区间风井周边无居民区等环境保护目标，风亭最近居民区均在 10m 防护范围之外，针对邻近居民区的风亭，评价提出风亭出风口做成背向敏感点的方位，以延长排放点与敏感点之间的距离的措施；要求加强风亭周边绿化，采用乔木灌木和花草结合的绿化方式多层拦截异味散播；要求地下车站采用符合国家环境标准的装修材料，排风亭等风道内壁采用环保型、防菌、防霉材料。同时，要求风亭周围 15m 范围内不宜新建学校、医院、集中居民住宅等人群密集的建筑。</p> <p>（3）针对施工期的废气等影响，提出封闭堆存及运输、对出入车辆进行冲洗、洒水降尘等措施，对于车辆及其它机械废气，提出使用合格的燃油（料）和车用尿素、禁止使用高排放或超标排放的车辆和作业机械、优先采用纯电动和清洁能源车辆等措施。</p> <p>（4）采取上述措施后，对环境空气的不利影响能够得到缓解和控制，各项污染物达标排放。</p>	符合性
九	<p>主变电站选址合理，边界和周围环境保护目标的电磁环境满足相关标准要。</p>	<p>福州市轨道交通 2 号线东延线主变电所原设计在马尾停车场，由于本项目为东延线一期工程未包含青州站之后的区间段和马尾停车场，为确保工程供电需求，项目拟在魁岐站西北侧新增设置魁岐主变。主变电东侧及北侧有一处敏感点（东方名城·尚郡），与变电所主体建筑物最近距离 23m。根据电磁环境影响预测，魁岐变电所 10m 外即满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场限值。</p>	符合
十	<p>对于施工期施工作业及运营期地铁车站、车辆基地产生的固体废物，提出了分类收集、贮存、运输、处理处置的相应措施。其中，工程穿越土壤受污染区域，按照土壤环境管理的有关要求，提出了有效处置措施；危险废物的收集、贮存、运输和处置符合国家相关规定。</p>	<p>（1）施工期弃渣等依据《关于福州市进一步加强建筑垃圾消纳利用管理实施意见（试行）》（榕政办〔2017〕277 号）地求进行处置，生活垃圾统一收集后由当地的环卫部门统一处理。</p> <p>（2）运营期产生的固体废物较少，生活垃圾由专门的人员进行打扫和收集后，交由当地的环卫部门统一处理，危险废物（变电站废油）</p>	符合

条款	城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）	本项目情况	符合性
		<p>的收集、贮存、运输和处置等按照国家和福建对危险废物的有关规定执行。</p> <p>（3）工程沿线不涉及土壤受污染区域。</p>	
十一	对可能存在环境风险的项目，提出了采取环境风险防范措施、编制环境应急预案、与当地人民政府及相关部门、有关单位建立应急联动机制等要求。	本项目为城市轨道交通项目，涉及的风险物质为变电站废油，根据识别，项目环境风险潜势为I，评价要求风险物质严格按国家和地方的规范要求采取防范措施。	符合
十二	改、扩建项目在全面梳理与项目有关的现有工程环境问题的基础上，提出了“以新带老”措施。	本项目为新建项目	符合
十三	按相关导则及规定要求制定了噪声、振动、大气、地表水、地下水、生态和电磁等环境要素的监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求，提出了根据监测评估结果优化环境保护措施的要求。根据需求和相关规定，提出了开展生态环境保护设计、科学研究、环境管理、环境影响后评价等要求。	报告根据相关导则及规定要求制定了噪声、振动、大气、地表水、电磁等环境要素的监测计划，明确了监测网点、因子、频次等有关要求。根据相关规定，提出了环境管理要求。	符合
十四	对生态环境保护措施进行了深入论证，建设单位主体责任、投资估算、时间节点、预期效果明确，确保科学有效、安全可行、绿色协调。	<p>针对生态环境保护要求，项目在选线阶段进行了线路比选优化，对可能产生影响的生态保护目标，提出了严格合理的施工方案，确保安全可行；提出了严格的运营期防控措施，确保科学有效，多方深入论证生态环境保护措施的可行性和有效性，明确预期的效果。</p> <p>在环境管理措施中明确建设单位主体责任，在环保投资估算中明确了投资估算，在“三同时”竣工环保验收要求中明确时间节点和预期效果。</p>	符合
十五	按相关规定开展了信息公开和公众参与。	根据《环境影响评价公众参与办法》的相关办法开展了项目建设信息公开和公众参与。2020年9月14日在福州地铁集团有限公司官方网站进行了第一次信息公告，2021年5月31日~6月11日在福州地铁集团有限公司官方网站及本项目沿线社区公示栏进行了第二次信息公告，并征询了项目行政主管部门的意见。	符合

条款	城市轨道交通建设项目环境影响评价文件审批原则（试行）	本项目情况	符合性
十六	环境影响评价文件编制规范，符合相关管理规定和环评技术标准要求。	项目按照 HJ453-2018、HJ2.1-2016、HJ2.2-2018、HJ2.3-2018、HJ610-2016、HJ2.4-2009、HJ19-2011、HJ24-2014、HJ964-2018 等相关导则编制	符合
备注	*本建设项目不设置高架、地面线、车辆基地、车辆段、停车场，审批原则中相关内容不进行比对。		

仅用于公示使用

1.4 关注的主要环境问题

本工程环境影响评价工作，结合沿线地区环境特点、工程特点，重点关注以下几个方面的问题：

- (1) 项目选线与相关规划及环保要求的相符性；
- (2) 下穿风景名胜区及文物保护单位路段施工方案的选取合理性、施工场地设置的环境合理性；
- (3) 施工过程对风景名胜区生态的影响大小，对文物保护单位的结构建筑影响大小，对沿线居民区、学校等保护目标的噪声、振动、扬尘等影响大小；
- (4) 运营期对文物保护单位和居民区等敏感目标产生的振动影响，对噪声敏感目标的噪声影响，对电磁敏感目标的电磁影响大小等。
- (5) 线路调整后是否增加对生态环境及敏感目标的不良影响。

1.5 环境影响评价主要结论

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程符合《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015~2024 年）》及规划环评审查意见。项目建设符合城市轨道交通建设项目环保审批原则。

建设单位在前期研究工作过程中深入贯彻了生态保护的理念，工程建设及运营带来的生态、噪声振动、水、大气、电磁、固废等影响，通过落实报告书提出的各项环保措施，并在建设过程中不断优化环境措施、加强环境管理和环境监测等，工程建设对环境造成的不利影响均可得到有效控制和缓解。本工程是一项重要的基础设施工程，对区域经济发展、人民生活质量、区域交通便捷等均有一定的正面影响，工程产生的环境不利影响通过采取措施可得到有效缓解，因此从环境保护角度分析，本项目建设可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 2 国家法律、法规及相关条例

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》(2015年1月1日修订施行);
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018年12月29日修订并施行);
- (3) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》(2018年12月29日修订并施行);
- (4) 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018年10月26日修订并施行);
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》(2017年6月27日修订,2018年1月1日起施行);
- (6) 《中华人民共和国土壤污染防治法》(2019年1月1日施行);
- (7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020年9月1日施行);
- (8) 《中华人民共和国土地管理法》(2019年8月26日修订施行);
- (9) 《中华人民共和国水法》(2016年7月2日修订,2016年9月1日起施行);
- (10) 《中华人民共和国水土保持法》(2010年12月25日修订,2011年3月1日起施行);
- (11) 《中华人民共和国防洪法》(2016年7月2日修订,2016年9月1日起施行);
- (12) 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012年2月29日修订,2012年7月1日起施行);
- (13) 《中华人民共和国节约能源法》(2018年10月26日修订实施);
- (14) 《中华人民共和国文物保护法》(2017年11月4日修订,2017年11月5日起施行);
- (15) 《中华人民共和国森林法》(2019年12月28日修订,2020年7月1日实施);
- (16) 《中华人民共和国野生动物保护法》(2018年10月26日修订施行);
- (17) 《中华人民共和国城乡规划法》(2015年4月24日修订施行);
- (18) 《国务院关于环境保护若干问题的决定》(国发〔1996〕31号);

-
- (19) 《中华人民共和国河道管理条例》(2017年10月7日修订施行);
- (20) 《风景名胜区条例》(2016年2月6日修订);
- (21) 《地质灾害防治条例》(2004年3月1日起施行);
- (22) 《中华人民共和国文物保护法实施条例》(2017年10月7日修订施行);
- (23) 《中华人民共和国野生植物保护条例》(2017年10月7日修订施行);
- (24) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》(2016年1月13日修订, 2016年2月6日起施行);
- (25) 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(2013年12月4日修订, 2013年12月7日起施行);
- (26) 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》(国发〔2013〕37号);
- (27) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17号);
- (28) 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》(国发〔2016〕31号);
- (29) 《关于发布<地面交通噪声污染防治技术政策>的通知》(环发〔2010〕7号);
- (30) 《国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见》(国办发〔2018〕52号);
- (31) 《产业结构调整指导目录》(2019年本);
- (32) 《国家危险废物名录》(2021版)(2021年1月1日起实施);
- (33) 《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》(2018年6月16日);
- (34) 《建设项目环境保护管理条例》(2017年6月21日修订, 2017年10月1日起施行);
- (35) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021年1月1日起施行);
- (36) 《关于做好城市轨道交通项目环境影响评价工作的通知》(环办〔2014〕117号);
- (37) 《关于公路、铁路(含轻轨)等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》(环发〔2003〕94号);
- (38) 关于印发《建设项目环境影响评价政府信息公开指南(试行)》的通知(环办〔2013〕103号);
- (39) 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77号);

(40) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》(环发〔2012〕98号);

(41) 关于印发《建设项目环境保护事中事后监督管理办法(试行)》的通知(环发〔2015〕163号,2015年12月10日起施行);

(42) 《环境影响评价公众参与办法》(环境保护部令 第4号,2019年1月1日施行)。

2.1.2 地方法规、政策

(1) 《福建省环境保护条例》,2012年3月29日修订并施行;

(2) 《福建省生态保护红线划定成果调整工作方案》(福建省人民政府,2017年7月14日发布);

(3) 《福建省农业生态环境保护条例》,2010修订稿;

(4) 《福建省城市园林绿化管理条例》,1997年10月25日修订;

(5) 《福建省文物保护管理条例》,2009年10月1日施行;

(6) 《福建省风景名胜区条例》,2015年8月1日施行;

(7) 《福建省森林条例》(2018年3月31日修订);

(8) 《福州市环境保护条例》,2010年12月9日修订;

(9) 《福州市城市古树名木保护管理办法》,2000年10月18日;

(10) 《福州市风景名胜区管理条例》,2005年5月1日起施行;

(11) 《福州市城市园林绿化管理办法》,2001年6月21日施行;

(12) 《福州市历史文化名城保护条例》,2013年10月1日施行;

(13) 《福州市城市排水设施建设与管理办法》,2010年12月9日施行;

(14) 《福州市建设垃圾和工程渣土处置管理规定》,2007年10月1日施行;

(15) 《福建省轨道交通建设管理办法》(2013年11月1日起施行)。

2.1.3 导则及技术规范

(1) 《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ453-2018);

(2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);

(3) 《环境影响评价技术导则 生态环境》(HJ 19-2011);

(4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ 2.4-2009);

-
- (5) 《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ 2.2-2018);
 - (6) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ 2.3-2018);
 - (7) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016);
 - (8) 《环境影响评价技术导则 土壤环境 (试行)》(HJ964-2018)
 - (9) 《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ 24-2020);
 - (10) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T 169-2018);
 - (11) 《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ 2034-2013);
 - (12) 《辐射环境保护管理导则 电磁辐射环境影响评价方法与标准》(HJ/T10.3-1996);
 - (13) 《声环境功能区划分技术规范》(GB/T 15190-2014);
 - (14) 《古建筑防工业振动技术规范》(GB/T50452-2008);
 - (15) 《声学 环境噪声的描述、测量与评价 第 1 部分: 基本参量与评价方法》(GB/T3222.1-2006);
 - (16) 《声学 环境噪声的描述、测量与评价 第 2 部分: 环境噪声级测定》(GB/T3222.2-2009);
 - (17) 《城市轨道交通环境振动与噪声控制工程技术规范》(HJ2055-2018)。

2.1.4 有关规划及环境功能区划

- (1) 《福州市城市总体规划 (2009-2020 年)》;
- (2) 《福州市生态功能区划》(2010 年 1 月);
- (3) 《福建省水 (环境) 功能区划》(2004 年 1 月);
- (4) 《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整》(2015-2023 年);
- (5) 《福州市人民政府关于印发福州市环境空气质量功能区划和福州市声环境功能区划的通知》(榕政综〔2014〕30 号);
- (6) 《福建省人民政府关于福州市地表水环境功能区划定方案的批复》(闽政文〔2006〕133 号);
- (7) 《福州市城区声环境功能区划》(2021 年 6 月)
- (8) 《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整 (2015-2023 年)》;
- (9) 《鼓山国家级风景名胜区总体规划》(2009~2025);
- (10) 《全国重点文物保护单位福建船政建筑, 马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和

罗星塔保护规划》。

- (11) 《福建省主体功能区划》(2013年1月);
- (12) 《福州市国土空间总体规划(2021-2035年)》;
- (13) 《福州市协和大学历史建筑群保护规划》;
- (14) 《鼓岭国家级旅游度假区总体规划修编》。

2.1.5 工程设计资料

- (1) 《福州市轨道交通2号线延伸线工程(鼓山~马尾港)可研阶段地质咨询》，2020年8月;
- (2) 《福州市轨道交通2号线东延线一期工程工程可行性研究报告》，2020年12月;
- (3) 《福州市轨道交通2号线东延线一期工程总体设计》，2021年4月;
- (4) 《福州市轨道交通2号线东延线一期工程设计方案》，2021年12月;
- (5) 《福州市轨道交通2号线东延线一期工程文物保护专项设计方案》，2021年12月;
- (6) 《福州市轨道交通2号线东延线一期工程文物影响评估报告》，2021年12月;
- (7) 《福州市轨道交通2号线东延线一期工程洋里站~魁岐站区间涉及鼓山风景名胜区项目选址论证报告》，2021年12月;
- (8) 《福州市轨道交通2号线东延线一期工程文物保护专项设计方案》，2022年1月。

2.2 环境影响要素识别和评价因子筛选

2.2.1 环境影响简要分析

根据城市轨道交通工程环境影响评价经验和成果，总体上讲，其产生污染物的方式以能量损耗型(产生噪声、振动、电磁)为主，以物质损耗型(产生污水、废气、固体废物)为辅；对生态环境的影响以对城市生态环境的影响为主(对城市景观、文物保护等产生影响)，以对城市自然生态环境影响为辅(对城市绿地等产生影响)。

本工程的环境影响从空间概念上可分为以下单元：线路、车站等；从时间序列上可分为施工期和运营期。

- (1) 施工期环境影响识别

工程占地将导致征地范围内道路绿化带的消失，施工临时占地和施工扬尘也将使沿线植被受到破坏或不良影响。施工中的挖掘机、重型装载机械及运输车辆等机械设备产生的噪声、振动会影响周围居民区、学校、医院等敏感目标。施工过程中的生产作业废水，尤其是雨季冲刷堆渣池和泥浆池产生的泥浆废水，以及施工人员驻地排放的生活污水都可能对周围区域水环境造成影响。施工作业对环境空气的影响主要表现为扬尘污染，主要来源于隧道施工出渣、土石方工程、地表开挖和运输过程；燃油施工机等也将影响环境空气质量。本工程下穿文物保护单位，施工过程可能对地面文物建筑体产生振动影响影响。

(2) 运营期环境影响识别

列车运行噪声、风机噪声及风管气流噪声通过风井（风亭）传播至地面环境敏感目标；列车运行产生振动通过地层传播至地面环境敏感目标。

车站清扫水、结构渗漏水、消防废水及出入口雨水由废水泵抽升至地面市政雨水管道，生活污水通过污水泵抽升至地面市政污水管道；车站及隧道内的空气通过风机、风亭与地面空气进行交换，地铁运营初期，车站及隧道内留存的施工粉尘和装修材料散发的气味通过空气处理箱由风亭排入地面空气中，根据对已有地铁风亭排气的调查，发现有些风亭排气中夹带异味；车站产生的生活垃圾收集后运至地面，由环卫系统收运处置。

主变电站的环境影响：在电压转换过程中，主变电压器和高压配电设备产生工频电磁场对人体健康的影响；主变电站噪声主要来自主变电压、电抗器和电容器等电器设备在正常运行状态下产生的噪声以及冷却器风机的噪声。本工程设计范围仅包括变电站工程部分，变电站场界外输变线路工程的影响分析内容另行评价，不在本工程评价范围内。

2.2.2 环境影响识别与筛选

(1) 环境影响识别与筛选矩阵

根据福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程在施工期和运营期产生的环境影响的性质、工程沿线环境特征及环境敏感程度，将本工程行为对各类环境要素产生的影响按施工期和运营期制成“环境影响识别与筛选矩阵表”，见表 2.2-1。

表 2.2-1 工程环境影响识别与筛选矩阵表

工程阶段	工程活动	影响程度识别	城市生态环境			物理-化学环境			
			城市景观	植被	地表水	噪声	振动	大气	电磁
影响程度识别			III	III	III	I	I	III	III
施工期	土石方工程	-II	-M		-S	-M	-S	-M	
	隧道工程	-II			-S		-M	-S	
	建筑工程	II	?			-M	-S	-S	
	绿化及恢复工程	+III	+M	+M		+S		+S	
	建筑弃渣	-II	-S	-S	-S			-M	
	施工人员活动	-III			-S	-S		-S	
运营期	列车运行	I					-L	-S	-S
	地面设备运行	-II				-M	-S	-S	
	变电站	-III				-S			-S

注：(1) 单一影响识别：反映某一种工程活动对某一个环境要素的影响，其影响程度按下列符号识别：+：有利影响；-：不利影响；S：轻微影响；M：一般影响；L：较大影响；空格：无影响和基本无影响。

(2) 综合（或累积）影响程度识别：反映某一种工程活动对各个环境要素的综合影响，或反映某一个环境要素受所有工程活动的综合影响，并作为评价因子筛选的判据。影响程度按下列符号识别：I：较重大影响；II：一般影响；III：轻微影响。

(3) “？”：表明建筑工程若与周边环境协调，将对城市景观产生积极的影响；若不协调，将对城市景观产生消极影响。

(2) 环境影响识别与筛选结论

①施工期的影响均为暂时性影响，通过采取相应的预防和缓解措施后，可使受影响的环境要素得到恢复，受施工活动影响的环境因子主要是文物保护单位、风景名胜区、城市生态及城市景观、声环境、环境空气、水环境。

②本工程运营期的主要环境影响是噪声、振动、城市生态三个方面，对水环境、环境空气、电磁环境的影响相对较小。

③通过对工程环境及其敏感性，以及它们之间相互影响关系的初步分析、判别和筛选，确定本工程环境影响评价的主要要素及其重点为：

a、生态环境

评价重点区域：涉及风景名胜区、历史文化风貌区、文物保护单位、古树名木的区域；沿线车站出入口、风亭等地面建筑影响区域。

评价重点内容：工程与城市规划的相容性；车站出入口、风亭等地面建筑景观与城市景观协调性分析；工程对生态敏感目标的影响。

b、声环境

评价项目对评价范围内的居民区、学校等噪声敏感目标的影响。

c、振动环境

评价项目对评价范围内的学校、医院、居民区、文物保护单位的影响。

d、地表水环境

评价项目对工程周边水体的影响，以及各车站污水排放的影响。

e、电磁环境

评价工程运营后主变电站工频电磁场的影响。

f、环境空气

评价风亭异味对周围环境的影响。

g、固体废物

评价车站固体废物及生活垃圾的影响及去向。

h、施工期环境影响评价重点：

以明挖法、半盖挖法施工路段（车站）用地为评价重点区域，以施工方式、施工期“三废”、弃土、噪声和振动的控制、施工对历史文化风貌区、文物保护单位、风景名胜区、古树名木的影响以及施工临时用地的恢复利用为重点。

2.2.3 评价因子

根据本次工程的污染特点，通过筛选和识别，各环境要素的环境影响评价因子见表 2.2-2。

表 2.2-2 环境影响评价因子汇总表

评价阶段	评价项目	现状评价	单位	预测评价	单位
施工期	声环境	昼间、夜间等效声级， LAeq	dB (A)	昼间、夜间等效声级， (LAeq)、A 声级	dB (A)
	振动环境	铅垂向 Z 振级，VLz10	dB	铅垂向 Z 振级， VLz10	dB
	地表水环境	pH、SS、COD、 BOD ₅ 、氨氮、石油类	mg/L (pH 除外)	pH、SS、COD、 BOD ₅ 、石油类	mg/L (pH 除外)
	大气环境	TSP	mg/m ³	颗粒物	mg/m ³
	生态	土地利用现状、城市绿 地、城市景观	/	占地、水土流失、城市 景观	/
运营期	声环境	昼间、夜间等效声级， LAeq	dB (A)	昼间、夜间等效声级， (LAeq)、A 声级	dB (A)
	振动环境	铅垂向 Z 振级，VLz	dB	铅垂向 Z 振级，	dB

评价阶段	评价项目	现状评价	单位	预测评价	单位
				VLz10、VLzmax	
				室内结构噪声	dB (A)
	水环境	pH、SS、COD、BOD ₅ 、石油类	mg/L	pH、COD、BOD ₅ 、石油类、LAS、氨氮	mg/L
	电磁环境	工频电场强度	km/V	工频电场强度	km/V
		工频磁感应强度	mT	工频磁感应强度	mT
	大气环境	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、CO、O ₃	mg/m ³	风亭异味	/

2.3 环境功能区划

2.3.1 声环境功能区划

根据《福州市城区声环境功能区划》(2021年6月),本项目沿线经过2、3、4a类声环境功能区。

2.3.2 地表水环境功能区划

工程评价范围内主要地表主体为光明港支流、磨溪、魁岐河,根据《福建省人民政府关于福州市地表水环境功能区划定方案的批复》(闽政文〔2006〕133号),本项目沿线涉及溪流或内河的水环境功能区划均Ⅳ类。

2.3.3 环境空气功能区划

根据《福州市人民政府关于印发福州市环境空气质量功能区划和福州市声环境功能区划的通知》(榕政综〔2014〕30号),本项目沿线涉及环境空气功能区为缓冲期、二类区。

2.4 评价标准

2.4.1 声环境

(1) 质量标准

根据《福州市生态环境局关于印发<福州市城区声环境功能区划>的通知》(榕环保综〔2021〕77号),本项目沿线经过2、3、4a类声环境功能区,分别对应执行《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的2、3、4a类标准值。

本次声环境影响评价执行标准汇于表2.4-1。

表 2.4-1 声环境影响评价执行标准

功能区类别	标准等级	标准值 dB (A)	《福州市城区声环境功能区划》声功能区划范围	执行标准
4a 类区	4a 类标准	昼间: 70 夜间: 55	适用于交通干线两侧区域, 道路交通干线两侧区域的划定范围视道路两旁建筑和相邻区域性质而定。 (1) 若临街建筑以高于三层楼房以上 (含三层) 的建筑为主, 将第一排建筑物向道路或城市轨道交通地上段一侧的区域划分 4a 类标准适用区域; (2) 福马铁路用地范围外一定距离内的区域划为 4a 类声环境功能区, 具体距离与道路交通干线两侧区域相同 (不考虑两侧相邻建筑物高度) (3) 若临街建筑以低于三层楼房建筑 (含开闢地) 为主, 将道路红线外一定距离内区域划为 4a 类声环境功能区, 具体距离确定如下: ①相邻区域为 1 类声环境功能区, 距离为 50 米; ②相邻区域为 2 类声环境功能区, 距离为 35 米; ③相邻区域为 3 类声环境功能区, 距离为 25 米。	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)
三类区	3 类标准	昼间: 65 夜间: 55	①快安片区: 104 国道→福马铁路→中垵路→马江路→快安路→福马铁路, 创新路→儒江大道→新大陆西侧厂界→江滨东大道→磨溪→福马铁路→规划路, 江滨东大道→湖里路→福马铁路→胙头路→儒江大道→马尾大桥; ②马尾片区: 罗建路→闽江北岸码头→君竹路→青洲路→罗星西路。	
二类区	2 类标准	昼间: 60 夜间: 50	本次评价除 4a、3 类区以外的其他区域均执行 2 类区标准。	
/	/	昼间: 60 夜间: 50	评价范围内的学校、医院 (疗养院、敬老院) 等特殊敏感建筑 (无住校学生和住院部者不控制夜间噪声)	《关于公路、铁路 (含轻轨) 等建设项目环境影响评价中环境噪声有关问题的通知》环发 (2003) 94 号

(2) 排放标准

建筑施工场地边界处噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)

表 1 标准。

表 2.3-2 噪声排放控制标准

标准依据	控制限值 dB (A)		适用范围
	昼间	夜间	
《建筑施工场界环境噪声排放标准》(GB12523-2011)	70	55	施工场地边界

2.4.2 振动环境

(1) 环境振动评价标准

评价范围内各敏感建筑室外振动环境按照对应的声功能区分别执行《城市区域环境振动标准》(GB 10070-88) 相应的标准, 见表 2.4-2。

表 2.4-2 振动环境影响评价执行标准

标准名称	适用地带范围	振动限值 VL _{Zmax} dB		对应声功能区
		昼间	夜间	
《城市区域环境振动标准》 (GB10070-88)	居民、文教区	70	67	2 类
	混合区、商业中心区	75	72	2 类
	工业集中区	75	72	3 类
	交通干线道路两侧	75	72	4a 类

注: 机关单位、无住校的学校、无住院部的医院夜间不对标

(2) 二次辐射噪声的评价标准

评价范围内各敏感点二次辐射噪声执行《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJ/T 170-2009), 限值见表 2.4-3。

表 2.4-3 二次辐射噪声限值 单位: dB (A)

标准名称	声功能类别	昼间	夜间
《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJ/T 170-2009)	2 类	41	38
	3 类	45	42
	4a 类	45	42

(3) 文物振动评价标准

评价不可移动文物参考执行《古建筑防工业振动技术规范》(GB/T 50452-2008), 具体限值详见表 2.4-4。

表 2.4-4 古建筑砖结构的容许振动速度

保护级别	控制点位置	控制点方向	容许振动速度 [v] (mm/s)		
			VP < 1600 m/s	1600 m/s < VP < 2100 m/s	VP > 2100 m/s
全国重点文物保护单位	承重结构最高处	水平	0.15	0.15~0.20	0.20
省级文物保护单位	承重结构最高处	水平	0.27	0.27~0.36	0.36
市、县级文物保护单位	承重结构最高处	水平	0.45	0.45~0.60	0.60

2.4.3 水环境

(1) 质量标准

工程评价范围内水体主要为福州市城区内河，根据《福建省人民政府关于福州市地表水环境功能区划定方案的批复》（闽政文〔2006〕133号），福州市区内河河网水体功能为一般景观用水，环境功能类别为V类，水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中V类水质标准。

表 2.4-5 地表水环境质量标准 单位：mg/L

序号	污染物	标准值	执行标准
1	pH	6~9	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002) 中V类水质标准
2	SS*	≤150	
3	COD _{cr}	≤40	
4	BOD ₅	≤10	
5	氨氮	≤2.0	
6	总磷	≤0.4 (湖、库 0.2)	
7	溶解氧	≥2	
8	总氮	≤2.0	
9	石油类	≤1.0	
10	粪大肠菌群 (个/L)	≤40000	

备注：其中 SS 参照执行《地表水资源质量标准》限值

(2) 排放标准

沿线车站污水可经既有或规划的城市污水管网纳入城市污水处理厂，污水排放执行《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准。氨氮执行《污水排入城镇下水道水质标准》（GB/T31962-2015）表 1 中 C 级标准。

表 2.4-6 本工程污水排放执行标准情况一览表

标准名称		水质指标 (除 pH 外, mg/L)					
		pH 值	COD	BOD ₅	石油类	动植物油	氨氮
《污水综合排放标准》 (GB8978-1996)	三级标准	6-9	500	300	20	100	25*
备注	*执行《污水排入城镇下水道水质指标》(GB/T31962-2015)表 1 中 C 级标准						

2.4.4 大气环境

(1) 质量标准

根据《福州市人民政府关于印发<福州市环境空气质量功能区划和福州市声环境功能区划>的通知》(榕政综〔2014〕30号), 本项目沿线区间风井、风亭共涉及 2 种环境空气功能分区, 分别为缓冲带和二类区。《环境空气质量标准》(GB3095-2012)执行情况见表 2.3-7。

表 2.3-7 本项目环境空气功能区划及执行的质量标准

序号	功能区划	执行标准	本项目执行范围
1	一类区	GB3095-2012 一级	本项目不涉及
2	缓冲带		区间风井评价范围
3	二类区	GB3095-2012 二级	各车站风亭评价范围

表 2.4-8 环境空气质量标准

执行标准	污染物名称	取值时间	一级标准值	二级标准值
GB3095-2012	O ₃	日最大 8 小时平均	100μg/m ³	160μg/m ³
		1 小时平均	160μg/m ³	200μg/m ³
	CO	24 小时平均	4mg/m ³	4mg/m ³
		1 小时平均	10 mg/m ³	10 mg/m ³
	PM ₁₀	年平均	40μg/m ³	70μg/m ³
		24 小时平均	50μg/m ³	150μg/m ³
	SO ₂	年平均	20μg/m ³	60μg/m ³
		24 小时平均	50μg/m ³	150μg/m ³
		1 小时平均	150μg/m ³	500μg/m ³
	NO ₂	年平均	40μg/m ³	40μg/m ³
		24 小时平均	80μg/m ³	80μg/m ³
		1 小时平均	200μg/m ³	200μg/m ³

(2) 排放标准

施工期颗粒物执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)表 2 无组织排放监控浓度限值 (即颗粒物周界外最高允许排放浓度: 1.0mg/m³)。

风亭废气执行《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93)中的“恶臭污染物厂界标准值”二级标准,具体执行标准详见表 2.4-7。

表 2.4-7 恶臭污染物厂界标准值

控制项目	单位	标准值
臭气浓度	无量纲	20

2.4.5 电磁环境

工频电场、工频磁场执行《电磁环境控制限值》(GB8702-2014)表 1 中相关公众曝露控制限值要求,见表 2.4-9。

表 2.4-9 公众曝露控制限制

频率范围	电场强度 E (V/m)	磁场强度 H (A/m)	磁感应强度 B (μ T)	等效平面波功率密度 S_{eq} (W/m ²)
0.025kHz~1.2kHz	200/f	4/f	5/f	-

2.5 评价等级、评价范围和评价时段、评价原则

2.5.1 评价等级

(1) 声环境

本工程所经路段划为声环境 2、3、4a 类区,工程建成后评价范围内敏感目标噪声值将有明显的增高(增加量大于 5dB(A))。根据《环境影响评价技术导则声环境》(HJ2.4-2009)等级划分原则,本次评价按一级评价开展工作。

(2) 振动环境

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ453-2018)等级划分原则,振动环境影响评价不划分评价等级。

(3) 地表水环境

本项目废水为各车站工作人员及旅客生活废水,经处理后通过市政污水管道排放至对应污水处理厂排放,根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018),本项目地表水环境评价等级为三级 B。

(4) 环境空气

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ453-2018)等级划分原则,对于不涉及锅炉的城市轨道交通项目,其大气环境影响评价可不进行评价工作等级的判定。

本项目全线不涉及锅炉，因此不进行评价工作等级判定，仅进行大气环境影响分析。

(5) 生态环境

本工程用地范围内主要为城市已建成区，线路评价线路长约 13.5km，工程长度小于 50km；本工程总占地面积约 0.348km²，占地面积小于 2km²；本线路全线以地下形式敷设，沿线经过区域不涉及特殊生态敏感区，工程经从地下穿越鼓山风景名胜区；根据《环境影响评价技术导则生态影响》（HJ19-2011）、《环境影响评价技术导则·城市轨道交通》（HJ453—2018）的规定，本次生态环境影响评价工作等级确定为三级评价。

表 2.5-1 生态影响评价工作等级划分表

影响区域 生态敏感性	工程占地（含水域）		
	面积≥20km ² 或长度≥100km	面积 2~20km ² 或长度 50~100km	面积≤20km ² 或长度≤50km
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

(6) 电磁环境

根据《环境影响评价技术导则 输变电》（HJ24-2020）的规定，项目电磁环境影响评价等级按照表 2.5-2 进行判定。项目魁岐主变为 110kV 交流户内式变电站，依据 2.5-2 判定电磁环境评价工作等级为三级。

表 2.5-2 输变电工程电磁环境影响评价工作等级

分类	电压等级	工程	条件	评价工作等级
交流	110kV	变电站	户内式、地下式	三级
			户外式	二级
		输电线路	1.地下电缆 2.边导线地面投影外两侧各 10m 范围内无电磁环境敏感目标的架空线	三级
			边导线地面投影外两侧各 10m 范围内有电磁环境敏感目标的架空线	二级

注：根据同电压等级的变电站确定开关站、串补站的电磁环境影响评价工作等级，根据直流侧电压等级确定换流站的电磁环境影响评价工作等级。

(7) 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）附录 A（规范性附录）地下水环境影响评价行业分类表，铁路及轨道交通地下水环境影响评价项目类别为报告书的，除机务段为Ⅲ类外，其余均为Ⅳ类。根据导则 4.1 一般性原则规定，Ⅳ类建设项目不开展地下水环境影响评价。本建设项目不含机务段，符合Ⅳ类建设项目规定，无需

开展地下水环境影响评价。本次评价针对施工期可能造成的地下水影响提出防渗等措施和要求。

(8) 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则—土壤环境（试行）》（HJ964-2018），建设项目土壤环境影响评价等级划分应根据建设项目行业分类和土壤环境敏感程度进行判定，根据附录 A 土壤环境影响评价项目类别可知，本项目属于“交通运输仓储邮政业——其他”，属于 IV 类项目，本评价不对土壤环境进行评价。

(9) 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本工程危险物质 Q 值为 0.01684，小于 1，环境风险潜势为 I，评价等级为简单分析。

2.5.2 评价范围

根据工程设计资料，本次评价涉及的工程范围为：洋里站（不含）（AK38+170.224）~青洲站（AK51+711.094），全线约 13.5km，设置地下车站 8 座，1 座主变电所。

(1) 声环境评价范围

地下车站：冷却塔评价范围为冷却塔声源周围 50m；风亭评价范围为风亭声源周围 30m；

主变电站：厂界外 200m 以内区域。

(2) 振动评价范围

振动环境和室内二次结构噪声：线路中心线两侧 50m 以内区域，地下线平面圆曲线半径 ≤ 500 m 的路段，评价范围扩大到线路中心线两侧 60 m。

不可移动文物的振动影响评价范围：线路中心线两侧 60 m。

线路各区间段振动环境评价范围详见表 2.5-3。

表 2.5-3 本项目振动环境评价范围一览表

序号	区间里程	判断依据	评价范围
1	AK38+260.218~AK38+574.499	平面圆曲半径 ≤ 500 m	中心线向外 60m
2	AK38+700.698~AK390+160		
3	AK41+749.141~AK42+014.432		
4	AK42+103.642~AK42+493.509		
5	AK46+628.454~AK46+864.131		
6	AK46+886.098~AK47+254.877		

序号	区间里程	判断依据	评价范围
7	AK47+714.415~AK47+965		
8	AK47+880~AK49+570	沿线下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围及建设控制范围	
9	AK39+240~AK39+940	福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围	
10	其余路段评价范围为以中心线向外 50m		

(3) 地表水评价范围

工程沿线车站、主变的污水排放口。

(4) 大气环境评价范围

地下车站排风亭周围 30m 以内的区域。

(5) 电磁环境评价范围

本项目新建 1 座魁岐变电站为 110kV 交流式变电站，本工程设计范围仅包括变电站工程部分，变电站场界外输变线路工程的影响分析内容另行评价，不在本工程评价范围内。根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ 453-2018) 及《环境影响评价技术导则 输变电》(HJ24-2020) 规定，本项目工频电磁场影响评价范围为变电站站界外 30m 以内区域。

(6) 固体废物评价范围

工程沿线车站产生的固体废物。

(7) 生态环境评价范围

①纵向范围：与工程设计范围相同；

②横向范围：综合考虑拟建工程的吸引范围和线路两侧土地规划，评价范围取线路两侧 150m。

2.5.3 评价时段

评价时段同设计年限，即初期为 2029 年，近期为 2036 年，远期为 2051 年。

2.6 评价工作内容及评价重点

(1) 评价工作内容

根据工程特点及环境敏感性，本次评价的工作内容为：声环境、振动环境、水环境、

生态环境、电磁环境、固体废物、大气环境等环境影响评价或分析，环境风险评价，施工期环境影响评价，环境影响经济损益，环境管理与环境监测计划，环保措施和环保投资估算等。

(2) 评价重点

根据本项目沿线环境特征，结合工程建设特点，确定本项目环境影响评价重点为声环境、振动环境、生态环境及施工期的环境影响。

2.7 环境敏感目标

2.7.1 声环境保护目标

本工程全部采用地下方式敷设，评价范围内共设 8 座地下车站，车站环控评价范围内分布 7 处声环境保护目标。其中，社区卫生服务中心 1 处，住宅 6 处。

区间风井评价范围内不涉及敏感点；

魁岐变电站评价范围内涉及声环境保护目标 4 处。

工程沿线声环境保护目标详见表 2.7-1~2.7-2 和附图 2。

表 2.7-1 主变电所声环境保护目标

序号	保护目标名称	保护目标名称	污染源	方位	距声源距离/m	声环境功能区	结构	层数	使用功能
1	东方名城·尚郡	9#楼	主变电 机组	N	23	2类区	钢筋混凝土	21层	住宅
		10#楼		E	32	4a类区	钢筋混凝土	19层	住宅
东方名城华郡	S	131		2类区	钢筋混凝土	19层	住宅		
魁岐佳园	NW	109		4a类区	钢筋混凝土	30层	住宅		
魁岐小区	W	190		4a类区	钢筋混凝土	30层	住宅		

表 2.7-2 风亭及冷却塔声环境保护目标表

序号	所在行政区	保护目标名称	所在车站	声源		距声源距离 /m	保护目标概况					声功能区
							层数	结构	建设年代	规模(人)	使用功能	
1	马尾区	东方名城华郡	魁岐站	2号风亭组	新风亭	44.5	19	钢筋混凝土	2015	1000	住宅	2类
					排风亭	39.8						
					活塞风亭 1#	35						
					活塞风亭 2#	34.5						
				冷却塔	45							
2	马尾区	云集公寓	魁岐站	2号风亭组	新风亭	58.9	11	钢筋混凝土	2015	485	住宅	4a类
					排风亭	56.18						
					活塞风亭 1#	55.81						
					活塞风亭 2#	56.3						
				冷却塔	44.8							
3	马尾区	名城紫金轩	葆桢站	1号风亭组	新风亭	26.97	33	钢筋混凝土	2018	/	住宅	4a类
					排风亭	33.20						
					活塞风亭 1#	27.00						
					活塞风亭 2#	28.00						
4	马尾区	江滨锦城	儒江站	1号风亭组	新风亭	10.41	7	钢筋混凝土	2000	428	住宅	4a类
					排风亭	10.41						
					活塞风亭 1#	10.41						
					活塞风亭 2#	10.41						
5	马尾区	长滩美墅	马江渡站	1号风亭组	新风亭	44.15	1~3	砖混结构	2007	1240	住宅	4a类
					排风亭	49.91						
					活塞风亭 1#	50.86						
					活塞风亭 2#	55.70						

序号	所在行政区	保护目标名称	所在车站	声源	距声源距离 /m	保护目标概况				声功能区		
						层数	结构	建设年代	规模(人)		使用功能	
				冷却塔	38.88							
6	马尾区	罗星街道社区卫生服务中心	船政文化城站	2号风亭组	新风亭	40.95	6	砖混结构	2015	工作人员约50余人	社区医院	2类
					排风亭	42.80						
					活塞风亭1#	42.91						
					活塞风亭2#	43.35						
				冷却塔	43.60							
7	马尾区	阳光花都	罗星塔站	1号风亭组	新风亭	41.35	7	砖混结构	2006	850	住宅	4a类
					排风亭	41.07						
					活塞风亭1#	41.21						
					活塞风亭2#	51.31						
				冷却塔	36.53							
备注	1、以上敏感点4a类范围均为沿路第一排建筑，其余区域均为2类											

2.7.2 振动环境保护目标

本工程沿线共有 54 处振动环境保护目标，其中学校 5 处，医院 1 处，文物保护单位 14 处，居民住宅敏感点 33 处。

工程沿线的规划振动环境保护目标有 1 处，为规划居民用地。

工程沿线振动环境保护目标详见表 2.7-3 和附图 2。

仅用于公示使用

表 2.7-3 振动环境保护目标表

序号	所在行政区	保护目标名称	所在区间	线路形式	线路里程及方位			最近相对位置/m		保护目标概况						地质条件	环境功能区	位置关系图
					起始里程	终止里程	方位	水平	垂直	层数	结构	建设年代	建筑类型	规模	使用功能			
V1	马尾区	魁岐佳园	洋里站~魁岐站	地下线	AK40+986	AK 41+200	左侧	15.75	37.60	30	钢筋混凝土	2011	II	1022 户	居住	软弱土	4a 类	附图 2
V2		魁岐小区		地下线	AK 40+962	AK 41+200	右侧	24.59	37.60	30	钢筋混凝土	2011	II	751 户	居住	软弱土	4a 类	附图 2
V3		福州市船政幼儿园		地下线	AK 41+150	AK 41+200	右侧	12.42	36.21	4	钢筋混凝土	2011	III	290 名师生	教学	软弱土	2 类	附图 2
V4		东方名城·尚郡		地下线	AK 41+275	AK 41+548	左侧	18.86	28.23	17~30	钢筋混凝土	2013	II	954 户	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2
V5		云集公寓		地下线	AK 41+550	AK 41+720	左侧	13.36	23.05	11	钢筋混凝土	2015	II	485 户	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2
V6		福州市魁岐小学		地下线	AK 41+730	AK 41+800	左侧	39.9	24.98	3	钢筋混凝土	2013	III	2500 名师生	教学	中软土、软弱土	2 类	附图 2
V7		凯隆橙仕公馆		地下线	AK 41+944	AK 42+175	左侧	12.11	30.50	30	钢筋混凝土	2015	II	571 户	商业/居住	中软土、软弱土	2 类	附图 2
V8		东方名城		地下线	AK 41+900	AK 42+200	右侧	5.15	30.50	19	钢筋混凝土	2016	II	428 户	居住	中软土、软弱土	2 类	附图 2
V9		大德广场		地下线	AK 42+650	AK 42+770	左侧	31.39	26.52	21	钢筋混凝土	2015	II	471 户	办公/居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2
V10		名城紫金轩		地下线	AK 42+495	AK 42+750	右侧	35	30.60	33	钢筋混凝土	2013	II	1360 户	商业/居住	软弱土	4a 类	附图 2
V11		新大陆壹号	地下线	AK42+780	AK43+090	右侧	29.98	28.22	33~39	钢筋混凝土	2015	II	1428 户	居住	软弱土	4a 类	附图 2	
V12		东江欣居明都	地下线	AK43+600	AK 43+850	右侧	33.93	45.26	17	钢筋混凝土	2016	II	1285 户	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V13		东方名城·名郡	地下线	AK43+575	AK 44+086	左侧	9.33	42.90	10~13	钢筋混凝土	2005	II	1800 户	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V14		儒江新苑	地下线	AK 43+860	AK 44+000	右侧	36.80	38.67	31	钢筋混凝土	2016	II	514 户	商业/居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V15		江滨锦城	地下线	AK 44+086	AK 44+250	左侧	7.75	32.60	7~8	钢筋混凝土	2000	II	428 户	商业/居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V16		名城国际	地下线	AK 44+000	AK 44+223	右侧	24.68	32.60	24	钢筋混凝土	2011	II	914 户	商业/居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V17		名城港湾	地下线	AK 44+287	AK 44+970	右侧	13.34	28.82	17	钢筋混凝土	2005	II	1000 户	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V18		名城银河湾幼儿园	地下线	AK 44+770	AK 44+800	左侧	14.80	30.44	3	钢筋混凝土	2012	III	290 名师生	教学	中软土、软弱土	2 类	附图 2	
V19		福建省飞毛腿高级技工学校	地下线	AK 45+280	AK 45+380	左侧	43.3	42.2	5	钢筋混凝土	2010 年创办	III	857 名师生	教学	中软土、软弱土	2 类	附图 2	
V20		招商江悦府	地下线	AK 46+050	AK 46+150	左侧	15	32.18	/	钢筋混凝土	/	/	/	居住	软弱土	2 类	附图 2	
V21		招商雍景湾	地下线	AK 46+180	AK 46+480	左侧	15	39.23	/	钢筋混凝土	/	/	/	居住	软弱土	2 类	附图 2	
V22		滨江 One57	地下线	AK 46+000	AK 46+170	右侧	19.29	32.18	18~38	钢筋混凝土	2016	II	1200 户	商业/居住	软弱土	4a 类	附图 2	

序号	所在行政区	保护目标名称	所在区间	线路形式	线路里程及方位			最近相对位置/m		保护目标概况						地质条件	环境功能区	位置关系图
					起始里程	终止里程	方位	水平	垂直	层数	结构	建设年代	建筑类型	规模	使用功能			
V23	晋安区	阳光城 SOHO	渡站	地下线	AK 46+530	AK 46+580	左侧	43.2	40.9	22	钢筋混凝土	2012	II	524 户	办公/居住	软弱土	2 类	附图 2
V24		阳光瑞景		地下线	AK 47+000	AK 47+100	右侧	9.3	42.3	8	钢筋混凝土	2014	II	325 户	居住	软弱土	4a 类	附图 2
V25		长滩美墅		地下线	AK 47+100	AK 47+600	右侧	28.57	34.39	3	砖混	2007	III	240 户	居住	软弱土、岩石	4a 类	附图 2
V26		阳光城山与海		地下线	AK 47+100	AK 47+450	左侧	22.47	34.39	31	钢筋混凝土	2017	II	680 户	居住	岩石、软质岩石、中硬土	4a 类	附图 2
V27		福州市马尾实验幼儿园	马江渡站 ~ 船政文化站	地下线	AK 48+210	AK 48+285	左侧	17.98	55.81	4	砖混	1978	III	600 名师生	教学	岩石、软质岩石、中硬土	2 类	附图 2
V28		福益新村		地下线	AK 48+100	AK 48+380	右侧	17.53	55.81	9	钢筋混凝土	2000	II	80 户	居住	岩石、软质岩石、中硬土	4a 类	附图 2
V29		福兴楼		地下线	AK 48+280	AK 48+370	左侧	17.72	55.53	9	钢筋混凝土	2000	II	270 户	居住	岩石、软质岩石、中硬土	4a 类	附图 2
V30		冠盛东海岸		地下线	AK 48+380	AK 48+450	左侧	29.92	56.12	24	钢筋混凝土	2012	II	80 户	居住	软弱土	4a 类	附图 2
V31		马尾造船厂福顺新村		地下线	AK 48+380	AK 48+420	右侧	21.86	56.12	4	砖混	2001	III	200 户	居住	软弱土	4a 类	附图 2
V32		罗星花园		地下线	AK 49+820	AK 49+910	左侧	9.28	43.89	8~10	钢筋混凝土	2002	II	184 户	商业/居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2
V33	紫云城	地下线	AK 49+920	AK 49+980	左侧	29.91	42.75	15	钢筋混凝土	2006	II	244 户	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2		
V34	宝马花园	地下线	AK 50+100	AK 50+200	右侧	11.42	35.78	10	钢筋混凝土	2006	II	265 户	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2		
V35	福居新村	地下线	AK 50+100	AK 50+200	右侧	37.8	35.78	9	钢筋混凝土	1993	II	216 户	居住	中软土、软弱土	2 类	附图 2		
V36	马尾海军医院	罗星塔站	地下线	AK 50+110	AK 50+200	左侧	38.07	35.78	4	钢筋混凝土	1986	III	医生 70 余人	医疗	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V37	英华园		地下线	AK 50+200	AK 50+300	右侧	10.01	30.49	9	钢筋混凝土	2006	II	284 户	居住	软弱土	4a 类	附图 2	
V38	阳光花都	罗星塔站 ~ 青洲站	地下线	AK 50+368	AK 50+510	左侧	32.1	29.53	18	钢筋混凝土	2009	II	400 户	居住	软弱土	4a 类	附图 2	
V39	青洲新苑 (拟建)		地下线	AK 50+368	AK 50+510	右侧	21.3	29.53	/	钢筋混凝土	/	/	/	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V40	中佳蓝湾		地下线	AK 51+000	AK 51+100	左侧	25	36.89	10	钢筋混凝土	2006	II	369 户	居住	中软土、软弱土	4a 类	附图 2	
V41	晋安区	W-02 原理学院	洋里站~魁岐站	地下线	AK39+800	AK39+900	右侧	52.4	40.3	1926 年建成, 是生物系、数学系、化学系及医学预科所在地。层高 4m, 标准层实测面积 754m ² , 砖混结构						岩石、中硬土		附图 3
V42		W-03 原协和大学女生宿舍		地下线	AK39+770	AK39+820	左侧	0	31.15	原协和大学女生宿舍建于 1922 年~1927 年之间, 该楼为砖木结构, 采用中廊式平面, 面宽八间, 单层面积 339 平方米。宿舍共五层, 地上四层为红砖砌筑, 地下一层为条石砌筑。2009 年, 为配合机场高速二期建设, 女生宿舍向西南方向平移约 20m。						岩石、中硬土	GB/T 5045 2-2008 《古建筑防工业振动技术规范》	附图 2
V43		W-04 教师宿舍		地下线	AK39+720	AK39+770	左侧	2.4	49.3	该楼为教授住宅, 砖木结构, 建于 1927 年, 建筑主体占地面积约 140 平方米, 双层建筑视野开阔, 朝北面二楼因地势原因有架空楼梯与北坡直接互通, 西侧立面有罗马柱门楼及开窗, 造型相较其他建筑较为古典。						岩石、中硬土		附图 2
V44		W-05 教师宿舍 5		地下线	AK39+710	AK39+720	右侧	0.9	49.1	教师宿舍 5 建于 1920 年代, 为协和大学教职工宿舍之一, 位于福州福药制药有限公司中心实验室旁, 位置较为靠近校长楼, 现作为福州制药厂员工宿舍使用。该建筑高度为 2 层, 砖木结构						岩石、中硬土		附图 2
V45		W-06 教师宿舍		地下线	AK39+705	AK39+715	左侧	38.5	49.5	该建筑为协和大学教职工宿舍之一, 该楼为四户居住式, 建于 1927						岩石、中硬土		附图 2

序号	所在行政区	保护目标名称	所在区间	线路形式	线路里程及方位			最近相对位置/m		保护目标概况						地质条件	环境功能区	位置关系图
					起始里程	终止里程	方位	水平	垂直	层数	结构	建设年代	建筑类型	规模	使用功能			
										年,建筑主体占地面积约235平方米,坐北朝南,位于校长楼东侧坡地								
V46		W-07 校长别墅		地下线	AK39+640	AK39+710	/	0	58.3	福建协和大学校长别墅建于1923年,位于理学院正北山坡上,该处是整个学校的最高处,坐北朝南。别墅两层砖木结构,平面呈凸字形,三开间带两耳房,厨房等位于后部附座中。住宅屋顶为卷棚硬山式,中国北方官式风格。						岩石、中硬土		附图2
V47		W-13 教师宿舍2		地下线	AK39+380	AK39+420	/	0	27.48	教师宿舍2建于1927年,为协和大学教职工宿舍之一,位于福州公路四局花木班旁,距协和大学历史建筑群中心位置有一定距离。曾作为福州制药厂员工宿舍使用。该建筑高度为2层,砖木结构,建筑形式为西洋复古风格。						岩石、中硬土		附图2
V48		W-08 原男生宿舍光国楼		地下线	AK39+710	AK39+760	右侧	48.7	31.1	光国楼原为男生宿舍,位于理学院西北方向山坡上,建于1923年,三层砖木结构,采用庭院式布局并结合地形分三个台地建造。建筑外墙采用红砖砌筑,底层为条石环内院子设置回廊,木柱、木梁、木楼板,并有木板天花。本楼建筑质量良好,虽经近90年风雨仍保存完好,仅一层中部主入口雨蓬损坏。						岩石、中硬土		附图2
V49		潮江楼		地下线	AK48+130	AK48+165	右侧	49.6	24.8	潮江楼位于福建省福州市马尾区马尾镇旧客运码头边。始建于清末,原为2层砖木结构建筑,面阔14米,进深28米,老板周用梁,初时开茗楼,后兼办旅社、菜馆。民国15年(1926年)中国共产党中央特派员王荷波来马尾造船所组织工运时居住于此。同年11月30日国民党、共产党、海军三方代表在潮江楼召开“马江会议”,达成迎接北伐军入闽的协议。民国19年(1930年),潮江楼毁于大火,重建后改为3层。1991年列为市级历史纪念地。2017年,对潮江楼进行修缮及开展王荷波事迹展陈工作。2020年,潮江楼公布为第九批区级文物保护单位						软弱土		附图2
V50	马尾区	官街历史建筑群	马江渡站~船政文化城站	地下线	AK48+180	AK48+300	右侧	34.2	25	1866年,马尾船政片区建成许多风格的厂房、宿舍、商铺形成独特的文化街区,称为官街,服务船政员工。1930年4月19日,马尾大火灾,从官道到旧道,新街铺至后街铺300余间全被烧毁。灾后,为配合船政周边建筑特色,由马尾海军部、船政局按原规模统一重建,于1932年建成,楼上住人,楼下店铺,砖木结构,现存五座,楼层2-3层						软弱土		附图2
V51		福建船政局建筑群官厅池		地下线	AK48+590	AK48+620	左侧	24.5	27.3	船政衙门是船政大臣办公议事的场所,又称官署、衙署、使署,建成于同治6年(1867)夏。衙门分三进,为门头、仪门和大堂,木结构。衙门前为官厅池,左右旗杆,抱鼓石等,前墙上门额悬木匾“船政”两字,前廊木柱上有沈葆楨题写:“以一篑为始基,自古天下无难事;致九译之新法,于今中国有圣人。”衙门内建有大厅、前、后天井、左右厢房等。1956年修福马铁路时被毁。今仅存位于船政衙门前的官厅池,为长方形,条石构筑,占地520m ² ,四周为方形石围栏						软弱土		附图2
V52		福建船政局建筑群钟		地下线	AK48+647	AK48+652	右侧	34.32	27.3	现存钟楼是船政历史上的第三座钟楼,始建于民国15年(1927),次						软弱土		附图2

序号	所在行政区	保护目标名称	所在区间	线路形式	线路里程及方位			最近相对位置/m		保护目标概况						地质条件	环境功能区	位置关系图
					起始里程	终止里程	方位	水平	垂直	层数	结构	建设年代	建筑类型	规模	使用功能			
		楼								年完工。由船政局局长陈兆锵设计，继任造船所所长马德骥组织施工。钟楼为白色塔状单体式建筑，呈方形五层结构，造型较为特殊，高 18.7 米。层层收分，宝塔式。底层边长 3.94 米，楼高 3.40 米。第一至二层均为方形水泥钢筋柱 4 根，每根边长为 0.56 米。三至五层为钢骨架，外砌筑抹灰。第三至四层四方设门洞，门洞前出廊，廊沿饰以铸铁花纹栏杆。五层四方各镶 1 时钟面，时钟由造船所仪表车间精制，径 1 米；内安装钟表转动装置，按时敲点。上为八角楼顶，顶上安装南北指向标杆和风向标，高 2 米。置钟层外围边长 1.5 米，顶层外围边长 1.3 米。当时造船厂用钟声调动工人上下班。民国 28 年(1939) 日军飞机多次轰炸造船厂，钟楼部分被毁。1984 年修缮。								
V53		马江海战炮台		地下线	AK 49+137	AK 49+145	右侧	57.3	25.5	中坡炮台位于马尾区马尾镇海拔约 54m 的马限山东侧山顶，始筑于清同治七年(1868)。炮台曾起到阻击法国侵华舰队企图登陆侵占福建船政的积极作用，遭到严重炮损。清光绪十三年(1887)，船政大臣裴荫森主持重修。炮台用三合土夯筑而成，中间主炮位重新安装 210 毫米克虏伯 (KRUPP) 后膛炮 1 尊，两侧平台上置 120 毫米法华士 (VAVASSEUR) 后膛炮各 1 尊，占地面积 3800m ² 。1991 年重修中坡炮台。光绪十二年建的后坡炮台，中间建原式嵌铁轨旋转炮位，两旁各建 1 炮位，炮台后建弹药库 1 所，现已毁。						岩石、中硬土		附图 2
V54		昭忠祠		地下线	AK 49+200	AK 49+242	右侧	59.8	21.8	昭忠祠位于福州市马尾区马尾镇马限山东麓。清光绪十年 (1884) 甲申中法马江海战福建水师全军覆没。光绪十年冬(1885)1 月 8 日，署理船政大臣张佩纶奏请清廷修建昭忠祠。同年，清廷降旨在马限山东南麓“九冢”墓园东侧建祠，12 月由新任船政大臣裴荫森主持修建，于第二年(1886)冬竣工。民国九年 (1920)，海军当局及船政学堂校友募捐重修，添建戏台、楼阁、花厅、回廊等，特将甲午中日海战中阵亡的福建籍将士入祠奉祀。并在西侧另建一座木结构的两层楼房供人歇息之用。祠后盖 3 间平房供看管人居住。1961 年，“甲申马江海战烈士祠、墓”由福州市人民政府列为第一批市级文物保护单位。1963 年，福州市文物管理委员会组织重修。“文化大革命”期间昭忠祠受损严重。1983 年国家拨款近 60 万元大规模重修昭忠祠，抬高地面近 2 米，以避水患，拉长进深约 9 米以增使用面积，改戏台为拜亭，形成大门、前天井、拜亭、后天井、祠厅及祠后管理房的中轴线布局，与马江海战烈士陵园、马限山中坡炮台，合辟为“福州马江海战纪念馆”，总占地面积约 24300 平方米。						岩石、中硬土		附图 2
备注	1、以上敏感点 4a 类范围均为沿路第一排建筑，其余区域均为 2 类																	

2.7.3 地表水环境保护目标

本工程涉及的地表水环境保护目标主要为沿线穿越的水系，包括光明港支流、磨溪、魁岐河，均为福州市内河，对照《福建省人民政府关于福州市地表水环境功能区划定方案的批复》（闽政文〔2006〕133号），其水体功能区划为V类水体。除地表自然水系外，本项目还穿越鼓山补水隧洞，其功能主要是接引闽江水为福州内河提供水源补给。沿线地表水环境保护目标水环境功能详见表 2.7-4。

表 2.7-4 工程沿线地表水环境保护目标

序号	水体名称	中心桩号	与线路关系	轨顶埋深(m)	水体功能区划
1	光明港支流	AK37+385	区间隧道下穿河道	13.5	V类水质区
2	魁岐河	AK40+450	区间隧道下穿河道	26.54	V类水质区
		AK41+210	区间隧道下穿河道	19.2	V类水质区
3	磨溪	AK43+580	区间隧道下穿河道	22.7	V类水质区
4	鼓山补水隧洞	AK38+500	区间隧道上跨隧洞	5	/

2.7.4 大气环境保护目标

本工程主要空气污染源为地下车站风亭。地下车站风亭 30m 评价范围内涉及 2 处环境空气保护目标，详见表 2.7-5。

表 2.7-5 工程沿线大气环境保护目标

序号	所在行政区	保护目标名称	所在车站	污染源	风亭最近距离(m)	保护目标概况
1	马尾区	名城紫金轩	葆祯站	1号风亭组	26.97	住宅，33层
2		江滨锦城	儒江站	1号风亭组	10.41	住宅，7层

2.7.5 电磁环境保护目标

本工程规划新建 1 座魁岐变电站，为地上户内式，电压等级为 110/35KV。根据现场调查，魁岐变电站电磁环境评价范围内涉及电磁环境保护目标，为 2 处住宅楼，详见表 2.7-6。

表 2.7-6 主变电站电磁环境保护目标

序号	主变电站	环境保护目标	方位	距离厂界距离 (m)	建筑物楼层	建筑物高度 (m)	使用功能
1	魁岐	东方名城·尚郡 9#楼	N	8	21层	74	住宅
2	主变	东方名城·尚郡 13#楼	E	4	19层	67	住宅

2.7.6 生态环境保护目标

本工程用地范围内主要为城市已建成区，线路全线以地下形式敷设。工程沿线经过区域不涉及特殊生态敏感区，工程经从地下穿越鼓山风景名胜区。

本工程涉及 1 处风景名胜区，25 处定级文物，1 处非定级文物，43 棵古树名木。

(1) 风景名胜区

洋里站~魁岐站（AK38+390~AK39+900）下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区），穿越长度约 1367m。

(3) 文物古迹

国家级文物保护单位：马江渡站~船政文化城站（AK47+880~AK49+570）下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围及建设控制范围，穿越长度约 890m（其中保护范围 360m，建设控制范围 530m）；

省级文物保护单位：洋里站~魁岐站（AK39+240~AK39+940）穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围，穿越长度约 700m（其中保护范围 550m，建设控制范围 150m）

区级文物保护单位：马江渡站~船政文化站（AK48+130~AK48+165）经过潮江楼，最近距离约 49.6m。

未定级文物保护点：马江渡站~船政文化站（AK48+180~AK48+300）经过官街历史建筑群，最近距离约 34.2m。

工程沿线文物古迹保护目标详见表 2.7-12 及图 2.7-1~2.7-2。

(5) 古树名木

本工程调查范围内涉及 43 棵古树名木。其中洋里站~魁岐站区间共涉及 37 株名木古树，主要以樟树、古榕树、龙眼等；马江渡站~船政文化城站区间内共涉及 6 株古榕树。沿线涉及古树名木均为省二级保护古树。

工程沿线古树名木保护目标详见表 2.7-7~2.7-8。

表 2.7-7 洋里站~魁岐站名木古树分布情况

序号	编号	树种	树围(m)	行政区划	经纬度	生长地点
1	闽 A00489 (晋安)	樟树	2.2	晋安区	26°2'3.48"北 119°22'24.38"东	魁岐村福州海王福药制药公司光荣楼前
2	闽 A00490 (晋安)	秋枫	2.07	晋安区	26° 2'3.24"北 119° 22'24.44"东	魁岐村福州海王福药制药公司光荣楼前

3	闽 A00491 (晋安)	樟树	5.1	晋安区	26° 2'3.03"北 119° 22'24.29"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光荣楼前
4	闽 A00492 (晋安)	樟树	2.76	晋安区	26° 2'2.95"北 119° 22'24.63"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光荣楼前
5	闽 A00493 (晋安)	樟树	3	晋安区	26° 2'1.57"北 119° 22'25.21"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光华楼前围墙边
6	闽 A00494 (晋安)	樟树	2.18	晋安区	26° 2'1.17"北 119° 22'25.60"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光华楼前围墙边
7	闽 A00495 (晋安)	樟树	2.6	晋安区	26° 2'1.41"北 119° 22'25.29"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光华楼前围墙边
8	闽 A00496 (晋安)	樟树	1.75	晋安区	26° 2'0.94"北 119° 22'25.57"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光华楼前围墙边
9	闽 A00497 (晋安)	朴树	2.5	晋安区	26° 2'1.86"北 119° 22'25.45"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光华楼西侧房子内
10	闽 A00498 (晋安)	龙眼	1.4	晋安区	26° 2'2.49"北 119° 22'24.58"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光荣楼前
11	闽 A00499 (晋安)	朴树	2.52	晋安区	26° 2'3.57"北 119° 22'24.97"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光荣楼西侧坡上
12	闽 A00500 (晋安)	樟树	2.63	晋安区	26° 2'1.75"北 119° 22'27.09"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光国楼东侧
13	闽 A00501 (晋安)	樟树	3.16	晋安区	26° 2'2.58"北 119° 22'27.30"东	魁岐村福州海王福药制药 公司光国楼东侧
14	闽 A00502 (晋安)	樟树	2.6	晋安区	26° 1'58.57"北 119° 22'27.41"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原理学院西侧围墙边
15	闽 A00503 (晋安)	南洋 杉	2.32	晋安区	26° 2'0.84"北 119° 22'27.55"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原理学院西侧路边
16	闽 A00504 (晋安)	樟树	2.25	晋安区	26° 1'59.57"北 119° 22'29.14"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原理学院对面破房后
17	闽 A00505 (晋安)	樟树	3	晋安区	26° 1'57.04"北 119° 22'28.78"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原文学院东侧破房后
18	闽 A00506 (晋安)	樟树	4.4	晋安区	26° 1'59.22"北 119° 22'29.36"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原理学院对面破房后
19	闽 A00507 (晋安)	樟树	2.56	晋安区	26° 2'0.25"北 119° 22'28.57"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原理学院东北侧小路 边
20	闽 A00508 (晋安)	樟树	2.43	晋安区	26° 2'0.55"北 119° 22'28.60"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原理学院东北侧小路 边
21	闽 A00509 (晋安)	樟树	2.76	晋安区	26° 2'0.28"北 119° 22'29.58"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原理学院东北侧小路 边
22	闽 A00510 (晋安)	樟树	2.93	晋安区	26° 2'1.41"北 119° 22'29.46"东	魁岐村福州海王福药制药 公司原理学院东北侧小路

						边
23	闽 A00511 (晋安)	南洋杉	2.35	晋安区	26° 2'2.48"北 119° 22'29.92"东	魁岐村福州海王福药制药公司原女生宿舍东北方向坡上
24	闽 A00512 (晋安)	樟树	2.3	晋安区	26° 2'3.09"北 119° 22'29.40"东	魁岐村福州海王福药制药公司原教师宿舍(双拼结构)门廊左侧
25	闽 A00513 (晋安)	樟树	2.9	晋安区	26° 2'3.72"北 119° 22'28.54"东	魁岐村福州海王福药制药公司原校长楼大门左侧
26	闽 A00514 (晋安)	樟树	2.85	晋安区	26° 2'3.77"北 119° 22'29.80"东	魁岐村福州海王福药制药公司原教师宿舍(双拼结构)北侧小路边
27	闽 A00515 (晋安)	樟树	3.85	晋安区	26° 2'4.56"北 119° 22'29.02"东	魁岐村福州海王福药制药公司原校长楼围墙内
28	闽 A00516 (晋安)	樟树	4.7	晋安区	26° 2'4.13"北 119° 22'29.45"东	魁岐村福州海王福药制药公司原校长楼围墙内
29	闽 A00517 (晋安)	樟树	3.15	晋安区	26° 2'5.46"北 119° 22'29.35"东	魁岐村福州海王福药制药公司原校长楼后东北角
30	闽 A00518 (晋安)	樟树	2.1	晋安区	26° 2'5.13"北 119° 22'30.09"东	魁岐村福州海王福药制药公司原校长楼后东北角
31	闽 A00519 (晋安)	樟树	3.5	晋安区	26° 2'4.35"北 119° 22'27.85"东	魁岐村福州海王福药制药公司原校长楼西侧围墙角小路边
32	闽 A00520 (晋安)	樟树	3.3	晋安区	26° 2'4.67"北 119° 22'27.88"东	魁岐村福州海王福药制药公司原校长楼西侧围墙角小路边
33	闽 A00521 (晋安)	榕树	4.8	晋安区	26° 2'10.57"北 119° 22'23.59"东	魁岐村福州海王福药制药公司西北侧教师宿舍4东侧蓄水池旁
34	闽 A00522 (晋安)	樟树	2.8	晋安区	26° 2'11.86"北 119° 22'20.18"东	魁岐村福州海王福药制药公司西北侧教师宿舍4西侧平台上
35	闽 A00523 (晋安)	樟树	2.6	晋安区	26° 2'12.01"北 119° 22'20.97"东	魁岐村福州海王福药制药公司西北侧教师宿舍4西侧平台上
36	闽 A00524 (晋安)	樟树	2.52	晋安区	26° 2'14.63"北 119° 22'19.39"东	魁岐村福州海王福药制药公司西北侧教师宿舍6南侧
37	闽 A00525 (晋安)	龙眼	1.42	晋安区	26° 1'58.94"北 119° 22'26.14"东	魁岐村福州海王福药制药公司停车场旁, 闽A00491(晋安)南侧

表 2.7-8 马江渡站~船政文化城站区间名木古树情况

序号	编号	树种	树围	行政区划	经纬度	生长地点
1	闽 A00016 (马尾)	榕树	5.6	马尾区	25° 59'30.21"北 119° 26'36.51"东	马尾造船股份有限公司
2	闽 A00017 (马尾)	榕树	2.5+3.45	马尾区	25° 59'30.86"北 119° 26'36.43"东	马尾造船股份有限公司
3	闽 A00018 (马尾)	榕树	2.95+1.41	马尾区	25° 59'31.48"北 119° 26'36.14"东	马尾造船股份有限公司
4	闽 A00019 (马尾)	榕树	9	马尾区	25° 59'31.96"北 119° 26'35.77"东	马尾造船股份有限公司
5	闽 A00020 (马尾)	榕树	1.6+2+2.8 +2.8+2.2	马尾区	25° 59'32.70"北 119° 26'35.49"东	马尾造船股份有限公司
6	闽 A00021 (马尾)	榕树	1.9+2+2.8 +1.9	马尾区	25° 59'33.69"北 119° 26'35.29"东	马尾造船厂内

仅用于公示使用

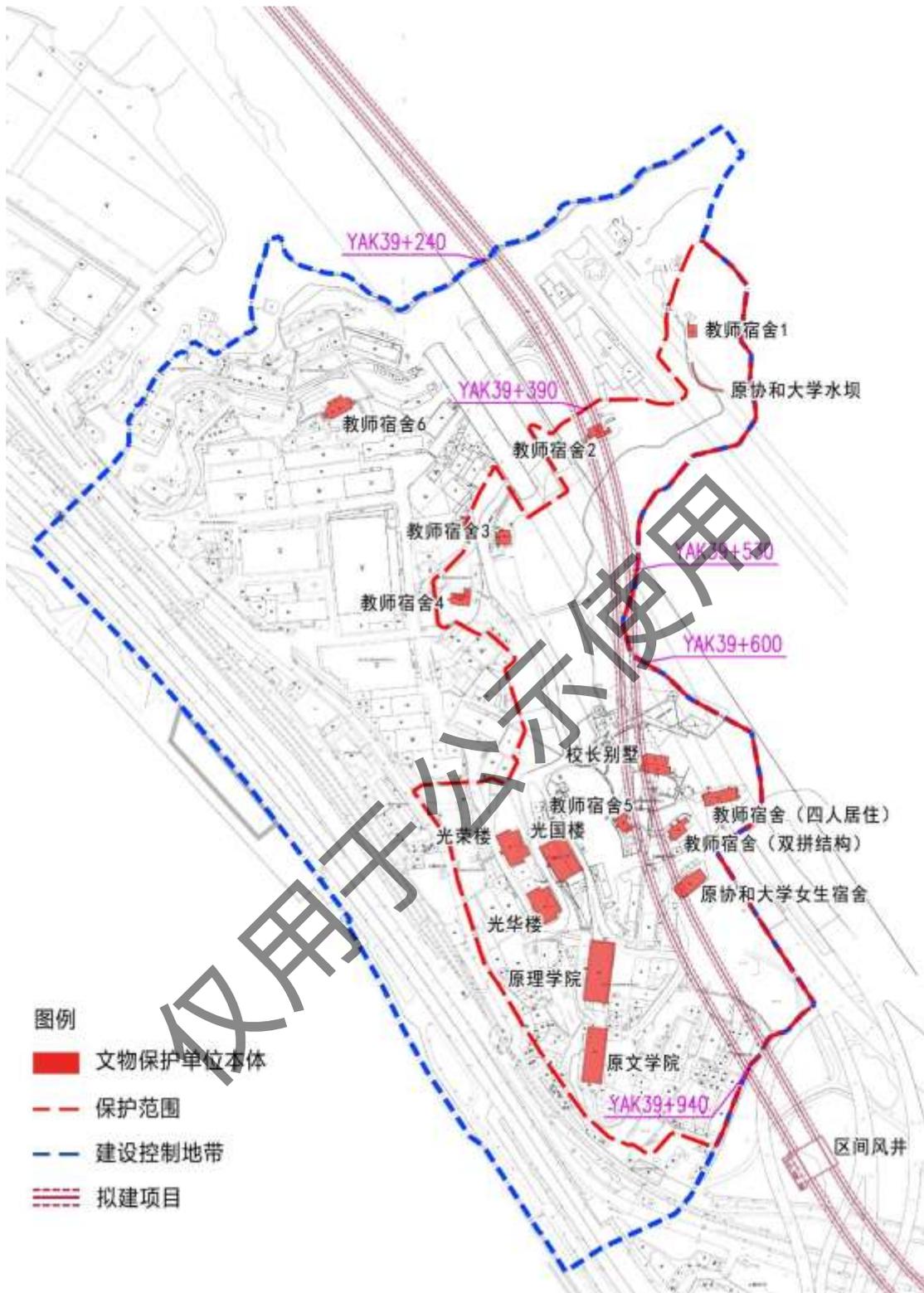


图 2.7-1 福建协和大学历史建筑群保护范围图

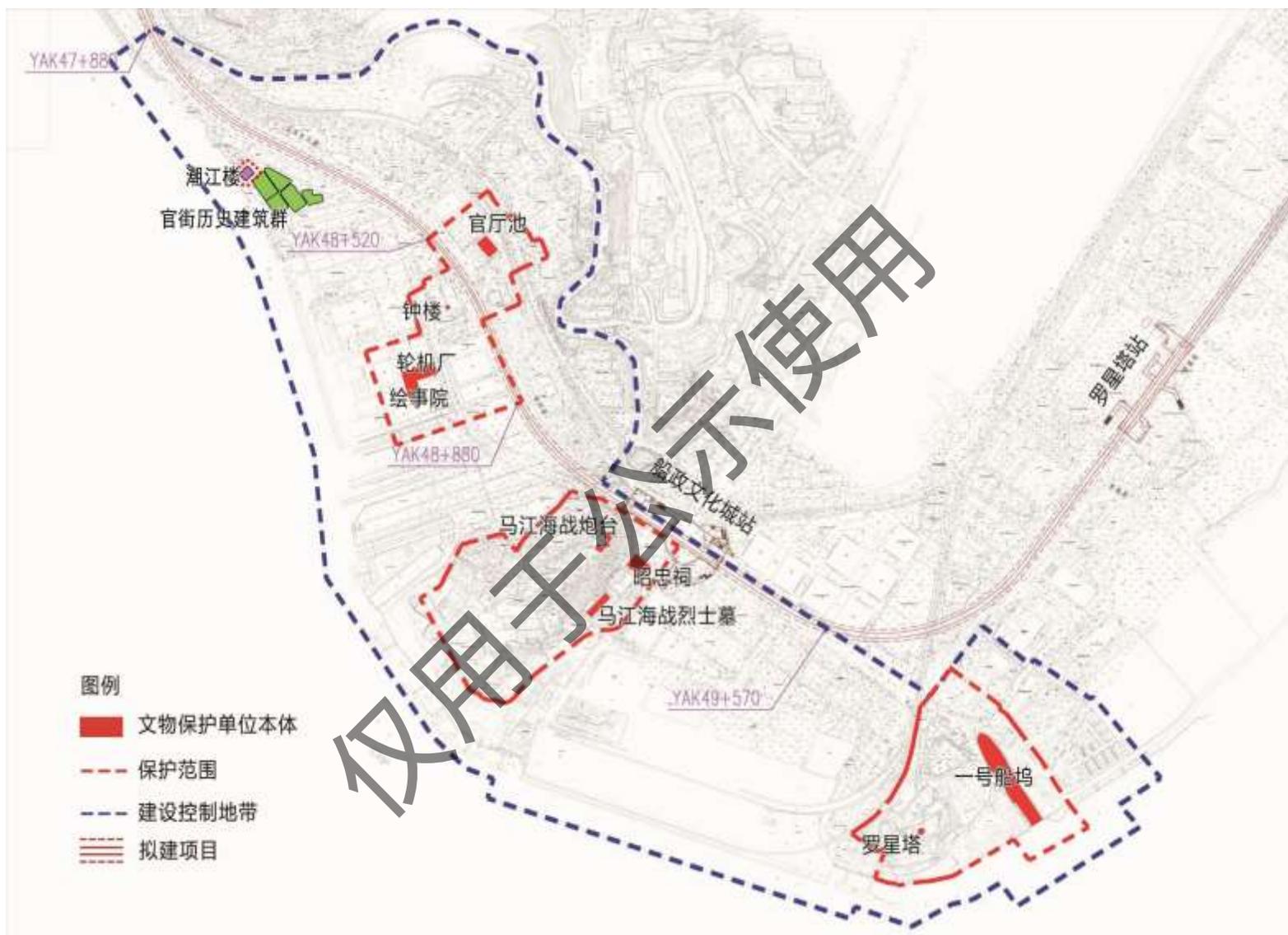


图 2.7-2 福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围示意图

表 2.7-9 本项目沿线周边文物保护单位信息汇总表

名称		级别	占地面积 m ²	年代	结构	类型	建设项目与文物保护单位的位置关系	
福建船政建筑	轮机厂（绘事院）	国保	2744	清	砖木	近现代	AK48+520~AK880 段处于全国重点文物保护单位福建船政建筑的保护范围内。 轮机厂（绘事院）与本项目隧道平面净距约为 108.2m；钟楼与本项目隧道平面净距约为 41.6m；官厅池与本项目隧道平面净距约为 48.3m；1 号船坞与本项目隧道平面净距约为 198.4m；	AK47+880~AK48+520、AK48+880~AK49+570 段、船政文化站约 50%处于全国重点文物保护单位福建船政建筑马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠的建设控制地带内。
	钟楼	国保	20	民国	钢筋混凝土	近现代		
	官厅池	国保	520	清	石砌筑	近现代		
	1 号船坞	国保	4300	清	石砌筑	近现代		
马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠	昭忠祠	国保	928.7	清	砖木	近现代	船政文化城站约 5%处于全国重点文物保护单位马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠的保护范围。 昭忠祠与本项目隧道的平面净距约 56.8 米，与船政文化站的平面净距为 34 米；马江海战炮台与本项目隧道的平面净距约为 54.3 米；马江海战烈士墓与本项目隧道的平面净距约为 146.3 米	
	马江海战炮台	国保	3800	清	混凝土	近现代		
	马江海战烈士墓	国保	535	民国	石结构	近现代		
福建协和大学历史建筑群	原文学院	省保	782	民国	砖石	近现代	原文学院与本项目隧道的平面净距约为 82.5 米	AK39+390~AK39+940 段处于省级文物保护单位协和大学近代历史建筑群的保护范围内，AK39+240~AK39+390 段处于省级文物保护单位协和大学近代历史建筑群的建設控制地带内。
	原理学院	省保	1020	民国	砖混	近现代	原理学院与本项目隧道的平面净距约为 52.4 米	
	原男生宿舍光荣楼	省保	424	民国	砖木	近现代	原男生宿舍光荣楼与本项目隧道的平面净距约为 86.9 米	
	原男生宿舍光国楼	省保	865	民国	砖木	近现代	原男生宿舍光国楼与本项目隧道的平面净距约为 48.7 米	
	原男生宿舍	省保	420	民国	砖木	近现代	原男生宿舍光华楼与本项目隧道的平面净	

	光华楼						距约为 73.7 米
	原协和大学女生宿舍	省保	420	民国	砖木	近现代	建设项目隧道由原协和大学女生宿舍下方穿过
	教师宿舍（双拼结构）	省保	140	民国	砖木	近现代	教师宿舍（双拼结构）与本项目隧道的平面净距约为 2.4 米
	教师宿舍（四人居住）	省保	235	民国	砖木	近现代	教师宿舍（四人居住）与本项目隧道的平面净距约为 38.5 米
	校长别墅	省保	362	民国	砖木	近现代	本项目隧道由校长别墅下方穿过
	教师宿舍 1	省保	89	民国	砖木	近现代	教师宿舍 1 与本项目隧道的平面净距约为 92.1 米
	教师宿舍 2	省保	149	民国	砖木	近现代	本项目隧道由教师宿舍 2 下方穿过
	教师宿舍 3	省保	123	民国	砖木	近现代	教师宿舍 3 与本项目隧道的平面净距约为 76.2 米
	教师宿舍 4	省保	157	民国	砖木	近现代	教师宿舍 4 与本项目隧道的平面净距约为 116.1 米
	教师宿舍 5	省保	123	民国	砖木	近现代	教师宿舍 5 与本项目隧道的平面净距约为 0.9 米
	教师宿舍 6	省保	300	民国	砖木	近现代	教师宿舍 6 与本项目隧道的平面净距约为 149.8 米
	原协和大学水坝	省保	100	民国	钢筋混凝土	近现代	原协和大学水坝与本项目隧道的平面净距约为 84.9 米
马限山近代建筑群	马限山英国副领事署旧址	省保	457	清	砖木	近现代	马限山英国副领事署旧址与本项目隧道的平面净距约 168.5 米

潮江楼	区保	244	清	砖木	近现代	教师宿舍 6 与本项目隧道的平面净距约 49.6 米
官街历史建筑群	未定级	7200	民国	砖木	近现代	教师宿舍 6 与本项目隧道的平面净距约 34.2 米

备注：文物保护单位与隧道的平面净距指文物保护单位至隧道侧壁平面投影直接的最小距离

仅用于公示使用

3 建设项目工程概况和分析

现运行的福州市轨道交通 2 号线，由福州市轨道交通 2 号线工程及福州市轨道交通 2 号线工程延伸段组成。起点为苏洋站，终点为洋里站。其中，福州市轨道交通 2 号线工程由苏洋站~鼓山站组成，福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站(不含)~下岐楼站]由鼓山站(不含)~洋里站(原“下岐楼站”)组成。本工程为福州市城市轨道交通 2 号线东延工程，建设内容为鼓山站(不含)~青洲站，根据实际运行情况，实际施工范围为洋里站(不含)~青洲站，既是本次评价范围。

3.1 福州市轨道交通 2 号线工程情况

福州市城市轨道交通建设领导小组办公室于 2011 年 4 月委托中铁第四勘察设计院集团有限公司承担福州市轨道交通 2 号线工程环境影响评价工作，2012 年 8 月，环保部以“环审〔2012〕213 号”文对该项目环评进行批复。

随着福州市轨道交通工程建设的实际情况，福州市轨道交通 2 号线工程在后续实施过程中，由于地质、环境、社会等诸多因素的影响，初步设计、施工图设计及工程实际建设情况与项目审批阶段产生部分变动。为了解决工程调整所带来的环保问题，使设计更好的深化和落实环保要求，福州地铁集团有限公司委托福建省环境保护设计院有限公司对福州市轨道交通 2 号线工程进行环境影响补充评价工作，2018 年 4 月 17 日，福州地铁集团有限公司在福州市主持召开了《福州市轨道交通 2 号线工程环境影响后评价报告书》技术评审会，评价单位根据评审意见对报告内容进行了修改，并修改了报告书名称，形成了《福州市轨道交通 2 号线工程变更环境影响分析及施工期后评价报告书》。

调整后福州市轨道交通 2 号线工程线路全长约 29.150km，均为地下敷设，共设车站 21 座，起点站为苏洋站，终点站为鼓山站，设竹岐停车场和鼓山车辆段各 1 处，控制中心与 1 号线共址，设主变电站 2 座（茶亭主变与 1 号线共用，新建董屿主变 1 座）。

福建省环境保护设计院有限公司于 2019 年 4 月~2019 年 9 月开展竣工环保验收调查。在对环境现状监测及现场详细调查结果进行认真分析、研究的基础上，验收工

作组于 2020 年 7 月编制完成《福州市轨道交通 2 号线工程竣工环境保护验收调查报告》。2020 年 7 月 28 日，福州中电科轨道交通有限公司在福州组织召开福州市轨道交通 2 号线工程竣工环境保护验收会，项目顺利通过验收，验收调查单位根据验收组的意见对报告进行了修改，于 2021 年 1 月完成报告终稿编制。

根据对照《福州市轨道交通 2 号线工程竣工环境保护验收调查报告》，福州市轨道交通 2 号线工程各环境要素环保措施落实到位，根据监测数据可知，各环境要素均能达标排放，对环境的影响可接受。

3.2 福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]情况

为实现马尾与福州市中心更好的衔接，加强马尾区与市中心的联系，解决马尾区的通勤问题，按照市委市政府的要求，福州市轨道交通 2 号线工程终点站要做好延伸马尾的条件，即综合考虑预留贯通、换乘等条件，2 号线原终点站鼓山站延伸条件较差，因此延伸一站一区间至下岐楼站，在 2 号线的施工图中一并设计，为 2 号线延伸至马尾区预留好延伸条件。由于对下岐楼位置判读不够准确，在征求了福州市民政局意见后，将下岐楼站恢复为最初站名洋里站。

建设单位（福州地铁集团有限公司）于 2017 年 8 月委托福建省环境保护设计院有限公司承担福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]环境影响评价工作，同年 11 月形成《福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]环境影响报告书》；于 2017 年 12 月 20 日获得福州市环保局关于福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]环境影响报告书的审批意见（榕环环保评〔2017〕105 号），根据其环境影响报告书及审批意见可知：

福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]位于福州市晋安区，工程起于晋安区鼓山风景区入口处的鼓山站，沿福马路敷设，至洋里新苑和六一佳园之间设下岐楼站，北侧设单渡线，南侧设置折返线，考虑远期延伸条件，新增线路长度约 1.023km，为地下线。共设 1 座车站，下岐楼站约 536.47m。全线车辆基地、控制中心、主变电所均包含在现有 2 号线工程范围内，不再另设。

福建省闽环试验检测有限公司于 2019 年 4 月~2019 年 9 月开展竣工环保验收调

查。在对环境现状监测及现场详细调查结果进行认真分析、研究的基础上，验收工作组于 2020 年 7 月编制完成《福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]竣工环境保护验收调查报告》。2020 年 7 月 28 日，福州中电科轨道交通有限公司在福州组织召开福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]竣工环境保护验收会，项目顺利通过验收，验收调查单位根据验收组的意见对报告进行了修改，于 2020 年 10 月完成报告终稿编制。

根据对照《福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]竣工环境保护验收调查报告》，工程环保措施“三同时”验收情况见表 3.2-1。

表 3.2-1 鼓山站（不含）～下岐楼站 “三同时”验收情况

类别	名称	治理措施	验收效果
噪声	施工噪声防治	①噪声较大的机械需合理布置，严格按照操作规程；②合理安排施工时间和布置施工场地；③运输车辆应避免扰民；④临近居民区、幼儿园进行地面施工时，应采用低噪声机械设备和工艺；⑤施工场地须采取临时隔声围墙或吸声屏障，也可考虑在靠近敏感目标一侧建临时工房以起到隔声墙作用。	满足《建筑施工厂界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求
	运营期噪声防治	①选用低噪声风机，风亭设消声器；②采用超低噪声冷却塔、设导向消声器或同等降噪效果消声措施；③新建敏感建筑应距风亭、冷却塔有一定的控制距离。	现场核查实物，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）标准
振动	施工期振动防治	①科学合理的布置施工场地；②合理安排强振动施工机械的作业时间；③进行施工期振动和地面沉降的跟踪监测	满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）要求。
	运营期振动防治	①超标敏感点路段设置 GJ-III 减振扣件或同等级别的减振措施，共计单线 868 延米；②规划用地应满足相应之防护距离。	现场核查实物，满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88
地表水	施工期地表水污染防治	①施工场地设置化粪池、沉淀池和格栅；②生产废水经预处理后排入市政污水管网或回用；③做好建筑材料、垃圾、弃（渣）土的保管工作，避免污染地表水体；④不向河道等地表水体排污及排放弃渣。	①施工污水处理后排入市政污水管网或回用；②不得对地表水体产生污染
	运营期地表水污染防治	车站污水经化粪池处理达标后排入市政管网。	现场核查实物，满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）要求。
大气	施工期大气污染防治	①对场地周边采取围挡措施；②对施工场地采取硬化处理，并进行清扫；③实施覆盖措	①现场实物核查，按要求设立围挡，减少扬尘；②

类别	名称	治理措施	验收效果
	治	施，防止扬尘产生；④外出施工车辆需进行冲洗；⑤围挡措施上方安装喷雾降尘设备；⑥严禁在施工过程中焚烧建筑材料和垃圾。	施工运输车辆不得带泥上路，不得沿途泄漏、遗撒；③现场实物核查，按要求设置喷雾机。
	运营期大气污染防治	地下车站风亭周边绿化，车站采用符合国家环境标准的装修材料。	现场核查实物，风亭周边敏感点无明显异味影响
生态	施工期生态保护	①加强工程沿线区域的地表沉降观测，必要时采取有效的补救措施；②尽量减少临时用地对作业区周围的植被的损坏，必要时进行恢复、补偿。	相关协议及方案
	运营期生态保护	在满足工程结构和功能需求的前提下，力求车站风亭、出入口与周边城市功能相融合、与周边建筑风格、景观相协调。	与周围景观相协调
固体废物	施工期	①施工渣土运输委托有资质的运输队伍进行清运；②施工弃土及建筑垃圾交有资质单位处理。	处置率 100%
	运营期	生活垃圾集中收集后委托环卫部门定期清运。	处置率 100%

福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）～下岐楼站]各环境要素环保措施落实到位，根据监测数据可知，各环境要素均能达标排放，对环境的影响可接受。

3.3 福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程概况

3.3.1 项目基本情况

(1) 项目名称：福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程

(2) 建设单位：福州地铁集团有限公司；

(3) 建设地点：福州市晋安区、马尾区；

(4) 建设性质：新建；

(5) 工程范围：本项目自 2 号线一期工程鼓山站站后区作为起点(AK37+125.002)沿鼓山风景区向东延伸至青洲站 (AK51+711.094)。全线约 14.6km，设置车站 9 座。

(6) 评价范围：本项目自 2 号线一期工程洋里站（不含）站后区作为起点 (AK38+170.224)沿鼓山风景区向东延伸至青洲站 (AK51+711.094)。全线约 13.5km，新建车站 8 座。

- (7) 线路敷设方式：全线采用地下敷设方式；
- (8) 工程统筹：预计施工期 54 个月；
- (9) 项目总投资：工程投资 117.38 亿元，技术经济指标为 8.04 亿元/正线公里。

3.3.2 项目地理位置及线路方向

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程自 2 号线一期工程鼓山站站后区间向马尾延伸，经由儒江路、罗星路，终点到青洲站，线路全长约 14.6km，均为地下敷设，共设车站 9 座，其中换乘站 2 座，分别为葆桢站（与规划 5 号线延伸线换乘），下德站（与规划市域 S1 线换乘），新建魁岐主变一座，设置区间风井一座，控制中心与达道控制中心共享。

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程（鼓山站（不含）～青洲站）起于 2 号线一期工程终点站鼓山站站后区间，线路沿福马路向南敷设，绕避温福铁路桩基，在洋里新苑和六一佳园之间设洋里站，洋里站北侧设置单渡线，南侧设置交叉渡线；线路继续沿福马路向东南敷设，从三环快速路魁岐 2 号隧道和福马路鼓山隧道之间下穿并行，后上跨鼓山引水隧洞并下穿三环快速路魁岐 1 号隧道往南敷设，下穿绕避魁岐互通桥梁桩基、福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在东方名城附近设魁岐站；之后线路往东转入儒江路，在葆桢路口设葆桢站，葆桢站东侧设停车线，与规划 5 号线延伸线换乘；线路继续沿儒江路向东敷设，在快安路口设儒江站；在规划路口设下德站，与规划市域 S1 线换乘；线路继续往东下穿马尾大桥立交、福马铁路转至福马铁路线东侧往东南敷设，在天马上公园位置设马江渡站，马江渡站北侧设单渡线；线路往东转入江滨东大道、港口路，在君竹路口设船政文化城站；线路往北转入罗星路，在罗建路口北侧设罗星塔站；线路继续沿罗星路往北敷设，在青洲路口设东延线一期终点站青洲站，车站南侧设单渡线，北侧设折返线，同时预留二期正线延伸及马尾停车场出入场线的接轨条件

具体路由：福马路→魁岐路→儒江路→福马铁路线东侧→江滨东大道→港口路→罗星路。

本工程路线走向示意图详见图 3.3-1。



图 3.3-1 项目走向示意图

3.3.3 线路工程

3.3.3.1 线路平面

- (1) 正线数目：双线
- (2) 轨距：1435mm
- (3) 列车最高运行速度：80km/h
- (4) 线路平面最小曲线半径
 - ①区间正线：一般情况 $R=350\text{m}$ ，困难情况 $R=300\text{m}$ ；
 - ②区间辅助性： $R=200\text{m}$ ；
 - ③车站正线：一般情况 $R=1000\text{m}$ ，困难情况 $R=800\text{m}$ ；

3.3.3.2 线路纵断面

区间线路的最大坡度一般不得大于 30‰，困难条件下不得大于 35‰；

地下区间线路的最小坡度不宜小于 3‰，困难条件下当坡度小于 3‰时，排水沟的坡度不小于 3‰；

道岔宜设在不大于 5‰的坡道上，在困难地段可设在不大于 10‰的坡道上；

地下车站站台计算长度段线路坡度宜采用 2‰，在困难条件下，可设在不大于 3‰的坡道上；

纵断面的坡段长度一般不宜小于 200m，困难情况下不得小于远期列车长度。

3.3.3.3 竖曲线半径

(1) 相邻坡段的坡度差大于或等于 2‰时，应以圆曲线型竖曲线连接；

(2) 区间正线的竖曲线半径：一般为 5000m，困难地段 3000m。车站两端的竖曲线半径：一般为 3000m，困难地段 2000m；

(3) 车站站台计算长度范围、道岔范围内不应设置竖曲线，竖曲线离开道岔端部的距离不应小于 5m；

(4) 碎石道床线路竖曲线不得与平面缓和曲线重叠；当不设平面缓和曲线时，竖曲线不得与超高顺坡段重叠。整体道床线路竖曲线亦不宜与缓和曲线和超高顺坡段重叠；

(5) 相邻竖曲线间夹直线长度不宜小于 50m；

(6) 隧道内折返线及存车线应布置在面向车挡的下坡道上，其坡度宜为 2‰。

3.3.4 轨道工程

(1) 轨距：1435mm。

(2) 钢轨：正线及辅助线采用 60kg/m、U75V 钢轨。

(3) 扣件：弹性扣件。

(4) 道岔：正线、配线根据行车能力要求及道岔技术条件采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔。

(5) 道床：地下线路采用钢筋混凝土整体道床。地面线采用钢筋混凝土轨枕碎石道床。

3.3.5 车辆工程

(1) 车型选择

采用与已运营 2 号线一致的 B 型车。

(2) 列车编组

初、近、远期采用 6 辆编组，4 动 2 拖，两动一拖为一个单元，编组形式如下：

$=Tc+Mp+M^*M+Mp+Tc=$

Tc----带司机室的拖车

Mp----带受电弓动车

M----无受电弓动车

= ----自动车钩

*----半自动车钩

+ ----半永久棒式车钩

(3) 车辆主要结构尺寸

列车总长度： 6 辆编组 118660mm

车体基本宽度： 2800mm

车辆高度（(轨面至车顶高，新轮)： 3800 ~3850mm

车辆定距： 12600 mm

转向架固定轴距：2200mm

(4) 车辆载客量

车辆载客量见表 3.3-1:

表 3.3-1 车辆载客量表

	定义	每辆车 (人)			6 辆编组 (人)
		Tc 车	Mp 车	M 车	
AW1	坐席	36	46	46	256
AW2	站立密度: 5 人/m ²	197	216	216	1258
	站立密度: 6 人/m ²	230	250	250	1460
AW3	站立密度: 9 人/m ²	327	352	352	2062

注：本工程与 2 号线工程一致。

(5) 车辆主要性能

- 1) 车辆结构速度 : 90 km/h
- 2) 列车最高运行速度: 80 km/h
- 3) 起动加速度 (0→40 km/h) (AW₂, 平直轨道): ≥1.0 m/s²
- 4) 平均加速度(0→80 km/h) (AW₂, 平直轨道): ≥0.6 m/s²
- 5) 常用制动平均减速度(80 km/h→0)(AW₂, 平直轨道): ≥1.0 m/s²
- 6) 紧急制动减速度(80 km/h→0)(AW₂, 平直轨道): ≥1.2 m/s²
- 8) 最大冲击率: 0.75m/s³

3.3.6 车站

3.3.6.1 车站分布

本项目自 2 号线洋里站 (不含) 站后区间向马尾延伸, 经由儒江路、罗星路, 终点到青洲附近, 线路全长约 13.5km, 均为地下敷设, 共设车站 8 座, 其中换乘站 2 座, 最大站间距 3.591km (洋里站至魁岐站区间), 最小站间距 0.597km (罗星塔站至青洲站区间), 平均站间距 1.503km, 全线新建魁岐主变一座, 车站分布见表 3.3-2。

表 3.3-2 福州轨道交通 2 号线东延段一期工程车站表

序号	车站名称	中心里程	站间距	车站方位角	附注
1	洋里	AK37+966.5	/	地下一层侧式	已完成环境影响评价审批, 同时已建设运营, 本次不对其评价
		0	3584.89		

序号	车站名称	中心里程	站间距	车站方位角	附注
2	魁岐	AK41+548.7 2	1240.32	地下两层岛式	站东侧设单渡线
3	葆桢	AK42+789.0 5		地下两层岛式	与规划 5 号线延伸线换乘
4	儒江	AK44+287.0 0	1498.23	地下两层岛式	站东侧设存车线
5	下德	AK45+900.0 0	1634.74	地下两层岛式	与规划市域 S1 线换乘
6	马江渡	AK47+638.3 2	1738.32	地下两层岛式	站北侧设单渡线
7	船政文化城	AK49+272.4 2	1633	地下两层岛式	/
8	罗星塔	AK50+368.8 2	1096.4	地下两层岛式	/
9	青洲	AK51+320.4 8	951.66	地下两层岛式	车站北侧设折返线，预留二期正线延伸及接马尾停车场出入场线的条件
			1362.2		
			/		

3.3.6.2 车站平面

(1) 魁岐站

车站沿魁岐路敷设，跨魁岐路与日昌路交叉口设置，地下二层岛式车站。车站总建筑面积为 11263.47 m²，其中主体建筑面积为 8253 m²，附属建筑面积为 3010.47 m²，用地面积为 2149.37 m²。车站总长度为 205m，标准段宽度为 19.7m。车站共设置 4 个出入口（1 个预留）、2 组风亭、1 座冷却塔。出入口均匀设置于魁岐路两侧且均可兼顾过街功能，无障碍电梯设置于 3 号出入口处，所有出入口均预留与周边地块连接的条件。2 组风亭、冷却塔设置于魁岐路南侧商业用地范围内。

图 3.3-2 魁岐站平面布置

(2) 葆桢站

车站位于福州市马尾区快安片区，沿儒江西路东西向跨路口敷设，为地下二层岛式车站，本线车站与远期规划 5 号线二期通道换乘。可便捷照顾马尾体育馆、江滨公园、儿童游乐场、福建省产品质量检验研究院等四方向客流。车站施工期间对周围市政交通影响较小。

本站为牵引混合变电所，车站沿儒江西路与葆桢路交叉口跨路口设置，与 5 号线二期葆桢站采用 T 型通道换乘。2 号线东延线葆桢站沿儒江西路东西向敷设，为地下二层岛式车站，远期规划 5 号线二期车站沿葆桢路南北向不跨路口设置。本线车站站后设置双存车线，车站外包总长 492m，有效站台宽度为 12.5m，标准段宽度 21.2m。车站共设置 6 个出入口、3 个安全疏散口、3 组低风亭和 2 个冷却塔，出入口均沿儒江西路两侧设置，可兼顾过街功能，无障碍电梯分别设置于 A、C 号出入口处。其中 B 号出入口主要吸引大德广场方向客流，C、D 号出入口主要服务车站南侧名城紫金轩、新大陆壹号住宅小区和马尾江滨公园方向客流，A 号出入口可进一步考虑与车站东北象限规划商务设施用地地下空间接驳。

图 3.3-3 葆桢站平面布置

(3) 儒江站

车站位于福州市马尾区快安片区，沿儒江东路东西向跨路口敷设，为地下二层岛式车站。可便捷照顾马尾海关、江滨公园、马尾自贸区行政服务大厅、儒江村委会及周边住宅小区等四方向客流。车站施工期间对周围市政交通影响较大。

本站为降压变电所，车站沿儒江东路与快安路交叉口跨路口设置。车站站沿儒江西路东西向敷设，为地下二层岛式车站。本站为标准车站，车站外包总长 240m，有效站台宽度为 11m，标准段宽度 19.7m。车站共设置 4 个出入口、1 个安全疏散口、2 组低风亭，出入口均沿儒江东路两侧设置，可兼顾过街功能，无障碍电梯分别设置于 A、C 号出入口处。其中 A 号出入口主要吸引儒江村委会方向客流，B、C、D 号出入口主要服务车站西侧江滨锦城二期、名城国际住宅小区和马尾江滨公园方向客流。

图 3.3-4 儒江站平面布置

(4) 下德站

2 号线东延线下德站沿儒江东路敷设，跨儒江东路与规划季同路交叉口设置，为地下二层岛式车站，车站与远期市域线 S1 线通道换乘。2 号线车站总长度为 207m，标准段宽度为 20.7m，车站共设置 4 个出入口、2 组风亭、1 座冷却塔。出入口均设置于儒江东路两侧，无障碍电梯设置于 A 号出入口处，所有出入口均预留与周边地块连接的条件。2 组风亭、冷却塔分别设置于儒江东路南北两侧地块内。

远期 S1 市域线下德站于儒江东路北侧规划季同路路中设置，为高架站，总长 135m，标准段宽 24m。车站共设置 3 个出入口，一座附属设备楼，并于附属楼南侧地面厅设置地下换乘通道连接 2 号线下德站，实现付费区内换乘，便捷高效。

图 3.3-5 下德站平面布置

(5) 马江渡站

车站为带单渡线的地下三层岛式车站，车站总长 289.65m，标准段宽 19.9m。车站中心线处轨面标高-11.50，车站轨面埋深 22~35.5m，顶板覆土 3~21m。车站沿沿山西路设置，共设置 3 个出入口 2 组风亭。其中 2 号出入口于车站西侧广场出地面；1、2 号风亭与 1、3 号出入口主体顶出。

图 3.3-6 马江渡站平面布置

(6) 船政文化站

车站于港口路与君竹路交叉路口设置，本站为地下三层岛式建筑，车站总长 206.2m，标准段宽 20.3m。车站中心线处轨面标高-14.671，车站轨面埋深 23.42m，顶板覆土 2.66m。车站共设置 4 个出入口 2 组风亭。其中 3 号出入口预留，A 号出入口下沉式广场与 1 号风亭设在东北象限马江储运公司地块内；D 号口设置在港口工程公司地块内，B、C 号出入口在西北、西南象限绿地内，沿港口路向西设置。车站地下一层规划有下穿的市政通道，市政通道与车站共路由，市政通道地板及车站顶板。

图 3.3-7 船政文化站平面布置

(7) 罗星塔站

车站沿罗星路方向敷设, 设置于罗星路与罗建路交叉口的东北侧, 不跨路口设置。车站为地下二层岛式车站, 总长 200.9m, 标准段宽 19.7m。中心线处轨面标高-8.35, 轨面埋深 14.950m, 顶板覆土 3m。本工程共设置 4 个出入口、2 组低风亭、1 个消防专用出入口及 1 座冷却塔。其中 C 号出入口预留, A1、A2 号出入口, 1、2 号风亭组、1 号消防专用出入口及冷却塔设在福建省农资仓库地块内, B 号出入口设置在马尾电信机楼地块内。无障碍电梯位于 B 号出入口处。

图 3.3-8 罗星塔站平面布置

(8) 青洲站

车站位于福州市马尾区, 车站位于罗星路与青洲路交叉十字路口, 沿罗星路布置, 为地下二层岛式车站。车站为 2 号线东延线一期终点站, 站前设置单渡线, 站后设置双存车线, 站后预留二期延伸条件。车站总长度为 585m, 标准段宽度为 19.7m, 车站共设置 8 个出入口、5 组风亭、1 座冷却塔。出入口分别设置于罗星路两侧, 无障碍电梯设置于 A 出入口处。1、2 号风亭及冷却塔设置于绿化带内, 3、4、5 号风亭分别设置于罗星路两侧地块内。

图 3.3-9 青洲站平面布置

3.3.7 供电

3.3.7.1 供电电源

采用 110kV/35kV 两级电压集中供电方式, 从城市电网以 110kV 电源接电, 设置 110kV/35kV 主变电所, 以 35kV 电压网向全线牵引变电所、降压变电所供电。

3.3.7.2 主变电站

本工程拟在魁岐站西北侧设置一处主变电站(魁岐主变)。根据现阶段设计情况, 主变电站选址位于东方名城·尚郡 9#楼南侧, 13#西侧, 占地约 3900m², 其中红线中部设置一栋地下 1 层, 地面 3 层配电装置楼。主变压器初、近期安装容量推荐采用

2×31.5MVA, 预留远期2×63MVA的扩容土建条件。主变机组设置在配电装置楼一层。选址西北侧设置事故应急池, 有效容积约 50m³。配电装置房北侧设置有管理用房。具体平面布置情况见附图 3。

3.3.7.3 牵引网供电制式

工程采用 DC 1500V 架空接触网供电制式。

3.3.8 给排水与消防

(1) 给水

福州市轨道交通 2 号线延伸线沿线经过福州市自来水厂、马尾区琅岐自来水厂等水厂的供水范围。各车站及相关地铁设施附近的市政管网可提供的最低服务水压为 0.14MPa。

各车站从城市供水管网上引入一根进水管, 保持常开。生产、生活给水系统和消防系统在站内自成独立的系统设置, 其中生产、生活给水系统在车站内布置成枝状。车站室内消火栓系统设置消防水池和增压稳压系统, 从进水管上接出一根供水管至消防水池, 经消防泵房加压后在车站内形成环状供水管网。车站两端地面风亭附近各设置一套消防水泵接合器, 距接合器 15~40m 内, 设置与水泵接合器供水量相当的室外消火栓。

车站服务用房设置局部喷淋系统, 局部应用系统与室内消火栓系统共用管网和水源, 喷水强度为 6L/min·m²。消防水池和水泵应叠加室内消防水量和局部应用水量。

(2) 排水

车站产生污水的位置主要是卫生间、盥洗室, 污水经化粪池初步处理后, 就近排入城市污水管网进入城市污水处理厂处理; 地下站结构渗漏水、生产废水、车站冲洗及消防废水通过有组织重力排水, 集中至车站废水泵房、地下人行通道自动扶梯底部、车站内局部低洼处等部位的废水池, 经潜污泵外排。

经综合考虑, 地下工程在设置乘客卫生间后, 保洁工作量大为增加, 为保障卫生条件长期可控, 选用收集管道为重力系统, 但通过集水池及污水泵集成一体的密闭提升装置外排的方案。

(3) 消防

室外消火栓的布置分以下两种情况：市政双路水源或环状管网的地下车站，从市政给水管网引出两根进水管，各接出一座室外消火栓，保证地下站室外消火栓不少于 2 个；市政单路水源的地下车站，在给水引入管上设置一座室外消火栓，并接入站内，从车站引至另一端的出入口，保证地下站室外消火栓不少于 2 个。

各地下区间设置消火栓系统，区间消火栓系统在隧道从相邻车站环状消火栓管网上接出水源，形成不超过 4 个车站和区间的环状供水管网，管网在车站站厅层联通。

(4) 雨水排水系统

车站敞口式出入口及风亭设排水沟和雨水泵站。所设潜污泵设置备用泵，总排水能力按福州市 50 年一遇的暴雨强度、5~10min 集流时间计算，集流时间大于 10min 的经实际计算确定标准计算。集水池的有效容积按不小于最大一台排水泵 15~20min 的出水量计算。

3.3.9 通风和空调

(1) 隧道通风系统

隧道通风系统由车站隧道通风系统和区间隧道通风系统组成

车站隧道通风系统一般在车站两端设置，各负责半个车站隧道的排热及排烟功能，共由两台耐温 280℃连续工作 1h 的排风兼排烟风机、轨顶风量调节阀、防火阀及排风道组成。

区间隧道通风系统主要由可逆转式隧道风机、射流风机装置、风阀、消声器、风室及风道等组成。

(2) 车站通风空调系统

车站通风空调系统采用环控设备房设置在车站两端设备用房区的双风机一次回风的全空气系统方案，

(3) 空调水系统

每个车站的空调水系统设有 2 台水冷式制冷机，配 2 台冷冻水泵、2 台冷却水泵、2 台冷却塔；制冷机、冷冻水泵、冷却水泵布置在车站一端的制冷机房内。冷水机组冷凝器设置在线清洗装置，并选用满足系统要求、合理的水处理方式。冷冻水泵、冷却水泵变频运行，风、水联动变流量控制由节能控制系统统一负责。

3.3.10 客流指标和设计输送能力

(1) 设计年度

初期为 2029 年，近期为 2036 年，远期为 2051 年

(2) 客流量

根据福州市规划设计研究院提供的 2 号线延伸段客流预测初步成果，初期 2 号线日客运量 48.46 万人次，早高峰断面 2.01 万人次/小时；近期日客运量达 77.31 万人次，远期日客运量达到 101.73 万人次。远期单向高峰最大断面 3.64 万人次/小时。2 号线各预测年度客流概况如表 3.3-3 所示。

表 3.3-3 福州轨道交通 2 号线主要客流指标表

时段	指标	初期	近期	远期
全日	客运量 (万人次/日)	48.46	77.31	101.73
	客运周转量 (万人次·千米)	408.65	643.30	862.56
	负荷强度 (万人次/千米)	1.13	1.72	1.94
	平均运距 (千米)	8.43	8.32	8.48
	日最大单向断面 (人次/日)	106426	160490	199809
早高峰	客运量 (万人次/日)	8.74	13.22	16.34
	客运周转量 (万人次·千米)	73.46	113.49	146.08
	负荷强度 (万人次/千米)	0.20	0.29	0.31
	平均运距 (千米)	8.40	8.59	8.94
	日最大单向断面 (人次/日)	20084	30129	36350
晚高峰	客运量 (万人次/日)	7.28	11.19	14.07
	客运周转量 (万人次·千米)	61.49	96.50	126.29
	负荷强度 (万人次/千米)	0.17	0.25	0.27
	平均运距 (千米)	8.45	8.62	8.98
	日最大单向断面 (人次/日)	15829	24344	30197

(3) 输送能力

线路最大通过能力按 20 对/h 设计，考虑到远期高峰高断面客流及波动和适当改善服务水平，远期高峰小时开行 20 对列车，具备较充足的富余量。

表 3.3-4 本工程输送能力一览表

设计年度		初期	近期	远期
运行交路长度 (km)	大交路	42.7	44.9	51.3
	小交路	26.3	26.3	26.3
列车编组 (辆/列)		6		

设计年度		初期	近期	远期			
列车定员 (人/列)		1460					
高峰小时列车开行对数 (对/h)	大交路	18	12	27	18	30	20
	小交路		6		9		10
单向高峰设计输送能力 (人次/h)		26280	39420	43800			
高峰小时最高断面 (人次/h)		20084	30129	36350			
运能富裕度 (%)		23.5%	24.0%	17.0%			
乘客最大站立密度 (人/m ²)		4.28	4.29	4.76			
旅行速度(km/h)	大交路	33	36	36			
	小交路	33	36	36			
列车配属	运用车	大交路	33	47	59		
		小交路	11	15	16		
		合计	44	63	75		
	备用车与检修车		11	13	15		
	合计 (列/辆)		55/330	75/492	90/540		
	备检率		25.0%	21.0%	20.0%		

(4) 行车组织

车型：采用 B 型车；

列车编组：初、近、远期采用 4 动 2 拖 6 辆编组形式；

列车最高运行速度为 80km/h。

(5) 运营计划

表 3.3-5 福州市轨道交通 2 号线全日行车计划表 (单位: 对/h)

时间段	初期		近期		远期	
	大交路	小交路	大交路	小交路	大交路	小交路
06: 00~07:00	10		12		14	
07:00~08:00	12	6	18	9	20	10
08: 00~09:00	12	6	18	9	20	10
09:00~10:00	10		12		14	
10:00~11:00	10		12		14	
11:00~12:00	10		12		14	
12:00~13:00	10		12		14	
13:00~14:00	10		12		14	
14:00~15:00	10		12		14	
15:00~16:00	10		12		14	
16:00~17:00	10		12		14	
17:00~18:00	10	5	14	7	18	9
18:00~19:00	10	5	14	7	18	9

19:00~20:00	10		12		14	
20:00~21:00	10		12		14	
21:00~22:00	8		10		12	
22:00~23:00	8		10		12	
23:00~24:00	8		10		10	
合计	178	22	226	32	264	38

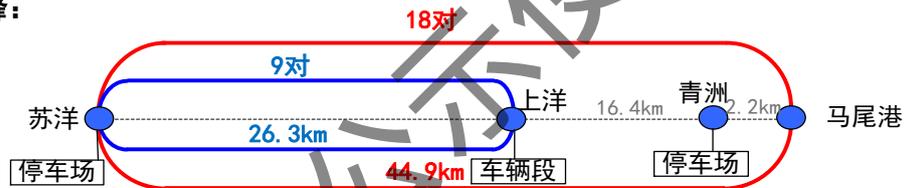
(6) 列车交路方案

双线线路，右侧行车。本线采用 B 型车，初、近、远期列车均采用 6 辆编组。列车交路：初、近、远期均为大小交路运营。推荐方案列车交路：

初期早高峰：



近期早高峰：



远期早高峰：

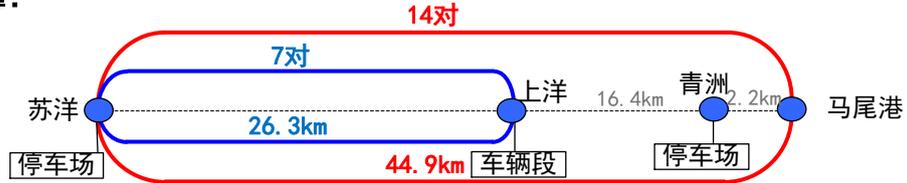


图 3.3-10 各设计年限推荐早高峰小时列车运行交路图

初期晚高峰:



近期晚高峰:



远期晚高峰:



图 3.3-11 各设计年限推荐晚高峰小时列车运行交路图

3.3.11 拆迁情况及选址红线

全线永久用地征用包括地下车站的出入口和风亭、区间风井的用地及主变设施等，全线永久用地征用约 32270m²，其中车站永久用地 28710 m²，区间永久用地 560 m²，主变选址 3000 m²。工程前期征地拆迁的特点是：线长、点多、面广。因本工程横穿市中心地带，为减少征地、拆迁数量，较多车站站位设置在道路中间，但由于车站大部分位于城市主要道路，且较多换乘车站需同步实施，故为满足车站布置、施工、社会交通通行、管线搬迁等要求，所涉及的动迁范围仍较大。动迁房屋性质主要有办公楼、小区、学校、商铺等。部分拆除房屋地段好、户数多，动迁难度大、拆迁成本高、影响范围广是本工程征地拆迁的特点。

3.3.12 工期及工期筹划

根据 2 号线东延线一期工程项目结构组成及整个福州市轨道交通建设规划，本工程实际施工范围为洋里（不含）~青洲段，施工总工期约 54 个月。

3.3.13 工程施工方法及施工工艺

3.3.13.1 车站施工

(1) 车站施工方法

本工程车站结构型式及施工方法如表 3.3-6 所示。

仅用于公示使用

表 3.3-6 本工程车站结构型式及施工方法

车站名称	中心里程	车站型式	标准段结构型式	站位	周边环境现状	地质条件	施工方法	基坑支护结构型式
魁岐站	AK41+548.72	地下两层岛式	单柱双跨现浇钢筋混凝土结构	魁岐路与魁岐支路交叉口	沿魁岐路东西向敷设，周边主要为居住小区。十字路口东北象限为凯隆公寓居住小区，南侧为东方名城居住小区，西北象限为名城港湾居住小区	基坑深度范围内以杂填土、（含泥）细中砂、粉质粘土、卵石、中风化花岗岩为主。基坑底位于中风化花岗岩	明挖顺筑法	800厚连续墙+内支撑
葆桢站	AK42+789.05	地下两层岛式	单柱双跨现浇钢筋混凝土结构	儒江西路与葆桢路交叉口。本线车站与5号线二期葆桢站通道换乘	十字路口东北象限为储备用地，东南象限为新大陆1号居住小区，西北象限为自贸区金融小镇，西南象限为名城港湾八区居住小区	基坑深度范围内以杂填土、（含泥）细中砂、淤泥夹砂、卵石、强风化花岗岩、中风化花岗岩、微风化花岗岩为主；基坑底位于微风化花岗岩上	明挖顺筑法	800厚连续墙+内支撑
儒江站	AK44+287.00	地下两层岛式	单柱双跨现浇钢筋混凝土结构	快安大道与儒江东路路交叉口	站位的东南、东北象限为东方名城小区，西北象限为儒江小区，西南象限为在建小区。	基坑深度范围以杂填土、淤泥、（含泥）细中砂、淤泥夹砂、粉质粘土为主；基坑底位于（含泥）细中砂上	明挖顺筑法	800厚连续墙+内支撑
下德站	AK45+900.00	地下两层岛式	单柱双跨现浇钢筋混凝土结构	儒江东路与规划路交叉口	国脉时代广场、滨江广场、海西财富中心等	基坑深度范围以淤泥、淤泥夹砂、（含泥）细中砂、粉质粘土、卵石、强风化花岗岩、微风化花岗岩为主；基坑底位于微风化花岗岩上	明挖顺作法	800厚连续墙+内支撑
马江渡站	AK47+638.32	地下两层岛式	单柱双跨现浇钢筋混凝土结构	福马铁路东侧，沿山西路下	车站西侧有福马铁路及长滩美墅，西南侧为广场，东北侧为在建阳光城山与海小区，东侧为天马山公园	基坑深度范围以杂填土、中风化花岗岩、微风化花岗岩为主；基坑底位于微风化花岗岩上	明挖顺作法+暗挖	Φ800钻孔桩+内支撑

车站名称	中心里程	车站型式	标准段结构型式	站位	周边环境现状	地质条件	施工方法	基坑支护结构型式
							法	
船政文化城站	AK49+272.42	地下三层岛式	单柱双跨现浇钢筋混凝土结构	港口路与君竹路交叉口	安福楼小区、福州市马尾区总工会、广场绿地、福建外贸马江储运公司、福建省港口工程有限公司、马尾区电信局、昭忠祠	基坑深度范围以杂填土、填石、淤泥、含泥细中砂、强风化花岗岩、中风化花岗岩为主；基坑底位于中风化花岗岩上	半盖挖顺作法	800厚连续墙+内支撑
罗星塔站	AK50+368.82	地下两层岛式	单柱双跨现浇钢筋混凝土结构	罗星路与罗建路交叉口	东北侧为马尾电信机楼，西北侧为农资仓库、中国银行，西南侧为马尾海关医院，东南侧为小区	基坑深度范围以杂填土、淤泥、（含泥）细中砂、淤泥夹砂、卵石、强风化花岗岩为主。基坑底位于强风化花岗岩上	明挖顺作法	800厚连续墙+内支撑
青洲站	AK51+320.48	地下两层岛式	单柱双跨现浇钢筋混凝土结构	罗星路与青洲路交叉口	东北侧为海峡水产品交易中心，西北侧为中国移动办公楼，马尾海关办公楼，西南侧中环广场	基坑深度范围以杂填土、填砂、（含泥）细中砂、淤泥夹砂、粉质黏土、中风化花岗岩为主。基坑底位于中风化花岗岩上。	明挖顺作法	800厚连续墙+内支撑

(2) 车站施工工艺介绍

① 明挖法施工工艺

明挖顺作法一般适用于地面有条件敞口开挖，且有足够施工场地的情况。结合地面拆迁及道路拓宽，站位设在现状道路范围外，或站位设在现状道路下，但施工允许暂时中断交通或有条件临时改道，使地面交通客流得以疏散时，就有可能封闭现状街道，考虑采用明挖顺作法施工。在浅埋土体中，明挖法是首选施工方法，应用最广泛。

明挖法施工是从地面向下开挖至基坑地面后，再自下而上浇筑车站结构，然后回填土方，恢复路面。明挖法施工具有以下特点：

- a、施工作业面开阔，有利于提高工效、缩短工期；
- b、施工安全，质量容易保证；
- c、施工降、排水容易，结构防水简单，质量可靠；
- d、结合地面工程改造及开发，其综合工程造价优势显著；
- e、施工期间对周围环境或道路交通影响大，且易受到气象条件的影响；
- f、基坑较深时，需采取措施防止基坑变形及其周围地面沉降。



图 3.3-12 明挖法施工现场

② 半盖挖法施工工艺

当车站位于现状道路或跨越路口，或处于比较繁华而狭窄的街道下，无明挖条件，但允许短时间中断交通或局部交通改移时，可采用半盖挖法施工。

半盖挖法的工艺流程是：

-
- a、局部的交通疏散或围挡，做好外围结构；
 - b、用钢梁及路面盖板组成的盖挖系统覆盖路面，恢复交通；
 - c、在盖挖系统的保护下顺序的进行车站主体结构的作业；
 - d、拆除盖挖系统，恢复永久路面。

由明挖法和盖挖顺作法引出的“半盖挖法”，即根据路面交通的需要铺设纵向局部路面盖挖系统，其他部分作为明挖施工的交通通道，自上而下开挖基坑，然后自下而上施工主体结构。

半盖挖法的作业程序为：

- a、部分封闭道路交通，做好中间支撑柱及边墙维护结构；
- b、明挖至顶板地面标高处，浇筑顶板，回填覆土并恢复交通；
- c、在上部顶盖结构的保护下，继续向下开挖基坑，并施工剩余车站结构。

半盖挖法的主要特点是：

a、封闭道路时间比较短暂，而且允许分段实施，一旦路面先期恢复（或盖挖系统完成后）后续施工对路面交通几乎不再产生影响。盖挖顺作法对路面干扰较盖挖逆作法小，通过合理组织车行路线，可以保证施工期间路面的交通，车站防水质量也较盖挖逆作法好。

b、对周围环境的干扰事件短，对防止地面沉降及周围建筑物和地下管线的保护具有良好的效果

c、挖土是在顶部封闭状态下进行，大型机械应用受到限制，施工工期较长。



图 3.3-13 半盖挖法施工现场

3.3.13.2 区间线路隧道施工方法

(1) 区间隧道施工工法

本线路地下区间结构均为盾构法隧道。采用圆形衬砌、复合型衬砌及箱型结构作为结构型式。

地下结构均采用以结构自防水为主，外防水为辅的防水方案。盾构隧道管片接缝防水采用密封垫及密封胶等，矿山隧道则采用初期支护与二次衬砌间的外包防水层。

表 3.3-7 区间隧道工法汇总表

序号	区间段落	区间长度 (双延米)	施工方法	备注
1	洋里站~魁岐站	3330	盾构法	涉及鼓山风景名胜区区间采用盾构法；设有区间风井。盾构施工方向由区间风井向洋里站和魁岐站两方掘进，涉鼓山风景名胜区范围均为地下施工，无地表破坏
2	魁岐站~葆祯站	944	盾构法	
3	葆祯站~儒江站	1360	盾构法	
4	儒江站~下德站	1162	盾构法	
5	下德站~马江渡站	1426	盾构法	
6	马江渡站~船政文化城站	1405	盾构法	
7	船政文化城站~罗星塔站	911	盾构法	
8	罗星塔站~青洲站	749	盾构法	
9	总计	11287		

(2) 区间隧道施工工艺介绍

① 盾构法（TBM 法）施工工艺

盾构法施工即在盾构机钢壳体的保护下，依靠其前部的刀盘或挖掘机开挖地层，并在盾构机壳体内完成出渣、管片拼装、衬砌背后注浆，再向前推进等作业。盾构法施工中采用高精度管片及复合防水密封垫，单层钢筋混凝土管片组成的隧道衬砌可取得良好的防水效果，不需要修筑内衬结构。

该法适宜在松软含水地层或城市地下管线密布，施工条件困难地段。在国内地铁均得到了比较成功的应用。盾构法施工对周围建筑及地面变形控制较好、施工速度快，施工环境好，且随着盾构机制造技术成熟，盾构法隧道的造价已低于矿山法隧道或明挖法隧道。但是由于盾构始发、过站、终到要求车站提供相应的条件，会对车站规模及车站的工期会造成影响。

盾构法是一种先进的工法，具有施工进度快、施工环境好、管片精度高、衬砌质量可靠、防水性能好、地表沉降小、占用场地少、无噪音、无振动公害、对地面交通及沿线建筑物、地下管线和居民生活等影响小的优点，但盾构机设备复杂、价格昂贵，在不利的地层条件下，盾构机选型须慎重。另外盾构法不适用于结构尺寸复杂多变的隧道施工，如渡线段、存车线地段等。

在盾构机选型时，须特别注意以下地层：灵敏度高的软弱土质、透水性强的松散土质、高塑性土层、有含水层的地层、含有大砾石的地层、预计有朽木和其他夹杂物的地层、含有软硬两种土质、基岩面凸起的地层及分布有孤石的地层等。



图 3.3-14 地下区间盾构法施工照片

(3) 施工安排

本项目车站及区间风井施工以明挖法为主，全线区间隧道采用盾构法，区间隧道

施工方向见表 3.3-8。

表 3.3-8 本项目区间施工安排

序号	施工区间	施工方法	施工安排
1	洋里站~区间风井	盾构法	盾构机从区间风井始发，掘进至洋里站吊出
2	区间风井~魁岐站	盾构法	盾构机从魁岐站始发，掘进至区间风井吊出
3	魁岐站~葆祯站	盾构法	盾构机从魁岐站始发，掘进至葆祯站吊出
4	葆祯站~儒江站	盾构法	盾构机从葆祯站始发，掘进至儒江站吊出
5	儒江站~下德站	盾构法	盾构机从儒江站始发，掘进至下德站吊出
6	下德站~马江渡站	盾构法	盾构机从下德站始发，掘进至马江渡站吊出
7	马江渡站~盾构井	盾构法	盾构机从盾构井（AK48+470）始发向两端掘进
8	盾构井~船政文化城站	盾构法	盾构机从船政文化城始发，掘进至盾构井吊出
9	船政文化城站~罗星塔站	盾构法	盾构机从船政文化城站始发，掘进至罗星塔站吊出
10	罗星塔站~青洲站	盾构法	盾构机从罗星塔站始发，掘进至青洲站站吊出
备注	施工期间盾构机均为地下装机始发，然后掘进工作完成后拆机吊出		

3.3.13.3 主变等地面建筑施工工艺

土建施工土方阶段主要工序有基坑开挖、施作维护结构、碴土运输等；基础阶段有打桩基础，底板平整、浇注等工序；结构阶段主要有钢筋切割和绑扎、混凝土振捣和浇注等工序。

3.3.13.4 大型临时工程布置

全线实际施工场地临时租用包含 8 个车站、1 个区间风井。根据工程统计，标准车站施工需要临时用地约 15000~21000m²、盾构施工始发井需要临时用地约 5000~6000m²。施工用地主要为临时借用市政用地、临时封闭部分城市道路、利用建筑拆迁改建的用地、临时借用临近单位的空地等。全线需临时施工用地约 201082m²。

表 3.3-9 福州市轨道 2 号线延伸段施工用地面积统计表

车站	施工用地 (m ²)	区间	施工用地 (m ²)
魁岐站	17040	洋里站~魁岐站	3120
葆祯站	15105	魁岐站~葆祯站	无
儒江站	29098	葆祯站~儒江站	无
下德站	14000	儒江站~下德站	无
马江渡站	19844	下德站~马江渡站	4520
船政文化城站	26237	马江渡站~船政文化城站	无
罗星塔站	17132	船政文化城站~罗星塔站	无
青洲站	37826	罗星塔站~青洲站	3120
总计 (m ²)	201082		

地下段施工现场在外部进行围挡后，场地内部根据不同功能需要分区布置，分别设有机械设备区、施工原料区、施工便道、施工生活办公营地及车辆清洗场地等。由于工程设计阶段深度原因，尚不能明确集中施工场地选址及场地平面布置，一般在下阶段土建工程招投标后由施工单位结合施工条件进行确定。

3.3.13.5 工程用地

全线永久用地征用包括地下车站的出入口和风亭、区间风井的用地以及主变设施等，全线永久用地征用约 32270 m²，其中车站永久用地 28710 m²，区间风井永久用地 560m²，主变选址 3900 m²。

3.3.13.6 弃渣处置方案

(1) 本项目土石方量

根据《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程水土保持方案报告书》（送审稿），本项目工程土石方开挖总量 239.13 万 m³（自然方，下同），回填及利用量 26.66 万 m³，弃渣量 212.47 万 m³。施工过程中由福州市城市管理委员会统一调配外运综合利用。

(2) 弃渣处置

本项目弃渣临时堆置于施工场地内，根据本工程沿线地质情况，并结合福州市现有在建地铁工程，本项目不设置淤泥干化场。根据《福州市人民政府办公厅关于福州市进一步加强建筑垃圾消纳利用管理实施意见》（试行）相关规定，施工过程中弃方由福州市城市管理委员会统一调配外运综合利用。

临时中转防护的原则：根据施工组织安排和工程建设的具体情况，地下车站和地下区间开挖的土方在外运前需中转堆置，方案设置渣土坑进行临时中转，并加以防护。

3.3.14 施工场地布置情况

本项目施工期结合沿线城市分布情况，未设置集中取土场，除在施工场地内临时堆置弃渣土外，不另外设置集中弃土场。施工期拟在区间风井及各车站设置施工场地，具体施工场地设置见表 3.3-10。

表 3.3-10 施工场地设置情况

序号	车站区间	施工场地桩号	声环境及大气环境影响敏感点	拟采取措施	合理性分析
1	洋里站~魁岐站	AK40+040 (区间风井)	无	<p>地表水环境:</p> <p>1、设置临时化粪池,生活污水经处理后纳入市政管道排放;</p>	<p>该施工场地选址在区间风井处,周边主要分布福州机场高速高架、福马路、江滨东大道等道路,无敏感点。该施工场地主要用于区间风井开挖建设及施工设备的暂存。该地块目前为空地,已完成水泥硬化,项目的施工不会地表生态进一步破坏。</p>
2		AK41+548.7 2	福州市船政幼儿园、东方名城·尚郡、东方名城·华郡、云集公寓、福州市魁岐小学	<p>2、场地设置有三级沉淀池,施工废水经沉淀处理后回用车辆冲洗;</p> <p>大气环境:</p> <p>1、围挡设置喷雾系统,对场地内扬尘起抑尘效果;</p> <p>2、使用商品混凝土;</p>	<p>该施工场地选址位于魁岐站地面,周边主要分布云集公寓等敏感点。该施工场地主要用于魁岐站开挖建设、魁岐主变建设及施工设备的暂存。该地块目前为城市道路,周边主要分布行道树。施工过程中,产生的扬尘、施工噪声、区间隧道的开挖会对周边敏感点造成一定影响。施工单位可采取围挡、定时洒水、微喷雾系统、合理安排施工时间等措施减少施工过程对敏感点的影响。同时采用半幅围挡,合理分流措施,减少施工过程围挡对周边敏感点的出行影响。</p>
3	魁岐站~葆祯站	AK42+789.0 5	名城紫金轩、大德广场、新大陆壹号	<p>3、对临时堆土实施覆盖措施;</p> <p>声环境:</p> <p>1、合理安排施工时间;</p> <p>2、采用先进的低噪声设备;</p> <p>3、尽量远离敏感点一侧施工;</p>	<p>该施工场地选址位于葆祯站地面,周边主要分布名城紫金轩等敏感点。该施工场地主要用于葆祯站开挖建设及施工设备的暂存。该地块目前为城市道路,周边主要分布行道树。施工过程中,产生的扬尘、施工噪声、区间隧道的开挖会对周边敏感点造成一定影响。施工单位可采取围挡、定时洒水、微喷雾系统、合理安排施工时间等措施减少施工过程对敏感点的影响。同时采用半幅围挡,合理分流的措施,减少施工过程围挡对周边敏感点的出行影响。</p>
4	葆祯站~儒江站	AK44+287.0 0	江滨锦城、名城港湾、名城银河湾、名城国际	<p>固体废物:</p> <p>1、弃土集中堆存,实施覆盖措施;</p> <p>2、定时对堆料洒水处理;</p> <p>3、设置生活垃圾堆存点,生</p>	<p>该施工场地选址位于儒江站地面,周边主要分布江滨锦城等敏感点。该施工场地主要用于儒江站开挖建设及施工设备的暂存。该地块目前为城市道路,周边主要分布行道树。施工过程中,产生的扬尘、施工噪声、区间隧道的开挖会对周边敏感点造成一定影响。施工单位可采取围挡、定时洒水、微喷雾系统、合理安排施工时间等措施减少施工过</p>

				活垃圾日产日清。	程对敏感点的影响。同时采用半幅围挡，合理分流的措施，减少施工过程中围挡对周边敏感点的出行影响。
5	儒江站~下德站	AK45+900.0 0	滨江 One57、江悦府		该施工场地选址位于下德站地面，周边主要分布滨江 One57、江悦府敏感点。该施工场地主要用于下德站开挖建设及施工设备的暂存。该地块目前为城市道路，周边主要分布行道树。施工过程中，产生的扬尘对周边大气环境会造成一定影响。施工单位可采取围挡、定时洒水、微喷雾系统等措施减少施工过程对周边大气环境的影响。同时采用半幅围挡，合理分流的措施，减少施工过程围挡对周边企业员工出行的影响。
6	下德站~马江渡站	AK47+638.3 2	阳光城山与海、长滩美墅		该施工场地选址位于马江渡站地面，周边主要分布长滩美墅等敏感点，同时涉及福马铁路。该施工场地主要用于马江渡站开挖建设及施工设备的暂存。该地块目前为城市道路，周边主要分布行道树。施工过程中，产生的扬尘、施工噪声、区间隧道的开挖会对周边敏感点造成一定影响。施工单位可采取围挡、定时洒水、微喷雾系统、合理安排施工时间等措施减少施工过程对敏感点的影响。同时采用半幅围挡，合理分流的措施，减少施工过程围挡对周边敏感点的出行影响及对福马铁路运行影响。
7	马江渡站~船政文化城站	AK49+272.4 2	罗星街道社区卫生服务中心、昭忠祠		该施工场地选址位于船政文化城站地面，周边主要分布罗星街道社区卫生服务中心等敏感点。该施工场地主要用于船政文化城站开挖建设及施工设备的暂存。该地块目前为城市道路，周边主要分布行道树。施工过程中，产生的扬尘、施工噪声、区间隧道的开挖会对周边敏感点造成一定影响。施工单位可采取围挡、定时洒水、微喷雾系统、合理安排施工时间等措施减少施工过程对敏感点的影响。同时采用半幅围挡，合理分流的措施，减少施工过程围挡对周边敏感点的出行影响。
8	船政文化城站	AK50+368.8 2	阳光花都、青洲新苑（在建）、英华园		该施工场地选址位于罗星塔站地面，周边主要分布阳光花都等敏感点。该施工场地主要用于罗星塔站开挖建设及施工设备的暂存。该地块目前为城市道路，周边主要分布行道树。施工过程中，产生的扬尘、

	~罗 星塔 站				施工噪声、区间隧道的开挖会对周边敏感点造成一定影响。施工单位可采取围挡、定时洒水、微喷雾系统、合理安排施工时间等措施减少施工过程对敏感点的影响。同时采用半幅围挡，合理分流的措施，减少施工过程围挡对周边敏感点的出行影响。
9	罗星 塔站 ~青 洲站	AK51+320.4 8	无		该施工场地选址位于青洲站地面，周边主要分布企业单位，无居民等敏感点。该施工场地主要用于青洲站开挖建设及施工设备的暂存。该地块目前为城市道路，周边主要分布行道树。施工过程中，产生的扬尘、施工噪声、区间隧道的开挖会对周边企业单位造成一定影响。施工单位可采取围挡、定时洒水、微喷雾系统、合理安排施工时间等措施减少施工过程对企业单位的影响。同时采用半幅围挡，合理分流的措施，减少施工过程围挡对周边企业单位人员的出行影响。

根据上表可知，由于本项目主要沿城市建成区进行布设，车站的设立也是以项目运营后，便于沿线居民的出行为目的，因此项目施工场地设置势必位于城市建设区，周边会存在居民区等敏感点。根据施工场地的布置可知，施工过程中扬尘、施工噪声、施工振动对周边敏感点会产生一定影响，同时施工围挡对沿线居民的交通出行也会造成一定影响。因此，施工单位应根据不同污染情况采取相应的措施。在严格落实施工期环境保护措施的情况下可以有效降低施工过程对敏感点、企业单位的影响，选址较为合理。各施工场地布置及周边敏感分布情况如下图：



图 3.3-15 区间风井施工场地及周边敏感点



图 3.3-16 魁岐站施工场地及周边敏感点

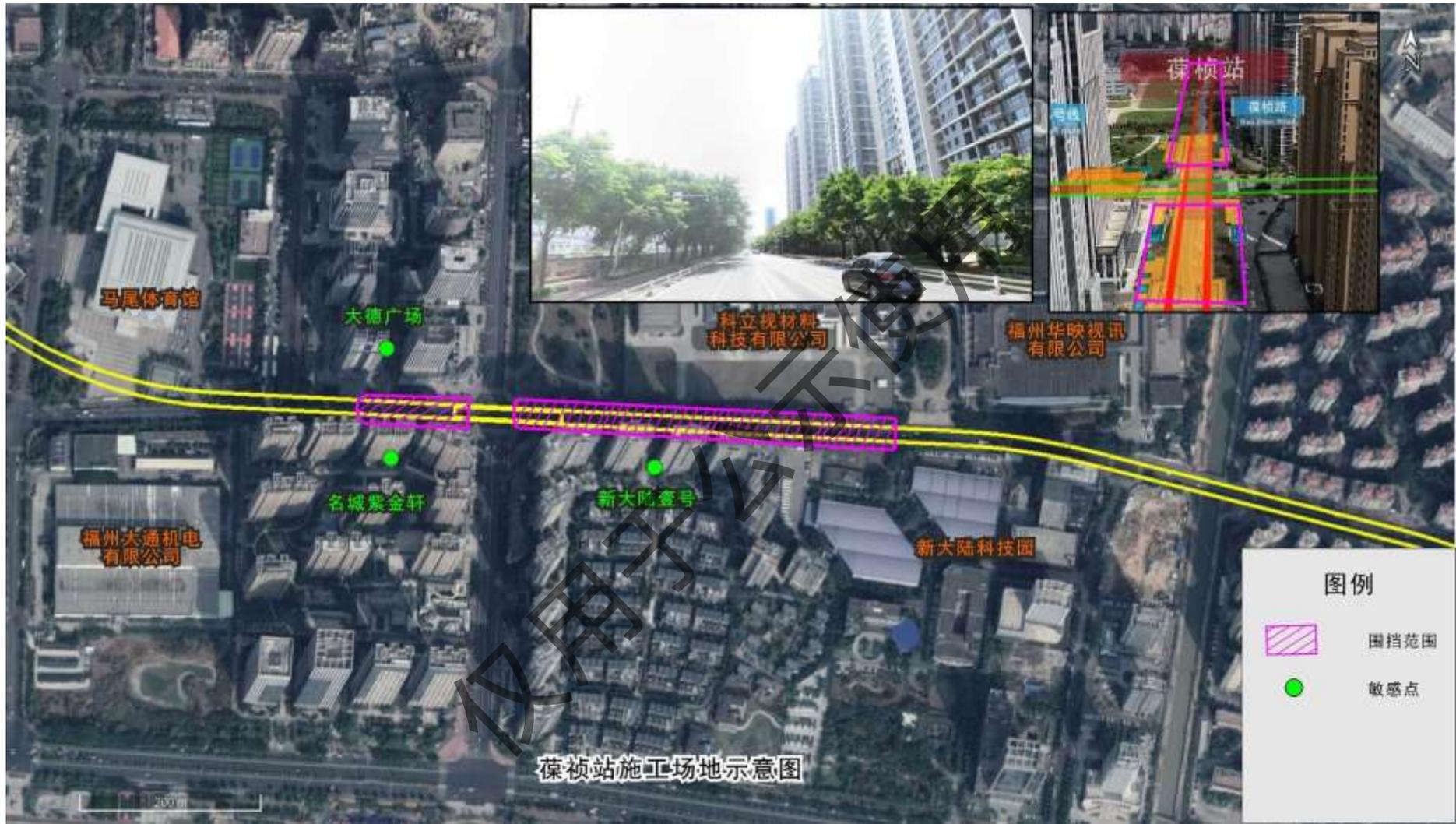


图 3.3-17 葆桢站施工场地及周边敏感点



图 3.3-18 儒江站施工场地及周边敏感点

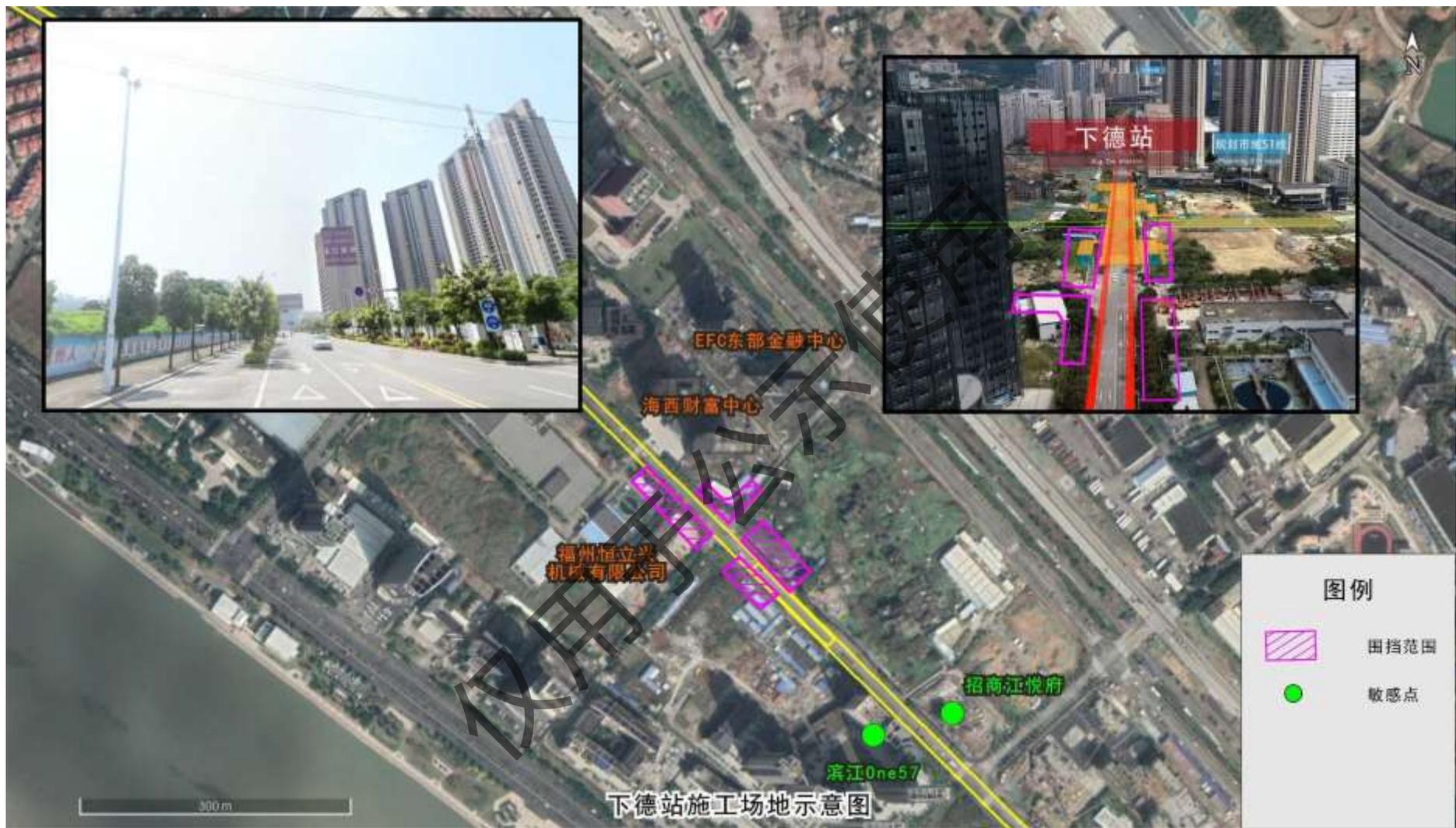


图 3.3-19 下德站施工场地及周边敏感点



图 3.3-20 马江渡站施工场地及周边敏感点



图 3.3-21 船政文化城站施工场地及敏感点

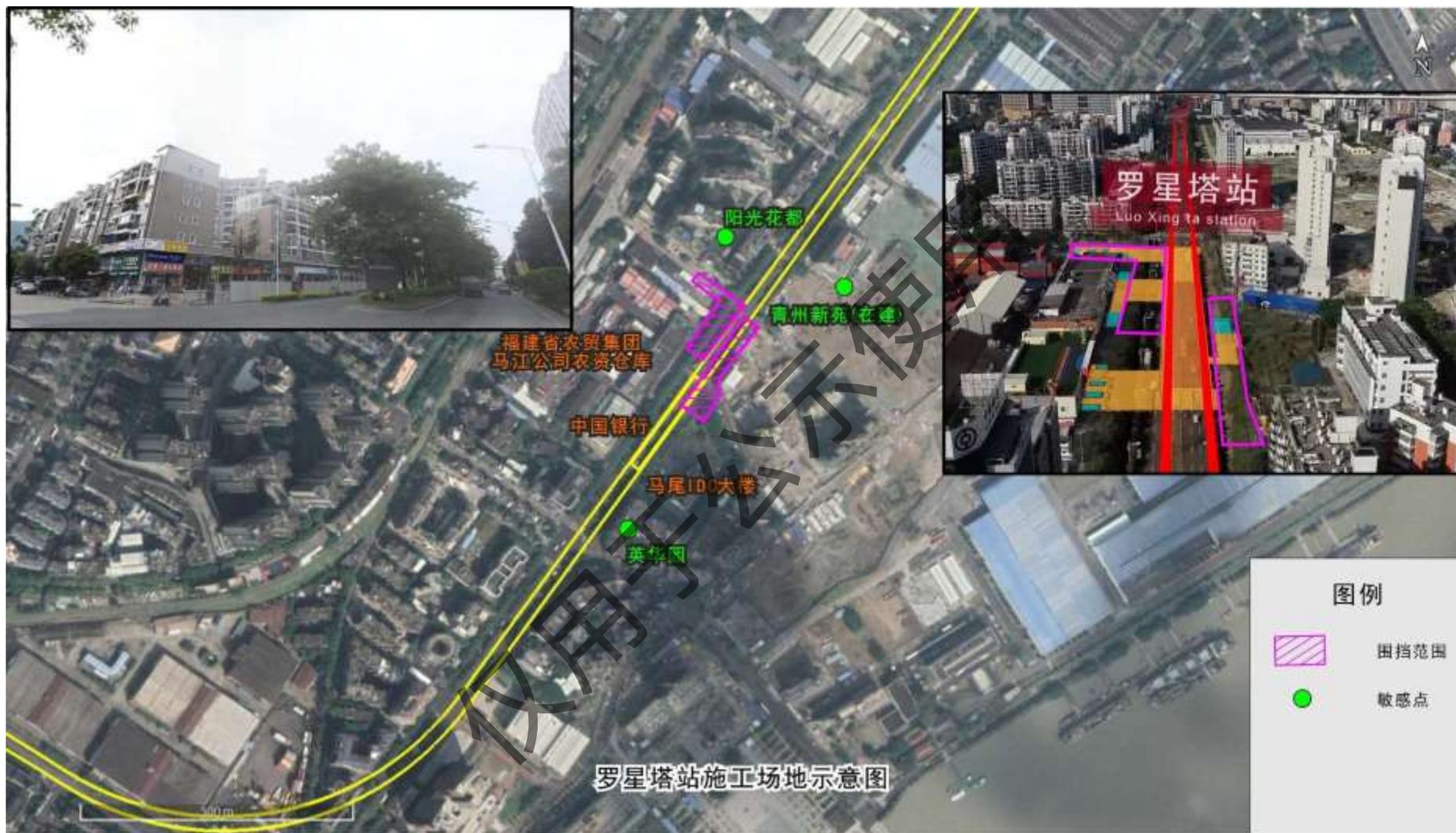


图 3.3-22 罗星塔站施工场地及周边敏感点

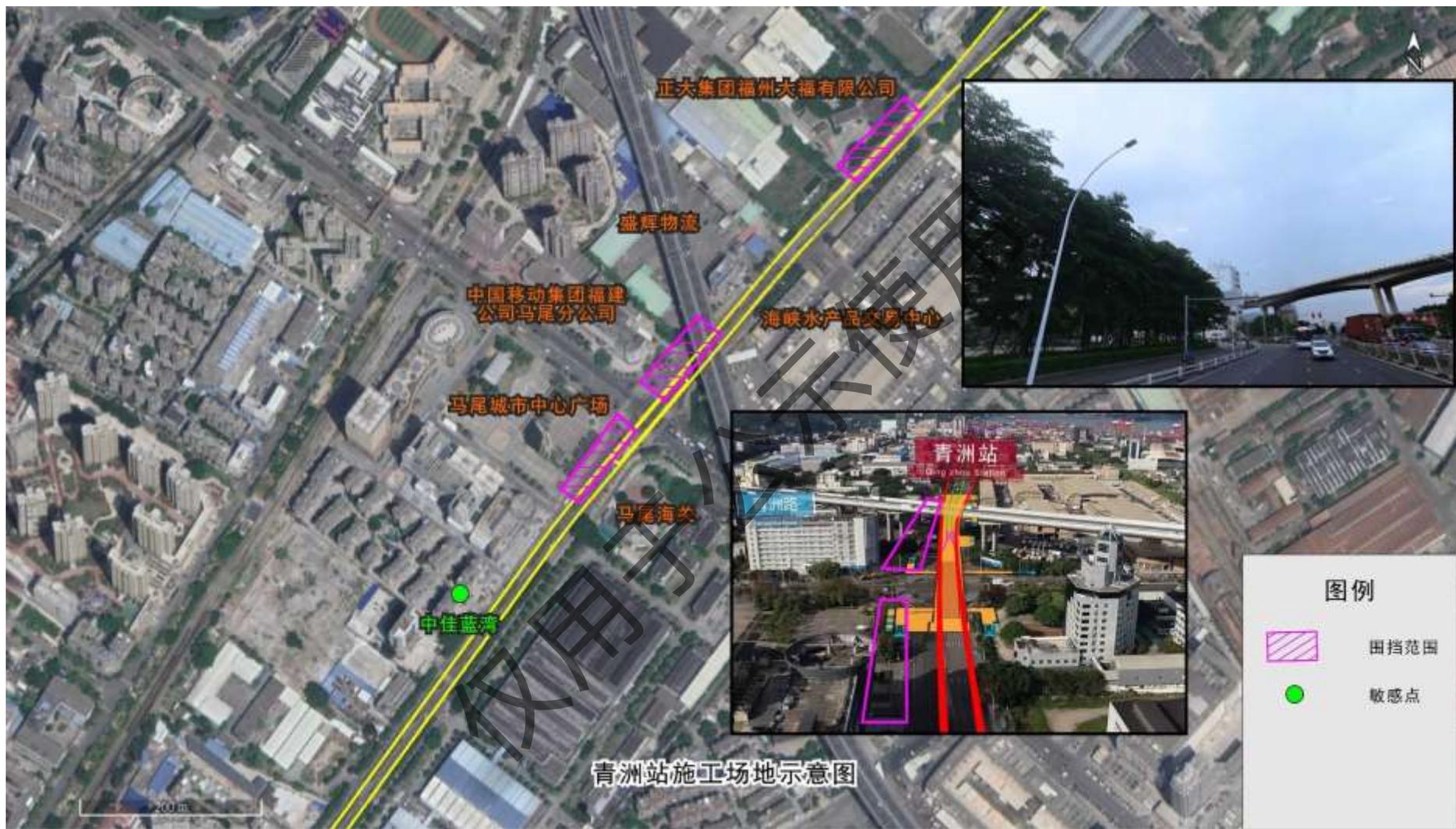


图 3.3-23 青洲站施工场地及周边敏感点

3.4 工程分析

3.4.1 工程组成及环境影响识别

本工程的环境影响从空间概念上主要分为线路、车站等；从时间序列上可分为施工期和运营期。

(1) 施工期环境影响识别

工程占地将导致征地范围内道路绿化带的消失，施工临时占地和施工扬尘也将使沿线植被受到破坏或不良影响。施工中的挖掘机、重型装载机械及运输车辆等机械设备产生的噪声、振动会影响周围居民区、学校等敏感目标。施工过程中的生产作业废水，尤其是雨季冲刷堆渣池和泥浆池产生的泥浆废水，以及施工人员排放的生活污水都可能对周围区域水环境造成影响。工程地下掘进作业将有可能对地下水的补给产生阻隔作用。施工作业对环境空气的影响主要表现为扬尘污染，主要来源于隧道施工出渣、土石方工程、地表开挖和运输过程；燃油施工机械也将影响环境空气质量。

(2) 运营期环境影响识别

列车运行噪声、风机噪声及风管气流噪声通过风井（风亭）传播至地面环境敏感目标；列车运行产生振动通过地层传播至地面环境敏感目标；车站清扫水、结构渗漏水、凝结水、消防废水及出入口雨水由雨水泵抽升至地面市政雨水管道，生活污水通过污水泵抽升至地面市政污水管道；车站及隧道内的空气通过风机、风亭与地面空气进行交换，地铁运营初期，车站及隧道内留存的装修材料散发的气味通过空气处理箱由风亭排入地面空气中，根据对已有地铁风亭排气的调查，发现有些风亭排气中夹带异味；车站产生的生活垃圾收集后运至地面，由环卫系统收运处置。

表 3.4-1 本项目组成及环境影响识别

名称	建设内容		主要环境问题		拟采取的环保措施
			施工期	运营期	
主体工程	线路工程	线路长度 13.5km，均为地下线，无车辆基地	征地拆迁、占用土地、损坏植被、水土流失、施工噪声、施工振动、	轨道交通风亭冷却塔噪声，振动环境影响，车站生产废水及垃圾排放环境	采取工程、植物、临时措施防治水土流失，采取道路硬化和洒水等抑制扬尘，优化降水方案，合理安排时间
	车站工程	设车站 8 座（其中换乘站 2 座），全为地下站			
	区间隧道及区间风井工程	区间隧道总长约 11.287km，洋里站~魁岐站区间设 1 处区间风井			

名称	建设内容		主要环境问题		拟采取的环保措施
			施工期	运营期	
公用工程	轨道工程	正线、辅助线及试车线采用60kg/m	施工废水、施工涌水、地表沉降、施工扬尘	影响，电磁辐射影响，社会经济的影响	及布设施工场地、控制施工噪声影响，设置消声器等措施控制风亭噪声，采取减振措施降低轨道交通振动，污水排入市政污水管网
	车辆系统	车辆采用B型车，最高行车速度80km/h			
	供电系统	设置主变电站（魁岐主变），选址位于魁岐站西北侧			
	通风空调系统	风亭19组，冷却塔8组			
	给排水	用水水源均来自城市自来水，生产废水和生活污水经初步处理后就近排入城市污水管网进入污水处理厂处理			
临时工程	施工场地	临时占地10760m ²	占地，水土流失、植被破坏	恢复其使用功能	场地平整、植被修复
环保工程	生态环境保护措施	水土保持工程措施，植物措施、临时工程	减少水土流失、恢复植被	控制轨道交通噪声、振动、污水、风亭异味	/
	污水处理	生活污水排入市政管网			
	噪声治理措施	通风空调系统设备选型选择安全可靠、技术先进、经济合理、环保节能、维修方便的设备，选用低噪声、低振动的设备，对生产振动的设备设隔振基座，与生产振动的设备连接管道设软接管，管道支吊架，车站通风空调系统的送、排风管上和区间隧道排热通风系统的通风机前后安装2m长消声器，风到墙面、顶面根据需要贴吸音材料，风亭百叶根据需要采用消声百叶			
	振动处理措施	采用轨道减振结构			
	大气环境保护措施	施工现场洒水降尘，绿色覆盖等措施降低风亭异味			

表 3.4-2 工程环境影响分析

时段	工程内容	环境影响	
施工期	工程征地	使征地范围内的土地利用功能发生改变，从而对居民生活、城市景观、城市绿化、城市交通及社会经济等造成影响。	
	施工期准备	地下管线拆迁	1.对车辆、道路两侧居民造成通行障碍。 2.土层裸露，晴而多风天气造成扬尘，影响环境空气质量；雨天造成道路泥泞，甚至淤塞下水道、污染地表水体。
		居民搬迁	干扰居民工作、生活，产生建筑垃圾。
		单位搬迁	干扰单位正常生产，产生建筑垃圾。
		弃土及其运输、材料运输、施工营地活动	1.形成空气污染源，施工机械排放废气，施工材料运输车辆排放尾气，施工人员炊事炉灶排油烟，施工弃土运输车辆撒落泥土及扬尘。 2.施工材料、施工弃土运输干扰城市交通。 3.生产、生活污水排放，形成水污染源。 4.弃土处置不当易产生水土流失。
	地下段施工	车站明挖、盖挖及地面设施施工	1.对车辆、道路两侧居民造成通行障碍。 2.土层裸露，晴而多风天气造成扬尘，影响环境空气质量。 3.施工泥浆水排放，影响市政雨水管道功能。 4.基坑降水不当，易引起地下水位下降，地面沉降。 5.基础混凝土浇筑、振捣，形成噪声、振动源。 6.基坑涌水产生的施工废水 7.可能引起地下水水质污染。
		区间盾构施工	1.盾构推进时可能引起局部地面隆起，施工后可能引起局部地面下陷，造成地下管线和地面建筑物破坏。 2.堆渣场雨天造成道路泥泞，甚至淤塞下水道。 3.施工泥浆水排放，影响市政雨水管道功能。 4.施工弃土运输车辆撒落及扬尘。
运营期	地下段列车运行（不利影响）	1.形成振动源。 2.对地面建筑产生二次结构噪声。 3.产生的振动对沿线敏感建筑产生影响。 4.变电所以对电磁环境产生的影响。	
	通车运营期	1.改变线路所在区域内的土地利用方式，提高地价，引导城市布局优化。 2.促进沿线地区经济的发展。 3.轨道交通的建设减少了地面行车数量，提高了车速，减少了汽车尾气造成的污染负荷，降低了路面噪声，从而改善了沿线城区的整体环境质量。 4.方便居民出行，减少居民出行时间，提高劳动生产率。	
	车站运营	1.车站冲洗等废水，职工生活污水排放。 2.地下车站风亭、冷却塔排放噪声。 3.地下车站风亭排风产生异味。 4.产生固体废物（生活垃圾）。 5.如设计不协调，将破坏城市景观。	

3.4.2 主要污染源分析

3.4.2.1 噪声源

(1) 施工期噪声源

本工程施工期噪声源主要为动力式施工机械产生的噪声，根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ 2034-2013)，各类施工机械噪声测量值见表 3.4-3。

表 3.4-3 施工机械及车辆噪声源强

序号	施工设备名称	距声源 5m	距声源 10m
1	液压挖掘机	82~90	78~86
2	电动挖掘机	80~86	75~83
3	推土机	83~88	80~85
4	轮式装载机	90~95	85~91
5	重型运输车	82~90	78~86
6	静力压桩机	70~75	68~73
7	空压机	88~92	83~88
8	风锤	88~92	83~87
9	混凝土振捣器	80~88	75~84
10	混凝土输送泵	88~95	84~90
11	各类压路机	80~90	76~86
12	移动式发电机	95~102	90~98

(2) 运营期噪声源

① 地下区域段噪声源

本项目全线均为地下段，运营期噪声主要来源于区间风井、车站风亭及冷却塔的运营噪声。

设计阶段，本项目各风亭设计安装 2m 长消声器。本评价委托第三方检测单位对现运行的福州市地铁 2 号线南门兜站新风亭、排风亭和活塞风亭进行运行噪声监测，同时收集上海地铁一号线马戏城站及深圳地铁 1 号线竹子林站对各风亭的监测数据，对运营期车站风亭及冷却塔噪声源强进行比选。比选情况见表 3.4-4：

表 3.4-4 各运营地铁风亭及冷却塔噪声源强表

序号	项目	福州地铁 2 号线南门兜站		上海地铁一号线马戏城站及深圳地铁 1 号线竹子林站	
		消声器长度 (m)	源强 (源强距离)	消声器长度 (m)	源强 (源强距离)
1	新风亭	2	58dB (A) (2m)	2	59dB (A) (2.5m)

2	排风亭	2	65.1dB (A) (2m)	2	69.6dB (A) (2.5m)
3	活塞风亭	2	64.1dB (A) (2m)	2	65dB (A) (3m)
4	冷却塔塔体	/	64dB (A) (2m)	/	66.0dB (A) (2m)
5	冷却塔风机口	/	68dB (A) (2m)	/	73 dB (A) (1.5m)

本项目与福州地铁 2 号线南门兜站、上海地铁一号线马戏城站及深圳地铁 1 号线竹子林站风亭、风井设置情况情况见表 3.4-5。

表 3.4-5 各运营地铁风亭及冷却塔设置参数对比

序号	项目	本项目工程参数	类比工程参数
1	新风亭风机	风压 H=200Pa; 单台功率 N=2.2kw (变频)	风压 H=200Pa; 单台功率 N=2.2kw (变频)
2	排风亭风机	风压 H=550Pa; 单台功率 N=18.5kw (变频)	风压 H=550Pa; 单台功率 N=18.5kw (变频)
3	活塞风亭	风亭口面积 16m ²	风亭口面积 16m ²
4	冷却塔	单台功率 N=7.5kW	单台功率 N=7.5kW

根据表上对比可知，福州地铁 2 号线、上海地铁一号线马戏城站及深圳地铁 1 号线竹子林站风亭均采用 2m 长消声器，采用措施与本项目设计阶段一致；风亭及冷却塔噪声值较为接近，但福州轨道交通 2 号线南门兜站的源强偏小。本评价考虑最不利条件，本项目各风亭源强及冷却塔噪声源强情况如下：

活塞风亭：声源距离 3m 处为 65.0dB (A)；

排风亭：声源距离 2.5m 处为 69.6dB (A)；

新风亭：声源距离 2.5m 处为 59.0dB (A)；

冷却塔：声源距离塔体 2.1m 处为 66.0dB (A)，风机声源距排风口 1.5m 处 73.0dB (A)。

②变电站噪声

城市轨道交通线路变电所噪声主要是由交替变化的电磁场激发金属零部件和空气间隙周期性振动而引发的电磁噪声，其主要分布在 1000Hz 以上的高频区域。本工程拟新建 110kV 地面户内式主变电站 1 所，为魁岐主变。本次评价选择福州轨道交通 2 号线工程茶亭主变所进行类比监测。该变电所采用 110kV/35kV 两级电压集中供电方式，与本项目一致。本次评价采用的源强值为：距变压器 1m 处为 71.7dB (A)。

3.4.2.2 振动源

(1) 施工期振动源

本工程施工期振动源主要为动力式施工机械产生的振动，各类施工机械振动源强见表 3.4-6。

表 3.4-6 施工机械振动源强参考振级

施工阶段	施工设备	测点距施工设备距离 (m)				
		5	10	20	30	40
土方阶段	挖掘机	82-84	78-80	74-76	69-71	67-69
	推土机	83	79	74	69	67
	压路机	86	82	77	71	69
	重型运输车	80-82	74-76	69-71	64-66	62-64
基础阶段	振动夯锤	100	93	86	83	81
	风锤	88-92	83-85	78	73-75	71-73
	空压机	84-85	81	74-78	70-76	68-74
结构阶段	钻孔机	63				
	混凝土搅拌机	80-82	74-76	69-71	64-66	62-64

(2) 运营期振动源

地铁列车在轨道上运行时，由于轮轨间相互作用产生撞击振动、滑动振动和滚动振动，经轨枕、道床传递至隧道衬砌，再传递至地面，从而引起地面建筑物的振动，对周围环境产生影响。

根据《环境影响评价技术导则 城市轨道交通》(HJ453-2018)：“振动源强现场实测类比方法参照附录 B。若建设项目所在地区已有符合工程实践的源强数据时，也可直接采用，但应论证其可类比性。”福州市现已运营地铁为地铁 1 号线和地铁 2 号线。根据与建设单位及运营单位协商结果，由于现阶段福州地铁已投入运营，考虑隧道内无预留监测仪器监测条件，从运营安全及人员安全考虑，现阶段福州地铁无监测条件。因此本评价采用类比验证方法确定振动源强。

本评价收集《福州市轨道交通 2 号线工程环境影响报告书（报批稿）》《福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）~下岐楼站]环境影响报告书（报批稿）》《福州市轨道交通 2 号线工程竣工环境保护验收调查报告》《福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）~下岐楼站]竣工环境保护验收调查报告》中环评阶段地铁振动源强、敏感点振动预测结果及验收过程敏感点振动实测数据进行对比，对比情况见表 3.4-7。

表 3.4-7 福州轨道交通 2 号线环评预测值及验收监测值对比

敏感点	距离 (m)		运行车速 (km/h)	地质情 况	环评预测值 VLzmax (dB)	验收监测值 VLzmax (dB)
	水平	垂向				
美岐第二小区	35.5	14.7	50	中软土	64.4	62.3~67.0
尚书耕天下	51.0	21.0	70	软弱土	67.4	63.0~66.3
钱隆首府	53.4	15.0	60	软弱土	66.4	62.7~66.1
福兴女子医院	35.9	20.5	70	软弱土	66.7	60.5~65.3
备注	以上敏感点均未采用减振措施；					

福州轨道交通 2 号线工程车辆参数与本项目车辆参数对比情况见表 3.4-8。

表 3.4-8 福州轨道交通 2 号线工程车辆参数与本项目车辆参数对比

振动源类别	本项目采用的相关参数	福州轨道交通 2 号线工程参数
车辆类型	B 型车	B 型车
车辆轴重	14 吨	14 吨
设计速度	80	80
有砟/无砟轨道	无砟轨道	无砟轨道
有缝/无缝轨道	无缝轨道	无缝轨道
钢轨类型	采用 60kg/m 钢轨	采用 60kg/m 钢轨
扣具类型	弹性分开式扣件	弹性分开式扣件
道床类型	整体道床	整体道床
隧道型式	双洞单线	双洞单线

根据上表可知，本项目环评阶段预测值均大于验收结果。

同时，本项目收集杭州地铁 2 号线地下段及厦门市轨道交通 1 号线工程振动测量结果，其列车运行参数与本项目对比情况见表 3.4-9。

表 3.4-9 振动源强类比监测参数对照

振动源类别	本项目采用的相关参 数	杭州地铁 2 号线参数	厦门市轨道交通 1 号 线参数
车辆类型	B 型车	B 型车	B 型车
车辆轴重	14 吨	14 吨	14 吨
簧下质量	1.3t	1.3t	1.3t
设计速度	80	80	80
有砟/无砟轨道	无砟轨道	无砟轨道	无砟轨道
有缝/无缝轨道	无缝轨道	无缝轨道	无缝轨道
钢轨类型	采用 60kg/m 钢轨	采用 60kg/m 钢轨	采用 60kg/m 钢轨
扣具类型	弹性分开式扣件	弹性分开式扣件	弹性分开式扣件
道床类型	整体道床	整体道床	整体道床
隧道型式	双洞单线	双洞单线	双洞单线
测点位置	/	高于轨面 1.25m 隧道 壁	高于轨面 1.25m 隧道 壁

地质条件	软弱土、中软土、中硬土	中软土	中硬土、中软土
运行车速	/	68km/h	70km/h
测试结果	/	79.2dB	83.9dB

本项目设计时速为 80km/h，采用弹性分开式扣件，B 型车，整体道床，60kg/m 无缝钢轨，沿线地质条件以软弱土、中软土、中硬土为主，对比表 3.5-7 及表 3.5-8 可知，本项目车辆参数与杭州地铁 2 号线、厦门市城市轨道交通 1 号线及福州市轨道交通 2 号线工程车辆参数一致，其地质情况与厦门市城市轨道交通 1 号线沿线地质较为接近。因此综合考虑，本评价振动源强选取为车辆运行速度 70km/h，距轨道外轨中心线 0.5m，源强采用 83.9dB。

3.4.2.3 大气污染源

(1) 施工期大气污染源

施工期主要大气污染源为：一是施工过程中的开挖、回填、拆迁及沙石灰料装卸过程中产生粉尘污染，车辆运输过程中引起的二次扬尘；另一类是以燃油为动力的施工机械和运输车辆的增加，必然导致废气排放量的相应增加，其主要污染物为烟尘、二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）和碳氢化合物（C_nH_m）。

(2) 运营期大气污染源

地铁车站排风亭所排气体，因地下车站长期不见阳光，在阴暗潮湿的环境下会滋生霉菌从而散发出霉味；车辆运行时的动力系统会使地下空间环境空气温度升高；车辆运行和乘客的进入会给地下车站带进大量的灰土使其含尘量增高；人群呼出的二氧化碳气体会使空气中二氧化碳的浓度增高；车辆受电与接触装置间的高压电火花会在空气中激发产生臭氧；人的汗液挥发、地下车站内部装修工程采用的各种复合材料也会散发多种有害气体等等。根据国内既有运营的地铁车站排风亭异味调查，霉味正是地下车站风亭排气异味中的主要成分。调查表明上海地铁 2 号线风亭排气异味下风向 10~15m 为嗅阈值或无异味，15m 以远已感觉不到风亭异味。

轨道交通运输客运量大，轨道交通建设可以替代大量的汽车客运量，从而可相应地大大减少汽车尾气污染物排放量，有利于改善地面空气环境质量。

3.4.2.4 地表水污染源

(1) 施工期水污染源

根据对轨道交通工程施工废水排放情况的调查，建设中一般每个区间或站点有施工人员 100 人左右，每人每天按 0.04m³ 排水量计，每个区间或站点施工人员生活污水排

放量约为 4m³/d，生活污水中主要污染物为 COD、动植物油、SS 等。施工还排放道路养护水、施工场地冲洗水、设备冷却水等施工废水，主要污染物为 COD、石油类、SS 等。施工场地污水排放情况见表 3.4-10。

表 3.4-10 施工长期施工污水排放类比预测

污水类型	污水来源	排水量 (m ³ /d)	项目 (mg/L)			
			COD	石油类	SS	动植物油
生活污水	施工人员	4	200~300	/	20~80	50
施工废水	道路养护排水	2	20~30	/	50~80	/
	施工场地冲洗排水	5	50~80	1.0~2.0	150~200	/
	设备冷却排水	4	10~20	0.5~1.0	10~15	/

(2) 运营期水污染源

本工程运营期污水主要来自沿线车站产生的生活污水。

各车站所排污水主要为站内厕所的粪便污水、工作人员的生活污水及车站设施擦拭污水，这部分污水水质单一，为生活污水。类比厦门地铁已经运营 1 号线、2 号线，一般车站污水产生量在 8t/d 左右，换乘站在 10t/d 左右，全线全年废水约 28470t/a。水质情况大体为：COD_{Cr}：400mg/L、BOD₅：200mg/L、SS：200mg/L、NH₃-N：30mg/L、动植物油：20mg/L、pH：6.5-8.0。本工程建成后魁岐站、葆祯站、儒江站、下德站排水位于快安污水处理厂服务范围，马江渡站、船政文化站、罗星塔站、青洲站位于青洲污水处理厂服务范围，产生的生活污水经化粪池处理后满足达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中表 4 三级排放标准的要求后直接接入市政污水管道。

3.4.2.5 电磁污染源

本次电磁环境影响评价内容是列车运行产生的电磁干扰对地上线附近居民收看电视的影响。

本工程正线全线采用地下线，列车运行时受电弓与接触网滑动接触过程中的瞬时离线会产生宽频带电磁干扰。因此主要考虑主变电站对外环境的影响。

本项目主变电站为 110kV 交流户内式变电站，主变电站安装容量为 2×31.5MVA。站界外 30m 内有一处敏感点（东方名城·尚郡）。主要预测内容主变电站站界的工频电磁环境。本评价采用类比测量分析，引用福州市轨道交通 2 号线董屿 110kV 主变电站相关数据。

福州市轨道交通 2 号线董屿 110kV 主变电站主变压器容量为 2×31.5MVA，与本工程拟建 110kV 主变电站相同。引入城市电网的两路相互独立的 110kV 电源，经二台主

变压器降为 35kV 送牵引变电所。牵引供电网络采用直流 1500V 架空接触网，利用走行轨回流。本项目主变电站电压等级与福州市轨道交通 2 号线董屿主变电压等级相同，电压容量与福州市轨道交通 2 号线董屿主变相同，因此，可采用福州市轨道交通 2 号线董屿主变电磁辐射测量值作为类比源强较为可行。

(1) 类比测点位置

测点选在福州市轨道交通 2 号线董屿主变电站。

(2) 类比监测内容、方法与使用仪表

工频电场：使用国产工频电场仪 H-3A 测量背景工频电场垂直分量。

工频磁场：使用美国 keytek 公司产高斯计测量背景工频磁场垂直分量和水平分量。

(3) 类比监测结果与分析

监测结果见表 3.4-11。

表 3.4-11 主变电站工频电厂和磁场类比监测数据

序号	测点位置	工频电场垂直分量	工频磁场垂直分量	工频磁场水平分量	是否达标
1	东侧距机房 10m	1V/m	0.75 μ T	0.78 μ T	达标
2	东侧距机房 3m	1V/m	0.03 μ T	0.04 μ T	达标
3	北侧距机房 3m	1V/m	0.04 μ T	0.04 μ T	达标

3.4.2.6 固体废物

(1) 施工期

本工程施工过程产生的固体废物主要为建筑垃圾、施工弃渣、泥浆和施工人员生活垃圾。

①建筑垃圾

沿线工程共拆迁 5.73 万 m^2 ，根据以往施工经验，拆迁的建筑垃圾产生量为 $0.68m^3/m^2$ ，本工程估算拆迁建筑垃圾产生量为 $38964m^3$ 。

②施工弃渣

本工程共计产生弃方 230.47 万 m^3 (不含污泥)，弃渣主要来源于隧道、车站等施工，弃渣数量较大。

③施工人员生活垃圾

工程施工期平均施工人数约为 800 人，施工人员生活污染物排放系数为 $0.25kg/人 \cdot d$ ，施工期生活垃圾排放量为 $200kg/d$ 。施工人员产生的生活垃圾将进行分类收集，交由环卫部门统一处理。

④施工期固体废物排放总量及处理方法

本工程施工过程产生的固体废物的种类、数量及处理方法见表 3.4-12。

表 3.4-12 施工期固体废物来源及处理方法

种类	固体废物来源	数量	处理方法和去向
建筑垃圾	房屋拆迁	38964m ³	运往指定的建筑废土消纳场处理
弃渣(含干淤泥)	隧道、车站等开挖过程	238.54m ³	委托城市建筑垃圾公司处理
生活垃圾	施工人员日常	63.875t/a	分类收集后,送环卫部门统一处理

(2) 运营期

本项目运营后产生的固体废物主要分为生产废物和生活垃圾两种类型。

①生活垃圾排放量

各站生活垃圾主要来自旅客候车、乘车时丢弃的果皮果核、包装纸袋及饮料瓶、罐等,车厢内则主要是纸屑、饮料瓶等。按 40kg/站·日计算,运营期车站生活垃圾产生量为 131.4t/a。

车站工作人员按 50 人计,每个车站工作人员日产生生活垃圾 20kg,则由工作人员产生的垃圾量为 65.7t/a。

综上所述,本项目运营期每年生活垃圾产生量为 197.1 t/a。

对沿线生活垃圾,运营管理部门在各车站以合理布置垃圾箱,安排管理人员及时清扫,在分类后集中送环卫部门统一处理。

②生产废物排放量

生产废物主要来自变电站废油泥。

危险废物:变电站废油,危废代码为 900-220-08,排放量分别为 0.1t/a,应设专门危废暂存间,并按照国家及福建对危险废物的有关规定委托有资质单位进行妥善处置。

固体废物排放总量本工程产生的固体废物的种类和数量见表 3.4-13。

表 3.4-13 本工程运营期固体废物产生情况

工序/生产线	装置	固废名称	固废属性	产生情况		处置措施		最终去向
				核算方法	产生量 t/a	工艺	处置量 t/a	
变电站	变电站	变电站废油	危险废物	类比法	0.1	委托处置	0.1	变电站设置危废暂存间，收集后存放于危废暂存间，定期由厂家回收或交有资质单位处理
车辆运营	垃圾桶	生活垃圾	生活垃圾	产污系数	197.1	委托处理	197.1	委托环卫部门清运

仅用于公示使用

3.4.2.7 环境风险

本工程属于典型的非污染类建设项目，项目不属于化学原料及化学品制造、石油和天然气开采与炼制、信息化学品制造、化学纤维制造、有色金属冶炼加工、采掘业、建材等风险导则界定的项目类型；工程建设不设置炸药库、油库等设施。项目建设运行过程中变电所会产生少量的废油，产生量极少，本评价针对变电所废油进行简单分析。

3.5 影响城市生态环境的工程活动简述

本工程施工阶段的工程征地、开辟施工场地和便道、基础施工、材料设备及土石方运输等施工活动将占用和破坏城市道路，同时增加城市道路的负荷，使城市交通受到较大干扰，极易出现堵塞现象；施工噪声、扬尘、污水泥浆对周围居民生活造成影响。

在工程设计阶段应作好对永久占地和临时占地的合理规划，尽量少占绿地，尽可能减少由于轨道工程建设对沿线城市绿地系统的影响。对工程占用的绿地，建设单位应在认真履行各项报批手续的基础上，严格按批准的用地范围进行施工组织，对占用的绿地进行必要的恢复补偿，尽快恢复其生态功能。

本工程的运营将改善城市交通条件，带动商业及其他城市公共设施的发展，缓解城市道路交通压力，消除交通拥挤和堵塞现象。但在建成区或已经规划成型的道路之上修建风亭、出入口等地上建筑物，对现有的城市景观的影响不容忽视。如出入口、风亭等的造型、体量和色彩如果与周边环境不协调，则极大地影响城市特有的环境风貌；若风亭等地面设施设置合理，符合视觉景观美学要求，将能形成新的城市景观小品，起到美化城市的作用。

3.6 设计环保措施概述

工程设计中的环保治理措施详见表 3.6-1。

表 3.6-1 工程设计中的环保治理措施一览表

环境要素		污染源及污染物	治理措施
施工期	生态	施工场地	临时占地在施工结束后尽快恢复原地表功能，减少对生态环境的影响。
	扬尘	施工场地	施工现场洒水降尘，弃土运输车辆加装覆盖物，防止撒落和扬尘
	污水	施工场地	各类污水集中排放，避免无组织排放。
	噪声、振	施工场地	1.施工场地遵照 GB12523-2011 的有关规定，严格控制夜间

	动		施工； 2.合理安排施工车辆的通行路线和时间； 3.在与居民相邻区域安置施工机械时，设置简易隔声屏障，尽可能采用低噪声、振动的施工方法和施工机械，并辅以必要的管理
运营期	噪声	列车运行、车站运营	风机安装 2m 长消声器；选用超低噪声风机，风口朝向不对敏感建筑；选用超低噪声冷却塔。
	振动	列车运行	1.全线采用长钢轨无缝线路、整体道床和弹性扣件，对钢轨打磨、车轮镟圆，保持轨面平滑； 2.在超标路段采取相应减振措施；涉及文物保护单位路段采取特殊减振措施。
	污水	车站	车站生活污水经化粪池处理后，排入城市排水系统进入既有或规划市政污水管网，最终各车站分别进入对应服务区污水处理厂处理。
	固体废物	车站	袋装化收集后，交由地方环卫部门统一处理。

3.7 洋里站~魁岐站区间替代方案比选分析

3.7.1 建设规划方案制约性分析

根据《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015年-2024年）》（以下简称《二期规划调整》）。建设规划方案线路路由为出洋里站后，线路继续沿福马路向南敷设，沿鼓山发展控制区范围边缘先后下穿机场快速路魁岐隧道、鼓山补水隧洞，后沿福马路东侧敷设，在魁岐火车站附近设区间风井，线路继续沿福马路方向并行，从福建协和大学文物保护范围下穿通过，后下穿绕避魁浦大桥桩基、福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在魁岐路与日昌路路口设魁岐站。

项目工程设计阶段，通过对建设规划方案实施性进行分析，水利部门从施工运营安全角度认为洋里至魁岐段区间线路的建设规划方案与鼓山补水隧洞距离较近（仅 2m），不满足安全间距要求，要求方案做进一步优化调整，同时建设规划方案存在与地质稳定性较差、与闽江和福马铁路长距离并行存在施工和运营风险等限制性因素。具体制约因素还包括：

（1）距离闽江较近，施工过程及运营过程存在渗水问题，在带来施工困难及运营风险的情况下，同时会产生大量施工废水，对地表水环境造成一定影响；

（2）中间风井距离鼓山风景名胜区保护范围较近，施工期及运营期对鼓山风景名胜区会造成一定影响；

(3) 长距离与福马铁路并行，施工过程及运营期均会对福马铁路造成一定影响；

(4) 与鼓山补水隧洞距离较近，且由于涉及纵坡原因，线路无调整空间，施工期对鼓山补水隧洞存在结构破坏风险；

(5) 该区间建设规划方案位于该区间海拔最低处，福建协和大学历史建筑群位于该线路区间北侧山坡上。建设规划方案穿越地质为上部淤泥，下部多层承压水含水层，且与闽江水有水力联系，盾构施工易产生失水，引发地面沉降，严重情况下易引发地面塌陷，对地面浅基协和建筑群产生极大的影响。

因此设计单位结合建设规划方案的地理位置和地质情况，认为其实施性及安全性较差，对环境存在一定影响及风险，因此对洋里站~魁岐站区间路由提出向鼓山风景名胜区方向调整的靠山方案。

建设规划方案与敏感点、城市配套工程的位置关系以及与靠山方案比选分析如下。

3.7.1.1 建设规划方案与敏感点的位置关系

(1) 与鼓山风景名胜区位置关系

建设规划方案 AK38+370~AK38+835 区间下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区），下穿区间最浅埋深为 23.8m，拟在 AK39+180 区间设置区间风井，区间风井距离鼓山风景名胜区发展控制区边界约 2m。

(2) 与福建协和大学历史建筑群位置关系

YAK39+160~YAK39+870 穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围，穿越长度约 710m（其中保护范围 34m，建设控制范围 676m）。距离保护范围最近水平距离约为 4m，垂向距离约 17.5m。

3.7.1.2 建设规划方案与已建城市配套工程的位置关系

(1) 与城市桥梁桩基位置关系

建设规划方案 AK40+100~AK40+200 从魁浦大桥桥跨中间下穿，未直接接触桥梁桩基。

(2) 与福马铁路位置关系

建设规划方案 AK38+770~AK39+850 区间与福马铁路长距离并行。

(3) 与鼓山补水隧洞位置关系

由于建设规划方案沿线表土覆土较浅，因此采用下跨形式跨越鼓山补水隧洞。受限与洋里站站后区间高程，在采取 29%纵坡（最大纵坡值）后与鼓山补水隧洞最大垂向距离约为 2m。

3.7.1.3 建设规划方案与靠山方案比选

本评价从工程实施性、安全性以及环境影响角度分析建设规划方案与靠山方案的比选分析。其中靠山方案以工程推荐方案为分析对象。建设规划方案与靠山方案比选情况见表 3.7-1。

仅用于公示使用

表 3.7-1 建设规划方案与靠山方案比选情况表

序号	比选方案		建设规划方案	靠山方案（工程推荐方案）
1	设计方案概述		线路出洋里站后，线路继续沿福马路向南敷设，沿鼓山发展控制区范围边缘先后下穿机场快速路魁岐隧道、鼓山补水隧洞，后沿福马路东侧敷设，在魁岐火车站附近设区间风井，线路继续沿福马路方向并行，从福建协和大学文物保护范围下穿通过，后下穿绕避魁浦大桥桩基、福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在魁岐路与日昌路路口设魁岐站。 AK39+180 处设置区间风井。	线路出洋里站后，线路继续沿福马路向南敷设，从三环快速路魁岐 2 号隧道和福马路鼓山隧道之间下穿并行，后上跨鼓山引水隧洞并下穿三环快速路魁岐 1 号隧道向南敷设，自魁岐互通匝道群位置下穿绕避魁岐互通桥梁桩基，向东下穿福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在魁岐路与日昌路路口设魁岐站。AK40+040 设置区间风井
2	涉及敏感点情况	鼓山风景名胜区	AK38+370~AK38+835 区间下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区）；AK39+180 区间设置区间风井，区间风井距离鼓山风景名胜区发展控制区边界约 2m。	AK38+390~AK39+900 下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区），穿越长度约 1367m，区间风井位于魁岐互通下，距离风景名胜区发展控制区边界约 160m。
3		福建协和大学历史建筑群	YAK39+160~YAK39+870 穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围，穿越长度约 710m（其中保护范围 34m，建设控制范围 676m）。距离保护范围最近水平距离约为 4m，垂向距离约 17.5m。	AK39+240~AK39+940 穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围，穿越长度约 700m（其中保护范围 550m，建设控制范围 150m），距离保护范围最近水平距离 0m，垂向距离 27.48m。
4	与闽江位置关系		线路临近闽江，区间隧道及区间风井实施涉及河道保护范围	线路远离闽江，区间隧道及区间风井均未涉及河道保护范围
5	沿线地质情况		<p>沿线穿越为淤泥层，上层地质主要为杂填土、粘土，下层地质主要为中细砂、淤泥质土夹砂、卵石等。其地质较软，含水率较大。建设规划方案从淤泥层通过。</p>	<p>沿线隧道穿越区间主要为微风化花岗岩，上层地质主要为强风化花岗岩及中风化花岗岩。其地质较硬，含水率较小。工程推荐方案从微风化花岗岩通过。</p>
6	与城市桥梁桩基位置关系		建设规划方案 AK40+100~AK40+200 从魁浦大桥桥跨中间下穿，未直接接触桥梁桩基。	AK40+100~AK40+300 从魁岐互通桩基间穿越，未直接接触桥梁桩基。
7	与福马铁路位置关系		建设规划方案 AK38+770~AK39+850 区间与福马铁路长距离并行。	靠山方案距离福马铁路较远，仅一次交叉。
8	与鼓山补水隧洞位置关系		采用下跨形式跨越鼓山补水隧洞，与鼓山补水隧洞最大垂向距离约为 2m，水利部门提出净距过小，影响补水隧洞结构安全，存在引发结构裂缝渗水风险。	采用上跨形式跨越鼓山补水隧洞，与鼓山补水隧洞最大垂向距离约为 5m。
9	环境影响分析	施工期	水环境	1、沿线穿越微风化花岗岩层，含水量较低，因此施工过程中施工废水产生量较少；
			1、沿线线路与鼓山补水隧洞距离仅为 2m，施工过程中对鼓山补水隧洞结构安全存在引发结构裂缝渗水风险，造成鼓山补水隧洞破损，同时渗水也会造成沿线隧道施工过程中大量涌水；	
			2、建设规划方案沿闽江设置，其穿越地质为粘土、淤泥、中细砂，其含水量较大，施工过程中会产生大量淤泥，淤泥处理过程会产生施工废水，对沿线水环境会产生一定影响；	
			3、建设规划方案距离闽江较近，施工过程中存在渗水风险，施工实施性较为困难，存在一定施工风险。同时施工渗水会产生大量施工废水，施工废水对水环境会产生一定影响；	

10		大气环境	中间风井距离鼓山风景名胜区保护范围较近，施工扬尘对地表植被会产生一定影响	中间风井距离风景名胜区保护范围约 160m，对其影响较小。
11		固体废物	沿线穿越地质以淤泥为主，其综合利用性较差，需进行泥水分离处理后排放。	施工期掘进产生漆渣以花岗岩为主，有较好的硬度，可统一收集后综合利用，对外环境影响可接受；
12		生态环境	1、沿线施工采用盾构法掘进，其穿越地质主要为淤泥，含水量较大，施工过程中挖掘大量淤泥后，对地表植被根茎补给会产生一定影响； 2、区间隧道长距离与福马铁路并行，施工过程对福马铁路存在一定影响。同时区间风井距离福马铁路较近，施工期对福马铁路轨道存在一定影响； 3、沿线区间采用盾构法施工，中间设置有一处区间风井，同时区间风井距离鼓山风景名胜区范围较近，施工期对鼓山风景名胜区地表生态存在一定影响；	1、施工期区间隧道采用盾构法施工，同时穿越地质为微风化花岗岩，其地质较为稳定，采取合理施工措施的情况下，施工过程对地表建筑影响较小；同时下穿鼓山风景名胜区及福建协和大学历史建筑群区间无车站、风井等地面建筑，不会对地表植被及地表建筑产生直接影响； 2、沿线与福马铁路无并行关系，施工过程对福马铁路影响较小；区间风井距离福马铁路约 70m，施工期对福马铁路影响较小。 3、沿线主要穿越地质为微风化花岗岩，其含水量较低，同时由于花岗岩特性，其地表植被根茎分布较少，掘进过程不会对植被根茎造成直接影响，同时由于含水量较少，该区间地表植被生态用水主要来源于降雨，因此施工过程不会对地表植被水源补给产生间接影响；区间风井位于鼓山风景名胜区范围外，距离风景名胜区约 160m，施工期对风景名胜区地表生态不会产生影响。
13		地质情况	1、沿线穿越地质为上部淤泥，下部多层承压水含水层，且与闽江水有水力联系，盾构施工易产生失水，引发地面沉降，严重情况下易引发地面塌陷，对地面浅基协和建筑群产生极大的影响； 2、沿线福建协和大学历史建筑群为近现代建筑，采用砖木结构，建设年限约为 80-90 年，建筑结构不稳定，当地面沉降幅度较大时造成地基不稳定时，可能会产生坍塌风险。	沿线穿越微风化花岗岩层，其地质较硬，地质稳定，在采取合理施工方法和良好的施工措施情况下，对地表的建筑影响可接受，造成的地面沉降较小。
14	运营期	生态环境	运营期区间风井噪声对地表野生动物会产生影响影响；	1、靠山方案下穿风景名胜区、福建协和大学历史建筑群范围无车站、风井等地面建筑物，运营过程不会产生固体废物、废水、废气等污染物；中间风井位于魁岐互通下方，距离敏感区范围较远，运营期噪声不会对野生动物产生影响； 靠山方案与福建协和大学历史建筑群保护范围水平最近距离为 0m，垂向最近距离为 27.48m，车辆运营对福建协和大学历史建筑群本体产生一定影响。根据《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程文物影响评估报告》预测结果，在采取特殊减振措施的情况下，运营期对沿线涉及文物保护单位水平振动速度均能达到《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T 50452-2008）中关于省级文物保护单位的容许振动速度限值，振动影响可接受。
15		大气环境	中间风井距离风景名胜保护范围较近，中间风井运营过程会产生一定恶臭废气影响。	
16		声环境	中间风井距离风景名胜保护范围较近，中间风井运营过程中对地表野生动物会产生一定影响	
17		振动环境	建设规划方案与福建协和大学历史建筑群保护范围水平最近距离为 4m，垂向最近距离 17.5m，车辆运营对福建协和大学历史建筑群本体产生一定影响。根据《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023 年）环境影响报告书》，建设规划方案运营期对最近文保单位水平振动速度超过《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T 50452-2008）中关于省级文物保护单位的容许振动速度限值，在采取特殊减振措施后达标排放，振动影响可接受。	

3.7.1.4 比选分析小结

综上所述，从工程角度分析，建设规划方案存在施工困难、施工及运营安全风险高、对文物保护单位等敏感目标的环境影响可控程度较差，从尽量减少对敏感目标的环境影响角度分析，工程设计期间认为靠山方案的可行性优于建设规划方案；从环境影响角度分析，虽然靠山方案涉及鼓山风景名胜区范围增加，但风景名胜区范围内无车站、中间风井等地面设施，同时洋里至魁岐段区间线路采用盾构法施工，靠山方案穿越地质岩层均为微风化花岗岩，地质稳定性较好，在采取合理的施工方案和良好的施工措施情况下对洋里至魁岐段区间段涉及的风景区等敏感目标的影响优于建设规划方案。靠山方案涉及福建协和大学历史建筑群保护范围相较于建设规划方案有所增加，但其涉及穿越区间的地质稳定性较好，采取合理的施工方案和良好的施工措施情况下，出现地面沉降的概率和影响范围均较小，对地表建筑物影响较小，反观建设规划方案存在施工后地质不稳定造成地面沉降概率较大，进而可能造成地表建筑基础破坏的风险。因此从对地表建筑物影响角度分析，靠山方案优于建设规划方案。运营期在采取特殊减振措施后，建设规划方案及靠山方案对文物保护单位等敏感目标的影响均能接受。

因此，综合以上分析内容，靠山方案从工程施工安全角度及环境影响角度分析，均优于建设规划方案。

3.7.2 洋里站~魁岐站区间选址方案

设计单位结合洋里站~魁岐站区间敏感区及城市配套工程分布情况，推出 4 套方案进行比选。

3.7.2.1 方案一

线路概述：线路出洋里站后，线路继续沿福马路向南敷设，从三环快速路魁岐 2 号隧道和福马路鼓山隧道之间下穿并行后上跨鼓山引水隧洞，后向南下穿三环快速路高架，沿线避让福建协和大学文物保护建筑物本体范围，自魁岐互通匝道群位置下穿绕避魁岐互通桥梁桩基，向东下穿福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在魁岐路与日昌路路口设魁岐站。，详见图 3.7-2。

仅用于公示使用



图 3.7-2 方案一线路示意图

(1) 方案一优点

① 线路更为顺直，线路较短，节约工程费用，线路相比建设规划方案长度缩短约 130m。

② 线路从魁岐隧道与鼓山隧道之间下穿通过，避开与福马铁路并行，减少与福马铁路的交叉与并行段，且区间风井距离福马铁路较远，仅一处与福马铁路下穿交叉，施工期对铁路影响较小，协调难度较小；

③ 线路距离闽江 200~300 米，相对较远，未侵入闽江防洪岸堤保护线范围，施工期对闽江防洪岸堤结构影响小，且闽江对地铁运营期的影响也较小，工程风险小；

④ 因 2 号线东延线与鼓山补水隧洞的交叉位置位于鼓山山体内，隧道上方覆土厚，且地质条件好，为岩层，水利部门提出区间隧道距离鼓山补水隧洞结构安全净距约 5m，线路采用约 17.5‰的上坡上跨鼓山补水隧洞，距离上方福马路鼓山隧道及机场快速路魁岐隧道净距超过 10m，采用 TBM 盾构施工，施工期对鼓山补水隧洞及市政公路隧道结构安全影响小；

⑤ 沿线拆迁少：线路从福马路鼓山隧道与三环路魁岐隧道之间直接并行通过，后下穿福州海王福药制药厂，沿线拆迁量较小；

⑥ 沿线避让福建协和大学文物保护建筑本体，对建筑物影响小。

(2) 方案一缺点

① 线路下穿鼓山控制发展区（三级保护范围）区间长度约 1650 米，但未涉及鼓山风景恢复区范围，且有约 1000 米范围在现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道（已通车多年）下方敷设；基于该段线路范围现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道，未对鼓山风景区地表植被产生重大影响。相比市政公路隧道矿山法施工，2 号线东延线一期采用 TBM 法施工且均地下敷设，无地面施工、无地面构筑物、无地面开口段，在鼓山段为全地下封闭结构物，虽然穿越鼓山控制发展区（三级保护区）线路增长，但采取相关保护措施后，施工期与运营期对鼓山风景区影响较小；

② 穿越立交桥桩基础较多：盾构隧道需从魁岐互通桥桩之间穿过，穿过的桥桩数量相对较多，施工过程中需控制好施工质量，减少对现状互通桥桩的影响；

③ 为避让福建协和大学文物保护建筑物，需下穿三环快速路高架桥桥桩，区间隧道与桥桩桩基冲突，方案实施性差。

3.7.2.2 方案二

线路概述：线路出洋里站后，线路继续沿福马路向南敷设，从三环快速路魁岐 2 号隧道和福马路鼓山隧道之间下穿并行，后上跨鼓山引水隧洞继续与福马路隧道并行下穿，后向南下穿魁岐互通桥梁桩基，向东下穿福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在魁岐路与日昌路路口设魁岐站。详见图 3.7-3。



图 3.7-3 方案二线路示意图

(1) 方案二优点

① 线路更为顺直，线路较短，节约工程费用，线路相比建设规划方案长度缩短约 150m；

② 线路从魁岐隧道与鼓山隧道之间下穿通过，避开与福马铁路并行，减少与福马铁路的交叉与并行段，且区间风井距离福马铁路较远，仅一处与福马铁路下穿交叉，施工期对铁路影响较小，协调难度较小；

③线路距离闽江 200~300 米，相对较远，未侵入闽江防洪岸堤保护线范围，施工期对闽江防洪岸堤结构影响小，且闽江对地铁运营期的影响也较小，工程风险小；

④因 2 号线东延线与鼓山补水隧洞的交叉位置位于鼓山山体内，隧道上方覆土厚，且地质条件好，为岩层，水利部门提出区间隧道距离鼓山补水隧洞结构安全净距约 5m，线路采用约 17.5‰的上坡上跨鼓山补水隧洞，距离上方福马路鼓山隧道及机场快速路魁岐隧道净距超过 10m，采用 TBM 施工，施工期对鼓山补水隧洞及市政公路隧道结构安全影响小；

⑤沿线拆迁少：线路从福马路鼓山隧道与三环路魁岐隧道之间直接并行通过，后下穿魁岐互通桥桩，沿线基本无拆迁量；

⑥沿线避让福建协和大学文物保护建筑本体，对建筑物影响小。

(2) 方案二缺点

①线路下穿鼓山控制发展区（三级保护范围）区间长度约 178 米，但未涉及鼓山风景恢复区范围，且大部分范围在现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道（已通车多年）下方敷设；基于该段线路范围现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道，未对鼓山风景区地表植被产生重大影响。相比市政公路隧道矿山法施工，2 号线东延线一期采用 TBM 法施工且均地下敷设，无地面施工、无地面构筑物、无地面开口段，在鼓山段为全地下封闭结构物，虽然穿越鼓山控制发展区（三级保护区）线路增长，但采取相关保护措施后，施工期与运营期对鼓山风景区影响较小；

②线路为避让福建协和大学文物保护建筑物，需从文物北侧绕行，但从魁岐互通桩基密集区穿越，区间隧道与魁岐互通桩基冲突，冲突桩基约 13 根，方案实施性差；

③由于沿线受鼓山山体、福马铁路及魁岐互通交通用地等制约，区间风井选址困难。

3.7.2.3 方案三

线路概述：线路出洋里站后，线路继续沿福马路向南敷设，从三环快速路魁岐 2 号隧道和福马路鼓山隧道之间下穿并行，后上跨鼓山引水隧洞继续与福马路隧道并行下穿进入鼓山风景恢复区（一级保护区），后向南下穿避让魁岐互通桥梁桩基，向东下穿福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在魁岐路与日昌路路口设魁岐站。详见图 3.7-4。



图 3.7-4 方案三线路示意图

(1) 方案三优点

①线路更为顺直，线路较短，节约工程费用，线路相比建设规划方案长度缩短约 190m；

②线路从魁岐隧道与鼓山隧道之间下穿通过，避开与福马铁路并行，减少与福马铁路的交叉与并行段，且区间风井距离福马铁路较远，仅一处与福马铁路下穿交叉，施工期对铁路影响较小，协调难度较小；

③线路距离闽江 200~300 米，相对较远，未侵入闽江防洪岸堤保护线范围，施工期

对闽江防洪岸堤结构影响小，且闽江对地铁运营期的影响也较小，工程风险小；

④因 2 号线东延线与鼓山补水隧洞的交叉位置位于鼓山山体内，隧道上方覆土厚，且地质条件好，为岩层，水利部门提出区间隧道距离鼓山补水隧洞结构安全净距约 5m，线路采用约 17.5‰的上坡上跨鼓山补水隧洞，距离上方福马路鼓山隧道及机场快速路魁岐隧道净距超过 10m，采用 TBM 施工，施工期对鼓山补水隧洞及市政公路隧道结构安全影响小；

⑤沿线拆迁少：线路从福马路鼓山隧道与三环路魁岐隧道之间直接并行通过，后下穿魁岐互通桥桩，沿线基本无拆迁量；

⑥沿线避让福建协和大学文物保护建筑本体，对建筑物影响小。

(2) 方案三缺点

①线路相比建设规划方案，穿越鼓山控制发展区区段增多，且进入鼓山风景恢复区范围（二级保护区），违反《鼓山国家级风景名胜区总体规划》保护要求，并且线位侵入生态红线范围，方案不可行；

②穿越立交桥桩基础较多：盾构隧道需从魁岐互通桥桩之间穿过，穿过的桥桩数量相对较多，施工过程中需控制好施工质量，减少对现状互通桥桩的影响。

3.7.2.4 方案四

线路概述：线路出洋里站后，线路继续沿福马路向南敷设，从三环快速路魁岐 2 号隧道和福马路鼓山隧道之间下穿并行，后上跨鼓山引水隧洞并下穿三环快速路魁岐 1 号隧道往南敷设，自魁岐互通匝道群位置下穿绕避魁岐互通桥梁桩基，向东下穿福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在魁岐路与日昌路路口设魁岐站。详见图 3.7-5。



图 3.7-5 方案四线路示意图

(1) 方案四优点

①线路更为顺直，线路较短，节约工程费用，线路相比建设规划方案长度缩短约140m；

②线路从魁岐隧道与鼓山隧道之间下穿通过，避开与福马铁路并行，减少与福马铁路的交叉与并行段，且区间风井距离福马铁路较远，仅一处与福马铁路下穿交叉，施工期对铁路影响较小，协调难度较小；

③区间风井位置离鼓山风景区范围较远，且设置于魁岐互通匝道桥梁中间，基本对

鼓山风景区景观无影响；

④线路距离闽江 200~300 米，相对较远，未侵入闽江防洪岸堤保护线范围，施工期对闽江防洪岸堤结构影响小，且闽江对地铁运营期的影响也较小，工程风险小；

⑤因 2 号线东延线与鼓山补水隧洞的交叉位置位于鼓山山体内，隧道上方覆土厚，且地质条件好，为岩层，水利部门提出区间隧道距离鼓山补水隧洞结构安全净距约 5m，线路采用约 17.5‰的上坡上跨鼓山补水隧洞，距离上方福马路鼓山隧道及机场快速路魁岐隧道净距超过 10m，且工法采用 TBM 施工，施工期对鼓山补水隧洞及市政公路隧道结构安全影响小；

⑥沿线拆迁少，线路从福马路鼓山隧道与三环路魁岐隧道之间直接并行通过，从鼓山山体内通过，沿线拆迁量小。

(2) 方案四缺点

①线路下穿鼓山控制发展区（三级保护范围）区间长度约 1771 米，但未涉及鼓山风景恢复区范围，且有约 1200 米范围在现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道（已通车多年）下方敷设；基于该段线路范围现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道，未对鼓山风景区地表植被产生重大影响。相比市政公路隧道矿山法施工，2 号线东延线一期采用 TBM 法施工且均地下敷设，无地面施工、无地面构筑物、无地面开口段，在鼓山段为全地下封闭结构物，虽然穿越鼓山控制发展区（三级保护区）线路增长，但采取相关保护措施后，施工期与运营期对鼓山风景区影响较小；

②线路下穿魁岐 1 号隧道后，需下穿进入福建协和大学省级文物保护范围，区间盾构隧道位于鼓山山体内隧道埋深大，因此与建筑物基础净距较大，其中与宿舍楼 5 基础结构净距约 27.5 米，与校长楼基础结构净距约 58.3 米，与宿舍楼 3 基础结构净距约 31.2 米。由于下穿位置盾构区间位于地质条件好的岩层中，工法采用 TBM 法施工，且轨道采用钢弹簧浮置板道床，减小施工期及运营期震动影响，根据文物保护专题报告资料，区间隧道施工及运营对福建协和大学建筑物影响较小；

③穿越立交桥桩基础较多：盾构隧道需从魁岐互通桥桩之间穿过，穿过的桥桩数量相对较多，施工过程中需控制好施工质量，减少对现状互通桥桩的影响。

3.7.2.5 总体设计方案比选

由于工程存在鼓山风景区、福建协和大学历史建筑群保护、鼓山补水隧洞、铁路、闽江等控制因素，因此对各方案，从工程技术、安全性、环境保护、经济方面做综合对比分析，详见表 3.7-1。

表 3.7-2 洋里站~魁岐站区间线路方案比选分析表

项目	方案一	方案二	方案三	方案四
线路长度	3.59km	3.57km	3.53km	3.58km
线型条件	线型相对顺直，平面最小半径为 450m，除车站端头最大纵坡采用 17.5‰	平面线型相对较差，平面最小半径为 350m，除车站端头最大纵坡采用 17.5‰	线型相对顺直，平面最小半径为 450m，除车站端头最大纵坡采用 17.5‰	线型相对顺直，平面最小半径为 450m，除车站端头最大纵坡采用 17.5‰
路由	福马路-鼓山隧道走向-魁岐路	福马路-鼓山隧道走向-魁岐路	福马路-福马铁路-魁岐路	福马路-鼓山隧道走向-魁岐路
与鼓山风景区关系	线路下穿鼓山控制发展区（三级保护范围）区间长度约 1650 米，但未涉及鼓山风景恢复区范围，且有约 1000 米范围在现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道（已通车多年）下方敷设；基于该段线路范围现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道，未对鼓山风景区地表植被产生重大影响。相比市政公路隧道矿山法施工，2 号线东延线一期采用 TBM 法施工且均地下敷设，无地面施工、无地面构筑物、无地面开口段，在鼓山段为全地下封闭结构物，虽然穿越鼓山控制发展区（三级保护区）线路增长，但采取相关保护措施后，施工期与运营期对鼓山风景区影响较小；	线路下穿鼓山控制发展区（三级保护范围）区间长度约 178 米，但未涉及鼓山风景恢复区范围，且大部分范围在现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道（已通车多年）下方敷设；基于该段线路范围现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道，未对鼓山风景区地表植被产生重大影响。相比市政公路隧道矿山法施工，2 号线东延线一期采用 TBM 法施工且均地下敷设，无地面施工、无地面构筑物、无地面开口段，在鼓山段为全地下封闭结构物，虽然穿越鼓山控制发展区（三级保护区）线路增长，但采取相关保护措施后，施工期与运营期对鼓山风景区影响较小；	线路相比建设规划方案，穿越鼓山控制发展区区段增多，且进入鼓山风景恢复区范围（二级保护区），违反《鼓山国家级风景名胜区总体规划》保护要求，并且线位侵入生态红线范围，方案不可行；	1、线路下穿鼓山控制发展区（三级保护范围）区间长度 1367 米，但未涉及鼓山风景恢复区范围，且有约 1200 米范围在现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道（已通车多年）下方敷设；基于该段线路范围现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道，未对鼓山风景区地表植被产生重大影响。相比市政公路隧道矿山法施工，2 号线东延线一期采用 TBM 法施工且均地下敷设，无地面施工、无地面构筑物、无地面开口段，在鼓山段为全地下封闭结构物，虽然穿越鼓山控制发展区（三级保护区）线路增长，但采取相关保护措施后，施工期与运营期对鼓山风景区影响小； 2、区间风井位置离鼓山风景区范围较远，且设置于魁岐互通匝道桥梁中间，基本对鼓山风景区景观无影响。
与福建协和大学历史建筑群保护区关系	线路从福建协和大学文物保护范围内侧下穿，未从保护建筑本体下方穿越，对文物保护建筑影响较小；	线路从福建协和大学文物保护范围内侧下穿，未从保护建筑本体下方穿越，对文物保护建筑影响较小；	线路从福建协和大学文物保护范围内侧下穿，未从保护建筑本体下方穿越，对文物保护建筑影响较小。	区间盾构隧道位于鼓山山体内隧道埋深大，因此与建筑物基础净距较大，其中与原协和大学女生宿舍基础结构净距约 31.15 米，与校长楼基础结构净距约 58.3 米，与宿舍楼 2 基础结构净距约 27.48 米，与福建协和大学文物保护范围最近距离约 27.48 米。由于下穿位置盾构区间位于地质条件好的岩层中，工法采用 TBM 法施工，且轨道采用钢弹簧浮置板道床，减小施工期及运营期震动影响，根据文物保护专题报告资料，区间隧道施工及运营对福建协和大学建筑物影响较小。
涉铁问题与福马铁路关系	线路从魁岐隧道与鼓山隧道之间下穿通过，避开与福马铁路并行，减少与福马铁路的交叉与并行段，且区间风井距离福马铁路较远，仅一处与福马铁路下穿交叉，施工期对铁路影响较小，协调难度较小。	线路从魁岐隧道与鼓山隧道之间下穿通过，避开与福马铁路并行，减少与福马铁路的交叉与并行段，且区间风井距离福马铁路较远，仅一处与福马铁路下穿交叉，施工期对铁路影响较小，协调难度较小。	线路从魁岐隧道与鼓山隧道之间下穿通过，避开与福马铁路并行，减少与福马铁路的交叉与并行段，且区间风井距离福马铁路较远，仅一处与福马铁路下穿交叉，施工期对铁路影响较小，协调难度较小。	线路从魁岐隧道与鼓山隧道之间下穿通过，避开与福马铁路并行，减少与福马铁路的交叉与并行段，且区间风井距离福马铁路较远，仅一处与福马铁路下穿交叉，施工期对铁路影响较小，协调难度较小。
与鼓山补水隧洞关系	上跨鼓山补水隧洞，结构净距约 5m	上跨鼓山补水隧洞，结构净距约 5m	下穿鼓山补水隧洞，结构净距约 2m	上跨鼓山补水隧洞，结构净距约 5m
临近闽江关系	线路距离闽江较远，距离为 200~300 米，未侵入闽江防洪岸堤保护线范围，施工期对闽江防洪岸堤结	线路距离闽江较远，距离为 200~300 米，未侵入闽江防洪岸堤保护线范围，施工期对闽江防洪岸堤结构影响小，且闽江	线路距离闽江较远，距离为 200~300 米，未侵入闽江防洪岸堤保护线范围，施工期对闽江防洪岸堤结	线路距离闽江较远，距离为 200~300 米，未侵入闽江防洪岸堤保护线范围，施工期对闽江防洪岸堤结

	构影响小，且闽江对地下盾构施工的影响也较小，工程风险小；	对地下盾构施工影响也较小，工程风险小；	构影响小，且闽江对地下盾构施工的影响也较小，工程风险小。	构影响小，且闽江对地下盾构施工的影响也较小，工程风险小；
与沿线桥梁桩基关系	为避让福建协和大学文物保护单位，需下穿三环快速路高架桥桥桩，区间隧道与桩基直接接触，方案实施性差。	线路为避让福建协和大学文物保护单位，需从文物北侧绕行，但从魁岐互通桩基密集区穿越，区间隧道与魁岐互通桩基直接接触，冲突桩基约 13 根，方案实施性差。	穿越立交桥桩基础较多：盾构隧道需从魁岐互通桥桩之间穿过，穿过的桥桩数量相对较多，但施工过程中控制好施工质量，可从桩基间穿过，不接触现有桩基。	穿越立交桥桩基础较多：盾构隧道需从魁岐互通桥桩之间穿过，穿过的桥桩数量相对较多，但施工过程中控制好施工质量，可从桩基间穿过，不接触现有桩基。
总体设计意见				推荐

仅用于公示使用

综合上述对比分析情况，比选方案一及方案二虽然线路避让福建协和大学文物保护建筑本体，但**线路与沿线桥梁桩基冲突严重，对桩基会造成破坏**，方案基本不可行。

比选方案三虽然线路避让福建协和大学文物保护建筑本体且未与沿线桥梁桩基冲突，但线路**进入鼓山风景恢复区（二级保护区）范围**，违反《鼓山国家级风景名胜区总体规划》保护要求，并且线位**侵入生态红线范围**，方案基本不可行；

方案四虽然下穿鼓山控制发展区（三级保护范围）线路长度增加、但大部分范围在现状已有福马路鼓山隧道和三环路魁岐隧道（已通车多年）下方敷设，且该区段采用盾构隧道无害化下穿鼓山控制发展区，未涉及鼓山风景恢复区，无地面施工、无地面构筑，区间采用全包防水盾构隧道，对鼓山风景区影响小；对于福建协和大学文物影响通过文物保护专题报告分析，由于建筑基础竖向距离盾构区间隧道净距在 27 米以上，区间穿越地层为微风化岩层，对地层扰动小，轨道采用轨道采用钢弹簧浮置板道床，盾构隧道施工及运营期对建筑物影响小。

因此本工程总体设计推荐工程实施性、安全性及经济性优势明显的**方案四**，替代建设规划方案。

3.8 变电所选址变更情况

福州市轨道交通 2 号线东延线主变电所原设计在马尾停车场，由于本项目为东延线一期工程未涉及马尾停车场，为确保工程供电需求，建设单位对一期工程新增一座主变电所。根据《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程工程可行性研究报告》，建设单位拟在 AK37+654.623 路右一块空地（六一佳园北侧）设置洋里变电所。后根据设计单位实际勘查，该地块用地狭长，同时用地面积不足以建设主变电所，同时根据对照《福州市城市总体规划（2009-2020 年）》，原洋里变电所选址用地性质为一类居民用地，用地性质不符。因此建设单位与马尾区资源规划局协商沟通后，选择魁岐站西北侧规划绿地（AK41+300 路左）作为本项目主变电所（魁岐主变）建设用地。该选址已取的福州市马尾区人民政府组织召开会议同意（见附件 8）。因此本评价以魁岐主变为本次评价对象。

3.9 与第二期建设规划调整、规划环评审查意见及落实情况的符合性

3.9.1 第二期建设规划调整及规划环评情况

2016年9月,《福州新区总体方案》获得国家发改委批复;福州滨海新城建设步伐的加快;长乐撤市改区;海西城际网福莆宁都市圈 F1 线根据城市发展的需要,建设方案由经马尾调整为经南台岛,对城市轨道交通线网结构产生重大影响。因此,根据福州市最新的发展要求,结合福莆宁都市圈 F1 线建设方案的调整,在新一轮城市规划启动之际,需要对 2012 年版城市轨道交通线网进行优化调整,以保障城市轨道交通对福州城市功能的完善、城市规模的拓展和空间结构形成的支撑。为更好服务城市发展的需要,福州市组织开展第二期建设规划调整(2015~2023)工作。

第二期建设规划调整内容包括:新增 2 号线延伸段(鼓山~马尾港站),长 16.88 公里,拟设车站 12 座、停车场和变电所各 1 处;取消原 6 号线万寿~机场段,新增万寿~国际学校段,长 5.29 公里,拟设车站 6 座。

2019 年 2 月,生态环境部对《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整(2015-2023 年)环境影响报告书》下达审查意见(环审(2019)15 号)。

2020 年 7 月,国家发改委以发改基础〔2020〕1050 号同意对《福州市城市轨道交通第二期建设规划(2015-2021 年)》进行调整。

第二期建设规划调整示意图如下:

规划调整示意图如下:

福州市城市轨道交通线网调整后分期建设建议示意图

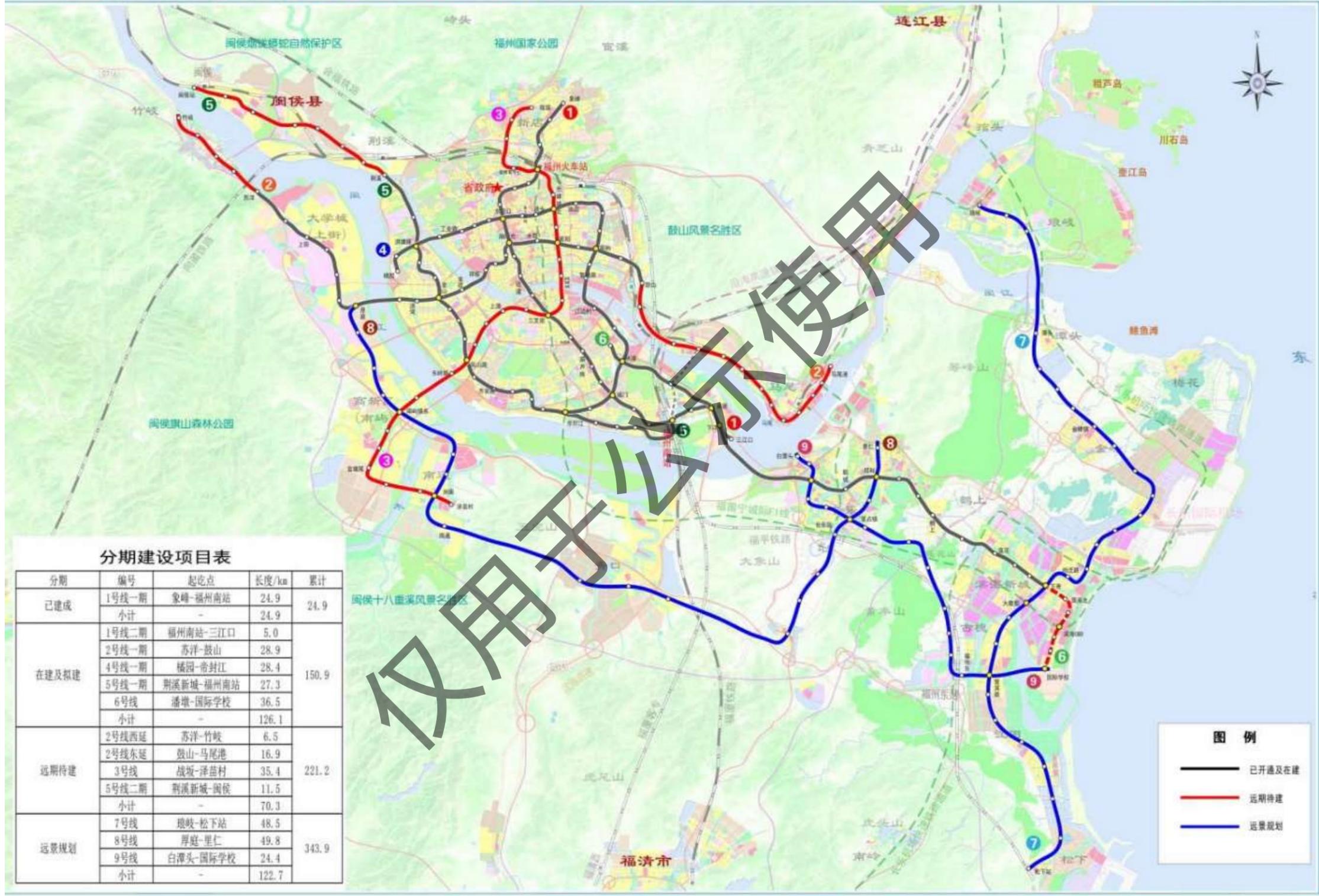


图 3.9-1 福州市城市轨道交通线网远景方案示意图

3.9.2 本工程与第二期建设规划调整符合性分析

3.9.2.1 本工程与第二期建设规划方案对比

根据现阶段工程设计方案，福州市轨道交通 2 号线东延线工程（鼓山站（不含）～马尾港站）自 2 号线一期工程鼓山站站后区间向马尾延伸，经由儒江路、罗星路，终点到马尾港附近，线路全长约 16.7km，均为地下敷设，共设车站 11 座，其中换乘站 3 座，全线新增马尾停车场一座，新建魁岐主变一座。

福州市轨道交通 2 号线东延线工程（鼓山站（不含）～马尾港站）采用分期建设，分期建设安排如下：

一期建设范围：工程线路起于 2 号线一期工程终点站鼓山站站后区间，终点为青洲站。

二期建设范围：青洲站（不含）～马尾港站（两站两区间）、马尾停车场及出入场线。

本工程总体设计方案与《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023 年）》情况对比见表 3.9-1。

表 3.9-1 建设方案与规划调整对比分析表

序号	对比内容	建设规划调整	总体设计	比较分析	
1	线路起终点	鼓山（不含）至马尾港	鼓山（不含）至马尾港	一致	
2	线路长度	16.88km	16.8km	基本一致	
3	车站数量	12	11	减少一座。综合考虑现状及周边土地性规划，对建设规划方案进行站点设置优化调整，将原兆锵站和马尾大桥站合并成下德站，其余站位选址一致。	
4	换乘车站数	0	2	增加 2 座换乘车站，根据福州市轨道交通远景规划，按照前瞻性和系统性要求，预留与远期（远景 2050 年）线路的换乘条件。	
5	线路走向	福马路→魁岐路→儒江路→福马铁路线东侧→江滨东大道→港口路→罗星路	福马路→魁岐路→儒江路→福马铁路线东侧→江滨东大道→港口路→罗星路	基本一致。因原建设规划方案线路上跨鼓山补水隧道，结构净距约 2m，未能满足水利部门结构净距 5m 的要求，洋里站～魁岐站段由原建设规划调查方案“靠江方案”走向调整为“靠山方案”，调整区段长约 3.58km。	
6	线路敷设方式	均为地下线	均为地下线	一致	
7	远期高峰最大断面客流量	36460 人次/小时	36350 人次/小时	基本一致	
8	车辆	车型	80km/h, B 车	80km/h, B 车	一致
		编组	6 辆/列	6 辆/列	相同
9	车辆基地	马尾港停车场	马尾港停车场	一致	
10	主变电站选址	马尾主变	新增魁岐主变	数量不变，因土地利用规划变化，设置位置调整	
11	投资估算	102.23 亿元	117.38 亿元	增加 15.15 亿，增幅 14.8%	

3.9.2.2 本工程与第二期建设规划调整符合性分析

本工程总体设计与第二期建设规划调整的主要差异及与规划的衔接分析如下：

(1) 车站数量变化情况

本项目推荐方案车站变化情况见表 3.9-2。

表 3.9-2 站点情况变化对比表

设置方案	建设规划方案	优化设置站点方案
变更站点区间	儒江站~马江渡站	儒江站~马江渡站
区间长度	3371m	3371m
站点设置情况	儒江站、兆锵站、马尾大桥站、马江渡站	儒江站、下德站、马江渡站
站点数量	4 站	3 站
站间距	1123	1685
周边功能匹配情况	可覆盖周边出行需求	可覆盖周边出行需求
方案优缺点	根据站点 800m 半径覆盖圈分布考虑，覆盖范围密集，方便周边居民出行。但由于该方案车站分布相对密集，且该片区腹地较窄，北侧为山南侧为江，周边土地性质为工业用地为主，规划人口及岗位人口较低，客流需要不大，后期运营客流强度小。	根据站点 800m 半径覆盖圈分布，基本可以完全覆盖，与周边的规划人口及岗位人口匹配，车站设置功能满足近远期要求，可节约旅行时间 1.3 分钟
造价变化	/	减少 1.48 亿元

根据上表可知儒江站~马江渡站区间周边用地以工业用地为主，居民出行需要较小，原规划调整的车站设置较为密集，因此结合周边规划情况调整车站设置。

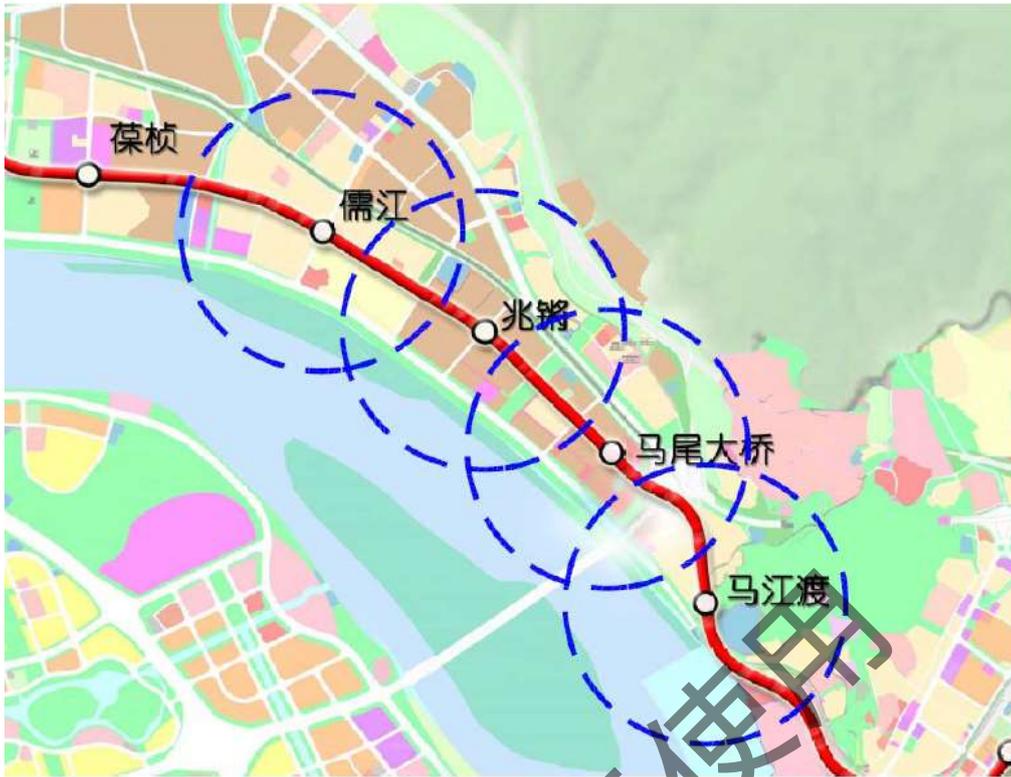


图 3.9-2 原建设规划马尾大桥周边站点设置示意图

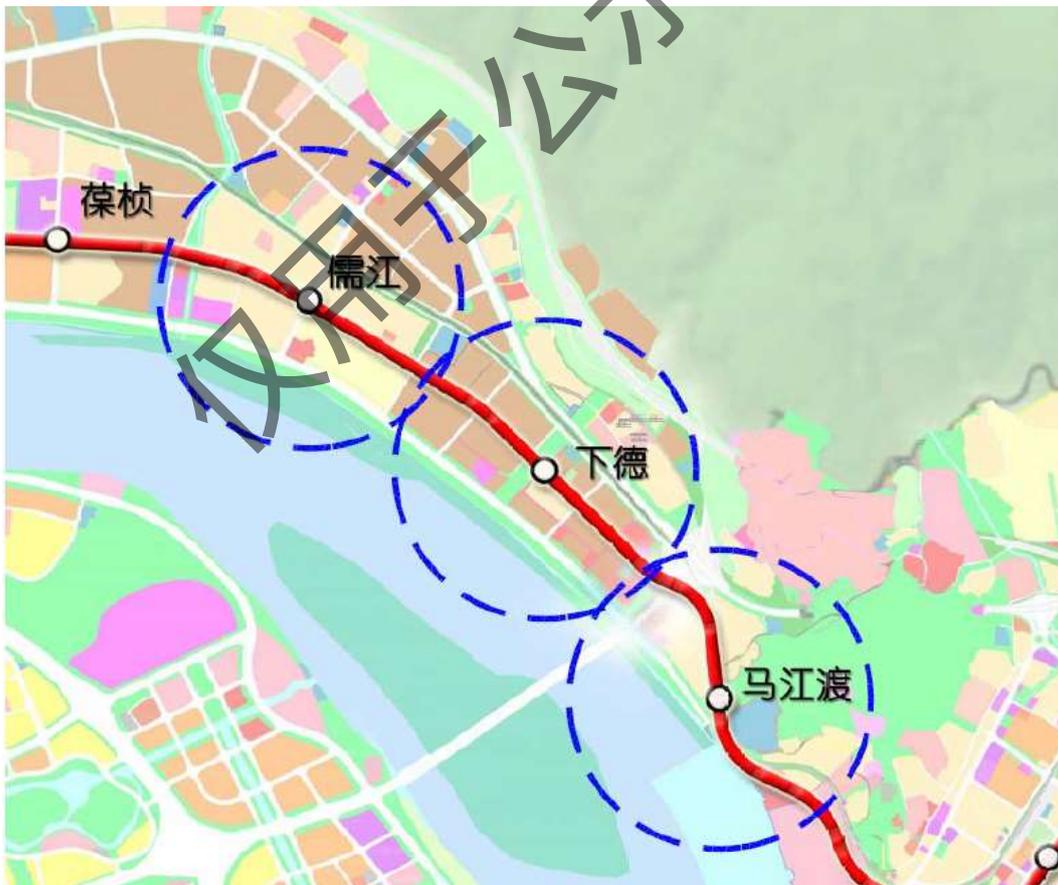


图 3.9-3 优化后马尾大桥周边站点设置示意图

(2) 换乘车站数变化

设计单位结合城市总体发展要求，确需发展城市轨道交通的城市要编制线网规划，确定长远发展目标。按照前瞻性和系统性要求，线网规划应统筹人口分布、交通需求等情况，确定城市轨道交通的发展目标、发展模式、功能定位等；确定城市轨道交通线路走向、主要换乘节点、资源共享和用地控制要求，实现与城市人口分布、空间布局、土地利用相协调；做好城市轨道交通与主要铁路客站和机场等综合交通枢纽的衔接。

为了做好与远期(远景)线路的换乘预留条件,葆桢站(与规划 5 号线延伸线换乘)、下德站(与规划市域 S1 线换乘)的换乘预留。

(3) 主变电选址调整

根据规划调整可知，福州市城市轨道交通 2 号线东延线工程呈东西走向，西起鼓山站（不含），东至马尾港，沿马尾东西向城市发展轴，途径魁岐、快安、马尾自贸区。线路全线长约 16.8km，均为地下敷设，共设车站 11 座，其中换乘站 3 座，新增马尾停车场一座，马尾停车场内新建马尾主变一座。

目前福州市城市轨道交通 2 号线东延线工程实施分期建设，本次评价为一期工程内容。根据一期建设内容可知，本工程共设车站 9 座，换乘站 2 座，不设置停车场，因此无主变电建设。由于工程正常运行需求，需对主变电站重新选址建设以确保工程的供电需求，因此本工程拟在魁岐站西北侧空地新建一座主变电站（魁岐主变）。该主变继续采用地面户内设计，同时出入电线均采用地埋式。魁岐主变周边敏感点为东方名城·尚郡，其中北侧东方名城·尚郡 9#楼距离主变电厂界 8m（距离主变电楼体约 32m），东侧为东方名城·尚郡 13#楼，距离主变电厂界 4m（距离主变电楼体约 23m）。在采取相应辐射措施的基础上，对敏感点影响较小。

(4) 线位调整情况

本工程线位总体设计与《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整(2015-2024 年)》对比可知，项目洋里站~魁岐站区间，线路有所调整，线路变化对比情况见方案比选。

建设规划方案虽然线路避让鼓山风景区保护范围，但线路靠近闽江，局部已经侵入闽江岸线，地质条件差，施工、运营期存在渗漏水风险；线路长距离与福马铁路并行，区间风井临近铁路施工，对铁路影响较大，铁路保护加固措施费高，另外需要下穿鼓山补水隧洞（鼓山高水高排），净距只有 2m，水利部门认为影响补水隧洞安全。

本方案的调整虽会增加鼓山国家风景名胜区和福建协和大学历史建筑群的影响。但调整后线路从施工难度上考虑，线路距离闽江较远，闽江对地下盾构施工的影响较小；线路从福马路鼓山隧道与三环路魁岐隧道直接并行通过，从鼓山山体内部通过，沿线基本无拆迁。同时由于建设规划方案长距离与福马铁路并行，区间风井位于临近福马铁路，施工过程存在对铁路的风险，与铁路关系相对复杂，协调难度较大；线路临近闽江，存在施工风险；线路沿福马铁路东侧道路敷设，道路红线宽度约 12m，道路宽度较小，沿线区间隧道需拆迁部分民宅，从工程施工安全及运营安全角度分析，本方案优于建设规划方案。在切实落实施工期保护措施及运营期减振措施的基础上，本方案可以有效降低施工期对鼓山国家风景名胜区的的影响及运营期对福建协和大学历史建筑群的影响。

(4) 符合性分析结论

本项目调整情况与“国务院办公厅关于进一步加强城市轨道交通规划建设管理的意见（国办发〔2018〕52号）”对照情况如下：

表 3.9-3 与“国办发〔2018〕52号”对照情况

序号	“国办发〔2018〕52号”内容	本项目调整情况
1	已经国家批准的城市轨道交通建设规划应严格执行，原则上不得变更，规划实施期限不得随意压缩	本项目规划实施期限无调整
2	在规划实施过程中，因城市规划、工程条件、交通枢纽布局变化等因素影响，城市轨道交通线路功能定位、基本走向、系统制式等发生重大变化的，或线路里程、地下线路长度、直接工程投资（扣除物价上涨因素）等较建设规划增幅超过 20%的，应按相关规定履行建设规划调整程序	本项目综合考虑施工安全及运营安全的问题提出线路调整方案，其调整长度约占规划全线长度的 6%，小于 20%；线路基本走向与规划一致，功能定位及系统制式无变化
3	建设规划调整应在完成规划实施中期评估后予以统筹考虑，原则上不得新增项目	本工程无新增项目
备注	“国办发〔2018〕52号”内容摘抄“（六）强化建设规划的导向和约束作用”相关内容	

综上所述，本工程线站位方案与第二期建设规划方案基本一致，本工程与《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023年）》总体相符。

3.9.3 规划环评审查意见落实情况

3.9.3.1 规划环评审查意见

福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023年）环境影响报告书审查意见内容有：（一）坚持绿色发展、协调发展理念。结合福州市城市发展特点和方向、生态

环境保护要求等，统筹考虑轨道交通对城市发展的引导作用，做好规划线路、车站布局与城市综合交通枢纽、城市地下管廊、大型综合商业中心等的衔接。加强与福州市城市总体规划、土地利用总体规划、城市综合交通规划、环境总体规划、文物保护规划等的协调与衔接，优化《规划》方案，确保满足环境功能区划等的管理要求。(二)优化选址选线，严格空间管控。严格落实生态保护红线管理规定,优化涉及福建协和大学历史建筑群、马尾历史文化风貌区的线路路由、站位选址，尽量避让相关文物保护单位的保护范围，并采取有效的生态环境保护措施，切实减缓规划实施的不良影响。(三)严守环境质量底线，落实环境影响减缓措施。规划线路应根据环境功能区划及其管理要求，与周边环境敏感目标保持足够的距离。根据沿线振动环境敏感目标分布及受影响情况，进一步优化下穿集中居住区等路段的线路方案，尽量加大埋深，采取钢弹簧浮置板整体道床等振动强化控制措施。做好《规划》的车站、停车场与城市污水管网的衔接，避免《规划》实施对水环境产生不良影响。(四)合理确定风亭、冷却塔、主变电站等地面构筑物的选址和布局方案，严格落实各项生态环境保护措施，防止对周边环境敏感目标产生不良影响。结合风景名胜区和历史文化保护区等的保护要求，优化地面构筑物布局和景观设计，确保风貌协调。加强对停车场、车站周边土地的规划控制和集约利用。(五)强化《规划》实施过程中的环境管理和跟踪评价。梳理已建、在建项目的生态环境问题，结合近期建设项目实施予以解决。建立针对振动、噪声等环境要素的长期监测机制，必要时结合监测结果进一步优化生态环境保护措施。适时组织《规划》环境影响的跟踪评价，《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。

3.9.3.2 规划环评审查意见落实情况

本工程总体设计对规划环评审查意见的落实情况见表 3.9-4:

表 3.9-4 规划环评审查意见落实情况表

序号	规划环评审查意见	规划环评的执行情况	落实情况 符合性
1	<p>坚持绿色发展、协调发展理念。结合福州市城市发展特点和方向、生态环境保护要求等，统筹考虑轨道交通对城市发展的引导作用，做好规划线路、车站布局与城市综合交通枢纽、城市地下管廊、大型综合商业中心等的衔接。加强与福州市城市总体规划、土地利用总体规划、城市综合交通规划、环境总体规划、文物保护规划等的协调与衔接，优化《规划》方案，确保满足环境功能区划等的管理要求。</p>	<p>工程设计阶段已与福州市、晋安区及马尾区总体规划、土地利用规划等进行衔接，确保工程建设与规划相符。本工程沿线未涉及特殊生态环境敏感区；本项目涉及鼓山国家级风景名胜区三级保护（发展控制）区，本工程已取得福州市林业局关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程涉及鼓山风景名胜区选址方案核准意见的复函；本工程针对涉及的文物保护单位进行了文物保护专项设计方案和文物影响评估报告，并已取得福建省文物局和福州市文物局的有关回函；同时本工程建设符合环境功能区划的要求。</p>	符合
2	<p>优化选址选线，严格空间管控。严格落实生态保护红线管理规定，优化涉及福州协和大学历史建筑群、马尾历史文化风貌区的线路路由、站位选址，尽量避让相关文物保护单位的保护范围，并采取有效的生态环境保护措施，切实减缓规划实施的不良影响。</p>	<p>根据工程设计阶段设计单位方案实施性分析，建设规划方案存在施工和运营风险，同时结合地质及区间风井设置情况，对沿线生态环境及文保单位建筑主体存在一定影响，因此选择影响和实施性更优的靠山方案。工程选址选线阶段结合生态保护红线、鼓山风景名胜区、福州协和大学历史建筑群、马尾历史文化风貌区的分布对线路路由、站位选址进行了方案比选；与建设规划方案对比，工程推荐方案在合理安排施工工艺、设置特殊减振措施的前提下采取加大挖掘深度的方式尽可能避让福州市协和大学历史建筑群（调整后距离福州协和大学历史建筑群保护范围的最近距离由 17.95 米增加至 27.48 米），从而进一步的减少对文物保护单位的影响；同时根据区间风井的设置、沿线地质情况综合分析，工程推荐方案不论从施工期还是运营期阶段对风景名胜区及福建协和大学历史建筑的影响</p>	符合

		都更小，切实进一步减缓了线路实施造成的不良影响。	
3	严守环境质量底线，落实环境影响减缓措施。规划线路应根据环境功能区划及其管理要求，与周边环境敏感目标保持足够的距离。根据沿线振动环境敏感目标分布及受影响情况，进一步优化下穿集中居住区等路段的线路方案，尽量加大埋深，采取钢弹簧浮置板整体道床等振动强化控制措施。做好《规划》的车站、停车场与城市污水管网的衔接，避免《规划》实施对水环境产生不良影响	本次报告根据噪声、振动预测结果提出了规划控制距离要求，规划控制距离内不宜新建敏感建筑。对工程沿线的振动敏感建筑，报告书提出采取不同等级的减振措施，确保工程实施后沿线振动环境可达标。本工程不设停车场，新建地下车站8座，车站污水均具备纳入城市污水管网的条件，工程建设不会对周边水环境产生影响。	符合
4	合理确定风亭、冷却塔、主变电站等地面构筑物的选址和布局方案，严格落实各项生态环境保护措施，防止对周边环境敏感目标产生不良影响。结合风景名胜区和历史文化保护区等的保护要求，优化地面构筑物布局和景观设计，确保风貌协调。加强对停车场、车站周边土地的规划控制和集约利用。	本次工程范围内地面构筑物为地下车站的风亭、冷却塔，主变电站和区间风井工程，无停车。地面构筑物均不涉及鼓山风景名胜区，船政文化城站采用福州传统山墙+坡屋顶的形式，屋顶采用青灰色块瓦屋面，整体设计与历史风貌相协调。同时本工程对地面风亭、冷却塔加强景观设计，确保地面建筑物与周边城市景观相协调。	符合
5	强化《规划》实施过程中的环境管理和跟踪评价。梳理已建、在建项目的生态环境问题，结合近期建设项目实施予以解决。建立针对振动、噪声等环境要素的长期监测机制，必要时结合监测结果进一步优化生态环境保护措施。适时组织《规划》环境影响的跟踪评价，《规划》修编时应重新编制环境影响报告书。	本评价对项目施工及运营提出环境管理、环境监测等要求	符合

综上所述，本项目工程推荐方案采用纵向避让的形式对福州市协和大学历史建筑群避让，同时由于工程推荐方案穿越区间的地质稳定性高、赋水条件较差，失水影响程度较低，施工过程中产生污染影响更小，对地表植被及建筑物影响更小。因此，本项目建设方案符合规划环评审查意见相关要求。

3.10 相关规划协调性分析

3.10.1 与《福建省主体功能区划》符合性分析

根据《福建省主体功能区划》，本项目所在的福州市马尾区为重点开发区域，《福建省主体功能区划》关于重点开发区域开发引导政策有如下表述：“扩大重点开发区域城市建设空间尤其是城市居住、公共设施和绿地等空间”，“在重点开发区域，主要投资跨区域生态环境治理工程、区域内欠发达地区的公共服务设施和城市大型基础设施”，“重点用于加强国家和省级重点开发区域的交通、能源、水利以及公共服务设施的建设”，本项目为交通基础设施建设项目，项目建设与《福建省主体功能区划》要求是相符的。

3.10.2 与《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》符合性分析

《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》提出大力发展公共交通，加大轨道交通建设，构建以轨道交通系统为骨架，常规公交为主体的多模式、多层级的公共交通体系，确立公共交道在居民出行中的主导地位。规划期末福州主城核心区公交分担率（含轨道交通）达到38%以上，滨海新城核心区达到30%以上，整体绿色交通出行比率达到85%以上，城市居民公交出行满意度大幅提升。同时确定马尾区全区为城市化发展区，依托地铁2号线进行沿线城市功能开发，形成地铁商业经济带，促进港城融合发展。本项目作为地铁2号线连接马尾区的重要区间，项目建设与《福州市国土空间总体规划（2021-2035年）》要求是相符的。

3.10.3 与福州市城市总体规划符合性分析

本工程为《福州市城市快速轨道交通第二期建设规划调整（2015~2023）》其中一条线路，通过2号线为基础新增从鼓山站东延至马尾港站区间段，实现马尾与福州市中心更好的衔接，加强马尾区与市中心的联系，解决马尾区的通行问题。因此，本工程的建设符合福州市城市空间布局结构。

3.10.4 与文物保护单位相关要求符合性

3.10.4.1 与《福州市协和大学历史建筑群保护规划》符合性

2020年5月《福建协和大学近代历史建筑群保护规划》通过专家评审并进行了公示,对协和大学近代历史建筑群的保护区划进行了调整,对建筑本体、用地、道路交通、文化遗产展示等方面作出了规划。

根据《福州市轨道交通2号线东延线一期工程文物影响评估报告》,本工程与相关的规划内容符合性分析见表3.10-1。

表 3.10-1 本项目与《福州市协和大学历史建筑群保护规划》的符合性分析表

序号	规划内容	建设项目相关内容	符合性	
1	第五章 协和大学近代历史建筑群的保护范围	第 18 条 核心保护范围保护措施要求 核心保护范围内,除必要的基础设施和公共服务设施以外,在核心保护范围内,不得进行新建、扩建活动;新建、扩建必要的基础设施和公共服务设施的,应当在高度、体量、色彩等方面与协和大学近代历史建筑群整体风貌相协调。	建设项目为城市轨道交通建设,属于基础设施建设,处于核心保护范围内的区间均为地下敷设,对协和大学近代历史建筑群整体风貌不会造成影响。	符合规划要求
2		第 19 条 建设控制地带保护控制要求 建设控制地带范围内所进行的各种建设活动,不得破坏地区的历史风貌和环境景观;新建建筑必须严格控制建筑的高度、体量和色彩,注重与协和大学近代历史建筑群整体风貌特征相协调。	建设项目为城市轨道交通建设,处于建设控制地带内的区间均为地下敷设,对协和大学近代历史建筑群整体风貌不会造成影响。	符合规划要求
3	第六章 景观风貌保护与控制	第 20 条 建筑高度控制规划 根据文物建筑、历史建筑的分布和地形地貌等景观特征,实施严格的分级分区建筑高度控制规划管理。建筑高度控制分区为:维持原高控制区,10米及以下高度控制区、12米及以下高度控制区、24米及以下高度控制区。高度控制规划图详见图4.1.2。维持原高控制区,其新建建筑高度不得超过现状建筑的基本高度或檐口高度:10米及以下高度控制区,新建、改建及加建建筑高度不得超过10米:12米及以下高度控制区,新建、改建及加建建筑高度不得超过12米:24	建设项目为城市轨道交通建设,处于维持原高控制的区间为地下敷设。	符合规划要求

	米及以下高度控制区，新建、改建及加建建筑高度不得超过 24 米。		
--	----------------------------------	--	--

3.10.4.2 与《全国重点文物保护单位福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和罗星塔保护规划》（以下称“马尾文保规划”）符合性

2020 年北京华清安地建筑设计有限公司受福州中国船政文化管理委员会的委托编制了《全国重点文物保护单位福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护规划》，对文物保护单位的保护区划进行了调整，并对文物本体的保护、周边环境的保护治理、展示利用等方面作出了规划。

根据《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程文物影响评估报告》，本工程与相关的规划内容符合性分析见表 3.10-2。

表 3.10-2 本项目与《全国重点文物保护单位福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护规划》符合性分析汇总表

序号	规划内容	建设项目相关内容	符合性
1	保护区划与保护管理规定 1、福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和罗星塔保护范围和建设控制地带的考古发掘、保护工程、建设工程等项目必须遵守《中华人民共和国文物保护法》等有关法规的规定，并按照法定程序办理报批审定手续。	建设项目遵守《中华人民共和国文物保护法》等有关法规的规定编制文物影响评估报告，编制完成后按照法定程序办理报批审定手续。	符合规划要求
2	第六章保护区划与保护管理规定 2、在保护范围和建设控制地带内，不得建设污染文物保护单位和周边环境的设施，不得进行可能影响文物保护单位安全及其环境的活动。对已有的污染文物保护单位及其环境的设施，应限期治理。	建设项目为城市轨道交通建设，未建设污染文物保护单位和周边环境的设施。建设项目处于文物保护单位保护范围及建设控制地带内的建设及后期营运中产生的振动对文物保护单位的影响较小，各项文物保护措施全部实施下，能将文物建筑的变形和振动控制在规范允许范围之内。	符合规划要求
3	保护范围管理规定 1、保护范围内严格控制土地使用性质和各种建设活动，不得进行可能影响文物保护单位安全性、环境完整性的地面及地下建筑活动。	建设项目为城市轨道交通建设，处于保护范围内的区间为地下敷设，与现有的港口路重叠，船政文化城站结合道路交叉口设置，未破坏环境完整性。建设项目处于文物保护单	符合规划要求
4	2、因特殊情况需要在保护范围内实施		符合规划要求

		其他建设工程或进行爆破、钻探、挖掘等作业者，应经福建省人民政府批准，在批准前应征得国家文物局同意。	位保护范围及建设控制地带内的建设及后期运营中产生的振动对文物保护单位的影响较小，各项文物保护措施全部实施下，能将文物建筑的变形和振动控制在规范允许范围之内。 建设项目的文物影响评估报告将按照法定程序办理报批，征得国家文物局同意。	划要求
5		3、在确保福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和罗星塔安全及不影响其历史风貌的前提下，可进行植被绿化、消防出入口、必要的管线敷设等基础设施建设。	建设项目为城市轨道交通建设，属于基础设施建设，船政文化城站的采用福州传统山墙+坡屋顶的形式，屋顶采用青灰色块瓦屋面，整体设计与历史风貌相协调。	符合规划要求
6		4、在保护范围内不得进行任何有损文物安全性的活动	建设项目处于文物保护单位保护范围及建设控制地带内的建设及后期运营中产生的振动对文物保护单位的影响较小，各项文物保护措施全部实施下，能将文物建筑的变形和振动控制在规范允许范围之内。	符合规划要求
7		建设控制地带管理规定 1、建设控制地带内不得进行污染水源以及损坏绿化植被的活动。不得在沿江一侧开展水产养殖，保护山水生态环境。	建设项目为城市轨道交通建设，处于建设控制地带内的区间为地下敷设，对水源及绿化植被不会造成污染和破坏，对山水生态环境影响较小。	符合规划要求
8		2、建设控制地带内进行建设工程须严格管理。不得破坏文物保护单位的历史风貌，不得进行任何有损文物景观效果与环境和谐性的行为，新建建筑应充分考虑景观视廊的要求，建筑风格、样式及色彩应与福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和罗星塔背景环境相协调。工程设计方案应遵循相关国家规范进行审查报批。	建设项目为城市轨道交通建设，处于建设控制地带内的区间为地下敷设，船政文化城站的采用福州传统山墙+坡屋顶的形式，屋顶采用青灰色块瓦屋面，与周边历史风貌相协调；建设项目的文物影响评估报告将按照法定程序办理报批。	符合规划要求
9		3、本地带内建筑物、构筑物高度应不遮挡山体之间的视线廊道，且由滨江至山体形成建筑高度层次，不满足高度及视线通廊要求的现状建筑应在中远期逐	建设项目的船政文化城站屋顶檐口高4.5m、屋脊高6m，对山体之间的视线廊道未造成遮挡；采用福州传统山墙+	符合规划要求

		步采取降层等整治措施，建筑体量不宜过大，建筑形式与色彩要与历史城区环境协调。	坡屋顶的形式，屋顶采用青灰色块瓦屋面，体量较小与周边历史风貌相协调。	
10		4、莺脰山作为保护文物的历史环境要素，周边须严格管理各类建设活动，保持福建船政建筑的历史环境的完整。	建设项目为城市轨道交通建设，处于建设控制地带内的区间为地下敷设，对福建船政建筑的历史环境的完整影响较小。	符合规划要求
11	第八章 环境保护与治理规划	空间关系保护措施 1、保护莺脰山、福建船政建筑、闽江之间的视线通廊关系。 2、保护马限山、马江海战炮台、闽江之间的开阔视野。 3、保护罗星塔、罗星山与闽江之间的视线通廊关系。	建设项目为城市轨道交通建设，地下敷设，船政文化城站出入口屋顶檐口高 4.5m、屋脊高 6m，对山体之间的视线廊道未造成遮挡。	符合规划要求
12	第九章 展示利用规划	展示总体布局 结合福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和罗星塔以及周边环境资源特点，展示采取：“一轴、三视廊、多节点”的结构。 一轴：船政片区中央南北向的核心文化轴，与马尾港区、罗星塔相通； 三视廊：由山向江形成东西向三条次要轴线，分别作为天马山、马限山和罗星山向江边的景观视廊； 多节点：设置三大历史节点：船政建筑组团作为船政历史节点、马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠作为马江海战历史节点、罗星山下 1 号船坞作为 1 号船坞历史节点；另外其余重要文物点作为展示节点。 展示利用结构规划详见图 3.10-1。	建设项目船政文化城站结合马江海战历史节点设置，有效的将客流引入该展示节点，有利于该片区的旅游业发展。	符合规划要求
13		交通游线组织 对外交通：福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和罗星塔位于马尾区，西北侧为江滨东大道，通往福州市区，东侧为君竹路和罗星西路，通往长乐市，交通便利。 道路交通规划详见图 3.10-2。	建设项目为城市轨道交通建设，将成为马尾区与福州市区重要的交通通道，同时船政文化城站结合文化城的主入口设置，将有效的引入客流，有利于马尾区旅游业的发展。	符合规划要求

3.10.4.3 与文物保护单位符合性分析结论

本项目符合《福州市协和大学历史建筑群保护规划》《全国重点文物保护单位福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和罗星塔保护规划》相关保护控制要求，同时本项目已取得《福州市文物局关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程涉及文物保护单位保护范围和建设控制地带内建设的指示》（榕文物保〔2021〕198 号）和《福建省文物局关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程涉及文物保护单位保护范围和建设控制地带内建设（修改稿）的请示》（闽文物字〔2022〕27 号），根据福建省文物局和福州市文物局的指示，均同意本项目线路方案。

3.10.5 与《鼓山国家级风景名胜区总体规划》（2009~2025）协调性

3.10.5.1 与土地利用规划的协调性

鼓山风景名胜区土地总面积为 49.7136 平方公里，其中风景游赏用地 5.3237 平方公里；游览设施用地 0.0356 平方公里；居民社会用地 0.5894 平方公里；交通用地与工程用地 0.1981 平方公里；林地 38.1284 平方公里；园地 0.4495 平方公里；耕地 1.5749 平方公里；草地 2.7527 平方公里；水域 0.2675 平方公里；滞留用地 0.3938 平方公里。本项目选址现状主要以林地为主，无景点、景源资源。穿越的主要土层为花岗岩。本项目涉及风景名胜区区间为地下工程，采用盾构法施工，区间风井均不在风景区范围内，对景区的土地利用无影响。

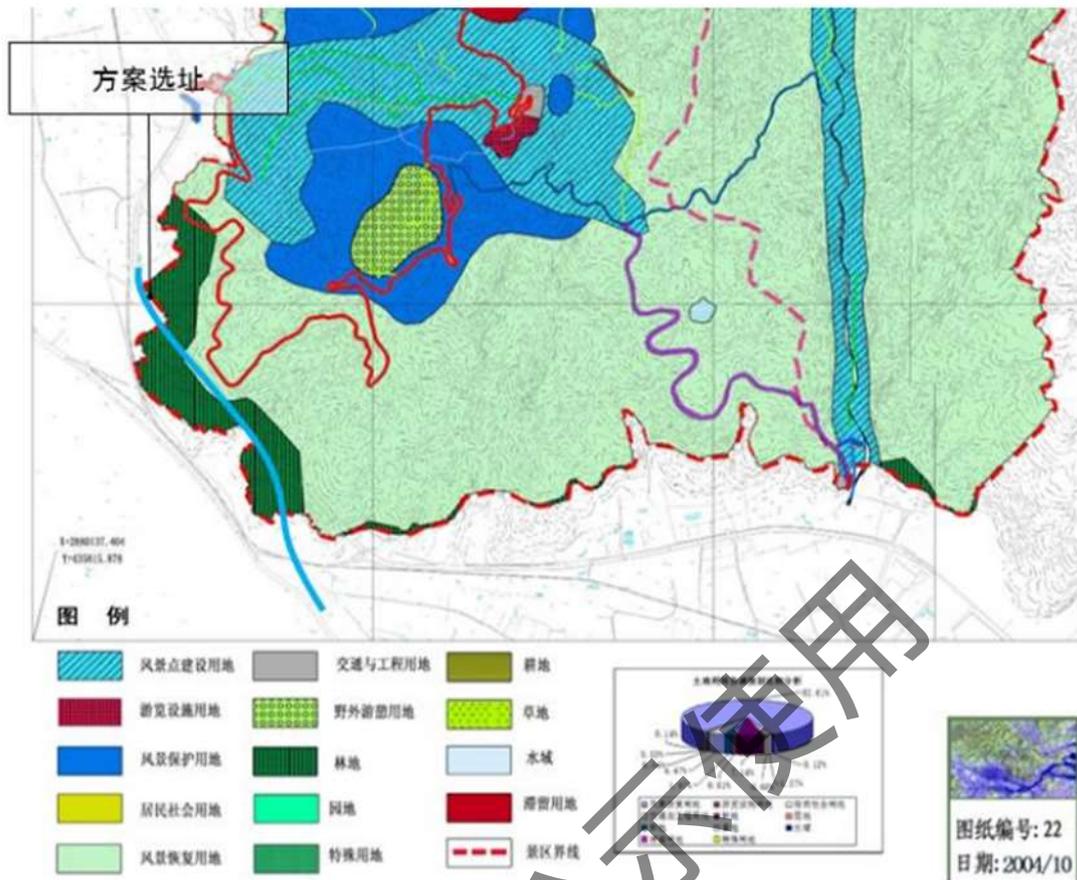


图 3.10-3 与土地利用规划关系示意图

3.10.5.2 与分级保护规划的协调性

本项目线路下穿鼓山风景名胜区的发展控制区（三级保护区）。根据《鼓山国家级风景名胜区总体规划（2009-2025）》，在此三级保护区内对于原有的土地利用方式，根据需要可以调整；可以安排与风景名胜区性质与容量相一致的各项旅游设施及基地；在景源保护和生态环境不受影响的基础上，还可以安排生产和经营管理等必要的设施，所有构筑物均应采用与风景区建筑风格相一致的形式；严禁建设对风景名胜区景观资源及其环境有较大影响的工程建设项目，适当增加垃圾收集、污水处理等环保设施，保护和改善风景名胜区生态环境质量，严格控制环境污染。因此，本项目选址与《鼓山国家级风景名胜区总体规划（2009-2025）》的分级保护规划相协调。

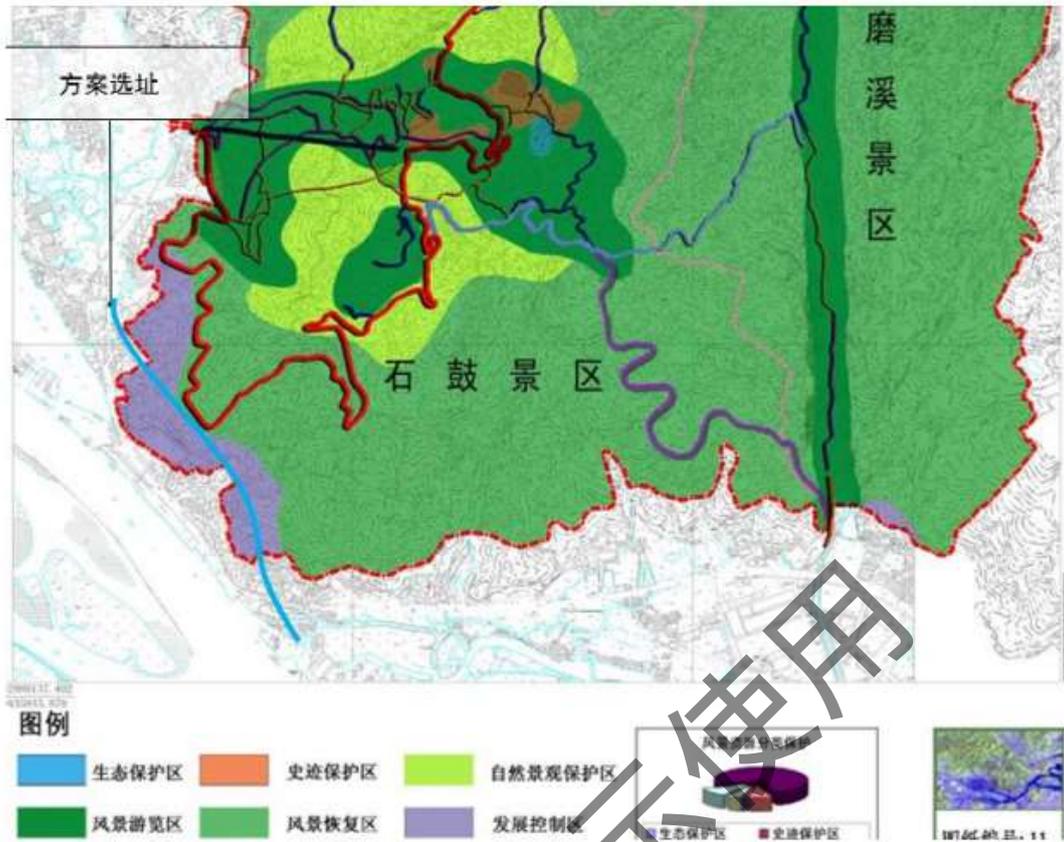


图 3.10-4 与风景资源分类保育规划的协调性示意图

3.10.5.3 与风景资源分布的协调性

根据《鼓山国家级风景名胜区总体规划（2009-2025）》，鼓山风景区风景资源主要集中在石鼓景区中部、凤池-白云涧景区的东南部、磨溪景区西南部、南洋-安安溪景区西部、长田-鳝溪景区的南部。本项目选址位于石鼓景区西南部，该区间未涉及风景名胜区景源、景点。

3.10.5.4 与《鼓山国家级风景名胜区总体规划》（2009~2025）的协调性

本项目线位下穿鼓山风景名胜区的发展控制区（三级保护区），符合鼓山风景名胜区的土地利用规划、分级保护规划，与鼓山风景名胜区的风景资源分布相协调。同时，本项目已取得《福州市林业局关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程涉及鼓山风景名胜区选址方案核准意见的复函》（榕林函〔2021〕113 号），该复函原则同意本项目洋里站~魁岐站区间涉及鼓山风景名胜区选址方案。

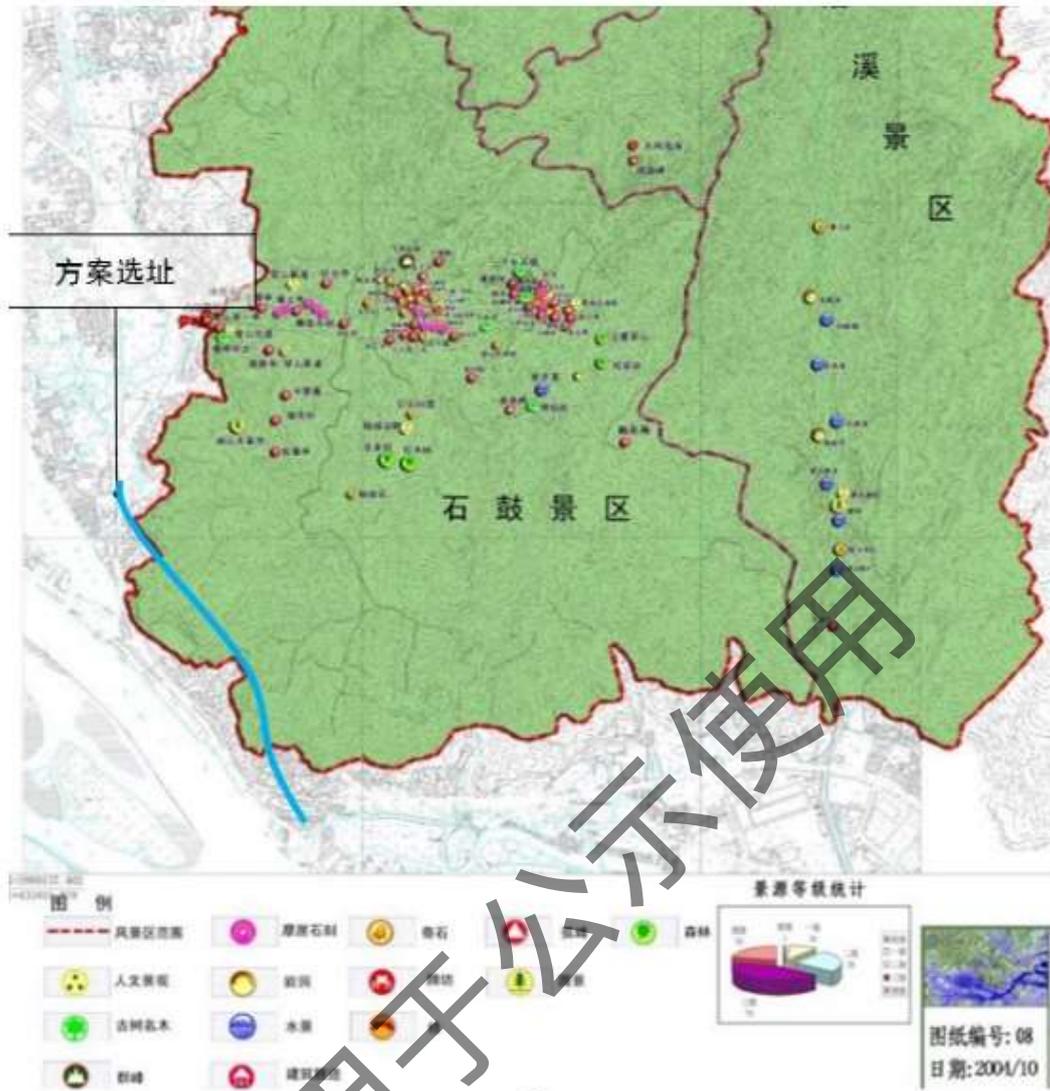


图 3.10-5 与风景资源分布的协调性示意图

3.10.6 与《鼓岭国家级旅游度假区总体规划修编》协调性

3.10.6.1 与土地利用规划的协调性

本项目选址现状主要以林地为主，穿越的主要土层为花岗岩。本项目涉及鼓岭国家级旅游度假区区间为地下工程，采用盾构法施工，区间风井均不在旅游度假区范围内，对旅游度假区的土地利用无影响。

3.10.6.2 与资源分布的协调性

根据《鼓岭国家级旅游度假区总体规划修编》，本工程在该区间涉及的资源主要为福州市协和大学历史建筑群。该区间采用两台双模盾构机施工，两台双模盾构从区间风井始发，洋里站端头接收，涉及鼓山风景区段无地面施工，无地面构筑物。根据《福州

市轨道交通 2 号线东延线一期工程文物影响评估报告》可知区间隧道盾构施工引起的文物建筑物变形较小，最大附加局部倾斜满足《建筑地基基础设计规范》（GB5007-2011）控制要求。因此，本选址对风景区游赏组织基本无影响。

3.11 其他可行性分析

3.11.1 本工程产业政策符合性分析

本工程属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中第一类鼓励类第二十二条城市基础设施第 6 款城市及市域轨道交通新线建设。本工程不属于《限制用地项目目录（2012 年本）》及《禁止用地项目目录（2012 年本）》中涉及的行业及项目。同时，本项目已取得《福建省发展和改革委员会关于福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程可行性研究报告的批复》（闽发改网审交通〔2021〕161 号）（见附件 2）。因此，本工程建设符合国家产业政策要求。

3.11.2 与环境功能区划的相符性分析

3.11.2.1 声环境功能区划

本工程主要沿城市道路行进，全部为地下线，车站设置的风亭、冷却塔基本位于城市道路两侧的绿化带或人行道上。根据《福州市生态环境局关于印发<福州市城区声环境功能区划>的通知》（榕环保综〔2021〕77 号），沿线执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2、3、4a 类区标准。

3.11.2.2 环境空气质量功能区划

本项目风亭均设置在二类环境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中的二级标准，风亭评价范围内不涉及自然保护区、风景名胜区、森林公园、水源保护区等生态敏感区。

3.11.2.3 水环境功能区划

本项目穿越水系包括光明港支流、磨溪、魁岐河，均为城市内河，根据《福州市地表水功能区划》，城市内河其功能为一般景观用水，水质执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）的Ⅴ类标准。沿线车站产生的生活污水接入市政管网，纳入污水处理厂处理统一处理，对周边水体影响可接受。

3.11.3 本工程选址用地合理性分析

本工程连接福州市区和马尾区，评价范围内涉及鼓山国家级风景名胜区、福州市协和大学历史建筑群、福建船政局建筑群等风景名胜区及文物保护单位。

经对照《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023年）》及国家发改委批复、《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023年）环境影响报告书》及规划环评审查意见，本次2号线东延线一期工程可研设计过程中，调整了部分线路走向，由于洋里站至魁岐站区间线路受地质条件限制，并考虑后期施工、运营安全的影响，设计单位推荐方案为线路由规划阶段的沿江方案改为向鼓山风景区一侧偏移的工程推荐方案，调整后线路涉及鼓山国家级风景区发展控制区（三级保护范围）长度增加，同时下穿部分福州市协和大学历史建筑群建筑。本评价经对照《福州市协和大学历史建筑群保护规划》、《鼓山国家级风景名胜区总体规划》及调整后环境影响角度进行对比分析，调整后线路符合《福州市协和大学历史建筑群保护规划》、《鼓山国家级风景名胜区总体规划》，同时本项目已取得《福州市文物局关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程涉及文物保护单位保护范围和建设控制地带内建设的指示》（榕文物保〔2021〕198号）、《福建省文物局关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程涉及文物保护单位保护范围和建设控制地带内建设（修改稿）的请示》（闽文物字〔2022〕27号）、《福州市林业局关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程涉及鼓山风景名胜区选址方案核准意见的复函》（榕林函〔2021〕113号），其部门意见均同意本项目的选址方案。

结合本项目针对环境影响方面所开展的方案比选分析内容，工程推荐方案从环境影响角度分析，优于建设规划方案。同时工程推荐方案进一步通过合理施工方案（如采用TBM/土压双模盾构施工、采用二次注浆减少底层扰动、进行施工跟踪监测等）、使用商品混凝土、采用无缝轨道、最佳特殊减振、及禁止在风景区内设置施工场地等一系列措施前提下，对敏感点的影响程度均可接受。因此从环境保护角度考虑，该工程推荐方案可行。

本项目马江渡站~船政文化段涉及福建船政局建筑群区间。该区间站点设置及区间设置均符合《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023年）环境影响报告书》要求，同时取得相关文物保护部门同意。该区间均采用地下线，同时全线采用无砟轨道，整体道床以及无缝轨道，在落实相关保护措施的情况下，施工期及运营期对福建

船政局建筑群影响可接受。

除此以外，本项目不涉及自然保护区、森林公园、湿地保护区、基本农田等敏感区。车站设置采用地下车站，仅风亭、冷却塔、出入口设置在地面，已获得用地预审与选址意见书（用字第 350100202100058 号），根据选址意见，该项目已列入福州市土地利用总体规划（2006-2020 年）中《福州市交通用地项目表（2011-2020 年）》清单，符合福州市土地利用总体规划（2006-2020 年），用地指标应纳入土地利用计划。

综上所述，本项目用地较为合理。

3.11.4 “三线一单”和生态分区管控要求的符合性分析

3.11.4.1 生态保护红线符合性分析

对照《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12 号）和《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（榕政综〔2021〕178 号），本工程选线选址避开了福建省和福州市生态保护红线，工程与福建省和福州市生态保护红线是相符合的。

图 3.11-1 与生态红线的协调性示意图

3.11.4.2 环境质量底线

声环境：工程全线为地下线，车站环控评价范围内分布 7 处声环境保护目标，魁岐变电站评价范围内涉及声环境保护目标 4 处。现有交通噪声和地面环控设施附属设施是沿线声环境的主要噪声源。

振动：工程沿线有 54 处振动敏感点。本工程沿线的现状振动主要是由城市道路交通及社会生活引起的。

地表水环境：本工程采用地下敷设方式，下穿光明港支流、磨溪、魁岐河三条福州市内河，对地表水体影响较小。根据本工程沿线市政污水管网现状及规划情况，本工程建成后，车站污水纳管排放，对地表水环境影响较小。

大气环境：本项目机车采用电力机车，地铁运行期间不排放废气。地下车站排风亭涉及 2 处环境空气敏感点，通过合理布置排风口位置及朝向，并结合排风亭具体位置和周围环境特征，在有条件的情况下对排风亭进行绿化覆盖等措施降低影响。风亭废气对

周边环境空气影响可接受。

因此，本工程与区域环境质量底线是相符的。

3.11.4.3 资源利用上线

土地资源：本项目为轨道交通项目，全部为地下线路。工程占用土地主要集中在变电所和地下车站的出入口、风亭占地，以及施工期的施工场地，占地不影响区域土地资源总量。

水资源：本工程用水主要为沿线车站工作人员和旅客的生活用水，用水量较小，不影响区域水资源量。

电力资源：本项目线路运行采用集中供电方式，由城市电网经变压供电，以减小线路损耗；另一方面，本项目的建成，可以减少现有交通方式对能源的消耗，符合资源利用上线相关要求。

因此，本工程与区域资源利用上线是相符的。

3.11.4.4 生态环境准入清单

本工程符合国家和福建省相关政策法规，选址符合城市发展规划、环境保护规划和其他相关规划基本要求。本项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》鼓励类，本工程不属于《重点生态功能区产业准入负面清单编制实施办法》《市场准入负面清单（2020年版）》（发改体改规〔2020〕1880号）中禁止或限制项目，符合当前产业政策。

本工程符合生态环境准入清单。

3.11.4.5 分区管控要求符合性

对照《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（榕政综〔2021〕178号），本工程涉及晋安区鼓山风景名胜区（优先保护单元）和马尾区鼓山风景名胜区（优先保护单元）沿线鼓山风景名胜区属于其中的优先保护单元。本工程符合优先保护单元环境准入及管控要求，具体见表 3.11-1：

表 3.11-1 本项目与福州市“三线一单”生态分区管控要求的对比分析

序号	涉及保护单元	管控要求	本项目情况	符合情况
1	晋安区 晋安区 鼓山风	依据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》《福建省风景名胜区条例》（2015年）进行管理，禁止在风景名胜区内开山、采石、开	本项目属于城市轨道交通工程，全线地下敷设，局部路段下	符合

	<p>景名胜区（优先保护单元）</p>	<p>矿、开荒、采砂、取土、修坟立碑、刻字、围湖造田、填海造地等破坏景物、水体、林草植被和地形地貌的活动；修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施，堆放、弃置、处理废渣、尾矿、油料、含病原体污染物等有毒有害物质；以围、填、堵、截等方式破坏自然水系，超标排放污水、倾倒垃圾和其他污染物等破坏风景名胜资源的行为。禁止在风景名胜区内设立各类开发区、进行商品房开发以及在核心景区内建设宾馆、酒店、会所、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。风景名胜区内建设项目应当符合风景名胜区规划。风景名胜区外围保护地带建设项目应当与风景名胜区规划相协调。建设项目的选址、布局和建筑物的造型、风格、色调、高度、体量等应当与周围景观、文物古迹和生态环境相协调。</p>	<p>穿鼓山风景名胜区，盾构施工井均设置在保护区范围之外，线路调整后区间风井远离风景名胜区设置，同时未在保护区管控范围内设置施工场地、风亭、冷却塔、变电站等工程；不对地表进行开山、采石、开矿、取土等等破坏景物、水体、林草植被和地形地貌的活动；不修建</p>	
<p>2</p>	<p>马尾区鼓山风景区（优先保护单元）</p>	<p>依据《关于在国土空间规划中统筹划定落实三条控制线的指导意见》《福建省风景名胜区条例》（2015年）进行管理，禁止在风景名胜区内开山、采石、开矿、开荒、采砂、取土、修坟立碑、刻字、围湖造田、填海造地等破坏景物、水体、林草植被和地形地貌的活动；修建储存爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施，堆放、弃置、处理废渣、尾矿、油料、含病原体污染物等有毒有害物质；以围、填、堵、截等方式破坏自然水系，超标排放污水、倾倒垃圾和其他污染物等破坏风景名胜资源的行为。禁止在风景名胜区内设立各类开发区、进行商品房开发以及在核心景区内建设宾馆、酒店、会所、招待所、培训中心、疗养院以及与风景名胜资源保护无关的其他建筑物。风景名胜区内建设项目应当符合风景名胜区规划。风景名胜区外围保护地带建设项目应当与风景名胜区规划相协调。建设项目的选址、布局和建筑物的造型、风格、色调、高度、体量等应当与周围景观、文物古迹和生态环境相协调。</p>	<p>性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的设施，堆放、弃置、处理废渣、尾矿、油料、含病原体污染物等有毒有害物质；不破坏自然水系，无废水排放；未在风景名胜区内建设地表建筑；风井景区内修建1处区间风井，其建筑造型风格、色调等依照周围景观、文物古迹和生态环境进行设计，确保与周边景观相协调。</p>	<p>符合</p>

4 环境现状调查与评价

4.1 地理位置

福州位于中国东南沿海、福建省东部、闽江下游，东经 118°08′~120°31′、北纬 25°15′~26°29′之间，东濒东海，与台湾隔海相望，北、西、南三面分别与宁德市、南平市、三明市、泉州市、莆田市接壤。福州城区东有鼓山、西有旗山、南有五虎山、北有莲花峰，闽江穿城而过，形成“枕山、面海、襟江”的格局。

4.2 自然环境概况

4.2.1 地质地貌

福州及其周边地区地貌以海积平原和剥蚀低山为主，西部和西北部位于戴云山脉东北端，为剥蚀低山，地势较高，起伏较大，峰顶高程 200~800m，多呈尖顶状，山坡陡峭，自然坡度 20°~50°，地势山间谷地相对平缓，多辟为耕地、村舍；东部为滨海丘陵平原区，地形平坦，地势开阔，海积平原地面标高一般在绝对标高 10m 以下，海岸线曲折，湾内多为淤泥质漫滩，少数低山丘陵直通海岸，海蚀作用强烈，海蚀地貌形态颇为壮观；部分台地高于 10m，剥蚀丘陵台地，多处于近海附近，为浑圆状丘陵、台地，高程 15~75m，自然坡度 5°~25°。

4.2.2 工程地质及水文地质

(1) 工程地质

根据项目建设沿线所揭露地层的地质时代、成因类型、岩性特征、风化程度等工程特性，将沿线岩土层分为八大层：①填土层；②冲海相粘土层、淤泥层、砂层；③海积、洪积、冲积粘土层、淤泥层、砂层、碎卵石层；④残积土层；⑤岩石全风化带；⑥岩石强风化带；⑦岩石中等风化带；⑧岩石微风化带。

(2) 水文地质

①上层滞水

第四系表层的人工填土中地下水主要为上层滞水，其透水性一般，填土层由于物质组成变化较大，渗透性变化大，当填土层以碎块石为主时，富水性、渗透性较好；当填土成分主要为粘性土混少量碎石时，富水性、透水性及渗透性相对较差。上层滞水的水位和水量随季节变化较大，雨季上层滞水水量较丰富，枯季水量变小。该层与地表水水力联系密切，对工程和环境的影响一般。

②潜水

松散层孔隙潜水分布范围比较有限，主要赋存于青洲站局部的<2-4-5>（含泥）中细砂层，该层属强透水层，其上部为杂填土和素填土（填砂）层直接覆盖，具有统一地下水位，为潜水。该潜水层对工程建设的影响较大，特别是对桩基施工和基坑开挖有较大影响，该承压水层与地表水联系较弱，建议建立长期水文观测孔，在地铁施工和营运过程中随时掌握水位变化情况。

③承压水

松散岩类孔隙承压水：根据场地钻孔资料，松散岩类孔隙承压水分布于第四系松散沉积物的孔隙中，主要赋存于<2-4-5>（含泥）细中砂层、<3-3>（含泥）细中砂和<3-8>卵石中。承压水水头高度较高，<2-4-5>（含泥）细中砂层、<3-3>（含泥）细中砂和<3-8>卵石，该三层之间存在直接的水力联系；其含水性能与砂的形状、大小、颗粒级配及粘粒含量等有密切关系，<2-4-5>、<3-3>和<3-8>属中等~强透水层。该承压水层对工程建设的影响较大，特别是对桩基施工和基坑开挖有较大影响，该承压水层与地表水联系较弱，建议建立长期水文观测孔，在地铁施工和营运过程中随时掌握水位变化情况。

基岩孔隙-裂隙承压水：基岩孔隙承压水主要赋存于深部全风化花岗岩和强风花岗岩（砂土状）中，基岩裂隙承压水赋存于深部花岗岩的强风花岗岩（碎块状）和中-微风化带中，由于裂隙张开和密集程度、连通及充填情况都很不均匀，所以裂隙水的埋藏、分布及水动力特征非常不均匀，主要受岩性和地质构造控制，透水性及富水性一般较弱，补给来源主要为含水层侧向补给和上部含水层垂直补给，具弱承压性。基岩孔隙-裂隙承压水局部埋藏较深，对本工程影响较大。根据本地勘察经验，基岩含水层水量不大。

4.2.3 气象气候

福州气候类型为南亚热带海洋性季风气候和中亚热带海洋性季风气候。夏长无酷暑，

冬短少霜雪，春长于秋，秋温高于春温。雨季集中，易于洪涝。除海拔较高的山地外，大部分地区的无霜期都在 300 天以上，最冷月气温在 10℃左右，最热月气温在 28℃左右，年平均气温 19.3℃以上。年日照时数在 2000 小时以上。每年 5-6 月为雨季，月最高雨日 18 天，年平均雨天 149 天，多年平均降雨量 1359.6mm。历年地面平均风速为 2.7m/s，全年主导风向为静风（C），其频率 20.2%，次主导风向为东南风，频率 14.5%。台风的影响发生在 5 月中旬至 11 月中旬，7 月中旬至 9 月下旬为盛行期，占全年出现次数的 80%，年均 5.4 次，受台风影响平均风速和极大风均达 12 级，风向北西。多年平均气温 19.6℃，历年极端最高气温 39.9℃，历年最低气温 -1.7℃；平均雾日为 22.4 天，最高达 68 天。

4.2.4 水文特征

(1) 闽江

闽江是福建省最大的河流，发源于闽赣交界的武夷山脉，向东南流入东海。闽江流域降水丰富，流域年径流总量达 623.70 亿立方米，径流年际变化比较稳定，闽江源短流急，平均约三年就要发生一次超 2 万立方米每秒的较大洪水。闽江洪水就暴雨成因主要有梅雨型和台风雨型两种。梅雨型洪水是中纬度天气系统和低纬度天气系统相互作用的结果，主要是由锋面暴雨所形成的，出现时间一般是 4~6 月；台风雨型洪水是由台风天气系统的暴雨所形成的，出现时间多在 7~9 月。闽江河水的水量和流速受潮流和径流的双向影响，其 300 年一遇洪峰流量为 11200m³/s，洪水水位 10.499m；10 年一遇洪峰流量为 7590m³/s。

闽江口为半日潮区，属于强潮河口。枯水期大潮的潮区界可抵侯官，一般的只到北港观音亭和南港的科贡，潮流界可抵洪山桥。潮型为正规半日潮，最大潮差达 7.04 米，平均潮差大于 4 米。潮波沿河上溯，潮差不断减少，径流影响增强，落潮历时不断加长。线路经过闽江段附近解放大桥下潮位站潮位资料统计分析，其最高潮位为 8.22 米（1998 年），其最低潮位为 0.44 米（1996 年），最大潮差为 4.78 米（1996 年）。闽江下游河床比降小，河水流速转缓，汛期时，潮水对河水有较强的顶托作用。

(2) 鼓山小溪

鼓山小溪宽度约 5~10m，溪水水深约 0.5~1.5m，溪底高程约 2.8~4.2m，水位高

程为 3.80~5.00m，水量主要受大气降水和地区生活用水的影响及控制，枯水、平水期水量都较小，雨季洪水期方有较大水量。

(3) 魁岐河

魁岐河位于马尾区魁岐立交东侧，呈南北走向，北起鼓山，向南流入闽江，全长约 2.0km，河流宽度为 15-25m，深度约 1.0-3.5m，存在富营养化现象。

(4) 马尾排洪渠

马尾排洪渠位于马尾区，位于 G104 东侧，呈西南往东北走向，从马尾港流入闽江，全长约 3.0km，宽度为 30-50m，深度约 1.5-3.5m，存在富营养化现象。

4.3 环境质量现状调查与评价

4.3.1 振动环境现状调查和评价

4.3.1.1 城市区域环境振动现状

(1) 监测方案

编制单位在可研编制过程中为初步了解项目沿线敏感点振动环境质量现状委托福建创投环境检测有限公司对沿线敏感点振动现状进行监测。在建设单位正式委托环境影响评价编制工作后，编制单位结合工可设计及总体设计，委托福建创投环境检测有限公司对沿线振动敏感点进行补充监测。监测点位图见附图 2。

表 4.3-1 振动环境质量现状监测方案

监测时间	监测频次	监测项目	监测仪器	执行标准
2019.10.21~ 2019.10.22	每个监测点位昼夜各一次， 每次不少于 1000s；昼间 6: 00~22: 00，夜间 22: 00~ 24: 00	环境振动	环境振动分析仪 AWA6256B+型	《城市区域环境 振动测量方法》 (GB10071-88)
2021.1.16~2				
021.1.17				

(2) 监测结果及结论

沿线敏感点环境振动监测结果见表 4.3-2。

表 4.3-2 环境振动监测点布设及现状监测结果表

序号	所在行政区	保护目标名称	所在区间	线路形式	线路里程及方位			最近相对位置/m		测点编号	测点位置	现状值/dB (1)		现状值/dB (2)		最大值/dB		标准值/dB		超标量/dB		现状主要振源	备注
					起始里程	终止里程	方位	水平	垂直			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
1	马尾区	魁岐佳园	洋里站~魁岐站	地下线	AK40+986	AK 41+200	左侧	15.75	37.60	V1	室外 0.5m										①②	正常	
2	马尾区	魁岐小区		地下线	AK 40+962	AK 41+200	右侧	24.59	37.60	V2	室外 0.5m											①②	正常
3	马尾区	福州市船政幼儿园		地下线	AK 41+150	AK 41+200	右侧	12.42	36.21	V3	室外 0.5m											①②	正常
4	马尾区	东方名城·尚郡		地下线	AK 41+275	AK 41+548	左侧	18.86	28.23	V4	室外 0.5m											①②	正常
5	马尾区	云集公寓		地下线	AK 41+550	AK 41+720	左侧	13.36	23.05	V5	室外 0.5m											①②	正常
6	马尾区	东方名城	魁岐站~葆祯站	地下线	AK 41+745	AK 41+900	右侧	19.1	28.36	V6	室外 0.5m											①②	正常
7	马尾区	福州市魁岐小学		地下线	AK 41+730	AK 41+800	左侧	34.5	24.98	V7	室外 0.5m											①②	正常
8	马尾区	凯隆橙仕公馆		地下线	AK 41+944	AK 42+175	左侧	12.11	30.50	V8	室外 0.5m											①②	正常
9	马尾区	东方名城		地下线	AK 41+900	AK 42+200	右侧	5.15	30.50	V9	室外 0.5m											①②	正常
10	马尾区	大德广场		地下线	AK 42+650	AK 42+770	左侧	31.39	26.52	V10	室外 0.5m											①②	正常
11	马尾区	名城紫金轩	葆祯站~儒江站	地下线	AK 42+495	AK 42+750	右侧	35	30.60	V11	室外 0.5m											①②	正常
12	马尾区	新大陆壹号		地下线	AK42+780	AK43+090	右侧	29.98	28.22	V12	室外 0.5m											①②	正常
13	马尾区	东江欣居明都		地下线	AK43+600	AK 43+850	右侧	33.93	45.26	V13	室外 0.5m											①②	正常
14	马尾区	东方名城·名郡		地下线	AK43+575	AK 44+086	左侧	9.33	42.90	V14	室外 0.5m											①②	正常
15	马尾区	儒江新苑		地下线	AK 43+860	AK 44+000	右侧	36.80	38.67	V15	室外 0.5m											①②	正常
16	马尾区	江滨锦城		地下线	AK 44+086	AK 44+250	左侧	7.75	32.60	V16	室外 0.5m											①②	正常
17	马尾区	名城国际		地下线	AK 44+000	AK 44+223	右侧	24.68	32.60	V17	室外 0.5m											①②	正常
18	马尾区	名城港湾		地下线	AK 44+287	AK 44+970	右侧	13.34	28.82	V18	室外 0.5m											①②	正常
19	马尾区	名城银河湾幼儿园		地下线	AK 44+770	AK 44+800	左侧	14.80	30.44	V19	室外 0.5m											①②	正常
20	马尾区	福建省飞毛腿高级技工学校	儒江站~下德站	地下线	AK 45+280	AK 45+380	左侧	43.3	42.2	V20	室外 0.5m											①②	正常
21	马尾区	招商江悦府	下德站~马江渡站	地下线	AK 46+050	AK 46+150	左侧	15	32.18	V21	室外 0.5m											①②	正常
22	马尾区	招商雍景湾		地下线	AK 46+180	AK 46+480	左侧	15	39.23	V22	室外 0.5m											①②	正常
23	马尾区	滨江 One57		地下线	AK 46+000	AK 46+170	右侧	19.29	32.18	V23	室外 0.5m											①②	正常
24	马尾区	阳光城 SOHO		地下线	AK 46+530	AK 46+580	左侧	43.2	40.9	V24	室外 0.5m											①②	正常
25	马尾区	阳江瑞景		地下线	AK 47+000	AK 47+100	右侧	9.3	42.3	V25	室外 0.5m											①②	正常
26	马尾区	长滩美墅		地下线	AK 47+100	AK 47+600	右侧	28.57	34.39	V26	室外 0.5m											①②	正常
27	马尾区	阳光城山与海		地下线	AK 47+100	AK 47+450	左侧	22.47	34.39	V27	室外 0.5m											①②	正常
28	马尾区	福州市马尾实验幼儿园	马江渡站~船政文化站	地下线	AK 48+210	AK 48+285	左侧	17.98	55.81	V28	室外 0.5m											①②	正常
29	马尾区	福益新村		地下线	AK 48+100	AK 48+380	右侧	17.53	55.81	V29	室外 0.5m											①②	正常
30	马尾区	福兴楼		地下线	AK 48+280	AK 48+370	左侧	17.72	55.53	V30	室外 0.5m											①②	正常
31	马尾区	冠盛东海岸		地下线	AK 48+380	AK 48+450	左侧	29.92	56.12	V31	室外 0.5m											①②	正常

序号	所在行政区	保护目标名称	所在区间	线路形式	线路里程及方位			最近相对位置/m		测点编号	测点位置	现状值/dB (1)		现状值/dB (2)		最大值/dB		标准值/dB		超标量/dB		现状主要振源	备注		
					起始里程	终止里程	方位	水平	垂直			昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间				
32	马尾区	马尾造船厂福顺新村	船政文化站~罗星塔站	地下线	AK 48+380	AK 48+420	右侧	21.86	56.12	V32	室外 0.5m										①②	正常			
33	马尾区	罗星花园		地下线	AK 49+820	AK 49+910	左侧	9.28	43.89	V33	室外 0.5m											①②	正常		
34	马尾区	紫云城		地下线	AK 49+920	AK 49+980	左侧	29.91	42.75	V34	室外 0.5m											①②	正常		
35	马尾区	宝马花园		地下线	AK 50+100	AK 50+200	右侧	11.42	35.78	V35	室外 0.5m												①②	正常	
36	马尾区	马尾海军医院		地下线	AK 50+110	AK 50+200	左侧	38.07	35.78	V36	室外 0.5m												①②	正常	
37	马尾区	英华园		地下线	AK 50+200	AK 50+300	右侧	10.01	30.49	V37	室外 0.5m												①②	正常	
38	马尾区	阳光花都		罗星塔站~青洲站	地下线	AK 50+368	AK 50+510	左侧	32.1	29.53	V38	室外 0.5m											①②	正常	
39	马尾区	青洲新苑(拟建)	地下线		AK 50+368	AK 50+510	右侧	21.3	29.53	V39	室外 0.5m												①②	正常	
40	马尾区	中佳蓝湾	地下线		AK 51+000	AK 51+100	左侧	25	36.89	V40	室外 0.5m												①②	正常	
41	马尾区	W-02 原理学院	洋里站~魁岐站	地下线	AK39+800	AK39+900	右侧	59	40.3	V41	室外 0.5m											①	正常		
42	晋安区	W-03 原协和大学女生宿舍		地下线	AK39+770	AK39+820	左侧	34.5	31.15	V42	室外 0.5m												①	正常	
43	晋安区	W-04 教师宿舍		地下线	AK39+720	AK39+770	左侧	5	49.3	V43	室外 0.5m												①	正常	
44	晋安区	W-06 教师宿舍		地下线	AK39+710	AK39+720	右侧	25.1	49.1	V44	室外 0.5m													①	正常
45	晋安区	W-07 校长别墅		地下线	AK39+705	AK39+715	左侧	24.2	49.5	V45	室外 0.5m													①	正常
46	晋安区	W-05 教师宿舍 5		地下线	AK39+640	AK39+710	/	0	58.3	V46	室外 0.5m													①	正常
47	晋安区	W-13 教师宿舍 2		地下线	AK39+380	AK39+420	/	0	27.48	V47	室外 0.5m													①	正常
49	马尾区	潮江楼	马江渡站~船政文化站	地下线	AK48+130	AK48+165	右侧	57	24.8	V49	室外 0.5m												①②	正常	
50	马尾区	官街历史建筑群		地下线	AK48+180	AK48+300	右侧	46.5	25.1	V50	室外 0.5m													①②	正常
51	马尾区	福建船政局建筑群官厅池		地下线	AK48+590	AK48+620	左侧	24.5	27.3	V51	室外 0.5m													①②	正常
52	马尾区	福建船政局建筑群钟楼		地下线	AK48+647	AK48+652	右侧	34.32	27.3	V54	室外 0.5m													①②	正常
53	马尾区	马江海战炮台		地下线	AK 49+137	AK 49+145	右侧	57.3	25.5	V53	室外 0.5m													①②	正常
54	马尾区	昭忠祠		地下线	AK 49+200	AK 49+242	右侧	59.8	21.8	V54	室外 0.5m													①②	正常

注：1.主要振源中：①-人群活动道路交通，②-道路交通，③-铁路列车运行。

3.超标栏中，“/”代表无测量或无标准值，“-”代表不超标。

工程沿线的振动主要是由人群活动道路交通和道路交通引起的。现状监测结果表明，沿线敏感点环境振动 VLz10 值昼间为 43.9~70.05dB，夜间为 42.5~62.85dB，均能满足《城市区域环境振动标准》(GB10070-88) 相应标准限值要求。

4.3.1.2 文物保护单位振动现状

(1) 监测方案

为了解项目沿线文物保护单位振动环境现状，编制单位委托福建省闽环试验检测有限公司对福建省协和大学历史建筑群及潮江楼、钟楼、官厅池、昭忠祠等文物保护单位进行振动现状监测。文物保护单位容许砖石限值及测量参照《古建筑防工业振动技术规范》(GB/T50452-2008)中的相关规定。古建筑结构的容许振动以振动速度为空置标准，容许振动速度根据建筑的结构类型、保护级别和弹性波在古建筑结构中的传播速度选用。监测点位图见下图，监测点位情况见表 4.3-3。

表 4.3-3 文物保护单位振动现状监测方案

点位名称	位置	监测时间	监测频次	监测项目
1#	W-02 原理学院	2021.10.26	1 天/次	水平振动速度、弹性波传播速度
2#	W-03 原协和大学女生宿舍			
3#	W-04 教师宿舍			
4#	W-06 教师宿舍			
5#	W-07 校长别墅			
6#	W-05 教师宿舍 5			
7#	W-13 教师宿舍 2			
8#	建议保护建筑			
9#	潮江楼	2021.10.27		
10#	官街历史建筑群			
11#	钟楼			
12#	官厅池			
13#	马江海战炮台			
14#	昭忠祠			

表 4.3-4 文物保护单位振动现状监测方法

序号	检测项目	检测方法
1	水平振动速度	《古建筑防工业振动技术规范》(GB/T50452-2008)
2	弹性波传播速度	《古建筑防工业振动技术规范》(GB/T50452-2008)

(2) 监测结果

项目沿线文物保护单位振动监测结果见表 4.3-5:

表 4.3-5 水平振动速度监测结果

点位编号及名称	检测位置	检测项目 及单位	检测结果	
			东西方向	南北方向
W-02 原理学院/光国楼	顶楼木梁上	水平振动速 度 (mm/s)		
W-03 原协和大学女生宿舍	顶楼石梁上			
W-04 教师宿舍	二楼木梁上			
W-06 教师宿舍	二楼石梁上			
W-07 校长别墅	顶楼木梁上			
W-13 教师宿舍 2	二楼石梁上			
建议保护建筑	二楼木梁上			
潮江楼	二楼木梁上			
官街历史建筑群	顶楼石梁上			
钟楼	二楼石梁上			
官厅池	石梁上			
马江海战炮台	炮台底座			
昭忠祠	一楼木梁上			

表 4.3-6 弹性波传播速度监测结果

点位编号及名称	检测位置	检测项目 及单位	检测结果
W-02 原理学院/光国楼	顶楼木梁上	弹性波传播速度 (m/s)	
W-03 原协和大学女生宿舍	顶楼石梁上		
W-04 教师宿舍	二楼木梁上		
W-06 教师宿舍	二楼石梁上		
W-07 校长别墅	顶楼木梁上		
W-13 教师宿舍 2	二楼石梁上		
建议保护建筑	二楼木梁上		
潮江楼	二楼木梁上		
官街历史建筑群	顶楼石梁上		
钟楼	二楼石梁上		
官厅池	石梁上		
马江海战炮台	炮台底座		
昭忠祠	一楼木梁上		

根据监测数据可知，项目沿线文物保护单位中，均能满足《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T50452-2008）相应容许振动速度限值。

4.3.2 电磁环境现状调查与评价

(1) 监测方案

为了解项目周边电磁环境质量现状，编制单位委托福建中检创信检测技术有限公司在魁岐主变电站周边设置 4 个电磁环境质量监测点，同时对评价范围内两处敏感点（东方名城·尚郡 9#楼及东方名城·尚郡 13#楼）进行电磁环境质量进行现状监测。

表 4.3-7 电磁环境质量现状监测方案

点位名称	位置	监测时间	监测频次	监测项目	监测仪器
R1#	拟建魁岐主变北侧厂外 1m	2021 年 5 月 14 日	1 天，昼夜各 1 次	工频电场， 工频磁场	XC100
R2#	拟建魁岐主变西侧厂外 1m				
R3#	拟建魁岐主变南侧厂外 1m				
R4#	拟建魁岐主变东侧厂外 1m				
R5#	东方名城·尚郡 9#楼一层外 1m	2021 年 7 月 15 日	1 天，昼夜各 1 次		XC100
R6#	东方名城·尚郡 13#楼一层外 1m				

表 4.3-8 电磁环境质量现状监测方法

序号	检测项目	检测方法	检测仪器
1	工频电场、工频磁场	交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）（HJ 681-2013）	XC100
2	工频电场、工频磁场	交流输变电工程电磁环境监测方法（试行）（HJ 681-2013）	XC100

(2) 监测结果及结论

魁岐主变周边电磁环境监测结果见表 4.3-9。

表 4.3-9 电磁环境现状监测点位一览表

点位名称	测点位置	昼间		夜间	
		工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)	工频电场强度 (V/m)	工频磁感应强度 (μT)
R1#	拟建魁岐主变西侧厂外 1m				
R2#	拟建魁岐主变北侧厂外 1m				
R3#	拟建魁岐主变东侧厂外 1m				
R4#	拟建魁岐主变南侧厂外 1m				
R5#	东方名城·尚郡 9#楼一				

	层外 1m				
R6#	东方名城·尚郡 13#楼 一层外 1m				

电磁环境现状监测结果可知，本工程拟建魁岐主变四周工频电场强度测量值为 2.45~2.48V/m，工频磁感应强度测量值为 0.07~0.19 μ T。



图 4.3-1 电磁环境现状监测点位图

4.3.3 地表水环境现状调查与评价

项目产生的废水经处理后接入市政污水管网，引至污水处理厂集中处理，不直接排入闽江。依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，地表水环境影响评价等级为三级 B，不需要进行补充监测调查，因此仅收集生态环境主管部门统一发布的水环境状况信息。

根据“福州市召开 2020 年生态环境质量状况新闻发布会”公布信息，2020 年，福州市三条主要河流总体水质为优良的水平；I类~III类水质比例为 90%；I类~II类水质比例为 50%；无劣V类水质断面。闽江流域福州段总体水质保持优良，I类~III类水质比例为 100%，其中，闽江干流国考断面水质全优。

4.3.4 大气环境现状调查与评价

根据“福州市召开 2020 年生态环境质量状况新闻发布会”公布信息，：2020 年福州市空气质量优良率 99.5%，高于上一年的 98.6%。2020 年，福州市环境空气质量综合指数为 2.76，较去年的 3.00 下降 8.0%，在全国省会城市中名列第三，在全国 168 个重点城市中排名第八。因此项目区域环境空气质量属于达标区。

4.3.5 声环境现状调查与评价

(1) 监测方案

编制单位在可研编制过程中为初步了解项目沿线敏感点声环境质量现状委托福建博测检测技术有限公司对沿线敏感点声环境现状进行监测。在建设单位正式委托环境影响评价编制工作后，编制单位结合工可设计及总体设计，委托福建创投环境检测有限公司对沿线声环境敏感点进行补充监测，委托福建中检创信检测技术有限公司对主变电站声环境进行监测及最近敏感点垂向楼层进行监测。为深化了解风亭及冷却塔外 50m~200m 范围内声环境现状情况，委托福建省闽环试验检测有限公司进沿线声环境敏感目标进行补充监测，本项目声环境监测点位图见附图 2，主变电监测点位图见图 4.3-1。

表 4.3-10 声环境质量现状监测点位

序号	监测时间	监测频次	监测项目	监测仪器	执行标准	监测机构
1	2019.10.27~ 2019.10.28	每个监测点位 昼夜各 1 次； 每次监测 20min	噪声现状值； 等效连续 A 声 级	爱华 AWA	GB3096- 2008	福建博测检 测技术有限 公司
2	2021.1.16~2 021.1.17	每个监测点位 昼夜各 1 次； 每次监测 20min	噪声现状值； 等效连续 A 声 级	爱华 AWA	GB3096- 2008	福建创投环 境检测有限 公司
3	2021.5.14	每个监测点位 昼夜各 1 次； 每次监测 10min	噪声现状值； 等效连续 A 声 级	爱华 AWA	GB3096- 2008	福建中检创 信检测技术 有限公司
4	2021.7.15	每个监测点位 昼夜各 1 次； 每次监测 10min	噪声现状值； 等效连续 A 声 级	爱华 AWA	GB3096- 2008	福建中检创 信检测技术 有限公司
5	2021.11.12	每个监测点位 昼夜各 1 次；	噪声现状值； 等效连续 A 声	爱华 AWA	GB3096- 2008	福建省闽环 试验检测有

序号	监测时间	监测频次	监测项目	监测仪器	执行标准	监测机构
		每次监测 10min	级			限公司
备注	序号“1”、“2”和“5”监测为对工程沿线声环境敏感点现状监测结果，序号“3”和“4”为主变电声环境现状监测					

仅用于公示使用

(2) 监测结果及结论

沿线敏感点环境噪声监测结果见表 4.3-11。

表 4.3-11 环境噪声监测点布设及现状监测结果表

序号	所在行政区	保护目标名称	测点编号	所在车站	声源	距声源距离/m	现状值/dB (A) (第一天)		现状值/dB (A) (第二天)		最大值/dB		标准值/dB (A)		超标量/dB (A)		现状主要声源	备注				
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间						
1	马尾区	东方名城华郡	N1	魁岐站	2号风亭	新风亭	44.5											①②	监测点位在 1F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声			
						排风亭	39.8													①②	监测点位在 3F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声	
						活塞风亭 1#	35															
						活塞风亭 2#	34.5															
					冷却塔	冷却塔	45										①②	监测点位在 5F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声				
2	马尾区	东方名城尚郡	N2	魁岐站	1号风亭	新风亭	63.11											①②	监测点位在 1F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声			
						排风亭	64.13													①②	监测点位在 3F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声	
						活塞风亭 1#	63.54															
						活塞风亭 2#	63.51															①②
3	马尾区	云集公寓	N3	魁岐站	2号风亭组	新风亭	58.9											①②	监测点位在 1F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声			
						排风亭	56.18															
						活塞风亭 1#	55.81															
						活塞风亭 2#	56.3															
					冷却塔	冷却塔	44.8															
4	马尾区	大德广场	N4	葆桢站	1号风亭组	新风亭	76.75											①②	监测点位在 1F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声			
						排风亭	59.16															
						活塞风亭 1#	57.07															
						活塞风亭 2#	56.22															
5	马尾区	名城紫金轩	N5	葆桢站	2号风亭组	新风亭	26.97											①②	监测点位在 1F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声			
						排风亭	33.20													①②	监测点位在 3F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声	
						活塞风亭 1#	27.00														①②	监测点位在 5F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声
						活塞风亭 2#	28.00															
6	马尾区	新大陆壹号	N6	葆桢站	2号风亭	新风亭	55.91											①②	监测点位在 1F, 在正常情况下进行监测, 现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声			
						排风亭	52.26															
						活塞风亭 1#	50.04															
						活塞风亭 2#	49.65															
					冷却塔	冷却塔	58.78															

序号	所在行政区	保护目标名称	测点编号	所在车站	声源		距声源距离/m	现状值/dB (A)		现状值/dB (A)		最大值/dB		标准值/dB (A)		超标量/dB (A)		现状主要声源	备注		
								(第一天)		(第二天)		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间			昼间	夜间
								昼间	夜间	昼间	夜间										
7	马尾区	江滨锦城	N7	儒江站	1号风亭组	新风亭	10.41											①②	监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声		
						排风亭	10.41												①②	监测点位在3F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声	
						活塞风亭1#	10.41												①②	监测点位在5F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声	
						活塞风亭2#	10.41														
8	马尾区	名城国际	N8	儒江站	1号风亭组	新风亭	75.14											①②	监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声		
						排风亭	63.55														
						活塞风亭1#	54.30														
						活塞风亭2#	46.08														
9	马尾区	名城银河湾	N9	儒江站	2号风亭组	新风亭	49.60											①②	监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声		
						排风亭	53.83														
						活塞风亭1#	59.95														
						活塞风亭2#	65.20														
10	马尾区	名城港湾	N10	儒江站	2号风亭组	新风亭	39.65											①②	监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声		
						排风亭	31.88														
						活塞风亭1#	31.50														
						活塞风亭2#	31.18														
11	马尾区	长滩美墅	N11	马江渡站	1号风亭组	新风亭	44.15											①②	监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声		
						排风亭	49.91														
						活塞风亭1#	50.86														
						活塞风亭2#	55.70														
					冷却塔	冷却塔	38.88													①②	监测点位在3F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声
12	马尾区	阳光城山与海	N12	马江渡站	1号风亭组	新风亭	55.7											①②	监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声		
						排风亭	43.70														
						活塞风亭1#	36.64														
						活塞风亭2#	31.42														
					冷却塔	冷却塔	69.06														
13	马尾区	罗星街道社区卫生服务中心	N13	船政文化站	2号风亭组	新风亭	40.95											①②	监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声		
						排风亭	42.80														
						活塞风亭1#	42.91														
						活塞风亭2#	43.35														
					冷却塔	冷却塔	43.60													①②	监测点位在5F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声

序号	所在行政区	保护目标名称	测点编号	所在车站	声源		距声源距离/m	现状值/dB (A)		现状值/dB (A)		最大值/dB		标准值/dB (A)		超标量/dB (A)		现状主要声源	备注		
								(第一天)		(第二天)		昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间			昼间	夜间
								昼间	夜间	昼间	夜间										
14	马尾区	安福楼小区	N14	船政文化站	2号风亭组	新风亭	32.41											①② 监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声			
						排风亭	41.05														
						活塞风亭1#	47.00														
						活塞风亭2#	53.45														
					冷却塔	冷却塔	56.90														
15	马尾区	阳光花都	N15	罗星塔站	1号风亭组	新风亭	41.35										①② 监测点位在1F,在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声				
						排风亭	41.07														
						活塞风亭1#	41.21														
						活塞风亭2#	51.31														
					冷却塔	冷却塔	36.53														
16	马尾区	/	N17	/	中间风亭	中间风亭	/										② 在正常情况下进行监测,现状主要声源为道路交通噪声				
17	马尾区	/	N18	/	拟建魁岐主变西侧厂外1m		/										①② 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声				
18	马尾区	/	N19	/	拟建魁岐主变北侧厂外1m		/										①② 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声				
19	马尾区	/	N20	/	拟建魁岐主变东侧厂外1m		/										①② 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声				
20	马尾区	/	N21	/	拟建魁岐主变南侧厂外1m		/										①② 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声和道路交通噪声				
21	马尾区	东方名城·尚郡9#楼一层	N22	/	主变电站		32										① 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声				
22	马尾区	东方名城·尚郡9#楼三层		/	主变电站		32										① 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声				
23	马尾区	东方名城·尚郡9#楼五层		/	主变电站		32										① 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声				
24	马尾区	东方名城·尚郡9#楼七层		/	主变电站		32										① 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声				
25	马尾区	东方名城·尚郡9#楼九层		/	主变电站		32										① 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声				
26	马尾区	东方名城·尚郡13#楼一层	N23	/	主变电站		23										① 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声				
27	马尾区	东方名城·尚郡13#楼三层		/	主变电站		23										① 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声				
28	马尾区	东方名城·尚郡13#楼五层		/	主变电站		23										① 在正常情况下进行监测,现状主要声源为社会生活噪声				

序号	所在行政区	保护目标名称	测点编号	所在车站	声源	距声源距离/m	现状值/dB (A) (第一天)		现状值/dB (A) (第二天)		最大值/dB		标准值/dB (A)		超标量/dB (A)		现状主要声源	备注
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间		
29	马尾区	东方名城·尚郡 13#楼七层		/	主变电站	23											①	在正常情况下进行监测，现状主要声源为社会生活噪声
30	马尾区	东方名城·尚郡 13#楼九层		/	主变电站	23											①	在正常情况下进行监测，现状主要声源为社会生活噪声

注：1.主要噪声源：①——社会生活噪声，②——道路交通噪声，③——施工噪声。2.超标栏中，“/”代表无测量或无标准值，“-”代表不超标。

仅用于公示使用

在主干道个别敏感点同步统计监测期间的车流量，详见表 4.3-12。

表 4.3-12 监测期间道路交通量

监测点名称	监测点位编号	监测时间	实际车流量 (pcu/h)			折标车流量 (pcu/h)
			大型车	中型车	小型车	
魁岐路 东方名城 尚郡	N3# △	昼间 (11: 21~11: 41)				
		夜间 (22: 04~22: 24)				
儒江西路 名城紫金 轩	N5# △	昼间 (13: 20~13: 40)				
		夜间 (22: 46~23: 06)				
儒江东路 江滨锦城	N7# △	昼间 (13: 56~14: 16)				
		夜间 (23: 22~23: 42)				
建星路 阳光花都	N14# △	昼间 (16: 30~16: 50)				
		夜间 (00: 37~00: 57)				

注：1、本次车流量统计期间暂未见到拖拉机，遇到的摩托车已并入小型车一并统计；

2、本次车流量主要根据 20 分钟内统计数据再折算 1 个小时得出；

3、折标车流量统计方法是参考《交通运输部办公厅文件（厅规划字〔2010〕205 号）中附件 2 的规定。

由上可知，沿线敏感点环境噪声现状值昼间为 49~66.8dB (A)，夜间为 46~58.1dB (A)，对照相应标准，工程沿线敏感点声环境现状共有 2 处超标。造成沿线噪声现状监测点超标的主要原因是部分敏感点距离既有道路较近，受道路交通噪声影响大。

5 施工期环境影响分析与评价

5.1 施工期环境影响分析及重点

施工期对环境的影响主要取决于施工路段、施工方法、施工季节、施工项目的昼夜安排，以及采用的施工机械类型、施工材料的运输工具和运输路线、沿线居民的密集程度及敏感点的分布情况等。本工程投资较大、施工期较长，根据工程环境影响识别与筛选矩阵图，由此确定施工期的环境评价要素为：临时施工用地对沿线城区交通的干扰，以及施工噪声、污水、扬尘、振动、弃土和垃圾所产生的污染；此外施工活动对景观也将造成一定程度的破坏。其中以城市生态、噪声、大气污染为施工期评价重点。

5.2 施工方案合理性分析

5.2.1 施工工程概况

本工程施工工期为 54 个月。具体施工内容如下：

- (1) 施工场地准备：进行征地划拨、行道树迁移、房屋动迁、地下管线搬迁、交通改道等。
- (2) 车站土建施工：明挖法车站施工、结构施工、装修施工、机电设备安装等。
- (3) 区间施工：盾构法区间隧道施工。
- (4) 轨道铺设工程。
- (5) 牵引变电所：进行土建及设备安装等。全线试通车及运营设备调试。

5.2.2 施工方法主要环境影响及合理性分析

5.2.2.1 地下区间施工方法及其环境影响

- (1) 本项目区间隧道施工方案情况

本工程全线采用盾构法施工。盾构法适用于结构断面单一的圆形隧道的施工。占地少，对地面环境影响小，施工风险小，不需降水。

- (2) 隧道施工对敏感点的影响

本项目沿线位于城市建成区，沿线居民区基本为钢筋混凝土结构建筑物，其建筑结构稳定。结合沿线敏感点分布情况，本项目施工期过程主要影响为沿线文物保护单位。同时由于地下区间施工，其噪声影响较小，主要影响体现在施工振动。因此本评价结合《福州市轨道交通2号线东延线一期工程[鼓山站（不含）~青洲站]文物影响评估报告》（以下称“文物评估报告”）内容，对施工过程对文物保护单位影响进行阐述。

福州市协和大学历史建筑群区间隧道采用盾构法施工，盾构法施工过程对地表建筑影响较小。同时根据文物评估报告可知，施工阶段，附加局部倾斜变形最大的为教师宿舍2，最大倾斜率为0.012‰；校长别墅沉降最大，沉降值为2.1mm；满足城市轨道交通工程施工相关要求。

本项目马江渡站~船政文化站盾构区间，潮江楼最大沉降为0.2mm，最大局部倾斜为0.01‰；官街历史建筑群最大沉降为0.4mm，最大局部倾斜为0.02‰；钟楼处最大沉降为3.0mm，最大局部倾斜率为0.09‰；官厅池最大沉降为2.2mm，最大局部倾斜率为0.10‰。

综上所述，本项目施工方案对文物保护单位的影响满足相关要求。从环境角度，在采取合理安排施工，加强施工管理，加强施工跟踪监测的情况下，施工方案对文物保护单位的影响是可接受。

5.2.2.2 地下车站施工方法及其环境影响

地下车站工程常用的施工方法一般可分为明挖法、半盖挖法和暗挖法，施工方法存在以下特点：

明挖法一般适用于地面有条件敞口开挖，且有足够施工场地的情况。施工安全，降、排水容易，但对周围环境或道路交通影响大，易受到气象条件的影响。

当车站位于现状道路或跨越路口，或处于比较繁华而狭窄的街道下，无明挖条件，但允许短时间中断交通或局部交通改移时，可采用盖挖法施工，当路面盖板根据需要仅铺设一部分时，为半盖挖顺作法。该方法对周围环境的干扰时间较短，对防止地面沉降及对周围建筑物和地下管线的保护具有良好的效果，施工难度为中等水平。

当车站通过繁忙交通地段，或因其它原因不允许封闭路面交通、且站位埋深较大，可采用浅埋暗挖法施工。暗挖法的最大优点就是施工时对路面交通没有干扰，对环境无影响，但使用范围受地质条件限制，施工难度大，投资高，施工沉降大。

本线车站均有采用明挖法、半盖挖法及暗挖法。从环境角度出发，车站施工外环境会产生一定影响，主要体现为施工产生的弃渣及泥水雨天造成泥泞，施工器械形成噪声源，严重影响施工场地附近的居民区、学校的生活、教学环境；对地面交通产生影响等。因施工期影响时间是短暂的，主要影响是在施工初期地面开挖，地面施工机械作业等，进入结构施工阶段或路面封闭后，影响微乎其微。因此总体而言地下车站选择较成熟的施工方法，从技术、经济、环保效益统一角度考虑是合理的。

5.3 施工期噪声对环境的影响分析

5.3.1 施工期声环境影响分析

(1) 施工场地内噪声源分析

本工程施工场地分为：车站、区间风井。施工噪声源主要是各种施工机械作业噪声，土建施工阶段有挖掘机、推土机、装载机、空压机等，以及各种施工运输车辆噪声等；基础施工阶段有钻孔机、空压机、风锤等；结构施工阶段有混凝土泵车、振捣棒、吊车等。全线机电设备安装、装饰装修工程对地面噪声敏感目标影响轻微。

根据《环境噪声与振动控制工程技术导则》(HJ2034-2013)，常见施工设备噪声源不同距离声压级见表 3.4-3。

从表 3.4-3 可以看出，施工机械和车辆的噪声源强均较高，实际施工过程中，一般是多种机械同时工作，各种噪声源辐射的噪声相互叠加，影响较大。

(2) 施工期噪声影响预测

将施工设备视为点声源，其衰减公式如下：

其中：

$$L_2 = L_1 - 20 \lg(r_2 / r_1) - \Delta L$$

其中：L1、L2-----距离声源 r1、r2 (m) 距离的噪声值 (dB)

r1 -----点声源至受声点 1 的距离 (m)

r2-----点声源至受声点 2 的距离 (m)

ΔL ---噪声传播过程中由屏障、空气吸收等引起的衰减量

据预测，典型单台施工机械或车辆噪声随距离衰减情况见表 5.3-1

表 5.3-1 典型单台施工机械或车辆噪声随距离衰减 单位: dB (A)

序号	施工设备	距离 (m)											
		10	20	30	40	60	80	100	150	200	250	300	350
1	液压挖掘机	82.0	76.0	72.5	70.0	66.4	63.9	57.7	54.0	51.4	49.4	47.8	46.4
2	电动挖掘机	79.0	73.0	69.5	67.0	63.4	60.9	54.7	51.0	48.4	46.4	44.8	43.4
3	推土机	82.5	76.5	73.0	70.5	66.9	64.4	58.2	54.5	51.9	49.9	48.3	46.9
4	轮式装载机	88.0	82.0	78.5	76.0	72.4	69.9	63.7	60.0	57.4	55.4	53.8	52.4
5	重型运输车	82.0	76.0	72.5	70.0	66.4	63.9	57.7	54.0	51.4	49.4	47.8	46.4
6	空压机	85.5	79.5	76.0	73.5	69.9	67.4	61.2	57.5	54.9	52.9	51.3	49.9
7	混凝土振捣器	79.5	73.5	70.0	67.5	63.9	61.4	55.2	51.5	48.9	46.9	45.3	43.9
8	混凝土输送泵	87.0	81.0	77.5	75.0	71.4	68.9	62.7	59.0	56.4	54.4	52.8	51.4
9	混凝土搅拌车	83.0	77.0	73.5	71.0	67.4	64.9	58.7	55.0	52.4	50.4	48.8	47.4
10	移动式发电机	94.0	88.0	84.5	82.0	78.4	75.9	69.7	66.0	63.4	61.4	59.8	58.4

当多台设备同时运行时，声级按下式叠加计算：

$$L_{\text{总}} = 10 \log \sum_{i=1}^N 10^{L_i/10}$$

式中：

L 总——叠加后的总声级，dB (A)；

L_i——第 i 个声源的声级，dB (A)。

施工过程中通常会有多台机械同时作业，按车站开挖基础施工阶段挖掘、装载和运输车辆等施工设备同时运行，昼间持续工作 8 小时，夜间持续工作 1 小时考虑，计算出的施工噪声的影响见表 5.3-2。

表 5.3-2 不同施工阶段的施工噪声的影响 单位: [dB (A)]

序号	施工阶段	作业时段	距离(m)											
			10	20	30	40	60	80	100	150	200	250	300	350
1	土方、基础施工阶段	昼间	86.8	80.7	77.2	74.7	71.2	68.7	62.4	58.7	56.2	54.2	52.6	51.2
		夜间	80.7	74.7	71.2	68.7	65.2	62.7	56.4	52.7	50.1	48.2	46.5	45.2

(3) 施工期噪声影响分析

①各种施工方法施工噪声分析

施工期噪声影响主要集中在地下车站和明挖区间，不同的施工方法在各施工阶段产生的施工噪声的影响程度、影响范围、影响周期也不同，结合国内轨交施工场地施工噪声的调查，各种施工方法产生的施工噪声影响情况如表 5.3-3 所示。

表 5.3-3 车站及区间各阶段施工噪声影响分析

施工方法	土方阶段	基础阶段	结构阶段
明挖顺作法 (地下车站)	主要工序有基坑开挖、施作维护结构、弃碴运输等，产生挖掘机、推土机、翻斗车等机械作业噪声和运输车辆噪声，此阶段噪声影响主要集中在基坑开挖初期，随着挖坑加深，施工机械作业噪声影响逐步减弱，当施工至 5~6m 深度以下后，施工作业噪声主要为运输车辆噪声。	主要的施工工序有打桩基础，底板平整、浇注等，产生平地机、空压机和风镐等机械作业噪声，此阶段施工在坑底进行，施工噪声对地面以上周围声环境影响较小。	主要的施工工艺有钢筋切割和帮扎、混凝土振捣和浇注，产生振捣棒、电锯等机械作业噪声，此阶段施工由坑底由下而上进行，只有在施工后期才会对周围声环境产生影响，影响时短
半盖挖法 (地下车站，路口处)	大部分基坑开挖工序在顶板下进行，只在施工初期的基坑)开挖、施作围护结构及顶板结构时产生噪声，影响时间短。	在顶板下施工，对地面环境影响轻微	在顶板下施工，对地面环境基本无影响
盾构法 (区间隧道)	盾构法为地下施工，对地面以上声环境不产生施工噪声影响。		

由上表可知，各种施工方法中，明挖法虽然影响时间贯穿整个施工过程，但是属于坑内半开放式施工，影响范围较小。区间隧道施工方法中，盾构法为地下施工，对地面声环境不产生施工噪声影响；明挖法施工噪声影响主要集中在基坑土石方阶段及底板平整阶段。

盾构法为地下施工，因此，区间隧道施工对地面以上声环境产生的施工噪声影响较小。

由于明挖施工开挖面及占用场地大，施工时间较长，需采取有效措施做好交通疏导和噪声控制工作。

②施工阶段的主要声环境敏感点

从现场调查情况来看，本工程地下车站附近的施工场地距周围环境敏感点一般比较近，尤其是魁岐站、葆祯站、儒江站，这些地下车站周边分布有大型居住小区，环境敏感目标将不同程度的受到施工噪声的影响。施工阶段的主要声环境敏感点如表 5.3-4 所示。

表 5.3-4 拟建工程施工期噪声影响情况表

施工场地	敏感点分布	环境现状	施工影响情况
区间风井	无	交通噪声	无敏感点受影响

魁岐站	福州市船政幼儿园、东方名城·尚郡、东方名城·华郡、云集公寓、福州市魁岐小学	社会噪声、交通噪声	施工噪声对敏感点有影响
葆桢站	名城紫金轩、大德广场、新大陆壹号	社会噪声、交通噪声	施工噪声对敏感点有影响
儒江站	江滨锦城、名城港湾、名城银河湾、名城国际	社会噪声、交通噪声	施工噪声对敏感点有影响
下德站	滨江 One57	社会噪声、交通噪声	施工噪声对敏感点有影响
马江渡站	阳光城山与海、长滩美墅	社会噪声、交通噪声	施工噪声对敏感点有影响
船政文化站	罗星街道社区卫生服务中心、昭忠祠	社会噪声、交通噪声	施工噪声对敏感点有影响
罗星塔站	阳光花都、青洲新苑（在建）、英华园	社会噪声、交通噪声	施工噪声对敏感点有影响
青洲站	无	社会噪声、交通噪声	无敏感点受影响

③地铁车站的影响评价

由表 5.3-2 可知，地下车站地面开挖施工中，所有该阶段使用的机械同时施工时，按昼间持续工作 8 小时，夜间持续工作 1 小时考虑，昼间应使所有施工机械距施工场界保持 70m，夜间应使所有施工机械距施工场界保持 130m，方可使施工场界噪声达标。

根据表 5.2-4 可知，项目沿线施工场地中除区间风井、青洲站周边无敏感点分布外，其余施工场地均有敏感点分布。根据沿线施工场地布置的情况（施工场地围挡示意图见图 3.3-15~图 3.3-23），沿线施工场地基本设置在道路上，围挡距离周边敏感点最近距离约为 5m。施工过程中假设施工机械均布置在距居民住宅最近的厂界处，该施工阶段的施工设备同时施工、不采取噪声防护措施且连续运转 8 小时等最不利情况下预测，如不采取防治措施，预计敏感点距离施工厂界最近处的施工噪声不能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

④运输车辆噪声源分析

本工程在施工材料、施工弃土的运输过程中，运输车辆噪声将影响运输道路两侧噪声敏感点。运输的施工材料主要有商品混凝土、钢材等。

根据类比测试，距载重汽车 10m 处的声级为 78-86dB（A），40m 处为 70dB（A）；本工程每天运输车辆数较少，相对于沿线道路车流量来说，其影响相近并具有间歇性的特点。

5.3.2 施工期声环境影响防护措施

根据《中华人民共和国环境噪声污染防治法》第二十七、二十八、二十九、三十条的规定，本工程在施工期应符合国家规定的建筑施工场界环境噪声排放标准；在工程开工十五日前向工程所在区级环境保护行政主管部门申报本工程的项目名称、施工场所和期限、可能产生的环境噪声值以及所采取的噪声污染防治措施的情况；在城市市区噪声敏感建筑物集中区域内，禁止夜间进行产生环境噪声污染的建筑施工作业，因特殊需要必须连续作业的，依法取得生态环境主管部门批准，并将批准的夜间作业公告附近居民。

除此之外，结合本工程实际情况，对施工期噪声环境影响提出以下对策措施和建议：

(1) 施工期间，必须接受城管部门的监督检查，按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求采取有效减振降噪措施，不得扰民；需要夜间施工的需办理《夜间施工许可证》；

(2) 施工场地内主要分为生活区、办公区、施工作业区。建议对施工场地平面布置进行合理安排，将生活区及办公区安排在考虑居民的一侧，施工作业区远离居民；

(3) 针对魁岐站涉及的福州市船政幼儿园、福州市魁岐小学，船政文化城站涉及的罗星街道社区卫生服务中心，施工过程应尽量远离以上敏感点作业。若出现不得不作业情况，应合理安排施工时间可尽量避开上课时间作业；

(4) 噪声较大的机械如发电机、空压机等安装减振基座并加设临时隔声罩，并尽可能远离居民区、学校等声环境敏感点，并采取定期保养，严格操作规程。

(5) 高噪声工程机械设备限制使用时间，尽量在 8:00~12:00，14:00~18:00 期间使用，若因特殊原因需连续施工的，必须事前经环保主管部门批准。

(6) 运输车辆进出施工场地应控制车速、严禁运输车辆鸣笛、禁止超载、装卸材料应轻拿轻放；

(7) 全线采用商品混凝土，施工场地不设置混凝土搅拌站；

(8) 优化施工方案，合理安排工期，将建筑施工环境噪声危害降到最低程度，在施工工程招投标时，将降低环境噪声污染的措施列为施工组织设计内容，并在签订的合同中予以明确。

(9) 根据国家环保总局 1998 年 4 月 26 日发布的《关于在高考期间加强环境噪声污染监督管理的通知》，在高考、中考期间和高考、中考前半个月内，除按国家有关环境

噪声标准对各类环境噪声源进行严格控制外，还禁止进行产生噪声超标和扰民的建筑施工作业。

(10) 设置信访制度。施工期，建设单位、施工单位、设计单位、街道办可联合成立专门的领导小组。设立 24 小时值守热线，并设置专门的联络员，做好施工宣传工作，加强与沿线居民的沟通，根据居民意见及时改进管理措施，以保证沿线居民的生活质量。

(11) 应采用低噪声机械设备和工艺，魁岐站、葆祯站、儒江站、下德站、马江渡站、船政文化城站、罗星塔站禁止使用高噪声设备，在破损、挖掘硬质路面时，使用 JZFC 覆罩法施工，各类路面破损装置置于移动作业室内操作，路面破损动力机械采用降噪措施。

(12) 除区间风井、青洲站外，其余车站均应设置临时的 3~4m 高隔声围墙或吸声屏障，减轻噪声影响。

5.4 施工期振动环境影响分析与防护措施

本工程地下车站主要采用明挖法、半盖挖法施工，区间隧道采用盾构法施工，施工作业产生振动的机械主要有挖掘机、钻孔机、风镐、空压机、混凝土输送机、压路机及重型运输车等。

5.4.1 施工机械振动环境影响评价

5.4.1.1 施工机械振动污染源强

根据该地铁工程的施工特点，该工程施工时所采用的机械设备和振动源强见表 5.4-1。

表 5.4-1 施工机械振动源强参考振级 (VLzmax: dB)

施工阶段	施工设备	测点距施工设备距离 (m)				
		5	10	20	30	40
土方阶段	挖掘机	82-84	78~80	74~76	69~71	67~69
	推土机	83	79	74	69	67
	压路机	86	82	77	71	69
	重型运输车	80~82	74~76	67~71	64~66	62~64
	盾构机	/	80~85	/	/	/
基础阶段	振动夯锤	100	93	86	83	81
	风锤	88~92	83~85	78	73~75	71~73

施工阶段	施工设备	测点距施工设备距离 (m)				
		5	10	20	30	40
	空压机	84~85	81	74~78	70~76	68~74
结构阶段	钻孔机	63	/	/	/	/
	混凝土搅拌机	80~82	74~76	69~71	64~66	62~64

由上表可知，除基础阶段的施工机械外，大部分振动型施工作业设备产生的振动，在距振源 30m 处 Z 振动级小于或接近 72dB，满足《城市区域环境振动标准》中“混合区”夜间 72dB 的振动标准要求，但距振源 10-20m 范围内的居民生活和休息将受到影响。

5.4.1.2 施工机械振动环境影响分析

(1) 区间线路施工影响分析

本工程区间线路主要采用盾构法施工，类比同类型施工路线，区间隧道采用盾构施工对线路两侧地面产生的振动影响较小；在线路正上方有一定影响，主要表现为地表振动。

由于线路局部路段距离敏感点较近，如魁岐佳园、云集公寓、东方名城·美郡、东方名城·名郡、江滨锦城、名城港湾、阳光瑞景、罗兴花园等，因此，施工作业中产生的振动可能会给上述振动敏感目标的日常生产、生活带来影响。本工程在盾构施工过程中，应采取加固等预防措施，并对下穿或距离近的振动敏感建筑物进行施工期监测。

(2) 车站施工影响分析

车站施工期的振动影响主要为车站破碎路面和主体结构施工，各高频振动机械对车站周围的建筑影响较大。

车站施工主要采用明挖方式，打桩、挖掘等施工作业以及运输车辆在运输、装卸过程中会产生振动，不可避免的会对沿线居民区和学校等的日常生产、生活造成影响。

(3) 施工阶段的主要振动环境敏感点

本工程施工场地较为紧张，部分施工现场较难避开人口密集区域。本工程施工期的振动敏感点主要为：车站施工点附近，以及区间隧道邻近的居民点、学校、医院、机关单位等。

5.4.2 施工期振动污染的环境保护措施和建议

为使本工程施工振动环境影响降低到最低限度，需从以下几方面采取有效的控制对策：

(1) 科学合理的施工现场布局是减少施工振动的重要途径，在满足施工作业的前提下，应充分考虑施工场地布置与周边环境的相对位置关系，特别在车站附近或明挖段施工时，应进行施工围挡，施工围挡内的固定振动源，如加工车间、料场等相对集中，以缩小振动干扰的范围，在既有交通路段施工，施工围挡范围要考虑交通导流，保障通车。如施工期较长，可采用一些应急的减振措施，并充分利用地形、地物等自然条件，减少振动的传播对周围敏感点的影响；施工车辆，特别是重型运输车辆的运行途径，应尽量避免振动敏感区域。

(2) 在保证施工进度的前提下，优化施工方案，合理安排作业时间，做到文明施工。

(3) 加强控制强振动施工机械的使用，尽量选用低振动设备。

(4) 加强施工期振动监控，进行施工期振动进行跟踪监测，按监测结果及时调整防振措施，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固措施等。对于联络通道所在区段，应加强对其进行爆破施工振动监控，及时反馈监控信息，同时制定施工应急预案，做到信息化施工，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固等预防措施。

(5) 施工单位和环保部门应做好宣传工作，加强施工单位的环境管理意识，根据国家 and 地方有关法律、法令、条例、规定，施工单位应积极主动接受环保部门监督管理和检查。在工程施工和监理中设专人负责，确保施工振动控制措施的实施。

5.5 施工期环境空气影响分析与防护措施

5.5.1 施工期大气环境影响分析

本工程施工期大气环境污染源主要为扬尘、车辆尾气。

(1) 扬尘

施工期最主要的大气污染是扬尘，其产生情况与地面尘土量、运输车辆的流量、行驶速度、载重量以及风速等因素成正相关的关系。工程房屋拆迁、施工面开挖、渣土堆放和运输等施工活动都将引发扬尘。

①房屋拆迁：工程拆迁过程中伴随大量扬尘产生，影响时间可持续 30 分钟之久，而其中 PM₁₀ 影响时间更长，是造成城市环境空气污染的主要因子。

②施工面开挖：明挖车站施工面开挖，势必产生许多施工裸露面。施工裸露面在干

燥、多风的气象条件下，极易产生扬尘。此外，工程施工产生的渣土多为粉质黏土，含水量高时粘性较大，不易产生扬尘，但表面干燥后，会形成粒径很小的粉土层，在装卸、移动、汽车行驶等人为活动或自然风速达到相应的启动风速时，细小的尘土就会扬起漂移到空中，形成扬尘。

③车辆运输：车辆运输过程中产生的扬尘主要有三方面：

a. 车辆在施工区行驶时，搅动地面尘土，产生扬尘；

b. 渣土在装运过程中，如果压实和苫盖措施不利，渣土在高速行驶和颠簸中极易遗撒到道路上，经车辆碾压、搅动形成扬尘。根据对城市渣土运输车辆的类比调查，每辆车的平均渣土遗撒量在 500g 以上。

c. 运输车辆驶出施工场地时，其车轮和底盘由于与渣土接触，通常会携带一定数量的泥土，若车辆冲洗措施不力，携带出的泥土将遗撒到道路上，从而形成扬尘。根据调查，车辆驶出工地的平均带泥量在 5000g 以上。进入道路的泥土主要遗撒在距工地 1200m、宽 1.2m 的路面上，其地面尘土量平均为 $190.2\text{g}/\text{m}^2$ ，是未受施工影响路面的 39 倍。若施工渣土堆放在仍然行车的道路边，则路面的尘土量平均为 $319.3\text{g}/\text{m}^2$ ，是未受施工影响路面的 67 倍。

根据对施工场地及周边的扬尘监测，场内经常保持湿润，粉尘源主要为运土车辆进出以及挖掘机挖土产生的二次扬尘，监测结果见表 5.5-1。

表 5.5-1 距施工场地不同距离处空气中 TSP 浓度值

距离, m	10	20	30	40	50	60
浓度, mg/m^3	1.75	1.3	0.78	0.365	0.345	0.33

(2) 运输车辆尾气

因施工场地在交通道路附近，以燃油为动力的施工机械和运输车辆在施工场地附近排放一定量的废气，虽然使所在地区废气排放量在总量上有所增加，但只要加强设备及车辆的养护，严格执行福州市关于机动车辆使用的规定，其对周围大气环境将不会有明显的影响。

(3) 对敏感目标的影响

由于本工程施工开挖产生的扬尘影响范围在施工场地局部范围内，一般只对临施工场地第一排房屋产生一定影响。通过在临时堆放时采取防水布进行遮盖，运输过程中采取密封装载等切实可行的扬尘控制措施，可使施工场地及运输线沿线附近的粉尘污染控

制在最低限度。

5.5.2 施工期大气污染防治措施

建设单位、设计单位和施工单位应根据福建省对建筑垃圾和工程渣土处置管理相关要求，切实作好施工期大气污染防治工作。工程位于城市区域，对扬尘较敏感，因此，应对本项目施工期产生的粉尘采取切实可行的措施，使施工场地及运输线沿线附近的粉尘污染控制在最低限度。

(1) 施工场地在开始施工前，根据围挡计划对场地周边采取围挡措施，其围挡高度均高于 2m，减小施工场地扬尘的扩散。

(2) 对施工场地采取硬化处理，并安排专人对施工场地进行清扫，保持场地的清洁。施工场地内应定时洒水，配备专用洒水车，防止粉尘扬起；在开挖和回填土方时，若表层土较干燥应先洒水在进行作业。

(3) 对易产生扬尘建筑材料实施覆盖遮挡措施，及时清运开挖的土方，从源头控制施工扬尘。对临时堆土实施覆盖措施，防止扬尘的产生。

(4) 施工场地出入口修建洗车槽对外出施工车辆进行冲洗，防治车辆运输过程中造成二次污染。

(5) 围挡措施上方安装喷雾降尘设备，控制施工区扬尘，根据施工区情况，需配置风送式喷雾机，对易产生扬尘部位实施喷雾降尘，能有效的减少扬尘污染。

(6) 在施工过程中，严禁将废弃的建筑材料作为燃料，严禁焚烧垃圾。

(7) 运输车辆和各类燃油施工机械应优先使用含硫量低于 0.02% 的低硫汽油或含硫量低于 0.035% 的低硫柴油，机动车辆排放的尾气应满足标准要求。

(8) 工程位于城市建成区，对混凝土浇注量超过 10m³ 的工程，应当使用商品混凝土。若因商品混凝土生产企业的生产能力不足或运输困难等其它原因，需在现场搅拌混凝土的，应由建设单位提出书面申请，报请市商品混凝土管理办公室审核批准。

5.6 施工期地表水环境影响分析与防护措施

5.6.1 施工期水污染源分析

本次工程施工期产生的污水主要来自施工作业生产的施工废水、施工人员产生的生

生活污水、暴雨时冲刷及建筑泥沙等产生的地表径流污水、淤泥沉淀废水等。

施工废水包括开挖和钻孔产生的泥浆水、机械设备运转的冷却水和洗涤水、淤泥沉淀产生的废水；生活污水包括施工人员的盥洗水、食堂下水和厕所冲刷水；地表径流污水主要包括暴雨地表径流冲刷浮土、建筑砂石、垃圾、弃土产生的夹带大量泥沙且携带水泥、油类等各种污染物的污水。如管理不善，污水将使施工路段周围地表水体或市政管中泥沙含量有所增加，污染周围环境或堵塞城市排水管网系统，虽然水量不大，但影响时间较长。

5.6.2 施工期对地表水的影响分析

(1) 施工人员生活污水

本项目周边市政排水设施较为完善，施工生活污水经化粪池处理，达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放标准要求后接入市政污水管网，对周边水环境无影响。

(2) 建筑施工废水

建筑施工废水主要为基坑开挖、地下连续墙施工、盾构施工等过程中产生的泥浆水、机械设备的冷却水和洗涤水；泥浆水 SS 含量相对较高，机械设备的冷却水和车辆冲洗水为含油污水。在降雨量较大的季节，泥浆若不经处理直接经雨水进入城市下水管网，容易造成下水管网的堵塞。建筑施工废水每个站排放量泥浆水（包括施工基坑渗水）平均约为 50m³/d。在每个车站设置（隔油）沉淀池 1 座，沉淀处理后回用于物料冲洗和洒水防尘，处理达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级排放纳管处理。

(3) 淤泥产生的废水

施工过程施工场地均设置有淤泥处理设备，盾构过程及车站开挖过程产生的淤泥在淤泥沉淀池处理后，再进行泥水分离处理，处理后废水再经过一道沉淀池处理后可用于物料冲洗及施工洒水防尘。涉及雨季，产生水量较大时，部分废水可经市政污水管道进入对应污水处理厂处理后排放，沉淀处理后的淤泥连同弃渣统一处理。

(4) 对地表水的环境影响分析

本工程施工期间产生的生活污水经处理后，最终进入污水处理厂进一步处理，施工废水通过沉淀处理后回用，有条件车站接管处理，因此，本工程不直接向地表水体排放

施工废水和生活污水。通过加强施工期环境管理和采用有效环保措施条件下，工程建设不会对周边地表水体水质产生影响。

本工程洋里站~魁歧站区间上跨鼓山补水隧洞，与其间距约 5m。该区间采用盾构法施工，施工工艺成熟稳定，同时穿越地质岩层为微风化花岗岩，其抗压强度大，地质稳定，在合理施工安排，严格落实施工管理的情况下，不会对鼓山补水隧洞产生破坏，对福州内河的补给不会产生影响。

5.6.3 施工废水防护措施

根据对在建福州地铁施工期水环境类比调查表明，虽然施工期间会产生一定量的废水，但只要施工单位从以下几方面采取处理措施并加强管理，施工期间产生的水环境影响就能得到有效控制。

(1) 严禁施工废水乱排、乱放。并根据福州市的降雨特征和工地实际情况，设置好排水设施，制定雨季具体排水方案，避免雨季排水不畅，防止污染道路、堵塞下水道等事故发生。

(2) 在工程施工场地内需构筑沉淀池，施工废水优先经沉沙、除渣和隔油等处理后回用于车辆清洗和场内洒水，多余废水经处理后排放城市下水道，执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准。

(3) 施工人员临时驻地主要依托周围已有生活设施，如无条件可采用移动式厕所或设置预处理池，生活污水经预处理池处理后排入城市市政管网，避免由于乱排生活污水污染地下水水质。

(4) 施工现场设置专用油漆油料库，库房地面墙面做防渗漏处理，储存、使用、保管专人负责，防止跑、冒、滴、漏污染土壤和水体；对施工过程中使用的有毒、有害、危险化学品要妥善保管，避免泄露污染土壤和水体。

(5) 综合利用施工降水排除的地下水，可用于施工场地绿化、洗车、洒水等。

5.7 施工期固体废物对环境的影响分析与防护措施

5.7.1 固体废物性质及弃土量

工程产生的固体废物主要为工程弃土、建筑垃圾及施工人员生活垃圾等。工程弃土

主要为施工过程中车站开挖产生的弃土、泥浆，以及拆除旧建筑物的渣土、以及清淤产生淤泥等。建筑垃圾为砖石等弃料，根据工程分析可知，本项目弃土的产生量为 238.547 万 m³。施工人员生活垃圾为普通生活垃圾，数量较少，约为 200kg/d。

5.7.2 固体废物处置产生的环境影响

工程施工过程中产生的固体废物如不妥善处理，将会阻碍交通、污染环境。垃圾渣土运输过程中，车辆如疏于保洁，超载沿途撒漏泥土，将污染街道和道路，影响市容；弃土清运车辆行走市区道路，增加沿线地区车流量，可能造成交通堵塞。如渣土无组织堆放、倒弃，极易产生扬尘污染；在雨水冲刷下产生泥沙污水，造成水土流失，使管道淤塞造成排水不畅，受纳河道局部淤积。

施工人员的生活垃圾，有机质丰富，如不妥善处理，及时清除，容易滋生各种病虫害，影响市容及环境卫生以及危及人群（市民和施工人员）的身体健康。

施工场地设置有临时堆土场，用于临时堆放土方。临时堆土场会造成施工场地周边扬尘量增大，对周边敏感点造成一定影响。

5.7.3 固体废物处置环境影响控制措施

为了减少固体废弃物在堆放和运输过程中的环境影响，建议采取如下措施：

(1) 严禁在工地焚烧各种垃圾废弃物。对固体废弃物中的有用成分先分类回收，确保资源不被浪费。

(2) 根据《城市建筑垃圾管理规定（中华人民共和国建设部令第 139 号）》等相关法律法规的规定，施工中的渣土运输委托有资质的运输队伍进行清运，并签订安全协议和承包合同，由有资质的承包单位到市城市管理部门办理施工渣土排放手续，按市城市管理部门指定地点进行排放。

(3) 严格遵守有关规定，余泥等散料运输必须有资质的专业运输公司运输，车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得超载、沿途撒漏；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶，尽量缩短在闹市区及居民区等敏感地区的行驶路程；运输过程中散落在路面上的泥土要及时清扫。

(4) 加强对各种化学物质使用的检查、监督，化学品使用完后应做好容器（包括余

料)的回收及现场的清理工作,不得随意丢弃。

经上述处理后,项目施工期固体废物对周边环境影响不大。

5.8 施工期地下水环境影响分析与防护措施

5.8.1 施工期地下水环境影响分析

施工期对地下水水质的影响主要来源于施工过程中施工生活污水和施工废水等所含的污染物质对地下水水质的影响、施工方法以及在施工排水过程中抽取出来的地下水如果处置不当对地下水水质的潜在影响。

(1) 施工场地污水及施工机械车辆冲洗污水

施工场区机械设备和运输车辆在维修养护时将产生冲洗污水,根据地铁工程对施工废水的调查,施工机械车辆冲洗排水水质为 COD: 50~80mg/L,石油类: 1.0~2.0mg/L、SS: 150~200mg/L。施工生产废水量受施工进度及规模等因素影响。这部分污水若直接排放容易引起受纳沟渠的淤积,渗透污染下部土壤包气带及浅层地下水体。

(2) 临时堆场散体材料的运输与堆放

在施工场地附近,建筑材料和弃土往往直接长久堆放在地表。临时堆场露天堆放的建筑材料和弃土(渣)在降水入渗作用下,经浸泡发生一系列的物理、化学、微生物变化,形成的渗滤液携带少量污染物质在水动力的作用下,进入地表水和浅层地下水,进而补给深层地下水,造成周围地区的土壤和地下水污染。

(3) 施工泥浆水

施工泥浆水中主要污染物为 SS,具有良好的可沉性,经沉淀池处理回用,对工程周边地下水系统影响甚微。

(4) 施工方法对地下水质量的影响

明挖法基坑地下连续墙的施工中需要采用泥浆护壁,灌注水下混凝土,使其形成混凝土挡土墙结构,连续墙深度应放在相对隔水层一定深度。隧道区间采用盾构法施工时,盾构进出洞地基处理、盾尾建筑空隙同步注浆、管片壁后二次补压浆等进行土体改良加固地基时需进行化学注浆。混凝土、水泥砂浆呈弱碱性,灌注或喷射后迅速固结,以流塑状态与地下水接触时间极短(对于高水压地段,施工期强化施工工艺),不足以对地下水水质构成影响。辅以科学的、合理的、有序的管理措施,施工期过程对地下水水质的

影响很小。

(5) 施工排水对地下水质量的影响

本工程地下区间大部分采用盾构法，施工排水量小；采用明挖法施工方法时，施工排水量则相对较大。地铁施工经验表明，地铁疏干水主要是地下水中的潜水。

车站明挖施工及隧道盾构井始发场施工前都要进行施工降水，抽取出来的地下水如果处置不当将可能携带地表污染物重新进入地下水系统，影响地下水水质。因此，施工中应及时注浆，可有效减少施工地下水的输出，避免地下水与地表水直接接触造成污染。区间隧道及地下车站开挖疏干地下水，主要以常规的金属盐类为主（ K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 等），无其他特殊有毒有害污染物，而且其水质与现状周边的地下水水质相同，不属于污水，可通过沉淀处理后直接排入附近市政雨水管网，不会对周边地下水环境造成污染。

(5) 地下水疏干对地表植被的影响

本项目全线均为地下段，区间隧道及车站最浅埋深约 14m（魁岐站），最深埋深约 125m（鼓山风景名胜区区间）。沿线穿越地质以花岗岩、淤泥、粘土为主；沿线地表生态除 AK38+390~AK39+900 区间下穿鼓山风景名胜区外，其余区间均为城市生态，地表植被以城市行道树、灌木为主，其根茎发育不发达。本项目区间隧道采用盾构法施工，隧道施工过程采用边掘进边支护的施工工艺，可以有效的控制施工中大量涌水甚至疏干地下水的现象。而城市生态地表植被补水方式以降雨补给或园林部门浇灌为主，因此本项目隧道施工过程对地表城市生态植被影响可接受。

而 AK38+390~AK39+900 下穿鼓山风景名胜区区间，地表植被以樟树、杉木、马尾松等植被为主，这些植被在区域分布的范围较广，其群落植被种类均为区域常见和广布种，无珍稀濒危植物种分布，地表植被补水多以降雨补给为主。区间隧道穿越地质为微风化花岗岩，其含水量较小，且不属于地表植被补水主要来源，采用盾构施工的情况下，可以有效的控制施工过程中地下水的疏干影响，因此对地表植被影响较小。

5.8.2 施工期对地下水环境影响防治措施

(1) 一般施工单位通过租用施工场地附近单位或旅馆房屋作为办公、生活用房，以便生活污水集中处理。施工人员生活污水通过设置临时化粪池处理后可纳入各划片城市

污水处理厂进一步处理。

(2) 施工泥浆中没有重金属、剧毒类、有机类污染物，且无毒添加剂含量低，泥浆使用时段较短，仅钻孔过程中存在，一般对地下水环境影响较小。

(3) 地下车站开挖施工时，尤其是深基坑的开挖施工，在下阶段勘察时应重点查明微承压水及承压水的富水性、水位变化；同时应进行水文地质试验，提出设计降水、止水所需的水文技术参数，搜集近年来动态水位观测资料。

(4) 根据车站基坑开挖施工方案和施工进度确定减压井的开启顺序和降水强度，基坑开挖过程中，随着开挖深度的增加按需降水，避免过度降压对环境造成的影响。

(5) 在实际工程施工时应根据实际施工时的承压水水位进行计算，结合实际工况确定开启的减压井位置及数量，做到按需降水，尽量减小降压性降水对周边环境的影响。

(6) 初期可通过坑外回灌井进行水位观测，当水位降深大于 2m 时，即开始进行回灌，确保坑外水位降深小于 2~3m。并通过监测手段进行信息化施工，减小降水引起的地面沉降对周边环境的影响。

(7) 采用信息化施工，对周围环境进行监测，发现问题及时调整抽水井数量及抽水流量，以指导降水运行和修复施工。

(8) 鉴于减压降水引起的地面沉降对周边环境的影响，建议采取回灌等有效措施对周边环境进行保护严格采取以上措施后，则施工期无排入地下的污染物，只需做好场地地面、沉淀池、管道等设施的防渗措施，就能有效阻隔污染物进入地下含水层。因此，工程施工不会对地下水水质产生影响，基本能够维持地下水水质现状。

5.9 施工期生态环境影响分析

5.9.1 施工期对生态景观的影响

施工期对城市生态景观造成的负面影响主要是视觉上的，表现为对和谐、连续生态景观的破坏，增加视觉上的杂乱、破碎，给人造成不舒服的感觉，破坏美感。这类影响主要集中在施工场地周围 60m 范围内，具体表现为：

(1) 对城市绿地的占用和树木的迁移，将破坏连续、美观的绿地生态系统，造成居民视觉上的冲击，并对局部地区的整体景观造成破坏，影响较大。

本工程对绿地的破坏主要集中在车站施工过程中占用部分绿化林带，影响市区内绿

地系统的整体性及和谐性。施工单位在施工过程中，应优化施工方法，尽量少破化绿化林带，确实无法避免的予以搬迁，待工程施工完毕后再恢复原貌。

(2) 在雨季由于雨水冲刷，大量泥浆及高浊度废水四溢，影响路面环境卫生，对周围环境景观产生负面影响。

(3) 施工场地及弃土运输线路沿线的抛撒和遗漏引起的扬尘，对周围环境景观产生负面影响。

(4) 地下车站及盾构井等施工场地的裸露地面、地表破损、弃土凌乱堆放，以及施工器械、建筑材料和建筑垃圾的无序堆放，对周围景观产生负面影响。

5.9.2 施工期对鼓山风景名胜区的影晌

洋里站~魁歧站 (AK38+390~AK39+900) 下穿鼓山风景名胜区发展控制区 (三级保护区)，穿越长度约 1367m。区间均为地下线，无车站、中间风井等地面工程，因此施工期不会对鼓山风景名胜区地表植被造成直接影响。

该区间施工工艺采用盾构法施工，根据地勘报告可知，该区间穿越的地质条件为微风化花岗岩，其地下水以孔隙水为主，含水量较小。而地表植被水源补给方式主要来源于降雨，因此施工过程虽会带走一定量地下水，但在采取截、堵、疏等合理施工措施的情况下，不会对地表植被根茎补给产生影响。

5.9.3 施工期对文物保护单位的影响

本项目马江渡站~船政文化城站 (AK47+880~AK49+570) 下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围及建设控制范围，穿越长度约 890m (其中保护范围 360m，建设控制范围 530m)；洋里站~魁歧站 (AK39+240~AK39+940) 穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围，穿越长度约 700m (其中保护范围 550m，建设控制范围 150m)。

隧道掘进过程中，会对地面造成一定沉降情况。施工期涉及文物保护单位区间均采用盾构法施工，施工工艺成熟且稳定，在采取合理施工安排，严格施工管理的情况下，对地面沉降影响较小。结合文物评估报告，其沉降值均满足城市轨道交通施工相关要求。同时施工单位可进一步采取如建筑物加固、文物保护单位实时监控等措施，进一步降低

施工过程对其影响。

5.9.4 施工期对生态影响防护措施

1、土地利用影响防护与恢复措施

工程施工期间，为尽量减轻交通干扰，并结合环境条件，施工期占用空地、部分道路两侧绿化带及空地，并在施工现场用地范围的周边设置围挡，采取有效安全保障措施，并设置安全警示标志；施工前应拍照记录地面绿化带分布情况及植被种植情况，待施工结束后，施工单位应及时清理现场，拆除硬化地面，根据施工前绿化带情况恢复绿化。

2、城市生态和景观保护措施

(1) 地铁露出地面风亭及车站出入口等，充分结合周边环境，选择合适的结构型式、样式，使其建筑融于城市建筑风格中，并成为现代化城市的动态景观。

(2) 在地面构筑物进行绿色环境规划时，不仅重视创造景观，同时重视环境融与整体绿化，与城市整体相适应，而达到建筑与环境的自然融和，即以整体的观点考虑持续化、自然化。

(3) 车站出入口及风亭的景观设计，应充分考虑与车站周边现有城市风貌及历史文化景观相协调。根据不同地段环境状况、城市景观特点以及工程对地表环境影响，充分考虑车站风亭、冷却塔等绿化与景观效果。

(4) 临时施工场地使用结束后，应对场地及时进行清理，清除油渍和垃圾，平整地面，以恢复原有地貌。

(5) 施工场地边界应设置明显标志，场地内合理布局，材料应码放整齐；材料仓库和临时材料堆放场应防止物料散漏污染，仓库四周应有疏水沟系，防止雨水浸湿引起物料流失；临时堆放场应有遮盖篷遮蔽，防止水泥等物料溢出污染空气环境。

3、动植物保护措施

(1) 工程占地应尽量缩小对植被的破坏范围，临时施工场地应避免占用城市绿地，尽量选择在硬化地面设置；加强道路两侧及绿化林木的保护，对于有成活能力的树木、苗木尽可能采取移栽措施，以减少对既有植被的破坏。

(2) 项目用地范围内植物防护措施除考虑主体工程防护和水土保持功能外，还应考虑具有景观及环保作用，使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

(3) 绿化措施的实施，其树种和草种的选择以当地优良树种为主，适当引进新的优良树种和草种，以保障植物绿化的效果及栽植的成活率。

4、弃渣环保措施

本项目在施工场地用地范围内设置弃渣区域。施工弃渣应及时清运，未能及时清运的采取临时覆盖措施，减少水土流失。同时在弃渣区域应设置挡土墙和截排水沟。渣土运输车辆应保持整洁的车容，必须经过清洗方可驶入市区，运载散装货物的车辆在市内行驶时必须采取密封和覆盖措施，运载土方的车辆必须在规定的时间内按指定路段行驶。根据现场调查，施工单位在施工场地进出口设置车辆清洗池，保证运输车辆车体清洁，并定期清扫施工车辆所通过道路区段。

5、施工过程中如发现地下文物，应立即停止施工，保护现场，并及时通知文物、公安、工商等相关部门，由其派员到场处理。

6、施工期对文物保护单位应进行加工处理，明确并实施详细的文物保护单位监测方案，若监测期间文物保护单位出现超过控制指标的情况，须立即与施工现场及文物所属主管部门联系，暂停施工，研究对策。

7、对评价范围涉及的名木古树，在施工期应每季度记录 1 次观察结果，相关情况记录在每季度环境监理报告中。

5.9.5 文物保护单位施工期防护措施

5.9.5.1 文物保护单位加固方案

在涉及文物段项目施工前，采取预防性保护措施提前对文物建筑进行保护。在福建协和大学近代历史建筑四周采用钢管脚手架搭设自稳定斜向支撑系统，对建筑物进行支撑防护，能有效减小盾构下穿对文物建筑产生的影响，防止文物建筑侧向变形。钢管脚手架间距纵向 1.2m×横向 1.2m，步距 1.2m，支撑体系设置水平及竖向斜杆，钢管支撑下部新增混凝土基础，搭设前采用脚手板进行垫底，钢管脚手架通过木垫条为房屋提供侧向支撑。临时钢管脚手架支撑平剖面如图 5.9-1~5.9-3 所示。

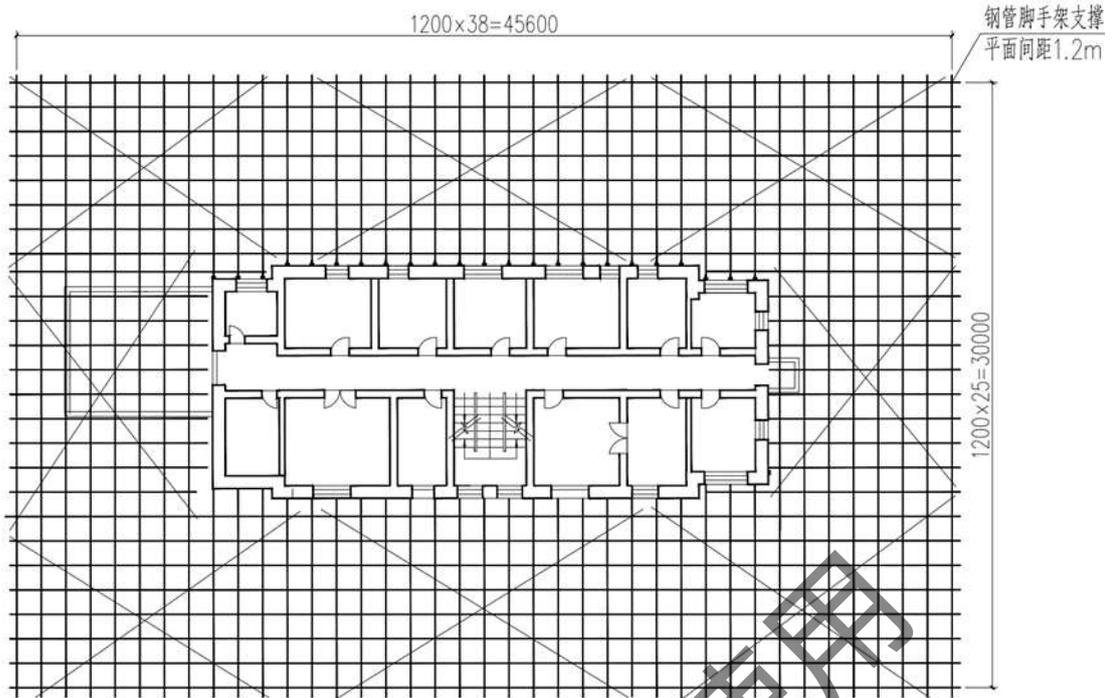


图 5.9-1 女生宿舍保护措施平面示意图

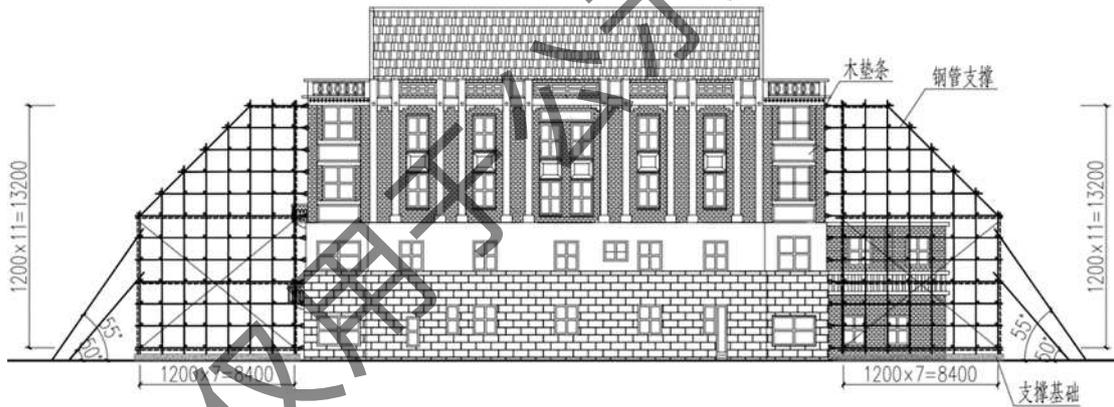


图 5.9-2 女生宿舍保护措施剖面示意图 1

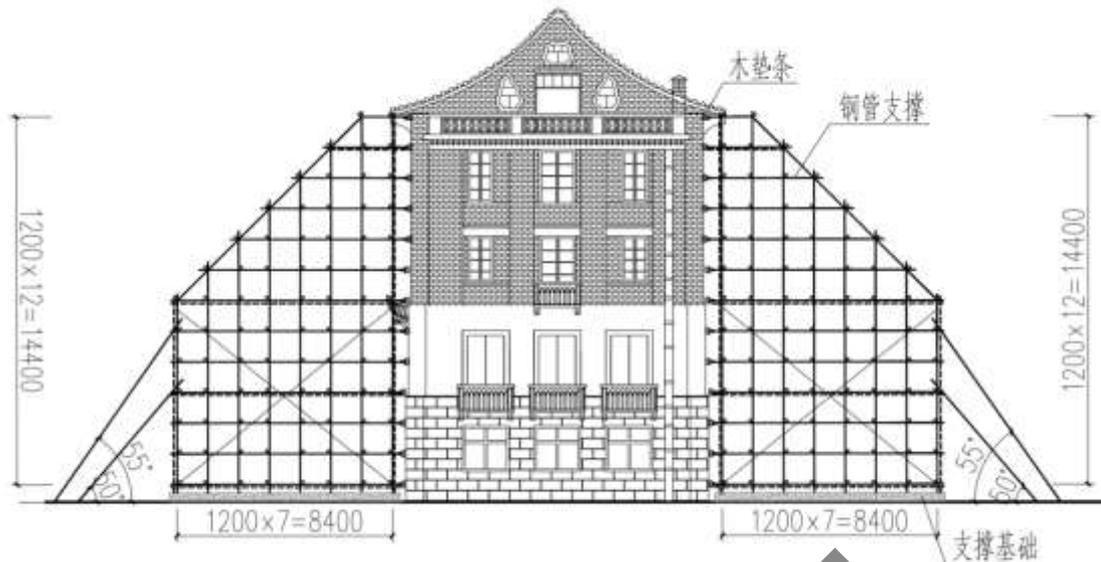


图 5.9-3 女生宿舍保护措施剖面示意图 2

钟楼、官厅池、昭忠祠周边存在施工作业，通过在钟楼、官厅池、昭忠祠周边施打隔离桩保护，最大限度的减小基坑开挖对临近钟楼、官厅池、昭忠祠的影响。

钢管桩采用钻机成 $\varnothing 147$ 孔，内置 $\varnothing 127, t=8$ 钢管，管内灌注 M25 水泥砂浆，管外空隙由出浆口溢浆充满，钢管桩应在基坑开挖前完成，钢管桩施工应满足以下要求：

(1) 施工钢管桩的过程中，若发现桩身出现缩颈或塌孔现象，应将套管下到产生该现象的地层深度以下。

(2) 注浆管管底应比孔底高 200mm，注浆过程中应对注浆管进行不定时的上下松动；注浆过程可采用跳孔作业方式，以避免串孔现象。

(3) 为防止注浆后水泥浆的收缩影响桩顶标高，应采用高于设计标高 5%~10% 的施工标高。

(4) 注浆施工中可采用跳孔施工、间歇施工或增加速凝剂掺量等措施来防止串孔和浆液沿地层的大量流失。

5.9.5.2 文物保护单位施工期监测方案

根据对受影响文物建筑进行现状调查和评估的结果，在地铁施工过程中对文物建筑制定完善的监测方案，重点监测其沉降、倾斜、裂缝发展、振动速度、噪声等情况，并制定预警值、报警值和控制值及时反馈监测信息，同时制定施工应急预案，做到信息化施工。

根据文保建筑物的结构形式及相应规范要求，初步确定沉降控制指标为：沉降量

30mm，倾斜 0.004，局部倾斜 0.002。若超过此控制指标，须立即与施工现场及文物所属主管部门联系，暂停施工，研究对策。

施工期阶段监测项目主要含有对建筑物的稳定性监测和表面病害监测。根据《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程文物保护专项设计方案》建筑物稳定性监测项目及环境监测要求内容如下：

表 5.9-1 文物建筑本体稳定性安全监测项目

监测项目	监测内容
整体监测	地基、基础沉降
	屋面结构变形
	同一构造层水平位移
	同一构造层竖向位移
	同一构造层扭转
	同一构造层沉降
	整体、局部振动
局部监测	局部组件水平位移
	局部组件竖向位移
	局部组件沉降
	局部组件松紧
	屋面构件变形
构件监测	梁、柱应力应变
	柱竖向位移
	柱水平位移
	梁挠度
	梁、柱裂缝
	承重墙体变形、空鼓
	承重墙体裂缝
连接监测	应力应变
	相对位移
	相对转角
	裂缝
	连接构造

表 5.9-2 文物建筑环境监测要求

监测项目	监测内容
气象环境监测	温湿度
	降雨量
	地表含水率
	风速
	风向

	日照辐射
	气压
	蒸发量
其他环境威胁监测	变坡稳定
	水文地质
	风及风致响应
	地震动及地震响应
	振动
	腐蚀
	表面病害

仅用于公示使用

6 运营期声环境影响评价

6.1 噪声源类比调查与分析

6.1.1 主要噪声源分析

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程，全线均采用地下线敷设方式。根据噪声源影响特点，地下区段对外环境产生影响的噪声源主要有风亭、冷却塔。本工程主要噪声源分析结果如表 6.1-1 所列。

表 6.1-1 噪声源分析表

区段	主要噪声源		本工程相关技术参数
	类别	噪声辐射表现或构成	
地下 车站 环控 系统	风亭 噪声	空气动力性噪声为其最重要的组成部分	地下车站采用站台门系统；车站通风空调系统的送、排风管上和区间隧道排热通风系统的通风机前后安装消声器。车站风机运行时段为 5:30~00:30（次日），计 19 个小时（列车运营时间为 6:00~24:00，计 18 小时，早间运营前/晚间运行后，开启隧道风机、射流风机进行半小时的纵向机械通风，冷却隧道），其中活塞/机械风亭的 TVF 风机和推力风机仅在列车发生阻塞或发生火灾时才开启。
		旋转噪声是叶轮转动时形成的周向不均匀气流与蜗壳、特别是与风舌的相互作用所致，其噪声频谱呈中低频特性	
		涡流噪声是叶轮在高速旋转时使周围气体产生涡流，在空气粘滞力的作用下引发为一系列小涡流，从而使空气发生扰动，并产生噪声；其噪声频谱为连续谱、呈中高频特性。	
	机械噪声		
		配用电动机噪声	
	冷却塔 噪声	轴流风机噪声	全线采用分散供冷方式，各站分设空调冷冻、冷却水系统。冷却塔一般布设于室外地面，与风亭区合建。冷却塔一般在 4~10 月（可根据气候作适当调整）空调期内运行，其运行时间为 5:30~00:30（次日），计 19 个小时。
淋水噪声是冷却水从淋水装置下落时与下塔体底盘以及底盘中积水发生撞击而产生的；其噪声级与落水高度、单位时间内的水流量有关，一般仅次于风机噪声；其频谱本身呈高频特性。			
水泵、减速机和电机噪声、配套设备噪声等			
地面 变电 所	变压器 噪声	变压噪声是由交替变化的电磁场激发金属零部件和空气间隙周期性振动而引发的电磁噪声	

6.1.2 噪声源类比调查与监测

6.1.2.1 地下车站噪声源

本工程地下区段运营期噪声源主要由风亭、冷却塔构成。

(1) 环控系统噪声源强

为给噪声环境影响预测提供依据，本次评价在充分研究本工程设计资料的基础上，同时收集了国内既有的有关工程的噪声源监测资料及研究成果，现将主要噪声源类比调查与监测结果汇于表 6.1-2 中。

表 6.1-2 噪声源强类比调查与监测结果

噪声源类别	测点位置	A 声级 (dB (A))	测点相关条件	类比地点 (资料来源)	运行时间
排风亭	百叶窗外 2.5m	69.6	HP3LN-B-112-H 型，设有 2m 长消声器	上海地铁 一号线上海 马戏城站， 屏蔽门系统	正常运营时段前 30min 至停运后 30min 结束
新风亭	百叶窗外 2.5m	59.0	HL3-2A No.5A 型设有 2m 长消声器（屏蔽门）		
活塞/ 机械风 亭	百叶窗外 3m	65.0	TVF（风量 45m ³ /s）， 风机前后各设 2m 长消 声器		正常运营时段前 30min 至停运后 30min 结束 机械风机为运营时段 前后各运行 30min
冷却塔	距塔体 2.1m、 地面 1.5m 高 处	66	菱电玻璃钢塔 RT- 300L，直径 2.1m， L=300m ³ /h，N=4 kW	深圳地铁 1 号线 竹子林站	正常运营时段前 30min 至停运后 30min 结束
	距排风口 1.5m 处	73.0			

根据章节 3.4.2.1 本次预测风亭、冷却塔采用的噪声源强值如下：

活塞风亭：声源距离 3m 处为 65.0dB (A)（安装 2m 长的消声器）；

排风亭：声源距离 2.5m 处为 69.6dB (A)（安装 2m 长的消声器）；

新风亭：声源距离 2.5m 处为 59.0dB (A)（安装 2m 长的消声器）；

冷却塔：塔体声源距离 2.1m 处为 66.0dB (A)，风机声源距排风口 1.5m 处 73.0dB (A)。

6.1.2.2 变电所噪声

城市轨道交通线路变电所噪声主要是由交替变化的电磁场激发金属零部件和空气间隙周期性振动而引发的电磁噪声，其主要分布在 1000Hz 以上的高频区域。本工程拟于新建 110kV 地面户内式主变电站 1 所，为魁岐主变。本次评价选择福州轨道交通 2 号线工程茶亭主变所进行类比监测。该变电所采用 110kV/35kV 两级电压集中供电方式，与本项目一致。本次评价采用的源强值为：距变压器 1m 处为 71.7dB (A)。

表 6.1-3 主变电站噪声类比调查与监测结果

噪声源类别	测点位置	A 声级 (dB (A))	测点相关条件	类比地点 (资源来源)
地面 变电站	距变压器 1m	71.7	110KV, 室内一 台。	福州轨道交通 2 号 线茶亭变电站
	距变压器 2m	68.8		

6.2 环境噪声影响预测与评价

6.2.1 预测评价方法及内容

考虑到本线为新建工程，噪声影响预测主要根据工程的性质、规模，选择边界条件近似的既有噪声源进行类比监测和调查；并在此基础上，结合工程所在区域的环境噪声现状背景值和设计作业量，采用类比监测与模式计算相结合的方法预测各敏感点处的环境噪声等效连续 A 声级。

本项目运营期主要分析风亭、冷却塔等环控系统及变电站噪声。其中排风亭、新风亭、冷却塔运行时间为地铁正常运行时段前 30min 至停运后 30min 结束，活塞及机械风亭运行时间为地铁运行时段前后各运行 30min。

本项目地铁运营时段为 6:00~24:00，共 18 小时，则在考虑风亭、冷却塔等环控系统及变电站噪声，本次评价运营期噪声预测时段为 5:30~00:30 (次日)，共 19 小时：其中预测昼间运行 16 小时，时段为 (6:00~22:00)，夜间运行 3 小时，时段为 (5:30~6:00、22:00~00:30) 的等效连续 A 声级。

项目沿线车站共涉及声环境敏感点 7 处 (东方名城·华郡、云集公寓、名城紫金轩、江滨锦城、长滩美墅、罗星街道社区卫生服务中心、阳光花都)，魁岐主变周边评价范围内有 1 处敏感点 (东方名城·尚郡)。该 8 处敏感点声环境质量为 2 类区，其余车站均位于主干道范围，声环境质量为 4a 类区。

6.2.2 预测模式

6.2.2.1 基本预测计算式

风亭、冷却塔噪声等效连续 A 声级按式 (6.2-1) 计算。

$$L_{Aeq, TR} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} (\sum t 10^{0.1(L_{Aeq, TP})}) \right] \quad (6.2-1)$$

式中: $L_{Aeq, TR}$ ——评价时间内预测点处风亭、冷却塔运行等效连续 A 声级, dB(A);

T ——规定的评价时间, s。规定的评价时段, 昼间 $T=16\text{h}=57600\text{s}$, 夜间 $T=8\text{h}=28800\text{s}$;

t ——风亭、冷却塔的运行时间, s;

$L_{Aeq, TP}$ ——风亭、冷却塔运行时段内预测点处等效连续 A 声级, 风亭按式 (6.2-2) 计算, 冷却塔按式 (6.2-3) 计算, dB(A)。

$$L_{Aeq, TP} = L_{p0} + C_0 \quad (6.2-2)$$

$$L_{Aeq, TP} = 10 \lg \left(10^{0.1(L_{p1}+C_1)} + 10^{0.1(L_{p2}+C_2)} \right) \quad (6.2-3)$$

式中: L_{p0} ——风亭的噪声源强, dB(A)

L_{p1} 、 L_{p2} ——冷却塔进风侧和顶部排风扇处的噪声源强, dB(A);

C_0 、 C_1 、 C_2 ——风亭及冷却塔噪声修正量, 按 (6.2-4) 计算, dB(A)。

$$C_i = C_d + C_a + C_g + C_h + C_f \quad 6.2-4$$

式中: C_i ——风亭及冷却塔噪声修正量, $i=0,1,2$, dB(A);

C_d ——几何发散衰减, 按照公式 (6.2-5) 和 (6.2-6) 计算, dB;

C_a ——空气吸收引起的衰减, 参照 GB/T17247.1 计算, dB;

C_g ——地面效应引起的衰减, 参照 GB/T17247.2 计算, dB;

C_h ——建筑群衰减, 参照 GB/T17247.2 计算, dB;

C_f ——频率 A 计权修正, dB。

6.2.2.2 几何发散衰减, C_d

风亭当量距离: $D_m = \sqrt{ab} = \sqrt{S_e}$, 式中 a 、 b 为矩形风口的边长, S_e 为异形风口的面积。本次预测通过计算新、排风亭 D_m 取 2.5m, 活塞风亭 D_m 取 3m

圆形冷却塔当量距离: D_m 为塔体进风侧距离塔壁水平距离一倍塔体直径, 当塔体直径小于 1.5m 时, 取 1.5 m。

矩形冷却塔当量距离： $D_m = 1.13\sqrt{ab}$ ，式中 a 和 b 为塔体边长。本次类比低噪声冷却塔则 D_m 取 3.5m。

当预测点到风亭、冷却塔的距离大于其 2 倍当量距离 mD 时，风亭、冷却塔噪声辐射的几何发散衰减按式（6.2-5）计算。

$$C_d = -18lg \frac{d}{D_m} \quad (6.2-5)$$

式中： D_m ——声源的当量距离，m；

d ——声源至预测点的距离，m。当预测点到风亭、冷却塔的距离介于当量点至 2 倍当量距离 mD 或最大限度尺寸之间时，其噪声辐射的几何发散衰减按（6.2-6）计算。

$$C_d = -12lg \frac{d}{D_m} \quad (6.2-6)$$

当预测点到风亭、冷却塔的距离小于当量直径 D_m 时，风亭、冷却塔噪声接近面源特征。

6.2.2.3 环境噪声预测方法

环境噪声预测在公式的基础上叠加背景噪声的影响，按式（6.2-7）计算。

$$L_{Aeq, T} = 10lg \left[10^{0.1(L_{Aeq, TR})} + 10^{0.1(L_{Aeq, b})} \right] \quad (6.2-7)$$

式中： $L_{Aeq, TR}$ ——评价时间内预测点处列车或设备运行等效连续 A 声级 dB(A)；

$L_{Aeq, b}$ ——评价时间内预测点处背景噪声等效连续 A 声级，dB(A)。

6.2.3 预测技术条件

钢轨：正线、配线、辅助线采用 60kg/m 钢轨。

道床：正线、配线、辅助线采用整体道床。

(1) 预测评价量

预测评价量为昼、夜间等效连续 A 声级。

(2) 预测年度

预测时段按照设计年度，初期为 2029 年，近期为 2036 年，远期为 2051 年。

(3) 运营时间

列车早上从 6:00 开始运营，晚上 24:00 结束运营，全天共计 18h；风亭(冷却塔)早

上从 5:30 开始运行，晚上 00:30 结束运行，全天共计 19h。

风亭、冷却塔等环控设备运营时间：昼间为 6: 00~22: 00，共 16h，夜间分别为 5: 30~6: 00、22: 00~00: 30，共 3h。

(4) 已采取降噪措施

根据工程设计单位提供，工程设计已含的措施为：风亭预设排风亭 2m 长消声器、新风亭 2m 长消声器、活塞风亭 2m 长消声器，超低噪声冷却塔，本次评价在此基础上进行预测分析，并提出进一步降噪措施。

6.2.4 环境噪声预测结果及评价

6.2.4.1 地下车站噪声预测结果及评价

(1) 敏感点噪声预测

本工程各车站风亭、冷却塔评价范围内共有 7 处敏感目标。噪声影响预测结果见表 6.2-1。对规划敏感点噪声影响预测结果见表 6.2-2，预测点位图见图下图。

仅用于公示使用

图 6.2-1 魁岐站声环境预测点分布示意图

图 6.2-2 葆桢站声环境预测点分布示意图

图 6.2-3 儒江站声环境预测点示意图

图 6.2-4 马江渡站声环境预测点示意图

图 6.2-5 船政文化站声环境预测点示意图

图 6.2-6 罗星塔站声环境预测点示意图

表 6.2-1 地下车站风亭噪声对评价范围内现状敏感点的影响预测结果表

敏感点编号	保护目标名称	所在车站	声源	距声源距离/m	现状值/dB (A)		环境标准/dB (A)		非空调期 (LAeq, dB (A))								空调期 (LAeq, dB (A))							
					昼间	夜间	昼间	夜间	单纯环控设备噪声		环境噪声预测值		环境噪声增加量		环境噪声超标量		单纯环控设备噪声		环境噪声预测值		环境噪声增加量		环境噪声超标量	
									昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间
N1	东方名城华郡	魁岐站	新风亭	44.5	53.2	48.1	60	50	51.5	47.2	55.4	50.7	2.2	2.6	--	0.7	55.7	51.5	57.7	53.1	4.5	5.0	--	3.1
			排风亭	39.8																				
			活塞风亭 1#	35																				
			活塞风亭 2#	34.5																				
			冷却塔	45																				
N2	云集公寓	魁岐站	新风亭	58.9	61.2	52	70	55	48.2	43.9	61.4	52.6	0.2	0.6	--	--	54.8	50.5	62.1	54.3	0.9	2.3	--	--
			排风亭	56.18																				
			活塞风亭 1#	55.81																				
			活塞风亭 2#	56.3																				
			冷却塔	44.8																				
N3	名城紫金轩	葆祯站	新风亭	26.97	56	52.7	70	55	53.2	49.0	56.2	54.2	0.2	1.5	--	--	53.2	49.0	57.8	54.2	1.8	1.5	--	--
			排风亭	33.2																				
			活塞风亭 1#	27																				
			活塞风亭 2#	28																				
N4	江滨锦城	儒江站	新风亭	10.41	56.3	53.7	70	55	61.5	57.3	62.7	58.9	5.8	5.2	--	3.9	61.5	57.3	62.7	58.9	6.4	5.2	--	3.9
			排风亭	10.41																				
			活塞风亭 1#	10.41																				
			活塞风亭 2#	10.41																				
N5	长滩美墅	马江渡站	新风亭	44.15	62.5	54.9	70	55	49.0	44.7	62.7	55.3	0.2	0.4	--	0.3	55.8	51.6	63.3	56.6	0.8	1.7	--	1.6
			排风亭	49.91																				
			活塞风亭 1#	50.86																				
			活塞风亭 2#	55.70																				
			冷却塔	38.88																				
N6	罗星街	船政	新风亭	40.95	54.9	45.6	60	50	50.4	46.1	55.0	48.9	0.1	3.3	--	--	55.5	51.3	58.2	52.3	3.3	6.7	--	2.3

敏感点编号	保护目标名称	所在车站	声源	距声源距离/m	现状值/dB (A)		环境标准/dB (A)		非空调期 (LAeq, dB (A))								空调期 (LAeq, dB (A))								
									单纯环控设备噪声		环境噪声预测值		环境噪声增加量		环境噪声超标量		单纯环控设备噪声		环境噪声预测值		环境噪声增加量		环境噪声超标量		
					昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间
	道社区卫生服务中心	文化站	排风亭	42.80																					
			活塞风亭 1#	42.91																					
			活塞风亭 2#	43.35																					
			冷却塔	43.6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
N7	阳光花都	罗星塔站	新风亭	41.35	56.3	52.9	70	55	50.3	46.1	55.0	53.7	1.0	0.8	--	--	56.5	52.3	59.4	55.6	3.1	2.7	--	0.6	
			排风亭	41.07																					
			活塞风亭 1#	41.21																					
			活塞风亭 2#	51.31																					
			冷却塔	36.53																					/

表注：1、表中距离栏中，“距声源距离”为敏感点距噪声源（风亭最大尺寸处）的水平距离；

2、超标栏中，“/”代表无测量或无标准值。“--”代表未超标；

3、本表仅对预测评价范围内敏感点进行预测。

由上表中预测结果可知：

① 非空调期

在各类风亭采取 2m 长消声器情况下，各敏感点纯粹受环控设备噪声的影响（不叠加背景），昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 48.2~61.5dB（A）和 44.7~57.3dB（A）。

在采取 2m 长消声器情况下，各敏感点处环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 55.0~62.7dB（A）和 48.9~58.9dB（A），分别较现状值增加 0.1~5.8dB（A）和 0.4~5.2dB（A），对照相应标准，昼间无敏感点超标；夜间 3 处敏感点超标，超标量为 0.3~3.9dB（A）。

② 空调期

在各类风亭采取 2m 长消声器、冷却塔无措施情况下，各敏感点纯粹受环控设备噪声的影响（不叠加背景），昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 53.2~61.5dB（A）和 49.0~57.3dB（A）。

在各类风亭采取 2m 长消声器、冷却塔无措施情况下，各敏感点处环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 57.7~63.3dB（A）和 52.3~58.9dB（A），分别较现状值增加 0.8~6.4dB（A）和 1.7~6.7dB（A），对照相应标准，昼间无敏感点超标；夜间 5 处敏感点超标 0.6~3.9dB（A）。空调期不同功能区超标状况统计结果如表 6.2-2 所列。

表 6.2-2 空调期敏感点超标状况统计结果表

执行标准类别	敏感点数量（个）		超标敏感点数量（个）		超标量（dB（A））		超标敏感点名称	
	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	现状达标、预测超标敏感点名称	现状超标、预测超标的敏感点名称
4a 类	5	5	0	3	--	0.3~3.9	江滨锦城、长滩美墅、阳光花都	--
2 类	2	2	0	2	--	2.3~3.1	东方名城华郡、罗星街道社区卫生服务中心	--

根据预测结果可知，非空调期超标的敏感点有东方名城华郡、江滨锦城、长滩美墅；空调期超标敏感点有东方名城华郡、江滨锦城、长滩美墅、罗星街道社区卫生服务中心、阳光花都。

(2) 影响范围分析

根据风亭的噪声源强，将各声源（不考虑环境噪声现状值，开阔无遮挡）的防护距离汇总于表 6.2-3 中，可作为新建敏感建筑用地规划防护距离。

表 6.2-3 风亭噪声防护距离

噪声源类别	说明	达标距离 (m)			
		GB3096-2008 之 4a 类		GB3096-2008 之 2 类	
		昼间 (70dB(A))	夜间 (55dB(A))	昼间 (60dB(A))	夜间 (50dB(A))
2 台活塞	活塞风亭设置 2m 长消声器	*	≥9	*	≥17
	活塞风亭设置 3m 长消声器	*	*	*	≥6
新风亭+排 风亭+2 台 活塞风亭	各风亭设置 2m 长消声器	*	≥18	≥8	≥33
	各风亭设置 3m 长消声器	*	≥6	*	≥9
风亭 (2 台活塞+新 风亭+排风 亭)+冷却 塔	各风亭设置 2m 长消声器; 采用低噪声冷却塔	≥5	≥33	≥17	≥62
	各风亭设置 3m 长消声器; 采用超低噪声冷却塔	≥3	≥15	≥8	≥29
	各风亭设置 3m 长消声器; 采用超低噪声冷却塔和导向 消声器	*	≥7	≥4	≥12

表注：“*”号表示在风亭百页窗外 1m 即可达标；夜间达标距离系指实际运营时段内达标距离。

由上表可知，在风亭、冷却塔噪声中，冷却塔噪声占有主导地位，因此非空调期风亭区周围 4a、2 类区噪声达标防护距离分别为 18m、33m；设置 3m 长片式消声器后，风亭区周围 4a、2 类区噪声达标防护距离分别为 6m、9m；空调期如采用低噪声冷却塔，冷却塔周围 4a、2 类区的噪声防护距离分别为 33m、62m；采用超低噪声冷却塔、风亭区消声器加长至 3m 后，风亭区周围 4a、2 类区的噪声防护距离分别为 15m、29m；冷却塔采用超低噪声型、加设导向消声器，风亭区消声器加长至 3m 后，风亭区周围 4a、2 类区的噪声防护距离分别为 7m、12m。由此可见，为减少工程拆迁量，节约城区土地资源，选用低噪声环控设备或“防治结合”提出针对性的噪声治理方案，可有效控制地下车站风亭区噪声影响。

(3) 规划控制要求

根据福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程沿线的用地规划，对于临近工程风亭、

冷却塔的建筑应优先规划为商业用房，新建的敏感建筑距风亭、冷却塔应有一定的控制距离。根据本工程沿线的用地规划，本次评价对于临近敏感地块的风亭、冷却塔均采取了消声降噪措施。对于临近工程风亭、冷却塔的建筑应优先规划为商业用房，新建的敏感建筑距风亭、冷却塔应有一定的控制距离。根据《地铁设计规范》（GB50157-2013），4a类风亭、冷却塔噪声防护距离为10m（有条件不宜小于15m），2类区风亭、冷却塔噪声防护距离为20m。根据本项目预测结果，再结合《地铁设计规范》（GB50157-2013）要求，考虑各风亭设置3m长消声器，采用超低噪声冷却塔情况下，在4a类区按15m控制、2类区按29m控制，当防护距离不满足要求时，应强化自身的噪声防护措施，确保满足室内声环境要求。

6.2.4.2 主变电站噪声影响

全线新建1座主变电站，为魁岐主变。在魁岐主变周边最近敏感点为东侧的东方名声·尚郡9#楼，距离主变厂界5m，距离主变设备23m。

根据类比测试结果，主变电站一般采用地面户内形式，本次评价采用距变压器1m处71.7dB（A）进行预测，墙体及门窗隔声量高于25dB（A）。经预测，主变电站厂界外1m处预测值为43.4dB（A），满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）之2类区标准要求。预测东方名城·尚郡环境噪声昼间51.9dB（A）、夜间47.8dB（A），均可满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）之2类区标准。

6.3 噪声污染防治方案措施

6.3.1 概述

根据我国环境保护的“预防为主、防治结合、综合治理”的基本原则以及“社会效益、经济效益、环境效益相统一”的基本战略方针，同时结合本工程沿线人口稠密、土地资源宝贵的现实情况，本着“治污先治本”的指导思想，本工程噪声污染防治措施遵循以下先后顺序：

- （1）首先从声源上进行噪声控制，选用低噪声的设备及结构类型；
- （2）其次为体现“预防为主”的原则，结合旧城改造和新区建设，合理规划沿线土地功能区划，优化建筑物布局，避免产生新的环境问题。
- （3）最后为强化噪声污染治理工程设计，主要是从阻断噪声传播途径和受声点防

护着手。

鉴于工程沿线环境噪声现状情况，本次噪声污染防治的原则为：现状噪声达标、预测超标的敏感点经治理后噪声达标，现状已超标敏感点确保不会因为风亭或冷却塔增加环境超标量。

6.3.2 噪声污染防治措施

6.3.2.1 选择低噪声风机、冷却塔

风机和冷却塔是轨道交通地下区段对外环境产生影响的最主要噪声源，因而风机和冷却塔合理选型对预防地下区段环境噪声影响至关重要。鉴于本工程设计的环控设备型号尚未最终确定，故评价对其选型提出以下要求：

(1) 风机选型及设计要求

在满足工程通风要求的前提下，尽量采用低噪声、声学性能优良的风机。并在风亭设计中注意以下问题：

①风亭在选址时，应根据噪声防护距离尽量远离噪声敏感点，并使主排风口不正对敏感点。

②充分利用车站设备及管理用房等非噪声敏感建筑的屏障作用，将其设置在风亭与敏感建筑物之间。

③合理控制风亭排风风速，减少气流噪声。

(2) 冷却塔选型

冷却塔一般设置与地面，其附属噪声直接影响外环境，根据本次工程设计，本项目拟全部采用超低噪声冷却塔，以降低周边环境的影响。

6.3.2.2 城市规划及建筑物合理布局

结合本工程的建设，为了对沿线用地进行合理规划，预防轨道交通运营期的噪声污染，建议：

①综合考虑《地铁设计规范》（GB50157-2013）和本次评价预测结果，在工程设计措施情况下，对地下车站风亭区的噪声防护距离建议如下：

4a 类区防护距离按 15m 控制，2 类区噪声防护距离按 29m 控制。当防护距离不满足要求时，应强化噪声防护措施，确保满足环境要求。

②科学规划建筑物的布局，临近风亭、冷却塔的第一排建筑宜规划为商业、办公用房等非噪声敏感建筑。

③结合绿化设计和建筑物布局的重新配置，为新开发的房屋留出噪声防护距离或利用非敏感建筑物的遮挡、隔声作用，使之对敏感建筑物的影响控制在标准允许范围内。

6.3.3 敏感点噪声治理工程

(1) 调整风亭、冷却塔位置

设计中应确保风亭、冷却塔与敏感建筑的距离大于 10m，并尽量使风亭、冷却塔远离敏感目标。

(2) 阻隔声源传播途径

对于冷却塔等地面噪声源可采用设置隔声屏障或加高围墙、内侧面贴吸声材料的措施有效阻断噪声传播途径，起到一定的隔声降噪效果。声屏障具有与主体工程同步设计、同步实施，同时改善室内、室外声环境和不影响居民日常生活等优点。

(3) 冷却塔设导向消声器

在冷却塔顶部设导向消声器可有效降低冷却塔顶部排风噪声的影响，降噪效果明显，实施实例见下图。



图 6.3-1 冷却塔导向消声器实施实例

(4) 消声设计

对于排、进风亭可在风管上和通风机前后安装消声器来降低风亭噪声影响，片式消声器可安装于风道内，整体式消声器可安装于风管上，类比调查与测试结果表明，片式消声器平均每米降噪 10dB（A）左右。此外，尽量加大风道的表面积，并贴吸声材料；出口处设置消声百叶，优化消声百叶几何断面，降低气流噪声等措施可以在一定程度上降低风亭噪声影响。消声器建议采用环保、防菌、防霉材料，以改善站区内外的空气和卫生环境。



图 6.3-2 风亭消声器实施实例

（5）地下区段风亭、冷却塔噪声治理

根据对沿线地下车站风亭区周围噪声敏感点进行预测，非空调期共 3 处敏感点超标，共涉及 3 处风亭组，因此应对 3 处风亭组增加消声器至 3m；空调期共 5 处敏感点超标，共涉及 4 处冷却塔需要增设导向消声器（儒江站无冷却塔），合计地下区段敏感点噪声治理环保投资合计 96.5 万元。

6.3.3.1 无敏感点车站噪声措施

根据工程线路分布情况可知，项目下德站和青洲站周边无敏感点分布。根据车站布

置情况可知，项目车站布置位于马尾主干道上，其声环境功能区为 4a 类，根据风亭、冷却塔源强可知，在各风亭采取 2m 长消声器的情况下，可满足 4a 类标准限值，因此在无敏感点车站，各风亭应安装长度不小于 2m 长的消声器。

仅用于公示使用

表 6.3-1 地下区段敏感点环控噪声防治措施一览表

敏感点 编号	保护目标名称	所在车站	声源	距声源 距离/m	非空调期 (LAeq, dB (A))		空调期 (LAeq, dB (A))		标准值		非空调期超标 量 (LAeq, dB (A))		空调期超标量 (LAeq, dB (A))		降噪措施				采取措施后 空调期预测 值/dB (A)		采取措施后 达标情况	
					昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	措施名称	位置	数量 (个)	投资 (万元)	昼间	夜间	昼间	夜间
N1	东方名城华郡	魁岐站 (2号风亭组)	新风亭	44.5	55.4	50.7	57.7	53.1	60	50	--	0.7	--	3.1	消声器增加至3m, 设置导向消声器	排风口	1	25.5	47.7	43.1	达标	达标
			排风亭	39.8																		
			活塞风亭 1#	35																		
			活塞风亭 2#	34.5																		
			冷却塔	45																		
N2	云集公寓	魁岐站 (2号风亭组)	新风亭	58.9	61.4	52.6	62.1	54.3	70	55	--	--	--	--	消声器增加至3m, 设置导向消声器	排风口	1	25.5	52.1	44.3	达标	达标
			排风亭	56.18																		
			活塞风亭 1#	55.81																		
			活塞风亭 2#	56.3																		
			冷却塔	44.8																		
N3	名城紫金轩	葆祯站 (1号风亭组)	新风亭	26.97	56.2	54.2	57.8	54.2	70	55	--	--	--	--	维持现状	/	/	/	57.8	54.2	达标	达标
			排风亭	33.20																		
			活塞风亭 1#	27.00																		
			活塞风亭 2#	28.00																		
			冷却塔	28.00																		
N4	江滨锦城	儒江站 (1号风亭组)	新风亭	10.41	62.7	58.9	62.7	58.9	70	55	--	3.9	--	3.9	消声器增加至3m	排风口	1	5.5	52.7	48.9	达标	达标
			排风亭	10.41																		
			活塞风亭 1#	10.41																		
			活塞风亭 2#	10.41																		
			冷却塔	10.41																		
N5	长滩美墅	马江渡站 (1号风亭组)	新风亭	44.15	62.7	55.3	63.3	56.6	70	55	--	0.3	--	1.6	消声器增加至3m, 设置导向消声器	排风口	1	25.5	53.3	46.6	达标	达标
			排风亭	49.91																		
			活塞风亭 1#	50.86																		
			活塞风亭 2#	55.70																		
			冷却塔	38.88																		
N6	罗星街道社区卫生服务中心	船政文化 城站(2号风亭组)	新风亭	40.95	55	48.9	58.2	52.3	60	50	--	--	--	2.3	设置导向消声器	排风口	1	20	48.2	42.3	达标	达标
			排风亭	42.80																		
			活塞风亭 1#	42.91																		
			活塞风亭 2#	43.35																		
			冷却塔	43.60																		
N7	阳光花都	罗星塔站 (1号风亭组)	新风亭	41.35	55.0	53.7	59.4	55.6	70	55	--	--	--	0.6	设置导向消声器	排风口	1	20	49.4	45.6	达标	达标
			排风亭	41.07																		
			活塞风亭 1#	41.21																		
			活塞风亭 2#	51.31																		
			冷却塔	36.53																		

-
- 表注：1. 表中距离栏中，“距声源距离”为敏感点距噪声源（风亭最大尺寸处）的水平距离；
2. 超标栏中，“/”代表无测量或无标准值。“--”代表未超标。
- 3.每加长 **1m** 消声器风亭噪声降低 **10dB (A)**；设置导向消声器噪声降低 **10dB (A)**。

仅用于公示使用

6.4 小结

6.4.1 预测评价

① 非空调期

在各类风亭采取 2m 长消声器情况下，各敏感点纯粹受环控设备噪声的影响（不叠加背景），昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 48.2~61.5dB（A）和 44.7~57.3dB（A）。

在采取 2m 长消声器情况下，各敏感点处环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 55.0~62.7dB（A）和 48.9~58.9dB（A），分别较现状值增加 0.1~5.8dB（A）和 0.4~5.2dB（A），对照相应标准，昼间无敏感点超标；夜间 3 处敏感点超标，超标量为 0.3~3.9dB（A）。

② 空调期

在各类风亭采取 2m 长消声器、冷却塔无措施情况下，各敏感点纯粹受环控设备噪声的影响（不叠加背景），昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 53.2~61.5dB（A）和 49.0~57.3dB（A）。

在各类风亭采取 2m 长消声器、冷却塔无措施情况下，各敏感点处环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 57.7~63.3dB（A）和 52.3~58.9dB（A），分别较现状值增加 0.8~6.4dB（A）和 1.7~6.7dB（A），对照相应标准，昼间无敏感点超标；夜间 5 处敏感点超标 0.6~3.9dB（A）。

6.4.2 噪声污染防治措施方案

（1）合理选择设备及类型

①在满足工程通风要求的前提下，尽量采用低噪声、声学性能优良的风机。

②风亭、冷却塔选址和布局：风口不正对敏感建筑，设计中应确保风亭、冷却塔距敏感建筑距离不小于 10m。

（2）城市规划控制要求

综合考虑《地铁设计规范》（GB50157-2013）和本次评价预测结果，在工程预设措施情况下，对地下车站风亭区的噪声防护距离建议如下：

4a 类区防护距离按 15m 控制，2 类区噪声防护距离按 29m 控制。

若确需在控制范围内布设敏感建筑物，应在前排设置非噪声敏感建筑物或自行采取降噪措施。

(3) 噪声治理工程

在工程设计措施情况下，4 处冷却塔需要增设导向消声器，3 处风亭消声器加长至 3m，合计地下区段敏感点噪声治理环保投资合计 96.5 万元。

6.4.3 结论

在采取措施的情况下，沿线风亭、冷却塔均能达标排放，因此声环境影响可接受。

仅用于公示使用

7 运营期振动环境影响评价

7.1 振动类比调查与分析

(1) 源强取值

地铁列车在轨道上运行时，由于轮轨间相互作用产生撞击振动、滑动振动和滚轮振动，经轨枕、道床传递至隧道衬砌，再传递至地面，从而引起地面建筑物的振动，对周围环境产生影响。

根据章节 3.2.2.2，本次评价振动源强选用 83.9dB，车辆运行速度 60km/h，距轨道外轨中心线 0.5m。

(2) 设计参数

列车类型、编组及长度：采用 B 型车，初、近、远期均为 6 辆编组，车宽 2.87m，车高 3.725m，列车长度 118.66m。

运营时间：早上 6:00 开始运营，晚上 24:00 结束运营，全天共计运营时间 18h。

钢轨：正线、辅助线及试车线采用 60kg/m 钢轨。

道岔：正线及辅助线采用 60kg/m 钢轨 9 号道岔及交叉渡线。

道床：地下正线及辅助线采用钢筋混凝土长枕整体道床，试车线、车场地面库外线采用新Ⅱ型预应力混凝土轨枕碎石道床，车场库内线根据工艺要求采用一般整体道床、立柱或立壁式检查坑整体道床。

运行速度：列车最高运行速度 80km/h。

荷载：B 型车，列车轴重 14t。

(3) 列车通过敏感点时的速度

根据左右线的行车速度图，本工程振动敏感点对应的列车速度取值见表 7.1-1。速度为一个区间范围时，预测取最大值。

表 7.1-1 振动敏感点对应的列车速度

敏感点编号	保护目标名称	列车速度 km/h	行车速度图
V1	魁岐佳园	75	
V2	魁岐小区	75	
V3	福州市船政幼儿园	75	
V4	东方名城·尚郡	0~75	
V5	云集公寓	0~58	
V6	东方名城·华郡	60~75	
V7	福州市魁岐小学	62~65	
V8	凯隆橙仕公馆	75	
V9	东方名城·美郡	75	
V10	大德广场	30~60	
V11	名城紫金轩	30~75	
V12	新大陆壹号	20~75	
V13	东江欣居明都	75	
V14	东方名城·名郡	75	
V15	儒江新苑	75	

敏感点编号	保护目标名称	列车速度 km/h	行车速度图
V16	江滨锦城	35~75	
V17	名城国际	35~75	
V18	名城港湾	20~75	
V19	名城银河湾幼儿园	75	
V20	福建省飞毛腿高级技工学校	68~71	
V21	招商江悦府（拟建）	55~68	
V22	滨江 One57	42~68	
V23	招商雍景湾	75	
V24	阳光城 SOHO	75	
V25	阳光瑞景	60	

敏感点编号	保护目标名称	列车速度 km/h	行车速度图
V26	长滩美墅	40~60	
V27	阳光城山与海	60	
V28	福州市马尾实验幼儿园	70	
V29	福益新村	70~72	
V30	福兴楼	70~72	
V31	冠盛东海岸	72~75	
V32	马尾造船厂福顺新村	72~75	
V33	罗星花园	60	
V34	紫云城	60	
V35-1	宝马花园	60	
V35-2	福居新村	60	
V36	马尾海军医院	60	
V37	英华园	48~60	

敏感点编号	保护目标名称	列车速度 km/h	行车速度图
V38	阳光花都	30~51	
V39	青洲新苑（拟建）	30~51	
V40	中佳蓝湾	75	
V41	福州市协和大学历史建筑群	75	
V42	潮江楼	70	
V43	福建船政局建筑群官厅池	75	
V44	福建船政局建筑群钟楼	75	
V45	马江海战炮台	70	

敏感点编号	保护目标名称	列车速度 km/h	行车速度图
V46	昭忠祠	70	

7.2 振动环境影响预测与评价

7.2.1 预测方法

地铁振动的产生和传播是一个异常复杂的过程，它与地铁列车的构造、性能和行车速度、轨道、隧道结构、材料及沿线的地质条件等许多因素有关。本次振动预测在现状监测的基础上，采用《环境影响评价技术导则—城市轨道交通》(HJ453-2018)中的振动预测模型，同时采用类比调查与测试相结合的方法，结合本线的工程实际和环境特征，用分析、类比、计算调查的方法进行预测。

列车运行振动预测按式(7.2-1)计算

$$VL_{Zmax} = VL_{Z0max} + C_{VB} \quad (7.2-1)$$

式中： VL_{Zmax} ——预测点处的 VL_{Zmax} ，dB；

VL_{Z0max} ——列车运行振动源强，dB，本评价去 87.2dB

C_{VB} ——振动修正，按式(5.2-2)计算，dB。

$$C_{VB} = C_V + C_W + C_R + C_T + C_D + C_B + C_{TD} \quad (7.2-2)$$

式中： C_V ——列车速度修正，dB；

C_W ——轴重和簧下质量修正，dB；

C_R ——轮轨条件修正，dB；

C_T ——隧道型式修正，dB；

C_D ——距离衰减修正，dB；

C_B ——建筑物类型修正，dB；

C_{TD} ——行车密度修正, dB。

(1) 列车速度修正, C_V

a、当列车运行速度 $v \leq 100 \text{ km/h}$ 时, 速度修正 C_V 按式 (7.2-3) 计算

$$C_V = 20 \lg \frac{v}{v_0} \quad (7.2-3)$$

式中: V ——列车通过预测点的运行速度, km/h, 列车参考速度应不低于预测点设计速度的 75%;

V_0 ——源强的列车参考速度, km/h。

b、轴重和簧下质量修正, C_W

当车辆轴重和簧下质量与源强车辆给出的中轴和簧下质量不同时, 其轴重和簧下质量修正 C_W 按式 (7.2-4) 计算。

$$C_W = 20 \lg \frac{w}{w_0} + 20 \lg \frac{w_u}{w_{u0}} \quad (7.2-4)$$

式中: w_0 ——源强车辆的参考轴重, t;

w ——预测车辆的轴重, t;

w_{u0} ——源强车辆的参考簧下质量, t;

w_u ——预测车辆的簧下质量, t。

c、; 轮轨条件修正, C_R

轮轨条件的振动修正值见表 7.2-1。

表 7.2-1 轮轨条件的振动修正值

轮轨条件	振动修正值 C_R /dB
无缝线路	0
有缝线路	+5
弹性车轮	0
线路平面圆曲线半径 $\leq 2000 \text{ m}$	$16 \times \text{列车速度 (km/h)} / \text{曲线半径 (m)}$

注: 对于车轮出现磨耗和扁疤、钢轨有不均匀磨耗和钢轨波浪形磨耗、固定式辙叉的道岔、交叉或其他特殊轨道等轮轨条件下, 振动会明显增大, 振动修正值为 0~10dB

d、隧道型式修正, C_T

隧道型式的振动修正值见下班。

表 7.2-2 隧道型式的振动修正值

隧道型式	振动修正值 C_T /dB
单线隧道	0

隧道型式	振动修正值 C_T /dB
双线隧道	-3
车站	-5
中硬土、坚硬土、岩石隧道（含单线隧道和双线隧道）	-6

e、距离衰减修正, C_D

距离衰减修正 C_D 与工程条件、地质条件有关, 地质条件接近时, 可选择工程条件类似的既有城市轨道交通的线路进行实测, 采用类比法确定修正值。如不具备测量条件, 其距离衰减修正按式 (7.2-5) ~ 式 (7.2-7) 计算。

地下线:

线路中心线正上方至两侧 7.5m 范围内:

$$C_D = -8lg[\beta(H - 1.25)] \quad (7.2-5)$$

式中: H ——预测点地面至轨顶面的垂直距离, m;

β ——土层的调整系数, 由表 5.2-5 选取。

线路中心线正上方两侧大于 7.5m 范围内:

$$C_D = -8lg[\beta(H - 1.25)] + algr + br + c \quad (7.2-6)$$

式中: r ——预测点至线路中心线的水平距离, m;

H ——预测点地面至轨顶面的垂直距离, m;

β ——土层的调整系数, 由表 5.2-5 选取。

式 (7.2-5)、(7.2-6) 中的 a 、 b 、 c 建议尽量采用类比测量并通过复合回归计算得到, 如不具备测量条件, 可参考表 7.2-3 选取 a 、 b 、 c 。

表 7.2-3 β 、 a 、 b 、 c 的参考值

土体类别	土层剪切波波速 V_s^a / (m/s)	β	a	b^b	c
软弱土	$V_s \leq 150$	0.42	-3.28	-0.13	3.03
中软土	$150 < V_s \leq 250$	0.32	-3.28	-0.13 ~ -0.06	3.03
中硬土	$250 < V_s \leq 500$	0.25	-3.28	-0.04	3.09
坚硬土、软质岩石、岩石	$V_s > 500$	0.20	-3.28	-0.02	3.09

^a 剪切波波速 V_s 依据 GB/T50269、GB50011 进行测试和计算。多层土层应按下列公示计算等效剪切波波速 V_s 。

$$V_S = d_0/t$$

$$t = \sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i}{V_{si}} \right)$$

式中： V_S ——土层等效剪切波速，m/s

d_0 ——计算深度，取隧道轨顶面至预测点地面高度，m；

t ——剪切波在地面至计算深度之间的传播时间，s；

d_i ——计算深度范围内第*i*土层的厚度，m；

V_{si} ——计算深度范围内第*i*土层的剪切波速，m/s；

n ——计算深度范围内的土层的分数。

^b剪切波波速 V_S 越快， b 取值越大，按照剪切波波速 V_S 线性内插计算 b 。

f、建筑物类型修正， C_B

建筑物越重，大地与建筑物基础的耦合损失越大，建议尽量采用类比测量法，如不具备测量条件，可将建筑物分为六种类型进行了修正，见表 7.2-4。

表 7.2-4 建筑物类型的振动修正值

建筑物类型	建筑物结构及特性	振动修正之 C_B /dB
I	7层及以上砌体（砖混）或混凝土结构（扩展基础）	-1.3×层数（最小取-13）
II	7层层及以上砌体（砖混）或混凝土结构桩基础	-1×层数（最小取-10）
III	3~6层砌体（砖混）结构混凝土结构	-1.2×层数（最小取-6）
IV	1~2层砌体（砖混）、砖木结构或混凝土结构	-1×层数
V	1~2层木结构	0
VI	建筑物基础坐落在隧道同一岩石上	0

g、行车密度修正， C_{TD}

行车密度越大，在同一断面会车的概率越高，因此宜考虑地下线和地面线两线行车的振动叠加，振动修正值见表 7.2-5。

表 7.2-5 地下线和地面线行车密度的振动修正值

平均行车密度 TD/（对/h）	两线中心距 d_t /m	振动修正值 C_{TD} /dB
6<TD≤12	$d_t \leq 7.5$	+2
TD>12		+2.5
6<TD≤12	$7.5 < d_t \leq 15$	+1.5
TD>12		+2
6<TD≤12	$15 < d_t \leq 40$	+1

平均行车密度 TD/ (对/h)	两线中心距 d_t/m	振动修正值 C_{TD}/dB
TD>12		+1.5
TD≤6	7.5< d_t ≤40	0

注：平均行车密度修正宜按照昼、夜间实际运营时间分开考虑

7.2.2 振动预测结果与评价

7.2.2.1 环境振动预测评价

对于未建成区或规划振动敏感区段，本次评价计算了给定条件下的振动达标距离。根据上述预测方法和本次评价的振动标准，在未采取专项减振工程措施时，地下线路区段两侧地表振动的达标防护距离见表 7.2-6，预测点位示意图见。

表 7.2-6 轨道沿线地表振动达标防护距离

线路形式	埋深(m)	达标距离(m)	
		“混合区、商业中心区”、“工业集中区”、“交通干线道路两侧”标准	“居住、文教区”标准
地下段	10	42	46
	15	36	42
	20	24	29
	25	17	21

注：①本表列车运行速度按牵引曲线正常运营最高速度 80km/h 考虑；

②达标距离是指在达标距离处 V_{LZmax} 值达到《城市区域环境振动标准》（GB10070—88）要求；

③线路为单洞单线隧道、平直线路，建筑物类型按II类考虑。

由上表可知，在工程设计一般整体道床、无缝线路条件下，本工程线路沿线控制距离建议如下：

①当轨道埋深为 10m 时，距地铁线路中心线 42m 以内区域不宜规划“混合区、商业中心区”、“工业集中区”；距地铁线路中心线 46m 以内区域不宜规划“居住、文教区”区域。

②当轨道埋深为 15m 时，距地铁线路中心线 36m 以内区域不宜规划“混合区、商业中心区”、“工业集中区”；距地铁线路中心线 42m 以内区域不宜规划“居住、文教区”区域。

③当轨道埋深为 20m 时，距地铁线路中心线 24m 以内区域不宜规划“混合区、商业中心区”、“工业集中区”；距地铁线路中心线 29m 以内区域不宜规划“居住、文教区”区域。

④当轨道埋深为 25m 时，距地铁线路中心线 17m 以内区域不宜规划“混合区、商业中心区”、“工业集中区”；距地铁线路中心线 21m 以内区域不宜规划“居住、文教区”区域。

地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足上述建议控制距离要求。同时建议新规划或新建敏感建筑应以结构抗振能力较强的I类框架结构建筑为主。

仅用于公示使用

表 7.2-7 振动环境保护目标预测结果

敏感点编号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	源强 VLZ0 max/dB	列车速度 km/h	Cv	轮轨条件	CR	隧道型式	CT	CD	建筑物类型	CB	行车密度对/h		CTD		现状值/dB		预测值/dB		标准值/dB		超标值/dB		超标范围 / m	影响人数	超标原因
			昼间	夜间												昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间			
1	魁岐佳园	地下	15.75	37.60	V1	87.2	75	1.9	平面圆曲线 ≤2000	1.3	单线隧道	0	-12.4	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	59.05	54.75	65.9	64.9	75	72	/	/	/	/	/
2	魁岐小区	地下	24.59	37.60	V2	87.2	75	1.9	平面圆曲线 ≤2000	1.3	单线隧道	0	-14.2	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	64.45	60.55	66.9	64.7	75	72	/	/	/	/	/
3	福州市船政幼儿园	地下	12.42	36.21	V3	87.2	75	1.9	平面圆曲线 ≤2000	1.2	单线隧道	0	-10.7	III	-4.8	20	12.6	1.5	1.0	62.65	58.95	72.2	71.5	70	67	2.2	4.5	64	290 名学生	地铁运营影响
4	东方名城·尚郡	地下	18.86	28.23	V4	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	车站	-5	-11.3	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	68.25	60.65	68.8	63.0	75	72	/	/	/	/	/
5	云集公寓	地下	13.36	23.05	V5	87.2	58	-0.3	无缝线路	0.0	车站	-5	-9.3	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	68.25	60.65	68.8	62.9	75	72	/	/	/	/	/
6	福州市魁岐小学	地下	39.9	24.98	V6	87.2	65	0.7	平面圆曲线 ≤2000	2.3	单线隧道	0	-13.9	III	-3.6	20	12.6	1.5	1.0	66.55	62.85	69.9	68.2	70	67	/	1.2	88	2500 师生	地铁运营影响
7	凯隆橙仕公馆	地下	12.11	30.50	V7	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-10.0	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	63.85	59.35	67.5	65.7	70	67	/	/	/	/	/
8	东方名城	地下	5.15	30.50	V8	87.2	75	1.9	平面圆曲线 ≤2000	2.7	车站	-5	3.0	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	64.85	60.75	77.0	76.3	70	67	7.0	9.3	20	428 户	地铁运营影响
9	大德广场	地下	31.39	26.52	V9	87.2	60	0.0	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-13.5	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	65.55	60.75	66.7	63.4	75	72	/	/	/	/	/
10	名城紫金轩	地下	35	30.60	V10	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-15.3	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	65.55	60.75	66.8	63.5	75	72	/	/	/	/	/
11	新大陆壹号	地下	29.98	28.22	V11	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-14.1	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	67.65	60.55	68.7	64.0	75	72	/	/	/	/	/
12	东江欣居明都	地下	33.93	45.26	V12	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-15.9	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	62.95	57.65	64.8	61.7	75	72	/	/	/	/	/
13	东方名城·名郡	地下	9.33	42.90	V13	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-10.5	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	61.05	57.55	66.9	65.8	75	72	/	/	/	/	/
14	儒江新苑	地下	36.80	38.67	V14	87.2	75	1.9	平面圆曲线 ≤2000	1.1	车站	-5	-15.9	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	64.65	59.45	65.2	61.0	75	72	/	/	/	/	/
15	江滨锦城	地下	7.75	32.60	V15	87.2	75	1.9	平面圆曲线	1.1	单线隧道	0	-9.0	II	-7.0	20	12.6	1.5	1.0	68.35	62.05	71.7	69.3	75	72	/	/	/	/	/

敏感点编号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	源强VLZ0 max/dB	列车速度km/h	Cv	轮轨条件	CR	隧道型式	CT	CD	建筑物类型	CB	行车密度对/h		CTD		现状值/dB		预测值/dB		标准值/dB		超标值/dB		超标范围/m	影响人数	超标原因
			水平	垂直												昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间			
									≤2000																					
16	名城国际	地下	24.68	32.60	V16	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	车站	-5	-13.0	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	64.65	59.45	65.5	61.6	75	72	/	/	/	/	/
17	名城港湾	地下	13.34	28.82	V17	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	车站	-5	-10.1	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	67.45	60.55	68.3	63.5	75	72	/	/	/	/	/
18	名城银河湾幼儿园	地下	14.80	30.44	V18	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	车站	-5	-10.6	III	-3.6	20	12.6	1.5	1.0	69.35	60.35	71.3	67.2	70	67	1.3	0.2	40	290名师生	地铁运营影响
19	福建省飞毛腿高级技工学校	地下	43.3	42.2	V19	87.2	71	1.5	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-17.3	III	-6.0	20	12.6	1.5	1.0	68.05	60.25	69.1	64.0	70	67	/	/	/	/	/
20	招商江悦府	地下	15	32.18	V20	87.2	68	1.1	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-11.7	/	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	64.95	58.95	67.3	64.4	70	67	/	/	/	/	/
21	招商雍景湾	地下	15	39.23	V21	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-12.4	/	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	64.95	58.95	67.3	64.5	70	67	/	/	/	/	/
22	滨江One57	地下	19.29	32.18	V22	87.2	68	1.1	无缝线路	0.0	车站	-5	-17.7	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	64.95	58.95	65.2	59.7	75	72	/	/	/	/	/
23	阳光城SOHO	地下	43.2	40.9	V23	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	车站	-5	-17.7	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	62.45	57.65	62.9	58.9	70	67	/	/	/	/	/
24	阳光瑞景	地下	9.3	42.3	V24	87.2	60	0.0	平面圆曲线 ≤2000	3.2	车站	-5	-11.2	II	-8.0	20	12.6	1.5	1.0	67.55	60.55	68.9	64.7	75	72	/	/	/	/	/
25	长滩美墅	地下	28.57	34.39	V25	87.2	60	0.0	无缝线路	0.0	车站	-6	-8.8	III	-3.6	20	12.6	1.5	1.0	62.65	59.95	67.4	66.3	75	72	/	/	/	/	/
26	阳光城山与海	地下	22.47	34.39	V26	87.2	60	0.0	平面圆曲线 ≤2000	3.2	单线隧道	-6	-8.4	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	66.35	60.55	68.0	64.6	75	72	/	/	/	/	/
27	福州市马尾实验幼儿园	地下	17.98	55.81	V27	87.2	70	1.3	平面圆曲线 ≤2000	2.8	车站	-6	-9.7	III	-4.8	20	12.6	1.5	1.0	66.85	60.45	70.3	68.0	70	67	0.3	1.0	158	600名师生	地铁运营影响
28	福益新村	地下	17.53	55.81	V28	87.2	72	1.6	平面圆曲线 ≤2000	2.5	车站	-6	-9.6	II	-9.0	20	12.6	1.5	1.0	62.85	58.75	66.2	64.4	75	72	/	/	/	/	/
29	福兴楼	地下	17.72	55.53	V29	87.2	72	1.6	平面圆曲线 ≤2000	2.5	车站	-6	-9.6	II	-9.0	20	12.6	1.5	1.0	57.85	53.65	64.5	63.4	75	72	/	/	/	/	/

敏感点编号	保护目标名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	源强VLZ0 max/dB	列车速度km/h	Cv	轮轨条件	CR	隧道型式	CT	CD	建筑物类型	CB	行车密度对/h		CTD		现状值/dB		预测值/dB		标准值/dB		超标值/dB		超标范围/m	影响人数	超标原因
			昼间	夜间												昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间			
30	冠盛东海岸	地下	29.92	56.12	V30	87.2	75	1.9	平面圆曲线 ≤2000	2.6	单线隧道	0	-16.6	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	63.65	58.95	65.9	63.4	75	72	/	/	/	/	/
31	马尾造船厂福顺新村	地下	21.86	56.12	V31	87.2	75	1.9	平面圆曲线 ≤2000	2.6	单线隧道	0	-15.1	III	-4.8	20	12.6	1.5	1.0	62.85	58.65	69.7	68.6	75	72	/	/	/	/	/
32	罗星花园	地下	9.28	43.89	V32	87.2	60	0.0	平面圆曲线 ≤2000	2.9	单线隧道	0	-10.5	II	-8.0	20	12.6	1.5	1.0	68.65	60.85	71.6	68.7	75	72	/	/	/	/	/
33	紫云城	地下	29.91	42.75	V33	87.2	60	0.0	平面圆曲线 ≤2000	2.9	单线隧道	0	-15.0	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	68.65	60.85	69.5	64.2	75	72	/	/	/	/	/
34	宝马花园	地下	11.42	35.78	V34	87.2	60	0.0	平面圆曲线 ≤2000	2.9	单线隧道	0	-10.4	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	69.25	59.75	71.1	67.0	75	72	/	/	/	/	/
35	福居新村	地下	37.8	35.78	V35	87.2	60	0.0	平面圆曲线 ≤2000	2.9	单线隧道	0	-15.8	II	-9.0	20	12.6	1.5	1.0	69.25	57.75	70.2	63.9	70	67	0.2	/	/	/	/
36	马尾海军医院	地下	38.07	35.78	V36	87.2	60	0.0	平面圆曲线 ≤2000	2.9	单线隧道	0	-15.8	III	-4.8	20	12.6	1.5	1.0	68.75	60.85	70.7	67.0	75	72	/	/	/	/	/
37	英华园	地下	10.01	30.49	V37	87.2	60	0.0	无缝线路	0.0	车站	-5	-10.3	II	-9.0	20	12.6	1.5	1.0	70.05	61.85	70.4	63.8	75	72	/	/	/	/	/
38	阳光花都	地下	32.1	29.53	V38	87.2	51	-1.4	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-14.7	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	69.45	60.65	69.7	62.4	75	72	/	/	/	/	/
39	青洲新苑(拟建)	地下	21.3	29.53	V39	87.2	51	-1.4	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-12.0	/	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	69.45	60.65	70.0	63.4	75	72	/	/	/	/	/
40	中佳蓝湾	地下	25	36.89	V40	87.2	75	1.9	无缝线路	0.0	单线隧道	0	-13.5	II	-10.0	20	12.6	1.5	1.0	65.65	59.15	67.4	63.8	75	72	/	/	/	/	/

由预测结果可知：

(1) 运营期拟建地铁沿线两侧地面的环境振动 Z 振级将会有一定幅度的增加，这主要是因为地铁列车运行产生的振动，使工程沿线环境振动值增加。

(2) 工程运营后，在未进一步采取措施的情况下，沿线 40 个环境敏感点振动预测值 VLzmax 预测范围为昼间 62.9~77.0dB，夜间 58.9~76.3dB，对照相应的振动环境标准，昼间有 5 处敏感点超标（福州市船政幼儿园、东方名城、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园、福居新村），超标量为 0.2~7.0dB；夜间有 5 个敏感点超标（福州市船政幼儿园、福州市魁岐小学、东方名城、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园），超标量为 0.2~9.3dB，其余敏感点的环境振动均可满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）限值要求。结合振动预测结果采取相应减振措施后超标敏感点均可满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）限值要求。

7.2.2.2 文物保护单位振动预测评价

不可移动文物在工业振源作用下的最大水平速度相应可按以下公式计算：

$$V_{max} = V_r \sqrt{\sum_{j=1}^n [\gamma_j \beta_j]^2}$$

式中： V_{max} ——结构最大速度相应（mm/s）；

V_r ——基础处水平向地面振动速度（mm/s）。根据《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T50452-2008），当 $r \leq 10\text{m}$ ，取 0.152mm/s；当 $10 < r \leq 50\text{m}$ ，取 0.060mm/s

n ——阵型叠加数，取 3；

γ_j ——第 j 阶阵型参与系数；

β_j ——第 j 阶阵型动力放大系数；

$$f_j = \frac{1}{2\pi H} \lambda_j \psi$$

式中 f_j ——结构第 j 阶固有频率（Hz）；

H ——结构计算总高度（台基顶至承重结构最高处的高度）（m）；

λ_j ——结构第 j 阶固有频率计算系数（对于单层结构，前 3 阶的计算系数分别为 1.571, 4.712 和 7.854）；

ψ ——结构质量刚度参数（m/s），取 230。

表 7.2-8 γ_j 取值表 (砖石古塔)

H/b _m	b _m /b ₀	0.6	0.65	0.7	0.8	0.9	1.0
2.0	γ_1	2.284	2.051	1.892	1.699	1.591	1.523
	γ_2	-2.164	-1.693	-1.394	-1.046	-0.0856	-0.738
	γ_3	1.471	1.054	0.817	0.561	0.426	0.344
3.0	γ_1	2.412	2.129	1.947	1.736	1.619	1.547
	γ_2	-2.484	-1.896	-1.541	-1.143	-0.929	-0.796
	γ_3	1.786	1.256	0.964	0.654	0.495	0.397
5.0	γ_1	2.474	2.164	1.972	1.753	1.634	1.559
	γ_2	-2.742	-2.054	-1.654	-1.216	-0.984	-0.841
	γ_3	2.192	1.510	1.145	0.767	0.575	0.459
8.0	γ_1	2.487	2.171	1.978	1.758	1.638	1.563
	γ_2	-2.812	-2.097	-1.687	-1.240	-1.004	-0.858
	γ_3	2.388	1.631	1.232	0.822	0.615	0.491

注: b_m为高度 H 范围内各层宽度对应层高的加权平均值 (m)

表 7.2-9 γ_j 取值表 (砖石钟楼、宫门)

H ₁ /H ₂	A ₂ /A ₁	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
0.6	γ_1	1.686	1.494	1.388	1.321	1.273
	γ_2	-0.931	-0.706	-0.579	-0.489	-0.424
	γ_3	0.386	0.341	0.306	0.277	0.255
0.8	γ_1	1.875	1.553	1.410	1.327	1.273
	γ_2	-1.064	-0.731	-0.578	-0.487	-0.424
	γ_3	0.414	0.351	0.309	0.278	0.255
1.0	γ_1	1.944	1.570	1.416	1.329	1.273
	γ_2	-1.122	-0.740	-0.579	-0.486	-0.424
	γ_3	0.522	0.382	0.318	0.281	0.255

注: 1、H₁为台基顶至第一层台面的高度, H₂为第一层台面至承重结构最高处的高度 (m), H为 H₁与 H₂之和; A₁为第一层截面周边所围面积 (m²), A₂为第二层结构截面所围面积 (m²);

2、当 H₂/H₁>1 时, 按 H₁/H₂ 选用;

3、对于单层结构, A₂/A₁取 1.0, 与 H₂/H₁ 无关。

表 7.2-10 动力放大系数 β_j 取值表

f_r/f_j	0	0.3~0.8	1.0	1.4~1.9	2.3~2.8	3.3~3.9
β_j	1.0	7.0	10.0	6.0	4.0	2.5

注：当 f_r/f_j 介于表中数值之间时， β_j 采用插入法取值， f_r 根据《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T50452-2008）取 4.87。

根据以上参数，本项目沿线文保单位参数及水平振动速度情况见表 7.2-11。

仅用于公示使用

表 7.2-11 项目沿线文物保护单位水平振动速度

预测点编号	预测点名称	文物保护级别	预测点位置	距离(m)	地面振动速度 V_r (mm/s)	地面振动频率 f_r (Hz)	采用计算模型	计算参数					最大水平速度相应 V_{max} (mm/s)	标准值 (mm/s)	采取措施	达标性
								阵型阶数 j	结构固有频率 f_j (Hz)	频率比 f_r/f_j	动力放大系数 β_j	振型参与系数 γ_j				
V41	W-02 原理学院	省级	承重结构最高处	52.4	0.06	4.55	钟鼓楼、宫门结构	1	14.38	0.93	8.5	1.273	0.54	0.27	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	43.14	0.31	7	-0.424				
								3	71.91	0.19	5	0.255				
V42	W-03 原协和大学女生宿舍	省级	承重结构最高处	0	0.152	4.87	钟鼓楼、宫门结构	1	3.60	3.73	2.5	1.273	1.16	0.27	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	10.79	1.24	8	-0.424				
								3	17.98	0.75	7	0.255				
V43	W-04 教师宿舍	省级	承重结构最高处	2.4	0.152	4.87	钟鼓楼、宫门结构	1	7.67	1.75	6	1.273	1.37	0.27	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	23.01	0.58	7	-0.424				
								3	38.35	0.35	7	0.255				
V44	W-05 教师宿舍 5	省级	承重结构最高处	0.9	0.152	4.87	钟鼓楼、宫门结构	1	7.67	1.75	6	1.273	1.37	0.27	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	23.01	0.58	7	-0.424				
								3	38.35	0.35	7	0.255				
V45	W-06 教师宿舍	省级	承重结构最高处	38.5	0.06	4.55	钟鼓楼、宫门结构	1	5.48	2.45	4	1.273	0.58	0.27	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	16.44	0.82	7.2	-0.424				
								3	27.39	0.49	7	0.255				
V46	W-07 校长别墅	省级	承重结构最高处	0	0.152	4.87	钟鼓楼、宫门结构	1	7.67	1.75	6	1.273	1.37	0.27	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	23.01	0.58	7	-0.424				
								3	38.35	0.35	7	0.255				
V47	W-13 教师宿舍 2	省级	承重结构最高处	0	0.152	4.87	钟鼓楼、宫门结构	1	7.67	1.75	6	1.329	1.43	0.27	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	23.01	0.58	7	-0.486				
								3	38.35	0.35	7	-0.281				
V48	W-08 原男生宿舍光国楼	省级	承重结构最高处	48.7	0.06	4.55	钟鼓楼、宫门结构	1	6.808	0.67	6.01	1.321	0.48	0.27	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	19	0.24	2.80	-0.489				
								3	31.79	0.14	2.07	0.272				
V49	潮江楼	区级	承重结构最高处	49.6	0.06	4.55	钟鼓楼、宫门结构	1	4.43	3.03	3.5	1.329	0.67	0.45	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	13.27	1.01	10	-0.486				
								3	22.13	0.61	7	-0.281				
V50	官街历史建筑群	未定级	承重结构最高处	34.2	0.06	4.55	钟鼓楼、宫门结构	1	4.53	3.12	3.8	1.329	0.54	0.45	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	13.31	1.02	9.8	-0.486				
								3	22.13	0.82	7.1	-0.281				
V51	福建船政局建筑群官厅池	国家级	承重结构最高处	24.5	0.06	4.55	钟鼓楼、宫门结构	1	14.38	0.93	9	1.273	0.54	0.15	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	43.14	0.31	7	-0.424				
								3	71.91	0.19	5	0.255				
V52	福建船政局建筑群钟楼	国家级	承重结构最高处	34.32	0.06	4.55	古塔结构	1	3.08	4.36	2.2	1.563	0.70	0.15	沿线双规 采取特殊 减振措施	采取措施 后达标
								2	9.23	1.45	6	-0.858				
								3	15.38	0.87	7.5	0.491				

预测点编号	预测点名称	文物保护界别	预测点位置	距离(m)	地面振动速度 V_r (mm/s)	地面振动频率 f_r (Hz)	采用计算模型	计算参数					最大水平速度相应 V_{max} (mm/s)	标准值 (mm/s)	采取措施	达标性
								阵型阶数 j	结构固有频率 f_j (Hz)	频率比 f_r/f_j	动力放大系数 β_j	振型参与系数 γ_j				
V53	马江海战炮台	国家级	承重结构最高处	57.3	0.06	4.55	钟鼓楼、宫门结构	1	19.18	0.70	7	1.273	0.22	0.15	沿线双规采取特殊减振措施	采取措施后达标
								2	57.52	0.23	6	-0.424				
								3	95.88	0.14	4	0.255				
V54	昭忠祠	国家级	承重结构最高处	59.8	0.06	4.55	钟鼓楼、宫门结构	1	7.19	1.86	6	1.273	0.54	0.15	沿线双规采取特殊减振措施	采取措施后达标
								2	21.57	0.62	7	-0.424				
								3	35.96	0.37	7	0.255				

仅用于公示使用

本项目沿线文物保护单位评估论证报告已编制完成，根据评估论证报告内容在采取特殊减振的条件下，通过 Midas GTS NX 数值软件对沿线文物保护单位运营期水平振动数据模拟，结果如下：

表 7.2-12 评估论证报告文保单位预测结果

序号	文物保护单位	最大水平振动速度 (mm/s)
1	W-13 教师宿舍 2	0.019
2	W-07 校长别墅	0.008
3	W-04 教室宿舍 (双拼结构)	0.014
4	W-06 教室宿舍 (四人居住)	0.005
5	W-05 教室宿舍 5	0.011
6	其他	<0.002
7	潮江楼	0.024
8	钟楼	0.084
9	官厅池	0.101

根据项目沿线文物保护单位水平振动速度预测结果及文物评估报告分析结果，在采取特殊减振措施后，运营期对文保单位影响可满足《古建筑防工业振动技术规范》(GB/T50452-2008)。

图 7.2-1 振动预测点位示意图 1

图 7.2-2 振动预测点位示意图 2

图 7.2-3 振动预测点位示意图 3

图 7.2-4 振动预测点位示意图 4

图 7.2-5 振动预测点位示意图 5

图 7.2-6 振动预测点位示意图 6

图 7.2-7 振动预测点位示意图 7

图 7.2-8 振动预测点位示意图 8

图 7.2-9 振动预测点位示意图 9

图 7.2-10 振动预测点位示意图 10

图 7.2-11 振动预测点位示意图 11

图 7.2-12 振动预测点位示意图 12

图 7.2-13 振动预测点位示意图 13

图 7.2-14 振动预测点位示意图 14

图 7.2-15 振动预测点位示意图 15

图 7.2-16 振动预测点位示意图 16

图 7.2-17 振动预测点位示意图 17

图 7.2-18 振动预测点位示意图 18

7.3 室内二次结构噪声影响预测与评价

7.3.1 二次结构噪声预测方法

依据《环境影响评价技术导则城市轨道交通》(HJ453-2018),对于室内二次结构噪声评价范围内的振动环境保护目标,其列车通过时段建筑物式室内二次结构噪声空间最大 1/3 倍频程声压级 $L_{p,i}$ (16~200 Hz) 预测计算见下式。

混凝土楼板:

$$L_{p,i} = L_{vmid,i} - 22$$

式中: $L_{p,i}$ ——单列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声压级(16~200Hz), dB;

$L_{vmid,i}$ ——单列车通过时段的建筑物室内楼板中央垂向 1/3 倍频程振动速度级(16~200 Hz),参考振动速度基准值为 1×10^{-9} m/s, dB;

i ——第 i 个 1/3 倍频程, $i=1 \sim 12$ 。

上式适用于高度 2.8 m 左右、混响时间 0.8 s 左右的一般装修的房间(面积约为 10~12 m² 左右)。如果偏离此条件,需按下式进行计算。

$$L_{p,i} = L_{vmid,i} + 10 \lg \sigma - 10 \lg H - 20 + 10 \lg T_{60}$$

式中: σ ——声辐射效率,在通常建筑物楼板振动卓越频率时声辐射效率 σ 可近似取 1;

H ——房间平均高度, m;

T_{60} ——室内混响时间, s。

单列车通过时段的建筑物室内空间最大等效连续 A 声级 L_{Aeq, T_p} (16~200 Hz) 按下式计算。

$$L_{Aeq, T_p} = 10 \lg \sum_i^n 10^{0.1(L_{p,i} + C_{f,i})}$$

式中: L_{Aeq, T_p} ——单列车通过时段的建筑物室内空间最大等效连续 A 声级, dB(A);

$L_{p,i}$ ——单列车通过时段的建筑物室内空间最大 1/3 倍频程声压级(16~200Hz), dB(A);

$C_{f,i}$ ——第 i 个频带的 A 计权修正值, dB;

i ——第 i 个 1/3 倍频程, $i=1\sim 12$;

n ——1/3 倍频程带数。

本评价收集《城市轨道交通地下线二次结构噪声估算方法探析》(雷彬, 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2020年11月), 根据该估算方法探析结论, 对速度低于 80km/h、中软土地质条件、距离线路 30m 范围内的二次结构噪声估算, 可对其计算公式进行简化。结合《城市轨道交通地下线二次结构噪声估算方法探析》及《环境影响评价技术导则城市轨道交通》(HJ453-2018) 计算公式内容, 本项目敏感点二次结构噪声预测结果见表 7.3-1。

仅用于公示使用

表 7.3-1 敏感点二次结构噪声类比分析一览表

目标 编号	所在行 政区	所在区间	保护目标名称	相对距离		预测编 号	预测点位置	预测值/dB(A)		标准值/dB(A)		采取措施	达标性	
				水平	垂直			昼间	夜间	昼间	夜间			
1	马尾区	洋里站~ 魁岐站	魁岐佳园	15.75	37.60	NV1	4类区室内	42.7	42.2	45	42	中等减振措施	采取措施后达标	
2	马尾区		魁岐小区	24.59	37.60	NV2	4类区室内	40.9	40.4	45	42	保持设计原状	达标	
3	马尾区		福州市船政幼儿园	12.42	36.21	NV3	2类区室内	49.5	49.0	41	38	特殊减振措施	采取措施后达标	
4	马尾区		东方名城·尚郡	18.86	28.23	NV4	4类区室内	37.5	37.0	45	42	保持设计原状	达标	
5	马尾区	魁岐站~ 葆祯站	云集公寓	13.36	23.05	NV5	4类区室内	37.3	36.8	45	42	保持设计原状	达标	
6	马尾区		福州市魁岐小学	39.9	24.98	NV6	2类区室内	45.0	44.5	41	38	高等减振措施	采取措施后达标	
7	马尾区		凯隆橙仕公馆	12.11	30.50	NV7	2类区室内	42.9	42.4	41	38	高等减振措施	采取措施后达标	
8	马尾区		东方名城	5.15	30.50	NV8	2类区室内	54.5	54.0	41	38	特殊减振措施	采取措施后达标	
9	马尾区		大德广场	31.39	26.52	NV9	4类区室内	38.3	37.8	45	42	保持设计原状	达标	
10	马尾区		名城紫金轩	35	30.60	NV10	4类区室内	38.5	38.0	45	42	保持设计原状	达标	
11	马尾区		新大陆壹号	29.98	28.22	NV11	4类区室内	39.7	39.2	45	42	保持设计原状	达标	
12	马尾区		东江欣居明都	33.93	45.26	NV12	4类区室内	37.9	37.4	45	42	保持设计原状	达标	
13	马尾区	葆祯站~ 儒江站	东方名城·名郡	9.33	42.90	NV13	4类区室内	43.3	42.8	45	42	中等减振措施	采取措施后达标	
14	马尾区		儒江新苑	36.80	38.67	NV14	4类区室内	34.0	33.5	45	42	保持设计原状	达标	
15	马尾区		江滨锦城	7.75	32.60	NV15	4类区室内	46.8	46.3	45	42	特殊减振措施、 高等减振措施	采取措施后达标	
16	马尾区		名城国际	24.68	32.60	NV16	4类区室内	35.8	35.3	45	42	保持设计原状	达标	
17	马尾区		名城港湾	13.34	28.82	NV17	4类区室内	38.7	38.2	45	42	保持设计原状	达标	
18	马尾区		名城银河湾幼儿园	14.80	30.44	NV18	2类区室内	44.6	44.1	41	38	高等减振措施	采取措施后达标	
19	马尾区		儒江站~ 下德站	福建省飞毛腿高级技工学校	43.3	42.2	NV19	2类区室内	40.0	39.5	41	38	中等减振措施	采取措施后达标
20	马尾区		下德站~	招商江悦府(拟建)	15	32.18	NV20	2类区室内	41.3	40.8	41	38	中等减振措施	采取措施后达标

目标 编号	所在行 政区	所在区间	保护目标名称	相对距离		预测编 号	预测点位置	预测值/dB(A)		标准值/dB(A)		采取措施	达标性	
				水平	垂直			昼间	夜间	昼间	夜间			
21	马尾区	马江渡站	招商雍景湾(拟建)	15	39.23	NV21	2类区室内	41.4	40.9	41	38	中等减振措施	采取措施后达标	
22	马尾区		滨江 One57	19.29	32.18	NV22	4类区室内	30.2	29.7	45	42	保持设计原状	达标	
23	马尾区		阳光城 SOHO	43.2	40.9	NV23	2类区室内	31.1	30.6	41	38	保持设计原状	达标	
24	马尾区		阳光瑞景	9.3	42.3	NV24	4类区室内	40.8	40.3	45	42	保持设计原状	达标	
25	马尾区		长滩美墅	28.57	34.39	NV25	4类区室内	43.4	42.9	45	42	中等减振措施	采取措施后达标	
26	马尾区		阳光城山与海	22.47	34.39	NV26	4类区室内	40.7	40.2	45	42	保持设计原状	达标	
27	马尾区		马江渡站 ~船政文 化城站	福州市马尾实验幼儿园	17.98	55.81	NV27	2类区室内	45.5	45.0	41	38	高等减振措施	采取措施后达标
28	马尾区	福益新村		17.53	55.81	NV28	4类区室内	41.3	40.8	45	42	保持设计原状	达标	
29	马尾区	福兴楼		17.72	55.53	NV29	4类区室内	41.3	40.8	45	42	保持设计原状	达标	
30	马尾区	冠盛东海岸		29.92	56.12	NV30	4类区室内	39.8	39.3	45	42	保持设计原状	达标	
31	马尾区	马尾造船厂福顺新村		21.86	56.12	NV31	4类区室内	46.4	45.9	45	42	高等减振措施	采取措施后达标	
32	马尾区	船政文化 城站~罗 星塔站		罗星花园	9.28	43.89	NV32	4类区室内	46.2	45.7	45	42	高等减振措施	采取措施后达标
33	马尾区			紫云城	29.91	42.75	NV33	4类区室内	39.8	39.3	45	42	保持设计原状	达标
34	马尾区		宝马花园	11.42	35.78	NV34	4类区室内	44.4	43.9	45	42	中等减振措施	采取措施后达标	
35	马尾区		福居新村	37.8	35.78	NV35	2类区室内	41.0	40.5	41	38	中等减振措施	采取措施后达标	
36	马尾区		马尾海军医院	38.07	35.78	NV36	4类区室内	44.1	43.6	45	42	中等减振措施	采取措施后达标	
37	马尾区		英华园	10.01	30.49	NV37	4类区室内	37.6	37.1	45	42	保持设计原状	达标	
38	马尾区		罗星塔站 ~青洲站	阳光花都	32.1	29.53	NV38	4类区室内	35.8	35.3	45	42	保持设计原状	达标
39	马尾区	青洲新苑(拟建)		21.3	29.53	NV39	4类区室内	38.5	38.0	45	42	保持设计原状	达标	
40	马尾区	中佳蓝湾		25	36.89	NV40	4类区室内	40.3	39.8	45	42	保持设计原状	达标	

7.3.2 二次结构噪声小结

根据表 7.3-2 可知,在未进一步采取措施的情况下,沿线二次结构噪声评价范围内有敏感点 40 处,昼夜均有敏感点不能满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJ/T170-2009)要求,预测值昼间 11 处预测点超标,超标量为 0.26~13.5dB(A),夜间 18 处预测点超标,超标量为 0.22~11.01dB(A)。结合振动预测结果采取减振降噪措施后所有敏感点均可满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJ/T170-2009)要求。

7.4 振动污染防治措施

7.4.1 设计选线中的振动防护

根据《地铁设计规范》(GB50157-2013),当地铁以隧道形式穿越居民区、文教区时,应使线路上方及两侧敏感点环境振动达到规定的环境振动标准限值,敏感点二次结构噪声应符合表 7.4-1 的规定。当不能满足标准要求时,应采取相应的轨道减振措施。

表 7.4-1 地下线敏感点的环境振动限值

各环境功能区敏感点	建筑物类型	振动限值(dB)	
		昼间	夜间
居民、文教区的敏感点	I、II、III	70	67
商业与居民混合区、商业集中区、交通干线两侧的敏感点	I、II、III	75	72

表 7.4-2 各类区域敏感点二次结构噪声限值

区域	昼间(dB)	夜间(dB)
0类	38	35
1类	38	35
2类	41	38
3类	45	42
4类	45	42

7.4.2 振动污染防治的一般性原则

为减缓本工程对沿线地面和建筑物的干扰程度,结合预测评价与分析结果,本着技术可行、经济合理的原则,根据地铁振动的产生机理,在车辆类型、轨道构造、线路条

件等方面进行减振设计，将降低轮轨接触产生的振动源强值，从根本上减轻轨道交通振动对周围环境的影响。本次评价从以下几方面提出振动防护措施和建议：

(1) 车辆振动控制

车辆性能的优劣直接影响振源的大小，在车辆构造上进行减振设计对控制轨道交通振动作用重大。根据国内外的有关研究资料，采用弹性车轮可降低振动 4~10dB。此外还可采用阻尼车轮或特殊踏面车轮；在转向架上采取减振措施；减轻一、二系悬挂系统质量；采用盘式制动等措施来降低车辆的振动。因此在本工程车辆选型中，建议除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其振动防护措施及振动指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

(2) 轨道结构振动控制

轨道结构振动控制主要包括钢轨及线路形式、扣件类型和道床结构等三方面的内容，现分述如下：

① 钢轨及线路形式

60kg/m 钢轨无缝线路不仅能增强轨道的稳定性，减少养护维修工作量和降低车辆运行能耗，而且能减少列车的冲击荷载；因而已在城市轨道交通中得到广泛应用。本工程正线采用 60kg/m 钢轨无缝线路，在车轮圆整的情况下其振动较短轨线路能降低 5~10dB。

② 扣件类型

本工程减振要求较高地段可采用中等减振器扣件或效果相当的措施。

③ 道床结构

本工程地下线路减振要求较高地段可采用橡胶浮置板道床或效果相当的措施，在需特殊减振的地段，可采用钢弹簧浮置板道床或效果相当的措施。

(3) 线路和车辆的维护保养

地铁线路和车轮的光滑、圆整度直接影响地铁振级的大小，良好的轮轨条件可降低振动 5~10dB。因此在运营期要加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，对小半径曲线段涂油防护，以保证其良好的运行状态，以减少附加振动。

7.4.3 超标敏感点振动污染治理

(1) 不同减振措施对比

不同轨道减振措施造价、减振量、施工与维修难易程度等综合比较见表 7.4-3。

表 7.4-3 不同轨道减振措施综合比较表

减振等级	中等减振		高等减振	特殊减振
减振类型	双层非线性扣件	GJ-III型轨道减振器扣件	橡胶浮置板道床	钢弹簧浮置板轨道
结构特点	分离式结构, 利用双层非线性弹性垫板减振	依靠钢轨侧边及钢轨下橡胶支承进行减振	将道床板置于橡胶支垫上	将道床板置于钢弹簧
预测减振效果平均值(dB)	6~8	6~8	10~15	>15
造价估算(增加, 万元/单线公里)	130	130	600	1500
使用寿命	50年内至少要全部更换1~2次	50年内至少要全部更换1~2次	50年内至少要全部更换1~2次	50年内至少要全部更换1~2次
可施工性	施工涉及结构较多	与普通整体道床相同	浮置板可现场浇筑, 需专门施工机具, 施工难度大, 应用时间尚短	浮置板可现场浇筑, 需专门施工机具, 施工难度大, 技术成熟
可维修性	维修方便	维修方便	维修最不方便	可维修, 维修量少
实践性(应用地铁国家或城市)	国外普遍应用, 上海、广州、成都、深圳	北京地铁5号线、10号线	北京、上海、广州、深圳	欧美、香港广州、北京

(3) 减振措施选取原则

(3) 减振措施选取原则

结合国内外及厦门市、福州市城市轨道交通振动控制应用实例, 本次评价采用减振措施基本原则如下:

本次针对振动预测值超标情况, 拟建议采用以下减振措施原则:

- ①环境振动超标为 8dB 以下, 采取中等减振措施;
- ②环境振动超标为 8~12dB, 采取高等减振措施;
- ③环境振动超标为 12~20dB 及文物保护单位超标的路段, 采取特殊减振措施, 采取特

殊减振措施。

针对二次结构噪声预测值超标情况，轨道隔振措施增加固有频率的要求。建议采取以下减振措施原则：

①二次结构噪声超标小于 3dB (A) 地段，采取中等减振措施，轨道隔振措施固有频率不高于 30Hz。

②二次结构噪声超标为 3-6dB (A) 地段，采取高等减振措施，轨道隔振措施固有频率不高于 25Hz。

③二次结构噪声超标大于 6dB (A) 地段，采取特殊减振措施,轨道隔振措施固有频率不高于 15Hz。

其他原则：

①结合减振措施在工程实施过程中的可操作性和减振措施的有效性，对沿线各超标敏感点里程两端各延长 50m，当两个相邻的敏感建筑物距离较近时，应将减振措施连接起来，避免减振段落过于碎片化。

②鉴于技术的不断进步，环境影响评价建议采用的减振措施可以根据工程实施时的国内外技术情况，调整为减振效果相当、维修方便及造价便宜的其它成熟减振措施。地铁铺轨时，周边环境可能发生改变，老旧住宅存在拆迁的可能性，工程实施中可根据环境变化，按照本次评价振动防治原则，适时调整减振措施；规划敏感点距拟建地铁线路的距离应符合本报告提出的振动达标防护距离要求；隧道与敏感建筑共建时，应做好与建筑桩基础的隔离措施。

(4) 减振措施及投资估算

①换乘站降噪措施

由于国内长期重点关注地铁对外环境的噪声振动影响，而忽略了地铁内部声环境和振动环境影响，特别是换乘车站（T、L、十字等换乘）的声学环境，由于换乘车站体积和内部空腔较大，换乘列车对数多，经常出现两列车同时进出站的情况，由列车运行产生的低频振动在车站内部空间辐射低频结构噪声，而且容易形成长时间混响，降低车站内舒适度，使乘客感到不适，并可能影响车站内工作人员身体健康。因此有必要对换乘站采取减振措施，对于一般换乘站采用减振扣件，对于周边有振动敏感点时，结合敏感点减振采取相应措施。本工程有换乘站 2 座，建议下阶段设计中选择中等减振降噪措施。

②敏感点减振措施

评价建议的减振措施如下：

总计振动防护投资 5805.35 万元，详情见表 7.4-4。措施后所有环境敏感点的振动及二次结构噪声均能满足标准要求。

仅用于公示使用

表 7.4-4 振动及室内二次结构噪声治理措施及减振效果分析表

敏感点编号	敏感点名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	预测点位置	振动值/dB						室内二次结构噪声/dB(A)						减振措施								
			水平	高差			预测值		标准值		超标量		预测值		标准值		超标量		措施名称	敏感点位置	措施桩号	措施长度(m)			投资(万元)	采取措施后达标情况	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间				中等	高等	特殊			
1	魁岐佳园	地下	15.75	37.60	V1	室外0.5m	65.9	64.9	75	72	/	/	42.7	42.2	45	42	/	0.22	中等减振措施	AK40+986~AK 41+200 左侧	AK40+936~AK41+250 左侧	314	/	/	/	/	达标
2	魁岐小区	地下	24.59	37.60	V2	室外0.5m	66.9	64.7	75	72	/	/	40.9	40.4	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
3	福州市船政幼儿园	地下	12.42	36.21	V3	室外0.5m	72.2	71.5	70	67	2.2	4.5	49.5	49.0	41	38	8.51	11.0	特殊减振措施	AK 41+150~AK 41+200 右侧	AK41+100~AK41+250 右侧				150	/	达标
4	东方名城·尚郡	地下	18.86	28.23	V4	室外0.5m	68.8	63.0	75	72	/	/	37.5	37.0	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
5	云集公寓	地下	13.36	23.05	V5	室外0.5m	68.8	62.9	75	72	/	/	37.3	36.8	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
6	福州市魁岐小学	地下	39.9	24.98	V6	室外0.5m	69.9	68.2	70	67	/	1.2	45.0	44.5	41	38	4.02	6.52	高等减振措施	AK 41+730~AK 41+800 左侧	AK41+680~AK41+850 左侧	/	170	/	/	/	达标
7	凯隆橙仕公馆	地下	12.11	30.50	V7	室外0.5m	67.5	65.7	70	67	/	/	42.9	42.4	41	38	1.92	4.42	高等减振措施	AK 41+844~AK 42+175 左侧	AK41+850~AK42+225 左侧	/	375	/	/	/	达标
8	东方名城	地下	5.15	30.50	V8	室外0.5m	77.0	76.3	70	67	7.0	9.3	54.5	54.0	41	38	13.5	16.0	特殊减振措施	AK 41+900~AK 42+200 右侧	AK41+850~AK42+250 右侧	/	/	411	/	达标	
9	大德广场	地下	31.39	26.52	V9	室外0.5m	66.7	63.4	75	72	/	/	38.3	37.8	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标	
10	名城紫金轩	地下	35	30.60	V10	室外0.5m	66.8	63.5	75	72	/	/	38.5	38.0	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标	
11	新大陆壹号	地下	29.98	28.22	V11	室外0.5m	68.7	64.0	75	72	/	/	39.7	39.2	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标	
12	东江欣居明都	地下	33.93	45.26	V12	室外0.5m	64.8	61.7	75	72	/	/	37.9	37.4	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标	
13	东方名城·名郡	地下	9.33	42.90	V13	室外0.5m	66.9	65.8	75	72	/	/	43.3	42.8	45	42	/	0.84	中等减振措施	AK43+575~AK 44+086 左侧	AK43+525~AK44+036 左侧	511	/	/	/	/	达标
14	儒江新苑	地下	36.80	38.67	V14	室外0.5m	65.2	61.0	75	72	/	/	34.0	33.5	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标	

敏感点编号	敏感点名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	预测点位置	振动值/dB						室内二次结构噪声/dB(A)						减振措施							
			水平	高差			预测值		标准值		超标量		预测值		标准值		超标量		措施名称	敏感点位置	措施桩号	措施长度(m)			投资(万元)	采取措施后达标情况
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间				中等	高等	特殊		
15	江滨锦城	地下	7.75	32.60	V15	室外0.5m	71.7	69.3	75	72	/	/	46.8	46.3	45	42	1.75	4.25	特殊减振措施	AK 44+086~AK 44+250 左侧	AK44+036~AK44+100 左侧	/	/	64	/	达标
																			高等减振措施		AK44+100~AK44+300 左侧	/	200	/	/	达标
16	名城国际	地下	24.68	32.60	V16	室外0.5m	65.5	61.6	75	72	/	/	35.8	35.3	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
17	名城港湾	地下	13.34	28.82	V17	室外0.5m	68.3	63.5	75	72	/	/	38.7	38.2	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
18	名城银河湾幼儿园	地下	14.80	30.44	V18	室外0.5m	71.3	67.2	70	67	1.3	0.2	44.6	44.1	41	38	3.56	6.06	高等减振措施	AK 44+770~AK 44+800 左侧	AK44+720~AK44+850 左侧	/	130	/	/	达标
19	福建省飞毛腿高级技工学校	地下	43.3	42.2	V19	室外0.5m	69.1	64.0	70	67	/	/	40.0	39.5	41	38	/	1.48	中等减振措施	AK 45+280~AK 45+380 左侧	AK45+230~AK45+430 左侧	200	/	/	/	达标
20	招商江悦府	地下	15	32.18	V20	室外0.5m	67.3	64.4	75	72	/	/	41.3	40.8	41	38	0.26	2.76	中等减振措施	AK46+050~AK46+150 左侧	AK46+000~AK46+200 左侧	200	/	/	/	达标
21	招商雍景湾	地下	15	39.23	V21	室外0.5m	67.3	64.5	75	72	/	/	41.4	40.9	41	38	0.40	2.90	中等减振措施	AK46+180~AK46+480 左侧	AK46+200~AK46+530 左侧	330	/	/	/	达标
22	滨江One57	地下	19.29	32.18	V22	室外0.5m	65.2	59.7	75	72	/	/	30.2	29.7	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
23	阳光城SOHO	地下	43.2	40.9	V23	室外0.5m	62.9	58.9	75	72	/	/	31.1	30.6	41	38	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
24	阳光瑞景	地下	9.3	42.3	V24	室外0.5m	68.9	64.7	75	72	/	/	40.8	40.3	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
25	长滩美墅	地下	28.57	34.39	V25	室外0.5m	67.4	66.3	75	72	/	/	43.4	42.9	45	42	/	0.93	中等减振措施	AK47+100~AK47+600 右侧	AK47+050~AK47+650 右侧	500	/	/	/	达标
26	阳光城山与海	地下	22.47	34.39	V26	室外0.5m	68.0	64.6	70	67	/	/	40.7	40.2	45	42	/	/	/	/	/	/	/	/	/	达标
27	福州市马尾实	地下	17.98	55.81	V27	室外0.5m	70.3	68.0	70	67	0.3	1.0	45.5	45.0	41	38	4.51	7.01	高等减振措施	AK 48+210~AK 48+285 左	AK48+160~AK48+335 左		175			达标

敏感点编号	敏感点名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	预测点位置	振动值/dB						室内二次结构噪声/dB(A)						减振措施							
			水平	高差			预测值		标准值		超标量		预测值		标准值		超标量		措施名称	敏感点位置	措施桩号	措施长度(m)			投资(万元)	采取措施后达标情况
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间				中等	高等	特殊		
	验幼儿园																		侧	侧						
28	福益新村	地下	17.53	55.81	V28	室外0.5m	66.2	64.4	75	72	/	/	41.3	40.8	45	42	/	/	/	/	/				/	达标
29	福兴楼	地下	17.72	55.53	V29	室外0.5m	64.5	63.4	75	72	/	/	41.3	40.8	45	42	/	/	/	/	/				/	达标
30	冠盛东海岸	地下	29.92	56.12	V30	室外0.5m	65.9	63.4	75	72	/	/	39.8	39.3	45	42	/	/	/	/	/				/	达标
31	马尾造船厂福顺新村	地下	21.86	56.12	V31	室外0.5m	69.7	68.6	75	72	/	/	46.4	45.9	45	42	1.45	3.95	高等减振措施	AK48+380~AK48+420 右侧	AK48+330~AK48+470 右侧		140			达标
32	罗星花园	地下	9.28	43.89	V32	室外0.5m	71.6	68.7	75	72	/	/	46.2	45.7	45	42	1.25	3.75	高等减振措施	AK 49+820~AK 49+910 左侧	AK49+800~AK49+930 左侧		130			达标
33	紫云城	地下	29.91	42.75	V33	室外0.5m	69.5	64.2	75	72	/	/	39.8	39.3	45	42	/	/	/	/	/				/	达标
34	宝马花园	地下	11.42	35.78	V34	室外0.5m	71.1	67.0	75	72	/	/	44.4	43.9	45	42	/	1.89	中等减振措施	AK50+100~AK50+200 右侧	AK50+050~AK50+250 右侧	100				达标
35	福居新村	地下	37.8	35.78	V35-1	室外0.5m	70.2	63.9	75	72	0.2	/	41.0	40.5	41	38	/	2.49	中等减振措施	AK50+100~AK50+200 右侧	AK50+050~AK50+250 右侧					达标
36	马尾海军医院	地下	38.07	35.78	V35-2	室外0.5m	70.7	67.0	75	72	/	/	44.1	43.6	45	42	/	1.64	中等减振措施	AK50+110~AK50+200 左侧	AK50+060~AK50+250 左侧	190				达标
37	英华园	地下	10.01	30.49	V36	室外0.5m	70.4	63.8	75	72	/	/	37.6	37.1	45	42	/	/	/	/	/				/	达标
38	阳光花都	地下	32.1	29.53	V37	室外0.5m	69.7	62.4	75	72	/	/	35.8	35.3	45	42	/	/	/	/	/				/	达标
39	青洲新苑(拟建)	地下	21.3	29.53	V38	室外0.5m	70.0	63.4	75	72	/	/	38.5	38.0	45	42	/	/	/	/	/				/	达标
40	中佳蓝湾	地下	25	36.89	V39	室外0.5m	67.4	63.8	75	72	/	/	40.3	39.8	45	42	/	/	/	/	/				/	达标
41	W-02 原理学院	地下	59	40.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK39+800~AK39+900	AK39+590~AK39+950 双线					达标
42	W-03 原协和大学女生	地下	34.5	31.15	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK39+770~AK39+820	AK39+590~AK39+950 双线			720		达标

敏感点编号	敏感点名称	线路形式	相对距离/m		预测点编号	预测点位置	振动值/dB						室内二次结构噪声/dB(A)						减振措施								
			水平	高差			预测值		标准值		超标量		预测值		标准值		超标量		措施名称	敏感点位置	措施桩号	措施长度(m)			投资(万元)	采取措施后达标情况	
							昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间	昼间	夜间				中等	高等	特殊			
	宿舍																										
43	W-04 教师宿舍	地下	5	49.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK39+720~AK39+770							
44	W-05 教师宿舍5	地下	25.1	49.1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK39+710~AK39+720							
45	W-06 教师宿舍	地下	24.2	49.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK39+705~AK39+715							
46	W-07 校长别墅	地下	0	58.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK39+640~AK39+710							
47	W-13 教师宿舍2	地下	0	27.48	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK39+380~AK39+420	AK39+330~AK39+470 双线				280		达标
48	W-08 原男生宿舍光国楼	地下	48.7	31.1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK39+710~AK39+760	措施区间与V41~V46区间措施重叠						达标
49	潮江楼	地下	49.6	24.8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK48+130~AK48+165	AK48+080~~AK48+350 双线				540		达标
50	官庙街	地下	34.2	25	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK48+180~AK48+300							
51	福建船政局建筑群官厅池	地下	24.5	27.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK48+590~AK48+620	AK48+420~AK48+702 双线				564		达标
52	福建船政局建筑群钟楼	地下	34.32	27.3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK48+647~AK48+652							
53	马江海战炮台	地下	57.3	25.5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK49+137~AK49+145	AK49+087~AK49+292 双线				410		达标
54	昭忠祠	地下	59.8	21.8	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	特殊减振措施	AK49+200~AK49+242							

根据表 7.4-4 可知，运营期地铁运行过程对沿线部分敏感点会产生一定影响，根据影响程度的不同对敏感点区间采取相应减振措施。具体措施情况如下：

(1) 中等减振措施（双层非线性扣件、GJ-III型轨道减振器扣件等）：魁岐佳园、东方名城·名郡、福建省飞毛腿高级技工学校、招商江悦府、招商雍景湾、长滩美墅、宝马花园、福居新村、马尾海军医院。措施长度共计单线 2345 延米；

(2) 高等减振措施（橡胶浮置板道床等）：福州魁岐小学、凯隆橙仕公馆、江滨锦城（AK44+100~AK44+300）、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园、马尾造船厂福顺新村、罗兴花园。措施长度共计单线 1320 延米；

(3) 特殊减振措施（钢弹簧浮置板轨道）：福州市船政幼儿园、东方名城、江滨锦城（AK44+036~AK44+100）、W-02 原理学院、W-03 原协和大学女生宿舍、W-04 教师宿舍、W-05 教师宿舍 5、W-06 教师宿舍、W-07 校长别墅、W-13 教师宿舍 2、W-08 原男生宿舍光国楼、潮江楼、官庙街、福建船政局建筑群官厅池、福建船政局建筑群钟楼、马江海战炮台、昭忠祠。措施长度共计单线 3139 延米。

7.4.4 合理规划布局

为了对沿线用地进行合理规划，预防轨道交通运营期的振动污染，建议：

①地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足 7.2.2.1 章节提出的控制距离要求。

②科学规划建筑物的布局，临近线路振动源的第一排建筑宜规划为商业、办公用房等非振动敏感建筑，同时建议新规划或新建敏感建筑应以结构抗振能力较强的I类框架结构建筑为主。

③结合城区的建设改造，应优先拆除靠振源较近的居民房屋，结合绿化设计和建筑物布局的重新配置，为新开发的房屋留出振动防护距离，使之对敏感建筑物的影响控制在标准允许范围内。

7.5 评价小结

7.5.1 预测评价

工程运营后，在未进一步采取措施的情况下，沿线 40 个环境敏感点振动预测值 V_{Lzmax} 预测范围为昼间 62.9~77.0dB，夜间 58.9~76.3dB，对照相应的振动环境标准，昼间有 5 处敏感点超标（福州市船政幼儿园、东方名城、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园、福居新村），超标量为 0.2~7.0dB；夜间有 5 个敏感点超标（福州市船政幼儿园、福州市魁岐小学、东方名城、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园），超标量为 0.2~9.3dB，其余敏感点的环境振动均可满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）限值要求。结合振动预测结果采取相应减振措施后超标敏感点均可满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）限值要求。

根据表 7.3-2 可知，在未进一步采取措施的情况下，沿线二次结构噪声评价范围内有敏感点 40 处，昼夜均有敏感点不能满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）要求，预测值昼间 11 处预测点超标，超标量为 0.26~13.5dB（A），夜间 18 处预测点超标，超标量为 0.22~11.01dB（A）。结合振动预测结果采取减振降噪措施后所有敏感点均可满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）要求。

根据表 7.2-11 可知，根据项目沿线文物保护单位水平振动速度预测结果及文物评估报告分析结果，在采取特殊减振措施后，运营期对文保单位影响可满足《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T50452-2008）。

7.5.2 污染防治措施

(1) 在本工程车辆选型中，除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其振动防护措施及振动指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

(2) 工程设计采用的 60kg/m 钢轨无缝线路，对预防振动污染具有积极作用。

(3) 运营单位要加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，对小半径曲线段涂油防护，以保证其良好的运行状态，减少附加振动。

(4) 对于环境振动超标量为 8dB 以下或二次结构噪声超标小于 3dB（A）地段，采

取中等减振措施（双层非线性扣件、GJ-III型轨道减振器扣件等）。具体敏感点区间为魁岐佳园、东方名城·名郡、福建省飞毛腿高级技工学校、招商江悦府、招商雍景湾、长滩美墅、宝马花园、福居新村、马尾海军医院。措施长度共计单线 2345 延米，每米造价约 0.13 万元。

(5)对于环境振动超标量为 8~12dB 或二次结构噪声超标为 3-6dB(A)地段地段，采取高等减振措施（橡胶浮置板道床等）。具体敏感点区间为福州魁岐小学、凯隆橙仕公馆、江滨锦城（AK44+100~AK44+300）、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园、马尾造船厂福顺新村、罗兴花园。措施长度共计单线 1320 延米，每米造价约 0.6 万元。

(6)对于环境振动超标量为 12~20dB 或二次结构噪声超标大于 6dB(A)地段或涉及文物保护单位地段，采取特殊减振措施（钢弹簧浮置板轨道）。具体敏感点区间为福州市船政幼儿园、东方名城、江滨锦城（AK44+036~AK44+100）、W-02 原理学院、W-03 原协和大学女生宿舍、W-04 教师宿舍、W-05 教师宿舍 5、W-06 教师宿舍、W-07 校长别墅、W-13 教师宿舍 2、W-08 原男生宿舍光国楼、潮江楼、官庙街、福建船政局建筑群官厅池、福建船政局建筑群钟楼、马江海战炮台、昭忠祠。措施长度共计单线 3139 延米，每米造价约 1.5 万元。

(7)总计振动防护投资 5805.35 万元，措施后所有环境敏感点的振动及二次结构噪声均能满足标准要求。

(8)伴随地铁建设，沿线区域开发强度逐步提升，地铁铺轨时，周边环境可能发生改变，老旧住宅存在拆迁的可能性，工程实施中可根据环境变化，按照本次评价振动防治原则，适时调整减振措施；规划敏感点距拟建地铁线路的距离应符合本报告提出的振动达标防护距离要求；隧道与敏感建筑共建时，应做好与建筑桩基础的隔离措施。

(9)地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足 7.2.2.1 章节提出的控制距离要求。同时建议新规划或新建敏感建筑应以结构抗振能力较强的I类框架结构建筑为主。

7.5.3 振动环境影响评价小结

设计单位在工程设计时已考虑振动污染防治问题，本报告又结合工程特点和环境质量现状，从车辆选型、城市规划和管理、工程运营维护、线路和轨道结构减振等方面提出了有针对性的防治措施和建议；只要这些措施和建议在工程建设中得到全面、认真地落实，本工程对沿线振动环境的影响就能控制在国家有关规范、标准之内。振动环境影响可接受。

仅用于公示使用

8 运营期其他环境影响预测与评价

8.1 地表水环境影响评价

8.1.1 本工程水污染源和水环境特征分析

本工程水污染源来源于车站生活污水，根据工程分析及地铁污染源类比调查，排放的污染物主要为非持久性污染物，污水纳入城市污水处理厂集中处理，属于间接排放，按《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）规定，地表水环境评价的等级为三级 B。

项目运营期污水主要来自沿线 8 个车站（含 2 个换乘站），沿线车站排水，各车站所排污水主要为站内厕所的粪便污水、工作人员的生活污水及车站设施擦拭污水，生活污水及擦拭污水主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N、动植物油、石油类、阴离子表面活性剂、SS 等。类比厦门已运营的 1 号线和 2 号线车站，一般车站污水产生量在 8t/d 左右。工程建成后魁岐站、葆贞站、儒江站、下德站废水位于快安污水处理厂服务范围，马江渡站、船政文化站、罗星塔站、青洲站位于青洲污水处理厂服务范围，产生的生活污水经化粪池处理后满足达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中表 4 的三级排放标准的要求后直接接入市政污水管道。根据福州市排水现状及规划，工程沿线具备完善纳管条件。

因此，工程污水全部排入市政污水管网，并分别进入各城市污水处理厂处理，对周边水环境影响为可接受的。

8.1.2 车站污水排放影响评述

（1）废水处理方案及去向

项目沿线车站所排污水主要为乘客及工作人员的生活污水及设施的擦拭污水，车废水水质单一，经过预处理后达《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准，均可以纳入各城市污水厂处理，因此不会对沿线自然水体产生不良影响。

（2）污水纳入城市污水处理厂的可行性分析

工程各车站产生的污水需要经由周边城市污水处理厂处理后达标排放，工程产生的废水是否能够纳入城市污水厂需要通过污水厂进水水质、处理水量等方面判断工程废水纳入城市污水处理厂的可行性。通过调查快安污水处理厂和青洲污水处理厂现状情况，详见表 8.1-1。

仅用于公示使用

表 8.1-1 工程污水纳入市政污水厂的可行性分析一览表

污水厂概况	快安污水处理厂	青洲污水处理厂
服务站点	魁岐站、葆祯站、儒江站、下德站	马江渡站、船政文化站、罗星塔站、青洲站
建设地点	福州市马尾区快安科技园	福州市马尾区建设路 49 号
服务范围	东以天马山一线为界与马江片区相接，西至魁岐与台江区相接，北靠机场高速二期工程及鼓山风景区，南临闽江	整个马尾片区，西与快安组团接壤，东北与保税区及青洲港区相邻，北抵君山，东西南三面环闽江
进水水质	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准	
出水水质	《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 A 标准	
处理规模	4 万吨/日	2.5 万吨/日
现状处理水量	2.8 万吨/日	1.8 万吨/日
工程纳污可行性分析	可行	可行

综上所述，从各城市污水处理厂的服务站点、建设地点、服务范围、进出水水质、处理规模及现状处理水量判断，本工程污水进入各城市污水处理厂进行处理是可行的。建设单位在确保本项目运营期外排生活污水接入市政污水管网送往各城市污水处理厂集中处理的前提下，运营期污水排放对当地地表水环境造成的影响为可接受的。

8.1.3 小结

评价范围附近地表水光明港支流、磨溪、魁岐河，最终各支流纳入闽江流域。本项目废水属于间接排放，建成后不会对周边水体环境质量产生影响。

本工程运营期废水经预处理后满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的三级排放标准，NH₃-N符合入城镇下水道水质标准（GB/T31962-2015）标准限值，通过市政污水管网进入各城市污水处理厂进一步处理，不会对各城市污水处理厂产生冲击负荷。因此本工程产生的污水对环境的影响可接受。

地表水环境影响评价自查表。

仅用于公示使用

表 8.1-2 地表水环境影响评价自查表

工作内容		自查项目	
影响识别	影响类型	水污染影响型 <input checked="" type="checkbox"/> ; 水文要素影响型 <input type="checkbox"/>	
	水环境保护目标	饮用水水源保护区 <input type="checkbox"/> ; 饮用水取水口 <input type="checkbox"/> ; 涉水的自然保护区 <input type="checkbox"/> ; 重要湿地 <input type="checkbox"/> ; 重点保护与珍稀水生生物的栖息地 <input type="checkbox"/> ; 重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 <input type="checkbox"/> ; 涉水的风景名胜区 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input checked="" type="checkbox"/>	
	影响途径	水污染影响型	水文要素影响型
		直接排放 <input type="checkbox"/> ; 间接排放 <input checked="" type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ; 径流 <input type="checkbox"/> ; 水域面积 <input type="checkbox"/>
影响因子	持久性污染物 <input type="checkbox"/> ; 有毒有害污染物 <input type="checkbox"/> ; 非持久性污染物 <input checked="" type="checkbox"/> ; pH 值 <input type="checkbox"/> ; 热污染 <input type="checkbox"/> ; 富营养化 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	水温 <input type="checkbox"/> ; 水位 (水深) <input type="checkbox"/> ; 流速 <input type="checkbox"/> ; 流量 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
评价等级	水污染影响型	水文要素影响型	
	一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 A <input type="checkbox"/> ; 三级 B <input checked="" type="checkbox"/>	一级 <input type="checkbox"/> ; 二级 <input type="checkbox"/> ; 三级 <input type="checkbox"/>	
现状调查	区域污染源	调查项目	数据来源
		已建 <input type="checkbox"/> ; 在建 <input type="checkbox"/> ; 拟建 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/> 拟替代的污染源 <input type="checkbox"/>	排污许可证 <input type="checkbox"/> ; 环评 <input type="checkbox"/> ; 环保验收 <input type="checkbox"/> ; 既有实测 <input type="checkbox"/> ; 现场监测 <input type="checkbox"/> ; 入河排放口数据 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	受影响水体水环境质量	调查时期	数据来源
		丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>	生态环境保护主管部门 <input type="checkbox"/> ; 补充监测 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>
	区域水资源开发利用状况	未开发 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40%以下 <input type="checkbox"/> ; 开发量 40%以上 <input type="checkbox"/>	
	水文情势调查	调查时期	数据来源
丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>		水行政主管部门 <input type="checkbox"/> ; 补充监测 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
补充监测	监测时期	监测因子	监测断面或点位
	丰水期 <input type="checkbox"/> ; 平水期 <input type="checkbox"/> ; 枯水期 <input type="checkbox"/> ; 冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ; 夏季 <input type="checkbox"/> ; 秋季 <input type="checkbox"/> ; 冬季 <input type="checkbox"/>	()	监测断面或点位个数 () 个
现状	评价范围	河流: 长度 () km; 湖库、河口及近岸海域: 面积 () km ²	

工作内容		自查项目
评价	评价因子	()
	评价标准	河流、湖库、河口：I类 <input type="checkbox"/> ；II类 <input type="checkbox"/> ；III类 <input type="checkbox"/> ；IV类 <input type="checkbox"/> ；V类 <input type="checkbox"/> 近岸海域：第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> 规划年评价标准 ()
	评价时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/> 春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>
	评价结论	水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 水环境保护目标质量状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况 <input type="checkbox"/> ：达标 <input type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> 底泥污染评价 <input type="checkbox"/> 水资源与开发利用程度及其水文情势评价 <input type="checkbox"/> 水环境质量回顾评价 <input type="checkbox"/> 流域(区域)水资源(包括水能资源)与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况 <input type="checkbox"/>
影响预测	预测范围	河流：长度 () km；湖库、河口及近岸海域：面积 () km ²
	预测因子	()
	预测时期	丰水期 <input type="checkbox"/> ；平水期 <input type="checkbox"/> ；枯水期 <input type="checkbox"/> ；冰封期 <input type="checkbox"/>
		春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/> 设计水文条件 <input type="checkbox"/>
	预测情景	建设期 <input type="checkbox"/> ；生产运行期 <input type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/> 正常工况 <input type="checkbox"/> ；非正常工况 <input type="checkbox"/> 污染控制和减缓措施方案 <input type="checkbox"/> 区(流)域环境质量改善目标要求情景 <input type="checkbox"/>
预测方法	数值解 <input type="checkbox"/> ；解析解 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/> 导则推荐模式 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
影响评价	水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价	区(流)域水环境质量改善目标 <input type="checkbox"/> ；替代削减源 <input type="checkbox"/>
	水环境影响评价	排放口混合区外满足水环境管理要求 <input type="checkbox"/> 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标 <input type="checkbox"/> 满足水环境保护目标水域水环境质量要求 <input type="checkbox"/> 水环境控制单元或断面水质达标 <input type="checkbox"/> 满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求 <input type="checkbox"/> 满足区(流)域水环境质量改善目标要求 <input type="checkbox"/> 水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 <input type="checkbox"/> 对于新设或调整入河(湖库、近岸海域)排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 <input type="checkbox"/> 满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 <input type="checkbox"/>

工作内容		自查项目			
	污染源排放量核算	污染物名称		排放量/ (t/a)	排放浓度/ (mg/L)
		()		()	()
	替代源排放情况	污染源名称	排污许可证编号	污染物名称	排放量/ (t/a)
()		()	()	()	()
	生态流量确定	生态流量：一般水期 () m ³ /s；鱼类繁殖期 () m ³ /s；其他 () m ³ /s 生态水位：一般水期 () m；鱼类繁殖期 () m；其他 () m			
工作内容		自查项目			
防治措施	环保措施	污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ；水文减缓设施 <input type="checkbox"/> ；生态流量保障设施 <input type="checkbox"/> ；区域削减 <input type="checkbox"/> ；依托其他工程措施 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>			
	监测计划	监测方式	环境质量		污染源
			手动 <input type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input checked="" type="checkbox"/>		手动 <input checked="" type="checkbox"/> ；自动 <input type="checkbox"/> ；无监测 <input type="checkbox"/>
		监测点位	()		(污水排放口)
		监测因子	()		水量、pH、COD、氨氮、石油类、SS
	污染物排放清单	<input checked="" type="checkbox"/>			
	评价结论	可以接受 <input checked="" type="checkbox"/> ；不可以接受 <input type="checkbox"/>			
注：“ <input type="checkbox"/> ”为勾选项，可√；“()”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。					

8.2 环境空气影响评价

8.2.1 风亭排放异味气体对环境的影响分析

8.2.1.1 风亭排风异味成因分析

根据国内既有运营的地铁车站排风亭异味调查，霉味正是地下车站风亭排气异味中的主要成分之一，即使在其运营初期也是如此。

8.2.1.2 风亭排放异味类比调查

(1) 类比调查方法

由于风亭排放的异味气体是低浓度、多种成分的气态混合物，其嗅阈浓度值一般在 10⁻⁹ 以下，这样低的浓度和复杂的成份，采用仪器测定（仪器检出限浓度范围 10⁻⁶~10⁻⁹）各种有害物质的方法很困难，精度保证也困难，现在国内外推荐的方法均是利用人的嗅觉，进行异味物质的官能实验方法定性的测出气体异味的强度。

本次评价对风亭排放异味气体的影响预测，采取类比上海市轨道交通地铁风亭排放异味气体影响调查的方法。

(2) 风亭排放异味气体影响类比调查结果与分析

对既有上海地铁的南京东路站、人民广场站、世纪公园站等进行了风亭排放异味气体影响调查，其影响结果见表 8.2-1。

表 8.2-1 上海地铁二号线地铁风亭排气异味类比调查结果表

调查对象	距风亭排放口位置	调查结果
评价组调查人员	沿排风口下风向	0~10m 可感觉霉味，10m 以上霉味不明显，15m 以上基本感觉不到霉味
牡丹路 399 弄小区门房中年男性，几位常住小区妇女	门房垂直风亭排风口 30m	门房处感觉不到霉味，有时锻炼时距风亭排风口较近时可感觉到霉味。被调查人员一致反映霉味程度较地铁运营初期有明显降低。
牡丹路 399 弄 9 号二楼一妇女	其阳台距风亭排风口下风向 18m 左右	家里基本感觉不到霉味，有时在阳台可感觉到一点霉味。
牡丹路 399 弄 3 号一楼一老年男性	垂直风亭排风口 15m 左右	家人基本感觉不到异味。

对既有上海地铁的南京东路站、人民广场站、世纪公园站等进行了风亭排放异味气

体影响调查，其影响结果见表 8.2-2。

表 8.2-2 上海既有地铁车站排风亭异味气体调查情况分析

强度级别 距离(m)	臭味强烈	明显有臭味	臭味较小	嗅阈值	无臭味
0~10			√		
10~15				√	
15~					√

注：设在道路边的风亭基本上感觉不到异味气味，是被汽车尾气异味气体所掩盖的原因。

由以上表格可知，上海地铁二号线经过几年运营后，其风亭排气异味较运营初期有明显降低，估计与地铁内部装修工程采用的各种复合材料散发的多种有害气体挥发浓度的衰减有关，随着时间推移这部分异味气体挥发量逐渐减少。类比调查表明既有上海地铁二号线风亭排放异味气体下风向 10~15m 为嗅阈值或无异味，15m 以上已感觉不到风亭排放的异味气味。

(3) 风亭排放臭气对外环境影响监测结果类比分析

本评价收集《福州市轨道交通 1 号线工程（一期）北段暨全线竣工环境保护验收调查报告》关于秀山站、屏山站、茶亭站排风亭口臭气浓度监测结果。监测点位均在排风亭下风向厂界处，监测点位示意图见下图。



图 8.2-1 秀山站排风亭监测点位示意图

根据监测结果可知，车站风亭臭气浓度满足《恶臭污染物排放标准》(GB14554-93) 中的二级标准，对周边环境空气的影响可接受。

8.2.1.3 运营期风亭排放异味影响分析

排风亭、活塞风亭评价范围内现有敏感点共涉及 2 处敏感点，根据以上类比调查结果，预测本工程各敏感点受地铁排风亭排气异味的的影响程度，其影响结果见 8.2-3。

表 8.2-3 各敏感点受地下车站风亭排气异味的的影响程度表

序号	所在行政区	保护目标名称	所在车站	声源	距离/m	评价范围内敏感点规模	受影响程度	措施建议	
1	马尾区	名城紫金轩	葆桢站	2号风亭组	新风亭	26.97	6户	2号风亭组对应的敏感点在15m以上，基本无影响	排风亭、活塞风亭风口不正对敏感建筑；对风亭周边进行绿化。
					排风亭	33.20			
					活塞风亭1#	27.00			
					活塞风亭2#	28.00			
2	马尾区	江滨锦城	儒江站	1号风亭组	新风亭	10.41	12户	1号风亭组对应的敏感点在15m以内，受到轻微影响	排风亭、活塞风亭风口不正对敏感建筑；对风亭周边进行绿化。
					排风亭	10.41			
					活塞风亭1#	10.41			
					活塞风亭2#	10.41			

根据类比福州市轨道交通 1 号线工程（一期）北段工程环保竣工验收报告可知，排风口下风向厂界处臭气浓度可以达到《恶臭污染物排放标准》（GB14554-93）中的二级标准，但考虑居民对臭气可接受程度不尽相同，因此根据类比上海地铁二号线既有地铁风亭排气异味下风向臭味调查情况可知，10~15m 为嗅阈值或无异味，15m 远已感觉不到风亭异味。结合《地铁设计规范》（GB50157-2013）及噪声防护距离要求，本项目风亭的环境防护距离控制 15m 以上，周边敏感目标均能满足要求。

建议风亭周围 15m 范围内不宜新建学校、医院、集中居民住宅等人群密集的建筑。为更有效地减轻其异味影响，风亭四周应有宽度不小于 3m 宽的绿篱，排风口不正对敏感点一侧。

8.2.1.4 风亭异味影响防治措施建议

(1) 根据对上海地铁二号线的排风异味调查，排风亭 0~10m 感觉有异味，下风向 10~15m 为嗅阈值或无异味，15m 以上已感觉不到风亭异味。本次工程设计排风口距敏感建筑均能大于 10m 以上的要求。

(2) 为更有效地减轻其异味影响, 风亭四周应有宽度不小于 3m 宽的绿篱, 排风口不正对敏感点一侧。

(3) 地下车站应采用符合国家环境标准的装修材料, 减少含油性漆、塑料等挥发性较大的有机材料, 建筑装饰满足《室内装饰装修材料溶剂型木器涂料中有害物质限量》(GB18581)、《室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量》(GB18582)、《室内装饰装修材料水性木器涂料中有害物质限量》等国家强制性标准, 减轻运营初期风亭排气异味对周围环境的影响。

(4) 结合《地铁设计规范》(GB50157-2013) 及噪声防护距离要求, 本项目风亭的环境防护距离控制 15m 以上, 建议风亭周围 15m 范围内不宜新建学校、医院、集中居民住宅等人群密集的建筑。

(5) 地下车站营运后, 每日营运前后的机械排风时间由原来 30min 延长不小于 60min, 合计机械排风时间不少于为 120min。

(6) 车站及隧道内留存的装修材料散发的气味通过空气处理箱由风亭排入地面空气中。

8.2.2 替代公汽运输所减少的汽车尾气污染物排放量

轨道交通建设能够缓解福州市地面道路交通运输拥挤程度, 轨道交通运输减少了地面交通车辆, 相应地减少了各类车辆排放出的废气对福州市环境空气的污染, 有利于改善福州市的环境空气质量状况。

本次环评以柴油公交车为例, CO、NO_x、PM₁₀、HC 的排放因子分别为 2.8g/km*辆、5.4 g/km*辆、0.3 g/km*辆、1.8 g/km*辆, 由此估算汽车尾气减排的正效益。每辆公交车每小时平均运能按 80 人次计, 车速按 40km/h 考虑。根据本工程的营运时间、客流量以及柴油公交车的排放因子, 计算出各设计年各污染物的减排量, 见 8.2-4。

表 8.2-4 轨道交通可替代公汽运输所减少的汽车尾气污染物排放量

污染物	单位	替代公汽运输所减少的汽车尾气污染物排放量		
		初期	近期	远期
CO	t/a	109.1	214.0	305.9
NO _x	t/a	210.5	412.6	589.9
PM ₁₀	t/a	11.7	22.9	32.8
HC	t/a	70.2	137.5	196.6

由上表可知，本工程运营后，初期可替代公汽运输所减少的汽车尾气 CO、NO_x、PM₁₀、HC 污染物排放量分别为 109.1t/a、210.5t/a、11.7t/a、70.2t/a，近期、远期减少更多。由此表明轨道交通建设不但改变了交通结构，大大提高客运量，有利缓解地面交通紧张状况，较公汽舒适快捷，同时也可减少公汽运输汽车尾气污染物排放量，对改善福州市环境空气质量是有利的。

8.2.3 小结

(1) 结合对上海地铁二号线、福州市地铁 1 号线及福州市 2 号线的调查结果，风亭异味对外环境影响较小。为更有效地减轻其异味影响，应在风亭四周应有宽度不小于 3m 宽的绿篱，排风口不正对敏感点一侧。地下车站应采用符合国家环境标准的装修材料，这样既有利于保护人群身体健康，又可减轻运营初期风亭排气异味对周围环境的影响。

(2) 本次评价结合《地铁设计规范》(GB50157-2013) 及噪声防护距离要求，建议风亭周围 15m 范围内不宜新建学校、医院、集中居民住宅等人群密集建筑。

(3) 本工程运营后，初期可替代公汽运输所减少的汽车尾气 CO、NO_x、PM₁₀、HC 污染物排放量分别为 109.1t/a、210.5t/a、11.7t/a、70.2t/a，近期、远期减少更多。由此表明轨道交通建设不但改变了交通结构，大大提高客运量，有利缓解地面交通紧张状况，较公汽舒适快捷，同时也可减少公汽运输汽车尾气污染物排放量，对改善福州市环境空气质量是有利的。

综上所述，本项目运营期大气环境影响可接受。

8.3 固体废物环境影响评价

8.3.1 项目运营期固体废物来源及处置去向

(1) 生活垃圾

本项目运营期固体废物主要为车站候车旅客及工作人员产生的生活垃圾，其主要成分为饮料瓶罐、纸巾、水果皮、车票残票及灰尘等。按 40kg/站·日计算，营运期车站生活垃圾产生量为 131.4t/a。车站工作人员按 50 人计，每个车站工作人员日产生生活垃圾 20kg，则由工作人员产生的垃圾量为 65.7t/a。

综上所述，本项目运营期每年生活垃圾产生量为 197.1t/a。

对沿线生活垃圾，运营管理部门在各车站内合理布置垃圾箱，安排管理人员及时清扫，在分类后集中送环卫部门统一处理。

(2) 主变电废机油

主变电站采用油浸式主变压器，单台变压器机油约 21t，该部分废油约 10 年更换一次，更换后立即由更换机油单位统一收集处理，不对外排放，不暂存主变电站内。

(3) 主变电站设备废油

主变电站设备检修过程会产生极少量废油，该废油产生量约 0.1t/a。此部分废油经收集暂存在主变电站内，委托有资质单位收集处理，不对外排放。

8.3.2 固体废物影响分析小结

由于地铁的乘车和候车时间短，旅客流动性大，垃圾产生量不大，主要是乘客丢弃的饮料纸杯（塑料杯、软包装盒）、塑料瓶、塑料袋以及报纸等可回收生活垃圾，数量较小，且每个车站内配有垃圾箱（桶），垃圾基本收集，交环卫部门统一处理，没有对周围环境造成明显影响。主变压器废油定期更换，更换后委托更换单位统一收集处理；主变电站设备检修废油经收集暂存于主变电站内，委托有资质单位收集处理，不对外排放。综上所述，运营期固体废物对外环境影响可接受。

8.4 生态环境影响评价

本工程位于福州市建成区及城市待建区，沿线分布有城市生态系统、水域生态系统等。依据《环境影响评价技术导则·生态影响》（HJ19-2011）及《环境影响评价技术导则城市轨道交通》（HJ453-2018）的要求，根据工程沿线和区域的生态敏感程度对生态环境影响进行预测评价。评价工作突出城市生态环境特点，力求完整、客观、准确地反映拟建工程对周围环境的影响，重点关注工程可能产生显著影响的局部敏感生态问题和典型因子，提出生态影响防护和恢复措施。

8.4.1 评价原则

(1) 以区域生态功能影响为出发点，围绕城市相关规划和生态区划的生态功能进

行评价；

(2) 根据城市生态环境的特点，对轨道交通建设产生重大影响的生态因子如湿地、历史文化保护区、绿地、基本农田等进行重点分析；

(3) 针对城市生态敏感区域预测分析拟建工程的主要环境影响，分析说明工程建设可能导致的生态变化。

8.4.2 评价范围

(1) 纵向范围：与工程设计范围相同；

(2) 横向范围：综合考虑拟建工程的吸引范围和线路两侧土地利用规划，评价范围取线路两侧 100m；

(3) 临时用地界外 100m。

评价过程中，将城市交通、社会环境等因子的评价范围扩大至工程可能产生明显影响区域。

8.4.3 评价内容、重点及保护目标

8.4.3.1 评价内容

(1) 根据城市发展规划及沿线各区域功能定位，从城市规划布局、交通规划及其他相关规划等方面评述本工程与城市规划和城市组团的关系，对工程线路进行相关规划符合性及生态适宜性分析；

(2) 评价区域土地利用功能的变化情况，绿地、植被等损失情况；

(3) 工程对评价区域内湿地、历史文化保护区、基本农田的影响；

(4) 工程弃渣及其处置方式对城市生态环境的影响，预测分析可能产生的水土流失的影响；

(5) 预测分析评价范围内的生态结构稳定性、物种多样性的变化趋势，说明工程对评价范围内生态结构、功能及其干扰恢复能力的影响；

(6) 工程车站、风亭等建筑对城市景观影响分析。

8.4.3.2 评价方法

生态环境现状评价采用定性和定量分析相结合的方法，分析区域环境的生态完整性，

评价区域土地利用特征及抗干扰能力；预测评价拟采用景观生态学及建筑美学等的有关原则分析沿线车站出入口、风亭等地面建筑对周围景观的影响，分析工程地面建筑物与城市景观的协调性。

8.4.4 城市生态环境现状评价

8.4.4.1 工程沿线主要生态系统现状

本工程位于福州市马尾区。沿线城市化程度较高，商铺、写字楼、住宅小区、学校医院、党政机关鳞次栉比，是以人工结构为基础的城市生态系统，城市化程度较高。

工程沿线生态系统类型详见表 8.4-1。

表 8.4-1 工程沿线主要生态系统类型

序号	线路范围	生态系统类型	典型照片
1	洋里站~青洲站	城市生态系统	

8.4.4.2 工程沿线土地利用、景观现状及用地规划概况

(1) 线路区间用地、景观现状及用地规划

本工程线路城区段均为地下敷设，沿线用地现状主要为道路及城市建筑。

工程线路各区间主要用地现状及用地规划具体见表 8.4-2。

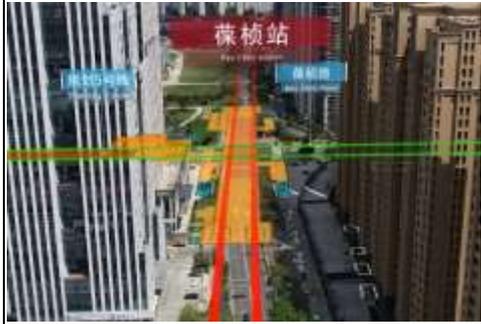
表 8.4-2 工程线路各区间主要用地现状及用地规划

序号	线路区间	走向、敷设方式	沿线景观现状	规划主要功能
1	洋里站~青洲站	沿福马路、江滨东大道、魁岐路、儒江西路、儒江东路、旺岐路、港口路、罗星西路、罗星中路、罗星东路地下敷设。	沿线为住宅、商业、学校工业企业和港口。	规划以住宅、商业商务、功能为主。

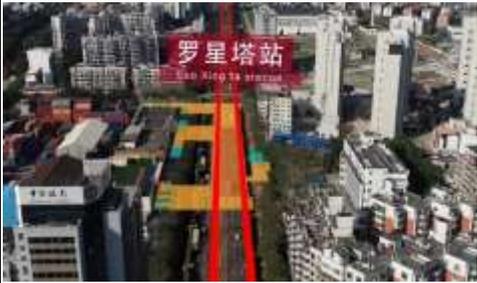
(2) 工程沿线站点周边用地、景观现状及用地规划概况

工程沿线车站（出入口、风亭）所在地用地、景观现状及规划概况详见表 8.4-3。

表 8.4-3 沿线车站（出入口、风亭）所在地用地、景观现状及规划概况

序号	站名	车站位置	车站形式	环境现状及用地性质概况	站点周边用地规划	景观现状
1	魁岐	位于魁岐路与魁岐支路交叉口	地下两层岛式	车站周边发展较为成熟，主要为居住小区。十字路口东北象限为凯隆公寓居住小区，南侧为东方名城居住小区，西北象限为名城港湾居住小区	车站周边规划主要为居住用地。	
2	葆桢	位于儒江西路与葆桢路交叉路口	地下两层岛式	车站周边发展较为成熟，主要为居住小区。车站东北侧为储备用地，东南侧为新大陆 1 号居住小区，西北侧为自贸区金融小镇，西南侧为名城港湾八区居住小区	车站周边规划主要为居住、商业与商住用地。	

序号	站名	车站位置	车站形式	环境现状及用地性质概况	站点周边用地规划	景观现状
3	儒江	位于快安大道与儒江东路交叉口	地下两层岛式	车站周边发展较为成熟，主要为商业、居住小区。站点的东南、东北为东方名城小区，西北为儒江小区，西南侧为名称国际居住小区	车站周边规划主要为居住用地	
4	下德站	位于儒江路与规划路交叉十字路口东侧	地下两层岛式	车站周边发展较为成熟，现状主要为飞毛腿工厂、阳光 SOHO、在建招商雍景湾	车站周边规划为商业办公用地、行政用地以及部分绿化广场用地	
5	马江渡	位于福马铁路东侧，沿山西路。	地下两层岛式	车站西侧为福马铁路及长滩美墅，西南侧为广场，东北侧为阳光城山与海小区，东侧为天马山公园。	车站周边规划为居住用地为主	

序号	站名	车站位置	车站形式	环境现状及用地性质概况	站点周边用地规划	景观现状
6	船政文化城	位于港口路与君竹路交叉十字路口	地下两层岛式	车站周边发展较为成熟，主要以居住、办公、文化中心为主。周边主要有安福楼小区、福州市马尾区总工会、广场路堤、福建外贸马江储运公司、福建省港口工程有限公司、马尾区电信局、昭忠祠、烈士墓、马江海战炮台。	车站周边以船政创意产业、绿化、住宅用地、文物古迹用地为主	
7	罗星塔	位于罗星路与罗建路交叉十字路口	地下两层岛式	车站周边发展较为成熟，主要为居住用地、银行、医院、仓库。车站东北侧为马尾电信机楼，西北侧为农资仓库、中国银行，西北侧为马尾海关医院，东南侧为英华园小区	车站周边主要以居住、商业用地以及部分广场用地	
8	青洲	位于罗星路与庆州路交叉十字路口	地下两层岛式	车站周边发展较为成熟，主要为工业企业、写字楼、水产品交易中心。东北侧为海峡水产品交易中心，西北侧为中国移动办公楼、马尾海关办公楼，西南侧为中环广场。	车站周边规划主要为商业设施用地、商业金融用地、居住用地及广场用地。	

8.4.5 工程沿线野生动植物资源现状

8.4.5.1 工程沿线野生动物资源现状

由于本工程主要位于城市建成区，线路城区内基本沿既有或规划城市道路地下敷设，沿线区域经过长期的开发活动，已无大型野生动物。现有野生动物主要以生活于树、灌丛及农田中的小型动物为主。

根据工程线路情况可知，本项目部分路段沿江滨行进，沿线周边常见水生生物主要为硅藻、蓝藻和轮虫、原生动物等浮游生物；蟹和贝类等底栖动物，鱼、虾类等。根据收集的《闽江河口湿地研究》（刘剑秋主编）、《福建湿地及其生物多样性》（刘剑秋等，2010）和《福建渔业资源》等资料。沿线周边水生生物情况如下：

（1）鱼类

常见鱼类主要为淡水鱼类，如胡子鲶、棒花鱼、青鱼、草鱼、鲢鱼、鱈鱼、鲤鱼、鲫鱼、黄鳝、泥鳅等，由于近年来水量、水质变化和大量挖沙、管理不善等因素，淡水鱼资源量降低，种群结构较弱。

据渔业部门介绍，最近四十年，由于人类过度捕捞、工业废水和生活污水排放、畜牧粪便的排入等对闽江的影响，导致常见鱼类和数量急剧下降，部分鱼类已消失不见。项目区不是鱼类产卵和稚幼鱼生长的重要场所，也不是鱼类的索饵场。

（2）浮游生物

根据区域内水体调查资料，有浮游动物 4 门 20 属 35 种，浮游植物 6 门 18 属 29 种，谁体内浮游生物种类丰富，浮游生物的种类组成基本上属于纯淡水广布类型。水体内富有动物的优势种主要有：广布多肢轮虫、螳状单缩虫和无节幼体等，占水体内浮游动物平均密度的 44.9%；浮游植物的优势种主要有：吻状隐藻、卵形隐藻、啮蚀隐藻、阿氏浮丝藻、颗粒直链藻最窄变种和微笑平裂藻等，它们占水体内浮游植物平均密度的 68.4%。

（3）底栖动物

项目分布区有一些泥潭、砾石滩和草滩等，是底栖无脊椎动物的栖息地。但是种类贫乏，常见的主要有河蚬、疣吻沙蚕、尖头钩虾和淡水壳菜、安氏白虾、痕相手蟹、中华绒螯蟹、无齿相手蟹等。其中河蚬数量在项目区的贝类中占有绝对优势，分布广泛，

资源量也非常丰富，其他类群数量极少。

8.4.5.2 工程沿线植被资源现状及古树名木分布情况

福州市地处南亚热带与中亚热带的过渡地带，在植被区划上，属南亚热带雨林植被带和中亚热带照叶林植被带。其东北部属于闽粤沿海丘陵平原南亚热带雨林区的闽江口鹫峰山南部潮暖亚热带雨林小区，东南部属于闽东南戴云山东部湿暖南亚热带雨林小区，西部属于南岭东部山地常绿阔叶林区的闽中闽东戴云山——鹫峰山北部常绿阔叶林小区。

工程沿线主要位于福州市城市建成区，现有植被以城市绿化植被及少量农业植被为主，城市绿化植被主要有榕树、樟树、女贞、长叶罗汉松、深山含笑、天竺桂、灰木莲、菜豆树、小叶榕、高山榕、羊蹄甲、凤凰木、芒果、檀竹、桑竹等，分布在工程沿线城市区域。

福州市区的古树名木共计 1044 株，通过现场调查，洋里站~魁岐站区间影响范围共涉及 37 株名木古树，主要以樟树、古榕树、龙眼等；马江渡站~船政文化城站区间影响范围内共涉及 6 株古榕树，均已挂牌保护，长势良好。详见章节 2.6.6 生态环境保护目标。

8.4.5.3 工程沿线生态环境敏感区概况

本工程涉及一处风景名胜区（鼓山风景名胜区），涉及福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护规划范围，涉及福州市协和大学历史建筑群保护范围。

（1）鼓山风景名胜区基本情况

①鼓山风景名胜区范围

鼓山风景名胜区的范围：东南至磨溪与茶阳山为界；东北包括南洋、东岭；北面包括牛道山、半岭、北垄；西北面包括牛蹄湾、鳝溪，与东山苗圃为界；西至山麓，包括麻院；南至魁岐、龙门。风景区总面积达 49.7km²。

核心景区范围、面积：

核心景区总面积 12.7179km²，占风景名胜区总面积的 25.58%。主要包括以下几个部分：

a、“中部-东部”游览区；位于风景名胜区的“中部-东部”地带，纵跨石鼓涌泉、磨溪剑侠和南洋映翠 3 大景区，总面积 10.03 km²，主要包含石鼓涌泉景区的“涌泉寺-灵源洞

-绝顶峰”区域，磨溪剑侠景区的“磨溪峡谷-茶洋顶-金圭翼-深坑里”区域，南洋映翠景区的南洋峡谷区域以及风景名胜区中部的高山台地地貌、峰丛地貌、崖壁岩洞地貌、溪涧潭瀑景观集中分布的区域。

b、“鼓岭历史建筑群-柳杉王”游览区：位于杉村鼓岭景区宜夏村内，包含鼓岭历史建筑群核心保护范围和柳杉王景观保护区，总面积 0.12 km²。

c、鱔溪游览区：位于白马渡鱔景区内，沿鱔溪呈带状分布，总面积 1.12 km²。

d、白云洞游览区：位于凤池白云景区内，沿白云洞登山古道呈带状分布，总面积 0.51 km²。

e、千年古道游览区：位于石鼓涌泉景区内，沿古道呈带状分布，总面积 0.90 km²。

外围保护地带：西至铁路以东 50m 的防护林地，以减低噪音、吸收灰尘，西南至闽江水域以保证福州城市山水景观的完整性；东南方向至快安村，东向和北向沿鼓山自然山沟、山脊线划分，作为风景区缓冲过渡地带。

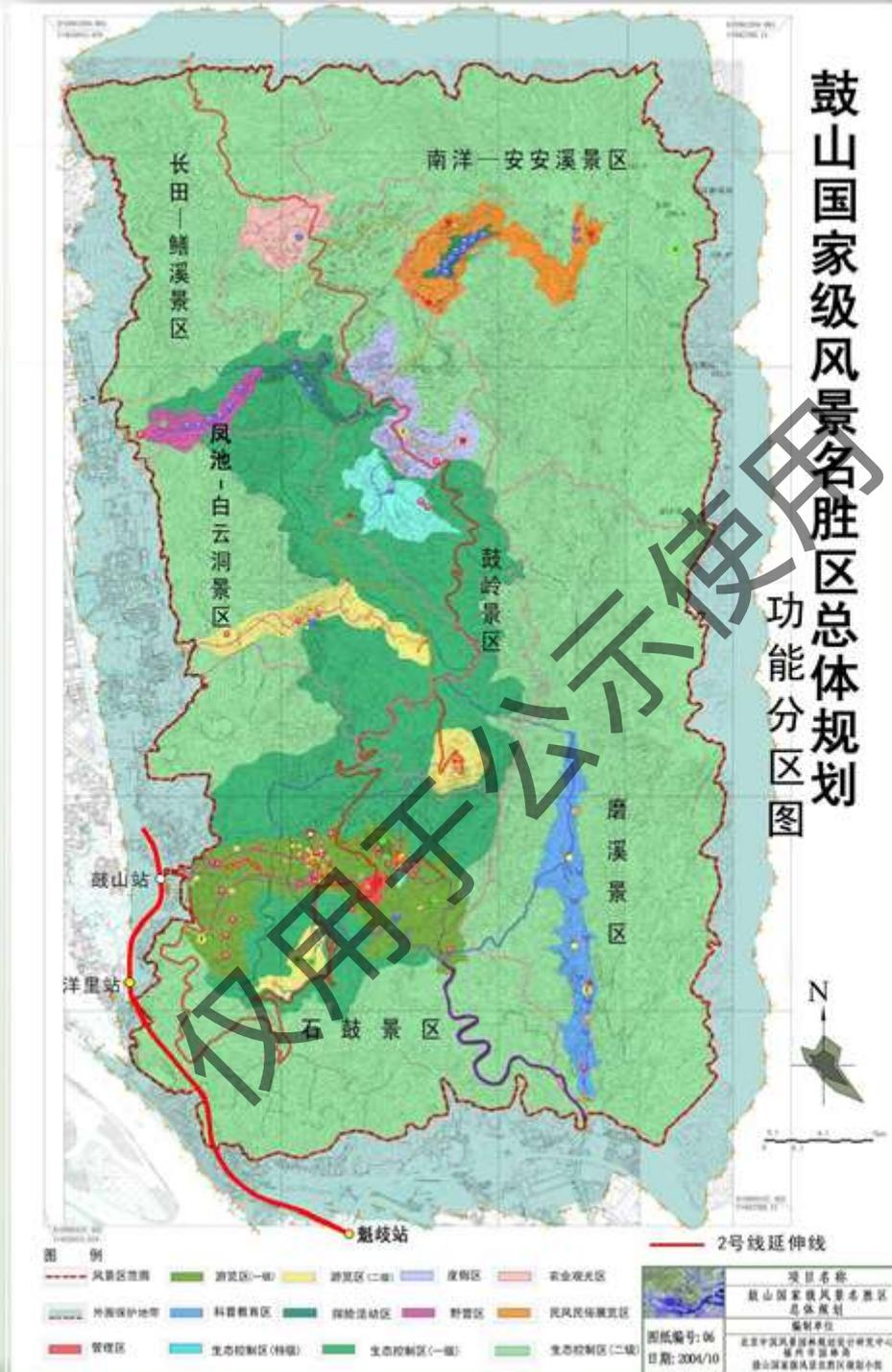
(2) 本项目涉及情况

本工程沿线洋里站~魁岐站地下区间（AK39+240~AK39+940）经过景区范围约 1367m，洋里站位于外围保护地带内，详细情况见下图。鼓山国家级风景名胜区内文物保护单位分布情况见表 8.4-5。

鼓山国家级风景名胜区总体规划



THE GENERAL PLANNING FOR THE GUSHAN NATIONAL PARK



功能分区图 (2009-2025)

表 8.4-4 本工程与鼓山国家级风景名胜区位置关系

表 8.4-5 鼓山国家级风景名胜区文物保护单位分布情况

级别	名称	类别	年代	位置	保护范围	建设控制范围	本项目涉及情况
国家级	鼓山摩崖石刻 (附属文物: 千佛陶塔)	题刻 (胜迹)	始刻于宋庆历六年 (1046年)经 元、明、清、民国 至中华人民共和国	石鼓涌泉景区内	鼓山全山,凡有摩崖石刻的区 域,四周各向外延伸 50 米; 附属文物陶塔:以塔为中心, 涌泉寺天王殿及殿前周围 20 米。	自保护范围边界各 向外延伸 20 米。	不涉及
省级	杨树庄墓	古墓 (胜迹)	民国	福州市郊鼓山公 路下	南至守墓房,北至墓后公路, 东至享堂,西南至碑亭。	自保护范围边界各 向外延伸 20 米。	不涉及
	协和大学建 筑群	建筑 (胜迹)	民国	马尾魁岐	建筑本体边线向外 20m	现状福州海王福药 制药有限公司厂区 范围	涉及
市级	鳝溪摩崖题 刻	题刻 (胜迹)	始刻于明、清、民 国至中华人民共和国	鼓山镇鳝溪农场 前溪村内	鳝溪两岸岩石,包括鳝樟小学 校舍和台地在内	自保护范围边界各 向外延伸 20 米。	不涉及
	鼓山涌泉寺	宗教 建筑	始建于后梁开平二 年(908年)	石鼓涌泉景区内	寺围墙外 50 米。	自保护范围边界各 向外延伸 20 米。	不涉及
区级	更衣亭	古建筑	明、清	鼓山石磴路中段	亭周围 100 米。	自保护范围边界各 向外延伸 20 米。	不涉及
	水云亭	古建筑	清	鼓山石门东侧	亭周围 100 米	自保护范围边界各 向外延伸 20 米。	不涉及
	白云洞(良 心寺)	古建筑	明	鼓山凤池山西坡	白云洞周围 200 米,积翠庵至 白云洞之间的石磴路。	自保护范围边界各 向外延伸 20 米。	不涉及
	五贤祠	古建筑	清	鼓山舍利窟	祠周围 100 米。	自保护范围边界各 向外延伸 20 米。	不涉及
	黄培松墓	近现代	1925 年	鼓山西坡	墓及其周围 50 米。	自保护范围边界各	不涉及

		文物				向外延伸 20 米。	
	万国公益社	近现代文物	清末	鼓岭宜夏村	前至整个门埕，左右各 10 米，后至 20 米。	自保护范围边界各向外延伸 20 米。	不涉及
	宜夏别墅 (古堡别墅/ 宜夏郭宅)	近现代文物	清末	鼓岭宜夏村	前至公路，左至 17 米，右至 50 米，后至 40 米处。	自保护范围边界各向外延伸 20 米。	不涉及
	宜夏别墅 (马丁别墅)	近现代文物	清末	鼓岭宜夏村	别墅周围 100 米。	自保护范围边界各向外延伸 20 米。	不涉及
	东际桥	古建筑	宋	鼓山下院	桥周围 20 米。	自保护范围边界各向外延伸 20 米。	不涉及
	快安磨溪 摩崖题刻	题刻 (胜迹)	唐	马尾镇快安村磨溪纱帽潭、溪东入口处、溪涧西岸摩崖等处	本体范围外 5m	本体范围外 20m	不涉及
	佛舍岭石磴路	古遗址	宋	鼓山镇佛舍岭	石磴路及路两侧 20 米内为保护范围	保护外围外 20m	不涉及
文物点	鼓山净空禅师墓	古墓葬	清	鼓山镇洋里村鼓山盘山公路 8 公里处南侧山麓	本体范围外 5m	本体范围外 20m	不涉及
	鼓山为霖禅师墓	古墓葬	清	鼓山镇洋里村鼓山盘山公路南侧山麓，东北距五贤祠约 300 米。	本体范围外 5m	本体范围外 20m	不涉及
	鼓山西江兰若(舍利)	古遗址	清	鼓山镇洋里村鼓山南麓,距鼓山风	本体范围外 5m	本体范围外 20m	不涉及

窟)			景名胜区管理处 停车场 400 米,距 松涛山庄 300 米 处			
鼓山蹴鳌桥 (喝水岩)	古建筑	明	鼓山镇洋里村鼓 山风景区灵源洞 喝水岩旁	本体范围外 5m	本体范围外 20m	不涉及
鼓山七佛经 幢	清	鼓山镇洋里村鼓山 西麓, 鼓山舍利院 旁 80 米处。	本体范围外 5m	本体范围外 20m		不涉及

仅用于公示使用

(2) 历史文化遗产保护目标

根据调查，本项目不涉及福州古城和历史文化街区；马江渡站~船政文化城站涉及福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔规划保护范围，船政文化城站部分地面建筑涉及风貌区核心保护区范围和建设控制地带；洋里站-魁岐站区间下穿福州市协和大学历史建筑群建设控制地带和核心保护范围；本项目沿线分布有 7 处文物保护单位和 2 处历史建筑，均位于福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔规划保护范围和福州市协和大学历史建筑群内，具体见表 2.7-9，与文物、历史建筑的位置关系见图 2.7-1~图 2.7-2。

①福州市协和大学历史建筑群

协和大学历史建筑群位于鼓山之麓，闽江之滨，背山面水，拥有优越的山水景观资源，福建协和大学曾被誉为“亚洲各大学风景以此为第一”，是福州现存最大的近代教会学校建筑群。校园由美国著名建筑师亨利·墨菲(Henry Killam Murphy，1877-1954)规划设计，校园平面布局体现墨菲早期西方功能主义的设计思想，而建筑形式则借鉴了中国古典建筑艺术，是福州市闽江北岸重要的地标建筑群和城市文化景观。

协和大学历史建筑群由近代至现代经历了教会学校、福州大学、福建农学院等多重身份，叶圣陶、郭绍虞、董作宾、林兰英、郑作新、黄维垣、唐仲璋等一众知名学者曾在协和大学任教。通过立人立德、服务社会的办学理念，培养出大批适应社会需要的专业人才，为近现代福州高等教育作出重要贡献。

保护区划：协和大学历史建筑群核心保护范围：西至福州海王福药制药公司厂区界、福马支路，东北、东南至围墙，面积 10.9hm²。协和大学历史建筑群建设控制地带：西北至福州海王福药制药公司、福州公路第四分局围墙，西南至闽江，东南至魁岐立交，面积 18.32hm²。

文物保护单位保护范围：建筑群体四周各外延 20 米。

文物保护单位建设控制地带：自建筑群保护范围边界向东延伸至鼓山隧道南入口端以及校舍东侧一重山，向西南延伸至闽江，向东南延伸至魁岐立交，向西北、北延伸至鼓山隧道北出口端一重山。

②福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围

福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔包含福建船政建筑群、马

江海战炮台、烈士墓、罗星塔等一系列文物保护单位。

福建船政位于福建省福州市马尾区马尾镇东南侧中岐、罗星山下闽江边，现存轮机厂、绘事院、官厅池、钟楼、一号船坞。始建于清同治五年（1866年），同治七年（1868年）大部分建筑落成。福建船政是洋务运动时期我国引进西方先进设备和技术创办的规模最大的造船军工企业，先后建造了数十艘新式舰艇，并组成福建水师，在保卫国家海防及抗击日本侵犯台湾的军事斗争中发挥了重要作用。与船政同时创办的船政学堂，培养了严复、魏瀚、詹天佑、萨镇冰、邓世昌等近代中国著名的思想家、外交家、工程师和海军将领。

马江海战烈士墓位于马尾镇马限山东麓。始建于民国九年（1920），1984年重修。墓长49米，宽10.9米，高1.03米。坐西北向东南，石砌，混凝土构筑，四周石柱，锚链环绕。墓前立花岗石质方形拱顶碑亭。

马限山海战炮台位于马尾镇马限山东侧山顶，又称中坡炮台。始筑于清同治七年（1868）。清光绪十三至十四年间重修。炮台三合土夯筑而成，占地3800平方米。

昭忠祠位于马限山东麓。前后二进，面阔25米，进深37米，占地928.7平方米，硬山屋顶，穿斗式木构架，风火山墙。

表 8.4-6 现状文物保护区划范围如下：

名称	地点	保护范围	建设控制地带
马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠	罗星街道马限山麓	东至祠前昭忠路，西至马限全山，南至港务局宿舍南围墙，北至马尾邮电局北墙	自保护范围边界向东延伸至一号船坞，向西延伸至闽江，向南延伸至闽江，向北延伸至沿山西路、莺脰山。
福建船政建筑	马尾镇、罗星街道	各单体建筑周围50米	自保护范围边界向东延伸至一号船坞，向西延伸至闽江，向南延伸至闽江，向北延伸至沿山西路、莺脰山
罗星塔	罗星街道罗星山罗星公园	整座罗星山	自保护范围边界向东延伸至一号船坞，向西延伸至闽江，向南延伸至闽江，向北延伸至沿山西路、莺脰山。

表 8.4-7 规划线路沿线的历史文化遗产保护目标

序号	名称		级别	位置及保护范围	保护对象	途径线路	敷设方式	位置关系	协调性分析
一、历史文化风貌区									
1	福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围		/	①核心保护范围：北至马尾客运码头，东至联安路，南至港一路，西至闽江，以及罗星山、一号船坞周边，面积 54.29 公顷。 ②建设控制范围：北至沿山西路、婴脰山，东至港口路，西面、南面至闽江，面积 57.52 公顷。	保护民居的建筑风貌	2 号线马尾延伸段	地下	马江渡站-船政文化城站区间下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围和建设控制地带。	沿既有港口路敷设，总体协调。
二、历史建筑群									
1	福州市协和大学历史建筑群		/	①核心保护范围：西至福州福药公司厂区界、旧福马公路，东北、东南至围墙，面积 11.2 公顷。 ②建设控制范围：西北至福州福药公司、福州公路第四分局围墙，西南至闽江，东至围墙，东南至魁岐立交，面积 19.06 公顷。	保护民居的建筑风貌	2 号线马尾延伸段	地下	洋里站-魁岐站区间下穿福州市协和大学历史建筑群建设控制地带和核心保护范围。	沿既有福马路敷设，总体协调。
三、文物保护单位									
1	福建船政局建筑群	法式钟楼 官厅池	国家级	位于马尾马尾镇。 保护范围：各单体建筑物周围 50 米。 建设控制地带：自保护范围边界向东延伸至一号船坞，向西延伸至闽江，向南延伸至闽江，向北延伸至沿山西路、婴	保护建筑物本体	2 号线马尾延伸段	地下	马江渡站-船政文化城站区间（AK48+608~AK48+612）右侧距离钟楼本体最近约 34.32m，埋深约 27.3m。 马江渡站-船政文化城站区间	AK47+965~AK49+250 沿既有港口路下穿建控地带 1285m，总体协调。

			脰山。				(AK48+470~AK48+595) 左侧距离官厅池本体最近约 24.5m, 埋深约 27.3m。
	马江海战炮台						马江渡站-船政文化城站区间 (AK49+137~AK49+145) 右侧距离炮台本体最近约 57.3m, 埋深约 25.5m。
	昭忠祠						马江渡站-船政文化城站区间 (AK49+200~AK49+272) 右侧距离昭忠祠本体最近约 59.8m, 埋深约 21.8m。
	潮江楼	区级					马江渡站-船政文化城站区间 (AK18+155~AK48+180) 右侧距离潮江楼本体最近约 57m, 埋深约 24.8m。

仅用于公示使用

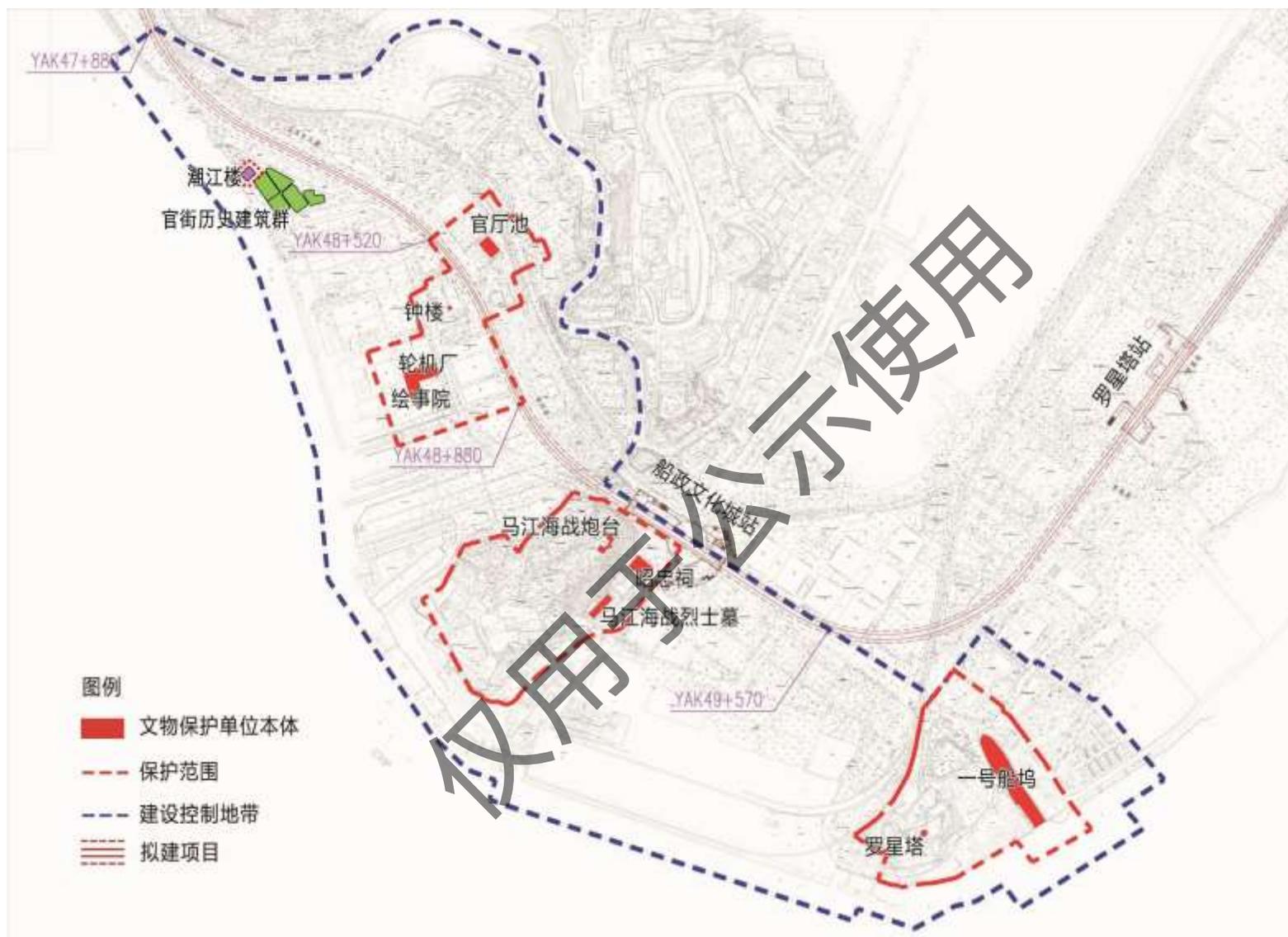


图 8.4-1 本工程与福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔规划范围位置关系图

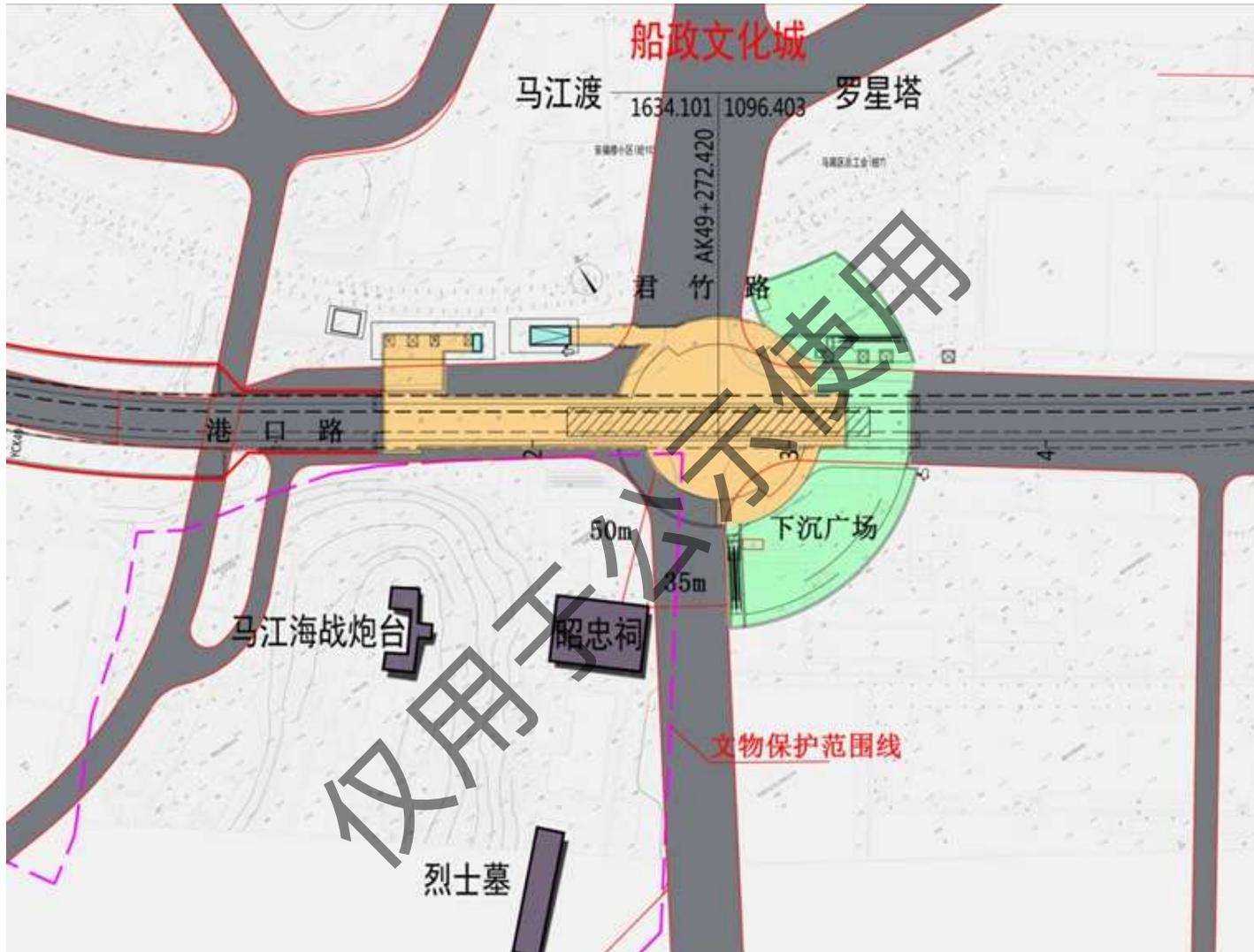


图 8.4-2 本工程与马江海炮台、烈士墓及昭忠祠国家级文物保护单位位置关系图

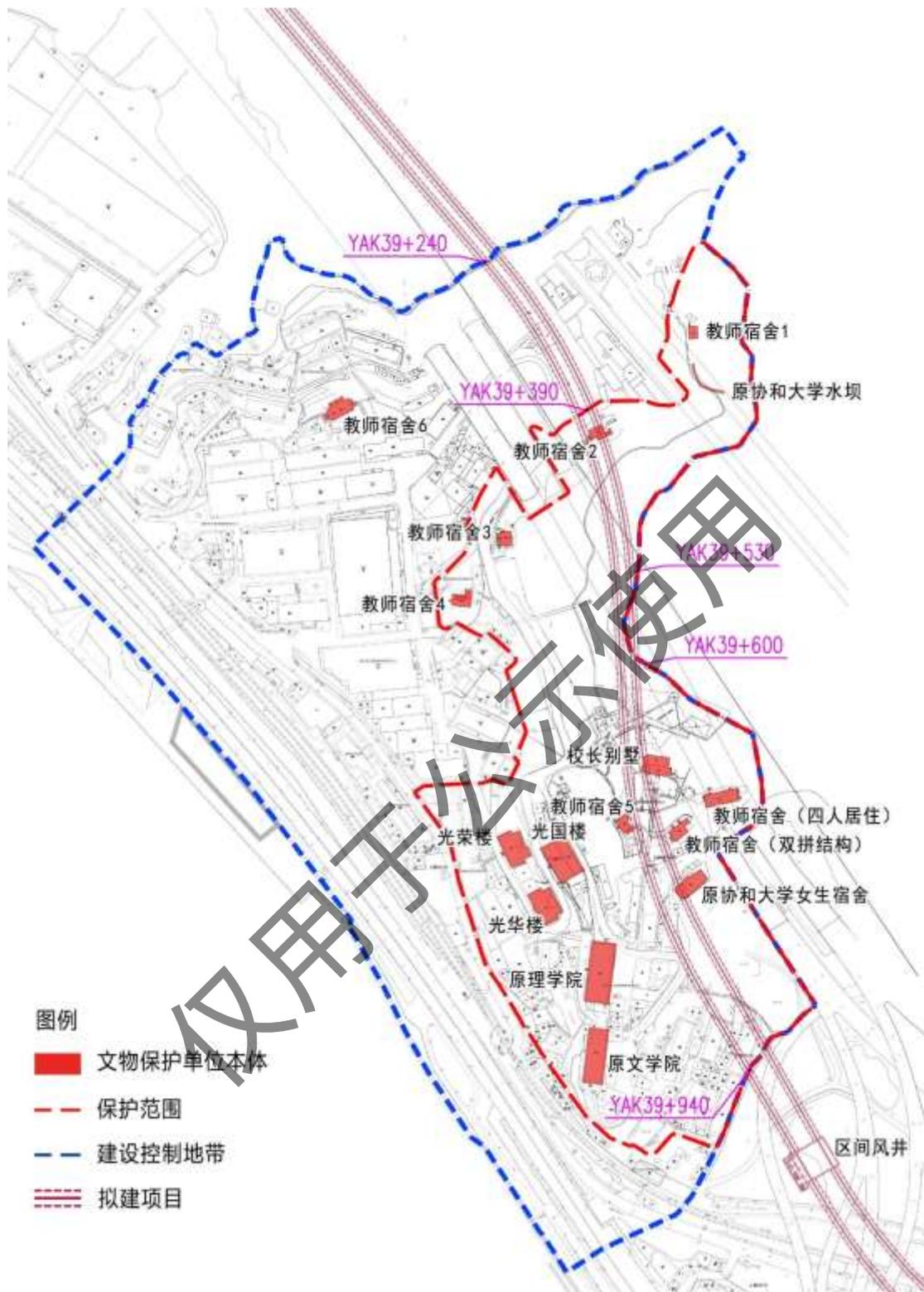


图 8.4-3 本工程与福州市协和大学历史建筑群内文物保护单位本体位置关系

8.4.6 工程生态环境影响分析

8.4.6.1 工程建设征地、拆迁对生态环境的影响分析

(1) 工程征地拆迁类型及数量

本工程占地 233352m²，其中永久占地 32270m²，临时用地 201082m²，拆迁民房、厂房等 57347m²。

(2) 拆迁安置环境影响分析

工程城区段主要沿既有道路廊道地下敷设，拆迁量不大。因此，工程所产生的征地拆迁量相对较小，且福州市政府将按照相关征地拆迁补偿及安置政策，使工程建设征地拆迁影响的群众得到妥善安置、合理补偿，保障他们的合法权益不受损失。只要根据当地实际情况，依法赔偿，并做好公众参与工作，可有效避免或解决纠纷。对被拆迁房屋的使用人，根据城市规划对建设地区的要求和建设工程性质，按有利于实施城市规划和城市旧区改建的原则统筹安排。如居民在市区已另有住房，或已计划另购房，拆迁房屋货币补偿将有助于改善他们的经济状况，提高其生活质量。另外，城市规划部门也将根据本规划对建设项目用地予以控制，尽量避免工程实施时增加新的征地拆迁量。上述情况说明，采取措施妥善安置后，拆迁带来的负面影响是有限的，工程建设所引起的征地拆迁问题可得到妥善解决，对城市社会环境产生影响较小。

(3) 占地对环境影响分析

工程实施后永久占地范围内原有土地利用类型将被工程所代替，但工程主要为地下区间，永久占地主要为个车站地面出入口，对地块切割较小，工程实施后对评价区内的土地利用格局影响较小。

8.4.6.2 工程建设对沿线动植物资源的影响分析

(1) 对植物资源的影响分析

本工程基本为地下敷设，沿线植物资源主要为城市绿地。与城市地面交通相比较，工程建设占用土地大为节省，可有效控制工程沿线城市建设用地规模；本工程主要沿城市既有道路敷设，在缓解地面交通的同时，可最大限度的减少占用城市绿地，同时有利于绿地等城市生态基础设施的建设和恢复，从而达到改善城市景观的目的。

工程对城市绿地占用主要集中在车站出入口、风亭等地面建筑对道路绿化带的占用，通过绿化恢复重建，本工程建设不仅不会造成城市绿地的减少，而且采取有效的恢复措施（如在出入上方设置花坛）后可增加城市公共绿地的数量，提高城市绿化覆盖率。

工程施工前应根据《福州市城市园林绿化管理办法》第二十二條的相关规定，报城市规划主管部门会同市园林绿化主管部门审批，取得临时占用绿地许可证，并给予绿地权属单位相应的补偿后方可占用（临时占用绿地不得超过建设工程项目的建设期限，到期必须归还，并负责恢复绿地）；施工过程中，应加强施工组织设计，尽量减少对绿地的占用数量及占用时间；施工结束后，应对破坏的绿地予以补偿和恢复。建设施工活动影响园林绿地和树木的，施工单位应当事先采取保护措施，否则不得进行施工。

（2）对动物资源的影响分析

因为沿线区域内没有自然保护区和珍稀濒危的动物，因此本项目建设，不会对动物的重要生境和珍稀濒危的动物造成影响。一般的陆生动物会随着工程建设的结束逐渐回迁到原地域，故本项目的建设对它们的影响不大。

（3）对名木古树的影响分析

根据《福州市城市古树名木保护管理办法》，福州市区范围内登记在册的古树名木均列入保护范围。依法确定保护的绿线：古树名木成林地带、外缘树冠垂直投影以外 5m 所围合的范围；单株树应同时满足垂直投影以外 5m 和距树干基部外缘水平距离为胸径 20 倍所围合的范围。控制绿线内的建筑（除文物古迹外）应逐步清理，不得在该范围内新建或改建与古树名木保护无关的建筑物。保护内容包含树体本身、生存（生长）的环境和景观特色等方面。

工程建设对古树名木的影响主要表现在：地面工程选址不当或地下工程开挖可能会占用古树名木的范围，对古树名木将产生直接影响；地下工程穿越古树名木的，工程施工可能会导致古树名木根系产生破坏；地下工程施工降水可能会对古树名木的生态用水来源产生影响；此外，工程施工期产生的扬尘可能对古树名木生长产生一定负面影响。

本工程调查范围内涉及 43 棵古树名木。其中洋里站~魁岐站区间共涉及 37 株名木古树，主要以樟树、古榕树、龙眼等；马江渡站~船政文化城站区间内共涉及 6 株古榕树。本工程涉及古树名木路段全部为地下敷设，区间埋深 25m 以上，且穿越土层为岩层，基本不会对根部产生影响。因此，工程建设本身不会占用古树本体，也不会对景观

特色产生影响。

评价建议：对工程沿线评价范围内的所有古树、大型树木都必须进行充分的保护，通过优化施工场地布局和规模等措施，优先对古树采取原址保护，若需移栽，则提前与园林主管部门协调，做好古树名木的移栽和保护工作。

8.4.6.3 水土流失及工程弃渣生态影响分析

(1) 水土流失环境影响分析

线路施工范围广，动土面积大，会引起严重的水土流失。此外，福州市降雨丰富，大量降雨为水土流失提供了动力条件。因此，施工期的水土流失问题须引起足够重视。

线路地下车站主要采用明挖法施工。明挖法施工不仅破坏路面、移动地下管线，而且施工作业面宽，动土面积大，开挖土方量多，并要回填，水土流失比盖挖法严重。

施工过程的水土流失，不仅影响施工进度，还会产生其他的不利环境影响。道路上的泥泞、泥浆会给行人、交通带来不便。雨水夹带泥沙进入市政雨水管渠，由于泥沙沉积会阻塞管渠，影响排水能力，使市区雨季积水问题更加严重。据上分析，工程实施过程中必须按水利主管部门的要求，采取措施防治水土流失，尽可能地减小其危害性。

(2) 工程弃渣及处置环境影响分析

地下线路开挖将产生大量的弃渣，主要产生于地下段隧道开挖和车站施工作业，主要为固态状泥土。据初步测算本工程区间的土石方数量共 249.777 万 m^3 ，其中挖方 249.777 万 m^3 ，填方 11.23 万 m^3 ，弃方 238.547 万 m^3 。

工程弃渣如果在运输、堆放过程中管理不当，将对周围环境产生一定影响，可能产生的环境影响主要为：工程现场弃土因降雨径流冲刷进入下水道，导致下水道堵塞、淤积，进而造成工程施工地区暴雨季节地面积水；弃土陆上运输途中弃土散落，造成运输线路区域尘土飞扬等。在盾构井旁设置渣土池，存放隧道区间施工产生的弃渣，再由车辆运送到城市管理部门统一规定的渣土堆放场，可大大减缓隧道施工弃渣对环境的影响。

本工程的土石方采用统一调配，满足回填需要外，剩余土方由市余泥渣土排放管理处指定地点弃倒。

根据《关于福州市进一步加强建筑垃圾消纳利用管理实施意见（试行）》（榕政办〔2017〕277号）相关规定：在确保安全、环保前提下，充分利用工程项目回填、低洼地回填、资源化利用等渠道，优先满足建筑垃圾需求。

地铁、水系等重大民生项目和其他重点建设项目的主管部门、建设单位或施工单位，应每月向市城管委申报次月建筑垃圾消纳需求。相关县(市)区政府按照市政府下达的月建筑垃圾消纳配额指标，每月前向市城管委报备次月本辖区所能提供的建筑垃圾消纳点和容纳量。市城管委根据申报需求和消纳能力动态统筹调配渣土消纳点，优先保障地铁、水系等民生项目消纳需求。各级各相关部门要积极主动全力配合，保障每月建筑垃圾合理调配到位。

根据以上规定，建设单位和施工单位应按渣土办指定的消纳场地消纳渣土，渣土运输车辆应满足有关规定要求。

(3) 临时工程占地合理性分析

①施工生产生活区占地

施工生产生活区主要包括施工生活办公区和材料堆放场。施工生产生活区位于车站施工作业区占地范围内。其中，施工生活办公区位于车站施工作业区一侧，布置办公用房、停车场、职工食堂、会议室、浴室、职工宿舍、实验室、配电房等设施。材料堆放场一般与施工生活区相邻，主要包括砂石堆放场、模板脚手架堆放场、钢支撑堆放场、钢筋原材料堆放场以及机械设备停放场等。

②施工作业区

车站施工作业区为车站施工时的临时围挡用地（包括基坑、施工临时场地和施工道路等）。基坑呈矩形布置，长度同车站长度一致，范围在 178m~601m 之间，宽度在 19.9~45.4m 之间，地下两层深度约 17m，地下三层深度约 26m，包括标准段和端井段，端井段略宽于标准段，兼做盾构施工的始发、接收竖井。基坑周边主要指基坑施工、车站和区间结构施工时，施工机械作业和人员操作等施工活动区域。

基坑围护结构外布置双侧施工便道，每侧施工便道宽 7~10m，如无条件布置双侧施工便道，则一侧应保证车站围护结构边线外至少 2m 宽，另一侧施工便道宽度 10m。

施工临时场地布置在施工道路外侧，宽度一般 20~40m，施工临时场地包括泥浆处理设备、钢筋加工厂、机械停放地、仓库及盾构管片堆放用地等。

③临时工程占地合理性分析

结合主体工程布置，本工程施工临建工程充分考虑了集中设置的原则，占地类型主要为交通运输用地、公共管理与公共服务用地和其他土地等，部分施工生产生活区和临

时堆土场设置按照永临结合的原则,尽量减少新增临时用地,方便就近施工,减少扰动。综上所述,本工程临时工程占地具有环境合理性。

建议在后续设计中,施工生产生活区选址应加强永临结合、综合利用,生活区尽量就近设置于施工现场的永久用地或租用当地邻近民房,尽量减少临时用地的占用,减少损坏水土保持设施面积,从源头控制水土流失面积,减轻环境不利影响和水土流失流失危害。工程经过鼓山国家森林公园和临近文物保护单位路段的施工场地应合理布局,临时设施尽量远离敏感区一侧设置。

8.4.6.4 工程建设对城市景观的影响分析

城市景观是由若干个以人与环境的相互作用关系为核心的生态系统组成。城市的景观生态结构脆弱,自我调节能力低,需高度依赖外界的物流、能流等生态流的输入、输出,以维持自身的稳定。

交通廊道是城市生态系统能流、物流、信息流、人口流等的必经之路,交通廊道的通畅才能保证城市功能的完善与通畅。

本工程投产运营后,作为人工交通廊道,其交通运输所发挥的纽带作用将沿线大量的居住区、商业区、交通枢纽、大型公建、科教单位等城市基本功能拼块结合为一个完整的结构体系,提高了沿线地区各功能拼块景观的通达性,使沿线功能斑块之间各种生态流输入、输出运行通畅,从而保证了城市的高效运转,提高了城市景观生态体系的稳定性,确保了城市的健康发展。

廊道由于在城区中从地下穿行,最大程度减少了对沿线各功能拼块的分割,不会因此增加城市景观的破碎性;而且与地面交通廊道无交叉干扰,加大运量、快捷、舒适、准点的特点,在自身廊道通畅的同时,还可吸引大量地面人流,缓解地面道路廊道的堵塞现象。

人工廊道建设中,不仅要考虑廊道的经济效益,也要重视廊道的环境效益,这才是和谐的城市景观结构。本工程具有绿色环保、节能高效等优势,因此,工程在增强沿线景观稳定性、促进沿线地区经济发展的同时,也最大限度降低了对环境的破坏。

8.4.6.5 工程建设对城市视觉景观的影响分析

城市景观生态要求协调自然景观、城市建筑、城市资源开发、经济发展与保护生态环境的关系,使城市有序地发展,解决城市生态病,形成城市生态系统的良性循环。本

次景观影响评价将着重讨论工程地下线的风亭、车站出入口等建筑与城市视觉景观的协调性。

(1) 车站出入口和风亭的景观影响分析

根据生态学景观结构与功能统一的原则，地下车站出入口的结构与外观应服从于其方便进出车站的功能。从城市景观的构成因素而言，美的城市应具有清晰易辨的特点，即对地区、道路、目标等能一目了然，容易掌握城市的全貌和特征，使人的行动轻松，不受困惑，情绪安定。车站出入口、由于其占地面积少、建筑体量小，在繁华的主城区，其醒目程度较低；在市郊城区，车站的醒目程度比较高，但整体上其景观敏感度较低，设计上有发挥的空间，容易实现与周围景观环境的协调统一。

风亭的设计首先应考虑与既有或新建建筑物结合，其次考虑独立设置，设计成不同的造型，使其既能与周围建筑物相协调，又能保持一站一景的独特性，点缀城市景观，美化城市生活环境，使每个出入口、风亭都成为城市的一件艺术品。

本工程地下车站出入口设计尽量从其造型、与周围环境的协调程度、夜间灯光以及周边绿化等方面考虑，其设计结构和外观宜保持统一风格，一方面能提高城市印象能力，给人们一种视觉上的享受，另一方面，既方便本地区居民的进出，更方便外埠游客、商务人员等乘坐。

城市轨道交通是城市结构的重要组成部分，也是城市公共生活的主要空间，它直接参与形成城市的面貌及风格和市民的生存交往环境，成为为居民提供审美观照和生活体验的长期日常性视觉形态审美客体，乃至城市文化的组成部分。福州既是历史文化名城，又是具有巨大发展潜力的现代城市，在现代化建设中把握好历史风貌保护是关系到福州可持续发展的关键问题。作为介入到环境中的新建筑，车站风亭及进出口设置时，应充分考虑城市性质及土地利用格局，符合城市总体规划，注重历史的连续性和文脉的完整性，注重历史遗存与风貌的保护，新与旧的交替衔接和融合，做到与城市风格协调统一、平面布局清晰、空间展开序列完整以及形体、色彩、质感处理协调，从而构建与环境相协调，激发美感的人工景观，创建具有丰富文化内涵和时代特征现代都市形象，使车站建筑成为周围环境有机整体的一个组成部分。

8.4.6.6 工程建设对生态敏感区的影响

(1) 鼓山国家级风景名胜区

鼓山国家级风景名胜区位于福州市中心城区东郊、闽江北岸，北至牛道山，东临茶洋顶，南侧和西侧均抵鼓山山麓，整体呈近矩形分布形态，东西宽约 5.3 公里，南北长约 9.2 公里。

鼓山国家级风景名胜区总面积 49.7km²，其中，核心景区总面积 15.75km²，占风景名胜区总面积的 31.7%。

本工程沿线洋里站~魁岐站地下区间（AK38+390~AK39+900）经过景区范围约 1367m，洋里站位于外围保护地带内。

本项目对鼓山国家级风景名胜区主要影响情况如下：

① 对土地使用功能的影响

从洋里站及周边区域用地情况来看，洋里站主要功能为居民通勤使用，该区域规划用地性质主要卫星建设用地区和道路交通用地。

② 工程施工环境影响分析

本工程不涉及生态控制区（一级），下穿区域现状主要为居民区、既有道路等城市生态，人为活动较多，无国家级保护动植物，工程采用盾构法施工，工程建设不会对地面植被造成直接影响。

③ 景观环境影响分析

本项目下穿鼓山国家级风景名胜区域为地下线，采用盾构法施工，对地表植被不会造成直接影响，在严格落实施工措施的情况下，工程建设对风景区的景观环境影响可以得到有效控制。

（2）福州市协和大学历史建筑群

本工程以全隧道形式下穿福州市协和大学历史建筑群，周边无开挖段及地面建筑，施工方式为盾构法，施工过程中不会造成地表坑塘水体流失，不会对地面历史文化风貌和景观产生影响，工程建设及运营对福州市协和大学历史建筑群影响可接受。

（3）福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔规划范围

本工程对福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔规划范围影响为隧道形式下穿其保护范围，同时设置有船政文化城站开挖以及车站出入口、风亭、冷却塔等地面建筑，隧道施工方式为盾构法，车站施工方式为半盖挖顺作法，施工过程中会对周边道路及绿化带进行临时改造，施工场地与历史文化街区视觉景观存在一定冲突，

对周边历史文化景观产生一定影响。但线路主要位于福建船政局建筑群建控区南边界，港口路位于街区外围建控区和环境协调区，不涉及街区保护范围。施工结束后通过对道路和绿化带进行恢复，加强车站出入口、风亭、冷却塔的景观设计，使之与周边历史文化景观风貌相协调，工程运营对福建船政局建筑群影响可接受。

8.4.7 工程对鼓山风景名胜区影响

8.4.7.1 鼓山风景名胜区概况

鼓山风景名胜区位于福州市中心城区东郊、闽江北岸，北至“牛道山-北垄”，东临“南洋村-茶洋顶-金圭翼-深坑里-燕雀水库-柴桥水库”，南侧和西侧边界均抵鼓山山麓，并与福州市三环快速路、机场高速公路(二期)相协调。据传山上有巨石如鼓，每当风雨大作，便簸荡有声，故名。鼓山风景名胜区北至“牛道山-北垄”，东临“南洋村-茶洋顶-金圭翼-深坑里-燕雀水库-柴桥水库”，南侧和西侧边界均抵鼓山山麓，并与福州市三环快速路、机场高速公路相协调；东侧东海 70km，在鼓山之巔劣崱峰(又名绝顶峰、大顶峰)可远眺台湾海峡；地理坐标东经 119°21'~119°26'，北纬 26°01'~26°08'。

鼓山风景名胜区的总面积为 49.7187km²，整体呈近矩形分布形态，南北长约 9.2km，东西宽约 5.3km。景区内山川秀丽，峰奇石怪；溪涧纵横，水天一色；千年古刹，气势磅礴；摩崖石刻，百家争鸣；参天古树，浑然天成，引人入胜，常让游客流连忘返。登鼓岭，欣赏日出日落，当雨季来临时，更有“新雨初来翠岭间，雾卷衣裳疑似仙”的天象大观。

8.4.7.2 工程涉及情况

本项目 AK38+390~AK39+900 下穿鼓山风景名胜区三级保护区(发展控制区)1367m；下穿区间均为地下段，不设置施工盾构井、车站、区间风井等地面设施，因此本项目对鼓山风景名胜区影响主要体现在区间隧道施工期影响和运营期车辆运行影响。

8.4.7.3 施工期地表水环境影响

本项目下穿鼓山风景名胜区区间不涉及任何地表水系。根据建设单位工程核对情况，本项目下穿区间涉及鼓山补水隧洞。鼓山补水隧洞工程主要起到福州市区内河生态补水的功能。本项目施工过程若施工不当，对鼓山补水隧洞产生破损，可间接影响福州市内河补水情况，进而对福州市内河环境产生不利影响。同时水利部门要求，本项目与鼓山

补水隧道净距应大于 5m。

根据设计单位提供设计方案，本项目建设方案采用上跨方式通过鼓山补水隧洞，结构净距离约 5.095m，符合水利部门要求。同时通过合理施工安排，先进的施工工艺的情况下，施工过程中对鼓山补水隧洞基本无影响。

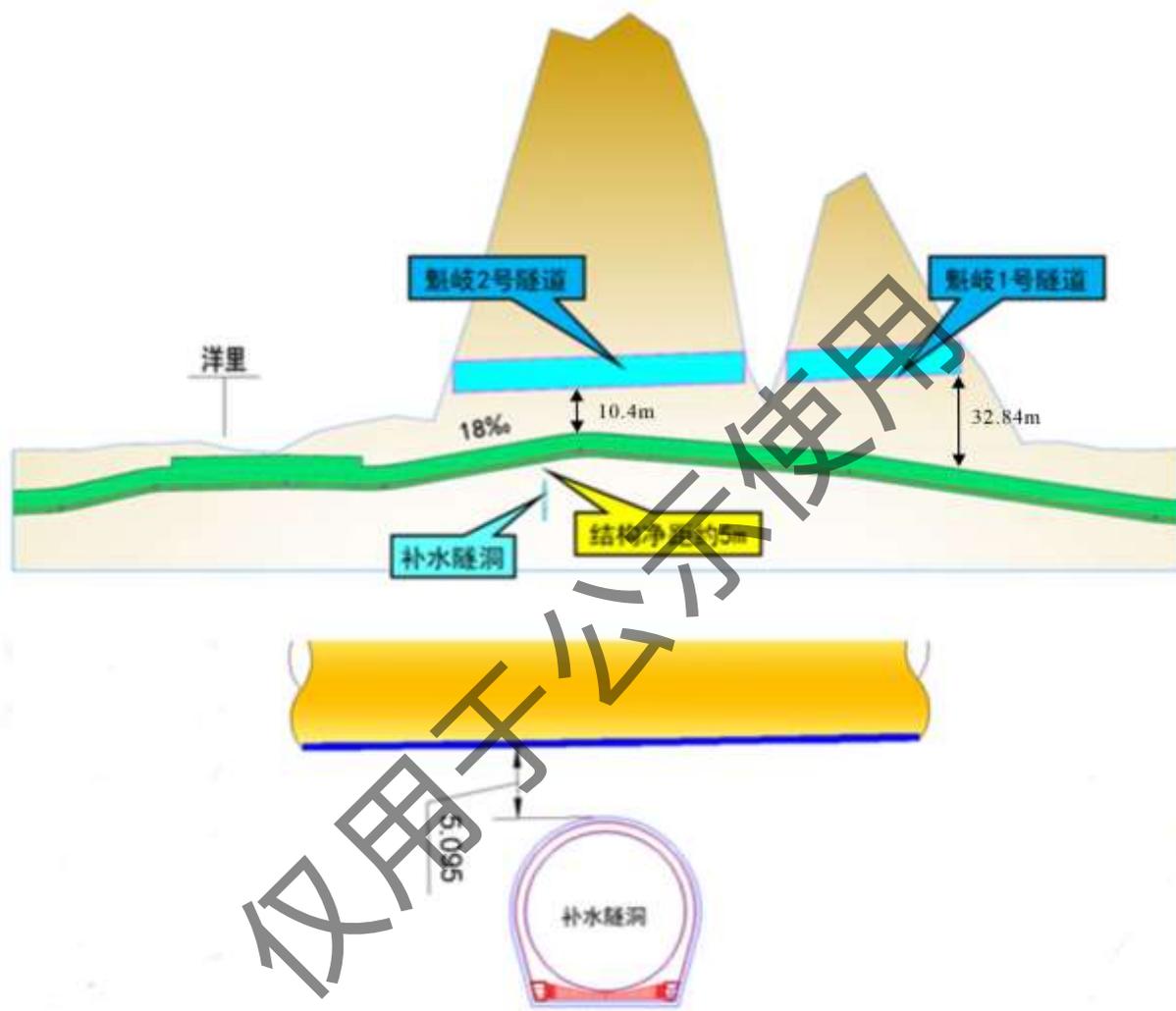


图 8.4-4 本工程与鼓山补水隧道位置关系

8.4.7.4 施工期地下水环境影响

本项目下穿鼓山风景名胜区区间部分线路与魁岐隧道并行，根据建设单位提供纵断面分布情况可知，并行区间与魁岐隧道结构纵向净距为 10.4m~32.84m，埋深 18m（山谷）~113m（山峰）。

根据本项目地质勘探报告，下穿区间地下水稳定水位高程为 7.39m~93.04m，主要补给来源为大气降水竖向入渗补给，地下水总的流向是从北至南流动，以缓慢渗流的形式向闽江和内河排泄。下穿区间地质以素填土、碎块状强风化花岗岩、中风化花岗岩、微

风化花岗岩为主，存在多处节理裂隙密集带，水文地质多主要为风化带孔隙裂隙水与基岩构造裂隙水，这两种构造富水性一般为弱~极弱，但局部节理裂隙密集带的富水性较好。

本项目下穿鼓山风景名胜区区间采用盾构法施工，施工前需要对盾构施工井基坑也需要进行疏干排水。在进行基坑疏干排水时将有一定量地下水排出含水层，地下水排出含水层对环境产生的扰动是地铁工程需要考虑的重要问题之一。下穿鼓山风景名胜区区间未设置盾构施工井，不存在施工井降水引起的地下水水位下降等问题。

盾构施工区间主要影响为隧道涌水，隧道涌水不仅增加开挖难度，增加了支护难度，而且一旦处置不当，有可能对水环境造成影响，为避免和减少隧洞涌水产生的危害，我国隧道工作者总结出“截、堵、排相结合”的综合治水原则。

截即在隧道以外将地表水和地下水疏导截流，使之不能进入隧道工程范围，堵就是采用衬砌混凝土为基本防水层，以其他防水材料为辅助防水层，阻隔地下水，使之不能进入隧道内的防水措施，必要时采用注浆堵水措施；堵水措施可以较好地保护地下水环境，排即人为设置排水系统，将隧道涌水排出隧道。

地下水影响最大的施工降水的时段仅限于车站和区间隧道基础施工时段，随着施工的进行，地下水受影响的程度逐渐减弱。施工期间落实施工期措施情况下，对地下水影响可接受。

8.4.7.5 施工期生态环境影响

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2011)的规定，本项目生态评价等级为三级。本评价收集鼓山风景名胜区总体规划基础资料汇编可知，鼓山风景名胜区位于福州东北部，在植被区划上属于中国东部湿润森林区，亚热带雨林植被带，闽江口鹫峰山南部潮暖亚热带雨林小区，地带性植被是亚热带季风常绿阔叶林。风景名胜区内以马尾松为主的暖性针叶林占主要优势，且多分布在山体的上部；次生性的季风常绿阔叶林仅分布在风景区喝水岩等一些沟壑、峡谷两侧陡峭山体之间，多呈狭带状或呈斑块状分布；以毛竹为主要建群种的竹林主要集中分布在临近村庄的缓坡处和水肥条件较好的沟谷之间。

本项目下穿鼓山风景名胜区区间评价范围内涉及的古树名木，树种包括樟树、古榕树、龙眼等，共计 37 株。根据现场勘查可知，均挂牌登记，长势良好。

根据设计单位提供工程材料可知，本项目下穿鼓山风景名胜区区间均为地下段，埋深为 18m（山谷）~113m（山峰）。下穿区间未设置车站、区间风井等地面设施，对地表植被不会产生直接破坏。由于埋深较深，同时根据地质分布情况，区间隧道地层以中风化花岗岩为主，植被根系较少，施工过程对地表植被根系影响较小。区间隧道地表植被水源补给主要来源于大气降水、岩层孔隙水，本项目施工过程中在落实地下水防治措施的情况下，对地下水影响较小，不会破坏地表植被的水源供给。

综上所述，本项目对鼓山风景名胜区生态环境影响可接受。

8.4.8 工程对福州市协和大学历史建筑群影响

8.4.8.1 福州市协和大学历史建筑群概况

福建协和大学历史建筑群位于闽江北岸、鼓山西南麓，与海峡国际会展中心隔江相望。建筑群东北部为温福铁路、三环快速路、104 国道等过境道路由鼓山隧道穿过，东有魁浦大桥互通，西有国货路互通、江滨大道高架，于区内通过。区内交通主要依托福马路、福马支路、江滨路。基地西北部为金融商业街，东南部为居住区。

保护区划：协和大学历史建筑群核心保护范围：西至福州海王福药制药公司厂区界、福马支路，东北、东南至围墙，面积 10.9hm²。协和大学历史建筑群建设控制地带：西北至福州海王福药制药公司、福州公路第四分局围墙，西南至闽江，东南至魁岐立交，面积 18.32hm²。

文物保护单位保护范围：建筑群体四周各外延 20 米。

文物保护单位建设控制地带：自建筑群保护范围边界向东延伸至鼓山隧道南入口端以及校舍东侧一重山，向西南延伸至闽江，向东南延伸至魁岐立交，向西北、北延伸至鼓山隧道北出口端一重山。

8.4.8.2 工程涉及情况

本项目 AK39+240~AK39+940 下穿福州市协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围，下穿 4 处文物保护单位保护范围，分别为 W03-原协和大学女生宿舍、W04-教师宿舍、W07-校长别墅、W13-教师宿舍 2。

8.4.8.3 施工期对建筑群影响

本项目施工期下穿福州市协和大学历史建筑群区间均为地下段，与建筑群埋深最小

为 27.48m，最深为 58.3m，所涉无地面设施建设，因此对地表建筑群不会产生直接影响。本项目施工过程采用盾构法施工，盾构法是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法。它是将盾构机械在地中推进，通过盾构外壳和管片支承四周围岩防止发生往隧道内的坍塌。同时在开挖面前方用切削装置进行土体开挖，通过出土机械运出洞外，靠千斤顶在后部加压顶进，并拼装预制混凝土管片，形成隧道结构的一种机械化施工方法。施工过程采用螺旋掘进的方式进行开挖，对沿线地表建筑影响可接受。

8.4.8.4 运营期对建筑群影响

项目运营后车辆运行对地表建筑群会产生一定振动影响。在设计阶段，对线路采取整体道床、无缝轨道、弹性扣具的措施，环评阶段对下穿福州市协和大学历史建筑群主体区间要求采取特殊减振措施。根据预测，本工程对建筑群最大影响预测结果为 0.219mm/s，引用文物保护单位评估论证报告，采取措施情况下，最大影响为 0.019mm/s，均满足《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T50452-2008），因此在落实相应措施的前提下，本项目运营期对福州市协和大学历史建筑群影响可接受。

8.4.9 工程对福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围文保单位的影响

8.4.9.1 工程涉及情况

本项目 AK47+880~AK49+570 位于下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围及建设控制范围，其中 AK48+470 处设置盾构施工井，AK49+272.42 设置船政文化城站，其余区间均为地下段。

8.4.9.2 施工期影响

本项目全线均采用盾构法施工，船政文化城站采用半盖挖顺作法施工。

盾构法是将盾构机械在地中推进，通过盾构外壳和管片支承四周围岩防止发生往隧道内的坍塌。同时在开挖面前方用切削装置进行土体开挖，通过出土机械运出洞外，靠千斤顶在后部加压顶进，并拼装预制混凝土管片，形成隧道结构的一种机械化施工方法。施工过程采用螺旋掘进的方式进行开挖，对沿线地表建筑影响可接受。

盾构井位于现有港口路上，不涉及周边文物保护单位保护范围，地表植被为行道树，采用明挖法施工，待施工期结束后恢复现状，对周边生态环境影响较小。

船政文化城站位于港口路上，昭忠祠旁，车站采用地下三层岛式车站，地表建筑为车站出入口、风亭及冷却塔，主要涉及地表植被为行道树及城市绿化带。待施工结束后，对出入口、风亭及冷却塔周边进行绿化，恢复城市生态，同时地表设施设计应符合下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围内的建筑风格，保证与下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护规划相协调。在落实措施及生态恢复的情况下，船政文化城站生态影响较小。

8.4.9.3 运营期对马尾风貌区影响

项目运营后车辆运行对地表建筑群会产生一定振动影响。在设计阶段，对线路采取整体道床、无缝轨道、弹性扣具的措施，环评阶段对涉及下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔规划范围内文物保护单位区间要求采取特殊减振措施。根据预测并结合文物保护单位评估论证报告，在考虑特殊减振措施后，运营期对下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围内文保单位影响可满足《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T50452-2008）。因此在落实相应措施的前提下，本项目运营期对下穿福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围内文物保护单位影响可接受。

8.4.10 工程生态环境污染防治措施

本项目对沿线生态环境影响主要体现在施工期对地表植被破坏、水土保持、生态敏感区的施工影响，运营期对文物保护单位的振动影响及地面设施的景观协调影响。针对施工期及运营期影响，本评价提出以下措施要求：

- (1) 在保证施工进度的前提下，合理安排施工时间；
- (2) 施工单位应根据《福州市城市绿地管理办法》要求，施工需占用绿地以及砍伐、移植树木，必须报请园林部门同意。施工场地应尽可能采用临时绿化措施，施工完毕后应尽快清理场地、同时恢复地表植被绿化；
- (3) 禁止在风景名胜区范围内设置施工场地，施工过程严格按照水土保持方案提出的措施进行防治，防止因水体流失影响地表水环境及地表生态环境；
- (4) 建设单位和设计单位应重视沿线的文物保护工作，施工过程中，如发现文物，应立即停止施工，保护现场，交由文化行政管理部门处置。尤其涉及福州市协和大学历

史建筑群及福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围，应事先做好地勘工作；

(5) 涉及福州市协和大学历史建筑群及福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围应尽可能优化施工工艺，减少施工过程对文物保护单位的影响。同时做好施工监理工作，加强文保区域的地表沉降观测，当出现异常沉降情况时，应立即停止施工，并采取有效补救措施，确保沿线地表建筑物的安全。

(6) 加强对沿线文保单位的监测和巡查，必要时可采取自动化实时监测；

(7) 工过程中应加强环境监理，一旦发现工程建设对文物保护建筑产生不利影响，应立即停止施工，向福州市文物行政主管部门汇报有关情况，并配合文物行政主管部门采取措施对文物建筑进行保护和恢复

(8) 设计阶段对线路结构进行优化，涉及文物保护单位区间，需采取整体道床、无缝轨道、减少曲面半径、使用最佳特殊减振措施等方式，减缓运营期振动对文物保护单位的影响。

8.4.11 小结

(1) 工程线路以隧道形式下穿福州市协和大学历史建筑群、福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围，评价范围涉及 25 处定级文物，1 处非定级文物；洋里站~魁岐站区间影响范围共涉及 37 株名木古树，马江渡站~船政文化城站区间评价范围内古树名木 6 棵，本工程沿线洋里站~魁岐站（AK38+390~AK39+900）下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区），穿越长度约 1367m。其他区域不涉及其它自然保护区、风景名胜区等生态敏感区。

(2) 本项目全线采用地下线形式，在采取相应环保措施的情况下，工程建设不会对地面植被造成直接影响，同时本项目线路不涉及鼓山国家风景名胜区生态控制区（一级），工程范围无国家级保护动植物，因此在采取相应环保措施的基础上，对鼓山国家级风景名胜影响接受。

(3) 本项目在落实环保措施的基础上，不会对建协和大学历史建筑群及福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围内的地面历史文化风貌和景观产生影响，工程建设及运营对文物保护单位影响可接受。

(4) 本工程建成运营后,将提高沿线地区各功能斑块景观的通达性,使沿线功能斑块之间各种生态流输入、输出运行通畅,保证了城市的高效运转,提高了城市景观生态体系的稳定性,确保了城市的健康发展。

(5) 工程在节约土地资源和能源方面与地面交通形式相比优势明显,且有利于福州市土地资源的整合与改造,可缓解区域土地利用紧张状况,符合生态建设要求。

综上所述,在措施环保措施的基础上,生态环境影响可接受。

8.5 针对洋里站~魁岐站区间不同路由方案的环境影响比选分析

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程洋里站~魁岐站区间由洋里站向马尾快安方向敷设,该段线路建设规划为沿福马路向南敷设,沿鼓山发站控制去范围边缘及闽江南岸向魁岐路延伸,工程设计阶段经过综合比选考虑后,沿线由原沿闽江南岸敷设向鼓山风景名胜区方向调整优化。本章节从环境保护的角度对建设规划方案和工程推荐方案进行比选,比选结果见以下分析。

8.5.1 施工期影响分析

8.5.1.1 水环境

施工期水环境影响方面的比选情况详见表 8.5-1。

表 8.5-1 建设规划方案与工程推荐方案水环境影响比选结果表

项目	建设规划方案	工程推荐方案
水环境影响分析	<p>1、建设规划方案沿线与鼓山补水隧洞间距仅为 2m,采用盾构法施工,施工工艺成熟稳定,但穿越区间地质为淤泥、粘土等软基地质,地质不稳定。施工过程中对鼓山补水隧洞结构安全存在一定风险,易引发结构裂缝渗水风险,造成鼓山补水隧洞破损。若鼓山补水隧洞产生破损,一方面会影响福州市内河的水源补给,对福州市内河水环境造成一定影响,同时隧洞破损后,引流的闽江水会涌入本项目施工隧洞中,造成施工安全隐患的同时还会造成大量的施工废水,对就近地表水系造成影响。</p> <p>2、建设规划方案穿越区间地质为淤泥、粘土等软基地质,根据 2018 年的地勘报告可知,该区间淤泥含水量约为 63.7%~80.4%,其含水量较大。施</p>	<p>工程推荐方案采用上跨形式跨越鼓山补水隧洞,与其间距约 5m,大于建设规划方案,同样采用盾构法施工,施工工艺成熟稳定,同时穿越区间地质为微风化花岗岩,根据 2021 年地勘报告可知,其地质岩层有良好的透水性,因此含水量较少,单轴极限抗压强度约 118.27MPa,其地质稳定,因此在采取同样施工工艺,且合理安排施工方案的前提下,其对鼓山补水隧洞的风险可控。同时根据 2021 年地勘报告可知,由于花岗岩的特性,该区</p>

	工过程采用盾构法施工，掘进过程产生的淤泥需初步泥水分离后连同土渣处理。处理过程会产生大量施工废水，若处理不当，此部分废水对周边地表水系会产生一定影响。	间地下水主要来源于孔隙水，含水量较小，因此掘进过程产生的施工废水量较少，较易处理，处理后对外环境影响可接受。
小结	建设规划方案施工期对鼓山补水隧洞存在施工风险，可能会对福州市内河水环境造成影响，同时施工过程中会产生大量施工废水，若处理不当会对周边地表水系产生一定影响。施工期可通过加强施工支护，强化施工管理等措施减少对地表水环境的影响，但其稳定性及经济可行性较差。	工程推荐方案施工期对鼓山补水隧洞存在一定影响，但其间距增加至 5m，且区间地质稳定，抗压强度大，在加强施工支护，强化施工管理等措施情况下，对地表水影响可接受。

综上所述，建设规划方案施工过程易产生大量施工废水，且对鼓山补水隧洞造成破坏风险较工程推荐方案更大，若处理不当对福州市内河水环境会产生一定影响。虽然在加强措施的情况下，建设规划方案可将地表水的影响控制在可接受范围，但从经济可行、环境风险可控及措施稳定可行的角度考虑，工程推荐方案从源头减轻了施工期对地表水环境的影响，措施更易于实施且更稳定，因此从环境影响角度分析，工程推荐方案环境影响较建设规划方案更小。

8.5.1.2 大气环境

施工期大气环境影响方面的比选情况详见表 8.5-2。

表 8.5-2 建设规划方案与工程推荐方案大气环境影响比选结果表

项目	建设规划方案	工程推荐方案
大气环境影响分析	建设规划方案沿线在 AK39+180 设置区间风井，其边界距离鼓山风景名胜区边界约 2m。由于区间风井属于地表建筑，施工过程中会产生一定扬尘，会对鼓山风景名胜区造成一定影响。施工期可通过加强降尘，设置围挡的形式进一步降低施工扬尘的影响。	工程推荐方案在 AK40+040 设置区间风井，位于魁岐互通下方，距离鼓山风景名胜区边界约 160m，其周边无其他敏感点。扬尘颗粒粒径较大，参考市政项目施工情况分析，在下风向 150m 范围外，其扬尘基本无影响。同时施工期可通过加强降尘，设置围挡的形式进一步降低施工扬尘的影响。
小结	建设规划方案区间风井距离风景名胜区较近，施工过程的施工扬尘对其会产生一定影响，在采取措施后影响可接受。	工程推荐方案区间风井距离风景名胜区较远，施工过程产生施工扬尘对其影响较小，在进一步采取措施后影响可接受。

综上所述，建设规划方案距离风景名胜区范围较近，而工程推荐方案距离风景名胜区范围较远，且周边无其他敏感点。在施工过程中，建设规划方案对鼓山风景名胜区影响更大。

8.5.1.3 固体废物

施工期固体废物影响方面的比选情况详见表 8.5-3。

表 8.5-3 建设规划方案与工程推荐方案固体废物影响比选结果表

项目	建设规划方案	工程推荐方案
固体废物影响分析	建设规划方案施工期产生固体废物主要来源于施工过程掘进产生的渣土和区间风井施工场地产生的施工固废。根据穿越地质情况分析，掘进产生的渣土主要以淤泥为主，含水率约 63.7%~80.4%，经泥水降低含水率后委托渣土公司统一处理；施工场地固体废物委托固废公司统一处理。再采取合理措施的情况下，对外环境影响可接受。	工程推荐方案产生的渣土主要来源于施工过程掘进产生的渣土和区间风井施工场地产生的施工固废。根据穿越地质情况分析，掘进产生渣土以花岗岩为主，其质地较硬，含水率低，收集后可直接委托渣土公司统一处理；施工场地固体废物委托固废公司统一处理。再采取合理措施的情况下，对外环境影响可接受。

综上所述，建设规划方案及工程推荐方案施工过程产生的渣土有所区别，在采取一定措施后，均能妥善处置，对外环境影响均可接受。

8.5.1.4 生态环境

施工期生态环境影响方面的比选情况详见表 8.5-4。

表 8.5-4 建设规划方案与工程推荐方案生态环境影响比选结果表

项目	建设规划方案	工程推荐方案
生态环境影响分析	<p>1、建设规划方案采用盾构法施工，其穿越地质主要以淤泥为主，其含水率为 63.7%~80.4%。施工掘进后，会带走大量淤泥，造成该区间地下水含量降低，对地表植被的根茎补给会产生一定影响；</p> <p>2、建设规划方案长距离与福马铁路并行，施工过程对福马铁路运行会产生一定影响；</p> <p>3、建设规划方案区间风井距离福马铁路及鼓山风景名胜区较近，施工过程对福马铁路铁轨会产生一定影响，对鼓山风景名胜区地表植被会产生一定破坏。</p> <p>4、建设规划方案穿越地质条件为上部淤泥，下部多层承压水含水层，含水率为 63.7%~80.4%，含水率较大且该段建设规划线路距离闽江最近，与闽江水具有较高的水力联系，盾构施工易产生失水，引发地面沉降，严重情况下易引发地面塌陷，对地面浅基协和建筑群产生极大的影响。同时福建协和大学历史建筑群为近现代建筑，采用砖木</p>	<p>1、工程推荐方案穿越区间以微风化花岗岩为主，其地下水以孔隙水为主，含水量较少，地表植被水源补给主要来源于降雨，因此施工期不会对地表植被水源补给产生影响；同时工程推荐方案穿越鼓山风景名胜区间无车站、区间风井等地表建筑，全线采用盾构法地下掘进施工，不会对地表植被造成直接破坏。</p> <p>2、工程推荐方案穿越地质条件为微风化花岗岩，含水量较少，单轴极限抗压强度约 118.27MPa，其稳定性较好，在采取成熟工艺，合理安排施工的情况下，造成地面沉降程度较小，对福建协和大学历史建筑群影响较小。结合文物评估报告，其沉降值均满足城市轨道交通施工相关要求。同时施工单位采取</p>

	结构,建设年限约为80~90年,建筑结构不稳定,当地面沉降幅度较大时造成地基不稳定时,可能会产生坍塌风险。	如建筑物加固、文物保护单位实时监控等措施,进一步降低施工过程对其影响。
小结	1、建设规划方案施工期对地表植被补给水、福马铁路会产生一定影响。在采取合理施工方案,加强施工管理等措施的情况下对生态环境影响可接受。 2、沿线穿越地质情况不稳定,存在地面沉降幅度较大,引发协和大学历史建筑群坍塌风险。	1、工程推荐方案不会对地表植被水源补给产生影响,同时区间风井远离鼓山风景名胜区及福马铁路,对其无影响。 2、沿线穿越地质稳定,结合文物评估报告分析结论,其对建筑群影响较小。在施工期进一步采取措施后,对历史建筑群影响可接受。

综上所述,工程推荐方案在生态环境影响角度,对生态影响较建设规划方案影响更小。从地质环境考虑,建设规划方案存在引发历史建筑群地基不稳定的风险,其影响不可控,工程推荐方案从源头减轻了施工掘进过程对历史建筑群地基的影响,同时结合地质情况,施工影响可控,在采取措施的情况下对历史建筑群影响可接受。

8.5.2 运营期影响分析

8.5.2.1 生态环境

运营期生态环境影响方面的比选情况详见表 8.5-5。

表 8.5-5 建设规划方案与工程推荐方案生态环境影响比选结果表

项目	建设规划方案	工程推荐方案
生态环境影响分析	建设规划方案区间风井距离鼓山风景名胜区较近,其运营期风井噪声对鼓山风景名胜区地表野生动物会产生一定影响	工程推荐方案区间风井距离鼓山风景名胜区较远,且位于魁岐互通下方,其运营期风井噪声对外环境影响较小

根据上表可知,从运营期生态环境影响角度分析,工程推荐方案对生态环境影响更小。

8.5.2.2 大气环境

运营期大气环境影响方面的比选情况详见表 8.5-6。

表 8.5-6 建设规划方案与工程推荐方案大气环境影响比选结果表

项目	建设规划方案	工程推荐方案
大气环境影响	建设规划方案区间风井距离鼓山风景名胜区较近,其运营过程区间风井会产生一定恶臭废气,对鼓山风景名胜区会产	工程推荐方案区间风井距离鼓山风景名胜区较远,运营期风井恶臭废气经空气稀释后对鼓山风景名胜区影响较小

分析	生一定影响
----	-------

根据上表可知，从运营期大气环境影响角度分析，工程推荐方案对生态环境影响更小。

8.5.2.3 振动环境

运营期振动环境影响方面的比选情况详见表 8.5-7。

表 8.5-7 建设规划方案与工程推荐方案振动环境影响比选结果表

项目	建设规划方案	工程推荐方案
振动环境影响分析	YAK39+160~YAK39+870 穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围，穿越长度约 710m（其中保护范围 34m，建设控制范围 676m）。距离保护范围最近水平距离约为 4m，垂向距离约 17.5m，车辆运营对福建协和大学历史建筑群本体产生一定影响。根据《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023 年）环境影响报告书》，建设规划方案运营期对最近文物保护单位水平振动速度超过《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T 50452-2008）中关于省级文物保护单位的容许振动速度限值，在采取特殊减振措施后达标排放，振动影响可接受。	AK39+240~AK39+940 穿越福建协和大学历史建筑群保护范围及建设控制范围，穿越长度约 700m（其中保护范围 550m，建设控制范围 150m），距离保护范围最近水平距离 0m，垂向距离 27.48m。车辆运营对福建协和大学历史建筑群本体产生一定影响。根据预测，在采取特殊减振措施的情况下，运营期对沿线涉及文物保护单位的水平振动速度均能达到《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T 50452-2008）中关于省级文物保护单位的容许振动速度限值，振动影响可接受。
小结	运营期在采取特殊减振措施的情况下对历史建筑群振动影响可接受	运营期在采取特殊减振措施的情况下对历史建筑群振动影响可接受

综上所述，在采取特殊减振措施的情况下，工程推荐方案对福建协和大学历史建筑群的影响可以与工程推荐方案对历史建筑群影响保持同一水平。

8.5.3 小结

综上所述，从环境影响角度分析，虽然工程推荐方案涉及鼓山风景名胜区范围增加，但风景名胜区范围内无车站、中间风井等地面设施，同时洋里至魁岐段区间线路采用盾构法施工，工程推荐方案穿越地质岩层均为微风化花岗岩，地质稳定性较好，在采取合理的施工方案和良好的施工措施情况下对洋里至魁岐段区间段涉及的风名胜区等敏感目标的影响优于建设规划方案。工程推荐方案涉及福建协和大学历史建筑群保护范围相较于建设规划方案有所增加，但其涉及穿越区间的地质稳定性较好，采取合理的施工

方案和良好的施工措施情况下，出现地面沉降的概率和影响范围均较小，对地表建筑物影响较小，反观建设规划方案存在施工后地质不稳定造成地面沉降概率较大，进而可能造成地表建筑基础破坏的风险。因此从对地表建筑物影响角度分析，工程推荐方案优于建设规划方案。运营期在采取特殊减振措施后，建设规划方案及靠山方案对文物保护单位等敏感目标的影响均能接受。

因此，综合以上分析内容，工程推荐方案从工程施工安全角度及环境影响角度分析，均优于建设规划方案。

8.6 电磁环境影响评价

8.6.1 预测内容与方法

项目新建魁岐主变电站为 110kV 交流户内式变电站，站界外 30m 内有两处敏感点，北侧东方名城·尚郡 9#楼距离主变电厂界 8m（距离主变电楼体约 32m），东方名城·尚郡 13#楼，距离主变电厂界 4m（距离主变电楼体约 23m）。主要预测内容主变电站站界的工频电磁环境。本评价采用类比测量分析，引用福州市轨道交通 2 号线董屿 110kV 主变电站相关数据。

福州市轨道交通 2 号线董屿 110kV 主变电站主变压器容量为 $2 \times 31.5\text{MVA}$ ，与本工程拟建 110kV 主变电站相同。引入城市电网的两路相互独立的 110kV 电源，经二台主变压器降为 35kV 送牵引变电所。牵引供电网络采用直流 1500V 架空接触网，利用走行轨回流。因此，可采用福州市轨道交通 2 号线董屿主变电站电磁辐射测量值作为类比源强。

(1) 类比测点位置

测点选在福州市轨道交通 2 号线董屿主变电站。

(2) 类比监测内容、方法与使用仪表

工频电场：使用国产工频电场仪 H-3A 测量背景工频电场垂直分量。

工频磁场：使用美国 keytek 公司产高斯计测量背景工频磁场垂直分量和水平分量。

(3) 类比监测结果与分析

监测结果见表 8.6-1。

表 8.6-1 主变电站工频电场和磁场类比监测数据

序号	测点位置	工频电场垂直分量	工频磁场垂直分量	工频磁场水平分量	是否达标
1	南侧距机房 10m	1V/m	0.75 μ T	0.78 μ T	达标
2	东侧距机房 3m	1V/m	0.03 μ T	0.04 μ T	达标
3	北侧距机房 3m	1V/m	0.04 μ T	0.04 μ T	达标

由上表数据说明，主变电站周围工频、电磁场测量值较低。原因是主变电站 110kv 和 35KV 采用地埋高压电缆进出。南侧距机房 10m 测点磁场偏大，因测点下面为地埋高压电缆通道。

同时收集福州市轨道交通 2 号线茶亭主变验收监测结果。监测结果如下：

表 8.6-2 福州轨道交通 2 号线茶亭主变验收结果

主变电名称	点位描述	工频电场强度（单位：V/m）	工频磁感应强度（单位： μ T）
茶亭主变	西侧围墙外 5m	7.37	0.1270
	水利宿舍围墙内	7.57	0.0150
	北侧围墙外 5m	4.06	0.0039
	东侧围墙外 2m	4.06	0.0040
	南侧围墙外 5m	4.80	0.0063
	围墙西南角外 5m	4.88	0.0066
	西南角南 10m	5.16	0.0080

8.6.2 预测结果及评价

根据《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中推荐的评价标准，工频电场限值为 4000V/m，工频磁场限值为 100 μ T。根据类比监测表明，距主变电站围墙外工频电、磁场远低于标准推荐限值，还不到限值的 1%，满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）的规定，对敏感点影响可接受。

8.7 风险评价

8.7.1 评价依据

8.7.1.1 风险调查

本项目产生危险废物主要有变电站废油、废机油，其主要暂存于变电站内，危险物质识别结果见表 8.7-1。

表 8.7-1 危险物质临界量比值一览表

环境风险物质	CAS 号	最大存在总量 qn (t)	临界量 Qn (t)	临界依据	该危险物质 Q 值
变电站废油	/	0.1	2500	HJ169-2018	0.00004
主变电机油	/	42	2500	HJ169-2018	0.0168

注：变电站废油临界量参考 HJ169-2018 附录 B

8.7.1.2 风险潜势初判

由上表可知，Q 为 0.01684，小于 1，因此，本项目环境风险潜势为 I。

8.7.1.3 评价等级

根据 HJ169-2018 表 1 评价工作等级划分，本项目环境风险潜势为 1，因此，评价工作等级为简单分析。

8.7.1.4 环境敏感目标概况

根据调查，变电所周边敏感目标主要为东方名城·尚郡 9#楼及 13#楼。

8.7.2 环境敏风险识别

本项目存在风险物质变电站废油，暂存于变电所内，其可能的影响环境情况如下：

表 8.7-2 风险物质可能出现风险类型及扩散途径

危险单元	风险因素	风险类型	可能扩散途径
危废暂存间	贮存设备破裂，导致液体危险废物泄漏、固体危险废物遗撒，发生火灾导致二次污染	泄露	地下水、土壤、大气、雨水管道

8.7.3 环境风险分析

废油泄漏产生的环境危害如下：

(1) 大气污染

变电站废油物质泄漏后挥发，导致下风向出现危险物质，危害下风向居民。另当发生火灾时，废油燃烧产生 SO₂、CO 等污染物，污染环境。

(2) 土壤污染

当发生变电站废油、废机油泄漏时，物质进入土壤，污染周边土壤环境，造成土壤中危险物质富集。

(3) 地下水污染

当变电站废油、废机油发生泄漏时，泄漏至地面后，下渗至土壤中最终迁移至地下水中，污染地下水水质。

(4) 地表水污染

当变电站废油、废机油泄漏后，可能通过贮存场所周边的雨水管网流入周边水体，污染周边水体环境。

8.7.4 环境风险防范措施及应急要求

8.7.4.1 环境风险防范措施

本评价结合《火力发电厂与变电站设计防火规范》(GB 50229-2019)主变电所提出风险防范措施。具体措施情况如下：

- (1) 主变电站设备楼内配置烟感警报设施；
- (2) 主变电机组地面设置围堰；
- (3) 危废暂存建设置清楚的警告标识，地面按照防渗要求进行防渗处理，并配备消防沙袋等应急物质；
- (4) 为降低液体风险物质泄漏造成的影响，建设单位需要准备应急沙袋、个人防护用品等，设置排风系统等，降低风险。液体风险物质发生泄漏时，第一时间使用沙土覆盖，事故后将沙土交由资质单位处理；固体风险物质发生遗撒时，应及时收集，并交给有资质的单位回收处理；
- (5) 设置事故油池，作为风险物质泄露时暂时贮存使用。

8.7.4.2 事故油池设置要求

根据主变电站平面布置情况，拟在主变选址西北角设置一处应急事故池。

本项目为110kV主变电站，可不设置室内消防栓及喷雾水枪。根据咨询主变电设计单位，本项目主变电不设置室内消防栓和自动喷雾系统，采用干粉灭火器，因此本评价考虑发生火灾时无消防废水产生，因此应急事故池主要考虑事故情况下，产生的泄露油。

结合《火力发电厂与变电站设计防火规范》(GB 50229—2019)，事故油池应满足最大一台变压器油量；根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ69-2018)要求，建设项目应设置事故废水收集(尽可能以非动力自流方式)和应急储存设施，以满足事故状态下收集泄漏物料、污染消防水和污染雨水的需要。因此综合本项目特点，本项目事故

油池应满足主变电站内所有油量。

根据设计单位提供材料，本项目主变电采用一备一用制。单台变压器油量为 21t，主变电总变压器油量为 42t，因此本项目变电站事故油池有效容积应设置 50m³。

同时建设单位也应成立事故应急小组，以应对各项事故发生后及时采取有效的相应措施。

8.7.5 结论

针对突发性环境事故，建设单位采取了切实有效的风险防范措施，能够有效的防止突发环境事故发生。因此，本项目环境风险是可控的。

表 8.7-3 环境风险评价自查表

建设项目名称	福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程			
建设地点	福建省	福州市	晋安区、马尾区	()县 ()园区
地理位置	经度	119.366165°	纬度	26.049765°
主要危险物质及分布	变电站废油，暂存于危废暂存场所			
环境影响途经及危害后果	<p>大气：废油、泄漏后挥发，导致下风向出现危险物质，危害下风向居民。另当发生火灾时，废油燃烧产生 SO₂，CO 等污染物，污染环境。</p> <p>土壤：当发生废油泄漏时，物质进入土壤，污染周边土壤环境，造成土壤中危险物质富集。</p> <p>地下水：当废油发生泄漏时，泄漏至地面后，下渗至土壤中最终迁移至地下水中，污染地下水水质。</p> <p>地表水：当废油泄漏后，可能通过贮存场所周边的雨水管网流入周边水体，污染周边水体环境。</p>			
风险防范措施要求	<p>本项目危废暂存间应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）建设。危废暂存库设置清楚的警告标识，地面按照防渗要求进行防渗处理，并配备消防沙袋等应急物质。为降低液体风险物质泄漏造成的影响，建设单位需要准备应急沙袋、个人防护用品等，同时存放区域设置围堰，设置排风系统等，降低风险。液体风险物质发生泄漏时，第一时间使用沙土覆盖，事故后将沙土交由有资质单位处理；固体风险物质发生遗撒时，应及时收集，并交给有资质的单位回收处理。项目西北侧设置有一个 50m³ 应急事故池用于事故废水收集。建设单位应成立事故应急小组，以应对各项事故发生后及时采取有效的相应措施。</p>			

9 环保工程措施与可行性论证

9.1 施工准备阶段环保措施

在施工前，应充分做好各种准备工作，对沿线涉及的道路、供电、通信、给排水及其它有关地下管线进行详细调查，并协同有关部门确定拆迁、改移方案，做好各项应急准备工作，确保社会生活的正常状态。征地拆迁时，必须及时足额发放各类补偿费和补助费，及时运走建筑垃圾，并做好堆放时的覆盖工作，严防扬尘、污水等对造成周围环境的影响。

9.2 施工期环保措施

9.2.1 施工期噪声污染防治措施

本项目施工过程中，需采取有效措施，使工程施工噪声满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

（1）施工期间，必须接受城管部门的监督检查，按照《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的要求采取有效减振降噪措施，不得扰民；需要夜间施工的需办理《夜间施工许可证》；

（2）施工场地内主要分为生活区、办公区、施工作业区。建议对施工场地平面布置进行合理安排，将生活区及办公区安排在考虑居民的一侧，施工作业区远离居民；

（3）针对魁岐站涉及的福州市船政幼儿园、福州市魁岐小学，船政文化城站涉及的罗星街道社区卫生服务中心，施工过程应尽量远离以上敏感点作业。若出现不得不作业情况，应合理安排施工时间可尽量避开上课时间作业；

（4）噪声较大的机械如发电机、空压机等安装减振基座并加设临时隔声罩，并尽可能远离居民区、学校等声环境敏感点，并采取定期保养，严格操作规程。

（5）高噪声工程机械设备限制使用时间，尽量在 8:00~12:00，14:00~18:00 期间使用，若因特殊原因需连续施工的，必须事前经环保主管部门批准。

（6）运输车辆进出施工场地应控制车速、严禁运输车辆鸣笛、禁止超载、装卸材料

应轻拿轻放；

(7) 全线采用商品混凝土，施工场地不设置混凝土搅拌站；

(8) 优化施工方案，合理安排工期，将建筑施工环境噪声危害降到最低程度，在施工工程招投标时，将降低环境噪声污染的措施列为施工组织设计内容，并在签订的合同中予以明确。

(9) 根据国家环保总局 1998 年 4 月 26 日发布的《关于在高考期间加强环境噪声污染监督管理的通知》，在高考、中考期间和高考、中考前半个月内，除按国家有关环境噪声标准对各类环境噪声源进行严格控制外，还禁止进行产生噪声超标和扰民的建筑施工作业。

(10) 设置信访制度。施工期，建设单位、施工单位、设计单位、街道办可联合成立专门的领导小组。设立 24 小时值守热线，并设置专门的联络员，做好施工宣传工作，加强与沿线居民的沟通，根据居民意见及时改进管理措施，以保证沿线居民的生活质量。

(11) 应采用低噪声机械设备和工艺，魁岐站、葆祯站、儒江站、下德站、马江渡站、船政文化城站、罗星塔站禁止使用高噪声设备，在破损、挖掘硬质路面时，使用 JZFC 覆盖法施工，各类路面破损装置置于移动作业室内操作，路面破损动力机械采用降噪措施。

(12) 除区间风井、青洲站外，其余车站均应设置临时的 3~4m 高隔声围墙或吸声屏障，减轻噪声影响。

9.2.2 施工期振动环境影响防护措施

(1) 科学合理的施工现场布局是减少施工振动的重要途径，在满足施工作业的前提下，应充分考虑施工场地布置与周边环境的相对位置关系，特别在车站附近或明挖段施工时，应进行施工围挡，施工围挡内的固定振动源，如加工车间、料场等相对集中，以缩小振动干扰的范围，在既有交通路段施工，施工围挡范围要考虑交通导流，保障通车。如施工期较长，可采用一些应急的减振措施，并充分利用地形、地物等自然条件，减少振动的传播对周围敏感点的影响；施工车辆，特别是重型运输车辆的运行途径，应尽量避免振动敏感区域。

(2) 在保证施工进度的前提下，优化施工方案，合理安排作业时间，做到文明施

工。

(3) 加强控制强振动施工机械的使用，尽量选用低振动设备。

(4) 加强施工期振动监控，进行施工期振动进行跟踪监测，按监测结果及时调整防振措施，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固措施等。对于联络通道所在区段，应加强对其进行爆破施工振动监控，及时反馈监控信息，同时制定施工应急预案，做到信息化施工，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固等预防措施。

(5) 施工单位和环保部门应做好宣传工作，加强施工单位的环境管理意识，根据国家 and 地方有关法律、法令、条例、规定，施工单位应积极主动接受环保部门监督管理和检查。在工程施工和监理中设专人负责，确保施工振动控制措施的实施。

9.2.3 施工期大气环境影响防治措施

(1) 施工场地在开始施工前，根据围挡计划对场地周边采取围挡措施，其围挡高度均高于 2m，减小施工场地扬尘的扩散。

(2) 对施工场地采取硬化处理，并安排专人对施工场地进行清扫，保持场地的清洁。施工场地内应定时洒水，配备专用洒水车，防止粉尘扬起；在开挖和回填土方时，若表层土较干燥应先洒水在进行作业。

(3) 对易产生扬尘建筑材料实施覆盖遮挡措施，及时清运开挖的土方，从源头控制施工扬尘。对临时堆土实施覆盖措施，防止扬尘的产生。

(4) 施工场地出入口修建洗车槽对外出施工车辆进行冲洗，防治车辆运输过程中造成二次污染。

(5) 围挡措施上方安装喷雾降尘设备，控制施工区扬尘，根据施工区情况，需配置风送式喷雾机，对易产生扬尘部位实施喷雾降尘，能有效的减少扬尘污染。

(6) 在施工过程中，严禁将废弃的建筑材料作为燃料，严禁焚烧垃圾。

(7) 运输车辆和各类燃油施工机械应优先使用含硫量低于 0.02% 的低硫汽油或含硫量低于 0.035% 的低硫柴油，机动车辆排放的尾气应满足标准要求。

(8) 工程位于城市建成区，对混凝土浇筑量超过 10m³ 的工程，应当使用商品混凝土。若因商品混凝土生产企业的生产能力不足或运输困难等其它原因，需在现场搅拌混凝土的，应由建设单位提出书面申请，报请市商品混凝土管理办公室审核批准。

9.2.4 施工期地表水环境影响防治措施

根据对在福州地铁施工期水环境类比调查表明，虽然施工期间会产生一定量的废水，但只要施工单位从以下几方面采取处理措施并加强管理，施工期间产生的水环境影响就能得到有效控制。

(1) 严禁施工废水乱排、乱放。并根据福州市的降雨特征和工地实际情况，设置好排水设施，制定雨季具体排水方案，避免雨季排水不畅，防止污染道路、堵塞下水道等事故发生。

(2) 在工程施工场地内需构筑沉淀池，施工废水优先经沉沙、除渣和隔油等处理后回用于车辆清洗和场内洒水，多余废水经处理后排放城市下水道，执行《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的三级标准。

(3) 施工人员临时驻地主要依托周围已有生活设施，如无条件可采用移动式厕所或设置预处理池，生活污水经预处理池处理后排入城市市政管网，避免由于乱排生活污水污染地下水水质。

(4) 施工现场设置专用油漆油料库，库房地面墙面做防渗漏处理，储存、使用、保管专人负责，防止跑、冒、滴、漏污染土壤和水体；对施工过程中使用的有毒、有害、危险化学品要妥善保管，避免泄露污染土壤和水体。

(5) 综合利用施工降水排除的地下水，可用于施工场地绿化、洗车、洒水等。

9.2.5 施工期地下水环境影响防治措施

(1) 在基坑开挖和隧道掘进中保证施工机械的清洁，并严格文明、规范施工，避免油脂、油污等跑冒滴漏进而污染地下水。做好施工、建筑、装修材料的存放、使用管理，避免受到雨水冲刷而进入地下水环境。由于施工排水量较大，在条件具备时，可以考虑将抽排的地下水回灌地下，但不得污染地下水水质。

(2) 施工期产生的生活垃圾应集中管理，统一处置，以免废液渗入地下污染水质。

(3) 施工期间做好临时废水水收集防渗处理，车辆冲洗废水、机械设备冷却废水等废水收集设施均采取混凝土结构。

(4) 施工期间准确掌握场区地下水动态变化，及时调整排降水方案。在降排水施工的同时，对基坑周围的降排水影响半径进行实时监测，以期在降排水过程中随时测定其

对矿泉水矿的影响，以便采取保护措施。

(5) 在基坑开挖和隧道掘进中保证施工机械的清洁，并严格文明、规范施工，避免油脂、油污等跑冒滴漏进而污染地下水。做好施工、建筑、装修材料的存放、使用管理，避免受到雨水冲刷而进入地下水环境。由于施工排水量较大，在条件具备时，可以考虑将抽排的地下水回灌地下，但不得污染地下水水质；施工期产生的生活垃圾应集中管理统一处置，以免废液渗入地下污染水质。

9.2.6 施工期生态环境影响防治措施

1、土地利用影响防护与恢复措施

工程施工期间，为尽量减轻交通干扰，并结合环境条件，施工期占用空地、部分道路两侧绿化带及空地，并在施工现场用地范围的周边设置围挡，采取有效安全保障措施，并设置安全警示标志；施工前应拍照记录地面绿化带分布情况及植被种植情况，待施工结束后，施工单位应及时清理现场，拆除硬化地面，根据施工前绿化带情况恢复绿化。

2、城市生态和景观保护措施

(1) 地铁露出地面风亭及车站出入口等，充分结合周边环境，选择合适的结构型式、样式，使其建筑融于城市建筑风格中，并成为现代化城市的动态景观。

(2) 在地面构筑物进行绿色环境规划时，不仅重视创造景观，同时重视环境融与整体绿化，与城市整体相适应，而达到建筑与环境的自然融和，即以整体的观点考虑持续化、自然化。

(3) 车站出入口及风亭的景观设计，应充分考虑与车站周边现有城市风貌及历史文化景观相协调。根据不同地段环境状况、城市景观特点以及工程对地表环境影响，充分考虑车站风亭、冷却塔等绿化与景观效果。

(4) 临时施工场地使用结束后，应对场地及时进行清理，清除油渍和垃圾，平整地面，以恢复原有地貌。

(5) 施工场地边界应设置明显标志，场地内合理布局，材料应码放整齐；材料仓库和临时材料堆放场应防止物料散漏污染，仓库四周应有疏水沟系，防止雨水浸湿引起物料流失；临时堆放场应有遮盖篷遮蔽，防止水泥等物料溢出污染空气环境。

3、动植物保护措施

(1) 工程占地应尽量缩小对植被的破坏范围，临时施工场地应避免占用城市绿地，尽量选择在硬化地面设置；加强道路两侧及绿化林木的保护，对于有成活能力的树木、苗木尽可能采取移栽措施，以减少对既有植被的破坏。

(2) 项目用地范围内植物防护措施除考虑主体工程防护和水土保持功能外，还应考虑具有景观及环保作用，使水保、绿化、美化、环保有机结合为一体。

(3) 绿化措施的实施，其树种和草种的选择以当地优良树种为主，适当引进新的优良树种和草种，以保障植物绿化的效果及栽植的成活率。

4、弃渣环保措施

本项目在施工场地用地范围内设置弃渣区域。施工弃渣应及时清运，未能及时清运的采取临时覆盖措施，减少水土流失。同时在弃渣区域应设置挡土墙和截排水沟。渣土运输车辆应保持整洁的车容，必须经过清洗方可驶入市区，运载散装货物的车辆在市内行驶时必须采取密封和覆盖措施，运载土方的车辆必须在规定的时间内按指定路段行驶。根据现场调查，施工单位在施工场地进出口设置车辆清洗池，保证运输车辆车体清洁，并定期清扫施工车辆所通过道路区段。

5、施工过程中如发现地下文物，应立即停止施工，保护现场，并及时通知文物、公安、工商等相关部门，由其派员到场处理。

6、施工期对文物保护单位应进行加工处理，明确并实施详细的文物保护单位监测方案，若监测期间文物保护单位出现超过控制指标的情况，须立即与施工现场及文物所属主管部门联系，暂停施工，研究对策。

7、对评价范围涉及的名木古树，在施工期应每季度记录 1 次观察结果，相关情况记录在每季度环境监理报告中。

9.2.7 施工期固体废物影响防治措施

为了减少固体废弃物在堆放和运输过程中的环境影响，建议采取如下措施：

(1) 严禁在工地焚烧各种垃圾废弃物。对固体废弃物中的有用成分先分类回收，确保资源不被浪费。

(2) 加强出渣管理，根据福州市建筑垃圾相关规定，建设单位和施工单位应按渣土办指定的消纳场地消纳渣土，渣土运输车辆应满足有关规定要求。

(3) 严格遵守有关规定，余泥等散料运输必须有资质的专业运输公司运输，车辆运输散体物料和废弃物时，必须密闭、包扎、覆盖，不得超载、沿途撒漏；运载土方的车辆必须在规定的时间内，按指定路段行驶，尽量缩短在闹市区及居民区等敏感地区的行驶路程；运输过程中散落在路面上的泥土要及时清扫。

(4) 加强对各种化学物质使用的检查、监督，化学品使用完后应做好容器（包括余料）的回收及现场的清理工作，不得随意丢弃。

9.3 规划、环境保护设计、管理性建议

9.3.1 工程沿线用地规划建议

工程沿线土地的合理规划和利用，对预防工程建设引发的环境污染，其意义非常突出。为此，本评价提出以下土地规划和利用建议：

(1) 地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》（GB10070-88）的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足 7.2.2.1 章节提出的控制距离要求。同时建议新规划或新建敏感建筑应以结构抗振能力较强的I类框架结构建筑为主。

(2) 为预防地铁环控系统噪声影响和风亭排气异味的的影响，拟建风亭周围 15m 以内区域不宜新建自身防异味能力差、面向风亭开窗通风的居民住宅、学校、医院等敏感目标。

(3) 新建敏感建筑距风亭的控制距离结合《地铁设计规范》（GB50157-2013）和本次评价预测结果，4a 类区防护距离按 15m 控制，2 类区噪声防护距离按 29m 控制。

9.3.2 景观保护设计建议

(1) 施工过程中，如发现文物、遗迹，应立即停止施工并采取保护措施、封锁现场、报告福州市文物管理部门，由其组织采取合理措施对文物、遗迹进行挖掘，之后工程方可继续施工。

(2) 本工程路线以地下形式进行铺设，各车站的风亭、车站出入口应从尊重地方特色等理念出发，注重与周边环境和谐统一。在满足工程进出、通风需求的前提下，地面

建筑的形式、体量、高度和色彩等的设计应力求其与周边城市功能相融合、与周边建筑风格、景观相协调。可设计低矮型风亭，在风亭周边密植灌、草等复层植被，利用植被的调和作用，将建筑的硬质空间围合成柔性空间，使风亭、车站出入口的建筑空间与周边环境融为一体，并增加景观的生态功能，创造人与自然和谐相处的生态环境。

(3) 在工程设计阶段应作好对永久占地和临时占地的合理规划，尽量少占绿地，尽可能减少由于地铁工程建设对沿线城市绿地系统的影响。对工程占用的绿地，建设单位应在认真履行各项报批手续的基础上，严格按批准的用地范围进行施工组织，对占用的绿地进行必要的恢复补偿，尽快恢复其生态功能。

(4) 本工程在建设过程中应注意加强场区内的绿化和生态建设，注重对该地区生态环境的保护。对各用地范围内加强绿化设计，预留绿化用地。工程施工期间应尽量保护征地及沿线范围内的植被，尽量减少对临时用地、作业区周围的林木、草地、灌丛等植被的损坏；运营期车站地面周边实施绿化，绿化树种满足与周边景观相协调、改善生态平衡、美化、优化沿线环境的要求。绿化选择树种应以本地乡土植物为主，与周围植被形成稳定的群落结构，避免出现生物入侵，影响地区生态系统的稳定性及生物多样性。

(5) 优化施工工艺和组织设计、严格控制施工场界、加强施工监理，将地铁建设对周边的影响降至最低；此外，还应严格控制车站施工期污水和弃渣的排放去向，严禁乱排乱弃，车站运营期污水纳入城市污水管网。

(6) 施工单位应结合地区气候特征，根据区内降雨特点，制订土石方工程施工组织计划，避开雨季进行大规模土石方工程施工；进行土石方工程施工时，应采取必要的水土保持措施，同步进行路面的排水工程，预防雨季路面形成的径流直接冲刷造成开挖立面坍塌或底部积水。施工弃渣应及时清运，填筑的路基面及时压实，并做好防护措施；雨季施工做好施工场地的排水，保持排水系统通畅。

9.3.3 工程设备选型、线路（构筑物）布置建议

(1) 在本工程车辆选型中，除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其噪声、振动防护措施及其指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

(2) 风机和冷却塔是轨道交通地下区段对外环境产生影响的最主要噪声源，因而风机和冷却塔在满足工程需要的前提下，优先选用噪声值低、结构优良的产品。

(3) 风亭、冷却塔设置应力求与周边城市功能融合、与周边建筑风格相协调；并布置在下风向。

9.3.4 运营管理建议

(1) 加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，对小半径曲线段涂油防护，以保证其良好的运行状态。

(2) 加强运营管理、提高司乘人员的环保意识，减少或取消列车鸣笛。

9.4 敏感目标环境污染治理工程措施

9.4.1 运营期噪声污染防治措施

(1) 合理选择设备及类型

①在满足工程通风要求的前提下，尽量采用低噪声、声学性能优良的风机。

②风亭、冷却塔选址和布局：风口不正对敏感建筑，设计中应确保风亭、冷却塔距敏感建筑距离不小于 10m。

(2) 城市规划控制要求

根据本项目预测结果，结合《地铁设计规范》(GB50157-2013)，4a 类区防护距离按 15m 控制，2 类区噪声防护距离按 29m 控制。当防护距离不满足要求时，应强化噪声防护措施，确保满足环境要求。

(3) 沿线车站噪声治理工程

地下段：在工程设计措施情况下，4 处冷却塔需要增设导向消声器，3 处风亭消声器长度增加至 3m，合计地下区段敏感点噪声治理环保投资合计 96.5 万元。

(2) 变电站噪声治理工程

①采用低噪声主变机组；

②对主变机组采取减振措施；

③设置独立机房，将主变机组设置在机房内。

9.4.2 运营期振动污染防治措施

项目运营后环境振动超标为 12~20dB 及文物保护单位超标的路段或二次结构噪声超

标大于 6dB (A) 地段, 选择特殊减振措施 (钢弹簧浮置板整体道床或经实际验证具有同等减振效果的减振措施)。

敏感建筑物环境振动超标为 8~12dB 或二次结构噪声超标为 3-6dB (A) 地段选择较高减振措施 (橡胶浮置板道床或经实际验证具有同等减振效果的减振措施)。

对于其它环境振动超标敏感点, 当环境振动超标为 8dB 以下或二次结构噪声超标小于 3dB (A) 地段, 选择中等减振措施 (双层非线性扣件、GJ-III型轨道减振器扣件或经实际验证具有同等减振效果的减振措施)。

运营期地铁运行过程对沿线部分敏感点会产生一定影响, 根据影响程度的不同对敏感点区间采取相应减振措施。具体措施情况如下:

(1) 中等减振措施 (双层非线性扣件、GJ-III型轨道减振器扣件等): 魁岐佳园、东方名城·名郡、福建省飞毛腿高级技工学校、招商江悦府、招商雍景湾、长滩美墅、宝马花园、福居新村、马尾海军医院。措施长度共计单线 2345 延米;

(2) 高等减振措施 (橡胶浮置板道床等): 福州魁岐小学、凯隆橙仕公馆、江滨锦城 (AK44+100~AK44+300)、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园、马尾造船厂福顺新村、罗兴花园。措施长度共计单线 1320 延米;

(3) 特殊减振措施 (钢弹簧浮置板轨道): 福州市船政幼儿园、东方名城、江滨锦城 (AK44+036~AK44+100)、W-02 原理学院、W-03 原协和大学女生宿舍、W-04 教师宿舍、W-05 教师宿舍 5、W-06 教师宿舍、W-07 校长别墅、W-13 教师宿舍 2、W-08 原男生宿舍光国楼、潮江楼、官庙街、福建船政局建筑群官厅池、福建船政局建筑群钟楼、马江海战炮台、昭忠祠。措施长度共计单线 3139 延米。

措施后所有环境敏感点的振动及二次结构噪声均能满足标准要求。伴随地铁建设, 沿线区域开发强度逐步提升, 地铁铺轨时, 周边环境可能发生改变, 老旧住宅存在拆迁的可能性, 工程实施中可根据环境变化, 按照本次评价振动防治原则, 适时调整减振措施; 规划敏感点距拟建地铁线路的距离应符合本报告提出的振动达标防护距离要求。

9.4.3 运营期水污染防治措施

本工程废水主要包括各车站生活污水。

本工程车站可在快安污水处理厂及青洲污水处理厂服务范围, 本工程各车站均可接入

市政污水管网进入相应污水处理厂处理。车站生活污水水质简单，经自建化粪池预处理后水质可满足《污水综合排放标准》（GB8978-1996）的三级标准；

本项目各车站所在区域均已完成污水管道铺设，各车站生活污水均能通过市政污水管道接入污水处理厂。因此本工程污水处理方式具有可行性。

根据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ 610-2016）附录 A（规范性附录）地下水环境影响评价行业分类表，城市轨道交通项目地下水环境影响评价项目类别为报告书的，除机务段为Ⅲ类外，其余均为Ⅳ类。根据导则 4.1 一般性原则规定，Ⅳ类建设项目不开展地下水环境影响评价。本工程工期、运营期不向地下水环境排放污染物，符合Ⅳ类建设项目规定，故不开展地下水环境影响评价。本次评价针对可能影响地下水环境的污水排放过程提出防渗等措施和要求。

按照相应规范的要求，做好结构的防水设计，处理好施工缝、变形缝的防水。采取有效措施增强混凝土的抗渗抗裂性，减小地下水与混凝土的相互作用，根据《混凝土结构耐久性设计规范》（GB/T50476-2008）结合具体工程的工程地质和水文地质条件、结构构造型式、特点进行结构耐久性设计。防水混凝土的保护层厚度、裂缝宽度、最小衬砌厚度应满足相关规定。避免地下水对混凝土构筑物腐蚀造成污染。

为了保护地下水水质不受污染，应对车站构筑物采取防渗措施，由污染途径及对应措施分析可知，本项目厕所及化粪池等与地面接触的所有污水处理设施等均应做防渗处理，对产生的各类污水全部进行收集。采用防渗性能好的双壁波纹管做污水管道，严格按照混凝土防裂、防腐保证措施进行施工，以提高构筑物整体防渗能力，项目对可能产生地下水影响的各项途径均进行有效预防，在确保各项防渗措施得以落实，并加强维护和区域环境管理的前提下，可有效控制项目区内的废水污染物下渗现象，避免污染地下水。

9.4.4 运营期环境空气防治措施

在工程竣工后，对隧道及站台进行彻底的清扫，降低运营初期地铁内的粉尘及异味。严格控制风亭周围土地建设规划，本项目风亭的环境防护距离控制 15m 以上。

在距离风亭 15m 范围内不宜建设居民住宅、学校教学楼、医院等大气环境敏感建筑。为了更有效地减轻其异味影响，应在其风亭周围种植乔木，主排口应不正对敏感点，

地下车站采用符合国家环境标准的装修材料。

9.4.5 运营期固体废物污染防治措施

本工程运营期固体废物包括生活垃圾和生产废物。生活垃圾产生量约 197.1t/a，由于工程位于城市区域，环卫系统完善，因此，运营期定员和乘客的生活垃圾均收集后交由地方环卫系统处理。生产废物主要产生于变电站，其中变压器油定期更换时，替换的废油油更换单位统一收集处理；主变电站检修废油按危废收集后暂存于主变电站内，委托有资质单位处理处置。

危废暂存间应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）建设。具体要求如下：

- (1) 装载液体、半固体危险废物的容器内必须留足够的空间，容器顶部与液体表面直接保留 100mm 以上的空间；
- (2) 地面与裙脚要用坚固、防渗的材料建造，建筑材料必须与危险废物相容；
- (3) 用以存放装载液体、半固体危险废物容器的地方，必须有耐腐蚀的硬化地面，且表面无裂隙；
- (4) 应设计堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚所围建的容积不低于堵截最大容器的最大储量或总储量的 1/5；
- (5) 地面基础必须防渗，防渗层为至少 1 m 厚粘土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或 2mm 厚高密度聚乙烯，或至少 2mm 厚的其它人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s；
- (6) 危废暂存间应防风、防雨、防晒。

9.4.6 运营期电磁环境保护措施

(1) 设备的选择和订货应符合国家现行电力电器产品标准的规定,做到安全可靠、技术先进、经济合理和运行检修方便。同时要满足环境保护要求，应将环境保护要求写进合同条款。

(2) 主变电站内铺设接地网，主变压器、开关等高压设备具有良好接地。所内设备的金属附件保持表面光滑，避免出线尖角、毛刺等，设备间接触良好，减少火花放电。

(3) 主变电站采用室内式变电站，墙体采用实心墙体，有利于降低厂界外的工频电

磁、场强度。

(4) 建议结合平面布置，主变电红线范围西南角留有空间，建议优化平面布置，将主变电装置楼向西南角设置，尽可能的远离东方名城·尚郡 9#楼及 13#楼。

9.5 环保投资估算

工程环保投资费用总计为 6461.85 万元，占工程投资的 0.55%。环境保护措施清单及投资估算见表 9.5-1 所示。

表 9.5-1 本工程环保措施及投资估算一览表

环境要素	工程设计环保措施	环评提出环保措施	投资(万元)
噪声	1.施工场地遵照 GB12523-2011 的有关规定，严格控制夜间施工； 2.合理安排施工车辆的通行路线和时间； 3.在与居民相邻区域安置施工机械时，设置简易隔声屏障，尽可能； 4.采用低噪声、振动的施工方法和施工机械，并辅以必要的管理措施。	施工期噪声治理费	50
	风亭预设排风亭 2m 长消声器、新风亭 2m 长消声器、活塞风亭 2m 长消声器，超低噪声冷却塔	4 处冷却塔需要增设导向消声器，3 处风亭消声器加长至 3m	96.5
	风机安装消声器；选用超低噪声风机，风口朝向不正对敏感建筑；选用超低噪声冷却塔并设导向消声器。	主变电站采用室内式设计，实心墙体，隔声门窗	60
振动	①线路下穿敏感点（距线路中心线 0~5m）或环境振动超标量（VLzmax）≥8dB，二次结构噪声超标敏感点选择特殊减振措施，如钢弹簧浮置板整体道床。 ②敏感建筑物 6dB≤超标量（VLzmax）<8dB，或距线路中心线 5~12m 以内二次结构噪声超标敏感点选择较高减振措施，如橡胶浮置板道床或经实际验证具有同等减振效果的减振措施（如梯形轨枕等）。 ③对于其它环境振动超标敏感点，当超标量（VLzmax）<6dB 可选择中等减振措施（如 GJ-III 扣件等等减振效果的减振措施）。	详见表 7.4-4	5805.35
废水	车站生活污水经化粪池处理后，排入城市排水系统进入既有或规划市政污水管网，	运营期车站生活污水经化粪池处理后，排	50

环境要素	工程设计环保措施	环评提出环保措施	投资(万元)
	最终进入城市污水处理厂处理。	入城市排水系统进入既有或规划市政污水管网，最终进入城市污水处理厂处理	
	各类污水集中排放，避免无组织排放。	施工期设置化粪池处理施工生活污水；设置隔油池、沉淀池处理施工生产废水	20
环境空气	施工现场洒水降尘，弃土运输车辆加装覆盖物，防止撒落和扬尘	施工期场地洒水、运输车辆冲洗槽、对易产生扬尘建筑材料实施覆盖遮挡措施、围挡上安装喷雾头、配置风送式喷雾机	50
	风亭口不正对敏感目标		计入工程费
固体废物	施工弃土及建筑垃圾交有资质单位处理		计入工程费
	运营期生活垃圾由专门的人员进行打扫和收集后，交由当地环卫部门统一处理。主变电设置危废暂存间。	生活垃圾由专门的人员进行打扫和收集后，交由当地环卫部门统一处理；变电所废油委托有资质单位收集处置。	计入工程费
生态环境	在满足工程进出、通风需求的前提下，地面建筑的形式、体量、高度和色彩等的设计应力求其与周边城市功能相融合、与周边建筑风格、景观相协调。运营期车站地面周边实施绿化，绿化树种满足与周边景观相协调、改善生态平衡、美化、优化沿线环境的要求；工程水土保持防护措施。	进出口及风亭的设计与周边景观相协调、工程水土保持措施等	计入工程费
环境风险	提出应急事故池设计方案；提出危废暂存间设计方案。	设置 40m ³ 应急事故池；设置危废暂存间	30
环境监理	/	委托有资质的单位开展环境监理工作	150
环保验收	/	项目建设完成后委托咨询单位开展竣工环保验收	150
合计	/	/	6461.85

10 环境影响经济损益分析

环境影响经济损益分析的主要任务是衡量建设项目需要投入的环保投资所能收到的环境保护效果，通过综合计算环境影响因子造成的经济损失、环境保护措施效益以及工程环境效益，对环境影响做出总体经济评价。因此，在环境影响经济损益分析中除需计算用于控制污染所需的投资和费用外，还要核算可能收到的环境与经济实效。

10.1 评价分析方法

采用静态分析法综合评价本项目环境影响经济的损失和效益，从环境经济角度得出结论。

(1) 环保投资净效益

计算环保投资净效益，其目的是评价工程对环境的影响是以有利的方面为主，还是以不利方面为主。计算公式为：

$$B_{\text{总}} = (B_{\text{措}} - K) + B_{\text{工}} - L_{\text{前}}$$

式中： $B_{\text{总}}$ ：环保投资净效益；

$B_{\text{措}}$ ：环保投资产生的环境经济效益；

K ：环境保护投资费用；

$B_{\text{工}}$ ：工程环境影响环境经济效益；

$L_{\text{前}}$ ：未投入环保资金时的环境经济损失。

(2) 环保投资效益比

为了评价环境保护投资的合理性及环境保护的可行性，还必须计算环境保护投资的效费比，计算公式为：

$$E_{\text{总}} = (B_{\text{措}} + B_{\text{工}} - L_{\text{前}}) / K$$

如果 $E_{\text{总}} \geq 1$ ，说明本项目的环境经济效益大于环境保护费用，项目是可以接受的；如果 $E_{\text{总}} < 1$ ，则说明本项目的环境保护费用大于所得的效益，项目应放弃。而且 $E_{\text{总}}$ 越大，说明环境保护投资效果越好。

(3) 环保投资与基建投资比

通过该项指标与国内同类工程对比，以确认其合理性。

10.2 环境影响经济损益分析

10.2.1 主要环境影响因子

根据本工程的特点和当地具体环境状况，确定参与环境影响经济损益分析的主要环境影响因子为：噪声、振动、生态和水污染等。

10.2.1.1 投入环保资金前产生的环境经济损失 $L_{前}$

(1) 噪声、振动产生的环境经济损失 $L_{前声振}$

根据本工程特点，线路、车站风亭周围人群将受到噪声、振动不同程度影响，因此，本报告主要估价地铁噪声、振动对其周围人群产生的环境经济损失。为了能估价本工程产生噪声、振动造成的环境经济损失，本报告类比选用 Planco 对德国轨道交通噪声给乘客产生影响造成环境经济损失的估价系数，即 1.2 元人民币/100 人·公里。

根据设计，列车平均旅行速度为 35km/h，每日运营 17 小时，由于轨道交通是比较快捷的交通方式，如果忽略各列车之间短暂的间隙，则可以把线路上运行的列车看作是连续的，噪声源周围社会人群受到连续的噪声影响，而这些人群每天受到的影响程度相当于这些人乘坐地铁按 45km/h 的速度旅行 17 小时受到影响的程度。估计受本工程噪声影响的人群为 1200 人，则 $L_{前声} = 331.14$ 万元/年。

(2) 水污染造成的环境经济损失 $L_{前水}$

如本工程所排废水未经处理直接排放将污染接纳水体，水体水质变差会造成环境经济损失，这种环境经济损失用排放相同水质水量废水应缴纳的排污费来近似代替。根据有关部门收费标准及规定，如本工程产生的废水未经处理直接排放，预估建设单位将缴纳的排污费为 35 万元/年。所以 $L_{前水} = 35$ 万元/年。

(3) 投入环保资金前产生的环境经济损失 $L_{前总计}$

投入环保资金前产生的环境经济损失 $L_{前} = L_{前声振} + L_{前水} = 366.14$ 万元/年。

10.2.1.2 环境保护投资费用 K

根据报告书 9.5 节，本工程环境保护投资共计 6461.85 万元，分摊到 4 年计， $K = 1615.46$ 万元。

10.2.1.3 环境保护投资产生环境经济效益 $B_{措}$

(1) 噪声、振动治理后受噪声影响人数减少产生的环境经济效益 $B_{措声}$

根据振动、声环境影响预测结果，在采取污染防治措施后，本工程沿线敏感点噪声级基本维持在工程建成前的水平，即本工程的实施不会增加各敏感点的噪声，振动均可达标。则 $B_{\text{措声}}=1402.8$ 万元/年。

(2) 水污染治理产生的环境经济效益 $B_{\text{措水}}$

本工程污水处理达标后向外排放，污水处理后需交纳 5 万元/年的排污费；而治理前需交纳 35 万元/年。所以水污染处理产生的环境经济效益 $B_{\text{措水}}=5$ 万元/年。

(3) 环境保护投资产生环境经济效益 $B_{\text{措总计}}$

$B_{\text{措}}=B_{\text{措声}}+B_{\text{措水}}=1407.8$ 万元/年。

10.2.2 工程环境影响环境经济效益 B

如本地区不采取轨道交通方式，而采用道路交通方式来满足本工程沿线经济社会发展对交通日益增长的需求，则对环境的污染影响程度有所不同。

(1) 噪声污染环境经济损失比较

为了能比较两种交通方式产生的噪声造成的环境经济损失，道路交通方式的功能应与本工程交通方式的功能相同，交通时速为 35km/h，每日运行 17 小时，而且旅客量相同；此外，因道路交通全部在地面，交通路线两侧受噪声影响的人数会比地铁多，预计为 4000 人。道路交通沿线人群每天受到的影响程度相当于这些人群采取道路交通方式按 35km/h 的速度旅行 17 小时受到的影响程度。

根据德国资料，道路交通噪声给乘客产生影响而造成环境经济损失的估价系数为 1.7 元人民币/100 人·公里。

经计算，道路交通噪声产生的环境经济损失 $L_{\text{路声}}=1476.79$ 万元/年。

两种方式噪声污染环境经济效益 $B_{\text{工声}}=L_{\text{路声}}-L_{\text{前声}}=1110.65$ 万元/年。

(2) 大气污染环境经济损失比较

由于轨道交通是利用电力作为能源，其产生的大气污染非常小，近似认为其对大气污染造成的环境经济损失为 0。

根据大气环境影响评价结论，因本工程的建设而减少汽车尾气排放。道路大气污染造成的环境经济损失按德国道路交通废气给乘客产生影响造成的环境经济损失指标估价，为 0.2 元人民币/100 人·公里。则 $B_{\text{工气}}=173.74$ 万元/年。

(3) 工程环境影响环境经济效益 $B_{工总计}$

$B_{工} = B_{工声} + B_{工气} = 1284.39$ 万元/年。

10.2.3 环境影响经济损益计算分析

(1) 环保投资净效益 $B_{总} = (B_{措} - K) + B_{工} - L_{前} = 985.16$ 万元/年。

$B_{总} > 0$ ，说明工程对环境的影响是以有利的方面为主。

(2) 环保投资效益比 $E_{总} = (B_{措} + B_{工} - L_{前}) / K = 5.73$

$E_{总} > 1$ ，说明本项目的环境经济效益大于环境保护费用，环境保护投资效果较好。

(3) 环保投资与基建投资比：

本工程环保投资 6461.85 万元，基建投资为 117.38 亿元，环保投资与基建投资比为 0.55%，所以其环保投资是合理的。

10.3 小结

从环境经济角度出发，本工程对环境的影响是以有利的方面为主，环境保护投资效果较好，环保投资是合理的。

11 环境保护管理与监测计划

11.1 环境管理计划

11.1.1 环境管理计划目标

通过制订系统的、科学的环境管理计划，使本项目主体工程建设和环境保护设施建设符合国家同步设计、同步施工和同步投入运营的“三同时”制度要求，使环保措施和设施得以具体落实，并使地方环保部门具有监督和管理的依据。通过环保防治措施的实施和管理，使本工程的建设和运营对周边的声环境、振动环境、地表水环境、生态环境等的负面影响减缓到相应法规和标准限值之内；使项目的建设经济效益和环境效益得以协调、持续和稳定发展。

11.1.2 环境管理机构设置

1、设置目的

贯彻执行国家环境保护法律、法规和福建省及福州市有关环境保护的地方性法律法规，正确处理工程建设和发展经济与环境保护的关系，在工程施工建设和运营期间，保护工程沿线区域的自然生态环境，最大限度的减轻工程建设带来的环境污染，实现项目经济效益、社会效益和环境效益的协调发展。

2、机构组成

在工程建设前期，建设单位应设专职或兼职的环境保护管理人员，负责工程建设前期的环境保护协调工作。

在工程施工期，建设单位应设专职环境保护管理人员，负责施工期环境管理和环境监理工作，并负责处理环境问题投拆。并委托环境监理单位，负责施工期间环境保护措施落实监督工作。

在工程运营期，建设单位应设专职或兼职环境保护管理人员负责本工程运营期的环境保护工作，并受福建省生态环境厅和福州市生态环境局的指导和监督。

11.1.3 环境管理职责

1、对沿线的环境保护工作实行统一监督管理，贯彻执行国家和地方的有关环境保护法律、法规。

2、认真落实环境保护“三同时”政策，对本工程设计中提出的环境保护措施在工程施工过程中得以落实，做到环境保护工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产，以保证能有效、及时的控制污染。

3、做好污染物的达标排放，维护环保设施的正常运转。

4、做好有关环保的考核和统计工作，接受市环境部门的检查与指导。

5、建立健全各种环境管理规章制度，并经常检查监督实施情况。

6、编制环境保护规划和年度工作计划，并组织落实。

7、领导和组织本工程范围内的环境监测工作，建立监测档案。

8、搞好环境教育和技术培训，提高全体工作人员的环境保护意识。

11.1.4 环境管理措施

1、建设前期的环境管理措施

在工程建设前期，由建设单位按照国务院 253 号令《建设项目环境保护管理条例》(2017 修订)的规定，负责项目的有关报批手续。在工程设计阶段，建设单位、设计单位及地方主管部门根据环境影响报告书及其审批意见在设计中落实各项环保措施及概算。在工程发包工作中，建设单位应将环保工程放在与主体工程同等重要地位，优先选择环保意识强、环保工程业绩好、能力强的施工单位和队伍。施工合同中应有环境保护要求的内容与条款。

2、施工期的环境管理措施

建设单位在施工中要把握全局，及时掌握工程施工环保动态，定期检查和总结工程环保措施实施情况，确保环保工程进度要求。协调设计单位与施工单位的关系，消除可能存在的环保项目遗漏和缺口；出现重大环保问题或环境纠纷时，积极组织力量解决，并接受福建省生态环境厅和福州市生态环境局的监督管理。

在工程施工期，委托具有环境监理资质的单位开展环境监理工作。由于本工程位于城市区域内，施工期产生的噪声、振动、粉尘、废水等对周围环境的影响以及对城市交

通、城市景观的影响较为敏感，因此，对工程施工期的环境管理应设置专门的环境监理人员进行控制。

3、运营期环境管理措施

运营期的环保工作由运营管理部门承担，环境管理的措施主要是管理、维护各项环保设施，确保其正常运转和达标排放，充分发挥其作用；搞好工程沿线的卫生清洁、绿化工作；做好日常环境监测工作，及时掌握工程各项环保设施的运行状况，必要时再采取适当的污染防治措施，并接受福州市生态环境局的监督管理。

4、监督体系

从整个工程的全过程中而言，地方的环保、水利、交通、环卫等部门是工程环境管理监督体系的组成部分，而在某一具体和敏感环节中，审计、司法、新闻媒体等也是构成监督体系的重要组成部分。

11.1.5 污染物排放清单

本工程污染源排放清单详见表 11.1-1 所示。

仅用于公示使用

表 11.1-1 本工程污染物排放清单

序号		污染物排放清单		福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程						
1		工程组成		全线共设 9 个站点（本次评价 8 个站点），1 座变电所						
2		污染物控制要求								
控制要求	污染物种类	污染因子	污染治理措施			排放形式及排放去向	排污口信息	环境质量标准		总量指标
			污染治理措施名称	工艺运行参数	是否技术可行			排放标准	质量标准	
2.1	各车站	废水	/	/	/	/	/	/	/	
2.1.1	魁岐站	COD、氨氮	化粪池	/	是	快安污水处理厂	《污水综合排放标准》（GB8978-1996）三级标准	/	本项目废水排放总量： 28470t/a	
2.1.2	葆祯站									
2.1.3	儒江站									
2.1.4	下德站									
2.1.5	马江渡站					青洲污水处理厂				
2.1.6	船政文化站									
2.1.7	罗星塔站									
2.1.8	青洲站									
2.2	全线	噪声	4 处冷却塔需要增设导向消声器，3 处风亭消声器加长至 3m	/	是	/	/	《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类		
2.3	全线	振动	具体见表 7.4-4	/	是	/	GB10070-88	GB10070-88		
2.4	全线	废气	地铁异味	风亭的环境防护距离控制 15m 以上	/	/	GB14554-93	GB3095-2012		
2.5	全线	固废	生活垃圾交由环卫部门清运，危险废物交由有资质的危废处理机构安全处置							

11.1.6 总量控制

本项目沿线不设锅炉，列车采用电气化机车，无需进行大气污染物总量控制。

本项目污水排放主要为车站工作人员及出行人员的生活废水。项目沿线市政污水管网较为完善，车站的生活污水均可纳管排放，最终纳入相对应的污水处理厂处理。

根据《中华人民共和国大气污染防治法》《建设项目环境管理条例》《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》《重点区域大气污染防治“十二五”规划》等有关法律法规和政策，结合本项目排污特征，本项目不涉及大气污染物排放总量因子，废水均为生活污水，经化粪池处理后进入城市污水处理厂处理排放，故本工程无需申请总量。

11.2 环境监测计划

11.2.1 环境监测目的

(1) 跟踪监测本项目在施工阶段的环境影响程度和范围，及时提出有针对性的污染防治的措施，随时解决出现的环境纠纷和投诉。

(2) 在运营阶段，了解环境保护措施实施后的运行效果及排污去向，并监测污染物排放浓度，防止污染事故的发生，为项目的环境管理提供科学的依据。

制订的原则是根据预测的各个时期的主要环境影响及可能超标的路段和超标量而确定（重点是主要敏感区）。

11.2.2 环境监测机构

考虑到工程施工期和运营期的环境影响特征，建议建设单位委托具有资质的环境监测机构承担。

11.2.3 环境监测职责

- (1) 制定环境监测年度计划，建立和健全各种规章制度。
- (2) 完成环境监测计划规定的各项监测任务。
- (3) 做好仪器的调试、维修、保养和送检工作，确保监测工作的正常进行。
- (4) 加强业务学习，掌握各项环境监测技术要求和最新监测工作动态。

11.2.4 监测时段

施工期：在工程施工过程中及在工程投入运营前，进行一次全面的环境监测，其监测结果与工程环境影响评价的现状监测进行比较，并作为投入运营前的环境背景资料和工程运营期环境影响的依据。

运营期：常规环境监测要考虑季节性变化和生产周期。

11.2.5 监测项目、监测因子及监测计划

(1) 监测项目

施工期环境监测项目包括施工扬尘、噪声、振动、施工营地生活污水；运营期环境监测项目包括噪声、振动和生产废水，根据各项目的工程特征，本工程按照建设期和运营期制定分期的环境监测方案。

(2) 监测因子

施工期：施工扬尘（TSP）、施工场地生活污水、施工涌水（pH、SS、COD、BOD₅、动植物油）、施工机械噪声（等效 A 声级）、施工期机械振动（环境振动监测铅垂向 Z 振级）。

运营期：车站的生产废水和生活污水（pH、COD、BOD₅、石油类），地下段风亭冷却塔噪声（等效 A 声级）、列车运行振动（环境振动铅垂向 Z 振级）。

根据各项目的工程特征，本工程根据《排污单位自行监测技术指南总则》制定施工期和运营期环境监测方案，见表 11.2-1。运营期环境管理人员于年初编制环境监测计划，将环境监测费用列入运营公司的年度预算中。

表 11.2-1 环境监测计划

环境要素	项目	分期监测方案		
		施工期	运营期	
声环境	污染物来源	施工机械、设备及车辆	地下车站风亭、冷却塔噪声；	
	监测因子	等效 A 声级	等效 A 声级	
	执行标准	质量标准	GB3096-2008	GB3096-2008
		排放标准	GB12348-2008	GB12348-2008
	监测点位	施工场界处及周围敏感目标	风亭、冷却塔周边敏感目标	
监测频次	施工高峰期抽查，每次 1 天，昼夜各 1 次	竣工验收监测 1 次，1 次 2 天，分昼夜监测		

振动环境	污染物来源	施工机械作业及运载车辆运行		列车运行
	监测因子	铅垂向 Z 振级 V_{Lzmax} 、水平向地面振动速度 V_r (mm/s)		铅垂向 Z 振级 V_{Lzmax} 、水平向地面振动速度 V_r (mm/s)
	执行标准	GB10070-88、GB/T50452-2008		GB10070-88、GB/T50452-2008
	监测点位	施工场界周边敏感目标		工程沿线振动环境敏感目标
	监测频次	施工高峰期抽查，每次 1 天，昼夜各 1 次		竣工验收监测 1 次，1 次 2 天，分昼夜监测
地表水环境	污染物来源	施工营地生活污水、施工涌水		车站生产废水、生活污水
	监测因子	pH、SS、COD、氨氮、石油类		pH、SS、COD、石油类、氨氮
	执行标准	GB8978-1996		GB8978-1996
	监测点位	施工场地污水排放口		车站污水排污口
	监测频次	每季一次，连续监测 3 天		每季度 1 次，每次监测 2 天，每天上午下午各 1 次
环境空气	污染物来源	施工扬尘		风亭异味
	监测因子	颗粒物		臭气浓度
	执行标准	质量标准	GB3095-2012	/
		排放标准	GB16297-1996	GB14554-93
	监测点位	施工繁忙地带、大型施工机械作业场附近居民区		排风亭出口 10m 处
监测频次	每季度 1 次，每次 5 天，每天连续监测		半年 1 次	
电磁环境	污染物来源	/		主变电站
	监测因子	/		电场强度、磁场强度、磁感应强度
	执行标准	质量标准	/	GB8702-2014
		排放标准	/	/
	监测点位	/		东方名城尚郡 9#、13#
监测频次	/		竣工验收监测 1 次，1 次 2 天，分昼夜监测	

注：表中所列出的监测点位、监测时间和频次，可根据具体情况适当调整

11.3 环境监理

本项目建设单位应委托有资质单位实施环境监理工作，编制工程环境监理报告书，作为环保竣工验收资料。监理的主要内容是落实必要的施工期环境监测，保证环评报告书提出的环保措施的有效实施，协助业主处理施工过程中出现的重大环境事故。

11.3.1 环境监理工作目的

(1) 跟踪监测本项目在施工阶段的环境影响程度和范围，及时提出有针对性的污染防治的措施，随时解决出现的环境纠纷和投诉。

(2) 在运营阶段，了解环境保护措施实施后的运行效果及排污去向，并监测污染物排放浓度，防止污染事故的发生，为项目的环境管理提供科学的依据。

制订的原则是根据预测的各个时期的主要环境影响及可能超标的路段和超标量而确定（重点是主要敏感区）。

11.3.2 环境监理机构

考虑到工程施工期和运营期的环境影响特征，建议建设单位委托具有资质的环境监测机构承担。

11.3.3 环境监理职责

- (1) 制定环境监测年度计划，建立和健全各种规章制度。
- (2) 完成环境监测计划规定的各项监测任务。
- (3) 做好仪器的调试、维修、保养和送检工作，确保监测工作的正常进行。
- (4) 加强业务学习，掌握各项环境监测技术要求和最新监测工作动态。

11.3.4 监测上报制度

(1) 按环境监测记录的规范要求，及时做好监测分析原始记录，及时做好监测资料的分析、反馈、通报和归档等工作。

(2) 监测结果定期接受福州市环保局的监督、检查、考核和指导。

(3) 根据监测结果如实填报各级相关的统计报表。

11.4 工程竣工环保验收

建设单位在工程试运营阶段应根据《建设项目环境保护管理条例》的要求，开展工程竣工环保验收或自验工作，为给工程竣工环保验收提供方便，将“三同时”验收清单见表 11.4-1~表 11.4-2。

表 11.4-1 工程环保措施“三同时”验收清单—环境管理部分

	单位	职责与工作内容	验收内容
管理部门 职责和机 构文件	建设单位	工程招标文件中全面反映环评要求的各项措施；委托具有资质的单位进行环保 监理和环境监测，定期向地方环保局和地方其它主管部门通报工程情况	招标文件；委托书，汇报记录
	监理单位	对施工人员进行环保知识培训；监督施工人员的日常施工行为。召开环保监理 工作例会。编制监理月报。	培训教材，培训计划；日常工作记 录；会议记录；监理月报。
	施工单位	在投标文件中明确环评提出的各项措施；向环保监理报送施工组织设计，施工 进度月计划表及执行情况通报；按照环评要求规范施工行为，及时向环保监 理、建设单位以及相关部门汇报环保事故。	投标书，施工组织设计，施工场地 布置图，施工进度表，环保事故报 告单
	监测单位	按照环评要求，定期进行施工期环境监测	环境监测报告

表 11.4-2 工程环保措施“三同时”验收清单—环保措施部分

类别	名称	治理措施	验收效果	备注
噪声	施工噪声防 治	①噪声较大的机械需合理布置，严格按照操作规程；②合理安排施 工时间和布置施工场地；③运输车辆应避免扰民；④临近居民区、 学校 进行地面施工时，应采用低噪 声 机械设备和工艺；⑤施工 场地须采取临时隔声围墙或吸声屏障，也可考虑在靠近敏感目标一 侧建临时工房以起到隔声墙作用。	满足《建筑施工厂界环境噪声排 放标准》（GB12523-2011）要 求。	施工期监测报告
	运营期噪声 防治	①选用低噪声风机，风亭设消声器；②采用超低噪声冷却塔、设导 向消声器或同等降噪效果消声措施；③新建敏感建筑应距风亭、 冷却塔有一定的控制距离④主变电站主楼设置隔声门窗	现场核查实物，满足《声环境质 量标准》（GB3096-2008）标准	验收监测报告
振动	施工期振动 防治	①科学合理的布置施工场地；②合理安排强振动施工机械的作业时 间；③ 进行施工期振动和地面沉降的跟踪监测。	满足《城市区域环境振动标准》 （GB10070-88）要求。	施工期监测报告
	运营期振动 防治	①超过标准的环境敏感点，采取特殊减振措施，共计单线 3139 延 米；采取高等减振措施，共计单线 1320 延米；采取中等减振措 施，共计单线 2345 延米②规划用地应满足相应之防护距离。	现场核查实物，满足《城市区域 环境振动标准》（GB10070- 88）；文保单位水平振动速度需 满足《古建筑防工业振动技术规	验收监测报告

类别	名称	治理措施	验收效果	备注
			范》(GB/T50452-2008); 二次辐射噪声满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》(JGJ/T 170-2009)	
地表水	施工期污染防治	①施工场地设置化粪池、沉淀池和格栅; ②施工生活污水依托周边居民区, 或化粪池处理后接管, 未接管路段采用清掏进污水厂; ③施工废水经预处理后回用, 有条件区排入市政污水管网或回用; ④做好建筑材料、垃圾、弃(渣)土的保管工作, 避免污染地表水体; ④不向河道等地表水体排污及排放弃渣。	①施工污水处理后排入市政污水管网或回用; ②不得对地表水体产生污染。	施工期监测报告 施工期环境监理报告
	运营期污染防治	车站污水经化粪池处理达标后排入市政管网。	现场核查实物, 满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)要求。	验收监测报告
大气	施工期污染防治	①对场地周边采取围挡措施; ②对施工场地采取硬化处理, 并进行清扫; ③实施覆盖措施, 防止扬尘产生; ④外出施工车辆需进行冲洗; ⑤围挡措施上方安装喷雾降尘设备; ⑥严禁在施工过程中焚烧建筑材料和垃圾。	①现场实物核查, 按要求设立围挡, 减少扬尘; ②施工运输车辆不得带泥上路, 不得沿途泄漏、遗撒; ③现场实物核查, 按要求设置喷雾机	施工期环境监理报告
	运营期污染防治	地下车站风亭周边绿化车站采用符合国家环境标准的装修材料。	现场核查, 风亭周边敏感点无明显异味影响。	验收监测报告
生态	施工期生态保护	①加强工程沿线区域的地表沉降观测必要时采取有效的补救措施; ②尽量减少临时用地对作业区周围的植被的损坏, 必要时进行恢	相关协议及方案。	验收调查

类别	名称	治理措施	验收效果	备注
		复、补偿。		
	运营期生态保护	在满足工程结构和功能需求的前提下，力求车站风亭、出入口与周边城市功能相融合、与周边建筑风格、景观相协调。	与周围景观相协调。	验收监测报告
固体废物	施工期	①施工渣土运输委托有资质的运输队伍进行清运；② 施工弃土及建筑垃圾交有资质单位处理。	处置率 100%	环境监理报告验收调查
	运营期	生活垃圾集中收集后委托环卫部门定期清运。	处理率 100%	验收调查
电磁	运营期	①主变电站采用室内式变电站，墙体采用实心墙体 ②工程验收阶段对敏感点进行验收监测	相关工程设计方案	验收调查

仅用于公示使用

12 评价结论

12.1 工程概况

福州市轨道交通 2 号线东延线工程采用分期建设，分期建设安排如下：

一期建设范围：工程线路起于 2 号线一期工程终点站鼓山站站后区间，终点为青洲站。

二期建设范围：青洲站（不含）~马尾港站（两站两区间）、马尾停车场及出入场线。

本次建设范围仅为一期建设范围，一期建设范围线路概况如下：

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程自 2 号线一期工程鼓山站站后区间向马尾延伸，经由儒江路、罗星路，终点到青洲站，线路全长约 14.6km，均为地下敷设，共设车站 9 座，其中换乘站 2 座，最大站间距 3.591km（洋里站至魁岐站区间），最小站间距 0.597km（罗星塔站至青洲站区间），平均站间距 1.594km，新建魁岐主变一座。

根据福州市城市轨道交通实际建设情况，福州市轨道交通 2 号线目前已建设至洋里站并投入运营。建设单位（福州地铁集团有限公司）于 2017 年 8 月委托福建省环境保护设计院有限公司承担福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）~下岐楼站]环境影响评价工作（“下岐楼站”即为“洋里站”，名称变更情况见附件 5），同年 11 月形成《福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）~下岐楼站]环境影响报告书》；于 2017 年 12 月 20 日获得福州市环保局关于福州市轨道交通 2 号线工程延伸段[鼓山站（不含）~下岐楼站]环境影响报告书的审批意见（榕环保评〔2017〕105 号）。因此根据情况，鼓山站（不含）~洋里站一站一区间已完成环境影响评价。

结合《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程可行性研究报告》及《福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程总体设计》相关内容，本次实际工程建设内容为洋里站（不含）（AK38+170.224）~青洲站（AK51+711.094），全线约 13.5km，设置车站 8 座，同时新建魁岐主变一座。

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程实际建设情况起于 2 号线一期工程终点站洋里站站后区间，线路沿福马路向南敷设，绕避温福铁路桩基；线路继续沿福马路向南敷设，从三环快速路魁岐 2 号隧道和福马路鼓山隧道之间下穿并行，后上跨鼓山引水隧洞

并下穿三环快速路魁岐 1 号隧道往南敷设，下穿绕避魁岐互通桥梁桩基、福平铁路桥桩基、福厦铁路桥桩基转至魁岐路，在东方名城附近设**魁岐站**，魁岐站东侧设单渡线；之后线路往东转入儒江路，在葆桢路口设**葆桢站**，与规划 5 号线延伸线换乘；线路继续沿儒江路向东敷设，在快安路口设**儒江站**，儒江站东侧设双存车线；在下德路口设**下德路站**，与规划市域 S1 线换乘；线路继续往东下穿马尾大桥立交、福马铁路转至福马铁路线东侧往南敷设，在天马上公园北侧设**马江渡站**，马江渡站北侧设单渡线；线路往东转入江滨东大道、港口路，在君竹路口设**船政文化城站**；线路往北转入罗星路，过罗建路口后设**罗星塔站**；线路继续沿罗星路往北敷设，在青洲路口设东延线一期终点站**青洲站**，车站北侧设折返线，预留二期正线延伸及接马尾停车场出入场线的条件。同时在魁岐站西北侧新建魁岐主变一座。

12.2 环境影响评价结论

12.2.1 声环境

12.2.1.1 声环境保护目标

本工程全部采用地下方式敷设，评价范围内共设 8 座地下车站，车站环控评价范围内分布 7 处声环境保护目标。其中，社区卫生服务中心 1 处，住宅 6 处。

区间风井评价范围内不涉及敏感点；

魁岐变电站评价范围内涉及声环境保护目标 4 处。

12.2.1.2 环境质量现状

根据可研及总体设计文件，结合现场勘查结果，沿线车站环控评价范围内涉及噪声环境敏感点 7 处，主变电站周边评价范围内分布 4 处环境敏感目标。沿线敏感点环境噪声现状值昼间为 49~66.8dB (A)，夜间为 46~58.1dB (A)，对照相应标准，工程沿线敏感点声环境现状共有 2 处超标。造成沿线噪声现状监测点超标的主要原因是部分敏感点距离既有道路较近，受道路交通噪声影响大。

12.2.1.3 主要环境影响

(1) 施工期

施工噪声将对沿线声环境质量产生一定的影响，假设在施工机械均布置在距居民住宅最近的厂界处，该施工阶段的施工设备同时施工、不采取噪声防护措施且连续运转 8

小时等最不利情况下预测，如不采取防治措施，预计敏感点距离施工厂界最近处的施工噪声不能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

（2）运营期

① 非空调期

在各类风亭采取 2m 长消声器情况下，各敏感点纯粹受环控设备噪声的影响（不叠加背景），昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 48.2~61.5dB（A）和 44.7~57.3dB（A）。

在采取 2m 长消声器情况下，各敏感点处环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 55.0~62.7dB（A）和 48.9~58.9dB（A），分别较现状值增加 0.1~5.8dB（A）和 0.4~5.2dB（A），对照相应标准，昼间无敏感点超标；夜间 3 处敏感点超标，超标量为 0.3~3.9dB（A）。

② 空调期

在各类风亭采取 2m 长消声器、冷却塔无措施情况下，各敏感点纯粹受环控设备噪声的影响（不叠加背景），昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 53.2~61.5dB（A）和 49.0~57.3dB（A）。

在各类风亭采取 2m 长消声器、冷却塔无措施情况下，各敏感点处环控设备噪声在叠加了背景噪声之后，昼间和夜间等效连续 A 声级分别为 57.7~63.3dB（A）和 52.3~58.9dB（A），分别较现状值增加 0.8~6.4dB（A）和 1.7~6.7dB（A），对照相应标准，昼间无敏感点超标；夜间 5 处敏感点超标 0.6~3.9dB（A）。

在采取措施的情况下，沿线风亭、冷却塔均能达标排放，英华园声环境能维持现状水平，其余敏感点声环境均能达标，因此声环境影响可接受。

12.2.1.4 评价提出的环保措施

（1）施工期

报告书提出的环保措施为，合理安排施工场地，噪声大的施工机械远离居民区一侧布置；合理安排施工作业时间，高噪声作业尽量安排在白天，因工艺要求必须连续作业或者有特殊需要的，必须有区级以上人民政府或其有关主管部门的证明，并将批准的夜间作业公告附近居民；受地面施工噪声影响较严重的敏感点，施工场界设置临时 2~3m 高隔声围墙或吸声屏障；施工场地内的临时房屋靠近敏感点一侧设置，以起到隔声作用，减轻施工噪声影响。

(2) 运营期

在工程设计措施情况下，4处冷却塔需要增设导向消声器，3处风亭消声器加长至3m，合计地下区段敏感点噪声治理环保投资合计96.5万元。

(3) 城市规划控制要求

综合考虑《地铁设计规范》(GB50157-2013)和本次评价预测结果，在工程预设措施情况下，对地下车站风亭区的噪声防护距离建议如下：4a类区防护距离按15m控制，2类区噪声防护距离分别按29m控制。

若确需在控制范围内布设敏感建筑物，应在前排设置非噪声敏感建筑物或自行采取降噪措施。

综上所述，施工期及运营期在落实措施的情况下，本项目施工噪声及运营噪声对敏感点影响可接受。

12.2.2 振动

12.2.2.1 振动保护目标

本工程沿线共有54处振动环境保护目标，其中学校5处，医院1处，文物保护单位14处，居民住宅敏感点33处。工程沿线的规划振动环境保护目标有1处，为规划居民用地。

12.2.2.2 环境质量现状

工程沿线的振动主要是由人群活动道路交通和道路交通引起的。现状监测结果表明，沿线敏感点环境振动 V_{Lz10} 值昼间为43.9~70.05dB，夜间为42.5~62.85dB，均能满足《城市区域环境振动标准》(GB10070-88)相应标准限值要求。

根据监测数据可知，项目沿线文物保护单位中，均能满足《古建筑防工业振动技术规范》(GB/T50452-2008)相应容许振动速度限值。

12.2.2.3 主要环境影响

(1) 施工期

由于施工场地距周围环境敏感点一般比较近，部分敏感点将难以达到《城市区域环境振动标准》(GB10070-88)限值要求，施工机械振动不可避免的对施工场地周围敏感点造成影响。

(2) 运营期

工程运营后，在未进一步采取措施的情况下，沿线 40 个环境敏感点振动预测值 V_{Lzmax} 预测范围为昼间 62.9~77.0dB，夜间 58.9~76.3dB，对照相应的振动环境标准，昼间有 5 处敏感点超标（福州市船政幼儿园、东方名城、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园、福居新村），超标量为 0.2~7.0dB；夜间有 5 个敏感点超标（福州市船政幼儿园、福州市魁岐小学、东方名城、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园），超标量为 0.2~9.3dB，其余敏感点的环境振动均可满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）限值要求。结合振动预测结果采取相应减振措施后超标敏感点均可满足《城市区域环境振动标准》（GB 10070-88）限值要求。

根据表 7.3-2 可知，在未进一步采取措施的情况下，沿线二次结构噪声评价范围内有敏感点 40 处，昼夜均有敏感点不能满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）要求，预测值昼间 11 处预测点超标，超标量为 0.26~13.5dB（A），夜间 18 处预测点超标，超标量为 0.22~11.01dB（A）。结合振动预测结果采取减振降噪措施后所有敏感点均可满足《城市轨道交通引起建筑物振动与二次辐射噪声限值及其测量方法标准》（JGJ/T170-2009）要求。

根据表 7.2-11 可知，根据项目沿线文物保护单位水平振动速度预测结果及文物评估报告分析结果，在采取特殊减振措施后，运营期对文保单位影响可满足《古建筑防工业振动技术规范》（GB/T50452-2008）。

12.2.2.4 环评提出的环保措施

(1) 施工期

①科学合理的施工现场布局是减少施工振动的重要途径，在满足施工作业的前提下，应充分考虑施工场地布置与周边环境的相对位置关系。将施工现场的固定振动源，如加工车间、料场等相对集中，以缩小振动干扰的范围。如施工期较长，可采用一些应急的减振措施，并充分利用地形、地物等自然条件，减少振动的传播对周围敏感点的影响；施工车辆，特别是重型运输车辆的运行途径，应尽量避免避开振动敏感区域。

②在保证施工进度的前提下，优化施工方案，合理安排作业时间，在环境振动背景值较高的时段内（7：00~12：00，14：00~22：00）进行高振动作业，限制夜间进行有强振动污染严重的施工作业，并做到文明施工。

③加强控制强振动施工机械的使用，尽量选用低振动设备。

④加强施工期振动监控，进行施工期振动和地面沉降的跟踪监测，按监测结果及时调整防振措施，对可能造成的房屋开裂、地面沉降等影响采取加固措施等。

⑤施工单位和环保部门应做好宣传工作，加强施工单位的环境管理意识，根据国家 and 地方有关法律、法令、条例、规定，施工单位应积极主动接受环保部门监督管理和检查。在工程施工和监理中设专人负责，确保施工振动控制措施的实施。

(2) 运营期

①在本工程车辆选型中，除考虑车辆的动力和机械性能外，还应重点考虑其振动防护措施及振动指标，优先选择噪声、振动值低、结构优良的车辆。

②工程设计采用的 60kg/m 钢轨无缝线路，对预防振动污染具有积极作用。

③运营单位要加强轮轨的维护、保养，定期旋轮和打磨钢轨，对小半径曲线段涂油防护，以保证其良好的运行状态，减少附加振动。

④对于环境振动超标量环境振动超标为 8dB 以下或二次结构噪声超标小于 3dB(A) 地段，采取中等减振措施（双层非线性扣件、GJ-III型轨道减振器扣件等）。具体敏感点区间为魁岐佳园、东方名城·名郡、福建省飞毛腿高级技工学校、招商江悦府、招商雍景湾、长滩美墅、宝马花园、福居新村、马尾海军医院。措施长度共计单线 2345 延米，每米造价约 0.13 万元。

⑤对于环境振动超标量环境振动超标为 8~12dB 或二次结构噪声超标为 3-6dB(A) 地段地段，采取高等减振措施（橡胶浮置板道床等）。具体敏感点区间为福州魁岐小学、凯隆橙仕公馆、江滨锦城（AK44+100~AK44+300）、名城银河湾幼儿园、福州市马尾实验幼儿园、马尾造船厂福顺新村、罗兴花园。措施长度共计单线 1320 延米，每米造价约 0.6 万元。

⑥对于环境振动超标量环境振动超标为 12~20dB 或二次结构噪声超标大于 6dB(A) 地段或涉及文物保护单位地段，采取特殊减振措施（钢弹簧浮置板轨道）。具体敏感点区间为福州市船政幼儿园、东方名城、江滨锦城（AK44+036~AK44+100）、W-02 原理学院、W-03 原协和大学女生宿舍、W-04 教师宿舍、W-05 教师宿舍 5、W-06 教师宿舍、W-07 校长别墅、W-13 教师宿舍 2、W-08 原男生宿舍光国楼、潮江楼、官庙街、福建船政局建筑群官厅池、福建船政局建筑群钟楼、马江海战炮台、昭忠祠。措施长度共计单

线 3139 延米，每米造价约 1.5 万元。

⑦总计振动防护投资 5805.35 万元，措施后所有环境敏感点的振动及二次结构噪声均能满足标准要求。

⑧伴随地铁建设，沿线区域开发强度逐步提升，地铁铺轨时，周边环境可能发生改变，老旧住宅存在拆迁的可能性，工程实施中可根据环境变化，按照本次评价振动防治原则，适时调整减振措施；规划敏感点距拟建地铁线路的距离应符合本报告提出的振动达标防护距离要求；隧道与敏感建筑共建时，应做好与建筑桩基础的隔离措施。

⑨地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》(GB10070-88)的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足 7.2.2.1 章节提出的控制距离要求。同时建议新规划或新建敏感建筑应以结构抗振能力较强的I类框架结构建筑为主。

(3) 城市规划控制要求

地铁项目启动后，沿线未纳入本次评价的新建环境敏感点项目，须针对地铁环境影响进行评价，并采取有效的环保达标措施，确保振动等环境影响满足《城市区域环境振动标准》(GB10070-88)的要求，如无法采取有效措施确保新建环境敏感点振动达标，则新建环境敏感点应满足 7.2.2.1 章节提出的控制距离要求。同时建议新规划或新建敏感建筑应以结构抗振能力较强的I类框架结构建筑为主。

综上所述，施工期及运营期在落实措施的情况下，本项目施工振动及运营振动对敏感点影响可接受。

12.2.3 地表水

12.2.3.1 地表水保护目标

本工程地表水保护目标为光明港支流、磨溪、魁岐河。

12.2.3.2 环境质量现状

项目产生的废水经处理后接入市政污水管网，引至污水处理厂集中处理，不直接排入闽江。依据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018)，地表水环境影响评价等级为三级 B。根据“福州市召开 2020 年生态环境质量状况新闻发布会”公布信息，

2020年，福州市三条主要河流总体水质为优良的水平；I类~III类水质比例为90%；I类~II类水质比例为50%；无劣V类水质断面。闽江流域福州段总体水质保持优良，I类~III类水质比例为100%，其中，闽江干流国考断面水质全优。

12.2.3.3 主要环境影响及措施

(1) 施工期

施工人员生活污水可依托当地居民区，或通过设置临时化粪池处理后，达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级排放标准要求后接入市政污水管道，不能接管的生活污水通过化粪池处理后由环卫部门进行清掏。施工场地地面和冲洗废水以及设备冷却水经施工场地内敷设的管道排入场地内沉淀池，回用于物料冲洗及洒水降尘；盾构施工产生的泥浆水经泥水分离处理后物料冲洗及洒水降尘；泥浆经沉淀后与工程弃渣一并委托有资质的渣土运输公司外运处置。基坑采取钻孔灌注桩+止水帷幕等围护措施防治涌水后，仅产生少量结构渗水，与施工场地冲洗水一并经临时沉淀池处理后回用，可接管车站的施工废水可经三级混凝沉淀池处理达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)三级排放标准要求后排入市政污水管道，最终进入城市污水处理厂进一步处理。施工期污水不会对周边地表水环境产生不良影响。

(2) 运营期

运营期污水主要来自沿线车站生活污水。

本工程运营期废水经预处理后满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)的三级排放标准，NH₃-N符合入城镇下水道水质标准(GB/T31962-2015)标准限值，通过市政污水管网进入快安污水处理厂及青洲污水处理厂进一步处理，不会对各城市污水处理厂产生冲击负荷。因此本工程产生的污水对环境的影响较小。

12.2.4 环境空气

12.2.4.1 环境空气保护目标

本工程无新建锅炉房，主要空气污染源主要为地下车站风亭排风亭，根据设计文件和评价范围，确定环境保护目标为风亭周边30m范围内的敏感点在本工程大气环境影响评价范围内，共有大气环境保护目标2处(名城紫金轩、江滨锦城)，区间风井不涉及环境空气保护目标。

12.2.4.2 环境质量现状

根据“福州市召开 2020 年生态环境质量状况新闻发布会”公布信息，：2020 年福州市空气质量优良率 99.5%，高于上一年的 98.6%。2020 年，福州市环境空气质量综合指数为 2.76，较去年的 3.00 下降 8.0%，在全国省会城市中名列第三，在全国 168 个重点城市中排名第八。因此项目区域环境空气质量属于达标区。

12.2.4.3 主要环境影响

(1) 施工期

施工期的废气主要是施工机械排放的尾气和施工场地作业和运输过程产生的扬尘。施工期产生的机械尾气排放量很小，对环境的影响较小；施工期扬尘会对施工场地周围及运输道路两侧的居民构成一定的影响，扬尘量与施工方式、施工现场的自然条件以及施工管理密切相关。通过加强施工期管理、采取有效降尘措施，可以缓解施工对大气环境所造成的不利影响。

(2) 运营期

车站风亭排气中的异味主要来自地铁隧道，主要成分是霉味，根据类比调查表明风亭排放异味气体下风向 10~15m 为嗅阈值或无异味，15m 以上已感觉不到风亭排放的异味气味。轨道交通运营后，可替代公汽运输所减少的汽车尾气污染物排放量，对改善城市环境空气质量是有利的。

综上所述，施工期及运营期在落实措施的情况下，本项目施工废气及运营废气对外环境影响可接受。

12.2.4.4 采取的环保措施

(1) 施工期

①施工场地在开始施工前，根据围挡计划对场地周边采取围挡措施，其围挡高度均高于 2m，减小施工场地扬尘的扩散。

②对施工场地采取硬化处理，并安排专人对施工场地进行清扫，保持场地的清洁。

③对易产生扬尘建筑材料实施覆盖遮挡措施，及时清运开挖的土方，从源头控制施工扬尘。对临时堆土实施覆盖措施，防止扬尘的产生。

④施工场地出入口修建洗车槽对外出施工车辆进行冲洗，防治车辆运输过程中造成二次污染。

⑤围挡措施上方安装喷雾降尘设备，控制施工区扬尘，根据施工区情况，配置了风送式喷雾机。

(2) 运营期

为更有效地减轻异味影响，应在风亭周围种植树木、并将排风口不正对敏感点一侧。地下车站应采用符合国家环境标准的装修材料，这样既有利于保护人群身体健康，又可减轻运营初期风亭排气异味对周围环境的影响。

在工程竣工后，对隧道及站台进行彻底的清扫，降低运营初期地铁内的粉尘及异味；地下车站营运后，每日营运前后的机械排风时间由原来 30min 延长不小于 60min，合计机械排风时间不少于为 120min；严格控制风亭周围土地建设规划，在距离风亭 15m 范围内不宜建设居民住宅、学校教学楼、医院等大气环境敏感建筑。

综上所述，在采取措施的情况下，施工期及运营期废气对外环境影响可接受。

12.2.5 生态环境

12.2.5.1 生态环境保护目标

根据现场调查、资料分析和叠图分析，本工程评价范围内主要保护目标除了沿线城市公园绿地、城市景观外，还包括福建船政建筑，马江海战炮台，烈士墓及昭忠祠、福州市协和大学历史建筑群、潮江楼（文物保护单位情况详见表）；洋里站~魁岐站区间影响范围共涉及 37 株名木古树，主要以樟树、古榕树、龙眼等；马江渡站~船政文化城站区间影响范围内共涉及 6 株古榕树；本工程沿线洋里站~魁岐站（AK38+390~AK39+900）下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区），穿越长度约 1367m。

12.2.5.2 生态环境现状

工程沿线为多城市区域，植被主要为榕树、棕榈、芒果、长叶罗汉松，本工程线路基本沿既有或规划道路地下敷设，线路不穿越现有大型公共绿地。由于本工程沿线主要为市政道路和风景名胜区外围保护地带，人类活动强烈，经过长期的开发活动，沿线已无大型野生动物，现有沿线野生动物类型以鸟类和鼠类等小型兽类为主，鸟类主要为麻雀等常见野生鸟类。

12.2.5.3 主要环境影响

(1) 工程线路以隧道形式下穿福州市协和大学历史建筑群、福建船政建筑，马江海

战炮台，烈士墓及昭忠祠，罗星塔保护范围，评价范围涉及 25 处定级文物，1 处定级文物；洋里站~魁岐站区间影响范围共涉及 37 株名木古树，马江渡站~船政文化城站区间评价范围内古树名木 6 棵，本工程沿线洋里站~魁岐站（AK38+390~AK39+900）下穿鼓山风景名胜区发展控制区（三级保护区），穿越长度约 1367m。其他区域不涉及其它自然保护区、风景名胜区等生态敏感区。

(2) 本工程永久征地总面积为 32270m²。本项目全程地下线路，对占地和造成土地利用类型发生变化主要集中在地下车站的出入口、风亭，以及施工期的施工临时用地对城市交通干道及其绿化带的占用。总体而言，本项目占地数量小，对区域土地利用类型的影响很小。

(3) 本工程建成运营后，将提高沿线地区各功能斑块景观的通达性，使沿线功能斑块之间各种生态流输入、输出运行通畅，保证了城市的高效运转，提高了城市景观生态体系的稳定性，确保了城市的健康发展。

(4) 根据景观美学分析及类比调查分析，在设计中如能充分考虑福州市独特的历史文化名城性质及土地利用格局，并充分运用融合法、隐蔽法设计，可以使本工程的车站进出口与风亭等地面建筑物与周边环境保持协调。

(5) 轨道交通的建设在节约土地资源和能源方面优势明显，且有利于福州市土地资源的整合与改造，缓解区域土地利用紧张状况，提高土地利用效率；轨道交通采用电力能源，实现大气污染物的零排放，由于替代了部分地面汽车交通，减少了汽车尾气的排放，因而有利于降低空气污染负荷，符合生态建设要求。

12.2.5.4 采取的环保措施

(1) 在工程设计阶段应作好对永久占地和临时占地的合理规划，尽量少占绿地，尽可能减少由于轨道工程建设对沿线城市绿地系统的影响。对工程占用的绿地，建设单位应在认真履行各项报批手续的基础上，严格按批准的用地范围进行施工组织，对占用的绿地进行必要的恢复补偿，尽快恢复其生态功能。

(2) 应优化施工工艺和施工组织设计、严格控制施工场界及加强施工监理，将轨道交通建设对周边的影响降至最低；此外，还应严格控制车站施工期污水和弃渣的排放去向，严禁乱排乱弃，车站运营期污水应尽量纳入城市污水管网。

(3) 施工单位应结合福州土石方工程施工；进行土石方工程施工时，应采取必要的

水土保持措施，同步进行路面的排水工程，预防雨季路面形成的径流直接冲刷造成开挖立面坍塌或底部积水。施工弃渣应及时清运，填筑的路基面及时压实，并做好防护措施；雨季施工做好施工场地的排水，保持排水系统通畅。

综上所述，本项目均为地下段，地面涉及仅为车站，主要涉及城市生态。在采取措施的情况下，施工期及运营期对生态环境影响可接受。

12.2.6 固体废物

12.2.6.1 主要环境影响

(1) 施工期

工程产生的固体废物主要为工程弃土、建筑垃圾及施工人员生活垃圾等。工程施工过程中产生的固体废物如不妥善处理，将会阻碍交通、污染环境。垃圾渣土运输过程中，车辆如疏于保洁，超载沿途撒漏泥土，将污染街道和道路，影响市容；弃土清运车辆行走市区道路，增加沿线地区车流量，可能造成交通堵塞。如渣土无组织堆放、倒弃，极易产生扬尘污染；在雨水冲刷下产生泥沙污水，造成水土流失，使管道淤塞造成排水不畅，受纳河道局部淤积。

(2) 运营期

运营期生活垃圾来自于车站旅客、工作人员，生活垃圾排放总量为 197.1t/a。

生产废物主要来自主变电站少量的机械加工等作业。生产废物为主变电站废机油。产生量为 0.1t/a，收集暂存在主变电站危废间，委托有资质单位处理。

综上所述，本项目固体废物影响可接受。

12.2.6.2 采取的环保措施

(1) 施工期

根据《城市建筑垃圾管理规定（中华人民共和国建设部令第 139 号）》《福州市工地扬尘集中整治专项行动方案》等相关法律法规的规定，施工中的渣土运输委托有资质的运输队伍进行清运，并签订安全协议和承包合同，由有资质的承包单位到市城市管理部门办理施工渣土排放手续，按市城市管理部门指定地点进行排放。

施工生活垃圾收集后交由当地环卫部门统一处理。

(2) 运营期

对沿线生活垃圾，运营管理部门在各车站内合理布置垃圾箱，安排管理人员及时清扫，在分类后集中送环卫部门统一处理。

危险废物：变电站废油，应设专门危废暂存间，并按照国家 and 福建对危险废物的有关规定委托有资质单位进行妥善处置。

12.2.7 电磁环境影响结论

12.2.7.1 电磁环境保护目标

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程新建魁岐变电所。根据现场调查，魁岐主变周边敏感点为东方名城·尚郡，其中北侧东方名城·尚郡 9#楼距离主变电厂界 8m，东侧为东方名城·尚郡 13#楼，距离主变电厂界 4m。

12.2.7.2 环境质量现状

电磁环境现状监测结果可知，本工程拟建魁岐主变四周工频电场强度测量值为 2.45~2.48V/m，工频磁感应强度测量值为 0.07~0.19 μ T。

12.2.7.3 主要环境影响

根据分析评价结果，本工程新建魁岐主变运营后产生的工频电磁场增量很小，现状叠加后变电所机房外 10 米即完全满足《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中工频电场限值 4000V/m，工频磁感应强度限值 100 μ T 的要求，且有较大环境余量，环境影响可接受。

12.2.8 风险影响结论

危险物质一旦进入环境，将污染土壤、地下水、地表水、大气，并对接触人员造成伤害。

本项目危废暂存间应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）建设。危废暂存建设置清楚的警告标识，地面按照防渗要求进行防渗处理，并配备消防沙袋等应急物质。同时主变选址西北角设置有一处应急事故池，有效容积约 40m³ 建设单位也应成立事故应急小组，以应对各项事故发生后及时采取有效的相应措施。

在落实措施的前提下，本项目环境风险可控。

12.2.9 产业政策、规划相符性结论

(1) 本工程属于《产业结构调整指导目录(2019年本)》中第一类鼓励类第二十二类城市基础设施第6款城市及市域轨道交通新线建设。本工程不属于《限制用地项目目录(2012年本)》及《禁止用地项目目录(2012年本)》中涉及的行业及项目。同时,本项目已取得《福建省发展和改革委员会关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程可行性研究报告的批复》(闽发改网审交通〔2021〕161号)(见附件2)。因此,本工程建设符合国家产业政策要求。

(2) 本工程符合《福州市城市总体规划》《福州市城市快速轨道交通建设规划(2015-2021年)》《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整(2015-2023年)环境影响报告书》《福州新区总体规划(2018-2035年)》等相关规定。

12.2.10 选址合理性分析

本工程连接福州市区和马尾区,评价范围内涉及鼓山国家级风景名胜区、福州市协和大学历史建筑群、福建船政局建筑群等风景名胜区及文物保护单位。

经对照《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整(2015-2023年)》及国家发改委批复、《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整(2015-2023年)环境影响报告书》及规划环评审查意见,本次2号线东延线一期工程可研设计过程中,调整了部分线路走向,由于洋里站至魁岐站区间线路受地质条件限制,并考虑后期施工、运营安全的影响,设计单位推荐方案为线路由规划阶段的沿江方案改为向鼓山风景区一侧偏移的工程推荐方案,调整后线路涉及鼓山国家级风景区发展控制区(三级保护范围)长度增加,同时下穿部分福州市协和大学历史建筑群建筑。本评价经对照《福州市协和大学历史建筑群保护规划》、《鼓山国家级风景名胜区总体规划》及调整后环境影响角度进行对比分析,调整后线路符合《福州市协和大学历史建筑群保护规划》、《鼓山国家级风景名胜区总体规划》,同时本项目已取得《福州市文物局关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程涉及文物保护单位保护范围和建设控制地带内建设的指示》(榕文物保〔2021〕198号)、《福建省文物局关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程涉及文物保护单位保护范围和建设控制地带内建设(修改稿)的请示》(闽文物字〔2022〕27号)、《福州市林业局关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程涉及鼓山风景名胜区选址方案核准意见

的复函》（榕林函〔2021〕113号），其部门意见均同意本项目的选址方案。

结合本项目针对环境影响方面所开展的方案比选分析内容，工程推荐方案从环境影响角度分析，优于建设规划方案。同时工程推荐方案进一步通过合理施工方案（如采用TBM/土压双模盾构施工、采用二次注浆减少底层扰动、进行施工跟踪监测等）、使用商品混凝土、采用无缝轨道、最佳特殊减振、及禁止在风景区内设置施工场地等一系列措施前提下，对敏感点的影响程度均可接受。因此从环境保护角度考虑，该工程推荐方案可行。

本项目马江渡站~船政文化段涉及福建船政局建筑群区间。该区间站点设置及区间设置均符合《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023年）环境影响报告书》要求，同时取得相关文物保护部门同意。该区间均采用地下线，同时全线采用无砟轨道，整体道床以及无缝轨道，在落实相关保护措施的情况下，施工期及运营期对福建船政局建筑群影响可接受。

除此上述区间段外，本项目其余区间段均不涉及自然保护区、森林公园、湿地保护区、基本农田等敏感区。车站设置采用地下车站，仅风亭、冷却塔、出入口设置在地面，已获得用地预审与选址意见书（用字第350100202100058号），根据选址意见，该项目已列入福州市土地利用总体规划（2006-2020年）中《福州市交通用地项目表（2011-2020年）》清单，符合福州市土地利用总体规划（2006-2020年），用地指标应纳入土地利用计划。

综上所述，本项目用地较为合理。

12.2.11 “三线一单”控制要求相符性相符性结论

（1）生态红线

对照《福建省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的通知》（闽政〔2020〕12号）和《福州市人民政府关于实施“三线一单”生态分区管控的通知》（榕政综〔2021〕178号），本工程选线选址避开了福建省和福州市生态保护红线，工程与福建省和福州市生态保护红线是相符合的。

（2）环境质量底线

通过收集当地环境质量公报及委托第三方检测机构开展的现状监测结果可知，沿线

区域振动环境、大气环境、地表水、电磁环境质量均达标，能够满足各相应功能区划要求。项目运营后通过采取各项污染防控措施，可确保各污染物达标排放。项目实施符合国家环境质量底线控制要求。

（3）资源利用上线

本项目为轨道交通项目，全部为地下线路。工程占用土地主要集中在变电所和地下车站的出入口、风亭占地，以及施工期的施工场地，占地不影响区域土地资源总量；本工程用水主要为沿线车站工作人员和旅客的生活用水，用水量较小，不影响区域水资源量；本项目线路运行采用集中供电方式，由城市电网经变压供电，以减小线路损耗；另一方面，本项目的建成，可以减少现有交通方式对能源的消耗，符合资源利用上线相关要求。

（4）生态环境准入清单

本工程符合国家和福建省相关政策法规，选址符合城市发展规划、环境保护规划和其他相关规划基本要求。本项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》鼓励类，本工程不属于《重点生态功能区产业准入负面清单编制实施办法》《市场准入负面清单（2020年版）》（发改体改规〔2020〕1880号）中禁止或限制项目，符合当前产业政策。

12.2.12 公众参与

根据《环境影响评价公众参与办法》相关规定，建设单位于2020年9月14日在福州地铁集团有限公司官方网站，进行了第一次信息公告。于2021年5月31日~6月11日在福州地铁集团有限公司官方网站及本项目沿线社区公示栏进行了第二次信息公告，期间在东南日报进行了两次登报公示。从公众调查和公示结果来看，公众对本工程已有一定的认识，无团体和个人对工程建设有具体意见，结合项目工程设计过程咨询林业局、文物局、自然资源和规划局等相关行政部门意见，相关行政部门对本项目建设持支持态度。建设单位必须做好环保治理工作，以及和周边群众、团体单位的联系沟通工作，处理好周边关系，实现环境效益、社会效益、经济效益的统一。

12.2.13 环境影响经济损益分析结论

经比较分析，本工程对环境的影响是以有利的方面为主，本项目的环境经济效益大

于环境保护费用，环境保护投资效果较好。本工程总投资为 117.38 亿元，其中环保投资 6461.85 万元，约占工程总投资 0.55%，环保投资是合理的。

12.2.14 环境管理与监测计划结论

在施工与运营期通过制定环境管理与监测计划，加强环境监控，并予以充分的资金保障，使工程在实施与运营期间产生的噪声、振动、污水等方面的控制措施得以监督实施、并根据监测结果调整相关环保措施，使工程的建设与运营对环境产生的影响得以最大限度的控制。

12.3 总结论

福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程属于轨道交通建设项目，是一种绿色交通，使用清洁能源，污染排放量小，有利于改善城市大气环境，符合福州市城市总体规划、福州市国土空间总体规划、鼓山国家风景名胜区总体规划、鼓岭国家级旅游度假区总体规划、福州市协和大学历史建筑群保护规划、全国重点文物保护单位福建船政建筑，马江海战炮台、烈士墓及昭忠祠和罗星塔保护规划。符合国家《产业结构调整指导目录》，符合国家产业政策要求，符合《建设项目环境保护管理条例》中对建设项目的管理规定。正线全部采用地下敷设方式。对于局部下穿的居民区、文物保护单位区段提出了钢弹簧浮置板减振道床等减振措施。对于沿线车站风亭、出入口等配套设施，提出了优化布局和开展景观设计的要求。报告书提出了跟踪监测的计划和要求。本工程总体符合《福州市城市轨道交通第二期建设规划调整（2015-2023 年）环境影响报告书》及其审查意见的要求。

工程建设虽然将会对所经区域的生态、声、振动、水、大气环境产生一定程度的不利影响，只要在工程施工和运营中，全面落实报告书提出的一系列的生态保护、减缓及恢复措施和污染控制措施，工程建设对环境造成的影响可得到有效控制和减缓。因此，从环境影响角度而言，福州市轨道交通 2 号线东延线一期工程是可行性的。

关于环评文件公开文本删除的涉及国家秘密、商业秘密等内容的删除依据和理由说明

福州市生态环境局：

报送贵局的福州市轨道交通2号线东延线一期工程环境影响报告书经我单位审核，部分内容涉及国家秘密、商业秘密等内容（具体删除内容、删除依据详见附件）。我单位提交的福州市轨道交通2号线东延线一期工程环境影响报告书公开版，已经不包含涉及国家秘密、商业秘密等内容，同意对公开文本的全文进行公示，特此声明。

附件：关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程的环境影响报告书公开文本删除内容、删除依据的说明

单位盖章：

2022年3月16日

关于福州市轨道交通2号线东延线一期工程环境影响报告书公开文本删除内容、删除依据的说明

因福州市轨道交通2号线东延线一期工程环境影响报告书的部分内容涉及国家秘密、商业秘密、个人隐私，我单位在环境影响报告书公开本中删除了相应内容，具体删除内容和删除依据如下：

1、编制单位和编制人员情况表、附件中除“报告书公开文本删除依据和理由及删除内容、删除依据说明”文件外，其余文件均涉及未经主管部门公开的政府往来函件、个人签名及部分商业秘密，不予公开。

2、报告书表4.3-2、表4.3-5、表4.3-6、表4.3-9、表4.3-11、表4.3-12，涉及商业秘密，不予公开。

3、报告书图3.3-2~图3.3-9、图3.11-1、图6.2-1~图6.2-6、图7.2-1~图7.2-18、附图1~附图3，涉及“1:50万、1:25万、1:1万国家基本比例尺地形图及其数字化成果”，以及“空间精度及涉及的要素和范围相当于上述秘密基础测绘成果的非基础测绘成果”，属国家秘密不予公开。

