

建筑施工安全生产隐患识别图集

（ 轨道交通之隧道工程部分 ）

主编单位：广东省住房和城乡建设厅

参编单位：广东省建筑安全协会

目 录

1 编制说明	1
2 编制依据	2
3 资料管理类安全隐患	4
4 工程实体类安全隐患	11
4.1 【盾构法作业】类隐患	11
4.1.1 盾构始发/接收施工	11
4.1.2 盾构常规掘进施工	17
4.1.3 盾构穿越特殊地段	20
4.1.4 隧道施工运输	23
4.1.5 盾构开仓和刀具更换	27
4.1.6 盾构吊装	29
4.1.7 管片堆放	30
4.1.8 管片拼装	31
4.1.9 隧道内安全防护	32
4.1.10 洞门及联络通道施工	34
4.1.11 施工监测	36
4.1.12 应急管理	37
4.2 【矿山法作业】类隐患	39
4.2.1 竖井、横通道	39
4.2.2 超前地质预报	43
4.2.3 地层超前加固	44
4.2.4 降排水作业	48
4.2.5 隧道开挖	50
4.2.6 初期支护	56
4.2.7 作业架防护	64
4.2.8 防水作业	66
4.2.9 二次衬砌	68
4.2.10 隧道运输	69
4.2.11 作业环境	70
4.2.12 施工监测	72
4.2.13 应急管理	73

广东省建筑施工安全生产隐患识别图集（轨道交通之隧道工程部分）

1 编制说明

轨道交通工程大部分属于地下工程，面临着复杂的地下施工环境，安全风险极大，近年来，因隐患识别和重大风险预判不到位，导致生产安全事故时有发生。习近平总书记多次强调，发展决不能以牺牲人的生命为代价，这必须作为一条不可逾越的红线。为进一步推动全省建筑施工安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制建设，有效防范遏制各类生产安全事故的发生，实现全省建筑施工安全生产形势持续稳定好转，广东省住房和城乡建设厅委托广东省建筑安全协会组织编写了《建筑施工安全生产隐患识别图集》（轨道交通之隧道工程部分），本册仅收集整理盾构法施工、矿山法施工相关部分内容。

本图集依据法律法规、规范标准的最新要求，分为编制说明、编制依据、资料管理类安全隐患、工程实体类安全隐患共 4 部分。其中：资料管理类安全隐患主要分为**专项施工方案、技术管理资料** 2 个方面，工程实体类安全隐患分为**盾构法、矿山法施工** 2 个方面，精心选录了 132 张有代表性的安全隐患照片，直观展示了隧道工程常见隐患和问题，分析了可能导致的后果，并提出整改措施和规范要求及对应的正确示例，让广大隧道施工专业技术人员和一线作业人员能准确、便捷、快速辨识隧道工程中的隐患问题，并及时整改。本图集具有较强的科学性、指导性和实用性，可作为全省隧道施工隐患排查治理的重要参考，也可作为相关人员的培训教材和安全监督管理人员参考手册。

由于轨道交通的隧道工程涉及车站、区间、通道等多种结构、工法，内容繁多，且编制时间较紧，能力水平有限，如有不妥之处，敬请批评指正。

2 编制依据

- 2.1 《中华人民共和国安全生产法》
- 2.2 《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令第 393 号）
- 2.3 《地下水管理条例》（中华人民共和国国务院令第 748 号）
- 2.4 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部令第 37 号）
- 2.5 《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》（建质〔2010〕5 号）
- 2.6 《房屋市政工程安全生产标准化指导图册》（建办质函〔2019〕90 号）
- 2.7 《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27 号）
- 2.8 《城市轨道交通工程地质风险控制技术指南》（建办质〔2020〕47 号）
- 2.9 《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42 号）
- 2.10 《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》（建办质〔2021〕48 号）
- 2.11 《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准（2022 版）》（建质规〔2022〕2 号）
- 2.12 《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范〔2019〕2 号）
- 2.13 《爆破安全规程》（GB 6722-2014/XG1-2016）
- 2.14 《岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范》（GB 50086-2015）
- 2.15 《地下防水工程质量验收规范》（GB 50208-2011）
- 2.16 《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB 50307-2012）
- 2.17 《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）
- 2.18 《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》（GB 50652-2011）
- 2.19 《地铁工程施工安全评价标准》（GB 50715-2011）
- 2.20 《工程勘察通用规范》（GB 55017-2021）
- 2.21 《城市轨道交通工程项目规范》（GB 55033-2022）
- 2.22 《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB 55034-2022）

- 2.23 《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 90911-2013）
- 2.24 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022）
- 2.25 《预制混凝土衬砌管片》（GB/T 22082-2017）
- 2.26 《企业安全生产标准化基本规范》（GB/T 33000-2016）
- 2.27 《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299-2018）
- 2.28 《建设工程项目管理规范》（GB/T 50326-2017）
- 2.29 《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）
- 2.30 《建筑机械使用安全技术规程》（JGJ 33-2012）
- 2.31 《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ 46-2005）
- 2.32 《建筑施工安全检查标准》（JGJ 59-2011）
- 2.33 《建筑与市政工程地下水控制技术规范》（JGJ 111-2016）
- 2.34 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ 120-2012）
- 2.35 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》（JGJ 276-2012）
- 2.36 《盾构法开仓及气压作业技术规范》（CJJ 217-2014）
- 2.37 《市政工程施工安全检查标准》（CJJT 275-2018）
- 2.38 《工程建设安装工程起重施工规范》（HG 20201-2016）
- 2.39 《隧道联络通道冻结法施工及验收规范》（NB/T 10222-2019）
- 2.40 《城市轨道交通工程建设安全风险管控和隐患排查治理规范》（DBJ/T 15-230-2021）
- 2.41 《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）
- 2.42 《城市轨道交通土建工程施工工艺标准》（Q/ZJ 0001—2018）
- 2.43 《城市轨道交通工程施工安全隐患和风险管理精细化手册》（2017年）
- 2.44 《城市轨道交通工程主要施工安全风险预控指南》（2018年）

3 资料管理类安全隐患

序号	资料项目		隐患问题	规范与文件要求
1		专项施工方案编制	1. 未编制专项施工方案；专项施工方案主要内容不满足《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》的要求。 2. 没有针对性的安全保障和应急处置措施。 3. 隧道周边环境、水文地质、工法或施工条件发生了变化，专项施工方案未重新进行审核、论证、审批。	1. 《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范〔2019〕2号）第十一、十二条及附件1。 2. 《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编制指南》（建办质〔2021〕48号）第六项。
2	专项施工方案	审核审批手续	1. 审核、审批程序不符合规定，审批人不符合要求。 2. 未经总监理工程师审查。 3. 属于超过一定规模的危大工程未组织专家论证。 4. 论证专家未从专家库中抽取或专业不对口，人数不足5人。 5. 专家论证报告未有明确意见。 6. 对于论证意见为“修改后通过的”，未按专家意见修改，并未经施工单位、监理单位重新审核审批和专家签字确认。	《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范〔2019〕2号）中第十二条~第十五条、附件2。

序号	资料项目		隐患问题	规范与文件要求
3		专项施工方案交底和安全技术交底	<ol style="list-style-type: none"> 1. 专项施工方案实施前，编制人员或者项目技术负责人未向施工现场管理人员进行专项施工方案交底。 2. 专项施工方案实施前，施工现场管理人员未向作业人员进行安全技术交底。 3. 专项施工方案交底内容未包括施工工艺、材料、设备、施工流程、施工条件、安全技术措施、安全管理和应急处置措施等。 4. 未有经双方签名确认的文字材料。 	<p>《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范〔2019〕2号）第十七条。</p>
4		环境调查与保护	<ol style="list-style-type: none"> 1. 隧道工程施工前未对周边环境进行调查（如既有建（构）筑物、地下管线、周边高压线等）。 2. 危险性较大的建（构）筑物、管线未制定针对性的保护方案。 	<p>《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范〔2019〕2号）中第五、六条。</p>

序号	资料项目		隐患问题	规范与文件要求
5		特种作业人员持证和上岗情况	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建筑施工特种作业人员未持有有效的特种作业操作资格证书。 2. 持证上岗人数不满足专项施工方案要求。 	<p>《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范（2019）2号）第十九条。</p>
6	技术管理资料	检查与验收	<ol style="list-style-type: none"> 1. 验收记录与现场施工进度不符。 2. 参加验收人员不符合规定。 3. 验收内容未有量化，责任人未签名。 4. 验收后未设置验收标志牌。 5. 施工单位未按照规定对危险性较大分部分项工程进行施工监测和安全巡视。 6. 监理单位未对危险性较大分部分项工程施工实施专项巡视检查。 	<p>《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范（2019）2号）第十九条、二十、二十三条。</p>

序号	资料项目		隐患问题	规范与文件要求
7		监测与检测	<p>1. 未按监测方案确定的项目进行监测。</p> <p>2. 未按规定对受施工影响范围内建（构）筑物、既有地铁线路、重要管线和道路等进行监测（观测）。</p> <p>3. 监测点设置或监测频率不符合监测方案，监测点受破坏未及时恢复，未按警情信息处理流程和规定报送信息、未按设计及工程情况及时处理监测数据并反馈、指导施工。</p> <p>4. 监测数据达到预警或报警值时未按规定程序及时、有效处理。</p> <p>5. 未按规定对建筑材料、构配件、设备和预拌混凝土、砂浆等进行检验，或检验不合格擅自使用。</p> <p>6. 违反规定使用已被淘汰、被禁止使用的建材产品或施工技术（工艺）。</p> <p>7. 未按规定对涉及结构安全的试块、试件以及有关材料进行监理见证下的现场取样，样品的数量、批次不符合要求，未按规定送交工程质量检测机构进行检测。</p>	<p>1. 《市政工程施工安全检查标准》（CJJT 275-2018）中第 7.1 章相关条文。</p> <p>2. 《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 13 章相关条文。</p> <p>3. 《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 90911-2013）第 5.4 章相关条文。</p> <p>4. 《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299-2018）。</p>

序号	资料项目		隐患问题	规范与文件要求
8		工程勘察	<ol style="list-style-type: none"> 1. 勘察的勘探点间距及平面布置不符合规范要求。 2. 施钻前未对作业区域管线进行排查、交底。 3. 勘探孔未按规定及时回填，施工前未再次对勘探孔的封堵情况进行排查。 4. 未定期开展应急培训。 5. 勘察单位没有根据工程实际及工程周边环境资料，在勘察文件中说明可能造成工程施工安全风险的地质条件，如岩溶、地下暗河(涌)、软弱岩土、花岗岩残积土、承压水层、流土管涌渗漏变形等，以及所采取安全技术措施的建议。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB 50307-2012）第 9.3.4 条、9.4.4 条。 2. 《城市轨道交通工程项目规范》（GB 55033-2022）第 5.2.3 条。 3. 《城市轨道交通工程安全质量管理暂行办法》（建质〔2010〕5 号）第二十一条。 4. 《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42 号）第 7.0.1 条。 5. 《广东省住房和城乡建设厅关于房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理的实施细则》（粤建规范〔2019〕2 号）第六条。
9		应急预案与应急资源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未编制生产安全事故应急救援预案。 2. 应急救援预案不符合工程实际情况。 3. 未开展应急培训与演练。 4. 应急物资、设备等配置与预案内容不符。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令 393 号）第四十八条。 2. 《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42 号）第 7 章。



序号	资料项目		隐患问题	规范与文件要求
10	安全风险管控和隐患排查治理		1. 安全风险未组织辨识评估和分级管控、未定期更新风险清单。 2. 无隐患排查治理相关制度、无相关台帐，未开展隐患排查相关工作。 3. 未在危险源存在的施工区域设置安全警示标牌。	1. 《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 5 章相关条文。 2. 广东省标准《城市轨道交通工程建设安全风险管控和隐患排查治理规范》（DBJ/T 15-230-2021）第 4 章、第 8 章、第 9 章相关条文。 3. 《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第 16 章。 4. 《城市轨道交通工程项目规范》（GB 55033-2022）第 2.1.20 条。 5. 《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）3.1 风险分级管控。
11	安全生产投入		安全生产措施费用未按规定提取使用，未建立使用台帐。安全生产措施费使用不合要求。	1. 《企业安全生产标准化基本规范》（GB/T 33000-2016）第 5.1.4 条。 2. 《中华人民共和国安全生产法》第四十七条。
12	职业健康安全		对从事接触职业病危害的作业的劳动者，未组织上岗前、在岗期间和离岗时的职业健康检查，并将检查结果书面告知劳动者。	《中华人民共和国职业病防治法》第三十五条。

序号	资料项目		隐患问题	规范与文件要求
13		信息化	1 未建立地面和地下通讯联络机制、 2 未安装视频监控系统、 3 未安装门禁系统。 4 未建立涉及安全生产及应急联动相关方的信息共享机制。	1. 《中华人民共和国安全生产法》第四条。 2. 《城市轨道交通基坑、隧道坍塌防范导则》(2021年)第 5.1.5 条。
14		关键节点安全条件核查	1 未建立关键节点风险防控体系、 2 未编制关键节点清单 3 未进行关键节点施工前安全条件核查、验收。	《城市轨道交通工程项目规范》（GB 55033-2022） 第 2.1.24 条。

4 工程实体类安全隐患

4.1 【盾构法作业】类隐患

4.1.1 盾构始发/接收施工-1

隐患现象	正确示例
	
端头加固的强度不合格	端头加固强度合格

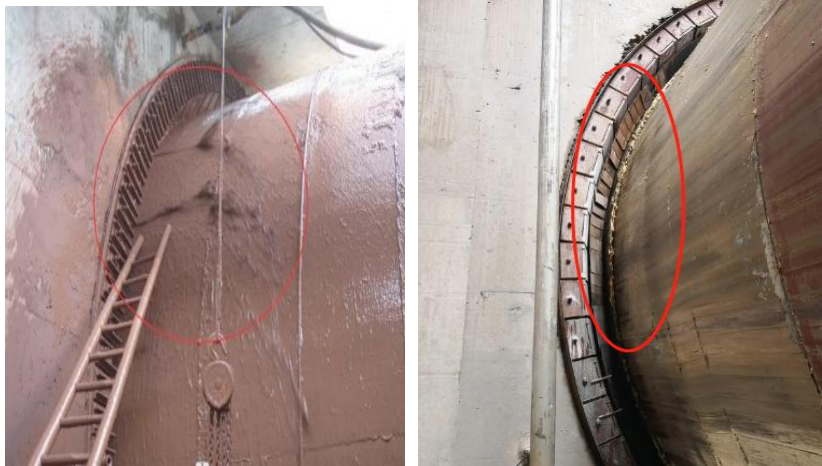
隐患问题：加固强度质量不符合设计相关要求。

风险分析：易发生涌水涌砂，洞口坍塌。

整改措施：停止施工，重新对端头进行加固，达到设计要求的强度。

规范要求：《盾构法隧道施工及验收规范》(GB 50446-2017)第 4.5.2 条 对于需要加固的土体，采用不同方法或组合加固后均需达到设计要求的强度，起到防塌、防水作用。《铁路隧道工程施工安全技术规程》(TB 10304-2020)第 15.3 章相关要求。

4.1.1 盾构始发/接收施工-2

隐患现象	正确示例
	
扇形环板螺栓未安装到位	扇形环板螺栓安装良好


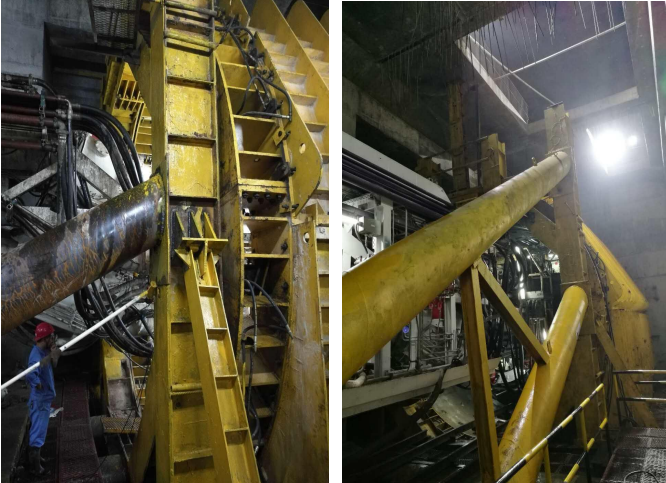
隐患问题：扇形环板螺栓未安装到位。

风险分析：易发生涌水涌砂，洞口坍塌。

整改措施：停止施工。安装、固定扇形环板螺栓。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.4.4条 扇形环板螺栓应安装到位并进行复紧，保证帘布橡胶板密贴洞门钢环。

4.1.1 盾构始发/接收施工-3

隐患现象	正确示例
	
<p>反力架、托架未进行受力核算及焊接探伤检验、未按方案进行安装</p>	<p>受力核算、按方案安装、监测</p>


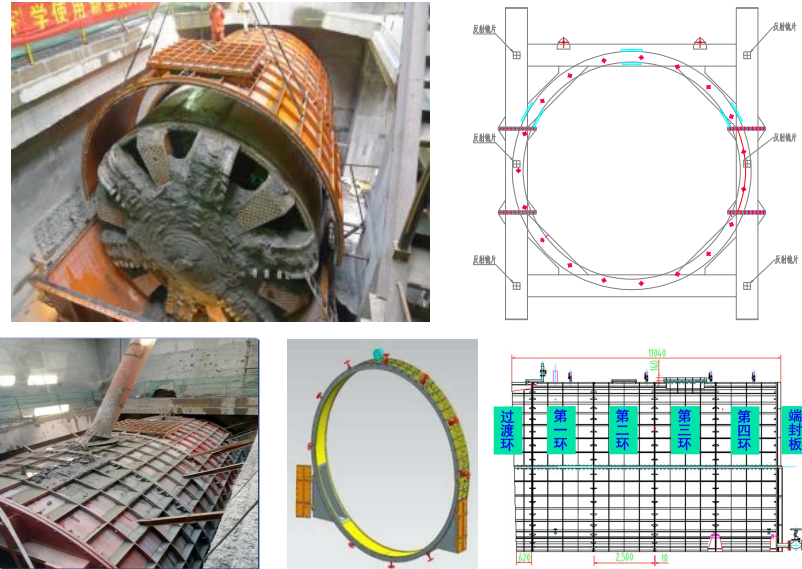
隐患问题：反力架、托架未进行受力核算及焊接探伤检验、未按方案进行安装。

风险分析：反力架、托架变形，导致盾构机掘进偏差，造成事故。

整改措施：暂停始发，按照方案和规范要求加固。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.4.5条 反力架安装要定位准确，支撑加固体系安全可靠，符合盾构始发最大推力要求。反力架、托架安装完成后，施工单位应组织对反力架、托架进行安装质量检查及焊缝检测，并出具探伤报告，合格后报监理单位确认。

4.1.1 盾构始发/接收施工-4

隐患现象	正确示例
	
<p>钢套筒填料不当、打开时未泄压、过渡环焊接缺陷</p>	<p>合理填料、压力监测、管片固定、泄压后拆除</p>


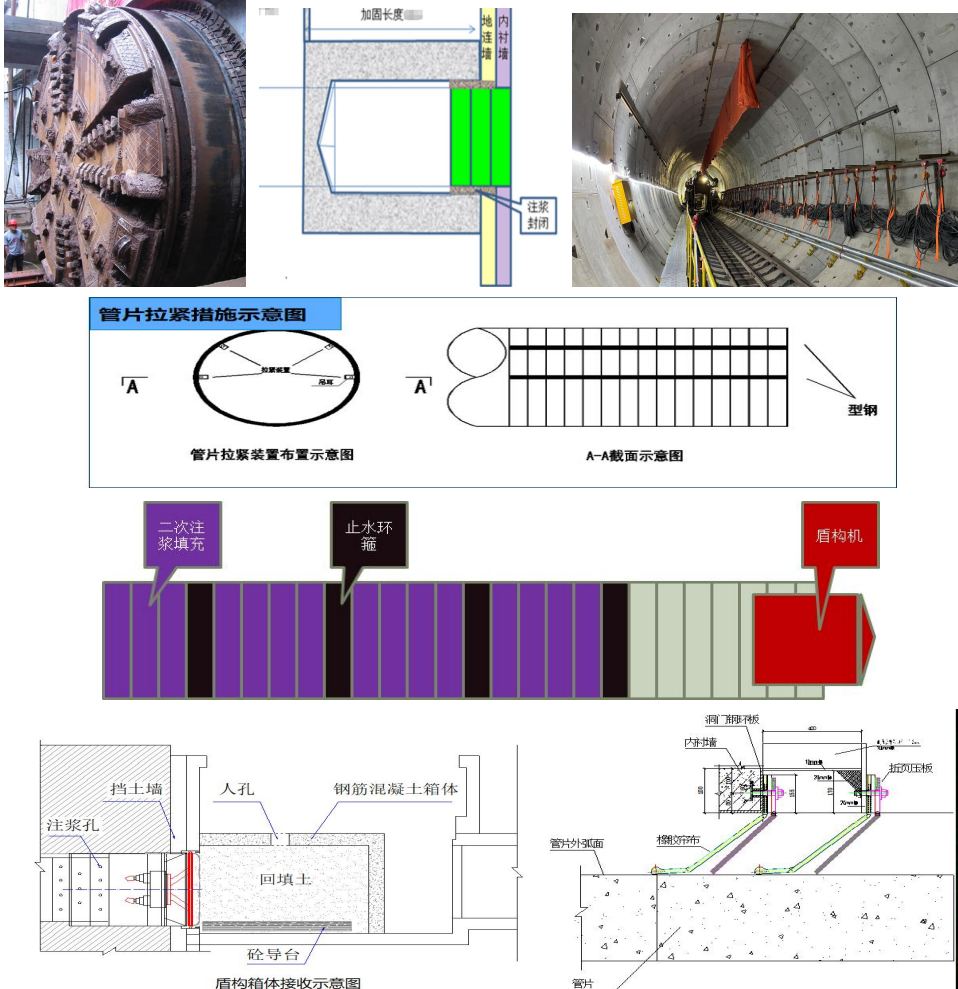
隐患问题：钢套筒未按要求密闭、填料不完整，接缝密封性不良、压力监测不到位、管片未固定。

风险分析：易导致盾体摩阻力过大卡盾；钢套筒内部气密性失稳，导致进洞掘进可能造成洞门坍塌及设备损坏。

整改措施：暂停施工立即加固，按照方案和规范要求，重在事前检测验收，并加强压力监测；按照方案要求安装，做好内部填装及密闭性试验，及时调整参数。

规范要求：《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第 15.3.2 条 采用钢套筒始发时，应按照设计对钢套筒进行安装验收并测试密封性能。钢套筒内进行洞门围护结构凿除时，钢套筒应设置可靠的通风及逃生装置。

4.1.1 盾构始发/接收施工-5

隐患现象	正确示例
	
<p>分体始发管线布置凌乱、弱软地层洞门注浆封堵不及时或加固体过短</p>	<p>拼在环后立即封闭洞门出加固体前完成建压</p>



隐患问题：分体始发各管路布置凌乱；始发未及时封闭洞门；到达未接紧管片；始发到达姿态差损坏洞门。

风险分析：管路凌乱检修难，管路摆动，高坠等作业风险大；洞门未及时封闭在软弱地层易涌水地表下沉；管片未拉紧易漏水；损坏洞门存在涌水坍塌风险。

整改措施：暂停施工，针对前期准备工作不足，制定专项弥补性处置方案，加强过程动态管控，在策划阶段即规避此类风险向隐患转化。

规范要求：《盾构法隧道施工及验收规范》(GB 50446-2017)第 7.4.5 条 当负环管片定位时，管片环面应与隧道轴线相适应。拆除前，应验算成型隧道管片与地层间的摩擦力，并应满足盾构掘进反力的要求。第 7.4.6 条 当分体始发掘进时，应保护盾构的各种管线，及时跟进后配套设备，并应确定管片拼装、壁后注浆、出土和材料运输等作业方式。第 7.4.7 条 盾尾密封刷进入洞门结构后，应进行洞门圈间隙的封堵和填充注浆。注浆完成后方可掘进。

4.1.2 盾构常规掘进施工-1

隐患现象	正确示例
	
<p>未及时采取补浆等措施、姿态异常</p>	<p>及时进行二次注浆和补浆、调整盾构姿态</p>

隐患问题：掘进姿态、参数异常。

风险分析：管片与盾尾间隙突变、刀具损坏、结泥饼、管片破裂、地表坍塌。

整改措施：参数预设控制值和警戒值，按照方案和规范要求，动态分析、调整掘进参数，勤纠缓纠盾构机姿态，及时二次补浆。

规范要求：《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42号）第6.3.1条 施工单位应根据不同的掘进组段，确定合理的土压力、扭矩、刀盘转速、推力、推进速度、添加材料注入量、注浆压力等掘进参数，精确控制盾构掘进姿态，妥善处理轴线偏差，确保盾构匀速连续掘进；建立掘进参数动态调整机制，以出土量控制为核心，确保盾构姿态稳定。《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第7.1.10条 监测土压力值、盾构掘进速度、纵坡、刀盘扭矩与转速、螺旋机扭矩与转速，进土速率以及盾构左右腰对称液压缸伸出长度等是否在优化的施工参数范围内，发现异常情况及时调整。《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第11.5.1条 盾构掘进应根据隧道工程地质和水文地质条件、隧道埋深、线路平面与坡度、周边环境、施工监测成果、盾构姿态以及试掘进阶段的掘进数据，确定和及时调整刀盘转速、掘进速度和仓内压力等参数。盾构掘进施工应严格控制排土量、盾构姿态和地表沉降。《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB 55034-2022）第3.7.3条 盾构掘进中遇有下列情况之一时，应停止掘进，分析原因并采取措一：1 盾构前方地层发生坍塌或遇有障碍；2 盾构自转角度超出允许范围；3 盾构位置偏离超出允许范围；4 盾构推力增大超出预计范围；5 管片防水、运输及注浆等过程发生故障。

4.1.2 盾构常规掘进施工-2

隐患现象	正确示例
	
渣土改良不佳、螺旋输送机喷涌	高分子材料渣土改良、双模盾构、双螺旋等

隐患问题：螺旋输送机喷涌。

风险分析：富水地层掘进时，容易导致螺旋喷涌，容易超挖超出渣、仓压波动大甚至失压而引发地表沉降过大等事故。

整改措施：采用螺旋输送机注高分子材料、渣土改良、管道式出渣、双螺旋等措施，同时排查封堵勘察孔等漏气孔防止上层地下水联通，加强施工组织，及时清理掉落的泥浆，尽量连续掘进，减少停机时间，根据地质勘察在设备选型阶段规避此风险或切换至多模中的泥水模式。

规范要求：《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第 7.5.1 条 开挖渣土应充满土仓，渣土形成的土仓压力应与刀盘开挖面外的水土压力平衡，并应使排土量与开挖土量相平衡。《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42 号）第 6.3.5 条 应准确控制渣土改良配合比；确保出土量计算准确；逐步推行盾构出土量数据自动计量和网络实时上传制度。第 6.3.6 条 盾构掘进过程中出现参数异常突变、渣土改良效果变差、出土量异常和监测预警时，应及时组织召开专家分析会，并迅速采取有效措施进行处理。《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（GB 50307-2012）第 9.4.4 条 盾构法勘察勘探点间距及平面布置应符合本规范第 7.3.3 条和第 7.3.4 条的要求，勘探过程中应结合盾构施工要求对勘探孔进行封填，并详细记录钻孔内遗留物。

4.1.2 盾构常规掘进施工-3

隐患现象	正确示例
	
<p>盾构密封、铰接密封漏水漏砂</p>	<p>施工中设备保养检修到位、严格同步注浆、管片选型管理</p>

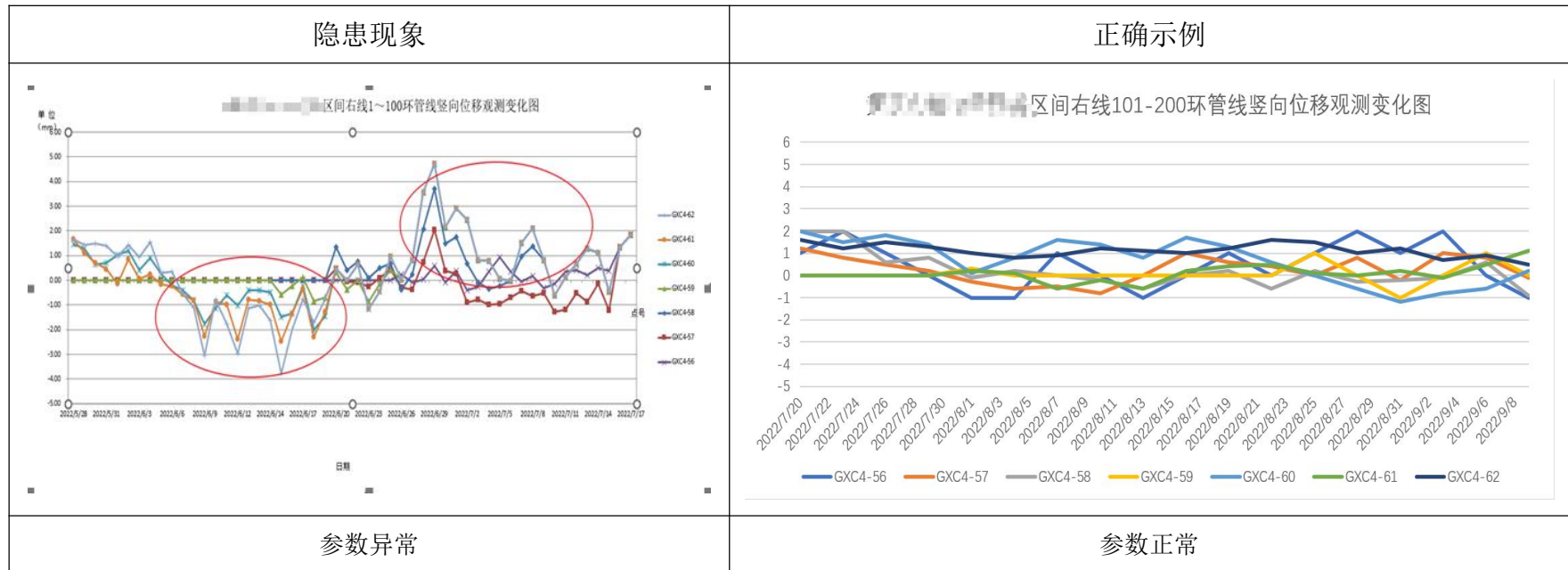
隐患问题：盾尾密封、铰接密封漏水漏砂。

风险分析：洞内泥浆清理难度大、密封失效、隧道被淹、地表沉降、建筑物管线受损、坍塌。

整改措施：控制同步注浆、二次注浆压力、盾尾间隙管理、姿态控制、盾尾油脂注入量与压力双控，检查发现尾刷损坏在采取措施后及时更换尾刷，涂抹（填塞）好盾位专用油脂。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.3.6条 应对主轴承密封、铰接密封、盾尾密封进行检查验收，并形成记录；改造后的盾构机/TBM 应对主轴承密封、铰接密封、盾尾密封（盾尾刷、止浆板）更换新配件，并验收合格。《城市轨道交通工程地质风险控制技术指南》（建办质〔2020〕47号）第4.9.7条 施工措施 7 在富水砂层进行盾构施工时，针对涌水涌砂、砂土液化、地面塌陷等风险，应采取下列措施：1）对于砂土液化采取基底加固措施。2）定期对盾尾密封、螺旋密封、铰接密封等进行专项检查。3）盾构机应具备加泥浆/泡沫功能，螺旋出土器应设有防喷装置（如盾构机螺旋机宜采用前后两道闸门），防止喷涌带来的地面沉降。

4.1.3 盾构穿越特殊地段-1



隐患问题：穿越既有建（构）筑物、既有轨道线路或铁路和特殊地段前未对设备和刀具进行检查，未设置试验段检验掘进参数、参数波动异常并超控制值。

风险分析：易发生设备故障、刀具磨损，导致掘进停滞或者停机、地面沉降、塌陷。

整改措施：穿越前对下穿构筑物基础及结构类型、地层地质情况进行详细调查，编制专项施工方案，设掘进试验段总结经验优化掘进参数，按照方案和规范要求，提前进行设备和刀具检查，必要时采用预加固，做好各项保护措施。

规范要求：《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42号）第6.3.3条 盾构穿越高风险区段前，必须保证盾构机运行状况良好，有条件的宜设置穿越试验段以检验并调整掘进参数。应按照注浆量及注浆压力双控要求掘进施工，并加强同步注浆，及时进行背后回填注浆。第6.3.7条 对于复杂地质条件，应在风险较低的地段适当设置掘进试验段，调整、确定适合的掘进方式和掘进参数。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.5.4条 3. 穿越既有重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路（含铁路）前，应对盾构设备和刀具进行检查，满足连续掘进的要求。4. 盾构机穿越既有重要建（构）筑物、管线、水体、既有轨道线路（含铁路）应查明和分析地质状况和隧道周边环境状况，并应制定专项施工技术措施和应急预案。具体措施应满足《盾构法隧道施工及验收规范》（GB50446）相关规定要求。

4.1.3 盾构穿越特殊地段-2

隐患现象	正确示例																														
<p>村民求助：屋外地面严重下沉 疑与地铁施工有关 房子和地面产生了一条巨大的裂缝</p>	<p>全波场阵列扫描法孤石勘探现场试验初步结果图</p> <p>纵横比=2:1</p> <p>图例</p> <table border="1"> <caption>孤石勘探结果汇总表</caption> <thead> <tr> <th>编号</th> <th>平面尺寸</th> <th>备注</th> <th>编号</th> <th>平面尺寸</th> <th>备注</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1.5m-1.5m</td> <td>可能性高</td> <td>7</td> <td>1.0m-1.0m</td> <td>钻孔确认</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.2m-1.2m</td> <td>可能性高</td> <td>8</td> <td>1.0m-1.0m</td> <td>钻孔确认</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1.0m-2.0m</td> <td>可能性中</td> <td>-</td> <td>1.0m-0.5m</td> <td>可能性高</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1.0m-1.0m</td> <td>钻孔确认</td> <td>8</td> <td>1.0m-0.5m</td> <td>可能性中</td> </tr> </tbody> </table>	编号	平面尺寸	备注	编号	平面尺寸	备注	1	1.5m-1.5m	可能性高	7	1.0m-1.0m	钻孔确认	2	1.2m-1.2m	可能性高	8	1.0m-1.0m	钻孔确认	3	1.0m-2.0m	可能性中	-	1.0m-0.5m	可能性高	4	1.0m-1.0m	钻孔确认	8	1.0m-0.5m	可能性中
编号	平面尺寸	备注	编号	平面尺寸	备注																										
1	1.5m-1.5m	可能性高	7	1.0m-1.0m	钻孔确认																										
2	1.2m-1.2m	可能性高	8	1.0m-1.0m	钻孔确认																										
3	1.0m-2.0m	可能性中	-	1.0m-0.5m	可能性高																										
4	1.0m-1.0m	钻孔确认	8	1.0m-0.5m	可能性中																										
孤石地层未预处理、掘进速度过慢时未进行地下地上加固	预处理孤石及相关预案制定落实到位																														


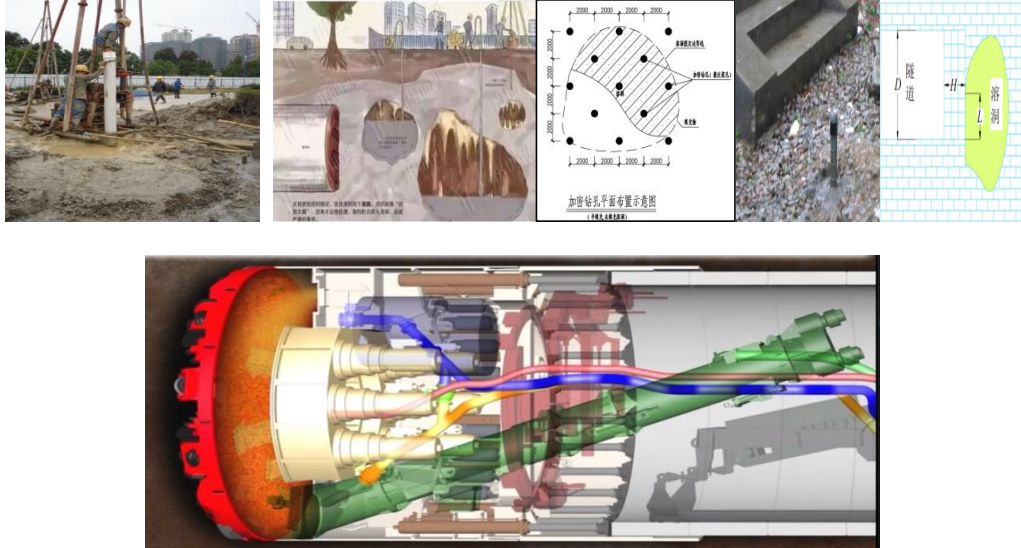
隐患问题：孤石地层未按方案掘进；穿越全断面裂隙发育的岩层，且岩层上覆不良地质、地面建筑、地下管线、道路交通等复杂环境等情况下长时间失水。

风险分析：易发生刀盘损坏、地面沉降和坍塌。

整改措施：掘进前加密补勘探明孤石大小和位置，制定预处理或直接通过的方案。调整参数，防止地下水进入掘进仓，提高此类不利因素组合工况下相应工程的风险等级。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全风险管控和隐患排查治理规范》（DBJ/T 15-230-2021）附录 A-4 注：1 2）当掌子面为上软下硬复合地层时：如上部为淤泥、淤泥质土或富水砂层，下部为中/微风化岩时，风险等级宜确定为 I 级；如上部为素填土、杂填土、黏性土、碎石土、花岗岩残积土等土层，下部为中/微风化岩，或者上部为淤泥、淤泥质土或富水砂层，下部为全/强风化岩时，风险等级可确定为 II 级；其它情况可确定为 III 级；也可通过专家论证后确定。6) 当掌子面范围内不存在但隧道顶部或底部 3m 范围内存在富水粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂，或淤泥、淤泥质土，或断层破碎带，或溶（土）洞时，风险等级可直接确定为 I 级。《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第 8.2.8 条 10 对掘进施工影响范围内的岩溶和洞穴，应采取注浆等措施处理。

4.1.3 盾构穿越特殊地段-3

隐患现象	正确示例
	
溶土洞地层	预处理到位、双模盾构





隐患问题：溶土洞地层未预先探明、处理，盾构机无针对性设计和配置。

风险分析：易发生盾构机栽头、姿态偏移过大、刀具异常损坏、刀盘损坏、喷涌、地面沉降和坍塌。

整改措施：加密勘探孔、溶洞探边、岩溶地段需要编写方案进行预处理。调整参数，调整设备配置，提高此类不利因素组合工况下相应工程的风险等级。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全风险管控和隐患排查治理规范》（DBJ/T 15-230-2021）附录 A-4 注：1 6）当掌子面范围内不存在但隧道顶部或底部 3m 范围内存在富水粉砂、细砂、中砂、粗砂、砾砂，或淤泥、淤泥质土，或断层破碎带，或溶（土）洞时，风险等级可直接确定为 I 级。2 当采用以下风险控制措施时，可对相应的风险等级进行评估，得到剩余风险等级：1）当盾构设备配置不到位或不充分时，风险等级可上调一级。2）当采取措施对溶（土）洞、断层破碎带、软弱地层进行加固后，风险等级可下调一级。《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第 8.2.8 条 地质条件复杂地段、砂卵石以及岩溶地段施工应符合下列规定：10 对掘进施工影响范围内的岩溶和洞穴，应采取注浆等措施处理。

4.1.4 隧道施工运输-1

隐患现象		正确示例	
			
刹车片磨损	无保险链	刹车片完好	保险链完好



隐患问题：大坡度区段掘进，电瓶车刹车及警报装置失效。

风险分析：易造成刹车失灵、溜车、脱轨倾覆等事故。

整改措施：定期进行维修保养、安装警示装置、及时清理轨行区泥浆，加强电瓶车司机和调车员的培训，设置防溜车装置。

规范要求：《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33-2012)第 6.4.1 条 行车前，应检查并确认拖挂装置、制动气管、电缆接头等连接良好。《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》(建办质〔2021〕42 号)第 6.3.4 条 施工单位应严格按照操作规程开展水平运输、垂直运输(起重吊装)作业，按规定对运输设备及轨道进行维修保养，保证运行状态良好；盾构机出现故障或其它异常情况时，应及时处置。《铁路隧道工程施工安全技术规程》(TB 10304-2020)第 7.3 条、第 14.8 条各款。机车进入掘进机尾部 100m 范围内应限速 3km/h，并鸣笛警示，机车尾部应安装高清摄像头，机车操作室应安装运输监控系统，大坡度地段应加大轨道检测、维保频率。

4.1.4 隧道施工运输-2

隐患现象	正确示例
	
<p>轨道端头未设置牢固可靠的车挡 隧道内无限速标志、车辆超速</p>	<p>标准车挡、限速标志、防溜车、防撞梁等（部分做法仅为参考、借鉴）</p>


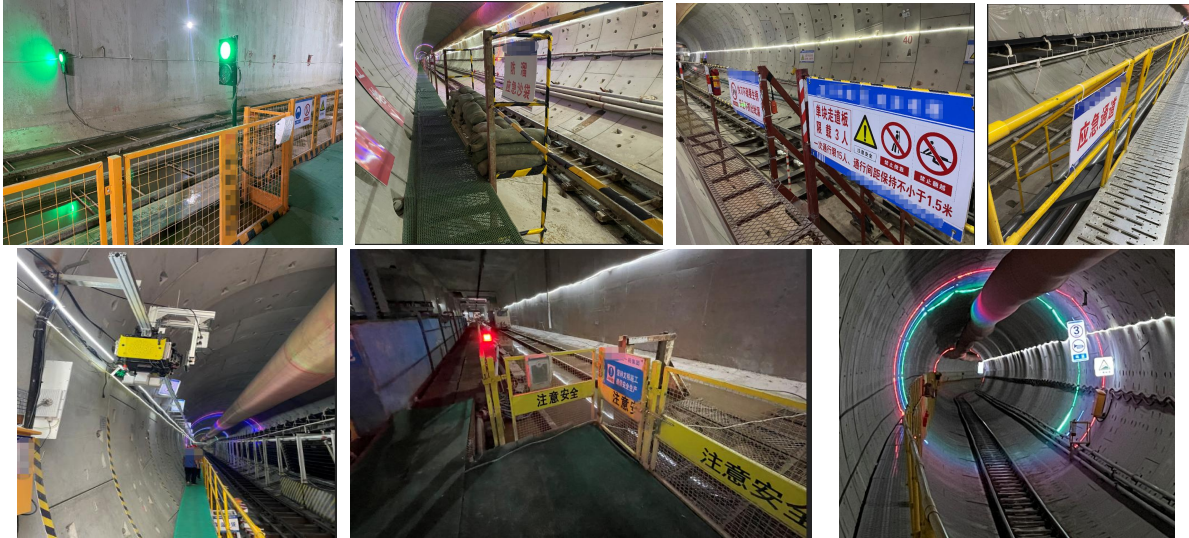
隐患问题：轨道端头未设置牢固可靠的车挡及限速标志不全、防溜车设施不全。

风险分析：易造成脱轨倾覆、溜车、人员伤害等事故。

整改措施：按规范设置车挡，牢固同时又有防撞的缓冲装置。

规范要求：《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第 12.0.4 条 隧道内作业位置与场所应保证作业通道畅通。第 14.2.5 条 隧道内水平运输宜设置专用通道。《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第 7.3 条、第 14.8 条 机车进入掘进机尾部 100m 范围内应限速 3km/h, 并鸣笛警示，机车尾部应安装高清摄像头，机车操作室应安装运输监控系统，大坡度地段应加大轨道检测、维保频率。启动皮带输送机前，应发出声光警示，皮带输送机在运转中不应进行修理和调整，作业人员不得跨越或下穿输送机皮带。无轨运输作业应符合：施工作业地段的行车速度不得大于 15km/h, 成洞地段不得大于 25km/h, 隧道洞口、平交道口、狭窄的施工场地应设置慢行标志，必要时设专人指挥交通；车辆接近或通过洞口、台架下、施工作业地段以及前方障碍物时，司机应减速瞭望并鸣笛示警；在隧道内倒车或转向应开灯鸣笛或有专人指挥。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 6.7.2 条 水平有轨运输。

4.1.4 隧道施工运输-3

隐患现象	正确示例
	
<p>人行通道不畅通 进出轨行区安全措施不足</p>	<p>进出轨行区声光电一体提示器、应急通道、巡查机器人等（部分做法仅为参考、借鉴）</p>

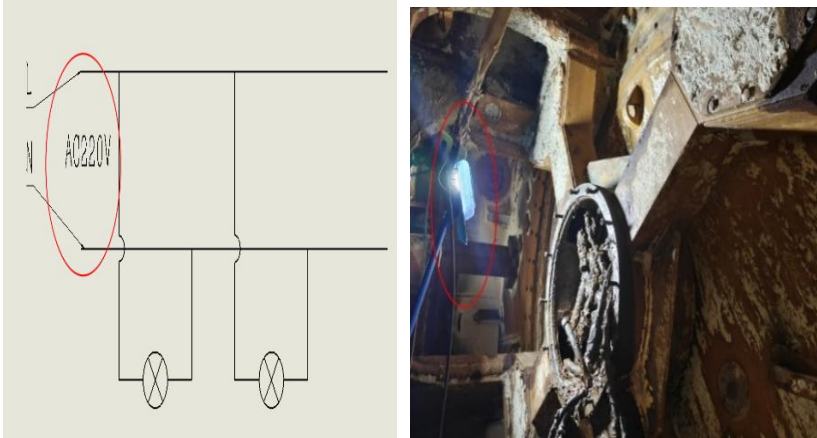
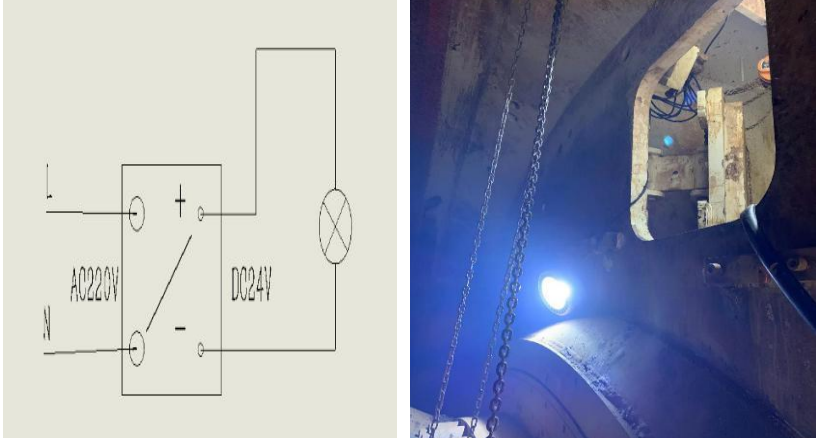
隐患问题：作业通道不畅通、进出轨道区安全措施不足。

风险分析：易造成人员伤害等事故。

整改措施：作业通道保持畅通，进行测量、堵漏、清扫等作业时需派专人进行监护、协调、联系，及时恢复通行、设置应急通道，必要时提升信息化安全管理。

规范要求：同 4.1.4 隧道施工运输-2。

4.1.5 盾构开仓和刀具更换-1

隐患现象	正确示例
 <p>The diagram on the left shows a simple AC circuit with a 220V source connected to two lamps. A red circle highlights the AC 220V source. The photo on the right shows a blue light fixture in a tunnel, with a red circle highlighting the fixture.</p>	 <p>The diagram on the left shows a circuit where an AC 220V source is connected to a transformer that outputs DC 24V, which is then connected to a lamp. A red circle highlights the AC 220V source. The photo on the right shows a blue light fixture in a tunnel, with a red circle highlighting the fixture.</p>
带压开仓	安全电压、有限空间作业、消防安全

隐患问题：气压作业用电未使用安全电压；照明灯具未采取防爆措施。

风险分析：使用 220V 电压可能导致人员触电事故；使用普通灯泡可能无法承受仓内压力导致爆炸。

整改措施：停止作业，照明设施的电压应采用不高于 24V 直流电的照明灯具，应在开挖仓外设置开关，且使用防爆灯。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 6.8.1 条 气压作业用电应使用安全电压，照明灯具应采取防爆措施。《盾构法开仓及气压作业技术规范》（CJJ 217-2014）第 3.0.2 条 开挖仓内的用于照明的灯具必须使用安全防爆类型，照明使用的电压不能超过 24V。

4.1.5 盾构开仓和刀具更换-2

隐患现象	正确示例
	
带压开仓	安全电压、有限空间作业、消防安全

隐患问题：开仓未气体检测（应用不同型号不同厂家的仪器互相验证）。

风险分析：易燃易爆、有毒气体，爆炸或导致仓内起火或人体中毒。

整改措施：开仓时进行气体检测，气体合格后方可进仓。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.8.1条 开仓作业施工要求，盾构气压作业应采取两种不同动力空压机保证不间断供气。确认人闸内压力达到工作压力后，进仓人员应再次确认人闸与开挖仓连接门的安全性，才能进入开挖仓，施工中人闸与开挖仓的连接门应保持开启。《盾构法开仓及气压作业技术规范》（CJJ 217-2014）第3.0.1条 开仓作业前，应对选定的开仓位置进行地质环境风险辨识，选择开仓作业方式，编制开仓作业专项方案。第3.0.2条 气体条件的检测 1 检测位置：开仓前在螺旋输送机口或开挖仓壁的隔板开孔处检测，开仓后在仓内检测。2 检测频率：开仓作业过程中，正常情况下宜1h-2h检测一次，发现异常尖加密检测。第6.0.2条 常压作业时，当出现下列情况，应立即终止常压开仓作业，并应启动应急预案。第6.0.3条 气压作业时，当出现下列情况，应立即终止气压开仓作业，并应启动应急预案：1 本规范第6.0.2条所列情况；2 仓内压力无法稳定；3 气体保压设备故障。《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第15.11条 换刀。

4.1.6 盾构吊装

隐患现象	正确示例
	
<p>盾构机吊装过程中没有司索</p>	<p>司索信号工到位</p>

隐患问题：盾构机吊装过程中没有司索；履带吊未按方案要求站位在支垫的钢板中间位置、站位的地基承载力未进行验算。

风险分析：没有司索指挥会导致司机无法正确判断，容易发生碰撞等事故；未垫钢板或承载力不足会导致履带吊底部受力不均匀，发生侧翻等事故。

整改措施：停止作业，按照方案和规范要求，配置司索指挥，布置好钢板。

规范要求：《盾构法隧道施工及验收规范》(GB 50446-2017)第7.2.1条 盾构机组装前应完成下列准备工作：核实起吊位置的地基承载力。《建筑机械使用安全技术规程》(JGJ 33-2012)第4.1.5条 起重吊装的指挥人员必须持证上岗，作业时应与操作人员密切配合，执行规定的指挥信号。

4.1.7 管片堆放

隐患现象	正确示例
	
管片码放过高	管片码放不超过三层

隐患问题：管片码放过高、未使用柔性基座。

风险分析：可能导致管片破裂和管片倾倒伤人。

整改措施：管片码放高度符合相关规定。

规范要求：《盾构法隧道施工及验收规范》(GB 50446-2017)第 6.8.2 条 管片码放高度需要结合存放场地的地基承载力和管片承压强度验算后确定。

4.1.8 管片拼装

隐患现象	正确示例
	
管片渗漏水	无渗漏

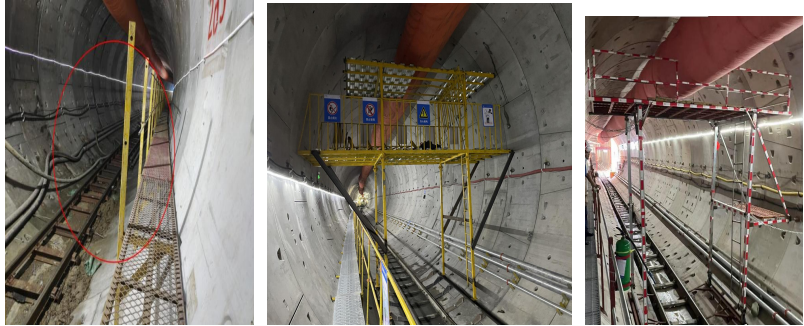
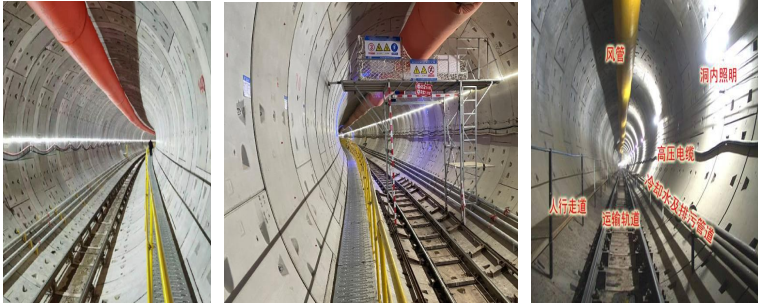
隐患问题：隧道管片存在漏水现象。

风险分析：影响隧道质量安全。

整改措施：对漏水的管片进行补漏处理。

规范要求：《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第 11.1.3 条 盾构隧道渗漏水以管片接缝渗水为主，堵漏方案、材料和施工等可参考现行国家标准《地下工程防水技术规范》（GB50108）的相关规定。

4.1.9 隧道内安全防护-1

隐患现象	正确示例
	
通道防护不足、作业平台无限高限宽标识	标识齐全


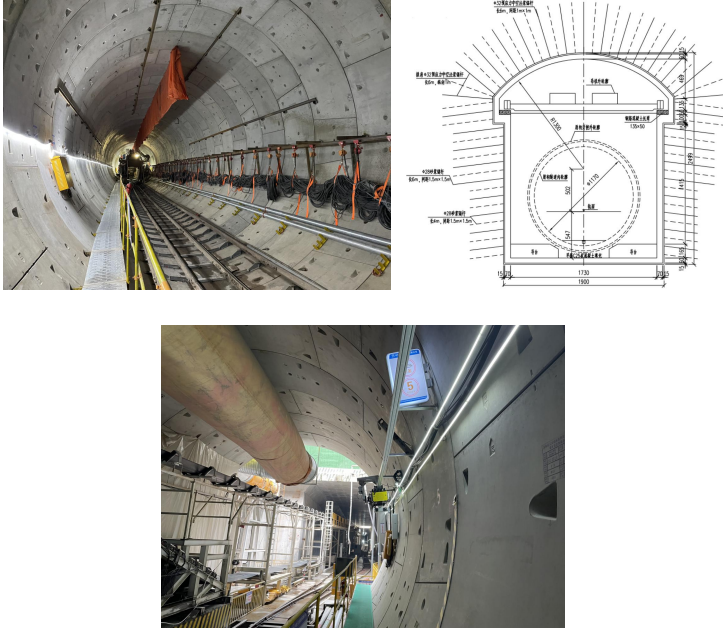
隐患问题：走道防护措施设置不规范、部分走道护栏缺失，作业平台无限高、限宽标识。

风险分析：易造成人员滑落、跌伤以及踩踏、电瓶车碰撞等伤害事件。

整改措施：按照方案和规范要求进行整改，清理作业通道、恢复缺失的护栏，特别是盾构机自身滚动角偏大时定期（加强）维护。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.11条 作业环境 1. 隧道内应设置警示标志和消防器材，洞内灭火器采用专用挂具，悬挂于防护护栏上。2. 隧道内应设计应急照明及通讯联络装置，在断电及发生危险时，可提供人员应急照明及通讯联络，保障作业人员能够迅速安全撤离。3. 洞内循环水管、排水管等管线敷设应根据盾构设计及相关规范确定。无要求时，宜敷设于通道对侧，水管支架间距宜为3m，管路标明流动方向，管路与轨道距离不小于500mm。4. 作业面应设置足够照明，保证作业面照明要求。洞内照明可采用节能灯带或灯管，节能灯管间距不宜超过6m。5. 压力软管耐压强度应满足设计要求，布置于作业区及人行道范围的压力软管应采取防脱、限位措施。6. 人行通道应保持畅通，且应设置防护措施。洞内人行通道设置护栏，高度不小于1.2m，临边与电瓶车安全距离应规范要求。监理单位应对防护设施进行验收。《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第12.0.4条 隧道内作业位置与场所应保证作业通道畅通。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.11.1条 人行通道应保持畅通，且应设置防护措施。

4.1.9 隧道内安全防护-2

隐患现象	正确示例
	
<p>通道不畅通、作业平台无警示标识、消防设施不足</p>	<p>标识齐全、创新工装</p>


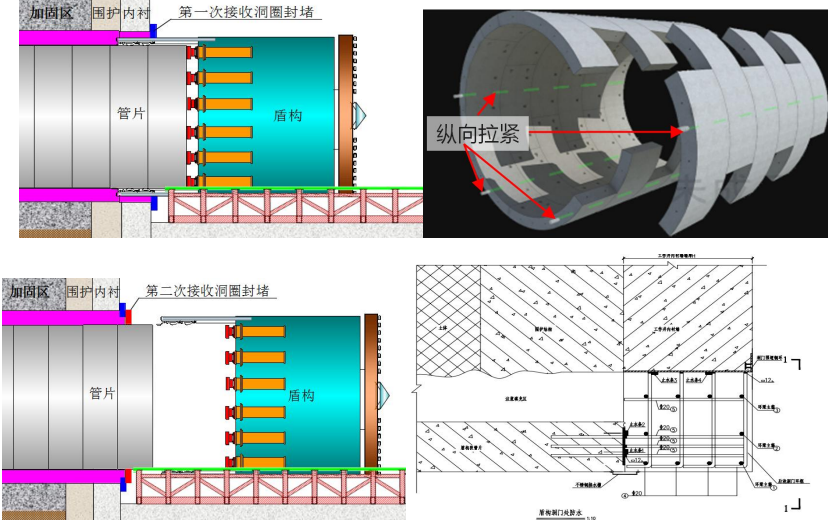
隐患问题：分体始发、洞内拆解、模式转换通道不畅通，作业平台无警示标识，消防设施不足。

风险分析：易造成人员滑落、跌伤以及踩踏、坍塌、物体打击等伤害事件。

整改措施：按照方案和规范要求进行整改，清理作业通道、恢复缺失的护栏、特别是盾构机自身滚动角偏大时定期（加强）维护。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.11条 作业环境。《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第12.0.4条 隧道内作业位置与场所应保证作业通道畅通。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.11.1条 人行通道应保持畅通，且应设置防护措施。

4.1.10 洞门及联络通道施工-1

隐患现象	正确示例
	
洞门未进行加固或存在加固盲区	洞门密封及加固质量满足要求

隐患问题：端头加固措施偏弱，洞门未进行加固或存在加固盲区，发生渗漏、涌水涌砂，洞门作业时洞口处管片未拉紧存在管片漏水隐患，脚手架未按要求搭设。

风险分析：洞门或管片渗漏会造成地面坍塌风险，高处作业存在高坠风险。

整改措施：暂停施工，进行补充注浆加固地层、止水作业；按规范及方案搭设平台并验收后方可使用。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.9.2条 隧道洞门施工要求。1. 洞门管片拆除前，应急设备、物资及人员应准备到位，监理应对照应急预案验收。2. 临时脚手架应按施工方案搭设并做好安全防护，报监理验收。3. 洞门管片拆除应由技术负责人现场指挥按方案施工，专职安全员现场安全管理，监理旁站。4. 洞门管片应从上向下，左右对称拆除。边拆除边检查隧道外圆和结构之间的加固土体强度，及时用速凝水泥和环形钢板按设计要求封闭，防止出现漏水、掉渣、涌砂等风险。5. 洞门管片拆除后，应及时施工洞门环梁。

4.1.10 洞门及联络通道施工-2

隐患现象	正确示例
	
<p>应急门失效</p>	<p>应急门可靠、管片加固</p>


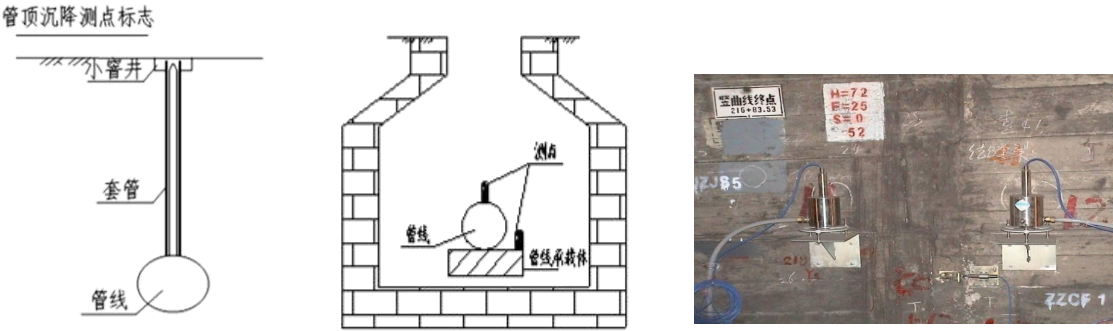
隐患问题：应急门有电缆电线穿过，无法顺利关闭，应急门耐压值未检测；联络通道施工前后一定范围内管片未进行支撑保护。

风险分析：联络通道发生事故时无法及时关闭应急门或应急门失效；无法保护通道安全。联络通道管片未支撑保护可能造成管片错台，严重会出现管片裂开、漏水、涌砂。

整改措施：按照方案和规范要求，设置应急门或者维修应急门，管线应从应急门侧面开孔进入；对管片进行支撑加固保护。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27号）第6.10.5条 防护门需安装并启闭灵活。
《市政工程施工安全检查标准》（CJJT 275-2018）第7.2.3条 联络通道施工前后一定范围内管片应按专项方案要求进行支撑保护。

4.1.11 施工监测

隐患现象	正确示例
	
监测未起到预警作用	监测点布置及控制值设置合理


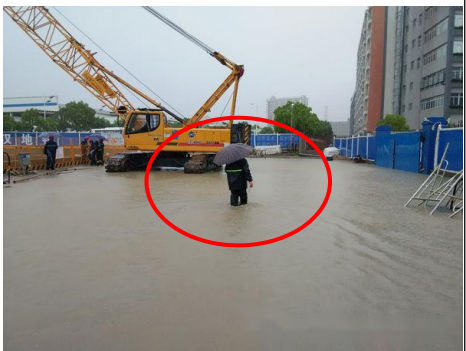
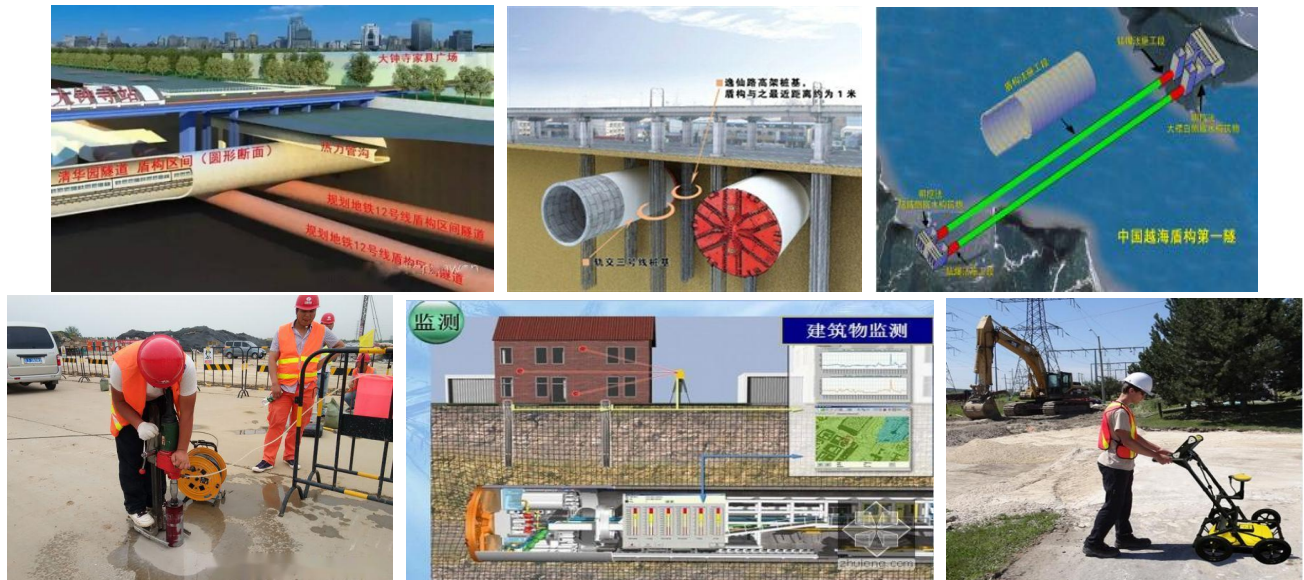
隐患问题：施工过程中地面、建筑物或管线沉降监测点布置不合理，无法测得实际变形值，未及时预警或控制值设置不合理。

风险分析：布点不规范，数据失真，管控不到位，未有效指导盾构机的掘进参数动态调整，未及时对压力扭矩各反馈参数异常波动和可能的超排误判等进行预警，导致地面沉降值超限或坍塌。

整改措施：现场布设监测点按方案组织验收并采集初始值。监测仪器、人员资格符合要求，在远离沉降区域，并沿地铁隧道方向布设监测基准点，并进行基准点联测。按照监测方案规定的观测频率，用精密水准仪进行测量，并计算每次观测的地表桩高程。如果地铁盾构隧道上方是道路，在进行道路沉降观测时，必须将地表桩埋入地面下的土层里，才能比较真实地测量出道路的沉降。如果地铁盾构隧道上方有地下管线，在监测时，对重点保护的管线，应将测点设在管线上，并砌筑保护井盖，一般的管线可在其周围设置地表桩进行监测。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 5.3.6 条，施工过程安全风险预警类型应分为监测预警、巡视预警和综合预警。监测预警、巡视预警和综合预警等级由低到高宜分为三级，分别为黄色、橙色和红色，综合预警应依据监测数据和现场巡视综合确定。《盾构法隧道施工及验收规范》（GB 50446-2017）第 4.2.2 条 盾构掘进施工前，应完成下列工作：盾构基座、负环管片和反力架等设施及定向测量数据的检查验收。《城市轨道交通工程监测技术规范》（GB 90911-2013）第 5.3 条 及附录 A、B、C、D 相关内容进行布点、巡查及日报的报送。《市政工程施工安全检查标准》（CJJ/T 275-2018）第 7.2.3 条 7 盾构施工监测应符合下列规定：1) 隧道施工应按监测方案实施施工监测，并应明确监测项目、监测报警值、监测方法和监测点的布置、监测周期等内容；2) 监测的时间间隔应根据施工进度确定，当监测结果变化速率较大时，应加密观测次数；隧道施工监测过程中，应按设计及工程实际及时处理 3) 监测数据，并按设计要求提交阶段性监测报告，及时反馈、指导施工；4) 当监测值达到所规定的报警值时，应停止施工，查明原因，采取补救措施；5) 盾构机通过后应对地层空洞隐患进行探测。

4.1.12 应急管理

隐患现象	正确示例
	
	
<p>隧道具备引发坍塌、突涌水等险情的重大隐患</p>	<p>加强监测、预处理及信息联动、防范隐患深化为事故，避免二次伤害，加强应急管理</p>

隐患问题：对于高风险地段未划分组段管理、无风险分级管控措施和隐患排查治理体系建设，对于特殊地段特别是浅覆土层（覆土厚度 $<$ 盾构直径 D ）、小半径曲线（半径 $<40D$ ）、大坡度地段（坡度 $>30\%$ ）、穿过地下管线及遇到地下障碍物和穿越构筑物、平行盾构小净距（ $<0.7D$ ）、穿越江河、砂卵石及大孤石等特殊地段（层）时事前预处置措施不足、事中管控不到位，风险叠加、事后应急措施不到位。对潜在重大事故隐患出现苗头时，未及时纠正或纠正措施不足，事前无预防性措施即应急物资配置不全、自救互救先期处置人员未培训、公示；未开展演练。

风险分析：隧道出现险情时信息传递缓慢、撤离和救援不及时扩大次生灾害和二次伤害。

整改措施：配置一键报警系统、完善预警系统、完善应急预案、定期开展演练、配齐应急物资、加强人员培训、培训人员公示。

规范要求：《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42号）第七章应急响应；《城市轨道交通工程地质风险控制技术指南》（建办质〔2020〕47号）第6.9.32条 施工过程中，应分工法制定地下水应急预案。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第3.3条 应急管理。《生产安全事故应急预案管理办法》第三十三条 生产经营单位应当制定本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故风险特点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编写指南》（建办质〔2021〕48号）（八）应急处置措施 1. 应急处置领导小组组成与职责、应急救援小组组成与职责, 包括抢险、安保、后勤、医救、善后、应急救援工作流程及应对措施、联系方式等。2. 重大危险源清单及应急措施。3. 周边构筑物、道路、地下管线等产权单位各方联系方式、救援医院信息(名称、电话、救援线路)。4. 应急物资准备。

4.2 【矿山法作业】类隐患

4.2.1 竖井、横通道-1

隐患现象	正确示例
	
<p>竖井与正洞连接处未加固，上下通道设置不规范</p>	<p>竖井与正洞连接处按设计要求进行加固、上下通道畅通</p>


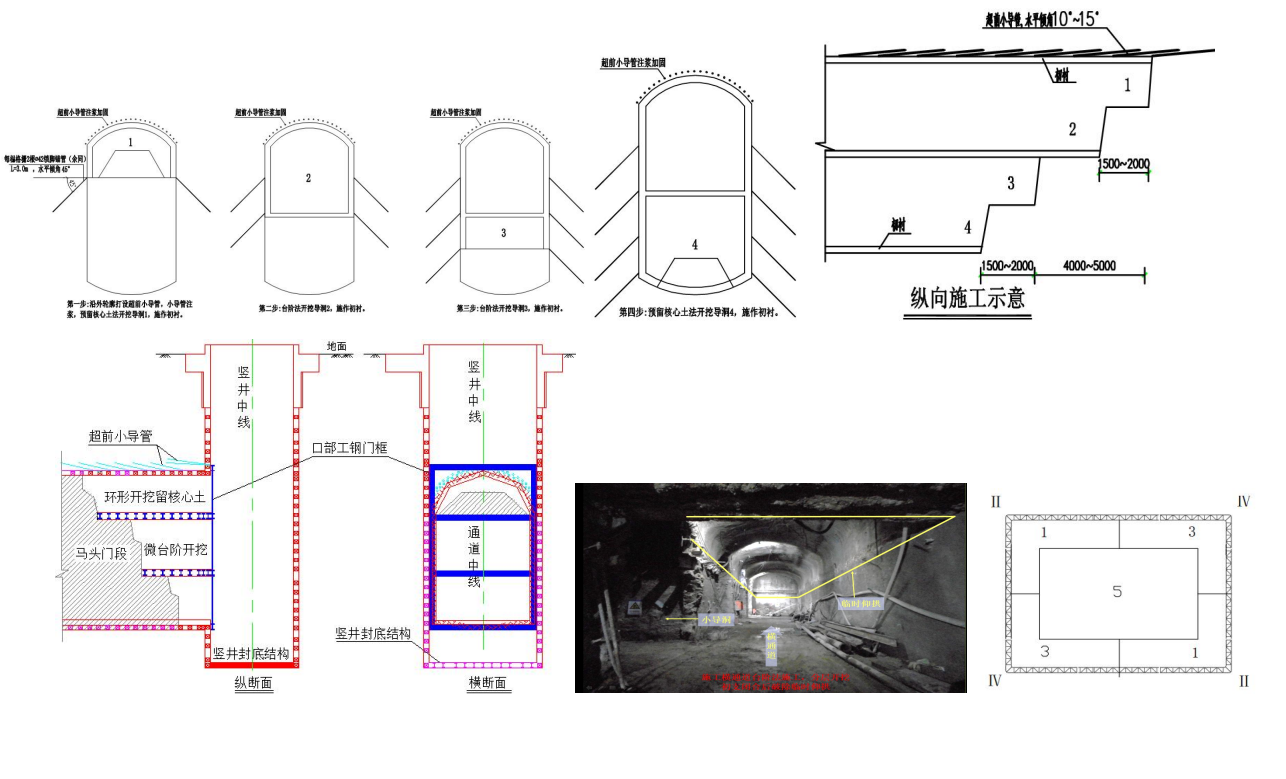
隐患问题：竖井变形坍塌，横通道、竖井与正洞连接处未按设计要求进行加固，上下通道不畅通。

风险分析：竖井开挖时，未及时支护，变形过大，影响周边环境安全连接部位加固效果不佳，在进行马头门破除进洞施工时，容易引发马头门上部土体的塌方。

整改措施：停工整改，在进行竖井向下开挖至马头门处，严格按照施工方案施工，进行地层加固，洞门横梁及立柱的预埋施工。设置上下通道，并维护保持畅通。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.2.4 条 竖井与横通道连接处、横通道与正洞连接处、变断面处、交叉点处等开挖时，采取钢支撑或注浆的加强措施应符合设计文件要求。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.3.6 条 人行通道：1. 施工现场（井上井下）实行封闭化管理，场地大门宜实行人车分流，设置门禁、监控，进出场（洞）实行登记制度管理，施工人员应实名制管理。2. 固定楼梯与竖井底间悬空段宜安装临时爬梯。爬梯应放置稳定，与接触面应进行固定；爬梯严禁两人及以上同时通行。3. 自竖井底部楼梯开始，进入隧道内宜设置专用人行通道，安装防护栏隔离设施。4. 固定楼梯的固定钢板、休息平台、步梯、防护设施等安装过程中，应采取防坠落措施。5. 固定楼梯的设计应有有效的计算书，楼梯安装完成后，应在井口醒目位置悬挂楼梯允许承重标示牌。

4.2.1 竖井、横通道-2

隐患现象	正确示例
 <p>竖井进横通道步序不合理</p>	 <p>横通道与竖井交叉进行开挖支护</p>

隐患问题：拱脚位于软弱地层时，竖井与横通道不同时开挖，横通道整体封闭成环时间长，叠加沉降大，竖井地质较差时采用大锅底而不是对角式开挖。

风险分析：地层叠加沉降大，地表变形，建筑物开裂和管线损坏的风险。

整改措施：立即停工，增加锁脚锚管，调整工序，对应力集中部位进行加固处理及加强人员管理等综合措施。

规范要求：《城市轨道交通工程地质风险控制技术指南》（建办质〔2020〕47号）第4.9.3条 矿山法风险4 马头门与竖井交界面，洞室形状突变，应力集中，是施工过程中的薄弱部位，粉细砂层自稳能力特别差，开挖时破坏了土层中的应力平衡，容易造成塌方。第6.3节 矿山法风险 第6.3.1条 喷锚逆筑法竖井工程，竖井开挖范围内存在地下水的，风险参考明挖法。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第7.3.1条 关键节点条件核查竖井开挖及支护应进行关键节点条件核查，具体内容如下：表7-1 竖井开挖及支护关键节点条件核查内容。

4.2.2 超前地质预报

隐患现象	正确示例
	
<p>未将超前地质预报纳入工序管理</p>	<p>多种方式进行地质超前预报</p>

隐患问题：作业面未进行地质超前预报，前方地质不明。

风险分析：前方地质不明，遇突发地质变化，易造成事故。

整改措施：禁止施工，必须开展地质超前预报并将超前地质预报纳入工序管理方可施工。

规范要求：《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299-2018）第 7.6.3 条 隧道开挖过程中，每一次开挖后应及时观察工作面，进行地质素描工作，工程地质及水文情况复杂的情况下，应采用超前炮孔和超前预报方法查明隧道洞身周围和前方的地质状况。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.5.1 条 超前地质预报 1. 隧道开挖前必须进行超前地质预报。

4.2.3 地层超前加固-1

隐患现象	正确示例
	
超前地质预加固未达到要求	超前加固效果验证合格

隐患问题：管棚、超前小导管或开挖面深孔等注浆不密实。

风险分析：注浆量、注浆压力不足，土体加固范围、效果达不到要求，有流水、流沙、坍塌风险。

整改措施：严格按照施工规范、施工图纸、施工方案施工，施工过程中做好施工记录。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.3.5 条 超前小导管和管棚注浆浆液应充满钢管及周围的空隙并密实，其注浆量和注浆压力应根据实验确定。

4.2.3 地层超前加固-2

隐患现象	正确示例
	
<p>施工精度不足，管棚打偏</p>	<p>精度满足要求</p>

隐患问题：大管棚或小导管的材质、规格、长度、间距、外插角等不符合设计要求。

风险分析：有效搭接长度不足，施工间距过大，不满足设计荷载要求，有发生坍塌风险。

整改措施：材料进场报验，符合要求方可使用，现场施工严格按照施工方案要求施工。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》(建办质〔2020〕27号)第7.5.2条 超前管棚及小导管

- 超前管棚及小导管应顺直，规格、型号、壁厚、接长方式应符合设计文件要求。
- 管棚施工前应将工作面封闭严密、牢固，清理干净，并测出钻设位置后方可施工。
- 钻孔的外插角允许偏差为 1° ，施工前应先施工导向墙，其上安装管棚导向钢管，待导向墙混凝土达到设计文件规定强度的75%后，方可进行管棚钻孔作业；钻孔应由高孔位向低孔位进行。
- 采用钻（吹）孔施工时，其孔眼深度应大于导管长度；采用锤击或钻机顶入时，其顶入长度应不小于管长的90%。
- 开钻前对使用的机具应详细检查，钻机钻孔时，应先检查机身、螺栓、卡套、弹簧和支架是否正常完好，管子接头是否牢固，有无漏风；钻杆有无不直、带伤以及钻孔堵塞现象。
- 开始钻孔时应低速低压，卡钻时应用钎钳松动拔出，不可敲打钻杆。
- 超前小导管及管棚内的注浆材料、注浆量、配合比及注浆压力应符合设计文件要求。
- 砂卵石及风化破碎围岩管棚施工应采用套管跟进法，做到打一孔，插一孔。黄土隧道宜采用干钻成孔，并采用早强材料锚固，宜注水泥砂浆。

4.2.3 地层超前加固-3

隐患现象	正确示例	
		
<p>注浆加固不到位地面坍塌</p>	<p>注浆加固</p>	


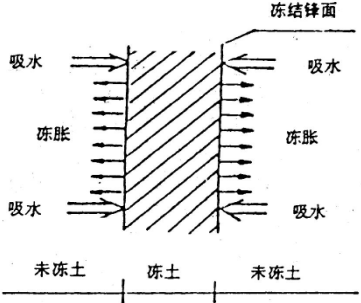



隐患问题：浅埋地段未按设计要求进行地面注浆加固。

风险分析：易发生地面沉陷，隧道坍塌。

整改措施：立即停工，对浅埋地段按设计要求进行地面注浆加固。

规范要求：《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42号）第5.3.2条 严格控制超前注浆量，超前支护效果达到安全作业条件时方可进行土方开挖。回填土、砂层等松散地层超前支护加固效果不能满足开挖安全需要的，或开挖后出现流砂、土体坍塌等现象，隐患未处理完成的，严禁继续开挖施工。注浆人员应经专业培训考核合格后上岗；加强格栅及丝头加工质量控制；格栅安装时，节点板及连接筋连接不满足要求应采用帮条焊补强。

4.2.3 地层超前加固-4

隐患现象	正确示例																				
	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="734 292 1093 595">  </div> <div data-bbox="1205 352 1563 608">  </div> <div data-bbox="1653 352 2011 608">  </div> </div>																				
	<p style="text-align: center;">隧道冻胀与融降量的实测值 表 2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">工程位置 参数</th> <th colspan="2">东京都下水道大田干线</th> <th colspan="2">大阪排水隧道</th> </tr> <tr> <th>按合点上路面</th> <th>隧道底面 (距地表 24m)</th> <th>按合点上路面</th> <th>隧道底面 (距地表 30m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>冻胀量(mm)</td> <td>11</td> <td>120</td> <td>7</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>隔降量(mm)</td> <td>26</td> <td>200</td> <td>35</td> <td>280</td> </tr> </tbody> </table>		工程位置 参数	东京都下水道大田干线		大阪排水隧道		按合点上路面	隧道底面 (距地表 24m)	按合点上路面	隧道底面 (距地表 30m)	冻胀量(mm)	11	120	7	52	隔降量(mm)	26	200	35	280
工程位置 参数	东京都下水道大田干线			大阪排水隧道																	
	按合点上路面	隧道底面 (距地表 24m)	按合点上路面	隧道底面 (距地表 30m)																	
冻胀量(mm)	11	120	7	52																	
隔降量(mm)	26	200	35	280																	
加固不到位地面坍塌	冷冻法加固																				

隐患问题: 冷冻未交圈, 发生渗漏; 冷冻法加固地层未进行充填和融沉补偿注浆, 发生坍塌。

风险分析: 冷冻加固失效, 发生坍塌, 易造成地面、建构筑物等变形、人员设备损失。

整改措施: 主要设备一用一备, 严格按照施工规范、施工图纸、施工方案施工, 做好监测工作。

规范要求: 《隧道联络通道冻结法施工及验收规范》(NB/T 10222-2019) 第 7.8.1 条 停止冻结并完成冻结孔封孔工序后应进行衬砌后充填注浆和融沉补偿注浆。

4.2.4 降排水作业-1

隐患现象	正确示例
	
水四处流淌	设边沟排水

隐患问题：开挖过程中降水作业未按专项施工方案实施。

风险分析：开挖过程容易出现渗漏水现象，发生流水流沙，无法组织人员施工，且易发生隧道坍塌。

整改措施：停止施工，进行降水井施工。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.1.4 条 矿山法施工应在无水条件下进行，需采取降水或止水措施。

4.2.4 降排水作业-2

隐患现象	正确示例
	
<p>水四处流淌、井口无防汛墙、洞内排水</p>	<p>井口设防汛墙、仰拱设边沟排水、回灌、洞内真空降水</p>

隐患问题：未施作截、排水系统。

风险分析：暴雨时，地表水流入竖井，倒灌隧道，或隧道自有渗漏水，带水作业，未封闭的掌子面地层稳定性急剧下降，引发塌方，长时间排水引发地面沉降、环境风险。

整改措施：立即整改，竖井四周施做防汛墙、排水沟，防止地面水流入竖井，倒灌隧道；隧道内渗漏水及时注浆止水或进行引流集中排放。开挖阶段及时排出裂隙水应设置流量计，统计总排水量，必要时地面进行回灌补充。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.7.5 条 洞内宜采用顺坡排水，排水设施应满足隧道中渗漏水排出的需要，洞内反坡排水宜采用水泵抽水，可一次或分段接力将水排出洞外。《地下水管理条例》（国务院第 748 号）第二十六条 对开挖达到一定深度或者达到一定排水规模的地下工程，建设单位和个人应当于工程开工前，将工程建设方案和防止对地下水产生不利影响的措施方案报有管理权限的水行政主管部门备案。《建筑与市政工程地下水控制技术规范》（JGJ 111-2016）第 3.1.11 条 地下水控制施工、运行、维护过程中，应根据监测资料，判断分析对工程环境影响程度及变化趋势，进行信息化施工，及时采取防治措施，适时启动应急预案。

4.2.5 隧道开挖-1

隐患现象	正确示例
	
开挖步序不符合设计	严格步距管理


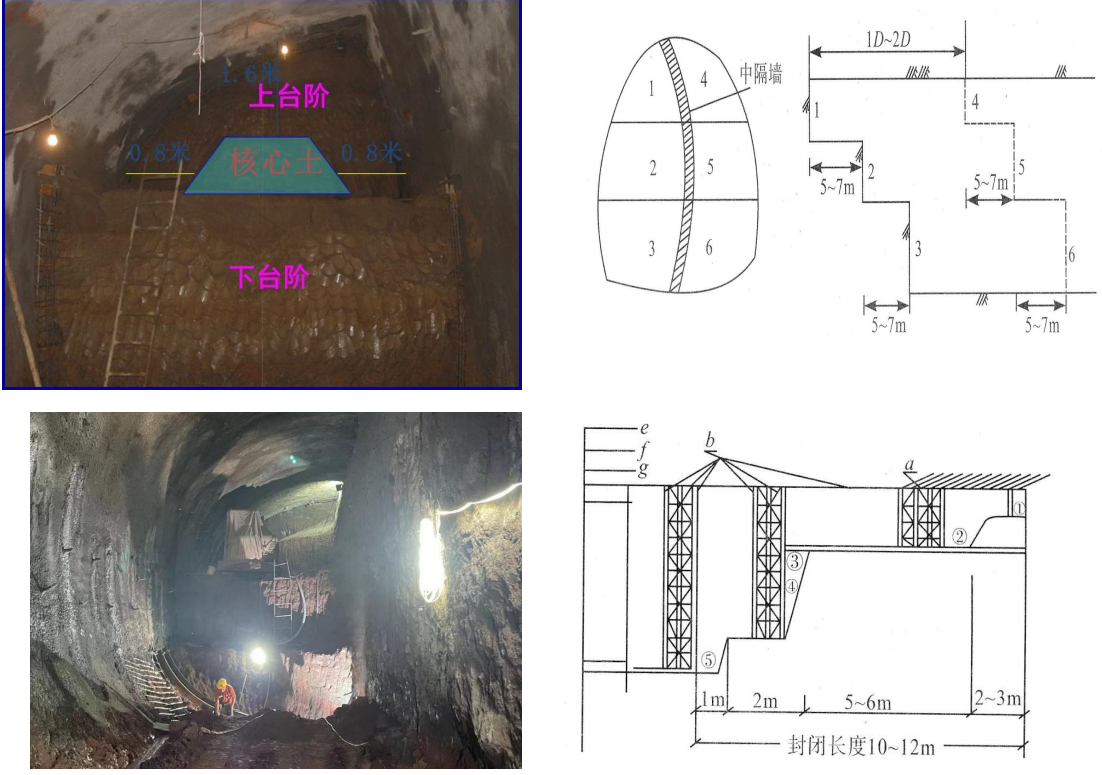
隐患问题：开挖方法和步序不符合设计要求。

风险分析：大面积的同步开挖，长时间暴露开挖面，未及时封闭成环，地层自稳能力超限，易发生隧道坍塌。

整改措施：停止施工，严格按照施工方案分导洞、分台阶开挖，开挖完成及时架设格栅钢架，喷射混凝土，做好监控量测。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.4 节 I 施工方法。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.6.2 条 开挖，5. 开挖步距要求：1）台阶法以及 CD、CRD、双侧壁导坑法的每个分部施工采用上下台阶开挖的，应采用短台阶施工，上下台阶距离为 3~5m，及时封闭初期支护成环。2）区间暗挖工程左右线隧道，净距小于 1 倍隧道开挖跨度，其前后开挖面错开距离不应小于 15m。3）CD、CRD、双侧壁导坑等工法暗挖工程，各开挖工作面前后错开距离应不小于 15m。4）横通道施工完成进入区间正线时，大小里程均有作业面，大小里程方向作业面错开距离不应小于 30m。6. 掌子面与二次衬砌距离应满足设计要求，如设计没有明确要求，I、II 级围岩地段掌子面与二衬距离不宜大于 200m，III 级围岩地段掌子面距离二衬距离不宜大于 120m，IV 级以上围岩地段掌子面与二衬距离不宜大于 90m。7. 同一条隧道相对开挖，当掌子面相距 20m 时，应停止挖一端作业，并封闭掌子面，另一端单向开挖至贯通。

4.2.5 隧道开挖-2

隐患现象	正确示例
 <p data-bbox="398 1093 696 1129">开挖环进尺不符合设计</p>	 <p data-bbox="1332 1093 1505 1129">严格步距管理</p>


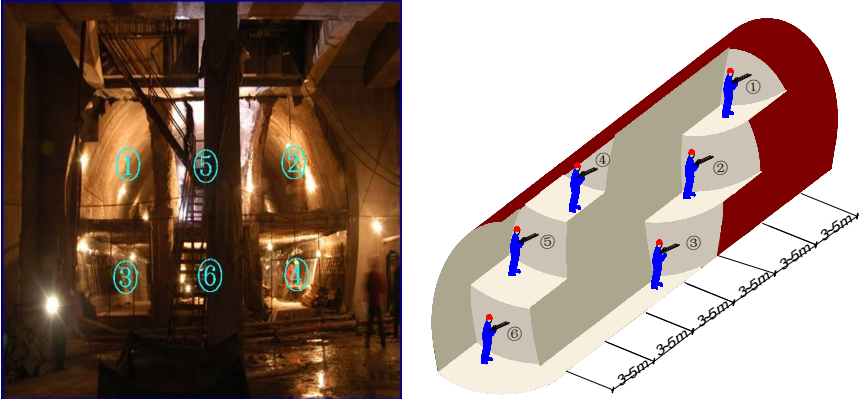
隐患问题：开挖循环进尺不符合设计要求。

风险分析：开挖面长时间暴露，未及时支护，隧道易塌方。

整改措施：停止施工，及时采取有效支护。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.4.23 条 隧道开挖循环进尺，在土层和不稳定岩体中应符合设计文件要求。《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB 55034-2022）第 3.7.1 暗挖施工应合理规划开挖顺序，严禁超挖，并应根据围岩情况、施工方法及时采取有效支护，当发现支护变形超限或损坏时，应立即整修和加固。

4.2.5 隧道开挖-3

隐患现象	正确示例
	
<p>分部开挖同层、同侧错开安全距离不符合规范</p>	<p>严格步距管理</p>



隐患问题：相邻导洞前后错开步距不符合规范和专项施工方案要求。

风险分析：易发生掌子面塌方。

整改措施：立即封闭掌子面，及时施做初支，封闭成环，形成有效支护。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.4.5 条 交叉中隔壁法开挖顺序应符合设计文件要求，相邻导洞掌子面开挖错开距离不宜小于 15m，并应在先开挖导洞初支完成，且喷射混凝土达到设计文件或规定的强度后方可进行后续开挖。《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第 6.4.5 条 采用中隔壁法、交叉中隔壁法开挖时，应符合下列规定：1 同侧上、下层开挖面沿纵向应错开 3m~5m；2 同层左、右侧开挖面沿纵向应错开 10m~15m。第 6.4.6 条 采取双侧壁导坑法开挖时，应符合下列规定：1、侧壁导坑形状应近似椭圆形，导坑宽度不宜大于 0.4 倍隧道洞径；2、侧壁导坑、中槽部位开挖应采用短台阶，台阶长度 3m~5m，必要时采取掌子面加固措施；3、侧壁导坑开挖应程前中槽部位 10m~15m。第 6.4.7 条 采用分部法开挖的临时支护应根据监控量测结果逐段拆除，每段拆除长度不得大于 15m。

4.2.5 隧道开挖-4

隐患现象	正确示例
	
<p>初期支护未及时支护和成环</p>	<p>严格按 27 字方针施工</p>

隐患问题：初期支护未及时支护和成环、未预留核心土。

风险分析：易发生塌方。

整改措施：停止施工，封闭成环，形成有效支护。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.1.2 条 矿山法施工开挖后应及时的施作初期支护并封闭，当开挖面围岩稳定时间不能满足初期支护结构施工时，应采取超前支护及加固措施。

4.2.5 隧道开挖-5

隐患现象	正确示例
	
开挖面周围支护不牢或松动块未及时清除	及时找顶


隐患问题：作业面周围支护不牢固或松动石块未及时清除。

风险分析：隧道顶部石块松动，易发生人身伤害。

整改措施：架拱过程清理钢架背部拱部松动石块，及时喷射混凝土。

规范要求：《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299-2018）第 7.7.1 条 开挖断面尺寸应符合设计文件要求，并应采取人工或机械清除开挖面的松动岩块、浮渣及堆积物。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.6.2 条 开挖 17) 爆破后检查掌子面有无松动岩石或浮石，并及时清除。

4.2.5 隧道开挖-6

隐患现象	正确示例
	
<p>爆破开挖的安全防护及管理不到位</p>	<p>防护、监测、警戒</p>

隐患问题: 爆破开挖安全防护不到位。爆破施工管理不到位：单孔装药量、爆破参数与方案不同、火工品发放使用记录与台账不符等。

风险分析: 飞石、冲击波、震动、有害气体对周边环境和人员造成伤害。

整改措施: 增加防护措施，优化爆破参数，加强火工品管理。防护盖板示意图（槽钢+钢管+竹芭+2层钢绞丝）

规范要求: 《爆破安全规程》（GB 6722-2014/XG 1-2016）第 6.1.2 条 爆破作业场所有下列情形之一时，不应进行爆破作业：岩体有冒顶或边坡滑落危险的；硐室、炮孔温度异常的；爆破可能危及建（构）筑物、公共设施或人员的安全而无有效防护措施的；作业通道不安全或堵塞的；支护规格与支护说明书的规定不符或工作面支护损坏的。第 6.2.5 条 装药前的施工验收。

《城市轨道交通工程建设安全风险管控和隐患排查治理规范》（DBJ/T 15-230-2021）附录 C 施工作业风险等级标准：装药量过大，或矿山法隧道拱顶 3m 范围内存在松散砂层或断层破碎带时，风险等级可上调一级。《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42 号）第 5.1.1 条 矿山法隧道工程采用爆破法施工时应符合当地有关管理规定。《城市轨道交通工程地质风险控制技术指南》（建办质〔2020〕47 号）第 2.3.4 条 矿山法施工应分析地面坍塌、掌子面坍塌、掌子面突涌、初支过载、过量沉降、爆破飞石、降水困难、中毒窒息、爆炸等风险。2018 年 9 月 17 日，公安部和工信部在贵阳联合召开了民爆行业智能制造现场推广会，对工业电子雷管推广应用作出了部署。井下、隧道爆破自 2020 年 1 月 1 日起全面使用电子雷管。

4.2.6 初期支护-1

隐患现象	正确示例
	
<p>喷射混凝土未分层、养护等工艺未做到位，配比、材料质量不合格</p>	<p>分层喷射</p>



隐患问题：喷射混凝土开裂、脱落或钢筋、锚杆外露。

风险分析：易造成钢筋锈蚀和顶破防水层，出现渗漏水。

整改措施：严格控制混凝土配合比，喷射混凝土分片、分层，由下而上，喷射完成进行养护。

规范要求：《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299-2018）第 7.7.16 条，喷射混凝土应密实、平整，应无裂缝、脱落、漏喷、漏筋、空鼓、渗漏水等现象。平整度允许值为 30mm，且矢弦比不应大于 1/6。

4.2.6 初期支护-2

隐患现象		正确示例
		
工艺未做到位、材料质量不合格		工艺质量到位



隐患问题：型钢、钢格栅、混凝土、锚杆、钢筋网等支护材料的材质、规格不符合设计要求。

风险分析：易引发隧道塌方。

整改措施：停止施工，严把原材料进场报验关口，同时保证材料加工质量，钢架架设安装质量。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.6.2 条 钢筋网和钢架采用的钢材种类、型号、规格、加工尺寸等应符合设计文件要求。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.6.1 条 关键节点条件核查 1. 矿山法开挖施工应进行关键节点条件核查，具体验收内容如下：表 7-3 矿山法开挖施工关键节点条件核查内容，根据施工进度都已到位，并已通过检测、核验或标定且相应证书、报告及手续齐全。

4.2.6 初期支护-3

隐患现象	正确示例
	
<p>工艺未做到位、未按设计安装拱架</p>	<p>按图施工、工艺质量到位</p>

隐患问题：钢架间距超过设计规定、超挖、钢架拱脚悬空。

风险分析：钢架间距过大，单元荷载超限，隧道易塌方；钢架与围岩未顶紧密贴，钢架不能有效支承覆土重力，地表易发生沉降，塌陷。

整改措施：钢架间距按照施工方案进行控制，隧道开挖过程严禁超欠挖，控制钢架与围岩的安装间隙，钢架安装后进行混凝土喷射时先进行钢架背后喷射混凝土，再进行钢架间混凝土的喷射。

规范要求：《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299-2018）第 7.10.5 条 钢架与围岩间的间隙应采用喷射混凝土喷填密实。
《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.3.4 条 喷射混凝土 1. 喷射混凝土作业应紧跟开挖工作面。2. 爆破作业时，喷射混凝土终凝到下一循环爆破间隔时间不得小于 3h。3. 喷射混凝土强度应符合设计文件要求。4. 喷射混凝土应密实、平整，应无裂缝、脱落、露喷、漏筋、空鼓、渗漏水现象。5. 喷射混凝土厚度总平均值不应小于设计文件要求的厚度，最小厚度不得小于设计文件要求厚度的 80%。

4.2.6 初期支护-4

隐患现象	正确示例
	
工艺未做到位、钢架节段间连接有缺陷	按图施工、工艺质量到位

隐患问题：钢架节段间连接方式不牢固。

风险分析：易造成钢架承载力不满足设计要求，影响隧道安全。

整改措施：停止施工，重新安装钢架节段间连接方式。保证安全的情况下更换，钢架加工过程严把质量关，每一榀加工完成均应组织验收，安装过程保证连接钢板的密贴，钢架形成封闭的支护结构。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.6.5 条 钢架架设，与先安装的钢架节点连接应紧密牢固。

4.2.6 初期支护-5

隐患现象	正确示例
	
工艺未做到位、钢架拱脚悬空、拱脚泡水	拱脚基础垫实



隐患问题：钢架拱脚悬空或积水浸泡。

风险分析：钢架底部未垫实或积水浸泡，会引发初支结构的沉降。

整改措施：停工整改，开挖面附近、拱脚外 1m 处设置集水坑，及时行抽排水，严禁拱脚泡水。同时严禁超欠挖，钢架安装前将底部清理干净，垫实，如有必要可以增加锁脚锚杆。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.6.5 条 钢架安装壁面轮廓应坚实并修理平整，每段钢架应架立在原状土体上，其拱脚或墙角应支立牢固，不能支立牢固时应进行预加固，打设锁脚锚杆，钢架与锁脚锚杆应连接牢固。第 10.7.8 条 明沟排水距拱脚不得小于 50cm。第 7.7.1 条 钢筋网片和钢架 1. 型钢、钢格栅、网片等支护材料及安装应符合设计及规范要求。2. 钢架的栓接板尺寸应符合设计要求，两板面应密贴，连接螺栓孔应机械成孔，螺栓强度应进行试验检测符合设计要求，数量应满足设计要求，并连接牢固。

4.2.6 初期支护-6

隐患现象	正确示例
	
工艺未做到位、钢筋网片搭接不符合设计要求	网片搭接符合设计

隐患问题：钢筋网的钢筋间距、搭接长度不符合设计要求或与锚杆连接不牢固。

风险分析：易造成初支整体承载力不足，引发隧道塌方。

整改措施：按照施工方案控制钢筋网片、锚杆搭接长度，锚杆连接质量，注重过程控制，进行隐蔽前的验收。

规范要求：《地下铁道工程施工质量验收标准》（GB/T 50299-2018）第 7.8.2 条，钢筋网的网格间距允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ ，钢筋总根数不应小于设计文件要求，钢筋搭接允许偏差应为 $\pm 15\text{mm}$ 。第 7.8.4 条 钢筋网搭接长度不应小于 200mm（或一网格）。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.7.1 条 钢筋网片和钢架 1. 型钢、钢格栅、网片等支护材料及安装应符合设计及规范要求。

4.2.6 初期支护-7

隐患现象	正确示例
	
拱架及喷混凝土未及时封闭成环	快挖快撑有效衔接

隐患问题：初期支护未及时封闭成环。

风险分析：拱顶易发生沉降位移。

整改措施：停止施工，对初期支护采取加固措施。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.1.2 条 矿山法施工开挖后应及时施作初期支护并封闭，当开挖面围岩稳定时间不能满足初期支护结构施工时，应采取超前支护及加固措施。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.6.2 条 开挖 1. 暗挖隧道施工严格遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、早封闭、勤量测”十八字方针。2. 工程施工前应根据设计文件要求，进行安全评估，或对周边环境进行调查并制定相应保护措施。3. 在土层及不稳定岩体中，初期支护的挖、支、喷环节应紧跟；当开挖面稳定时间不能满足初期支护施工时，应采取超前支护或注浆加固措施。4. 隧道开挖根据围岩级别按照设计及规范要求严格控制循环进尺。5. 开挖步距要求：1）台阶法以及 CD、CRD、双侧壁导坑法的每个分部施工采用上下台阶开挖的，应采用短台阶施工，上下台阶距离为 3~5m，及时封闭初期支护成环。2）区间暗挖工程左右线隧道，净距小于 1 倍隧道开挖跨度，其前后开挖面错开距离不应小于 15m。

4.2.6 初期支护-8

隐患现象	正确示例
	
初支背后回填注浆不及时而出现渗漏或注浆操作平台简易存在高坠隐患	重视并合理组织背后回填注浆

隐患问题：未及时进行背后回填注浆或注浆不密实，注浆作业平台不稳固。

风险分析：易发生地面沉降，破坏地下管线或周边建构筑物。

整改措施：初支施工完成，及时进行回填注浆，严格控制注浆压力、注浆量，做好注浆记录，保证注浆质量。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.3.7 条 注浆方法与作业条件、工程地质等相适应，及时组织回填注浆。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.7.4 条 初支背后回填注浆 1. 注浆孔应在初期支护结构施工时按设计要求预埋。2. 注浆应在结构混凝土强度达到设计文件规定的强度，并尽可能封闭成环后进行。3. 初期支护背后回填注浆完成后，应采取雷达扫描或钻孔形式检查注浆密实情况，若存在空洞应及时进行充填注浆处理。4. 初期支护背后回填注浆压力应控制在 0.3~0.5MPa。

4.2.7 作业架防护-1

隐患现象	正确示例
	
<p>工作平台无临边防护无警示标识</p>	<p>规范的作业平台</p>

隐患问题：工作平台面四周未按临边作业要求设置防护栏杆。

风险分析：易出现高坠事故。

整改措施：立即整改，严格按照方案搭设，设置防护栏杆、防护网、安全警示标志，验收合格方可投入使用。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》(建办质〔2020〕27号)第7.9.3条 模板及支架 3. 脚手板应铺满、铺实，外侧应设置高度不低于180mm的挡脚板及1200mm高的两道防护栏杆，防护栏杆应在立杆0.6m和1.2m的碗扣接头处搭设两道；平放在横杆上的脚手板，必须与脚手架连接牢靠，可适当加设横杆，脚手板探头长度应小于或等于150mm。4. 人行坡道坡度宜小于或等于1:3，并在坡道脚手板下增设横杆，坡道可折线上升。5. 高支模支撑体系施工前应进行关键节点条件核查，具体核查内容见下表。表7-7. 高支模支撑体系关键节点条件核查内容。《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ 80-2016)第4.3节 防护栏杆的构造 第4.3.1条 临边作业的防护栏杆应由横杆、立杆及不低于180mm高的挡脚板组成，并应符合下列规定：1 防护栏杆应为两道横杆，上杆距地面高度应为1.2m，下杆应在上杆和挡脚板中间设置。2 当防护栏杆高度大于1.2m时，应增设横杆，横杆间距不应大于600mm；3 防护栏杆立杆间距不应大于2m。第6.1.3条 操作平台的架体应采用钢管、型钢等组装，并应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017及相关脚手架行业标准规定。平台面铺设的钢、木或竹胶合板等材质的脚手板，应符合强度要求，并应平整满铺及可靠固定。第6.1.4条 操作平台的临边应按本规范第4.3节的规定设置防护栏杆，单独设置的操作平台应设置供人上下、踏步间距不大于400mm的扶梯。第6.1.5条 操作平台投入使用时，应在平台的内侧设置标明允许负载值的限载牌，物料应及时转运，不得超重与超高堆放。

4.2.7 作业架防护-2

隐患现象	正确示例
	 <p style="text-align: center;">130mm ~ 150mm 不大于300mm</p>
<p>工作平台地基承载力不足、搭接不规范</p>	<p>规范的作业平台</p>

隐患问题：作业平台脚手板铺设搭接长度不够、地基承载力不足。

风险分析：易出现高坠、坍塌事故。

整改措施：整改后使用，编制作业平台搭设方案，严格按照方案搭设，投入使用前组织验收。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第4.2节 通用工程施工 第4.2.1条 脚手架工程 6）脚手架作业层脚手板应满铺，并固定牢靠，脚手板对接接头处必须设置两道水平横杆，外伸长度宜取130~150mm，严禁出现探头板。作业层应设置防护栏杆和挡脚板，其设置高度、加固措施应符合专项施工方案和规范规定，作业层脚手板下方应采用安全平网兜底，作业层下每隔10m应采用安全平网封闭。《建筑施工高处作业安全技术规范》（JGJ 80-2016）第6.1.2条 面积、高度或荷载超过本规范规定的，应编制专项施工方案。第6.2.1条 移动式操作平台的面积不应超过10m²，高度不应超过5m，高宽比不应大于2:1，施工荷载不应超过1.5kN/m²。第6.2.2条 移动式操作平台的轮子与平台架体连接应牢固，立柱底端离地面不得大于80mm，行走轮和导向轮应配有制动器或刹车闸等制动措施。第6.3.3条 落地式操作平台应按国家现行相关脚手架标准的规定计算受弯构件强度、连接扣件抗滑承载力、立杆稳定性、连墙杆件强度与稳定性及连接强度、立杆地基承载力等。《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB 55034-2022）第3.2.5条 各类操作平台、载人装置应安全可靠，周边设置临边防护，并应具有足够的强度、刚度和稳定性，施工作业荷载严禁超过其设计荷载。

4.2.8 防水作业-1

隐患现象	正确示例
	
<p>临近防水板进行钢筋焊接时未设置防火、隔离措施</p>	<p>隔离、消防、应急措施齐全</p>



隐患问题：动火作业未设置防火、隔离措施。

风险分析：飘落的焊渣可能烫伤下方作业或通行人员，同时可能烧穿防水材料。易造成火灾、烫伤等安全事故

整改措施：动火区域设置防火毯、隔板隔离，并设火种接斗。

规范要求：《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB 50720-2011）第6.3.1条 焊接、切割、烘烤或加热等动火作业前，应对作业现场的可燃物进行清理，作业现场及其附近无法移走的可燃物应采用不燃材料对其掩盖或隔离。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27号）第7.8.2条 防水施工 1. 施工现场应配备消防器材。2. 应做好高空作业安全防护措施。3. 热风枪及暗钉圈射枪枪口不对人，避免误伤。4. 在防水板焊接前，对爬焊机和热风枪进行检查，防止漏电伤人，操作人员应带防护手套，避免焊接过程中温度过高造成烫伤。5. 按照动火管理要求进行作业，采取有效措施，避免电焊中的火花飞溅破坏防水板。

4.2.8 防水作业-2

隐患现象	正确示例
	
防水作业区易燃物未清理	隔离、消防、应急措施齐全



隐患问题：防水板、土工布等易燃材料余料未及时清理。

风险分析：洞内动火作业、工人抽烟等行为易引发火灾。

整改措施：立即整改，及时清理易燃材料余料，加强隧道文明施工管理，动火作业执行审批制度，配备消防设施，规范工人作业行为。

规范要求：《建设工程施工现场消防安全技术规范》（GB 50720-2011）第 6.2.4 条 施工产生的可燃、易燃建筑垃圾或余料，应准时清理。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.8.1 条 关键节点条件核查防水作业施工前应进行关键节点条件核查，具体核查内容见表 7-5 防水作业施工关键节点条件核查内容。第 7.8.2 条 防水施工 1. 施工现场应配备消防器材。2. 应做好高空作业安全防护措施。3. 热风枪及暗钉圈射枪枪口不应对人，避免误伤。4. 在防水板焊接前，对爬焊机和热风枪进行检查，防止漏电伤人，操作人员应带防护手套，避免焊接过程中温度过高造成烫伤。5. 按照动火管理要求进行作业，采取有效措施，避免电焊中的火花飞溅破坏防水板。《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第 9.3 条 防水板作业 第 9.3.1 条 防水板作业区域应设置消防器材及防火安全标志；第 9.3.2 条 防水板作业面的照明灯具不得烘烤防水板，与防水板距离不得小于 50cm。第 9.3.3 条 防水板作业后应确认作业面无火灾隐患。

4.2.9 二次衬砌

隐患现象	正确示例
	
<p>临时支撑一次拆除过大</p>	<p>拆除长度与规范不一致时以监测为依据并进行专项论证及完善变更资料</p>

隐患问题：临时支撑一次拆除长度过大，二次衬砌与掌子面距离超过设计规定的安全距离。

风险分析：易出现坍塌风险。

整改措施：立即整改，加强监测，必要时进行回顶加固，严格按照施工规范、施工图纸、施工方案要求的施工步序组织施工。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.8.5 条 二次衬砌施工应符合时空效应的原则，拆除后应及时施作二次衬砌。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.9 节 二次衬砌 第 7.9.1 条 临时支护拆除 1. 临时支护拆除前应进行关键节点条件核查，具体核查内容见表 7-6 临时支护拆除前关键节点条件核查内容 2. 严格按照审批后的方案进行拆撑试验，确保拆除安全。3. 临时支护拆除过程中，应加强监控量测，发现监测数值异常时，暂停临时支护拆除并采取加固措施。超出预警值时应立即发出警报，通知洞内人员立即撤离。4. 拆除临时支护后，对临时支护上残留的钢筋头进行清除，以防止拆除的临时支护在运输或再利用过程中，短钢筋碰伤、划伤施工人员。《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第 6.4.7 条 采用分部法开挖的临时支护应根据监控量测结果逐段拆除，每段拆除长度不得大于 15m。

4.2.10 隧道运输

隐患现象	正确示例
	
<p>人车未分离、上下通道不畅通</p>	<p>人车分离、配置声光电一体提示器</p>

隐患问题：隧道内水平运输与人行通道之间未有效隔离，警示标示不齐。

风险分析：易出现车辆伤害事故。

整改措施：停工整改，确保洞内运输安全。隧道内无轨和无轨运输应分别排除对应的隐患，有轨运输车辆距离隧道壁、人行步道栏杆不应小于 200mm，人行道宽度不应小于 700mm。距离不满足时存在车辆伤害，无轨运输速度作业区不应大于 10km/h，其它区域不应大于 15 km/h。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.5.10 条 若渣土需要由竖井转运时，应设专人统一调配洞内水平运输和垂直运输，作业区周围应封闭。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.10 条 隧道运输 6. 隧道内各种运输设备禁止载人。7. 隧道内运输车辆严禁超载、超高、超宽，斗车装料高度不宜高于车顶 400mm，并不得超宽；平板车装料高度不宜大于 1m，并应有可靠固定措施，宽度不宜大于 150mm。《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB 55034-2022）第 3.8 条 车辆伤害。《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第 7.3 条 运输。《市政工程施工安全检查标准》（CJJT 275-2018）第 7.1.3 条。

4.2.11 作业环境-1

隐患现象	正确示例
	
柴油车	纯电动车

隐患问题：有限空间作业汽油车会产生有毒有害气体。

风险分析：危害作业人员安全。

整改措施：停止使用，有限空间作业采用电动三轮车。加强通风，加大气体检测频率。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 10.5.6 条 隧道内运输宜采用电动运输车或带净化装置的柴油车，不宜使用汽油机械。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27 号）第 7.11 条 作业环境 8. 通风管路应顺直，接头应严密，弯管半径不应小于风管直径的 3 倍；压入式风管的风口距离工作面的距离不宜大于 15m，吸入式风管的风口距工作面的距离不宜大于 5m。

4.2.11 作业环境-2

隐患现象	正确示例
	
通风不达标	通风及照明符合要求

隐患问题：有限空间施工未按规范要求落实通风和照明。

风险分析：易出现职业伤害、中毒等危险。

整改措施：按规范要求设置通风和照明。

规范要求：《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第7.11条 作业环境 3.隧道施工洞内应设双回路电源，并应有可靠切断装置。照明线路电压不得大于36V。隧道施工范围内应有足够的照明。4.隧道内采用通风、洒水等措施，并测定粉尘和有害气体的浓度，不得超标。《铁路隧道工程施工安全技术规程》（TB 10304-2020）第11.6.5条 隧道内应按每50m~100m间距设应急照明灯。《建筑与市政施工现场安全卫生与职业健康通用规范》（GB 55034-2022）第3.9.2条 施工单位应根据施工环境设置通风、换气和照明等设备。第3.9.3条 受限或密闭空间作业前，应按照氧气可燃性气体、有毒有害气体的顺序进行气体检测。当气体浓度超过安全允许值时，严禁作业。

4.2.12 施工监测

隐患现象	正确示例
	
<p>未布监测点或采集初始值时较滞后，未测到初期变形量</p>	<p>按规范进行监测</p>



隐患问题：隧道开挖未进行监控量测，监测布点滞后，监测点保护不当，监测数据报警后未及时召开预警会。

风险分析：不能及时发现隧道施工过程中隧道变形情况，掌握地层变形规律、发展趋势，适时调整施工参数，不能有效预防事故的发生。

整改措施：制定制度加强管理，保护监测点、根据施工图纸要求设置监测项目，按规定频率进行监测，通过分析监测数据，信息化指导施工。

规范要求：《地下铁道工程施工标准》（GB/T 51310-2018）第 13.2.1 条 应按设计文件要求确定必测和选测项目实施监控量测。第 5.3.6 条 施工过程中安全风险预警类型应分为监测预警、巡视预警和综合预警。监测预警、巡视预警和综合预警等级由低到高宜分为三级，分别为黄色、橙色和红色。综合预警应依据监测数据和现场巡视综合确定。《房屋市政工程生产安全重大事故隐患判定标准（2022 版）》（建质规〔2022〕2 号）第十三条 暗挖工程有下列情形之一的，应判定为重大事故隐患：（一）作业面带水施工未采取相关措施，或地下水控制措施失效且继续施工；（二）施工时出现涌水、涌沙、局部坍塌，支护结构扭曲变形或出现裂缝，且有不断增大趋势，未及时采取措施。

4.2.13 应急管理

隐患现象	正确示例
	
<p>隧道具备引发坍塌、突涌水、火灾、爆炸等险情的重大隐患</p>	<p>防范隐患深化为事故，避免二次伤害，加强应急管理</p>

隐患问题：对潜在重大事故隐患出现苗头时，未及时纠正或纠正措施不足，事前无预防性措施即应急物资配置不全、自救互救先期处置人员未培训、公示；未开展演练。

风险分析：隧道出现险情时信息传递缓慢、撤离和救援不及时扩大次生灾害和二次伤害。

整改措施：配置一键报警系统、完善预警系统、完善应急预案、定期开展演练、配齐应急物资、加强人员培训、培训人员公示。

规范要求：《城市轨道交通工程基坑、隧道施工坍塌防范导则》（建办质〔2021〕42号）第七章应急响应；《城市轨道交通工程地质风险控制技术指南》（建办质〔2020〕47号）第6.9.32条 施工过程中，应分工法制定地下水应急预案。《城市轨道交通工程建设安全生产标准化管理技术指南》（建办质〔2020〕27号）第3.3条 应急管理。《生产安全事故应急预案管理办法》第三十三条 生产经营单位应当制定本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故风险特点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。《危险性较大的分部分项工程专项施工方案编写指南》（建办质〔2021〕48号）（八）应急处置措施 1. 应急处置领导小组组成与职责、应急救援小组组成与职责，包括抢险、安保、后勤、医救、善后、应急救援工作流程及应对措施、联系方式等。2. 重大危险源清单及应急措施。3. 周边建构筑物、道路、地下管线等产权单位各方联系方式、救援医院信息（名称、电话、救援线路）。4. 应急物资准备。