

G357 线林佑坳隧道维修处治工程 一阶段施工图设计

第一册 共二册

广西交通设计集团有限公司

2025 年 4 月 • 南宁

	企业名称：广西交通设计集团有限公司 经济性质：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资） 资质等级：公路行业甲级；水运行业甲级；市政行业（排水工程、道路工程、桥梁工程）专业甲级；建筑行业（建筑工程）甲级。 可承担建筑装饰工程设计、建筑幕墙工程设计、轻型钢结构工程设计、建筑智能化系统设计、照明工程设计和消防设施工程设计相应范围的甲级专项工程设计业务。*****
工 程 设 计 资 质 证 书	
证书编号：A145002876 有效 期：至2029年05月17日 中华人民共和国住房和城乡建设部制	发证机关 2024年07月24日 No AZ 0111347

G357线林佑坳隧道维修处治工程 一阶段施工图设计

分管总经理: 卢达聪

总工程师: 黄东

部门负责人: 罗彦

审核: 唐赓

项目负责人: 吴志隆

业务范围: 公路行业

水运行业

市政行业 (排水工程、道路工程、桥梁工程) 甲级

建筑行业 (建筑工程) 甲级

证书编号: 设计 A145002876 勘察 B145002876

发证部门: 中华人民共和国住房和城乡建设部

本 册 目 录

第 1 页 共 1 页

序号	图 表 名 称	图 号	页数	备 注
1	2	3	4	5
一	设计说明	SIV-1	22	
二	数量表	SIV-2		
1	工程数量表	SIV-2-1	2	
三	设计图纸	SIV-3		
1	林佑坳隧道原设计平面图	SIV-3-1	1	
2	林佑坳隧道原设计纵断面图	SIV-3-2	1	
3	林佑坳隧道原设计隧道建筑限界及内轮廓图	SIV-3-3	1	
4	林佑坳隧道病害展开平面图	SIV-3-4	1	
5	林佑坳隧道病害修补展开平面图	SIV-3-5	1	
6	林佑坳隧道渗漏水处治设计图	SIV-3-6	2	
7	林佑坳隧道路面病害处治设计图	SIV-3-7	2	
8	林佑坳隧道缺陷病害修补示意图	SIV-3-8	1	
9	林佑坳隧道裂缝修补示意图	SIV-3-9	1	
10	林佑坳隧道内部装饰设计图	SIV-3-10	1	
11	林佑坳隧道消防箱洞室防水处治	SIV-3-11	1	
12	林佑坳隧道衬砌拱脚、端墙引排孔布置图	SIV-3-12	2	
13	林佑坳隧道路面边沟构造图	SIV-3-13	1	
14	林佑坳隧道路基排水沟	SIV-3-14	1	
15	林佑坳隧道坡顶截水沟平面图	SIV-3-15	2	
16	林佑坳隧道端墙锥坡铺砌防护设计图	SIV-3-16	1	
17	林佑坳隧道隧道出入口路段标志、标线设计图	SIV-3-17	2	
18	林佑坳隧道检修道立面标记设计图	SIV-3-18	1	
19	林佑坳隧道标志版面设计图	SIV-3-19	1	
20	林佑坳隧道单悬臂标志SC结构设计图	SIV-3-20	3	
21	林佑坳隧道施工交通组织示意图	SIV-3-21	1	

[illegible]

设计说明

1 项目概况

1.1 概况

林佑坳隧道位于 G357 线凤山至凌云（逻楼）线上凤山县林佑坳林场处，距县城约 19km，建成于 2017 年。凤山端洞口位于山沟中山坡稳定性较差，山坡上有堆土；凌云端洞口位于反背村边，洞门位置位于一冲沟内。

本隧道为单洞两车道(双向单车道)隧道,起讫里程桩号为K1907+147~K1907+385,长 238m，属短隧道。隧道路面高程为 961.899~954.906m，断面采用单心圆曲墙式断面，半径为 5.65 米。隧道建筑限界净宽为 9.9m,净高为 5.5m。隧道平面处于直线段及弯道中，纵断面纵坡为-2.938%。

隧道洞身按照新奥法原理设计和施工，采用柔性支护体系结构的复合式衬砌，开挖时采用锚杆、喷射混凝土、钢筋网为初期支护，洞口段还采用超前大管棚预支护及超前小导管超前支护和钢拱架为初期支护。洞口地段及围岩破碎地段二次衬砌、仰拱采用钢筋混凝土，洞身及围岩较好地段二次衬砌为混凝土，不设仰拱。在初期支护基本稳定的条件下全断面模筑二次衬砌，并在两次衬砌之间敷设复合防水板，衬砌结构设计参数主要采用工程类比法并结合计算分析确定。各级围岩复合式衬砌支护参数如下表所示。

复合式衬砌支护设计参数表

项目		V 级复合衬砌	IV级复合衬砌
初期支护	C25 喷射混凝土	25cm	20cm
	Φ8 钢筋网	15x15cm	20x20cm
	锚杆	类型	Φ22 早强砂浆锚杆
		长度	400cm
		间距	100x100cm
	防水层		EVA 复合防水板及无纺布
二次衬砌	模筑 C25 防水混凝土	50cm	45cm
仰拱	C25 防水混凝土	50cm	45cm

林佑坳隧道于 2014 年 8 月开工建设，于 2017 年 9 月交工验收。

林佑坳隧道运营过程中出现明显的渗漏水等问题，隧道渗漏水主要包括衬砌渗漏水（喷射水流）、端墙、路面渗水等，对隧道运营及通行安全造成极大影响，经专业检测单位评定，隧道总体技术状况评定为 4 类，为技术状况较差隧道，急需对其进行维修处治。



林佑坳隧道出口



林佑坳隧道入口

1.2 原设计技术规范及标准

- 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- 《公路隧道设计规范》（JTG D70-2004）；
- 《公路隧道施工技术规范》（JTG/T D60-2014）；
- 《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）；
- 《公路工程抗震规范》（JTG B02-2013）。

及当时相关的规范。

1.3 原设计主要技术指标

- 公路等级：二级公路（地形受限区）；
- 设计速度：40km/h；
- 设计荷载：公路-I级；
- 路基宽度：8.5m 米；
- 隧道建筑限界：行车道净宽：0.25+2×3.5+0.9（路面加宽）+0.25=8.4 米，行车道净高：5.5 米；人行道净宽：2×0.75 米，人行道净高：2.5 米。

1.4 历史维修加固情况

本隧道自建成之日起，未进行过大的维修改造，仅进行过局部的养护。

1.5 任务依据

1.5.1 任务依据

- 《广西壮族自治区河池公路发展中心 2024 年隧道定期检测服务项目林佑坳隧道检测报告》（HTJC-2024-SDZJ-010-21-01）云南航天工程物探检测股份有限公司，2024 年 7 月。下文

简称“检测报告”；

2、《G357 线凤山至凌云（逻楼）公路工程（K0+000.000~K41+343.844）竣工图》（共五册、第四册 第一分册 共一分册）；

3、《G357 线凤山至凌云（逻楼）公路林佑坳隧道不良地质专项探测成果报告》（HTJC-2024-KCWT-04）云南航天工程物探检测股份有限公司，2024 年 6 月。下文简称“专项报告”。

4、《2025 年普通国道危旧桥梁(隧道)改造工程设计方案评审会议纪要》2024 年 12 月 12 日。

5、《G357 林佑坳隧道改造工程设计方案审查会议纪要》（桂路纪要〔2024〕46 号）。

6、设计合同。

1.5.2 测设过程

接到项目任务后，我公司立即着手开始收集该隧道所在区域相关资料，根据收集和现场踏勘的资料，开展方案设计工作，于 2024 年 11 月完成施工图设计文件送审稿。2024 年 12 月 11 日广西壮族自治区河池公路发展中心组织专家对设计文件进行了评审，根据评审意见修改形成施工图设计文件送审稿，2024 年 12 月 24 日广西壮族自治区公路发展中心组织专家对施工图设计文件进行了技术审查，根据审查会议纪要意见修改形成本册文件。

1.6 评审意见执行情况

1.6.1 河池公发展中心设计方案评审意见执行情况

根据《2025 年普通国道危旧桥梁(隧道)改造工程设计方案评审会议纪要》详见附件 1，有关林佑坳隧道评审意见的执行情况汇总如下：

1、林佑坳隧道位于山坳，建议在隧道顶外侧增加纵向排水沟。

执行情况：根据地形，位于山谷处的隧道顶外侧增加纵向排水沟。

2、洞顶原顶面要考虑对存在的下渗点进行注浆封水处置，建议在检修道与行车道边缘凿一条纵向排水沟。

执行情况：考虑对下渗点进行封堵会引起其他部分的渗漏，设计对渗漏点采用打孔埋设半圆管方式进行引排。按意见在行车道边缘开凿埋设预制块纵向排水沟。

3、为方便后期维护，建议优化渗水点设计，渗水点出口处安装的封口板建议采用可活动式，便于养护检修。

执行情况：采用活动式封口板施工时难以控制质量，会导致渗水点仍存在渗漏，起不到处治效果，本次设计维持原设计固定式封口板；后续需养护检修可在封口板位置处局部凿除恢复。

4、渗水点内置过滤海绵应采用可更换构件，渗水处理用的排水管要采用内壁光滑材料。

执行情况：渗水点内置过滤海绵改为细粒式碎石可更换物件，排水管采用内壁光滑的硬质 PVC 管材。

5、在衬砌拱脚处应打孔引排，打孔间距 1 米内，打孔宽度以计算后的最大宽度打。

执行情况：按意见增加衬砌拱脚处引排孔、间距按 2 米设置，详见 3.3.1 及图 SIV-3-12。。

6、建议增加路基排水沟盖板、

执行情况：经与养护中心沟通，路基排水沟增设水沟盖板，不利于水沟的养护作业，为便于行人通行，本次设计仅增加出入口段 15m 范围内路基排水沟盖板，详见 S-IV-3-13。

1.6.2 广西公发展中心设计方案审查意见执行情况

根据《G357 林佑坳隧道改造工程设计方案审查会议纪要》详见附件 2，有关评审意见的执行情况汇总如下：

1、林佑坳隧道位于 G357 线凤山至凌云(逻楼)线上凤山县林佑坳林场。本隧道为单洞两车道隧道，起讫里程号为 K1907+147~K1907+385，长 238m，属短隧道。隧道总体技术状况评定为 4 类，为技术状况较差隧道。原则同意设计的处治内容对隧道衬砌裂缝、表面缺陷、渗漏水处进行处治，完善防水及排水设施。

执行情况：按意见对隧道衬砌裂缝、表面缺陷、渗漏水处进行处治，完善防水及排水设施等，同时为保证行车安全，补充完善了隧道出入口路段的交通标志、标线。

2、建议补充完善详细的工程概况，如建设日期、交工日期、竣工日期、竣工资料、结构型式、围岩分布、历年维修养护情况等。

执行情况：按意见补充建设日期、交工日期、结构型式、围岩分布详见 1.14 章节；历年维修养护情况详见 1.4 章节。

3、建议实测内轮廓线，复核建筑限界。

执行情况：经复核，内轮廓线和建筑限界无误。实测内轮廓线核实隧道建筑限界为：行车道净宽:0.25+2x3.5+0.9(路面加宽)+0.2=-8.4 米，行车道净高:5.5 米。人行道净宽:2x0.75 米，人行道净高:2.5 米。

4、本项目为曲线隧道，应按现行规范核查平纵面线形是否满 3s 行程要求，同时检验视距情况，检查是否需要加宽或者增设必要的交通安全设施消除安全隐患。

执行情况：凌云洞口端位于曲线段上，经核查平纵面线形，原设计满足 3s 行程要求，原隧道设计已考虑了半径内侧断面加宽（0.9 米），视距满足要求。

5、隧道路面高程为 961.899~954.906m，应详细调查冰冻灾害情况，并开展相应处置措施。

执行情况：根据“检测报告”和向隧道路段养护工程师调查，隧道路面未发现有结冰现象，

仅存在雨夹雪天气，无冰冻灾害情况，路面主要病害为局部渗水，已采取设置路面边沟处治。

6、补充完善病害原因分析，应详细梳理，并根据病害原因提出针对性的处治措施。

执行情况：病害原因分析详见 2.7 章节，病害处治措施详见 3.3 节。

7、建议绘制洞内病害展开平面布置图、洞内缺陷修补措施展开平面布置图、洞门病害分布图、洞门病害处治设计图等，有效指导施工。

执行情况：按意见补充病害展开平面布置图，详见 SIV-3-4、洞内缺陷修补措施展开平面布置图详见 SIV-3-5。根据检测报告其现场踏勘洞门未发现明显破坏情况。

8、洞门墙钻孔泄水，应设计有效的排水通道，避免散排，影响美观。

执行情况：按意见补充排水通道设计，详见 SIV-3-12。

9、建议补充完善新建截水沟的必要性，结合汇水面积计算选取经济合适的断面尺寸，完善截水沟详细的平面、纵面设计图，有效指导施工。

执行情况：按意见补充截水沟必要性说明，详见 3.3.6 节，截水沟平面布置图、纵剖面图、断面图详见 SIV-3-15。

10、开槽深度 9.9cm，破坏主筋、勾筋、纵向钢筋，应优化处治方案，或者采取有效的防锈防腐措施。同时，排水管内置过滤海绵，易堵，建议采用碎石或者砂砾。

执行情况：根据检测报告及现场踏勘，渗漏水位置主要位于施工缝位置，开槽后存在钢筋外露的涂刷阻锈剂处理；排水管内按意见采用碎石。

11、施工组织采用洞内变道，存在较大的安全隐患，建议隧道全长管控，洞外完成车道转换。

执行情况：按意见调整施工组织方案，详见 SIV-3-25。

2 隧道现状使用情况

2.1 隧道外观检查结果

根据“检测报告”，林佑坳隧道主要检测结果汇总如下：

2.1.1 洞口检查结果

未发现明显破坏情况。



洞口现状



洞口现状

2.1.2 洞门检测结果

未发现明显破坏情况。



洞门现状

2.1.3 衬砌病害检查结果

林佑坳隧道衬砌病害共发现：12 处渗漏水或渗水，主要位于施工缝处；1 处划痕、1 处纵向裂缝，详细病害情况详见下表。

衬砌病害汇总表					
序号	里程桩号	病害类型	缺陷位置	缺陷描述	标度（0~4）
1	K1907+150	渗漏水	右拱腰-右边墙	S=1.20 m²	2
2	K1907+150	渗水	左边墙	S=1.10 m²	1
3	K1907+155	渗水	左边墙	S=1.05 m²	1
4	K1907+162	渗水	左边墙	S=1.09 m²	3
5	K1907+165	渗漏水	右拱腰-右边墙	S=1.10 m²	2
6	K1907+171	渗漏水	右拱腰-右边墙	S=1.00 m²	2
7	K1907+173	渗水	左边墙	S=1.13 m²	3
8	K1907+185	渗水	右边墙	S=0.95 m²	1
9	K1907+193	渗水	右边墙	S=0.88 m²	1
10	K1907+195	渗水	右边墙	S=0.92 m²	1
11	K1907+200	渗水	右边墙	S=0.85 m²	1
12	K1907+213	渗水	右边墙	S=0.90 m²	1
13	K1907+257	划痕	左边墙	S=0.62 m²	1
14	K1907+340-K1907+348	纵向裂缝	右边墙	L=8m, d=0.51mm	1



K1907+155 左边墙渗水



K1907+162 左边墙渗水



K1907+257 左边墙划痕



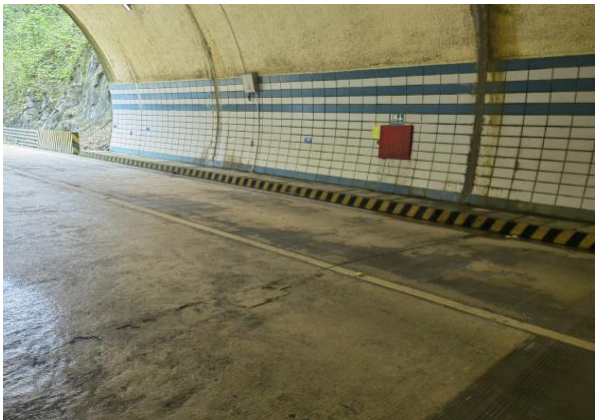
K1907+340~+348 右边墙纵向裂缝

2.1.4 路面检查结果

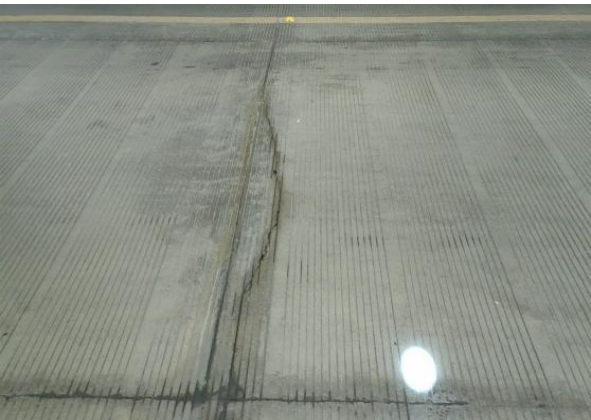
林佑坳隧道路面存在以下病害:路面裂缝 6 处, 2 处路面潮湿积水, 其中 4 处纵向裂缝, 2 处纵向裂缝。

路面病害汇总表

序号	里程桩号	病害类型	缺陷位置	缺陷描述	标度 (0~4)
1	K1907+147~ K1907+167	防滑层磨损	左幅路面	S=20×2.5 m²	1
2	K1907+188	横向裂缝	左幅路面	L=3.5m, d=0.20mm	1
3	K1907+228	横向裂缝	左幅路面	L=3.5m, d=0.25mm	1
4	K1907+236	横向裂缝	右幅路面	L=3.0m, d=0.52mm	1
5	K1907+260	横向裂缝	右幅路面	L=2.0m, d=0.60mm	1
6	K1907+268	横向裂缝	右幅路面	L=2.0m, d=0.55mm	1
7	K1907+338	横向裂缝	右幅路面	L=1.8m, d=0.51mm	1



K1907+147~+167 左路面防滑层磨损



K1907+188 左路面横向裂缝



K1907+228 左路面横向裂缝



K1907+236 右路面横向裂缝

2.1.5 检修道检查结果

检修道未发现明显破坏情况。



检修道现状



检修道现状

2.1.6 排水设施

排水设施未发现明显病害。



排水系统现状



排水系统现状

2.1.7 吊顶及预埋件

林佑坳隧道吊顶及预埋件未见明显病害。



吊顶及各种预埋件现状



吊顶及各种预埋件现状

2.1.8 内装饰

林佑坳隧道内装饰（瓷砖）存在5道纵向裂缝，1处破损。

内装饰病害统计表

序号	里程桩号	病害类型	缺陷位置	缺陷描述	标度（0~4）
1	K1907+240	瓷砖破损	左边墙	S=0.01 m²	1
2	K1907+334	瓷砖环向裂缝	右边墙	L=3.0m, d=0.12mm	1
3	K1907+337	瓷砖纵向裂缝	右边墙	L=1.2m, d=0.11mm	1
4	K1907+348	瓷砖纵向裂缝	右边墙	L=3.0m, d=0.13mm	1
5	K1907+345~K1907+349	瓷砖纵向裂缝	右边墙	L=4.0m, d=0.12mm	1
6	K1907+351~K1907+352	瓷砖纵向裂缝	右边墙	L=1.0m, d=0.10mm	1



K1907+240 左边墙瓷砖破损



K1907+334 右边墙瓷砖环向裂缝

2.1.9 交通标志、标线、轮毂标

林佑坳隧道全线交通标志，标线、轮廓标均有不同程度磨损缺失，模糊不清的情况，

标志、标线、轮廓标病害检查结果一览表

序号	里程桩号	病害类型	缺陷位置	缺陷描述	标度（0~4）
1	K1907+147~K1907+385	标线脏污	左右侧	左右侧部分标线脏污	1
2	K1907+147~K1907+385	轮廓标脏污	左右侧	左右侧部分轮廓标脏污	1
3	K1907+147~K1907+385	凸起路标脏污	左右侧	左右侧部分凸起路标脏污	1



K1907+147~+385 部分标线脏污



K1907+147~+385 部分轮廓标脏污

2.2 其他工程设施检查结果

其他工程设施检查结果一览表

分项设施	检查内容	检查结果
电缆沟	是否完好，有无杂物、积尘、积水	无明显病害
设备洞室	是否完好，有无渗漏水、杂物、积尘，标志是否齐全、清晰	无明显病害
洞外联络通道	隔离设施是否完好，标志是否齐全、清晰，路面是否、有无隆起积水	无该设施
洞口限高门架	结构是否完好，标志是否齐全、清晰，门架有无变形，净空误差是否满足限高要求	无该设施
洞口绿化	树木是否妨碍行车，有无树木枯死、草皮失养，整体绿化效果是否美观	无该设施
消音设施	是否完好，是否具备消音功能	无该设施
减光设施	结构是否完好，标志是否齐全清晰，减光效果是否正常	无该设施
污水处理设施	是否渗漏，有无杂物、泥沙沉积	无该设施

分项设施	检查内容	检查结果
洞口雕塑、隧道铭牌	表面是否脏污，是否存在破损	无明显病害
房屋设施	承重构件有无变形、裂缝、松动；非承重墙体有无渗漏、破损；屋面排水是否通畅、有无渗漏；楼地面、门窗是否完好；顶棚有无变形；水卫、电照等设备是否完好，能否正常使用	无该设施

2.3 检测结果分析

2.3.1 检测结果对比

1、历年土建结构各分项技术状况评定情况。

将本次检测结果与历年检测结果的技术状况评定值进行对比，具体见下表。

2022 年~2024 年林佑坳隧道土建结构各分项技术状况评定值对比表

年份	状况值								
	洞口	洞门	衬砌	路面	检修道	排水系统	吊顶及各种预埋件	内装饰	标志、标线、轮廓标
2022	2	0	1	2	1	0	/	1	1
2023	0	0	1	2	0	2	0	1	1
2024	0	0	3	1	0	0	0	1	1

2、次与上次检测结果对比

将本次检测结果与上次检测结果的主要部件病害进行对比，分析隧道病害的发展情况，具体见下表。

林佑坳隧道主要部件检测结果对比分析表

部位	病害类型	本次病害检测结果		上次病害检测结果（2023 年）		病害发展状况说明
		病害数量	总长度（m）或总面积（m²）	病害数量	总长度（m）或总面积（m²）	
洞口	/	/	/	/	/	/
洞门	/	/	/	/	/	/
衬砌	渗漏水	12 处	总面积 12.17 m2	5 处	浸渗，总面积 7.12m2	有发展
	纵向开裂	1 条	长度 8 m，裂缝宽度 0.51mm	1 处	长度 8.0m，裂缝宽度 0.5mm	有发展
	破损	1 处	面积 0.62 m2	/	/	有发展
路面	横向裂缝	6 条	总长度 15.8m，裂缝宽度 0.20~0.60mm	7 条	总长度 16.0m，裂缝宽度 0.1mm	有发展
	防滑层磨损	1 处	面积 50.0m2	1 处	防滑层大面积磨损	有发展
检修道	/	/	/	/	/	/
排水系统	排水设施轻微淤积	/	/	1 处	排水设施轻微淤积，路面溢水造成路面轻微积水	现场未见
吊顶及各种预埋件	/	/	/	/	/	/
内装饰	瓷砖破损	1 条	面积 0.01m2	/	/	有发展
	瓷砖环向裂缝	1 条	长度 3.0m，裂缝宽度 0.12mm	/	/	有发展
	瓷砖纵向裂缝	4 条	总长度 9.2m，裂缝宽度 0.10~0.13mm	/	/	有发展

部位	病害类型	本次病害检测结果		上次病害检测结果（2023 年）		病害发展状况说明
		病害数量	总长度（m）或总面积（m²）	病害数量	总长度（m）或总面积（m²）	
	瓷砖开裂	/	/	1 条	总长度 0.5m，裂缝宽度 0.01mm	有发展
标志、标线、轮廓标	脏污	多处	凸起路标、标线、轮廓标多处脏污	/	/	有发展

2.4 林佑坳隧道土建结构技术状况

林佑坳隧道土建结构技术状况评分（JGCI）为64.50（≥55，<70）。依据《公路隧道养护技术规范》（JTG H12-2015）4.5.4条土建结构技术状况评定时，当洞口、洞门、衬砌、路面和吊顶及预埋件项目的评定状况值达到3或4时，对应土建结构技术状况应直接评为4类或5类。综上所述，林佑坳隧道土建结构技术状况为 4 类。

2.5 林佑坳隧道机电技术状况

- 1、供配电设施未见明显病害，隧道及箱式变电站的防雷接地设施的接地电阻满足规范要求。
- 2、照明设施存在 2 盏灯具异常。
- 3、本隧道无通风设施。
- 4、消防设施存在 1 处消防柜柜门损坏。
- 5、监控与通信设施未见明显病害。

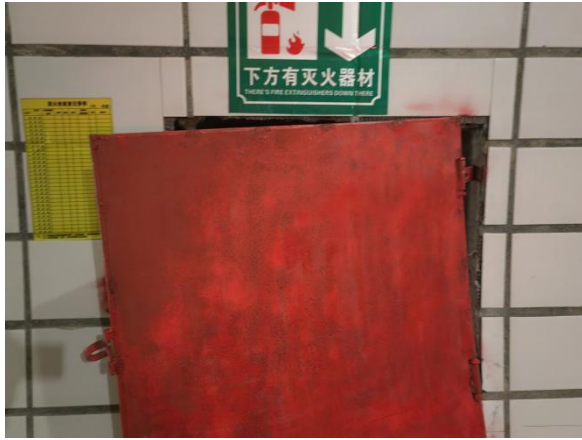
依据《公路隧道养护技术规范》（JTG H12-2015）相关要求对林佑坳隧道机电设施进行技术状况评定。技术状况评分为 97.1 分，评定等级为 1 类。



配电箱现状



部分灯具异常



K1907+255 左消防柜柜门损坏



枪机现状

2.6 检查结论及建议

2.6.1 结论

1、林佑坳隧道土建结构技术状况评定为 4 类，应进行交通管制，尽快实施病害处治；隧道其他工程设施状况值评定为 0 的分项设施，正常使用，正常养护；隧道总体技术状况评定为 4 类，应尽快实施结构病害处治措施，并及时实施交通管制。

2、林佑坳隧道机电设施技术状况评定为 1 类，应进行正常养护。

2.6.2 建议

1、对于隧道衬砌多处渗漏水，衬砌拱部有滴漏，侧墙有小股涌流等问题建议及时处治渗漏水情况，根据水文地质条件、漏水程度，考虑点渗漏、线渗漏、面渗漏三种不同渗漏形式等，遵循“堵排结合、因地制宜、综合治理”的原则对渗漏水可采取以下措施：①点渗漏治理：衬砌表面有渗漏痕迹、水量较小、水压不大或当前无渗漏的部位采用表面封堵措施。由于混凝土内部不密实而形成的点渗漏，衬砌混凝土表面有湿渍或者渗漏轻微流淌的部位采取注浆堵漏措施。②线渗漏治理：衬砌混凝土裂缝渗漏，且水量不大的部位，采用化学注浆，堵漏方法处治。渗漏表面有明显渗漏，且渗漏量较大，出水点位于变形缝、施工缝或边墙上可采用埋管引排措施。渗漏水量较小、水流分散，不利于引排的衬砌裂缝渗漏，采用注浆封堵治理，根据裂缝状况确定注浆位置。隧道拱、墙单点线流、股流、射水等水量较大的施工缝或衬砌裂缝采用凿槽引排方法处治。③面渗漏治理：隧道初衬、二衬之间混凝土结合不密实，二衬后有大量积水空间的位置，以及渗漏水量很大或者大面积渗漏的部位，对初衬于二衬间的空隙和空间，进行压浆液处治。隧道拱顶和墙面的轻度渗漏，可采用表面涂刷，直接用防水堵漏材料在渗漏部位进行封堵。隧道局部面渗、渗水量较小，采用外敷防水层法治理，直接用铝膜在渗漏部位进行封堵。

2、对衬砌划痕根据缺陷的部位、规模、深度等因素选择水泥砂浆、聚合物改性水泥砂浆等材料进行及时修补。

3、对于开裂等问题，建议对宽度小于 3mm 的轻微裂缝，可采取扩缝灌浆；对贯穿全厚的大于 3mm 小于 15mm 的中等裂缝，可采取条带罩面进行补缝；对宽度大于 15mm 的严重裂缝可采用全深度补块。破损修补应根据不同情况采取相应措施进行：①对个别的坑洞，应清除洞内杂物用水泥砂浆等材料填充，达到平整密实；②对较多坑洞且连成一片的，应采取薄层修补方法进行修补；③对面积较大，深度在 3cm 以内，成片的坑洞，可进行换板处理，对路面防滑层磨损进行修复。

4、对内装饰裂缝、破损，对墙面瓷砖粘合性及稳定性进行排查，并对瓷砖松动及已脱落区域重新安装瓷砖。墙面拉毛，让墙面变得粗糙，目的是增加墙面的摩擦力，从而提高水泥砂浆的粘结能力。必要时可使用瓷砖胶。

5、对标志标线轮廓标脏污及时清洁洞内标志标线轮廓标，保证反光效果和对交通的线形引导。

6、及时维修或更换故障灯具。

7、更换或维修受损箱体并加强日常养护巡查。

2.7 踏勘情况说明

2014 年 11 月 27 日，我公司技术人员在凤山公路养护中心养护人员陪同下对林佑坳隧道进行了现场踏勘，检测报告未反馈的问题相关情况汇总如下：

1、隧道出入口路面彩色防滑层破损较严重，出入口缺隧道开灯提升牌，建议重做彩色防滑层及减速标线，更换隧道信息牌。

2、隧道出口前端道路边沟为土质边沟不完善，为漫流、渗流状态；建议完善边沟；出口端路面板存在破碎板，建议更换路面板。

3、隧道入口锥坡存在局部损坏，锥坡截水沟沟地存在开裂，建议对锥坡重新喷射混凝土坡面，并预留泄水管；为方便人员检修，锥坡截水沟重做为流水踏步形式。

4、养护人员反馈隧道洞口端墙雨季存在渗流，建议在端墙底部钻孔进行引排水，避免渗流。

5、隧道消防柜仅设置有柜门无柜体，内部未进行防水处理，同时灭火器数量不足。建议对消防柜内部进行防水处理，并补充消防柜体，同时补全灭火器。



入口端墙锥坡坡面破损



消防柜现状、灭火器不足，未做防水处理



隧道出口边沟现状



隧道出口标志牌及路面破碎板



提示标牌破损



提示标牌破损

2.8 运营期间雨季隧道状况



雨季隧道施工缝存在渗流，隧道路面湿润



雨季隧道施工缝存在喷射水流



隧道出口端附近无路基边沟，雨水路面漫流



隧道入口端墙存在喷射水流，锥坡雨水冲刷

2.9 主要病害原因分析

1、渗漏水成因分析：

- 1) 地下水径流段岩性为砂岩，砂岩为透水岩层，且呈镶嵌碎裂结构，透水性极强，经隧道出口西侧露头的泥灰岩产状推测，隧道底部可能为泥灰岩，泥灰岩为隔水岩层，将地下水大部分赋存在砂岩层中。隧道处于地下水径流通道，周边围岩富水。地下水富集在隧道衬砌外侧，水头压力挤压衬砌和仰拱，使其变形，产生裂缝，地下水沿裂缝渗出。
- 2) 地下水渗流的整体趋势为从隧道出口高处往进口低处方向，右侧往左侧方向。
- 3) K1907+160～185 隧道顶部往 K1907+215～235 隧道底部方向存在渗流通道，K1907+355～370 隧道顶部往 K1907+330～360 隧道底部方向存在渗流通道，K1907+255～265 隧道底部富水。由于地质富水，裂缝较多，遇上雨季等综合因素导致隧道渗水。
- 4) 隧道渗漏水主要衬砌施工缝处，施工过程对施工缝防排水处理工艺不到，导致防排水措施不满足设计要求，导致水从施工缝渗流。

2、内装饰瓷砖破损、裂缝成因分析

- 1) 地质应力变化：隧道开挖后，周围岩石的应力重新分布，可能导致瓷砖承受不均匀的力，

从而产生裂缝；

2) 施工质量问题：内装饰瓷砖施工工艺不当，会导致质量不合格，易于开裂。

3、路面横向裂缝裂缝成因分析

1) 环境因素导致的路面破损与裂缝主要包括：温度变化；极端温度变化会导致路面材料热胀冷缩，产生应力变化，长期作用下易引发裂缝。

2) 湿度变化会影响路面材料的含水量和性能，特别是雨季，路面易因水分侵入而产生裂缝。

3) 车辆荷载是路面承受的主要外力之一，超载车辆对路面的压强大，超过路面材料的承载能力，易导致路面产生裂缝或破损。

3 维修加处治设计

根据《公路隧道养护技术规范》（JTG H12-2015），本隧道结构技术状况评定类别为 4 类，为严重破损，养护对策为应尽快实施结构病害处治措施。

3.1 维修处治设计技术规范及标准

3.1.1 维修处治设计技术规范

- 1、《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- 2、《公路隧道设计规范》（JTG D70-2004）；
- 3、《公路隧道加固技术规范》（JTG/T 5440-2018）。
- 4、《公路隧道养护技术规范》（JTG H12-2015）；
- 5、《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81-2017）；
- 6、《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81-2017）；
- 7、《道路交通标志和标线 第 2 部分：道路交通标志》（GB 5768.2-2022）；
- 8、《道路交通标志和标线第 3 部分：道路交通标线》（GB 5768.3-2009）；
- 9、《道路交通反光膜》(GB/T 18833-2012)；
- 10、《道路交通标志板及支撑件》(GB/T 23827-2021)；
- 11、《路面标线涂料》(JT/T280-2022)。
- 12、《公路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220-2020）

（JTG D70-2004）为原设计规范，现已废止，本次设计仅对旧隧道进行必要的维修加固，不改变隧道总体外观及结构形式，相关参数仍采用原设计规范。

如有上述标准未涉及到的项目，以相应现行国家标准及行业标准为依据。

3.1.2 维修处治设计技术标准

本次设计仅对旧隧道进行必要的维修加固，不改变隧道总体外观及结构形式，满足原设计

规范，维持原设计标准，详见本说明第 2.3 条。

3.2 维修加固具体处治内容

- 1、对隧道衬砌渗漏水处进行引、排处治。
- 2、对隧道衬砌裂缝进行处治。
- 3、对隧道衬砌表面缺陷进行处治。
- 4、对隧道路面病害进行处治，增设路面边沟。
- 5、隧道衬砌内装饰修复。
- 6、完善隧道出口路段边沟，增设隧道坡顶截水沟。
- 7、入口端墙锥坡坡面混凝土预制块防护，重做流水踏步，钻孔引排端墙内积水。
- 8、消防柜防水处理，补充消防灭火器，损坏消防柜门维修。
- 9、完善隧道出入口路段的交通标志、标线。
- 10、完善照明设施。

3.3 维修加固处治具体设计

3.3.1 隧道衬砌渗漏水处治

对隧道衬砌渗漏水，采取在有渗水处设环形槽，流水处在槽中央埋设 $\phi 75\text{mm}$ PVC 半圆导水管进行引、排处理。导水管的位置、间距、管径应根据渗漏水位置、渗漏水量、净空富余量等情况确定。

开槽埋管导水采用倒梯形槽开槽尺寸不小于 $120\text{mm} \times 95\text{mm}$ （宽 $\times$ 深），槽内选用与基面结合强度高、抗渗性好和具有耐环境因素作用的堵漏材料（腻子型遇水膨胀密封橡胶、双组份聚硫密封胶、SR 柔性填料、聚合物水泥防水砂浆等）填充。

里程段围岩裂隙中富集地下水，在衬砌拱脚检修道盖板以上 10cm 处增设一排引排孔，引排孔按间距 2 米布置，引排孔尺寸为 $\phi 100\text{mm}$ 。引排孔内排水管采用 $\phi 75\text{mm}$ PVC 管；插入衬砌后土层 1m 范围内填充土工布，并在管壁钻孔，孔径 8mm，孔距 5cm，按梅花形布置。

3.3.2 隧道衬砌裂缝处治

隧道衬砌裂缝采用表面封闭法或注射法进行处治。

对宽度（本设计所指裂缝宽度均指处治前的宽度）不大于 0.20mm 裂缝采用表面封闭法，封闭材料采用低黏度、渗透性良好的裂缝封闭胶。封闭宽度范围不小于 50mm。

对宽度大于 0.2mm 的裂缝采用注射法。注射材料采用低黏度、可注性好的改性环氧树脂类、改性聚氨酯类胶液。对裂缝宽度小于 0.5mm 时，先采用环氧胶泥进行裂缝表面封闭，再进行注胶。裂缝宽度不小于 0.5mm 时，应进行开槽填充后再进行注胶。开槽槽型宜为倒梯形，深度和

宽度分别不应小于 20mm 和 15mm，填充材料采用聚合物改性水泥砂浆。

3.3.3 隧道衬砌表面缺陷处治

对隧道衬砌表面缺陷（破损、锈胀露筋、麻面、孔洞等），先对缺陷部位进行凿除清理后再采用聚合物改性水泥砂浆进行修补；外露的衬砌钢筋应先进行防锈蚀处理再进行修补。

3.3.4 隧道路面病害处治

隧道路面主要病害为横向裂缝、渗水，洞口段路面破损，根据《公路技术状况评定标准》（JTG 5100-2018)对路面板进行判定：对于缝宽小于 3mm 的轻微裂缝，只需要进行裂缝维修，处治合格即可，不需要换板,可用环氧树脂类材料进行灌缝；对于所有破碎板、含有板角断裂的板块、含有“中”及“重”程度裂缝的板块，应予以更换。

增设两侧路面边沟，采用局部凿除后安装预制构件，预制长度为 49 厘米，边沟预制块之间的缝隙用环氧砂浆填充。对局部渗流积水采用刻槽进行引排至路面边沟。

3.3.5 隧道衬砌内装饰修复

对破损或在开槽恢复后的衬砌表面恢复衬砌内装饰：原首先粘贴面砖的部位先清洗干净基层，然后喷刷 3mm 厚 1：1 水泥细砂浆，再用 15mm 厚 1：2 水泥砂浆找平，最后，用 1：1 水泥砂浆抹面，粘贴面砖。其他缺陷对原涂装表面清理干净后重新喷刷装饰面漆。

3.3.6 隧道出口段边沟及隧道坡顶截水沟

隧道出口段为土质边沟，雨季存在雨水漫流至路面，为此对出口端土质边沟新建混凝土边沟，新建边沟长度 255m。

因隧道进出口段设置有护栏过渡段，为便于行人通行在护栏外侧通行，隧道进出口段（15m）范围内路基边沟改造为加强型盖板边沟。

根据“专项报告”，地下水受大气降水、地表水补给，由隧道南北侧山脊向隧道所在位置的低洼处汇集，为有效地防止地表水渗流入隧道内部，考虑在隧道坡顶根据现场地形条件设置坡面截水沟，截水沟与路面边沟相连，根据地形设置截水沟长度 357m。

3.3.7 隧道入口端墙锥坡处治

进口端两侧锥坡存在雨水冲刷，对进口端两侧锥坡坡面采用混凝土 15cm 厚预制块铺砌进行防护，底部设置排水管，引排锥坡内积水。

端墙存在喷射水流，在端墙根部增设引排孔，引排孔尺寸为 $\phi 100\text{mm}$ 。引排孔内排水管采用 $\phi 75\text{mm}$ PVC 管，插入端墙后土层 1m 范围内填充土工布，并在管壁钻孔，孔径 8mm，孔距 5cm，按梅花形布置。

为便于隧道的检查养护，对进出口端墙边重做流水踏步。

3.3.8 隧道消防柜处治

为避免积水从消防柜内直接渗出，对消防柜位置处内部进行防水处理同时参照 3.3.1 节开槽设置引排管，并重新配置灭火器。对损坏的消防柜柜门进行维修更换。

3.3.9 隧道出入口路段的交通标志、标线

1、交通标志

在距离隧道入洞口前 50m 处设置 1 块单悬臂隧道信息牌，提醒车辆开灯行驶进入隧道。

2、交通标线

本路段为双车道二级公路，设计时速 40km/h，一般路段采用中心黄色虚线，用于指示车辆靠右行驶，各行其道，线宽为 0.15m，实线段长 4m，虚线段长 6m。全线设置车道边缘线，边缘线宽为 15cm。隧道入口前 150m、隧道内、隧道出口后 150m 采用中心黄色双实线，禁止车辆超车。所有实线每隔 15 米设置横向排水缝，排水缝宽度为 3～5cm。

为更好引导视线，在检修道路缘内粘贴黄黑相间反光膜，等级均为IV类反光膜。

3、指示标志

增设疏散指示标志版及消防设备指示标志版。布置间距按 50m 设置。

3.3.10 完善照明设施

本次对隧道内异常灯具进行更换。

4 主要材料

4.1 渗漏水处治材料

1、腻子型遇水膨胀密封橡胶应满足《高分子防水材料 第三部分：遇水膨胀橡胶》（GB/T 18173.3-2014）相关要求。

腻子型遇水膨胀密封橡胶物理性能要求	
项 目	性能要求
体积膨胀倍率（%）	≥ 150
高温流淌性（80℃×5h）	无流淌
低温试验（-20℃×2h）	无脆裂

2、双组份聚硫密封胶采用非下垂底模量型，应满足《聚硫建筑密封胶》（JCT483-2006）相关要求。

双组份聚硫密封胶技术指标要求	
项 目	技术指标
密度（g/cm3）	规定值±0.1

下垂度（N 型）(mm)		≤ 3
表干时间(h)		≤ 24
适用期(h)		≥ 2
弹性恢复率（%）		≥ 70
拉伸模量 (MPa)	23	≤ 0.4 和≤ 0.6
	-20	
定伸粘结性		无破坏
浸水定伸粘结性		无破坏
冷拉-热压后粘结性		无破坏
质量损失率（%）		≤ 5

3、SR 柔性填料材料性能要求应满足《水工建筑物塑性嵌缝密封材料技术标准》（DL/T 949-2005）。

SR 柔性填料技术指标			
项 目		技术指标	
浸泡质量损失率常温×3600h		水(%)	≤ 2
		饱和 Ca(OH) ₂ 溶液(%)	≤ 2
		10%NaCl 溶液	≤ 2
拉伸粘结性能	常温，干燥	断裂伸长率（%）	≥ 125
		粘结性能	不破坏
	常温，浸泡	断裂伸长率（%）	≥ 125
		粘结性能	不破坏
	低温，干燥	断裂伸长率（%）	≥ 50
		粘结性能	不破坏
	300 次冻融循环	断裂伸长率（%）	≥ 125
		粘结性能	不破坏
流动止水长度（mm）			≥ 130
流淌值（下垂度）（mm）			≤ 2
施工度（针入度）(1/10mm)			≥ 100
密度(g/cm3)			≥ 1.15

4、聚合物水泥防水砂浆性能要求应满足《聚合物水泥防水砂浆》（JCT984-2011）

聚合物水泥防水砂浆技术指标要求			
项 目			技术指标
凝结时间		初凝（min）	≥ 45
		终凝（h）	≤ 24
抗渗压力 （MPa）	涂层试件	7d	≥ 0.5
	砂浆试件	7d	≥ 1.0
		28d	≥ 1.2
抗压强度（MPa）			≥ 24.0
抗折强度（MPa）			≥ 8.0
柔韧性(横向变形能力）（mm)			≥ 1.0
粘结强度 （MPa）	7d		≥ 1.0
	28d		≥ 1.2
耐碱性			无开裂、剥落
耐热性			无开裂、剥落
抗冻性			无开裂、剥落

项 目	技术指标
收缩率（%）	≤ 0.15
吸水率（%）	≤ 4.0

5、水泥基渗透结晶型防水涂料性能要求应满足《水泥基渗透结晶型防水材料》》（GB 18445-2012）。

水泥基渗透结晶型防水涂料性能要求	
性能项目	性能要求
抗折强度（MPa）	≥4.0
粘结强度（MPa）	≥1.0
一次抗渗性（MPa）	>1.0
二次抗渗性（MPa）	>0.8
冻融循环(次)	>50

4.3 裂缝修补材料

1、裂缝封闭胶用于裂缝表面封闭，安全性能指标应符合粘贴纤维复合材料 A 级胶的相关规定。

粘贴纤维复合材料用结构胶安全性能指标		
性 能 项 目		性 能 要 求
胶体性能	抗拉强度（MPa）	≥38
	抗拉弹性模量（MPa）	≥2 400
	抗弯强度（MPa）	≥50，且不得呈碎裂状破坏
	抗压强度（MPa）	≥70
	伸长率（%）	≥1.5
	钢-钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）	≥14
黏结能力	钢-钢粘贴抗拉强度（MPa）	≥40
	钢-C45 混凝土的正拉黏结强度（MPa）	≥2.5，且为混凝土内聚破坏
	不挥发物含量（固体含量）（%）	≥99

2、裂缝修复胶适用于注射法施工，应满足灌浆工艺简便、可灌注性好、固化时间可控、固化后收缩性小的要求，其安全性能指标应符合下表的规定。

裂缝修复胶安全性能指标		
性 能 项 目		性 能 要 求
胶体性能	抗拉强度（MPa）	≥25
	抗拉弹性模量（MPa）	≥1 500
	抗压强度（MPa）	≥50
	抗弯强度（MPa）	≥30，且不得呈碎裂破坏
黏结能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）	≥15
	钢-干态混凝土正拉黏结强度（MPa）	≥2.5，且为混凝土内聚破坏
	钢-湿态混凝土正拉黏结强度（MPa）	≥1.8，且为混凝土内聚破坏
不挥发物含量（固体含量）（%）		≥99
耐湿热老化性能		通过耐湿热老化性能试验，与室温下短期试验结果相比其抗剪强度降低率不大于 12%

3、改性环氧基裂缝注浆料适用于压注宽度 1.5~3.0mm 的裂缝。改性环氧基裂缝注浆料安全性能指标应符合下表的规定。

改性环氧基裂缝注浆料安全性能指标			
性 能 项 目		性 能 要 求	
浆体性能	劈裂抗拉强度（MPa）		≥7.0
	抗弯强度（MPa）		≥25，且不得呈碎裂状破坏
	抗压强度（MPa）		≥60
黏结能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）		≥7.0
	钢-钢黏结抗拉强度（MPa）		≥15
	钢-混凝土正拉黏结强度（MPa）		≥2.5，且为混凝土内聚破坏
耐湿热老化性能		通过耐湿热老化性能试验，其抗剪强度平均降低率不大于 20%	

4、改性水泥基裂缝注浆料适用于压注宽度 3.0~5.0mm 宽的裂缝，其安全性能指标应符合表 5.8.3 的规定。

改性水泥基裂缝注浆料安全性能指标			
性 能 项 目		性 能 要 求	
劈裂抗拉强度（MPa）		≥4.0	
抗压强度（MPa）		≥55	
抗折强度（MPa）		≥8.0	
与混凝土正拉黏结强度（MPa）		≥1.5	

注：表中强度均为养护龄期 28d 所测强度。

4.4 缺陷修补材料

砼缺陷修补材料采用 I 级聚合物改性水泥砂浆，其技术性能要求如下：

聚合物改性水泥砂浆安全性能指标				
性 能 项 目			性 能 要 求	
			I 级	II 级
浆体性能	劈裂抗拉强度（MPa）		≥7	≥5.5
	抗折强度（MPa）		≥12	≥10
	抗压强度（MPa）	7d	≥40	≥30
		28d	≥55	≥45
黏结能力	与钢丝绳的黏结抗剪强度（MPa）	标准值	≥9	≥5
	与混凝土正拉黏结强度（MPa）		≥2.5，且为混凝土内聚破坏	

5 施工方法及材料要求

5.1 施工工序

施工工序：交通管制→衬砌裂缝型渗漏引排处治→衬砌裂缝、缺陷修补→完

善交通标志、标线、照明设施。

5.2 衬砌裂缝型渗漏水处治

1、凿槽：先用观察、撒干水泥粉等方法准确确定出渗漏点部位，然后从渗漏处自上而下凿槽，槽的断面形状为深×宽为 9.5cm×12cm 的环形槽，上口稍小于下口，下口平顺。凿槽以较高位置为起点，尽可能相邻渗漏点合并整治，以减少凿槽量，可采用“I”、“Y”、形凿槽埋管处理。

2、钻孔：在凿好的槽中，如有渗水量较多的渗水点，还需在该点钻打孔眼，使地下水集中从孔眼排出，孔眼内用 40mm 厚的碎石堵眼滤水，防止石碴堵塞孔眼及引水管。

3、清洗：清除槽内松动混凝土块及残屑，用高压水、钢刷清洗槽壁，确保不留残渣与浮浆。

4、封堵：流水处在槽中央埋设 φ75mmPVC 半圆排水管作为引排水通道，用锌铁皮制成的管卡固定，将流水引至边墙水沟，φ75mmPVC 半圆排水管周边填塞遇水膨胀密封胶，遇水膨胀密封胶外涂一层高强防渗层（建议 SR 橡胶嵌缝膏柔性防水层），最后用聚合物水泥防水砂浆把施工缝抹平，与老混凝土圆顺顺。

5、养护：在 14 天内进行喷水养护。

5.3 增设拱脚、端桥引排孔

1、孔的孔深、孔位、孔距根据设计图纸并结合现场施工条件确定，衬砌拱脚孔口位于检修道盖板以上 10cm，坡脚或边坡平台以上 1.0m 范围内为宜。

2、泄水孔宜采用潜孔钻干钻成孔(不用水施工)，如遇塌孔需套管跟进，以减小钻孔对边坡稳定产生的不利影响。钻孔的仰斜坡度采用 5%(约 3°)，钻孔成孔直径为 110mm。

4、采用 φ75mm 硬式透水管，排水管外部采用无纺土工布进行包裹，土工布用 14 号镀锌铁丝绑扎结实，丝间距 50mm。土工布：PET 15-6-400，性能指标满足 GB/T 17639-2023 的规定；硬式透水管：DY10H/PE，性能指标满足足 JT/T 1432.4-2023 的规定。

5、引排孔成孔后，应立即将排水管放置到孔中，防止因时间过长而造成塌孔。在排水管安装过程中可能会由于塌孔造成排水管无法安插到预定深度时，不得强行挤入，以免折断透水管或者破坏无纺布。可抽出排水管，用钻机进行清孔后再进行排水管的安装。

6、排水管安插至设计深度后，采用 M10 砂浆封堵孔口附近排水管与孔壁之间的缝隙，以固定排水管。

7、为保证隧道美观按设计图纸，出口处排水管参照 5.2 章节开槽暗埋引至隧道排水沟。

5.4 衬砌滴漏处处治

锚喷衬砌段对衬砌滴漏处进行处理，在渗水点钻直径约 2cm 的孔，孔深至围岩面，在渗水

点处凿引水槽，槽宽 12cm，深 9.5cm，引水槽开凿至边沟，将水引入边沟内。引水槽采用聚合物水泥防水砂浆填平。

5.5 衬砌面型渗漏处治

采取表面涂抹防水材料的办法处理隧道面形渗漏,首先把面渗区域及其外围 20 cm处用砂轮机打磨,除去表面浮尘,以增加堵漏材料与旧混凝土的粘结力。然后清洗衬砌表面，去除水渍杂质，表面涂抹防水材料灰浆，要求涂刷均匀，并进行养护。

5.6 裂缝修补

1、施工前应对隧道衬砌裂缝进行现场核查：对裂缝进行全面的调查，现场核实裂缝的数量、长度、宽度、深度、走向等情况，并对裂缝进行编号，做好记录。

2、宜对结构性病害进行处治后，再进行裂缝处治施工；裂缝有渗漏水时，应先进行渗漏水处治后再进行裂缝处治。

3、缝口表面处理：裂缝缝口表面处理，应使工作面平顺、干燥、无油污。处理范围沿裂缝两侧宽度均不应小于 50mm。

裂缝缝口表面处理工艺如下：(1)采用喷砂机或砂轮清理混凝土表面，露出坚实平整的混凝土，清除表面浮尘清理范围以裂缝中心位置向两侧拓宽不小于 50mm 为原则。(2)清除裂缝内的灰尘及杂物。

4、表面封闭法处治时，裂缝封闭胶涂刮后应完全覆盖口处理范围，涂胶次数不少于 3 次，直至封闭裂缝通道。

5、注射法施工应符合下列规定：

- 1) 应沿裂缝走向布置注胶嘴，在裂缝交叉点、裂缝较宽处和端部应预设注胶嘴。
- 2) 宜骑缝进行注胶孔钻孔，根据注胶效果适当调节钻孔深度，埋设注胶嘴
- 3) 用环氧胶泥封闭裂缝表面，缝口表面应封闭均匀、黏结牢固，不气。

4) 注射宜采取低压慢注方式，压力宜为 0.1~0.3MPa，施工中可根据工程实际情况适当调整注胶压力。对于贯通性裂缝出现漏胶情况，应停止施工，调整注胶参数。

5) 环向、斜向裂缝注胶应自下而上进行，当进胶速度小于 0.05L/min 时，再继续灌注 5min 后停止压胶。

- 6) 开槽注胶应按设计尺寸骑缝开槽至裂缝末端，填充封闭时，槽内应清理干净填充密实。
- 7) 应在填充材料强度达到要求后进行注胶。

注射法作业程序一般如下：

- 1) 封口处理：注浆前对裂缝进行高压风清缝处理。
- 2) 埋设粘贴注胶嘴：针筒注胶嘴间距一般为 100~300mm，机控注胶嘴间距一般为

300~500mm。每一条裂缝至少有一个注胶嘴、排气嘴、出浆嘴。

- 3) 封闭裂缝：不开槽时，采用封闭材料压抹平整;需开槽时，开后采用封闭材料填平。
- 4) 裂缝封闭效果检查：裂缝封闭后进行压气试漏，检查密闭效果。压气试漏需待封缝胶泥或砂浆有一定强度时进行。试漏前沿裂缝涂一层肥皂水，从注胶通入压缩空气，对于漏气位置修补密至不漏气为止。
- 5) 压力注胶：待最后一个注胶嘴冒胶后，保持恒压继续压注，满足终压条件时停止注胶。
- 6) 质量检查：注胶结束后检查补强效果和质量，发现缺陷及时补救

5.7 衬砌表面缺陷修补

1、施工前应对隧道衬砌表面缺陷进行现场核查：对表面缺陷进行全面的调查，现场核实表面缺陷的数量、长度、宽度、深度等情况，并对表面缺陷进行编号，做好记录。

2、宜对结构性病害进行处治后，再进行表面缺陷修补施工。

3、修补前应先对缺陷部位进行处理，凿除劣化及松动混凝土，进行钢筋除锈保证基面干净，应按设计要求涂刷界面剂。

4、聚合物改性水泥砂浆修补施工应符合下列规定：

- 1) 处治前应充分浸润清理后的基面，分层涂抹、喷射聚合物砂浆，分层厚度不宜大于 10mm。
- 2) 聚合物改性水泥砂浆施工环境温度宜为 5~25℃，高温或寒冷季节应采取有效措施控制施工温度。
- 3) 聚合物改性水泥砂浆修补施工过程中应避免振动，终凝前应采取喷涂养护剂养护，防止开裂。
- 4) 聚合物改性水泥砂浆原材料应妥善存放，受潮硬化后不得使用。

聚合物改性水泥砂浆的施工工艺要求如下：

- 1) 在涂抹聚合物改性水泥砂浆前 2h，用水冲洗待修补部位的混凝土表面，使混凝土表面处于充分湿润状态，但表面不能有明水。
- 2) 采用机械拌和，在修补施工前，将拌好的聚合物改性水泥砂浆放置 5min 后略加搅拌即可使用，拌好的物料在 1h 内用完
- 3) 人工修补时，首层需压紧、压实，若修补厚度大于 20mm，分层压涂，各层施工一般间隔 3~4h。

5.8 交通标志

1、材料

1) 标志立柱和横梁：凡钢管外径 152mm 以下（含 152 mm）的立柱和横梁，采用普通碳素结构钢（Q235）焊接钢管，并符合《碳素结构钢》（GB/T 700-2006）的要求；凡钢管外径在

152mm 以上的立柱和横梁，采用一般常用热轧无缝钢管，并符合《结构用无缝钢管》（GB/T 8162-2018）的规定。

标志立柱柱帽和横梁帽，采用普通碳素结构钢板，板厚 3mm。

2）标志板、滑动槽钢：标志底板板材采用牌号为 3004 的铝合金板材，滑动铝槽采用牌号 2024 的铝合金型材，《一般工业用铝及铝合金板、带材第 3 部分：尺寸偏差》（GB/T 3880.3-2024）的规定。

3）高强螺栓： 法兰连接螺栓（包括相应的螺母、垫圈）应符合《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》（GB/T 1231-2024）的规定，材料采用 Q235 钢。地脚螺栓材料采用 Q235 钢，螺母、垫圈材料采用 35 号钢。

4）水泥混凝土基础材料：混凝土标号为 C30，并符合现行《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010）的有关规定。

5）反光标志膜： 反光膜其回归反射光度值（最小值）、反光膜颜色的角点坐标和标志色泽耐用期应满足交通部《道路交通反光膜》(GB/T 18833-2012)的要求。

2、 制作

1）交通标志的形状、图案、颜色应严格按照《道路交通标志和标线》（GB 5768-2021）的标准或设计图的规定执行。为了确保指路标志的视认性，交通标志的各种文字制作均采用交通部交通标志专用字体。

2）标志板与滑动铝槽连接，必须保证连接强度和标志版面平整。在不影响贴反光膜的前提下，可采用铆接或点焊。

3）标志反光膜应在干净、无尘土、温度不低于 18℃/相对湿度在 20%～50%的车间内进行粘贴。

4）本项目单柱标志牌采用Ⅲ类反光膜，单悬标志牌采用Ⅳ类高强级反光膜。反光膜应尽量减少拼接，在标志板边缘 50mm 范围内，不得拼接。

5）标志底板应根据设计尺寸在工厂进行加工成型，并根据设计文件的要求进行加固、拼接、冲孔、卷边，加工完成后，标志板应进行脱脂、清洗、干燥等工序。

6）所有标志立柱和横梁都应焊接柱帽和横梁帽，柱帽和横梁帽采用 3mm 厚钢板冲压成型。

7）所有铝合金标志均须采用卷边加固处理。

3、施工注意事项：

1）标志板在运输、吊装过程中应小心，避免对标志板、反光膜产生任何操作。

2）标志支撑结构（包括：立柱、横梁、法兰盘）和紧固件（包括：螺栓、螺母、垫圈）应按规范规定进行热浸镀锌防腐处理。标志支撑结构镀锌量为 600g/m²，紧固件镀锌量为 350g/m²。

3）铝合金板与钢材接触的部位，应采用相应的防锈措施。

4）镀锌层在运输、安装过程中造成的损伤，应及时采取补救措施。

5）悬臂式标志，标志板下缘距路面的净空高度不得小于 5.5m，标志的安装角度应与道路中心线垂直或前倾 0°～10°。

6）立柱必须在基础混凝土强度达到设计强度的 80％以上时才能安装。

7）因地形原因，标志安装有困难，可根据实际情况适当移动位置。

8）标志板的制作、安装均应符合《道路交通标志和标线》（GB 5768-2021）和《道路交通标志板及支撑件》（GB/T 23827-2021）的要求。

5.9 交通标线

1、 技术要求

1）横向减速标线、纵向减速标线、导向箭头、车道边缘线采用白色热熔反光型标线材料。

2）中心黄色虚线（双实线）、路面文字标记采用黄色热熔反光型标线材料。

3）彩色防滑标线的性能必须符合《路面防滑涂料》规定，且构造深度不小于 2mm，抗滑 BPN 值不小于 70；

4）标线材料均应满足现行《路面标线涂料》（JT/T 280-2022）、《道路交通标线质量要求和检测方法》（GB/T 16311-2024）的规定。

2、 施工注意事项

施工前应先将道路表面上的污物、松散的石子和其它杂质清除。喷涂工作一般在白天进行。当天气潮湿，灰尘过多，风速过大或温度低于 10 摄氏度时，喷涂路面标线工作应暂时停止。应根据公路横断面的具体尺寸和设计文件的要求确定标线宽度、长度，在路面上划出标线位置。正式施划前应进行试划，以检验划线车的行使速度、线宽、标线厚度、玻璃珠撒布量能否满足要求，调试合格后才能开始施工。

6 施工工期及交通组织的方案

6.1 施工工期

本次加固方案预估施工工期为 60 天。工期进度概略见下表：

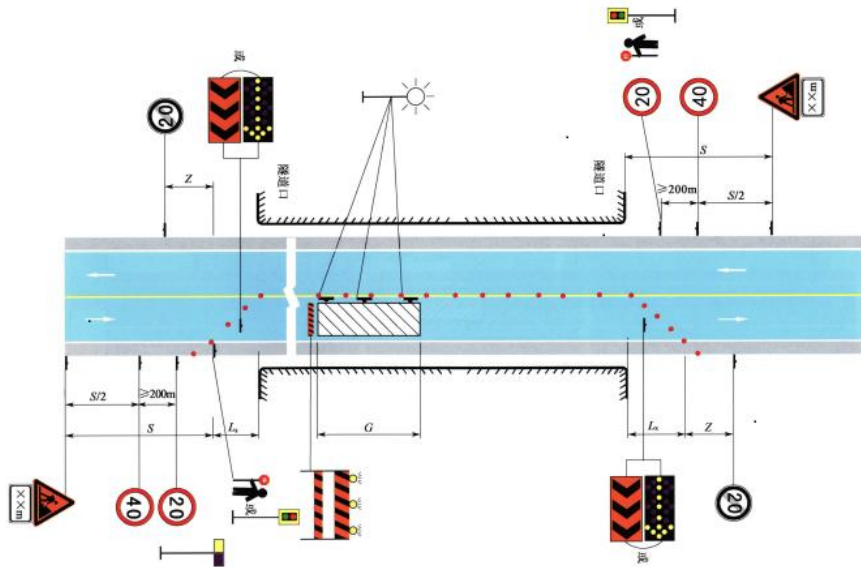
项目\时间	6d	12d	18d	24d	30d	36d	42d	48d	54d	60d
施工准备										
路面病害处治										
衬砌渗漏水处治										

项目\时间	6d	12d	18d	24d	30d	36d	42d	48d	54d	60d
增设边沟、截水沟等										
交通工程										
验收交付										

6.2 交通组织

1、交通组织

维修处治施工交通组织是以不中断交通为最基本原则，该隧道为双向单车道，为减少维修处治期间对车辆运营的影响，施工期间要求借用对向车道交替通行施工，施工期交通组织示意图见下图，未尽事宜参照《道路交通标志和标线第 4 部分：作业区》(GB5768.4-2017)及《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)相关要求执行。



借用对向车道交替通行施工作业区布置示意图

2、交通组织及安全保障

- 1) 所有交通布控设施必须提前购置完毕，逐一清点，严格按照审批的交通组织方案进行布控，确保所有设施摆放整齐、稳固。布控区配备 2 名交通协管员负责安全巡视及交通疏导。
- 2) 发现交通事故或车辆故障，立即向交警、路政部门报告，启动应急处置预案，协助交警、路政人员迅速实施交通管制，疏导车辆，救护伤员，避免二次事故发生。
- 3) 施工现场实行封闭管理，禁止闲杂人员及车辆进入施工现场。
- 4) 在隧道口设专人对来往车辆进行管制，每间断 10 分钟单向单车道放行。

7 注意事项

施工时除应严格遵守交通部部颁标准《公路隧道加固设计规范》（JTG/T 5440-2018）《公

路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220-2020）的有关要求外，尚应注意：

- 1、加固施工采取单向单车道交通施工的方法进行，隧道内车速不大于 30Km/h，通过施工平台时，车速不大于 10Km/h。
- 2、在加固施工之前，应对隧道进行全面的裂缝及缺陷普查，将裂缝及缺陷情况在现场标示，及时知照业主、监理，确定修补工程数量，在修补裂缝及缺陷后才能进行加固施工。
- 3、不得使用不合格的加固材料（包括主材及辅材），材料须经过严格的检验，并有合格证书，同时应注意材料的有效期；施工时须严格按照使用说明书的配比及步骤操作，避免操作失误导致加固失败。
- 4、隧道维修加固采用施工平台施工工艺。为避免施工影响车辆行驶，施工前应做好施工方案，上报交通主管部门，并在交通主管部门领导下协助交通组织工作。

8 施工安全

- 1、必须做好高空作业的各项安全措施方能进行施工。
 - 2、施工及养护期间做好交通管制工作，警示标识及交通疏导措施必须完善。
 - 3、施工钢架工作平台纵向长 10 米，铺设导轨。施工平台要求稳固牢靠，强度及刚度能满足所有施工材料及机具上架的要求，施工平台脚处设保护设施，施工平台下通车净高不小于 4.5 米，净宽不小于 4 米。
 - 4、在施工钢架工作平上施工时须做好防落措施，以免影响车辆通行安全。
 - 5、加强施工观测，若施工过程中结构出现裂缝明显增大、增多及结构变形增大等情况，应立即停止施工，并将人员撤离现场，待查明原因并落实解决措施后方可再进行施工。
 - 6、施工过程中对各种材料及废料要进行严格管理，防止对环境造成污染。
 - 7、做好施工现场安全用电、防火、防盗工作，特种工作人员需经培训考核合格方能从事工作。
 - 8、加强关键设备如空压机、发电机组等机具管理，避免机械事故。
- 未尽事宜，按国家和自治区有关安全生产的法规及要求办理。

9 环境保护

- 1、环境影响因素及污染因素的确定
 - 1) 施工期间主要为开挖土石方工程及振动对自然生态环境的影响。
 - 2) 施工机械对环境噪声影响。
 - 3) 施工废水及生活污水对水环境的影响。
- 2、施工期间应执行的标准

大气环境质量标准：执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012/XG1-2018）一级标准。

地面水环境质量标准：执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）一级标准。

废气：执行《汽油车污染物排放限值及测量方法（双怠速法及简易工况法）》（GB 18285-2018）

3、采取的措施

环境保护措施应本着“预防为主，防治结合”的环境保护原则，

设计阶段：在满足结构要求的前提下，尽可能减少土石开挖量，施工完成后尽可能恢复原自然地貌。合理选择取土场、弃土场的位置。

施工阶段：施工时，尽量采用低噪声的设备，合理选择施工时间和施工方法，以减少对居民休息的干扰。运输易扬尘、洒落的施工材料，车辆应加盖蓬布；对装卸中洒落的建筑材料应及时清扫处理。晴天应注意洒水降尘，雨季应避免土石方流失。料场选点和建筑材料堆放应远离居民区、医院、学校等，并选在下风向处。合理安排施工营地。

营运阶段：加强道路路面和沿线设施管理，经常修整路面，保持足够的平整度和清洁度以降低行车噪音和扬尘。

10 存在问题及建议

1、隧道病害状况是动态变化的，设计依据检测报告病害数量与施工时期数量很可能有出入，因此监理与施工单位应做好施工前病害数量与位置的核实工作，计量以实际发生工程量为准。

2、为保证加固施工质量、施工安全，并缩短工期，建议选择具备相应施工资质等级，并且具有相应专业承包资质和有丰富的旧隧道维修加固经验的专业施工单位承担维修加固工作。

3、施工单位若采用有损于结构构件的工艺、方法或机具等，必须征得设计和监理单位同意。

4、在施工过程中建议隧道养护部门在日常养护过程中加强病害检查与监测，严密观察原有病害是否有发展的情况及是否有新的病害产生，以便在出现问题时及时采取措施。

5、本次处治考虑了围岩裂隙注浆及衬砌背后不密实注浆加固，故对衬砌裂缝根据裂缝宽度情况采用表面封闭及注射封闭，暂不考虑对衬砌进行额外加固，建议加强对处治后裂缝监测，如裂缝仍有较大发展，可考虑采取粘贴复合材料、粘贴钢板带、嵌入钢架等对裂缝发展处衬砌进行加固。

附件 1 2025 年普通国道危旧桥梁（隧道）改造工程设计方案评审会议
纪要

广西壮族自治区河池公路发展中心

2025 年普通国道危旧桥梁（隧道）改造
工程设计方案评审会议纪要

（2024 年 12 月 12 日）

2024 年 12 月 11 日下午，河池公路发展中心在 904 室召开 2025 年普通国道危旧桥梁（隧道）改造工程设计方案评审会议。河池公路发展中心，金城江、南丹、凤山公路养护中心，广西交通设计集团有限公司有关人员参加会议。与会代表听取了设计人员关于 G323 线小河口桥等 5 座桥梁及 G357 线林佑坳隧道等 2 座隧道加固改造设计方案的情况汇报。与会人员对设计方案文件进行了认真审阅和讨论，并就改造方案提出了意见和建议，形成了审查意见。现纪要如下：

一、G323 线 K1241+977 小河口桥

（一）小河口桥技术及概况

小河口桥是位于河池市金城江区 G323 线上的一座圯工拱桥，中心桩号为 K1241+977，跨越一溪流。桥梁全长 18.70m，桥面全宽 9.00m，行车道宽 7.0m，与线路交角为 90°，建成于 1966

年。桥梁上构采用 1×10m 实腹式混凝土砌块板拱。下部桥台为浆砌片石重力式桥台，扩大基础。桥面铺装采用水泥混凝土铺装，护栏为钢筋混凝土护栏。

本次加固改造主要为拆除局部拱上结构，拱圈常规病害维修；新建台帽，铺设油毛毡和泡沫橡胶板，现浇行车道板及桥面铺装，重做桥台侧墙及台上路面。

（二）意见与建议

1. 因桥梁原设计荷载较低，承载能力适应性不足，经评审原则同意采用方案：拆除局部拱上结构，拱圈常规病害维修；新建台帽，铺设油毛毡和泡沫橡胶板，现浇行车道板及桥面铺装，重做桥台侧墙及台上路面。

2. 建议核实相关施工措施费用。

二、G323 线 K1238+456 那浪桥

（一）那浪桥技术及概况

那浪桥位于河池市金城江区 G323 线上的一座圯工拱桥，中心桩号为 K1238+456，跨越刁江。桥梁全长 80.7m，桥面全宽 9.0m，行车道宽 7.0m，与线路交角为 90°，建成于 1966 年 10 月。桥梁上构采用 2×30m 浆砌混凝土预制块板拱，下构桥台为片石混凝土重力式桥台，扩大基础，重力式桥墩，扩大基础。桥面铺装采用沥青混凝土铺装，护栏为钢筋混凝土护栏。

本次加固改造主要为拆除拱上结构，拱圈缺陷病害维修，桥墩台及拱座外包混凝土加固，主拱圈外包混凝土加固，重做拱上结构（腹拱圈、侧墙及拱上填料）及桥面系。

(二) 意见与建议

- 1. 因桥梁原设计荷载较低, 承载能力适应性不足, 且考虑过水断面不足, 经评审建议采用方案: 拆除拱上结构, 拱圈缺陷病害维修, 桥台拱座外包混凝土加固, 主拱圈采用外包混凝土加固, 新建拱上立柱、桥面板(预制π板)及桥面系。
- 2. 优化外包砼与原主拱连接问题。
- 3. 由于上构全部拆除重建, 请考虑拱上加固的方案可行性。
- 4. 建议增加拆除重建比选方案, 并计列行洪等专项费用。
- 5. 认真复核加固方案造价, 总体造价偏高, 考虑全封闭施工, 临时便道是否可核减, 预备费偏高。

三、G323 线 1231+392 河口旱桥

(一) 河口旱桥技术及概况

河口旱桥是位于河池市金城江区 G323 线上的一座钢筋混凝土简支空心板桥, 中心桩号 K1231+392。桥梁全长为 76.4m, 桥梁全宽为 8.5m, 与路线交角为 90°, 建于 2005 年。上构采用 4×16m 钢筋混凝土简支空心板梁, 板式橡胶支座。下构桥台为重力式 U 型台, 扩大基础; 双柱式桥墩, 桩基础。桥面铺装采用水泥混凝土, 护栏为钢筋混凝土护栏, 桥面 0#、4#台处设伸缩装置。

本次加固改造主要为顶升更换支座, 板底粘贴钢板加固, 护栏改造, 伸缩缝清理、灌胶, 更换 0、4 号台搭板铺装, 常规病害维修。

(二) 意见与建议

- 1. 因河口旱桥空心板抗弯承载能力不满足现行规范要求, 经评审原则同意采用方案: 板底粘贴预应力碳纤维板加固。
- 2. 建议补充拆除上构重建比选方案。
- 3. 考虑全封闭施工, 临时便道是否可核减。

四、G210 线 K3047+972 回河小桥

(一) 回河小桥技术及概况

回河小桥是位于南丹境内 G210 线(满都拉-防城港)上的一座钢筋混凝土空心板桥, 中心桩号为 K3047+972, 上跨回合小河。桥梁全长 30.00m, 桥面全宽 15.00m, 于 2001 年建成。桥梁与路线交角为 60°。桥梁上构采用 1×10.0m 钢筋混凝土空心板, 下构桥台为重力式台、扩大基础。桥面系中桥面铺装层采用水泥混凝土铺装, 护栏为钢筋混凝土护栏, 桥面 0#台处设伸缩装置。

本次加固改造主要为顶升更换支座, 板底粘贴钢板加固, 重做桥面铺装、伸缩缝, 0 号桥台加固、桥台护栏安拆、新增路侧波形护栏, 台后路面局部换板、路桥衔接过渡段处治, 河床清淤。

(二) 意见与建议

- 1. 因回河小桥跨径较小, 主梁加固方案耐久性不强及后期养护费用高, 经评审建议采用方案二: 拆除上构重建方案, 增设支座及垫石, 并优化桥台加固方案。
- 2. 建议增加便道费用。
- 3. 建议核实方案二相关施工措施费用。

五、G243 线 K1389+504 松仁中桥

（一）松仁中桥技术及概况

松仁中桥是位于凤山县境内 G243 线（开县—凭祥），中心桩号为 K1389+504，跨越干沟，桥梁全长 87.50m，桥面全宽 8.50m。建成于 2017 年，与线路交角为 90°。桥梁上构采用 5×16.00m 预应力混凝土箱梁，板式橡胶支座；下构桥台为钢筋混凝土桩柱式桥台、桩基础；桥墩为双柱式墩、桩基础。桥面系中桥面铺装层采用水泥混凝土铺装，护栏采用混凝土护栏，桥面 0#台、5#台设伸缩装置。

本次加固改造主要为顶升更换支座，重做 0 号台、5 号台搭板及搭板顶铺装，重做 0、5 台背墙、伸缩缝，0 号台、5 号台护坡注浆加固及全桥常规病害维修。

（二）意见与建议

1. 松仁中桥小箱梁承载能力富余度高，但主梁与桥台背墙顶死、护坡严重下沉等，经评审原则同意仅对松仁中桥局部缺陷病害进行维修：重做背墙，护坡注浆加固，更换支座及局部缺陷病害进行维修。

2. 建议核实主梁与桥台背墙顶死、护坡严重下沉病害原因。

3. 建议加大预留主梁与背墙间隙。

六、G357 线 K1907+266 林佑坳隧道

（一）林佑坳隧道技术及概况

林佑坳隧道位于 G357 线凤山至凌云（逻楼）线上凤山县林佑坳林场附近，距县城约 19km。凤山端洞口位于山沟中山坡稳定性较差，山坡上有堆土；凌云端洞口位于反背村边，洞门位置位

于一冲沟内。本隧道为单洞两车道隧道，起讫里程桩号为 K1907+147～K1907+385，长 238m，属短隧道。隧道路面高程为 961.899～954.906m，断面采用单心圆曲墙式断面，半径为 R=5.65 米。隧道建筑限界净宽为 9.9m，净高为 5.5m。隧道平面处于直线段及弯道中，纵断面纵坡为-2.938%。林佑坳隧道运营过程中出现明显的渗漏水等问题，隧道渗漏水主要包括衬砌渗漏水、路面渗水等，对隧道运营及通行安全造成极大影响。

本次主要加固改造为：对衬砌渗漏水处进行引、排处治，对衬砌裂缝、表面缺陷进行处治，对隧道路面病害进行处治，隧道衬砌内装饰修复，完善隧道出口路段边沟，入口端墙锥坡坡面混凝土预制块防护，重做流水踏步，钻孔引排端墙内积水，消防柜防水处理，补充消防柜体及灭火器，完善隧道出入口路段的交通标志、标线，完善照明设施。

（二）意见与建议

1. 林佑坳隧道位于山坳，建议在隧道顶外侧增加纵向排水沟。

2. 洞顶原顶面要考虑对存在的下渗点进行注浆封水处置，建议在检修道与行车道边缘凿一条纵向排水沟。

3. 为方便后期维护，建议优化渗水点设计，渗水点出口处安装的封口板建议采用可活动式，便于养护检修。

4. 渗水点内置过滤海绵应采用可更换构件，渗水处理用的排水管用要采用内壁光滑材料。

5. 在衬砌拱脚处应打孔引排，打孔间距 1 米内，打孔宽度以

计算后的最大宽度打。

6. 建议增加路基排水沟盖板。

七、G210 线 K3126+137 骆马店明洞

（一）骆马店明洞技术及概况

骆马店明洞位于 G210 线寨任公路金城江区骆马店村附近。隧道为单洞两车道隧道，起讫里程桩号为 K3126+137 ~ K3126+255，长 118m，属短隧道。隧道路面高程为 476.661 ~ 477.19m，断面采用单心圆曲墙式断面，半径为 R=5.49 米。隧道建筑限界净宽为 10.5m，净高为 5m。骆马店明洞运营过程中出现明显的衬砌病害及路面病害等问题，衬砌病害主要包括裂缝、破损、渗水等，路面主要包括包括裂缝、破损等，对隧道运营及通行安全造成极大影响。

本次主要加固改造为：衬砌结构渗漏水处治；衬砌裂缝处治；洞顶地表硬化及洞顶纵向水沟重建；新建路面层下方渗沟、中央沟；检修道盖板换新；破损瓷砖修复；更换仰拱填充混凝土；路面修复：挖除原混凝土路面，新建 18cm 厚 C20 混凝土基层、28cm 厚水泥混凝土面层及 4cm 沥青砼面层；交安工程：重画路面标线及新增轮廓标。

（二）意见与建议

1. 为方便后期维护，建议优化渗水点设计。

2. 建议在隧道边墙底部增加泄水孔排水。

3. G210 行驶货车众多，路面沥青结合料粗、细集料建议采用符合规范要求的辉绿岩碎石。

4. 由于隧道瓷砖易脱落影响行车安全，建议将护脚瓷砖全部拆除，拆除后喷涂防火涂料。

5. 建议对洞顶雨水排水进行综合规划设计引导，设置纵横向排水沟，混凝土喷浆地面等措施杜绝地表水浸入隧道内。

6. 为方便后期维护，建议优化渗水点设计，渗水点出口处安装的封口板建议采用可活动式，便于养护检修。

7. 渗水点内置过滤海绵应采用可更换构件，渗水处理用的排水管要采用内壁光滑材料。

8. 建议取消路面下方中央沟。

出席：河池公路发展中心周莹、牙韩斌、苏瑞士、吴汉杰、李建新、韦克勋、覃建军、谭仁智、吕红军；金城江公路养护中心吴胜平；南丹公路养护中心白朝鑫；凤山公路养护中心罗双；广西交通设计集团有限公司刘鑫、陈彦羽、严德添。

附件 2 G357 林佑隧道改造工程设计方案审查会议纪要

广西壮族自治区公路发展中心纪要

桂路纪要〔2024〕46 号

G357 林佑坳隧道改造工程设计 方案审查会议纪要

(2024 年 12 月 31 日)

2024 年 12 月 24 日下午,广西壮族自治区公路发展中心在南宁市组织召开了普通国道危旧隧道改造项目技术审查会议,对 G357 林佑坳隧道改造工程的设计方案进行了评审。与会代表和专家查阅了有关资料,听取设计单位关于本设计方案情况的汇报,进行了充分的讨论,形成相关审查意见与建议。现将会议纪要如下:

一、总体意见

G357 林佑坳隧道改造工程设计方案文件基本满足现行相关技术规范、规程、标准的规定及施工图设计要求,但存在一定的错、漏、空、缺问题,应进一步核查,修改、补充完善后,可开展下一阶段工作。

二、设计方案评审意见及建议

(一) 林佑坳隧道位于 G357 线凤山至凌云(逻楼)线上凤

山县林佑坳林场。本隧道为单洞两车道隧道,起讫里程桩号为 K1907+147~K1907+385,长 238m,属短隧道。隧道总体技术状况评定为 4 类,为技术状况较差隧道。原则同意设计的处治内容,对隧道衬砌裂缝、表面缺陷、渗漏水处进行处治,完善防水及排水设施。

(二) 建议补充完善详细的工程概况,如结构型式、围岩分布、历年维修养护情况等,更正并补充完善维修处治设计技术规范、规程、标准。

(三) 建议实测内轮廓线,复核建筑限界。

(四) 本项目为曲线隧道,建议按现行规范核查平纵面线形是否满足 3s 行程要求,同时检验视距情况,检查是否需要加宽或者增设必要的交通安全设施消除安全隐患。

(五) 隧道路面高程为 961.899~954.906m,建议详细调查冰冻灾害情况,并采取相应处置措施。

(六) 建议补充完善病害原因分析,结合病害原因提出针对性的处治措施,同时病害处治材料的性能参数要求应符合相关规范、规程、标准。

(七) 建议绘制洞内病害布置图、洞内缺陷修补布置图、洞门病害分布图、洞门病害处治设计图等,以便有效指导施工。

(八) 洞门墙钻孔泄水,建议设计有效的排水通道,避免散排,影响美观。

(九) 建议补充新建截水沟的必要性,结合汇水面积计算选

— 2 —

取经济合适的断面尺寸，完善截水沟详细的平面、纵面设计图，以便有效指导施工。

（十）开槽深度9.9cm，有破坏主筋、勾筋、纵向钢筋的可能性，建议优化处治方案，或者采取有效的防锈防腐措施。同时，排水管内置过滤海绵，易堵，建议采用碎石或者砂砾。

（十一）施工组织采用洞内变道，存在较大的安全隐患，建议隧道全长管控，洞外完成车道转换。

出席：特邀专家周勇狄、邱波、黄丽梅，自治区公路发展中心张杰、周书林、陆庆荣、韦炳灯、莫耀祺，河池公路发展中心周莹、吕红军，广西交通设计集团有限公司唐庚、钟佩轩。

抄送：河池公路发展中心。

广西壮族自治区公路发展中心办公室

2024 年 12 月 31 日印发

隧道工程数量表

SIV-2-1

G357线林佑坳隧道维修处治工程

第1页 共2页

序号	隧道名称	长度 (m)	起迄桩号		建筑限界 (宽×高)	土建工程											
			起点	终点		裂缝处治		混凝土缺损处治			涂层恢复	洞内衬砌渗水、滴漏点修补处理					
						表面封闭 (δ < 0.20mm)	裂缝注浆 (δ ≥ 0.50mm)	表面处理	阻锈剂	聚合物水泥 砂浆修补		Φ 75×2mmPVC 半圆排水管	Φ 75×2mmPVC 排水管	锌铁皮管 卡 (105x15x0.5mm)	遇水膨胀密 封胶	SR橡胶嵌 缝膏柔性 防水层	聚合物水泥防 水砂浆
					(m)	(m)	(m)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m)	(m)	(kg)	(0.01m ³)	(m ³)	(0.01m ³)
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	9	13	14	15	16	17	18
1	林佑坳隧道	238	K1907+147	K1907+385	9.9×5.5	18.30	12.00	0.93	0.00	0.93	2.45	235.5	5.75	7.28	75.69	0.57	87.08

序号	土建工程																	
	洞内衬砌渗水、滴漏点修补处理									衬砌面型渗水				增设衬砌、端墙引排孔				
	衬砌砼开槽 /凿除衬砌 砼	M10x80mm 植筋锚固 螺栓	M10螺母+垫 片	植筋锚固用 胶黏剂	细粒式碎石	PVC板 (190x190x 5mm)	Φ55mm混凝 土钻孔	Φ13mm混凝 土钻孔	固定钉(长 20mm)	阻锈剂	表面处理 (打磨除 尘)	水泥基渗透 结晶型防水 涂料	防火涂料	混凝土钻孔 (D=100mm)	混凝土钻 孔(软石) D=100mm	无纺土工布 2mm	PVC排水管 Φ75mm，厚 5mm	14号镀锌铁丝
	(m/m ³)	(Kg)	(套)	(kg)	(0.01m ³)	(m ²)	(m)	(m)	(个)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(kg)
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	235.5/2.68	7.95	161.00	1.37	0.68	0.83	3.45	12.88	2354	47.10	19.2	19.2	19.2	194.5	586.6	271.7	860.4	78.1

序号	土建工程																	
	增设衬砌、端墙引排孔						隧道内部装饰							路面病害处治				
	Φ75带检查 口90°弯头	90°弯头	PVC排水管 Φ110mm，厚 5mm	带检查口异 径三通接头	砼开槽 (10×10cm)	聚合物水 泥防水砂 浆	粘贴面砖 (厚15mm)	1：1水泥细 砂浆(厚 3mm)	1：2水泥砂 浆(厚15mm)	1：2水泥砂 浆勾缝	基面清理	1：1水泥细 砂浆(厚 3mm)	拱顶部防火 涂料	路面砼刻槽 引排水	环氧树脂 灌缝	凿除路面板 C30砼	挖除基层	级配碎石
	(个)	(个)	(m)	(个)	(m)	(m ³)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m)	(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
1	240	240	20.0	12.0	96	1.83	33.60	33.60	33.60	33.60	59.50	59.50	59.50	40.0	56.8	54.4	25.8	7.8

序号	土建工程																	
	路面病害处治									新建路基边沟（含进出口段路基盖板边沟）								锥坡坡面防护
	现浇C20砼	Φ32传力 杆	现浇路面板 C40砼	Φ55mm混凝 土钻孔	增设路面边沟					挖基方量	凿除原边沟 砼	C20砼现浇 沟身	C25砼 预制台帽	2cm厚 M7.5砂浆座 浆	C30砼预制 盖板	HRB400 Φ14钢筋	HPB300 Φ8钢筋	坡面平整
	(m ³)	(kg)	(m ³)	(m)	切割开槽凿 除C30砼	C30砼	环氧砂浆	HRB400 Φ12钢筋	HPB300 Φ8钢筋									
					(m ³)	(m ³)	(m ³)	(kg)	(kg)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(kg)	(kg)	(m ²)
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
1	20.6	946.6	54.4	75.0	17.50	10.70	2.50	1564.80	998.40	232.1	9.4	235.3	8.7	0.7	5.9	550.8	100.8	84.8

编制：陈彦羽

复核：吴志隆

审核：唐康

隧道工程数量表

SIV-2-1

G357线林佑坳隧道维修处治工程

第2页 共2页

序号	土建工程																	交通工程
	锥坡坡面防护				流水踏步				增设拱顶坡面截水沟(357m)			隧道洞内灭火器					照明维护	指示标志
	砂垫层	C20混凝土 预制块(厚15cm)	Φ75PVC管	无纺土工布	拆原截水沟 砟	坡面平整	C20砟	砂砾垫层	人工开挖土 石方	砂砾垫层	现浇C20砟 (m³)	D10钢筋焊 网	Φ10植筋(植 入深15cm)	防水处理	现浇自密 实C30防水 砟	手提式磷酸 铵盐干粉灭 火器	灯具 (80WLED灯)	消防设备指示 标志版
	(m³)	(m³)	(m)	(m²)	(m³)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(kg)	(根/kg)	(m²)	(m³)	(个)	(个)	(块)
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
1	8.5	12.7	2.5	2.4	5.0	60.0	26.2	8.68	1021.0	164.2	385.6	78.91	200/37.0	20.80	0.96	40	20.0	10

序号	交通工程																	
	指示标志	单悬臂隧道信息标志牌（2套）																
	疏散指示标 志版	标志牌					立柱							横梁				
		标志板□ 2800×240 0×3	滑动槽铝	抱箍/抱箍底 衬	滑动螺栓/ 螺母/垫圈	反光膜IV 类	钢管立柱Φ 273×12×85 00	柱 帽	底座法兰盘	加劲肋	定位法兰盘	地脚螺栓 M24×1200	M24螺母、垫 圈（45号钢）	M24镀锌 螺母	钢管横梁 Φ 121×8×3	横梁帽 Φ 121×3	悬臂法兰盘 Φ 400×15	横梁加劲肋
95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113
1	10	114.91	72.98	50.04	21.10	13.44	1313.08	2.76	197.82	70.65	65.94	80.80	6.80	3.00	399.60	1.08	177.60	135.82

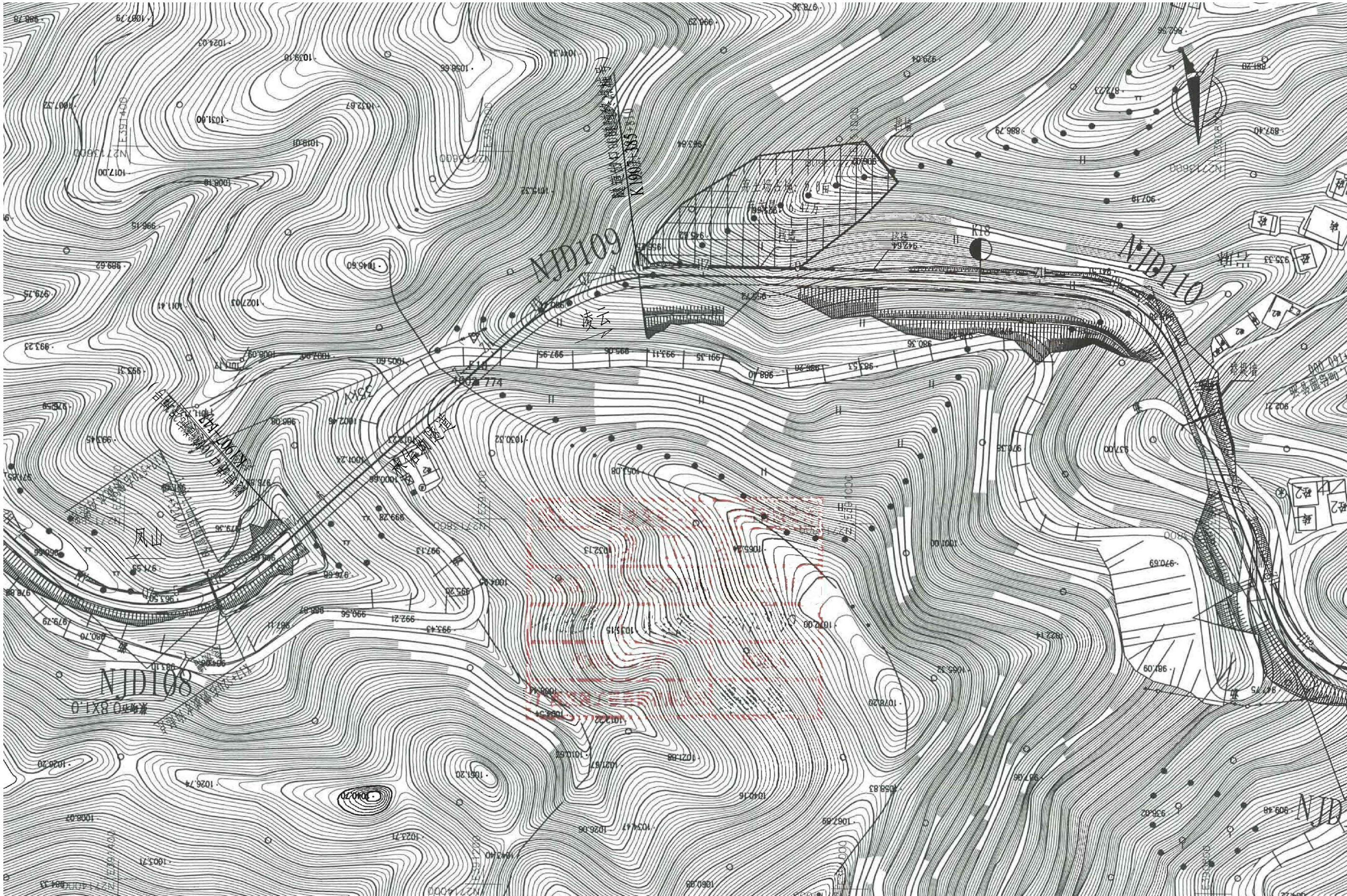
序号	交通工程													临时工程				
	单悬臂隧道信息标志牌（2处）							标线					检修道立交面标记	施工平台	临时交安设施			
	横梁		基础					热熔标线	震荡标线	单面反光路标	双面反光路标	彩色标线（薄层）	黄黑相间反光膜	登高车	限速及解除标志	施工距离标志（含△90cm牌）	导向标志	闪光箭头
	高强连接螺栓M24×100	M24螺母垫圈（45号钢）	A12钢筋网片	C25砼	碎石垫层	土方开挖	土方回填											
	（kg）	（kg）	（kg）	（m³）	（m³）	（m³）	（m³）											
114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	76	77	78	79
1	23.04	10.88	267.79	9.22	0.65	12.34	2.47	469.88	56.7	180	91	500	122.2	20	40.32/6	11.10/2	6.20/2	1.44/2

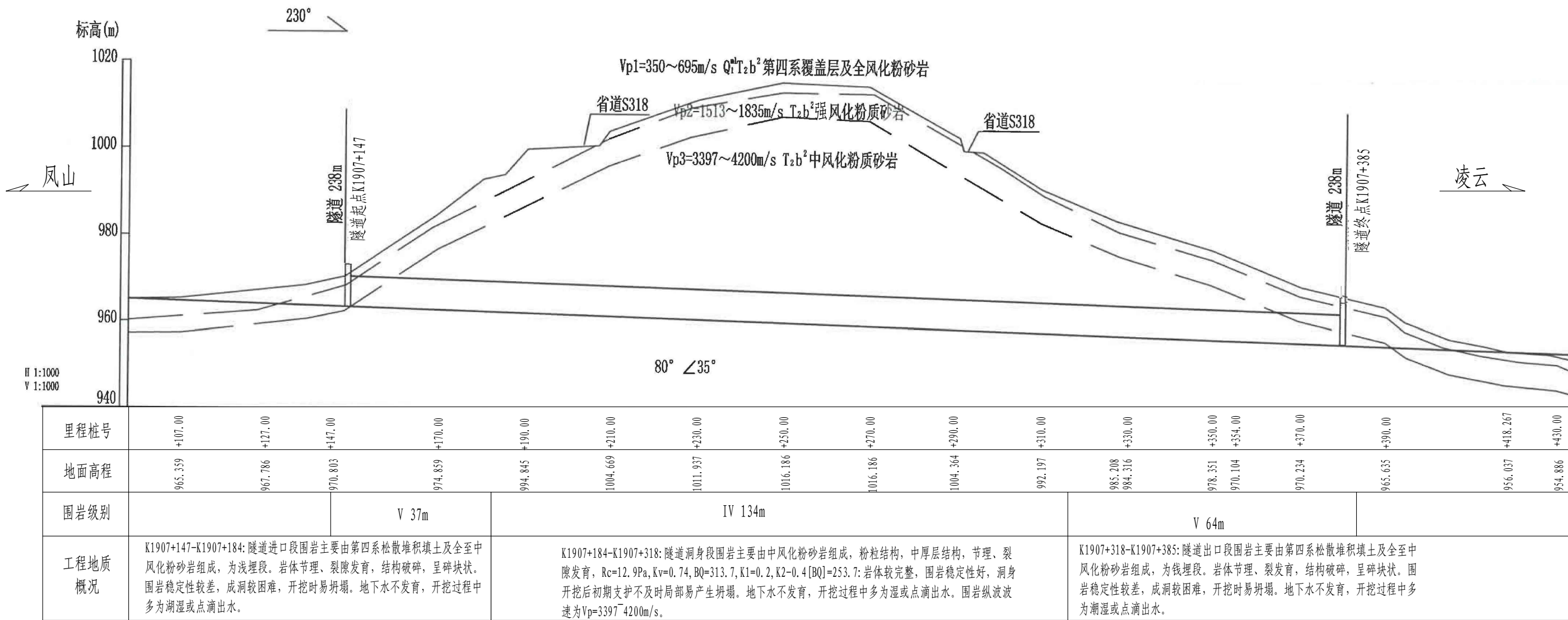
序号	临时工程						其他											
	临时交安设施						永久征地											
	附设警示灯 路栏180× 100cm	夜间照明 设施	警示频闪灯	反光锥筒	水马	交通协管 人员												
	(套)	(个)	(套)	(个)	(个)	(工日)	(m²)											
133	134	135	136	137	138	139	140											
1	3	3	2	175	20	240	1249.5											

编制：陈希羽

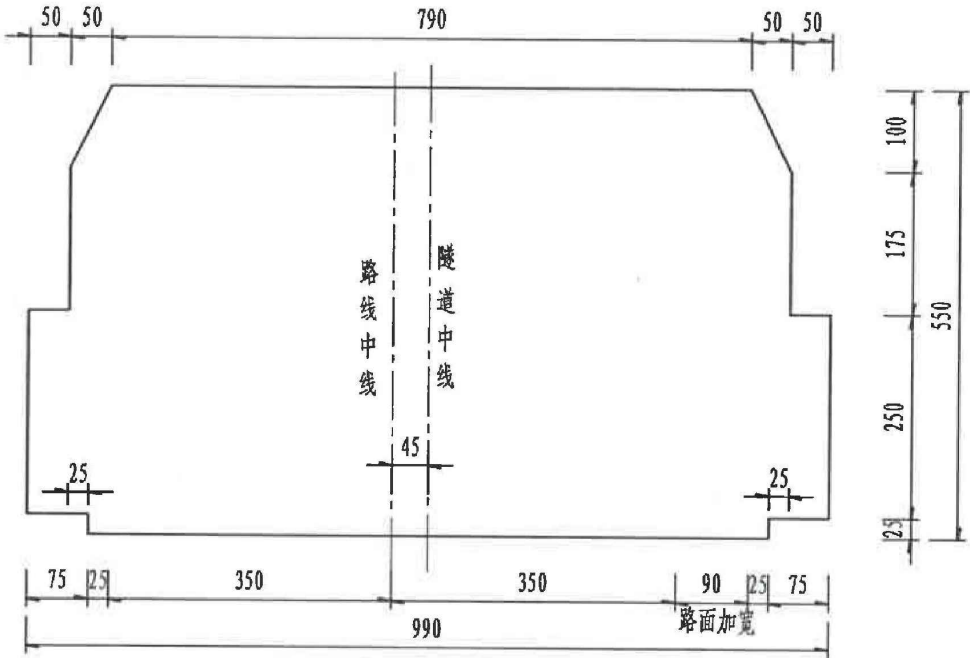
复核：吴志隆

审核：唐隆

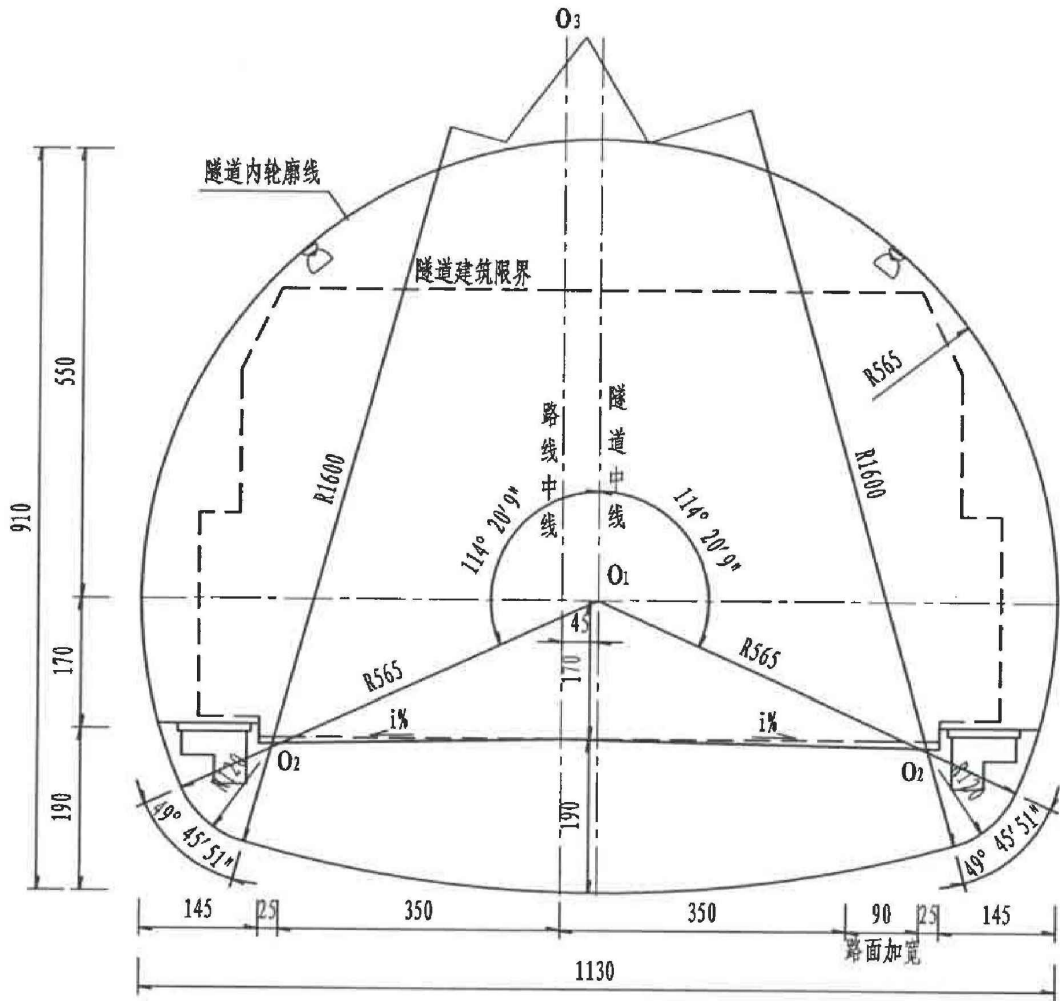




隧道建筑限界 1:100

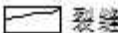
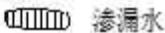


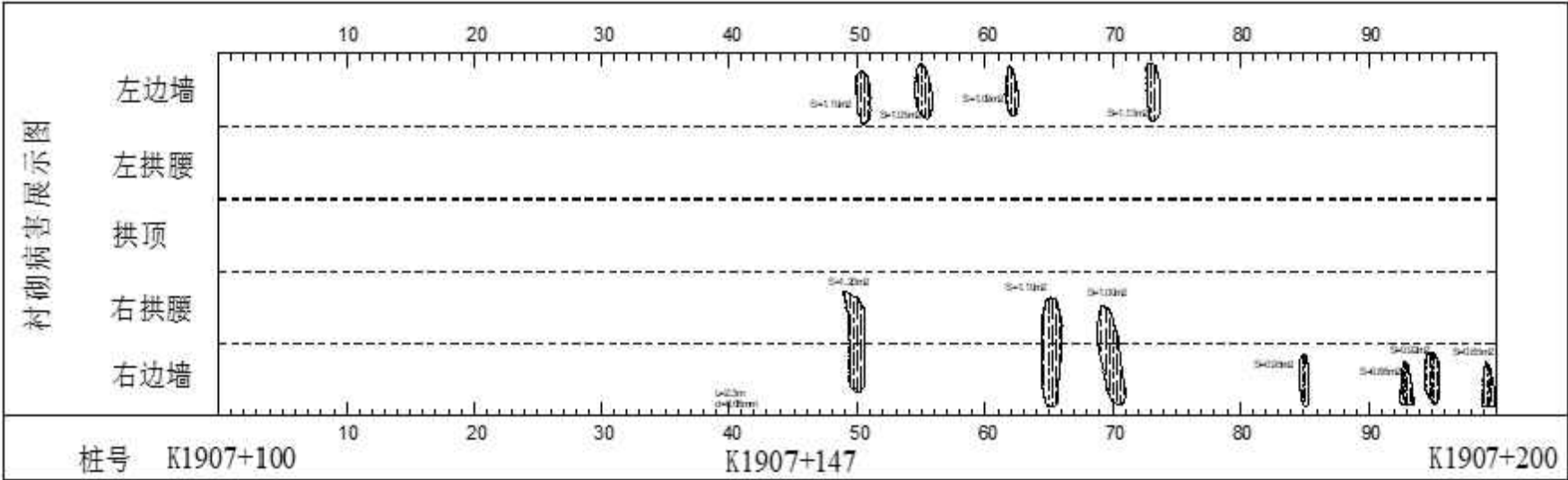
隧道内轮廓图 1:100

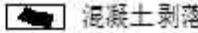
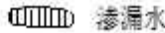


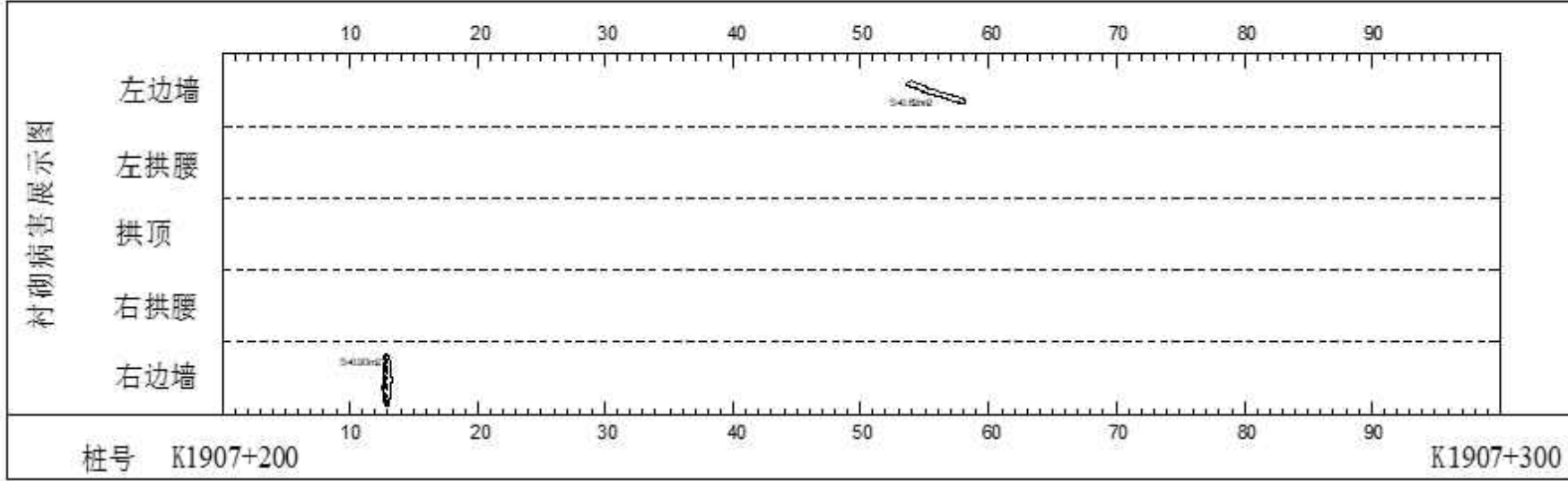
附注:

- 1、本图尺寸均以厘米为单位。
- 2、隧道建筑限界与内轮廓尺寸根据《公路隧道设计规范》(JTGD70-2004)拟定,适用于设计速度40公里/小时($-6 \leq i \leq +6$)的二级公路隧道断面。
- 3、隧道建筑限界
行车道净宽: $0.25 + 2 \times 3.5 + 0.9$ (路面加宽) $+ 0.25 = 8.4$ 米
行车道净高: 5.5 米。
人行道净宽: 0.75 米。
人行道净高: 2.5 米。

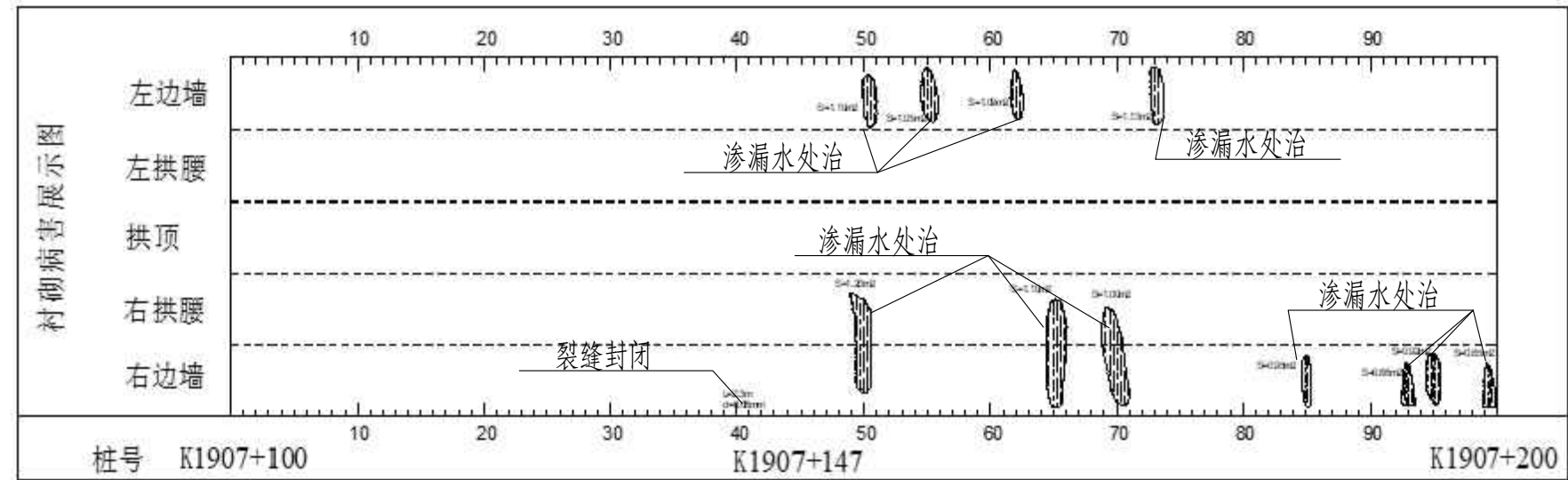
图例：  裂缝  网状裂缝  混凝土剥落  破损露筋  渗漏水  渗水干渍



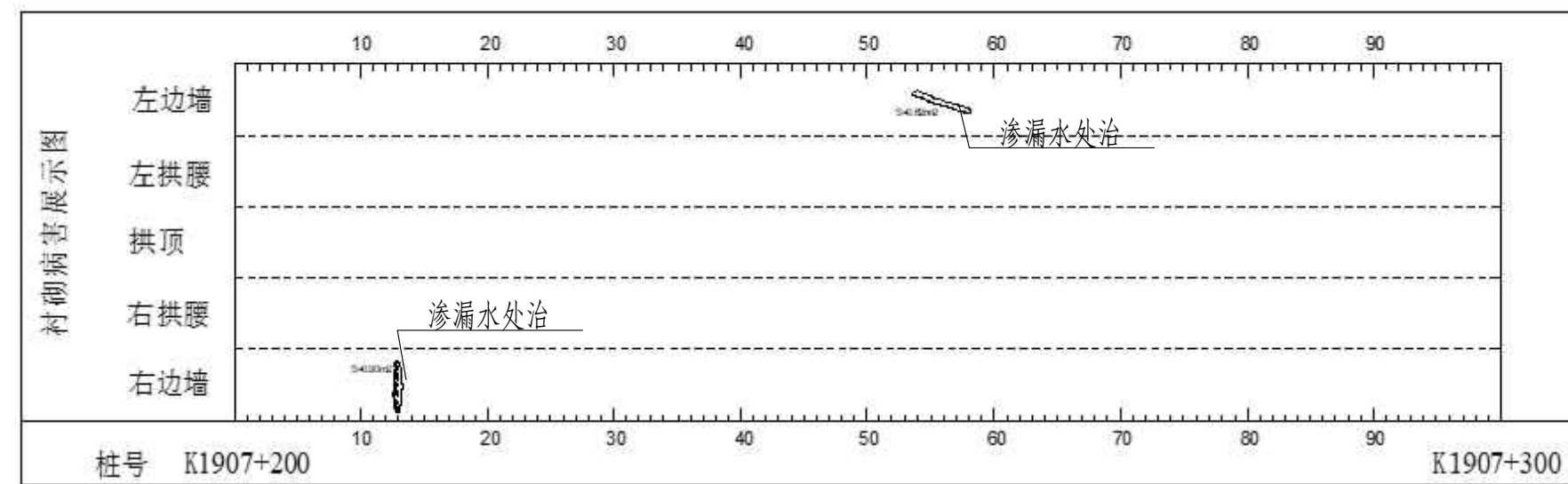
图例：  裂缝  网状裂缝  混凝土剥落  破损露筋  渗漏水  渗水干渍



图例： 裂缝 网状裂缝 混凝土剥落 破损露筋 渗漏水 渗水干渍



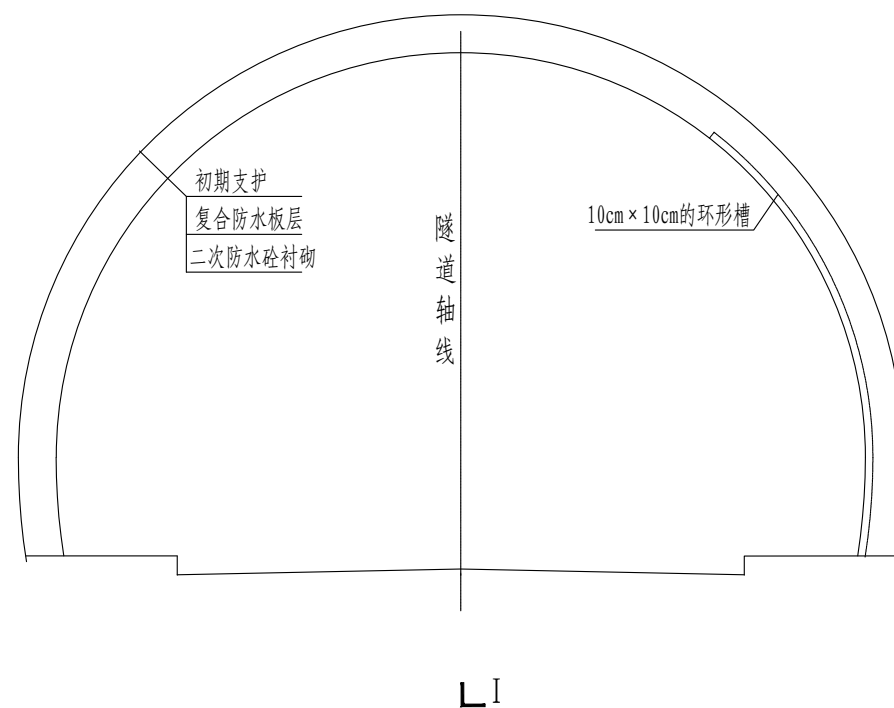
图例： 裂缝 网状裂缝 混凝土剥落 破损露筋 渗漏水 渗水干渍



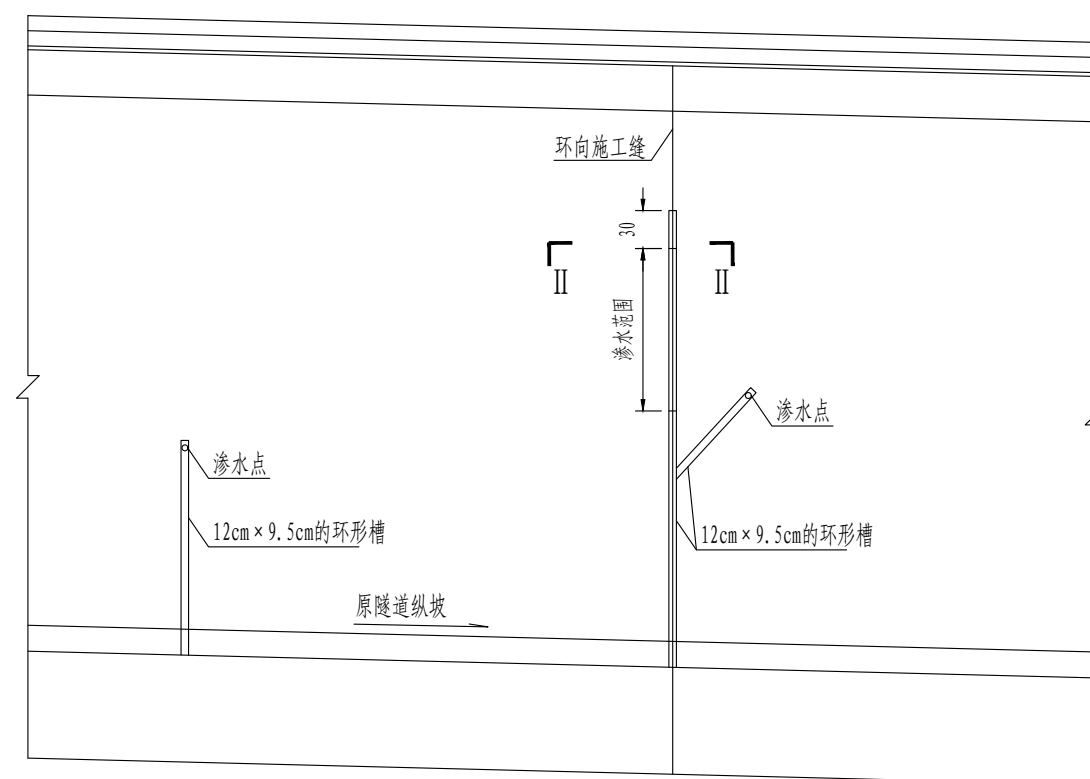
衬砌断面

1:100

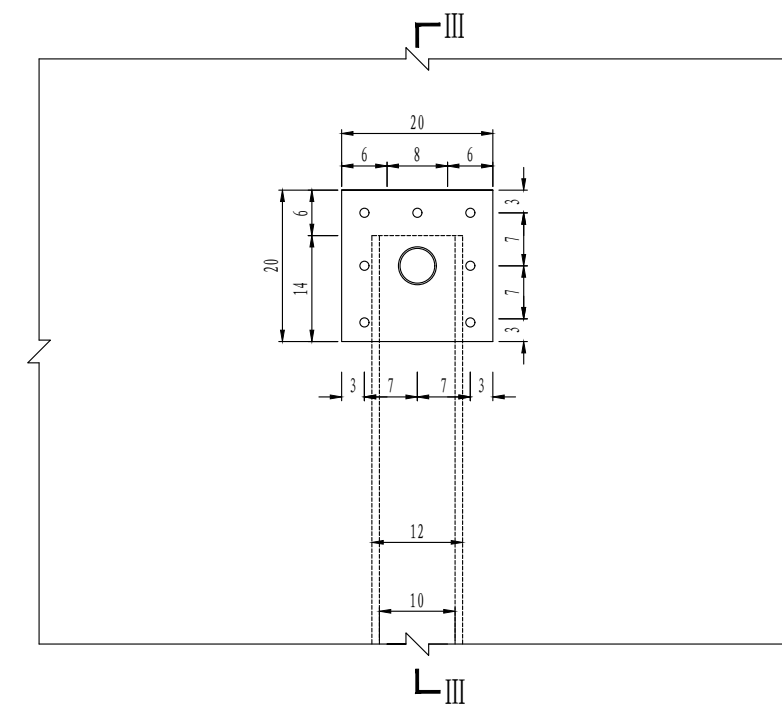
Γ I



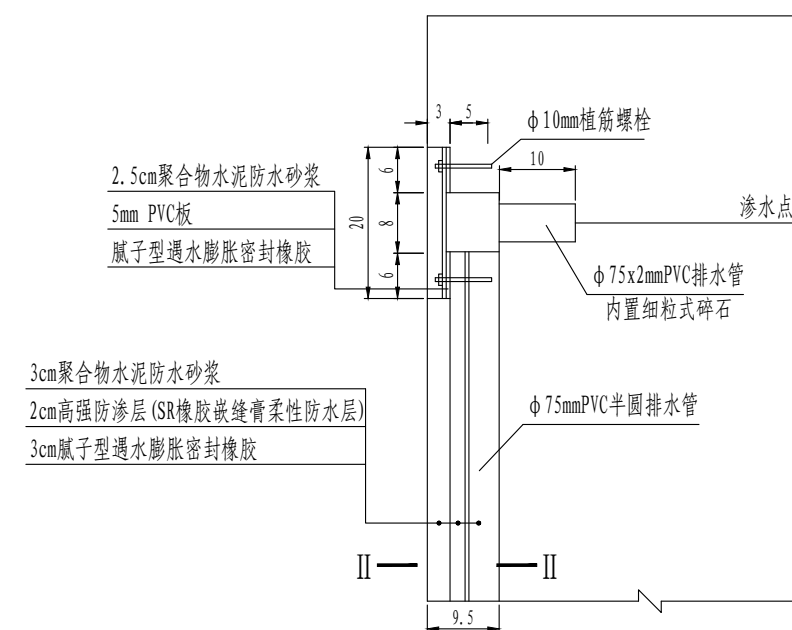
I - I 1:100



渗水点平面



III-III
1:100



附注:

1. 本图尺寸除管材直径以毫米计外，其余均以厘米为计。
2. 渗水量较多的渗水点，需在该点钻孔打眼。
3. 渗水点排水管打孔深度可根据现场实际情况调整，避免伤及隧道防水层，打孔深度为1/3~2/3倍二衬厚度，本图按凿槽后10cm深度计列打孔数量。

主要工程数量表

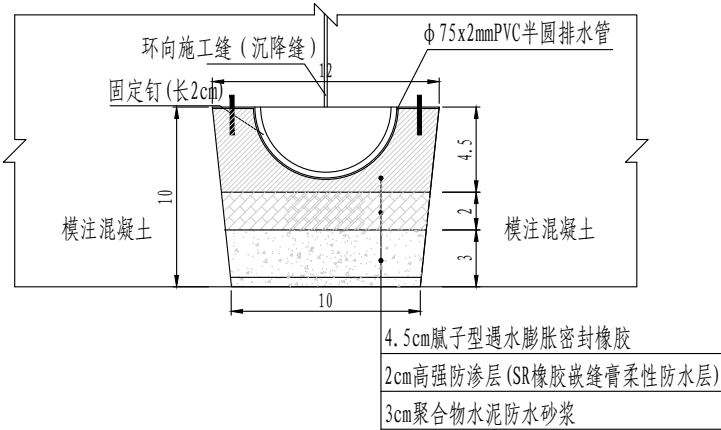
位置	序号	材料名称及规格	单位	数量
衬砌渗水处	1	φ 75x2mmPVC半圆排水管	m	235. 50
	2	固定钉 （长20mm）	个	2354. 00
	3	锌铁皮管卡 (105x15x0. 5mm)	kg	7. 28
	4	遇水膨胀密封胶	0. 01m ³	75. 36
	5	SR橡胶嵌缝膏柔性防水层	m ³	0. 57
	6	聚合物水泥防水砂浆	0. 01m ³	84. 78
	7	凿除衬砌砼	m ³	2. 68
	8	阻锈剂	m ²	47. 10
衬砌渗水点	1	φ 75x2mmPVC排水管	m	5. 75
	2	细粒式碎石	0. 01m ³	0. 68
	3	M10x80mm植筋锚固螺栓	kg	7. 95
	4	M10螺母+垫片	套	161. 00
	5	植筋锚固用胶黏剂	kg	1. 37
	6	遇水膨胀密封胶	0. 01m ³	0. 33
	7	PVC板 (190x190x5mm)	m ²	0. 83
	8	聚合物水泥防水砂浆	0. 01m ³	2. 30
	9	φ 55mm混凝土钻孔	m	3. 45
	10	φ 13mm混凝土钻孔	m	12. 88
衬砌面型渗水	1	表面处理 （打磨除尘）	m ²	19. 19
	2	水泥基渗透结晶型防水涂料	m ²	19. 19
	3	防火涂料	m ²	19. 19

附注：

1. 本图尺寸除管材直径以毫米计外，其余均以厘米为计。
2. 环向固定钉, 钉距为0. 2米, 拱顶适当加密。
3. 凿槽前应先探测衬砌钢筋位置，避免破坏原衬砌钢筋尽量选择在两环向钢筋之间开槽；凿槽时，先用砼切割机切缝，避免伤及周边砼。
4. 每隔6个月左右通过引水管检查洞检查引水管内过滤细粒式碎石工作状态，当发现因细粒式碎石淤塞而出现水流不畅时，需及时更换过滤细粒式碎石。
5. 衬砌面型渗水防水涂层涂刷完后需涂刷防火涂料；渗水处治的面砖、涂装层拆除及恢复数量一并计列在《隧道内部装饰维修示意图》。
6. 考虑检测时非雨期，本图数量根据检测报告数据考虑了1. 5的不确定系数，实际以发生为准。图中数量含消防柜处引排水。

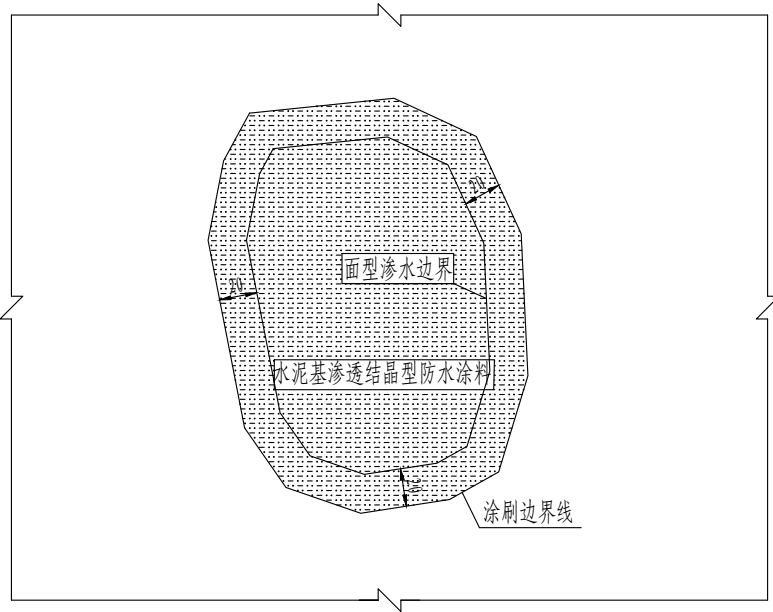
II-II

1: 25

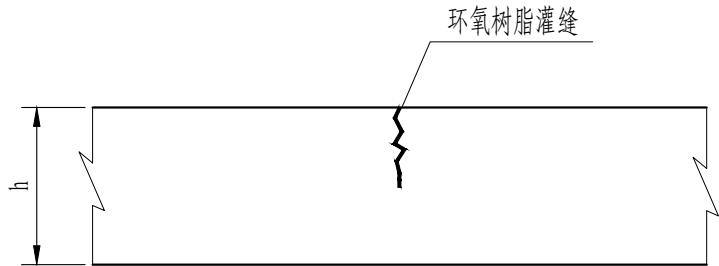


面型渗漏处理

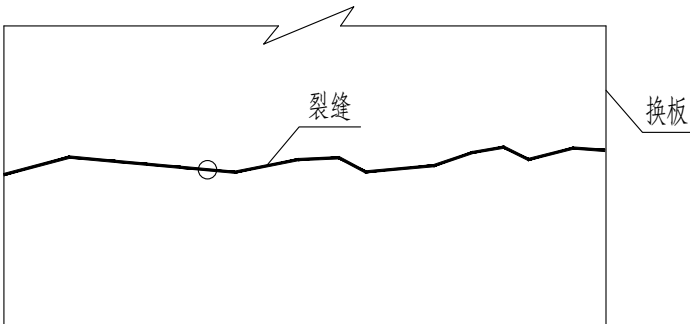
1: 200



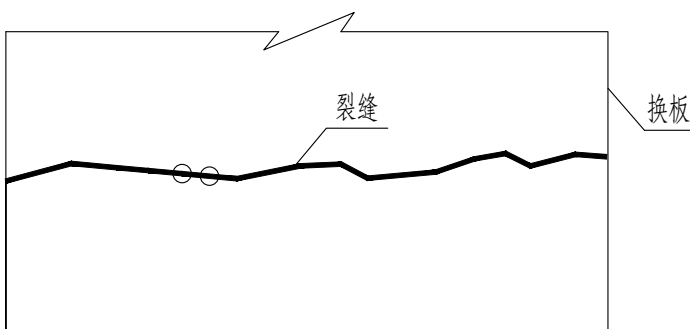
裂缝修补示意图(轻微裂缝)



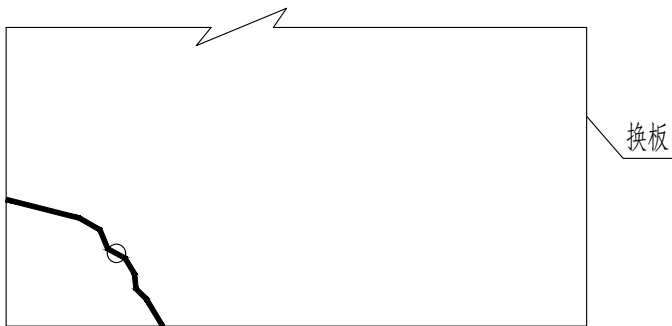
换板病害图(中等裂缝)



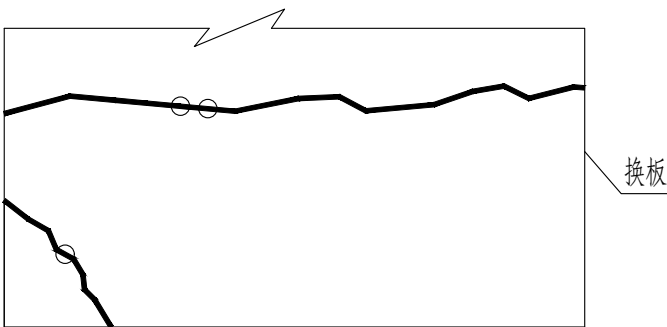
换板病害图(严重裂缝)



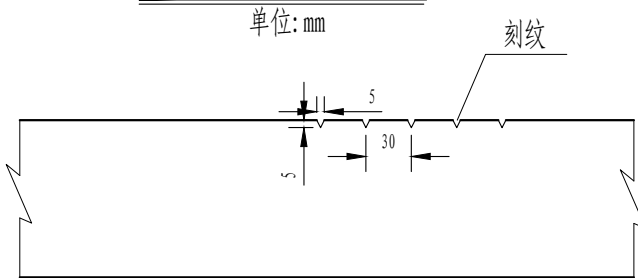
换板病害图(板角断裂)



换板病害图(破碎板)



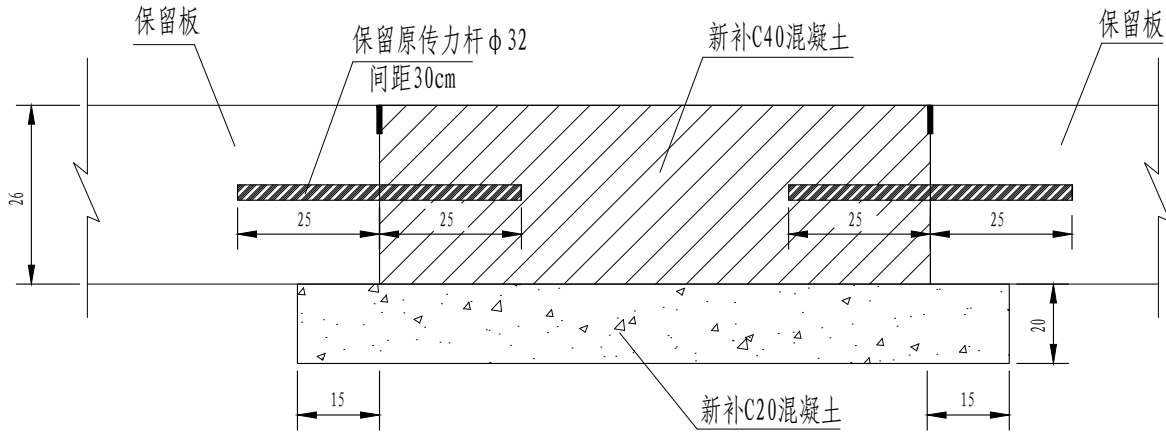
刻纹引排水大样



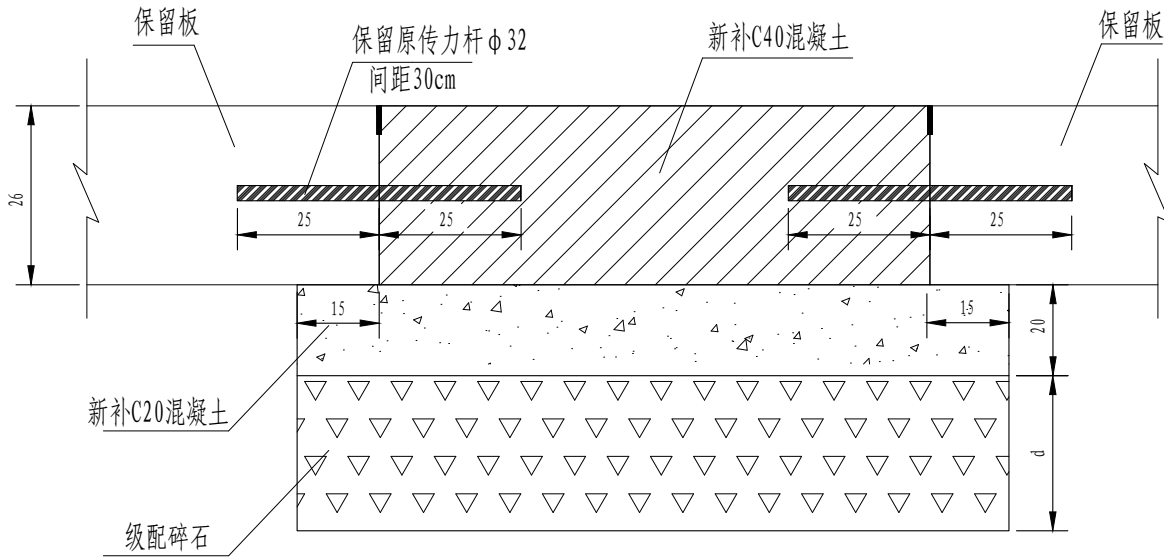
附注:

- 根据《公路技术状况评定标准》(JTG 5210-2018)对路面板进行判定:对于缝宽小于3mm的轻微裂缝,只需要进行裂缝维修,处治合格即可,不需要换板,可用环氧树脂类材料进行灌缝;对于所有破碎板、含板角断裂的板块、含有“中”及“重”程度裂缝的板块,应予以更换。
- 当水泥混凝土面板连续多块需要更换而中间夹有一块好的混凝土板时,将连续破碎板块及中间好的板块一并挖除更换,两块及两块以上连续完好的板块予以保留。
- 水泥砼面板挖除后应检查基层的完整性,如基层完好,则直接恢复面板,厚度应为原水泥混凝土面板厚度,如果基层表面出现松散损坏,松散层厚度不大于5cm的,将基层表面的松散部分清理后直接恢复为水泥砼板如果基层表面破坏层大于5cm,则需要重新更换基层、底基层甚至路基松软需要处理的,应凿出基层、底基层甚至路基松软部分,应深入到四周老混凝土板下至少10cm,厚度不小于15cm,如果挖除厚度小于30cm时直接采用C20贫混凝土回填,当挖除厚度大于30cm时,应采用20cmC20贫混凝土+级配碎石进行回填。
- 纵向接缝内均设置拉杆,拉杆采用HRB400,直径16mm,长800mm的钢筋,拉杆间距为500mm,嵌入相邻板内400mm,拉杆应严格垂直于接缝,平行于面板平行布置。
- 横向缩缝内均设置传力杆,传力杆采用HPB300,直径32mm,长500mm的钢筋,间距为300mm,嵌入相邻板内250mm,传力杆应严格垂直于接缝,平行于面板平面且在面板厚度的中间位置等间距布置。
- 对局部渗流积水采用刻纹进行引排至路面边沟,刻纹规格:纹宽4-5mm,纹深3-5mm,纹间距30-40mm;刻纹方向宜与水流方向一致。

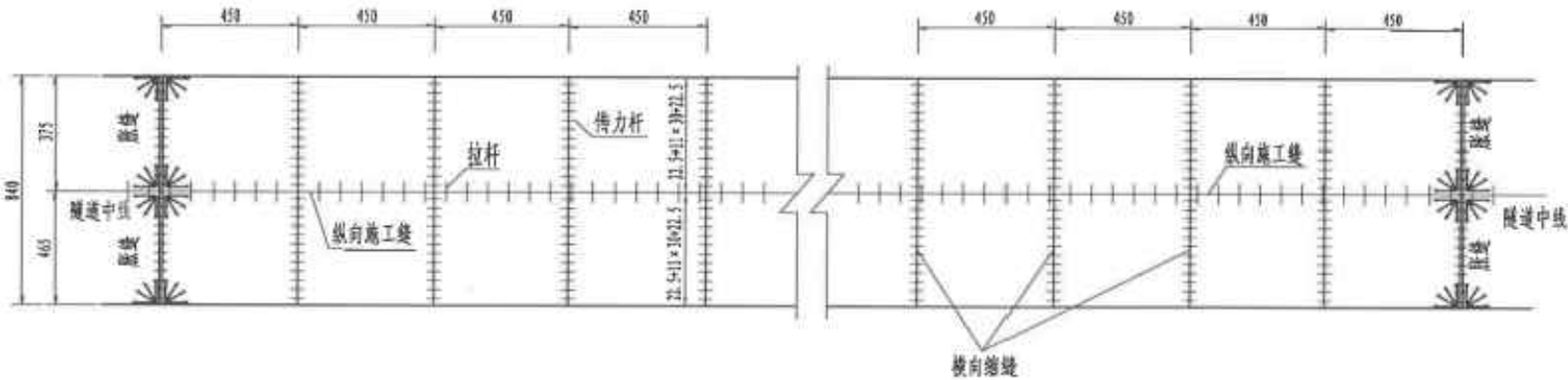
整块换板方案图（一）



整块换板方案图（二）



路面板平面分块示意图 (1:500)

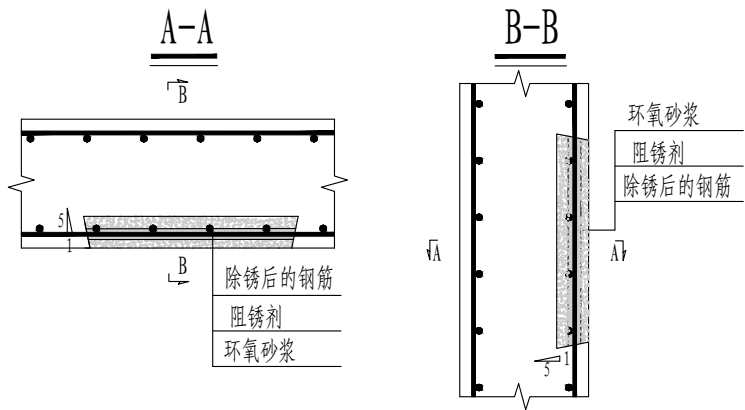


路面病害处治工程数量表

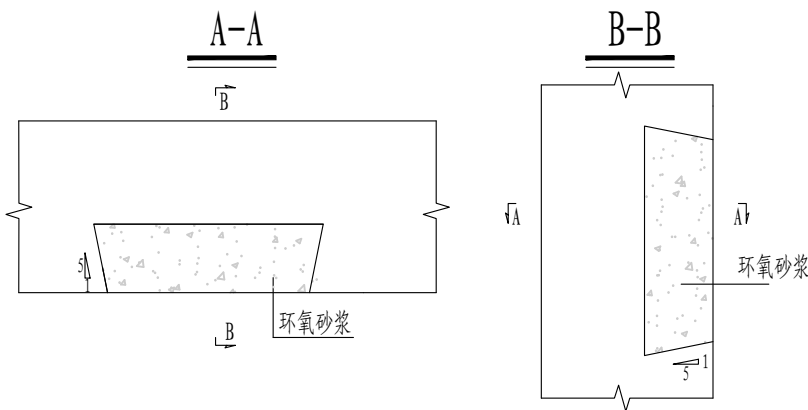
项目	数量
凿除路面板C30砼 (m³)	54.4
挖除基层 (m³)	25.8
级配碎石 (m³)	7.7
现浇C20砼 (m³)	20.6
Φ32传力杆 (根/kg)	946.5
现浇路面板C40砼 (m³)	54.4
Φ55mm混凝土钻孔 (m)	75.0
路面砼刻槽引排水 (m)	40.0
环氧树脂灌缝 (m)	56.8

附注：
1、本图尺寸以cm为单位，一块面板按4.5m×4.65m计。
2、因缺少检测数据，本图换板数量暂按10块计列，其中基层完好按6块、重新更换基层4块（更换基层15cm2块、35cm2块）。
3、换板拆除施工时，应尽量保留原传力杆及拉杆，施工中如有损坏，可焊接或植筋，焊接双面焊不小于5d，单面焊不小于10d，数量表给预估量，图示为植筋。
4、环氧树脂灌缝数量暂按56.8m计列。实际以现场收方为准。

露筋处钢筋处理



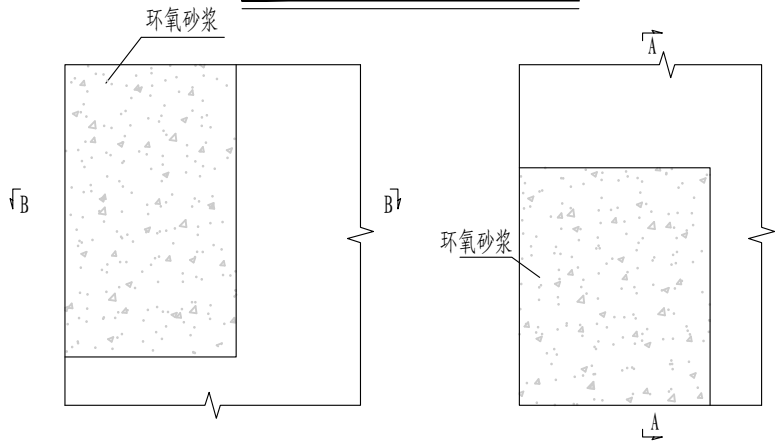
蜂窝孔洞处理示意图



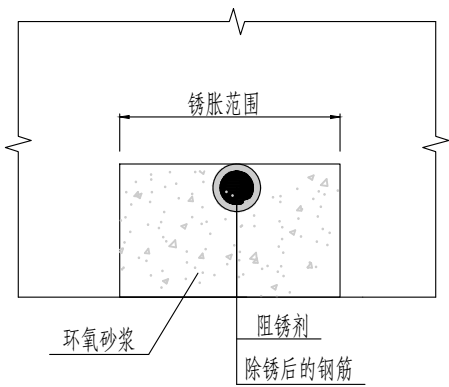
缺陷病害修补工程数量表

表面处理	阻锈剂	聚合物水泥砂浆修补	涂层恢复
(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)
0.93	0.93	0.93	0.93

破损剥落处理示意图

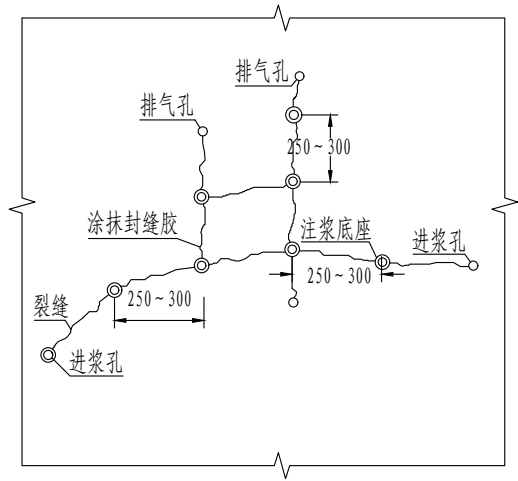


锈蚀轻微钢筋处理

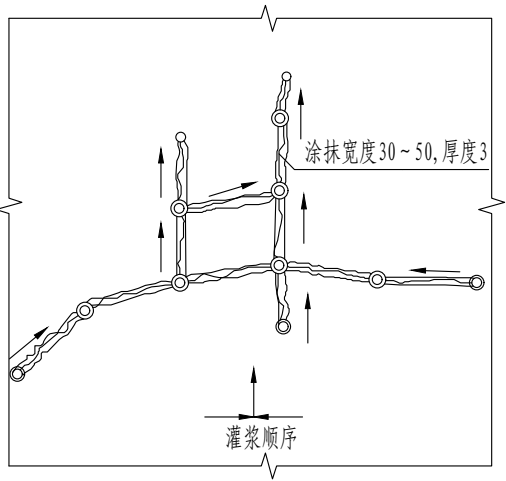


附注：
1. 本图尺寸均以厘米计。
2. 对锈蚀轻微钢筋采用除锈处理，再外涂阻锈剂，最后用环氧砂浆处理。
3. 对有缺陷的混凝土（如蜂窝、麻面、空洞、表面风化、剥落等），必须人工凿除至砼完整面，凿出的形状应近方勿圆、对凿出面应凿毛、清洁、充分湿润，截面处理后，方可进行环氧砂浆修补。
4. 本图未尽事宜，可参照《公路隧道加固设计规范》（JTG/T 5440-2018）执行。
5. 本图数量为根据检测报告数量考虑了2.0的扩大系数， 实际以发生为准。

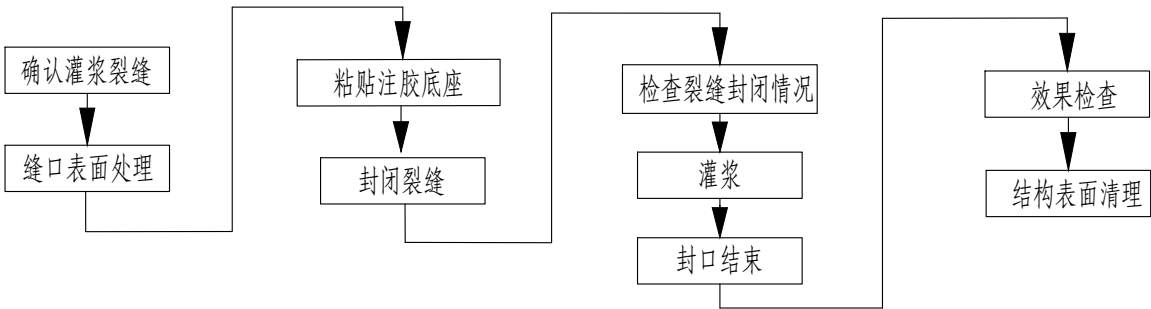
交叉裂缝安装注胶底座示意图



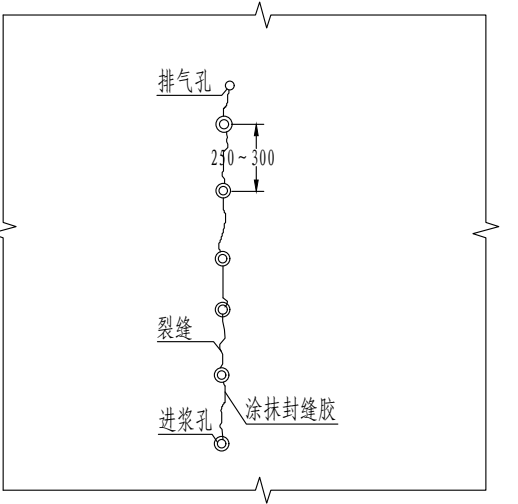
交叉裂缝注浆示意图



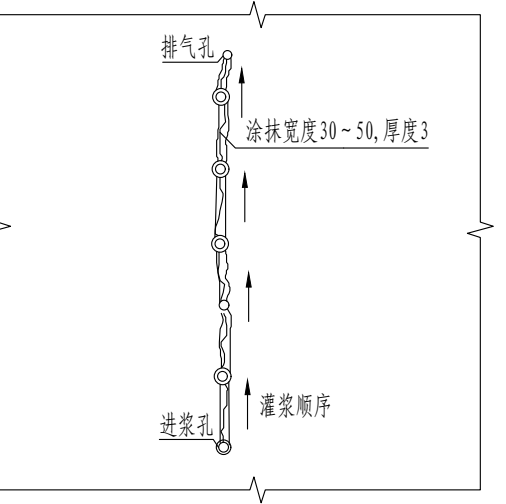
灌浆修补裂缝工艺流程



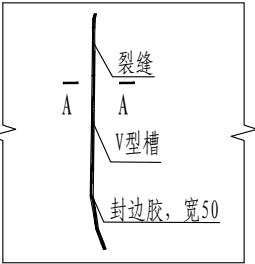
单缝安装注胶底座示意图



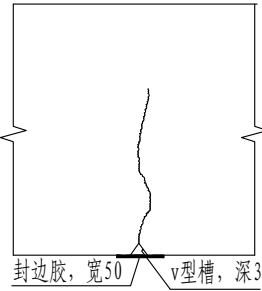
单缝封缝注浆示意图



裂缝表面封闭示意图



A-A剖面图



裂缝修补工程数量表

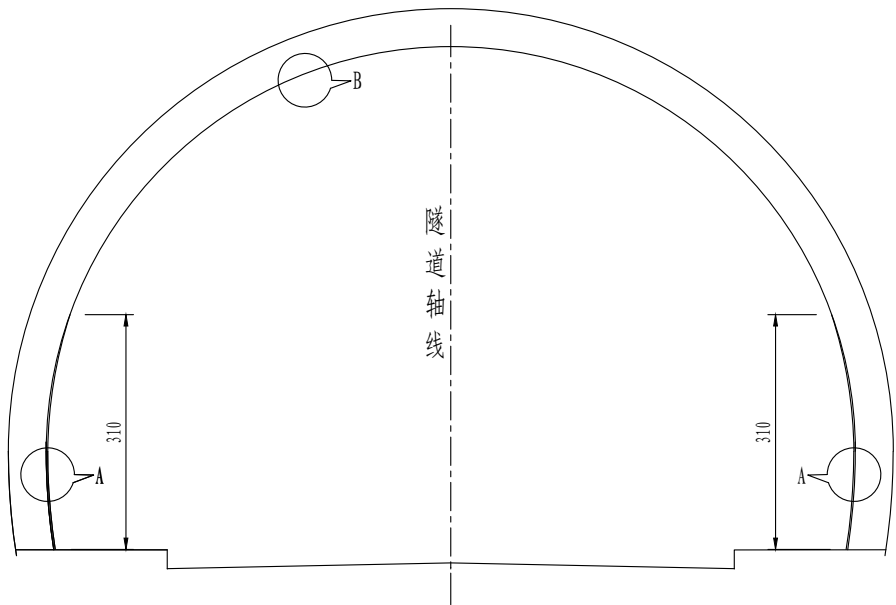
序号	裂缝宽度	裂缝长度 (m)	涂层恢复 (m²)
1	$\delta < 0.20\text{mm}$	18.3	0.915
2	$0.20\text{mm} \leq \delta < 0.5\text{mm}$	0	0
3	$\delta \geq 0.5\text{mm}$	12	0.6

附注:

- 本图单位以毫米计。
- 对宽度（本设计所指裂缝宽度均指处治前的宽度）不大于0.20MM裂缝采用表面封闭法，封闭材料采用低黏度、渗透性良好的裂缝封闭胶。封闭宽度范围不小于 50MM。对宽度大于 0.2MM 的裂缝采用注射法。注射材料采用低黏度、可注性好的改性环氧树脂类、改性聚氨酯类胶液。对裂缝宽度小于0.5MM 时，先采用环氧胶泥进行裂缝表面封闭，再进行注胶。裂缝宽度不小于0.5MM 时，应进行开槽填充后再进行注胶。开槽槽型宜为倒梯形，深度和宽度分别不应小于20MM、15MM，填充材料采用聚合物改性水泥砂浆。
- 粘贴注胶底座和封缝前，应迎缝对混凝土表面进行清洁处理，确保注胶底座和封缝胶附于坚实平整的混凝土基面上。
- 注胶底座（压浆嘴）一般每隔25~30厘米布置一个。同时要满足：a. 在裂缝端部，裂缝交叉处和裂缝较宽处设置注胶底座；b. 贯穿裂缝需作开槽处理，而且两端必须埋设注胶底座；c. 每条裂缝至少需各有一个进浆孔和排气孔。
- 封缝时，应使用专用的封闭胶，胶与混凝土的粘贴强度应大于2.5MPa；胶层应均匀无气泡，沙眼，厚度大于2mm，与压浆嘴连接密闭。注浆压力较大时，可加贴玻璃纤维布增强密封带胶缝的粘贴强度，纤维布宽度为6~8cm。
- 封缝胶固化后，应使用洁净无油的空气试压，确认压浆通道是否密封、无泄漏。
- 施工过程中，灌缝顺序应按由宽到细，竖直裂缝由下到上的顺序施工。
- 压浆嘴应在浆液初凝后方可拔下（初凝时间参见产品说明和技术参数），裂缝修补胶技术性能指标详见设计说明。
- 裂缝修补完成后需对涂刷防火涂层（本图涂层恢复数量按宽度5cm计列）；本图数量为根据检测报告所预估数量，实际可能有出入，以实际计量为准。

内部装饰横截面

1:100

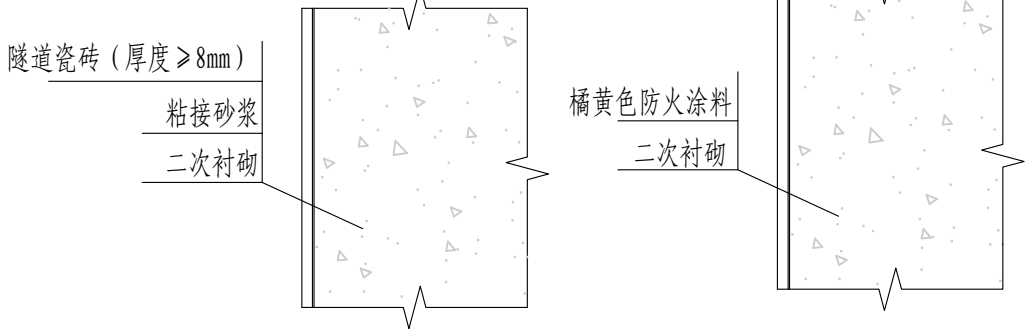


A大样图

1:5

B大样图

1:5

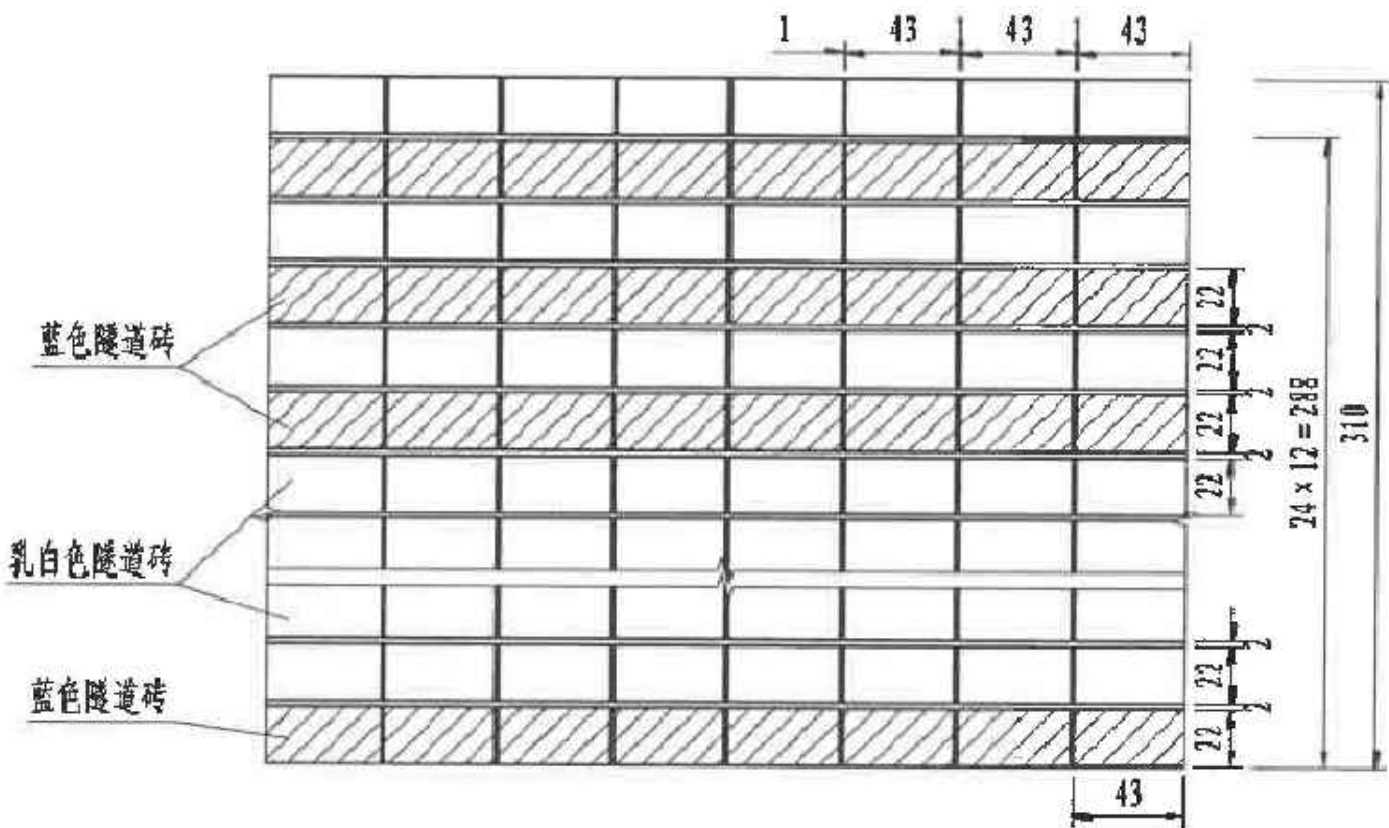


恢复隧道内部装饰主要工程数量表

序号	工程项目	单位	数量
1	原面砖面凿除清理	m ²	33.6
2	1: 1水泥细砂浆 (厚 3mm)	m ²	33.6
3	1: 2水泥砂浆 (厚 15mm)	m ²	33.6
4	粘贴面砖 (厚 15mm)	m ²	33.6
5	1: 2水泥砂浆勾缝	m ²	33.6
6	基面清理	m ²	59.5
7	1: 1水泥细砂浆 (厚 3mm) 找平	m ²	59.5
8	拱顶部装饰防火涂料	m ²	59.5

隧道瓷砖原设计方案图

1:40



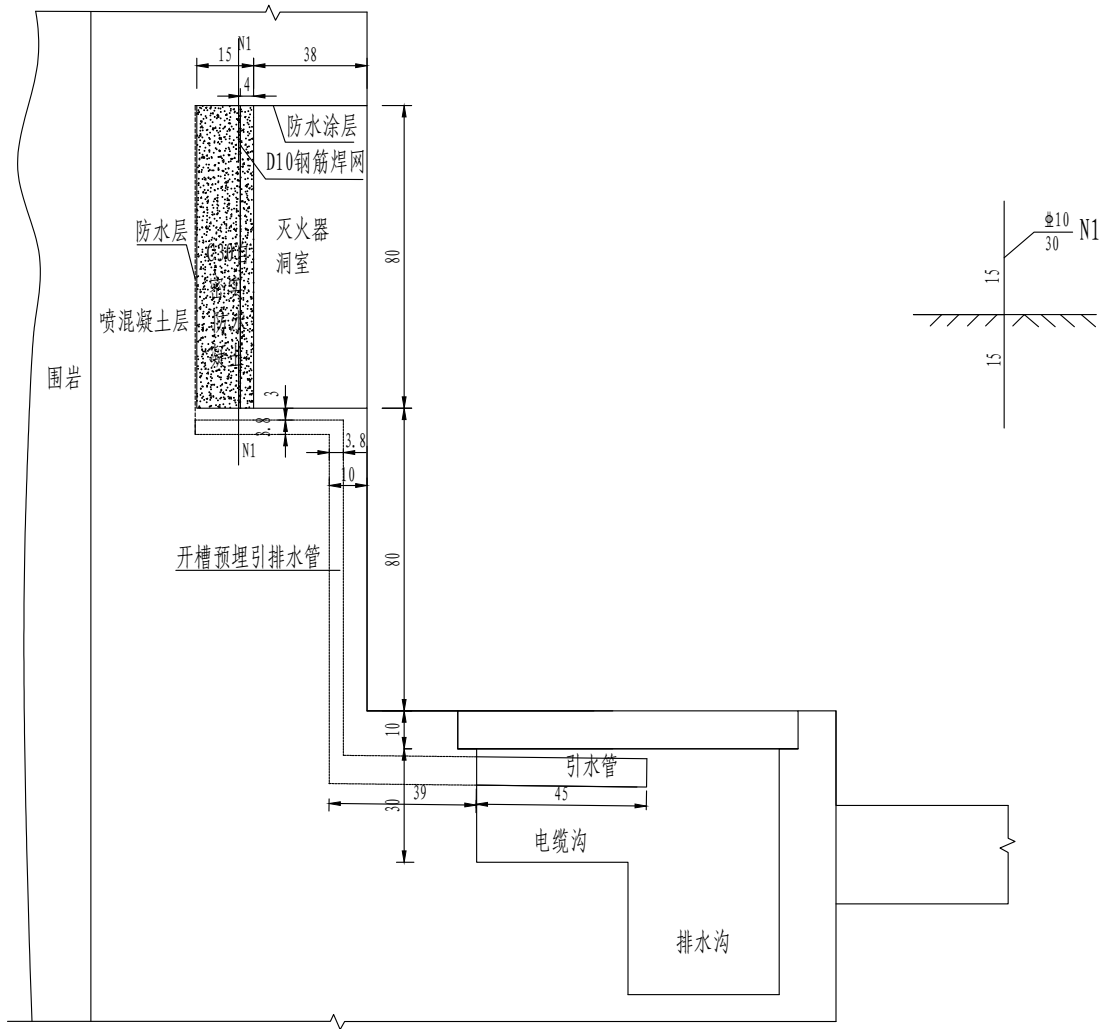
附注:

- 图中尺寸均以厘米计。
- 本图为隧道洞内装饰方案设计图，适用于洞身标准段。
- 隧道洞内检修道顶1.90m以上范围的拱墙部采用橘黄色防火涂料进行装饰，防火涂料采用隧道专用厚型防火涂料，厚度t根据不同产品的具体性能确定，一般在6-10mm。隧道检修道顶以上1.90范围内装饰墙面采用隧道专用瓷砖装饰，其规格为430×220mm，厚度≥8mm。本次仅针对破损处进行原状修补。
- 隧道内装饰涂层需具备附着力强、耐碱、防毒及可冲洗等性能。
- 1) 防火涂料性能要求：混凝土耐火极限的试验升温曲线采用HC曲线，判断标准为受火2小时后，距离混凝土底面25mm处钢筋的温度不超过250℃，混凝土表面温度不超过380℃。其他未详指标请按国标《公路工程隧道防火涂料》（JT/T 1308-2020）执行。
2) 瓷砖的主要参数为：吸水率：0.5%<E≤3.0%；防(耐)污性：≥3级；可见光反射率：0.7<可见光反射率<0.75；其他未详指标请按国标《陶瓷砖》（GB/T 4100-2015）执行。
- 施工顺序：
1) 边墙瓷砖：首先做墙体基层处理，然后在墙体均匀地涂上3-5mm砂浆，再在瓷砖

- 背部均匀地涂抹砂浆厚度3-5mm，之后将瓷砖直接往墙上贴、压实。灰缝部分如有灰粉，水泥块，用刷子刷去，涂了灰缝之后要在硬化前用灰缝。
- 拱部：表面除尘、去污后对破损处的涂料刮除处理，对衬砌砼有坑洞、凹槽、松散等处基面清理后采用1:1水泥细砂浆找平，然后，按1~2次喷涂防火涂料达到设计厚度，最后对防火涂料做抹平处理，均匀涂抹面层1mm。
 - 注意事项：
1) 贴砖后修整灰缝要尽早进行，瓷砖铺贴硬化后，尽量在12小时内用海绵清洗瓷砖表面水泥，如因前期施工不良未能清洗干净，不得不用盐酸清洗时，要将盐酸稀释到3%浓度，之后马上用清水清洗，不让残留酸分。
2) 有日晒雨淋的地方要盖塑料膜，不要放在潮湿的地方贮存。
3) 气温在3℃以下时请勿施工。
4) 防火涂料可采用机械或手工喷涂，施工时要求喷涂均匀，不得出现斑杂色。
 - 本图数量包含渗漏水处治部分的面砖、涂层清理及恢复，其内部装饰恢复的数量为暂估，施工时以实际收方为准。
 - 其它未尽事宜，请参照相关规范规程执行。

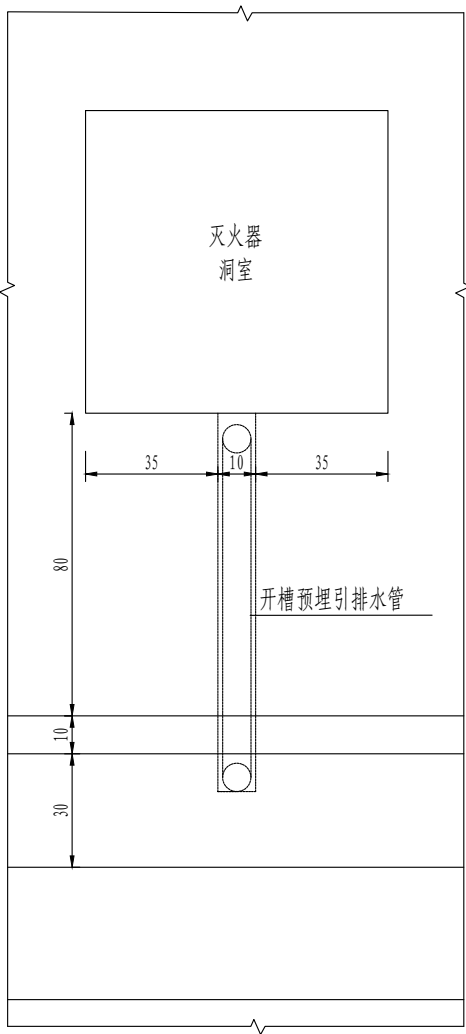
洞室侧剖图

1:20



洞室立面图

1:20



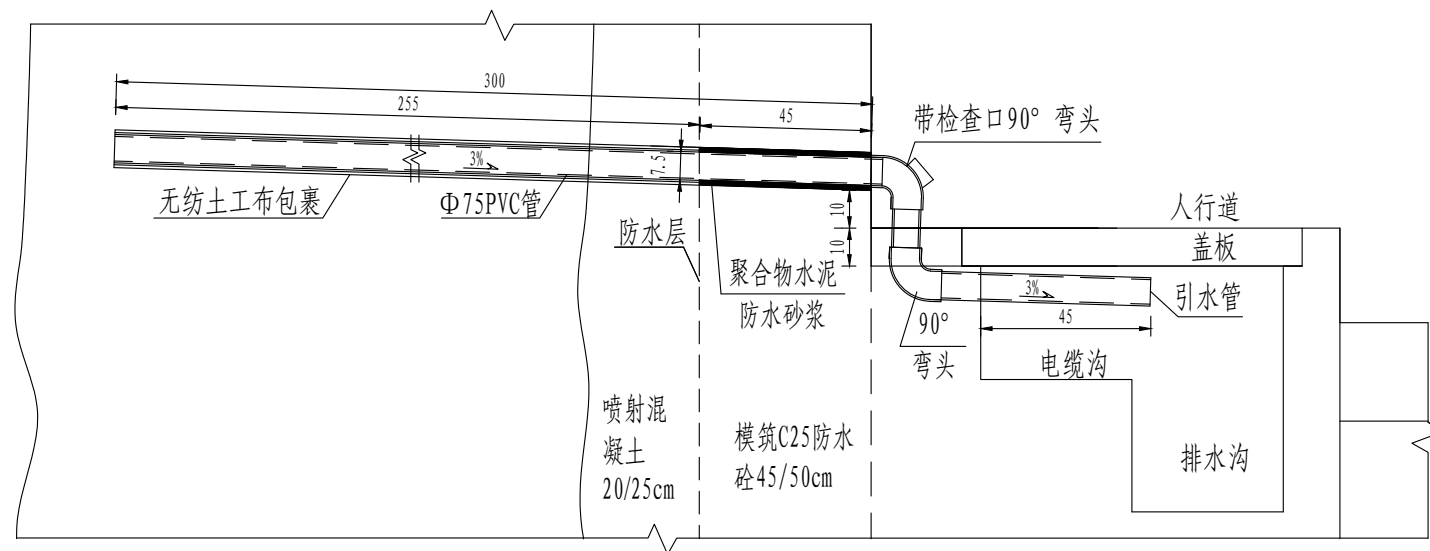
灭火器箱室防水引排水工程数量表

项目	工程量
Φ10植筋(植入深15cm)(根/kg)	200/37.0
D10钢筋焊网(kg)	78.91
现浇自密实C30防水砼(m³)	0.96
防水处理(m²)	20.80
手提式磷酸铵盐干粉灭火器(个)	40.00

- 附注:
- 本图尺寸除特别说明外,其余均以cm计。
 - N1钢筋在洞室每边植入5根,间距按15cm控制,每个洞室植入20根。
 - 钢筋焊网与N1钢筋绑轧连接。
 - 开槽引水参照渗漏水处治,数量已计列在渗漏水处治,图纸详见《隧道渗漏水处治设计图》。
 - 每个洞室补充灭火器4只。

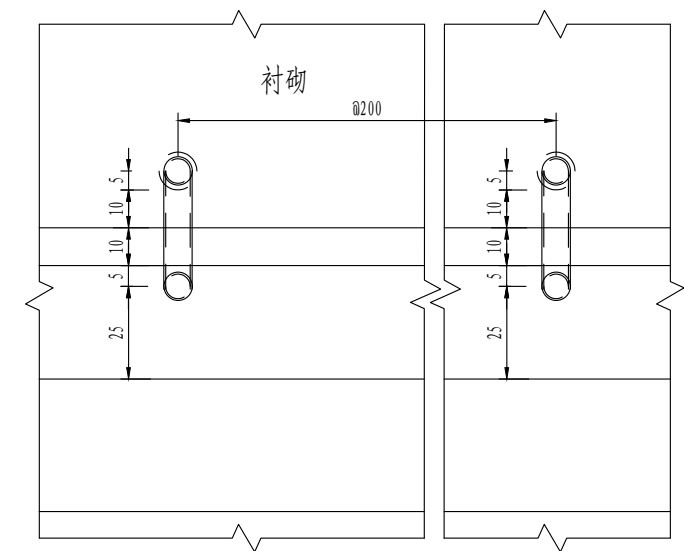
衬砌拱脚引排孔断面图

1:20



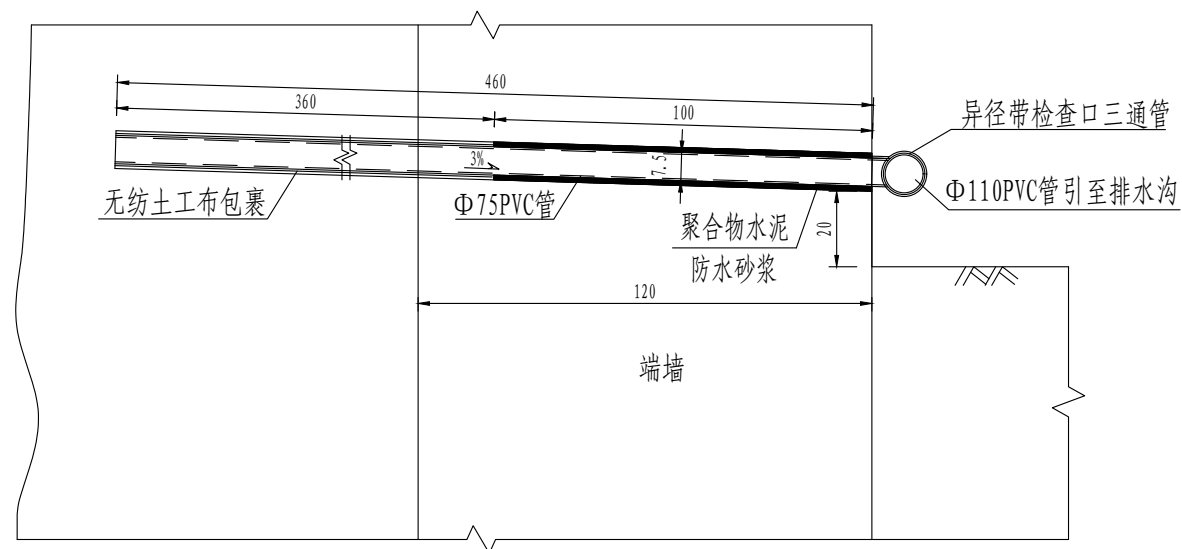
衬砌拱脚引排孔立面图

1:20



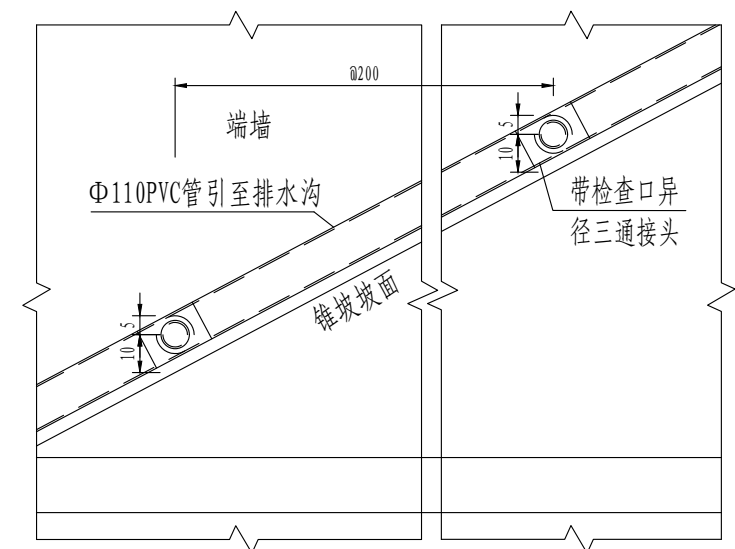
进出口端墙引排孔断面图

1:20



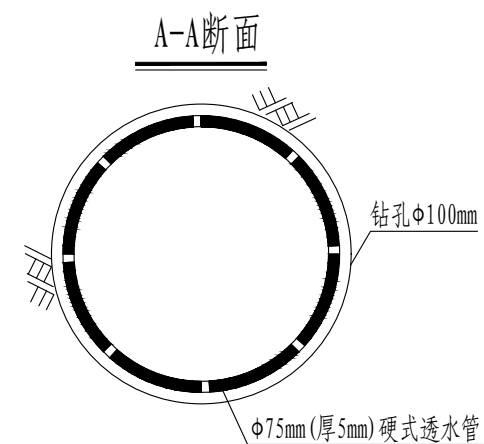
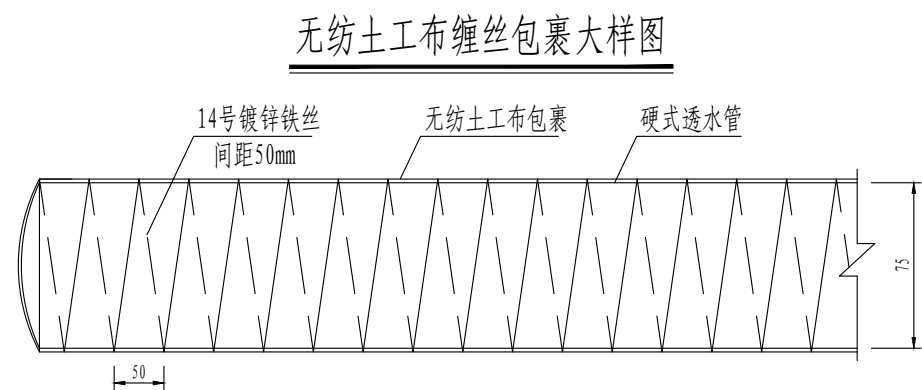
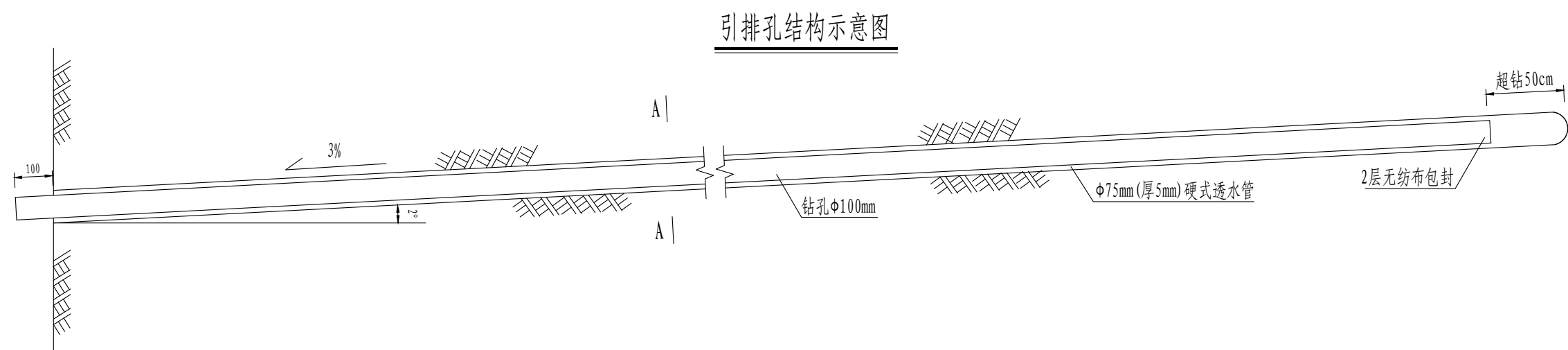
进出口端墙引排孔立面图

1:20



附注:

1. 本图尺寸单位除标注外, 其余均以cm计。
2. 引排管衬砌处钻孔深按3m控制, 纵向布置间距为2m; 端墙钻孔深平均按4.6m控制, 水平布置间距为2m。
3. 引排孔宜采用潜孔钻干钻成孔(不用水施工), 如遇塌孔需套管跟进, 钻孔成孔直径为100mm。
4. 采用Φ75mm硬式透水管(壁厚5mm), 透水管上需钻10mm的圆孔, 间距50mm, 并沿管周分三排均匀排列。排水管外部采用无纺土工布进行包裹, 土工布用14号镀锌铁丝绑扎结实, 丝间距50mm。土工布: PET 15-6-400, 性能指标满足GB/T 17639-2023的规定; 硬式透水管: DY10H/PE, 性能指标满足JT/T 1432.4-2023的规定。
5. 引排孔成孔后, 应立即将排水管放置到孔中, 防止因时间过长而造成塌孔。在排水管安装过程中可能会由于塌孔造成排水管无法安插到预定深度时, 不得强行挤入, 以免折断透水管或者破坏无纺布。可抽出排水管, 用钻机进行清孔后再进行排水管的安装。
6. 排水管安插至设计深度后, 采用聚合物水泥防水砂浆封堵孔口附近排水管与孔壁之间的缝隙, 以固定排水管。

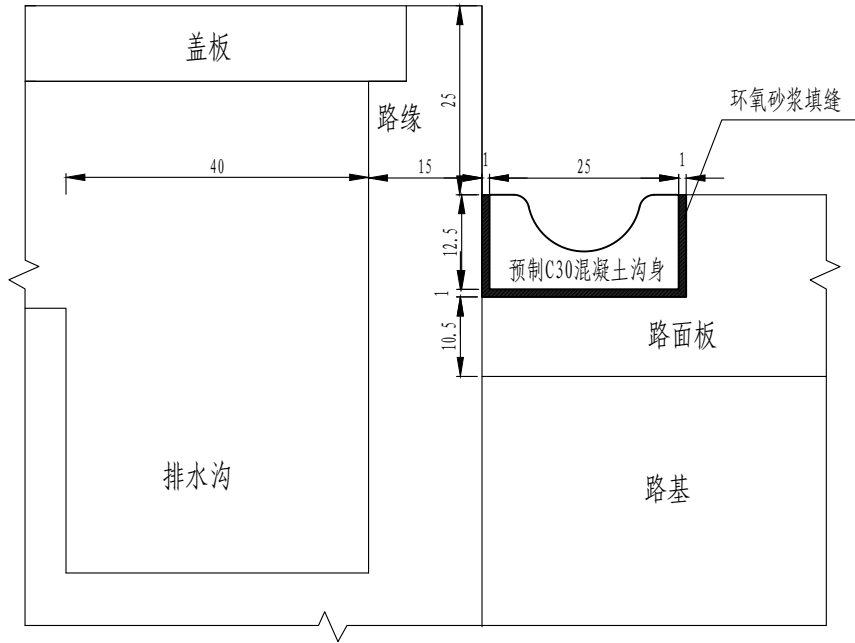


全隧道工程数量表

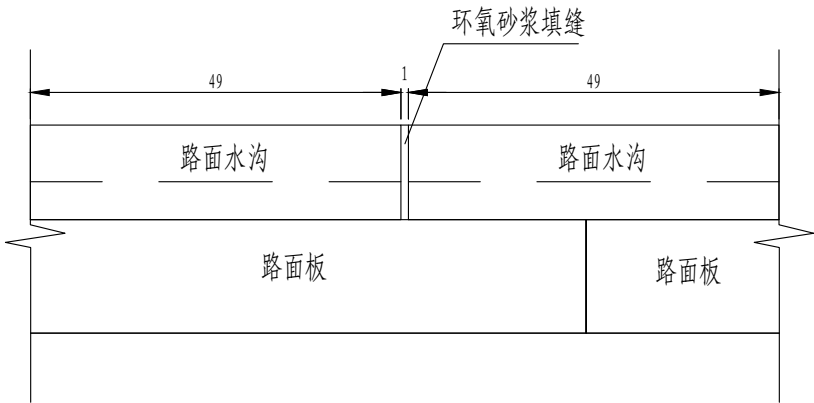
项目	混凝土钻孔 D=100mm (m)	混凝土钻孔 (软石) D=100mm (m)	无纺土工 布2mm (m ²)	PVC排水管 φ75mm, 厚 5mm (m)	14号镀锌 铁丝 (kg)	φ75带检 查口90° 弯头 (个)	90° 弯头 (个)	PVC排水管 φ110mm, 厚5mm (m)	带检查口 异径三通 接头 (个)	砼开槽 (10×10cm) (m)	聚合物水 泥防水砂 浆 (m ³)
数量	194.5	586.6	271.7	860.4	78.12	240	240	20	12	96	1.83

- 附注:
- 1、本图尺寸单位除标注外,其余均以mm计。
 - 2、引排管衬砌处钻孔深按3m控制,纵向布置间距为2m;端墙钻孔深平均按4.6m控制,水平布置间距为2m。
 - 3、引排孔宜采用潜孔钻干钻成孔(不用水施工),如遇塌孔需套管跟进,
 - 4、采用φ75mm硬式透水管(壁厚5mm),透水管上需钻10mm的圆孔,间距50mm,并沿管周分三排均匀排列。排水管外部采用无纺土工布进行包裹,土工布用14号镀锌铁丝绑扎结实,丝间距50mm。土工布: PET 15-6-400,性能指标满足GB/T 17639-2023的规定;硬式透水管: DY10H/PE,性能指标满足JT/T 1432.4-2023的规定。
 - 5、引排孔成孔后,应立即将排水管放置到孔中,防止因时间过长而造成塌孔。在排水管安装过程中可能会由于塌孔造成排水管无法安插到预定深度时,不得强行挤入,以免折断透水管或者破坏无纺布。可抽出排水管,用钻机进行清孔后再进行排水管的安装。
 - 6、排水管安插至设计深度后,采用聚合物水泥防水砂浆封堵孔口附近排水管与孔壁之间的缝隙,以固定排水管。

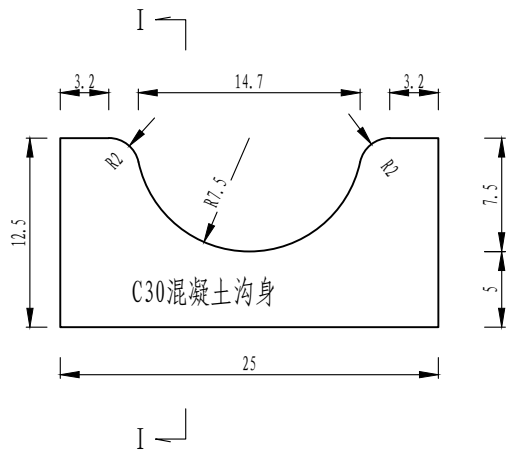
路面水沟立面图 1:10



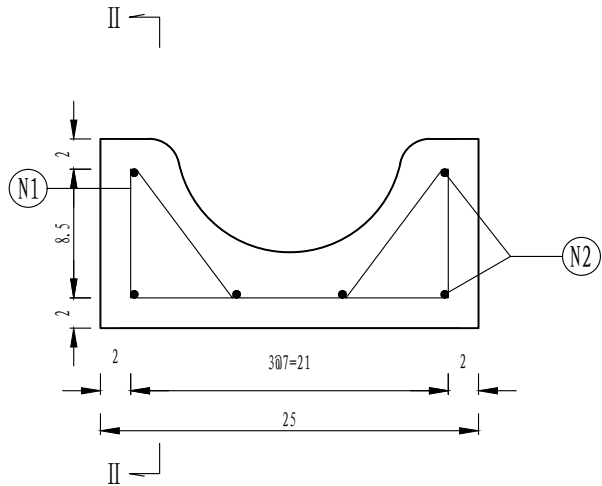
路面水沟纵向连接示意图



路面水沟构造图 1:5



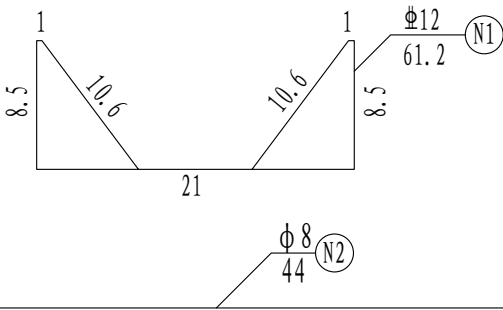
路面水沟配筋图 1:5



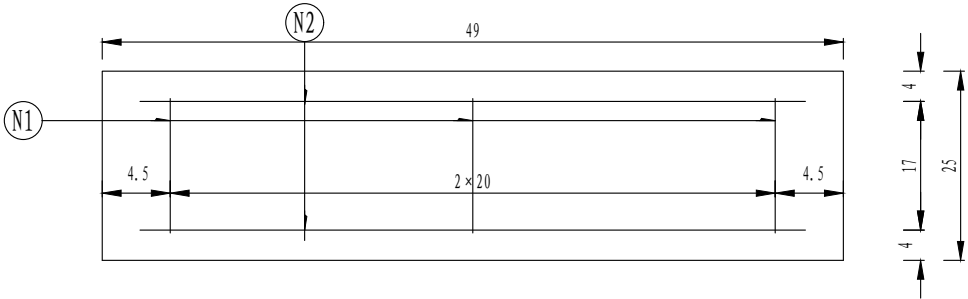
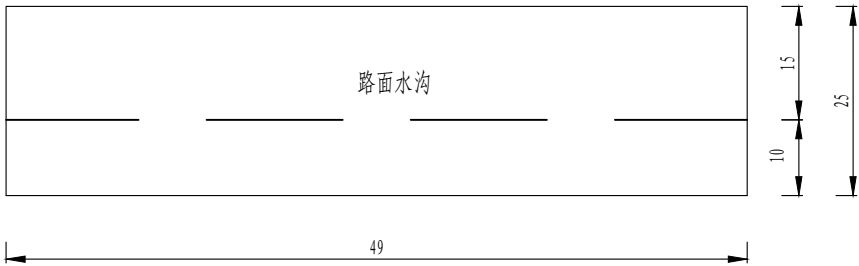
路面水沟工程数量表(每节)

项目	编号	直径 (mm)	每根长 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	总重 (kg)	C25砼 (m³)	环氧砂浆 (m³)	切割开槽凿除 C30砼 (m³)
路面水沟	1	Φ12	61.2	3	1.84	0.888	1.63	0.0223 (预制)	0.0027	0.0182
	2	Φ8	44	6	2.64	0.395	10.4			

I—I 1:5



II—II 1:5

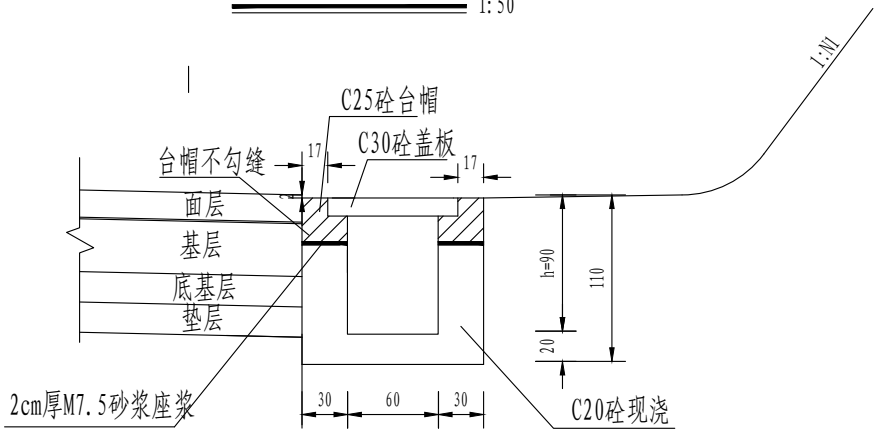


附注:

- 图中尺寸除钢筋直径以毫米计外,其余均以厘米为单位。
- 路面边沟采用预制构件,预制长度为49厘米。
- 路面边沟预制块之间的缝隙用环氧砂浆填充。
- 路面排水沟双侧设置,设置长度:隧道长以及前后1m,合计为2×240m。

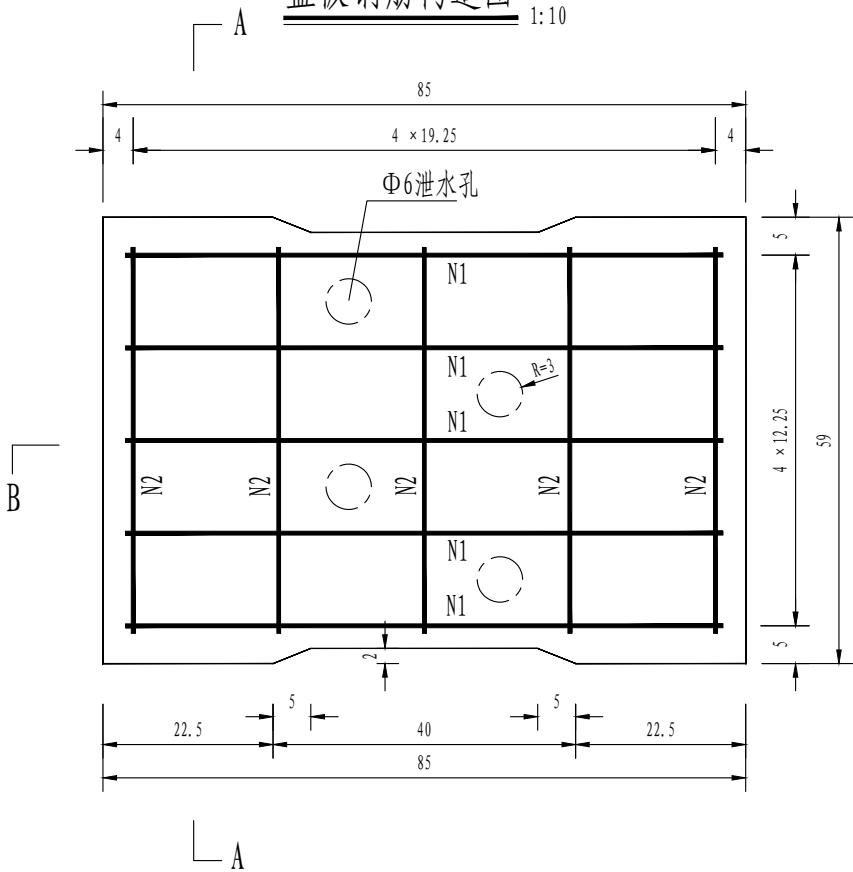
矩形边沟(一式)

1:50



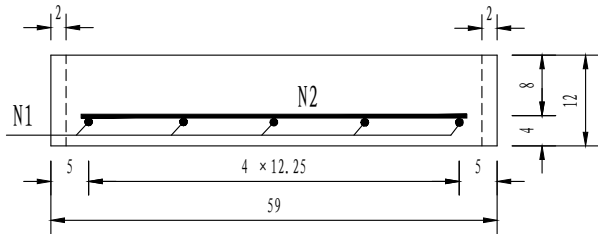
盖板钢筋构造图

1:10



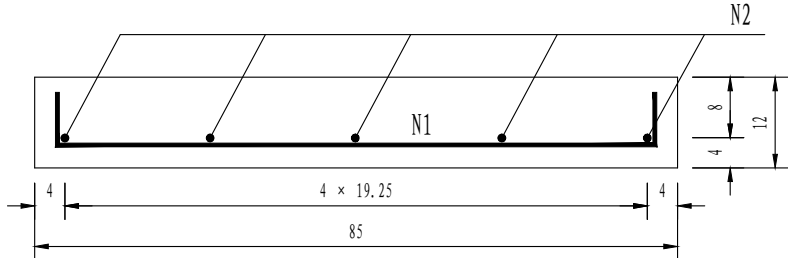
盖板A-A剖面图

1:10



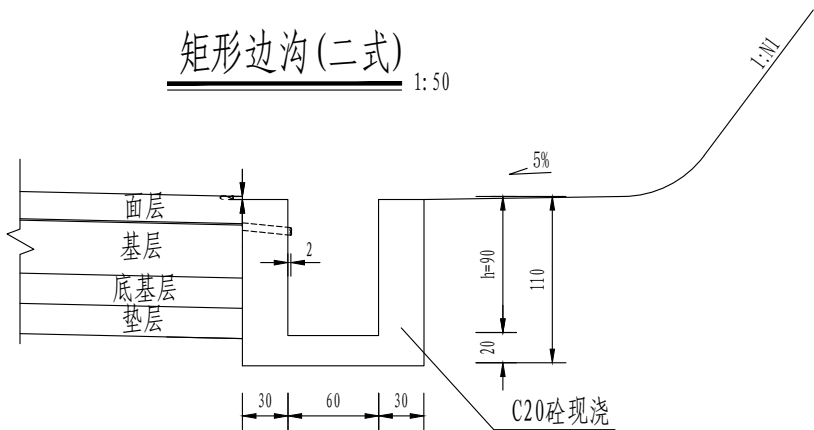
盖板B-B剖面图

1:10



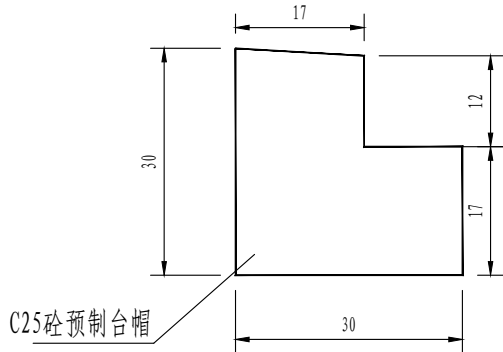
矩形边沟(二式)

1:50



挖方边沟台帽大样图

1:10



每延米工程数量表

矩形边沟(一式)				矩形边沟(二式)		
C20砼现浇沟身	C25砼预制台帽	2cm厚M7.5砂浆座浆	挖基方量	C20砼现浇沟身	Φ50mm PVC排水管	挖基方量
(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)	(m)	(m3)
0.006h+0.066	0.145	0.014	0.006h+0.370	0.006h+0.240	0.066	0.006h+0.370

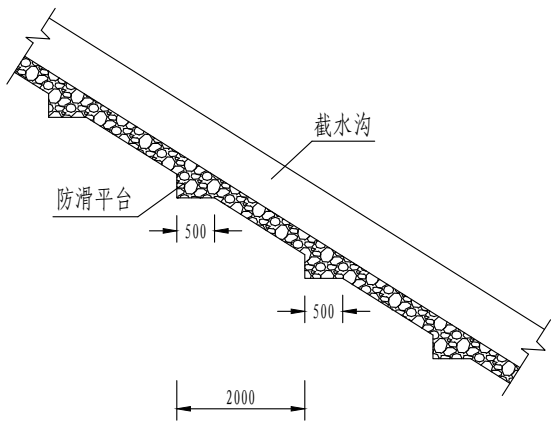
每延米预制盖板工程数量表

HPB300 Φ8钢筋 (kg)	HRB400 Φ14钢筋 (kg)	C30砼 盖板 (m3)
1.68	9.18	0.098

附注:

1. 本图尺寸单位除钢筋直径以毫米计外,其余均以厘米为单位。
2. 矩形边沟(一式)适用于隧道进出口段(15m),矩形边沟(二式)适用于除隧道进出口段外的路基段(长255m)。
3. 矩边沟台帽采用标准化工厂式精密预制,台帽按每块长度59cm预制,设置矩形边沟(二式),在边沟对应路面封层处设置Φ50mmPVC横向泄水管,每隔5米设置一处;其他路段(边沟(一式))不再设置横向泄水管,且靠路面一侧的台帽预制块,在安装时不勾缝,路面水可从台帽之间缝隙流入边沟。
4. 预制盖板设置在隧道进出口段,合计长度为4×15m。
5. 矩形边沟h=90计列。可根据地形及流量情况适当调整。

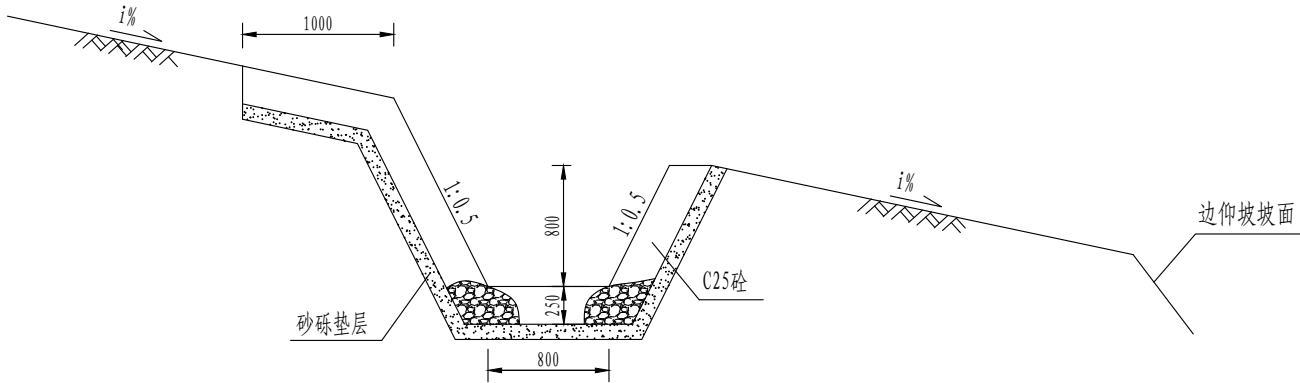
截水沟纵剖面图



每延米工程数量表

材 料	单 位	数 量
M7.5浆砌片石	m³	1.08
砂砾垫层	m³	0.46
挖基土方	m³	2.86

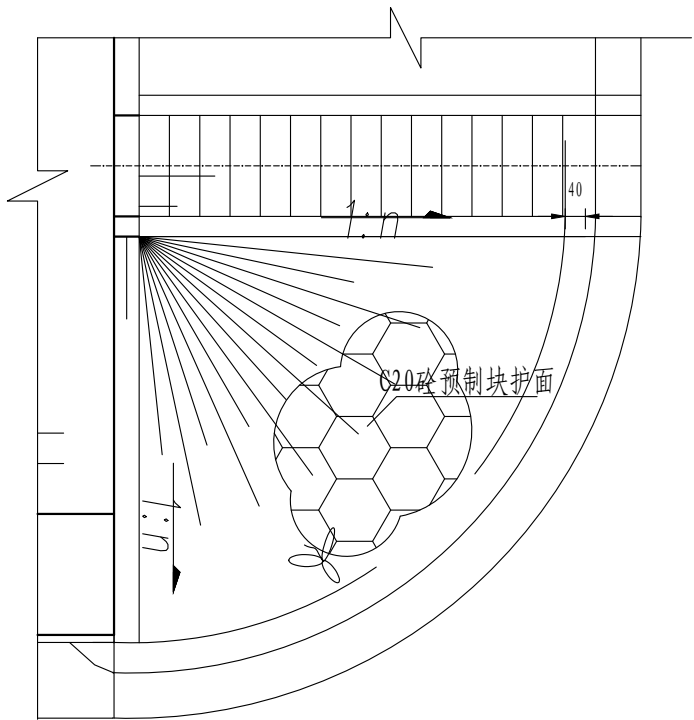
截水沟断面图



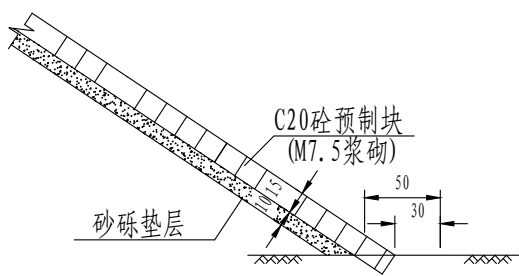
注:

1. 本图尺寸单位均以mm计。
2. 截水沟应结合地形因势利导，迅速排除地面流水，总长357m。
3. 截水沟的水引排到路基边沟中去。
4. 截水沟转折处以曲线连接，急流槽连接截水沟与填方边沟，连接应紧密，不漏水。
5. 地面纵坡陡于1:2时，沿截水沟纵向在沟底每2m设置一处防滑平台。
6. 截水沟根据现场地形条件设置。

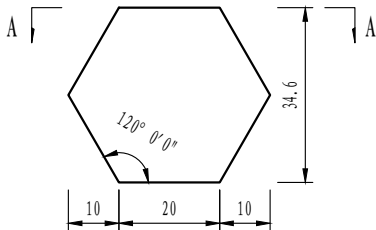
平 面



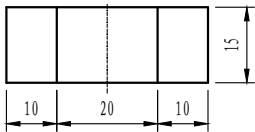
铺砌大样 1:50



C20砼预制块大样 1:10
(六棱实心砖)



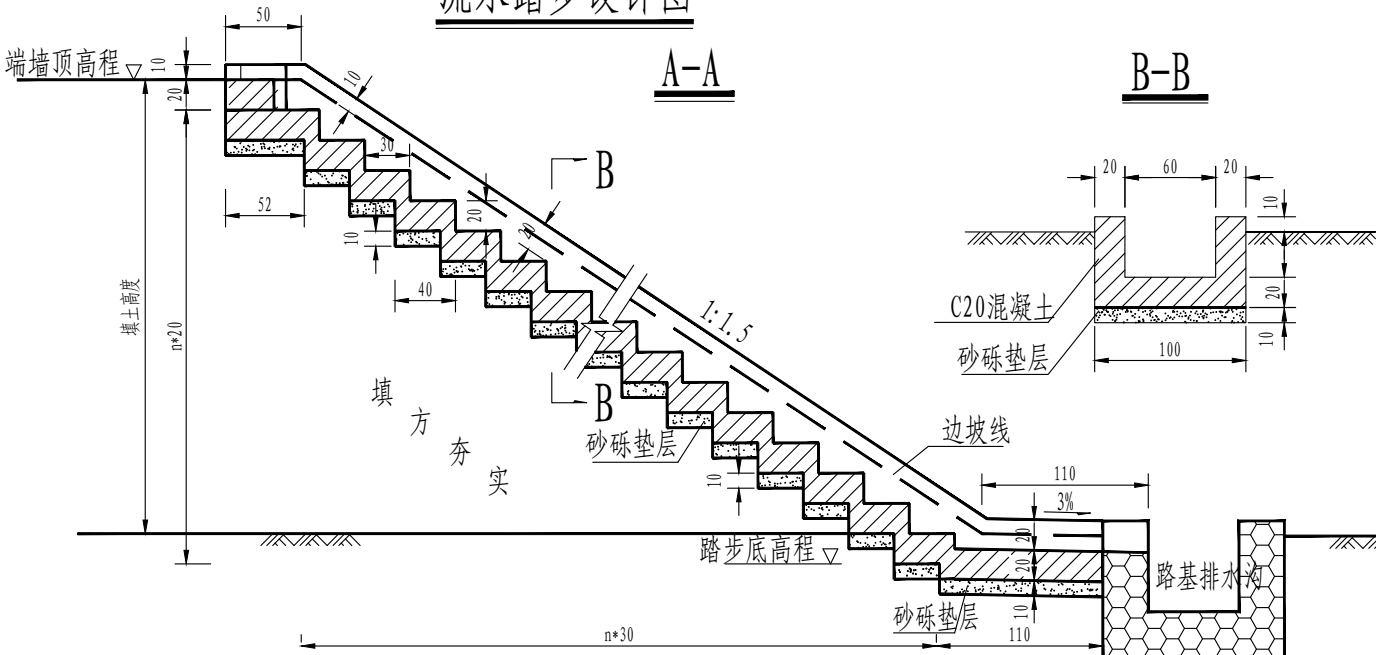
A—A 1:10



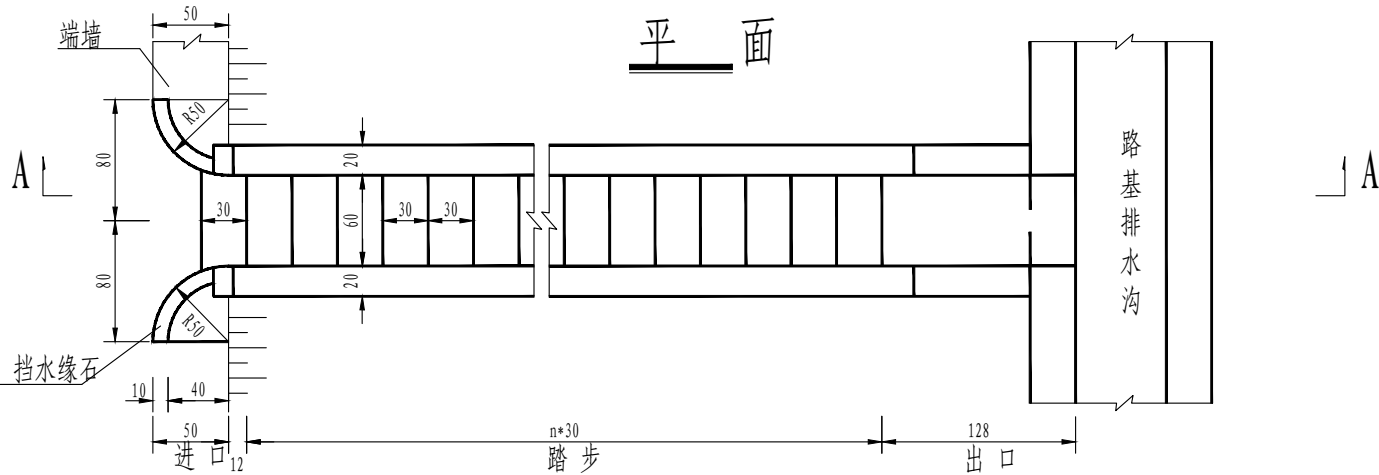
凤山侧锥坡工程数量表

材 料	单位	左侧	右侧	合计
坡面平整	m ²	42.4	42.4	84.8
C20砼六角形预制块	m ³	6.4	6.4	12.7
锥坡砂砾垫层	m ³	4.2	4.2	8.5

流水踏步设计图



平 面

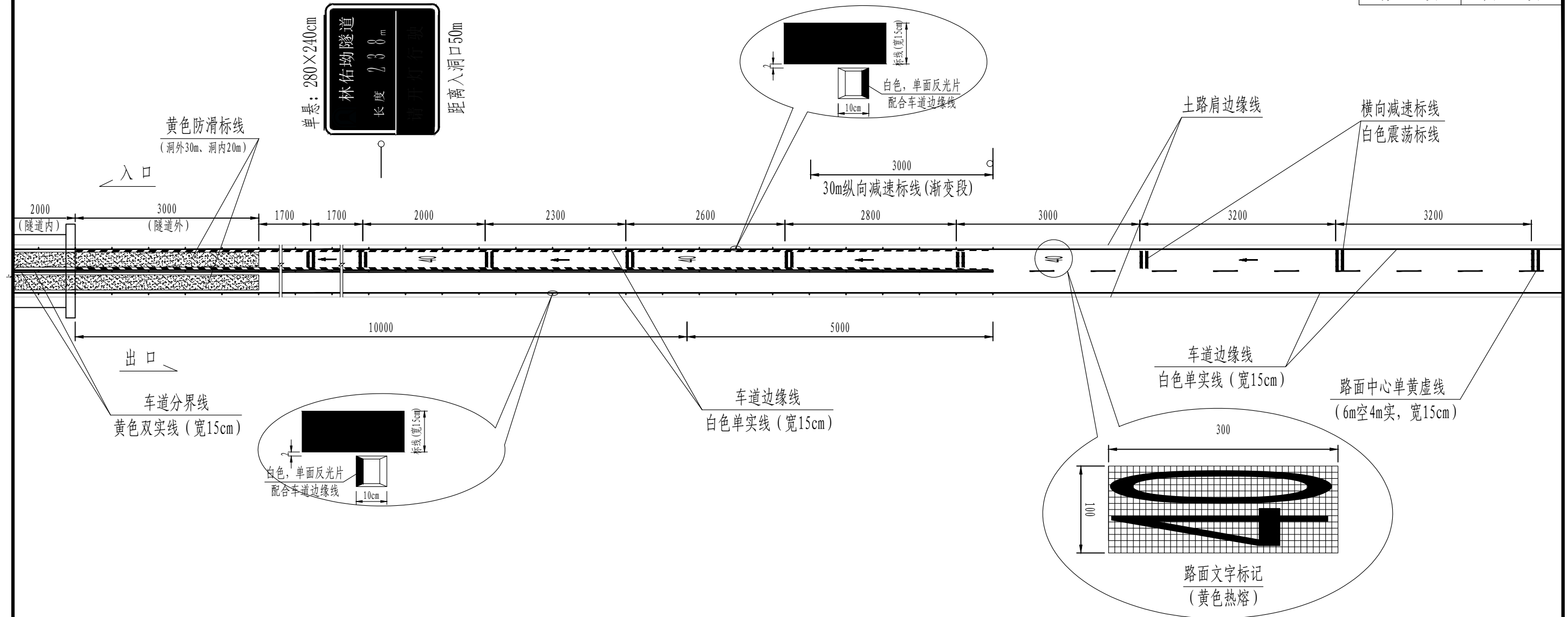


一处流水踏步工程数量表

材料 部位	C20混凝土 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	备注
进口	0.24	0.06	一端
出口	0.31	0.11	一端
踏步	0.60	0.20	每米高度

附注:

- 图中尺寸均以cm为单位。
- 锥（溜）坡防护采用15cm厚M7.5浆砌C20砼预制块护面，锥坡坡度可根据地形作适当调整。
- 流水踏步长度可按与排水沟距离适当调整。踏步高程可根据实际地形作适当调整。
- 检查步梯(流水踏步)出口注意与路基边沟顺接在一起。
- 表中数量可供参考，施工时锥坡参数尺寸可根据现场实际情况进行调整,以实际收方数量为准。
- 设置在隧道进口端，即凤山方向的端墙锥坡。



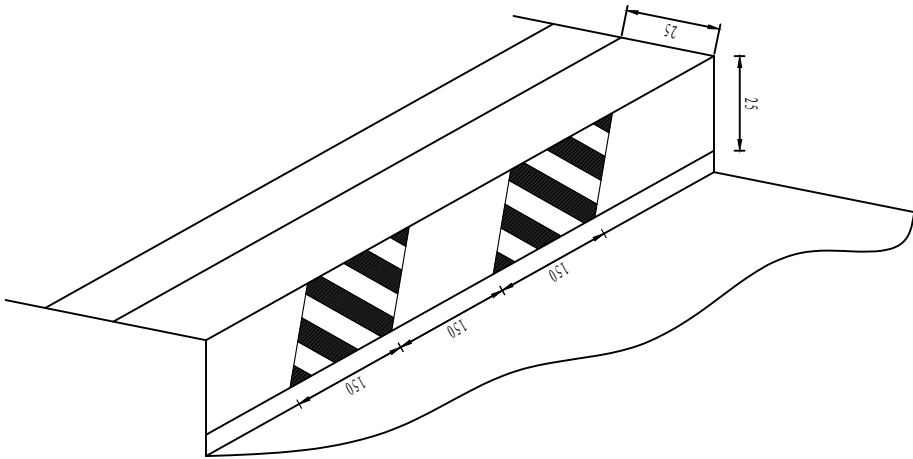
单处隧道标线材料数量表

序号	名 称	单处数量 (m ²)	小计(m ²)	合计(m ²)	备 注
1	单处横向白色减速标线	3.15	3.15×18	56.7	白色震荡标线
2	单个路面文字标记(限速40)	1.04	1.04×6	327.08+0.6L (L为隧道长度)	黄色热熔标线
3	路面中心单黄虚线(6m空4m实,宽15cm)	0.06m ² /m	0.06×180		
4	车道分界线(黄色双实线,宽15cm)	0.3m ² /m	$0.3 \times (300+L)$		
5	单个直行箭头(3m)	0.54	0.54×8		白色热熔标线
6	单个菱形减速标线	0.30	0.30×200		
7	单处纵向减速标线渐变段(30m)	2.93	2.93×4		
8	车道边缘线(宽15cm)	0.15m ² /m	$0.15 \times (960+2L)$		
9	白色单面反光路钮(间距6m)	1个/6m	$2(300+L)/6$	$2(300+L)/6$	$100+L/3$
10	黄色双面反光路钮(间距6m)	1个/6m	$(300+L)/6$	$(300+L)/6$	$50+L/6$
11	彩色防滑标线	125	125×4	500	白色防滑标线

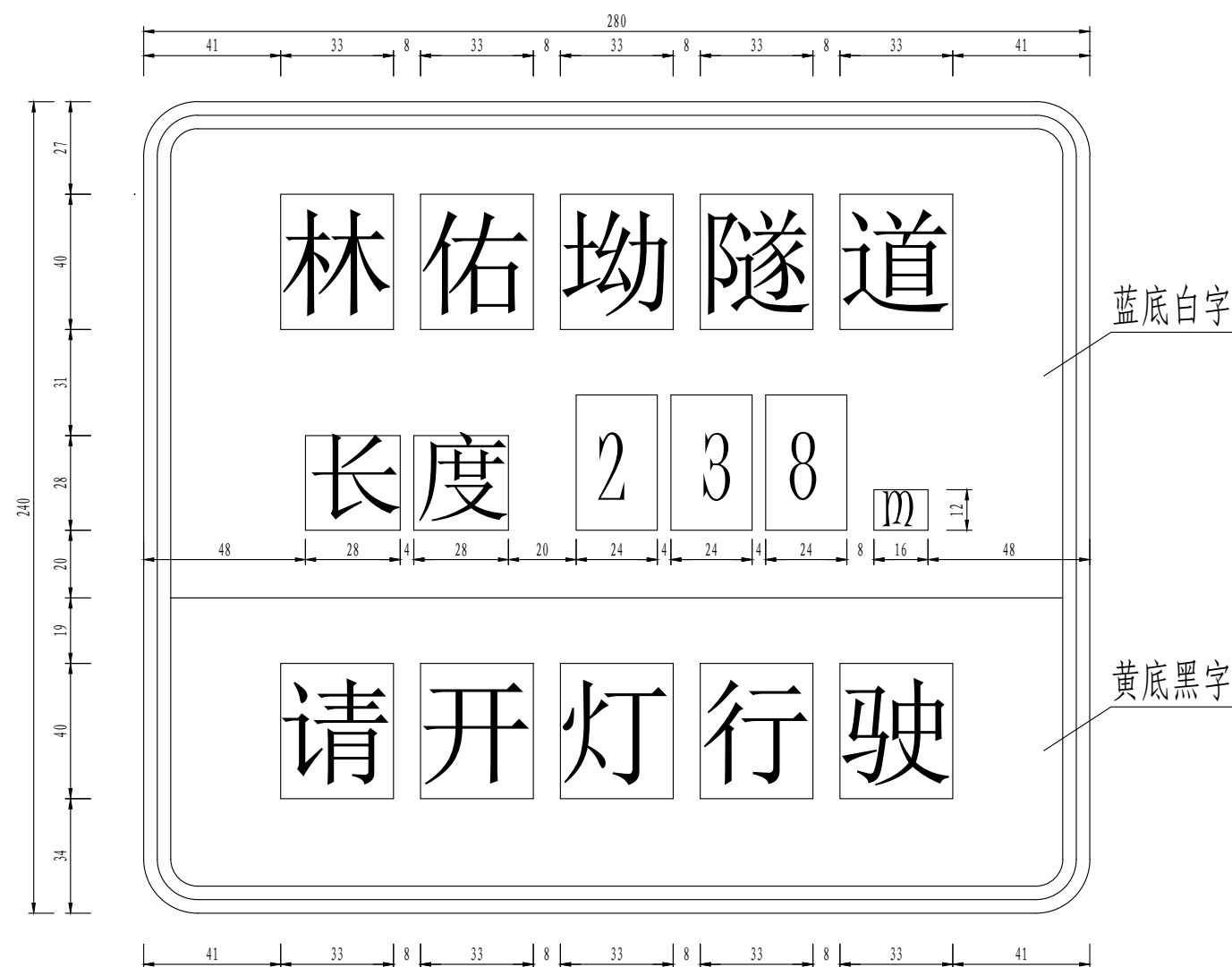
附注:

1. 本图尺寸均以厘米计;
2. 隧道车道分界线(禁止变换车道线)全段设置黄色双面反光突起路钮,间距6m,与隧道路段中心线对齐;车道边缘线外侧同时设置白色单面反光突起路钮,间距6m,反光面迎来车方向;
3. 隧道入口前横向减速标线为白色震荡标线,其间距如图所示;
4. 车行道纵向减速标线为一组平行于车行道分界线的白色菱形块虚线,在车行道纵向减速标线的起始位置,设置30m的渐变段,菱形块虚线由窄变宽,渐变尺寸如图所示;
5. 隧道入口、出口设置彩色防滑标线,防滑标线性能必须符合《路面防滑涂料》规定且构造深度不小于2mm,抗滑BPN值不小于70;
6. 车道边缘线每隔15m设置排水缝,排水缝宽度为3~5cm。

隧道进洞口立面标记设计图



附注：
1. 本图尺寸以厘米计；
2. 隧道检修道为纵向长1m，间隔1m的黄黑相间IV类铝背基反光膜。
3. 立面标记的颜色为黄黑相间的倾斜线条，斜线倾角为45°；
线宽及其间距均为15cm，向下倾斜的一边朝向车行道。



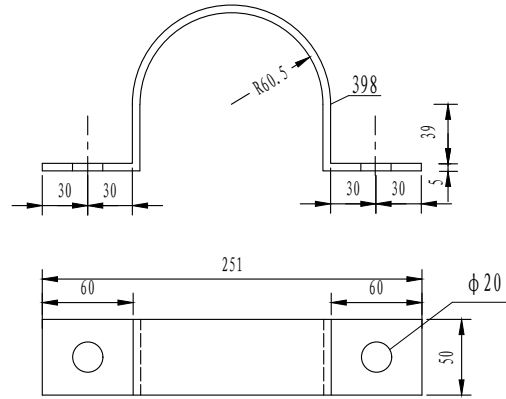
附注:

1. 本图尺寸均以厘米为单位。

2. 版面制作参照GB 5768.2-2009。

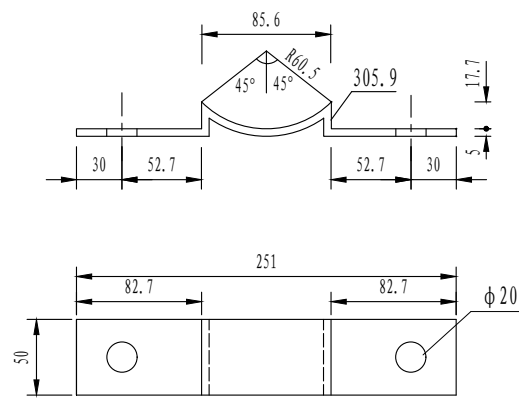
抱箍121大样图

1:5



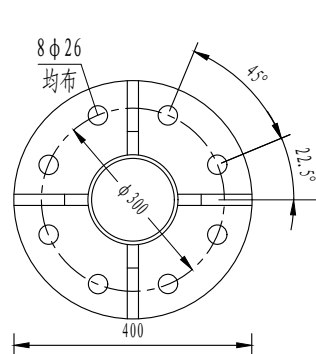
抱箍121底衬大样图

1:5

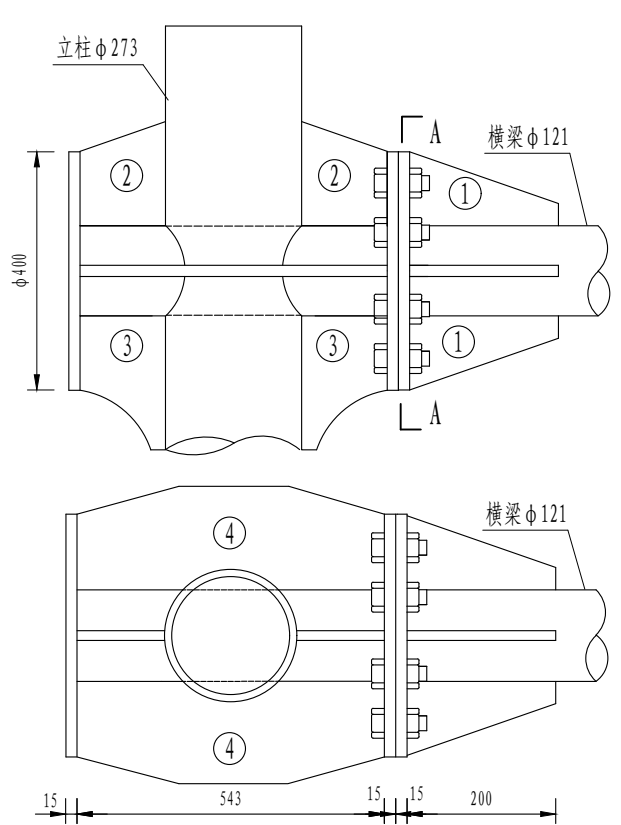


A-A剖面图

1:15

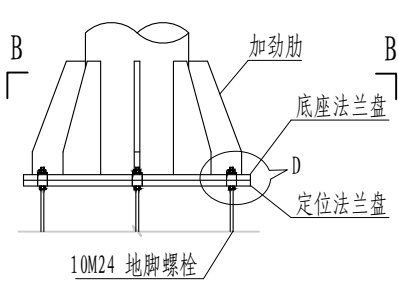


柱肩273大样图



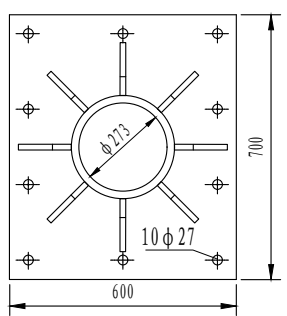
柱脚273

1:20

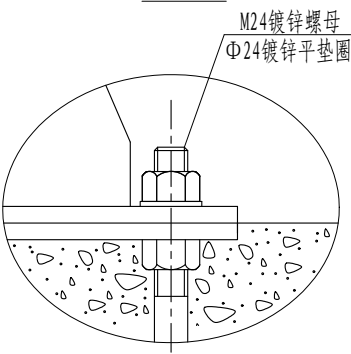


B-B剖面图

1:20

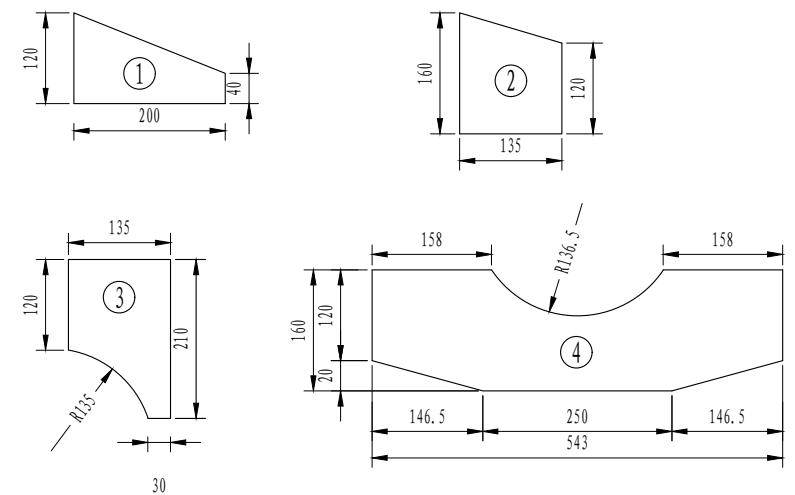


D大样



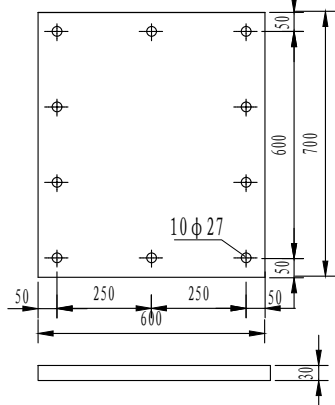
柱肩273横梁加劲肋大样图

1:10



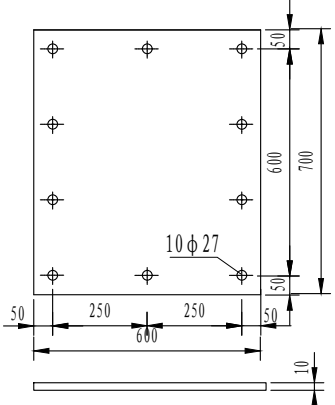
底座法兰盘273

1:20

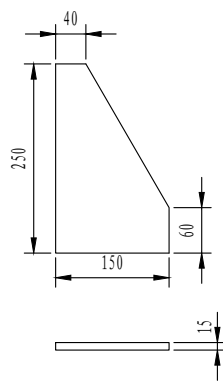


定位法兰盘273

1:20



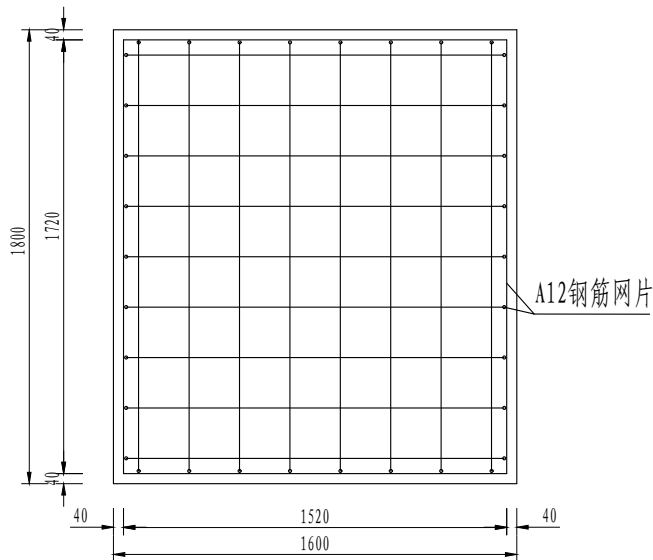
加劲肋



注：
1、本图尺寸均以mm单位。

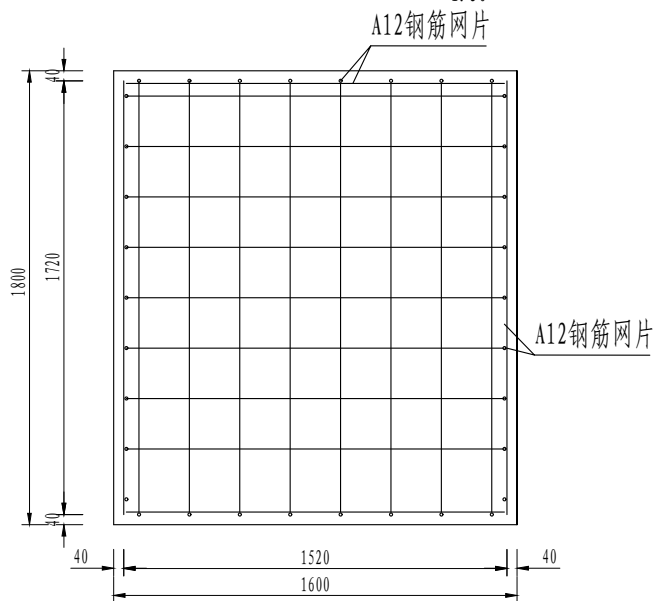
立面结构配筋图

1: 30



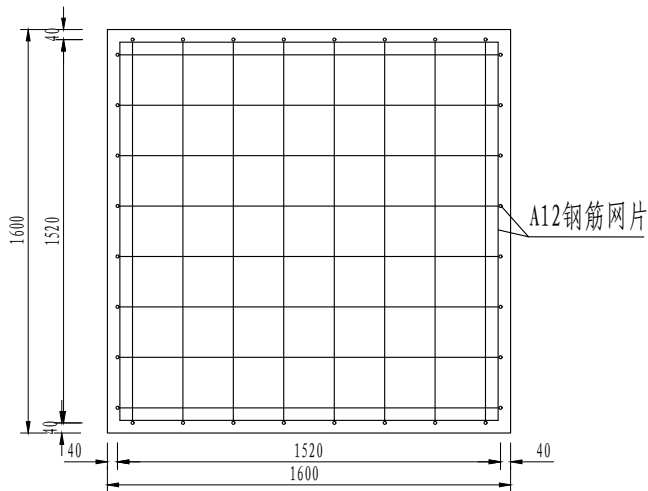
侧面结构配筋图

1: 30



基础平面布置图

1: 30



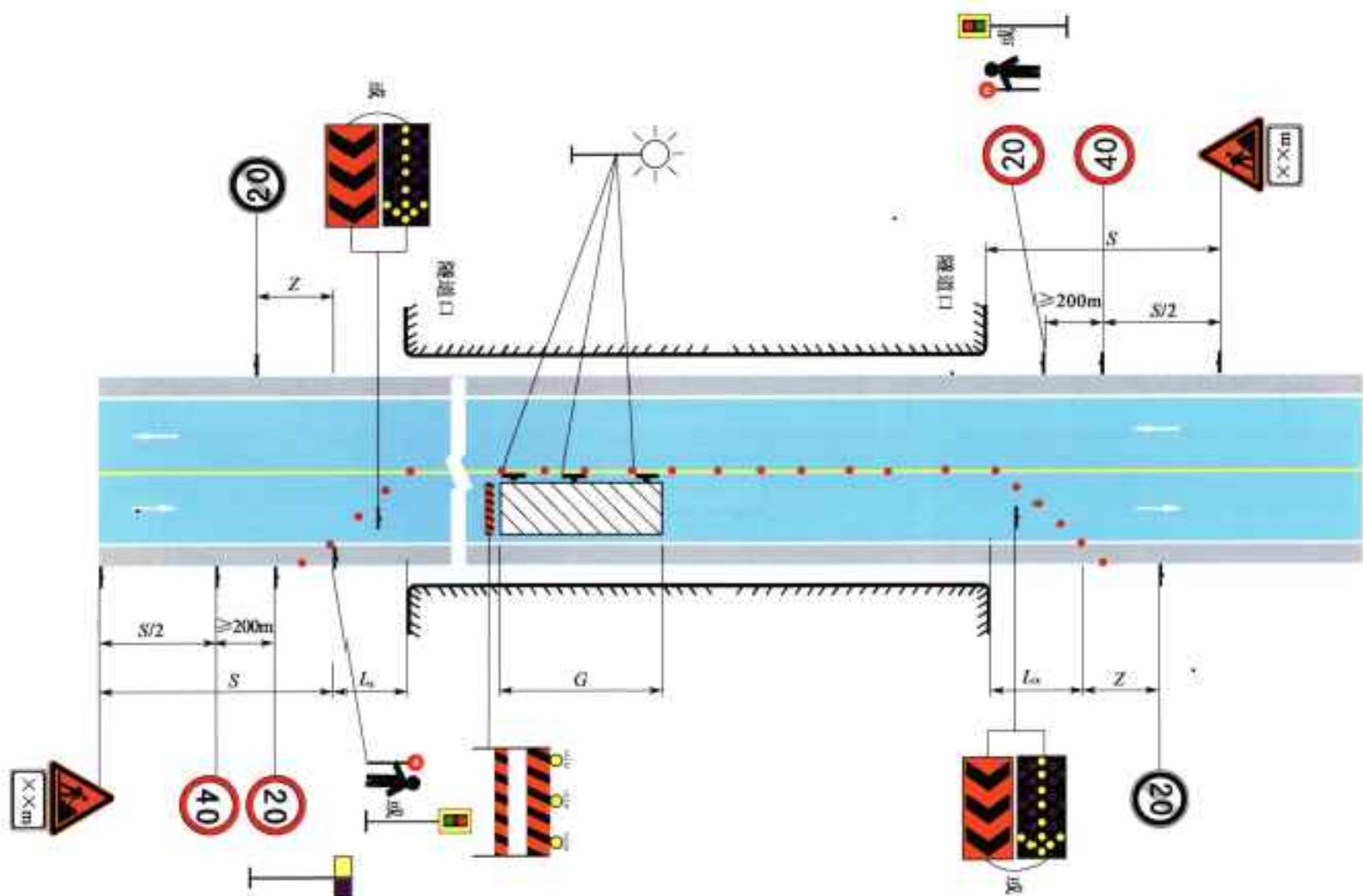
注:

- 图中尺寸均以mm为单位。
- 基础采用明挖法施工，基底应先整平、夯实并垫以10cm碎石，应注意控制好标高；施工完毕，基坑应分层回填夯实。
- 基础采用现浇C25混凝土，钢筋采用HRB400钢筋，钢筋保护层厚度不小于30mm。
- 基础顶面应预埋Q235钢地脚螺栓，地脚下面为标准弯钩，螺栓等级为8.8级，螺母及垫圈为45号钢制作，法兰盘为Q235钢制作，地脚上的螺纹及螺母、垫圈宜事先进行热浸镀锌处理，镀锌量为350g/m2。
- 施工时遇有平曲线路段，为保护将来安装的标志板面与驾驶员的视线垂直，应对预埋法兰盘进行适当的调整。
- 在浇注混凝土时，应注意使底定位兰盘与基础对中，并将其嵌进基础，其上表面与基础顶面齐平，同时保持其顶面水平，顶面预埋的地脚螺栓与其保持垂直。
- 施工完毕，地脚螺栓外露长度宜控制在10cm以内，并对外露螺纹部分加以妥善保护。
- 本图所示构件的加工制作、组装、焊接等工艺应符合《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)规定。

标志材料数量表

类型	材料 名称	单悬臂B-1				
		规格 (mm)	单件重 (kg)	每套数量	总套数	重量 (kg)
标志牌	标志板	2800 × 2400 × 3	57.46	1	2	114.91
	滑动槽铝	100 × 25 × 4 × 2200	4.05	9	2	72.98
	抱箍	50 × 5 × 398	0.79	18	2	28.44
	抱箍底座	50 × 5 × 305.9	0.6	18	2	21.60
	滑动螺栓	M18 × 70	0.28	18	2	10.08
	螺母	M18	0.04	36	2	3.17
	防盗垫圈	Φ 18 × 3	0.11	36	2	7.85
	反光膜	IV类 (m²)	13.44			
立柱	钢管立柱	Φ 273 × 12 × 8500	656.54	1	2	1313.08
	柱 帽	Φ 273 × 3	1.38	1	2	2.76
	底座法兰盘	600 × 700 × 30	98.91	1	2	197.82
	加劲肋	如图	4.42	8	2	70.65
	定位法兰盘	600 × 700 × 10	32.97	1	2	65.94
	地脚螺栓	M24 × 1200	4.04	10	2	80.80
	螺母	M24	0.15	10	2	3.00
	镀锌螺母	M24	0.15	10	2	3.00
	防盗垫圈	Φ 24 × 4	0.19	10	2	3.80
	横梁加劲肋	①号 (厚度15)	1.88	8	2	30.14
横梁	钢管横梁	Φ 121 × 8 × 3650	99.90	2	2	399.60
	横梁帽	Φ 121 × 3	0.27	2	2	1.08
	悬臂法兰盘	Φ 400 × 15	14.8	6	2	177.60
	横梁加劲肋	②号 (厚度15)	2.23	4	2	17.84
		③号 (厚度15)	2.57	4	2	20.56
		④号 (厚度15)	8.41	4	2	67.28
	高强连接螺栓	M24 × 100	0.72	16	2	23.04
	普通螺母	M24	0.15	16	2	4.80
	防盗垫圈	Φ 24 × 4	0.19	16	2	6.08
	A12钢筋网片	15.0784 (m2)	8.88	1	2	267.79
基础	C25	(m3)	9.22			
	碎石垫石	(m3)	0.65			

借用对向车道交替通行施工作业区布置示意图



区段参数表

区段名称	参数	数值（m）
警告区	S	600
上游过渡区	Ls	20
纵向缓冲区	H	30
工作区	G	240
下游过渡区	Lx	30
终止区	Z	30

工程数量表

序号	项目名称	规格	单位	数量	备注
1	限速及限速解除标志	D100cm	套	6	
2	施工距离标志	$\Delta 90\text{cm}$ $80 \times 50\text{cm}$	套	2	
3	导向标志	$120 \times 60\text{cm}$	套	2	
4	闪光箭头	$120 \times 60\text{cm}$	套	2	
5	附设警示灯的路栏	$180 \times 100\text{cm}$	套	3	
7	夜间照明设施	灯光照射半径 > 30	套	4	
8	警示频闪灯	黄色、蓝色相间光，可视距离 $\geq 150\text{m}$	套	2	
9	交通引导人员		工日	240	
10	水马	$150 \times 80\text{cm}$	个	20	
11	交通锥	H70cm	个	175	

注：

- 1、本图借用对向车道交替通行施工作业区布置示意图参考于《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)，图中警告区、上游过渡区、缓冲区、下游过渡区和终止区暂按规范要求最小值设置，施工时可根据实际情况布设。
- 2、水马设置于上游过渡区和缓冲区；交通锥设置于工作区和下游过渡区，交通锥数量表中已考虑5%损坏率。