

(修编稿)

# 2025 年甬莞高速沙埕湾段 隧道病害处治工程

## 施工图设计

(第一册 共一册)

福建省高速技术咨询有限公司

二〇二五年四月

# 2025 年甬莞高速沙埕湾段 隧道病害处治工程 施工图设计

(第一册 共一册)

项目负责人	
项目技术负责人	
项目审查人	
公司技术负责人	汪 锋
公司分管领导	程仁华
公司主管领导	杨 杰
设计单位	福建省高速技术咨询有限公司
设计证书	公路行业（公路、交通工程）专业甲级 A135030817
设计时间	2025 年 4 月



# 工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号：A135030817

有效期：至2028年04月27日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企业名称：福建省高速技术咨询有限公司

经济性质：有限责任公司（法人独资）

资质等级：公路行业（公路、交通工程）专业甲级。

\*\*\*\*\*





# 第一篇 设计说明

# 设计总说明目录

1 概述 .....	2	7.2 灌缝胶 .....	9
1.1 项目概述 .....	2	7.3 钢筋阻锈剂 .....	10
1.2 项目执行情况 .....	2	7.4 界面剂 .....	10
1.3 隧道技术状况评定 .....	2	7.5 修补用环氧砂浆 .....	10
1.4 项目设计范围 .....	3	7.6 瞬间堵漏剂 .....	10
1.5 施工图设计审查意见及执行情况 .....	3	7.7 高效防水剂 .....	11
2 设计依据及采用的规范、标准 .....	3	7.8 水溶性聚氨酯材料 .....	11
2.1 设计依据 .....	3	8 安全布控及交通组织 .....	11
2.2 规范及标准 .....	3	8.1 交通安全管制设施的规定 .....	11
3 隧道病害概况 .....	4	8.2 养护安全设施 .....	11
3.1 衬砌裂缝 .....	4	8.3 养护作业控制区 .....	12
3.2 衬砌渗漏水 .....	4	8.4 交通组织 .....	13
3.3 二衬表层混凝土缺陷 .....	4	9 隧道施工安全设计 .....	16
4 病害原因分析 .....	5	9.1 准备工作 .....	16
4.1 隧道衬砌裂缝病害成因分析 .....	5	9.2 安全作业要求 .....	16
4.2 衬砌渗漏水 .....	5	9.3 高空作业要求 .....	17
4.3 二衬表层缺陷 .....	5	9.4 施工用电安全措施 .....	17
5 隧道维修处治方案 .....	6	9.5 施工应急预案 .....	17
5.1 隧道衬砌裂缝处治（R1、R2-1、R2-2） .....	6	10 施工注意事项与建议 .....	18
5.2 隧道衬砌渗漏水处治（R3、R4、R5、R6） .....	6	10.1 施工注意事项 .....	18
5.3 表面缺陷修补（R7、R8） .....	6	10.2 建议 .....	18
6 隧道维修处治施工工艺及技术要求 .....	7	附件一：施工图设计审查会专家意见 .....	19
6.1 隧道衬砌裂缝处治（R1、R2-1、R2-2） .....	7		
6.2 隧道衬砌渗漏水处治（R3、R4、R5、R6） .....	7		
6.3 表面缺陷修补（R7、R8） .....	8		
7 材料性能指标要求 .....	9		
7.1 裂缝封闭胶 .....	9		

# 设计总说明

## 1 概述

### 1.1 项目概述

甬莞高速公路宁德沙埕湾跨海公路通道是国家高速公路网宁波至东莞线的重要组成部分。起自福鼎市佳阳乡双华村，接在建的宁波至东莞国家高速公路浙江段，于竹澳跨越沙埕湾，止于店下镇洋中村，接已建成的沈阳至海口国家高速公路福鼎段。该项目总投资 42.57 亿元，线路全长约 20.2 公里，双向六车道，设计时速 100 公里，全线于 2020 年 12 月建成通车。

项目地理位置如下图 1-1 所示。



图 1-1 项目地理位置图

宁德沙埕湾跨海公路通道全线 10 座隧道（按单洞计），其中长隧道 8 座，总长 10198.0 米；短隧道 2 座，总长 789.0 米。

### 1.2 项目执行情况

2025 年 3 月 3 日，受宁德沙埕湾跨海高速公路有限责任公司（以下简称“业主”）委托，福建省高速技术咨询有限公司（以下简称“我司”）立即组建项目小组及技术骨干，依据《2024 年甬莞高速公路沙埕湾段隧道土建结构定期检查及技术状况评定检测报告》（以下简称“定检报告”）对涉及路段隧道开展隧道土建结构维修处治工程设计，于 2025 年 3 月 14 日完成施工图送审稿，3 月 28 日完成专家审查，4 月 25 日完成修编。

### 1.3 隧道技术状况评定

2024 年 9 月，由福建省高速公路达通检测有限公司针对该路段隧道进行隧道土建结构定期检查并出具定检报告，报告依据《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)评定出的 10 座隧道中，1 类隧道 6 座，2 类隧道 4 座。

本次针对该路段中 4 座“技术状况评定分类”为二类的隧道进行病害处治设计，隧道土建结构技术状况评定详见下表 1-1。

表 1-1 甬莞高速沙埕湾段隧道土建结构技术状况评定情况表

序号	隧道名称	中心桩号	全长 (m)	技术状况评分 JGCI	技术状况评定分类
1	南山尖隧道 (上行)	AK382+837	1495	83.92	2 类
2	南山尖隧道 (下行)	BK382+834	1490	85.20	1 类
3	半壁山隧道 (上行)	AK386+444	1377	73.98	2 类
4	半壁山隧道 (下行)	BK386+450	1390	88.52	1 类
5	青山隧道 (上行)	AK388+307	1132	85.45	1 类
6	青山隧道 (下行)	BK388+317	1077	88.52	1 类
7	大岗脚隧道 (上行)	AK389+147	411	88.52	1 类
8	大岗脚隧道 (下行)	BK389+156	378	85.45	1 类
9	倪家山隧道 (上行)	AK390+392	1105	81.63	2 类
10	倪家山隧道 (下行)	BK390+406	1132	79.33	2 类

## 1.4 项目设计范围

根据年度养护资金计划，对《2024年甬莞高速公路沙埕湾段土建结构定期检查及技术状况评定检测报告》（报告编号：BG-AJCS01-20243040-SD-001）所列衬砌病害进行分期维修处治。

本次先行处治全部二类隧道的部分较严重土建结构病害。

本次维修处治范围遵循以下准则：

**裂缝处治：**对于“施工缝处开裂”暂不处治，其余裂缝处治缝宽大于0.5mm且长度大于6m的病害。

**渗漏水病害：**对于渗漏水病害全部处治，工程数量暂按“导水法”估计。

**二衬表面缺陷：**①“网状裂缝”及“龟裂”暂不处治；②对于止水带外露等病害进行全部处治：修补深度按5cm考虑；③对于钢筋外露、钢筋锈胀的病害进行全部处治：处治凿除深度暂按2cm考虑。

**检修道盖板破损、排水系统、沉砂井盖板缺失、排水沟堵塞、吊顶及各种预埋件风机预埋钢板锈蚀、交通标志标线污染、检修道路缘石破损、排水沟破损等病害**均列入日常养护处治或其他专项处治，不在本次处治范围内。

最终工程量应根据现场实际施工工程量进行结算。

## 1.5 施工图设计审查意见及执行情况

专家组审查意见详见附件一，审查意见执行情况如下：

（1）对检测的裂缝进行分类分析，结合实际情况，优化需处治的隧道病害范围；

**【执行情况】：**按意见执行，优化病害处治范围，优先处治较严重病害。

（2）进一步核实设计预算；

**【执行情况】：**按意见执行，已核对设计预算。

## 2 设计依据及采用的规范、标准

### 2.1 设计依据

- （1）《甬莞高速公路沙埕湾段隧道工程竣工图》；
- （2）《2024年甬莞高速公路沙埕湾段土建结构定期检查及技术状况评定检测报告》（BG-AJCS01-20243040-SD-001）。

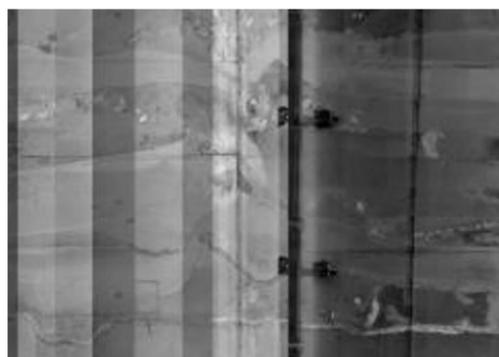
### 2.2 规范及标准

- （1）《公路养护技术标准》（JTG 5110-2023）
- （2）《公路隧道加固技术规范》（JTG/T 5540-2018）
- （3）《公路隧道养护技术规范》（JTG H12-2015）
- （4）《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）
- （5）《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG 5220-2020）
- （6）《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1-2017）
- （7）《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》（JTG 3370.1-2018）
- （8）《公路隧道施工技术规范》（JTG/T 3660-2020）
- （9）《公路工程施工安全技术规程》（JTJ F90-2015）
- （10）《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）
- （11）《混凝土结构设计规范（2024年版）》（GB50010-2010）
- （12）《混凝土结构加固设计规范》（GB50367-2013）
- （13）《工程结构加固材料安全性能鉴定技术规范》（GB 50728-2011）
- （14）《福建省高速公路养护安全作业标准化指南》（Q/FJGS-FW001-2024）
- （15）其它国家及地方现行的规范、标准

### 3 隧道病害概况

根据定检报告，本次设计范围隧道土建结构主要存在以下典型病害：①衬砌裂缝；②衬砌渗漏水；③衬砌表面缺陷。

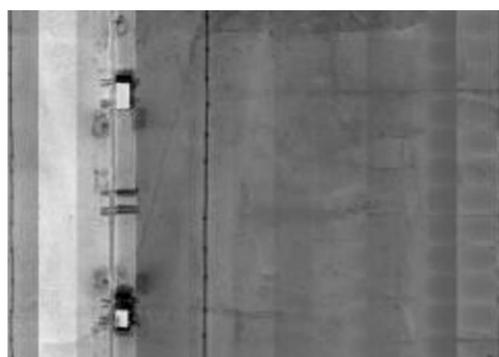
#### 3.1 衬砌裂缝



半壁山隧道上行 AK386+428 右拱顶 7.54米~7.58米 纵向裂缝 L=13.0m, W=1.06mm



半壁山隧道下行 BK386+166 左拱腰-左拱顶 3.22米~6.19米 网状裂缝 S=8.23 m²



青山隧道上行 AK387+976 左拱顶 7.30米~7.44米 纵向裂缝 L=8.8m, W=1.08mm

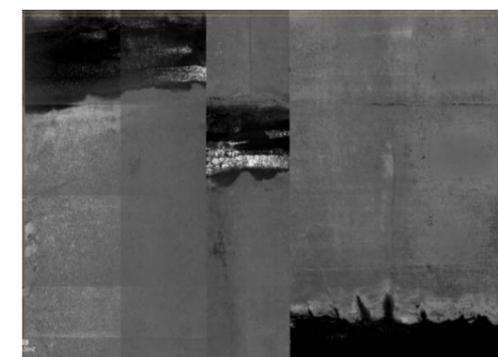


青山隧道下行 BK387+939 右拱顶 5.28米~7.50米 横向裂缝 L=5.7m, W=1.15mm

#### 3.2 衬砌渗漏水



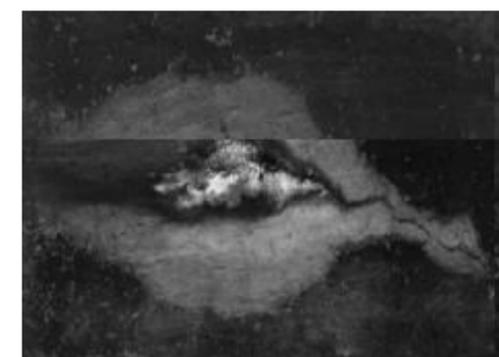
半壁山隧道下行 BK386+945 右边墙, H=0m 预留洞积水, S=1.2 m², D=1m



半壁山隧道下行 BK387+061 左边墙-左拱顶 0.57米~6.82米 浸渗 S=6.62 m²



青山隧道上行 AK388+867 右拱腰 3.68米~4.39米 斜向裂缝且渗水 S=0.91 m²

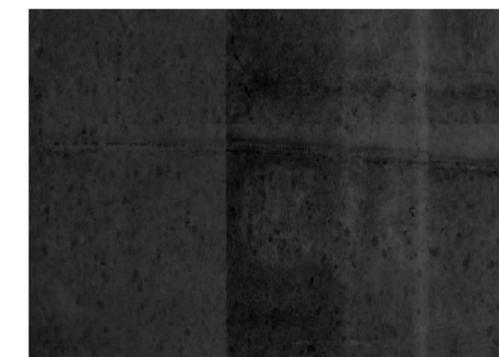


青山隧道上行 AK388+871 右边墙 0.19米~0.87米 浸渗 S=0.22 m²

#### 3.3 二衬表层混凝土缺陷



半壁山隧道上行 AK387+049 左拱顶 5.67米~7.01米 钢筋锈胀 L=2.3m



半壁山隧道下行 BK385+954 左拱腰-左边墙 1.58米~4.43米 钢筋锈胀 L=1.4m

## 4 病害原因分析

### 4.1 隧道衬砌裂缝病害成因分析

衬砌裂缝是公路隧道最常见的病害类型，该类病害是在不利荷载、温度变化、养护不到位等条件下产生的。按照衬砌裂缝成因可将衬砌裂缝分为：干缩裂缝、温度裂缝、外荷载作用产生的变形裂缝、施工缝处理不当引起的接茬缝等。

(1) 干缩裂缝：混凝土在硬化过程中水分逐渐蒸发散失，使水泥石中的凝胶体干燥收缩产生变形，由于受到围岩和模板的约束，变形产生应力，当应力值超过混凝土的抗拉强度时，就会出现干缩裂缝。干缩裂缝多为表面性的，走向没有规律。影响混凝土干缩裂缝的因素主要有：水泥品种、用量及水灰比、骨料的大小和级配、外加剂品种和掺量。

(2) 温度裂缝：水泥水化过程中产生大量的热量，在混凝土内部和表面间形成温度梯度而产生应力，当温度应力超过混凝土内外的约束力时，就会产生温度裂缝度冬季较宽，夏季较窄。温度裂缝的产生与二次衬砌混凝土的厚度及水泥的品种、用量有关。

(3) 荷载变形裂缝：仰拱和边墙基础的虚碴未清理干净，混凝土浇筑后，基底产生不均匀沉降；模板台车或堵头板没有固定牢固，以及过早脱模，或脱模时混凝土受到较大的外力撞击等都容易产生变形裂缝。

(4) 施工缝（接茬缝）：施工过程中，由于停电、机械故障等原因迫使混凝土浇筑中断时间超过混凝土的初凝时间，继续浇筑混凝土时，原有的混凝土基础表面没有进行凿毛处理，或者凿毛后没有用水冲洗干净，也没有铺水泥砂浆垫层，就在原混凝土表面浇筑混凝土，致使新旧混凝土接茬间出现裂缝。

按照衬砌裂缝形态可将衬砌裂缝分为环向裂缝、斜向裂缝及纵向裂缝，如下图所示。一般来讲，衬砌纵向裂缝对结构安全影响最大，斜向裂缝次之。环向裂缝（横缝）相对较小。

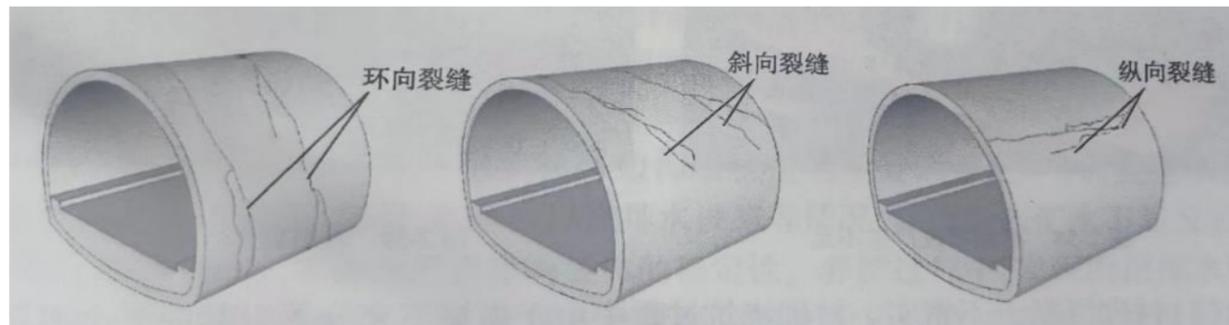


图 4-1 裂缝形态

以上是几种常见的裂缝形态，工程中有时是一种裂缝单独出现，有时是几种裂缝同时出现。一般根据裂缝产生的部位、形状和方向，并结合工程地质、水文条件初步分析衬砌结构的受力状态。通常，浅层裂缝对结构承载力影响不大，贯穿性裂缝会使结构承载力急剧下降，大面积交叉裂缝往往会导致衬砌结构突然垮塌、失稳而产生严重后果。

### 4.2 衬砌渗漏水

隧道工程由于深埋在地下，隧道开挖后，改变地下水流场，形成临空面的低水压区，改变了围岩的力学特性和地下水径流路线，使周围地下水向隧道内汇集和积聚。隧道结构产生渗漏水，可能有以下几个原因：

#### (1) 防水材料质量差

隧道施工采用的防水卷材，抗拉强度、抗穿刺、延伸率；防水的可靠性、防霉变和耐久性等技术指标不能满足要求，对基层伸缩和开裂变形适应能力差；防水卷材接缝未处理好。

#### (2) 初期支护表面未处理损伤防水板

初期支护表面钢筋露头及喷射混凝土上的尖锐部分未处理，刺破防水层。

#### (3) 后续施工工序损坏防水层

若钢筋焊接时未进行对已经施工的防水板采用隔离的防护措施，极有可能因焊接烧坏防水板；钢筋安装过程中，钢筋端头刺穿防水板导致渗水。

#### (4) 隧道结构混凝土施工原因引起的渗水

混凝土衬砌施工质量差，振捣不密实（特别是沉降缝、中埋式止水带、设备洞室等部位）。止水带（条）固定不牢，易脱落、移位，位置不准确；混凝土中石子过于集中于止水带附近或止水带两侧，导致混凝土浇捣不密实，混凝土在侵蚀性介质经常作用下，出现起毛、酥松、蜂窝麻面、孔洞等导致混凝土强度降低，混凝土的抗渗等级不够，产生渗漏水病害。

### 4.3 二衬表层缺陷

导致二衬表层缺陷可能有以下几个原因：

(1) 由于隧道衬砌渗漏水，侵蚀了表面混凝土，导致混凝土材料劣化，进而导致衬砌表层砼体剥落，钢筋暴露在水和空气中导致锈胀。

(2) 隧道施工时，钢筋保护层厚度不足导致。

(3) 施工时由于混凝土搅拌不均匀，浇筑方法不当、振捣不合理，引起的混凝土离析而产生

生剥落，导致钢筋裸露锈胀。

(4) 围岩在多年的地质内外力及外界水、温度等自然因素作用下致使其强度降低，变形加大。

## 5 隧道维修处治方案

### 5.1 隧道衬砌裂缝处治 (R1、R2-1、R2-2)

根据《公路隧道加固技术规范》(JTG/T 5540-2018)第13.2条裂缝处治设计的规定，对本次设计范围内隧道二衬表面的非结构性裂缝，根据裂缝宽度不同，分以下三种情况进行处理：

(1) 对于裂缝宽度 $\leq 0.20\text{mm}$ 的情况，采用**表面封闭法 (R1)**。

(2) 对于 $0.20\text{mm} < \text{裂缝宽度} < 0.50\text{mm}$ 的情况，采用**低压注浆法 (R2-1)**。

**低压注浆法 R2-1:** 采用环氧胶泥进行裂缝表面封闭，再采用低粘度、可注性好的改性环氧树脂类、改性聚氨酯类胶液进行低压注浆，将浆液压注入结构物内部裂缝中去，以达到封闭裂缝，恢复并提高结构强度、耐久性和抗渗性的目的，使混凝土构件恢复整体性。

(3) 对于裂缝宽度 $\geq 0.50\text{mm}$ 的情况，采用**开槽埋管注浆法 (R2-2)**。

**开槽埋管注浆法 R2-2:** 沿裂缝走向凿出倒梯形槽，填充聚合物改性水泥砂浆并埋设注浆管，通过注浆管压注低粘度、可注性好的改性环氧树脂类、改性聚氨酯类胶液。

### 5.2 隧道衬砌渗漏水处治 (R3、R4、R5、R6)

根据《公路隧道加固技术规范》(JTG/T 5540-2018)第12章，隧道渗漏水处治设计的规定，对本次设计范围内隧道二衬表面的渗水进行处理，有以下原则：

大面积渗漏水宜采用综合处治的方法。渗漏水状态为浸渗、滴漏时，宜采用**导水法处治**；渗漏水状态为涌流、喷射时，宜在**降低水位**后，采用**导水法处治**。当衬砌背后存在较大空洞时，宜采用**衬砌背后空洞注浆**进行处治，变形缝、施工缝处渗漏水处治应根据渗漏水情况采用**导水法、沟槽注浆止水法**等处治。对于面状浸渗、无明显出水点时，可采用**涂层法处治**。

(1) 对于施工缝渗水、衬砌环向裂缝渗水，采用**“导水法 R3”**进行处治。

**导水法 R3:** 沿着渗水的施工缝、环向裂缝凿倒梯形槽，尺寸为顶宽12cm、底宽14cm、深度10cm，然后在槽中钻设 $\Phi 50$ 引水孔，并设置 $\Phi 90$ 半圆排水管，将水集中引排走。

(2) 对于衬砌纵向裂缝、斜向裂缝渗水，采用**“沟槽注浆止水法 R4”**进行处治。

**沟槽注浆止水法 R4:** 在衬砌上沿渗水裂缝凿倒梯形槽，尺寸为顶宽5cm、底宽6cm、深度5cm，然后骑缝按间距30~40cm设置注浆孔，预埋注浆管，填充沟槽，并从低向高进行注浆堵漏，表面涂刷渗透结晶型防水涂料。

(3) 对于衬砌渗水严重段落，采用**“降低水位法 R5”**进行处治。

**降低水位法 R5:** 在渗水严重及围岩构造带段，地下水汇集水位较高，为防止水压过大对衬砌结构造成不良影响，采取在边墙脚位置增设泄水孔引排，以降低水位保证结构安全。孔内插入 $\Phi 50$ 塑料盲管，表面用土工布包裹，衬砌表面采用 $\Phi 90$ 半圆管，将水集中引排走。

(4) 对于隧道内衬砌点状渗水及无明水的面状渗水，采用**“涂层法 R6”**进行处治。

首先将渗水范围向周围扩大10cm进行凿除，凿除深度2cm，然后填充与基面粘结强度高、抗渗性能好的防水砂浆、聚合物改性水泥砂浆，最后在处治范围及外侧5cm表面涂刷渗透结晶型防水涂料。

由于定检报告中，对渗漏水的描述多为“浸渗”，且范围是以“面积”统计，本次对浸渗的处治均先按**“导水法 R3”**暂估工程量；对于隧道纵向裂缝且渗水、斜向裂缝且渗水的病害，采用**“沟槽注浆止水法 R4”**进行处治；对于**“降低水位法 R5”**、**“涂层法 R6”**提供每处、每平方米的数量用于计算综合单价，实际处治方案应根据各方法适应的情况，进行现场处治，并根据实际处治的工程数量进行结算。

### 5.3 表面缺陷修补 (R7、R8)

根据《公路隧道加固技术规范》(JTG/T 5540-2018)第13.3条，对本次设计范围内隧道二衬表面缺陷有以下处理方式：

(1) 衬砌出现小面积缺陷破损时，可采用**聚合物砂浆人工涂抹法 (R7-1)**。

(2) 衬砌出现大面积缺陷破损时，可采用**聚合物砂浆喷浆修补法 (R7-2)**。

(3) 衬砌表面出现钢筋锈胀、钢筋外露时，应先进行**除锈、防锈蚀**处理，再采用**聚合砂浆修补 (R8)**。

## 6 隧道维修处治施工工艺及技术要求

### 6.1 隧道衬砌裂缝处治 (R1、R2-1、R2-2)

#### 6.1.1 “表面封闭法 (R1)” 施工工艺

- 1) 观察裂缝宽度，确定裂缝长度。
- 2) 基层处理：清除裂缝表面的灰尘、油污。用钢丝刷及压缩空气将碎屑粉尘清除干净。清除宽度为裂缝左右两侧各 5cm 左右。
- 3) 采用封缝胶勾缝。

#### 6.1.2 “低压注浆法 (R2-1)” 施工工艺

- (1) 确定裂缝长度  
观察裂缝宽度，确定裂缝长度。
- (2) 裂缝表面处理  
清除混凝土表面裂缝两侧粉尘、油污，用水清洗表面，测量裂缝宽度。
- (3) 确定注胶嘴位置  
注胶嘴间距 10~50cm，按裂缝越细间距越小的原则考虑，裂缝交叉处则应在交叉地方设置注胶嘴，每条裂缝不得少于 2 个注胶嘴。
- (4) 封闭裂缝  
配置裂缝封闭胶，封闭裂缝，对于贯通的裂缝，要同时对两侧进行封闭。
- (5) 灌注灌密封胶  
配置灌注裂缝用浆，对于水平裂缝，宜由低端逐渐压向高端；对于竖向裂缝由下向上逐渐压注。在灌浆过程中应注意控制压力，裂缝宽度较大的，如果进浆通畅时，压力宜控制在 0.2MPa，如果裂缝进浆不畅，可把泵压控制在 0.3MPa
- (6) 表面清理恢复  
铲去表面注胶嘴和封缝材料，清理裂缝表面。

#### 6.1.3 “开槽埋管注浆法 (R2-2)” 施工工艺

- (1) 确定裂缝长度  
观察裂缝宽度，确定裂缝长度。

- (2) 开槽

沿裂缝延伸方向凿上宽 2cm、下宽 3cm，深度 2cm 的倒梯形槽；

- (3) 钻注浆孔

在槽内沿缝钻孔，作为注浆导向孔，孔深 5cm，孔径 1cm，孔距 50cm；

- (4) 清理

用 0.2MPa 以上气压的压缩空气清除裂缝、钻孔内的灰渣和浮尘；沿槽长范围内表面用丙酮进行清洗去污，并注意不得堵塞裂缝；

- (5) 埋设注浆管，填槽

在骑缝孔埋设一根长 10cm、直径 10mm 注浆钢管并使其固定；然后沿槽填充环氧砂浆，确保浆压力作用下封口密闭，且不得堵塞注浆孔和堵缝；

- (6) 注浆

在环氧砂浆固结强度达到规范要求后，方可对注浆钢管进行注浆；在压力注浆时，应保证压浆头与注浆钢管密贴不漏气；注浆压力应严格控制，进浆通畅时压力宜控制在 0.3~0.4MPa，进浆难时宜控制在 0.6MPa；

- (7) 清理及表面恢复

注浆结束后，割掉注浆管外露部分。

### 6.2 隧道衬砌渗漏水处治 (R3、R4、R5、R6)

#### 6.2.1 “导水法 R3” 施工工艺

- (1) 施工前应按设计文件对衬砌渗漏水的数量、位置、出水点高度，在衬砌上进行复核并标注，据此进行工料计算和施工安排。
- (2) 对于施工缝渗水、环向裂缝渗水采用凿槽埋管引排。将待施工部位周围混凝土表面清洗干净，除去原表面泛碱、尘土、薄膜、油漆、表面涂层及其它外来物，并铲除疏松、空鼓和蜂窝结构，使表面彻底浸透，但要除去积水和明水，并标出出水点。
- (3) 在衬砌上沿渗漏水位置切顶宽 12cm、底宽 14cm、深度 10cm 环向倒梯形槽，切槽边缘凹凸不平处可采用环氧砂浆抹平，以保证其平整顺直。切槽、埋管应向未漏水裂缝以上延伸不小于 10cm，向下至电缆槽。
- (4) 在槽中间钻设Φ50 的引水孔，引水孔深度以穿透二衬而不破坏防水板为原则控制。槽

中用 2mm 厚弧形铝合金管卡的固定 $\Phi 90$  半圆排水管，管卡间距 40cm。槽中沿半圆管两侧用 2×2cm 的膨胀止水条封堵凿槽凹凸不平缝隙，然后采用瞬间堵漏材料填实半圆管周围及槽身空间。

(5) 在开槽两侧不小于 5cm 涂刷渗透结晶型防水涂料，并对施工造成的电缆槽破损进行修复。

(6) 考虑施工处治效果检查、后期的局部疏通，导水法处治中设置了检查孔，检查孔设于检修道上方 50cm 处，并与边墙部位引水孔高度相匹配。检查孔两侧需设置铝合金管卡固定件。

### 6.2.2 “沟槽注浆止水法 R4” 施工工艺

(1) 施工前应按设计文件对衬砌渗漏水的数量、位置、处理范围在衬砌上进行复核并标注，据此进行工料计算和施工安排。

(2) 对于隧道衬砌裂缝渗水位置，沿裂缝延伸方向凿顶宽 5cm、底宽 6cm、深度 5cm 的沟槽，长度由裂缝起止点向外各延伸 10cm。然后沿裂缝开槽钻注浆孔，钻孔间距宜为 30~40cm，孔径 10mm。

(3) 使用高压空气将孔眼吹洗干净，不让灰渣阻塞，之后沿裂缝从上而下将两侧 5cm 范围内的灰尘、浮浆处理干净，然后用丙酮擦洗，清除裂缝周围的油污，清洗时应注意不要将裂缝堵塞。

(4) 在注浆孔中安装注浆管，并使用专用工具将其清理干净。安装注浆管后用瞬间堵水材料进行填槽。对于衬砌裂缝注浆，每一道裂缝至少须各有一个进浆孔和排气孔。

(5) 注浆通过注射枪将水溶性聚氨酯浆液通过注浆管自下而上进行，注浆压力一般为 0.1~0.3Mpa。从一端开始压浆后，另一端的排气孔在排出裂缝内的气体后喷出浆液与压入的浆液浓度相同时，可停止压浆，在保持压力下封堵注射帽。为防止浆液漫流，可采用间歇注浆的方式进行施工，间隔时间以材料初凝时间为准。

(6) 施工区域作业完成后，注意观察注浆封堵情况，如在注浆处附近出现新的渗漏点，及时进行钻孔补注，直到无明显渗漏为止。

(7) 注浆完成后，切除外露注浆管，在渗水裂缝两侧涂刷渗透结晶型防水涂料。

### 6.2.3 “降低水位法 R5” 施工工艺

(1) 钻 $\Phi 65$ mm 泄水孔，泄水孔高度距检修道不大于 0.5m，并应尽量降低。具体设置位置

可根据现场实际情况进行调整。在隧道渗水严重的衬砌裂缝、施工缝等位置需单独设置引水孔。隧道泄水孔纵向间距以 5m 控制，渗水严重段纵向间距可缩小至 2m。

(2) 在钻孔内部设 $\Phi 50$ mm 塑料盲管，盲管需采用土工布包裹。

(3) 隧道引水孔连接 $\Phi 90$  半圆管。

(4) 在引水管管尾，二衬防水板位置设置一处密封橡胶圈，以封闭引水管与二衬之间空隙，然后采用瞬间堵漏材料填充橡胶圈至衬砌表面距离范围内二衬与引水管之间的空隙。

(5) 对于边墙部位设置的 $\Phi 90$  引水管，在衬砌上开顶宽 12cm、底宽 14cm、深度 10cm 的倒梯形槽，槽中沿半圆管两侧用 2×2cm 的膨胀止水条封堵凿槽凹凸不平缝隙，然后采用瞬间堵漏材料填实半圆管周围及槽身空间。

(6) 在开槽两侧不小于 5cm 涂刷渗透结晶型防水涂料，并对施工造成的电缆槽破损进行修复。

### 6.2.4 “涂层法 R6” 施工工艺

(1) 施工前应按设计文件对衬砌渗漏水的数量、位置、处理范围在衬砌上进行复核并标注，据此进行工料计算和施工安排。

(2) 隧道内衬砌点状渗水及无明水的面状渗水，将待施工的渗水范围混凝土表面清洗干净，除去原表面泛碱、尘土、薄膜、油漆、表面涂层及其它外来物，并铲除疏松、空鼓和蜂窝结构，使表面彻底浸透，但要除去积水和明水。

(3) 将渗水范围向周围扩大 10cm 进行凿除，凿除深度 2cm，凿除后对槽内虚渣及灰尘吹洗净。

(4) 在槽内先填充 2cm 厚瞬间堵水材料，然后在处治范围及外侧 5cm 表面涂刷渗透结晶型防水涂料。

### 6.3 表面缺陷修补 (R7、R8)

对于衬砌表面缺陷施工工艺如下，其中钢筋除锈、阻锈处理工艺是针对钢筋锈胀、外露的情况，网状裂缝及剥落无需进行此道工艺。

衬砌表面缺陷修补深度需要现场确定，本次工程数量先进行暂估，其中修补深度 2cm，按总面积的 70%考虑；修补深度 3.5cm，按总面积的 15%考虑；修补深度 5cm，按总面积的 15%考虑，最终根据实际处治的工程数量进行结算。

其施工工艺如下：

#### (1) 混凝土表面清理

①对混凝土破损部位采用人工凿除法、气动工具凿除法或高速射水法将该处松散、破损、污损的混凝土清除干净，同时应注意保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等物质。

②对于缺陷深度 $\geq 10\text{cm}$ ，面积 $\geq (10\text{cm} \times 10\text{cm})$ 时，表面要凿成方波型和锯齿状，且凿至坚实层，判断的标准是以能够看见混凝土粗骨料为宜。

③用钢刷清除钢筋表面的浮锈，使之露出光洁部分。

④用丙酮将加固区域结构表面擦拭干净。

⑤清理混凝土病害部位时注意不要损伤衬砌原有钢筋（尤其是主筋）。

⑥严格按照隧道维修养护相关规定及要求实施。

#### (2) 凿毛

为保证新老混凝土的有效结合，原混凝土结合面均应凿毛，必须有凹凸不小于6mm的粗糙面，表面清浆清凿干净，才能浇筑砂浆。

#### (3) 钢筋除锈、阻锈处理

①在清理后对钢筋锈蚀区域采用渗透性强的阻锈剂（表面涂刷型）处理，可滚刷或喷涂于结构表面，选用材料应满足规范及本设计说明“主要材料性能指标要求”部分的规定，并按混凝土结构加固规范要求和施工规范要求进行施工。

②钢筋保护剂属化学产品，施工过程中应采取必要的防护措施；多功能阻锈剂有很强的渗透性，施工时应配带手套及口罩，严禁与皮肤直接接触。在水平结构底面施工时，应注意不要滴落到身体或皮肤上任何部位，如已滴落到皮肤表面或眼睛里，应立即用清水冲洗干净并及时就医。

#### (4) 涂刷界面剂

①为使新增的环氧砂浆（或混凝土）与旧混凝土良好地结合，在修补之前应在待修补混凝土表层缺陷表面涂刷一层界面剂，涂刷时可采用人工涂刷或喷枪喷涂，其涂刷厚度以1-2mm为宜，厚度应尽量均匀。对于已涂刷界面剂的表面应注意防护，保证不受到杂物、污渍、灰尘的污染。

②界面剂涂刷完成后，在界面剂初凝之前（根据界面剂产品决定，咨询相关厂家）采用环

氧砂浆对病害部位进行修补，为防止初凝造成的影响，同一部位的修补从开始到结束，应保证不得超过60分钟。

#### (5) 涂抹/喷射环氧砂浆

小面积缺陷破损时，可采用人工涂抹；大面积缺陷破损时，可采用喷浆法。

## 7 材料性能指标要求

各材料性能指标必须满足《公路隧道加固技术规范》（JTG/T 5440—2018）、《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）和《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）等相关规范的要求。

### 7.1 裂缝封闭胶

裂缝封闭胶安全性能指标应符合《公路隧道加固技术规范》（JTG/T 5440—2018）粘贴纤维复合材料A级胶的相关规定。

表 7-1 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)	$\geq 38$
	抗拉弹性模量 (MPa)	$\geq 2400$
	抗弯强度 (MPa)	$\geq 50$ , 且不得呈碎裂状破坏
	抗压强度 (MPa)	$\geq 70$
	伸长率 (%)	$\geq 1.5$
黏结能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	$\geq 14$
	钢-钢粘贴抗拉强度 (MPa)	$\geq 40$
	钢-C45混凝土的正拉黏结强度 (MPa)	$\geq 2.5$ , 且为混凝土内聚破坏
不挥发物含量(固体含量) (%)		$\geq 99$

### 7.2 灌缝胶

根据《公路隧道加固技术规范》（JTG/T 5440—2018）规定，灌缝胶属于裂缝修复胶中的一类，其安全性能指标应符合下表的规定。

表 7-2 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)	≥1500
	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%

### 7.3 钢筋阻锈剂

钢筋阻锈剂性能指标应符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2013) 的相关规定。

表 7-3 喷涂型阻锈剂的性能指标

检验项目	合格指标	检验方法标准
氯离子含量降低率	≥90%	JTJ 275-2000
盐水浸渍试验	无锈蚀, 且电位为 0~250mV	YB/T 9231-2009
干湿冷热循环试验	60 次, 无锈蚀	YB/T 9231-2009
电化学试验	电流应小于 150 μA, 且破样检查无锈蚀	YBJ 222
现场锈蚀电流检测	喷涂 150d 后现场测定的电流降低率 ≥80%	GB 50550-2010

### 7.4 界面剂

界面剂应符合《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》(GB 50728-2011) 的相关规定。界面剂乳液必须进行毒性试验, 其挥发性有机化合物和游离甲醛含量应满足相关规范要求。界面剂乳液不得受冻, 无分层离析、结絮现象, 无杂质, 在有效使用期内。配置界面剂的粉料不得受潮、结块, 并确保在有效使用期内。其具体性能指标应符合下表的要求。

表 7-4 新老混凝土界面剂性能参数表 (28 天)

性能项目	性能要求
粘结抗拉强度, MPa	2.7
粘结抗弯强度, MPa	2.7
粘结抗剪(直剪)强度, MPa	4.7
粘结抗剪(斜剪)强度, MPa	12
注: 老混凝土强度等级为 C30, 新混凝土强度等级为 C35, 界面处理粗糙度为 1.2mm。	

### 7.5 修补用环氧砂浆

修补用环氧砂浆应满足《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》(GB 50728-2011) 的相关规定, 主要性能指标应满足下表的要求。

表 7-5 环氧砂浆安全性能指标

性能项目		性能要求
		I 级
浆体性能	劈裂抗拉强度 (MPa)	≥7
	抗折强度 (MPa)	≥12
	抗压强度 (MPa)	7d
28d		≥55
黏结能力	与钢丝绳的黏结抗剪强度 (MPa)	标准值 ≥9
	与混凝土正拉黏结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏

### 7.6 瞬间堵漏剂

瞬间堵漏剂应符合《无机防水堵漏材料》(GB 23440-2009) 的相关规定, 主要性能指标应满足下表的要求。

表 7-6 瞬间堵漏剂主要物理力学性能指标

性能项目		堵漏剂
凝结时间	初凝/min	≤5
	终凝/min	≤10
抗压强度/MPa	1h	≥4.5
	3d	≥15
抗折强度/MPa	1h	≥1.5
	3d	≥4.0
涂层抗渗压力/MPa (7d)		-
冻融循环 (20 次)		无开裂、起皮、脱落
试件抗渗压力/MPa (7d)		≥1.5

### 7.7 高效防水剂

高效防水剂应符合《水泥基渗透结晶型防水涂料》(GB18445-2001)的相关规定，主要性能指标应满足下表的要求。

表 7-7 水泥基渗透结晶型防水涂料性能指标

序号	项目	技术指标要求	
1	外观	均匀无结块	
2	含水率	≤1.5%	
3	细度, 0.63 筛余	≤5%	
4	氯离子含量	≤0.1	
5	施工性	加水搅拌后	刮涂无障碍
		20min	刮涂无张裂
6	抗折强度 28d	≥2.8Mpa	
7	抗压强度 28d	≥15Mpa	
8	湿基面粘结强度 28d	≥1.0Mpa	
9	砂浆抗渗性能	带涂层砂浆的抗渗压力 28d	报告实测值
		抗渗压力比 (带涂层) 28d	≥250%
		去除涂层砂浆的抗渗压力 28d	报告实测值
		抗渗压力比 (去除涂层) 28d	≥175%

序号	项目	技术指标要求	
10	混凝土抗渗性能	带涂层砂浆的抗渗压力 28d	报告实测值
		抗渗压力比 (带涂层) 28d	≥250%
		去除涂层砂浆的抗渗压力 28d	报告实测值
		抗渗压力比 (去除涂层) 28d	≥175%

### 7.8 水性聚氨酯材料

水性聚氨酯材料应符合《公路隧道加固技术规范》(JTGT 5540-2018)的相关规定，主要性能指标应满足下表的要求。

表 7-8 水性聚氨酯材料性能

性能项目		性能要求
浆体性能	粘度 (mPa·s)	<1000
	抗渗指标 (MPa)	>0.9
	遇水膨胀率 (%)	≥20
与混凝土粘结强度 (MPa)		≥1.1
结石抗压强度 (MPa)		<1.5

## 8 安全布控及交通组织

### 8.1 交通安全管制设施的规定

(1) 锥标。其要求应符合《道路交通标志和标线》(GB5768-2017)的规定，布设间距为5~10米，具有反光功能，同时配置施工警示灯号，保证夜间施工时的安全。

(2) 夜间照明设施。当夜间进行养护作业时，设置照明设施。照明必须满足作业要求，并覆盖整个工作区域。

### 8.2 养护安全设施

养护安全设施的设置是为了保护养护处治作业人员和设备安全，警告、提醒和引导车辆和行人通过处治作业控制区域加强安全防范意识。

(1) 根据养护处治作业的情况，为养护处治作业而临时设置的交通标志，主要有警告标志、禁令标志、指示标志和施工区标志。交通标志的设置除应符合《道路交通标志和标线》(GB

5768-2009)规定外,在养护处治作业时,还应根据具体情况设置专门的位置,并尽可能利用公路可变信息板,配以图案或文字说明。在弯道、纵坡处进行养护处治作业时,应根据实际情况增设交通标志。

(2)夜间养护处治作业时,必须设置照明灯,其照明必须满足作业要求,并覆盖整个工作区域。夜间作业的作业控制区布置必须设置施工警告灯,所设置的交通标志必须具有反光功能。养护处治作业期间和结束以后应派专人看护照明设施。

### 8.3 养护作业控制区

(1)公路养护作业控制区应按警告区、上游过渡区、纵向缓冲区、工作区、下游过渡区和终止区的顺序依次布置,养护作业控制区示例见下图。

(2)养护作业控制区限速应符合下列规定:

①限速过程应在警告区内完成;

②限速应采用逐级限速或重复提示限速方法,逐级限速宜每100m降低10km/h。相邻限速标志间不宜小于200m。

③最终限速值不应大于下表的规定。当最终限速值对应的预留行车宽度不符合要求时,应降低最终限速值。

④隧道养护作业,下表的最终限速值可降低10km/h或20km/h,但不宜小于20km/h。

表 8-1 公路养护作业限速值

设计速度 (km/h)	限速值 (km/h)	预留行车宽度 (m)
120	80	3.75
100	60	3.50
80	40	3.50
60	30	3.25
40	30	3.25
30	20	3.00
20	20	3.00

(3)警告区最小长度应符合下表的规定。当交通量Q超出表中范围时,宜采用分流措施。

表 8-2 高速公路及一级公路警告区最小长度

公路等级	设计速度	交通量 Q	警告区最小长度 (m)
高速公路	120	$Q \leq 1400$	1600
		$1400 < Q \leq 1800$	2000
	100	$Q \leq 1400$	1500
		$1400 < Q \leq 1800$	1800
	80	$Q \leq 1400$	1200
		$1400 < Q \leq 1800$	1600
一级公路	100、80、60	$Q \leq 1400$	1000
		$1400 < Q \leq 1800$	1500

(4)封闭车道养护作业的上游过渡区最小长度应符合下表的规定,封闭路肩养护作业的上游过渡区的最小长度不应小于下表中数值的1/3。

表 8-3 封闭车道上游过渡区最小长度

最终限速值 (km/h)	封闭车道宽度 (m)			
	3.0	3.25	3.5	3.75
80	150	160	170	190
70	120	130	140	160
60	80	90	100	120
50	70	80	90	100
40	30	35	40	50
30	20	25	30	
20	20			

(5)缓冲区可分为纵向缓冲区和横向缓冲区,应符合下列规定:

①纵向缓冲过去的最小长度应符合下表的规定。当工作去位于下坡路段时,纵向缓冲区的最小长度应适当延长。

②在保障行车道宽度的前提下,工作区和纵向缓冲区与非封闭车道之间宜布置横向缓冲区,其宽度不宜大于0.5m。

表 8-4 缓冲区最小长度

最终限速值	不同下坡坡度的纵向缓冲区最小长度 (m)	
	≤3%	>3%
80	120	150
70	100	120
60	80	100
50	60	80
40	50	
30、20	30	

(6) 工作区长度应符合下了规定:

①除借用对向车道通行的高速公路及一级公路养护作业外,工作区的最大长度不宜超过4km。

②借用对向车道通行的高速公路及一级公路的养护作业,工作区的长度应根据中央分隔带开口间距和实际养护作业而定,工作区的最大长度不宜超过6km。当中央分隔带开口间距大于3km时,工作区的最大长度应为一个中央分隔带开口间距。

(7) 下游过渡区的长度不宜小于30m。

(8) 终止区的长度不宜小于30m。

### 8.4 交通组织

养护作业工作区的交通组织应符合《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)和《福建省高速公路养护安全作业标准化指南》(Q/FJGS-FW001-2024)中高速公路隧道养护作业控制区布置的要求。

(1) 隧道养护作业时,当隧道养护作业影响原建筑限界时,应设置限高及限宽标志。

(2) 隧道养护作业区中交通锥的布设间距不宜大于4m,缓冲区和作业区照明应满足养护作业照明要求。

(3) 隧道养护作业人员应穿戴反光服装和安全帽,养护作业机械应配备反光标志,施工台架周围应布设防眩灯。

(4) 隧道养护作业宜在交通量较小时进行。

(5) 特长、长隧道养护作业应全时段配备交通引导人员,轮换时间不应超过4h。

(6) 特长、长隧道养护作业时,应间隔放行大型载重汽车。

(7) 隧道养护作业区布置时,上游过渡区应布置在隧道入口处;隧道群养护作业时,当警告区标志位于前方隧道内时,应将标志提前至前方隧道入口处。

(8) 隧道单洞全幅封闭并借用另一侧通行的养护作业,应全时段配备交通引导人员。

(9) 隧道路段封闭车道的短期养护作业,以设计速度100km/h、交通量 $Q \leq 1400$ 、纵坡 $\leq 3\%$ ,作业区布置示例见图。

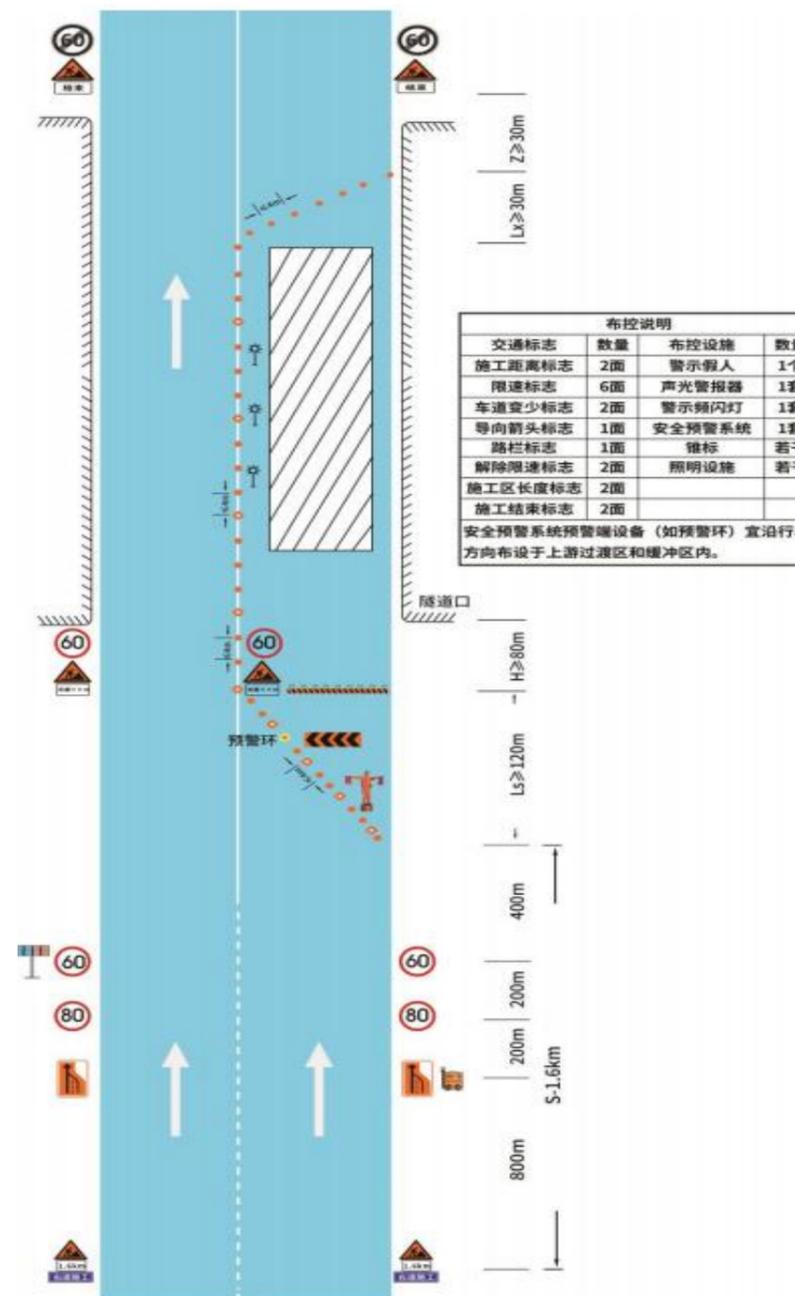


图 8-1 隧道路段四车道封闭外侧车道短期养护作业

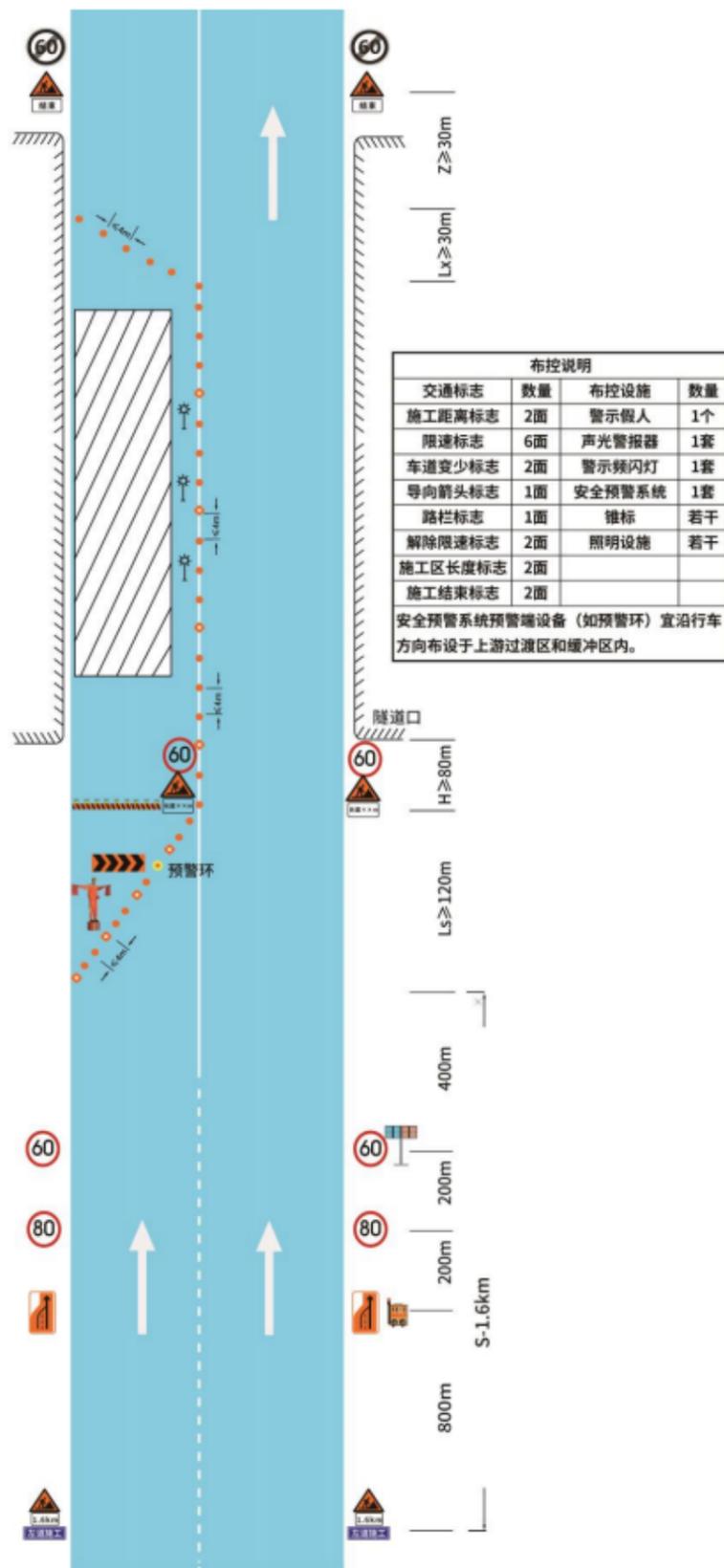


图 8-2 隧道路段四车道封闭内侧车道短期养护作业

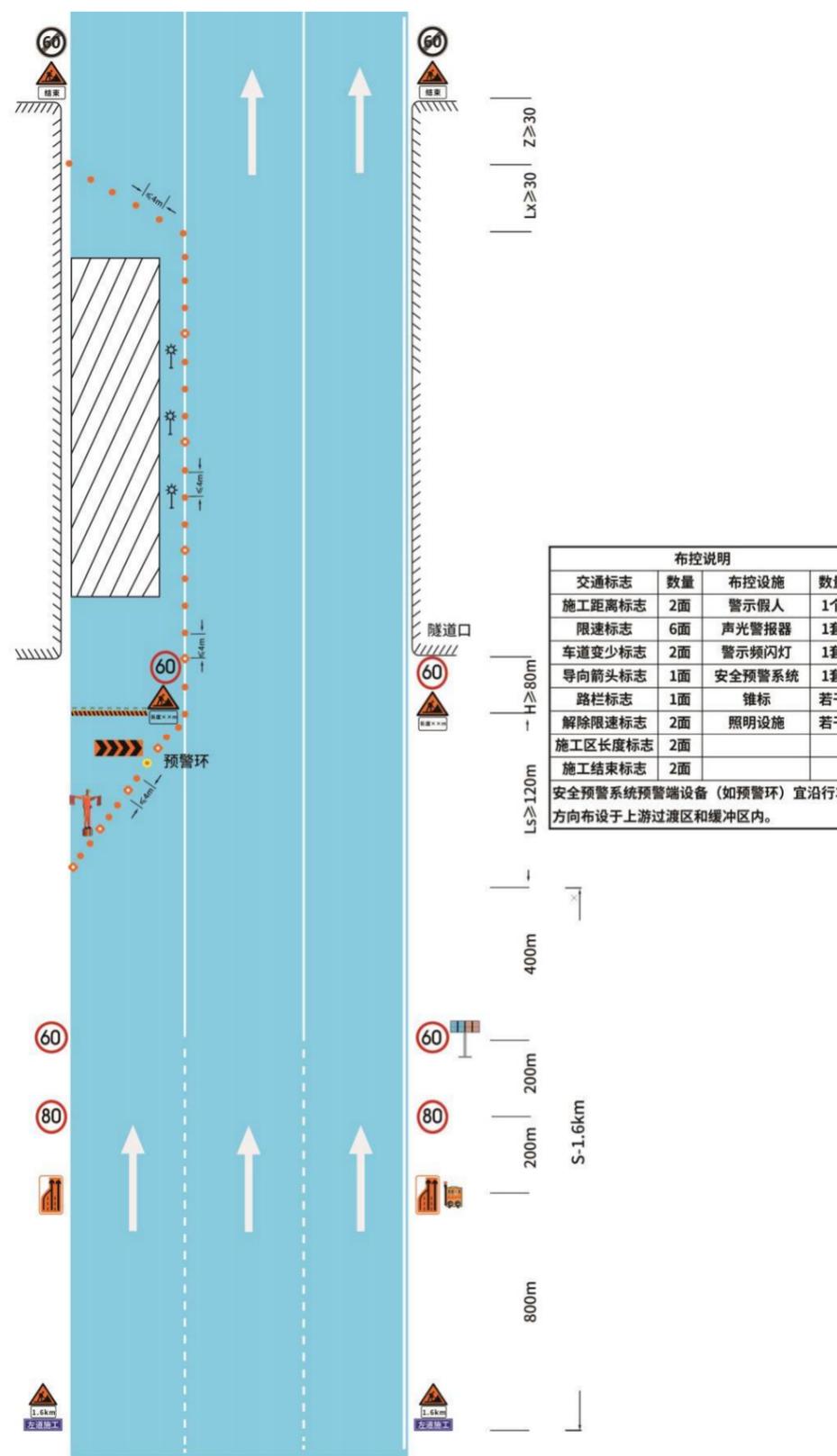


图 8-3 隧道路段六车道封闭内侧 1 车道短期养护作业

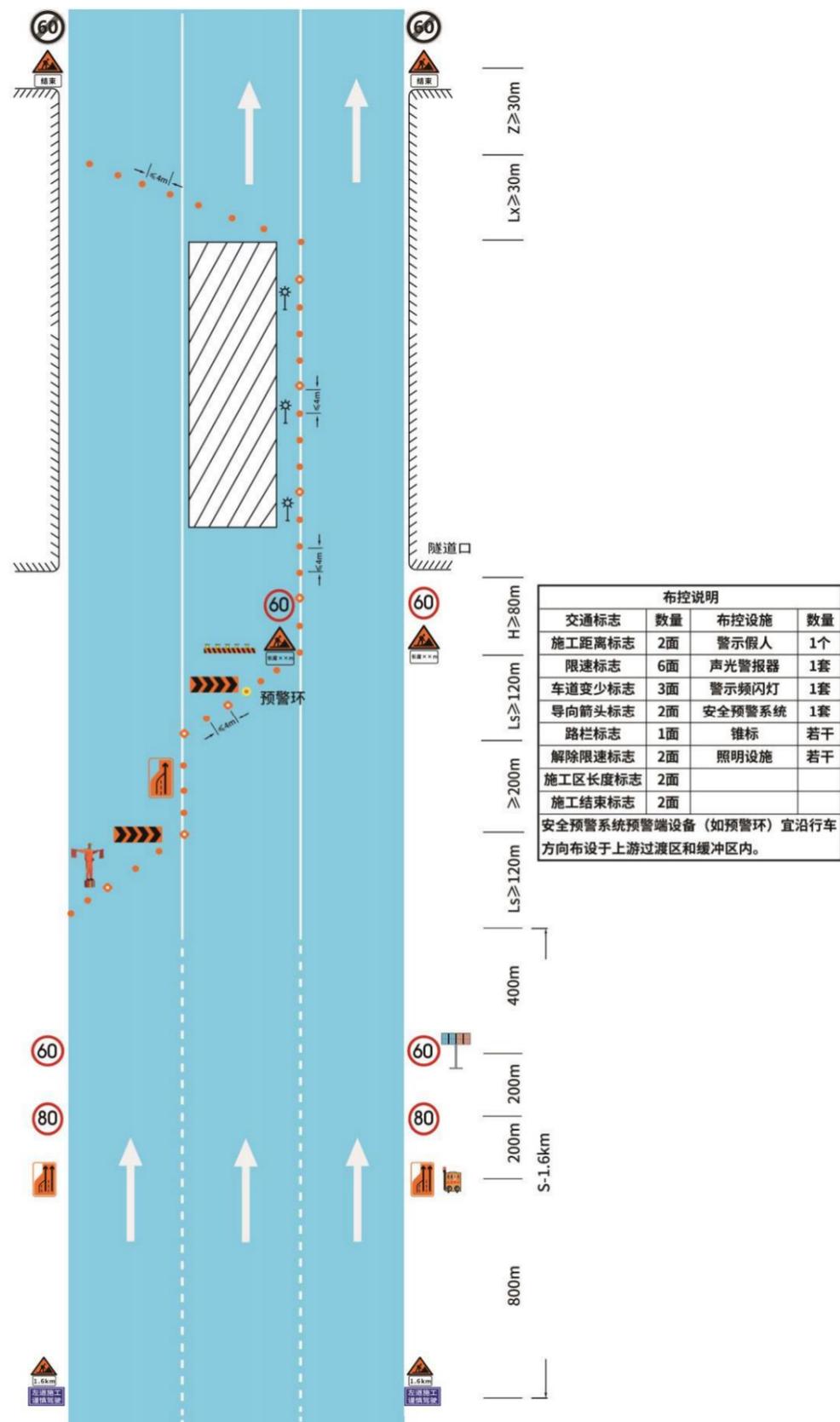


图 8-4 隧道路段六车道封闭内侧 2 车道短期养护作业

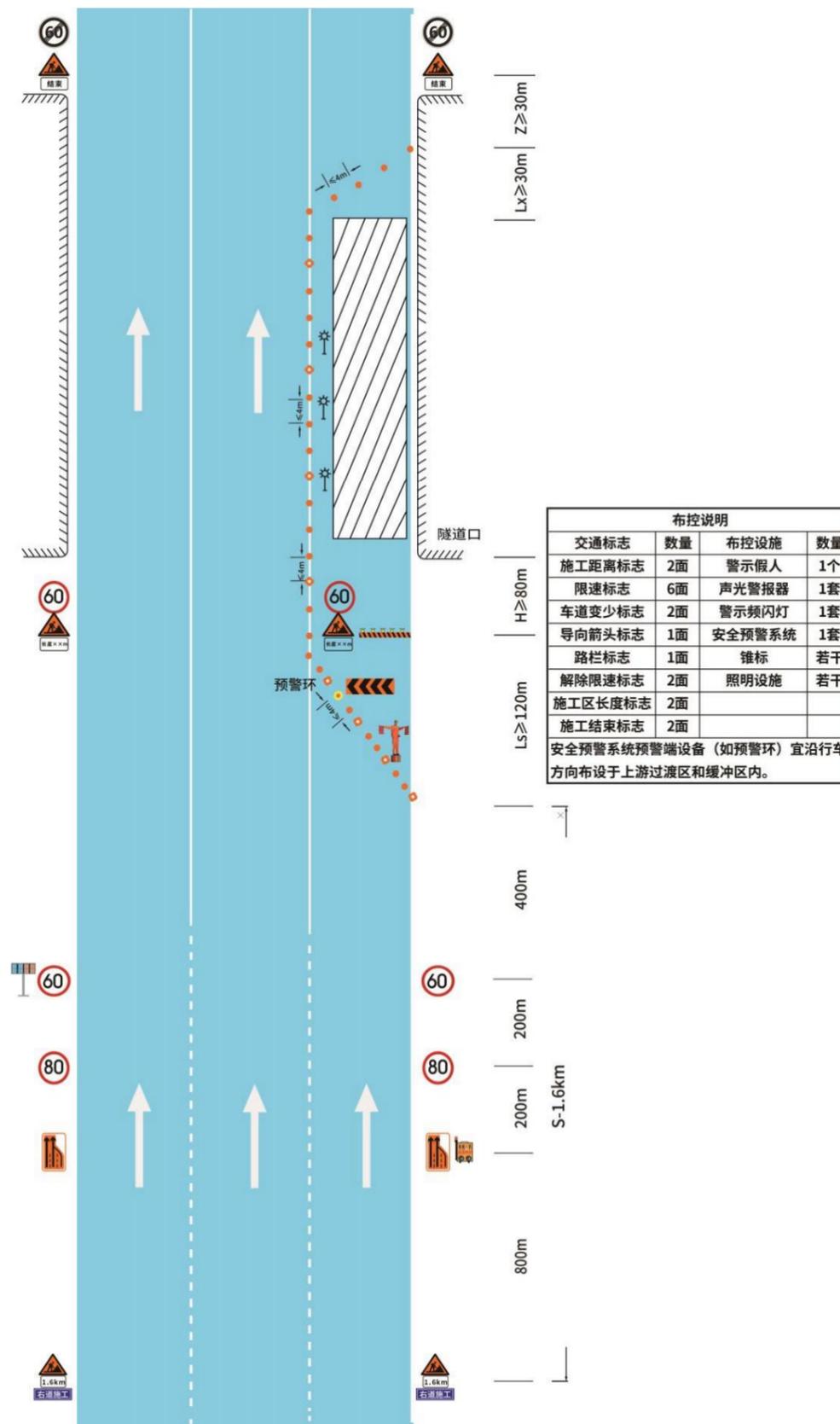


图 8-5 隧道路段六车道封闭外侧 1 车道短期养护作业

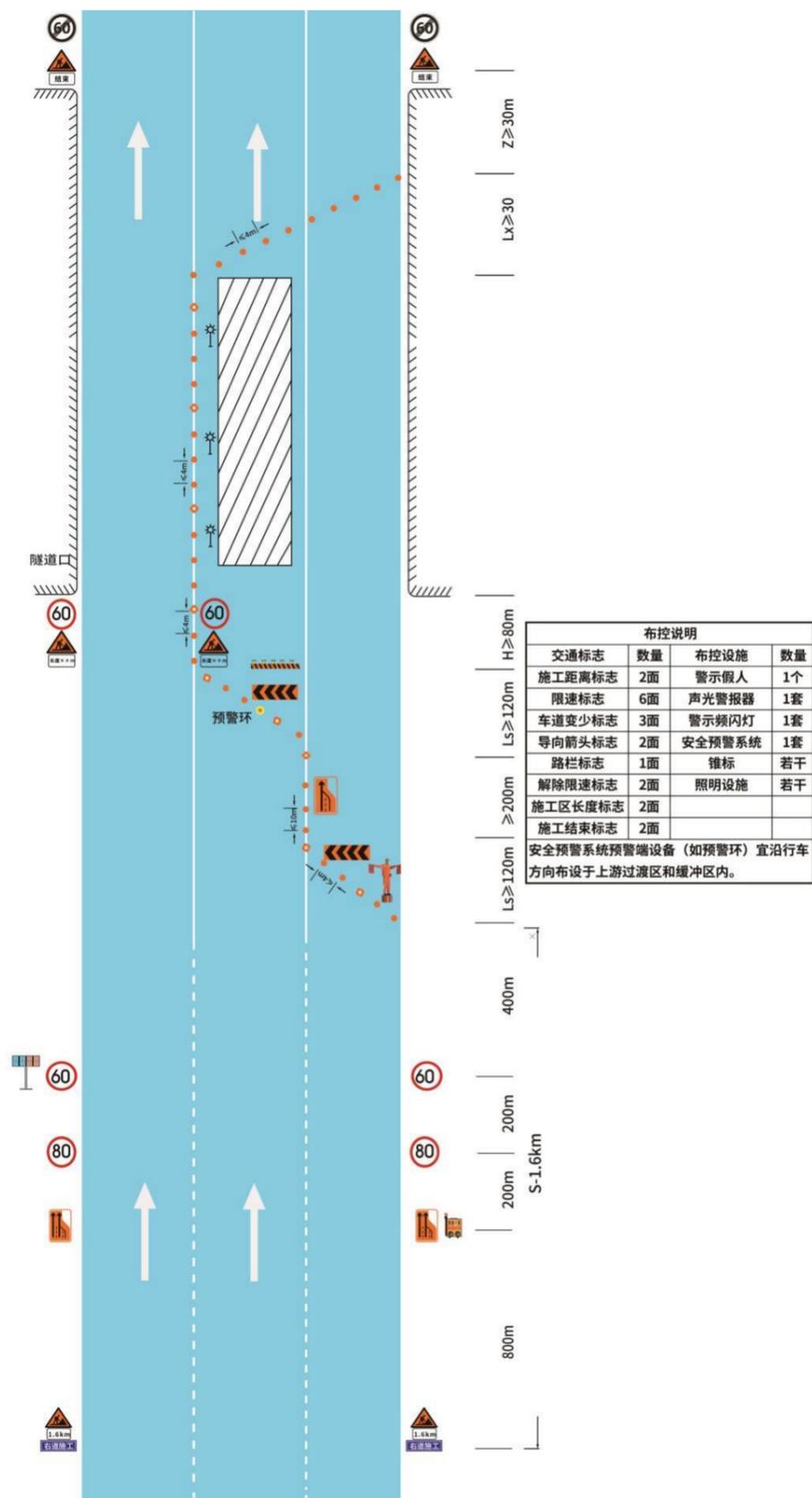


图 8-6 隧道路段六车道封闭外侧 2 车道短期养护作业

## 9 隧道施工安全设计

隧道病害处治设计中始终贯穿“以人为本、安全至上、经济合理”的设计理念。

为保障隧道病害处治施工作业安全，应按左、右洞分次实施，不宜同时施工。施工前应将作业隧道（左洞或右洞）的一条车道进行封闭，并对隧道病害进行施工普查与标记，确定隧道病害里程桩号、具体处治方案与部位。核查完成并报监理工程师和业主后进行作业实施。

隧洞内施工不得使用以汽油为动力的机械设备，以防止洞内一氧化碳、二氧化碳等有害气体含量过高，洞内应做好通风措施，保证最小风速，以提供充足的氧气。

施工单位应详细阅读本设计文件，领会设计意图，并应贯彻《中华人民共和国安全生产法》“安全第一，预防为主”的方针，严格按《公路隧道施工技术规范》（JTG/T3660-2020）和《公路工程施工安全技术规程》（JTJ F90-2015）等规范规程的相关要求，详细编制实施性施工组织设计，包括隧道各项施工工序详细的施工安全措施和应急预案，并报监理工程师批准后实施。

### 9.1 准备工作

(1) 养护处治作业人员上岗前应进行安全教育和养护作业安全规程培训，要经常教育作业人员树立安全意识，贯彻“安全第一，预防为主”的方针，防止工伤及其他交通事故发生。

(2) 养护处治作业开工之前应对处治路段的交通量和交通流进行调查，交通流调查包括行车速度调查、交通堵塞调查和道路通行能力调查。通过调查合理确定封闭车道数和交通管制长度。

(3) 制定处治作业施工组织计划时，应合理确定养护处治作业时间。养护处治作业时间长短取决于处治路段的交通量、养护处治作业的内容、作业方法及使用的机械以及通行车辆是否采取绕行路线或采取何种交通管制方式等因素。对采取交通管制维持通车状况下处治作业的情况，必须确保处治车辆通行的最低要求，并配备必要的交通管制人员。

### 9.2 安全作业要求

(1) 为保证作业安全，凡养护处治作业人员在公路上作业时必须穿着带有反光标志的桔红色工作服，管理人员必须穿着带有反光标志的桔红色背心。

(2) 养护机械操作人员必须经过专业培训，并且考试合格，获得养护机械主管部门颁发的操作证或驾驶执照，方可独立操作养护机械，不准操作与操作证或驾驶证要求不符的机械设备。

(3) 凡在公路上移动作业的养护机具(含检测设备)外壳颜色必须是黄色,驾驶室顶端两侧必须安装黄色警示灯,机具尾部必须悬挂道路施工安全标志牌。

(4) 在夜间进行养护处治作业时,要设置照明设施和灯光警示标志。

(5) 作业区划分后,施工作业人员禁止在工作区外随意走动。施工材料及机具应选择适当的地方堆码整齐,不得影响交通,施工车辆应尽量避占用行车道装卸作业。

(6) 施工作业前应按照安全作业方案和交通控制方案设置好安全设施。

(7) 隧道内需要设置醒目的安全和提醒设施,施工人员配备防毒面罩,隧道内二氧化碳、烟雾等有害气体浓度较大时应及时停止施工,人员撤离隧道。

### 9.3 高空作业要求

(1) 从事高处作业的必须办理《高处作业证》,落实安全防护措施后方可施工。《高处作业证》审批人员应赴现场检查确认措施后,方可批证。

(2) 高处作业人员必须经安全教育,熟悉现场环境和施工安全要求。

(3) 高处作业人应按照规定穿戴劳保用品,作业前要检查,作业中应正确使用防坠落用品与登高器具、设备。

(4) 高处作业必须设有现场安全监护人。高处作业前,作业人员、安全监护人应先认真检查和清理好现场使其符合安全要求,通道要保持通畅,不得堆放与作业无关的物料。有危险地区,要设警标或围蔽,禁止无关人员通行。

(5) 进行高处拆卸作业时,一切物品要用吊葫芦、吊绳或用工具袋吊落,严禁直接抛下,如在通道施工时,要临时封锁通道或加防护档板或防护网,并设警告提示绕行。

(6) 高处作业人员作业时思想必须集中,安全监护人要履行安全职责,随时注意四周环境和可能发生的情况变化。尽量避免在同一垂直上下交叉作业,垂直交叉作业时,必须设置安全档板或安全网。

(7) 现场负责人、安全员,如发现高处作业施工人员不按规定作业时,要立即指出,责其改正;经指出仍不改者,有权停止其作业。

### 9.4 施工用电安全措施

(1) 电源点:由甲方提供,并在施工现场引设施工专用临时电源点,每点分别装有总电表和总开关,现场施工各电源点采用漏电保护器并加锁以及接地措施以保护全线的供电线路。

(2) 供电线路:按三相五线制(TN-S系统),架空线(截面积:绝缘铜线4m,立杆距离35m。绝缘线需绝缘良好,无老化、地无破损,过道电缆采用硬材料护套埋地并有标记。

(3) 现场照明线路单独设置。线路用绝缘子固定,露天照明不得使用花线或塑胶胶皮线。危险潮湿场所和管道内的照明及手持照明灯具使用安全电压。工地施工照明夜间一般采用固定点和临时活动点,十字路口及主要地段都要安装上安全红灯,固定机械加接接地保护装置。

(4) 电箱:要能防雨、防砸、有门、设锁。电箱装设端正,牢固,安装高度,固定式箱底离地1.3~1.5m间。总配电箱和开关箱均设置漏电保护器,且灵敏可靠,漏电保护器的额定漏电动作电流要与工作容量相匹配。电箱内电器应安装在金属或非木质绝缘板上。完整无损、接线正确,无杂物。金属外壳作接零保护;开关和设备实行“一机一闸制”。

(5) 凡在工地施工的队伍所使用的电器需经过严格检查,方准使用,并督促穿齐劳保用品,如需移动电源点,必须由工地电工负责更动,其他人不得随便更动。工地电工持电工证上岗,凡在工地施工的其他单位借电,应向工地指挥部提出申请。

### 9.5 施工应急预案

#### 9.5.1 原则和标准

施工应急预案应将“以人为本、安全第一”,“充分准备、科学救援”,“预防为主,平战结合”作为工作原则。施工单位进场后应先分析本项目施工期间的主要风险和危险源,并根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国建筑法》、《生产安全事故报告和调查处理条例》、《生产安全事故报告和调查处理条例》等现行安全生产法律、法规的具体要求,编制本项目专项应急预案。

#### 9.5.2 基本要求

(1) 成立施工项目经理为组长的安全保畅小组,小组成员要以高度的责任心和强烈的社会进行安全保畅工作。

(2) 以“人员安全、交通保畅”作为安全保畅小组的第一要务。

#### 9.5.3 预案措施

(1) 施工前,施工方应结合隧道现场情况制定可实施性应急预案,明确救援人员、组织结构、责任分工、实施流程等内容,一旦发生紧急情况,及时启动。

(2) 施工方应结合本隧道的病害情况辨识风险源,制定针对可能发生的坍塌、落石、突泥、突水等情况的应急措施,识别应急需求,储备应急物资,配备应急设备,成立应急队伍,明确应急电话和应急救治方案,必要时采取紧急救援措施,降低或避免意外伤害。

(3) 施工前进行施工人员的岗前安全培训,按相关规定做好救援演练、演习工作,做好预防、预警工作。

(4) 隧道内施工区应设置专门的安全人员进行管制,统一指挥施工的人、车安全通行,在发生坍塌、落石、突水等意外情况时,应及时上报,施工方可组织人员和设备进行自救,超出自身救援能力时,应及时向社会救援机构求援。

## 10 施工注意事项与建议

### 10.1 施工注意事项

(1) 本设计中未提及的有关施工规定,均须严格按照《公路隧道加固技术规范》(JTG/T 5540-2018)、《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)、《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)等有关标准、规范、规程执行,当不同规范的条文要求不一致时,应按高标准执行。

(2) 开工前,施工单位应仔细阅读并复核设计文件、图纸及相关基础资料,领会设计意图,必要时应进行补充调查;施工单位必须按照图纸及有关说明的要求施工,若有疑问应及时向监理工程师提出,并经业主转设计单位。

(3) 请施工单位自行踏勘、调查,须充分考虑现状条件对施工带来的困难,自行考虑,做好交通组织方案及应急预案,保证施工安全、质量。

(4) 钢材、普通钢筋、预应力钢材、水泥、胶黏剂、改性环氧树脂等图纸所有列出材料,均要求厂家出示国家规定单位的检验证书,进场后的原材料必须进行工地检验,确认合格后方可使用。不得使用非正式厂家生产的或无检验证的低、劣质钢材及其他原材料。

(5) **施工组织方案、交通组织方案及应急预案应经专项评审或监理工程师批准后方可实施。**

### 10.2 建议

(1) 本次设计所统计的工程量,均依据检测报告进行统计。因病害部位较多,如检测报告存在统计工程量遗漏或不准确,施工单位应将实际工程量及时上报甲方和监理进行核实,核实后方可进行确认并计量。

(2) 本次设计仅对检测报告中涉及的病害进行维修处治。在工程实施前,施工单位必须对

病害再仔细地全面开展复查工作,若发现有新增病害,或病害较之于检测报告结论有所发展,施工单位应暂停该处维修处治,同时做好记录,并及时通知业主及设计单位。

(3) 在施工中要制定环保措施,严格遵守国家有关环境保护法令,认真检查、监督各项环保工作的落实。对职工进行环保知识教育,自觉遵守环保的各项规章制度,并接受当地政府及环保部门的监督。

(4) **其它未尽事宜,按其它现行规范、标准的有关要求执行。**

## 附件一：施工图设计审查会专家意见

## 2025 年宁德管理公司辖区隧道病害处治工程

## 施工图设计审查会专家组意见

2025 年 3 月 28 日，福建省高速公路集团有限公司宁德管理分公司在宁德组织召开 2025 年宁德隧道病害处治工程（宁上高速宁德段、沈海高速福宁段、甬莞高速沙埕湾段）和政永高速屏古段隧道路面渗水处治工程施工图设计审查会，专家对设计文件进行了详细审查，形成一致意见如下：

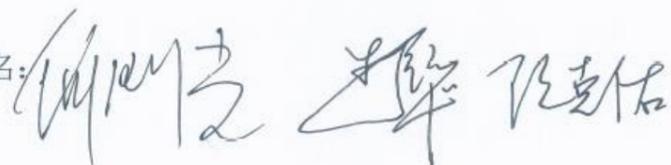
## 一、总体意见

设计单位提交的施工图设计内容较为完整，维修处治方案基本可行，经修编后可作为下一步指导施工的依据。

## 二、建议与意见

- 1、对检测的裂缝进行分类分析，结合实际情况，优化需处治的隧道病害范围；
- 2、进一步优化政永高速屏古段隧道路面渗水处治设计；
- 3、进一步核实设计预算。

专家组签名：



# 第二篇 施工图设计

## 2025年甬莞高速沙埕湾段隧道病害处治工程——数量汇总表

2025年甬莞高速沙埕湾段隧道病害处治工程

第1页 共1页 S-SD-II-01

序号	处治类别	处治方法	处治工艺	单位	病害处数	数量	备注
1	裂缝处治	裂缝宽度≤0.2mm	表面封闭法 R1	裂缝专用封闭胶处理	m	0	0.00
2		0.2mm<裂缝宽度<0.5mm	低压注浆法 R2-1	专业灌注胶进行灌缝处理	m	97	160.70
3		裂缝宽度≥0.5mm	开槽注浆法 R2-2	开槽埋管后专业灌注胶进行灌缝处理	m	133	1052.30
4		网状裂缝	混凝土局部病害处治（R7）	凿除2cm-5cm，环氧砂浆修复	m <sup>2</sup>	0	0.00
5	隧道渗漏水处治	浸渗	导水法 R3	开槽后埋管引排处理	m	31	119.26
6		横向裂缝且渗水	导水法 R3	开槽后埋管引排处理	m	0	0.00
7		纵向裂缝且渗水	堵水法 R4	开槽后注浆堵水处理	m	0	0.00
8		斜向裂缝且渗水	堵水法 R4	开槽后注浆堵水处理	m	0	0.00
9		止水带外露	混凝土局部病害处治（R7）	凿除2cm-5cm，环氧砂浆修复	m <sup>2</sup>	3	0.26
10		龟裂	混凝土局部病害处治（R7）	凿除2cm-5cm，环氧砂浆修复	m <sup>2</sup>	0	0.00
11		钢筋外露	二衬露筋处治（R8）	凿除2cm，除锈、防锈处理，环氧砂浆修复	m <sup>2</sup>	32	1.06
12		钢筋锈胀	二衬露筋处治（R8）	凿除2cm，除锈、防锈处理，环氧砂浆修复	m <sup>2</sup>	56	3.12
13	临时工程	交通安全设施布控（工作区平均长度1500 m）		台班		12	
14		移动支架		个		2	

- 1、“施工缝处开裂”、“网状裂缝”及“龟裂”暂不处治；隧道渗漏水描述为“浸渗”的病害全部处治，数量暂按导水法估计；“止水带外露”处治深度按5cm估计；
- 2、钢筋外露、锈胀全部处治，处治凿除深度暂按2cm考虑；
- 3、具体数量以现场实际施工量为准。

设计：

复核：

审核：

## 隧道病害汇总表

序号	隧道名称	中心桩号	隧道长度 (m)	技术状况 评分 JGCI	技术状况 评定 分类	裂缝处治						渗漏水处治				二衬病害					备注
						横向裂缝		纵向裂缝		斜向裂缝		浸渗	横向裂缝且 渗水	纵向裂缝且 渗水	斜向裂缝且 渗水	网状裂缝	止水带外露	钢筋外露	钢筋锈胀	龟裂	
						0.2mm<宽度≤ 0.5mm	宽度>0.5mm	0.2mm<宽度 ≤0.5mm	宽度>0.5mm	0.2mm<宽度 ≤0.5mm	宽度>0.5mm										
						条 / m	条 / m	条 / m	条 / m	条 / m	条 / m	处 / m	处 / m	处 / m	处 / m	处 / m <sup>2</sup>					
1	南山尖隧道上行	AK382+837	1495	83.92	二类	10 / 15.50	0 / 0.00	0 / 0	12 / 108.80	0 / 0	0 / 0.00	5 / 13.94	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	1 / 0.02	6 / 0.07	8 / 0.38	0 / 0	
2	南山尖隧道下行	BK382+834	1490	85.2	二类	28 / 36.20	3 / 7.20	0 / 0	25 / 223.00	0 / 0	3 / 23.90	11 / 41.35	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0.00	0 / 0.00	0 / 0.00	0 / 0	
3	半壁山隧道上行	AK386+444	1377	73.98	二类	6 / 8.70	1 / 5.30	0 / 0	4 / 38.70	0 / 0	1 / 7.10	3 / 23.55	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	2 / 0.24	0 / 0.00	19 / 1.47	0 / 0	
4	半壁山隧道下行	BK386+450	1390	88.52	二类	15 / 32.20	11 / 49.40	0 / 0	1 / 12.20	0 / 0	0 / 0.00	5 / 21.49	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0.00	0 / 0.00	24 / 1.16	0 / 0	
5	倪家山隧道上行	AK390+392	1105	81.63	二类	18 / 33.40	6 / 21.50	0 / 0	14 / 142.40	0 / 0	2 / 20.30	4 / 9.41	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0.00	26 / 0.99	0 / 0.00	0 / 0	
6	倪家山隧道下行	BK390+406	1132	79.33	二类	20 / 34.70	29 / 176.40	0 / 0	21 / 216.10	0 / 0	0 / 0.00	3 / 9.52	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0.00	0 / 0.00	5 / 0.11	0 / 0	
合计:						97 / 160.70	50 / 259.80	0 / 0	77 / 741.20	0 / 0	6 / 51.30	31 / 119.26	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	3 / 0.26	32 / 1.06	56 / 3.12	0 / 0	

设计:

复核:

审核:

南山尖隧道上行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度(m)	终点高度(m)	长度L(m)	宽度W(mm)	面积S(m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
1	AK382+451	左拱顶	5.64	5.86	6.40	0.78		纵向裂缝	6.6		1	R2-2
2	AK382+457	右拱顶	6.02	6.19	1.00	0.43		横向裂缝	1.2		1	R2-1
3	AK382+458	左拱顶	5.76	6.07	8.00	0.68		纵向裂缝	8.2		1	R2-2
4	AK382+502	右边墙-右拱腰	2.17	3.11	1.10	0.26		横向裂缝	1.3		1	R2-1
5	AK382+529	左拱顶	5.34	5.57	6.50	0.76		纵向裂缝	6.7		1	R2-2
6	AK382+540	左拱顶	6.08	6.26	12.00	1.26		纵向裂缝	12.2		1	R2-2
7	AK382+555	右拱顶	6.14	6.23	7.20	1.12		纵向裂缝	7.4		1	R2-2
8	AK382+588	左拱顶	5.94	6.19	11.00	1.13		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
9	AK382+604	左边墙	2.05	2.83	0.90	0.24		横向裂缝	1.1		1	R2-1
10	AK382+623	左拱顶	6.12	6.26	11.00	1.14		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
11	AK382+707	右拱顶	6.08	6.2	10.00	1.21		纵向裂缝	10.2		1	R2-2
12	AK382+764	左拱顶	6.14	6.26	11.00	1.14		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
13	AK382+812	右拱顶	5.68	5.94	7.40	0.89		纵向裂缝	7.6		1	R2-2
14	AK382+821	左边墙	1.32	1.32	0.20			钢筋外露		0.02	1	R8
15	AK382+847	左拱顶	5.21	5.95	1.90	0.43		横向裂缝	2.1		1	R2-1
16	AK382+918	左拱顶	5.7	6.04	8.80	0.87		纵向裂缝	9.0		1	R2-2
17	AK382+965	左拱顶	6.14	6.25	1.70	0.26		横向裂缝	1.9		1	R2-1
18	AK382+965	右拱顶	5.56	5.99	7.10	0.75		纵向裂缝	7.3		1	R2-2
19	AK382+965	左拱腰	3.37	3.64			0.02	止水带外露		0.02	1	R7
20	AK383+028	左边墙	1.29	1.4	0.10			钢筋外露		0.01	1	R8
21	AK383+047	右拱腰	3.9	3.99	0.10			钢筋外露		0.01	1	R8
22	AK383+047	右边墙	2.12	2.13	0.10			钢筋外露		0.01	1	R8
23	AK383+053	右拱腰-右拱顶	4.39	5.02	1.10	0.34		横向裂缝	1.3		1	R2-1
24	AK383+216	右拱顶	5.62	5.87	0.80	0.26		横向裂缝	1.0		1	R2-1
25	AK383+255	右边墙-右拱腰	1.89	4.15	3.00	0.47		横向裂缝	3.2		1	R2-1
26	AK383+413	右拱顶	5.42	5.83	1.10			钢筋锈胀		0.11	1	R8
27	AK383+419	右边墙	2.79	2.99	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
28	AK383+420	右边墙-右拱腰	2.85	3.04	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
29	AK383+431	左边墙	1.6	1.7	0.10			钢筋外露		0.01	1	R8
30	AK383+457	左拱顶	6.14	6.19	0.30			钢筋锈胀		0.03	1	R8
31	AK383+462	左拱顶	5.97	6.15	0.70			钢筋锈胀		0.07	1	R8
32	AK383+514	左边墙	1.62	1.74	0.10			钢筋外露		0.01	1	R8
33	AK383+521	左拱腰	4.41	4.88	1.10	0.33		横向裂缝	1.3		1	R2-1
34	AK383+635	左边墙	0.2	1.16	0.90	0.34		横向裂缝	1.1		1	R2-1
35	AK383+695	右拱顶	5.93	6.06	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
36	AK383+803	左边墙	1.38	1.55			0.1	浸渗	2.2		1	R3
37	AK383+804	左边墙	1.36	1.57			0.04	浸渗	2.2		1	R3
38	AK383+886	左拱腰-左边墙	2.5	3.55			1.73	浸渗	4.2		1	R3
39	AK383+886	左拱顶	6.14	6.23	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
40	AK383+886	左拱顶	6.11	6.18	0.30			钢筋锈胀		0.03	1	R8
41	AK383+899	左边墙	1.31	1.81			0.07	浸渗	2.4		1	R3
42	AK383+919	左边墙	1.87	2.46			0.09	浸渗	3.1		1	R3

设计：

复核：

审核：

南山尖隧道下行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
1	BK382+430	左边墙	0	1.09	1.20	0.46		横向裂缝	1.4		1	R2-1
2	BK382+446	左拱腰-左拱顶	4.94	5.41	0.60	0.24		横向裂缝	0.8		1	R2-1
3	BK382+451	右拱顶	6.08	6.59	1.20	0.32		横向裂缝	1.4		1	R2-1
4	BK382+472	右拱腰-右边墙	1.82	3.22	1.30	0.34		横向裂缝	1.5		1	R2-1
5	BK382+472	右拱顶	6.24	7.11	2.10	0.36		横向裂缝	2.3		1	R2-1
6	BK382+478	右拱顶	7.4	7.55	0.80	0.28		横向裂缝	1.0		1	R2-1
7	BK382+508	左拱顶	6.59	7.27	8.20	0.87		斜向裂缝	8.4		1	R2-2
8	BK382+534	左拱顶-右拱顶	7.55	7.58	7.70	0.66		纵向裂缝	7.9		1	R2-2
9	BK382+549	左拱顶	7.49	7.52	8.50	0.67		纵向裂缝	8.7		1	R2-2
10	BK382+579	右拱顶	6.58	6.87	0.60	0.27		横向裂缝	0.8		1	R2-1
11	BK382+579	右拱腰-右边墙	2.18	3.46	1.30	0.33		横向裂缝	1.5		1	R2-1
12	BK382+579	右拱顶	6.65	6.91	7.30	0.87		纵向裂缝	7.5		1	R2-2
13	BK382+580	右拱腰	3.17	4.13	1.00	0.33		横向裂缝	1.2		1	R2-1
14	BK382+582	左拱顶	6.77	7.06	0.70	0.25		横向裂缝	0.9		1	R2-1
15	BK382+590	右拱顶	6.78	7.48	6.70	1.23		纵向裂缝	6.9		1	R2-2
16	BK382+591	右拱顶	6.83	7.34	1.40	0.34		横向裂缝	1.6		1	R2-1
17	BK382+594	右拱顶	6.03	6.56	1.20	0.32		横向裂缝	1.4		1	R2-1
18	BK382+613	右拱顶	7.19	7.56	9.30	1.15		纵向裂缝	9.5		1	R2-2
19	BK382+616	右拱腰-右边墙	2.42	3.6	1.20	0.26		横向裂缝	1.4		1	R2-1
20	BK382+628	左拱顶	7.52	7.57	6.80	0.88		纵向裂缝	7.0		1	R2-2
21	BK382+664	左边墙-左拱腰	2.43	3.64	1.00	0.32		横向裂缝	1.2		1	R2-1
22	BK382+665	左边墙	2.05	2.82	0.60	0.26		横向裂缝	0.8		1	R2-1
23	BK382+673	左拱顶	6.85	7.26	1.00	0.26		横向裂缝	1.2		1	R2-1
24	BK382+677	左拱顶	7.48	7.57	7.10	0.54		纵向裂缝	7.3		1	R2-2
25	BK382+677	左拱腰	3.23	4.88	1.60	0.33		横向裂缝	1.8		1	R2-1
26	BK382+678	左边墙-左拱腰	1.59	3.92	2.20	0.57		横向裂缝	2.4		1	R2-2
27	BK382+678	左拱腰-左拱顶	4.95	5.55	0.80	0.25		横向裂缝	1.0		1	R2-1
28	BK382+686	左拱顶	6.49	7	10.00	0.88		纵向裂缝	10.2		1	R2-2
29	BK382+715	右边墙	1.85	2.48	0.60	0.24		横向裂缝	0.8		1	R2-1
30	BK382+734	左拱顶	7.33	7.54	7.90	0.57		斜向裂缝	8.1		1	R2-2
31	BK382+736	右拱腰-右边墙	2.02	3.24	1.20	0.34		横向裂缝	1.4		1	R2-1
32	BK382+759	右拱顶	7.32	7.47	9.80	1.13		纵向裂缝	10.0		1	R2-2
33	BK382+764	右拱顶-右拱腰	3.31	5.01	2.00	0.54		横向裂缝	2.2		1	R2-2
34	BK382+765	右拱顶-右拱腰	4.04	5.36	1.60	0.33		横向裂缝	1.8		1	R2-1
35	BK382+771	右拱顶	6.64	6.74	6.30	0.57		纵向裂缝	6.5		1	R2-2
36	BK382+814	右拱腰-右边墙	2.79	3.46	0.60	0.25		横向裂缝	0.8		1	R2-1
37	BK382+815	左拱顶	7.43	7.46			0.07	浸渗	8.1		1	R3
38	BK382+880	右拱顶	6.21	7.04	2.00	0.37		横向裂缝	2.2		1	R2-1
39	BK382+907	左拱顶	7.12	7.45	7.20	0.76		斜向裂缝	7.4		1	R2-2
40	BK382+916	左拱顶	7.03	7.29	12.00	1.35		纵向裂缝	12.2		1	R2-2

设计：

复核：

审核：

南山尖隧道下行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
41	BK382+917	右拱顶	6.35	6.74	0.70	0.29		横向裂缝	0.9		1	R2-1
42	BK382+952	左拱顶	7.2	7.37	6.60	0.98		纵向裂缝	6.8		1	R2-2
43	BK382+956	右拱顶	6.11	6.97	9.60	0.89		纵向裂缝	9.8		1	R2-2
44	BK382+959	左边墙-左拱腰	2.6	3.83	1.10	0.34		横向裂缝	1.3		1	R2-1
45	BK382+983	左边墙-左拱腰	2.38	4.94	2.40	0.52		横向裂缝	2.6		1	R2-2
46	BK382+998	右拱顶-右拱腰	4.6	5.36	1.00	0.26		横向裂缝	1.2		1	R2-1
47	BK382+998	右拱腰-右边墙	1.9	3.35	1.40	0.43		横向裂缝	1.6		1	R2-1
48	BK383+002	左拱顶	7.19	7.3	6.60	0.78		纵向裂缝	6.8		1	R2-2
49	BK383+023	右拱顶	7.02	7.28	11.00	1.22		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
50	BK383+030	左拱顶	5.88	6.39	0.80	0.26		横向裂缝	1.0		1	R2-1
51	BK383+037	右拱顶	6.59	7.35	9.80	1.23		纵向裂缝	10.0		1	R2-2
52	BK383+059	左拱顶	7.31	7.49	11.00	1.32		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
53	BK383+070	左拱顶	6.56	7.43	12.00	1.23		纵向裂缝	12.2		1	R2-2
54	BK383+083	右拱顶	6.82	7.2	12.00	1.12		纵向裂缝	12.2		1	R2-2
55	BK383+100	右拱顶	7.13	7.52	7.50	1.24		纵向裂缝	7.7		1	R2-2
56	BK383+156	左拱顶	7.4	7.55	7.80	0.78		纵向裂缝	8.0		1	R2-2
57	BK383+228	左拱顶	7.55	7.58	9.10	1.12		纵向裂缝	9.3		1	R2-2
58	BK383+254	右拱顶	7.01	7.52	8.90	0.98		纵向裂缝	9.1		1	R2-2
59	BK383+263	左拱顶-右拱顶	7.5	7.58	7.80	0.68		纵向裂缝	8.0		1	R2-2
60	BK383+271	左边墙	1.68	2.04	6.80	0.78		纵向裂缝	7.0		1	R2-2
61	BK383+847	左边墙	1.45	1.67			0.05	浸渗	2.3		1	R3
62	BK383+847	左边墙	1.47	1.72			0.04	浸渗	2.3		1	R3
63	BK383+849	左边墙	0.12	1.65			0.48	浸渗	2.3		1	R3
64	BK383+849	左边墙	2.27	2.45			0.04	浸渗	3.1		1	R3
65	BK383+859	左边墙	1.91	2.25			0.08	浸渗	2.9		1	R3
66	BK383+861	左边墙	0.21	0.4			0.03	浸渗	1.0		1	R3
67	BK383+910	左边墙	1.7	2.03			0.04	浸渗	2.6		1	R3
68	BK383+928	左拱顶-右拱顶	7.43	7.56			1.13	浸渗	8.2		1	R3
69	BK383+928	左拱顶	6.24	7.56			2.53	浸渗	8.2		1	R3
70	BK384+001	右边墙	0	0			1.54	浸渗	0.6		1	R3

设计：

复核：

审核：

半壁山隧道上行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
1	AK385+828	右拱顶	6.72	7.34	1.70	0.34		横向裂缝	1.9		1	R2-1
2	AK385+863	左拱顶	7.46	7.55	7.50	1.17		纵向裂缝	7.7		1	R2-2
3	AK385+869	左拱顶	7.33	7.46	0.50	0.28		横向裂缝	0.7		1	R2-1
4	AK385+941	右拱顶	7.27	7.41	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
5	AK385+941	右拱顶	7.34	7.47	0.60			钢筋锈胀		0.06	1	R8
6	AK385+952	右拱顶	7.39	7.57	1.20			钢筋锈胀		0.12	1	R8
7	AK385+953	左拱顶	7.25	7.41	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
8	AK385+953	左拱顶	7.3	7.36	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
9	AK385+953	左拱顶	7.24	7.4	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
10	AK385+953	左拱顶	7.22	7.34	0.40			钢筋锈胀		0.04	1	R8
11	AK385+958	左拱顶	6.85	7.57			0.64	浸渗	8.2		1	R3
12	AK386+124	右拱顶	6.78	7.04			0.11	止水带外露		0.11	1	R7
13	AK386+125	右拱顶	6.74	7.11	0.90	0.26		横向裂缝	1.1		1	R2-1
14	AK386+135	左拱顶	5.4	6.61			0.43	浸渗	7.2		1	R3
15	AK386+136	左拱顶	7.11	7.57			0.49	浸渗	8.2		1	R3
16	AK386+210	左拱顶	5.83	6.5	1.10	0.29		横向裂缝	1.3		1	R2-1
17	AK386+420	右拱顶	7.39	7.5	7.80	0.98		纵向裂缝	8.0		1	R2-2
18	AK386+421	右拱顶	7.21	7.49	1.20	0.25		横向裂缝	1.4		1	R2-1
19	AK386+428	右拱顶	7.54	7.58	13.00	1.06		纵向裂缝	13.2		1	R2-2
20	AK386+779	右拱顶	7.16	7.34			0.13	止水带外露		0.13	1	R7
21	AK386+854	左拱顶	7.3	7.4	6.90	0.83		斜向裂缝	7.1		1	R2-2
22	AK386+863	右拱顶-左拱顶	6.92	7.59	5.10	0.76		横向裂缝	5.3		1	R2-2
23	AK386+864	右拱顶-左拱顶	7.43	7.59	2.10	0.48		横向裂缝	2.3		1	R2-1
24	AK386+864	右拱顶	7.55	7.58	9.60	1.29		纵向裂缝	9.8		1	R2-2
25	AK386+932	右拱顶	7.33	7.36	0.10			钢筋锈胀		0.01	1	R8
26	AK386+987	右拱顶	7.36	7.46	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
27	AK386+988	右拱顶	7.26	7.45	0.80			钢筋锈胀		0.08	1	R8
28	AK387+025	右拱顶	7.48	7.51	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
29	AK387+049	左拱腰	3.24	3.82	0.60			钢筋锈胀		0.06	1	R8
30	AK387+049	左拱顶	5.67	7.01	2.30			钢筋锈胀		0.23	1	R8
31	AK387+050	左拱顶	6.17	6.48	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
32	AK387+050	左拱顶	7.3	7.48	0.60			钢筋锈胀		0.06	1	R8
33	AK387+050	左拱腰	3.08	3.81	0.70			钢筋锈胀		0.07	1	R8
34	AK387+051	左拱顶	6.84	7.23	1.00			钢筋锈胀		0.1	1	R8
35	AK387+051	左拱腰-左边墙	2.16	4.15	1.90			钢筋锈胀		0.19	1	R8
36	AK387+051	左拱顶	6.91	7.46	1.60			钢筋锈胀		0.16	1	R8

设计：

复核：

审核：

半壁山隧道下行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
1	BK385+807	右拱腰	3.82	4.15	0.40			钢筋锈胀		0.04	1	R8
2	BK385+834	左拱腰-左边墙	2.25	3.23	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
3	BK385+923	右拱顶	6.58	6.85	0.60			钢筋锈胀		0.06	1	R8
4	BK385+924	右拱顶	6.49	6.7	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
5	BK385+924	右拱顶	6.64	6.66	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
6	BK385+938	右拱顶	7.07	7.2	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
7	BK385+939	右拱顶	7.11	7.19	0.30			钢筋锈胀		0.03	1	R8
8	BK385+939	右拱顶	7.14	7.27	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
9	BK385+939	右拱腰	3.77	3.97	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
10	BK385+940	右拱顶	7.22	7.27	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
11	BK385+940	右拱顶	7.3	7.35	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
12	BK385+948	右边墙	0	0.39			1.4	浸渗	1.0		1	R3
13	BK385+949	左拱腰	3.99	4.54	0.30			钢筋锈胀		0.03	1	R8
14	BK385+949	左拱腰-左边墙	2.82	3.53	0.40			钢筋锈胀		0.04	1	R8
15	BK385+950	左拱顶-左拱腰	4.55	5.13	0.40			钢筋锈胀		0.04	1	R8
16	BK385+950	左拱顶-左拱腰	4.44	5.15	0.40			钢筋锈胀		0.04	1	R8
17	BK385+951	左拱顶	5.09	5.49	0.30			钢筋锈胀		0.03	1	R8
18	BK385+954	左拱腰-左拱顶	4.96	7.09	1.90	0.37		横向裂缝	2.1		1	R2-1
19	BK385+954	左拱腰-左边墙	1.58	4.43	1.40			钢筋锈胀		0.14	1	R8
20	BK385+958	左边墙	0	0	0.40			钢筋锈胀		0.04	1	R8
21	BK385+960	左边墙-右边墙	0	0	3.70	0.57		横向裂缝	3.9		1	R2-2
22	BK385+995	左边墙-右边墙	0	0	3.20	0.52		横向裂缝	3.4		1	R2-2
23	BK386+026	左边墙-右边墙	0	0.24	3.10	0.51		横向裂缝	3.3		1	R2-2
24	BK386+030	左边墙	0	0.38	1.00	0.22		横向裂缝	1.2		1	R2-1
25	BK386+038	左拱腰-右边墙	0	4.5	7.60	0.89		横向裂缝	7.8		1	R2-2
26	BK386+039	左拱腰-右边墙	0	4.93	5.00	0.71		横向裂缝	5.2		1	R2-2
27	BK386+042	右拱顶-右拱腰	4.12	6.31	3.20	0.52		横向裂缝	3.4		1	R2-2
28	BK386+142	左拱腰-右边墙	0	4.48	5.10	0.71		横向裂缝	5.3		1	R2-2
29	BK386+205	右拱顶-右拱腰	4.27	5.22	1.50	0.22		横向裂缝	1.7		1	R2-1
30	BK386+228	左拱顶	7.07	7.46	1.70	0.22		横向裂缝	1.9		1	R2-1
31	BK386+250	右拱顶	5.3	7.15	3.70	0.56		横向裂缝	3.9		1	R2-2
32	BK386+278	左拱腰-左边墙	1.39	4.71	1.70	0.22		横向裂缝	1.9		1	R2-1
33	BK386+282	左拱腰	3.19	4.74	0.90	0.22		横向裂缝	1.1		1	R2-1
34	BK386+300	右边墙	0.13	1.19	1.20	0.21		横向裂缝	1.4		1	R2-1
35	BK386+318	左拱顶	6.87	7.41	2.10	0.41		横向裂缝	2.3		1	R2-1
36	BK386+341	右拱顶	5.5	6.58	1.90	0.22		横向裂缝	2.1		1	R2-1
37	BK386+385	左拱顶-右边墙	0	5.73	6.00	0.22		横向裂缝	6.2		1	R2-1
38	BK386+385	左拱腰-右边墙	0	4.6	5.10	0.71		横向裂缝	5.3		1	R2-2
39	BK386+389	左边墙-左拱腰	0.73	4.77			1.97	浸渗	5.4		1	R3
40	BK386+397	右拱腰-右边墙	0.07	3.21			1.21	浸渗	3.8		1	R3

设计：

复核：

审核：

### 半壁山隧道下行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
41	BK386+412	右拱顶-右拱腰	4.05	6.5	3.60	0.55		横向裂缝	3.8		1	R2-2
42	BK386+437	右拱顶	5.24	6.63	2.40	0.43		横向裂缝	2.6		1	R2-1
43	BK386+447	右拱顶	4.77	5.82	1.50	0.22		横向裂缝	1.7		1	R2-1
44	BK386+451	右拱顶	7.09	7.27	12.00	1.24		纵向裂缝	12.2		1	R2-2
45	BK386+518	右拱顶	5.82	7.4	3.90	0.59		横向裂缝	4.1		1	R2-2
46	BK386+552	右拱顶-右拱腰	3.59	5.21	2.00	0.41		横向裂缝	2.2		1	R2-1
47	BK386+624	左拱腰-左边墙	2.84	4.79	1.10	0.23		横向裂缝	1.3		1	R2-1
48	BK386+757	右拱腰-右边墙	1.98	3.3			0.42	浸渗	3.9		1	R3
49	BK386+761	右拱顶-右拱腰	3.94	5.61	2.30	0.42		横向裂缝	2.5		1	R2-1
50	BK386+777	右拱顶	7.19	7.19	0.40			钢筋锈胀		0.04	1	R8
51	BK386+778	右拱顶	7	7.02	0.90			钢筋锈胀		0.09	1	R8
52	BK386+778	右拱顶	6.8	6.81	0.40			钢筋锈胀		0.04	1	R8
53	BK386+916	左拱顶	6.27	6.77	0.50			钢筋锈胀		0.05	1	R8
54	BK386+917	左拱顶-左拱腰	4.51	5.76	0.80			钢筋锈胀		0.08	1	R8
55	BK387+061	左边墙-左拱顶	0.57	6.82			6.62	浸渗	7.4		1	R3
56	BK387+098	左拱腰-左拱顶	4.99	5.79	0.60			钢筋锈胀		0.06	1	R8

设计：

复核：

审核：

倪家山隧道上行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
1	AK389+848	右边墙	1.15	2.38	1.20	0.57		横向裂缝	1.4		1	R2-2
2	AK389+854	左拱顶	6.83	7.09	6.10	0.71		纵向裂缝	6.3		1	R2-2
3	AK389+921	右拱腰	3.43	4.09	0.70	0.27		横向裂缝	0.9		1	R2-1
4	AK389+937	右边墙	1.79	2.76	0.90	0.29		横向裂缝	1.1		1	R2-1
5	AK389+960	右拱腰-右拱顶	4.76	5.55	1.10	0.31		横向裂缝	1.3		1	R2-1
6	AK389+971	右拱腰-右拱顶	3.62	6.64	4.20	0.52		横向裂缝	4.4		1	R2-2
7	AK389+972	右拱腰-右拱顶	4.74	5.55	1.10	0.32		横向裂缝	1.3		1	R2-1
8	AK389+995	左拱顶	7.43	7.48	12.00	1.23		纵向裂缝	12.2		1	R2-2
9	AK390+032	左拱顶	6.25	6.89	1.30	0.32		横向裂缝	1.5		1	R2-1
10	AK390+039	右边墙-右拱腰	1.99	3.61	1.60	0.35		横向裂缝	1.8		1	R2-1
11	AK390+047	右边墙	0.44	1.45	1.00	0.31		横向裂缝	1.2		1	R2-1
12	AK390+057	右拱顶-左拱顶	7.04	7.47	3.70	0.57		横向裂缝	3.9		1	R2-2
13	AK390+062	右边墙-右拱腰	0.71	3.74	3.00	0.56		横向裂缝	3.2		1	R2-2
14	AK390+069	右拱顶-左拱顶	6.97	7.29	5.00	0.67		横向裂缝	5.2		1	R2-2
15	AK390+070	左拱顶	7.03	7.44	11.00	1.28		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
16	AK390+082	左拱顶	7.34	7.53	11.00	1.32		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
17	AK390+136	右拱顶	6.07	6.13	9.40	1.12		纵向裂缝	9.6		1	R2-2
18	AK390+140	右拱腰-右拱顶	4.55	5.87	1.90	0.38		横向裂缝	2.1		1	R2-1
19	AK390+165	右拱顶	5.68	7.05	2.70	0.47		横向裂缝	2.9		1	R2-1
20	AK390+171	右边墙	1.46	2.99	1.50	0.34		横向裂缝	1.7		1	R2-1
21	AK390+189	右拱腰-右拱顶	3.41	5.58	2.60	0.46		横向裂缝	2.8		1	R2-1
22	AK390+213	右拱顶	7.41	7.49	6.90	0.74		纵向裂缝	7.1		1	R2-2
23	AK390+252	左拱顶	6.78	7.5	9.90	0.98		斜向裂缝	10.1		1	R2-2
24	AK390+272	左拱顶	7.32	7.48	7.50	0.85		纵向裂缝	7.7		1	R2-2
25	AK390+312	右拱顶	7.37	7.52	11.00	1.17		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
26	AK390+325	左拱顶	6.69	7.5	11.00	1.22		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
27	AK390+328	左拱腰	3.85	4.85	1.30	0.32		横向裂缝	1.5		1	R2-1
28	AK390+397	左拱顶	6.27	7.16	10.00	1.11		斜向裂缝	10.2		1	R2-2
29	AK390+408	右拱顶	7.34	7.47	10.00	1.15		纵向裂缝	10.2		1	R2-2
30	AK390+415	右拱顶-左拱顶	7.48	7.52	0.90	0.29		横向裂缝	1.1		1	R2-1
31	AK390+432	右拱顶	7.36	7.45	11.00	1.18		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
32	AK390+530	右拱顶	7.42	7.5	11.00	1.16		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
33	AK390+542	右拱顶	6.73	7.31	12.00	1.21		纵向裂缝	12.2		1	R2-2
34	AK390+559	右边墙	0.87	2.04			0.25	浸渗	2.6		1	R3
35	AK390+559	左拱顶	7.29	7.43	0.60			钢筋外露		0.06	1	R8
36	AK390+559	左拱顶	7.36	7.46	0.50			钢筋外露		0.05	1	R8
37	AK390+560	左拱顶	7.29	7.45	0.70			钢筋外露		0.07	1	R8
38	AK390+560	左拱顶	7.3	7.44	0.60			钢筋外露		0.06	1	R8
39	AK390+560	左拱顶	7.29	7.44	0.60			钢筋外露		0.06	1	R8

设计：

复核：

审核：

倪家山隧道上行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
40	AK390+561	左拱顶	7.32	7.42	0.40			钢筋外露		0.04	1	R8
41	AK390+561	左拱顶	7.33	7.47	0.60			钢筋外露		0.06	1	R8
42	AK390+561	左拱顶	7.27	7.43	0.60			钢筋外露		0.06	1	R8
43	AK390+561	左拱顶	7.27	7.46	0.80			钢筋外露		0.08	1	R8
44	AK390+562	左拱顶	7.38	7.47	0.50			钢筋外露		0.05	1	R8
45	AK390+563	右边墙	1.1	1.98			0.26	浸渗	2.6		1	R3
46	AK390+575	左边墙	0.61	0.73	0.10			钢筋外露		0.01	1	R8
47	AK390+576	左边墙	0.67	0.83	0.10			钢筋外露		0.01	1	R8
48	AK390+586	右边墙	0.99	1.24	0.20			钢筋外露		0.02	1	R8
49	AK390+597	右边墙	1.12	1.4	0.30			钢筋外露		0.03	1	R8
50	AK390+597	右边墙	1	1.3	0.30			钢筋外露		0.03	1	R8
51	AK390+597	右边墙	0.95	1.26	0.30			钢筋外露		0.03	1	R8
52	AK390+598	右边墙	0.87	1.21	0.30			钢筋外露		0.03	1	R8
53	AK390+598	右边墙	0.84	1.22	0.40			钢筋外露		0.04	1	R8
54	AK390+599	右边墙	0.94	1.29	0.30			钢筋外露		0.03	1	R8
55	AK390+599	右边墙	0.85	1.2	0.30			钢筋外露		0.03	1	R8
56	AK390+599	右边墙	0.87	1.16	0.30			钢筋外露		0.03	1	R8
57	AK390+600	右边墙	0.97	1.17	0.20			钢筋外露		0.02	1	R8
58	AK390+601	右边墙	0.87	1.13	0.20			钢筋外露		0.02	1	R8
59	AK390+601	右边墙	0.88	1.16	0.30			钢筋外露		0.03	1	R8
60	AK390+608	左拱腰	3.15	3.36	0.20			钢筋外露		0.02	1	R8
61	AK390+617	右拱顶	6.86	6.94	0.20			钢筋外露		0.02	1	R8
62	AK390+678	右拱腰-右拱顶	3.36	5.88	3.20	0.52		横向裂缝	3.4		1	R2-2
63	AK390+714	右拱顶	7.22	7.36	9.70	0.97		纵向裂缝	9.9		1	R2-2
64	AK390+758	右拱腰-右拱顶	4.56	5.9	1.90	0.38		横向裂缝	2.1		1	R2-1
65	AK390+847	左拱顶-左拱腰	3.92	5.92	2.60	0.45		横向裂缝	2.8		1	R2-1
66	AK390+847	右拱腰-右拱顶	3.87	6.01	2.80	0.48		横向裂缝	3.0		1	R2-1
67	AK390+945	右拱腰-右拱顶	4.35	5.3	1.30	0.32		横向裂缝	1.5		1	R2-1
68	AK390+945	右拱顶	5.86	7.1	2.60	0.45		横向裂缝	2.8		1	R2-1
69	AK390+952	左边墙	0	1.53			1.62	浸渗	2.1		1	R3
70	AK390+954	左边墙	1.12	1.46			0.1	浸渗	2.1		1	R3

设计：

复核：

审核：

倪家山隧道下行病害处治一览表

序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
1	BK389+849	左拱顶	6.55	6.75			0.06	浸渗	7.4		1	R3
2	BK389+870	右拱顶	7.17	7.46	1.40	0.29		横向裂缝	1.6		1	R2-1
3	BK389+875	左边墙	0	0.85	0.80	0.21		横向裂缝	1.0		1	R2-1
4	BK389+907	左拱顶-右拱顶	6.2	7.3	6.90	1.33		横向裂缝	7.1		1	R2-2
5	BK389+917	左拱顶-右拱顶	5.96	7.18	7.70	1.57		横向裂缝	7.9		1	R2-2
6	BK389+918	左拱顶-右拱顶	6.28	6.42	8.90	1.55		横向裂缝	9.1		1	R2-2
7	BK389+920	右边墙-右(超出)-	0.1	1.55	1.60	0.34		横向裂缝	1.8		1	R2-1
8	BK389+930	右拱顶	5.59	7.38	4.20	0.83		横向裂缝	4.4		1	R2-2
9	BK389+932	右拱顶	6.73	7.19	1.30	0.27		横向裂缝	1.5		1	R2-1
10	BK389+935	左拱顶	7.47	7.51	9.10	1.87		纵向裂缝	9.3		1	R2-2
11	BK389+942	左拱顶	7.19	7.5	2.00	0.47		横向裂缝	2.2		1	R2-1
12	BK389+945	左拱顶	7.47	7.5	8.20	1.67		纵向裂缝	8.4		1	R2-2
13	BK389+958	左拱顶	7.25	7.46	9.90	1.87		纵向裂缝	10.1		1	R2-2
14	BK389+968	左拱顶	7.5	7.5	0.60	0.27		横向裂缝	0.8		1	R2-1
15	BK389+969	右拱顶	6.76	6.97	10.00	1.59		纵向裂缝	10.2		1	R2-2
16	BK389+980	左拱顶-右拱顶	7.49	7.5	0.90	0.27		横向裂缝	1.1		1	R2-1
17	BK389+980	右拱顶	6.28	7.19	2.30	0.57		横向裂缝	2.5		1	R2-2
18	BK389+993	左拱顶	7.5	7.5	8.20	1.67		纵向裂缝	8.4		1	R2-2
19	BK389+996	右拱顶	7.1	7.47	1.90	0.43		横向裂缝	2.1		1	R2-1
20	BK389+999	右拱腰-右边墙	0.48	3.42	3.00	0.64		横向裂缝	3.2		1	R2-2
21	BK390+005	右拱顶	6.98	7.28	8.90	1.65		纵向裂缝	9.1		1	R2-2
22	BK390+014	左拱顶	7.18	7.51	2.40	0.54		横向裂缝	2.6		1	R2-2
23	BK390+019	左拱顶	7.5	7.5	9.30	1.84		纵向裂缝	9.5		1	R2-2
24	BK390+049	右拱顶	6.21	7.46	3.80	0.75		横向裂缝	4.0		1	R2-2
25	BK390+052	右拱顶	7.07	7.23	23.00	1.77		纵向裂缝	23.2		1	R2-2
26	BK390+062	左拱顶-右拱顶	6.21	7.29	6.80	1.26		横向裂缝	7.0		1	R2-2
27	BK390+074	左拱顶-右拱顶	6.66	7.2	6.30	1.36		横向裂缝	6.5		1	R2-2
28	BK390+093	左拱顶	7.5	7.5	7.60	1.47		纵向裂缝	7.8		1	R2-2
29	BK390+100	左拱顶	7.43	7.5	12.00	1.67		纵向裂缝	12.2		1	R2-2
30	BK390+101	右边墙-右(超出)-	0.12	1.74	1.80	0.22		横向裂缝	2.0		1	R2-1
31	BK390+110	人行横洞距B洞	0	0			0.01	浸渗	0.6		1	R3
32	BK390+113	左拱顶	7.5	7.51	7.40	1.46		纵向裂缝	7.6		1	R2-2
33	BK390+125	右拱顶	7.29	7.46	11.00	1.56		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
34	BK390+146	左拱顶-右拱顶	6.24	7.19	7.10	1.41		横向裂缝	7.3		1	R2-2
35	BK390+150	左拱顶	7.4	7.51	10.00	1.41		纵向裂缝	10.2		1	R2-2
36	BK390+181	左拱顶-右拱顶	5.69	7.22	7.90	1.53		横向裂缝	8.1		1	R2-2
37	BK390+182	左拱顶-右拱顶	5.41	6.93	9.10	1.44		横向裂缝	9.3		1	R2-2
38	BK390+196	左拱顶	7.32	7.5	2.90	0.58		横向裂缝	3.1		1	R2-2
39	BK390+208	右拱顶	6.61	7.05	1.10	0.24		横向裂缝	1.3		1	R2-1
40	BK390+220	右拱腰-右边墙	2.92	3.83	1.00	0.27		横向裂缝	1.2		1	R2-1

设计:

复核:

审核:

倪家山隧道下行病害处治一览表

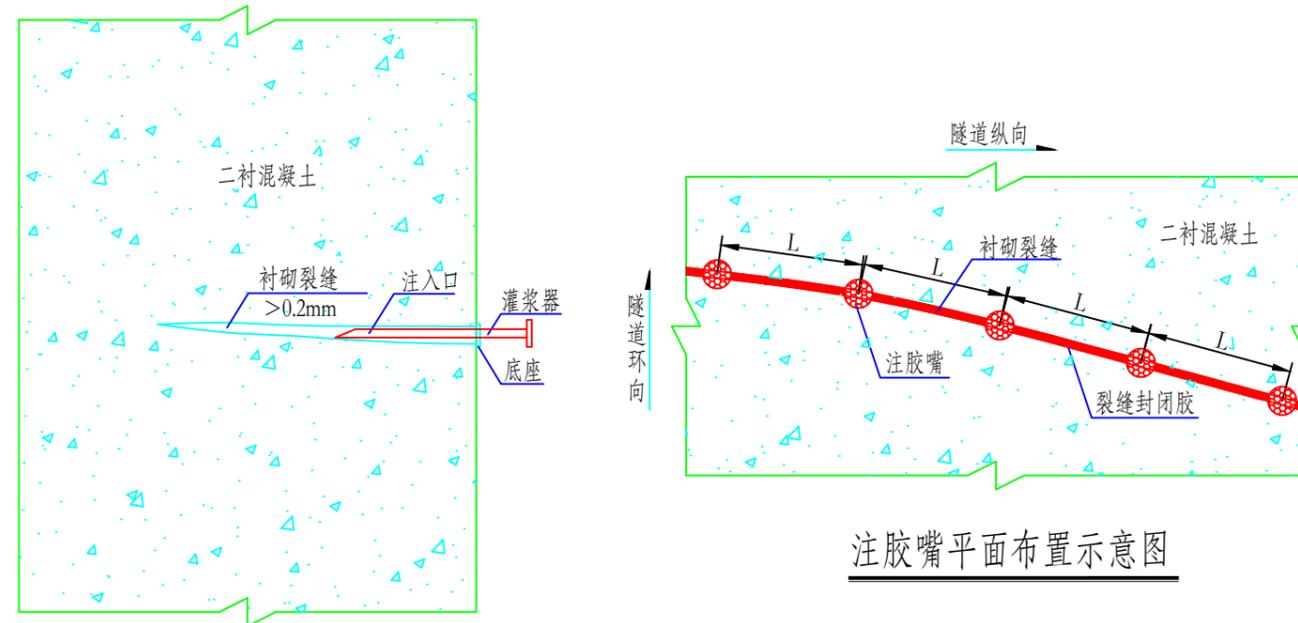
序号	里程桩号	病害位置	起点高度 (m)	终点高度 (m)	长度L (m)	宽度W (mm)	面积S (m <sup>2</sup> )	病害类型	处治长度L <sub>0</sub> (m)	处治面积S <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	状况值	处治方案
											(0~4)	
41	BK390+232	右拱顶	7.08	7.26	11.00	1.48		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
42	BK390+244	右拱顶	6.58	7	6.80	1.58		纵向裂缝	7.0		1	R2-2
43	BK390+256	左拱顶-右拱顶	7.34	7.5	1.90	0.48		横向裂缝	2.1		1	R2-1
44	BK390+265	左拱顶-右拱顶	6.26	7.18	7.40	1.47		横向裂缝	7.6		1	R2-2
45	BK390+266	左拱顶-右拱顶	7.23	7.34	4.30	0.84		横向裂缝	4.5		1	R2-2
46	BK390+278	左拱顶-右拱顶	6.78	7.41	5.20	1.16		横向裂缝	5.4		1	R2-2
47	BK390+280	左拱顶-右拱顶	7.42	7.5	1.60	0.31		横向裂缝	1.8		1	R2-1
48	BK390+325	左拱顶-右拱顶	6.28	7.43	6.10	1.21		横向裂缝	6.3		1	R2-2
49	BK390+327	左拱顶-右拱顶	6.32	7.19	7.00	1.45		横向裂缝	7.2		1	R2-2
50	BK390+335	左边墙-左拱腰	2.22	3.26	0.90	0.3		横向裂缝	1.1		1	R2-1
51	BK390+341	右拱顶	7.3	7.48	11.00	1.35		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
52	BK390+353	右拱顶	7.17	7.29	12.00	1.55		纵向裂缝	12.2		1	R2-2
53	BK390+365	左拱顶	7.28	7.39	11.00	1.36		纵向裂缝	11.2		1	R2-2
54	BK390+373	左拱顶-右拱顶	6.95	7.3	5.40	1.13		横向裂缝	5.6		1	R2-2
55	BK390+385	左拱顶-右拱顶	7.01	7.27	5.60	0.35		横向裂缝	5.8		1	R2-1
56	BK390+395	右拱顶	7.01	7.33	10.00	1.59		纵向裂缝	10.2		1	R2-2
57	BK390+406	右拱顶	7.35	7.44	8.90	1.46		纵向裂缝	9.1		1	R2-2
58	BK390+486	左拱顶-右拱顶	6.44	7.51	4.50	0.84		横向裂缝	4.7		1	R2-2
59	BK390+517	左拱顶-右拱顶	7	7.2	5.60	1.16		横向裂缝	5.8		1	R2-2
60	BK390+540	左拱顶-右拱顶	7.18	7.41	4.20	0.84		横向裂缝	4.4		1	R2-2
61	BK390+558	右边墙	0.22	0.52	0.30			钢筋锈胀		0.03	1	R8
62	BK390+558	右边墙-右(超出)-	0.07	0.13	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
63	BK390+589	左拱顶	5.17	5.58	0.50	0.24		横向裂缝	0.7		1	R2-1
64	BK390+594	左拱顶-右拱顶	7.34	7.5	2.00	0.45		横向裂缝	2.2		1	R2-1
65	BK390+643	左拱顶-右拱顶	5.41	6.33	10.00	1.57		横向裂缝	10.2		1	R2-2
66	BK390+648	左拱腰	3.02	3.02	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
67	BK390+649	右拱顶	7.44	7.48	6.60	1.47		纵向裂缝	6.8		1	R2-2
68	BK390+655	右拱顶	6.79	7.47	2.50	0.23		横向裂缝	2.7		1	R2-1
69	BK390+655	左拱顶-右拱顶	7.15	7.2	5.20	1.11		横向裂缝	5.4		1	R2-2
70	BK390+655	左拱顶-右拱顶	6.83	7.29	5.70	0.97		横向裂缝	5.9		1	R2-2
71	BK390+656	左拱顶-右拱顶	6.94	7.15	5.90	1.28		横向裂缝	6.1		1	R2-2
72	BK390+659	左拱腰	3.11	3.11	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
73	BK390+660	左拱腰	3.03	3.04	0.20			钢筋锈胀		0.02	1	R8
74	BK390+668	左拱顶-右拱顶	6.53	7.22	6.60	1.38		横向裂缝	6.8		1	R2-2
75	BK390+680	左拱顶-右拱顶	5.28	7.28	8.20	1.64		横向裂缝	8.4		1	R2-2
76	BK390+683	左拱腰	3.81	4.39	0.60	0.24		横向裂缝	0.8		1	R2-1
77	BK390+765	右边墙	0.16	0.91	0.70	0.25		横向裂缝	0.9		1	R2-1
78	BK390+913	右边墙-右(超出)-	0.14	0.97			0.28	浸渗	1.6		1	R3

设计:

复核:

审核:





低压注浆处治设计图 (R2-1)

(适用于 $0.2\text{mm} < w < 0.5\text{mm}$ 的裂缝)

注胶嘴间距表

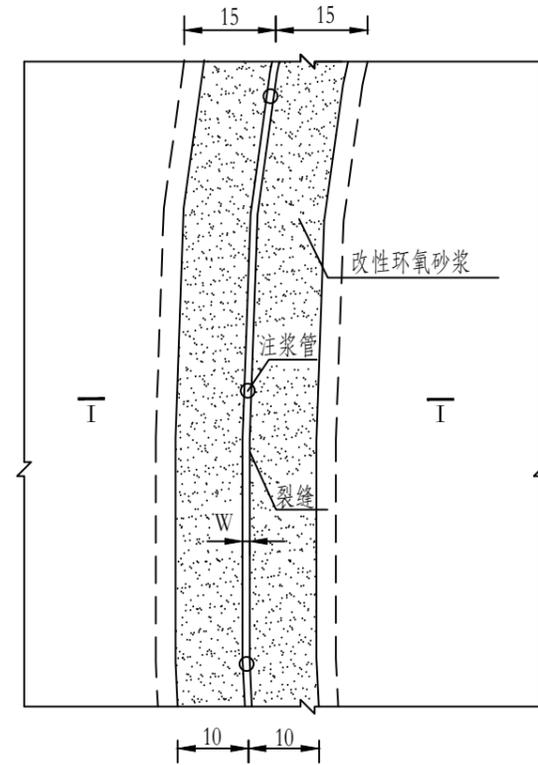
序号	裂缝宽度(mm)	灌浆嘴间距(cm)	备注
1	0.2~0.3	10~20	
2	0.3~0.5	20~30	

工程数量表 (每延米)

项目	单位	数量	备注
裂缝封闭胶	kg	0.12	
裂缝修复胶	kg	0.35	

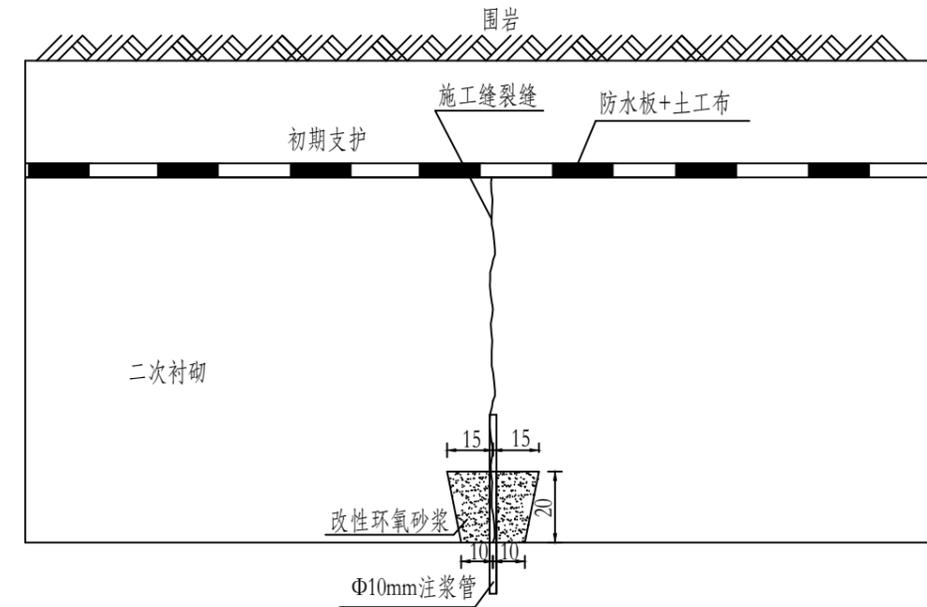
说明:

- 1、本图适用于隧道拱部和边墙部位衬砌裂缝(干裂缝或潮湿但不渗水的裂缝),且宽度 $0.2\text{mm} < W < 0.5\text{mm}$ 的裂缝处治施工。
- 2、**低压注浆法适用于裂缝宽度 $0.2\text{mm} < W < 0.5\text{mm}$ 的裂缝处治,其施工工艺如下:**
  - ① 观察裂缝宽度,确定裂缝长度。
  - ② 基层处理:清除裂缝表面的灰尘、油污。用钢丝刷及压缩空气将碎屑粉尘清除干净。
  - ③ 确定注入口:一般按照20-30cm距离设置一个注入口,注入口的位置尽量设在裂缝较宽、开口较畅通的部位,贴上胶带,预留。
  - ④ 封闭裂缝:采用**裂缝封闭胶**沿裂缝表面涂刮,留出注入口。
  - ⑤ 安设塑料底座:揭去注入口上的胶带,用**裂缝封闭胶**将底座粘于注入口上。
  - ⑥ 安设灌浆器:将配好的**裂缝修复胶**注入软管中,把装有**裂缝修复胶**的灌浆器旋紧于底座上。
  - ⑦ 灌浆:松开弹簧,确认注入状态。注浆压力宜控制在 $0.1 \sim 0.3\text{MPa}$ 左右。
  - ⑧ 注入完毕:确认不再进胶后,可拆除灌浆器,用堵头将底座堵死。
  - ⑨ 灌浆树脂固化后,敲掉底座和堵头。
- 3、**裂缝封闭胶**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。  
安全性能指标:抗拉强度(Mpa) $\geq 38$ ,抗压强度(Mpa) $\geq 70$ ,拉弯强度(Mpa) $\geq 50$ ,粘结强度(Mpa) $\geq 2.5$ 。
- 4、**裂缝修复胶**安全性能指标:抗拉强度(Mpa) $\geq 25$ ,抗压强度(Mpa) $\geq 50$ ,拉弯强度(Mpa) $\geq 30$ ,粘结强度(Mpa) $\geq 2.5$ 。
- 5、裂缝处治时,应向两端各延伸10cm,实际处治裂缝位置及数量应根据现场实际情况确定,据实计量。
- 6、图中L表示注胶嘴间距,根据裂缝宽度选取。



开槽埋管注浆法示意图 (R2-2)

(适用于 $w \geq 0.5\text{mm}$ 的裂缝)



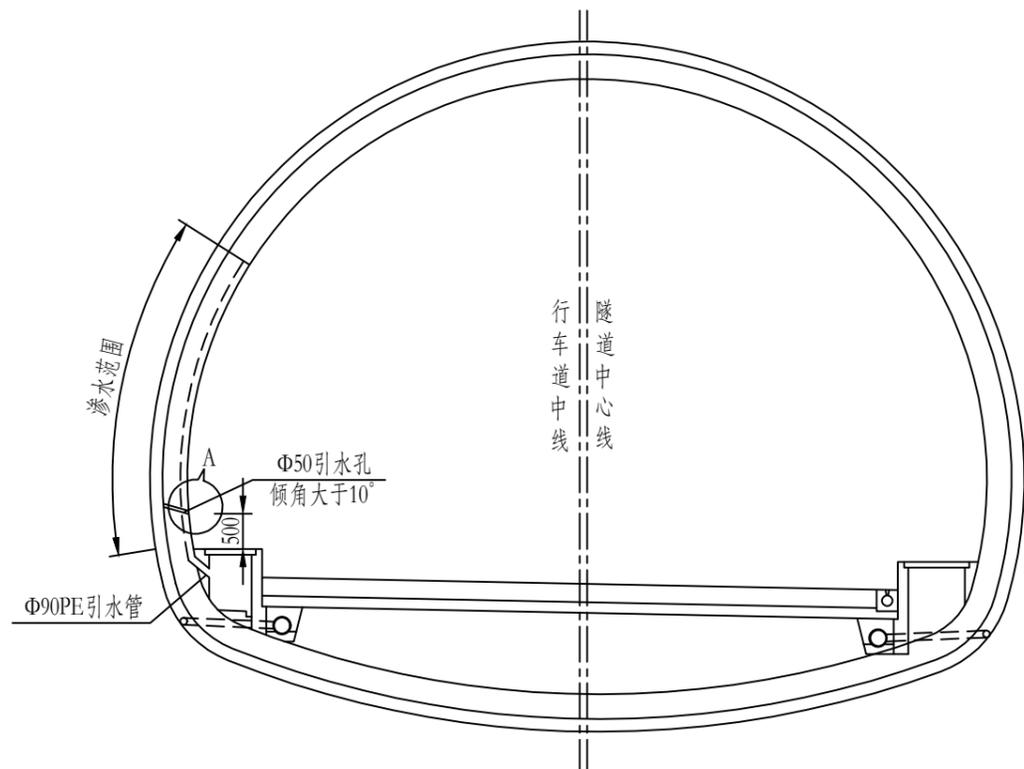
I-I示意图

工程数量表 (每延米)

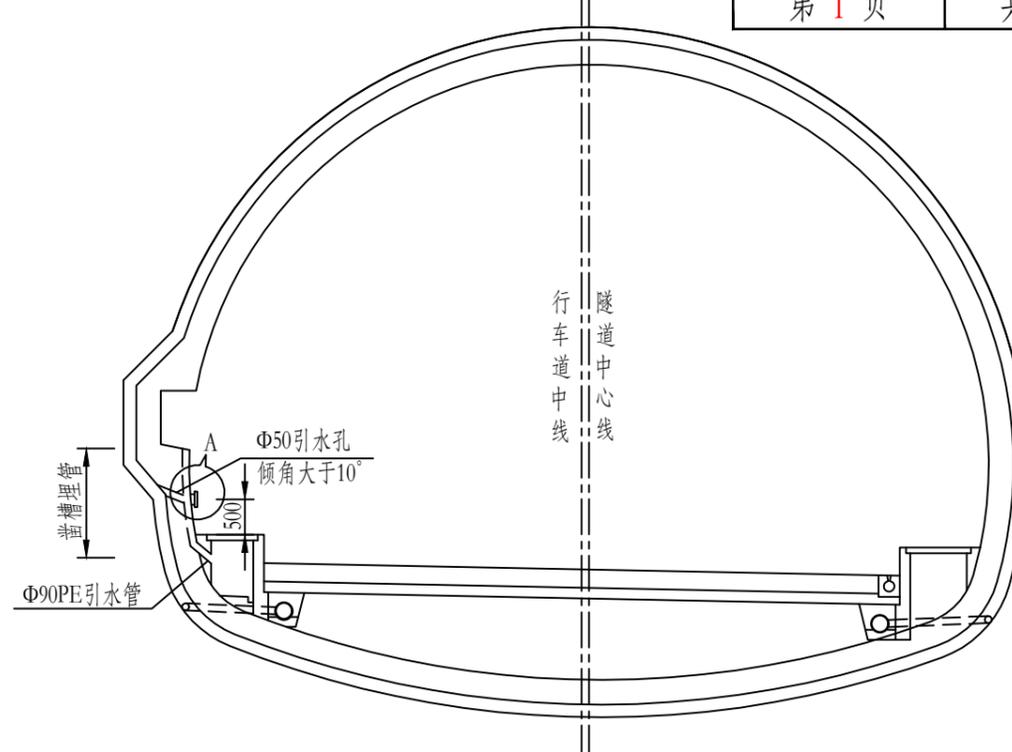
名称	单位	数量
改性环氧砂浆	m <sup>3</sup>	0.0005
Φ10mm注浆管	m	0.20
切混凝土槽	m	1
环氧树脂胶	kg	0.55

说明：

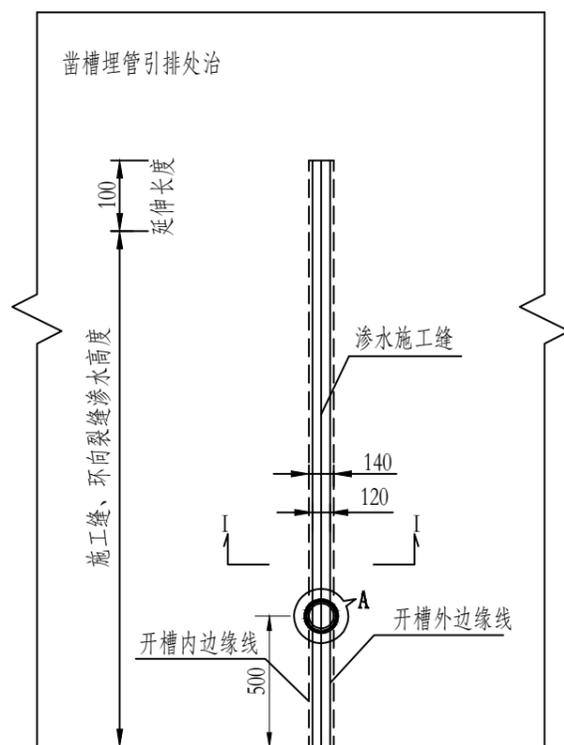
- 1、本图适用于隧道拱部和边墙部位衬砌裂缝(干裂缝或潮湿但不渗水的裂缝),且宽度 $W \geq 0.5\text{mm}$ 的裂缝处治施工。
- 2、开槽埋管注浆法适用于裂缝宽度 $W \geq 0.5\text{mm}$ 的裂缝处治,其施工工艺如下:
  - ①沿裂缝延伸方向凿上宽2cm、下宽3cm、深度2cm的倒梯形槽;
  - ②在槽里裂缝表面进行骑缝钻孔,作为注浆导向孔。沿缝钻孔,一般孔深5cm,孔径10mm,孔距50cm;
  - ③用0.2MPa以上气压的压缩空气清除裂缝、钻孔内的灰渣和浮尘;沿槽长范围内表面用丙酮进行清洗去污,并注意不得堵塞裂缝;
  - ④在骑缝孔埋设一根长10cm、直径10mm注浆钢管并使其固定;
  - ⑤然后沿槽填充环氧砂浆,确保注浆压力作用下封口密闭,且不得堵塞注浆孔和堵缝;
  - ⑥在环氧砂浆固结强度达到规范要求后,方可对注浆钢管进行注浆;在压力注浆时,应保证压浆头与注浆钢管密贴不漏气;注浆压力应严格控制,进浆通畅时压力宜控制在0.3~0.4MPa,进浆难时宜控制在0.6MPa;
  - ⑦注浆结束后,有注浆管的割掉注浆管外露部分。
- 3、裂缝凿槽过程中,环向钢筋不能截断;
- 4、本图尺寸均以毫米计。



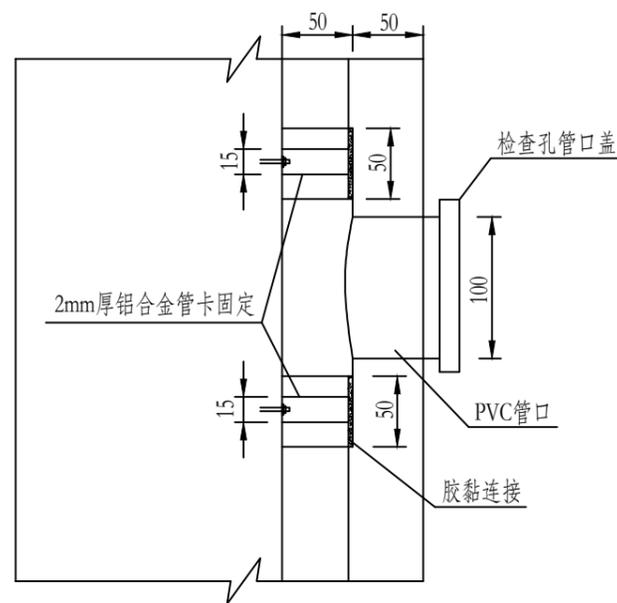
施工缝、环向裂缝渗漏水处治 1:200



预留洞室渗漏水处治 1:200



渗漏水处治立面图



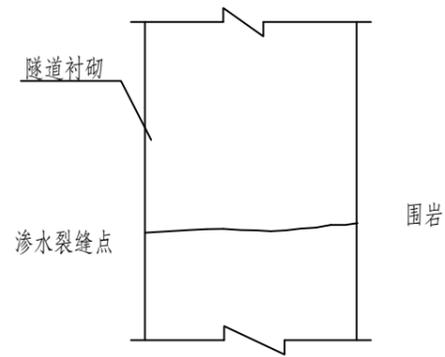
A点检查孔大样图 1:5

说明:

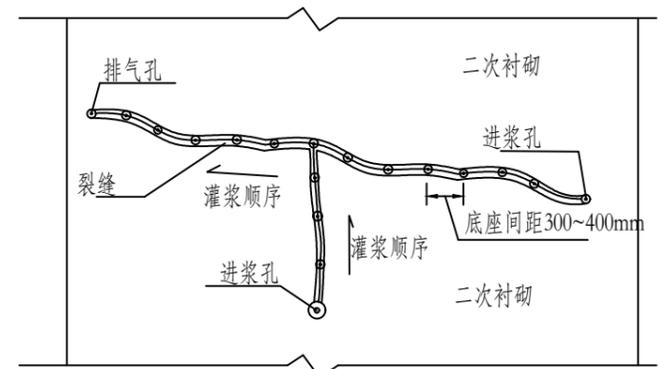
- 1、本图适用于隧道施工缝、环向裂缝及预留洞室位置渗漏水的处治，渗水范围内采用槽埋管引排方式进行处治。
- 2、检查孔设置在距检修道顶面0.5m处。
- 3、本图尺寸均以毫米计。



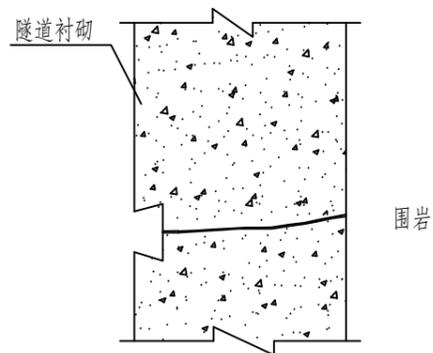
步骤1: 对渗水裂缝进行测量与记录, 并沿裂缝将混凝土表面清除干净, 清除范围为裂缝两侧均不小于5cm。



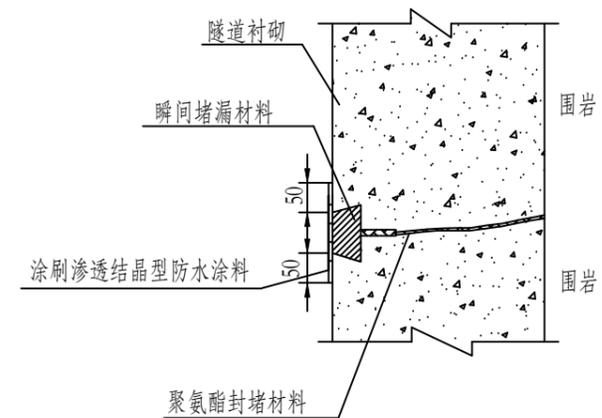
步骤4: 采用瞬间堵水材料填槽, 通过注浆钢管压注水溶性聚氨酯浆液。



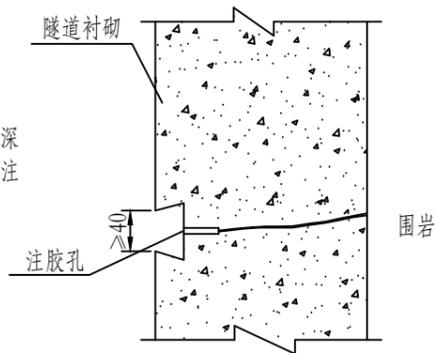
步骤2: 沿裂缝切出外宽50mm, 内宽60mm, 深50mm的倒梯形槽, 倒梯形槽的长度沿裂缝长度方向向两端各延伸10cm。



步骤5: 注浆结束后切除外露注浆钢管, 用瞬间堵漏材料填充注浆孔并抹平, 然后在表面涂刷高效防水涂料。

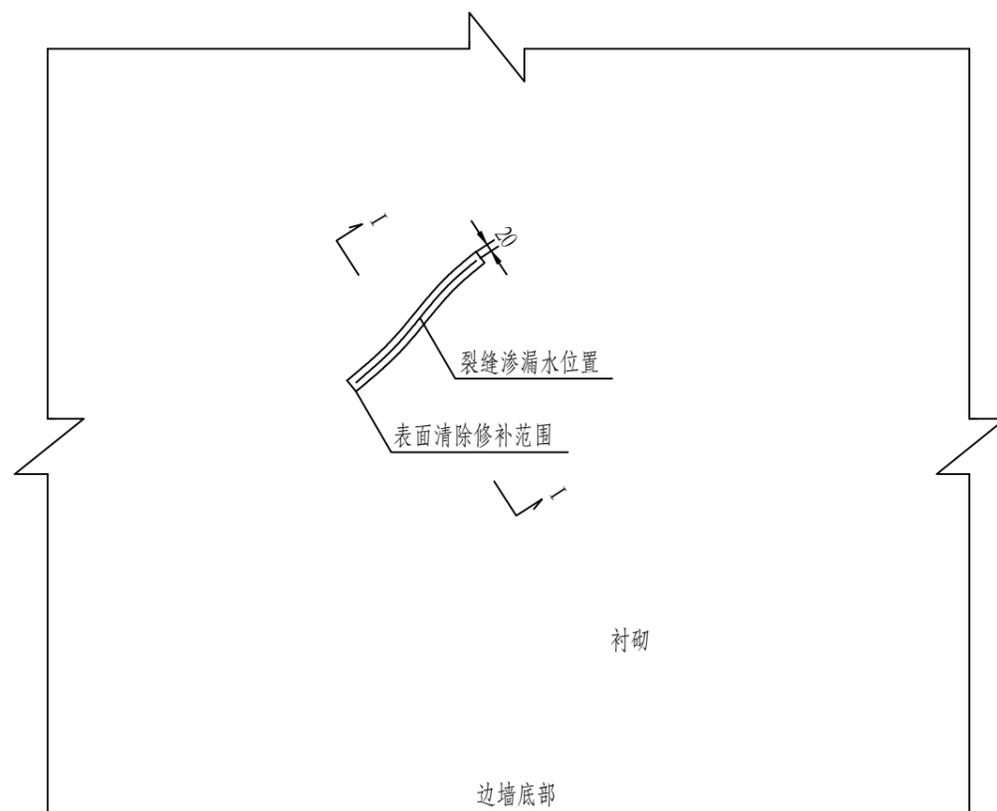


步骤3: 在槽里裂缝表面进行骑缝钻孔, 作为注浆导向孔。沿缝钻孔, 一般孔深5cm, 孔径10mm, 孔距30~40cm, 吹孔及清理缝隙内残留物, 预埋注浆钢管, 注浆钢管长12cm。



注:

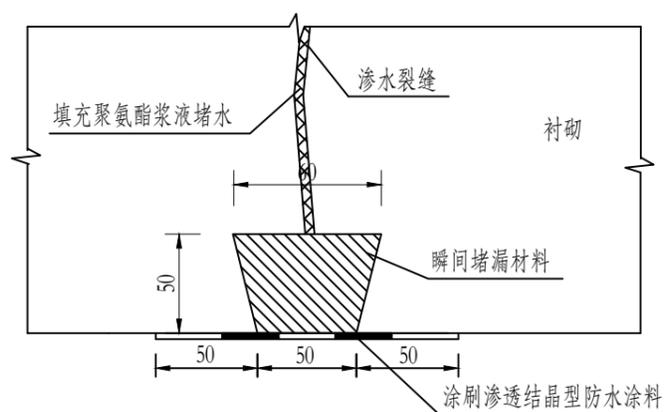
- 1、本图适用于纵向裂缝、斜向裂缝渗水的处治;
- 2、在裂缝端部、裂缝交叉处和裂缝较宽处设置注浆底座, 每条裂缝至少须各有一个进浆孔和排气孔。
- 3、灌浆顺序由下到上, 由一端向另一端依次连续进行。
- 4、最终在裂缝开槽两侧各5cm范围内土涂刷渗透结晶型防水涂料。
- 5、本图尺寸均以毫米为单位;



衬砌局部渗水处治立面图

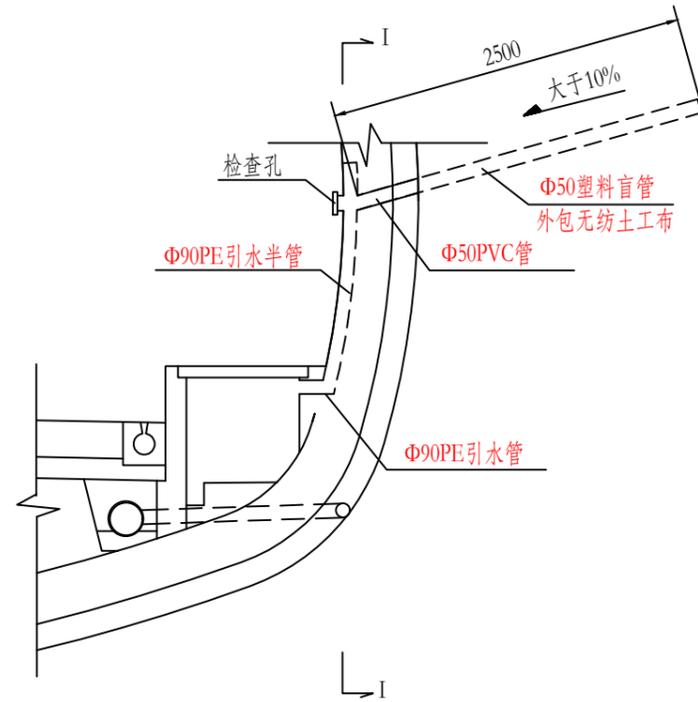
裂缝堵水处治工程数量表(每延米)

项目	单位	数量	备注
凿槽(内宽6、外宽5、深5cm)	m	1.0	每延米
水溶性聚氨酯	kg	1.0	每延米
瞬间堵漏材料	m <sup>3</sup>	0.002	每延米
渗透结晶型防水涂料	m <sup>2</sup>	0.14	每延米

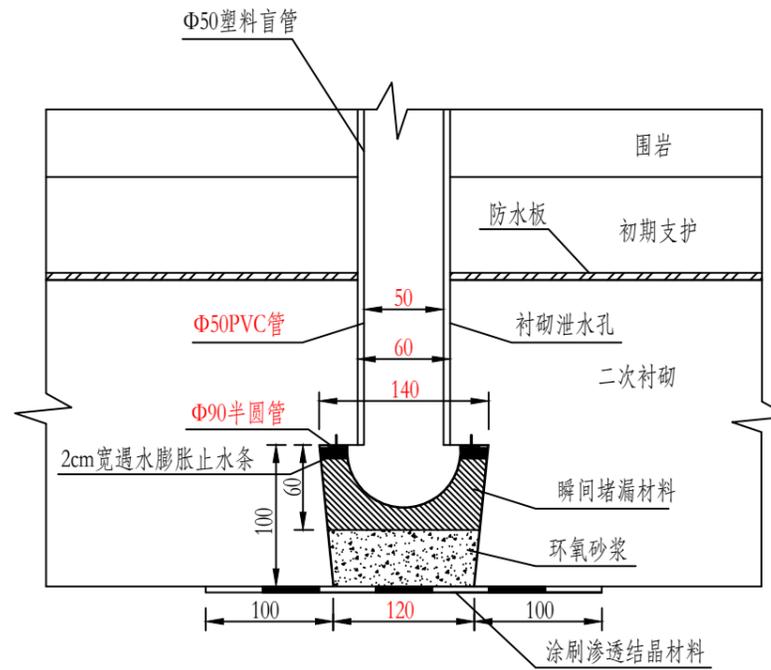


注:

- 1、本图标注尺寸均以毫米计;
- 2、在处治时将待施工的混凝土表面及周围清洗干净,并铲除疏松、空鼓和蜂窝结构,除去积水和明水;
- 3、裂缝凿槽长度应沿裂缝向未漏水处延伸不小于10cm;
- 4、渗水处治完成后,将衬砌表面涂装为与既有衬砌相近颜色。



隧道增设泄水孔设计图 1:50



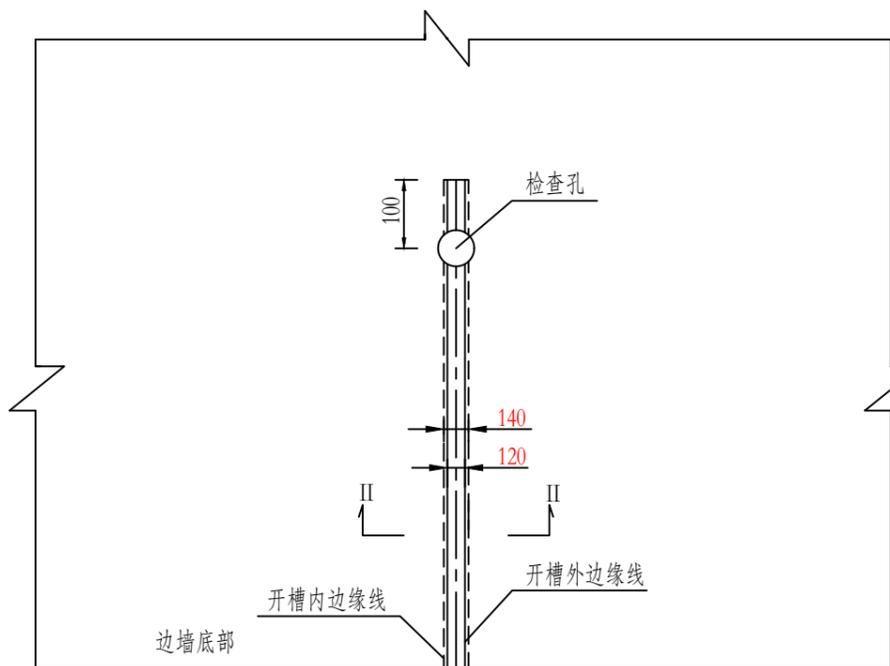
II-II剖面图 1:5

拱脚泄水工程数量表 (每处)

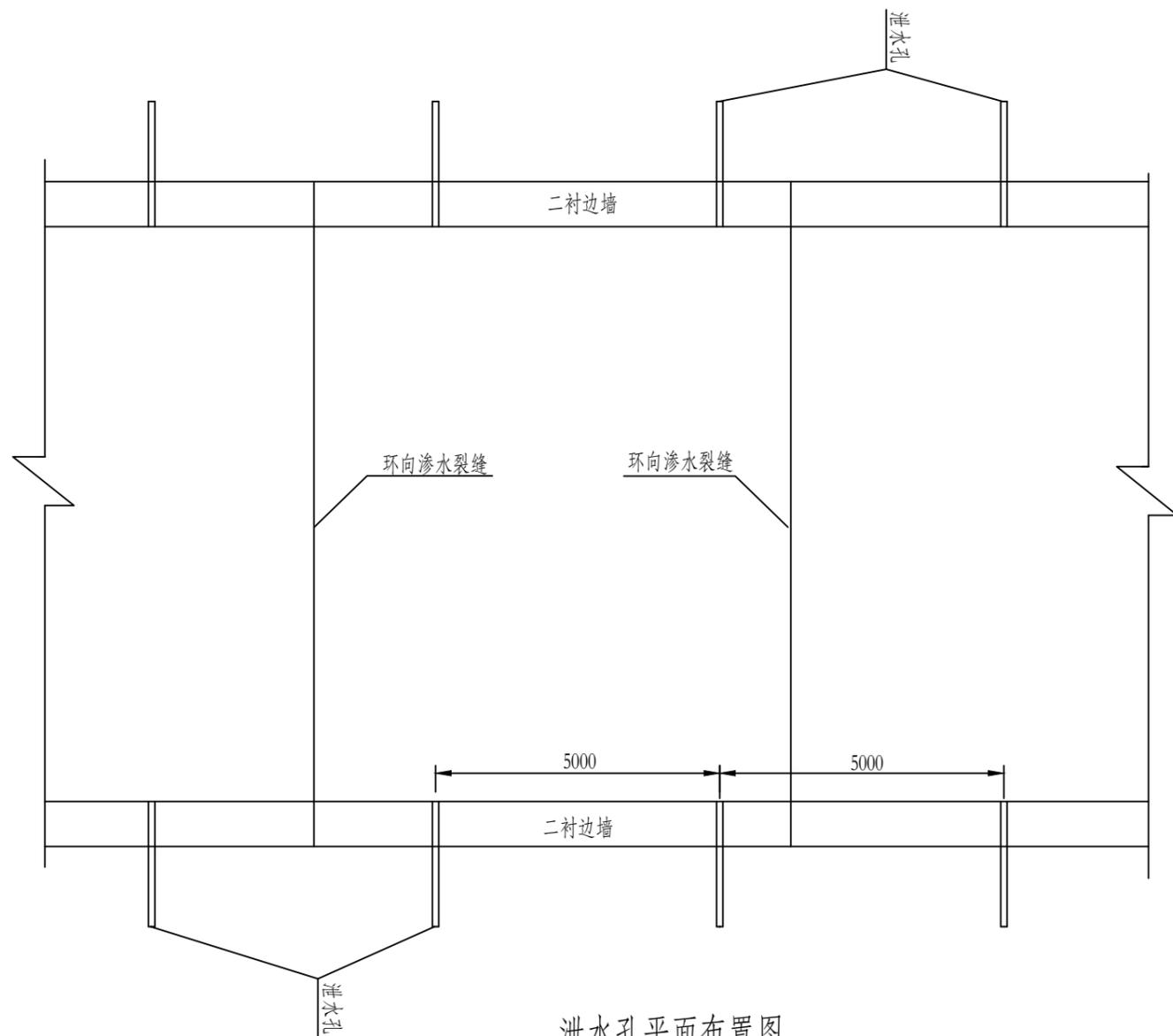
项目	单位	数量	单位
Φ60衬砌泄水孔	m	2.5	每处
电缆沟破除	m <sup>3</sup>	0.01	每处
Φ50PVC管	m	0.5	每处
Φ50塑料盲管	m	2.5	每处
土工布包裹	m <sup>2</sup>	0.52	每处
PVC管末端孔道填充封闭	m	0.5	每处
凿槽(内宽14、外宽12、深10cm)	m	0.8	每处
Φ90引水半圆管	m	0.8	每处
2cm宽遇水膨胀止水条	m	1.6	每处
瞬间堵漏材料	m <sup>3</sup>	0.003	每处
环氧砂浆	m <sup>3</sup>	0.003	每处
渗透结晶材料	m <sup>2</sup>	0.2	每处
检查孔	个	1	每处
铝合金管卡	个	3	每处
电缆沟泄水孔	个	0.5	每处

说明:

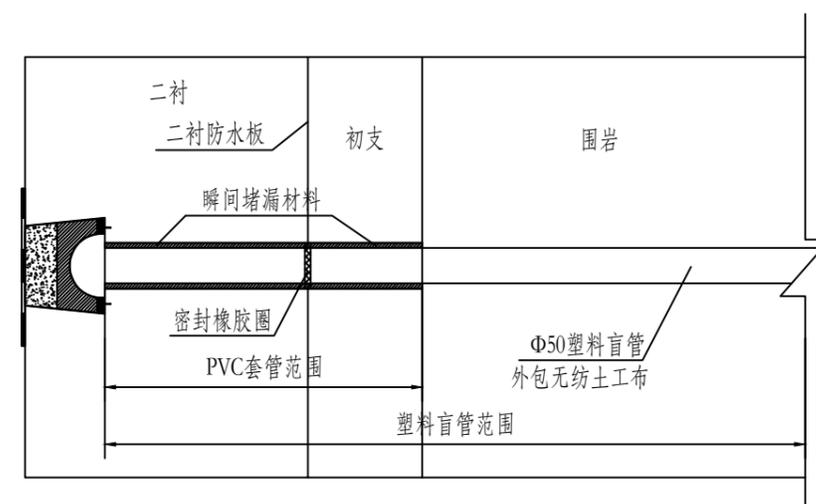
- 1、本图尺寸均以mm计;
- 2、本图适用于隧道衬砌渗水严重段落的处治,泄水孔设置于边墙底部,设置高度不宜大于0.5m;
- 3、泄水孔设置桩号位置可根据现场实际情况进行调整,一般以5m间距控制,在渗水严重段间距可缩小至2m;
- 4、衬砌泄水孔采用Φ60mm头成孔,内设Φ50mm塑料盲管,盲管需采用土工布包裹,初期支护及二衬位置的泄水孔采用Φ50mmPVC管,PVC管与钻孔之间空隙应填塞瞬间堵漏材料及设置密封圈,防止地下水通过防水板串流;
- 5、引水半管安装时,沿裂缝开凿内宽140mm、外宽120mm、深100mm倒梯形槽,将排水半管采用管卡固定,管卡两端用钢钉固定在槽中,沿着半圆管两侧用遇水膨胀止水条封堵凿槽凹凸不平缝隙,半圆管下端通过90PE排水圆管接入电缆沟然后填充瞬间堵漏材料和环氧砂浆,最后在开槽及两侧各10cm范围内涂刷渗透结晶材料;
- 6、在拱脚泄水密集段,每隔一定距离在电缆槽侧壁钻孔,将水引入侧式排水管中;
- 7、施工时,应防止损坏检修道盖板,施工完成后,应对施工造成的检修道破损结构进行修复。



I-I大样图



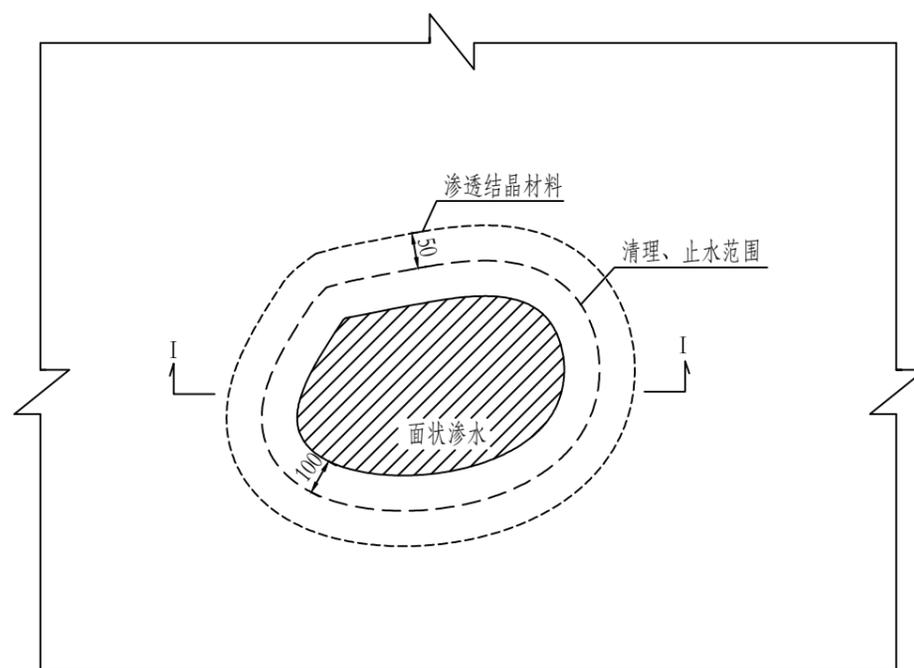
泄水孔平面布置图



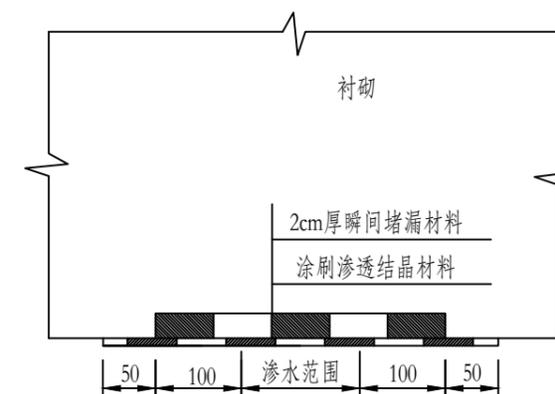
泄水管尾部封闭处理示意图 1:10

说明：

- 1、本图尺寸均以mm计；
- 2、本图适用于隧道衬砌渗水较严重段落段两侧边墙脚设置泄水孔处治；
- 3、在引水管管尾，二衬防水板位置设置一处橡胶密封圈，封闭引水管与二衬之间缝隙，然后采用瞬间堵漏材料填充密封圈至衬砌表面空隙。



衬砌涂层法处治立面图



I-I剖面图

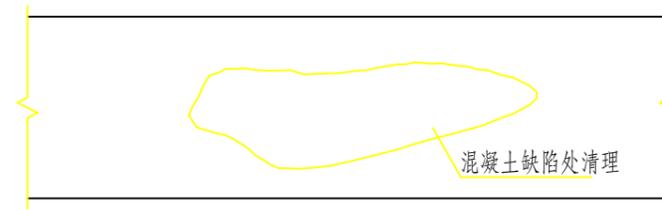
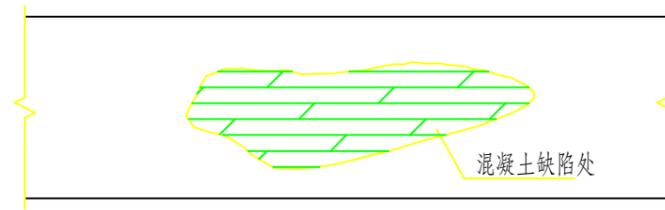
处治工程数量表 (每平米)

项目	单位	数量	备注
基面凿除	m <sup>2</sup>	1.44	凿除深度2cm
瞬间堵漏材料	m <sup>2</sup>	1.44	2cm厚
渗透结晶材料	m <sup>2</sup>	1.69	

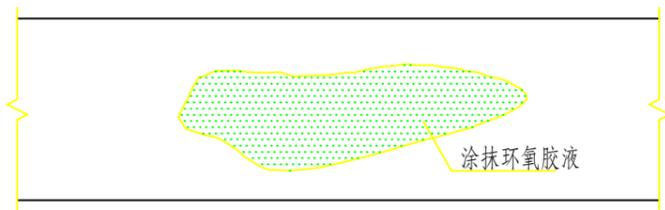
说明:

- 1、本图标注尺寸均以mm计;
- 2、本图适用于不便引排且渗水量小的孤立的渗漏水点, 以及衬砌表面为干渍或周部面状渗水的病害处治;
- 3、将渗水范围混凝土表面及周围清洗干净, 并铲除疏松、空鼓和蜂窝结构, 除去积水和明水, 将渗水范围周围扩大10cm进行凿除, 凿除深度2cm;
- 4、凿除范围内先填充2cm厚瞬间堵漏材料, 然后在凿除位置及两侧各5cm范围内涂刷2mm厚渗透结晶材料;
- 5、最终工程量以实际量为准。

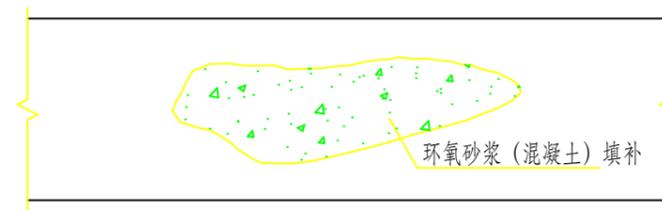
### 混凝土缺陷修补平面示意 (R7)



第一步：凿除剥落处表面疏松层，露出坚硬混凝土，凿毛，用清水进行刷洗至表面无浮渣、粉层、油污后，涂刷阻锈剂。



第二步：为了提高新老混凝土之间的结合效果，在修补面上涂抹一层环氧胶液。



第三步：用环氧砂浆或环氧混凝土局部修补，并将接缝表面抹平。

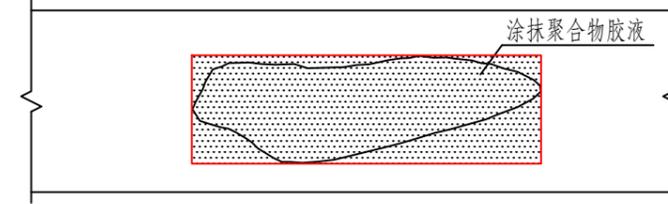
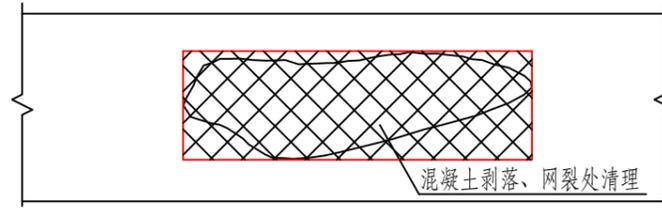
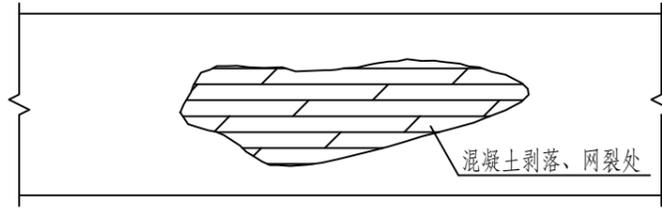
说明：

1. 本图尺寸均以毫米计。
2. 本图适用于凿除深度小于等于2.0cm的混凝土局部病害修复。
3. 施工工艺如下：
  - 1) 缺陷区域混凝土表面清理
    - (1)对混凝土破损部位采用人工凿除法、气动工具凿除法或高速射水法将该处松散、破损、污损的混凝土清除干净，同时应注意保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等物质。
    - (2)对于衬砌属于钢筋砼段落的，用钢刷清除钢筋表面的浮锈，使之露出光洁部分；对于衬砌属于素砼段落的，则无此道工序。
    - (3)清理混凝土病害部位时，若衬砌属于钢筋砼段落的，注意不要损伤衬砌原有钢筋。
    - (4)将加固区域结构表面擦拭干净。
    - (5)严格按照隧道维修养护相关规定及要求实施。
  - 2) 钢筋砼段落衬砌：钢筋的阻锈处理
    - (1)在清理后对钢筋锈蚀区域采用渗透性强的阻锈剂（表面涂刷型）处理，可滚刷或喷涂于结构表面，选用材料应满足规范及本设计说明“主要材料性能指标要求”部分的规定，并按混凝土结构加固规范要求和施工规范要求进行施工。
    - (2)钢筋保护剂属化工产品，施工过程中应采取必要的防护措施；多功能阻锈剂有很强的渗透性，施工时应配带手套及口罩，严禁与皮肤直接接触。在水平结构底面施工时，应注意不要滴落到身体或皮肤上任何部位，如已滴落到皮肤表面或眼睛里，应立即用清水冲洗干净并及时就医。
  - 3) 凿毛
 

为保证新老混凝土的有效结合，原混凝土结合面均应凿毛，必须有凹凸不小于6mm的粗糙面，修补处应凿成较规则的多边形（方形），表面清浆清凿干净，涂刷界面剂，才能浇筑砂浆。
  - 4) 浇筑环氧砂浆
 

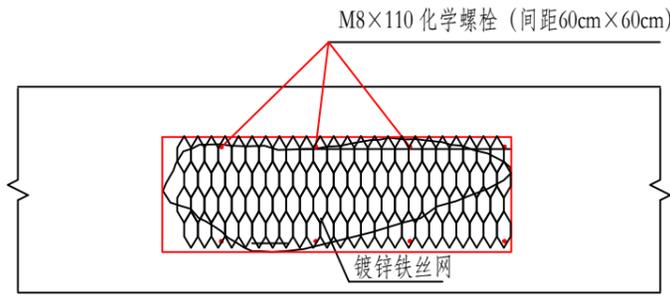
对于病害深度小等于2.0cm的浅表面剥落混凝土病害，用环氧砂浆修补。
3. 本次破损修补数量以面积估算，深度为2cm以下的表面病害按病害总面积的70%估量。实际修补面积及修补深度以监理工程师和业主确认后的施工实际发生量为准。

### 混凝土剥落、网裂处治示意图

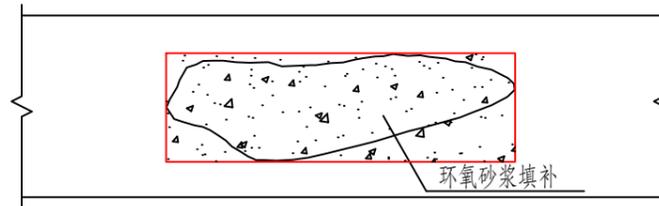


第一步：凿除剥落、网裂处表面疏松层，露出新鲜混凝土，凿毛，用清水进行刷洗至表面无浮渣、粉层、油污。无浮渣、粉层、油污后，涂刷阻锈剂。

第二步：为了提高新老混凝土之间的结合效果，在修补面上涂抹一层聚合物胶液。



第三步：布置镀锌铁丝网，采用化学锚栓固定。



第四步：用环氧砂浆局部修补，并将接缝表面抹平。

注：

1、本图适用于隧道衬砌混凝土剥落、网裂 (2cm < 损伤厚度 ≤ 5cm) 病害修复。

2、施工工艺如下：

1) 网裂区域混凝土表面清理

(1)对混凝土破损部位采用人工凿除法、气动工具凿除法或高速射水法将该处松散、破损、污损的混凝土清除干净，确保凿除至新鲜混凝土面 (用锤子锤击，声音响亮)，同时应注意保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等物质。表面凿除深度按3.5或5cm考虑。(2)将加固区域结构表面擦拭干净。(3)严格按照隧道维修养护相关规定及要求实施。(4)清理混凝土病害部位时，若衬砌属于钢筋砼段落的，注意不要损伤衬砌原有钢筋。

2) 凿毛

为保证新老混凝土的有效结合，原混凝土结合面均应凿毛，必须有凹凸不小于6mm的粗糙面，修补处应凿成较规则的多边形 (方形)，表面清浆清渣干净，混凝土界面涂刷处理剂。

3) 化学锚栓、挂网

根据螺栓规格、长度和直径进行钻孔，钻孔位置应避开衬砌的施工缝、变形缝等部位。钻孔后用毛刷和气管清孔。清孔后将化学管胶按方向置入孔中，再用电动工具将螺栓打入孔中，电动工具转速不应大于750转/分钟。钻孔按照60cm×60cm矩形布置；植入化学锚栓后将镀锌铁丝网挂于化学锚栓上，绑扎牢固。

4) 喷射或涂抹环氧砂浆

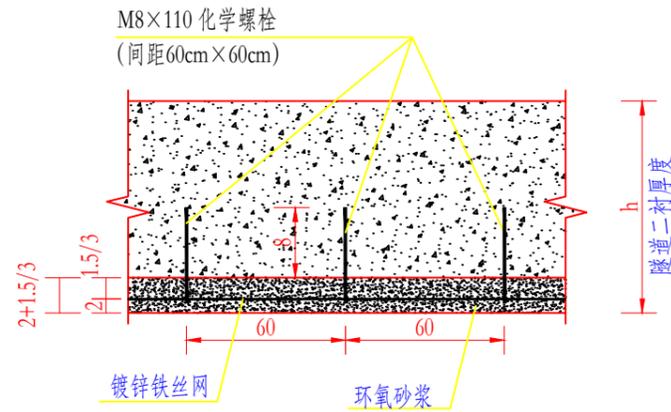
对浅表面的剥落、网裂混凝土病害，处治设计采用环氧砂浆修补。面积较小时，可采用人工涂抹法进行修补；面积较大时，可采用喷射法进行修补。

喷射砂浆时应分段、分片由下而上顺序进行，每次作业纵向长度不宜超过6m，变形缝位置应与原衬砌一致。喷射砂浆施工应采用湿喷工艺，应分层喷射，喷射前工作面应冲洗干净并保持湿润。对超喷或欠喷部位应进行刮除或补喷，与周边衬砌混凝土连接圆顺。

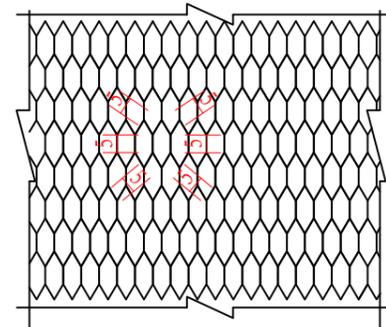
3、砼剥落、网裂病害修复后，用经颜色调配的腻子胶修补表面以修饰修补痕迹。

4、本次破损等修补数量以面积估算。深度为2.0cm~3.5cm、3.5cm~5.0cm的表面病害均按病害总面积的15%估量。修补深度：深度为2cm~3.5cm的病害修补深度按3.5cm计算，深度为3.5cm~5.0cm的病害修补深度按5.0cm计算。

5、实际修补面积及修补深度由业主，施工单位，监理单位现场确认后的施工实际发生量为准。



断面示意图



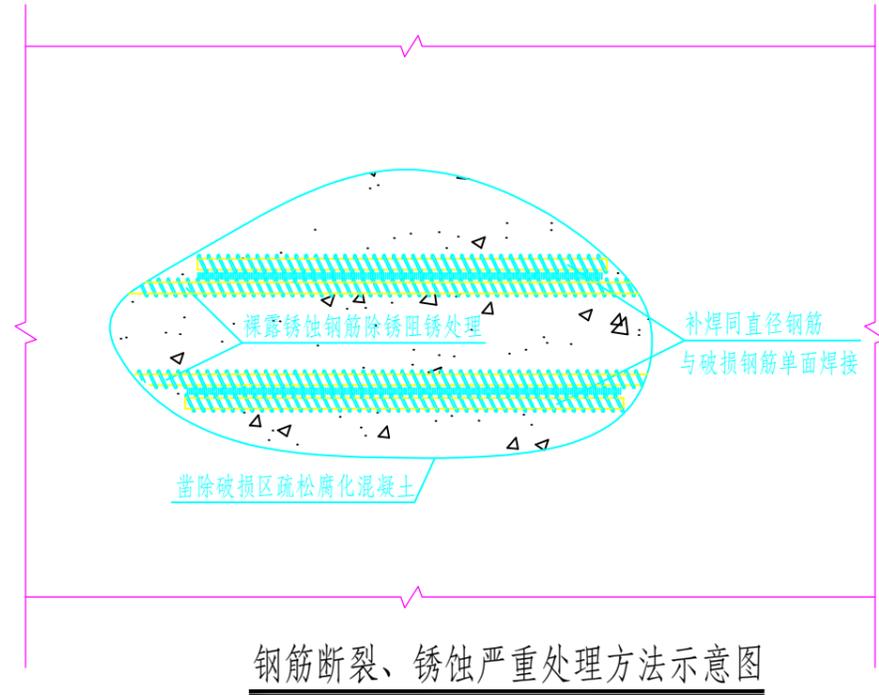
镀锌铁丝网大样图

#### 工程数量表(每平方米)

项目	单位	数量 (3.5cm厚)	数量 (5.0cm厚)	备注
人工凿除混凝土表面	m <sup>2</sup>	1	1	
环氧砂浆	m <sup>3</sup>	0.035	0.05	
14号铁丝网	kg	4.9	4.9	
M8×110化学锚栓	kg/根	2.61/5	2.61/5	
经颜色调配的腻子胶	m <sup>2</sup>	1	1	

二衬露筋处治施工步骤示意图

施工步骤	施工示意图	施工步骤说明
①		1、调查病害情况： 对洞壁衬砌混凝土破损、钢筋外露锈蚀等情况进行调查，对病害部位做出标记并记录。
②		2、表面处理： 对混凝土表面破损、腐化、松散等区域周围约5cm范围内进行凿除，修补处应凿成较规则的多边形（方波形），用空压机清除表面粉尘，以保证修补效果。
③		3、钢筋防锈： 钢筋外露锈蚀的，对外露钢筋采用钢丝刷进行除锈处理，处理后在钢筋表面喷涂阻锈剂。在修补面上涂抹一层界面剂。
④		4、混凝土表面修补： 采用环氧砂浆修复混凝土表面。遇空洞较大时，可酌情添加细骨料。
⑤		5、表面平整： 待砂浆达到强度后将表面打磨平整。



钢筋断裂、锈蚀严重处理方法示意图

说明：

1. 本图适用于隧道二衬钢筋锈胀、钢筋外露病害修复。
2. 清理混凝土病害部位时注意不要损伤原有钢筋。
3. 钢筋锈胀表面混凝土凿除深度暂按2cm控制，实际凿除深度可按现场实际情况进行合理调整。
4. 在露筋、蜂窝麻面、破损等有混凝土缺陷的地方，应将外露的钢筋表面锈蚀物清理干净，清理后在其外表面涂刷阻锈剂形成保护膜，以阻止钢筋的锈蚀。
5. 裸露钢筋锈蚀严重的，在对原钢筋除锈阻锈处理后，补焊同直径钢筋，与破损钢筋单面焊接。
6. 阻锈剂一般涂刷范围为按病害区周围扩大约5cm，在渗水泛碱区域阻锈剂的涂刷范围为按病害区周围扩大约50cm。
7. 严格按照隧道维护养护相关规定及要求实施。