

2023 年长深高速公路三明福银段中胜下 行隧道火损修复工程

施工图设计

（第一册 共一册）

福建省高速技术咨询有限公司

二〇二三年一月

2023 年长深高速公路三明福银段中胜下行隧道火损修复工程

施工图设计

(第一册 共一册)

项目负责人	
技术负责人	
项目审查人	
总工程师	
公司分管领导	
公司主管领导	
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）专业乙级 A135030817
设计时间	2023 年 1 月



工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号：A135030817

有效 期：至2022年04月01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）专业乙级。

可从事资质证书许可范围内相应的建设工程总承包业务以及项目管理和相关的技术与管理服务。*****

发证机关



2017年04月01日

No.AZ0090416

福建省住房和城乡建设厅文件

闽建许〔2021〕7号

福建省住房和城乡建设厅关于建设工程企业资质延续有关事项的补充通知

各设区市建设局，厦门市市政园林局，泉州市、漳州市、莆田市城管局，平潭综合实验区行政审批局、交通与建设局，福建自贸区福州、厦门、平潭片区管委会：

为深化“放管服”改革，做好建设工程企业资质改革相关准备工作，经研究，现将我省建设工程企业资质（包括工程勘察、设计、施工、监理企业资质）延续有关事项通知如下：

一、我省各级资质审批部门审批的工程勘察、设计、施工、监理等类别的企业资质证书，按照省厅《关于建设工程企业资质延续有关事项的通知》（闽建许〔2020〕2号）规定有效期延期至2021年12月31日的，以及有效期于2022年内届满的，其有效期统一延期至2022年12月31日。

二、上述四类企业原资质证书仍可用于工程招标投标及企业其它经营等活动。上述四类资质证书统一延期后的有效期，可以在住建部全国建筑市场监管公共服务平台和省厅官网（<http://zjt.fujian.gov.cn/>）按照路径“首页>办事服务>福建省建设行业信息公开平台”查询。

三、自本通知发布之日起，各级资质审批部门不再受理上述四类资质证书有效期延续申请事项。

四、企业按照《住房城乡建设部关于建设工程企业发生重组、合并、分立等情况资质核定有关问题的通知》（建市〔2014〕79号）申请办理企业合并、跨省变更事项取得有效期1年资质证书的，不适用前述规定，企业应在1年资质证书有效期届满前，按相关规定申请重新核定。

五、按照“谁审批谁负责”原则，各级资质审批部门要及时做好所在地企业资质证书信息与省厅官网“福建省建设行业信息公开平台”的对接和更新工作。

六、住房城乡建设部对建设工程企业资质证书有效期延续另有规定的，按照住房城乡建设部规定办理。

福建省住房和城乡建设厅

2021年12月9日

（此件主动公开）

福建省住房和城乡建设厅办公室

2021年12月9日印发

目 录

序号	图表名称	图 号	页数	页号	备注
	第一篇 总体设计				
1	项目地理位置	S-SD-I-01	1		
2	设计说明书	S-SD-I-02	16		
	第二篇 隧道工程				
1	隧道病害及处治方式表	S-SD-II-01	2		
2	工程数量表	S-SD-II-02	1		
3	混凝土网裂、剥落处治示意图	S-SD-II-03	2		
4	隧道衬砌裂缝处治方式示意图	S-SD-II-04	1		
5	破损路面修复示意图	S-SD-II-05	2		
6	标线设计图	S-SD-II-06	1		
7	养护作业控制区布置示意图	S-SD-II-07	1		

序号	图表名称	图 号	页数	页号	备注
	第三篇 施工图预算				
1	预算编制说明		2		
2	01 表总预算表		2		
3	02 表人工、材料、施工机械台班数量汇总表		2		
4	03 表建设安装工程费计算表		1		
5	04 表综合费率计算表		1		
6	05 表专项费用计算表		1		
6	06 表工程建设其他费用计算表		1		
7	07 表人工、材料、施工机械台班单价汇总表		2		
8	08 表分项工程预算计算数据表		2		
9	09 表材料预算单价计算表		1		
10	10 表施工机械台班单价计算表		2		

第一篇 总体设计

项目地理位置图



设计说明

1 项目来源

2022 年 12 月 22 日，长深高速公路三明福银段中胜下行隧道内遭受火灾；受业主委托，我司开展赤岭下行隧道火损修复设计工作。

2 工程概况

2.1 隧道基本情况

中胜隧道为双向双洞四车道隧道，位于长深高速公路三明福银段，于 2004 年 12 月建成通车，中胜下行隧道进口桩号 BK2946+119，中心桩号 BK2945+937，全长 364 米。



图 2-1 中胜下行隧道进口



图 2-2 中胜下行隧道出口

2.2 隧道工程原设计概况

1、事故造成的一处构件损伤区位于中胜隧道下行内 BK2945+975~BK2945+951 处，经核查该区域围岩等级为V类，衬砌型式为 JS5 复合型支护衬砌。其中二衬衬砌为 30cm 厚 C25 防水素混凝土。

2、隧道建筑界限

中胜隧道，行车道宽度为 2×3.75 米，净高 5 米，两侧路缘宽为 0.5 米，两侧余宽为 0.25 米，单侧检修道宽 0.75 米，高于路面 0.25 米。

3、隧道结构

(1) 中胜隧道结构形式及支护参数

本隧道结构按新奥法原理进行设计，采用复合衬砌，以锚杆、湿喷(钢纤维)混凝土等为初期支护，并辅以钢拱架、注浆小导管等支护措施，充分调动和发挥围岩的自承能力，在监控量测

信息的指导下施作初期支护和二次模筑衬砌（初期支护喷射砼采用湿喷法喷射）。

隧道埋置深度、围岩类别、结构跨度、受力条件不同，复合式衬砌的各项支护参数也不同，中胜隧道复合式衬砌支护参数见下表。

表 2-1 中胜隧道复合式衬砌支护参数表

衬砌类型	支护参数									二次衬砌 25#砼 (cm)		岩柱加固措施		辅助施工 措施
	20# 湿喷砼 (cm)	锚 杆					钢架支撑							
		类型	部位	直径 (cm)	长度 (m)	间距 (m)	部位	规格	间距 (m)	拱墙	仰拱	预应力 锚杆	间距	
JS2-1	23 钢纤维	中空	拱墙	25	4.0	0.8 × 0.8	拱墙 仰拱	U25	0.5 (0.4)	55	50	Φ25 螺纹钢	0.8 × 0.8	小导管注浆预支护 拱脚砂浆锚杆
JS3-1	20 钢纤维	中空	拱墙	25	3.5	1.0 × 1.0	拱墙 仰拱	U25	1.0	45	40	Φ25 中空	1.0 × 1.0	中空锚杆 预支护 拱脚砂浆锚杆
JS3	16 钢纤维	中空	拱墙	25	3.0	1.2 × 1.2	拱墙	4Φ25 格 栅	1.0	40		Φ25 中空	1.0 × 1.0	
JS4	10(13) 钢纤维	普通 砂浆	拱墙	22	2.5	1.4 × 1.4				30		Φ22 螺纹钢	1.2 × 1.2	
JS5	10(8)									30				
S0										75				

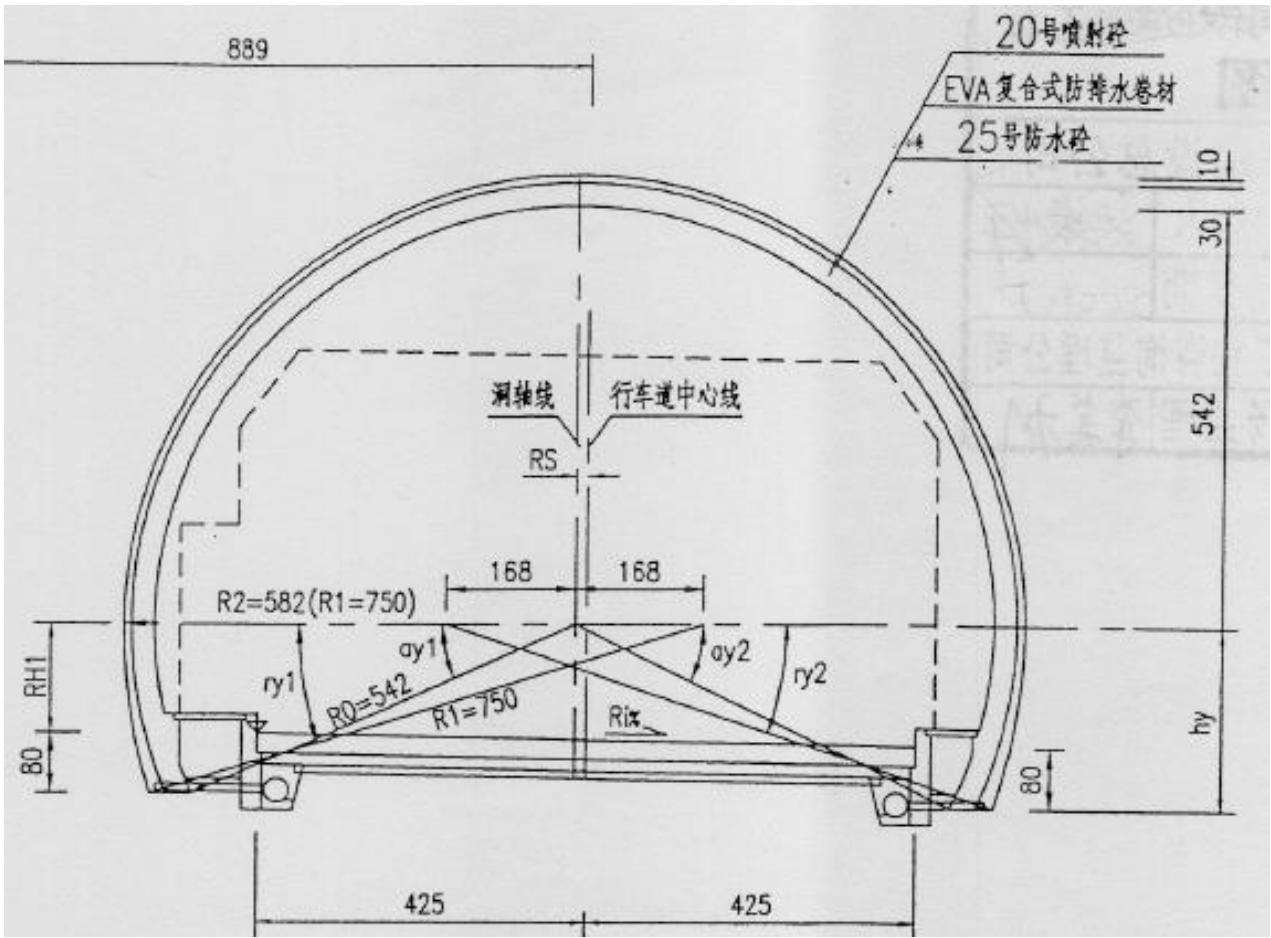


图 2-3 JS5 复合式衬砌设计图

5、隧道路面

中胜隧道采用 26 厘米厚的水泥混凝土面层，15 厘米厚 20#素砼调平层。隧道路面已完成白改黑改造，现状隧道路面已铺设 2.5cm 超薄沥青罩面。

6、防排水工程

以防、排、截、堵结合，因地制宜、综合治理，达到防水可靠、排水畅通。保证洞内无渗漏水，安装孔眼不渗水，洞内路面不冒水、不积水。

（1）主要防水措施

- a) 二次模筑衬砌采用防水砼；
- b) 在隧道初期支护和二次衬砌之间铺设 EVA 复合式防水卷材；
- c) 沉降缝处采用中埋式橡胶止水带防水，施上缝处采用 BWII 缓膨型橡胶止水条防水。

（2）主要排水措施

在隧道环向铺设塑料盲沟将水引入边墙两侧 φ10 厘米双壁打孔波纹管集水，然后通过 φ10 厘米 PVC 横水管将水引入两侧 φ25 厘米双壁打孔波纹管侧式排水管排出洞外。路面水通过路缘间隙式排水沟排出洞外。电缆沟中的残留水在洞口用排水管与边沟连接。进出口洞门顶设环向排水沟将洞顶积水排出。以上排水系统与洞外的天沟、排水沟、截水沟形成完整的排水系统。

3 火灾情况

3.1 火灾经过

2022 年 12 月 22 日长深高速公路三明福银段中胜隧道下行，一辆货车自燃起火。初步判断：
1.沥青路面烧损；2.着火区域出现二次衬砌表层脱落和网裂现象；3.隧道出现大面积熏黑等。



图 3-1 现场火灾情况



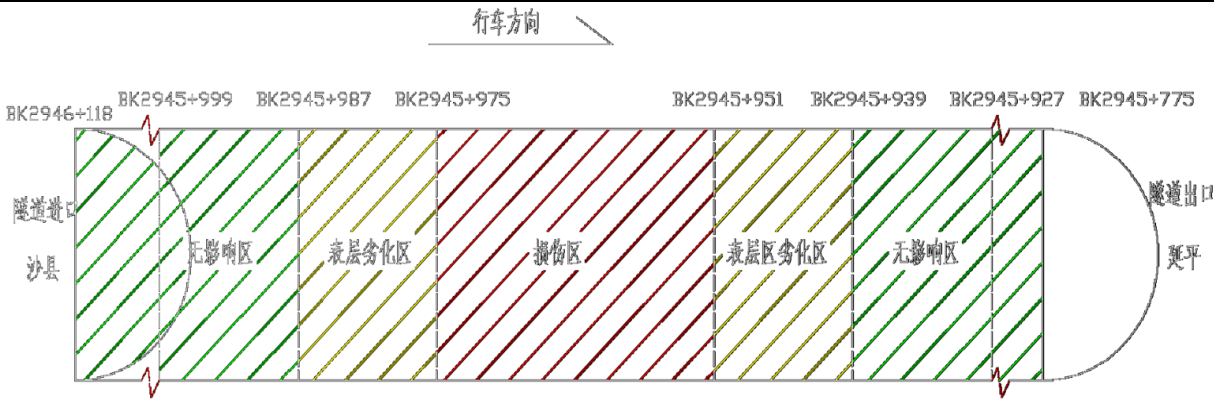
图 3-2 二次衬砌表层脱落

3.2 隧道受损伤的总体情况

福建省高速公路达通检测有限公司立即对隧道展开了专项检测，检测结果如下：

表 3-1 中胜隧道下行损伤识别状态表

隧道名称	损伤识别状态	桩号	长度（米）	识别特征
中胜隧道下行	未受火灾影响区	BK2946+119～BK2945+987、BK2945+939～BK2945+755	316	装饰层完好,部分区域由火灾引起的熏黑。未见表层混凝土由火灾引起的剥落及网裂等现象。
	表层性能劣化区	BK2945+987～BK2945+975、BK2945+951～BK2945+939	24	存在由火灾引起的少量裂缝现象。混凝土表面、照明灯饰被熏黑，用硬毛刷刷除附着物后，混凝土偏白，锤击声音响亮。
	构件损伤区	BK2945+975～BK2945+951	24	存在由火灾引起的混凝土裂缝和剥落，沥青路面出现破损（烧损）。混凝土颜色被熏黑，部分拱顶施工缝位置锤击后混凝土松散掉落。用硬毛刷刷除附着物后，混凝土偏白，锤击声音响亮。



注：“ ”该区域为构件损伤区；“ ”该区域为表层性能劣化区。

图 3-3 中胜隧道下行损伤识别状态图

3.3 隧道外观检查结果

本次对中胜隧道下行 BK2945+999～BK2945+927 火灾病害主要表现为：该范围内发现网状裂缝 5 处，总面积为 263 m²；剥落 12 处，总面积为 12.29 m²；纵缝 15 条，长 96.5m；横向裂缝 13 条，总长 70.8m；斜向裂缝 6 条，总长 28.4m；路面烧损 1 处，面积为 40 m²；路面标线烧毁 2 处，总长 40m；大面积熏黑 3 处，总面积为 2600 m²；各火灾损伤各区域表病害统计详见表 5-2，具体病害详见表 5-3。

表 3-2 中胜隧道下行损伤识别状态区域病害统计			
隧道名称	损伤识别状态	主要病害内容	备注
中胜隧道下行	BK2946+119～BK2945+987、BK2945+939～BK2945+755 未受火灾影响区	纵向裂缝 2 条，长度为 18m；斜缝 1 条，长度为 5m；横缝 4 条，长度为 17.4m；熏黑 2 处，总面积为 1784 m²；	/
	BK2945+987 ～ BK2945+975 、BK2945+951～BK2945+939 表层性能劣化区	横向裂缝 4 条，长度为 15.4m；纵向裂缝 7 条，长度为 35m；网状裂缝 1 处，总面积为 1 m²；斜向裂缝 2 条，长度为 6.4m；熏黑 2 处，面积为 336 m²；消防栓熔毁 1 个；	/
	BK2945+975～BK2945+951 构件损伤区	网状裂缝 4 处，总面积为 262 m²；剥落掉块 12 处，总面积为 12.29 m²；纵缝 6 条，长度为 43.5m；横向裂缝 5 条，长度为 38m；斜向裂缝 3 条，长度为 17m；路面烧损 1 处，面积为 40 m²；路面标线烧伤 2 处，总长 40m；大面积熏黑 1 处，总面积为 480 m²；	/

表 3-3 中胜隧道下行结构物检测病害统计表					
桩号	结构名称	缺损位置	缺陷内容	缺陷描述 (性质、范围、程度等)	备注
BK2945+987～999	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=12m,W=0.25mm	/
BK2945+975	衬砌	拱顶偏左 2m	斜向裂缝	L=3m,W=0.32mm	图 5-2
BK2945+978	衬砌	拱顶	网状裂缝	S=(1×1)m²	/
BK2945+975～979	衬砌	拱顶偏右 2.5m	纵向裂缝	L=4m,W=0.28m	/
BK2945+975～963	衬砌	拱顶偏左 1m	纵向裂缝	L=12m,W=0.42mm	图 5-3
BK2945+969	衬砌	拱顶（全幅）	横向裂缝	L=20m,W=0.68mm	图 5-4
BK2945+968～963	衬砌	拱顶偏右 3m	斜向裂缝	L=5m,W=0.35mm	/
BK2945+968～951	衬砌	拱顶	网状裂缝	S=（17×8）m²,Wmax=0.21mm	图 5-5
BK2945+957～951	衬砌	拱顶	斜向裂缝	L=6m,W=0.45mm	/

桩号	结构名称	缺损位置	缺陷内容	缺陷描述 (性质、范围、程度等)	备注
BK2945+963～951	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=12m,W=0.43mm	/
BK2945+954	衬砌	拱顶	横向裂缝	L=4m,W=0.42mm	/
BK2945+960	衬砌	拱顶	剥落掉块	S=（2×2）m²，Dmax=40mm	图 5-6
BK2945+958～959	衬砌	拱顶	剥落掉块 5 处	S=（0.01～0.2）m²，Dmax=15mm	图 5-7
BK2945+960	衬砌	右拱腰	纵向裂缝	L=3.5m,W=0.34mm	/
BK2945+951～956	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=5m,W=0.38mm	/
BK2945+956	衬砌	拱顶	横向裂缝	L=6m,W=0.32mm	/
BK2945+951～946	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=5m,W=0.28mm	/
BK2945+946	衬砌	拱顶	横向裂缝	L=5m,W=0.36mm	/
BK2945+951～939	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=12m,W=0.39mm	/
BK2945+951～946	衬砌	右拱腰	纵向裂缝	L=5m,W=0.25mm	/
BK2945+939～933	衬砌	拱顶偏右 2m	纵向裂缝	L=6m,W=0.34mm	/
BK2945+933	衬砌	拱顶	横向裂缝	L=3m,W=0.38mm	/
BK2945+915～920	衬砌	拱顶	斜向裂缝	L=5m,W=0.33mm	/
BK2945+931	衬砌	右边墙 H=0m	横向裂缝	L=1.9m,W=0.25mm	/
BK2945+934	衬砌	右边墙 H=0m	横向裂缝	L=4.5m,W=1mm	/
BK2945+944	衬砌	右边墙 H=0m	横向裂缝	L=3.4m,W=1.2mm	/
BK2945+944～947	衬砌	右边墙 H=3.5m	斜向裂缝	L=3.4m,W=0.43mm	/
BK2945+948	衬砌	右边墙 H=2.5m	横向裂缝	L=2m,W=0.23mm	/
BK2945+948～950	衬砌	右边墙 H=3m	纵向裂缝	L=2m,W=0.24mm	/
BK2945+951～956	衬砌	右边墙 H=3.2m	纵向裂缝	L=5m,W=0.32mm	/
BK2945+956～960	衬砌	右边墙 H=2m	网状裂缝	S=（3×4）m²，Wmax=0.25mm	/
BK2945+960	衬砌	右边墙 H=3.2m	剥落掉块	S=（0.1×0.1）m²，Dmax=10mm	/
BK2945+961	衬砌	右边墙 H=3m	剥落掉块	S=（0.5×0.5）m²，Dmax=20mm	/
BK2945+963	衬砌	右边墙 H=2m	剥落掉块	S=（2×3）m²，Dmax=50mm	图 5-8

桩号	结构名称	缺损位置	缺陷内容	缺陷描述 (性质、范围、程度等)	备注
BK2945+964	衬砌	右边墙 H=0m	剥落掉块	S= (1×1) m², Dmax=40mm	/
BK2945+964	衬砌	右边墙 H=1.1m	剥落掉块	S= (0.1×0.2) m², Dmax=15mm	/
BK2945+967	衬砌	右边墙 H=0.8m	剥落掉块	S= (0.1×0.1) m², Dmax=10mm	/
BK2945+960~975	衬砌	右边墙 H=0m	网状裂缝	S= (15×4) m², Wmax=0.26mm	图 5-9
BK2945+969	衬砌	左边墙 H=2.1m	斜向裂缝	L=6m,W=0.28mm	/
BK2945+969~951	衬砌	左边墙 H=2m	网状裂缝	S= (3×18) m², Wmax=0.22mm	/
BK2945+960	衬砌	左边墙 H=0m	横向裂缝	L=2.5m,W=0.38mm	/
BK2945+957	衬砌	左边墙 H=0m	横向裂缝	L=5.5m,W=0.52mm	/
BK2945+957~951	衬砌	左边墙 H=3m	纵向裂缝	L=6m,W=0.33mm	/
BK2945+951~948	衬砌	左边墙 H=2.8m	纵向裂缝	L=3m,W=0.25mm	/
BK2945+948~944	衬砌	左边墙 H=3m	纵向裂缝	L=4m,W=0.26mm	/
BK2945+944	衬砌	左边墙 H=0m	横向裂缝	L=5m,W=1mm	/
BK2945+921	衬砌	左边墙 H=0m	横向裂缝	L=8m,W=2mm	/
BK2945+968~958	路面	主车道	沥青路面烧伤	S= (10×4) m²	图 5-10
BK2946+010~975	衬砌	拱顶	熏黑	S= (35×8) m²	/
BK2945+975~915	衬砌	衬砌全幅	熏黑	S= (60×20) m²	图 5-11
BK2946+915~775	衬砌	拱顶	熏黑	S= (140×8) m²	/
BK2946+975~955	标志	路面中线、右侧	轮廓线烧毁	L=20m	图 5-12
BK2945+948	衬砌	左边墙 H=1.5m	消防栓熔毁	1 个	图 5-13



图 3-4 BK2945+975 衬砌 拱顶偏左 2m 斜缝
L=3m,W=0.32mm

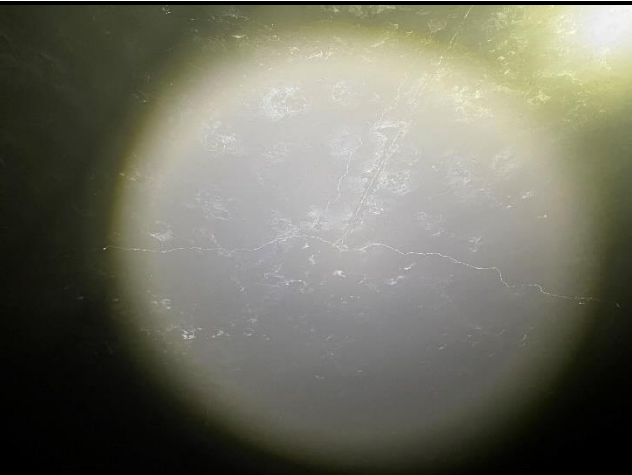


图 3-5 BK2945+975-963 衬砌 拱顶偏左 1m 纵缝
L=12m,W=0.42mm



图 3-6 BK2945+969 衬砌 拱顶（全幅） 横向裂缝
L=20m,W=0.68mm



图 3-7 BK2945+968-951 衬砌 拱顶 网状裂缝 S= (17×8) m²,Wmax=0.21mm

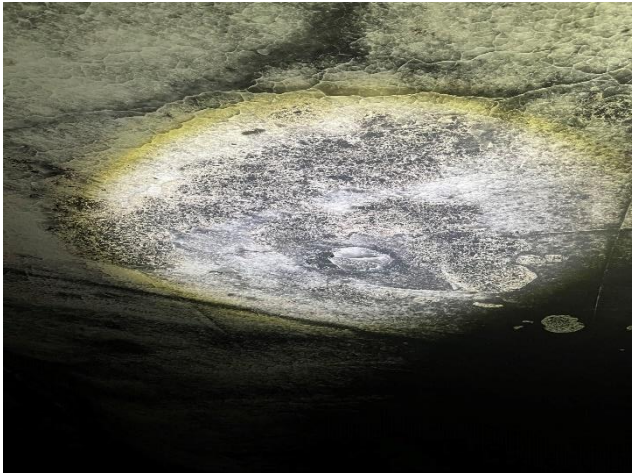


图 3-8 BK2945+960 衬砌 拱顶 剥落掉块 S= (2×2) m², Dmax=40mm



图 3-9 BK2945+958-959 衬砌 拱顶 剥落掉块 5 处
S= (0.01~0.2) m², Dmax=15mm



图 3-10 BK2945+963 衬砌 右边墙 H=2m 剥落掉块 S= (2×3) m², Dmax=50mm

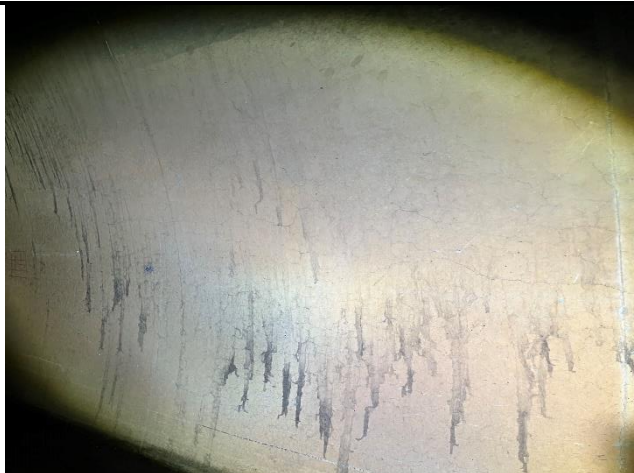


图 3-11 BK2945+960-975 衬砌 右边墙 H=0m 网状裂缝 S= (15×4) m², Wmax=0.26mm



图 3-12 BK2945+968-958 路面 主车道 沥青路面烧伤 S= (10×4) m²



图 3-13 BK2945+975~915 衬砌 衬砌全幅 熏黑 S= (60×20) m²



图 3-14 BK2946+975~955 标志 路面中线、右侧轮廓线烧伤 L=20m



图 3-15 BK2945+948 衬砌 左边墙 H=1.5m 消防栓熔毁 1 个

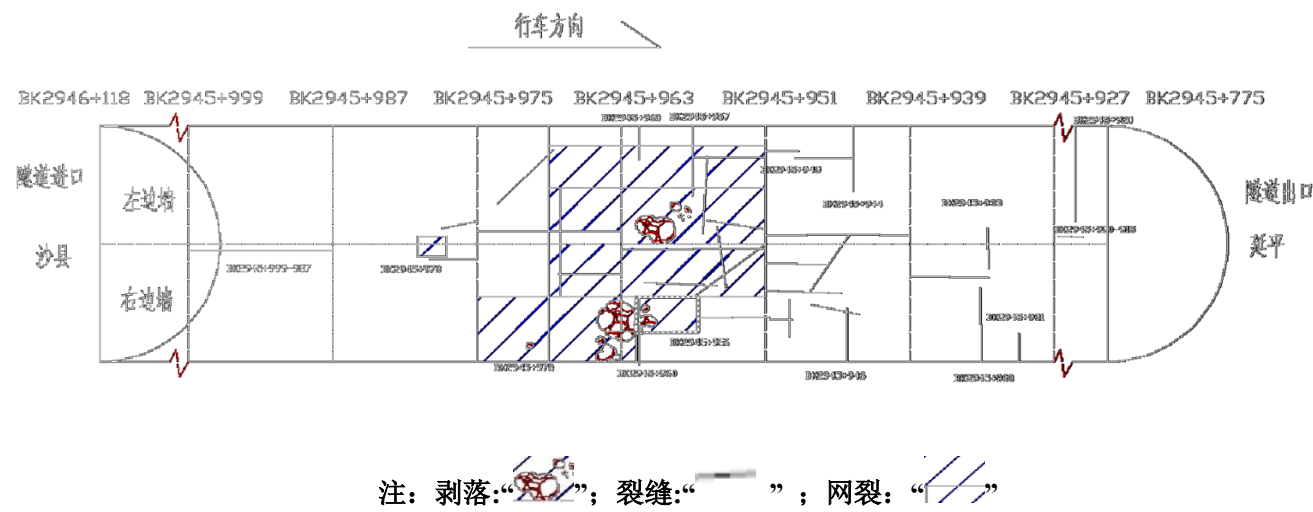


图 3-16 中胜隧道下行衬砌病害分布展开图

3.4 衬砌混凝土损伤及强度检测结果

3.4.1 回弹法检测结果

此次回弹法检测二衬混凝土强度，在 BK2945+999~BK2945+927 烧伤区以一模为一个测区共检测 6 个测区：在表层性能劣化区布置 2 段检测区域；在构件损伤区布置 2 段检测区域。在未影响区布置 2 个测区。实测数据详见表 5-5。构件损伤区 BK2945+975~BK2945+951 的二衬混凝土回弹强度值均小于设计强度 25 MPa，不满足设计要求。其他检测区域的二衬混凝土回弹强度都满足设计要求。

表 3-4 回弹法检测混凝土强度结果表

序号	检测断面	测区数量	检测段强度平均值 (MPa)	强度标准差	砼强度推定值 (MPa)	设计强度 (MPa)	是否满足设计	备注
1	BK2945+999~BK2945+987	10	51.0	5.47	42.0	25	是	无影响区
2	BK2945+987~BK2945+975	10	51.0	7.53	38.6		是	表层性能劣化区
3	BK2945+975~BK2945+963	10	38.6	11.55	15.1		否	构件损伤区
4	BK2945+963~BK2945+951	10	41.2	9.30	24.5		否	构件损伤区
5	BK2945+951~BK2945+939	10	45.6	5.31	36.9		是	表层性能劣化区
6	BK2945+939~BK2945+927	10	42.4	5.48	33.4		是	无影响区

注：混凝土龄期超过 1000 天，回弹法测强值仅供参考。

3.4.2 隧道二次衬砌混凝土性能受影响层厚度检测结果

本次采用次碳化深度测试检测混凝土性能受影响层厚，表层性能劣化区、构件损伤区各自布置 6 个测区，具体见表 5-6。损伤层厚度最大值在 BK2945+963 右边墙 H=2m，损伤层厚度值为 50.0mm。

表 3-5 混凝土碳化深度测试结果表

序号	检测区域	检测位置	碳化深度值 (mm)	碳化深度 代表值 (mm)	混凝土性能影响 层厚度 (mm)
1	BK2945+951～ BK2945+939 表层性能劣化区（右 边墙）	BK2945+950 右边墙 H=1.2m	25.0	22.3	16.0
2		BK2945+948 右边墙 H=1.2m	30.0		
3		BK2945+945 右边墙 H=1.2m	12.0		
4	BK2945+951～ BK2945+939 表层性能劣化区（左 边墙）	BK2945+940.5 左 边墙 H=1.2m	11.0	11.3	
5		BK2945+944.5 左 边墙 H=1.2m	12.0		
6		BK2945+950 左边墙 H=1.2m	11.0		
7	BK2945+987～ BK2945+975 表层性能劣化区（右 拱腰）	BK2945+985.5 右拱腰	12.0	14.3	同上页
8		BK2945+982.5 右拱腰	11.0		
9		BK2945+978 右拱腰	20.0		
10	BK2945+975～ BK2945+951 构件损伤区 （右边墙）	BK2945+962.5 右 边墙 H=1.2m	40.0	43.3	32.4
11		BK2945+963 右边墙 H=2m	50.0		
12		BK2945+964 右边墙 H=0m	40.0		
13	BK2945+975～ BK2945+951 构件损伤区 （左边墙）	BK2945+968.5 左 边墙 H=1.2m	20.0	20.7	
14		BK2945+972 左边墙 H=1.2m	22.0		
15		BK2945+952.5 左边墙 H=1.2m	20.0		
16	BK2945+975～ BK2945+951 构件损伤区 （右拱腰-拱顶）	BK2945+972 右拱腰	30.0	33.3	
17		BK2945+965 右拱腰	30.0		
18		BK2945+960 拱顶	40.0		

3.4.3 隧道二次衬砌取芯检测结果

为了了解中胜下行隧道构件破坏区混凝土强度，对构件破坏区拱脚进行取芯，共钻取混凝土芯样 6 个。由于混凝土表面受火损伤切除松散区域并磨平后进行抗压试验，具体芯样位置及芯样描述见表 5-7。

表 3-6 火灾段隧道衬砌芯样描述及抗压强度

编号	取芯部位	芯样描述	芯样长度 (cm)	芯样抗压强度		设计 强度	是否 满足 设计	备注
				单值 (MPa)	推定值 (MPa)			
1	BK2945+965 右边墙 H=1m	砼密实、无蜂窝麻面 等、局部少量气泡	22.7	41.3	39.9	C25	是	/
2	BK2945+965.5 右边墙 H=0.8m	砼密实、无蜂窝麻面 等、局部少量气泡	14.6	34.8				
3	BK2945+965 右边墙 H=0.7m	砼密实、无蜂窝麻面 等、局部少量气泡	20.5	43.7				
4	BK2945+961 右边墙 H=1.5m	砼密实、无蜂窝麻面 等、局部少量气泡	21.2	37.6	39.7		是	/
5	BK2945+961 右边墙 H=1m	砼密实、无蜂窝麻面 等、局部少量气泡	21.0	40.7				
6	BK2945+961.5 右边墙 H=1.4m	砼密实、无蜂窝麻面 等、局部少量气泡	21.9	40.7				

3.4.4 检测结论

（1）本次外观检测分析得出：火灾后中胜隧道下行经全面的外观检测将损伤识别为未受火灾影响区、表层性能劣化区、构件损伤区三种状态。未受火灾影响区 BK2946+119~BK2945+987 和 BK2945+939~BK2945+755；表层性能劣化区 BK2945+987~BK2945+975 和 BK2945+951~BK2945+939；构件损伤区 BK2945+975~BK2945+951。该范围内发现网状裂缝 5 处，总面积为 263 m²；剥落 12 处，总面积为 12.29 m²；纵缝 15 条，长 96.5m；横向裂缝 13 条，总长 70.8m；斜向裂缝 6 条，总长 28.4m；路面烧损 1 处，面积为 40 m²；路面标线烧毁 2 处，总长 40m；大面积熏黑 3 处，总面积为 2600 m²。

（2）本次二次衬砌回弹检测分析得出：中胜下行隧道 BK2945+975~BK2945+963、BK2945+963~BK2945+951 二衬混凝土强度均不满足设计要求。其中 BK2945+975~BK2945+963 区域回弹强度最低为 15.1MPa。从各测区碳化深度值分析得出，火场中心点碳化深度越大。

(3)本次二次衬砌混凝土性能受影响层厚度检测分析得出:表层性能劣化区 BK2945+987~BK2945+975 和 BK2945+951~BK2945+939 混凝土性能影响层厚度为 16.0mm;构件损伤区 BK2945+975~BK2945+951 混凝土性能影响层厚度 32.4mm。

(4) 本次二次衬砌取芯检测分析得出:①中胜下行隧道 BK2945+975~BK2945+963、BK2945+963~BK2945+951 混凝土强度大于设计强度 25MPa,满足设计要求。二衬表面混凝土受火烧影响,强度降低,但内部强度仍满足要求。

4 维修处治设计依据、原则

4.1 设计依据和执行规范

- (1) 《BG-2022-SDJ-012 长深高速公路三明福银段中胜隧道下行火灾专项检测报告》(福建省高速公路达通检测有限公司 2022 年 12 月 29 日);
- (2) 《福建三明际口至福州兰圃高速公路三明市境 SA5 合同段中胜隧道工程竣工图》;
- (3) 《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》(JTG 3370.1-2018);
- (4) 《公路隧道加固技术规范》(JTG T 5440-2018)
- (5) 《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015);
- (6) 《公路隧道施工技术规范》(JTG/T 3660-2020);
- (7) 《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010);
- (8) 《混凝土加固设计规范》(GB 50367-2013);
- (9) 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》(GB50550-2010);
- (10) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204-2015)
- (11) 《公路工程技术标准》(JTG B01-2014);
- (12) 《地下工程防水技术规范》(GB 50108-2008);
- (13) 《钢筋焊接及验收规程》(JGJ18-2012);
- (14) 国家或部门颁布的相关技术标准。

4.2 火灾修复工程设计原则

根据业主要求,经综合考虑,确定如下原则:

- (1) 处治措施技术可行,经济合理,快速度高效。
- (2) 按照隧道的原貌进行恢复。

5 处治设计

5.1 处治范围

本次仅对土建工程进行处治设计,机电工程按竣工图进行恢复。

5.2 土建处治设计

5.2.1 衬砌砼剥落、网状裂缝处治

衬砌砼剥落、网状裂缝处治施工工艺如下:

1) 剥落、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,清除至坚硬混凝土(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。

②修补处应凿成较规则的多边形(方形),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。**对浅表面的剥落、网裂混凝土(损伤厚度≤2cm)病害,表面凿除深度 2cm;对浅表面的剥落、网裂混凝土(2cm<损伤厚度≤5cm)病害,表面凿除深度 5cm。**

③将加固区域结构表面擦拭干净。

④严格按照隧道维修养护相关规定及要求实施。

⑤烧伤区衬砌属 JS5 复合支护衬砌,二衬为 30cm 厚 C25 素混凝土,不考虑混凝土内存在钢筋。

2) 浇筑环氧砂浆

①对浅表面的剥落、网裂混凝土(**损伤厚度≤2cm**)病害,处治设计采用环氧砂浆修补。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。**本次破损等修补数量以面积估算。修补深度:环氧砂浆按 3cm 计算。实际修补面积及修补深度以业主确认后的施工实际发生量为准。**

②对浅表面的剥落、网裂混凝土(**2cm<损伤厚度≤5cm**)病害,处治设计采用挂设 φ6 钢筋

网，用 M8×100mm 膨胀螺栓固定，环氧砂浆修补整平；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。**本次破损等修补数量以面积估算。修补深度：环氧砂浆按 6cm 计算。实际修补面积及修补深度以业主确认后的施工实际发生量为准。**

5.2.2 裂缝处理

- 1) 施工前对裂缝进行全面的检查，现场核实裂缝长度、宽度、数量等，并对裂缝进行编号，做好记录，绘制裂缝分布图；
- 2) 对水泥混凝土所有可见裂缝进行修补，裂缝宽度<0.2mm 时采用表面封闭法修补，涂刷专用环氧树脂胶进行封闭；裂缝宽度≥0.2mm 时，采用压力注浆法修补。
- 3) 裂缝表面涂刷封闭的施工方法是：用小铲刀将封缝胶刮抹到裂缝上，厚度 1mm 左右，宽度 20~30mm。抹胶时应防止产生小孔和气泡，要刮平整，保证封闭可靠。
- 4) 裂缝压力注浆法的施工工艺如下：

①工艺流程

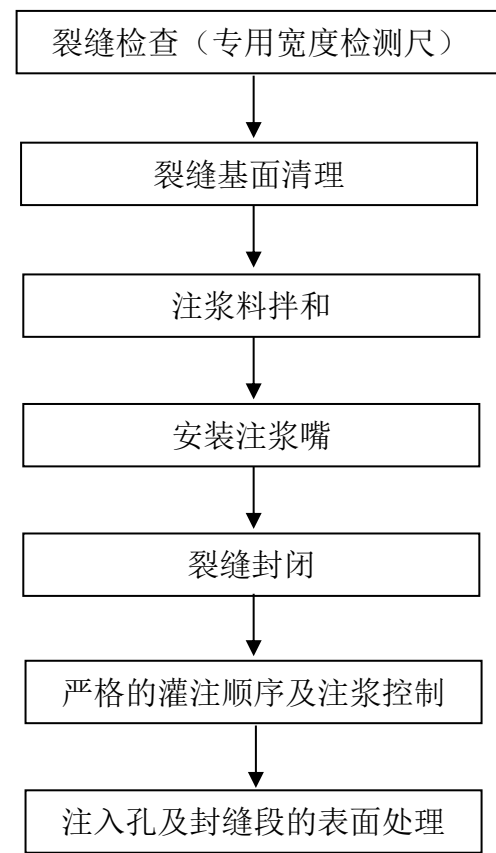


图 5-1 压力注浆法施工工艺

②裂缝表面处理

用钢丝刷沿裂缝走向清理 30~50mm 范围的表面混凝土，尤其是注浆底座粘帖面周围的油污清除干净；

用锤子和钢纤凿除裂缝两侧的浮浆、灰尘，将构件表面平整，采用吹风机吹洗干净裂缝，避免灰渣阻塞缝隙；

用略潮湿的抹布清除表面灰尘，并彻底晾干，去除表面的油污，如缝内潮湿，要等其充分干燥，必要时可用风机烘干，清洗时应注意不要将裂缝堵塞。

③粘结注浆嘴，密封裂缝

调制好封口胶，搅拌均匀，用抹刀将少许胶刮在注浆嘴注入座底面的四边，并适当用力下压底座，使底部粘浆胶部分溢出，包住注浆底座边缘，以便将注入座固定、密实在混凝土上；

注浆嘴沿缝走向布置，间距 200~300mm，裂缝分岔处的交叉点、裂缝较宽处、端部均应设注浆嘴。每条裂缝应至少布置一个注浆嘴、出浆嘴、排气嘴；

采用环氧胶泥封闭裂缝，并在注浆前逐一加压检查注浆嘴的连通和裂缝封闭效果，即试漏。试漏需待封缝胶有一定强度时进行。试漏前沿裂缝涂一层肥皂水，通过注浆嘴压入压缩空气，凡漏气处，修补密封至不漏为止；为防止灌缝浆体泄漏，封缝胶的涂抹宽度应以 2~3cm、厚度 2mm 为宜；

密封完成后，让封口胶自然固化，在固化过程中禁止其接触水。固化时间：约 12 小时（20℃）、6 小时（30℃）。

④压力注浆

注浆施工在产品规定施工操作温度下进行，同时各种材料按要求储存，不得日晒雨淋；裂缝灌胶顺序：竖缝必须自下而上，平缝可自一端向另一端逐一进行；

注浆压力在 0.3MPa 左右即可，当进胶速度小于 0.1L/min 时，再继续灌注 5min 后停止注浆；

缝隙全部注满后按材料要求进行养护，待灌缝胶液固化后，拆除注浆嘴及配套材料，并对混凝土表面进行修整；

待灌注胶达到强度后，将注入器安装在注入座上，用适度压力注胶。如注入器膨胀后很快

收缩，说明缝内空间大，还需补灌；当橡胶管膨胀充满限制时停止注入；

清洗注入工具；

注入材料的固化用手直接接触模检查材料硬化程度，硬化后敲掉注浆嘴；

灌缝的效果可在修补胶达到 7d 固化期时采用钻芯取样及超声波探测的方法进行检验。

4、路面破损修复

通过对现场调查发现，BK2945+968~BK2945+958 沥青路面出现烧伤,为了保证路面施工质量，路面破损修复的区域范围分别以路面破损中心 BK2945+963 为中心前后各 50m，即为BK2946+013~BK2945+913，路面修复长度为 100m。本次处治设计为：对破损的路面 2.5cm 超薄沥青罩面铣刨后，按照原设计路面结构进行重新铺筑。具体详见隧道破损路面修复示意图。

7、其他病害

消防栓箱、电缆沟边墙、标志标线、轮廓标、排水沟按照《北京至福州国道主干线福建三明际口至福州兰圃高速公路三明市境 SA5 合同段（K152+869.354~K157+599.354）隧道工程(共二册）第一册中胜隧道工程竣工图》进行恢复。

6 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。

6.1 环氧砂浆

环氧砂浆的性能指标必须达到以下要求：

表 6-1 环氧砂浆性能指标

名称		环氧砂浆
性能指标	含气量	≤5.8%
	可用时间	1 小时（20℃）
	空隙率	≤2.5%
	抗压强度	≥被修补砼的强度
	抗折强度	≥6.0 MPa

	粘结强度	≥2.5 MPa
	抗渗压力（7d）	≥1.5 MPa

6.2 新旧混凝土结合胶

新旧混凝土结合胶的性能指标必须达到以下要求：

要求在聚合物砂浆与原混凝土基面之间、增大截面事新旧混凝土结合面之间采用新旧混凝土结合胶（界面胶），现场应根据材料性能和现场温度合理使用。

表 6-2 新旧混凝土结合胶性能指标

名称		新旧混凝土结合胶
性能指标	抗拉强度（MPa）	38
	劈裂抗拉强度（MPa）	8.5
	受压弹性模量（MPa）	≥23100
	伸长率（%）	≥1.6
	抗弯强度（MPa）	≥50
	抗压强度（MPa）	≥60
	水下固化、养护 7d，到期立即在 5℃ 条件下测试钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）	≥10
	水下固化、养护 7d 的试件，晾干 3d 后，再在水下浸泡 30d 到期立即测试的钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）	≥8
	钢-钢粘结抗拉强度（MPa）	≥33
	与混凝土的正拉粘结强度（MPa）	≥2.5 且为混凝土内聚破坏
	无约束线性收缩（%）	≤0.004
	不挥发物含量（%）	≥99

6.3 沥青混合料技术指标要求

本工程所采用的沥青混合料类型包括：2.5cm 超薄罩面。其主要技术要求如下：

6.3.1 施工材料选择及性能要求

(1)集料级配要求

表 6-3 超薄罩面用各种集料级配

筛孔(mm) 分档	16	13.2	9.5	4.75	2.36	0.075
9.5~16	100	>90	< 10	< 5		< 1
4.75~9.5	100	100	>90	< 8		< 1
0~2.36		100	100	100	>90	< 10

(2)粗集料

所选粗集料应为典型高速公路路面使用集料，满足我国关于抗滑表层的使用质量要求标准或在高速公路路面表面层有成功应用的先例。粒径大于 4.75mm 的粗集料必须满足表 6-4 的各项指标。破碎砾石，玄武岩，白云石，沙石和燧石，或其他类似材料均可作为沥青混合料的粗集料，也可两种或更多不同材料混合使用，但是在进行复配时，应在工程师的指导下，按比例调配均匀。

表 6-4 粗集料性能指标

试验	试验方法		指标
洛杉矶磨耗损失%	ASTM C 131	T 0317 - 2005	28 max
细长扁平颗粒含量% 3:1	ASTM D 4791	T 0312 - 2005	10 max
单个破碎面%	ASTM 5821	T 0346 - 2000	100 min
两个或多个破碎面%	ASTM 5821	T 0346 - 2000	90 min
狄法尔磨耗损失%	AASHTO T 327		18 max
坚固性%	AASHTO T 104	T 0314 - 2000	12 max

(3)细集料

直径小于 4.75mm 的细集料必须是机制砂(100%破碎加工而成),应该洁净、干燥、无风化、无杂质，与沥青有良好的粘结能力。性能指标满足表 6-5 要求。

表 6-5 细集料性能指标

试验	试验方法		指标
砂当量%	AASHTO T176	T 0334-2005	60 min
细集料棱角性试验%	AASHTO T304	T 0344-2000	40 min

(4)填料

沥青混合料的填料宜采用石灰岩等憎水性石料经磨细得到的矿粉，矿粉要求干燥、洁净，其质量满足表 6-6 的要求。

表 6-6 填料性能指标

0.6mm方孔筛通过率	100%
0.075mm 方孔筛通过率	75%-100%

注：表 6-4、6-5、6-6 所列各项指标是集料选择的目标值，但不应被认为是选择集料的唯一

依据。

(5)沥青粘结料

沥青粘结料性能必须满足超薄罩面系统整体设计要求，以实现系统的路用性能，同时，沥青粘结料必须满足表 6-7 性能要求。

表 6-7 沥青粘结料性能指标

试验		方法		指标
针入度，25℃,100g,5s,0.1mm		ASTM D5	T 0604 - 2011	50 Min
软化点 Tm,℃		ASTM D36	T 0606 - 2011	75
密度 15℃,g/cm³		ASTM D70	T 0603 - 2011	实测
延度 5℃,5cm/min,cm		ASTM D-113	T 0605 - 2011	20 Min
48h 离析，℃		ASTM D5976	T 0661 - 2011	2
旋转粘度 135℃,Pa.S		ASTM D4402	T 0625 - 2011	3
测力延度比 4℃,5cm/min,%		ASTM D226		30
弹性恢复 25℃,%		ASTM D6084	T 0662 - 2000	90
旋转薄膜加热 试验残留物 163℃,75min	质量损失%	ASTM D2872	T 0610 - 2011	1.0 Max
	针入度比%	ASTM D5	T 0604 - 2011	60 Min
	延度 5℃,5cm/min,cm	ASTM D-113	T 0605 - 201]	15 Min

(6) 聚合物改性乳化沥青

聚合物改性乳化沥青性能必须满足超薄罩面系统整体设计要求，以实现系统的路用性能，同时，聚合物改性乳化沥青必须满足表 6-8 要求。

表 6-8 聚合物改性乳化沥青性能指标

试验		试验方法		指标
赛波特粘度试验 25℃,s		ASTM D7496	T 0623 - 1993	20-100
储藏稳定性试验 24h,%		ASTM D6930	T 0656 - 1993	1.0 Max
筛上剩余量试验%		ASTM D6933	T 0652 - 1993	0.05
蒸馏固含量试验 2%		ASTM D6997		65.0
蒸馏后石油馏分%		ASTM D6997		2.0
破乳速度	35ml,0.8%,气溶胶 OT	ASTM D6936		40
蒸馏残留物性能试验				

针入度, 25℃,100g,5s,0.1mm	ASTM D5	T 0604 - 2011	60-150
弹性恢复%,10℃	ASTM D 6084	T0662-2000	60Min
备注：1.如果现场施工效果良好，可以不进行筛上剩余量试验。			

6.3.2 混合料设计

1、混合料配合比设计

混合料合成级配必须满足表 6-9 指标要求。

表 6-9 混合料合成级配

通过重量百分比		
方孔筛大小	9.5mm-B 型	12.5mm-C 型
19mm	100	100
12.5mm	100	85-100
9.5mm	85-100	60-80
4.75mm	25-35	25-35
2.36mm	23-30	23-30
1.18mm	12-22	12-22
0.6mm	8-16	8-16
0.3mm	6-12	6-12
0.15mm	5-10	5-10
0.075mm	4-7	4-7
混合料沥青含量%	4.4-5.4	4.4-5.4
典型路面设计厚度, mm	20	25

2、沥青用量确定

采用旋转压实方法成型试件，根据混合料体积性质，沥青膜厚度和性能测试确定最佳沥青用量。

成型试件直径 100mm, 旋转压实仪的单位压力为 600kpa, 设定旋转压实次数为 100 次。混合料的压实特性和体积特性要求见表 6-10 所示：

表 6-10 混合料体积性质要求

沥青用量		设计压实次数下			油膜厚度(μ m)
		空隙率(%)	VMA(%)	VFA(%)	
建议技术 要求	C 型 (2.5cm)	≥10	≥20	35~55	>9.0
建议技术 要求	B 型 (2.0cm)	≥10	≥20	25~45	>9.0

注意：试件毛体积密度采用体积法计算，建议超薄罩面空隙率大于 10%, 矿料间隙率应随孔隙率的大小进行相应调整。推荐 C 型混合料的超薄罩面聚合物改性乳化沥青喷洒量为 1.0kg/m2 左右，而准确的洒布量必须根据现场原路面的情况进行调整。

3、混合料性能验证

a. 检验沥青胶结料最大用量(析漏实验)

析漏实验要求如表 6-11 所示。

表 6-11 沥青析漏实验

指标	单位	技术指标	实验方法
沥青析漏损失，不大于	%	0.1	AASHTO T305

b. 混合料水稳定性能实验

为了检验设计级配下沥青混合料的抗水损害的能力，按照改进的 AASHTO T283(也可参照国标 T0729-2000)实验方法对混合料进行水稳定性实验，实验结果要求如表 6-12 所示。

表 6-12 冻融劈裂实验

指标	单位	技术指标	实验方法
冻融劈裂强度比	%	>80%	T0729-2000

6.3.3 施工过程及施工质量控制

1、路面条件

需要特别说明的是，超薄罩面系统主要用于预防性养护和矫正性养护，并不能作为结构补强层。

2、天气

超薄罩面系统施工过程现场气温不得低于 10℃, 路面不能有积水。

3、设备

超薄罩面系统采用专用设备同步洒布摊铺一体机进行施工。同步洒布摊铺一体机必须包含收料斗、传送带、乳化沥青储罐、改性乳化沥青喷洒和计量系统、宽度可调节的振动熨平板等部分。设备能够一次性完成改性乳化沥青喷洒、热沥青混合料摊铺及熨平。可在改性乳化沥青喷洒后 5 秒钟内进行热沥青混合料摊铺。在热沥青混合料摊铺之前，同步洒布摊铺一体机履带或其它部位不能接触喷洒在路面上的改性乳化沥青。同步洒布摊铺一体机摊铺宽度可调，从而达到理想的路面效果。

4、摊铺

- (1)改性乳化沥青在 60～80℃ 的温度下喷洒，喷洒量必须精确计量，以保证路面摊铺均匀。
- (2)改性乳化沥青理想喷洒量约为 1. 05Kg/m²。针对具体项目，由专业实验室设计喷洒量，并在现场由工程师根据具体路面情况进行调整。
- (3)改性乳化沥青混合料摊铺温度约为 150～170℃, 在改性乳化沥青喷洒后摊铺，改性乳化沥青混合料摊铺在所有改性乳化沥青喷洒表面上，并由电加热的振动熨平板进行熨平。
- (4)超薄罩面系统摊铺必须提前确定摊铺宽度及厚度，以便于工程量统计。

5、碾压

超薄罩面系统碾压必须在路面温度降至 90℃之前进行。用 9-12 吨的双钢轮压路机碾压三次。压路机不能静止停留在刚刚摊铺好热沥青混合料表面上。必须在超薄罩面摊铺 后立即进行压实。压路机必须维护良好，具备可靠操作稳定性，装备有皂液水添加系统和刮板，从而防止新摊铺热沥青混合料粘在碾压辊上。碾压通常以静态方式进行。工程师确定碾压操作宽度，新的路面在碾压完成、路面温度冷却到 50℃之前不能开放交通。

6、施工质量控制

- 1)每天沥青混合料生产稳定后从运料车上取样，采用燃烧法检测沥青含量，实际沥青含量与施工配合比确定的最佳沥青用量相差满足±0. 3%之内。
- 2)需要随时对新铺路面外观进行目测，表面必须平整，不得有轮迹、接缝处明显的缺料、推挤、油斑、油包、离析等现象。接缝必须紧密平顺，无跳车。

表 6-13 沥青混合料施工过程中级配控制

通过指定筛孔百分率	12.5mm-C 型	9.5mm-B 型
方孔筛大小	允许误差(%)	允许误差(%)
13.2mm	±5	
9.5mm		±5
4.75mm	±4	±4
2.36mm	±3	±3
0.075	±1.0	±1.0
沥青粘结料含量，%	±0.3	± 0.3

表 6-14 超薄磨耗层混合料技术要求

试验指标	单位	技术标准	试验方法	备注
击实次数(双面)	次	50	T0702	
试件尺寸	mm	中 101.6*63.5	T0702	
空隙率WV不小于	%	10	T0705	体积法
稳定度 MS 不小于	Kn	6.0	T0709	
矿料间隙率VMA不小于	%	18.0	T0709	体积法
沥青用量		每日1次总量评定		
矿料级配		每日1次取2个试样筛分平均值		

表 6-15 混合料性能检验技术要求

试验标准	单位	技术标准	试验方法
冻融劈裂残留强度比	%	80	T0729

7、工程验收

根据超薄磨耗层系统特殊的路面使用性能，结合我国热沥青混凝土路面的国家验收标准，验收标准如下：

(1) 基本要求

- 1)沥青混合料的矿料质量及矿料级配应符合设计要求和施工技术指南得规定。
- 2)严格控制各种矿料和沥青用量及各种材料和沥青混合料的加热温度，沥青材料及 混合料的各项指标应符合设计和施工技术指南的要求。沥青混合料的生产，每日应做焚烧实验、旋转压实实验。矿料级配、沥青含量、体积性质等结果的合格率应不小于 96%。
- 3)拌和后的沥青混合料应均匀一致，无花白，无粗细料分离和结团成块现象。

- 4)原路面表面干燥、清洁、无浮土，其平整度和路拱度应符合要求。
- 5)摊铺时应严格控制摊铺厚度和平整度，避免离析，注意控制摊铺和碾压温度。

(2)外观鉴定

1)表面应平整密实，不应有泛油、松散、裂缝和明显离析现象，对于高速公路和一级公路，有上述缺陷的面积(凡属单条的裂缝，则按实际长度乘以 0.2m 宽度，折算成面积)之和不得超过受检面积的 0.03%,其他公路不得超过 0.05%。半刚性基层的反射裂缝可不计作施工缺陷，但应及时进行灌缝处理。

(3)实测项目

实测项目见表 6-16。

表 6-16 工程验收指标

项 目	规范允许误差	技术要求	
	高速公路	每千米测点数	合格评定方法
厚度	±2mm	4	代表值满足
宽度	± 2mm	20	单点测值
构造深度	≥1.0mm	5	
摩擦系数BPN	≥45	5	
平整度	较原路面有提高	全线连续	代表值满足

7 隧道施工组织

7.1 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。

7.2 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。

7.3 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 7-1 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 7-2 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 7-3 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。

表 7-4 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)	
	$\leq 3\%$	$> 3\%$
80	120	150
70	100	120
60	80	100
50	60	80
40	50	
30、20	30	

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。

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。

7.4 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 中高速公路及一级公路养护作业控制区布置的要求。

1、上游过渡区应布置在隧道入口前。以设计速度 80km/h 为例，作业控制区布置示例见图 7-1、7-2。

2、隧道群养护作业，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。以设计速度 80km/h 为例，作业控制区布置示例见图 7-3。

3、以设计速度 80km/h 为例，单洞全幅封闭并借用另一侧通行的隧道，养护作业控制区布置示例见图 7-4。

4、双洞单向通行的特长、长隧道养护作业控制区布置，应符合下列规定：

a.当工作区起点距隧道入口不大于 1km 时，养护作业控制区布置应按节第 1 条规定执行。

b.当工作区起点距隧道入口大于 1km 时，应按路段养护作业控制区布置。隧道入口处应增设施工标志。隧道内警告区宜采用电子显示屏提示。

5、临时和移动养护作业宜布设移动式标志车，并在隧道两端布设施工标志，必要时配备交通引导人员。移动养护作业宜采用机械移动养护作业。

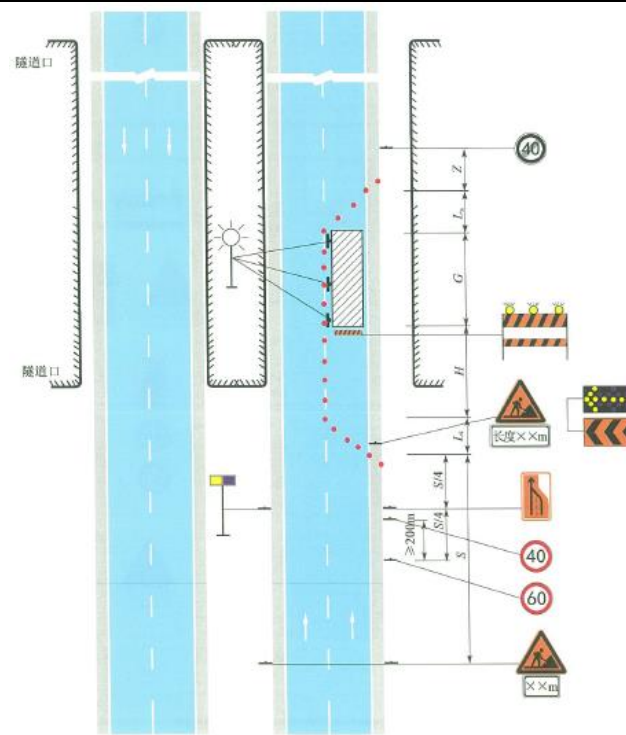


图 7-1 双洞单向通行的隧道在入口附近养护作业

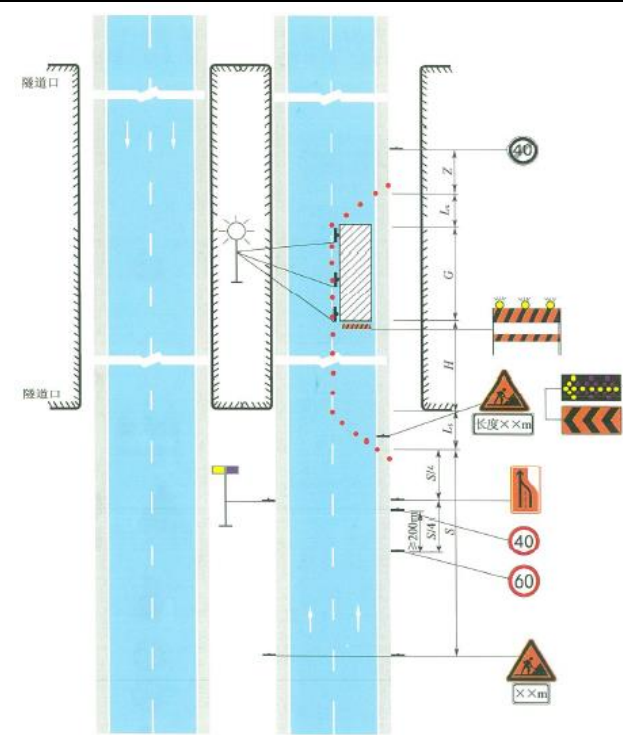


图 7-2 双洞单向通行的隧道在中间路段养护作业

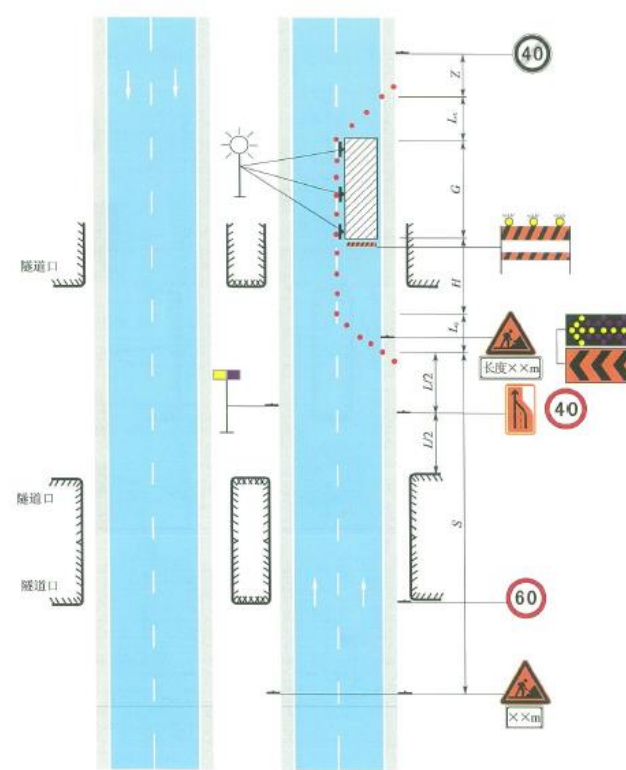


图 7-3 双洞单向通行的隧道群养护作业

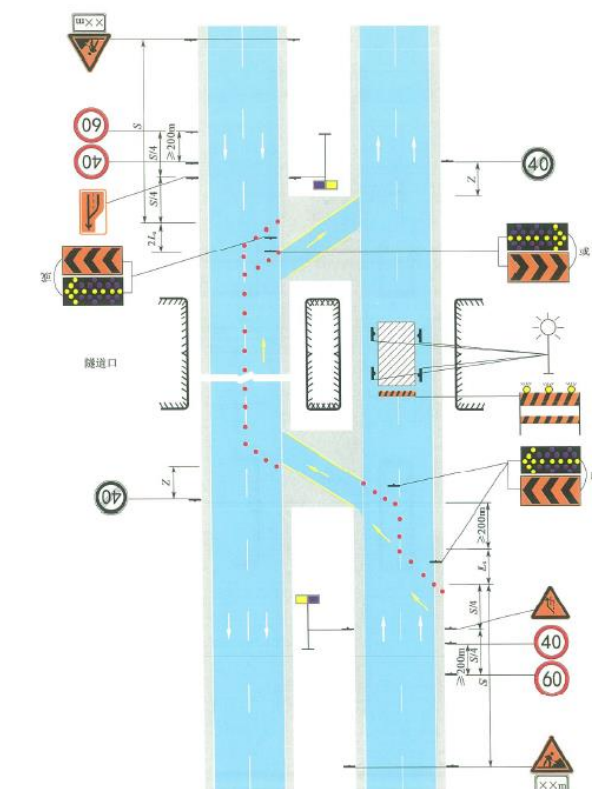


图 7-4 双洞单向通行的单洞全封闭养护作业

8 隧道安全设计

为保障隧道病害处治施工作业安全，施工前应将作业隧道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。

8.1 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。

8.2 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。

8.3 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挡板或防护网,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,必须设置安全挡板或安全网。

(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 施工注意事项

(1) 修复前应对病害位置及数量进行检查、核对,如有发现检测报告遗漏的病害或病害与检测报告不符,应立即通知各方给予以研究。

(2) 由于隧道内部分病害程度和施工损耗难以确定,本设计中工程量仅作为参考,所有的工程数量均应以业主现场计量为准。

(3) 施工过程中应注意对原管线、桥架、盖板及路面等设施的预防保护工作。

(4) 施工期间应加强施工人员的安全培训,防患于未然。

(5) 为了保证施工质量,应组织有专业资质和相关经验的专业施工队伍进行处治。

(6) 严把材料关,不合格材料不许进场。

(7) 本说明未详尽之处,应严格按照现行国家相关行业的规范、规定执行。

第二篇 隧道工程

隧道病害及处治方式表

2022年长深高速公路三明福银段中胜下行隧道火损修复工程

序号	桩号	结构名称	缺损位置	缺陷内容	缺陷描述	处治方式	单位	数量
1	BK2945+987～999	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=12m,W=0.25mm	裂缝修补	m	12
2	BK2945+975	衬砌	拱顶偏左2m	斜向裂缝	L=3m,W=0.32mm	裂缝修补	m	3
3	BK2945+978	衬砌	拱顶	网状裂缝	S=(1×1)m²	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	1.2
4	BK2945+975～979	衬砌	拱顶偏右2.5m	纵向裂缝	L=4m,W=0.28m	裂缝修补	m	4
5	BK2945+975～963	衬砌	拱顶偏左1m	纵向裂缝	L=12m,W=0.42mm	裂缝修补	m	12
6	BK2945+969	衬砌	拱顶（全幅）	横向裂缝	L=20m,W=0.68mm	裂缝修补	m	20
7	BK2945+968～963	衬砌	拱顶偏右3m	斜向裂缝	L=5m,W=0.35mm	裂缝修补	m	5
8	BK2945+968～951	衬砌	拱顶	网状裂缝	S=（17×8）m²,Wmax=0.21mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	163.2
9	BK2945+957～951	衬砌	拱顶	斜向裂缝	L=6m,W=0.45mm	裂缝修补	m	6
10	BK2945+963～951	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=12m,W=0.43mm	裂缝修补	m	12
11	BK2945+954	衬砌	拱顶	横向裂缝	L=4m,W=0.42mm	裂缝修补	m	4
12	BK2945+960	衬砌	拱顶	剥落掉块	S=（2×2）m²，Dmax=40mm	凿除5cm后，Φ6钢筋网+环氧砂浆修补	m²	4.8
13	BK2945+958～959	衬砌	拱顶	剥落掉块5处	S=（0.01～0.2）m²，Dmax=15mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	1.2
14	BK2945+960	衬砌	右拱腰	纵向裂缝	L=3.5m,W=0.34mm	裂缝修补	m	3.5
15	BK2945+951～956	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=5m,W=0.38mm	裂缝修补	m	5
16	BK2945+956	衬砌	拱顶	横向裂缝	L=6m,W=0.32mm	裂缝修补	m	6
17	BK2945+951～946	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=5m,W=0.28mm	裂缝修补	m	5
18	BK2945+946	衬砌	拱顶	横向裂缝	L=5m,W=0.36mm	裂缝修补	m	5
19	BK2945+951～939	衬砌	拱顶	纵向裂缝	L=12m,W=0.39mm	裂缝修补	m	12
20	BK2945+951～946	衬砌	右拱腰	纵向裂缝	L=5m,W=0.25mm	裂缝修补	m	5
21	BK2945+939～933	衬砌	拱顶偏右2m	纵向裂缝	L=6m,W=0.34mm	裂缝修补	m	6
22	BK2945+933	衬砌	拱顶	横向裂缝	L=3m,W=0.38mm	裂缝修补	m	3
23	BK2945+915～920	衬砌	拱顶	斜向裂缝	L=5m,W=0.33mm	裂缝修补	m	5.0
24	BK2945+931	衬砌	右边墙H=0m	横向裂缝	L=1.9m,W=0.25mm	裂缝修补	m	1.9
25	BK2945+934	衬砌	右边墙H=0m	横向裂缝	L=4.5m,W=1mm	裂缝修补	m	4.5
26	BK2945+944	衬砌	右边墙H=0m	横向裂缝	L=3.4m,W=1.2mm	裂缝修补	m	3.4
27	BK2945+944～947	衬砌	右边墙H=3.5m	斜向裂缝	L=3.4m,W=0.43mm	裂缝修补	m	3.4
28	BK2945+948	衬砌	右边墙H=2.5m	横向裂缝	L=2m,W=0.23mm	裂缝修补	m	2.0
29	BK2945+948～950	衬砌	右边墙H=3m	纵向裂缝	L=2m,W=0.24mm	裂缝修补	m	2.0
30	BK2945+951～956	衬砌	右边墙H=3.2m	纵向裂缝	L=5m,W=0.32mm	裂缝修补	m	5.0
31	BK2945+956～960	衬砌	右边墙H=2m	网状裂缝	S=（3×4）m²，Wmax=0.25mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	14.4
32	BK2945+960	衬砌	右边墙H=3.2m	剥落掉块	S=（0.1×0.1）m²，Dmax=10mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	0.5
33	BK2945+961	衬砌	右边墙H=3m	剥落掉块	S=（0.5×0.5）m²，Dmax=20mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	1.0
34	BK2945+963	衬砌	右边墙H=2m	剥落掉块	S=（2×3）m²，Dmax=50mm	凿除5cm后，Φ6钢筋网+环氧砂浆修补	m²	7.2

编制：

复核：

审核：

隧道病害及处治方式表

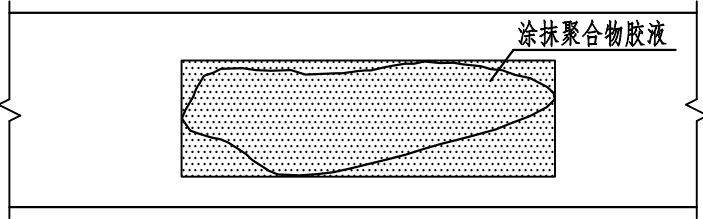
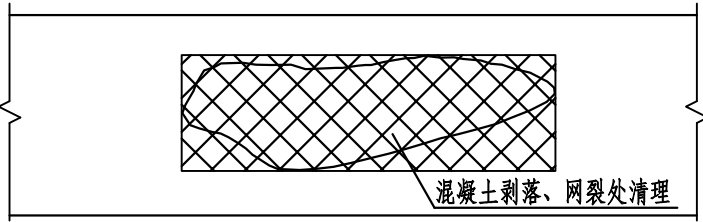
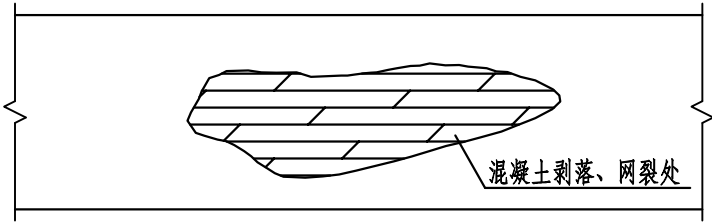
2022年长深高速公路三明福银段中胜下行隧道火损修复工程

序号	桩号	结构名称	缺损位置	缺陷内容	缺陷描述	处治方式	单位	数量
35	BK2945+964	衬砌	右边墙H=0m	剥落掉块	S=（1×1）m²，Dmax=40mm	凿除5cm后，Φ6钢筋网+环氧砂浆修补	m²	1.2
36	BK2945+964	衬砌	右边墙H=1.1m	剥落掉块	S=（0.1×0.2）m²，Dmax=15mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	0.5
37	BK2945+967	衬砌	右边墙H=0.8m	剥落掉块	S=（0.1×0.1）m²，Dmax=10mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	0.5
38	BK2945+960～975	衬砌	右边墙H=0m	网状裂缝	S=（15×4）m²，Wmax=0.26mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	72
39	BK2945+969	衬砌	左边墙H=2.1m	斜向裂缝	L=6m,W=0.28mm	裂缝修补	m	6
40	BK2945+969～951	衬砌	左边墙H=2m	网状裂缝	S=（3×18）m²，Wmax=0.22mm	凿除2cm后，环氧砂浆修补	m²	64.8
41	BK2945+960	衬砌	左边墙H=0m	横向裂缝	L=2.5m,W=0.38mm	裂缝修补	m	2.5
42	BK2945+957	衬砌	左边墙H=0m	横向裂缝	L=5.5m,W=0.52mm	裂缝修补	m	5.5
43	BK2945+957～951	衬砌	左边墙H=3m	纵向裂缝	L=6m,W=0.33mm	裂缝修补	m	6
44	BK2945+951～948	衬砌	左边墙H=2.8m	纵向裂缝	L=3m,W=0.25mm	裂缝修补	m	3
45	BK2945+948～944	衬砌	左边墙H=3m	纵向裂缝	L=4m,W=0.26mm	裂缝修补	m	4
46	BK2945+944	衬砌	左边墙H=0m	横向裂缝	L=5m,W=1mm	裂缝修补	m	5
47	BK2945+921	衬砌	左边墙H=0m	横向裂缝	L=8m,W=2mm	裂缝修补	m	8
48	BK2945+968～958	路面	主车道	沥青路面烧伤	S=（10×4）m²	铣刨重铺	m²	820
49	BK2946+010～975	衬砌	拱顶	熏黑	S=（35×8）m²	表面清洗	m²	280
50	BK2945+975～915	衬砌	衬砌全幅	熏黑	S=（60×20）m²	表面清洗	m²	1200
51	BK2946+915～775	衬砌	拱顶	熏黑	S=（140×8）m²	表面清洗	m²	1120
52	BK2946+975～955	标志	路面中线、右侧	轮廓线烧毁	L=20m	轮廓线修复	m²	55
53	BK2945+948	衬砌	左边墙H=1.5m	消防栓熔毁	1个	更换消防栓	个	1
54								
55								
56								
57								
58								
59								
60								
61								
62								
63								
64								
65								
66								
67								
68								

编制：

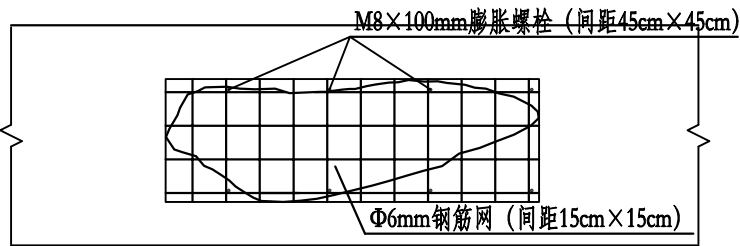
复核：

审核：



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：布置钢筋网，采用膨胀螺栓固定。



第四步：用聚合物砂浆局部修补，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，清除至坚硬混凝土（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)烧伤区衬砌为JS5型复合支护，二衬为30cm厚C25素防水混凝土，不考虑混凝土内存在钢筋。

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），表面清浆清凿干净，混凝土界面涂刷处理剂。

3) 打膨胀螺栓，布置钢筋网

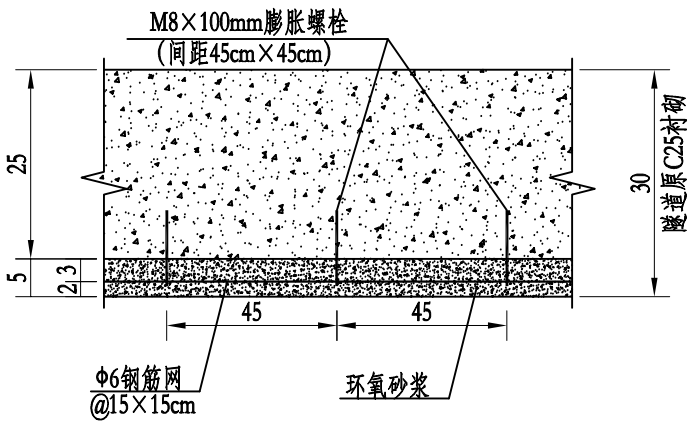
表面打毛后设置Φ6mm（间距15cm×15cm）钢筋网，采用M8×100mm膨胀螺栓固定，螺栓锚入衬砌完好段深度不小于6cm，膨胀螺栓按照45cm×45cm矩形布置；

4) 浇筑环氧砂浆

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。

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。修补深度：聚合物砂浆按6cm计算。实际修补面积及修补深度以业主确认后的施工实际发生量为准。

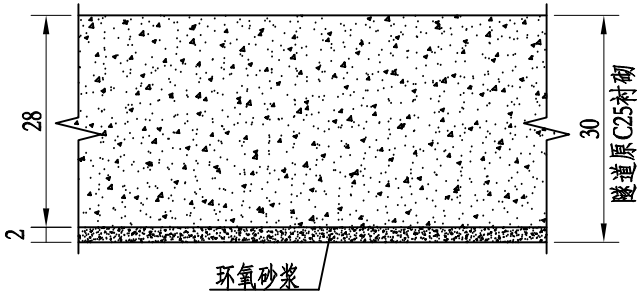
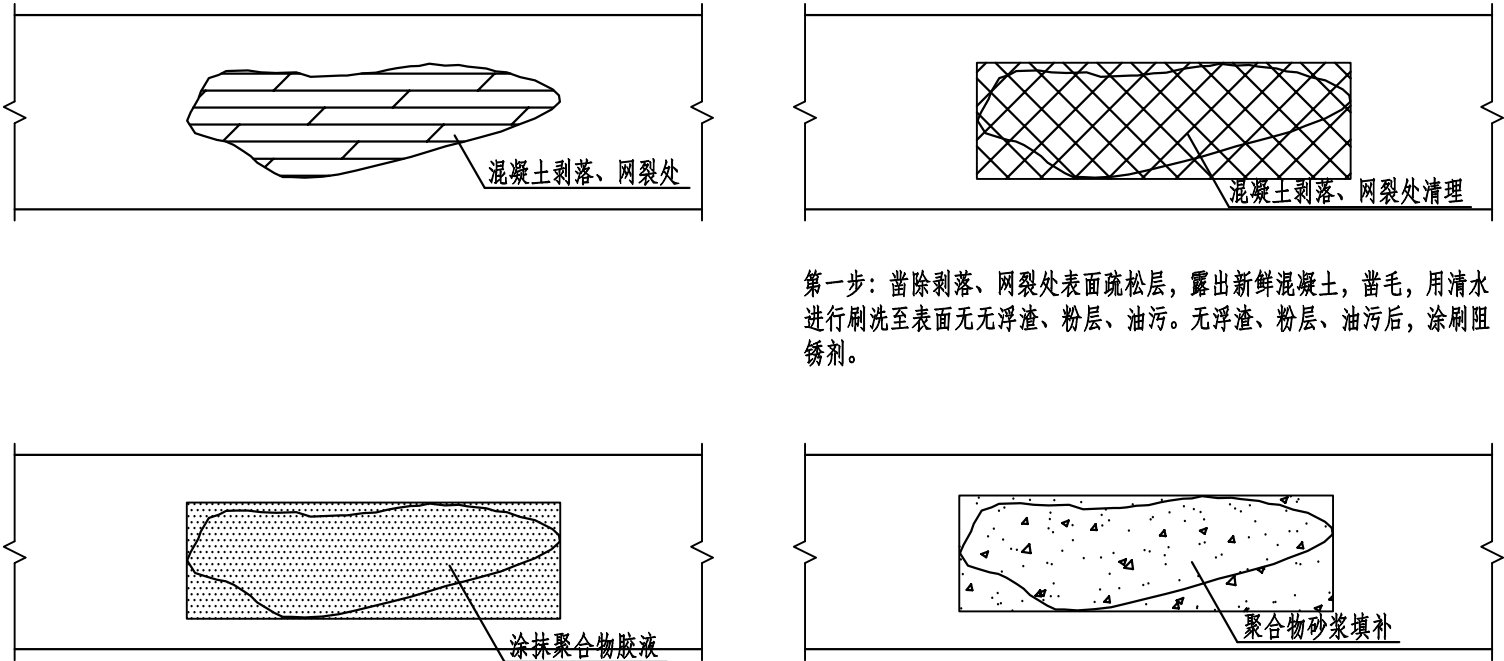


断面示意图

混凝土网裂、剥落处治工程数量表(每平方米)

项 目	单位	数量	备 注
人工凿除混凝土表面，厚度5cm	m ²	1	
环氧砂浆	m ³	0.06	
Φ6mm钢筋网	kg	2.96	
M8×100mm膨胀螺栓	个	5	
经颜色调配的腻子胶	m ²	1	

混凝土剥落、网裂处治示意图



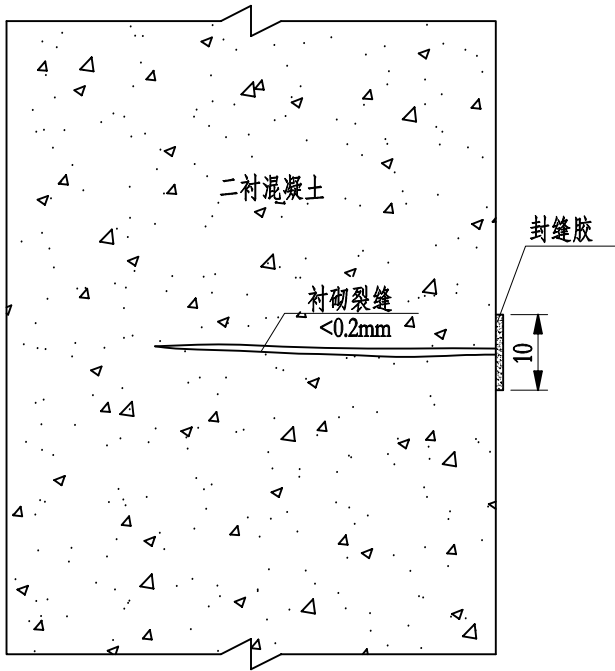
断面示意图

混凝土网裂、剥落处治工程数量表(每平方米)

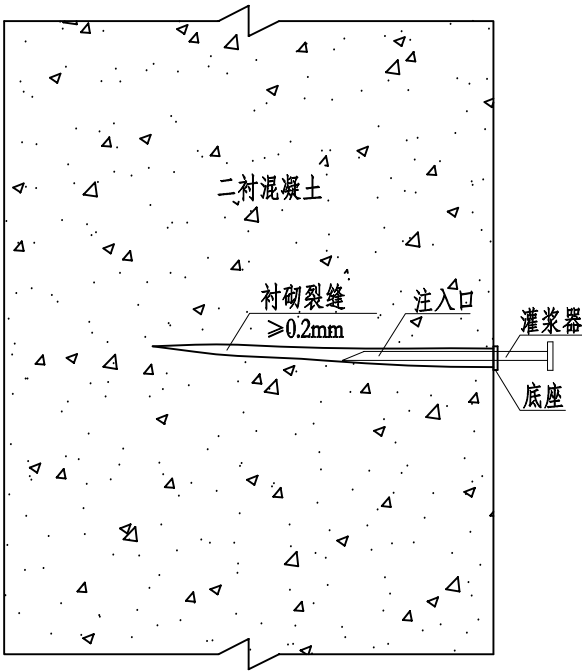
项 目	单位	数量	备 注
人工凿除混凝土表面，厚度3cm	m²	1	
环氧砂浆	m³	0.03	
经颜色调配的腻子胶	m²	1	

注：

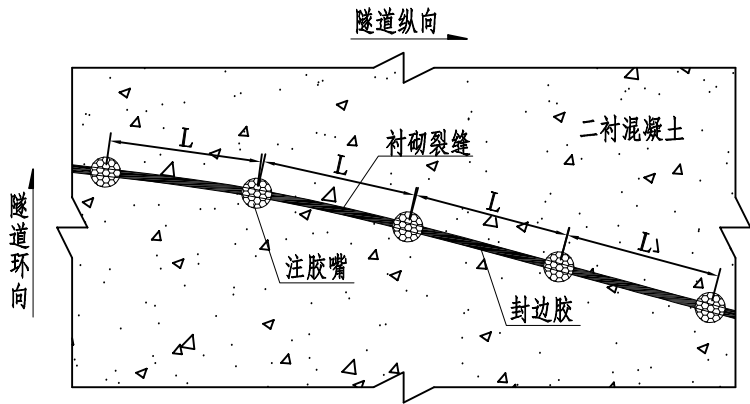
- 1、本图适用于隧道衬砌混凝土剥落、网裂（损伤厚度≤2cm）病害修复。
- 2、施工工艺如下：
 - 1) 网裂区域混凝土表面清理
 - (1)对混凝土破损部位采用人工凿除法、气动工具凿除法或高速射水法将该处松散、破损、污损的混凝土清除干净，清除至坚硬混凝土（用锤子锤击，声音响亮），同时应注意保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等物质。表面凿除深度按2cm考虑。
 - (2)将加固区域结构表面擦拭干净。
 - (3)严格按照隧道维修养护相关规定及要求实施。
 - (4)烧伤区衬砌为JS5型复合支护，二衬为30cm厚C25素防水混凝土，不考虑混凝土内存在钢筋。
 - 2) 凿毛
 - 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），表面清浆清凿干净，混凝土界面涂刷处理剂。
 - 3) 浇筑环氧砂浆
 - 对浅表面的剥落、网裂混凝土病害，处治设计采用聚合物砂浆修补。
- 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。修补深度：聚合物砂浆按3cm计算。实际修补面积及修补深度以业主确认后的施工实际发生量为准。



表面封闭处治设计图



垂直衬砌表面打孔注浆处治设计图



注胶嘴平面布置示意图

注胶嘴间距表

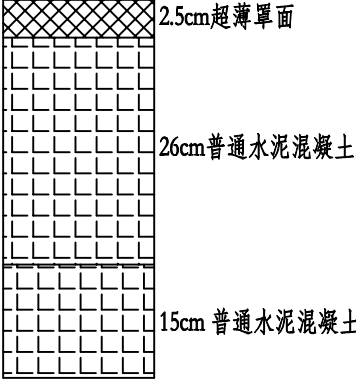
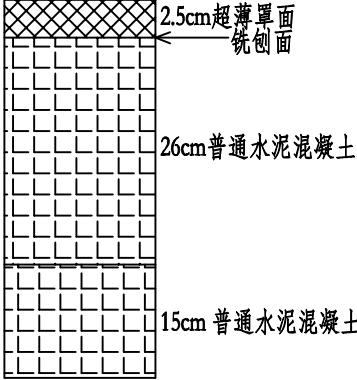
序号	裂缝宽度(mm)	灌浆嘴间距(cm)	备 注
1	0.2~0.3	10~20	
2	0.3~0.5	20~30	
3	0.5~1.0	30~40	
4	1.0~3.0	40~50	
5	>3.0	50~60	

裂缝处治工程数量表

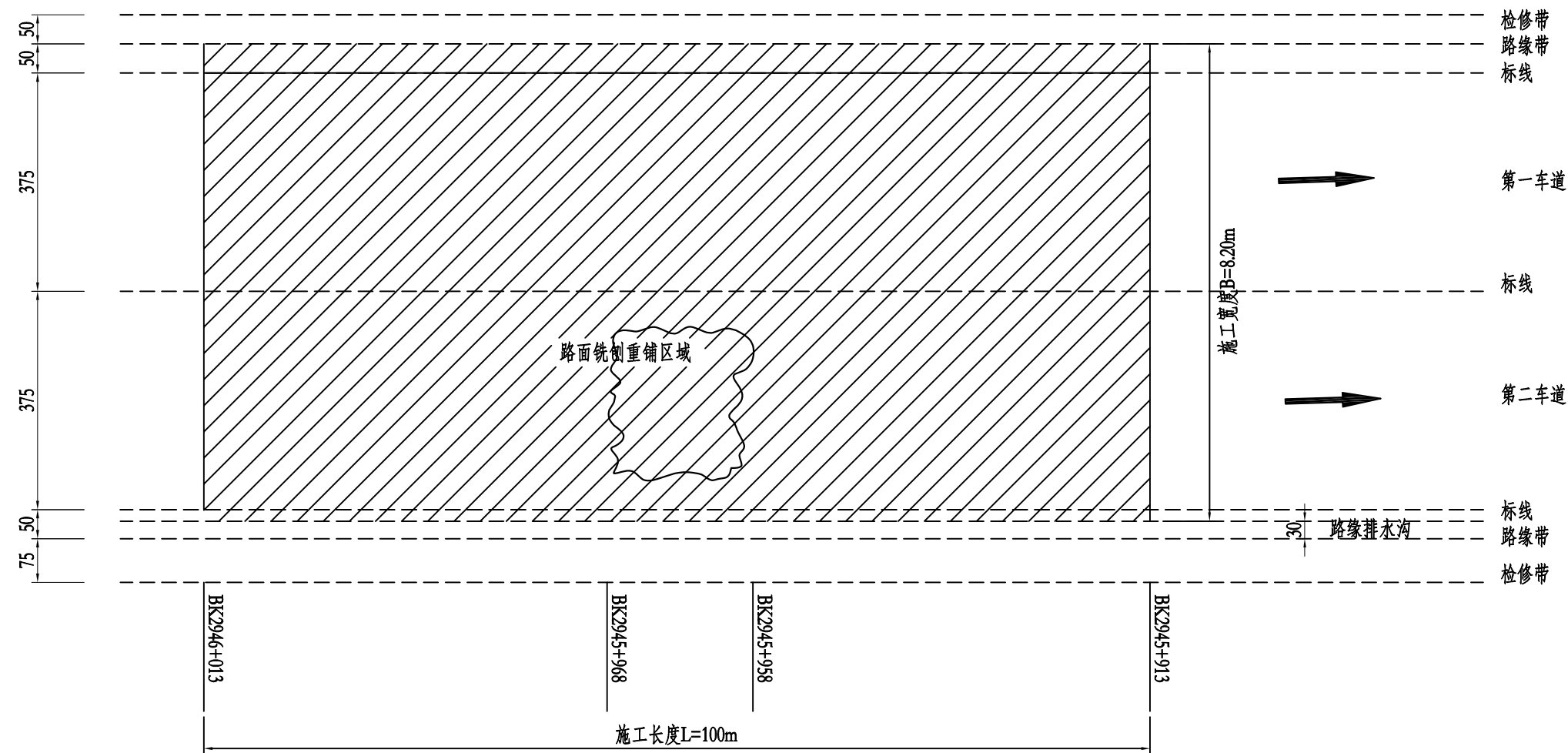
项 目	单位	延米数量	备 注
环氧树脂灌缝胶	kg	0.8	
封缝胶	kg	0.75	

注：

- 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)的处治施工。
- 2.表面封闭法适用于宽度小于0.2mm的纵向、斜向和环向裂缝处治。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。清除宽度为裂缝 左右两侧各5cm左右。
 - ③ 采用封缝胶勾缝。
- 3、低压注浆法适用于宽度不小于0.2mm的裂缝处治，根据裂缝宽度确定采用垂直衬砌表面打孔注浆或斜向打孔注浆，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：采用封缝胶沿裂缝表面涂刮，留出注入口。
 - ⑤ 安设塑料底座：揭去注入口上的胶带，用封缝胶将底座粘于注入口上。
 - ⑥ 安设灌浆器：将配好的树脂注入软管中，把装有树脂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0.2~0.5MPa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，清理表面封缝胶。
- 4.改性环氧树脂灌缝胶技术性能指标：抗压强度(Mpa)≥50，拉伸剪切强度(Mpa)≥5.0，抗拉强度(Mpa)≥20.0，粘结强度(Mpa)≥3.0，抗渗压力(Mpa)≥1.0，收缩率(%):<0.9。
- 5.改性环氧修补砂浆的技术性能指标如下：抗拉强度(28d)≥7MPa，抗压强度(28d)≥50MPa，粘结强度(28d)>3MPa，吸水率≤0.5%。
- 6.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。
- 7.图中L表示注胶嘴间距，根据裂缝宽度选取。

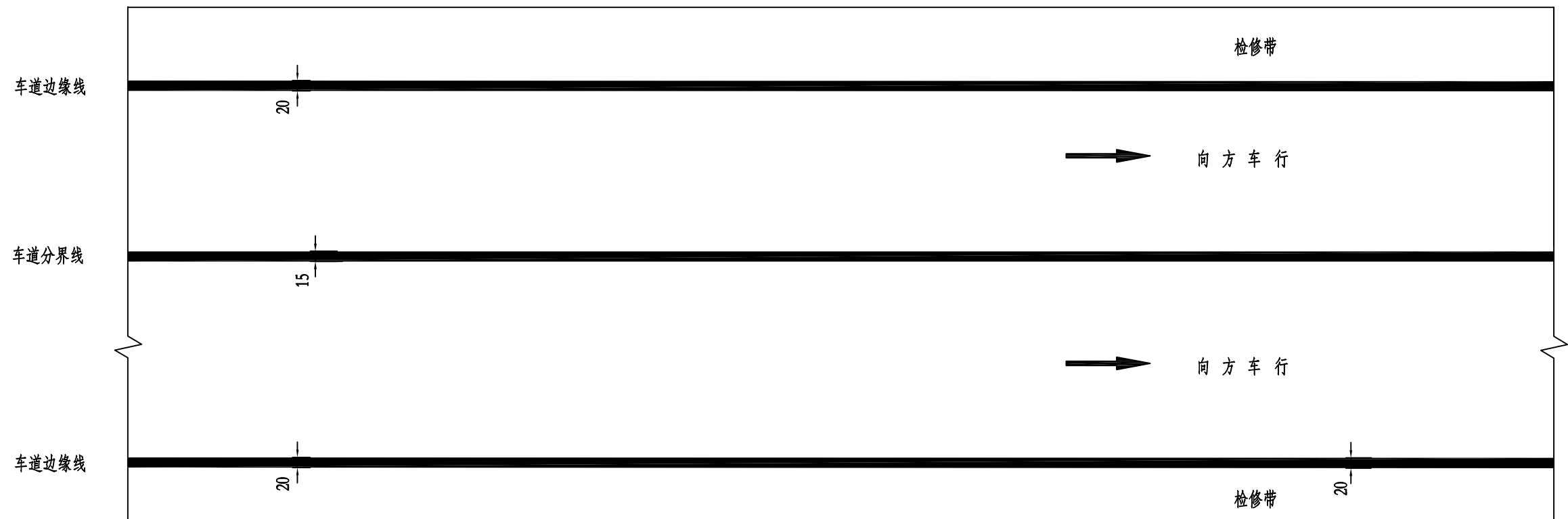
路面类型		沥青混凝土	
方 案		原路面结构层	表面层处治
方案代号		隧道主车洞 I	
行 车 道 路 面 结 构	图 式		
			对烧毁的沥青路面进行铣刨重铺处治。铣刨路面2.5cm超薄罩面，铣刨后按原结构层形式重新铺2.5cm超薄罩面。

注：
1、本图尺寸除已标注单位外，均以厘米为单位。
2、铣刨路面2.5cm超薄罩面，局部病害处治后，撒布改性乳化沥青粘层，后按原结构层形式重新铺2.5cm超薄罩面。
3、图中未尽事宜参照规范执行。



平面图

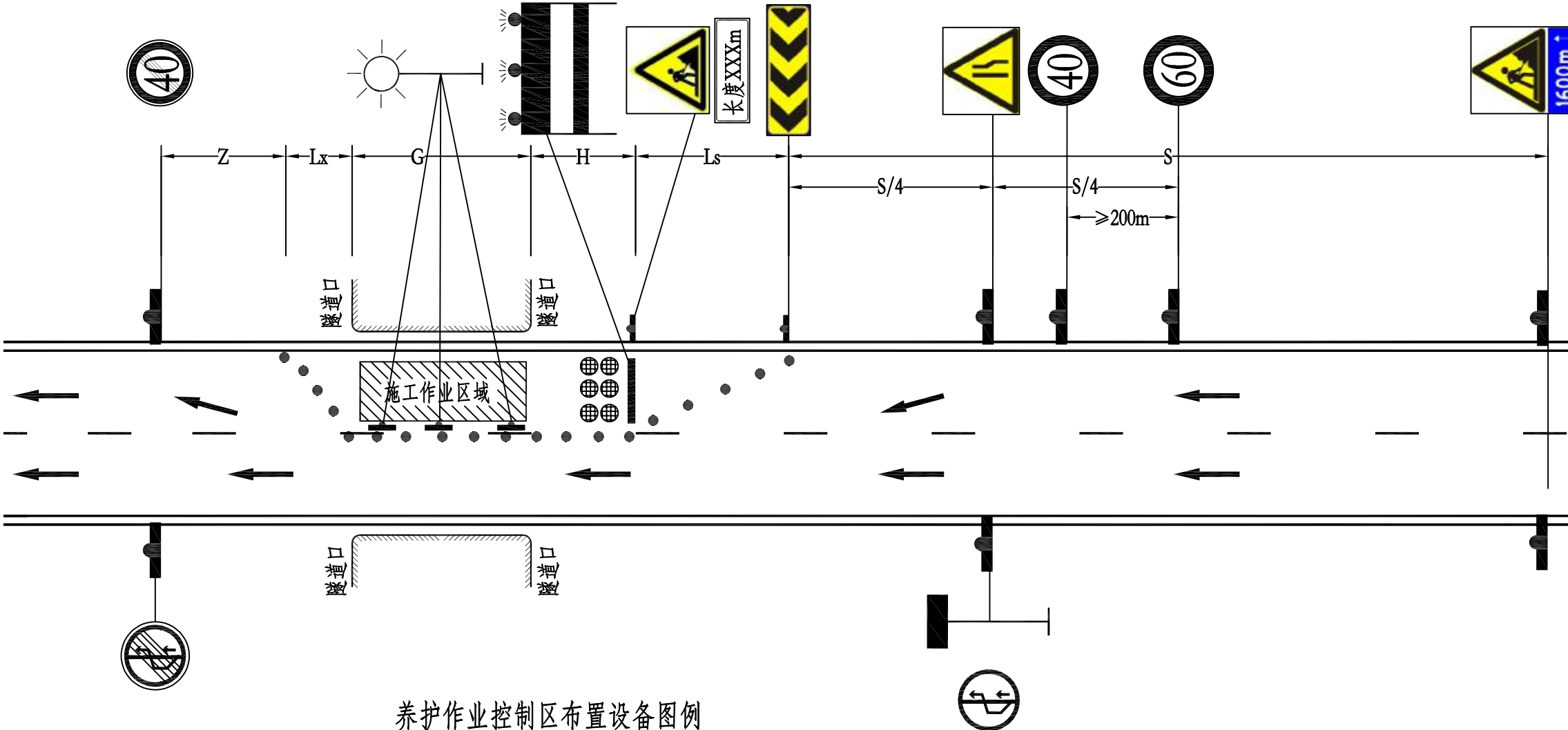
- 注：
- 1、本图所有尺寸均以cm计。
 - 2、为了保证路面施工质量，路面破损修复的区域范围以路面破损中心区域BK2945+963前后各取50m，即为BK2946+013~ BK2945+913，路面修复长度为100m。
 - 3、沥青砼路面层铣刨后将路面杂物清理干净，应在相应的新旧路面接茬处撒布改性乳化沥青防水粘层后，方可进行回铺作业，回铺作业过程中应防止水流入。
 - 4、沥青面层按照变更后路面结构设计图进行重新铺筑。
 - 5、待路面回铺完成后再施划路面标线，路面标线见《标线设计图》。
 - 6、图中未尽事宜参照规范执行。



路面标线设计平面图

- 注：
- 1、本图所有尺寸均以cm计。
 - 2、车道边缘线宽度为20cm；车道分界线宽度为15cm。
 - 3、沥青路面重铺完成后，应将路面清理干净方可施划标线。本次设计施划标线的范围即隧道内路面铣刨重铺区域，桩号BK2946+013~BK2945+913，段落长度为100m。
 - 4、标线均采用白色热熔反光标线，标线厚度1.8mm+10%；
 - 5、其他未尽事宜参照规范执行。

养护作业控制区布置示意图



养护作业控制区布置设备图例

养护作业控制区布置表

名称	单位	设计长度
警告区域长度 S	m	1600
封闭车道上游过渡长度 L_s	m	120
下游过渡区长度 L_x	m	30
纵向缓冲区长度 H	m	100
工作区长度 G	m	-
终止区长度 Z	m	30

图例	名称
●	锥形桶
⊗	防撞桶
—	标志牌
—	附设施工警示灯护栏
—	警示预闪灯
☀	夜间照明设施

- 说明:
- 1.本图尺寸以米计。
 - 2.本图参照《道路交通标志和标线》GB5768.4-2017、《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)绘制, 仅示出道路一侧施工情况, 另一侧施工与之相反, 本图为预算编制依据及应急处治参考, 实际应急处治交通导行方案及费用应以上报并通过审批的方案为主。
 - 3.养护作业控制区布置封闭至维修处治结束。
 - 4.应急处治期间对通行车辆进行限载限速并禁止超重车辆通行。由于行车道变窄, 易发生拥堵, 请相关单位做好导行设施, 安排好必要的交通协调管理人员指挥交通, 保证社会通行安全, 同时不得在隧道内发生停车、拥堵, 如有发生, 必须快速疏导车流, 保证隧道结构安全。
 - 5.交通锥形状、颜色和尺寸应符合现行《道路交通标志和标线》(GB5768)的有关规定, 布设在上游过渡区、缓冲区、工作区和下游过渡区。布设间距不宜大于10m, 其中上游过渡区和工作区布设间距不宜大于4m。
 - 6.应利用作业区上游可变信息板显示“前方XX公里封闭车道施工, 请谨慎驾驶!”的信息。
 - 7.本图适用于不改变交通流方向的单向车道占道施工过程中交通维护, 维护方式可参照《公路养护安全作业规程》(JTG H30-2015)中方案。