

重庆市南川区 G243 开县—凭祥响水沟大桥 (K375+731) 加固工程

施 工 图 设 计

桥梁全长: 85.8m

第一册 共一册

陕西交控通宇交通研究有限公司

二 0 二 三 年 十 二 月



重庆市南川区 G243 开县—凭祥响水沟大桥 (K375+731) 加固工程

施 工 图 设 计

桥梁全长: 85.8m

第一册 共一册

项目负责人: 尉兴勇

技术负责人: 李 磊

陕西交控通宇交通研究有限公司

二 0 二 三 年 十 二 月





工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号: A161000694

有 效 期: 至2024年05月16日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企 业 名 称 : 陕西交控通宇交通研究有限公司

经 济 性 质 : 有限责任公司 (自然人投资或控股的法人独
资)

资 质 等 级 : 公路行业 (公路) 专业甲级。

发证机关



2022年08月12日

No.AZ 0102955

本 桥 目 录 (一)

[illegible][illegible]

重庆市南川区 G243 开县—凭祥响水沟大桥 (K375+731) 加固工程施工图设计说明

一、概述

1.1 桥梁概况

响水沟大桥位于重庆市南川区 G243 开县-凭祥路线上，桥梁中心桩号为 K375+731，该桥为一座空腹式混凝土拱桥，桥梁全长 85.8m。所在道路等级为二级公路，养护检查等级为 I 级（本次桥梁技术状况评定为 4 类，技术状况评定为 4 类的桥梁在加固维修前应按 I 级进行检查）。图 1.1-1 为响水沟大桥地理位置图。



图 1.1-1 响水沟大桥地理位置图



图 1.1-2 响水沟大桥现状照片

上部结构：由拱圈和拱上结构组成。主拱圈采用钢筋混凝土，上部结构采用 1-70m 的上承式钢筋混凝土箱型拱桥，净矢跨比 1/6，净矢高 11.67m，拱轴系数 $m=1.756$ 。拱圈为单箱三室截面，截面宽 7.8m，拱圈高度为 1.5m。本桥拱上结构设置 9 跨空心板和 8 道立墙，板厚 0.42m，跨径 8.2m。下部结构：桥台采用重力式 U 型桥台，基础为扩大基础。桥面系：桥面横向布置为 0.5m（护栏）+7.5m（车行道）+0.5m（护栏）=8.5m，桥面铺装采用沥青混凝土，桥面设置 2 道型钢伸缩缝。

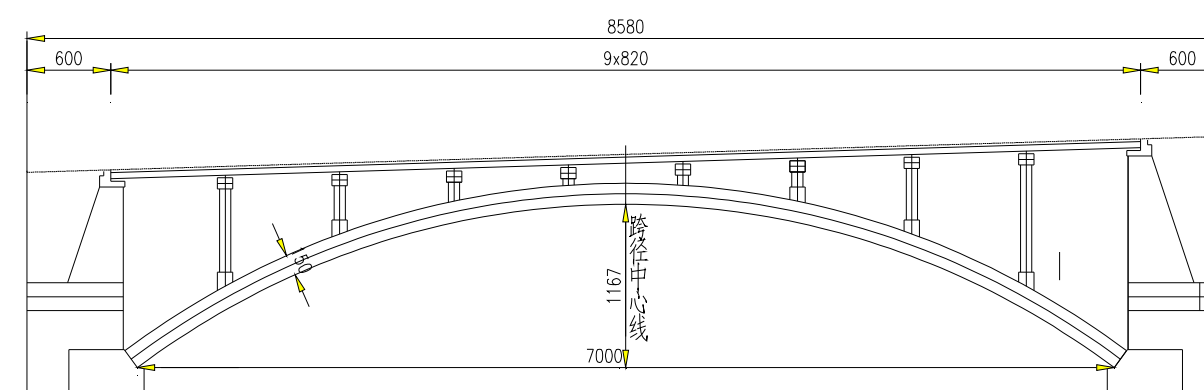


图 1.1-3 响水沟大桥地理位置图

该桥修建于 2017 年，设计荷载等级为公路-II 级，目前桥头设有“限重 30t，轴重 13t”限载标志牌。

1.2 原桥设计标准

设计荷载：汽车荷载：公路一Ⅱ级；人群荷载：每侧 2.9KN/m^2 。

计算行车速度：40Km/h

桥面宽度: 0.5m (防撞栏) + 7m (行车道含加宽) + 0.5m (防撞栏) = 8.5m。

主桥跨度：1-70m 现浇钢筋混凝土箱板拱桥

设计纵坡: 3%

主体结构设计基准期 100 年，设计安全等级二级

地震设防标准：地震基本烈度为 6 度（构造设防）。

设计洪水频率： 1/100。

二、 维修加固设计标准

2.1 技术标准

采用原设计标准。

2.2 应用规范

- 1. 中华人民共和国行业推荐性标准《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22-2008）；
- 2. 中华人民共和国行业推荐性标准《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23-2008）；
- 3. 中华人民共和国国家标准《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）；
- 4. 中华人民共和国行业标准《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）；
- 5. 中华人民共和国行业推荐性标准《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21-2011）；
- 6. 中华人民共和国行业标准《公路工程技术标准》（JTJ 001-97）；
- 7. 中华人民共和国行业标准《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- 8. 中华人民共和国行业标准《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2004）；
- 9. 中华人民共和国行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG D62-2004）；
- 10. 中华人民共和国行业标准《高速公路改扩建设计细则》（JTG/T L11-2014）；
- 11. 中华人民共和国行业标准《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)；
- 12. 中华人民共和国行业标准《公路桥梁板式橡胶支座》（JT/T 4-2019)；
- 13. 中华人民共和国行业推荐性标准《公路桥梁伸缩装置通用技术条件》(JT/T 327-2016)；
- 14. 中华人民共和国行业标准《公路交通安全设施设计细则》（JTG D81-2017）；
- 15. 中华人民共和国国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）；
- 16. 中华人民共和国国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》（GB 50550-2010）；
- 17. 中华人民共和国行业标准《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》（交公路发【2007】358号）；

- 18. 《公路危旧桥排查和改造技术要求》（交通运输部 2021 年 2 月）。

2.3 参考资料

- 1. 《K1+070.9 响水沟大桥施工图》（2014 年）；
- 2. 《重庆市南川区 G243 开县-凭祥响水沟大桥（K375+731）检测报告》（2023 年）；
- 3. 《重庆市南川区公路事务中心 2022 年桥梁定期检查报告》（2022 年）；

三、 桥梁结构现状

根据《重庆市南川区 G243 开县-凭祥响水沟大桥（K375+731）检查报告》（2023 年）及《重庆市南川区公路事务中心 2022 年桥梁定期检查报告》（2022 年），响水沟大桥技术状况及主要病害如下：

3.1 技术状况评定

根据2022年响水沟大桥技术状况评定为3类桥、2023年响水沟大桥技术状况评定为4类桥。

3.2 主要病害

3.2.1 2023 年检查结果

1) 桥面板：第 1#、9#空心板多条横向裂缝；2 跨空心板存在大面积网裂；2#~8# 空心板存在纵向裂缝，宽度超限。





图 3.2-1 空心板裂缝照片

2) 支座：3#、4#、5#立墙上方支座被遮挡；1-0-5#支座位移 10cm；5-5-5#支座垫石破损；9-8-6#支座顶部脱空面积 100%。



图 3.2-2 支座垫石破损

图 3.2-3 支座脱空

3) 桥台：0#、1#桥台前墙渗水



图 3.2-4 台前渗水

4) 桥面系，伸缩缝装置：0~1#伸缩缝止水带破损、堵塞。



图 3.2-5 桥面现状照片

3.2.2 2022 年检查结果

2022 年检查结果除空心板、桥面系、支座等病害外，还发现主拱圈存在在 2 条横向裂缝，位于主拱圈中部拱脚处和主拱圈右侧距 0#桥台 24m 处，裂缝宽度 0.1mm，1 处空洞、孔洞。



图 3.2-6 主拱圈横向裂缝

图 3.2-7 主拱圈空洞

3.3 病害发展及病害成因分析

2023 年和 2022 年检查结果对比显示，2023 年空心板有新增横向裂缝和纵向裂缝，未见拱圈横向裂缝。

本桥主要病害原因分析如下。

(1) 空心板横向裂缝：空心板可能在施工和使用阶段出现横向裂缝。施工阶段出现横向裂缝主要原因有抽芯速度过快、温差过大、底模有裂缝或吊装时吊点不合适。使用阶段出现横向

裂缝是因为在荷载作用下板底混凝土应力大于其抗拉应力，属于受力裂缝。本桥空心板裂缝数量少，裂缝宽度未超限，是钢筋混凝土构件运营中的正常现象。

（2）空心板纵向裂缝：空心板梁底板纵向裂缝的产生原因主要包括设计、施工及运营三个方面。设计方面：早期空心板梁设计由于经济因素制约，其底板厚度较薄（一般为 10~ 12cm 左右，部分梁体优化设计后底板厚度更薄），薄壁结构在纵向受力时其截面将发生畸变变形，同时在底板上下缘产生畸变弯曲应力，当畸变拉应力超过混凝土的抗拉强度，势必导致底板产生纵向开裂。若底板横向构造配筋较少，则钢筋无法限制纵向裂缝的扩展（底板横桥向为普通钢筋混凝土结构）。这也是底板纵向裂缝宽度一般较大的原因之一。施工方面：施工工艺引起空心板梁底板产生 4 纵向裂缝的因素较多，空心板梁混凝土质量较差、振捣不密实、内模下沉导致底板厚度偏薄等因素均可引起底板产生纵向裂缝，但上述因素可以通过加强施工管理来解决，不具有普遍性。运营方面：大量的日常检查结果表明，采用四个板式橡胶支座的空心板梁极易出现支座局部脱空、整体脱空甚至支座缺失的情况。若空心板梁支座出现病害，则梁体受力偏移设计意图，空心板梁约束扭转内力加大，在约束扭转的作用下截面同样产生畸变弯曲应力，也是引起空心板梁底板纵向裂缝的原因之一。

本桥空心板底板存在纵向裂缝，裂缝宽度大，空心板梁由原来的闭口截面变成了开口截面，梁体抗扭刚度显著降低，空心板的挠度、应力增大。各板受力不均，结构受力裂缝进一步发展，空心板耐久性不断恶化，承载能力不断降低。

（3）空心板竖向裂缝：竖向裂缝分为与横向裂缝贯通和不与横向裂缝贯通两种。竖向裂缝不与横向裂缝贯通产生原因多为施工原因，混凝土收缩徐变，拆模温度不适等都可能产生此类竖向裂缝。竖向裂缝与横向裂缝贯通多为横向受力裂缝发展形成，属于受力裂缝，影响结构安全。

四、 维修加固方案及施工顺序

4.1 维修加固方案

根据《公路桥涵养护规范》、《公路桥梁养护管理工作制度》交公路发[2007]336 号、《关

于进一步提升公路桥梁安全耐久水平的意见》交公路发[2020]127 号中相关规定，桥梁养护应根据技术状况分类进行处治，对技术状况为一、二类的桥梁应加强小修保养，防止出现明显病害。对技术状况为三类的桥梁应及时进行中修，防止病害加快扩展，影响桥梁安全运营。对技术状况为四类和五类的桥梁，应及时采取管理措施，保证安全。并依据桥梁特殊检查结果和技术论证分析，安排大修或改建。

响水沟大桥检测报告中桥梁技术状况评定结果为 4 类，维修加固方案主要包括：

- 1) 空心板粘贴钢板；
- 2) 支座复位、更换；
- 3) 上下部结构常规缺陷修复。

具体构造及数量见图纸及数量表。

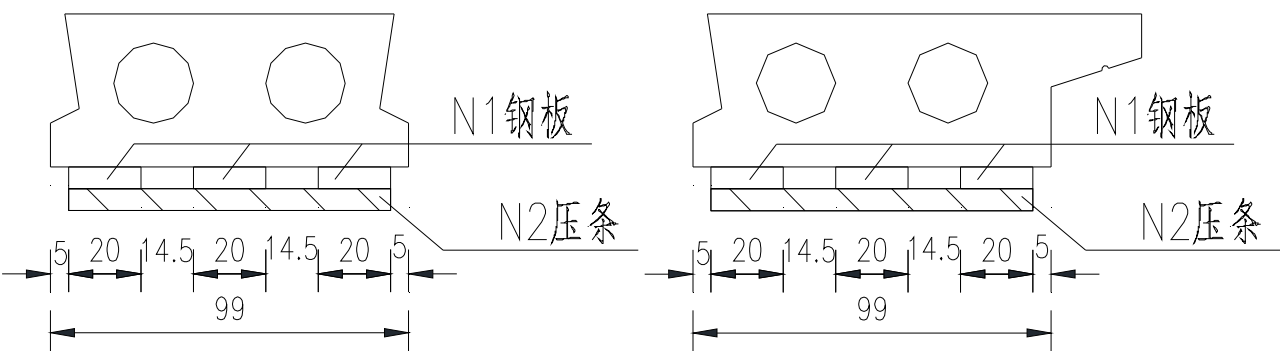


图 4.1-1 空心板粘贴钢板构造

4.2 空心板加固前后对比

4.2.1 技术标准

计算程序：midas Civil 及 midas Civil Designer；

设计安全等级：二级；

桥梁重要性系数：1.0；

设计荷载：汽车荷载：公路Ⅱ级；

计算行车速度：40Km/h；

桥面宽度：0.5m（防撞栏）+7.5m（行车道含加宽）+0.5m（防撞栏）=8.5m。

4.2.2 计算原则、内容及控制标准

计算书中将采用 midas Civil 对桥梁进行验算，并以《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2004）和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG D62-2004）为标准，按钢筋混凝土结构进行验算。

4.2.3 荷载工况及荷载组合

（1）自重

自重系数：-1.04

空心板采用粘贴钢板加固的方案，粘贴钢板在每片空心板上施加的荷载集度为 0.28kN/m，计算中不考虑其产生的荷载效应

（2）徐变收缩

收缩龄期：3.0 天；

理论厚度自动计算：由程序自动计算各构件的理论厚度。公式为：

$h=a\times A_c/u$ ；

$u=L_0+a\times L_i$ ；

--周长 u 的计算公式中 L0 为外轮廓周长，Li 为内轮廓周长，a 为要考虑轮廓周长的比例系数。

（3）可变荷载

汽车荷载，桥梁等级为公路—Ⅱ级；

对于汽车荷载纵向整体冲击系数 μ ，按照《公路桥涵通用设计规范》取值。

（4）荷载组合

表 4.2-1 荷载工况

序号	工况名称	描述
1	恒荷载	DL
2	徐变二次	CS
3	收缩二次	SS
4	中载	M
5	偏载	M1

4.2.4 持久状况承载能力极限状态

（1）正截面抗弯验算

表 4.2-2 正截面抗弯承载能力极限状态检算结果（单位：kN.m）

验算构件	纵向位置	技术标准	荷载效应	加固前承载力	加固前储备系数	加固后承载力	加固后储备系数
空心板	边板跨中	04 规范	404.5	561.9	1.39	855.1	2.11
	中板跨中	04 规范	363.0	481.7	1.33	774.7	2.13

结构的重要性系数×作用效应的组合设计最大值≤构件承载力设计值，空心板正截面抗弯满足规范要求。空心板板底粘贴钢板空心板抗弯承载能力增大。

（2）斜截面抗剪验算

表 4.2-3 斜截面抗剪承载能力极限状态检算结果（单位：kN）

验算构件	纵向位置	技术标准	加固前荷载效应	加固前承载力	加固前储备系数
空心板	边板跨中	04 规范	244.5	748.9	3.07
	中板跨中	04 规范	244.5	703.3	2.88

结构的重要性系数×作用效应的组合设计最大值>构件承载力设计值，空心板抗剪满足规范要求；不考虑空心板板底粘贴钢板对空心板抗剪承载能力的影响。

4.2.5 持久状况正常使用极限状态

（1）裂缝宽度验算

表 4.2-5 裂缝宽度验算（单位：mm）

验算部位	纵向位置	技术标准	加固前裂缝宽度	加固后裂缝宽度	限值	备注
简支空心板	边板	04 规范	0.126	0.083	0.2	满足
	中板	04 规范	0.127	0.083	0.2	满足

最大裂缝宽度为 $W_{fk}=0.127\text{ mm}\leq$ 裂缝宽度允许值 0.200 mm。空心板板底粘贴钢板，钢板仅与空心板普通钢筋一起承受活载作用，裂缝宽度验算时将一半粘贴钢板按面积相等换算为 22 的普通钢筋考虑其对抗裂的贡献。粘贴钢板对有利于控制空心板裂缝宽度。

4.2.6 桥涵常规病害维修处治方案

常规病害包括桥梁存在的混凝土裂缝、蜂窝麻面、局部破损及剥落、露筋锈蚀、渗水泛碱。

1、裂缝

裂缝宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝采用压浆法进行修补；宽度 $< 0.15\text{mm}$ 的裂缝采用封闭法进行修

补。

2、混凝土局部破损、剥落、蜂窝麻面

清理破损区域，露出坚实界面，用改性聚合物水泥砂浆修补。

3、露筋锈蚀

清理露筋区域，对钢筋除锈，用改性聚合物水泥砂浆修补，在修补范围及周边涂刷渗透型阻锈剂（抗渗剂）。

4.3 加固用材料

1、种植钢筋及锚固用胶黏剂：植筋及锚固用胶黏剂安全性能指标应符合中华人民共和国行业标准《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22—2008）第 4.6.6 条对 A 级胶的要求。

2、螺栓：主要性能指标应采用符合《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22-2008）表 4.4.3 条规定的碳素钢或合金钢锚栓。还应满足中华人民共和国建筑工业行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ 145-2013）要求。

4、加固用钢板：粘贴钢板采用 Q345NHC 钢板，钢板质量要求分别符合现行国家标准《碳素结构钢》（GB/T 700），《耐候钢结构》（GB 4171-2008），《低合金高强度结构钢》（GB/T 1591）的规定。钢板的基本性能指标应符合国家标准《钢结构设计规范》（GB 50017—2017）的规定。

5、加固钢材防腐涂装，底漆采用环氧富锌底漆 1 道，每道干膜最小厚度 60（ μm ）；中间图层采用环氧(厚浆)漆 2 道，每道干膜最小厚度 50（ μm ）；面漆采用丙烯酸酯肪族聚氨酯面漆 2 道，每道干膜最小厚度 40（ μm ）。

6、粘贴钢板用胶黏剂：粘贴钢板用胶黏剂的安全性能指标应符合中华人民共和国行业标准《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22—2008）第 4.6.5 条对 A 级胶的要求。

7、混凝土裂缝修补胶：裂缝修补用胶的安全性能指标应符合《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22—2008）第 4.7.1 条及《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）的要求。

表 4.3-1 裂缝修补用胶（注射剂）安全性能指标

性能项目		性能指标
胶体	抗拉强度（MPa）	≥25

性能	抗拉弹性模量（MPa）	≥1500
	抗压强度（MPa）	≥50
	抗弯强度（MPa）	≥30，且不得呈脆性破坏
钢—钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）		≥15
不挥发物含量（固体含量）（%）		≥99
可灌注性		在产品说明书规定的压力下，能注入宽度为 0.1mm

8、混凝土表层缺陷修复用材料：混凝土表层缺陷修复用材料的质量及性能应符合中华人民共和国行业标准《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22—2008）第 4.8.1 条的要求。

阻锈剂：阻锈剂安全性能指标应满足《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013 ）中第 4.7.3 条相关规定，钢筋锈蚀区域采用喷涂型阻锈剂喷涂于表面，性能指标如下表：

表 4.3-3 喷涂型阻锈剂性能指标

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 150uA，且破样检查无锈蚀	YBJ 222
现场锈蚀电流试验	喷涂 150d 后现场测定的电流降低率 ≥80%	GB 50367-2013 附录 R

聚合物改性水泥砂浆性能指标应满足《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）中 7.2 节要求。聚合物砂浆分为 I 级和 II 级，本次设计按 I 级采用，具体技术指标见下表。

表 4.3-4 聚合物改性水泥砂浆基本性能指标

检验项目 砂浆等级	与混凝土正拉粘结强度 (MPa)	抗折强度 (MPa)	抗压强度 (MPa)
I级	≥2.5 且为混凝土内聚破坏	≥12	≥55（28d）

配置聚合物砂浆用的聚合物乳液必须进行毒性试验，聚合物乳液不得受冻，无分层离析、结絮现象，无杂质，并确保在有效使用期内。配置聚合物砂浆的粉料不得受潮、结块，在有效使用期内。

10、支座采用板式橡胶支座，其性能应符合交通部行业标准《公路桥梁板式橡胶支座》

（JT/T 4-2019）的规定。

五、 维修加固施工工艺及要点

5.1 灌注粘贴钢板加固处理

- （1）原结构表面处理
- 在粘贴钢板前，对粘贴钢板部位裂缝、破损等缺陷先进行修补，清理原结构表面污渍。
- （2）原结构粘钢表面的处理
- 用修复材料将混凝土表面找平，除去杂质，完全露出结构断面，将混凝土表面清理干净并保持干燥，钻制螺栓预留孔。
- （3）钢板防腐。
- （4）灌注粘贴钢板。
- 灌注钢板加固工艺流程：
- 混凝土表面处理—钻孔植埋全螺纹螺栓—安装钢板—配制结构胶—封边—灌注—钢板表面防腐处理。
- （5）钢板粘贴顺序以施工方便顺次粘贴。

5.2 裂缝封闭、灌浆

5.2.1 裂缝表面封闭施工工艺

- （1）缝口表面处理
- 用打磨机或钢丝刷将裂缝区域表面松散混凝土清除，宽度为沿裂缝走向 3～5cm，长度为沿裂缝方向两端头分别向外延伸 5～10cm，露出结构层和隐藏的裂缝。用吹风机或人工擦拭清除灰尘，也可以用毛刷蘸丙酮、酒精等有机溶液将裂缝表面油污清洗干净并保持干燥。
- （2）封缝
- 按厂家提供的配方和配置方法进行配制，将修补胶一次配备的数量以在规定时间内用完为准，不可过量配置，以免浪费。用裂缝封闭胶进行封闭裂缝处理，沿裂缝涂抹一层 1mm 左右厚、2～3cm 宽的胶泥，涂抹时应防止产生小孔和气泡，保证封闭可靠。

- （3）外观处理
- 对多余胶泥进行刮平，待裂缝封闭胶凝固后，采用对每一道裂缝表面再涂一层聚合物改性水泥浆，确保封闭严实，并使其颜色与原混凝土结构表面尽量保持一致。

5.2.2 裂缝压力注浆

- 裂缝压力注浆总体工艺流程：缝口表面处理→安装注浆底座→封缝→压气密封检查→灌胶→表面清理。
- （1）缝口表面处理
- 在裂缝表面进行骑缝开槽，以此作为灌胶导向孔。沿裂缝走向开槽，凡裂缝交叉处应在交叉地方开槽，槽口宽度 4～6mm，深 2～4mm。槽口必须使用高压空气吹洗干净，使其不让灰渣阻塞，之后沿裂缝从上而下将两边 3～5cm 范围内的灰尘、浮浆用小锤、手铲、钢刷、砂纸、毛刷依次处理干净，将构件表面整平，凿除突出部分，然后用丙酮擦洗，清除裂缝周围的油污，清洗时注意不要将裂缝堵塞。
- （2）安装注浆底座
- 将环氧胶泥均匀的抹在注浆底座周围，厚度为 1～2mm，与槽口对准粘贴在裂缝上。注浆底座的间距根据裂缝长及裂缝的宽窄以 300～350cm 为宜。宽缝可稀，窄缝宜密，每一道裂缝至少各有一个进浆孔和排气孔。注浆槽口必须对中保证导流畅通，注浆底座应粘贴牢固，四周抹成鱼脊状进行封闭。
- （3）封缝
- 用密封胶沿裂缝走向密封 2～3cm 宽的范围，厚度 1～2mm，让密封胶自行硬化。密封胶的涂抹尽量一次完成，避免反复。
- （4）压气密封检查
- 密封胶硬化后，需进行压气实验，以检查封闭带是否封严，压缩气体通过灌浆嘴灌入，气压控制在 0.2～0.4Mpa，此时在封闭带上及灌浆嘴周围可涂上肥皂水，如发现通气后封闭带上有泡沫出现，说明该部位漏气，对漏气部位可再次封闭。

压气试验对于竖向缝可从下向上，水平向缝由低端往高端进行。

（5）灌胶

将灌注胶用黄油枪通过过滤头连接注入器的注入端，将灌注胶注入胶囊，注满为止。将注入器的连接端牢固地安装在灌浆嘴上。安装完毕后打开注入器，让胶液在注入器的压力下渗入裂缝。若胶液渗入较快，说明该处裂缝深，缝内空间大，要及时补灌。

（6）表观处理

对于已灌完的裂缝，待浆液固化后将灌浆嘴一一拆除，并对裂缝表面打磨平整，最后对每一道裂缝表面再涂一层聚合物改性水泥浆，确保封闭严实，并使其颜色与原混凝土结构表面尽量保持一致。

5.2.3 注意事项

（1）裂缝灌浆采用空气泵压注法，压浆罐与灌浆嘴用聚氯乙烯高压透明管相连接，连接要严密，不能漏气。

（2）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 0.4MPa。

（3）灌注的次序：对于水平裂缝，宜由低端逐渐压向高端；对于竖向腹板裂缝由下向上逐渐压注。从一端开始压注后，另一端的灌浆嘴在排出裂缝内的气体后喷出胶液与压入的胶液浓度相同时，可停止压注，在保持压力下封堵灌浆嘴。

贯通缝如果单面灌后另一面未见出浆，可在另一面压灌一次。对于未贯通缝必须见到邻近压浆嘴喷浆。

（4）灌浆工作完毕后，用压缩空气将注入器和注胶管中残液吹净，以备下次使用。

（5）裂缝处理完毕后，为确保外观美观，每一道裂缝表面再涂一层聚合物改性水泥浆，并使其颜色与原混凝土结构表面尽量保持一致。

5.3 混凝土缺陷及外露钢筋处理

5.3.1 混凝土缺陷的处理

（1）对于桥梁结构中出现的较严重的蜂窝、麻面、空洞以及较大范围的破损等缺陷，一般可采用聚合物改性水泥砂浆进行修补，具体施工工艺为：

a、把构件中蜂窝或缺陷部位表层尽可能凿除，保留原结构的钢筋，保留长度 40d，同时对修补部位进行凿毛处理，并使混凝土表面保持湿润、清洁。

b、在修补面上涂抹一层聚合物改性水泥浆等，以增强新、老混凝土之间的粘结。

c、在水泥浆液涂抹后尚未凝固时，即用聚合物改性水泥砂浆进行修补。

d、当修补完成后，对新老混凝土接缝表面各 15cm 宽的范围内，必须用钢丝刷将所有软弱浮浆除去，并冲洗干净，然后抹两层聚合物改性水泥浆。涂液时，第二层的方向应与第一层相垂直。

e、修补工作全部结束后，还要加强养护，养护方法与通常混凝土的养护方法相同。

（2）对于面积不大的缺陷，特别是当损坏深度较浅时，亦用聚合物改性水泥砂浆修补法。水泥砂浆的修补可用人工涂抹填压的方法，也可用喷浆修补的方法。人工涂抹填压适用小面积的缺陷修补，其施工工艺为：

a、做好修补面凿毛、清洁等准备工作。

b、将拌和好的砂浆用铁抹抹到修补部位，反复压光后，按普通混凝土要求进行养护。当局部修补部位较深时，可在水泥砂浆中掺入适量的砾料，以增强砂浆强度和减少砂浆干缩。

c、在新补上的区域周围再涂上两层如前所述的聚合物改性水泥浆等胶粘剂进行封闭处理，以防止以后出现收缩裂缝。

5.3.2 外露钢筋的处理

（1）凿除露筋处松动的混凝土保护层，露出完好的混凝土表面，并清除钢筋及混凝土表面的铁锈、灰尘和浮渣等；

（2）利用人工除锈的方式对锈蚀钢筋进行除锈，对钢筋进行防腐处理；

- （3）清除老混凝土表面上的灰尘以使其保持清洁；
- （4）在损坏的混凝土表面涂上聚合物改性水泥浆；
- （5）对于露筋面积不大的可用聚合物改性水泥砂浆局部修补，对于露筋面积较大的，可采用高标号混凝土进行修补。

5.4 梁体顶升更换支座

梁底至墩台顶面的高度适当且满足安装顶升设备要求时，宜采用扁形分离式油压薄壁千斤顶，直接放置在墩台顶面上进行操作，千斤顶的着力点应以支座为中心对称布置。梁底至墩台顶面的高度不满足安装顶升设备要求时，需搭设临时顶升支架，顶升支架本身必须具有一定的刚度、强度和稳定性，以满足梁体顶升的受力和变形要求，确保梁体顶升安全。施工前须对顶升支架进行预压试验，预压重量不小于该处的顶升重量。

浇筑支架基础，设置顶升支架，支架上布置千斤顶，千斤顶的着力点应以桥墩支座为中心对称布置。顶升支架本身必须具有一定的刚度和强度，以满足梁体顶升的受力和变形要求，确保梁体顶升安全。施工前须对顶升支架进行预压试验，预压重量不小于该处的顶升重量。

1、顶升工艺

顶升须根据桥梁实际情况,对简支结构体系桥梁，可单跨进行顶升，也可一联同时进行顶升；对连续结构体系桥梁，应按一联同时顶升，并保证顶升同步。施工时应根据顶升计算的支撑反力，选择千斤顶的顶升吨位，保证千斤顶顶升吨位需大于 2 倍的梁体重量。具体施工步骤如下：

- （1）工作脚手架搭设
- 工作脚手架采用钢管碗扣架搭设。地基夯实平整，架设碗口架、碗扣架上铺方木。为了增强脚手架的稳定性，在脚手架外侧安装抛杆、内侧安装顶杆（顶在墩台上）。
- （2）千斤顶及油泵校验
- 为了满足顶升同步的要求，千斤顶宜采用统一型号。为了保证顶升时梁体受力均匀，在同一组千斤顶底下均垫 300×300×20mm 钢板，顶面垫钢梁，千斤顶必须支顶在腹板位置上,千斤顶安放必须平稳。所有千斤顶及油泵进场前均应进行标定。

- （3）千斤顶使用方法与注意事项如下：
 - a:使用前计算起重量、选择合适吨位的千斤顶。
 - b:在额定工作压力范围内，若要判定了解千斤顶的实际负荷,核定手动油泵出油处接上压力表座，由压力表指示工作压力，根据工作压力、油缸面积，可知重物的重量。
 - c:千斤顶的着力点应处于箱梁腹板厚度范围内或空心板的腹板范围内，同时必须考虑到地面软硬程度，避免起重时有倾倒之危险。
 - d:千斤顶将重物顶升后，应及时用支撑物将重物支撑牢固，禁止将千斤顶作为支撑物使用。如要将数台千斤顶同时使用，应使用多项分配阀，并考虑负载的均衡性，以免产生倾倒。
 - e: 因千斤顶起重行程较小,使用时千万不要超过额定行程,以免损坏千斤顶。
 - f: 使用过程中应避免千斤顶剧烈振动，在使用前应进行全面检查。

- （4）设置观测标志
- 顶升前在桥面上设观测标志。其中每孔设 4 个（纵向 2 个、横向 2 个），顶升时，由专业技术人员对梁顶面进行测量，以便准确反映梁体顶升时竖向变位。设置观测标志的原则是均匀对称。

- （5）准备工作
- 梁体在顶升前应详细测量墩台处梁底及墩台帽顶面标高，以便精确确定顶升高度。不能轻率行事，否则将改变梁体拱度，增加梁体内力。
- 顶升前应采取必要的限位措施，以防梁体在顶升过程中产生平面偏位。
- 另外，顶升前应对各方面进行检查。检查设备是否完好，检查人员是否到位，检查通信器材是否良好，检查计算数据是否正确，必须对所有操作人员进行技术交底,确保施工安全。对每片梁体在固定位置做一标记，在顶升时用钢尺测量并填写好施工记录，以便控制顶升高度。

- 在正式顶升前，应进行试顶：
- 千斤顶安装完毕，待临时承重层稳定后，即可开始试顶；试顶主要是为了消除支撑本身的非弹性变形或沉降，在主梁顶起微小高度即可停止，并停放约一小时进行观察无任何变化后才

能开始整体顶升。

（6）顶升

千斤顶放置在支点位置，由专人指挥，统一发令，每次顶升高度不超过 5mm，顶升总高度能满足支座复位、更换的操作空间要求即可。顶升过程中要设置临时支点。千斤顶由油泵控制，每台油泵控制多台千斤顶，每个千斤顶要由专人负责，随时测量，保证每个千斤顶处的顶升高度基本保持一致，误差不能超过 0.5mm。

试顶完成后，在专业人员的统一指挥下所有千斤顶慢慢用力整体顶起梁体使其离开原支座约 1cm 立即停止，并立即在上、下横梁间增设若干个钢筋混凝土预制块或钢板形成临时固定点，以增加接触点和面积，提高顶升系统的稳定性，确保桥梁整体安全。

顶升时以竖向位移和千斤顶油压表读数进行双控。竖向位移用桥面上设置的观测标志确定，要求竖向位移差基本保持一致。竖向位移观测人员要随时与油泵操作人员保持密切联系，指导操作人员进行操作。同时，各油泵操作人员通过油压表读数随时进行调整。顶升时各油压表读数与理论计算误差值不超过±1MPa。在顶升过程中如发现异常情况，要立即停止顶升，查明原因处理后方可继续顶升。顶升时一定要缓慢同步，且一边顶升一边支垫，以防发生突发事件。

（7）支座更换

当梁体脱离支座时，及时凿断原橡胶支座与墩台顶面及梁体的连接件，并清理建筑垃圾。如果墩台存在其它病害，此时应立即进行相应的规范处治，处治完成后，即可去除原有支座，支座下方用高标号专用树脂砂浆找平，安装新支座。支座位置一定要准确，并使支座上下表面与台帽、墩柱及梁底充分接触。在拆除千斤顶时，要同步均匀缓慢卸载。

当梁体脱离支座时，设置临时支撑，清理建筑垃圾。如果墩台帽、盖梁或墩柱存在其它病害，应先对病害进行相应的规范处治，处治完成后，即可凿断原橡胶支座与墩台顶面及梁体的连接件，取出原有支座，支座下方用高标号专用聚合物砂浆找平，安装新支座。支座位置一定要准确，并使支座上下表面与盖梁及梁底充分接触。在拆除千斤顶时，要同步均匀缓慢卸载。

2、施工注意事项

（1）施工前要做好全面检查，根据具体情况确定维修加固范围，按次序依次实施。整体梁体顶升施工方案，要通过准确的分析和计算，配备足够的机械设备和劳动力；同时，在顶起和落梁时，要有专业人员统一指挥，确保所有被顶的梁体同步上升，同步下降。

（2）要认真做好测量、观察记录工作，以指导施工，确保梁体、桥面系支座更换前后的标高。

（3）支座的质量检验及安装是保证支座正常使用的关键。支座安装前应进行检验，施工时应根据不同的支座类型按照相关要求安装。

（4）对顶升支架的地基情况应进行检测，视情况采取换填、设置扩大基础或钢板桩基础等措施，保证顶升时基础承载力及基础沉降满足要求。

正式顶升前必须进行试顶，试顶时需将梁体顶起一定高度，检查梁体及顶升设施是否异常，确保安全后方可进行正式顶升。施工单位应结合现场情况对顶升方案进行完善和优化，保证安全可靠。

（5）墩台帽、盖梁顶面可能设置有横坡，安装千斤顶之前应采用聚合物砂浆整平，以保证千斤顶下钢垫板能够水平放置。

（6）梁体顶升期间应暂时封闭交通。

（7）支座的质量检验及安装是保证支座正常使用的关键，支座安装前应进行检验，施工时应根据支座类型按照相关要求安装。

5.5 施工辅助措施说明

响水沟大桥施工辅助措施满堂支架适用于空心板粘贴钢板和支座更换；检测车用于主拱圈裂缝维修。

六、 危险性较大分部分项工程

6.1 危大工程管理

依据中华人民共和国住房和城乡建设部 37 号令，施工单位应当在危大工程施工前组织工程技术人员编制专项施工方案。对于超过一定规模的危大工程，施工单位应当组织召开专家论证

会对专项施工方案进行论证。施工单位应当在施工现场显著位置公告危大工程名称、施工时间和具体责任人员，并在危险区域设置安全警示标志。具体实施细则详见《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》。实际施工过程中施工单位应根据项目实际情况确定是否存在危大工程，做好项目施工管理，保障施工安全。

表 6.1-1 危大工程分部分项工程

序号	类别	需编制专项施工方案
一	模板工程及支撑体系	（一）各类工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程
		（二）混凝土模板支撑工程：搭设高度 5m 及以上，或搭设跨度 10m 及以上，或施工总荷载（荷载效应基本组合的设计值，以下简称设计值）10kN/m² 及以上，或集中线荷载（设计值）15kN/m 及以上，或高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程。
		（三）承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系。
二	脚手架工程	（一）搭设高度 24m 及以上的落地式钢管脚手架工程（包括采光井、电梯井脚手架）。
		（二）附着式升降脚手架工程。
		（三）悬挑式脚手架工程。
		（四）高处作业吊篮。
		（五）卸料平台、操作平台工程。
		（六）异型脚手架工程。
		（二）钢结构、网架和索膜结构安装工程。
		（三）人工挖孔桩工程。
		（四）水下作业工程。
		（五）装配式建筑混凝土预制构件安装工程。
		（六）采用新技术、新工艺、新材料、新设备可能影响工程施工安全，尚无国家、行业及地方技术标准的分部分项工程。

表 6.1-2 超过一定规模的危大工程分部分项工程

序号	类别	需要专家论证、审查
一	模板工程及支	（一）各类工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程

	撑体系	（二）混凝土模板支撑工程：搭设高度 8m 及以上，或搭设跨度 18m 及以上，或施工总荷载（荷载效应基本组合的设计值，以下简称设计值）15kN/m² 及以上，或集中线荷载（设计值）20kN/m 及以上。
		（三）承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系，承受单点集中荷载 7kN 及以上。
二	脚手架工程	（一）搭设高度 50m 及以上的落地式钢管脚手架工程。
		（二）提升高度在 150m 及以上的附着式升降脚手架工程或附着式升降操作平台工程。
		（三）分段架体搭设高度 20m 及以上的悬挑式脚手架工程。

七、 施工安全和注意事项

- 1、桥涵维修加固施工应严格遵守并执行《公路桥涵施工技术规范》（JTGT 3650-2020）、《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23-2008）、《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）、《公路工程施工安全技术规程》规定，做到专职设备，专职使用。
- 2、为保证施工安全、结构安全及工作的顺利开展，在施工前必须对施工机具、临时设备及其它保障措施进行详细检查、核对，在确保万无一失后方可施工。
- 3、在焊接钢板或钢筋时，应避免与易燃物品如环氧材料接触，以免发生事故。
- 4、施工过程中应注意做好高空作业和交通保畅的安全防护工作。
- 5、施工过程中应做好防护措施，在粘贴钢板、修补裂缝、种植锚栓时，应根据使用的树脂材料对现场施工人员采取相应的劳动保护措施，并注意使用过后的器具及残留浆液不得随便丢弃，避免对环境造成不良影响。
- 7、施工前，应在设计图纸的基础上，做好梁体顶升复位的施工组织计划和复位顶升施工方案，通过评审后，方可进行下一步施工。梁体顶升复位时，加强梁体每一个施工工序的位移量的监测，确保梁体缓慢移动到顶升复位的控制目标位置，严禁野蛮施工。

八、 评审意见响应

- 1、意见：补充病害发展对比及病害产生原因分析。
- 意见响应：在 3.3 节中补充了病害发展对比及病害产生原因分析相关内容。
- 2、意见：优化空心板加固方案。

意见响应：通过综合考虑施工周期，工程费用，社会影响等因素，降空心板加固方案由更换改为板底粘贴钢板。

3、**意见：**补充完善施工工艺及其对主拱圈受力的影响。

意见响应：在 5.1 节中补充了空心板板底粘贴钢板施工工艺，粘贴钢板施工工艺成熟，施工临时施工荷载小，对结构扰动小，对主拱圈影响小。

4、**意见：**核实临时防护措施费、前期工作费及空心板费用，完善预算文件。

意见响应：根据新的施工方案对临时防护措施费、前期工作费及空心板费用重新进行计算。

九、问题与建议

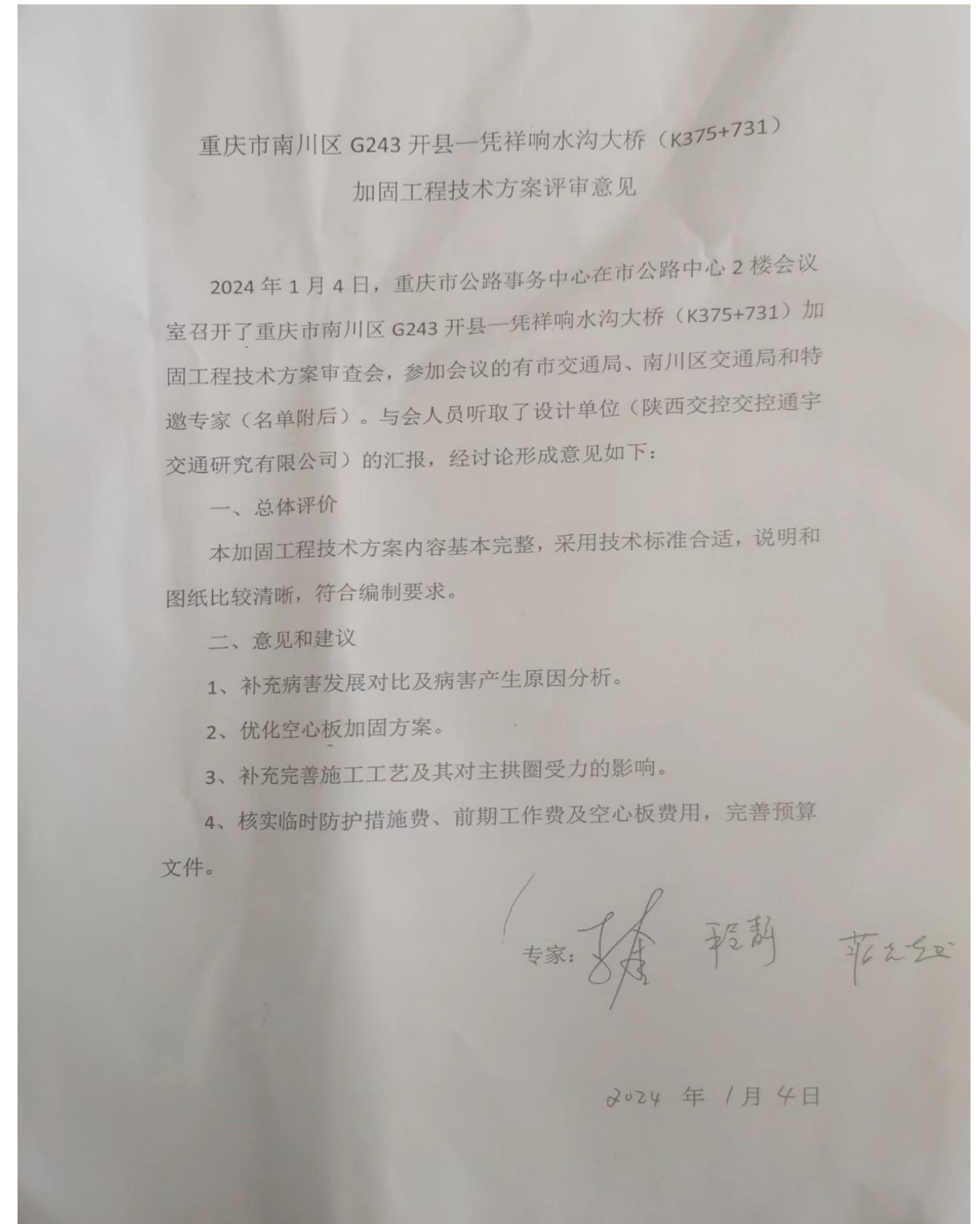
1、桥梁病害变化为动态发展的过程，施工前应仔细核对检测报告，核定实际病害位置及数量，如混凝土裂缝及其它表观缺陷数量与检测报告有所差异，以监理、业主、设计及施工单位四方现场核定的实际数量为准。

2、桥梁加固工程施工过程中的不确定因素较多，随着隐蔽工程的打开，可能暴露新的隐蔽病害。故建议在隐蔽工程打开后，加强检测，施工方应对检测报告深入理解，如发现新的病害或隐患，应及时上报。

3、**建议桥梁加固施工前、后分别进行一次荷载试验（静、动载），评估该桥实际承载能力，确保该桥的正常营运。**

4、搭设临时支撑体系均属于危险性较大的分部分项工程，施工时建议按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住建部令第 37 号）中相关规定执行。

其它未尽事宜，按中华人民共和国国家标准《混凝土结构加固设计规范》（GB50367-2013）以及交通部部标准《公路桥涵施工技术规范》（JTGT 3650-2020）、《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22-2008）、《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23-2008）的有关要求执行。

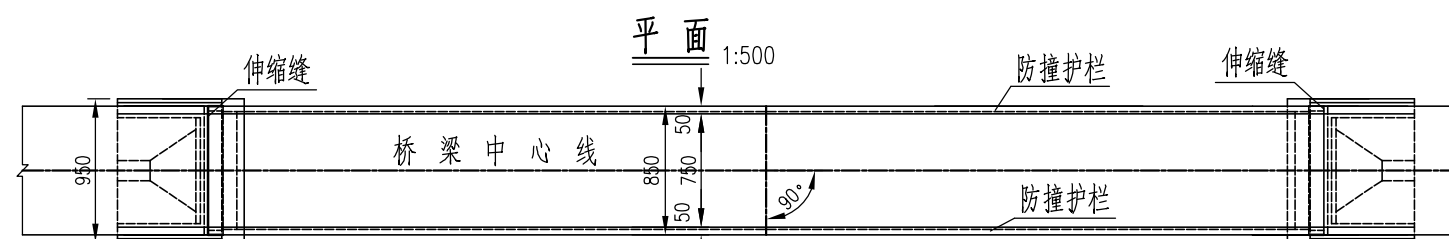
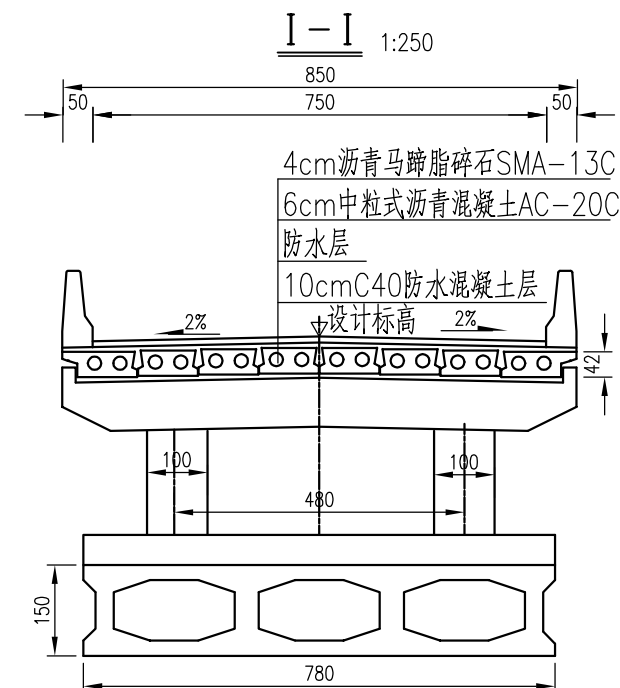
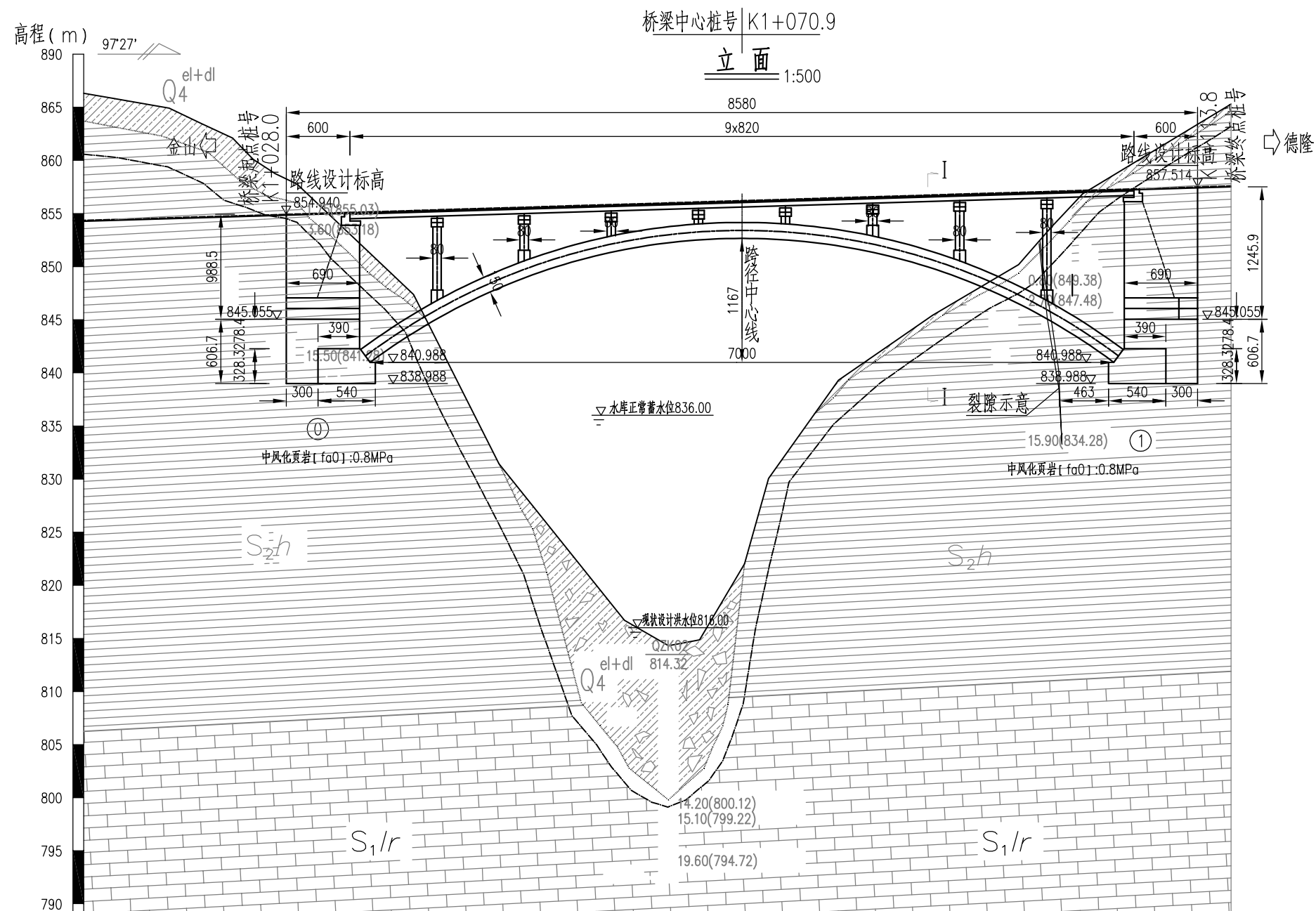


全桥维修加固主要工程数量表

S-2

			常规缺陷修复			空心板	伸缩缝	更换支座
			裂缝处理	混凝土缺陷修复	支座垫石			
封缝		m	26.0					
灌缝		m	443.0					
聚合物水泥砂浆		m ²		51.35				
环氧混凝土		m ³			0.05			
Q345NHC钢板	δ =6mm	Kg				18417.6		
M12锚固螺栓		套				4320		
四氟滑板支座	GBZJH125×200×30	个						16
普通板式支座	GBZJ150×150×28	个						
更换止水带		m					17	
基底处理		m ²				315.0		
钢板涂装面积		m ²				574.2		

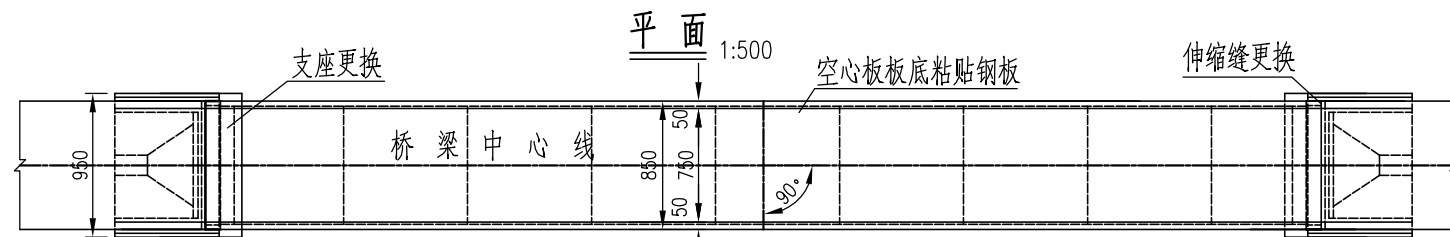
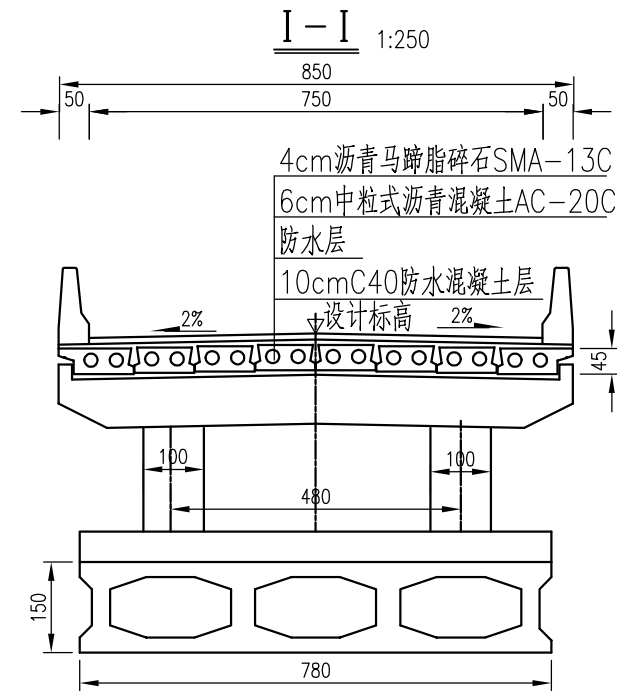
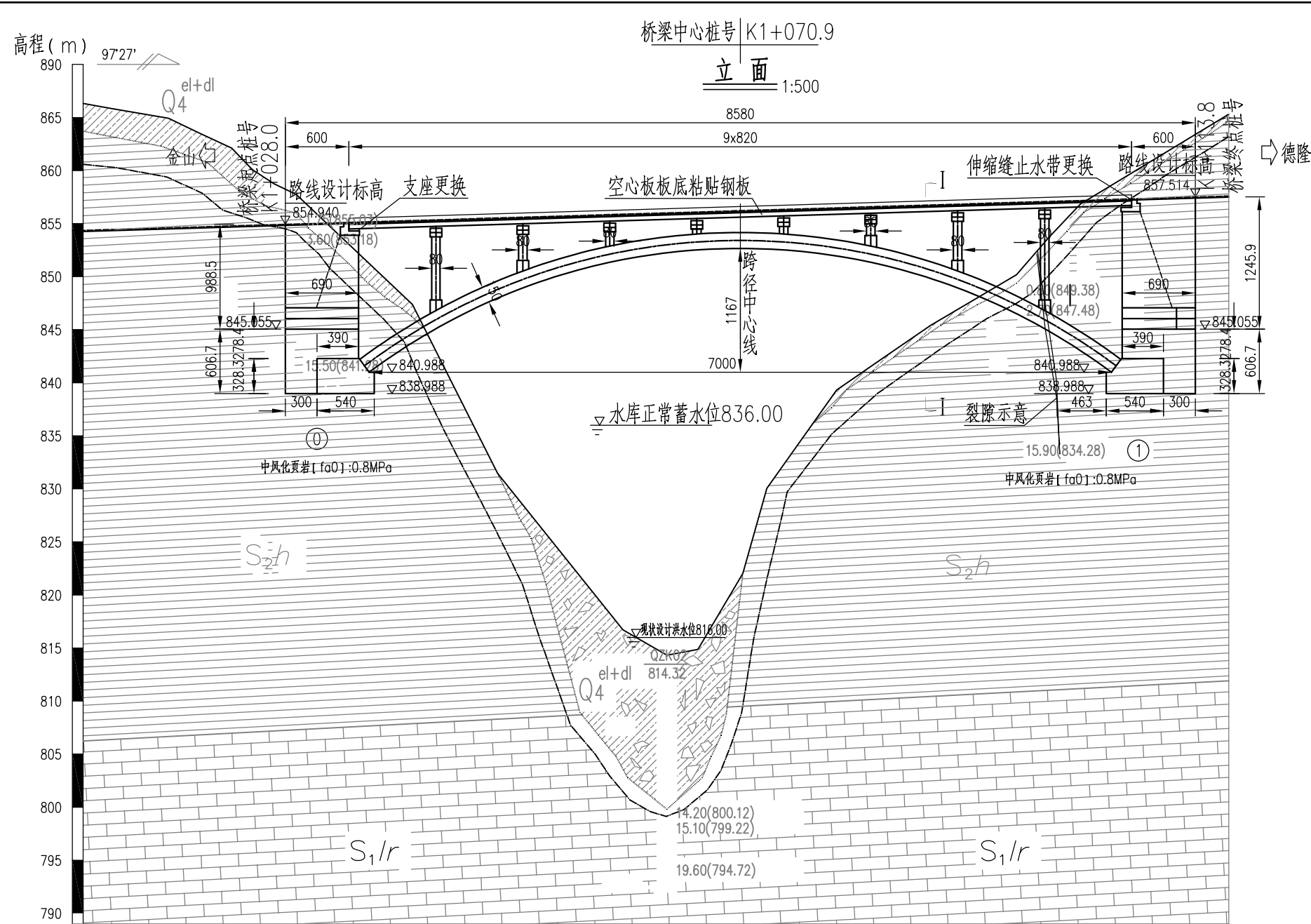
注：支座更换数量为初拟数量，需在加固维修前核对确认



设计高程	854.805	854.940	855.035	855.120	855.238	855.421	855.679	855.913	856.039	856.227	856.273	856.357	856.723	856.828	857.024	857.171	857.334	857.460	857.514
坡度	3.00(%)																		
坡长	176.809(346.650)																		
直线及平曲线	R-∞																		
地面高程	860.350	855.930	846.870	831.390	821.650	818.360	818.480	820.630	830.890	845.450	845.450	849.790	857.400	860.990	865.330	865.330			
桩号	K1+023.500	K1+028.0	K1+031.180	K1+034.0	K1+037.930	K1+044.030	K1+052.640	K1+060.430	K1+064.650	K1+070.900	K1+072.440	K1+075.240	K1+087.430	K1+090.950	K1+097.460	K1+100.000	K1+102.380	K1+107.810	K1+112.000

注:

1. 图中尺寸除桩号、标高以米计外,其余尺寸均以厘米计;
设计荷载:公路—II级,人群荷载:2.9kN/m。
2. 桥梁主桥采用1-70m上承式钢筋砼箱形拱桥,矢跨比1/6,拱轴系数 $m=1.756$,拱上建筑采用立柱盖梁式排架结构,行车道板采用跨径为8.2m的简支钢筋砼空心板,桥面连续;桥台采用重力式U型桥台,扩大基础。
3. 本桥平面位于直线段内;纵面位于 $i=3.0\%$ 的上坡段内。墩台均按路线法向布置。
4. 全桥分一联,在0号、1号桥台处设CD-80型伸缩缝,在伸缩缝处采用四氟板式橡胶支座GJZF 100×200×30;在桥面连续处采用板式橡胶支座GJZ100×200×28。
5. 加固前空心板板高42cm,调平层厚10cm,沥青铺装厚10cm,总支撑高度20cm。



设计高程	854.805	854.940	855.035	855.120	855.238	855.421	855.679	855.913	856.039	856.227	856.273	856.357	856.723	856.828	857.024	857.171	857.334	857.460	857.514										
坡度 坡长	3.00(%)																												
	176.809(346.650)																												
直线及平曲线	R=∞																												
地面高程	860.350		855.930		846.870		831.390		821.650		818.360		820.630		830.890		845.450		845.450		849.790		857.400		860.990		865.330		857.514
桩号	K1+023.500	K1+028.0	K1+031.180	K1+034.0	K1+037.930	K1+044.030	K1+052.640	K1+060.430	K1+064.650	K1+070.900	K1+072.440	K1+075.240	K1+087.430	K1+090.950	K1+097.460	K1+100.000	K1+102.380	K1+107.810	K1+112.000	K1+113.800									

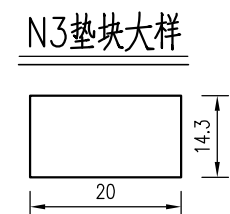
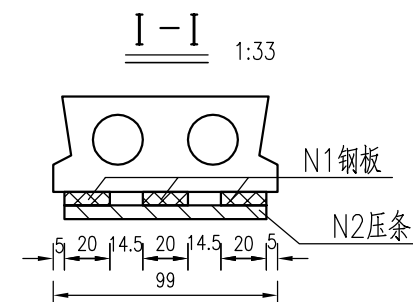
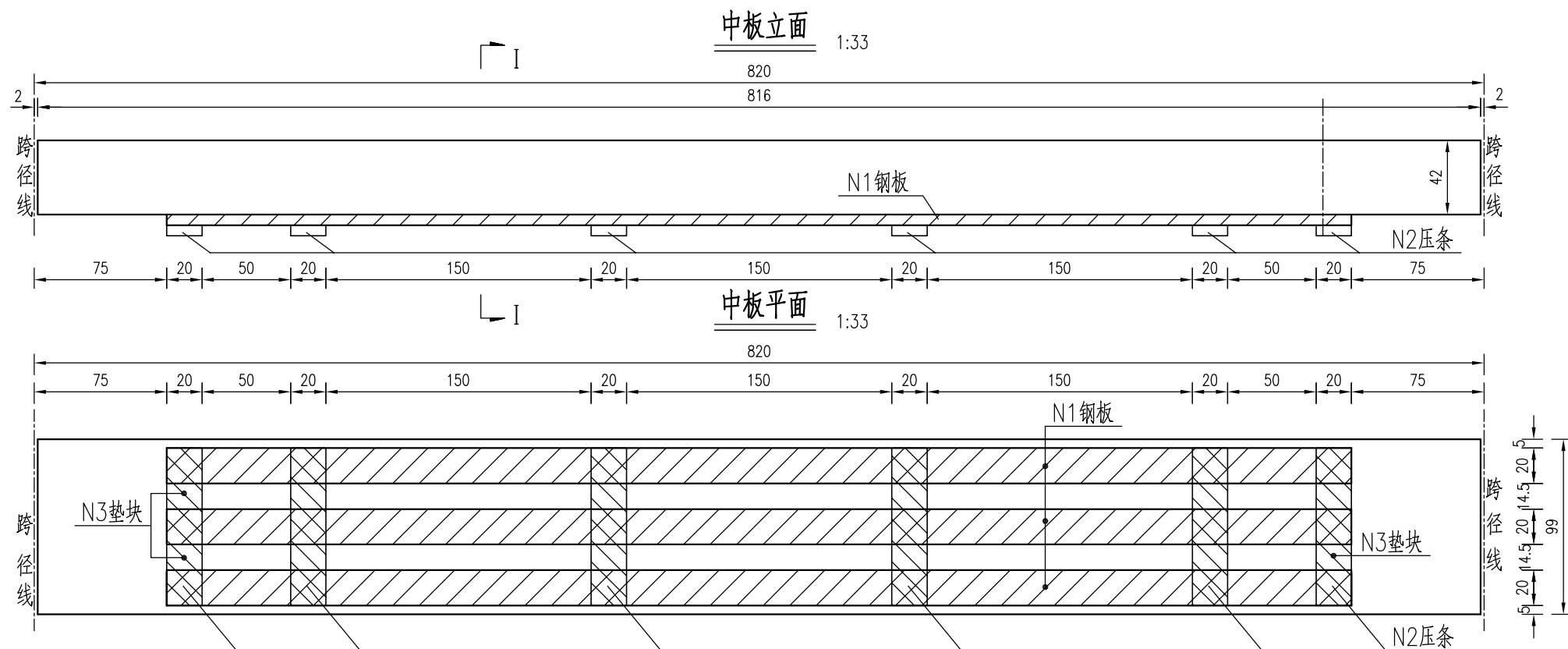
注:

- 图中尺寸除桩号、标高以米计外,其余尺寸均以厘米计;
设计荷载:公路—II级,人群荷载:2.9kN/m。
- 桥梁主桥采用1-70m上承式钢筋砼箱形拱桥,矢跨比1/6,拱轴系数m=1.756,拱上建筑采用立柱盖梁式排架结构,行车道板采用跨径为8.2m的简支钢筋砼空心板,桥面连续;桥台采用重力式U型桥台,扩大基础。
- 本桥平面位于直线段内;纵面位于i=3.0%的上坡段内。墩台均按路线法向布置。
- 本桥支座存在移位、遮挡、脱空等现象。加固前现场确认,移位支座需顶升复位,需要更换的支座在伸缩缝处采用四氟板式橡胶支座GBZJH125x200x30;在桥面连续处采用板式橡胶支座GBZJ150x150x28。
- 全桥空心板采用粘贴钢板加固方案,粘贴钢板未示出。

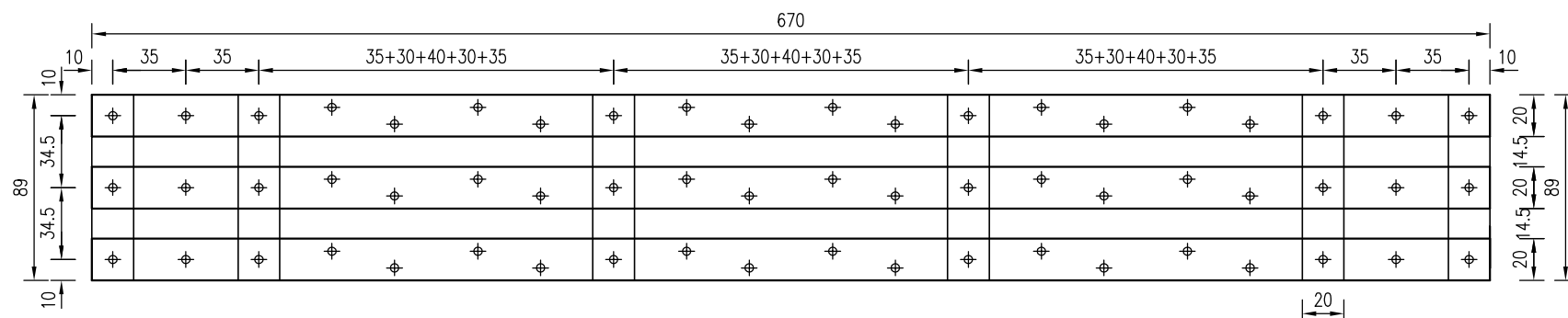
一孔空心板粘贴钢板材料数量表

S-5

			中板	边板	一孔空心板
Q345钢板	δ =6mm	Kg	255.8	255.8	2046.4
M12锚固螺栓		套	60	60	480
基底处理		m ²	4.37	4.37	35.0
钢板涂装面积		m ²	5.8	5.8	63.80



钢板锚固螺栓孔布置示意图 1:33

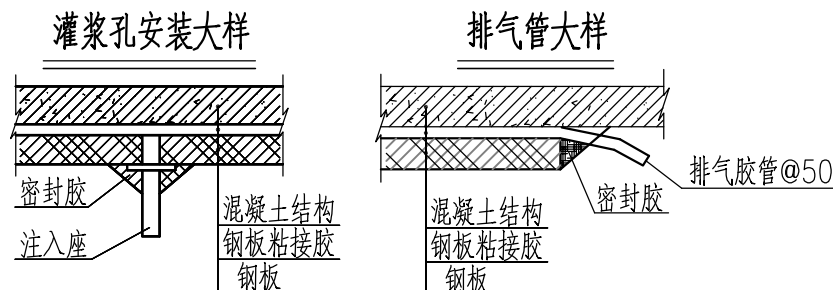


钢板涂装体系要求

涂层	涂料品种	道数/最低干膜厚度(μm)
底涂层	环氧富锌底漆	1/60
中间涂层	环氧(厚浆)漆	2/100
面涂层	丙烯酸酯脂肪族聚氨酯面漆	2/80
总干膜厚度		240

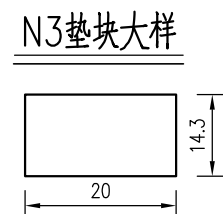
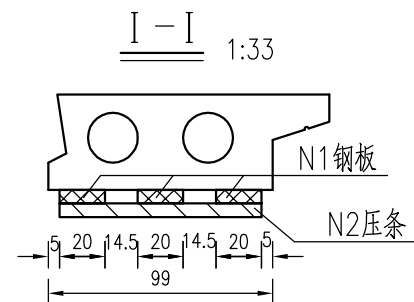
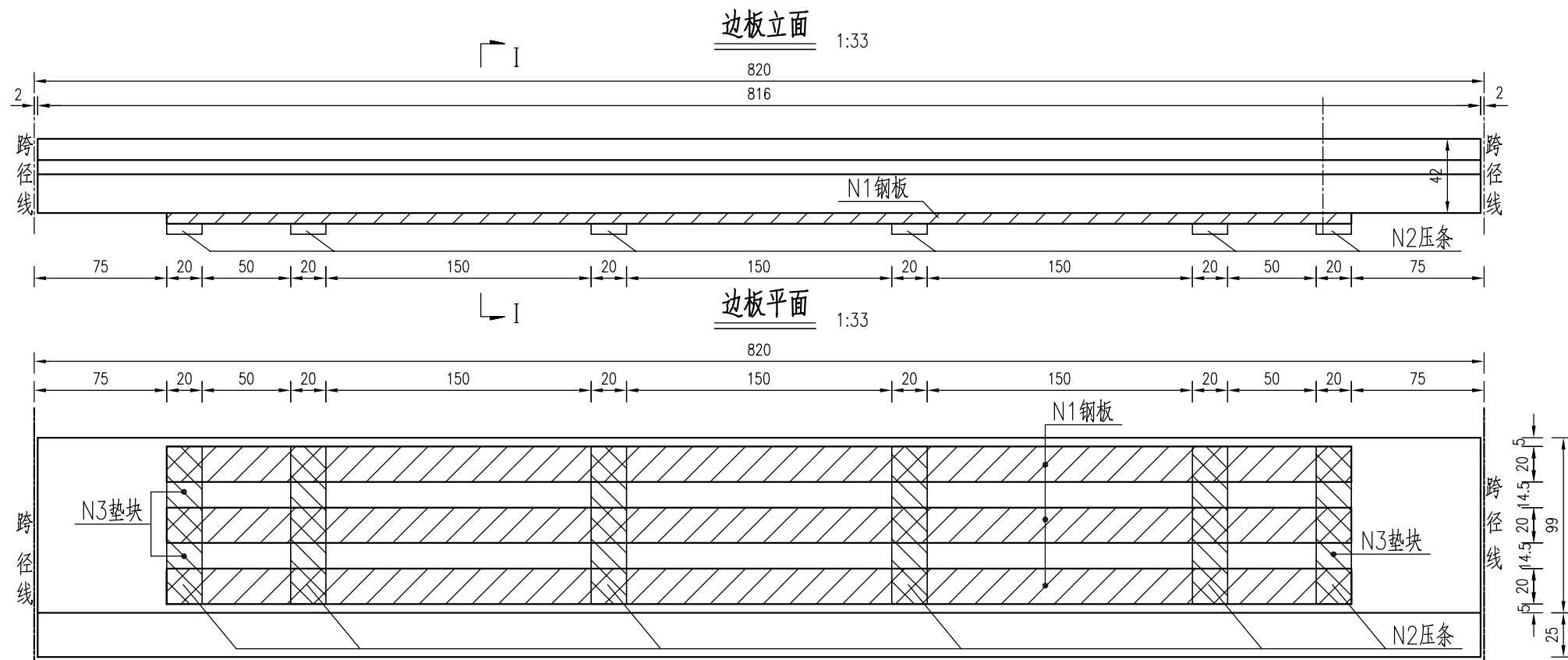
8.2m空心板中板粘贴钢板材料数量表

名称	厚度 (mm)	宽度 (mm)	长度 (mm)	数量 (块)	单位重 (kg/m²)	重量 (kg)	一跨合计 (6片)
N1钢板	δ=6	200	6700	3	47.1	189.3	1534.8
N2压条	δ=6	200	890	6	47.1	50.3	
N3垫块	δ=6	200	143	12	47.1	16.2	
M12锚固螺栓(套)				60			360
基底处理(m²)				4.37			26.22
涂装面积(m²)				5.8			34.8

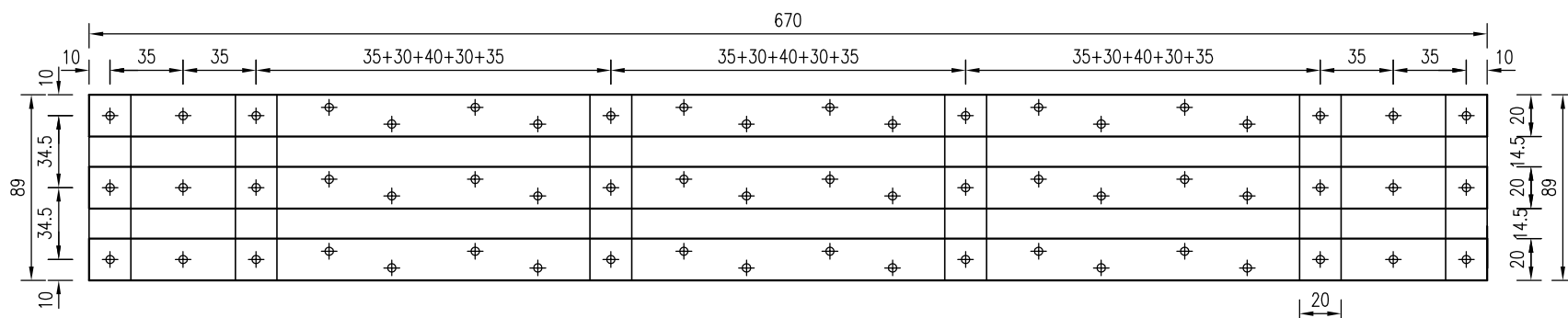


注

- 1、本图尺寸除钢板规格以毫米计外,余均以厘米计。
- 2、底板粘贴Q345NHC钢板,钢板厚度为6mm,粘贴前要对空心板裂缝、缺陷等病害进行维修处理,同时对钢板除锈,锚固螺栓型号为M12,锚固深度不应小于6.5倍螺栓直径。
- 3、N3钢板为钢板垫块,填塞位置如立面图所示,钢板垫块与钢板压条及原结构表面均通过胶粘剂连接。
- 4、为避免在种植锚固螺栓的过程中对原结构钢筋或钢绞线造成破坏,在钻制孔道前应预先对原结构内部钢筋或钢绞线进行探测、定位,必要时应对孔道位置进行适当调整,以避免钢筋或钢绞线位置。
- 5、钢板应按《钢板涂装体系要求》进行防腐涂装,具体施工工艺及注意事项详见《设计说明》。
- 6、钢板与底板粘贴采用压力注胶,先用封闭胶将钢板周围封闭,留出排气孔,在注浆孔通气试漏后以不小于0.1MPa的压力压入胶黏剂,当排气孔出现浆液后停止加压,并用封边胶封堵,再以较低压力维持在10min以上。
- 7、本图适用于8.2m空心板中板粘贴钢板构造,纵向裂缝处可适当调整钢板位置使钢板横向跨过纵向裂缝。



钢板锚固螺栓孔布置示意图 1:33

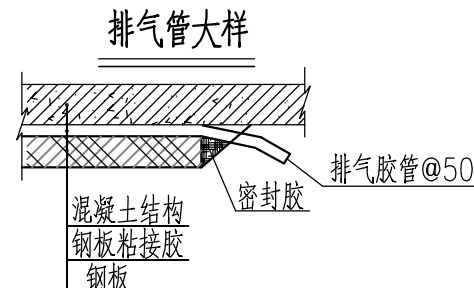
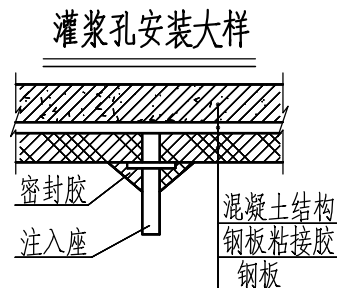


钢板涂装体系要求

涂层	涂料品种	道数/最低干膜厚度(μm)
底涂层	环氧富锌底漆	1/60
中间涂层	环氧(厚浆)漆	2/100
面涂层	丙烯酸酯脂肪族聚氨酯面漆	2/80
总干膜厚度		240

8.2m空心板中板粘贴钢板材料数量表

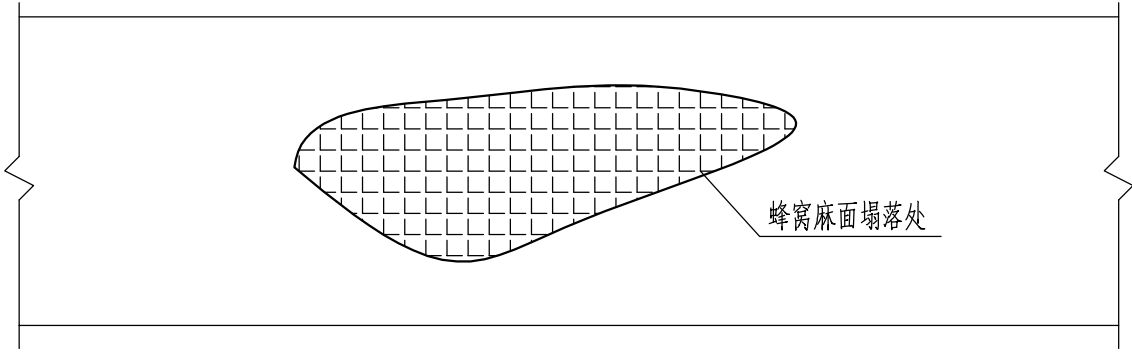
名称	厚度 (mm)	宽度 (mm)	长度 (mm)	数量 (块)	单位重 (kg/m²)	重量 (kg)	一跨合计 (2片)
N1钢板	δ=6	200	6700	3	47.1	189.3	511.6
N2压条	δ=6	200	890	6	47.1	50.3	
N3垫块	δ=6	200	143	12	47.1	16.2	
M12锚固螺栓(套)				60			120
基底处理(m²)					4.37		8.74
涂装面积(m²)					5.8		11.6



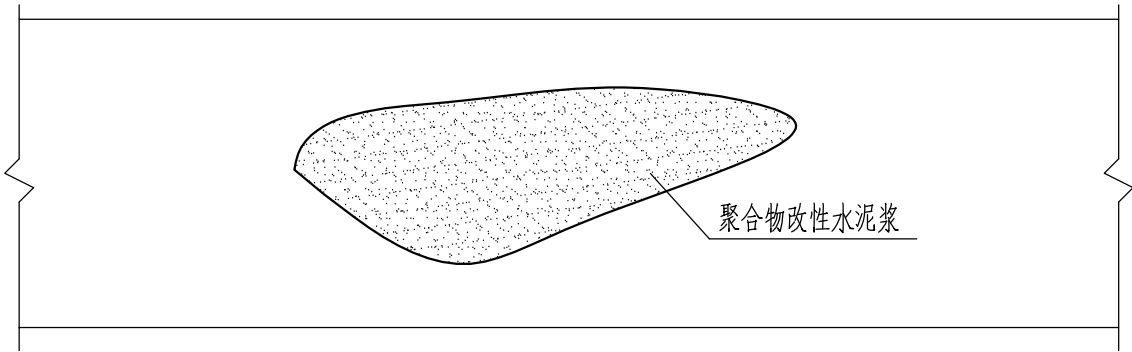
注

- 1、本图尺寸除钢板规格以毫米计外,余均以厘米计。
- 2、底板粘贴Q345NHC钢板,钢板厚度为6mm,粘贴前要对空心板裂缝、缺陷等病害进行维修处理,同时对钢板除锈,锚固螺栓型号为M12,锚固深度不应小于6.5倍螺栓直径。
- 3、N3钢板为钢板垫块,填塞位置如立面图所示,钢板垫块与钢板压条及原结构表面均通过胶粘剂连接。
- 4、为避免在种植锚固螺栓的过程中对原结构钢筋或钢绞线造成破坏,在钻制孔道前应预先对原结构内部钢筋或钢绞线进行探测、定位,必要时应对孔道位置进行适当调整,以避免钢筋或钢绞线位置。
- 5、钢板应按《钢板涂装体系要求》进行防腐涂装,具体施工工艺及注意事项详见《设计说明》。
- 6、钢板与底板粘贴采用压力注浆,先用密封胶将钢板周围封闭,留出排气孔,在注浆孔通气试漏后以不小于0.1MPa的压力压入胶黏剂,当排气孔出现浆液后停止加压,并用封边胶封堵,再以较低压力维持在10min以上。
- 7、本图适用于8.2m空心板边板粘贴钢板构造,纵向裂缝处可适当调整钢板位置使钢板横向跨过纵向裂缝。

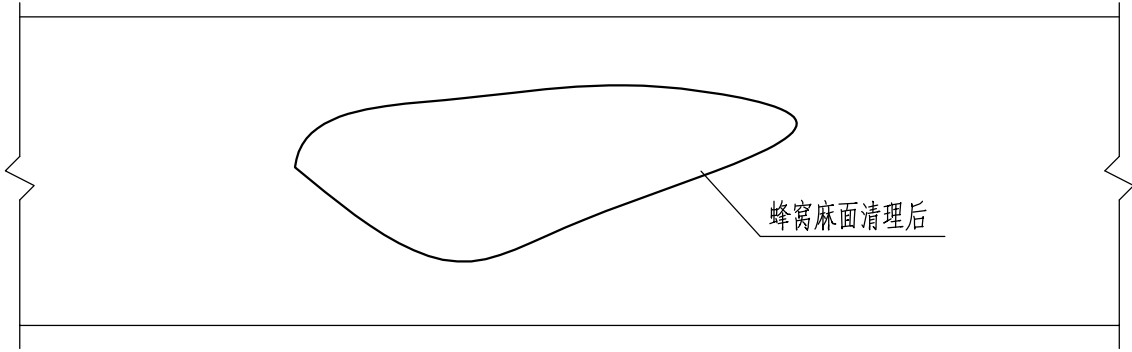
蜂窝麻面和孔洞平面示意



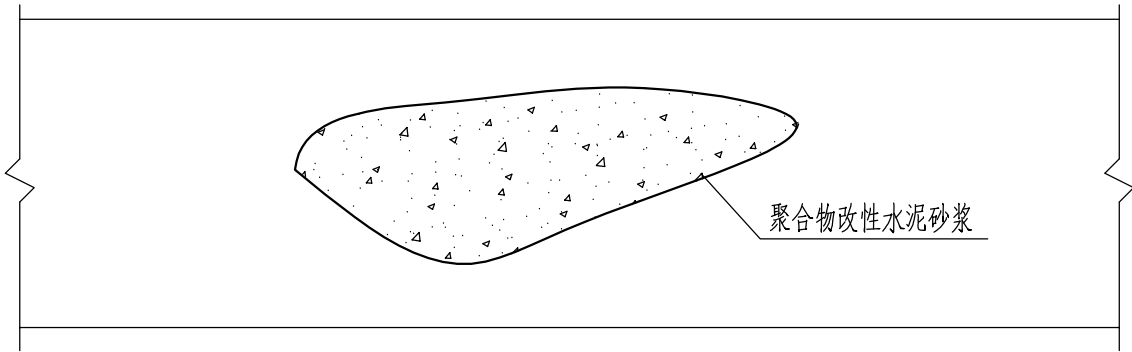
第二步：为了提高新老混凝土之间的结合，在修补面上涂抹一层聚合物改性水泥浆。



第一步：凿除蜂窝麻面表面疏松层，露出新鲜混凝土，凿毛。用清水进行刷洗至表面无浮渣、粉尘、油污。



第三步：用聚合物改性水泥砂浆进行修补。处理新老混凝土接缝表面。



注
1.混凝土表面缺陷修补具体施工工艺见《设计说明》。

1. 对于桥梁结构中出现的较严重的蜂窝、麻面、空洞以及较大范围的破损等缺陷，一般可采用改性环氧混凝土进行修补，具体施工工艺为：

- 把构件中蜂窝或缺陷部位表层尽可能凿除，保留原结构的钢筋，保留长度40d，同时对修补部位进行凿毛处理，并使混凝土表面保持湿润、清洁；
- 在修补面上涂抹一层水泥浆液或环氧胶液等，以增强新、老混凝土之间的粘结；
- 在水泥浆液涂抹后尚未凝固时，即可浇注或喷射新的混凝土；
- 当修补完成后，对新老混凝土接缝表面各15cm宽的范围内，必须用钢丝刷将所有软弱浮浆除去，并冲洗干净，然后抹两层封闭浆液。浆液可以是环氧树脂浆液或1:0.4的铝粉水泥浆液。涂液时，第二层的方向应与第一层相垂直；
- 修补工作全部结束后，还要加强养护，养护方法与通常混凝土的养护方法相同。

2. 对于面积不大的缺陷，特别是当损坏深度较浅时，可用水泥砂浆或环氧树脂材料修补法。水泥砂浆的修补可用人工涂抹填压的方法，也可用喷浆修补的方法。人工涂抹填压适用小面积的缺陷修补，其施工工艺为：

- 做好修补面凿毛、清洁等准备工作；
- 将拌和好的砂浆用铁抹抹到修补部位，反复压光后，按普通混凝土要求进行养护。当局部修补部位较深时，可在水泥砂浆中掺入适量的砾料，以增强砂浆强度和减少砂浆干缩；
- 在新补上的区域周围再涂上两层如前所述的环氧树脂胶液或铝粉水泥浆液等胶粘剂进行封闭处理，以防止以后出现收缩裂缝。

3. 对于损伤面积相对较大或较重要的混凝土结构表面缺陷和破损可用喷浆修补法，其具体施工工艺为：

- 对老混凝土表面进行清洁、凿毛处理，凿毛面应有一定深度，但凹凸不宜过大，否则，喷浆时表面所受的压力不均匀，会影响新、老混凝土之间的粘结；
- 在喷浆前一小时，应对受喷面进行洒水处理，使之保持湿润状态，但又无水珠存在，以保证喷浆与原混凝土的良好结合；
- 喷浆时，工作压力应控制在0.25-0.40Mpa范围内，软管长度一般连接成25-70m，具体可参见下表：

喷浆工作压力

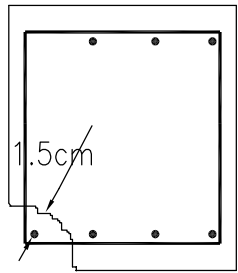
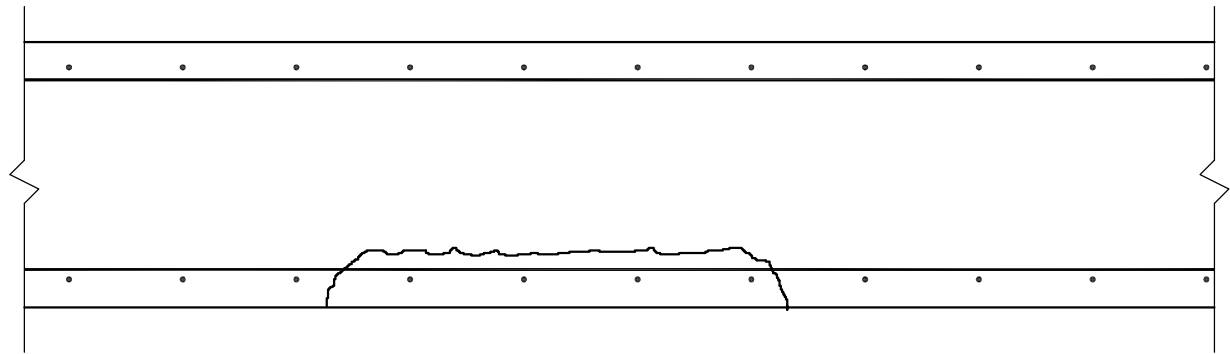
喷浆工作压力（kg/cm ² ）	管 长 （m）	最大升高（m）
0.25 - 0.35	25 - 45	5
0.35 - 0.40	45 - 70	10
0.35 - 0.40	100 - 120	-

喷枪头与受喷面之间保持适当的距离，距离大小视压力而定，一般要求为80-120cm，并且喷头与受喷面一般应保持垂直以使喷射物集中，增强粘结力。喷射须分层进行，每层厚度控制值如下表：

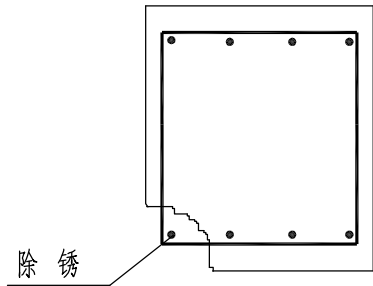
喷射条件	仰 喷	侧 喷	俯 喷
最大厚度（mm）	20 - 30	30 - 40	50 - 60

- 喷射后的养护，应采取遮阳措施或加强洒水养护。第一次洒水养护，应在喷射后1-2小时后，以保持湿润程度，养护期为1-2周。此外，由于喷射层通常很薄，因而在养护期内尤其不能遭受雨打、波浪冲击、强烈振动以及重物冲击。
4. 环氧树脂材料修补法具体施工工艺如下：
- 修补表面的处理。混凝土表面应凿毛，且保持洁净、干燥、坚固、密实和平整。
 - 涂抹环氧树脂基液。目的是使老混凝土表面能充分被环氧树脂基液所浸润，保持良好的粘结力，涂刷时，应力求薄而均匀，厚度不超过1mm，可用毛刷人工涂抹，也可用喷枪喷射，为便于涂匀，还可以在基液中加入少量丙酮（3-5%）。已涂刷基液的表面，应注意保护，严防杂物、灰尘落入；
 - 涂抹聚合物砂浆。涂刷基液后，间隔一定时间（30-60分钟），将基液中的气泡清除后，再涂抹聚合物砂浆。平面涂抹时应摊铺均匀，每层厚度不宜超过1.0-1.5cm，底层厚度应在0.5-1.0cm，并用铁抹子反复压抹，使表面翻出浆液，如有气泡必须刺破压紧；斜、立面涂抹时，由于砂浆流淌，应用铁抹子不断的压抹，并适当增加砂浆内的填料，使聚合物砂浆稠度增大。厚度以0.5-1.0cm为宜，如过厚应分层涂抹，超过4cm时最好立模浇筑；顶面涂抹时极易往下脱落，在涂抹底面基液时，可使用粘度较大的基液，并力求均匀。聚合物砂浆涂层的厚度以0.5cm为宜，如超过0.5cm时，应分层涂抹，每层厚度可控制在0.3-0.5cm，每次涂抹均需用力压紧；
 - 环氧材料的养护。聚合物砂浆的养护与水泥砂浆不同，最重要的是控制温度，夏季工作面向阳时，应设凉棚，避免阳光直接照射。冬季温度太低，应加温保暖。一般养护温度以20摄氏度为宜，养护温差不超过5摄氏度；养护时间，在夏季一般2天即可，冬季则须7天以上。养护期的前3天，不应有水浸泡或其它冲击。

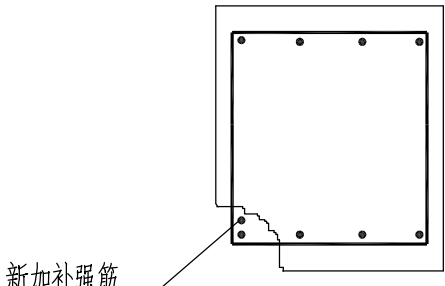
第一步 :凿除钢筋锈蚀处已损坏的混凝土，使钢筋全部露出；钢筋周围至少应于混凝土保持1.5cm距离



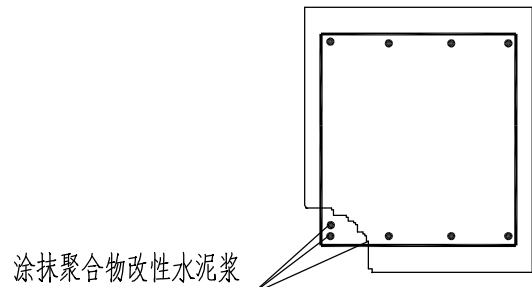
第二步 :用喷砂枪或其他工具（如钢丝刷等）清除钢筋及混凝土表面上的铁锈和灰尘、浮渣



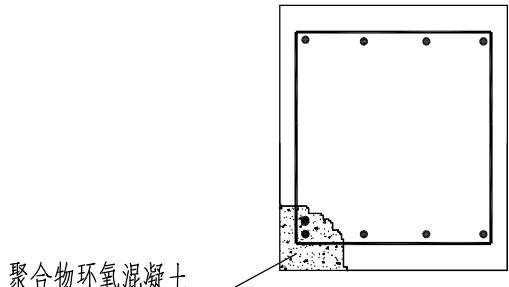
第三步 :在原钢筋上绑扎不小于原钢筋直径的补强筋



第四步:为提高新老混凝土之间的粘结力，可在清除处理好的混凝土及钢筋上，均匀地涂上聚合物改性水泥浆

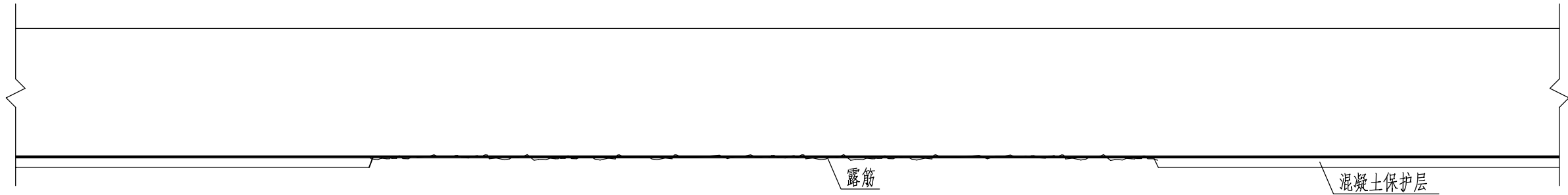


第五步 :浇筑新的环氧混凝土。

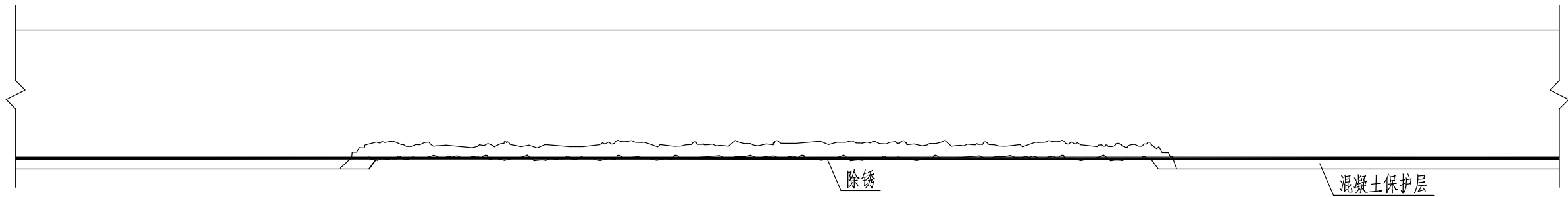


注
1.适用与混凝土构件或支座垫石局部掉角。

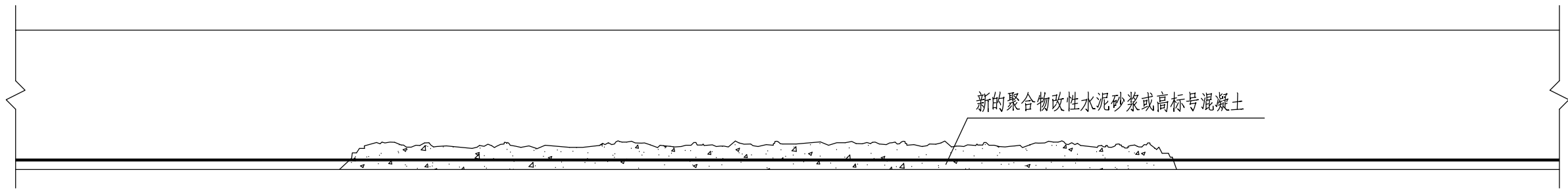
露筋立面示意



第一步：凿除露筋处松动的混凝土保护层，露出完好的混凝土表面，并清除钢筋及混凝土表面的铁锈、灰尘和浮渣等。



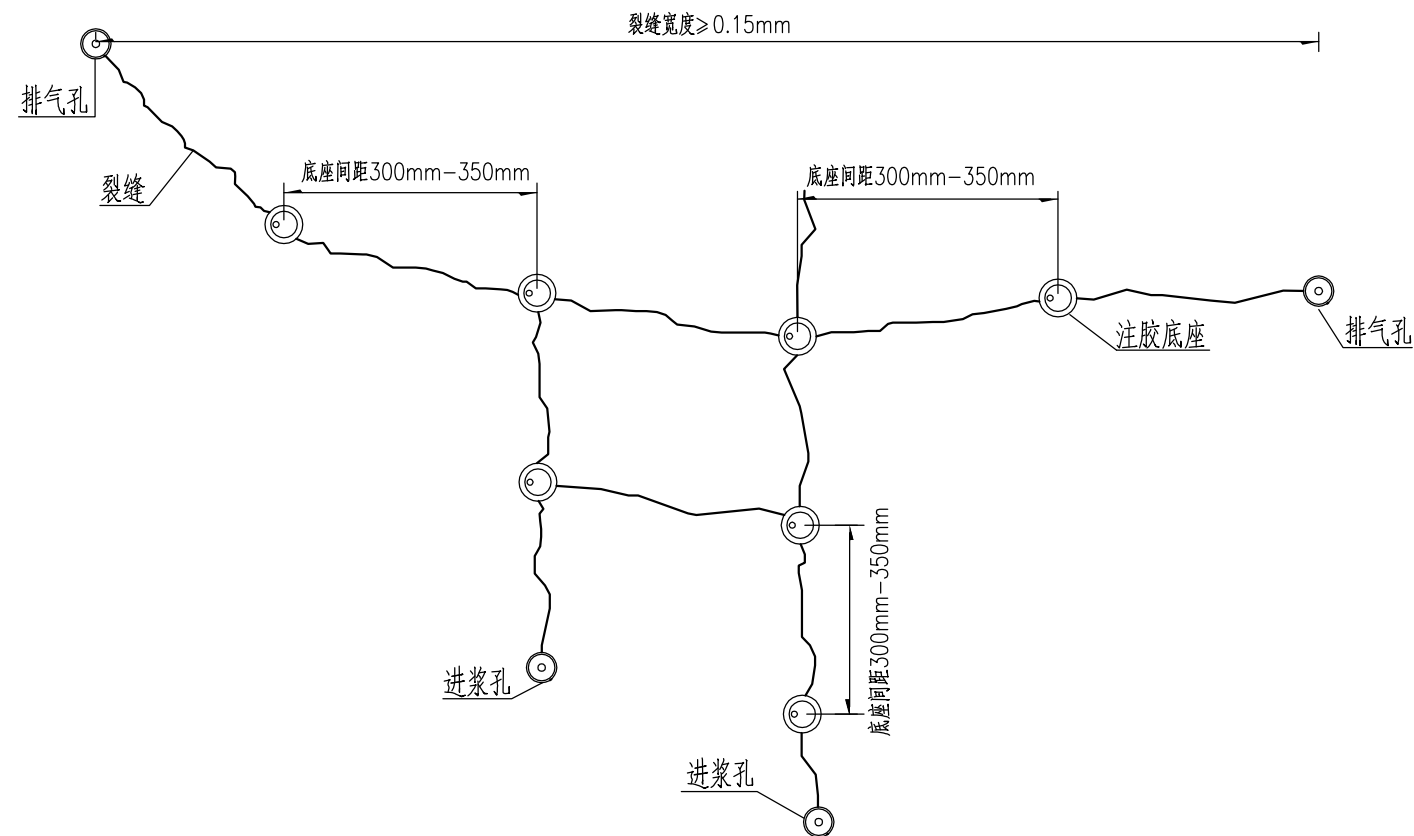
第二步：对于露筋面积不大的可用聚合物改性水泥砂浆局部修补，对于露筋面积较大的，可采用高标号混凝土进行修补。修补前在清洁的混凝土表面涂上一薄层聚合物改性水泥浆，以保证聚合物改性水泥砂浆与原混凝土更好的结合。



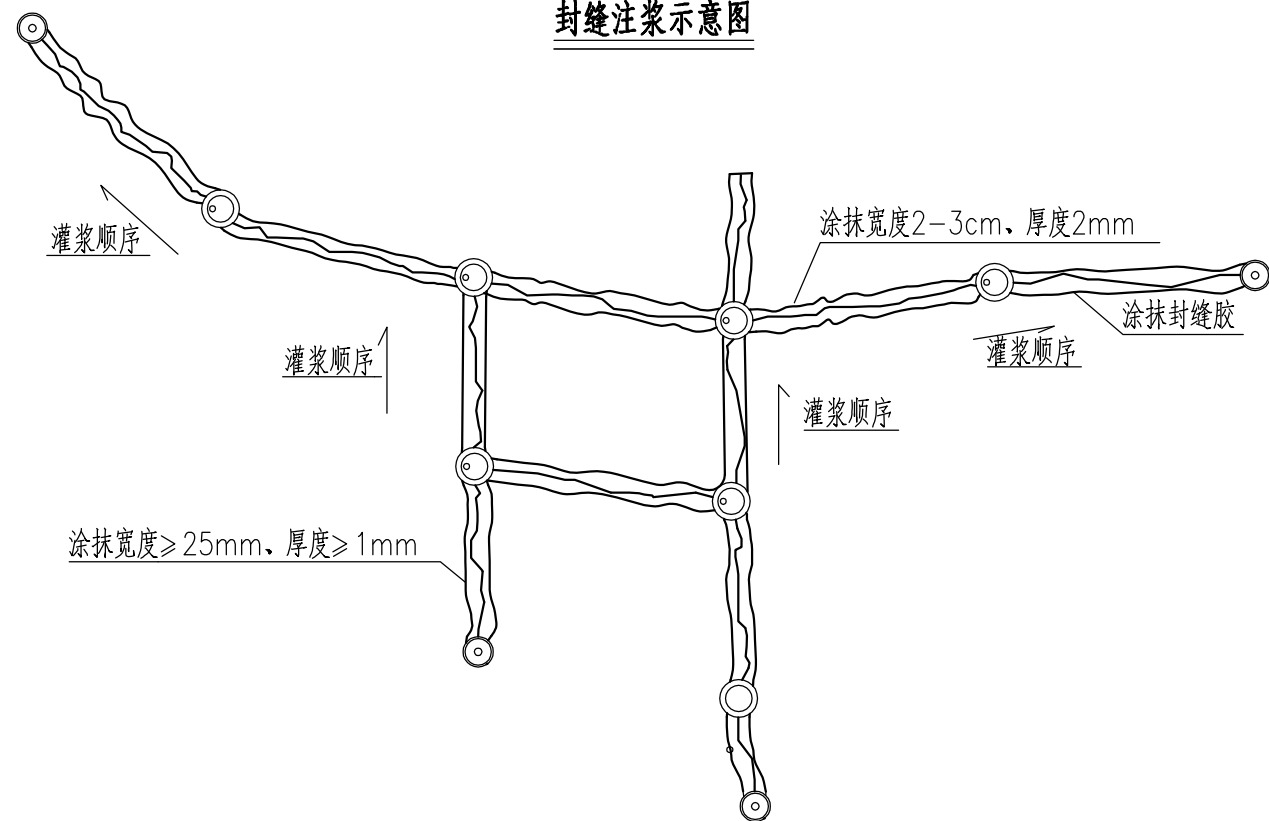
注

1. 本图露筋情况仅为示意说明。

安装注胶底座示意图



封缝注浆示意图



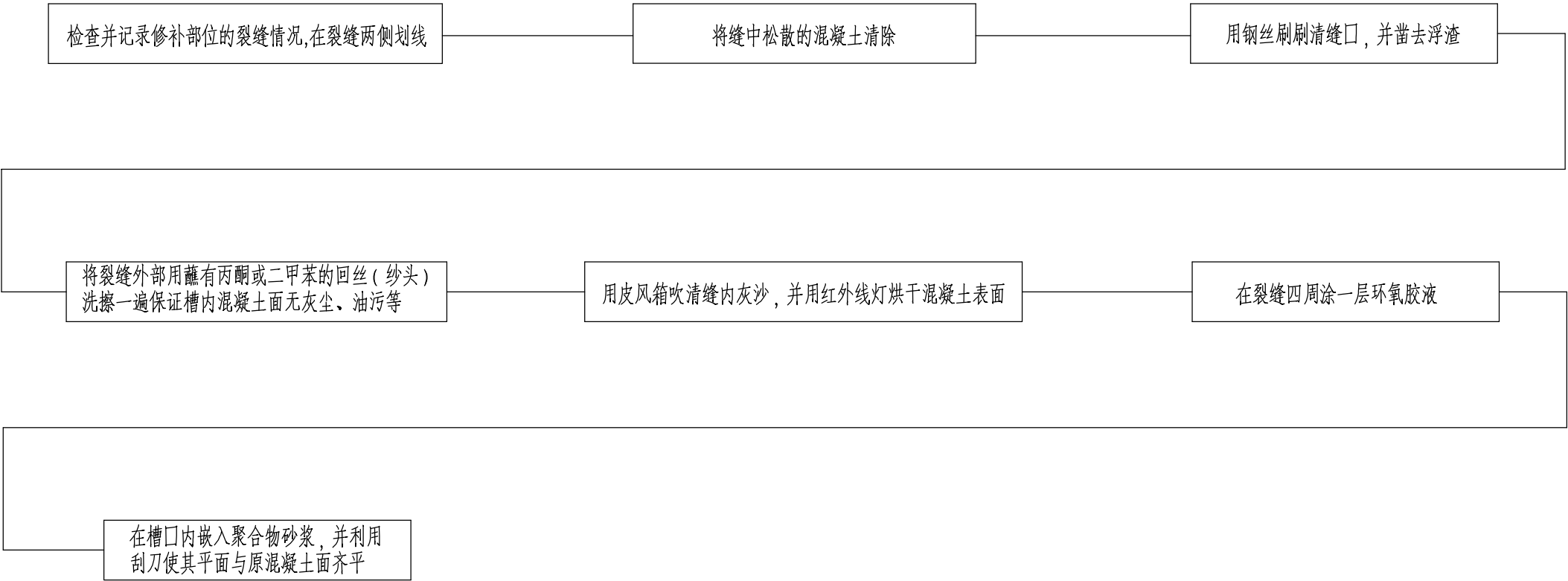
工艺流程重点难点：

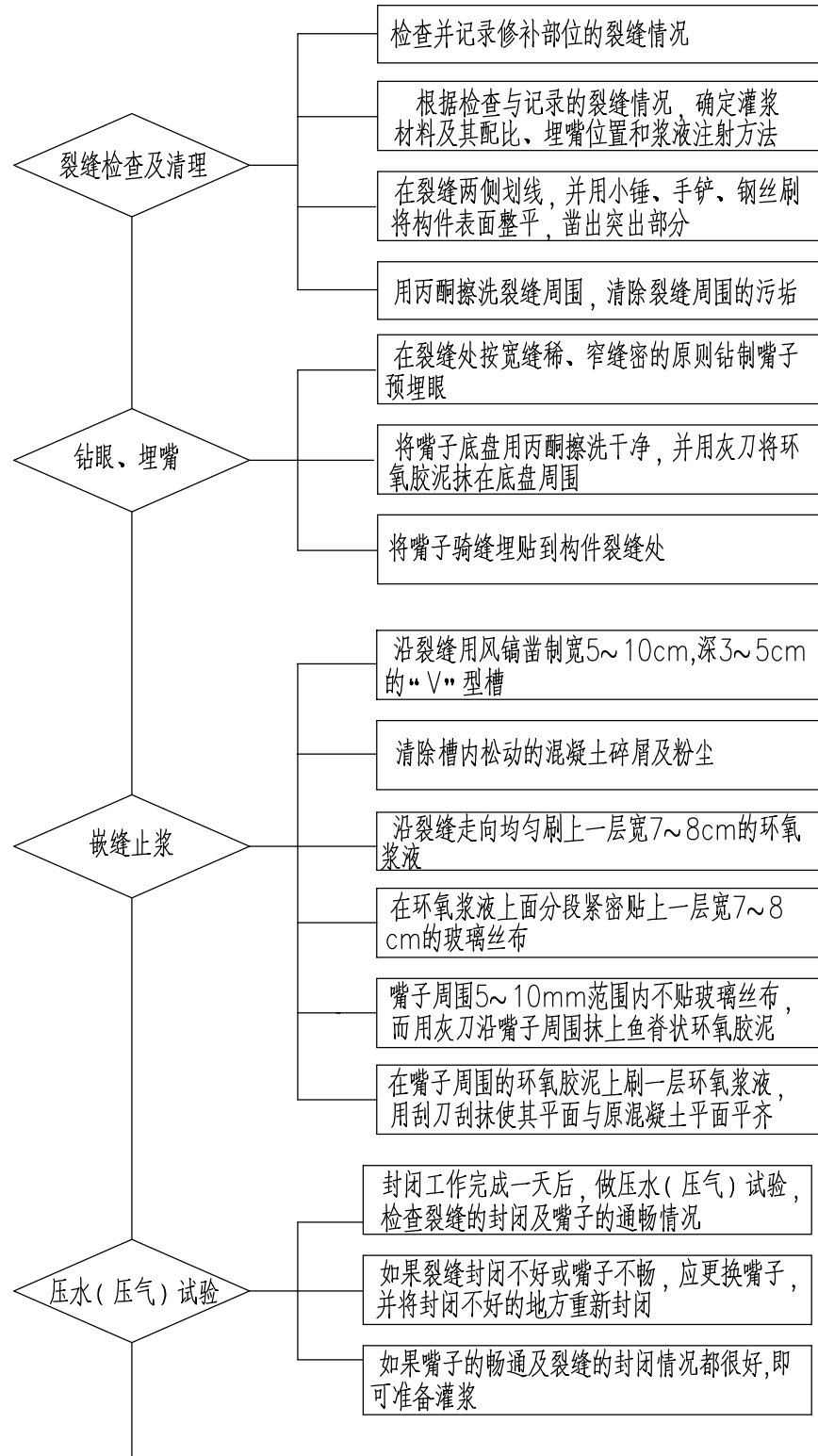
- 1、施工工序为：a、裂缝的测量与记录；b、裂缝表面处理；c、标注注胶底座的位置；d、配置灌缝用环氧树脂；e、封闭裂缝；f、粘接注胶底座；g、注入灌缝材料；h、养护；i、结构表面清理。
- 2、注胶底座的粘贴间距应为：裂缝宽度在0.15mm以上时，底座间距为300mm—350mm。
- 3、注胶底座的位置：
 - a、在裂缝端部、裂缝交叉处和裂缝较宽处设置注胶底座；
 - b、贯穿裂缝需作开槽处理而且两端必须埋设注胶底座；
 - c、每条裂缝至少须各有一个进浆孔和排气孔。
- 4、封缝：
 - a、注胶底座之间的裂缝用封缝胶完全封闭；
 - b、封缝胶的涂抹宽度为2—3cm,厚度为2mm。
- 5、灌浆顺序自下而上，由一端向另一端依次连续进行。

注：

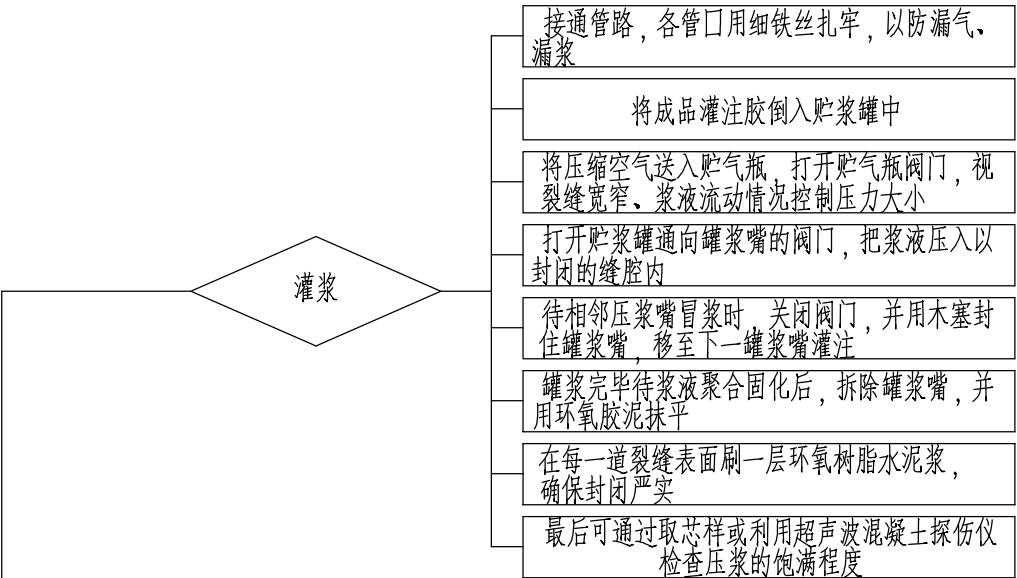
- 1、图上尺寸除标明外，其余均以厘米计。
- 2、本图仅为混凝土病害整治方法之封缝、灌缝示意图。
- 3、裂缝宽度 $<0.15\text{mm}$ 的裂缝仅需进行表面封闭，裂缝宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝需按图中所示工艺进行处理。
- 4、图中所示裂缝数量是根据检测报告中的裂缝分布图计算所得，若实际裂缝与此存在差异，应以实际数量为准。

窄 (W<0.15mm) 裂缝修补施工工序示意





宽 (W≥0.15mm) 裂缝修补施工工序示意



注：

1、图中“◇”内为施工主要工序，“□”内为细节工序。

2、本方法适用于裂缝较多且深入结构内部的情形。

3、施工结束后，剩余的废浆材料及冲洗设备后的废液，如已不能再用，应做妥善处理，以防污染环境。