

盱眙县 X101 维西桥维修工程

# 施 工 图 设 计

 江苏安达工程管理有限公司

二〇二五年六月

# 盱眙县 X101 维西桥维修工程

# 施 工 图 设 计

项目 负责人		总 工 程 师	
技 术 负 责 人		单 位 负 责 人	
编 制 单 位	 江苏安达工程管理有限公司		
证 书 编 号	公路行业（公路）专业乙级 A132046818		
编 制 日 期	二〇二五年六月		

未盖文件专用章为非正式文件



## 1.0 项目概况

根据《公路桥涵养护规范》（JTG5120-2021）相关要求，盱眙公路事业发展中心委托江苏腾达工程检测有限公司对 X101 维西桥进行全面检查，系统地收集桥梁技术数据，并建立桥梁数据库，以便更好地养护管理好桥梁，并指导后期的桥梁加固与维修工作。根据检测报告，发现维西桥桩基冲蚀严重，并存在支座老化开裂及剪切变形病害，桥梁亟待维修处置。

本次依据《维西桥潜水检测和技术评估项目检测报告》（江苏腾达工程检测有限公司）结果及现场调查情况对 X101 维西桥出现的桩基冲蚀、钢筋裸露、支座老化及剪切变形、伸缩缝局部混凝土破损等病害进行维修加固，以确保桥梁运营安全，提高桥梁的耐久性。

## 2.0 任务依据

- 1、桥梁原施工设计图及现场调查资料；
- 2、《维西桥潜水检测和技术评估项目检测报告》（江苏腾达工程检测有限公司）；
- 3、本工程竣工图纸。

## 3.0 标准、规范、规程

### 3.1 遵循的规范、规程

- 1、《公路工程结构可靠度设计统一标准》（JTG2120-2020）；
- 2、《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- 3、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）；
- 4、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）；
- 5、《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363-2019）；
- 6、《公路工程抗震设计规范》（JTG B02-2013）；
- 7、《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）；
- 8、《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/T J21-2011）；
- 9、《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21-2011）；
- 10、《公路桥梁加固设计规范》（JTG/ T J22-2008）；
- 11、《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/ T J23-2008）；
- 12、《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）；

- 13、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）；
- 14、《混凝土结构加固设计规范》（GB 50376-2013）；
- 15、《公路桥梁橡胶支座病害评定技术标准》（DB32/T 2172-2012）；
- 16、《公路桥梁橡胶支座更换技术规程》（DB32/T 2173-2012）。

### 1.3.3 参考的规范、规程

- 1、《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2004）；
- 2、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG D62-2004）；
- 3、《混凝土结构加固技术规范》（GB 50367-2013）；
- 4、《建筑结构加固工程施工质量验收规范》（GB 50550-2010）；
- 5、《混凝土结构加固技术规范》（GB 50367-2013）。

## 4.0 老桥概况

### 4.1 总体结构概况

维西桥位于盱眙县 X101 盱马线上，跨越维西桥新河。桥梁建成于 2013 年，桥梁设计荷载为公路-II 级。桥梁跨径组合为：3×20m，横断面组合为：0.5m（防撞护栏）+8.5（车行道）+0.5m（防撞护栏），全宽为 9.5m。

上部结构采用预制空心板梁，下部结构采用桩柱式墩、台，钻孔灌注桩直径采用  $\Phi 1.2\text{m}$ ，墩柱采用  $\Phi 1.0\text{m}$ 。桥面横坡采用双向 1.5%。伸缩缝采用 FSS 系列伸缩缝。



图 4.1 桥梁正面



图 4.2 桥梁侧面

### 4.2 自然地理及地质概况

#### 4.2.1 地形地貌

场区属于淮河下游堆积地貌，分为微起伏平原，水系发育，地形较平坦，河两岸地面高程 18.00-20.05m 左右。

### 4.2.2 工程地质层特征

桥址区勘察深度范围内所揭露土层均为第四系全新统、上更新统，根据土层、岩石时代成因、岩性和物理力学指标，将其划分为 5 个工程地质层。

①工程地质层—素填土：灰褐色，稍湿，松散。主要以黏性土为主，夹少量粉土及植物根系，土质不均匀。均有揭露、普遍分布。厚度 1.50~2.00m、平均 1.75m。

②工程地质层—粉质粘土：灰褐色，可塑。土质较均匀。大多数孔有揭露，局部地段缺失。层顶埋深 1.50m；厚度 1.30m。推荐地基承载力基本容许值 $[f_{a0}] = 145kPa$ ，钻孔桩桩侧摩阻力标准值 $q_{ik} = 40kPa$ 。

③工程地质层 —粉质粘土：灰褐色，软塑。局部混较多粉土，土质较均匀。均有揭露、普遍分布。层顶埋深 2.00~2.80m、平均 2.40m；厚度 2.80~3.00m、平均 2.90m。推荐地基承载力基本容许值 $[f_{a0}] = 105kPa$ ，钻孔桩桩侧摩阻力标准值 $q_{ik} = 32kPa$ 。

④工程地质层 —粘土：灰黄色，硬塑，局部可塑。含铁、锰质结核，局部粉粒含量高。均有揭露、普遍分布。层顶埋深 4.80~5.80m、平均 5.30m；厚度 1.90~5.60m、平均 3.75m。推荐地基承载力基本容许值 $[f_{a0}] = 245kPa$ ，钻孔桩桩侧摩阻力标准值 $q_{ik} = 62kPa$ 。

⑤工程地质层 —强风化含砂泥岩：灰黄色，泥质结构，岩芯风化较强烈，原岩结构绝大部分破坏，呈黏土状，失水易裂，进水易软化。大多数孔有揭露，局部地段缺失。该层层顶埋深 10.40m；厚度 5.60m。推荐地基承载力基本容许值 $[f_{a0}] = 350kPa$ ，钻孔桩桩侧摩阻力标准值 $q_{ik} = 75kPa$ 。

## 5.0 既有桥梁检测情况

### 5.1 桥梁技术状况评定

根据《维西桥潜水检测和技术评估项目检测报告》，桥梁总体评定为 3 类（77.77），其中上部 3 类（70.28），下部 2 类（80.28），桥面系 2 类（87.73）。

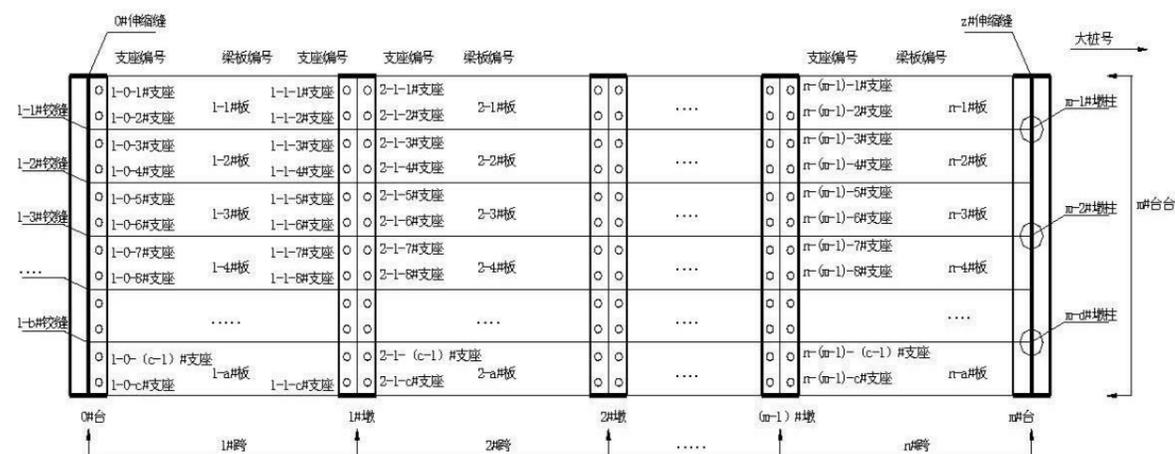


图 5.1.1 空心板梁及墩台编号

## 5.2 上部结构检测

### 5.2.1 上部承重构件

根据《维西桥潜水检测和技术评估项目检测报告》以及项目组现场调查，主要病害如下：

表 5.2-1 上部承重结构病害一览表

序号	缺损类型	病害位置及名称	板梁编号	病害数量	计量	评定标度 (1~5)
1	剥落、掉角	0#台上方底板破损	1-2#板梁	1	S=0.02m <sup>2</sup>	2
2	剥落、掉角	距 0#台 2m 处底板破损	1-3#板梁	1	S=0.1m <sup>2</sup>	2
3	剥落、掉角	板梁跨中处底板破损	1-5#板梁	1	S=0.1m <sup>2</sup>	2
4	裂缝	2#墩上方底板纵向裂缝	2-7#板梁	1	L=2.0m, W=0.13mm	2
5	剥落、掉角	距 1#墩约 1m 处底板破损	2-5#板梁	1	S=0.1m <sup>2</sup>	2
6	裂缝	距 0#台约 3m 处底板纵向裂缝	1-1#板梁	2	L=0.8m×2, W=0.13mm	2
7	裂缝	距 0#台约 3m 处底板纵向裂缝	1-2#板梁	1	L=1m, W=0.13mm	2
8	剥落、掉角	距 1#墩约 5m 处底板破损	1-4#板梁	1	S=0.01m <sup>2</sup>	2
9	裂缝	1#墩上方底板纵向裂缝	1-9#板梁	1	L=1.5m, W=0.13mm	2
10	裂缝	1#墩上方底板纵向裂缝	1-7#板梁	1	L=1.0m, W=0.13mm	2
11	裂缝	距 1#墩约 0.5m 处底板纵向裂缝	2-3#板梁	1	L=2.5m, W=0.11mm	2
12	剥落、掉角	1#墩上方底板破损	2-4#板梁	1	S=0.01m <sup>2</sup>	2

						2
13	裂缝	距 2#墩约 1m 处底板纵向裂缝	2-9#板梁	1	L=1.5m, W=0.11mm	2
14	裂缝	距 2#墩约 1m 处底板纵向裂缝	2-4#板梁	1	L=1m, W=0.11mm	2
15	裂缝	距 2#墩约 1m 处底板纵向裂缝	2-1#板梁	1	L=3m, W=0.11mm	2
16	剥落、掉角	距 2#墩约 5m 处底板破损	3-4#板梁	2	S=0.02m <sup>2</sup>	2
17	剥落、掉角	距 2#墩约 5m 处底板破损	3-6#板梁	1	S=0.02m <sup>2</sup>	2
18	剥落、掉角	距 2#墩约 3m 处底板破损	3-8#板梁	1	S=0.02m <sup>2</sup>	2
19	剥落、掉角	3#台上方破损	3-9#板梁	1	S=0.02m <sup>2</sup>	2
20	裂缝	距 3#台约 1m 处底板纵向裂缝	3-1#板梁	1	L=1m, W=0.01mm	2
21	剥落、掉角	3#台上方右翼板破损露筋	3-1#板梁	1	S=0.01m <sup>2</sup>	2

典型病害照片如下：



图 5.2.1 板梁混凝土剥落掉角



图 5.2.2 板梁板底纵向裂缝

### 5.2.2 支座病害

支座老化开裂、剪切变形共计 61 个（占全桥 56.48%），且评定标度均为 3 度。

表 5.2-2 支座病害一览表

序号	缺损类型	位置	病害数量	评定标度 (1~3)
1	老化、开裂	1-0-1~8#支座	8	3
2	老化、开裂	1-0-15~18#支座	4	3
3	剪切超限	1-0-2~14#支座	13	3
4	剪切超限	1-1-1~8#支座	8	3
5	剪切超限	2-1-17~18#支座	2	3
6	剪切超限	2-2-1~6#支座	6	3
7	剪切超限	2-2-16~18#支座	3	3
8	剪切超限	3-2-1~4#支座	4	3
9	剪切超限	3-2-13~18#支座	6	3
10	老化、开裂	3-3-1#支座	1	3
11	老化、开裂	3-3-15~18#支座	4	3
12	剪切超限	3-3-2~10#支座	9	3

其典型的病害照片如下：



图 5.2.3 板式橡胶支座老化开裂



图 5.2.4 板式橡胶支座剪切变形

### 5.3 桥面系检测

本桥幅桥面系包含桥面铺装、伸缩缝、护栏、排水系统等构件，除 3#台伸缩缝锚固区局部混凝土破损和 0#台桥头跳车外，其余部分情况良好

表 5.3-1 伸缩缝病害一览表

序号	缺损位置	缺损类型	病害数量 (性质、范围、程度)	评定标度
1	0#伸缩缝	堵塞	伸缩缝全部堵	2
2	3#伸缩缝	破损	锚固区混凝土破损	2



图 5.3.1 0#伸缩缝堵塞



图 5.3.2 3#伸缩缝锚固区混凝土破损

0#桥头存在跳车现象。



图 5.3.3 0#台桥头跳车

### 5.4 下部结构检测

#### 5.4.1 桥墩病害

该桥下部结构为双柱式桥墩。桥墩主要病害为墩帽竖向裂缝及混凝土剥落露筋，病害如下表：

表 5.4-1 桥墩病害调查一览表

序号	缺损类型	病害位置及名称	编号	病害数量	计量	评定标度
1	裂缝	2-2#板梁下方竖向裂缝	2#盖梁	3	L=0.5m×3, W=0.15mm	2
2	裂缝	2-8#板梁下方竖向裂缝	2#盖梁	1	L=0.5m, W=0.15mm	2
3	剥落、露筋	大桩号左右两端破损露筋	2#盖梁	2	S=0.1m <sup>2</sup>	2
4	裂缝	3-7#板梁下方竖向裂缝	2#盖梁	2	L=0.5m×2, W=0.15mm	2
5	裂缝	3-5#板梁下方竖向裂缝	2#盖梁	2	L=0.5m×2, W=0.15mm	2

其典型的病害照片如下：

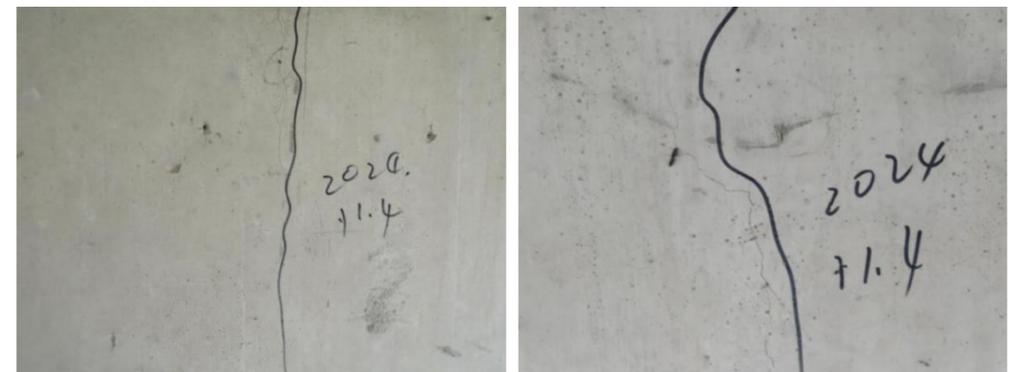


图 5.4.1 盖梁竖向裂缝

#### 5.4.2 桥台病害

该桥下部结构为双柱式桥台。桥台主要病害为混凝土剥落露筋及台身渗水侵蚀，病害如下表：

表 5.4-2 桥墩病害调查一览表

序号	缺损类型	病害位置及名称	编号	病害数量	计量	评定标度
1	剥落、露筋	右侧台身破损露筋	3#台	1	S=0.05m <sup>2</sup>	2
2	排水状况不良	左侧台身水侵蚀	3#台	1	S=2m <sup>2</sup>	2

其典型的病害照片如下：



图 5.4.2 3#台右侧混凝土剥落露筋



图 5.4.3 3#台左侧台身渗水侵蚀

### 5.4.3 桩基病害

根据现场调查及检测报告，桩顶至河床面的基础部分存在较多的病害，具体经过如下：

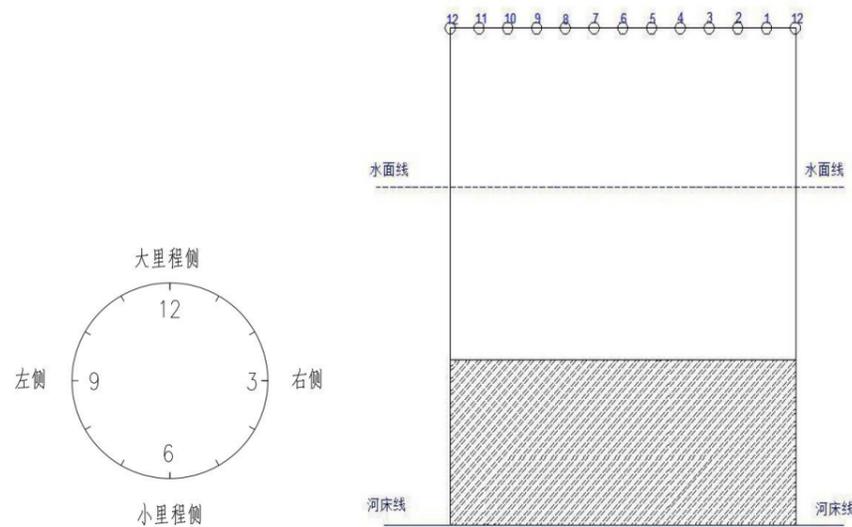


图 5.4.4 桩基时钟定位方向示意图

#### 1、1#桩基病害

1#墩 4 根桩桩顶至河床面的基础部分存在较多的病害，具体病害如下：

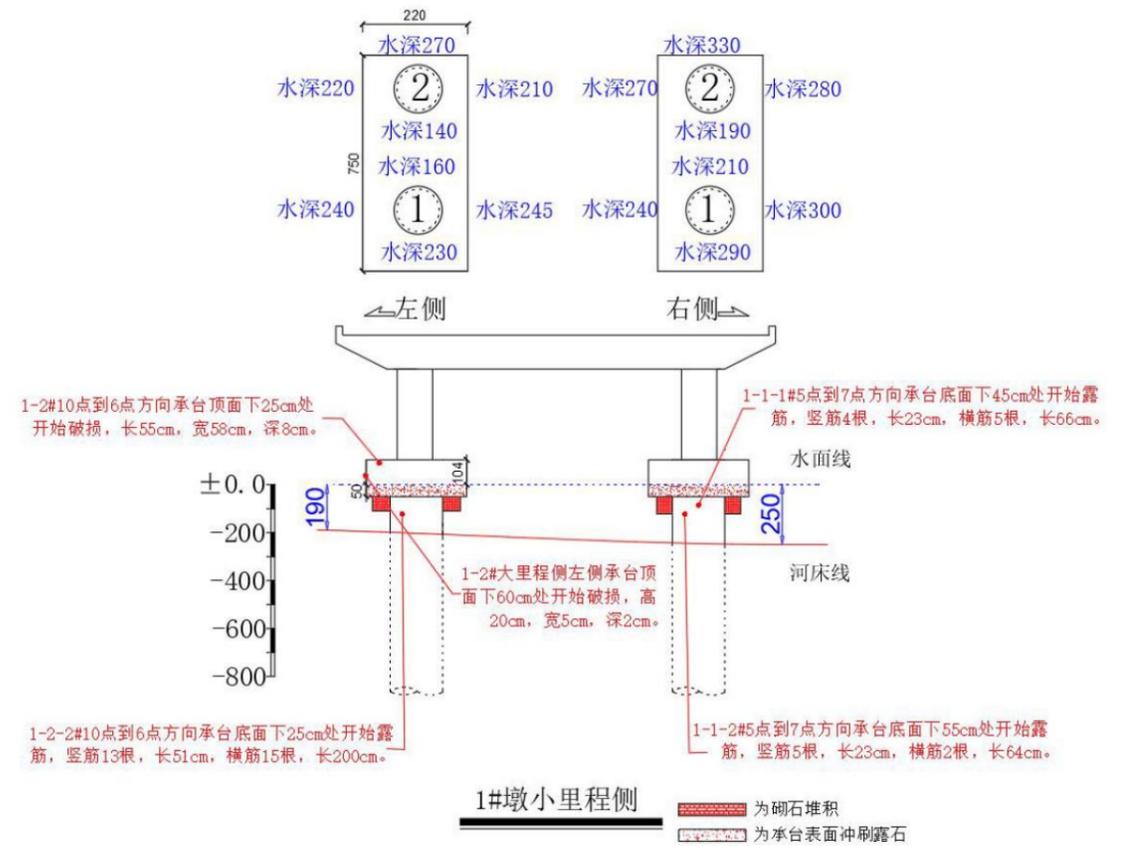


图 5.4.5 1#桩基病害示意图

表 5.4.3 1#桩基外观检查结果表

位置	病害情况
1-1-1#	5 点到 7 点方向承台底面下 45cm 处开始露筋，竖筋 4 根，长 23cm，横筋 5 根，长 66cm。  
1-1-2#	5 点到 7 点方向承台底面下 55cm 处开始露筋，竖筋 5 根，长 23cm，横筋 2 根，长 64cm。

	
1-2#承台及桩基	<p>1、10 点到 6 点方向承台顶面下 25cm 处开始破损，长 55cm，宽 58cm，深 8cm。破损总面积为：0.319 m<sup>2</sup>。2、1-2#大里程侧左侧承台顶面下 60cm 处开始破损，高 20cm，宽 5cm，深 2cm。破损总面积为：0.01 m<sup>2</sup>。</p> 
1-2-2#	<p>10 点到 6 点方向承台底面下 25cm 处开始露筋，竖筋 13 根，长 51cm，横筋 15 根，长 200cm。</p> 

2、2#桩基病害

2#墩 3 根桩桩顶至河床面的基础部分存在较多的病害，具体病害如下：

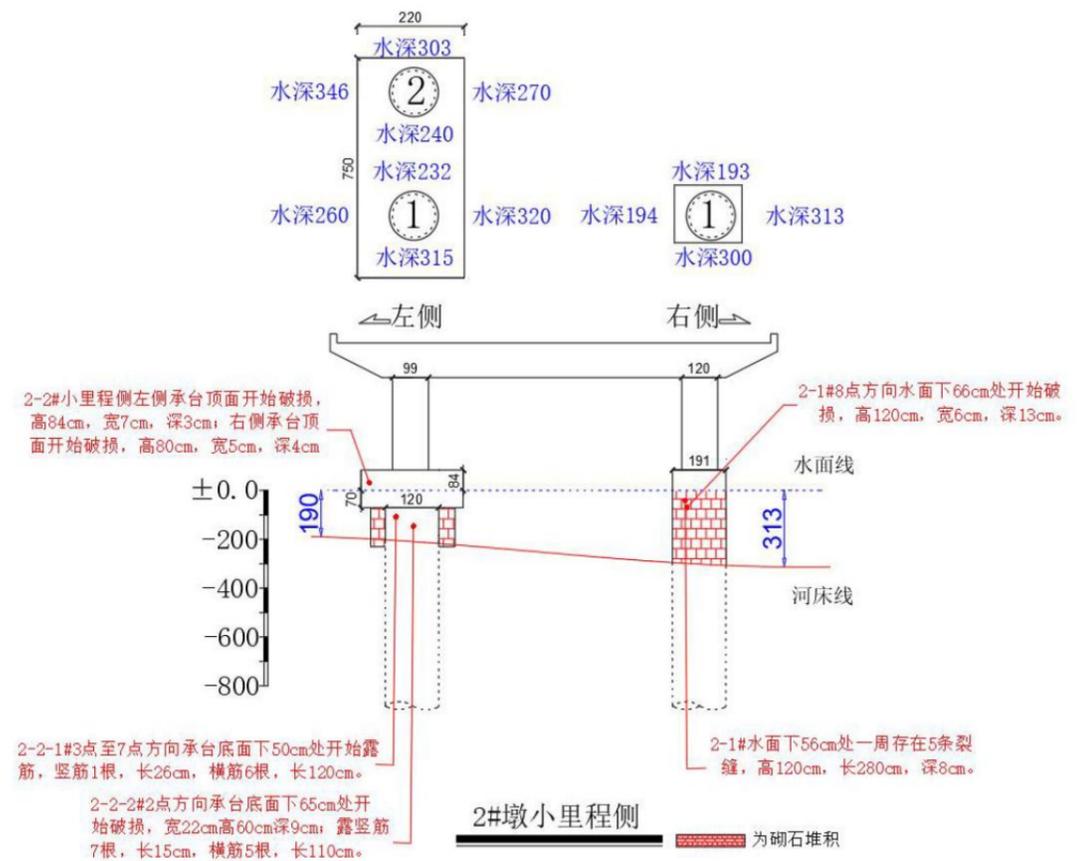
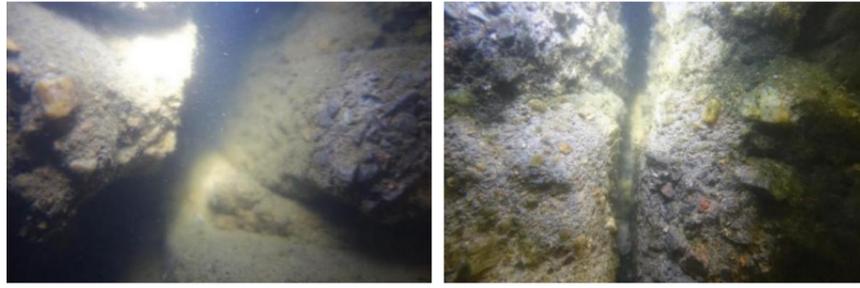


图 5.4.6 2#桩基病害示意图

表 5.4.4 2#桩基外观检查结果表

位置	病害情况
2-1#	<p>1、8 点方向水面下 66cm 处开始破损，高 120cm，宽 6cm，深 13cm。破损总面积为：0.156 m<sup>2</sup>。</p> <p>2、水面下 56cm 处一周存在 5 条裂缝，高 120cm，长 280cm，深 8cm。破损总面积为：3.36 m<sup>2</sup>。</p> 
2-2#台	小里程侧左侧承台顶面开始破损，高84cm，宽7cm，深3cm；右侧承台顶面开始破

	<p>损, 高80cm, 宽5cm, 深4cm。破损总面积为: 0.09 m<sup>2</sup>。</p> 
2-2-1#	<p>3点至7点方向承台底面下50cm处开始露筋, 竖筋1根, 长26cm, 横筋6根, 长120cm。</p> 
2-2-2#	<p>2点方向承台底面下65cm处开始破损, 宽22cm 高60cm 深9cm; 露竖筋7根, 长15cm, 横筋5根, 长110cm。破损总面积为: 0.132 m<sup>2</sup>。</p> 

### 6.0 既有桥梁验算

既有桥梁上部结构采用 20m 装配式预应力空心板梁, 下部结构采用桩柱式墩台, 钻孔灌注桩基础, 桥梁设计荷载为公路-II级 (《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2004))。

#### 6.1 上部结构检算

本次依据原有老桥图纸, 根据规范、设计说明考虑温度作用、基础不均匀沉降等, 采用桥梁博士软件建模, 模型共划分为 40 个单元, 对桥梁上部板梁进行验算。

空心板按部分预应力混凝土 A 类构件设计。

单元划分: 全桥共划分为 42 个单元。

截面形式: 计入 7cm 桥面铺装层参与结构受力, 采用组合截面形式。附加截面(7cm 现浇层) 第 5 施工阶段计入自重, 第 6 施工阶段参与结构受力。

施工阶段: 共分 7 个施工阶段进行计算: ①整体浇筑板梁混凝土; ②张拉钢束, 计入堵头板重量, (7cm 现浇层第 5 施工阶段计入自重, 第 6 施工阶段参与结构受力, 本阶段不计入); ③存梁 30 天, 观察本阶段板梁反拱值; ④存梁 60 天, 观察本阶段板梁反拱值; ⑤计入二期恒载 (3cm 桥面铺装现浇层+绞缝+护栏); ⑥计入 10cm 沥青铺装重量; ⑦10 年收缩徐变。

计算中考虑了各个施工阶段和最终运营阶段的最不利组合, 温度变化按规范采用竖向温度梯度曲线, 分别进行承载能力极限状态验算, 持久状况正常使用极限状态验算, 持久状况构件应力验算。



图 6.1.1 计算模型

验算结果如下表:

表 6.1 上部结构持久状况承载能力验算结果

板梁位置	项目	验算荷载及内容		结果
		公路-II级		
中板	最大承载力 (kN.m)	2591.0		OK
	最大内力 (kN.m)	2103.5		
边板	最大承载力 (kN.m)	2900.6		OK
	最大内力 (kN.m)	2548.4		

表 6.2 上部结构持久状况应力验算结果

板梁位置	项目	验算荷载及内容		结果
		公路-II级		
		正截面压应力	斜截面压应力	
中板	应力值 (kPa)	10.0	7.24	OK
	容许值 (kPa)	16.2	19.44	
边板	应力值 (kPa)	7.38	4.81	OK

	容许值 (kPa)	16.2	19.44	
--	-----------	------	-------	--

表 6.3 上部结构持久状况正常使用极限状态抗裂验算结果

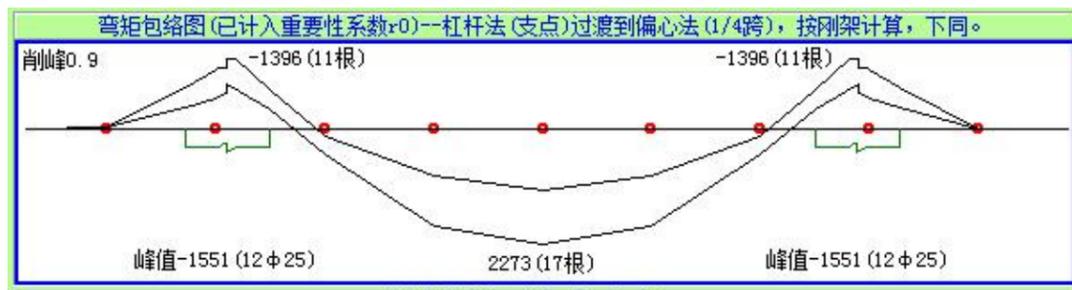
板梁位置	项目	验算荷载及内容		结果
		公路-II级		
		正截面应力	斜截面应力	
中板	应力值短期 (kPa)	-1.00 (拉应力)	-1.81 (拉应力)	OK
	容许值 (kPa)	-1.86 (拉应力)	-1.86 (拉应力)	
边板	应力值短期 (kPa)	-1.09 (拉应力)	-1.32 (拉应力)	OK
	容许值 (kPa)	-1.86 (拉应力)	-1.86 (拉应力)	

根据计算结果，上部结构承载能力、应力及抗裂均满足规范要求。

## 6.2 下部结构

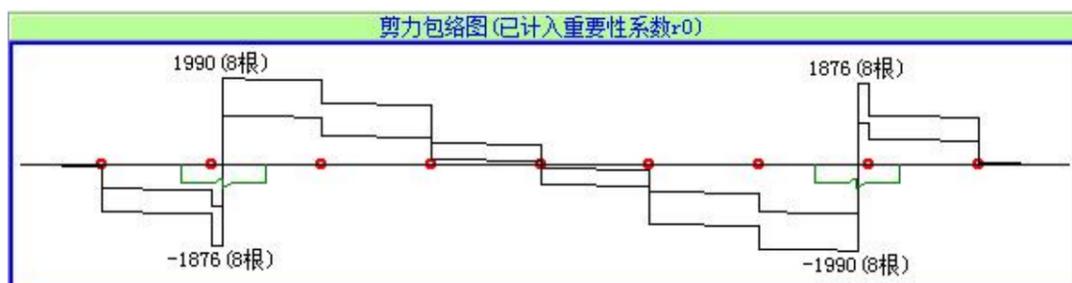
### 6.2.1 桥墩盖梁

#### (1) 抗弯承载力计算



上图显示为结构满足抗弯承载力所需要的配筋数量，根据原设计图纸，盖梁配筋 23 根 HRB335 钢筋（直径 25mm），故盖梁满足结构抗弯承载力配筋计算要求。

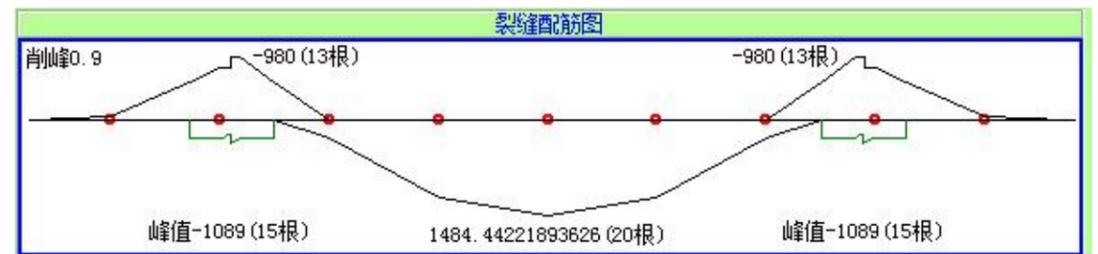
#### (2) 抗剪承载力计算



上图显示为结构满足抗剪承载力所需要的配筋数量，根据原设计图纸，桩顶两侧盖梁配筋 6 肢箍筋+12 根弯起钢筋（直径 25mm），其余梁段配 4 肢箍筋，满足结构抗剪承载力配筋计算要求。

能力配筋计算要求。

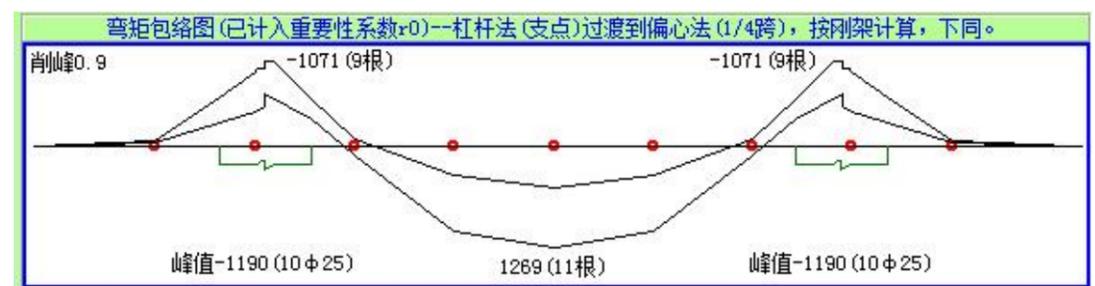
#### (3) 裂缝验算



上图显示为结构满足 0.2mm 裂缝所需要的配筋数量，根据原设计图纸，盖梁配筋 23 根 HRB335 钢筋（直径 25mm），故盖梁满足结构抗裂配筋计算要求。

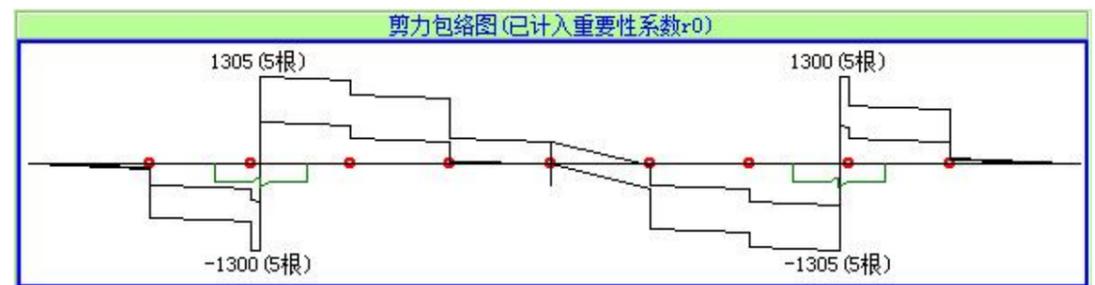
### 6.2.2 桥台盖梁

#### (1) 抗弯承载力计算



上图显示为结构满足抗弯承载力所需要的配筋数量，根据原设计图纸，盖梁配筋 14 根 HRB335 钢筋（直径 25mm），故盖梁满足结构抗弯承载力配筋计算要求。

#### (2) 抗剪承载力计算



上图显示为结构满足抗剪承载力所需要的配筋数量，根据原设计图纸，桩顶两侧盖梁配筋 6 肢箍筋+12 根弯起钢筋（直径 25mm），其余梁段配 4 肢箍筋，满足结构抗剪承载力配筋计算要求。

#### (3) 裂缝验算



上图显示为结构满足 0.2mm 裂缝所需要的配筋数量，根据原设计图纸，盖梁配筋 14 根 HRB335 钢筋（直径 25mm），故盖梁满足结构抗裂配筋计算要求。

### 6.2.3 桩基承载力验算

根据《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363-2019）第 6.3.3 条计算摩擦桩单桩轴向受压承载力特征值。

#### 1、桥墩桩长计算

根据桥梁通软件计算，桥墩柱顶最大荷载 2880.4kN；查阅原有设计图纸及计算文件柱顶最大荷载 2999.9kN（施工图中设计荷载为公路-II 级，实际计算采用公路-I 级）， $2880.4\text{kN} < 2999.9\text{kN}$ 。另外，根据原有设计图纸河床标高和《维西桥潜水检测和技术评估项目检测报告》所测河床标高比对，1#、2#水中桩处河床标高未发生明显变化。故经验算认为，桩基病害部位经维修加固后，可满足原设计荷载要求。

#### 2、桥台桩长计算

根据桥梁通软件计算，桥墩柱顶最大荷载 1772kN；查阅原有设计图纸及计算文件柱顶最大荷载 1805.3kN（施工图中设计荷载为公路-II 级，实际计算采用公路-I 级）， $1772\text{kN} < 1805.3\text{kN}$ ，且 0#、3#台处地面线未发生变化。故经验算认为，桩基足原设计荷载要求。

## 7.0 维修处置方案

### 7.1 主要病害原因分析

1、板底纵向裂缝原因分析：该桥底板纵向裂缝基本分布在空腔下方，底板厚度较薄处，纵向裂缝呈断续或连续状，裂缝处往往伴随有渗水痕迹或白化现象。空心板底板混凝土浇筑时往往空腔下方振捣密实不足，施工质量一般较差，预应力张拉时纵向预应力作用产生的横向泊松效应，底板产生横向拉应力，同时，通车运营车辆荷载作用下，板底混凝土横向受拉，两种因素叠加底板横向拉应力超限造成预应力砼空心板梁底板纵向裂缝。空心板梁底板纵向裂缝为该结构类型通病，对抗弯受力性能影响

小，影响结构抗扭刚度，且对结构耐久性影响较大。



图 7.1.1 空心板梁底板纵向裂缝成因图

对于梁板剥落、掉角、破损，可能是在运输、吊装期间受到机械冲击、磨损等力学作用导致。

#### 2、盖梁竖向裂缝原因分析及处置措施

由于钢筋混凝土构件设计时即考虑其带缝工作，因此竖向裂缝有受弯而开裂，由于设计荷载低且配筋富裕度较小，长期在较大荷载作用下产生竖向裂缝。

3、混凝土露筋、锈胀原因分析：混凝土表面露筋、锈胀、砼碳化原因分析：砼内部是以氢氧化物为主的碱性环境，空气中的二氧化碳和水渗入后，会发生反应形成碳酸钙一类的物质，形成碳化。钢筋在碱性环境中会形成钝化膜，防止钢筋腐蚀，一旦发生碳化，内部碱环境会被破坏，钝化膜消失，钢筋会发生锈蚀，钢筋锈蚀会导致砼体积膨胀，最终导致砼开裂脱落。

#### 4、支座病害原因分析

支座老化、开裂是指板式橡胶支座表面形成的龟裂裂纹。一般板式橡胶支座经一定使用年限后，均会出现表面的龟裂裂纹，但裂纹宽度和深度均不大。部分支座在使用时间较短后就出现大量的起鼓、开裂，支座本身质量问题占很大比例。

支座脱空主要原因是由于施工过程控制不严格或者梁板安装后未及时整体化，没有及时施工桥面铺装，造成反拱太大，使支座脱空。

支座剪切变形主要原因有：（1）落梁时不够平稳，支座存在较大的初始剪切变形；（2）热胀冷缩引起桥梁伸缩，带动支座剪切变形，一般冬天气温低的时候支座向外变形；（3）支座生产质量达不到设计要求。

支座老化主要原因有：（1）橡胶支座因其主要材料橡胶为高分子材料，伸缩缝橡胶条破损后会导致支座位置从桥面渗水，造成支座使用环境潮湿湿热作用下会出现老化，直至橡胶老化失效。（2）橡胶支座使用寿命与质量密切相关，橡胶支座质量

参差不齐，一些劣质橡胶支座可能采用回收橡胶制作，造成其使用命很短。（3）施工时即造成支座偏压、剪切变形等，造成支座受力很大，加之超载车辆对其的影响也会加速橡胶的老化。

5、伸缩缝锚固区砼开裂、破损原因分析：①伸缩缝锚固区混凝土浇筑及振捣不密实，未达到设计要求，出现蜂窝、空洞等，难以承受车辆荷载的冲击；②伸缩缝与桥面铺装存在高差，造成车辆通行时，产生极大的冲击力，导致后浇带混凝土开裂、破损。

6、桩柱接头病害主要原因分析：破损位置均位于桩顶位置，且处于水位变化段，桩基冲蚀严重，部分桩基缩径较严重、主筋外露锈蚀。桩柱连接处病害成因有很多，最主要的是施工质量和外部原因。施工质量原因主要表现为：（1）在施工过程中桩顶浮浆未完全凿除就对墩柱进行混凝土浇筑，造成桩柱连接处结合面不密实；（2）施工混凝土质量性能差、凝结不良，造成混凝土保护层剥落、漏筋、缺损等病害。外部原因主要是未进行防腐设计的桩柱位于有腐蚀性水域及长年累月水流冲刷导致混凝土剥落、钢筋外露并锈蚀。

7、桥头跳车病害分析：根据现场调查，并结合桥梁设计图纸，该桥桥头未设置搭板，由于桥头填土压实不到位，在荷载长期作用下，桥梁和桥头填土发生沉降差，造成跳车现象。

## 7.2 维修处置方案

根据《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）第 4.2、4.10 条规定，应对裂缝及混凝土破损、支座、伸缩缝、桩基冲蚀病害处置。

### 7.2.1 常规病害修补

本次设计考虑凿除剥落、掉角附近松散混凝土，对锈胀钢筋进行除锈、阻锈处理，清理后采用环氧砂浆修补至原结构表面。对宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝进行灌缝处理，宽度 $< 0.15\text{mm}$ 的裂缝进行封缝处理。

### 7.2.2 支座病害维修

#### 1、设计原则

依据检测报告及《公路桥梁橡胶支座病害评定技术标准》（DB 32/T 2172-2012）对支座病害进行评估，并根据病害程度确定支座处置方案，处置支座均为板式橡胶支

座，**支座型号根据《公路桥梁板式橡胶支座》（JT/T 4-2019）选取。**支座病害处置原则如下：

（1）**支座更换前首先对支座的型号和高度进行核实**，发现现场与原施工图不符，请及时联系业主单位及设计单位，并及时提出变更。为保证桥面标高不变，**更换支座后总高度与更换前支座一致；若规范中的支座与原有支座高度不一致，则该支座考虑在厂家定制；**

（2）**支座开裂、剪切变形、偏压脱空病害评定为3级，同一排支座整体更换；**

（3）**同一墩台超过50%支座病害评定为2级，同一排支座整体更换；**

## 2、板式橡胶支座病害等级分级评定

表7.2-1 板式橡胶支座老化、开裂和劣化分级评定

病害等级	病害性质与分级评定	
	病害定性描述	定量指标
1	轻度老化，表面出现少量微细裂纹	0.1mm<裂纹宽度 $\leq$ 0.5mm；或裂纹长度<相应周长（边长）10%。
2	不规则裂纹较多，裂纹宽度较大；裂纹长度较长，较多。	0.5mm<裂纹宽度 $\leq$ 1.0mm；或相应周长（边长）10%<裂纹长度<相应周长（边长）50%。
3	表面出现不规则严重裂纹；裂纹长度达到周长一半以上；裂纹深度超过钢板保护层；钢板外露。	裂纹宽度 $>$ 1.0mm；或裂纹长度 $\geq$ 相应周长（边长）50%；或裂纹深度 $\geq$ 5mm；或钢板外露。

表7.2-2 板式橡胶支座压缩、分层外鼓分级评定

病害等级	病害性质与分级评定	
	病害定性描述	定量指标
1	胶层轻微分层不均匀外鼓	不均匀外鼓长度<相应边长30%
2	胶层不均匀外鼓凸出明显；	相应边长的30%<不均匀外鼓长度<相应边长的50%；
3	胶层分层不均匀外鼓凸出严重；压缩变形量超过规范要求；呈现压溃状态。	不均匀外鼓长度 $\geq$ 相应边长的50%；或压缩变形量 $\geq$ 胶层总厚度的7%；或支座压溃

表7.2-3 板式橡胶支座剪切变形分级评定

病害等级	病害性质与分级评定	
	病害定性描述	定量指标
1	支座剪切变形较小	剪切角 $<$ 10°
2	支座明显剪切变形，支座底面翻边翘起	10° $\leq$ 剪切角 $<$ 35°
3	支座严重剪切变形，剪切角超过标准允许值；胶层出现剪切分层错位。	剪切角 $\geq$ 35°；或胶层剪切错位、脱胶。

表7.2-4 板式橡胶支座安装偏位和移位分级评定

病害等级	病害性质与分级评定	
	病害定性描述	定量指标
1	支座位置偏离设计位	偏移量 $\leq$ 20mm
2	支座位置偏离设计位置明显	20mm<偏移量 $<$ 50mm

3	支座位置偏离设计位置超限；支座移位过量。	偏移量≥50mm；或支座移动到梁底或垫石边缘。
---	----------------------	-------------------------

表7.2-5 板式橡胶支座偏压脱空、转角变形分级评定

病害等级	病害性质与分级评定	
	病害定性描述	定量指标
1	出现支座局部偏压和局部脱空	支座局部偏压脱空面积<10%
2	支座局部偏压较严重和偏压脱空较多	10%≤支座局部偏压脱空面积<30%
3	支座局部偏压转角超限；支座偏压面脱空面积超限。	支座转角超过设计允许值 0.02rad；或支座局部偏压脱空面积≥30%。

表7.2-6 板式橡胶支座滑动支座缺陷分级评定

病害等级	病害性质与分级评定	
	病害定性描述	定量指标
1	滑板轻微磨损；硅油脂干涸。	1.0mm≤磨损后的滑板厚度≤2.0mm 或 硅油脂干涸。
2	滑板磨损较多；	滑板不滑移。
3	滑板磨损严重；不锈钢板脱落；滑板破裂；滑板滑脱外露；滑移量超限；四氟聚乙烯滑板倒置。	滑板磨损后厚度<0.5mm；或不锈钢板脱落；或滑板破裂、滑脱外露；或支座滑移量>标准规定允许值；或滑板倒置。

表7.2-7 支座垫石等附属构件缺陷分级评定

病害等级	病害性质与分级评定	
	病害定性描述	定量指标
1	垫石模板未拆除、不平整	不平整高差<2mm
2	垫石不平整明显；垫石开裂。	2mm≤不平整高差<5mm，或裂缝宽度<0.3mm和裂缝≤2条
3	钢垫板面积小于支座承压面积；钢垫板面与支座承压面错位；垫石严重歪斜不平整；垫石开裂宽度较大；垫石出现多条裂缝。	钢垫板面积小于支座承压面积；或钢垫板面与支座承压面错位；或垫石不平整高差≥5mm；或垫石开裂宽度≥0.3mm；或垫石裂缝>2 条。

表7.2-8 支座使用环境病害分级评定

病害等级	病害性质与分级评定	
	病害定性描述	定量指标
1	存在堆积物；或临时支撑未拆除；或排水不畅，潮湿积水。	堆积物范围<支座周长30%
2	堆积物堆积范围较大；堆积物高度接触梁底。	支座周长30%≤堆积物范围≤50%；堆积物高度接触梁底
3	积水引起橡胶溃烂；钢垫板锈蚀严重。	积水引起橡胶溃烂；钢垫板锈蚀严重。

### 3、支座病害维修

根据现场实际情况并结合检测报告，全桥支座老化开裂、剪切变形共计 61 个（占全桥 56.48%），且每排均有支座标度评定为 3 度，本次维修对全桥板式橡胶支座进行顶升更换。

表 7.2-9 支座更换汇总表

原型号	更换型号	数量	对应位置
GYZ200×49	GBZY 200×49	108	共 6 排，每排 18 个

### 7.2.3 伸缩缝病害维修

3#伸缩缝局部锚固区混凝土破损，本次凿除局部混凝土，采用快干混凝土修复，修复深度暂 10cm 考虑。

关于锚固区砼：《公路桥梁加固设计规范》第 17.2.3 条要求，更换伸缩缝新浇筑槽口混凝土强度等级应比原结构提高一级，宜采用早强混凝土。

表 7.2-10 伸缩缝病害处置汇总表

桥梁名称	线路编号	病害情况及位置描述	处置措施
维西桥	X101	3#伸缩缝局部锚固区混凝土破损	凿除局部混凝土，采用快干混凝土修复

### 7.2.4 桩基维修

根据调查及检测报告情况，1#、2#水中墩基桩冲蚀严重。桩基处置范围为桩顶或承台底至河床底，并结合水深及桩基病害情况确定。

具体方案为：桩基病害较为严重，为确保病害被玻纤套筒全部包裹；为桩顶或承台底至河床底，并结合水深及桩基病害情况确定。玻纤套筒厚度 3mm，与既有桩基间缝隙 3cm，上口采用限位器限位，下口采用封口胶封口，套筒内灌注自密实水下环氧灌浆料。

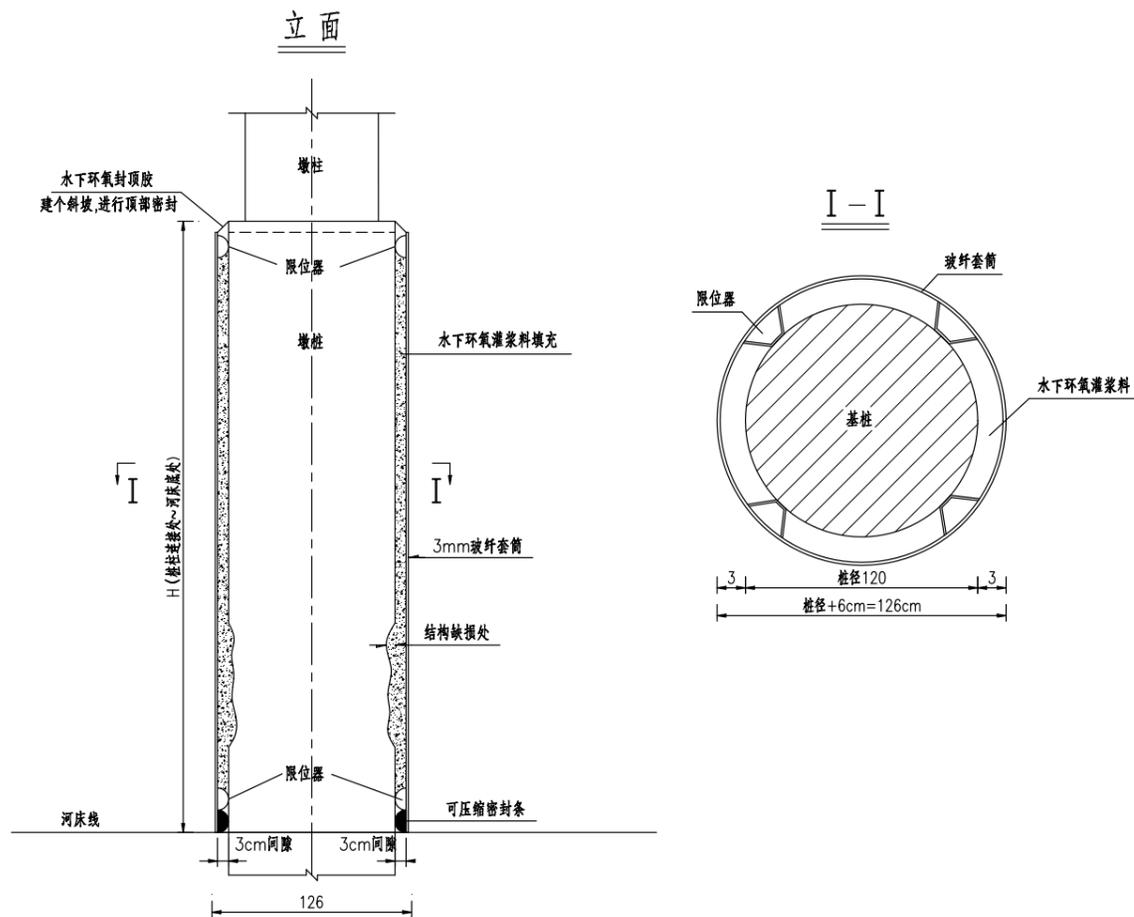


图 7.1.2 基桩病害处置示意图

### 7.2.5 桥头跳车处置措施

本次设计考虑凿除 0#台桥头沥青及混凝土面板（长度暂按 5m 计），重新浇筑混凝土及沥青，保持桥面与路面平顺衔接。

## 8.0 施工工艺及注意事项

### 8.1 修补混凝土表面

#### 8.1.1 混凝土表层缺陷处理

(1) 对于构件表面存在混凝土蜂窝、麻面、剥落、局部孔洞等缺陷，其深度未超过钢筋保护厚度，钢筋未发生外露锈蚀。

(2) 修补前，应将缺陷表面及周围松散混凝土进行凿除，在表面清理后涂刷界面剂。

(3) 聚合物砂浆修补施工过程中，应免振动。

(4) 聚合物砂浆终凝前，应采取保护措施，避免受雨水、风及阳光直射影响。

#### 8.1.2 混凝土深层缺陷处理

(1) 混凝土深层缺陷指缺陷深度超过钢筋保护厚度，钢筋外露锈蚀，其面积一般不小于 15cm×15cm，设计采用环氧砂浆或环氧混凝土修补。

(2) 修补前，应将缺陷表面及周围松散混凝土凿除，浇注修补混凝土时应对该部位基面清洁后涂刷界面剂。

(3) 维修材料选用环氧砂浆或环氧混凝土，当采用环氧混凝土时，其粗集料粒径不宜大于 15mm。

#### 8.1.3 修补施工技术要求

(1) 混凝土表面要求做到无水湿、无油污、无灰尘及其他污物，无软弱带。对混凝土面加以凿毛，保持平整、干燥、坚固、密实。

(2) 混凝土表面处理可用人工凿毛，然后用压缩空气吹净，或采用风砂枪喷砂除净的方法。

#### (3) 涂混凝土界面剂

为使老混凝土表面具有良好的粘结力，在涂抹砂浆时应先在表面涂一层环氧基液；

涂刷时，尽量薄而均匀，钢筋和凹凸不平等难于涂刷的部位，需特别注意，反复多刷几次，同时应控制涂刷基液厚度应不超过 1mm；

可用毛刷人工涂布，也可用喷枪喷射。为便于涂匀，还可在基液中加入少量丙酮（3-5%）；

已涂刷的表面，应注意保护，严防杂物、灰尘落入其上；

涂刷基液后，需间隔一定时间，待基液中的气泡清除后，再涂抹环氧砂浆，间隔时间由外界气候条件而定，禁止基液干固后再涂环氧砂浆。

#### (4) 涂抹环氧砂浆

涂抹时应摊铺均匀，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；顶面涂抹时极易往下脱落，

在涂刷顶层基液时，可使用粘结度大的基液、并力求均匀。砂浆涂层的厚度以 0.5mm 为宜，如过 0.5mm 时，应分层涂抹，每层厚度可控制在 0.3~0.5mm，每次涂

抹均需用力压紧。

## 8.2 破损混凝土修补

在混凝土破损区域清理完成以及钢筋除锈处理工作完毕后进行。

(1) 按照公路桥梁加固施工技术规范相关规定及要求,采用环氧砂浆(环氧混凝土)对破损区域进行修补,要求修补后结构表面平整密实;

(2) 所用环氧砂浆应具有较低的膨胀系数、收缩率和放热温度,并且还应具有较高的粘结力、硬度及抗冲击性能,环氧砂浆的配合比根据试验确定,其性能必须满足规范的要求;

(3) 修补区域如处于潮湿状态,应采取措施使修补位置保持干燥,或选用能在潮湿状态下施工的材料(如丙乳砂浆),确保修补质量;同时根据材料物理化学特性、修补厚度以及气候条件等因素作好养护工作。

## 8.3 裂缝处置

裂缝的出现会导致水和空气沿裂缝进入混凝土内部,使钢筋锈蚀和混凝土碳化,并加剧裂缝的发展,进而导致结构承载力降低。对于本桥裂缝采取措施如下:

表面处理(适用于所有可见裂缝):裂缝宽度 $<0.15\text{mm}$ 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 $\geq 0.15\text{mm}$ 时,采用压力注浆法修补。

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。

### 8.3.1 裂缝表面封闭

对于裂缝宽度 $<0.15\text{mm}$ 时采用表面封闭法修补。根据不同的裂缝情况,封缝前先对裂缝部位进行表面处理,然后用封缝材料将裂缝表面封闭,封缝材料固化后必须能有效地将裂缝封闭,防止水汽侵入,锈蚀钢筋。

进行裂缝封闭的具体措施:沿着裂缝走向,打磨裂缝两侧一定范围(50mm)混凝土基体,清除灰尘、污染物等,并用丙酮或者酒精擦拭干净。在裂缝两侧处理面均匀涂抹一层环氧树脂基液,然后刮涂一层厚2mm左右、宽50mm的封闭材料。刮涂封闭材料时防止产生小孔和气泡,刮平整,保证有效封闭。

### 8.3.2 裂缝压力注浆

对于裂缝宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 时,采用压力注浆法修补。

#### 1) 施工工艺

“壁可法”是在注入过程中始终保持 $3\text{kg}/\text{cm}^2$ 的压力,保证将修补材料注入到宽度仅 $0.02\text{mm}$ 的裂缝末端,同时均匀缓慢的压力可以将裂缝中积存的空气压入混凝土的毛细孔中,并通过混凝土的自然呼吸过程排出,有效避免产生气阻,从而确保修补质量。

#### (1) 表面处理

用钢丝刷沿裂缝走向清理宽约5cm范围内的混凝土表面,使混凝土表面保持清洁;

用锤子和钢钎凿除两侧疏松的混凝土块和砂粒,露出坚实的混凝土面;

用略潮湿的抹布消除表面的浮尘,并彻底晾干,用丙酮除去表面的油污,如缝内潮湿,须等其充分干燥,必要时可用热风机烘干。

#### (2) 粘结注入座和密封裂延

调好封口胶,搅挥均匀,用抹刀将少许胶刮在注入座底面的四边,将注入座固定在混凝土上;注入座的布置应掌握以下原则:沿缝的走向,每米约布置3个,裂缝分交叉点应设注入座,选混凝土表面平整处设置,避开剥落部位,对贯通缝,可在一侧布置注入座,另一侧完全封闭,缝宽较大且内部通畅时,可以按每米2个的密度来布置;用封口将裂缝密封,与注入座衔接的地方要特别注意,密封胶沿裂纹走向密封3-5cm宽围,要求涂抹层厚度 $>15\text{mm}$ ,应尽早一次完成,避免反复涂抹。

#### (3) 封口胶的固化

密封完成后,让封口自然固化,注意固化过程中防止其接触水、固化时间:一般经10~24小时可自行硬化(气温 $20^\circ\text{C}$ 时12小时、气温 $30^\circ\text{C}$ 时6小时),硬化后敲掉注入器和注入座,如有必要,用砂轮机把密封胶打磨平整。

#### (4) 注入灌注胶

灌注胶可用时间:视灌注胶的品质及施工时的温度而定;

工具:注入器、密封良好的进口黄油枪、加线增强管(内径9mm,耐压 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上)、喉箍(蜗轮蜗杆式,直径10-16mm)、阀门、过滤器、桶、搅拌棒、丙酮、秤(精确到10g)、钳子、螺丝刀、生料带。

#### (5) 施工工序

根据产品和器具的使用说明进行施工，工序流程可参见见图纸。

(6) 工具必须用丙酮反复清洗，除去残留的胶，然后用清水清洗、晾干。

(7) 灌注胶的固化

让灌注胶自行固化，可用手捏注入管以了解固化进程；固化时间约10-24小时，气温越高，固化速度越快；当施工温度在5-15℃时，密封胶及注入胶应选用冬季用型号。要求灌注裂缝的饱满度达90%以上。

## 8.4 钢筋除锈处理

### 8.4.1 钢筋浮锈清理

(1) 用钢刷清除钢筋表面的浮锈，使之露出光洁部分。

(2) 用丙酮将确定钢筋锈蚀区域结构表面擦拭干净，保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等影响阻锈剂渗透的物质。

### 8.4.2 钢筋阻锈剂处理

(1) 选用对氯离子、氧气、水以及其他有害介质滤除能力强，不影响混凝土强度和包裹力，并不至在修复界面形成附加阳极的阻锈剂。

(2) 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施工。建议用量0.08~0.1kg/m<sup>2</sup>/层。

(3) 阻锈剂是化学产品，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。

### 8.4.3 钢筋阻锈剂具体施工要求

(1) 采用喷涂型复合氨基醇防锈侵渍剂进行混凝土结构钢筋锈蚀防护；

(2) 阻锈剂应用量为0.4kg/m<sup>2</sup>，分3~5遍进行涂刷；

(3) 渗透深度应大于混凝土保护层且大于30mm；

(4) 外观应为透明液体，pH值应为10~12，挥发性有机物含量<200g/L；

(5) 盐水侵渍试验结果应为无锈蚀，且电位为0~-250mv；干湿冷热循环试验结果应为60次无锈蚀；电化学试验结果应为电流小于150μA且破样检查无锈蚀；

(6) 产品应满足国内相关技术标准。

## 8.5 支座更换

支座更换对桥梁结构安全的影响是非常大的，在更换的过程中需要对桥梁结构的各主要受力部位进行监控，以保证更换支座过程中梁体主要断面的应力和变形处在安全的范围内，同时保证在起顶过程中千斤顶的顶升量同步，防止由于千斤顶顶升量的一致，引起梁间变形的不一致，而导致桥面剪切损坏。经现场实际考察并多方论证，支座更换采取支座外侧直接顶升法，若施工过程中顶升高度、位置确实受限，可采用剪力销牛腿临时支撑设计。出于安全考虑，本次在更换支座的整个过程可斟酌进行交通管制，尤其是针对剪力销牛腿方案，在实际施工时应封闭部分车道和对过桥车辆进行限速，具体由施工单位结合自身设备情况与业主协商后再做处理。

### 8.5.1 准备工作

在墩台位处设置操作支架平台，平台最小宽度及长度应满足作业要求。对于干坡地段采取搭设支架方式，可用普通钢管，扣件连接。对于水中墩位采用悬吊脚手架。所有支架搭设均可根据实际作出设计图示，其强度、稳定性均应符合规定，以保证作业安全。

支架完成后对各墩位支座进行全面检查，并做好全方位的检查记录，完善编号。在作业前应对布置千斤顶位置处清理杂物，以利千斤顶及垫板的安防平稳，便于顺利操作及安全。液压千斤顶、高压油表、高压泵站应先进行效验标定后方可投入使用，不合格者不得使用。确定超垫使用的垫板，采用195毫米直径的厚壁无缝钢管（壁厚20毫米）制作成圆形保护环放置于千斤顶之上，以便在梁顶升过程中随时保墩超垫楔紧，并准备一定数量不同厚度的薄钢板以备顶升超垫使用。

### 8.5.2 顶升流程

桥梁顶升是在需要顶升部位设置临时顶升支撑，利用千斤顶和同步顶升设备对桥梁结构进行抬高或降低的位移操作，顶升就位后安放临时支座且保证其稳定，然后对支座上下钢板除锈、垫石破损修复处理，安装支座，最后落梁。

为了确保落梁后同一桥墩各支座受力均匀、符合原设计要求，落梁前仍应对同一桥墩各支座处的测试点至板梁底面的净空进行测量，以确定回落高度。净高测试点位采用施工准备阶段所设的永久点。正式落梁前，帽梁顶距梁体底面的净高应为H（原支撑总高度）+Δ（Δ为支座处梁体的顶升高度）。

采用二次落梁，第一次落梁至原支撑总高度+新支座压缩量（支座压缩量以送检结果为依据。），持荷至结构脂胶完全固化，方可进行第二次落梁，第二次落梁完全落至支座上并除去顶升持荷设备。在第一次落梁后应对梁底调平钢板进行检查，若发现不平整无法与支座面完全贴合可在结构胶固化前进行微调，并将镀锌调平钢板四周抹平，落梁后对垫石修补完整。确保支座更换落梁后与顶升前梁体高程偏差不大于**0.5mm**，同时相邻两片梁高程相对变化量不超过**0.2mm**。当纵断面线形调整需顶升时，同一联梁体需均匀抬升或线性抬升。

桥梁顶升施工按照如下步骤实施：

- 1、搭设施工平台等施工准备；
- 2、测量支座实际高度
- 3、安放千斤顶和临时支撑；
- 4、同时启动各组千斤顶，使整孔梁各组千斤顶处于初始受力状态（即只持力不顶升）；
- 5、安放临时支座垫块（由不同厚度的钢板组合而成），紧靠梁底但不塞紧；
- 6、第二次测量支座高度，微调横坡，使横向各千斤顶高差控制在 2mm 以内（计算时要考虑相应坡度的影响）；
- 7、横向/整联梁同时启动，以同一速度顶起梁体直至原支座可移动取出；
- 8、塞紧临时支座，取出旧支座；
- 9、清理支座垫板、清除杂物、除锈、调整支座垫板高程，活动支座垫板涂油，**更换后支座上钢板采用结构胶和镀锌钢板调平**；
- 10、更换新支座，支座位置按十字中心线对中，安装位置准确，纵横向误差 $<5\text{mm}$ 。
- 11、微顶梁取出临时支座垫板；
- 12、第一次落梁，缓缓落梁到支座，持力后暂停；
- 13、检查新安装的支座是否受力均匀，有无扭曲现象，否则要局部调整支座的楔形垫板，确保支座均匀受力；
- 14、第二次落梁到位，拆除千斤顶；检查最终各支座的实际高度和位置；
- 15、拆除支架完成全部作业。

### 8.5.3 顶升过程控制要点

- 1、桥梁同步顶升的安全控制设计与限位措施

由于液压缸安装的误差及顶升过程中其他不利因素的影响，在顶升过程中可能出现微小的不均匀性，为防止梁体倾覆和滑移，保证桥梁顶升的准确性和安全性，需要采用相应的限位措施。限位装置应该有足够的强度，并应在限位方向有足够的刚度，这是顶升安全控制的重要措施。

桥梁各支座反力不同，为保证同步顶升，液压系统应满足各液压缸压力自动调整，以适应上部负载。通过对顶升力合理控制完成桥梁顶升，同时使桥梁的附加内力最小。

桥梁顶升过程中，为了防止梁体扭曲、应力集中和开裂，各顶升点必须设 2cm 厚钢板进行局部加强，并保持位移同步。

#### 2、桥梁同步顶升的临时钢垫块支撑设计

顶升过程应采用分级顶升，每一级行程的最大位移控制在 1mm 以内，在顶升过程中，需要采用不同尺寸类型的钢垫块（临时支撑），并保证其可靠、牢固、变形小。

#### 3、桥梁顶升过程的同步监控

桥梁同步顶升需分级完成，因此对桥梁顶升过程中的运动轨迹、梁体姿态、桥梁结构内力等监控是关乎桥梁结构安全的重要环节，监控工作要贯穿于顶升和落梁的整个施工过程中。

另外，除了桥梁结构自身的监控外，顶升设备的可靠性也需要监控，以保证顶升施工过程安全、可靠。

#### 4、各施力点顶升力的有效传递

由于千斤顶顶升力较大，各施力点的反力需要有效的传递至墩台基础或者临时支撑基础，同时不能造成结构的破坏，因此必须采取可靠的措施予以保证。

#### 5、顶升梁段对桥梁其他部位影响

对于已建成的桥梁，顶升施工必然牵一发而动全身，梁体在顶升抬高过程中，各联系构件或设施必然会受到影 响，比如伸缩缝等。因此在顶升之前需要详细检查，确保施工过程中和相关构件的安全。

#### 6、落梁后梁底标高控制

对于已建成桥梁，恒载作用下内力分配已完成，必须使梁体顶升过程中各支点的相对位移量控制在安全范围之内。因此，顶升前要测量支点处梁体标高，顶升和落梁过程中需要监控梁体各支点的相对位移，落梁后要确保梁体恢复至原有标高处，保证梁体结构安全。

#### 8.5.4 顶升技术要点

1、在横向各梁端头肋板下布置一个千斤顶，千斤顶上下必须用钢板垫平，使千斤顶全面接触受力，如空隙较大，可用薄钢板超垫平稳。

2、合理布置油泵等设备，接上高压油管，经检查后可进行顶升作业。设备应布置在有效顶升梁体以外，以减少顶升力的格外负责。同时也应注意各油管的有效长度均匀性。

3、在盖梁上每片梁底设置一个百分表，以检查梁体升高位移情况，相邻梁体顶升高差值应控制在 2mm 内。顶升前做好各标尺的初始读数，顶升到设计值时应记录最后读数。这个最后读数与初始读数之差为桥梁的最终位移值，估计该值在 7mm 以内。根据以往的桥梁整体顶升经验，不会对梁体连接部位造成损害。

4、顶升开始，对千斤顶供油，流量、压量、压强缓慢地增加，将压力顶升到计算值的 85%时，停止供油，关闭阀门，检查各个部位，全部正常再对千斤顶供油，观察标尺等进行全面检查，后开始整体顶升，以 3mm/min 速度顶升，顶升到 5mm 停一下，静态下观察顶升值，若有相差，即作调整；若无，则进行支座下垫钢板增高的工作。顶升应由慢到快进行，随时检查升高位移值的均匀性，并即时进行调整。为了保持梁体在横向上的连续性，防止变形过大而开裂，严格控制各千斤顶顶力在横向上的分配。

5、在各梁端千斤顶上设置保护环超墩，该超墩应随顶升升高而进行加高，当停止工作时应将该超墩即时楔紧，以防止意外，确保结构物及施工安全。顶梁时，千斤顶应缓慢、分级加载，即 5Mpa、10Mpa、15Mpa、20Mpa、25 Mpa 以 5 Mpa 为一个加载档次，当梁体升高达到设计值时，停止加压做稳压处理。每次加载后认真检查千斤顶、油管、油泵是否有漏油现象。顶梁过程中对梁体的横向和纵向变形进行监控，同时该梁上的横向相邻两板梁位移控制在 0.2mm 以内，纵向同一盖梁上板梁变形控制在 0.2mm 以内。

#### 8.5.5 顶升高度及起顶力

本项目预制装配式桥梁结构支座更换时，采用横向同步、纵向逐墩顶升方法。顶升高度为旧支座完全脱空为准，最终顶升高度以能更换新支座为准，但最大顶升高度不应超过 5mm。

各支点必须按要求进行同步顶升。各支点最大理论支反力（荷载+活载）用于配置千斤顶吨位。

需要注意的是：

1、配置千斤顶吨位时，需考虑一定的富余量，可按标准组合（荷载+活载）理论支反力的 2.0 倍；

2、千斤顶及临时支撑的布置应尽量确保梁体在同步顶升过程中的平衡；

3、事先准备一定数量性能完好的千斤顶以做备用。

#### 8.5.6 结构安全控制原则

梁体顶升的主要实施阶段总体可以分为：顶升阶段→持荷阶段→落梁阶段，为确保支座更换过程中结构受力安全，现场施工必须达到以下原则：

1、施工过程中起顶力和顶升高度进行双控，以顶升高度及顶升之间的高差控制为主，顶升力为辅；

2、以理论起顶力作为梁顶升的初步依据，在接近理论起顶力时，采取微量、逐级顶升缓慢顶升；

3、落梁时分级、缓慢回落；

4、严密监测各测点处的实测应力和变形情况，监控。监督施工；

5、一旦出现位移或应力超限或异常情况，立即停止施工，及时查找原因；

6、落梁前，按照设计要求监控各片梁底和台帽顶面之间的净高。

#### 8.5.7 施工注意事项

1、由于整体更换支座一般是在保证行车的情况下进行的，所以保证通车和安全工作显得尤为重要：一是确保施工中整个桥梁结构完整且不受损伤；二是施工中要确保人身和设备的绝对安全。这就要求施工前要做好全面检查，根据具体情况确定维修范围，按次序依次实施。整体更换支座施工方案，要通过准确分析和计算，配备足够的机械设备和劳动力；同时，在顶起和落梁这很短时间内，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，并在桥头设置相关减速标志牌，提醒过往车辆减速通行。

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

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

梁体顶升是一项复杂精细的工作，需要经历施工前期准备、临时支撑制作安装、T 梁顶升及其监控、支座更换维修、落梁等一系列工作。只有经过科学设计、精心施工、严密监控才能顺利完成梁体顶升更换支座工程。

4、异常情况处置：在梁体顶升时，如发现危及桥梁安全等异常情况时，须暂停顶升作业并将梁体放回原位，排除异常情况后方可继续梁体顶升。

### 8.5.8 支座及梁底预埋钢板防腐处理

1、部分桥梁梁底预埋钢板锈蚀严重，本次设计应对锈蚀钢板进行防腐处理，工艺要求均按《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》（JT/T 722-2023）标准执行，钢结构外表面涂装采用 S05 涂层配套体系（长效型），防腐设计寿命在 20 年以上。

2、钢板在涂装前表面预处理，清洁结构表面焊渣，浮锈及其它污物，用压力式喷砂除锈，选用合适粒度、硬度和几何形状的沙子和对构件进行喷砂，除锈后的钢铁表面清洁度达到 Sa2.5 级、粗糙度 Rz50 $\mu$ m~80 $\mu$ m。

3、钢板表面预处理，宜采用喷射除锈的方法。

4、选用涂料时，首先应选已有国家或行业标准的品种，其次选用已有企业标准的品种，无标准的产品不得选用。涂料进场应有产品出厂合格证，并应取样复验，符合产品质量标准后，方可使用。

表 8.1 钢板表面涂装体系

涂层体系	涂料品种	道数/最低干膜厚 ( $\mu$ m)
底涂层	环氧富锌底漆	1/60
中间涂层	环氧（云铁）漆	(1~2) /140
面涂层	丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆	2/80
总干膜厚度		280

5、每道涂层的间隔时间应符合材料供应商的有关技术要求。超过最大重涂间隔时间时，进行拉毛处理后涂装。外表面在涂装底漆前应采用喷射方法进行二次表面处理。焊接结构应预留焊接区域。

6、涂装前技术资料应完整，操作人员应按国家有关规定进行安全技术教育和培训，经考试合格者，方可上岗操作。

7、涂膜的底层、中间层和面层的层数，应符合设计的规定。当涂膜总厚度不够时，允许增涂面漆。

8、涂膜的底层、中间层和面层，不得有咬底、裂纹、针孔、分层剥落、漏涂和返锈等缺陷。

9、涂膜厚度按检测平均值不得低于规定的厚度。

(1) 涂膜厚度检测量：每 10m<sup>2</sup> 检测 3 处。

(2) 检测点的部位：每处测 3 点，各点距离构件边缘 5cm 以上，点与点间距约为 5cm。

10、涂装质量不符合设计和本规程要求的，必须进行返修，合格后方可验收。

11、涂装施工的环境应符合的要求：

(1) 环境温度宜为 10~30℃。

(2) 环境相对湿度不宜大于 80%，或者钢结构表面温度不低于露点温度 3℃ 以上。

(3) 在有雨、雾、雪、风沙和较大灰尘时，禁止在户外施工。

## 9.0 维修材料及性能要求

1、混凝土修补采用环氧树脂修补砂浆，性能应满足《环氧树脂砂浆技术规程》

（DL/T5193-2021）中环氧树脂砂浆的要求，且能满足《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）中的相关要求：

表 9.1 环氧树脂砂浆性能要求和试验方法

序号	项目	技术指标	试验方法
		R 型	
1	表观密度 (g/cm <sup>3</sup> )	生产企业标称值	DL/ 5193-2021 附录 C
2	拉伸强度 (Mpa)	≥6.0	DL/ 5193-2021 附录 D
3	抗压强度 (Mpa)	≥40.0	DL/ 5193-2021 附录 E
4	黏结强度 (Mpa)	干基面	≥3.0
		潮湿基面	≥2.0
5	热相容性	干热循环	-
		湿热循环	-
6	抗冲击性 (次)	-	DL/ 5193-2021 附录 H

2、烷氧基类或氨基类喷涂型阻锈剂

烷氧基类或氨基类喷涂型阻锈剂的质量和性能应满足《混凝土结构加固设计规范》

（GB50367-2013）4.7.2 及 4.7.3 条要求。具体性能指标见下表：

表 9.2 喷涂型阻锈剂性能指标要求

检测项目	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	JGJ/T 192-2009

干湿冷热循环试验	60 次, 无锈蚀	JGJ/T 192-2009
电化学试验	电流应小于 150 $\mu$ A, 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 $\geq$ 80%	GB 50550-2010

表 9.3 喷涂型阻锈剂质量要求

烷氧基类阻锈剂		氨基类阻锈剂	
检验项目	合格指标	检验项目	合格指标
外观	透明、琥珀色液体	外观	透明、微黄色液体
浓度	0.88g/mL	相对密度 (20 $^{\circ}$ C 时)	1.13
pH 值	10~11	pH 值	10~12
黏度 (20 $^{\circ}$ C)	0.95mPa·s	黏度 (20 $^{\circ}$ C)	25mPa·s
烷氧基类复合物含量	$\geq$ 98.9%	烷氧基类复合物含量	$\geq$ 15%
硅氧烷含量	$\leq$ 0.3%	硅氧烷含量	无
挥发性有机物含量	<400g/L	挥发性有机物含量	<200g/L

3、裂缝修补用胶

采用符合《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22-2008) 4.7.1 条规定裂缝修补用胶的要求。具体性能指标见下表:

表 9.4 裂缝修补用胶 (注射剂) 的安全性能指标

性能项目	性能措施	
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	$\geq$ 20
	抗拉弹性模量 (MPa)	$\geq$ 1500
	抗压强度 (MPa)	$\geq$ 50
	抗弯强度 (MPa)	$\geq$ 30, 且不得呈脆性破坏
钢—钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	$\geq$ 10	
不挥发物含量 (固体含量) (%)	$\geq$ 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	

4、混凝土裂缝修补材料

采用符合《公路桥梁加固设计规范》(JTGT J22-2008) 4.7.2 条规定的聚合物水泥砂浆。具体性能指标见下表:

表 9.5 裂缝修补用聚合物水泥注浆材料的安全性能指标

性能项目	性能要求	
胶体性能	劈裂抗拉强度 (Mpa)	$\geq$ 5
	抗压强度 (Mpa)	$\geq$ 40
	抗折强度 (Mpa)	$\geq$ 10
注浆料与混凝土的正拉结强度 (Mpa)	$\geq$ 2.5, 且为混凝土破坏	

5、水下玻纤套筒材料

水下玻纤套筒材料性能指标, 满足《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》(GB 50728-2011) 要求。

表 9.5 水下玻纤套筒性能指标

项目名称	性能指标	
拉伸强度 (MPa)	横向	$\geq$ 200
	纵向	$\geq$ 200
弯曲强度 (MPa)	横向	$\geq$ 200
	纵向	$\geq$ 200
弯曲弹性模量 (MPa)	横向	$\geq$ 10000
	纵向	$\geq$ 10000
巴氏硬度	$\geq$ 35	
吸水率 (%)	$\leq$ 0.7	

表 9.6 水下玻纤套筒耐 UV 指标

检测项目	检测结果
拉伸强度	1000h (UV) 老化后下降率 $\leq$ 10%
弯曲强度	1000h (UV) 老化后下降率 $\leq$ 10%
弯曲弹性模量	1000h (UV) 老化后下降率 $\leq$ 10%

表 9.7 水下灌浆料性能指标

项目名称	性能指标
拉伸强度 (MPa)	$\geq$ 14
抗弯强度 (MPa)	$\geq$ 50
抗压强度 (MPa)	$\geq$ 85
与混凝土正拉粘结强度 (MPa)	$\geq$ 2.5
抗折强度 (MPa)	$\geq$ 25
劈裂抗拉强度 (MPa)	$\geq$ 8.5
截锥流动度初始值 (mm)	$\geq$ 300
90d 湿热老化强度降低率 (%)	$\leq$ 12%

6、更换的板式橡胶支座采用常温型橡胶支座，适用温度为-25℃~60℃，采用氯丁橡胶生产，代号 CR，各项材料及力学性能指标需满足《公路桥梁板式橡胶支座》(JT/T 4-2019)相关要求。

### 10.0 施工质量检验及验收

#### 10.1 结构破损处理

1、桥梁混凝土缺陷修补后表面应平整，无裂缝、脱层、起鼓、脱落等，修补处表面与原结构表面色泽应基本一致。

2、对浇筑面积较大的混凝土或砂浆，应预留强度试块；新旧混凝土的粘结情况可通过敲击法和钻芯取样检测，钻芯检测法应符合《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23-2008)规定。

#### 10.2 裂缝修补

裂缝修补结束后，应检查补强效果和质量。凡有不密实或重新开裂等外观不合格情况，应及时采取补灌等补救措施，确保工程质量。表面封缝材料固化后应均匀、平整，不出现裂缝，无脱落。在裂缝灌注胶达到完全固化期(7天)时，可用超声波或取芯法进行灌注质量检验。

##### 1、超声波法

检查数量：见证抽测裂缝总数的 10%且不少于 5 条裂缝。

检验方法：按《超声波法检测混凝土缺陷规程》(CECS21:2000)的规定执行。

##### 2、芯样法

随机钻取直径为 50mm~70mm 的芯样进行检测。钻芯前应先通过探测避开钢筋；钻芯取点宜于裂缝中部。检查芯样裂缝是否被胶体填充密实，饱满，粘结完整。若此构件还有其他加固补强措施，须对芯样做劈拉强度试验；试件不应首先在裂缝修补处破坏。

钻芯后留下的孔洞，应采用强度等级不低于 C30 级，且高于原构件混凝土一个强度等级的微膨胀细石混凝土或掺有石英砂的锚固胶填塞密实。

检测数量：每一检验批同类构件见证抽查 10%且不少于 3 条裂缝，每条取芯样一个。

检验方法：观察，检查抗劈拉试验记录。当检验结果符合下列条件之一时为符合设计要求：沿裂缝方向施加的劈力，其破坏应发生在混凝土部分(即内聚破坏)；或破坏虽有部分发生在界面上，但其破坏面积不大于破坏面总面积的 15%。

3、表面裂缝修补项目还应满足表 10.1 及表 10.2 要求。

表 10.1 裂缝表面封闭实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	表面封闭涂敷厚度(μm)	平均厚度≥设计厚度，80%点的厚度>设计厚度，最小厚度≥80%设计厚度	测厚仪：每 100m <sup>2</sup> 测 10 点，且不少于 10 点，7d 后检查
2	黏结强度(MPa)	在合格标准内	按《公路养护工程质量检验评定标准(第一册 土建工程)》附录 N 检查

表 10.2 裂缝灌浆实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	灌胶嘴间距(mm)	符合设计要求	尺量：抽查 10%
2	灌胶压力(MPa)	符合设计要求	压力表读数：全部
3	停胶后持压时间(min)	符合设计要求	计时器：全部
4	灌缝饱满程度	饱满	观察芯样、压力机：按设计规定，设计
5	劈裂抗拉强度(MPa)	符合设计要求	未规定时每检验批取 3~5 个芯样

#### 10.3 支座更换

1、支座安装位置与梁底轴线及垫石中心线偏差应符合 JTG/TF50、JT/T4 和 JT391 等规范标准以及更换要求；

2、板式橡胶支座受力状态正常，不应有偏压、裂纹、脱空和不均匀外鼓现象；

3、板式橡胶支座不应有初始剪切变形，上下承压板、聚四氟乙烯滑板和不锈钢板安装应符合 JT/T4 等相关标准规定；

4、墩台顶面和梁底支撑面不应有局部承压破坏现象，梁体不应有新增裂纹或其他损坏现象。若出现新增裂纹或损伤现象应查清原因并修复；

5、支座更换后，垫石模板应拆除，不得留有任何垃圾。

#### 10.4 水下玻纤套筒

灌浆料灌注质量检测，空鼓面积之和与总粘贴面积之比≤10%，可利用小锤敲击法及现场钻心取样。

表 10.3 水下玻纤套筒检测项目及要

水下玻纤套筒加固法实测项目				
项次	检查项目	合格标准	检查方法	频率
1	基面处理情况	裸露钢筋除锈，钢桩涂层清	目测	全部

		除, 磨毛、干净			
2	玻纤套筒尺寸误差	尺寸偏差 $\leq 30\text{mm}$	钢尺测量	全部	
3	玻纤套筒厚度误差	厚度偏差 $\leq 0.5\text{mm}$	钢尺测量	全部	
4	灌浆料厚度误差	$15\text{mm}\pm 3.0\text{mm}$	钢尺测量	每构件 3 处	
5	灌浆料 灌注质 量	空鼓面积之和与 总粘贴面积之比	小于 1%	小锤敲击法	全部或抽样
		灌浆料用量	大于 1.05 倍的理论用量	台秤或量筒测量	全部

### 11.0 伸缩缝维修交通组织设计

根据检测报告, 本桥伸缩缝状况仅局部锚固区混凝土维修, 型钢使用状况良好, 锚固区混凝土维修实施时对公路正常运营有一定的影响, 拟根据现场实际情况按照单车道长度分段施工, 先封闭单车道, 利用另一侧车道保持临时通行, 在该部位伸缩缝施工完成后, 按同样步骤更换其余部位伸缩缝。施工期间在桥头及附近各路口设置标志标牌引导交通, 并请各有关部门协调好关系, 做好临时交通疏导与维护, 确保施工与营运的双安全。施工前应按照《道路交通标志和标线(第 4 部分 作业区)》(GB5768—2017) 编制详细的施工组织设计并报相关部门审批。

#### (1) 交通标志

在桥头及交叉口附近设置“前方桥梁施工, 车辆注意安全”等标志。按车道更换伸缩缝施工时, 在桥头设置“道路施工”标志、限速标志标志。标统标志根据《道路交通标志和标线》(GB5768—2017) 进行标志设计。施工路段标志支撑形式为移动式。交通标志除按图纸要求外并应注意:

- ①为确保标志的视认性, 标志的汉字和阿拉伯数字应符合标准要求。
- ②标志板与活动槽钢等加固件的连接, 在保证强度、保持板面平整及不影响粘贴反光膜的前提下, 可采用铆接点焊方式。
- ③公路交通标志反光膜采用《公路交通标志反光膜》(GB/T18833—2012) 标准, 全线均采用二级反光膜。
- ④标志板的技术要求参加规范《道路交通标志板及支撑件》(GB/T 23827-2021)。

#### (2) 交通标线

在施工作业区设置临时标线及导向箭头, 标线宽度为 15cm, 采用热熔反光涂料。施工作业结束后应恢复原状, 技术性能应符合交通部行业标准《路面标线涂料》(JT/T280-2004) 相关规定。

#### (3) 护栏及夜间警示灯

施工改道时, 应设置隔离护栏, 施工区两侧设置夜间警示灯。

### 12.0 其他注意事项

(1) 在较高位置施工需搭设脚手架时, 应增设安全防护。

(2) 桥梁维修的重点是各工序的过程监理, 工序的重点也与新建结构有很大不同, 建议选择具有相应资历及工程经历的监理公司及人员, 施工中应加强施工旁站监理。

(3) 施工期间, 施工单位应与业主、交警、路政、航道及环保等部门进行沟通, 在相关部门进行施工备案。

(4) 施工时, 进行裂缝修补、混凝土构件缺陷修补、支座更换等工作, 可多作业面展开作业。

(5) 建议桥梁交通主管部门、公路管理机构应依据有关法律法规的规定, 对维修工程中涉及桥梁的养护管理工作进行监督检查。

(6) 施工期间, 应严格控制并减小施工荷载。

(7) 伸缩缝维修工程的实施对道路正常运营有一定的影响, 需要部分车道封闭、部分车道通行。施工期间应在施工地点附近路口设置标志牌引导交通, 并报请各有关部门协调好关系, 做好临时交通疏导和维护。施工单位在更换伸缩缝施工前应制定详细的施工组织设计, 在施工期间应根据道路具体情况调整和补充相关的交通标志及安全设施, 施工期间应配备专人值班, 确保车辆畅通及行车安全。

(8) 对于更换的板式橡胶支座, 产品各项性能参数指标需严格满足《公路桥梁板式橡胶支座》(JT/T 4-2019) 相关要求。本次支座高度与原有高度一致, 既有支座上下钢板及不锈钢板给予利用, 支座更换前需对不锈钢板打磨至光滑。

(9) 对于施工过程中出现的桥面泄水管堵塞、损坏等病害应一并进行维修或更换, 具体工程量以现场实际发生为准。

(10) 由于水中桩基病害的隐蔽性, 施工前, 施工单位复核相关位置的病害尺寸、砼表面质量等, 形成相关文字及影像资料。经监理、设计及业主认可后方可实施加固。

(12) 施工前, 维修加固施工应对照实桥和维修设计图, 认真测量放样, 并根据测量值进行必要修正。如发现实际构造与原设计有出入以及有新的病害产生时, 应及

时通知维修设计人员。本次施工前相关施工单位应对需要加固桩基尺寸进行原始数据复核记录，设计图中桩径是按照检测报告中的实测桩径尺寸（没有则按照设计桩径尺寸），施工单位应根据现场数据对具体实施的构件尺寸进行确认后再订做。

（13）关于工程量的说明：施工单位应充分了解水下桩基加固的隐蔽性、复杂性，应采取表面凿毛等控制填充材料的用量。本设计工程数量中工程数量已考虑乘以 1.3 倍的扩大系数，具体工程数量以现场实际发生且监理及业主认可的最终数量为准。

（14）相关材料采购前，施工单位应核实现场实际尺寸。

（15）所有施工开始前坚持“首件制度”，如增大截面施工等。

（16）施工时注意安全，尽量减小对通行车道的影响，施工期间，应严格控制并减小施工荷载，施工中应加强施工旁站监理。

（17）鉴于本桥大部分桥墩均位于水中，为降低施工难度，建议在枯水期进行桩基维修加固。

（18）施工期间涉水工程应征询水利部门意见，并做好专项施工方案（含施工期间环保措施方案），经相关部门批准后方可实施。

（19）按照《省交通运输厅关于立即开展桥梁隧道安全生产检查严防重大事故的通知》（苏交传〔2019〕427 号）和厅公路事业发展中心下发的《关于立即开展全省普通公路安全隐患排查治理工作的紧急通知》（苏交公传〔2019〕228 号）的要求，依据《交通运输部关于进一步加强公路桥梁养护管理的若干意见》（交公路发〔2013〕321 号）中《桥梁限载标志和桥面标线设置要求》，**建议本次桥梁维修处置后，在技术评定等级达到 2 类的条件下，限载 30t。**

支座更换工程数量表

序号	桥梁名称	更换原因	更换数目(套)	备注
1	维西桥	1、支座剪切超限 2、老化变质、开裂	108	GBZY Φ200×49 支座: 108套(6排)
合计		108 套		

桩基加固工程数量总表 (共7个)

编号	名称	单位重	总重	放大系数	全桥合计
1	t=3mm玻纤套筒	(m <sup>2</sup> )	64.58	1.3	83.95
2	环氧灌浆料	(m <sup>3</sup> )	1.987	1.3	2.58
3	环氧封顶胶	(m <sup>3</sup> )	0.030	1.3	0.04
4	基面清理	(m <sup>2</sup> )	63.12	1.3	82.06
5	砌体凿除清理	(m <sup>3</sup> )	10.5		

环氧砂浆工程材料数量表

序号	破损位置	环氧砂浆修补 (m <sup>2</sup> )	除锈剂 (m <sup>2</sup> )	阻锈剂 (m <sup>2</sup> )
1	空心板梁	0.7	0.1	0.1
2	盖梁及下部基础	3.8	0.6	0.6

维西桥台底边坡修复工程量

材料	项目	单位	工程量
素土回填		m <sup>3</sup>	50
C25混凝土护坡		m <sup>3</sup>	33
C25混凝土坡脚		m <sup>3</sup>	22.4
5cm砂砾垫层		m <sup>3</sup>	8.8

裂缝(<0.15mm)工程数量表

序号	结构类型	裂缝封闭(m)	合计
1	板梁裂缝	23.0	27.2
2	墩台基础裂缝	4.2	

裂缝(≥0.15mm)处理数量表

序号	结构类型	裂缝注胶(m)	合计
1	盖梁裂缝	6.0	6.0

桥头道路改造工程数量估算表(小桩号侧)

序号	工程数量表		
	18cmC30水泥混凝土 (m <sup>2</sup> )	5cm厚AC-13沥青混凝土 (m <sup>2</sup> )	混凝土凿除 (m <sup>3</sup> )
1	35	35	3.6

伸缩缝锚固区材料数量表

序号	桥梁名称	锚固区C50快干混凝土(m <sup>2</sup> )	备注
1	维西桥	0.5	处理厚度按照10cm考虑

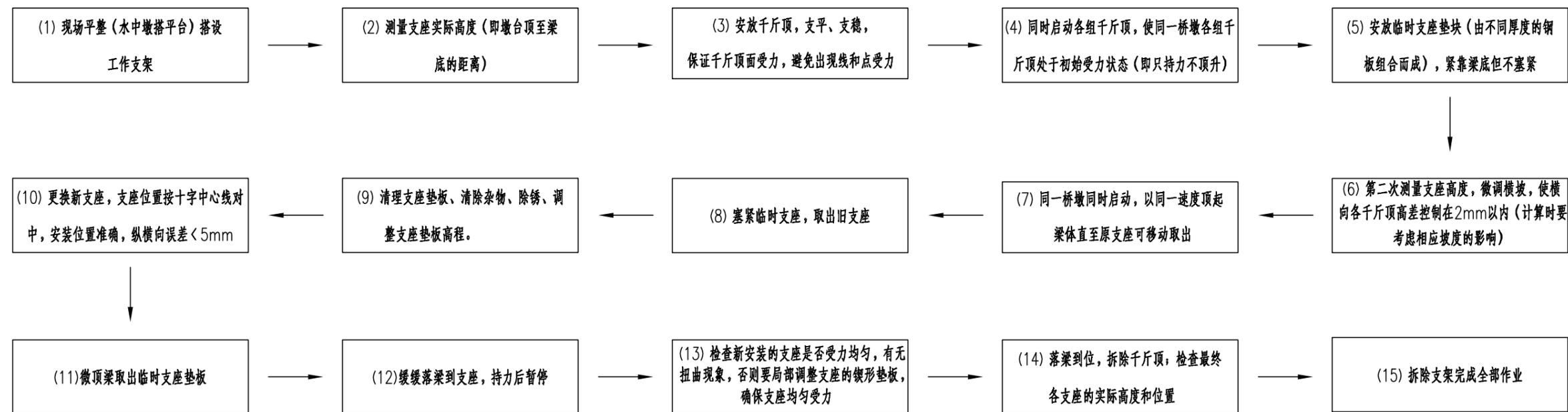
安全设施工程数量表

序号	类型	截面	结构形式	单位	数量
1	限重标志	2×Φ800	单柱一	块	2

说明:

- 1、若表中数据与图纸中数据相冲突,以图纸中数据为准。
- 2、交通标志版面及支架工程数量详见具体图纸。
- 3、混凝土破损、锈胀处理工程量、裂缝修补工程量考虑现场实际冲刷,已做适当富余。

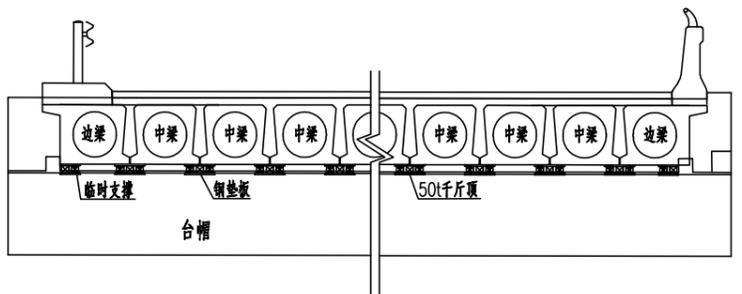
### 支座更换流程图



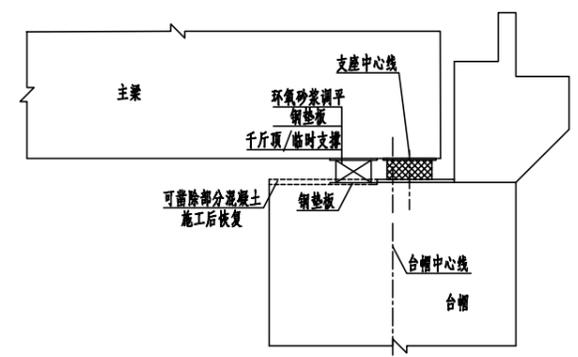
说明:

1. 以上操作程序只是在伸缩缝处更换支座的作业方法, 如非伸缩缝处的墩上更换支座, 需要相邻另一孔梁安放千斤顶, 和更换支座的梁端同步起落, 防止连续桥面被顶裂;
2. 更换支座位置参照《设计说明》, 如果施工过程中发现支座病害位置与报告不一致, 请联系设计单位进行相应调整。

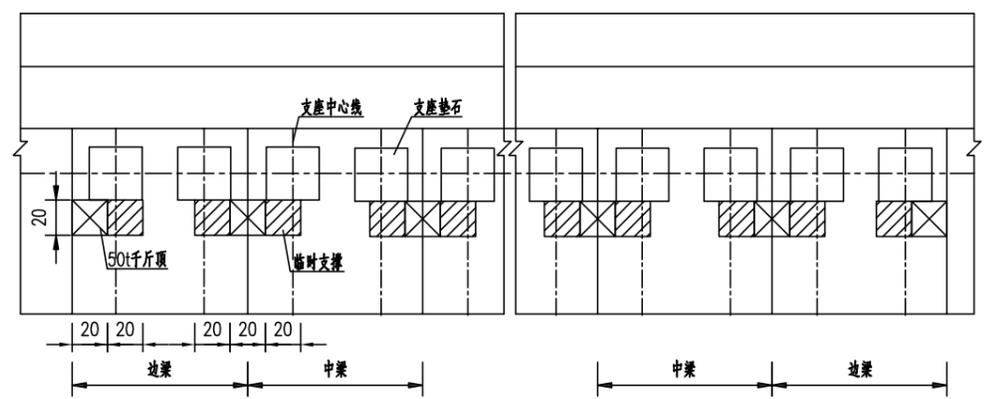
桥台千斤顶布置立面图



桥台处千斤顶布置侧面图



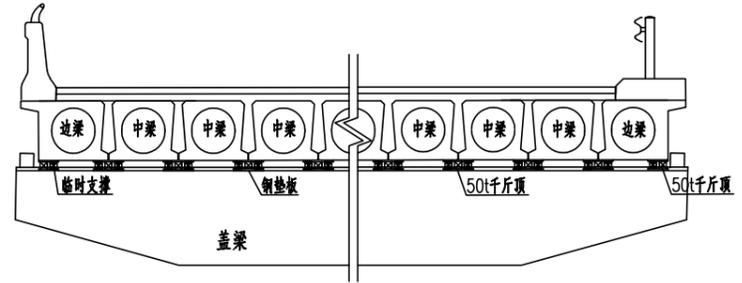
桥台千斤顶布置平面图



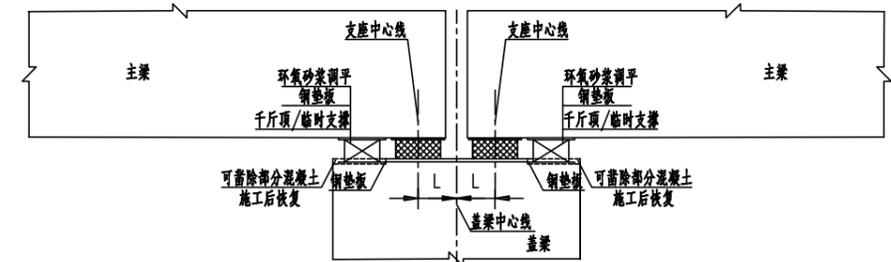
支座更换工程数量表

序号	桥梁名称	更换原因	更换数目(套)	备注
1	维西桥	1、支座剪切超限 2、老化变质、开裂	108	GBZY φ200x49 支座: 108套(6排)
合计			108套	

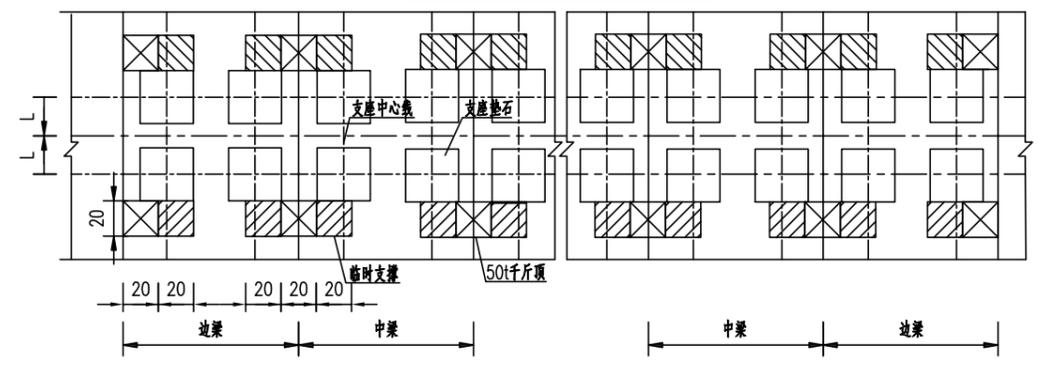
桥墩处千斤顶布置立面图



桥墩处千斤顶布置侧面图

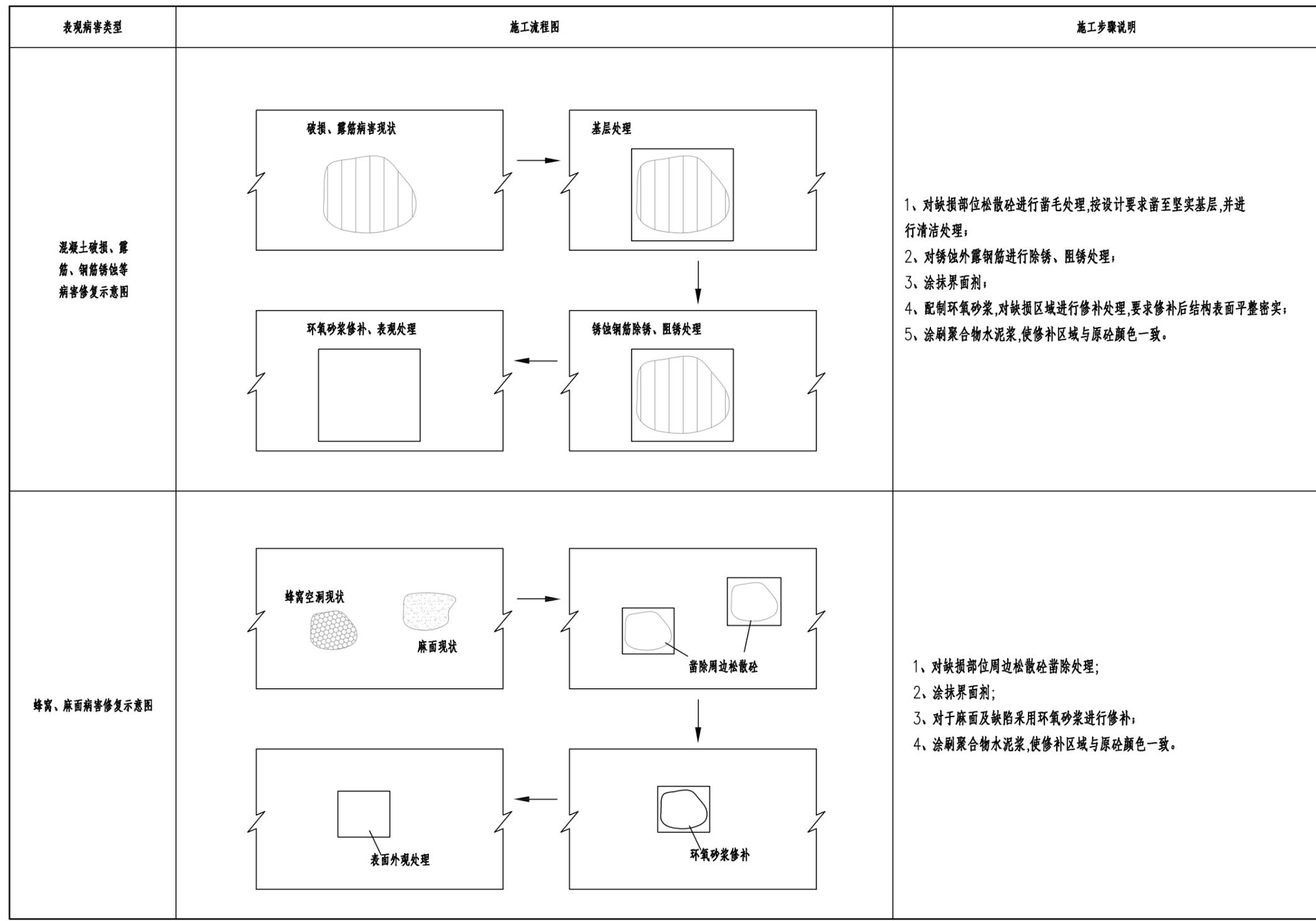


桥墩千斤顶布置平面图



说明:

1. 本图除特别说明外,均以cm计。
2. 顶升过程采用顶升力和位移双控,整体顶升方法,即一孔桥梁各块板梁同步均布顶升,保证横桥向顶升严格同步。
3. 千斤顶顶升位置应先放样,根据实际需要可凿除千斤顶处部分台帽、盖梁表面混凝土,表面采用环氧砂浆找平;确保千斤顶上下面水平受力,施工完毕后按原样恢复,千斤顶和临时支撑上下垫板宜均匀,尽量靠近墩柱中心位置。
4. 千斤顶本体高度不大于10cm,本体直径不大于20cm,在正式顶升前应进行试顶,试顶主要是为了消除支撑本身的非弹性变形或沉降。
5. 顶升采用油压千斤顶,应采用同批生产的标准构件,并在施工前对千斤顶进行标定。
6. 试顶完成后,进行同步顶升梁体,梁体顶升应分级进行,建议每级顶升1mm,能取出支座时,即停止顶升,并立即在梁底设置临时支撑,临时支撑需与梁体紧密接触。
7. 为有效控制支座更换过程中梁体的应力增加幅度,保证桥梁结构的安全,支座更换施工前,应有完整的监控实施方案,在支座更换施工中,应对梁体的位移和梁体应力变化情况实施监控。
8. □为50t超薄型千斤顶,■为支承能力不小于100t的临时支撑。
9. 原桥支座中心处垫石高度及支座高度以现场实测为准。

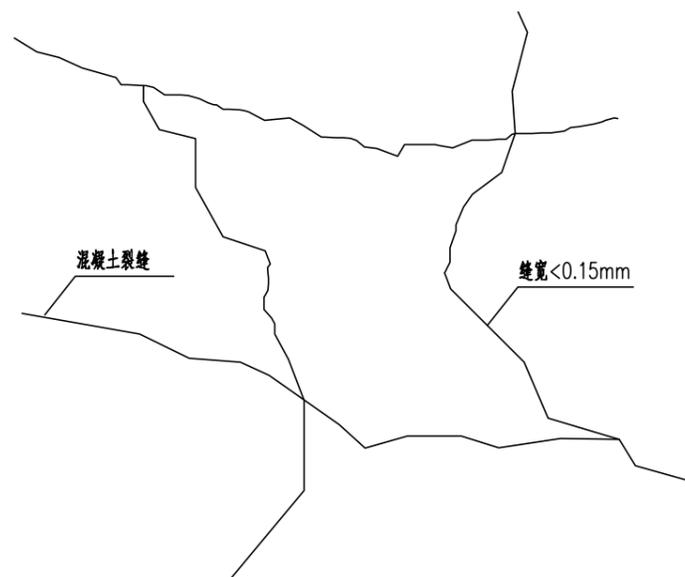


环氧砂浆工程材料数量表

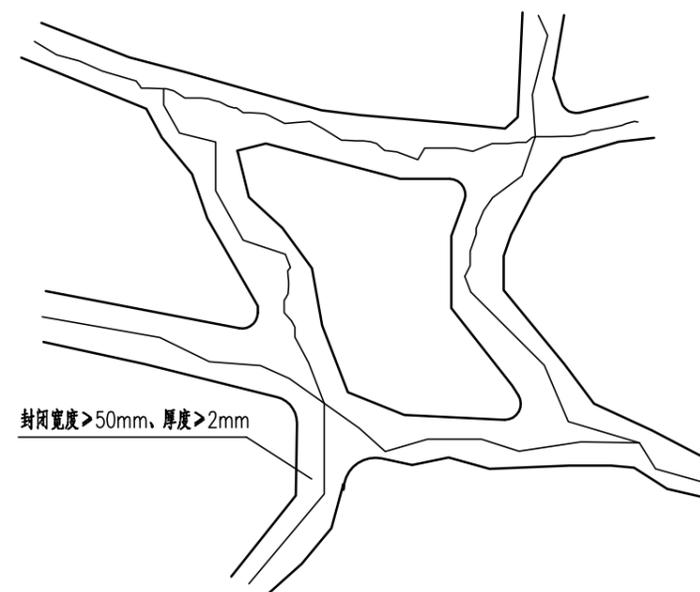
序号	破损位置	环氧砂浆修补 (m <sup>2</sup> )	除锈剂 (m <sup>2</sup> )	阻锈剂 (m <sup>2</sup> )
1	空心板梁	0.7	0.1	0.1
2	盖梁及下部基础	3.8	0.6	0.6

说明:  
1. 缺损修补前,需对全桥缺损位置复核,实际工程量以现场实测为准。

裂缝示意图



裂缝封闭示意图



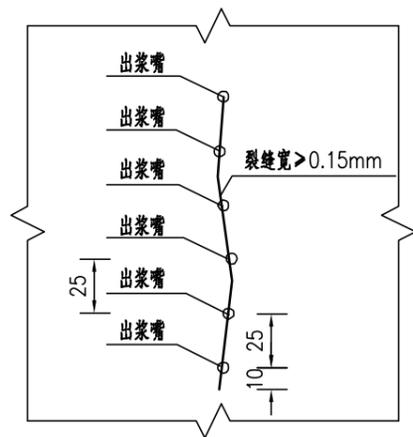
裂缝(<0.15mm)工程数量表

序号	结构类型	裂缝封闭(m)	合计
1	板梁裂缝	23.0	27.2
2	墩台基础裂缝	4.2	

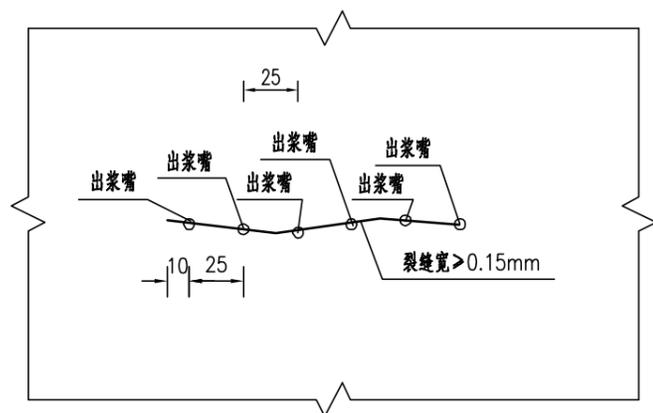
说明:

1. 本图适用于裂缝宽度<0.15mm的裂缝处置。
2. 对砼护栏的裂缝进行表面封闭处理。
3. 裂缝处理前先对裂缝两侧3~5cm范围混凝土表面清理干净,以免影晌封闭效果。
4. 裂缝表面封闭处理时直接将封闭胶涂刷在裂缝混凝土表面,应做到连续无间断,确保封闭密实。
5. 封闭工艺为用小铲刀将封闭胶刮抹到裂缝上,厚度2mm左右,宽度>50mm,抹胶时应防止产生小孔和气泡,保证平整可靠。
6. 本次设计为动态设计,裂缝处置前,应对照《检测报告》复核裂缝病害数量及位置,如与检测报告不同时,以现场实际情况为准。

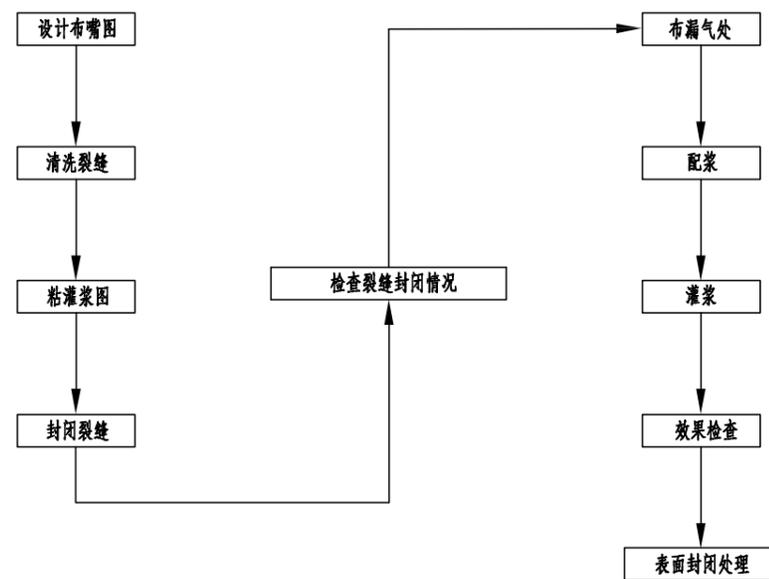
竖向裂缝灌浆修补压、出浆嘴布置示意图



横向裂缝灌浆修补压、出浆嘴布置示意图



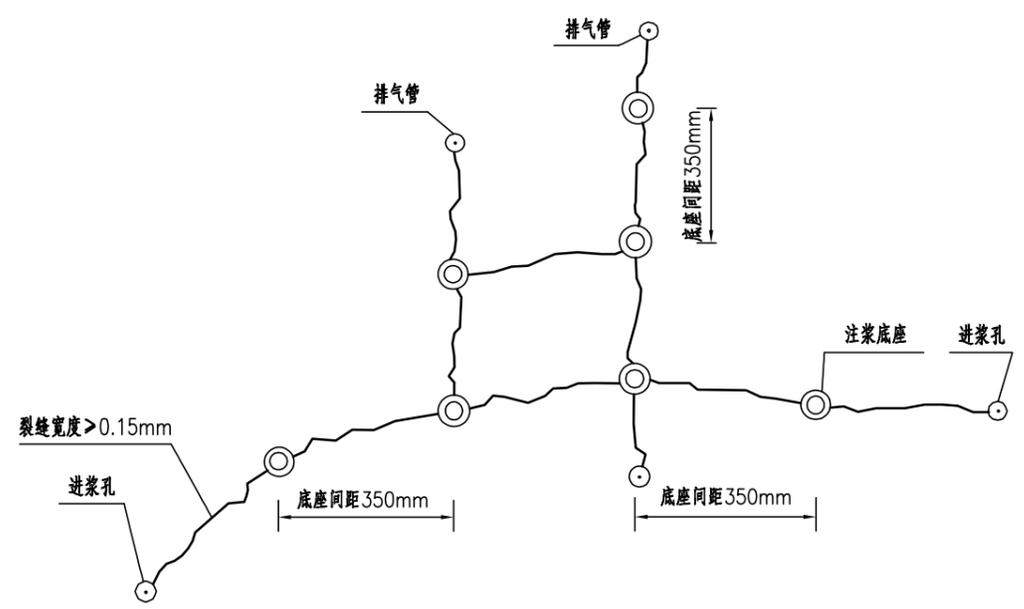
灌浆修补裂缝工艺流程



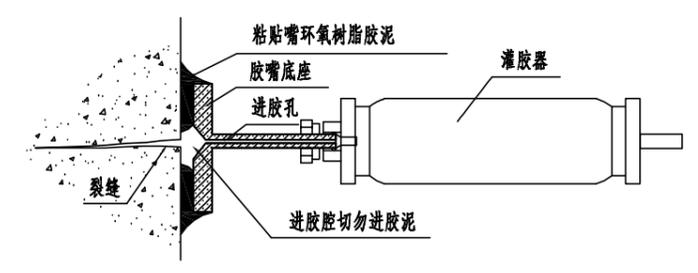
说明:

1. 本图尺寸除标明外,其余均以厘米为单位。本图适用于混凝土构件单缝灌浆。
2. 裂缝宽度 $<0.15\text{mm}$ 的裂缝仅需进行表面封闭,表面封闭后要考虑梁体的美观;裂缝宽度 $>0.15\text{mm}$ 的裂缝需按图中所示工艺进行处理。
3. 灌浆设备由电动空压机、贮存罐、送气罐、输浆管及压浆嘴组成,压浆嘴由钢材制作而成,压浆嘴有开启、关闭、封闭功能并便于粘接;以满足封闭后的试压、试注、试排气和保压等工艺要求;输浆及送气管采用 $\phi 8\text{mm}$ ,耐压 $1\text{MPa}$ 以上的耐压管。
4. 压浆嘴布置原则:单缝每隔约 $25\text{cm}$ 布嘴一个,粘接压浆嘴和封缝前,应沿缝对混凝土表面进行处理,清除松散灰砂、油垢,使压浆嘴和封缝胶附于坚实平整的混凝土基面上。
5. 对深度的结构性裂缝,宜切缝或斜向自下而上钻孔至裂缝深处(约为构件厚度的 $1/2$ ),且须与破面交叉,然后在孔内埋设压浆管。
6. 压浆嘴应设置在裂缝端部、交叉处和较宽处,对贯穿性裂缝应每隔 $1\sim 2\text{m}$ 加设一个压浆管。
7. 用于灌缝工艺时,应使用专用的封闭胶,胶与混凝土的粘结强度应大于 $4\text{MPa}$ ,胶层应均匀无气泡、砂眼,厚度大于 $2\text{mm}$ ,与压浆嘴连接紧密;注浆压力较大时,可加贴玻璃纤维布增强密封带胶缝的粘结强度,纤维布宽度为 $6\sim 8\text{cm}$ 。
8. 封缝胶固化后,应使用洁净无油的压缩空气试压,确认压浆通道是否通畅、密封、无泄漏。
9. 施工过程中,灌缝顺序应按由宽到细、竖直裂缝由下到上的顺序施工。
10. 压浆嘴应在浆液初凝后方可拔下(初凝时间可参照厂家提供的产品说明和技术参数)。

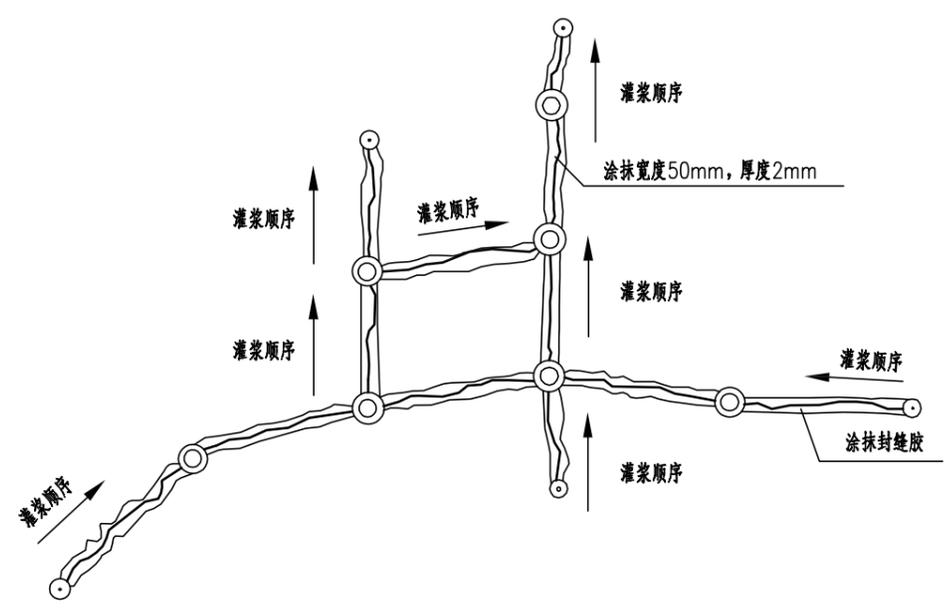
交叉裂缝安装注胶底座示意图



压浆示意图



交叉封缝注浆示意图



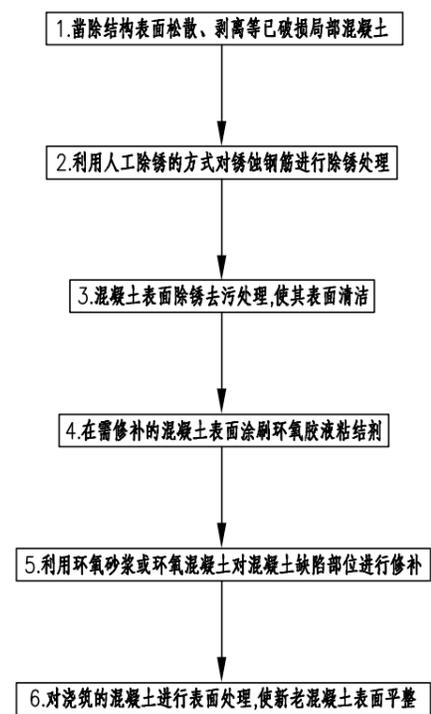
裂缝(≥0.15mm)处理数量表

序号	结构类型	裂缝注浆(m)	合计
1	盖梁裂缝	6.0	6.0

说明:

1. 本图尺寸除标明外,其余均以厘米为单位;本图适用于混凝土构件交叉裂缝修复。
2. 裂缝宽度 $<0.15\text{mm}$ 的裂缝仅需进行表面封闭,表面封闭后要考虑梁体表面的美观;表面封闭工艺用小铲刀将封缝胶刮抹到裂缝上,厚度 $2\text{mm}$ 左右,宽度 $>50\text{mm}$ ,抹胶时应防止产生小孔和气泡,保证平整可靠;裂缝宽度 $>0.15\text{mm}$ 的裂缝需按图中所示工艺进行处理。
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. 贯穿裂缝需做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. 交叉裂缝与单缝的灌缝区别在于:注胶底座的位置和灌缝顺序不同,其它工艺要求与单缝相同。

### 钢筋外露除锈工艺流程

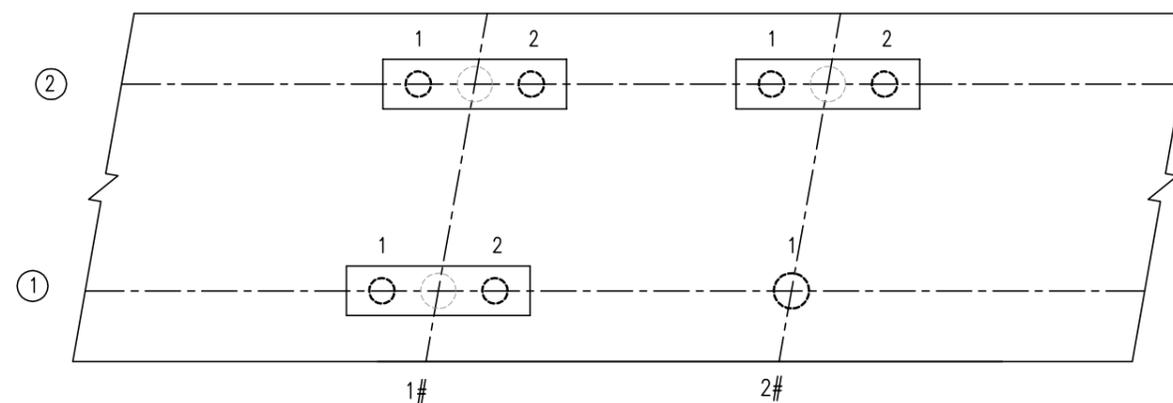


说明:

- 1.具体处置数量以现场实际发生为准。
- 2.未尽事宜,按相关施工技术规范执行。

设计	复核	审核	图号	日期
			SI-06	2025.06

水下基桩处理平面示意图



处理方案汇总表

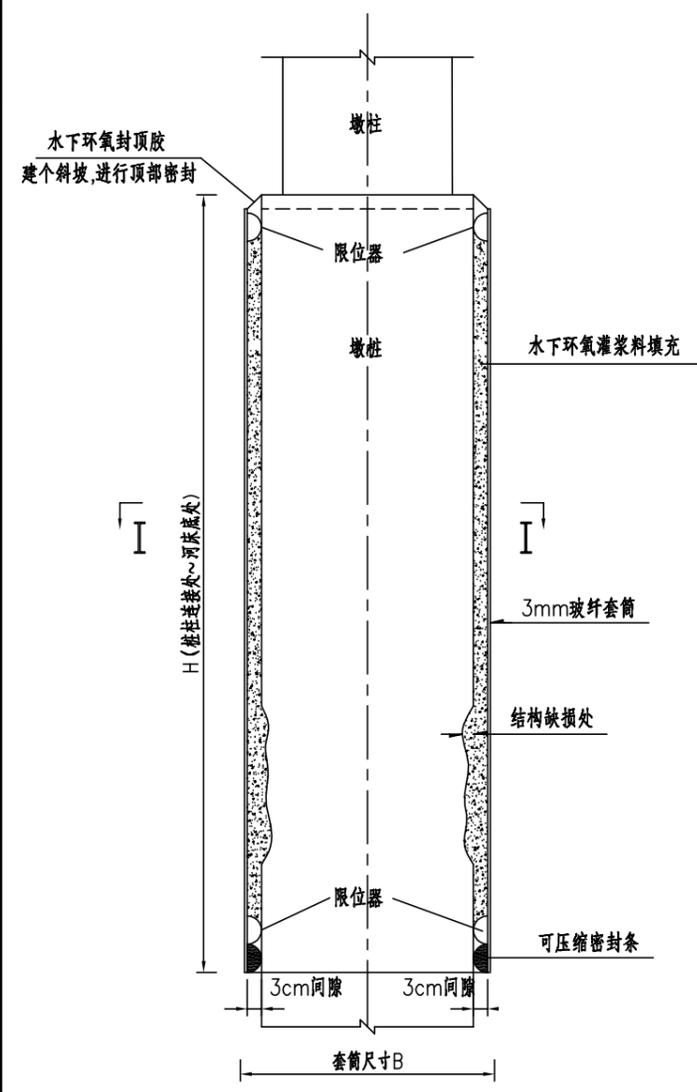
序号	桥梁名称	构件	病害描述	立柱直径 (cm)	理论桩径 (cm)	实测桩径 (cm)	水深 (m)	处理方案	拟加固高度H(m)	拟加固范围	合计加固长度 (m)
1	维西桥	1#墩-1-1	承台底面下45cm处开始露筋,桩体表面四周破损严重,露筋	100	120	约120	3.00	玻纤套筒	2.50	承台底面~河床底	17.14
2		1#墩-1-2	承台底面下55cm处开始露筋,桩体表面四周破损严重,露筋	100	120	约120	3.30	玻纤套筒	2.80	承台底面~河床底	
3		1#墩-2-1	承台顶面下60cm处开始破损,桩体表面四周破损严重,露筋	100	120	约120	2.45	玻纤套筒	1.95	承台底面~河床底	
4		1#墩-2-2	承台底面下25cm处开始露筋,桩体表面四周破损严重,露筋	100	120	约120	2.70	玻纤套筒	2.20	承台底面~河床底	
5		2#墩-1	水面下66cm处开始破损,桩体表面四周破损严重,露筋	100	120	约190	3.13	玻纤套筒	2.43	墩桩结合处~河床底	
6		2#墩-2-1	承台底面下50cm处开始露筋,桩体表面四周破损严重,露筋	100	120	约120	3.20	玻纤套筒	2.50	承台底面~河床底	
7		2#墩-2-2	承台底面下65cm处开始破损,桩体表面四周破损严重,露筋	100	120	约120	3.46	玻纤套筒	2.76	承台底面~河床底	

说明:

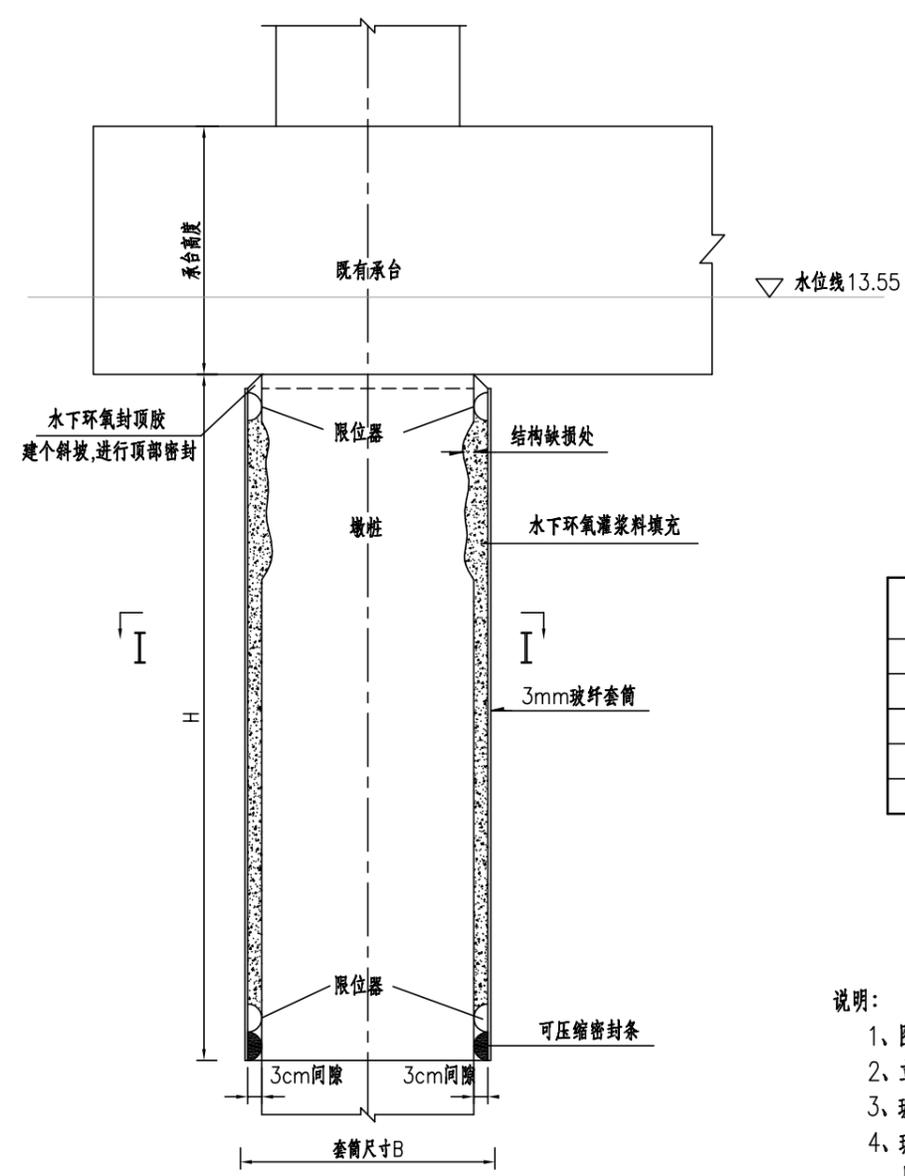
- 1、本桥设计桩径为120cm,表中桩径为检测报告中现场实测桩径,具体桩径以现场确认为准。
- 2、施工单位进场后需对基桩病害位置与基桩尺寸进行复核,根据现场病害并结合加固原则适当调整加固范围。
- 3、加固高度仅为理论值,具体可结合现场实际情况进行适当调整。

立面

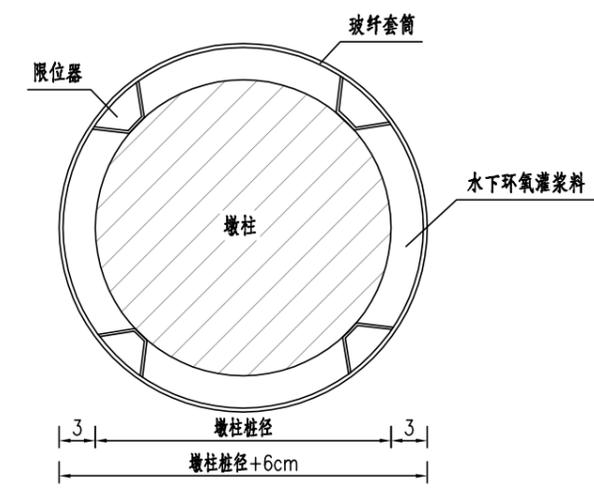
非承台基础桩基维修立面



承台基础桩基维修立面



I-I



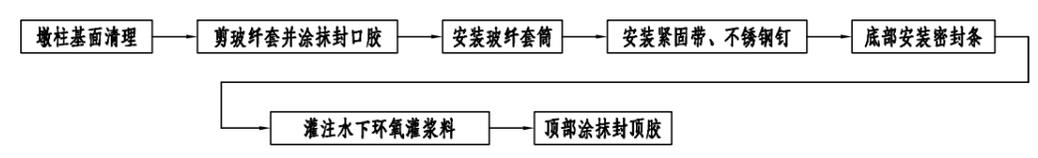
桩基加固工程数量总表 (共7个)

编号	名称	单位重	总重	放大系数	全桥合计
1	t=3mm玻纤套筒	(m <sup>2</sup> )	64.58	1.3	83.95
2	环氧灌浆料	(m <sup>3</sup> )	1.987	1.3	2.58
3	环氧封顶胶	(m <sup>3</sup> )	0.030	1.3	0.04
4	基面清理	(m <sup>2</sup> )	63.12	1.3	82.06
5	砌体凿除清理	(m <sup>2</sup> )		10.5	

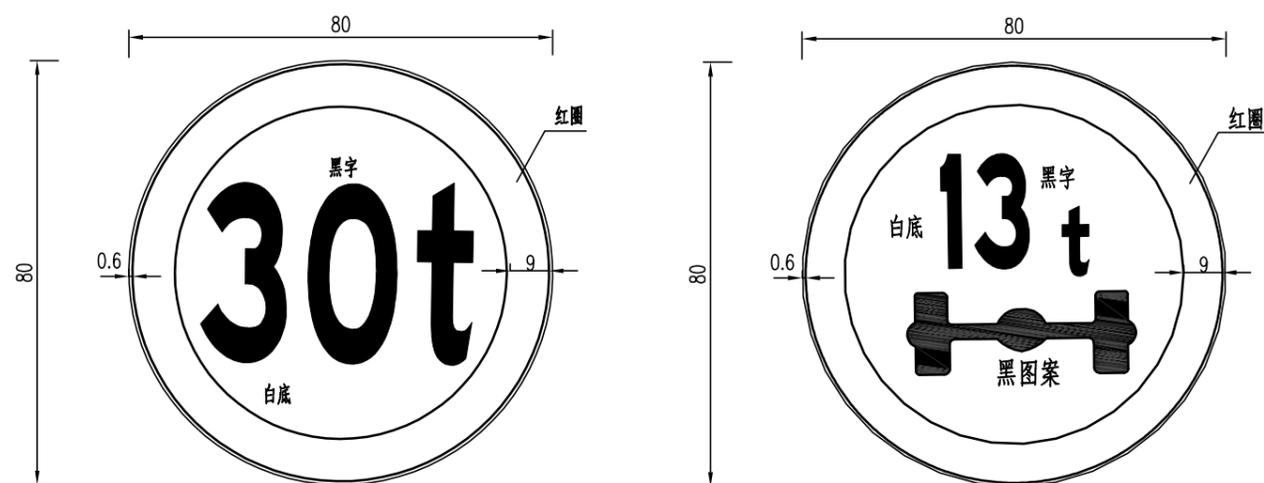
说明:

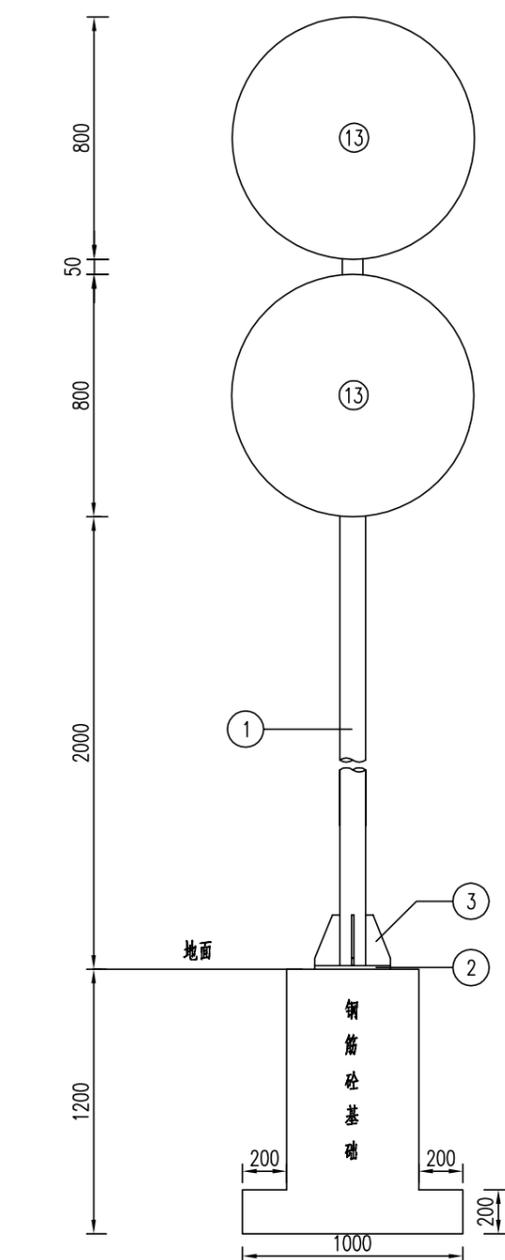
- 1、图中尺寸均以厘米为单位。
- 2、立柱采用水下玻纤套筒加固系统。
- 3、玻纤套筒与墩柱间隔3cm,套筒规格3mm厚。
- 4、玻纤套筒的拉伸强度实测值需不低于200MPa,水下灌浆料的抗压强度不得低于50MPa,且与混凝土正拉粘结强度不小于2.2MPa,与玻璃纤维套筒正拉粘结强度不小于1.5MPa。
- 5、玻纤套筒需通过1000小时耐UV测试,1000小时UV老化后,拉伸强度、弯曲强度、弯曲弹性模量老化后下降率不得超过10%。
- 6、水下环氧灌浆料需通过环保无毒的测试,水下环氧灌浆料要满足GB50728-2011要求耐湿热老化性能,以满足30年使用要求。
- 7、限位器、紧固带及不锈钢钉等为配套装置,不再单独计量。
- 8、施工前应凿除加固部位处砖砌围挡,凿除完毕后,应对结合面进行凿毛处理(凿毛深度暂定8mm),并清理干净。
- 9、本次水位线高程为《维西桥潜水检测和技术评估报告》(BG-2024-QLJ-034-01)中测量水位。
- 10、本图适用于维西桥1#、2#墩桩基维修加固。

施工工艺流程

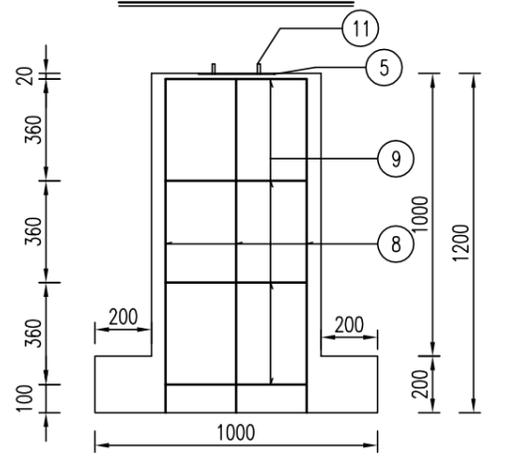


限重标志

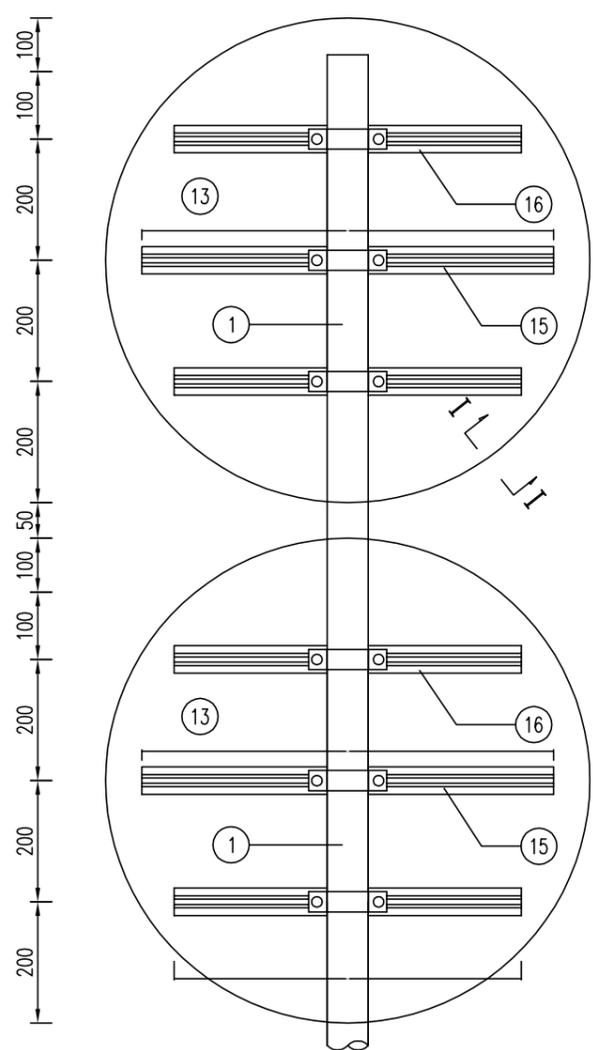




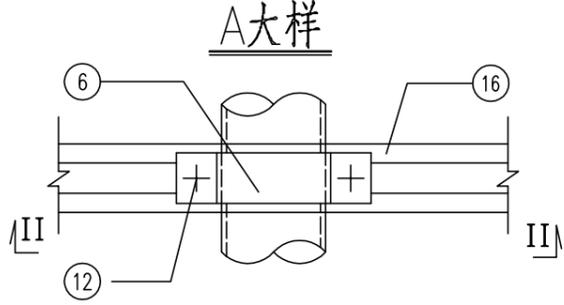
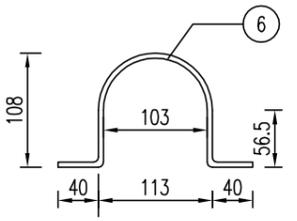
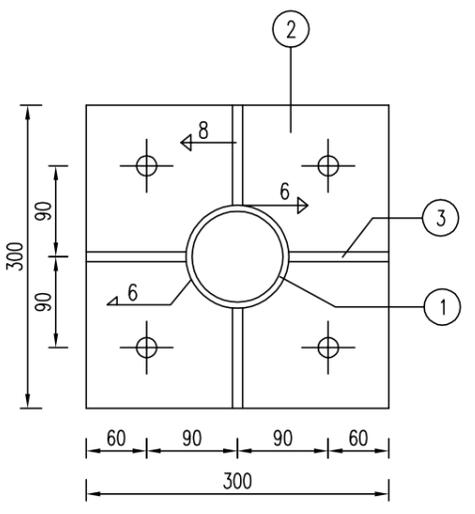
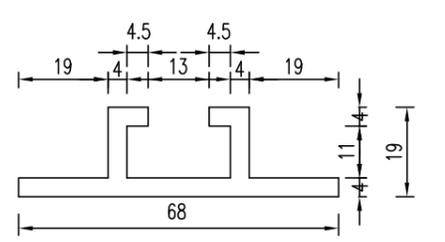
基础钢筋立面



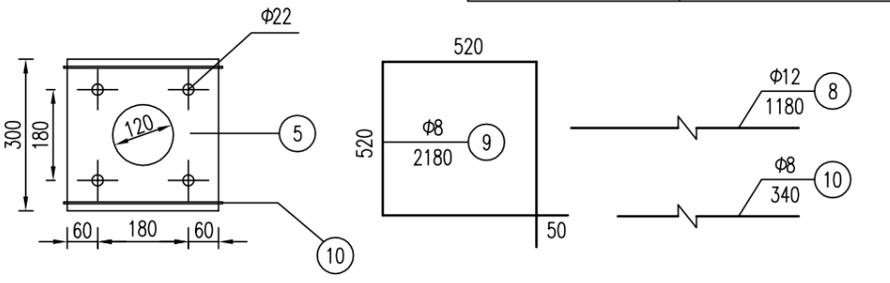
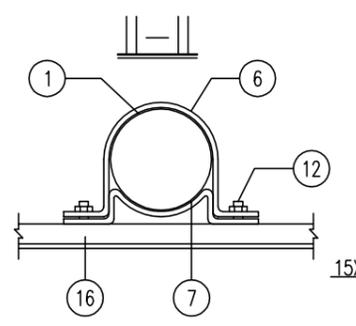
基础钢筋平面



铝合金龙骨截面



A大样



材料数量表

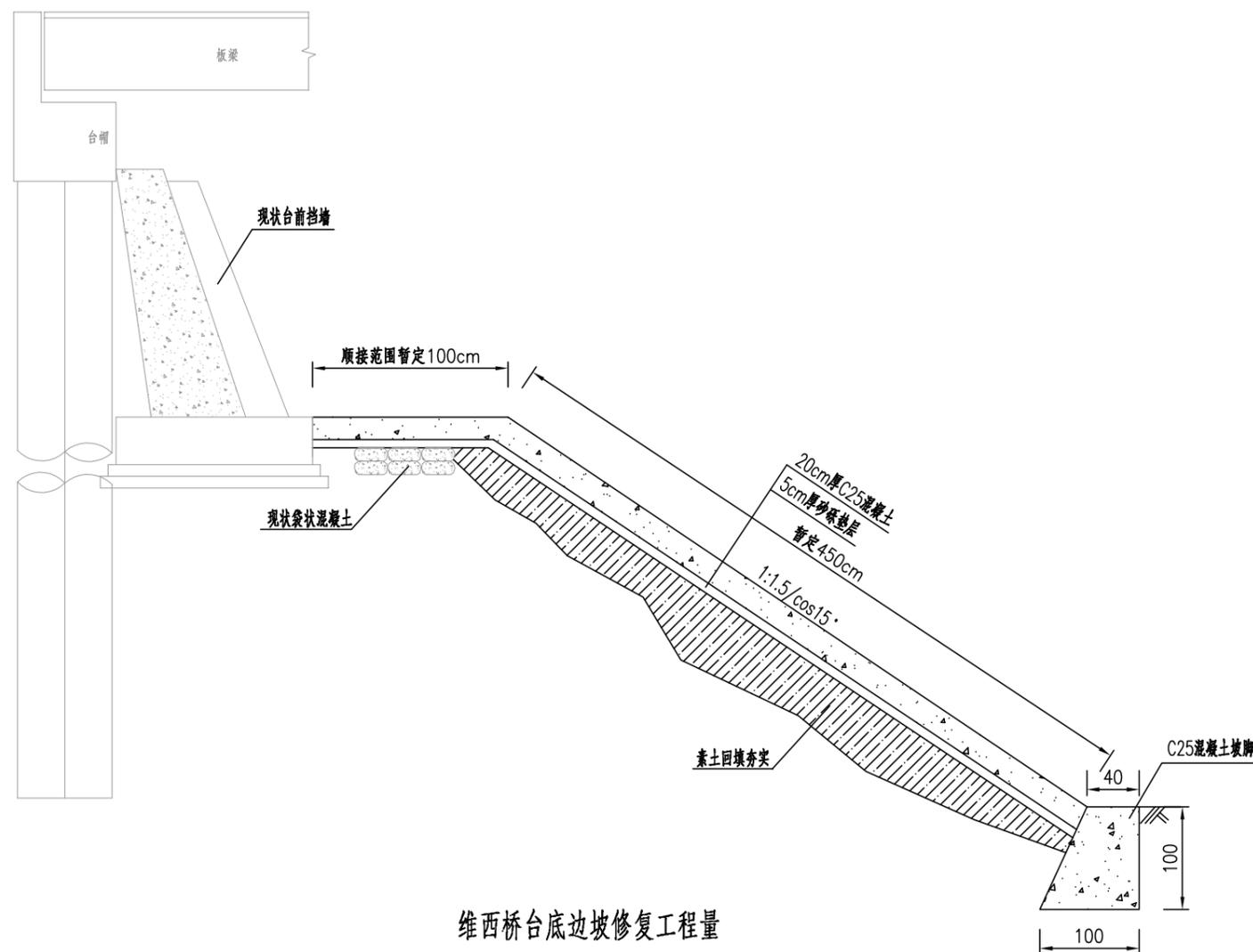
项目类别	材料名称	编号	截面	长度 (mm)	数量 (个)	单件重 (kg)	合计
金属材料	电焊钢管	1	Φ102X5	3550	1	46.31	46.31
	钢板	2	300X14	300	1	9.89	26.69
		3	99X10	200	4	1.55	
		4	102X5	102	1	0.41	
		5	300X5	300	1	3.53	
		6	50X5	343.76	6	0.67	
	抱箍	7	50X5	222.22	6	0.44	12.1
		8	Φ12	1180	8	1.05	
		9	Φ8	2180	4	0.86	
	钢筋	10	Φ8	340	2	0.13	7.36
		11	M22	600	4	1.69	
材料	直角地脚螺栓 Q/ZB-185-73	12	M12	35	12	0.06	12.1
	方头螺栓 GB-8-76	13	M12	35	12	0.06	
	铝合金板3003	15	820X2	820	2	2.83	
	铝合金龙骨2024	16	760	2	0.87		
铝合	铝合金沉头铆钉 GB-869-86	17	M4	12	82	0.0005	12.1
		16	600	4	0.69		
圻工	C25砂 (m³)						0.56

备注：表中14缺编。

说明：

1. 本图尺寸均以毫米计。
2. 钢材全部采用Q235B, 螺栓表面镀锌350g/m², 喷塑处理的钢管钢材等镀锌275g/m²。
3. 板面边缘采用卷边10mm。
4. 焊条采用E43, 焊缝均为满焊。
5. 铝合金沉头铆钉用于铆接铝合金龙骨和铝合金板, 间距为100毫米。

### 桥梁边坡修复示意图



维西桥台底边坡修复工程量

材料	项目	单位	工程量
素土回填		m <sup>3</sup>	50
C25混凝土护坡		m <sup>3</sup>	33
C25混凝土坡脚		m <sup>3</sup>	22.4
5cm砂砾垫层		m <sup>3</sup>	8.8

说明:

- 1、图中单位均以米计量。
- 2、本图适用于维西桥护坡处理，挡墙前河道护坡采用20cm厚C25混凝土+5cm砂砾垫层防护，其中河道护坡已掏空部分采用素土回填夯实，台前防护范围至桥梁边缘线，每侧桥台处合计15m，全桥合计30m。
- 3、混凝土护坡及坡脚基础每5m设置一道伸缩缝，缝宽2cm，缝内采用浸沥青木板填塞。
- 4、本次护坡采用土围堰施工，清淤量暂定54m<sup>3</sup>，抽水量暂定400m<sup>3</sup>。