

韶关市风采桥桥面人行道修缮工程

# 初步设计

第一册，共二册  
桥梁工程



 **中都工程设计有限公司**  
Zhongdu Engineering Design Co.,Ltd

二〇二五年十月

# 韶关市风采桥桥面人行道修缮工程

## 初步设计

第一册，共二册

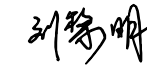
### 总目录

★ 第一册 桥梁工程	
第二册 交通工程	

单位负责人：黄道羽



总工程师：刘黎明



分管负责：陈睿



项目负责：陈睿



专业负责：杨翔骞



设计人：陈敏



工程名称：韶关市风采桥桥面人行道修缮工程

设计单位：中都工程设计有限公司

公司地址：四川省成都市锦江区百日红西路318号  
创意山二期7栋19-20楼

### 公司资质：

市政行业（给水工程、排水工程、道路工程、桥梁工程、  
城市隧道工程）专业甲级；建筑行业（建筑工程）甲级；  
风景园林工程设计专项甲级；公路行业（公路）专业甲级；

---证书编号：【A151013049】

工程咨询资信甲级（市政公用工程、建筑、公路）

---证书编号：【甲272022010358】

市政行业（环境卫生工程）专业乙级

电力行业（新能源发电）专业乙级

水利行业（河道整治、城市防洪）专业丙级

---证书编号：【A251013046】

城乡规划编制甲级

---证书编号：【自资规甲字21510465】

工程勘察专业类(岩土工程（勘察）)甲级

---证书编号：【B151013049】

工程勘察专业类(工程测量)乙级

---证书编号：【B251013049】



项目负责人

### 目录

风采桥人行道修缮工程-初步设计

序号	图表名称	图号	页数	备注
1	封面	-	1	
2	扉页	-	2	
3	图纸目录	QL-C-01	1	
4	设计说明	QL-C-02	17	
5	数量汇总表	QL-C-03	1	
6	风采桥桥型布置及病害分布图	QL-C-04	1	
7	风采桥桥面改造方案示意图	QL-C-05	2	
8	挑梁布置及一般构造图	QL-C-06	1	
9	人行道板设计图	QL-C-07	1	
10	人行道栏杆设计图	QL-C-08	1	
11	钢防撞护栏设计图	QL-C-09	2	
12	桥面排水设计图	QL-C-10	1	

## 设计说明

### 1 概述

#### 1.1 工程概况

风采大桥（又名东河大桥）位于韶关市浈江区风采路，横跨浈江，东接启明路，西连风采楼。该桥于1975年5月筹建，1979年底建成通车。



图 1.1 地理位置图

风采桥由桥梁、引道组成，桥梁长约315m，两侧引道长约167m，全长约482m。桥梁跨径组合为3×25m（板拱）+3×72m（双曲拱）；桥面总宽12m，桥面横向布置为：2m（人行道）+8.00m（车行道）+2.00m（人行道）。下部结构为重力式混凝土桥墩，桥面为沥青混凝土铺装层。风采桥东、西桥头分别与浈江河道两岸道路相连，西桥头引道长约27m，连接东堤中路平交口；东桥头引道长约140m，连接执信路交叉口。

据风采桥既有竣工资料介绍，原桥设计标准如下：

设计荷载：汽—13级，拖—60级

设计洪水位：59.3（P=1/100，1956黄海高程基准）

桥梁自1979年全面建成通车至今（2025年）已运营约46年。

本次工程设计范围为风采桥桥面人行道修缮、加固。

#### 1.2 设计内容

本工程建设内容主要包括：风采桥桥面人行道改造包括拆除重建挑梁、人行道结构，更换栏杆设施，增设桥面钢防撞护栏等内容。本次初步设计图纸共分二册，本册为第一册：桥梁工程

#### 1.3 设计依据

- (1) 《韶关市风采桥桥面人行道修缮工程设计中标通知书》
- (2) 《韶关市风采桥桥面人行道改造工程可行性研究报告》（韶关市市政管理中心，2025.7）
- (3) 《《广东省韶关市风采桥人行道悬臂梁2017年度专项检查报告》》（国家道路及桥梁质量监督检验中心，2017.07）
- (4) 《韶关市市政管理中心2024年度市政桥梁、隧道常规定期检测服务项目检测报告——风采桥定期检测报告》（佛山市公路桥梁工程监测站有限公司，2025.02）
- (5) 《韶关市市政管理中心2023年度市政桥梁、隧道常规定期检测服务项目检测报告——风采桥定期检测报告》（广东逸华交通工程检测有限公司，2024.1.28）
- (6) 《韶关市风采桥大修工程（维修加固工程）竣工图》（2017年7月）
- (7) 国家现行工程建设标准、有关设计规范和工程所在地有关规划要求。

#### 1.4 主要设计规范

- |                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| (1) 《公路工程技术标准》             | JTG B01-2014       |
| (2) 《公路桥涵设计通用规范》           | JTG D60-2015       |
| (3) 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》 | JTG 3362-2018      |
| (4) 《公路钢结构桥梁设计规范》          | JTJ D64-2015       |
| (5) 《钢结构设计标准》              | GB 50017-2017      |
| (6) 《城市桥梁设计规范》（2019版）      | CJJ 11-2011        |
| (7) 《公路桥涵地基与基础设计规范》        | JTG 3363-2019      |
| (8) 《公路桥梁抗震设计规范》           | JTG/T 2231-01-2020 |
| (9) 《低合金高强度结构钢》            | GB/T 1591-2018     |
| (10) 《桥梁用结构钢》              | GB/T 714-2015      |
| (11) 《碳素结构钢》               | GB/T 700-2006      |
| (12) 《混凝土结构加固设计规范》         | GB 50367-2013      |
| (13) 《公路桥梁加固设计规范》          | JTG/T J22-2008     |
| (14) 《公路桥梁板式橡胶支座》          | JT/T 4-2019        |

(15) 《公路桥梁伸缩缝装置通用技术条件》	JT/T 327-2016
(16) 《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》	JT/T 722-2023
(17) 《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》	JTG/T 33102-2019
(18) 《公路交通安全设施设计规范》	JTG D81-2017
(19) 《公路桥梁技术状况评定标准》	JTG/T H21-2011
(20) 《城市桥梁检测与评定技术规范》	CJJ/T 233-2015
(21) 《城市桥梁养护技术标准》	CJJ 99-2017
(22) 《钢结构通用规范》	GB55006-2021
(23) 《混凝土结构通用规范》	GB55008-2021

### 1.5 技术标准

本工程为风采桥桥面人行道修缮工程,不涉及主体结构,桥梁技术标准维持原设计。技术标准如下:

(1) 设计荷载: 汽-13级, 拖-60级;

原设计荷载为汽-13级, 拖-60级, 目前桥梁因结构病害限高 2.2m, 限重 13 吨。本次人行道改造, 人行道板设计荷载根据《城市桥梁设计规范》CJJ11-2019, 按 5kPa 或 1.5kN 的竖向集中力作用在一块构件上, 分别计算, 取其不利者。

(2) 设计洪水位: 59.3 (P=1/100, 1956 黄海高程基准);

(3) 桥面宽: 12m。

## 2 工程建设条件

### 2.1 道路及桥梁现状

韶关市风采桥(又名东河大桥)位于韶关市浈江区风采路, 横跨浈江, 东接启明路, 西连风采楼。桥梁全长约 315m, 跨径组合形式为 3×25m(板拱)+3×72m(双曲拱); 桥面总宽 12m, 桥面横向布置为: 2 m(人行道)+8.00m(车行道)+2.00m(人行道)。下部结构为重力式混凝土桥墩, 桥面为沥青混凝土铺装层。风采桥东、西桥头分别与浈江河道两岸道路相连, 西桥头引道长约 27m, 连接东堤中路平交口; 东桥头引道长约 140m, 连接执信路交叉口。



风采桥鸟瞰照



风采桥侧面照



风采桥桥面照

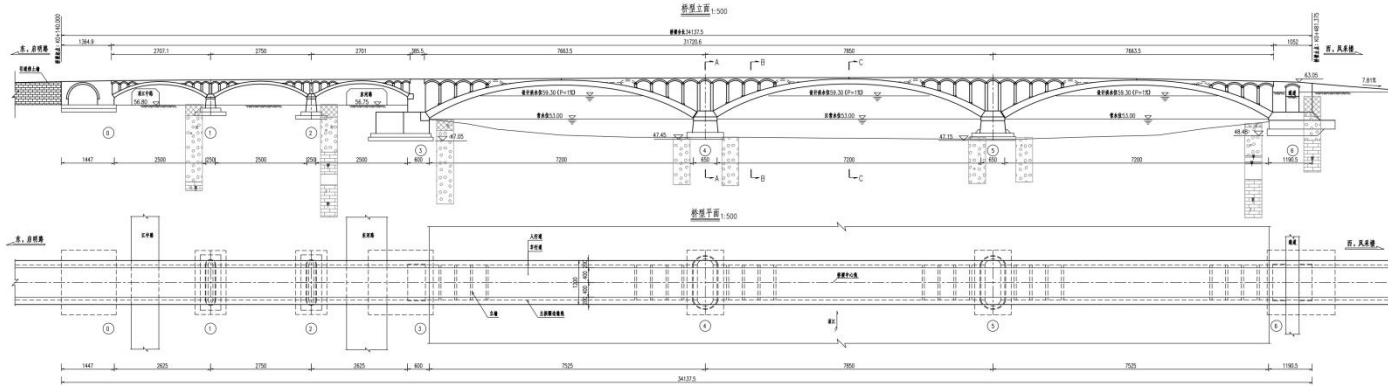


风采桥桥面照

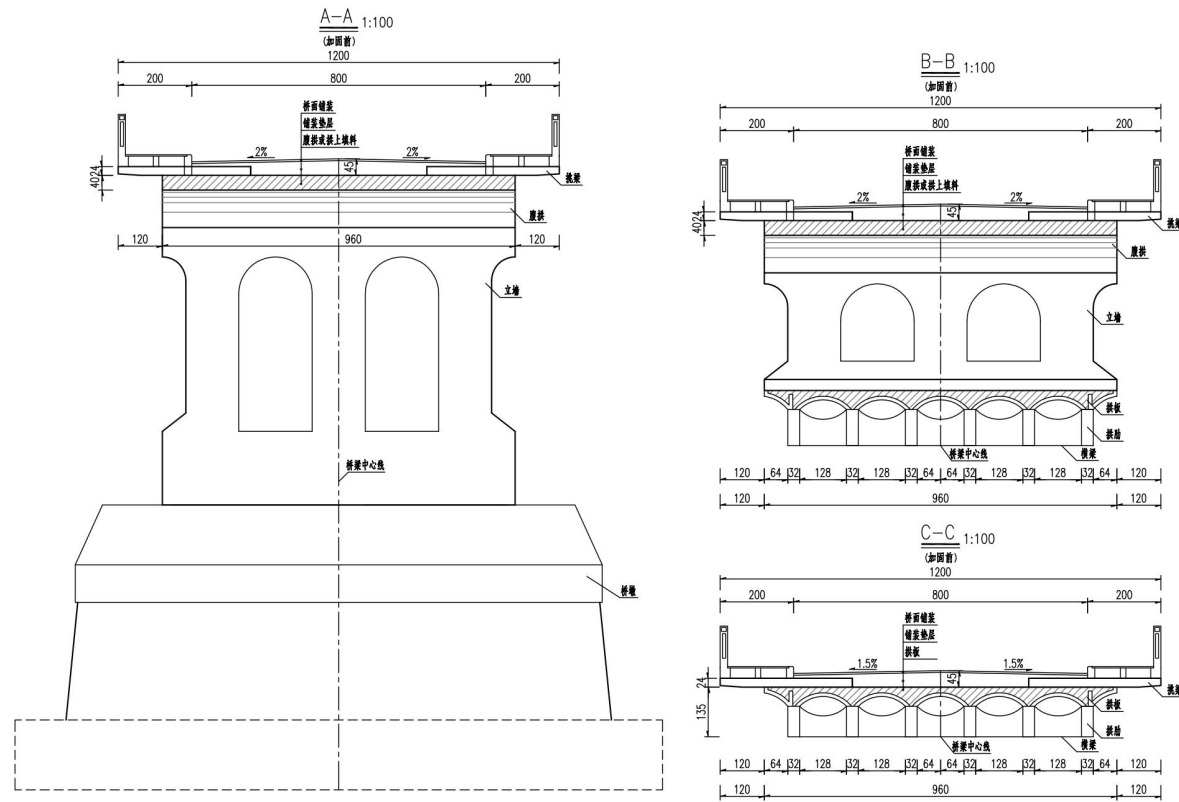
风采桥建成使用至今已近 50 年, 经过多年的运营, 主拱拱肋、拱波、腹拱、立墙、墩台、桥面系等均出现不同程度的病害。随着交通量的日益增长和使用荷载的提高, 该桥已存在一定的安全隐患。为避免桥梁发生安全事故, 目前桥梁管养单位对其采取了限高、限载等安全措施(限高 2.2m, 限重 13 吨)。

### 2.2 原桥梁结构形式

风采桥由桥梁、引道组成, 桥梁长约 315m, 两侧引道长约 167m, 全长约 482m。桥梁跨径组合为 3×25m(板拱)+3×72m(双曲拱); 桥面总宽 12m, 桥面横向布置为: 2 m(人行道)+8.00m(车行道)+2.00m(人行道)。下部结构为重力式混凝土桥墩, 桥面为沥青混凝土铺装层。



风采桥桥型布置图 (竣工图资料)



桥型断面图 (竣工图资料)

### 3 桥梁病害情况

根据历年相关检测结果及现场调查,风采桥目前主要病害为拱肋普遍存在较严重的混凝土剥落、主筋锈蚀现象,人行道板、挑梁、纵梁存在严重的锈胀露筋等问题。主要病害情况根据佛山市公路桥梁工程监测站有限公司 2025 年 2 月提供的《韶关市市政管理中心 2024 年度市政桥梁、隧道常规定期检测服务项目检测报告——风采桥定期检查报告》及国家道路及桥梁质量监督检验中心 2017 年 7 月提供的《广东省韶关市风采桥人行道悬臂梁 2017 年度专项检查报告》。

因本项目改造范围为风采桥桥面人行道,故以下主要汇总桥面病害情况:

#### 3.1 2024 年定期检测情况

根据风采桥 2024 年定期检测报告,桥面铺装:1#~6#桥面铺装均存在修补后重新开裂;人行道:人行道面多处网裂,局部横向开裂,纵向开裂;人行道板、挑梁、纵梁普遍存在开裂、混凝土剥落、钢筋外露锈蚀。

根据检测报告,该桥技术状况综合评分为 79.2 分,属于 C 级桥梁;该桥拱肋普遍存在较严重的混凝土剥落、主筋锈蚀现象;人行道板、挑梁、纵梁存在严重的锈胀露筋,对比近年检测结果,发现病害发展趋势较快,对桥梁结构安全产生较大影响。依据《城市桥梁养护技术标准》(CJJ 99-2017) 4.5.9 条款第 15 条规定:对桥梁结构安全有较大影响的部件损坏,即可直接评定为 D 级桥。故风采桥技术状况评定等级为 D 级,该桥需要进行中修、大修或加固工程。

表 3.1 桥面系检查情况一览表

序号	部件	构件编号	构件形式	缺陷位置及缺陷描述	缺陷类型	缺陷尺寸 (长(m)面积(m²))	裂缝宽度 (mm)	损坏扣分值
1	桥面铺装	1#	沥青混凝土	0#台顶处修补后重新横向开裂/1#墩上方 2.0m 处桥面修补后重新横向开裂	裂缝	/	/	15
2		2#	沥青混凝土	距 2#墩上方 1.0m 处桥面修补后重新横向开裂	裂缝	/	/	15
3		3#	沥青混凝土	距 3#墩上方 3.0m 处桥面修补后重新横向开裂/距 2#墩上方 2.0m 距左侧人行道 1.2m 处桥面修补后重新纵向开裂	裂缝	/	/	15
4		4#	沥青混凝土	距 4#墩上方 5.0m 处桥面修补后重新网裂/4#墩上方左侧行车道桥面修补后重新网裂	裂缝	/	/	15
5		5#	沥青混凝土	距 4#墩上方 8.0m 处桥面修补后重新横向开裂/第 5 跨桥面 3/4 处修补后重新横向开裂/5#墩上方左侧行车道桥面修补后重新网裂	裂缝	/	/	15
6		6#	沥青混凝土	距 5#墩 2m 处, 修补后重新横向开裂/距 6#墩 3m 处, 修补后重新横向开裂	裂缝	/	/	15
7	人行道	左侧人行道	/	多处网裂, 局部横向开裂, 纵向开裂	裂缝	/	/	15
8		右侧人行道	/	多处网裂, 局部横向开裂, 纵向开裂	裂缝	/	/	15
9		左、右	/	存在不同程度的破损锈胀露	锈胀露	/	/	20

序号	部件	构件编号	构件形式	缺陷位置及缺陷描述	缺陷类型	缺陷尺寸 (长(m)面积(m <sup>2</sup> ))	裂缝宽度 (mm)	损坏扣分值
		侧人行道 人行道板、挑梁及纵梁		筋	筋			

具体照片如下:

	
1#桥面铺装 0#台顶处修补后重新横向开裂	1#桥面铺装距 1#墩上方 2.0m 处桥面修补后重新横向开裂
	
2#桥面铺装距 2#墩上方 1.0m 处桥面修补后重新横向开裂	3#桥面铺装距 2#墩上方 2.0m 距左侧人行道 1.2m 处桥面修补后重新纵向开裂

	
3#桥面铺装距 3#墩上方 3.0m 处桥面修补后重新横向开裂	4#桥面铺装距 4#墩上方 5.0m 处桥面修补后重新网裂
	
4#桥面铺装 4#墩上方左侧行车道桥面修补后重新网裂	5#桥面铺装距 4#墩上方 8.0m 处桥面修补后重新横向开裂
	
5#桥面铺装第 5 跨桥面 3/4 处修补后重新横向开裂	5#桥面铺装 5#墩上方左侧行车道桥面修补后重新网裂



### 3.2 人行道专项检测情况

#### 一、外观检测结果

本次外观检测通过脚手架平台接近检测面进行了详细检测, 人行道主要受力构件包括悬臂梁、纵梁、人行道板。左、右侧人行道部分各 109 根, 全桥共计 218 个悬臂梁。每两个悬臂梁间为一个纵梁, 全桥在 8/9、11/12、19/20、22/23、30/31、34/35、55/56、59/60、80/81、84/85、105/106 处未设置纵梁, 横桥向左侧 2 道纵梁、右侧 3 道纵梁, 因此左侧 196 道纵梁, 右侧 294 道纵梁。每两个悬臂梁间为一个人行道板, 左、右两侧各 109 个, 全桥共计 218 个。检测结果如下:

#### 1、悬臂梁

(1) 露筋锈蚀。左侧 69 个、右侧 72 个悬臂梁存在不同程度的露筋锈蚀, 其中多数悬臂梁存在多处露筋锈蚀 (平均约 3 处), 每处露筋锈蚀平均面积约为 0.1 m<sup>2</sup>。

(2) 结构裂缝。左侧 5 个、右侧 2 个悬臂梁存在结构裂缝, 多数裂缝长度介于 0.5~1m 间, 裂缝宽度均大于 0.2mm。

(3) 混凝土剥离。左侧 4 个、右侧 2 个悬臂梁存在混凝土剥离，每处剥离的平均面积约为 0.15 m<sup>2</sup>。

(4) 梁体下挠。右侧 59#悬臂梁小桩侧搭板平台存在整体下沉 9cm。



悬臂梁底面露筋锈蚀



悬臂梁侧面露筋锈蚀



悬臂梁结构裂缝（斜向）



悬臂梁结构裂缝（斜向）



悬臂梁根部混凝土剥离



悬臂梁边角混凝土剥离



右侧59#悬臂梁小桩侧搭板平台存在整体下沉9cm



### 2、纵梁

(1) 露筋锈蚀。左侧 81 个、右侧 91 个纵梁存在不同程度的露筋锈蚀，平均每个纵梁存在 1 处露筋锈蚀，平均面积约为 0.1 m<sup>2</sup>。

(2) 结构裂缝。左侧 37 个、右侧 60 个纵梁存在结构裂缝，绝大多数纵梁各存在 1 条纵向裂缝，平均每条裂缝长度约为 1.5m，裂缝宽度均大于 0.2mm。

(3) 混凝土剥离。左侧 11 个纵梁存在混凝土剥离，每处剥离的平均面积约为 0.05 m<sup>2</sup>。



纵梁底面露筋锈蚀



纵梁底面露筋锈蚀



纵梁侧面结构裂缝（斜向）



纵梁侧面结构裂缝（纵向）



纵梁底面混凝土剥离



纵梁底面混凝土剥离

### 3、人行道板

(1) 露筋锈蚀。左侧 78 个、右侧 53 个人行道板底面存在不同程度的露筋锈蚀，其中多数悬臂梁存

在多处露筋锈蚀（平均约 3 处），每处露筋锈蚀平均面积约为 0.15 m<sup>2</sup>。

(2) 混凝土剥离。左侧 8 个、右侧 1 个人行道板底面存在混凝土剥离，每处剥离的平均面积约为 0.25 m<sup>2</sup>。



人行道板底面混凝土剥离



人行道板底面混凝土剥离



人行道板底面混凝土剥离



人行道板底面混凝土剥离

#### 4、构件评分状况

按照《城市桥梁养护技术规范》（CJJ 99-2003）中 3.0.5 以及 4.5 中相关评分规则对该桥 人行道各承重构件进行评分，评分状况结果如下表所示。

表 3.2 构件评分状况汇总表

评定等级	构件状况	得分	悬臂梁		纵梁		人行道板	
			数量	占比	数量	占比	数量	占比
A	完好	90~100	0	0	0	0	0	0
B	良好	80~89	66 个	30%	212	43%	80	37%
C	合格	66~79	0	0	0	0	0	0
D	不合格	50~65	134 个	61%	174	36%	110	50%
E	危险	<50	20 个	9%	104	21%	28	13%

## 二、特殊检测结果

### 1、混凝土抗压强度检测结果

依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/TJ21—2011）第 5.3.5 节中相关规定，根据检测构

件实测强度推定值或侧区平均换算强度，计算其推定强度匀质系数  $K_{bt}$  或平均强度匀质系数  $K_{bm}$ ，确定混凝土强度评定标度。

根据《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/TJ21—2011）中混凝土强度检测评定标准判定：本次检测的 52 个构件，其中 23 个构件评定标度为 1（占比 44%），3 个构件评定标度为 2（占比 6%），5 个构件评定标度为 3（占比 10%），8 个构件评定标度为 4（占比 15%），13 个构件评定标度为 5（占比 25%）。检评结果表明，全桥 25% 的悬臂梁及纵梁的混凝土强度处于危险状况，并且全桥 60% 的悬臂梁及纵梁混凝土强度出于较差及以下水平。

表 3.3 混凝土抗压强度检测结果的评定标度占比情况表

评定标度	$K_{bt}$	$K_{bm}$	强度状况	构件数量	占比 (%)
1	$\geq 0.95$	$\geq 1.00$	良好	23	44
2	(0.95, 0.90]	(1.00, 0.95]	较好	3	6
3	(0.90, 0.80]	(0.95, 0.90]	较差	5	20
4	(0.80, 0.70]	(0.90, 0.85]	差	8	15
5	$\leq 0.70$	$\leq 0.85$	危险	13	25

### 2、钢筋保护层厚度测试结果

依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/TJ21—2011）第 5.8.6 节中相关规定，根据检测构件或部位的钢筋保护层厚度特征值  $D_{ns}$  与设计值  $D_{nd}$  的比值，确定混凝土强度评定标度。

本次检测 44 个构件，其中 7 个测区评定标度为 1（占比 16%），1 个测区评定标度为 2（占比 2%），2 个测区评定标度为 3（占比 5%），9 个测区评定标度为 4（占比 20%），25 个测区评定标度为 5（占比 57%）。检测评定结果表明，多数构件测区的保护层厚度对结构钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀。

表 3.4 钢筋保护层厚度测试结果的评定标度占比情况表

评定标度	特征值/设计值	对结构钢筋耐久性的影响	构件数量	占比 (%)
1	$> 0.95$	影响不显著	7	16
2	(0.85, 0.95]	有轻度影响	1	2
3	(0.70, 0.85]	有影响	2	5
4	(0.55, 0.70]	有较大影响	9	20
5	$\leq 0.55$	钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀	25	57

### 3、钢筋的半电池电位测试结果

依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/TJ21—2011）第 5.4.3 节中相关规定，根据检测构件或部位的的半电池电位水平最低值，确定钢筋的半电池电位的评定标度。

本次检测的 54 个测区中有 3 个测区评定标度为 3（占比 6%），27 个测区评定标度为 4（占比 50%），24 个测区评定标度为 5（占比 44%）。检评结果表明，该桥所测构件中绝大部分构件均存在锈蚀活动性，

近一半构件存在钢筋锈蚀引起的混凝土开裂的状况。

表 3.5 钢筋的半电池电位测试结果的评定标度占比情况表

评定标度	电位水平(mV)	钢筋状况	构件数量	占比 (%)
1	≥ -200	无锈蚀活动性或锈蚀活动性不确定	0	0
2	(-200, -300)	有锈蚀活动性, 但锈蚀状态不确定, 可能锈蚀	0	0
3	(-300, -400]	有锈蚀活动性, 发生锈蚀概率大于90%	3	6
4	(-400, -500]	有锈蚀活动性, 严重锈蚀可能性极大	27	50
5	< -500	构件存在锈蚀开裂区域	24	44

4、混凝土电阻率测试结果

依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TJ21—2011)第 5.6.3 节中相关规定, 根据检测构件或部位的混凝土电阻率, 确定混凝土电阻率的评定标度。

本次检测的 55 个测区中有 2 个测区评定标度为 2 (占比 4%), 7 个测区评定标度为 3 (占比 13%), 21 个测区评定标度为 4 (占比 38%), 25 个测区评定标度为 5 (占比 45%)。检评结果表明, 该桥所测构件中绝大部分构件钢筋锈蚀速度处于快、很快的水平。

表 3.6 混凝土电阻率测试结果的评定标度占比情况表

评定标度	电阻率Ω·cm	可能的锈蚀速度	构件数量	占比 (%)
1	>20000	很慢	0	0
2	15000-20000	慢	2	4
3	10000-15000	一般	7	13
4	5000-10000	快	21	38
5	<5000	很快	25	45

5、混凝土碳化深度测试结果

依据《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TJ21—2011)第 5.7.3 节中相关规定, 根据检测区混凝土碳化深度平均值与实测保护层厚度平均值得比值  $K_c$ , 确定混凝土碳化评定标度。

本次检测的 44 个测区评定标度为 1。检评结果表明, 该桥所测构件混凝土碳化程度均为轻微。

表 3.7 混凝土碳化评定标准

$K_c$	评定标度	$K_c$	评定标度
<0.5	1	[1.5, 2.0)	4
[0.5, 1.0)	2	≥2.0	5
[1.0, 1.5)	3		

3.3 检测结论及建议

(1) 2024 年风采桥定期检测报告结论及建议:

1) 依据《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99-2017 对桥梁技术状况进行评定, 该桥技术状况综合评分为 79.2 分, 属于 C 级桥梁; 该桥拱肋普遍存在较严重的混凝土剥落、主筋锈蚀现象; 人行道板、挑梁、纵梁存在严重的锈胀露筋, 对比近年检测结果, 发现病害发展趋势较快, 对桥梁结构安全产生较大影响。依据《城市桥梁养护技术标准》(CJJ 99-2017) 4.5.9 条款第 15 条规定: 对桥梁结构安全有较大影响的部件损坏, 即可直接评定为 D 级桥。故风采桥技术状况评定等级为 D 级, 该桥需要进行中修、大修或加固工程。桥面系情况如下:

桥面铺装: 1#~6#桥面铺装均存在修补后重新开裂。

桥头平顺: 未见明显病害。

伸缩装置: 未见明显病害。

排水系统: 未见明显病害。

栏杆或护栏: 未见明显病害。

人行道: 人行道面多处网裂, 局部横向开裂, 纵向开裂; 人行道板、挑梁、纵梁普遍存在开裂、混凝土剥落、钢筋外露锈蚀。

2) 由于人行道板纵梁、横梁出现多处漏筋, 缺损现象, 建议限制行人密度, 保证人员安全。

3) 对桥面铺装开裂位置采用改性沥青等材料进行修补;

4) 对混凝土构件表面锈胀露筋部位进行钢筋除锈后, 采用高强度混凝土砂浆进行修复;

5) 严格按照《城市桥梁养护技术标准》(CJJ99-2017) 的要求定期进行桥梁检查及养护工作, 并重点关注以往病害(含修复后)是否稳定或者发展。

(2) 《广东省韶关市风采桥人行道悬臂梁 2017 年度专项检查报告》结论及建议:

1) 构件外观评分结论:

按照《城市桥梁养护技术规范》(CJJ 99-2003) 中相关规定对该桥人行道各承重构件进行评分: 悬臂梁总量的 61% (160 个) 评分为 50~65, 为不合格状况; 悬臂梁总量的 9% (20 个) 评分小于 50, 为危险状况。纵梁总量的 36% (174 个) 评分为 50~65, 为不合格状况; 纵梁总量的 21% (104 个) 评分小于 50, 为危险状况。人行道板总量的 50% (110 个) 评分为 50~65, 为不合格状况; 人行道板总量的 13% (28 个) 评分小于 50, 为危险状况。

2) 外观检测结论: ①该桥悬臂梁总量的约 70%、纵梁总量的约 57%、人行道板总量的约 63%均存在不同程度的露筋锈蚀、结构裂缝、混凝土剥落等病害。②露筋锈蚀属于本次检测最常见病害, 全桥人

行道总构件数 48%均存在露筋锈蚀，平均每个构件的露筋锈蚀面积达 0.1 m<sup>2</sup>（约占各构件表面积 20%），均达到评定规范的不合格或危险状况。露筋锈蚀产生原因主要是由于构件局部混凝土保护层过薄、混凝土不密实、桥面漏水侵蚀、环境潮湿、空气中氯离子含量较大共同引起内部钢筋锈胀。③全桥悬臂梁和纵梁总量的 15%存在结构裂缝，其中悬臂梁裂缝平均每条长约 0.5m，纵梁裂缝平均每条长约 1.5m，裂缝宽度均大于 0.2mm。结构裂缝主要原因有两点：一是由于人行道局部受力不均造成，二是由于内部钢筋锈蚀严重导致承载能力减弱，加之桥面上荷载共同造成。④悬臂梁与上部纵梁、人行道板存在 1 处明显的整体下挠，下挠幅度为 9cm，位于右侧 59#悬臂梁。⑤检测过程中在重车经过时，人行道局部已出现较明显的震颤。

3) 特殊检测结论：①本次对 52 个构件进行混凝土强度进行检测，其中 25%的悬臂梁及纵梁的混凝土强度处于危险状况，并且全桥 60%的悬臂梁及纵梁混凝土强度出于较差及以下水平。②本次对 44 个构件进行钢筋保护层厚度测试，其中 20%的构件对钢筋耐久性有较大影响，57%的构件钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀。③本次对 54 个构件进行钢筋的半电池电位测试，其中 50%构件均存在锈蚀活动性，44%构件存在钢筋锈蚀引起的混凝土开裂的状况。④本次对 55 个构件进行混凝土电阻率测试，其中 38%构件钢筋锈蚀速度处于快的水平，45%构件钢筋锈蚀速度处于很快的水平。⑤本次对 44 个构件进行混凝土碳化深度测试，结果均为轻微。

4) 建议：风采桥人行道构件普遍存在露筋锈蚀类病害，外观检测评分已超过一半达到不合格，特殊检测结果标度显示绝大部分抽检构件的混凝土强度较差，且抽检构件中约四分之一数量的混凝土强度处于危险状态，钢筋锈蚀活动性较强，从而判定该桥两侧人行道均整体处于承载力不足的状况，建议对其进行整体大修。

## 4 病害分析及设计原则

### 4.1 病害原因分析

根据检测报告、施工图及现场查情况，初步分析认为人行道病害原因主要为人行道结构混凝土强度低，长期荷载作用致使结构开裂。由于结构裂缝发展，砼碳化深度不断加深，钢筋锈蚀逐渐严重，承载能力逐步下降。

### 4.2 人行道修缮原则

本工程为连接韶关市武江区和浚江区的重要通道，交通流流量大，涉及到周边的路网多。本工程属于维修加固工程，对周边区域交通影响大，需要充分做好相关交通分流措施，将对市民出行的影响降到最低。

(1) 应充分考虑桥梁与周边路网的衔接关系，人行道改造采用两侧分阶段施工，使得桥梁不至于在路网中形成交通黑点，影响整条道路的通行能力。

(2) 应充分考虑对现状道路及周边建筑物的影响，在满足工程指标要求基础上尽量减少对周边建筑、交通的影响，并合理控制投资。

(3) 加固桥梁保持原设计荷载不变。

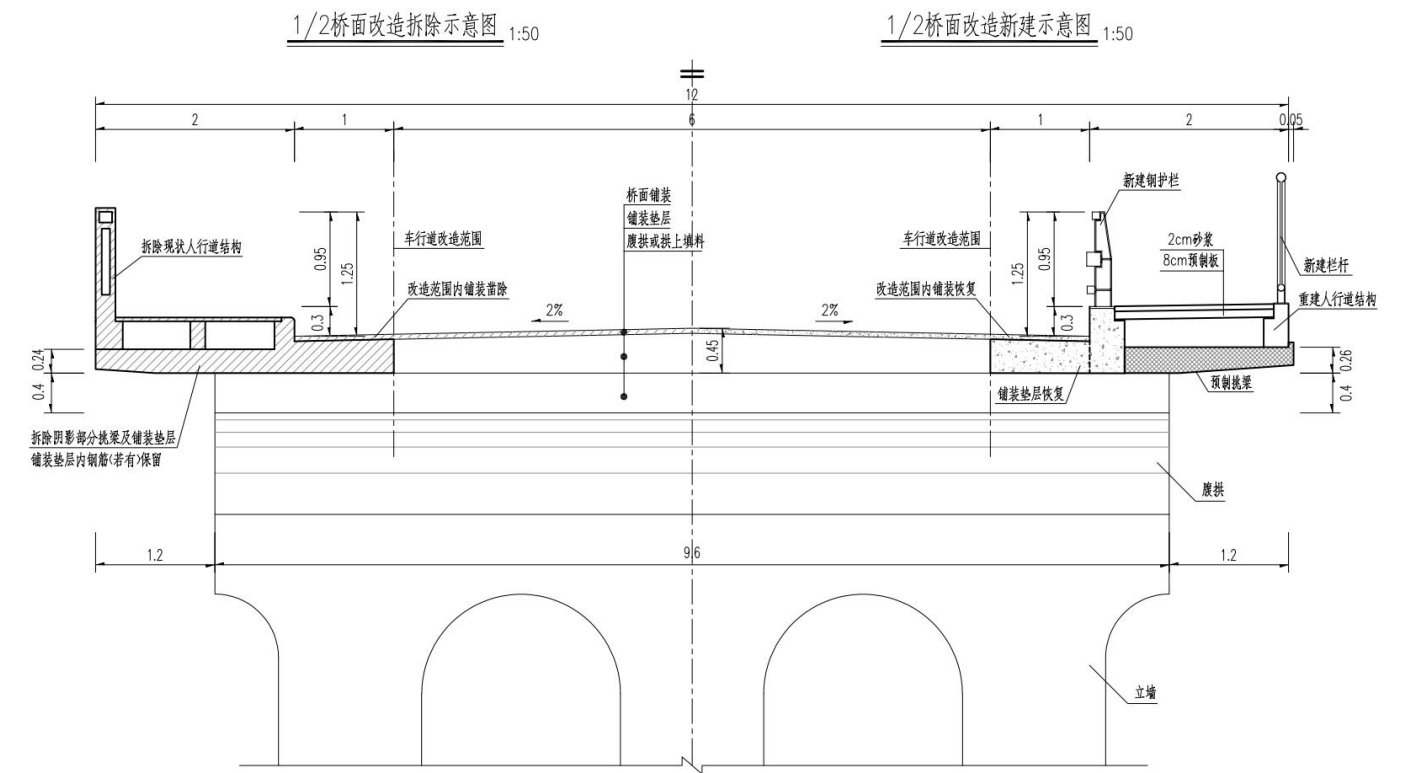
(4) 保证结构病害得到妥善处理。

(5) 尽量缩短工期，减少对桥上交通的影响；

(6) 兼顾结构加固后的耐久性。

## 5 桥面人行道修缮设计方案

### 5.1 桥面人行道改造方案



桥面人行道改造断面示意图

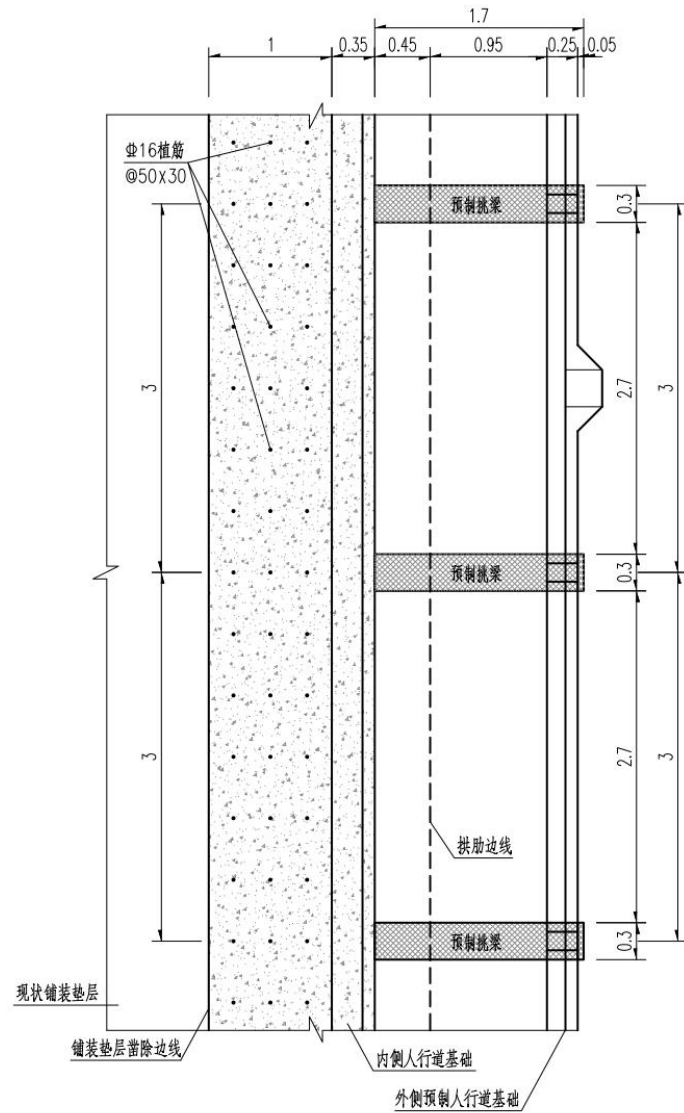
(1) 拆除主桥上现状人行道铺装、人行道板、纵梁、挑梁、栏杆；拆除前梳理好现状人行道下管线，并做好保护；拆除挑梁时保留原与主结构连接钢筋。

(2) 安装主桥挑梁结构，原锚固钢筋不满足设计要求的，进行植筋处理，保证挑梁与主结构连接牢固；

(3) 安装主桥纵梁、铺装人行道板、人行道水泥砂浆抹面、人行道钢栏杆。

(4) 凿除引桥人行道铺装, 水泥砂浆抹面修复, 同时更换引桥人行道栏杆。

(5) 因部分挑梁伸入车行道范围, 拟对单侧 1m 宽车行道进行凿除, 为挑梁施工提供空间。挑梁施工完成后, 对开挖的车行道按原样式进行恢复。



桥面人行道改造断面示意图

## 5.2 增设桥面防撞护栏

(1) 桥面安全防护要求

根据 2019 年版局部修订的《城市桥梁设计规范》6.0.7 条, 桥梁上路缘石与护栏的设置要求应符合表 6.0.7 的规定:

表 6.0.7 路缘石与护栏的设置要求

等级	条件	设置要求
一	符合下列设计与环境条件之一时: 1 城市快速路; 2 临空高度大于 6.0m 或水深大于 5.0m; 3 跨越急流、重要道路、铁路、主要航道、轨道交通、水源保护区、人员密集区和人员通道等; 4 特大悬索桥、斜拉桥、拱桥等缆索承重桥梁或跨海大桥	车行道外侧必须设置防撞护栏
二	符合下列设计与环境条件之一时: 1 设计速度大于或等于 50km/h 的城市主干路或次干路; 2 临空高度大于 3.0m 小于 6.0m 或水深大于 2.0m 小于 5.0m; 3 跨越道路、桥梁等人工构筑物时; 4 桥面常有积冰、积雪时	车行道外侧宜设置防撞护栏, 当仅采用路缘石与人行道分隔时, 路缘石高度不得小于 40cm, 且人行道宽度不得小于 2m
三	其他有机动车行驶的城市桥梁	可采用路缘石与人行道、检修道分隔, 路缘石高度宜取 25cm~35cm

注: 路缘石高度不小于 40cm 时宜进行行人防跌落设计。

《城市桥梁设计规范》2019 年修订版桥面防护要求

风采桥桥面设有人行道, “临空高度大于 6m 或水深大于 5m, 车行道外侧未设置防撞护栏”, 桥面防撞设施不满足规范要求, 存在较大安全隐患。

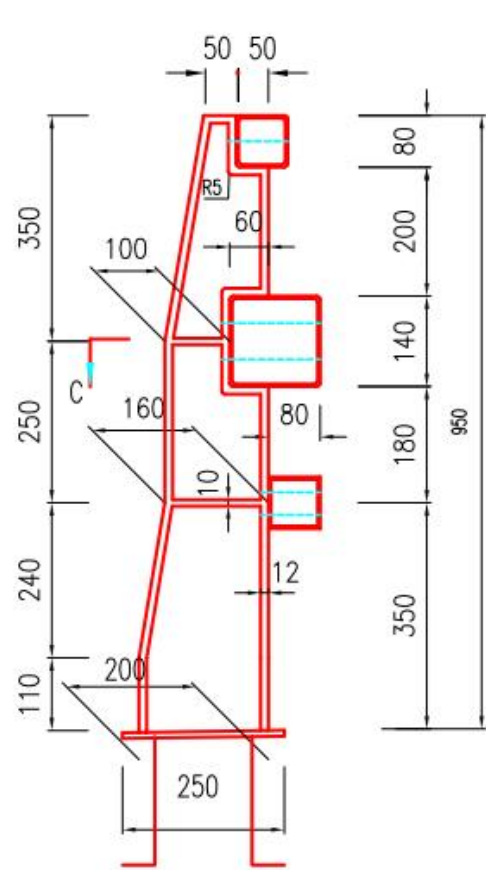
2) 桥面安全防护改造方案

根据《公路交通安全设施设计规范》(JTGD81-2017)、《公路交通安全设施设计细则》(JTG/T D81-2017) 及 2019 年版《城市桥梁设计规范》(CJJ11-2011), 桥面外侧需设置防撞等级为 SA 级防撞护栏。路侧 SA 级护栏主要有 F 型混凝土护栏和梁柱式金属护栏两种类型。综合考虑护栏自重、结构宽度及景观, 推荐采用梁柱式金属护栏, 护栏+侧石高度为 1.25m。桥梁护栏在桥面伸缩缝处断开, 其间隙与结构梁端间隙宽度相同。

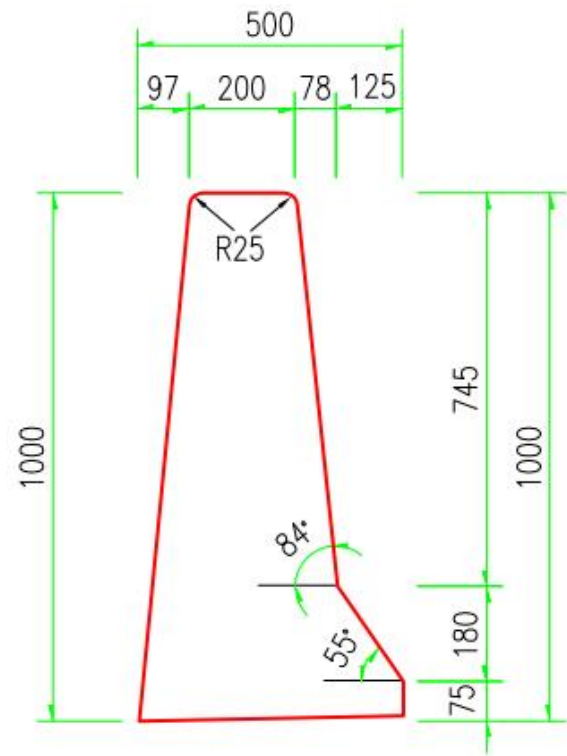
梁柱式金属护栏应根据伸缩缝处纵向位移值设置好伸缩缝处连接套管的长度及伸缩缝两侧的立柱间距。

表 5.1 桥面防撞护栏方案比选表

项目	推荐方案	比选方案
结构简介	梁柱式金属护栏	F 型混凝土护栏
抗撞性能	满足桥面防撞要求	满足桥面防撞要求
对现状桥影响	自重小, 对现状桥影响小 宽度小, 对桥面空间影响小	自重大, 增加现状桥负荷 宽度 0.5m, 对桥面空间影响大
施工工期	预制安装, 工期短	现浇施工, 工期长
景观效果	结构通透, 景观较好	景观一般
造价	造价较高, 约 0.15 万/米	造价较低, 约 0.06 万/米



推荐方案梁柱式金属护栏



比选方案 F 型混凝土护栏

### 5.3 车行道桥面铺装局部改造

因挑梁施工, 需对单侧 1m 宽车行道进行凿除, 挑梁施工完成后, 对开挖的车行道按原样式进行恢复。桥面铺装改造施工工艺及施工顺序:

1) 在对原结构桥面铺装进行拆除前, 应对原桥面标高进行测量, 以便新的桥面铺装做好后可以与之进行校验复核。

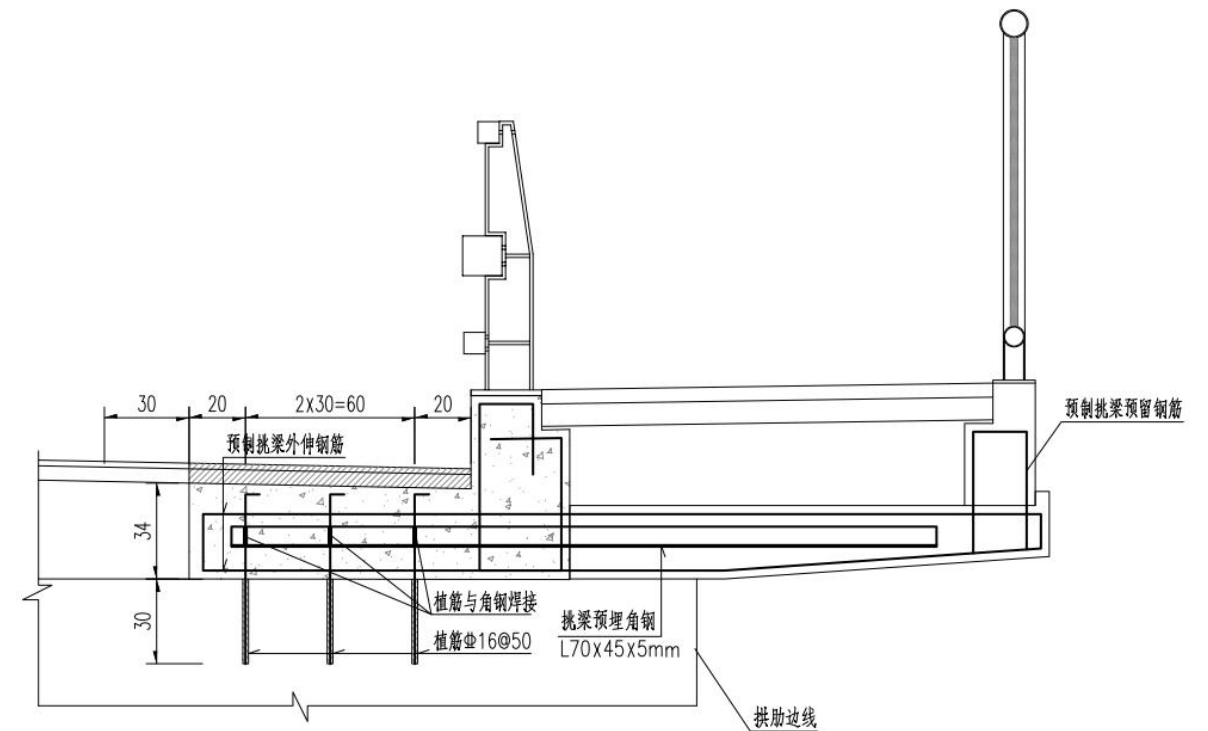
2) 将原桥面铺装全部拆除, 在桥面拆除过程中, 应尽量使凿除后的表面为毛面, 以利于新老混凝土的有效结合。

3) 待桥面铺装拆除后, 应对桥面及梁端缝隙进行彻底清理, 按设计要求涂刷桥面防水层, 然后浇筑沥青混凝土铺装层。

4) 在桥面改造过程中注意以下事项: 在凿除原桥面结构的过程中, 不得损坏原结构主梁, 且注意保留相关附属设施(如伸缩缝预埋筋、泄水管预埋件等); 新桥面铺装制作完成后的桥面标高必须与改造后要求达到的标高相同; 桥面铺装改造按《公路沥青路面养护技术》的要求进行。

### 5.4 植筋施工

安装主桥挑梁结构, 为使得挑梁锚固端与桥面混凝土结构连成整体、保证桥梁的整体稳定, 需进行植筋施工:



挑梁植筋位置图

#### 1、植筋的工艺流程

清理原结构修整基材——标定孔位钻孔——清孔——灌胶——插筋——静置固化——质量检验

#### 2、植筋的施工要点

- (1) 清理原结构：清除原基材表面松动杂物，混凝土表面温度及湿度达到胶体的要求；
- (2) 标定孔位钻孔：按照图纸尺寸标定孔位，若孔位受原钢筋的影响，应通知设计单位，若有需要则变更钢筋位置；
- (3) 钻孔：孔深与锚筋埋设深度相同，孔径孔深宜按设计数据，孔位应避免让构造钢筋，孔道应顺直；
- (4) 清理钻孔：孔道先用硬鬃毛刷清理，再以高压干燥空气吹去孔底灰尘、碎片和水分，孔内应保持干燥；
- (5) 灌胶：将植筋胶由孔底灌注至孔深约 2/3 处，待插入锚筋后，胶即充满整个孔洞（孔内胶量以插入钢筋后溢出少许为宜）；
- (6) 插入锚筋：将钢筋插入已注胶的孔并固定，确保植入深度，锚筋插入前应清除插入部分的表面污物，若有新旧锈斑，应用砂纸擦干净；应旋转插到孔底，孔口多余的胶应清除；污物应先以钢刷清除，再用丙酮擦净，并予拭干；
- (7) 在环氧材料完成固化过程之前，不得对结构有较大扰动。植筋后 12 小时内不得扰动钢筋，若有较大扰动宜重新植筋。

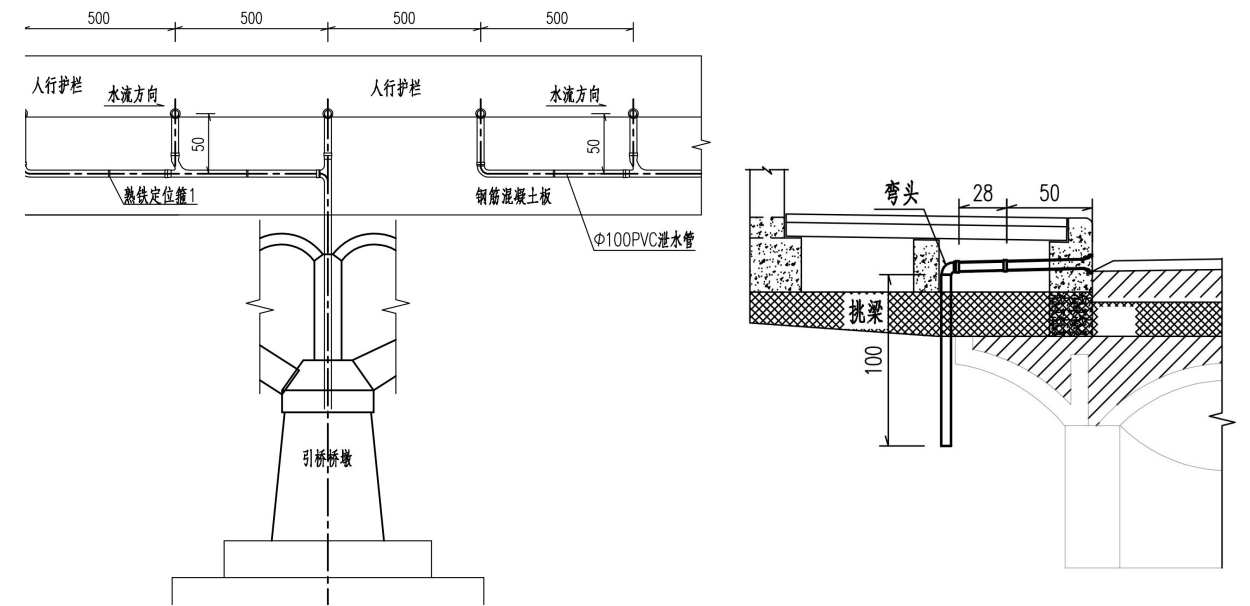
为确保维修施工质量，减小焊接对植筋影响，植筋施工应严格按《公路桥梁加固施工技术规范》和设计要求进行。

### 3、植筋的焊接施工措施

- (1) 植筋的焊点离胶面距离不小于 15D (D 为植筋直径)，且不应小于 200mm；
- (2) 采取降温措施，如焊接施工时用冰水浸透棉纱布包裹植筋胶面根部钢筋；
- (3) 严禁对一根植筋连续焊接，应采用循环焊接施工的方法，即对一批焊接钢筋逐点、逐根焊接；
- (4) 施工场所应保持有良好的通风，施工操作人员宜戴上防护面罩及防护手套。

## 5.5 桥面排水设施改造

本风采桥建设年代早，排水系统不完善，因人行道改造引起排水系统一并改造。本项目排水管采用 PVC 管材，将桥面雨水引到地面，排入市政排水管网。排水管采用 UPVC 管材。



桥面排水方案

## 5.6 挑梁和人行道栏杆计算

### 5.6.1 挑梁结构验算

#### (1) 挑梁荷载计算

挑梁间距为 3m，以 3m 为一个节间计算挑梁荷载如下：

人行道栏杆：按 1kN/m 计算，3m 栏杆集中力  $F_1=3 \text{ kN}$ ；

人行道板：8cm 预制砼板+2cm 砂浆抹面，预制砼板容重按 26kN/m<sup>3</sup>，砂浆容重按 20kN/m<sup>3</sup>，3m 人行道板集中力  $F_2=3*1.6*(0.08*26+0.02*20)/2=5.952 \text{ kN}$ ；

人行道外侧纵梁：面积按 0.1m<sup>2</sup>，容重按 26kN/m<sup>3</sup>，3m 纵梁集中力  $F_3=3*0.1*26=7.8 \text{ kN}$ ；

路灯及路灯砼立柱：路灯按 0.3kN/盏，路灯砼立柱尺寸为 0.3\*0.3\*1.2m，容重按 26kN/m<sup>3</sup>，路灯及路灯砼立柱集中力  $F_4=(0.3+0.3*0.3*1.2*26)/2=1.554 \text{ kN}$ ；

综上，挑梁端部恒载集中力大小为  $F=F_1+F_2+F_3+F_4=3+5.952+7.8+1.554=18.306\text{kN}$ 。

人行荷载：按 4kPa 计算，梁端部活载集中力  $F_3=3*1.6*4/2=9.6 \text{ kN}$ ；

挑梁自重：容重按 26kN/m<sup>3</sup>，宽度为 0.3m，高度为 0.18~0.26m，保守按 0.3\*0.26m 计算，自重均布荷载  $q=0.3*0.26*26=2.028\text{kN/m}$ 。

#### (2) 挑梁内力计算

挑梁悬臂长度为 1.2m，挑梁内力最大处位于挑梁与主拱圈交界处，集中力作用点取为人行道外侧纵梁中心，集中力作用点至悬臂根部为 1.075m，故挑梁内力如下：

基本组合： $M=1.2*(18.306*1.075+2.028*1.2^2/2)+1.05*9.6*1.075=36.20 \text{ kN}\cdot\text{m}$ ；

$Q=1.2 \times (18.306+2.028 \times 1.2) + 1.05 \times 9.6=34.97 \text{ kN}$ ;

短/长期效应:  $M=18.306 \times 1.075+2.028 \times 1.2^2/2+0.4 \times 9.6 \times 1.075=25.27 \text{ kN.m}$ 。

(3) 挑梁结构验算

挑梁根部宽度为 0.3m, 高度为 0.26m, 采用 C50 砼, 主受力钢筋配置 3 根直径 20mm HRB400 钢筋。

验算结果如下:

正截面抗弯承载力验算 (矩形或翼缘位于受拉边的T形)				
承载力是否满足?		是		
腹板宽度(cm)	b	30	混凝土强度等级	C50
截面实际高度(cm)	h	26	纵向普通钢筋级别	HRB400
受拉筋(普预)至外边距离(cm)	a	4	砼轴心抗压强度设计值(MPa)	$f_{cd}$ 22.4
受压筋(普预)至外边距离(cm)	a'	0	纵向筋(普通)抗拉强度值(MPa)	$f_{sd}$ 330
受压筋(普合)至外边距离(cm)	a <sub>s</sub>	0	纵向筋(普通)抗压强度值(MPa)	$f_{sd}$ 330
受压筋(预合)至外边距离(cm)	a <sub>p</sub>	0	纵向筋(预应)抗拉强度值(MPa)	$f_{pd}$ 1260
截面有效高度(cm)	h <sub>0</sub>	22	纵向筋(预应)抗压强度值(MPa)	$f_{pd}$ 390
砼受压区高度(cm)	x	4.6	受拉区筋(普通)截面积(cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> 9.42
受拉钢筋根数	根	3	受压区筋(普通)截面积(cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> ' 0.00
受拉钢筋直径(mm)	Φ	20	受拉区筋(预应)截面积(cm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> 0.00
弯矩组合设计值(kN.m)	M <sub>d</sub>	36.20	受压区筋(预应)截面积(cm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> ' 0.00
桥梁结构重要性系数	γ <sub>0</sub>	1.1	受压区预筋应力(MPa)	σ <sub>p0</sub> 0.00
结构设计弯矩值(kN.m)	左边	39.82	承载力(kN.m)	右边 61.2

斜截面抗剪承载力验算 (按规范JTG 3362-2018第5.2条编制)					
首先判断5.2.9式是否满足	此式左边	38.5	满足,可用此表结果	此式右边	238.0
腹板宽度(mm)	b	300	异号弯矩影响系数	α <sub>1</sub>	0.9
截面高度(mm)	h	260	预应力提高系数	α <sub>2</sub>	1.00
受拉筋至外边距离(mm)	a	40	受压翼缘影响系数	α <sub>3</sub>	1.1
截面有效高度(mm)	h <sub>0</sub>	220	普通弯起筋与水平线夹角(°)	θ <sub>s</sub>	45
混凝土强度等级		C50	弯起预筋与水平线夹角(°)	θ <sub>p</sub>	0
箍筋钢筋级别		HRB400	纵向受拉筋配筋率	P <sup>1</sup>	1.428
纵向钢筋级别		HRB400	计算所采用配筋率	P	1.428
混凝土抗压强度标准值(MPa)	f <sub>cu,k</sub>	50	受拉钢筋直径(mm)	Φ	20
箍筋抗拉强度设计值(MPa)	f <sub>sv</sub>	330	受拉钢筋根数	根	3
斜截面内箍筋配筋率	ρ <sub>sv</sub>	0.0015	纵向普通受拉筋面积(mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub>	942.5
纵向普通筋抗拉强度设计值(MPa)	f <sub>sd</sub>	330	普通弯起筋面积(mm <sup>2</sup> )	A <sub>sb</sub>	0
预应力钢筋抗拉强度设计值(MPa)	f <sub>pd</sub>	1260	预应力纵向筋面积(mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub>	0
砼与箍筋共同的抗剪力设计值(kN)	V <sub>cs</sub>	93.2	预应力弯起筋面积(mm <sup>2</sup> )	A <sub>pb</sub>	0
普通弯起筋抗剪力设计值(kN)	V <sub>sb</sub>	0	箍筋各肢总面积(mm <sup>2</sup> )	A <sub>sv</sub>	226.2
预应力弯起筋抗剪力设计值(kN)	V <sub>pb</sub>	0	箍筋肢数	肢	2
剪力组合设计值(kN)	V <sub>d</sub>	34.97	箍筋直径(mm)	Φ	12
桥梁结构重要性系数	γ <sub>0</sub>	1.1	斜截面内箍筋间距(mm)	S <sub>v</sub>	500
结构剪力设计值(kN)	左边	38.467	承载力(kN)	右边	93.2
承载力是否满足?		是			

截面裂缝验算

裂缝宽度(mm)	W <sub>tk</sub>	0.157	裂缝宽度是否满足要求	是	
腹板宽度(cm)	b	30	钢筋表面形状系数	C <sub>1</sub>	1
构件受拉翼缘宽度(cm)	b <sub>f</sub>	30	长期效应影响系数	C <sub>2</sub>	1.500
构件受拉翼缘厚度(cm)	h <sub>f</sub>	26	构件受力性质系数	C <sub>3</sub>	1.15
截面实际高度(cm)	h	26	钢筋应力(MPa)	σ <sub>ss</sub>	140.1
受拉筋至外边距离(cm)	a	4	普通钢筋弹性模量(GPa)	E <sub>s</sub>	200
截面有效高度(cm)	h <sub>0</sub>	22	纵向受拉筋直筋(mm)	de	25.0
			纵向受拉筋配筋率	ρ <sup>1</sup>	0.014
短期效应组合弯矩值(kN.m)	M <sub>s</sub>	25.3	计算所采用配筋率	ρ	0.014
荷载长期效应组合值(kN.m)	N <sub>L</sub>	25.3	受拉钢筋直筋(mm)	Φ	20
荷载短期效应组合值(kN.m)	N <sub>s</sub>	25.3	钢筋根数		3
			普通钢筋面积(cm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub>	9.42
			B类预应力筋面积(cm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub>	0

根据上述验算可知,挑梁结构受力满足规范要求,挑梁结构安全。

5.6.2 挑梁抗倾覆验算

新建预制挑梁结构与新浇 1m 范围内垫层、人行道内侧纵梁整体受力,验算新建结构抗倾覆能力,保守起见,不考虑新旧结构之间的结合作用,仅考虑结构自重及人群荷载,倾覆点为挑梁与主拱圈交界处。挑梁间距为 3m,以 3m 为一个节间计算如下:

倾覆力矩:  $18.306 \times (上一节恒载集中力) \times 1.075 + 0.282 \times (挑梁悬臂部分面积) \times 0.3 \times 26 \times 0.63 + 9.6 \times (上一节活载集中力) \times 1.075 = 31.38 \text{ kN.m}$ 。

抗倾覆力矩:  $0.33 \times (垫层面积) \times 3 \times 26 \times 1.3 + 0.215 \times (人行道内侧纵梁面积) \times 3 \times 26 \times 0.625 + 1.5 \times (防撞护栏每延米重量) \times 3 \times 0.675 + 5.952 \times (上一节人行道板集中力) \times 0.675 + 0.117 \times (挑梁拱上部分面积) \times 3 \times 26 \times 0.225 = 53.05 \text{ kN.m}$ ,保守起见,抗倾覆力矩不考虑人群活载。

根据上述计算,仅考虑自重及活载情况下,抗倾覆满足要求,安全系数为  $53.05/31.38=1.69$ 。

5.6.3 人行道栏杆

人行道栏杆高度 1.2m,立柱间距 2.5m,立柱尺寸为外径 76mm 壁厚 6mm,采用于人行道外侧纵梁预埋钢板,立柱焊接于钢板的方式,对栏杆抗推进行验算,推力按 2.5kN/m 计算,焊脚高度取 8mm。

(1) 栏杆计算数据

栏杆立柱间距(m)	2.5
栏杆水平荷载(kN)	3.125
栏杆高度(m)	1.2
栏杆底部弯矩(kN·m)	3.75
栏杆抗弯截面系数 W(mm <sup>3</sup> )	21424.0
栏杆底部应力 σ(MPa)	175.0

(2) 栏杆验算结果

新建栏杆焊缝计算	
栏杆底部弯矩-M(N·mm)	3750000
垂直于焊缝长度方向的剪力-F <sub>1</sub> (N)	3125
沿焊缝长度方向的剪力-F <sub>2</sub> (N)	0
垂直焊缝长度方向的应力-σ(MPa)	136.2
垂直焊缝长度方向的剪应力-τ <sub>1</sub> (MPa)	2.5
沿焊缝长度方向的剪应力-τ <sub>2</sub> (MPa)	0.00
直角角焊缝计算高度-h <sub>e</sub> (mm)	5.6
焊脚尺寸-h <sub>f</sub> (mm)	8
角焊缝实际长度-l(mm)	238.8
角焊缝计算长度-l <sub>w</sub> (mm)	222.8
角焊缝抗弯惯性矩-I <sub>w</sub> (mm <sup>4</sup> )	1200491.2
角焊缝的强度设计值-f <sub>td</sub> <sup>w</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	175
焊缝综合应力(MPa)	136.3
判断是否满足要求?	满足要求

根据上述计算, 人行道栏杆抗推满足规范要求, 人行道结构安全。

6 加固设计主要材料

本设计文件中采用的材料如涉及产品名称、品牌仅作为设计参数采用的参照, 不作为产品采购指导。

6.1 钢材

钢板材: Q235B, 其质量标准应符合《碳素结构钢》(GB/T 700-2006)的规定。焊接材料应通过焊接工艺评定试验, 保证焊缝性能不低于母材, 焊接变形小; 焊接材料均应符合相应标准的要求。

6.2 混凝土和普通钢筋

按照《混凝土结构加固技术规范》及《公路桥梁加固设计规范》结构加固所用的混凝土强度宜比原结构、构件混凝土强度提高一级, 且不低于 C30。普通钢筋采用 HRB400 级热轧带肋钢筋和 HPB300 级热轧光圆钢筋, 应符合现行规范要求。

6.3 植筋粘合材料

结构锚固胶应通过国家级检测单位检测评估, 对重要和承受动力的结构, 胶体性能必须达到《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006 及《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22-2008) 中 A 级胶性能指标要求; 用于生根的结构锚固胶应能在潮湿环境下施工和固化, 并能确保钢筋锚固生根的可靠连接, 应满足《混凝土后锚固技术规程》(JGJ 145-2004) 要求。要求其性能不低于下表:

植筋胶性能要求

性能项目		试验方法标准	单位	性能指标
胶体性能	劈裂抗拉强度	GB50367-2006 附录 G	MPa	≥8.5
	抗弯强度	GB/T 2570	MPa	≥60
	抗压强度	GB/T 2569	MPa	≥80
粘接能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值	GB50367-2006 附录 J	MPa	≥18
	约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土的粘结强度	C30, Φ25 l=150mm	GB50367-2006 附录 K	MPa
C60, Φ25 l=125mm		MPa		≥18
不挥发物含量(固体含量)		GB/T 2793	%	≥99
耐久性能		GB50367-2006 附录 L	%	≤8 (90d)

6.4 新旧砼界面剂

为确保新老混凝土之间的粘结, 这需要界面剂能够在潮湿环境中使用, 具有足够的粘结强度, 和较小的性线热膨胀系数和无约束性线收缩率, 以及耐久性应满足国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2006 第 4.5.7 的要求。界面剂的各项设计指标要求如下:

新老混凝土界面剂的性能指标要求

性能项目	试验方法标准	单位	XH130 性能指标
密度(25℃)	-	g/cm <sup>3</sup>	≤1.5
粘度(25℃)	-	mPa·s	≤2,800
抗拉强度	-	MPa	≥40
受拉弹性模量	-	MPa	≥24,000
抗压强度	-	MPa	≥100
拉伸剪切强度(7d)	-	MPa	≥18
钢与混凝土轴芯抗拉强度	CECS25:90	MPa	≥3.5
性线热膨胀系数(7d)	-	m/mk	29×10 <sup>-6</sup>
无约束性线收缩(7d)	-	%	0.005
钢-钢拉伸抗剪强度降低(2,160小时)	GB50367-2006	%	<10

6.5 NovaPave 超粘精罩面

NovaPave 超粘精罩面是一种新型养护技术，主要应用于高等级道路路面预防性养护，结构厚度为1.0~2.0cm。NovaPave 超粘精罩面沥青混合料对骨料的规格以及级配进行优化设计，具有抗滑、抗车辙、抗磨耗和降噪优良性能。混合料采用嵌段共聚物-纳米复合改性超粘初沥青作为胶结料，且已添加相变材料，使混合料具备“高温粘度低、低温粘度高”的显著特点，混合料在常规改性沥青的生产和施工温度状态下，能保持良好的流动性以及施工和易性，同时在投入使用后能保持极高的粘结强度。保持充分解决了常规高粘沥青生产能耗高、施工难度大的难题，是一种具备优良性能、性价比高、快速施工的沥青混合料。

(1) 嵌段共聚物-纳米复合改性超粘乳化沥青

NovaPave 超粘精罩面同步喷洒粘层油采用嵌段共聚物-纳米复合改性超粘乳化沥青。超粘乳化沥青性能指标应符合下表技术要求：

嵌段共聚物-纳米复合改性超粘乳化沥青技术指标要求

指标	单位	技术要求	试验方法	
筛上剩余量 (1.18mm 筛)	0.1mm	≤0.05	T0652-1993	
蒸发残留物固含量	%	≥60	T0651-1993	
破乳速度 (35mL, 0.8%, 气溶胶)	%	≥50	ASTM D244	
赛波特粘度 (25℃)	s	20-100	T0623-1993	
储存稳定性	1d	%	≤1	T0655-1993
	5d	%	≤5	T0655-1993
蒸发残留物	针入度 (25℃, 100g, 5s)	0.1mm	50-120	T0604-2011
	延度 (5℃, 5cm/min)	cm	≥30	T0605-2011
	软化点 TR&B	℃	≥70	T0606-2011
	溶解度 (三氯乙烯)	%	≥99	T0607-2011
	弹性恢复 (25℃)	%	≥75	T0662-2011

(2) 嵌段共聚物-纳米复合改性超粘初沥青

NovaPave 超粘精罩面沥青混合料所用的沥青胶结料为嵌段共聚物-纳米复合改性超粘初沥青。嵌段共聚物-纳米复合改性超粘初沥青研发制成后经过多个工程项目实践运用，在常规改性沥青的拌合和施工温度下，也能保持良好的流动性与施工和易性，与常规高粘沥青相比降低了生产能耗，充分降低了施工难度。超粘初沥青技术指标应符合下表要求。

嵌段共聚物-纳米复合改性超粘初沥青指标要求

指标	单位	技术要求	试验方法	
针入度 (25℃, 100g, 5s)	0.1mm	40-60	T0604-2011	
延度 (5℃, 5cm/min)	cm	≥25	T0605-2011	
软化点 TR&B	℃	≥90	T0606-2011	
闪点	℃	≥230	T0611-2011	
溶解度 (三氯乙烯)	%	≥99	T0607-2011	
密度 (15℃)	g/cm <sup>3</sup>	实测	T0603-2011	
动力粘度 (60℃)	Pa·s	≥200000	T0620-2011	
运动粘度 (135℃)	Pa·s	≤3	T0625-2011	
离析 (163℃, 48h, 软化点差)	℃	≤2.5	T0661-2011	
弹性恢复 (25℃)	%	≥98	T0662-2011	
旋转薄膜加热 (RTFOT) 残留物	质量损失	%	≤1.0	T0610-2011
	延度 (5℃, 5cm/min)	cm	≥15	T0605-2011
	针入度比 (25℃)	%	≥65	T0604-2011

(3) 混合料配合比设计

NovaPave 超粘精罩面市政型的合成矿料级配为密级配类型，根据混合料类型其合成矿料采 5~10mm、3~5mm、0~3mm 三档集料以及矿粉进行掺配，先通过筛分得出该三档矿料以及矿粉各自的级配，通过调整各档矿料以及矿粉的比例计算合成矿料级配，使合成级配在级配范围内，尽量接近级配中值，级配范围如下表所示：

NovaPave 超粘精罩面混合料级配范围

混合料类型	通过下列筛孔 (mm) 质量百分率 (%)								
	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
NovaPave SZ 型	100	85-100	35-70	25-48	18-35	12-26	8-20	5-15	4-10

7 耐久性设计

7.1 钢结构防腐设计

本项目外部大气区腐蚀环境分类为 C3，防腐涂装工艺按《城镇桥梁钢结构防腐涂装工程技术规程》(CJJ/T 235—2015) 要求执行，表中颜色方案仅为参考，以业主要求为准。

附属钢结构防腐涂装方案

部位	涂层	涂料品种 (防锈等级及表面粗糙度)	颜色	道数/最低干膜厚度(μm)
所有钢板表面	表面预处理	喷砂处理 (防锈等级: Sa2.5级) (表面粗糙度: Rz25 μm~60 μm)		
	车间底漆	高超耐热车间底漆	灰色	1/20
附属钢结构	二次表面处理	手工机械除锈 (防锈等级: St3.0级) (粗糙度: Rz40 μm~80 μm)		
	底涂层	环氧富锌底漆	灰色	1/60
	中间涂层	环氧(云铁)漆	浅色	2/120
	面涂层	丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆	浅灰色	2/80
	总干膜厚度			260

7.2 混凝土结构耐久性设计

本项目天桥混凝土主体结构环境类别为 I 类（一般环境），各混凝土构件的环境作用等级如下表所示。

(1) 钢筋的混凝土最小保护层厚度

各混凝土构件钢筋的混凝土保护层最小厚度应满足设计图纸并符合《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》（JTG/T 3310—2019）的要求。注意图纸中的最小保护层厚度未考虑施工允许误差，施工单位布置钢筋时应充分考虑误差，确保钢筋的最小保护层厚度满足设计要求。

(2) 裂缝控制：

本项目钢筋混凝土构件和 B 类预应力混凝土构件，其计算的最大裂缝宽度不大于 0.2mm。

(3) 构造措施：

①应采取可靠防水和排水构造措施，避免水和腐蚀性介质侵蚀混凝土表面。

②对于混凝土梁外侧翼缘应设置滴水檐、滴水槽等其他措施。

(4) 以上要求未尽事宜应严格按照《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》（JTG/T 3310—2019）

和其他有关规定执行。

8 施工注意事项

本章节内容仅概括说明施工方案及重点注意事项，施工时除按图纸及本说明要求执行外，还应严格按照《公路桥涵施工技术规范》（JTGT 3650—2020）、《公路工程施工安全技术规程》（JTGF90-2015）以

及其它相关国家标准或规范的相应条款执行。本设计中未提及的有关施工规定，亦须严格按照《公路桥涵施工技术规范》（JTGT3650 —2020）及规范、规程执行。有关标准、规范、规程等若有新版本则按新版本执行，当不同规范的条文要求不一致时，应按高标准执行。

(1) 入场后应对与维修加固相关的结构构造和现场条件进行摸查，选择安全、可行的施工方案。

(2) 根据设计图纸对所有构件进行预放样，若发现错误、相互矛盾、或与实际存在差异的情况，应及时与设计单位联系，以便查明原因及采取措施。

(3) 对影响工程建设的管线，需与所属单位沟通协调，制定切实可行的管线迁移或保护方案

(4) 桥面人行道施工期间应合理布置桥上器械、设施的位置，尽量避免布置在对结构不利的敏感位置，避免集中堆载。

(5) 施工单位进场后，应根据本设计图结合原设计图就与维修加固相关的构造、尺寸、构件型号和过桥管线等进行摸查，并据此确定安全合理的施工方案。

(6) 应结合原设计和实际情况选择伸缩缝、支座等产品，以保证与现有构造相互匹配，同时应满足设计要求。

(7) 施工期间需结合交通疏解方案做好桥上人行道施工范围的围蔽工作。

(8) 人行道挑梁为半预制构件，预制部分安装时需采取压重或牵拉等措施，确保其稳定。

9 安全生产、环境及职业健康安全管理

本项目涉及的危险性较大分部分项工程如下表所示：

危险性较大分部分项工程一览表

序号	危险性较大的分部分项工程范围	本项目是否包含	
一	基坑工程		
1.1	开挖深度超过 3m（含 3m）的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。		无
1.2	开挖深度虽未超过 3m，但地质条件、周围环境和地下管线复杂，或影响毗邻建、构筑物安全的基坑（槽）的土方开挖、支护、降水工程。		无
二	模板工程及支撑体系		
2.1	各类工具式模板工程：包括滑模、爬模、飞模、隧道模等工程。		无

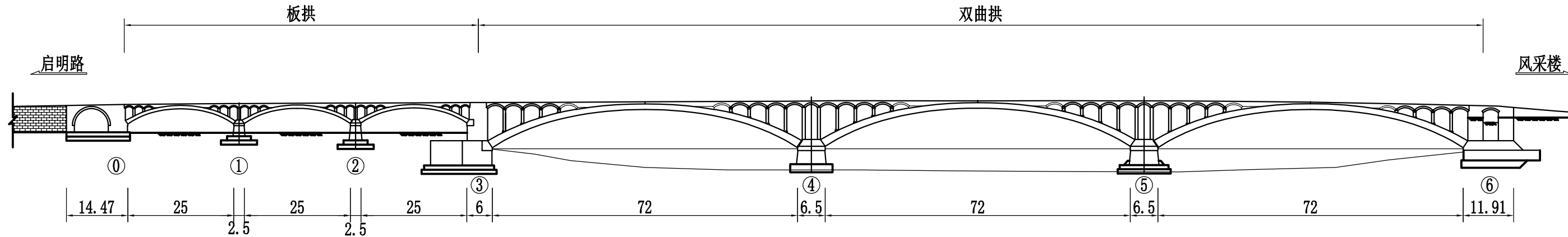
序号	危险性较大的分部分项工程范围	本项目是否包含	
2.2	混凝土模板支撑工程：搭设高度 5m 及以上，或搭设跨度 10m 及以上，或施工总荷载（荷载效应基本组合的设计值，以下简称设计值）10kN/m <sup>2</sup> 及以上，或集中线荷载（设计值）15kN/m 及以上，或高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程。		无
2.3	承重支撑体系：用于钢结构安装等满堂支撑体系。		无
三	起重吊装及起重机械安装拆卸工程		
3.1	采用非常规起重设备、方法，且单件起吊重量在 10kN 及以上的起重吊装工程。	是	
3.2	采用起重机械进行安装的工程。	是	
3.3	起重机械安装和拆卸工程。	是	
四	脚手架工程		
4.1	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）。		否
4.2	附着式升降脚手架工程。	是	
4.3	悬挑式脚手架工程。		否
4.4	高处作业吊篮。	是	
4.5	卸料平台、操作平台工程。	是	
4.6	异型脚手架工程。	是	
五	拆除工程		
	可能影响行人、交通、电力设施、通讯设施或其它建、构筑物安全的拆除工程。	是	
六	暗挖工程		
	采用矿山法、盾构法、顶管法施工的隧道、洞室工程。		否
七	其它		
7.1	建筑幕墙安装工程。		否
7.2	钢结构、网架和索膜结构安装工程。	是	
7.3	人工挖孔桩工程。		否
7.4	水下作业工程。		否
7.5	装配式建筑混凝土预制构件安装工程。	是	
7.6	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。		否

项目负责人

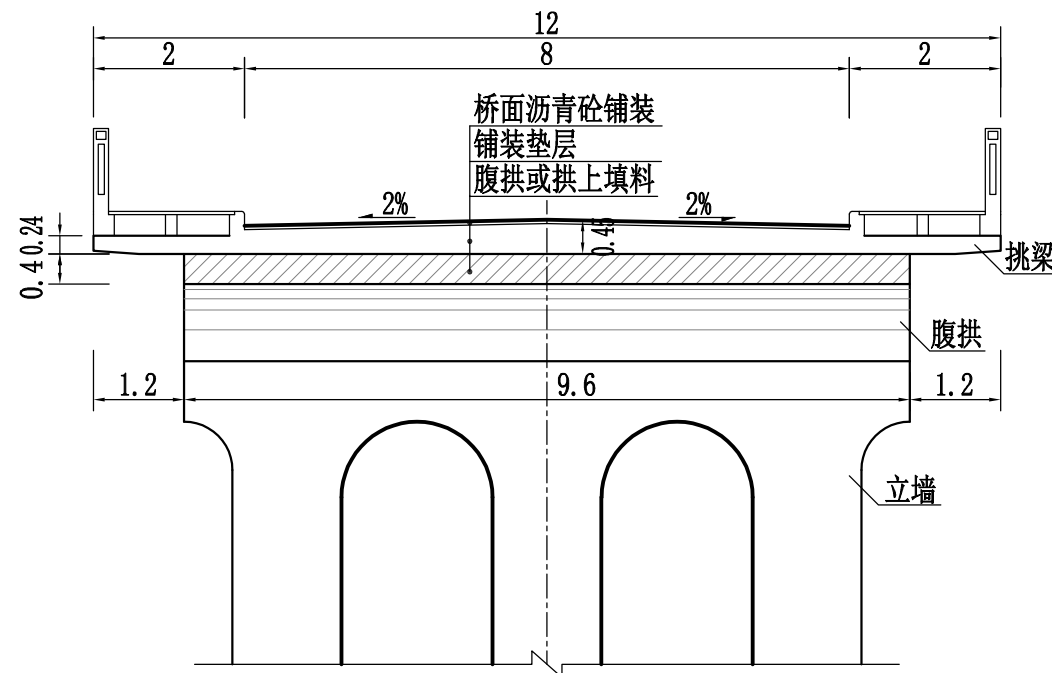
数量汇总表

		单位	预制挑梁	桥面铺装及防水层	人行道	钢护栏	栏杆	桥面排水	拆除既有结构	汇总
砼	C30	m <sup>3</sup>	26.30		493.14		2.48			521.9
	现浇C30砼	m <sup>3</sup>			3.12					3.1
钢筋	现浇砼HRB400钢筋	kg			779.63					779.6
	HRB400	kg	13087.41		123284.30		1218.22			137589.9
钢材	Q355B	kg				44867.83				44867.8
	Q235B	kg	2693.15				34599.78			37292.9
铺装	2cm 磨耗层	m <sup>2</sup>		756.00						756.0
	5cm 沥青层	m <sup>2</sup>		756.00						756.0
人行道	2cm 砂浆铺装	m <sup>2</sup>			1008.00					1008.0
	三层油毛毡	m <sup>2</sup>			126.00					126.0
	新旧混凝土界面剂	m <sup>2</sup>			1064.70					1064.7
	D16mm植筋	根	3780.00							3780.0
	M16*300 地锚螺栓	套				1272.00				1272.0
桥面排水	铸铁泄水管	kg						2278.40		2278.4
	铸铁格栅	kg						537.60		537.6
	膨胀螺丝	件						920.00		920.0
	熟铁定位箍	件						460.00		460.0
	弯接头	个						216.00		216.0
	三通	个						42.00		42.0
	四通	个						4.00		4.0
	PVC泄水管	m					798.00			798.0
拆除既有结构	拆除旧桥 挑梁	m <sup>3</sup>							34.32	34.3
	拆除旧桥 人行道结构	m <sup>3</sup>							289.80	289.8
	拆除旧桥 混凝土栏杆	m							964.00	964.0
	拆除旧桥 2cm磨耗层	m <sup>2</sup>							630.00	630.0
	拆除旧桥 5cm沥青层	m <sup>2</sup>							630.00	630.0
	拆除旧桥 34cm铺装基层	m <sup>3</sup>							214.20	214.2

现状桥型立面布置图 1:1000



现状桥面布置图 1:100



风采桥桥面病害、防护问题及处理方案表

序号	桥面病害或防护问题	处理方案
1	桥面铺装多处贯通裂缝、网裂，局部存在波浪、车辙	凿除新建现状桥面铺装
2	人行道各构件(包括悬臂挑梁、纵梁、人行道板)普遍存在开裂、混凝土剥落、钢筋外露锈蚀，混凝土强度较差，整体处于承载力不足的状况	拆除重建旧桥挑梁、人行道板及纵梁，拆除现状混凝土栏杆，新建钢栏杆
3	桥面车行道无有效防撞设施，不满足《城市道路交通设施设计规范》(GB 50688-2011)规范要求。	在人行道内侧石上设置钢防撞护栏

注:

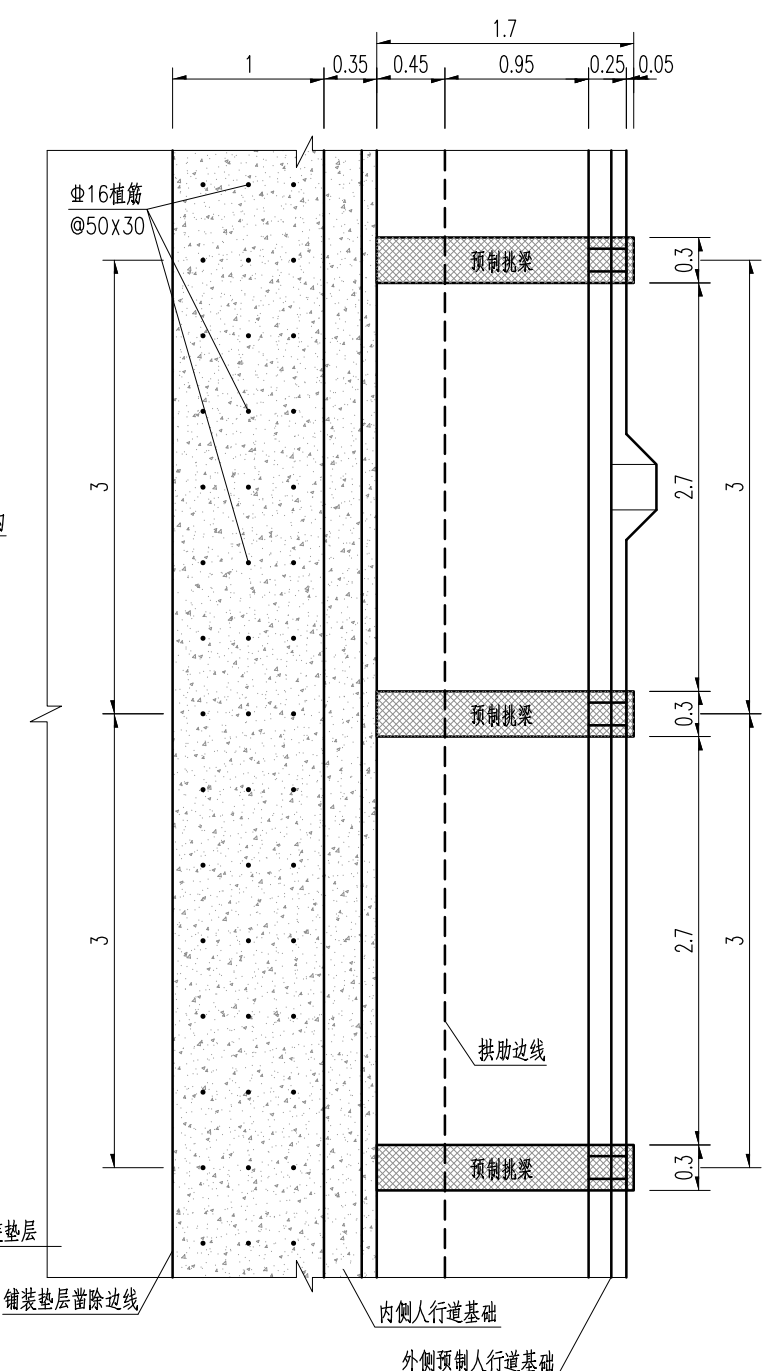
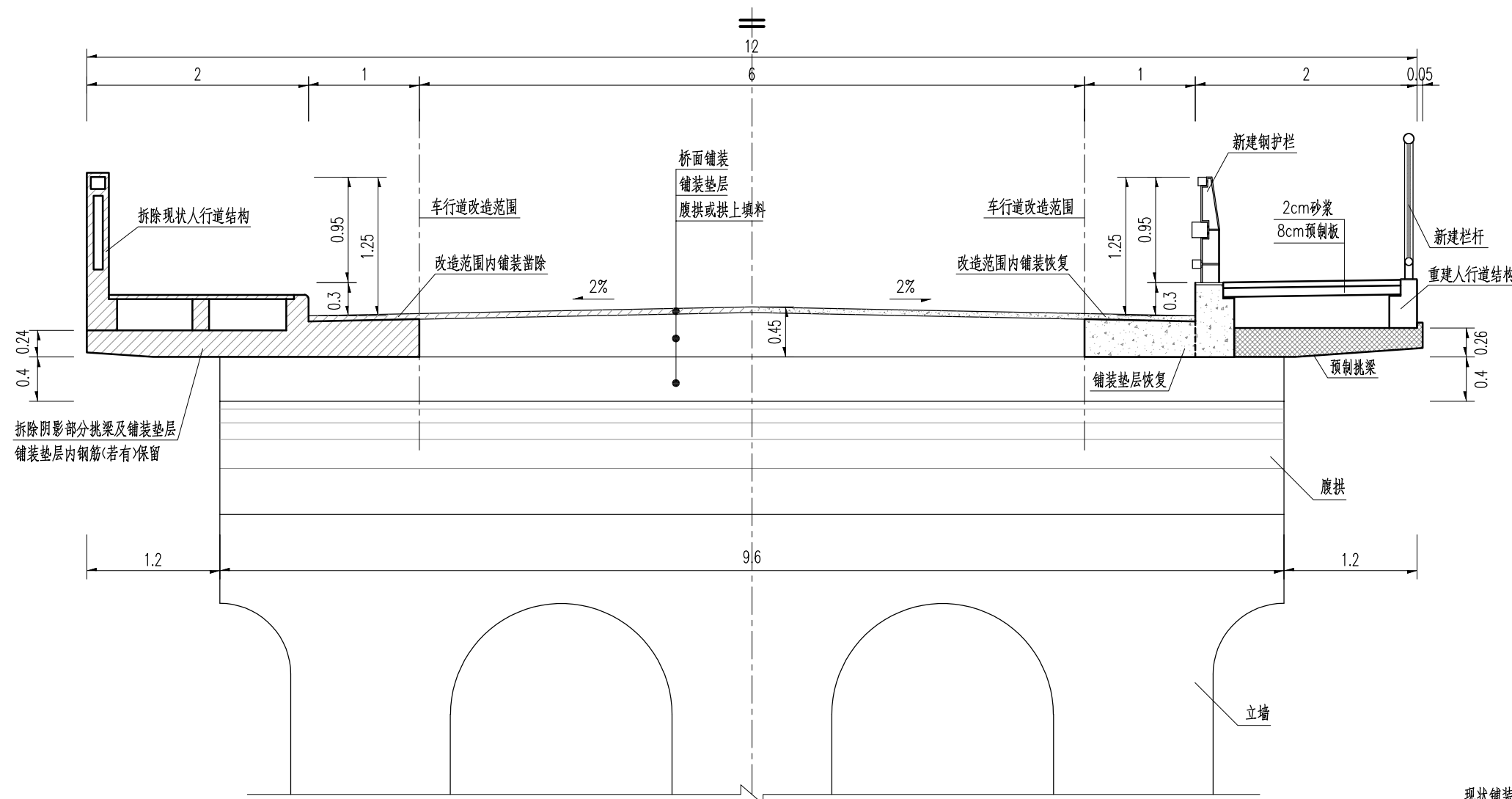
- 1、本图尺寸均以米计。
- 2、本图中病害仅做示意，具体位置及类型参考《广东省韶关市风采桥人行道悬臂梁2017年度专项检查报告》及《韶关市市政管理中心2024年度市政桥梁、隧道常规定期检测服务项目风采桥检测报告》。
- 3、风采桥全长315m，跨径组合为3×25m(板拱)+3×72m(双曲拱)；桥面总宽12.0m，桥面横向布置为：2.0m(人行道)+8.0m(车行道)+2.0m(人行道)。两侧引道全长约166m。

项目负责人

桥面改造平面布置图 1:50

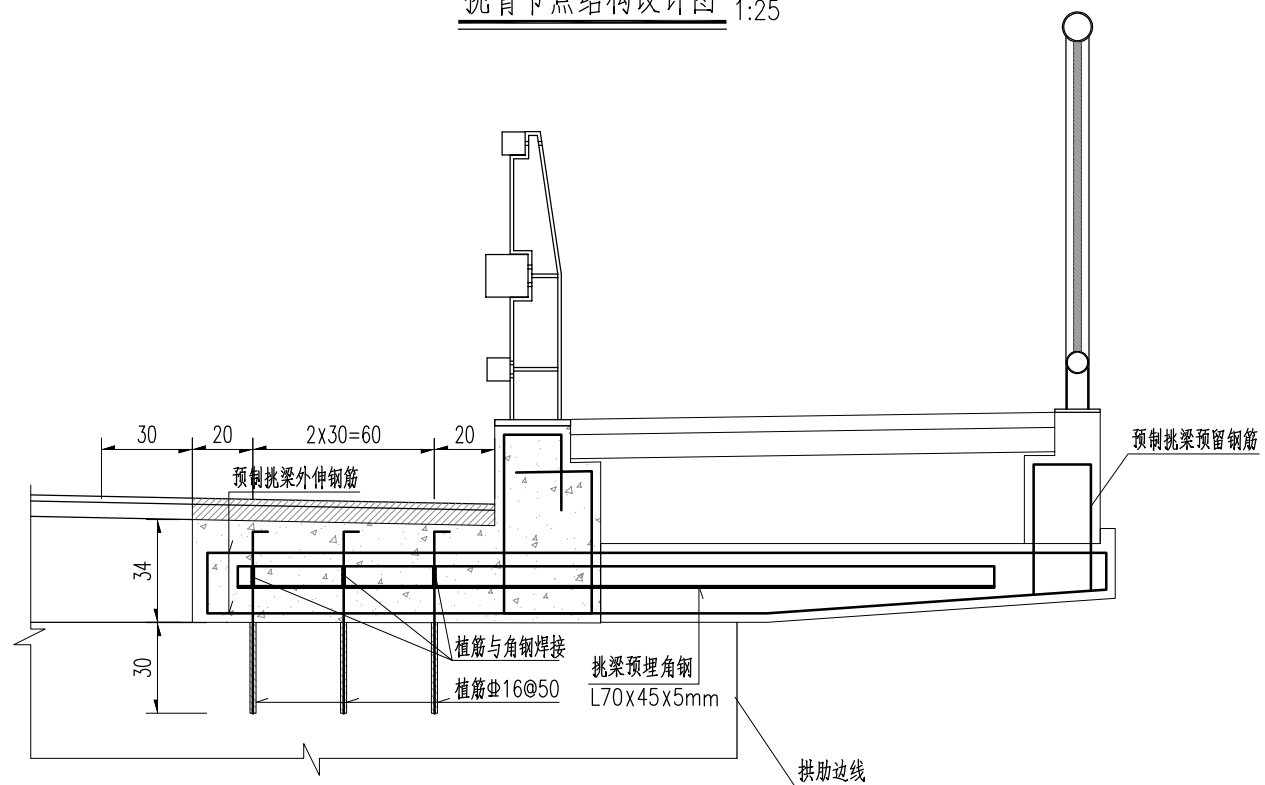
1/2桥面改造拆除示意图 1:50

1/2桥面改造新建示意图 1:50

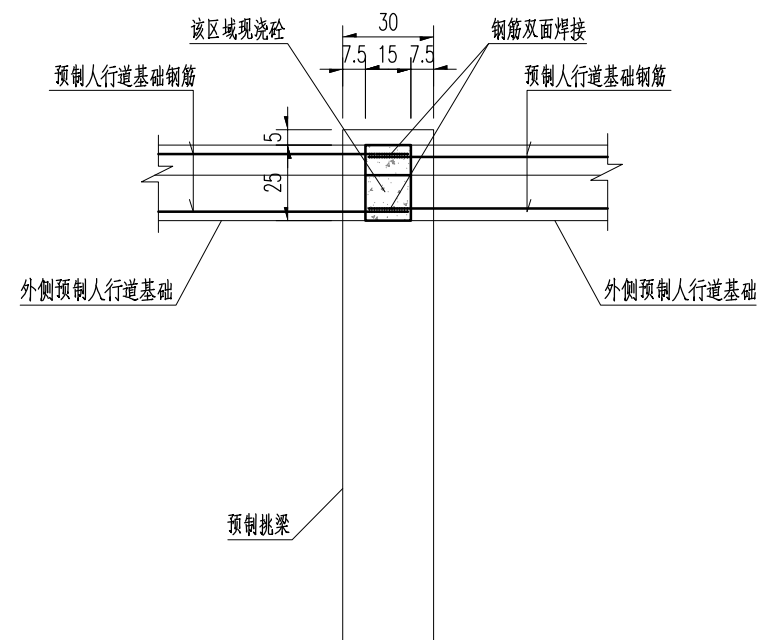


注：  
1.本图尺寸以米计。

挑臂节点结构设计图 1:25



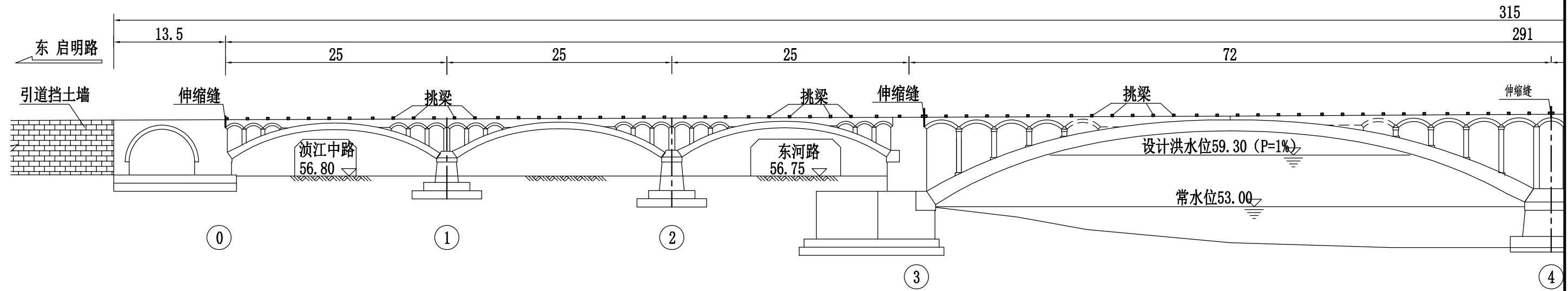
预制人行道基础钢筋连接设计图 1:25



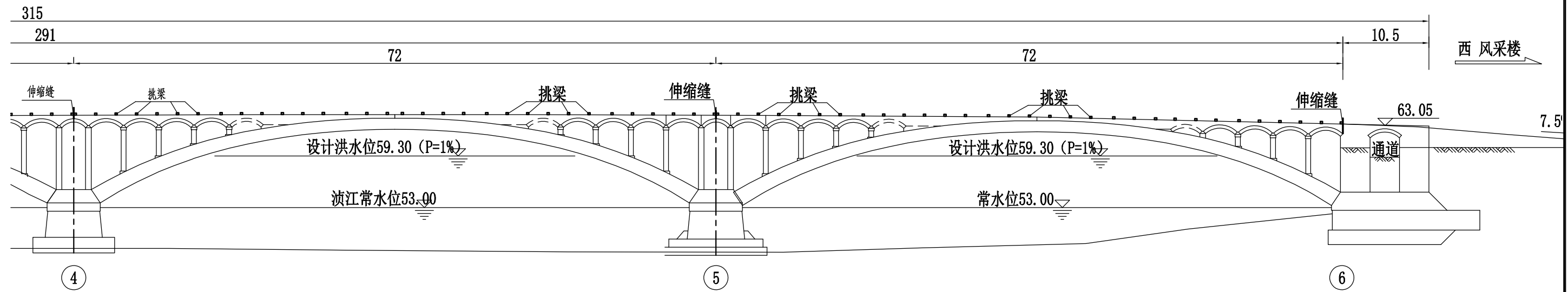
注:

1.本图尺寸以厘米计。

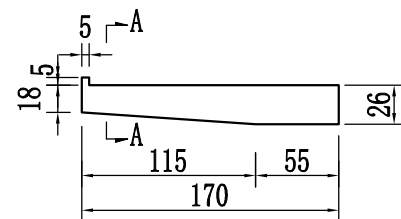
挑梁横断面布置图 1:500



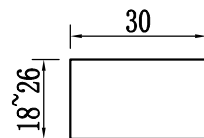
挑梁横断面布置图 1:500



挑梁立面图 1:50



A-A 1:15

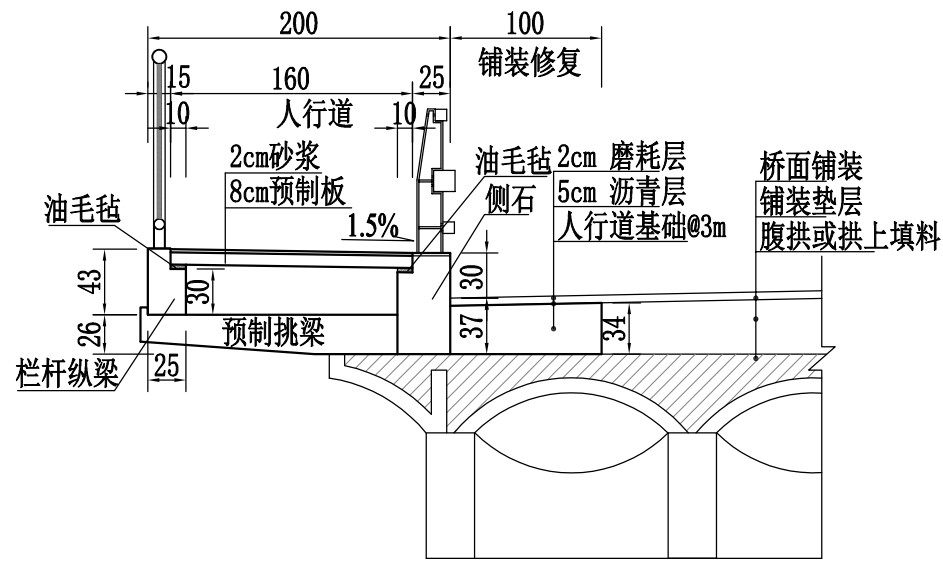


注

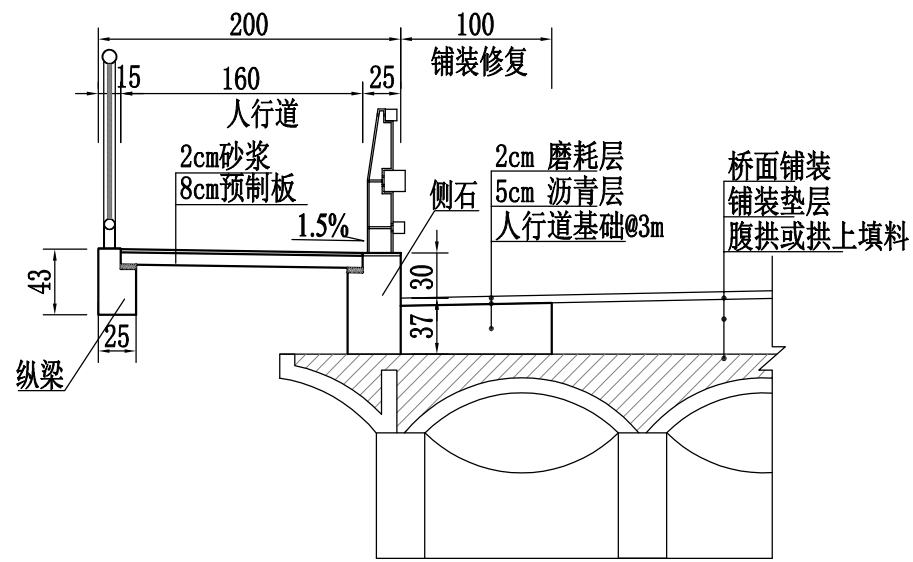
- 1、本图尺寸以米计。
- 2、全桥挑梁按现状位置替换布置，全桥两侧总计220根。
- 3、本图挑梁纵向位置仅为示意，实际布置以现场现状为准。

项目负责人

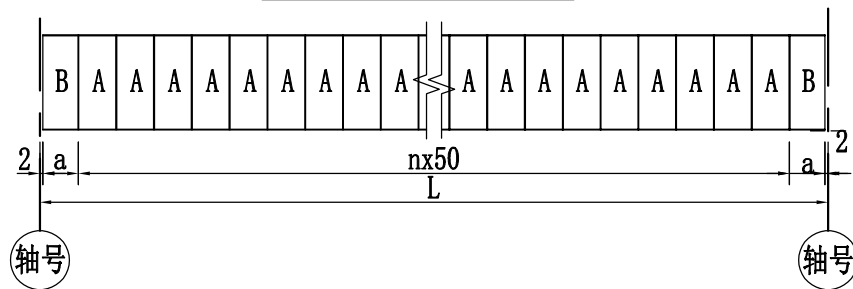
挑梁处立面 1:50



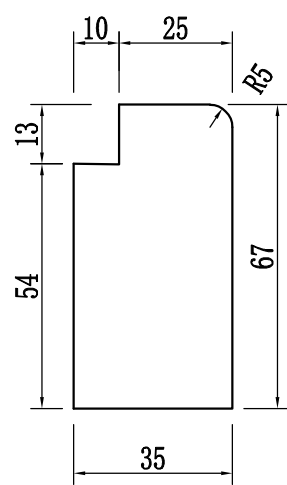
非挑梁处立面 1:50



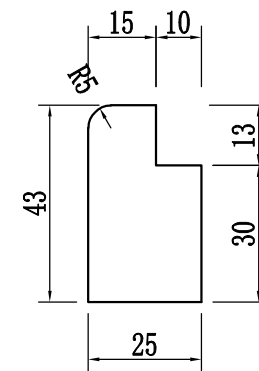
人行道板平面布置图 1:50



侧石横断面 1:30



栏杆纵梁横断面 1:30



人行道材料数量表

项目	单位	数量
2cm 砂浆铺装	m <sup>2</sup>	1008.0
8cm C30砼预制人行道板	m <sup>3</sup>	80.6
三层油毛毡	m <sup>2</sup>	126.0
C30砼栏杆纵梁	m <sup>3</sup>	55.7
C30砼人行道侧石	m <sup>3</sup>	139.5
C30砼人行道基础	m <sup>3</sup>	74.8
现浇C30砼人行道栏杆基础	m <sup>3</sup>	3.12
车行道 2cm磨耗层铺装修复	m <sup>2</sup>	756
车行道 5cm沥青层铺装修复	m <sup>2</sup>	756
路灯立柱	m <sup>3</sup>	3.0125

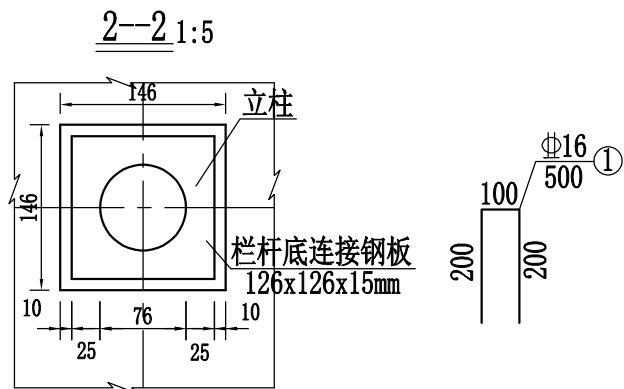
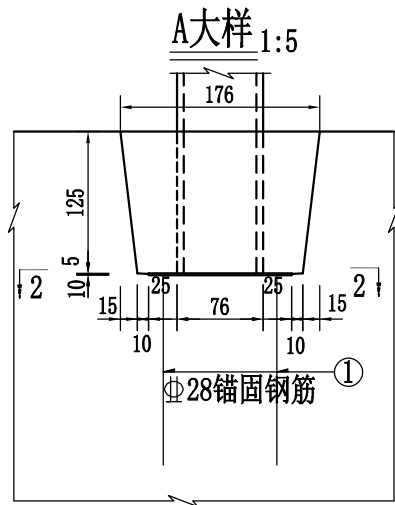
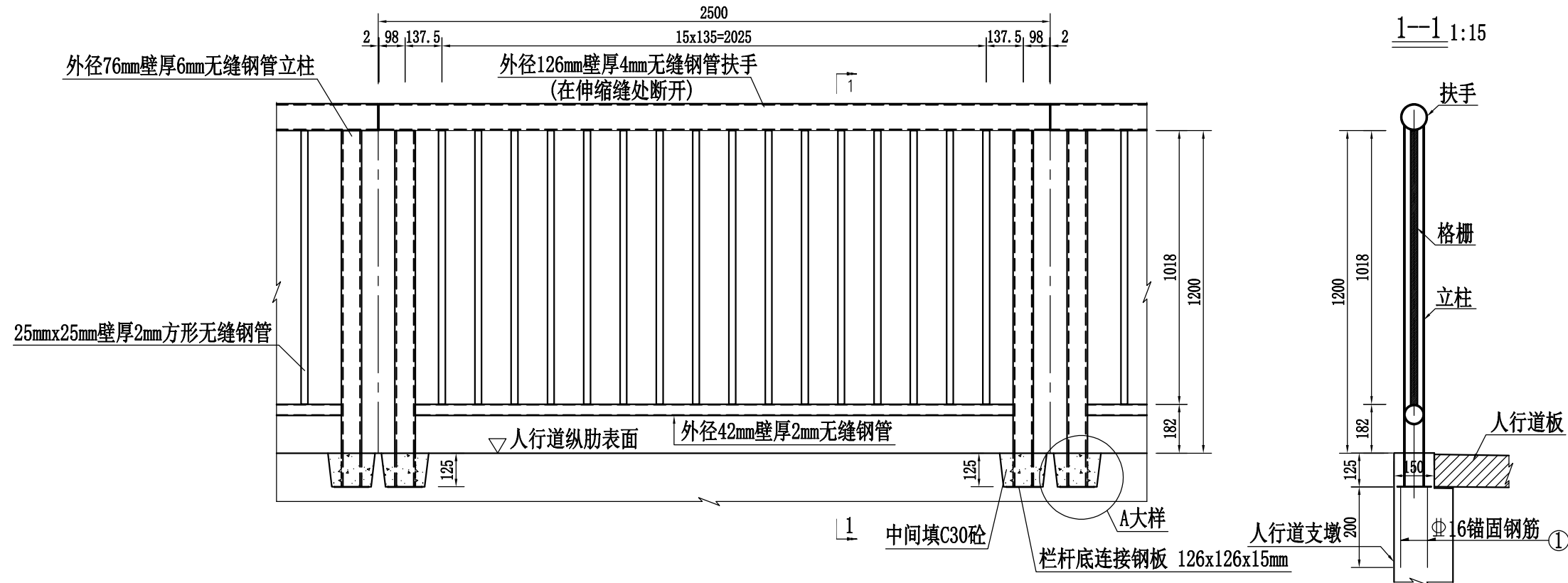
人行道板个数一览表

板类型	个数
A	1228
B	32

说明:

- 1、本图尺寸钢筋直径以毫米计，余以厘米计。
- 2、纵梁施工时请注意预埋栏杆预埋件及预埋钢板。
- 3、本图人行道板布置是根据风采桥竣工资料绘制，施工时可根据复测实际情况适当调整B型板尺寸。
- 4、人行道板与纵梁、侧石之间用三层油毛毡铺垫。

栏杆标准段构造图 1:15



栏杆材料数量表

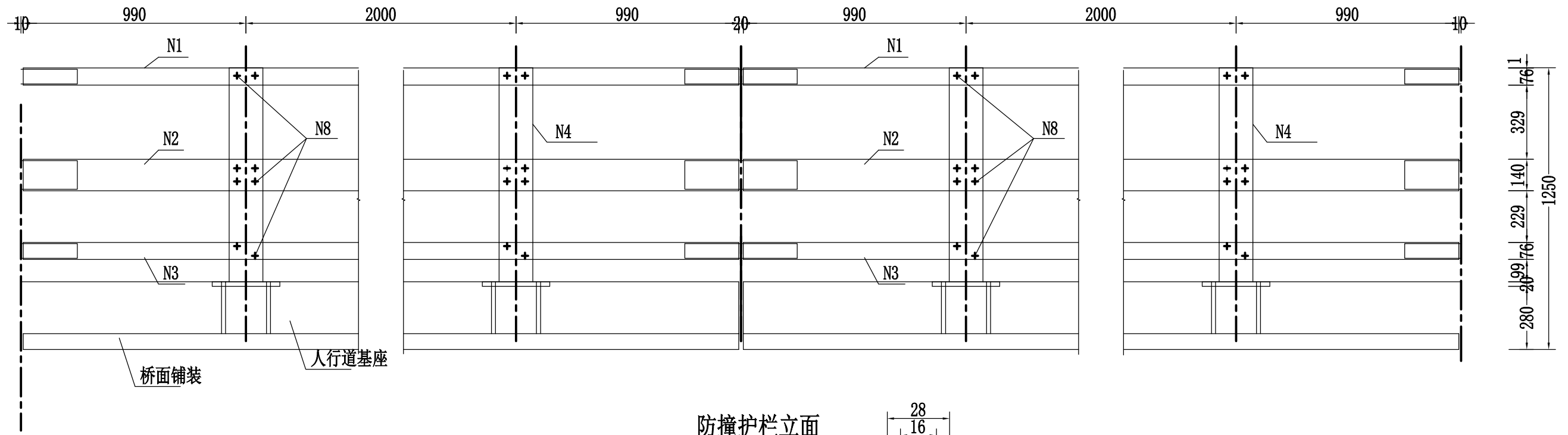
材料规格	1个标准节段 (2.5m)	全桥合计964m
	数量 (kg)	共386节段
外径126mm壁厚4mm无缝钢管扶手	30.09	11613.78
外径76mm壁厚6mm无缝钢管立柱	27.97	10795.11
25mm*25mm壁厚2mm无缝方管	23.45	9053.52
外径42mm壁厚2mm无缝钢管	4.39	1694.51
126*126*15钢板	3.74	1442.87
Φ28锚固钢筋 (L=1.2m)	23.20	8956.74
C30砼 (m³)	0.01	2.48

注:

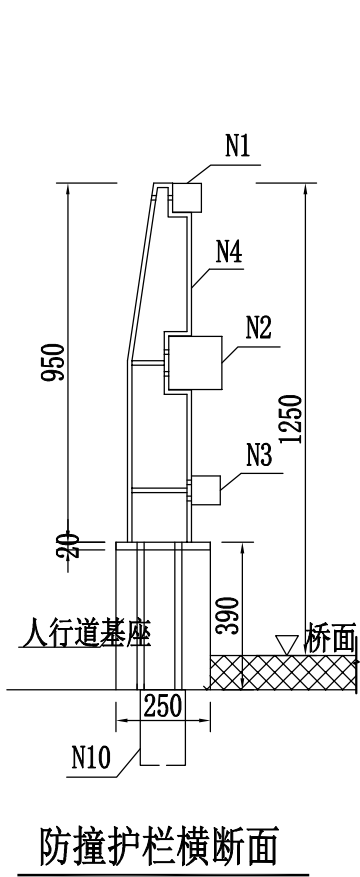
- 1、本图尺寸均以毫米计。
- 2、钢栏杆部分成型时一律用点焊、锉平,防腐采用水基丙烯酸漆(刷涂两次),面层采用水基涂料,表面刷涂银灰色。
- 3、栏杆底连接钢板在人行道中预埋10mm,外露5mm与栏杆立柱焊接。
- 4、栏杆立柱及栅栏应保证垂直,扶手与横栏应与主梁外边线平行。
- 5、本图仅示2.5m标准栏杆构造图,施工时可根据线型设置非标准长度栏杆。非标准长度栏杆构造应参照标准节段各构件的截面及间距办理,栏杆空隙间距需不大于11cm。
- 6、N1锚固钢筋平面放置如1-1图示,N1锚固钢筋与钢板双面焊接长度不小于5d,单面焊长度不小于10d。

项目负责人

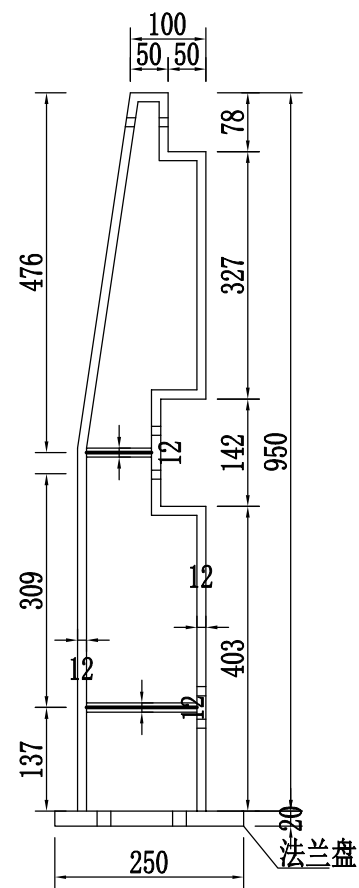
项目负责人



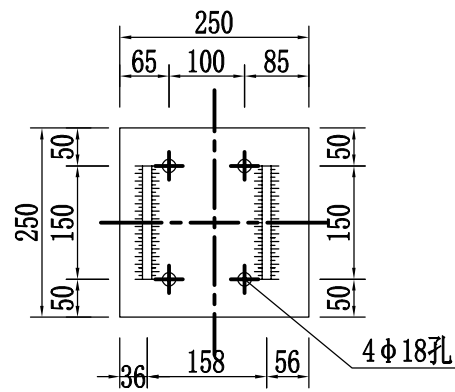
防撞护栏立面



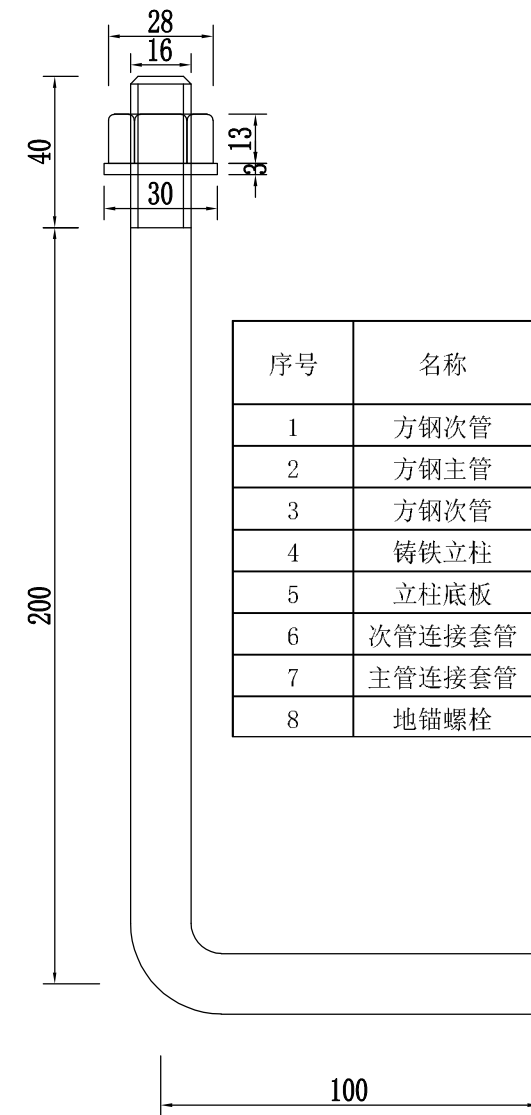
防撞护栏横断面



N4立面



N5立柱底板



M16地锚螺栓

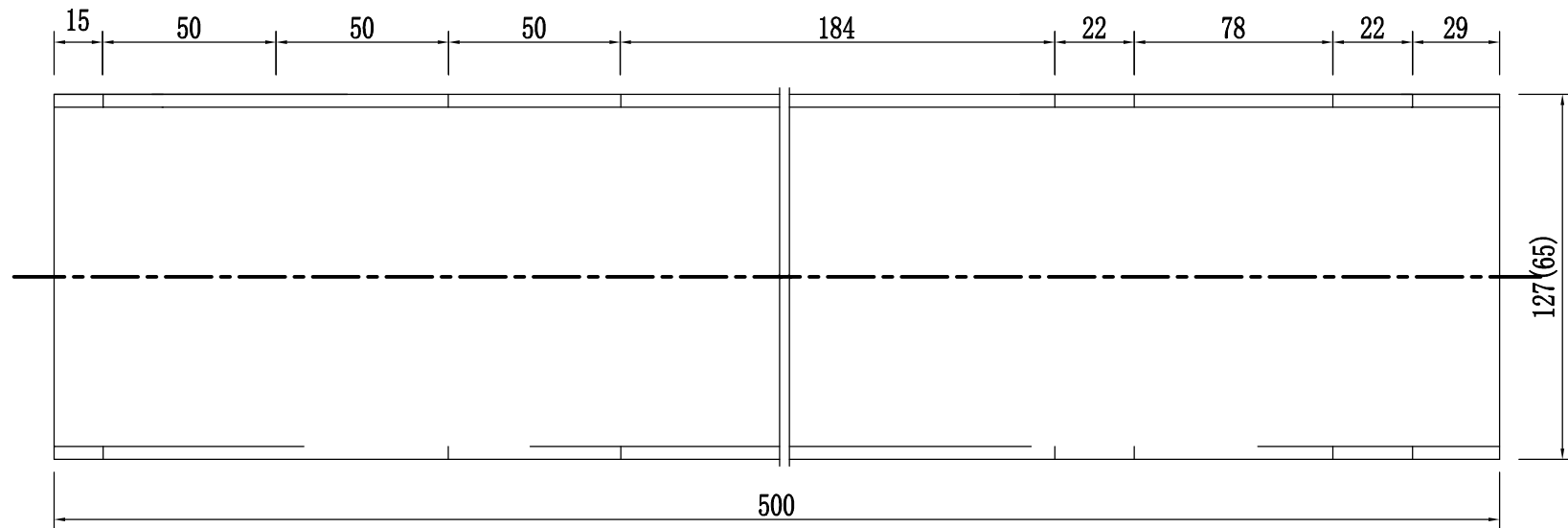
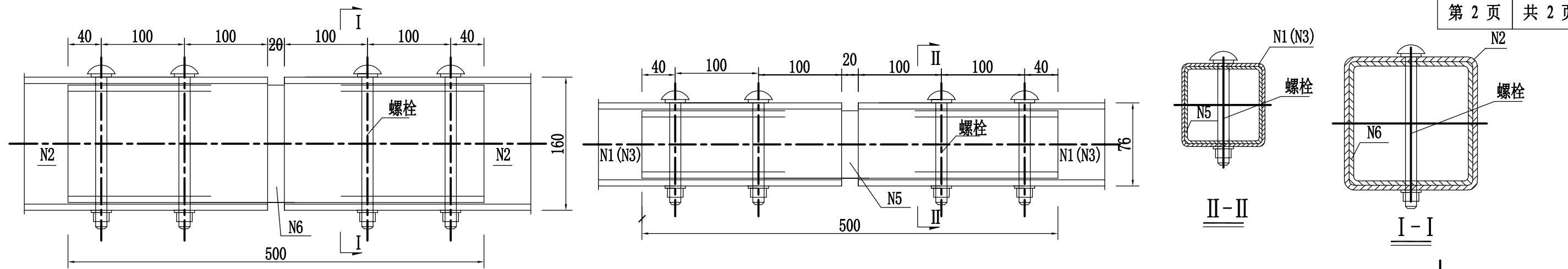
防撞护栏立面

序号	名称	编号	材质	规格	单件重	件数	共重
				(mm)	(kg)		(kg)
1	方钢次管	N1	不锈钢	76*76*4*3980	36	158	5688.0
2	方钢主管	N2		140*140*5*3980	84.4	158	13335.2
3	方钢次管	N3		76*76*4*3980	36	158	5688.0
4	铸铁立柱	N4		见图	32.2	318	10239.6
5	立柱底板	N5		250*250*20	9.813	318	3120.5
6	次管连接套管	N6		65*65*4*500	3.8	316	1200.8
7	主管连接套管	N7		127*127*5*500	9.6	158	1516.8
8	地锚螺栓	N8		M16*300			1272

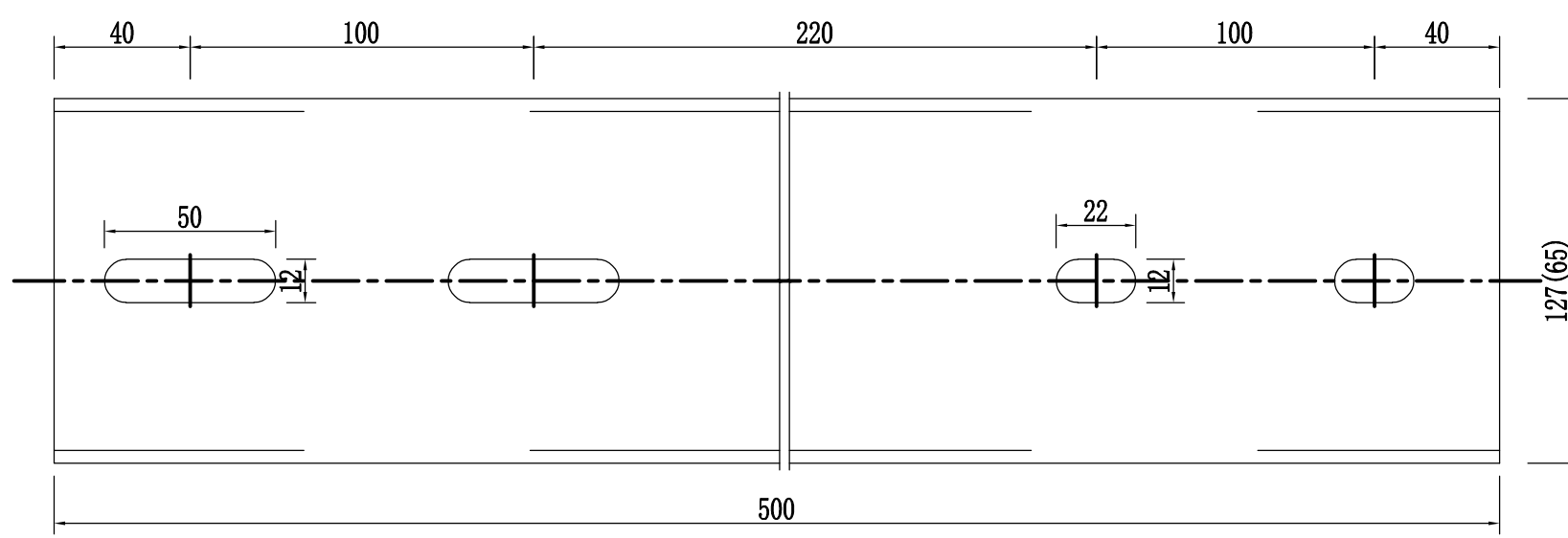
说明:

1. 本图尺寸均以毫米为单位。
2. 防撞立柱按2m间距进行布置。
3. 该防撞护栏为轻型全钢结构。
4. 混凝土梁段的护栏底座通过锚筋与梁体顶板连接。

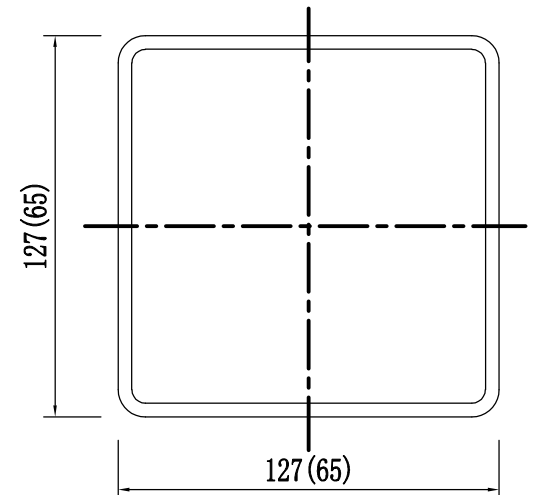
项目负责人



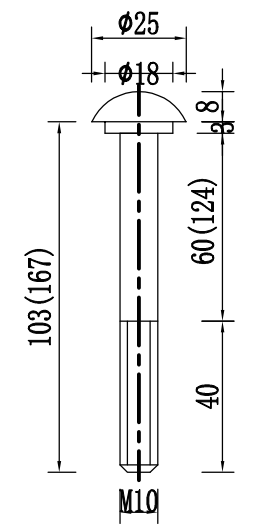
N7(N6) 大样立面



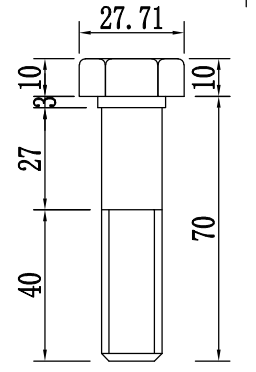
N7(N6) 大样平面



大样侧面



M10 连接螺栓

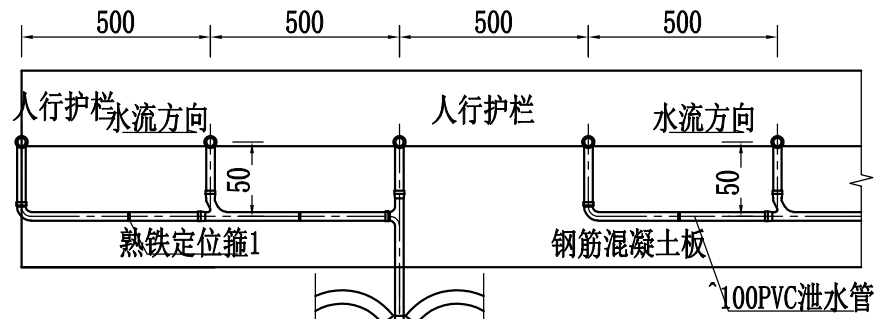


M16 连接螺栓

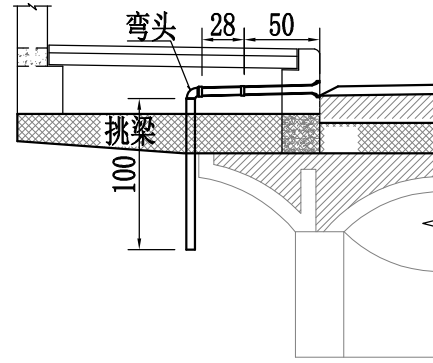
- 说明:
1. 本图尺寸均以毫米为单位。
  2. 括号外数字用于方钢主管, 括号内数字用于方钢次管, 其余两者共用。

项目负责人

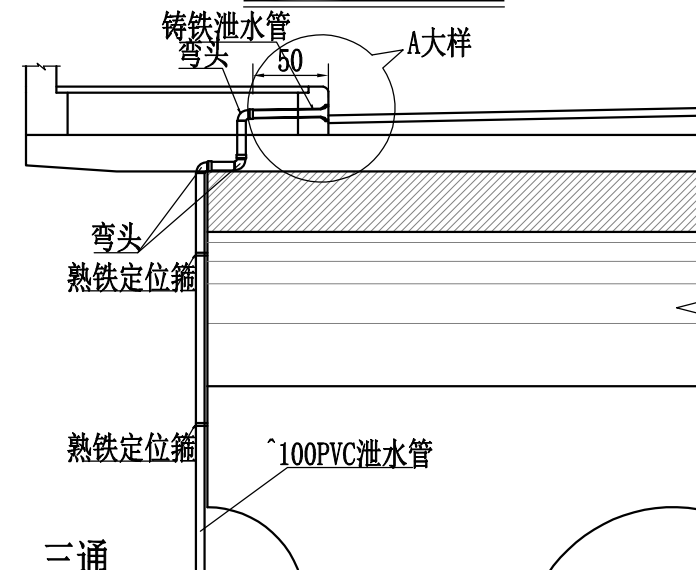
泄水管纵向布置图



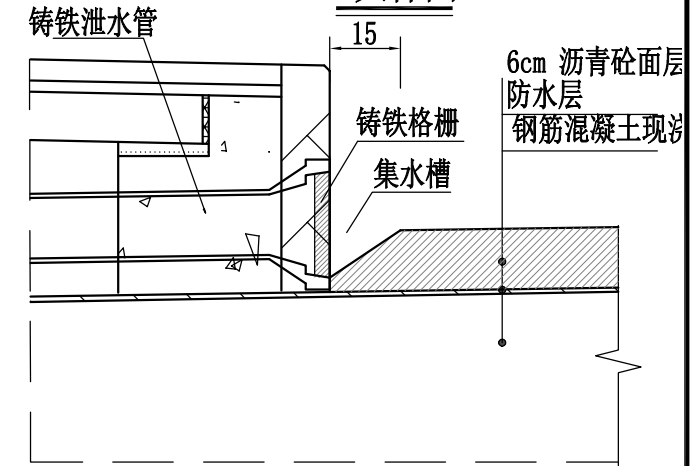
主桥泄水管侧面布置图



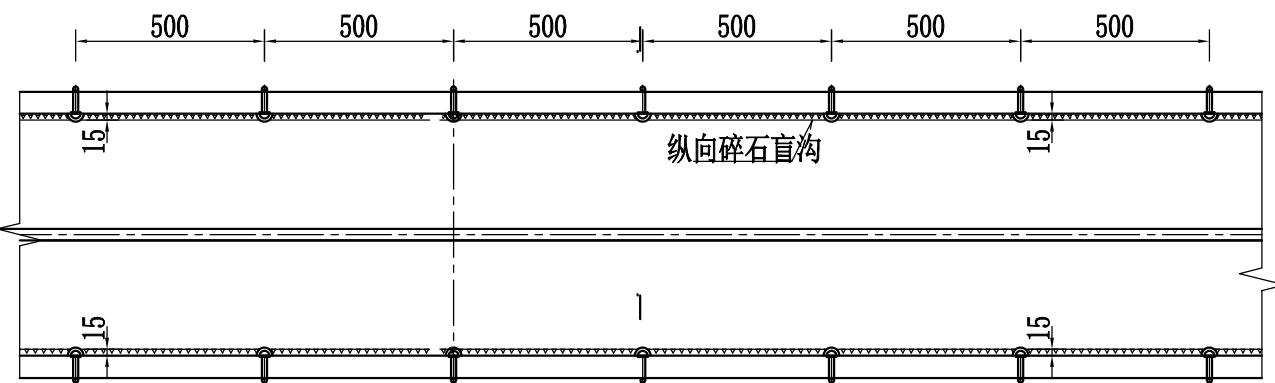
引桥泄水管侧面布置图



A大样图

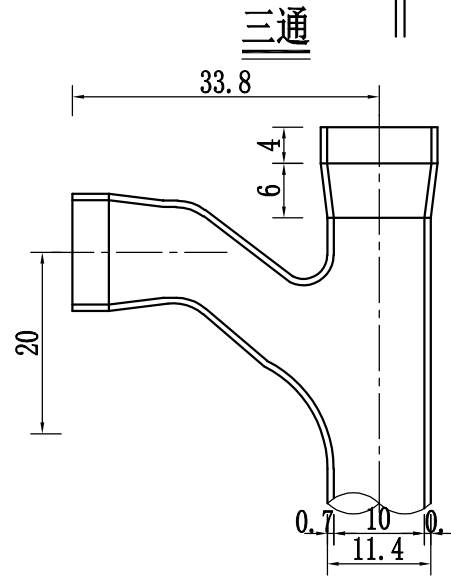


泄水管平面布置图

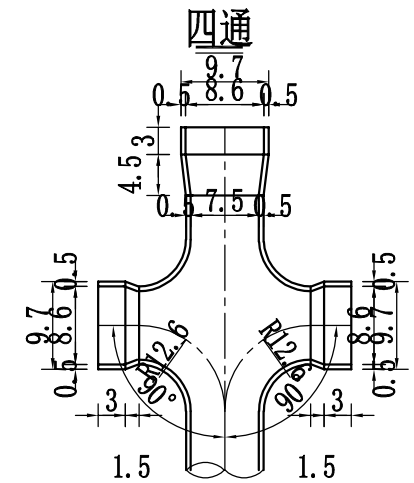
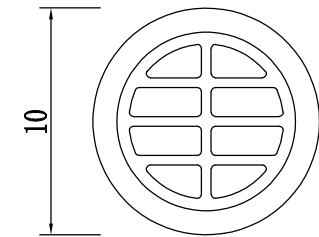


材料数量表

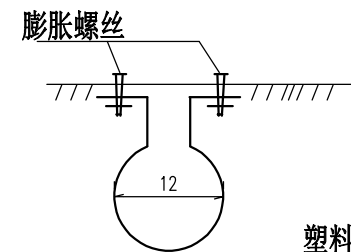
材料名称	规格	长度 (cm)	根(件)数		单件重 (kg/件)	共长 (m)	共重 (kg)
	(mm)		一套	全桥			
铸铁泄水管	^114	50	1	128	17.8		2278.4
铸铁格栅	^100		1	128	4.2		537.6
膨胀螺丝	M12		2	920			
熟铁定位箍	^3*20	58	1	460			
弯接头	^114*7			216			
三通	^114*7			42			
四通	^114*7			4			
PVC泄水管						798	



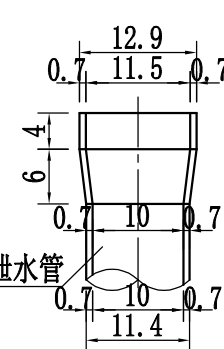
铸铁格栅



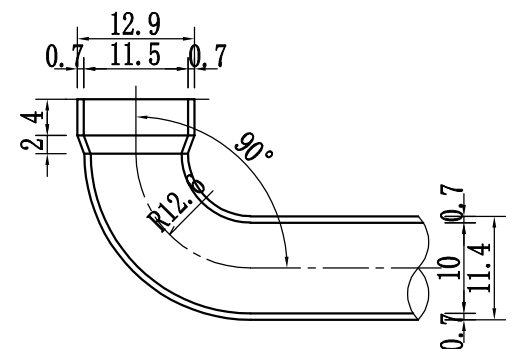
定位箍1大样



PVC泄水管



弯头1



注

- 1、本图尺寸以厘米计。
- 2、排水管的长度和各弯头位置，均以现场实际情况为准，可酌情作适当调整。
- 3、在摊铺桥面沥青混凝土底面层之后采用锯切的方式形成碎石盲沟槽，在槽内回填级配碎石，在泄水管处断开，切成圆弧形聚水口。
- 4、PVC管在墩身或梁体的固定采用定位箍，每1m布置1个，施工时注意预埋膨胀螺丝。
- 5、施工时应做好防漏措施，严防垃圾及砼落入进水口和排水管内。
- 6、管道安装完毕后，应作排水系统通水试验，以排水通畅、接口无渗漏为合格。
- 7、桥梁由于横坡影响，在桥梁左右幅外侧设置泄水管。
- 8、现浇桥面板和护栏时注意预埋泄水管。
- 9、主桥上排水不在聚集到桥墩处直接排入江中，引桥上排水聚集到桥墩处接入就近市政排水系统。