

良庆区那马镇冲陶桥维修加固工程

施工图更正补充设计

桥梁全长：66m



广西桂兴达交通工程咨询有限公司

Guangxi Guixingda Traffic Engineering Consulting Co., Ltd.

二〇二五年一月

良庆区那马镇冲陶桥维修加固工程

施工图更正补充设计

单位负责人：

资质等级：公路行业（公路）专业乙级

总工程师：

证书编号：A145019316

审 核：

项目负责人：

发证机关：中华人民共和国住房和城乡建设部

资质证书和营业执照



设计说明

一、桥梁概况

1.1 旧桥及项目概况

冲陶桥位于广西壮族自治区南宁市良庆区那马镇境内，所属路线为那马至新江 X569 线，桥梁跨越思灵江，中心桩号为 K7+216，桥梁全长 66m，桥梁全宽 8.5m。上部结构为普通钢筋混凝土空心板简支梁桥，下部结构重力式桥台，双柱式桥墩，基础为扩大基础。桥面铺装为水泥混凝土，护栏为混凝土护栏。根据 2024 年 5 月我公司对该桥进行检测后出具的《桥梁定期检查报告》（编号：BG-QLD-2024-103），最终技术状况评定为四类桥。

按照《交通运输部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）、《公路危旧桥梁改造行动方案》（交办公路〔2020〕71 号）和《公路危旧桥梁排查和改造技术要求》（交办公路函〔2021〕321 号）有关要求，2024 年 7 月南宁市良庆区交通运输局拟对桥梁进行加固改造，以改善当地公路交通现状，提升公路桥梁技术状况水平。



桥梁俯视图



桥梁侧立面图

1.2 旧桥设计标准及技术指标

- (1) 公路等级：三级公路；
- (2) 设计荷载：汽-20 级，挂 100；
- (3) 设计速度：30km/h；
- (4) 路基宽度：0.5（土路肩）+2×3.25m（行车道）+0.5（土路肩）=7.5m；
- (5) 抗震设防：抗震设防措施等级为 7 级；
- (6) 地震动峰值加速度：0.1g；
- (7) 设计洪水频率：1/50；
- (8) 桥面宽度：净 7.5m（行车道）+2×0.5m（护栏）=8.5m。
- (9) 原桥加固历史：旧桥无加固历史；

二、建设条件

2.1 气象水文

良庆区境内属亚热带季风气候，夏长冬暖，干湿分明，霜期短，冰雪罕见，光照充足，热量丰富。历年平均气温 22.1° C，年降雨量 1245.1 毫米，年平均雨日 140.2 天；年平均相对湿度 79%，

年平均无霜期 364 天，年平均日照时数 1593.6 小时，年平均风速 2.2 米/秒，最多风向为 NE 风，年雷暴日数 69.1 天。那马镇年平均气温 21.8°。全年气候变化是：2-3 月为冷暖空气频繁交替期，常有低温阴雨天气；4-5 月常受西太平洋副热带高压西伸的影响，易有春旱发生；6-8 月是夏季风极盛时期，多受台风侵袭，易有洪涝发生；9-10 月暖湿气团逐渐撤出大陆，雨量锐减，易有秋旱发生；11-次年 1 月，主要受大陆变性冷高压控制，是一年中温度最低时期。

邕江流经大沙田街道办、良庆社区，流经里程 15 千米。八尺江，八尺江流经大塘、那陈、那马、良庆，曲线长度共 110 千米，江河宽 60—100 米，水最深处 15 米，枯水期中游水面最窄处只有八市尺宽，故称“八尺江”。良凤江，良凤江从江南区流经大沙田街道西北侧后注入邕江。板暮河，板暮河由城区境内雅王江、古沙溪和南晓江 3 条河源于南晓大满村汇合后流入钦州，因该河经板暮村而称板暮河，该河流经大塘、南晓在辖区境长 18.80 千米。这 4 条江河总长 181.60 千米，年均流量 1593.45 立方米/秒，历史最小流量 125.97 立方米/秒，板暮河属钦江水系，另 3 条属珠江水系。那马镇境内有八尺江流经，且有大王滩水库等水资源。那马镇的地下水类型可能包括孔隙水、裂隙水等。

思灵江，又名思陵江，是珠江水系西江支流郁江邕江段支流八尺江的最大支流新江河的重要源流之一。思灵江流域涉及多个地区，包括那陈、大塘等地，最终汇入新江河，再流入八尺江。思灵江有两源，一源出那陈定止岭东麓，另一源出大塘园林坡，两源于那陈百派汇合后，河宽 10~30 米，深 1.5~3 米。

2.2 地形地貌

良庆区，位于南宁市南部，东接邕宁区，西连江南区，南邻防城港市上思县、钦州市钦北区，北临邕江与青秀区相望，总面积 1369 平方千米。地势呈南高北低。地貌有山地、丘陵、平原三个类型。那马镇地处良庆区南部，东邻邕宁区新江镇，南连大塘镇，西接那陈镇和经开区吴圩镇，北至良庆镇，地域上与良庆镇、广西良庆经济开发区、大塘镇连成一体。距南宁市区 20 千米。辖区东西最大距离 18.8 千米，南北最大距离 16.9 千米。那马镇境内以低丘地形为主，海拔高度一般为 220-250 米，高低差只有 100 米左右，山坡普遍为缓坡，一般在 20° 以下。高丘地形坡度为 10° -40°。那马镇地处邕江流域，八尺江流经该镇，为工程建设提供了良好的水资源条件。同时，镇内还有广西四大水库之一的大王滩水库，进一步丰富了水资源储备。

2.3 工程地质特征

那马镇位于广西壮族自治区的地质构造活跃区域，位于大瑶山铜多金属成矿带的北西部边缘区，其产出的构造环境为桂中凹陷与大瑶山隆起的过渡带。该地区受到华南板块和印支板块的影响，存在一定的断裂构造和褶皱构造。那马镇区域上出露地层主要为泥盆系中统，以碳酸盐岩为主。

2.4 材料来源

工程所用钢材、水泥等可在南宁市购买，施工材料试验合格后使用，可采用汽车运输。木材可在县、镇购买，采用汽车运输。

三、桥梁使用状况和存在的主要问题

3.1 桥梁检测情况及近期桥梁检测报告

3.1.1 桥梁病害检查结果表

病害工程量统计表

序号	构件		构件总数	病害构件数	病害类型	病害数量	总长度 (m) 或总面积 (m ²)	极值	允许最大缝宽 (mm)
1	上部结构	空心板	24	24	横向裂缝	432	310.10m	最大缝长: 0.80m 最大缝宽: 0.15mm	0.20
破损露筋					3	1.72 m ²	最大面积: 0.20m×0.20m	/	
3		铰缝	21	21	铰缝脱落	21	314.00m	最大长度: 16.00m	/
4	下部结构	侧墙	4	4	位移	4	/	存在明显的永久变形	/
5		桥墩	8	2	剥落、掉角	2	0.12 m ²	最大面积: 0.30m×0.20m	/
6		桥台	4	1	破损露筋	2	0.06 m ²	最大面积: 0.20m×0.20m	/
7				2	竖向裂缝	2	8.00m	最大缝长: 4.00m 最大缝宽: 0.80mm	0.30
8				1	沉降裂缝	2	12.00m	由于桥台出现滑动、下沉,导致台背填土有沉降裂缝,缝长: 6.00m; 最大缝宽: 15.00mm	0.30
9			1	位移	1	/	出现轻微下沉,沉降值: 0.08m	/	

序号	构件		构件总数	病害构件数	病害类型	病害数量	总长度 (m) 或总面积 (m ²)	极值	允许最大缝宽 (mm)
10		基础	6	1	冲刷、掏空	1	2.00 m ²	基础有局部冲蚀现象,部分外露,但未露出基底,面积: 4.00m×0.50m	/
11	桥面系	桥面铺装	5	1	错台	1	/	最大高差: 2.00cm	/
12				1	网状裂缝	1	2.00 m ²	最大面积: 2.00m×1.00m	/
13				1	破碎板	1	3.00 m ²	最大面积: 3.00m×1.00m	/
14				3	磨光、露骨	3	200.00 m ²	最大面积: 40.00m×5.00m	/
15		伸缩缝	2	2	止水带堵塞	2	14.00m	最大长度: 7.00m	/
16		护栏	2	2	破损露筋	2	8.00 m ²	最大面积: 20.00m×0.20m	/
17				2	外倾失稳	2	/	/	/
18	管养牌	1	1	损坏	1	/	/	/	

表中所列病害具体位置及现场情况照片详见冲陶桥桥梁定期检测报告》(编号: BG-QLD-2024-103)。

3.1.2 桥梁技术状况评定结果

根据检查结果及《公路桥梁技术状况评定标准》(JTJ/T H21-2011)第4章规定,对桥梁的总体技术状况评分进行评定,总体技术状况评分 $Dr=SPCI \times W_{sp} + SBCI \times W_{sb} + BDCI \times W_d = 63.6$,冲陶桥总体技术状况评分为69.3分,依据《公路桥梁技术状况评定标准》(JTJ/T H21-2011)第4.1.8节规定:“全桥总体技术状况等级评定时,当主要部件评分达到4类或5类且影响桥梁安全时,可按照桥梁主要部件最差的缺损状况评定”。鉴于冲陶桥下部结构桥台评分达到4类且影响桥梁的安全,该桥评定为4类桥。

3.1.3 《冲陶桥桥梁定期检测报告》(编号: BG-QLD-2024-103)提出的维修养护建议:

- (1)对于空心板出现大量横向裂缝的,建议在采用压浆法进行修补,裂缝处理完毕后,在裂缝区域混凝土表面涂刷水泥砂浆,避免色泽差异,并在后期的运营中加强观察,关注裂缝发展。
- (2)对于铰缝出现脱落的,建议采用铰缝专用胶将铰缝灌注密实。
- (3)对于侧墙出现位移的,建议拆除重建。
- (4)对于桥墩盖梁出现剥落、掉角的,建议先将病害区域的松散混凝土清理干净后采用聚合物砂

浆进行修补。

(5)对于台身出现竖向裂缝的,拆除重建。对于台帽出现破损露筋的,建议先将病害区域的松散混凝土清理干净,对钢筋进行除锈后,采用聚合物砂浆进行修补。对于桥台出现位移、滑动、下沉,导致台背填土有沉降裂缝的,建议拆除重建。

(6)对于桥面铺装出现错台的,建议找平修补,并对0#桥台台背进行重新回填夯实。出现网状裂缝的,建议采用沥青灌封胶进行封闭处理。出现破碎板的,建议对病害区域开槽并清理残渣,涂刷粘层油后,采用沥青混凝土进行修补。出现磨光、露骨的,建议加强观测,病害发展严重时,凿除重修。

(7)对于伸缩缝出现堵塞的,建议及时清理杂物,并检查伸缩缝是否漏水,确保伸缩缝功能正常。

(8)对于护栏出现破损露筋的,建议先将病害区域的松散混凝土清理干净,对钢筋进行除锈后,再采用聚合物砂浆对病害区域抹面修补处理。对于出现外倾失稳的,建议拆除重建。

(9)对于标志牌出现损坏的,建议及时更换。

(10)按照《公路桥涵养护规范》(JTJ 5120-2021)要求对桥梁进行日常养护及管理。

3.2 主要病害原因分析

(1)空心板裂缝:该桥为普通钢筋混凝土结构,推测为梁板下部钢筋受荷载作用松弛,混凝土受拉产生裂缝,同时温度变化、混凝土收缩等因素也可能引起裂缝。

(2)剥落、露筋:剥落露筋原因可能为施工质量不好,浇注时垫块位移,同时架设主梁时梁体有磕碰等。

(3)蜂窝麻面:混凝土浇筑中缺乏捣固,模板缝隙不严导致水泥浆流失等。

(4)铰缝脱落:铰缝混凝土浇筑质量不好,浇筑前未对空心板侧面进行凿毛处理或处理不好,导致新旧混凝土交接处质量不良,运营过程中受自然环境侵蚀、车辆荷载等影响,铰缝混凝土与空心板分离、脱落。

(5)桥台竖向裂缝、渗水污染:竖向裂缝位于桥台侧墙与前墙交接处,主要原因为桥台为浆砌片石的圬工结构,抗弯拉及抗剪切能力弱,随交通量逐年增大,道路运营状况日益复杂,在自然环境的侵蚀和行车荷载的共同作用下,使桥台于前墙与侧墙交接处开裂。

(6)墩台剥落、掉角:下部结构病害主要由于自然环境的长期侵蚀导致。

(7)桥面铺装错台:运营过程中受自然环境侵蚀、车辆荷载等影响,台后填土下沉、渗水导致板块松动、位移。

(8)桥台渗水污染:雨水从梁端缝下渗至桥台,从而导致了台帽渗水污染。

(9) 桥面铺装裂缝：主要位于第三跨，推测为台帽受桥台侧墙与前墙交界处开裂影响而位移量变大，导致梁端位置过大，从而导致桥面变形开裂。

3.3 现场调查测量情况



0号桥台侧墙开裂



3号桥台侧墙裂缝



空心板较缝脱落



0号桥台台内、台后路面破损、积水



3号桥台台尾道路水毁、下沉



护栏破损、露筋、外倾



桥面铺装纵向裂缝、磨光、露骨



伸缩缝堵塞

3.4 桥梁适应性分析

3.4.1 桥梁承载能力

旧桥建设年代久远，执行的规范与现行规范差异大，已难以满足现行《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）的汽车荷载要求。桥梁实际承载能力需进行荷载试验后方能明确。

3.4.2 桥梁通行能力

桥梁所处 X569 线道路等级为三级公路，现状桥面宽为 8.5m，满足现行《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）的公路建筑限界要求。

3.4.3 桥梁防洪能力

根据《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）第 3.4.3 条规定，桥下净空应根据技术水位（设计水位计入壅水、浪高等）加安全高度确定，并应复核下列规定：

3 在不通航或无流放木筏河流上及通航河流的不通航桥孔内，桥下净空不应小于表 3.4.3 的规定。

表 3.4.3 非通航河流桥下最小净空

桥梁的部位		高出计算水位 (m)	高出最高流冰面 (m)
梁底	洪水期无大漂流物	0.50	0.75
	洪水期有大漂流物	1.50	—
	有泥石流	1.00	—
支承垫石顶面		0.25	0.50
有铰拱拱脚		0.25	0.25

4 无铰拱的拱脚允许被设计洪水淹没，但不宜超过拱圈高度的 2/3，且拱顶底面至计算水位的净高不得小于 1.0m。

5 在不通航和无流筏的水库区域内，梁底面或无铰拱拱顶底面离开水面的高度不应小于计算浪高的 0.75 倍加上 0.25m。

因缺少数据，旧桥最高历史洪水位不明，该桥抗洪能力等级待定。

3.4.4 桥梁抗震措施

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）划分及《公路桥梁抗震设计规范》（JTG/T 2231-01-2020）规定，本桥区地震动峰值加速度为 0.1g，地震动反应谱特征值周期为 0.35s，地震基本烈度为七度，桥梁抗震设防类别为 D 类，抗震措施等级为二级。根据《公路桥梁抗震设计规范》（JTG/T 2231-01-2020）第 11.2.1 条上部结构梁端至墩、台帽或盖梁边缘应满足 $a \geq 50 + 0.1L + 0.8H + 0.5L_k$ 且不应小于 60cm，具体计算见下表：

墩台号	A 允许最小值 (cm)
0、3 桥台	72

现状旧桥已经多年运营，本次维修加固设计维持现状台帽宽度不变，维持现状桥梁抗震措施不变。

四、桥梁改造设计

4.1 改造设计原则

结合项目桥梁特点，根据桥梁的检测及验算评估结论，本着安全第一的原则，以经济合理、缩短交通影响及施工便捷为目的，采用适当措施消除桥梁安全隐患，确保桥梁安全运营。本次设计仅针对桥梁现状病害进行维修加固，对于因规范等变化引起的桥梁适应性不足不作调整，维持旧桥设计标准。

4.2 设计依据及规范

- (1) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）；
- (2) 《公路圬工桥涵设计规范》（JTG D61-2005）；
- (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) 《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）；
- (7) 《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22-2008）；
- (8) 《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23-2008）；
- (9) 《公路桥涵施工技术规范》（JTGT 3650—2020）；
- (10) 《公路桥涵养护规范》（JTG 5120—2021）；
- (11) 《装配式混凝土梁式桥检测评定和维修加固技术规范》（DB45T 1645-2017）；
- (12) 《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1-2017）；
- (13) 《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG 5220-2020）；
- (14) 其他现行规范及标准。

4.3 改造设计标准

设计荷载：维持旧桥设计荷载不变；

公路等级：三级公路；

抗震设防：抗震设防类别为 D 类；

地震动峰值加速度：0.1g；

设计洪水频率：1/50；

桥面宽度：净 7.5m（行车道）+2×0.5m（护栏）=8.5m；

桥涵结构设计基准期：100 年；

桥涵设计使用年限：30 年；

环境类别：I 类。

五、维修设计方案

根据规范要求，结合当地的相关意见，桥梁维修设计方案如下：

- (1) 空心板裂缝封闭、灌浆修复，环氧砂浆修补，**梁底粘贴预应力碳纤维板**；
- (2) 凿除旧桥桥面铺装，空心板铰缝灌浆封闭后，重新铺筑 C40 防水砼铺装层；
- (3) 桥台侧墙裂缝灌浆修复后采用**扁担梁加固处理，并修复锥坡**。
- (4) 拆除旧桥混凝土护栏，重建 SB 级护栏；
- (5) 挖除路桥过渡段旧路面层及部分基层，重新铺筑 22cm 钢筋混凝土板及 5cmAC-16 沥青混凝土面层；
- (6) 拆除桥梁右侧施工挡板及基础，恢复路面排水功能；
- (7) 拆除恢复新江侧桥头破损波形梁护栏；
- (8) 恢复桥梁及前后路段路面标线。

六、主要材料

6.1 水泥混凝土

- (1) 水泥的品种、性能和质量应满足下列要求：
 - a) 应采用强度等级不低于 32.5 级的硅酸盐水泥、快硬硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；当有耐腐蚀耐高温的要求时，应采用相应的特种水泥。
 - b) 当配置加固用聚合物砂浆时，所采用的水泥强度等级不应低了 42.5 级。
- (2) 集料的品种和质量应满足下列要求：
 - a) 粗集料应选用质密、坚硬、强度高、耐久性好的碎石或卵石。对于主要承重构件，加固用集料的最大粒径：拌和混凝土应不超过 20mm，小石子混凝土不超过 10mm。不得使用含有活性二氧化硅石料制成的粗集料。
 - b) 细集料应选用中、粗砂，其细度模数宜控制在 2.6-3.7 之间。
- (3) 混凝土拌和用水应满足下列要求：
 - a) 水中不应含有影响水泥正常凝结与硬化的有害杂质或油脂、糖类及游离酸类等。

b) 污水、pH 值小于 5 的酸性水及含硫酸盐量按 SO_4^{2-} 计超过水的质量 $0.27\text{mg}/\text{cm}^3$ 的水不得使用。

c) 不得用海水拌制混凝土。

d) 供饮用的水。

(4) 混凝土所掺的粉煤灰应是 I 级灰，且烧失量不应大于 3%。

(5) 当桥梁加固选用聚合物混凝土、微膨胀混凝土或合成短纤维混凝土时，应在施工前进行试配，并应检验其强度、抗干缩性及耐腐蚀性。

(6) 混凝土中掺用外加剂时，其质量及相关技术规定应符合《混凝土外加剂》(GB8076)与《混凝土外加剂使用技术规范》(GB50119)的要求；不得使用含有氯盐、亚硝酸盐碳酸盐和硫氰酸盐类成分的外加剂；不应使用铝粉作为混凝土的膨胀剂。

6.2 钢材

(1) 普通钢筋采用符合《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》(GB1499.1-2018)标准的 HPB300 钢筋和符合《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》(GB1499.2-2017)标准的 HRB400 钢筋。直径大于或等于 12mm 者一般采用 HRB400 钢筋，直径小于 12mm 者一般采用 HPB300 钢筋。

6.3 预应力碳纤维板

预应力碳纤维板的各项力学指标应满足《桥梁结构用碳纤维片材》(JT/T 532-2019)中对碳纤维板的相关要求。

碳纤维板的力学性能

序号	项目	I 级
1	抗拉强度标准值 (MPa)	≥ 2400
2	受拉弹性模量 (MPa)	$\geq 1.6 \times 10^5$
3	伸长率 (%)	≥ 1.7
4	纤维复合材料与基材正拉黏结强度 (MPa)	对混凝土基材： ≥ 2.5 ，且为混凝土内聚破坏； 对钢基材： ≥ 3.5 ，且不应为黏附破坏
5	层间剪切强度 (MPa)	≥ 50

预应力碳纤维板锚具应满足《桥梁预应力碳纤维板-夹持式锚具》(JT/T 1267-2019)中对锚具的相关要求。

6.4 胶黏剂

1、植筋锚固用胶黏剂安全性能

所选植筋锚固用胶黏剂应具有足够的粘结强度和耐久性，要求采用的植螺杆、钢筋锚固用胶黏剂的安全性能指标应符合《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367—2013）、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）中锚固用胶黏剂 A 级胶的相应规定，其无毒性检验的结果应符合无毒卫生等级的要求，安全性能指标应满足下表要求：

锚固用胶黏剂安全性能指标表

性能项目		性能要求	试验方法标准	
胶体性能	劈裂抗拉强度 (MPa)	8.5	GB 50728	
	抗弯强度 (MPa)	≥50, 且不得呈碎裂状破坏	GB/T 2567	
	抗压强度 (MPa)	≥60	GB/T 2567	
黏结能力	钢-钢 (钢套筒法) 拉伸抗剪强度标准植 (MPa)	≥16	GB 50367	
	钢-钢 (钢片单剪法) 拉伸抗剪强度标准植 (MPa)	≥6.5	GB/T 7124	
	约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土的粘结强度 (MPa)	C30、Φ25、埋深 150mm	≥12.0	GB 50728
		C60、Φ25、埋深 125mm	≥18.0	
经 90d 湿热老化后的钢套筒粘结抗剪强度降低率 (%)		< 15	GB 50728	
经低周反复拉力作用后的试件粘结抗剪强度降低率 (%)		≤50	GB 50367	

2、封边胶

其安全性能指标应符合《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）的相应规定，其无毒性检验结果应符合无毒卫生等级的要求。

以混凝土为基材，粘贴钢材用结构胶基本性能鉴定标准

性能项目		检验条件	鉴定合格指标 (I 类胶 A 级)
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	在 (23±2)℃、(50±5)%RH 条件下，以 2mm/min 加荷速度进行测试	≥30
	受拉弹性模量 (MPa) (涂布胶)		≥3200
	伸长率 (%)		≥1.2
	抗弯强度 (MPa)		≥45, 且不得呈碎裂状破坏
	抗压强度 (MPa)		≥65

性能项目		检验条件	鉴定合格指标 (I 类胶 A 级)	
黏结能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准植 (MPa)	标准值	(23±2)℃、(50±5)%RH	≥15
		平均值	(60±2)℃、10min	≥17
			(95±2)℃、10min	-
			(125±3)℃、10min	-
	钢-钢对接黏结抗拉强度 (MPa)	在 (23±2)℃、(50±5)%RH 条件下，按所执行实验方法标准规定的加荷速度测试	(-45±2)℃、10min	≥17
				≥33
				≤25
钢对钢 T 冲击剥离长度 (MPa)			≥2.5, 且为混凝土内聚破坏	
热变形温度 (℃)		固化、养护 21d, 到期使用 0.45MPa 弯曲应力的 B 法测定	≥65	
不挥发物含量 (%)		(105±2)℃、(180±5) min	≥99	

3、粘贴碳纤维板用胶黏剂的安全性能

粘贴碳纤维板不得使用不饱和聚酯树脂、醇酸树脂作为胶黏剂，其安全性能指标应符合《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）中粘贴碳纤维用胶黏剂 A 级胶的相应规定，其无毒性检验结果应符合无毒卫生等级的要求，且粘贴碳纤维布的底胶及修改胶应与胶黏剂相匹配。

以混凝土为基材，粘贴纤维复合材料用结构胶基本性能鉴定标准

性能项目		检验条件	鉴定合格指标 (I 类胶 A 级)	
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	在 (23±2)℃、(50±5)%RH 条件下，以 2mm/min 加荷速度进行测试	≥38	
	受拉弹性模量 (MPa) (涂布胶)		≥2400	
	伸长率 (%)		≥1.5	
	抗弯强度 (MPa)		≥50, 且不得呈碎裂状破坏	
	抗压强度 (MPa)		≥70	
黏结能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准植 (MPa)	标准值	(23±2)℃、(50±5)%RH	≥14
		平均值	(60±2)℃、10min	≥16
			(95±2)℃、10min	-
			(125±3)℃、10min	-
		(-45±2)℃、10min	≥16	
钢-钢对接黏结抗拉强度 (MPa)		在 (23±2)℃、(50±5)%RH 条件下	≥40	

性能项目		检验条件	鉴定合格指标 (I 类胶 A 级)
	钢对钢 T 冲击剥离长度 (MPa)	下, 按所执行实验方法标准规定的加荷速度测试	≤20
	钢对 C45 混凝土正拉黏结强度 (MPa)		≥2.5, 且为混凝土内聚破坏
热变形温度 (°C)		固化、养护 21d, 到期使用 0.45MPa 弯曲应力的 B 法测定	≥65
不挥发物含量 (%)		(105±2) °C、(180±5) min	≥99

6.5 环氧砂浆

(1) 材料应满足《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2013)、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》(GB 50728-2011) 的规定要求。

(2) 混凝土表面修补在用环氧砂浆修补混凝土表面缺陷时, 应明确使用要求, 严格按产品说明执行。环氧砂浆的性能指标见下表:

聚合物水泥砂浆基本性能鉴定标准

性能项目		检验条件	鉴定合格标准	
			I 级	II 级
胶体性能	劈裂抗拉强度		≥7	≥5.5
	抗折强度		≥12	≥10
	抗压强度	7d	≥40	≥30
		28d	≥55	≥45
黏结能力	钢-钢(钢套筒法)拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	浆体成型后, 不拆模, 湿养护 3d, 然后拆侧模, 仅留底再湿养护 25d (个别为 4d), 到期立即在 23±2) °C、(50±5)%RH 条件下测试	≥9	≥5
	与混凝土正拉黏结强度		≥2.5, 且为混凝土内聚破坏	

6.6 裂缝灌注胶

(1) 材料应满足《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2013)、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》(GB 50728-2011) 的规定要求。

(2) 对所有宽度大于 0.15mm 的裂缝进行灌浆处理, 灌浆胶采用优质 A 级环氧灌缝胶。选用粘度适宜的灌浆胶, 确保裂缝之间的胶体能均匀密实地渗透进去。

混凝土裂缝修复胶安全性鉴定标准

性能项目		检验条件	性能要求
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	浇筑毕养护 7d, 到期立即在 (23±2) °C、(50±5)%RH 条件下测试	≥25
	受拉弹性模量 (MPa)		≥1500
	伸长率 (%)		≥1.7
	抗弯强度 (MPa)		≥30, 且不得呈碎裂破坏
	抗压强度 (MPa)		≥50
	无约束线性收缩率 (%)		浇筑毕养护 7d, 到期立即在 (23±2) °C 条件下测试
黏结能力	钢-钢(钢套筒法)拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	浇筑毕养护 7d, 到期立即在 (23±2) °C、(50±5)%RH 条件下测试	≥15
	钢-钢对接抗拉强度 (MPa)		≥20
	钢-干态混凝土正拉黏结强度 (MPa)		≥2.5, 且为砼内聚破坏
	钢-湿态混凝土正拉黏结强度 (MPa)		≥1.8, 且为砼内聚破坏
耐湿热老化性能		在 50°C、(95±3)%RH 环境中老化 90d, 冷却至室温进行钢对钢拉伸抗剪强度试验	≥99

无论产品本身或施工时都不得掺加任何溶剂。裂缝灌注胶的性能应不低于国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》(GB 50728-2011) 表 4.6.4 裂缝修补胶(注射剂), 主要设计指标要求如上表所列。

6.7 阻锈剂

(1) 既有混凝土结构钢筋的防锈, 宜采用喷涂型阻锈剂。承重构件应采用烷氧基类或氨基类喷涂型阻锈剂。

喷涂型阻锈剂的质量

烷氧基类阻锈剂		氨基类阻锈剂	
检验项目	合格指称	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	0.88gm/mL	相对密度 (20°C 时)	1.13g/mL

pH 值	10~11	pH 值	10~12
黏度 (20℃时)	0.95mPa·s	黏度 (20℃时)	25mPa·s
烷氧基复合物含量	≥98.9%	氨基复合物含量	>15%
硅氧烷含量	≤0.3%	硅氧烷含量 Cl ⁻	无
挥发性有机物含量	<400g/L	挥发性有机物含量	<200g/L

喷涂型阻锈剂的性能指标

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

注:对亲水性的阻锈剂,宜在增喷附加涂层后测定其氯离子含量降低率。

(2) 对掺加氯盐、使用除冰盐或海沙, 以及受海水侵蚀的混凝土承重结构加固时, 应采用喷涂型阻锈剂, 并在构造上采取措施进行补救。

(3) 对混凝土承重结构破损部位的修复, 可在新浇的混凝土中使用掺入型阻锈剂; 但不得使用以亚硝酸盐为主成分的阳极型阻锈剂。

6.8 界面剂

建议采用轻酯环氧类界面胶, 其材料 (包括配套器材) 均采用进入我国市场质量优良的国外产品, 要求性能应符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2013)、《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》(GB 50728-2011) 的相关性能指标要求, 本设计列出主要指标要求以供参考。

底胶安全性鉴定标准

检验项目	检验要求	鉴定合格标准
钢-钢 (钢套筒法) 拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	1. 试件的粘合面应经喷砂处理 2. 试件应先涂刷底胶, 待指干时再涂刷结构胶, 粘合后固化养护 7d, 到期立即测试 3. 测试条件: (23±2)℃、(50±5)%RH	≥20, 且为结构胶的胶层内聚破坏
钢-混凝土正拉黏结强度 (MPa)		≥2.5, 且为砼内聚破坏
钢-钢 T 冲击剥离长度 (mm)		≤25

检验项目	检验要求	鉴定合格标准
耐湿热老化性能	1. 采用钢对钢拉伸抗剪试件, 涂胶要求同本表上栏 2. 试件固化后, 置于 (50±2)℃、(95~98)%RH 环境中老化 90d, 到期在室温下测试其抗剪强度	与对照组相比, 其强度降低率不大于 12%

6.9 防水剂

防水剂应符合《水性渗透型无机防水剂》(JC/T1018-2020) 的行业标准要求, 其技术指标要求如下:

序号	项目	技术参数	
1	外观	透明液体	
2	密度 (g/cm ³)	≥1.1	
3	PH 值	11±1	
4	粘度 (s)	11.0±1.0	
5	表面张力(mN/m)	≤36.0	
6	凝胶化时间 (min)	终凝≤300	
7	存储稳定性, 10 次循环	外观无变化	
8	抗渗性 (混凝土渗透渗入高度比) %	≤60	
9	抗碳化值/%	7d	≥30
		28d	≥20
10	混凝土表面亲水性	不得呈珠状滚落	

6.10 交通标志

(1) 标志边框、标志板倒角、版面颜色要符合中华人民共和国国家标准《道路交通标志和标线》(GB 5768) 规定, 所有文字必须采用交通标志专用字体, 不允许采用其它字体。

(2) 标志立柱和横梁: 本项目标志立柱和横梁均采用 Q235 碳素结构钢钢管。当立柱直径大于 152mm 时, 要求采用无缝钢管制作, 并符合《结构用无缝钢管》(GB/T 8162-2018) 要求; 当立柱直径小于或等于 152mm 时采用焊接钢管, 并符合《直缝电焊钢管》(GB/T 13793-2016) 要求。

(3) 警告、禁令标志、指路标志板、滑动槽钢: 标志底板板材采用牌号为 3004 的铝合金板材, 其厚度允许偏差及力学性能应符合《一般工业用铝及铝合金板、带材》(GB/T 3880-2012) 的规定;

滑动铝槽采用牌号 2024 的铝合金型材并符合《一般工业用铝及铝合金挤压型材》(GB/T 6892-2023)、《冷弯型钢通用技术要求》(GB/T 6725-2017) 等有标准的要求。

(4) 高强螺栓：高强连接螺栓和高强地脚螺栓(包括相应的螺母、垫圈)采用采用 Q235 钢或 45 号钢，并符合《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》(GB/T 1231-2006) 的规定。

(5) 标志基础：一般采用钢筋混凝土基础，混凝土标号采用 C25，并符合现行《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362-2018) 的有关规定。

(6) 反光膜：单悬臂交通标志采用 IV 类反光膜，单柱式交通标志采用 III 类反光膜，并符合现行《道路交通反光膜》(GB/T 18833-2012) 的有关规定。

6.11 9.10 交通标线

(1) 所有标线材料均采用热熔雨夜涂料。

(2) 新划白色标线的初始逆反射亮度系数应满足，干燥状态下的平均值不低于 $500\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ，连续降雨状态下的平均值不低于 $200\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ；新划黄色标线的初始逆反射亮度系数应满足，干燥状态下的平均值不低于 $350\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ，连续降雨状态下的平均值不低于 $150\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ 。

(3) 施工完成三个月内，干燥状态下白色边线亮度系数平均值不低于 $250\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ，连续降雨状态下的平均值不低于 $100\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ 。三个月后，干燥状态的逆反射亮度系数不低于 $100\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ；施工完成三个月内，干燥状态下黄色边线亮度系数平均值不低于 $150\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ ，连续降雨状态下平均值不低于 $100\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ 。三个月后，干燥状态的逆反射亮度系数不低于 $100\text{mcd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ 。

(5) 在热熔雨夜标线施划时，使用双珠播撒器同时播撒白色雨夜反光珠和玻璃珠，雨夜珠播撒量不低于 $260\text{g}/\text{m}^2$ ，玻璃珠播撒量不低于 $600\text{g}/\text{m}^2$ 。

(6) 在全天候热熔雨夜标线中，热熔涂料热作为玻璃珠和雨夜珠等逆反射材料的基体，对于路面标线逆反射性能的持久性和耐候性具有重要的影响。为了使雨夜珠充分发挥雨夜高亮逆反射性能，提升 AWT 的质量和持久性，建议对热熔涂料材料的技术指标如下。热熔涂料基本组成应至少满足《路面标线涂料》(JT/T 280-2022) 的要求，此外要求热熔标线厚度大于 1.8mm 。具体建议组成如表 1 所示，性能指标建议如表 2 所示。

推荐的热熔涂料配方组成技术要求

类别	含量 (wt%)	
	白色	黄色
有机物含量 (树脂)，不低于	19	19
钛白粉，不低于	10	-
无机填料，不高于	42	见*
黄颜料	-	

*黄颜料和无机填料的添加比例，热熔涂料供应商可以自行规定，确保满足以下技术要求。

推荐的热熔涂料配方性能指标技术要求

序号	项目	技术要求	检测方法
1	密度, g/cm^3	2.0-2.6	《路面标线涂料》 (JT/T-280-2004)
2	软化点, $^{\circ}\text{C}$ ，不低于	105	
3	不粘胎干燥时间, min，不高于	≤ 3	
4	色度性能 (白色、黄色)	满足	
	色品坐标		
	亮度因数		
5	抗压强度, MPa，不低于	15	
6	耐磨性, mg，不高于	70	
7	玻璃珠含量, %，不低于	25	
8	流动度, S	35 ± 5	
9	耐水性	通过	
10	耐碱性	通过	
11	低温开裂性	通过	
12	加热稳定性	通过	
13	表面邵氏硬度, D，不低于	70	邵氏硬度计
14	落球冲击强度, N.m，不低于	0.75	冲击强度仪
15	总有机物含量, wt%，不低于	19	高温烧结法

6.12 安全护栏

(1) 护栏立柱采用打桩直埋法安装时，护栏段路肩填土应该在立柱打入前施工完毕并达到设计规定的压实度要求，以确保路侧护栏的抵抗能力。

(2) 所有钢构件均要进行防腐处理, 满足现行《公路交通工程钢构件防腐技术条件》(GB/T 18226-2015) 的规定。螺栓、螺母等紧固件和连接件在防腐处理后, 必须清理螺纹或进行离心分离处理。

(3) 波形梁、立柱、端头、支承架及连接螺栓等所用钢材为普通碳素结构钢(Q235), 其技术要求要符合《碳素结构钢》(GB/T 700-2006) 的有关规定。

(4) 波形梁护栏的拼接螺栓采用优质碳素钢, 即 45 号钢或 20MnTiB 钢, 并符合《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》(GB/T 3632-2008) 的规定, 螺母采用 45# 钢, 并要符合《优质碳素结构钢》(GB/T 699-2015) 的有关规定。

(5) 波形梁护栏的防锈采用热浸镀锌处理, 并要符合《公路交通安全设施施工技术规范》(JTJ/T3671-2021) 的有关规定。

(6) 波形梁钢护栏的加工制作, 必须按照交通部《公路波形梁钢护栏产品质量行业监督抽查实施规范》(JDCC 2020-03) 中相关的技术要求进行。

(7) 混凝土护栏的施工时, 所有构件的加工制作、组装、焊接以及浇注混凝土等工艺过程均要符合《公路桥涵施工技术规范》(JTJ/T 3650-2020) 的规定。

(8) 混凝土护栏用的钢筋不得有裂缝、断伤、刻痕等缺陷, 钢筋需经调直、除锈、去油污。钢筋的设计强度等要符合《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTJ 3362-2018) 的有关规定。

6.13 其他材料

其他用材(包括砂、石、水等)的质量应符合《公路桥涵施工技术规范》(JTJ/T 3650-2020)、《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTJ 5220-2020) 有关规定和要求。

七、桥梁耐久性设计、养护维修设计

应严格遵守现行中华人民共和国交通部颁标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》、《公路工程混凝土结构防腐技术规范》、《公路桥涵施工技术规范》、《公路工程质量检验评定标准》有关要求, 尚应注意以下要点:

1)、本桥拟所处的环境类别按 I 类控制, 适用于一般环境(无冻融、盐、酸、碱等作用), 结构环境作用等级为 B 级(轻度腐蚀), 不需要做特殊的耐久性设计。

2)、混凝土拌和用水不能使用含有能促使钢筋锈蚀的有害杂质(如氯离子含量 $<200\text{mg/L}$)的水作为拌和用水, 拌和用水要洁净。

3)、混凝土结构不宜掺用含有 CaCl_2 的外加剂, 即使采用, CaCl_2 量必须限制在水泥重量的 1% 以下, 不能采用含有促使钢筋锈蚀成分的外加剂(特别是氯化物), 确保结构的耐久性。

4)、严格按照要求控制钢筋保护层厚度。

5)、水泥混凝土桥面铺装浇筑前, 应在主梁表面喷涂水性渗透型无机防水剂, 避免因水渗入梁体导致钢筋锈蚀, 进而影响上部结构的耐久性。

6)、伸缩装置除安装止水胶条外, 两端均设置翘起, 防止雨水渗流到梁端和桥台, 侵蚀梁体。

7)、铸铁泄水管、钢板等外露的预埋金属构件采用表面涂层防腐, 在涂防腐层前, 表面需进行除锈处理。

八、施工方法及施工注意事项

旧桥改造施工, 虽然工程量不大, 但涉及旧桥拆除工作内容, 因此, 建议由具有相应资质与丰富类似工程施工经验的施工单位施工, 并聘请具有相关施工经验的工程师进行全过程监理。桥涵的施工工艺和质量检验标准, 应按《公路桥涵施工技术规范》(JTJ/T 3650-2020) 及《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTJ 5220-2020) 有关条文办理。

8.1 注意事项

施工中应严格按照交通部颁《公路桥涵施工技术规范》(JTJ/T 3650-2020)、《公路桥梁加固施工技术规范》(JTJ/T J23-2008) 要求和国家、行业现行标准及规范要求施工, 并应该特别注意以下几点:

施工中应严格按照交通部颁《公路路基设计规范》(JTJ D30-2015)、《公路桥涵施工技术规范》(JTJ/T 3650-2020)、《公路桥梁加固施工技术规范》(JTJ/T J23-2008) 要求和国家、行业现行标准及规范要求施工, 并应该特别注意以下几点:

1) 施工单位应根据设计和相关标准和规范的要求并结合项目具体情况, 在施工前编制好详细的施工组织设计和施工方案, 报监理工程师审查批准, 在得到批准后方可开始施工, 从而确保施工的安全和质量。

2) 该桥在施工期间必须中断交通, 应注意以下事项: 应按有关条例、规程和规范要求, 向社会通告桥梁维修施工及绕行路线的有关事项和要求, 并设立必要的警示、警告和视线诱导等标志, 必要时应设专人维持或指导交通。

3) 施工单位应做好施工前期的各项准备工作, 优化施工方案, 加强施工现场的管理工作, 合理配备劳动力、施工机具, 做好施工中的管理调度工作, 场地的整理, 材料、器具、作业人员均到位。

4) 施工前, 应对照实桥和维修设计, 认真测量放样, 并复核各细部尺寸。

8.2 施工要点

(1) 应按有关条例、规程和规范的要求，向社会通告桥梁加固施工的有关事项和要求，并设立必要的警示、警告和视线诱导等标志，并设专人指导维持交通。

(2) 进场后在两岸设 BM 水准基点，施工期间要指派专业人员观测跨中、墩台位移等重要部位在各分项施工的变化及桥面施工中的高程控制，若发现异常情况，应停止施工，应及时通知业主和设计单位共同解决。

(3) 施工时应严格控制桥台位移，保证旧桥台不发生扰动，避免原桥台发生扰动引起旧桥上构造破坏的情况发生。

(4) 施工图依据现场测量及调查资料构造尺寸绘制，因年代久远，施工前应仔细核实各细部尺寸，应准确核实后方可进行施工。

(5) 施工前，应对照实桥和加固设计，认真测量放样，并复核各细部尺寸。

(6) 桥面铺装混凝土施工须采用泵送，不得用斗车运送直接倾倒浇筑桥面，同时避免人员踩踏在桥面钢筋网上，须采取可靠措施以避免桥面钢筋移位与变形。

(7) 为保证混凝土桥面铺装层能充分参与结构受力，桥面混凝土应一次浇筑完成。

(8) 不得使用不合格的加固材料（包括主材及辅材），材料须经过严格的检验，并有合格证书，同时应注意材料的有效期；施工时须严格按照使用说明书的配比及步骤操作，避免操作失误导致加固失败；施工中监理应加强旁站，确保施工质量。

(9) 由于资料缺失，难以确定桥面板高程位置，凿除旧桥面铺装层时应选择合适地方小范围内进行人工凿除，分辨清楚旧桥面铺装层厚度、桥面板具体位置以及桥面板与旧铺装层交界面位置后再大范围凿除。

(10) 为保护旧桥主体结构完好，避免旧桥主体结构受到破坏，凿除旧桥铺装层时严禁采用大型机械进行操作。

(11) 桥面铺装现浇混凝土强度未达到设计强度的 80% 时，不容许车辆在桥上行驶。

(12) 未尽事宜按照现行施工技术规范执行。

(13) 建议加固后对该桥进行荷载试验，并做定期观测。且禁止超重超载车辆上桥通行。

8.3 主要维修加固施工顺序

全桥维修主要施工顺序：交通管制并设立施工标志和告示牌→场地清理→桥台侧墙裂缝灌浆修复→桥台设置扁担梁加固→台身水泥砂浆抹面→拆除旧桥伸缩缝、旧桥桥面铺装→梁体裂缝注胶，

环氧砂浆修补破损→较缝灌浆修复→梁底粘贴预应力碳纤维板→施工桥面铺装、伸缩缝、护栏等附属构造→施工前后路面→施工标志牌及标线→养护、验收、开放交通。

8.4 裂缝封闭处理

对所有宽度小于 0.15mm 的裂缝，进行封闭处理。对外表颜色较深的原封缝物均要清理干净，采用裂缝修补材料涂刷或用改性环氧胶泥适当加压刮抹，要求颜色与原混凝土颜色相近，表面平整。

8.5 裂缝灌浆处理施工工艺

1) 施工步骤

缝口表面处理→粘贴注浆嘴和出浆嘴→封缝→密封检查→灌浆→封口结束→检查。

2) 对混凝土表面进行处理，清除松散灰浆、砂粒、油垢，使混凝土表面保持干净。灌缝过程中，裂缝宜处于干燥状态（灌缝有特殊要求的除外）。为保证封缝质量，裂缝两边各 3~5cm 内的混凝土表面，应打磨出均匀的新鲜面。

3) 施工开始前，应由监理及业主确认裂缝表面封闭胶和灌注胶等产品合格证、产品质量检验报告，各项性能应满足上表的要求。当工程的裂缝灌浆量大时，应作一组试样进行拉伸剪切强度检验。受检的胶粘剂应由独立试验室人员在不小于两个包装单位中随机抽取。

4) 灌缝用胶必须采用已经配置好的成品，禁止现场配置。灌缝胶开始使用后，应尽快将其注入到裂缝中，并在该产品规定的适用期内使用完毕。

5) 缝隙全部注满后应按材料要求进行养护，待浆液固化后，拆除灌浆嘴，并对混凝土表面进行修整。

6) 灌浆结束后，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。

7) 可钻芯取样以检查灌缝是否饱满、密实，取芯数量依据相关技术规程现场确定。

8.6 修补混凝土表面缺陷施工工艺

1) 环氧砂浆施工要求气温高于 5℃。

2) 一般使用 32.5 级以上的硅酸盐或普通硅酸盐水泥，砂子需过 2.5mm 筛，水泥及砂子均需满足有关规范规定。

3) 施工前须清除基底表面污物、尘土和松软、脆弱部分，并对基面加以喷砂或人工凿毛（深度 1~2mm），然后用清水冲洗干净，施工前应使待施工面处于饱和水状态（但不应有积水），在薄层修补区的边缘宜凿一道 3~5cm 的深齿槽，增加修补面与老混凝土的粘结。

4) 根据工程要求, 选定灰砂比, 应选灰砂比 1: (1.5~2) 砂浆, 施工前根据现场水泥和砂子及施工和易性要求通过试拌确定水灰比。

5) 环氧砂浆拌制时, 先将水泥、砂子拌均匀, 再加入经试拌确定的水量, 充分拌和均匀, 材料必须称量正确, 拌和过程中不能随意扩大水灰比, 每次拌制的砂浆, 要求能在 30~45 分钟内使用完, 不宜一次拌和过多数量。

6) 在涂抹砂浆时, 修补面上涂抹环氧砂浆。仰面和立面施工, 涂层厚度超过 7mm 时, 需分二次抹压, 以免重垂脱空, 砂浆铺筑到位后, 用力压实, 随后就抹面, 注意向一个方向抹面, 不要来回多次抹, 不需第二次收光。修补面积较大时, 可隔块跳开分段施工。

7) 环氧砂浆早期干缩偏大, 应特别注意加强早期养护, 环氧砂浆表面略干后, 宜用农用喷雾器喷雾养护。一昼夜后再洒水养护七天即可自然干燥, 在阳光直射或风口部位, 注意遮光、保湿。

8) 如果施工面为斜面或曲面, 施工应从较低部位开始, 然后依次施工到较高部位, 修补面积较大宜分段分块间隔施工, 以避免砂浆干缩开裂。

9) 修补施工程序

①首先将疏松区劣质混凝土凿除, 其周边宜凿成规则的多边形, 开凿范围以见新鲜、坚实混凝土为止, 开凿区以及孔洞四周边宜做成台阶状, 台阶高差以不小于 3cm 为宜。

②剔除开凿表面(新旧混凝土结合面)的浮石, 并清洗开凿表面, 饱水 24 小时。

③在保持结合面湿润但无自由水的情况下, 涂刷环氧砂浆。

④养护 7 天后, 在修补区的外露表面无尘埃、无自由水且湿润的条件下, 用环氧砂浆在纵横向分批涂抹。

8.7 界面剂施工工艺

(1) 采购新、旧混凝土粘结专用界面胶, 工厂生产的成品, 严禁施工现场配制产品。施工开始前, 应由监理及业主确认该产品合格证、产品质量检验报告, 各项性能应满足上表的要求。

(2) 现场要求将胶体拌合均匀, 形成均匀一致的颜色, 避免空气进入到混合物中, 搅拌后立即将材料涂覆到经过适当处理的表面上。

(3) 旧混凝土表面必须干净且完好, 采用确实可行办法保证表面锈迹、油脂、灰尘等杂物清理干净;

(4) 均匀涂刷界面胶, 厚度约为 0.04mm, 当环境温度低于 5℃时, 需停止施工; 待指触干燥即可进行新浇混凝土施工; 若界面剂发生硬化, 可重涂一层即可。

(5) 调配界面胶时, 要求做好防护措施, 保持场地通风良好, 避免材料接触到眼睛和皮肤; 若接触到皮肤应立即用肥皂和清水冲洗, 若接触到眼睛应立即用清水冲洗, 冲洗时间至少一刻钟, 并立即就医。

8.8 新旧混凝土结合施工

1) 先在已硬化的混凝土表面上, 清除水泥薄膜和松动的石子以及软弱的混凝土层, 并加已充分湿润, 冲洗干净且不得留有积水;

2) 在浇筑混凝土前先在施工缝处涂刷一层环氧类界面胶;

3) 浇筑混凝土时, 需仔细振捣密室, 使新旧混凝土结合紧密。

8.9 预应力碳纤维板加固工艺

8.9.1 方案设计, 锚具制作

(1) 根据实桥工况设计加固方案, 确定碳纤维板规格、张拉力、加固位置等。

(2) 生产厂家根据设计方案制作碳纤维锚具, 与碳纤维板配套制成成品索。

8.9.2 现场施工准备

(1) 准备施工所需材料及工具。

(2) 根据现场条件搭建施工支架或平台。

8.9.3 混凝土表面处理及裂缝修复

加固前对梁面缺陷及裂缝进行修复处理。

8.9.4 千斤顶标定, 锚固区定位

(1) 对张拉用千斤顶进行标定并出具标定报告, 据此编制张拉记录表。

(2) 用钢筋探测仪或除去混凝土保护层的方法明确原钢筋网、波纹管所在位置, 以确定锚具的安装位置。

(3) 在混凝土梁面按照设计图纸进行放样, 采用钢尺、水平仪等进行定位, 定位的关键在于保证两端化学锚栓的中心线之间的距离准确, 否则将影响挂索及张拉, 容易使碳板拉断。

(4) 定位时按图纸先将固定端化学锚栓中心线放样, 再顺着张拉方向将两端化学锚栓中心线距离放样, 再放样化学锚栓植筋孔, 最后检查张拉端是否有足够的张拉空间, 若检查无误即可打孔植筋。

8.9.5 基础清理找平

(1) 在梁面需粘贴碳纤维板的部位，清除表面的各种杂质，除去表面 2~3mm 厚的砂浆层，直至露出坚实的骨料，磨去面上突出的 5mm 以上的毛刺，表面平整度要求 $\leq 5\text{mm/m}$ 。表层打磨后用强力鼓风机彻底清除灰尘并保持干燥。

(2) 如表面低洼处较深，无法通过打磨方式获得平整效果，需在碳纤维板粘贴路径上涂抹找平胶进行表面找平。

8.9.6 化学锚栓打孔、植筋

(1) 锚固区打孔植筋：用电锤在锚固区及张拉区钻植筋孔，植入化学锚栓，钻孔直径及钻孔深度详见设计图纸。

(2) 压板打孔植筋：在碳纤维板粘贴路径上按图纸间距植入 M 化学锚栓，钻孔直径及钻孔深度详见设计图纸。

(3) 钻孔时应垂直梁体，孔洞与基面的垂直度为 $90^\circ \pm 2^\circ$ ，孔洞中心距离的误差 $\leq 3\text{mm}$ 。

(4) 钻孔时须用手吹风或清孔器吹出孔内灰尘，再用毛刷刷除余尘，如此反复 3 次，将杂质彻底清理干净，植化学锚栓前用丙酮或酒精擦拭孔壁、孔底和锚栓。

(5) 确认化学锚栓的玻璃管锚固包无外观破损、药剂凝固等异常现象之后才可使用。将药包玻璃管圆头朝内放入洁净的植筋孔，推至孔底。

(6) 采用电锤等电动工具将螺杆缓慢旋转强力植入孔底，以使玻璃管挤压破碎并强力混合锚固药剂，但不应采用重锤或扳手将螺杆强行锤入的冲击方式植入。

(7) 当旋至孔底时立即停止旋转，确保螺杆顶端在同一平面上且与基面垂直，并能与锚固支座配合紧密。

(8) 在化学锚栓凝胶后至完全固化前的时间内避免触动或振动，按照下表要求进行固化时间的确认，需等待锚栓完全固化后才能进行下一步工序。

施工温度	可操作时间	固化时间
-5℃	20min	300 min
5℃	12min	90 min
15℃	5min	45 min
25℃	3min	25 min
35℃	2min	15 min

8.9.7 安装固定端及张拉端锚固体系

(1) 待化学锚栓完全固化后，将固定端锚板支座、张拉端支座与梁面贴合的接触面均涂抹结构胶，抹胶时应中间厚两边薄，厚度 $\geq 5\text{mm}$ 或以能填满支座面与梁板面之间为宜。

(2) 将固定端锚板支座、张拉端支座按装置预留孔与化学锚栓配装，同时将装置预留孔与化学锚栓之间用碳板胶填满，然后将张拉端锚板通过张拉杆与张拉端支座连接，再拧紧张拉杆后端螺母，给予碳板一定的预紧力，进行两端锚具的对中调整，当碳板及两端锚具受力均匀之后，迅速拧紧化学锚栓上的螺帽，将固定端锚板支座、张拉端支座严密固定在梁板上。

(3) 用千斤顶施加预紧力到碳板张拉力的 5~10%之后，检查碳纤维板与梁面间是否有接触之处，如有接触需将梁面打磨平整，使其与碳纤维板有至少 2mm 的缝隙。在预紧期间结构胶未固化的情况下适当调整固定端锚板支座及张拉端支座位置，使其完全对中，保证两根张拉杆及碳板的受力均匀。

8.9.8 安装千斤顶，张拉碳纤维板

(1) 两端调平、对中后将碳板挂在梁板上 $\geq 24\text{h}$ ，以使支座与梁板接触面的碳板胶、化学锚栓与锚具之间填充的碳板胶初步固化上强度。用丙酮或酒精将碳纤维板与梁面贴合的一面清洗干净，按配比称量、混合、搅拌、配置均匀碳板胶，立即用滚筒刷将粘结胶均匀涂抹在碳纤维板上，抹胶时应中间厚两边薄，中间抹胶厚度 $\geq 5\text{mm}$ ，如碳纤维板与梁面间距较大，抹胶厚度需相应增加。

(2) 在张拉端支座后端安装千斤顶，确保千斤顶中心线与碳纤维板中心线重合，检查整个锚固体系的位置及外观情况，确认无异常后记录标距的初始位移。用油泵给千斤顶加载，为碳纤维板施加 10%~20%的预紧力，使其绷直预紧，记录位移并再次检查体系有无异常。

(3) 检查正常后开始张拉，按照 20%、40%、60%、80%、100%的应力逐级张拉，每级张拉到位无异常后拧紧锁紧螺母，保压 2~3 分钟，期间测量并记录标距位移，检查锚固体系各部位受力情况。

(4) 当张拉力施加到 100%时，拧紧锁紧螺母，记录数据并保压 5 分钟。观察无异常现象后卸除千斤顶荷载，拆除张拉工装、千斤顶，锁紧螺母后端张拉杆空间至少保留 3 倍螺母厚度的螺纹。

8.9.9 安装压板

(1) 在碳板张拉前应将压板的螺母拧紧一部分，使压板挂上，若碳板突然断裂可起到缓冲作用。但不应使压板与碳板接触，以免对碳板张拉产生摩擦阻力。待张拉完成后，应用电锤迅速拧紧螺母使碳板与梁面完全贴合，使多余的碳板胶从碳板两侧挤出。

(2) 压板与碳纤维板的接触面如有毛刺或尖锐处，需提前打磨光滑，以免损伤碳板。

8.9.10 刷涂保护层，两端锚头防护处理

(1) 在碳纤维板表面均匀刷涂、喷涂防火漆或按设计要求处理。

(2) 在两端锚具及支座等金属件表面均匀刷涂、喷涂防腐涂料或涂抹聚合物砂浆等表面防护材料或按设计要求处理。

8.10 植筋工艺及注意事项

(1) 施工工艺流程

a. 清污。对浆砌块石护坡上杂物、淤泥进行清理至浆砌块石坡面完全露出，并对坡面进行冲洗，确保坡面清洁。同时对局部破损的浆砌块石坡面进行修复处理，修复做法按照现场原状浆砌块石护坡做法进行施工。修复处须待砌筑砂浆达到一定强度并经检测合格后方可进行植筋施工。

b. 定位。根据钢筋配置图进行放样定位，确定植筋位置，在浆砌块石上做好标识。

c. 钻孔。根据设计植筋直径以及施工规范确定钻孔孔径，该工程采用 $\Phi 14$ 钢筋，钻孔孔径定为 18mm，选用电锤进行钻孔，孔深为 250mm。钻孔完成后需对孔深进行测量。

d. 清孔。清孔时，首先对孔口外侧进行清理，并用钢丝刷对植筋孔进行清孔，最后用空气压缩机将孔内粉尘吹出。清孔完成后用木塞、纱布等材料对孔口进行封堵，防治粉尘、碎屑落入植筋孔内。植筋前，应确保植筋孔清洁、干燥，尽量避免雨天施工，局部植筋孔不慎遇水的，可用棉纱吸干并用烘干设备烘干后再进行植筋。

e. 注胶。将预先调制好的植筋胶注入孔内。植筋胶应根据使用说明书进行调制，并及时使用。植筋胶宜使用专业工具进行灌注，一是便于控制注入量，二是提交施工效率。

f. 插入钢筋。将事先加工成型并除锈、除油、除污的钢筋插入注满植筋胶的孔内。

g. 钢筋绑扎、立模。进行横向钢筋绑扎，绑扎完成后立模。

(2) 植筋施工注意事项

a. 植筋孔定位应准确，锚固应牢固。施工时可适当调整锚筋间距，使其锚固在原砌缝内。

b. 植筋钢筋的力学性能应满足设计及规范要求。钢筋进场应做好进场验收及复试工作，复试合格后方可使用。钢筋加工时应按照现场放样结果一次性加工成型，避免植筋完成后再进行二次处理影响植筋强度。加工成型的钢筋应分类妥善存放，注意防锈、防油、防污，使用前应进行检查并局部处理。

c. 植筋胶使用前应按规定进行验收、复试，复试合格后方可使用，复试不合格或过期产品不得使用。植筋胶液灌注应饱满确保植筋植入后孔洞、钢筋植入深度不得小于设计规定值。严格控制植筋胶的注入量，以植筋后有少量胶液溢出孔口为控制标准；植入前，在钢筋上做好长度标志，确保

植入深度达标；植入后应以同一方向转动钢筋排除内部气体，以利于钢筋、基体、胶液均匀结合；植筋完成后宜静态养护，避免扰动。

8.11 桥面铺装层混凝土

1、桥面铺装层混凝土施工前应对伸缩缝、防撞墙预埋钢筋以及梁顶钢筋网锚固钢筋进行检验，并对缺、漏、错位的钢筋进行整改，以满足设计要求；

2、对预制梁顶面进行详细检查，对不满足设计要求的凿毛部分进行补凿，并去除表面松散的混凝土、浮浆及油迹等杂物，采用空压机及高压水枪将梁面冲洗干净，以保证新、旧混凝土良好结合。

3、桥面铺装层施工时与梁顶预埋钢筋点焊固定，须采取措施确保其定位准确，以保证设计要求的保护层厚度。钢筋焊网片纵横向接长、接宽，交叉点采用扎丝绑扎结实，扎丝成梅花形布置，钢筋接头应注意错位。

4、混凝土浇筑前，先用高压风枪将梁顶面杂物再次清理干净，再对其进行充分湿润，但不得有积水；混凝土浇筑要连续，建议从下坡往上坡方向进行；桥面铺装层混凝土施工宜避开高温时段及大风天气，以避免因混凝土表面干缩过快而导致大量表面裂缝产生。

8.12 施工安全交底

1) 工期开始前，施工单位必须详细核对设计文件，根据施工地段的地形、地质、水文、气象等资料，进行编制施工组织设计的同时，制定相应的安全技术措施和各项规章制度。

2) 参加施工的人员，必须接受安全技术教育，熟知和遵守本工种的各项安全技术操作规程，并应定期进行安全技术考核，合格者方准上岗。对于从事电气、起重、建筑登高架设作业、焊接、车辆驾驶托高危特殊行业的人员，应经过专业培训，获得合格证书后方准持证上岗。

3) 其他施工安全事宜须按照《公路工程施工安全技术规范》(JTGF90-2015)的有关规定严格执行。

九、交通组织

桥梁施工期约为 2 个月，梁板粘贴预应力碳纤维板期间，桥面禁止通行，其他工序施工期间视情况进行交通管制，施工期间应做好交通指挥工作。

(1) 施工前，应按照《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》第三十五条第二款的规定，通过报纸、电台、互联网等方式向社会公告，并与交警部门联合向社会公示，在相关媒体进行发布。

(2) 半幅通车路段，在车辆驶出(入)前方应设置指示方向和减速慢行的标志。同时在施工作业区的两端设置明显的路栏，晚间要在路栏上加设施工标志灯。半幅施工区与行车道之间设置红白相

间的隔离栅。

(2) 半幅施工的路段不宜过长，一般以不超过 300~500m 为宜。

(3) 在单车道维持通车路段上，当路段不长，交通量不大时，可在该路段的适当地点设置车辆会让处；当施工路段较长、交通量较大时，应实行交通管制。每班配置专职人员和通讯设备，指挥交通，疏导车辆。

(4) 在施工期间若遇洪水灾害而造成道路交通拥挤，必须积极配合当地政府、交通部门进行交通疏导。

(5) 为避免施工期间造成的拥堵，应在多个外围路口设置临时交通标志与提示牌告知司机本项目施工路段及分流路线，减少施工路段行车数量。

(6) 施工标志应放置于两端醒目位置。

十、其他注意事项

(1) 施工前，应对照实桥和设计图纸，认真测量放样、复核。

(2) 本项目平面坐标系采用测量坐标系为 2000 国家大地坐标系，高程采用 2000 大地高。

(3) 施工中应加强施工旁站监理，如实际地质情况不满足承载力要求，应及时通知业主单位以及设计单位。

(4) 为保证施工质量、施工安全，并缩短工期，建议业主选择具有相应专业承包资质和丰富的施工经验的专业队伍承担桥梁施工。

(5) 成桥检测：桥梁改建完成后建议进行荷载试验，以检验加固效果，校验设计荷载标准。

(6) 其他本设计未尽事宜按照《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T3650—2020) 办理，如有分歧经建设单位、设计单位、监理单位、施工单位四方就具体情况协商后确定。

(7) 永久观测点：

1) 按照《装配式混凝土梁式桥检测评定和维修加固技术规范》(DB45T1645-2017) 的要求，新建桥梁及既有桥梁桥面应设立永久性观测点，定期进行检查，桥面高程观测点应沿行车道两边进行布设，按每跨跨中、L/4、支点等不少于 5 个位置 (10 个点)，单孔跨径小于 40m 时，L/4 观测点可免设，测点应固定于桥面板上不易破损之处，监控的具体布点可由监控单位出具具体的方案。

2) 桥台高程、倾斜度的观测点布置方式：桥台身底部 (距地面或常水位 0.5m~2.0m)、桥台侧墙尾部顶面的上、下游各 1~2 点。

3) 桥梁主体结构维修、加固或改建前后，应进行控制测量，以保持观测资料的连续性。若控制点有变动，应及时检测，恢复基准数据。

(8) 其他未尽事宜按照现行各施工技术规范执行。

十一、临时工程更正补充

我公司于 2024 年 10 月编制完成了《良庆区那马镇冲陶桥维修加固工程施工图设计》，发现文件遗漏场地外临时用电工程，预算文件中也未计列该项费用，根据本项目的实际情况，应当计列场地外临时供电设施费用，按临时电力线 500m 计算，该项为实现施工机械用电和生活生产用电需接入供电部门的电力线路，结算时以实际临时电力线长度签证计算。

工程数量表

中心桩号	桥名	跨径 (孔-米)	交角 (度)	桥长 (米)	桥宽 (米)	结构类型	混凝土裂缝修补				桥台环氧砂浆抹面		墩台修复	上构修复			上构空心板铰缝		附属结构修补		
							上部结构		下部结构		1cm环氧砂浆抹面 (m ²)	凿毛 (m ²)	环氧砂浆修补 (m ³)	凿毛旧结构表面 (m ²)	2cm环氧砂浆修补 (m ²)	空心板铰缝 (m ²)	环氧砂浆压浆修补 (m)	铰缝凿毛 (m ²)	桥面铺装及桥面连续		
							裂缝封闭处理 w<0.15mm (m)	裂缝灌浆修复 w≥0.15mm (m)	裂缝封闭处理 w<0.15mm (m)	裂缝灌浆修复 w≥0.3mm (m)									裂缝封闭处理 w<0.15mm (m)	裂缝灌浆修复 w≥0.15mm (m)	C40防水混凝土 (m ³)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
K7+216	冲陶桥	3-16	90	66.00	8.50	普通钢筋砼空心板	86.5	254.7		24.00	142.0	142.4	0.01	3.40	3.40		336.0				67.3

附属结构修补							桥台扁担梁加固					预应力碳纤维板										
桥面铺装及桥面连续			伸缩缝				墙式护栏			现浇C30 (m ³)	钢筋			高强I级碳板 12630x50x1.4mm (m ²)	OVM.CFP50-1.4锚具 (套)	I类A或胶膜板胶 (kg)	压板 (套)	M12x190高强化学螺栓 (套)	M10x13高强化学螺栓 (套)	植筋孔 φ14x110 (孔)		
水性渗透性无机防水剂 (m ²)	HRB400		清缝 (m)	聚氨酯密封胶 (kg)	拆除重建伸缩缝 (m/道)	现浇C50砼 (m ³)	HRB400		现浇C30砼 (m ³)		HRB400钢筋		φ14 (kg)								φ8 (kg)	φ14钢筋植筋(深25cm) (根/kg)
	φ16 (kg)	φ12 (kg)					φ16 (kg)	φ12 (kg)			φ20 (kg)	φ12 (kg)										
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
673.2	634.0	11008.1			15.6/2	1.1	489.4		36.2	8279.2	1751.6	28.8	2086.0	957.5	948/589.6	30.3	48.0	454.7	192.0	384.0	384.0	384.0

预应力碳纤维板				锥坡修复			桥面铸铁泄水管 (个/m)	路桥过渡段				桥梁信息公示牌				标线	拆除工程量					
植筋孔 φ12x90 (孔)	锚固用胶黏剂 (kg)	2mm碳板保护层 (kg)	防腐漆保护层 (kg)	M7.5浆砌片石恢复锥坡及裙墙 (m ³)	砂砾垫层 (m ³)	过渡段钢筋混凝土板		5cm厚AC16沥青混凝土面层 (m ²)	1.0cm厚热沥青粘层 (m ²)	530×340×2铝合金标志板 (块)	PA3×12膨胀螺丝 (个)	M12×3垫圈 (个)	III类反光膜 (m ²)	热熔标线 (m ²)	挖除混凝土路面 (m ³)	挖除路面基层 (m ³)	拆除浆砌片石 (m ³)	拆除混凝土 (m ³)	凿除钢筋混凝土桥面铺装 (m ³)	拆除施工围挡 (m)		
						现浇厚22cmC30砼 (m ²)															HRB400钢筋	
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
384.0		60.6	57.6	11.3		32/12.8	310.1		2764.8	310.1	310.1	2.0	8.0	8.0	0.4	205.2	9.3	77.5	19.1	3.3	67.3	90.0

波形梁护栏与砼护栏过渡翼墙 (BT-1-SB)						波形梁护栏																
现浇C30混凝土 (m ³)	现浇C30混凝土垫层 (m ³)	现浇C30细石混凝土 (m ³)	HRB400钢筋		钢管立柱 φ140×4.5×1200 (kg)	立柱PSP-2 φ140×4.5×1250 (kg)	立柱PSP-6 φ140×4.5×1650 (kg)	柱帽 φ148×2 (kg)	托架T-2型 300×270×35×6 (kg)	托架T-2-1型 300×70×35×6 (kg)	波形梁板RTB01-2 4320×506×85×4 (kg)	波形梁板RTB04' 4160×506×85×4 (kg)	波形梁板DB04' 4160×310×85×4 (kg)	连接螺栓JI-3 M16×45 (kg)	连接螺栓JII-1-1 M16×50 (kg)	连接螺栓JII-2-1 M16×170 (kg)	端头DR1 (kg)	膨胀螺栓M16×300 (kg)	现浇C25混凝土基础 (m ³)	HRB400钢筋		HPB300钢筋 φ8 (kg)
			φ20 (kg)	φ12 (kg)																φ20 (kg)	φ12 (kg)	
69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
2.7	0.3	0.1	410.4	115.6	108.5	150.6	149.2	5.5	63.7	7.1	408.0	196.4	126.3	19.3	23.3	8.9	20.0	11.8	4.1		31.2	40.9

编制:

复核:

审核:

工程数量估算表

良庆区那马镇冲陶桥维修加固工程施工图更正补充设计

波形梁护栏	施工交通维护					临时工程														
	交通锥桶	施工标志牌	警示灯	路栏	人工维护交通(两人两班倒)	满堂脚手架 (宽8.5m,高12m)	临时供电设施													
IV类 m ²	(个)	(块)	(个)	(块)	(工日)	(m)	(m)													
92	93	94	95	96	97	98	99													
0.6	48.0	22.0	12.0	4.0	280.0	15.0	500.0													

编制:

复核:

审核: