

江门市省道 S272 线新庙桥维修加固工程

施工图设计

(第一册 共一册)

北京新桥技术发展有限公司

二〇二三年七月·北京



江门市省道 S272 线新庙桥维修加固工程

施工图设计

(第一册 共一册)

项目负责人: 李书

技术负责人: 孟志将

部门负责人: 王明

总工程师: 刘明

总经理: 申施

设计单位: 北京新桥科技发展有限公司

设计证书: 2189 北京新桥科技发展有限公司 公路行业(公路)专业甲级、公路行业(交通工程)专业乙级

证书编号: A111031215 甲级

设计时间: 2023年7月 有效期至2023年12月31日止

设计说明

1 工程概况

1.1 概况

新庙桥位于省道 S272 肇珠线市区段，中心桩号为 K97+762，是省道 S272 上的一座主线桥梁。桥梁全长 76.20m，跨径组合为 5×13.00m，桥面全宽为 23.00m，分为左、右两幅。上部结构为采用现浇钢筋混凝土空心板梁；每跨横向布置 7 片，支座形式为板式橡胶支座。桥台为薄壁式桥台，桥墩为三柱式桥墩，墩台基础均采用桩基础。桥面铺装为沥青混凝土桥面铺装，两侧设置钢筋混凝土护栏，伸缩缝采用 D40 型钢伸缩缝。

设计荷载等级为汽车-20、挂-100 级，1992 年建成通车。

桥梁地理位置见图 1-1，桥梁正面照、立面照、概貌见图 1-2~1-7。



图 1-1 桥梁地理位置



图1-2 桥梁左幅正面照



图1-3 桥梁右幅正面照



图1-4 桥梁左幅立面照



图1-5 桥梁右幅立面照



图1-6 桥梁左幅概貌照



图1-7 桥梁右幅概貌照

1.2 测设经过

1) 该桥竣工于 1992 年，设计单位为江门公路局设计室，施工单位为江门市公

路局工程队。

2) 2002 年 8 月, 由华南理工大学设计, 对该桥进行过维修加固, 主要加固项目为:

(1) 主梁裂缝封闭, 第 2~4 跨横向 L/4、L/2、3L/4 横向粘钢加固、第 2~4 跨纵向粘贴碳布加固; 第 2~4 排盖梁粘贴钢板加固。

(2) 桥墩盖梁、桥台台帽粘贴钢板

3) 2013 年 7 月, 由华南理工大学设计, 该桥进行过维修加固, 主要加固项目为: 主梁裂缝封闭, 涂刷保护剂, 空心板底粘贴钢板。

4) 2019 年 11 月, 北京新桥科技发展有限公司公路工程检测中心对新庙桥进行了定期检测, 评定该桥为 2 类。

5) 2021 年 12 月, 由北京新桥科技发展有限公司公路工程检测中心对新庙桥进行了定期检测, 评定该桥为 3 类。

2023 年 8 月, 我院对新庙桥桥梁维修加固工程进行施工图设计。

2 编制依据

2.1 相关文件

1) 《新庙桥工程施工资料及竣工图》(江门市公路局第二工程队, 一九九二年)

2) 《江沙公路桥梁加固与维修工程施工图设计》(设计单位: 华南理工大学, 二零零二年八月)

3) 《S272 线江门市江沙公路桥梁加固与维修工程施工图设计》(设计单位:

华南理工大学建筑设计研究院, 二零一三年七月)

4) 《新庙桥检测报告》(北京新桥科技发展有限公司公路工程检测中心, 二〇一九年十一月)

5) 《新庙桥检测报告》(北京新桥科技发展有限公司公路工程检测中心, 二〇二一年十二月)

2.2 相关规范

- 1) 《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)
- 2) 《公路桥涵养护规范》(JTG 5120-2021)
- 3) 《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG D63-2007)
- 4) 《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)
- 5) 《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22-2008)
- 6) 《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23-2008)
- 7) 《混凝土结构设计规范》(GB 50010-2010)
- 8) 《公路桥梁承载能力检测评定规程》(JTG/TJ21-2011)
- 9) 《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T J21-2011)
- 10) 《混凝土结构加固设计规范》(GB50367-2013)
- 11) 其他技术规程、规范等。

3 加固设计技术标准

- 1) 设计荷载: 汽车-20 级, 挂-100 级。加固设计维持原设计荷载等级。
- 2) 桥面布置: 加固维持原桥桥面布置。

3) 桥面布置及纵横坡度：加固维持原设计。

4 病害情况

4.1 桥梁构件编号

规定沿运营小桩号至运营大桩号方向为路线前进方向，面向路线前进方向，自右往左分别为右侧、左侧。

新庙桥按桩号前进方向，桩号逐级增加的方式对跨及墩台进行编号；起始桥台编号定义为 0，起始桥墩编号定义为 1，起始跨编号定义为 1；各跨编号依次为第 1 跨、第 2 跨……第 5 跨；各桥台桥墩编号依次为 0#桥台、1#桥墩、2#桥墩、3#桥墩、4#桥墩、5#桥台。

(1) 空心板编号 A-B 中：A 表示桥梁跨序号，B 表示空心板在该跨处自右向左排列序号；如 1-1#空心板表示桥梁第 1#跨处，自右向左第 1#空心板。

(2) 铰缝编号 A-B 中：A 表示桥梁跨序号，B 表示铰缝在该跨处自右向左排列序号；如 1-1#铰缝，表示桥梁第 1#跨处，自右向左第 1#铰缝。

(3) 支座编号 A-B-C 中：A 表示桥梁跨序号，B 表示桥梁墩台序号，C 表示支座在该跨与该墩台相交处自右向左排列序号；如 1-1-1#支座，表示桥梁第 1#跨与第 1#墩台相交处，自右向左第 1#支座。

(4) 护坡编号沿小桩号至大桩号方向递增，如 1#护坡，表示沿小桩号至大桩号方向第 1#护坡。

(5) 盖梁编号沿小桩号至大桩号方向递增，如 1#盖梁，表示沿小桩号至大桩号方向第 1#盖梁。

(6) 墩柱编号 A-B 中：A 表示桥梁墩台序号，B 表示墩柱在该墩台处自右向左排列序号；如 1-1#墩柱，表示桥梁第 1#墩台处，自右向左第 1#墩柱。

(7) 桥台编号沿小桩号至大桩号方向递增，如 1#桥台，表示沿小桩号至大桩号方向第 1#桥台。

(8) 桥面铺装编号沿小桩号至大桩号方向递增，如 1#桥面铺装，表示沿小桩号至大桩号方向第 1#桥面铺装。

(9) 伸缩缝编号沿小桩号至大桩号方向递增，如 1#伸缩缝，表示沿小桩号至大桩号方向第 1#伸缩缝。

(10) 护栏、栏杆：右侧为 R，左侧为 L。

(11) 其他未定义的部件，按照以上编码规则相应进行编码。

4.2 桥面系

4.2.1 桥面铺装

该桥采用沥青混凝土桥面铺装，经检测左幅桥面铺装主要病害为粗骨料外露、坑槽、斜向裂缝修补后开裂等。左幅桥梁病害整体情况如下：

(1) 桥面铺装存在粗骨料外露 5 处，面积 $S=9.00\text{ m}^2$ ，总面积 $S=45.00\text{ m}^2$ ；

(2) 桥面铺装存在坑槽 1 处，面积 $S=0.30\text{ m}^2$ ；

(3) 桥面铺装存在斜向裂缝修补后开裂 3 条，长度 $L=7.00\sim 8.00\text{ m}$ ，总长度 $L=23.00\text{ m}$ 。



图4-1 1#桥面铺装斜向裂缝修补后开裂



图4-2 1#桥面铺装粗骨料外露



图4-3 2#桥面铺装粗骨料外露



图4-4 3#桥面铺装斜向裂缝修补后开裂



图4-5 3#桥面铺装坑槽



图4-6 3#桥面铺装粗骨料外露



图4-7 4#桥面铺装斜向裂缝修补后开裂



图4-8 4#桥面铺装粗骨料外露

新庙桥右幅经检测主要病害为粗骨料外露、横向裂缝修补后开裂、修补后开裂等。右幅病害整体情况如下：

- (1) 桥面铺装粗骨料外露 2 处，面积 $S=7.00\sim 18.00\text{ m}^2$ ，总面积 $S=25.00\text{ m}^2$ ；
- (2) 桥面铺装存在横向裂缝修补后开裂 3 条， $L=7.00\sim 10.00\text{ m}$ ，长度 $L=24.00\text{ m}$ 。



图4-9 1#桥面铺装横向裂缝开裂



图4-10 4#桥面铺装横向裂缝开裂



图4-11 1#桥面铺装粗骨料外露



图4-12 1#桥面铺装粗骨料外露



图4-15 1#伸缩缝砂石堵



图4-16 1#伸缩缝混凝土破损

4.2.2 伸缩缝

该桥左幅设置 3 道模数式伸缩缝。经检测 1#伸缩缝~3#伸缩缝砂石堵塞。



图4-13 1#伸缩缝砂石堵



图4-14 2#伸缩缝砂石堵塞



图4-17 2#伸缩缝砂石堵



图4-18 3#伸缩缝砂石堵塞

该桥右幅同样设置 3 道模数式伸缩缝。经检测主要病害为砂石堵塞、混凝土破损。整体病害情况如下：

- (1) 1#伸缩缝~3#伸缩缝砂石堵塞；
- (2) 1#伸缩缝锚固区混凝土破损 1 处，面积 $S=0.01 \text{ m}^2$ 。

4.2.3 栏杆、护栏

该桥左幅该桥两侧设有钢筋混凝土护栏。经检测主要病害为混凝土破损、竖向裂缝、划痕破损。该桥护栏整体病害为：

- (1) 护栏存在混凝土破损 3 处，面积 $S=0.01\sim 0.04 \text{ m}^2$ ，总面积 $S=0.09 \text{ m}^2$ ；
- (2) 护栏存在竖向裂缝 13 条，长度 $L=1.00\sim 1.20\text{m}$ ，宽度 $D=0.10\sim 0.14\text{mm}$ ，总长度 $L=14.30\text{m}$ ；
- (3) 护栏存在划痕破损 1 处，面积 $S=0.20 \text{ m}^2$ 。



图4-19 L#护栏混凝土破损



图4-20 L#护栏混凝土破损



图4-23 L#护栏混凝土破损



图4-24 L#护栏竖向裂缝



图4-21 L#护栏混凝土破损



图4-22 L#护栏竖向裂缝

4.3 上部结构

4.3.1 上部承重构件

该桥左幅上部承重构件为钢筋混凝土空心板，每跨横向布置 7 片，共计 35 片。经检测主要病害为钢筋锈蚀、横向加固钢板锈蚀、横向裂缝、空洞露筋、离析、破损露筋、渗水结晶、竖向裂缝、斜向裂缝伴渗水泛白、锈胀露筋、纵向裂缝、纵向裂缝伴渗水泛白。病害整体情况如下：

(1) 2-5#空心板存在钢筋锈蚀 1 处，面积 $S=0.20\text{ m}^2$ ；

(2) 空心板存在横向加固钢板锈蚀 3 处，面积 $S=0.15\sim 0.24\text{ m}^2$ ，总面积 $S=0.55\text{ m}^2$ ；

(3) 9片空心板存在横向裂缝 43 条，长度 $L=0.20\sim 1.00\text{m}$ ，宽度 $D=0.06\sim 0.12\text{mm}$ ，总长度 $L=18.60\text{m}$ ；

(4) 3-7#空心板存在空洞露筋 1 处，面积 $S=0.03\text{ m}^2$ ；

(5) 1-7#空心板存在离析 1 处，面积 $S=0.20\text{ m}^2$ ；

(6) 2 片空心板存在破损露筋 2 处，面积 $S=0.01\sim 0.12\text{ m}^2$ ，总面积 $S=0.13\text{ m}^2$ ；

该桥右幅护栏主要病害为混凝土破损、竖向裂缝。该桥护栏整体病害为：

(1) 护栏存在混凝土破损 1 处，面积 $S=0.04\text{ m}^2$ ；

(2) 护栏存在竖向裂缝 17 条，长度 $L=1.00\sim 1.20\text{m}$ ，宽度 $D=0.10\sim 0.12\text{mm}$ ，总长度 $L=18.70\text{m}$ 。

(7) 1-6#空心板存在渗水结晶 1 处, 面积 $S=0.14 \text{ m}^2$;

(8) 3 片空心板存在竖向裂缝 47 条, 长度 $L=0.20\sim 0.60\text{m}$, 宽度 $D=0.08\sim 0.12\text{mm}$, 总长度 $L=17.40\text{m}$;

(9) 2 片空心板存在斜向裂缝伴渗水泛白 15 条, 宽度 $D=0.08\sim 0.12\text{mm}$, 长度 $L=0.20\sim 0.50\text{m}$, 总长度 $L=4.15\text{m}$;

(10) 空心板存在锈胀露筋 26 处, 面积 $S=0.02\sim 0.32 \text{ m}^2$, 总面积 $S=1.32 \text{ m}^2$;

(11) 空心板存在纵向裂缝、纵向裂缝伴渗水泛白 21 条, 长度 $L=0.40\sim 2.00\text{m}$, 宽度 $D=0.08\sim 0.12\text{mm}$, 总长度 $L=18.20\text{m}$ 。

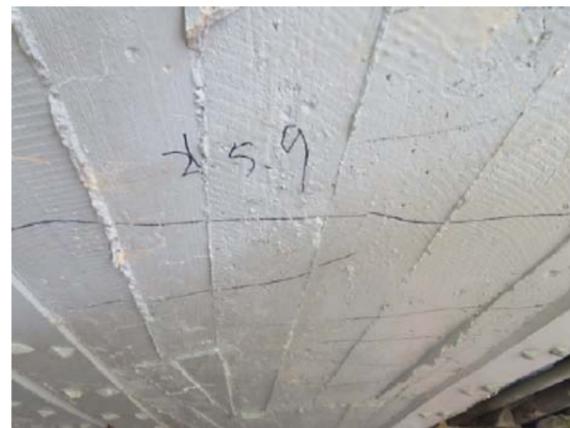


图 4-29 1-7#空心板纵向裂



图 4-30 1-7#空心板离析



图 4-31 2-5#空心板钢筋锈蚀



图 4-32 2-7#空心板横向裂

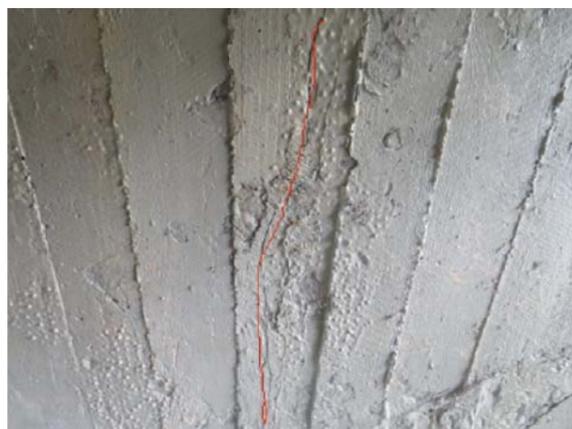


图 4-25 1-3#空心板纵向裂缝

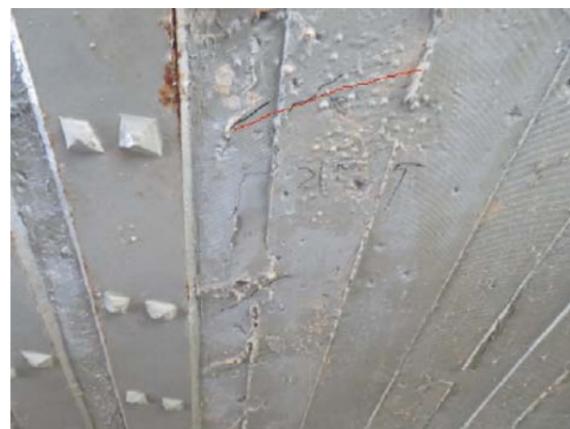


图 4-26 1-5#空心板斜向裂缝伴渗水泛白



图 4-27 1-5#空心板斜向裂缝伴渗水泛白



图 4-28 1-6#空心板渗水结晶



图 4-33 4-2#空心板横向加固钢板锈蚀



图 4-34 4-4#空心板纵向裂缝伴渗水泛白

该桥右幅上部承重构件同样为钢筋混凝土空心板, 每跨横向布置 7 片, 共计 35 片。经检测主要病害为横向裂缝、混凝土破损、加固钢板锈蚀、锈胀、锈胀、

锈胀露筋。病害整体情况如下：

- (1) 4-7#空心板存在横向裂缝 3 条，长度 $L=0.50m$ ，宽度 $D=0.12mm$ ，总长度 $L=1.50m$ ；
- (2) 4-7#空心板存在混凝土破损 3 处，面积 $S=0.03m^2$ ；
- (3) 空心板存在加固钢板锈蚀 14 处，面积 $S=0.02\sim 0.30m^2$ ，总面积 $S=0.84m^2$ ；
- (4) 3-7#空心板存在锈蚀 1 处，面积 $S=0.01m^2$ ；
- (5) 1-7#空心板存在锈胀 1 处，面积 $S=0.01m^2$ ；
- (6) 2 片空心板存在锈胀露筋 2 处，面积 $S=0.01\sim 0.02m^2$ ，总面积 $S=0.03m^2$ 。



图 4-39 3-7#空心板加固钢板锈蚀



图 4-40 3-7#空心板锈蚀



图 4-41 4-7#空心板混凝土破损



图 4-42 4-7#空心板横向裂缝



图 4-35 1-7#空心板锈胀



图 4-36 2-4#空心板加固钢板锈蚀



图 4-37 3-3#空心板加固钢板锈蚀



图 4-38 3-7#空心板加固钢板锈蚀

4.3.2 上部一般构件

该桥左幅空心板铰缝存在渗水 2 处，长度 $L=5.00\sim 8.00m$ ，总长度 $L=13.00m$ 。



图 4-43 2-3#铰缝渗水



图 4-44 4-5#铰缝渗水

4.3.3 支座

该桥左幅共布置140 个板式橡胶支座，经检测，本桥支座存在老化开裂、剪切变形、被掩埋。病害整体情况如下：

- (1) 3-2-5#支座轻微老化开裂；
- (2) 8 个支座存在剪切变形；
- (3) 2 个支座存在被掩埋，无法检测。



图 4-45 2-2-5#支座剪切变形



图 4-46 2-2-6#支座剪切变形



图 4-47 5-5-1#支座被掩埋，无法检测



图 4-48 5-5-2#支座被掩埋，无法检测

该桥右幅部分支座被掩埋，无法检测。

4.4 下部结构

4.4.1 桥墩

该桥左幅桥墩为三柱式墩。经检测，该桥桥墩存在防震挡块抗压破损、加固钢板空响、加固钢板锈蚀、竖向裂缝、水蚀等病害。病害整体情况如下：

- (1) 1#盖梁右侧防震挡块存在抗压破损 1 处，面积 $S=0.06 \text{ m}^2$ ；
- (2) 4 片盖梁加固钢板空响 10 处，面积 $S=0.12\sim 0.80 \text{ m}^2$ ，总面积 $S=1.40 \text{ m}^2$ ；
- (3) 4 片盖梁加固钢板锈蚀 10 处，面积 $S=0.24\sim 4.00 \text{ m}^2$ ，总面积 $S=10.30 \text{ m}^2$ ；
- (4) 1#盖梁存在竖向裂缝 1 条，长度 $L=0.50\text{m}$ ，宽度 $D=0.10\text{mm}$ ；
- (5) 4#盖梁存在水蚀 1 处，面积 $S=1.00 \text{ m}^2$ 。



图 4-49 1#盖梁加固钢板锈蚀



图 4-50 2-1#盖梁加固钢板空响



图 4-51 盖梁加固钢板锈蚀



图 4-52 1#盖梁抗压破损



图 4-53 盖梁加固钢板锈蚀



图 4-54 盖梁加固钢板锈蚀

该桥右幅桥墩为三柱式墩。经检测，该桥存在蜂窝麻面、混凝土破损、加固钢板锈蚀、空响、竖向裂缝、水蚀、锈胀、锈胀、植被生长。病害整体情况如下：

- (1) 1-1#墩柱存在蜂窝麻面1 处，面积 $S=0.06\text{m}^2$ ；
- (2) 3#盖梁存在混凝土破损1 处，面积 $S=0.02\text{m}^2$ ；
- (3) 4#盖梁存在加固钢板锈蚀1 处，面积 $S=1.00\text{m}^2$ ；
- (4) 2#盖梁存在空响1 处，面积 $S=1.00\text{m}^2$ ；
- (5) 3#盖梁存在竖向裂缝2 条，长度 $L=0.50\sim 0.80\text{m}$ ，总长度 $L=1.30\text{m}$ ；
- (6) 4片#盖梁存在水蚀6 处，面积 $S=0.06\sim 0.20\text{m}^2$ ，总面积 $S=4.04\text{m}^2$ ；
- (7) 2#盖梁存在锈胀1 处，面积 $S=5.00\text{m}^2$ ；
- (8) 1#盖梁存在锈胀3 处，总面积 $S=0.10\text{m}^2$ ；
- (9) 1#、2#盖梁存在植被生长2 处。



图 4-55 1#盖梁锈胀



图 4-56 1#盖梁锈胀



图 4-57 1#盖梁水蚀



图 4-58 2#盖梁空响



图 4-59 2#盖梁锈蚀



图 4-60 3#盖梁竖向裂缝

4.4.2 桥台

经检测，新庙桥左幅桥台存在加固钢板锈蚀、竖向裂缝等病害。病害整体情况如下：

(1) 桥台存在加固钢板锈蚀 8 处，面积 $S=0.16\sim 0.30\text{ m}^2$ ，总面积 $S=3.16\text{ m}^2$ ；

(2) 5#桥台存在竖向裂缝 2 条，长度 $L=0.60\sim 0.70\text{m}$ ，宽度 $D=0.08\sim 0.10\text{mm}$ ，

总长度 $L=1.30\text{m}$ 。



图 4-61 0#桥台加固钢板锈蚀



图 4-62 5#桥台加固钢板锈蚀



图 4-63 5#桥台竖向裂缝



图 4-64 5#桥台竖向裂缝

新庙桥右幅桥台存在混凝土破损、加固钢板锈蚀、水蚀、锈胀、锈胀露筋等病害。病害整体情况如下：

(1) 5#台帽存在混凝土破损 1 处，面积 $S=0.02\text{ m}^2$ ；

(2) 0#台帽存在加固钢板锈蚀 1 处，面积 $S=0.30\text{ m}^2$ ；

(3) 0#台身存在水蚀 1 处，面积 $S=1.50\text{ m}^2$ ；

(4) 5#台帽存在锈胀 2 处，面积 $S=0.15\text{ m}^2$ ；

(5) 5#台帽存在锈胀露筋 2 处，面积 $S=0.03\text{ m}^2$ 。



图 4-65 0#台身水蚀



图 4-66 0#台帽加固钢板锈蚀



图 4-67 5#台帽锈胀



图 4-68 5#台帽锈胀露筋



图 4-69 5#台帽混凝土破损



图 4-70 5#台帽锈胀

4.5 检测结论与建议

4.5.1 检测结论

通过对新庙桥的现场检测，该桥分左右两幅，左幅桥梁技术状况评分为76.1，右幅桥梁技术状况评分为83.9，桥梁技术状况等级为3类。桥梁有中等缺损，尚能维持正常使用功能。

左幅外观检测结论：

桥面系主要病害为：

- (1) 桥面铺装存在粗骨料外露5处，面积 $S=9.00\text{m}^2$ ，总面积 $S=45.00\text{m}^2$ ；
- (2) 桥面铺装存在坑槽1处，面积 $S=0.30\text{m}^2$ ；
- (3) 桥面铺装存在斜向裂缝修补后开裂3条，长度 $L=7.00\sim 8.00\text{m}$ ，总长度 $L=23.00\text{m}$ ；
- (4) 1#~3#伸缩缝砂石堵塞；
- (5) 护栏存在混凝土破损3处，面积 $S=0.01\sim 0.04\text{m}^2$ ，总面积 $S=0.09\text{m}^2$ ；
- (6) 护栏存在竖向裂缝13条，长度 $L=1.00\sim 1.20\text{m}$ ，宽度 $D=0.10\sim 0.14\text{mm}$ ，总

长度 $L=14.30\text{m}$ ；

(7) 护栏存在划痕破损1处，面积 $S=0.20\text{m}^2$ ；

(8) 排水系统存在堵塞1处。

上部结构主要病害为：

(1) 2-5#空心板存在钢筋锈蚀1处，面积 $S=0.20\text{m}^2$ ；

(2) 空心板横向加固钢板锈蚀3处，面积 $S=0.15\sim 0.24\text{m}^2$ ，总面积 $S=0.55\text{m}^2$ ；

(3) 9片空心板存在横向裂缝43条长度 $L=0.20\sim 1.00\text{m}$ ，宽度 $D=0.06\sim 0.12\text{mm}$ ，

总长度 $L=18.60\text{m}$ ；

(4) 3-7#空心板存在空洞露筋1处，面积 $S=0.03\text{m}^2$ ；

(5) 1-7#空心板存在离析1处，面积 $S=0.20\text{m}^2$ ；

(6) 2片空心板存在破损露筋2处，面积 $S=0.01\sim 0.12\text{m}^2$ ，总面积 $S=0.13\text{m}^2$ ；

(7) 1-6#空心板存在渗水结晶1处，面积 $S=0.14\text{m}^2$ ；

(8) 3片空心板存在竖向裂缝47条，长度 $L=0.20\sim 0.60\text{m}$ ，宽度 $D=0.08\sim 0.12\text{mm}$ ，

总长度 $L=17.40\text{m}$ ；

(9) 2片空心板存在斜向裂缝伴渗水泛白15条，宽度 $D=0.08\sim 0.12\text{mm}$ ，长度 $L=0.20\sim 0.50\text{m}$ ，总长度 $L=4.15\text{m}$ ；

(10) 空心板存在锈胀露筋26处，面积 $S=0.02\sim 0.32\text{m}^2$ ，总面积 $S=1.32\text{m}^2$ ；

(11) 空心板存在纵向裂缝、纵向裂缝伴渗水泛白21条，长度 $L=0.40\sim 2.00\text{m}$ ，宽度 $D=0.08\sim 0.12\text{mm}$ ，总长度 $L=18.20\text{m}$ ；

(12) 铰缝存在渗水2处，长度 $L=5.00\sim 8.00\text{m}$ ，总长度 $L=13.00\text{m}$ ；

(13) 3-2-5#支座轻微老化开裂；

(14) 8个支座存在剪切变形;

(15) 2个支座存在被掩埋, 无法检测。

下部结构主要病害为:

(1) 1#盖梁右侧防震挡块存在抵压破损1处, 面积 $S=0.06\text{m}^2$;

(2) 4片盖梁存在加固钢板空响10处, 面积 $S=0.12\sim 0.80\text{m}^2$, 总面积 $S=1.40\text{m}^2$;

(3) 4片盖梁存在加固钢板空响10处, 面积 $S=0.24\sim 4.00\text{m}^2$ 总面积 $S=10.30\text{m}^2$;

(4) 1#盖梁存在竖向裂缝1条, 长度 $L=0.50\text{m}$, 宽度 $D=0.10\text{mm}$;

(5) 4#盖梁存在水蚀1处, 面积 $S=1.00\text{m}^2$;

(6) 桥台存在加固钢板锈蚀8处, 面积 $S=0.16\sim 0.30\text{m}^2$, 总面积 $S=3.16\text{m}^2$;

(7) 5#桥台存在竖向裂缝2条, 长度 $L=0.60\sim 0.70\text{m}$, 宽度 $D=0.08\sim 0.10\text{mm}$, 总长度 $L=1.30\text{m}$ 。

右幅外观检测结论:

桥面系主要病害为:

(1) 桥面铺装存在粗骨料外露2处, 面积 $S=7.00\sim 18.00\text{m}^2$, 总面积 $S=25.00\text{m}^2$;

(2) 桥面铺装存在横向裂缝修补后开裂3条, $L=7.00\sim 10.00\text{m}$, 长度 $L=24.00\text{m}$;

(3) 1#伸缩缝~3#伸缩缝砂石堵塞;

(4) 1#伸缩缝锚固区混凝土破损1处, 面积 $S=0.01\text{m}^2$;

(5) 护栏存在混凝土破损1处, 面积 $S=0.04\text{m}^2$;

(6) 护栏存在竖向裂缝17条, 长度 $L=1.00\sim 1.20\text{m}$, 宽度 $D=0.10\sim 0.12\text{mm}$, 总长度 $L=18.70\text{m}$ 。

上部结构主要病害为:

(1) 4-7#空心板存在横向裂缝3条, 长度 $L=0.50\text{m}$, 宽度 $D=0.12\text{mm}$, 总长度 $L=1.50\text{m}$;

(2) 4-7#空心板存在混凝土破损3处, 面积 $S=0.03\text{m}^2$;

(3) 空心板存在加固钢板锈蚀14处, 面积 $S=0.02\sim 0.30\text{m}^2$, 总面积 $S=0.84\text{m}^2$;

(4) 3-7#空心板存在锈蚀1处, 面积 $S=0.01\text{m}^2$;

(5) 1-7#空心板存在锈胀1处, 面积 $S=0.01\text{m}^2$;

(6) 2片空心板存在锈胀露筋2处, 面积 $S=0.01\sim 0.02\text{m}^2$, 总面积 $S=0.03\text{m}^2$ 。

下部结构主要病害为:

(1) 1-1#墩柱存在蜂窝麻面1处, 面积 $S=0.06\text{m}^2$;

(2) 3#盖梁存在混凝土破损1处, 面积 $S=0.02\text{m}^2$;

(3) 4#盖梁存在加固钢板锈蚀1处, 面积 $S=1.00\text{m}^2$;

(4) 2#盖梁存在空响1处, 面积 $S=1.00\text{m}^2$;

(5) 3#盖梁存在竖向裂缝2条, 长度 $L=0.50\sim 0.80\text{m}$, 总长度 $L=1.30\text{m}$;

(6) 4片#盖梁存在水蚀6处, 面积 $S=0.06\sim 0.20\text{m}^2$, 总面积 $S=4.04\text{m}^2$;

(7) 2#盖梁存在锈蚀1处, 面积 $S=5.00\text{m}^2$;

(8) 1#盖梁存在锈胀3处, 总面积 $S=0.10\text{m}^2$;

(9) 1#、2#盖梁存在植被生长2 处;

(10) 5#台帽存在混凝土破损1处, 面积 $S=0.02\text{m}^2$;

(11) 0#台帽存在加固钢板锈蚀1处, 面积 $S=0.30\text{m}^2$;

(12) 0#台身存在水蚀1 处, 面积 $S=1.50\text{m}^2$;

(13) 5#台帽存在锈胀2 处, 面积 $S=0.15\text{m}^2$;

(14) 5#台帽存在锈胀露筋2处，面积 $S=0.03\text{m}^2$ 。

4.5.2 检测建议

该桥综合评定为3类桥，建议按照《公路桥涵养护规范》(JTG 5120-2021)要求，进行修复养护、加固或更换较大缺陷构件；必要时可进行交通管制。使桥梁结构在其全寿命周期内能够得到更充分的利用，获得更好的经济和社会效益。

根据桥梁病害情况，提出如下养护建议：

(1) 对于空心板横向裂缝、纵向裂缝、竖向裂缝、斜向裂缝，采用环氧胶泥（或者采用专用裂缝修补胶）表面封闭处理，并加强观测；

(2) 对于空心板加固钢垫板锈蚀，应先对生锈部分进行除锈处理，再涂抹防锈涂料；

(3) 对于空心板、盖梁、桥台露筋锈蚀、锈胀、锈胀露筋、破损露筋、空洞露筋，建议凿除松散的混凝土，将钢筋除锈后，采用环氧树脂砂浆进行修补；

(4) 对于支座轻微老化开裂，建议加强观测；

(5) 对于支座剪切变形：支座轻微变形属于正常现象对桥梁本身没有影响，但应加强对支座的日常检查；

(6) 对于盖梁、桥台加固钢板锈蚀，应先对生锈部分进行除锈处理，再涂抹防锈涂料；

(7) 对于桥台、盖梁竖向裂缝，采用环氧胶泥（或者采用专用裂缝修补胶）表面封闭处理，并加强观测；

(8) 对于盖梁混凝土破损，建议凿除松散的混凝土，再采用环氧树脂胶砂浆进行修补；

(9) 对于桥面铺装坑槽，建议将坑槽处凿成矩形后用相同的材料填充压实；

(10) 对于桥面铺装斜向裂缝，建议采用改性沥青进行修补；

(11) 对于伸缩缝堵塞，建议清除缝内积土，确保其正常变位；

(12) 对于泄水孔堵塞，建议及时疏通，保持其正常排水；

(13) 对于护栏竖向裂缝，采用环氧胶泥（或者采用专用裂缝修补胶）表面封闭处理，并加强观测；

(14) 对于护栏混凝土破损，建议凿除松散的混凝土，再采用环氧树脂胶砂浆进行修补。

5 病害原因分析

该桥为现浇混凝土空心板梁结构，板底横向裂缝为较常见的裂缝类型，由于在荷载作用下产生的正弯矩裂缝，裂缝宽度均未超限；且随着交通量增大，载重等级发生变化，超载重车的通行等因素影响造成桥面铺装的磨耗，在正常使用过程中，随着水气的渗入，容易导致箍筋锈蚀膨胀，也是板底产生横向开裂的重要原因；综合以上原因，从结构的安全性、耐久性以及预防性养护考虑，需要立即进行加固及补强处理。

6 加固设计原则

1) 维修加固后结构构件的安全性、耐久性应得到提高。

通过对上部结构、桥面系进行加固后，提高结构构件的安全性和耐久性。

2) 加固设计应与施工方法紧密结合。

旧桥加固是在原结构上进行的，势必受到原结构的限制，因此维修加固设计应

充分考虑施工的可行性。

3) 加固施工对环境的影响要小。

旧桥维修加固需要对原混凝土结构进行外表处理，其施工过程中必然产生粉尘、废弃物等，施工过程中应采取有效措施，减少施工对环境的负面影响。

4) 加固施工中的安全措施。

维修加固施工过程中，涉及的安全因素较多，如桥梁结构本身的安全、施工人员的安全、过往行人以及过往车辆的安全等，因此在施工过程中应充分分析各种安全因素，消除安全隐患，对不确定安全因素要制定好应急预案。

7 维修加固措施

7.1 加固总体思路

根据《检测报告》，该工程主要病害为一般病害，需要进行常规加固，以提高构件的安全性及耐久性。综合考虑，根据该桥病害情况及结合已有的加固设计经验，对该桥提出以下处治措施。

表 7.1-1 加固措施一览表

序号	结构部位	病害情况	主要加固措施
1	上部结构	空心板底裂缝	对裂缝进行封闭，对破损混凝土环氧砂浆修补，板底及立面涂刷防腐涂层
2	下部结构	钢筋锈胀、混凝土破损、已加固过的钢板锈蚀严重	钢筋除锈，涂刷阻锈剂；破损混凝土采用环氧砂浆修补；对桥墩盖梁以及桥台台帽加固过的锈蚀钢板拆除后粘贴钢板条加固，对桥台台帽以及桥墩盖梁混凝土部分打磨后涂刷混凝土防腐涂层。

7.2 上部结构

根据检测报告，空心板梁底有部分裂缝，外边梁水渍脏污，对空心板对所有宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝进行灌胶处理，灌胶采用优质 A 级环氧灌缝胶。对所有宽度 $< 0.15\text{mm}$ 的裂缝进行表面封闭。外边梁以及板底涂刷防腐涂层，提高梁体耐久性。

7.3 下部结构

根据检测报告，桥墩以及桥台处混凝土破损且有少量裂缝，此次维修对松散的混凝土凿除后，再采用环氧树脂胶砂浆进行修补，对所有宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝进行灌胶处理，灌胶采用优质 A 级环氧灌缝胶。对所有宽度 $< 0.15\text{mm}$ 的裂缝进行表面封闭。

为了有效抑制桥墩盖梁、桥台台帽竖向裂缝的发展，本次对原加固过的盖梁两侧面钢板拆除后进行灌注法粘贴钢板条加固。单个侧面粘贴2条钢板。粘贴钢板加固前，对盖梁宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝进行灌胶处理，灌胶采用优质 A 级环氧灌缝胶。对粘贴钢板区域盖梁表面进行凿毛，凿毛凹凸差不小于6mm。

对台帽以及桥墩盖桥台台帽以及桥墩盖梁混凝土部分打磨后涂刷混凝土防腐涂层。

8 施工要点及注意事项

8.1 加固用材料要求

桥梁加固用材料的品种、规格及使用性能，应符合国家、行业相关标准的规定，并满足设计要求。

(1) 水泥应采用强度等级不低于 42.5 级的硅酸盐水泥、快硬硅酸盐水泥或普

通硅酸盐水泥。

(2) 粗集料应选用质密、坚硬、强度高、耐久性好的碎石或卵石，不得采用含有活性二氧化硅石料制成的粗集料。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) 钢材

钢材应符合国标《碳素结构钢 (GB/T700-2006)》的 Q235 钢板。钢材焊接按不同施工工艺应满足相应规范要求。

8.2 混凝土结构表面的缺陷修复处理

对检测报告中所列蜂窝、麻面的混凝土，首先进行人工凿除其周围松散、劣质混凝土，直至露出新鲜坚硬的混凝土；对已生锈钢筋进行除锈并涂刷阻锈剂，采用聚合物砂浆或环氧砂浆 (强度不小于 60MPa) 修补缺损混凝土，颜色应经过试配，使其达到与原结构颜色一致。其具体施工工艺及相关措施如下：

(1) 表面处理：先清除混凝土表面杂物碎渣、污物、灰尘及旧混凝土疏松层。

(2) 露筋处的除锈处理：对于混凝土保护层薄弱而造成钢筋锈蚀的区域，首先对该部位的混凝土表面进行刷洗，确保表面无污物、灰尘等影响渗透的杂物，对于外露钢筋，先用电动钢丝轮配合人工，用钢丝刷将其表面的氧化层清理干净，使其表面洁净并露出金属光泽，然后将阻锈剂喷涂在钢筋或锈蚀处的砼表面上。

(3) 砼修补区：对于需要对砼进行修补的区域，先对表面已经碳化的砼表层进行凿除，露出新鲜砼面。洒水湿润已凿出的新鲜砼面，在保持湿润且无水的条件下，用聚合物砂浆或环氧砂浆对结构进行修补。修补完成后潮湿养护 7 天。

(4) 材料配比：

环氧砂浆及环氧混凝土参考配比：

① 砂浆配比 环氧树脂胶液:水泥:中砂=1:1:2 (混合料适量)

② 混凝土配比 环氧树脂胶液:水泥:中砂:碎石=1:1:2:4

8.3 裂缝灌浆处理

对于缝宽 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝，应采用优质的灌注胶进行混凝土结构表面裂缝的化学灌浆补强。用于灌缝的灌注胶的性能指标应满足《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22-2008) 第 4.7.1 条的要求 (见表 8.3-1)。

表 8.3-1 裂缝修补用胶 (注射剂) 的安全性能指标

检验项目		性能指标
钢—钢拉伸抗剪切强度标准值 (MPa)		≥ 10
胶 体 性 能	抗拉强度 (MPa)	≥ 20
	受拉弹性模量 (MPa)	≥ 1500
	抗压强度 (MPa)	≥ 50
	抗弯强度 (MPa)	≥ 30 , 且不得呈脆性破坏
	密度 g/cm ³	≤ 1.2
粘度 (250C) MPa		≤ 200
不挥发物含量 (固体含量)		$\geq 99\%$
可灌注性		在产品使用说明书规定的压力下能注入宽度为 0.1mm 的裂缝

推荐的裂缝的化学灌浆补强方法及其主要工艺流程如下：

① 用合金磨片打磨裂缝左右各 2~3cm 的混凝土直至表面浮浆脱落，用无油压缩空气除尘；用丙酮试剂擦洗表面；

② 粘贴压浆嘴：首尾各一个，中间缝宽则疏，缝窄则密，压浆嘴间距 30cm 左右布置。

③ 用密封胶封闭裂缝，胶泥厚约 2mm，宽度 2~3cm；

④ 根据裂缝区域大小，可采用单孔灌浆或分区群灌浆。灌缝顺序自下而上，由一端向另一端依此连续进行；

⑤ 将胶液注入胶嘴的橡胶囊内，利用橡胶囊的收缩压力向裂缝内压胶，胶液进入裂缝后靠渗透渗入裂缝深处。当橡胶囊内的胶液体积逐渐减小，胶囊高度小于标定高度时，应及时向胶囊内补胶，直至达到胶囊高度不再小于标定高度。补充注入的灌胶控制时间一般为 15~20 分钟，低温施工时，该时间可适当缩短。超过此时间如胶囊里胶液无继续渗入的趋势，则视为裂缝已灌注饱满。

⑥ 灌缝完毕后，应养护一昼夜，等待灌缝树脂固化。根据季节及温度的不同，有时需养护一昼夜以上。灌缝材料固化后，铲除注胶底座。

⑦ 裂缝的取芯检验

a. 本项目取芯对象一般为 $\geq 0.15\text{mm}$ 的结构裂缝。

b. 取芯应骑缝钻取，但应先用钢筋探测仪探明原结构钢筋位置，取芯时避让原结构内部钢筋；取芯时不应采取密集取芯，避免损伤原结构。

c. 为避免取芯钻孔过多对结构造成不必要的损伤，取芯数量及部位应严格控制。

d. 取芯孔应立即采用环氧砂浆填充并振捣密实。

8.4 裂缝的表口封闭处理

对于缝宽小于 0.15mm 的裂缝，采取在裂缝表口处理后，用裂缝修补材料涂刷或用改性环氧胶泥加压涂抹，保证表面裂缝材料固化后应均匀、平整，不出现裂缝，无脱落。具体工序如下：

(1) 定位：检查统计全桥裂缝，并做好裂缝标记，确定裂缝处治位置。

(2) 开槽：采用磨光机、金属切片顺缝切割开槽，深度应在 10mm 左右。

(3) 表面处理：对混凝土构件的裂缝，可用钢丝刷等工具，清除表面灰尘、白灰、浮渣及松散的污物；然后再用毛刷蘸甲苯或酒精等有机溶液，把缝两侧 20~30mm 处擦拭干净并保持干燥。

(4) 封缝：按厂家要求的比例将封缝胶调配均匀，用多少配多少，不宜调配过多以免浪费。采用封缝胶垂直裂缝方向加压反复刮摸，保证黏结力强，延伸率好。

(5) 待胶完全固化后可根据现场情况和业主要求进行表面修饰。

8.5 混凝土防腐

本次对主梁外立面混凝土进行防腐涂层处理。

防腐涂装依据《公路工程混凝土结构防腐技术规范》(JTG/TB07-01-2006)以及《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTJ275-2000)中的要求，采用异丁烯三乙氧基硅烷单体作为硅烷浸渍材料，其质量应满足下列要求：

1) 异丁烯三乙氧基硅烷含量不应小于 98.9%；

2) 硅氧烷含量不应大于 0.3%；

3) 可水解的氯化物含量不应大于 1/10000；

4) 密度应为 $0.88\text{g}/\text{cm}^3$ ；

5) 活性应为 100%，不得以溶剂或其它液体稀释。

浸渍硅烷前应进行喷涂试验。试验区面积应为 $1\sim 5\text{m}^2$ ，施工工艺应符合《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTJ275-2000)中附录 E 的规定。完成试验区的喷涂工作后，应按附录 E 规定的方法，在试验区随机钻取六个芯样，并各取两个芯样分别进行吸水率、硅烷浸渍深度和氯化物吸收量的降低效果测试。当测试结果符

合第验收规定的合格判定标准时，方可在结构上浸渍硅烷。

验收规定：

浸渍硅烷质量的验收应以每500m²浸渍面积为一个浸渍质量的验收批。浸渍硅烷工作完成后，按附录E规定的方法各取两个芯样进行吸水率、硅烷浸渍深度、氯化物吸收量的降低效果的测试。当任一验收批硅烷浸渍质量的三项测试结果中任意一项不满足下列要求时，该验收批应重新浸渍硅烷：

- (1) 吸水率平均值不应大于0.01mm/min^{1/2}；
- (2) 对强度等级不大于C45的混凝土，浸渍深度应达到3~4mm；对强度等级大于C45的混凝土，浸渍深度应达到2~3mm。
- (3) 氯化物吸收量的降低效果平均值不小于90%。

混凝土表面浸渍硅烷后，表面涂抹丙烯酸聚氨酯面漆，面漆的材料性能指标、施工工艺及检验验收标准需满足《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T695-2007）中的要求。

面漆厚度表

涂层材料	涂层厚度
丙烯酸聚氨酯漆	80um

丙烯酸聚氨酯面漆的性能应满足《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》

（JT/T 695-2007）中的要求外，还应满足下表5.2-3。

面漆性能指标表

项目	计量单位	技术指标	试验方法
固体含量	%	≥55	GB/T 1725
干燥时间	表干	2	GB/T 1728
	实干	24	
细度	um	≤35	GB/T 1724

柔韧性	mm	1	GB/T 1731
附着力（拉开法）	MPa	≥6	GB/T 5210
耐冲击	cm	50	GB/T 1732
耐磨性（1kg. 500r）	g	≤0.05	GB/T 1768
耐酸性，10%H ₂ SO ₄	h	240h 漆膜无异常	GB/T 9274
耐碱性，10%NaOH	h		
人工加速老化	h	1000h	HG/T 3792
		漆膜不起泡、不剥落、不粉化。白色和浅色漆膜允许变色1级，失光1级；其他颜色漆膜允许变色2级，失光2级	GB/T 1865

8.6 钢结构除锈刷漆施工工艺

1) 施工工艺流程

基面除锈处理→施涂底漆→施涂第一遍面漆→施涂第二遍面漆→成品保护

2) 主要施工方法

(1) 基面处理

a. 使用手持电动工具（如角磨机等）并辅以刮刀、钢丝刷、砂纸等工具将钢材表面的铁锈、污泥、油垢、氧化皮、旧漆皮等彻底清除干净。

b. 选用的除锈剂无损健康，且对钢材无腐蚀性，并了解其化学成分，适用范围，用相应的防护设施后方可使用。

c. 采用电动工具（如角磨机等）除锈移动均匀，不得损伤钢结构表面。

d. 除锈做到点锈不留、除锈彻底、打磨匀亮、揩擦干净。

(2) 涂料配制

a. 涂料充分搅拌均匀后方可施工，对于双组分或多组分涂料先将各组分分别搅拌均匀，再按比例配制并搅拌均匀。

b. 混合好的涂料按照产品说明书的规定熟化。各层涂料随配随用，涂料的使用时间按产品说明书要求规定执行。

(3) 涂装

a. 大面积喷涂采用高压无气喷涂施工，细长、小面积以及复杂形状构件可采用空气喷涂或刷涂施工，不易喷涂到的部位采用刷涂法进行预涂装或第一道底漆后补涂。

b. 涂膜维护涂装时，对局部风化部位清理后，按涂装系逐层进行涂装，新旧涂层间有 50~80mm 过渡带，局部修理时干膜总厚度不小于原涂装干膜的厚度。

c. 底漆为铁红色，在第一层底漆干燥后，对裂缝、不平整处或局部凹痕的部位用油性聚合物砂浆腻子塞发现缺陷予消除。聚合物砂浆干透后，可用砂纸等打磨平整，并擦拭干净。

d. 保证上一道涂层干燥后方可涂下道漆料，最大时间间隔 7d。如超过 7d，用细砂纸打磨涂层表面后方能涂下一道漆。一次涂刷不宜太厚，交叉覆盖涂刷，涂刷均匀、不漏涂。

e. 涂装连续，中途不间断。如必须间断，则以结构物表面分隔缝、阴阳角或落水管等为分界线。

按设计要求底漆、面漆各两层，底涂层采用环氧磷酸锌最低干膜厚度为 60μm 和中间涂层为环氧（厚浆）漆，最低干膜厚度为 80μm，面漆为两道丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆，最低干膜厚度为 70μm。总干膜厚度不低于 210μm，对于易遭受损坏或工作条件困难的部位多涂一层面漆。

腐蚀环境	涂层	涂料品种	道数/最低干膜厚 μm
C3	底涂层	环氧磷酸锌底漆	1/60
	中间涂层	环氧（厚浆）漆	1/80
	面涂层	丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆	2/70
	总干膜厚度		210

(4) 成品保护

面漆涂装完工后，对构件进行必要的防护，防止漆面二次污染或损坏。

3) 质量控制和检查验收

(1) 质量控制要点

漆料的品种、颜色及性能指标；除锈质量；漆膜厚度；涂装均匀性等。

(2) 检查和验收

a. 检查和验收内容包括：基面处理质量、漆膜厚度、外观质量。

b. 钢结构涂装的验收符合下表的要求

项目	规定值及允许偏差	检验频率	检验方法
基面处理	手工或电动工具除锈的达到 St3 级；钢材表面无可见的油脂和污垢，无附着不牢的氧化皮和油漆涂层等附着物；无锈、焊渣、焊疤、毛刺等	按构件数抽查 10%，且同类构件不少于 3 件	用铲刀检查和按 GB 8923 规定的图片对照检查
漆膜厚度	涂层遍数和漆膜厚度符合设计要求；涂层干膜厚度大于或等于设计厚度值的点数占总测点数的 90% 以上，其他测点的干膜厚度不低于 90% 的设计厚度值	按构件数抽查 10%，且同类构件不少于 3 件，每个构件检测 5 处，每处的数值为 3 个相距 50mm 测点涂层干漆膜厚度的平均值	干膜测厚仪
外观质量	表面平整光洁，色泽一致；不得有脱皮、漏涂、返锈、透底、流坠、皱纹、针孔、起泡、裂纹、边界不清等现象	全数检查	目测

8.7 灌注法粘贴钢板

对桥墩盖梁以及桥台台帽采用灌注法粘贴钢板，施工要点和主要工艺流程为：混凝土表面处理→钻孔植埋螺杆→钢板下料及表面处理→钢板粘贴→植栓紧固→灌注结构胶→养护检验→防腐处理。

1) 对设计粘贴钢板区域的混凝土表面，用专用凿毛机凿除表层混凝土，刻槽

深度为 4mm，使坚实混凝土结构层外露，且大面平整，原错台在 1~3cm 内进行凿平，错台在 3cm 以上位置采用环氧混凝土找平，无局凸起，用电动钢丝轮扫除浮渣，用吸尘器除尘；在要粘合时用乙醇类试剂刷洗干净。注意表面应清洁干燥。

2) 钻孔植埋螺杆

在粘贴区域沿粘贴钢板长度方向以不大于 40cm 布置孔位，避开主裂缝，钻孔植埋螺栓，其距粘贴钢板端部的距离应控制在 5-10cm 之间，植埋螺杆钻孔打盲孔前，应用钢筋混凝土保护层测试仪查明梁腹钢筋分布，避免钻孔打盲孔时碰及钢筋或预应力管道。对钻好的盲孔先用压缩空气由孔底向孔外清理孔内浮尘，再用甲苯或工业丙酮洗盲孔，晾干后涂抹一层薄薄的环氧树脂类基液，向盲孔内注入三分之二孔深的环氧类结构胶，然后将经除油清洗晾干并涂有一层环氧树脂类基液薄浆的螺杆缓慢转动插入，然后补填环氧类结构胶使孔口填满饱满。

3) 钢板下料及表面处理

钢板下料用等离子切割机切割，下料宽度及长度按图纸所示；为防止钢板受高温变形，可采用局部降温措施，仍有变形的钢板采用人工整平，然后在折线连接处打成坡口。依据现场实际植埋螺杆位置进行粘贴钢板放样钻孔，然后对钢板的粘贴面用角磨机进行除锈和粗糙处理，打磨粗糙度越大越好，打磨纹路应与钢板受力方向垂直，最后用脱脂棉沾甲苯或工业丙酮将钢板粘贴面擦拭干净。如果长时间不用，可在钢板表面涂一层环氧基液防锈。

4) 钢板粘贴：按经进场验证合格的粘钢结构胶配合比，准确称量，搅拌均匀后，沿钢板纵桥向边线内挂胶，挂胶宽度 6cm。利用专用液压支架使钢板就位，胶层应饱满，胶层厚度应保证在 4mm 左右。粘贴钢板应采用 A 级胶，其性能应符合国

家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB50728-2011 第 4.2.2 条规定，以保证粘结可靠。

5) 植栓紧固：用冲击电锤沿钢板孔钻混凝土植栓孔，孔径及有效孔深按图纸要求，按种植钢筋要求种植全丝螺杆，24 小时后加平垫圈螺母紧固。注意紧固力应适当。同一钢板上的螺母应尽量均匀紧固。

6) 灌注结构胶：进行气密性检查，安装压浆嘴，无漏气时开始灌胶作业。按进场验证合格的灌注结构胶配合比，准确称量，搅拌均匀。从低点的各带阀的灌胶嘴以 0.1Pma 的无油压缩尘气为动力进行灌注，观察高点的各带阀的排气嘴无夹气排胶时关闭阀门，持压 10 分钟以上，带压关闭灌胶嘴。

7) 养护检验：按 GB2569 国标每天随机抽取灌注结构胶试件一组，自然养护七天，作抗压强度试验评定；用敲击法听声音和感觉判定是否灌注饱满。若有空隙区应补压胶。

8) 钢板防腐

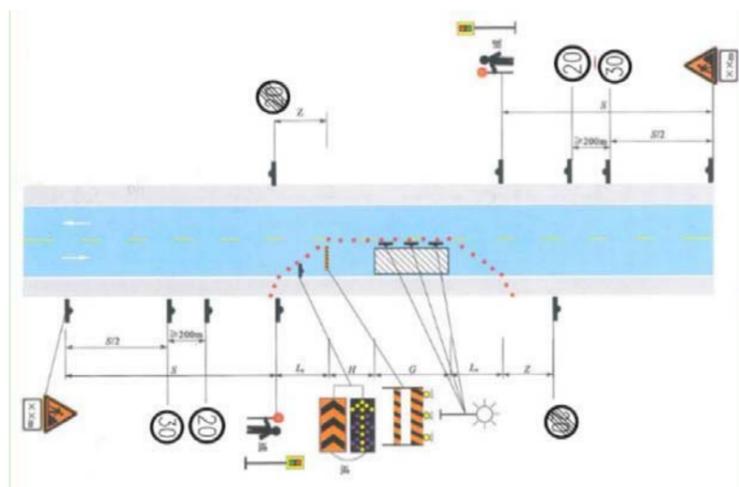
粘贴钢板施工完成后，对钢板外露面进行人工和动力工具打磨，表面处理应达到 GB/T8923 规定的 Sa21/2 级标准，表面处理经监理工程师验收后立即进行涂层施工，并在 4 小时内涂装完毕，涂装后应对涂膜认真维护，在固化前避免雨淋、曝晒及刮蹭，避免对涂层的损伤。

9 交通导行措施

9.1 交通导行方案

本次施工建议采用分幅封闭施工，施工过程中施工区域需完全封闭，保证施工质量。施工期间应做好交通导行措施，封闭区域以及安全设施的布置应结合现场实

际严格按照《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2015）的要求进行布置。



交通导改示意图（双向两车道）

9.2 交通安全措施

(1) 警示标志标牌：所有警示标志应加设提醒灯具，如施工告示标志、限速标志、禁止超车标志。

(2) 施工车辆及机械设备车辆后方悬挂 LED 导向牌。

(3) 交通导行措施：车道封闭措施、限速措施。

(4) 施工告示标志：在距施工地点 1.6km、400m 处设置施工告示标志，告知驾驶员前方道路状态处于施工状态。

(5) 限速标志：在距离上、下游过渡区 300m 处开始逐步限速标志，让车辆逐步降低车速。

(6) 禁止超车标志：在距离上、下游过渡区 200m 处放置禁止超车标志。

(7) 夜间警示标志：在夜间施工时，在车辆进入施工段落 300m 处放置夜间警示标志，让来往车辆驾驶员提逐步降低车速，提高警觉性。

(8) 施工期间，在设置各种标志和措施后，指定专人对施工路段 2km 内设

行车警示标牌进行定时巡视，发现遗失和损坏时及时进行处理，确保施工期间的道路交通安全。

9.3 协管人员维护

(1) 施工前，由专职安全员所有参导进行安全交底与安全教育，并为全部人员配备齐全反光标志服、安全帽、指挥彩旗、安全袖标等各种防护设施。

(2) 每日出工前，由导改组组长组织召开安全例会，并有文字记录，每日上报至工程经营部，由专人负责管理与整理工作。

(3) 每日由组长对本日交通导改情况进行记录。

9.4 应急安全措施

(1) 指定专人对施工路段前 2km 内所设车警示标牌进行来回巡视；发现异常情况应及时上报。

(2) 每天施工前与交管部门取得联系，以获得施工协助。作业区设置紧急值班电话，如遇紧急情况及时和交通部门联系。

(3) 在上道施工过程中所有人员必须佩戴安全帽，穿着反光背心。

(4) 警示标志的摆放应由行车方向开始在作业区域内逐步摆放，撤除应由迎车方向开始在作业区域内逐步撤除。

10 施工组织计划

依据全桥加固工程量，本桥维修加固施工总工期初定为 35 天。控制工期的主要工程项目为裂缝封闭、粘贴钢板加固、混凝土以及钢结构防腐涂装等内容拟定施工进度总体计划如下：

(1) 第 1-5 天，施工队伍进场，完成施工前的所有准备工作。

(2) 第 6-30 天, 裂缝等局部修复、涂刷防腐涂层、粘贴钢板条加固。

(3) 第 21-25 天, 进行施工场地清理, 竣工整理, 准备交竣工验收。

该施工组织计划仅供参考, 进场后施工单位需做出详细的施工计划, 并报监理工程师批准, 科学合理地组织施工。

11 其它说明

因桥竣工图纸年代较为久远, 施工前应对相关数据进行复核后下料。

为保证维修施工质量、施工安全, 应选择具有结构补强特种资质, 且有丰富的桥梁加固施工经验的施工单位进行施工。

施工单位若采用有损于结构构件的工艺、方法、大型机具设备或较大的临时荷载等, 必须征得设计和监理单位的同意。

施工中发现新的缺陷、病害及与本文件不一致的地方, 应及时与建设单位、监理单位、设计单位取得联系, 共同商定解决办法。

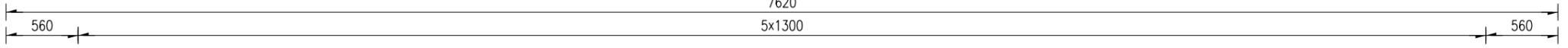
其它未尽事宜由建设单位、设计单位、监理单位、施工单位共同协商解决。

主要工程数量表

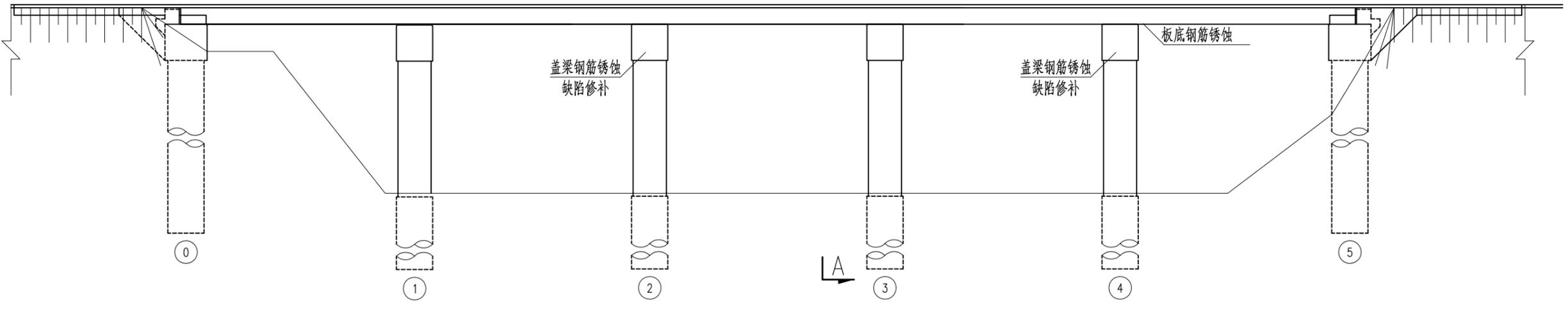
项 目	单 位	上部结构	下部结构		桥面系	合 计
		空心板	桥墩	桥台	防撞护栏	
钢板打磨除锈	m ²	157.3				157.3
钢结构防腐涂装	m ²	157.3				157.3
混凝土表面打磨	m ²	1573	97.6	44.8	165.1	1880.5
混凝土防腐涂层	m ²	1573	97.6	44.8	165.1	1880.5
钢筋除锈	m	100	20	10	40	170
涂抹阻锈剂	m ²	10	2	1	4	17
改性环氧砂浆	m ³	1	0.5	0.1	1	2.6
封缝	m	200	50	30		280
灌缝	m	100	20	10		130
Q235B钢板	kg		2152.8	538.2		2691.0
混凝土凿毛	m ²		34.1	8.4		42.5
钻孔	孔		1752.0	438.0		2190.0
植筋环氧胶	L		19.7	4.8		24.5
灌注法粘钢环氧胶	L		136.8	34.2		171.0
防腐涂装	m ²		34.1	8.4		42.5
M12锚栓	套		1752.0	438.0		2190.0
原加固钢板拆除	m ²		164	13		177.0

立面

7620
5x1300



A

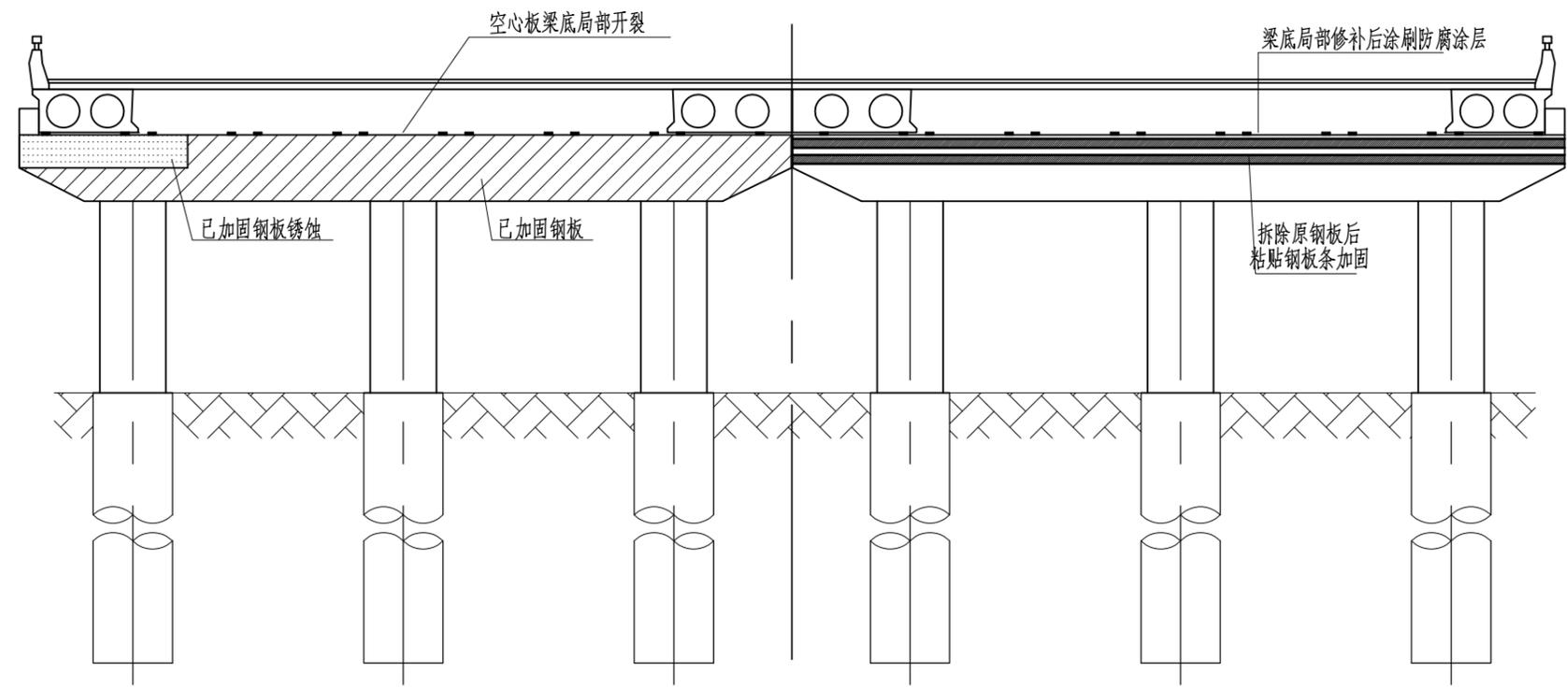


加固前A-A

2300/2

加固后A-A

2300/2



病害情况:

- 1. 上部结构: 板梁底板多条纵向及横向裂缝, 混凝土剥落, 钢筋锈蚀。
- 2. 下部结构: 桥墩盖梁存在多处钢筋锈蚀骨; 台顶伸缩缝严重漏水。桥墩盖梁及桥台台帽加固钢板锈蚀。

主要加固措施:

- 1. 上部结构: 对空心板开裂处进行裂缝封闭处理, 板底及立面涂刷防腐涂层。
- 2. 下部结构: 局部病害修补, 对原盖梁以及台帽加固钢板拆除后, 对桥墩盖梁及桥台台帽粘贴钢板加固。

注:

- 1. 图中尺寸均以cm为单位。
- 2. 施工前对原结构尺寸进行复核。

桥梁病害示意

混凝土局部锈胀



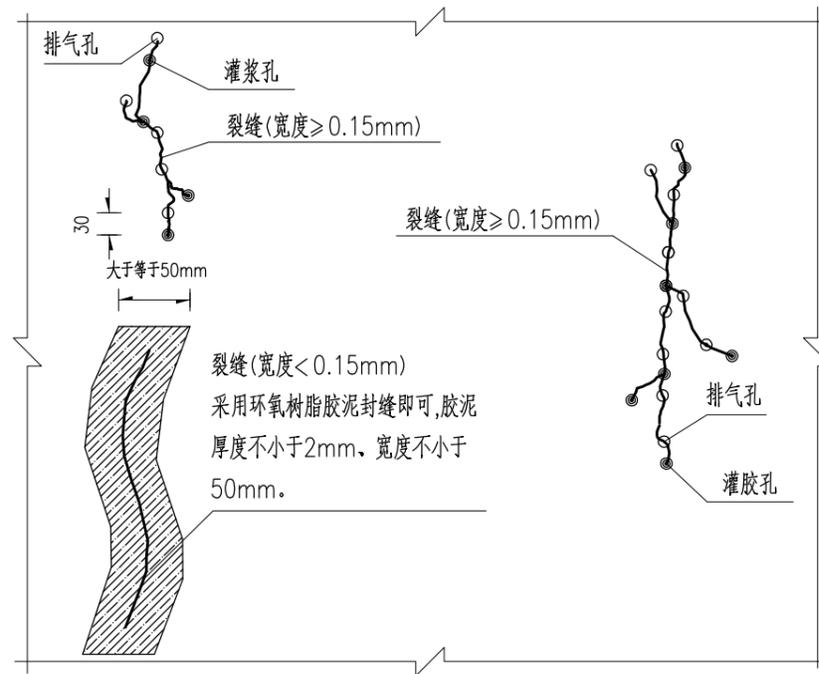
板梁渗水



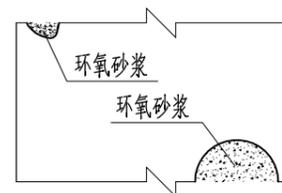
空心板加固钢板锈蚀



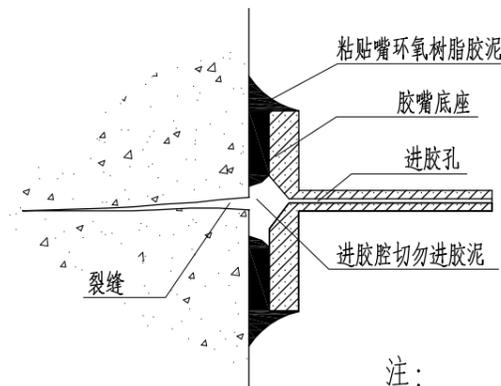
封缝、灌缝示意



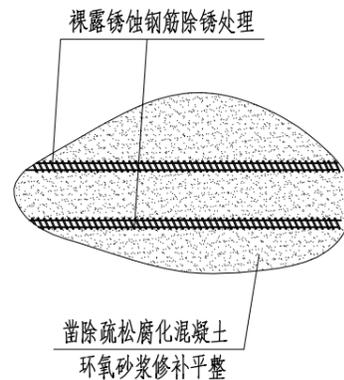
混凝土缺陷修补示意



注胶嘴大样



钢筋除锈示意



工程数量表

项目	单位	工程量
环氧砂浆修补	m ³	1
钢筋除锈	m	100
涂抹阻锈剂	m ²	10
混凝土表面打磨	m ²	1573
混凝土防腐涂层	m ²	1573
钢板打磨除锈	m ²	157.3
钢结构防腐涂装	m ²	157.3
封缝	m	200
灌缝	m	100

注:

- 对混凝土破损病害进行凿除疏松劣质混凝土,采用改性环氧砂浆修补。
- 对混凝土剥落锈胀、混凝土破损露筋病害进行凿除疏松劣质砼,对外露钢筋进行除锈处理,清除开凿表面,采用改性环氧砂浆修补。
- 对于板梁渗水处采用纳米硅烷混凝土保护剂进行处理。
- 对裂缝宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝,采用自动恒压低压灌注化学浆液的方法对混凝土裂缝进行修补,以达到封闭裂缝的目的;要求修补材料能够均匀注入到细而深的裂缝中去,保证裂缝修补质量。
- 对宽度 $< 0.15\text{mm}$ 的裂缝,采用环氧树脂胶泥封缝即可,胶泥厚度不小于2mm,宽度不小于50mm。施工基本流程:混凝土表面处理,达到表面平整、干净、干燥→环氧树脂胶泥涂抹封缝→检查封缝质量。
- 本图病害情况统计表仅表示部分病害的情况,实际病害情况和具体位置详见《检测报告》。

桥梁病害示意

盖梁加固钢板锈蚀



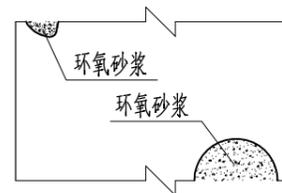
盖梁锈胀



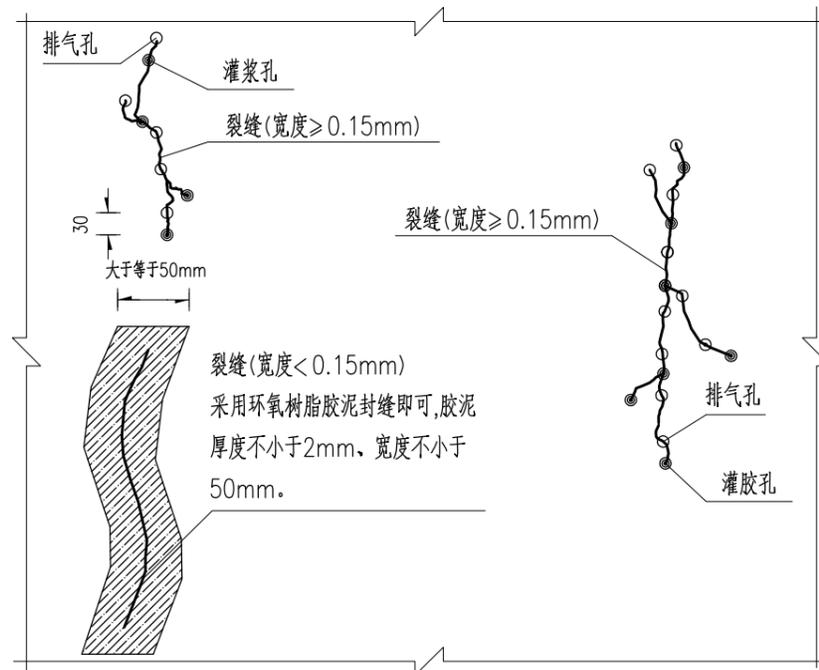
盖梁竖向裂缝



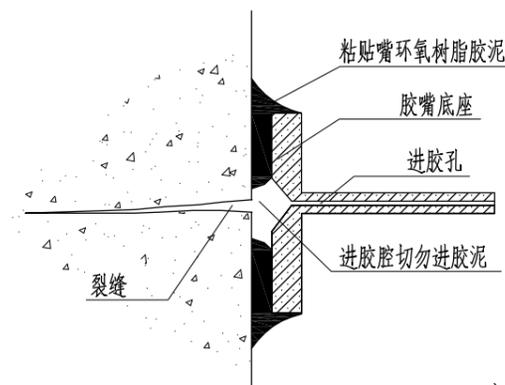
混凝土缺陷修补示意



封缝、灌缝示意



注胶嘴大样



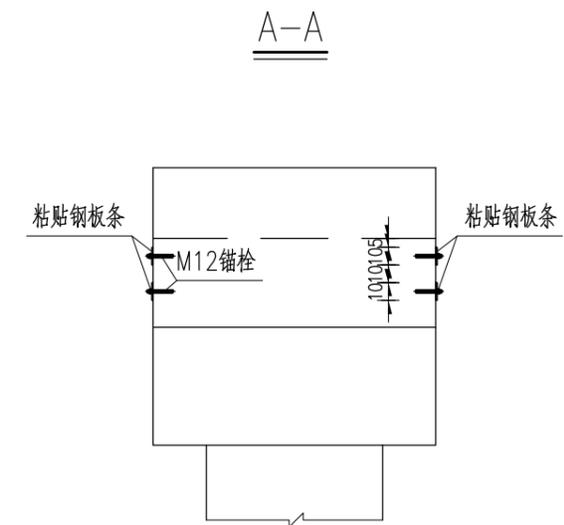
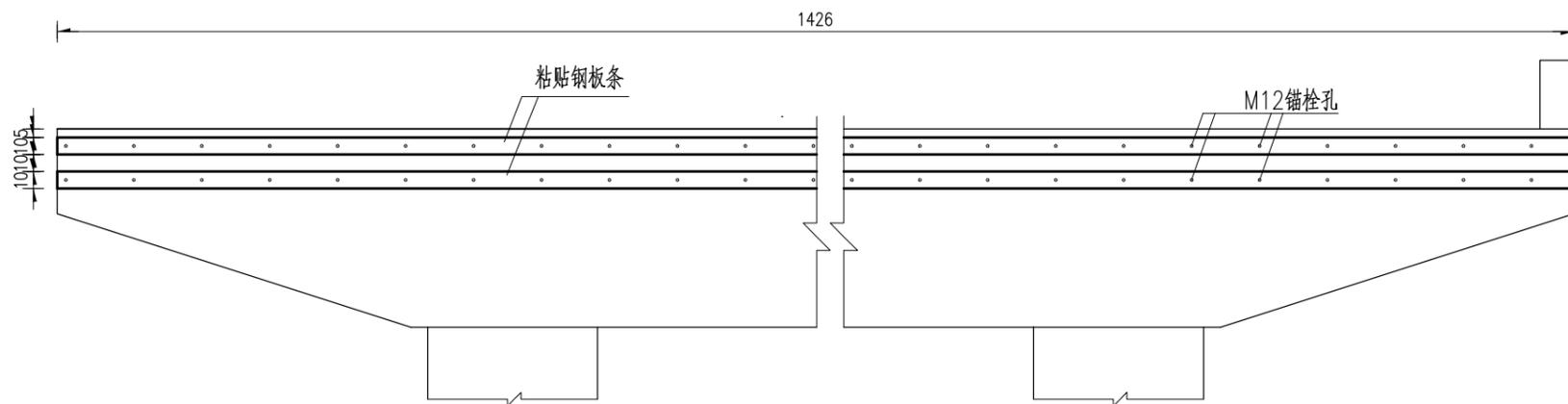
工程数量表

项目	单位	桥墩工程量	桥台工程量
环氧砂浆修补	m ³	0.5	0.1
钢筋除锈	m	20	10
涂抹阻锈剂	m ²	2	1
混凝土表面打磨	m ²	97.6	44.8
混凝土防腐涂层	m ²	97.6	44.8
封缝	m	50	30
灌缝	m	20	10

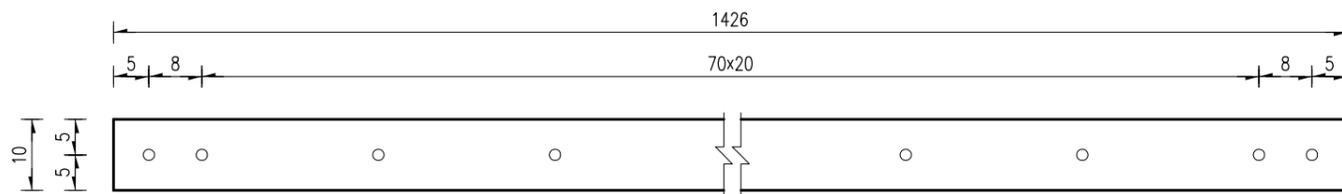
注:

- 1.对裂缝宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝,采用自动恒压低压灌注化学浆液的方法对混凝土裂缝进行修补,以达到封闭裂缝的目的;要求修补材料能够均匀注入到细而深的裂缝中去,保证裂缝修补质量。
- 2.对宽度 $< 0.15\text{mm}$ 的裂缝,采用环氧树脂胶泥封缝即可,胶泥厚度不小于 2mm ,宽度不小于 50mm 。施工基本流程:混凝土表面处理,达到表面平整、干净、干燥→环氧树脂胶泥涂抹封缝→检查封缝质量。
- 3.对混凝土破损病害进行凿除疏松劣质混凝土,采用改性环氧砂浆修补。
- 4.本图病害情况统计表仅表示部分病害的情况,实际病害情况和具体位置详见《检测报告》。

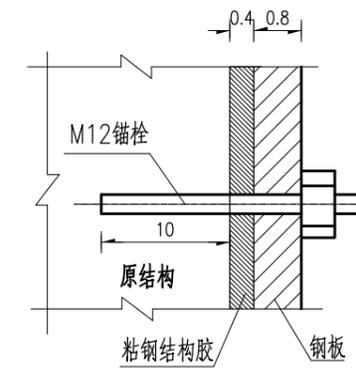
桥墩盖梁灌注法横向粘贴钢板加固立面



钢板大样



锚栓植筋大样



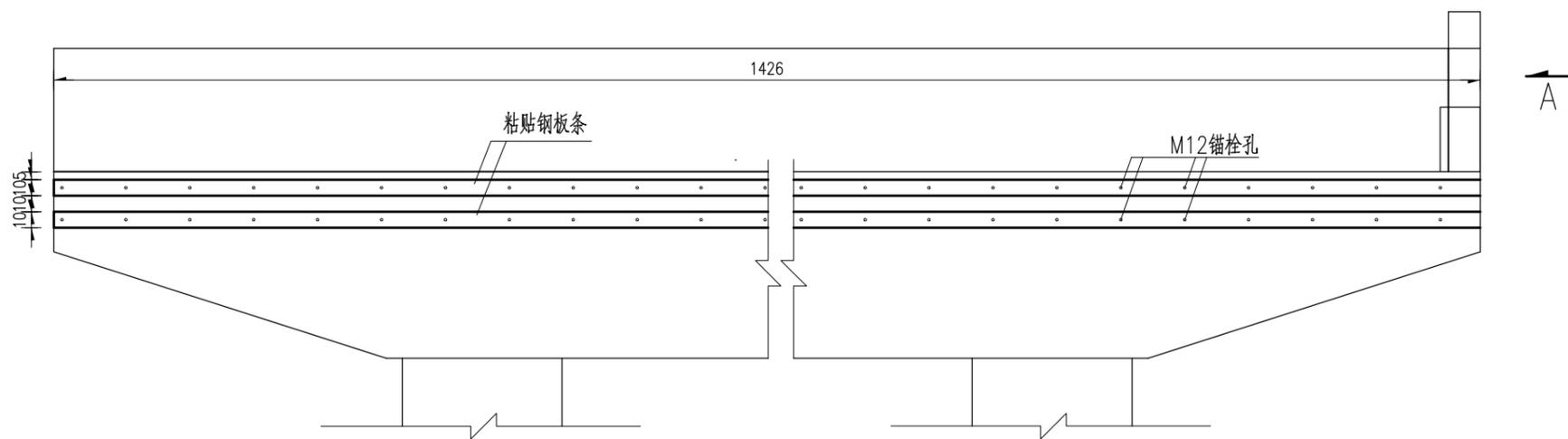
灌注法粘贴钢板加固工程数量表

项目	规格 (mm)	单位重 (kg)	数量 (条)	总重 (kg)
Q235B钢板(kg)	t=8	89.7	24	2152.8
混凝土凿毛(m ²)			34.1	
钻孔(孔)			1752.0	
植筋环氧胶(升)			19.7	
灌注法粘钢环氧胶(升)			136.8	
防腐涂装(m ²)			34.1	
M12锚栓(套)			1752.0	
原加固钢板拆除(m ²)			164	

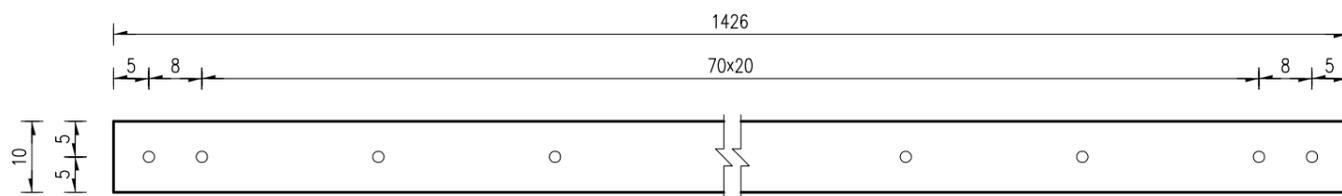
注:

- 1.本图尺寸除钢板厚度及锚栓直径以mm计外,余均以cm计。
- 2.对新庙桥左幅1~4号桥墩盖梁、右幅桥2号、4号盖梁原加固钢板进行拆除,拆除后对松散混凝土修补后粘贴钢板条,粘贴钢板厚度为8mm,粘贴钢板处进行凿毛处理。
- 3.全螺纹M12锚栓,植筋孔孔径为1.5cm,孔深为10cm;要求钻孔定位准确,钻孔施工前探明原结构钢筋位置,钻孔应避开原有结构主筋,若钻孔与钢筋冲突可以根据实际情况调整。
- 4.加固用材料应配套使用,且性能要求应符合《公路桥梁加固设计规范》及《混凝土结构加固设计规范》的有关规定。
- 5.本图结构尺寸根据原竣工图纸绘制,钢板下料前对原结构尺寸进行复核。

桥墩盖梁灌注法横向粘贴钢板加固立面



钢板大样



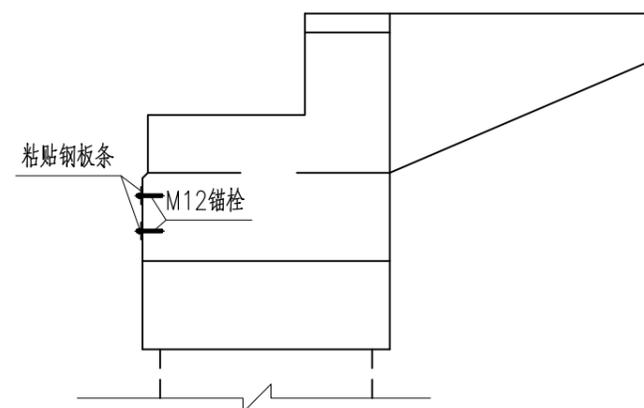
灌注法粘贴钢板加固工程数量表

项目	规格 (mm)	单位重 (kg)	数量 (条)	总重 (kg)
Q235B钢板(kg)	t=8	89.7	6	538.2
混凝土凿毛(m ²)			8.4	
钻孔(孔)			438.0	
植筋环氧胶(升)			4.8	
灌注法粘钢环氧胶(升)			34.2	
防腐涂装(m ²)			8.4	
M12锚栓(套)			438.0	
原加固钢板拆除(m ²)			13	

注:

- 1.本图尺寸除钢板厚度及锚栓直径以mm计外,余均以cm计。
- 2.对新庙桥左幅0号、5号桥台台帽、右幅桥0号台帽原加固钢板进行拆除,拆除后对松散混凝土修补后粘贴钢板条,粘贴钢板厚度为8mm,粘贴钢板处进行凿毛处理。
- 3.全螺纹M12锚栓,植筋孔孔径为1.5cm,孔深为10cm;要求钻孔定位准确,钻孔施工前探明原结构钢筋位置,钻孔应避开原有结构主筋,若钻孔与钢筋冲突可以根据实际情况调整。
- 4.加固用材料应配套使用,且性能要求应符合《公路桥梁加固设计规范》及《混凝土结构加固设计规范》的有关规定。
- 5.原桥台台帽粘贴钢板资料缺失,钢板拆除工程量为暂估。
- 6.本图结构尺寸根据原竣工图纸绘制,钢板下料前对原结构尺寸进行复核。

A-A



锚栓植筋大样

