

预应力碳纤维板加固T梁桥施工技术

窦勇芝 韦福堂 甘科 李进 党礼东

(柳州欧维姆工程有限公司 广西柳州 545005)

摘要: 预应力碳纤维板加固作为兴起的主动加固技术,充分利用碳纤维高强、高弹材料特性,有效地改善了结构构件变形,提高了结构的承载能力。本文结合工程实例介绍了针对柳州欧维姆机械股份有限公司开发生产的成品预应力碳纤维板产品加固T梁桥的施工工艺及关键点,工程实践表明该加固施工方法有效,施工工艺简便,周期短,对桥面交通影响小,成本经济,可为同类梁桥预应力碳纤维板加固的设计、施工提供参考。

关键词: 预应力碳纤维板 加固T梁桥 施工技术

引言

预应力碳纤维板加固属主动加固技术,利用碳纤维板高强、高弹材料特性,通过对碳纤维板预张拉,产生初始预加力,用来平衡原结构一部分恒载,从而很大程度延缓裂缝的开展和减小裂缝宽度,有效增加结构刚度,减小结构构件的挠度,缓解内部钢筋的应变,提高钢筋的屈服荷载和结构的极限承载能力^[1-4]。另外,碳纤维板具有材质轻、抗腐蚀性能强,尤其对于沿海地区长年遭受海风和潮湿侵蚀的结构加固工程,其优势尤为突出。

基于上述预应力碳纤维板加固原理及特点,将其应用于沿海地区的旧桥加固改造工程中,以恢复和提高原桥梁梁体承载力,改善挠度变化。

1 工程概况

洋河桥建于1992年1月20日,竣工于1994年10月20日。桥梁全长456.91m。上部结构为18×25m预应力混凝土简支T梁,下部结构为双柱式桥墩、轻型桥台。沥青混凝土桥面铺装,毛勒伸缩缝,板式橡胶支座。

经过16年的运营,洋河桥已出现不同程度的病害。在2011年9月的定期检查和特殊检查中,发现T梁马蹄缘开裂、下挠变形、横隔板混凝土破损、局部钢筋锈胀以及铺装层开裂和车辙等病害。2012年7月,检测单位又对该桥进行了专项检查。检查结果表明,部分病害发展迅速,结构力学性能进一步恶化,严重影响了桥梁结构的运行安全。洋河桥左、右幅综合技术状况评定等级均为三类,桥梁存在较大安全隐患。

为确保桥梁的安全运营,需对洋河桥进行维修加固。对一般病害的三类T梁采用预应力碳纤维板加固方案。通过T梁侧面各布置1片预应力碳纤维板进行承载力加固(如图1、2所示)。碳纤维板规格为100mm(宽)×2mm(厚),预应力碳纤维板加固采用柳州欧维姆机械股份有限公司生产的专用成品锚具CFP100-20、夹具、碳纤维板及张拉机具。

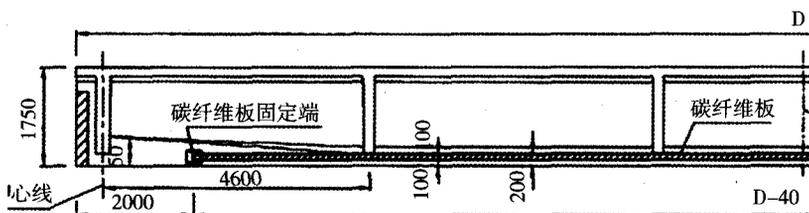


图1 半跨T梁预应力碳纤维板加固立面图

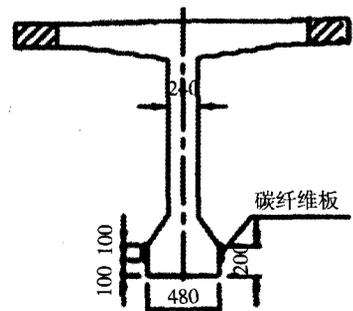


图2 T梁加固侧面图

2 工艺流程

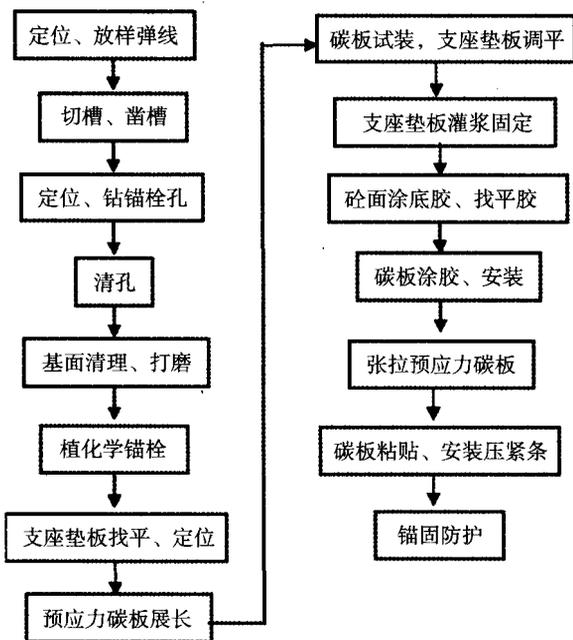


图3 工艺流程图

3 主要施工要点

3.1 定位、放样

1) 用钢筋探测仪或除去混凝土保护层的方法明确原钢筋网或波纹管所在位置, 以便能确定锚具的安装位置 (如图4、5所示)。

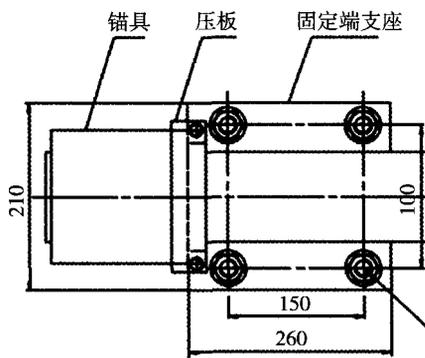


图4 固定端锚具示意图

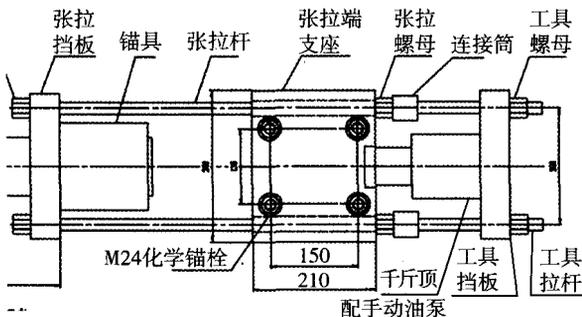


图5 张拉端锚具示意图

2) 尺寸核对: 张拉端后预留的可施工距离必须 $>30\text{cm}$ (从孔洞的中心量起)。

3) 测量固定端和张拉端孔洞中心之间的距离后, 准确标注需钻孔洞的位置。用墨斗弹线方法进行放样, 弹出碳纤维板中心线、上下边缘线, 锚具切槽边缘线、锚栓孔中心线、压条中心线位置。

3.2 用手提切割机按放样位置切割安放碳纤维板锚具槽

(1) 固定端槽口尺寸如下:

长度 1000mm 、宽度 280mm 、深度 25mm , 最小尺寸长度为不小于张拉杆长度。

(2) 张拉端尺寸如下:

长度 1300mm (依据张拉伸长量定)、宽度 280mm 、深度 25mm

用电锤将放样区域进行凿平, 确保槽深度满足设计要求为 25mm 。

最小尺寸长度为张拉杆+工具拉杆+伸长量。

3.3 钻化学锚栓孔

(1) 钻M24化学锚栓孔 (在原钢筋间隙之间)

尺寸和误差如下:

1) 孔洞直径: $\phi 28 \pm 2\text{mm}$

2) 孔洞深度: $225 \pm 2\text{mm}$

3) 孔洞与基面的垂直度: $90 \pm 2^\circ$

4) 孔洞中心距离的误差 $\pm 10\text{mm}$ 。

注意要点: 以支座垫板的孔位为参照进行钻孔, 保证化学螺栓能够与垫板孔匹配。

(2) 钻M10压紧条化学锚栓孔 (在原钢筋间隙之间)

尺寸和误差如下:

1) 孔洞直径: $\phi 12 \pm 2\text{mm}$

2) 孔洞深度: $100 \pm 2\text{mm}$

3.4 对锚栓孔进行清孔处理

(1) 先将喷嘴伸入成孔底部并吹入洁净无油的压缩空气, 向外拉出喷嘴, 反复3次;

(2) 将硬毛刷插入孔中, 往返旋转清刷3次;

(3) 再将喷嘴伸入钻孔底部吹气, 向外拉

出喷嘴,反复3次。

3.5 用角磨机打磨清理需粘贴碳纤维板部位的基面,并用压缩空气将表面浮尘吹净,对于表面严重凹凸不平处,涂抹找平胶。另外,基面并用钢丝刷刷毛糙化处理。

3.6 种植化学锚栓

种植前用工业用酒精擦拭孔壁、孔底,再进行种植。

置入锚管,将化学锚栓单向旋转插入,直至达到设计深度,并保证植入锚栓与孔壁间的间隙基本均匀,确保锚栓的位置和垂直度。

在环氧材料完成固化过程之前,种植后12小时内不得对锚杆进行扰动。

3.7 支座垫板找平、初装

(1) 在砼表面涂抹混凝土专用环氧修补胶进行找平。

(2) 安装固定端或张拉端支座垫板,化学螺栓垫片、螺母,并旋紧。

3.8 成品预应力碳纤维板展长

预应力碳纤维板在工厂下料定制完成,碳纤维板和夹具挤压成型为整体。为便于运输,预应力碳纤维板卷成一捆包装。运至现场安装前需展长(如图6所示)。

在空地上铺满彩条布,预应力碳纤维板卷材平卧在彩条布上,先将一端夹具缓慢人工牵引至碳纤维板下料长度,另一端夹具需固定未展开碳板原地同轴旋转,直至预应力碳纤维板展平,整个展长过程需注意防止碳纤维板弯折,另外,由于夹具端较重,人工牵引时需握紧夹具部位,并托住近端碳纤维板,防止该位置碳纤维板弯折。

3.9 成品预应力碳纤维板试安装,支座垫板调平

将成品预应力碳纤维板布置至设计位置,与固定端、张拉端锚具分别连接(如图7所示)。

同时,连接张拉端工具拉杆、工具挡板等,并安装标定千斤顶,连接油管、油泵和油表。

通过千斤顶较小的顶力将预应力碳纤维板拉直,分别对张拉端、固定端支座板调平,保证张拉端支座板、固定端支座板、预应力碳纤维板在

一条直线且同一平面上,通过松、紧螺栓进行支座垫板调平。

3.10 支座垫板灌浆固定

待支座垫板调平就位后,卸下千斤顶、张拉机具及预应力碳纤维板,对支座垫板进行封边、灌浆固定。

沿着支座垫板周边用结构胶封闭,并封闭孔洞和垫板之间的表面空隙,并埋注射管。另外,核查边缘和基面的紧密程度,如果未填满,就用结构胶封闭。

待封边胶达到固化强度,将结构胶通过预留注射管灌注到支座垫板和基面之间的缝隙。待灌注完毕,割断注射管。



图6 现场碳纤维板展长



图7 现场碳纤维板试装

3.11 砼面涂底胶、找平胶

在砼表面涂抹一薄层底胶,表面指触干燥后方可进行下道工序。

3.12 预应力碳纤维板安装

(1) 在混合结构胶之前必须测温度和露点, 基面温度必须大于露点温度3度以上, 并测试基面含水率, 其最大限值不超过4%。

(2) 用干净白布沾清洁剂清洁碳纤维板需涂环氧胶的那一面, 注意不要损坏碳纤维板。

(3) 用抹灰刮刀在碳纤维板上涂抹碳纤维专用结构胶, 结构胶呈突起状(板材中心区为3mm), 平均厚度不小于2mm。

(4) 将涂有结构胶的碳纤维板用手轻压贴于需粘贴的位置, 并与固定端、张拉端锚具分别连接。

3.13 张拉碳纤维板

(1) 在开始正式张拉前须对预应力碳纤维预紧, 使碳纤维板整体绷直, 检查两端是否受力均匀。

(2) 同一片T两侧碳纤维板张拉采用单端同时对称分级张拉进行(如图8所示), 采用张拉力和伸长量双控原则。张拉控制应力为 $0.4f_{pk}$, 张拉控制力为192kN(拉伸强度取2400MPa, 拉伸弹性模量取160GPa)。

3.14 张拉就位后, 将碳纤维板粘贴到梁上。用橡皮滚筒顺纤维方向均匀平稳压实, 使结构胶从两边挤出, 保证密实无空洞, 并及时清理两边缘挤出的多余结构胶。

3.15 安装压紧条。

3.16 锚固防护

(1) 拆掉千斤顶、工具挡板等张拉部件。

(2) 对锚具端用环氧砂浆进行封锚防护。

(3) 对碳纤维板表面涂抹防护胶(如图9所示)。

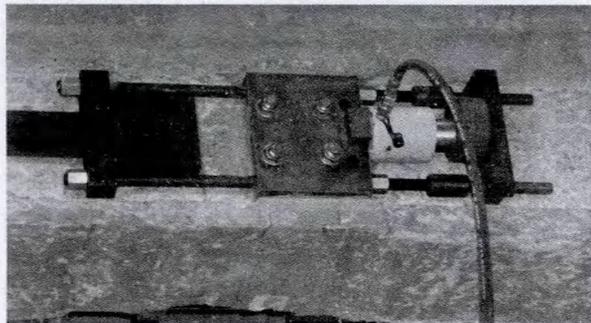


图8 现场碳纤维板张拉示意图



图9 现场锚固防护示意图

表1 单条碳纤维板张拉力控制表

分级	20%	40%	60%	80%	100%
总张拉力(kN)	38.4	76.8	115.2	153.6	192
理论伸长量(mm)	25.2	50.4	75.6	100.8	126
实际伸长量(mm)	26	51	75	102	128

注意: 伸长量计算长度取21000mm

4 结语

预应力碳纤维板加固完工后, 对梁底挠度及桥面的观测点标高进行复测, 各观测点标高及挠度变化与加固设计计算结果一致。表明经预应力碳纤维板加固的T梁承载力得到提高, 满足加固设计荷载要求。

本次T梁桥预应力碳纤维板加固在不中断交通组织下进行, 平均1片T梁加固需3天, 劳动组织投入8人, 施工便捷, 不需要投入大型施工机械, 因此取得了较可观的工程效益。另外, 预应力碳纤维板加固工艺通过对碳纤维板张拉, 发挥了加固材料高强、高弹的材料特性, 主动参与主结构的一阶段受力, 避免了加固材料应力滞后的影响, 有效提高了原T梁结构的开裂弯矩和承载能力。本工程实践可为同类T梁桥预应力碳纤维板加固的设计、施工提供借鉴。

参考文献

- [1] 卓静, 福伟, 李唐宁. 预应力碳纤维带快速加固空心板的试验研究[J]. 公路交通技术, 2010, (5): 75-79.
- [2] 贾廷跃. 碳纤维加固空心板试验研究与承载规律分析[J]. 公路工程, 2009, (1): 30-34.
- [3] 季广军. 碳纤维结合体外预应力筋加固空心板梁的试验研究[J]. 交通标准化, 2012, (4): 144-147.
- [4] 李明辉, 尚守平. 预应力碳纤维在临长高速公路的试验研究[J]. 湖南交通科技, 2002, (4): 30-32.