

桥面系与梁体加固施工技术研究

陈达文

广建（清远）建设工程有限公司

摘要：随着桥梁使用时间的延长和桥梁负荷的不断增大，桥梁病害问题也逐年增多。因此，若想保证桥梁的稳定与安全，做好加固工作尤为重要。鉴于此，本文围绕桥面系与梁体加固施工技术展开，以东华立交加固施工总承包项目为例，结合工程项目施工重难点，重点探究施工关键技术，诸如裂缝修复、粘贴钢板、植筋施工、预顶施工等，旨在提升桥面系与梁体加固施工的质量和效果。

关键词：桥面系与梁体；加固；施工技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.24.061

一、工程概况

以东华立交加固施工总承包项目为例。项目位于广州市东山区东华南路，东华立交桥是20跨一联的普通钢筋混凝土连续梁桥，跨径组合为： $16\text{m}+3\times 20\text{m}+24\text{m}+10\times 20\text{m}+24\text{m}+3\times 20\text{m}+16\text{m}=400\text{m}$ ，其中最中间的5个桥墩（7#~11#）与主梁固结，其余桥墩为活动支座。在1994年竣工。因为建造时间长，桥梁暴露出的问题逐年增多，需要对其进行加固处理，以增强桥梁的稳定性和安全性。

二、工程重难点

（一）工程施工重点

为保证桥面系与梁体加固效果能达到预期，在对旧桥加固过程中，需要以施工流程和标准为基础，让新加结构与旧结构实现联合受力。此项工作在开展过程中，相关人员应该明确施工的重点，具体如下：

（1）对桥面交通采取封闭处理，全桥卸载。将钢纤维砼铺装层凿除，同时针对已经破损的泄水管、伸缩缝等，全部采取拆除处理方式。

（2）对梁体裂缝进行封闭处理，底板底面需要进行打磨、找平等，为后续钢板的粘贴做好准备。腹板外表面要打磨、找平、凿除翼板部分的混凝土，为后续浇筑新增腹板混凝土结构打好基础，促进加固效果与质量的提高。

（3）对桥墩裂缝进行封闭处理，桥墩要采取加固施工的方式，增强其安全性和稳定性^[1]。

（4）对24mm跨和16mm跨共4跨以及其他跨展开临时支撑预顶梁底。在支顶过程中，采取分段的方法。加固过程中，同样采取分段方式提升加固效果。

（5）在原腹板外侧植筋，同时凿毛处理腹板表面。在新增腹板顶部位置纵向钢筋穿过横隔板处进行钻孔，对新腹板钢筋进行绑扎。立模浇筑新增腹板，初凝之后对预埋注浆管进行压力注浆。

（6）梁体底板粘贴钢板，同时将临时支顶拆除。对混凝土桥面铺装层进行重新浇筑，在防撞墙上对栏杆合理设置。针对破损的泄水管以及伸缩缝，应该采取重新更换的方式处理。当混凝土达到设计强度后，组织人员开展动静载试验，在质量达到标准后方可开放交通^[2]。

（二）工程施工难点

本项目在施工过程中，难点主要体现在以下几个方面：

（1）结构复杂。因为东华立交桥是20跨一联的连续桥梁，结构相对复杂，因此在加固处理过程中，需要对梁体和桥墩之间的相互作用重点考量，保证加固后的结构能够稳定、安全。

（2）封闭施工。工程项目在实施过程中，涉及的内容较多，需要对桥体进行整体加固，因此在施工期间，需要对桥面交通进行封闭处理，这对周围交通带来较大影响，同时也增大了施工难度^[3]。

（3）旧结构加固难度大。因为桥梁已经建成多年，所以要对旧结构展开全方位的评估，明确当前桥梁的整体承载力以及结构完整性，制定针对性地加固方案，而此过程会为施工作业地开展带来较大困难。

（4）施工空间的局限性。在本工程建设过程中，立交桥周围的空间存在局限性，施工设备及材料的运输、存放、施工作业空间都会被限制，致使施工难度增大，需要对各方合理协调和处理。

三、施工关键技术

（一）裂缝修复

在桥面系与梁体加固施工过程中，针对裂缝问题，需要采取合理的方式进行修复，保证裂缝在得到科学处理的同时，桥梁的稳定性能增强。本项目加固过程中，裂缝问题较为明显，且呈现不均匀特点，所以在处理期间，采取差异化的方式进行修复。针对裂缝宽度超过0.15mm的情况，主要利用压力灌注法，如果裂缝宽度没有超过0.15mm，采取表面封闭法进行修复^[4]。

（1）表面封闭法

此方法在桥梁加固中的应用较为广泛，对混凝土结构的耐久性和承载能力提高有促进作用。因此，本项目在加固期间，针对没有超过0.15mm宽度的裂缝，主要采取该方法修复。首先，对桥梁表面彻底检查，识别所有裂缝，宽度较小的裂缝采用此方法修复。通过注入适当的密封材料，包括水泥基材料、环氧树脂等，对裂缝进行填充和封闭，保证水分和腐蚀性物质不会进入裂缝中，让结构的使用寿命延长。裂缝检查过程中，裂缝附

近位置沿着裂缝画出标记线，同时对裂缝的宽度和长度进行标注，为后续处理提供方便。其次，利用钢丝刷等工具将裂缝表面的灰尘、松散层等污物清理干净，之后借助酒精等有机溶剂沿着裂缝两侧擦洗，并保证周围干净、整洁。再次，在正式处理过程中，针对混凝土表面存在剥落、磨损、侵蚀的位置，采取涂抹或喷涂加固材料的方式，让其抗渗性、耐磨性增强。加固材料的合理运用，可以让混凝土的外观得到改善，同时也能让整体性能增强。因为桥梁结构长时间在自然环境中暴露，所以水分侵蚀的可能性较大。故而，在利用此方法时，需要在桥梁表面形成一层防水膜，让水分渗透得到阻止，确保内部钢筋不会遭到腐蚀。在加固期间，也可以联合其他加固方式，包括粘贴碳纤维布、钢板等，让桥梁的承载能力、刚度提升。最后，在裂缝处理完成后，在裂缝两侧涂一层环氧树脂，抹一层薄的环氧树脂胶泥胶，将表面刮平整，并确保其有良好的密闭性。

(2) 压力灌注法

在对桥梁裂缝修复过程中，如果裂缝的宽度超过0.15mm，可以采用压力灌注法，具体流程如下：

①检查和确认裂缝。对裂缝的情况仔细检查，明确裂缝的宽度以及长度。同时，在裂缝附近沿着裂缝画出标记线，将裂缝的长度和宽度清楚标记，以便后续处理能更为方便。

②处理裂缝表面的混凝土。在对裂缝表面混凝土处理期间，利用相应工具辅助完成，诸如钢丝刷、砂轮机，将裂缝走向5cm宽的范围内打磨好。先采用毛刷沾高效洗涤剂或丙酮，将水泥浮浆、松散物、油污等清理干净，将坚硬的混凝土表面露出。

③固定注射器基座。结合裂缝的长度、宽度，对注射基座的位置合理设置，沿着裂缝走向，每隔1m放置3个左右的基座。裂缝分叉位置要布置基座，混凝土接缝周围位置利用密封胶密封，保证注射过程中注胶不会出现流失等问题。

④裂缝位置的表面密封。在裂缝附近5cm范围内，利用密封胶封闭处理，将厚度把控好，通常在2mm左右。混凝土剥落等位置，向内充分填充，保证裂缝能得到有效处理。

⑤灌注胶的注入。在注入灌注胶之前，需要对混凝土表面进行清洁和打磨，去除污垢、油脂、松散颗粒等，以确保胶体与混凝土的黏结。在注射筒中利用注射器对灌注胶快速注入。在钻好的孔中安装注入嘴，确保注入嘴固定牢固，不会在注入过程中移动。在注入嘴周围使用密封材料，如快干胶或胶带，以防止灌注胶泄漏。注入灌注胶之前，打开排气孔，排出孔内的空气，以确保灌注胶能够顺利注入。启动灌注设备，按照制造商的推荐压力和速度注入灌注胶。监控注入过程，确保胶体均匀填充裂缝。灌注胶注入完成后，预留时间固化。在此期间，避免对结构进行扰动。固化后，移除注入嘴和密封材料，清理表面，确保结构整洁

⑥灌注胶的固化。如果注射器内的胶液无法注入裂缝，需要对其进行一段时间的静置，时间控制在60~90min左右，稳定后将注射器取下。

⑦混凝土表面磨修。利用合理的方式去除密封胶，诸如砂轮机等，并对表面打磨找平。

(二) 粘贴钢板

本项目在施工过程中，采取的是梁底粘贴钢板，腹板加厚加固，桥面系加固施工同时展开。通过对此种方法的利用，可以让加固效率提高，缩短施工周期。同时，在粘贴钢板施工期间，借助钢板分段制作的方式，钻孔逆作法施工，技术水平高，精度高。腹板加厚加固施工作业期间，通过植筋、桥面板开孔振捣等形式，使施工要求得到满足，促进施工效果的提高。桥面系加固过程中，将原有铺装层凿除，采取对混凝土重新浇筑的办法，摊铺沥青超薄磨耗层。通过三同时加固施工工作的开展，桥梁整体加固效果可以达到预期。针对粘贴钢板施工，具体流程如下：

(1) 处理混凝土表面。使用高压水枪或压缩空气彻底清除混凝土表面的灰尘、油污、松散颗粒和其他杂质，确保表面干净。使用角磨机或砂轮对混凝土表面进行打磨，去除表面浮浆和不平整部分，露出新鲜、干净的混凝土表面，增加混凝土表面的粗糙度，提高钢板与混凝土的黏结效果。如果混凝土表面存在旧的油漆或涂层，使用脱漆剂或打磨工具将其完全去除，以确保新的黏结剂能与混凝土表面直接接触。

(2) 钻孔直埋螺栓。根据加固设计的要求，在混凝土结构上准确标出螺栓的安装位置。使用专用的钻头和钻孔设备，在标定的位置上钻孔。孔径和深度应根据螺栓的直径和长度来确定。钻孔完成后，清除孔内的混凝土碎屑和灰尘，确保孔内干净，以便于螺栓的安装和固定。选择合适规格的螺栓，包括直径、长度和强度等级，满足结构加固的需求。螺栓插入孔中，使用专用工具将其旋紧至适当的扭矩。螺栓直埋后，要使用锚固剂或灌浆材料填充孔洞，提高螺栓与混凝土之间的黏结力。

(3) 钢板安装。结合施工现场混凝土的具体放样情况进行钢板下料。同时依照现场直埋的螺栓配套打孔。对于需要灌注的钢板，将钢板粘贴面用磨光砂轮机除锈、粗糙处理。在螺栓上对钢板进行固定，钢板与混凝土表面的间隙严格把控。最好超过3mm，确保灌注胶层的厚度能达到既定要求，最后对钢板接缝焊接并安装。

(4) 封边。将灌注嘴黏结在钢板注入位置，钢板边缘插入排气管，利用盖碗将膨胀螺栓头罩住，之后利用钢板封边胶对钢板边缘位置进行封闭。

(5) 灌注。从注入嘴对灌注胶进行灌注，注入钢板和混凝土空隙位置。灌注期间保证所有排气管均有胶液流出。同时，利用橡皮锤对钢板进行敲打，了解灌注的密实情况。灌浆前需先通气试压，在相应压力范围内

将灌注胶注入其中，如果排气孔有浆液出现，可以将加压停止。利用钢板封边胶进行封堵。粘贴剂固化前，需要有固定支撑，保证粘贴的牢固性。

（三）植筋施工

在组织开展植筋施工作业过程中，如果施工图纸中没有明确要求，需要保证侧 $\phi 12$ 以内的直径孔径比原植筋直径大4mm，如果孔径超过 $\phi 12$ ，应该比原直径大8mm。在钻孔过程中，如果碰到钢筋，需要将钻进工作停止，移动孔为后再开展钻进工作。钻孔过程中，对孔深、孔径严格检查。植筋胶需在应用前进行试配，对其凝固时间和效果密切观察，植筋胶凝固前，不能对钢筋造成任何扰动。施工后需要对每个孔的直径仔细检查，了解是否有异常情况，倘若检查时有松动问题发生，应该及时告知相关人员处理。在钻孔过程中，对原结构的混凝土情况仔细观察，如果有裂缝等现象发生，应该停止施工并安排人员及时处理。

（四）预顶施工

为保证病害跨跨中受力能够减少，使得加固效果达到预期，还应该开展预顶施工工作，设置临时支撑的位置，梁下预留空隙，高度在30cm左右，并将千斤顶放入其中。对梁施加一定的作用力，顶升到位后换成钢楔块承受力。需要注意的是，不可以一次加载到最大值，应该逐步推进。每级加载控制在10mm左右。当结构处在平稳状态后，可以加下一级荷载。被预顶的梁体上抬量应把控在1mm之内，如果超过1mm，需要将加载工作停止。在加载期间，应该对相邻跨裂缝的产生、发展密切监测，如果裂缝的宽度超过0.1mm，立刻将加载工作停止。预顶过程中，对预顶力、梁体位移加大把控力度，千斤顶顶升力达到既定值但梁体位移较大，或者位移值没有达到既定值，需要通知相关人员对设计参数合理调整。在施工期间，对地基沉降问题密切观察，了解是否会对顶升力造成干扰，保证顶升措施能发挥作用。倘若地基沉降超过既定标准，导致预顶失效，通知设计部门及时调整。

（五）超薄磨耗层施工

在开展超薄磨耗层施工作业过程中，利用专门的设备展开一次性完成喷洒热沥青混合料摊铺、熨平等各项工作。在铺装前，路面病害需要提前处理，诸如结构完整性恢复、表面坑槽修补等，将路面清理干净，不能有积水。同时，结合目标配合比对生产配合比规范调整，确定集料沥青加热温度拌活时间，如果温度在60~80℃之间，喷洒量要精确计量，确保路面摊铺的均匀。施工期间，应该将温度把控在150℃~170℃之间，在碾压时，路面温度下降到120℃前展开，利用双钢轮压路机静态碾压，次数在2次左右。压路机不能静止停留在刚摊铺好的热沥青混合料，摊铺后第一时间开展压实工作，并保证压路机平稳运行。

（六）锚栓施工

为促进桥面系与梁体加固施工效果的提高，在开展

锚栓施工作业过程中，需要严格按照要求和标准进行。全体施工人员应该以施工图纸为依据作业，保证加固效果能达到预期。在开展此项工作期间，具体流程如下：

（1）孔径要求。如果在施工图中，没有对孔径做出明确要求，在 $\phi 12$ 以内的植筋孔径需要比植筋直径大4mm，超过 $\phi 12$ 的植筋孔径，应该比植筋直径大8mm。

（2）做好钻孔工作。在钻孔过程中，如果遇到钢筋，应该第一时间将钻机工作停止。对孔位进行移动，之后再开展钻孔工作。钻孔结束后，对孔深、孔径等各项参数仔细全面检查，在保证与设计要求吻合的前提下，清理孔内的粉尘。在此期间，可以利用压缩空气的方式进行清理。针对化学锚栓，首先要利用毛刷对孔内部进行清理，之后采取压缩空气的方式将粉尘吹出。此环节要反复开展三次以上，直到孔壁没有任何杂物、油污等。锚固的基材表面平整度、光滑度应达到既定要求。将灰尘、碎屑等全部清理干净。

（3）试配锚栓的胶黏剂。对凝固时间、效果仔细观察、对比，应用的填料要在工厂制胶时添加，不能在施工现场掺入填料。锚固胶填充量需要合理把控，在插入钢筋后，周围有少许胶料溢出即可。锚栓胶黏剂在凝固前，不能对钢筋进行移动，施工后对各孔的锚栓全方位检查，了解是否有松动问题发生。若在检查过程中发现松动，应该第一时间处理。利用锚栓过程中，应该做到整套运用，不能利用其他部件替代。

（4）锚栓钻孔。在开展此项工作过程中，相关人员需要对原结构混凝土的情况密切关注，如果在钻孔过程中发现有异常情况，包括裂缝等，需要将钻孔工作停止，同时告知技术人员进行解决。

（5）施工作业结束后，应该结合相应检测技术规程对施工质量进行检测，确保施工质量满足相应要求。

结束语

综合而言，桥梁加固是一项繁琐的工作，涉及的范围广，包含的内容多，需要各部门积极配合与协调，保证施工作业能有序推进。同时，结合桥梁实际情况，合理应用加固施工技术，提升加固效果和工程稳定性。在本次研究的项目中，应用的是“腹板加厚、梁底粘贴钢板、桥面系”三同时加固施工方法，可以有效提升桥梁整体加固效果，检验和试验均能满足设计要求，因此值得推广和应用。

参考文献

- [1] 李志强. 高速公路桥梁的日常养护与维修加固施工探析[J]. 中国设备工程, 2024, (12): 41-44.
- [2] 李超. 桥梁抗倾覆改造加固方法与研究[J]. 建筑技术开发, 2024, 51(06): 125-127.
- [3] 张春燕. 市政桥梁拼宽加固设计探讨[J]. 中国设备工程, 2024, (11): 245-247.
- [4] 李超. 桥梁抗倾覆改造加固方法与研究[J]. 建筑技术开发, 2024, 51(05): 125-127.