

公路工程中道路桥梁的施工技术与加固措施

熊纪明

新疆北新融建建设工程有限公司 重庆 400000

摘要: 公路工程中, 道路桥梁施工技术涵盖基础、主体及附属设施施工。基础施工注重桩基、承台等稳固性; 主体施工依桥型采用现浇、预制拼装等工艺; 附属设施施工确保桥面铺装、伸缩缝等质量。加固措施包括外粘钢、体外预应力、增大截面、粘贴FRP加固法等, 针对不同病害选用合适方法, 如裂缝采用填缝灌浆, 支座损坏则更换, 以提升桥梁承载力、耐久性, 保障行车安全。

关键词: 公路工程; 道路桥梁; 施工技术; 加固措施

引言: 公路工程里, 道路桥梁是交通体系的关键构成, 对区域联通与经济发展意义重大。但受复杂环境、频繁交通荷载以及施工局限等因素影响, 桥梁常出现裂缝、地基不均匀沉降、结构性能退化等病害, 严重威胁行车安全与桥梁使用寿命。在此背景下, 深入研究道路桥梁先进施工技术, 并探索科学有效的加固措施, 成为保障桥梁安全、提升工程质量的迫切需求。

1 公路工程中道路桥梁常见病害类型及成因分析

1.1 结构病害

(1) 裂缝: 在道路桥梁结构中, 裂缝是极为常见的病害。温度变化会使桥梁结构产生热胀冷缩, 进而形成温度应力, 当应力超过材料承受限度时, 就会引发裂缝; 混凝土施工时, 若振捣不密实, 内部会存在空隙和薄弱部位, 后期易在这些地方出现裂缝; 预应力损失会导致桥梁腹板受力失衡, 引发腹板开裂。此外, 超载车辆长期通行, 会使桥梁结构承受额外荷载, 不断加剧已有裂缝的扩展, 严重影响桥梁的承载能力。(2) 地基沉降: 软土地基自身承载力较低, 若在施工前处理不当, 无法满足桥梁荷载要求, 后期会逐渐发生沉降; 台背回填过程中, 若填料选择不合适、压实度不够, 会导致回填体压缩变形, 引发桥头跳车现象, 不仅影响行车舒适性, 还会对桥梁结构产生额外冲击。(3) 结构失稳: 桥梁的牛腿部位是受力较为集中的区域, 长期承受较大荷载, 容易出现应力集中现象, 进而导致结构损坏; 支座作为桥梁上部结构与下部结构的连接部件, 若发生变形, 会使桥梁整体受力不均衡, 稳定性大幅下降, 严重时可能引发桥梁结构失稳^[1]。

1.2 材料病害

(1) 混凝土碳化与钢筋锈蚀: 桥梁处于露天环境中, 会受到二氧化碳、水分等因素的侵蚀, 导致混凝土碳化。混凝土碳化后, 其碱性降低, 对钢筋的保护作用减弱,

钢筋容易发生锈蚀。钢筋锈蚀会使体积膨胀, 导致混凝土保护层剥落, 进一步影响桥梁结构的性能。(2) 铺装层破损: 车辆在桥梁上行驶时, 会对铺装层产生反复的荷载作用。长期下来, 铺装层会出现疲劳损伤, 进而引发开裂、松散等病害。此外, 铺装层施工质量不佳, 如材料配合比不当、压实不充分等, 也会加速铺装层的破损。

1.3 连接部位病害

(1) 伸缩缝损坏: 伸缩缝是桥梁结构中用于适应温度变化、车辆荷载等因素引起的变形的重要部件。随着使用时间的增长, 伸缩缝材料会逐渐老化, 失去原有的弹性和密封性能。同时, 施工过程中若存在缺陷, 如伸缩缝安装不平整、锚固不牢固等, 会导致雨水渗入桥梁内部, 引发钢筋锈蚀, 还会造成结构错位, 影响桥梁的正常使用。(2) 桥台与路基连接失效: 桥台与路基的连接部位由于材料性质、受力状态等存在差异, 在受到车辆荷载、自然因素等作用时, 容易发生不均匀沉降。不均匀沉降会使接缝处产生较大的应力, 进而引发开裂, 导致雨水渗入, 加剧桥台和路基的损坏, 影响桥梁的整体稳定性。

2 公路工程中道路桥梁施工技术要点

2.1 地基与基础施工

(1) 软土地基处理: 软土地基因承载力低、压缩性高, 是施工中的重点处理对象。强夯法通过重锤自由下落产生的巨大冲击力, 对地基土进行强力夯实, 压缩土体孔隙, 提高土的密实度与承载力, 适用于碎石土、砂土等多种土层; 水泥搅拌桩技术则是将水泥作为固化剂, 通过搅拌机械将其与软土强制混合, 使软土硬结形成具有一定强度的水泥土桩体, 与原地基土共同承担荷载, 有效改善软土地基的力学性能; 注浆加固技术通过压力设备将水泥浆、化学浆液等注入地基土的孔隙或裂缝中, 浆液凝固后填充空隙、胶结土体, 提升地基的整体性与

稳定性,常用于处理地基不均匀沉降问题^[2]。(2)桥墩施工:桥墩作为桥梁的支撑结构,其施工质量直接影响桥梁整体稳定性。施工前需通过专业测量仪器进行精准定位放样,确定桥墩的平面位置与高程,确保符合设计要求;墩身混凝土浇筑采用分层施工方式,每层浇筑厚度控制在30-50cm,避免因浇筑厚度过大导致混凝土离析或振捣不密实;振捣过程中使用插入式振捣器,遵循“快插慢拔”原则,确保振捣半径覆盖整个浇筑区域,直至混凝土表面不再出现气泡、泛出水泥浆,以此保证墩身混凝土的密实度与强度,增强桥墩稳定性。

2.2 混凝土施工技术

(1)高性能混凝土应用:高性能混凝土在道路桥梁施工中可显著提升结构耐久性与抗裂性。在混凝土拌制过程中掺入合成纤维(如聚丙烯纤维、聚酯纤维),纤维均匀分散在混凝土内部,能有效抑制混凝土早期收缩裂缝的产生与扩展,增强混凝土的抗裂性能;同时,通过优化混凝土配合比,合理调整水泥、骨料、外加剂的用量比例,减少水泥用量以降低水化热生成,避免因水化热过高导致混凝土内部温度应力过大,引发温度裂缝,保障混凝土结构的完整性。(2)预应力技术:预应力施工是提升桥梁结构承载能力的关键环节。采用智能张拉设备进行预应力筋张拉,设备可实时监测张拉力与预应力筋伸长量,自动调整张拉速度与力度,实现预应力筋均匀受力,避免传统人工张拉易出现的受力不均、超张拉或欠张拉问题;施工中还需严格控制预应力筋的安装位置,防止其在张拉过程中发生侧向扭曲,确保预应力有效传递至桥梁结构,提升桥梁的抗裂性与承载能力^[3]。

2.3 桥面铺装技术

(1)防水层施工:防水层是保护桥梁主体结构免受雨水侵蚀的重要屏障。施工时选用高粘结性防水卷材,先对桥面基层进行清理,去除杂物、浮尘并修补裂缝,确保基层平整干燥;然后采用专用粘结剂将防水卷材与桥面基层紧密贴合,卷材搭接处采用热熔焊接或密封胶密封处理,防止雨水从搭接缝渗入;防水层施工完成后需进行闭水试验,检查无渗漏后方可进行后续铺装施工,有效避免雨水渗透导致桥面钢筋锈蚀、混凝土碳化。(2)沥青混凝土铺装:沥青混凝土铺装层直接承受车辆荷载与环境作用,其施工质量影响行车舒适性与安全性。施工中采用分层摊铺方式,通常分为下面层、中面层与上面层,每层摊铺厚度根据设计要求确定,一般为4-6cm;摊铺过程中使用沥青摊铺机匀速行驶,确保摊铺平整度;摊铺完成后及时采用压路机进行碾压,遵循“初压、复压、终压”流程,初压采用钢轮压路机稳压,复压采用

轮胎压路机或振动压路机增强密实度,终压消除轮迹,确保沥青混凝土铺装层的密实度、平整度与抗滑性能,满足行车需求。

2.4 过渡段施工技术

(1)台背回填:台背回填质量不佳易引发桥头沉降,导致桥头跳车。施工中选用级配碎石作为回填材料,级配碎石具有良好的透水性 with 压实性,能有效减少回填体后期压缩变形;回填过程中采用分层填筑方式,每层填筑厚度控制在15-20cm,采用强夯机或冲击压路机进行压实,强夯机通过重锤冲击夯实土体,冲击压路机则通过多边形轮滚动冲击土体,确保每层回填土的压实度达到96%以上,消除桥台与路基之间的沉降差异,提升过渡段稳定性。(2)搭板设计:搭板是缓解桥头跳车的重要构造措施。设计时根据桥台高度、路基填土高度及行车速度等因素,优化搭板长度,通常搭板长度为5-8m,确保能有效衔接桥台与路基,分散车辆荷载对过渡段的冲击;同时合理设计搭板坡度,搭板与桥台连接处采用缓坡过渡,避免出现台阶式高差,使车辆平稳通过过渡段,减少桥头跳车现象,提升行车舒适性与安全性。

3 公路工程中道路桥梁加固措施

3.1 上部结构加固

(1)粘贴钢板加固法:该方法适用于梁体抗弯承载力不足的桥梁。施工时先对梁底混凝土表面进行打磨、清理,去除浮浆与杂物,再涂抹专用结构胶,将裁剪好的钢板贴合于梁底受拉区,最后用锚栓穿透钢板固定在梁体上,使钢板与梁体协同受力,有效提升梁体抗弯承载力。如某简支梁桥因长期超载导致梁底出现裂缝,采用此方法加固后,裂缝扩展得到控制,桥梁承载能力恢复至设计标准。(2)体外预应力加固法:针对连续梁桥跨中挠度超标问题效果显著。通过在梁体外侧增设预应力筋(如钢绞线),利用张拉设备对预应力筋施加预定拉力,产生的反弯矩可抵消梁体部分自重应力,减小跨中挠度,同时抑制裂缝发展。某连续梁桥运营多年后跨中挠度超出限值,采用该技术加固后,跨中挠度减少30%以上,结构刚度明显提升^[4]。(3)增大截面加固法:多用于T梁桥等梁体刚度不足的情况。施工时需先对原梁体表面进行凿毛处理,植入连接钢筋以增强新旧混凝土结合力,随后加厚桥面板或增大梁肋截面尺寸,浇筑高强混凝土。通过增大结构截面面积,提升梁体整体刚度与承载能力,满足重载交通需求,某旧T梁桥经此方法加固后,抗弯承载力提升40%,使用寿命延长15年以上。

3.2 下部结构加固

(1)桥墩外包混凝土加固:适用于实体桥墩横向刚

度不足或出现局部破损的情况。施工前先清理桥墩表面破损部位, 绑扎新增钢筋骨架并与原桥墩钢筋连接, 再浇筑钢筋混凝土包裹层, 形成“原桥墩+外包混凝土”的复合结构, 增强桥墩横向抗剪与抗推刚度。某拱桥桥墩因水流冲刷导致表面混凝土剥落, 采用此技术加固后, 桥墩整体稳定性显著提高, 抗冲刷能力大幅增强。(2) 地基注浆加固: 针对软土地基上桥梁出现的地基沉降问题。通过注浆管将水泥浆或化学浆液(如环氧树脂浆液)按设计压力注入地基土层, 浆液在土层中扩散、凝固, 填充土壤空隙并胶结松散颗粒, 提升地基密实度与承载力, 抑制地基继续沉降。某建于软土地基的桥梁因地基不均匀沉降导致桥墩倾斜, 采用该方法加固后, 地基沉降速率降低80%, 桥墩倾斜量恢复至允许范围。

3.3 桥面系加固

(1) 桥面补强层加固: 常用于旧桥桥面铺装层破损、抗弯能力不足的改造项目。施工时先凿除原破损铺装层, 铺设一层钢筋网, 浇筑C40以上钢筋混凝土补强层, 补强层与原桥面板结合形成整体, 提升桥面整体抗弯、抗裂能力, 同时改善桥面平整度。某旧桥改造项目中, 采用此技术后, 桥面承载能力提升25%, 有效解决了原桥面开裂、松散问题。(2) 伸缩缝更换: 针对传统伸缩缝老化、渗水引发的结构损坏问题。拆除原破损伸缩缝, 清理预留槽后, 安装新型模数式伸缩缝, 其采用高强度合金钢材与密封橡胶带, 具有良好的伸缩性能与防水性, 能适应桥梁温度变形与车辆荷载冲击, 减少雨水渗入桥梁内部导致的钢筋锈蚀, 延长伸缩缝使用寿命3-5倍^[5]。

3.4 新型加固技术应用

(1) 碳纤维复合材料(CFRP)加固: 凭借碳纤维布高强度、lightweight、耐腐蚀的优势, 广泛应用于城市立交桥等对加固空间要求高的场景。施工时将碳纤维布用专用树脂粘贴于桥梁结构受拉区(如梁底、柱侧), 碳纤

维布承受拉力, 提升结构抗拉性能, 且不增加结构自重。某城市立交桥因结构老化导致梁体开裂, 采用该技术加固后, 结构抗拉强度提升50%, 且施工周期较传统方法缩短40%。(2) 锚喷混凝土技术: 适用于桥墩局部破损、露筋的修复加固。通过喷射机将掺入合成纤维(如聚丙烯纤维)的混凝土以高压喷射至桥墩破损表面, 混凝土快速凝结形成密实保护层, 修复破损部位, 同时合成纤维可增强混凝土抗裂性与抗冲刷能力, 防止水流进一步侵蚀桥墩。某桥梁桥墩受洪水冲刷出现局部露筋, 采用此技术修复后, 桥墩表面平整度达标, 抗冲刷能力满足设计要求。

结束语

公路工程中的道路桥梁, 其施工技术与加固措施是保障结构安全、延长使用寿命的核心环节。本文通过系统分析裂缝、地基沉降等常见病害成因, 结合高性能混凝土、预应力技术等施工要点, 以及粘贴钢板、体外预应力、碳纤维加固等创新方法, 验证了技术优化与科学加固对提升桥梁承载力与耐久性的显著效果。未来需持续探索智能化监测与绿色加固技术, 推动公路桥梁工程向更安全、高效、可持续发展的方向发展。

参考文献

- [1]朱坤.交通道路桥梁的施工建设与加固技术研究[J].运输经理世界,2020(10):91-92.
- [2]戴斌.市政道路桥梁的现场施工技术应用[J].建材与装饰,2020,(4):64-65.
- [3]郭建光.道路桥梁施工技术发展方向探讨[J].黑龙江交通科技,2020,(3):48-49.
- [4]夏晓磊.道路桥梁施工技术与管理分析[J].建材与装饰,2020,(8):73-75.
- [5]赵亮.道路桥梁施工技术的现状及发展趋势[J].住宅与房地产,2020,(4).230-231.