

关于交通道路桥梁的施工建设与加固技术的探讨

侯宝峰

河南鑫渤建设工程有限公司 河南 济源 459000

摘要：本文系统研究了道路桥梁施工建设的关键技术与常用加固方法。首先阐述了基础施工、主体结构施工、桥面铺装及附属施工等核心环节的技术要点与质量控制要求，明确了桩基施工、墩台浇筑、梁板架设、桥面铺装等关键工序的工艺标准。其次分析了混凝土结构开裂、桩基沉降、桥面铺装破损等常见质量问题的成因，指出原材料管控、施工工艺规范及养护措施落实是质量控制的关键。最后论述了混凝土表面修补、碳纤维布粘贴、体外预应力加固三种常用加固技术的适用场景与施工要点。研究表明，精细化施工管控与科学化加固技术的协同应用，能够有效提升桥梁结构安全性与耐久性，保障交通基础设施长期稳定运行。

关键词：交通道路桥梁；施工建设；加固技术；探讨

引言：道路桥梁作为交通基础设施的核心组成部分，其施工建设质量与加固技术水平直接关系到交通运输安全及工程服役寿命。随着交通荷载持续增大与建设标准不断提升，道路桥梁工程对施工精度与结构耐久性提出了更高要求。传统施工工艺在基础处理、主体结构浇筑、桥面铺装等环节仍存在质量管控不到位、病害处置滞后等突出问题，亟需从施工技术与加固手段两个维度进行系统性优化。本文围绕道路桥梁施工建设的核心技术要点与关键施工工艺展开分析，梳理混凝土结构病害、基础沉降、桥面铺装破损等常见质量问题的成因，并探讨混凝土表面修补、碳纤维布粘贴、体外预应力等加固技术的应用要点，为提升道路桥梁工程质量与安全水平提供技术参考。

1 道路桥梁施工建设的核心技术要点

道路桥梁施工建设是一项系统性工程，涵盖基础施工、主体结构施工、桥面系施工等多个核心环节，各环节技术的把控精度直接决定桥梁整体施工质量与结构长期稳定性。施工过程中须结合工程场地地质条件、桥梁结构形式、荷载设计标准及使用环境要求，精准落实各项施工工艺，严格控制施工细节误差，从源头减少结构安全隐患。（1）在基础施工环节，需依据场地岩土勘察报告，合理选择桩基类型与施工工艺。对于软土地基，常采用钻孔灌注桩或预制管桩，施工中须严格控制桩位偏差、垂直度及沉桩贯入度，确保桩基承载力满足设计要求。承台与墩柱施工中，模板安装精度、钢筋绑扎间距、混凝土浇筑振捣质量均为关键控制节点，须逐项检验合格后方可进入下道工序。（2）在主体结构施工环节，预制梁架设或现浇箱梁施工是质量控制的重点。预制梁架设须控制支座垫石标高与梁体落位精度，现浇箱梁须

严格执行支架预压、钢筋安装、混凝土连续浇筑等标准化流程，确保结构线形与截面尺寸符合设计图纸要求。（3）在桥面系施工环节，桥面铺装层厚度、防水层铺设质量、伸缩缝安装精度及护栏线形控制等均为影响桥梁使用性能与行车安全的关键因素，须严格按照技术规范逐项验收，确保各分项工程质量达标^[1]。

2 道路桥梁施工关键施工技术

2.1 桥梁基础施工技术

桥梁基础是承载上部结构、传递荷载至地基的核心部位，常见施工形式为桩基施工与扩大基础施工，其中桩基施工因适用地质条件广泛而应用最为普遍。（1）在桩基施工前，须完成场地平整与地质勘察工作，依据勘察报告精准确定桩基点位、桩长、孔径等设计参数，彻底清除施工区域内杂物与软弱土层，确保施工场地承载力满足设备作业要求。（2）在钻孔施工阶段，须严格控制钻孔垂直度与钻进速度，防止因操作不当导致孔壁坍塌、孔径偏差超限或孔底沉渣厚度超标。钻进至设计深度后，应及时开展清孔作业，采用正循环或反循环工艺彻底清理孔底淤泥与悬浮杂质，确保孔底洁净度满足规范要求。（3）钢筋笼制作与安装须严格把控主筋间距、箍筋加密区设置、焊接接头质量及保护层垫块布置，保证钢筋笼整体刚度与定位精度。吊装过程中须控制起吊速度与下放方向，避免钢筋笼产生变形或轴线偏移。（4）混凝土浇筑采用水下导管灌注工艺，全程控制浇筑速度与导管埋入深度，防止因导管提升过快产生断桩，或因操作失误导致夹渣、空洞等质量缺陷。浇筑完成后须按规范要求及时开展养护作业，确保桩基混凝土强度达到设计标准^[2]。

2.2 桥梁主体结构施工技术

桥梁主体结构施工涵盖墩台、梁板、支座等核心构件的施工,是决定桥梁整体承载能力与结构安全的关键环节,各工序须严格执行技术规范,确保施工质量满足设计要求。(1)墩台施工中,模板安装精度是质量控制的首要环节,须严格校核模板平整度、垂直度与接缝严密性,确保浇筑过程中不发生模板变形或漏浆。混凝土浇筑遵循分层、对称、匀速的原则,每层浇筑厚度控制在规范允许范围内,采用插入式振捣棒充分振捣,消除混凝土内部气泡与空隙,保证混凝土密实度与强度均匀性。(2)梁板施工分为预制与现浇两种形式。预制梁板须在预制场严格把控钢筋绑扎间距、模板拼装精度、混凝土浇筑与养护质量,吊装过程中选用与梁体重量匹配的吊装设备,控制吊装速度与起吊角度,防止梁板产生磕碰损伤或结构变形。现浇梁板须搭设稳固的支架体系,事先验算支架承载力与整体稳定性,完成预压处理以消除支架非弹性变形与地基沉降,再依次开展模板安装、钢筋绑扎及混凝土浇筑养护作业。(3)支座施工须保证安装位置精准、水平度与标高符合设计要求,确保支座能够均匀传递上部荷载,同时适配桥梁结构因温度变化与地基沉降产生的位移变形。

2.3 桥面铺装及附属施工技术

桥面铺装直接影响车辆通行舒适度与桥梁防水、抗腐蚀性能,附属设施施工则保障桥梁整体完整性与使用功能性,各分项工程须严格执行技术标准,确保施工质量满足设计要求。(1)桥面施工前,须彻底清理桥面基层,打磨处理基层凹凸部位,清除浮浆与杂物,确保基层表面干净坚实、无松散颗粒,为后续铺装层提供可靠的粘结基础。(2)防水铺装层施工须选用与桥梁结构适配的防水材料,均匀涂刷或满铺,严格控制搭接宽度与粘接质量,杜绝空鼓、破损、搭接不严等质量缺陷,形成连续完整的防水体系,有效阻止雨水渗入内部腐蚀钢筋与混凝土结构。(3)面层铺装多采用沥青混凝土材料,须严格把控原材料配合比、拌合温度、摊铺速度与碾压遍数,确保面层平整度、压实度与厚度均达到规范标准,满足行车荷载与耐磨要求。(4)桥梁附属设施施工中,伸缩缝安装须精准控制间距与接缝平整度,适配桥梁因温度变化产生的伸缩变形。护栏施工须保证线型顺直、构件连接牢固、高度符合设计要求。排水设施须保证排水路径通畅,避免桥面积水长期浸泡结构引发病害。

3 道路桥梁施工常见质量问题及成因

3.1 混凝土结构病害

混凝土开裂、蜂窝、麻面、空洞是道路桥梁施工中最常见的结构病害,对桥梁结构稳定性影响极大。此类

问题的核心成因主要分为三类,一是原材料管控不到位,水泥、砂石、外加剂质量不达标,材料配比不合理,导致混凝土强度、密实度不足;二是施工工艺不规范,混凝土振捣不充分、分层浇筑厚度超标、浇筑速度过快,引发内部空隙和表面缺陷;三是养护工作缺失,浇筑完成后未及时保湿、保温养护,温差过大、干湿交替频繁,导致混凝土收缩开裂,降低结构整体耐久性^[3]。

3.2 桩基与基础沉降问题

桥梁基础不均匀沉降、桩基承载力不足,会直接导致桥梁主体倾斜、梁板开裂、桥面变形,严重影响通行安全。该问题主要源于基础施工管控疏漏,施工前地质勘测不细致,未精准掌握场地软土、土层分布情况,基础设计参数与实际地质条件不匹配;桩基施工中清孔不彻底、沉渣厚度超标,混凝土浇筑不连续出现断桩、缩颈问题;基础回填过程中压实度不足,回填材料杂质过多,后期土体压缩变形,最终引发基础不均匀沉降。

3.3 桥面铺装破损问题

桥面铺装起皮、开裂、坑槽、渗水是桥梁使用初期高发病害,主要由施工细节把控不足导致。桥面基层清理不彻底,残留浮浆、杂物,导致铺装层与基层粘结力不足,后期出现分层、起皮;防水施工工艺不规范,防水层破损、搭接缝隙过大,雨水渗入层间,在车辆荷载碾压下形成坑槽、开裂;沥青铺装施工温度控制不当,拌合温度过高导致材料老化,温度过低导致拌合不均匀,碾压不到位造成压实度不足,后期长期车辆碾压后出现铺装破损。

4 道路桥梁常用加固技术及应用要点

4.1 混凝土表面修补加固技术

混凝土表面修补加固技术主要适用于桥梁混凝土结构表面浅层病害的修复处理,包括表层裂缝、麻面、空洞、剥落等轻微损伤,是道路桥梁加固工程中应用最为基础、最为广泛的加固工艺。(1)施工前期须对病害部位进行全面排查与彻底处理,凿除松散、破损的混凝土表层至坚实基面,清理裂缝内部灰尘、杂质及松散颗粒,采用高压水枪反复冲洗并充分晾干,确保修补面清洁干燥。(2)针对细微表面裂缝,可采用环氧树脂浆液进行喷涂封闭处理,浆液渗入裂缝内部后固化成膜,有效阻断空气与水分的渗入路径,防止裂缝在冻融循环与干湿交替作用下进一步扩展。针对表层空洞、剥落等较大面积损伤部位,须采用高强修补砂浆或聚合物混凝土进行分层填补与抹平处理,修补材料强度等级不得低于原结构混凝土,保证修补部位与原结构平顺衔接、粘结紧密,避免出现二次空鼓或界面开裂。(3)该技术操作简便、施工

周期短、对交通通行影响小,能够快速修复表层结构缺陷,有效保护内部钢筋免受外界侵蚀,延缓混凝土结构老化速度,显著提升桥梁表层耐久性与使用性能^[4]。

4.2 粘贴碳纤维布加固技术

粘贴碳纤维布加固技术凭借自重轻、抗拉强度高、耐腐蚀性能优异、不占用结构空间等技术优势,广泛应用于桥梁梁板、墩台等构件的抗弯与抗剪加固,适用于构件承载力不足、存在中度开裂损伤的桥梁加固场景。(1)施工前须对构件受损表面进行打磨清理,剔除表面松散混凝土层,修复表面平整度至规范要求,对既有裂缝采用灌注胶进行封闭处理,确保基面洁净、干燥、无油污。随后在处理后的基面上均匀涂刷配套底胶,待底胶指触干燥后,按设计要求粘贴碳纤维布,严格控制粘贴层数、纤维方向与搭接长度,保证碳纤维布与混凝土基面紧密贴合,杜绝空鼓、褶皱、偏移等质量缺陷。粘贴完成后须均匀涂刷面胶进行整体防护处理,防止紫外线与水分对碳纤维布的侵蚀。(2)该技术能够有效提升混凝土构件的抗拉、抗弯、抗剪性能,显著约束混凝土裂缝的持续发展,大幅提高构件整体承载力,且施工后不改变桥梁原有结构尺寸与外观形态,适配各类中小型桥梁的加固改造需求。

4.3 体外预应力加固技术

体外预应力加固技术属于主动加固技术,主要应用于大跨度桥梁、梁板严重变形、承载力大幅下降的重度病害桥梁,能够从根本上改善结构受力状态,恢复并提升桥梁承载能力。该技术无需改动桥梁原有主体结构,通过在桥梁梁板外部设置预应力钢绞线、锚具等构件,通过张拉预应力筋,对桥梁结构施加反向应力,抵消车辆荷载、结构自重产生的拉应力,减小构件挠度,闭合结构裂缝。施工过程中需精准测算预应力张拉数值,对称、分级缓慢张拉,避免张拉过度导致结构二次损伤,同时做好锚具固定、防护处理,防止预应力构件锈蚀、松动。该技术加固效果显著,能够有效解决大跨度桥梁下挠、开裂、变形等核心问题,大幅延长桥梁使用寿命。

道路桥梁的施工建设质量决定工程初始性能,加固技术的合理应用能够有效修复结构损伤、优化结构受力,二者共同影响桥梁的安全性与耐久性。在道路桥梁工程实操中,需重点把控基础、主体结构、桥面铺装等核心施工环节的工艺细节,精准规避混凝土病害、基础沉降、桥面破损等常见质量问题。同时,需结合桥梁病害类型、损伤程度、结构形式,合理选用表面修补、碳纤维布粘贴、体外预应力等加固技术,规范落实各加固工艺的操作要点,保障施工与加固质量。通过精细化施工、科学化加固,能够有效提升道路桥梁结构稳定性,减少结构病害发生,保障道路交通长期安全、稳定运行^[5]。

结束语

道路桥梁工程质量由施工建设与加固维护两个阶段共同决定,二者缺一不可。施工阶段须严格把控基础、主体结构、桥面铺装等核心环节的工艺细节,从源头规避混凝土病害、基础沉降、桥面破损等质量缺陷。运营阶段须依据结构损伤类型与程度,合理选用表面修补、碳纤维布粘贴、体外预应力等加固技术,规范落实各工艺操作要点,确保加固效果满足设计要求。未来,随着智能监测、数字孪生等技术与施工加固工艺的深度融合,道路桥梁工程将实现全生命周期的精准化质量管控,为交通基础设施的安全运营与长期服役提供更加坚实的技术保障。

参考文献

- [1]邹大晴,赵卫华,段云生,等.在役城市高架桥下部结构检测技术与评估[J].价值工程,2022,41(4):146-148.
- [2]吴璟.高速公路桥梁结构病害及加固技术分析[J].建材发展导向(上),2022,20(17):156-158.
- [3]龚美玲.交通道路与桥梁工程的施工建设与加固技术分析[J].建筑·建材·装饰,2022(15):25-27.
- [4]张晓凯.道路桥梁施工中应注意的问题及其防治措施分析[J].工程建设与设计,2022,No.477(07):189-191.
- [5]王伟.道路桥梁沉降段路基路面施工加固技术研究[J].交通世界,2024(12):134-136.