

道路桥梁工程施工质量通病分析与预防策略

贾胜金¹ 穆丹² 张瀚元³

1. 中壤建设股份有限公司 北京 102206

2. 中国五洲工程设计集团有限公司 北京 100053

3. 中国五洲工程设计集团有限公司 北京 100053

摘要: 道路桥梁工程施工质量通病影响工程安全与耐久性。本文阐述质量通病核心概念与质量形成影响因素理论, 识别并分析道路工程路基、路面、附属工程, 以及桥梁工程基础、上部结构、附属结构等质量通病及成因。从前期准备、材料设备管控、关键工序质量控制、质量检测与过程管控、后期养护与缺陷修复等方面构建预防策略, 为提升道路桥梁工程施工质量提供参考。

关键词: 道路桥梁工程; 施工质量通病; 预防策略

引言: 道路桥梁工程作为交通基础设施的关键构成, 其施工质量直接关系到交通运行的安全与顺畅, 更影响着区域经济的长远发展。然而, 在实际施工过程中, 受多种因素交织影响, 各类质量通病频繁出现, 给工程的安全性及耐久性埋下隐患。深入剖析这些质量通病, 探寻行之有效的预防策略, 成为提升道路桥梁工程建设质量、保障其长期稳定运行的迫切需求。

1 道路桥梁工程施工质量通病理论基础与调研方法

1.1 质量通病核心概念

道路桥梁工程施工质量通病是指在工程施工过程中频繁出现、具有普遍性和重复性的质量缺陷, 这些缺陷会直接影响工程结构安全、使用功能和耐久性, 增加后期维护成本。其核心特征体现为多发性, 在不同项目、不同施工阶段均可能出现; 顽固性, 同类问题经多次处理仍易复发; 危害性, 轻则影响外观和使用体验, 重则引发结构隐患甚至安全事故^[1]。质量通病的界定需结合现行《公路工程质量检验评定标准》《城市桥梁工程施工与质量验收规范》等法规, 以结构安全性、使用适用性、耐久性为核心评判指标, 明确区分偶然质量问题与通病的本质差异, 为后续识别、分析及防控提供统一的认知基础, 是开展质量管控工作的逻辑起点。

1.2 质量形成影响因素理论

道路桥梁工程质量形成受多维度因素综合作用, 核心影响因素可归纳为“人、机、料、法、环、测”六大方面, 各因素相互关联且动态影响质量形成全过程。人员因素是核心, 施工人员的专业技能、责任意识、操作规范性直接决定工序质量, 管理人员的管控能力则影响质量体系运行效率。机械设备因素体现在设备性能稳定性、适配性及维护保养水平, 性能不足或老化设备易导

致施工精度偏差。材料因素是基础, 原材料质量达标是工程质量的前提, 材料存储、运输不当也会引发质量问题。方法因素涵盖施工方案设计、工艺选择及技术交底, 不合理方案易导致施工混乱。环境因素包括气候条件、地质状况和作业环境, 恶劣环境会干扰施工精度。测量因素贯穿全程, 测量仪器精度和数据处理准确性直接影响结构定位和尺寸精度。

2 道路工程施工质量通病识别与成因分析

2.1 路基工程质量通病

路基工程常见通病有路基沉降、边坡坍塌、翻浆及压实度不足等。路基沉降多在施工后短期内出现不均匀下沉, 致使路面开裂变形, 主要因地基处理不彻底, 未依地质条件采取有效措施, 或填料选择不当、分层填筑过厚、压实碾压不足。边坡坍塌多在雨季或坡度设计过陡时发生, 缘于开挖未遵循“分层开挖、分层防护”原则, 临时边坡未及时防护, 或坡体有软弱夹层, 雨水渗透降低土体抗剪强度。路基翻浆多在季节性冰冻地区出现, 因排水不畅, 冬季冻胀、春季融化后土体承载力下降, 车辆碾压致翻浆。压实度不足是因施工中未严格控制填料含水量, 未达最佳含水量即碾压, 或压实机械吨位不够, 影响路基整体承载力。

2.2 路面工程质量通病

路面工程通病有沥青路面裂缝、车辙、松散及水泥混凝土路面断板、错台、起砂等。沥青路面裂缝分横、纵向, 纵向多因温度变化或路基沉降不均, 纵向多因摊铺机搭接不当或路基边坡压实不足。车辙是行车道永久凹陷, 因沥青混合料高温稳定性差、骨料级配不合理、摊铺温度过高、碾压不密实, 车辆荷载反复作用致塑性变形。松散是沥青与骨料黏结力不足, 因沥青标号错、

加热老化或骨料含泥量大。水泥混凝土路面断板分横、纵向,因振捣不密实、养生不及时或切缝晚;错台因基层沉降不均或模板安装不牢;表面起砂因水泥用量不足、水灰比大或收光时机不当^[2]。

2.3 道路附属工程质量通病

道路附属工程通病有路缘石安装不牢、人行道铺装松动破损、排水设施堵塞渗漏、交通标志标线不规范等。路缘石安装倾斜、移位、断裂,因基础开挖浅、未用混凝土找平,或砂浆砌筑不饱满、勾缝不密实,受外力或路基沉降影响。人行道铺装松动破损,因基层压实度差、未平整处理,或铺装材料强度低、砂浆结合层不均、过早通行,长期受雨水行人影响破损。排水设施中,雨水口堵塞因基坑杂物未清、落叶垃圾堆积;检查井渗漏因井身砌筑差、连接不严、井盖配合间隙大。交通标志标线问题,标志杆倾斜因基础浇筑不密实、回填土未压实;标线模糊脱落因路面未净、涂料加热不足、厚度不均,受车辆磨损和雨水冲刷导致。

3 桥梁工程施工质量通病识别与成因分析

3.1 桥梁基础与下部结构质量通病

桥梁基础与下部结构质量通病主要有钻孔灌注桩断桩、桩身混凝土离析,桥墩柱蜂窝麻面、垂直度偏差,桥台沉降开裂等。钻孔灌注桩断桩表现为桩身混凝土连续性中断,成因是钻孔过程中遇到溶洞、孤石未及时处理导致塌孔,或混凝土浇筑时导管理深不足,出现断桩;桩身离析则是混凝土配合比不合理,骨料级配失衡,或浇筑时落差过大未设串筒,导致骨料与砂浆分离。桥墩柱蜂窝麻面是模板表面不光滑、接缝不严密漏浆,或混凝土振捣不密实,气泡未排出;垂直度偏差源于模板安装时未精准校正,支撑体系不牢固,浇筑过程中模板受侧压力变形。桥台沉降开裂多发生在重力式桥台,因地基承载力不足未进行换填处理,或台后填土压实度不足,通车后填土沉降导致桥台与路基衔接处开裂,进而影响桥台结构稳定性。

3.2 桥梁上部结构质量通病

桥梁上部结构质量通病包括预应力混凝土梁裂缝、钢箱梁焊缝缺陷、桥面铺装层破损和支座变形失效等。预应力混凝土梁裂缝分为受力裂缝和非受力裂缝,受力裂缝因预应力张拉控制应力不足,或梁体承受荷载超过设计值;非受力裂缝则是混凝土收缩徐变,或养护不及时导致表面干缩开裂。钢箱梁焊缝缺陷表现为气孔、夹渣、未焊透,成因是焊接材料与母材不匹配,焊接前坡口清理不彻底,或焊接电流、电压控制不当,焊缝冷却速度过快。桥面铺装层破损与道路路面类似,但因桥梁

结构变形影响更易出现,主要是铺装层与梁体结合不紧密,存在空鼓,或铺装层混凝土强度不足,钢筋网片安装位置偏差,长期车辆荷载作用下出现开裂、剥落^[3]。

3.3 桥梁附属结构质量通病

桥梁附属结构质量通病主要有伸缩缝渗漏、桥头搭板断裂、护栏松动破损和照明设施故障等。伸缩缝渗漏是伸缩缝橡胶条老化破损,或安装时伸缩缝与桥面衔接不严密,雨水通过缝隙渗入梁体和桥墩,导致钢筋锈蚀,影响结构耐久性。桥头搭板断裂表现为搭板与桥台、路基衔接处开裂下沉,成因是搭板长度设计不足,或搭板下基层压实度不够,通车后基层沉降导致搭板受力不均,出现断裂;部分因搭板混凝土浇筑时振捣不密实,养护不到位导致强度不足。护栏松动破损包括混凝土护栏裂缝、钢护栏螺栓松动,混凝土护栏因模板安装不牢固,浇筑时出现跑模,或养护不足导致强度不足;钢护栏则是基础预埋螺栓位置偏差,安装时未紧固,长期受车辆碰撞或风力作用出现松动。照明设施故障体现在灯具不亮、线路短路,因灯具安装时接线不规范,或线路保护层破损受雨水浸泡短路,灯具外壳密封不严进水导致损坏,影响夜间通行安全。

4 道路桥梁工程施工质量通病预防策略构建

4.1 前期准备阶段预防策略

前期准备阶段预防策略需从勘察设计、方案编制、人员培训三方面系统开展。勘察设计阶段要组织专业勘察团队,采用地质雷达、钻探等综合手段,全面探明施工区域地质条件、地下管线分布和水文状况,避免因勘察疏漏导致设计方案不合理。设计过程中严格遵循规范,针对易出现通病的部位优化设计,如路基边坡采用分级防护,桥梁预应力梁合理设置预应力筋。施工方案编制需结合工程实际,针对路基压实、混凝土浇筑等关键工序制定专项方案,明确质量控制要点和验收标准,组织专家评审优化方案。人员培训要覆盖管理人员、技术人员和施工班组,开展质量通病案例分析、规范解读和技能实操培训,考核合格后方可上岗。同时建立质量责任制度,明确各岗位质量职责,签订质量责任书,从源头筑牢质量管控基础。

4.2 材料与设备管控预防策略

材料与设备管控预防策略需建立全流程管控体系。材料管控方面,严格执行材料进场检验制度,选择具备资质的供应商,对钢筋、水泥、沥青等主要材料,查验出厂合格证、检验报告,进场后按规范抽样送检,合格后方可使用。对砂石骨料等地方材料,控制含泥量、级配等指标,存储时分类堆放,做好防雨、防潮措施,避

免材料变质。设备管控需根据施工工序需求选型,确保设备性能与施工要求匹配,如路基压实选用重型压路机,钻孔灌注桩选用精准度高的钻机。建立设备台账,定期对设备进行维护保养,制定保养计划,明确保养项目和周期,施工前对设备进行调试,确保运行正常。对操作人员进行设备操作培训,熟悉设备性能和操作规程,避免因操作不当导致设备故障或施工质量问题,同时配备备用设备,应对突发故障影响施工进度和质量。

4.3 关键施工工序质量控制策略

关键施工工序质量控制需针对不同工序特点制定专项管控措施。路基施工中,填料需经试验确定最佳含水量和最大干密度,分层填筑厚度控制在30厘米以内,采用重型压路机碾压,碾压次数不少于6遍,碾压后及时检测压实度,合格后方可进行下一层施工。路面沥青摊铺前,对基层平整度和压实度进行检测,摊铺温度控制在130~150℃,采用摊铺机匀速摊铺,碾压遵循初压、复压、终压流程,确保密实度。桥梁钻孔灌注桩施工中,钻孔时控制钻进速度,遇到特殊地质及时调整,混凝土浇筑时确保导管埋深在2~6米,连续浇筑避免中断。预应力张拉需采用应力和伸长量双控,张拉顺序符合设计要求,张拉后及时压浆。工序施工中实行“三检制”,施工班组自检、技术人员复检、质量管理人员终检,每道工序验收合格后方可进入下道工序,对不合格工序及时整改并追溯原因。

4.4 质量检测与过程管控强化策略

质量检测与过程管控强化需构建全方位、多层次的管控体系。检测方面,建立第三方检测机制,与具备资质的检测机构合作,对原材料、工序质量、实体结构进行独立检测。采用先进检测技术,如路基压实度采用灌砂法和核子密度仪双重检测,桥梁桩身质量采用超声波检测,路面平整度采用连续式平整度仪检测,确保检测数据准确可靠。过程管控中,推行信息化管理,建立施工质量管控平台,实时上传施工数据、检测结果和影像资料,实现质量数据可追溯。管理人员加强现场巡查,重点检查关键工序施工过程,对发现的质量隐患及时下达整改通知书,明确整改期限和责任人,整改后复查验收。定期

召开质量分析会,汇总施工质量情况,分析质量问题产生原因,制定改进措施,避免同类问题重复出现,同时建立质量奖惩机制,激励施工人员提升质量意识。

4.5 后期养护与缺陷修复策略

后期养护与缺陷修复策略需坚持“预防为主、及时修复”的原则。后期养护方面,制定专项养护计划,明确养护周期和内容,路基定期巡查有无沉降、裂缝,及时填补裂缝并压实;路面定期清扫,裂缝采用灌缝处理,坑槽及时修补,沥青路面定期进行封层养护;桥梁定期检查支座、伸缩缝,清理伸缩缝杂物,更换老化橡胶条,对钢构件进行防腐处理^[4]。缺陷修复需遵循“先检测后修复”的原则,对发现的质量缺陷,采用专业检测手段确定缺陷范围和程度,制定科学修复方案。路基沉降采用换填法或注浆法处理;路面破损根据破损类型采用挖补、罩面等方式修复;桥梁裂缝采用压力注浆封闭,焊缝缺陷进行补焊处理。修复过程中严格控制施工质量,修复后进行检测验收,确保修复效果。同时建立长期监测机制,对工程结构变形、受力状况进行持续监测,提前预警潜在质量风险,延长工程使用寿命。

结束语

道路桥梁工程质量关乎交通发展与安全,施工质量通病预防意义重大。本文对道路与桥梁工程各部分质量通病进行系统分析,并提出涵盖施工全流程的预防策略。未来需持续强化质量管控,结合新技术、新方法,不断完善预防体系,提升工程建设质量,保障道路桥梁长期稳定运行,为社会经济发展筑牢坚实基础。

参考文献

- [1]朱君安,张玉朋.道路桥梁工程施工质量通病分析与预防策略[J].越野世界,2024(21):57-58.
- [2]陈健.道路桥梁施工质量通病预防及解决策略[J].工程技术研究,2024,6(20):150-152.
- [3]王丽华.道路桥梁施工中的质量通病与防治对策分析[J].建材发展导向,2021,19(14):204-205.
- [4]潘晓飞.市政高架桥梁工程施工中存在的质量问题与解决措施[J].工程技术研究,2020,5(8):187-188.