

路桥隧道工程施工中常见质量通病的管理防控措施研究

赵飞跃

四川公路桥梁建设集团有限公司公路隧道分公司 四川 成都 610000

摘要: 路桥隧道工程常见质量通病涵盖混凝土裂缝、渗漏水、支护结构失效等,成因涉及材料缺陷、工艺落后、管理疏漏及地质条件复杂。管理防控需构建全过程管控体系:强化材料进场检验与追溯管理,应用BIM与物联网技术实现动态监控;优化施工工艺,推广光面爆破、湿喷工艺;完善四级质量责任制,落实自检互检制度;针对渗漏水、超欠挖等专项问题制定专项防控方案。

关键词: 路桥隧道; 工程施工; 常见质量通病; 管理防控措施

引言:在交通基础设施建设高速发展的当下,路桥隧道工程作为关键组成部分,其质量直接关乎交通运行安全与长久效益。然而,受材料质量、施工工艺、现场管理等多重因素影响,混凝土裂缝、墩柱倾斜、隧道渗漏水等质量通病频发,不仅增加了工程成本与工期压力,更埋下安全隐患。因此,系统分析路桥隧道工程常见质量通病的形成机理,研究针对性管理防控措施,对提升工程质量、保障交通基础设施耐久性具有重要的现实意义。

1 路桥隧道工程施工中常见质量通病识别

1.1 混凝土工程通病

(1) 裂缝:包括温度裂缝、收缩裂缝、荷载裂缝等。温度裂缝多因混凝土浇筑后内外温差过大所致,收缩裂缝源于混凝土硬化过程中水分蒸发过快,荷载裂缝则是结构承受超出设计范围的荷载引发,裂缝会降低混凝土耐久性,严重时破坏结构整体性。(2) 蜂窝麻面:由于振捣不密实或模板漏浆等原因造成。振捣不密实导致混凝土内部气泡无法排出,模板清理不彻底、涂刷隔离剂不当或拼接缝处未密封会引发漏浆,使构件表面出现蜂窝状孔洞或麻点,影响外观且削弱表层强度。(3) 强度不足:混凝土配合比不当、养护不到位等导致。配合比中水泥用量不足、水灰比过大,或骨料级配不合理,加之浇筑后养护不及时、保湿不足,会使混凝土强度未达到设计标准,无法承受设计荷载,留下安全隐患。

1.2 模板工程通病

(1) 变形:模板刚度不足或支撑体系不稳固导致。选用的模板材料强度、刚度不满足要求,或支撑立杆间距过大、扫地杆缺失,会使模板在混凝土侧压力作用下发生弯曲、鼓凸等变形,进而导致混凝土构件外形尺寸偏差。(2) 接缝不严:模板拼接处漏浆,影响混凝土外观质量。模板拼接时未采用密封措施,或拼接面不平整,浇筑过程中水泥浆从缝隙渗漏,不仅造成材料浪费,还

会使构件接缝处出现砂线、蜂窝等缺陷,降低外观质量和结构密封性。(3) 拆模过早:导致混凝土表面损伤或结构变形。未达到规范规定的拆模强度就提前拆模,混凝土表面易出现缺棱掉角,严重时会同因无法承受自身重量和施工荷载发生结构变形,影响构件受力性能^[1]。

1.3 钢筋工程通病

(1) 锈蚀:钢筋存放不当或保护层厚度不足引起。钢筋露天存放未采取防雨防潮措施,或混凝土保护层厚度未达标,导致钢筋接触空气和水分发生锈蚀,锈蚀后的钢筋截面减小、强度降低,还会因体积膨胀破坏混凝土保护层。(2) 位置偏差:钢筋绑扎或安装过程中发生位移。绑扎不牢固、垫块设置不合理,或浇筑混凝土时振捣棒碰撞钢筋,会导致钢筋间距、保护层厚度等超出允许偏差,影响构件受力稳定性,降低结构承载能力。(3) 焊接质量差:焊缝尺寸不足、咬边、电弧烧伤等。焊接人员操作不规范、焊接参数选择不当,会导致焊缝高度、长度不满足设计要求,出现咬边、夹渣、气孔等缺陷,甚至造成电弧烧伤钢筋母材,削弱钢筋连接强度。

1.4 桥梁工程通病

(1) 墩柱倾斜:基础施工不当或模板安装垂直度偏差大。基础基坑开挖坡度不足导致边坡坍塌,或模板安装时未严格控制垂直度,会使墩柱出现倾斜,影响桥梁整体受力平衡,降低结构稳定性和使用寿命。(2) 桥面铺装平整度差:基层标高控制不严或铺装材料质量不佳。基层施工时标高测量偏差过大,或铺装混凝土配合比不合理、振捣不密实,会导致桥面出现凹凸不平,行车时产生颠簸,加剧桥面磨损,影响行车舒适性和安全性。

1.5 隧道工程通病

(1) 渗漏水:防水层铺设不当或注浆加固效果不佳。防水层拼接不严密、铺设时出现破损,或围岩注浆时浆液扩散不充分、存在空洞,会导致地下水渗入隧道内部,影

响行车安全,还会侵蚀衬砌结构,降低隧道耐久性。(2)超欠挖:爆破参数不合理或测量放线不准确导致。爆破炸药用量、炮孔间距等参数选择不当,或测量放线偏差过大,会出现开挖轮廓超出设计范围(超挖)或未挖至设计轮廓(欠挖),超挖增加支护工程量,欠挖则削弱隧道断面尺寸,影响结构受力^[2]。(3)支护结构缺陷:钢架制作尺寸偏差大、安装不牢固等。钢架加工时下料精度不足、焊接变形未校正,或安装时与围岩贴合不紧密、连接螺栓未拧紧,会导致支护结构承载能力不足,无法有效约束围岩变形,易引发隧道坍塌等安全事故。

2 路桥隧道工程施工中常见质量通病成因分析

2.1 材料因素

(1)原材料质量不合格:如水泥强度不足、钢筋规格不符等。部分施工单位为压缩成本,选用低价劣质原材料,水泥实际强度未达到设计标号,钢筋直径、屈服强度等指标偏离标准要求,砂石骨料含泥量过高、级配失衡。这类不合格材料直接影响混凝土强度、钢筋承载力等核心性能,为后续结构质量隐患埋下根源。(2)材料进场检验不严格:导致不合格材料进入施工现场。施工单位未严格执行材料进场验收制度,未按规范要求对原材料进行抽样送检,或检验流程流于形式,对检测不合格的材料未及时清退。部分材料供应商与现场管理人员串通,使得不合格材料混入施工环节,直接引发混凝土强度不足、钢筋锈蚀等质量通病。

2.2 施工因素

(1)施工人员质量意识淡薄:操作不规范,忽视关键工序把控。一线施工人员多为临时聘用的农民工,缺乏系统的专业培训,对质量标准和规范要求不熟悉,存在凭经验施工的情况。在混凝土振捣、钢筋绑扎等关键工序中,存在振捣不密实、钢筋间距偏差过大等违规操作,忽视工序间的质量衔接,直接导致蜂窝麻面、钢筋位置偏差等问题。(2)施工工艺落后或执行不到位:未按设计和规范施工。部分施工单位仍沿用传统落后的施工工艺,未采用成熟的新技术、新工艺保障质量;同时,施工过程中未严格遵循设计图纸和施工规范,如模板安装未控制垂直度、隧道爆破参数随意调整等,导致墩柱倾斜、超欠挖等质量通病频发。(3)施工组织不当:工序安排不合理,盲目追求进度。施工方案编制不完善,工序衔接混乱,存在交叉作业干扰问题;部分项目为赶工期,压缩关键工序施工时间,如混凝土未达到养护周期就进入下道工序、提前拆模等,违背施工规律,导致结构强度不足、表面损伤等质量问题^[3]。

2.3 管理因素

(1)技术交底不清:对关键工序和质量控制要点交代不明确。技术管理人员在施工前未向作业班组进行全面、细致的技术交底,仅简单告知施工流程,未明确关键工序的质量控制标准、操作要点及验收要求。作业人员因对技术要求理解偏差,导致施工操作偏离规范,引发各类质量通病。(2)质量控制措施未严格落实:检查验收不到位,隐患未及时消除。施工单位未建立完善的质量管控体系,质量检查人员配备不足,对施工全过程的质量巡查、旁站监督流于形式。对隐蔽工程验收不严格,未发现并整改钢筋锈蚀、防水层破损等隐蔽性质量隐患,导致隐患遗留至后续环节,影响工程整体质量。(3)现场管理混乱:材料堆放无序,机械设备操作不当。施工现场材料未按规格、类型分类堆放,水泥受潮结块、钢筋露天存放锈蚀等问题突出;机械设备未定期检修保养,操作人员无证上岗、违规操作,导致施工效率低下,同时引发模板变形、混凝土振捣不达标等质量问题,加剧质量通病的产生。

3 路桥隧道工程施工中常见质量通病管理防控措施研究

3.1 加强材料管理

(1)严格材料进场检验:建立“双人验收、抽样送检”制度,对水泥、钢筋、砂石骨料等主要原材料,严格核查生产厂家资质、产品合格证及检验报告,按规范比例抽样送第三方检测机构检测,只有检测结果符合设计和规范要求材料方可进场使用,坚决杜绝不合格材料流入施工环节。(2)建立材料追溯体系:对钢筋、水泥等关键材料实行“一物一码”管理,录入材料规格、批次、检测结果、使用部位等信息,实现从采购、进场、存储到使用的全过程可追溯。同时加强现场材料存储管理,分类分区堆放并采取防雨、防潮、防锈措施,确保材料存储期间性能稳定。

3.2 优化施工工艺

(1)采用先进施工技术和设备:推广应用湿喷工艺替代传统干喷工艺,减少隧道喷射混凝土粉尘污染,提升混凝土密实度;引入智能张拉、智能压浆设备,确保桥梁预应力施工质量;采用激光整平机提升桥面铺装平整度,通过先进技术设备从源头降低质量通病发生率。(2)动态调整施工参数:施工前开展现场试验段施工,确定合理的爆破参数、混凝土配合比等基准参数;施工过程中根据围岩级别变化、混凝土浇筑温度、施工进度等实际情况,动态调整爆破孔距、药量、混凝土水灰比等参数,确保施工工艺与现场条件精准匹配。(3)加强施工过程监控:运用BIM技术构建三维模型,实现施工全过程可视化管

借助物联网技术在模板、钢筋、混凝土构件等关键部位布设传感器,实时采集垂直度、位移、温度等数据,通过后台系统分析研判,及时发出质量隐患预警,实现对施工质量的动态管控^[4]。

3.3 强化施工组织与管理

(1)明确责任分工:建立“项目经理负总责、技术负责人牵头、专职质检员监督、班组自检”的四级质量管理体系,制定详细的岗位职责说明书,将质量责任层层分解落实到个人,实行质量责任终身追究制,确保质量管理工作全员参与、全程可控。(2)优化施工流程:编制科学合理的施工组织设计,明确各工序施工顺序、作业时间及衔接要求,避免交叉作业干扰;对混凝土浇筑、钢筋焊接、隧道支护等关键工序,设置质量控制点,实行“前道工序不合格、后道工序不施工”的管控原则,确保关键工序质量达标。(3)加强技术交底和培训:施工前组织全员开展技术交底会,结合施工图纸、规范要求及质量通病案例,详细讲解各工序操作要点、质量标准及防控措施;定期开展技能培训和质量安全教育,提升施工人员专业技能和质量意识,规范施工操作行为。

3.4 完善质量控制体系

(1)建立全过程质量监控体系:构建“事前预防、事中控制、事后验收”的全过程质量管控链条,事前核查施工方案、材料质量及设备状态;事中加强旁站监督和现场巡查,重点管控隐蔽工程施工质量;事后严格按照验收规范开展分项、分部工程验收,确保工程质量符合要求。(2)落实自检、互检制度:制定自检、互检实施细则,作业班组完成一道工序后先进行自检,合格后提交相邻班组进行互检,最后由专职质检员进行复检确认,形成自检、互检、复检记录,确保每一道工序质量都得到有效把控,及时发现并整改质量隐患。(3)加强成品保护:针对已完工的墩柱、桥面、隧道衬砌等部位,制定专项成品保护措施,设置警示标识,严禁碰撞、碾压或污染;安排专人负责成品养护和巡查,对混凝土构件及时开展保湿、保温养护,避免因养护不当或外力破坏引发质量问题^[5]。

3.5 针对特定通病的专项防控措施

(1)混凝土裂缝防控:优化混凝土配合比,掺入粉煤灰、矿渣粉等掺合料减少水泥用量,降低水化热;加强混凝土振捣,确保振捣均匀密实,排出内部气泡;浇筑完成后及时覆盖保湿材料,延长养护周期,根据结构长度和温度变化合理设置伸缩缝,有效防控温度裂缝和收缩裂缝。(2)隧道渗漏水防控:严格把控防水层施工质量,确保防水板拼接严密、固定牢固,避免铺设过程中破损;加强围岩注浆加固,采用分段注浆、二次补浆工艺,确保注浆饱满,填充围岩空隙;在隧道衬砌背后设置排水盲管、止水带等排水设施,形成完整的防排水系统。(3)支护结构缺陷防控:严格钢架制作质量检查,采用工厂化预制,确保钢架尺寸精准、焊接牢固,进场前进行验收;安装时调整钢架垂直度和间距,确保与围岩紧密贴合,及时喷射混凝土包裹;加强锁脚锚杆施工质量,确保锚杆锚固牢固、注浆饱满,提升支护结构整体稳定性。

结束语

路桥隧道工程质量关乎交通命脉与民生福祉。本研究通过构建“材料-工艺-管理”三位一体的防控体系,强化全过程质量追溯、动态监控与责任落实,结合专项技术措施靶向治理渗漏水、结构变形等顽疾,可显著降低质量通病发生率。未来需持续推动智能建造技术创新,深化BIM+物联网在质量预警中的应用,同时完善标准化管理体系,为路桥隧道工程高质量建设提供长效保障,助力交通基础设施可持续发展。

参考文献

- [1]王培玉.路桥隧道工程施工技术管理与质量控制研究[J].工程建设与设计,2022,(15):228-230.
- [2]陈荣.路桥隧道工程施工技术管理与质量控制分析[J].中华建设,2021,(04):68-69.
- [3]吕显光.路桥隧道工程开挖支护的施工分析[J].运输经理世界,2023,(36):113-115.
- [4]邹林,谢登高,李建雄.路桥隧道工程的施工技术与质量控制研究[J].运输经理世界,2022,(11):76-78.
- [5]张波.路桥隧道工程施工技术与质量控制分析[J].交通建设与管理,2025,(04):113-115.