

公路工程桥梁施工质量控制与病害防治方法

赵小惠

云南省交通科学研究院有限公司 云南 昆明 650000

【摘要】：公路桥梁施工质量直接关乎道路通行安全与工程使用寿命，需从全流程抓实质量管控，严控病害发生。施工中要严把原材料进场关，精准把控桩基施工、梁板浇筑、钢筋绑扎等关键工序工艺参数，强化现场监理与工序验收，杜绝施工偏差引发质量隐患。针对裂缝、沉降、支座老化、钢筋锈蚀等常见病害，需提前制定防控方案，施工阶段优化结构设计、严控混凝土配比与养护，运营期定期开展结构检测，对病害早发现、早处置，采用注浆加固、防腐处理等科学手段治理。通过全过程质量管控与精细化病害防治，可有效提升桥梁工程质量，保障公路桥梁安全稳定运行。

【关键词】：公路工程；桥梁施工；质量控制；病害防治

DOI:10.12417/2811-0722.26.04.031

引言

随着现代化建设和经济的不断发展，我国道路桥梁工程的建设正以前所未有的发展规模在各地展开，伴随着高速发展带来的是对质量问题的关注，因此，工程建设质量成为人们关注的焦点和热点问题。但是，近年来在一些地区出现的工程质量事故，对建设工期、人民的生命安全、建筑质量和经济效益都产生严重影响。可见，针对公路工程桥梁施工质量控制与病害防治方法的研究已成为相关部门亟需解决的问题。

1 公路工程桥梁的常见病害分析

1.1 结构性裂缝病害

结构性裂缝是桥梁最普遍且危害较大的病害之一，按成因可分为荷载裂缝与非荷载裂缝。荷载裂缝多因车辆超载、施工荷载超标导致，集中分布在梁板跨中、支座附近等受力关键部位，表现为横向或斜向裂缝，严重时会同贯通结构截面，削弱承载力。非荷载裂缝则与材料性能、施工养护相关，如混凝土收缩裂缝多为表面细小纵向裂缝，温度裂缝多沿结构温差变化明显区域分布。此类病害若持续扩展，易引发钢筋锈蚀，加速结构老化，降低桥梁耐久性。

1.2 钢筋锈蚀病害

钢筋锈蚀是钢筋混凝土桥梁的典型病害，核心成因是混凝土保护层破损或碳化。施工中若保护层厚度不足、振捣不密实，或运营期受雨水渗透、氯离子侵蚀，都会破坏钢筋表面钝化膜，导致钢筋发生电化学腐蚀，产生体积膨胀的锈蚀产物。这不仅会削弱钢筋截面面积、降低抗拉强度，还会挤压混凝土，引发保护层剥落、结构开裂，形成“锈蚀-开裂-更严重锈蚀”的恶性循环，严重威胁桥梁结构安全。

1.3 支座损坏病害

支座作为桥梁上部结构与下部结构的连接节点，承担着传力、缓冲与位移调节的关键作用，其损坏病害直接影响桥梁受力稳定性。常见损坏形式包括支座老化开裂、脱空、位移超限、钢件锈蚀等。成因主要涵盖施工安装偏差、橡胶支座老化、长

期承受不均衡荷载、养护不及时等。支座损坏会导致上部结构受力失衡，加剧梁板、墩台的应力集中，引发结构振动增大、异响等问题，长期发展可能导致墩台沉降、梁板开裂。

1.4 结构沉降病害

结构沉降多发生于桥梁墩台、基础部位，分为均匀沉降与不均匀沉降两类，其中不均匀沉降危害更为突出。均匀沉降多因地基土压缩变形引发，若沉降量控制在允许范围，对桥梁影响较小。不均匀沉降则多由地基承载力不均、桩基施工质量缺陷、地下水位变化或周边基坑开挖扰动导致，表现为墩台高低差超标、梁板倾斜、伸缩缝破损。此类病害会破坏桥梁结构受力体系，引发桥面铺装开裂、支座受力异常，严重时可能导致桥梁坍塌。

1.5 桥面铺装层病害

桥面铺装层直接承受车辆荷载与环境侵蚀，常见病害包括破损、裂缝、车辙、积水等。施工层面，若铺装层混凝土配比不合理、压实度不足、与梁板粘结不牢固，易引发早期破损。运营阶段，车辆超载、制动摩擦、雨水渗透及冻融循环，会加剧铺装层老化，形成网裂、坑槽。铺装层病害不仅影响行车舒适性，还会导致雨水渗入桥梁主体结构，诱发钢筋锈蚀、支座损坏等深层病害，形成连锁损伤。

2 公路工程桥梁病害防治方法分析

2.1 结构性裂缝病害防治方法

结构性裂缝防治需从源头把控，兼顾施工预防与后期处置。施工阶段，严格控制混凝土配比与坍落度，选用优质骨料与外加剂，减少收缩变形。浇筑时分层振捣密实，避免蜂窝、麻面等缺陷，同时加强养护，控制温湿度变化，减少温度裂缝与收缩裂缝。针对荷载裂缝，需规范施工荷载管理，运营期严格管控车辆超载，在桥梁受力关键部位增设防护警示标识。对于已产生的裂缝，需精准检测评估，宽度小于0.2mm的细微裂缝采用封闭灌浆处理，宽度较大或贯通性裂缝需采用碳纤维加固、粘贴钢板等措施增强结构承载力，防止裂缝进一步扩展。

2.2 钢筋锈蚀病害防治方法

钢筋锈蚀防治核心是阻断腐蚀介质侵入,保护钢筋钝化膜。施工环节,确保混凝土保护层厚度符合设计要求,选用高标号、低渗透性混凝土,必要时添加阻锈剂。加强施工振捣与养护,提升混凝土密实度,减少孔隙率。运营期,定期清理桥梁表面灰尘、油污,修复破损的混凝土保护层与防水层,防止雨水、氯离子渗透。对于已发生锈蚀的钢筋,需凿除破损保护层,清除锈蚀产物,采用防锈涂料涂刷处理,再用聚合物砂浆修补保护层。锈蚀严重的钢筋需切割更换,确保结构受力性能达标。此外,在海洋性气候、盐碱地区等腐蚀严重区域,可采用防腐涂层钢筋、不锈钢钢筋等耐腐蚀材料。

2.3 支座损坏病害防治方法

支座损坏防治需强化安装管控与常态化养护。施工安装时,精准定位支座位置,控制水平度与标高偏差,确保支座与上下结构贴合紧密。选用符合设计标准的支座材料,加强进场检验,杜绝劣质产品投入使用。运营期建立定期巡检制度,每年至少开展2次全面检查,及时清理支座周边杂物、积水,检查支座是否存在老化、脱空、位移等问题。针对老化开裂的橡胶支座,及时更换新支座。对于脱空支座,采用注浆找平、垫石修补等措施恢复受力平衡。钢支座需定期涂刷防锈漆,润滑活动支座的滑动面,保证位移顺畅。此外,在重载交通路段,可选用承载力更高的盆式支座、球型支座,提升支座耐用性。

2.4 结构沉降病害防治方法

结构沉降防治需立足地基处理与施工管控,做好沉降监测与动态调整。前期勘察阶段,精准探明地基土层分布与承载力,针对软弱地基采用换填垫层、CFG桩复合地基、注浆加固等措施提升地基承载力。施工阶段,控制桩基施工质量,确保桩端嵌入持力层深度符合设计要求,避免出现断桩、缩颈等缺陷。合理安排施工顺序,避免相邻墩台施工相互扰动,减少地基附加应力。运营期建立沉降观测体系,对墩台、基础进行长期动态监测,设定沉降预警值,一旦超过预警值及时处置。对于均匀沉降,若沉降量稳定且在允许范围,可通过调整桥面标高弥补;对于不均匀沉降,采用桩基托换、墩台加固、地基注浆等措施,恢复结构受力平衡,防止沉降进一步发展。

2.5 桥面铺装层病害防治方法

桥面铺装层病害防治需兼顾施工质量与运营养护,提升铺装层抗损能力。施工时,选用高耐磨、高抗压的铺装材料,优化混凝土或沥青混合料配比。确保铺装层与梁板顶面粘结牢固,必要时设置剪力键、凿毛处理接触面,提升整体性。严格控制铺装层厚度与压实度,做好平整度检测。运营期定期清理桥面排水系统,确保雨水及时排出,避免积水浸泡铺装层。在桥面接缝、伸缩缝等易破损部位,加强密封防护,防止雨水渗入。针对已出现的破损、坑槽,及时采用快速修补材料进行填

补。对于网裂、车辙严重的铺装层,需局部铣刨重铺或整体翻新;同时加强行车管控,减少重载车辆急刹车、急转弯对铺装层的损伤。

3 公路工程桥梁施工质量控制与病害防治方法的优化策略

公路桥梁作为交通基础设施的核心组成部分,其施工质量直接关系到通行安全与使用寿命。当前,受地质条件、施工工艺、材料性能等多种因素影响,桥梁施工过程中易出现裂缝、沉降、耐久性不足等病害,不仅增加运维成本,还可能引发安全隐患。因此,优化施工质量控制与病害防治方法,对提升公路桥梁工程品质具有重要实际意义。

3.1 强化施工前期统筹规划

施工前期的科学规划是规避后续质量风险的关键,需构建全流程前置管控体系。在设计阶段,应结合区域地质勘察数据与交通荷载需求,优化结构设计方案,重点强化易发生病害部位的结构承载力设计,同时充分考虑环境因素对桥梁耐久性的影响,选用适配性强的设计参数。在施工方案编制环节,需组织技术、安全、管理等多领域人员开展联合评审,明确各环节的质量标准、技术要点及病害预防预案,针对复杂地质路段或特殊施工工艺,提前制定专项应对措施。此外,还应加强施工前期的技术交底工作,确保施工人员全面掌握设计要求与质量控制要点,从源头减少因设计偏差、方案疏漏或操作不规范引发的质量问题。

3.2 优化材料全周期管控

材料是桥梁工程质量的核载体,其性能优劣直接决定桥梁的结构稳定性与耐久性,需建立从采购、检验到使用的全周期管控机制。在材料采购环节,应严格筛选供应商,优先选用资质齐全、信誉良好的生产厂家,明确材料性能指标与质量标准,签订规范的采购合同,杜绝不合格材料流入施工现场。在材料进场检验环节,需严格执行抽样检测制度,对钢材、水泥、混凝土、防水材料等主要材料的力学性能、耐久性等关键指标进行全面检测,检测不合格的材料坚决不予进场。在材料存储与使用环节,需根据材料特性采取针对性的存储措施,避免因存储环境不当导致材料性能衰减,同时严格控制材料使用比例与施工配比,尤其是混凝土、砂浆等混合料的搅拌过程,需实时监控配比精度与搅拌时间,确保材料性能充分发挥,从根本上降低因材料质量问题引发的裂缝、渗漏等病害。

3.3 革新施工工艺与技术

施工工艺的科学性与先进性是提升施工质量、预防病害的重要保障,需结合工程实际推进工艺革新与过程精细化管控。针对传统施工工艺中易出现的质量痛点,积极引入成熟的新技术、新工艺与新设备,通过技术升级提升施工精度与效率,例如采用智能化振捣设备优化混凝土浇筑质量,减少蜂窝、麻面

等缺陷,运用预应力施工精准控制技术提升结构承载性能,降低后期裂缝风险。在施工过程中,建立分阶段质量巡检机制,对关键工序实行全过程旁站监理,重点管控模板安装、钢筋绑扎、混凝土浇筑、预应力张拉等核心环节的施工质量,及时发现并整改施工偏差。同时,加强施工过程中的环境管控,根据不同天气条件调整施工参数,避免在极端天气下开展关键工序施工,减少环境因素对施工质量的不利影响。

3.4 完善质量检测与监测体系

精准的质量检测与动态监测是及时发现施工质量问题、预防病害扩大的关键手段,需构建全方位、多层次的检测监测体系。在施工过程中,除常规质量检测项目外,积极引入无损检测技术,对桥梁结构内部质量进行全面排查,及时发现隐蔽性质量缺陷,避免缺陷累积形成病害;建立桥梁施工动态监测系统,对结构沉降、位移、应力应变等关键指标进行实时监控,设定预警阈值,一旦出现数据异常,立即启动应急处置流程,及时调整施工参数或采取加固措施。此外,在桥梁完工验收阶段,严格执行验收标准,开展全面的质量核验工作,对检测发现的问题制定专项整改方案,确保整改到位后再投入使用,从流程上保障桥梁工程质量。

3.5 构建长效运维管理机制

桥梁工程的质量保障并非止于施工完工,长效的运维管理

是延缓病害发展、延长使用寿命的重要支撑,需建立全生命周期运维管理体系。在桥梁投入使用后,制定定期巡检计划,组织专业人员对桥梁结构、附属设施进行全面排查,重点监测易发生病害的部位,详细记录巡检数据,建立桥梁质量档案;针对巡检发现的轻微病害,及时开展维修处置,避免小病害发展为大隐患;同时,结合桥梁使用年限、交通荷载变化等情况,定期开展结构性能评估,根据评估结果优化运维策略,必要时开展加固改造工程。另外,还需加强运维人员专业培训,提升病害识别、处置能力,推广智能化运维技术,通过大数据、物联网等技术手段实现运维管理的精准化、高效化,形成“施工质​​量管控+运维病害防治”的全链条保障模式。

总而言之,公路桥梁施工质量控制与病害防治是工程建设的核心要务,直接关系桥梁运营安全与使用寿命。施工中需严控材料质量、规范施工工艺,强化工序管控与现场监理,依托先进技术排查隐患,精准落实病害防治措施,从源头规避质量问题。同时,要持续总结施工经验,优化管控体系,提升施工人员专业素养,筑牢质量安全防线。只有秉持严谨务实的施工理念,将质量控制与病害防治落到实处,才能保障公路桥梁工程品质,助力公路交通事业稳步发展,为区域经济建设筑牢交通基础。

参考文献:

- [1] 万礼铭,马汝杰.高速公路桥梁施工技术与质量控制措施分析[J].运输经理世界,2024,(16):83-85.
- [2] 梁佐舜.公路桥梁施工中的质量管理及控制对策[J].现代物业(中旬刊),2023,(06):110.
- [3] 卢家春.公路桥梁施工监理准备与质量控制策略探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(29):117.
- [4] 沈善瑾.对公路桥梁施工中质量控制与管理的研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(13):120.
- [5] 邹辉,李华同.桥梁施工质量控制及常见问题解决措施[J].交通世界,2022,(36):86-87.