

# 公路桥梁养护与维修施工要点

金浩然

内蒙古交通设计研究院有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010010

**摘要：**公路桥梁作为交通基础设置的关键构造物，对社会经济发展起着重要的作用。本文聚焦公路桥梁养护与维修施工要点。详细剖析公路桥梁常见病害，涵盖上部结构的裂缝、变形、腐蚀，下部结构的基础沉降、墩台损坏，以及附属设施的桥面铺装损坏、伸缩缝故障、支座病害等，并深入探讨其成因。在养护施工方面，明确日常巡查与检测制度、清洁维护要点及预防性养护措施；维修施工则从方案制定、技术实施到质量控制与安全管理均提出关键点，旨在为保障公路桥梁的安全运营与使用寿命提供理论与实践指导。

**关键词：**公路；桥梁养护；维修施工；要点

引言：公路桥梁作为交通基础设施的关键构造物，对社会经济发展起着重要的作用。然而，长期经受车辆荷载、自然环境侵蚀等因素影响，公路桥梁易出现各类病害，不仅降低其使用性能，还威胁交通安全。因此，做好公路桥梁的养护与维修工作至关重要。通过深入分析常见病害及其成因，明确养护与维修施工要点，能及时发现并处理潜在问题，确保桥梁结构稳定、延长使用寿命，进而保障公路交通的顺畅与安全，为社会经济活动的有序开展筑牢基础。

## 1 公路桥梁常见病害及成因分析

### 1.1 上部结构病害

1.1.1 裂缝问题：公路桥梁上部结构裂缝成因复杂。车辆长期重载行驶，产生的巨大应力反复作用，易使结构出现疲劳裂缝。设计时对材料强度、结构受力计算偏差，也可能导致裂缝过早出现。此外，混凝土浇筑施工质量不佳，如振捣不密实、水泥水化热过大等，在硬化过程中因收缩不均产生裂缝，严重影响桥梁承载能力与耐久性。

1.1.2 变形问题：桥梁上部结构变形主要由超载及结构老化引起。现今交通流量大，重型车辆频繁通行，超出设计荷载范围，致使结构长期处于高应力状态，逐渐发生变形。随着服役时间增长，材料性能劣化，钢材强度降低、混凝土弹性模量减小，在自重与外荷载作用下，桥梁的梁体、拱圈等部位出现下挠、侧弯等变形现象，影响行车安全与舒适性。

1.1.3 腐蚀问题：桥梁上部结构暴露于自然环境，易受腐蚀侵害。空气中的二氧化硫、氮氧化物等污染物与雨水形成酸雨，侵蚀混凝土与钢材。尤其是处于沿海地区，高湿度、高盐分环境加速腐蚀进程。混凝土保护层一旦被腐蚀破坏，内部钢筋直接接触外界介质，发生电

化学腐蚀，体积膨胀，进一步使混凝土剥落，严重削弱结构强度。

### 1.2 下部结构病害

1.2.1 基础沉降：公路桥梁基础沉降常因地质条件复杂与施工质量欠佳所致。若桥址处地基土存在软弱土层，如淤泥质土、粉质黏土等，其承载能力低，在桥梁自重及车辆荷载长期作用下，易产生压缩变形，引发基础沉降。施工时，基础处理不当，像桩基础桩长不足、灌注桩出现缩颈、断桩等缺陷，均会削弱基础承载性能，导致基础不均匀沉降，影响桥梁结构稳定<sup>[1]</sup>。

1.2.2 墩台损坏：墩台损坏多源于外力冲击与材料劣化。船舶、漂流物等对墩台的撞击，会造成混凝土局部破损、钢筋外露。长期的车辆振动、风荷载作用，使墩台处于疲劳受力状态，加速结构损伤。同时，雨水侵蚀、冻融循环，尤其是在寒冷地区，混凝土墩台内部水分结冰膨胀，反复作用致使表面剥落、开裂。此外，混凝土自身碱骨料反应，也会破坏墩台结构，降低其承载能力。

### 1.3 附属设施病害

1.3.1 桥面铺装损坏：桥面铺装长期受车辆荷载反复碾压，尤其是重型车辆急刹车、启动产生的局部应力集中，易使铺装层出现裂缝、坑槽。自然环境中，雨水下渗至铺装层与桥面板间，在车辆动荷载作用下形成高压水，冲刷界面，加速铺装损坏。此外，施工时铺装材料质量不佳、压实度不足，也是导致其过早损坏的重要原因。

1.3.2 伸缩缝故障：伸缩缝直接承受车辆荷载冲击，车轮的频繁挤压、磨损，易使伸缩缝装置的橡胶条老化、断裂，型钢变形。同时，雨水携带杂物进入伸缩缝，若清理不及时，会阻碍其正常伸缩，导致锚固系统松动、失效。而且，温度变化频繁地区，伸缩缝热胀冷

缩幅度大,进一步加剧故障产生,影响桥梁使用性能。

1.3.3 支座病害:支座病害多因受力不均与老化引起。桥梁结构在车辆荷载作用下,产生的偏载、振动,使支座局部受力过大,造成橡胶支座剪切变形、脱空,钢支座锈蚀、变形。长期暴露于自然环境,紫外线、雨水侵蚀,加速支座材料老化,降低其弹性与承载能力,难以有效发挥支撑与传力作用,威胁桥梁安全。

## 2 公路桥梁养护施工要点

### 2.1 日常巡查与检测

2.1.1 巡查制度与频率:需构建完善的公路桥梁巡查制度,明确巡查人员职责、工作流程与标准。组建专业巡查队伍,配备必要设备,按规定路线、项目开展巡查。巡查频率依据桥梁重要性、使用年限、交通流量等确定。一般而言,普通桥梁每月至少巡查一次;交通繁忙、服役超20年的桥梁,每月巡查2-3次;遭遇恶劣天气、自然灾害后,应立即进行专项巡查,确保及时发现病害隐患。

2.1.2 检测内容与方法:检测内容涵盖桥梁结构各部分,上部结构检测裂缝、变形、混凝土强度等;下部结构关注基础沉降、墩台完整性;附属设施检查桥面铺装、伸缩缝、支座状况。检测方法多样,外观检测靠目视与简单工具;裂缝宽度用裂缝观测仪测量;结构变形借助水准仪、全站仪监测;混凝土强度采用回弹法、钻芯法检测。

### 2.2 清洁与维护

2.2.1 桥面清洁:桥面清洁是保障桥梁正常使用的基础工作。日常借助机械化清扫车,利用旋转扫帚、吸尘装置,快速高效清理桥面尘土、砂石与小型杂物,车流量大的桥梁每日清晨开展清扫作业,避免影响交通。对于顽固油污,采用专用桥面清洁剂,配合人工刷洗,将清洁剂均匀喷洒后,用硬毛刷反复擦拭,再用高压水枪冲洗,确保油污清除干净。此外,及时清理洒落的建筑材料、车辆遗撒物等,防止其刮伤桥面铺装层,维护桥面平整与行车安全,同时减少杂物堵塞排水孔风险,维持桥面良好使用状态<sup>[2]</sup>。

2.2.2 排水系统维护:排水系统顺畅与否直接关系桥梁耐久性。定期安排专业人员检查桥面排水孔,以长柄工具深入清理内部淤积的树叶、泥土与杂物,确保排水孔畅通。针对排水管道,每隔一段时间运用高压水枪进行疏通,水压控制在合适范围,从上游管口逐步冲洗至下游,将管壁附着的污垢冲刷干净。查看排水坡度,若因沉降等原因导致坡度不足,及时修复调整,保证排水顺畅。在雨季来临前,全面排查排水系统,对损坏的排水设

施及时更换,防止雨后桥面大量积水,侵蚀桥梁结构,延长桥梁使用寿命。

2.2.3 附属设施维护:对于栏杆,定期检查焊接部位有无开焊、螺丝是否松动,发现问题及时焊接加固、拧紧螺丝,确保防护功能正常;对伸缩缝,用小型工具仔细清理杂物,若橡胶条老化、型钢变形,立即更换,保证伸缩自如。支座方面,查看有无脱空、变形、锈蚀现象,一旦出现,及时采取顶起复位、除锈防锈等措施。照明设施需定期擦拭灯罩,更换损坏灯泡,保障夜间照明充足;同时,定期刷新标识牌,保持文字、图案清晰醒目,全方位维护附属设施,提升桥梁整体使用体验。

### 2.3 预防性养护措施

2.3.1 表面防护处理:表面防护处理是公路桥梁预防性养护的基础手段。针对混凝土结构,选用优质的渗透型防护剂,利用其小分子特性渗入混凝土内部,与水泥水化产物发生反应,生成不溶性晶体,堵塞毛细孔,增强混凝土抗渗性,有效抵御雨水、氯离子等侵蚀。对于钢结构桥梁,热喷涂锌铝涂层是理想选择,通过高温喷枪将锌铝丝材熔化并喷射至钢材表面,形成致密金属防护层,提供阴极保护,延缓钢材锈蚀。防护涂层施工时,严格把控表面预处理质量,确保涂层附着力,后续定期巡检,及时修复磨损、脱落部位,持续发挥防护功效。

2.3.2 结构健康监测应用:结构健康监测系统为桥梁预防性养护注入科技力量。该系统依托传感器网络,在桥梁关键部位,如主梁跨中、支座、桥墩底部等,布设应变、位移、振动等传感器。传感器实时采集桥梁在环境荷载、交通荷载作用下的结构响应数据,并通过无线传输技术汇总至数据处理中心。专业软件运用数据分析算法,对数据深度挖掘,评估结构当前状态,预测病害发展趋势。一旦监测数据超出正常阈值,系统即刻发出预警,养护人员据此精准定位隐患,提前制定维护策略,变被动维修为主动预防,保障桥梁长期安全稳定运营<sup>[3]</sup>。

## 3 公路桥梁维修施工要点

### 3.1 维修方案制定

3.1.1 病害评估与分析:病害评估与分析是维修方案制定的基石。首先,全面收集桥梁资料,涵盖设计图纸、竣工报告、养护记录等。随后,运用专业检测手段,如无损检测技术、荷载试验等,深入勘察病害类型、范围及严重程度。分析病害成因,考量交通荷载、环境侵蚀、施工质量等因素。例如,针对桥梁裂缝,判断是因结构受力不均,还是混凝土收缩所致。通过严谨评估与分析,为后续维修技术选择和施工组织设计提供

精准依据,确保维修方案的科学性与针对性。

3.1.2 维修技术选择:维修技术选择需契合病害实际情况。对于混凝土裂缝,宽度较小时,可采用表面封闭法,用环氧树脂胶封闭裂缝;裂缝较宽且影响结构安全,应选用压力灌浆法修复。结构变形问题,可借助体外预应力加固技术提升承载能力。基础沉降病害,常用桩基础托换技术稳固基础。同时,考虑技术可行性、经济性与工期要求,优先选用成熟可靠、成本效益高的技术。此外,关注新技术发展,适时引入先进维修技术,提高维修效果与效率。

3.1.3 施工组织设计:施工组织设计关乎维修工程顺利推进。合理规划施工顺序,如先修复基础病害,再处理上部结构问题。安排充足施工人员与设备,依据工程规模和复杂程度,配备专业技术人员、施工机械,如起重机械、混凝土搅拌车等。制定详细进度计划,明确各阶段工期节点,确保按时完工。重视安全保障措施,设置警示标志,为施工人员配备防护装备,制定应急预案。还要做好环境保护,减少施工扬尘、噪声等污染,保障施工过程安全、有序、环保。

### 3.2 维修施工技术

3.2.1 裂缝修补技术:当处理桥梁混凝土裂缝时,依据裂缝特征选用适配技术。对于宽度小于0.2mm的细微裂缝,采用表面涂抹封闭法,先清理裂缝表面杂质,再涂抹环氧树脂胶泥,形成密封层,阻止水分与有害介质侵入。若裂缝宽度在0.2-1.5mm,注射修补法较为适用,利用压力注射设备将低黏度环氧树脂注入裂缝,填充缝隙,恢复结构整体性。而对于活动裂缝,需使用柔性密封修补技术,以橡胶类密封材料填充,适应裂缝位移变化,保障修补效果的持久性。

3.2.2 结构加固技术:结构加固旨在提升桥梁承载能力。粘贴钢板加固是常用手段,在混凝土结构表面粘贴钢板,通过结构胶传递应力,协同受力,增强结构抗弯、抗剪性能。碳纤维加固技术也广泛应用,将碳纤维布用结构胶粘贴于构件表面,碳纤维高强度特性有效分担荷载。增大截面加固法则通过增加混凝土构件截面尺寸、配置钢筋,提高结构刚度与强度,适用于多种结构形式,能显著改善桥梁结构力学性能,延长使用寿命。

3.2.3 基础加固技术:当基础出现沉降或承载能力不足时,可采用扩大基础加固法,在原基础周边浇筑新混凝土,扩大基础底面积,减小基底应力。对于桩基础,

可运用桩身加固技术,如桩身缺陷处钻孔压浆,增强桩身完整性;或增设桩基础,分担上部荷载。锚杆静压桩技术也较为常用,在基础上开凿压桩孔,利用锚杆反力将预制桩压入土中,提高基础承载能力,确保桥梁基础稳固,维持结构安全。

### 3.3 施工质量控制与安全管理

3.3.1 质量控制要点:施工质量控制贯穿公路桥梁维修全程。原材料方面,严格检查钢筋、水泥、砂石等质量,确保符合设计标准,每批材料均需有质量证明文件并抽检。施工工艺上,依据维修方案规范操作,如混凝土浇筑控制振捣时间与频率,保证密实度;裂缝修补按流程进行表面处理、材料灌注。加强施工过程监测,借助仪器实时测量结构变形、应力变化,及时发现偏差并调整。做好隐蔽工程验收,像基础加固完成后,全面检查桩身质量、新老基础连接情况,经检验合格方可进入下一工序,保障维修工程质量达标。

3.3.2 安全管理措施:安全管理是公路桥梁维修施工的保障。在施工现场设置明显警示标志,如前方施工、减速慢行等标识牌,提醒过往车辆与行人注意安全。为施工人员配备齐全防护装备,安全帽、安全带、安全鞋等必须规范佩戴。定期开展安全教育培训,强化人员安全意识,提升应急处理能力。针对高处作业、动火作业等危险环节,制定专项安全操作规程,严格落实安全防护措施,如搭建稳固脚手架、设置动火审批制度<sup>[4]</sup>。

### 结束语

综上所述,公路桥梁养护与维修施工要点繁杂且关键。从病害成因分析,到养护中的日常巡查、清洁维护、预防性措施,再到维修时的方案制定、技术运用、质量安全把控,每个环节紧密相连。只有切实落实这些要点,才能有效应对桥梁上部结构、下部结构及附属设施的各类病害。

### 参考文献

- [1]许栋.公路桥梁养护施工技术要点[J].交通世界,2021,(16):80-81.
- [2]秦亚周.公路桥梁的养护与维修加固分析[J].交通世界,2021,(11):15-16.
- [3]魏子翔.谈公路桥梁养护与维修加固施工关键技术[J].居舍,2022,(12):90-91.
- [4]孙波.浅析维护公路桥梁质量的方法[J].科技风,2021,(04):67-68.