

# 公路桥梁维修加固技术要点分析

朱华强 郭振朵 沈毛毛

郑州市广汇路桥工程有限公司 河南 郑州 450000

**摘要:**公路桥梁在长期使用过程中,受设计、施工、环境及超载等因素影响,结构与附属设施病害频发,威胁桥梁安全与正常运行。为保障桥梁使用性能,维修加固工作至关重要。维修加固前需通过全面检测与科学评估,掌握桥梁状况,遵循安全性、经济性等原则制定方案。针对混凝土桥梁、钢结构桥梁及附属设施,分别有多种实用的维修加固技术,同时施工中要严格控制质量与安全,做好验收和后期维护,以提升桥梁耐久性与承载能力。

**关键词:**公路桥梁;维修加固;技术要点

## 1 公路桥梁常见病害分析

### 1.1 结构病害

公路桥梁结构病害严重威胁其安全与正常使用,其中混凝土桥梁病害频发。混凝土收缩特性使其在温湿度变化和长期荷载下易生裂缝,这些裂缝不仅有碍观瞻,还会致使水分与有害气体侵入,加速钢筋锈蚀,削弱结构承载能力。施工中配合比不当、振捣不密实、养护缺失等,会造成混凝土强度不达标,在荷载作用下出现破损、剥落,降低桥梁耐久性。钢结构桥梁则以腐蚀为主要病害。长期暴露于自然环境,受雨水、空气、盐分侵蚀,钢材表面锈蚀,致使有效截面减小,承载能力与稳定性下降,尤其在沿海及工业污染区,腐蚀更为迅速。同时车辆反复荷载会使钢结构应力集中处产生疲劳裂纹,随着裂纹扩展,可能引发结构突然破坏。

### 1.2 附属设施病害

公路桥梁附属设施的病害影响桥梁正常运行与安全。伸缩缝用于适应桥梁位移,却因长期承受车辆冲击碾压,橡胶条易老化破损,锚固区混凝土开裂剥落,致使伸缩功能失效,引发跳车现象,加剧车辆对桥梁的冲击<sup>[1]</sup>。护栏作为行车安全保障,在车辆碰撞时易变形损坏,部分连接不牢的护栏,受撞击后可能整体松动甚至倒塌,无法有效阻挡车辆,酿成严重事故。排水系统常出现堵塞与损坏问题,杂物堵塞排水管道,导致桥面雨水无法及时排出,积水渗入桥梁结构,加速病害发展;管道老化破损也会降低排水效果。支座负责传递荷载、保证结构自由变形,但老化、开裂、移位等病害常见。老化会削弱其承载与变形能力,移位则使桥梁受力不均,影响整体稳定性。

### 1.3 病害成因综合分析

公路桥梁病害的产生是多种因素综合作用的结果。从设计方面来看,如果设计人员对桥梁所处的环境条

件、交通流量等因素考虑不全面,设计参数选取不合理,就会导致桥梁在使用过程中出现各种问题。施工质量问题也是导致桥梁病害的重要原因。在施工过程中,原材料质量不合格、施工工艺不规范、施工管理不到位等,都会影响桥梁的质量。比如,钢筋的锚固长度不足、混凝土的浇筑不连续等,都会降低桥梁结构的整体性和承载能力。自然环境因素对桥梁病害的产生也有很大影响。长期的风吹日晒、雨淋冰冻,会使桥梁材料老化、性能下降。在地震、洪水等自然灾害作用下,桥梁更容易受到损坏。车辆超载现象严重,超出了桥梁的设计荷载,也是导致桥梁病害加速发展的重要因素。超载车辆对桥梁结构的冲击力和磨损更大,会加速桥梁结构和附属设施的损坏。

## 2 公路桥梁维修加固前的检测与评估

### 2.1 检测内容与方法

在对公路桥梁进行维修加固前,全面、准确的检测是至关重要的。检测内容涵盖桥梁的结构和附属设施。对于桥梁结构,需要检测混凝土的强度、碳化深度、钢筋的锈蚀程度等。检测混凝土强度常用回弹法、超声回弹综合法、钻芯法等。回弹法操作简便,但精度相对较低;超声回弹综合法能够综合考虑混凝土的弹性模量和表面硬度,提高检测精度;钻芯法是一种直接检测方法,通过钻取混凝土芯样进行抗压试验,可准确测定混凝土的强度,但对桥梁结构有一定的损伤。检测钢筋锈蚀程度可采用半电池电位法、氯离子含量测定法等。半电池电位法通过测量钢筋与混凝土之间的电位差,判断钢筋的锈蚀情况;氯离子含量测定法可检测混凝土中氯离子的含量,评估氯离子对钢筋锈蚀的影响。对于钢结构桥梁,要检测钢材的厚度、锈蚀程度、焊缝质量等。钢材厚度可采用超声波测厚仪进行测量;锈蚀程度可通过外观检查和测厚相结合的方法确定;焊缝质量检测常

用超声波探伤、射线探伤等方法,以确保焊缝的强度和重量<sup>[2]</sup>。桥梁附属设施的检测同样重要,伸缩缝要检查其橡胶条的老化、破损情况,锚固区混凝土的开裂、剥落现象;护栏要检查其变形、损坏程度以及连接部位的牢固性;排水系统要检查管道的堵塞、破损情况;支座要检查其老化、开裂、移位等情况。检测方法主要以外观检查为主,结合必要的仪器检测。

## 2.2 结构安全性评估

在完成检测工作后,需要对桥梁的结构安全性进行评估。结构安全性评估是根据检测数据,运用相关的理论和方法,对桥梁结构的承载能力、稳定性、耐久性等综合评价。首先,要对桥梁的设计资料、施工记录等进行详细分析,了解桥梁的原始状态和设计标准。然后,根据检测结果,对桥梁结构的各项指标进行计算和分析。对于混凝土桥梁,要考虑混凝土强度降低、钢筋锈蚀等因素对结构承载能力的影响;对于钢结构桥梁,要考虑钢材锈蚀、疲劳裂纹等因素的影响。在评估过程中,还可以采用有限元分析等方法,对桥梁结构进行模拟分析,更准确地评估桥梁的受力状态和安全性能。通过结构安全性评估,确定桥梁结构的安全等级,为后续的维修加固方案制定提供依据。

## 2.3 维修加固方案制定原则

制定公路桥梁维修加固方案时,应遵循以下原则。首先是安全性原则,维修加固方案必须确保桥梁结构在施工过程中和加固后能够满足安全使用要求,提高桥梁的承载能力和稳定性,消除安全隐患。其次是经济性原则,在保证维修加固效果的前提下,要尽量降低成本。合理选择维修加固材料和施工工艺,避免不必要的浪费。可以通过对不同维修加固方案进行技术经济比较,选择最优方案。耐久性原则也至关重要,维修加固方案应考虑桥梁的长期使用需求,提高桥梁的耐久性。采用耐久性好的材料和施工工艺,防止桥梁在未来使用过程中再次出现类似病害。同时,维修加固方案还应具有可操作性,结合桥梁的实际情况和现场施工条件,制定切实可行的施工方案。确保施工过程安全、顺利,不影响桥梁的正常使用或尽量减少对交通的影响。

## 3 公路桥梁维修加固技术要点

### 3.1 混凝土桥梁维修加固技术

混凝土桥梁的维修加固技术有多种。增大截面加固法是一种常用的方法,通过增大混凝土构件的截面面积和配筋量,提高构件的承载能力。在采用该方法时,要注意新旧混凝土的结合问题,对原构件表面进行凿毛、清洗处理,植入连接钢筋,以保证新旧混凝土共同工

作。粘贴钢板加固法是将钢板通过结构胶粘贴在混凝土构件表面,使钢板与混凝土协同工作,提高构件的承载能力。粘贴钢板前,要对混凝土表面进行打磨、清洁,确保粘贴面平整、干燥。同时要控制钢板的粘贴质量,保证结构胶的涂抹均匀、饱满。碳纤维增强复合材料(CFRP)加固法是近年来广泛应用的一种加固技术。CFRP具有强度高、质量轻、耐腐蚀等优点,通过将碳纤维布或碳纤维板粘贴在混凝土构件表面,可有效提高构件的抗弯、抗剪和抗压能力。在施工过程中,要严格按照施工工艺要求进行操作,保证碳纤维材料与混凝土表面的粘贴质量。还有体外预应力加固法,通过在混凝土构件外部施加预应力,改善构件的受力状态,提高构件的承载能力。体外预应力加固法施工方便,对原结构的损伤较小,但需要注意预应力筋的锚固和防腐问题。

### 3.2 钢结构桥梁维修加固技术

钢结构桥梁的维修加固技术主要包括补焊加固法、更换构件法、增设支撑法等。补焊加固法适用于钢结构局部损伤或裂纹的修复。在补焊前,要对损伤部位进行清理,确定裂纹的长度和深度,采用合适的焊接工艺进行补焊。补焊后,要对焊接部位进行探伤检测,确保焊接质量。更换构件法是当钢结构构件损坏严重,无法通过修复继续使用时,采用的一种加固方法。更换构件时,要保证新构件的规格、材质与原构件相同或满足设计要求,确保新构件与原结构的连接可靠。增设支撑法是通过增设支撑结构,减小钢结构构件的跨度,降低构件的内力,提高结构的稳定性。增设支撑时,要合理设计支撑的位置和形式,确保支撑能够有效分担荷载<sup>[3]</sup>。另外,对于钢结构的腐蚀问题,可采用表面防腐处理技术,如涂装防腐涂料、热喷涂金属等,提高钢结构的耐腐蚀性能。在进行防腐处理前,要对钢结构表面进行除锈处理,保证防腐层与钢结构表面的良好结合。

### 3.3 附属设施维修加固技术

伸缩缝的维修加固可根据其病害情况采取不同的措施。对于橡胶条老化、破损的情况,可直接更换新的橡胶条;对于锚固区混凝土开裂、剥落的情况,要凿除破损的混凝土,重新浇筑高强度混凝土,并加强锚固钢筋。护栏的维修加固主要是对变形、损坏的部位进行修复或更换。对于轻微变形的护栏,可采用矫正的方法恢复其形状;对于损坏严重的护栏,要更换新的护栏构件,并确保连接部位牢固可靠。排水系统的维修加固重点是清理堵塞的管道,修复破损的管道。可采用高压水枪冲洗、人工清理等方法疏通堵塞的排水管道;对于老化、破损的管道,要及时更换新的排水管道,并保证管

道的连接密封性。支座的维修加固可根据其病害情况进行调整、更换或修复。对于移位的支座,可采用千斤顶等设备将其复位;对于老化、开裂的支座,要更换新的支座;对于轻微损坏的支座,可采用修复的方法,如涂抹润滑剂、修补裂缝等,恢复其功能。

#### 4 公路桥梁维修加固施工质量控制与安全管理

##### 4.1 施工质量控制要点

在公路桥梁维修加固施工过程中,施工质量控制是确保维修加固效果的关键。首先,要严格控制原材料的质量。对进入施工现场的钢筋、混凝土、钢材、结构胶等原材料,要进行严格的检验和验收,确保其质量符合设计要求和相关规范标准。原材料的检验包括外观检查、力学性能试验、化学成分分析等。施工工艺的控制也至关重要,不同的维修加固技术有不同的施工工艺要求,施工人员要严格按照施工方案和操作规程进行施工。例如,在粘贴钢板加固施工中,要控制结构胶的涂抹厚度和粘贴时间;在体外预应力加固施工中,要准确控制预应力的施加大小和顺序。施工过程中的质量检测也是保证施工质量的重要环节。要对施工的每一个环节进行质量检测,如混凝土的浇筑质量、钢结构的焊接质量、碳纤维材料的粘贴质量等。通过质量检测,及时发现问题并采取措施进行整改,确保施工质量符合要求。还要加强施工过程中的质量管理,建立健全质量管理体系,明确质量责任,加强对施工人员的质量教育和培训,提高施工人员的质量意识和操作技能。

##### 4.2 施工安全管理措施

公路桥梁维修加固施工存在一定的安全风险,必须采取有效的安全管理措施。首先,要建立健全安全管理制度,明确安全责任。施工单位要设置专职的安全管理人员,负责施工现场的安全管理工作。施工现场要设置明显的安全警示标志,如禁止通行、注意安全等标志,提醒过往车辆和行人注意安全。同时要对施工现场进行封闭管理,设置围挡,防止无关人员进入施工现场。施工人员要佩戴必要的安全防护用品,如安全帽、安全带、安全鞋等。在进行高空作业、焊接作业等危险作业时,要采取相应的安全防护措施,如设置安全网、搭设脚手架等。对施工设备要进行定期检查和维修,确保设

备的安全运行。在使用起重设备、电气设备等时,要严格按照操作规程进行操作,防止发生设备事故。加强对施工现场的消防安全管理,配备足够的消防器材,设置消防通道,严禁在施工现场吸烟和使用明火。定期组织消防演练,提高施工人员的消防安全意识和应急处置能力。

##### 4.3 工程验收与后期维护

公路桥梁维修加固工程完成后,要进行严格的工程验收。工程验收包括施工资料验收和实体工程验收。施工资料验收主要检查施工过程中的各种记录、检验报告、设计变更文件等资料是否齐全、准确。实体工程验收要对桥梁的结构性能、附属设施功能等进行全面检查和检测。通过荷载试验、外观检查、仪器检测等方法,评估桥梁维修加固后的质量和安全性能<sup>[4]</sup>。只有当施工资料和实体工程都符合要求时,才能通过工程验收。工程验收合格后,要加强桥梁的后期维护。定期对桥梁进行检查和检测,及时发现和处理新出现的病害。建立桥梁维护档案,记录桥梁的检查、维修、加固等情况,为桥梁的长期管理和维护提供依据。同时要加强对桥梁的交通管理,限制超载车辆通行,延长桥梁的使用寿命。

##### 结束语

本研究系统分析了公路桥梁常见病害、维修加固技术要点及施工管理措施,对保障桥梁安全运营、延长使用寿命具有重要意义。通过科学检测评估、合理选用加固技术、严格施工管理,可有效解决桥梁病害问题。未来,随着技术发展,公路桥梁维修加固将更高效、智能,为交通运输安全提供坚实保障,也为后续桥梁管理和养护工作提供参考借鉴。

##### 参考文献

- [1]韩保刚.高速公路桥梁养护与加固维修施工技术分析[J].中华建设,2023(7):158-160.
- [2]赖雪峰.高速公路桥梁养护与维修加固的施工技术分析[J].工程建设与设计,2023(12):206-208.
- [3]刘志.桥梁维修加固工程施工方案研究[J].交通世界,2023,(07):115-117.
- [4]谢志雄.公路桥梁维修及预防性养护研究[J].运输经理世界,2023,(09):111-113.