

公路桥梁养护中存在的问题分析与预防方法

刘 鹤

南通市公路事业发展中心, 江苏 南通 226000

[摘要]公路桥梁是道路建设的重要组成部分,在道路运输安全及服务寿命上起到至关重要的作用。目前我国公路桥梁养护管理存在着制度缺失、手段落后、经费缺乏、人员短缺等现象影响到公路桥梁养护效果的提高。文章针对存在的这些问题进行了深入的原因剖析并提出了相应的防治措施以及对策建议。通过建立以“技术驱动、管理支撑、经费支持”的桥梁预防性养护模式可以做到对桥梁病害早发现早维修从而提高桥梁使用年限减少整体运营维护费用支出。

[关键词]公路桥梁; 养护管理; 问题分析; 预防方法; 智能化检测

DOI: 10.33142/sca.v9i3.19369

中图分类号: U418

文献标识码: A

Analysis of Problems and Preventive Methods in Maintenance of Highway Bridges

LIU Hu

Nantong Highway Development Center, Nantong, Jiangsu, 226000, China

Abstract: Highway bridges are an important component of road construction, playing a crucial role in road transportation safety and service life. At present, there are institutional deficiencies, outdated means, lack of funding, and personnel shortages in the maintenance and management of highway bridges in China, which affect the improvement of the effectiveness of highway bridge maintenance. The article provides an in-depth analysis of the causes of these problems and proposes corresponding prevention and control measures as well as countermeasures and suggestions. By establishing a bridge preventive maintenance model driven by technology, supported by management, and supported by funding, early detection and repair of bridge diseases can be achieved, thereby improving the service life of bridges and reducing overall operational and maintenance costs.

Keywords: highway bridges; maintenance management; problem analysis; preventive methods; intelligent detection

在国家加大对道路交通基础设施投入力度的同时,我国的公路桥梁也是世界最大的桥梁拥有国之一了,不过总体上看,大部分的桥梁设计技术标准低、承载力低,不符合快速发展的经济对于交通的需求,老旧的桥梁维修也到了高峰期,桥梁在使用过程中的车辆荷载、环境的影响等都会造成桥梁逐渐的老化,如果不及时进行维护,就会加快老化速度,严重时威胁到桥梁的安全性。

现在公路桥梁养护管理工作存在注重建设忽视养护、道路养护与桥涵养护不分、养护意识淡薄等问题,在加上养护技术落后、养护资金缺乏等问题的存在导致众多桥梁不能得到有效的养护。研究显示,如果采用预防性的养护措施可以使桥梁病害降低百分之二十以上,如果从全寿命考虑养护会使养护费用降低百分之四十左右。所以加强对公路桥梁养护存在问题的研究和探讨成因及提出系统性预防措施,对保证桥梁安全运行和提高养护经费利用效率都有着重要的作用。

1 公路桥梁养护的现状与重要性

公路桥梁养护,是为了使桥梁的技术状况维持在正常使用水平而开展的经常性的检修、检查评定、修复加固等一系列活动。随着“四好农村路”的不断发展,桥梁养护问题愈加凸显。“十四五”期间仅山东省就已经完成了对危旧桥涵改造达 2173 座,开展了重要村道安防工程 2.2 万公里。各地都在研究新的桥梁养护管理模式,厦门等地积极运用爬壁机器人、水下机器人等智能设备,可以及时观察到混凝土表面出现 $>0.1\text{mm}$ 的细小裂纹;酒泉公路部门通过实行“望闻问切”,做到病害“早发现、早处理”。

桥梁养护的重要意义在于三个方面:第一是从安全角度上来讲,桥梁是公路交通安全的生命线,它的技术水平直接影响着人们的生命以及财产的安全,因此对桥梁进行定期检查维护就是避免桥梁发生垮塌这种重大事故的根本措施之一;第二是从经济角度来讲,合理地进行维护可以延长桥梁的使用年限,推迟大中修的时间,整个寿命期

间养护费用大约可以节省 40%左右；第三是社会利益角度来说，桥梁的通行保证了当地的道路交通系统有序运转，为地方发展经济和方便人民群众的生活出行都带来了很大的好处。

但是，在与工程建设相对比中，桥涵养护管理工作仍然是比较薄弱的一环。桥梁养护的概念不清、安全隐患漠视、缺乏整体思想等现象普遍存在^[1]。实行路桥养护不分的管理模式，忽视了桥梁的特点，以采用道路养护的方法来治理桥梁病害，很难收到满意的效果。

2 公路桥梁养护中存在的主要问题

2.1 养护管理体系不健全

公路桥梁养护管理制度建设滞后主要体现在责任不到位上。尽管各地都实行属地责任制，但是由于一些桥梁的所有权不明晰造成养护责任难以迅速到位。特别是涉及跨越不同区域的桥梁，很难进行沟通协商到位。像宁津县漳卫新河桥梁管养就出现了“权属跨省、协调难度大”的情况。其次，养护组织架构形式化严重，缺乏养护技术人员队伍，组织机构徒有虚名、管理机制不完善。很多基层养护部门设立桥管员职务，却没有相应的编制，常常兼职其它工作，不能够专心从事桥梁技术管理工作。第三，制度措施缺乏执行力，缺少相关制度，对制度内容理解不清楚。桥梁检测、评价、修理等工作流于形式，缺少闭环机制，出现病害时没能及时跟进处理的现象较突出。

2.2 检测与评估技术滞后

目前桥梁监测检测评价技术落后主要体现为“两道防线”，即定期检查评定以及监测评定基本上都是“两道防线”，前者根据相关标准进行构件损坏逐一扣分，在一定程度上具有较高的权威性，但是耗时较长；后者采用传感器实时感知，但是由于其评判规则与规范不符，无法直接用于维护判断中。这就使得监测设备成为了“为数据而数据”的装饰品，得不到应有的价值。

对于具体的检测方式来看，传统方式有着明显的不足之处，传统桥梁检测车对桥墩中部及上部、箱梁内部等地方由于空间限制而只能摸到墩顶之下两米左右的范围，其余部分全部由人工借助望远镜巡视，细微的裂纹很容易被忽略^[2]。而对于水上基础的检测就更加麻烦了，通常是以潜水人员下潜探摸为主，既要面对水流冲击以及视线模糊的情况又要小心礁石和漂浮物磕碰，耗时耗力，费用昂贵，安全性差。

除此之外，桥梁监测数据与人工检查数据常常各自为阵，互相之间缺少整合。监控系统所收集的大规模数据并没有同周期内巡视发现的结构缺陷相联系起来，缺少了对

桥梁的技术状态作出整体分析判断。评价方法上桥梁综合评分虽有量化的成分，但是主观性较强，不同的检测工作者对于相同的病害有不同的评分标准，不利于比较分析。

3 问题成因分析

3.1 制度与标准缺失

制度、标准的缺失是影响桥梁养护质量提高的根本。从制度方面来说，《公路桥涵养护规范》《公路桥梁技术状况评定标准》等一些技术标准尽管已经出台，但是更多的适用于数量众多的一般桥梁，而对于一些构造复杂、体积庞大的桥梁而言，适用性较差，地方上的配套制度也不健全；不少基层单位并没有根据实际情况来制订相应细则，使得相关标准难以落实下去；另外，在标准执行中也存在诸多问题，养护质量没有具体评判标准，粗放式养护随处可见；桥梁检测次数、维修质量、文档记录等方面均缺乏量化标准，无法对其养护成效做出准确评估。另外桥梁的技术档案管理执行不到位，档案维护滞后，有档案丢失或失实的现象发生，影响桥梁维护决策。

3.2 技术更新缓慢

桥涵维护技术更新进度较慢有以下几个方面的原因：一方面研发和工程脱节，高校和科研院所研制新工艺、新技术过多注重理论方面的研究，忽略了实际的养护部门的具体需求以及可实施的操作环境；另一方面推广新科技缺少有效制度，在爬壁机器人、水下机器人等新型智能化巡检装备上厦门市也只是在一些经济比较发达的地区进行试点，并未普及到基层一线养护单位；第三方面信息化程度低，虽然有些桥梁安装了监测系统，但是却难以把监测指标与《评定标准》中的结构及部位之间建立起一一对应的关系，监测结果的应用也只能停留在简单的告警阶段，不能作为桥梁维护的有力依据。

3.3 资金保障不足

资金短缺是最紧迫的问题。养护资金需求量大与财力有限之间的矛盾突出，危桥维修资金少则几百万元，多则上千万元，县级财政一般无力承担，尽管省级设置了专项资金，比如山东对小桥 30 万、中桥 90 万、大桥 300 万、特大桥 900 万给予补助，但是还是有较大的差距，再一方面是资金投入结构不合理^[3]，“重建轻养”的思想造成建设资金充足，而养护资金匮乏的现象严重，养护经费经常遭到截留。桥梁后期维护投入不够，在桥梁出现比较严重的病害后才不得不进行大修甚至重建，增加了整个寿命周期的成本。

3.4 专业人才匮乏

专业人才不足已经成为影响桥梁养护质量发展的难

点,在这方面存在以下三个问题:一是在整体人力资源方面素质偏低,基层养护单位技术人员较少,大部分养护工人们对于桥梁方面的基础知识知之甚少,缺少系统的培训,只能做一些基本的清洁卫生工作,不能够进行对桥梁的技术检测修理等工作;二是复合型人才短缺,桥梁养护既要懂结构力学以及材料学的知识,又要懂得检测技术和施工工艺等操作技能,还需要了解一些数字智能新科技,这样的复合型人才很难培养,而且非常紧缺;三是人才培训机制不完善,现场培训的机会不多并且针对性不强,无法跟上技术的变化。基层养路段留人难的问题比较突出,技术人员大量外流造成人员不稳定和技术积累不足。

4 预防与改进方法

4.1 完善养护管理制度与标准体系

健全养护管理体系要重点打造桥梁全生命周期管理,一方面要落实好主体责任,细化到具体属地明确责任区域,强化安全监管责任。对于涉及多行政区域的桥梁要探索建立联席会议制度,定期研究交流、统一排查,厘清各自职责分工及执行方案;另一方面要实行“一桥一档”,全面详实记载桥梁修建、检验、养护等环节资料,保障技术档案信息准确有效,随时更新;还要设立长效机制,对巡查过程中存在的缺陷问题进行归集,分项制定解决方案并落实到人,做到销号管理。四要健全养护质量管理,根据桥梁种类的不同、病害种类的不同,编制有针对性细化的日常养护操作规程及质量检查评定办法,实现桥梁养护管理从大水漫灌到精准灌溉的变化。

对于标准体系而言,要解决目前存在的标准使用不合理的情况,针对特大桥制定专门的检查手册或者指引书;加快地方相关配套标准出台速度,做到国家标准与当地的实际情况相结合。

4.2 推广应用智能化、数字化检测技术

自动化检测方法的应用为强化桥梁保养效果提供了有效手段。一是要大力开发新型检测仪器来弥补现有检测不足点^[4];厦门引进爬壁机器人、水下机器人就是很好的示范,爬壁机器人可以对混凝土表面 $\geq 0.1\text{mm}$ 的微小裂缝进行动态监测,水下机器人可以在桥墩、桩基等复杂部位实施近身细致检测,在此基础上大大提升了检测水平的同时避免了人工高空、水下操作带来的安全隐患。

第二点就是加强监测系统同评定标准的融合。对于现在监测数据与规定的评价“两张皮”的问题,可以研究以权重为基础的复合评分法,把监测指标按结构的重要性给予不同的权重值,让监测数据可以同《评定标准》中桥梁等级范围的心理对应起来,另外,也要构建“复合评分+

超标预警”的双重驱动评估模式一权重评分勾勒出发展曲线,超标预警抓取异常波动,只有二者兼顾才最为接近实际的桥梁状态。

最后,加强监测数据和检测数据的应用结合。可以在构件级别把监测数据和检测数据相结合,让监测数据可以用来对构件的技术状态进行评判。通过引入机器学习、人工智能等先进的技术,吸收桥梁专家的知识经验,使监测数据同检测数据相互融合,进行综合性的分析,为养护提供依据。表1比较了各种不同的检测手段的优点、缺点,可作为选择的技术参考。

表1 不同桥梁检测技术对比

技术类型	检测内容	优点	局限性
人工常规检测	外观病害、几何形态	精度较高,可识别具体病害类型	时效性滞后,存在检测盲区
健康监测系统	应力、位移、振动等	实时连续监测,捕捉结构响应	难以直接识别病害,评分逻辑与规范脱节
爬壁机器人	混凝土表面裂缝、缺陷	可达高处部位,精度达0.1mm	仅适用于可接触表面
水下机器人	水下桩基、墩台	替代潜水员作业,安全高效	受水流条件影响,操控要求高

4.3 建立可持续的资金保障机制

解决资金问题需多方位的资金筹集方式。一是加强争取上级支持,积极争取中央车购税及燃油税返还资金,准确申报与落实好中央及省市区级资金政策;二是抓住政策机遇,在政策窗口期内及时申报地方政府专项债券、超长期特别国债等项目,拓宽建设资金来源。

资金分配方面要体现区别对待的原则,在资金分配中要根据不同地区经济条件的不同给予倾斜,在山东省政策中提到的资金分配时,“充分考虑到各地区经济发展不同,对乡村振兴重点帮扶县、特殊县等倾斜,奖补额度超过全省平均水平”,探索采用社会力量参与,采用政府购买服务的形式,引入专业的第三方进行桥梁养护管理。

基于全寿命期理念而言需要调整资金支出结构加大预防性的养护,研究表明预防性养护能够使得全寿命周期的养护成本降低40%,即加大日常性养护、小修的资金投入可以在一定程度上推迟大中修的时间从而从总体上来减小养护费用的支出,表2就是预防性养护经济效益的一个体现,为资金安排提供了参考。

表2 预防性养护的经济效益分析

指标	传统养护模式	预防性养护模式	变化幅度
病害发生率	基准值	下降20%以上	-20%
全生命周期成本	基准值	减少40%	-40%
大中修周期	基准值	延长5~8年	显著延长

4.4 加强专业队伍建设与技术培训

第一,专业队伍建设是提高桥梁养护管理水平的重要基础。一方面要配齐专业技术力量,实施桥梁管理“四个一”,强化经常性检查;落实好桥梁工程师制度,做到一座桥一个工程师。另一方面对基层薄弱地区可以引导其采取政府购买服务等形式配置专业技术力量。

第二,进行系统的培训,提高技术人员水平。培训要涉及到桥梁基础知识、检测评价知识、维护加固技能、信息化管理等各个方面,推广新技术、新材料、新工艺、新机具的应用。开展好岗位竞赛和技术比武等活动,调动技术人员钻研业务的热情。

第三,构建人才队伍建设机制。与高等院校开展合作,派遣技术人员到高校、科研机构深造。健全激励制度,给专业技术人才以发展机遇,保持稳定的队伍。并且加大技术交流力度,把许多老一辈专家的经验整合到系统中来,形成经验积累,相互借鉴,提高整体水平。

5 结束语

公路桥梁养护是一个综合性的工作,包括了制度上、技术上、资金上以及人才方面的多个方面,在目前养护管理存在的体系缺乏、技术落后、资金短缺、人才短缺的问

题,这些问题的根本原因就是重建设、轻养护的思想还没有彻底改变,预防性的养护理念也没有完全落实到位。要解决这些问题就要在制度层面上加强管理体系建设,运用智能化的技术手段对检测进行监测评估,多渠道投入来满足资金的要求,接受专业技术训练来提高工作人员的能力素质;只有建立健全好技术管理、保障三位一体的养护机制,才能够尽早发现并准确地处理好桥梁问题,从而保证桥梁的安全、长久使用,为交通运输行业持续健康发展打下良好的基础。

[参考文献]

- [1]吴梅玲,王欣阳.公路桥梁养护技术中存在的问题及对策研究[J].科技与创新,2025(9):146-148.
- [2]魏忠国,聂建.国省道公路桥梁养护管理问题及对策分析[J].运输经理世界,2024(12):145-147.
- [3]陈余柱.公路桥梁养护检测问题与解决措施分析[J].运输经理世界,2024(34):136-138.
- [4]吴梅玲,王欣阳.公路桥梁养护技术中存在的问题及对策研究[J].科技与创新,2025(9):146-148.

作者简介:刘鹤(1976.7—),工作单位:南通市公路事业发展中心,毕业学校和专业:扬州大学和土木工程。