

系杆拱桥检测及养护技术研究综述

缪海晨

(泰国格乐大学 10220)

摘要: 桥梁存量巨大和养护维修工作量大已成为我国桥梁养护管理的基本国情, 鉴于此基本国情, 我们应当汲取国外先进的养护管理经验和养护技术, 以解决我国巨量养护管理工作中的难点, 不断提高桥梁的健康状况, 延长桥梁的使用寿命, 因此有必要重视对现有旧桥梁进行检测评估、养护的研究。本文的研究内容主要包括针对系杆拱桥检测技术、养护管理、养护维修技术等国内外研究现状分别进行综述, 对比国内外研究现状的优势和劣势, 归纳总结相关研究的发展现状与不足, 为该领域的后续研究提供文献参考依据。

关键词: 系杆拱桥; 桥梁检测; 养护对策

Summary of research on inspection and maintenance techniques for tied arch bridges

Miao Haichen

(Thailand Gela University 10220)

Abstract: The huge quantity of bridges and the heavy workload of maintenance and repair have become the basic national conditions of bridge maintenance and management in China. Given this basic national situation, we should draw on advanced maintenance and management experience and technology from abroad to solve the difficulties in China's massive maintenance and management work, continuously improve the health status of bridges, and extend the service life of bridges. Therefore, it is necessary to pay attention to the research of inspection, evaluation, and maintenance of existing old bridges. The research content of this article mainly includes a review of the current research status of tied arch bridge detection technology, maintenance management, maintenance and repair technology at home and abroad, comparing the advantages and disadvantages of domestic and foreign research status, summarizing the development status and shortcomings of related research, and providing a reference basis for subsequent research in this field.

Keywords: tied arch bridge; Bridge inspection; Maintenance measures

1 绪论

交通运输对保障人类的物质需求有着极其深远的影响。由于公路桥梁每天会通过许多车辆且会对桥梁存在磨损, 此外桥梁也会受到温度效应、雨雪冰雹侵蚀等各种各样的不利影响, 这容易让钢桥的服役状况处于亚健康状态, 可能会导致钢桥承载能力发生下降, 极端情况下, 可能会招致交通事故和桥梁隐患的发生。桥梁作为人造结构物, 其寿命往往是有限的。根据桥梁所处的健康状况, 选择合适的时机对钢桥的养护进行有效地管理、对桥梁维护进行有效的保养、对桥梁存在的关键性隐患问题进行有效地加固, 对于保障桥梁保持良性运转、安全畅通服务于现代交通运输, 对保障经济效益最大化和社会效益最大化能够产生重要的作用, 因而, 桥梁的养护、维修、加固对推进钢桥研究向前发展具有重要作用。各国也慢慢开始重视发展养护管理及维修技术, 也成为国际桥梁界热议的话题。

国内外相关吊杆体系拱桥吊杆断裂或更换的案例较多, 例如位于四川省宜宾市的一座系杆拱桥——小南门大桥, 因其拱肋端部短吊杆承载能力不足发生断裂导致该桥整个桥面从桥面板端部开始断裂并坠落江中。武夷山公馆大桥为一座中承式系杆拱桥同样发生桥面断裂事故, 严重影响了当时的交通, 损害了人民群众的资产, 罪魁祸首即为吊杆断裂, 造成了很大的影响; 江苏境内的常州运河大桥及盐城通榆河大桥均是由于吊杆断裂引起了桥梁的垮塌。

交通部(2009)发布关于桥梁隐患排查等相关文件, 根据文件要求, 重点排查的桥梁类型有:

- 一、技术状况被评为四类桥和五类桥;
- 二、桥梁类型为双曲拱桥;
- 三、已使用年限较长的桥梁、或者设计荷载等级过低的桥梁;
- 四、脆性结构桥梁, 即容易发生脆性破坏的桥梁;
- 五、跨越长江的桥梁、跨越海洋和海峡的桥梁
- 六、交通流量较大、通过超限车辆数量较多的桥梁。

对于存在上述情况的桥梁, 进行仔细排查并依据排查结果, 找出桥梁存在的安全隐患, 针对不同的安全隐患类型提出相应的维修

养护措施和危桥改造行动。

交通部办公厅(2021)相关文件, 根据文件要求, 应对结构存在缺陷桥梁的技术状况、路线技术等级、设计标准、运行环境等方面进行排查, 综合确定改造计划。当对中、下承式拱桥吊杆更换时, 对于未设加劲纵梁的结构宜增设劲性纵梁, 防止因单根吊索失效后引起桥面板(梁)坍塌。

世界各个国家的桥梁养护维修经验表明, 桥梁的养护存在一个最佳的时间期限, 在桥梁建成通车以后, 在其运营期间, 会不断受到车辆荷载、自然环境等各种因素的磨损、侵蚀, 可能会给桥梁带来一些安全隐患^[2-3]。工程经验表明, 哪个国家的桥梁保有量越大, 其所面临的桥梁养护维修问题也就越严峻, 也就需要投入更多的资金用于桥梁养护维修以保证桥梁的健康运营。

我国目前桥梁现存在的数量巨大, 这对于桥梁养护行业来说意味着巨量的养护管理工作量, 各种各样的原因导致我国部分桥梁处于亚健康状态, 这种现状也对我国的桥梁养护管理工作带来了更大的挑战, 也多我国桥梁养护管理技术人员提出了更高的工作能力要求。

桥梁存量巨大和养护维修工作量大已成为我国桥梁养护管理的基本国情, 基于桥梁养护管理情况的基本国情, 桥梁养护管理者和相关技术人员及研究人员应当积极学习国外先进的养护技术和养护管理经验, 为我国养护管理行业遇到的难点提供解决方案, 并研究更多的技术及管理决策方案以提高桥梁的健康状况, 提高桥梁的服役寿命。

基于我国桥梁数量巨大、交通运输需求仍供不应求、桥梁养护管理维修工作量巨大的现状, 对服役已经多年的旧有桥梁进行养护和维修加固, 以此来提升我国存量桥梁的服役年限, 这些方案和措施均具有重要的社会意义和现实意义。因此, 有必要重视对我国存量桥梁进行定期检测、经常性检查、小修保养、维修加固等一系列能够提升桥梁技术状况的决策措施及与养护相关的技术研究。

2 系杆拱桥检测及其养护技术国内研究现状

目前国内外对下承式系杆拱桥检测及其养护技术的研究理论已

有一定的成效,越来越多成熟的检测技术被应用于系杆拱桥的检测与加固,同时随着系杆拱桥等桥梁建养并行时代的到来,人们对于系杆拱桥检测与加固技术的研究越来越多。

在桥梁建成通车以后,在其运营期间,会不断受到车辆荷载、自然环境等各种因素的磨损、侵蚀,可能会给桥梁带来一些安全隐患。工程经验表明,哪个国家的桥梁保有量越大,其所面临的桥梁养护维修问题也就越严峻,也就需要投入更多的资金用于桥梁养护维修以保证桥梁的健康运营。

计静,罗干等(2023)^[1]以研究斜靠式钢箱系杆拱桥(此桥包含5片拱肋)的稳定性为目标,以下承式斜靠拱桥—创新大道桥为研究背景,对建成落地的创新大道桥进行吊杆索力检测;并建立了斜靠式钢箱系杆拱桥有限元模型,该模型考虑几何及材料特性。

邓玉华(2021)^[4]按照规范要求对某下承式系杆拱桥的承载能力进行验算,基于验算结果进行分析,结果表明该下承式钢管混凝土系杆拱桥所处的健康状况能够满足初始设计的荷载等级。

张常权(2020)^[7]建立了一套规范化的构件拆分方式,其主要研究内容包括系杆拱桥无损检测技术、数据分析处理和图像处理技术的实现。

余长辉(2016)^[10]研究了钢管混凝土系杆拱桥,根据检测结果对该桥的技术状况进行了评定,其研究结论能够为相关管养部门有针对性的养护、维护与加固改造提供科学依据。

唐钰昇和林阳子(2015)^[11]研究了钢管混凝土系杆拱桥检测技术,他们对钢管混凝土拱桥的检测难点进行了深入研究,发现钢管混凝土系杆拱桥检测存在以下四个检测难点:

一、系杆的受力和损失检测;二、钢绞线的受力及损失检测;三、钢管混凝土拱肋脱空缺陷等病害的检测;四、吊杆索力及吊杆内部锈蚀断丝等病害的检测。同时,学者们还对四大检测难点的检测手段进行深入探讨,研究各种检测手段的可行性。

金国俊、高振(2011)^[12]对钢管混凝土系杆拱桥开展了全面检测、动载试验、静载试验,并用迈达斯对该桥进行了建模分析,对桥梁的安全性能和承载力进行了评估。结论表明,根据动载、静载试验结果和有限元模拟验证结果来看,该桥的各项检测指标满足了试验规程的要求。

张兴家(2021)以迈达斯 Civil 有限元软件建立的杆系单元模型、迈达斯 FEA 有限元软件建立的实体单元模型以及对杆系单元原模型拱肋与系梁联结处施加刚臂连接,对比分析三者的吊杆索力值。

卢炳灿、周洪刚等(2008)以某在役钢管混凝土系杆拱桥为研究对象,对其进行常规检测,并在此基础上,建立了该桥的迈达斯 civil 有限元模型。

王成明、刘其伟(2010)对某系杆拱桥存在的病害和损失情况进行全面的检测。基于检测结果,他们认为吊杆在系杆拱桥的所有部位中属于关键受力构件和关键传力部件,若吊杆发生一定的病害和损伤,可能会对该系杆拱桥的安全使用和服役年限产生负面影响。

我国目前仍是一个发展中国家,经济发展水平有限,此外桥梁的拆除重建工作对经济社会的影响很大,施工周期长,而对技术状况较差的桥梁进行维修加固处理是一种较为经济、实用的方法。

虽然目前国内学者已对下承式系杆拱桥检测及其养护技术的研究已有一定的成效,但是目前仍然存在一定的技术难点和痛点值得科研人员进行研究突破,如系杆拱桥检测技术仍然停留在以人工借助辅助设备检测为主,智能化程度不高,对于系杆拱桥智能化成套检测装备的研究是科研人员攻关的重点领域之一。此外,系杆拱桥的加固方法过于单一,可选择性不高,研究更为有效的加固方法也是科研人员攻关的重点难题。

3 系杆拱桥检测及其养护技术国外研究现状

对于桥梁的检测评定技术、维修加固技术、小修保养技术、运营维护等领域,西方国家工业革命开始时间较早,很早就进入了工业化时代,在巨大的经济发展需求,国外在工业化时代建造了大量的桥梁,为西方国家的工业化经济的发展铸造了良好的基础设

施。由于西方国家,大量建造桥梁的时间比国内更早,因此国外部分国家更早地开始关注研究桥梁的养护模式、养护方法、养护技术,促进了西方各个工业国家桥梁科研领域和桥梁养护技术领域的发展。

美国联邦政府公路局(1988)收集了许许多多的桥梁技术状况数据并加以利用,基于大量的桥梁养护数据开发了美国国家桥梁养护管理系统。

Natke(1994)对桥梁的检测评定、损伤评估等问题进行了深入的研究,并取得了一定的研究成果。

Nowka(1994)对桥梁管养系统进行了深入研究,并根据自己的研究成果建立了具有一定可靠性的桥梁技术状况等级评估系统,对于桥梁养护运营的发展来看,桥梁技术状况等级评估系统是具有重要意义的软件系统,此系统可根据不同条件的桥梁健康状态对桥梁进行技术状况评估,可以更便利地实现对桥梁结构健康状态的评估。

Galambos 等指出了英国目前现存桥梁所存在的一些安全隐患,因此对英国近几十年修建完成的公路桥梁的健康状态进行了调研,调研结果表明大约存在 25% 的英国现存公路桥梁已无法满足现今交通量的需求,因为此前设计的桥梁的车辆荷载设计标准过低。

来自于澳大利亚的部分科研人员对桥梁的养护、运营进行了全面研究,对于 New south Whales 的旧桥,进行了科学、严谨地评估,他们认为加固此桥需要超过 3.5 亿美元。学者们认为澳大利亚的桥梁现状不同乐观,很多桥梁处于严酷的自然环境下,该国现存有桥梁数量庞大,这导致澳大利亚的桥梁养护工作量十分巨大。

J De(1994)对桥梁养护软件的研发进行了深入的研究,并在桥梁养护软件方面取得了一定的成就。基于他们的研究成果,成功地开发了桥梁养护管理系统,桥梁养护管理系统可对桥梁进行仿真分析,可以对现存的混凝土桥梁或者钢结构桥梁的 GPS、

位置等基础信息进行有效管理,这对桥梁养护管理便捷性、养护技术、加固技术等研究的推动重要意义。

国外对于对于桥梁的检测评定技术、维修加固技术、小修保养技术、运营维护等领域的研究起步较早,很多检测技术和加固技术应用也较早,较早地形成了一套桥梁养护管理、维修加固的成熟方案。

4 结论

通过阅读查询大量的文献资料、工程养护管理、施工设计资料,对国内外下承式系杆拱桥检测及其养护技术的研究现状进行归纳总结。就目前的研究现状而言,系杆拱桥的检测与养护技术仍有待进一步的研究,检测方法仍然需要耗费大量的人力物力,养护技术仍然存在痛点、难点。

参考文献:

- [1] 计静,罗干,姜信贺,魏晨阳,袁长春,姜良芹,张展彬.斜靠式钢箱系杆拱桥成桥索力检测及稳定性分析[J].河北工程大学学报(自然科学版),2023,40(01):41-48.
- [2] 冯莹,韩振国,孙舒.现役提载预应力混凝土系杆拱桥承载能力的检测与评估[J].江苏建材,2021(06):44-48.
- [3] 王达龙.基于桥梁静动载试验检测的下承式钢管混凝土系杆拱桥工作状况分析[J].福建交通科技,2021(12):36-40.
- [4] 邓玉华.下承式钢管混凝土系杆拱桥特殊检测试验方法研究[J].工程建设与设计,2021(22):68-70+110.
- [5] 肖文杰,程霖.钢管混凝土系杆拱桥吊杆索力检测[J].河南科技,2021,40(22):95-97.
- [6] 耿策策.系杆拱桥吊索力检测及其偏差影响因素分析[D].石家庄铁道大学,2020.
- [7] 张常权.基于图像处理和机器视觉技术的系杆拱桥检测系统研发[D].长安大学,2020.
- [8] 官显金.超声导波技术在系杆拱桥吊杆腐蚀检测中的应用[J].建筑监督检测与造价,2016,9(03):33-36+61.