

徽州遗产古桥现状调查与保护方法

——“基于对遗产桥梁调研分析和修护研究”

董兰宇

安徽建筑大学 安徽 合肥 230022

摘要:通过对遗产桥梁实情调研,发现既有桥梁中现存的遗产桥梁整体保存,但目前遗产桥梁仍然面临挑战:第一,水系径流演化。人类活动导致河道周边排水系统优化,增加河水流量,提高桥体承受的水流冲击压力。河道周边建设,尤其是上游泥沙开采和河道施工,破坏下游桥梁基础的稳定性,增加桥墩水阻力,提升桥梁水下结构的安全风险。第二,结构性能劣化。桥梁结构性能的劣化是一个多因素影响的复杂过程^[1]。河床侵蚀削弱了桥墩的支撑力,增加了失稳风险。水流冲刷导致桥墩和拱脚的圪工毛石强度退化,桥面排水不畅则引发桥体透水,钙质析出,造成“骨质疏松”。拱桥立墙和拱圈的生物病害以及冻融现象进一步加速了砌块毛石的解理和性能退化。管养人员不当的维护措施,如桥面更新或更换护栏,可能因增加自重而对桥梁结构产生负面影响。这些因素共同作用,影响着桥梁的安全性和耐久性。第三,自然消亡和年久失修。古桥因自然侵蚀和年久失修而逐渐退化。风化、雨蚀和生物侵蚀损害了桥梁结构,而地震、洪水等自然灾害进一步加剧了损害。随着周边环境的变迁,古桥也不在承担通行功能,逐渐被人们所遗忘,遗弃在徽州地区的各个角落,默默承受着时间的侵蚀。

关键词: 遗产古桥; 挑战保护; 现状

引言

针对上述遗产古桥所面临的问题,结合既有遗产桥梁保护方法,对徽州遗产桥梁保护和修缮提出以下新对策、新建议,旨在为古桥的保护和赋予新生提供参考:第一,加固材料逐一复刻,降低成本,兼顾耐久性与传承性;第二,病害防治遵循自然,长期治理,形成常态化古桥修护;第三,检测融合现代技术,精准分析,保障评估与维护质量;第四,用轻量化评估方法,快速反应,确保时效性与准确性;第五,极端事件更新预案,优化公式,提高应对与防范能力;第六,积极寻找古桥资源,新兴发现,记录和保护的全面性。

1 调研背景与目的

徽州古桥作为中国传统桥梁建筑艺术的瑰宝,不仅具有重要的交通功能,而且承载着丰富的历史故事、文化传承和社会价值以及地方特色。这些古桥遍布于黄山市的三区四县,是徽州地区历史文化的重要组成部分。然而,近年来由于自然环境变化和人类活动的影响,形成徽州古桥完善的保护体系成为了亟待关注的问题。特别是在自然灾害频发的背景下,许多古桥遭受了不同程度的损害,其结构安全和历史完整性受到威胁^[2]。

鉴于徽州古桥的脆弱性和其在文化遗产中的地位,对其进行现状调查与修护研究显得尤为迫切。这不仅有助于保护和传承宝贵的文化遗产,还能够促进当地旅游

业的发展,增强社区的文化自豪感和凝聚力。因此,在这样的背景下开展徽州古桥现状的详细调查和科学合理的修护研究,对于确保这些历史建筑的长期生存和可持续利用具有重要意义。

通过这一系列的调研活动,不仅目的在于为徽州古桥的保护与修护工作提供全面的视角和深入的见解,促进古桥这一重要文化遗产的长期保护与合理利用,同时也旨在增强青年学子对文化遗产保护的责任感和实践能力,实现文化遗产的可持续利用与传承^[3]。

2 调研方法及过程

为了系统地研究和保护徽州古桥的珍贵遗产,本团队按照较于全面的调研方法与过程进行,如下技术流程图所示,旨在通过科学的数据收集、分析与评估,深入理解古桥的历史文化价值及现状,为古桥的长期保护与传承提供坚实的基础。

3 古桥及古代工艺所面临的挑战

3.1 人类环境观测周期太短

由于桥梁所处地区气候、地质等所处自然环境变化的观测周期较地球环境演化周期较短,人类对极端气候与地质灾害事件的观测仍不系统。随着气候与地质等自然环境动态变化,通过确定周期内观测的环境统计数据来预测极端环境事件的动态发生,其过程本身就存在着巨大的不确定性。

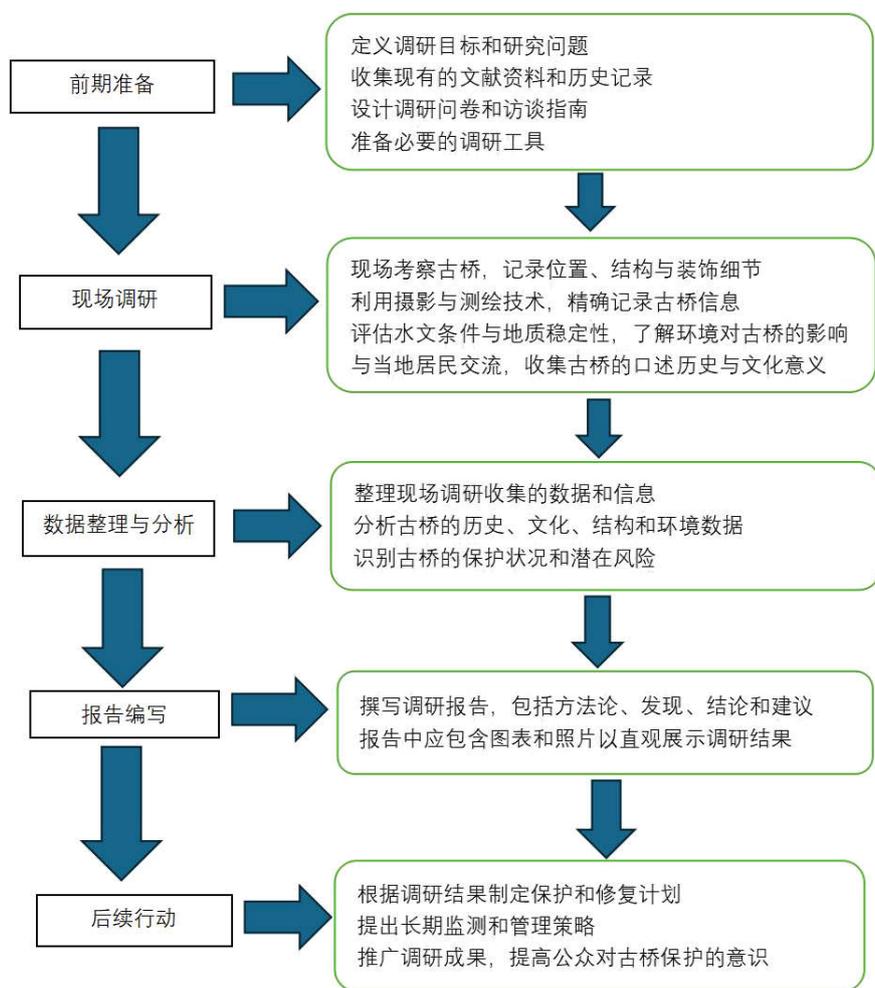


图1 调研过程一览表

3.2 水系径流演化

(1) 桥址周边径流环境人为干预

人类生活不断地改造着河道周边的径流环境, 随着城乡文明建设的不断发展, 人类不断优化其活动区域的排水径流, 更多雨水或地下水径流通道被集中收纳至河道, 这导致河水流量呈现增大趋势, 桥体承受的极大水流冲击压力不断增高。

(2) 河道周边建设行为影响河床

随着人类不断推进河道周边各类建设, 尤其是河道上游泥沙开采与河道内施工行为, 打破了下游桥梁基础的环境稳定, 桥梁已有分水尖(劈水刀)难以适应扰动后的桥下径流方向, 桥墩水阻力变大, 桥梁水下结构安全风险大幅提升^[4]。

3.3 结构性能劣化

(1) 桥梁基础下方河床被掏空, 桥墩存在失稳安全风险

河流的自然冲刷作用可能导致河床逐渐下降, 特别

是在桥梁基础附近, 水流的局部加速可能加剧河床的侵蚀。由于植被覆盖不足或土壤结构松散, 河床可能遭受严重的水土流失, 减少了对桥墩的支撑。地质条件的变化, 如地下水位的波动或地质构造的不稳定, 也可能引起河床的不均匀沉降, 影响桥梁基础的稳定性。

(2) 水流长期冲蚀桥墩或拱脚, 圪工毛石强度退化引起受压区劈裂

桥墩或拱脚长期受到水流的直接冲击, 特别是洪水期间, 水流的冲击力可能导致表面材料逐渐磨损。古桥遭受化学侵蚀的作用, 如酸雨或水中的腐蚀性物质, 可能逐渐削弱圪工毛石的内部结构, 降低其强度。随着时间的推移, 建筑材料可能会因为老化而失去原有的力学性能, 特别是在受压区, 这种退化可能导致结构的劈裂或断裂。

(3) 桥面排水不畅引发桥体透水, 桥体中胶结料钙质随渗水析出, 桥体常见“骨质疏松”现象

桥面排水系统可能由于设计不当, 如排水沟深度或

位置不合理，导致雨水无法有效排除。长期积累的杂物可能堵塞排水系统，使桥面水无法顺利排出，增加了水对桥体的渗透。桥体材料本身的透水性可能导致水分渗

透到内部，溶解胶结料中的钙质，这种化学作用会降低材料的整体粘结力和强度。



图2 渗水与“骨质疏松”

(4) 拱桥两侧立墙（金刚墙）与拱圈生物病害严重，毛石砌缝多见植被根系撑胀现象

拱桥的金刚墙和拱圈目前正遭受着严重的生物病害，这主要表现在植被根系对毛石砌缝的撑胀现象。随着植被的生长，其根系逐渐撑大砌缝，导致砌缝间的粘结力下降，毛石之间的接触面积减少，从而削弱了金刚墙的抗压和抗剪能力。这种撑胀作用还可能引起石块的位移或脱落，不仅影响金刚墙的外观，更增加了拱桥局部或整体失稳的风险。此外，环境因素如雨水侵蚀和温差变化也会加剧病害的发展，使得问题更加复杂。生物病害如果不加以控制，可能会进一步扩散至拱圈的其他部分，影响其承载能力，甚至导致拱圈的变形或断裂。

(5) 桥梁下部临水区域偶见冻融现象，加速砌块毛石解理与发展性能退化

桥梁下部临水区域的冻融现象是一个由温度波动引起的物理过程，它在寒冷地区的桥梁结构中尤为常见。当气温下降至冰点以下，水分结冰并膨胀，导致砌块毛石的内部结构发生解理，即岩石的裂缝和缝隙扩大。随着温度回升，冰融化成水，但砌块已因冰的膨胀作用而受损。这种反复的冻融循环会加速砌块毛石的退化，降低其承载能力和耐久性，最终可能导致砌块剥落、破碎甚至脱落，影响桥梁的整体稳定性。冻融作用的累积效应使得砌块性能快速退化。



图3 生物病害

4 徽州遗产古桥发展与传承的对策建议

4.1 加固材料逐一复刻，降低成本，兼顾耐久性与传承性

徽州古桥以其独特的糯米砂浆等复合材料，展现了古代工匠的智慧和技艺。这些材料不仅具有卓越的黏合

性和耐久性，更承载了深厚的文化价值。通过高精度的化学分析技术，对古桥的加固材料进行深入研究，精确解析其成分构成。利用现代材料科学和工程技术，探索与糯米砂浆等传统材料相兼容的现代加固材料，优化配方，复刻出既保留传统特性，又适应现代环境的新型加

固材料。在此基础上,通过规模化生产和技术创新,降低材料成本,提高施工效率,从而实现维护成本的显著降低。

4.2 病害防治遵循自然,长期治理,形成常态化古桥修护

古桥修复关键在于守正创新,不是无目的随意改造。修复古桥应考虑周边环境与生态系统,它们与桥梁共同编织着地域文化的经纬。徽州古桥在长期使用过程中受到自然环境的影响,出现了各种病害,其中生物病害较为严重。为了保障古桥的安全和稳定,采取顺应自然的防治措施,这包括采用合理的生物防治方法、加强日常维护等措施,确保古桥的健康和完好,并结合日常的清洁和保养,形成长期、常态化的古桥修护体系^[5]。

4.3 用轻量化评估方法,快速反应,确保时效性与准确性

我国桥梁评估多以传统静置荷载检测方法为主,该方法需要封闭交通,将多辆加载重车静置在桥面来评估桥梁在极限加载状态下的承载能力,耗时长、成本高,且易对年久失修的古桥会产生不可逆转的损伤。因此,使用新型轻量化桥梁快速评估技术,有效地提高桥梁安全评估效率,降低评估成本,减少对遗产古桥的损伤,为桥梁健康管理提供更加全面、高效的解决方案,具有广泛的应用前景。此外,将轻量化安全评估技术封装到

桥梁安全监测中。该系统可以实时监测古桥的运行状态,及时发现桥梁的异常情况,为遗产古桥的管养维护提供了重要的技术支持。

4.4 极端事件更新预案,优化公式,提高应对与防范能力

目前人类对自然灾害的观测周期相对较短,通常以百年或千年为单位来定义灾害的频率和强度,如“百年一遇”。这种短周期的观测可能导致对灾害严重性的低估。地球历史上存在过比现代更为恶劣的自然条件,例如三叠纪和侏罗纪时期的自然灾害,这些时期的灾害强度可能远超现代。灾害是一个动态过程,而现有的设计标准往往是基于静态的评估。随着时间的推移和样本数量的增加,可能原本定义的“百年一遇”灾害可能需要重新评估。

4.5 积极寻找古桥资源,新兴发现,记录和保护的全面性

在深入探索与保护古桥资源的征途中,我们不仅局限于已知的古桥,更将目光投向了那些隐匿于乡间田野、山林水畔的新兴发现。这些古桥,或许因年代久远而鲜为人知,或许因地理位置偏僻而少有人迹,但它们都是中华民族悠久历史与精湛技艺的见证者,值得我们以最虔诚的心态去寻觅、记录、守护。



图4 团队溯溪而上发现的未在调查范围内的古桥(左胥溪桥,右秀溪桥)

结束语

徽州古桥是凝固的乡愁,也是流动的史诗。调研让我们看见危机,更看见希望。期待以科技赋能、以匠心守护,使这些穿越百年的“石彩虹”在新时代依旧虹卧清波,照见未来。

参考文献

[1]基于性能-寿命-成本优化的混凝土梁桥设计方法及系统开发2007AA11Z133

[2]全伟,高雪冰,邓林.徽州古代石拱桥安全风险及保护策略研究[J].黄山学院学报,2022,24(03):55-58.

[3]严钧,张翠竹.湘潭隐山古桥地域特征和健康状况分析[J].公路与汽运,2015,(06):160-163.

[4]朱铁军.江南古桥功能设计的本土化研究[J].黄山学院学报,2012,14(03):90-94.

[5]曹婷,盛曼玲,张杰,等.徽州古桥建筑遗产保护浅析[J].安徽建筑,2021,28(04):5-6.