

浅析传统木结构桥梁

谢晨宁¹ 韦士清² 黄泽祺^{2*}

1. 广西艺术学院建筑艺术学院 广西 南宁 530000

2. 武汉工程大学设计学院 广西 南宁 530000

DOI:10.12238/etd.v3i4.5327

摘要: 本次研究在于通过中国古代木结构桥梁的发展历程来提取其结构特性, 了解桥梁发展史就是在重新了解古人的智慧、营造经验, 在桥梁的结构上、施工上汲取经验, 也是为未来的发展打下坚实基础。这从传统桥梁发展历程得出的经验也同样适用于今天的桥梁建造, 且结合如今的新材料、新技术, 必将会有所突破。

关键词: 木材; 传统木结构桥梁; 结构演变

中图分类号: TU99 **文献标识码:** A

Analysis of Traditional Timber Structure Bridge

Chenning Xie¹, Shiqing Wei², Zeqi Huang^{2*}

1. School of Architectural Art, Guangxi University of Arts Guangxi Nanning 530000

2. School of Design, Wuhan Institute of Technology Guangxi Nanning 530000

Abstract: The purpose of this research is to extract the structural characteristics of ancient Chinese wooden bridges through the development process. To understand the development history of bridges is to re-understand the wisdom and construction experience of the ancients, and to gain experience in the structure and construction of bridges, which is also for future development to lay a solid foundation. The experience gained from the development of traditional bridges is also applicable to today's bridge construction, and combined with today's new materials and technologies, there will be breakthroughs.

Keywords: Wood; Traditional timber structure bridge; Structure evolution

1 绪论

1.1 研究背景

最早出现的桥梁, 便是在原始社会人们跨越恶劣地势或间隙利用自然倒塌的树木, 在我国最早出现的桥梁为梁桥, 古时被称为平桥。

随着营造经验的积累, 在木材上的运用出现了多种营造手法, 桥的种类也不再局限于梁桥。

木材作为最早出现的建造桥梁的材料, 在历史的发展过程中逐渐被取代, 近代未使用木材的原因在于我国曾有过一段战乱的半殖民地半封建时期, 对于木结构桥梁的应用改进处于停滞状态, 缺乏新的技术和材料以及科学理论的指导。好在传统的木结构桥梁传承未断, 即使在近代传统的木结构桥梁应用较少很难跨进现代桥梁的时代, 但不意味着传统的木结构桥梁就此结束。

反观 19 世纪的西方, 英格兰中部地区工业革命的兴起, 木结构桥梁搭上了新技术新材料的顺风车, 得到了长足的发展。

根据相关统计数据, 目前美国建设有 75000 座木结构桥梁, 约占美国所有公路桥梁总数的 15%, 而使用寿命更是远远超过国内传统木结构桥梁。与我国木结构桥梁的发展状况不同的是, 国外大跨度重型木结构桥梁设计应用方面取得了不错的成绩, 并在大型体育馆等公共建筑项目上也得到了实

际运用。

证明了木材在如今的建筑、桥梁上的发展潜力, 在后续的发展过程中新的木产品加工技术结合古代传统桥梁结构设计这不仅仅会给现代桥梁的发展带来材料上的更多选择, 也会为其建设的科学性、合理性提供保证。

2 中国古代木结构桥梁

2.1 中国木结构桥梁的发展过程

交通的发展与中国各个时期社会需求密切相关, 各个时期的交通需求促进了木结构桥梁的应用, 各个时期木结构桥梁积累下的营造经验, 最终形成了较为完整的桥梁体系, 木结构桥梁总体的发展过程可分为雏形、发展、完善、繁盛、鼎盛、迟滞等六个阶段。

2.2 雏形阶段——夏朝、商朝、周朝

雏形阶段的木结构桥梁出现在夏、商、周时期。考虑到都城的营建、军事行动的运输、农田水利的灌溉等。简单的梁桥、多跨梁桥以及浮桥应需求而产生。

夏朝时期有《拾遗记》记载: “舜命禹疏川、奠岳、济巨海、以鼉鼉为桥梁^[1]。”由此可见在夏朝时期就有需要治水的需求而修建桥梁。

商朝时期, 君主们营建都城, 建筑群体往往要求其整体与功能布局需要准确的几何关系, 因此施工测量工具便产生了, 在如今的考古研究中, 殷商废墟地发现了大量木桥构件,

根据出土构件可以了解到当时已经存在掌握木结构技术的木工、彩绘以及雕刻工。

西周时期,交通频繁并且出现了系统的路政管理,因交通的需要出现了浮桥。《诗经·大雅·大明》有记载:“造舟为梁,不显其光。^[2]”即当时的浮桥。

2.3 发展阶段——春秋、战国、秦

木结构桥梁的发展阶段,大致在春秋战国时期,桥梁的发展也由当时商业、手工业上的巨大进步对交通的需求提升也得以发展。这一时期的主要以梁桥为主,桥梁的主要形式由梁桥、索桥、浮桥三种构成。

(1) 梁桥

战国时期与西周时期不同的地方在于铁器的出现,并且石料在建筑当中的运用也十分广泛。西周时期梁桥主要为木梁桥,而在战国时期开始了对原有桥梁的木柱做替换为石柱,增加石梁等构建的运用。这一时期单跨、多跨木桥梁较为普遍,在众多梁桥中战国时期的中渭桥极具代表性^[3]。

(2) 浮桥

浮桥就是用船只横向排列跨越河流,在船上铺设木板供人通行,桥面会随着水位的高低、重物的重量而变化。在遇到通船时便可分开,成为移动的浮舟,待船只通过后即可复位,遇上恶劣气候,水位上升,洪水暴发也可将船只拖回岸中。

(3) 竹索桥

竹索桥又称绳桥,最早建于秦朝。在岷江南北修建了一座竹索桥——安澜桥又称珠浦桥(如图2-1所示),安澜桥的成功,使得索桥在地势险峻的地区得到推广,逐渐发展成为我国古代桥梁的代表性桥型之一^[5-6]。



图2-1 如今的安澜索桥

2.4 完善阶段——西汉、东汉、三国

在西汉、东汉时期,国家逐渐强大,疆域也在不断扩展,对地方经济、军事的控制需求进一步推动了交通的发展。在这一时期铁器得以广泛运用,大量前人的营造经验也使得桥梁的发展迅速推进甚至出现了专门的技术部门负责交通建设。桥梁的四种基本类型梁桥、浮桥、索桥、拱桥也在这一时期基本形成。

(1) 梁桥

咸阳故城附近的渭水三桥,在古代十分出名,三桥包含中渭桥、东渭桥以及西渭桥均属于多跨木梁木柱桥。其中,

中渭桥建立最早,于战国时期秦昭王时所建,后经秦始皇修改、加固。到汉朝时因都城布局、交通需求新增了东渭桥和西渭桥^[3]。

(2) 浮桥

两汉时期浮桥技术已十分成熟了,跨度也不再局限于小江小河。在东汉建武十一年(公元前35年),第一座长江浮桥——江关浮桥建成。

(3) 拱桥的雏形

四川省西北地区,当地居民采用树干搭建人行桥,也就是弓弓桥。弓弓桥的搭建方式,根据《北川县志》记载:“该地土人,用树木连皮,架一拱桥,以通行,俗称弓弓桥。^[4]”一般是在河流的两岸挖掘深坑,插入一排的巨木,用石头填满根部,再用石头将树吊弯,直至两岸伸出的大树相连接,用竹索进行捆绑,两侧用树枝做防护栏杆。(如图2-2所示)



图2-2 四川宝兴弓弓桥

2.5 繁盛阶段——晋、隋、唐、宋

木结构桥梁的发展从时间跨度上大概是从晋开始,经过隋、唐、北宋、南宋营造经验的积累,这一时期是我国历史上桥梁发展史的开创性成果的鼎盛时期。不仅仅桥梁的数量、质量的提升,技术上也出现了编木拱桥以及浙闽地区的贯木拱桥,梁桥也由原本的普通简支梁桥发展出了单伸臂式、双伸臂式、斜撑伸臂式等,由原来的单跨变为了多跨。

(1) 浮桥

晋隋唐时期,浮桥建设得比较多。《唐六典》及《日知录》记“唐时桥梁,凡天下造舟四,河则蒲津、大阳、河阳,洛则孝义也。^[5]”

北宋、南宋时期,大多数造桥是先造浮桥,后改为石桥。其中广东潮州广济桥最具代表性,整个浮桥至河中改建为了石桥,是石桥与浮桥完美结合的桥梁。

(2) 梁桥

宋朝时期木工技术成熟,梁桥的发展也更具科学性、合理性。由原来的简支梁桥发展出了单伸臂式、双伸臂式、斜撑伸臂式等^[4]。(如图2-3)



图 2-3 单伸臂式、双伸臂式、斜撑伸臂式三种方式结构及其实际桥梁

与普通的简支桥梁相比，伸臂式木桥梁是通过将木料横竖相间布置，并且每一层的上层木料会比下层的长，这样每一层长出来的部分便形成了伸臂，在这两处伸臂之间搭建木桥梁，不仅结构上更合理，跨域能力上也较原来的简支桥梁结构增加了四倍。

（3）拱桥

拱桥，在宋朝时期多以石拱桥为主，木结构的拱桥第一次出现是在北宋画家张择端创作的《清明上河图》所绘的汴京虹桥。该桥跨径约 18.5m，桥宽 9.6m，拱矢约 4.2m，当时称“贯木”架桥法，贯插众木成拱而无柱，中间无柱呈弧形，无需多跨即可过河并且船只可自由通行，在世界桥梁史上唯中国有之^[6]。

传承至闽浙地区的贯木拱桥与北宋时期的贯木拱桥有些区别，其主要原因在于地区的气候问题，闽浙地区多雨，因此这些地区的贯木拱桥演变出了廊子来保护木制拱桥，延长其使用寿命，最终也形成了结合地域特色的贯木拱廊桥。

三节拱木拱廊桥是贯木拱廊桥的雏形，就是在渡河的两岸修建桥台，在各自两个桥台上搭建起一个斜撑的拱木组合，在两边斜撑的拱木组合之间用榫卯连接的方式搭建起第三节拱并且水平摆放（如图 2-4 所示）。

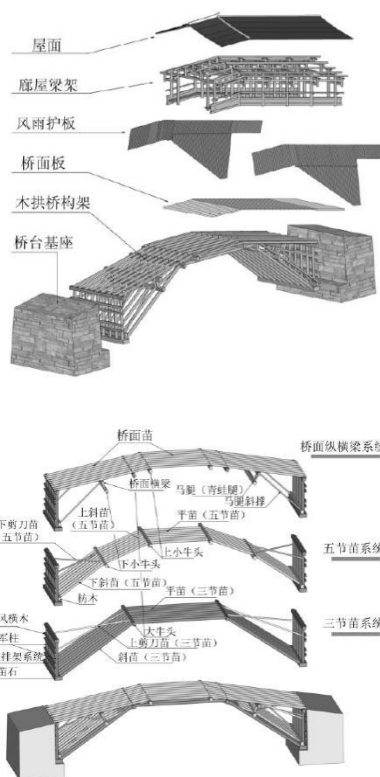


图 2-4 结构组成分解图 受力体系分解图

2.6 鼎盛阶段——元、明、清

在元、明、清时期，因战争的原因南宋迁都不断南下，闽浙地区多山环境较为恶劣导致交通不便，因此桥梁得到了广泛应用，湘桂地区也在原本木伸臂梁桥的基础上发展出独特的风雨花桥，索桥也与梁相结合形成了新的样式。

（1）索桥

我国索桥主要源自于西藏、四川、云南三省，如四川的安澜桥等。《太平寰宇记》上有记载最早使用索桥的地方为梁朝的绳洲，是羌族、夷族的聚集地^[4]。而造桥的方法则是先立两根木在水中作为桥柱，在铺设梁木架在桥柱上，使用竹作为粗绳索系在两岸。

（2）廊桥——风雨桥

廊桥，即由廊、屋、亭以及桥梁相结合而成。廊桥就是指在桥面上做亭子、屋子并且整个桥面被遮盖起来，这种桥也可以称为亭桥、虹桥。在一些潮湿、雨季较长的地区使用的较多，因其遮风挡雨故称其为风雨桥。

2.7 迟滞时期——清末以后

清王朝处于频繁的战乱之中，桥梁的发展无论是在技术上、材料上都停滞不前，甚至出现了传承断代的现象。即便进入到了近代社会，我国缺乏科学理论的指导、技术材料的支撑，传统木结构桥梁的承重、宽度、跨度都无法承担近代社会的交通需求，因此慢慢被如今的钢结构、新兴材料所取代，（下转第 239 页）

量，有更好的效益。

结束语

概括地说，水利技术创新与水利管理的共同绩效、水利技术的不断创新、水利管理水平的有效提高、水利管理的改善，都可以促进水利技术的创新，这是一个积极的循环过程。由于各地区发展水平不同，一些地区水利管理观念落后，或者政策执行不力等，导致对水利技术关注不足。本文根据我国水利技术的发展现状，结合水利技术的创新和应用，探讨了水利技术创新战略和提高水利管理能力，以提高水利管理信息化水平，不断更新水利技术和管理理念，为我国水利事业的发展做出贡献。

参考文献：

[1] 秦奎峰,李秉哲.水利工程技术创新及技术管理分析[J]//2020(第九届)中国水利信息化技术论坛论文

集.2020:410-413.

[2] 丁夫里.水利施工管理中存在的问题及改进措施[J].水电站机电技术,2020,44(04):78-80.

[3] 张玉涛.信息化技术在水利水电工程安全管理中的应用研究[J].中华建设,2020(04):108-109.

[4] 田英,袁勇,张越,黄火键.水利工程智慧化运行管理探析[J].人民长江,2020,52(03):214-218.

[5] 张越.水利档案管理信息化建设探究[J].兰台内外,2020(06):46-47.

[6] 刘鹤鹏.水利工程施工现场管理存在的问题及措施[J].绿色环保建材,2020(02):175-176.

[7] 王玉慧.关于水利工程管理及其养护问题的思考[J].居业,2020(01):163-164.

[8] 李健龙.水利技术创新对提高水利管理的作用分析[J].智能城市,2020,7(01):81-82.

(上转第 236 页)

但这并不意味着传统木结构桥梁被彻底放弃。

2.8 本章小结

了解桥梁发展史就是在重新了解古人的智慧、营造经验，在桥梁的结构上、施工上汲取经验，也是为未来的发展打下坚实基础。我国古代不仅仅木桥梁十分出众，石桥梁也极具代表性。古代拱桥的发展由木结构转向石结构是古人逐渐发现了拱桥拱圈受压的特性，实现了从悬臂拱向拱石拱的进步。并且拱圈受压可以充分利用石材的抗压性能，在施工的过程中可以使用小块石料，降低施工难度，最终石拱桥成为了古代大跨径桥梁的主要形式。

桥梁的发展历程也得出了不同体系桥梁的跨越能力的认识与局限，第一梁桥，其上下缘拉压区组成的力矩抵抗外弯矩，跨越能力取决于梁高，增大跨径的瓶颈是自重。第二拱桥，拱顶压力与大地推力组成的力矩抵抗外弯矩，需要的条件是地基能够承担推力，增大跨径的瓶颈是失稳。

总之，桥梁根据其不同类型其构建的受力形式也分为弯、压、拉。

(1) 梁桥—主梁受弯。

(2) 拱桥—主拱受压。

(3) 索桥—主缆受拉。

这从传统桥梁发展历程得出的经验也同样适用于今天

的桥梁建造，且结合如今的新材料、新技术，必将会有所突破。

参考文献：

[1] 李晓杰.沧桑河山:古桥谈往[M].长春:长春出版社,2012.

[2] 唐寰澄.鼋鼍为梁考[C]//中国古桥学术研讨会论文集,2009.

[3] 邓拓.中国古代桥梁的变迁[C]//养护与管理 2012 年 7 月号(总第 20 期).2012:100-109.

[4] 李娜.现代木结构桥梁在我国的应用可行性及前景研究[D].长安大学,2014.

[5] 崔存明.正在消失的中国古文明:古桥[M].北京:国家行政学院出版社,2012.

[6] 杜连生.宋清明上河图虹桥建筑的研究[J].文物,1975(04).

作者简介：第一作者：谢晨宁，1998，男，汉族，江西井冈山，风景园林在读硕士，广西艺术学院建筑艺术学院，景观建筑艺术与工程。

第二作者：韦士清，1997，女，壮族，武汉工程大学设计学院，环境设计。

通讯作者：黄泽祺，1998，男，汉族，湖南株洲，产品设计在读硕士，广西艺术学院设计学院，文化创意产品设计。