

# 叠拱木桥的建筑特点\*

方 拥

(华侨大学建筑系, 泉州 362011)

**摘要** 提出叠拱结构模型, 并探讨其在建筑工程中的应用潜力. 文中采用理论分析与实物检测相结合的方法, 确定叠拱在古今中外各类结构中的特殊意义, 同时分析其在现代大跨度建筑中的实际应用.

**关键词** 叠拱木桥, 大跨结构, 传统建筑

**分类号** U 448.22

桥梁是建筑的分支. 在中国传统建筑发展的数千年中, 木构体系始终占据支配地位, 而当殿阁楼塔于唐宋时期登峰造极之时, 桥梁另辟蹊径. 从地下墓室到地面桥梁, 石拱技术经长期实践后臻于成熟, 其坚固美观的特性受到承认, 从而开始大量运用. 据估计, 在我国现存的数百万座石桥中, 大约一半为石拱结构. 可是, 木结构作为中国传统建筑主体的事实并未改变. 从世界范围看, 与欧洲石建筑形成鲜明对比的是中国木建筑. 根据有关石、木两种材料的本质认识, 欧洲人钟爱拱券, 中国人偏好柱梁<sup>[1]</sup>.

## 1 叠拱结构的空间效果

验证结构优劣的要素之一是其跨越空间的能力. 在这方面, 中国传统建筑一般受到较大限制. 寻找一根适用的 10 m 木梁, 往往比砌筑一条净跨 20 m 的石拱更加困难. 应当注意的是, 叠拱结构对于中国传统建筑而言, 具有弥补柱梁体系跨度不足的重要价值. 图 1 表明, 在

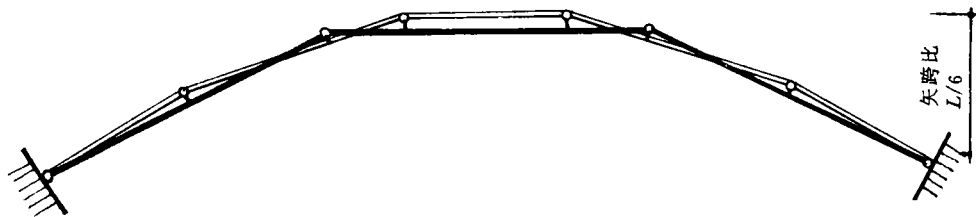


图1 木拱结构的结构简图

垂直荷载作用下, 叠拱如同一般拱券整体受压, 但组合杆件均呈梁式受弯的应力状态. 这种状态对抗压较强的石材无利可言, 但较能为木材的力学性质所适应. 从而在结构跨度上叠拱大

\* 本文 1995-08-28 收到

大超过柱梁,其实用价值同石拱券不相上下<sup>[2]</sup>。其自重轻,整体强,且又优于石拱券。为了施工方便,我国历史上实际建造的叠拱木桥大多属于简洁的五杆组合。从理论分析看,当节点处理可靠时,实际可以扩大为6杆、7杆乃至更多,同现代网架结构有异曲同工之妙(图2)。

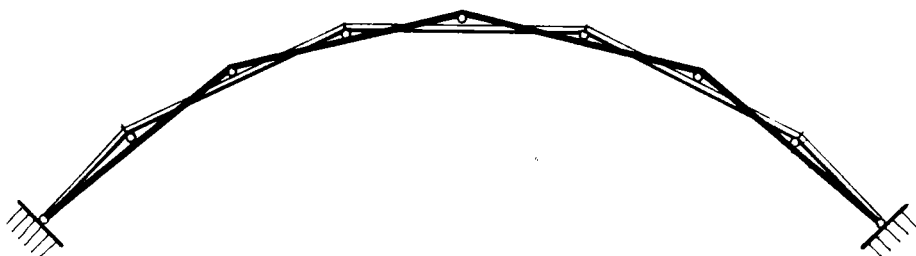


图2 叠拱结构的扩大示意图

## 2 闽浙现存叠拱桥与汴京虹桥的比较

在闽浙交界山区,现存大量叠拱桥。史料告诉我们,早在北宋时,这种木桥曾极好地解决过交通难题。在传世名画《清明上河图》中,汴京虹桥被描绘得十分细致<sup>[3]</sup>。从细部看,实物与绘画有差别。汴桥的主要构件为3根1排共10排并列和4根1排共11排并列的长杆,杆件断面经加工略成方形。3根10排并列为主系统,施工时先行架构便成稳定的八字撑体,其上下再以横木连接次系统的4根11排并列,主次结合后整体极牢。闽浙桥的不同之处在于:次系统由5根并列组成,主次结合后中央形成二重横杆。这一变化使主系中央主杆的一点受力转为二点受力,集中荷载被分散,结构系统有所改进,见图3。



图3 闽浙桥与汴桥拱架中央的受力比较

汴桥的主系并列10排,次系11排,主少次多使结构不甚合理。闽浙桥亦有改进,我们调查发现主系并列有5,7,9,11,13共5种,以9为常见,而无论主系几排,次系均少1排。拱木并列的排数同桥宽有关。有人依据《清明上河图》上的人体比例,推测汴桥的“桥宽足有8m,也有少许变化但在4~6m之间。汴桥的拱木排列紧密,断面的平均尺寸约40cm见方,这是该桥地处要冲,受荷很大所致。这样的木材后代大概难找了。当然,初创时期,也可能偏于安全保守的考虑。闽浙桥的拱木之间有缝隙,断面并不加工成方形,直径在25cm左右。汴桥的跨度估计为20m,可以《宋会要》中汴水“中流阔五丈”<sup>[4]</sup>的记载为证。闽浙桥的跨度大多与此接近,但有几座已大大超过,如寿宁县下党乡的水尾桥净跨达39.80m,可能是我国古代结构净跨中的最大数字。闽浙桥的最小跨度尚难定论,但据《庆元县交通志》记载,该县有二座跨度仅5m的桥,真可谓袖珍虹桥。从用材考虑,在净跨20m的叠拱中,最长杆件大约8m。净跨接近40m则最长杆件须15m以上,如此长度且无损伤的木材目前恐怕难以找到了。净跨接近5m时,则结构有牛刀杀鸡之嫌,木杆横卧足矣。何必拱曲?汴桥的矢跨比,有人估计其为1/5。我们实测的几十座闽浙桥的矢跨比几乎均为1/6。唯一例外是庆元县咏归桥,该桥净跨

21.55 m, 矢高 4.30 m, 矢跨比约 1/5. 但据县文管会主任介绍, 咏归桥自元代至民国历经 6 次重建, 最后一次的拱架和廊屋由两位工匠分别设计, 产生矛盾后, 拱架设计人违例增加矢高, 以致建屋困难. 就整体稳定性而言, 叠拱桥存在与柱梁屋架相类似的问题. 由于主杆全部同桥身成平行排列, 拱架在侧力作用下有出现平移偏斜的可能. 在汴桥上, 我们看不出预防措施. 但在稍有规模的闽浙桥中, 排杆上的均设有剪刀撑. 有些还在架台交接处, 使拱脚各向两边推出 25 cm 左右, 正与明代以前的殿堂木柱的处理相同(图 4).

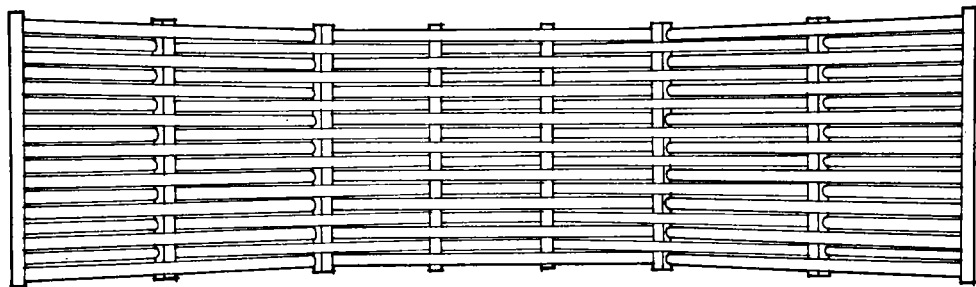


图 4 拱架的侧脚示意

闽浙桥技术较汴桥先进, 还在于有关木构件的防护, 汴桥除桥面铺土和桥侧勾栏以外, 似无其他措施; 闽浙桥则于防水方面极严密. 桥上廊屋满盖, 桥下鱼鳞板护侧. 桥台用块石干垒, 排水通畅. 桥面微拱且有多道防水层. 清中叶重建的庆元兰溪桥, 曾于 10 年前拆迁, 据主管同志介绍, 该桥面层自上而下依次为卵石、灰土、木炭、箬叶及柳杉板, 总共 5 层. 由于潮湿, 闽浙一般木建筑易遭白蚁损害. 但据我们实地观察, 木拱桥例外. 屋面防雨, 拱底通风, 再于节点处采用臭椿等防蚁防腐木材, 使白蚁或糟朽情况极少发生. 除遭洪水或火灾以外, 叠拱桥的使用寿命相当长久. 即便是全无遮盖的汴京桥, 也可维持 50 年以上. 闽浙桥中有 200 年左右历史的很多, 有些甚至更久. 关于叠拱桥的承载力, 一般推测可达  $2.0 \sim 3.0 \times 10^4 \text{ N}^{(5)}$ . 在闽浙山区, 叠拱桥上不许机动车通行, 但村民常有违例. 从安全角度看, 由于机动车启动或制停时, 瞬间荷载对木构节点的影响较大, 故应禁止一切机动车上桥通行.

### 3 闽浙桥的建筑特点

现存木拱桥较多的闽浙山区, 处于闽吴两大方言区的交界. 汉代以来, 闽人自南、中原及吴人自北, 源源不断地进入此地, 明清时期更有畬人举族搬迁. 古越人的积淀、汉族的开拓加上畬人的融汇, 在这里汇成异彩纷呈的多样文化.

建筑是文化的载体, 闽浙山区建筑各具特色, 源远流长的木拱桥, 兼有寺庙和集市功能, 因而成为各地建筑的典型. 桥下拱架可满足结构要求, 桥上廊屋则在造型上颇具匠心. 桥屋中较简单的作通廊安排, 内部各缝梁架相同, 屋脊形成中央微隆而端头略翘的弧形. 此类实例有寿宁福寿桥、泰顺仙居桥及景宁梅凉桥等. 桥屋中稍作变化的是中间重檐耸出, 如寿宁升平桥、泰顺泗溪桥以及崇安余庆桥等. 桥屋中华丽者莫过于中间和两端各出重檐, 内施铺作藻井, 如寿宁的仙宫桥和庆元的如龙桥等.

从建筑艺术角度看, 闽浙桥具有浓郁的南方特征. 由于地理气候等因素的早期作用, 华北

穴居似兽,华南巢居似鸟。在北方,石拱桥的墩尖常刻为兽头。在闽浙山区,叠拱桥的墩尖则成鸟首状。前者刚健,后者飘逸。闽浙现存叠拱桥中的大多数为单跨,少数为双跨或三跨。据我们调查,屏南千乘桥的两跨相同,均长 26 m,宽 5 m;周宁与政和交界的深壑桥两跨不等,一长为 23 m,另一长为 19.50 m,宽则均为 4.50 m;崇安余庆桥三跨均相同,各长 26 m,宽 5 m。

闽浙山区的建筑工程至今仍保留着一套习俗,如在寿宁,“县民建筑,先用罗盘选定坐向,而后择吉日起座。奠基时鸣炮动土,石匠奠基下中厅礅石,然后祭土地神,办开工酒。以后按择定日期架木马,做门、梁(栋梁必须用并生杉木为材)。上梁是建房中最隆重的仪式,上梁时刻一到,披红鸣炮,邀请好命人(一般为多子女者)扶梁,由设计屋架的木匠悬挂红布和七宝袋并进行喝梁。上梁毕,当日操办梁下酒,酬谢工匠和助工的亲友。亲友需备粉丝、米糕、机面与助工仪包赴宴。嫡亲要用红布袋装稻谷压梁”<sup>[6]</sup>。建造叠拱桥的习俗礼仪同建房一致。

## 4 结束语

叠拱虹桥是我国传统技术中的独特成就,历史上曾发挥重大作用。今天,其在大跨建筑中的实用潜力尚待发掘。闽浙两地现存叠拱桥的数量很多,既有文物价值,又具技术意义。在经济发展中,大量实物被破坏,对其保护及研究工作尚未系统地进行。我们特别希望有关部门予以重视,以使先辈创造的奇迹得到继承和重现辉煌。

### 参 考 文 献

- 1 刘敦桢. 中国古代建筑史. 北京:中国建筑工业出版社,1994. 23~24
- 2 茅以升. 中国古桥技术史. 北京:北京出版社,1986. 97~98
- 3 张驭寰. 中国古代建筑技术史. 北京:科学出版社,1985. 246~247
- 4 李国豪. 建苑拾英. 上海:同济大学出版社,1991. 157~158
- 5 金大钧. 桥梁史话. 上海:上海科技出版社,1979. 225~226
- 6 寿宁县地方志编委会编. 寿宁县志. 厦门:鹭江出版社,1992. 707~708

## Building Characteristics of Timber Bridge Consisting of Superimposed Arch

Fang Yong

(Dept. of Arch., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

**Abstract** A model of superimposed arch structure is proposed; and the latent capacity of its application to constructional engineering is explored. By combining theoretical analysis with object inspection, the specific significance of superimposed arch in various structures at all times and in all lands is determined. It has been applied to modern large-span building as an attempt.

**Keywords** timber bridge consisting of superimposed arch, large span structure, traditional building