

# 城市设计视角下的跨河桥梁与滨河空间关系研究

赖亚平<sup>1,2</sup>, 龙灏<sup>2</sup>

(1.林同棧国际工程咨询(中国)有限公司, 重庆市 401121; 2.重庆大学 建筑城规学院)

**摘要:** 作为城市路网中联系两岸空间的重要纽带,跨河桥梁以其特殊的建筑空间形式和特点创造或改变着城市空间环境,对城市功能、滨河景观产生着巨大的影响。针对当前城市跨河桥梁建设中普遍存在忽视桥梁对城市空间的影响及控制与城市空间形态整合,致使新建桥梁对滨河空间的环境品质造成负面影响的问题,该文从城市设计的视角出发,运用城市设计的方法和思维将跨河桥梁和其邻接的城市滨河空间作为相关联的整体进行研究。首先对河流、跨河桥梁、城市滨河空间之间的关联性进行了剖析,然后结合国内外滨河城市的典型案例,分析了不同规模的单体桥梁和群组桥梁对城市滨河空间的影响,最后归纳了跨河桥梁与城市滨河空间的适宜关系、处理原则等,对城乡规划、城市设计和城市跨河桥梁建设具有借鉴作用。

**关键词:** 城市滨河空间; 跨河桥梁; 空间关系

## 1 引言

择水而居,是古人聚居选址的基本要求,都市聚落的形成与发展与河流通常有着密切的联系。随着城市规模日益扩大,滨河城市往往都需要跨河发展,为了适应日益增加的城市交通需求,需要修建大量的跨河桥梁。作为城市滨河空间景观中的重要特征和标志,跨河桥梁与滨河建筑、道路、驳岸、绿化等周边城市要素共构城市意象。而现实中,桥梁设计与城乡规划、城市设计脱节的情况非常普遍。目前大多数的城市桥梁设计仍以工程学为出发点,围绕桥梁本身的选址、功能、设计和施工技术等方面,很少有涉及把桥和其周围环境相关联,并视其作为一种整体空间的思考。由于对桥与城市周围环境互动关系、桥对城市外部空间的影响及控制重视不足,常常造成城市滨河空间的无序与失衡以致环境品质降低。跨河桥梁与城市建设间的脱节,给桥梁、也给城市带来了诸如形态整合、空间延续、活动需求等方面的问题。因此,该文从城市设计的视角出发,运用城市设计的方法和思维去协调日益增多的跨河桥梁与城市滨河空间的关系,促进跨河桥梁与其他城市要素在三维形态上有机整合,使跨河桥梁在实现基本交通通行需求的同时最大程度地减小对城市

空间环境的影响并展现特色,具有重要的价值和意义。

## 2 河流与跨河桥梁的关联

“河流”泛指陆地表面成线形的自动流动的水体,从规模上包括“江”这样的大河流,也包括涌、人工渠等小水道。“江”与“河”之间并没有严格意义上的长度、宽度、深度、流速等方面的界定,因此没有本质的区别。该文中所指“跨河桥梁”和“城市滨河空间”中的“河”,包括了“江”与“河”。

城市跨河桥梁设计需要结合现场建设条件,充分考虑使用功能、通行能力和所跨越河道的行洪、通航等级;需要对桥位选择、平纵线位、孔跨布置、桥面标高等控制因素进行综合研究分析,桥梁形式的选择需要满足既有基本桥型对适用范围和极限跨径的限制。

河流水面宽度、水位变化、河势水文、河流形态、航运条件、河道行洪等河流属性对跨河桥梁的规模、桥型选择及孔跨布置有着决定性影响。河流与跨河桥相互影响相互作用,河流属性直接影响到跨河桥梁的跨径布置和结构安全,而跨河桥梁桥型合理布置关系着两岸堤防的河势稳定、防洪安全、航运能力和沿岸水利设施的运行安全。

河流水面宽度对跨河桥梁的空间分布具有重要影

收稿日期:2018-09-05

基金项目:重庆市基础与前沿研究计划项目(编号:cstc2015jcyjys30004)

作者简介:赖亚平,男,教授级高工,E-mail:17113459@qq.com

响。跨越河流水面宽阔的大型桥梁,由于其跨度大、接线长,工程建设费用很高,在功能定位上需要涵盖一定的交通服务范围才能实现建设的基本价值。大型桥梁的分布主要取决于城市路网中的主干路密度。城市中主干路的密度一般为  $0.8 \sim 1.2 \text{ km/km}^2$ ,这就使得跨越河道水面宽阔的大型桥梁之间的间距一般都较大,因此在景观上的联系松散,群体关系不显著,这类桥梁

的设计更多是在满足桥梁功能前提下,结合单体桥梁的结构布置、从桥梁周边的景观视线考虑桥梁对城市空间的影响。跨越河流水面宽度相对较窄的中小型桥梁跨度小、接线短,工程建设费用相对较低,从功能上能够更容易满足并服务于城市路网跨河需要。因此数量多、分布密度高,桥梁之间通视良好。不同河流水面宽度的典型城市跨河桥梁分布如表 1 所示。

表 1 不同规模河流下的跨河桥梁分布

跨河桥梁	桥梁数目/ 座	河道宽度/ m	桥梁平均 间距/m	水岸研究 范围/km
重庆·长江,嘉陵江	10	310~800	922	17.4
纽约·东河	4	560~1 000	1 570	7.6
伦敦·泰晤士河	14	180~280	266	9.1
巴黎·塞纳河	33	120~140	128	11.8

### 3 跨河桥梁与城市滨河空间的关联

城市滨河空间是以河流水系为中心,相对于周边实体界面而存在的开放空间场所,是一个源自水体的自然资源特征和具有社会游憩、景观美学、人文内涵的复合系统。城市滨河空间包括诸多要素,跨河桥梁是其重要的组成部分,与建筑、绿化、道路、驳岸等要素联系紧密,共构城市意象。跨河桥梁跨越河流水面,以天为顶、以河为底,周边空旷开阔,因此理所当然地成为城市滨河空间中的重要节点。由于其所处的特殊地理位置,往往可以轻易成为令人印象深刻的城市地标,无论对于中观层面的区域空间景观,还是宏观层面的城市总体形象,都具有很大影响。

在城市滨河空间中承起着流动与连接的跨河桥梁,体现了线性空间流动的特征——顺应城市道路总体布局,呈现出或直或曲的连续流动线性空间形态,属于典型的带状交通空间。她不仅担负城市交通功能,还对整合周边环境、延续城市文脉、标志城市空间定位、构建城市印象和展示精神内涵具有积极作用。跨河桥梁能让两岸的景观联系形成整体,以其特殊的建筑空间形式和景观构成要素创造或改变着城市滨河空间,并对城市区域发展、交通可达性和出行效率发挥着巨大影响力。

随着时代的发展和社会的进步,城市跨河桥梁已不再纯粹以满足到达彼岸的交通通行功能为目的。为了让跨河桥梁更好地体现城市的公共功能并有益于提

升城市滨河公共空间品质,跨河桥梁需要与滨河空间要素进行整合或融合,运用城市设计方法促进各要素之间的相互交织和渗透。城市跨河桥梁需要和滨河公园绿地、广场、步行道无缝结合在一起,增强其可达性,促使跨河桥梁成为滨河空间人流集散和转换的核心。城市跨河桥梁还需要串联两岸驻留空间,促进滨河空间的跨河延伸。通过拓展桥梁的多样复合驻留功能,尽可能地为生存空间日益拥挤的都市人们提供户外休闲、运动、娱乐、观光和社会交往等附加功能,不仅仅使跨河桥梁焕发新的价值,充分营造活力,同时也给城市滨河空间带来了发展机遇。

### 4 跨河桥梁与城市滨河空间的适宜关系

#### 4.1 单体桥梁与城市滨河空间

桥梁作为跨越河流、沟通联系两岸的纽带,是城市滨河空间中视觉形象非常突出的一种景观要素。单体桥梁虽然仅是城市空间中的一个小节点,但由于其横跨水面的形式表现出的强烈水平延伸感,视觉冲击力很强,仍会影响着跨河流城市滨河空间形态的塑造。如何处理单体桥梁与周边地形地貌、自然和人文环境、建筑风格和色调等关系,使之和谐地融入城市环境之中,显得至关重要。

中小型跨河桥梁往往跨越的是水面较窄、没有通航要求的河道。由于其跨度短、体量小,桥面距离水面的距离很近,在与城市滨河空间的关系处理上,应尽量

减少桥梁的体量,尽可能让桥梁隐藏于环境中,使其从属于环境。中小型跨河桥梁在城市滨河空间中适宜扮演“承接”和“点缀”的作用和追求“融合”的特性,要尽量以谦虚的姿态融于城市环境,融于河道景观,融于周边建筑中。要尊重周边环境,使桥梁本身和桥位周边的自然和人工要素相互呼应,例如跨越阿姆斯特丹运河上的桥梁(图1)。



图1 阿姆斯特丹运河上的桥

由于该类规模的桥梁跨度不大,梁桥或拱桥是相对合适的桥型选择。在造型处理上,要控制桥梁的高度和体量并使桥面以上空间尽量干净简洁,更应避免在桥梁基础结构上附加假拱、假斜拉或假悬索作为装饰结构,使桥梁外观感觉与桥梁实际结构完全不同的“伪桥型”。

中小型跨河桥梁跨越的河流宽度较窄,滨河空间两岸的视觉联系性强,造型可以采用简练的表达方式。当对景观有较高要求时,可以通过细节装饰来处理好桥梁侧立面的景观效果。由于人往往可以离桥较近,因此桥梁外露的细部往往都在人眼的可视范围之内而容易被清楚地看到。对这类桥梁更需要对桥梁的外观造型和细节(如桥栏杆、装饰元素、桥头过渡衔接等)进行精心处理,以起到美化环境的作用。

大型跨河桥梁的选址和建设条件较为苛刻,一般位于能够有效服务于路网主干线和承载区域交通的特殊地理位置和空间环境之中,所跨越的河流往往都是水面非常宽阔的大江大河,其巨大总体规模和体量,会轻易地成为一个区域的地标。因此,在与桥位周边区域城市滨河空间的关系上,大型跨河桥梁不可避免地扮演着主导作用。由于其空间跨度大、视觉冲击力强,与周边城市环境的协调显得尤为重要。大型跨河桥梁通常以功能、结构为主导,其设计原则应基于总体选线基础上,立足于基本桥型,在保证结构受力最优的前提下提出最经济合理的桥跨布置形式。同时,大型跨河桥梁的建筑景观造型需充分结合结构体系的特点,在造型上充分表现桥梁形态特征所展现出的力与美,在对桥梁

景观设计的“立意”方面,还需尊重地域文化并与之和谐共生,使其根植于城市历史、文化、环境特色中。

重庆是典型的山地城市,以渝中半岛为中心的主城都市核心区是开埠以来历史最悠久、最发达的区域,聚集了极高密度的高层和超高层建筑。重庆两江大桥位于长江和嘉陵江交汇处上游约1 km,跨越解放碑—江北城—弹子石中央商务区核心地带,连接两江四岸,是山地城市复杂环境下、公轨共建的复合交通系统。桥位所在的城市空间由于地形和两岸高层建筑分布密集,已显得较为拥挤和局促,新建的两江大桥与周边建筑距离较近,在桥梁选型和总体布置上,特别需要充分考虑对城市空间的影响。两座大桥由于紧邻两江汇合口,既要相互映衬,还需独自成景。根据通航条件要求,东水门大桥和千厮门大桥的主跨分别不小于445 m和340 m,从工程实施角度采用斜拉桥是最合理可行的桥型方案。

常规双索面斜拉桥的拉索布置密集,在江面上会形成庞大的索面,对视线阻挡非常明显,并且在绝大多数视角下双索面都会呈现相互交错的状态,会显得很凌乱[图2(a)、(c)],为了尽可能减小新建桥梁对两江交汇处滨河空间景观的影响,两座大桥均采用单索面稀索布置的部分斜拉桥方案[图2(b)、(d)]。两江大桥在桥梁选型上通过充分利用主梁自身刚度以减少斜拉索数量并将桥塔高度尽量降低。相对于常规密索体系斜拉桥,其适宜的桥塔高度既保留了恰当的比例和均衡的形态,又不至于过于高耸突兀而与湖广会馆、洪崖洞、大剧院等重要建筑之间不协调,保证了大桥与周边密集高层建筑和谐相容。通过采用稀索体系单索面布置形式,缓解了密索体系的视觉屏蔽效应,增强了江面景观的通透性,具有很好的景观协调性[图2(f)]。为了适应大水位落差,大桥主塔采用天梭形空间曲面索塔造型,外轮廓为圆润的天梭造型,新颖、简约、秀美。

#### 4.2 群组桥梁与城市滨河空间

为满足城市经济发展和日益增长的交通需求,需进一步增加城市路网密度。城市跨河桥梁从以前零星分散布置,逐渐发展成为沿河均布,甚至在局部区域河流范围内密集分布。跨河桥梁群指在一定河流域范围内的多座桥梁,分布在一定空间上但又相距不远,各座桥梁之间通视良好,景观上存在相互影响和某种有机联系的桥梁群体。

同一河流上的桥梁群设计,需要从规划的层面对桥梁的分布特点、与城市路网和滨河空间组织关系上

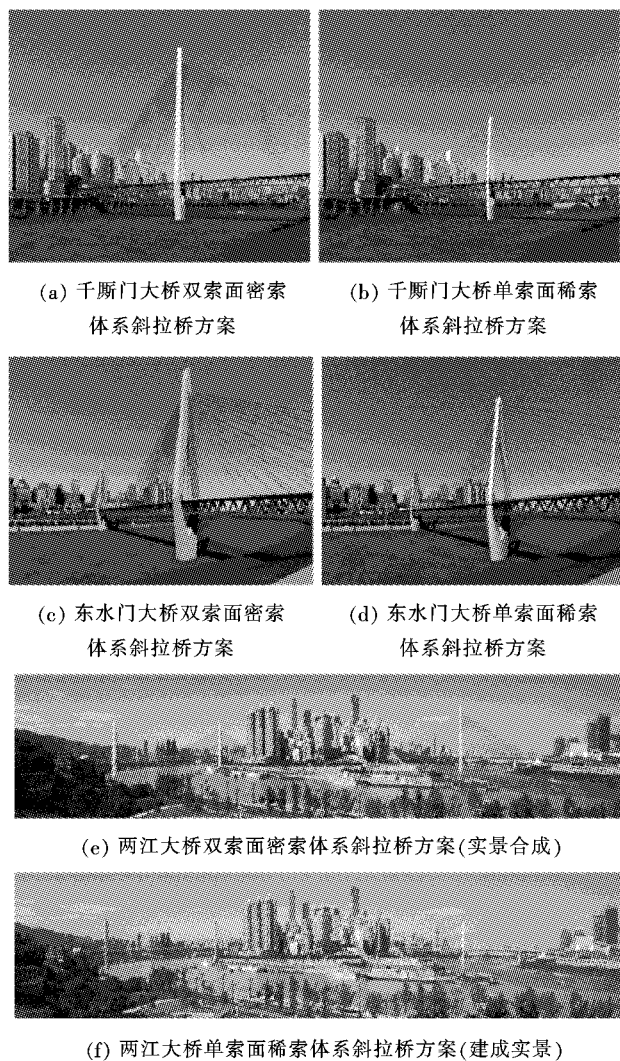


图 2 重庆两江大桥桥型方案与城市空间关系对比

进行系统性分析,对各桥梁的高度、体量、造型和色彩进行统筹和控制,加强各个桥梁之间的逻辑性及关联性,以“整体性、融合性、集合性”为基本原则,将跨河桥梁群纳入到滨河空间加以统一规划、整合设计,才能实现城市滨河空间形象的整体提升。

综观世界上多个有河流穿城而过的历史文化名城,跨河桥梁群与城市滨河空间的关系处理均体现了上述原则。巴黎塞纳河上的群组桥梁与城市整体建筑风格很匹配,在桥梁与周边环境的关系上处理得非常得体,对于桥梁个体之间的联系也相当注重,在整体风格上保持了统一,在个体造型上寻求了变化[图 3(a)]。布拉格是多桥之城,在流经城区的伏尔塔瓦河上共有 18 座大桥。布拉格的桥梁形式为一系列的拱桥,采用了统一的形式,在个体桥梁的造型和风格上充分考虑了与两岸建筑风格的协调,到达了“多样与统一,和谐而不同”的艺术境界,带给人美的享受,堪称城市河流桥梁群的典范[图 3(b)]。芝加哥河贯穿芝加哥城中心,蜿蜒舒缓,与东面浩瀚的密歇根湖相连。在城市核心区段 3.6 km 长的河道上,也分布着 18 座桥梁,桥梁之间的最小间距不到 100 m。由于芝加哥河两岸均是密布的高层建筑,为了尽量避免给河道这个天然的视线通廊添堵,所有的桥梁均以建筑高度低矮的钢桁梁桥形式出现,与周边现代风格的城市建筑形成了良好的呼应关系[图 3(c)]。

随着城市机动车的迅速增长,既有城市主干路和跨江河桥梁的交通量很容易就达到饱和状态,为了改善日益拥堵的交通,需要对既有城市主道路进行加

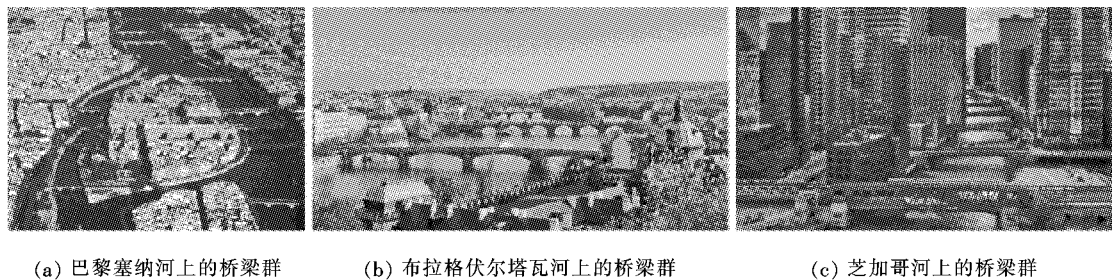


图 3 世界著名城市跨河桥梁群

宽改造,往往会在既有跨江河桥梁旁边增加一座新桥,以避免既有跨河桥梁成为新的交通瓶颈。很多情况下,新建桥梁和既有的旧桥之间采用同桥位并行轴线布置,新建桥梁在桥型和体量上应该与既有桥梁保持一定程度的相同或者相似,孔跨布置应与既有桥梁对齐。当新老桥梁相距很近、并列时,宜保持桥型一致,

避免产生视觉紊乱。

重庆鹅公岩长江大桥是一座地锚式悬索桥,于 2000 年建成通车。正在建设中的鹅公岩轨道专用桥桥位选址受限于两岸已建成的高层建筑物,只能利用鹅公岩长江大桥原有过江通道,紧邻既有老桥建设。新桥位于老桥上游侧 70 m,结构净距约 45 m,通航主

管部门要求新、老桥主塔位置对齐,因此新桥和老桥一样,主跨也是 600 m。由于既有老桥南侧锚锭采用了隧道锚,在相距很近的情况下若再建一座地锚式悬索桥,将会改变老桥锚锭周边岩土应力情况,存在较大的安全风险。在这种特殊的限制条件下,虽然新桥采用斜拉桥更为经济合理,但是为了达到与老桥在形式上的协调一致,尽可能地减小对城市滨河空间的影响,新桥采用了与老桥造型相同的自锚式悬索桥桥型,即便其工程造价和施工难度远高于斜拉桥。

图4为采用不同桥型和相同桥型的效果对比,可以明显地得出相近桥位上的桥梁最好采用相同桥型这个结论。因为只有当同种桥型处于相近的位置上时,才会产生良好的秩序感。从桥梁审美的角度看,同桥位上相邻的两座桥采用相同桥型,在形式上显得互为协调,在审美心理上会产生韵律感,从而形成更丰富的景观,图5为俄罗斯圣彼得堡跨越涅瓦河的大奥布霍夫(Bolshoi Obukhovsky)姐妹桥,两座桥虽然兴建于不同年代,但采用相同的形式却让其呈现和谐统一的效果。



(a) 既有地锚式悬索桥与斜拉桥实景合成比较

(b) 既有地锚式悬索桥与自锚式悬索桥实景合成比较

图4 相近桥位并行轴线条件新桥桥型方案与既有桥梁的比较



图5 俄罗斯圣彼得堡跨越涅瓦河的大奥布霍夫桥

从上述不同的城市跨河桥梁群组案例可以看出,河流作为分隔城市的天然视线廊道,同一河流上的桥梁群可以形成独具特色的纵向景观序列。桥梁群中的各桥梁既要协调统一,又要在统一中存差异。所谓的统一就是各个跨河桥梁需要在桥型、体量、尺度和建筑风格上有一定程度的统一,特别是相邻的桥梁应保持桥梁造型与建筑风格的协调。但是统一并不等于重复

或雷同,相邻桥梁在形态和风格上保持协调一致的前提下,要在桥梁的外观细节、表面肌理、颜色、装饰等各方面寻求变化。作为群组桥梁中的单体桥梁,应避免采用造型过分夸张的桥梁形式,更要避免一味追求“一桥一景”,而破坏整个桥梁群的和谐。

## 5 结论

在新时期城镇化发展进程中,滨河空间相继成为城市建设或城市复兴的热点。而现实语境下,“桥归桥”、“城归城”各自为政的建设模式仍普遍存在,跨河桥梁的建设与城市滨河空间出现脱节的现象给城市空间带来了诸多负面影响,处理好跨河桥梁与城市滨河空间关系的重要性和迫切性愈发凸显。该文通过在此领域的初步研究,得到以下结论:

(1) 为了促进城市跨河桥梁建设与城市空间环境协同发展,跨河桥梁的空间形态和景观风貌需尽早统筹规划,并遵循“协调于环境、整体有秩序、单体要美观”的基本原则。跨河桥梁建设应符合城市规划,但同时也要认识到跨河桥梁规划是城市规划中的重要组成部分。跨河桥梁规划要结合城市总体规划和城市设计要求,从宏观层面确定桥梁规划的目标与定位。

(2) 桥梁与城市滨河空间环境协调并使其与周围环境成为有机的整体,是跨河桥梁规划设计的要点。要实现跨河桥梁与周边环境协调,需要认真研究和分析桥梁所跨越河流两岸的用地性质、建筑密度和高度、建筑形态和风格、城市色彩、夜晚光环境及景观绿化等因素。对于单体协调应强调桥梁自身的比例、尺度和建筑风格、色调与其所处的环境协调。对于整体协调则应注重各单体桥梁之间的有机联系,在个体的差异中寻求统一并在统一中求变化。

(3) 跨河桥梁在单体空间位置虽然是相对独立的,但将一定区域河流范围内的各座桥梁串连在河道视线通廊中作为群体统筹已是发展趋势。必须改变仅着眼于桥梁单体设计的习惯思想,更要避免由于不同时期,不同设计单位缺少系统的整体规划而造成所建桥梁各自为政的现象。

## 参考文献:

- [1] 杨春侠.促进桥梁与城市的“协同发展”——突破滨水区“城桥设计脱节”的困境[J].城市规划,2014(4).
- [2] 项海帆,等.桥梁概念设计[M].北京:人民交通出版社,2011.

DOI:10.14048/j.issn.1671-2579.2019.04.020

# 预应力钢筋回缩引起的预应力损失简化计算研究

龚良勇, 王俊召

(重庆交通大学 土木工程学院, 重庆市 400074)

**摘要:** 预应力钢筋回缩是导致预应力损失的主要因素之一, 预应力损失量预测方法众多, 该文针对预应力钢筋预应力损失预测问题展开文献调研, 总结了当前预应力损失研究的方法及存在的问题。在此基础上引入利用理论公式计算方法, 对预应力钢筋回缩引起的预应力损失量进行计算, 并利用有限元软件进行建模计算预应力损失。对这两种方法得出的结果进行了对比分析, 以此对理论公式计算结果进行了验证。结果表明: 理论公式计算预应力钢筋回缩引起的预应力损失具有较好的可靠性和使用便捷性。

**关键词:** 钢筋回缩; 预应力损失; 影响长度; 有限元

自20世纪50~60年代起中国混凝土桥梁建设逐渐起步, 各种大型简支梁、悬臂梁等预应力混凝土桥梁一一落成, 为中国大型后张法预应力混凝土桥梁的修建积累了丰富的经验。进入21世纪之后, 预应力混凝土桥梁在中国公路桥梁建设中得到了广泛的应用。预应力混凝土梁分为先张法预应力梁和后张法预应力梁, 目前世界上使用最为广泛的是后张法预应力混凝土梁。但是在预应力筋拉伸完毕锚固时由于锚具压缩, 锚具与梁体之间存在的接缝被压密等原因会造成预应力钢筋的回缩, 使得实际加载的有效预应力偏小。造成了预应力桥梁结构的承载能力打折扣, 也使得桥梁的耐久性受到不利影响。目前一些研究表明, 预应力混凝土桥梁建成投入使用后, 其预应力损失可达到30%左右, 局部位置预应力损失可达45%以上。因此有必要对预应力回缩引起的预应力损失情况进行研究。以便确定预应力损失量, 为实际加载的张拉量提

供依据。

## 1 国内外研究现状

目前, 预应力损失测量与计算方法有很多种, 大多数都是基于试验的基础结合理论分析与建模进行研究。有研究者将预制预应力钢筋混凝土梁的预应力损失分析与试验中观察到的预应力损失进行比较, 以模拟评估分析方法计算预制预应力钢筋混凝土梁的预应力损失。预应力损失的测量一般借由裂缝、挠度、动力性能等具体指标的检测来推断预应力梁中的预应力筋工作状态, 这些手段都能够间接地推测梁体的整体工作状态以及判断预应力损失量, 但是对预应力筋的实际状态(预应力损失、有效预应力等)做出有效的判断方法或是繁琐, 或是难以把控准确度。因此对预应力损失的测量计算方法有必要进行研究。

- \*\*\*\*\*
- [3] 江海燕, 伍雯晶, 蔡云楠. 开放空间的概念界定和分类[J]. 城市发展研究, 2016(4).
- [4] 周皓, 王晋华, 田朝阳. 滨河空间场所精神延续和更新探讨[J]. 华中建筑, 2012(4).
- [5] 张丽. 城市滨河带状空间景观规划与设计——以上海三林老街滨河城市公园为例[J]. 中外建筑, 2012(7).
- [6] 周琦, 汪坤, 祝遵凌. 地域性文化在城市滨河景观设计中的表达——以云南双江南勐河景观规划设计为例[J]. 中南林业科技大学学报: 社会科学版, 2013(4).
- [7] 刘琳. 探索城市景观桥梁的建筑造型[J]. 中外建筑, 2011(9).
- [8] 邓文中. 重庆两江大桥设计理念[J]. 桥梁, 2010(7).
- [9] 王文斌, 徐利平, 戴利民. 城市桥梁群概念刍议[J]. 上海公路, 2013(5).
- [10] 张澎涛, 范立础. 城市河道桥型系列规划方法研究[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2007(12).
- [11] 杨士金. 谈城市桥梁规划[J]. 城市道桥与防洪, 2016(2).

收稿日期: 2018-10-12

作者简介: 龚良勇, 男, 硕士研究生, 助理工程师, E-mail: xiaoxiao.gong@163.com