

天津海河综合开发工程桥梁建设梗概

张振学,井润胜,韩振勇,刁润胜,张显杰

(天津城建设计院有限公司,天津 300070)

摘 要:主要介绍了天津市海河综合开发工程中的桥梁建设情况。按照总体规划要求,从满足功能、景观、区域历史文化需要,以崭新的设计理念进行桥梁设计,营造出现代化的城市氛围,弘扬海河文化,使海河成为独具特色的世界名河。

关键词:综合开发;桥梁规划;旧桥改建;开启桥;新建桥梁;天津市;海河

中图分类号:TU984.11 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-7716(2006)02-0027-04

1 海河综合开发工程桥梁项目规划概况

2002年底天津市政府通过了海河综合开发总体规划,将用3到5a的时间,将海河建成独具特色和国际一流的服务型经济带、景观带、文化带,使其不仅具有防洪、排涝、供水、航运等功能,更具备旅游、休闲和发展三产服务业的功能,弘扬海河文化,创建世界名河。

天津海河自三岔口起,横贯市内六区和东丽区、津南区,于塘沽区汇入渤海,全长72 km,按海河综合开发总体规划,由三岔河口至外环线为海河的上游段,主要体现亲水的国际化大都市形象,建设以现代化公共设施为核心内容的滨河服务型经济带、景观带和文化带;由外环线至二道闸为中游段,规划为生态的海河风景旅游区和以生态能源、信息技术等新型产业为主的田园式的研究发展区域;由二道闸至入海口为下游段,规划为以内河港口物流、贸易、加工区和滨海城市中心景观为内容的特色区域。

根据海河综合开发总体规划,实施规划后的海河具有四大功能:防洪、排涝、通航、景观。海河规划为Ⅵ级航道,正常通航水位1.5 m,最高蓄水位为2.5 m,最高洪水位为4.54 m,要求桥下净空4.5 m,梁底高程6.0 m(大沽水平),主航道宽度从解放桥以上为18 m,解放桥以下为30 m。

海河上游段的核心任务是公共设施建设,其中的桥梁项目规划,受到极大的关注。由三岔河口到外环线的上游段原有桥梁12座,分别是新红桥、金刚桥、狮子林桥、金汤桥、北安桥、广场桥、解放桥、赤峰桥、大光明桥、刘庄桥、光华桥及海河大桥,平均间

距1.6 km。按照海河综合开发总体规划要求,在上游段将新增加16座桥梁及越河隧道,平均间距减少到0.68 km,以保证海河两岸之间交通的密切联系。为减少桥头两端的交通冲突,采用桥头立交方案。另外桥梁也不仅仅是一个过河的交通设施,更是海河上重要的景观,必须充分考虑城市的总体规划,必须重视与城市景观相协调,与海河经济开发密切结合,以崭新的设计理念营造出现代化的城市氛围,要把桥梁作为艺术品和旅游景点来进行设计,做到海河上“一桥一景”。

图1为天津市海河桥梁项目规划中的既有桥梁和新建桥梁位置示意图。

作为九河下梢的海河,孕育了这座美丽的城市并且形成和一直丰富着它独特的文化、历史和人文底蕴。为连通这座城市,天津海河历来成为桥梁建设先驱者一展身手的天然绝妙场所,海河无声却有情,它见证着天津桥梁的建设历史。

按目前海河综合开发工程项目中桥梁的建设方式,可分为以下三大类型:

(1) 海河既有旧桥的改造,包括狮子林桥、北安桥、大光明桥及光华桥;

(2) 海河既有开启桥的修复与加固,包括金汤桥和解放桥;

(3) 海河新建桥梁,包括大沽桥、奉化桥、蚌埠桥、赤峰桥、富民桥等。

2 海河既有桥梁的改造

海河上的既有桥梁大多修建于上世纪70年代,由于这些桥梁修建时间较长,局限于当时的政治状况和经济状况,其结构形式简单,由于运营多年的累计沉降,大多不再满足规划通航的要求;同时按照海河经济开发的要求,突出其景观的设计,将既有桥梁

收稿日期:2006-01-10

作者简介:张振学(1966-),男,天津人,高级工程师,常务副院长,从事桥梁工程设计与技术管理工作。

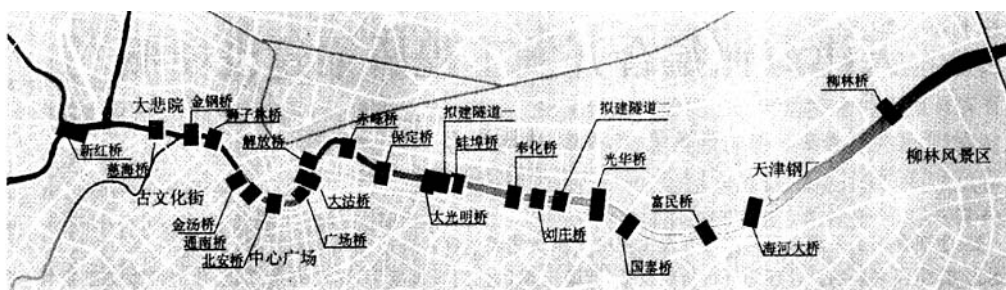


图1 天津市海河桥梁项目规划中的既有桥梁和新建桥梁位置示意图

进行改建或者重建。海河既有桥梁改造项目包括狮子林桥、北安桥、光华桥及大光明桥。

2.1 狮子林桥改建

既有狮子林桥分两次修建:1974 修建预应力钢筋混凝土桥,桥宽 24.6 m,其中机动车道 18 m,人行道每侧 3 m,上部结构为三跨简支单悬臂挂孔结构,跨径 $24\text{ m}+45\text{ m}+24\text{ m}$,挂孔长度为 8 m,桥梁设计荷载为汽车-20 级,挂车-150;1994 年在原桥上、下游每侧各修建一座新桥,新桥桥宽 9.3 m,新桥修建时将老桥的人行道拆除,改为中央分隔带,而新桥为非机动车和人行桥。新桥桥梁上部结构外形与老桥相同,结构形式为三跨变截面预应力混凝土箱形连续梁,跨径为 $25.2\text{ m}+45\text{ m}+25.2\text{ m}$ 。新老桥下部结构均为钢筋混凝土实体桥墩,下部基础为钻孔灌注桩,桥梁设计荷载为汽车-15 级。通过对既有狮子林桥进行的全面检测表明,该桥仍然满足原设计荷载标准要求,可以继续使用,但由于海河通航标准提高,狮子林桥已无法满足现在的通航要求,必须将桥梁提高 1.271 m。

狮子林桥属于三跨连续箱形梁结构,从梁的纵向分布而言,必须整体性地同步顶升;而在横向分布上,由于新老桥的结构独立性,同时有隔离带分隔,在结构上容易分离,新老桥采取横向分别同步顶升工艺。根据结构计算,在中墩处和两侧边桥墩各布置多台千斤顶;为保证顶升过程中梁体的纵横向偏移或可能的侧滑,按顶升力的 1% 来考虑,设置横向和纵向限位支架;加做钢管混凝土支座垫石以满足顶升高度,中墩更换为盆式橡胶支座,边墩桥台更换为四氟板橡胶支座。整个顶升和落梁过程由同步控制系统控制,保持 8 个测量点的位置同步误差小于 5 mm;剔除老桥面混凝土铺装,新做轻质陶粒混凝土铺装,涂布桥面防水层;更换桥梁橡胶伸缩缝。

结合原有桥梁的结构型式进行建筑装饰,保留了桥头原来的 4 座石狮子,同时在桥栏、桥身、桥墩

等不同部分新塑大小石狮子几百个,特别是桥墩处采用了狮子图像的浮雕,当人们行船通过这里的时候,从桥下也能看到可爱的小狮子,充分体现狮子林桥的特色。重新装饰的“狮子林桥”身上布满几百个形态各异的石狮子,成为名副其实的“狮子林”。

狮子林桥改建是海河两岸综合开发工程的起步项目,天津城建设计院在国内首次把同步顶升技术成功应用于桥梁改造项目,实现了桥梁改造的技术创新与突破(图 2、图 3)。

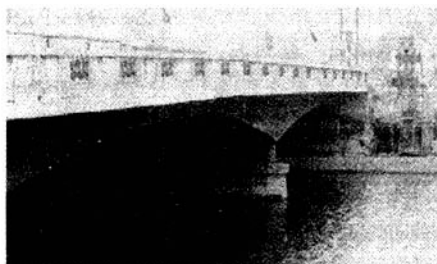


图2 顶升后的狮子林桥



图3 改建后的狮子林桥

2.2 北安桥改建

既有北安桥建成于 1973 年,主桥共分三跨,跨径为 $24\text{ m}+45\text{ m}+24\text{ m}$,桥宽 24.6 m,其中机动车道 18 m,人行道每侧各 3 m,左右各 0.3 m 栏杆。上部结构为简支单悬臂梁中间带挂梁的变截面预应力箱梁,挂梁长 8 m,下部结构采用钻孔灌注桩基础,圆端式桥墩,边帽梁式桥台,桥梁设计荷载为汽

车—20级,挂车—150。通过对原桥梁进行的静活载实验检测表明,北安桥的挂梁无法满足现有荷载标准的要求,需要进行彻底更换,同时悬臂梁的牛腿也必须进行补强。

北安桥的改建共包括如下内容:北安桥加宽,加宽部分为在既有桥位的上下游各重新施做两幅宽9 m的钢桥,新建加宽桥的跨径布置与既有桥梁一致;为满足海河规划通航要求,对原北安桥进行整体抬升,抬升高度为1.555 m;北安桥的景观装饰借鉴法国巴黎亚历山大三世桥的西洋古典式风格,桥头雕像采用西洋古典的表现形式,同时吸取中国传统题材,以青龙、白虎、朱雀、玄武来寓意东、西、南、北四方平安;桥墩雕像为压纹青铜正面装饰盘龙,桥栏柱基上为四尊舞姿各异的龙女;人行道与非机动车道路面为花岗岩铺装;栏杆形式为典雅的宝瓶形式并采用石材来突出其特质;桥头4处设17 m高桥头堡,突出其古朴凝重的特点。改造后北安桥的景观特点可以概括为“欧风汉韵”。北安桥是天津城建设计院继狮子林桥之后成功抬升并装饰一新的第二座海河上既有桥梁(图4)。



图4 北安桥改建后实景照片

2.3 光华桥改建

既有光华桥建于1976年,主桥分三跨,上部结构为简支单悬臂梁中间带挂梁的变截面预应力箱梁,跨径为29 m+62 m+29 m,其中挂梁长16 m;桥面净宽30 m,其中车行道净24 m,人行道两侧各3 m。桥梁设计荷载为汽车—20级,挂车—150;按当时国家Ⅴ级航道标准设计,通航3000 t级驳船,桥下净空4.5 m。根据规划要求,现状光华桥基本满足通航要求,不再进行桥体抬升,光华桥的装修要满足景观要求。目前光华桥改建工程正在进行中(图5)。

2.4 大光明桥改建

大光明桥改建及景观装饰方案目前仍在进行中。

3 海河上开启桥修复

天津在20世纪初至20年代修建了各类形式的



图5 光华桥改建效果图

开启式桥梁。著名桥梁专家茅以升上世纪60年代曾著文评点津城铁桥,称赞可开可合的桥是天津“特产”。他写道,“合时桥上走车,开时桥下行船,一开一合,水陆两便”,“几乎全国的开合桥都集中在天津”。依开合方式的不同,茅以升归纳了开合桥的类型,并指出天津“几乎各式皆备”。解放桥、金刚桥属于“吊旋桥”,金汤桥为“旋转桥”,而金华桥又是“平拖桥”。在世界桥梁史上,开启式铁桥曾风行一时,对此,天津表现出特有的吸纳能力。其中金汤桥为我国现存唯一的一座平转式开启桥梁;解放桥为现存唯一的一座双叶立转式开启桥。这两座桥梁的意义已经不仅仅局限于结构本身所代表手技术,更在于其作为天津的城市象征,突出表现了它们所独有的历史和文物价值。

3.1 百年钢桥—金汤桥

金汤桥位于海河上游市区中心,于清光绪三十二年(1906年)兴建。桥梁分三孔,其中一孔为固定跨(净32.8 m),两孔为平转式开启跨(各净16.85 m),全长76.4 m,用电力启动。金汤桥为目前国内仅存的三跨平转式开启钢桥。金汤桥建成至今约有百年历史,它经历了时间、灾害、战火的重重考验,该桥曾进行过1935年和1973年两次大修。金汤桥作为解放天津会师纪念地,1984年该桥被列为市级文物保护单位和市级爱国主义教育基地。

经过近百年的使用,既有金汤桥局部构件损坏严重、钢板锈蚀、桥面板破损、人行道下托梁损伤、腹杆部分损伤、焊缝出现开裂、一些部位出现锈蚀、桥梁局部构件已严重锈蚀损坏,成为危桥;原有的转动功能已完全丧失,转动系统已拆除、转动跨通过桥面连接进行了固定。根据海河两岸桥梁总体规划要求,金汤桥改建原则是建新如旧。由于该桥修建年代久远,原设计图早已散失,而且几经加固改造,无论在外貌还是在受力构造上都与原始不太一样。为了对原桥仿制逼真以及对原桥更好地加以保护,在改建之前对桥梁结构进行了全面的调查分析,以便

恢复结构详图以及拟定新桥设计方案。

根据对金汤桥已经实施的堤岸结构线现场实地测量,既有金汤桥位置压缩了河道;河东侧压缩河道约10 m;河西侧压缩河道约2 m;实施方案将老桥拆除移至他处,按原样恢复重建一座新桥,桥型严格维持主桁架上弦呈曲线外形的主要造型特征,桥梁钢构件的连接仍采用铆接,为恢复开启,减少桥梁重量,桥面恢复最初的木地板构造;下部仍采用钢筋混凝土实体墩台,钻孔灌注桩基础,转动桁架加长到50 m(即原桥台向东岸移10.5 m),固定跨加长2 m,原西岸桥台废除,向河外侧移2 m设桥墩;跨径布置为固定跨35 m,两孔为平转式开启跨(2×25 m),全长85 m,用电力和手动两套系统启动;重建后桥梁满足VI级通航净宽18 m,净高4.5 m的规划要求。翻新后的金汤桥将作为人行桥交付使用(图6、图7)。



图6 金汤桥改建后的成桥照片

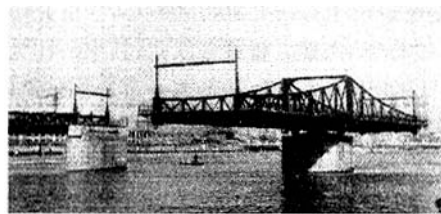


图7 金汤桥开启实景照片

3.2 天津城市的象征——解放桥

解放桥原称新万国桥,于1925年4月开工,1927年10月18日举行落成典礼,由美国芝加哥施尔泽尔(Scherzer Rolling)桥梁公司设计。

解放桥全长96.254 m,桥面宽度12.20 m,主桁间距13.21 m,主桁左右各有2.75 m的人行道。上部结构的两个边孔均是24.232 m下承式简支钢桁梁,主桁间距14.48 m。桥梁下部结构由二墩、二台及台后挡墙组成。二墩间距49.939 m,台墩间距24.232 m。解放桥中孔是下承式施尔泽尔开启体系钢桁梁;这一体系通过动力输送,由齿轮组、动轮、齿条、弧形梁、齿座梁、平衡重密切地配合运动,使桥梁有控制地徐徐向后仰起,以便船只通过。桥梁开

启后两墩之间有42.7 m的自由航道(图8、图9)。

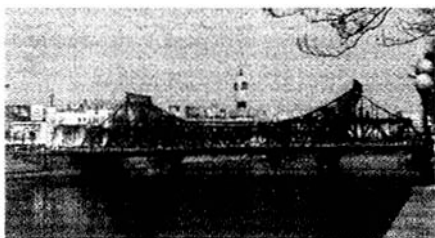


图8 解放桥现状照片

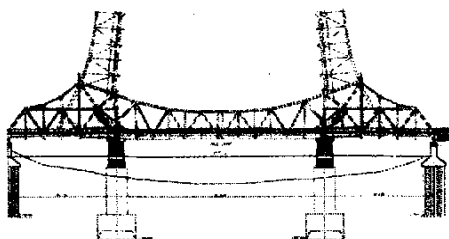


图9 解放桥开启图示

解放桥经过80 a长时间运营,遭受了各种各样的病害与损伤,诸如油漆退化、锈蚀、永久变形、裂纹和连接松动等,其承载安全已经部分耗散;桥梁结构也几经改变,现今已不具备开启功能。2004年对既有解放桥进行了技术状态评定,包括桥梁工作状态模拟与分析、桥梁病害检测与裂纹(缺陷)探测、桥梁结构承载能力验算、应力监测与疲劳寿命评估;同时进行了实桥荷载试验。从该桥维修历史及该次的检测情况来看,解放桥主体结构保存尚好、整体刚度较完好;加之解放桥一直以来作为天津城市的象征,又是具有80 a历史的双叶立转式开启桥,风格别致独特,极具文物保存价值,因此对解放桥进行修复,恢复其开启功能。修复后的解放桥不再作为过海河的主要交通要道,而是作为旅游观光和通往解放北路金融一条街的景观桥。目前解放桥的修复及恢复开启工作正在进行中。

4 海河新建桥梁的建设

对于海河上的新建桥梁,按照海河综合开发规划要求,要把桥梁作为艺术品和旅游景点来进行设计,做到海河上“一桥一景”,天津市的有关建设单位邀请了国外著名的土木工程咨询公司来参与方案投标和设计。一般地,设计方案投标由国外设计咨询公司完成,方案中标后由国内的设计单位进行方案深化、初步设计和施工图设计,国外设计咨询公司在后续阶段的参与深度和阶段不一。