

浑河上的新型桥梁

陈智仁

(沈阳市城市建设管理局, 辽宁沈阳 110015)

摘 要:对辽宁省浑河上近十年来建造的 6 座新型结构大桥进行了综合评述和介绍。

关键词:钢管混凝土拱桥;斜拉桥;自锚式悬索桥;部分斜拉桥;浑河;沈阳;抚顺

中图分类号:U443 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)04-0057-03

0 前言

浑河是辽宁省三大河流之一(辽河、浑河、太子河),它流经抚顺、沈阳两市,浑河从东向西贯穿这两座城市的市区,把两城市分成河北、河南两部分。抚顺位于浑河上游,沈阳在其下游,两座城市唇齿相依,浑河可谓其母亲河。

自从 20 世纪 30 年代以来,为了加强南北交通的联系,两市在浑河上已建起了近 20 座不同形式的桥梁,尤其近十年,随着浑河两岸的开发,新建了滨河大道,河滨公园以及不少现代化的建筑,对浑河上新建的桥梁在造型及美化要求上越来越高。城市内的桥梁,作为交通枢纽的功能以外,必须在建筑形象上具有时代的特点和景观上的要求,因此近几年来,在浑河上兴建了一批结构新颖、造型优美的新型桥梁。

1 沈阳市长青大桥

1997 年 7 月竣工的沈阳市长青大桥是浑河上第一座新颖的大跨径桥梁,全桥共 7 孔,主桥为三孔中承式钢管混凝土拱桥,净跨径为 120 m+140 m+120 m,南北边孔各为两孔净跨径 50 m 的空腹式钢筋混凝土肋拱桥,桥梁全长 630 m,桥宽 32.5 m。

该桥主孔的矢跨比为 1/4,用两条分离式平行拱肋组成,每条拱肋截面选用四根 $\phi 700 \times 10$ mm 的上下弦管和 $\phi 245 \times 10$ mm 竖斜腹杆组成的空间桁架。 $\phi 700$ mm 钢管内注入 C50 混凝土,断面尺寸为高 3.4 m,宽 1.8 m,两拱肋中心距为 18 m。为提高主桥的整体性和稳定性,两拱肋间设置 7 处横向联系,拱顶设 H 型横撑及两处 K 型横撑,桥面下拱脚处设 X 撑。

桥面系由横梁与桥面板两部分组成,横梁为 PC 箱型结构,长 32.5 m,高 1.8 m,宽 1.1 m,内设

5 道隔板。桥面板为实心矩形板,厚 250 ~ 350 mm,简支安装后用 C50 混凝土湿接头连接,与横梁形成连续体系。主孔吊杆采用 $\phi 5$ m 的镀锌高强钢丝 199 丝外加黑色高密度 PE 护套,冷铸锚头,上端在拱肋内设 460 mm 宽横隔板支承在下弦管及横联上,下端锚于横梁下,使桥面成为整体漂浮体系。

下部结构,因主孔为三孔不等跨连拱,中间两桥墩采用 24 $\phi 1.6$ m 钻孔灌注桩基础桩长 22 m,两个边墩为抵抗不平衡水平推力采用沉井基础,沉井长 36.3 m,宽 8.4 m,高 10 m。

桥梁建成后颇为雄伟壮观。

2 沈阳市富民桥

2003 年 11 月,沈阳市在浑河上建造了第一座大跨径斜拉桥—富民桥。该桥是一座双塔单索面的钢筋混凝土斜拉桥,桥全长 602 m,宽 32.5 m,主孔跨径为 89 m+242 m+89 m,南北两侧副孔各为 3 孔连续刚架,是目前浑河上跨径最大的桥梁。

主桥结构:南索塔为塔、梁、墩三者固结,北索塔为塔、梁固结,塔墩分离型式,北索塔支承在北桥墩上,塔下用三个大型球型钢支座作为滑动支承,中间支座竖向承载力达 13000 t,两边支座竖向承载力各为 8000 t,南北索塔立面上为对称折线形,塔高 67.5 m,在桥面以上 33.9 m 处为一折角,其下段桥塔与水平线成 75° 角,上段塔身与下段塔身折角为 7.5°。塔底为实心塔座,塔身为箱形断面,其顺桥方向长 8.414 ~ 6.994 m,横桥向宽各为 3.5 m,索塔在锚固区内配置了纵横向 $\phi 32$ 精扎螺纹预应力钢筋,用以抵消箱形截面四壁上的拉应力。

主梁采用倒梯形箱梁,单箱三室,顶宽 22.5 m 加两侧各 5 m 的大悬臂,底宽 4 m,梁高 3.44 m,两边室顶板厚 25 cm,中室顶板厚 40 cm,底板厚 30 cm,竖腹板厚 40 cm,斜腹板厚 25 cm 悬臂板根部厚 50 cm,端部厚 16 cm。横隔板 3.7 m 一道,中室横隔板在有缆索锚固的节段厚 40 cm,无缆索

收稿日期:2006-06-05

作者简介:陈智仁(1936-),男,浙江宁波人,教授级高级工程师,主要从事桥梁设计和管理工作的。

锚固的节段厚 28 cm, 边室横隔板厚均为 28 cm。主梁采用三向预应力混凝土结构。

斜拉索采用扇形布置在桥中心的分隔带上, 为双拉索, 梁上索面距 2.2 m, 塔上索面距 1.1 m, 每个索塔 15 对, 拉索在塔箱内张拉。在梁上中孔索距为 7.4 m, 边孔为 6.3 m, 拉索采用 $\phi 7$ 镀锌高强钢丝, 共分 283 $\phi 7$ 、241 $\phi 7$ 、211 $\phi 7$ 、151 $\phi 7$ 四种。

富民桥建成后, 它的优美造型和明快的色彩与两岸现代化建筑及河滨公园环境构成了一幅美丽的画卷, 该工程获得了鲁班奖。

3 抚顺市浑河天湖大桥

2004 年 9 月完工的抚顺市浑河天湖大桥是浑河上第一座钢筋混凝土悬索桥。

大桥全长 476 m, 宽 41 m, 其中主桥为双索面自锚式悬索桥, 主孔 160 m, 边孔 70 m, 锚固孔 15 m, 主桥长为 15 m+70 m+160 m+70 m+15 m=330 m, 主梁采用五孔钢筋混凝土连续箱梁, 断面为单箱五室, 梁高 2.5 m, 梁宽 41 m, 箱梁顶板厚 20 cm, 底板厚 18 cm, 边腹板厚 50 cm 中腹板厚 40 cm, 箱梁内每 5 m 设一道预应力横梁, 横梁中间厚 40 cm, 端部加厚至 95 cm, 横梁内配 2-16 $\phi 15.24$ mm 和 2-5 $\phi 15.24$ mm 钢绞线预应力钢束, 共 42 束。

由于悬索桥跨径较小, 传统的门式索塔就显得比较矮小, 为此该桥索塔通过在塔柱上设置装饰性避雷针, 使门式塔形成富于变化且显得高而挺拔的 H 型塔。塔柱采用钢筋混凝土实心矩形截面。2.5 \times 3.5 m, 塔上横梁采用曲线形的变截面箱梁。

主缆的矢跨比为 1/6, 由 85 根 $\phi 54$ mm 镀锌钢丝绳组成, 钢丝的标准强度为 1 960 MPa, 直径为 54.3 cm, 主缆由单根连续的钢丝绳绕过全部索鞍形成。主缆架设完毕后用挤圆机挤成圆形, 刮涂混炼的 HM106 密封剂, 把主缆表面凹面填平, 使主缆表面成为圆滑的光面, 再在外面缠包玻璃布, 玻璃布外刷上稀释好的 HM106 密封剂, 最后在外面刷涂 881-Y01 聚酯面漆 3 道。

吊杆采用 121 $\phi 7$ 镀锌高强平行钢丝, 强度为 1 670 MPa, 钢丝束外设 PE 护套, 两端配冷铸锚。吊杆上端通过索夹固定于主缆, 下端锚于主梁的横梁两端。根据吊杆所在位置主缆倾角的不同, 索夹设计成 4 种尺寸形式。

索塔顶设可滑动索鞍, 锚固跨主梁内设两个可滑动索鞍和一个固定索鞍, 鞍座一次浇铸成形, 采用 45# 铸钢。可滑动鞍座下设聚四氟乙烯滑板, 塔顶设置顶推钢结构装置, 以便施工时利用千斤顶调整索鞍偏移。

主桥梁底均设 GPZ 型盆式橡胶支座。因桥位处岩层较浅, 故下部结构基础采用扩大基础, 置于微风化层上。

天湖大桥强劲有力的耸立在浑河上, 其北岸是新建的抚顺市政府大楼和现代化建筑群, 南岸是一条开阔的滨江大道, 顺河望去展示在面前的是一派欣欣向荣的抚顺新貌。

4 抚顺市永安桥

2005 年 7 月通车的抚顺永安桥是浑河上又一座钢筋混凝土斜拉桥。

桥梁全长 355 m, 桥宽 38 m 主桥为两孔 75 m+55 m 不等跨独塔双索面的预应力钢筋混凝土斜拉桥, 采用塔、梁、墩固结体系, 南北边孔分别为 3 \times 45 m 和 2 \times 45 m 预应力钢筋混凝土连续梁组成。

浑河永安桥犹如一座巨型雕塑, 75° 倾角的斜索塔高 50.7 m, 以天鹅出水面的造型冲向蓝天。主塔采用实心矩形截面, 顺桥向长度是根据天鹅造型而变化, 桥面以下塔宽 2 m, 桥面以上因拉索锚固构造要求宽为 2.5 m。塔顶增设 8 m 高空心截面的天鹅头部装饰段, 口设有射灯孔。在两塔柱之间 1/3 塔高段设 4 m 高、2 m 宽的预应力混凝土箱形横梁一道。

两侧各 9 对斜拉索按照天鹅展翅造型设计, 主跨侧索倾角在 28.235° ~ 44.100° 之间, 边跨侧索倾角在 52.106° ~ 62.235° 之间, 拉索采用 $\phi 7$ 镀锌平行钢丝, 标准强度 1670 MPa, 配套锚具用冷铸锚。根据计算, 采用 6 种类型的斜拉索, 85 $\phi 7$ 、91 $\phi 7$ 、109 $\phi 7$ 、139 $\phi 7$ 、151 $\phi 7$ 、163 $\phi 7$, 主跨侧拉索采用双排索, 索距为 6 m, 边跨侧采用单排索, 索距 3 m, 在梁底张拉。

主梁采用等截面双边主梁大悬臂形式, 梁高 2.05 m, 顶板宽 38 m, 悬臂长 4.5 m, 肋宽 4.0 m, 顶板厚 28 cm。主跨梁为箱形截面, 边跨梁由于配重的需要为实心截面, 主梁采用双向预应力, 纵横向预应力采用高强钢绞线和精轧螺纹钢筋。拉索与主梁相交处均设 30 cm 宽的预应力混凝土横梁一道。

墩身为实体墩, 横桥向 4 m, 顺桥向配合上部塔柱的天鹅造型处理。主墩基础采用扩大基础, 基底进入微风化花岗岩, 平面尺寸为 16 m \times 6 m \times 7.5 m。

永安桥位于繁华的市中心, 大桥建成后成为抚顺市一座标志性的建筑物, 深受各方人士的好评。

5 浑河鸟岛桥

在沈阳与抚顺相邻的浑河上有一个约 0.5 km² 的小岛, 该岛属沈阳棋盘山旅游开发区范围,

现已建成鸟岛公园。为配合 2006 年沈阳世界园艺博览会,浑河北岸风景区与鸟岛间,2006 年 5 月 1 目建成了一座人行斜拉桥,这是浑河上的第三座斜拉桥。浑河鸟岛桥主孔跨径为双孔 100 m+100 m,桥宽 7 m,采用钢筋混凝土独塔空间索面塔、梁、墩固结体系。

索塔采用钢筋混凝土实体截面,在顺桥向向高空伸展呈 V 形,在横桥向两叉在顶端合拢为 A 型。塔高 46.87 m,四肢斜塔柱为矩形截面,顺桥向长 2.5 m,横桥向宽 1 m,在 V 形中间设 6 道水平拉索,拉索采用 $\phi 5$ 的镀锌高强钢丝分 73 $\phi 5$ 、85 $\phi 5$ 、121 $\phi 5$ 和 109 $\phi 5$ 四种形式,拉索水平距为 3.5~4.0 m。索塔在桥面以上 15.67 m 处设一道钢筋混凝土实心横梁,尺寸为 1.2 m \times 1.2 m,在 V 形根部以下塔柱截面加大至 4.0 m \times 1.0 m,塔内设劲性钢骨架。

主梁采用预应力钢筋混凝土结构,用等高度的边主梁和箱梁结合的形式,索塔两侧为双边梁,桥台附近为箱梁。梁高 85 cm,顶板厚 12 cm,箱梁处底板厚 12 cm,两条主梁各宽 120 cm,主梁内设置纵向预应力钢绞线,主梁纵向每 8.0 m 设一道横隔梁宽 30 cm。

斜拉索每侧 12 对,在梁上的索距为 8.0 m,锚固在横隔梁下。拉索采用 $\phi 5$ 镀锌高强钢丝,标准强度为 1 670 MPa,分为 55 $\phi 5$ 、61 $\phi 5$ 、73 $\phi 5$ 、85 $\phi 5$ 、109 $\phi 5$ 和 121 $\phi 5$ 六种类型,用双层热挤 PE 护套防护,锚具采用冷铸锚。

塔下采用框架式承台厚 2.0 m,框架梁纵横向均宽 2.3 m。塔下为 8 根 $\phi 130$ cm 的灌注桩基础,下端嵌入中风化花岗岩内 3 m。

浑河鸟岛桥造型轻巧纤细,结构独特,体现了现代桥梁的美感。

6 抚顺市浑河和平桥

2006 年 3 月 15 日开工建设的抚顺浑河和平桥,是一座双塔双索面五跨预应力混凝土部分斜

拉桥。跨径布置为 46 m+98 m+138 m+98 m+46 m=426 m。

拉桥。跨径布置为 46 m+98 m+138 m+98 m+46 m=426 m。

该桥采用塔梁固结,塔墩分离的结构体系,在墩顶设支座,这种可使部分斜拉桥的受力更加接近梁式体系,受力明确,结构简单。

斜拉部分每个索面主梁采用单箱三室悬臂截面,两个箱梁之间由横梁及桥面板连成整体,支点梁高 4.284 m,跨中梁高 2.584 m,梁高按二次抛物线变化,全桥梁顶宽 39 m,两侧悬臂各长 2.75 m,每个箱梁底宽 9 m,两箱净距 15.5 m,每箱边室净宽 3.0 m,中室净宽 1.5 m,斜拉索布置在中室。主梁除支点处设横隔梁外,梁体两箱间均布置横隔梁,其间距为 3.6 m 和 4.0 m。主塔墩支点处横隔梁厚 3.0 m,其余为变厚,中室处厚 0.40 m,边室和两箱中厚 0.30 m。主梁顶板厚 0.25 m,主塔墩两侧底板厚 0.26~0.516 m。边腹板厚 0.45 m,中腹板厚 0.30 m。无索区部分主梁采用单箱九室悬臂截面,与斜拉部分梁体截面比较,增加了中间两道腹板和底板,取消了横隔板。主梁采用三向预应力结构。

主塔高 18 m,采用实心矩形截面,顺桥向长 3.0 m,横桥向宽 1.5 m,布置在索区分隔带上,塔身上部设鞍座,每根斜拉索对应一个鞍座。斜拉索为单排布置,鞍座亦设单排。

斜拉索在塔上索距 75 cm。梁上索距 4.0 m,集中布置在梁体的 1/3 跨度附近。拉索采用强度为 1 860 MPa 的环氧喷涂钢绞线,每根用 43 $\phi 15$ mm,采用多重防腐措施,单根钢绞线为环氧喷涂,外包单层 PE,钢绞线索外再包 HDPE 套管。每个塔为 11 对斜拉索。

主塔墩身采用倒梯形式的板式墩,横桥向布置 2 个,中心距为 24.5 m,边墩横桥向布置 3 个,中心距为 12.25 m。桥墩基础均采用明挖扩大基础,置于中、微风化岩层。桥台采用桩柱式,用 $\phi 2.0$ m 的挖孔桩,每台 7 根。

该桥计划 2006 年 10 月竣工通车。

(4)三种方案的技术路线

利用涂料类防水材料层间粘结强度高的特点,采用纤维同步切割喷涂技术和 AWP-2000F 增强涂料来解决涂料类防水材料的路用性能差的弱点。采用聚合物改性沥青类涂料,由于和沥青铺装层材料同性能,层间粘结强度更有保证。加设 HC-M1500 刚性防水层,使桥面水泥混凝土的抗渗达到 S10 以上,再加上涂料柔性防水,既防开裂又防潮,使防水和粘结得到并重。

的影响,增加铺装层使用期。采用机械喷涂施工速度快。HC-M1500 还可以进一步提高 AWP-2000 粘结防水涂料和桥面混凝土的粘结力。

b.采用纤维同步切割喷涂技术和 AWP-2000F 增强涂料,使防水层的抗硌破性能显著提高,防水作用和效果更完善。

c.该方案除了防水作用完善以外可以提高沥青铺装层和桥面混凝土层间结合强度,比较适合在防水要求较高的桥梁上应用。