

# 浅谈钢管混凝土系杆拱桥的整体吊装法施工

刘超, 蒯永洲, 吴飞

(灌南县水利建筑工程有限公司, 江苏 连云港 222500)

**摘要:** 新沟河延伸拓浚工程常州市武进区山东北桥主桥为下承式钢管混凝土系杆拱桥, 采用整体吊装工艺, 结合该桥的施工实践, 对整体吊装方案的比选和施工工艺流程进行了论述和总结, 为类似跨航道系杆拱桥施工提供借鉴作用。

**关键词:** 系杆拱桥; 劲性骨架; 整体吊装

中图分类号: TV34

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2017)09-0069-04

## Discussion on integral lifting method construction of steel pipe concrete tied arch bridge

LIU Chao, KUAI Yongzhou, WU Fei

(Guannan Water Conservancy Construction Co., Ltd., Lianyungang 222500, Jiangsu)

**Abstract:** The structural type of the main bridge of Shandong Beiqiao in Xingou River extension dredging project at Wujin District of Changzhou city is lower supported steel pipe concrete tie, which adopted integral lifting technology. Combining with the construction practice of this bridge, the lifting scheme of overall selection and construction process were discussed and summarized, which could provide reference for similar cross channel tied arch bridge construction.

**Key words:** tied arch bridge; stiff skeleton; integral lifting; construction method

钢管系杆拱桥梁具有造价低、外形美观等优点, 系水利工程项目中跨河桥梁的常用结构形式<sup>[1]</sup>, 通常采用分片制作和安装系杆、拱架、横梁的施工方法, 安装较为复杂。笔者以新沟河延伸拓浚工程桥梁一标山东北桥为实例, 简述一种钢管系杆拱桥梁整体吊装的施工方案<sup>[2]</sup>。

## 1 工程概况

山东北桥位于常州市武进区境内三山港新沟河上, 河道为南北方向, 主桥跨径 70 m, 载荷等级为公路—II级。桥面宽度: 主桥 11.4 m, 引桥 9.0 m, 行车道宽 8.0 m。

主桥通航孔 1 跨, 上部结构为钢管混凝土系

杆拱, 下部结构采用分离式桩基承台基础, 柱式桥墩。

拱肋采用腰形钢管混凝土结构, 半径 500 mm, 高 1300 mm, 壁厚 12 mm, 钢管材料 Q345qc, 全桥 2 片拱肋, 每片拱肋设 13 根吊杆对称布设, 全桥共计 26 根吊杆, 吊杆间距 4.85 m, 在 6#、8# 吊杆处拱肋设置“一”字风撑, 4#、10# 吊杆处设置“K”字风撑, 通过风撑 2 片拱肋形成整体。

系杆劲性骨架全长 69.4 m, 宽度 1.06 m, 高度 1.72 m。主要材料为规格 L180×18 的 Q345B 角钢。整个钢架拼装完成后, 矢高 13.6 m, 总宽 11.4 m, 总长 70.0 m, 钢架及底模、钢筋等附件共 197 t。

本工程项目位于通航河道上, 要求整个施工

收稿日期: 2017-05-14

作者简介: 刘超(1972-), 男, 工程师, 主要从事水利工程建设。

期不得断航。

## 2 施工方案比选

主桥钢管混凝土系杆拱施工方案,直接关系到工程的质量、安全、工期及施工成本的投入。对于系杆拱桥梁的施工,传统做法大多是混凝土系杆采用河中搭支架现浇施工,钢管拱肋由专业厂家厂内分段制作,运抵施工现场,待系杆施工完成后,利用系杆及河中支架搭设临时支架,逐段拼装钢管拱肋成型的方案。由于该工程位于通航河道上,河道狭窄,且施工期不得断航,受过往船只影响较大,采用传统方案存在较大安全隐患。原设计采用传统支架现浇施工,作业时间长,施工安全隐患大,对航道影响大。经精心研究和论证,决定采用主桥整体吊装工艺,除吊装时段临时断航2 h左右,其他施工阶段均不影响水上交通,提高了施工及通航安全。

## 3 劲性骨架整体吊装施工工艺流程

主桥施工位于本项目施工进度关键线路上,直接影响工程整体工期。增设劲性骨架,采用整体吊装,能使工程的质量、安全更有保障,且大大节约了工期与成本投入。

整体吊装方案中,首先根据施工进度计划订购钢管拱肋及劲性骨架,进行厂内加工,提前将钢构件运至施工现场,进行陆上整体立拼,待主

桥下部结构全部完成,安装好支座,利用2台浮吊船,将全拱整体钢构件一次性吊装就位,具体步骤如下:

### 3.1 拱肋、劲性骨架厂内加工

本桥共2片拱肋,每片分为5段,中段及两端节段长度为14.4 m,另2段长15.6 m,2根劲性骨架各分为4段,各节段拱肋、骨架与风撑钢管一同在厂内制作成型,运至施工现场准备拼装。

### 3.2 现场拼装

在桥位北侧河西岸选择一块空地作为现场拼装场地,拼装前场地做好平整硬化处理,面积不小于80.0 m×15.0 m,场地顺河布设,拼装支架距河岸挡墙3.0 m,便于浮吊吊装作业。在每2段拱肋接头处事先用钢筋混凝土浇筑60 cm厚基础,在基础上搭设4根钢管临时支架,基础预埋Φ25锚筋,通过锚筋与钢管支架连接锚固,稳定支架。见图1。

#### 3.2.1 临时支架搭设

在硬化后的场地及支架基础上放好拱轴线(系杆与劲性骨架轴线)、支座中心线(劲性骨架支点中心)、支架中心线(对应拱肋分段线位置),根据支架中心线,采用4根Φ400×10钢管按边长1.5 m正方形布置。高度方向每3.0 m设置1道Φ100×6四边形横梁,顶部设置2道40号工字钢,作为拱肋安装时的临时承重梁。各分段线处按此搭设支架,支架间用14号角钢焊接剪刀撑连接,

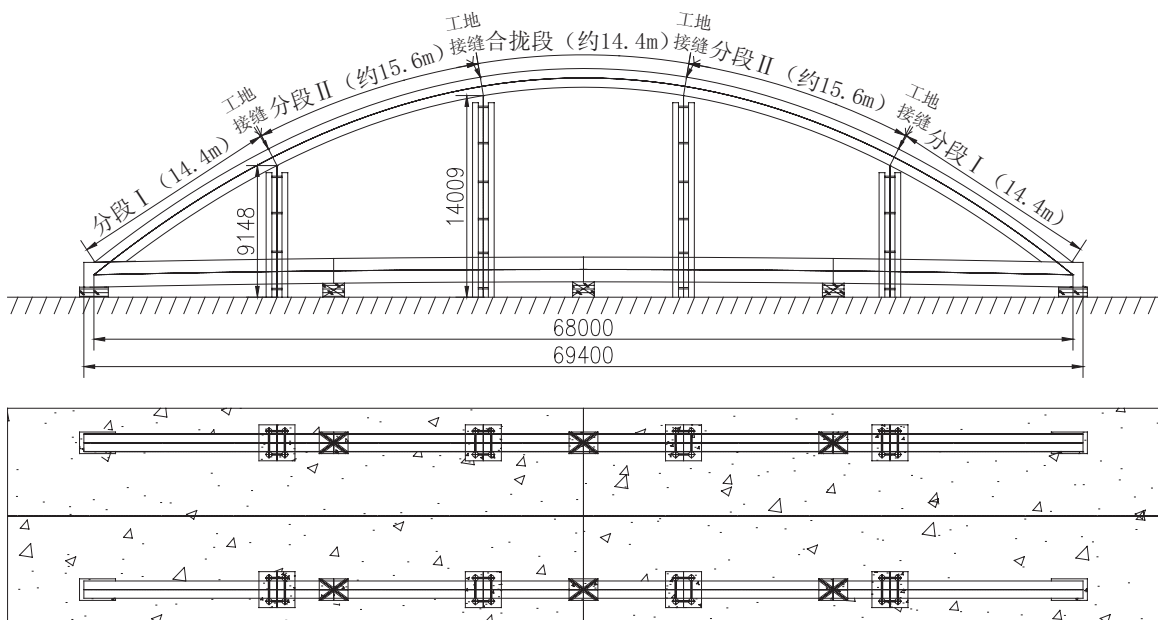


图1 支架布置图

保证整体稳定<sup>[3]</sup>。见图2、图3。

### 3.3 临时支架的卸载及拆除

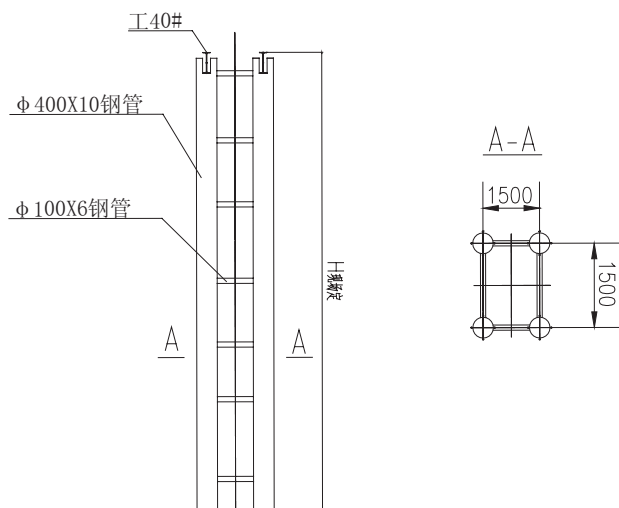


图2 临时钢支架 (单位: mm)

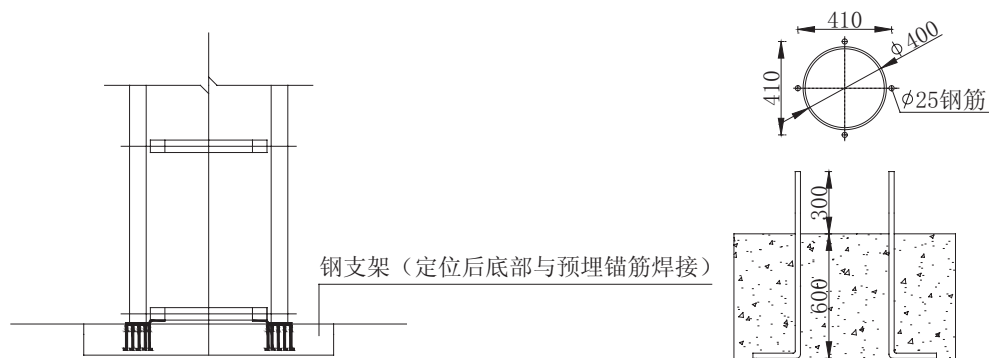


图3 钢支架预埋件 (单位: mm)

为方便施工,临时支架顶部设置必要的调节装置,以便分段高空定位和调节尺寸,同时也有利于将来临时支架的拆除。

#### 3.2.2 拼装顺序

(1) 劲性骨架安装: 劲性骨架在厂内分段加工,运至现场拼装焊接,拼装时注意骨架两端支点中心对应地坪上放好的支座中心,并保证骨架轴线与地坪上的轴线重合。

(2) 临时横梁安装: 劲性骨架安装完成后,在两拱脚附近及4#、10#吊杆处各设置3根Φ400×10钢管,钢管与两劲性骨架焊接,形成整体。

(3) 拱肋安装: 每片拱肋分5个节段,采用25t吊车从拱脚向中间对称逐段安装,拱肋安装前应先做好拱轴线标记,安装时通过挂设垂球与地坪上的轴线校准,准确定位后进行加固,直至中段合拢。

(4) 风撑吊杆安装: 两拱肋安装完成,最后安装风撑及吊杆,焊牢各接缝,至此两拱肋经风撑、吊杆及临时横梁形成整体钢架。

临时支架卸载前,所有分段应全部安装到位并焊接结束。现场接缝焊接经检验合格后进行支架整体卸载,卸载首先割除各临时支架承重横梁上的限位及高程调节垫块,使整体钢架脱离临时支架,再逐个割除支撑柱,吊车配合拆除临时支架。

### 3.4 整体吊装

采用2台130t浮吊起吊就位,起吊后2浮吊船将整体钢架逆时针旋转90°,移至主墩位置安放就位,吊装时先将整体钢架吊至支座上方5cm左右,再用5t手拉葫芦微调钢架,根据安装线准确定位后落梁。

#### 3.4.1 点设置

采用捆绑拱肋的方式吊装,捆绑吊点分别位于第4及第5根吊杆位置,每个浮吊一个总吊索,每个总吊索分设4根起吊绳,对称布设于2片拱肋,每片拱肋4个吊点,整个钢架起吊共8个捆绑吊点<sup>[4]</sup>。

#### 3.4.2 起吊绳选择

2台浮吊共8个吊点,每2个吊点用1根钢丝绳,全桥使用4根钢丝绳,单根钢丝绳长度为24 m,经计算每根起吊绳与垂线夹角为 $30^\circ$ ,钢架构件及系杆底模等各种附件共重197 t,按200 t计算。

则钢丝绳受力为: $P=m/(8 \times \cos 30^\circ) = \frac{200 \times 9.8}{8 \times \cos 30^\circ} = 282.9 \text{ kN}$ 。

起吊绳选用 $\Phi 66-\Phi 6 \times 37+\text{IWR}$ 钢丝绳,公称抗拉强度1870 MPa,钢丝绳最小破断拉力为2590 kN。

钢丝绳所受的冲击荷载按8倍起吊荷载计,为 $282.9 \times 8 = 2263 \text{ kN} \leq 2590 \text{ kN}$ ,满足吊装要求<sup>[5]</sup>。

### 3.4.3 浮吊设备

起吊总重量为200 t,采用2台标载130 t浮吊,每台起吊重量为100 t,浮吊起重臂长度46.8 m,臂脚距船5.50 m。标准起重能力为:2台标载130 t浮吊,仰角 $\alpha = 67.5^\circ$

总吊点到整体钢架距离为5.1 m,钢架到岸墙河口3 m,浮吊臂脚到船前沿5.5 m,则总吊点到臂脚距离为13.6 m,按臂长46.8 m计算仰角为 $73^\circ > 67.5^\circ$ ,满足起吊能力要求。

## 4 方案总结

该方案顺利实施后,经事后总结,与传统满河支架现浇的方案相比较,具有以下优点:

(1) 质量保障:传统方案施工中,虽拱肋与该方案均为分段制作安装,但埋设在拱脚段拱肋定位困难,稍有偏差在合拢时偏差将被放大数倍,不利于拱肋线型控制。该方案中拱肋连同劲性骨架均为厂内加工,全拱在河岸整体立拼,施工难度小,拱肋拼装精度容易控制,能保证施工质量。

(2) 安全保障:全拱整体吊装不需要在水中搭设支架,所有拼装作业均位于陆上,既有利于拼装安全,又不受通航影响,保障了船舶通航安全和施工安全。

(3) 节约工期:传统方案需等到主墩完成后支架才能完全成型,且支架要预压、卸载,过程较长。该方案中全拱在厂内加工,现场拼装,与桥梁下部结构同步进行施工,主墩完成即可吊装。

(4) 节约成本:传统方案河中支架的搭设、拆除、预压、卸载、材料进退场等直接成本经测算约为60万元,整体吊装方案均可省去上述工序,仅增加劲性骨架55 t,每吨费用8千元,共增加44万元,节约资金16万元,经济效益显著。

## 5 结束语

本工程全拱整体吊装钢管系杆拱,通过在方案设计阶段对各施工工况的详细分解和技术分析,在吊装实施阶段对整体稳定和线性的严格控制,用精确定位等关键工艺环节,全拱整体吊装作业取得了圆满成功。也是全省水利工程项目中首次采用主桥整体吊装工艺的桥梁工程。

钢管系杆拱桥梁采用整体吊装工艺,工艺先进,经济可行,大大缩短了封航时间,避免了大量的水上作业,保证了通航安全,加快了施工进度,降低了施工成本,符合桥梁施工的发展趋势。通过本次施工实践,为以后类似工程积累了丰富的施工经验,对于系杆拱桥梁,整体吊装法施工是一种值得推广应用的方案。

### 参考文献:

- [1] 常斌. 钢管混凝土系杆拱桥设计探讨[J]. 山西交通科技, 2015(6): 95-97.
- [2] 李树光. 钢管砼系杆拱桥的整体吊装法施工[J]. 公路工程, 2002, 27(3): 76-78.
- [3] 邓亮. 大跨径系杆拱桥临时支架设计分析[J]. 山西交通科技, 2016(2): 62-65.
- [4] 徐富强, 江克斌, 刘义. 大跨度刚桁梁整体吊装施工吊点布置研究[J]. 钢结构, 2015(12): 97-100.
- [5] GB8918-2006, 重要用途钢丝绳[S].

(责任编辑: 王宏伟)