

公轨共建高架桥双层预制梁架设施工技术

龚 韬

(宁波市市政工程建设集团股份有限公司, 浙江 宁波 315012)

摘 要: 机场快速路南延南段(绕城高速——岳林东路)工程施工 V 标段为公轨共建双层高架桥, 下层为预制 U 型梁, 上层为预制小箱梁。现重点介绍采用一台架桥机实现双层预制梁同步架设的施工技术, 制定两种不同的吊装方案, 有效地解决了梁厂存梁台座有限的难题。对高压线下双层预制梁吊装进行详细的工况分析和安全性验算, 解决了高压线下作业安全风险大的难题。该施工技术科学有效, 能保证工程质量和现场安全, 对今后类似工程施工具有重要的指导意义。

关键词: 双层高架; 小箱梁; U 型梁; 架桥机; 双机抬吊; 高压线

中图分类号: U445.468

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)05-0133-04

1 工程概况

机场快速路南延南段(绕城高速—岳林东路)工程施工 V 标段全长 1 685 m, 采用双层高架一体化结构, 上层为机场快速路公路桥梁, 下层为鄞奉城际铁路桥梁。该工程是浙江省和宁波市重点建设工程, 是宁波中心城区快速路网的重要组成部分, 同时也是奉化区连接宁波市中心的重要快速通道。

预制小箱梁跨径为 26~35 m, 梁高有 1.6 m、1.8 m 和 2 m 共 3 种, 共有 478 片。预制 U 型梁跨径为 26~35 m 共 5 种, 梁高均为 1.875 m, 共有 82 片。

预制梁吊装重量最大的为 35 m U 型梁, 其重量约 220 t; 跨县江处 Pm200-203 为 (45+65+45)m 三跨钢混叠合梁, 吊装难度最大为 65 m (175 t) 钢叠合梁, 采用架桥机后跨喂梁法进行安装^[1]。

2 施工技术特点、难点

该工程施工特点:

(1) 上层为机场快速路, 下层为宁奉城际轨道交通线路;

(2) 该标段无现状相交路口。

该工程施工重难点:

(1) 下层 U 型梁吊装时受重量和跨径限制, 吊装方法的选择是施工的一个重难点;

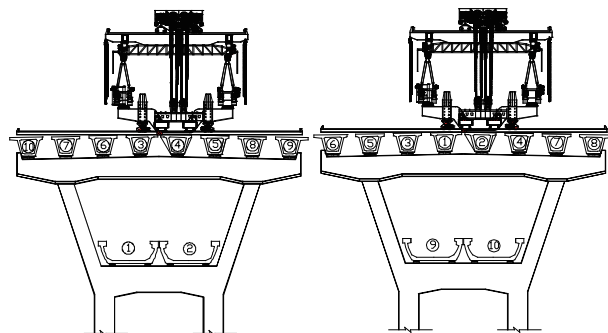
(2) 由于部分跨径受现场条件的约束, 合理选择施工方案是施工中的一个重点;

(3) 部分桥跨位于高压线下方, 合理选择吊装方法, 保证线下吊装作业安全是施工中的一个重难点。

3 预制小箱梁和 U 型梁架设关键施工技术

3.1 主线预制小箱梁和 U 型梁架设

经过分析和计算, 选用 JQG280 t-72 m (320 t-65 m) 架桥机进行双层预制梁架设。此型架桥机拥有两种工况, 能同时满足预制小箱梁、预制 U 梁架设需求。当起重量为 280 t 时, 最大架设跨度为 72 m; 当起重量为 320 t, 最大架设跨度为 65 m。正常情况下(梁厂存梁台座尚未饱和), 同一跨内先架设下层 U 梁, 后架设上层小箱梁; 若梁厂存梁台座达到饱和状态, 则先架设上层小箱梁, 后架设下层 U 型梁。横断面架设顺序见图 1 所示。



(a) 梁厂存梁台座未饱和

(b) 梁厂存梁台座饱和

图 1 横断面架设顺序示意图

梁厂存梁台座尚未饱和时, 首先进行 U 型梁架设。U 型梁运输至提升站, 提梁设备将 U 型梁提升至运梁平车上, 梁上运梁至架桥机前天车与 U 型梁前吊点垂直线上, 然后连接架桥机前天车与 U 型梁前吊点(U 型梁距离梁端 1.7 m 处为吊点), 架桥机前天车

收稿日期: 2022-06-09

作者简介: 龚韬(1978—), 男, 学士, 高级工程师, 从事道路桥梁工程施工工作。

与运梁平车上的后小车同步纵移,将U型梁向前输送。当U型梁后吊点超出盖梁投影面时,连接架桥机后天车与U型梁后吊点(U型梁距离梁端1.7 m处为吊点),架桥机纵移、横移至设计位置后落梁^[2]。落梁时须对支座位置、梁端预留缝、梁轴线等进行检查,合格后方可落梁,否则应重新起吊调整直至符合要求^[3]。

其次,架设预制小箱梁。将小箱梁地面运输至待架桥跨下方,梁板后端距后盖梁30 cm以上,捆好钢丝绳后将小箱梁往上提升。小箱梁提升至盖梁底约50 cm后,停止同时起吊,先启动后起重小车,提升小箱梁后端,使其跨越后盖梁,再启动前后起重小车,使小箱梁后移,直至前端移出前盖梁投影,确保前端提升时不会撞击到前盖梁。然后启动前起重小车,提升小箱梁前端,使其跨越前盖梁。当小箱梁前后端都跨过盖梁后,调整至水平状态,然后架桥机纵移、横移至设计位置,落梁^[4],见图2所示。

梁厂存梁台座饱和时,先架设小箱梁,后架设U型梁。首先将预制小箱梁按编号顺序依次安装到位,

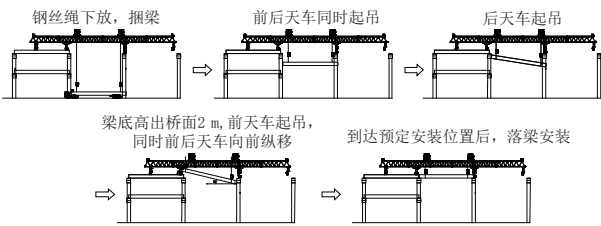


图2 预制小箱梁架设过程图

然后在U型梁安装前将①号小箱梁和②号小箱梁提升并临时存放至④号小箱梁和⑦号小箱梁上,再进行U型梁架设。待U型梁架设完毕后,将临时放置在④号小箱梁上的①号小箱梁和⑦号小箱梁上的②号小箱梁恢复至设计位置。至此一跨梁板架设完毕,进行下一跨梁板架设。

3.2 高压线下预制小箱梁和U型梁架设

160-161跨上方有220 kV高压线,162-164跨上方有500 kV高压线,211-212跨上方有110 kV高压线,通过计算(见表1),架桥机与高压线的高差满足不了安全距离要求,因此采用300 t履带吊+500 t汽车吊进行双机抬吊架设^[6]。

表1 架桥机与高压线净高计算表

架桥机高度(含横移轨道)		线下桥面设计 标高/m	架桥机顶 标高/m	高压线 标高/m	高差/m	规范要求最小 安全距离	是否满足 要求	高压线
72 m 架桥机	11.8	23.454	35.254	39.7	4.446	6	否	220 kV
40 m 架桥机	10	23.454	33.454	39.7	6.246	6	是	
72 m 架桥机	11.8	23.747	35.547	40	4.453	8.5	否	500 kV
40 m 架桥机	10	23.747	33.747	40	6.253	8.5	否	
72 m 架桥机	11.8	29.73	41.53	42.85	1.32	5	否	110 kV
40 m 架桥机	10	29.73	39.73	42.85	3.12	5	否	

预制U型梁架设:双机均站位于跨内,300 t履带吊连接前吊点后负重行走至前端盖梁,500 t汽车吊连接后吊点,双机同步起吊,调整至设计位置后落梁^[7]。该工况下吊机均在跨内,不会碰到盖梁,因此不需要进行碰臂分析;U梁位于下层,标高较低,但须考虑吊臂与高压线的安全距离是否满足要求,300 t履带吊臂长须选择24 m,500 t汽车吊臂长须选择21.3 m,吊臂与原地面高差均小于500 kV线下机械最大可操作高度25.5 m,因此安全。

预制小箱梁架设:为确保高压线下吊装安全,须进行吊装工况分析(见图3),具体思路如下:

(1)220 kV的高压线下吊装采用300 t履带吊+500 t汽车吊双机抬吊。因履带吊臂长是固定的,在高压线投影下安排履带吊^[8]。履带吊在160北侧(跨

外),臂长30 m,当履带吊在高压线投影下时,仰角保持53.44°,工作半径保持17 m,须负重行走,需考虑高压线下安全距离及进行碰臂验算;汽车吊在160-161(跨内),吊点在盖梁以外,主臂不会碰到盖梁,且上方无高压线,安全,见图3(a)所示。

(2)500 kV的高压线下吊装采用300 t履带吊+500 t汽车吊双机抬吊,履带吊在163-164(跨内),主臂不会碰到盖梁,不需碰臂分析,当履带吊站位于高压线下方时,需考虑高压线净空,因此履带吊主臂长度选择24 m,最大仰角不超过63°时(即最小工作半径10.8 m),吊装安全;汽车吊在164-165(跨外),需进行碰臂分析,上方无高压线相对安全,见图3(b)所示。

(3)110 kV的高压线下吊装采用300 t履带吊+

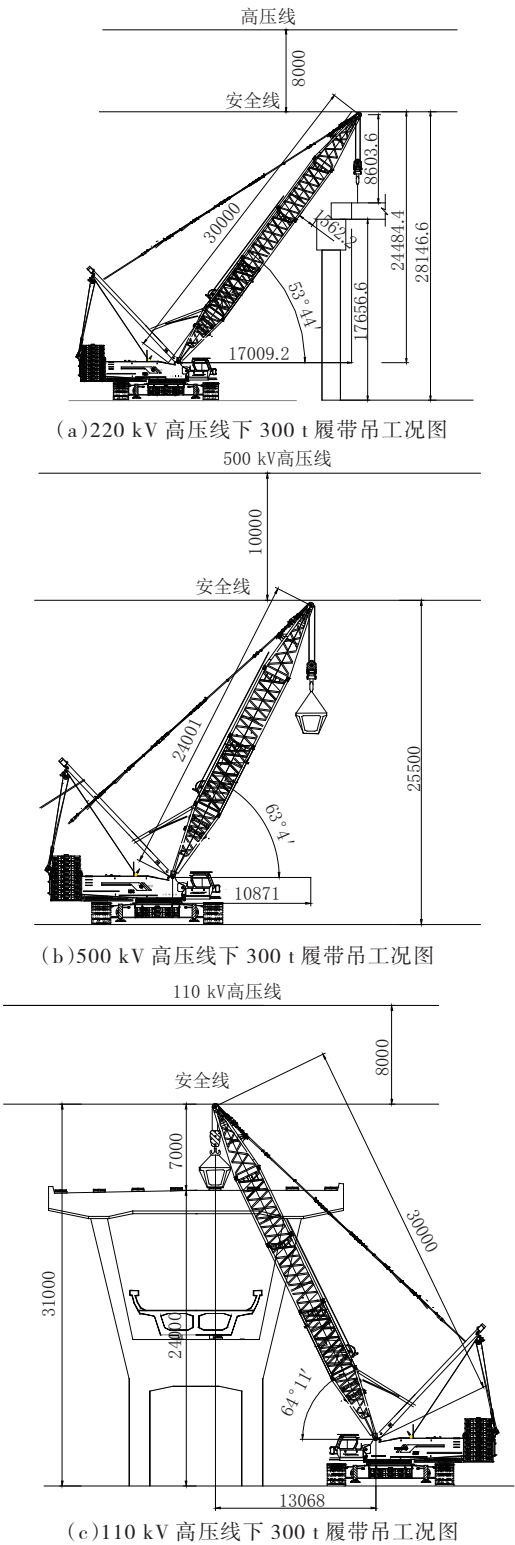


图 3 高压线下吊装工况分析图(单位:mm)

400 t 汽车吊双机抬吊,履带吊在 211-212(跨内),主臂不会碰到盖梁,不需碰臂分析,当履带吊站位于高压线下方时,需考虑高压线净空,因此履带吊主臂长度选择 30 m,最大仰角不超过 64°时(即最小工作半径 13.08 m),吊装安全;汽车吊在 212-213(跨外),需进行碰臂分析,上方无高压线相对安全,见图 3(c)所示。

4 预制小箱梁和 U 型梁架设验算

4.1 架桥机的相关验算

对架桥机上下扁担验算,U 形梁的重量取 220 t,由于 U 形梁采用两个吊具吊装,在考虑 1.25 倍的安全情况下,因此单个吊具的受力为 137.5 t。相关参数和结果如表 2 所列。

表 2 架桥机扁担梁计算表

类型	I_x/mm^4	w_x/mm^3	b/mm	S/mm^2	$\sigma_{\text{max}}/\text{MPa}$	$\tau_{\text{max}}/\text{MPa}$
上	302 083 333	2 013 888	50	125 000	51	57
下	125 468 749	1 003 749	50	655 500	34	18

上扁担梁材料为 Q345,下扁担梁材料包括 Q245、Q235 和 Q345。表 2 中的最大应力均小于材料的允许应力。因此,受力均满足要求。

4.2 梁板双机抬吊的相关验算

该工程主线先小箱梁后 U 型梁汽车吊双机架设时,架设小箱梁最重约 113.6 t,考虑吊钩及钢丝绳重量约 1.5 t,小箱梁最大重量 111 t,考虑吊钩及钢丝绳重量约 1.5 t。高压线下双机抬吊时,最重 U 型梁为 216 t,考虑吊钩及钢丝绳重量约 2.5 t。160-161 跨、162-164 跨和 211-212 跨小箱梁最大重量分别为 106 t、139 t 和 111 t,考虑吊钩及钢丝绳重量均为 1.5 t。双机抬吊的理论计算公式如下:

$$F = n \times W \tag{1}$$

式中: n 为安全系数, W 为最小起重量, F 为计算的理论值。

根据相关资料,已知选择的抬吊设备的相关参数,验算结果如表 3 所列。验算结果表明:梁板双机抬吊验算合格。

5 结 语

结合机场快速路南延南段(绕城高速-岳林东路)工程施工 V 标段的实际环境,该吊装方案采用一台架桥机或双机抬吊进行双层预制梁架设,解决了吊装重量大、施工组织难度大等实际难题。根据梁厂存梁台座的饱和度,上下层预制梁采取了不同的吊装顺序,解决了梁厂存梁台座有限的难题;高压线下吊装时对起重机械进行碰臂分析和安全距离分析,解决了高压线下吊装安全的难题。该工程技术复杂,为后续类似工程施工提供了参考依据。

参考文献:

[1] 郭子学.小曲线半径桥梁预制小箱梁架桥机吊装施工[J].工程建设与设计,2020(13):189-191.

表 3 梁板双机抬吊验算表

抬吊线路	抬吊工况	单机吊装重	最小起重量 W	安全系数 n	理论值 F
主线	220 t 汽车吊, 300 t 汽车吊	58.3 t	81 t	0.75	60.75 t
高压线(U 型梁)	300 t 履带吊, 500 t 汽车吊	110.5 t	148.4 t	0.75	111.3 t
高压线(小箱梁 160-161 跨)	300 t 履带吊, 500 t 汽车吊	54 t	95 t	0.75	71.25 t
高压线(小箱梁, 162-164 跨)	300 t 履带吊, 500 t 汽车吊	71 t	95 t	0.75	71.25 t
高压线(小箱梁, 211-212 跨)	300 t 履带吊, 400 t 汽车吊	57 t	78 t	0.75	58.5 t

[2] 任才, 吴东升. 节段预制桥梁架桥机协作受力及吊杆拆除方法研究[J]. 桥梁建设, 2021, 51(4):66-72.

[3] 白建宝. 公路工程中架桥机架梁施工技术的应用研究[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(8):112-114.

[4] 路健. 浅谈桥梁预制箱梁架设施工技术[J]. 技术与市场, 2021, 28(9):119-120.

[5] 李晓明. 采用大型汽车吊更换营业线梁片的施工组织与工序控制[J]. 设备管理与维修, 2020(2):112-114.

[6] 王伟. 受限空间内预制桥梁构件吊装施工技术[J]. 建筑施工, 2020, 42(10):1960-1961.

[7] 郭自成. 浅谈 500 吨汽车吊既有线更换桥梁[J]. 科学技术创新, 2019(11):96-97.

[8] 周芸, 陈东. 关于城市立交桥空间受限时施工组织方案的探讨[J]. 现代物业(中旬刊), 2020(1):196-197.

[9] 季强. 公安长江公铁两用特大桥非通航孔钢桁梁架设技术[J]. 桥梁建设, 2017, 47(2):112-116.

(上接第 132 页)

5 结 语

车田江大桥主桥上构安装施工采用斜拉扣挂式无支架缆索吊装方案予以实施, 为了确保成桥线形符合设计要求, 拱肋首节段采用定位支架精确定位, 拱肋标准节段采用缆索吊机配合斜拉扣挂系统进行精确安装, 合龙段通过持续观测、吊装姿态模拟及精

确配切等技术实现了拱肋的顺利合龙。

参考文献:

[1] 马欣. 钢管混凝土拱桥钢拱肋及桥面钢梁吊装施工技术[J]. 建筑技术开发, 2020(2):39-41.

[2] 王亚维. 成贵铁路贵州鸭池河特大桥主桥拱肋架设施工技术[J]. 桥梁建设, 2017(1):104-108.

[3] 曹晓博. 下承式钢拱桥拱肋合龙施工技术[J]. 建筑施工, 2015(11):1325-1326.