

环线快速路改建工程预制箱梁吊装技术研究

熊国夫

上海建工五建集团有限公司, 上海 200062

[摘要]随着城市快速高速发展,城市交通越来越繁忙,现有的环线快速路已不满足要求,需对环线快速交通功能提升,改建成“高架+地面道路”形式。环线快速路为城市重要交通道路,施工期间需保证现状环线正常运行,因此与新建工程相比,施工难度大幅提升,传统的桥梁结构现浇模式将不能服务于项目。对于市政改建工程,都将桥梁主要结构进行工厂预制,运输至现场安装,常规预制构件吊装方法也不满足现状需求。基于这样的现实条件,对改建工程预制箱梁的吊装技术总结对相关工程的施工参考有重大意义。文中以已有工程经验为基础总结预制箱梁吊装技术。

[关键词]预制小箱梁; 吊装技术; 研究

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15132

中图分类号: U445.4

文献标识码: A

Research on Prefabricated Box Girder Lifting Technology for the Reconstruction Project of Ring Expressway

XIONG Guofu

Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200062, China

Abstract: With the rapid and high-speed development of cities, urban transportation is becoming increasingly busy. The existing ring expressway no longer meets the requirements, and it is necessary to improve the function of the ring expressway and transform it into a "elevated+ground road" form. The ring expressway is an important transportation road in the city, and during the construction period, it is necessary to ensure the normal operation of the existing ring road. Therefore, compared with new construction projects, the construction difficulty is greatly increased, and the traditional bridge structure cast-in-place mode will not be able to serve the project. For municipal renovation projects, the main structures of the bridges are prefabricated in the factory and transported to the site for installation. The conventional method of hoisting prefabricated components also does not meet the current requirements. Based on such practical conditions, the summary of lifting technology for prefabricated box girders in renovation projects is of great significance for the construction reference of related projects. Based on existing engineering experience, the article summarizes the lifting technology of prefabricated box girders.

Keywords: prefabricated small box girder; lifting technology; research

引言

本工程为环线快速路交通工程提升项目,采用“主线高架+地面道路”的建设形式。主线将现状地面快速路改建为高架快速路,维持标准段双向8车道规模,设计速度80km/h,工程终点与原环线高速路拼接。施工以预制装配为主、现浇为辅,除地面桥下部结构、钻孔灌注桩、主线承台、桥台、主梁湿接缝、组合梁桥面板和桥面铺装现浇外,其他桥梁构件均采用预制装配技术。

1 箱梁吊装环境

现状外环主线与龙东大道高架通过8根定向匝道形成全互通,同时在龙东立交范围内设置有外环与龙东大道地面连接的两对上下匝道。本工程不改变现状立交功能,抬升现状外环跨线桥至龙东大道交叉口以南,与现状跨线桥顺接,并对C、D匝道进行改造,拆除龙东大道南侧上下匝道、向两侧移位重建。

现状外环线东侧敷设有2路南北走向的输油管(Φ

610、Φ273),埋深约1.5~2m,高架结构约760m侵入输油管保护范围,管线线位向东调整;敷设有1路南北走向的高压燃气管(Φ500),结构未侵入燃气保护范围,局部人非及横向道路采用盖板涵形式保护。未做盖板涵保护区域施工期间应保持5m以上保护距离。道路西侧均有2路220KV、2路500KV南北走向的高压线,距西侧红线6~12m(立交节点除外)。邻近外环线1路220kV高压铁塔不满足电力公司风偏线与高架安全净距要求,抬升改造。

施工时,要保证现状外环线的正常通行,东侧有输油燃气管道,西侧有高压线,预制箱梁的吊装难度较大。保证安全的情况下,环线标准段及匝道箱梁采用架桥机安装,提梁点选择困难。经现场考察分析,仅有与跨线桥顺接分幅段一处满足提梁点要求,此区域桥墩号为P105-P110,P110为现状利用桥墩。P105-P109为箱梁,P109-与现状P110顺接为双T梁。其中P107-P109在既有匝道下方,

因此要具备提梁点条件下要将P105-P110箱梁和双T梁安装完成。此段为箱梁架设起点,也是最重要,在保证安全、经济、质量的情况下,使用履带吊顺利完成提梁点处箱梁吊装是本工程箱梁安装最难点。

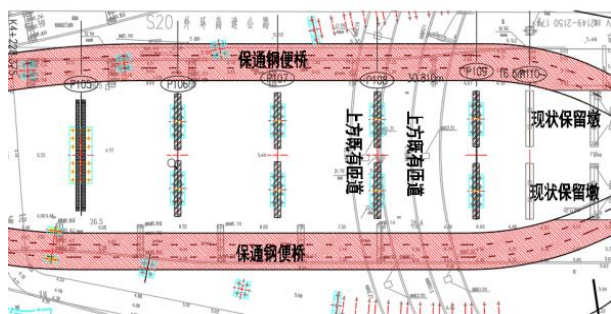


图1 P105-P110平面图

2 箱梁吊装部署

提梁点确定后考虑 P105-P110 区域吊装工况问题,在现状龙东立交下,两侧为新建保通钢便桥,机械站位受限,按一般正常吊装工况不满足要求,并且此工程立柱、盖梁、小箱梁均为预制构件,考虑吊装次序,有部分小箱梁安装前,履带吊转向、移动空间要求,后方立柱盖梁不能先行吊装。上方既有匝道下安装小箱梁时,小箱梁需穿过现有匝道,一般双机抬吊亦不满足要求,需改变吊装方式。本工程采用单机扁担吊,推送形式吊装,考虑吊装能力以及稳定性要求,此处边梁上的防撞护栏(包括预埋管和接线箱等)与边梁同步预制取消,改为后续现浇方式。再最终剩余最后两跨时,逐跨吊装不满足要求,需两跨一起交叉逐榀吊装。

小箱梁安装总体部署为:安装 P107-P110,随后安装 P105-P107 西侧主线,在 P105-P107 西侧安装架桥机,随后采用架桥机形式从大里程往小里程方向进行安装,先主线后匝道,匝道安装顺序为与主线对接部分往分幅方向施工。

3 P107-P110 吊装工况分析

3.1 P108-P109 吊装工况

考虑机械站位、移动、吊装连续性,首先吊装 P108-P109 小箱梁,此时 P107 立柱盖梁不能先行吊装,梁车位于外环线上方起吊,两台履带吊位于两侧进行取梁。采用 400t 履带吊(超)+320t 履带吊吊装,400t 履带吊臂长 72m,超起半径 15.5m,超起配重 100t,作业半径 26m,额定起重量 $Q=118t \times 0.8=94.4t$,320t 履带吊主臂 36m,作业半径 14m,额定起重量 $Q=140t \times 0.8=112t$,小箱梁重 $144t/2=72t$ (龙东大道匝道下方小箱梁不带防撞墙),吊索具以 7 吨考虑,且双机抬吊考虑 0.8 倍安全系数。则 $Q=94.4t > G$ 总=79 吨,总荷载率= $144+7 \times 2/140+118=61.24\%$,满足吊装需要。

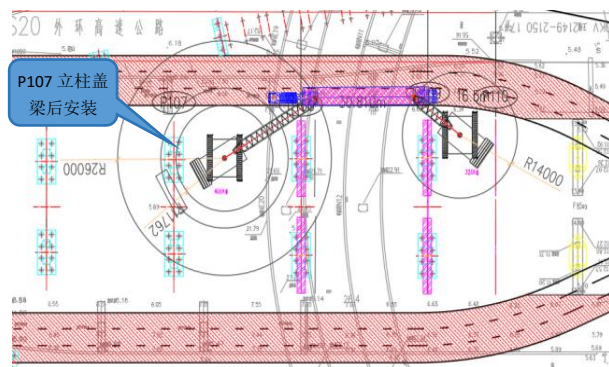


图2 P108-P109 小箱梁双机取梁工况平面图 1

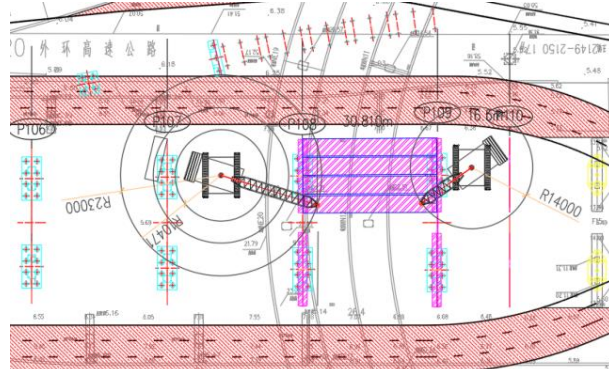


图3 P108-P109 小箱梁双机抬吊工况片面图 2

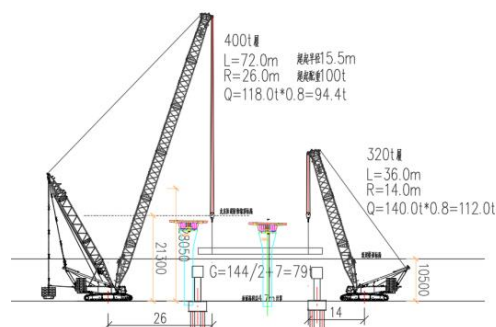


图4 P108-P109 小箱梁双机抬吊工况立面图

3.2 P107-P108 吊装工况

与 P108-P109 吊装类似,考虑机械站位、移动、吊装连续性此时 P106 立柱盖梁不能先行吊装。由于 P108 位于龙东大道匝道下方,且净空高度仅为 7m 左右,无法采用常规双机吊装及架桥机安装(架桥机需要 11m 高度),施工采用现场已配置的 400t 履带吊单机吊装(不带防撞墙)。400t 履带吊主臂采用 48m,超起半径 15.5m,超起配重 250t,作业半径 27.5m,额定起重量 $Q=186t >$ 吊重 $G=157t$,荷载率= $157/186=84.4\%$,故满足施工需要。单机吊装扁担施工前应进行检查验收:主要为焊缝的全融透检查,加工厂扁担完成之后由检测人员对焊接质量进行把关。施工前运一根梁至现场,先在地面上进行试吊,完成之后再投入施工。



材质：板材均为Q345E。
型材材质为Q235E。

图 6 P107-P108 小箱梁单机吊工况平面图 1

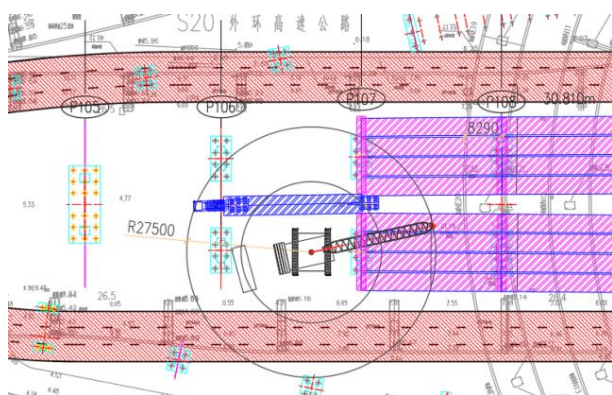


图 7 P107-P108 小箱梁单机吊工况平面图 2

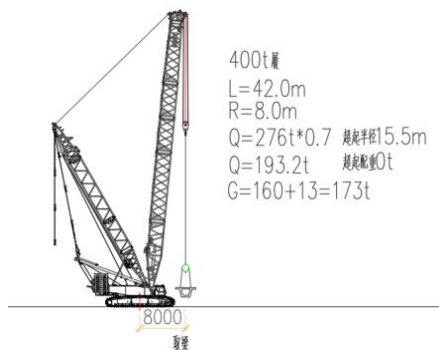


图 8 P107-108 小箱梁单机吊装工况 (取梁) 立面图 1

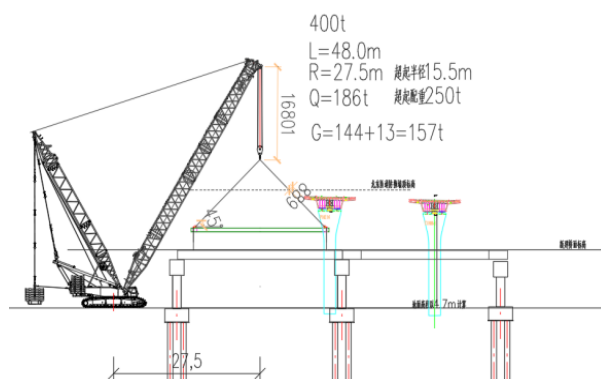


图 9 P107-108 小箱梁单机吊装工况（就位）立面图 2

3.3 P109-P110 吊装工况

此时双 T 梁吊装与 P107-P108 箱梁吊装不冲突,可同时进行。左右两侧共 14 榀,考虑施工经济性,且受现场场地限制,每侧靠外 5 榀先采用现场已配置的 320 吨履带吊单机吊装。剩余内侧 4 榀由于场地空间不满足履带吊,此时 320 吨履带吊转换至 P105-P107 处,换 300t 汽车吊进行剩余双 T 梁吊装。

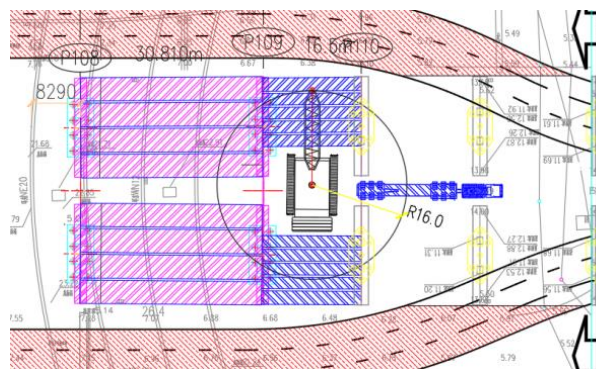


图 10 P109-110 双 T 梁履带吊吊装工况平面图

钢丝绳采用 2 根 8m 加卸扣合成 1 根 16m 长 (4 根), 双 T 梁设计长度 15.8m, 吊点位于梁端进来 0.8~1m 的位置, 钢丝绳水平夹角 $>60^\circ$ 。320t 履带吊主臂 36m, 作业

半径最大为16m,最小额定起重量 $Q=115t>$ 吊装 $G=56.8t$;
300t 汽车吊主臂 29.3m, 最大作业半径 12m, 最小额定起重量 $Q=68.4t>$ 吊重 $G=54.8t$, 荷载率= $54.8/68.4=80.12\%$, 且新建高架梁底高度约为 12.4m 扣除原地面高程 4.7m, 净空高度为 7.7m $>$ 汽车吊后配重高度 6m, 故不影响后配重旋转, 可满足施工需要。

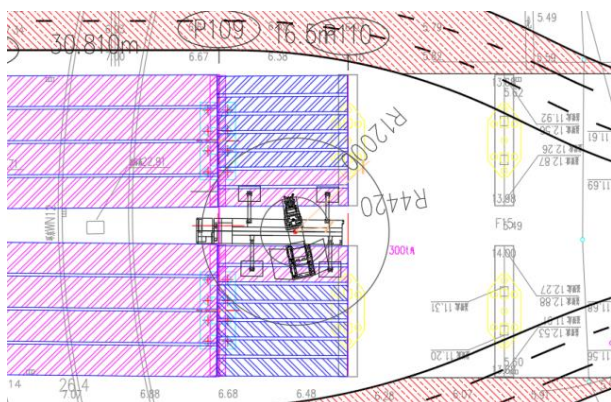


图 11 P109-110 双 T 汽车吊吊装工况平面图

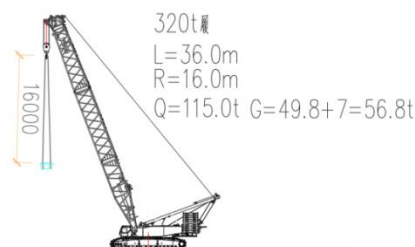


图 12 P109-110 双 T 梁履带吊吊装工况立面图

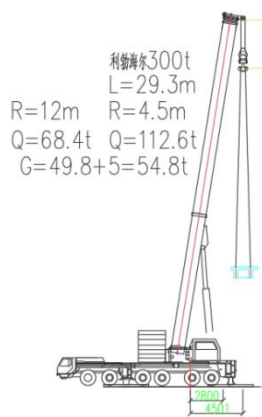


图 13 P109-110 双 T 梁汽车吊吊装工况图

4 P105--P107 吊装工况分析

P105-107 采用 400t+320t 履带吊两跨同步安装, 吊装顺序为左侧边梁→中梁 1→中梁 2→右侧边梁, 最不利为 320t 履带吊, 主臂 36m, 作业半径 12m, 考虑双机抬吊 0.8 倍安全系数, 额定起重量 $Q=168.4\times 0.8=134.72t>$ 吊重 $G=90.35+7=97.35t$, 满足施工需要。

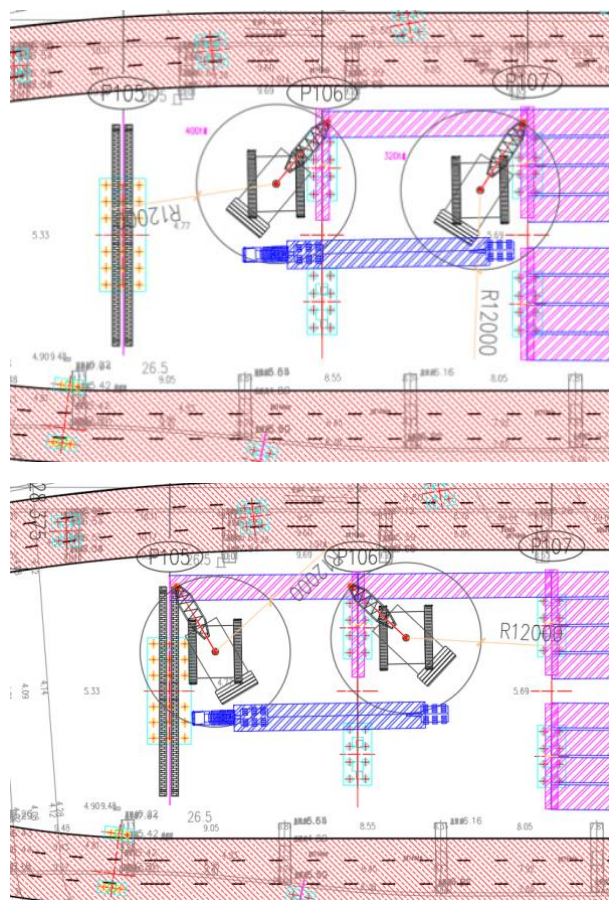


图 14 P105-107 小箱梁双机吊装工况平面图

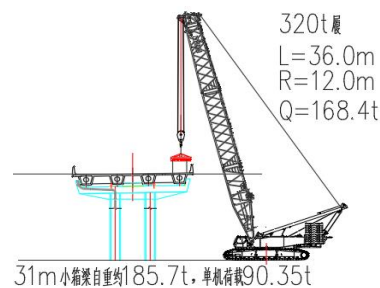


图 15 P105-107 小箱梁双机吊装工况立面图

5 架桥机吊装工况分析

利用 P105-P107 已经安装的小箱梁进行拼装架桥机, 拼装完成之后梁车从外环北侧开至已经安装好的主线上, 随后运至吊装区域采用后方喂梁形式。架桥机安装上部结构 (架桥机 260t, 每个吊钩可吊装 130t, 31m 小箱梁含防撞墙单侧最大中梁为 90.34t, 故满足施工需要)。

架桥机安装最不利工况为边梁安装, 钢丝绳采用 58mm 双道*2 根, 卸扣采用 55t*4 (上下各 2 个), 通过架桥机上的横梁调节孔的位置进行重心控制, 确保吊装过程中构件平衡就位, 且根据调节孔穿卸扣挂钢丝绳, 钢丝绳几乎为垂直状态。架桥机安装小箱梁最不利的为 P90-C 匝道区域中, 最不利的为 P90~P94 高压线 (高压线高程

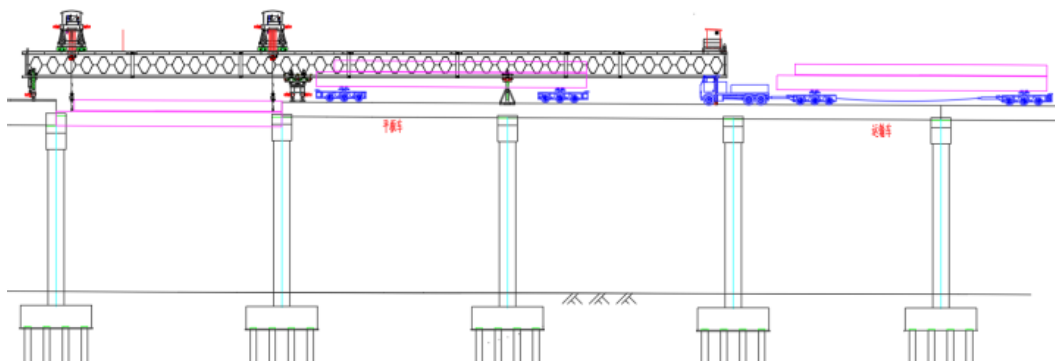


图 16 架桥机安装立面图

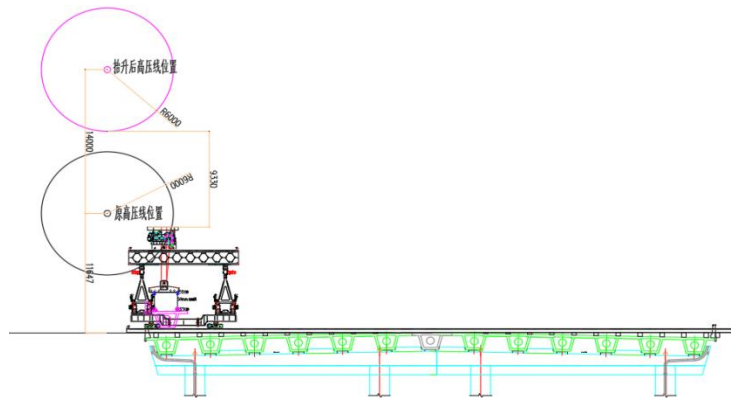


图 18 架桥机边梁安装工

最低)与小箱梁边水平间距最小为 3.4m,该区域高压线最低高程为 29.3m~30.3m(抬升之后为 29.3+14~30.3+14 即 43.3m~44.3m),桥梁设计高度为 10.582m~19.102m(匝道桥面高程为 10.582m~16.622m,对应的高压线高程为 35.39m~49.14m,抬升后对应 49.39m~63.14m;主线桥面高程为 16.294m~19.102m,对应的高压线高程为 29.32~42.33m,抬升后对应 43.3m~56.33m),根据上述数据架桥机边梁安装工况如下:

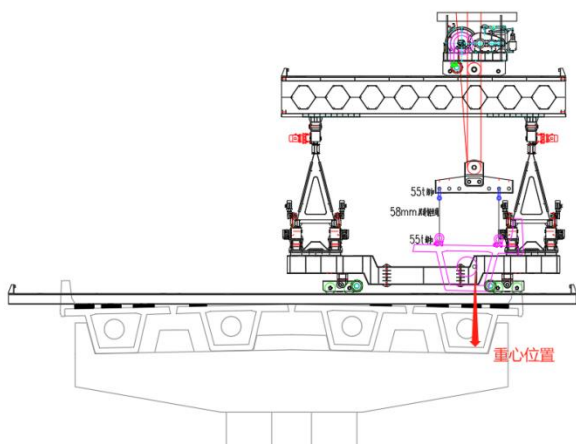


图 17 架桥机安装横断面图

最不利位置 P90 至 P94 位置高压线与架桥机安装的位置关系,抬升后架桥机边梁安装情况下,天车顶至 6m 保护线仍有 9.33m 安全距离,阴雨天气不受影响。

6 结语

预制箱梁吊装方式方法很多,但在改建工程中影响吊装因数也非常多,如何安全、经济组织吊装需参从多方面考虑,如机械选型、机械组合、机械站位、机械行走等等都需要联合考虑。本文以已有工程经验为基础总结预制箱梁吊装技术,对类似改建工程预制箱梁吊装技术的参考有重要意义。

【参考文献】

- [1]邓成安,马子梅.浅谈预制小箱梁的架设安装方法[J].黑龙江交通科技,2009(8):45.
- [2]孟会标.预应力箱梁预制安装施工技术[J].交通世界(建养·机械),2012(9):165.
- [3]唐世强.浅谈预制小箱梁吊装施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2015(45):96.

作者简介:熊国夫(1989.12—),毕业院校:南昌航空大学科技学院,所学专业:土木工程,当前工作单位:上海建工五建集团有限公司,职务:项目工程师,职称级别:中级。