

浅谈城际轨道交通预制箱梁架设方案经济比选分析

边海霞

中铁上海局集团华海工程有限公司, 上海 201101

[摘要] 随着我国城市轨道交通建设的快速发展, 跨省际、城际轨道交通建设对于带动城市群轨道交通网起着重要的作用, 高架线路因其建设周期短、造价低等优势越来越多的受到建设者的青睐。结合上海轨道交通 11 号线北延工程对预制箱梁架设方案进行经济比选分析。

[关键词] 城际轨道; 高架桥梁; 预制箱梁; 架设方案; 经济比选

DOI: 10.33142/aem.v2i12.3401 中图分类号: U44 文献标识码: A

Economic Comparison and Analysis of Precast Box Girder Erection Schemes for Intercity Rail Transit

BIAN Haixia

Shanghai Huahai Engineering Co., Ltd. of CREC, Shanghai, 201101, China

Abstract: With the rapid development of Chinese urban rail transit construction, inter provincial and inter city rail transit construction plays an important role in driving the urban agglomeration rail transit network. Elevated lines are more and more favored by builders because of its advantages of short construction period and low cost. Combined with the north extension project of Shanghai Rail Transit Line 11, the economic comparison and analysis of precast box girder erection schemes are carried out.

Keywords: intercity rail; viaduct; precast box girder; erection scheme; economic comparison

引言

城际轨道交通高架桥梁上部结构通常采用预制梁或现浇梁形式, 预制梁以其施工周期短、成本低等特点多被采用。预制梁通常采用双片组合小箱梁结构形式, 长度为 25~30m, 现场建设预制梁厂, 架设通常可选择门式起重机架梁、履带吊架梁、汽车吊架梁、架桥机架梁等, 本文根据上海市轨道交通 11 号线北段延伸工程区间高架段预制梁架设四种方法进行工、料、机比选分析。

1 工程概况

上海市轨道交通 11 号线北延伸工程东起 11 号线北段支线中线安亭站, 西至花桥站。为国内第一条跨省际轨道交通, 线路呈东西走向, 线路全长约 6km, 均为高架线。设站 3 座, 分别是兆丰路站、光明路站和花桥站。本标段工程里程范围 XDK2+494.000(不含)~XDK4+230、XDK4+375~XDK5+500.000 及 XDK5+640~XDK6+050, 本区间高架结构全长 3.284km, 包含光明路站和花桥路站。

上部结构采用预应力混凝土简支小箱梁, 标准跨采用 30m, 配跨采用 25m 跨, 共计 176 片, 最大吊装质量 150t。全线预制小箱梁墩顶宽度均为 6m, 墩身与地面最大相对高度为 13m。

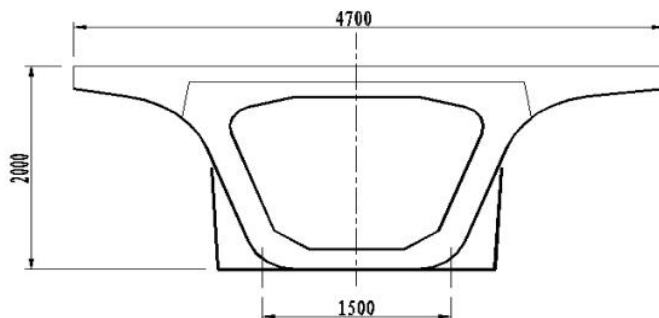


图 1 预置小箱梁截面图

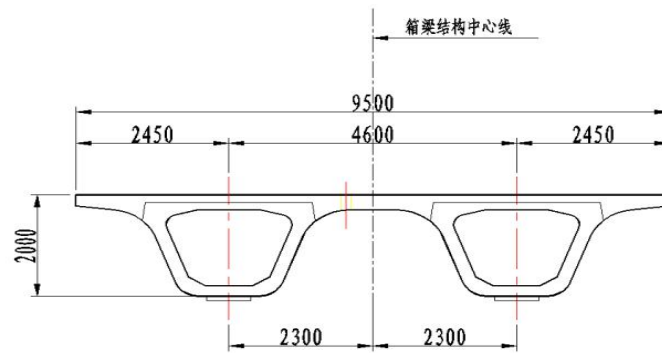


图2 标准双线横断面图

2 架设方案适用性分析

分别对门式起重机架梁、架桥机架梁、履带吊架梁、汽车吊架梁等四种方案在适用性、安全性、工效指标、设备配置等方面进行分析。

2.1 门式起重机架设

适用性：门式起重机架设方法适用于桥梁高度一般小于15m以下，标准宽度，在遇车站时，由于车站宽度较宽，在门式起重机设计时可采用变跨方案过站；走行系统需铺设走行轨行走，走行轨可采用轨枕或路基箱板支垫，对地基承载力要求较高；沿线便道要畅通，喂梁直接喂至架设部位，对于交通运输条件要求较高。

安全性：架梁采用双机台吊方式，稳定性好、安全性高。

工效指标：行走快速，移动方便，工效指标一般每天架梁箱梁8-10片。如工程采用门式起重机架梁方法，需配置两台110t门式起重机，标准跨度20m，变跨跨度26m，高度20m；走行钢轨400m，路基箱板400m。门式起重机通用性强，本工程结束后可用于其它项目。

2.2 架桥机架梁

适用性：架桥机架梁方法适用于桥梁高度高，下部结构连续完成，跨河、跨路段现浇连续梁施工完成；需两台门式起重机提梁，喂梁部位相对固定，运梁在已架设梁上行走；遇车站部位必须拆解再拼装。

安全性：架桥机每孔架设完成需二次过孔，过孔移动过程安全风险大；遇车站或连续梁未完成段需二次拆解再拼装，拆解拼装安全风险大。

工效指标：每架设一孔需移动过孔至下一跨，工效指标一般每天架梁箱梁6-8片。如本工程采用架桥机架梁方法，需配置一台200t架桥机，两台跨度20m门式起重机，一台运梁车。且因连续梁及车站影响，不能连续架设，架桥机及门式起重需5次拆解再拼装。

2.3 履带吊架梁

适用性：履带吊架设方法适用性较强，适用于桥梁高度高，不受下部结构及现浇连续梁施工影响，可根据工况随时调整架梁部位；需两台履带吊双机台吊，履带吊及箱梁自重较大，对地基承载力要求较高，需对地基进行特殊处理，并配置大量路基箱板。

安全性：双机台吊架设对操作统一协调性要求较高，人为因素影响较大，安全风险性高。履带吊拼装过程安全风险大。

工效指标：工效指标一般每天架梁箱梁6-8片。如本工程采用履带吊架设方法，需配置两台200t履带吊，50块路基箱板。吊机站位部位地基处理换填建筑垃圾约4万方。

2.4 汽车吊架梁

适用性：汽车吊架设方法适用性较强，适用于桥梁高度高，不受下部结构及现浇连续梁施工影响，可根据工况随时调整架梁部位；需两台汽车吊双机台吊，汽车吊及箱梁自重较大，对地基承载力要求较高，需对地基进行特殊处理，并配置大量路基箱板。

安全性：双机台吊架设对操作统一协调性要求较高，人为因素影响较大，安全风险性高。汽车吊四个支腿需支垫牢固，存在倾覆风险。

工效指标：工效指标一般每天架梁箱梁8-10片。如本工程采用汽车吊架设方法，需配置两台250t汽车吊，50块路基箱板。吊机站位部位地基处理换填建筑垃圾约3万方。

3 预制箱梁架设四种方法工、料、机消耗分析

本次分析以全线176片预制箱梁架设为依托，单片梁重150t，梁高1.8m，梁长30m，方量48.53 m³。可以类似工程投标报价，成本测算做参考。

表 1 门式起重机架设工、料、机消耗分析

项目名称：门式起重机架梁		单位：片			
综合单价(元)		9870.47			
其中	人工费(元)	5204.20			
	材料费(元)	1480.41			
	机械费(元)	3185.86			
类别	名称	单位	消耗量	单价	合价
人工	综合人工	工日	26.021	200.00	5204.20
材料	回填土	m ³	14.304	58.29	833.78
	路基箱板租赁及安拆	元/块*天	2.727	15.00	40.91
	枋木	m ³	0.333	1543.59	514.02
	钢轨	kg	20.384	3.69	75.22
	铁件	kg	1.475	5.15	7.60
	白棕绳 φ26	kg	0.902	9.86	8.89
机械	光轮压路机(内燃)15t	台班	0.092	579.84	53.35
	光轮压路机(内燃)8t	台班	0.017	355.08	6.04
	叉车5t	台班	0.545	299.93	163.46
	龙门吊	台班	2.499	810.00	2024.19
	轨道平板车5t	台班	4.018	12.35	49.62
	平板拖车组30t	台班	0.588	1457.83	857.20
	其他机械费	元		32.00	32.00

表 2 架桥机架设工、料、机消耗分析

项目名称：架桥机架梁		单位：片			
综合单价(元)		21286.70			
其中	人工费(元)	7771.60			
	材料费(元)	2314.50			
	机械费(元)	11200.60			
类别	名称	单位	消耗量	单价	合价
人工	综合人工	工日	38.858	200.00	7771.60
材料	回填土	m ³	28.608	58.29	1667.56
	路基箱板租赁费	元/块*天	2.727	15.00	40.91
	枋木	m ³	0.333	1543.59	514.32
	钢轨	kg	20.384	3.69	75.22
	铁件	kg	1.475	5.15	7.60
	白棕绳 φ26	kg	0.902	9.86	8.89
机械	光轮压路机(内燃)15t	台班	0.185	579.84	107.27
	光轮压路机(内燃)8t	台班	0.034	355.08	12.07
	叉车5t	台班	0.818	299.93	245.34
	龙门吊	台班	2.499	810.00	2024.19
	轨道平板车5t	台班	4.018	12.35	49.62
	架桥机	台班	1.470	5370.00	7893.90
	平板拖车组30t	台班	0.588	1457.83	857.20
	其他机械费	元		11.00	11.00

表 3 履带吊架设工、料、机消耗分析

项目名称：履带吊架梁		单位：片			
综合单价(元)		13966.57			
其中	人工费(元)	1284.20			
	材料费(元)	369.89			
	机械费(元)	12312.49			
类别	名称	单位	消耗量	单价	合价
人工	综合人工	工日	6.421	200.00	1284.20
材料	路基箱板租赁费	元/块*天	24.659	15.00	369.89
机械	履带式起重机 200t	台班	1.358	6808.10	9245.40
	叉车 5t	台班	7.348	299.93	2203.89
	平板拖车组 30t	台班	0.588	1457.83	857.20
	其他机械费	元		6.00	6.00

表 4 汽车吊架设工、料、机消耗分析

项目名称：汽车吊架梁		单位：片			
综合单价(元)		16032.44			
其中	人工费(元)	1637.00			
	材料费(元)	369.89			
	机械费(元)	14025.55			
类别	名称	单位	消耗量	单价	合价
人工	综合人工	工日	8.185	200.00	1637.00
材料	路基箱板租赁费	元/块*天	24.659	15.00	369.89
机械	汽车式起重机 300t	台班	1.369	8004.72	10958.46
	叉车 5t	台班	7.348	299.93	2203.89
	平板拖车组 30t	台班	0.588	1457.83	857.20
	其他机械费	元		6.00	6.00

表 5 176 片梁总费用汇总对比

架设方法	单位	数量	单价	总价
门式起重机架梁	片	176	9870.47	1737202.26
架桥机架梁	片	176	21286.70	3746458.90
履带吊架梁	片	176	13966.57	2458116.32
汽车吊架梁	片	176	16032.44	2821709.44

4 架设方案综合分析

- (1) 以下资料均以上海轨道交通 11 号线预制梁架设工程实际施工情况作为分析依据。
- (2) 测算工程量为 176 片预箱梁。

表 6 架设方案综合分析表

架梁方法	适用性	安全性	工效指标	成本费用
门式起重机	高度小于 15m, 标准宽度, 沿线便道要畅通, 交通运输条件要求较高	稳定性好、安全性高	每天架设 8-10 片	173.72 万元
架桥机	桥梁高度高, 工作面连续, 不连续段必须拆解再拼装; 需两台门式起重机喂梁	拼装拆除过程中的安全性低	每天架设 6-8 片	374.65 万元

架梁方法	适用性	安全性	工效指标	成本费用
履带吊	适用性较强、随时调整位置；履带吊及箱梁自重较大，对地基承载力要求较高；协调配合性要求高	人为因素影响较大，安全风险性高	每天架设 6-8 片	245.81 万元
汽车吊	适用性较强、随时调整位置；履带吊及箱梁自重较大，对地基承载力要求较高；协调配合性要求高	存在倾覆风险	每天架设 8-10 片	282.17 万元

5 结束语

从经济性角度考虑，门式起重机架设最为经济。架桥机架梁费用最高，必须采用 2 台龙门吊喂梁，且涉及到多次二次拼装倒运问题，龙门吊租用或购买产生成本高，费用远超过直接用龙门吊架梁。汽车吊和履带吊两种方案比较，从经济性和安全性两个角度考虑，汽车吊架梁远不如履带吊。最终四个方法优选门式起重机架设。目前我国城市轨道交通工程发展飞快，因现场工况不同，可根据不同工况通过经济比选，选择最合适的架梁方案，希望本次分析为轨道交通预制箱梁架梁方案提供参考借鉴。

[参考文献]

- [1] JTG/T B06-03-2007, 公路工程机械台班费用定额[S]. 北京: 中华人民共和国交通运输部发布 2018.
 - [2] 白洁如. 《城市轨道交通工程预算定额》简介[J]. 工程造价管理, 2009(3): 11.
 - [3] 李金明, 闫红杰, 祝耀, 殷鹏飞. 互联互通运营模式对城市轨道交通的影响[J]. 交通企业管理, 2021, 36(2): 69-71.
 - [4] 李明明. 城市轨道交通运营规模与经济耦合协调性分析[J]. 数学的实践与认识, 2021, 51(5): 302-308.
- 作者简介: 边海霞(1983-)女, 毕业于上海同济大学土木工程专业, 目前就职于中铁上海工程局集团华海工程有限公司。