doi:10.16018/j.cnki.cn32-1650/n.202003008

高速铁路架梁过程临时支座承载能力的校核

陈义勤1,王建华2,张学军2,甘亚南3

(1. 上海华东铁路建设监理有限公司,上海 200070;

2. 中铁四局集团第二工程有限公司, 江苏 苏州 215131;

3. 盐城工学院 土木工程学院,江苏 盐城 224051

摘要:基于我国高速铁路架梁过程,将架梁施工分为提梁、运梁和落梁3个步骤。首先将架桥机 等效为均布荷载,并且根据实际情况,将梁体分别等价为集中力或均布力,继而应用力法精细化 分析临时支撑力学性能演化规律。同时,基于研究成果提出对架梁体系合理加固及预防措施, 这将有效解决桥梁墩台或临时支撑的破坏,进而确保高速铁路箱形梁桥架梁施工的安全。

关键词:桥梁工程;临时支撑;箱梁架设;力学分析

中图分类号:U445 文献标志码:A 文章编号:1671-5322(2020)03-0041-05

随着我国经济建设的快速发展,国家已明确 高速铁路建设目标。当然,为了能够建成坚固、耐 用、安全的高速铁路,在具体进行高铁建设的过程 中应当慎重选择施工技术^[1-3],如箱形梁桥的架 设施工技术等(图1),基于此以便制定切实可行 的施工方案,以及施工中加固和预防措施等。进 而,为保证高速铁路具有较高安全性和耐久性奠 定基础^[3-5]。



图 1 架桥机架梁 Fig 1 Bridge erection by girder erecting machine

由于我国高铁建设水平不断提高,高铁梁桥 所占比例增加,且箱梁架设施工技术也有很大程 度的进步,这使得现阶段高铁工程建设可以采用 多种箱梁架设方式,比如支架现浇方式、移动模型 结构方式、整孔预制架设方式等,其中现阶段整孔 预制架设方式被广泛采用^[4-6]。然而根据高铁工 程建设实际情况,发现架桥机架梁过程中,由于对 临时支座受力性能分析不足,这将会造成桥梁墩 台或临时支撑的破坏,进而引发多种危险事故 (图 2)。那么,为了能够提高箱形梁桥架设质量, 因而基于架梁过程,临时支撑力学性能分析及校 核尤为必要^[5-7]。



图 2 架梁过程临时支撑 Fig 2 Temporary support during beam erection

1 顶推梁体时,架梁临时支撑受力分析

基于实际情况,若提梁后,梁体在架桥机上采

收稿日期:2020-05-19

基金项目:甘肃省科技计划项目(19ZD2GA002)。

作者简介:陈义勤(1969一),男,安徽蚌埠人,高级工程师,主要研究方向为结构工程监理及建设。

用顶推方式运梁,然后落梁就位,此时梁体部分可 以模拟为均布荷载,其具体分析如下:

1.1 架桥机应模拟为均布荷载

桥梁架设一般由3个阶段组成,即"提梁" "运梁"和"落梁"3个步骤,这里架桥机质量 P = 530 t,梁体质量 P₁ = 695 t。为了明确架桥机下3 个临时支撑对桥梁墩台力学性能影响,需根据实 际情况,合理模拟其受力方式。

为计算方便,将架桥机受力模型简化为连续 梁(L=32 m)。毫无疑问该模型为1次超静定结 构(图3),且令其刚度为I_E。



图 3 架梁机受力模型 Fig 3 Force model of beam machine

根据实际情况,架桥机荷载可简化为均布力 q = P(2L);此时梁体荷载亦简化为均布力 $q_1 = P_1/L_0$

1.2 提梁阶段力学模型简化

力学分析中,力学效果具有叠加性(图4),故 可按两阶段进行受力分析,即分为架桥机和上提 梁两阶段计算(图5)。







解除中间支撑,以力
$$R_1$$
代替(图6),方程为
 $\delta_{11} \times R_1 + \Delta_{1P} = 0$ (1)



图 6 力学分析步骤 1 Fig 6 Mechanical analysis step 1

式中: Δ_{IP} 为由于力 R_1 作用而在其方向产生的位移(图7)。





$$\delta_{11} = \frac{1}{I_{\rm E}} \left(\frac{1}{2} \times l \times \frac{l}{2} \times \frac{l}{3} \right) \times 2 = \frac{l^3}{6I_{\rm E}}$$
(2)
同样, $M_{\rm p}$ 弯矩图见图 8 。



图 8 架梁过程临时支撑 M_p Fig 8 Temporary support during beam erection(M_n)

$$\Delta_{1P} = \frac{-1}{I_E} \left(\frac{2}{3} \times \frac{ql^2}{2} \times l \times \frac{5l}{16}\right) \times 2 = \frac{-5ql^4}{24I_E}$$
(3)

根据方程(1)可以得到:

$$R_1 = \frac{5ql^4}{24I_{\rm E}} \times \frac{6I_{\rm E}}{l^3} = \frac{5}{4}ql = \frac{5}{8}P_1 \qquad (4)$$

基于力学平衡条件,可得临时支撑受力(图 9)、梁体荷载对临时支撑力学性能的影响 (图 10),以及各支撑受力(图 11)。提梁阶段支 撑力应为架桥机和梁体影响的叠加值,故各支撑 所受总力见图 12。

1.3 运梁阶段力学分析

顶推运梁阶段支撑受力分析,应取其最大力 学状况,即如图13形式。











$$R_{11} = \frac{57}{64}P_1$$

同样,可得各支撑受力,如图15。



支撑力学性能叠加值 Superposition value of support mechanical properties

落梁阶段力学分析



落梁阶段受力模型 Stress model of falling beam stage





支撑力学性能叠加值 Superposition value of support mechanical properties

2 吊梁后纵移吊运梁体,临时支撑的受力 分析

在架桥机上,若提梁后纵移吊运梁体,然后落 梁就位,此时梁体部分可模拟为集中荷载,其具体 形式如下:

桥梁架设亦由 3 个阶段组成,即"提梁""运 梁"及"落梁"3 个步骤。根据实际情况,架桥机荷 载简化为均布力,q = P/(2L);而梁体简化为集中 荷载 $N_1 = N_2 = P_1/2$ 。

2.1 提梁阶段力学分析模型

力学效果具有叠加性,故可按两阶段进行分 析如图18。



图 18 提梁阶段受力简化模型 Fig 18 Simplified model of stress in lifting stage

架桥机力学分析同上,不再赘述。梁体计算 分析过程如图 19~图 20,方程为:

$$\delta_{11} \times R_1 + \Delta_{1P} = 0$$







图 20 力学分析图 M_p Fig 20 Diagram of mechanical analysis M_p

同样:

$$\Delta_{1P} = \frac{-1}{I_E} \left(\frac{1}{2} \times l \times \frac{l}{2} \times \frac{2}{3} \times \frac{N_2 l}{2} \right) \times 2 = \frac{-N_2 l^3}{6I_E}$$

根据方程1可以得到: $R_1 = \frac{P_1}{2}$
最后,其力学叠加值如图21。



图 21 支撑力学性能叠加值 Fig 21 Superposition value of support mechanical properties

2.2 运梁阶段力学分析

同样,运梁阶段支撑受力分析,取其最大力学 状况如图 22。



图 22 运行阶段受力模型 Fig 22 Force model in operation stage

同样根据力学平衡,其叠加值如图 23。





3 结论

(1)根据实际情况,本文将"运梁阶段"等效 为均布荷载或集中荷载,但两种等效方式支撑力 变化趋势基本一致,因而这佐证了本文计算方法 的有效性,且本文研究具有重要的工程实际意义;

(2)建议在架桥机上滑移顶进梁体时采用第 一种计算方法偏于安全;而采用吊运梁体时则第 二种计算方法更为合理;

(3)无论何种等效方式,中间支撑力远大于 边支撑力,即均布等效法中间支撑最大受力为 950.23 t;而集中力等效,中间支撑最大受力为 809.06 t。因而,建议加固中间临时支撑,以免对 中间桥墩或临时支撑造成强度破坏;

(4)本计算未考虑动力因素,如考虑振动影 响,建议以上计算结果乘以1.1 系数。

参考文献:

[1] 刘爱林,李旭. 商合杭铁路芜湖长江公铁大桥主桥钢梁架设关键技术[J]. 桥梁建设,2020,50(1):1-6.

- [2] 房亮. 高铁客专 550t 单线箱梁运架技术研究[J]. 铁道建筑技术, 2017(9): 39-41.
- [3] 杨蒙. 苏岭山大桥钢梁架设方案比选研究[J]. 山西建筑, 2019, 45(5): 173-175.
- [4] 陈海柱,毛春光,李俊.特殊环境下预制箱梁从单幅完成全幅架设工艺研究[J].交通科技,2016,5:46-48.
- [5] 杨春来,邓超,吴琼. 石济客专济南西联络线特大桥大坡道架梁施工技术[J]. 北方交通,2017(3):27-29.
- [6] 郭富君. 低净空架桥机结合扁担梁架设箱梁技术研究[J]. 铁道建筑技术,2015(12):26-28.
- [7] 王宝才. SLJ900/32 流动式架桥机技术改进的研究[J]. 山西科技, 2017, 33(12): 152-154.

Checking the Load-bearing Capacity of Temporary Supports in the Process of Beam Erection of High-speed Railway

CHEN Yiqin¹, WANG Jianhua², ZHANG Xuejun², GAN Yanan³

(1. Shanghai East China Railway Construction Supervision Co. Ltd., Shanghai 200070, China;

2. Second Construction Co. Ltd. CTCE Group, Suzhou Jiangsu 215131, China;

3. School of Civil Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China

Abstract: Based on the process of beam erection of high-speed railway in China, the construction of beam erection is divided into three steps: lifting, transporting and dropping. Firstly, the bridge erecting machine is equivalent to uniformly distributed load, and according to the actual situation, the beam body is equivalent to concentrated force or uniform force respectively, and then the evolution law of mechanical properties of temporary support is analyzed by force method. At the same time, based on the research results, reasonable reinforcement and preventive measures are proposed, which will effectively solve the damage of bridge pier or temporary support, and ensure the safety of high-speed railway box girder bridge girder construction. **Keywords**; bridge engineering; temporary support; box girder erection; mechanical analysis

(责任编辑:张英健)