

高速铁路连续梁桥施工控制关键问题研究

胡 川

中铁一局集团第五工程有限公司 陕西 721000

摘要: 随着现代社会的快速发展, 社会对于运输行业的需求更为迫切, 高速铁路连续梁桥是铁路建设工程中十分重要的组成部分, 需要保证施工的质量和效率, 但是在实际的施工过程中还存在很多问题和困难。高速铁路连续梁桥需要十分先进的技术工艺, 保证工程项目的质量和安全, 这就需要对高速铁路连续梁桥施工环节进行有效的控制和管理。

关键词: 高速铁路; 连续梁桥; 施工控制

Research on Key Problems of Construction control of continuous girder Bridge of high-speed railway

Chuan Hu

China Railway First Bureau Group Fifth Engineering Co., Ltd., Shaanxi Province, 721000

Abstract: With the rapid development of modern society, society has a more urgent demand for the transportation industry. Continuous girder bridge of high-speed railway is a very important part of railway construction, which needs to ensure the quality and efficiency of construction. But there are still many problems and difficulties in the actual construction process. A high-speed railway continuous girder bridge needs very advanced technology to ensure the quality and safety of the project. It is necessary to effectively control and manage the construction link of a high-speed railway continuous girder bridge.

Keywords: high-speed railway; continuous girder bridge; construction control

引言:

高速铁路连续梁桥是铁路施工当中十分关键的部分, 在施工的过程中主要有以下几个特点: 首先, 高速铁路连续梁桥的跨度通常很大, 随着我国铁路运输事业的快速发展, 施工的技术工艺也在不断地进步, 这就让铁路工程项目可以建设跨度更大的高速铁路连续梁桥。在建造过程中, 两个墩台之间可能会发生沉降问题, 这种问题很容易造成整个高速铁路连续梁桥的施工出现安全隐患和质量问题, 因此需要在施工过程中对应力进行准确的计算, 将沉降的情况控制在规定的范围当中。最后, 高速铁路连续梁桥的拱值会对施工的稳定性和可靠性产生不同程度的影响。当前很多铁路施工工程的进度都十分迅速, 因此对高速铁路连续梁桥的稳定性和可靠性有着更高的要求, 这就需要对其拱值进行控制, 保证施工质量和安全在相应的范围内^[2]。

1 工程概况

新建合肥至安庆铁路站前工程 HAZQ-3 标段, 本段

桩号为 DK65+542.06 ~ DK95+717.01, 建设于庐江县。依据设计要求, 共有连续梁 9 联, 最大跨径达 100m。本工程连续梁(刚构)桥数量较多, 且分布相对集中, 需立足于施工现场情况, 合理调配资源, 确定合适的工期安排, 形成完善的施工管理策略。

对该连续梁桥采用有限元分析软件 midasCivil 进行结构的模拟分析。桥梁结构模拟分析首先在 midasCivil 软件中根据设计参数以及施工顺序建立有限元分析模型, 通过输入截面参数等信息进行初步计算, 从而得出施工时各个阶段以及桥梁合龙后的变形和内力。通过结合现场实测数据分析调整计算结果, 如此循环到得出的计算结果符合设计要求。计算模型中施工阶段的划分根据荷载变化和施工块段进行, 一个施工阶段包含了每一个施工块段的挂篮移动, 浇筑混凝土和张拉预应力筋。在本项目中, 该桥梁共划分为节点 85 个, 单元 68 个, 施工阶段 43 个。桥梁主梁模型如图 1 所示。



图1 主梁计算模型

2 线形控制

连续梁桥的施工控制具体内容为线形控制和应力控制，桥梁的线形不仅作为美学要求更影响到桥梁的受力情况。桥梁施工控制主要为线形控制，桥梁线形受到的影响因素较多，如混凝土自重，立模标高等，因此在施工控制过程中，需要利用计算模型对各种影响线形的因素进行综合考虑，结合计算结果进行提前控制。同时，在每次浇筑完混凝土都要对线形的变化及时进行观测，并通过对比理论值来调整模型参数，从而确保线形控制的质量。

2.1 监测流程

标高控制即为桥梁的线形控制，在得到梁顶标高后及时反馈测量结果，在存在偏差时及时调整下一阶段施工。

2.2 数据采集和分析

线形观测数据是桥梁施工控制和判断线形是否符合设计要求的重要依据。施工时影响桥梁线形的因素主要有立模标高、混凝土浇筑后标高和预应力筋张拉后的标高。需详细测量和分析这几项施工，在发现偏差时及时做出调整，确保线形控制质量。

(1) 模板标高测量

在整个悬臂浇筑过程中，确保每个块段的标高满足设计要求的基础是立模标高。线形控制的关键一步是确定合理的立模标高值。若立模标高的控制出现偏差，则容易出现梁段折线，影响成桥质量。布置2个观测点于每侧挂篮顶模板处，3个观测点于底模板处，如图2所示。

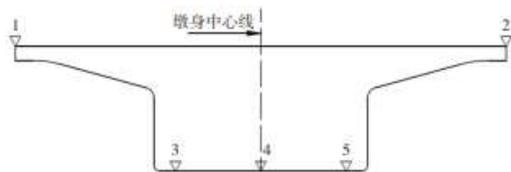


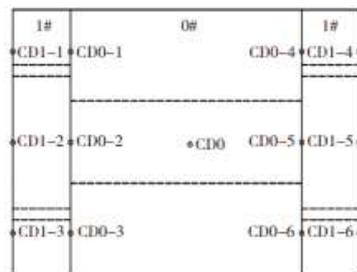
图2 立模标高观测点布置示意

在挂篮模板的调整过程中，引起模板沉降的原因可能有人为因素存在，如未锁紧手拉葫芦等，应在调整完成后及时进行检查。在控制该桥梁模板的高程时，需将实际测量所得标高与设计标高相差控制在 $-5.000\sim+15.000\text{mm}$ 。从上表可看出，仅存在部分差值超出该范围，对于每个块段的测量结果应及时反馈给现场负责人，以便于及时做出调整和复测。

(2) 主梁标高测量

为对每块段箱梁在悬臂浇筑时的位移值进行测量，

布设6个标高观测点于每块段的悬臂端（图3）。在0号块到桥梁合龙均有桥梁线形高程观测点布设，因此需确保观测点的布设牢固可靠，且避免在施工时的碰撞和踩踏，在箱梁的整个施工时期应采取一定措施加以保护。主梁标高观测结果见表1。



(a)



(b)

图3 测点布置示意

(a) 测点布置平面示意；(b) 测点布置立面示意

根据表1数据整理得标高对比如图4所示。由表1可知以下几点。(1) 整个施工过程中，在悬臂浇筑到10号块梁段时，桥梁结构的线形均匀平顺，且箱梁顶面的标高最大偏差为12.33mm，小于控制值20mm；相邻阶段最大的高差为9.10mm，小于控制值10mm，桥梁的悬臂结构未出现明显的突变折线，表明在进行施工控制时利用有限元软件时所采取的参数与桥梁实际结构基本吻合，符合桥梁施工线形控制的要求。(2) 0号块再张拉过程中，由于钢束的张拉所导致的主梁位移小于1mm，而当“T”构的悬臂状态最大时，由预应力钢束张拉所导致的主梁上挠有较大的增加，为6~7mm。

(3) 两悬臂端的高差在中跨合龙时为7.85mm，小于控制值15mm，结果表明该桥梁所采取的施工控制方法正确，且桥梁整体的线形控制质量符合要求。

本文在对该高速铁路大跨径连续梁桥模拟分析其施工阶段的基础上，通过考虑各种不利因素的作用，确定各个阶段施工时的立模标高，通过对比分析得出结论：主梁各个悬臂段的最大标高偏差值为12.33mm，小于控制值20mm；相邻阶段最大高差为9.10mm，小于控制值10mm；两悬臂端在合龙时的高差为7.85mm，小于控制值15mm，说明桥梁在整个施工阶段中具有较好的高程控制，桥梁线形质量良好。

表1 主梁标高观测结果

方向	梁段	设计	实测		差值/mm		挠度/mm
			浇筑	张拉	浇-设	张-设	
小里程	1	17.176	17.1865	17.1870	9.41	9.89	0.49
	2	17.181	17.18764	17.18874	5.64	6.74	1.09
	3	17.185	17.19064	17.1912	4.64	5.21	0.54
	4	17.20	17.18722	17.18858	-2.76	-1.40	1.35
	5	17.191	17.1904	17.19255	-1.59	0.55	2.13
大里程	1	17.180	17.1840	17.1844	5.11	5.29	0.21
	2	17.185	17.19223	17.19375	6.25	7.75	1.51
	3	17.191	17.19225	17.19533	0.25	3.33	3.09
	4	17.198	17.19850	17.19864	-0.50	-0.36	0.15
	5	17.203	17.20310	17.20557	-0.90	1.59	2.46

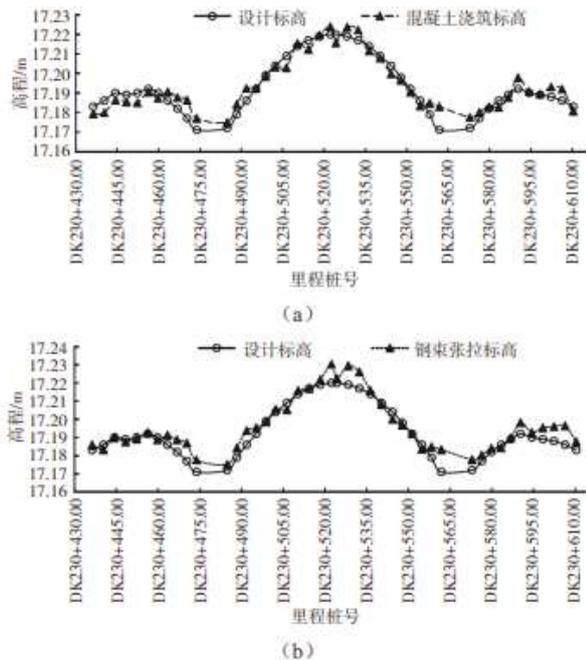


图4 主梁梁顶标高曲线示意

(a) 混凝土浇筑标高和设计标高对比; (b) 预应力筋张拉标高和设计标高对比

3 关键环节管控方案

3.1 桩基检测

桩基稳定性直接影响整个桥梁工程的质量,而桩基检测工作是保证桩基工程施工质量的关键环节。目前,铁路连续梁桥桩基检测的主要方法有低应变检测、高应变检测、静载试验法和桩基超声波检测等几种方法,其中低应变主要检测桩的完整性以及桩身缺陷的程度和位置;高应变检测主要判定竖向抗压承载力是否满足设计要求;静载试验法通过千斤顶施加荷载检测桩基质量;超声波检测需要在钢筋笼上提前布设检测管,通过超声波检测桩基完整性。各类检测方法均可通过桩基检测系统实现过程管控。桩基检测系统包括现场检测端和平台端,现场检测端通过在桩基检测仪上加装数据传输模块,

在现场终端客户机上部署检测程序实现现场数据的实时采集、处理和传输,以及与平台端的数据共享;平台端提供不同检测方法,检测进度、检测结果的远程实时管理,向参建各方提供真实的原始数据以及实时更新的检测工作量和结果统计共享,便于管理和核查,有益于铁路行业在工程质量检测领域强化标准化管理。

3.2 应力监控

转体施工应着重关注转体过程中撑脚应力及梁桥结构截面应力,如果实际数据与设计数据的计算数值有所不同或超出有效限值,应就其可能生成的原因进行分析与调控,以确保实际应力处于理论应力的范围之内。

3.3 变形监测

在整个施工过程中,应对梁桥结构的相关断面和轴线进行适时测量。监测的目的是确保梁桥结构的线形稳定,避免结构变形情况的发生。当前,基于桥梁结构监测方法的运用,对施工过程中梁桥结构的变形监测大体可以分为五个阶段。具体如下:一是梁体落架前,进行多测点观测,对各测点监测到的数据进行记录、汇总、分析。二是梁体落架后,静止24h进行多测点监测,对生成的数据进行记录、分析。三将静止24h的监测数值视为原始数据值,对试转后的2h的数据进行对比分析。四转体过程中,对转体部分梁体的平衡性、轴线位置及墩柱垂直度进行跟踪观测,并记录相关监测数据信息。五转体完成后,对静止24h的梁体数据进行观测并记录,此时的数值即为梁体结构的最终数值。

3.4 转体过程监测

在转体安装过程中,无论是球铰体系安装,还是现浇梁体结构,均可能与梁桥的安装标准存有不同,对相应部位的刚度和质量造成一定影响,影响分布和受力平衡。所以,在准备转体之前,就应进行转梁体平衡称重实验、静摩擦系数测定以及牵引索、牵引设备的检测等,以确保转体施工的顺利进行。

3.5 合龙段施工控制

合龙段是转体施工的最终环节,合龙精度对整个工程建设来说至关重要,因此应对合龙段施工进行严格的部署和布局,有效监测合龙段施工时的各项条件,确保在最佳适宜合龙段施工的温度环境下展开施工,避免孔隙出现。

4 安全管控措施研究

4.1 大型机械使用的安全措施

选择型号适合的机械设备,做好机械检修,确保在施工过程中不出现障碍。机械操作人员必须持上岗证,

塔机司机必须严格按照操作规程进行操作。将设备放置在其指定位置,并固定牢固。

4.2 安全用电措施

施工临时用电的电缆线线路的铺设、安装、维修和拆除,必须由专业电工进行。临时用电必须符合“TN-S”系统,且满足一机一闸一漏保的临时用电要求。配电箱做好防雨措施,且必须做接地处理,现场电工必须每天对配电箱进行巡查并填写巡查记录表。混凝土振捣器操作人员需做好相应的防触电措施。塔机必须配备专用配电箱,并设置防雷装置。现场使用符合要求的电缆线,电缆线跨路时进行下埋或架空处理,严禁随地铺设。雨天严禁进行电气焊作业。

4.3 高处作业安全措施

高空作业人员按照要求做好相应防护措施,系好安全带,并固定在牢固位置。严禁高空抛掷物品。设置人员通行的安全爬梯,作业下方挂设防坠网,穿戴合适的防滑鞋。雨雪、大风等天气严禁进行高空作业。

4.4 预应力张拉安全措施

确定混凝土达到设计张拉强度后才能进行张拉作业。做好承压垫板以及锚下清洁工作;定期检查锚具及张拉设备。张拉作业两端同时进行,严禁出现不对称张拉作业。张拉作业区域严禁人员作业或通过,严禁作业人员在张拉钢绞线正前方。

4.5 脚手架、挂篮及吊架安全措施

按照施工方案及技术交底要求,进行脚手架搭设、挂篮及吊架安装工程,确保其牢固性满足设计要求,避免在施工过程中出现垮塌等不良情况。脚手架的搭设必须由取得相应证件的特种作业人员进行作业,严禁无证从事脚手架的打扫工作。完成搭设工作后由相关部门验收,合格后才能进行下一道工序施工。施工完成后,按照施工方案及技术交底要求进行拆除作业。

4.6 交通安全防护措施

事先跟当地交通部门进行沟通,在施工期间,做好施工段的交通管制工作,以免出现交通事故造成人员伤亡。在上下行车道设置警示标志、警示灯等安全措施。安排专职人员协助交通部门做好全天交通维护和协调工作。

5 结语

综上所述,高速铁路连续梁桥是高速铁路工程中十分重要的组成部分,应用先进的技术对高速铁路连续梁桥进行质量管理控制,并采集更为准确的数据,进而提高跨度较大桥梁的稳定性和可靠性,防止出现变形等问题。在实际的施工过程中需要通过各种先进的技术,切实地对施工质量进行控制。

参考文献:

- [1]谭茜元.高速铁路跨海桥梁无缝线路力学特性及桥墩纵向刚度取值研究[D].北京交通大学,2020.DOI:10.26944/d.cnki.gbfju.2020.001565.
- [2]刘江明.(40+64+64+40)m高速铁路连续梁桥地震响应分析及减隔震研究[D].石家庄铁道大学,2020.DOI:10.27334/d.cnki.gstdy.2020.000313.
- [3]沈惠军.近场地震作用下高铁连续梁桥易损性分析[D].东南大学,2020.DOI:10.27014/d.cnki.gdnau.2020.001420.
- [4]赵亚宁,王浩,郜辉,祝青鑫,王飞球,谢以顺.基于BIM的高铁连续梁施工应力监控方案设计及应用[J].铁道标准设计,2020,64(11):68-73.DOI:10.13238/j.issn.1004-2954.201910070002.
- [5]黄江泽.基于复合隔震体系的高速铁路连续梁桥减震控制研究[D].福建工程学院,2020.DOI:10.27865/d.cnki.gfgxy.2020.000073.
- [6]冯莉,樊燕燕,李子奇,王力.高速铁路连续梁桥全寿命周期概率地震损失分析[J].铁道科学与工程学报,2020,17(04):815-822.DOI:10.19713/j.cnki.43-1423/ut.20190690.
- [7]蒋才良.高速铁路连续梁桥施工控制关键问题浅析[J].装饰装修天地,2017(22):303.
- [8]孙增博.高速铁路客运专线桥梁连续梁施工质量控制探讨[J].建筑与装饰,2019(20):102,108.
- [9]程敬宝.高速铁路桥梁连续梁挂篮施工技术及其质量控制[J].建筑工程技术与设计,2019(28):90.
- [10]王学彦,秦立朝,谭春腾.高速公路跨铁路立交桥连续梁转体施工不平衡称重分析[J].四川建筑,2019,39(5):64-66.