

高速公路大桥预应力连续梁桥悬臂施工技术

文 / 叶小东 中铁十二局集团有限公司海南工程有限公司

摘要: 随着城市化建设进程的推进,我国基础设施建设规模不断扩大,各类大跨径高速公路大桥的建设也是我国基础设施建设的重要组成部分。如今,预应力连续梁桥悬臂施工技术因其受力变形小,结构刚度大,运营养护便捷等优势,在高速公路大桥施工中得到广泛应用。基于此,文章聚焦于施工实践,以龙下岭排上桃江大桥为例,首先探讨了高速公路大桥预应力连续梁桥施工控制的主要目标,其次分析了高速公路大桥预应力连续梁桥悬臂施工的具体流程,最后探讨了预应力连续梁桥悬臂施工的关键技术要点。施工结果表明:预应力连续梁桥悬臂施工技术在工程中具有较高的适配度,桥梁工程的设计标高与实测标高保持高度一致,整体施工效果较为优良。

关键词: 高速公路大桥; 预应力连续梁桥; 悬臂施工技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.05.054

引言

在车辆不断增加,高速公路运营压力不断增大的现代社会,大跨径桥梁的建设运营在一定程度上缓解了城市日益增加的交通运输压力。依托预应力连续梁桥施工技术建设高速公路大桥,不仅能提升桥梁建设质量,同时还能降低后续桥梁运营过程中的养维护成本投入,保障行车安全和稳定。现阶段,预应力连续梁桥施工技术在高速公路大桥建设施工中的应用有着多种不同的形式,其中,悬臂施工主要以悬臂浇筑和悬臂拼装为代表。而相比普通桥梁来说,高速公路大桥因其位置特殊,施工难度较大,为有效减少高速公路衔接不畅的现象,便需要全面开展高速公路大桥预应力连续梁桥悬臂施工技术的应用探讨,以进一步优化高速公路大桥建设施工方案。

一、高速公路大桥预应力连续梁桥施工控制的目标及流程

(一) 施工控制的目标

一般来说,预应力混凝土连续梁桥的施工是分阶段开展的,在实际施工期间,因其受力结构具有一定复杂性特征,施工难度相对较大,再加上各类客观因素的干扰和影响,所以,预应力混凝土连续梁桥施工对施工技术提出了更为严苛的要求。在实践中,充分保障前一阶段的施工质量满足施工要求,才能顺利开展后一阶段的施工。而为了实现高速公路大桥的稳定安全运营,就必须做好施工过程的实时动态监控,准确评估梁体各阶段衔接状态,仔细观察桥梁外观质量,以免出现因梁

体裂缝引发的桥梁使用寿命缩短、行车安全性能下降的情况。在高速公路大桥预应力连续梁桥施工过程中,依托先进监控设备,对预应力连续梁桥施工的整个过程进行有效监控,确保桥梁建设完成后的外形和其内力状态保持一致。

(二) 预应力连续梁桥悬臂施工的流程

在深度剖析高速公路大桥预应力连续梁桥悬臂施工具体情况的基础上,严格控制连续梁桥施工过程中悬臂浇筑标高和截面尺寸,在及时采集预应力数据的基础上,对比目标数据和实际数据,根据数据偏差进行调整和修正设计,使悬臂浇筑标高和截面尺寸实际数据与目标数据之间的偏差进一步缩小,进而达成计算结果与实际施工情况相一致的目标,实现高速公路大桥的精准性和高质量施工。预应力连续梁桥悬臂施工具体流程:第一,设置控制目标;第二,落实前期结构分析计算;第三,预告处梁立模标高;第四,正式进行施工;第五,采集现场数据;第六,识别并预测设计参数误差;第七,比较理论和实践数据,根据数据分析结果判断结构状态;第八,确定是否按照原计划继续进行施工。若前期对比无误选择继续按照原计划施工的话,则需密切关注主梁标高、应变、温度和截面尺寸、弹性模量等参数。若对比结果显示差别较大,则需查找原因,在调整施工方案,重新计算结构变形参数的基础上,对立模标高进行调整分析,并做好下一梁段立模标高的预告。

二、工程案例

本工程为龙下岭排上桃江大桥,该大桥位于大庆

至广州高速公路南康至龙南段扩容工程内。起始和终点桩号分别为XK118+463.5、119+336.5，桥梁总长度为873.00m。本高速公路大桥设计采用预应力连续梁桥悬臂施工技术，主跨跨径50m+85m+50m连续梁，桥宽为12.8m，车道为双向4车道，设计时速则为100km/h。该高速公路大桥主梁结构主要使用单箱单室箱型截面，其顶面翼缘板保持向外侧倾斜状态，倾斜形成了2%的单向横坡，以充分优化水流的排导效果，保障行车稳定性。桥墩和桥梁箱梁相连的根部断面整体梁高为5.6m，以实现桥梁结构强度的优化。而中跨和边跨端部区域的量高则为2.5m，其他梁下缘则在遵守抛物线规律的基础上按需变化，以保证结构刚度的有效科学分布。工程实际施工如图1所示：

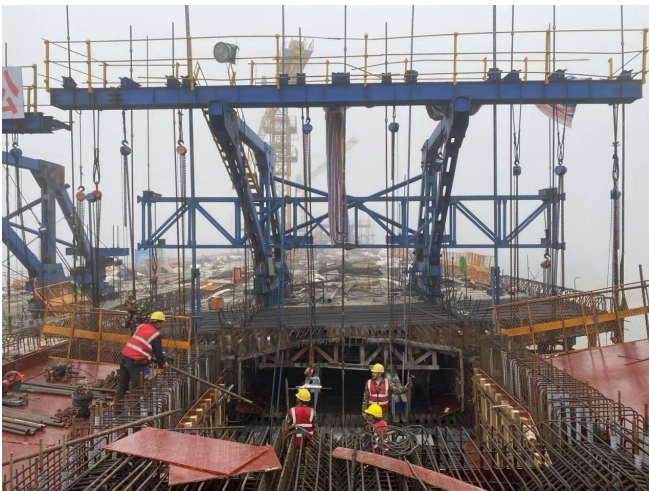


图1 龙下岭排上桃江大桥预应力连续梁桥悬臂施工

三、高速公路大桥预应力连续梁桥悬臂关键技术

(一) 托架施工

在深入了解本工程施工现场条件及桥梁施工特征的基础上，将桥梁承台，桥墩以及地面作为托架的主要支撑点。在设置托架长度和高度时，需综合考量混凝土梁现浇段长度和挂篮高度。而在横桥部位，托架宽度不得低于混凝土箱梁地面宽度，正常情况下，托架宽度是高出1.5米到两米之间。托架底面的地面现需和混凝土箱梁保持高度吻合。为了降低因托架出现现浇梁变形的概率，通常需提前进行预压，托架形式则以斜拉和斜撑为主。

(二) 挂篮施工

本工程采用挂篮施工方法，施工顺序为先边跨合龙，后中跨合龙。挂篮的组成结构则相对复杂，其包含三角主桁架，前后横向联结系，顶横梁，前后下横梁，底纵梁，横版系统，吊带锚固系统，张拉平台以及走行滑移系统等多个结构组成。在进行挂篮施工前，首先需于地面进行挂篮预压，在地面平铺三条顶横梁，并借助水平仪调平面，然后进行主桁架的拼装，并按照不同级差分级加载预压。接下来需进行挂篮拼装，挂篮拼装开始于0#梁段施工完成后。当0#梁段施工正式结束后，需做好梁段顶面的清理工作，并使用1:2水泥砂浆等材料进行铺枕部位的找平施工。接下来需要借助塔吊吊装杆件，正式进行挂篮拼装。挂篮拼装需按照以下顺序开展：（1）铺设钢枕；（2）安装轨道；（3）进行前后支座安装；（4）吊装主桁架和前上横梁；（5）进行后吊带安装；（6）落实底模架、底模板和内模架走行梁安装；（7）安装外侧模并适当调整立模标高。挂篮拼装结束后，需行走挂篮以达到施工要求。挂篮前移之前，针对挂篮的下放、前移和提升等操作，必须配备专人进行协调指挥，各个控制点，还需安排相应人员对操作行为进行实时动态监控。松底篮之前，需对模板对拉螺杆进行检查，保证模板对拉螺杆清楚彻底，以免挂篮下放和移机过程中出现卡阻现象。在铺设挂篮移动轨道时，必须保证轨道铺设牢固性，平整性，和顺直性，切忌出现偏移。同时还需在轨道上明确画出标尺刻度，以实现挂篮前移速度的严格控制，在挂篮行走时需保持缓慢匀速行走。两侧挂篮的移动需保持同步对称状态，且前移距离差值不得超出梁段长度的一半。全桥合龙之后，需使用钢丝绳将挂篮外侧模和底模下放到河道中间的运输船上，然后拆除。

(三) 预应力施工

本工程预应力施工包含三大内容：第一，预应力孔道施工。预应力孔道使用塑料波纹管，为提高预留孔道的通畅性，需在纵向波纹管内部插入比波纹管内径小3~6毫米的后壁胶管或塑料管。还需严格检查波纹管外观，浅波纹管外层出现油污泥土，让波纹管、混凝土和

水泥砂浆保持较为优良的黏结状态。第二，预应力钢绞线下料和穿束施工。首先，将钢绞线切割并梳理后进行穿束。穿束钢绞线，需利用压缩空气，将管道内的积水和污物及时清除。第三，张拉预应力筋。在正式进行预应力筋张拉之前，需进行孔道摩阻试验，在提前准备相关事件的基础上，将梁体设计图中两种不同类型的钢绞线数作为测试对象，正式进行测试。梁体设计强度，等级和混凝土的强度等级是保持一致，正式试验前混凝土的强度要达到95%。在试验过程中，发现测试数据出现明显偏差异常或产生其他突发情况，必须即刻停止加载。最后，预应力筋张拉时还需优化千斤顶和油压表的配置，确保其应用满足相关标准规范。

（四）连续梁合龙精度控制

在本工程施工中，严格按照合龙顺序进行施工，也就是先施工边跨合龙，之后开展中跨合龙施工。白天和夜间气温存在一定差异，而昼夜温差则是导致混凝土收缩徐变的一大重要因素。一旦混凝土出现收缩徐变，便会让合龙段混凝土过早受力，进而让梁体长度缩短。与此同时，在预应力钢束张力和混凝土自重的干扰下，若控制方式不够科学，梁体裂纹也更易出现，所以在正式施工过程中，一般需提前锁定和熔断梁段的梁体，以确保梁体顺利合龙。本工程合龙施工中包含连续合龙段锁定，所以使用了拉撑互相结合的施工方法，由双拼槽钢和预埋钢板共同构成的劲性骨架。右幅顺利合龙后状态如图2所示：

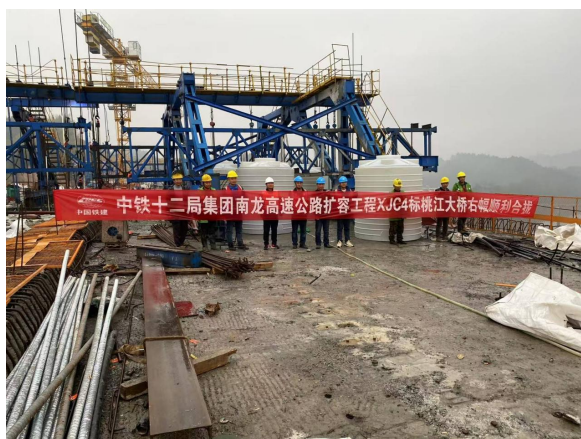


图2 龙下岭排上桃江大桥预应力连续梁桥合龙施工

而在合龙操作过程中，首先通过焊接固定一端，并保持另一端的自由状态。混凝土浇筑施工之前和合龙段两端配重结束之后，可锁定大桥连续合龙段，锁定时间为全天温度最低时。其次，需严格按照图纸设计要求有效布置临时张拉预应力束，一般来说，每一根张拉预应力束抗拉强度1860MPa，张拉施工需在劲性骨架焊接结束后进行。合龙段采用了井字型吊架法施工，当混凝土悬浇至合龙段后，合龙口的一侧挂篮保持后退状态，另一侧挂篮则需前移，进而形成合龙吊架。合龙也需始终坚持低温灌注，既拉又称还抗碱的基本原则。

结语

综上所述，在高速公路大桥预应力连续梁桥悬臂施工过程中，托架施工、挂篮施工、预应力施工和连续梁合龙精度控制都是其重难点施工内容。本文以龙下岭排上桃江大桥为例，在综合分析连续梁桥悬臂施工控制目的的基础上，从预应力连续梁桥悬臂施工各个关键技术入手，探讨了连续梁桥悬臂施工技术在工程实践中的应用。而从实践角度来看，该技术在高速公路大桥施工中的确有较高的匹配度和较强的适用性。与此同时还需注意：在施工中应用悬臂浇筑法时，需进行多次体系转换，其施工工艺复杂度较高，施工难度也较大。因此，广大施工单位需依托正装分析法对施工控制参数进行精准计算和准确分析，并聚焦于施工变形控制和施工自然环境影响等层面，有效把控施工质量。

参考文献

- [1] 鲍仕杰, 钱德玲, 戴启权, 等. 悬臂浇筑连续梁桥零号块的空间应力分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2019, 42(04): 530-535.
- [2] 赵亚宁, 王浩, 郜辉, 等. 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): 72-77.
- [3] 楼灿洪, 董峰辉. 连续梁桥悬臂施工整体倾覆稳定安全系数研究[J]. 武汉大学学报(工学版), 2017, 50(02): 264-268.