

Research on Quality Control of Railway Bridge Continuous Beam Hanging Basket Construction

Xuequan Kang

China Railway First Group Municipal & Environmental Protection Engineering Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730050, China

Abstract

Railway bridge construction has high requirements for accuracy and quality. As the relatively mature construction technology, its quality control is particularly critical. Based on the characteristics of the construction of continuous beam hanging basket of railway bridge, this paper analyzes the key factors affecting the construction quality, focusing on the aspects of the design of hanging basket, lifting and debugging, concrete pouring, linear control, prestressed pipeline installation, and summarizes the corresponding key points of quality control. The study proposes that the quality control measures such as the structural design of the hanging basket and the accuracy of measuring lofting should be strengthened, supplemented by perfect quality assurance system and scientific quality detection methods, to comprehensively control the key links of the hanging basket construction, especially prefabricated assembly and cast-in-place section cohesion, so as to ensure the construction quality of continuous beam and provide reference for similar projects.

Keywords

railway bridge; continuous beam; hanging basket construction; quality control

铁路桥梁连续梁挂篮施工质量控制研究

康学权

中铁一局集团市政环保工程有限公司, 中国 · 甘肃 兰州 730050

摘要

铁路桥梁施工对精度和质量有着极高要求, 连续梁挂篮施工作为当前较为成熟的施工工艺, 其质量控制尤为关键。论文基于铁路桥梁连续梁挂篮施工的特点, 分析了影响施工质量的关键因素, 重点从挂篮设计、吊装与调试、混凝土浇筑、线形控制、预应力管道安装等方面入手, 总结了相应的质量控制要点。研究提出应优化挂篮结构设计、强化测量放样精度等质量控制措施, 并辅以完善的质量保障体系和科学的质量检测方法, 全面把控挂篮施工特别是预制拼装、现浇段衔接等关键环节, 确保连续梁施工质量, 为同类工程提供借鉴。

关键词

铁路桥梁; 连续梁; 挂篮施工; 质量控制

1 引言

随着中国铁路建设的快速发展, 大跨度连续梁桥越来越多地出现在铁路线路中。与公路桥梁相比, 铁路桥梁对施工质量和精度提出了更高要求, 挂篮施工作为连续梁常用的施工方法, 其质量控制尤为关键。挂篮施工涉及工序多、技术复杂、协调要求高, 如何在确保安全、工期、投资目标的同时, 实现对施工质量的全面管控, 是每一个项目管理者必须面对的课题。

2 连续梁挂篮施工技术特点分析

连续梁挂篮施工技术是桥梁工程常用的施工方法之一, 其主要特点表现为: 施工操作空间较高, 受地形、地质条件

制约小, 但施工过程复杂, 涉及工序多且容易受外界因素干扰; 挂篮施工对主梁体外形控制要求高, 需要精确的测量放样; 施工过程中需要大量专业人员和精良机械设备配合, 组织协调难度大; 现场施工环境复杂, 安全风险因素多, 必须严格落实安全防护措施。

3 连续梁挂篮施工技术关键内容

3.1 挂篮设计

连续梁挂篮施工中, 挂篮设计是确保施工安全和质量的关键。挂篮主要由菱形主桁架系统、行走与后锚系统、外提吊系统、底托系统、操作平台系统等组成, 各部分杆件须根据主梁断面尺寸、荷载条件、施工工艺等进行专门设计。菱形主桁为菱形桁片, 由立柱、轨道横梁、斜拉带组成, 每个挂篮有两片菱形组合梁, 两片组合梁支架由桁架连接形成整体, 立柱与主梁之间采用铰接, 并严格控制挠度, 确保在成桥状态下挠度不大于主梁跨中挠度的 1/4000。同时, 挂篮

【作者简介】康学权(1988-), 男, 中国甘肃兰州人, 本科, 工程师, 从事铁路连续梁研究。

自重应尽量小于主梁自重的 10%，并需验算挂篮在各工况下的强度、稳定性及变形情况。行走与后锚系统应采用有足够强度和刚度的型钢或钢筋混凝土结构，并应进行可靠的锚固。根据 TZ 324—2010《铁路预应力混凝土连续梁（刚构）悬臂浇筑施工技术指南》要求，挂篮的强度安全系数不应小于 2.5，刚度安全系数不应小于 2.0。此外，挂篮设计还应充分考虑温度变化、风荷载等不利因素，并预留必要的调节装置，以适应施工中的形状调整需求。

3.2 挂篮试验

挂篮试验是在连续梁挂篮施工前进行的关键环节，目的是检验挂篮的安全性、可靠性以及各项性能指标是否满足设计和规范要求。挂篮试验需在挂篮安装就位后、混凝土浇筑前进行，试验荷载应按挂篮设计的荷载工况确定，并不应小于挂篮自重与施工荷载之和的 1.2 倍。同时，在试验过程中，应对挂篮的变形、位移和应力等进行全面监测，确保各项指标均在设计允许范围内。一般情况下，挂篮在空载时的挠度不应超过跨度的 1/400，满载时的挠度不应超过跨度的 1/250^[1]。此外，挂篮的检验还应包括焊缝质量、构件连接的可靠性、支座就位的正确性等方面，必要时还需进行动载试验，模拟实际施工工况。

3.3 挂篮组装

0# 块张拉、压浆施工完成之后可以组装菱形挂篮，挂篮组装是连续梁挂篮施工的重要环节，直接关系到挂篮的安全性能和使用效果。拼装前，应严格检查各构件的规格尺寸、数量及外观质量，并按设计图纸进行测量放样，确保构件位置准确无误。在主桁架拼装时，应先在地面用高强螺栓连接成整体，再利用吊机将其安装就位；型钢横桁架可采用焊接连接，并确保焊缝质量满足要求。挂篮行走与后锚系统应与主梁预埋 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢可靠连接，轨道连接顺直、牢固。挂篮组装完成后，应全面检查各连接部位的可靠性，确保构件安装尺寸偏差控制在规范允许范围内，焊缝质量应符合 GB 50661—2011《钢结构焊接规范》的要求。

4 桥梁工程连续梁挂篮施工优化措施

4.1 混凝土灌注前的检查

首先，挂篮平面位置和高程的复核。利用全站仪等测量设备，对照设计图纸检查挂篮的平面位置和标高，确保偏差控制在规范允许的范围内。一般情况下，挂篮横向位置偏差不应大于 5mm，高程偏差不应大于 10mm。

其次，挂篮的预压检查。通过在挂篮上施加与浇筑混凝土等效的预压荷载，检查挂篮的刚度和承载性能是否满足要求。预压荷载可采用水袋、块石等材料，预压时间应不少于 24h。同时应密切关注挂篮及支座的变形情况，确保变形在设计允许范围内。例如，重庆某长江大桥施工中，通过对挂篮进行多级预压加载，并利用高精度传感器实时监测挂篮的受力和变形数据，及时优化了施工方案，确保了挂篮施工

的安全可靠。

最后，模板和钢筋的检查。在混凝土浇筑前，应对模板的结构尺寸、刚度、平整度、密封性等进行全面检查，尤其是接缝部位，必须严密平整，避免出现漏浆或变形等问题。同时应严格核查钢筋的规格、数量、位置、保护层厚度等，确保与设计图纸完全一致。例如，南京某斜拉桥施工中，项目部专门制定了模板和钢筋的检查验收制度，通过逐项排查和交接签认，从源头上防范了质量缺陷和安全隐患。此外，在混凝土灌注前，还应对挂篮的安全防护设施进行检查，包括围栏、操作平台、通道等，确保其完好可靠；对施工机械设备如吊机、振捣器等进行检查维护，确保其性能稳定。

4.2 挂篮预压环节

在实际操作中，预压荷载可采用水袋、钢材、砂石等材料，但必须分级、均匀加载，其中荷载按各节段梁体重量的 1.2 倍设定，按照 60%、100%、120% 分级加载，持载 4 个小时。加载过程中，应利用经纬仪、水准仪等仪器对挂篮的变形进行实时监测，确保各项指标均在设计允许范围内。一般情况下，挂篮在自重作用下的挠度不应超过跨度的 1/400，在全部荷载作用下的挠度不应超过跨度的 1/250。如果监测数据异常，应及时停止加载，查明原因并采取相应措施。在预压过程中，还应密切关注挂篮吊带、后锚的受力和变形情况。后锚是挂篮的重要受力构件，其稳定性和可靠性直接关系到整个施工的安全。后锚应具有足够的强度和刚度，并应进行可靠的锚固^[2]。如新建包头至银川高铁银川至巴彦浩特支线内蒙古段英雄大桥（40+64+40）m 连续梁施工过程中，通过在挂篮后锚处设置多点位移传感器，实时监测后锚的垂直和水平位移数据，并与有限元模拟结果进行对比分析，及时优化了支座的设计方案，确保了挂篮施工的安全稳定。加载全部完成后，按照卸载至 100% 荷载、60% 荷载分级卸载；每级卸载后均静载 2 小时后分别测设桁架的恢复量，做好记录。复位后，应再次检测挂篮的线形和高程，确保其满足施工要求，具体如图 1 所示。



图 1 挂篮预压

4.3 挂篮移动控制要点

挂篮移动控制的首要任务是确定最佳的移动时机。一般情况下，梁段混凝土强度达到设计强度的 95% 以上，且龄期不小于 7d 时，预应力筋张拉、压浆完成后方可进行挂

篮移动。移动前,应对混凝土强度进行检测,确保其满足规范要求。同时,还应综合考虑天气条件、施工进度等因素,选择风速小于8m/s、温差变化不大的时间段进行移动,并提前做好人员、设备、材料等各项准备工作。

移动过程中,应严格控制挂篮的平移速度和提升高度。根据规范要求,挂篮行走时要缓慢进行,速度宜控制在0.1m/min。操作人员应密切关注挂篮的运行状态,如发现异常应立即停止移动,查明原因并采取相应措施。同时,应加强挂篮与主梁、挂篮与支座之间的协调同步,确保其受力均衡,避免出现局部应力集中或过大变形。挂篮移动完成后,应立即进行后锚锁定。后锚锁定要快速及时,宜采用液压锁定装置,并应检查锁定是否到位可靠;挂篮固定应采用焊接或螺栓连接的方式,并应对固定点位进行标记,便于后续检查。同时,还应对移动后的挂篮位置和标高进行复核,确保其符合设计要求。此外,挂篮移动过程中还应做好安全防护。移动区域应设置警示标志,严禁无关人员进入;移动时,操作人员应正确佩戴安全帽、安全带等防护用品,确保人身安全;吊装作业应由专人指挥,遵循“四不吊”原则,即“不吊不明物体、不吊无标记物体、不吊超重物体、不吊锈蚀严重物体”。具体如图2所示。



图2 挂篮移动控制

4.4 连续梁边跨现浇直线段

连续梁边跨现浇直线段施工的首要任务是支架体系的选型和搭设。现浇段应力复杂、节点密集,需要搭设稳定可靠的支架,既要满足混凝土浇筑和预应力施工的要求,又要与下部结构可靠连接。常用的支架体系有满堂支架、桁架支架、桥架等类型,应根据桥型、跨径、施工工艺等因素综合选用。如新建包头至银川高铁银川至巴彦浩特支线内蒙古段英雄大桥(40+64+40)m连续梁边跨现浇段采用了盘扣满堂支架,通过优化支架构件布置,使盘扣支架体系刚度、强度、稳定性符合规范设计要求,确保了边跨现浇段施工的

安全可靠。其次是模板工程的精细化施工。直线现浇段混凝土用量大、钢筋密集,对模板的承载能力和止水性能提出了更高要求。模板多采用定型钢模,通过工厂化加工保证外形尺寸和表面质量;现场安装时应严格控制模板的垂直度和平整度,确保其与钢筋保护层的距离满足设计要求。同时还应做好模板支撑、加固和止水,避免发生移位、变形和漏浆等问题。外模由定型钢模面板和型钢龙骨组成,内模采用木胶板,通过周密的支撑和预压,有效控制了梁端混凝土的成型质量^[3]。

4.5 预应力管道安装环节

预应力管道安装的首要任务是进行管道的检查和校正。所有管道和连接件在安装前应进行外观检查,淘汰存在损伤、变形、锈蚀等缺陷的管道,并采用定型工具进行管道两端的扩口处理,确保其内壁光滑,不得有毛刺。对于存在轻微弯曲变形的管道,可采用校直器进行人工校直,而对于变形较大的管道,则应直接淘汰,严禁强行安装。如杭州湾跨海大桥南岸接线工程中,施工单位采用激光测径仪对金属波纹管管内径进行逐一检测,偏差超过1mm的一律更换,从源头上防范管道堵塞等质量问题。管道连接也是确保张拉顺畅的重要环节。根据设计要求,管道一般采用金属波纹管或塑料螺旋管,其连接方式包括套筒连接、热熔连接、电熔连接等。连接时应保证管道同心度,避免出现错台或缝隙;同时还要进行连接部位的防水密封处理,采用热缩套或防水胶带进行可靠包裹。

5 结语

铁路桥梁连续梁挂篮施工是一个系统工程,涉及方方面面,只有全面实施精细化管理,严把质量关,才能确保工程的安全和耐久。质量控制需要设计、施工、监理等各方通力合作,既要严格落实规范要求,又要与时俱进,积极采用新技术、新工艺、新材料,不断总结经验,持续改进提高。希望论文提出的质量控制要点和具体策略能为铁路桥梁连续梁挂篮施工提供参考,推动铁路桥梁建设的高质量发展。

参考文献

- [1] 邹军建.公路桥梁连续梁挂篮施工技术及其质量控制[J].运输经理世界,2022(29):135-137.
- [2] 周金鹏.高速铁路桥梁连续梁挂篮施工技术及其质量控制对策分析[J].工程建设与设计,2022(14):177-179.
- [3] 孙铭鸿,赵越洋.高速铁路桥梁连续梁挂篮施工技术及其质量控制[J].智能城市,2020,6(9):235-236.