

高墩大跨径连续刚构桥梁施工的线型控制技术

姜传庆

(中交综合规划设计院有限公司, 北京 100020)

摘要 本文针对高墩大跨径连续刚构桥梁施工中的线型控制技术进行了深入研究。首先从施工控制和监测两个方面探讨了施工过程中的关键技术和方法,包括施工前的专项施工方案编制、0#块的支撑措施、模板预拱度设置、预应力施工管控、混凝土浇筑等。其次分析了影响主梁线形的多个因素,如温度变化、混凝土的收缩徐变、荷载、预应力束定位和张拉等,并提出了相应的控制措施。通过实际和理论线形的对比分析,验证了线型控制的有效性,并对接缝处的应力进行了实测对比,确保桥梁的受力均匀和结构安全。本研究旨在为高墩大跨径连续刚构桥梁的施工提供科学依据和技术支持,有助于提高桥梁的施工质量和使用寿命。

关键词 高墩大跨径; 连续刚构桥; 线形控制; 监测方案

中图分类号: U445

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0010-03

在高墩大跨径连续刚构桥梁的施工过程中,线型控制技术是一个关键的环节,主要是通过对桥梁结构几何形状、位置、姿态进行精确控制,从而确保桥梁的整体线型满足设计的要求,保证桥梁的正常使用寿命。而桥梁结构的复杂性使得线型控制技术涉及多个工序和多个环节,需要综合考虑各种因素的影响,如桥梁自重、温度变化、施工荷载、预应力、混凝土的收缩徐变等都会对桥梁线型产生影响,这些因素之间存在复杂的相互作用。为了解决上述问题,本文将针对高墩大跨径连续刚构桥梁施工中的线型控制技术进行深入研究。通过提高线型控制精度,确保桥梁的使用寿命,进一步推动交通建设的发展。

1 工程概述

本文以贵州省某山区公路为主要研究对象,需跨越山谷,工程选择连续刚构桥作为解决方案,连续刚构桥具有结构稳定、强度高、抗震性能好等特点。其三个跨度分别为116 m、220 m和116 m,总计452 m,这种跨度组合使得桥梁在满足设计要求的同时,能有效地跨越山谷,满足工程实际需要。

2 施工控制和监测

2.1 施工控制

施工前应组织编写专项施工方案,专项施工方案应包括施工材料的选择、方法、步骤、监控方案、安全保障措施等内容,必要时可进行施工工艺的模拟和验证,以确保施工方案的可靠性及可行性。连续刚构桥梁施工前,0#块的施工要采用牢固可靠的支撑措施,确保施工过程的安全性及稳定性。模板预拱度设置应

考虑桥梁的整个施工过程,包括各个施工阶段的影响,预拱度的数值和形状应根据桥梁的具体结构形式和施工方法进行优化设计,在施工过程中,应加强对预拱度实施情况的监测,及时调整和修正。同时,还需加强预应力施工管控,预应力施工是高墩大跨径连续刚构桥梁的重要施工工序,在进行预应力张拉前,要检查预应力锚固系统,锚具需配套使用,并根据设计要求进行预应力张拉。张拉后及时检测锚下预应力,符合设计要求后,方可进行后续施工。混凝土浇筑是高墩大跨径连续刚构桥梁施工中的关键工序之一,在混凝土浇筑前需要对混凝土材料进行检验,检验合格后,需要进行配合比设计,在施工前理论配合比要换算成施工配合比,注意砂石料的含水率,在混凝土浇筑过程中,要控制浇筑的速度、厚度和均匀性,避免出现混凝土的温度裂缝和收缩裂缝^[1]。

2.2 施工监测

为了确保高墩大跨径连续刚构桥梁的施工质量,需要进行施工监测。本方案主要采用线形监测方法,通过设置4个监测点位来对梁段截面进行监测。监测仪器主要采用测量精度小于±5 mm的水准仪,利用预应力张拉、挂篮施工、混凝土浇筑等工序,预测梁段相应高程。在预应力张拉过程中,需要设置2个监测点位,分别位于梁段两侧,用于监测梁段的高程变化,通过水准仪进行测量,并专人记录数据;在挂篮施工过程中,也需要设置2个监测点位,分别位于梁段的两侧。通过水准仪进行测量,监测梁段的高程值变化,并专人记录数据;在梁段悬臂浇筑混凝土前,需要在梁段底部位置布设2个初始测点,利用水准仪进行测量,

监测梁段的高程变化，并专人记录数据。在混凝土浇筑完成后，需要将 2 个初始测点进行转移装置的提升，采用水准仪进行测量，监测梁段的高程变化，并专人记录数据。通过以上监测方案，可实时监测不同工序中梁段的高程变化情况，及时发现并纠正施工过程中出现的问题，对出现的问题及时进行调整，确保线形平顺（如图 1 所示）。

同时，为了保证监测的准确性，需要注意以下几点：（1）在进行测量前，要确保水准仪的精确度和稳定性；（2）在布设监测点位时，要确保点位的牢固性，避免因外力干扰导致点位移位；（3）在测量过程中，换手测量，及时复核成果，确保测量的准确性。通过以上方法，能有效监测高墩大跨径连续刚构桥梁施工过程中的高程变化情况，为施工提供可靠准确的数据，确保工程质量^[2]。

3 主梁线形影响因素及控制要点

3.1 温度

温度变化会导致桥梁材料的热胀冷缩，从而引起结构尺寸的变化。在日间高温时段，桥梁因热膨胀而产生向上的挠度；而在夜间或清晨，随着温度快速下降，桥梁由于冷缩，产生向下的挠度，这种周期性的温度变化致使桥梁结构的线形发生波动，影响桥梁的使用性能。为了准确掌握桥梁结构的温度变化，常用的温度监测方法包括热电偶、红外测温。热电偶通过将热电偶传感器固定在桥梁的关键部位，实时监测这些部位的温度变化；红外测温利用红外技术非接触式地测量桥梁表面的温度，适用于大面积的温度监测。为了减小温度对桥梁线形的影响，在对桥梁的挠度进行观测时，选择在早晨太阳出来前，温度较低且相对稳定的时间段进行，以减少温度变化对观测结果的影响。建立定期的温度监测制度，确保能及时发现温度异常变化，并采取相应的措施；分析收集到的温度数据进行，了解温度变化对桥梁线形的影响规律，为施工和维护提供科学依据。通过上述措施，有效地控制温度变化对桥梁结构线形的影响，提高桥梁的施工质量。

3.2 混凝土的收缩徐变

收缩是指混凝土在硬化过程中体积减小的现象，

而徐变则是指混凝土在长期荷载作用下产生的塑性变形。这两种现象均会改变主梁的挠度，进而影响结构的使用性能。因此，准确预测和控制混凝土的收缩徐变对于确保工程质量至关重要。目前，收缩徐变的影响因素趋于多样化，水灰比、骨料类型和粒径、掺合料的使用等都会影响混凝土的收缩徐变性能；养护温度和湿度对混凝土的早期收缩有显著影响，而长期的养护条件则影响徐变的发展；荷载的大小和施加时间对徐变有直接影响；温度变化、湿度变化、干燥条件都会影响混凝土的收缩徐变。在控制混凝土收缩徐变时，优化混凝土配合比，试验确定最佳的水灰比和掺合料比例，减少收缩徐变。严格控制养护条件，控制混凝土在适宜的温度和湿度条件下养护，减少早期收缩和控制徐变的发展。接着，通过现场取样和模拟试验，准确预测混凝土的收缩徐变行为。在施工现场取样后，将样品置于模拟施工现场环境的试验室中，进行收缩徐变试验，计算出混凝土在实际使用条件下的收缩和徐变产生的挠度，将此挠度与设计计算的挠度进行比较，可以判断收缩徐变产生的误差，并据此调整设计参数，致使主梁的线形符合设计要求。

3.3 荷载

挂篮作为一种常用的施工设备，其在施工过程中的弹性变形和非弹性变形对主梁线形有着直接的影响。因此，在施工前对挂篮进行加载预压试验是必不可少的步骤，挂篮的材料特性，钢材弹性模量和屈服强度直接影响其变形行为。挂篮的设计参数，包括尺寸、形状和结构细节，决定其在荷载作用下的响应；施工过程中的安装精度、焊接质量和预应力施加等因素都会影响挂篮的变形；温度变化、风荷载等环境因素也会对挂篮的变形产生影响。在控制荷载过程中，在施工前对挂篮进行加载预压试验，消除安装后的非弹性变形，如焊接残余应力和初始装配误差，通过试验测量挂篮的弹性变形，为后续线形调整提供数据支持；在施工过程中，通过实时监测挂篮的变形数据，并进行分析，可以及时发现并调整不合理的变形，确保主梁线形的准确性；根据预压试验和施工监测的数据，调整挂篮的设计和施工工艺，减少变形对主梁线形的影响。

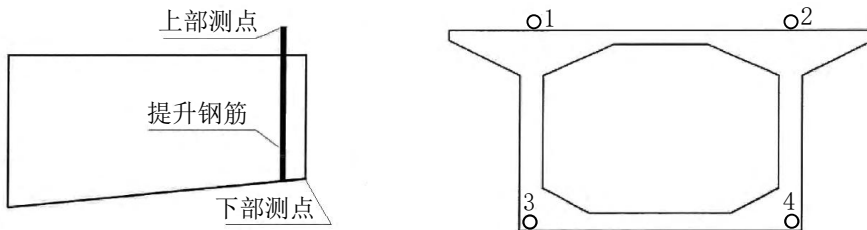


图 1 主梁线形测点横向布置图

3.4 预应力束定位

预应力束的定位直接关系到桥梁的承载能力,如果预应力管道定位不准确,可能会导致预应力张拉时悬臂梁的挠度过大或不均匀,从而影响桥梁的整体结构稳定性。此外,不准确的预应力束定位还可能导致应力集中,增加结构裂缝的风险,严重时甚至引发安全事故。针对上述情况,工作人员在施工前应使用高精度的测量工具对预应力管道的位置进行精确测量,其中心与悬臂梁截面的中心尽可能接近;在施工过程中,实施实时监控计划,控制预应力管道的定位不发生偏移,使用激光定位系统,提高定位的准确性;建立严格的质量控制体系,对预应力管道的定位进行多次复核,让每一个环节都符合设计要求;对施工人员进行专业培训,提高他们对预应力束定位重要性的认识,确保他们能够严格按照施工规范操作。

3.5 预应力束张拉

连续刚构桥纵向预应力的张拉设计采用两端智能同时张拉。由于实际的操作过程要做到两端同步张拉,实测的预应力钢束伸长值和拉力所引起的结构变位通常与设计理论值有所出入,需对施工人员进行技术交底,使用熟练工人,确保预应力施工操作规范,确保误差在规范允许范围之内。

4 实际、理论线形及应力控制

4.1 线形控制

在混凝土浇筑过程中,根据设计要求和施工方案,施工人员按照预定的线型要求进行施工,并对实际施工过程进行监测,利用高精度的水准仪与经纬仪对实际线型进行测量,得到实际线型的数据^[3]。

在预应力筋张拉工序中,同样进行线型的监测和测量,通过对理论线型和实际监测线型的对比,研究发现它们的变化规律具备一致性,即在施工过程中,理论线型和实际监测线型的变化趋势是相似的。而研究结果也发现,虽然理论线型和实际监测线型的变化规律大致相同,但仍存在部分数据不符合的情况。这可能是由于施工过程中存在的一些误差所导致的。因此,在实际施工中,需要对线型进行精确的控制,并及时调整施工方法和参数,以减小误差的影响。同时,本文将误差控制在0.15 cm以内,这意味着在施工过程中,线型的偏差非常小,可满足设计要求和施工标准,对于确保桥梁的安全性具有重要意义。

4.2 应力控制

在连续刚构桥梁的施工中,梁段之间的接缝是重要的施工节点,合理的接缝设计能够保证整个桥梁的受力均匀,减少应力集中现象的发生。根据接缝理论,

对于高墩大跨径连续刚构桥梁的施工,应尽量减小接缝的长度和数量,同时保证接缝的刚度和强度,接缝的位置应选择应力较小的区域,以减少应力集中。为了验证接缝理论的有效性,本文对2号墩墩顶主梁位置处截面的1~8号梁段进行实测应力对比分析,通过施工过程中布设应力传感器,实时监测桥梁梁段的应力变化^[4]。

实测结果显示,在施工接缝的位置处,梁段的应力较其他位置有所增加,这是由于接缝处存在一定的刚度差异,导致应力集中。而与接缝理论相比较,实测应力并未超出设计范围,表明接缝设计是合理的,并且能够满足施工要求。综合分析可得,对于高墩大跨径连续刚构桥梁的施工,应力控制是非常重要的。通过合理的接缝设计和实时应力监测,能有效减小应力集中现象的发生,保证梁段的受力均匀。同时,需要注意接缝处的刚度差异,以避免应力过大导致结构破坏。在实际施工中,要根据桥梁的具体情况进行综合考虑,并采取相应的措施来控制应力,如通过增加接缝处的刚度,或者在接缝处增加补强材料,来提高接缝的刚度和强度,减小应力集中^[5]。

5 总结

在高墩大跨径连续刚构桥梁的施工过程中,线型控制技术是确保桥梁整体线型满足设计要求、保证桥梁正常使用寿命的关键环节。本文通过对贵州省某山区公路连续刚构桥的施工过程进行深入研究,系统分析了施工控制和监测的关键技术,探讨了影响主梁线型的多个因素,并提出了相应的控制措施。本文的研究成果以期高墩大跨径连续刚构桥梁的施工提供科学依据和技术支持,有助于提高桥梁的施工质量和使用寿命。未来,随着施工技术的不断进步和监测手段的日益完善,高墩大跨径连续刚构桥梁的施工质量和安全性将得到进一步提升,为我国交通建设的发展提供有力保障。

参考文献:

- [1] 莫玉麟.梁拱组合体系桥钢管拱肋安装及线型控制技术[J].黑龙江交通科技,2022,45(05):121-123.
- [2] 王俊胜,李锐锐.大跨度连续梁施工及线型控制技术[J].砖瓦世界,2022(24):25-27.
- [3] 中铁三局集团有限公司,中铁三局集团桥隧工程有限公司.高海拔地区高墩线型控制方法:CN20221094451.13[P].2022-11-25.
- [4] 郑魏昌.高墩大跨径连续刚构桥梁施工线型控制技术[J].建筑工程技术与设计,2020(13):128.
- [5] 黄勤劳.高墩大跨径连续刚构桥悬灌法施工关键技术[J].铁道建筑技术,2020(10):110-112,130.