

钢管混凝土拱桥安装中测量技术的应用探析

王 斌

(中国水利水电第四工程局有限公司, 青海 西宁 408527)

摘 要 本文论述了测量技术在钢管混凝土拱桥安装过程中的关键应用, 通过深入分析钢管混凝土拱桥的安装问题, 着重探讨测量技术在解决这些问题中的作用。本文以白马乌江大桥的缆索吊装施工专项方案和设计计算书为案例, 深入剖析吊装施工方案的具体内容和计算书的主要计算方法; 详细分析了主索、工作索、起重索等的计算过程及其在工程中的具体应用和效果; 总结了施工方案和计算方法的优点、不足及应对策略, 旨在为同类型工程的实施提供参考。

关键词 钢管混凝土拱桥; 缆索吊装; 测量技术; 施工方案; 设计计算

中图分类号: U445

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2023)12-0040-03

钢管混凝土拱桥因其结构稳定性和经济效益受到广泛关注与应用。然而, 在其安装过程中, 由于结构的复杂性和施工的精确性要求, 常常面临诸多挑战。如何确保拱桥在安装过程中的精度和稳定性, 避免由安装误差带来的结构安全问题, 是工程实施中的关键问题。测量技术在这一过程中发挥着不可或缺的作用, 准确的测量与计算能够保障拱桥部件的精准定位, 也是确保整体结构安全稳定的重要环节。本文选择白马乌江大桥为案例, 通过深入分析其缆索吊装施工方案和相关设计计算, 探讨测量技术在钢管混凝土拱桥安装中的关键应用, 旨在为工程实践提供理论支撑和实践指导。

1 钢管混凝土拱桥安装问题分析

在传统的拱桥安装过程中, 钢管混凝土拱桥由于其独特的结构特性和材料属性, 经常面临多种安装问题。在实际施工中, 由于拱桥的大跨度和复杂的受力情况, 拱肋的安装精度对整个结构的安全性和稳定性起着至关重要的作用。拱肋的微小偏差可能导致整个拱桥结构不稳定, 从而增加工程风险。此外, 由于拱桥的自重较大, 如何在保证安全的前提下进行有效的提升和定位, 也是一个技术难题。传统的安装方法可能无法满足大跨度钢管混凝土拱桥的安装精度要求, 因此, 研究和探讨新的安装技术和方法显得尤为重要。缆索吊装技术因其独特的优点逐渐成为钢管混凝土拱桥安装的重要选择。这种技术能够实现大跨度、大重量部件的精确吊装, 有效保证了拱桥拱肋在安装过程中的位置精度和安全性。然而, 缆索吊装技术在实际操作中也存在一定的问题和挑战。例如, 如何确保缆索系统的稳定性和可靠性, 以及如何根据实际的受力

情况合理设计缆索系统, 成为这一技术在实际应用中需要克服的难题。特别是在复杂的地形和极端的气象条件下, 缆索系统的设计和运行安全性将面临更大的挑战。因此, 如何通过科学的计算和精确的测量, 制定出合理的缆索吊装方案, 并在实际施工中确保方案的顺利实施, 成为钢管混凝土拱桥安装过程中需要解决的关键问题。^[1]

2 测量技术在拱桥安装中的应用

在拱桥的安装过程中, 各类测量技术发挥着至关重要的作用, 确保拱桥各部件的精确安装, 进而保证整体结构的稳定性和安全性。从拱桥的定位、形状控制到质量检测, 测量技术的合理应用为解决安装过程中的问题提供了有效途径。

拱桥安装中的测量技术精确度直接关系到整个结构的稳定性和安全性, 特别是在拱桥的定位、形状控制以及质量检测等关键环节。

2.1 拱桥部件的三维定位

在拱桥建设的多个阶段中, 部件的三维定位环节尤为关键, 因为它直接关系到整座桥梁的结构安全和使用功能。全站仪、高精度水平仪和 GNSS 测量工具在这一环节中扮演着不可或缺的角色, 它们能够通过高精度的测量和定位, 把拱桥部件准确地安装在预定的位置。全站仪能够提供精确的角度和距离测量, 高精度水平仪则能确保拱桥部件的精密高程, GNSS 技术则为拱桥部件在复杂的地形和环境中提供了精确的三维坐标定位。这些测量工具和技术联合应用, 确保了拱桥部件在三个空间维度上的精确定位, 严格符合设计预定的精确位置和方向。这不仅最大限度地减小了定位误差带来的结构偏差, 而且为后续的拱桥安装和施

工打下了坚实的基础。在这一过程中,测量数据的实时传输和处理也极为关键,能够及时发现并纠正定位过程中的偏差,保证拱桥各个部分精准对接,进而保障整个拱桥结构的稳定性和安全性。^[2]

2.2 形状控制的实时监测

拱桥构建的形状控制中,实时监测显得尤为重要,因为这不仅关乎整体结构的精确度,还直接影响到桥梁的负载能力和使用寿命。特别是在拱肋的安装过程中,其形状和曲率的精确控制是关键。使用测量技术,比如激光扫描、全站仪和其他相关传感技术,工程师能够实现拱桥各部分,特别是拱肋的实时监测和控制。例如,在拱肋的安装过程中,通过实时的激光扫描,工程师能够获得拱肋的三维形状信息,并与设计图纸上的数据进行对比。一旦发现偏差,即可立即进行调整,确保拱肋的曲率和形状严格符合设计要求。这样的实时监测和控制不仅提高了工程的精度,还有效预防了形状偏差导致的结构问题。这种严密的形状控制策略保证了整体结构在后续的工程施工中能够精确配合,进而确保整座拱桥的安全稳固和长期使用功能。^[3]

2.3 质量检测的精确测量

质量检测在拱桥安装中占据着至关重要的地位,它关乎整个桥梁结构的安全性、稳定性以及使用寿命。测量技术在此环节发挥着重要作用,尤其是在检测拱桥的几何参数、垂直度、平整度等关键质量指标时。精确测量不仅是对拱桥各部分几何尺寸的精确获取,也包括对整体结构的精确评估。例如,通过使用高精度的测量仪器,例如全站仪和激光扫描仪,工程师能够精确地获得拱桥各部分的精确尺寸、位置和形状。当对测量数据与设计数据进行比对时,任何的偏差都会被及时发现。在发现潜在的问题后,工程团队可以立即采取纠正措施,以避免结构安全性和功能性的损害。这种实时和精确的质量检测方式不仅保障了拱桥的使用安全,也确保了其性能稳定,延长了其使用寿命。这样的精确测量和质量控制方法为整个拱桥安装工程提供了坚实的质量保障,保证其在长期使用过程中的安全性和稳定性。^[4]

2.4 实际操作步骤的严格执行

实际操作步骤的严格执行在拱桥安装的测量过程中尤为关键,因为任何轻微的误差都可能对整体结构的稳定性和安全性造成巨大的影响。在每一个实际的测量操作步骤中,专业的测量团队必须严格遵循预先制定的测量方案和程序,确保每一个数据的准确性和可靠性。这不仅包括对各种测量工具如全站仪、水平仪等的准确操作和正确读数,还需要考虑到环境因素,

如温度、湿度等,以防其对测量精度产生潜在影响。每个测量点的数据必须经过严格的核对和验证,以确保其精确无误。而在数据采集过程中,保护测量工具免受潜在风险的影响,例如防震、温度、气压等,也至关重要。而数据的实时性和准确性能够确保在后续的施工过程中能够基于真实、可靠的数据进行,从而最大程度上减小数据误差引发的风险。这样的操作不仅保障了项目质量,也为避免潜在的安全风险打下了坚实的基础。^[5]

3 案例分析与实证研究

3.1 缆索吊装技术在白马乌江大桥拱桥安装中的应用

在白马乌江大桥工程中,缆索吊装技术的应用对确保拱桥安装的精度和安全至关重要。工程团队在制定施工方案时,针对拱桥吊装的各个环节,特别是精度控制、安全稳定性和作业效率等方面进行了深入的研究和探讨。目的是为了确保在工程实施过程中能够针对性地解决可能出现的问题,保障工程的顺利进行。缆索吊装技术在拱桥的安装工作中扮演了重要的角色。通过科学严密的计算和精准的设备布局,缆索吊装系统能够实现对拱桥部件在吊装过程中的精确控制和稳定传输。例如,经过精准计算,确定了单个扣点拉力 $T_1=986.766\text{KN}$,这个数据为后续的吊装工作提供了重要的参考。同时,施工团队还充分考虑了安装过程中的温度变化对测量和控制的影响。通过实时监控温度变化和调整吊装参数,保证了吊装过程的安全和顺利。为了确保拱桥部件的安全和有效吊装,工程团队在吊装系统的设计与施工过程中,通过精准的测量和计算,配合合理的材料和设备选择,充分确保了吊装系统的稳定性和可靠性。每一个细节的精心设计和计算,都体现了工程团队对拱桥吊装技术应用的深刻理解和严谨态度。此外,工程团队还围绕拱桥的实际结构和吊装要求,对施工流程进行了详细的设计。每一步都是在充分研究和计算的基础上实施的,确保各项工序的精准、高效和安全。通过实施缆索吊装技术,白马乌江大桥拱桥的安装工作得以顺利完成,不仅在实际工程中验证了施工方案的科学性和可行性,也为工程团队积累了宝贵的实践经验。这些经验将为未来类似的桥梁施工项目提供重要的参考,促进我国桥梁施工技术的进一步发展。

3.2 白马乌江大桥缆索吊装系统的设计计算分析

白马乌江大桥的缆索吊装设计计算书是整个吊装工程的重要技术文档,它体现了工程团队对于整个吊

装工程的深度理解和精确分析,为施工过程提供了坚实的理论基础和技术支撑。设计计算书中的每一个参数和计算,都是基于严格的科学依据和实际工程需求,确保了缆索吊装系统的可靠性和安全性。在设计计算书中,计算的依据和参数的选定得到了充分考虑和明确,包括拱桥的结构特性、所用材料的属性,以及拱桥在吊装过程中的实际受力情况。例如,在对扣点耳板和扣点连接盒的验算中,通过精准计算确保了各组件能够承受实际施工中可能出现的最大拉力和剪力。经过计算,确定了单个扣点拉力 $T_1=986.766\text{KN}$,这为确保缆索吊装系统的稳定和安全运行提供了重要的数据支持。这些精确的计算不仅体现了吊装过程中的科学管理和精确控制,也为整个项目的安全施工提供了坚实保障。每一个计算和分析,都是为了确保缆索吊装系统能够准确、安全、高效地完成拱桥的安装任务。除了对各组件的验算外,设计计算书中还深入分析了主索、工作索和起重索的张力、作用力、应力等关键参数,并综合考虑了吊装系统在操作过程中的稳定运行的多个关键要素。这些细致的计算和分析,确保了吊装的平稳进行,为整个缆索吊装系统的设计提供了强有力的理论支持和技术保障。通过对主索、工作索和起重索的综合计算和分析,以及对其他相关参数的精确测定,工程团队确保了缆索吊装系统在整个拱桥安装过程中的稳定运行。在白马乌江大桥的吊装工程中,每一步计算的精确性和每一项工序的科学性都是保证整体工程安全、高效进行的基础,缆索吊装设计计算书起到了不可或缺的作用,为整个工程流程提供了精确的数据支持和科学的理论依据,进一步确保了施工过程中的安全和效率。

3.3 白马乌江大桥缆索吊装施工方案的实施与效果评估

白马乌江大桥的施工旅程无疑是充满了挑战和困难,每一个施工环节都考验着工程团队的技术能力和实务经验。在缆索吊装施工方案的实施过程中,科学的组织、精密的计划和精确的实施成为确保施工顺利进行的重要基石。通过对施工方案和设计计算书的严格执行,不仅验证了其科学性和实用性,而且为工程团队积累了宝贵的实践经验,这些经验将对未来类似工程的施工具有指导意义。在实施专项的吊装施工方案过程中,白马乌江大桥项目在实际工程中成功验证了施工方案的科学性和可行性。与此同时,工程团队通过实证研究,深入理解了温度变化对测量和控制的重要影响,并在实际施工中应用了相关知识,实现了施工过程中的精确控制和高效执行。例如,通过对安

装过程中温度变化的监控和分析,及时调整了吊装参数,确保了吊装过程的安全和准确,显著提高了施工效率和质量。不仅如此,通过对施工方案的持续优化和完善,以及对计算方法的深入研究和改进,工程团队不断提高了施工方案和计算方法在未来工程中的适用性和准确性。每一个改进和优化,都是基于实际施工中遇到的问题和困难,充分反映了工程团队对于实际工程问题的解决能力和技术创新能力。经验和教训的总结,不仅是对已完成工程的反思和总结,也是对未来工程实施的有力指导和深刻启示。通过本案例的深入分析和研究,希望为中国桥梁施工技术的发展和进步做出积极的贡献。白马乌江大桥的成功实施,无疑为中国桥梁施工技术的发展和进步提供了宝贵的经验和参考,也为未来类似的桥梁施工项目提供了重要的参考和借鉴。

4 结论

钢管混凝土拱桥的安装是一项充满挑战的工程任务,其蕴含着多个领域的专业知识和技能。本文深入探讨了钢管混凝土拱桥的安装问题及测量技术在其中的关键应用,并以白马乌江大桥缆索吊装施工为案例,详细分析了缆索吊装施工方案和设计计算书的实际应用和效果。通过这一案例的研究,揭示了测量技术在保证拱桥安装精度和安全性中的重要作用,也展现了缆索吊装技术在解决大跨度拱桥安装问题中的独特优势。同时,本文也指出了在施工过程中遇到的问题和挑战,以及在实际应用中取得的效果和经验教训。希望通过这些分析和总结,为未来类似的拱桥安装工程提供有价值的参考和借鉴,进一步推动我国桥梁施工技术的发展和进步。针对未来的研究,将进一步探讨更为先进、准确的测量技术和吊装方法,以满足更为复杂、多样的工程需求,为桥梁建设事业的繁荣发展贡献力量。

参考文献:

- [1] 田瑾.梁-拱组合桥梁施工控制关键技术问题模拟与分析[D].绵阳:西南科技大学,2022.
- [2] 丁艳超.大跨径梁拱组合刚构桥结构力学行为与拱梁结合构造研究[D].重庆:重庆交通大学,2020.
- [3] 董祥图,丁春梅,陈琳,等.桥梁暨市政工程施工常用计算实例[M].成都:西南交通大学出版社,2018.
- [4] 戎艳.钢管混凝土拱桥多层力学性能及稳定承载力研究[D].南宁:广西大学,2019.
- [5] 刘奕.钢管混凝土拱桥检测加固及荷载试验研究[D].长沙:湖南大学,2008.