

论述水利水电工程施工中滑模施工技术

柯松梅

江西久源建设工程有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5904

[摘要] 在现代化进程中,水利水电工程作为国民经济的基础设施,不仅承载着防洪、灌溉、发电等多重功能,更是推动社会经济发展、改善人民生活质量的关键因素。随着科技的进步和工程实践的不断深入,水利水电工程的施工技术和方法也在不断创新与优化。其中,滑模施工技术以其独特的优势,在水利水电工程施工中占据了举足轻重的地位。本文旨在通过详细阐述滑模施工技术的组成与结构、在水利水电工程中的应用、控制要点,为相关工程实践提供有益的参考和借鉴。

[关键词] 滑模施工技术; 水利水电工程; 模板系统; 动力设备; 滑行伸臂机械; 施工控制

中图分类号: TU74 文献标识码: A

This paper discusses the slip-form construction technology in the construction of water conservancy and hydropower projects

Songmei Ke

Jiangxi Jiuyuan Construction Engineering Co., LTD.

[Abstract] In the process of modernization, water conservancy and hydropower projects, as the infrastructure of the national economy, not only carry multiple functions such as flood control, irrigation and power generation, but also promote social and economic development and improve people's quality of life. With the progress of science and technology and the deepening of engineering practice, the construction techniques and methods of water conservancy and hydropower projects are constantly innovating and optimizing. Among them, the slip-form construction technology with its unique advantages occupies a pivotal position in the construction of water conservancy and hydropower projects. This paper aims to provide useful reference for related engineering practice by elaborating the composition and structure of slip-form construction technology, its application and control points in water conservancy and hydropower engineering.

[Key words] slip-form construction technology; Water conservancy and hydropower projects; Template system; Power equipment; Sliding arm extension machinery; Construction control

滑模施工技术,作为一种高效、经济、安全的施工方法,自普及应用以来便受到了广泛的关注和应用。它利用液压千斤顶等动力设备,通过连续滑动模板进行混凝土浇筑,不仅大大提高了施工效率,还显著提升了混凝土结构的施工质量和精度。尤其是在水利水电工程中,面对复杂多变的施工环境和结构形式,滑模施工技术以其灵活性和适应性,成功解决了许多施工难题,为工程的顺利推进提供了有力保障。

1 滑模施工技术的组成与结构

1.1 滑模施工技术的组成

滑模施工技术,作为水利水电工程施工中的一项高效方法,其组成部分精密且功能各异,共同构成了这一技术的核心体系。

1.1.1 模板系统

模板系统是滑模施工技术的核心组件,它直接决定了混凝土

浇筑后的结构形状和尺寸精度。模板通常由高强度钢材制成,具有足够的刚度和耐久性,以承受混凝土浇筑过程中的各种压力。模板系统包括标准模板和特殊形状模板,以适应不同结构部位的需求。标准模板一般设计为定尺寸,便于快速组装和拆卸;而特殊形状模板则根据具体工程部位如门槽、弧度变化处等进行定制,确保混凝土浇筑的精准度。模板表面需进行特殊处理,如镀锌或喷涂耐磨材料,以减少摩擦阻力,提高滑模的滑动性能。

1.1.2 动力设备

动力设备是驱动滑模系统滑动的关键部件,主要由液压千斤顶组成。液压千斤顶通过高压油液驱动,产生强大的推力,使模板系统能够沿预定轨迹平稳滑动。在实际应用中,液压千斤顶的数量和布置需根据工程规模、模板重量和滑动阻力等因素综合考虑。通常,液压千斤顶会均匀分布在滑模系统的四周,以确

保滑动的稳定性和均衡性。此外, 液压系统还配备有油泵、油箱、控制阀等附件, 以实现千斤顶动作的精确控制。

1.1.3 滑行伸臂机械

滑行伸臂机械是连接模板系统和动力设备的重要桥梁, 它负责将液压千斤顶产生的推力传递给模板, 并引导模板沿预定轨迹滑动。滑行伸臂机械通常由伸缩臂、导轨和连接件等组成。伸缩臂具有足够的长度和强度, 以覆盖整个模板系统, 并确保推力传递的均匀性。导轨则固定在施工平台上, 为伸缩臂提供稳定的滑动轨道。连接件则用于将伸缩臂与模板系统紧密连接, 确保滑动过程中的稳定性和安全性^[1]。滑行伸臂机械的设计需考虑施工环境、模板尺寸和滑动速度等因素, 以确保滑模施工的顺利进行。

1.2 滑模施工技术的结构

滑模施工技术的结构是其稳定性和施工效率的关键所在, 它涉及到多个方面的精心设计, 以确保在整个施工过程中能够保持高效、稳定和安全。

1.2.1 钢制框架施工结构

钢制框架是滑模施工技术的主体支撑结构, 通常由高强度钢材如Q345或Q235等焊接而成。框架的设计需考虑足够的强度和刚度, 以承受混凝土浇筑时的侧向压力和滑模自重。一般来说, 框架的横截面采用矩形或箱型结构, 以增加其抗弯和抗扭能力。框架的间距和尺寸根据工程实际情况和混凝土浇筑的高度来确定, 通常间距在2米至3米之间, 以确保框架的稳定性和施工效率。此外, 框架的底部设有支撑脚, 用于将整个滑模系统稳固地固定在施工平台上。

1.2.2 滑模的重量与尺寸设计

滑模的重量和尺寸设计是滑模施工技术中的关键环节, 它直接影响到滑模的滑动性能和施工效率。滑模的重量需根据模板系统的重量、混凝土浇筑的高度和滑动阻力等因素综合考虑。一般来说, 滑模的总重量应控制在一定范围内, 以确保液压千斤顶能够轻松驱动其滑动。同时, 滑模的尺寸也需根据工程实际情况进行定制, 包括模板的长度、宽度和高度等。例如, 对于大型水利水电工程中的闸墩施工, 滑模的长度可能达到数十米, 以适应大规模混凝土浇筑的需求。

1.2.3 滑模内部模板安装与连接

滑模内部模板的安装与连接是确保混凝土浇筑质量和滑模稳定性的重要步骤。内部模板通常由钢板或木板制成, 根据工程结构部位的需求进行定制。在安装过程中, 需确保模板的平整度和垂直度, 以避免混凝土浇筑时出现漏浆或变形等问题。模板之间的连接采用高强度螺栓或焊接等方式, 以确保连接牢固且不易松动。同时, 在模板的接缝处还需设置止水带或密封条等防漏措施, 以防止混凝土浆液渗出^[2]。此外, 为了增强滑模的整体稳定性, 还可在内部模板上设置加强筋或支撑杆等构件。

2 滑模施工技术在水利水电工程中的应用

2.1 水利水电工程滑模施工的特点

水利水电工程因其特有的复杂性和规模性, 对施工技术提

出了极高的要求, 而滑模施工技术正因其独特的优势, 在这一领域得到了广泛应用。其特点主要体现在以下几个方面:

2.1.1 结构复杂、精度高、浇筑量大

水利水电工程往往涉及到大量的混凝土结构, 这些结构不仅体积庞大, 而且形状复杂, 如坝体、闸墩、溢洪道等, 对施工的精度和效率有着极高的要求。滑模施工技术通过连续滑动的方式, 能够高效地完成大体积、高精度的混凝土浇筑任务。例如, 在某些大型水电站建设中, 坝体的高度可能达到数十米甚至上百米, 浇筑量巨大, 而滑模施工技术能够确保在这样的规模下, 依然保持施工的精准和高效。

2.1.2 门槽、弧度变化大, 施工要求高

水利水电工程中, 特别是闸门、溢洪道等部位, 常常存在门槽、弧度变化大等复杂结构。这些结构对施工技术的要求极高, 不仅需要精确控制尺寸和形状, 还需要确保混凝土浇筑后的结构强度和耐久性。滑模施工技术通过定制特殊形状的模板, 以及灵活的滑行伸臂机械, 能够精准地应对这些复杂结构, 满足高标准的施工要求。

2.2 滑模施工技术的具体应用

滑模施工技术在水利水电工程中的应用广泛, 以下列举几个典型的应用场景:

2.2.1 闸墩施工

闸墩是水利水电工程中的重要结构, 其形状复杂, 尺寸精确, 对施工技术有着极高的要求。滑模施工技术通过定制特殊形状的模板, 以及精确的液压控制系统, 能够高效地完成闸墩的混凝土浇筑任务。在施工过程中, 滑模系统能够沿预定轨迹平稳滑动, 确保混凝土浇筑的连续性和均匀性, 从而大大提高施工效率和质量。

2.2.2 迎水坡面施工

迎水坡面是水利水电工程中直接面对水流冲击的部位, 其施工质量和耐久性至关重要。滑模施工技术通过调整模板的倾斜角度和滑动速度, 能够精准地控制迎水坡面的坡度和形状。同时, 滑模施工的高效性和连续性也确保了迎水坡面混凝土浇筑的均匀性和密实度, 从而提高了其抗冲刷能力和耐久性。

2.2.3 隧洞施工

隧洞施工是水利水电工程中的一项重要任务, 其施工环境复杂, 对技术的要求极高。滑模施工技术通过灵活的滑行伸臂机械和精确的液压控制系统, 能够在狭小的空间内高效地完成隧洞衬砌的混凝土浇筑任务。在施工过程中, 滑模系统能够根据不同的隧洞断面形状和尺寸进行定制, 确保混凝土浇筑的精准度和整体稳定性^[3]。同时, 滑模施工的高效性也大大缩短了隧洞的施工周期, 提高了工程的整体进度和质量。

3 滑模施工技术的控制要点

3.1 滑模的安装与调试

滑模的安装与调试是确保滑模施工技术顺利实施的关键步骤, 其中涉及多个技术细节, 需严格控制以确保施工质量和效率。

3.1.1滑模施工表面的清理

在滑模安装前,必须对施工表面进行彻底的清理。这包括去除表面的杂物、油污、锈迹等,以确保模板与混凝土之间的良好粘结。清理时,应使用高压水枪或空气压缩机等工具,将表面彻底冲洗干净。同时,还需检查施工表面是否平整,对于凸起或凹陷的部分,应进行打磨或修补,以确保滑模安装的平整度和稳定性。根据行业标准,施工表面的平整度应控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内,以确保混凝土浇筑后的结构尺寸精度。

3.1.2定位测量与控制点的确定

滑模的准确定位是确保施工精度的关键。在安装滑模前,需进行详细的定位测量,确定滑模的准确位置和高程。测量时,应使用高精度的测量仪器,如全站仪、水准仪等,确保测量结果的准确性。同时,还需在施工区域内设置多个控制点,以便在滑模安装和施工过程中进行复核和校正。控制点的设置应均匀分布,且数量应满足施工要求,一般不少于4个。在定位测量过程中,测量误差应控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内,以确保滑模安装的准确性和稳定性。

3.1.3滑模与模板之间的间隙控制

滑模与模板之间的间隙是影响混凝土浇筑质量和滑模滑动性能的重要因素。间隙过大可能导致混凝土漏浆,影响浇筑质量;间隙过小则可能增加滑动阻力,影响滑模的滑动性能。因此,在滑模安装过程中,应严格控制滑模与模板之间的间隙。一般来说,间隙的大小应根据混凝土的流动性、浇筑速度和滑模的滑动速度等因素综合考虑。在实际施工中,间隙通常控制在 $2\sim 5\text{mm}$ 之间。为确保间隙的均匀性,应在滑模安装前对模板进行精确的测量和调整,并在滑模滑动过程中定期检查间隙的大小,及时调整以确保施工质量和效率。同时,还应在模板表面涂抹适量的脱模剂,以减少摩擦阻力,提高滑模的滑动性能。

3.2滑模施工的过程控制

滑模施工的过程控制是确保施工质量和效率的关键环节,涉及混凝土浇筑、滑模提升与调整以及施工安全与质量保障等多个方面。

3.2.1混凝土浇筑的连续性

混凝土浇筑的连续性是滑模施工技术中的核心要素。为确保混凝土浇筑的连续性和均匀性,应严格控制混凝土的供应速度和浇筑速度。一般来说,混凝土的供应速度应略大于浇筑速度,以保持浇筑口的混凝土压力稳定,避免浇筑中断。根据施工经验,混凝土浇筑的连续时间不宜超过混凝土的初凝时间,通常控制在 $2\sim 3$ 小时之内。为实现这一目标,需提前规划好混凝土的搅拌、运输和浇筑流程,确保各环节紧密衔接^[4]。同时,在浇筑过程中,应使用振捣棒或振捣器对混凝土进行充分振捣,以提高混凝土的密实度和强度。振捣的频率和力度应根据混凝土的坍落度和浇筑速度进行调整,一般振捣时间不少于30秒,以确保混凝土内部无空洞和气泡。

3.2.2滑模的提升与调整

滑模的提升与调整是控制施工进度和精度的关键步骤。在滑模施工过程中,应根据混凝土浇筑的高度和速度,适时提升滑模。一般来说,滑模的提升速度应略快于混凝土浇筑速度,以保持滑模与混凝土之间的适当间隙。根据施工规范,滑模每次提升的高度不宜超过模板高度的 $2/3$,以确保滑模的稳定性和安全性。在提升过程中,应使用液压千斤顶或卷扬机等设备,确保滑模平稳、均匀地上升。同时,还需定期对滑模进行水平和垂直方向的调整,以确保其位置和高程的准确性。调整时,应使用测量仪器进行精确测量,并根据测量结果进行调整,确保滑模的偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ 以内。

3.2.3施工安全与质量的保障

施工安全与质量的保障是滑模施工技术中不可忽视的重要环节。为确保施工安全,应建立健全的安全管理制度,对施工人员进行安全教育和培训,提高其安全意识和操作技能。同时,还应在施工现场设置安全警示标志和防护设施,如安全网、安全带、防护栏等,以减少安全事故的发生。为确保施工质量,应建立严格的质量管理体系,对施工过程中的各个环节进行质量检查和验收。特别是混凝土浇筑质量、滑模安装和调整精度、混凝土强度等方面,应进行重点检查和监控。根据施工规范和质量标准,对不合格的部分及时进行整改和处理,确保施工质量符合设计要求。此外,还应定期对施工设备和工具进行检查和维护,确保其正常运转和使用,避免因设备故障而影响施工质量和安全。

4 结束语

综上所述,滑模施工技术以其高效、经济、安全的优势,在水利水电工程施工中发挥了不可替代的作用。通过详细阐述滑模施工技术的组成与结构、在水利水电工程中的应用以及控制要点,可以深刻认识到这一技术的重要性和复杂性。滑模施工技术的成功实施,不仅依赖于高精度的设备和高素质的施工人员,更需要严格的过程控制和质量管理体系作为保障。随着科技的不断进步和工程实践的不断深入,滑模施工技术将不断完善和发展,为水利水电工程的建设提供更加有力的技术支持。

[参考文献]

- [1]张强.水利水电工程施工中滑模技术应用分析[J].辽宁青年,2023(20):0181-0183.
- [2]单宏刚.探究水利水电工程施工中滑模施工技术[J].数码精品世界,2023(7):267.
- [3]罗涛.水利水电工程施工中的滑模技术应用[J].水利电力技术与应用,2023,5(7).
- [4]刘卓宇.基于滑模技术在水利水电工程施工中的应用研究[J].水上安全,2023(10):175-177.

作者简介:

柯松梅(1986--),女,汉族,江西九江人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程。