

滑模技术在水利水电施工中的应用浅探

轩亚英

中国水利水电第三工程局有限公司，陕西 西安 710024

摘 要： 随着水利水电工程规模的不断扩大和技术要求的日益提高，传统施工方法在效率和质量上逐渐暴露出局限性。滑模技术作为一种新兴的施工手段，以其独特的连续浇筑特性和高效的施工流程，逐渐受到广泛关注。该技术不仅可以使混凝土结构的建筑质量得到显著提高，而且可以使建筑周期得到有效缩短，降低工程造价。本文旨在探讨滑模技术在水利水电施工中的应用，通过分析其原理和优势，揭示滑模技术如何在实际工程中提升施工效率和结构安全性，为今后的研究和实践提供参考。

关 键 词： 水利水电施工；滑模技术；应用

Application of Sliding Mode Technology in Water Conservancy and Hydropower Construction

Xuan Yaying

China Water Resources and Hydropower Third Engineering Bureau Co., Ltd. Xi 'an, Shaanxi 710024

Abstract： With the continuous expansion of the scale of water conservancy and hydropower projects and the increasing technical requirements, traditional construction methods have gradually exposed their limitations in efficiency and quality. Sliding mode technology, as an emerging construction method, has gradually gained widespread attention due to its unique continuous pouring characteristics and efficient construction process. This technology can not only significantly improve the construction quality of concrete structures, but also effectively shorten the construction period and reduce project costs. This article aims to explore the application of sliding mode technology in water conservancy and hydropower construction. By analyzing its principles and advantages, it reveals how sliding mode technology can improve construction efficiency and structural safety in practical engineering, providing reference for future research and practice.

Keywords： water conservancy and hydropower construction; sliding mode technology; application

一、滑模技术的概述

（一）滑模技术的原理

滑模技术是与传统的固定模板建造方法不同的一种技术，这种技术通常采用预先设定好的定型模板，通过牵引设备配合施工进度，使模板移动起来。在应用该项技术时，首先，施工人员在混凝土工程建设的初期阶段，会对一系列固定大小的模板进行设置。这些模版一般都是有标准的尺寸，这样便于后续建设的顺利进行。其次，由施工人员逐层向套槽内浇筑混凝土，从模板的上口开始施工。在此过程中，为了保证混凝土的均匀性和结构的稳定性，每一层混凝土浇筑厚度一般都在 30cm 以内。随着浇筑的混凝土，为了使混凝土的均匀度和结构的稳定性，模板最底层的混凝土会逐渐开始凝固。再者，当这些混凝土达到一定的强度，足以承受后续施工的重量和压力时，施工人员就会启动牵引装置，这时就可以将模板沿已经浇筑成型的混凝土构件或滑框进行牵引，使模板向上滑行。此过程可重复进行，施工人员在每次滑动后，都会不断地浇筑混凝土，直至完成整个工程结构的施工。^[1]

（二）滑膜技术的优势

在水利水电建设中，滑膜技术呈现诸多优越性，第一，显著提高施工效率。采用滑模技术可减低模板安装拆卸时间及缩短施工总循环，无需拆模便可以连续浇筑滑模施工，从而达到缩短整体建造周期目的。特别是大型结构水泥结构的修建，滑膜工艺可以使工期降低很多，从而提高工程经济利益。第二，能够有效管控混凝土的质地。该技术保证了混凝土在浇筑过程中的整齐性及密实度，避免了在传统的浇灌过程中出现的分层、蜂巢等质量缺陷，是一种很好的施工技术。而且滑膜技术的温度控制系统可以帮助减少混凝土的温度差，防止造成温度裂缝，从而使结构的使用年限得以延长，这也是目前国内比较流行的施工工艺。第三，有效提高施工安全性。应用该项技术可以减小工人高空作业的频段，也可以降低施工过程中的事故发生率。同时因此该项技术的适应性和柔韧性都很强，所以在应用过程中可以大大降低板架失稳等问题，从而使得工地的安全隐患得以减少。第四，滑膜技术具备良好的适应性和灵活性。其设计可根据施工环境的不同和工程要求的不同而作适当的调整，适用于各种地形、气候等复杂的地形地貌。而这种弹性又使滑膜技术在满足各种工程需要的水利水电项目。^[2]

作者简介：轩亚英（1990.05-），女，汉族，河南临颍人，本科，职称：助理工程师，研究方向：市政工程，水利水电工程。

二、滑模技术在水利水电施工中的应用

（一）滑模的安装与调试

第一，保证水利水电工程建设平稳进行的关键一环是滑模系统的安装。首先，保证滑模的水平度与垂直度均与规定要求相一致。施工人员需要做好基本的结构的测量和放样的工作。其次，并且为了保证它的强度和刚度，一般都会根据设计图来采用钢结构或者铝合金等作为滑模材料。再者，为了保证各个连接件的刚度和刚度的紧固度，需在地面上组装模具，这样就可以避免由于集中的应力而造成的模具变形的情况发生。此外，在滑模的装夹过程中，用定位销或者夹具固定，保证每个构件的配合精度。在安装的时候要注意到滑模之间的衔接空隙，这样才能避免由于水泥浆的渗漏而导致结构强度受到的影响。最后，模具的校正是在初步安装之后才能开始的，利用水准仪或 Laser 水平仪来侦测滑模的整体水平方向的，并将滑模调整到设计高度。

第二，到正式施工之前，在滑模系统安装完毕以后，调试是必不可少的一步。在调试过程中，为了保证滑模在施工过程中能平稳滑动，应当对滑模的运动性能进行检查，包括对滑轨系统进行调整，并对滑轨的平整度和光滑度进行检查，这样才能保证在升降过程中滑模不会卡滞。为了减少摩擦阻力，与此同时，还要合理设定液压系统的压力和流量，这样才能保证模具在升模的时候受力均匀，避免模具因为升降不均而产生倾斜现象。^[3]此外，液压系统的密封性检查要在调试过程中加以重视，防止因为油液外泄而影响升降效率。最后，实施负荷试验。滑模系统在实际运行状态下，通过模拟施工条件，检测其稳定性及承载力。在各不同工况下都要进行负载测试，保证极端条件下滑模的安全。

（二）混凝土浇筑

混凝土浇筑是滑模施工中的重要环节，涉及多个步骤和技术要求。第一，要求混凝土的配比达到满足设计的要求，这样便可保证其流动性与强度良好。为了使混凝土的功能性及耐久性达到相应要求，工作人员需根据特定的施工条件以及按照国家标准来选择合适的水泥、骨料以及外加剂等，保证材料的品质。第二，在浇筑之前要将滑模内表面上仔细清理干净，保证没有杂质，这样就不会对混凝土的附着性产生影响。为了消除混凝土内的气泡，保证它的密实度，在浇筑的时候要用振动器来完成。其中，振动要有均匀，避免由于振动过多而导致结构的整体性能受到影响，导致混凝土分离的问题发生。而且混凝土浇筑要遵循浇灌的匀称、连续原则。为避免混凝土早期凝固，浇筑高度应根据滑模升降速度作合理安排。第三，为了保证混凝土的温度控制，尤其是高温环境下需要采取相应的降温措施，如在混凝土中加入冰块或采用遮阳措施，以保证混凝土在浇筑时的温度控制，防止由于温度太高造成的混凝土强度损失。第四，在进行浇筑混凝土的时候，为了保证混凝土在滑模中的流动性，浇注时要控制浇水的速度。并且合理使用泵送设备或输送带减少由于人为操作而造成不确定因素，使得混凝土可以均匀地送入滑模。第五，混凝土浇筑完毕后，为了防止混凝土表面平整、美观，需要做好表面处理，用抹子平整光滑地处理表面。为防止干缩、裂缝的产生，还

应及时采取养护措施。一般采用覆盖塑料薄膜或喷洒养护剂的方式进行养护，使混凝土表面保持湿润状态。^[4]

（三）提升与移动滑模

滑模的提升与移动是滑模施工中的关键环节，直接影响工程进度和施工质量。第一，在滑模提升之前，为了确保设备处于正常工作状态，需要对包括液压系统的压力、油液的清洁度和密封性进行全面的检查。并且为了保证滑模在升降过程中的稳定性，还要根据工程设计要求，设置合理的提升速度。第二，合理使用液压提升装置，控制提升的均匀性、同步性。液压系统在升降过程中要配置压力传感器和流量控制阀，对压力变化进行实时监控和调节，并根据实际情况对系统参数进行动态调整，保证滑模在各个阶段都能受力均匀，避免倾斜或失稳现象的发生。第三，工作人员需要经常检查提升过程中滑模连的接部位，保证各接头具有很好的紧固状态。在提升前，为了减少摩擦力，提高滑动效率，应当要对滑模底部与混凝土之间的界面做好润滑工作。针对不同的建筑环境，要选择合适的润滑材料，保证持久的润滑作用。第四，为了防止滑模在运动中产生移位或变形，应采取多点支撑措施。^[5]为了保证滑模沿着预定轨迹移动，移动时应采用轨道或导向系统。针对大型滑模，为了提高移动的精确性和安全性，建议采用自动化控制系统。移动过程中，要对滑模的位移情况进行监控，保证在误差允许的范围内运行。第五，滑模达到设计高度后，为了保证其在后面的浇筑混凝土期间具有稳定的稳定性，必须进行固定。为了抵抗外部荷载的作用，固定要采用支撑架或锚固装置。在布置支撑点的时候，要根据荷载的分布，合理地安排支架的布置，这样才能保证每个支架点都能有效的承受相应的荷载。^[6]

（四）滑模拆除

滑模拆除是水利水电施工中重要的工序，涉及对滑模系统的安全和有效去除。

在拆除之前，施工人员需要做好混凝土强度测试工作，保证混凝土结构与规定强度标准相符，且达到设计要求。为此，在实际工作中可以采取试块检测等方法来对混凝土强度与拆除条件是否相符进行确认。并且拆除时要对滑模各连接部位进行全面检查，确认没有出现破损、松动的现象。而且需要逐一检查液压系统和滑模的机械连接处，以确保混凝土结构在拆卸过程中不会受到破坏。在实际拆除过程中，需要按照系统流程来进行。一是滑模固定装置要逐步放松，保证各接点受力均匀，防止滑模变形或因局部受力不均而损坏。拆卸作业可用专用工具器材，保证作业安全高效。其次，为了保证重心稳定，减少滑模对混凝土表面的干扰，通常应从上到下、从外到内循序渐进地进行。对于大型滑移模型，为减轻整体重量，提高拆卸安全性，建议分段拆卸。在拆卸过程中，每一步都要监控到位，确保安全、可控地完成拆卸工作。^[7]

三、优化滑模技术在水利水电施工中应用效果的策略

（一）科学选择滑模材料

首先，应优先考虑材料的强度与刚度。选用高强度钢材或增

强塑料作为滑模材料，能够有效提高模具的承载能力，降低变形风险。确保材料在重载条件下依然保持良好的几何稳定性是关键。其次，防水性能也是材料选择的重要指标。因为在水利工程中，环境水分含量较高，所以要选用防水性能优良的材料。如：可有效防止水分渗透的是防水涂层或复合材料。再者，要兼顾材料的抗腐蚀性。因为腐蚀性介质常存在于水利水电工程中，所以可以采取表面镀锌或防腐涂层等表面处理技术，或是使用耐腐蚀合金材料，以有效抵御外界环境的侵蚀，延长滑模使用寿命。另外，选择具有良好热膨胀特性的材料。在温度变化较大的施工环境中，为避免温差引起的变形或裂缝，应使用与混凝土接近的热膨胀系数。^[8]最后，在抗磨损方面，为减少施工过程中因摩擦产生的损耗，选用耐磨性较高的材料。表面硬化处理或合成材料的使用，使滑模的耐磨性得到有效的改善，使用周期延长，保养频率降低。

（二）改进液压系统的设计与配置

液压系统在滑模技术应用中起着至关重要的作用，其设计与配置的优化对施工效率与安全性有显著影响。第一，液压系统的选型要与工程的具体需要结合起来。施工人员要合理选择液压泵的流量、压力参数，以达到滑模的重量和升降高度，保证系统在运行过程中的平稳性和高效性。同时采用能降低能源损耗，提高工作效率的高效液压泵及执行元件。第二，要遵循简便、高效的原则来设计液压管路。一方面要对管道进行科学布置，减少接驳点和弯头，减少输送过程中液压油的损耗及渗漏风险。二是选用耐高压、耐蚀能力高的液压管材，使体系的可靠性及安全性得到很好的提高。并且，还要做好管路的固定，避免因运行过程中的振动或撞击造成的管路松垮或折断的问题出现。第三，做好动态监控工作。液压系统的实时监视调节可以通过 PLC 控制系统采用先进的自动控制技术实现。通过液压压力及流量的变化及时响

应这种智能控制的手段来改善系统的反应速度和精度。而且通过合理设置报警与安全保护的机制，一旦出现异常，可以迅速切断液压系统，从而规避意外的发生。第四，落实液压系统检修、检修。建立经常性的系统检查制度，综合评定液压油油的洁净程度、管道封路、液压元器件磨损等。如果发现损坏零部件要及时更换，使系统处于一个很好的工作状态中。^[9]

（三）实施严格的质量控制措施

在水利水电施工中，实施严格的质量控制措施对滑模技术的应用至关重要。首先，应建立完善的质量管理体系，制定详细的质量控制规范与标准。在滑模设计、装配式混凝土浇筑及拆除各个环节，要做到质量要求明确，保证各阶段均按既定标准开展。其次，必须从严落实养护措施。为了防止在固化过程中产生裂缝或是混凝土出现不够强度的情况，要根据施工环境的不同选择合适的养护模式。对混凝土表面状态要经常巡视，这样才能在整个养护期内保持适宜的湿度及温度。再次，建立质量反馈机制，施工现场要及时采集质量资料。分类分析存在的质量问题，查找原因，制订相应的整改措施，确保控制措施的有效性。^[10]在水利水电施工当中不断严格质量控制，提高滑模技术应用效果，保证工程的安全性及稳定性。

四、结束语

总之，滑模技术在水利水电施工中的应用，为行业带来了显著的创新与变革。通过提升施工效率、优化混凝土质量和降低资源浪费，该技术有效满足了现代水利工程对精度和高要求。展望未来，随着技术的不断进步和管理模式的优化，滑模技术必将在水利水电领域发挥更加重要的作用，为推动工程建设的可持续发展提供强有力的支持。

参考文献

- [1] 谢文昊. 护坡滑模施工技术在水利工程中的应用 [J]. 四川水泥, 2024(4):160-161.
- [2] 钱德虎. 滑模技术在水利水电施工中的运用重点探讨 [J]. 中华建设, 2023:162-164.
- [3] 柳辉, 郑亚伟. 滑模技术在水利水电工程施工中的应用探究 [J]. 装饰装修天地, 2023:202-204.
- [4] 姜鹏, 张莲香. 水利工程斜坡护面施工中简易滑模技术的应用分析 [J]. 世界家苑, 2023(15):168-170.
- [5] 水利水电施工中的滑模施工技术分析 [J]. 吴建军. 中国住宅设施, 2019(11).
- [6] 滑模技术在水利水电施工中的运用重点探讨 [J]. 马清新. 工程建设与设计, 2020(05).
- [7] 滑模技术在水利水电工程施工中的应用 [J]. 杨立兵. 工程建设与设计, 2022(05).
- [8] 滑模技术在水利水电施工中的应用 [J]. 袁伟. 中国新技术新产品, 2021(11).
- [9] 浅谈液压滑模施工技术在水利水电工程施工中的应用与研究 [J]. 梁成福; 黄未来. 智能城市, 2019(09).
- [10] 水利水电施工中滑模技术的应用探析 [J]. 范士军; 李二霞. 黑龙江水利科技, 2018(06).