

滑模技术在水库竖井混凝土浇筑中的应用

王新林

塔城市水资源中心 新疆 塔城 834700

摘 要：本文介绍了新疆某水库工程导流洞竖井混凝土浇筑滑模设计和施工应用实例，从滑模的设计、提升系统稳定性计算、模板变形计算等方面验证了滑模的安全可靠性。利用组合钢模板、型钢围圈和型钢支撑拼装成模板系统，提升架和液压千斤顶组成提升系统。采用滑模技术，施工成本降低，浇筑速度提高，相比翻模施工，滑模技术具有很大的优势。对于其他类似工程具有较大的应用推广价值。

关键词：滑模；竖井；浇筑

引言

水利水电工程是作为国民经济发展的重要基础设施之一，其安全建设和管理运行涉及到社会经济发展、环境保护和国家安全等众多方面。在水利水电工程建设中控制系统起着重要作用，其稳定性和控制精度直接影响到水利水电工程的安全运行和经济效益，滑模控制技术在各个领域的应用前景十分广阔，作为一种非线性控制技术，在水利水电工程施工中的优势得到了广泛应用。在各种不确定性环境下，依然能够保持良好的控制性能，能够克服模型参数不确定、外部干扰和测量误差等，针对一些水利工程特殊部位，如面板、竖井混凝土等，用平常浇筑工艺，施工难度大，安全系数小，工期长，投入高。而引进滑模浇筑能有效解决这些难题，这次就是滑模技术在水库竖井混凝土浇筑过程中的应用。

1 概况

新疆某水库工程导流洞竖井段启闭机平台以上顺水流向长 14.70m，宽 6.70m，井高 74.92m。混凝土厚度为 1.1m~1.4m 不等。为节约工期，降低施工成本，竖井 1200.68~1239.20m 段断面无变化混凝土采用内滑模浇筑技术。滑模浇筑的优点是速度快，对于截面尺寸相同的结构，适用性较强。竖井断面尺寸如图 1 所示。

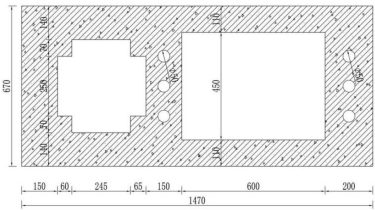


图 1 竖井断面图标注单位：cm

2 滑模设计及验算

2.1 滑模设计方案

2.1.1 模板系统

围圈采用两层 16#A 槽钢，上下层围圈距顶部、底部模板口 25cm，上下层围圈间距 68cm。模板采用 1.5m×0.6m、1.5m×0.3m、1.5m×0.2m 三种规格尺寸普通钢模板组合使用^[1]，模板厚度均为 5mm。模板之间采用 M12 螺栓连接，模板与上下两层 16#A 槽钢围圈焊接，模板的支撑加劲构件，与提升架连接并传递荷载。检修闸门转角有设置插筋位置切割钢模后采用竖向 16#A 槽钢顶部与上层围圈槽钢焊接，后方与钢模焊接，25mm 钢筋竖向斜撑焊接支撑槽钢形成插筋滑槽，模板上滑过程中不被插筋影响，混凝土浇筑过程中采用木楔将插筋滑槽封堵防止漏浆。

2.1.2 支撑系统

支承杆的下段埋在混凝土内，上段穿过液压千斤顶的通心孔，承受整个滑模荷载，并作为竖筋的一部分存留在混凝土内，第一根调直和钢筋焊接固定。在选择 QYD-100 型液压千斤顶的同时，每个仓面选择 12 根 2~6m 长 48×3.5mm 钢管作支承杆，错开布置，接头采用快速内丝接头连接。滑升靠爬升杆的承载力和混凝土的锚固力来稳定支撑。

2.1.3 提升系统

滑模提升系统由自动液压控制台、主副油管、分油管连接千斤顶系统组成。弧形工作闸井滑模设计由 YKT-36 型自动液压控制台，12 台 QYD-100 型液压千斤顶，油管及附件组成。单个千斤顶的推力为 6 吨；每个仓面推升力为 12*6 = 72t。平板闸门与弧形工作闸 YKT-36 型自

将千斤顶按设计位置和间距布置在提升架上,连接油管路和液压控制设备。布置完成后进行调试,主要调试模板提升的整体协调性和垂直度纠偏装置是否灵活。检查千斤顶、支承杆、油管路以及控制电路液压系统是否正常,试运行模板爬升高度为 3cm~6cm^[2]。

3.3 工作出入口及安全防护设施安装

各层平台开 0.6m×0.6m 上下出入口,各层平台上下采用自制钢筋爬梯并固定牢固,各平台边及上下通道均设置 1.2m 高防护栏杆及安全网,最下层设防坠网。

3.4 混凝土垂直运输通道搭建

混凝土垂直运输采用串筒井口平台设置入仓斗接直径 200mm 钢管作为混凝土溜管,溜管与右侧下部斜撑焊接固定,溜管竖向每 10m 左右交错,折角处向下 45° 连接,用于混凝土下落混凝土缓冲。溜管尾端接溜槽至主平台两个仓面分料桶,仓面主平台(2 层)中部布置分料桶接四条溜槽入检修闸井、工作闸井仓面。混凝土垂直入仓卸料口下落高度控制在 2m 以内,高程 1235.00m~1239.20m 段由于溜槽高差小,混凝土不能溜入检修闸井仓面,采用 50m 汽车泵泵送入仓。

3.5 混凝土浇筑及养护

仓面钢筋和预埋件安装完成验收合格后,先浇筑 3~5cm 厚 M25 砂浆,接着按分层 300mm 浇筑三层,高度达到 900mm 时,开始滑升 30~50mm,检查脱模的混凝土凝固是否合适,第四层浇筑 300mm 后滑升 150mm,继续浇筑第五层 300mm 后滑升 150mm,若无异常情况,便可进行正常浇筑和滑升。模板最大衬砌高度 1.5m,严禁超出标记线。

浇筑时对称均匀下料,采用 Φ50 插入式振捣器振捣,经常变换振捣方向,并避免直接振动爬杆及模板,振捣器插入深度不得超过下层混凝土内 50~100mm,模板滑升时停止振捣^[3]。

修整完成初凝后及时进行养护,保持混凝土表面湿润,用接引至抹面平台的养护水管,制作洒水花管连续养护 28d 如图 4 所示。

浇筑完成的竖井混凝土,经验收组检查验收,截面尺寸和坐标符合设计要求,混凝土外观质量符合验收各项要求。



图 4 浇筑完成的竖井衬砌

4 结语

竖井滑模技术具有成本低、速度快的优点,本工程实例 2024 年 9 月 20 日开始拼装模板,2024 年 10 月 10 日拼装完成开始浇筑,2024 年 10 月 22 日完成浇筑,共浇筑混凝土 2525m³,日均浇筑混凝土 194m³,日均提升 2.96m。从滑模拼装到混凝土浇筑结束历时 32 天,浇筑期间未发生模板提升故障,混凝土结构尺寸满足设计要求,外观平整光滑、无缺棱掉角现象,证明了滑模技术在竖井浇筑应用是成功的^[4]。

滑模浇筑混凝土在质量控制上主要针对滑模的中心线和垂直度进行过程监控和纠偏。通过检查模板的垂直度和偏距,及时纠偏,确保竖井衬砌的线性尺寸复核设计要求。

提升时间根据混凝土的强度增长情况、环境温度等因素综合确定,模板提升后混凝土表面平整,不掉角,确保外观质量。

参考文献

- [1] 吴宝阁. 水利水电工程施工中滑模技术应用 [J]. 低碳世界, 2022,12(5):61-63.
- [2] 马晓琳. 浅析滑模技术在水利水电施工中运用 [J]. 新型工业化, 2022,12(4):107-110.
- [3] 袁伟. 滑模技术在水利水电施工中应用 [J]. 中国新技术新产品, 2021,(11):97-99.
- [4] 陆景威. 水利水电工程施工中的滑模技术应用 [J]. 中国科技纵横, 2025(22):143-145.