

坦桑尼亚水电站连续多孔超高进水塔滑模施工技术方法研究

徐念念

中国水利水电第四工程局有限公司

摘要:水电站连续多孔超高进水塔滑模施工技术属于引水系统工程中的关键技术,本文中所讨论的是非洲坦桑尼亚水电站工程项目,主要研究其工法特点,思考施工工艺流程以及施工方法操作要点。

关键词:连续多孔;超高进水塔滑模施工技术方法;水电站

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.11.097

前言

坦桑尼亚朱利叶斯尼雷尔水电站进水塔高度约66米,是引水系统工程关键部位。本工程进水塔主体外形复杂、尺寸较大、有板和多道连系梁相结合,预埋件多,整体来讲所采用施工材料类型与数量都相当丰富,同时施工空间相对不大,特别是在浇筑混凝土施工过程中存在较大难度,质量难以保证。同时施工人员在受限空间内施工,安全风险很高。根据进水塔结构混凝土施工特点和以往类似工程施工经验,结合工程结构实际情况决定进水塔闸门井、拦污栅墩、门槽、二期事故闸门轨道等主体部位采用不同的滑模施工工艺和方法进行混凝土浇筑。底板、胸墙、连系板、梁及塔顶结构则采用满堂脚手架和钢木组合模板分层浇筑。与常规传统爬模或多卡模板施工方案相比,滑模配合满堂脚手架和钢木组合模板施工方法在技术上切实可行,在安全上能从根本上消除施工现场人员高空作业安全隐患,质量上减少了分层浇筑的层面处理和施工缝以及后期混凝土缺陷修补问题,同时能够有效避免混凝土表面蜂窝麻面、接缝错台现象。经济上减少了施工投资的同时节约了成本。本工法对项目引水系统进水塔工程的施工方法进行阐述,使得超高进水塔的施工方法更加全面完善。类似工程可以直接借鉴使用^[1]。

一、超高进水塔滑模施工工法特征表现

超高进水塔滑模施工在工法特征表现上比较特殊且多元,结合多种技术展开施工操作,所以下文主要介绍4点:

(一) 超高进水塔闸门井与拦污栅栏滑模采用液压提升滑升模板

在施工工法中,滑模模体需要从整体上采用钢结构展开设计,例如选择角钢与周围桁架梁骨架形成交叉点,再采用满焊完成固定施工,确保模体结构施工稳定性水平有所提高。滑模施工平台有操作盘和辅助盘组成,确保施工人员操作空间充足,操作流程相对安全。

在施工中,要采用滑升动力装置来控制模体偏差,保证施工技术实施可行性有效提高。就整个施工过程而言,要保证做到施工简单、便捷而且安全环保。

(二) 滑模施工资源集中配置

在施工中,闸门井和拦污栅墩同时开始滑升,滑升到塔体胸墙底部,拆除闸门井部位滑模模板,胸墙部位采用满堂脚手架与钢木组合模板施工,并预留施工缝,拦污栅墩滑模继续滑升至顶,待胸墙部位混凝土浇筑完成后,组装闸门井部位滑模,开始闸门井滑模施工,滑模施工过程中,遇到板梁交界处,梁钢筋预留钢筋套筒,板钢筋预留90°弯头,待滑模模体提升后,利用辅助盘消缺平台将套筒和预留钢筋凿出使其外露,便于后期继续展开施工。在滑模施工过程中,也需要结合现场建筑物实际结构特点,调整滑模分块,采用多种施工方式。方便滑模施工过程中,降低施工成本,缩短施工工期^[2]。

(三) 进水塔结构施工布置

施工中,需要参考进水塔结构的基本布置特点,结合施工实际情况来设计进水塔主体滑模,确保施工中参考163.5m、176.5m、190.0m梁板结构预埋钢筋及套筒。测量人员需结合图纸标高及板梁实际尺寸做好定为放线,在预埋钢筋套筒时,要确保钢筋锚固长度及丝头加工质量满足设计要求,并做好严格验收工作。保证。

(四) 进水塔二期拦污栅墩与事故闸门轨道结构特点分析

在施工中,结合进水塔的二期拦污栅墩与事故闸门轨道结构,为保证在有限空间内能快速高质量完成二期混凝土浇筑,待拦污栅墩与事故闸门轨道安装完成后,采用“倒爬式”滑升模板工艺进行施工,首先需将滑模爬杆采用缩管机将一头压缩,并将压缩部位穿入未压缩的钢筋,全面焊接,焊接好的爬杆从进水塔顶部,顺着轨道缝隙伸入至底部滑模平台,并将爬杆与滑模平台连接牢固,与传统滑模模体不同之处在于“倒爬式”滑升

模板工艺将千斤顶布置在进水塔顶部，随着模体的上上升，爬杆不留置在已经住的混凝土内部，而是从液压千斤顶端部退出，既解决爬杆安装的困难，又可重复利用爬杆^[3]。

二、坦桑尼亚水电站连续多孔超高进水塔滑模施工案例分析

（一）项目概况

坦桑尼亚朱丽叶斯尼雷尔水电站拥有一套完整的引水系统，每条引水隧洞对应一套拦污栅及闸门井，为确保进水塔施工质量及工程进度满足要求，进水塔采用滑模和普通钢木模板相结合的方式浇筑，施工过程中结合建筑物形态，合理进行模体分块，并对梁板钢筋提前预埋钢筋等方法，确保后期进水塔进行连系梁、板正常浇筑。坦桑尼亚水电站也希望在垂直运输中采用ZLJ5130THBJ-1018R型车载地泵和下料管输料。需要了解施工便捷性问题，这有利于提高混凝土和易性，避免施工缺陷^[4]。

（二）项目施工技术方法要点

1. 混凝土浇筑施工技术方法

为保证混凝土浇筑质量，在滑模混凝土开仓后，人工均匀摊铺一层与混凝土同样标号的水泥砂浆，摊铺厚度为3cm左右，保证混凝土之间或与基岩之间结合良好。初始滑模摊铺厚度需严格控制，正常滑升摊铺厚度控制在0.3m。换言之，要结合施工过程来分析混凝土凝结时间变化情况，展开针对性技术分析^[5]。

混凝土平仓：混凝土平仓是保证混凝土均匀性的措施之一，主要要结合人工平仓过程来分析相关技术操作，结合混凝土入仓情况来优化调整平仓问题。从某种程度来讲，需要确保施工过程有效优化，确保仓面铺满并形成振捣密实机制，完成逐层铺筑施工过程。如果出现粗骨料集中情况，则需要确保砂浆较多位置均匀摊铺在混凝土面土位置，做好振捣密实施工。

混凝土振捣：振捣是保证混凝土密实性的重要工序之一，施工严格按照操作规程执行，采用软轴振捣器，需要结合振捣情况来展开技术操作，确保间距振动半径有效调整优化，满足施工要求。在这其中，下层混凝土振捣深度要达到5cm左右，同时需要保证模板滑升到位，结合施工要求来有效调整下沉状况，每一位置在振捣过程中需要解决相关技术问题，不出现气泡，有效结合相关技术内容来建立分析机制，避免发生过分振动情况。严禁振捣器直接振动支撑杆、模板及预埋件等重要部位，以防位置发生偏移。要基于相关材料展开施工，保证振捣施工有效到位。

要结合混凝土施工过程来分析连续性问题，思考混

凝土施工过程来有效解决浇筑问题。在具体的施工过程中，需要确保凝结施工到位，提高施工水平，有效解决初凝施工中的继续浇筑问题，确保浇筑时间规范与技术内容有效优化，满足施工缝处理工作要求^[6]。

2. 模板滑升系统施工技术方法

需要结合多个背后来展开模板花生系统施工，保证施工技术有效实施：第一层浇筑3cm左右砂浆，第二层浇筑30cm厚混凝土，第三层再浇筑30cm厚混凝土，此时混凝土厚度达到63cm左右，开始模板滑升，滑升5~10cm，检查脱模施工合理性，思考施工中的某些凝固问题（混凝土强度需达到0.2~0.4MPa，用指压法判断，即指印清晰面不下陷且混凝土不粘住模板），要结合多层施工过程来调整技术操作，结合异常情况来分析浇筑滑升情况，基于模板初次滑升过程来缓慢展开施工，确保施工提升系统来确保施工技术内容，确保施工过程中诸多技术应用有效到位，体现施工技术有效性。在具体施工中，需要做到有针对性建立施工技术机制，确保施工中某些技术内容与滑模施工有效联系起来，建立技术施工过程有效操作，满足施工技术应用要求，要结合诸多盘面以及模板变形问题来展开全面检查分析，了解时间范围内的多个行程施工流程，有效减少混凝土与模板面摩擦力，提高施工水平。

要结合正常施工滑升过程来分析思考来分析施工盘面模板内容，做好变形操作，建立检查分析机制。在发现问题并及时解决问题过程中，也需要确保混凝土初凝施工、供料施工都能实施到位。要结合施工操作过程来分析滑模的滑升速度，配合施工要求情况来提升整体施工水平，满足施工要求有效优化。从技术应用角度来讲，也需要确保更多混凝土与模板面层形成关联关系，体现摩阻力。

要保证施工中滑升过程有效调整，配合检查千斤顶情况来分析施工技术优化过程，确保每滑升20~40cm，对每个千斤顶进行调整，确保相对标高高差控制在4cm以内。在施工中，也需要结合千斤顶相对标高差距来分析距离变化情况，调整标高差距。另外，及时要观察爬杆压痕变化，思考爬杆受力状况，分析其正常状态。在施工中，也需要对滑模中心线以及操作盘水平度进行有效调整^[7]。

3. 混凝土表面修整与养护施工技术方法

需要基于表面修正要求来展开结构外表设计，确保混凝土突破施工中检查修正到位。配合抹子施工过程来分析混凝土表面压平以及修补状况，做好相应修正工作。在施工过程中，修整完成后及时进行养护，保持混凝土表面湿润，养护方式利用接引至辅助平台的养护水

管,制作花管喷雾形式连续养护28d^[8]。

4. 滑模停滑施工技术方法

需要确保施工过程中滑模施工到位,保证有效设计预定高程,停止滑模操作,优化施工机制,确保施工过程中混凝土浇筑到位。在混凝土与模板黏结过程中,需要将滑升行程控制在1~2个左右,并控制在4小时内形成混凝土模板黏结。正常停滑按照施工缝进行处理,特殊情况下的停滑包括出现故障及其他意外因素引起的停滑。混凝土停止浇筑后,每隔0.5~1h,滑升1~2个行程,直到混凝土与模板不在黏结(一般4个小时左右),同时对空滑支撑杆利用钢筋设置角撑进行加固;滑模全部脱离混凝土面后,对滑模进行清理,涂刷脱模剂;停滑混凝土面层必须保持在统一高程,并将缝面做施工缝处理,人工将混凝土表面乳皮凿除,使骨料外漏,并用水冲洗基础面,满足建基面验收条件^[9]。

(三) 质量控制要点

及时对混凝土原材料(中石、小石、砂子、水泥、外加剂)进行检验。确定不同抗压强度混凝土的配合比设计参数,提高计量精度。在混凝土浇筑开始前,在实验室和拌合楼做好混凝土试配、拌和的一切准备工作。

混凝土浇筑前检查滑模支撑的稳固情况,发现问题及时加固。严格结合分层展开施工,确保施工过程中各层次浇筑内容有效优化,确保允许间隔时间有效控制,满足浇筑间隔时间要求。混凝土施工时控制混凝土下降高度不高于2m,防止混凝土发生离析。浇筑振捣混凝土过程中,也需要结合预埋件施工来分析钢筋模板施工问题,将混凝土深度大体控制在50mm上下,确保模板施工有效到位,提高施工水平。

要结合施工设定内容来进行施工技术调整,需要确保施工技术内容有效结合,在思考施工过程需要确保施工技术有效优化,建立施工滑模操作机制。从施工中解决相关技术问题,确保滑升测量工作有效开展,及时发现并处理各种问题。在交接班工作面施工中,则需要有效制定针对性的滑升方式,基于2~3个行程来建立测定施工技术机制。

滑模在施工过程中若产生操作盘倾斜、支撑杆弯曲、模板变形等常见问题,则进行滑模纠偏、支撑杆弯曲和模板处理。对部分变形较小的模板增加撑杆加压修复;变形严重时,将模板拆除修复。如果模体偏移无法及时调整,可以将模体滑空,调正模体后继续滑升。

总结

在坦桑尼亚水电站引水系统中,主要根据其超高进水塔的工程结构实际状况采用截然不同的滑模施工工艺,同时配合满堂脚手架、钢木组合模板展开分层次的

混凝土浇筑施工过程,形成施工设计方案,最终获得理想化的施工成效。坦桑尼亚水电站在66m超高进水塔混凝土浇筑施工中采用连续多孔超高进水塔滑模施工技术,其中结合高空滑模型、高处坠落机制来确保浇筑施工作业过程有效优化,避免发生项目建筑偏移或者坍塌等安全风险事故。所以说,项目从本质上确保了滑模混凝土浇筑整体连续性和解决了混凝土质量外观缺陷等问题,极大地降低作业人员安全风险;减少了不必要的安全防护措施;为项目取得了较大的经济效益和社会效益,同时很大程度的节约了工期,减少了施工投资和成本支出。所以在未来,针对这一先进施工技术的有效优化非常到位,满足了浇筑施工有效升级,提高了整体施工水平。

参考文献

- [1] 余鑫. 两河口水电站引水竖井滑模混凝土施工质量控制[J]. 云南水力发电, 2020, 36(4): 157-161.
- [2] 黄超. 扩建工程路面混凝土上基层拼接技术研究[J]. 建筑技术, 2023, 54(14): 1729-1732.
- [3] 李光前, 王帅兵, 靳小兵. 滑模技术在水工建筑物工程中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2023, 51(1): 110-112.
- [4] 纵志成. 现场施工技术在道路桥梁施工中的应用分析[J]. 运输经理世界, 2023(17): 97-99.
- [5] 王年丰, 赵常青, 高加亮, 等. 桥梁高墩自升翻爬结合模架设计与施工[J]. 建筑机械, 2023(8): 140-144.
- [6] 卢宁, 赵秉鑫, 张昊, 等. 施工升降机多电机同步控制系统建模与仿真[J]. 计算机仿真, 2023, 40(2): 331-338.
- [7] 梁根超. 高速公路路缘石滑模施工技术及应用研究[J]. 交通世界, 2023(32): 90-92.
- [8] 那昱, 徐笑非, 阮佳兵, 等. 明挖电力电缆隧道铝合金滑模施工技术[J]. 建筑施工, 2023, 45(5): 906-908, 916.
- [9] 汤渊. 滑模技术在隧道通风竖井施工中的应用分析[J]. 智能建筑与工程机械, 2023, 5(11): 45-47.
- [10] 殷本林. 高填渠堤无筋薄壁纤维混凝土机械化衬砌施工技术[J]. 四川水利, 2023, 44(6): 130-133.
- [11] 周杨, 许丹. 筒仓滑模施工支撑钢管回收工艺及成本分析[J]. 山西建筑, 2022, 48(12): 90-92, 105.
- [12] 董银品. 滑模摊铺技术在公路工程边沟施工中的应用研究[J]. 交通世界, 2022(12): 36-38.