

机械自动化技术在水利水电工程中的应用

历睿鑫

新疆花城勘测设计研究有限责任公司 新疆 伊宁 835000

摘要：本文探讨了机械自动化技术在水利水电工程中的应用。机械自动化技术通过集成传感器、执行器、控制系统及数据处理与通信技术，实现生产过程的自动化控制和管理。水利水电工程作为国民经济基础设施，近年来发展迅速，机械自动化技术的引入显著提高了工程效率、质量，增强了安全性，并促进资源节约和环境保护。具体应用包括智能化施工设备、自动化监测与控制系统、信息化管理平台以及维护和检修自动化，这些技术共同推动水利水电工程的现代化进程，提高了工程管理和运营效率。

关键词：机械自动化技术；水利水电工程；施工管理

1 机械自动化技术与水利水电工程概述

1.1 机械自动化技术的原理

机械自动化技术是通过采用先进的机械、电子和计算机技术，实现生产制造过程中的自动化控制和管理的技术。它利用传感器技术、执行器技术、控制系统以及数据处理与通信技术，实现对机械设备运行状态的实时监测、精准控制和智能化管理。传感器技术用于采集生产过程中的各种物理量信息，如温度、压力、流量等，为控制系统提供准确的数据支持。执行器技术则根据控制系统的指令，驱动机械设备完成相应的动作，如启动、停止、调节等。控制系统是机械自动化技术的核心，它根据预设的程序和算法，对采集到的数据进行分析处理，并发出控制指令，实现对整个生产过程的自动化控制。而数据处理与通信技术则用于对采集到的数据进行处理、存储和传输，以实现信息的共享和远程监控。机械自动化技术的应用，可以显著提高生产效率，降低生产成本，提升产品质量，增强企业的市场竞争力。同时，它还可以减少人工干预，降低工人的劳动强度，提高生产安全性^[1]。

1.2 水利水电工程的发展现状

水利水电工程作为国民经济的基础设施，对于促进经济发展、改善民生、保障国家能源安全等方面具有重要意义。近年来，随着国家对水利水电工程建设的持续投入和技术的不断进步，水利水电工程的发展取得了显著成就。我国河流众多、径流丰沛、落差巨大，水能资源储备丰富。根据国家能源局发布的数据，我国水力资源技术可开发量巨大，且主要分布在西南、西北和华中地区。目前，我国已经建成一大批大型水电站，如三峡水电站、白鹤滩水电站等，这些水电站的建成不仅为我国提供大量的清洁能源，还带动周边地区的经济发展。

在水利水电工程的技术创新方面，我国也取得了显著进展。例如，在水电站的建设过程中，采用了大量的新技术、新材料和新工艺，提高水电站的发电效率 and 安全性。同时，在水利水电工程的运行管理方面，也实现了自动化、智能化和远程监控，提高工程的管理水平和运行效率^[2]。未来，随着国家对清洁能源的重视程度不断提高和技术的不断进步，水利水电工程将继续迎来新的发展机遇。

2 机械自动化技术在水利水电工程中的应用优势

2.1 提高工程效率

机械自动化技术在水利水电工程中显著提升工程推进速度。传统水利水电施工依赖大量人力进行重复性劳作，如物料搬运、基础挖掘等，效率低下且耗时长久。引入自动化机械设备后，情况大为改观。例如自动化混凝土搅拌与运输设备，能够依据设定的配合比精准配料、搅拌，并通过自动运输系统快速送达浇筑地点。相比人工操作，其搅拌效率大幅提高，运输过程也更为高效，减少等待时间。在大型水利枢纽建设中，自动化起重机械可按照预设程序，精确抓取、吊运重型建筑材料，其吊运速度与准确性远超人工作业，极大地缩短施工周期。据统计，在一些应用机械自动化技术的水利水电工程中，施工进度较以往人工主导的施工方式加快了30%-50%，有力地推动了工程早日竣工并投入使用。

2.2 提升工程质量

自动化设备具备高度的精准性与稳定性，在施工过程中能够严格按照设计参数执行任务。以大坝混凝土浇筑为例，自动化浇筑设备可精确控制浇筑厚度、振捣时间与力度，确保混凝土的密实度与均匀性，有效避免人工操作可能出现的漏振、过振等问题，使混凝土的强度和耐久性更符合设计要求。在隧道挖掘工程中，自动化

盾构机凭借先进的导航与控制技术,能够保持稳定的挖掘方向和速度,精准控制隧道的尺寸与形状,减少施工误差,提高隧道衬砌的质量。这种精准施工大大降低工程后期因质量问题而进行维修、返工的概率,提升水利水电工程的整体质量水平,延长工程的使用寿命。

2.3 增强安全性

水利水电工程施工环境复杂,存在诸多安全风险,而机械自动化技术有效降低了施工人员面临的危险。在高边坡作业、水下施工等危险区域,自动化设备可替代人工完成大部分工作。例如,自动化钻孔设备能够在陡峭的山坡上自动完成钻孔任务,避免施工人员在危险的高边坡攀爬作业,降低坠崖等安全事故的发生概率。在水下基础施工中,水下机器人可进行基础检测、清理等工作,减少潜水员的水下作业时间,降低了因水压、缺氧等因素导致的潜水事故风险^[3]。同时,自动化设备通常配备完善的安全监测与预警系统,能够实时监测设备运行状态和施工环境参数,一旦出现异常情况,立即发出警报并自动采取应急措施,进一步保障了施工人员的生命安全。

2.4 促进资源节约和环境保护

自动化设备的精准控制减少原材料的浪费。在混凝土搅拌过程中,自动化配料系统能够精确计量水泥、骨料、水等原材料,避免人工配料可能出现的计量偏差,从而降低了原材料的损耗。在能源利用方面,自动化设备通过优化运行程序和采用节能技术,提高了能源利用效率。例如,一些自动化施工机械采用智能控制系统,可根据工作负载自动调整功率,降低能耗。另外,自动化设备减少施工现场的扬尘、噪声等污染。自动化运输车辆采用封闭运输方式,减少物料运输过程中的扬尘泄漏;低噪声的自动化设备也降低对周边环境的噪声干扰,有利于保护工程周边的生态环境,实现水利水电工程建设的可持续发展。

3 机械自动化技术在水利水电工程中的具体应用

3.1 智能化施工设备

在水利水电工程建设的复杂环境与艰巨任务面前,智能化施工设备正逐步成为改变传统施工模式、提升工程建设效率与质量的关键力量。自动化挖掘机作为智能化施工设备的典型代表,在水利水电工程基础开挖环节展现出卓越的性能。这类挖掘机配备了先进的传感器,如激光雷达、全球定位系统(GPS)以及惯性测量单元(IMU)等,与智能控制系统紧密结合。通过对预施施工图纸及现场实时地形数据的深度分析,自动化挖掘机能够精准规划出最优挖掘路径。在大型水利枢纽的基础

开挖作业中,它能严格按照设计要求,将挖掘深度误差控制在极小范围内,角度偏差也能精准把控。相较于传统的人工操作挖掘机,自动化挖掘机显著降低了因人为判断偏差所引发的超挖与欠挖问题,同时在作业效率上达成了飞跃式的提升。以往人工操作时,每日的挖掘量在一定范围内波动,而自动化挖掘机凭借高效的作业流程与精准的操作,可将每日挖掘量提升30%-50%,极大地加快基础开挖工程的进度;智能化混凝土泵送设备同样在水利水电工程中占据重要地位,尤其是在大坝等大规模混凝土浇筑工程中发挥着不可或缺的作用。这类设备搭载了智能泵送控制系统,该系统能够实时感知施工现场的浇筑需求,包括浇筑位置、浇筑速度以及混凝土的坍落度等参数。通过对这些参数的精确分析,系统自动调节泵送压力与流量,确保混凝土以均匀、稳定的状态输送至指定浇筑位置。在大坝混凝土浇筑过程中,混凝土的连续、均匀供应至关重要,任何中断或不均匀都可能影响大坝的整体质量^[4]。智能化混凝土泵送设备能够持续稳定地工作,避免了人工操作时因经验不足或疲劳等因素导致的泵送不稳定问题,有力保障了混凝土浇筑的质量,使得大坝的强度和耐久性更符合高标准的设计要求。

3.2 自动化监测与控制系统

自动化监测与控制系统堪称水利水电工程的“智能卫士”,全方位守护着工程的安全稳定运行。在大坝安全监测领域,其重要性尤为凸显。通过在坝体内部及表面精心布置大量不同类型的传感器,如位移传感器、应力传感器、渗压计等,构建起一个严密的监测网络。这些传感器如同敏锐的“触角”,实时采集大坝在运行过程中的位移、应力、渗流等关键数据。传感器所采集的数据通过有线或无线传输方式,迅速汇聚到自动化监测系统中。该系统运用先进的数据处理算法与模型,对海量数据进行深度分析与挖掘,从而及时、准确地反映大坝的真实运行状态。一旦监测数据出现异常,超出预先设定的正常范围,系统会立即触发预警机制,以声光报警、短信通知等多种方式向相关工作人员发出警报,为及时采取有效的应对措施争取宝贵时间;在水电站运行控制方面,自动化控制系统同样发挥着核心作用。随着电网负荷的动态变化,水电站需要实时调整发电功率以保持电力供需平衡。自动化控制系统能够精准捕捉电网负荷的波动信息,通过对水轮机的转速、导叶开度等关键参数进行自动调节,实现水电站的高效稳定发电。以某大型水电站为例,在引入自动化监测与控制系统之前,设备故障率较高,发电效率受到诸多人为因素与设

备运行不稳定因素的制约。采用该系统后,通过对设备运行状态的实时监测与精准调控,设备故障率显著降低,发电效率较以往提升了10%-15%,有效提高水电站的经济效益与能源供应稳定性。

3.3 信息化管理平台

信息化管理平台如同水利水电工程建设与运营的“智慧大脑”,对各类信息进行高效整合,实现了工程全生命周期的协同管理。在工程建设阶段,这一平台宛如一个全方位的“工程仪表盘”,实时展示施工进度、资源分配、质量检测等关键信息。管理人员通过平台提供的直观界面,能够全面、清晰地掌握工程的整体动态,及时发现施工过程中出现的问题与潜在风险。例如,当施工进度出现滞后时,管理人员可借助平台提供的数据,迅速分析原因,是人力不足、材料供应短缺还是施工工艺出现问题,进而有针对性地调整施工计划,合理调配资源,确保工程按照预定工期顺利推进;在工程参与方协作方面,信息化管理平台打破传统的信息壁垒。设计单位、施工单位、监理单位等不同参与方可通过平台实现信息共享与协同工作。设计单位能够及时将设计变更信息上传至平台,施工单位与监理单位可第一时间获取并据此调整施工方案与监理计划。这种高效的信息交互模式,极大地减少了因信息沟通不畅导致的误解与工作延误,有效提高了各方的工作效率^[5]。在工程运营阶段,信息化管理平台的功能进一步拓展,它能够对设备运行状态、电力生产、水资源调度等进行统一管理。通过对大量运营数据的深入分析,平台为设备维护、电力调度等决策提供科学、精准的依据。例如,某水利工程项目管理部门借助信息化管理平台,对多年的水资源数据进行挖掘分析,优化水资源调度方案,使水资源利用率提高了8%-10%,实现水资源的合理配置与高效利用。

3.4 维护和检修自动化

维护和检修自动化是保障水利水电工程设备可靠运行的重要手段。自动化巡检机器人在水电站厂房、变电站等区域的广泛应用,为设备巡检工作带来了革命性变化。这些机器人配备了高清摄像头、红外传感器、超声波探测器等多种先进检测设备,能够按照预设的巡检路线在复杂的设备区域内自主移动。高清摄像头用于对

设备外观进行细致检查,及时发现设备表面的破损、变形等异常情况;红外传感器则专注于检测设备的温度分布,精准识别设备因过载、接触不良等原因导致的发热现象;超声波探测器可检测设备内部的局部放电等隐患。通过这些设备的协同工作,自动化巡检机器人能够及时、准确地发现设备潜在问题;在设备检修环节,自动化诊断系统发挥着关键作用。该系统通过对设备运行过程中产生的海量数据,如振动数据、电流数据、油温数据等进行深入分析,运用故障诊断模型与算法,能够精准定位故障部位与原因。一旦确定故障信息,系统会迅速为检修人员生成详细、具有针对性的检修方案,包括所需更换的零部件、检修工具以及操作步骤等。另外,一些大型水利水电设备还配备了自动润滑、自动紧固等装置。这些装置能够在设备运行过程中,根据预设的时间间隔或设备运行状态,自动为关键部位添加润滑油、紧固螺栓,有效延长设备的使用寿命,降低设备故障率,保障水利水电工程的持续稳定运行,减少因设备故障导致的停电事故与经济损失。

结束语

综上所述,机械自动化技术在水利水电工程中展现出显著优势,推动了工程施工与管理水平的提升。随着技术的不断进步和创新,机械自动化技术将在水利水电工程中发挥更加关键的作用,助力实现更高效、安全、环保的工程建设。未来,应继续探索机械自动化技术与水利水电工程的深度融合,推动行业的可持续发展。

参考文献

- [1]王开朝.机械自动化技术在建筑工程中的应用探究[J].江西建材,2021(07):279+281.
- [2]赵鸿元.机械制造中机械自动化技术的应用及发展趋势探讨[J].职业,2021(14):29-32.
- [3]李虎.自动化技术在水利水电工程建设中的应用[J].电子技术,2023,52(05):86-87.
- [4]薛慧,柴艳荣.机械自动化技术在水利水电工程中的应用[J].水利水电科技进展,2022,42(05):127.
- [5]王伟杰.信息自动化技术在水利水电工程建设中的应用实践[J].无线互联科技,2022,19(10):79-80.