

机电工程系列电气工程及其自动化影响

刘凯华

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 在水利机电工程高质量发展进程中, 电气工程及其自动化作为融合多学科的核心技术, 发挥着关键支撑作用。本文立足水利工程场景, 阐述其核心内涵与技术体系, 重点分析该技术对水利机电工程技术升级、产业发展、实践应用及人才培养的多维度影响, 剖析当前应用中的技术、应用及人才层面问题, 提出针对性优化路径, 为推动水利机电工程向智能化、绿色化转型, 提升工程运行效能提供理论与实践参考。

关键词: 水利机电工程; 电气工程; 自动化; 影响

引言: 水利机电工程是保障水资源安全、推动农业生产与防洪排涝的重要基础设施, 其发展水平直接关系到水利事业高质量推进。随着物联网、数字孪生等技术的迭代, 电气工程及其自动化已深度融入水利机电工程全流程, 打破传统运行与管理模式。基于此, 本文聚焦电气工程及其自动化的核心价值, 系统探讨其对水利机电工程系列的具体影响, 破解应用瓶颈, 为行业转型升级注入动力, 助力水利事业适配“双碳”目标与绿色发展需求。

1 电气工程及其自动化的核心内涵与技术体系

1.1 电气工程及其自动化的核心定义与发展历程

(1) 核心定义: 电气工程及其自动化是融合电工、电子、控制与信息技术的综合性学科体系。其核心是以水利场景为导向, 实现电能的高效产生、传输、分配与利用, 通过自动化调控保障水利电气系统安全、稳定、精准运行, 兼顾能效提升与功能优化, 广泛服务于水利工程建设、运行与管护全领域。(2) 发展历程: 该技术历经三阶段演进, 早期为传统水利电力保障阶段, 以满足泵站、闸站基础供电与简单控制为核心; 中期演进至智能控制阶段, 依托电子与控制技术突破, 实现水利电气系统的自主调控与精准管理; 当前已迈入与水利新能源、物联网深度融合的新阶段, 正全面推动水利电气系统向智能化、绿色化、一体化方向升级。

1.2 电气工程及其自动化的核心技术构成

(1) 基础核心技术: 电路技术、电机技术、电力电子技术是体系根基。电路技术解决水利电能传输与分配问题, 电机技术实现电能与水利机械能(泵站抽水、闸站启闭)的转换, 电力电子技术负责电能变换与控制, 三者协同保障水利电气设备与系统正常运行。(2) 自动化控制技术: 核心包括PLC控制、单片机技术、智能控制算法, 是水利系统自主调控的关键。PLC控制多用于水利

泵站、闸站的逻辑与流程管控, 单片机技术实现小型水利设备智能化控制, 智能控制算法提升系统自适应能力, 减少人工干预。(3) 融合创新技术: 物联网、新能源并网、数字孪生技术推动水利行业升级。物联网实现水利电气设备互联互通与远程监控, 新能源并网技术解决水利光伏、风电接入难题, 数字孪生技术实现水利电气系统虚拟仿真与全生命周期管理^[1]。

1.3 电气工程及其自动化在水利机电工程系列中的定位

(1) 技术核心定位: 作为水利机电工程的“神经中枢”, 它是衔接水利机械系统与能源系统的关键纽带, 负责为水利机械设备(泵站、闸机、清淤设备等)提供稳定能源供给, 同时通过自动化控制指令, 协调水利机械系统与电气系统的协同运行, 保障整个水利机电系统的高效运转。(2) 产业支撑定位: 是推动水利机电工程向智能化、绿色化转型的核心驱动力。当前水利产业升级背景下, 其技术应用有效提升水利机电设备的能效与智能化水平, 适配水利高质量发展需求, 为水利泵站改造、智能闸站建设、水利新能源利用等领域提供核心技术支撑。

2 电气工程及其自动化对水利机电工程系列的核心影响

2.1 对水利机电工程技术升级的影响

(1) 提升水利机电设备运行精度与稳定性, 减少人工干预, 降低故障发生率。电气工程及其自动化技术通过PLC控制、智能算法等手段, 实现对水利机电设备运行参数的实时监测与精准调控, 避免人工操作的误差, 确保设备在设定范围内稳定运行。同时, 借助故障诊断技术, 可提前识别水利设备潜在隐患, 及时发出预警并联动调控, 大幅降低设备停机故障, 提升水利机电系统的运行可靠性, 减少因故障造成的水利灌溉、防洪排涝损失与维护成本^[2]。(2) 推动水利机电设备向小型化、高效化、节能化转型, 契合绿色发展理念。传统水利机电设

备存在体积庞大、能耗较高、效率偏低等问题，而电力电子技术、高效电机技术的应用，可实现电能的高效转换与利用，缩小设备体积、减轻重量，同时降低能耗。例如，高效节能电机搭配智能控制模块，应用于水利泵站，可根据灌溉、排涝负载变化自动调节运行功率，相比传统电机能耗降低15%~30%，既符合国家绿色发展战略，也为水利工程运营单位降低了能源成本。(3) 实现水利机电系统的智能化调控，赋能智能监测、预测性维护等新型功能。依托物联网、数字孪生等融合技术，电气工程及其自动化可构建水利机电系统的智能管控平台，实现设备运行状态的实时监测、数据采集与分析。通过预测性维护技术，可基于运行数据预判水利设备损耗情况，提前开展维护作业，打破传统“事后维修”模式，转为“事前预防”，进一步提升水利机电系统的运维效率，延长设备使用寿命，同时拓展了水利机电系统的智能化应用场景。

2.2 对水利机电工程产业发展的影响

(1) 推动水利机电产业产能提升，优化生产流程，降低生产成本，提升产业竞争力。电气工程及其自动化技术的深度应用，可实现水利机电产品生产的自动化、智能化流水线作业，替代传统人工，减少人力成本，同时提升生产效率与产品合格率。例如，智能装配线通过电气控制系统，可精准完成水利泵站零部件、闸机组件的装配、检测与分拣，大幅缩短生产周期、降低人为误差，帮助水利机电企业形成成本与质量优势，推动产业整体竞争力提升。(2) 催生新兴水利机电产业领域，拓展产业边界。随着电气工程及其自动化与水利新能源、物联网的深度融合，传统水利机电产业边界持续拓宽，催生了水利新能源机电设备、智能水利配套设备等新兴领域。其中，水利光伏逆变器、泵站风电控制柜等新能源机电设备，以及智能水位监测仪、水利配电自动化装置等配套设备快速崛起，形成新的产业增长点，推动水利机电产业向高端化、多元化转型，丰富产业布局^[1]。(3) 促进水利机电产业与新能源、人工智能等产业融合，完善产业生态，契合水利能源市场需求。电气工程及其自动化作为核心纽带，推动形成“水利机电+新能源+人工智能”的融合发展模式。例如，智能水利电网与新能源发电的融合，需依托电气自动化技术实现电能高效并网与调控；人工智能在水利机电设备中的应用，需通过电气控制系统实现指令传导与执行，这种融合完善了产业生态，使其更好适配水利能源市场需求，为产业可持续发展注入新动力。

2.3 对水利机电工程实践应用的影响

(1) 水利工业领域：推动水利智能制造与柔性生产，适配泵站改造、闸站建设等行业升级。电气工程及其自

动化构建的智能控制系统，可实现水利生产线柔性调控，根据灌溉、排涝需求灵活切换运行流程，适配多场景、多工况模式。在泵站改造中，智能抽水、监控等自动化设备提升了运行效率与工程质量；在闸站建设中，数控启闭、伺服控制等技术实现闸机精准化、自动化运行，推动水利工业向智能制造转型。(2) 水利能源领域：支撑水利新能源发电、储能系统及智能水利电网建设，助力“双碳”目标实现。该技术是水利新能源产业的核心支撑，水利光伏、风电的并网调控及储能系统的充放电管理，均需依托其实现精准控制；同时为智能水利电网赋能，实现电网智能调度、负荷调控与故障自愈，提升清洁能源接纳能力，推动能源结构转型，助力“碳达峰、碳中和”。(3) 民生水利领域：优化水利灌溉、防洪排涝电气应用，提升生产生活便捷性。农业灌溉中，智能灌溉电气控制、泵站自动化系统可智能调控灌溉水量，提升效率、节约水资源、保障农业生产；防洪排涝中，智能闸站控制、排水泵站自动化设备优化排涝效率，减少洪涝损失，推动水利领域向绿色化、智能化转型，提升民生生活便捷度^[4]。

2.4 对水利机电工程人才培养的影响

(1) 推动人才培养方向转型，需求向复合型、智能化人才倾斜，强化跨学科知识储备。随着电气工程及其自动化与水利多领域的融合，水利机电工程行业对人才的需求不再局限于单一的专业技能，而是向“电气+控制+信息技术+水利新能源”的复合型人才倾斜。这就要求人才不仅掌握传统水利机电知识，还需具备智能控制、物联网、水利新能源等跨学科知识，推动人才培养方向从传统技能型向复合型、智能化转型。(2) 优化人才培养课程体系，新增水利新能源、智能水利控制等相关课程，适配产业需求。为满足行业对复合型人才的需求，水利机电工程相关专业的课程体系需进行优化调整，在保留传统核心课程的基础上，新增水利新能源并网技术、智能水利控制算法、物联网在水利中的应用等相关课程，弥补跨学科知识短板，让人才培养内容与产业发展需求同频同步，确保培养出的人才能够快速适配岗位需求^[5]。(3) 提升人才实践能力要求，强调理论与水利工程实践结合，满足行业人才缺口需求。电气工程及其自动化是一门实践性极强的学科，水利机电行业对人才的实践能力要求不断提升。这就要求人才培养过程中，强化理论与水利工程实践的结合，通过校企合作、水利实训基地建设等方式，让学生参与实际水利机电项目的设计、调试与运维，提升动手能力与问题解决能力，有效填补行业人才缺口，为水利机电工程产业发展提供人才支撑。

3 电气工程及其自动化在水利机电工程应用中的现存问题与优化路径

3.1 现存主要问题

(1) 技术层面：核心技术与关键部件可靠性不足，部分高端技术依赖进口且兼容性差。我国电气工程及其自动化在水利领域的基础技术已成熟，但高端水利控制算法、核心芯片、精密水利传感器等关键部件可靠性欠缺，在水利潮湿、强腐蚀环境下易故障；部分高端技术被国外垄断，进口不仅增加成本，还存在技术卡脖子风险，且不同厂家水利设备与系统无统一标准，衔接不畅，影响整体运行效率。(2) 应用层面：部分水利企业技术升级滞后，传统水利机电设备与自动化系统融合困难、成本偏高。多数中小型水利机电企业受资金、理念限制，不愿升级电气自动化技术，且传统设备老化、接口不匹配，与新型自动化系统融合难度大、改造成本高，制约技术广泛应用。(3) 人才层面：复合型人才供给不足，能力与产业需求脱节，产学研协同不够。水利机电行业急需“电气+控制+信息技术+水利”复合型人才，但供给短缺，部分从业者技能单一，难以适配岗位要求；高校培养与企业实际脱节，产学研机制不完善，无法快速输送合格人才。

3.2 优化路径与对策

(1) 技术层面：加大核心技术研发投入，突破关键部件瓶颈，完善技术标准，提升兼容性。政府与水利企业应联动加大研发投入，聚焦高端芯片、精密水利传感器等关键领域，突破技术瓶颈，提升核心部件在水利复杂环境下的可靠性。同时，牵头制定统一的水利电气技术标准，规范设备接口与系统协议，推动不同厂家产品兼容互通，降低水利系统集成难度，提升整体技术应用水平。(2) 应用层面：推动水利企业技术改造，出台扶持政策，降低自动化升级成本，推广成熟应用案例。政府应出台水利专项扶持政策，通过补贴、税收减免等方式，降低水利企业自动化升级成本。同时，筛选水利行

业内成熟的应用案例，搭建交流平台，引导企业借鉴经验，加快传统水利机电设备改造，推动自动化系统与水利生产流程深度融合，提升企业应用意愿与能力。(3) 人才层面：优化人才培养模式，强化产学研协同，搭建水利实践平台，补齐人才短板。高校应优化课程体系，增设水利相关跨学科课程，强化实践教学环节；水利企业与高校、科研院所建立深度合作，共建水利实训基地，开展订单式培养，实现人才培养与水利岗位需求精准对接，同时加强在岗人员培训，提升现有人才的综合能力，缓解复合型人才短缺问题。

结束语

综上所述，电气工程及其自动化为水利机电工程系列发展注入了强大动能，在技术升级、产业赋能、实践应用及人才培养等方面发挥着不可替代的作用。尽管当前其应用仍面临技术、应用、人才等层面的瓶颈，但通过加大核心技术研发、推动企业技术改造、优化人才培养模式等举措，可有效破解难题。未来，随着技术的持续迭代与融合，电气工程及其自动化将进一步推动水利机电工程向智能化、绿色化、一体化发展，为水利事业高质量发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 崔云龙. 浅谈电气及自动化在机电工程中的应用[J]. 百科论坛电子杂志, 2020, (6): 93-94.
- [2] 黄剑. 电气工程及其自动化的智能化技术应用与发展[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(09): 114-116.
- [3] 苏马, 成福明. 电气工程自动化中智能化技术的应用研究[J]. 光源与照明, 2024, (4): 177-179.
- [4] 马世银, 王晓, 马龙山, 等. 电气工程及其自动化的智能化技术分析[J]. 中国金属通报, 2024, (1): 132-134.
- [5] 邓兴彦, 季亚枫. 电力系统电气工程自动化的智能化应用分析[J]. 产品可靠性报告, 2023, (12): 114-116.