

水电站电气一次设备智能化选型系统的开发与应用

林黄禹

中电（福建）电力开发有限公司 福建 南平 353000

摘要：在全球能源结构向清洁低碳转型的背景下，水电站作为可再生能源的核心组成，其智能化水平已成为衡量能源系统现代化的关键指标。本文聚焦水电站电气一次设备智能化选型系统的开发与应用。阐述了该系统开发的重要意义，包括提高选型准确性、提升工作效率、降低成本及促进水电站智能化建设。介绍了系统开发所运用的关键技术，如大数据技术、人工智能算法和物联网技术。详细说明了系统开发流程，涵盖需求分析、系统设计、开发实现、测试验证及部署应用阶段。最后分析了系统应用带来的多方面效益，如提升技术可靠性、优化经济性、提高管理效率、强化安全风险防控以及推动行业技术升级。

关键词：水电站电气；一次设备智能化；选型系统；开发；应用

引言：随着水电行业的不断发展，水电站电气一次设备的选型工作愈发关键，传统选型方式在准确性、效率等方面逐渐难以满足需求。在智能化浪潮的推动下，水电站电气一次设备智能化选型系统的开发成为必然趋势。该系统融合先进技术，旨在实现设备选型的科学化、智能化。通过智能化选型，不仅能提升水电站运行的稳定性和经济性，还能顺应行业智能化发展趋势，增强水电站在市场中的竞争力。并将深入探讨该系统的开发意义、关键技术、开发流程及应用效益，为水电站设备选型提供新的思路与方法。

1 水电站电气一次设备智能化选型系统开发的意义

1.1 提高选型准确性

传统设备选型依赖人工经验，易受主观因素和信息不全面影响，导致选型与实际工况匹配度低。智能化选型系统整合历史数据、设备参数、工况要求等多维度信息，通过算法模型精准分析设备性能与工况的适配性，减少人为误差。同时，系统可实时更新设备技术参数和行业标准，确保选型依据的时效性和科学性，显著提升选型结果与水电站运行需求的契合度，为设备稳定运行奠定基础。

1.2 提升工作效率

传统选型需人工搜集资料、对比参数、反复核算，流程繁琐且耗时较长。智能化系统通过自动化数据采集、智能匹配算法和可视化决策界面，将原本需数天的选型流程缩短至数小时。工作人员只需输入工况参数，系统即可快速生成选型方案并提供对比分析，大幅减少人工操作量。此外，系统支持多方案并行计算，加快方案优化速度，有效提升选型工作的整体效率，为水电站建设和设备更新节省时间成本。

1.3 降低成本

智能化选型系统通过精准匹配设备与工况，避免因选型不当导致的设备闲置、过度采购或后期改造费用。

系统依托大数据分析历史采购和运行成本数据，可推荐性价比最优的设备方案，在满足技术要求的前提下降低初期采购成本。同时，通过优化设备选型减少运行能耗和维护成本，实现全生命周期成本管控。此外，自动化选型流程减少人工投入，间接降低人力成本，综合提升水电站的经济收益。

1.4 促进水电站智能化建设

电气一次设备是水电站智能化运行的基础，其选型的智能化是电站整体智能化的重要环节。该系统通过与水电站其他智能系统的数据交互，实现设备信息的实时共享和联动控制，为构建“设备-系统-决策”的智能闭环提供支撑。同时，系统开发过程中积累的设备数据和选型模型，可反哺电站智能化管理体系，推动设备运维、调度决策等环节的智能化升级，加速水电站向数字化、智能化转型的进程^[1]。

2 水电站电气一次设备智能化选型系统关键技术

2.1 大数据技术

大数据技术为系统提供了强大的数据处理支撑。系统通过采集水电站历史设备选型数据、设备运行参数、工况环境数据、行业标准规范等海量信息，构建起全面的数据库。借助数据清洗、整合与挖掘技术，系统能从复杂数据中提取设备选型的关键影响因素，如设备可靠性与工况的关联规律、不同厂家设备的性能差异等，为选型决策提供数据依据，确保选型方案贴合实际需求，同时为系统的持续优化提供数据基础。

2.2 人工智能算法

人工智能算法是系统实现智能化选型的核心。系统采用机器学习、深度学习等算法，对历史选型案例和设备性能数据进行训练，构建智能选型模型。该模型可根据输入的水电站工况参数、负荷需求等信息，自动匹配最优设备类型、规格及厂家。同时，算法具备自学习能力，能在实际应用中不断优化选型逻辑，适应不同水电

站的个性化需求，减少人工干预，提升选型的智能化水平和决策效率。

2.3 物联网技术

物联网技术实现了设备信息的实时交互与感知。系统通过在电气一次设备及水电站现场部署传感器，实时采集设备运行状态、环境参数等数据，并将其传输至系统平台。这使得系统在选型过程中能获取设备的实时性能数据，结合历史数据进行综合分析，确保选型方案与设备实际运行状态相匹配。同时，物联网技术为系统后期的设备运维管理提供了数据支持，促进选型与运维的协同优化^[2]。

3 水电站电气一次设备智能化选型系统的开发流程

3.1 需求分析阶段

该阶段是系统开发的基础，需全面梳理水电站电气一次设备选型的实际需求。开发团队通过实地调研、与水电站运维人员、技术专家及设备厂家座谈等方式，收集设备选型的业务流程、技术标准、数据来源及用户操作习惯等信息。重点分析传统选型方式中存在的痛点，如数据整合困难、选型逻辑复杂、多部门协同效率低等，并明确系统需实现的核心功能，如智能匹配算法、数据可视化展示、多用户权限管理等。同时，结合行业规范和水电站未来发展规划，确定系统的性能指标，如响应速度、数据存储容量、兼容性要求等，最终形成详细的需求规格说明书，为后续开发提供明确指引。

3.2 系统设计阶段

基于需求分析结果，进行系统的整体架构和详细设计。在架构设计上，采用分层架构模式，将系统划分为数据层、业务逻辑层和表现层：数据层负责对接水电站现有数据库、设备厂商数据接口及物联网传感器数据，确保数据的高效存储与访问；业务逻辑层封装智能选型算法、数据处理规则及业务流程控制逻辑，是系统的核心功能模块；表现层设计用户交互界面，注重操作便捷性和视觉直观性，支持 PC 端和移动终端访问。在详细设计中，明确各模块的功能边界、数据交互方式及接口规范，如设备参数数据库的字段定义、选型结果输出格式等。同时，进行数据库设计，规划数据表结构、索引及关联关系，确保数据存储的规范性和查询效率。

3.3 开发实现阶段

依据系统设计文档，采用合适的技术栈进行代码编写和功能实现。开发团队根据模块分工，运用 Java、Python 等编程语言，结合大数据处理框架（如 Hadoop）、人工智能开发库（如 TensorFlow）及 Web 开发技术（如 Vue.js），逐一实现各功能模块。数据层通过开发数据接口，完成与水电站历史数据库、物联网平台及外部数据来源的对接，实现设备参数、工况数据、选型案例等信息的自动化采集与清洗；业务逻辑层基于设计的智能选型模

型，编写算法代码，实现设备参数匹配、性能评估、方案优化等核心功能，并通过 API 接口与其他模块联动；表现层开发用户界面，实现数据查询、选型参数输入、结果展示、报表生成等交互功能，确保界面响应流畅、操作简便。开发过程中采用版本控制工具（如 Git）进行代码管理，通过每日构建和单元测试及时发现并修复代码缺陷，保证开发质量与进度。

3.4 测试验证阶段

为确保系统满足设计要求和实际应用需求，需进行多维度的测试验证。首先进行单元测试，对各功能模块的独立功能进行验证，检查代码逻辑的正确性，如智能选型算法的计算精度、数据接口的稳定性等。其次开展集成测试，测试模块间的接口调用和数据交互是否顺畅，验证系统整体业务流程的完整性，如从参数输入到选型结果生成的全流程是否无卡顿、数据传递是否准确。随后进行系统测试，模拟实际运行环境，检验系统的性能指标，如并发用户访问时的响应速度、大数据量处理能力、与其他系统的兼容性等。同时，邀请水电站技术人员参与用户验收测试，通过模拟真实选型场景，评估系统的操作便捷性、功能实用性及结果可靠性，收集用户反馈意见并进行针对性优化。

3.5 部署应用阶段

完成测试验证后，进入系统的部署与应用阶段。首先根据水电站的硬件环境和网络架构，制定部署方案：在服务器端安装系统运行所需的数据库软件、应用服务器及中间件，配置网络参数确保数据传输安全；在用户终端进行客户端安装或网页端访问配置，完成用户权限分配和初始数据导入。部署过程中，进行数据迁移工作，将历史选型数据、设备参数信息等准确导入新系统，并与水电站现有管理系统（如 ERP、设备运维系统）进行对接，实现数据共享。系统上线后，组织操作人员进行培训，使其掌握系统的功能操作和日常维护方法。同时，安排技术团队提供为期一定周期的运维支持，实时监控系统运行状态，及时解决应用中出现的问题，根据用户反馈和业务需求变化进行系统迭代优化，确保系统持续稳定运行，充分发挥其应用价值^[3]。

4 水电站电气一次设备智能化选型系统的应用效益

4.1 技术可靠性提升

系统通过深度整合水电站长期积累的设备运行历史数据与实时采集的工况监测信息，构建起覆盖设备性能、环境参数、运行负荷等多维度的评估模型，让设备选型决策彻底摆脱对人工经验的过度依赖，转向科学的数据驱动模式。在设备参数与工况匹配过程中，系统能够精准计算各项指标的适配程度，有效避免因参数偏差导致的“小马拉大车”或“大材小用”等问题，确保所选设备在设计寿命周期内稳定发挥性能。同时，借助

人工智能算法对设备全生命周期数据的持续分析,可提前发现潜在的性能衰减趋势,为选型提供更具前瞻性的可靠性佐证。

4.2 经济性优化

系统从设备选型的全流程入手,实现了经济性的多维度优化。在采购环节,通过智能算法对不同厂家设备的性能参数、维护需求、使用寿命等进行综合比对,筛选出性价比最优的方案,避免因信息不对称导致的盲目采购或过度投入。在设备运行阶段,由于选型方案与实际工况的高度适配,减少了因设备性能冗余或不足造成的能源浪费,降低了长期运行能耗。在维护环节,系统基于设备特性和运行数据制定精准的维护计划,避免了不必要的维护作业,减少了人力和物料消耗。此外,自动化的选型流程大幅缩短了选型周期,减少了人工参与的时间成本,同时降低了因人工失误导致的返工成本。

4.3 管理效率提升

系统通过数字化手段重构了设备选型的管理流程,显著提升了管理效率。在跨部门协作方面,系统构建了统一的信息共享平台,选型需求的提出、参数审核、方案审批等环节均在线上完成,避免了传统模式中纸质文件传递、信息反复核对等繁琐流程,实现了各部门之间的高效协同。在标准化管理方面,系统内置了涵盖各类电气一次设备的选型模板,明确了不同设备的选型指标、流程节点和责任分工,减少了因人员经验差异或操作不规范导致的流程偏差,确保选型工作的一致性和规范性。

4.4 安全风险防控强化

系统通过智能化手段构建了全方位的安全风险防控体系,显著提升了风险防控能力。在风险预判环节,系统结合设备参数与运行环境的动态数据,如变压器选型时综合分析环境温度、湿度变化对绝缘性能的影响,提前识别可能存在的过热、短路等安全隐患,为风险干预争取了时间。在风险追溯环节,系统完整记录了设备从选型、采购到运维的全生命周期数据,形成了可追溯

的安全档案,一旦发生安全事故,能够快速定位问题根源,避免同类事故重复发生。在应急准备环节,系统支持模拟地震、洪水等极端工况下的设备运行状态,评估设备的抗风险能力,为制定针对性的应急预案提供了科学依据。

4.5 行业技术升级推动

该系统的成功应用为水电站行业的技术升级提供了强有力的推动。在技术标准层面,系统积累的海量设备选型数据和实践案例,为行业制定智能化选型的技术规范和评价体系提供了坚实的实践基础,推动行业选型标准从传统的经验型向数据驱动型转变。在技术推广层面,系统中大数据、人工智能、物联网等技术的融合应用模式,为其他电力设备领域的智能化改造提供了可复制的参考范例,带动了整个电力行业的技术创新。在产业链升级层面,系统对智能化设备的需求引导设备生产厂商加大研发投入,推动设备产品向更智能、更可靠的方向发展,形成了“市场需求—技术研发—应用反馈”的良性循环^[4]。

结束语

综上所述,水电站电气一次设备智能化选型系统的开发与应用,是顺应行业智能化转型的关键举措。其通过整合先进技术,在提升选型准确性、效率及经济性的同时,强化了安全防控与管理水平,更推动了行业技术升级。该系统的实践不仅为水电站设备选型提供了智能化范式,也为能源领域数字化发展积累了宝贵经验。

参考文献

- [1]刘志欣.水电站电气一次设备智能化技术研究[J].数码世界,2020,(2):261-262
- [2]吴义斌.水电站电气一次设备智能化技术研究[J].电力设备管理,2019,31(04):166-167.
- [3]芦海.水电站电气一次设备智能化技术研究[J].经济与社会发展研究,2019(1):193-192.
- [4]薛虎军.水电站电气一次设备智能化技术[J].消费导刊,2020,(1):205-225.