

官山水利枢纽控制中心自动化 调控系统设计研究

陆展堂

(广东省佛山市樵桑联围南海区水利所, 广东 佛山 528000)

摘要 本研究针对佛山市官山水利枢纽控制中心现有系统存在的不足, 提出了一套全面的升级改造方案, 包括大屏显示系统的更新、控制中心环境的优化改造以及自动化调控系统的实施与评估。通过对系统设计要求的分析、硬件和软件的精心选择与配置, 以及系统实施效果的综合评估, 旨在为类似水利枢纽控制中心的自动化改造提供有益的参考。

关键词 官山水利枢纽; 控制中心; 自动化调控系统

中图分类号: TV6

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)06-0031-03

官山水利枢纽作为佛山市最大的防洪排涝水利设施, 担负着重要的防洪、排涝、蓄水灌溉、通航和引水改善环境等功能。为提高其运行效率和响应能力, 本项目对其控制中心进行了自动化调控系统的升级改造。改造项目包括大屏显示系统的设计与实施、控制中心装饰装修改造设计, 以及自动化调控系统的实施与评估。通过对该项目的升级改造进行分析和综合评估, 可为同类型项目升级改造提供具体参考。

1 工程概况

官山水利枢纽位于樵桑联围西樵镇官山段, 外江为北江下游干流顺德水道, 内涌为樵桑联围内官山涌, 由官山水闸、官山大泵站和扩建站组成, 是具有防洪、排涝、蓄水灌溉、通航、引水改善环境等功能的大(2)型水利工程。官山水利枢纽目前总装机容量为 11 600 kW, 设计排涝流量近 160 m³/s, 与联围内白坭站、大岸新站、大岸扩站、新田站、金岗站、建设站等一起, 担负着联围内总集雨面积为 239 km² 的排涝任务。随着扩建站的建成投产, 官山水利枢纽已成为佛山市最大的防洪排涝水利设施, 其发挥的社会效益日趋显著, 对地区的社会经济发展发挥了巨大的作用。

官山水船闸(中型)位于西樵镇官山涌出口处, 外江为北江下游干流顺德水道, 是樵桑联围上最重要的水工建筑物。闸内捍卫范围包括南海区西樵镇、丹灶镇和三水区白坭镇、金本镇等。船闸按 V 级船闸尺度要求, 设计最大通航过闸船舶为 300 吨, 水闸最大过闸流量 276 m³/s, 设计洪水位采用 100 年一遇。

官山大泵站(大(2)型)及扩建站(大(2)型)位于樵桑联围官山涌出口处, 外江为北江下游干流顺

德水道, 是樵桑联围最重要的一级排涝泵站, 设计排涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨一天排完。官山大泵站(旧站)总装机容量 6 400 kW, 装 4 台 2.8CJ-70 轴流水泵, 设计总排涝流量 98.5 m³/s。官山泵站(扩建站)总装机容量 5 200 kW, 装 2 台 Φ 2900ZLQ32-5 型立式轴流泵, 设计流量 61.23 m³/s。

2 控制中心大屏改造设计

2.1 大屏显示系统设计要求

在官山水利枢纽控制中心的升级改造中, 大屏显示系统的设计和实现成为项目的关键组成部分。这一系统不仅是信息展示的平台, 更是实现水利枢纽自动化调控的核心。为了满足控制中心对实时监控和决策支持的需求, 大屏显示系统的设计需要考虑多个方面。高分辨率与清晰度至关重要, 它保证了复杂水文数据和图形的清晰展现, 使操作人员能够迅速准确地把握水利枢纽的运行状态。实时性是系统设计的另一大要求, 系统必须能够及时反映水利枢纽的最新运行状况, 如水位变化、流量调整和泵站运行状态, 以便操作人员做出快速反应^[1]。

鉴于水利枢纽的重要性, 稳定性与可靠性成为设计中不可或缺的一部分。系统需要能够在各种环境条件下稳定运行, 一旦发生故障, 应具备自检和快速恢复的能力, 以最小化对运行的影响。用户交互设计也非常关键, 一个友好的用户界面和便捷的操作流程可以大幅提升工作效率。最后, 随着技术的不断发展, 系统的易于维护与升级也显得尤为重要, 这不仅关乎系统的长期稳定运行, 也关乎未来功能扩展的可能性^[2]。

总之, 官山水利枢纽控制中心大屏显示系统的设

计旨在通过综合考虑以上要求，建立一个高效、可靠、易用且可持续发展的系统，以支撑水利枢纽自动化调控的核心任务，确保水资源的合理调度和利用，进而服务于更广泛的社会经济活动。

2.2 硬件选择与配置方案

显示屏采用小间距LED屏，具有超窄边框、高清晰度、高亮度和高色域，满足了高分辨率与清晰度的要求。

控制器选择了具备多路HDMI输入、拼接控制一体机的高性能LED控制器，确保了信号的实时处理和稳定输出。

电源系统考虑到系统的稳定性与可靠性，我们设计了专门的配电系统，包括自动空气开关、熔断器、稳压保护等，以保障供电的稳定与安全。

交换机与服务器采用高性能的网络交换机和服务器，保证数据传输的高速度和安全性^[3]。

2.3 软件系统设计与实现

数据处理模块负责实时收集和来自水利枢纽的各种监测数据，以便于数据的准确展示。

显示控制模块负责大屏的内容显示，包括数据可视化、界面布局、用户交互等。

安全与维护模块提供系统日志、故障诊断、远程维护等功能，确保系统的稳定运行。

2.4 大屏系统的集成与测试

在硬件和软件系统都就绪后，我们进行了系统的集成和测试工作。按照设计图纸和技术规范，将硬件设备安装到位并进行连接。安装操作系统和应用软件，进行系统配置和优化。进行了一系列的功能测试、压力测试和稳定性测试，确保系统满足设计要求，并能在各种条件下稳定运行^[4]。

通过上述设计与实现过程，官山水利枢纽控制中心的大屏显示系统得以成功建立，为水利枢纽的自动化调控提供了有力的技术支持。

3 控制中心装饰装修改造设计

3.1 装饰装修改造的设计理念

在官山水利枢纽控制中心的装饰装修改造设计中，我们采纳了“功能性与美观性相结合”的设计理念。这不仅意味着重视控制中心的操作功能性，也强调为操作人员提供一个舒适、美观、提高工作效率的环境。通过使用现代化的设计风格和技术，我们旨在创建一个既能体现高科技感，也符合人体工程学的工作空间^[5]。

3.2 空间布局与功能分区优化

为了提高控制中心的工作效率和操作便捷性，空间布局和功能分区进行了精心的规划和优化。空间被

划分为多个功能区，包括主控制区、数据监控区、会议讨论区以及休息区。每个区域都根据其功能需求进行特定的设计，以满足不同工作场景的需求。

1. 主控制区：作为控制中心的核心，配备了大屏显示系统和操作台，便于实时监控和快速响应。

2. 数据监控区：配置多个工作站，用于数据分析和处理，支持复杂的数据操作任务。

3. 会议讨论区：提供一个开放的交流空间，方便团队讨论和信息共享。

4. 休息区：为操作人员提供一个舒适的休息环境，有利于缓解工作压力，提高工作效率^[6]。

3.3 照明与视觉效果设计

考虑到照明对于操作人员视觉舒适度和工作效率的影响，控制中心的照明设计采用了多层次、多模式的照明方案。通过使用LED灯具和智能照明系统，可以根据不同的时间和场景自动调整照明强度和色温，既节能又保证了最佳的视觉效果。同时，通过墙面和天花板的装饰设计，营造出温馨而不失专业的工作氛围。

3.4 环境舒适度与人机工程学设计

环境舒适度和人机工程学是控制中心设计中不可或缺的部分。通过采用符合人体工程学原理的家具设计，如可调节高度的工作台和椅子，减少长时间工作带来的身体疲劳。空气质量管理系统确保室内空气新鲜，同时，通过使用隔音材料，减少噪声对操作人员的影响，创造一个静谧的工作环境。

通过上述设计和改造，官山水利枢纽控制中心的装饰装修改造不仅提升了工作效率和操作便捷性，也为操作人员提供了一个高效、舒适、美观的工作环境。

4 自动化调控系统实施与评估

4.1 系统实施计划

实施官山水利枢纽自动化调控系统是一个复杂且具有挑战性的工程。实施计划主要包括以下几个关键步骤：项目启动、需求分析、系统设计、系统开发、装配和部署、系统测试、培训和转交。项目管理团队采用了敏捷的方法论，确保项目的灵活性和适应性，以便快速响应项目需求的变化。项目实施的每一个阶段都经过了严格的质量控制和风险管理，以确保项目按计划顺利进行。

4.2 系统调试与优化策略

在系统部署完成后，进行了一系列的系统调试和优化工作，以确保系统能够高效稳定地运行。调试过程中，通过模拟各种运行场景，识别并解决了系统中存在的问题。优化策略包括但不限于性能调优、数据

流优化、界面友好性改进等。此外，通过设置合理的阈值和参数，进一步提高了系统的响应速度和准确性。

4.3 系统运行效能评估

为了全面评估自动化调控系统的运行效能，我们从系统响应时间、控制精度和稳定性、用户满意度三个维度进行了综合评估。

4.3.1 系统响应时间

系统响应时间是衡量自动化调控系统性能的重要指标之一。通过对各个子系统的响应时间进行测试，结果表明（表 1），无论是水位监控、流量控制、泵站管理，还是安全报警和视频监控，系统都能迅速响应控制指令，有效地满足了快速响应的需求。这不仅证实了系统设计和实施的成功，也为控制中心在处理各种操作和紧急情况提供了坚实的技术保障。

表 1 自动化调控系统各个子系统响应时间的测试结果

子系统	预定响应时间 (ms)	实测响应时间 (ms)
水位监控	1 000	800
流量控制	1 200	1 000
泵站管理	1 500	1 200
安全报警	800	500
视频监控	600	400

4.3.2 控制精度和稳定性

控制精度和稳定性是评价自动化调控系统质量的重要指标。根据表 2 可知，通过长期运行和监测，系统显示出了高度的稳定性，控制指令执行的精度高，误差率极低。这些结果说明无论是水位监控、流量控制、泵站管理，还是安全报警和视频监控，系统都展现出了高度的控制精度和稳定性。这不仅确保了水利枢纽的有效管理和运行，也为系统的长期可靠性提供了有力的证据。

表 2 自动化调控系统各个子系统的控制精度和长期稳定性

子系统	目标控制精度	实测控制精度	长期稳定性评价
水位监控	±0.5%	±0.3%	优秀
流量控制	±1%	±0.8%	优秀
泵站管理	±1%	±0.9%	良好
安全报警	即时	即时	优秀
视频监控	即时	即时	优秀

4.3.3 用户满意度调查

用户满意度是衡量系统实施效果的直观指标。通

通过对操作人员进行问卷调查和访谈，收集了他们对系统的使用感受和改进建议。调查结果显示，大多数用户对系统的操作便利性、功能完整性和运行稳定性表示满意。同时，用户的反馈也为系统后续的改进和优化提供了宝贵的意见。（见表 3）

表 3 自动化调控系统用户满意度调查

评价项目	满意度评分 (1~5)	参与评价的用户数	建议改进次数
操作便利性	4.5	50	5
功能完整性	4.7	50	3
运行稳定性	4.8	50	2
用户界面友好性	4.2	50	8
响应速度	4.6	50	4

表 3 的数据表明，大多数用户对系统的操作便利性、功能完整性和运行稳定性表示高度满意，平均满意度评分在 4.2~4.8 分之间。特别是运行稳定性获得了最高的评分，反映了系统在实际运行中的良好表现。虽然用户界面友好性的评分略低，且建议改进次数相对较多，但为系统的进一步优化提供了方向。

5 结束语

本研究通过对官山水利枢纽控制中心自动化调控系统的设计、实施和评估的全面分析，展示了现代化水利控制系统在提高水利枢纽运行效率和管理水平方面的重要作用。大屏显示系统的成功升级改造和控制中心环境的优化，不仅提升了操作人员的工作效率，也提高了系统的运行稳定性和响应速度，从而增强了官山水利枢纽在防洪排涝和水资源调度中的能力。通过系统实施后的评估，用户对系统的满意度高，进一步验证了改造方案的有效性和可行性。

参考文献:

- [1] 张凯. 液压支架自动化后人工调控策略推荐系统[J]. 山西焦煤科技, 2024, 48(02): 33-36, 41.
- [2] 张宇. 基于调控一体自动化系统的变电站电气设备故障诊断技术[J]. 科学技术创新, 2022(33): 88-91.
- [3] 李想. 鸡西电网调控自动化系统平台设计[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2022.
- [4] 孔庆香, 卿子龙. 企业电网智慧型调控自动化系统的探讨[J]. 工业控制计算机, 2021, 34(12): 6-7.
- [5] 杭慧琳, 王飞. 配网自动化系统在电力调控一体化中的应用探究[J]. 中国设备工程, 2021(19): 106-108.
- [6] 王黎明, 陈诚, 王昊炜. 基于跟踪优化的电力设备自动化调控系统设计[J]. 电子设计工程, 2021, 29(15): 137-141.