

物联网驱动下的智慧医院建筑配电系统设计与实现

陈锦涛 王帅超 陈海涛
河南中医药大学第一附属医院 河南 郑州 450000

摘要：文章围绕物联网驱动下的智慧医院建筑配电系统展开研究。通过构建感知层、网络层、平台层与应用层的技术架构，解析核心功能模块及应用场景。针对设备兼容、数据安全、网络稳定等实施挑战，提出对应解决策略。同时展望其与人工智能融合、能源优化、标准化建设等趋势，为智慧医院配电系统建设提供理论与实践指引，推动医院配电系统向智能化、高效化、安全化方向发展。

关键词：物联网；智慧医院；配电系统；技术架构；功能模块；深化应用

引言：在医疗行业蓬勃发展与信息化深度渗透的时代背景下，智慧医院建设成为医疗领域转型升级的核心方向。配电系统作为维系医院正常运转的关键基础设施，其运行状态直接影响医疗服务质量与患者安危。然而传统医院配电系统存在自动化水平低、能耗管理粗放、故障响应迟缓等问题，无法满足智慧医院对供电高效、安全、节能的需求。物联网技术的出现为配电系统升级提供了新路径，但其与医院配电系统的深度融合仍面临诸多挑战。本文将从技术架构、功能实现、挑战应对及发展趋势等方面，对智慧医院配电系统展开全面研究。

1 智慧医院配电系统的物联网技术架构设计

1.1 感知层设计

感知层是智慧医院配电系统获取数据的基础，主要由各类传感器和智能终端设备组成。①在配电系统中，电流传感器、电压传感器、温度传感器、湿度传感器等被广泛应用。电流和电压传感器实时监测线路中的电流、电压参数，为电力监控和故障诊断提供数据支持；温度传感器安装在变压器、断路器等关键设备上，监测设备运行温度，预防因过热引发的故障；湿度传感器则用于监测配电室的环境湿度，避免因湿度过高导致设备受潮损坏。②智能电表作为重要的感知终端，能够精确计量各科室、各区域的用电量，为能耗管理提供详细数据。这些传感器和智能终端设备通过有线或无线通信方式，将采集到的数据实时传输至网络层。

1.2 网络层设计

网络层负责实现感知层数据的可靠传输，以及控制指令的下达。在智慧医院配电系统中，可采用多种网络通信技术。对于距离较近、数据传输要求较高的设备，如同一配电室的传感器，可采用以太网等有线网络进行连接，确保数据传输的稳定性和实时性。对于分布范围广、布线困难的设备，如户外配电箱的传感器，则可选

用无线通信技术，如ZigBee、LoRa、NB-IoT等。ZigBee技术具有低功耗、自组网能力强的特点，适合在医院内部小范围设备间的数据传输；LoRa和NB-IoT技术则具有远距离传输、低功耗的优势，能够满足医院大面积区域设备的数据通信需求^[1]。同时为保障网络安全，需在网络层部署防火墙、入侵检测系统等安全防护设备，防止非法入侵和数据泄露。

1.3 平台层设计

平台层是智慧医院配电系统的核心，承担着数据处理、存储和分析的重要任务。该平台采用云计算技术构建，具有强大的计算和存储能力，能够对感知层采集的海量数据进行实时处理。通过数据清洗、转换和集成等操作，将原始数据转化为有价值的信息。利用大数据分析技术，对电力运行数据、能耗数据等进行深度挖掘，分析用电规律、设备运行状态和潜在故障风险。平台层还提供统一的接口，实现与医院其他信息系统，如HIS（医院信息系统）、EMS（能源管理系统）的对接，实现数据共享和业务协同^[2]。此外，基于平台层的数据资源，开发各类应用服务，为应用层提供支持。

1.4 应用层设计

应用层是用户与智慧医院配电系统交互的界面，根据不同用户的需求，提供多样化的功能服务。①对于电力管理人员，应用层提供实时电力监控、故障报警与处理、设备维护管理等功能，方便管理人员及时掌握配电系统运行状态，快速处理故障和安排设备维护；②对于医院后勤管理人员，应用层提供能耗统计分析、节能优化建议等功能，帮助其了解医院用电情况，制定节能措施，降低运营成本；③对于医院领导，应用层提供综合报表和决策支持功能，通过可视化的图表展示医院配电系统的整体运行情况和关键指标，为医院的能源管理和发展规划提供决策依据。

2 核心功能模块与物联网应用场景

2.1 电力监控模块

电力监控模块是智慧医院配电系统的关键功能之一。通过物联网技术,实现对医院配电系统中高低压配电柜、变压器、发电机等设备的实时监测。在配电柜中,安装智能监测装置,实时采集电流、电压、功率因数、频率等电力参数,并通过网络层传输至平台层进行分析处理。当监测到电力参数异常时,如电压过高或过低、电流过载等,系统立即发出报警信息,通知电力管理人员及时处理。同时利用物联网设备的远程控制功能,管理人员可在监控中心远程控制断路器的分合闸操作,实现对电力系统的远程调度和管理,提高电力供应的可靠性和灵活性。

2.2 能耗管理模块

能耗管理模块基于物联网采集的详细用电数据,对医院各科室、各区域的能耗进行全面管理。通过智能电表实时计量不同区域的用电量,并结合时间、科室等维度进行分类统计分析。平台层利用大数据分析技术,挖掘用电规律,发现能耗异常点。例如,通过分析发现某科室在非工作时间用电量过高,可能存在设备未及时关闭的情况,系统自动生成节能建议并推送至相关科室负责人^[3]。此外能耗管理模块还能对医院整体能耗进行预测,为能源采购和成本控制提供参考,帮助医院实现节能减排目标。

2.3 故障预警与诊断模块

故障预警与诊断模块利用物联网采集的设备运行数据 and 环境数据,结合机器学习算法,对配电设备的故障进行预测和诊断。通过对设备历史运行数据的学习,建立设备故障模型,当设备运行参数偏离正常范围或出现异常趋势时,系统提前发出故障预警信息,提示管理人员进行设备检查和维护,避免故障发生。当故障发生时,系统根据故障特征数据,快速定位故障点,并提供故障原因分析和解决方案,帮助维修人员快速排除故障,缩短停电时间,减少对医院正常医疗活动的影响。

2.4 物联网应用场景

在手术室场景中,通过物联网传感器实时监测手术室的电力供应稳定性,一旦出现电压波动、频率异常等情况,系统立即发出警报,保障手术设备的正常运行和手术安全。在住院部,利用物联网技术实现对病房用电设备的智能控制,如根据房间是否有人自动控制照明和空调的开关,达到节能目的;同时,监测病房用电设备的运行状态,及时发现设备故障,保障患者的用电安全^[4]。在医院的大型医疗设备区域,如CT室、MRI室,对为这些

设备供电的专用配电线路进行重点监测,确保设备的稳定供电,避免因电力问题影响设备正常使用和诊断结果准确性。

3 系统实施中的关键挑战与解决方案

3.1 设备兼容性挑战与解决方案

智慧医院配电系统涉及众多不同厂商、不同型号的设备,设备之间的通信协议和接口标准不统一,导致设备兼容性差,数据交互困难。为解决这一问题,可采用标准化通信协议,如Modbus、IEC 61850等,作为设备间数据通信的统一标准。对于不支持标准协议的老旧设备,可通过加装协议转换模块,实现设备与系统的互联互通^[5]。同时在设备采购阶段,优先选择符合标准接口和协议的设备,从源头上保障设备的兼容性。另外建立设备管理数据库,记录设备的型号、参数、通信协议等信息,方便系统集成和维护。

3.2 数据安全挑战与解决方案

随着物联网技术的应用,智慧医院配电系统产生和传输大量的数据,数据安全问题至关重要。数据在采集、传输、存储和处理过程中,面临着被窃取、篡改、破坏的风险。为保障数据安全,在数据采集环节,对传感器采集的数据进行加密处理;在网络传输过程中,采用SSL/TLS等加密协议,防止数据被窃取和篡改;在数据存储方面,采用分布式存储技术,结合数据备份和恢复策略,确保数据的完整性和可用性。并且建立完善的用户权限管理体系,根据用户角色和职责分配不同的操作权限,防止非法用户访问和操作数据。定期对系统进行安全评估和漏洞扫描,及时发现和修复安全隐患。

3.3 网络稳定性挑战与解决方案

智慧医院配电系统依赖网络进行数据传输和指令下达,网络不稳定会导致数据丢失、延迟,影响系统正常运行。为提高网络稳定性,可采用多种网络冗余技术。在有线网络方面,采用双链路冗余设计,当一条链路出现故障时,自动切换到另一条链路,保障数据传输不间断;在无线网络方面,建立多个无线接入点,实现信号覆盖的无缝切换。同时优化网络拓扑结构,合理分配网络带宽,避免网络拥塞^[6]。加强网络设备的管理和维护,定期检查网络设备的运行状态,及时更换老化设备,确保网络稳定可靠。

4 未来趋势与智慧医院配电系统的深化应用

4.1 与人工智能技术深度融合

未来智慧医院配电系统将与人机智能技术深度融合,进一步提升系统的智能化水平。利用人工智能算法对配电系统的运行数据进行更精准的分析 and 预测,实现

故障的智能诊断和自愈控制。例如,通过深度学习算法对设备的运行状态进行实时评估,提前预测设备故障,并自动生成最优的维修方案;利用强化学习算法对电力调度进行优化,实现电力资源的智能分配,提高能源利用效率^[7]。同时人工智能技术还可应用于用户行为分析,根据医院不同科室、不同时间段的用电需求,自动调整配电系统的运行模式,实现节能降耗。

4.2 能源优化与绿色发展

随着全球对节能减排和可持续发展的重视,智慧医院配电系统将更加注重能源优化和绿色发展。①系统将加强对可再生能源,如太阳能、风能的接入和管理,实现医院能源供应的多元化。通过物联网技术实时监测可再生能源的发电情况和电网的负荷需求,智能调节可再生能源的并网比例,提高能源利用效率。②进一步优化能耗管理功能,结合大数据分析和人工智能技术,为医院制定更加科学、合理的节能方案,降低医院的碳排放和能源消耗,推动医院向绿色低碳方向发展。

4.3 标准化与规范化建设

为促进智慧医院配电系统的健康发展,标准化与规范化建设将成为未来的重要趋势。相关部门和行业组织将制定统一的技术标准和规范,涵盖设备接口、通信协议、数据格式、系统功能等方面,确保不同厂商的产品和系统能够相互兼容和协同工作^[8]。同时建立系统评估和认证体系,对智慧医院配电系统的性能、安全性、可靠性等进行评估和认证,提高系统的质量和可信度,推动行业的规范化发展。

4.4 与医院整体智能化的协同发展

智慧医院配电系统作为医院智能化建设的关键一环,未来将与多系统深度协同。通过与医疗设备管理系统数据互通,依据设备使用计划精准调配电力,保障设备稳定运行;与楼宇自动化系统联动,借助人员流量和环境数据,智能调控照明、空调用电,兼顾节能与环境舒适度。此外,与患者服务系统的协作,也将进一步优

化医院整体资源配置,推动医院智能化管理迈向高效、精准的新阶段。

结语

物联网驱动的智慧医院配电系统,以创新技术架构实现配电系统智能管理,在保障供电、节能降耗、故障预防等方面成效显著。尽管实施中存在设备兼容、数据安全等难题,但通过针对性策略可有效化解。未来,随着与人工智能深度融合、能源管理优化及标准化推进,该系统将与医院整体智能化协同发展,持续夯实智慧医院电力根基,驱动医疗行业朝着智能、高效、绿色的方向加速前行。

参考文献

- [1]于航.物联网技术在医疗设备精准化管理的应用研究.黑龙江省,齐齐哈尔医学院附属第二医院,2020-12-29.
- [2]王亚萍.面向5G的智慧医院网络安全系统设计[J].电脑编程技巧与维护,2022(02):56-58.
- [3]宋海军,李厚哲.物联网技术在某智慧医院的设计与应用[J].智能建筑电气技术,2021,15(02):16-18
- [4]邱启明,邱学文.高安全性远程诊断平台在互联网医疗上的应用探索[C]//重庆市大数据和人工智能产业协会.人工智能与经济工程发展学术研讨会论文集(二).武汉半边天医疗技术发展有限公司,2025:739-742.
- [5]陈冬焱,蒋荔,吴华雄,等.资源协同视角下紧密型城市医疗健康集团远程诊断项目成效分析[J].中国农村卫生事业管理,2024,44(09):622-626.
- [6]冯凯帝,蒿乐乐,李岩琪等.智能化辅助诊疗设备的研究及应用进展[J].中国医学装备,2024,21(02):184-188.
- [7]贺峰艳.大型医疗设备智能化应用及管理标准体系探究[J].中国设备工程,2023,(11):30-32..
- [8]何艾玲,鲁晓杰,陈书义等.大型医疗设备智能化应用及管理标准体系探究[J].中国医疗设备,2022,37(03):107-111.