

推进医院建筑数字化建设打造智慧医院能源管理

张莹婕

(中山大学附属第三医院粤东医院, 广东 梅州 514781)

摘要: 医院作为传统高耗能单位, 如何促进医院建筑能源节约历来是业界重点关注的一项内容。为探究医院这类具备特殊功能的建筑在能源管理工作上的提升路径, 本文首先对当前医院在“智慧医院”能源管理工作方面的现状进行了阐述, 同时结合医院建筑的特殊性, 对当前医院在能源管理方面尚存在的不足进行了说明, 发现医院自身的特殊性以及相关客观因素是造成能源管理工作有待提升的关键。在此基础上, 文章从建筑优化设计、信息系统优化设计、新技术应用等多个方面同时入手, 详细探讨了如何基于医院建筑数字化建设的理念和方法来打造“智慧医院”能源管理的举措, 以期为未来的医院能源管理工作提供更多理论支持。

关键词: 医院建筑; 数字化建设; 能源管理

中图分类号: R197.3; TP399

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.20.026

文献标识码: A

近年来, 随着我国医改进程的不断推进, 各地区的医院建设也处于快速发展时期, 而在医院建设过程中, 如何基于数字化和智能化推动医院建筑转型升级, 成为研究的重点, 其中较为重要的一环当属“智慧医院”能源管理部分。医院建筑能耗一直处于偏高的状态, 其能耗通常是一般公共建筑的1.6~2倍, 这就需要积极引入大数据、云计算和人工智能等尖端信息技术, 打造“智慧医院”能源管理新模式, 以推进节能环保目标的更好实现。

1 “智慧医院”能源管理工作的开展现状

近年国内一些医院对于数字化建设和能源管理等方面均较为重视, 并已经进行了相关方面的有效尝试。目前这些开展相关工作的医院通常通过建立智慧运维管理平台的方式进行相应的工作。通过这类智慧运维管理平台, 能源管理中的各个功能模块将实现数据级的无缝对接, 有效打破以往各部门在能源管理工作中存在的“信息孤岛”等问题, 实现对医院内各种高能耗设备的管理状态监测、设备巡检、设备维护和报表分析等功能, 实现对医院能源管理方面的全过程量化监管, 同时在提升医院节能降耗水平方面也发挥着重要的作用。

目前, 随着科学技术的进一步发展, 部分技术水平较为先进的医院已经对这些系统进行了智能化的升级改造, 依托于物联网、大数据和人工智能等相关技术, 对节能降耗进行了新的探索和尝试, 并取得了良好的运行效果^[1]。

2 “智慧医院”能源管理工作仍存在的难题

2.1 因客观因素限制导致能耗居高不下

由于医院服务需要全天候不间断运转, 因此在医院建筑内, 大部分设施均处于全天候不间断使用的状态, 特别是在诊疗空

间当中, 各种医疗器械的散热量较高, 且对于温度、湿度等环境因素的要求又存在较大的差异。为确保这些精密的医疗设备能够稳定运转, 医院一般为其设置专门的功能区, 并配备独立的空调系统, 这就导致医院内部的耗能设备数量进一步上升, 带来更高的能源消耗。除了电能上的消耗之外, 由于部分医疗设备的消毒净化需要引入高压蒸汽设备, 因此高压蒸汽能源消耗方面同样不容忽视^[2]。

2.2 因医疗环境特殊性带来的能源消耗

为确保医院内部始终保持优良的温度环境, 医院会采取全年开启空调设备的方式, 来调节各个科室空气中的温度、湿度等参数, 实现对其特殊和有效的控制, 特别是在无菌要求的手术室、ICU和无菌病房等科室, 其要求相对更高, 空调系统的造价和运行频次也相对更高, 但这同时带来了能源消耗水平的上涨, 而且无法通过降低医疗环境要求来进行调节。

另一方面, 以往医院工作人员的节能意识通常处于相对较低的水平, 在日常工作中也难免存在一些不利于能源节约的行为, 这同样是需要解决的一个问题^[3]。

2.3 水资源消耗方面的相关问题

由于医院建筑在功能上的特殊性, 因此在其日常工作中, 热水供应系统通常处于高负荷运转状态, 且近几年热水供应系统的能耗仍处于不断上升的态势, 据相关资料表明, 热水供应系统能耗在总能耗中占比达到25%左右。从实际情况来看, 为满足医院各科室对卫生热水供应的需求, 其水温一般维持在60℃。但由于大多数医院均采用集中热水供应模式, 因此浪费现象仍然较为突出, 如热水配水装置运转完成后, 装置内的热水温度无法在短时间内达到既定标准, 因此操作人员往往通过放掉部分冷水的方式使之尽快达到预期要求, 而这部分冷水则称之为“无效冷水”, 造成了水资源的无端消耗^[4]。

3 如何基于医院建筑数字化建设打造“智慧医院”能源管理

3.1 对医院建筑设计方面进行优化

为确保医院建筑设计效果能够更好地契合“数字化”和“智慧化”的目标，引入信息技术对医院建筑设计进行优化是不可或缺的一个步骤。具体来看，可通过以下几方面的工作加以展开。

一是基于 Revit 软件，引入 BIM 技术对医院建筑设计进行优化。通过应用 Revit 软件，构建医院建筑各专业模型，包括建筑、结构、水暖电、医疗设备、管线、绿化等多个方面的专业模型。并在此基础上，结合实际需要不断补充更多的专业模型与其他数据信息，为设计过程中进行各类模拟分析打下基础。

二是对医院建筑的规划布局设计进行优化，其主要是基于 BIM 技术，对医院建筑的通风、采光、能耗等方面进行模拟分析，并在设计完成后使用 BIM 技术对各项指标进行定量分析，确保各项参数均能满足《绿色医院建筑评价标准》的要求，实现建筑和场地的合理布局。在建筑场地布局评价工作中，通常按照表 1 的评分标准进行定量评价。

表 1 规划布局及分区的评分要求

评价内容	得分
规划布局合理	2
建筑朝向符合要求，有利于自然采光	2
建筑布局有利于自然通风	1
感染性疾病科病房位置合理且已设置了有效隔离	2

三是对医院建筑设备的选型方面进行研究与优化，在医院建筑中，主要的几类能耗设备是空调机组、电梯和照明系统，这些设备需要考虑到医院这种特殊环境，需对空间布置和能耗性能进行重新分析，选择合理的功能参数，确保其能够符合《绿色医院建筑评价标准》中的相关指标要求，使其评价标准“评分项”获得更高的得分（见表 2）。

表 2 建筑能耗的评分要求

评价内容	得分
对照明系统和空调系统用电的分项计量	8
对医疗设备和电梯设备的单独计量	2
对给排水机房和换热站等的电耗和燃料消耗进行分类计量	3
对后勤部门主要设备的分别计量	3

3.2 对医院建筑能耗管理系统做进一步优化

当前，随着医院建筑功能需求的不断增加，对既有的医院建筑能耗管理系统做进一步的优化改进是一个不可或缺的举措。为达成这一目标，从医院整体角度进行分析，实现对能耗方面的优化调度则是一个切实可行的途径。具体来看，首要任务是要实现对医院建筑能耗管理系统的智能控制，这就需要基

于一个整体的智能控制网络加以进行，内容主要包括对医院内部相关耗能设备、辅助设备及相关软件的全面控制。一般而言，为实现控制系统网络拓扑结构的完整，在现场需要进行组态软件的安装，作为上层逻辑控制。可编程逻辑控制器（PLC）为下层逻辑控制，配以太网及现场总线组成总的网络。组态软件的主要作用是实现人机交互。

由此，工作人员即可实时监控医院能耗情况，必要时进行远程操作干预，这些过程均可产生日志，作为后续工作的参考依据。同时，工作人员可通过该系统设计能源管理计划，对医院内部的照明、加热等系统模块的运行状态按计划自动控制。在实际的设计优化过程中，为提高医院建筑能耗管理系统的运行效率，通常基于 B/S 结构对系统进行设计，具体如表 3 所示。

表 3 管理系统的网络层级结构

序号	层级	主要作用
1	表示层	通过 HTML 及 JavaScript 等为操作者提供直观界面
2	业务逻辑层	用以实现数据资料的检索、修改等功能
3	数据访问层	实现对设备的管理等功能

另一方面，在系统的网络设计中，对各个控制点位的 IP 地址分配也需要进行优化改进，为消除诸如抢占 IP 地址等问题，应当将各个科室的 IP 进行分段处理，具体可通过增加一些路由器来实现分段管理。

3.3 加强新技术的应用

为进一步提升医院建筑数字化建设水平，推进“智慧医院”能源管理水平的提升，引入更多的新技术应用是不可或缺的一个环节，其中较为典型的一项技术当属物联网技术。通过应用物联网技术建设能源物联网，并引入大数据和人工智能等技术作为辅助，有助于将医院一体化综合运营保障体系建设的创新理念付诸实施，在能源管理上取得更优的效果。

考虑到医院本身的能耗环境相对复杂，且不同功能区域的需求不尽相同，因此在物联网建设中，必须具备重点覆盖与典型覆盖相结合，并逐渐达到基本覆盖的智能终端、先进的通讯传输模块以及覆盖全院的能源管理平台等，以覆盖各能源点的低压侧智能终端等智慧端口为支撑并完成数据采集，按序梯次构成物联网，以达成预期目标。

该物联网一般具有以下几个层级：（1）感知层，该层级配备相关的传感器设备，对医院各个设备的能源消耗数据、能源质量数据和能源安全数据等进行实时采集；（2）网络层，结合 5G 通信等技术，构建覆盖全院的数据传输网络，实现对数据信息的快速传输；（3）应用层，该层主要为数据处理终端，通过大数据技术，对采集到的数据进行分析处理，根据分析结果，精确提示当前医院在能源管理方面尚可优化的空间，形成存量能耗曲线，与优化后的节能曲线相比较，得出客观可靠的效益分析报告，提高能效、降低能耗。

3.4 对相关硬件设备进行优化

由于医院建筑的特殊性，大部分医疗设备需要保持 24h 全天候运行，因此其能源管理工作的重心在于对医院内照明系统和加热系统等模块的优化。

首先，要对电气线路及布局进行优化，对线路的材料、排布走向等进行重新规划，以降低电阻消耗；同时在布局初步拟定后，技术人员可采用照明设计软件如 DIALux 进行仿真分析，根据仿真分析结果进行细节上的再次优化，确保节能目标的更好实现。

其次，应当基于 MATLAB 软件，对谐波信号进行检测识别，根据分析结果，引入 KY-Dr 串联电抗器等方法进行谐波抑制，以降低不必要的电能消耗。

再次，在变压器设备的选型过程中，考虑到变压器负荷的动态变化特征较为突出，以及医院属于特殊类型的功能建筑，因此要优先选择高损耗型变压器。

最后，在既有的“智慧医院”能源管理系统中，加强新能源技术模块的应用也是一个切实可行的措施，如通过光伏发电板+储能站结合应用的方式，为医院电力系统提供电能，以降低市电消耗，实现节能。

另一方面，针对空调系统的优化也是一项不可或缺的内容，对于医院这类特殊的功能建筑而言，其空调系统涉及的参数较其他建筑更多，包括温度、湿度、气流和洁净度四方面的指标。特别是洁净度方面，由于医院在实际运行过程中将不可避免地产生明显的污染，因此需要采用换气控制的措施，及时排出污染物，确保实验室内的空气环境始终处于洁净的情况。

为了兼顾空调系统性能和节能两方面的要求，可基于自控技术构建高精度空调系统，该系统主要基于 PLC 自动控制系统加以运行。基于 PLC 自身的控制模块进行温度和湿度的控制与处理，同时基于单风道定风量的控制方式对风量进行调控，并提升室内空气的洁净度。在此基础上，为了确保各项参数均处于恒定状态，以兼顾环境和节能的需要，应当进一步引入监控系统，该系统主要使用各类传感器对环境参数进行采集，再通过转换电路和 TCP/UDP 协议，实现对相关参数的实时监控和处理。

3.5 积极提升医院工作人员的节能意识

积极提升医院各个科室工作人员的节能意识也是需要重点关注的一项内容。为此，在实际工作当中，应当首先规范相关工作人员的行为。考虑到传统模式缺乏实时的监督，通常为事前提醒、事后再改进，因此医院管理方面应当注重新技术的应用，如通过与 IT 企业进行合作，结合医院日常业务的实际情况，引入 AI 等监测平台。这类平台主要基于整体管理系统内的各个监控摄像头予以运行，对每路摄像头按需灵活配置多种 AI 识别分析模型，实时将画面信息和统计结果等反馈给管理平

台，以实现分析。在这类平台运行时，如工作人员存在可能浪费过多能源的行为，则平台会立即给出相应的提示信息，以约束相关行为。

3.6 注重对系统框架下相关软硬件设施的维护

在基于建筑数字化建设理念方法打造“智慧医院”能源管理系统后，对其进行必要的维护，确保该系统能够长期稳定运转，仍是医院日常工作中需要重点关注的一项内容。这就需要积极采取措施，从多方面入手，开展对“智慧医院”能源管理系统的维护工作。具体来看，一方面，要定期检查系统软件各单元和运行参数是否正常，如出现异常情况，则要对其加强分析和研究，及时消除隐患问题；另一方面，要对硬件设备进行定期检测，必要时及时对硬件设备进行优化升级。

4 结语

综上所述，为提升医院能源管理工作的高水平发展和智慧化发展，通过推进医院建筑数字化建设是应当首要考虑的途径，而为了确保这一途径的各个环节能够循序渐进地推行，应用各种信息化技术予以推进，则是一个有益的探索形式。通过各种新技术的融合应用，医院能源管理工作将朝着智能化、信息化和精细化的趋势发展，这或将成为医院管理工作水平数字化转型的一个突破。

当然，从目前来看，“智慧医院”能源管理方面的建设工作还有着一定的发展空间，在未来的工作当中，仍需要秉承能源节约的理念和方法，引入更多的先进技术和管理理念，对医院能源管理模式做进一步的优化升级，从而进一步提高医院建筑的节能减排效果，带来更多的社会效益及环境效益，推动医疗行业的长期稳定发展。

参考文献：

- [1] 张权, 陈戎, 汪红梅. 医院能源管理的创新实践 [J]. 中国医院建筑与装备, 2022, 23 (05): 63-68.
- [2] 高燕, 沈恋迪, 张杰, 等. 某院智慧化后勤能源管理在医院管理中的实践 [J]. 山西医药杂志, 2022, 51 (08): 924-926.
- [3] 李杏, 赵亮, 闫晓丽. 节能降耗推动降本增效——现代医院能源管理创新探索 [J]. 中国总会计师, 2022 (02): 176-179.
- [4] 李瑾. 智慧医院背景下的能源管理系统与效用分析 [J]. 河南科学, 2021, 39 (07): 1137-1142.

作者简介：张莹婕（1995-），女，广东梅州人，助理工程师，大学本科，主要从事医院建筑工程管理研究。