

[文章编号] 1007-0893(2024)12-0001-06

DOI: 10.16458/j.cnki.1007-0893.2024.12.001

# 基于数据化的医院智慧能源管理平台 对医院运营成本控制的影响

翁振锋<sup>1</sup> 张锐<sup>2</sup> 何敬远<sup>3</sup> 徐杨<sup>4</sup> 曾理<sup>1</sup>

(1. 深圳市第二人民医院, 广东 深圳 518035; 2. 深圳市宝安区人民医院, 广东 深圳 518101; 3. 深圳市南山区人民医院, 广东 深圳 518052; 4. 中国医学科学院肿瘤医院深圳医院, 广东 深圳 518127)

**[摘要]** 在医院管理中能源消耗是医院运营成本的关键组成部分, 如何有效管理能源使用、降低运营成本成为医院管理者亟需解决的问题。医院智慧能源管理平台通过实时监测、分析和优化能源消耗, 可以有效降低运营成本, 提高能效。本文作者探讨了该平台在医院运营成本控制中的应用价值, 证明其不仅减少了能源消耗和费用, 还提升了能源使用效率, 促进了医院的可持续发展, 展示了信息化技术在现代医院管理中的重要作用。

**[关键词]** 信息化建设; 能源管理平台; 医院管理; 运营成本

**[中图分类号]** R 197 **[文献标识码]** A

## The Impact of Data-based Hospital Smart Energy Management Platforms on Hospital Operating Cost Control

WENG Zhenfeng<sup>1</sup>, ZHANG Rui<sup>2</sup>, HE Jingyuan<sup>3</sup>, XU Yang<sup>4</sup>, ZENG Li<sup>1</sup>

(1. Shenzhen Second People's Hospital, Guangdong Shenzhen 518035; 2. Shenzhen Baoan People's Hospital, Guangdong Shenzhen 518101; 3. Shenzhen Nanshan People's Hospital, Guangdong Shenzhen 518052; 4. Cancer Hospital Chinese Academy of Medical Sciences, Shenzhen Center, Guangdong Shenzhen 518127)

**[Abstract]** In hospital management, energy consumption is a critical component of operating costs, and effectively managing energy use to reduce these costs is a pressing issue for hospital administrators. The hospital's data-based smart energy management platform enables real-time monitoring, analysis, and optimization of energy consumption, thereby effectively lowering operating costs and improving energy efficiency. The authors explore the application value of this platform in controlling hospital operating costs, demonstrating that it not only reduces energy consumption and expenses but also enhances energy use efficiency. This promotes the sustainable development of hospitals and highlights the importance of information technology in modern hospital management.

**[Keywords]** Informatization construction; Energy management platform; Hospital management; Operating cost

随着信息技术的飞速发展和现代医院管理模式的不  
断创新, 医院信息化建设已经成为提升医疗服务质量和  
效率的方式方法。在医院管理中能源消耗是运营成本  
的关键组成部分之一, 如何有效地管理能源使用、降低  
运营成本成为医院管理者亟需解决的问题。本文作者将  
研究医院信息化能源管理平台对医院运营成本控制的  
影响, 主要探讨该平台在提升医院管理效率、降低能  
源消耗方面的作用和效果, 并提出相关的改进路径, 有  
助于医院实现绿色、低碳、可持续发展的目标。

### 1 影响医院能耗的因素及相关问题

#### 1.1 广东省医疗卫生类公共机构的能耗标准

三级医院通常规模最大, 设备最齐全, 服务的病人  
最多, 其单位建筑面积能耗和人均综合能耗都较高, 随  
着医院等级的降低<sup>[1]</sup>, 规模、设备及服务病人数相应减少,  
能耗标准也随之降低。因此广东省给予三级医院的能耗  
标准最高值, 二级医院次之, 一级医院最低, 并且通过  
设定引导值, 鼓励各级医院采取节能措施以达到更低的  
能耗标准, 见表 1。

**[收稿日期]** 2024 - 04 - 11

**[基金项目]** 国家卫生健康委医院管理研究所“2023 公立医院后勤精细化管理”项目 (GYZ2023HQ25);  
深圳市卫生经济学会科研基金项目 (2024152)

**[作者简介]** 翁振锋, 男, 高级工程师, 主要是从事医院建筑、医疗工艺、低碳医院方面研究。

表1 广东省医疗卫生类公共机构的能耗标准

医疗卫生类公共机构	约束值		基准值		引导值	
	单位建筑面积能耗	人均综合能耗	单位建筑面积能耗	人均综合能耗	单位建筑面积能耗	人均综合能耗
	$\text{kWh} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{a})^{-1}$ $\text{kgce} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{a})^{-1}$	$\text{kWh} \cdot (\text{P} \cdot \text{a})^{-1}$ $\text{kgce} \cdot (\text{P} \cdot \text{a})^{-1}$	$\text{kWh} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{a})^{-1}$ $\text{kgce} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{a})^{-1}$	$\text{kWh} \cdot (\text{P} \cdot \text{a})^{-1}$ $\text{kgce} \cdot (\text{P} \cdot \text{a})^{-1}$	$\text{kWh} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{a})^{-1}$ $\text{kgce} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{a})^{-1}$	$\text{kWh} \cdot (\text{P} \cdot \text{a})^{-1}$ $\text{kgce} \cdot (\text{P} \cdot \text{a})^{-1}$
三级医院	180 22	3085 380	125 15	2160 265	90 11	1545 190
二级医院	120 15	2540 315	85 10	1780 220	60 7	1270 155
一级医院	50 6	2165 265	40 5	1515 185	35 4	1085 135
其他	100 12	3465 425	70 9	2425 300	50 6	1730 215

注：上行能耗计量单位为千瓦时（kWh），下行能耗计量单位为标煤（kgce）；其他指除一级医院、二级医院、三级医院之外的医疗卫生类公共机构，包括防疫站、疗养院、康复中心、预防控制中心等。

### 1.2 深圳市部分公立医院收入与能耗关系分析

深圳市部分公立医院的年度收入与能耗排名存在显著差异。部分高收入医院（如北京大学深圳医院）其万元收入能耗和单位建筑面积能耗排名相对较低，表明这些医院在能耗管理方面表现出色。相反，一些收入较低的医院，其能耗排名也相对较低，显示出良好的能源利用效率。此外，医院收入与万元收入能耗排名和单位建筑面积能耗排名之间不存在线性关系，突显了精细化能耗管理的重要性。深圳市公立医院的预算收入与能耗值的位次趋势变化，反映了医院建筑设计规模与经营规模之间的逻辑关系，从而影响实际的能耗成本，见封三图1。

### 1.3 医院的主要能耗占比关系

在设备层面，能耗组成主要包括空调系统（中央式和分体式）、照明系统、动力系统、办公系统、医疗及其他系统。以深圳市第二人民医院2020年统计数据为例，见封三图2，空调系统是医院建筑中最主要的能耗设备，其次是医疗设备与照明设备，所以通过对空调系统、医疗设备和照明系统的节能改造和管理优化，可以显著降低医院整体能耗。空调系统使用与温湿度等环境因素密切相关，随着季节周期性变化，例如，夏季空调制冷和冬季空调供暖，都会呈现明显的能耗差异。

### 1.4 医院能源管理普遍存在的问题

基于以上医院能耗影响因素的分析，可以发现以下问题：（1）没有数据支撑，医院无法有效开展节能降耗工作，目前对能耗数据的分析和挖掘不足；（2）医院节能降耗需要精细化的控能措施，医院的能耗指标细化不足。医院的能耗成本控制是一个复杂的管理体系，在医院专职后勤管理人员数量偏少的情况下，借助信息化、数据化的管理平台非常必要，引入能源管理平台，提高医院能源管理水平，才能有效控制医院的运营成本。

## 2 基于数字化的医院智慧能源管理平台的应用

### 2.1 能耗数据采集

医院的供电分类非常明确，根据供电回路和负荷的不同，可以按照以下几类进行数据采集<sup>[2-3]</sup>。（1）动力供电：动力系统通常包括电梯、水泵、医用气体等，由于动力供电的负荷较大，通常每个动力设施都有专用回路直接从低压配电房中直接引线到专用的配电柜，可直接在对应的回路安装独立的电表进行计量。（2）照明/插座用电：在医院的能源管理中，楼层配电柜中通常将楼层照明与插座合并并在同一个回路进行管理。为了精确计量每层楼的耗电情况，在各楼层的配电柜回路上安装独立的计量表进行实时监控。各科室的耗电量根据其占用的面积通过一系列的公式计算进行合理分摊。（3）空调用电：中央空调系统是一个复杂的机电系统，包括冷热源、风机盘管、新风机、排风机、空调末端和净化设备等。这些不同环节的设备通常都在低压配电房中有单独的回路，可以安装独立的表计进行计量，确保空调各部分能耗信息的准确记录。科室的空调用电量有两种计量方法：一是根据面积进行分摊；二是安装热量计进行独立计量。（4）大型医疗设备用电：大型医疗设备是医院能耗的主要部分，例如核磁共振、放射治疗、手术室设备、血透设备、影像诊断设备等，这些设备通常对供电要求比较高，需要从配电房进行独立供电，以确保其稳定性和安全性。为了掌握这些重点设备的用能情况，需要单独安装电表进行计量。（5）特殊区域用电：特殊区域由于其功能特殊，对能源需求量大且稳定，为了更有效地进行能耗管理，这些区域需要安装独立的计量表和配电箱，以便实现单独的能耗监控。通过这种独立监控方式，能够精准记录和分析各个区域的能耗数据。在医院中，通常将手术室、重症监护室、信息中心、水泵房列为高能耗的特殊区域。

## 2.2 建立能耗模型

### 2.2.1 建立设备用能模型

设备用能模型针对单个设备或设备群体的能源消耗进行详细建模和分析，目的是通过数据的分析优化单个设备的能源使用效率并提高其运行可靠性<sup>[4]</sup>。

**2.2.1.1 建模方法** (1) 设备特性曲线：通过测量设备在不同工作条件下的功率消耗，建立设备功率曲线。对空调系统来说，包括制冷/制热模式下的功率、风速、室内外温差等参数。(2) 状态监测：实时监测设备的运行状态，包括启停频率、负载情况、运行时间等，绘制设备运行曲线。结合设备运行情况做实时能耗分析。

**2.2.1.2 应用场景** (1) 单设备优化：通过精细调节设备的运行参数，以实现最高的能效和最低的能源消耗，同时保持设备的运行可靠性和性能。以空调系统为例，可以调整运行机组数量、出回水温度、风速、运行时间等要素，来提高设备使用效能。(2) 状态监测：通过持续的在线监测设备的能耗和运行状态，以及及时发现设备运行中的异常情况，防止设备带病运行，降低效能，也可预防潜在故障风险，减少停机时间，极大提升设备的能效、可靠性和维护效率。当系统检测到空调能耗突然增加或运行参数异常变化时，可以迅速发出警报，提示维护人员进行检查和修理，以防止更严重的故障发生。

### 2.2.2 建立科室用能模型

科室用能模型针对医院内各个科室（如急诊科、手术室、病房等）的能源消耗进行建模和分析，以便了解和优化科室的能耗情况。

**2.2.2.1 建模方法** (1) 统计分析：基于各科室的历史能耗数据，通过数据清洗去除异常值和缺失值，确保数据准确；从时间维度识别能耗的模式和趋势。对不同时间段内的能耗进行详细分析，如日间与夜间、工作日与周末以及不同季节的能耗变化，找出能耗的周期性波动和异常情况。(2) 行为分析：考虑各科室的使用模式、人员活动情况和设备使用频率等因素，建立综合能耗模型。通过收集行为数据，评估每个因素对能耗的影响。例如，分析各科室在不同时间段的人员流动情况，设备使用高峰期和低谷期，以及特定医疗操作对能耗的需求。通过这种综合分析，可以识别出导致高能耗的具体行为和操作模式，从而制定优化策略，如调整设备使用时间、优化人员调度和改进操作流程，以实现更高效的能源管理。

**2.2.2.2 应用场景** (1) 能耗分摊：将水、电等能耗费用精确分摊给各科室，提高能源使用的透明度。(2) 节能推广：对科室制定能耗关键绩效指标（key performance indicators, KPI）考核机制，督促科室人员养成节约用能的良好习惯。

### 2.2.3 建立区域用能模型

区域用能模型针对医院内不同区域（如住院楼、门诊楼、行政区等）的能源消耗进行建模和分析，帮助优化区域能源使用<sup>[5]</sup>。

**2.2.3.1 建模方法** (1) 区域划分：基于医院目前的功能分区进行区域划分，标注区域面积、使用密度、环境温度等因素，建立区域能耗模型。(2) 空间分析：综合考虑区域面积、使用密度、环境温度等因素对能耗的影响。(3) 综合模型：将区域用能与设备用能、科室用能结合在一起，建立多层次的区域能耗模型。综合各层次的能耗数据，进行整体优化。

**2.2.3.2 应用场景** (1) 能耗比较：对各个区域的能耗总量和能耗强度进行比较，识别高能耗区域，制定针对性措施。例如，通过比较住院楼和门诊楼的能耗数据，发现住院楼的能耗较高，可以针对性优化。

(2) 优化布局：基于能耗分析，优化医院的功能布局和设备配置，提高整体能效。例如，调整高能耗设备的分布，减少区域间的能耗差异。

## 2.3 能耗分析

能耗分析是医院能源管理的重要环节，通过全面的数据采集和分析，可以实现对能耗的精细化管理和优化。

### 2.3.1 任意设备的能耗分析

(1) 节点选择：提供对任意设备（如动力设备、照明系统、空调系统、特殊区域、大型医疗设备等）的能耗数据分析。(2) 数据展示：根据选定节点，展示详细的能耗数据和趋势。

### 2.3.2 任意时间段的能耗分析

(1) 时间段选择：用户可以选择日、周、月等时间维度，进行能耗查询和分析。(2) 能耗分析：通过观察选定时间内能耗变化，帮助用户了解不同时间段的能耗情况。

### 2.3.3 多样化的能耗展现形式

(1) 图表展示：将各种能耗数据通过图形、报表的方式来呈现，简洁高效。(2) 交互功能：在图表的基础上提供数据下钻等功能，增加交互性。

### 2.3.4 数据导出

导出选项：用户可以将任意分析结果导出为多种格式，如 Excel、CSV、PDF 等，方便数据的存储和分享。

### 2.3.5 算术统计分析

(1) 统计指标：包括总能耗、同比、环比、最大值、最小值、平均值等统计指标。(2) 数据计算：自动计算各选定对象的统计指标，帮助用户进行数据对比和趋势分析。

### 2.3.6 单位指标的分析

(1) 单位面积能耗：分析各科室、各区域的单位面积能耗情况，识别高能耗区域。(2) 人均能耗：结合

科室、区域要素，分析人均能耗，评估人员活动对能耗的影响。(3) 单位业务量能耗：根据床位、诊疗人次等业务数据，分析床位能耗、诊疗人次能耗，评估业务活动对能耗的影响。(4) 单位 GDP 能耗：根据医院收入等经济数据，分析万元收入能耗支出，评估经济效益与能耗的关系。

### 2.3.7 转化指标的分析

(1) 标准煤转化：将能耗数据转化为标准煤，评估能源使用的经济性和环境影响。(2) 碳排放量转化：根据能耗数据计算碳排放量，评估医院的碳足迹和环保表现。(3) 人民币转化：将能耗数据转化为人民币，评估能源消耗的经济成本。

### 2.4 节能空间分析

随着能源成本的不断上升和环境保护压力的增加，医院的节能管理变得尤为重要。对能耗设备和系统进行详细的节能分析，有助于识别节能潜力，优化能源使用效率，降低运营成本，并减少碳排放。以深圳市某医院 F 栋中央空调系统（水冷螺杆式冷水机组）的节能情况为例进行详细分析，旨在找出现有系统中的不足之处，并提出切实可行的节能改进措施<sup>[6]</sup>。

根据 F 栋中央空调系统 2023 年 10 月至 11 月制冷总热量和制冷设备总耗电量，通过计算公式初步测算系统能效值性能系数 (coefficient of performance, COP) 值如下： $COP = \text{制冷总热量} / \text{制冷设备总耗电量} = 2\ 116\ 296\ (\text{kWh}) / 1\ 033\ 764\ (\text{kWh}) = 2.04$ 。

根据 ASHRAE 和其他行业标准，目前空调系统的 COP 值在 3.0 ~ 4.0 被认为是较为理想的状态，随着 COP 值的提升能显著提高能效并减少能源消耗。然而，由于

天气、设备状态和业务需求等因素的影响，实际操作中，行业内的 COP 良好水平为 2.4。相比较之下，F 栋中央空调系统当前的 COP 值为 2.04，与良好水平有较大差距，有明显的节能空间。医院应通过定期维护和优化空调系统，包括调整温度设定点、改善设备运行条件、以及使用高效节能的制冷剂和设备等手段来提升能效，从而实现更高效的能源管理和节能目标。

### 2.5 能源审计报告

能源审计是评估医院能源使用和管理的重要工具，通过对历史能源数据的分析和对比，帮助医院优化能源管理，确保合规性，并制定有效的节能策略。(1) 历史数据分析。通过对过去能耗数据的分析，了解医院的能耗结构和变化趋势，为未来的能源管理提供参考。

(2) 能源消耗预测。根据历史数据和预测模型，估算未来的能源消耗情况，提前制定能源预算和管理计划，避免能源浪费和短缺。(3) 合规性评估。通过对比能源使用情况与相关政策法规，确保医院在能源管理方面的合规性，避免法律风险。(4) 节能策略制定。根据能源审计报告中的分析结果和建议，制定具体的节能策略，优化能源管理，降低能耗成本。

从表 2 能源审计表（生成日期：2023 年 6 月 19 日）数据中可以看出，F 栋在这五个月内的总能耗为 4 267 241.52 kWh，是医院中能耗最高的建筑之一，从能耗管理角度来讲，需要将其划为高能耗区域，进行重点关注。对高能耗区域中的设备数据进行分析，通过 F 栋中央空调系统（水冷螺杆式冷水机组）能耗分析得出，F 栋的能耗高是由于空调系统效率低下，可以考虑升级空调设备或优化其运行参数，以提高 COP 值，降低能耗。

表 2 深圳市某医院 2023 年 1 月至 5 月建筑月用能审计表

(kWh)

建筑名称	2023 年 1 月	2023 年 2 月	2023 年 3 月	2023 年 4 月	2023 年 5 月	总计
F 栋	841 995.92	745 241.60	884 803.00	861 297.00	933 904.00	4 267 241.52
医技楼	257 622.68	248 556.30	286 441.64	345 845.91	322 705.92	1 454 952.51
A 栋	188 464.71	171 048.08	196 841.59	187 641.59	184 691.21	938 402.49
行政楼	79 184.34	72 042.84	71 086.72	68 272.20	68 891.49	359 477.60
动物实验室	74 696.10	99 417.91	119 566.63	163 695.80	133 861.84	580 292.17
污水站	74 616.59	79 208.99	77 407.76	92 174.63	107 670.96	428 049.69
门诊楼	30 304.70	25 457.03	29 438.18	37 433.26	31 990.19	154 650.06
D 栋	27 192.93	21 584.98	20 779.51	11 562.54	19 262.54	104 005.28
C 栋	25 670.82	23 568.91	18 032.68	9 944.33	10 901.61	93 044.23
B 栋	24 647.12	22 022.43	22 890.57	7 738.64	8 627.80	91 492.15
内科楼	13 532.62	13 388.78	17 981.46	24 144.92	29 656.40	95 788.68
商店	9 758.82	9 848.61	9 139.68	14 050.29	14 299.07	56 327.01
氧气站	2 308.64	2 340.12	2 697.60	2 676.64	2 813.29	12 860.26
合计	1 649 996.00	1 533 726.57	1 757 107.02	1 826 477.74	1 869 276.33	8 636 583.66

### 2.6 研究制定医院能耗的科室分摊方法

科室分摊的主要原则是基于各科室的实际能耗情况，按比例分摊能源费用，以提高能耗透明度和公平性，激

励科室进行节能管理。

#### 2.6.1 科室分摊方法

2.6.1.1 数据收集 (1) 直接计量：对于特殊设备

等高能耗设备,通过独立电表直接从配电房回路取得电表数据,确保计量的精确性和实时性。(2)间接计量:对于照明、插座等一般用电,通过每层楼的楼层表读取数据后,再根据各科室的面积进行合理分摊。没有安装冷量计的科室,空调能耗按照每层楼各科室的面积进行分摊。(3)科室面积:根据医院建筑布局,测量和记录每个科室的实际使用面积。(4)使用密度:评估各科室的使用密度和人员活动情况,作为能耗分摊的参考指标。

2.6.1.2 历史数据分析 (1)时间序列分析:利用各科室的历史能耗数据,进行时间序列分析,识别各科室的能耗模式和趋势,预测未来能耗需求。(2)基线能耗:建立基准能耗作为能耗分摊和节能评估的基准。

2.6.1.3 综合分析 (1)使用模式:分析各科室的使用模式,如设备使用频率、人员活动情况等,建立综合能耗模型。(2)多元回归分析:采用多元回归分析方法,评估各因素对科室能耗的影响,确保能耗分摊的科学性和合理性。

#### 2.6.2 科室分摊方法的应用

2.6.2.1 费用分摊 (1)能源费用分配:根据各科室的实际能耗情况,按比例分配能源费用,如电费、水费、暖气费等。(2)透明核算:提供详细的能耗分摊报告,使各科室能够清晰了解自身的能耗情况和费用分摊依据。

2.6.2.2 绩效考核 (1)纳入绩效:将能耗管理纳入科室的绩效考核体系,设定能耗指标和节能目标,激励各科室采取节能措施。(2)定期评价:以月度和年度对各科室的能耗管理绩效进行评价,优秀的给予奖励,落后的给予处罚。

2.6.2.3 节能措施 (1)专项节能计划:针对能耗高的科室,制定专项节能计划,如优化空调设置、改进照明系统、合理安排设备使用时间等。(2)技术改造:引入先进的节能技术和设备,如高效照明系统、智能控制系统等,提高科室的能效水平<sup>[7]</sup>。(3)节能意识培养:通过对科室员工进行培训,培养节能意识和技能,推动全员参与节能管理。

2.6.2.4 持续改进 (1)数据反馈:利用能耗监测数据,持续跟踪各科室的能耗情况,发现问题及时调整。

(2)优化调整:根据能耗数据和绩效评估结果,不断优化和调整科室的能耗分摊方案和节能措施,确保持续改进和提升能效。

### 3 智慧能源管理平台对医院运营和成本控制的影响

能源平台在医院的建设和运营中通过数据整合、用电安全保障、用能稳定性维护、降低维护成本以及优化

运营成本,全面提升了医院的能源管理水平。具体影响包括:(1)互联互通:通过能源平台提供统一数据标准和接口,采集不同配电房的数据,实现数据共享,提升数据综合利用效率。(2)保障用电安全:平台建设过程中,全面排查和检修老旧配电房,更新设备并完善资料,消除安全隐患。通过在线监管实时监测电压、电流、功率等关键参数,及时报警并应对异常,确保用电稳定。

(3)降低运营成本:透明的能耗数据和合理的成本分摊机制提升科室节能意识,减少能源浪费,实现医院整体运营成本降低<sup>[8]</sup>。(4)提升能源管理效能:精细化管理和实时监控识别能源浪费点,优化设备参数,提高能效<sup>[9]</sup>。通过数据分析制定节能策略,降低碳排放,推动医院实现绿色可持续发展目标。

## 4 结 语

信息化、数字化的能源管理平台建设,使医院能够对各类能源进行集中监控和管理,通过数据分析和智能化调控,提高能源使用效率、有助于医院实现节能减排目标的同时,还推动绿色发展的进程。通过实时监测和优化能源使用,医院不仅降低了运营成本,还显著提升了设备运行的可靠性和安全性,最终为实现可持续发展的战略目标提供了强有力的支持。

### [参考文献]

- [1] 广东省住房和城乡建设厅. 公共建筑能耗标准: DBJ/T 15-126-2017 [S]. 北京: 中国城市出版社, 2017: 6-11.
- [2] 高霞. 医院能耗监控平台研究与应用 [J]. 节能, 2018, 37 (12): 8-11.
- [3] 周翔. 碳中和背景下成都某医院能耗分析与电气减碳路径探讨 [J]. 建筑电气, 2023, 42 (7): 4-9.
- [4] 周宗仁, 代勇, 杜栩, 等. 医院配电与能耗监管系统建设实践 [J]. 建筑节能 (中英文), 2023, 51 (2): 92-97.
- [5] 郭夏阳. 医院建筑群典型能耗模型研究 [D]. 长沙: 湖南大学, 2022.
- [6] 贾鹏, 陈剑波, 王成武, 等. 基于能耗监管平台的现有医院空调系统运行节能优化 [J]. 能源研究与信息, 2023, 39 (2): 82-87.
- [7] 吴叠恩, 陈建基, 李盛佳, 等. 基于智慧能源管理的医院节能措施分析 [J]. 能源研究与管理, 2023, 15 (1): 167-172.
- [8] GAO Y, GUO Y, ZHENG M, et al. A refined management system focusing on medication dispensing errors: A 14-year retrospective study of a hospital outpatient pharmacy [J]. Saudi Pharm J, 2023, 31 (12): 101845.
- [9] 万红霞, 徐聪. 医院用能管理模式的精细化提升与实践 [J]. 中国医院建筑与装备, 2024, 25 (1): 12-16.