

◁ 后勤管理 ▷

医院用电节能措施探讨与实践*

鲁焯超, 寿红艳, 陈昌贵, 唐益波, 黄晓花, 王功益
(杭州市妇产科医院/杭州市妇幼保健院, 杭州市 310008)

【摘要】 在节能降耗和“碳中和”的大环境影响下, 针对如何在保证医院诊疗服务质量的基础上, 降低医院的建筑运行能耗尤其是电气能耗, 本文分析医院能耗现状, 从技术节能和管理节能两个方面探讨医院电气系统的节能措施。首先, 合理布置监测点并安装智能远传电表, 通过能源管理数字化平台完成全院用电能耗数据的自动采集和分析。然后, 通过能耗分析报告发现高耗能 and 用能异常区域进行管理干预, 更科学合理地运行耗能设备, 降低能源成本。最后, 各级科室以平台实际用能统计数据分摊能耗成本, 提高了全成本核算的准确性, 更好地引导全院职工共同参与节能降耗, 提高节能意识。

【关键词】 医院; 电气节能; 能源管理数字化平台; 中央空调; 全成本核算

【中图分类号】 R197 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1672-4232(2024)04-0093-04

【DOI编码】 10.3969/j.issn.1672-4232.2024.04.027

目前我国公用建筑面积占建筑总面积的21.24%, 但公用建筑运行(除北方采暖)耗能占建筑总能耗的30.19%^[1]。在《“十四五”节能减排综合工作方案》中明确提出, 到2025年, 全国单位国内生产总值能源消耗比2020年下降13.5%。而医院作为高能耗建筑的典型代表, 随着社会健康水平提高, 就诊人数大幅提升, 能耗也在逐年呈上升趋势, 国家卫生健康委要求三级公立医院进一步加强节能管理工作, 推进节约型医院建设^[2-3]。此外, 在“十四五”规划开局后, “双碳”战略明显加速, 在医院的建设和改造过程中, 通过逐步推广电能替代技术, 来构建清洁低碳、安全高效的能源体系^[4]。随着公立医院改革的不断深化, 医疗市场竞争压力加大, 医院的生存与发展也面临着巨大的挑战^[5], 因此, 在保证医院诊疗服务质量的基础之上, 降低医院的建筑运行能耗尤其是电气能耗, 不仅是贯彻新发展理念, 也符合医院降低经济运行成本的内在需求^[6]。

1 医院能耗现状分析

医院建筑的能耗总量因医院类型、等级、地理位置等因素不同, 但具体的医院在功能和能源结构确定后, 通常有着较稳定的能耗^[7]。本文以长三角地区某三甲妇产科医院为例分析医院的能源消耗情况, 截至2022年底, 占地 $1.5 \times 10^4 \text{m}^2$, 有4栋楼, 总建筑面积为 $9.6 \times 10^4 \text{m}^2$, 实际开放床位600张, 2022年门诊量约56.6万人次。根据《医疗机构单位综合能耗、电耗定额》(DB33/T 738-2016)附录A进行折标煤计算(天然气 $1.214 \times 10^{-3} \text{tce/m}^3$, 水 $2.571 \times 10^{-4} \text{tce/m}^3$, 电 $1.229 \times 10^{-4} \text{tce/kW} \cdot \text{h}$),

医院2017—2022年能源消耗变化情况如表1所示, 能源消耗主要集中在天然气和电能, 其中, 电能消耗占比最大, 约为70%, 天然气次之, 占比约为28%, 水消耗占比最小, 约为2%, 由此可见提高电能的利用率是节能降耗的重点。

表1 2017—2022年某医院综合能源消耗折标煤量(tce)

年份	天然气	水	电	合计
2017	550.78	30.98	1 286.40	1 868.16
2018	570.80	35.63	1 470.83	2 077.26
2019	680.74	58.91	1 568.80	2 308.45
2020	568.10	38.71	1 508.63	2 115.43
2021	532.94	26.83	1 460.55	2 020.32
2022	623.19	29.94	1 382.66	2 035.79

医院作为提供医疗服务的特殊公共建筑, 能耗设备和用能人数多且复杂, 在节能降耗管理方面存在许多困难, 主要有以下几个方面:(1)精细化管理程度低, 计量系统不全, 能源消耗不明, 未将能耗计量细化到科室, 节能降耗计划缺少实际能耗作为数据支持。(2)空调系统种类多能耗大, 并且直接影响室内舒适性, 需要平衡好节能与室内温湿度需求两者之间的关系。(3)科室习惯将工作重点放在医疗服务活动上, 导致职工的主动节能意识不强。

2 能源管理数字化平台建设

医院用电设备种类较多, 日常使用也比较集中, 想有效提高电能的利用率就要先解决电能计量落后和管理精细化程度低的问题。传统的电能计量并未将设备用电分开, 缺少分项计量数据, 导致无法详细了解各类负荷的真实电耗, 也就无法对各类供电负荷制定用电指标, 完善的计量系统虽然本身并不节能, 但分项计量是进行节能监测与管理的有效手段, 通过对医院各分

*基金项目: 浙江省卫生健康科技计划(2021KY933); 浙江省基础公益研究计划(LGF21H260001); 浙江省医院可持续发展扬子江研究项目(2023ZHA-YZJ214)

项用电的实时监测,能及时发现不合理的用能现象,更有针对性地开展节能管理工作。

医院供配电系统是一个巨大的系统,合理布置监测点可以更高效地完成原始数据采集,供配电系统按业态可分为:插座照明用电、空调用电、电梯用电、消防用电、科室用电(科室内大型医疗设备和洁净区域空调等)和其他用电6个子项,其他用电是其余5个子项外的所有用电合集,保留了一定的灵活性,设置6类用电分项,可以较准确地采集各分项用电情况,也便于后期数据处理及分析。

为提升医院能耗精细化管理,依托天溯运维平台搭建了医院能耗模型,实现全院能耗实时监管和安全报警,对原有的用能设备进行分项计量,也使得各项目节能效果可计量,便于考核^[8-9]。通过医院能源数字化平台,管理人员可以对医院各类设备以及终端计量进行实时监控,更直观地了解医院内各个建筑,包括每个科室的详细能耗数据,并将全院各个科室依照能耗使用情况进行详细排名。此外,还能对能耗数据进行深入分析,平台不仅提供任意时间段,任意节点的能耗统计分析,统计对象的总能耗值、最大值、最小值、平均值,还可以分析能耗同比值、环比值,判断用能规律、用能趋势及异常用能,并为医院制定节能运行决策和科室用能分摊考核提供数据支撑,实现了能源监管与节能运维一体化的技术路线。

3 空调系统合理运行管控

妇产科医院服务对象主要以女性群体和婴幼儿为主,对楼层和病房的体感舒适度要求较高^[10],随着医院的发展,最初设计的中央空调系统很难满足时下医院供冷通风的要求。为了保证设备降温与人员舒适度需求,医院新增VRV空调、分体空调等,各类空调设备的增加导致空调系统用电量不断攀升。如图1所示,医院空调电能全年平均占比31.67%,其中6—9月占比达48.34%。为了实现医院电气节能的目标,合理运行管控空调机组,有效降低空调系统用电量是电气节能的重点任务^[11-13]。

3.1 提高中央空调运行能效

中央空调系统在设计时通常以建筑的最大负荷进

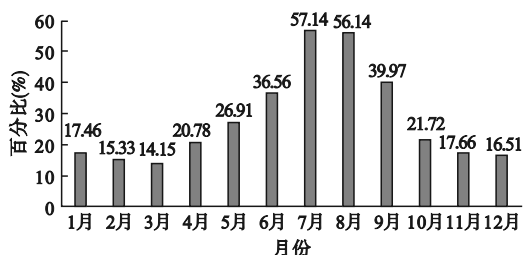


图1 医院空调电能占比分布情况

行设计,且通常留有10%~20%的设计负荷余量。通过分析运行数据发现,空调主机多数时间处于低负荷运行状态,实际运行负荷量与设计运行负荷量并不匹配,且由于缺少有效的运行管理,导致中央空调运行能效较低。针对该情况制定了以下节能运行策略:(1)优化空调机组负荷调控。过去中央空调系统运行由两台额定制冷量2461 kW的水冷离心式冷水机组承担,现在住院楼顶新增20台风冷热泵模块机组,两者搭配使用来优化空调机组运行负荷调控。过渡季节由风冷热泵机组独自承担住院楼制冷任务,避免因极端天气导致冷水机组过早开启的情况;夏季昼间由风冷热泵机组承担部分住院楼制冷任务,减少冷水机组的运行负荷,开启一台冷水机组即可满足制冷需求,避免两台冷水机组同时开启导致机组长时间低负荷运行的情况;随着夏季夜间门诊、医技和行政等区域制冷需求的减少,可以关闭风冷热泵机组,由能效比更高的一台冷水机组独自承担制冷任务,既保障了冷水机组的运行负载,又进一步提高了空调系统运行能效。(2)适当调节冷冻水温度。通常对空调冷冻水的出水温度进行合理管控是最直接有效的节能措施,当室外温度较低或者负荷较低时,适当提高主机冷冻出水温度设定,有助于提升主机效率,节省电耗。(3)定期清理冷凝器。冷凝器是冷却系统中最重要的部分,决定了整个系统运行的效果,冷凝管中如果污垢聚积,则会直接降低冷凝器的热交换效能,增加电耗,因此需要定期进行清洗来确保冷凝器的清洁度,保障机组高效运行。

3.2 净化空调精细化管理

医院各个区域对空调系统的需求各有特点,比如医院手术室、ICU、NICU、医学生殖中心及洁净走廊等洁净区域对温湿度、洁净度有着严格的要求,为保证其空气质量,须满足一定的换气次数,并同时空气进行加湿或者除湿,因此净化层流空调系统通常独立于医院其他空调系统进行设置,平衡好湿度调节与节能增效间关系是重中之重^[14]。节能运行策略:(1)合理控制新风量的大小。净化空调系统采用的是一次回风处理,新风量的大小直接影响系统的整体制冷量,春秋两季可适当增加新风量,利用新风作为冷源缩短制冷机的运行时间,达到节能的效果。(2)合理调节温湿度。净化空调系统多采用温度湿度耦合处理的表冷除湿方法,制冷除湿的同时需要再加热来调节送风温度,因此设定洁净区域的温湿度时要根据季节改变和是否作业状态做出调整,减少不必要的送风量和湿度,避免能源浪费。(3)定期维护净化空调系统。通过定期清洗或更换低效过滤器,可以降低其阻力,降低能源消耗。

3.3 调整机房空调运行时间

除了公共区域和医疗区域外,医院设备机房为了

提供良好的设备运行环境,提高设备的使用寿命降低故障率,一般通过加装分体式空调来调节机房的温度稳定。例如为避免电梯机房温度过高造成控制柜发生故障,电梯行业相关技术标准规定,电梯机房室内温度不高于40℃,高配间的设备则是对温度有低于30℃的要求^[15]。机房有一定的隐蔽性,管理缺失很容易造成能源的持续浪费,针对院内人员的使用需求和作息规律,对电梯空调运行策略进行几次调整后,确定每日20:00至次日8:00为空闲时间,空闲时间空调改为送风模式;高配间考虑到中央空调基本可以满足温度要求,故在确保温度满足要求的前提下,不再开启立式空调。

4 完善全成本核算,提高节能意识

节能工作除了依靠设备技术和单一部门管理外,还需要全院人员的支持和配合。大多数医院习惯将工作重点放在医疗服务活动上,很容易产生重视医疗轻视成本的现象,习惯以工作量为标准,与科室收入关联,将成本消耗列入考量范围的比重相对较低,进而导致职工节约意识不强,资源浪费比较严重等问题。充分利用医院内各种宣传平台,如部门微信群、医院钉钉群、职工内网等开展节能降耗的宣传和培训,向全院职工发送节能倡议书,可以在有限时间内提高职工节能意识,但是很难在日常工作中长期保持。

全成本核算作为一种新型的绩效考核经济管理模式,与传统医院科室独立成本核算有着本质区别,内容也更全面,只要是能用货币衡量的成本支出都在核算范围内。医院科室通常分为临床服务、医疗技术、医疗辅助和行政后勤四类,全成本科室核算则一般采用四类三级分摊法,成本逐级分摊过程如图2所示,不同的分摊方式和参数都会影响分摊结果。比如在分摊能源成本时,通常做法是水费按科室人数作为分摊因素、电费按科室面积作为分摊因素,然而这种分摊方式很难反映出科室的真实能源成本,也很难调动科室员工的节能积极性。因此医院财务部门依托能源管理数字化平台提供的科室能耗数据来分摊科室能源成本,并完善绩效考核评价指标与激励制度,将科室真实的能耗成本核算结果与绩效考核联系在一起,不仅有利于激发职工的工作热情,还能引导员工主动将成本意识、节能理念引入日常工作中,营造节能降耗的良好氛围。

5 医院电气节能效果

医院近4年每季度的用电情况如图3所示,自2022年6月底医院开展一系列电气节能措施以来,在用能设备不断增加,并且7、8月平均气温高于2021年

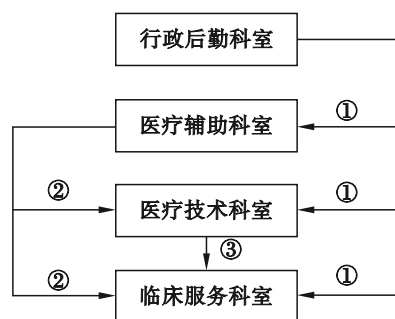


图2 成本逐级分摊过程图

同期3~4℃的情况下,2022年第三季度节省用电25.5万千瓦时,第四季度节省用电49.2万千瓦时,2023年第一季度节省用电54.4万千瓦时,第二季度节省用电46.9万千瓦时,近1年累计较同期节省用电176.0万千瓦时,节电率14.67%。

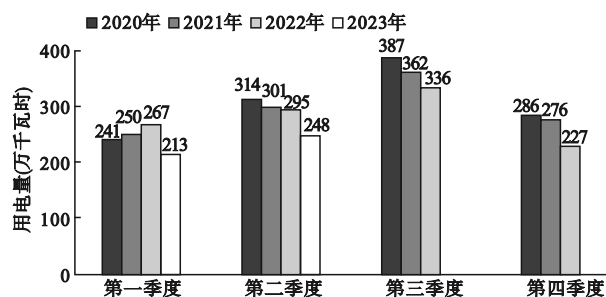


图3 医院2020—2023年每季度用电量

近1年明显下降的用电量,在一定程度上达到了降低医院能耗成本的目的,医院近四年的万元营业额电耗基本在0.03tec,而最近3个季度的万元营业额电耗基本在0.02tec。在医院的建筑运行能耗里电能消耗占据了相当大的比重,以电气节能作为节能降耗的入手点可以在短时间内实现能耗的大幅下降,医院近1年的万元营业额综合能耗由同期的0.041tec(同期营业额数据受疫情影响)下降至0.031tec,同比下降24.4%。

6 结论

医院节能降耗既是响应国家号召、贯彻低碳节能理念的具体实践,又是节约医院运营成本的重要举措,是一项长期、复杂的系统工作,需要医院从粗放型的能源管理模式向精细化管理转变。建设能源管理数字化平台,可以为管理者制定有针对性的节能降耗措施提供数据支持。以医院的空调系统和电气节能作为入手点,可以在较短时间内实现较大幅度的能耗降低。完善全成本核算准确分摊科室能源成本,提高员工节能意识,通过人的主动行为,可以减少不必要的能源浪费。从技术节能和管理节能两个方面同时开展,能更有效降低医院的建筑运行能耗,推进节约型医院建设。(下转第100页)