

大型商场建筑能源管理的调查与分析

曾德珩,刘贵文

(重庆大学 建设管理与房地产学院,重庆 400044)

摘要:文章通过对重庆市主城区44座大中型商场建筑能耗与能源管理状况的调查,将其能源管理制度水平划分为4个等级,就能源管理中存在的问题及原因进行了分析,并对部分项目进行了后续的追踪调查,最后分析了商场建筑能耗水平与其能源管理制度之间的关系。研究发现,无论是采用节能技术还是改进管理措施,对于建筑能耗的降低都具有明显的作用,采用合同能源管理则为商场建筑能源管理提供了一种新的模式。

关键词:商场建筑;建筑能耗调研;能源管理

中图分类号:F08 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2013)01-0078-06

目前,中国城镇民用建筑运行耗电占中国总发电量的22%~24%,建筑消耗的能源占全国商品能源的21%~24%^[1],其中,公共建筑的高能耗问题显得尤为突出。据统计,中国大型公共建筑年耗电量约占全国城镇总耗电量的22%,每平方米耗电量是欧洲、日本等发达国家同类建筑的1.5~2倍^[2]。重庆市的公共建筑总面积565万平方米,其中95%为高能耗建筑,单位建筑面积的平均年耗电量是普通居民住宅的10.6倍^[3]。

2007年,重庆市建设主管部门提出对既有公共建筑能耗水平进行调查,为此类建筑的能耗监测与节能改造打下基础。在此背景下,重庆大学与重庆市建筑技术发展中心于2008-2009年完成了对重庆市国家机关办公建筑与大型公共建筑的能耗统计与能源审计工作,并于2010-2011年对部分建筑进行了追踪调查。笔者以此次统计、审计、追踪所收集的相关数据为基础,对大型商场能耗状况、管理制度、节能意愿等方面进行分析与研究。

一、样本概况

依据2008年住房和城乡建设部《国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测系统建设相关技术导则》(下称“导则”)的要求,笔者选取样本属于该导则8大类建筑中的第2类“商场建筑”,面积标准为总建筑面积2万平方米以上,样本选择区域为重庆市主城区(有少量涪陵区、永川区样本),样本数量44栋,全部为有效样本,总计面积172万平方米,具体样本名称见表1。主要调查内容包括建筑基本信息、附加信息(商场日均客流量、运营时间)、能耗采集数据三大类。

收稿日期:2012-02-20

基金项目:国家自然科学基金重点项目(50838009);重庆市国家机关办公建筑和大型公共建筑节能监管体系建设项目(渝建[2008]385号);中央高校基金资助项目

作者简介:曾德珩,男,重庆大学建设管理与房地产学院博士研究生,主要从事建设管理与能源经济研究。

表1 样本区域分布表^①

区域	样本名称	区域	样本名称
江北区	东方灯饰广场	渝中区	中华广场
	易初莲花江北店		汇龙商场
	北京华联商厦江北店		万国商厦
	重庆市远东百货有限公司		重庆经典概念书城
	重百江北商场		好又多礼堂店
	建玛特		黄金海岸商务休闲广场
沙坪坝区	欣阳广场		泰兴通信电脑城
	新世纪凯瑞商都		雅兰电子城
	沙坪坝王府井		地王广场
	重百沙坪商场		嘉年华大厦
南岸区	帝景摩尔		得意装饰城
	好又多南平店		新重庆广场中央商务楼
	重百南坪商场		洪崖洞风貌区
九龙坡区	百康年世纪门		新世纪解放碑店
	九龙坡嘉信茂广场	西部商城	
	西部商城	大都会商厦	
	金贸大厦	太平洋广场解放碑店	
北碚区	重百北碚商场	王府井解放碑店	
涪陵	重百涪陵商场	银座购物广场	
	新世纪涪陵商都	重百大楼	
永川区	名豪购物广场	重庆万友百盛广场	

商场类建筑主要具备以下使用与用能特点:

(1)使用时间长,重庆地区商场类建筑运营时间普遍为9:00-21:00,季节及节假日调整时间为1~2小时,日平均营业时间为12小时,全年无间断,导致室内照明、制冷(暖)时间长。(2)商场建筑能耗高于其他公共建筑。以年能耗平均值(kWh/m²)比较,样本商场建筑是国家机关办公办公建筑的3.4倍,一般办公建筑的2.1倍,宾馆建筑的2.2倍,学校建筑的5.6倍。(3)建筑能耗水平受到自身物理条件的制约。不同年代商场建筑在结构形式、建筑设备等方面差异较大,样本中2000年以前建成数量占样本总数的41%,这使得能耗水平差异较大。(4)能源管理水平对能耗有一定得影响。专业的商场能耗制度与组织,可以实现在原能耗水平上下降5%~20%,最高可达到30%^[4]。

(一)样本基本建筑信息

从样本基本建筑信息看,商场建筑围护结构主要采用混凝土剪力墙,占65.91%;外墙材料以混凝土砌块类为主,占43.18%。87.80%外窗类型是单玻单层窗,75.61%建筑使用普通玻璃,75.61%建筑使用铝合金窗框,66.67%建筑无遮阳设置。从窗体材料、遮阳等方面可以看出,样本围护结构传热系数普遍偏大,空气渗透严重,不利于节能。

从样本空调系统信息看,商场建筑空调系统形式主要采用风机盘管及新风系统(占36.36%)和集中式全空气系统(占38.64%),冷热源种类主要采用水冷式机组(占84.09%)。建筑使用能源种类以电为主,占88.64%,其他采用电与燃气的复合能源形式,占11.36%。

(二)样本的耗能情况

调查涉及的44栋商场类建筑的年单位面积电

^①根据调查时保密承诺,对涉及具体样本的信息,如建筑面积、能耗数据等不得披露。

耗量如图1所示,其数值为10~398 kWh/m²,其中年单位面积电耗量最低的商场为10.05 kWh/m²,年单位面积电耗量最高的商场为397.96 kWh/m²。从

分项拆分的能耗数据分析中可以看到商场类建筑能耗中,空调系统能耗比例最大,紧随其后的为照明及其他设备的能耗,电梯系统最小,如图2所示。

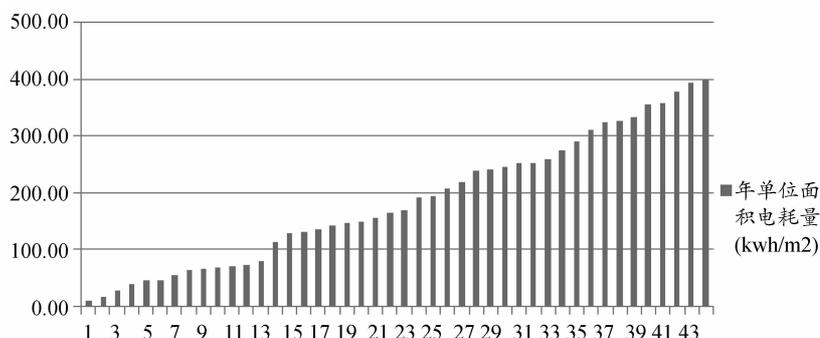


图1 样本年单位面积耗电量

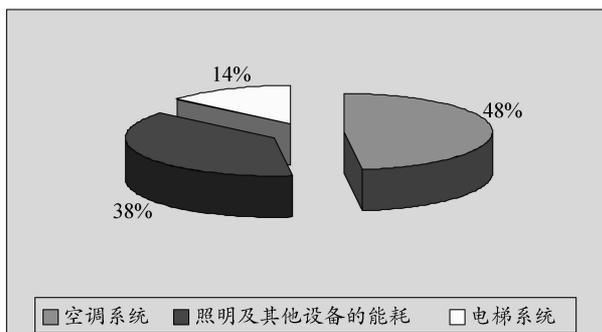


图2 样本建筑分项能耗比重

从现场观测情况来看,商场经营状况与客流量对空调能耗影响较大,对照明能耗影响较小。由于商场室内照明完全依靠人工照明,其使用时间与营业时间一致,不受客流量影响。由于重庆地区季节供冷时间长,加上人流量大,空调能耗较高。为保障室内的适宜温度,商家通常考虑将冷负荷设计增大,即实际开启两台机组足够的情况下,设计则配备四台冷水机组,无形中导致能耗增加。

二、样本能源管理的基本情况

(一)能源的日常管理

能源的日常管理主要包括相关文档的收集与管理,设备运行与维修的记录,能耗分项计量几个方面。从数据上看,88%建筑具备能源账目文件;71%建筑具备用能设备原始文件;35%建筑具备能源管理文件(标准、规范、规定、规程、组织机构等);76%建筑具备设计图纸(包括建筑竣工图,各大型耗能系统设计图,计算书等);94%建筑具备运行记录(包括建筑内各大型耗能设备的运行记录,如中央空调,电梯等);18%建筑有分项计量;24%建筑具有节能奖惩制度;65%建筑进行过节能宣传。通过分析发现,

大多数商场类建筑进行了大型耗能设备日常运行管理,各种资料和设计图纸管理较完善,但用能系统日常运行管理过于形式化。并且对于大型设备(空调机组)的管理比较重视,而对分散的、小型的末端设备比较忽视。

(二)能源管理评价

在大型商场能源管理的评价上,根据《导则》主要从能源管理的组织、能源系统的计量、能源管理的实施三个方面进行评价,按照A、B、C、D四个等级打分。样本评价结果见表2。从表2中可以看出,商场类建筑能源管理基本反映了重庆市大型公共建筑整体能源管理水平。在能源管理组织方面,商场均委派物业管理或设备管理部门实施管理,但缺乏专业的能源管理人员,且在人员激励上存在不足,即管理人员无法从节能中受到奖励,但却会因为室内环境满足不了用户的需要而受到惩罚,导致能源费用的高低与运行管理者无关。在能源系统计量方面,大多数商场均无分项计量系统,更无分项计量台账。能耗计量是整个建筑能源管理工作的出发点和基础,这一基础性的环节却是样本中最薄弱的管理环节。在能源管理上,样本普遍制订了相关节能规章与措施,但由于专业技术缺乏,投入不足,节能效果十分有限。

(三)个案分析

江北区某商场,建筑面积3万平方米,为建筑物负2层到30层,建成年代为1996年。基本运行时间9:00-18:00,空调系统开启时间比营业时间短一个小时,空调面积为1万平方米。该商场曾经对中央空调和电梯进行过一次节能改造。

表2 样本能源管理评价表

评价等级	A	B	C	D
能源管理的组织	能源管理完全融入日常管理之中,能耗的责、权、利分明。	有专职能源管理经理,但职责权限不明。	只有兼职人员从事能源管理,不作为其主要职责	没有能源管理或能耗的责任人
能源系统的计量	分系统监控和计量能耗、诊断故障、量化节能,并定期进行能耗分析	分系统监控和计量能耗,但未对数据进行能耗分析	没有分系统能耗计量,但能根据能源账单记录,能耗成本、分析数据作为内部使用	没有信息系统,没有分系统能耗计量,没有运行记录
能源管理的实施	从所有权人、管理者直到普通用户都很重视建筑节能,有完整的建筑节能规章,采取一系列节能措施	建筑管理者比较重视建筑节能,制订过一些建筑节能管理规章和措施。	虽然有节能管理规章,但只针对一般用户,少数人可以有超标不节能的特殊权力。	完全没有管理或没有科学化的管理;或以牺牲室内环境为代价实现节能。
	—	20%	80%	—
	—	15%	85%	—
	—	85%	5%	10%

在建筑物管理中,建筑物业主委托江北区物业管理公司负责各方面的管理,建筑的能源管理也属于物业管理的一部分内容,没有设立单独的能源管理部门。在调查过程中发现,该建筑已经构建了部分能源管理体系,包括建筑物能源管理机构或责任人的任命或聘用文件、所有权人或业主关于建筑节能的有关措施和文件。同时,全部科室都安装有电能计量仪表;但照明、空调和其他设备用电的计量没有分开统计。由于物业管理公司缺乏专业部门和技术人员的支持,能源管理制度还不够全面。从表3可以看出,该商场在能源管理中存在两方面的问题:一是基础资料的收集不到位,二是在节能激励措施不健全。对于造成问题的原因,通过与物业管理部

门的访谈发现,物业管理公司的工作职责是根据物业管理合同实施建筑物的全面管理,能源管理只是其中一小部分内容。虽然公司制订了相关的能源管理文件,工程部门有相关的技术人员配备,但是其能源管理的中心工作是保障设备的正常运行,而能耗所产生的费用高低并不会对其物业管理收费带来直接影响。虽然建筑物业主曾经进行过中央空调与电梯的改造,但其本意是对已经达到技术寿命的设备进行更换,而不是降低能耗。目前,该商场的节能措施还局限在控制空调开关时间、更换节能灯具的层面,缺乏配套的管理措施,比如业主对能耗降低的奖励制度等,这也造成了物管公司对节约能耗热情不高。

表3 江北区某商场能源管理调查表

类型	要求	是否具备
能源账目文件	至少应包括12~36个月的能源费用账单(复印件和录入标准电子表格)	√(部分具备)
用能设备原始文件	包括各耗能设备尽可能详细的说明书等可获得设备基础数据的文件	√(部分具备)
能源管理文件	标准、规范、规定、规程、组织机构等	√
设计图纸	包括建筑竣工图,各大型耗能系统(暖通空调、电、水、通信等)的设计图、计算书等	×
运行记录	包括建筑内各大型耗能设备的运行记录,如:中央空调,电梯等	√
分项计量	建筑系统能耗的分项计量	×
节能奖惩制度	节能激励及惩罚制度	×
节能宣传	建筑节能宣传	×

(四)能源管理制度的分析

样本在能源管理水平上的差异,其根本原因在于商场管理模式的不同。根据龙惟定^[5]的划分,商场类建筑的能源管理模式可以划分为减少能耗型、设备改善型与优化管理型。

减少能耗型是较容易实现的一种能源管理模

式,具有管理方便、操作容易、投入较少的特点。就具体类型看,采用商铺零散出租或售后返租的商场属于此类,样本中泰兴通信电脑城、雅兰电子城等约68%的建筑属于此类情况。由于建筑物所有者并不承担能源费用,建筑的使用者处于分散状态,无法对水冷空调、围护结构等大型设备设施等提出改造要

求,通常他们将管理的重点落在末端能耗的控制上,如节能灯具、限制电梯运行时间、提高夏季室温设定值、非营业时间不提供空调等方面。此类管理的缺点是难以对整栋建筑的能耗水平产生实质性的影响,并且容易造成室内环境质量下降,导致商铺承租人不满意或投诉。

设备改善型能源管理模式主要出现在以重庆百货、新世纪商都为代表的大型百货公司或 Shopping Mall 一类建筑中,占样本数的 32%。由于建筑设计年代的不同,其施工、设备等方面难免存在缺陷,通过“年年有小改,五年一大改”的方式,实现建筑用能设备及结构的更新改造。通常此类建筑的重要特征是建筑物所有权与经营权的统一,经营者配备专门的物业管理部门负责整体建筑的能源管理,并对各部分用能进行统计管理、维护、监控和改造。这一管理模式的优点是能明显提高能源使用效率,减少能源费用和日常维护开支,体现了较高层次的管理水平,其缺点在于需要较大的初期投入和较强的技术支撑,且投资回收期难以确定。根据《公共建筑节能改造技术规范》及相关文献^[6],结合调查可以看出,建筑所有者能够接受的静态投资回收期为 5~8 年,目前比较常用的调节冷水机组变流量控制等措施,静态投资回收期基本可控制在 5 年内,而一些投资少的改造,如风机变频、更换传感器等可以控制在 3 年以内。但对于外墙和屋顶等维护结构的更换,投资回收期长达 15~20 年,且节能效果不易判断。例如样本中的重百沙坪商场,投入资金将单层幕墙改为双层幕墙,结果能耗水平反而上升(主要原因是经营面积的扩大与人流量的增加),导致业主对后续是否更换水冷机组犹豫不决。因此,此类管理模式的底线是所掌控的资金量能否满足节能改造的需要。

优化型能源管理是通过连续的系统调试使建筑各系统(尤其是设备系统与自控系统)之间、系统的各设备之间、设备与服务对象之间实现最佳匹配。实现此类管理,需要极强的技术支撑,能够把握单体设备节能与系统节能的关系,避免在改造时或改造后影响系统的正常运行。使用该模式可以考虑聘请能源服务公司(Energy Service Company, ESCO),将能源审计、项目设计、项目融资、设备采购、工程施工、安装调试、人员培训认证等能源管理服务打包给 ESCO,客户与 ESCO 共同分享服务后所获得的节能效益^[7]。在本次调查中,44 家商场无一家采用合同能源管理(Energy Management Contract, EMC)模式。其原因主要有以下几点。

其一,重庆地区 EMC 服务开展缓慢。虽然中国

政府从 2000 年开始推广 EMC 服务,但在调查期间,重庆市 EMC 主要集中在工矿企业中推广,在公共建筑中的开展极少。2010 年以后,EMC 服务才在商场建筑中试点。

其二,对合同能源管理服务缺乏认识。调查中,访谈过的商场或多或少知道合同能源管理服务,但对其管理内容、收费标准、风险分担方式等却没有深入了解。

其三,商场所有人对 EMC 服务持怀疑态度。少数与 ESCO 进行过谈判的商家,对于 EMC 中约定的节能效益测算和费用支付等内容存在质疑。由于国内缺乏通用的技术指导规范,使商家对 ESCO 所提出的节能目标难以找到国家标准进行衡量。

其四,缺乏政府的资金与政策扶持。由于 EMC 前期投入成本较大,融资困难,商场业主也不愿垫付该项资金,导致推广难度加大。直到 2010 年重庆市出台《合同能源管理项目财政奖励资金管理实施细则》,才在一定程度上缓解了 EMC 的困境。

(五)能耗水平与能源管理之间的关系

大型商场作为大型公共建筑,其能耗水平的高低可以利用其单位建筑面积年能耗量的多少来进行评价。但能耗水平高,并不意味着该商场的能源管理水平低^[8]。在能源管理水平达到 B 级以上的 37 家商场中,能耗水平集中在 200~300 kWh/m² 和 300~400 kWh/m² 高能耗区间,属于典型的高能耗建筑,但其管理水平却并不低。就其原因在于,此类商场往往是大型商业集团下属企业,如样本中的重庆百货、新世纪百货等,其能源管理模式多属于设备改善型能源管理模式,能源管理更加规范,但是其营业时间长、人流量大、业务种类多,相应也造成其耗能能量更大。而对于能耗量低的商场建筑,则需要具体分析。如样本中 10.05 kWh/m² 的某商场,由于环境较差,管理不善,中途曾停止营业,使其能耗水平竟低于居住建筑,结果就是“不用能就是节能”,这明显不能视为能源管理水平较高的例子。所以,对商场类建筑的能源管理进行评价时,能耗水平只能作为参考指标。或者只有建立了类似英国最佳能效实践项目(简称 EEBPP)的评价标准^[9],通过对商场建筑严格按照建筑面积、运营规模等严格细分后,才能准确衡量商场建筑的能源管理水平。

三、追踪调查

在 2008-2009 年度统计与审计结束后,调查组继续对样本中 10 家大型商场进行追踪调查。在 2010-2011 年度,除去当年气候、商场经营状况等因素外,8 家商场其能源消耗量基本与 2009 年前数据

持平。值得注意的是,其中两家商场采用 EMC 合同能源管理,其能源使用量与使用效率发生明显变化。两商场均采用“三方租赁”模式,由业主、能源管理公司、租赁公司围绕节能项目签署系列协议,主要协议包括:能效保证协议、维护保养协议、设备租赁协议与设备采购协议,主要技术措施包括离心制冷机加装 VSD、水泵变频、照明系统升级与加装智能控制系统。从节能效果来看,智能系统节能率为 17%,照明系统为 60%。合同能源管理方式的使用,较为有效地提高了商场建筑的能源使用效率。但需要注意的是,对能源管理的改造不仅仅是制冷、照明等某一个部分,而应该是对建筑物整体全盘考虑与统一规划^[10],才能将风险降到最低。从两个采用合同能源管理的项目效果来看,由于其解决方案整合了空调、照明、自动控制等多方面技术资源,同时在管理制度上系统地考虑了建筑一体化的需要,基本实现了节能环保的目标。

四、结论

调查发现,商场建筑能源管理不仅需要技术手段,如建筑物的改造及其设备的更新,建立有效的能源管理制度同样可以实现建筑能耗的下降,为企业带来明显的经济效益。由于各商场在建成年代、结构形式、围护材料、空调设备、经营状况等诸多的差异,所以“没有绝对的节能建筑,只有相对的建筑节能”^[4],通过一定的能源计量、组织与实施,可以最大

限度地挖掘建筑物的节能潜力,实现从节约型向更新型、优化型管理模式的转变。

参考文献:

- [1] 江亿. 我国建筑能耗趋势与节能重点[J]. 建设科技, 2006(7):10.
- [2] 马玥. 大型公共建筑承受节能之重[J]. 中国建设信息, 2008(9):45.
- [3] 贾遵锋,李百战,丁勇,等. 重庆市典型公共建筑用能特征及构成分析[C]//全国暖通空制冷 2010 年学术年会论文集,2010:62.
- [4] 康艳兵,张扬,尹志芳. 我国节能服务产业的发展现状与展望[J]. 中国能源,2010(32):8.
- [5] 龙惟定. 我国大型公共建筑能源管理的现状与前景[J]. 暖通空调,2007(4):19-23.
- [6] 曾德珩,刘贵文. 公共建筑节能改造中的经济性指标的评价与应用[J]. 建筑经济,2010(8):94.
- [7] 尚天成,潘珍妮. 现代企业合同能源管理项目风险研究[J]. 天津大学学报:社会科学版, 2007,9(3):214-217.
- [8] 曾德珩. 大型商场建筑能源管理制度的调查与分析——以重庆市为例[J]. 建筑经济,2010(1):58-60.
- [9] 魏峥,邹瑜,王虹,等. 英国公共建筑能耗基准评价方法对我国建筑能耗定额方法的启示[J]. 建筑科学,2011, 27(10):7-12.
- [10] 李琪,聂甲森. 合同能源管理在建筑节能领域的应用研究[J]. 建筑经济,2010(6):94-95.

Investigation and Analysis on Energy Management of Large Scale of Store Buildings

ZENG Deheng, LIU Guiwen

(School of Construction Management and Real Estate, Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: Based on the investigation of the energy consumption and energy management in 44 large scales of store buildings in Chongqing, the energy management system is classified in 4 level, the problem in energy management and its cause are analyzed. A follow-up survey of some buildings was carried out. At last, the relations between level of store building energy management and its energy consumption are researched. The paper concludes that, whether energy-saving technologies or improved management measures can reduce building energy consumption, and contract energy management may provide a new model for store buildings.

Key words: store buildings; building energy consumption investigating; energy management

(责任编辑 傅旭东)