

节能运行监管——我国大型公共建筑节能管理的必然选择

北京交通大学 丰艳萍[☆]

建设部科学技术司 武 涌

摘要 从我国大型公共建筑节能中存在的问题入手,分析总结了国外政府办公建筑和大型公共建筑的节能管理措施,并采用 SWOT 分析法充分论证了必须建立适应我国国情的新型节能管理制度——大型公共建筑节能运行监管体系。对节能运行监管体系的创新性进行了探讨。

关键词 建筑节能 公共建筑 节能运行监管 SWOT 分析法

Energy efficiency supervision in building operations: an essential choice for large-scale public buildings in China

By Feng Yanping[★] and Wu Yong

Abstract Analyses the problems in the building energy efficiency of large-scale public buildings in China. Describes the building energy efficiency measures for government buildings and large-scale public buildings in other countries. Using the SWOT analysis method, demonstrates the necessity of setting up an energy efficiency supervision system in building operations for large-scale public buildings. Discusses the innovativeness of this supervision system.

Keywords building energy efficiency, public building, energy efficiency supervision in building operation, SWOT analysis method

★ Beijing Jiaotong University, Beijing, China

①

0 引言

1992 年在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展大会,通过了《里约热内卢环境与发展宣言》《21 世纪议程》等重要文件。1997 年《联合国气候变化框架公约》第 3 次缔约方大会在日本京都召开,149 个国家和地区的代表通过了旨在限制发达国家温室气体排放量以抑制全球变暖的《京都议定书》。

中国积极响应联合国号召,率先制定和实施了适合中国国情的可持续发展文件——《中国 21 世纪议程》,签署了《京都议定书》,并出台了一系列节能法规和制度以推动 CO₂ 减排目标的实现。

要解决资源短缺、环境污染严重等发展瓶颈问题,必须牢固树立和贯彻落实科学发展观,建设资源节约型、环境友好型社会的理念,这样才能实现《十一五规划纲要》提出的单位 GDP 能耗降低 20% 左右,主要污染物排放总量减少 10% 的目标。

建筑节能是节约能源的一个重要组成部分,世界各国的平均建筑能耗已经占到全社会总能耗的

①☆ 丰艳萍,女,1975 年 5 月生,在读博士研究生
100044 北京市交大东路 18 号院学苑公寓 5-803
(010) 51466994 (O) 13264266904
E-mail: fengyanping10@sohu.com
收稿日期:2007-06-26
修回日期:2007-07-03

1/3 左右。我国 2005 年建筑能耗达到全社会总能耗的 27.5%^[1]。随着我国城镇化进程的加快,每年新增 20 亿 m² 建筑,建筑能耗的比例将继续提高。因此,建筑节能直接关系到我国能否缓解能源供求紧张状况,也关系到全球的气候变化与持续发展。

1 我国大型公共建筑节能存在的问题

我国大型公共建筑能耗高、能效低问题突出。据抽样调查,大型公共建筑面积占城镇建筑总面积的比例不到 4%,但消耗电量却占 20% 以上^[2]。

据测算,我国大型公共建筑单位面积年耗电量达到 70~300 kWh^[3],是普通居民住宅的 10~20 倍。以北京市为例,全市的宾馆、饭店、商厦、写字楼等大型公共建筑面积仅占民用建筑的 5.4%,但全年耗电量却高达 33 亿 kWh,接近全市居民生活用电的一半。另据清华大学的实测调查,上海 9 幢商用楼全年一次耗能量超过日本相应商业建筑节能标准规定指标近 45%^[4]。

大型公共建筑高能耗、低能效的原因可从其设计、施工以及运行三个阶段来分析。

1.1 设计、施工阶段浪费严重

1) 建设“贪大求洋”。我国大型公共建筑多采用大玻璃幕墙,遮阳隔热性能差,以及建筑体量大造成的内部发热量大、空调期长等原因直接导致了大型公共建筑能耗高的问题。除此以外,随着经济的发展,大型公共建筑追求豪华、气派的陋习日益严重,建设中普遍存在“贪大求洋”、能源浪费严重问题。

2) 施工阶段存在的“阴阳图纸”现象也是造成建筑高能耗的原因之一。

1.2 运行阶段缺乏科学的管理

有好的设计,还需要科学的运行管理。运行管理水平影响建筑的实际能耗,对建筑实际的节能情况至关重要。即使完全满足大型公共建筑节能设计标准,采用低能效设备,但如果运行中没有好的管理,也达不到节能效果,会产生“节能建筑不节能”现象。

我国建筑节能运行管理存在的主要问题是缺乏统一的宏观协调管理。

据有关单位对北京 10 个大型公共建筑的能耗检测,由于集中空调系统存在严重的“大马拉小车”以及不合理运行和盲目追求高质量室内环境等原

因,导致其电耗超过公共建筑节能设计标准规定指标的 10~20 倍^[5]。

大型公共建筑运行管理水平普遍较低,也是造成运行环节能耗大的原因之一。业主对节能管理不了解、物业管理人员节能管理专业知识和能力欠缺等均会造成建筑运行管理不善。

2 国外大型公共建筑节能管理分析

以美国与欧盟为例,介绍国外大型公共建筑节能管理的主要措施。

2.1 美国建筑节能管理

美国在《2005 能源政策法案》(以下简称《能源法案》)中明确了建筑节能的政策体系和发展导向,主要措施如下。

1) 政府机构率先节能

制定国会大厦的节能和节水措施,以及能源节约和管理计划,要求联邦政府采购高能效的“能源之星”或“FEMP”指定产品。

2) 提高能源管理效率

对所有的联邦建筑用能实施能源计量,向联邦设施管理者提供每天的用能数据和每小时的电力消耗及既有联邦能源跟踪系统的数据。

3) 低能耗公共建筑的新建与改造

《能源法案》对低能耗公共建筑的新建与改造作出了详细规定,主要包括:

① 授权

能源部可以授权州能源办公室负责发展该州的公共建筑节能管理。通过新建低能耗公共建筑或者对既有公共建筑进行改造实现节能管理。

② 信息引导

接受授权的州能源办公室开发并传播信息和材料,实施技术服务与援助计划,以鼓励地方政府公用事业的计划编制、资金筹措和节能公共建筑设计。

4) 充分发挥市场机制

《能源法案》规定继续按照节能效益合同(ESPC)进行节能改造。

5) 经济激励

《能源法案》中使用正向激励来鼓励不断提高能效标准和节能性能的建筑,以及使用高能效标准的设备的行为。例如,对通过节能性能认可的节能项目,实行税收优惠。

2.2 欧盟建筑节能管理

欧盟是仅次于美国的能耗大户,公共建筑能耗占总建筑能耗的 1/3,其中,供暖空调能耗占公共建筑能耗的 50%。

欧盟 2002 年在布鲁塞尔通过了《欧盟建筑能源性能指令》(以下简称《欧盟指令》),明确提出以提高能效、保护环境、改善生活质量和改进公共关系为目标的节能理念。《欧盟指令》主要包括:建筑最低能耗标准制度、建筑能效标识制度、建筑物用能系统检查制度、建筑节能监管制度、建筑节能信息服务制度等内容。

《欧盟指令》中与大型公共建筑有关的规定有:

1) 对公共建筑应用最低能耗标准,并采取间隔期少于 5 年的定期检查制度。

2) 对公共建筑采取建筑能效标识制度,要求在公共建筑的明显位置放置建筑能耗性能证书。

3) 制定建筑运行管理制度,包括建筑物用能系统检查制度(锅炉、空调系统定期检查,设备匹配情况检查,并向用户提供检查结果及系统更新或改造的建议)和用户行为节能制度(用户的供热、空调以及生活热水的费用按照实际消耗量的比例进行结算)。

4) 制定建筑节能监管制度,通过加强组织管理机构建设、完善管理制度等措施不断完善节能监管体系。

2.3 总结分析

2.3.1 大型公共建筑节能运行监管缺失

我国建筑节能运行管理水平亟待提高,迫切需要建立节能运行监管制度,以实现节能运行;而国外虽然有健全的建筑节能法律、法规,却没有大型公共建筑节能运行监管的相关制度。

1) 美国政府机构的主要节能措施是采购高能效设备、实施能源节约和管理计划,对其运行阶段如何进行用能的监管没有规定。

2) 美国《能源法案》虽然对低能耗公共建筑节能改造有规定,但它是授权各州进行节能管理和信息引导,各州提供技术服务、建筑用能数据等信息,主要依靠市场机制进行节能。

3) 欧盟针对各种类型建筑建立统一的管理制度,强调提高能效的目标,但没有具体的实施方法。

4) 欧盟要求新建以及改造后的公共建筑应用最低能耗标准和能效标识制度,强调目标管理,缺乏过程控制。

5) 欧盟的运行管理制度是要求对建筑物用能系统进行检查,提出更新或改造建议,以及用户行为节能。

6) 欧盟有建筑节能监管制度,主要是针对节能组织管理机构和管理制度的建立与健全,并没有对节能运行阶段建立监管。

2.3.2 我国应当建立节能运行监管制度

国外大型公共建筑节能管理主要是对节能效果的管理,主要依靠市场机制进行既有公共建筑节能改造。

例如美国在 1985—2003 年间,直接拨款的份额从 54%下降至 23%,而节能效益合同从 30%上升至 60%,这表明美国充分依靠市场机制来实现节能。

欧盟的运行管理是对建筑物用能系统进行检查,提出更新或改造建议,也是主要依靠市场实施节能改造。

这与他们建筑节能所处的发展阶段有关。建筑节能技术标准和相关支撑体系较为健全,经济市场化程度高,从而主要通过经济激励的市场机制来调节建筑节能的发展。

我国节能工作起步晚,制度、标准等相对不健全,社会节能意识不够,运行管理水平低,节能服务市场尚未成熟。因此,我国必须寻求适合自己的节能管理之路,对大型公共建筑建立节能监管制度,实现运行节能。并利用这一机会,力求在建筑节能理论创新、制度创新等方面取得更大进步,使我国的建筑节能实现跨越性发展。

3 我国大型公共建筑节能管理的制度选择

通过以上国内外对比分析,我国大型公共建筑运行管理不善造成的高能耗、低能效问题突出,而国外的运行管理主要通过用能系统检查,进行市场化更新或改造实现,并不适合我国目前的实际情况。旨在推动大型公共建筑以节能方式运行的节能运行监管体系应运而生。

3.1 节能运行监管体系

大型公共建筑节能运行监管体系的核心内容是对政府办公建筑和大型公共建筑建立能耗统计、能源审计、能效公示、用能定额以及超定额加价制度(以下简称五项制度)。其目标是以监管推动节能运行管理水平,实现节能运行;依靠政策导向和信息引导市场化节能改造,以监管促进节能市场

化,逐步培育和完善的节能市场。

3.2 建立节能运行监管体系的理论依据

我国大型公共建筑节能应当坚持发挥市场机制作用与实施政府宏观调控相结合的原则^[6],建立与社会主义市场经济体制相适应的管理制度。

3.2.1 强化政府节能管理职能

1) 格莱欣法则

我国正处于建筑节能的起步阶段,相关标准体系、基础工作正在不断完善之中,全社会的建筑节能意识尚待进一步提高,因此,单纯依靠市场机制,在格莱欣法则的作用下,节能建筑必将丧失市场。

必须强化政府节能管理职能才适合我国现阶段的节能管理现状。

2) “经济人假设”观

根据公共选择理论中的“经济人假设”观,对大型公共建筑进行有效的节能管理,必须重视规章制度的重要作用,让“经济人”——大型公共建筑业主,在享受节能行为自由的同时更要受到相应的制度约束^[7]。

因此,必须充分运用政府法律、法规的强制性进行监管,推动公共建筑节能,依靠政策导向和信息引导商业节能,最终形成市场主体自觉节能的机制。

3.2.2 大型公共建筑节能运行管理的 SWOT 分析模型

SWOT 分析法最早是由美国哈佛商学院教授安德鲁斯在 20 世纪 60 年代初提出,将与研究对象密切相关的内部优势因素(S)、劣势因素(W),外部机会因素(O)和威胁因素(T),通过调查一一罗列出来,并依照一定的次序按矩阵形式排列起来,然后运用系统的思想,把各种因素相互匹配起来加以综合比较分析,以便在分析所得结论的基础上,提出针对研究对象的发展战略、计划和措施。

本文基于对与大型公共建筑节能相关的重要外部因素和内部因素的评价,建立了大型公共建筑节能运行管理 SWOT 交叉分析模型。

1) 内部优势因素 S

节能运行管理较容易产生节能效益;社会对建筑节能越来越重视;公共建筑产权形式单一;节能运行管理投入低;资金筹措相对容易;社会示范效应大。

2) 内部劣势因素 W

缺乏相关的管理机构;缺乏基础能耗数据;尚未建立社会监督机制;用能价格机制不合理,节能收益难以实现;改造成本过高,回收期过长;技术支撑不成体系;节能运行管理人员能力欠缺。

3) 外部机会因素 O

《京都议定书》给我国建筑节能带来技术提升和融资机会;转变经济增长方式是中国经济调整的重点;国家宏观调控力度加强,建筑节能投资加大;社会经济实力提高,建筑节能投资承受能力加强。

4) 外部威胁因素 T

“后京都协议时代”建筑节能减排的任务加重;国外建筑节能产业对我国建筑节能产业存在威胁;人民生活水平提高,建筑能耗刚性增长;社会节能意识较弱;能源供应出现瓶颈。

5) 战略选择

综合分析我国实际情况,大型公共建筑节能管理战略应采取 S-O-W 综合战略,即充分抓住国际建筑节能大背景的机遇,以大型公共建筑节能为突破口,以节能运行管理为主要手段;健全节能运行管理机构建设、能耗基础工作、社会监督、技术支撑体系建设等。这也就是节能运行监管体系提出的五项制度的主要内容。

3.2.3 规划分析

1) 设定评价指标系列

产权形式、资金投入额、资金筹措情况、形成的节能量、产生的社会效益。

打分原则:产权最简单的 0 分,最复杂的 1 分;资金投入额最少的 0 分,最多的 1 分;资金最容易筹措的 0 分,最难筹措的 1 分;形成的节能量最大的 0 分,最小的 1 分;产生的社会效益最大的 0 分,最小的 1 分。

2) 变量定义

x_i :第 $i(i=1, \dots, n)$ 种管理模式, $i=1$ 时为大型公共建筑节能运行监管模式。

y_{ij} :第 i 种管理模式在第 $j(j=1, \dots, 5)$ 个评价指标下的得分。

3) 构造函数

目标函数定位于能产生较大的社会示范效应,以及组织实施相对简单。据此,构建规划函数如下:

$$\text{目标函数 } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^5 (y_{ij} x_i)$$

$$\begin{cases} y_{11} = \min y_{i1} \\ y_{12} = \min y_{i2} \\ y_{13} = \min y_{i3} \\ y_{14} = \min y_{i4} \\ y_{15} = \min y_{i5} \\ x_i = 0, 1 \end{cases}$$

对模型分析后,可得出最优解为: $x_1=1, x_i=0$ ($i=2, \dots, n$),即采用节能运行监管模式,才能获得最好的节能社会示范效应,同时组织实施相对简单。

4 大型公共建筑节能运行监管体系的创新

4.1 实施运行监管,目标管理和过程控制相结合

国际建筑节能管理一般是对节能效果的管理,应用最低能耗标准和能效标识制度,即目标管理。除此以外,还有一个特点是主要依靠市场进行节能改造,但其节能效果并不理想,究其原因,很重要的一点是没有实施有效的节能监管。

我国大型公共建筑节能运行监管体系要求实施运行监管,不仅要进行目标管理,还要重视过程控制,即不仅要抓节能效果,还要对运行阶段的用能进行监管,实现节能运行的目标。

以政府办公建筑节能为例,管理大于技术因素,用能管理直接决定了节能成效。因此,节能管理应该是对节能工作和节能效果的双重管理。这也是与我国目前运行管理水平低、市场机制不完善的国情相适应的。

4.2 实现公共建筑节能长效机制

节能潜力全部转化为实际效果是一个长期的、分阶段的过程。因此,能耗调查和现场测试等是应长期坚持的工作。能耗统计制度的建立可以使国家从宏观上掌握建筑能耗的变化情况。

节能运行监管体系中的能源审计、能效公示制度是对高能耗建筑实施的长期监管措施;而国外的能源审计更多的是对项目的一次性审计,目的是为了制定节能改造方案。因此,我国的能源审计对能源审计概念进行了外延。

除此以外,大型公共建筑节能运行监管体系中对于节能工作的组织机构、节能目标的落实与考核、资金配套、经济激励等都有规定,为我国公共建筑节能长效机制的形成奠定了基础。

4.3 以大型公共建筑节能为突破口

大型公共建筑相对其他既有建筑而言,产权清晰,节能行为的参与方相对较少,节能的组织实施相对更简单。而既有居住建筑结构、系统形式复杂,产权形式多样,缺乏经济激励政策、融资渠道等,其节能的组织实施则复杂得多。

单独将大型公共建筑作为节能管理对象,建立针对性的管理制度,有利于我国既有建筑节能的全面铺开。

4.4 监管与引导相结合

近年来国内一些建筑节能改造项目开始按照合同能源管理的模式执行,效果并不是很好,究其原因,一个重要的因素就是合同双方对最终节能量的认可存在差异^[8]。因此,提出分两步走实现节能管理。

首先依靠政府进行节能运行监管,强制推动建筑能耗统计,明确统计报告责任;对高能耗建筑和典型标杆建筑强制推动用能审计、公示、用能定额管理等监管措施。然后通过监管起到政策导向和信息引导作用,逐步引入市场化节能改造,逐步建立和完善我国的节能服务市场。

5 结语

政府办公建筑和大型公共建筑作为我国能源产品的重要消费者,其节能具有重要意义。由于我国政府办公建筑和大型公共建筑节能关系复杂、涉及面广、难度大,大规模实施节能管理面临诸多障碍。在分析我国节能工作实际情况,并分析国外情况后,提出了适应我国国情的科学合理的大型公共建筑节能运行监管体系。

该体系的建立可以在满足社会发展和人民生活水平不断提高的前提下,大幅度降低建筑能耗,这对于缓解我国能源供应紧张状况,实现城市的可持续发展,对我国经济和社会的长期可持续发展有着重要的战略意义。

通过对政府办公建筑和大型公共建筑率先进行节能,起到示范和社会带动效应,提高全社会建筑节能意识,推动全社会节能工作的深入开展。而政府采购高能效产品,则能有效推动节能新产品、新技术的推广应用,促进相关产业链的发展。

大型公共建筑节能运行监管制度的建立是我国建筑节能工作的突破口,通过大型公共建筑的节能管理经验总结,为我国既有建筑节能管理的全面

(下转第 49 页)

表 2 故障诊断准则

故障及状态	压缩机排气温度(特征向量)	压缩机吸气温度(特征向量)
正常状态	$\ s_i\ \in (\ s\ - \Delta\ s\ , \ s\ + \Delta\ s\)$	$\ s_i\ \in (\ s\ - \Delta\ s\ , \ s\ + \Delta\ s\)$
冷却水流量减小	$\ s_i\ \gg \ s\ + \Delta\ s\ $	$\ s_i\ \in (\ s\ - \Delta\ s\ , \ s\ + \Delta\ s\)$
冷却水流量增大	$\ s_i\ \ll \ s\ - \Delta\ s\ $	$\ s_i\ \in (\ s\ - \Delta\ s\ , \ s\ + \Delta\ s\)$
充入不凝性气体	$\ s_i\ \gg \ s\ + \Delta\ s\ $	$\ s_i\ \gg \ s\ + \Delta\ s\ $
制冷剂流量减小	$\ s_i\ \gg \ s\ + \Delta\ s\ $	$\ s_i\ \gg \ s\ + \Delta\ s\ $
外界负荷变大	$\ s_i\ \in (\ s\ - \Delta\ s\ , \ s\ + \Delta\ s\)$	$\ s_i\ \gg \ s\ + \Delta\ s\ $
外界负荷变小	$\ s_i\ \in (\ s\ - \Delta\ s\ , \ s\ + \Delta\ s\)$	$\ s_i\ \ll \ s\ - \Delta\ s\ $
冷水流量增大	$\ s_i\ \in (\ s\ - \Delta\ s\ , \ s\ + \Delta\ s\)$	$\ s_i\ \gg \ s\ + \Delta\ s\ $
冷水流量减小	$\ s_i\ \in (\ s\ - \Delta\ s\ , \ s\ + \Delta\ s\)$	$\ s_i\ \ll \ s\ - \Delta\ s\ $
冷凝器进水温度过高	$\ s_i\ \gg \ s\ + \Delta\ s\ $	$\ s_i\ < \ s\ - \Delta\ s\ $

能对这两种故障进行区分。这主要是由于实验条件的限制,在后续实验中可以增加对冷凝温度的实时采集、分析,从而对其加以区分。外界负荷变大和冷水流量增大,以及外界负荷变小和冷水流量减小也是如此。

5 结论

对小波包分析在冷水机组故障诊断准则方面的应用进行了初步探讨和研究,模拟了单螺杆式冷水机组的 9 个常见故障,并利用小波包变换的方法提出故障诊断准则,建立特征向量-系统状态的对应关系,为诊断冷却水流量增加、冷水流量减小和冷凝器进水温度过高等故障提供了依据。但由于实验条件、故障复杂性等诸多方面的原因,还存在很多需要改进和深入研究的地方,如不能准确区分充入不凝性气体和制冷剂流量减小等故障。在后续工作中,多选取一些对故障敏感的特征参数,如增加蒸发温度和冷凝温度作为特征参数,可以对充入不凝性气体和制冷剂流量减小等故障进行准确

的区分,从而进一步扩大小波包诊断的应用范围。

参考文献:

- [1] Li Xiaoming, Hossein V N, Visier J C. Development of a fault diagnosis method for heating system using neural networks[G]//ASHRAE Trans, 1996, 102(1): 607-614
- [2] Dexter A L, Benouarets M. A generic approach to identifying fault in HVAC plants[G]//ASHRAE Trans, 1996, 102(1): 550-556
- [3] 郑洁,杨朝杰,周玉礼. 螺杆式冷水机组的故障模拟及诊断软件的研究[J]. 建筑热能通风空调, 2005, 24(6): 19-23
- [4] Stylianou M, Nikanpour D. Performance monitoring, fault detection and diagnosis of reciprocating chillers[G]//ASHRAE Trans, 1996, 102(1): 615-627
- [5] 于志伟,苏宝库,曾鸣. 小波包分析技术在大型电机转子故障诊断系统中的应用[J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(22): 158-162
- [6] 飞思科技产品研发中心. 小波分析理论与 MATLAB 7 实现[M]. 北京:电子工业出版社, 2005

(上接第 12 页)

铺开奠定基础。

除此以外,对大型公共建筑建立节能监管制度可以起到很好的政策导向作用;通过对其进行能源审计、能效公示,可以为各节能行为主体搭建起良好、畅通的信息服务平台,进而释放节能需求,促进节能服务体系的发展和节能服务市场的发育与完善。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2006 [M]. 北京:中国统计出版社, 2007
- [2] 武涌,刘长滨. 中国建筑节能经济激励政策研究[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2007
- [3] 本书编委会. 公共建筑节能设计标准宣贯辅导教材

[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2005

- [4] 康艳兵. 我国建筑节能面临的挑战与机遇[EB/OL]. [2006-07-26]. <http://www.eri.org.cn/manage/upload/uploadimages/eri2006726122103.pdf>
- [5] 屈宏乐. 建筑运行管理是建筑节能的重头戏[J]. 墙材革新与建筑节能, 2006(4)
- [6] 国务院办公厅. 国务院关于加强节能工作的决定[EB/OL]. [2006-08-23]. http://www.gov.cn/jzwgk/2006-08/23/content_368136.htm
- [7] 詹姆斯·M·布坎南(美国). 自由、市场和国家[M]. 吴良健,桑全,曾获,译. 北京:北京经济学院出版社, 1998
- [8] 江亿,薛志峰. 北京市建筑用能现状与节能途径分析[J]. 暖通空调, 2004, 34(10)