

国家大型公共建筑能耗监测系统 城市级平台建设目标识别与框架研究^{*}

哈尔滨工业大学 深圳市建筑科学研究院有限公司 那 威[☆]

深圳市建筑科学研究院有限公司 刘俊跃

住房和城乡建设部建筑节能与科技司 武 涌

北京市建筑节能与建筑材料管理办公室 宋 艳

摘要 基于深圳市国家机关办公建筑和其他大型公共建筑能耗调查的测试结果,详细阐述了大型公共建筑能耗监测系统城市级平台的目标定位、模式、对象和框架。通过城市级平台测试的工程案例,分析了大型公共建筑的典型用能问题,并给出了其解决途径。

关键词 大型公共建筑 国家机关办公建筑 能耗监测系统 城市级 框架

Target recognition and requirement analysis of city real-time energy monitoring system for national large-scale public buildings

By Na Wei[★], Liu Junyue, Wu Yong and Song Yan

Abstract Based on the energy consumption data of the Shenzhen municipality government office buildings and other large-scale public buildings, expounds the target, mode, object and framework of city real-time energy monitoring system for large-scale public buildings. With an engineering example, analyses typical energy problems for large-scale public buildings and obtains some solutions.

Keywords large-scale public building, government office building, real-time energy monitoring system, city, framework

★ Harbin Institute of Technology, Harbin, China

①

0 引言

我国大型公共建筑的用能密度明显偏高,年耗电总量已达到全国城镇总耗电量的 22%,每 m² 年耗电量约为 70~300 kWh,是普通居民住宅的 10~20 倍,是欧洲、日本等发达国家和地区同类建筑的 1.5~2 倍^[1],因此做好大型公共建筑的节能管理工作,对实现“十一五”建筑节能规划目标具有重要意义。

实现大型公共建筑节能运行的前提是掌握此类建筑的用能状况,发现用能问题。通过建设国家大型公共建筑能耗监测系统城市级平台,对高耗能重点建筑安装分项计量装置,采用远程传输等手段及时采集、分析能耗数据,实现对重点城市、重点建筑能耗的实时动态监测,是建立建筑概况、设备列

表和能源消耗等信息在内的大型公共建筑数据库,促使建筑业主、物业管理部门和各级政府部门掌握建筑用能水平,进一步开展用能管理,研究用能定额和实施节能改造的重要环节。本文基于深圳市国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗调查测试结果,详细说明了大型公共建筑能耗监测系统城市级平台的目标定位、模式、对象和框架,并通过城市级平台测试的工程案例说明大型公共建筑的典型用能问题及其解决途径。

1 能耗监测系统城市级平台建设的目标识别

1.1 深圳市大型公共建筑能耗调查测试结果

①☆ 那威,男,1979 年 1 月生,博士,工程师

100044 北京市西城区车公庄大街 9 号五栋大楼 B1-1402 室
(0) 13581724940

E-mail: nawei79@126.com

收稿日期:2009-07-14

修回日期:2009-09-03

^{*} 国家科技支撑计划课题“建筑能耗统计方法与能效标识技术研究”(编号:2006BAJ01A13)

深圳市建筑科学研究院 2002—2009 年对不同使用功能的国家机关办公建筑和大型公共建筑的能耗情况进行了实际测试和调查,并对深圳市 2008 年 1—12 月供电量和最高负荷的数据进行了分析^[2]。对城市月总用电量和总负荷峰值的数据分析结果显示,2 月份总用电量及总负荷峰值均为最低,分别约为 28 亿 kWh 和 580 万 kW;8 月份总用电量及总负荷峰值均为最高,为 49 亿 kWh 和 880 万 kW,其中建筑空调负荷峰值近 300 万 kW,占当时总负荷的 34%;最热月(9 月份)空调耗电量 21 亿 kWh,占当月总用电量的 43%。可明显看出建筑用电已成为社会总用电量最重要的组成部分。

对不同使用功能的国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗情况的实际测试和调查结果显示,截至 2009 年 1 月,深圳市国家机关办公建筑和大型公共建筑数量达到 1 139 栋,总建筑面积约为 7 062 万 m²,不同使用功能的国家机关办公建筑和大型公共建筑的数量分布如图 1 所示。不同使用功能的 18 个大型公共建筑样本的年单位面积耗电量如图 2 所示,国家机关办公建筑的单位建筑面积年能耗为 62~150 kWh/(m²·a);大型公共建筑的单位建筑面积年能耗为 100~400 kWh/(m²·a)^[3],其中办公建筑为 60~200 kWh/(m²·a),商场建筑能耗的波动范围较大,平均为 75 kWh/(m²·a),但调查中的最高值达 545.7 kWh/(m²·a)。总体看来,国家机关办公建筑、大型办公建筑、大型宾馆饭店建筑和大型商场建筑的单位面积能耗相对较高;由于建筑实际使用情况、运行维护等

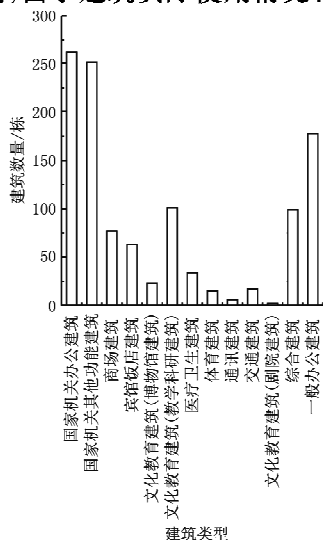


图 1 深圳市不同使用功能的大型公共建筑的数量分布

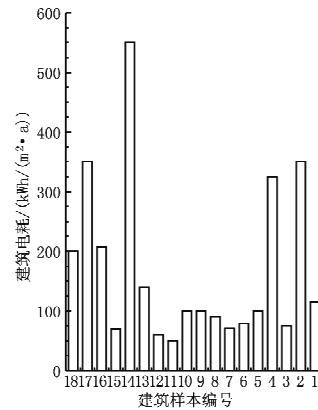


图 2 深圳市不同使用功能的 18 个大型公共建筑样本的年单位面积耗电量

方面的原因,不同类型建筑的能耗也存在较大差异。国家机关办公建筑及大型公共建筑的共性问题能耗总量大、增长速度快、能耗指标高、终端用能设备总体能效水平低等。

1.2 《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》的要求

按照住房和城乡建设部、财政部《关于加强国家机关办公建筑和大型公共建筑节能管理工作的实施意见》要求,住房和城乡建设部确定了“建立全国联网的国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测平台,逐步实现全国重点城市重点建筑动态能耗监测”的工作目标。2007 年开始,住房和城乡建设部已在 32 个示范省市开展国家机关办公建筑和大型公共建筑的能耗统计、能源审计、能效公示工作^[4]。2008 年,已在大型公共建筑较为集中且具备一定工作基础的深圳、北京和天津 3 个示范试点城市开展了能耗动态监测系统的建设示范,2009 年底前要完成至少各城市内 20% 国家机关办公建筑和大型公共建筑的用电分项计量装置安装,实现实时动态监测。总结各示范城市在管理模式、技术应用、制度建设等方面的成功经验后,2009 年将扩大示范范围,将示范取得经验在全国逐步推开。在能耗统计和能源审计的基础上进行能耗监测,能耗监测是指对高耗能重点建筑安装分项计量装置,对能耗统计、能源审计等基本信息实现全国联网,进行汇总分析,是建筑业主、物业管理部门和各级政府部门掌握建筑用能水平,开展用能管理和节能改造的重要前期工作,也是进一步研究制定用能标准、能耗定额和超定额加价、节能服务等制度的基础。最终实现在全国建立起健全、规范化的建筑能

源管理体系,完成“十一五”期末国家机关办公建筑和大型公共建筑实现节能 1 100 万 t 标准煤,建筑节能 1 亿 t 标准煤的目标。

1.3 能耗监测系统城市级平台监测对象与用能类型识别

对重点城市、重点建筑能耗的实时动态监测需对高耗能重点建筑安装分项计量装置,采用远程传输等手段及时采集、分析能耗数据,但国家机关办公建筑和大型公共建筑的建筑功能多种多样,建筑用能特点千差万别,建筑用能系统相对复杂,因此必须建立统一的建筑能耗数据模型,实现采集能耗数据规范化和精细化,监测采集对象与指标应涵盖建筑对象、建筑基本情况数据采集指标、能耗数据采集指标三部分内容^[5-6]。

建筑对象共划分为 9 类,主要根据建筑的使用功能和用能特点进行划分,主要参照了我国现行的《统计标准》和《审计准则》,并结合能耗动态监测系统的建设需求,新增、细化了若干建筑对象,尤其是针对部分不同分区建筑功能差异较大的大型公共建筑,新增了“综合建筑”建筑对象。

建筑基本情况数据采集指标根据建筑规模、建筑功能、建筑用能特点进行划分,细分为基本项和附加项两部分。基本项为全部 9 类建筑对象共性的基本情况数据,包括建筑规模和建筑功能等,具体包括建筑结构形式和参数、用能系统形式和参数以及建筑所在地的经济指标等;附加项为区分建筑用能特点情况的建筑基本情况数据,为便于具有不同用能特点的各类大型公共建筑用能情况的展示和对比,不同建筑对象所采集的附加项有所不同,以办公建筑和宾馆饭店建筑为例,办公建筑的附加项为办公人员人数,因为办公建筑按每天运行 8 h 计算,全年使用时间约为 250 d,设备全年运行时间约为 2 000 h,人员数量决定用能设备的开启数量,室内照明用能则相对固定,因此办公建筑的用能量与办公人数密切相关;宾馆饭店建筑的附加项为宾馆星级(饭店档次)、宾馆入住率和宾馆床位数量,因为入住人数差异和不同档次宾馆的室内环境舒适度设置差异等将显著影响宾馆饭店建筑的用能量。

能耗数据采集指标分为分类能耗和分项能耗两部分^[5-6]。大型公共建筑所消耗的能源种类由于建筑用能系统的差别而有所不同,一般以电为主,辅以天然气、集中供热、燃油和煤等。分类能耗是

指根据国家机关办公建筑和大型公共建筑消耗的主要能源种类进行划分的能耗数据,如电、燃气、水等。分项能耗是指按照建筑用电的主要用途划分的能耗数据,可细分为照明插座用电、空调用电、动力用电和特殊用电 4 项分项能耗数据采集指标。

2 能耗监测系统城市级平台模式和框架分析

2.1 城市级平台框架

能耗监测系统城市级平台应为城市规范能耗统计、能源审计、能效公示提供数据支持,指导国家机关办公建筑和大型公共建筑节能管理,通过统一能耗数据的分类、分项方法及编码规则,实现分项能耗数据的实时采集、准确传输、科学处理、有效储存。通过远程传输等手段及时采集、分析能耗数据,能耗数据由下至上的传输过程为数据采集子系统—数据中转站—数据中心,经过层层汇总上报最后传至部级数据中心,国家大型公共建筑能耗动态监测系统的总体框架体系如图 3 所示。数据中转站、数据中心均可接收数据采集子系统的上传数据,并承担向上一级机构发送能耗数据的功能;数据中心和部级数据中心可分类汇总能耗数据,统一由部级数据中心发布全国和各省的能耗数据统计报表以及各种分类汇总表。通过数据采集和监控管理平台,可实现对各类建筑的各种能耗数据的检测和对能源利用状况的定量分析,从而为及时进行节能诊断、改进能源管理和开展节能技术改造提供科学依据。

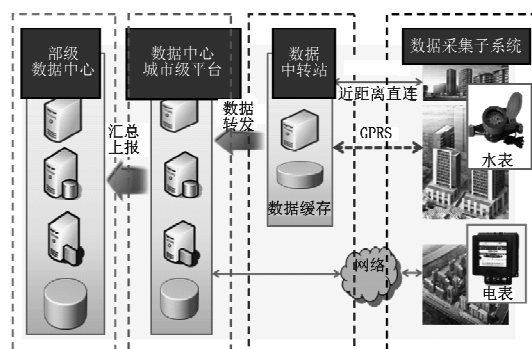


图 3 国家大型公共建筑能耗动态监测系统的总体框架体系示意图(GPRS 是一种基于 GSM 系统的无线分组交换技术)

2.2 能耗数据采集方法

能耗数据采集方法包括自动实时采集和人工采集。通过传统抄表形式获取的电、燃气、水等能耗数据通常为逐月记录,这些数据可以用作收费和统计材料,但是无法反映建筑的逐日或一天内能耗

变化的实际情况。通过自动实时采集方式可实现对建筑用能实时变化的分析,为节能诊断提供必要的依据。建筑分项能耗数据和分类能耗数据均由自动计量装置实时采集,通过自动传输方式实时传输至数据中转站或数据中心。建筑基本情况数据采集指标和其他不能通过自动方式采集的能耗数据通过人工方式采集,如建筑消耗的煤、液化石油气等。

2.3 能耗数据的可视化展示

为实现能耗监测平台对建筑用能横向对比发现问题、纵向挖掘节能潜力的建设目的,能耗数据的展示根据不同级别用户的需求设为三级,即部级、省市级和监测建筑。可视化展示方式包括饼图、柱状图(普通柱状图以及堆栈柱状图)、线图、区域图、分布图、混合图、甘特图、仪表盘或动画等。部级、省市级能耗数据展示可作为中央和地方各级政府对国家机关办公建筑和大型公共建筑实现节能科学监管和规范管理的重要手段;监测建筑能耗数据展示可为建筑业主、物业单位或能源服务公司提供建筑的各项用能状况的统计数据,使业主能明确了解建筑内各部位的能源消耗,让各管理体系内的行为节能工作能够有的放矢,使节能工作建立在量化的基础上,为指导节能运行管理、节能改造和各节能措施的节能效果后评估等工作提供保障。

2.4 能耗数据编码规则

各建筑内各数据采集器所上传的能耗数据均应可进行计算机或人工识别和处理,并保证数据可实现有效的管理和支持高效率的查询服务,因此需统一规定的能耗数据编码和能耗数据采集端识别编码规则。能耗数据编码规则和能耗数据采集端识别编码规则均为 15 位符号组成的细则层次代码结构编码,涵盖行政区划代码编码、建筑类别编码、建筑识别编码、分类能耗编码、分项能耗编码、分项能耗一级子项编码、分项能耗二级子项编码。能耗数据编码的设计首先保证了各省(直辖市、自治区)内任一被监测建筑的识别唯一性,并根据能耗数据分类、分项方法,实现能耗数据在能耗动态监测平台的硬件和软件中组织、存储及交换的一致性;能耗数据采集端识别编码的设计保证了各建筑的数据采集子系统中数据采集器端口的识别唯一性,可满足识别建筑能耗数据的来源的需要。

3 城市级平台测试工程案例分析

3.1 工程案例概况

选取深圳市能耗监测系统城市级平台监测的一栋典型大型公共建筑工程案例,建筑类型为综合建筑,共 30 层,总建筑面积 6.4 万 m^2 ,1,5,6 层建筑功能为宾馆饭店,其余楼层功能均为办公。建筑采用集中空调系统,共 3 台制冷机,额定功率均为 389 kW。

3.2 工程案例分析

基于深圳市城市级平台对工程案例的测试数据,案例建筑 8 月 26 日全天空调主机逐时电耗测试结果见图 4。08:00—18:00,该建筑开启 2 台空调主机(1 号和 3 号空调主机);21:00—02:00,开启 1 台空调主机(3 号空调主机);其余时段不开启空调。2 号空调主机为备用机。

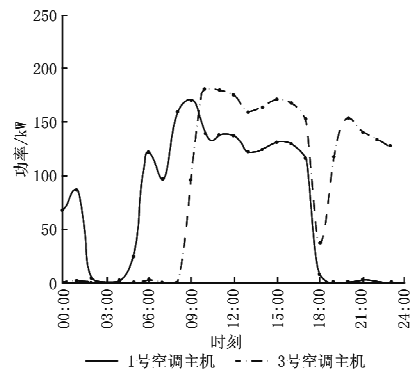


图 4 城市级平台所监测的案例建筑全天空调主机逐时功率测试结果

由图 4 可知,案例建筑 08:00—18:00 空调主机最大功率约为 180 kW,额定功率为 389 kW,主机负荷率最大值为 $180 \text{ kW}/389 \text{ kW}=46.3\%$,22:00—03:00 主机最大功率为 155 kW,夜间平均功率约为 120 kW,夜间主机平均负荷率为 $120 \text{ kW}/389 \text{ kW}=30.8\%$,可见此建筑主机负荷率低,选型偏大,案例建筑空调系统设计技术方案存在缺陷。

图 5 为案例建筑 7 月 28 日—8 月 3 日空调设备逐日电耗对比。

由图 5 可知,如虚线圈标示,8 月 2—3 日为周末,案例建筑冷水机组已关闭,但冷却水泵、冷水泵和冷却塔风机等空调末端设备仍处于运行状态,并未关闭,全天的电耗量约为 2 000~2 300 kWh,运行维护水平问题和对用能设备的粗放式管理造成无谓能耗。

图 6 为案例建筑 8 月 25 日空调设备全天逐时电耗对比。

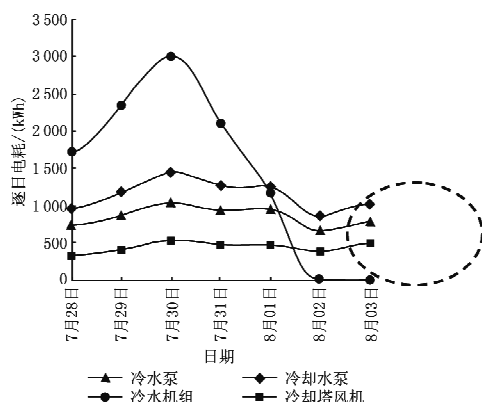


图5 城市级平台所监测的案例建筑7日内空调设备逐日电耗曲线对比

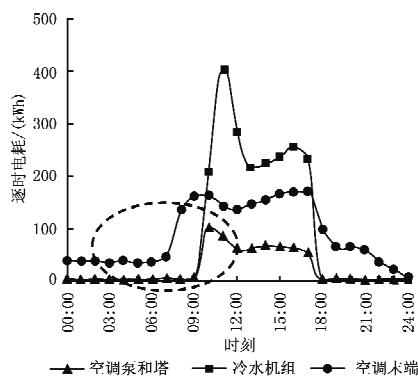


图6 城市级平台所监测的案例建筑全天逐时空调主机电耗测试结果

由图6可知,在监测日夜晚期间(18:00—次日07:00),案例建筑空调系统的冷水机组已完全停止运行,但空调末端并未完全关闭,每h电耗量约为39 kWh,同样用户用能习惯和对用能设备的粗放式管理造成了无谓能耗。

3.3 改进措施和节能潜力分析

根据上述分析可知,案例建筑存在设计选型过大和运行管理不到位、用户用能习惯差等问题。基于数据,对既有建筑实施针对性的设计技术方案改造或无成本加强运行管理可降低能耗支出。本案例建筑在高峰期,只需运行1台空调主机就可以满足建筑供冷量,对应只需运行1台冷水泵和冷却水泵。

案例建筑原共设置冷水泵4台,功率为75 kW;冷却水泵4台,功率为110 kW;空调末端功率为40 kW;按电费0.70元/(kWh)、年运行时间900 h(工作日8 h运行时间)计算,若合理开机预计每年可节约输配系统运行费用 $900 \text{ h} \times (75 \text{ kW} + 110 \text{ kW}) \times 0.70 \text{ 元}/(\text{kWh}) = 18.0 \text{ 万元}$;周末期间(全年按576 h计算)关闭冷水泵、冷却水泵、冷却塔,可节约运行

费用 $576 \text{ h} \times (75 \text{ kW} + 110 \text{ kW}) \times 0.70 \text{ 元}/(\text{kWh}) = 16.4 \text{ 万元}$;夜间(全年按1200 h计算)关闭空调末端,可节约运行费用 $1200 \text{ h} \times 40 \text{ kW} \times 0.70 \text{ 元}/(\text{kWh}) = 4.8 \text{ 万元}$ 。可见仅采用无成本的加强运行管理措施,可削减运行费用 $18.0 \text{ 万元} + 16.4 \text{ 万元} + 4.8 \text{ 万元} = 39.2 \text{ 万元}$,节能潜力显著。

4 结论

建筑能耗动态监测城市级平台的实施,有助于实现国家机关办公建筑和大型公共建筑由原有的经验式宏观管理模式向精细式数字管理模式的转变。

1) 深圳市能耗调查结果显示国家机关办公建筑及大型公共建筑的共性问题为能耗总量大、增长速度快、能耗指标高、终端用能设备总体能效水平低等。

2) 国家机关办公建筑、大型办公建筑、大型宾馆饭店建筑和大型商场建筑的单位面积能耗相对较高,应列为城市级平台重点监测建筑类型对象。用能类型中,建筑用电应根据用途进行分项计量,重点监控。

3) 国家大型公共建筑能耗动态监测系统的总体框架:由下至上的传输过程,即数据采集子系统—数据中转站—数据中心,经过层层汇总上报最后由城市级平台所在数据中心传至部级数据中心。

4) 基于深圳市城市级平台对工程案例的测试数据分析说明,大型公共建筑运行过程造成能源浪费的主要因素是设计技术方案缺陷、用户用能习惯和对用能设备的粗放式管理。加强运行管理或针对性实施改造节能潜力较大。

参考文献:

- [1] 清华大学建筑节能研究中心. 中国建筑节能年度发展研究报告 2009[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009
- [2] 李俊, 张明. 深圳市大型公共建筑能耗实时监测系统[J]. 建设科技, 2008(9): 28-29
- [3] 高尔剑, 李承宗. 建立监管体系实现建筑节能[J]. 建设科技, 2007(24): 22-23
- [4] 尹波, 武涌. 基于过程控制和目标管理的大型公共建筑节能考核体系研究[J]. 暖通空调, 2007, 37(8): 28-32
- [5] 那威, 刘俊跃. 核心: 建立分项能耗数据采集系统——《国家机关办公建筑和大型公共建筑分项能耗数据采集技术导则》编制要点[J]. 建设科技, 2008(9): 20-21
- [6] Na Wei, Wu Yong. Government management and implementation of national real-time energy monitoring system for China large-scale public building [J]. Energy Policy, 2009, 6(6): 2087-2091