

上海市商用建筑信息数据库的初步建立与应用

上海市房地产科学研究院 陈晨^{*}
同济大学中德工程学院 潘毅群 黄治钟
上海市节能监察中心 楼振飞

关键词 数据库 建筑能耗 商用建筑

本文介绍了上海市商用建筑信息数据库,包括建筑信息和历史能耗数据两部分。建筑信息主要包括建筑基本信息、空调系统信息和建筑使用情况。其中,基本信息包括竣工年份、建筑面积、层高、围护结构材料、玻璃材料、建筑功能分区等信息;空调系统信息包括空调冷热源、空调系统形式、新风系统、冷却塔容量等相关信息;建筑使用情况包括空调运行时间、建筑使用时间等信息。历史能耗数据部分则包括了该建筑近几年全年各月的电、气、油等能源的使用情况。

上海市商用建筑信息数据库是基于互联网的实时在线数据库,用户除了可以在线提交建筑信息和能耗数据以外,还可以使用数据库提供的建筑能耗排序功能,了解自己建筑的能耗情况以及在上海市商用建筑中的排名,并以此进行大楼的能源管理,通过对不同周期的能耗数据的比较进行节能改进和评估工作。

本文以数据库里 95 幢商用建筑的信息作为基本数据,对这些商用建筑的基本信息和用能状况作了统计和分析。这些建筑中 54% 的商用建筑使用了多种能源,可以使建筑物不受单一的能源限制、充分利用各种能源政策和新技术、从容应对负荷变化和突发事件、降低运营成本等。电制冷仍是上海市商用建筑夏季最主要的供冷方式,占 84.3%,其中离心式制冷机组占的比例最大。冬季热源仍然以锅炉为主,以燃油锅炉为最多,占 23.2%,各类能源形式的锅炉占到总数的 53.8%。单位面积空调平均装机冷量为 119.97 W/m^2 ,比 1997 年的调查结果降低了 5.5%,这是节能思想应用于空调设计阶段的一个直接体现。风机盘管系统是上海市商用建筑采用最多的空调形式,随着对变风量全空气系统的深入研究,VAV 系统在实际建筑中的应用也越来越多。在这些建筑中,装有楼宇自控系统的商用建筑有 58 座,占总数的 61.1%,但是大多数的楼宇自控系统都存在着这样或那样的问题,不能充分发挥其功能。这些建筑的单位面积年一次能耗值主要集中在 $1\ 000 \sim 1\ 600 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 之间,平均值为 $1\ 427.4 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,比 1997 年的调查结果降低了 20.7%。

以后将继续丰富和完善商用建筑信息数据库的内容和功能,并利用统计分析以及数据挖掘等先进的数据处理手段,进一步寻找影响商用建筑能耗的因素和规律,开发建筑能耗的预测模型。

^{*} 陈晨,男,1980年3月生;200031 上海市复兴西路193号工程所;电话:(021) 64718289,传真:(021) 64313571;
E-mail:c_c777@163.com

上海市商用建筑信息数据库的初步建立与应用

PREPARATORY FOUNDATION AND APPLICATION OF INFORMATION DATABASE ON SHANGHAI COMMERCIAL BUILDINGS

陈晨 潘毅群 黄治钟

同济大学中德工程学院 上海 200070

楼振飞

上海市节能监察中心 上海 200011

[摘要] 分析了上海市商用建筑信息数据库的作用和意义,介绍了其主要内容,初步建立起了上海市商用建筑信息数据库,并收集了95幢商用建筑的数据。由这些数据整理出了上海市商用建筑的基本信息、空调系统信息和建筑能耗数据等统计结果,并在此基础上分析得到了一些有关上海市商用建筑能耗的规律和结论,并讨论了上海市商用建筑信息数据库的下一步工作方向。

[关键词] 数据库 建筑能耗 商用建筑

0. 引言

随着我国社会经济的飞速发展,社会能源消耗也在不断增长,由此也造成了环境的恶化。在社会总能耗中,建筑能耗占到了很大的比重。建筑能耗,简单地说一般指建筑物在使用过程中的能源消耗量,主要包括供暖、通风、供冷、照明、设备和供热水等的能耗。上海市的建筑能耗已占社会总能耗的将近20%,并且有逐年上升的趋势,建筑节能已成为我国节能工作的重要部分。但长期以来,我国的能源统计一直是以工业和交通为主,终端能耗按一、二、三产业和生活分类以及能源种类等方面进行统计,建筑能耗只是其中的一个消费环节,分割混杂在能源消耗的各个领域,没有形成独立的统计对象,这就无法给建筑节能工作的顺利开展提供详实、可靠的数据资源。因此我们以上海市商用建筑为试点,进行了大量的数据调查和统计工作,着手建立上海市商用建筑信息数据库。

1. 商用建筑信息数据库的作用和意义

通过建立上海市商用建筑信息数据库,我们可以较为全面、准确地了解上海市商用建筑的基本状况和能耗情况,积累建筑能耗的基础数据。利用这些数据可以制定明确的节能目标;可以提出节能的相当值和绝对值,为具体的节能措施提供参考标准;可以了解本地的建筑能耗特点,分析地域、气候、生活习惯、建筑形式等因素对建

筑能耗的影响,有针对性地进行建筑节能技术的研究;还可以为政府调整能源结构、制定相关能源政策提供有力的数据支持,为其他城市的建筑能耗统计工作提供参考。

2. 上海市商用建筑信息数据库主要内容

由于目前上海市还没有一个全面的建筑能耗的统计调查可供借鉴,因此我们先以商用建筑为试点建立起商用建筑信息数据库,在取得了研究成果之后再推广到其他类型的建筑。这里的“商用建筑”是指纯办公建筑和包含一部分餐饮、娱乐、商场等功能的综合性建筑,这类建筑在上海的数量比较多,也是比较典型的公共建筑,而且其建筑运行规律相对比较简单,因此我们首先建立了上海市商用建筑的信息数据库。

我们建立的上海市商用建筑信息数据库包括建筑信息和能耗数据两部分。建筑信息主要包括基本信息、空调系统信息和建筑使用情况。其中,基本信息包括竣工年份、建筑面积、层高、围护结构、玻璃材料、建筑功能分区等信息;空调系统信息包括空调冷热源、空调系统形式、新风系统、冷却塔容量等信息;建筑使用情况包括空调运行时间、建筑使用时间等信息。能耗数据部分则包括了该建筑近几年全年各月的用电、用气、用油等能源的使用情况。

我们所要建立的数据库是基于互联网的实时在线数据库,主要面向上海市的各商用建筑,

这些建筑的业主或物业管理部门只要通过互联网登录到数据库网站就可以使用数据库的强大功能。由于目前数据库还处于调试阶段,我们还未将数据库网站向用户推广,而是以问卷调查的形式收集数据。从2005年5月至2005年7月我们共收集了95幢商用建筑的信息。这些信息构成了本数据库的基本数据,通过对这些数据的分析和研究,我们可以获得这些建筑的运行使用情况和能耗特点,进一步找出影响建筑能耗的主要因素,以改进和完善数据库的内容和功能。

3. 上海市商用建筑信息数据库的分析与研究

虽然目前数据库中只有95幢建筑,相比上海市的几千幢高层建筑比例很小,但是由于选择的这些建筑是随机抽取的,涵盖了全市各个城区、各种样式的商用建筑,因此具有一定典型性,在此基础上进行的分析和研究是有一定的意义。

3.1 商用建筑基本信息统计与分析

在这95幢建筑中,纯办公建筑有20家,其余商用建筑都包含商场、餐饮、银行等设施。这些建筑最早的建成于1986年,最新的竣工于2004年7月,有56幢建成于1996至2000年间,占总数的58.9%。建筑面积从10000 m²到247000 m²不等,平均为71000 m²。建筑高度从34米到286米不等,最低8层,最高66层。

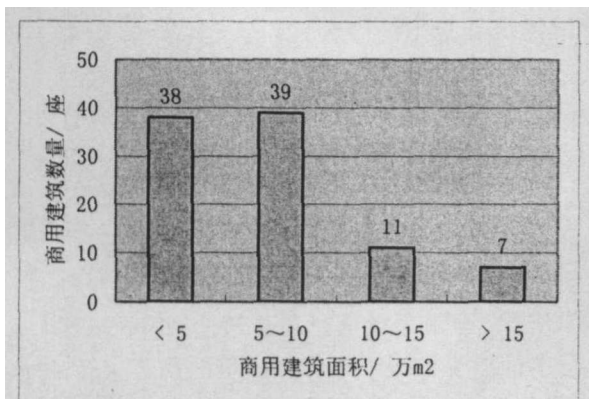


图1 商用建筑总建筑面积分布情况

这些商用建筑的围护结构基本都是钢筋混凝土的框架式结构,钢结构建筑1座,多孔砖建筑2座。绝大多数商用建筑都采用了玻璃幕墙的外立面,其中采用单层玻璃的有38座,采用双层中空玻璃的有29座,另外在这些建筑里有36座大楼对玻璃幕墙进行了镀膜、隔热等处理。

3.2 商用建筑空调系统统计与分析

3.2.1 空调冷热源系统

95幢商用建筑的空调冷热源形式统计如下:

表1 空调冷源形式汇总

| 能源形式 | 空调冷源形式 | 建筑数量 | 比例 (%) |
|------|--------------------|------|--------|
| 电 | 空气源热泵 | 17 | 17.9 |
| | 离心式制冷机 | 31 | 32.6 |
| | 螺杆式制冷机 | 1 | 1.1 |
| | 活塞式制冷机 | 1 | 1.1 |
| | 多种形式的组合 | 30 | 31.6 |
| 气 | 直燃型溴化锂吸收式机组 | 4 | 4.2 |
| | 燃油型溴化锂吸收式机组 | 1 | 1.1 |
| 热网 | 热网驱动溴化锂吸收式机组 | 1 | 1.1 |
| 复合能源 | 电、气、油、热网、煤等能源的综合利用 | 5 | 5.3 |

表2 空调热源形式汇总

| 能源形式 | 空调热源形式 | 建筑数量 | 比例 (%) |
|------|---------------|------|--------|
| 电 | 空气源热泵 | 18 | 18.9 |
| | 电加热 | 6 | 6.3 |
| 气 | 电锅炉 | 13 | 13.7 |
| | 直燃型溴化锂吸收式机组 | 3 | 3.2 |
| 油 | 燃气锅炉 | 15 | 15.8 |
| | 燃油型溴化锂吸收式机组 | 3 | 3.2 |
| 煤 | 燃油锅炉 | 22 | 23.2 |
| | 燃煤锅炉 | 1 | 1.1 |
| 热网 | 热网驱动溴化锂吸收式机组 | 1 | 1.1 |
| | 热网直接供热 | 1 | 1.1 |
| 复合能源 | 电、气、油等能源的综合利用 | 3 | 3.2 |

从以上表格可以看出,上海市商用建筑空调冷源以电驱动式制冷机组(包括离心式、螺杆式、活塞式和空气源热泵)为主,占84.3%,其中空气源热泵占总建筑数量的17.9%。另外,吸收式机组(包括各种热源方式)占6.4%。商用建筑的空调热源则以燃油锅炉为最多,占23.2%,其次为空气源热泵,占18.9%,燃气锅炉占15.8%,吸收式机组占7.5%。此外,电锅炉和电加热分别占13.7%和6.3%。

电制冷还是上海市商用建筑夏季最主要的供冷方式,离心式制冷机因其效率高、性能稳定得到了广泛应用,空气源热泵机组占地面积小、安装维护简便也有相当的应用,但是空气源热泵机组制冷能效比低,特别是在夏季高温季节有加剧用电高峰的缺点。冬季热源仍然是以锅炉为主,空气源热泵机组可冬、夏两用,吸收式机组

的应用取决于建筑的热源形式。另外值得一提的是,在所调查的商用建筑里,有5.3%的建筑空调冷源采用了复合能源,3.2%的建筑空调热源采用了复合能源,这些建筑采取了离心式、热泵、吸收式、蒸汽锅炉等的组合机组方式。从建筑总的能源使用来看,有54%的商用建筑使用了多种能源。这种灵活的能源使用方式可以使建筑物不受单一的能源限制、充分利用各种能源政策和新技术、从容应对负荷变化和突发事件、降低运营成本等,是值得大力宣传和推广的。

3.2.2 空调装机容量

我们还从数据库里得到了商用建筑的单位面积空调平均装机冷量为 $119.97\text{W}/\text{m}^2$,比文献[1]中1997年的调查结果降低了5.5%,这是节能思想在空调设计中的一个直接体现。

3.2.3 空调系统形式

空调系统形式是影响室内舒适度和空调运行能耗的重要因素,我们统计和整理了95幢商用建筑所采用的各种空调系统形式:

表3 商用建筑空调系统形式汇总

| 空调系统形式 | 建筑数量 | 比例(%) |
|------------|------|-------|
| 风机盘管+新风系统 | 31 | 32.6 |
| 定风量全空气系统 | 5 | 5.3 |
| 变风量全空气系统 | 2 | 2.1 |
| 风机盘管+定风量系统 | 17 | 17.9 |
| 风机盘管+变风量系统 | 30 | 31.6 |
| 定风量+变风量系统 | 2 | 2.1 |
| 其他系统形式 | 8 | 8.4 |

从表3可以看出,风机盘管系统是上海市商用建筑采用最多的空调形式,这种系统的设计安装方便灵活、便于单独控制,特别适合于办公场合,但是也存在着室内温、湿度控制精度不高、新风的引入不方便、工作区域小和易发生“水患”等缺点,这在许多实际工程中都有典型的案例,因此应慎重选择、科学使用风机盘管系统。

随着对VAV系统的深入研究,变风量全空气系统在实际建筑中的应用也越来越多。但是这种控制精度高、动态追踪负荷、运行能耗低的空调系统要想充分发挥其优点,需要设计人员准确把握空调负荷特性、合理配置系统设备,需要物业管理人员具备一定专业知识,科学运行与维护。

3.2.4 楼宇自控系统

上海市作为中国最大的国际化大都市,其建筑水准也是第一流的,有许多的高档智能建筑。在我们的数据库中,装有楼宇自控系统的商用建

筑有58座,占总数的61.1%,这个比例还是很高的。但是,我们也不得不面对这样一个现实:大多数商用建筑的楼宇自控系统都存在着这样或那样的故障,不能充分发挥其功能;许多系统的软、硬件都比较落后,功能不完善;很多楼宇自控系统的功能已被手动操作所代替。这个问题应引起各方面专业人士的高度重视,必须让楼宇自控系统摆脱日前如同“鸡肋”一般的尴尬处境,使这些商用建筑真正成为“智能化大楼”。

3.3 商用建筑能耗数据统计与分析

我们的数据库要求每幢建筑提供近几年全年各月的各种能源的使用情况,日前阶段我们只收集了这95幢商用建筑2004年全年的能耗数据。图2为这些商用建筑的单位面积年能耗值的分布情况。这里的单位面积年能耗值是将全年各种能源的总能耗换算成kWh的单位(按 860kcal 等于 1kWh 换算),再除以总的建筑面积得到的。由图2各数据点的分布我们可以看出,这些建筑的单位面积年能耗值主要集中在 $100\sim 200\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$ 之间,最高值为 $562.9\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$,最低值为 $66.3\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$,相差8.49倍。由于建筑功能、系统运行方式的不同,有些建筑的单位面积能耗值比较高,如图2中能耗值最高的两座建筑均包含一部分宾馆客房。

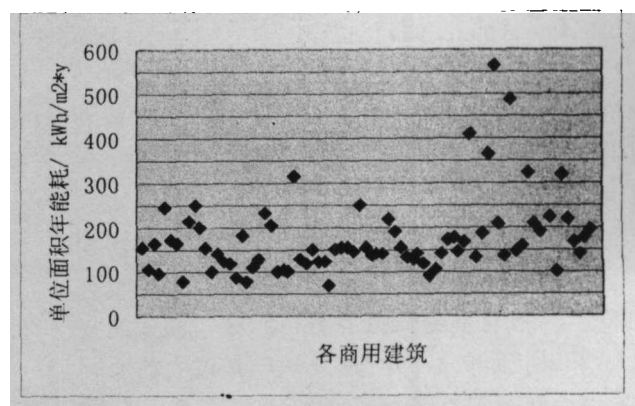


图2 商用建筑单位面积年能耗

通过对这些数据的整理分析,我们得出了商用建筑的年平均能耗为 $173.6\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$,比文献[1]中的调查结果($148.3\text{kWh}/\text{m}^2\cdot\text{y}$)增加了17.1%,这反映出了上海市近几年经济的高速发展和建筑能耗的快速增长,也再次向我们的建筑节能工作提出了挑战。

图3所示为数据库中某一典型商用建筑全

年各月用能情况。该建筑为纯办公建筑,建筑面积 80000m²,采用风机盘管+新风系统与 VAV 系统相结合的空调方式,其空调冷源为电驱动离心制冷机,空调热源为燃气锅炉。从该建筑各月的能耗情况可以看出,在 7、8 月份由于气温升高,空调冷负荷达到最大而出现用电高峰;在 1 月份由于气温最低,所以天然气的用量达到最大;而在 5~10 月份锅炉只向大楼供应生活热水,天然气的用量比较稳定。该建筑单位面积全年能耗为 156.04 kWh/m²·y,低于数据库中的平均值,但冬、夏季的用能峰值比较高,应积极探寻降低峰值负荷的节能措施。

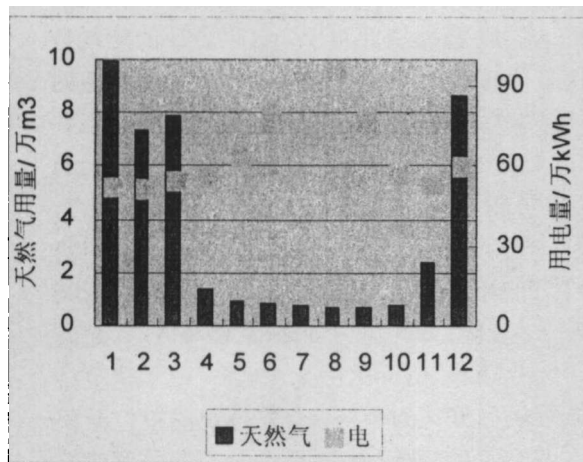


图3 某商用建筑全年能耗情况

同时,我们在调查过程中发现大约有 11 幢建筑无法准确提供各月详细的能源帐单,仅有全年总的能源费用。并且我们还了解到,大多数的商用建筑都没有按用途对能源进行分项计量,而且物业管理部门也没有对各月的能源使用情况进行科学、有效地分析。这些问题的存在使得物业管理部门只能被动地进行能源管理,甚至没有能源管理。没有能源数据的分析和比较就无法找到大楼的用能规律,也无法发现能耗过大的原因甚至出现问题的系统设备,建筑节能更是无从谈起。因此我们建议商用建筑的物业管理部门重视能源数据的采集和分析工作,建立起规范的能源管理制度,切实有效地推进建筑节能工作的开展。

4. 结论

上海市商用建筑信息数据库的建立为我们积累建筑信息的基本数据、了解本地建筑概况和

能耗特点、制定能源政策、开展建筑节能工作等提供了一个可靠的数据平台。当然,我们的研究还处于起步阶段,数据库中的样本数量还不多,样本的信息量还不够丰富,数据库的功能也没有完善。

我们下一步的研究工作将针对目前的不足,丰富和完善商用建筑信息数据库的内容和功能,并利用统计分析以及数据挖掘等先进的数据处理手段,进一步寻找影响商用建筑能耗的因素和规律,开发建筑能耗的预测模型。最终用户可以通过互联网进入我们的数据库,只要输入基本的建筑信息就可以得到建筑能耗的预测值。

参考文献

- [1] 龙惟定,潘毅群,范存养等.上海公共建筑能耗现状及节能潜力分析[J].暖通空调,1998,28(6)
- [2] 许雷,范存养,龙惟定.上海高层建筑空调冷热源装置与能耗调查.制冷技术,1998,1
- [3] 曹叔维,初春玲.建筑能耗的综合性指标.节能,1999,12
- [4] 梁珍,赵加宁,路军.公共建筑能耗主要影响因素的分析.低温建筑技术,2001,3(85)