

郑晓卫¹, 潘毅群¹, 黄治钟¹, 吴刚², 楼振飞³

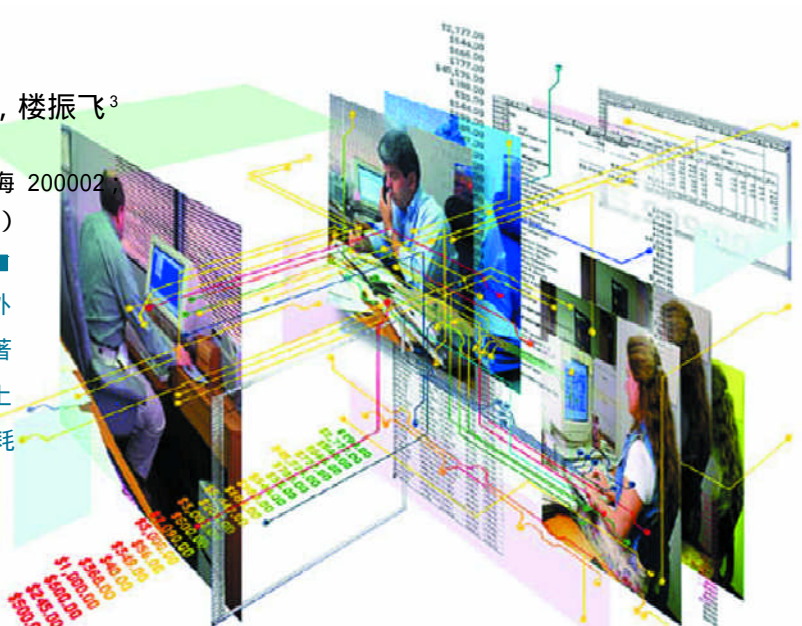
(1. 同济大学, 上海 200092;

2. 华东建筑设计研究院有限公司建筑节能部, 上海 200002

3. 上海市节能监察中心, 上海 200011)

摘要:介绍建筑能耗基准评价方法和国外建筑能耗数据库的发展动态。介绍两个著名的建筑能耗基准评价工具。简要叙述上海市商用建筑信息数据库和商用建筑能耗预测工具的研究情况。

关键词: 基准评价; 数据库; 用能强度



基于建筑能耗数据库的建筑能耗基准评价工具的研究与应用

近些年来,国内外的专业人士致力于建筑节能领域的工作,并取得了一系列成果,其中包括开发建筑能耗模拟软件,建立建筑能耗数据库等。国内学者进行了许多建筑能耗的调查统计,并编制了建筑能耗统计软件。但是,目前我国建筑能耗统计属于能源统计,还没有较完善的建筑能耗数据库,数据也没有得到充分利用。本文对建筑能耗基准评价理论以及国外两个基于建筑能耗数据库的建筑能耗基准评价工具作介绍,并阐述目前我们建立上海市商用建筑信息数据库和开发商用建筑能耗预测工具的所进行的初步研究工作。

1 基于建筑能耗数据库的建筑能耗基准评价

1.1 建筑能耗基准评价的含义

通常,商业过程的基准评价(benchmarking)是全面质量管理(Total Quality Management)的组成部分。基准评价同样也是学习过程(Learning Process)的一部分。基准评价,包括建筑能耗基准评价,其步骤如图1所示。其最后一步标志着进入评价工具构思阶段。



图1 评价步骤

建筑能耗基准评价是通过比较某栋建筑与相同类型、相同功能的类似建筑的能耗特性来对其耗能状况进行评价的方法。它在单独能源审计和多重能源审计的目标建筑采取节能措施的初步评估中发挥重大作用。通过基准评价,建筑业主或管理者可以了解其建筑运行情况,对比自己建筑与其它类似建筑的能源消耗差异,确立提高能耗特性目标,促进资产评估,并通过此评价赢得行业声誉。在建筑设计阶段和建筑改造阶段过程中,建筑能耗基准评价同样可以评价建筑设计是否有效。

建筑能耗基准评价工具是一种较新的在线工具。国外很早就对建筑能耗基准评价进行了研究,到目前已经取得了一定的成果,并且开发了一些建筑能耗基准评价工具,比如美国的Energy Star、Arch、Cal-Arch等。

1.2 建筑能耗数据库

建筑能耗数据库有利于了解国家或地区的建筑能耗的基本状况,为政府提出节能目标和制定节能措施提供有力的数据支持。而且建筑能耗数据库是开发建

筑能耗基准评价工具的基础。利用数据库中的建筑能源消耗数据和影响建筑能耗的各种因素的数据(如建筑面积、建筑使用情况、建筑冷热源形式等)之间的内在联系可尝试建立建筑能耗基准评价模型。

目前数据库的数据收集主要采用的方法有问卷调查、电话采访和在线调查。收集的数据范围包括建筑基本信息、建筑使用情况、空调系统、建筑能耗状况等。在这些数据中,对于建筑能耗基准评价的两个最关键的数据是建筑物面积和全年能耗。根据这两个数据可以粗略计算出单位面积能耗(EUI)。建筑物面积包括建筑面积、空调面积、可租用面积等。全年能耗包括耗电量,燃气消耗量和油、煤等其它能源的消耗量。

美国在建筑能耗数据库的建设方面已经取得了丰硕的成果。目前使用较广的数据库有美国能源部(DOE)的CBECS和加利福尼亚州的CEUS。CBECS和CEUS数据库中收集的建筑物数量多,数据量大。CBECS收集了大约6000栋建筑物数据。收集的数据包括建筑名称、建筑尺寸、租用率、建筑系统和设备(空调,照明等)、建筑能耗等。还有一些其它的数据库,如HRG和EPRI,但它们数据量少,所代表的建筑都是特殊用途的建筑。

1.3 建筑能耗基准评价方法

Sartor等人按照提供评价信息方法的不同把建筑能耗基准评价方法分为四类:1)统计分析;2)基于分数的评估系统;3)基于模型模拟评价;4)Hierarchal and End-Use Metrics。

1.3.1 统计分析

统计分析,也就是基于线性回归模型的基准评价方法。它通过美国劳伦斯·伯克利国家实验室(LBNL)开发的prototype research工具比较分析某栋建筑与其它类似建筑的单位面积能耗差异对其能耗情况进行评价。这个工具以直方图的形式表现出来。X轴表示单位面积能耗,Y轴表示处于某单位面积能耗下的建筑在所统计的全部类似建筑中所占的比例。统计分析方法只有建立在大型数据集上才能产生相对合理的结果。Energy Star和Cal-Arch都使用了统计分析方法,但在表现形式和结果表达方式上有所不同。两种工具的详细情况将在下文中详细描述。

1.3.2 基于分值的评估系统

美国LEED评估系统是在此评价方法下建立的。LEED评估系统评价整栋建筑外观的环境特性,为绿色

建筑的定义提供指导性框架。LEED的评估内容包括各项标准规范:能效、室内空气品质、抗腐蚀、热舒适等。该评估系统不是把建筑进行相互比较,而是通过标准方针检测建筑中的设备是否效率高和环保,并且与最佳标准比较,并由此获得评分。各项所得分数相加得到LEED总分。最后按照总分数将绿色建筑分为4个级别设铂金、金、银、铜四种奖项。LEED评估系统适合于建筑设计阶段,对已建建筑不是很有效。

1.3.3 基于模型模拟评价

此方法是基于理想的标准建筑模型。模型可通过DOE-2等能耗分析软件建立。在建筑能耗评价中,模型可以分析解释一些引起能耗变化的因素,能用来分析设计时遇到的问题。但模拟往往很难用实际建筑数据来进行很好的校正。加州大学环境研究中心(CEDR)认为,在不能有效解决人员数量统计问题的情况下,理想建筑模型及其评价只有在拥有建筑系统设备等数据时才有意义。理想建筑模型需要收集的数据包括:建筑地址、换气量、温湿度、照明、空调设备、租用率、运行时间等。

1.3.4 Hierarchal and End-Use Metrics等级划分和终端能耗指标

此方法通过划分一个不同等级的末端使用性能度量参数来评价建筑。一般情况下,一栋建筑物的等级参数划分如表1所示。

表1 末端使用性能度量参数等级划分

| 等级 | 建筑数据 |
|----|---|
| 1 | 总建筑面积,年燃料消耗量及费用,年用电量及费用等 |
| 2 | 建筑属性,如位置,建筑类型,建筑使用功能(办公室,公共区域等比例);设计气流速度,送风正压;空调类型,主机制冷/热量等 |
| 3 | 逐月数据,逐月燃料消耗量,逐月用电量,逐月天气参数 |
| 4 | 逐时能用数据,随天气参数变化 |
| 5 | 末端逐月能用数据,包括空调,照明等 |
| 6 | 末端逐时数据(等级4和5的集合,包括风机功率,气流速度,温差,水流速,温升等) |
| 7 | 其它参数,如水压降,空气压降等 |

该方法在鉴定某设备的具体节能潜力是非常有效的。虽然这些度量很重要,但也需要其它一些与建筑物特性和系统设备相关联的数据来解释。这些数据包括运行时间,设备类型,设备制造时间,设备负荷等。如果仅仅使用前四

表2 Energy Star和Cal-Arch工具比较

| | Energy Star | Cal-Arch |
|---------|--|---|
| 源数据库 | CBECS, HRG, EPRI | CEUS |
| 数据收集范围 | 美国 | 加州 |
| 数据调查手段 | 电话调查, 计算机辅助调查 | 在线调查 |
| 能耗数据标准化 | 月能耗数据用平均气象年(30年)标准化 | 能耗数据不需要标准化; 在同一气象区域下类似建筑用能密度比较 |
| 统计模型及特点 | 回归模型, 建筑类型不同模型不同; 模型预测建筑 EUI; 目标建筑 EUI 与平均气象年(30年)下的 EUI 比较; EUI 计算应考虑计算机中心, 车库, 游泳池等引起的能耗变化 | 能耗分布评价模型; 与能耗相近的同一气候区域下的类似建筑比较; 建筑实际 EUI 不能随着天气和其它因素变化而变化 |
| 输入数据 | 地区位置, 建筑类型, 建筑特点(面积, 租用率, 运行时间等), 能耗数据 | 建筑类型, 地区位置, 建筑面积, 能耗(电, 燃气等) |
| 输出内容 | 分数, 百分制; 分数大于或等于 75 分的建筑可获得“能源之星”标签 | 直方图, 表示评价建筑及类似建筑 EUI 值; 能耗基准评价分析; 以及建筑概况 |

个等级数据, 可能导致这样的错误判断, 用能强度低并不意味着该建筑节能。等级5和6中的数据有助于理解智能建筑的能耗状况。

2 建筑能耗基准评价工具

2.1 国外建筑能耗基准评价工具

目前世界上很多国家已经开展了建筑能耗基准评价工具的开发工作。据不完全统计, 截至2004年, 世界上建筑能耗基准评价工具将近有30种。这些工具大多数是在线工具, 用户填写自己的建筑物信息后, 工具自动进行分析, 得出该建筑物的能耗情况, 以及与其它类似建筑比较的能耗情况。

2.2 Energy Star与Cal-Arch

在美国, Energy Star和Cal-Arch工具应用得比较广泛。这里简要介绍这两种工具的一些特性。

Energy Star是美国环保局(EPA)推出的建筑能耗评价工具。Energy Star基准评价工具提供了一种检验建筑物性能优劣的简单的方法。考虑到即使对同一建筑物也要比较其不同年份的能源使用情况, 该工具将天气因素和建筑物使用情况全部考虑在内。

Cal-Arch是在Arch工具的基础上进行开发的。Arch是一个示范性工具, 建立在CBECS数据库上。Cal-Arch适用于加州的建筑物, 输出结果包括建筑用能密度以及在所统计的类似

建筑中所占的比例等。

Energy Star和Cal-Arch的详细特点如表2所示。

3 上海市商用建筑信息数据库和商用建筑能耗预测模型的研究

由于国家地理位置、建筑材料, 以及设备管理水平等差异, 在借鉴国外相关研究成果和实践的基础上, 我们尝试建立自己的建筑能耗数据库和在此基础上建

立建筑能耗基准评价工具。目前, 上海市商用建筑信息数据库已经初步建立, 收集了大约有90多栋建筑物的详细信息。该数据库中, 数据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。同时, 建筑能耗预测工具的研究也在进行之中。我们尝试找出影响建筑能耗的影响因子, 用回归分析方法建立能耗预测模型。

4 结论

建筑能耗基准评价为我们迅速分析建筑物的大致能耗状况提供了便捷的途径。它有助于建筑业主了解自己建筑能耗情况和采取节能措施。它促进建筑节能工作的开展, 为政府节能方针的制定起到一定指导作用。但是, 当前我国有关建筑能耗基准评价的工作处于起步阶段, 还没有建立比较完善的国家或地区建筑能耗数据库, 建筑能耗基准评价工具的研究更是远远落后于国外先进水平。

目前我们的工作中存在着数据库中建筑数量有限, 缺失数据较多等问题。因此我们将继续增加数据库中数据量, 探索解决缺失数据的方法, 找出建筑能耗的影响因子, 开发商用建筑能耗预测工具。