

文章编号: 1000-582X(2011)03-099-06

酒店建筑用能特性及节能措施分析

郝斌^{1,2}, 喻伟³, 李现辉²

(1. 天津大学环境科学与工程学院, 天津 300072; 2. 住房和城乡建设部建筑节能中心, 北京 100835;
3. 重庆大学城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

摘要:为探讨酒店建筑的用能特性, 首先在对三峡库区城市 14 家典型三星级以上酒店年用电量及空调系统运行调研的基础上, 分析了三峡库区城市酒店类建筑的能耗特点; 其次, 在已有的调研数据的基础上, 分析了节能技术在三峡库区城市公共建筑空调系统中的应用状况; 最后, 提出了降低酒店建筑能耗可行的节能措施, 通过实测分析了变水量系统的节能潜力。

关键词:酒店建筑; 空调系统; 节能; 调研与实测

中图分类号: TU834.1

文献标志码: A

Characteristics of energy consumption and energy efficient approaches for hotel buildings

HAO Bin^{1,2}, YU Wei³, LI Xian-hui²

(1. School of Environment Science & Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, P. R. China;
2. Center of Energy Efficiency in Buildings, MOHURD, P. R. China;
3. Faculty of Urban Construction & Environmental Engineering, Chongqing University, 400045, P. R. China)

Abstract: Based on the investigation of energy consumption and air conditioning system working of 14 typical hotel buildings in Three Gorges Reservoir area cities, energy consumption characteristics of hotel buildings are analyzed. Then the use status of energy efficiency technologies of those hotel buildings is analyzed. Finally, effective energy conservation approaches for hotel buildings are brought forward and the energy-efficiency potential of variable water volume system is analyzed through testing.

Key words: hotel building; air conditioning system; energy efficiency; energy survey and tests

自 20 世纪 80 年代以来, 美国和欧洲的学者对欧美各地的各种公共建筑(有酒店、学校、医院、办公楼等)进行了较为详细的空调能耗调查和分析, 为节能研究积累了十分丰富的资料^[1]。在国内, 公共建筑空调系统的能耗研究工作起步较晚, 从事这方面研究的力量比较单一, 且最初的测量多是为了满足空调系统中某一具体的研究, 如新风冷热负荷能耗、热回收节能效益、水泵或风机的能耗等, 而相对

于整个建筑空调系统的能耗的研究, 数据比较贫乏。90 年代以来, 部分高校开始进行了这方面的研究, 测量和分析典型的公共建筑的空调系统的能耗, 为建筑物的节能运行管理和今后的改造提出了建议。

在中国随着改革开放的深入和国民经济的持续增长, 大型公共建筑飞速发展, 它们的耗电量远高于一般能耗的 8~10 倍, 是中国节能的重点对象^[2]。如果从现在起对新建大型公共建筑全面强制实施建

收稿日期: 2010-10-12

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2006BAJ01A13)

作者简介: 郝斌(1974-), 男, 天津大学博士研究生, 高级工程师, 主要从事建筑节能方面的研究,
(E-mail) haobin@chinaeeb.gov.cn.

建筑节能设计标准,并对既有建筑有步骤地推行节能改造,则到2020年,中国8000万kW·h(大约接近4.5个三峡电站的满负荷出力,相应可减少电力建设投资约6000亿元),由此造成的能源紧张状况必将大为缓解。如果再加大工作力度,要求2020年建筑能耗达到发达国家20世纪末的水平,则节能效果将更为巨大^[3]。

目前中国每年竣工建筑面积中公共建筑的约4亿m²,在公共建筑中尤以高级旅馆饭店、办公建筑以及大中型商场等几类建筑为主。和住宅相比,大型公共建筑在建筑的标准、功能及设置全年空调采暖系统等方面有许多共性,更便于统一管理,在这些大型公共建筑中,空调系统的能耗非常大,通常大型公共建筑50%以上的电能用于空调系统,因此这类建筑的节能更应该引起社会各方的关注^[4]。以酒店建筑为例,随着市场经济的发展,酒店业已经成为耗能大的行业之一。一般情况,一个10000m²建筑面积的酒店每年需要耗能1000t标煤,其中空调和照明用电约占总能耗的70%左右。水、电、煤(油)等能耗总费用约占酒店全年营业总收入的10%左右,在酒店的成本开支中列第2位。因此,空调节能是酒店建筑节能的重要环节^[5]。

酒店是公共建筑中的重要组成部分,而且这些酒店建筑规模大,功能复杂,已经成为耗能大户。遗憾的是,对于此类大型公共建筑能耗的系列数据采集工作在很多地区尚为开展,由于中国幅员辽阔,从西到东,从北到南,气候条件差异很大,经济文化发展水平也不平衡。因此只有对各个典型地区的各类典型建筑的能耗结构进行具体调查和分析,才能使优化设计和运行管理、节能改造以及设备更新等工作有据可查,经济效益才能充分显示。与其他公共建筑相比,酒店建筑是公共建筑中较特殊的一类建筑,这些特殊性包括:不同功能的设备运行时间不同;不同酒店的餐厅数、洗衣房、商务中心房间等数量不同;一年中客房入住率是不断变化的;不同的客人对室内环境参数的要求不同等^[6]。因此这必然会导致酒店建筑能耗特点的复杂性和特殊性。如果将酒店建筑的能耗特点了解清楚之后,针对其他公共建筑的能耗特点分析就有理可循了。所以,在调研数据基础上,笔者首先探讨三峡库区城市酒店类建筑的能耗特点;其次,在已有的调研数据的基础上分析节能技术在三峡库区城市公共建筑空调系统中的应用状况;最后,提出降低酒店建筑能耗可行的节能措施,并通过实测分析可用节能系统的节能潜力。

1 典型城市的气候特点

三峡库区包含了长江流域因三峡水电站的修建

从而被淹没的湖北省所辖的宜昌县、秭归县、兴山县、恩施州所辖的巴东县;重庆市所辖的巫山县、巫溪县、奉节县、云阳县、开县、万州区、忠县、涪陵区、丰都县、武隆县、石柱县、长寿县、渝北区、巴南区、江津区及重庆核心城区(包括渝中区、沙坪坝区、南岸区、九龙坡区、大渡口区 and 江北区)。库区地处四川盆地与长江中下游平原的结合部,跨越鄂中山区峡谷及川东岭谷地带,北屏大巴山、南依川鄂高原。

以重庆市的气象参数来分析本地区的气象特点,由表1可知,重庆市年平均气温18.4℃,最热月份平均气温28.1℃,最冷月平均气温8.1℃。全年最高气温达到37.7℃,最低气温在2.0℃以上。平均相对湿度多在70%~80%,在全国属高湿区。重庆市的主要气候特点可以概括为:冬暖春早,夏热秋凉,四季分明,无霜期长;空气湿润,降水丰沛;太阳辐射弱,日照时间短;多云雾,少霜雪;光温水同季,立体气候显著,气候资源丰富,气象灾难频繁。夏季午后直至夜晚,居室内气温往往超过34℃,有的高达39~40℃,尤其是连续高温天气夜里室内难以入眠。冬季室内外气温相差无几,最冷月室内气温低于10℃的频率为78%,平均温度只有8.5℃,加之目前建筑设计对自然环境因素考虑较少,未能充分利用自然气候资源,该地区住宅热环境质量是全国最差的^[7]。这种气候势必影响空调使用期的延长,从而导致建筑物能耗的增加。

表1 典型城市——重庆各月气象数据

月份	平均气温/℃	最高气温/℃	最低气温/℃	平均相对湿度/%	平均风速/(m·s ⁻¹)
1	8.1	13.6	3.4	85	1.3
2	10.3	19.5	2.8	82	1.4
3	13.7	25.1	8.2	77	1.6
4	18.7	29.7	10.8	81	1.5
5	23.0	34.9	15.3	74	1.6
6	25.2	35.4	18.2	81	1.5
7	28.1	36.6	22.2	77	1.6
8	27.6	37.7	19.9	76	1.7
9	24.1	34.5	18.5	81	1.4
10	18.4	27.9	12.1	83	1.1
11	14.6	23.1	7.0	85	1.4
12	9.2	15.2	2.8	86	1.1

说明:表1来源于《中国建筑热环境分析专用气象数据集》,使用其中典型气象年的气象数据作为分析数据,根据该数据集统计整理得到的。《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》对“典型气象年(TMY)“Typical Meteorological Year”是这样定义的:以近30年的月平均值为依据,从近10年的资料中选取一年其各月接近30年的平均值作为典型气象年^[8]。

2 三峡库区城市酒店建筑的能耗调查概况

为了解三峡库区城市酒店建筑的能耗现状和能

耗特点,重庆大学王洪卫^[3]、陈改芳^[9]、郭林文^[10]以及重庆大学可持续建筑环境与城市生态研究团队对三峡库区城市的一些典型酒店进行了能耗调研。

调研的14家酒店中,5星级4家,4星级6家,3星级4家,主要分布重庆市各个地区。酒店夏季空调均采用电制冷的冷水机组;冬季采用燃气或燃油锅炉制热。

3 酒店建筑能耗分析

在三峡库区城市酒店中,主要消耗能源类型为电、天然气、油,其中电占据了主导地位,主要用于酒店的暖通空调设备(HVAC)运行、照明、动力设备以及其他电器设备等;天然气主要用于餐厅、热水供应以及冬季供暖;而油只有冬季供暖采用燃油锅炉的一些酒店使用。

3.1 酒店建筑使用能耗比例

为了分析使用能源类型的结构,对酒店用电量、天然气消耗量和其他燃料消耗量的情况进行了统计分析,最终计算得到三峡库区城市酒店不同类型能源消耗平均比例如图1。

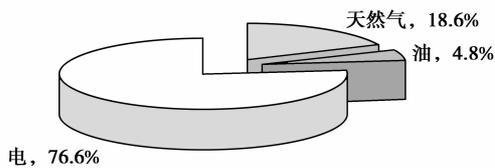


图1 三峡库区城市酒店建筑能源消耗类型分布图

3.2 酒店建筑终端能耗结构

对于酒店类建筑,需要用电的设备、系统较多,对于其电耗的组成必须了解清楚才能分析其节能潜力点。下面以4星级的某酒店为例来分析酒店各部分用电的比例。由于此酒店并没有对每个用电系统都有计量装置,因此在必要的地方,我们只能根据设备的额定功率和经验使用时间来估算其耗电量,最终得到的电耗百分比见图2。在图2中,有计量的是给排水泵用电量,电梯用电量,照明和办公设备等其他电器一起的用电量以及总用电量这4项。空调用电量是用总用电量减去其他3部分得到的,而照明和办公设备等电器各自的用电量是根据设备负荷和经验使用时间估算得到的。在此酒店中空调系统用电最多,接近总电耗的一半,其次为照明和办公设备等电器用电,这3部分用电占据了酒店电耗的90%多;酒店中仅有电梯而无扶梯,所以动力系统耗电较少,只占总用电量的3%左右。给排水泵耗电主要是给高区供水以及提供卫生热水所耗电,用电量也少。

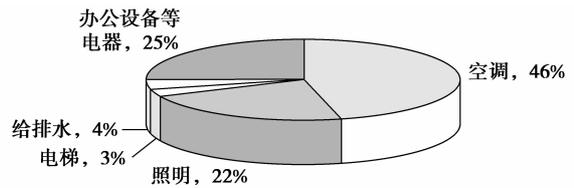


图2 某酒店电耗终端结构

图3为某酒店空调系统电耗比例图。在空调系统耗电中,由于三峡库区城市供冷季节长,所以制冷机耗电占了很大部分,达到了46%;而且由于此酒店采用单机-双泵-双塔的运行模式,因此水泵电耗相对较大。冷水泵、冷却水泵、供暖水泵三部分合计电耗达29%,而冷却塔耗电相对来说较小,仅占1%左右。

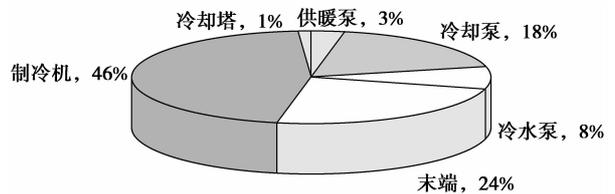


图3 某酒店空调系统电耗比例图

3.3 电耗指标

图4为14家酒店的折算总电耗指标和电耗指标,所谓折算总电耗指标意指酒店单位面积的油、气等燃料消耗量和用电量的总能耗,其中油、气燃料消耗量按一次能源换算标准换算成耗电量。

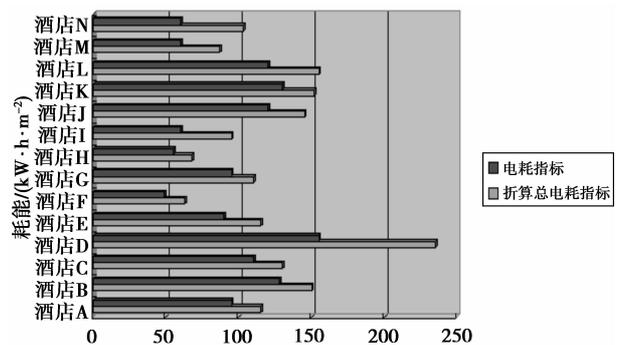


图4 酒店折算总电耗指标和电耗指标分布图

14家提供了总能耗的酒店中,折算总电耗指标在63~235 kW·h/m²之间,平均值为118 kW·h/m²,相互之间相差很大,折算总电耗指标最大的D酒店是最小的F酒店的3倍多;所有的14家酒店中,电耗指标在45~152 kW·h/m²之间,平均值为92 kW·h/m²。同样,电耗指标最大的D酒店是最小的F酒店的3倍多。

14家酒店的平均折算总电耗指标为118 kW·h/m²,平均电耗指标为92 kW·h/m²。这是对三峡库区城市14家酒店调研得出的结论,其

结果是否能代表三峡库区城市所有酒店的能耗?运用统计学原理,估计三峡库区城市酒店建筑折算总电耗指标的区间。

由前面已知的各酒店折算总电耗指标可得子样平均值 $\bar{x}=118$ 。

而子样平均值标准差为:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{14} (x_i - 118)^2}{13}} = 42。$$

取置信概率为 0.90,由自由度 $n-1=14$,可得到:

$$P(|t| \leq 0.05) = 0.90。$$

查双侧分位数表可得 $t_{0.1}(14) = 1.771$,由此可得置信区间

$$\left[\bar{x} - t_a \sqrt{\frac{S^2}{n}}, \bar{x} + t_a \sqrt{\frac{S^2}{n}} \right],$$

代入计算数据可得:

$$[118 - 1.771 \times 42, 118 + 1.771 \times 42] \text{ 即 } [98, 138]。$$

即在概率度为 90%时,三峡库区城市酒店建筑的平均折算总电耗指标在 98~138 kW·h/m² 之间。

同样对电耗指标进行统计分析,取 90%的概率度,得其置信区间

$$\left[\bar{x} - t_a \sqrt{\frac{S^2}{n}}, \bar{x} + t_a \sqrt{\frac{S^2}{n}} \right],$$

代入计算数据可得:

$$[92 - 1.771 \times 42, 92 + 1.771 \times 42] \text{ 即 } [72, 112]。$$

即在概率度为 90%时,三峡库区城市酒店建筑的平均电耗指标在 72~112 kW·h/m² 之间。

3.4 三峡库区城市酒店能耗特点与其他地区的对比

最近几十年来,旅游业发展成为拥有雇员最多的行业,为全球约 2 亿人提供了工作岗位,旅游业的发展推动了酒店数量的增加,各地的一些学者通过调研和测试^[11-12],得到了不同地区的酒店建筑的用能强度和用能强度(Energy use intensity)是建筑物单位面积的总能耗指标。通过调研数据可知,三峡库区城市 14 家酒店的折算总电耗指标为 63~235 kW·h/m² 之间,平均值为 118 kW·h/m²。与北京地区酒店的用能强度相比偏小,与北京地区同星级酒店相比提供的服务较少,档次较低有关,三峡库区城市酒店入住率不高也是主要原因之一。14 家酒店的电耗指标在 45~152 kW·h/m² 之间,与北京 15 家酒店的 96~

224 kW·h/m² 相比也是偏小的^[13],这主要与气候的影响有关,北京酒店的冬季耗能比三峡库区城市酒店的冬季耗能要多很大一部分。

从北京和三峡库区城市酒店各设备耗电比例对比来看,三峡库区城市酒店给排水耗电占 4%的比例要明显少于北京酒店的 17%,而在办公设备和其他餐饮电器等耗电上要明显高于北京酒店。从空调系统各设备耗电比例对比中,我们也发觉三峡库区城市酒店制冷机的耗电比例(46%)远高于北京的酒店(25.3%),末端设备耗电则远低于北京酒店,并且冷却水泵、冷水泵耗电比例要比北京酒店的高^[14]。

4 酒店建筑节能措施探讨

根据前面的调研结果可知,对于酒店类建筑来说,其消耗的能源中 50%左右为空调系统所消耗。在这调研的 14 家酒店中,即使在夏季最热的时候,也没有一个酒店需要将机组全部开满,均存在设计冷量过大的问题。因此,酒店建筑的节能措施应从空调系统节能方面进行考虑,且探讨的节能措施要能很好地解决空调系统的大流量小温差现象。

4.1 节能技术在三峡库区城市公共建筑空调系统的应用状况

三峡库区城市近几年经济高速增长,造成大量公共建筑涌现,新建公共建筑中基本上都安装了集中空调系统。由于空调系统能耗占据公共建筑能耗绝大部分,因此空调系统能耗决定着公共建筑能耗水平。在对三峡库区城市公共建筑能耗调研的同时,重庆大学着重调研了这些公共建筑空调系统采用节能技术及其管理水平状况,调研结果如表 2 所示。

从表 2 对三峡库区城市酒店建筑的调研结果表明,建筑室内温度控制基本上还是采用手动控制的方法;对新风进行调节的很少;仅有 2/3 的经常对新风过滤网进行清洗;虽然有些酒店建筑采用变风量系统,但是建筑设计时是变风量空调系统,使用 2~3 年后便取消了变风量系统的运行方式,相应的自动控制设备也拆除了,这使得变风量系统的优点没有发挥出来,变风量空调系统附加的投资也难以得到回报,同时也影响了变风量空调系统的应用前景;仅有一座建筑采用变水量系统和一座建筑采用热回收,少数公共建筑虽然也安装了热回收装置,但是由于长期得不到保养,因此不能很好起到应有的节能作用,甚至出了故障,例如管道堵塞,不是及时疏通,而是弃之不用;空调系统除主机外没有自动控制系统。以上说明,三峡库区城市公共建筑空调系的节能技术还远远跟不上国家的节能要求。

表2 三峡库区典型城市32座公共建筑用能设备的技术、管理水平^[3]

%

室内温度控制方式		每年对空调系统维护	新风量调节	机房环境满意	运行管理人员具有中级及以上	空调收费方式		
手动控制	自动控制					时间	面积	时间+面积
66	34	75	25	66	19	25	66	25
定期对新风过滤网清洗	变风量	变水量	设备自动化水平		热回收	“大马拉小车”	用能制度	运行中节能措施
			仅有消防	消防和保安				
66	6	3	50	50	3	66	0	50

4.2 酒店建筑空调系统节能措施与节能潜力分析

4.2.1 冷热源

三峡库区城市的大多数酒店建筑采用的都是电制冷的水冷冷水机组+锅炉的冷热源组合,只有很少的建筑采用了直燃型溴化锂吸收式冷热水机组和风热泵冷热水机组。而在具有很大应用潜力的冷热源节能技术如:冷热电联产,水源热泵,地源热泵等在实际应用中很少。同时,应该引起设计人员注意的是应尽量精确计算冷、热负荷,合理选配冷热源台数和容量大小,避免装机容量偏大或偏小,减少机组在部分负荷运行的时间^[14]。

4.2.2 水系统

水系统节能的主要措施就是防止“小温差、大流量”现象的发生,但在过渡季节和低负荷阶段要解决这个问题却存在一定的困难,可行的方法一是合理搭配冷水机组和冷水泵,如一大一小的冷水机组搭配,可以在最热时同时开启两台机组,一般的夏季气候下开启一台冷量大的冷水机组,低负荷情况下开启冷量小的冷水机组;其次,采用变流量系统,目前二次泵变流量系统节能的结论得到了普遍认可,但一次泵变流量系统由于对制冷机性能有影响,需要在使用前进行论证。而且特别注意的是采取一次泵变流量系统时,不宜对冷却水泵也采取变频措施^[15]。

下面我们以A酒店空调水系统变频改造系统为例分析变水量系统的实际节能效果。水泵变频的原理,水泵流量和轴功率与转速的关系为

$$\frac{Q_0}{Q_1} = \frac{n_0}{n_1}, \quad (2)$$

$$\frac{N_0}{N_1} = \left(\frac{n_0}{n_1}\right)^3, \quad (3)$$

式中: Q_0 、 N_0 分别指当叶轮转速为 n_0 (r/min) 时的流量 (m^3/s) 和轴功率 (kW); Q_1 、 N_1 分别指当叶轮转速为 n_1 (r/min) 时的流量 (m^3/s) 和轴功率 (kW)。

由式(1)和(2)可知水泵的轴功率与水泵的流量的立方成正比,在负荷一定的情况下,冷水进出水温差与流量成反比。因此,水泵的轴功率在负荷一定

的情况下与冷水温差的立方成反比。在负荷一定的情况下,只要冷冻水的温差稍微发生变化,冷水泵能耗将变化非常明显。可见冷水温差对冷水泵的影响是巨大的。提高供回水温差必然会减少泵的电耗,反之,小温差将造成能源的较大浪费^[16]。

选择A酒店空调水系统变频改造系统作为测试对象。酒店空调系统2003年投入使用,末端采用的是风机盘管加新风系统。主机采用的是2台螺杆式冷水机组,每台额定制冷冷量:1320 kW,额定功率:274 kW,2台冷水机在负荷最大的时候才同时使用,一般情况下只用1台。冷水泵和冷却水泵各3台,均是2用1备。其中冷水泵单台额定流量为262 m^3/h ,扬程31.5 mH_2O ,额定功率30 kW;冷却水泵单台额定流量为320 m^3/h ,扬程32 mH_2O ,额定功率为37 kW。3台冷水泵和3台冷却水泵均安装了变频器。

重庆大学对系统做了测试分析^[3],由分析结果可知在该酒店冷水泵未变频时每个小时的耗电量基本保持在20~24 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 范围内,变频后基本保持在10~14 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 范围内,变频后水泵每个小时的用电量明显低于变频前的。1#、2#冷水泵变频后平均每小时用电量分别为11.5和12.7 $\text{kW}\cdot\text{h}$,未变频时平均每小时用电量分别为22.1和22.2 $\text{kW}\cdot\text{h}$;平均每小时分别节约48%和43%。

4.2.3 其他

除此之外,要注意在水系统安装、维护中避免蒸发器不加保温层、不安装必要的仪表、跑冒滴漏等情况的出现。同时提高空调系统自控水平,避免室内冷热不均情况的发生。

5 结 语

首先,对14家酒店进行了能耗调研,得到酒店建筑折算总电耗指标在63~235 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 之间,平均值为118 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$;电耗指标在45~152 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ 之间,平均值为92 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$;相互之间相差很大,折算总电耗指标(电耗指标)最大的酒店

是最小的酒店的3倍多。在90%的可信度下,三峡库区城市酒店建筑的平均折算总电耗指标在[98, 138]区间内,平均电耗指标在[72, 112]区间内。

其次,分析了三峡库区城市典型酒店的电耗结构和空调系统电耗结构,结果表明此类公共建筑空调系统耗电最多,占建筑总耗电的47%左右,接近一半,是节能的主要地方,其次为照明;酒店建筑空调系统中,制冷机耗电最多,占到了46%。

第三,介绍了节能技术在三峡库区城市公共建筑空调系统中的应用状况,在对调研和测试结果进行分析的基础上,有针对三峡库区地处长江流域、以及此地区以属于夏热冬冷地区空调期长的特点,提出了一些切实可行的解决措施,冷热源可采用水源热泵、空调水系统采用变频技术等,并对某酒店空调水系统变频改造系统进行了实测,实测得出采用变频冷水泵节能效果显著。

然而,由于三峡库区城市目前正处于高速规模化发展时期,酒店建筑将大量涌现,酒店建筑的能耗将持续增长。然而,酒店建筑的空调系统能耗从开始运行到平稳需要一定的时间,在空调系统能耗平稳时期来分析其能耗是十分必要的,因此酒店建筑能耗的调研要持续下去。同时,由于时间和测试条件的限制,测试建筑不够多和测试时间也不够长,并且测试建筑得到的数据由于各种原因存在一定缺陷,下一步的工作应对酒店建筑空调系统能耗进行长期测试,最好是空调系统整个运行周期,以便获得足够多的测试数据,为深入研究三峡库区城市酒店建筑能耗状况提供依据。

参考文献:

- [1] LAM C JOSEPH, CHAN Y C RICKY, TSANG C L, et al. Electricity use characteristics of purpose-built office buildings in subtropical climates [J]. *Energy Conversion and Management*, 2004, 45(6): 829-844.
- [2] LI BAIZHAN. Sustainable response to the urbanisation in China [J]. *Journal of Central South University of Technology*, 2007, 14(S3): 1-7.
- [3] 王洪卫. 重庆市公共建筑空调系统能耗现状及节能技术研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2006.
- [4] LI BAIZHAN, YAO RUNMING. Urbanisation and its impact on building energy consumption and efficiency in China [J]. *Renewable Energy*, 2009, 34(9): 1994-1998.
- [5] 宫喜龙, 周志华, 凌春雷. 酒店能耗分析与节能措施[J]. *煤气与热力*, 2008, 28(5): 29-31.
GONG XI-LONG, ZHOU ZHI-HUA, LING CHUN-LEI. Analysis of energy consumption and energy-saving measures for hotel [J]. *Gas & Heat*, 2008, 28(5): 29-31.
- [6] DENG SHI-MING, BURNETT JOHN. A study of energy performance of hotel buildings in Hong Kong [J]. *Energy and Buildings*, 2000, 31(1): 7-12.
- [7] 中国气象局气象信息中心气象资料室, 清华大学建筑技术研究中心. 中国建筑热环境分析专用气象数据集[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [8] 中国建筑科学研究院主编. 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ134-2001)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [9] 陈改芳. 重庆市公共建筑能耗模拟与节能研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2007.
- [10] 郭林文. 重庆市公共建筑能耗现状及节能评价分析[D]. 重庆: 重庆大学, 2005.
- [11] BOHDANOWICZ P, CHURIE-KALLHAUGE A, MARTINAC I. Energy-efficiency and conservation in hotels—towards sustainable tourism [C] // The 4th International Conference on Asia Pacific Architecture, Hawaii, April 4-7, 2001. [http://www.greenthehotels.com/eng/Bohdanowicz Churiekall hauge Martina Rezachel CIER2001 Cuba. PDF](http://www.greenthehotels.com/eng/Bohdanowicz%20Churiekall%20haug%20Martina%20Rezachel%20CIER2001%20Cuba.pdf).
- [12] LAM C JOSEPH, LI H W DANNY, CHEUNG S O. An analysis of electricity end-use in air-conditioned office buildings in Hong Kong [J]. *Building and Environment*, 2003, 38(3): 493-498.
- [13] 薛志峰, 江亿. 北京市大型公共建筑用能现状与节能潜力分析[J]. *暖通空调*, 2004, 34(9): 8-10.
XUE ZHI-FENG, JIANG YI. Energy consumption and energy saving potential analysis for large-scale public buildings in Beijing [J]. *Heating Ventilating & Air Conditioning*, 2004, 34(9): 8-10.
- [14] 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): 13-15.
JIANG YI, XUE ZHI-FENG. Energy consumption status and energy conservation method analysis of buildings in Beijing [J]. *Heating Ventilating & Air Conditioning*, 2004, 34(10): 13-15.
- [15] 孟彬彬, 朱颖心, 林波荣. 部分负荷下一次泵水系统变流量性能研究[J]. *暖通空调*, 2002, 32(6): 108-110.
MENG BIN-BIN, ZHU YING-XIN, LIN BO-RONG. Performance of the primary-pump water system with variable flow under partial load [J]. *Heating Ventilating & Air Conditioning*, 2002, 32(6): 108-110.
- [16] COX R L, HARBERL J S, CLARIDGE P E D E. A study of energy use in grocery stores [J]. *ASHRAE Transaction*, 1993, 23(1): 1301-1314.

(编辑 郑洁)