

# 重庆地区政府办公建筑能耗调查分析

张东林, 丁勇, 谢骆乐, 况原忠

(重庆大学 城市建设与环境工程学院, 重庆 400045)

**摘要:**基于对重庆市政府办公类建筑用能现状的调研,对重庆市现有279栋政府办公建筑以节能标准执行时间为界进行了划分,并对其能耗特征分布进行了分析,分析了建筑面积、空调形式、管理体系与政府办公类建筑能耗分布的关系,初步探讨了重庆市政府办公类建筑的用能特征。

**关键词:**政府办公建筑;能耗调研;用能特征

**中图分类号:**TU243.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-4764(2012)S1-0271-04

## Investigation and Analyses of Building Energy Consumption of Government Office Buildings in Chongqing Area

ZHANG Donglin, DING Yong, XIE Luole, KUANG Yuanzhong

(College of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

**Abstract:** This article classifies the buildings by the time before and after energy-saving standard executed, based on the investigation of energy consumption in government office buildings of Chongqing, and analyses the energy distribution characteristics of these buildings, in which factors like the building area, air-conditioning, management system are taken into account. Finally we acquire the energy consumption characteristics in government office buildings of Chongqing.

**Key words:** government office buildings; energy consumption investigation; energy consumption characteristics

财政部与住房和城乡建设部向社会公布中国“十二五”期间要力争实现公共建筑单位面积能耗下降10%,大型公共建筑能耗降低15%。政府办公建筑属于公共建筑中特殊的办公建筑,不同于一般商业办公建筑,通过对政府办公建筑的能耗调查显示该类建筑具有较大的节能改造潜力,国外对该类建筑的节能改造已经取得了明显的成效<sup>[1]</sup>。重庆市作为国家首批节能改造重点城市,应率先完成能耗降低的任务。通过对重庆市政府办公建筑开展的调研测试,对重庆市该类建筑能耗水平摸底,在此基础上开展其建筑能耗降低关键因素和节能途径分析,为重庆市后期进行全面的节能改造提供参考。

### 1 概况

自2007年起,中国开始在具备一定工作基础的省市开展国家机关办公建筑与大型公共建筑节能监管体系建设示范工作<sup>[2]</sup>,重庆市积极响应国家号召,2007年至今,在全市范围内开展了国家机关办公建筑与大型公共建筑的能耗统计与能源审计工作。

重庆大学作为重庆市国家机关办公建筑与大型公共建筑节能监管体系建设的技术支撑单位和工作实施单位,于2007—2011年间,在重庆市城乡建设委员会的领导下,通过问卷填写、建筑图纸查阅、现场勘查、实验测试及与管理人员沟通交流等方式,完成了以主城区为主涵盖部分区县的1 037

栋次、3 073.3万m<sup>2</sup>的公共建筑的能耗统计工作,各类建筑统计情况见表1。从表中可以看出,政府办公建筑数量最多,高达486栋,总建筑面积429.6万m<sup>2</sup>。因此,开展政府办公建筑的能耗调查分析,对重庆市公共建筑节能潜力分析具有重要意义。

表1 重庆市国家机关办公建筑和大型公共建筑统计、审计情况

建筑类型	统计栋数	统计面积/ 万m <sup>2</sup>	重点审计 栋数	审计面积/ 万m <sup>2</sup>
酒店宾馆建筑	94	323.4	59	207.6
政府办公建筑	486	429.6	285	255.1
商务办公建筑	226	1 085.6	109	469.6
商场建筑	122	467.4	55	263.0
学校建筑	40	611.5	29	548.2
医院建筑	47	69.9	33	62.8
文化场馆建筑	19	42.9	14	36.1

### 2 政府办公建筑能耗现状分析

#### 2.1.1 政府办公建筑能耗现状

根据对政府办公建筑的年总用能数据进行统计,为便于比较,将天然气用量及燃油用量折算为电量,分析得到该类建筑的能源结构,如图1。

由图1知,在所统计的政府办公建筑用能中,主要能源

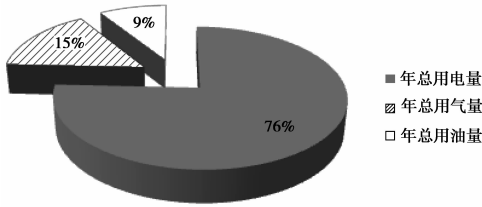


图 1 政府办公建筑能耗结构图

形式由天然气、油以及电组成,其中电能消耗量占主要部分,达到 76%,燃气耗量和燃油耗量分别占 15%和 9%;根据能源统计现场调查结果,政府办公建筑的燃气和燃油主要用于建筑内直燃机空调机组。

根据能耗统计的结果,按照统计所获取的建筑能耗分布特征,共筛选出 279 栋建筑进行了能源审计工作<sup>[4]</sup>。重庆市 2006 年度开始实施《重庆市公共建筑节能标准》,故审计结果的分析将对审计建筑以建造年代为 2006 年进行区分。

根据调研样本的分类,2006 年前建造的政府办公建筑审计总数为 226 余栋,审计总面积为 1 561 655 m<sup>2</sup>,各建筑能耗分布图如图 2 所示。

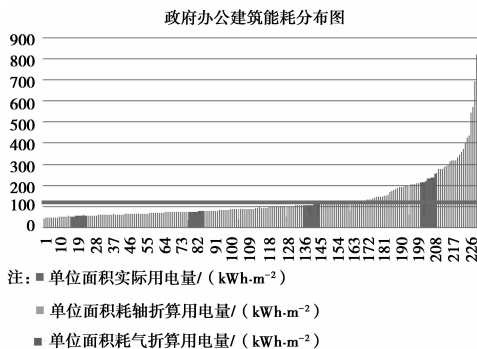


图 2 2006 年前政府办公建筑能耗分布图

该 226 栋建筑年总用电量为 132 363 311 kWh,年总用气量为 2 740 913.15 m<sup>3</sup>,年总用油量为 488 929.7 kg。根据天然气、燃油与电能转换的计算,总能耗为 163 871 782.6 kWh。计算出 2006 年前建造该类建筑平均单位面积能耗为 104.93 kWh/m<sup>2</sup>。

2006 年后建造的政府办公建筑审计总数为 53 栋,审计总面积为 988 615.34 m<sup>2</sup>,各建筑能耗分布图如图 3 所示。

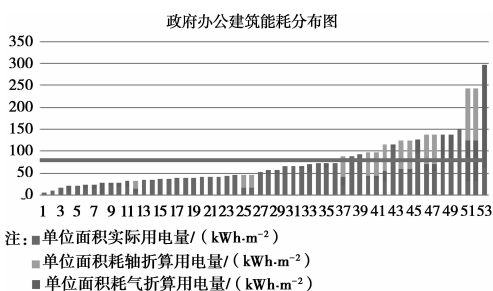


图 3 2006 年后政府办公建筑能耗分布图

该 53 栋建筑年总用电量为 46 160 936.54 kWh,年总用气量为 1 220 936.06 m<sup>3</sup>,年总用油量为 1 294 143.72 kg。通过将天然气及燃油转换为电耗的计算,总能耗为 72 961 861.3 kW/h。计算出 2006 年后建造该类建筑平均单位面积能耗为 73.80 kWh/m<sup>2</sup>。重庆市《公共建筑节能设计标准》于 2006 年实施后,对新建建筑在室内环境、围护结构、空调系统及运行管理监测方面提出了新的要求。重庆市《公共建筑节能设计标准》针对重庆市夏热冬冷地域的特殊性,对室内环境温度的设计取值更为严格;围护结构传热系数及遮阳系数均低于原中国标准,围护结构性能提升 20%以上;空调系统负荷性能系数均提升 15%左右。调查发现该标准实施效果显著,根据对政府办公建筑年平均单位面积能耗的计算结果,2006 年后建造建筑平均单位面积能耗比 2006 年之前建造建筑平均单位面积能耗降低近 30%。对 2006 年前后建造建筑信息对比发现,2006 年后建筑面积普遍较大,多为 20 000 m<sup>2</sup> 以上的大型公共建筑,中央空调系统使用比例达到了 65%以上,可再生能源系统的应用也占有一定比例,灯具多数为节能灯具,极少使用白炽灯,建筑调控采用智能控制并对其运行过程进行了监测与控制,60%的建筑保留有运行管理记录文件,100%的建筑保留有能耗消耗记录原始文件。

将重庆市政府办公建筑按照平均能耗值分为 4 个区间,分别统计各区间内建筑数量所占比例,结果见图 4。

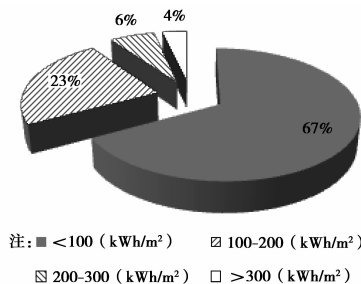


图 4 政府办公建筑能耗区间分布图

由图 4 可以看出,约 67%的此类建筑的总耗能密度都在 100 kWh/m<sup>2</sup> 以下,而近 33%的建筑能耗密度比较分散,在 150~700 kWh/m<sup>2</sup> 之间,波动区间较大,在 100~200 kWh/m<sup>2</sup> 和 200~300 kWh/m<sup>2</sup> 区间内建筑分别占到了 23%和 6%,超过 300 kWh/m<sup>2</sup> 的高能耗建筑占 4%,虽然其建筑数量相对较少,但能耗分布却占到总能耗的 14.8%,对整个平均值影响较大,将建筑规模与能耗密度相乘后得到的总能耗量也占很大比重,故此类高能耗建筑对整体建筑能耗影响较大。在重庆地区,大多数政府办公建筑能耗密度相差不大,67%的此类建筑能耗密度小于了 2006 年之前建筑的平均单位面积能耗,但仍然有近 33%的建筑能耗相对较高,且少部分建筑能耗骤然增大,对这些建筑有必要做进一步用能状况分析<sup>[5]</sup>。由此可见,重庆地区,政府办公建筑能耗分布基本集中在 200 kWh/m<sup>2</sup> 以下,较好的使用情况应该集中在 100 kWh/m<sup>2</sup> 以下,对于少数能耗较高的建筑,应针对建筑功能、用能设备和管理情况进行详细分析,以判断其用能合理性。

### 3 政府办公建筑能耗影响因素分析

政府机关办公建筑是以进行公共管理事务与提供公共服务为主,对于政府办公建筑,所承载的社会职能是社会发展所必须的,属于合理的能耗需求,建筑能耗分配以能够满足建筑合理的使用功能为目的。

通过对政府办公建筑按建筑规模分区间,计算各面积区间内建筑单位面积能耗平均值进行讨论,结果见图 5。

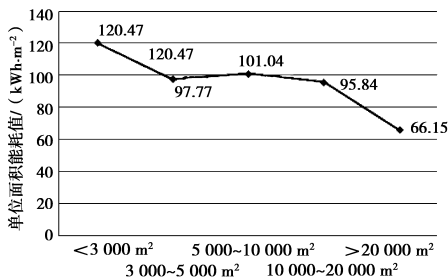


图 5 政府办公建筑规模区间能耗结构图

由图 5 知,此类建筑能耗密度与建筑规模相关,随着建筑面积的增大,建筑能耗密度总体呈下降趋势,但在 3 000~20 000 m<sup>2</sup> 之间,出现相对平滑区,即该建筑面积内的建筑能耗密度在 90~100 kWh/m<sup>2</sup> 之间小幅度波动,在一定建筑面积范围内,能耗密度与建筑面积的比例关系并不是成反比例关系,可将该建筑面积区间以及能耗密度作为重庆市典型政府办公建筑能耗情况进行探讨。

将建筑面积超过 20 000 m<sup>2</sup> 归为大型公共建筑,计算大型政府办公建筑与非大型政府办公建筑的单位面积能耗值,结果见图 6。

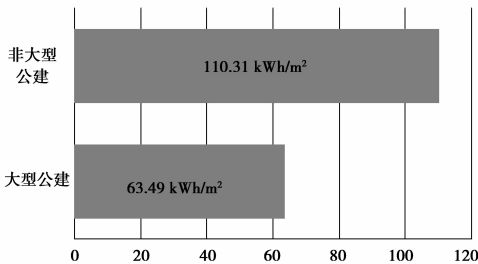


图 6 政府办公建筑不同建筑面积能耗图

由图 6 知,政府办公建筑能耗密度与建筑面积有关,建筑能耗密度随着建筑规模的增大而减小,大型政府办公建筑单位面积能耗明显低于非大型政府办公建筑,2 类建筑能耗密度分别为 63.5、110.3 kWh/m<sup>2</sup>,大型政府办公建筑能耗密度低于非大型建筑近 42%,并且低于 2006 年后建造该类建筑平均单位面积能耗,一定程度上可以说明,重庆政府办公建筑中,大型办公建筑并不一定是能耗或重点消耗单位,而往往是建筑面积较小的有可能具有更高的能源消耗,这有待有序地结合能源诊断开展进一步能耗分析工作。

通过将政府办公建筑按使用中央空调与非中央空调进行分类,计算 2 类不同空调形式建筑的单位面积能耗值,结果见图 7。

由图 7 知,此类建筑能耗密度与建筑空调形式有关,使

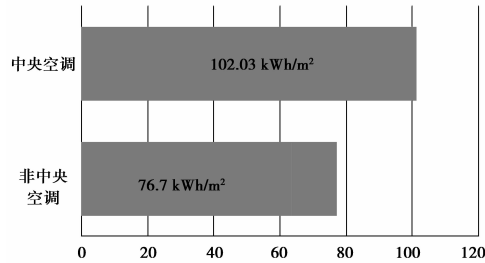


图 7 政府办公建筑不同空调形式单位面积能耗

用中央空调的建筑能耗密度远远高于使用非中央空调的建筑。调查发现,中央空调系统虽然单级能效高,但在系统的运行过程中,容易受到人员行为和负荷率的影响,而部分负荷的调节能力又很有限,因此中央空调系统虽然在单个机组的性能上优于非中央空调<sup>[6]</sup>,但在系统应用过程中,由于受人员行为和负荷率的影响,整体运行效果并没有起到高能效的作用,而相比单体空调系统,其具有灵活和独立控制的特点<sup>[7]</sup>,就整个系统的运行上来说,政府办公建筑中采用中央空调系统比采用分体空调需要更多的能耗<sup>[8]</sup>。

分别对 2006 年前后的建筑能源管理模式等信息进行调查,对建筑能源账目文件、能源管理文件、运行记录、分项计量、节能奖惩制度和节能宣传等内容,结果见图 8。

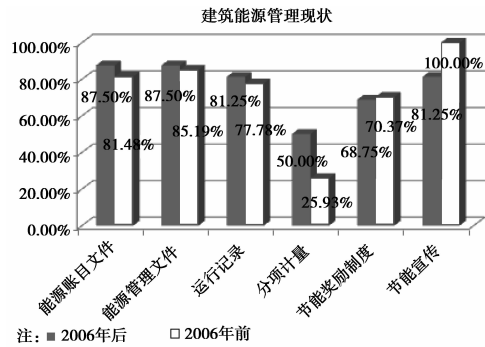


图 8 建筑能源现状

由图 8 知,在建筑能源账目文件,能源管理文件、节能奖惩制度及节能宣传上,公共建筑普遍具备较好的管理系统,相比较而言,2006 年前后的建筑 80% 以上均保留有较为完善的原始资料;2006 年后建造的建筑 81.25% 有运行记录,而 2006 年之前的为 77.78%;但 2006 年后的建筑 50% 有分项计量系统,而 2006 年前建筑仅有 25.9%。在建筑的运行使用的过程中,由于季节的变化,气象环境和使用人员的变化,需要通过设置分项计量系统了解建筑能源消耗的重点,以便于进行相应的调控。由于 2006 年后政府办公建筑能耗显著低于 2006 年前建筑,可以认为在节能管理方面采取了优化措施的建筑比其它未采取优化措施的建筑能耗有所降低,因此,行为节能对于降低建筑能耗也是一项强有力的手段。

### 4 结论

在实际调查的基础上,对重庆市政府办公建筑的用能状况进行了统计分析,选取的建筑覆盖面广,基本反映了重庆

市现阶段政府办公建筑的总体能耗水平。通过能耗调研,为重庆市后期即将展开的大规模公共建筑节能改造和节能运行管理提供一定的参考。

通过调研分析,可以初步获得如下主要结论:政府办公建筑能源结构中,电耗占主要比例,燃气与燃油少量使用,因此,政府办公建筑节能的重点用能形式是电能;调研结果显示,政府办公建筑能耗密度随着建筑规模的增大而减小,而采用中央空调的建筑能耗大于非中央空调的建筑能耗;建筑采用节能管理优化措施可以降低建筑能耗。

随着重庆市建筑节能工作的不断深入推进,政府办公建筑的节能监管和改造工作也将作为试点示范推行,因此,客观的掌握和分析该类建筑的能耗分布和影响,将会为后续工作的开展奠定坚实的基础。

#### 参考文献:

- [1] 武涌,赵靖. 国外大型公共建筑节能运行管理:案例分析、经验做法与启示建议[J]. 城市发展研究,2009,12(16):1-9.
- [2] 重庆市城乡建设委员会关于下达我市国家机关办公建筑和大型公共建筑节能监管体系建设任务的通知(渝建[2010]171

号),2010.

- [3] Ding Y, Zhou X W, GAO Yafeng, et al. Features of AC system energy consumption of one hotel in Chongqing (Southwest district, China) and suggestions on its operating management[J]. Energy Education Science and Technology Part A-Energy Science And Research, 2011,28(1):63-70.
- [4] 张宇. 重庆市公共建筑能源审计实施细则的编制和应用研究[D]. 重庆:重庆大学,2010.
- [5] 梁境,李百战. 中国公共建筑节能管理与改造制度研究[J]. 建筑科学,2007,23(4):9-13.
- [6] Ding Y, Li B Z. Part load operation coefficient of air-conditioning system of public building[J]. Energy and Buildings 2010, 42(10):1902-1907.
- [7] Ding Y, Li B Z. Method for acquiring part load distribution coefficient of air conditioning system[J]. Journal of Central South University of Technology, 2009,16(1):95-99.
- [8] 张立文. 重庆市公共建筑空调运行现状调研及节能运行控制[D]. 重庆大学,2009年.

(编辑 胡英奎)

(上接第266页)

- [7] Wang K, Feng C, Xing Z W. Development and experimental validation of a high-temperature heat pump for heat recovery and building heating[J]. Energy Build., 2009,41:732-737.
- [8] 李建兴,赵力,池勇志. 不同换热形式的污水热泵工程运行能效分析[J]. 中国给水排水,2009,25(2):98-101.
- [9] Meggers F. Exergy optimized wastewater heat recovery: minimizing losses and maximizing performance Proceedings: 8th International Conference for Enhanced Building Operation (ICE-BO)[C]. German Federal Ministry of Economics and Technology, Berlin, October (2008)
- [10] Zhuang Z Y, Zhang C H, Wu D Z, et al. Optimization design for the heat-exchange conditions of the sewage source heat pump system[J]. Fifth international workshop on energy and environment of residential buildings and third international conference on built environment and public health, vols. I and II, 2009: 1626-1633.
- [11] 李瑞霞,李文伟,尤晶. 直接式污水源热泵系统在奥运村换热站中的应用[J]. 暖通空调,2009,39(5):139-141.
- [12] 黄春松等. 洗浴废热回收利用工程的技术与经济性分析[J]. 节能. 2010(02):69-71.
- [13] Zhuang Z Y, Zhang C H, Mu K, et al. The frequency conversion technology on the sewage source heat pump system[C]. Fifth International Workshop on Energy and Environment of Residential Buildings and Third International Conference on Built Environment and Public Health, vols. I and II, 2009:1652-

1659.

- [14] 安青松,史琳,汤润. 基于污水源热泵的大型集中洗浴废水余热利用研究[J]. 华北电力大学学报. 2010,37(1):57-61.
- [15] Funamizu N, Iida M, Sakakura Y, et al. Reuse of heat energy in wastewater: implementation examples in Japan[J]. Water Science Technology, 2001,43:277-285.
- [16] 刘传乾,徐菱虹,卢琼华. 污水源热泵用于集供暖的技术经济分析[J]. 建筑热能通风空,2009,39(5):139-141.
- [17] 空调通风系统运行管理规(GB50365-2005)[S]. 中国建筑工业出版社,北京,2006,2-46.
- [18] Wu R H, Xu Y, Sun D X, et al. Technology economic analysis of heat pump temperature rising in sewage disposal process in cold climate area[J]. Acta Energetica Solar Science, 2008,29(3): 267-271.
- [19] Huang K, Wang H, Zhou X. Heat pump for high school bathroom heat recovery[J]. Renew. Energy Resource. Greenery Future, 2006(8):1-6.
- [20] Meggers F, Leibundgut H. The potential of wastewater heat and energy decentralized high-temperature recovery with a heat pump[J]. Energy and Buildings, 2011,43:879-886.
- [21] 张吉礼,马良栋. 污水源热泵空调系统污水侧取水、除污和换热技术研究进展[J]. 暖通空调,2009,37(7):41-47.

(编辑 吕建斌)