

# Research on the Effects of Occupancy Rate on Energy Consumption of Building and Air Conditioning System for Hotels

Zhi Li, Guangming Chu, Yuan Wang, Xueping Zhuang

Department of Thermal Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong  
Email: 364289116@qq.com

Received: Jan. 17<sup>th</sup>, 2016; accepted: Feb. 1<sup>st</sup>, 2016; published: Feb. 5<sup>th</sup>, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

The main way of hotel energy-saving management is to establish strict control and systems on energy consumption. The energy consumption in the hotel will be affected by changes in occupancy rates, operation and control of the equipment and other factors. The thesis aims to explore the influence of different occupancy rates on energy consumption through the simulation of air conditioning energy consumption in a hotel under different occupancy rates.

## Keywords

Occupancy Rate, Energy Consumption of Air Conditioning, Hotel, DeST

---

# 入住率对宾馆酒店建筑空调能耗影响的研究

李 智, 楚广明, 王 源, 庄雪萍

山东建筑大学热能工程学院, 山东 济南  
Email: 364289116@qq.com

收稿日期: 2016年1月17日; 录用日期: 2016年2月1日; 发布日期: 2016年2月5日

---

## 摘 要

宾馆酒店建筑节能管理的主要途径就是建立严格的能耗控制指标和制度, 入住率的变化、设备的运行控

制等因素都会影响其能耗。本文通过对星级宾馆酒店不同入住率下空调能耗的模拟，探究入住率的变化对空调能耗的影响。

## 关键词

入住率，空调能耗，宾馆酒店，建筑热环境设计模拟工具包

## 1. 引言

目前，中国建筑能耗大约占能源消耗总量的 27.6%，其中大型公共建筑年耗电量约占全国城镇总耗电量的 22%，单位面积年耗电量是普通居民建筑的 10~20 倍[1]。星级宾馆酒店建筑作为公共建筑的重要组成部分，其单位面积耗电量是欧洲、日本等发达国家的 1.5~2 倍。加强科学管理，建立严格的能耗控制指标和制度是宾馆酒店节能管理主要途径之一。高兴[2]等认为，由于各酒店建筑规模、客区入住率、单位售价、设备系统及地理位置和气象条件的差异，各建筑物间能耗差异较大。对于不同的酒店类型而言，客房所需能源占宾馆酒店总能耗的 35%~50% [3]。为落实国家相关法律、法规以及政策文件对建筑能耗限额的具体要求，进一步开展建筑节能工作，本文通过对宾馆酒店空调能耗的模拟，探究入住率对宾馆酒店建筑能耗的影响。

## 2. 宾馆酒店空调能耗特点

宾馆酒店是指能够以夜为时间单位向客人提供配有餐饮及相关服务的住宿设施，建筑形式为多层或高层，所有的服务设施都在同一建筑内，并且其运营时间安排也是多样化的。与办公楼不同，宾馆酒店类建筑虽然是全年 24 h 营业的，但由于受到旅游季节变化和入住率波动的影响，其空调设备多数时间是在低负荷下工作。目前，酒店类建筑内部一般配有客房、会议室、洗涤房、餐厅、酒吧、零售商店、游泳池、健身房等。且各功能区的室内人员数量、设备使用时间、室内空调设计参数均存在较大差异，对空调舒适度的要求也不尽相同。入住率的变化、服务水平的高低、设备的运行控制等因素都会影响其能耗。

### 2.1. 宾馆酒店建筑空调能耗的构成

在宾馆酒店建筑中，正常运行的空调系统，其耗能主要由冷热源耗能以及风机、水泵的动力耗能两部分组成。

### 2.2. 宾馆酒店空调耗能的多变性

宾馆酒店一般 24 h 营业，并且全年营业，而酒店宴会厅和餐厅会在非用餐时间段休息。另外，宾馆酒店每天的入住率也在不断地发生变化，空调系统能耗受入住率影响较大，入住率上升，引起空调系统末端能耗增加，并带动输配系统、冷热源系统能耗随之增加[4]。由于非客房区的餐厅同时面向社会大众营业，用餐客人的数量变化规律是比较复杂的。

## 3. 建筑概况

### 3.1. 工程概况

本文以 3 家不同规模的四星级酒店为研究对象。宾馆 A，建筑面积 44,904 m<sup>2</sup>，设有 400 间各类豪华标准房和套房；宾馆 B，建筑面积 35,005 m<sup>2</sup>，设有 300 间各类豪华标准房和套房；宾馆 C，建筑面积 25,695

m<sup>2</sup>，设有 200 间各类豪华标准房和套房。三家宾馆酒店均设有中餐厅、商务中心、茶楼、咖啡厅、红酒吧、车库等配套设施。

### 3.2. 运行状况

工程位于寒冷地区的山东省济南市，制冷季大概为每年的 5 月至 9 月，制冷机组具体开启时间由当年气温情况而定。一般来说，5 月及 9 月由于气温相对较低，每天分三个时段开机，分别为早餐时间、午餐时间、晚餐时间，6~8 月基本上 24 小时运行。制冷季内总运行时间约为 1980 h。其中 5、9 月份、平均负荷百分数(与额定负荷之比)在 40% 以下，月平均供冷 180 h；6~8 月份平均供冷 540 h。

供暖季大概为每年的 11 月至次年 3 月，大约 120 天，供暖季内总运行时间约为 2160 h。

## 4. 模拟分析

### 4.1. 模拟参数

建筑围护结构信息及室内设计参数详见表 1。

### 4.2. 模拟软件介绍

DeST 是由清华大学空调实验室研制开发的面向暖通空调设计者的集成于 AutoCAD 上的辅助设计计算软件。DeST 求解建筑热过程的方法是状态空间法，通过“分阶段设计，分阶段模拟”，得到系统运行能耗。

### 4.3. 模拟结果及分析

本文对 A、B、C 三家星级宾馆酒店年平均入住率分别为 25%、50%、75%、100% 时的空调能耗进行模拟，得到不同入住率下的单位面积年平均空调能耗，详见表 2。通过对空调能耗模拟结果的分析，发

Table 1. Building palisade structure parameters

表 1. 建筑围护结构参数

围护结构	数值
窗墙比	东、西：5%，南：47%，北：43%
遮阳系数 SC	0.60
窗户 K 值	K = 2.30 W/(m <sup>2</sup> ·K)
外墙 K 值	K = 0.60 W/(m <sup>2</sup> ·K)
屋面 K 值	K = 0.55 W/(m <sup>2</sup> ·K)
室内湿度	夏季：50%~60%，冬季：≥35%
室内温度	夏季：24℃~26℃，冬季：20℃~22℃

Table 2. Energy consumption per unit area in air conditioning

表 2. 单位面积年空调能耗，单位：kWh/(m<sup>2</sup>·a)

名称	客房比例	面积	入住率			
			25%	50%	75%	100%
宾馆 A	66.8%	44,904 m <sup>2</sup>	26.4	37.6	49.0	61.0
宾馆 B	64.3%	35,005 m <sup>2</sup>	29.4	40.8	52.2	62.9
宾馆 C	60.4%	25,695 m <sup>2</sup>	34.7	45.6	55.6	65.6

现 A、B、C 三家宾馆酒店空调电能的消耗趋势基本相同。

A、B、C 三家星级宾馆餐饮部分单位面积空调能耗约为 200~300 kWh/(m<sup>2</sup>·a)，客房部分单位面积空调能耗约为 25~50 kWh/(m<sup>2</sup>·a)，餐饮部分单位面积空调能耗约为客房部分的 6~8 倍。因此，单位面积年平均空调能耗随客房面积的增加而减少，随入住率的降低而降低，且降低速率高于入住率的降低速率。

图 1 给出 A、B、C 三家宾馆酒店制冷季的单位面积年平均空调能耗。对于面积不同、客房套数不同的三家宾馆酒店，当入住率相同时，制冷季的单位面积年平均空调能耗基本相同，并且随入住率的增加，差距逐渐降低。

图 2 给出 A、B、C 三家宾馆酒店供暖季的单位面积年平均空调能耗。与制冷季相比，单位面积空调能耗随酒店面积的减小而有明显的上升趋势，并且这种上升的趋势随着入住率的不断提高而变缓。这是由于酒店面积的变化主要是客房区域的变化，而客房的单位面积能耗要低于酒店宾馆的平均能耗。

从三家星级宾馆酒店的制冷季、供暖季空调能耗可以看出，当入住率高于 50% 时，制冷季空调能耗明显高于供暖季，并且随酒店面积的增加，差值越明显；当入住率低于 50% 时，随着入住率的不断下降，制冷季空调能耗逐渐接近于供暖季，还会出现供暖季空调能耗高于制冷季的情形。

## 5. 结论

本文对 3 家星级宾馆酒店进行空调能耗模拟，分析了入住率对星级宾馆酒店空调能耗的影响，得出以下结论：

(1) 单位面积空调能耗随客房区域面积变化而改变。客房区域面积增加，单位面积空调能耗减小；客房区域面积减小，单位面积空调能耗增加。并且制冷季单位面积空调能耗受客房区域面积改变的波动较

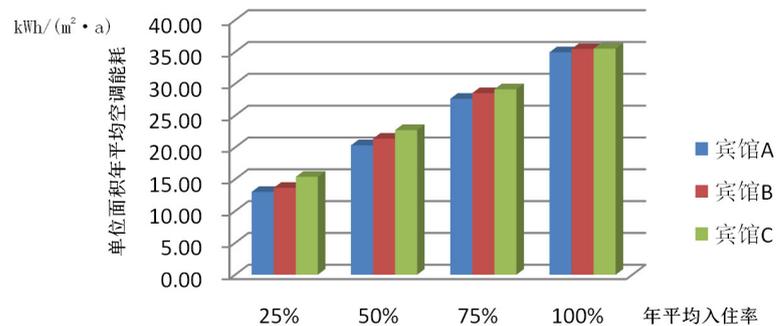


Figure 1. Energy consumption per unit area of the average annual air conditioning refrigeration season

图 1. 制冷季单位面积年平均空调能耗

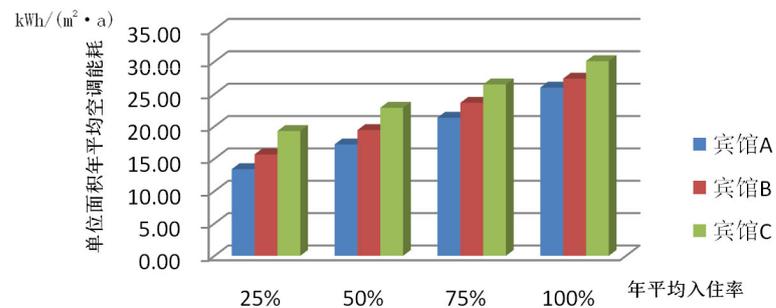


Figure 2. The heating season average annual air conditioning energy consumption per unit area

图 2. 供暖季单位面积年平均空调能耗

小, 而供暖季变化明显。且随着宾馆的入住率的提高, 客房区域面积的变化对空调能耗的影响逐渐降低。

(2) 单位面积年平均空调能耗随入住率的升高而升高, 但空调能耗的增加速率随入住率的升高而减缓。

(3) 入住率为 35%~55% 时夏季制冷能耗与冬季供暖能耗基本相等; 当入住率高于 55% 时, 夏季制冷能耗逐渐高于冬季供暖能耗; 当入住率低于 35% 时, 夏季制冷能耗与冬季供暖能耗相差不大, 且冬季供暖能耗略高于夏季制冷能耗。

### 参考文献 (References)

- [1] 李宝树, 葛玉敏. 大型公共建筑用电节能措施[J]. 电气时代, 2011(5): 24-25.
- [2] 高兴, 杨凤林, 张兴文, 等. 酒店建筑能耗及空调系统能耗合理性评价[J]. 暖通空调, 2005, 35(4): 34-38.
- [3] 柳长波, 沈晔. 浅议酒店智能化系统工程建设的(三) [J]. 智能建筑与城市信息, 2007, 130(9): 81-84.
- [4] 李秀倩. 长沙市华御五星酒店空调系统优化设计模拟研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南大学, 2014.