

# Energy Efficiency and Its Influencing Factors Analysis of Split Air Conditioner

Yuanyuan Jin<sup>1</sup>, Ganyun Lv<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Architectural Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>Department of Electric Power Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing Jiangsu

Email: 16702324@qq.com

Received: Feb. 6<sup>th</sup>, 2018; accepted: Feb. 20<sup>th</sup>, 2018; published: Feb. 27<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

In order to realize the energy saving of the air conditioner, it is necessary to test and analyze the energy efficiency and its influencing factors of air conditioner. This paper first discusses energy efficiency calculation and experimental test method for split air conditioner. Then tests and influence factors analysis are given out, including air supply, temperature setting, indoor temperature, outdoor temperature. The results show that air supply and temperature setting have a significant impact on energy efficiency, while other two factors has a certain impact on the efficiency. The study has important value for improving the operation efficiency of air conditioning.

## Keywords

Split Air Conditioner, Energy Efficiency, Influencing Factors

---

# 分体式空调的能效测试及其影响因素分析

金园媛<sup>1</sup>, 吕干云<sup>2</sup>

<sup>1</sup>南京工程学院建筑工程学院, 江苏 南京

<sup>2</sup>南京工程学院电力工程学院, 江苏 南京

Email: 16702324@qq.com

收稿日期: 2018年2月6日; 录用日期: 2018年2月20日; 发布日期: 2018年2月27日

---

## 摘要

为实现空调的节能, 有必要对空调负荷的能效比及其影响因子进行测试与分析。本文首先分析了分体式空调的能效计算方法及实验测试方案, 然后对送风档数、设定温度、室内温度、室外温度等因素对空调

能效的影响进行测试分析。测试结果显示, 送风档数、设定温度对空调能效具有显著的影响, 室内、外温度对空调能效有一定的影响, 研究结果对提高空调负荷的运行能效有重要参考价值。

## 关键词

分体式空调, 能效, 影响因素

Copyright © 2018 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

## 1. 引言

随着国民经济的发展和人民生活水平的提高, 近年来空调用电量增加迅猛。据统计, 城市空调的用电负荷占总用电量的近 30%, 夏季空调使用高峰时则占到城市总负荷的 40% 以上[1], 甚至导致“电荒”现象。随着全球能源与环境问题的日益加剧, 为实现可持续性发展, 节能减排、提高空调能效已成为当务之急。

在实际运行条件下, 空调能效受到多方面因素影响, 除产品质量外, 还与室内外温度、室外风速、太阳辐射等外部因素及设定温度、送风档数、运行模式等空调运行参数设定有关。此外, 室外机摆放方位及方式等安装方式也影响空调能效。李燕等[2]对房间空调、转速可控空调、单元式空调、多联式空调等大量典型制冷空调和设备能效水平进展及主要影响因素进行了分析, 为空调能效检测和影响因素分析提供了参考。张微[3]则分析了设定温度、空调运行时间、运行过程中是否持续运行等不同用户使用习惯对房间空调实际运行能耗与能效的影响。此外, 该研究者分析了建筑面积、楼层、朝向、室内外温度等外界参数[4]的影响。文[5]则分析了室外温度及粉尘污染等因素对热泵型空调长期运行性能的影响。文[6]则运用 DOE.2 软件模拟分析了上海高层办公建筑的空调系统能耗特性及节能因素。丁勇等[7]则研究了水源热泵空调系统测试方法, 并分析了系统负荷率、进水温度和水泵性能等影响因素。徐涛等[8]则研究了温度设定和送风档数等夏季运行参数设定对分体式空调能效的影响。

分体式房间空调总体运行效率较低, 且部分安装及人为操作不当致使其使用能效更加严重。在国家节能减排的大环境下, 提高分体式空调能效, 减少其能耗浪费是十分必要的。现有文献对分体式空调能效测试实验讨论较少、较简单。因此, 有必要对分体式空调的能效测试及其影响因素开展深入的研究分析。本文在分体式空调能效计算方法及实验测试方案讨论基础上, 对送风档数、温度设定、室内、外温度等因素对空调能效影响进行大量测试分析。研究结果对改善空调运行能效有重要参考价值。

## 2. 空调能效计算

考虑到分体式空调主要为夏季制冷, 且一般的空调能效通常指制冷能效比 EER。所以, 本文空调能效主要针对家用空调的制冷能效比(EER), 即额定制冷量与额定功耗的比值。其能效比的计算公式为:

$$EER = \frac{Q}{P} \quad (1)$$

式中  $Q$  为空调制冷量,  $P$  为压缩机开启空调制冷阶段的平均功率, 单位均为  $W$ 。

制冷量  $Q$  的计算公式为:

$$Q = 3.6 C \rho V \Delta t \quad (2)$$

式中  $C$  为平均温度下空气比热容,  $\text{J/kg}\cdot\text{K}$ ;  $\rho$  为平均温度下空气密度,  $\text{kg/m}^3$ ;  $V$  为循环风量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;  $\Delta t$  为蒸发器进出风温差,  $^{\circ}\text{C}$ ; 3.6 为换算系数。

### 3. 能效实验测试方案

根据式(2)分析可知, 能效测试试验关键为循环风量、空调平均功率、相关温度的测量获取。而不同温度下的空气比热容和密度两参数取值可通过查阅资料获得。

循环风量  $V$  等于出风口截面积  $S$  与出口风速  $v$  之乘积。本次实验所用空调的出风口尺寸为  $750\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ , 出口风速采用优利德的手持式测风速仪 UT363 测量获得。

进出风温差测量中, 室内温度测量采用泰兴达室内外电子温度计 HTC-1 测量获得。该温度测试过程中, 需避免将温度计暴露在空调冷风吹到的地方, 从而使计算误差增大。室外温度则是将温度计放置于不会被阳光过分暴晒的地方。送风温度则通过风速仪 UT363 内置的温度计测量实现。

空调平均功率测量较为复杂, 本试验采用美国福禄克 Fluke435 电能分析仪实现。首先将 Fluke435 的电流钳和电压鳄鱼夹按规程连接到空调对应导线上, 然后进入仪器功率测量界面, 测量空调功率。在测量的过程中, 先记录下室内初始温度和初始时刻, 当温度下降到预定温度时, 再记录下室内温度与结束时刻, 测试完成后, 将 Fluke435 内的 SD 存储卡取出, 并运用 PowerLog 软件分析 SD 卡内的数据, 获得该时段内的平均功率, 即从初始室温下降到预定温度的平均功率。

### 4. 能效测试结果及影响因素分析

本分体式空调器能效测试实验地点为江苏某市, 该空调额定制冷量为  $3520\text{ W}$ , 额定能效为 3.29, 制冷额定总输入功率为  $1070\text{ W}$ , 测试房间面积约为  $15\text{ m}^2$ 。

#### 4.1. 送风档速设定对分体式空调能效的影响

首先, 我们在室外温度  $29.5^{\circ}\text{C}$ , 室内温度  $26.7^{\circ}\text{C}$ , 设定温度  $25^{\circ}\text{C}$  时, 进行能效测试, 结果如表 1 所示。

可发现, 随着空调送风档数从低档提高档, 空调能效比从 2.74 提高到 3.70。为了更全面分析送风档速的影响, 设定温度  $22^{\circ}\text{C}$ 、 $23^{\circ}\text{C}$ 、 $24^{\circ}\text{C}$ 、 $25^{\circ}\text{C}$ 、 $26^{\circ}\text{C}$  时, 进行多次能效测试, 结果如图 1 所示。

通过上述测试结果分析发现, 随着空调送风档数的提升, 出口风速提高, 空调的能效比有显著提高。这主要是由于送风档数提高, 循环风量显著增加, 制冷量相应提高, 而空调需要的平均功率则变化不大, 从而使能效比显著升高。

#### 4.2. 设定温度对分体式空调能效的影响

在室外温度  $29.5^{\circ}\text{C}$ , 室内温度  $27.2^{\circ}\text{C}$ , 送风档速为高时, 不同设定温度下进行能效测试, 结果如表 2 和图 2 所示。

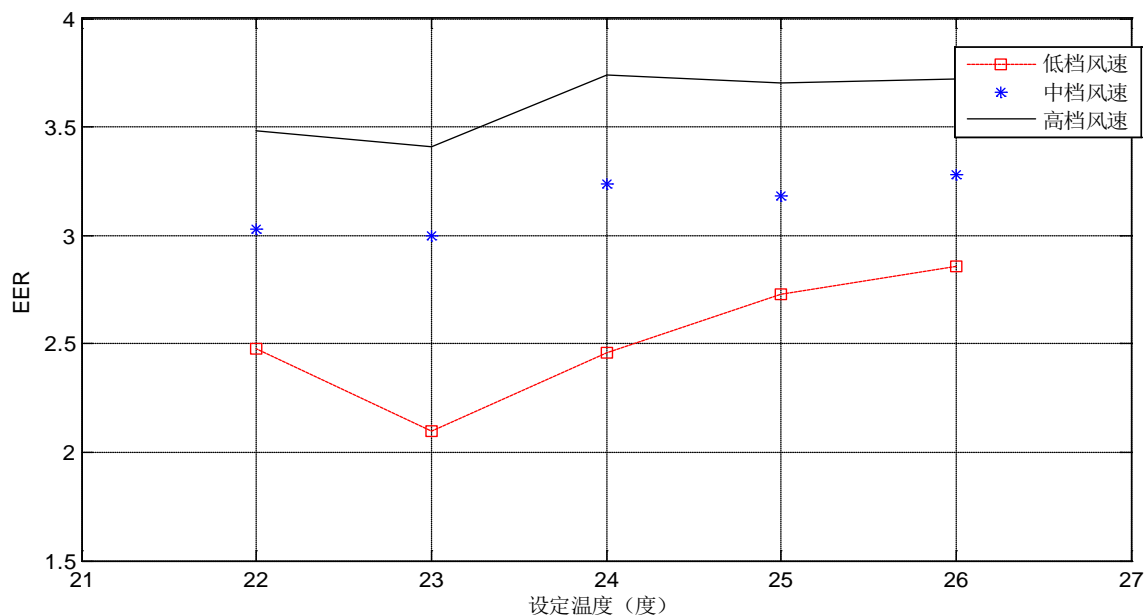
**Table 1.** Influence of air supply speed on energy efficiency of split air conditioner  
**表 1.** 送风档速设定对分体式空调能效的影响

送风档数	低档	中档	高档
风速(m/s)	1.4	1.6	2.0
风温( $^{\circ}\text{C}$ )	23.8	23.7	23.7
平均功率(W)	791	801	815
能效比	2.74	3.19	3.70

**Table 2.** Influence of temperature setting on energy efficiency of split air conditioner

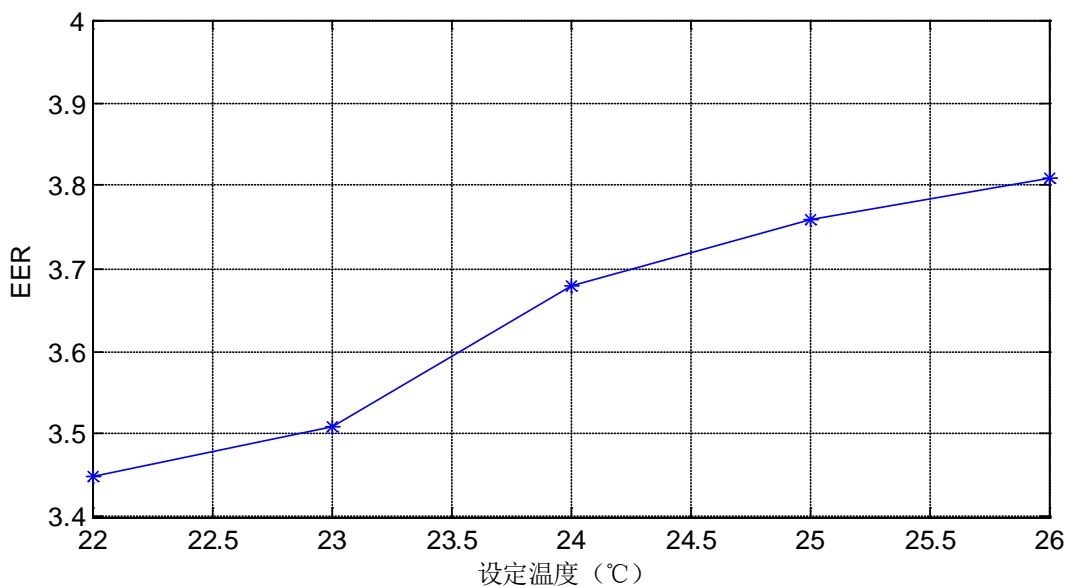
**表 2.** 设定温度对分体式空调能效的影响

设定温度(°C)	26	25	24	23	22
风速(m/s)	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0
风温(°C)	24.6	23.8	22.4	21.5	20.7
平均功率(W)	808	816	815	817	821
能效比	3.81	3.76	3.68	3.51	3.45



**Figure 1.** Influence of air supply speed on energy efficiency of split air conditioner

**图 1.** 送风档速设定对分体式空调能效比的影响



**Figure 2.** Influence of temperature setting on energy efficiency of split air conditioner

**图 2.** 设定温度对分体式空调能效的影响

测试结果发现, 随着设定温度的升高, 空调的能效比明显提高, 能效比从 3.45 提高到 3.81。因此, 提高夏季空调设置温度, 大大有利于节能降耗, 提高能效。

### 4.3. 室内温度对分体式空调能效的影响

在室外温度 29.5℃, 室内温度 27.2℃, 送风档速高时, 不同设定温度下进行能效测试, 结果如表 3 所示。

此外, 在室内温度分别 28.2℃、27.2℃、26.7℃、26.2℃时, 再分别进行能效测试, 结果如图 3 所示。

测试结果发现, 随着室内温度的降低, 空调的能效比会有一定的下降, 但是变化不明显, 能效比基本在 3.7 左右, 变化在±0.03 以内。这主要是由于室内温度降低, 带来的温差减小, 从而导致了空调的换热能力降低, 从而使能效比降低。

### 4.4. 室外温度对分体式空调能效的影响

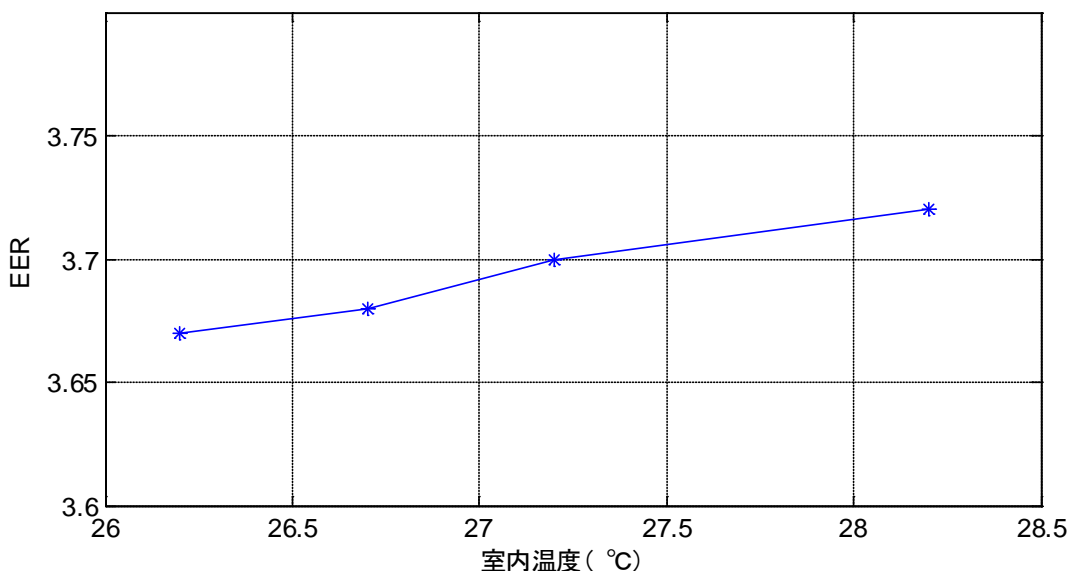
在室外温度分别 31.3℃、30.5℃、29.5℃、28.2℃时, 设定温度均 25℃, 室内初始温度基本在 27.2℃ 左右, 分别进行能效测试, 结果如图 4 所示。

测试结果发现, 随着室外温度的升高, 空调的能效比会有一定的下降, 但是变化不明显, 能效比基本在 3.7 左右, 其变化基本在±0.05 以内。

**Table 3.** Influence of indoor temperature on energy efficiency of split air conditioner

**表 3.** 室内温度设定温度对分体式空调能效的影响

设定温度(℃)	26	25	24	23	22
风速(m/s)	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0
风温(℃)	24.7	23.6	22.6	21.8	20.7
平均功率(W)	810	815	816	820	823
能效比	3.72	3.70	3.74	3.41	3.43



**Figure 3.** Influence of indoor temperature on energy efficiency of split air conditioner

**图 3.** 室内温度对分体式空调能效的影响

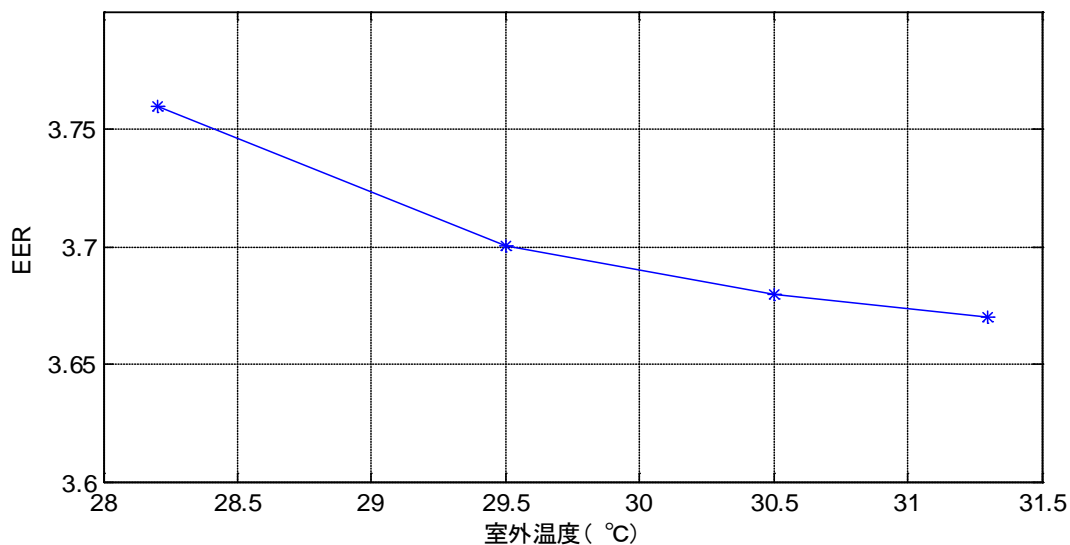


Figure 4. Influence of outdoor temperature on energy efficiency of split air conditioner

图 4. 室外温度对分体式空调能效的影响

## 5. 结论

随着我国经济社会的发展和水平的提高,空调用电已成为国家重要的能耗来源,改善空调能效、实现节能减排是有关国计民生的重要任务。本文详细讨论了分体式空调能效计算测试及送风档数、设定温度、室内、外温度等因素对空调能效的影响及测试。研究结果显示,随着空调风速档位的增加有助于改善空调的能效比,且效果显著;随着空调设定温度的升高,也有助于改善空调的能效比,改善效果也十分显著。此外,室外温度上升以及室内初始温度的降低,会稍微降低夏季空调能效,但影响较小。

## 基金项目

国家自然科学基金项目(51577086),江苏省配电网智能技术与装备协同创新中心开放基金项目(XTCX 201611),江苏“六大人才高峰”项目,江苏高校“青蓝工程”项目。

## 参考文献 (References)

- [1] 朱宏. 浅谈节能建筑工程造价管理[J]. 工程管理, 2015, 5(29), 11-12.
- [2] 李燕, 成建宏, 李红旗. 中国典型空调产品及设备能效水平进展与主要影响因素分析[J]. 制冷与空调, 2013, 13(6), 34-37.
- [3] 张微. 用户使用习惯对房间空调器运行能耗与能效影响分析[J]. 分析研究与探讨, 2015(6): 222.
- [4] 张微. 外界参数对房间空调器运行能耗与能效影响分析[J]. 分析研究与探讨, 2015(9): 265.
- [5] 夏建军, 戴兴学, 叶檀. 空调器运行性能影响因素简析[J]. 日用电器, 2013(5): 36-39.
- [6] 安秋香. 上海市高层办公建筑空调能耗现状及其影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 同济大学, 2004.
- [7] 丁勇. 水(地)源热泵空调系统测试及能效影响因素分析[J]. 暖通空调, 2014, 44(4), 100-103.
- [8] 徐涛, 张阳, 刘刚. 对分体式房间空调器能效影响的实验分析[J]. 建筑节能与绿色建筑, 2009(27): 193-197.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2328-0514，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[aepe@hanspub.org](mailto:aepe@hanspub.org)