

# 中国分体房间空调能效值数据偏差的分布特性研究\*

付国印

UL 美华认证有限公司

广东省广州市, 510663

## 摘要:

空调能效值数据偏差的分布特性能更准确地反映出空调器能效状况, 反映能效比的外延和内涵意义, 通过在技术和管理两个层面上探讨能效指标检测一致性影响因素、存在问题和解决方案, 完善了能效指标检测一致性研究理论, 形成了通用共性方法和规范, 对于整个用能产品能效检测指标一致性研究工作的开展和能效标识数据一致性和准确性的提高, 对于能效标识制度的有效实施意义重大。通过对影响得出中国分体空调空调器能效数据偏差的分布特性研究, 得出中国分体空调能效数据负偏差和空调器能效数据偏差的非正太分布特性, 可以知道中国能效标签实施模式后期监督管理更为必要, 同时也说明涉及得出中国分体空调的技术门槛、市场规范和淘汰落后空调技术的国家政策, 也会产生能效数据负偏差。与此同时, 这对我国现行空调器的能效评价体系进行升级改造的具体路径和方法具有借鉴意义, 以此完善我国空调器能效评价体系及空调器性能检测标准的制修订提供参考。

**关键词:** 空调能效值数据偏差、变频空调、定频空调、制冷量、制热量

## The Research on Distribution Characteristics of Air-conditioning Energy Efficiency Value Deviation Data\*

### Abstract:

It can more accurately reflect the air conditioner energy efficiency status through the research on the distribution characteristics of Air-conditioning energy efficiency value

---

\*作者简介: 付国印(生于 1976 年), 华南理工大学博士生, 性别: 男, 研究方向: 环境与能效领域。E-mail: paul.fu@ul.com

联系电话(办公电话和手机): 020-32131021, 详细通信地址: 广州科学城南云二路 8 号品尧电子产业园电子大楼, 邮编: 510663

投稿日期: 2015 年 6 月

deviation data, reflect the denotation and connotation of the energy efficiency ratio, based on the aspects of technology and management of energy efficiency indicators detect consistency influencing factors, existing problems and solutions, improve the energy efficiency indicators of theoretical research, forming a common method and standard for the detection efficiency index. It is significant for the whole energy efficiency measurement and energy efficiency labeling data consistency and accuracy. The influence that China air conditioner energy efficiency status through the research on the distribution characteristics of Air-conditioning energy efficiency value deviation data, that China air-conditioning energy efficiency data negative deviation and abnormal distribution characteristics, it can learn that it's more necessary for Chinese split type air conditioner market supervision, and relates to China Air Conditioning technical threshold, that also can produce negative deviation. So it's helpful and great significance for air conditioner energy efficiency evaluation system upgrading, at the same time, and it will provide a reference for the revision of Chinese air conditioning energy efficiency evaluation system and air conditioner performance testing standards.

**Keywords:** Air-conditioning Energy Efficiency Value Deviation Data, Inverter Air Conditioner, Non Inverter Air Conditioner, Cooling Capacity; Heating Capacity

## 引言

随着人类对能源需求的日益增加,能源紧缺已成为制约经济社会发展的主要因素。同时由于全球气候的变暖,夏天更加炎热,空调器已成为千家万户不可缺少的家用电器,需求量越来越大。研制、制造和使用高效节能的空调器是空调器行业发展必然趋势。因此欧盟、美国、日本等发达国家都相继制定了各自的空调器能效评价体系 and 强制性能效技术指标。中国有两类标准属于强制性的,一类是能效标准,一类是单位产品能耗项目标准,这两类标准体现在中华人民共和国节约能源法里。欧盟和美国等是通过法律法规这样的形式来规定产品能效,而在中国是有强制性能效标准的。家用分体空调能效鉴定值是强制性的,该值也是市场准入的门槛,即在中华人民共和国节约能源法里规定产品的能效水平低于能效鉴定值的不准予在市场上销售。人类社会的实践证明,标准的实施一定程度上推动了社会化大生产的发展,提高了产品质量和服务,促进了先进生产组织和制造技

术的推广和应用，并有助于企业实现科学管理和现代化管理。

目前，出口到欧洲和北美的家用分体空调器仅需标注季节能效比，而没有标注EER和COP的要求。但是在中国家用定频分体空调器需要标注EER和COP，家用变频分体空调器需要标注季节能效比。对于家用定频分体空调器能效鉴定值，多为2、3级能效并占据78%以上市场份额，每级能效等级之间只有0.2的差距，通过对空调能效值数据偏差的分布特性分析，这背后所暗含的是一个技术路线的跨越，它包括整个空调业产品结构、性能设计乃至模具的变革，能效等级“3”与“2”之争，体现在使用一定期限产品与新生态产品之争。对于家用变频分体空调器能效鉴定值，多为2、3级能效并占据85%以上市场份额，倘若要一下子将能效标准提升到2级，无论在技术基础还是在升级成本上都面临巨大挑战，甚至关系到生死存亡 [1]。让人担忧的是，我国国产空调品牌以3级能效的定频空调居多，而且一直以价格优势占据着较高的市场份额。一旦能效标准提高，直接的体现为定频与变频空调之争。目前国内和国外对能效的研究，大多在如何提高家用空调能效比以及空调能效标准的现状及其应对，而很少对分体空调能效值数据偏差的分布特性研究，主要缺少大量分体空调能效值大数据。

分体空调能效值数据偏差分为标准能效数据偏差、测试能效数据偏差和标称能效数据偏差，三者所产生对生产和贸易的影响也是不容忽视的。本文从房间空调器能效标准数据偏差与出口空调标称能效数据偏差的角度，通过收集中国房间空调器近几年进出口的能效数据和国内工厂注册能效数据，进行数据分析，发现影响空调标准能效数据的偏差的因素很多。对标准能效数据偏差，主要涉及空调的技术门槛、市场规范和淘汰落后空调技术的国家政策，由此产生标准能效数据偏差。对于测试能效数据偏差，针对不同的测试设备、环境和人员的不同而产生测试能效数据的偏差。对标称能效数据的偏差分析，可以找到提高空调整体设计思路和元器件匹配等技术水平的办法，因为能效比测试数值确实能反映出机组的整体设计思路以及元器件匹配等技术水平，并且这也是空调行业用以提升产业能效的有效方法。通过分析空调能效数据偏差，可以得出空调能效值数据偏差的分布特性，得出了能效鉴定值与对应容量、能效等级的热力学完善度趋势相同；得出了额定能效等级越高，产品合格率越高，额定能效等级越低，能效数据偏差越大，同时存在个别企业产品能效比虚标现象。

## 1 房间空调器能效标准和能效数值的现状

### 1.1 中国房间空调器能效标准的现状

中国空调能效标准的制订与实施需要一套完整的产品标准以及相关法律法规的配合，其中包括产品性能标准、安全标准、《节能法》、《质量法》和《标准化法》等。我国制定能效标准的指导思想，要考虑五个因素，一是充分考虑国外相关标准、标识等级状况，二是要与国家的节能政策、环境保护政策等相一致，三是要充分考虑我国空调器产业的发展水平，四是符合我国的传统习惯，五是与我国的测试水平和精度相适应。而制定空调能效限定值，要考虑四个因素，一是为企业设定的技术门槛，规范市场，二是淘汰落后技术，尽量明确技术范围，三是减少对市场的冲击，四是淘汰的产品比例范围在 5%-15% 之间。空调标准中主要技术指标有能效限定值、节能评价值和能效等级，将按照《国家能效标识管理办法》规定在空调器上的能效标识中进行标注。我国从 1989 年开始先后制定了房间空调器的能效标准以及房间空调器的使用性能标准，随着产品的不断发展和技术进步，均进行过修订。目前已经完成的空调能效标准有：转速可控型房间空气调节器能效限定值及能源效率等级（GB21445：2008）、单元式空调调节机能效限定值及能效等级（GB 19576：2004），能效限定多联式空调（热泵）机组能效限定值及能源效率等级（值及能效等级（GB19577：2004）和房间空气调节器能效限定值及能源效率等级（GB12021.3：2010）等，房间空调器的测试标准是参照 GB / T 7725：2004 《房间空气调节器》。

### 1.2 房间空调能效数值的现状

房间空调器产品种类也越来越丰富，从原来仅有定速单冷的房间空调器发展为现有定速、转速可控的单冷或热泵等多种机型。我国自 1989 年即有针对房间空调器的 MEPS 国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》，并于 2004 年和 2010 年进行了修订，目前的标准号为 GB 12021.3:2010 [3]，该标准提高了房间空调器的能效准入门槛，与 2004 版的标准相比，能效限定值提高了 23% 左右。GB12021.3:2010 中对定速房间空调器的能效限定及能效等级的划分标准 EER，新标准将定频空调器产品按照能效比大小划分为 3 个等级，其中 1 级表示能效最高；2 级表示节能评价值，即评价空调产品是否节能的最低要求；3 级表示能效

限定值，即标准实施以后产品达到市场准入的门槛，见表 1。

表1: 定速房间空调器的能效限定及能效等级的划分标准EER

类别	额定制冷量 (CC) /W	一级能效	二级能效	三级能效
整体式		3.3	3.1	2.9
分体式	$CC \leq 4500$	3.6	3.4	3.2
	$4500 < CC \leq 7100$	3.5	3.3	3.1
	$7100 < CC \leq 14000$	3.4	3.2	3

依据 UL 美华公司空调焓差和平衡实验室对国内出口空调公司能效检测数据,收集 2015 年以前定速房间空调器检测数据 621 个,其中实测一级能效占 10%,实测二级能效占 16%,实测三级能效占 44%,达不到三级能效占 30%,定速房间空调器制冷的能效比(EER)分布图以及定速房间空调器能效等级对比图如下图 1、图 2,定速房间空调器在制冷量较小的情况下,其能效比相对较高,这与能效标准中规定的制冷量小的能效较高一致,且三级能效分布较广,达不到三级能效的定速房间空调器比较多。

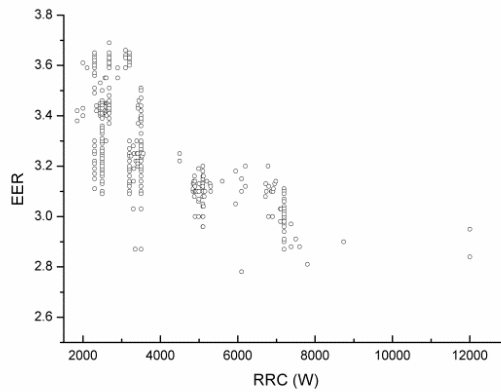


图1: 定速房间空调器制冷的能效比(EER)分布图

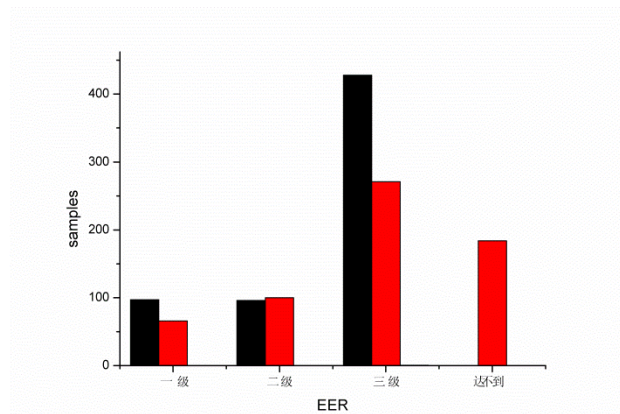


图2：定速房间空调器能效等级对比

GB21455：2013《对转速可控房间空调器的能效限定及能效等级》的划分标准，单冷式转速可控房间空调器为 SEER (制冷季节能源消耗效率)，热泵型转速可控房间空调器为 APF (全年能源消耗效率)，能效等级将产品能效水平划分成 3 个等级，其中 1 级表示能效最高；2 级表示节能评价，即评价空调产品是否节能的最低要求；3 级表示能效限定值，即标准实施以后产品达到市场准入的门槛。见表 2 和表 3。

表2：单冷变速房间空调器制冷季节能源消耗效率

类别	额定制冷量 (CC) /W	制冷季节能源消耗效率		
		一级能效 SEER	二级能效 SEER	三级能效 SEER
分体式	$CC \leq 4500$	5.4	5.0	4.3
分体式	$4500 < CC \leq 7100$	5.1	4.4	3.9
分体式	$7100 < CC \leq 14000$	4.7	4.0	3.5

表 3：热泵变速房间空调器全年能源消耗效率

类别	额定制冷量 (CC) /W	全年能源消耗效率		
		一级能效 APF	二级能效 APF	三级能效 APF
分体式	$CC \leq 4500$	4.5	4.0	3.5
分体式	$4500 < CC \leq 7100$	4.0	3.5	3.3
分体式	$7100 < CC \leq 14000$	3.7	3.3	3.1

依据 UL 美华公司空调焓差和平衡实验室对国内出口空调公司能效检测数据，收集 2015 年以前定速房间空调器检测数据 450 个，其中单冷变速房间空调器检测数据 282 个，实测一级能效占 15.6%，实测二级能效占 14.2%，实测三级能效占 70.2%；其中热泵变速房间空调器检测数据 168 个，实测一级能效占 5.4%，实测二级能效占 26.8%，实测三级能效占 67.8%，单冷变速房间空调器制冷季节能源消耗效率和热泵变速房间空调器全年能源消耗效率分布图如图 3，以及单冷变速房间空调器制冷季节能源消耗效率和热泵变速房间空调器全年能源消耗效率对比图，如下图 4、图 5，变速房间空调器在制冷量较小的情况下,其能效比相对较高，这与能效标准中规定的制冷量小的能效较高一致，且三级能效分布较广，3 级产品占的份额较大。最高等级 1 级应体现我国的中期目标、技术进步的幅度及对节能技术的需求范围，应具有超前性；等级 2 级应体现我国目前市场条件下可实现的最佳经济效益点，能效限定值为最后一个等级的极限值。转速可控房间空调器制冷量和制冷季节能效比(SEER)和转速可控房间空调器的能效等级现状如下：

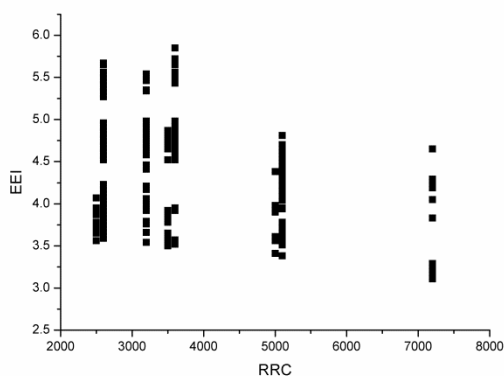


图3: 单冷变速房间空调器制冷季节能源消耗效率和热泵变速房间空调器全年能源消耗效率分布图

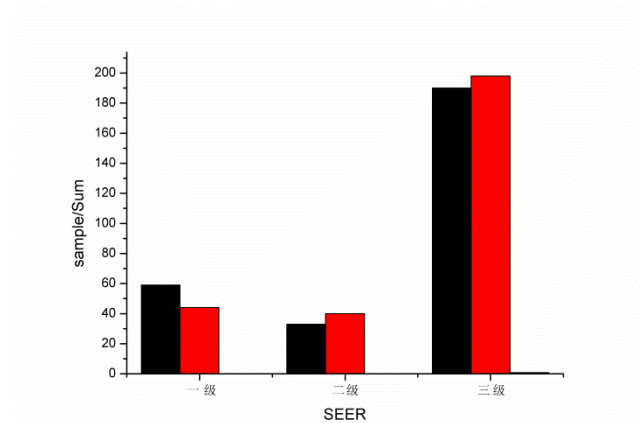


图4：单冷变速房间空调器制冷季节能源消耗效率对比图

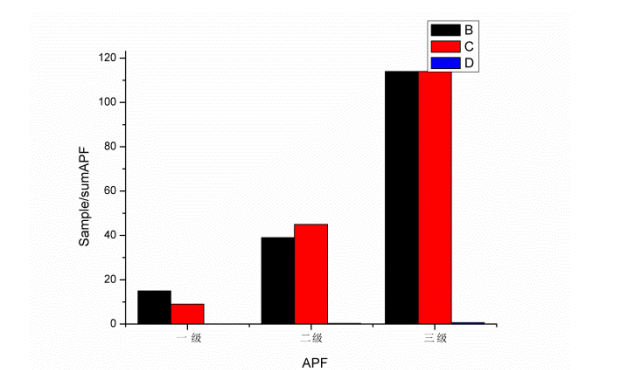


图5：热泵变速房间空调器全年能源消耗效率对比图

综合分析，不能简单地说中国房间空调器标准与欧盟、美国房间空调器的标准要求谁高与低，只能通过对具体产品的计算分析，判断该产品是否符合具体的能效要求[2]。总体来说，能效标准的提升和理性其主旨在于提高了空调的能源消耗效率，是节约电力资源的一种社会举措，但是并不能改变市场的个性化需求。对空调来说要达到能效标准，必然会提高制造成本，通过能效标准将这些不合格品从市场上淘汰，对整个市场上空调机的能效水平的提高立刻起到了显著的作用。同时空调能效标准的推动和标识的拉动作用，将加强我国空调市场竞争力。

我国对房间空调器能效实施的要求和欧盟最为接近，定频和变频的能效比不能进行相互比较，但是在等效等级制度上，定频能源消耗效率与变频能源消耗效率有一定的差距。中国相关部门机构也应借鉴欧盟的最新法规，在制定定频房间空调器能效限定值和能效等级标准时，不仅要保证获得健康舒适的环境，提升单机设备的能效比，而且要考虑全球变暖指数(GWP)等因素，使付出的环境成本最低化。



## 2 影响房间空调器的能效的主要因素分析

如果从其能量转化角度来看,所有能效比都表达一个意思,即输入能量与输出能量的关系。实际上造成空调能效数据偏差的因素很多,如标准不同造成标准能效数据偏差;测试设备、人员和方法不同,就会造成测试能效数据偏差;气候条件、使用寿命和污染、原材料消耗、待机功耗等不同,就会造成标称能效数据偏差 [4]。数值上,空调能效数据偏差是代数差,可为正值、负值或零。偏差越小,说明其结果精密度越高。以下从三个方面来分析影响房间空调器的能效的主要因素。

### 2.1 空调器制造的原材料消耗影响空调实际能效

从理论上来说增加空调器换热器的换热面积能在一定程度上提高空调器的能效比 EER,但过度的增加空调器的换热器换热面积,将会增加铜材、铝材、钢材等原材料的消耗,使空调器的制造成本提高,造成原材料的巨大浪费,从广义上来说也是不节能的,应该从空调器制造的源头来控制空调器设计制造过程中铜、铝等原材料的过度消耗。

用多种方式,如应用变工况的设计方法调试选取压缩机的最佳工作点,加大与压缩机相配的制冷系统,提高蒸发温度加大送风量,改用其它工质等等,都有可能提高整机的能效比值,大大高于所用压缩机的名义能效比值。这无疑为我们开拓节能型空调器有极大的促进,说明是可行的。但是在提高能效比的同时产生的副作用,就目前我们所分析的高能效比空调器,在努力提高能效比的同时,会出现体积相对增大、噪音相对增高、单位制冷量所耗铜材铝材增大、相对成本增加等情况,因此对于目前同时致力于缩小空调器体积、降低噪音、降低成本和铜耗铝耗指标等的要求。这里面还存在一个分析主次、权衡得失、并存改进等问题,还要考虑生态的因素,尤其是用于出口的产品,仍有待全面改进而不能单一追求。只有合理设计和匹配才能达到最佳的节能效果。

### 2.2 空调器运转部件的磨损影响空调能效及测试设备存在测量偏差

空调器使用年限一般为 8-10 年,在其使用期间由于机械磨损,压缩机气缸密封性能下降,导致能效衰减。同样风扇电机的由于轴承的机械磨损,送风能力也会相应发生衰减。在整个使用期间空调器的能效衰减能否在规定的范围内,是考核空调器能效的一个重要指标。

造成测试设备之间存在测量偏差的原因包括：各测试设备本身存在着不同的系统误差，企业的检测规范不统一，测试人员水平参差不齐等。最终的结果也是相同的：导致测试结果与实际值相去甚远，不能体现空调器的真实水平。企业与外资检测机构之间、企业之间的测试设备之间存在测量偏差所造成的直接后果是：企业依据本单位的测试设备出具的检测结果，标注的产品能效参数也会与产品实际质量指标之间存在偏差。最终会反映在产品的能效标识上标注的数据与实际检测的数据不相符。为了解决不同检测系统测试结果不可比的问题，可以建立了外资检测机构空调器测试数据比对系统，消除标注偏差。

### 2.3 气候条件影响空调实际能效

根据热力学理论知识推导，理想空调器能效比只与外部环境温度、空调的进、出风温度有关，然而一些天气比较炎热地区，空调器的使用主要侧重于房间的制冷，中东部地区空调器制冷和制热时间差不大，而北方地区，空调器则主要用于制热。显然，用同一制冷工况点去评价定频房间空调器的能效指标与定频房间空调器的实际使用环境条件不相吻合，也不科学。所以气候条件影响空调实际能效比与理想能效比偏差。

### 2.4 污染、化学腐蚀导致换热器换热能力的下降，影响空调实际能效

酸雨及空气中有害物质的侵蚀，油腻、灰尘的污染都会造成空调器两器（冷凝器、蒸发器）堵塞、结垢，列管腐蚀后变薄后，同时会产生一些杂质，堵塞列管，减少换热面积，导致换热器换热能力的降低，从而使空调器的能效发生衰减。腐蚀前空调器两器（冷凝器、蒸发器）是金属合金，腐蚀后空调器两器（冷凝器、蒸发器）是无机盐，导热系数下降。因此空调器两器换热器的设计和制造应充分考虑到上述因素的影响，使用材料覆膜可以有效减低有害物质的侵蚀和油腻、灰尘污染对空调器能效的影响[5]。

### 2.5 待机功耗影响空调实际能效

空调器在一年内有超过一半的时间是处于待机状态，为了维持待机状态，空调器的一部分电气元器件仍在工作，需要消耗一定的电量。但不同空调器的待机电耗是不相同的，待机功耗小的空调器能效显然比待机功耗大的空调器能效高。因此待机功耗也是空调器能效评价的一个重要指标。欧盟、美国、日本等发达国家都对这一能耗指标进行了严格的规定。

综上所述，从影响空调器能效表现的主要因素分析得出，空调器的节能，不能仅停留在实验室阶段，更应符合产品的实际使用情况；不能仅仅在使用之初具有节能性，更应在产品的寿命期间内持续保持节能性，即保证长效节能的可靠性，这样才能做到真正的节能。空调企业应转换思维方式，在设计研发阶段便将长效节能的持续保持特性纳入一个重要的设计内容，而认证和检测机构则应建立和完善空调器长效节能评估方法，对企业作适当的引导。升级和完善后的空调器能效评价体系要把产品实际使用状况作为依据，只有这样才能使空调器能效评价体系能够真正成为引领行业朝着正确方向发展的源动力，以此完善我国空调器能效评价体系及空调器性能检测标准的制修订提供参考。

### 3 房间空调器测试数据偏差的分布特性分析

#### 3.1分体式房间空调器能效检测数据偏差动态与虚标现状

根据 SPSS 统计软件，对 2007-2014 年国内企业送检出口及国内比对的分体式定频房间空调器能效等级的检测数据进行统计分析，发现分体空调能效数值偏差分布特性，分体空调能效数值偏差分布可以是正态分布，也可以是非正态分布，而大多数分布应该服从正态分布。符合正态分布的分体空调能效数值偏差，其分布特性应该具有对称性、单峰性、有界性和补偿性，正态分布是由其平均数  $\mu$  和标准差  $\sigma$  唯一决定的，观测值的平均值  $\mu$  和标准偏差  $\sigma$  分别描述它的集中趋势和离散特性。根据分体空调能效质量特性统计数据的平均值和标准偏差，决定直方图的分布形状和分布区间的宽窄 [ 6 ]。这个分体空调能效数值偏差的分布能更准确地反映出空调器能效状况，反映能效比的外延和内涵意义，探讨在技术和管理两个层面上能效指标检测的主要影响因素、存在问题和解决方案，形成了通用共性方法和规范，对于治理能效标签虚假标称的现象具有遏制作用。

##### 3.1.1 分体式房间空调器能效数值正负偏差分布特性

能效标志自我声明模式是国际上惯用的实施模式，降低了企业成本和行政管理成本。目前，国际上对能效标志的监管并不是非常重视，这主要取决于一些发达国家良好的社会诚信制度和已经较为完善的实施体系和机制[ 7 ]。根据图 6 是所有定频空调能效数值偏差分布特性图，其中整体数值偏差有 9291 个，负偏差

占 77.8%,正偏差占 22.2%, 平均数  $\mu$  为-0.0647,标准差  $\sigma$  为 0.156。根据图 7 是所有变频空调能效数值偏差分布特性图, 其中整体数值偏差有 1340 个, 负偏差占 73.6%, 正偏差占 26.4%, 平均数  $\mu$  为-0.1014, 标准差  $\sigma$  为 0.24547, 其分布特性是非正态分布。这说明能效标签虚标现象比较严重, 同时针对我国的实际国情, 这样的实施模式后期监督管理更为必要, 监管的难度更大, 只有社会和行业内诚信度的提高, 能效标志虚标现象才会越来越少。同时也说明涉及空调的技术门槛、市场规范和淘汰落后空调技术的国家政策, 也会产生能效数据负偏差和非正态分布。

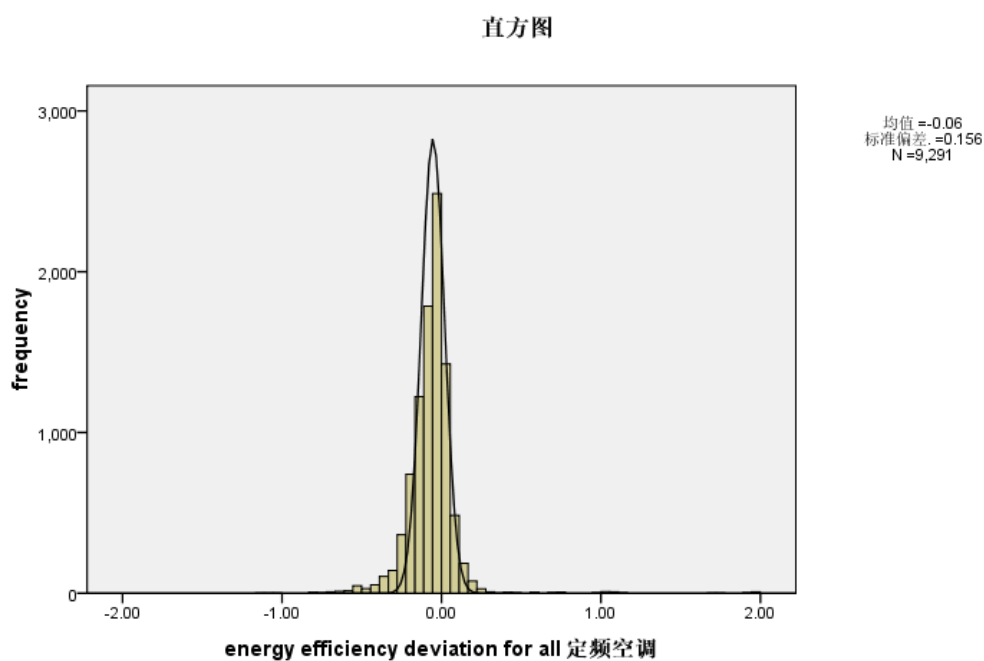


图6: 所有定频空调能效数值正负偏差分布图

直方图

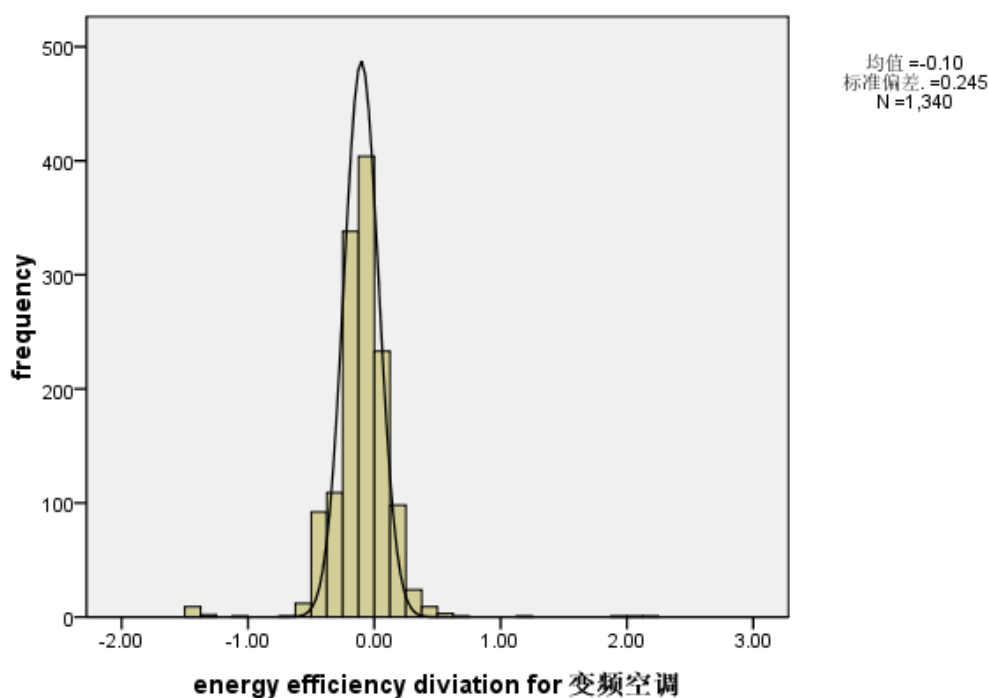


图7：所有变频空调能效数值正负偏差分布图

#### 4 结语

从能效比的外延和内涵出发，如果针对不同的设备、系统、运行工况等，不同国家的能效比会分出很多种类，如 SEER, APF, EER 和 COP 等；如果从其能量转化角度来看，所有能效比都表达一个意思，即输入能量与输出能量的关系。针对目前空调系统中各种能效指标表示符号不一致的现象，分析能效比理论极限，并对各种能效指标进行比较，进而使不同能效指标的概念及应用逐渐清晰化。通过空调能效值数据偏差的分布特性研究，对于我国空调器生产企业而言，可以积极从以下几个方面着手：

(1) 出现-3%以内的偏差具有更符合中国市场实际的标注偏差关系，说明产品上标注的性能指标与产品的实测数据相差甚远，最终会反映在产品的能效标识上标注的数据与实际检测的数据不相符。另外额定能效等级越低，产品合格率越高，并且有企业产品存在能效比虚标现象少，国内销售的产品品质比较差；额定能效等级越高，产品合格率越低，但是出口企业产品品质很好。中位值与平均值

的变化趋势基本一致，说明能效等级 3 级偏差不大，仍有一定的规律可循。

(2) 依据空调能效值数据偏差的分布特性研究，欧盟标准最低能源性能标准高于中国最低能源性能标准，中国最低能源性能标准高于东盟国家最低能源性能标准的引领下，中国分体式房间空调器出口市场的规律，高效节能分体式房间空调器偏向欧盟，低端分体式房间空调器偏向东盟。鉴于能效标识在制定过程中需更多考虑社会、政治层面等的因素，故在现阶段应尊重并相互学习各国已实施的能效标识项目，借鉴各自的优点。所以积极开拓东盟自贸区新兴市场，推动出口市场多元化发展。

(3) 根据我国标准和其他国家地区标准的对比，以及我国相关厂家产品的统计数据 and 测试数据来看，我国空调的能效水平有很大的提升空间。依据空调能效值数据偏差的分布特性研究，发现最新的空调行业导向，在不断提高设备能效比的同时要将温室效应降到最低，加大对低 GWP 值的制冷剂的研发力度。

(4) 能效标志自我声明模式是国际上惯用的实施模式，降低了企业成本和行政管理成本。目前，国际上对能效标志的监管并不是非常重视，这主要取决于一些发达国家良好的社会诚信制度和已经较为完善的实施体系和机制。依据空调能效值数据偏差的分布特性研究，针对我国的实际国情，这样的实施模式后期监督管理更为必要，监管的难度更大，只有社会和行业内诚信度的提高，能效标志虚标现象才会越来越少。

- [1] 奥维咨询( AVC) . 2011 冷冻年度中国家用空调市场发展报告 [R]. 2011. 8. 4.
- [2] 美国的节能政策和管理模式及对我国的启示 (上) [J]. 节能与环保, 2003(8):1-4.
- [3] GB12021.3-2010 《房间空气调节器能效限定值及能效等级》
- [4] 丁纯, 影响空调节能控制的关键因素和节能技术发展动向, 科技资讯, 2010(11): 43-44
- [5] 刘燕敏, 聂一新. 张琳. 等. 空调风系统的清洗对室内可吸入颗粒物和微生物的影响. 暖通空调. 2005. 35: 133—137
- [6] GB/T7725-2004 房间空气调节器[S]. 马一太, 成建宏, 王洪利, 等. 我国制冷空调能效标准的现状与发展[J]. 制冷与空调, 2008, 8(3):5-11.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中华人民共和国标准化管理委员会.GB/T7725-2004 房间空气调节器[S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.