



能源基金会项目

Grant Number: G-0206-06375

China Unified Energy Label Project

# 房间空调器超前性能标准 技术分析报告

中国标准化研究院

2004.10.10

# 目录

第一章 立项背景.....	3
1.1 我国的能源形势.....	3
1.2 开展超前性能效标准的意义.....	4
1.3 主要参加单位.....	4
第二章 分析方法及研究内容.....	6
2.1 研究目标.....	6
2.2 主要研究内容.....	6
2.3 技术研究、试验验证的实施方案.....	7
2.4 未来 5 年空调器能耗水平的发展与预测计算.....	9
第三章 市场现状分析.....	10
3.1 调查范围.....	10
3.2 数据汇总分析.....	10
3.2.1 2002 年数据统计.....	10
3.2.2 市场变化趋势.....	13
3.2.3 各类别空调器产品的能效水平初步分析.....	14
3.3 产品测试值与标称值的对比分析.....	22
第四章 工程经济分析.....	24
4.1 历程.....	24
4.2 节能途径.....	26
4.3 寿命周期成本分析.....	29
第五章 超前性能效指标的确定.....	36
5.1 指导思想.....	36
5.2 在取值过程中遵循了以下几个原则.....	36
第六章 国际能效标准对比.....	40
6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度.....	40
6.2 欧洲.....	42
6.3 美国.....	43
6.4 中国台湾.....	43

6.5 日本.....	43
6.6 韩国.....	44
6.7 澳大利亚.....	44
6.8 其他国家.....	44
附件1 房间空调器能效标准.....	45

# 第一章 立项背景

## 1.1 我国的能源形势

### 1) 国家能源紧缺

去年以来，我国电力消费量增长很快，电监会日前提供的数字显示，今年我国电力需求增长达 14%-15%，为 25 年用电增幅最快的一年。目前全国已经有 20 多个省市区采取拉闸限电的措施来保证基本的电力供应。电力短缺正在影响着居民的正常生活和国民经济的持续运行发展。

### 2) 空调器耗电量大，加大峰谷差异

据统计，目前我国家用空调的年耗电量约为 400 亿千瓦·时以上，随着空调的进一步普及，这个数字还将进一步增强，空调已日渐成为能耗大户。同时，由于空调的使用时间比较集中，造成巨大的电力供应峰谷差，高峰时供不应求，低谷时电力设备闲置浪费，2003 年夏季，空调用电占尖峰负荷的 40%-50%。在我国许多城市，在夏季用电高峰时期，供电部门被迫实施强制性错峰用电措施。20 多个省市区出现拉闸限电，严重影响了居民生活和企业生产。

### 3) 节能技术的推广有利于空调行业的技术进步和产业升级

近几年价格竞争激烈，对空调器产品的质量和行业的发展产生了很大影响。为了达到规范市场、引导技术进步，鼓励消费者选择高效产品，通过国家能效标准的实施，结合能效等级标识，是一条有效的途径。从而将市场需求向高质量、高效率空调器转移，客观上迫使空调企业淘汰能源效率较低的产品，避免低水平的价格竞争，促进空调行业的健康发展，推动节能与环保事业的发展。经验也证实，行业的利润率会显著地改善。

目前，中国市场中的空调器产品能效比有很大的范围，高低相差达 40%。我国与世界其他国家相比，能源效率较低，直接导致能源浪费和市场竞争力降低。

能效标准和标识的有效实施将有利地拉动节能产品市场，同时对政府节能采购、财政激励、节能产品(设备)目录等市场转换行为，起到较好的支持作用。

#### 4) 有利于环保工作

中国是世界上的耗能大国，每年消耗约 14 亿吨标煤，电能 75%来源于煤，SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 等污染物的排放量已到必须治理的程度。我们的酸雨或其他环境污染，一年损失大约是国民生产总值的 1.6%，也就是一千多亿人民币。节能是减少污染的根源之一。

## 1.2 开展超前性能效标准的意义

国际上，美国等发达国家的能效标准属于超前性标准，并作为法律的一部分予以颁布。在标准制定过程中，起草人员通过非常详细的工程计算模型和实验室对比，分析可能实现的节能技术方案，根据技术可行、经济合理的原则确定产品能效目标值，发布 3—5 年后才正式生效和实施得能效标准。给企业留有一定的时间进行充分的技术改造与调整。

在我国，组织制定的能效标准主要用来限制当前一段时期内高耗能产品的生产和销售，淘汰市场上 15%左右的低效低质产品。一般在颁布 6 各月后正式实施。因此，中国目前模式的能效标准虽然在短期内也取得了很大的成绩，但随着市场经济的发展，其所产生的影响将受到限制。研究超前性能效标准具有重要的现实意义。

## 1.3 主要参加单位

GB12021.2、GB12021.3 标准修订项目正式立项后，成立了科研工作组，包括：中国标准化研究院、北京工业大学、艾默生电器（中国）投资有限公司、国际铜业协会（上海）、广州日用电器研究所、海信空调有限公司、上海日立电器有限公司、中国家电研究院、上海三菱电机、上菱空调机电器有限公司、上海大金协昌空调有限公司、海尔空调有限公司、广东美的集团股份有限公司、科龙空调有限公司。并得到了大卫与露西·派克德基金会和美国能源基金会合盟的中国可持续能源项目的资助。合作的主要内容是工程/经济分析方法的培训和分析模

型的使用，将这些分析方法和分析模型用于中国能效标准的修订中。这对提高中国家用电器能效标准的整体水平、使中国的标准与国际水平尽快接轨，将产生积极的影响。本项目在执行过程中得到了美国劳伦斯·伯克利国家实验室技术专家 Jiang Lin 博士、Gregory J. Rosenquist 先生的支持，在此表示衷心的感谢。

## 第二章 分析方法及研究内容

### 2.1 研究目标

#### 1) 节能潜力分析

- 产品分类
- 节能潜力分析
  - 节能技术
  - 目前国内市场能效水平
  - 节能技术途径（在当前市场普通产品基础上，可进行的节能改进）
  - 定量分析能源效率与（节能改进）成本对比关系
- 未来5年空调器能耗水平的发展与预测计算
  - 各主要节能途径的现状 & 未来变化趋势
  - 可能出现或将采用的技术

#### 2) 节能技术应用试验（实例）及标准的验证

- 基准产品的选择
- 节能途径的选择
- 产品的节能潜力与成本

### 2.2 主要研究内容

本项目的涉及面很宽，从技术到成本、从产品到市场，覆盖了家用空调器的方方面面，是一个系统工程。项目的开展需要各方面的组织和机构明确分工、密切合作、共同完成。并且项目将对中国的空调器行业产生巨大的影响。

在上述研究目标的基础上，本项目的研究内容将主要分为以下几个方面：

- 1) 市场数据的调查与分析

## 2) 节能技术与设计方案的研究

根据国内外空调产品的发展状况，研究提出可行的节能途径，分析提高能效的设计方案。

## 3) 技术可行性分析

针对这些措施的技术特点、使用成本、回收期、寿命周期成本、有可能获得的节能效果及环保效果进行分析，得到了各项措施节能的量化结果。在此基础上，论证标准能效指标的合理性和经济性，提出了标准的修改建议。

## 4) 国内外能效标准的对比分析

## 2.3 技术研究、试验验证的实施方案

本项工作将主要从技术上研究、分析家用空调器产品的可能的节能途径、各种节能途径的节能潜力以及各种节能途径所带来的可能的成本增加，并且将各种节能途径实际应用到空调器产品中进行试验验证。最终提出相应的技术研究报告。

根据这项工作的内容要求，现将初步的实施方案设想如下：

### 1) 技术研究针对的产品形式

激烈的市场竞争和企业热衷于卖点炒作使得我国空调器行业的形势比较复杂，产品千变万化、品种繁多，一些企业声称一年开发几十种甚至上百种新产品。这种状况给本项目造成了极大的不便。

为了突出重点、使问题简化起见，在不影响研究结果的前提下，这里对一些与空调器能耗、效率无关的外围、辅助技术不予考虑，如纳米、光触媒、冷触媒、负离子等。由此，本项工作的研究对象将主要有以下几类：

- 家用分体壁挂空调器
- 家用分体落地空调器



## 2) 现有产品的节能技术应用状况

在现有产品中，各企业也采用了一定的节能技术与措施，如变频技术、内螺纹管、亲水膜等。企业的状况各异，所采用的节能技术也不同。由于目前国家没有明确的空调器节能要求，造成整个行业在这方面比较混乱。

本项工作将主要以信息收集、调研为主，调研的对象以国内一些大的空调器生产企业为主。

## 3) 国内、国际上主要的节能技术的现在与未来

本部分内容以国际上的形势为主、面向现状与未来，仍以信息收集、调研为主要手段，通过科技论文、技术交流、产品样本、互联网、期刊杂志等各种方式，大量收集、整理以下各方面的信息资料：

- 压缩机节能技术，包括：
  - 现有压缩机的性能改进
  - 全新的高效压缩机技术，如椭圆压缩机、螺旋叶片压缩机等
- 高效换热器技术
- 节流技术及原件中的节能技术
- 控制与调节（控制器的控制模式、参数等）中的节能技术
- 系统设计与匹配中的节能技术
- 高效通风技术
- .....

## 4) 各种节能技术的节能潜力

本部分工作是上一阶段工作的延续或补充。根据能够收集到各种节能技术、成本时，得到这些技术的节能效果或潜力（计算模型）。

## 5) 试验性节能技术验证

本项工作将针对上述所获得的信息资料并根据在我国实现的可行性进行一

定的技术验证，制作相应样机实际分析各种节能技术的节能潜力与可能的成本增加。

整个验证工作面向整体式、分体式、单元式产品、5~6种节能技术与途径进行。

## **2.4 未来 5 年空调器能耗水平的发展与预测计算**

采用定量分析方法，预测市场、节能成本与技术的变化趋势，研究并提出未来能效标准的能效指标建议。

## 第三章 市场现状分析

### 3.1 调查范围

#### 1) 市场调查

根据工作计划，我们对 2002 年全国市场的空调器产品进行了能效水平调查，共收到 61 个生产企业的 1952 种型号空调器产品能耗数据。并补充、查阅了 98 年、99 年的空调器耗电量数据，结合近年来我国的市场发展状况，对数据进行了初步分析。

#### 2) 国际能效标准与标识的发展状况调查

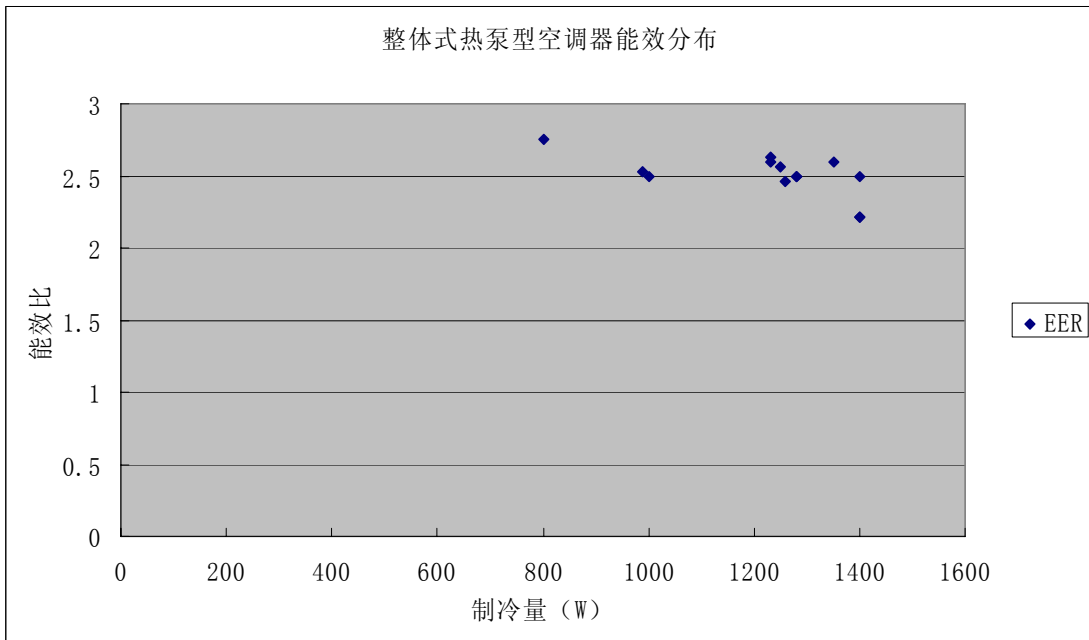
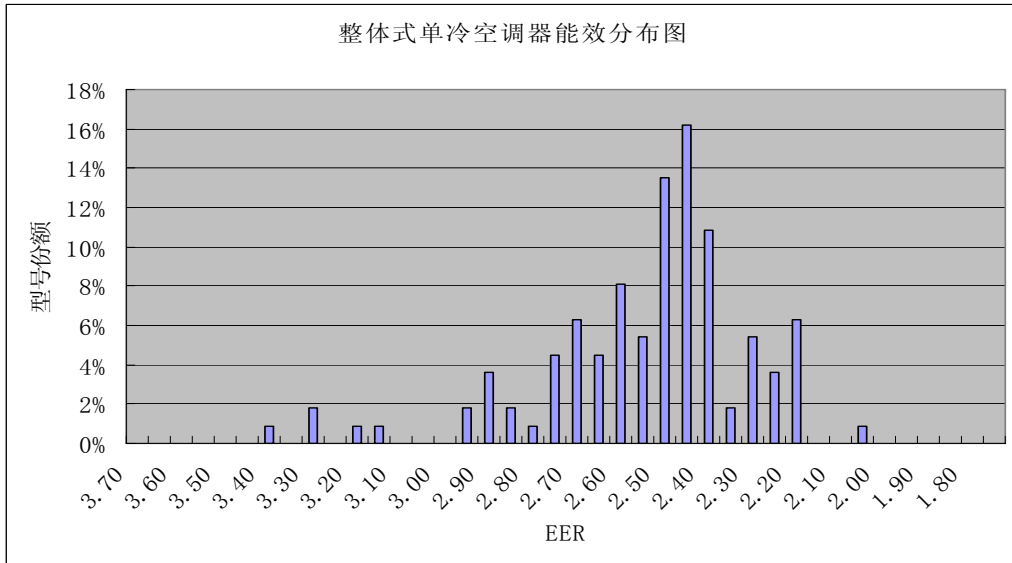
针对国际上主要发达国家和部分亚洲国家的能效标准和标识进行了调研。

### 3.2 数据汇总分析

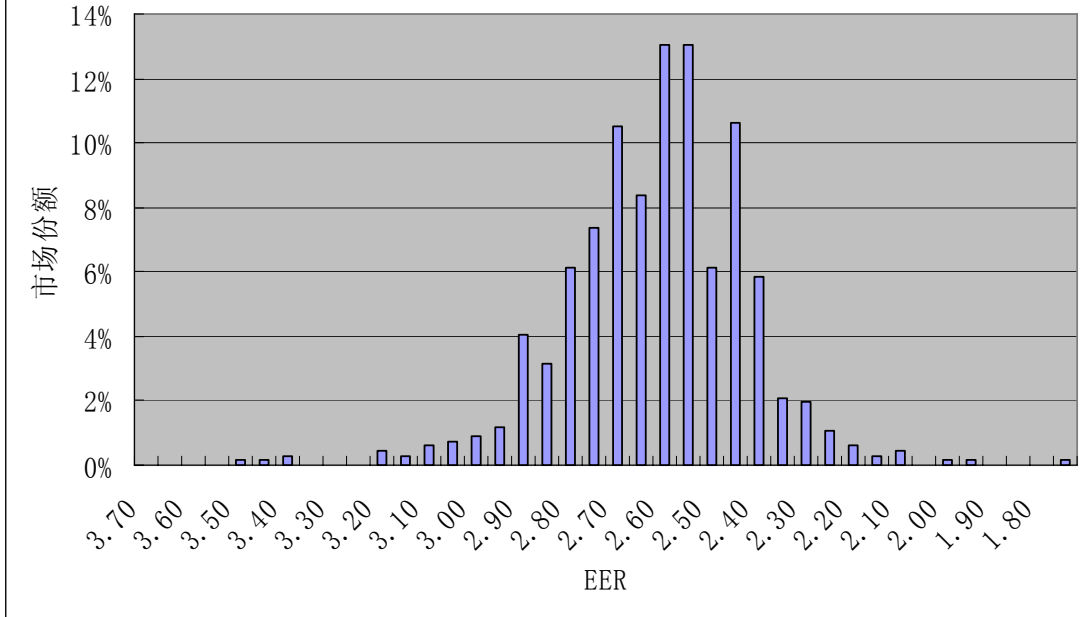
根据我国的市场调查数据，进行初步统计分析，以了解我国目前的能效水平和进展，及早发现问题，为标准的修订提供依据。

#### 3.2.1 2002 年数据统计

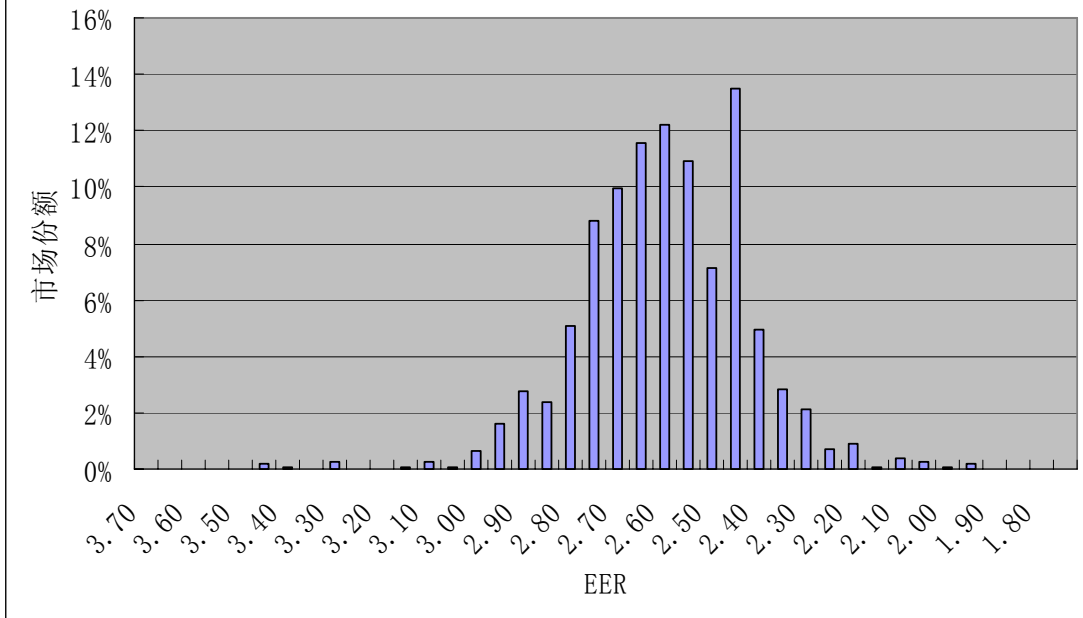
根据 2002 年的市场统计结果，市场分布情况如下列图表。



分体式单冷型空调器能效分布图



分体式热泵型空调器能效分布图



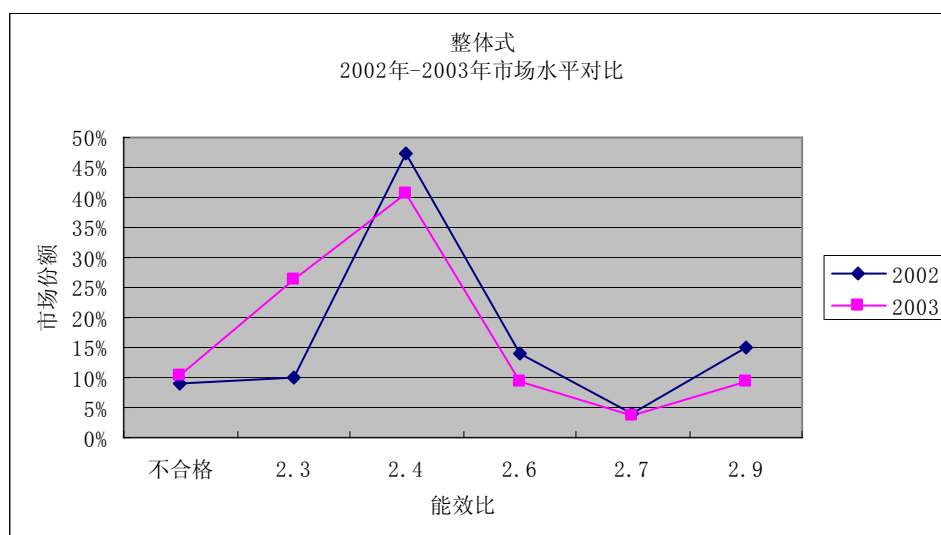
### 3.2.2 市场变化趋势

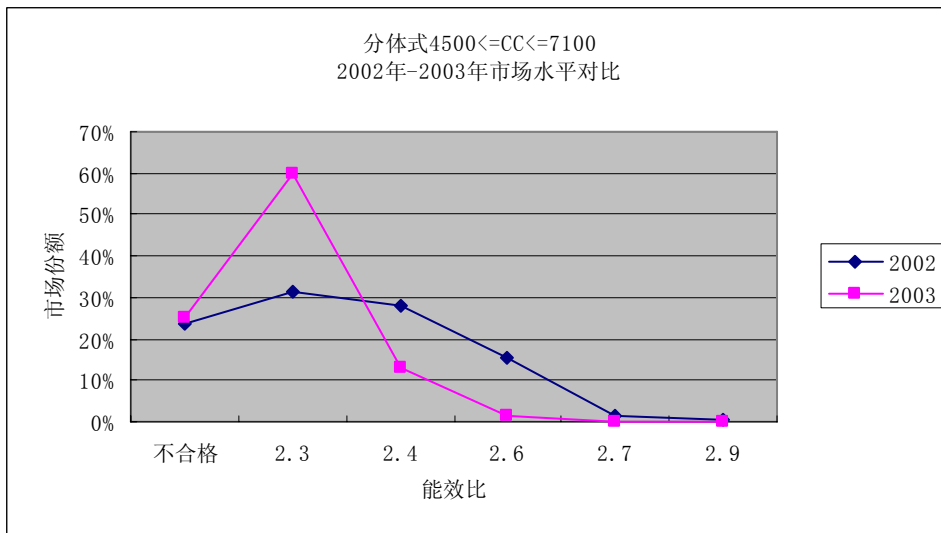
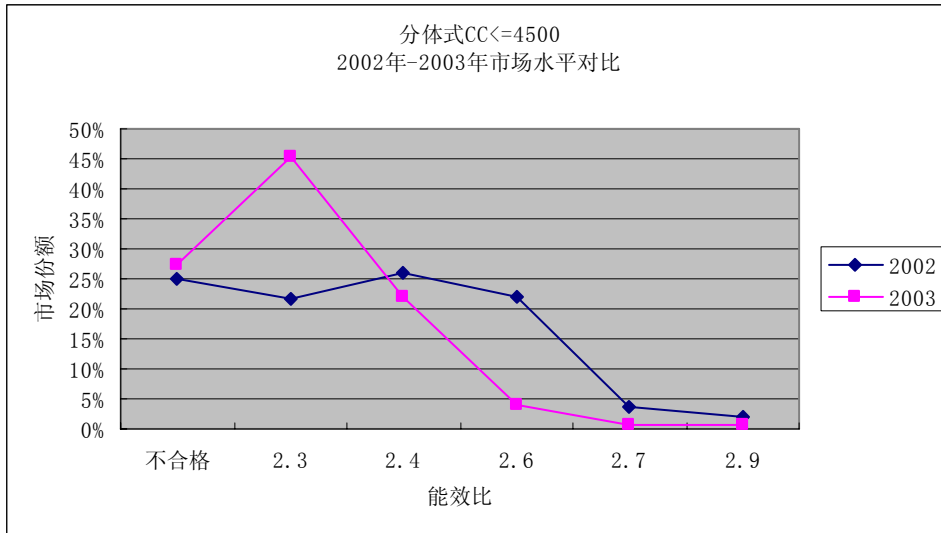
将 1999 年市场上据与 2002 年的数据对比

类别		2002 年 EER			1999 年 EER			提高量
		min	average	max	min	average	max	
整体式	KC	2.09	2.62	3.6	2.25	2.50	2.74	4.80%
	KCR	2.21	2.51	2.75	2.21	2.43	2.68	3.29%
分体式	KF	1.79	2.64	3.52	2.29	2.72	3.5	-2.94%
	KFR	1.97	2.63	3.42	2.13	2.63	2.86	0.00%

根据不完全统计，在 2002 年，空调器能源效率水平与 1999 年相比，整体式提高 3-5%%，而分体式空调器单冷式 2001 年不仅没有提高，平均水平呈现下降趋势，热泵式基本持平。

由于市场竞争的加剧，价格成为竞争的主要工具，尽管国家能源形势严峻，依然没能阻止能效水平的下滑（见下图），这不仅与国家的政策相违背，而且也影响到行业的正常发展。

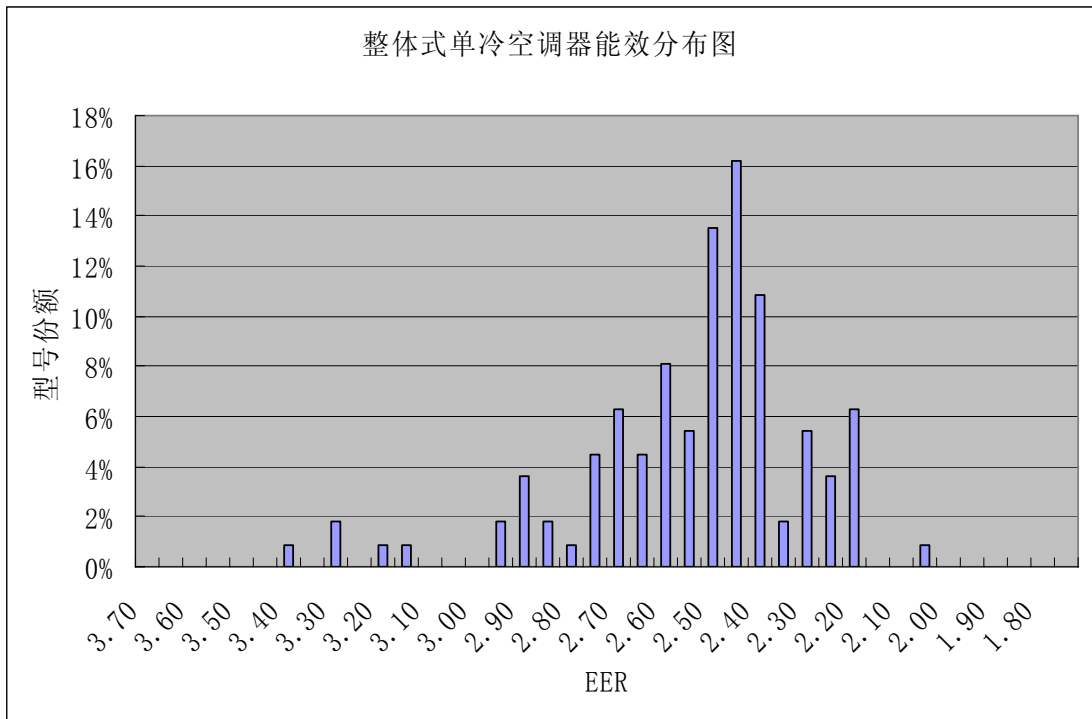
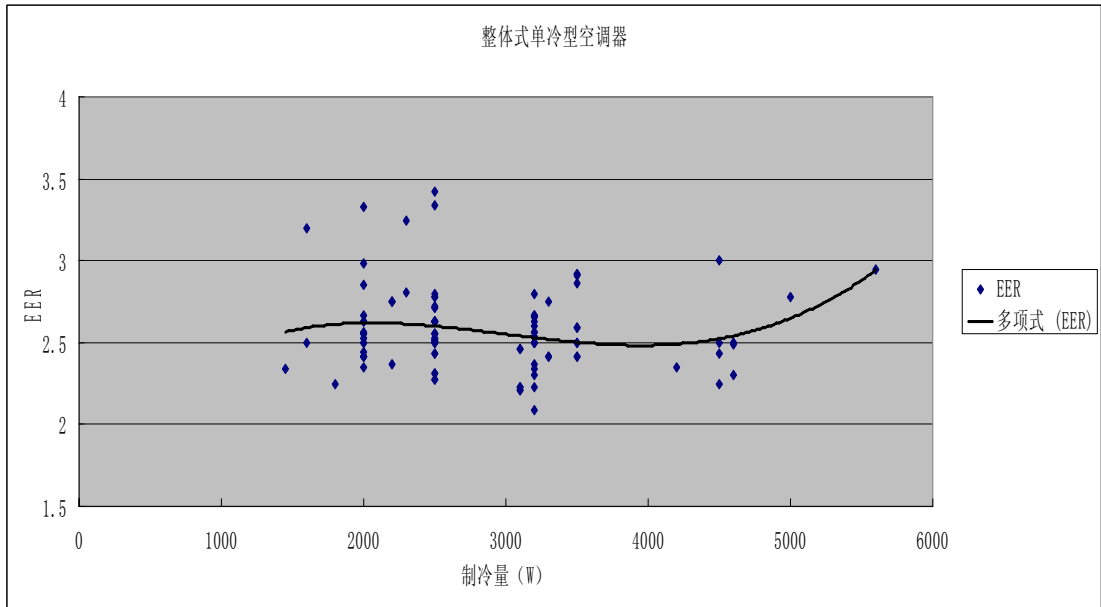




### 3.2.3 各类别空调器产品的能效水平初步分析

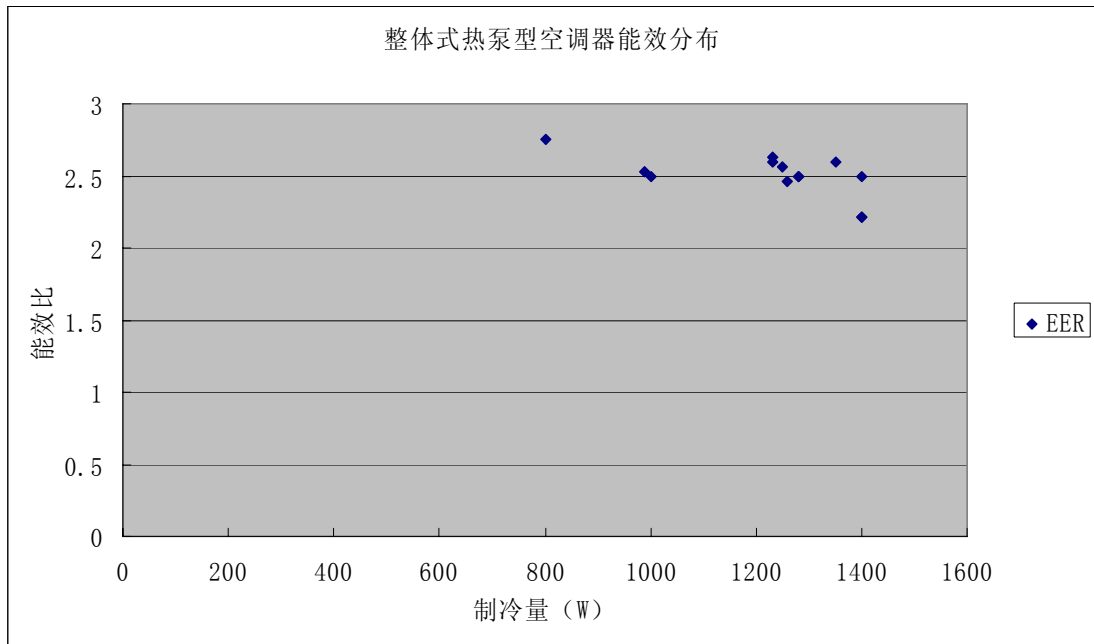
#### 3.2.3.1 整体式空调器

##### 1) 单冷式



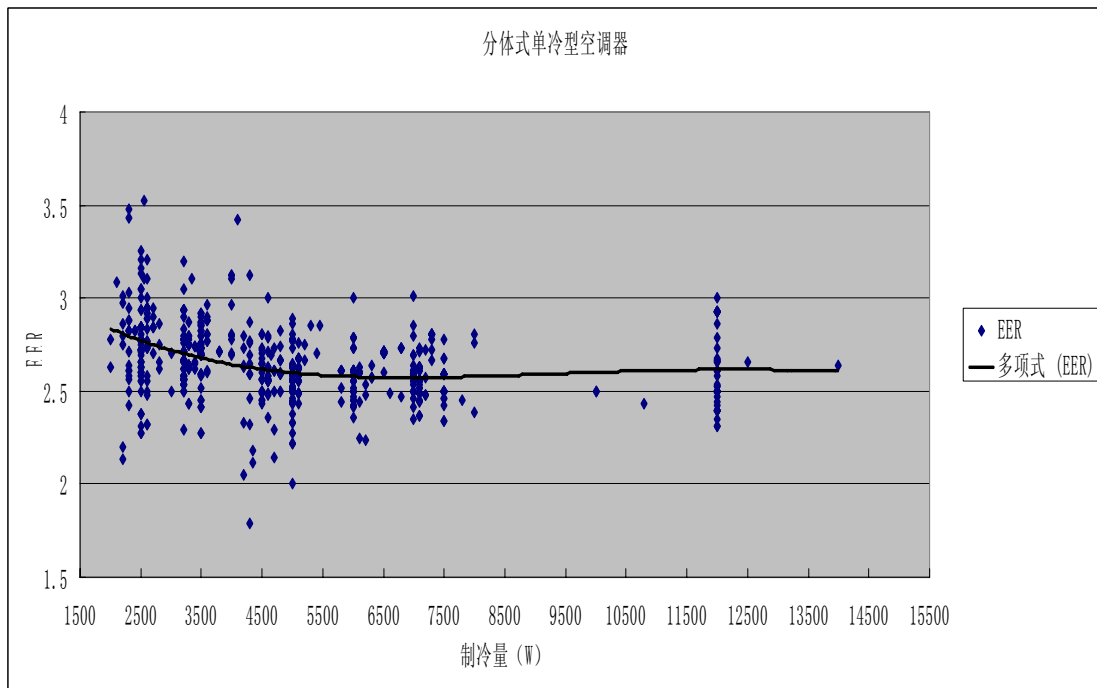
## 2) 热泵型空调器



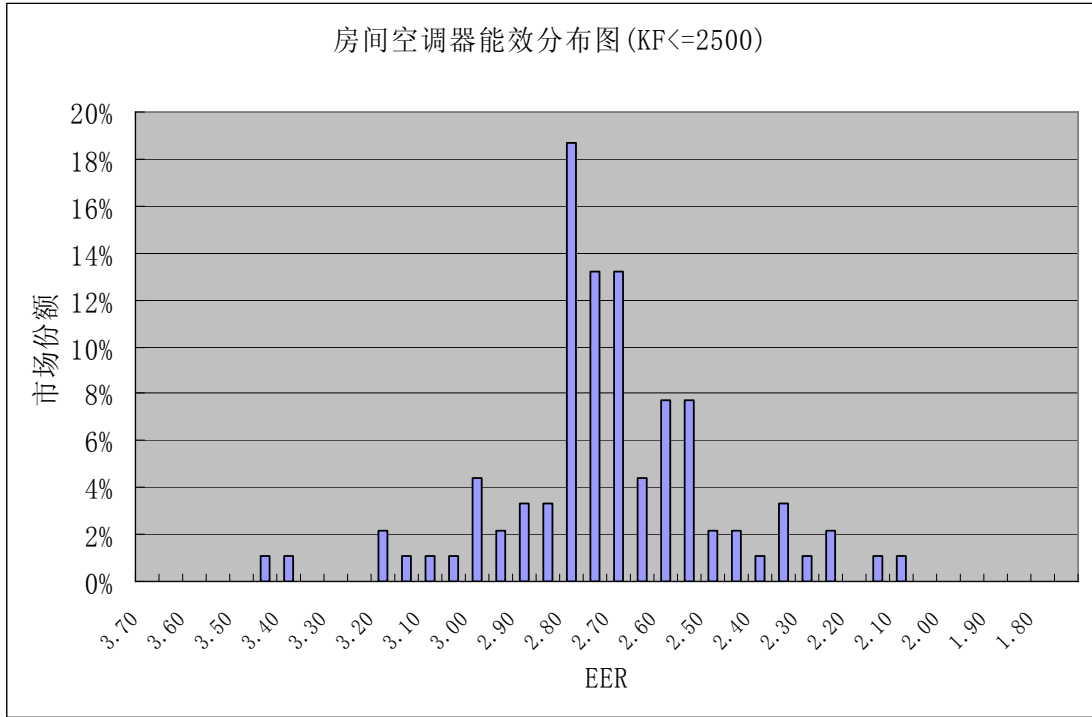


### 3.2.3.2 分体式单冷型空调器

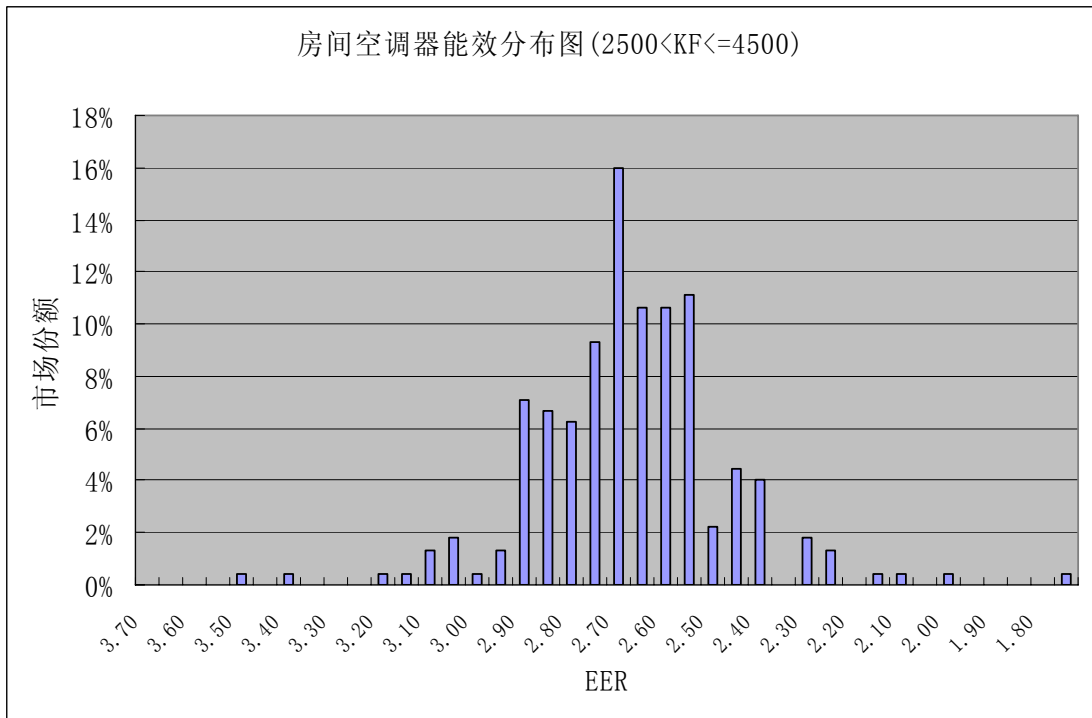
综合分布状况



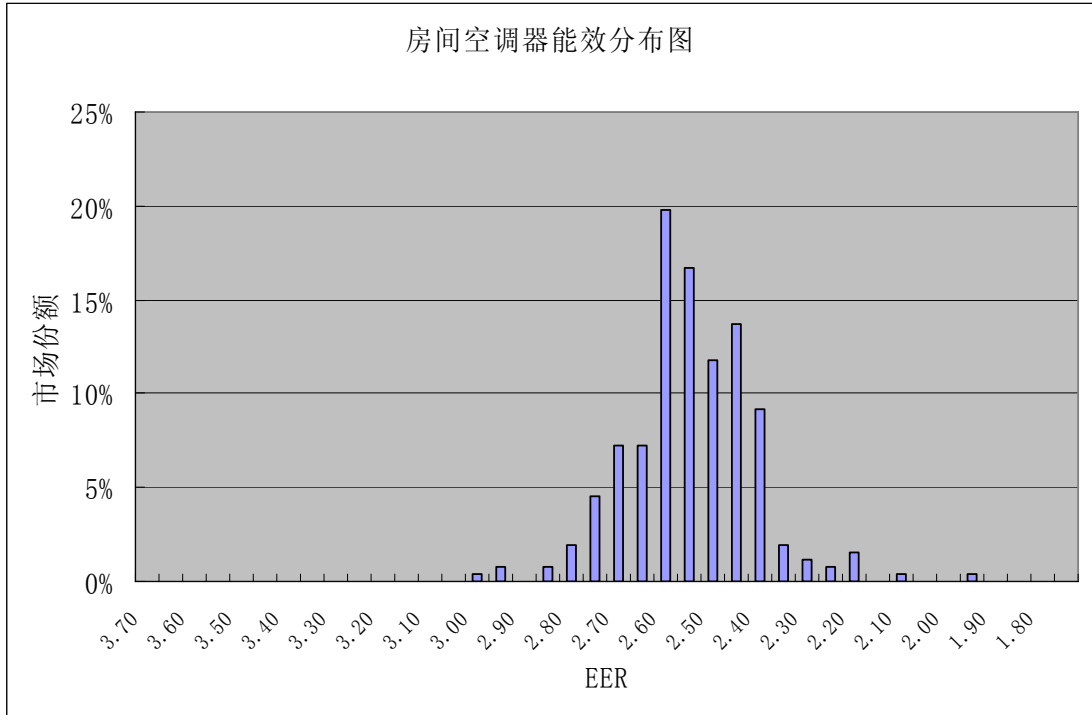
1) 制冷量小于等于 2500W



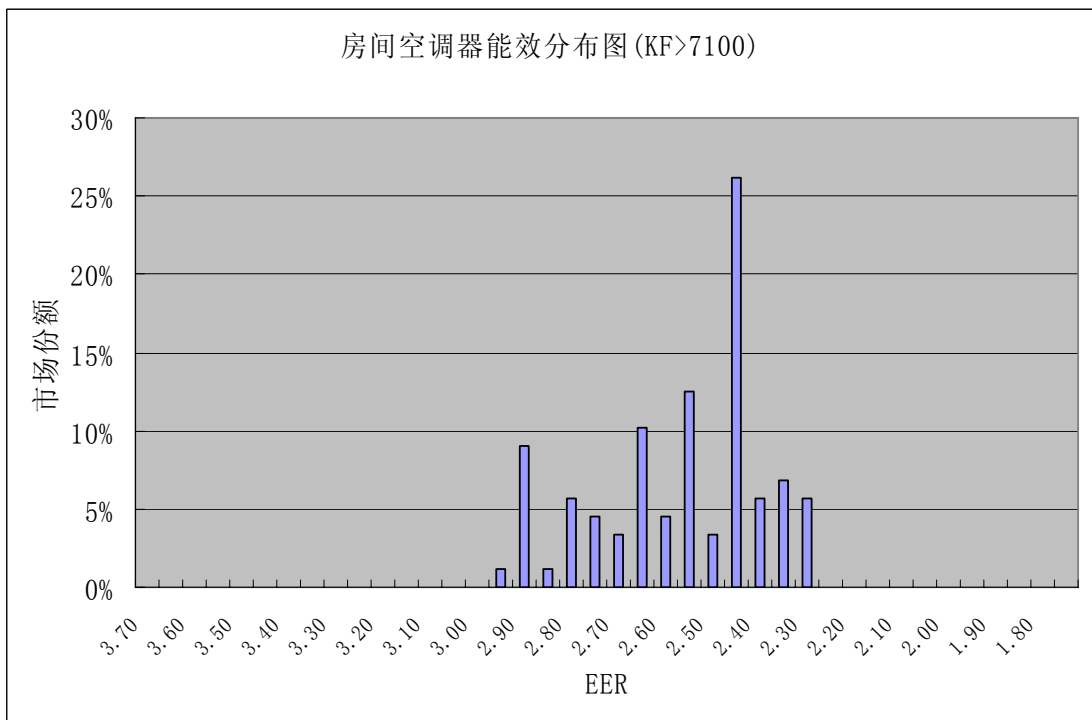
2) 制冷量  $2500 < CC \leq 4500W$



3) 制冷量  $4500 < CC \leq 7100W$

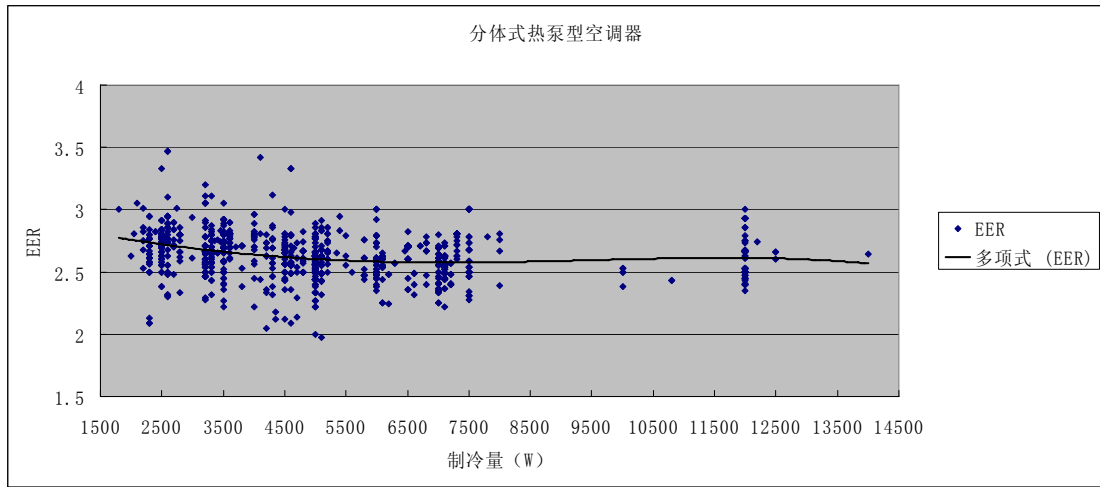


4) 制冷量  $7100 < CC$

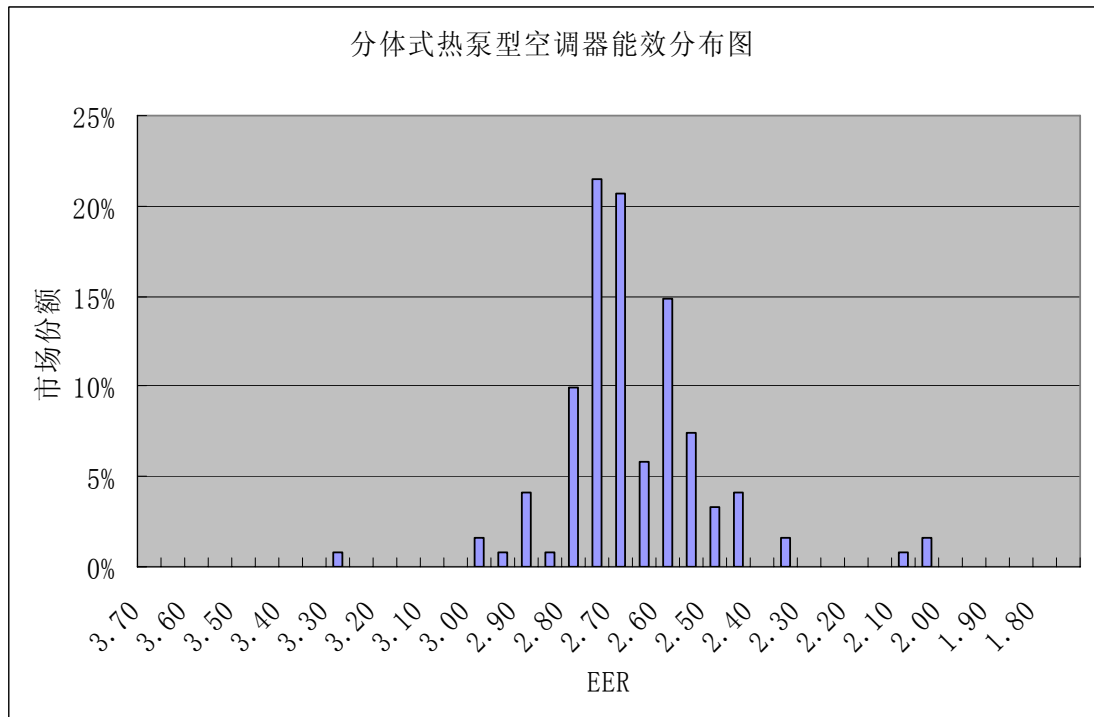


3.2.3.3 分体式热泵型空调器

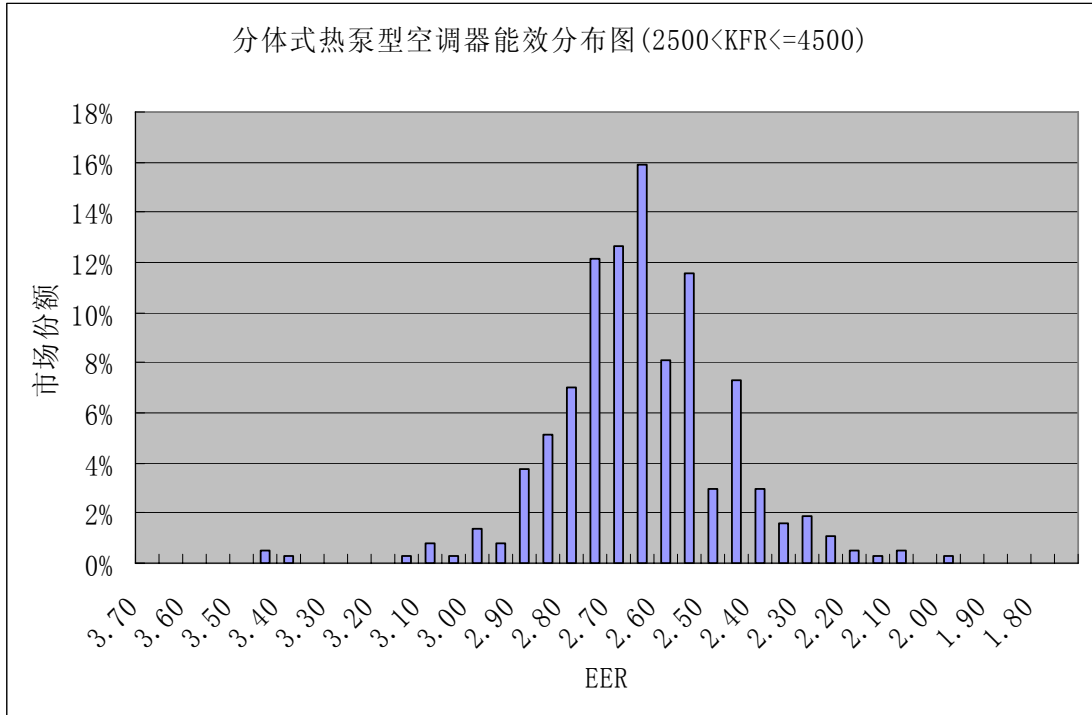
## 综合分布状况



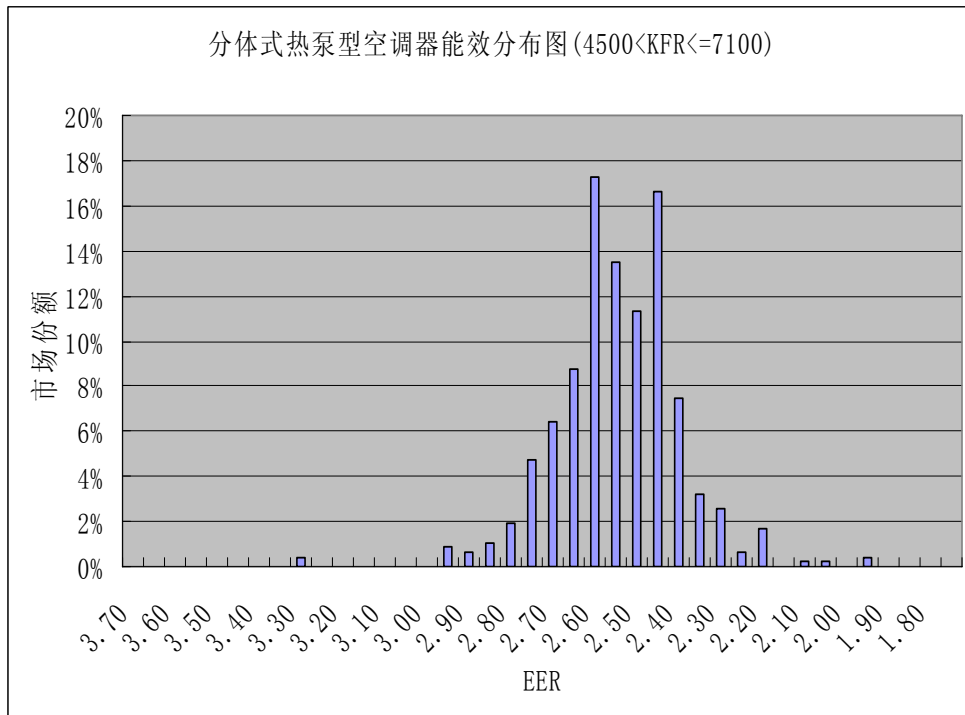
### 1) 制冷量小于等于 2500W



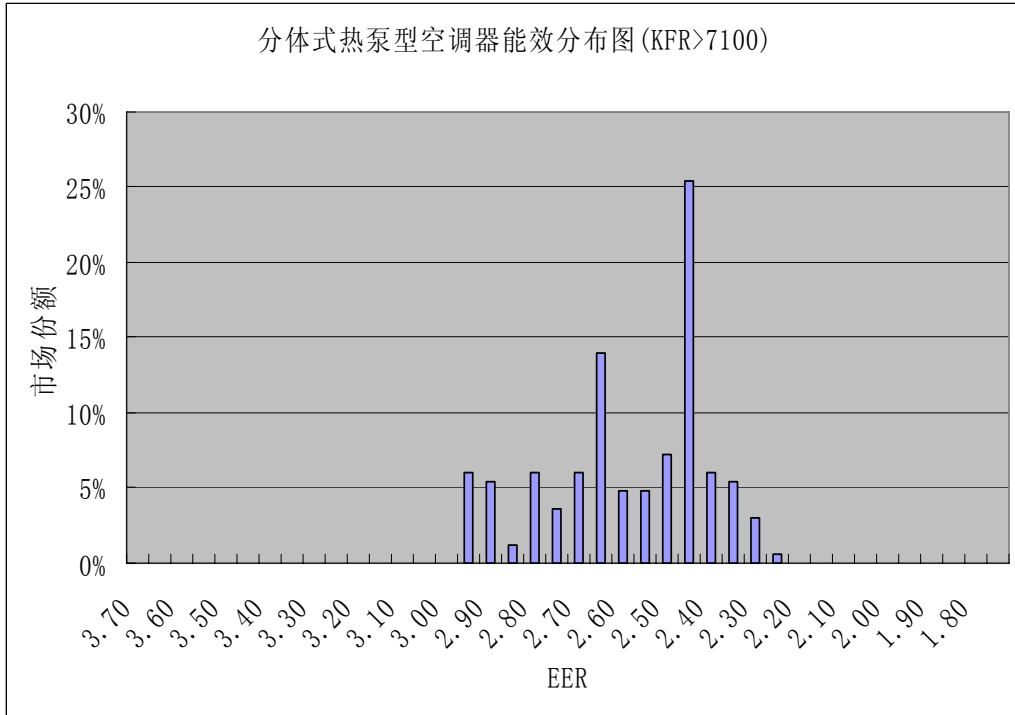
### 2) 制冷量 $2500 < CC \leq 4500W$



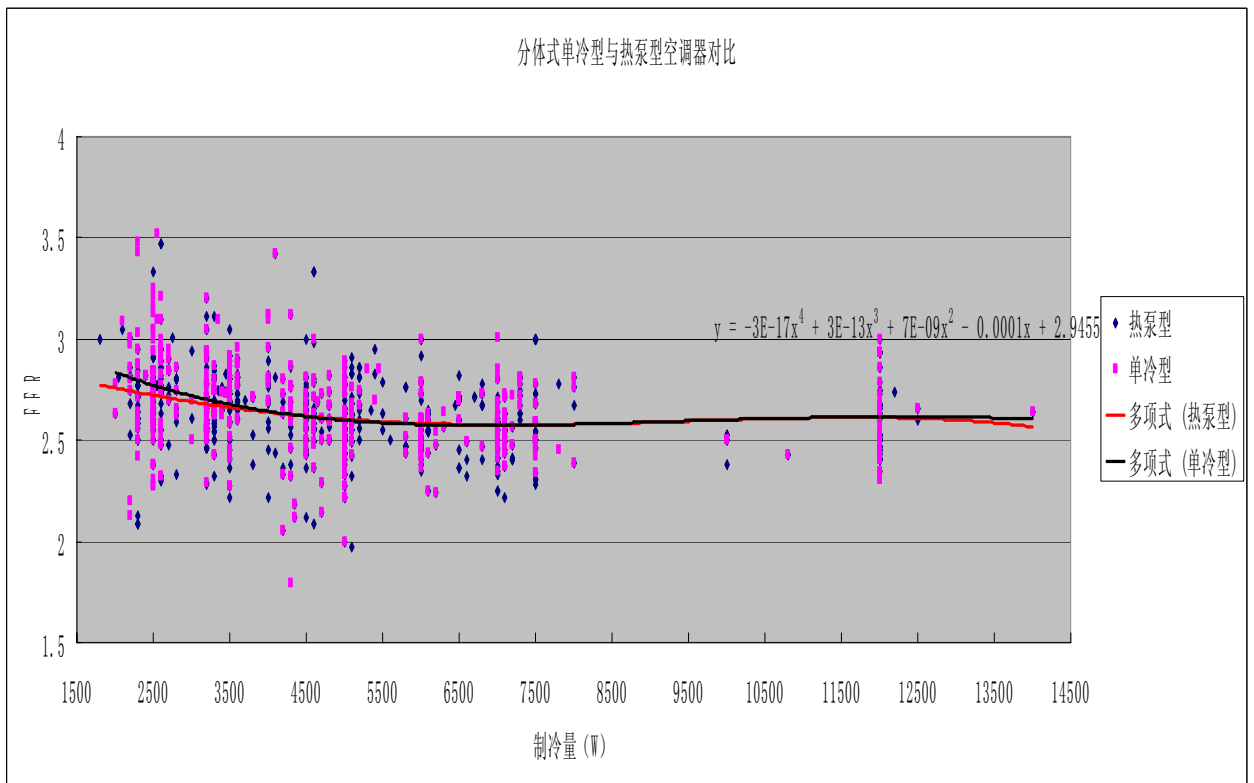
3) 制冷量 4500<CC≤7100W



4) 制冷量 7100<CC



### 3.2.3.4 单冷型产品与热泵型产品的对比



### 3.3 产品测试值与标称值的对比分析

为了了解市场的节能技术最新进展，验证生产企业所标称的耗电量的合理性，分析存在的差异，为标准的分析和节能工作的管理提供依据。

根据汇总的实测数据和调查的标称耗电量数据，将产品的额定能效比与实际测试值进行对比，目的是分析两者之间的差距，确定企业对产品一致性的控制能力和误差的范围。

对比的结果见下图 5-7，可以看出市场中的产品标出的 EER 额定指标与实际测试值的差距-12.8%~+12.9%之间，平均绝对误差为 4.59%，制冷量误差范围-9.2%~+13%之间，平均绝对误差为 2.6%，输入功率误差范围-12.1%~+11.1%之间，平均绝对误差为 4.13%。

造成这种差距的原因很多：

一方面产品的设计与生产的产品的差异，二是由于大规模生产造成的离散性，还有生产管理水平的限制、部分配件的更换选配等影响，其中，并不排除恶意竞争造成的欺瞒行为。

#### 3.3.1 空调器标称 EER 与实际测试值的对比

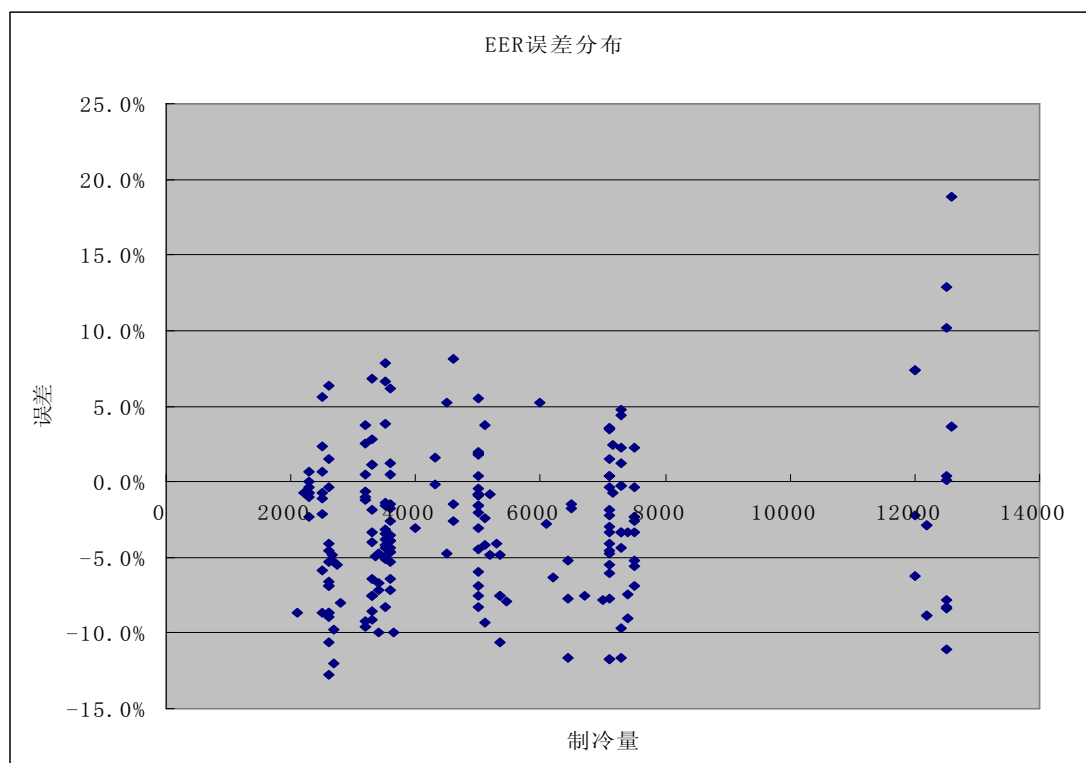


图 空调器标称 EER 与实测耗电量的误差图

### 3.3.2 空调器标称制冷量与测试值的对比

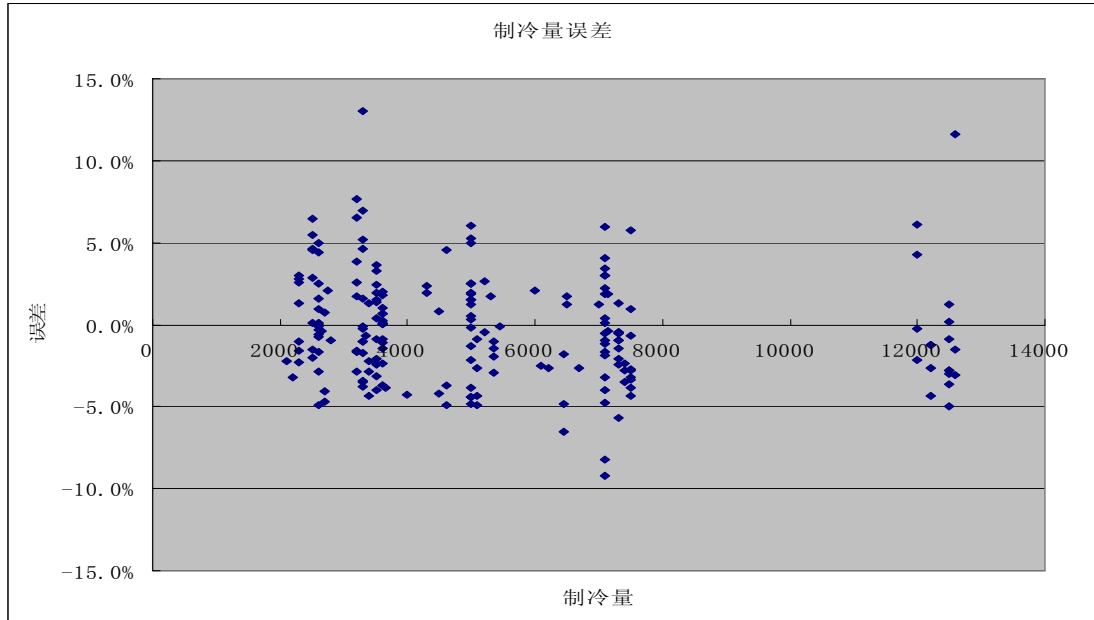


图 空调器标称制冷量与实测值的差异

### 3.3.3 空调器标称输入功率与测试值的对比

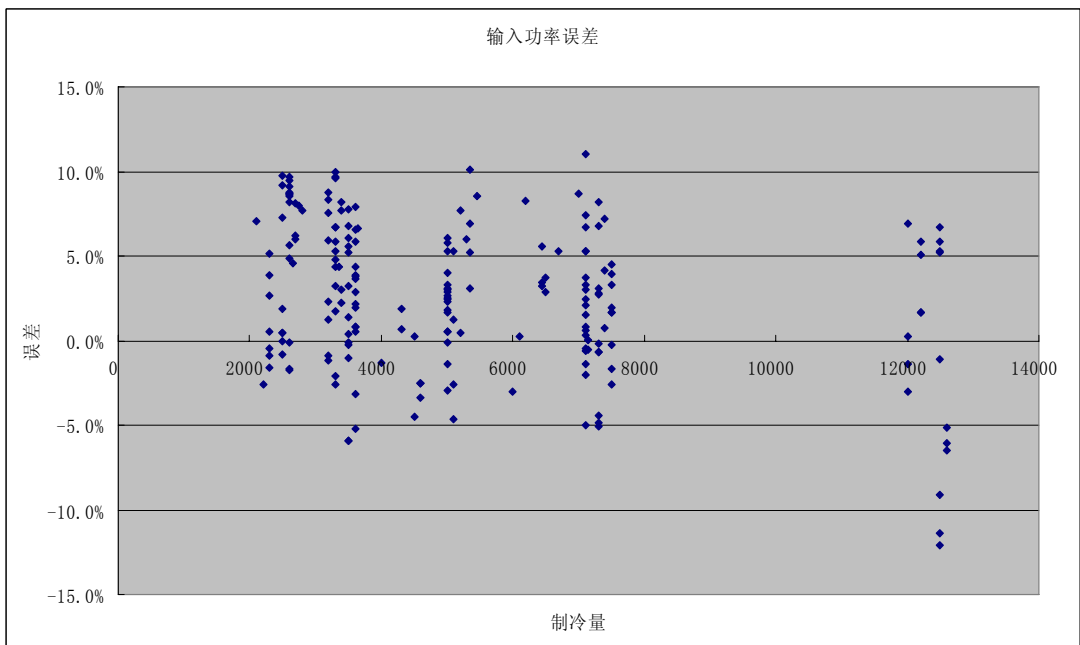


图 空调器容积标称输入功率值与实测值的对比



## 第四章 工程经济分析

### 4.1 历程

中国的家用空调行业在经历了二十多年的迅速发展后，从无到有，从小到大，技术水平不断提高，已成为世界上的空调大国。空调器也由原来的奢侈品发展到今天的生活日常用品，产品价格、品种、质量等各方面都发生了重大变化，市场也日趋饱和。但巨大的市场潜力和高额利润仍吸引着国内外各种各样的空调器制造厂商纷纷加入中国市场，竞争异常激烈。且随着空调器配套业的迅速发展，空调器对制造设备要求不高的特点使纯组装的制造模式成为可能，空调器的生产已不像以往要求投资规模大、技术力量强，从而涌现出一大批以组装为主的中小型空调企业。在当前日益残酷的市场竞争形势下，如何求得生存和发展就成为这类企业所面临的一个关键问题。

中国最早生产家用空调器是从 70 年代开始，以胜风、天鹅、宝花等为代表，主要以简单的窗式空调器为主。到 80 年代南京伯乐、顺德美的、广州万宝、湛江半球等也介入了空调器生产。因广阔的市场及可观的利润，到 80 年代末 90 年代初，生产空调器的企业迅速增加，据不完全统计多达 200 多家，一度出现市场的无序竞争和混乱。90 年代中期，中国空调行业出现了重大变化，随着国家宏观调控和市场的优胜劣汰，许多新老品牌纷纷落败出局或陷入困境，如半球、宝花、伯乐、汇丰、夏星、夏宝、三宁、三荣、万宝、蓝波希岛、索华、迎燕、南方等。但一些优秀品牌如格力、美的、春兰、海尔、科龙等脱颖而出，占据了国内空调器市场的大半江山。同时出现了黑色家电向白色家电的相互浸透，如长虹、海信、新科、TCL 等相继加入空调行业，对中国空调事业的发展起着积极的作用。而自 80 年代开始，国外厂商对中国空调市场虎视眈眈，通过在中国市场进行系统的产品销售以及合作、合资、独资等形式纷纷在国内设厂，如三菱电机、松下、三菱重工、三洋、飞歌、日立、夏普、以莱特、LG 等。这些企业以其雄厚的经济实力、先进的技术、完善的管理、优良的产品、规范的营销策略、对国内人才较强的吸引力以及经历国际风波的丰富经验，长足进取，瓜分了中国空调

市场很可观的份额，使国内品牌面临严重的威胁和挑战。并且目前仍不断有厂家以多种形式介入空调行业。可以预测在近几年仍将是品牌混战的局面，空调业将经历歼灭、相持、稳定三个阶段。一些不具备竞争力的品牌首先被淘汰出局，能够生存的企业在经过谁也无法将具备相当实力的其它品牌挤出市场的相持对峙阶段后，必将进入一个理性的共同发展的稳定时期。

80年代空调器生产所用的材料、主要部件等几乎都依赖进口，并且在国内生产的空调器数量也非常有限，大多数还是从国外进口整机。所以当时空调价格昂贵，以一匹分体空调为例，85年进口松下空调器约9000元，90年约7000元，99年约3800元，2003年约2200元。近几年来伴随着空调器配套产品的迅猛发展，空调器用的绝大多数零部件已全部国产化且价格迅速下跌，使空调器的制造成本逐年下降，为激烈的市场竞争造成的价格战带来空间，从而导致空调器整机价格逐年下降。完善的配套行业也大大降低了空调器产品生产的难度，出现了大批纯组装形式的中小企业，其中也不乏大批淘金者。

我国的空调器市场潜力巨大，广阔的农村市场尚未起动，以品牌众多、品种丰富、发展迅速、产品优劣参差不齐、竞争异常激烈为其主要特点。从而也带来了其非理性、不完全按经济规律运行的问题：供大于求造成价格上的恶性竞争；生产过程的各环节转嫁损失形成复杂的债务链，各企业负担沉重；政府涉入企业行为增加了竞争的非理性和复杂性；过快的更新换代缩短了产品的效益期，给企业造成收回投资、创造效益的时间不足，又使消费者无所适从；企业间缺乏相互协助、共同发展的意识，相互攀比、盲目扩展，既加剧了竞争又形成了一些泡沫企业；为追求卖点过分渲染夸大一些辅助功能的作用，忽略了用户的应知权，甚至出现了一些哗众取宠的虚假广告；近年来空调器的出口量尽管逐年增加，到2003年已接近2000万台，但这些空调器多是以极低的价格出口，企业主要利用了国家的出口退税政策，这样就带来了诸多的隐患。

在未来相当长的一个时期内，相信中国的空调器行业将向以下几个方面发展。

首先，当前中国空调器行业的技术发展有其不健康的一面，即为了追求市场效应过分关注空调器核心功能以外的辅助技术，进入了浮夸和华而不实的怪圈。一个厂家每年都要开发数十个新产品，很难相信这些新产品都有实质性的改进。

几年前充斥各种媒介的健康概念如光触媒、冷触媒、负离子、臭氧等对用户的实际作用究竟如何恐怕连作广告者自己也说不清。事实上，空调器只是一个调节房间温度的生活必需品，其核心功能就是制冷、降温。只要实现了这一功能就是合格的产品，过多的关注一些辅助功能，既无必要又造成产品的成本、价格增加，使消费者花钱购买了一些不必要的功能。因此，随着空调器市场的日趋成熟，空调器产品必将走向返璞归真。

其次，在世界范围内能源危机和国内大面积电力紧张的严峻形势下，节能将成为空调器的一个重要发展方向。应当承认，目前国内空调器产品的能源效率与先进的发达国家相比还有相当的差距。这些低效的产品无谓地消耗了大量的能量。

## 4.2 节能途径

作为耗能器件，空调产品的节能途径多种多样。理论上讲，任何能够减小空调器工作时损失的措施均能实现提高效率、节能的目标。一般来讲，提高空调器的效率多从以下几个方面入手：

第一类是节能元件和节能技术的采用，如使用高效压缩机，采用高效的直流风机电机（直流风机电机效率提高了近 15%），以及采用高效换热技术如亲水膜（由于换热器翅片间不易形成水桥堵塞风道而使效率提高）、内螺纹铜管等；

第二类是改进空调产品的设计及匹配，采用优化设计的方法确定产品的结构参数与系统参数，使空调器获得最佳的效率以实现节能的目的。

第三类是运行、使用过程中的节能，力求使空调产品的制冷能力与用户的热负荷相协调，即所谓变容量调节。目前有变频和变容两种方式，世界上广泛使用的是变频技术。

变频技术与空调器的有机结合已成为节约能源的一个有效途径，引起了人们的普遍关注。有关资料表明，变频空调器比常规的定速空调器一般要节能 30% 左右。由于空调器的耗电量较大，其节能意义非常明显，并且空调器的容量越大其节能效果就更显著。

目前国内变频空调器尚未大面积普及、市场份额相对总产量来讲还较小。一

方面，国家对变频空调器尚无评价与检测标准，影响了企业的积极性；另一方面，一些低水平、拼装式的变频产品造成了市场的混乱；此外，国家政策、法规上的宏观导向相对滞后、企业没有开发节能产品的压力和动力、较高的成本与价格、用户选购时缺乏指导造成小马拉大车使变频空调器节能的优势不能得以发挥等种种原因均影响了变频空调器的发展。但无疑变频将是未来空调器发展的一个重要方向。

近年来谷轮公司在国内推出的数码涡旋空调压缩机则是变容的一种典型技术路线，使用这种压缩机的空调器也可实现制冷量与用户负荷的协调与匹配，具有与变频类似的节能作用，且技术路线比较简单、也不存在变频所造成的电磁兼容、电磁干扰问题。这种产品目前在国内几个较大的空调器厂家如格力、美的、奥克斯等已有应用。

值得指出的是，我国自 2003 年开始已在制定空调器产品的能耗限值标准，预计将于今年完成。该标准将大大提高对空调器效率的要求。届时，耗电量超过标准规定的限定值的空调器将不能进入市场。同时国家还将推出空调器的能效标识，把空调器从最节能到最耗电分为几级，粘贴在空调器上的能效标识将把这一信息直观地反映给消费者，使消费者对该产品的能耗情况有所了解并引导消费者购买节能空调。这将大大推动我国空调器产品的节能工作。

第三，环境保护将成为未来空调器产品的另一个重要发展方向。研究结果表明目前用在空调器中的制冷剂 R22（氟里昂 22）对臭氧层具有破坏作用。它所含的氯原子可以和臭氧产生连锁反应，大量消耗臭氧，使臭氧层的浓度降低、出现空洞，最终导致照射到地球表层的紫外线增加，破坏人类的生态环境诸如：使人体的免疫力下降，皮肤癌症率和眼内障率增加；加剧温室效应，使全球气候变暖，酸雨数量增加；影响海洋生物和植物的生长，造成某些生物的灭绝，并导致农作物的减产，破坏地球的食物链；加速高分子聚合物（如塑料）的老化等。

有关保护臭氧层的国际协议《蒙特利尔议定书》已明确规定了空调器中所使用的R22为应被禁用、淘汰的物质。因此，在空调器中使用新的、对臭氧层无破坏作用的制冷剂将成为必然。尽管距离该议定书所规定的最后禁用期限还有相当长的一段时间，但技术发展也需要时间且近年来出口发达国家的空调器产品已被要求使用新的制冷剂。

由于很难找到一种与R22热物性接近的纯质，目前R22替代的大趋势是用混合制冷剂，目前国际上的大趋势以R407C与R410A为主。

第四，强化空调器的低温制热功能。热泵型空调器，即夏季制冷、冬季制热的冷暖两用空调器，近十年来在长江中下游、华南及西南等传统的非采暖区得到广泛应用。但这类空调器在气温较低时表现出很多问题：（1）制热量衰减快，无法满足采暖需求；（2）压缩机排气温度不断升高、无法稳定，长期运行会使压缩机烧毁。（3）企业更多的是将其作为产品的一个炒作点，如声称在零下十度仍能正常工作而回避此时制热量很小、无法满足用户采暖要求。

近年来，国内围绕这一问题提出不少解决办法与思路。有的采用辅助加热，即增加辅助电加热器，以弥补低温制热量的不足；有的采用变频压缩机，使压缩机在低温时高速运转来增大制热量。但这些措施未从根本上解决问题，这类产品也不是真正意义上的热泵产品，热泵产品及其应用技术在国内还相当薄弱，甚至是空白。随着国家能源结构的调整及对环境保护的要求不断提高，传统的燃煤供暖方式必将被逐步淘汰。这种形势下，能够满足用户冬季采暖需求的热泵型空调器无疑将有着巨大的市场空间。

总之，作为我国改革开放以来发展最快、最为成功的家电行业的一种主流产品，空调器产业取得了辉煌的成就，也存在着种种问题。未来将是机遇与挑战、发展与隐患并存的时期。随着我国改革的不断深入以及WTO入关的促进，相信中国的空调器行业将有一个更美好的前景。

应当看到，空调器产品的技术门槛较低，国内外在技术研究上的差距不大。区别在于这些技术的应用程度以及控制器元件（芯片）的生产方面。

在国内，由于激烈、无序的市场竞争，产品价格成为节能技术应用的主要障碍。各空调器企业不是没有能力、没有技术提高产品的能效，而是不能承受因之带来的成本压力。

因此，在不考虑市场竞争所带来的价格、成本因素情况下，仅从技术出发，当前与未来国内外所能够采取的节能技术基本一致。可概括如下：

### 1) 高效压缩机

视其技术难度，顺序排列为：

- 较高效压缩机
- 交流变频压缩机
- 直流调速压缩机

- 高效压缩机
- 超高效压缩机

## 2) 变容技术

视其技术难度，顺序排列为：

- 交流变频
- 直流调速
- 变容

## 3) 优化设计与匹配技术

## 4) 高效节能元器件如换热器、电机等

## 5) 换热器的优化与强化传热技术的应用，包括：

- 翅片：厚度、尺寸、冲缝、开窗、工艺等
- 流动组织
- 增大换热面积
- 微尺度传热技术
- 内螺纹管、异型管
- 亲水膜
- 管径优化

## 6) 风扇及电机

- 高效风叶
- 高效电机

## 4.3 寿命周期成本分析

国外的经验，投入回收期在 3 年以内时容易为消费者接受，但我国，由于消费水平的差异，空调器的更新时间比发达国家长。

$LCC = \text{购买成本} + \text{使用成本} (+ \text{维修成本})$  单位：元（人民币）

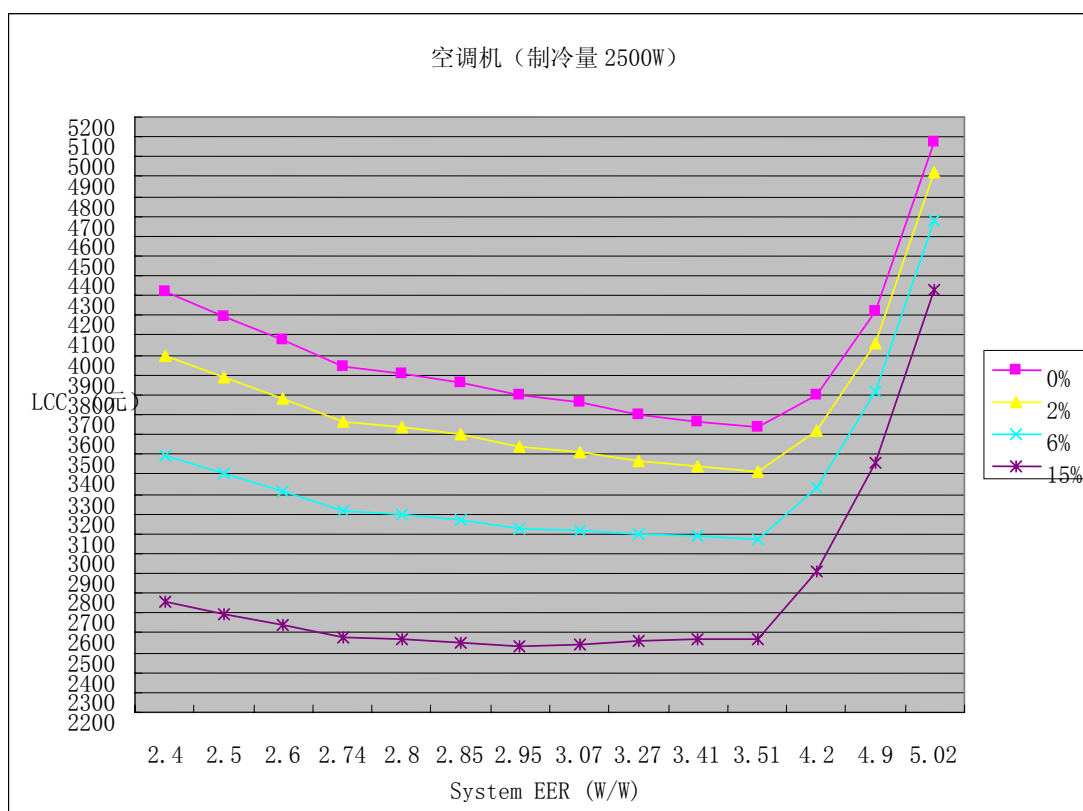
$EER = \text{制冷量} / \text{输入功率} \quad (W/W)$

分析时，分别按照折现率 2%、6%、15% 计算。计算结果见下列图表。

不同企业依据现有产品进行 LCC 分析的结果汇总

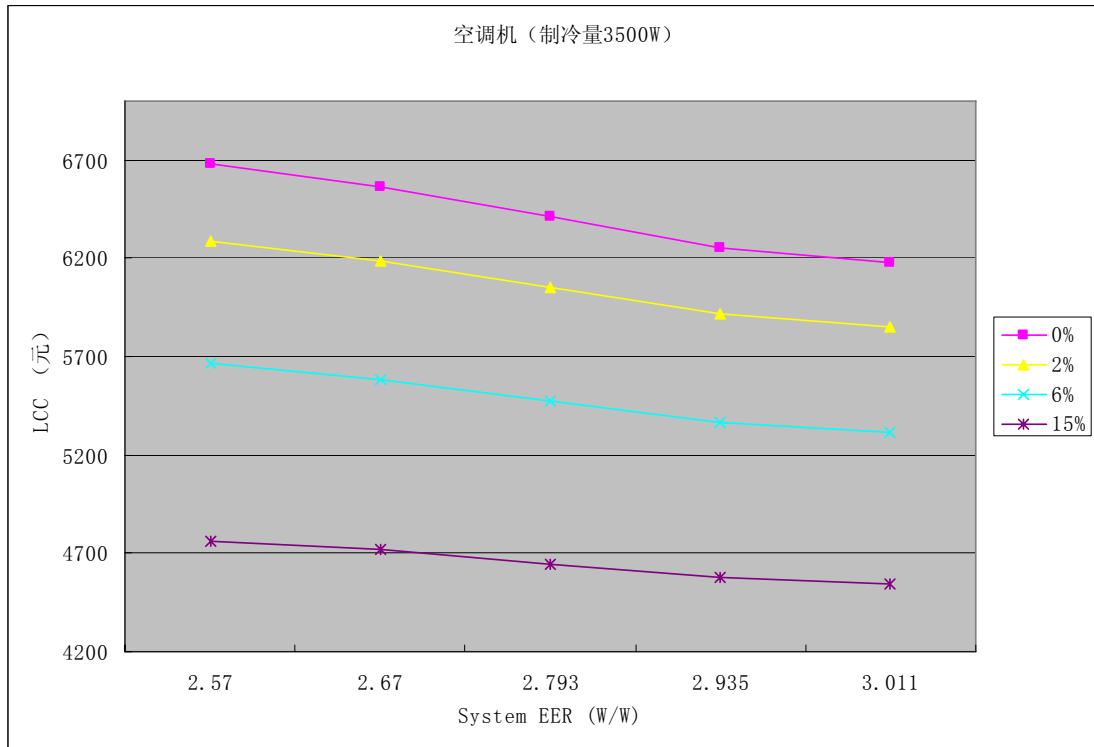
制冷能力	LCC 达到最优点时, EER 的值 (W/W)	平均值 (W/W)	设定条件		
			年运行时间(小时)	电力价格(元/度)	Markup
2500	3	3.18	500	0.6	1.3
2500	3.51		500	0.6	1.3
3500	3.1		500	0.6	1.3
3500	3.1		500	0.6	1.3
4800	3.2	3.05	500	0.6	1.3
6800	3		500	0.6	1.3
7100	2.9		500	0.6	1.3
7100	3.1		500	0.6	1.3
10759	2.9	2.97	500	0.6	1.3
12000	3.04		500	0.6	1.3

案例 1: 分体式 制冷量 2500W



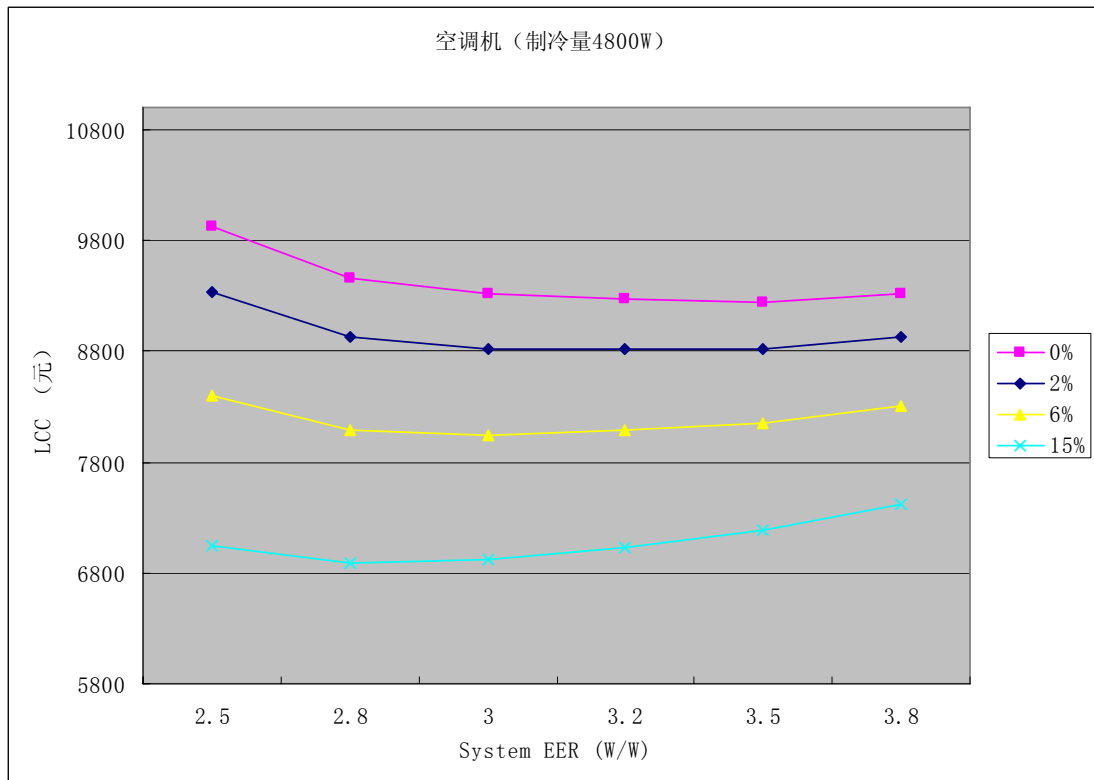
B

案例 2: 分体式 制冷量 3500W



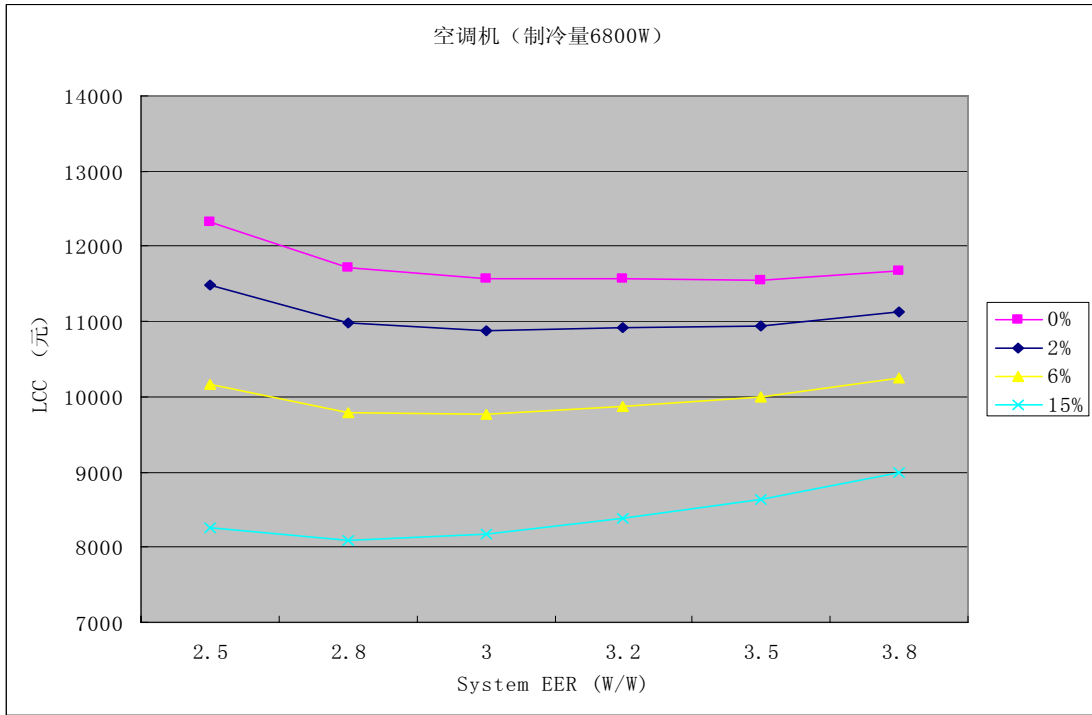
D

案例 3 分体式 制冷量 4800W

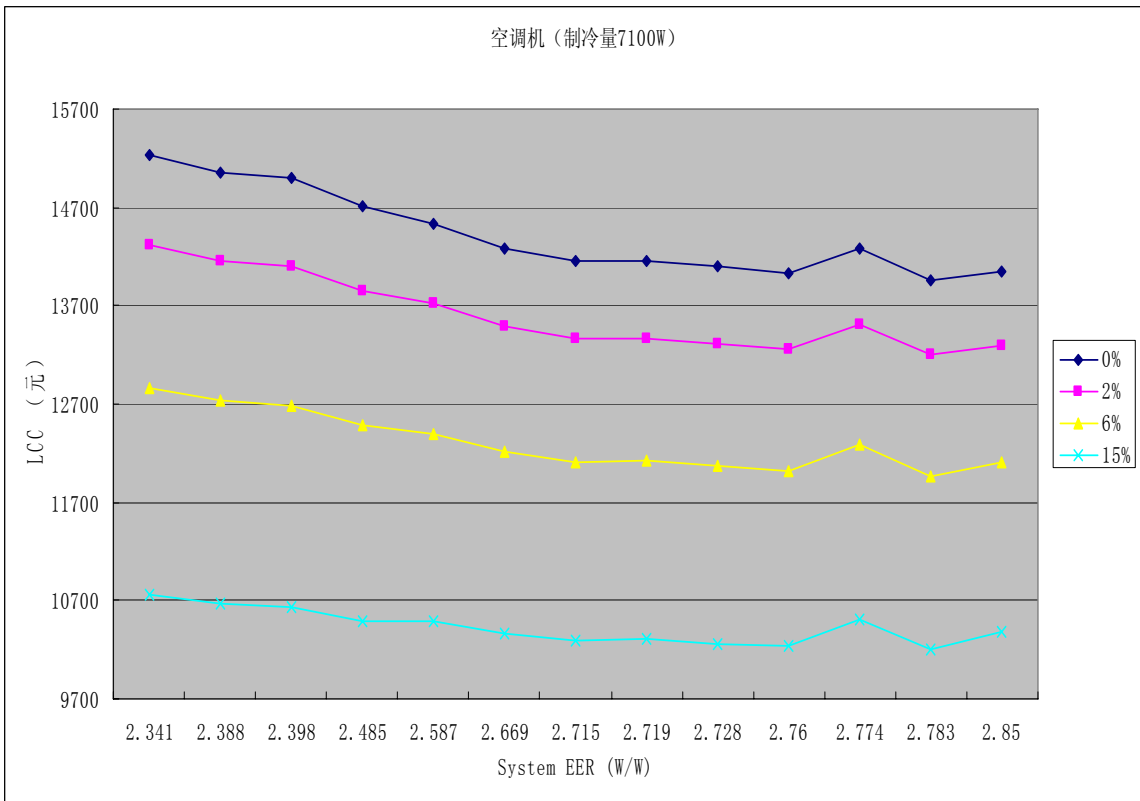


案例 4 分体式 制冷量 6800W



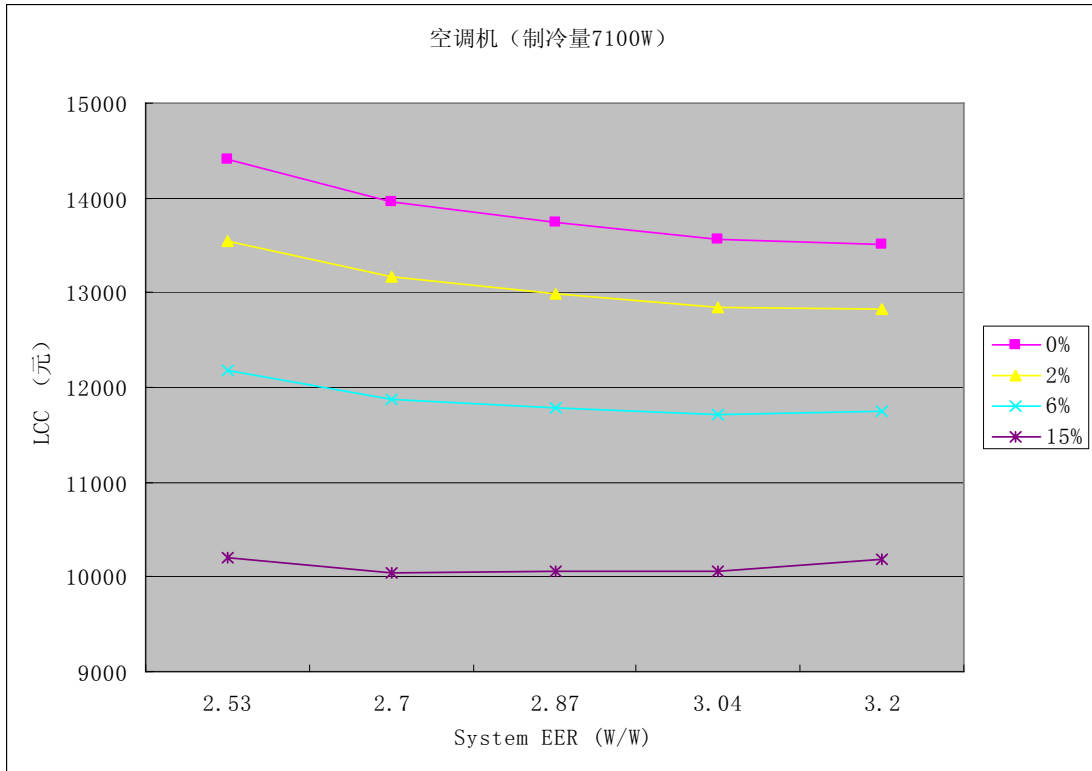


案例 5 分体式 制冷量 7100W

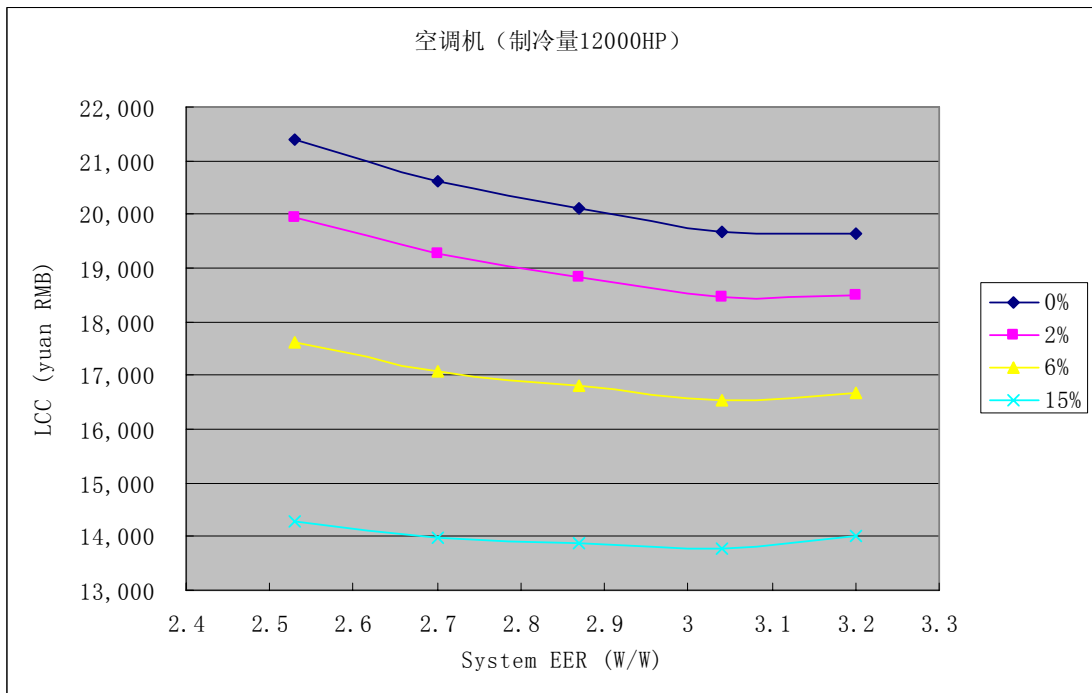


D

案例 6 分体式 制冷量 7100W



C  
案例 7



C  
6. 按照国际市场的技术与价格基准, 改进产品

由美国国家实验室 LBNL, 对中国的空调器基准产品按照工程经济分析的方

法进行了分析。设定条件：年运行时数设为 895 小时，零售价/成本设为 1.49。

计算结果如下图表。按照美国制定能效标准的规定：将 3500W 的产品能效限定值定约为：3.05；将 7100W 的产品能效限定值定约为：2.9。

案例 1：3500 W 分体式热泵空调器寿命周期成本分析

No.	Design Option	Capacity	EER	LCC
		Watts	W/W	yuan
0	Baseline	3299	2.57	8541
1	0 + 3.0 EER Compressor	3307	2.75	8214
2	1 + 3.16 EER Compressor	3313	2.90	8015
3	2 + 0.419 m <sup>2</sup> Condenser	3325	2.96	7992
4	3 + Cond Fan Motor +10%	3325	2.98	7995
5	4 + Evap Fan Motor +10%	3329	2.99	7997
6	5 + Cond Fan Motor +20%	3329	3.02	7982
7	6 + Evap Fan Motor +20%	3333	3.03	7989
8	7 + Cond ECM Fan Motor	3333	3.05	8558
9	8 + Evap ECM Fan Motor	3342	3.08	9103

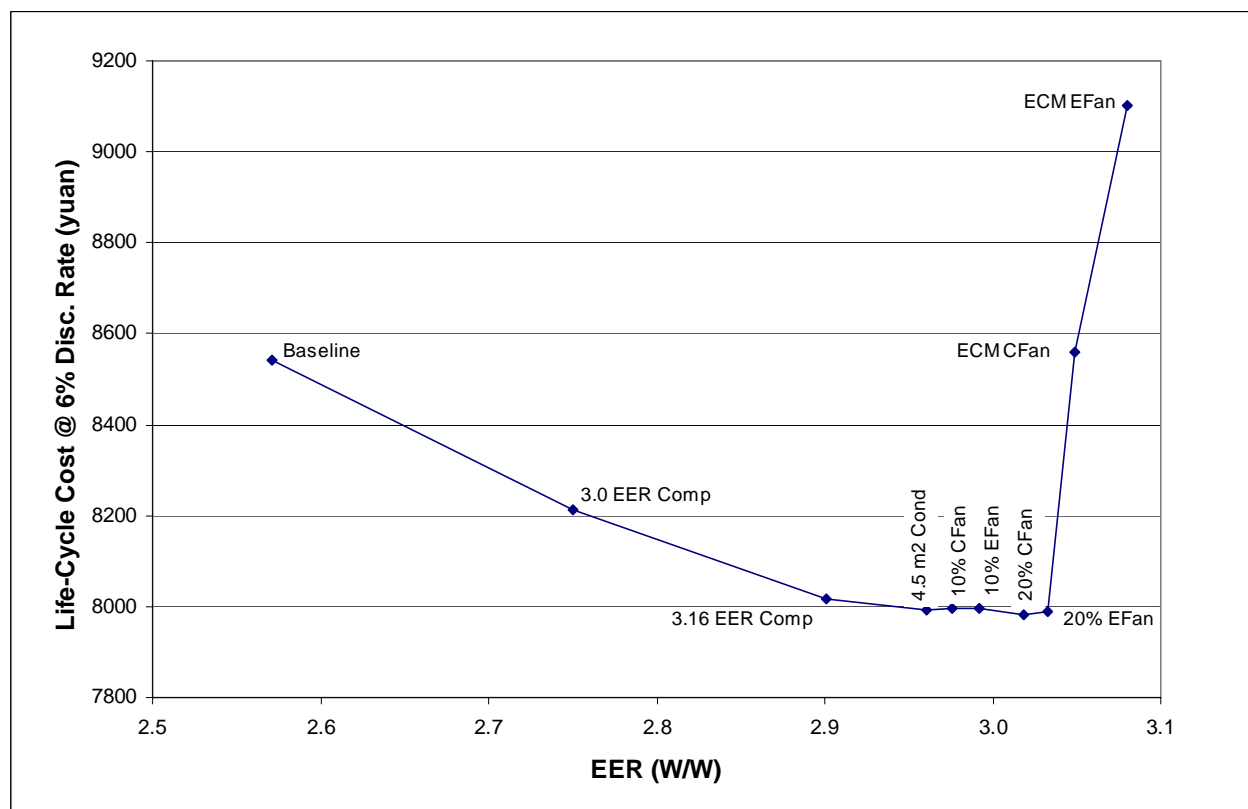


图 3500 W 分体式热泵型空调器寿命周期成本曲线

案例 2：7100 W 分体式热泵空调器寿命周期成本分析

No.	Design Option	Capacity	EER	LCC
		Watts	W/W	6% DR
0	Baseline	6814	2.57	17,254

1	0 + 3.25 EER Compressor	6857	2.77	16,661
2	1 + 0.551 m <sup>2</sup> Condenser	6884	2.82	16,557
3	2 + Cond Fan Motor +10%	6884	2.83	16,548
4	3 + Evap Fan Motor +10%	6891	2.84	16,548
5	4 + Cond Fan Motor +20%	6891	2.86	16,548
6	5 + Evap Fan Motor +20%	6897	2.87	16,556
7	6 + Cond ECM Fan Motor	6897	2.89	17,054
8	7 + Evap ECM Fan Motor	6911	2.91	17,568

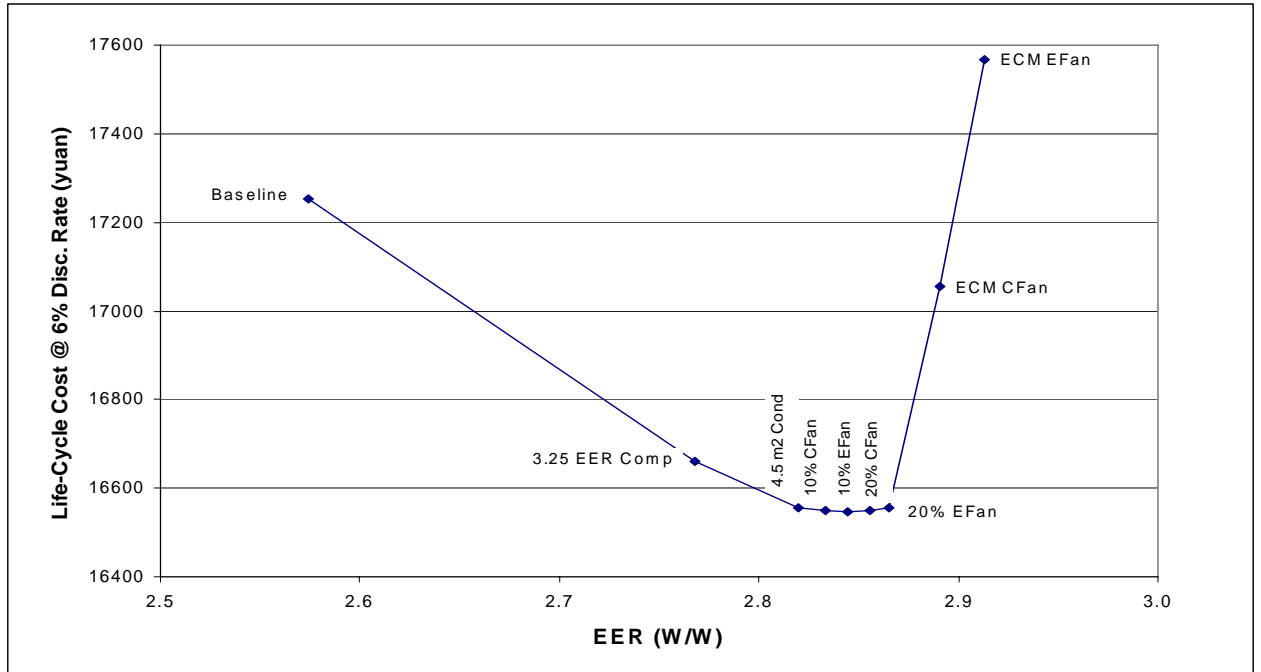


图 7100 W 分体式热泵型空调器寿命周期成本曲线

# 第五章 超前性能效指标的确定

## 5.1 指导思想

在制定过程中遵循了以下几个原则：

- 1) 本标准要与国家的节能政策、环境保护政策等相一致；
- 2) 本标准要尽量与国际上相关的标准、法规接轨；
- 3) 本标准要充分考虑我国产业的发展水平和市场消费水平；
- 4) 本标准要与已颁布实施的相关标准进行衔接。

## 5.2 在取值过程中遵循了以下几个原则

1) 标准的意义和目的：

- (a) 反映我国目前和将来的能源特征；
- (b) 体现社会价值/利益的关注点；
- (c) 体现优先考虑次序：消费者的利益、国家利益、企业利益；
- (d) 标准将导致技术的锁定（分析将要影响的相关方）；
- (e) 导致资源的重新配置；
- (f) 导致专利技术的市场优势和垄断利润。

2) 总原则：

- (a) 充分考虑国外相关标准、标识等级状况；
- (b) 本标准要与国家的节能政策、环境保护政策等相一致；
- (c) 本标准要充分考虑我国空调器产业的发展水平；
- (d) 符合我国的传统习惯；
- (e) 与我国的测试水平和精度相适应。

3) 限定值：

- (a) 为企业设定的技术门槛，规范市场；
- (b) 淘汰落后技术，尽量明确技术范围；

- (c) 减少对市场的冲击;
- (d) 淘汰的产品比例范围, 在 5%—15%。

#### 4) 划分等级的方法

根据这些原则, 将产品能效划分成 5 级, 按照部分消费者的调查意见和相关能效标准的规定, 等级名称为 1、2、3、4、5。根据寿命周期成本分析

- a) 最高等级 1 级应体现我国的中期目标, 应具有超前性;
- b) 等级 2 级应体现我国目前市场条件下 LCC 最小;
- c) 平均值建议与 4 级相对应;
- d) 能效限定值为最后一个等级的极限值。

#### 5) 超前性能效指标

- 1) 技术进步的幅度, 及对节能技术的需求范围;
- 2) 国家节能目标与产品节能的进展一致;
- 3) 应体现我国目前市场条件下 LCC 最小值, 即最佳经济效益点。

### 5.3 超前性能效指标

根据以上研究确定的指标确定方法和 LCC 分析结果, 确定 2009 年实施的空调器能效标准技术要求: 能效限定值

表 2009 年实施的空调器能效限定值

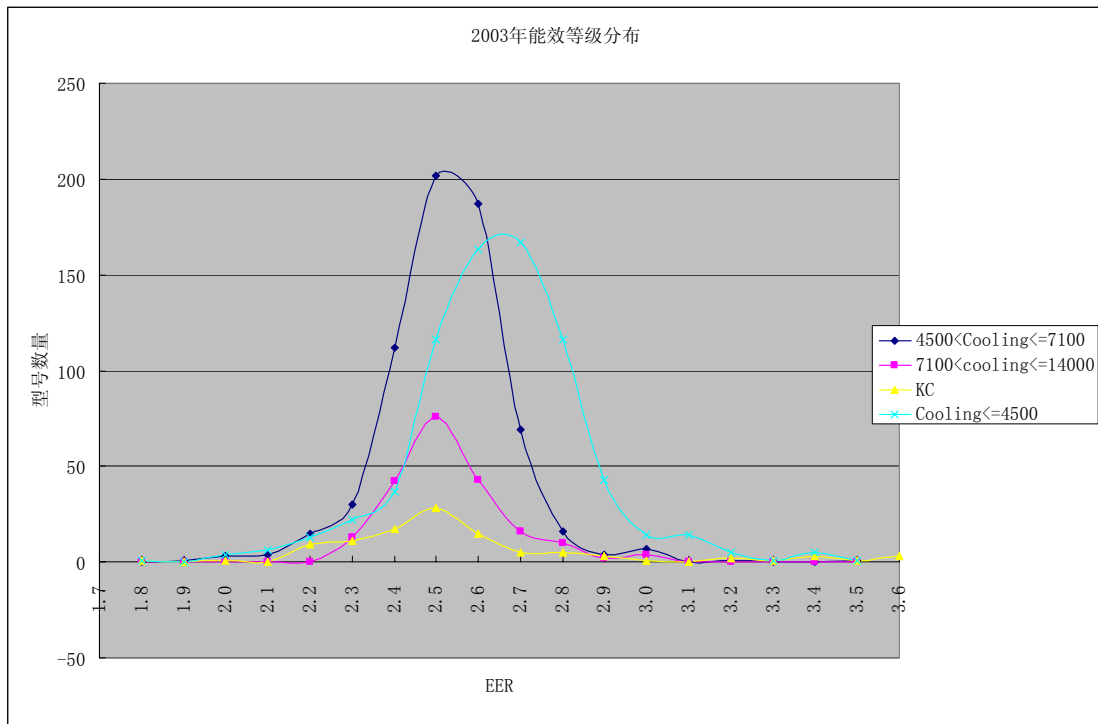
类型	额定制冷量 (CC) W	能效比 (EER) W/W
整体式		2.90
分体式	$CC \leq 4500$	3.20
	$4500 < CC \leq 7100$	3.10

	7100<CC≤14000	3.00
--	---------------	------

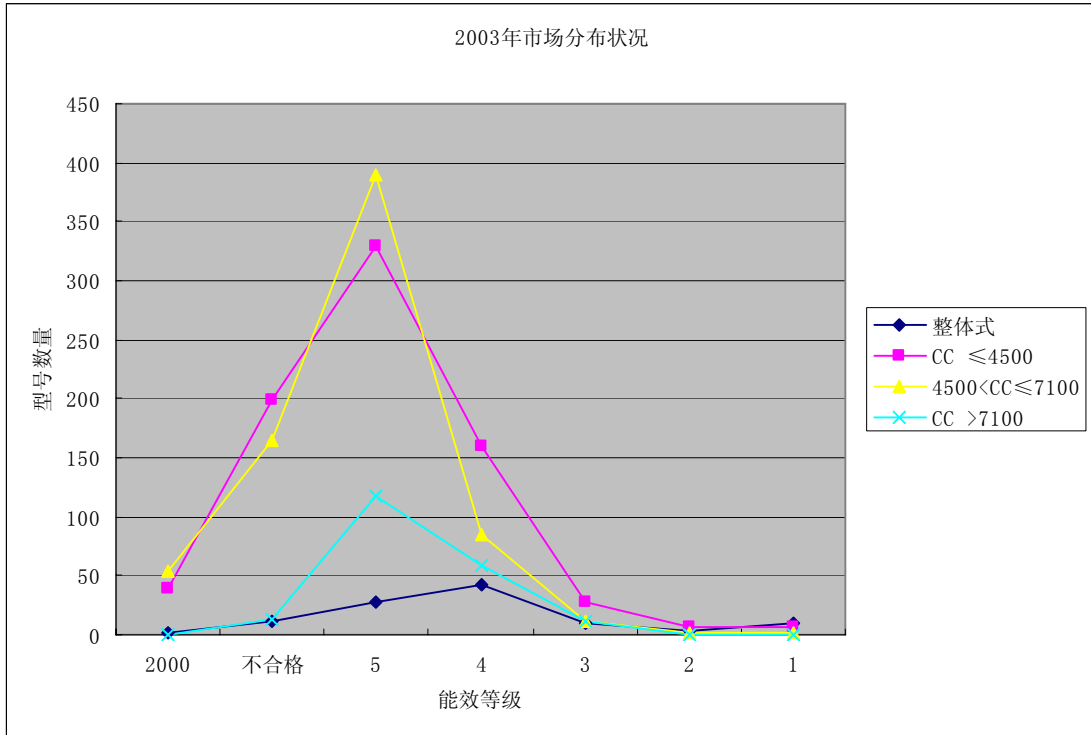
## 5.4 市场验证

针对提出的能效指标，根据调查的主要生产企业的测试数据，分析能效等级指标的分布情况。

### 1) 能效比与所对应的型号数量



### 2) 市场产品能效等级分布图

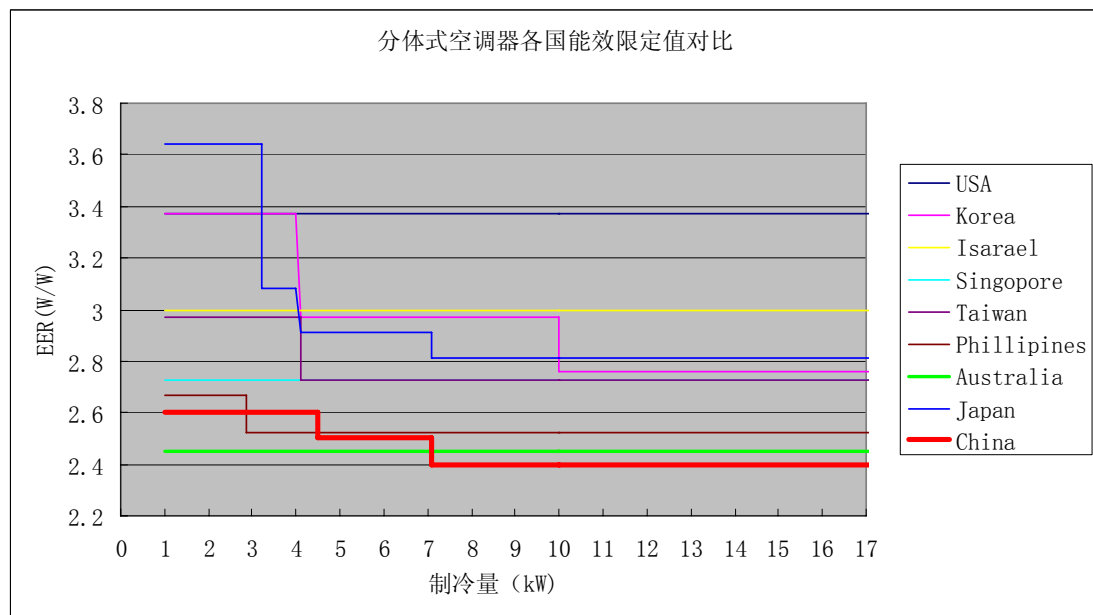




## 第六章 国际能效标准对比

### 6.1 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况

我国空调器能效标准与国际、国外同类标准水平的对比情况



注：数据来源于 APEC 悉尼会议和美国 LBNL 实验室

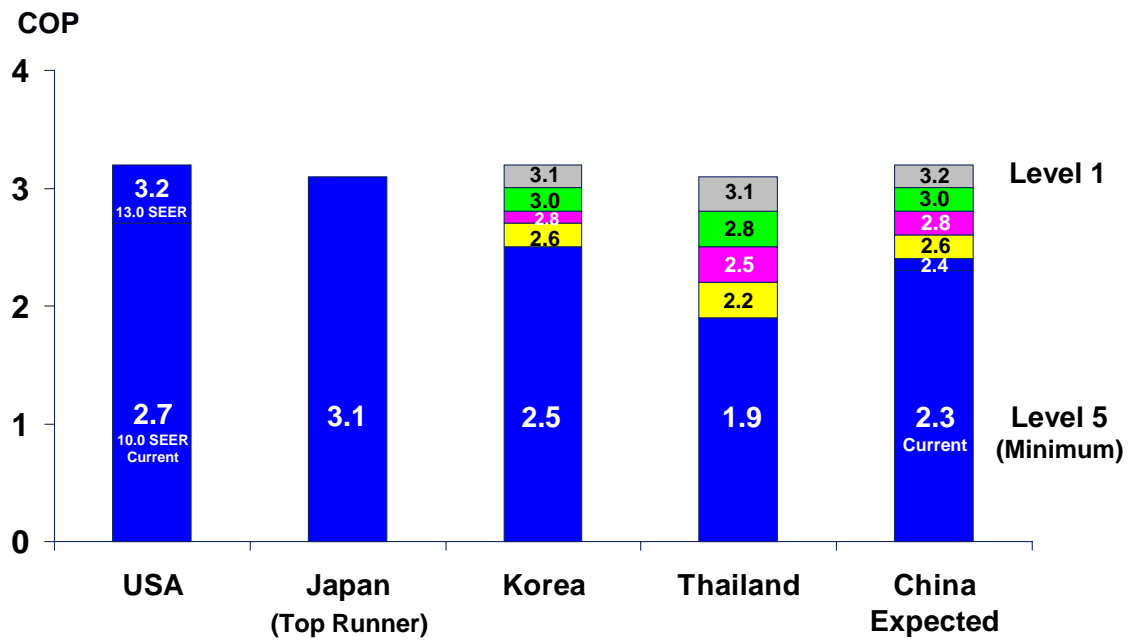


图 制冷量大于 7100W 空调器能效指标与世界其他主要国家的指标对比图

注：数据来自谷轮公司（CC≥7100W）

## 6.2 欧洲

Air-cooled		Cooling mode			Heating Mode			
Energy efficiency class	Split and multi-split appliances	Packaged	Single-duct	Energy efficiency class	Split and multi-split appliances	Packaged	Single-duct	
A	$3.20 < \text{EER}$	$\text{EER} > 3.00$	$\text{EER} > 2.60$	A	$3.60 < \text{COP}$	$\text{COP} > 3.40$	$3.00 < \text{COP}$	
B	$3.20 \geq \text{EER} > 3.00$	$3.00 \geq \text{EER} > 2.80$	$2.60 \geq \text{EER} > 2.40$	B	$3.60 \geq \text{COP} > 3.40$	$3.40 \geq \text{COP} > 3.20$	$3.00 \geq \text{COP} > 2.80$	
C	$3.00 \geq \text{EER} > 2.80$	$2.80 \geq \text{EER} > 2.60$	$2.40 \geq \text{EER} > 2.20$	C	$3.40 \geq \text{COP} > 3.20$	$3.20 \geq \text{COP} > 3.00$	$2.80 \geq \text{COP} > 2.60$	
D	$2.80 \geq \text{EER} > 2.60$	$2.60 \geq \text{EER} > 2.40$	$2.20 \geq \text{EER} > 2.00$	D	$3.20 \geq \text{COP} > 2.80$	$3.00 \geq \text{COP} > 2.60$	$2.60 \geq \text{COP} > 2.40$	
E	$2.60 \geq \text{EER} > 2.40$	$2.40 \geq \text{EER} > 2.20$	$2.00 \geq \text{EER} > 1.80$	E	$2.80 \geq \text{COP} > 2.60$	$2.60 \geq \text{COP} > 2.40$	$2.40 \geq \text{COP} > 2.10$	
F	$2.40 \geq \text{EER} > 2.20$	$2.20 \geq \text{EER} > 2.00$	$1.80 \geq \text{EER} > 1.60$	F	$2.60 \geq \text{COP} > 2.40$	$2.40 \geq \text{COP} > 2.00$	$2.10 \geq \text{COP} > 1.80$	
G	$2.20 \geq \text{EER}$	$2.00 \geq \text{EER}$	$1.60 \geq \text{EER}$	G	$2.40 \geq \text{COP}$	$2.00 \geq \text{COP}$	$1.80 \geq \text{COP}$	
Water-cooled		Cooling mode			Heating Mode			
Energy efficiency class	Split and multi-split appliances	Packaged		Energy efficiency class	Split and multi-split appliances	Packaged		
A	$3.60 < \text{EER}$	$\text{EER} > 4.40$		A	$4.00 < \text{COP}$	$\text{COP} > 4.70$		
B	$3.60 \geq \text{EER} > 3.30$	$4.40 \geq \text{EER} > 4.10$		B	$4.00 \geq \text{COP} > 3.70$	$4.70 \geq \text{COP} > 4.40$		
C	$3.30 \geq \text{EER} > 3.10$	$4.10 \geq \text{EER} > 3.80$		C	$3.70 \geq \text{COP} > 3.40$	$4.40 \geq \text{COP} > 4.10$		
D	$3.10 \geq \text{EER} > 2.80$	$3.80 \geq \text{EER} > 3.50$		D	$3.40 \geq \text{COP} > 3.10$	$4.10 \geq \text{COP} > 3.80$		
E	$2.80 \geq \text{EER} > 2.50$	$3.50 \geq \text{EER} > 3.20$		E	$3.10 \geq \text{COP} > 2.80$	$3.80 \geq \text{COP} > 3.50$		
F	$2.50 \geq \text{EER} > 2.20$	$3.20 \geq \text{EER} > 2.90$		F	$2.80 \geq \text{COP} > 2.50$	$3.50 \geq \text{COP} > 3.20$		
G	$2.20 \geq \text{EER}$	$2.90 \geq \text{EER}$		G	$2.50 \geq \text{COP}$	$3.20 \geq \text{COP}$		

## 6.3 美国

美国商用单元式空调和热泵的能效水平值

	当前 EPCA	ASHRAE 标准 90.1—1999	美国市场上的最 高 EER
空调 (65—135Btu/h)	8.9 EER	10.3 EER	11.8 EER
热泵 (65—135Btu/h)	8.9 EER 3.0 COP	10.1 EER 3.2 COP	11.5 EER
空调 (135—240 Btu/h)	8.5 EER	9.7 EER	11.8 EER
热泵 (135—240 Btu/h)	8.5 EER 2.9 COP	9.3 EER 3.1 COP	11.5 EER

美国中央空调及热泵新的最小能效标准

产品类型	最小能效
分体及整体式空调机	13.0 SEER
分体及整体式热泵	13.0 SEER / 7.4 HSPF
穿墙分体式空调机	10.9 SEER
穿墙分体式热泵	10.9 SEER / 7.1 HSPF
穿墙整体式空调机	10.6 SEER
穿墙整体式热泵	10.6 SEER / 7.0 HSPF

## 6.4 中国台湾

台湾地区冷水机组的新的最小能效标准

类型	制冷量	EER(W/W)
整体式	CC<2.3kw	2.71
	2.3-4.1kw	2.77
	CC>4.1kw	2.60
分体式	CC<4.1kw	2.97
	CC>=4.1kw	2.73

## 6.5 日本

类型	制冷量	热泵型	单冷型
整体式		2.85	2.67
分体式	CC<2.5kw	5.27	3.64

	2.5-3.2 kw	4.90	3.64
	3.2-4.0 kw	3.65	3.08
	4-0-7.1 kw	3.17	2.91
	>7.1 kw	3.10	2.81

## 6.6 韩国

韩国的空调器能效标准

类型	EER (W/W)	
整体式	2.88	
分体式	CC<4.0kW	3.37
	4.0-10kw	2.97
	10-17.5kw	2.76

## 6.7 澳大利亚

类型	type	EER (W/W)			
		MEPS(OCT 2004)		MEPS(OCT 2004)	
		Min EER	Min Star	Min EER	Min Star
整体式	单冷	2.45	2.5	2.75	3.5
	热泵	2.3	2	2.75	3.5
分体式	单冷	2.45	2.5	3.05 (≤4kW)	4
	热泵	2.3	2	2.75 (≥4kW)	3.5

## 6.8 其他国家

国家	类型	制冷量	EER (W/W)
以色列			3
新加坡	整体式		2.73
菲律宾		cc>2.87kw	2.67
		cc<2.87kw	2.52

# 附件 1 房间空调器能效标准