

电工电子技能培训 大讲台

DIANGONG DIANZI JINENG PEIXUN DAJIANGTANG



空调器原理与维修 即学即用

林钢 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工电子技能培训大讲堂

空调器原理与维修 即学即用

林 钢 编著



机械工业出版社

本书主要介绍空调器（包括家用中央空调）的一般知识，结构与原理，维修技术，常见故障与检修方法，维修实例以及选用、操作、安装与维护等。为了便于广大维修人员学习新技术、新知识，本书还重点介绍了微电脑控制技术、变频技术、模糊控制技术和一拖二技术。

本书由浅入深、通俗易懂、适宜自学，可作为具有初中以上文化程度初学者入门读物，也可作为各类家电培训学校和职业学校的教学参考书。

图书在版编目（CIP）数据

空调器原理与维修即学即用/林钢编著. —北京：机械工业出版社，2009.10

（电工电子技能培训大讲堂）

ISBN 978-7-111-28642-4

I. 空… II. 林… III. ①空气调节器—理论②空气调节器—维修 IV. TM925.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 203953 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策划编辑：张俊红 责任编辑：张俊红 封面设计：鞠 杨
责任校对：樊钟英 责任印制：杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

148mm × 210mm · 8.375 印张 · 245 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-28642-4

定价：19.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010) 88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010) 68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010) 88379649

读者服务部：(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着我国经济的飞速发展,工业化与信息化的融合及节能减排等政策的层层推进,对技术创新发展提出了更高的要求;同时,我国还是一个制造业大国,并处在向制造强国转化的过程,在拥有大量劳动者的同时,努力提高劳动者的素质,使其更好地适应技术的发展及社会的需要,不仅可以更好地服务于产业的发展,也是构建和谐社会的基本要素。

电工电子技术渗透于各行各业,吸纳的就业人口众多,向劳动者普及基本知识技能,一直是我们努力的目标。我们在电工电子技术出版领域积累了大量优秀的作者资源,出版了大批优秀的图书,受到了读者的欢迎。

针对初学者学习基础比较薄弱,从事的工作对技能要求比较高的特点,我们将优秀作者和优势作品进行整合及筛选,打造成崭新的强势丛书——《电工电子技术培训大讲堂》系列图书。该系列图书具有可以为学习者提供多种选择的特点,同时内容全面、系统,结构科学、合理,层次丰富、细节突出,具体方向涵盖以下几个方面:电工电子基础知识入门、电工技能提高、电子仪器仪表使用、家电维修等。

在强大的策划团队努力下,本系列图书力图做到:1)理论够用、内容实用,讲解清晰;2)篇幅适中,便于学习,立竿见影;3)以初级入门为主,多层次扩展,适当向技能提高延伸;4)体裁形式多样,写作形式多样;5)适应性强,多行业多领域的电工电子技术学习者均可适用。

本系列图书的出版得到了众多“明星”作者的大力支持,他们在百忙之中为图书内容的撰写、修订及改写付出了大量的精力,查阅了大量的资料,进行了系统化的对比和分析,在此对他们的辛勤劳动表示感谢,希望本系列图书可以为读者提高知识技能、拓宽视野提供一些有益的、具体的帮助。

为了不断丰富和完善《电工电子技术培训大讲堂》系列图书的内容及提高图书的质量,欢迎广大读者提出宝贵意见和建议,及时向我们反馈信息,联系信箱为 buptzjh@163.com。

机械工业出版社

前 言

随着人们生活水平的提高,空调器走进了千家万户。目前,各种新机型不断地出现,品种之多,规格之全,前所未有。空调器性能日益完善,控制技术不断成熟,自动化程度越来越高。广大用户和维修技术人员迫切需要了解有关空调器,特别是新型空调器原理与维修方面的知识。本书就是在这样的背景下编写而成,以期最大程度地满足广大读者的需求。

本书主要介绍了各类空调器的结构与原理、维修操作技能和常见故障的维修方法。全书力求新颖、通俗和实用,没有复杂的理论推导和计算公式,选编了许多实用的内容。书中既有空调器的一般知识、基本结构与原理,又有空调器的维修方法和维修操作技术,并列举了包括窗式空调器、分体式空调器和家用中央空调在内的维修实例共计60个。通过这些实例的介绍,可使读者进一步加深对空调器结构与原理的理解,同时也对提高实际维修能力起到举一反三的作用。考虑到近年来家用中央空调器在我国发展十分迅速,用户数量快速增加,家用中央空调器的维修已成为摆在广大空调器维修人员面前的一个新问题。因此,在选编本书内容时,将家用中央空调器编入其中,这也是本书有别于其他同类书籍的主要标志之一。另外,为了便于广大维修人员学习新技术、新知识,本书还重点介绍了微电脑控制技术、变频技术、模糊控制技术和一拖二技术。书中还列出了一些实用维修资料,如空调器故障速查检修表、微电脑空调器故障诊断显示表等,可以方便读者查阅。

本书是作者在机械工业出版社于2003年出版的《空调器原理与维修》一书基础上的修订与改编。该书自出版以来,作为家电维修人员和职业学校的参考教材,受到广大读者的青睐。随着新空调产品和新技术的不断出现,我们对该书进行了修订,使书中内容更丰富,实



用性更强。

需要说明的是，为了读者维修时查阅方便，书中涉及到的电路图形符号和文字符号仍采用原机原图的符号，未按国家标准和国际标准作全书的统一。

由于编者水平有限、时间仓促，疏漏和错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第一章 空调器的一般知识	1
第一节 空调器的作用	1
第二节 空调器的分类、规格与型号	2
第三节 空调器的性能指标与常用术语	9
第四节 制冷剂	13
第二章 窗式空调器的结构与原理	18
第一节 冷风型窗式空调器的结构与原理	18
第二节 热泵型窗式空调器的结构与原理	38
第三节 电热型窗式空调器的结构与原理	47
第三章 分体式空调器的结构与原理	51
第一节 挂壁式空调器的结构与原理	51
第二节 柜式空调器的结构与原理	57
第三节 一拖二空调器的结构与原理	76
第四章 家用中央空调器的结构与原理	82
第一节 家用中央空调器的类型	82
第二节 风冷热泵式空调器的结构与原理	85
第三节 多机分体式空调器的结构与原理	93
第四节 风管式空调器的结构与原理	102
第五章 空调器的微电脑控制原理	108
第一节 空调器微电脑控制的一般原理	108
第二节 空调器的微电脑控制典型电路分析	123
第三节 空调器的变频控制技术	137
第六章 空调器的选用与操作	149
第一节 空调器的选用	149



第二节 空调器的操作	152
第七章 空调器的安装与维护	161
第一节 空调器的安装	161
第二节 空调器的维护	170
第八章 空调器的维修技术	174
第一节 基本操作技能	174
第二节 故障的检查方法	189
第三节 制冷零部件的更换	208
第四节 变频空调器的维修技巧	212
第九章 空调器的常见故障与检修	215
第一节 常见故障及检修思路	215
第二节 空调器的故障检修速查	223
第十章 空调器的维修实例	237
第一节 窗式空调器的维修实例	237
第二节 分体式空调器的维修实例	243
第三节 家用中央空调器的维修实例	249
第四节 变频空调器维修实例	254
参考文献	258

第一章 空调器的一般知识

空调器是空气调节器的简称，是一种电气类空调器具。它具有调节空气的温度和湿度，以及空气滤清、空气流通、换气通风等功能，使人们能在清新舒适的环境中生活和工作。

近年来，随着空调器的发展和人民生活水平的不断提高，各种类型的空调器已大量进入家庭，且功能越来越齐全，种类越来越多。本章将介绍空调器的作用、分类、型号以及性能指标等一般知识。

第一节 空调器的作用

在人们的日常生活和工作中都有这样的体验：如果有一个适宜的空气环境，温度适中，湿度不大，微风习习，空气洁净，就会感到心情舒畅，精力旺盛，效率倍增；反之，如果空气环境很恶劣，气温很高，湿度很大，空气浑浊，尘土飞扬，那就不仅会使人心烦意乱，头晕脑胀，很容易疲劳，甚至会引起疾病。由于自然的条件很难充分满足人们对空气的要求，因此采用了种种人工的方法将室内或某一特定空间内的空气调整到最适宜的状态，这就需要空调器来发挥作用。具体来说，空调器应具有以下四个方面的作用。

一、温度调节

一般来说，居室的温度，夏季保持在 27°C ，冬季保持在 $18 \sim 20^{\circ}\text{C}$ 是比较合适的。在炎热的夏季，空调器利用制冷原理将房内的空气温度降低；在寒冷的冬天，空调器利用电加热或热泵技术使房内的温度升高。对空气温度的调节过程，实质上是增加或减少空气中所具有显热的过程，而空气温度的高低也表述了空气中显热的多少。

二、湿度调节

如果空气过于潮湿或过于干燥，都会使人感到不舒适。一般来说，冬季的相对湿度在 $40\% \sim 50\%$ 之间，而夏季的相对湿度在



50% ~ 60%之间,人的感觉就会比较舒服。空调器在夏天制冷时,对房间内的空气有很明显的抽湿作用,从而使人们感到舒适,这是因为房间内热空气中的水蒸气在冷的蒸发器表面凝结的缘故,这也就是为什么要给空调器排水的原因。对空气的调湿过程,实质上是增加或减少空气所具有潜热的过程,在此过程中调节了空气中水蒸气的含量。

三、空气流速调节

人处在以适当低速流动的空气中要比在静止的空气中要觉得凉爽,若处在变速的气流中,则比处在恒速的气流中更觉得舒适。一般来说,空气的流速应以 $0.1 \sim 0.2\text{m/s}$ 的变动低速为宜,至少也应控制在 0.5m/s 以下。空调器是利用改变室内风机的转速来调节空气流速的。

四、空气净度调节

空气中一般都存在悬浮状态的固体或液体微粒,它们很容易随着人的呼吸而进入人体气管、肺等器官,粘附于其上。这些微尘还常常带有细菌、病毒,传播各种疾病。因此,在空气调节过程中,对空气滤清是十分必要的。空调器的空气滤清作用是通过位于空调器室内进风处的空气过滤网来完成的。

家用电器中,有很多产品是为了实现空气调节而设计制造的,其中主要有空调器、电风扇、加湿器、去湿器(也称除湿器)、冷风机、暖风机等等,统称为“空调器具”。在这些空调器具中,绝大多数只能完成一项或两项功能,如电风扇只能改变空气的流速,加湿器、去湿器只能调节空气的湿度,暖风机只能调节室温和气流速度等等。只有空调器才能全面完成上述的四项空气调节工作。当然,除了以上四项主要工作外,影响人的舒适度的因素还有噪声、空气的清新度等等,而这些则是空调器无法解决的。

第二节 空调器的分类、规格与型号

目前,国内市场上出售的空调器种类繁多,分类方法也较多,常用的分类方法有以下几种:



一、按功能分类

1. 冷风型空调器

冷风型空调器又称单冷型空调器,这种空调器只能制冷,不能制热,用于夏季室内降温,兼有去湿功能,为房间提供适宜的温度、湿度。它的结构简单,可靠性高,价格便宜,是空调器中的基本型。但由于冷风型空调器的功能单一,因此一年四季的利用率不高。

2. 冷热两用型空调器

这类空调器在夏季可吹冷风,冬季可吹热风,吹冷风时为制冷工况,吹热风时为制热工况。冷热两用型空调器的种类有三种,即热泵型、电热型和热泵辅助电热型。

(1) 热泵型空调器。它是在制冷系统中通过两个换热器即蒸发器和冷凝器的功能转换来实现冷热两用的。在冷风型空调器上装上电磁四通换向阀后,在制热时,就可以使制冷剂流向改变,原来在室内侧的蒸发器变为冷凝器,来自压缩机的高温高压气体在此冷凝放热,于是就对室内供给热风,而室外侧的冷凝器变为蒸发器,制冷剂在此蒸发并吸收外界热量。这种空调器结构紧凑,制热效率高,方便省电。但由于冬季制热时,蒸发器位于室外,因此环境温度将直接影响制冷剂的蒸发,当环境温度低于 5°C 时,热泵型空调器的制热效果将明显变差。

(2) 电热型空调器。它是在制热工况下,空调器靠电加热器对空气加热,加热的元件主要有管状电加热器和螺旋形电热器两种。这种空调器运行安全可靠,使用寿命长,经济实惠,可以在寒冷环境下使用。

(3) 热泵辅助电热型空调器。它是一种在制热工况下利用热泵和电加热器共同制热的空调器,它的制热功率大,同时又比较节能,但结构比较复杂,价格稍贵。这种空调器在制热时增加了一个辅助电加热器,从而扩展了空调器的工作环境温度。

以上三种冷热两用型空调器在夏季制冷时均兼有除湿功能。如果采用微电脑控制器(微处理器)进行控制,则还具有单独的去湿功能,可以在潮湿天气下当去湿器用。

各种空调器对环境温度的要求见表 1-1。



表 1-1 空调器工作的环境温度 (单位:℃)

空调器型式	代号	气候类型		
		T1(最高环温 43)	T2(最高环温 35)	T3(最高环温 52)
冷 风 型	L	18 ~ 43	10 ~ 35	21 ~ 52
热泵型 (含热泵辅助电热型)	R	- 5 ~ 43	- 5 ~ 35	- 5 ~ 52
电 热 型	D	~ 43	~ 35	~ 52

注: 不带除霜装置的热泵型空调器, 最低工作温度为 5℃。

二、按空调器的结构形式分类

1. 整体式空调器

这类空调器的所有组成部分在使用时整体安装不可分离, 如窗式空调器就属于整体式。窗式空调器是一种小型房间空气调节器, 采用全封闭蒸气压缩式制冷系统, 体积小、重量轻、结构简单、成本低、安装维修方便, 可安装在窗台或钢窗上, 适用于家庭房间中使用。窗式空调器有标准型 (卧式) 和钢窗型 (竖式) 两种, 如图 1-1 所示。

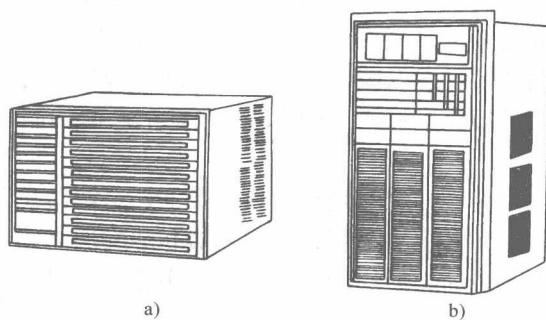


图 1-1 窗式空调器外形

a) 标准型 b) 钢窗型

2. 分体式空调器

分体式空调器是市场销售的主流, 它是将整体式空调器分为两部分, 分别装在室内和室外, 其中装在室内的称之为室内机组, 装在室外的称之为室外机组, 两机组间由制冷管路 (配管)、电源线和信号线相连接。分体式空调器的特点是噪声低、功能多、美观大方和自动化水平高。近年来, 微电脑控制技术应用用于分体式空调器中, 使空调



器可以实现遥控、定时、自动运转、睡眠控制、故障显示等功能,使分体式空调器变得操作更便捷、运转更理想、节能更明显、使用更舒适、维修更方便。由于分体式空调器的品种繁多,可适应不同的建筑物和生活条件的不同需要,因而又具有灵活、安装方便、占用空间小的优点,所以被广泛地采用。

分体式空调器根据室内机组的安装方式不同,又可分为挂壁式、落地式(柜式)、吊顶式、嵌入式等种类,其外形分别如图 1-2 ~ 图 1-5 所示,这些空调器的基本结构均大同小异。

另外,近几年又生产出一拖二或一拖多分体式空调器,这种新型分体式空调器,是由一台室外机组与两台或多台室内机组相匹配的空调系统。它的出现,对家庭来说节省了室外机组台数和室外安装空

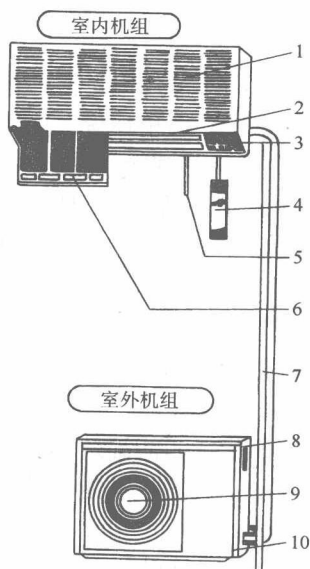


图 1-2 挂壁式空调器

- 1—温室传感器 2—冷气口 3—风量监控灯
4—远程控制器 5—电源插头 6—空气过滤器
7—排水软管/配管与连接电线 8—吸气口(背面、侧面)
9—排气口 10—接地螺栓

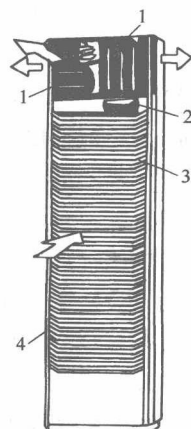


图 1-3 柜式空调器

- 1—百叶窗 2—控制板
3—空气过滤器 4—回风格栅



间,同时对节能也有好处。目前出现的多机分体式家用中央空调系统,就是建立在一拖多分体式空调器基础上的。

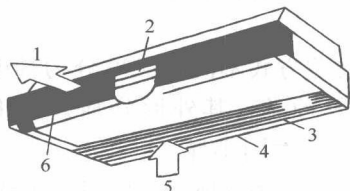


图 1-4 吊顶式空调器

1—送风 2—导风护板 3—空气过滤器
4—回风口 5—回风 6—送风口

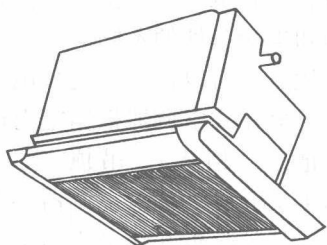


图 1-5 嵌入式空调器

三、按空调器的能效等级分类

空调器制冷或制热量与空调器输入功率(用电量)的比值叫能效比,能效比的比值越高,空调器就越省电。简单地说,能效比就是一台空调器消耗 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 的电能产生多少千瓦的制冷/热量。能效比分为两种,分别是制冷能效比(EER)和制热能效比(COP)。一般情况下,就我国绝大多数地域的空调器使用习惯而言,空调器制热只是冬季取暖的一种辅助手段,其主要功能仍然是夏季制冷,所以我们一般所称的空调器能效比通常指的是制冷能效比(EER)。

例如,一台定速空调器的制冷量是 4800W ,输入功率是 1860W ,制冷能效比(EER)就是 $4800/1860 \approx 2.6$ 。

用能效比来衡量空调器是否节能的指标叫能源效率等级。空调器能源效率等级简称能效等级,它是表示空调器产品能源效率高低差别的一种分级方法,由空调器能效比的大小确定,分成 1、2、3、4、5 五个等级,1 级表示能源效率最高,5 级则是最低。在我国,能效等级在 3 级以下的高能耗空调器将限制销售。表 1-2 是空调器不同能效等级与能效比的对照表。同样制冷量的两个空调器,能效比每提高 0.1,可以节电 3%~4%。一台输出功率 1.5 匹(即 1.5hp , $1\text{hp} = 746\text{W}$)的空调器,1 级能效每小时用电量不超过 $1\text{kW}\cdot\text{h}$,5 级能效每小时用电量有可能达到 $1.35\text{kW}\cdot\text{h}$ 。



表 1-2 空调器能源效率等级指标

类 型	额定制冷量 (CC) /W	能 效 等 级		
		3	2	1
整体式		2.90	3.10	3.30
分体式	$CC \leq 4500$	3.20	3.40	3.60
	$4500 < CC \leq 7100$	3.10	3.30	3.50
	$7100 < CC \leq 14000$	3.00	3.20	3.40

《房间空气调节器能源效率标识实施规则》规定：空调和冰箱两大类家电产品必须贴上“能效标识”才能上市销售。能效标识由企业根据统一要求自行印制。标识分为背景信息栏、能源效率等级展示栏及产品相关指标展示栏。标识背景为蓝色，另有青、洋红、黄、黑色四种色彩。空调器、电冰箱依据能效比的大小分成1、2、3、4、5五个等级，1级表示能源效率最高级，并采用3种表现形式来直观表达能源效率等级信息。这3种表现形式的内容包括：文字部分“耗能低、耗能中等、耗能高”，数字部分“1、2、3、4、5”，色标部分“红色、橙色、黄色、绿色”，其中红色代表禁止，橙色、黄色代表警告，绿色代表环保、节能。

四、规格

1. 空调器的规格

空调器的规格指的是空调器额定制冷量的大小，所谓额定制冷量是指空调器铭牌上标注的制冷量。我国国家标准规定的单位是瓦(W)，原轻工部标准（已作废）规定的单位是千卡/小时(kcal/h)。1kcal/h = 1.163W。

空调器实际制冷量不应低于名义制冷量的95%。

2. 空调器的规格优选系列

空调器的额定制冷量(W)优先选用系列为：

1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2500, 2800, 3200, 3600, 4000, 4500, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12000, 14000。

另外，国外习惯以压缩机输出功率为多少马力(hp)来区分空调

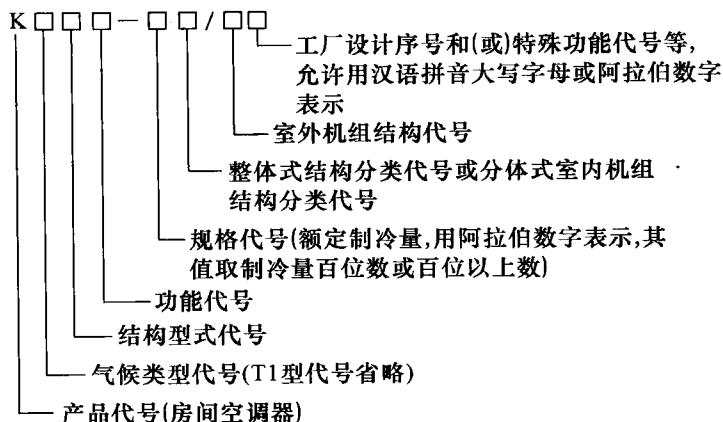


器制冷量的大小。由于各种空调器的能效比 (EER) 不同, 所以 1hp 究竟等于多少制冷量 (W), 就成为一个范围而不是定值, 因此这种表示方法不很准确。压缩机输出功率 (hp) 与空调器制冷量 (W) 的关系大致如下:

3/4hp 为 1758 ~ 2051W, 1hp 为 2344 ~ 3223W, 1.5hp 为 3516 ~ 4395W, 2hp 为 4688 ~ 5567W, 2.5hp 为 5860 ~ 6739W, 3hp 为 8204 ~ 9089W。

五、空调器的型号及其含义

空调器的型号指的是空调器的型式代号, 根据国家标准 GB/T7725—1996 规定, 空调器的型号及其含义如下:



其中表示结构形式的代号为:

C——整体式, F——分体式。整体式空调器分为窗式 (其代号省略), C——穿墙式, Y——移动式; 分体式空调器分为室内机组和室外机组。室内机组的结构形式代号: D——吊顶式, G——挂壁式, L——落地式 (柜式), T——天井式, Q——嵌入式; 室外机组的结构代号为 W。

表示功能的代号:

冷风型代号省略, R——热泵型 (含热泵辅助电热型), D——电热型。

表示气候类型的代号:



T1——最高环境温度 43℃，T2——最高环境温度 35℃，T3——最高环境温度 52℃。

【例 1】KT3C—35A 表示 T3 气候类型、整体（窗式）冷风型空调器，额定制冷量为 3500W，第一次改进设计。

【例 2】KC—22C 表示 T1 气候类型、整体穿墙式冷风型空调器，额定制冷量为 2200W。

【例 3】KFR—28GW 表示 T1 气候类型、分体热泵型挂壁式空调器（包括室内外机组），额定制冷量为 2800W。

【例 4】KFR—45L/BP 表示 T1 气候类型、分体热泵型落地式变频空调器室内机组，额定制冷量为 4500W。

【例 5】KFR—45W/BP 表示 T1 气候类型、分体热泵型变频空调器室外机组，额定制冷量为 4500W。

第三节 空调器的性能指标与常用术语

一、性能指标

1. 制冷量

空调器的制冷量是指空调器工作在制冷工作状态时，单位时间内从密闭空间、房间或区域内除去的热量，即每小时产生的冷量，其单位为 W（非法定单位为 kcal/h）。

空调器的制冷量是在一定的环境条件下实现的。环境条件不一样，制冷量也不一样。用来测定空调器制冷量的环境条件称为空调器的制冷量测试工况。我国空调器的制冷量测试工况见表 1-3。

表 1-3 空调器的制冷量测试工况

工 况 条 件	室内侧空气状态		室外侧空气状态	
	干球温度/℃	湿球温度/℃	干球温度/℃	湿球温度/℃
名义制冷	27.0	19.5	35.0	24.0
热泵名义制热	21.0	—	7.0	6.0
电热名义制热	21.0	—	—	—