

家电学校丛书

空调器原理与维修

林 钢 编著



机械工业出版社

本书是“家电学校丛书”之一，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，也可作为各类家电维修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/林钢编著. —北京：机械工业出版社，
2003.3

（家电学校丛书）

ISBN 7-111-11491-4

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（2003）第 007336 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：牛新国 版式设计：冉晓华 责任校对：唐海燕
王 玫

封面设计：陈 沛 责任印制：

印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·7.75 印张·227 千字

0 001—4 000 册

定价：16.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

“家电学校丛书”编辑委员会

主任：张 宝

副主任：宋贵林

委员（按姓氏笔画为序）：

牛新国 乔东明 刘 合 宋贵林

张 宝 张庆双 李佩禹 杨 燕

林 钢 周中华 胡 斌 徐德胜

黄湛新

丛 书 序

跨入新世纪，随着我国科学技术的迅速发展和人民生活水平的不断提高，各种家用电器（包括电子和电器设备）已经大量地进入了千家万户。为适应我国家用电子产品行业迅速发展的需要，使具有初中以上文化程度的初学者自学家电维修技术、快速掌握家电维修操作技能，提高家电维修部门和广大专业、业余维修人员的素质，并满足中等职业学校电子专业教学的需要，我们结合多年的实际维修经验和在中等职业学校家电维修专业的教学实践，编写了这套丛书。

本套丛书包括：《家用电器维修基础知识》、《家用电器单元电路识图与故障分析》、《电子元器件的选用与检测》、《家用电器检测与维修技术》、《收音机、录音机原理与维修》、《黑白电视机原理与维修》、《彩色电视机原理与维修》、《电冰箱、电冰柜原理与维修》、《空调器原理与维修》等。

本套丛书从电路的基础概念入手，介绍了各种电子元器件及各种单元电路，并从最典型的收音机开始，运用通俗的语言和适当的图形阐明了各种主要家电的原理以及维修技巧。本套丛书力求做到从维修实际出发，内容完整、新颖、通俗、具体、实用，资料翔实，尽量不介绍与维修无关的纯理论内容和电路。在介绍修理方法时，着眼于培养维修人员独立分析排除故障的能力，告诉读者如何从故障现象入手，用万用表等简单的仪表进行测量，逐步缩小故障范围，最后排除故障，从而使具有初中文化程度的读者自学就能读懂学会，稍加训练即可掌握基本维修操作技能，达到实用速成的目的。本套丛书适合城乡广大维修人员、初学者、业余爱好者阅读，也可以作为各类职业学校、家电维修班的教材。

我们衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵的意见和建议。

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50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。

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

丛书序

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	2
第三节 空调器的规格与型号	6
第四节 空调器的性能指标	8
第二章 窗式空调器的结构与原理	10
第一节 冷风型窗式空调器的结构与原理	10
第二节 热泵型窗式空调器的结构与原理	30
第三节 电热型窗式空调器的结构与原理	39
第三章 分体式空调器的结构与原理	43
第一节 挂壁式空调器的结构与原理	43
第二节 柜式空调器的结构与原理	49
第三节 一拖二空调器的结构与原理	68
第四章 家用中央空调器的结构与原理	74
第一节 家用中央空调器的类型	74
第二节 风冷热泵式空调器的结构与原理	77
第三节 多机分体式空调器的结构与原理	85
第四节 风管式空调器的结构与原理	94
第五章 空调器的微电脑控制原理	100
第一节 空调器的微电脑一般原理	100
第二节 空调器的微电脑典型电路分析	115
第三节 空调器的变频控制技术	129
第六章 空调器的选用与操作	138
第一节 空调器的选用	138

第二节	空调器的操作	141
第七章	空调器的安装与维护	150
第一节	空调器的安装	150
第二节	空调器的维护	157
第八章	空调器的维修技术	161
第一节	基本操作技能	161
第二节	故障的检查方法	175
第三节	制冷零部件的更换	194
第九章	空调器的常见故障与检修	199
第一节	常见故障及检修思路	199
第二节	空调器的故障检修速查	207
第十章	空调器的维修实例	221
第一节	窗式空调器的维修实例	221
第二节	分体式空调器的维修实例	227
第三节	家用中央空调器的维修实例	233
参考文献	239

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 $50\% \sim 60\%$ 之间，人的感觉就比较舒服。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四项空气调节工作。当然，除了以上四项主要内容外，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

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℃ 时，热泵型空调器的制热效果将明显变差。

(2) 电热型空调器是在制热工况下，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，同时又比较节电，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，以提高热泵空调器的制热量。

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	-7~43	-7~35	-7~52
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

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，适用于家庭房间使用。窗式空调器有标准型（卧式）和竖式（钢窗型）两种，如图 1-1 所示。

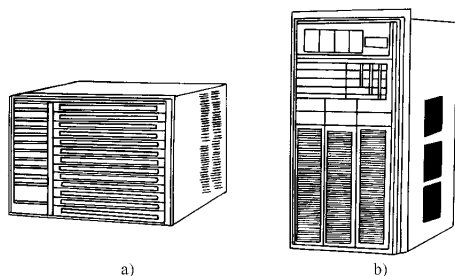


图 1 窗式空调器外形

a) 标准式 b) 竖式

2. 分体式

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，所以被广泛的采用。

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。

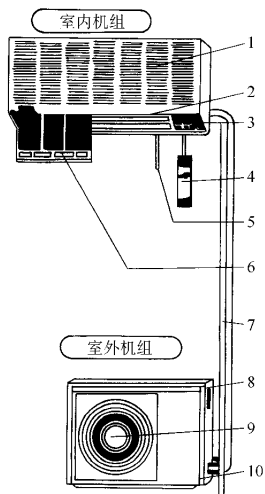


图 1-2 挂壁式空调器

- 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

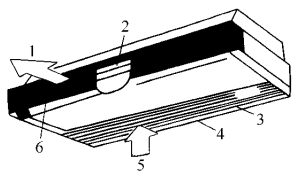


图 1-4 吊顶式空调器

- 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

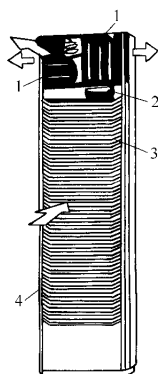


图 1-3 柜式空调器

- 1—百叶 2—控制板
3—空气过滤器 4—回风格栅

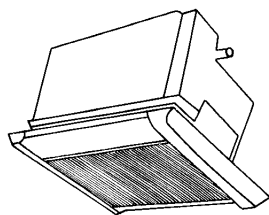


图 1-5 嵌入式空调器

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。

第三节 空调器的规格与型号

一、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）。 $1\text{kcal/h} = 1.163\text{W}$ 。

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：

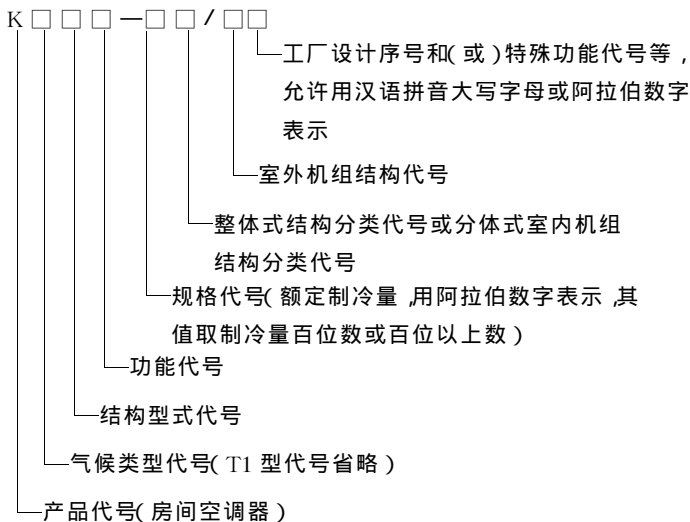
1400，1600，1800，2000，2200，2500，2800，3200，3600，4000，4500，5000，5600，6300，7100，8000，9000，10000，11200，12000，14000。

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：

$3/4\text{hp}$ 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。

二、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 表示整体式，F 表示分体式。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。

第四节 空调器的性能指标

一、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 1-2。

表 1-2 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	—	—	—

产品铭牌上的名义制冷量就是在上述标准规定的制冷工况下测得的，但允许空调器实测的制冷量不低于名义制冷量的 95%。

二、性能系数（能效比）

性能系数是指空调器工作在制冷工作状态时，其实测制冷量与制冷所消耗的总功率之比，单位为 W/W，即

$$\text{性能系数（能效比）} = \frac{\text{实测制冷量（W）}}{\text{实测消耗总功率（W）}}$$

由于性能系数的物理意义是每消耗 1W 的电能所能产生的冷量数，因而性能系数大的空调器，产生同等的冷量，消耗的电能就少。因此，性能系数越大越好。

对每一种空调器来说，其性能系数是有要求的，我国规定其值不能小于表 1-3 所示的规定值。

表 1-3 性能系数规定值

名义制冷量/W (kcal/h)	性能系数/(W/W)(kcal/h/W)
<2500 (2150)	2.2 (1.89)
2500 (2150) ~ 4500 (3870)	2.26 (1.94)
>4500 (3890)	2.32 (2.00)

三、噪声

空调器的噪声是指空调器在接近名义制冷量工况及风机高速运转条件下，距空调器出风口中心法线 1m 处，距地面为 1m 的位置，用声级计测得的数值。

我国规定各种规格的空调器的噪声值（声压级）应达到表 1-4 的要求。

表 1-4 房间空调器的噪声指标

名义制冷量/W (kcal/h)	室内测噪声/dB (A)	室外测噪声/dB (A)
<2500 (2150)	≤54	≤60
2500 (2150) ~ 4500 (3870)	≤57	≤64
>4500 (3870)	≤60	≤68

由于窗式空调器的噪声是由风机和压缩机产生的，而在分体式空调器中，室内机组的噪声仅由风机产生，所以分体式空调器的室内机组的噪声比窗式空调器小。

四、循环风量

空调器的循环风量是指空调器在新风门和排风门完全关闭的情况下，单位时间内向密闭空间、房间或区域内送入的风量，即室内侧空气循环量，其单位为 m^3/s (m^3/h)，也就是单位时间内流过蒸发器的空气量。在同等进风条件、同等风量的前提下，同牌号、同规格的空调器，出风温度低的空调器其制冷量大。

第二章 窗式空调器的结构与原理

窗式空调器因可方便地放置在窗上使用而得名。窗式空调器的特点是体积小、价格低和安装使用方便，其制冷量最小有 1250W，最大的有 7560W，一般可使房间温度控制在 18~28℃ 之间。窗式空调器按功能可分为冷风（单冷）型、热泵制热型和电热制热型三种，本章将分别介绍它们的结构与工作原理。

第一节 冷风型窗式空调器的结构与原理

一、结构组成

冷风型窗式空调器由制冷循环系统、空气循环系统、电气控制系统和箱体支撑系统四部分组成。图 2-1 所示为侧出风冷风型窗式空调器结构。

（一）制冷循环系统

制冷循环系统完成制冷循环的任务，其作用是通过该系统的工作将室内空气中的热量转移到室外空气中去，从而达到降温的目的。制冷循环系统的主要部件有蒸发器、冷凝器、毛细管、压缩机、过滤器、消声器等。这些部件通过连接管路组成密闭的制冷系统，系统内充以制冷剂，只要系统密封不泄漏以及部件不损坏，制冷剂就无需添加。

目前空调器所用的制冷剂普遍采用 R22（R22 又称氟里昂—22）即一氯二氟甲烷，其分子式为 CHF_2Cl 。目前它是空调器制冷循环系统中使用最广泛的一种制冷剂。

R22 的蒸发温度为 -40.8°C ，冷凝温度为 -160°C ，它属于一种

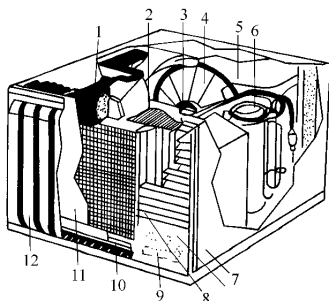


图 2-1 冷风型窗式空调器结构

- 1—蒸发器 2—室内风扇 3—风扇电动机
4—室外风扇 5—冷凝器 6—压缩机
7—外壳 8—出风格栅 9—旋钮
10—底盘 11—空气过滤网 12—面板