

电工电子名家畅销书系

图解空调器维修 轻松入门

彩色版

李志锋 编著

10年维修经验总结

维修过程完全图解

实物照片彩色印刷

维修技能轻松掌握



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工电子名家畅销书系

图解空调器维修轻松入门 (彩色版)

李志锋 编著



机械工业出版社

本书作者有长达 10 年的维修经验，并且一直工作在维修第一线，书中很多内容都是作者长期维修经验的总结，非常有价值。本书采用电路原理图和实物照片相结合，并在图片上增加标注的方法来介绍空调器维修所必须具备的基本知识和基本技能，主要内容包括空调器结构和工作原理，空调器室内机主要部件（遥控器、接收器、传感器、变压器、电机）维修，空调器室外机主要部件（压缩机和室外风机电容、交流接触器、四通阀、室外风机、压缩机）维修，变频空调器维修等。

本书适合初学、自学空调器维修人员阅读，也可以作为职业院校、培训学校空调器相关专业学生的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

图解空调器维修轻松入门：彩色版/李志锋编著. —北京：机械工业出版社，2015. 4

（电工电子名家畅销书系）

ISBN 978-7-111-49540-6

I. ①图… II. ①李… III. ①空气调节器—维修—图解
IV. ①TM925. 120. 7-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 044845 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：刘星宁 责任编辑：朱 林

责任校对：王 欣 封面设计：路恩中

责任印制：李 洋

北京汇林印务有限公司印刷

2015 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13. 25 印张 · 324 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-49540-6

定价：49.80 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

服务咨询热线：010-88361066

机 工 官 网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机 工 官 博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金 书 网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com

出版说明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达400多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者多年亲身实践的看家本领；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内最顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料 and 标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书。

前 言

近年来，随着全球气候逐渐变暖和人民生活水平的提高，空调器已成为人们生产和生活的必备电器。空调器正在进入千家万户，随之而来的是售后维修服务的需求不断增加，这也促使越来越多的新手加入到空调器维修行业中，而原有的维修人员也有保证维修质量、提高维修速度的需求。本书正是为了满足这些需求而编写的。

本书作者有长达 10 年的维修经验，并且一直工作在维修第一线，书中很多内容都是作者长期维修经验的总结，非常有价值。本书采用电路原理图和实物照片相结合，并在图片上增加标注的方法来介绍空调器维修所必须具备的基本知识和基本技能，主要内容包括空调器结构和工作原理，空调器室内机主要部件（遥控器、接收器、传感器、变压器、电机）维修，空调器室外机主要部件（压缩机和室外风机电容、交流接触器、四通阀、室外风机、压缩机）维修，变频空调器维修等。

概括地说，本书在内容和形式上具有如下特点：

- 1) 全新内容：书中很多内容来源于作者最新的维修经验总结，这些知识在其他同类书中无法找到。
- 2) 完全图解：采用大量的实物维修照片，并加标注，“图解”贯穿全书，引领读者通过“读图”学知识。
- 3) 彩色印刷：通过运用大量的彩色照片，能够真实地反映实际维修场景，使维修更直观、更鲜活。
- 4) 轻松入门：通过循序渐进的内容讲解，以及大量维修照片的运用，让读者轻松掌握维修技能。

为便于初学者学习和理解，书中部分专业术语未按国家标准修改，请读者注意。本书测量电子元器件时，如未特别说明，均使用数字万用表测量。

本书主要由李志锋编写，参与本书编写并为本书编写提供帮助的人员有李殿魁、李先永、周涛、金纪、李嘉妍、李明相、李佳怡、李佳静、班艳、王丽、刘提、刘均、金闯、金华勇、金坡、李文超、金科技、高立平、辛朝会、王松、殷大将、王志奎、陈文成等。

由于编著者能力水平所限加之编写时间仓促，书中错漏之处难免，敬请广大读者多提宝贵意见。

编著者

目 录

出版说明

前言

第一章 空调器结构和制冷系统

部件..... 1

第一节 型号命名方法和匹数

含义..... 1

一、空调器型号命名方法 1

二、空调器匹数（P）的含义及对应

关系 6

第二节 空调器结构..... 7

一、挂式空调器外部构造 7

二、挂式空调器内部构造..... 10

三、柜式空调器结构 14

第三节 制冷系统部件 16

第二章 室内机主要部件 20

第一节 遥控器 20

一、基础知识 20

二、万能遥控器 21

常见故障：发射二极管损坏 22

第二节 接收器 25

一、基础知识 25

二、引脚辨别方法和动态测量信号引脚

电压..... 27

三、接收器常见故障和代换方法 28

常见故障 1：不接收遥控信号 29

常见故障 2：接收器受潮 31

第三节 传感器 33

一、基础知识 33

二、传感器故障判断方法..... 35

常见故障 1：管温传感器阻值变小 38

常见故障 2：管温传感器开路 39

第四节 变压器 42

一、基础知识 42

二、测量变压器绕组阻值和电压 43

常见故障：变压器一次绕组开路 45

第三章 室内机电机 48

第一节 步进电机 48

一、基础知识 48

二、内部构造 48

三、引线辨别方法 49

常见故障 1：线圈开路 50

常见故障 2：齿轮打滑 53

第二节 挂式空调器室内风机 54

一、基础知识 54

二、内部构造 57

三、线圈供电引线辨别方法 57

四、霍尔元件检查方法 59

五、更换流程 62

常见故障 1：室内机主板晶闸管

击穿 67

常见故障 2：电机线圈开路 69

第三节 离心电机 70

一、基础知识 70

二、内部构造 71

三、引线辨别方法 72

四、更换流程 74

常见故障：线圈短路 81

第四章 室外机主要部件 85

第一节 压缩机和室外风机电容 85

一、基础知识 85

二、电容检查方法 87

常见故障 1：压缩机电容无容量 89

常见故障 2：室外风机电容容量

变小 91

第二节 交流接触器 94

一、基础知识 94

二、内部构造 95

三、测量线圈和端子阻值..... 96

常见故障：线圈开路	97	五、更换流程	152
第三节 四通阀	99	常见故障1：连接线烧坏	159
一、基础知识	99	常见故障2：接线端子脱落	161
二、内部构造	101	常见故障3：线圈漏电	167
三、制冷和制热模式转换原理	103	常见故障4：卡缸	169
四、更换流程	106	常见故障5：窜气	171
常见故障1：四通阀漏	113	第六章 变频空调器主要部件	174
常见故障2：四通阀卡死	115	第一节 主要元器件	174
常见故障3：四通阀窜气	118	一、直流电机	174
常见故障4：四通阀线圈开路	120	二、PTC 电阻	177
第五章 室外风机和压缩机	122	三、硅桥	178
第一节 室外风机	122	四、滤波电感	182
一、基础知识	122	五、滤波电容	183
二、内部构造	124	六、变频压缩机	184
三、引线辨别方法	124	常见故障1：压缩机线圈短路	186
四、更换流程	126	常见故障2：PFC 模块中硅桥击穿	188
常见故障1：室外风机线圈开路	133	第二节 智能功率模块	191
常见故障2：室外风机内部轴承		一、基础知识	191
损坏	136	二、模块输入与输出电路	192
常见故障3：室外风机线圈漏电	138	三、交流与直流变频空调器模块	
第二节 压缩机	142	区别	194
一、基础知识	142	四、测量方法	196
二、内部构造	144	常见故障1：模块 P-U 端子击穿	200
三、引线辨别方法	149	常见故障2：模块 P-N 端子击穿	202
四、测量三相压缩机线圈阻值	151		

第一章 空调器结构和制冷系统部件

对密闭空间、房间或区域里空气的温度、湿度、洁净度及空气流动速度（简称“空气四度”）等参数进行调节和处理，以满足一定要求的设备，称为房间空气调节器，简称为空调器。

第一节 型号命名方法和匹数含义

一、空调器型号命名方法

执行国家标准 GB/T 7725—2004，基本格式见图 1-1。期间又增加 GB 12021.3—2004（已作废）和 GB 12021.3—2010 两个标准，主要内容是增加“中国能效标识”图标。

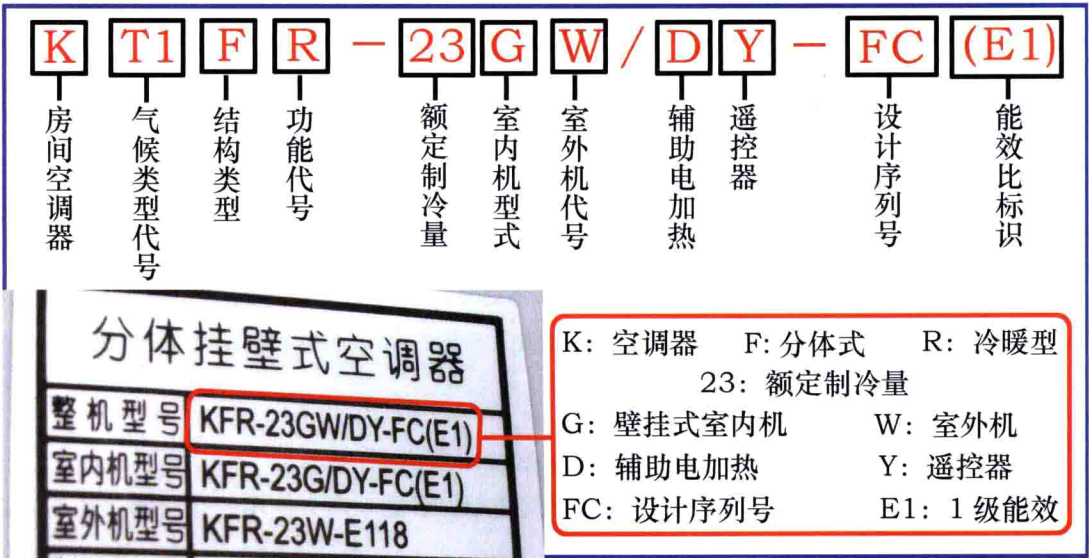


图 1-1 空调器型号基本格式

1. 房间空调器代号

“空调器”汉语拼音为“kong tiao qi”，因此选用第 1 个字母“k”表示，并且在使用时为大写字母“K”。

2. 气候类型

表示空调器所工作的环境，分 T1、T2、T3 三种工况，具体内容见表 1-1。由于在我国使用的空调器工作环境均为 T1 类型，因此在空调器标号中省略不再标注。

表 1-1 气候类型工况

	T1（温带气候）	T2（低温气候）	T3（高温气候）
单冷型	18 ~ 43℃	10 ~ 35℃	21 ~ 52℃
冷暖型	- 7 ~ 43℃	- 7 ~ 35℃	- 7 ~ 52℃

3. 结构类型

家用空调器按结构类型可分为两种：整体式和分体式。

整体式即窗式空调器，实物外形见图 1-2，英文代号为“C”，多见于早期使用；由于运行时整机噪声太大，目前已淘汰不再使用。

分体式英文代号为“F”，由室内机和室外机组成，也是目前最常见的结构形式，实物外形见图 1-5 和图 1-6。



图 1-2 窗式空调器

4. 功能代号

图 1-3 表示空调器所具有的功能，分为单冷型、冷暖型（热泵）、电热型。

单冷型只能制冷不能制热，所以只能在夏天使用，多见于南方使用的空调器，其英文代号省略不再标注。

冷暖型即可制冷又可制热，所以夏天和冬天均可使用，多见于北方使用的空调器，制热按工作原理可分为热泵式和电加热式，其中热泵式在室外机的制冷系统中加装四通阀等部件，通过吸收室外的空气热量进行制热，也是目前最常见的形式，英文代号为“R”；电热型不改变制冷系统，只是在室内机加装大功率的电加热丝用来产生热量，相当于将“电暖气”安装在室内机，其英文代号为“D”（整机型号为 KFD 开头），多见于早期使用的空调器，由于制热时耗电量太大，目前已淘汰不再使用。



图 1-3 功能代号标识

5. 额定制冷量

见图 1-4，额定制冷量用阿拉伯数字表示，单位为 100W，即标注数字再乘以 100，得出的数字为空调器的额定制冷量，我们常说的“匹”也是由额定制冷量换算得出的。

说明：由于制冷模式和制热模式的标准工况不同，因此同一空调器的额定制冷量和额定制热量也不相同，空调器的工作能力以制冷模式为准。



图 1-4 额定制冷量标识

6. 室内机结构形式

D 代表吊顶式，G 代表壁挂式（即挂机），L 代表落地式（即柜机），K 代表嵌入式，T 代表台式。家用空调器常见形式为挂机和柜机，分别见图 1-5 和图 1-6。



图 1-5 壁挂式空调器



图 1-6 落地式空调器

7. 室外机代号

室外机代号为大写英文字母“W”。

8. 斜杠“/”后面标号表示设计序列号或特殊功能代号

见图 1-7，允许用汉语拼音或阿拉伯数字表示。常见的有 Y（遥控器）、BP（变频）、ZBP（直流变频）、S（三相电源）、D（d）（辅助电加热）、F（负离子）。



图 1-7 定频和变频空调器标识

说明：同一英文字母在不同空调器厂家表示的含义是不一样的，例如“F”，在海尔空调器中表示为负离子，在海信空调器中则表示为使用无氟制冷剂 R410A。

9. 能效比标识

能效比即 EER（名义制冷量 / 额定输入功率）和 COP（名义制热量 / 额定输入功率），见图 1-8。例如海尔 KFR-32GW/Z2 定频空调器，额定制冷量为 3200W，额定输入功率为 1180W， $EER = 3200W \div 1180W \approx 2.71$ ；格力 KFR-23GW/(23570) Aa-3 定频空调器，额定制冷量为 2350W，额定输入功率为 716W， $EER = 2350W \div 716W \approx 3.28$ 。

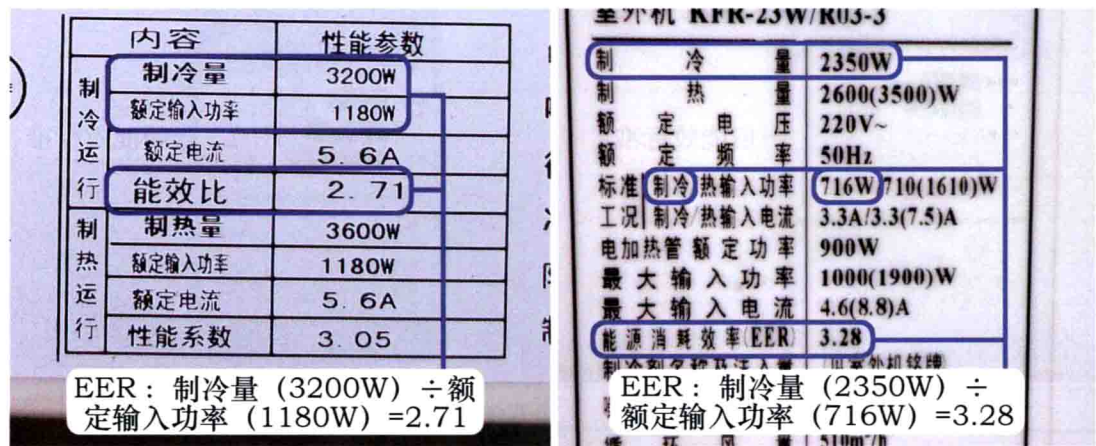


图 1-8 能效比计算方法

能效比标识分为旧能效标准（GB 12021.3—2004）和新能效标准（GB 12021.3—2010），见图 1-9。

旧能效标准于 2005 年 3 月 1 日开始实施，分体式共分为 5 个等级，5 级最费电，1 级最省电，详见表 1-2。

表 1-2 旧能效标准

	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
制冷量≤4500W	3.4 及以上	3.39 ~ 3.2	3.19 ~ 3.0	2.99 ~ 2.8	2.79 ~ 2.6
4500W < 制冷量≤7100W	3.3 及以上	3.29 ~ 3.1	3.09 ~ 2.9	2.89 ~ 2.7	2.69 ~ 2.5
7100W < 制冷量≤14000W	3.2 及以上	3.19 ~ 3.0	2.99 ~ 2.8	2.79 ~ 2.6	2.59 ~ 2.4

海尔 KFR-32GW/Z2 空调器能效比为 2.71，根据表 1-2 可知此空调器为 5 级能效，也就是最耗电的一类；格力 KFR-23GW/(23570) Aa-3 空调器能效比为 3.28，按旧能效标准为 2 级能效。

新能效标准于 2010 年 6 月 1 日正式实施，旧能效标准也随之结束。新能效标准共分 3 级，相对于旧标准，级别提高了能效比，旧标准 1 级为新标准的 2 级，旧标准 2 级为新标准的 3 级，见表 1-3。

海尔 KFR-32GW/Z2 空调器能效比为 2.71，根据新能效标准 3 级最低为 3.2，所以此空调器不能在上市销售；格力 KFR-23GW/(23570) Aa-3 空调器能效比为 3.28，按新能效标准为 3 级能效。

表 1-3 新能效标准

	1 级	2 级	3 级
制冷量≤4500W	3.6 及以上	3.59 ~ 3.4	3.39 ~ 3.2
4500W < 制冷量≤7100W	3.5 及以上	3.49 ~ 3.3	3.29 ~ 3.1
7100W < 制冷量≤14000W	3.4 及以上	3.39 ~ 3.2	3.19 ~ 3.0



图 1-9 能效比标识

10. 空调器型号举例说明

例 1：海信 KF-23GW/58 表示为 T1 气候类型、分体（F）壁挂式（GW 即挂机）、单冷（KF 后面不带 R）定频空调器，58 为设计序列号，每小时制冷量为 2300W。

例 2：美的 KFR-23GW/DY-FC（E1）表示为 T1 气候类型、带遥控器（Y）和辅助电加热功能（D）、分体（F）壁挂式（GW）、冷暖（R）定频空调器，FC 为设计序列号，每小时制冷量为 2300W，1 级能效（E1）。

例 3：美的 KFR-71LW/K2SDY 表示为 T1 气候类型、带遥控器（Y）和辅助电加热功能（D）、分体（F）落地式（LW 即柜机）、冷暖（R）定频空调器，使用三相（S）电源供电，K2 为序列号，每小时制冷量为 7100W。

例 4：科龙 KFR-26GW/VGFDBP-3 表示为 T1 气候类型、分体（F）壁挂式（GW）、冷暖（R）变频（BP）空调器、带有辅助电加热功能（D）、制冷系统使用 R410A 无氟（F）制冷剂、VG 为设计序列号、每小时制冷量为 2600W，3 级能效。

例 5：海信 KT3FR-70GW/01T 表示为 T3 气候类型、分体（F）壁挂式（GW）、冷暖（R）定频空调器，01 为设计序列号、特种（T、专供移动或联通等通信基站使用的空调器）、每小时制冷量为 7000W。

二、空调器匹数（P）的含义及对应关系

1. 空调器匹数的含义

匹是一种不规则的民间叫法，这里的匹数（P）代表的是耗电量，因以前生产的空调器种类较少，技术也相似，因此使用耗电量代表制冷能力，1 匹（P）约等于 735W。现在，

国家标准不再使用“匹（P）”作为单位，使用每小时制冷量作为空调器能力标准。

2. 制冷量与匹（P）的对应关系

制冷量为 2400W 约等于正 1P，以此类推，制冷量 4800W 等于正 2P，对应关系见表 1-4。

表 1-4 制冷量与匹（P）对应关系

制 冷 量	俗 称
2300W 以下	小 1P 空调器
2400W 或 2500W	正 1P 空调器
2600W 至 2800W	大 1P 空调器
3200W	小 1.5P 空调器
3500W 或 3600W	正 1.5P 空调器
4500W 或 4600W	小 2P 空调器
4800W 或 5000W	正 2P 空调器
5100W 或 5200W	大 2P 空调器
6000W 或 6100W	2.5P 空调器
7000W 或 7100W	正 3P 空调器
12000W	正 5P 空调器

注：1 ~ 1.5P 空调器常见形式为挂机，2 ~ 5P 空调器常见形式为柜机。

第二节 空调器结构

一、挂式空调器外部构造

空调器整机从结构上包括室内机、室外机、连接管道、遥控器 4 部分组成。室内机组包括蒸发器、贯流风扇、室内风机、电控部分等，室外机组包括压缩机、冷凝器、毛细管、室外风扇、室外风机、电气元件等。

1. 室内机的外部结构

壁挂式空调器室内机外部结构见图 1-10 和图 1-11。

- ① 进风口：房间的空气由进风格栅吸入，并通过过滤网除尘。说明：早期空调器进风口通常由进风格栅（或称为前面板）进入室内机，而目前空调器进风格栅通常设计为镜面或平板样式，因此进风口部位设计在室内机顶部。
- ② 过滤网：过滤房间中的灰尘。
- ③ 出风口：降温或加热的空气经上下导风板和左右导风板调节方位后吹向房间。
- ④ 上下导风板（上下风门叶片）：调节出风口上下气流方向（一般为自动调节）。
- ⑤ 左右导风板（左右风门叶片）：调节出风口左右气流方向（一般为手动调节）。
- ⑥ 应急开关按键：无遥控器时使用应急开关可以开启或关闭空调器的按键。
- ⑦ 指示灯：显示空调器工作状态的窗口。
- ⑧ 接收窗：接收遥控器发射的红外线信号。

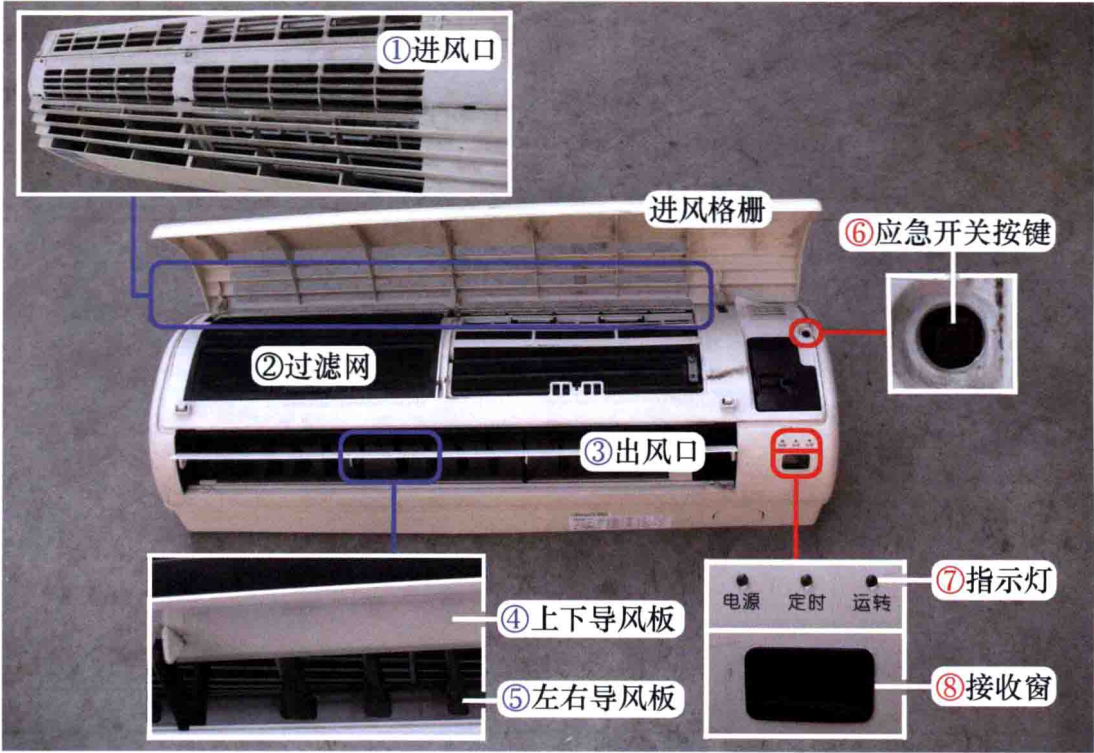


图 1-10 室内机正面外部结构



图 1-11 室内机背面外部结构

⑨ 蒸发器接口：与来自室外机组的管道连接（粗管为气管，细管为液管）。

⑩ 保温水管：一端连接接水盘，另一端通过加长水管将制冷时蒸发器产生的冷凝水排至室外。

2. 室外机的外部结构

室外机外部结构见图 1-12。

① 进风口：吸入室外空气（即吸入空调器周围的空气）。

② 出风口：吹出为冷凝器降温的室外空气（制冷时为热风）。

③ 管道接口：连接室内机组管道（粗管为气管接三通阀，细管为液管接二通阀）。

④ 检修口（即加氟口）：用于测量系统压力，系统缺氟时可以加氟使用。

⑤ 接线端子：连接室内机组的电源线。



图 1-12 室外机外部结构

3. 连接管道

连接管道见图 1-13 左图，用于连接室内机和室外机的制冷系统，完成制冷（制热）循环，其为制冷系统的一部分。粗管连接室内机蒸发器出口和室外机三通阀，细管连接室内机蒸发器进口和室外机二通阀。由于细管流通的制冷剂为液体，粗管流通的制冷剂为气体，所以细管也称为液管或高压管，粗管也称为气管或低压管。其材质早期多为铜管，现在多使用铝塑管。

4. 遥控器

遥控器见图 1-13 右图，用来控制空调器的运行与停止，使之按用户的意愿运行，其为电控系统中的一部分。



图 1-13 连接管道和遥控器

二、挂式空调器内部构造

家用空调器无论是挂机还是柜机，均由 4 部分组成：制冷系统、电控系统、通风系统和箱体系统。制冷系统由于知识点较多，因此单设一节进行说明。

1. 主要部件安装位置

(1) 室内机主要部件

室内机主要部件见图 1-14。制冷系统有蒸发器；电控系统有电控盒（包括主板、变压器、环温和管温传感器等）、显示板组件、步进电机；通风系统有室内风机、贯流风扇、轴套、上下和左右导风板；辅助部件有接水盘。

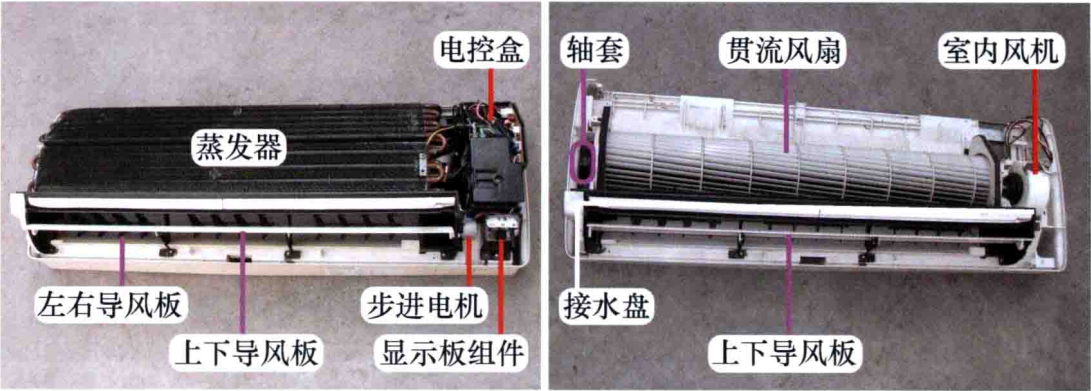


图 1-14 室内机主要部件

(2) 室外机主要部件

室外机主要部件见图 1-15。制冷系统有压缩机、冷凝器、四通阀、毛细管、过冷管组（单向阀和辅助毛细管）；电控系统有室外风机电容、压缩机电容；通风系统有室外风机（也称为轴流电机）、室外风扇（也称为轴流风扇）；辅助部件有电机支架、挡风隔板。

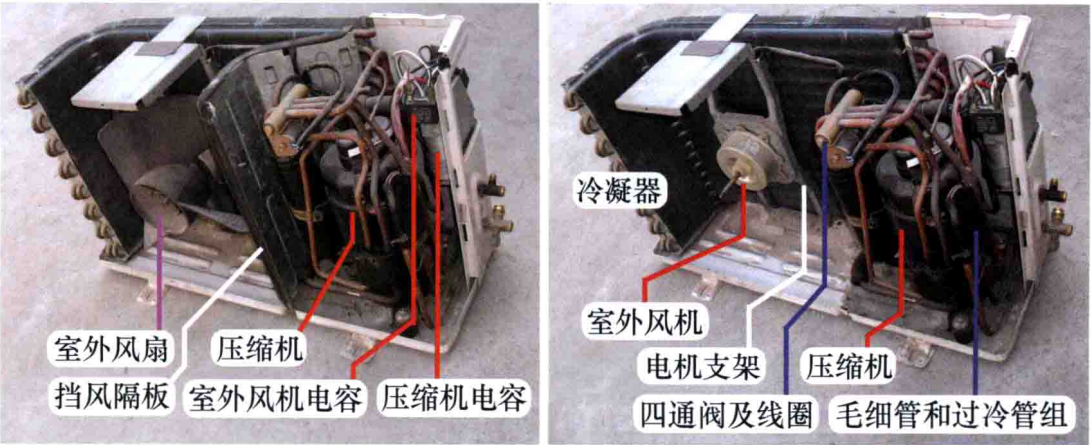


图 1-15 室外机主要部件