



空调维修技巧

马国远 编著



广东科技出版社

中央空调

内 容 简 介



本书全面系统地介绍户用中央空调的系统构成、工作原理、安装、使用、维护、维修工具、操作技能、常见故障的分析与排除以及维修实例。

本书叙述简明扼要，分析深入浅出，注重工程应用，适合具有高中以上文化程度的维修人员阅读。



前 言



户用中央空调是中央空调系统在以豪华住宅为代表的小型化独立活动空间上的微缩,它既有中央空调冷热源集中处理与控制的特点,又有房间空调能够独立操作控制的特点,是介于中央空调和房间空调之间的一种空调系统。这种系统特别适用于 $100 \sim 600\text{m}^2$ 的新建商业住宅楼宇,也可以用于单独的别墅、餐厅、娱乐场所、医院等小型公共场所。

近年来,户用中央空调在我国发展十分迅速,用户数量快速增加,需要了解、选用、安装及维修户用中央空调的人群不断扩大。市面上介绍户用中央空调的书籍较少,作者结合多年的教学和科研实践编写成本书,以期能够对户用中央空调感兴趣者有所帮助,使户用中央空调更好地发挥其应有的功效。

本书第一章介绍住宅中央空调型式及户用中央空调的基本构成、工作原理及应用模式；第二章介绍户用中央空调机组的制冷原理、系统与主要配件，以及除霜与控制系统；第三章介绍户用中央空调的安装、使用及日常维护；第四章介绍户用中央空调的维修工具及操作技能；第五章介绍户用中央空调的常见故障的分析与排除；第六章介绍户用中央空调的维修实例。

本书是作者在繁重的教学与科研工作之余编撰而成的，李富平同志为本书绘制了部分插图。编写过程中，主要参考了书中所列参考文献的有关内容，同时也参考了国内主要生产厂家的产品使用说明书，在此谨向这些作者和厂家表示衷心的感谢。

户用中央空调的生产制造和工程应用的时间还不长，再加上作者水平所限，书中错误和不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

作 者
2002 年 1 月





目 录

第一章 户用中央空调工作系统与原理	1
第一节 住宅中央空调概述	1
一、住宅中央空调工作系统	1
二、住宅中央空调分类	2
三、住宅中央空调发展方向	5
第二节 户用中央空调	6
一、户用中央空调基本构成与工作原理	6
二、户用中央空调特点	8
三、户用中央空调主机的型式与性能	9
四、户用中央空调的应用模式	18
五、户用中央空调风机盘管的型式与性能	19
第二章 户用中央空调调机组	29
第一节 空调制冷原理	29
一、蒸气压缩式制冷系统组成与作用	30
二、热泵的工作原理	32
三、性能指标	33
第二节 户用中央空调机组的制冷系统	34
一、单向膨胀阀制冷系统	35
二、两个单向膨胀阀制冷系统	36
三、双向膨胀阀制冷系统	37
四、改进的双向膨胀阀制冷系统	39
五、变频制冷系统	41
第三节 户用中央空调机组的主要配件及特点	42
第四节 户用中央空调除霜与控制系统	43
一、户用中央空调除霜系统	43
二、户用中央空调电气控制系统	45
第三章 户用中央空调安装、使用及维护	52
第一节 户用中央空调安装与调试	52

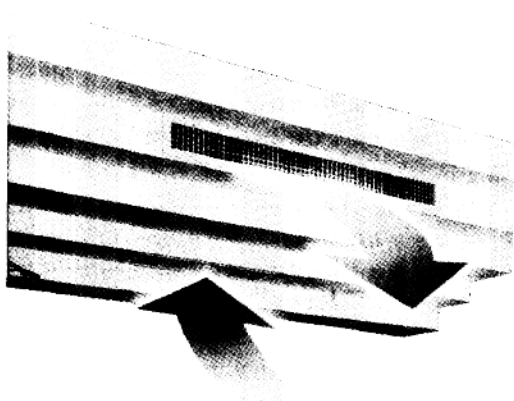


一、户用中央空调安装	52
二、户用中央空调调试	62
第二节 户用中央空调操作与维修	66
一、户用中央空调日常操作	66
二、户用中央空调维护保养	67
第四章 户用中央空调检修工具及操作技能	69
第一节 户用中央空调检修工具与材料	69
一、通用工具	69
二、专用工具及使用方法	69
三、常用材料	77
第二节 户用中央空调检修仪表仪器与设备	78
一、户用中央空调检修仪表仪器	78
二、户用中央空调检修设备	87
第三节 户用中央空调维修的基本技能	90
一、焊接操作	90
二、管路连接操作	93
三、检漏操作	96
四、抽真空操作	97
五、除污与除垢操作	99
六、充注制冷剂操作	100
七、添加润滑油操作	102
第五章 户用中央空调常见故障分析	104
第一节 户用中央空调系统的故障及排除方法	104
一、送风参数与设计值不符	104
二、室内温度、相对湿度均偏高	105
三、室内温度基本正常而相对湿度偏高或偏低	105
四、机器露点温度正常或偏低,室内降温慢	106
五、室内气流速度超过允许值或者分布不均、有死角区	106
六、室内空气品质不高,即空气不清新	107



七、室内洁净度达不到设计要求	107
八、室内噪声大于设计要求	108
第二节 户用中央空调机组的故障及排除方法	108
一、压缩机不启动	108
二、压缩机开/停频繁	109
三、压缩机噪声大	110
四、机组制冷效果差	110
五、水泵不运转或水泵发出尖叫声	111
六、压缩机高压保护开关频繁动作	111
七、空气侧换热器风扇停止运转	112
八、压缩机运转但机组不制冷	112
九、压缩机不停机	113
十、电动机过热	113
十一、压缩机排气温度过高	114
十二、压缩机吸气温度过高	114
十三、压缩机吸气压力过高	115
十四、压缩机吸气压力过低	115
十五、压缩机排气压力过低	116
十六、机组启动后连续振动	117
十七、压缩机无故自动停机	117
十八、压缩机排气温度过低	118
十九、压缩机排气温度过高或机体温度高	118
二十、机组启动后短时间振动然后稳定	119
第三节 户用中央空调风机盘管的故障及排除方法	119
一、风机不运转	119
二、风机运转但不出风或送风量很小	120
三、送出的风不冷或不热	120
四、机壳外表面结露	121
五、出风口有异物吹出	122
六、风机盘管有漏电现象	122
七、风机盘管有漏水现象	122

八、关机后风机不停止运转	123
九、风机盘管有震动与杂音	124
十、冷风或热风效果不良	125
第六章 户用中央空调维修实例	127
一、两台不同型号机组不当并联运行引起的故障	127
二、排气管与四通阀选择和装配不当引起的排气管破裂	128
三、测量空气侧换热器管壁温度的热电阻失灵引起的故障	129
四、机组选择不当造成的样板房空调效果差	129
五、水泵卡死引起的板式换热器冻裂	130
六、电源相序不正确引起的机组无法启动	131
七、压缩机电动机烧毁而引起的故障	131
八、压缩机电源缺相引起的故障	132
九、空气侧换热器脏堵引起的机组自动停机	133
十、制冷剂泄漏引起的机组故障	134
十一、空气过滤网堵塞引起的水盘滴水	134
参考文献	136





第一章 户用中央空调工作系统与原理

第一节 住宅中央空调概述

一、住宅中央空调工作系统

住宅小型中央空调系统是中央空调系统在以豪华住宅为代表的、小型化独立活动空间上的微缩，它既有中央空调冷热源集中处理与控制的特点，又有房间空调能够独立操作控制的特点，是介于中央空调和房间空调之间的一种空调系统。这种系统特别适用于 $100 \sim 600\text{m}^2$ 的新建商业住宅楼宇，也可以用于单独的别墅、餐厅、娱乐场所、医院等小型公共场所。

如图 1-1 所示，住宅小型中央空调系统主要由 3 部分组成：第

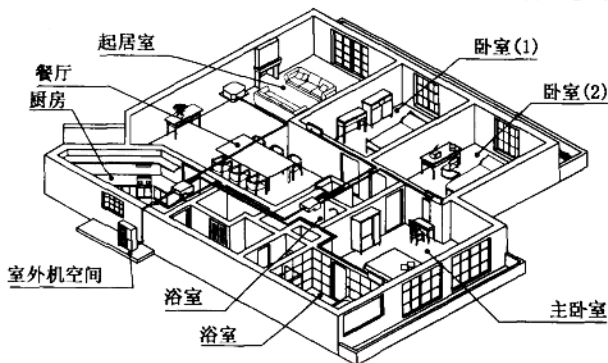


图 1-1 住宅小型中央空调系统



一部分是为空调系统提供冷/热量的冷/热源部分，对于单冷型系统，它通常是一台制冷机组，对于冷暖型系统，它通常是一台热泵机组，在特别寒冷的地区，还经常辅助以燃油（气）或电热装置，以满足极端天气的采暖需求；第二部分是冷/热量输送到各个需用场合的输送分配系统，它主要由管道、载热/冷介质及控制分配的阀门等装置组成；第三部分是将冷/热量传递到空调空间的末端装置，它可以是风机盘管、散流器或是由蒸发器和风扇组成的室内机。

二、住宅中央空调分类

根据载热/冷介质的不同，住宅小型中央空调系统可分为3种类型。

1. 户用中央空调系统

户用中央空调也称户式中央空调，这种系统以水或者乙二醇水溶液为载热/冷介质，主机为风冷冷水机组或热泵机组，末端装置为风机盘管，通过水管将主机产生的冷/热水输送到风机盘管，在末端装置中冷/热水与室内空气进行热交换，产生出冷/热风，以平衡房间的空调负荷。它是一种集中产生冷/热量、分散处理各房间负荷的空调系统，如图1-1所示。这种系统也称为别墅中央空调或家用中央空调。

风机盘管可以调节其风机转速或通过水管上的阀门调节流过盘管的水量，从而调节送入室内的冷/热量，因此该系统可以对每个空调房间进行单独调节，满足各个房间不同的空调需求，同时也具有明显的节能效果。此外，由于冷/热水机组的输配系统所占空间很小，因此一般不受住宅层高的限制，但此种系统一般难以引进新风，因此对于通常密闭的空调房间而言，其舒适性较差。

2. 多联空调系统

这种系统以制冷剂为载热/冷介质，主机为冷凝器、压缩机和其他制冷附件组成的室外机，末端装置是由直接蒸发式蒸发器和风机组成的室内机，一台室外机通过管路能够向若干个室内机输送制



制冷剂液体。以膨胀阀为核心的分配器装在制冷管路上，它能够根据各个室内机负荷的大小控制供液量，这种系统的工作原理如图 1-2 所示。目前这种系统尚无统一的名称，有时也称之为变制冷剂流量空调系统（简称 VRV），或俗称“一拖多”空调机组，日本和中国的厂家均注册有自己的商标。

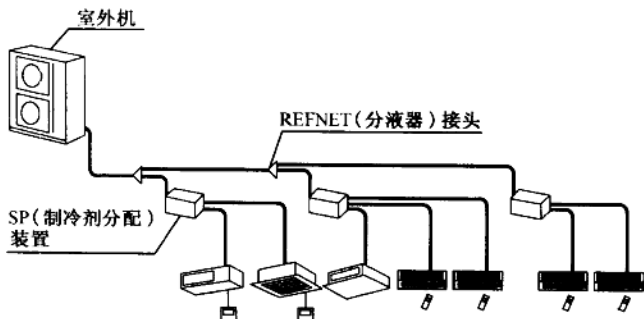


图 1-2 多联空调系统

这种空调系统通过控制压缩机的制冷剂循环量和进入室内各换热器的制冷剂流量，可以适时地满足室内冷、热负荷要求。它具有节能、舒适、运转平稳等诸多优点，而且各房间可独立调节，能满足不同房间不同空调负荷的需求。但该系统控制复杂，对管材材质、制造工艺、现场焊接等方面要求非常高，且其初期投资比较高。

3. 风管式空调系统

这种系统以空气为载热/冷介质，主机为小型空气-空气热泵，即风冷单元式空调机组，末端装置为安装在各个用冷场合的散流器，如图 1-3 所示。机组集中产生的冷/热量，将室内的回风或回风和新风的混和物进行冷却/加热处理，处理好的冷/热空气通过风管送到各个空调场合，平衡房间的冷/热负荷。送风量的大小通过装在风管或散流器上的风阀进行调节。由于风管敷设保温层后比较



粗, 直径为 $\phi 240$ mm 左右, 风管难以拐弯和穿梁打洞, 因此房间层高须高一些, 而且应在建筑设计时充分考虑好才行。

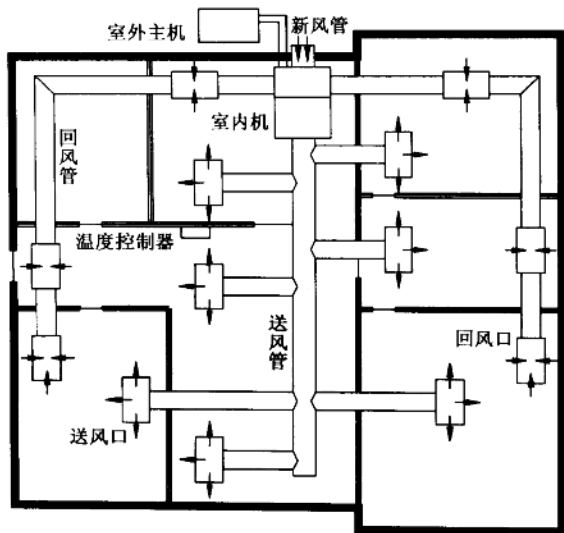


图 1-3 风管式空调系统

与其他型式的住宅中央空调相比, 风管式空调系统的初投资较小, 且不易产生凝结水, 便于引入新风, 其空气品质能得到较大的改善; 同时由于蒸发器直接与空气产生热交换和不用水泵, 因而能效比高于空气—水热泵 (即户用中央空调机组), 耗电量小; 但是它采用统一送风的方式, 在没有变风量末端的情况下, 难以满足不同房间不同的空调负荷要求。而变风量末端的引入将会使整个空调系统的初期投资大大增加。

除了户用中央空调系统、多联空调系统及风管式空调系统这三种基本的系统型式以外, 还可以互相交叉, 衍生出一些新型的系統。例如, 将户用中央空调系统和风管式系统进行组合: 户用中央



空调机组往室内送冷/热水平衡房间的空调负荷，而新风统一由风管式机组处理后分别送入各个房间。

住宅小型中央空调系统最常用的热源为环境大气，因为它的使用不受任何限制。水（如地下水、地表水、废水等）和土壤也是小型中央空调优良的热源，若有便利水源和土壤源可用的地方，应优先考虑水或土壤作为机组的热源。户用中央空调系统目前已有用水作热源的机组，比如采取“一户一井，深井回灌”方式，利用地下水作为热源的户用中央空调机组正在悄然兴起。

在燃气利用便利的地区，冬季由燃气炉提供热量的采暖方式应用得也较普遍。燃气炉可以集成在家用小型中央空调系统里，也可以单独设置。此外，小容量的直燃式溴化锂冷/热水机组已经打入市场，它使住宅中央空调又多了一种选择，但要真正走入家庭，还必须进一步减小尺寸、重量和降低价格。

三、住宅中央空调发展方向

居住建筑空调方式，目前常用的有房间空调器、户用中央空调、多联空调机、小区集中供冷供热。这些空调方式各有特色，应根据不同地区条件、不同建筑功能、不同消费层次、不同投资来源而因地制宜，在相当一段时间内将同时发展，不存在谁替代谁的问题。但是随着人民生活水平的不断提高，随着住宅中央空调系统本身性能的不断改善和造价的不断下降，住宅中央空调的前景是十分广阔的。

我国对住宅中央空调的需求同样是多样化、多层次的，因此，在研究和设计过程中，应针对中国的用户开发出适合中国国情的住宅小型中央空调系统。在发展我国的住宅中央空调中应考虑以下4种因素：

（1）我国幅员辽阔，拥有多种多样的气候类型。这就要求我们的住宅小型中央空调具有多样性的特点，要根据不同的气候特征选择适合的空调形式。

（2）我国经济发展水平地区差异性大，在不同的地区人们对家

用空调的需求不一样。即使在同一地区，由于人们的收入水平不一样，住宅形式也千差万别，而且生活习惯也不尽相同，因此对家用空调的需求也是多层次的，因此必须针对不同层次的用户设计不同形式的家用空调。

(3) 从能源的角度来看，我国虽然能源总量很大，但由于人口众多，人均能源拥有量不高，能源供应相对较为紧张。而住宅空调在当前的能源消耗结构中所占的比重是非常大的，这就要求我国的住宅小型中央空调的发展必须注重节能性，一方面注重提高机组本身的能效比，另一方面应当注重能源的综合利用。这样也就对交流变频技术、蓄能技术、能源综合利用技术等提出了更高的要求。

(4) 从环境的角度来看，目前我国环境污染的问题较为突出，许多城市出现了诸如“热岛”效应、空气污染等现象。考虑上述问题，一方面要求所开发的住宅小型中央空调必须把对环境的影响尽量减少到最小；另一方面要考虑到环境污染对空调系统本身性能的影响，进行相应的设计。

多联空调系统和风管式空调系统已经单独列类介绍，因此住宅小型中央空调系统目前一般是指第一类，即户用或别墅用空调系统。

第二节 户用中央空调

一、户用中央空调基本构成与工作原理

户用中央空调系统的基本构成如图 1-4 所示，主机即风冷热泵冷热水机组或者风冷冷水机组安放在室外平台上。主机本身带有水泵和膨胀水箱，其作用是向空调系统提供冷/热水。

末端装置，即安装在室内各个房间中的风机盘管，其作用是将主机输送过来的冷/热水与室内空气进行热交换，将室内空气温度维持在所要求的范围内。每台风机盘管都配有三速开关或温度控制三速开关，其进水管上相应地装有调节阀，如电动二通阀。当室内

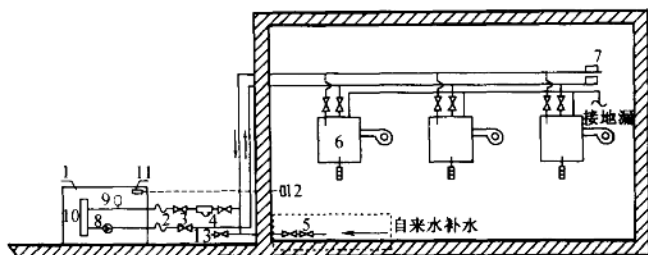


图 1-4 户用中央空调系统的基本构成

1. 户用空调机组；2. 软接；3. 截止阀；4. Y 型水过滤器；5. 补水阀；6. 风机盘管；7. 自动排气阀；8. 循环水泵；9. 膨胀水箱；10. 板式换热器；11. 机组控制制器；12. 室内控制器；13. 放水阀

需要较大冷/热量时，将三速开关置于高速挡；反之，可将三速开关置于低速挡。当室内温度达到设定值时，与三速开关装在一起的温度控制器动作，关闭进水管上的调节阀，停止向风机盘管供冷/热水。

主机与风机盘管用水管连接成密闭的管路系统，载热介质充满管路系统，并通过装在主机中的水泵在管路中循环流动。这样，主机产生的冷/热量通过载热介质连续不断地传送到末端装置，末端装置再把载热介质携带的冷/热量传递给室内空气，从而达到降温/采暖的目的。

系统常用的载热介质有水和乙二醇水溶液。水使用起来非常方便，但使用时要进行防水垢处理，同时水的凝固点为 0°C ，因此在气温低于 0°C 的环境中使用，要采取防冻措施。乙二醇水溶液的凝固点低于 0°C ，且随乙二醇浓度的增大而降低，因此使用乙二醇水溶液时不需要防冻，但价格较贵。

户用中央空调的管路系统还装有其他一些管件和辅助系统，其目的主要是：一方面是为了保证空调系统稳定可靠地运行，另一方

面是为了便于日常维护、运行管理和维修。下面简要介绍一下常用的管件和辅助系统:

(1) 截止阀。它是用来截断水路的管件,在检修时,可根据需要使检修部分的管路与未检修的部分断开。例如,主机与管路系统连接处的一对截止阀,就是为了检修主机时能够方便地与管路系统脱开而设置的。

(2) 过滤器。它是用来过滤载热介质中的脏物的。管路系统在安装时积存的脏物或在运行时产生的脏物都会被载热介质冲洗下来,并随载热介质在管路中流动,这些脏物应及时过滤出来。否则,不仅会造成管路堵塞,而且也会损坏水泵等部件。过滤器应定期地清洗或更换。

(3) 排气阀。管路系统的最高处应设置排气阀,供管路系统注入液体时排出系统中气体之用。户用中央空调运行过程混入管路系统的气体也可用排气阀排出。

(4) 放水与补水系统。放水系统一般接在管路系统的最低点,由放水管和一组截止阀组成,其作用是在清洗或维修管路系统时排出其内的液体。补水系统由补水管路、补水阀门及截止阀组成,其作用是向管路系统中补充液体。补水系统有手动和自动两种,自动补水系统可以根据管路中液位的高低自动给管路补水。

二、户用中央空调特点

住宅小型中央空调系统是人民物质生活水平提高和热泵技术充分发展的产物。生活水平的提高对舒适性提出了更高的要求,而房间空调又不能完全满足这些要求,这使小型中央空调有了市场需求;热泵技术不仅能使机组结构紧凑,而且能使同一机组冬季供暖、夏季供冷,热泵技术的充分发展又为小型中央空调的生产成为可能。因此,住宅用小型中央空调既有大型中央空调高舒适性的特点,又有房间空调安装方便的特点。

小型风冷热泵冷/热水机组是专为中小型别墅和住宅设计的中央空调主机。机组与不同规格的室内风机盘管相配合,可以满足用



户夏季制冷和冬季制热的舒适性要求。具体有以下特点：

- (1) 当采用涡旋压缩机时，比挂壁式分体机能效比高。
- (2) 室内气流组织合理，连续运行室温波动小，同时便于送新风，因而舒适度高。
- (3) 住宅中央空调系统是以家庭为应用对象的小型化中央空调系统，可以适应住户的个性化需求，同时一台主机可以满足多个房间的空调需求。
- (4) 住宅中央空调系统采用主机与末端分离的安装方式，不仅能够很好地配合室内装修，同时也保证了家居环境的宁静。
- (5) 制冷系统封闭于主机中，用户使用室内管路中为循环水，使维护工作量降到最小，同时便于集中控制，实现自动化操作。
- (6) 系统可根据实际负荷进行自动化运行，节约能源和运行费用。机组直接用电驱动，无需其他辅助设施。
- (7) 机组占用空间小，不需设机房，施工调试简单，减少了土建投资；另一方面，管路和末端都暗藏在天花内，不破坏住宅的整体外观，运行干净安全，符合环保潮流。
- (8) 空调系统为用户所有，产权关系明确，可以简化空调设施的物业管理。

户用中央空调的缺点是：

- (1) 机组容量大，噪声高。
- (2) 冬季气温低、湿度高时，供热量不足，需要增设辅助加热手段。
- (3) 机组放在室外，在日晒雨淋、酸雨、污染空气的恶劣环境下，机组效率逐年下降，使耗电量逐年增大，使用寿命缩短。
- (4) 价格比房间空调器贵。

三、户用中央空调主机的型式与性能

如上所述，户用中央空调的主机，即户用中央空调机组，按照功能可以分为风冷冷水机组和风冷热泵冷/热水机组两大类，前者