

## 内 容 提 要

本书分十章，系统地叙述了各类空调机——室内空调器、汽车空调机、电子计算机房空调机和恒温恒湿机的构造与工作原理，并着重介绍了空调机的故障分析方法和维修调试技术，对各类空调机所使用的各式制冷压缩机，也有全面而详细的介绍。

本书可供从事空调机使用、维修、生产、销售等专业的技术人员和工人阅读，也可作为技术培训班教材。

### 室内空调器、机房空调机、 汽车空调机——原理与维修

冯玉琪 编著

责任编辑 樊金全

中国计量出版社出版

北京和平里11区7号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

开本 787×1092/32 印张 8.5 字数 192 千字

1987年10月第1版 1987年10月第1次印刷

印数 1—35 000 定价 2.90 元

统一书号 15210·785

ISBN 7—5026—0014—0/TB·13

## 前 言

为适应空调技术发展的需要和普及空调机的使用、保养与维修知识，本书较全面地介绍了80年代新型空调机（包括窗式空调器、分体式空调器、电子计算机房空调机、汽车空调机、恒温恒湿机、冷风机和除湿机等）的构造、工作原理和故障分析与维修调试技术。其中微电脑控制空调机、电子计算机房专用空调机、汽车空调机和空调机维修与调试等内容都很有特色，非常实用。

第七章还特别对各种空调机用制冷压缩机，包括往复式、旋转叶片式、旋转活塞式、旋转斜板式、螺杆式、辐射式和涡旋式压缩机，作了较为详细的介绍。

本书内容丰富、新颖、适应面广，理论联系实际、文字通俗、图文并茂。不仅对使用、维修空调机的人员有指导作用，而且对新产品的开发（如自然循环式机房专用机、变频式空调器、新型压缩机等）也有一定的参考价值。

本书可供工业生产、科研计量、旅游饭店、汽车交通、公共建筑、医药卫生以及家庭诸方面使用、维修空调机的有关人员阅读，也可作为空调、制冷专业学校的教学参考书和工人技术培训教材。

本书在编写过程中得到清华大学热能系空调教研室陈雨田讲师的极大帮助和热情指导，并承蒙其审慎的审阅，作者深表意谢。伍尚瑜工程师曾协助翻译部分外文资料，878厂王玉珍、朱桂华同志帮助整理资料和描图，在此一并致谢。

# 目 录

第一章 窗式空调器 .....	( 1 )
一、单冷型窗式空调器 .....	( 1 )
1. 工作原理 .....	( 1 )
2. 使用和保养 .....	( 5 )
二、冷热两用热泵型窗式空调器 .....	( 6 )
1. 工作原理 .....	( 6 )
2. 使用和保养 .....	( 7 )
三、冷、热两用电热型窗式空调器 .....	( 9 )
1. 工作原理 .....	( 10 )
2. 使用和保养 .....	( 11 )
四、带负离子装置的窗式空调器 .....	( 11 )
第二章 分体式空调器 .....	( 12 )
一、壁挂式空调器 .....	( 12 )
1. 工作原理 .....	( 12 )
2. 使用和保养 .....	( 17 )
二、落地式分体空调器 .....	( 17 )
1. 工作原理 .....	( 18 )
2. 使用和保养 .....	( 21 )
三、吸顶式分体空调器 .....	( 21 )
四、楼板式分体空调器 .....	( 22 )
五、分体式空调器的连接 .....	( 22 )
第三章 微型电脑控制的空调器 .....	( 29 )
一、微电脑在空调器上的应用 .....	( 29 )
二、带微电脑的空调器 .....	( 31 )
1. 东芝热泵分体式空调器 .....	( 31 )

2. 松下分体式空调器 .....	(42)
3. 日立分体式空调器 .....	(44)
4. 三菱分体式空调器 .....	(49)
5. 三洋空调器 .....	(51)
6. 复合式空调器 .....	(52)
7. 变频式空调器 .....	(57)
<b>第四章 电子计算机房空调机 .....</b>	<b>(74)</b>
一、电子计算机房空调特点 .....	(74)
二、电子计算机房专用空调机 .....	(78)
1. 机房用 DSR 系列空调机 .....	(78)
2. 国产水冷式 DSH 系列机房空调机 .....	(90)
3. 国产水冷式 JKH 系列机房专用空调机 .....	(92)
<b>第五章 恒温恒湿空调机 .....</b>	<b>(95)</b>
一、恒温恒湿机的结构 .....	(96)
二、恒温恒湿机的工作原理 .....	(103)
三、恒温恒湿机的安装和保养 .....	(112)
<b>第六章 冷风机和除湿机 .....</b>	<b>(114)</b>
一、冷风机的结构与工作原理 .....	(114)
二、冷风机的使用和保养 .....	(117)
1. 柜式冷风机的保养 .....	(117)
2. 小型冷风机的使用方法和保养 .....	(118)
三、除湿机 .....	(119)
1. 手提箱式除湿机 .....	(120)
2. 干燥除湿机 .....	(121)
3. 家用冷风除湿机 .....	(121)
4. 吊顶式除湿、干燥机组 .....	(122)
<b>第七章 汽车空调机及其检修 .....</b>	<b>(123)</b>
一、汽车空调机的主要结构和工作原理 .....	(123)
二、汽车空调机用压缩机 .....	(129)
1. 往复式活塞式压缩机 .....	(129)

2. 旋叶式压缩机 .....	(130)
3. 旋转活塞式压缩机 .....	(132)
4. 斜板式压缩机 .....	(135)
5. 辐射式压缩机 .....	(138)
6. 螺杆式压缩机 .....	(139)
7. 容积式涡旋压缩机 .....	(141)
三、汽车空调系统 .....	(145)
1. 汽车空调的特点 .....	(145)
2. 汽车空调系统的组成 .....	(149)
四、汽车空调系统的温度控制 .....	(152)
1. 系统制冷量控制 .....	(152)
2. 空气混合式调节 .....	(157)
五、汽车内的空气净化 .....	(165)
六、汽车空调机的操作要领 .....	(166)
七、汽车空调机的常见故障及检修 .....	(168)
1. 汽车空调机常见故障分析 .....	(168)
2. 汽车空调机的维修项目 .....	(174)
3. 汽车空调机的检修 .....	(176)
第八章 空调机故障分析与处理 .....	(186)
一、室内空调器故障分析与处理 .....	(187)
1. 小型窗式空调器故障分析与处理 .....	(187)
2. 风冷热泵分体式空调器故障分析与处理 .....	(187)
二、恒温恒湿机故障分析与处理 .....	(196)
第九章 空调机的调试 .....	(201)
一、空调机的试运转 .....	(201)
二、小型窗式空调器的调试 .....	(207)
三、恒温恒湿机的调试 .....	(209)
第十章 空调器的维修技术 .....	(214)
一、基本操作 .....	(214)
1. 钳工操作 .....	(214)

2. 焊工操作.....	(216)
3. 空调、制冷管道的螺纹连接.....	(227)
<b>二、压缩机的检修</b> .....	<b>(228)</b>
1. 全封闭式压缩机的检修 .....	(228)
2. 半封闭式压缩机的检修 .....	(238)
<b>三、空调制冷系统的检修</b> .....	<b>(240)</b>
1. 系统检漏.....	(240)
2. 充灌制冷剂 .....	(243)
3. 灌冷冻油.....	(248)
4. 空调机的整体装配 .....	(249)
5. 电气线路检修.....	(250)
6. 其它部件检查.....	(259)
7. 零部件更换.....	(259)

## 附 录

附录 1 R-12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ) 饱和蒸气表.....	(262)
附录 2 R-22 ( $\text{CHClF}_2$ ) 饱和蒸气表.....	(263)
附录 3 本书常用计量单位及其换算表.....	(264)

# 第一章 窗式空调器

窗式空调器是一种小型室内空调器（因放在窗上而得名），其外形有卧式和立式两种。

窗式空调器因其体积小、安装使用方便、灵活，故广泛地应用于旅馆、饭店、住宅、办公室以及实验室、手术室、病房等。其制冷量在  $1\ 600\ \text{kcal/h} \sim 10\ 000\ \text{kcal/h}$  范围内，一般可使房间温度控制在  $18 \sim 28\ ^\circ\text{C}$ ，最大偏差为  $\pm 2\ ^\circ\text{C}$ 。它与柜式空调器相比较风量和冷量都较小，属于家用电器范畴。

窗式空调器按结构与用途的不同可分为单冷型、冷热两用热泵型和冷热两用电热型三种。

## 一、单冷型窗式空调器

单冷型窗式空调器也叫不带热泵型空调器。它功能单一、只能制冷，多用于夏季室内降温。

### 1. 工作原理

窗式空调器的工作原理见图 1-1 所示。当接通电源后制冷压缩机投入运转。系统内制冷剂 R-22 的低压气体通过低压阀被吸入压缩机气缸内，然后被压缩成高温高压蒸气。高温高压蒸气由高压阀排出，进入冷凝器。轴流风扇将室外空气由机体两侧后上端吸入，经冷凝器排出，将冷凝器内高压蒸气过热段的显热和蒸气冷凝的潜热带走，使气态制冷剂冷凝为液体，经毛细管节流后进入蒸发器。在相应低压下，制冷剂吸取外界热量而蒸发，经过蒸发器的空气得到冷却，冷却后的空气再经离心式风扇排出。空气不断循环，周而复始，室

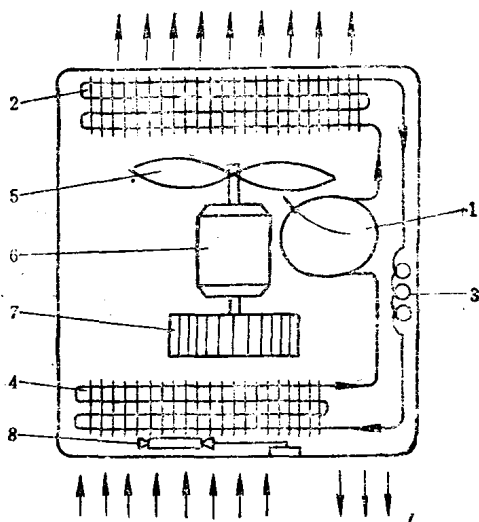


图 1-1 窗式空调器工作原理图

1—压缩机；2—冷凝器；3—毛细管；4—蒸发器；  
5—轴流风扇；6—风扇电机；7—离心风机；8—感温元件

内空气温度便降低。

单冷型窗式空调器具有自动调节室内空气温湿度的功能。送风温度、送风风速、风向等可自动或手动调节。在空调器前面板上有选择器、温度调节旋钮以及通风、风向开关等。温度调节器是一个自动恒温装置，它能调节并自动控制室内温度。可在 $18\sim 28^{\circ}\text{C}$ 范围内调节和选择自动恒温。选择器可对送风温度、风速进行选择。设有强风、弱风、强冷、弱冷几档。通风开关在“开”位置时可引进新鲜空气，每次换气不超过 $15\text{ min}$ ，换气完毕关闭，以保持房间的适宜温度。风向启动开关可在 $70\sim 100^{\circ}$ 范围内水平吹出冷风，使整个室内送风均匀凉爽，手动调节活动百叶片便可改变风向。有的窗式空调器设有摇风风扇，此摇风风扇由摇风开关



控制开、停。微型摇风电动机带动送风百叶摆动，以改善送风气流。

选择开关在 OFF (关) 位置时，整个空调器处于停止状态。在 HIGH COOL (强冷) 位置时可快速降温、除湿，且风量最大，适用于盛夏高温高湿天气。开关在 LOW COOL (弱冷) 位置时，风量最少，可向室内送出适宜凉爽的弱风。适用于夜间。FAN (风扇) 在 HIGH 或 LOW (强风、弱风) 位置时，只有风扇运转送风，用于室内空气循环和换气。定时器可根据需要定时，连续向室内送风。

单冷型窗式空调器的控制电路见图 1-2 所示。

如图 1-2 所示，在压缩机的电动机及风扇电动机线路中接有运转电容器，运转电容器可提高电动机的功率因数，减低电动机的电流，增加效率。电路中的起动继电器在电动机起动时能够控制起动电容器至起动绕组的电流。当电动机的转速达到额定转速的 70~80% 时，继电器动作，将起动电容器与电路分离，运转电容器投入动作。电路中过流继电器起到保护压缩机电动机的作用，当电流过大或压缩机内部温升过高时，双金属片弯曲使电路断开，压缩机停止运转。

近年来小型单冷窗式空调器已研制成功，它的制冷量不超过 1600 kcal/h (1.86 kW)，适用于 10~15 m<sup>2</sup> 的家庭使用。国产的有迎燕牌、佳乐牌等。佳乐牌 KCS-12 小型窗式空调器制冷量为 1250 kcal/h (1.45 kW)，除湿量为 0.6 L/h，使用电源为单相 220 V，制冷剂为 R-22，室内噪声在 54 dB 以下，输入功率为 0.635 kW。它是耗电量最低的空调器。

该空调器体积小、重量轻，可在一般家庭中安装于玻璃窗上。空调器运转送风时，室温可逐渐降至低于室外环境温度 6~8℃，送风量可达 234 m<sup>3</sup>/h。

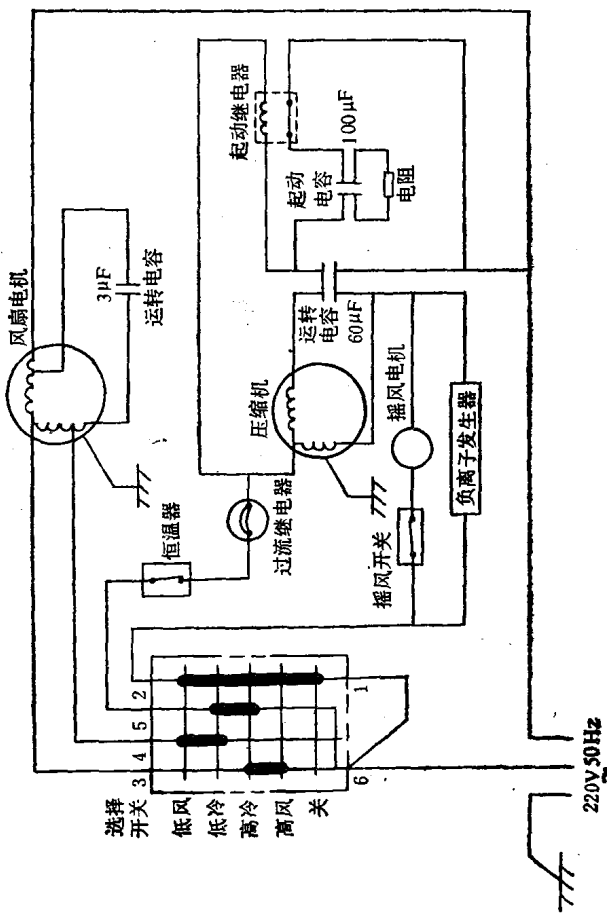


图 1-2 单冷窗式空调器控制电路

## 2. 使用和保养

单冷窗式空调器的使用方法较简单。使用前先看懂产品说明书。一般程序是先使风扇运转，然后再使制冷压缩机投入运转。待压缩机正常运转后再调整温度转换或风量转换的调节开关。

空调器的新风（室外新鲜空气）阀门处于最小开度时，可有15%的新风量。若将通风旋钮放置在“开”的位置，新风阀全开，此时可以全部供给新风。

带有定时器的空调器，在使用定时器时应先将定时器旋钮旋至OFF（停）的位置，并使选择器也处于“停”的位置，然后将定时器旋钮旋至欲定时间，再由选择器选择至所需要的工作状态。若定时器定时时间已到，自动停车后重新起动时，则必须将选择器旋钮旋至“停”的位置，然后再按上述方法起动运转。

无论何种形式的窗式空调器，在空调器因故停机后的三分钟以内不准再行起动以保护电动机。遇停电而停机时，应立即手动调节使空调器开关至“停”的位置，使空调器停机，待来电后必须在停机三分钟后手动开机运转。

空调器的保养包括清洗外壳、清洗过滤网和清洁内部等。

**清洗外壳：**空调器的外壳、前面板脏污时，需进行擦拭或清洗。可用柔软、清洁的干布擦拭。若其太脏时可用温水或中性肥皂水擦洗，切勿用50℃以上的热水或去污力强的试剂擦拭，也不应使用汽油、酒精等挥发物擦拭，以免机壳失去原有颜色或光泽。清洗时严禁用水向空调器上泼浇以防电器绝缘损坏。

**清洗过滤网：**大约每个月清洗一次。清洗前应先切断电源。窗式空调器应从前面板底部拉出过滤网。过滤网可用

40℃以下的清水清洗。清洗后将其在阴凉处充分晾干后放回空调器中。如用吸尘器清洗更好，清洁后的过滤网应立即装好，以免灰尘直接进入机内。

**清理内部：**空调器内部半年或一年清理一次。清理之前先拔去插头，卸除面板，抽出机芯，然后除去换热器、底座等部件上的灰尘。清理压缩机时，切勿损坏引线。

冬季，单冷空调器不使用时最好从窗上拆下收藏。如不能拆下收藏应在室内部分加设保护罩。夏季使用时在开机前应将风扇部分加油以利润滑。

## 二、冷热两用热泵型窗式空调器

制冷与制热两用的热泵型窗式空调器是一种比较完善的室内空调设备。它可在夏季向房间送冷风，在冬季向房间送热风，一机两用可全年运转。

为使空调器夏季制冷、冬季供热而又只用同一套制冷设备，就必须借助于一种能使制冷系统中的制冷剂能正向和反向流动的装置——电磁四通换向阀。它的作用是根据制冷或制热的不同需要来改变制冷剂流动的方向，从而使空调器进行制冷或制热的切换：亦即当低压制冷剂进入室内换热器时（此时为蒸发器）空调器向室内送冷风，当高压制冷剂进入室内换热器时（此时为冷凝器），空调器向室内送暖风。

### 1. 工作原理

热泵是将热量由低温移向高温的一种装置，热泵式空调器就是带有换向阀的空调器。热泵式空调器的工作原理见图1-3所示。

图中夏季制冷循环为：1→2→3→4→5→6→2→1

图中冬季制热循环为：1→2→6→5→4→3→2→1

冬季制热供暖循环时，电磁换向阀进行冷热切换，此时

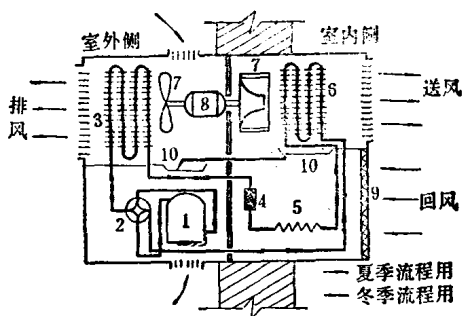


图 1-3 热泵式空调器工作原理图

- 1—压缩机；2—四通阀；3—室外侧换热器；4—过滤器；  
 5—毛细管；6—室内侧换热器；7—风扇；8—风扇电动机；  
 9—空气过滤器；10—接水盘

制冷剂蒸气流动方向改变，室内换热器向室内散热而成为冷凝器，而室外换热器成为蒸发器由室外吸热。电磁换向阀与压缩机相配合，在冬季将室外的热量“搬入”室内，而使室内温度升高。

热泵型窗式空调器的电气控制系统与单冷型窗式空调器相似，只是多了一个电磁四通阀。在电路中设有选择开关，可根据需要进行冷风和热风的切换。电磁换向阀的线圈与选择开关的热风、风扇线路相连。当把选择开关调整至热风位置时，电磁换向阀线圈通电，换向阀投入工作，空调器向室内送热风。而当选择开关调至冷风位置时，电磁换向阀线圈断电，供热循环停止，制冷循环开始。

## 2. 使用和保养

冷、热两用热泵型窗式空调器的使用方法按产品说明书进行操作。

热泵型窗式空调器的调节操作见图 1-4 所示。

选择器：有风扇、冷风、热风、停等几档，可根据需要

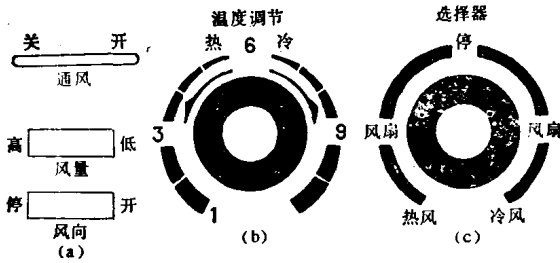


图 1-4 热泵型窗式空调器操作部分  
(a) —风量开关；(b) —温度调节；(c) —选择器

进行选择。

将旋钮调至风扇位置时，仅风扇运转送风。此档与风量开关联动，风量开关为“高”时，风扇高速送风；开关为“低”时，风扇低速送风。

“冷风”位置：压缩机制冷，当风量调节开关为“高”时，空调器以高速送出冷气，当风量调节开关为“低”时，以低速送风。

“热风”位置：空调器通过电磁四通换向阀装置制热。此时空调器以热泵形式运转。风量调节开关为“高”时，空调器以高速送风，为“低”时以低风速送风。

温度调节：分冷、热两档。冷量与热量均可调节以控制室温。温度调节器与选择器的“冷风”“热风”档相配合，能取得自动制冷、制热的效果。

风量、风向调节开关：风量有高、低调节，风向开关在“开”位置，摇风电动机运转，摆动装置可自动调节风向。

热泵型空调器的保养：这种空调器的清洗、内部清理等与单冷型空调器大体相同。

热泵型空调器制冷系统的保养方法：若发现空调器制冷量不够，室温降低有困难时，可检查蒸发器的结霜情况以及吸气管路温度是否过高。大部分空调器都可以把前面板卸下进行检查；若发现蒸发排管的前半部结霜而后半部化霜，即表明制冷剂缺少。另外，当室外温度升高时，蒸发器后半部的制冷剂也会不充足，因此，室外温度升高时，空调器吹出的冷风温度也有所升高。若用干湿球温度计测量通过蒸发器的干球温度有所增高而室内相对湿度也较高的情况下，则通过蒸发器以后空气的干球温度的降低将变弱。一般当室外温度为 $27\sim 33^{\circ}\text{C}$ ，室内相对湿度为 $40\sim 50\%$ 时，通过蒸发器以后的空气温度可降低 $9.5\sim 11^{\circ}\text{C}$ 。若将通风量适当调整，通过蒸发器以后的空气温度降低 $11^{\circ}\text{C}$ ，这就证明制冷剂充足。

若冬季热泵制热不足，室内温度上升有困难时，有可能是制冷剂不足，也可能是室外温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 所致。一般形式的热泵空调器只适用于冬季室外温度 $0\sim 5^{\circ}\text{C}$ 的地区。

### 三、冷、热两用电热型窗式空调器

热泵型窗式空调器在冬季制热时从室外空气中吸取热量，并用这部分热量来加热室内空气。因为室外温度是变化不定的，所以从室外空气中取得的热量也会变化。尤其是需要最大热量时，若室外空气的温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ，蒸发器不能从外界空气中吸收足够的热量来使系统内的制冷剂汽化，此时热泵的制热效果不但显著下降，而且进入蒸发器的制冷剂多而蒸发的少，制冷压缩机易发生湿冲程。在天冷时，制冷剂从空气中吸取热量而送入室内的热量往往不能保证室内温度的需要。同时因为室内侧和室外侧换热器作用的互换而制冷剂的流量不变，制冷压缩机易发生湿冲程。所以，热泵型窗

式空调器只适合室外温度在 $0^{\circ}\text{C}$ 以上的条件下使用。

### 1. 工作原理

电热型窗式空调器可以避免热泵窗式空调器的上述缺点。这种空调器装有一个电加热器，它升温快且不受室外温度的限制。图 1-5 为电热型窗式空调器的结构示意图。

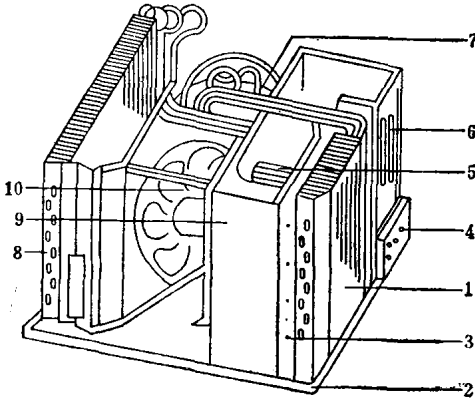


图 1-5 电热型窗式空调器

- 1—蒸发器；2—底盘；3—电加热器；4—旋钮；
- 5—离心风扇；6—垂直百叶；7—压缩机；
- 8—冷凝器；9—风扇电机；10—轴流风扇

有的热泵型窗式空调器为克服室外最冷时使用的局限性，在热泵空调器中增设一个电阻式加热器作为辅助加热，这是一种比较有效而经济的方法。

与单冷型窗式空调器和热泵型窗式空调器相比较，电热型窗式空调器在选择开关的热风线路中串联了一个电加热器。温度继电器与电加热器并联。当继电器线圈 C 有电时常开接点 C<sub>1</sub> 闭合，电加热器通电发热。电加热器配置有常闭接点的温度继电器，起温度保护作用。若温度超过室温的



给定值，温度继电器常闭接点断开，电加热线漏 $t$ 断电，常开接点 $C_1$ 断开，电加热器停止加热。

电加热器开关需人工手动控制，电加热器与风扇一起动作，此时压缩机控制线路是断开的。

## 2. 使用和保养

电热式冷、热型窗式空调器使用方法：

电热式冷、热型窗式空调器的通风开关、风向开关、温度调节、选择器的操作与热泵式相同。电热型窗式空调器的温度调节与热泵型窗式空调器相同，也有强冷、弱冷、强热、弱热之分。通风开关、风向开关、风量调节开关也与热泵型窗式空调器相同。选择器有冷、热风选择，冷风时压缩机制冷，风扇运转送冷风，热风时压缩机停止运转。电加热器通电产生热量，由风扇送出热风。

保养：电热型窗式空调器的一般保养与单冷型、热泵型相同。外壳的清洗、过滤网的清洗、内部零件的清理等方法可参看有关内容或产品使用说明书。

## 四、带负离子装置的窗式空调器

为给空调房间内提供舒适而清新的空气，国产的负离子保健型窗式空调器已有生产。北京长城空调器厂生产的古桥牌 KC-30 F、KC-30 RF、KC-30 DF 型窗式负离子空调器系列产品是选用国外名家公司产品主要部件组装而成。此种空调器具有调节室内温度、降低湿度、流通和清洁空气等功能。负离子装置能发出大量有益于人体的负离子，具有使人精力充沛健康长寿的效果。