

[联邦德国] H·艾肯霍夫斯特 著

# 热泵

第四卷

电动热泵的安装、运转和保养

# Wärmepumpen

Band 4: Installation, Betrieb und Wartung  
der Elektrowärmepumpen

38

4

本书译自联邦德国出版的热泵多卷本的第四卷。书中介绍了热泵工作过程、结构型式、命名原则、运转方式等基本知识。着重论述了热泵的运输、安装、管道连接、控制和调节、故障排除、电动热泵的供电，以及引用的标准和联邦德国对发展热泵的资助措施。

本书可供从事热泵安装和操作人员参考，也可供制冷专业师生阅读。

## Wärmepumpen

Band 4: Installation, Betrieb und  
Wartung der Elektrowärmepumpen

Von Heinz Eickenhorst

Verlag C.F. Müller Karlsruhe 1982

\* \* \*

## 热 泵

### 第四卷

电动热泵的安装、运转和保养

(联邦德国) H·艾肯霍尔斯特 著

耿惠彬 译

\*

责任编辑: 蒋有彩 版式设计: 冉晓华

封面设计: 郭景云 责任校对: 陈 松

责任印制: 王国光

\*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

升本  $850 \times 1168^{1/32}$  · 印张  $4^{5/8}$  · 字数 118 千字

1990年8月北京第一版·1990年8月北京第一次印刷

印数 0,001—1,230 · 定价: 4.80元

\*

ISBN 7-111-02113-4/TB·96

## 译者的话

热泵是近年来人们重视的一种节能装置。如果用锅炉蒸气采暖，其效率仅为70%左右。采用电热，则还要考虑发电机组的效率。引用热泵装置，无论是从低势热源吸取的热量，还是压缩机所消耗的功，都能转化成有用热量，因此采暖装置的效率大大提高。尽管热泵装置本身的结构比较复杂，但从节省一次能源出发，近年来各国热泵的发展还是比较显著的。

在我国，热泵技术也日益受到重视。1983年曾在北京召开了中国制冷学会低势热源与热泵技术学术会议，检阅了我国在这一领域中的研究成果，并指出必须进一步探讨通过热泵来提高热源利用率。

近年来，又从能源政策角度，论证了在我国进行热泵研究工作的可行性，并且在压缩热泵用于空调器中，用于干燥，以及吸收式热泵关键部件的研究方面，取得了令人鼓舞的成绩。

为了便于广大读者了解和应用热泵装置，联邦德国卡尔斯鲁厄的米勒出版社编辑出版了热泵多卷本，从基础理论、结构设计、制造技术、操作保养到各种用途，分别用专卷作了论述。该丛书计划出版九卷，现已出版八卷，各卷名称分别为：

- 第一卷 导论和基础
- 第二卷 电动热泵的应用
- 第三卷 燃气机和柴油机热泵在建筑业中的应用
- 第四卷 电动热泵的安装、运转和保养
- 第五卷 热源和蓄热器
- 第六卷 吸收式热泵
- 第七卷 热泵在工业、商业和农业中的应用
- 第八卷 电动热泵用以供应热水

原计划的第六卷低温采暖停止出版。原计划第九卷吸收式热

泵改为第六卷。

译者希望通过本多卷本的翻译出版，推动热泵技术在我国的发展。

为了使读者能独立地读懂，在本卷的开头部分介绍了有关热泵的基本知识，包括热泵的工作过程、结构型式、命名原则、运转方式等。但是本卷着重论述的还是热泵的运输、安装、管道连接、控制和调节、故障排除等内容，对从事安装和操作人员具有较大的参考作用。作为一本技术书籍，也可供制冷专业师生阅读。

特别值得一提的是联邦德国为了促进这一技术的发展，采用直接资助和减免税收的优惠措施。书中刊载了具体资料。

译者在翻译过程中力求译文正确通顺，但由于学识浅薄，公余时间有限，不免有表达不妥之处，尚祈读者不吝指正。

译者

1989年2月于上海

## 前 言

本多卷本的第一卷和第二卷论述了热泵理论、应用和经济性。其他文献也作了大量介绍。本书的篇幅有限，其涉及范围也比较简单，即希望对实际安装和操作人员有所帮助，特别对那些偶尔自己安装热泵或部分自己安装的人员有参考作用。本书对操作保养人员也有好处，书中提供了故障排除方法等许多信息。

本书图文并茂，其内容基于多年来在此类装置上亲身取得的经验，预期对热泵的安装和操作人员有实际指导作用。

作者借此机会对从事热泵工作的单位和同事们、以及为出版和绘图作出贡献的人员表示衷心的感谢。

H·艾肯霍尔斯特  
1982年1月于埃森

# 目 录

译者的话

前言

概论	1
第一章 热泵工作过程	2
第二章 机组结构型式	4
第一节 总装式热泵	4
第二节 分体式热泵	5
第三章 热泵和热泵装置的命名	7
第四章 运转方式	9
第一节 单一运转方式	9
第二节 双联运转方式	9
第五章 可用的热源	11
第一节 地下水	11
第二节 地表水	14
第三节 土壤	18
第四节 外界空气	24
第六章 热泵设备的运输	31
第七章 安装	32
第一节 内部安装	32
第二节 总装式空气-水型热泵的外部安装	46
第八章 采暖管道连接	55
第一节 概论	55
第二节 在新造房屋中的安装	58
第三节 在旧建筑中的安装	74
第九章 热泵的日用水加热	82
第一节 用采暖热泵供应日用水	82

第二节	热泵热水器 .....	85
第十章	故障及其排除 .....	89
第一节	低压监视器 .....	91
第二节	高压监视器 .....	92
第三节	防冻装置 .....	92
第四节	滑油压差限制器 .....	93
第五节	电动机保护和起动闭锁 .....	93
第十一章	热泵装置的控制和调节 .....	96
第一节	控制 .....	97
第二节	热泵产品 A 的调节 .....	98
第三节	热泵产品 B 的调节 .....	104
第四节	热泵产品 C 的调节 .....	110
第十二章	热泵的供电 .....	112
第一节	概论 .....	112
第二节	向供电部门的申请 .....	112
第三节	对供电的要求 .....	113
第四节	电路的分开 .....	116
第五节	电表安装部位 .....	116
第六节	双联交替运转的转换 .....	116
第十三章	热泵产品标准参数 .....	118
第一节	标准参数表 .....	118
第二节	标准名牌 .....	119
第十四章	热泵的电费率 .....	120
第十五章	热泵装置的标准、规定和指导性材料 .....	123
第十六章	国家资助措施 .....	135
参考文献	.....	138

## 概 论

热泵目前在住房中用得最多。每一个安装项目首先要作设计，其次是进行安装。此时对新建筑和旧房改造应加以区分。另外还应该搞清楚，热泵究竟采用何种热源（空气、土壤或地下水）。关于安装地点和热泵型式应该加以仔细研究。例如应该研究确定：热泵装在室内还是装在室外；是采用总装式还是分体式。当然所采用的系统应尽可能满足热泵及特定建筑项目的要求。此外，无论对于使用者还是供电部门，运转方式仍起一定作用。

本书对上述内容均有论述，以期向安装者及建筑物的业主指出，在安装热泵时应该采取何种措施。本书也涉及热泵装置的保养以及故障和损坏时的应急措施。本书力求避免作一般化的论述。



## 第一章 热泵工作过程

关于热泵的工作过程，本丛书的第一卷《热泵导论和基础》中已作了详细说明。此处对其工作过程再作简短介绍。

电动热泵同普通采暖装置有根本不同，它不需要燃料，而从周围环境（例如地下水、土壤或空气等热源）吸取热量。在附加消耗高价能量（例如电能）的情况下，可将所吸取热量的温度升高，从而向采暖装置供热。热泵中循环的工质是氟氯碳氢化物。

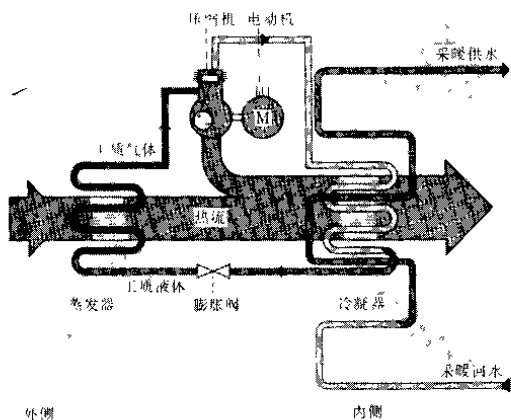


图 1-1 热泵工作原理（斯蒂贝尔-爱尔特隆公司）

如图 1-1 所示，热泵的工质（也称为制冷剂）根据热源、季节和运转方式<sup>(1)</sup>，以液态在 $+5\sim-25^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内进入蒸

发器。此时某种热源（空气、水、土壤）使该液体蒸发成为气体，热源本身得到冷却。工质吸取由载热剂带出的热量，即工质蒸气所含有的是温度较低的热量。该蒸气被压缩机所吸入，并提升至较高的压力，例如 10 至 30bar，同时也升高其温度。压力升得越高，温度也升得越高。

这个过程相当于给自行车轮胎打气。这两种过程中，受压缩的气体温度均升高。物理定律表明，气体在受压缩时温度升高，在膨胀时温度下降。这就是热泵和冰箱的工作原理。

压缩机将这一热气体排到冷凝器中。冷凝器是一种热交换器。在冷凝器中，来自采暖系统的温度较低的水，同这一热气体逆向流动，从而吸取该气体的热量。好象室内空气的水蒸气在冷的窗玻璃上凝结一样，工质蒸气在冷凝器中凝结成液体，并向采暖系统的热水放出热量。采暖系统的热水所得到的热量，包括取自热源的热量和压缩机的驱动功所转换而成的热量。采暖系统热水温度可达到 50~60℃（图 1-1）。

工质（即氟氯碳氢化物制冷剂）从冷凝器的高压下膨胀而进入蒸发器。这样就开始了新的循环。

## 第二章 机组结构型式

在安装热泵时，必须考虑一系列准则，特别是建筑业和当地的实际情况。此时应设想新旧建筑的内部结构。为了适应各种实际情况的需要，当前市场上有总装式和分体式热泵出售。现在还不能说哪种热泵特别优越。

### 第一节 总装式热泵

所谓总装式热泵是指为实施热泵功能所需的全部零部件均装在一个机体中的机组（图 2-1 和图 2-3）。无论在新旧建筑中，

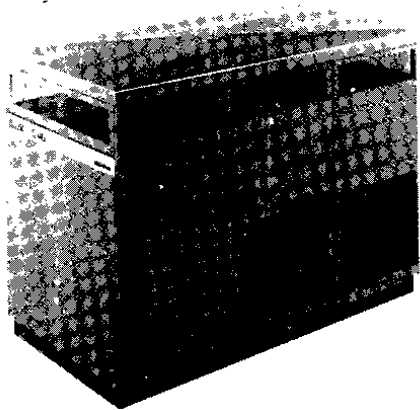


图 2-1a 安装于室外的空气-水型  
总装式热泵（西门子公司）

总装式热泵都可以装在室内或室外。

对于新建筑，在设计房屋时就应考虑机组的安装；对于老建筑，则可能已有现成的安装场所，或者还得重新添建。

## 第二节 分体式热泵

对于分体式热泵，其蒸发器和风机、以及压缩机和冷凝器，分别置于单独的机体中（图 2-2）。装有相应部件的机体在空间上相隔一定距离。由于分体式热泵的单独机体要比总装式热泵小，因此这种热泵大概可安装在所有建筑中。但是，即使机组事先已充注了工质，蒸发器和冷凝器之间的管道连接仍必须由制冷专业技工进行。

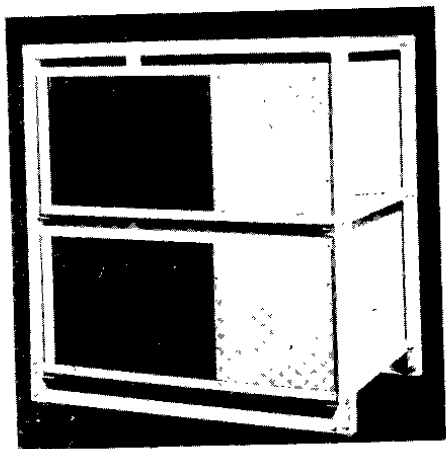


图 2-1b 室内安装的模块结构方式的空气-水型总装式热泵(库佩尔布什公司)

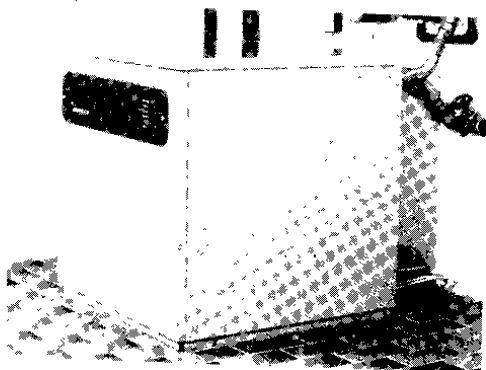


图 2-2 空气-水型分体式热泵的室内部件  
(斯蒂贝尔-爱尔特隆公司)

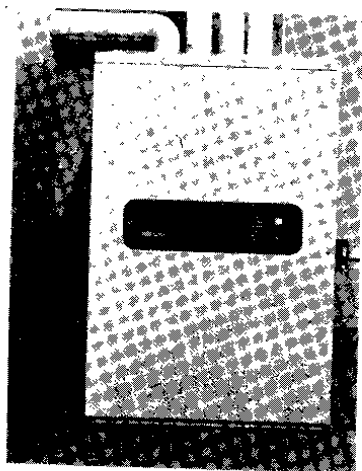


图 2-3 水-水型或盐水-水型总装式热泵  
(斯蒂贝尔-爱尔特隆公司)

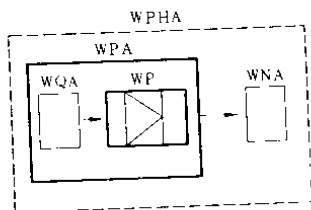
### 第三章 热泵和热泵装置的命名

热泵除根据其外形区别外，还要根据 DIN8900 的规定，按照热源和耗热设备的载热剂，对热泵装置进行区别和命名。

在对热泵或热泵装置命名时，首先要列出冷侧或热源载热剂，其次再列出热侧或耗热设备的载热剂。

例如：空气-水型热泵，是指这种热泵以空气为热源，而在其热侧有水循环。

另外一个例子，如上壤-水型热泵装置，是指这种装置中的热泵，其热源为土壤，以盐水之类作为载热剂；并以水作为热泵热侧的载热剂。这还意味着在热泵的冷侧循环的是盐水，而热侧循环的是水。热泵和热泵装置的命名按 DIN8900 第一部分的規定列于表 2-1 中。



图中文字说明：

WQA 热源装置（热泵的冷侧）

WP 热泵

WPA 热泵装置

WNA 耗热装置（热泵的热侧）

## WPHA 热泵采暖装置

表 2-1 热泵和热泵装置命名示例

载热剂			命名	
热源	冷侧	热侧	热泵(WP)	热泵装置(WPA)
土壤	盐水	空气	盐水-空气热泵	土壤-空气热泵装置
土壤	盐水	水	盐水-水热泵	土壤-水热泵装置
太阳	盐水	空气	盐水-空气热泵	太阳-空气热泵装置
太阳	盐水	水	盐水-水热泵	太阳-水热泵装置
水	水	水	水-水热泵	水-水热泵装置
水	水	空气	水-空气热泵	水-空气热泵装置
空气	空气	水	空气-水热泵	空气-水热泵装置
空气	空气	空气	空气-空气热泵	空气-空气热泵装置

## 第四章 运转方式

不管热泵和热泵装置的热源、结构型式和命名如何，均有单-运转和双联运转两种运转方式。

### 第一节 单一运转方式<sup>(2)</sup>

所谓热泵装置的单一运转方式，是指不管外界温度如何，总是由热泵单独承担建筑物的全年采暖用热量的供给。不论在何种条件下，热泵均应满足 DIN4701 规定的建筑物所需热量。

有时可中断的单一运转方式，该热泵采暖装置不管外界温度如何，均能单独保证建筑物的全年采暖。它同普通单一运转方式的差别在于，出自节电或按照联邦德国电管部门的收费规定，每日最多要停止运转 3 次，每次为 2h，即每日要停止运转 6h。二次停机之间的运转时间，要不短于上次停机时间。在采用这种可中断运转的热泵装置时，其热分配系统必须有足够的储热能力，从而使热泵停止运转时房间温度不致有明显的变化。为此，可以采用衬垫层较厚的地板采暖系统，也可以在热泵停机时，由一只所谓缓冲蓄热器的附加蓄热器来实现供热。热泵运转时，还应向增厚的地板衬垫层或者蓄热器供热，因此热泵的供热量应比建筑物每小时需热量大。热泵同电阻采暖及电蓄热器采暖的组合运转方式，也称为“有附加采暖的单一运转方式”。

### 第二节 双联运转方式

热泵还由热发生装置来辅助。例如，在特别冷的日子，由该热发生装置承担供热，或补充供给热量。由于该热发生装置所用的能源，不同于热泵所用的能源，因此该热泵称为双联热泵。采用太阳能、环境热等可转换能作补充时，不能称为双联运转方



式。

例如，电动机驱动热泵同燃油锅炉组合，即称为双联运转方式。

### 一、双联并联运转

在大多数采暖日子里，建筑物的采暖由热泵单独负责；只有极少数的寒冷日子，其峰值采暖需热量才由热泵和另一台热发生装置并联运转供给。该热发生装置采用可搬运及可储存的能源来运转。至于热泵采用何种热源（空气、水或土壤），则无关紧要。

### 二、双联交替运转

在采用这种运转方式时，若外界空气温度较高，例如高于 $+3^{\circ}\text{C}$ ，则只用热泵供热；如果外界空气温度较低，若低于 $+3^{\circ}\text{C}$ ，则利用另一台单独的热发生装置保证建筑物的需热。该热发生装置采用可搬运及可储存的能源（例如油）来运转（热泵系统的计算和设计见第八章第二节的例子）。

热泵装置的采用及其运转方式的选择，其决定性因数是经济性。有时由于装置的初投资而倾向于某一种运转方式，有时则由于运转费用而选择另一种运转方式。

在采用双联交替运转方式时，热泵的运转点不必象单一运转方式那样确定得那样准确。例如，如果热泵的供热量选得小些，则热泵和采暖锅炉运转的转换点可以稍为向上升一些，例如由 $+3^{\circ}\text{C}$ 升到 $+4^{\circ}\text{C}$ 。反之，如果热泵选得过大，则转换点可由 $+3^{\circ}\text{C}$ 降到 $+2^{\circ}\text{C}$ 。这样设计人员就可以根据基建投资，在许多制造厂和热泵尺寸之间作出选择。在现有已装燃油采暖锅炉的独家住宅或二家住宅，最宜安装双联交替运转的热泵。采用这种运转方式，如果热泵运转的转换点选择得当，则最多可节省消耗油量的80%。由于这种系统消耗的能量少，因此可明显节省运转费用。