

# 热泵系统设计与安装培训

## 指导手册

中国节能协会热泵专业委员会  
德国国际合作机构 (GIZ)  
2024年1月



## 出版说明

《热泵系统设计与安装培训指导手册》旨在为中国热泵系统的设计与安装培训提供更加规范、细致的理论指导，加强安装人员对热泵系统的理解，提高安装水平，从而提高热泵系统的效率。本手册由中国节能协会热泵专业委员会与德国国际合作机构在中德能源与能效合作伙伴项目框架下联合编制和发布。中德能源与能效合作伙伴项目受德国联邦经济和气候保护部（BMWK）委托和资助，中国国家发展和改革委员会、国家能源局作为中方政府合作伙伴整体指导和协调。项目旨在围绕能效提升和发展可再生能源，通过深入交流可持续能源系统发展相关的政策、最佳实践和技术知识，推动高级别政府对话，企业与政府交流以及技术和政策法规层面交流，从而促进和推动两国能源转型，助力实现气候目标。受德国联邦经济和气候保护部委托，德国国际合作机构（GIZ）负责实施中德能源与能效合作伙伴项目。作为一家德国联邦企业，德国国际合作机构为德国政府实现可持续发展国际合作目标提供相应支持。

### 联合发行：

中国节能协会热泵专业委员会  
北京市朝阳区和平街11区37号楼附楼2楼  
邮编：010029  
邮箱：chpa@chpa.org.cn



德国国际合作机构（GIZ）  
Torsten Fritsche  
Köthener Str. 2  
柏林 10963



中德能源与能效合作伙伴  
受德国联邦经济和气候保护部（BMWK）委托  
北京市朝阳区亮马河南路 14 号  
塔园外交办公楼 1-15  
邮编：100600



**编制团队：**

宋忠奎、赵恒谊、许海生  
中国节能协会热泵专业委员会（CHPA）

尹玉霞、原祯、Liliane Ronge  
德国国际合作机构（GIZ）

**致谢：**

特别感谢德国热泵协会（BWP）及威乐中国何东波先生对编制本手册提供的建议与技术支持！

© 2024年 1月，北京

本报告全文受版权保护。截至本手册发布前，德国国际合作机构和节能协会热泵专业委员会相关作者对出版物中所涉及的数据和信息进行了仔细研究与核对，但不对其所涉及内容及评论的正确性和完整性做任何形式的保证。本出版物中涉及到的外部网站发行方将对其网站相关内容负责，报告发行方不对其内容承担任何责任。本文件中的观点陈述不代表项目委托方和指导部门的意见。

## 前言

随着我国绿色低碳发展的深入推进，以及经济发展和人民生活水平的不断提高，人们对舒适生活的需求快速提升。尤其是绝大部分的夏热冬冷地区没有覆盖北方城市的集中供暖，但这一地区冬天气候潮湿阴冷，人们的采暖需求日益强烈。与其他供暖方式相比，热泵节能舒适环保的优势更加明显，因此以热泵为核心的供热供冷系统应运而生。

热泵系统是指以空气源热泵机组作为冷热源，供暖采用热水的辐射末端为主，供冷采用冷水或冷媒的对流末端为主，为单独用户提供供暖和供冷的联合系统。常见的热泵系统包括空气源热泵水系统和空气源热泵水氟系统（俗称天氟地水）。近年来，在实现碳达峰、碳中和目标以及人民对美好舒适家居生活更高需求的推动下，国内热泵系统市场取得持续增长。

而随着热泵系统需求的急剧高涨，规模的日渐壮大，从业群体也与此剧增，而从业人员专业技能却参差不齐，其所带来的设计、施工、安装、售后服务等各种问题日益严峻。推动热泵系统在中国更加规范化发展，持续不断地为行业培训和输出熟练和合格的热泵系统设计与安装人员至关重要，在中国开展关于热泵系统设计与安装的培训工作也极为迫切。

在德国，热泵系统对于供热转型的重要性同样日趋明显，政府的激励计划也推动了热泵系统的安装使用。德国的目标是到2030年共计安装600万台热泵。在德国，已通过暖通资格认证并拿到证书的技术工人可以通过继续培训，即专门针对热泵系统设计与安装的培训获得由德国工程师协会（VDI）热泵系统设计及安装资格认证。然而，德国热泵的规模化发展同样面临如缺少具有资质的热泵系统设计和安装工人的挑战。因此，德国国际合作机构（GIZ）在中德能源与能效合作伙伴项目框架下，深化与中德热泵行业协会、热泵企业、培训机构等的交流，加强两国在热泵系统安装技术规范、推动施工安装培训等方面的合作。

为满足热泵行业与市场发展需求，持续不断输出具备专业技能的设计与安装人员，并为热泵系统的设计和施工提供更加规范、细致的理论指导，德国国际合作机构与中国节能协会热泵专委会特编制《热泵系统设计与安装指导手册》。该手册共分为系列介绍、系统设计、施工安装、调试验收、保养维修五个部分，对热泵系统中冷热源、末端、输配系统、电气连接、运行维护等从设计到安装，再到维护的各个环节，进行了详细介绍。

希望该手册的编制完成，能为提升一线从业人员的设计和施工水平，推动热泵系统在中国更加规范化发展发挥作用。

## 目录

第一部分 系统介绍 .....	01
1.1 热泵系统原理 .....	01
1.2 热泵系统的组成 .....	01
1.3 热泵系统的主要组成部件 .....	02
第二部分 系统设计 .....	06
2.1 设计参数及负荷计算 .....	06
2.2 冷热源设计 .....	11
2.3 输配系统及辅件 .....	13
2.4 供暖供冷末端设计 .....	17
2.5 电器系统与集成控制 .....	19
第三部分 施工安装 .....	22
3.1 服务规范 .....	22
3.2 安全考量 .....	22
3.3 安装过程 .....	23
第四部分 调试验收 .....	35
4.1 运行前注意事项及检查项目 .....	35
4.2 系统管道试压 .....	36
4.3 系统管道冲洗 .....	36
4.4 主机系统调试 .....	36
4.5 地暖调试 .....	38
4.6 风机盘管调试 .....	38
4.7 工程竣工验收 .....	39
第五部分 保养维修 .....	41
5.1 维护保养 .....	41
5.2 系统常见故障及排除方法 .....	42

## 第一部分 系统介绍

### 1.1 热泵系统原理

热泵系统指以空气源热泵机组作为冷热源，供暖采用热水的辐射末端为主，供冷采用冷水或冷媒的对流末端为主，为单独用户提供供暖和供冷的联合系统。冷热源包括空气源热泵冷热水机组或空气源多联式空调（热泵）热水机组，通常单台额定制冷量不大于50kW。

常见的热泵系统包括空气源热泵水系统和空气源热泵水氟系统（俗称天氟地水）。两种系统都使用水作为输配介质，为地暖末端或低温散热器供暖。区别在于使用水作为输配介质为风机盘管末端供冷的称之为空气源热泵水系统，使用制冷剂作为输配介质为空调室内机供冷的称之为空气源热泵水氟系统。其冬季供暖工作原理如图1-1所示，夏季空调工作原理如图1-2所示。

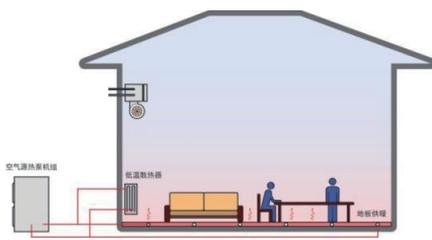


图1-1 热泵系统冬季供暖运行

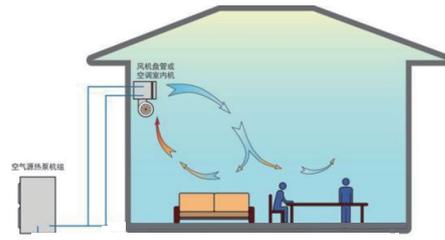


图1-2 热泵系统夏季供冷运行

### 1.2 热泵系统的组成

热泵系统由冷热源主机（水机或水氟机）、末端（辐射供暖末端、对流空调末端）、输配系统及附件、控制系统等部件组成。空气源热泵水系统组成如图1-3所示，空气源热泵水氟系统组成如图1-4所示。

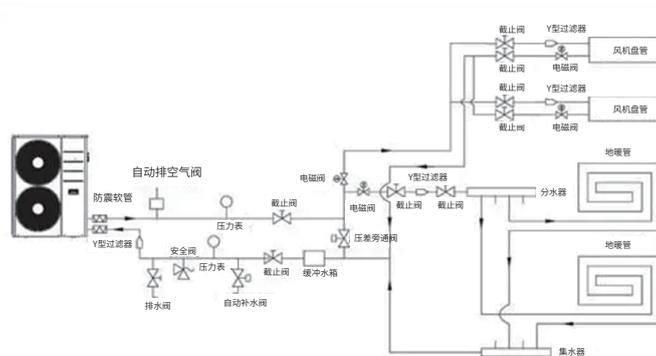


图1-3 空气源热泵水系统组成

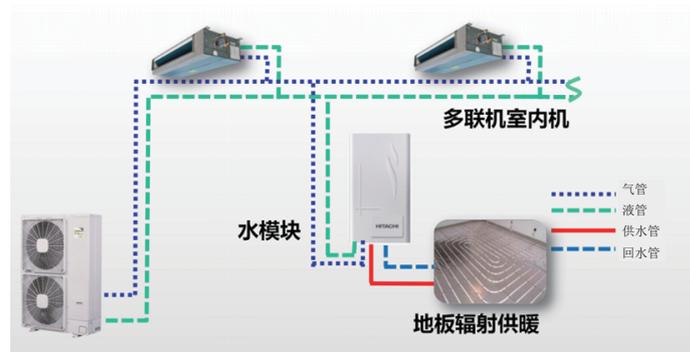


图1-4 空气源热泵水氟系统组成

### 1.3 热泵系统的主要组成部件

热泵系统集成了对流空调供冷与地板辐射供暖的优点，夏季快速供冷，冬季舒适供暖。与传统的多联机加燃气壁挂炉的配置相比，系统实现了供冷供暖的集成控制，一个控制器可同时控制室内风机盘管和地暖，可调节设定室内温度，冷热源主机的开关由室内制冷/制热的需求自动调节，操作方式更加简便。

#### 1.3.1 冷热源主机

冷热源主机是热泵系统的核心装置，不同企业生产的产品具有不同的产品结构。按照产品的结构划分，冷热源主机分为整体机（也叫一体机）和分体机。整体机和分体机产品的结构不同，各具优劣势。一般而言，由于分体机的水系统部分全部集中到室内机中，其防冻性相对更好一些。分体机的运输、安装也较一体机更为方便。同时，由于分体机室内机部分需要现场安装，安装过程中出现安装质量问题的几率也较整体机稍大。整体机和分体机的选择一般根据现场的安装条件确定。



图1-5 热泵系统示意图（左：整体机，右：分体机）

### 1.3.2 末端

热泵系统的末端分为辐射供暖末端、供暖散热器末端和对流空调末端（风机盘管、空调室内机）。地面辐射供暖末端如图1-6所示，采暖通过敷设在地面中的地暖管向房间供暖。以低温辐射的方式向室内供热，非常适合与热泵等提供低温热水的热源相匹配，舒适性高、节能效果好、美化居室。

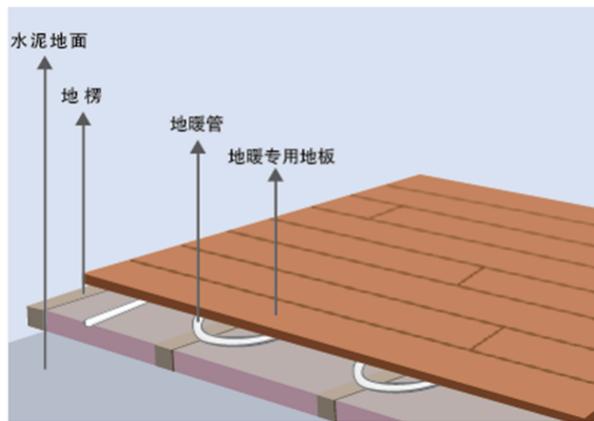


图1-6 地面辐射供暖末端

散热器采暖如图1-7所示，是我国北方地区最广泛应用的采暖方式，安装方便。很多北京农村煤改清洁能源项目是在原有散热器采暖系统基础上进行的。由于热泵系统的供暖水温较常规集中供暖系统低，需要通过强化传热或增加散热器散热面积的方法进一步提升散热器产品的性能，如使用低温热水作为供水的新型散热器，也称低温采暖散热器。散热器可配置温控阀，有利于行为节能。

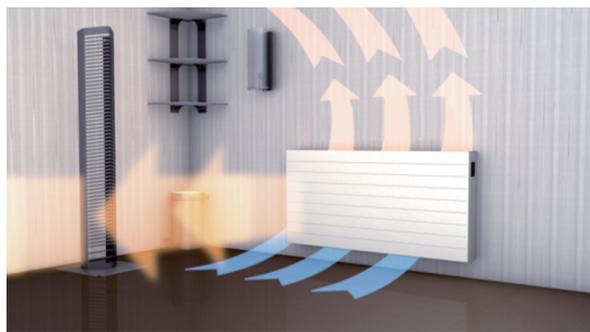


图1-7 散热器采暖

### 1.3.3 输配系统及附件

输配系统及附件包括系统配管、水泵、缓冲水箱及分集水器等辅件辅材。

#### 1 系统配管

系统配管的主要功能是将冷热水或者冷媒输送到各末端设备。热泵系统各类型的管道材质、管径的选择要同时考虑制冷和采暖两项功能的负荷需求，同时要兼顾系统阻力，尤其是管道管径的选择直接决定了材料成本和系统能耗。如使用地暖，推荐使用De20管径管

路，有效降低水阻；科学选择输配系统的管道产品对于优化系统至关重要。

## 2 水泵

水泵或混水泵站是整个循环系统的动力根本，市场上目前已应用的一些热泵采暖项目或热泵项目，屏蔽泵和离心泵都有一定量的应用。泵的类型选择根据项目水质情况和空气源热泵设备的水侧换热器类型确定。

水泵扬程选择关系到系统能耗、系统噪音、用户使用费用、使用的舒适性等各方面，要根据系统冷热负荷需求科学合理的确定水泵扬程。扬程过大对于保障效果有一定的益处，但同时会造成系统能耗过高、水流噪音过大、使用费用过高等问题。目前在热泵项目中，无刷永磁高效变频屏蔽式水泵正越来越多的被选择使用，有利于降低系统能耗和提升系统舒适性。

## 3 缓冲水箱

热泵系统中缓冲水箱为可选附件，目前在工程项目中使用率较高。缓冲水箱安装在输配系统中，外部设有绝热层，能够增加输配系统的水容量，起到降低主机启停、热泵机组除霜时保持水温等作用，通常设置排气、定压装置。缓冲水箱在系统中示意如图1-8所示。

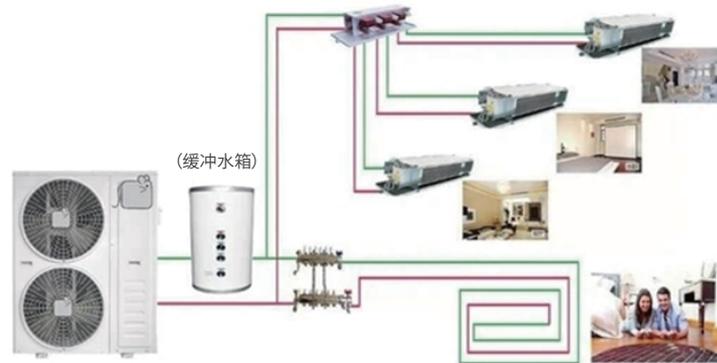


图1-8 缓冲水箱系统示意图

热泵系统中配置缓冲水箱，具备以下特点：

- 1) 储热：保证末端热能的持续性；
- 2) 缓冲：保证了系统管路内水力均衡、供热温度持续且均衡，更加延长了机组的使用寿命；
- 3) 稳定节能：系统中的热能储存增大，有充足的热量向末端输送，系统在运行过程中不会出现忽冷忽热的现象。机组避免了使用过程中的长期频繁启停状态，启动频率降低，机组的运行负荷减少，运行过程中的功率消耗降低，机组使用寿命得到延长；
- 4) 舒适：机组在化霜功能启动时，末端的热量不会因为化霜停机过程而衰弱，不会影响用户的使用舒适性；

5) 选用高品质搪瓷内胆：不存在水质差异，适合于全球各种水质环境安装；搪瓷水箱承压性能好、保温性能优、抗腐蚀能力强、使用寿命长。

6) 安装便捷，能为两联供市场获得更大的发展空间：缓冲水箱有落地式和壁挂式安装方式，壁挂式缓冲水箱可以作为两联供系统向小户型和房产工程配套系统的助推剂，两联供系统中有了这样的零部件，可以使两联供系统的应用范围和运用空间更广泛，让两联供系统的推广更具潜力。

#### 4 分、集水器

分集水器是连接地面辐射供暖末端和供回水干管的附件，起到由干管向各个支路供水分流、由各个支路向干管回水汇流及调节各支路流量的作用，目前市场上常见的有不锈钢分集水器、铜质分集水器和塑料分集水器等常见的分集水器，也可集成温度、压力显示、自动混水、热计量等功能。通过调节分集水器，可实现地暖的分室分时控制。

### 1.3.4 控制系统

热泵系统的控制系统最基本的功能是通过室内温度的监测，实现对热泵主机以及末端启停的控制，除了开关功能，还包括运行模式、参数设置等功能，一般通过温控器（也叫控制面板）外接装置来实现。

相对于分体空调，热泵系统舒适性程度高但系统相对复杂。为实现其集成化和远程控制，需要系统能自我感知室内实际负荷变化，自动调节系统中主机和末端的运行状态。主机、水泵和末端设备等各子系统之间逻辑互连、信息共享、协同工作，如图1-9所示。同时，系统可实现互联网控制，用户可远程查看及操作供冷、供暖、空调和通风等功能，并接入第三方专业智能家居系统，通过APP实现手机远程操控；系统可连续存储主机相关各项数据，后台自我检测后台监控设备运行状态及运行数据等，实现售后的精准维护。



图1-9 空气源热泵冷暖两联供的智能控制监测系统

## 第二部分 系统设计

### 2.1 设计参数及负荷计算

#### 2.1.1 一般规定

1 热泵系统室内设计参数应符合表2-1的规定。

表2-1 室内设计参数

类别	热舒适度等级	温度 (°C)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)
供暖工况	I 级	22~24	≥30	≤0.2
	II 级	18~22	-	≤0.2
供冷工况	I 级	24~26	40~60	≤0.25
	II 级	26~28	≤70	≤0.3

2 采用地面辐射供暖的室内设计温度可降低2°C。

3 居住建筑若设置新风系统时，所需最小新风量宜按换气次数法确定，居住建筑设计最小换气次数宜符合表2-2的规定。

表2-2 居住建筑设计最小换气次数

人均居住面积 $F_p$	每小时换气次数
$F_p \leq 10\text{m}^2$	0.70
$10\text{m}^2 < F_p \leq 20\text{m}^2$	0.60
$20\text{m}^2 < F_p \leq 50\text{m}^2$	0.50
$F_p > 50\text{m}^2$	0.45

4 公共建筑主要房间每人所需最小新风量应符合表2-3的规定。

表2-3 公共建筑主要房间每人所需最小新风量

建筑房间类型	新风量 [ $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$ ]
办公室	30
客房	30
大堂、四季厅	10

#### 2.1.2 供暖热负荷计算

1 房间基本热负荷计算应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的规定。

2 采用地面辐射供暖末端时，房间基本热负荷计算还应符合下列规定：

- 1) 进深大于6m的房间宜以距外墙6m为界分区，分别计算热负荷和进行加热部件布置；
- 2) 高度大于4m的房间，应在基本耗热量和朝向、风力、外门附加耗热量之和的基础上计算高度附加率。每高出1m应附加1%，但最大附加率不应大于8%；
- 3) 对敷设辐射供暖部件的建筑地面和墙面，不应计算其传热损失。

3 房间热负荷 $Q_p$ 应按下列公式计算：

$$Q_r = Q_j + Q_h + Q_x$$

$$Q_h = q_h \times A$$

$$Q_x = \alpha \times Q_j$$

式中： $Q_r$ ——房间热负荷（W）；

$Q_j$ ——房间基本热负荷（W），按本导则第5.2.1~5.2.2条的规定进行计算；

$Q_h$ ——房间的户间传热附加耗热量（W），如下确定：

1) 无邻户的独立住宅 $Q_h=0$ ；

2) 联体别墅等住宅，两户之间仅有个别房间存在共用内墙时，可仅计算该房间的内墙传热量，其它房间 $Q_h=0$ ；

3) 多层和高层住宅 $Q_h$ 按式5.2.3-2计算：

$Q_x$ ——房间间歇供暖附加耗热量（W）；

$q_h$ ——房间单位面积平均户间传热附加耗热量（W/m<sup>2</sup>），多层和高层住宅可取 $q_h = (5 \sim 7) \text{ W/m}^2$ ；

$A$ ——房间使用面积，即围护结构内表面包围的房间地面面积（m<sup>2</sup>）；

$\alpha$ ——考虑间歇供暖的附加系数和开机率，住宅可取0.3~0.4。

4 地面辐射供暖房间所需向上的供热量 $Q_1$ 和房间的热媒供热量 $Q_m$ 应按下列公式计算：

$$Q_1 = Q_r - Q'_2$$

$$Q_m = Q_1 + Q_2$$

式中： $Q_1$ ——地面辐射供暖房间所需向上的供热量（W）；

$Q_r$ ——按式计算出的房间热负荷（W），当系统采用风机盘管或空气源多联式空调（热泵）热水系统制冷剂末端设备辅助供暖，用来承担房间间歇供暖附加耗热量 $Q_x$ 时，则式5.2.3-1中 $Q_x=0$ ；

$Q'_2$ ——房间得热量（W），即来自上层房间供暖地面向下的传热量，间歇供暖建筑 $Q'_2=0$ ；

$Q_m$ ——房间的热媒供热量（W）；

$Q_2$ ——供暖地面向下的传热量（W）。

5 冬季连续供暖户内热源总热负荷宜按下列方法计算：

1) 散热器供暖时，冬季供暖热负荷等于各房间基本热负荷 $Q_j$ 与各房间的户间传热附加耗热量 $Q_h$ 之总和；

2) 地面辐射供暖时，冬季供暖热负荷等于各房间基本热负荷 $Q_j$ 、户间传热附加耗热量 $Q_h$ 及各房间供暖地面向下的传热量 $Q_2$ 之总和。

6 冬季间歇供暖户内热源总热负荷应考虑附加系数和开机率，宜在冬季连续供暖户内热源总热负荷的基础上，再乘以1.05~1.2的系数。

7 辐射面的传热量计算应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012的有关规定。

8 若设置新风系统，新风未经处理直接送入室内，或经热回收装置处理后，仍未达到室内空气状态的等温点时，产生的新风热负荷应计入户内热源总供热量和各房间的供暖末端热负荷中；冷风渗透热负荷不再考虑。

### 2.1.3 冷负荷计算

1 热泵系统冷负荷计算应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的规定。

2 当围护结构热阻较小（如单层玻璃窗），或窗墙比数值较大时，传热系数必须修正。对于建筑高度在100m以下且窗墙比数值较小的高层建筑，风速对冷负荷的影响可以忽略不计。

3 住宅设备同时使用系数较低，应注意适当选择。办公设备同时使用系数较高，应按公共建筑考虑。

4 住宅中餐厅的食物散热形成的冷负荷可以忽略不计；营业性餐厅的食物散热形成的显热、潜热冷负荷应加以考虑。

5 在按各房间的冷负荷选用末端设备时，间歇使用两联供系统的房间，其间歇系数应选取1.3~1.5。

6 在住宅中应考虑邻室无空调时温差传热所引起的负荷，应按下列方法计算：

1) 当相邻空间通风良好时，内窗温差传热形成的冷负荷 $Q_{lc}$ 应按下列公式计算：

$$Q_{lc} = a \times K_c \times F_c \times (t_r + \delta - t_n)$$

式中： $Q_{lc}$  —— 内窗温差传热形成的冷负荷（W）；

$a$  —— 窗框修正系数，窗框修正系数宜按表2-4取值；

表2-4 窗框修正系数

玻璃	间隔层厚 (mm)	间隔层充气体	窗玻璃的传热系数 $K_c$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	窗框修正系数 $a$								
				塑料		铝合金		PA 断热桥 铝合金		木框		
窗框比 (窗框面积与整窗面积之比)				30%	40%	20%	30%	25%	40%	30%	45%	
普通玻璃	玻璃厚度 3mm	-	5.8	0.72	0.79	1.07	1.13	0.84	0.90	0.72	0.82	
		12	空气	3.3	0.84	0.88	1.20	1.29	1.05	1.07	0.89	0.93
	玻璃厚度 6mm	-	5.7	0.72	0.79	1.07	1.13	0.84	0.90	0.72	0.82	
		12	空气	3.3	0.84	0.88	1.20	1.29	1.05	1.07	0.89	0.93
Low-E 玻璃	-	-	3.5	0.82	0.86	1.16	1.24	1.02	1.03	0.86	0.90	
中空玻璃	6	空气	3.0	0.86	0.93	1.23	1.46	1.06	1.11			
	12	空气	2.6	0.90	0.95	1.30	1.59	1.10	1.19			
辐射率 ≤ 0.25	6	空气	2.8	0.87	0.94	1.24	1.49	1.06	1.13			
	9		2.2	0.95	0.97	1.36	1.73	1.14	1.27			
	12		1.9	1.03	1.04	1.45	1.91	1.19	1.38			
Low-E 中空玻璃 (在线)	6	氩气	2.4	0.92	0.96	1.32	1.63	1.11	1.22			
	9		1.8	1.01	1.02	1.49	1.98	1.2	1.42			
	12		1.7	1.02	1.05	1.53	2.06	1.24	1.47			
辐射率 ≤ 0.15 Low-E 中空玻璃 (离线)	12	空气	1.8	1.01	1.02	1.49	1.98	1.21	1.42			
		氩气	1.5	1.05	1.11	1.63	2.25	1.29	1.59			
双银 Low-E 中空玻璃	12	空气	1.7	1.02	1.05	1.53	2.06	1.24	1.47			
		氩气	1.4	1.07	1.14	1.69	2.37	1.33	1.66			

- $K_c$  —— 窗玻璃的传热系数[W/(m<sup>2</sup>·K)];  
 $F_c$  —— 窗玻璃的传热面积 (m<sup>2</sup>);  
 $t_t$  —— 计算时刻下的冷负荷温度 (°C);  
 $\delta$  —— 地点修正系数;  
 $t_n$  —— 室内计算温度 (°C)。

2) 当相邻空间通风良好时, 内墙或间层楼板由于温差传热形成的冷负荷 $Q_{lq}$ 应按下列式计算:

$$Q_{lq} = K_q \times F_q \times (t_{wp} - t_n)$$

式中:  $Q_{lq}$  —— 内墙或间层楼板由于温差传热形成的冷负荷 (W);

$K_q$  —— 内墙或间层楼板的传热系数[W/(m<sup>2</sup>·K)];

$F_q$  —— 内墙或间层楼板的传热面积 (m<sup>2</sup>);

$t_{wp}$  —— 夏季空调室外计算日平均温度 (°C)。

3) 当邻室存在一定的发热量时, 通过房间内窗、内墙、间层楼板或内门等内围护结构温差传热形成的冷负荷 $Q_{lw}$ 应按下列式计算:

$$Q_{lw} = K_w \times F_w \times (t_{wp} + \Delta t_{ls} - t_n)$$

式中:  $Q_{lw}$  —— 通过内围护结构温差传热形成的冷负荷 (W);

$K_w$  —— 房间内窗、内墙、间层楼板或内门等内围护结构的传热系数[W/(m<sup>2</sup>·K)];

$F_w$  —— 房间内窗、内墙、间层楼板或内门等内围护结构的传热面积 (m<sup>2</sup>);

$\Delta t_{ls}$  —— 邻室温升 (°C), 根据邻室散热强度, 邻室温升宜按表2-5取值。

表2-5 邻室温升

邻室散热量	$\Delta t_{ls}$
很少 (如办公室、走廊等)	0
<23W/m <sup>3</sup>	3
(23~116) W/m <sup>3</sup>	5

7 若设置新风系统, 新风未经处理直接送入室内, 或经热回收装置处理后, 仍未达到室内空气状态的等焓点时, 产生的新风冷负荷应计入户内总供冷量。

8 两联供系统建筑物计算冷负荷应按下列情况确定:

1) 当系统设有自控时, 应将同时使用的各个房间逐时冷负荷累加, 得出建筑物冷负荷的逐时值, 取其中的最大值;

2) 在无法确定同时使用的各个房间时, 可按所有房间的逐时冷负荷的综合最大值, 再考虑同时使用系数, 一般按0.5~0.7选取; 若需要所有房间的空调同时使用, 同时使用系数为1.0。

9 两联供系统的夏季附加冷负荷, 宜综合考虑风机、风管温升引起的附加冷负荷, 以及水泵、管道、水箱温升引起的附加冷负荷, 取两者之和。

## 2.2 冷热源设计

### 2.2.1 一般规定

热泵系统的冷热水设计温度应符合下列规定：

1 采用地面辐射供暖末端时，供回水设计温度宜符合表2-6的规定，并以此确定热泵冷热水机组的设计工况；

表2-6 供回水设计温度（℃）

气候分区	供冷	供暖
夏热冬冷地区、夏热冬暖 A 区	7/12	45/40
寒冷 B 区	7/12	41/36

2 采用散热器供暖末端时，供水设计温度宜提高至50℃；

3 满足负荷需求和主机性能时，可自行决定设计温差。

### 2.2.2 空气源热泵水系统

设计选型应符合下列规定：

1 为减少部分负荷需求下压缩机频繁启停，导致水温波动，空气源热泵机组宜优先采用变频压缩机；

2 在夏热冬冷地区和夏热冬暖A区，宜采用空气源热泵整体式机组，机组置于室外，宜带低温启动及防冻措施。在寒冷B区，宜采用空气源热泵分体式机组，含压缩机、风冷冷凝器（制热时为蒸发器）及部分制冷剂系统的主机置于室外；含蒸发器（制热时为冷凝器）、水泵、缓冲水箱及部分冷热水系统的室内机置于室内；必须与主机一体设置并安装在室外时，循环水系统应采取添加防冻液等防冻措施；

3 通常选单台机组，系统冷负荷50kW以上或其他特殊需求可采用二台或多台。

4 容量计算应符合下列规定：

1) 机组夏季实际工况下的制冷量 $Q_s$ 应按下列公式计算：

$$Q_s = q_s \times K_3 / \beta_1$$

式中： $Q_s$ —— 主机夏季实际工况下的制冷量（kW）；

$q_s$ —— 主机名义工况下的制冷量（35℃）（kW）；

$K_3$ —— 使用地区夏季空调室外计算干球温度修正系数，按产品样本选取；

$\beta_1$ —— 主机积灰污垢系数，取1.1。

2) 机组冬季实际工况下的制热量 $Q_w$ 应按下列公式计算：

$$Q_w = q_h \times K_1 \times K_2 / \beta_1$$

式中： $Q_w$ —— 主机冬季实际工况下的制热量（kW）；

$q_h$ —— 主机名义工况下的制热量（kW）；

$K_1$ ——使用地区冬季空调室外计算干球温度修正系数，按产品样本选取；

$K_2$ ——主机融霜修正系数，应根据生产厂家提供的数据修正；无数据时，宜按每小时融霜一次取0.9，两次取0.8。

3) 机组容量选型需同时满足：

a 主机夏季实际工况下的制冷量 $Q_s$ 大于或等于系统夏季冷负荷 $Q_x$ ；

b 主机冬季实际工况下的制热量 $Q_w$ 大于或等于系统冬季热负荷 $Q_D$ ；

c 电加热设备置于缓冲水箱时，主机冬季实际工况下的制热量 $Q_w$ 大于或等于系统冬季热负荷 $Q_D$ 与系统中缓冲水箱电加热设备制热量之差。

### 2.2.3 空气源热泵水氟系统

设计选型应符合下列规定：

1 室内制冷剂末端、主机之间以及室内制冷剂末端之间的最大管长和最大高差，应符合产品技术要求；

2 热水模块选型应符合产品技术要求；

3 通常选单台主机，系统冷负荷50kW以上或其他特殊需求可采用二台或多台。

容量计算应符合下列规定：

1) 主机夏季实际工况下的制冷量 $Q_s$ 应按下列式计算：

$$Q_s = q_s \times N_1 \times N_2 / \beta_2$$

式中： $Q_s$ ——主机夏季实际工况下的制冷量（kW）；

$q_s$ ——主机名义工况下的制冷量（35℃）（kW）；

$N_1$ ——管长修正系数，按产品样本选取；

$N_2$ ——使用地区夏季空调室外计算干球温度、室内回风湿球温度修正系数，按产品样本选取；

$\beta_2$  主机与室内机积灰污垢系数，取1.15~1.2。

2) 冬季地面辐射或散热器供暖时，主机冬季实际工况下的制热量 $Q_w$ 应按下列式计算：

$$Q_w = q_H \times N_3 \times N_4 \times N_5 / \beta_1$$

式中： $Q_w$ ——主机冬季实际工况下的制热量（kW）；

$q_H$ ——主机名义工况下的制热量（kW）；

$N_3$ ——使用地区冬季空调室外计算干球温度、热水出水温度修正系数，按产品样本选取；

$N_4$ ——热水管路热损失修正系数，一般取值0.9~0.95；

$N_5$ ——主机融霜修正系数，应根据生产厂家提供的数据修正；无数据时，宜按每小时融霜一次取0.9，两次取0.8。

3) 主机容量选型需同时满足:

- ①夏季实际工况下的制冷量 $Q_s$ 大或等于系统夏季冷负荷 $Q_x$ ;
- ②冬季实际工况下的制热量 $Q_w$ 大或等于系统冬季热负荷 $Q_D$ 。

## 2.3 输配系统及辅件

### 2.3.1 冷热水系统

- 1 异程式水系统应设置水力平衡措施。
- 2 冷热源主机供回水总管上应设置关断阀门, 便于系统的调试、维修。并安装压力表、温度计和柔性连接管, 方便观察供回水压力、温度和隔振。
- 3 部分负荷时, 为保证主机在最小流量下安全运行, 系统供回水总管上应设置压差旁通阀。
- 4 系统供水管路顶端应设置自动排气阀, 在系统管路上宜设置微泡排气阀。
- 5 系统回水总管接入冷热源机组前应设置过滤器, 补水阀, 膨胀罐。水系统宜根据水质需求加药水处理, 在水质较硬的地区, 宜使用软水进行系统冲注, 并在补水口安装软化装置。
- 6 在系统补水管路中, 宜安装带有自动补水功能的防漏水保护装置。
- 7 风机盘管的供回水管应设置柔性接管、过滤器、关断阀门和水力平衡措施, 方便安装和检修, 并保证末端流量达到设计要求, 稳定运行。
- 8 风机盘管宜设置由房间温度控制器控制的电动二通阀, 并兼有开启和关断功能。
- 9 地面辐射供暖连接在分集水器的分支环路上, 宜设置带阻力预调节功能的阀门, 平衡环路阻力, 满足末端流量需求, 避免水力失衡。
- 10 散热器末端控制阀宜带阻力预调节功能的阀门, 或带阻力预调节及温度自动控制双重功能的阀门, 满足末端流量需求, 不宜采用手动阀门。
- 11 水系统管道宜采用塑料PE-RT、PPR、PE-X、PE-X-Al-PE-X或不锈钢等材质, 宜使用带有阻氧层的管材, 防止环境中的空气渗入管道内, 对系统的金属阀件造成腐蚀和结垢。
- 12 冷热水管径应根据管段设计流量按表2-7选取, 冷凝水管管径宜取公称直径(20~25) mm。

表2-7 冷热水管径

公称直径(mm)	15	20	25	32	40	50	70	80
选用流速(m/s)	0.6				0.7	0.8	0.95	1.1
选用流量(m <sup>3</sup> /h)	0.42	0.77	1.24	2.17	3.3	6.4	12.4	20.2

13 水阻力应按下式计算：

$$H_1=(1+k)\times R_0\times L$$

式中： $H_1$ ——管道水阻力（Pa）；

$k$ ——局部阻力与摩擦阻力的比值，视局部阻力情况取0.5~1.0；

$R_0$ ——管道平均比摩阻（Pa/m），可取200Pa/m；

$L$ ——系统最不利环路供回水管总长度（m）。

14 绝热应符合下列规定：

- 1) 输配系统暴露在空气中的管道应进行保温和保冷，宜采用橡塑或聚乙烯发泡材质，绝热材料达到B1级防火等级；
- 2) 管径小或等于DN50时，绝热层厚度25mm；管径大或等于DN70时，绝热层厚度28mm。

### 2.3.2 水泵

- 1 循环水泵的配置形式应根据建筑形式、舒适度需求及技术经济比较后确定；
- 2 功能简单的系统宜采用一级泵系统；
- 3 带缓冲水箱的系统宜采用二级泵系统，在冷源侧和负荷侧分别设置一级泵和二级泵。
- 4 循环泵台数应按下列方法计算确定：
  - 1) 一级泵的台数应按两联供机组的台数进行设置，一般不设置备用泵；
  - 2) 二级泵台数应根据水泵大小、各并联环路压力损失的差异程度、使用条件和调节要求，通过技术经济比较确定。
- 5 循环泵流量应按下列方法计算确定：
  - 1) 一级泵的流量应根据所对应的两联供机组的冷水流量确定；
  - 2) 二级泵的流量应根据该区域冷/热负荷综合最大值计算出的流量确定。
- 6 循环泵的扬程应按下列方法计算确定：
  - 1) 当采用一级泵系统时，水泵扬程为管路最不利环路、管件阻力、两联供机组的换热器阻力和末端设备的表冷器阻力或地暖盘管阻力之和；

2) 当采用二级泵系统时，一级泵扬程为管路、管件阻力和两联供机组的换热器阻力之和。二级泵扬程为二级管路最不利环路、管件阻力及末端设备的表冷器阻力或地暖盘管阻力之和；

3) 所有系统的水泵扬程，均应对计算值附加5%~10%的余量。

7 循环泵的选型宜符合下列规定：

1) 两联供系统的循环水泵宜选用无刷永磁高效变频屏蔽式水泵以降低运行噪音并实现节能效果；

2) 水泵选型时应考虑系统压力对泵体的作用，在选用水泵时应注明所承受的压力值；

3) 水泵的运行工况点宜选在水泵性能曲线中间1/3区域，以取得更高的运行效率；

4) 系统所选水泵应具有良好的抗汽蚀性能，同时系统应保证水泵入口的最小压力值需求，避免水泵出现汽蚀现象；

5) 如采用无刷永磁高效变频屏蔽式水泵，应保证水系统的总硬度不超过100mg/L（以CaCO<sub>3</sub>计），可通过循环水水质控制装置控制，或在系统中添加无害的阻垢剂；

6) 应保证水泵周围有良好的散热空间，水泵运行时环境温度不应超过水泵允许的工作温度范围。

8 水泵安装调试应符合下列规定：

1) 水泵安装应有良好的减震降噪措施，应避免管道固定不良及靠近箱体而引发共振；

2) 系统安装完毕后，应对水泵实际流量和扬程进行实测和复核，避免水泵选型偏差造成水泵过载或轻载运行。

### 2.3.3 缓冲水箱

1 当采用散热器供暖末端时，考虑化霜、除霜和室内供暖温度稳定的需求，同时为保护主机，系统宜设置缓冲水箱。缓冲水箱宜采用闭式承压水箱，水箱开孔数量根据系统型式确定。

2 定频系统缓冲水箱的最小容积可按下式计算：

$$V=V_1-V_2$$

式中：V —— 缓冲水箱最小容积（L）；

V<sub>1</sub> —— 系统维持热稳定需要的最小容积（L）；

V2 —— 系统水容积 (L)，即管道内水容量和设备及末端内水容量之和，可按每平方米供暖面积 (1.2~1.5) L估算。

3 冬季和夏季系统维持热稳定需要的最小容积可按下式计算：

$$V_1 = (1000/\rho_w) \times Q \times t_0 / (c_{pw} \times \Delta t)$$

式中： $\rho_w$  —— 水的密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )，取 $1000\text{kg}/\text{m}^3$ ；

$Q$  —— 按5.2或5.3计算的供暖热负荷和冷负荷 (kW)；

$t_0$  —— 设计负荷条件下，冷热源主机出水温度达到设计工况停机后，从再次启动至达到设计工况所需的时间 (s)；

$c_{pw}$  —— 水的定压比热容 [ $\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ]，取 $4.18\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ；

$\Delta t$  —— 冷热源主机达到设计工况时出水温度与再次启动时出水温度之间的差值，取 $10^\circ\text{C}\sim 20^\circ\text{C}$ 。

4 变频系统若安装缓冲水箱，其最小容积可比定频系统适当减小。

#### 2.3.4 输配水系统辅件

1 热泵系统在系统冷水立管或水平管最高点应设置自动排气阀，自动排气阀与管路连接处宜设置截止阀，方便系统带压时进行检修或更换。在地暖分集水器上应安装自动排气阀。在系统主管道上宜设置微泡排气阀，宜安装在回水管路上，有利于将游离在水中的微小气泡排除，降低气堵和气蚀风险。排气阀的选择时应注意排气背压和排气量。

2 热泵系统泄水阀应安装在系统回水管路的最低点。在寒冷地区，宜考虑自动泄水功能，当主机断电时，可自动放空系统中的水，防止系统管路冻裂。

3 热泵系统应安装定压膨胀罐，稳定系统压力，宜安装在系统回水管路，水泵入口处。在系统回水管路，水泵入口处，应安装自动补水阀，自动补水阀上游宜安装过滤器和关断阀门。定压补水装置设置时应考虑冬季防冻措施。

4 为防止杂质进入水泵、换热器和末端，两联供系统应在回水管路上安装过滤器。当使用塑料管时，宜采用目数不小于20目的Y型过滤器，使用自清洁过滤器时过滤精度不应小于 $300\mu\text{m}$ 。当使用镀锌钢管或无缝钢管时，宜设置螺旋除污器或磁性螺旋除污器，以过滤杂质吸附铁锈。

5 热泵系统分集水器宜采用铜质、不锈钢和工程塑料材质，适用温度范围 ( $5\sim 60$ )  $^\circ\text{C}$ ，承压不小于 $0.8\text{MPa}$ 。分集水器主管管径采用DN25或DN32，尾端应安装排气阀和泄水阀，具有水力平衡的调节能力。分集水器宜采用分环路控制方式，在分水器或集水器的各分支管上分别设置电热执行器，通过房间温度控制器达到温度的自动控制，宜设置带阻力预调节功能的阀门。分集水器前端应安装关断阀门，在夏季制冷工况时可以关断，防止冷冻水进入管道造成结露。

6 热泵系统宜安装防漏水保护装置。防漏水保护装置应具有断电主动保护和报警功能。当系统水管路系统发生漏水时，防漏水保护装置应自动切断补水，并发出报警和排水信号。

## 2.4 供暖供冷末端设计

### 2.4.1 热水供暖末端

#### 2.4.1.1 地面辐射供暖：

1 地面辐射供暖形式可选用混凝土填充式、预制沟槽保温板式、水泥砂浆预制填充板式和预制轻薄供暖板等。

2 供暖地面的构造做法应根据其设置位置和加热部件的类型确定。供暖地面的构造应由下列全部或部分组成：

- 1) 楼板或与土壤相邻的地面；
- 2) 防潮层（对与土壤相邻地面）；
- 3) 绝热层；
- 4) 加热部件；
- 5) 填充层；
- 6) 隔离层（对潮湿房间）；
- 7) 面层。

3 直接与室外空气接触的楼板或与不供暖房间相邻的地面作为供暖地面时，必须设置绝热层。

4 供暖地面构造应符合下列规定：

1) 当与土壤接触的底层地面作为辐射地面时，应设置绝热层。设置绝热层时，绝热层与土壤之间应设置防潮层；

2) 潮湿房间的混凝土填充式供暖地面的填充层上、预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板供暖地面的面层上，应设置隔离层。

5 供暖地面面层宜采用热阻小于 $0.05\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 的材料。

6 混凝土填充式供暖地面的加热部件，其填充层和面层构造应符合下列规定：

- 1) 豆石混凝土填充层上部应根据面层的需要铺设找平层；
- 2) 没有防水要求的房间，水泥砂浆填充层可同时作为面层找平层。

7 预制沟槽保温板辐射供暖地面直接铺设木地板面层时，应采用铺设有均热层的保温板，且在保温板和加热管之上宜再铺设一层均热层。

8 采用供暖板时，房间内未铺设供暖板的部位和敷设输配管的部位应铺设填充板；采用预制沟槽保温板时，分水器、集水器与加热区域之间的连接管，应敷设在预制沟槽保温板中。

9 当地面荷载大于供暖地面的承载能力时，应由土建设计人员采取加固措施。

10 分水器、集水器分支环路不宜超过8路，分、集水器断面流速宜小于0.8m/s。

11 户内各主要房间应单独设置环路，同时使用的较小房间可做同一环路。连接同一分水器、集水器上的各环路的长度宜接近，各分支路加热管长度不宜超过120m。

12 供暖地面加热管的材质和壁厚的选择，应根据工程的耐久年限、管材的性能以及系统的运行水温和工作压力等条件确定。

13 加热管内的水流速度应不小于0.25m/s，且不大于0.6m/s。

14 加热管敷设可采用回折型、平行型、双平行型等布管形式，绕行时不得小于管材的最小弯曲半径。加热管宜采用等间距布置，靠近外墙的间距也可适当减少。对于既有住宅增设供暖设施的房间，在安放落地家居的位置应减少加热管的敷设。

#### 2.4.1.2 散热器供暖

1 散热器不宜采用铸铁散热器，宜选择轻质的钢制、铝制或铜铝复合散热器。

2 散热器数量的确定应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736中的有关规定，并根据散热器连接形式、安装方式、组装片数、热水流量和进出口温度等因素进行修正。

3 散热器宜布置在外窗台下，也可按使用要求布置在内墙侧。散热器应明装，散热器连接支管应安装恒温阀。

4 室内系统宜采用分、集水器对各组散热器进行连接，当采用分、集水器对各组散热器进行连接时，散热器连接支管可不安装恒温阀。

#### 2.4.1.3 风机盘管供暖

1 以供暖为主的风机盘管宜采用立式落地布置；

2 风机盘管规格应根据房间热负荷、设计供回水温度等确定；

3 采用风机盘管供暖时，应采取必要措施优化室内气流组织，减小温度梯度；

#### 2.4.2 供冷末端

1 风机盘管的安装位置应根据用户对供暖和供冷的使用要求确定，当以夏季供冷为主的系统，风机盘管应采用卧式安装在房间的上部。

2 风机盘管规格应根据房间冷负荷和设计供回水温度等确定。

3 风机盘管阀门、进水、出水管及冷凝水管应采取保温措施以防凝露。

## 2.5 电器系统与集成控制

### 2.5.1 系统集成控制器

- 1 系统集成控制器宜具有供冷、供暖、空调和通风等多种便于用户操控的模式。
- 2 系统集成控制器应具有一键关机功能及其他安全功能。
- 3 系统集成控制器宜实现互联网控制，可远程查看及设置主机的部分参数，如报警提醒、模式设置和水温设定等，可连续存储主机相关各项数据。
- 4 系统集成控制器宜自带后台检测功能，可后台监测每台设备的运行状态及运行数据。
- 5 系统集成控制器可联入智能家居系统。
- 6 系统集成或末端宜配置APP，实现手机远程操控。
- 7 系统集成控制器可实现多台联动，一个控制器控制多台机器。
- 8 系统集成控制器应能设置运行模式。

### 2.5.2 房间温度控制器

- 1 房间温度控制器应设置在附近无散热体、周围无遮挡物、不受风直吹、不受阳光直射、通风干燥、周围无热源体、能正确反映室内温度的位置。温控器的安装高度宜距离地面1.2m~1.5m，与照明开关在同一水平线上。
- 2 地温型温控器的传感器不应被家具或地毯等覆盖或遮挡，宜布置在人员经常停留的位置且在加热部件之间空地处。
- 3 宜采用同一温控器控制风机盘管及地面辐射供暖末端，或制冷剂末端及地面辐射供暖末端。

### 2.5.3 配电系统

- 1 当选用的热泵系统冷热源主机需要三相电源时，进户线应采用三相电源，并配置三相电能表。
- 2 热泵系统冷热源主机由户用配电箱配电时，配电回路应与其它家用电器和照明回路分开，并宜设置专用的配电控制箱。
- 3 当热泵系统需单独管理、分项计量或单独计费时，或当配电设计含有简单设备控制功能或家居配电箱配电支路数量过多时，应设置独立的专用配电箱及电能表箱。
- 4 电气装置和设备的防护等级应满足安装环境及电击防护的要求，其电源供电、各种线路选择与接线、安全保护与接地等电气设计应符合国家现行有关标准的规定，并满足产品设计要求，产品应取得3C认证或生产许可证。
- 5 热泵系统冷热源主机配电系统应符合下列规定：

1) 当室外设备电源单独回路供电时, 配电线路应设置短路及过负荷保护器。当安装位置位于人伸臂所能触及的范围或末端配电线路采用TT系统时, 应加装剩余电流动作保护器。

2) 当设备要求电源送至室内设备, 或室内设备和室外设备合用电源回路供电时, 配电线路应设置短路、过负荷及剩余电流动作保护器。

3) 应根据所选用设备的压缩机及配置的变速器等负荷的特性, 对配电线路进行过流保护整定。

6 末端设备、混水器及其温控系统应符合下列规定:

1) 风机盘管(含风机、电动阀或电磁阀和温控器)或制冷剂末端(含风机、膨胀阀和温控器)及混水器的电源宜单独回路供电, 配电线路应设置短路及过负荷保护器。当落地式安装时, 应加装剩余电流动作保护器。

2) 当地面辐射供暖电动阀和温控器供电电源与其它家用电器合用电源回路供电时, 配电线路应设置短路、过负荷及剩余电流动作保护器。

3) 每台风机盘管或制冷剂末端宜单独设置熔断器保护。当多台设备共用一套保护装置时, 其链式配电线路总计算电流不应超过20A。

4) 配电线路剩余电流动作保护器的额定动作电流值不应大于20mA, 额定动作时间不应大于0.1s。

7 各种线路的选择及敷设除应满足设备要求外, 还应符合下列规定:

1) AC220V或AC220V/380V的电源线路, 以及部分连接与控制线路、阀门控制线路应选铜导体。除成套设备连接线路截面要求符合线路保护规定外, 其他线路截面均不应小于 $2.5\text{mm}^2$ 。

2) 通讯及信号传输线路应与交流电源线路分开敷设, 当其间距不满足抗干扰要求时, 应选择屏蔽缆线或采用金属导管护套等防护措施。

3) 地面管线应沿靠近房间隔墙的区域敷设, 不宜与热水管交叉敷设, 不应在地面辐射供暖加热管排布区域内与热水管上下平行敷设。

4) 室外设备至室内的连接与控制线路、传感器线路和阀门控制线路, 以及敷设在卫生间潮湿场所的缆线宜采用双重绝缘缆线。

5) 选择室外明敷的缆线应考虑耐受冬夏季室外环境参数的要求。

6) 电线敷设不得与风机电机接触, 还需采取必要的安全措施以防水、防尘、防腐蚀、防震及防动物咬线等。

## 2.5.4 控制与监测

1 传感器和执行器应符合下列规定：

1) 传感器测量范围和精度应与二次仪表匹配。

2) 温度、湿度传感器的设置，应符合下列规定：

①测量范围宜为测点温度及湿度范围的（1.2~1.5）倍；

②供回水温差的两个温度传感器应成对选用，且温度偏差系数应同为正或负；

③壁挂式空气温度、湿度传感器应安装在空气流通，能反映被测房间空气状态的位置。风道内温度、湿度传感器应保证插入深度，不应在探测头与风道外侧形成热桥。水管温度传感器应保证测头插入深度在水流的主流区范围内，安装位置附近不应有热源及水滴。

2 调节阀的选择，应符合下列规定：

1) 水路两通阀宜采用等百分比特性的阀门；

2) 水路三通阀宜采用抛物线特性或线性特性的阀门；

3) 口径应根据使用对象要求的流通能力，通过计算选择确定。

3 两联供系统的集成控制系统应具备下列功能：

1) 夏季空调供冷和冬季供暖可采用人工转换或自动转换；

2) 配套水路的电动阀和制冷剂系统的工况转换部件应连锁自动控制。

4 冷热源主机应具备供热和供冷工况时对水温、供热/供冷量的调节和机组启停的自动控制功能；

5 无刷永磁高效变频屏蔽式水泵宜采用外部控制功能，根据系统需求，控制水泵转速以实现系统节能；

6 辐射供暖系统应在热源处设置供热温度调节控制装置，在需控制供水温度时宜安装地暖混水系统，精确控制系统供水温度。

## 第三部分 施工安装

### 3.1 服务规范

1 在上门安装之前，应提前与用户协商服务时间，说明大致的工作时间安排，并严格按照预约时间上门服务。

2 上门服务时，工作人员应着装干净整洁、精神饱满、有礼貌。与用户见面时，应主动出示工作证并进行自我介绍。

3 进入用户住宅时，应尽量保持安静，并保持室内整洁。入室操作时，最好能佩戴鞋套。安装使用的工具应放置于工作垫布上。

4 在搬运设备的过程中应注意轻拿轻放，严禁在室内拖动，以免造成地板的损坏。

5 热泵机组安装的位置应征得用户的同意。如果用户要求不适宜安装，应耐心解释并给出推荐位置。如果安装过程中需要收费，应提前向用户说明。

6 若在安装过程中产生大量灰尘，应提前将用户的家具用品遮盖好。若因工作需要需搬移、踩踏用户的家具用品，应事先征得用户同意。在工作中应避免损坏用户的物品。如果损坏，应按原价赔偿。

7 在安装过程中，不向用户索要物品。

8 完成安装后，应将工作场所清理干净，并向用户简要介绍产品的使用及维护方法。

9 离开时，应向用户告别。

### 3.2 安全考量

在热泵系统的安装、施工以及运行时，一定要把安全放在第一位，防止出现意外事故，以给人身带来危害。比如对于制冷剂，可能发生的事故包括窒息、爆炸和冷冻疮。在选用制冷剂系统部件时，务必注意不同制冷剂的工作压力。如采用R410A制冷剂，其运行压力要大于R407F和R22，这时就必须选用承压能力较高的部件。如采用R32以及R290等可燃性环保冷媒，机组关键零部件例如水泵等应通过IEC60335-2-40风险评估。同时，压力保护装置必不可少的，如高压压力开关、高压压力控制器等，以防止系统出现危险的高压。

除了热泵的制冷剂回路可能出现的事故以外，在施工过程中也可能出现一些事故，其中包括：

- 1 以错误的姿势举起重物导致背部受伤
- 2 滑下楼梯
- 3 被掉落的热泵砸到脚趾
- 4 使用工具时不小心导致受伤
- 5 进行维护前未把电源切断导致受伤

6 对操作运行中的系统进行作业时发生的触电

因此，热泵系统的生产、施工，必须是具备相应资质的专业人员操作。

### 3.3 安装过程

#### 3.3.1 主机系统安装

1 施工基本流程：基础检查验收→设备开箱检查→设备运输吊装→设备就位→设备保护→现场配管安装

##### 2 具体施工措施

###### 1 设备基础

1) 明确设备基础（室外主机、缓冲水箱、制冷剂-水热交换器和集分水器）、风机盘管或散热器的安装位置及标高、管道（循环管、制冷剂管和冷凝水管）的走向及管道预埋套管的位置及标高；

2) 按施工图和设备安装图对已完成的基础进行复核、检查，基础平台接触处加减震器或橡胶减震垫，沿设备底座平铺。

3) 设备基础平面应该平整，其坡度应不大于千分之一，设备周围应预留有排水装置及设施。

4) 空气源热泵机组放置于房顶时为避免基础与楼体间形成振动，基础平台使用减震器进行减震。设备放置于地面时使用不低于20mm厚橡胶垫进行减震。

###### 3 设备开箱检查

1) 在设备安装前，应认真熟悉施工图纸、设备说明及有关技术文件（装箱单、装箱手册等），全面检测设备性能。针对使用情况对装箱单进行复核，有关设备要会同有关人员共同对设备进行开箱点验，办理移交手续。

2) 设备开箱检查，对照装箱单对全部设备、零部件、附属材料及专用工具进行复核、清点，确认设备零部件、规格数量与装箱文件和施工图纸是否相符，检查设备在运输过程中是否受到损伤，及时发现供货时可能发生的错误和损坏，各方有关负责人在开箱报告及有关技术资料上签字。（见表3-1）

表3-1 设备进场检查记录

工程名称									
分部工程名称				验收单位					
施工总包单位				项目经理					
施工分包单位				分包项目经理					
专业工长（施工员）				施工质量检查员					
进场设备				检查项目及施工单位检查记录					
名称		型号	数量	编号	设备		技术文件		
空气源热泵机组	室外主机 <input type="checkbox"/> 整体机 <input type="checkbox"/> 分体机				外包装		装箱单		
					设备外观		合格证		
					备品备件		产品说明书		
					其他		其他		
	室内主机 <input type="checkbox"/> 分体机					外包装		装箱单	
						设备外观		合格证	
						备品备件		产品说明书	
						其他		其他	
施工单位检查评定结果				项目专业质量检查员：   年 月 日					
监理(建设)单位验收结论				监理工程师：  (建设单位项目专业技术负责人)  年 月 日					

①根据设备装箱清单说明书，合格证、检验记录和必要的装箱图及其他技术文件，核对型号，规格及全部零部件，附属材料和专用工具是否齐全。

②主体和零部件表面有无缺损和锈蚀等情况。设备充填的保护气体，应无泄漏，油封应完好。

③开箱检查完成后，填写开箱检查记录。然后对设备采取必要的保护措施，不能过早或任意拆除，以免设备受损。

#### 4 设备运输与吊装

1) 机组在搬运中应小心轻放，保持机体垂直。吊装的重点是吊装承力点的选择，吊装器的选择，绝对不允许设备底座扭曲、变形。

2) 机组吊装前，复检吊装设备和工机具必须安全可靠，确保起吊能力。吊索的转折处于设备接触部位，采用软质材料衬垫，以免划坏设备。

3) 机组向上吊运时，应避免撞击其他物体以免滑动，为防止外表刮伤和变形，钢索与机体接触部分须放置不低于20mm厚的保护垫，同时绳索之间应加支撑件（见图3-1）。

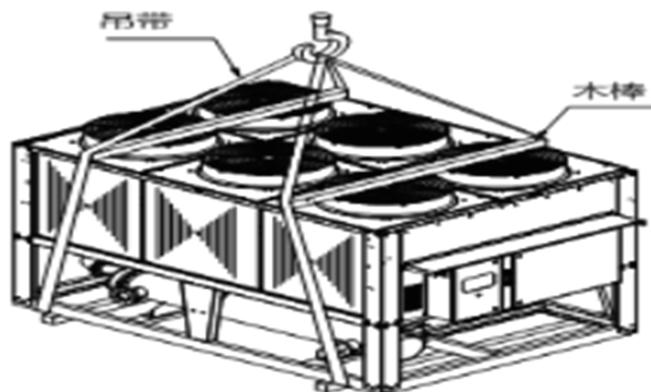


图3-1 吊装示意

#### 5 机组就位

1) 机组就位前，先要进行基础机架验收找平，并定好纵横向中心线，以利机组吊装时准确落位。

2) 根据设备底层槽钢基础就位孔确定减震器及减震垫位置，设备就位时提前安装到位，确保设备就位时不可碰设备底层槽钢基础。

3) 确保设备垂直就位时设备保持水平，使用水平尺在水平位置及垂直位置进行找平。

4) 机组安装就位位置应保证四周有足够的空间，尤其是检修门及外接管道一侧，要保证维修、操作的方便。

## 6 机组附件安装

- 1) 外接水管安装时，其管道规格必须符合设计和机组水流量的要求。
- 2) 机组与外接管道连接，应装设软接头过渡，管道重量不能让机组承受。
- 3) 机组每个进水管必须安装水过滤器，过滤器安装方向应与水流方向一致，过滤器目数以40目为宜。
- 4) 管道系统最高处必须安装自动排气阀，最低处应安装放水阀或排污阀。
- 5) 机组应配置符合设备运行要求的专用电源，并做好可靠的接地。

## 7 成品保护及调试

- 1) 设备安装就位后应进行二次防护，使用保鲜膜或者塑料薄膜进行外观防护，放置灰尘以及焊渣进入到主机内部。
- 2) 设备在未调试运行前，关闭设备的进出口阀门，防止焊渣及灰尘进入设备换热器内。
- 3) 机组的调试，由供货厂家专业技术人员进行。安装施工队伍派出技术人员配合，以求空调系统达到最佳运行工况。

### 3.3.2、管道安装

#### 1. 水系统安装主要工艺流程

定位放线→支吊架安装→管路预制→管路安装（由主干管向支管末端安装→和设备端口连接→管路配件安装→质量检验→水压试验→通水试验→隐检管路→保温→外观验收（同其它设备验收一起进行））

#### 2. 聚丙烯管（PP-R）安装

- 1) PP-R管道中流速不宜大于2m/s，一般接受1-1.5m/s；
- 2) 管道穿过楼板时，应设置钢制套管，套管顶部应高出楼板面50mm，底部应和楼地板面平；
- 3) 管道连接应严格依据有关规范实施；
- 4) 搬运管材或管件时，应当心轻放，避开油污，严禁猛烈撞击、和尖锐物品碰撞和抛、摔、滚、拖；
- 5) 管材或管件应放在通风良好的地方，不得露天存放，防止阳光直射；不同管道最小支吊架间距见表3-2。

表3-2热水PP-R管支吊架安装间距

公称外径 (De)/mm	20	25	32	40	50	63	75	90	110
水平管/m	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.5
立管/m	0.9	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.7	1.8	2.0

### 3.3.3 保温做法

橡塑PE管（或聚乙烯）、发泡橡胶，接受粘接法，并且必需确保每条接缝密实，外层缠绕防潮塑料布，每圈搭接量不少于30mm，管道立管和带坡度的管缠绕时应由下向上进行。

保温管道穿越墙体或楼板时，保温不得间断；管道的支、吊、托架必需设置于管道保温的外部，在穿过支、吊、托架处，应镶以垫木避开形成“冷桥”。其基本做法有以下2种（见图3-2）

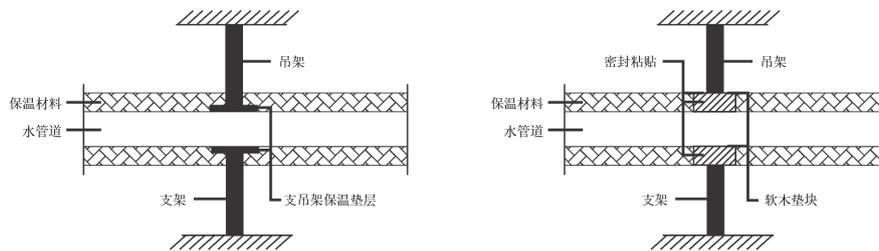


图3-2 保温做法

### 3.3.4 地暖管道安装

#### 1. 铺设方法

##### 1) 湿式铺法（见图3-3）：

铺设管路后须要进行水泥填充，安装高度比干式大，但蓄热好，施工费用低。安装高度：70-80mm。

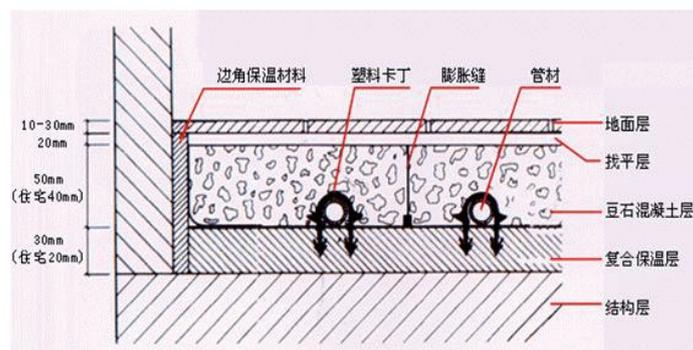


图3-3 湿式铺法



图3-4 干式铺法

### 3) 安装工序

- 第一步：地面找平
- 第二步：分集水器安装
- 第三步：边角保温板沿墙粘贴
- 第四步：在找平层上铺设保温层
- 第五步：铺设钢丝网
- 第六步：将加热管用管卡固定保温板。

### 2 安装要求及留意事项

1) 地暖辐射供暖地板当边长超过8m或面积超过40m<sup>2</sup>时，要设置伸缩缝，缝的尺寸为5~8mm，高度同细石混凝土垫层。塑料管穿越伸缩缝时，应设置长度不小于400mm的柔性套管。在分水器及加热管道密集处，管外用不短于1000mm的水纹管爱惜，以降低混凝土热膨胀。在缝中填充弹性膨胀膏（或进口弹性密封胶）。

2) 加热管验收合格后，回填细石混凝土，加热管保持不小于0.4Mpa的压力；垫层应用人工抹压密实，不得用机械振捣，不许踩压已铺设好的管道，施工时应派专人日夜看护，垫层达到养护期后，管道系统方允许泄压。

3) 地暖分水器进水处装设过滤器，防止异物进入地板管道环路，水源要选用清洁水。

4) 立管和分集水器连接后，应进行系统试压。试验压力为系统顶点工作压力加0.2Mpa，且不小于0.6Mpa，10分钟内压力降不大于0.02Mpa，降至工作压力后，不渗不漏为合格

### 3 地暖盘管样式（见图3-5）

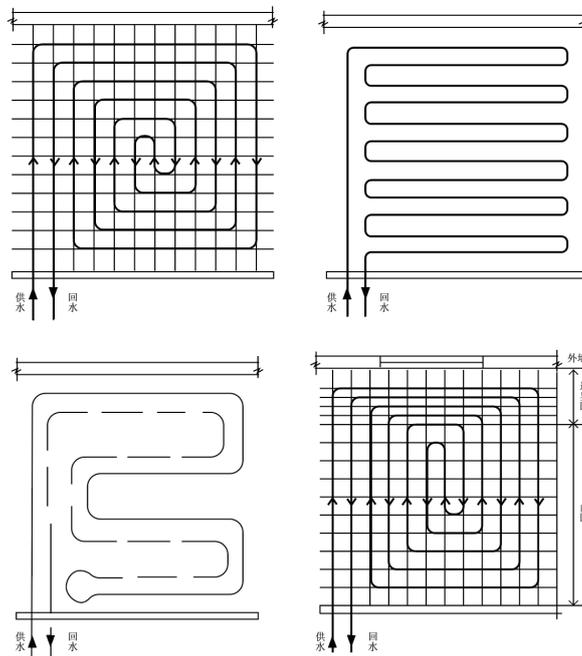


图3-5 地暖盘管样式

#### 4 地暖的帮助材料

- 1) 保温板：在地暖铺装中保温板起到隔热保温的作用
- 2) 反射膜：不但起到了保温隔热的作用，还起到了向上散热的作用
- 3) 钢丝网：一为保温板起到了承重的作用，二可以固定地暖管材。
- 4) 边角隔热层：不但起到了隔热的作用还起到了伸缩的作用。
- 5) 卡钉、扎带：用来固定地暖管材的材料。

### 3.3.5 散热片安装

#### 1 散热片安装工序

第一步：对地面或者墙壁进行开槽。

第二步：铺设管路并护卡槽。

第三步：安装集分水器。

第四步：对散热片管路进行压力试验。试验压力应为正常运用压力的1.5倍，3-5分钟无渗漏为合格。

第五步：依据装修进度进行散热片安装。

#### 2 安装要求及留意事项

- 1) 散热片底部距地面大于等于100mm；顶部距上端遮挡物距离应小于100mm。
- 2) 非承重墙要用穿墙螺杆，两侧加钢板固定，钢板尺寸应不小于30\*30\*3(mm)；内保温墙面膨胀螺栓必需穿过内保温层深化墙内，深化墙内长度不小于50mm。

- 3) 安装要保证散热片顶部的平直，带跑风端应高一点，便于散热片内的气体排放。
- 4) 挂钩间距以散热片对应片数距离为准,不宜集中或过度分散,遇长片时适当增加挂钩数量。
- 5) 散热片宜带包装安装，以爱惜散热片外观完好。
- 6) 散热片管道穿过墙壁和楼板等时，需设置爱惜套管。管道明装时每300毫米需加装管卡。
- 7) 每组散热片进出水口处需安装阀门，以便于非采暖季散热片的满水养护。
- 8) 温控阀应在进水口处，水平安装。

### 3.3.6 风机盘管安装

#### 1 安装前的准备工作：

- 1) 暗装的卧式风机盘管、吊顶应留有活动检查门，便于风盘能整体拆卸和修理。
- 2) 安装前确认管路和电气接线的位置。
- 3) 检查吊装结构是否能够承受机组重量。
- 4) 全部风盘安装必需水平以确保排水顺畅和正常运转。

#### 2 风机盘管就位

1) 吊架安装应平稳坚实，位置正确。吊杆不应自由摇摆，吊杆和托盘相连应用双螺母紧固找平找正。安装高度及坡度应正确（见图3-6）。

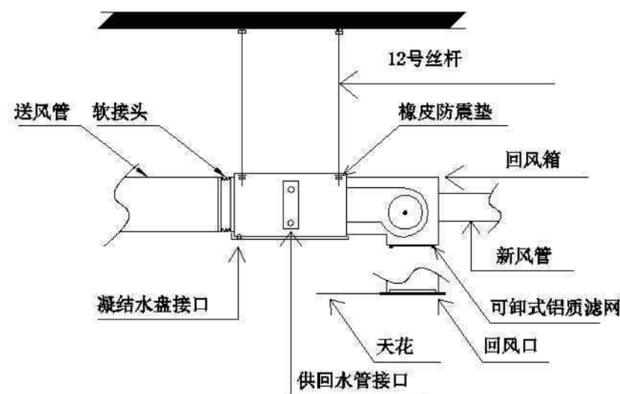


图3-6 风机盘管安装示意

- 2) 按施工图定出风机盘管的吊装位置及标高，然后预制吊杆用膨胀螺栓固定吊点，最终将风机盘管吊装就位；
- 3) 膨胀螺栓用 $\Phi 8$ 膨胀螺栓，吊杆用 $\Phi 8$ 的圆钢，吊点用角钢制作；
- 4) 风机盘管的凝水管端应低于另一端，以便冷凝水的畅通，或者保持风机盘管水平放置；

5) 卧式暗装风机盘管的下方吊顶，应预留检查口以便运行修理的工作，检查口尺寸不小于400\*600mm，回风口可以同时兼作检查口；

### 3 管路连接（见图3-7）

1) 风机盘管供、回水阀及水过滤器应靠近风机盘管机组安装。

2) 冷热媒水管和风机盘管连接宜接受金属水纹软管，接管应平直。紧固时应用扳手卡住六方接头，以防损坏铜管。凝合水管宜软性连接，软管长度一般不大于 300mm。材质宜用透亮胶管，并用喉箍紧固，严禁渗漏，坡度应正确，凝合水应畅通的流到指定位置。凝合水盘不得倒坡，应无积水现象。

3) 风机盘管同冷热媒水管连接，应在管道系统冲洗排污后进行连接，且入水口加Y型过滤器，以防堵塞热交换器。

4) 风机盘管和风管、风口连接应严密牢靠。

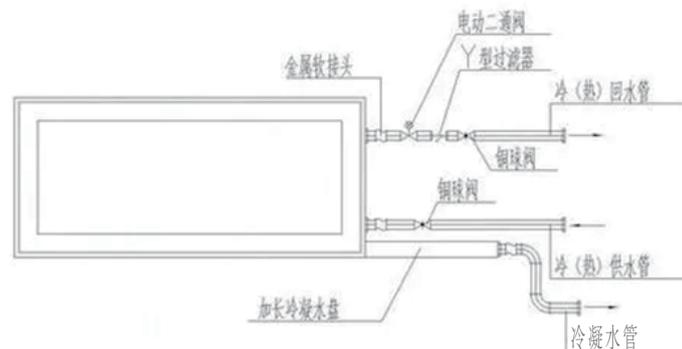


图3-7 管路连接示意

### 4 水系统管道布置原则

- 1) 管道尽量隐藏；
- 2) 削减装修工作量及避开出现袒露水管；
- 3) 尽量利用房间吊顶设置主管和吊装风机盘管；

### 5 风机盘管保护措施

- 1) 在风机盘管的接水盘周围设置防护罩或者挡板，防止灰尘和污物直接进入接水盘。
- 2) 防护罩或挡板可以选择透明材质，便于观察风机盘管的工作情况，及时清理。
- 3) 根据实际情况，可以选择固定式或可移动式的防护罩或挡板，方便维护和清理。

## 3.3.7 系统部件与材料

### 1 水泵选型

1) 水泵的流量应为机组额定冷冻水量的1.1-1.2倍(单台工作时取1.1,两台并联工作时取1.2)。

2) 冷冻水流量L: 在没有考虑同时使用率的情况下选定的机组,可根据产品样本提供的数值乘以1.1~1.2倍的系数选用。

3) 如果考虑了同时使用率,建议用如下公式进行计算:

$$L<\text{m}^3/\text{h}>= Q<\text{kW}>/ (4.5-5^\circ\text{C} \times 1.163)$$

公式中的Q为没有考虑同时使用率情况下的总冷负荷。

水泵的扬程应为它承担的供回水管网最不利环路的总水压降1.1-1.2倍。

4) 最不利环路阻力计算经验公式如下:

$$\blacklozenge H_{\text{max}} = \Delta p_1 + \Delta p_2 + 0.05L (1 + K)$$

$\Delta P_1$ : 机组蒸发器的水压降

$\Delta P_2$ : 最不利环路中并联的各台空调末端装置的水压损失最大一台的水压降  
0.05L: 沿程损失取每100m管长约5mH<sub>2</sub>O。

式中K为最不利环路中局部阻力当量长度总和与直管总长的比值。当最不利环路较长时K取0.2-0.3; 最不利环路较短时K取0.4-0.6。

冷冻水泵扬程<mH<sub>2</sub>O>= 1.1-1.2H<sub>max</sub>

## 2 水箱安装

1) 水箱可安装在室内, 应尽可能安装在靠近用水点及热泵主机的位置, 以减少管路热损失; 也可安装在室外, 如阳台、屋顶、地面等。贮水箱安装时应设基础, 基础高度为100~300mm。

2) 水箱室内安装地面应做防水处理, 并便于排水。

3) 水箱与冷、热水管的连接处应设有调节阀门。

4) 水箱热水出口应设安全阀, 其排水应就近排入附近的排水设施。

5) 水箱周围应留大于600 mm的安装维修空间。

## 3 自动排气阀

将水循环中的空气集中在或在局部位置自动排出。它是空调系统中不可缺少的阀类。一般安装在闭式水路系统的最高点和局部最高点。

## 4 止回阀

主要用于阻止介质倒流。主要安装在水泵的出水段。

### 5 平衡阀

平衡阀是一种具有特殊功能的阀门,具有良好的流量特性,能够合理分配流量,实现流量定量,可以有效地解决系统中存在的室温冷热不匀问题。由于该阀上设有开启度指示,开度锁定装置及用于流量测定的测压小阀,所以只要在各支路及用户入口装上适当规格的平衡阀,并用专用智能仪表进行一次性调试后锁定,将系统的总水量控制在合理范围内,从而克服了"大流量、小温差"的不合理现象,但由于价格较贵,一般用于末端装置很多的大型系统和精度要求较高的情况。

平衡阀的安装位置:平衡阀既可以装在供水管上,也可以装在回水管上。一般我们建议装在回水管上,安装了平衡阀的供(回水管就不必再设截止阀。

### 6 过滤器

空调系统安装过程中,水管内会流下一些泥砂之类的脏物,水系统在长期运行中,会不断产生一些锈之类的污物。

### 7 水系统仪表

为了空调系统调试和运行管理方便,水系中要求设置一些必要的仪表,如:

- 1) 主要设备进、出口,一般需要设置测压装置,以便了解水系统中的压力分布情况及设备的阻力。
- 2) 水温发生变化的地点,应设置测温装置,如冷、热源设备进、出口。

## 3.3.8 电气连接

### 1 电气配线

- 1) 机组应使用专用电源,电源电压符合额定电压。
- 2) 机组供电电路必须具有接地线,电源地线要与外部接地线可靠连接,且外部接地线是有效的。
- 3) 配线施工必须由专业技术人员按照电气控制接线图进行。
- 4) 配线工作必须符合国家有关电气设备技术标准要求,并设置好漏电保护装置。
- 5) 电源线和信号线布置应整齐、合理,不能互相干扰,同时不可与连接管或阀体接触。
- 6) 所有接线施工完成后经仔细检查,确认无误后才可通电。

### 2 接线要求

- 1) 不与电控箱相连的电源和控制线路不允许通过电控箱。否则,电磁干扰可能引起机组和控制器的故障甚至损坏,并导致保修失效。

2) 电控箱内一般有强电线路通过，控制板上也有220V交流电通过，接线时应遵循强弱电分开的原则，操作面板连接线不可与电源线合并捆扎。

3) 所有的电气线路均必须符合当地的接线规范，按照国家标准，用户有责任为机组的输入电源提供电压、电流保护。

4) 所有接至机组的电源必须通过一个手动开关，并确保当此开关断开时，机组电路节点上的电压全部解除。

5) 必须使用正规的电缆为机组供电。机组应使用独立的供电电源，严禁机组与其它电器共用同一电源，以免引起超负荷危险。供电电源的手动开关或熔断器应与机组工作电压、工作电流相匹配。

6) 机组必须安装接地线，切勿将接地线与气体燃料管道、水管、避雷导体或电话的接地线相连。接地不当，可能引起触电意外，请经常检查机组接地是否可靠。

7) 所有与机组连接的线路，均应避免雨水渗入，防止漏电事故发生。

### 3 接线步骤

1) 将有效接地线牢固地连接到机组电控箱中位置，确保机组正确接上地线，以防漏电事故，其接地装置须严格按照电工法规要求施工。地线可防止电击。

2) 参照电气控制接线图，将操作面板连接到机组控制板对应接口，并安装固定好操作面板。

3) 参照电气控制接线图，按工程系统中配备的设备实际连接好各控制信号端。

4) 在适当的位置上安装主电源开关控制箱。

5) 通过电线连接孔把电源、接地线接到机组电控箱内。

6) 主电源必须通过压线夹。

7) 按正确的相序牢固地将电源线接到动力接线端子上。

## 第四部分 调试验收

### 4.1 运行前注意事项及检查项目

- 1 安全检查后方可进行试运行（见表4-1）。
- 2 不要堵塞空气进风口和出风口。否则可能引起机组性能降低或启动保护装置而不能运行。
- 3 确认所有阀门打开，对水系统管路冲刷排污，确认水质洁净度符合要求。
- 4 绝对不可进行强制运行。（保护装置不动作，可能导致机组损坏、保修失效！）

表4-1 运行前检查项目表

检查项目	具体描述	是	否
安装位置是否符合要求	机组牢固地安装在基础上并校平		
	空气侧热交换器空气流动空间符合要求		
	维修工作空间符合要求		
	外观符合要求		
水系统是否符合要求	水管尺寸符合要求		
	压力控制符合要求		
	隔热保温符合要求		
	排水流畅		
电气系统及接线是否符合要求	漏电保护器有效		
	接地线正确连接		
	电线容量符合要求		
	开关容量符合要求		
	保险丝容量符合要求		
其他	电压和频率符合要求		
	连接位置紧固		
	安全装置符合要求		

## 4.2 系统管道试压

1 管道安装结束前必需进行水压试验，以确认其熔接状态是否良好消退隐患。

2 水压试验应在热熔连接24小时后进行，试压前管道应固定，接头需明露。

3 冷水管试验压力应为管道系统工作压力的 1.5 倍，但不得小于 1.0MPa；热水管试压应为系统工作压力的 2.0 倍，不得小于 1.5MPa。

4 试压时加压宜接受手动试压泵或电动泵缓慢升压，以免压力过高干脆破坏管材。至规定试验压力，稳压 1h，测试压力降不得超过 0.06Mpa；

5 在工作压力的 1.15 倍状态下，稳压 2h，压力降不得超过 0.03Mpa,同时检查各连接处不得渗漏。

6 试压时间不得低于 24h。

## 4.3 系统管道冲洗

1 在主立管的最下端(根部)要有解除污物的支管并带阀门；在全部的低点应设泄水管。在重要设备和重要的限制阀前应装水过滤器。

2 管道试压合格后，要进行系统冲洗，将系统内的污物冲洗冲出系统内。冲洗前必需把末端设备和空调主机进行旁通，避开杂质进入设备中。

3 水系统利用管网的永久性泵进行冲洗，冲洗应连续进行，直至出口水色和透亮度和入口目测一样为合格，冲洗完毕后清洗Y型过滤器的杂质。

## 4.4 主机系统调试

### 1 调试内容

1) 系统调试包括热泵机组开机运行、配件和系统联动试运转调试。

2) 配件如水泵、阀门、电磁阀、电气及自动限制设备、监控显示设备、帮助加热设备正常运行。

3) 系统联动运转调试主要是指依据实际运行工况进行系统试运行和调试。

### 2 调试准备

1) 系统调试应在水电等条件具备的条件下进行,检查热泵机组的电气接线是否正确，接地平安牢靠。

2) 检查水泵接线，安装方向是否正确。运转时，检查水泵转动方向是否正确。

3) 检查电磁阀安装方向是否正确，手动通断电时电磁阀应开启正常，动作灵敏，密封严实。

- 4) 检查水流开关、过滤器、电磁阀安装方向正确。
- 5) 热泵系统应冲洗干净，解除系统中空气，系统连续运行应正常、平稳。热泵机组运行时，不应出现异样振动和噪声，没有高压或低压异样爱惜现象。
- 6) 当机组运行出现结霜状况时，应能自动进行除霜。
- 7) 宜水泵运转前解除空气，水泵运转时正常运行无异音，各种平安爱惜装置、自动限制装置动作灵敏、工作牢靠。各种阀门启闭灵敏，关闭严密。
- 8) 详细记录调试运转数据。（见表4-2）

表4-2 系统试运转测试（调试）检验记录

工程名称					
分部工程名称				验收单位	
施工总包单位				项目经理	
施工分包单位				分包项目经理	
专业工长（施工员）				施工质量检查员	
调试单位				调试负责人	
空气源热泵系统测试数据记录					
测试区域位置				主机编号	
测试工况			制冷□制热□		
室内设定温度（℃）					
测试项目		测试数据			
		开机前	30min	60min	90min
室外环境温度（℃）					
室内温度（℃）					
热泵主机	排气温度（℃）				
	油温（℃）				
	高/低压（MPa）				
	冷凝器气管温度（℃）				
	冷凝器液管温度（℃）				
	运转电流（A）				
	电压（V）				
冷热水系统	供回水温度（℃）				
	供回水压力(MPa)				
空调末端设备	进/出风温度（℃）				
	风扇档位				
其他试运转项目记录					
项目		运转情况			
水泵试转					
风机盘管及开关控制					
直接蒸发末端及开关控制					
自控阀动作					
.....					
施工（调试）单位检查评定结果		项目专业质量检查员： 年 月 日			

## 4.5 地暖调试

1 安装好的地暖，在运用之前都须要进行一系列的调试，地暖的调试，最关键的是分水器的动态平衡调整阀及分水各支跟流量调整阀的必需严格依据设计管路长度平衡调整，才能保证系统的平衡分室温度限制的实现。

2 设置于采暖模式下运行，初始加温时，热水升温应平缓，供水温度应限制在比当时环境温度高 10℃左右，且不应高于 32℃；并应连续运行48h；以后每隔24h水温上升3℃，直至达到设计供水温度。

3 打开全部室内温控器，视察温控器运行状况，同时视察分水器处各支路通路运行状况，依据回水温度，调整各支路的流量

4 检查在运行期间各个节点是否有渗漏状况。

5 视察系统的水压表运行状况是否平稳，在初次运行时，系统内的空气会随着水流排出会出现压力降，是属于正常的。

6 地暖调试运行期间，地表温度宜在 24 度以上，因地面混凝土厚度不同，以及实木复合地板和石材的导热系统相差较大，每个房间的地表温度可能不同属正常状况。

## 4.6 风机盘管调试

### 1 调试的步骤

1) 检查风机盘管，看托盘内是否有异物，如有，则应先把其清理干净。

2) 关闭进回水管路上的各种阀门，通过开闭阀门看转动是否灵敏，检查水泵运转状况，转向是否正确。

3) 利用自来水供水。

4) 系统灌满水无渗漏后，便可进行系统大循环水泵的流量、扬程等是否达到了设计要求，运行半小时后，打开总回水管上过滤器，取下滤网，清除脏物。

5) 开启各个风机盘管，用手拧开风机盘管上手动放气阀，放掉积存的空气，并清理风机盘管进水管上过滤器的脏物，看风机盘管的制冷效果。

6) 在整个系统运行后，查看风机盘管托盘内的凝合水，看排水是否畅通，如有积水则应检查管路，重新调整坡度。

### 2 调试过程中常出现的问题及对策

1) 堵是影响空调运用效果最主要的因素之一，堵又分"气堵和脏堵"气堵主要是由于管道积气，局部形成气囊，造成水流不畅和流量削减。造成这种缘由主要是管道安装时不留意坡度，另外管道在绕梁时形成U现象，或者由于装修等其它缘由造

成机盘管标高提高，结果支管比走廊主管高等。解决的方法一是在每层的主管最高处设一个自动排气阀，并尽量削减绕梁现象；

2) 另外，初次运用时打开风机盘管上的手动放气阀，将盘管内积存的空气放掉。脏堵最空易发生在盘管进水支管上或者主管最末端，所以，在盘管的进水支管上一般都装有过滤器。当发觉风机盘管运用效果不佳时，先查看有无气堵现象，解除了以后再关掉盘管进回支管上阀门，打开过滤器，清除脏物。发生在主管末端的堵塞一般不简洁查出，当空调效果不佳时，可拧开风机盘管手动放气阀，如不出水，且过滤器又无脏东西时，一般就是这种状况。这时要把主阀门关掉，将主管最末一段管道疏通或换掉。

#### 4.7 工程竣工验收

安装调试完毕后配合相关部门进行调试并验收合格，对验收产品进行备案。交付用户使用时向用户提供使用说明书、维护保养及维修手册、保修卡、并详细讲解设备使用、安全等注意事项，确保用户完全了解产品的操作方法和注意事项。空气源热泵安装工程竣工验收时，要检查竣工验收的资料，所需准备的文件及记录情况如下：

- 1 施工设计方案；
- 2 主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告；
- 3 工程设备、管道系统安装及检验记录；
- 4 管道试验记录；
- 5 设备单机试运转记录；
- 6 系统带负荷联合试运转与调试记录；
- 7 观感质量综合检查记录(见表4-3)；
  - 1)各类调节装置的制作和安装应正确牢固，调节灵活，操作方便；
  - 2)制热及水管系统的管道、阀门及仪表安装位置正确，系统无渗漏；
  - 3)管道支架、位置及间距应符合本规范要求；
  - 4)室外机与室内机的安装应正确牢固。
- 8 安全和功能检验资料的核查记录。

将上述文件和记录表准备齐全，交给用户检查、审核并签字后，由公司对这些资料进行封存。完成这些验收工作后，工程正式移交给用户使用。

表4-3 空气源热泵系统安装工程质量检验记录

工程名称				
分部工程名称		验收单位		
施工单位		项目经理		
分包单位		分包项目经理		
专业工长（施工员）		施工班组长		
施工执行标准名称及编号	《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243—2002 《多联机空调系统工程技术规程》JGJ174—2010			
序号	内容		施工单位评定检查记录	监理(建设)单位验收记录
1	热泵系统	设备及基础的验收		
2		热泵机组的安装		
3		设备的严密性试验及试运行		
4		制冷剂管道及管配件的安装		
5		制冷剂管路的强度、气密性试验		
6	冷热水系统	配套设备、管材及配件验收		
7		水泵、膨胀罐等配套设备安装		
8		管道（包括柔性接管）连接		
9		管道（包括柔性接管）安装		
10		管道支吊架		
11		检修阀、自控阀、安全阀、放气阀、排水阀、减压阀等的安装		
12		过滤器等其他部件的安装		
13		系统的冲洗排污		
14		隐蔽管道的验收		
15		系统的试压		
		管道的保温		
施工单位检查评定结果	项目专业质量检查员：   年 月 日			
监理（建设）单位验收结论	监理工程师：  (建设单位项目专业技术负责人)  年 月 日			

## 第五部分 保养维修

### 5.1 维护保养

#### 5.1.1 维护保养的类型

热泵系统的维护保养措施分为三类：

- 1 预防性维护；
- 2 定期修护保养服务；
- 3 维修服务。

维护保养作业的结果应被记录在记录簿中，以便在组件故障之前能检测到恶化的情况。任何缺陷应及时修理。

#### 5.1.2 定期维护保养

至少每年一次，维修技术人员应检查并确定该热泵系统处于良好的工作状态，同时根据制造商在操作和维护手册中的建议进行维修作业。维修技术人员应执行以下作业：

- 1 询问用户是否发现系统出现了任何问题。
- 2 检查所有的空气或水过滤器（每三个月一次）。
- 3 检查安全脱口器（“故障”指示灯亮着）时应注意查看热泵是否曾经停工。
- 4 测试制冷剂是否发生泄漏。
- 5 检查热泵性能。
- 6 通过视觉和听觉检查系统（不寻常的声音、脱落板或保温层、水迹等）。
- 7 定期检查水路系统压力（每月一次）。
- 8 防冻液的定期控制。
- 9 检查电气连接。
- 10 检查压缩机、风机和水泵电机。
- 11 检查热泵控制装置的设置。
- 12 更换所有有缺陷的部件和电缆。
- 13 清洗水泵的过滤器和蒸发器/冷凝器盘管
- 14 检查所有的螺钉和螺栓（盖上或支持作用等）。
- 15 更换损坏的保温部分。

对于热泵系统，每三个月一次对冷凝水盘进行排水和藻类滋生检查。如果明显有藻类滋生的，请咨询专家进行适当的化学处理。在大多数情况下，每三个月使用一次除藻剂将使该问题得到解决。

### 5.1.3 维修服务

维修服务是维护保养的补救部分。所有的维修都必须由合格的工作人员进行，特别是制冷回路的维修。从可观察到的现象开始，必须进行以下作业：

- 1 确定故障的位置；
- 2 确定导致故障的可能原因或故障部件；
- 3 进行必要的检查；
- 4 实施必要的纠正措施；
- 5 确认系统处于良好工作状态；

电气问题是紧急服务呼叫最常见的原因。解决可疑的电气问题的方法通常是在关键点取电压读数，并将其与正常读数相比较。

热泵系统的无电维护工作应从作业清单中列出的流速和温度检查开始。制冷剂-水式热交换器主要关注的是泄漏以及适当的泵运行和规模。任何故障应该进行维修后才可再次使用该系统。

## 5.2 系统常见故障及排除方法

当安装人员启动热泵系统时，造成故障或失灵的可能原因有两个：直接与热泵相关的部分（如制冷剂不足、压力开关或膨胀阀故障等）、与系统的其他相关部分（如流经散热器的低水流速、空气源受阻、接触器未接通或电气连接故障等）。两个不同的原因可能会导致相同的故障现象，而且安装人员很难分辨出责任是在于安装人员本人、服务中心或是热泵制造商。例如，引起高压安全装置的过度频繁跳闸可能的原因有：制冷剂过量 - 服务中心的责任（如果是在工厂填充，则应由热泵制造商负责）；封闭或阻塞的膨胀阀 - 热泵制造商的责任；供暖回路的循环泵出现故障 - 安装人员的责任。

在联系客户服务中心之前，安装人员必须检查故障是发生在热泵内或是系统其他部分。本章将介绍热泵有关的故障问题寄系统其他部分的常见故障，这些问题都可由安装人员轻易察觉，并可向服务中心或热泵制造商报告初步的诊断结果。

表5-1 系统常见故障及排除方法

机组状态	可能原因	检测及排除方法
缺相或逆相	缺相 逆相	检查三相电源，保证三相电压正常供电 把其中两相电源线互调
水流开关保护	靶流开关损坏 水流量不足 循环进水管有空气 循环泵损坏 水箱缺水	更换靶流开关 清洗 Y 型过滤器，加大水流量 把循环进水管内空气排出 检查循环泵及电容并进行修复 确保水箱满水，保证进水压力 $\geq$ 0.15MPa
出水温度过热	出水温度 $>70^{\circ}\text{C}$	检查水中系统，如水泵、阀门等
高压开关故障	高压开关损坏 水流量不足 系统堵塞，水箱感温探头脱落	更换高压开关 加大水流量 检查并修复系统，正确固定水箱感温探头
低压开关故障	低压开关损坏 制冷剂不足 蒸发器堵塞或翅片表面脏	更换低压开关 系统检漏修复并按参数充注制冷剂 移开堵塞物或清洗蒸发器翅片
排气管温过热	制冷剂不足 系统有堵塞	系统检漏修复并按参数充注制冷剂 检查系统排除故障
通讯出错	操作面板与主板间接口松动 信号线断路	检查操作面板与主板间的接口并加固 更换信号线
盘管传感器故障	传感器与主板间接口松动或脱落	检查传感器与主板间接口并加固
环境传感器故障	传感器探头脱落	重新固定传感器探头
出水传感器故障	传感器连接线断路或短路	修复传感器连接线
回水传感器故障	传感器损坏	更换传感器
水箱传感器故障		
机组不运转	电源故障 机组电源接线松动 机组电源熔断器熔断	检查电源确保电源合格 加固电源接线 更换熔断丝

水泵运转但水流不通 水泵噪音大	相关阀门未开启 水箱缺水 水系统中进空气 Y型过滤器脏堵	开启相关阀门 检查补水装置，向水箱补水 排除水系统中的空气 清洗Y型过滤器
机组制热能力偏低	制冷剂不足 水系统保温不良 蒸发器堵塞或翅片表面脏 Y型过滤器脏堵	系统检漏修复并按参数充注制冷剂 加强水系统保温 移开堵塞物或清洗蒸发器翅片 清洗Y型过滤器
压缩机不运转	电源故障 接线松动 压缩机接触器损坏 压缩机过热保护	检查电源确保电源合格 加固电源接线 更换压缩机接触器 查明过热原因排除故障后开机
压缩机运转噪音大	液体制冷剂进入压缩机 压缩机内部零件损坏	检查膨胀阀是否失效 更换压缩机
风扇不运转	风扇紧定螺钉松动 风扇电机烧毁 风扇电机启动电容失效 风扇接触器损坏	加固紧定螺钉 更换电机 更换电容 更换接触器
压缩机运转但不制热	制冷剂全部泄漏 压缩机故障 循环水泵损坏	系统检漏修复并按参数充注制冷剂 更换压缩机 更换水泵
进出水温差高	水系统中进空气 Y型过滤器脏堵 水流量不足 循环泵故障 进出水传感器故障 进出水温差值设置偏小	排除水系统中的空气 清洗Y型过滤器 加大水流量 检查维修循环泵 检查传感器是否脱落或损坏 适当增加温差值