

户式空气源热泵冷暖两联供 工程技术导则

Technical guideline for residential air-source heat pump cooling and
heating system

（征求意见稿）

前 言

根据住房和城乡建设部标准定额研究所《关于同意<户式空气源热泵冷暖两联供工程技术导则>立项的复函》（建标工(2019)25 号）的要求，导则编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本导则。

本导则主要技术内容是：总则、术语和符号、系统型式及分类、设计参数及负荷计算、冷热源设计、输配系统及辅件辅材设计、末端设计、电气系统与集成控制、施工安装、调试与验收、运行与维护、要求与评价。

本导则的某些内容可能直接或间接涉及专利，本导则的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本导则由中国节能协会和中国建筑金属结构协会归口管理，由中国节能协会热泵专业委员会负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请寄送解释单位（地址：北京市朝阳区和平西街 11 区 37 号楼北侧 2 楼，邮编：100029）。

本 导 则 主 编 单 位：

本 导 则 参 编 单 位：

目 录

1	总则	6
2	术语和符号	7
2.1	术语	7
2.2	符号	8
3	系统型式及分类	12
3.1	机组和系统	12
3.2	输配系统型式和末端型式	12
4	设计参数及负荷计算	13
4.1	一般规定	13
4.2	供暖热负荷计算	13
4.3	冷负荷计算	15
5	冷热源设计	18
5.1	一般规定	18
5.2	户式空气源热泵机组	18
5.3	户式空气源多联式空调热泵（热水）机组	19
5.4	设备设置	21
6	输配系统及辅件辅材设计	22
6.1	一般规定	22
6.2	冷热水系统	22
6.3	水泵	23
6.4	缓冲水箱	24
6.5	防漏水保护装置	25
6.6	过滤器	25
6.7	系统定压补水	25
6.8	放气、放水阀	25
6.9	分集水器	26
6.10	冷媒管系统	26
7	末端设计	27
7.1	一般规定	27
7.2	热水供暖末端	27
7.3	供冷末端	29
8	电气系统与集成控制	30
8.1	一般规定	30
8.2	系统集成控制器	30
8.3	房间温度控制器	30

8.4	配电系统	30
8.5	控制与监测	32
8.6	安全防护	32
9	施工安装	34
9.1	一般规定	34
9.2	施工组织	34
9.3	室外主机的安装	35
9.4	室内末端设备的安装	37
9.5	系统输配管路及部件连接	39
9.6	保温绝热隔热	43
9.7	风口及风管的安装	44
9.8	电气系统施工及安装	44
10	调试与验收	47
10.1	一般规定	47
10.2	试运行和调试	47
10.3	验收	48
11	运行与维护	49
11.1	一般规定	49
11.2	系统运行	49
11.3	系统维护	50
12	要求与评价	51
12.1	一般规定	51
12.2	系统性能要求测试与评价	51
12.3	综合等级要求与评价	51
附录 A	输配系统及末端型式示意图	54
A.1	空气源热泵冷热水机组输配系统	54
A.2	空气源多联式空调热泵（热水）机组系统	56
附录 B	户式空气源热泵配套末端设计选型	58
B.1	典型供暖地面构造图示	58
B.2	供暖地面单位面积散热量	63
B.3	散热器散热量	71
B.4	风管盘管供热、供冷额定值	72
附录 C	验收表格	73
附录 D	用户文件	77
附录 E	系统性能测试方法	80
附录 F	供暖常规能源替代量及环境经济效益计算	83
F.1	常规能源替代量计算	83

F.2 环境效益计算计算	84
F.3 经济效益计算	84
本规程用词说明	86
引用标准名录	87

1 总 则

1.0.1 为规范户式空气源热泵冷暖两联供工程的设计、施工、调试、验收、运行以及评价，做到技术先进、经济合理、安全适用，保证工程质量、运行效果，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于中小型民用建筑中，使用额定制冷量不大于 50kW 的空气源热泵冷热水机组、空气源多联式空调热泵（热水）机组作为冷热源，供暖采用热水的地面辐射或散热器末端为主，供冷采用冷水或冷媒的对流末端为主的户式空气源热泵冷暖两联供系统工程的设计、施工、调试、验收、运行以及评价。

1.0.3 本导则适用于夏热冬冷地区、寒冷 B 区和夏热冬暖 A 区。

1.0.4 户式空气源热泵冷暖两联供工程的设计、施工、调试、验收、运行以及评价，还应符合国家和地方现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统 air-source heat pump cooling and heating system

采用单台额定制冷量不大于 50kW 的空气源热泵机组作为冷热源, 供暖采用热水的地面辐射或散热器末端为主, 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。

2.1.2 空气源热泵冷热水机组 air source heat pump cooling and heating package

兼有提供冷水和热水的空气源热泵机组, 简称冷热水机组。该机组应用端, 夏季采用风机盘管制冷, 冬季采用地面辐射供暖或散热器供暖, 过渡季节或间歇供暖时, 风机盘管可辅助供暖。

2.1.3 空气源多联式空调热泵(热水)机组 multi split air-conditioning (heat pump) and water heating unit

以空气为热源, 提供热水供暖和室内空气调节功能的多联式空气调节机组, 简称多联式空调(热水)机组。该机组应用端, 夏季采用直接蒸发式室内机制冷, 冬季采用地面辐射供暖或散热器供暖, 过渡季节或间歇供暖时, 直接蒸发式室内机可辅助供暖。

2.1.4 对流和辐射末端 convection and radiation terminals

户式空气源热泵冷暖两联供系统使用的供暖供冷末端, 包括以地面构造整体为热辐射面的供暖地面、散热器、风机盘管机组和直接蒸发式室内机等, 可独立或联合运行。

2.1.5 平衡点温度 bivalent temperature

建筑的房间基本热负荷与热泵机组制热量相等时所对应的室外温度。

2.1.6 输配模块 transmission and distribution module

户式空气源热泵冷暖两联供系统中, 安装于空气源热泵冷热水机组与所有末端之间, 包含循环水泵、缓冲水箱、过滤器、控制阀门等部件的一体化组件。

2.1.7 水模块 hydraulic module

包含制冷剂-水换热器、循环水泵、定压装置、过滤器等部件的室内组件, 适用于空气源多联式空调热泵(热水)机组。

2.1.8 缓冲水箱 buffer tank

设置在冷热水机组和末端之间, 储存冷热水并能够增加输配系统水容量的装置。

2.1.9 房间基本热负荷 room continuous heating load

根据供暖房间耗热量和得热量的平衡计算结果,需要供暖系统供给的热流量,数值上等于围护结构的基本耗热量和附加耗热量、通过门窗缝隙的冷风渗透耗热量、及外门开启侵入冷风耗热量之和。

2.1.10 一级泵系统 primary water pumping distribution system

冷源侧和负荷侧共用一个循环泵组的户式空气源热泵冷暖两联供系统。

2.1.11 二级泵系统 secondary water pumping distribution system

冷源侧设置一级泵组,负荷侧设置二级泵组的户式空气源热泵冷暖两联供系统。

2.2 符号

2.2.1 系数、效率

- a —— 窗框修正系数;
- COP —— 名义制冷工况下的制冷性能系数;
- COP_h —— 名义制热工况下的制热性能系数;
- COP_{SYS} —— 系统的供热性能系数;
- D —— 每度电折合所耗标准天然气量;
- EER —— 制冷工况下满负荷时的能效比;
- EER_{sys} —— 系统的供冷能效比;
- F_c —— 窗玻璃的传热面积;
- F_q —— 内墙或间层楼板的传热面积;
- 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;
- $IPLV$ —— 制冷综合部分负荷性能系数;
- $IPLV(H)$ —— 制热综合部分负荷性能系数;
- K_c —— 窗玻璃的传热系数;
- K_q —— 内墙或间层楼板的传热系数;
- 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;
- K_1 —— 使用地区冬季空调室外计算干球温度修正系数;
- K_2 —— 主机融霜修正系数;
- K_3 —— 使用地区夏季空调室外计算干球温度修正系数;
- k —— 局部阻力与摩擦阻力的比值;
- N_1 —— 管长修正系数;
- 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;

- 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；
- N_4 —— 热水管路热损失修正系数；
- N_5 —— 主机融霜修正系数；
- R —— 热阻；
- R_o —— 管道平均比摩阻；
- α —— 考虑间歇供暖的附加系数和开机率；
- β_1 —— 主机积灰污垢系数；
- β_2 —— 主机与室内机积灰污垢系数；
- δ —— 地点修正系数；
- λ —— 导热系数；
- η_t —— 以常规能源为热源时的运行效率。

2.2.2 费用

- C_s —— 供暖季户式空气源热泵冷暖两联供系统的年节约费用；
- C_z —— 供暖季户式空气源热泵冷暖两联供系统的增量成本；
- M —— 每年运行维护增加费用；
- N —— 空气源热泵系统的静态投资回收年限；
- P_d —— 当地电价；
- P_t —— 当地天然气的价格。

2.2.3 热量

- CC —— 名义制冷量；
- Q_D —— 系统冬季热负荷；
- Q_H —— 户式空气源热泵冷暖两联供系统的年总制热量；
- Q_h —— 房间的户间传热附加耗热量；
- Q_j —— 房间基本热负荷；
- Q_{lc} —— 内窗温差传热形成的冷负荷；
- Q_{lq} —— 内墙或间层楼板由于温差传热形成的冷负荷；
- Q_{lw} —— 通过内围护结构温差传热形成的冷负荷；
- Q_m —— 房间的热媒供热量；
- Q_{nc} —— 传统系统的供热年总能耗；
- Q_{nl} —— 户式空气源热泵冷暖两联供系统的年制热总能耗；
- Q_r —— 房间热负荷；
- Q_s —— 主机夏季实际工况下的制冷量；
- Q_{sc} —— 系统测试期间的累计供冷量；

Q_{SH}	——	系统测试期间的累计供热量；
Q_t	——	常规能源替代量；
Q_X	——	系统夏季冷负荷；
Q_x	——	房间间歇供暖附加耗热量；
Q_W	——	主机冬季实际工况下的制热量；
Q_Z	——	户内热源总供热量；
Q_1	——	地面辐射供暖房间所需向上的供热量；
Q_2	——	供暖地面向下的传热量；
Q'_2	——	房间得热量；
q_t	——	标准天然气的发热值；
$q_{c(h)i}$	——	热泵系统的第 i 时段制冷（热）量；
q_H	——	主机名义工况下的制热量；
q_h	——	房间单位面积平均户间传热附加耗热量；
q_s	——	主机名义工况下的制冷量；
$\sum N_i$	——	系统测试期间，所有热泵主机和末端累计消耗电量；
$\sum N_j$	——	系统测试期间，所有水泵累计消耗电量。

2.2.4 减排量、排放量

M_{CO_2}	——	二氧化碳减排量；
M_{SO_2}	——	二氧化硫减排量；
M_{ft}	——	粉尘减排量；
M_{NO_x}	——	氮氧化物减排量；
V_{CO_2}	——	每立方标准天然气的二氧化碳排放量；
V_{SO_2}	——	每立方标准天然气的二氧化硫排放量；
V_{ft}	——	每立方标准天然气的烟尘排放量；
V_{NO_x}	——	每立方标准天然气的氮氧化物排放量。

2.2.4 温度

t_n	——	室内计算温度；
t_{wp}	——	夏季空调室外计算日平均温度；
t_τ	——	计算时刻下的冷负荷温度；
Δt	——	水温波动允许值；
Δt_{ls}	——	邻室温升；
Δt_i	——	热泵系统第 i 时段冷热源侧进出口介质的温差；
t_0	——	维持热稳定性要求的时间。

2.2.5 比热容、流量、容量、密度

- c_{pw} —— 水的定压比热容；
 c_i —— 第 i 时段冷媒介质平均定压比热；
 q_v —— 流量；
 q_{vi} —— 系统第 i 时段冷热源侧的平均流量；
 V —— 缓冲水箱最小容积；
 V_1 —— 系统维持热稳定需要的最小容积；
 V_2 —— 系统水容积；
 ρ_i —— 第 i 时段冷媒介质平均密度；
 ρ_w —— 水的密度。

2.2.6 其他

- A —— 房间使用面积，即围护结构内表面包围的房间地面积；
 F_p —— 人均居住面积；
 H —— 扬程；
 H_1 —— 管道水阻力；
 L —— 系统最不利环路供回水管总长度；
 n —— 热泵系统测试期间采集数据组数；
 S —— 相导体截面积；
 ΔT_i —— 第 i 时段持续时间；
 φ —— 直径。

3 系统型式及分类

3.1 机组和系统

3.1.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统冷热源可采用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。

3.1.2 采用户式空气源热泵冷暖两联供系统时，供暖或空调的冷热源可采用下列形式之一：

1 空气源热泵冷热水机组作为冬季供暖水系统的热源，同时作为夏季空调水系统的冷源；

2 空气源多联式空调热泵（热水）机组作为冬季供暖水系统直接蒸发末端的热源，同时作为夏季空调直接蒸发式系统的冷源；

3 如间歇供暖后需要迅速升温，户式空气源热泵冷暖两联供系统可采用辐射末端辅以风机盘管或直接蒸发式室内机同时供暖的形式。

3.1.3 户式空气源热泵冷暖两联供系统由冷热源主机、输配系统、末端（风机盘管，散热器，地面辐射供暖末端）、控制系统和互联网远程控制系统组成，以下简称集成系统。

3.2 输配系统型式和末端型式

3.2.1 输配系统型式分为：

1 空气源热泵冷热水机组输配系统型式根据循环水泵的配置方式可分为：一级泵系统和二级泵系统，典型系统示意图见本导则附录 A.1；

2 空气源多联式空调热泵（热水）机组的热水输配系统根据末端配置可分为：以地面辐射为末端和以散热器为末端的型式，典型系统示意图见本导则附录 A.2。

3.2.2 末端型式分为：

1 散热器按材质一般可分为：铸铁散热器（内腔无粘砂）、钢制散热器（柱型、板型、钢管型、钢管对流型、钢制卫浴型等）、铜铝散热器和钢铝散热器等几种类型；

2 风机盘管按结构形式可分为立式、卧式和卡式等类型，按机外静压可分为低静压型和高静压型，按安装方式可分为明装和暗装型；

3 空气源多联式空调热泵（热水）机组系统直接蒸发式末端可分为风管式室内机、壁挂式室内机和嵌入式室内机等类型；

4 地面辐射供暖末端可分为混凝土填充式供暖地面、预制沟槽保温板和供暖板供暖地面。

4 设计参数及负荷计算

4.1 一般规定

4.1.1 室内设计参数应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 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

4.1.2 地面辐射供暖室内设计温度可降低 2°C。

4.1.3 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应符合表 4.1.3 的规定。

表 4.1.3 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

4.1.4 公共建筑主要房间每人所需最小新风量应符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 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

4.2 供暖热负荷计算

4.2.1 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。

4.2.2 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。

4.2.3 房间热负荷 Q_r 应按下列公式计算：

$$Q_r = Q_j + Q_h + Q_x \quad (4.2.3-1)$$

$$Q_h = q_h \times A \quad (4.2.3-2)$$

$$Q_x = \alpha \times Q_j \quad (4.2.3-3)$$

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 4.2.1~4.2.2 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 4.2.3-2 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^2)，多层和高层住宅可取 $q_h = (5 \sim 7) W/m^2$ ；

A —— 房间使用面积，即围护结构内表面包围的房间地面积 (m^2)；

α —— 考虑间歇供暖的附加系数和开机率，住宅可取 0.3~0.4。

4.2.4 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：

$$Q_1 = Q_r - Q'_2 \quad (4.2.4-1)$$

$$Q_m = Q_1 + Q_2 \quad (4.2.4-2)$$

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 4.2.3-1 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) 机组直接蒸发式室内机等末端设备辅助供暖时，可用来承担房间间歇供暖附加耗热量 Q_x ，则式 4.2.3-1 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)；

4.2.5 户内热源总供热量 Q_z 应为各房间的热媒供热量 Q_m 的总和，即各房间热

负荷 Q_r 及底层供暖房间供暖地面向下的传热量 Q_2 的总和。

4.2.6 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。

4.2.7 当辐射供暖地面与供暖房间相邻时，混凝土填充式热水辐射供暖单位地面面积向上散热量和向下传热量可按现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 中附录 B 确定。

4.2.8 预制沟槽保温板、供暖板辐射表面向上供热量，以及向下传热量应按产品检测数据确定。

4.2.9 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。

4.2.10 考虑户式空气源热泵冷暖两联供系统通常仅部分房间启用，冬季房间同时使用系数可根据实际使用需求取值，以确定冬季供暖热负荷。当无法确定同时使用的各房间时，冬季供暖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，再乘以 1.05~1.2 的系数；

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 、各房间的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，再乘以 1.05~1.2 的系数。

4.3 冷负荷计算

4.3.1 户式空气源热泵冷暖两联供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。

4.3.2 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。

4.3.3 住宅设备同时使用系数较低，应注意适当选择。办公、商场设备同时使用系数较高，应按公共建筑考虑。家用器具的散热量和散湿量可按表 4.3.3 取值；办公室中的设备散热量，可根据设备厂商提供的数据进行计算。

表 4.3.3 家用器具的散热量和散湿量

家用器具类型	设备功率 (W)	设备散湿量 (g/h)	设备散热量 (W)	
			显热散热量	全热散热量
电炉	3000	2100	1450	3000
	5000	3600	2500	5000
洗衣机	3000	2100	1450	3000
	6000	4200	2900	6000
吸尘器	200	—	50	50

冰箱	100	—	300	300
	175	—	500	500
电熨斗	500	400	230	500
电视机	175	—	175	175
电咖啡壶	500	100	180	250
	3000	500	1200	1500
电吹风	500	120	175	250
	1000	240	350	500
电子消毒柜	1000	500	175	500
电子灶	2320	—	2320	2320
烤箱 (600mm×500mm×350mm)	2000	300	800	1000
双眼煤气灶	—	—	700	700
12L 煤气咖啡壶	—	500	1020	1460
PC 终端	—	—	200	200
复印机	—	—	300	300
打印机	—	—	300	300

4.3.4 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。

4.3.5 在根据房间计算冷负荷选用末端设备时，间歇使用户式空气源热泵冷暖两联供系统的房间，其间歇系数应选取 1.10~1.25。

4.3.6 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} 应按下式计算：

$$Q_{lc}=a \times K_c \times F_c \times (t_{\tau} + \delta - t_n) \quad (4.3.6-1)$$

式中： Q_{lc} —— 内窗温差传热形成的冷负荷（W）；

a —— 窗框修正系数；

K_c —— 窗玻璃的传热系数[W/(m²·K)]；

F_c —— 窗玻璃的传热面积（m²）；

t_{τ} —— 计算时刻下的冷负荷温度（℃）；

δ —— 地点修正系数；

t_n —— 室内计算温度（℃）。

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} 应按下式计算：

$$Q_{lq}=K_q \times F_q \times (t_{wp} - t_n) \quad (4.3.6-2)$$

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/(m²·K)]；

F_q —— 内墙或间层楼板的传热面积 (m^2);
 t_{wp} —— 夏季空调室外计算日平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

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} 应按下式计算:

$$Q_{lw}=K_w \times F_w \times (t_{wp} + \Delta t_{ls} - t_n) \quad (4.3.6-3)$$

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 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$];

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^2);

Δt_{ls} —— 邻室温升 ($^{\circ}\text{C}$), 根据邻室散热强度, 邻室温升可按表 4.3.6 取值。

表 4.3.6 邻室温升

邻室散热量	Δt_{ls}
很少 (如办公室、走廊等)	0
$<23\text{W}/\text{m}^3$	3
$(23\sim116)\text{W}/\text{m}^3$	5

4.3.7 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。

4.3.8 户式空气源热泵冷暖两联供系统建筑物计算冷负荷应按下列情况确定:

1 当空调系统未设自控时, 应采用同时使用的各房间逐时冷负荷最大值之和;

2 当空调系统设有自控时, 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;

3 在无法确定同时使用的各个房间时, 可以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。

4.3.9 户式空气源热泵冷暖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。

5 冷热源设计

5.1 一般规定

5.1.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统的冷热源应符合对应产品标准的规定。

5.1.2 户式空气源热泵冷暖两联供系统冷热源,应优先采用能效等级高的节能机组。

5.1.3 户式空气源热泵冷暖两联供系统冬季供暖和夏季制冷可采用下列冷热源形式之一:

1 空气源热泵机组既作为夏季室内空调水系统的冷源,又作为冬季室内供暖水系统的热源;

2 空气源多联式空调热泵(热水)机组主机既作为夏季空调系统直接蒸发式室内机的主机,又作为冬季室内供暖水系统的热源。

5.1.4 户式空气源热泵冷暖两联供系统冷热机组的制冷剂应符合现行国家标准《制冷系统及热泵安全与环境要求》GB/T 9237 的规定,并优先采用低 GWP 制冷剂。

5.1.5 户式空气源热泵冷暖两联供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 5.1.5 的规定,并以此确定热泵冷热水机组的设计工况;

表 5.1.5 供回水设计温度(°C)

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
无人员停留区域	35~40	42

2 采用散热器供暖时,供水设计温度宜提高至 50°C;

3 在满足负荷需求和主机性能的前提下,可自行决定设计温差。

5.2 户式空气源热泵机组

5.2.1 设计选型应符合下列规定:

1 名义制冷工况下的制冷性能系数 COP 和制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$ 、名义制热工况下的制热性能系数 (COP_h)、制热综合部分负荷性能系数 $IPLV(H)$ 及机组融霜应符合国家现行有关标准的规定;

2 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;

3 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；

4 户式空气源热泵机组选型一般为单台，系统冷负荷 50kW 以上或其他特殊需求可以采用二台或多台。

5.2.2 容量计算应符合下列规定：

1 户式空气源热泵机组主机夏季实际工况下的制冷量 Q_s 应按下式计算：

$$Q_s = q_s \times K_3 / \beta_1 \quad (5.2.2-1)$$

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；

β_1 —— 主机积灰污垢系数，取 1.1。

2 户式空气源热泵机组主机冬季实际工况下的制热量 Q_w 应按下式计算：

$$Q_w = q_H \times K_1 \times K_2 / \beta_1 \quad (5.2.2-2)$$

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，可按每小时融霜一次取 0.9，两次取 0.8。

3 户式空气源热泵机组容量选型需同时满足：

- 1) 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 ；
- 2) 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 ；
- 3) 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。

4 冬季寒冷、潮湿的地区，当室外设计温度低于当地平衡点温度，即：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 ，但主机冬季实际工况下的制热量 Q_w 小于系统冬季热负荷 Q_D ，空气源热泵机组应按系统冬季热负荷 Q_D 需求选型或增设电辅助热源。

5.3 户式空气源多联式空调热泵（热水）机组

5.3.1 主机选型应符合下列规定：

1 空气源多联式空调热泵（热水）机组的名义制冷工况和规定条件下的制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$ 、系统制冷剂连接管等效长度及对应制冷工况下满负荷时的能效比（ EER ）应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的有关规定；

2 室内、外机之间以及室内机之间的最大管长和最大高差，应符合产品技术要求；

3 水模块选型应符合产品技术要求；

4 户式空气源多联式空调热泵（热水）机组选型一般为单台，系统冷负荷 50kW 以上或其他特殊需求可以采用二台或多台。

5.3.2 容量计算应符合下列规定：

1 空气源多联式空调热泵（热水）机组主机夏季实际工况下的制冷量 Q_s 应按下式计算：

$$Q_s = q_s \times N_1 \times N_2 / \beta_2 \quad (5.3.2-1)$$

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）；

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；

β_2 —— 主机与室内机积灰污垢系数，取 1.15~1.2。

2 空气源多联式空调热泵（热水）机组主机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 应按下式计算：

$$Q_w = q_H \times N_3 \times N_4 \times N_5 / \beta_1 \quad (5.3.2-2)$$

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（干球温度 7℃、湿球温度 6℃）（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，可按每小时融霜一次取 0.9，两次取 0.8。

3 空气源多联式空调热泵（热水）机组主机容量选型需同时满足：

1) 主机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) 主机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 ；

4 冬季寒冷、潮湿的地区，当室外设计温度低于当地平衡点温度，即：主

机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 , 但主机冬季实际工况下的制热量 Q_w 小于系统冬季冷负荷 Q_D , 空气源多联式空调热泵(热水)机组主机可以按系统冬季热负荷 Q_D 需求选型或增设电辅助热源。

5.4 设备设置

5.4.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统冷热源室外主机应避免受厨房排出的油烟污浊气流影响。

5.4.2 噪声和排热应符合周围环境要求。因此室外主机应与周围建筑物保持一定的距离, 以保证热量有效扩散和噪声自然衰减。

5.4.3 室外主机应设置在便于对换热器进行清扫的位置。

5.4.4 室外主机产生的化霜水应有组织排放。

5.4.5 室外主机上部应有遮水、遮雪设施。

5.4.6 寒冷地区室外冷热水系统所属设备和管道应有防冻措施。

5.4.7 采用户式空气源热泵冷暖两联供系统的中小型民用建筑, 建筑设计应合理设置室外主机的安装位置。

6 输配系统及辅件辅材设计

6.1 一般规定

6.1.1 输配系统的辅件辅材应符合对应产品标准的规定。

6.1.2 添加防冻液的两联供系统应根据防冻液浓度和性质对系统循环流量和阻力进行修正。

6.2 冷热水系统

6.2.1 异程式水系统应设置水力平衡措施。

6.2.2 冷热源主机供回水总管上应设置关断阀门，便于机组的调试、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。

6.2.3 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。

6.2.4 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，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。

6.2.5 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。

6.2.6 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，起到漏水主动保护并报警的作用。

6.2.7 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。

6.2.8 风机盘管宜设置由房间温度控制器控制的电动二通调节阀，并兼有开启和关断功能。

6.2.9 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。

6.2.10 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。

6.2.11 水系统管道宜采用塑料 PERT、PPR、PEX、PEX-AL-PEX 或不锈钢等材质料管，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。

6.2.12 水系统补水宜经软化处理，仅夏季供冷的系统可采用静电除垢的水处理设施。

6.2.13 冷热水管径应根据管段设计流量按表 6.2.13 选取，冷凝水管管径可取公

称直径（20～25）mm。

表 6.2.13 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 ³ /h)	0.42	0.77	1.24	2.17	3.3	6.4	12.4	20.2
比摩阻(Pa/m)	200							

6.2.14 水阻力应按下列式计算：

$$H_1=(1+k) \times R_o \times L \quad (6.2.14)$$

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_o —— 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）。

6.2.15 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，绝热材料需达到 B1 级防火等级；

2 管径小或等于 Dg50，绝热层厚度 25mm；大或等于 Dg70，绝热层厚度 28mm。

6.3 水泵

6.3.1 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：

1 功能简单的系统可采用一级泵定流量系统或一级泵变流量系统，一级泵系统宜选用高扬程的多级离心泵；

2 系统复杂、阻力较高，且各环路负荷特性或阻力相差悬殊时，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。

6.3.2 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。

6.3.3 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，应根据按该区域冷/热负荷综合最大值计算出的流量确定。

6.3.4 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。

6.3.5 循环泵的选型，宜符合下列规定：

1 两联供系统的循环水泵，可选用单级离心泵和多级离心泵，如安装于室内或阳台等对噪音敏感处，宜选用屏蔽式水泵以降低运行噪音；

2 宜选用直流无刷高效屏蔽泵或带变频器的单级或多级离心泵以实现节能效果；

3 水泵选型时需考虑水系统中是否添加乙二醇或丙二醇等溶液，以及介质温度和环境温度因素，避免所选水泵扬程不足、汽蚀余量增加或运行温度过高带来的不良影响；

4 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；

5 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；

6 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；

7 如采用屏蔽式水泵，应保证水系统的总硬度不超过 100mg/L（以 CaCO_3 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；

8 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。

6.3.6 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。

6.4 缓冲水箱

6.4.1 考虑化霜、除霜和室内供暖温度的需求，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形式确定。

6.4.2 定频系统缓冲水箱的最小容积可按下式计算：

$$V=V_1-V_2 \quad (6.4.2)$$

式中： V —— 缓冲水箱最小容积（L）；

V_1 —— 系统维持热稳定需要的最小容积（L）；

V_2 —— 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。

6.4.3 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：

$$V_1 = (1000/\rho_w) \times Q \times t_0 / (c_{pw} \times \Delta t) \quad (6.4.3)$$

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

Q —— 按 4.2 或 4.3 计算的供暖热负荷和冷负荷（ kW ）；

t_0 —— 维持热稳定性要求的时间（ s ）；

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

Δt —— 水温波动允许值（ $^\circ\text{C}$ ）。

6.4.4 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。

6.5 防漏水保护装置

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。防漏水保护装置应具有断电主动保护功能。

6.6 过滤器

为防止杂质进入水泵、换热器和末端，需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。

6.7 系统定压补水

6.7.1 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。

6.7.2 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。

6.7.3 定压补水装置设置时应考虑冬季防冻措施。

6.8 放气、放水阀

6.8.1 采用空气源热泵冷热水机组的两联供系统，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。

6.8.2 在地暖分集水器上应安装自动排气阀。

6.8.3 在系统主管道上宜设置微泡排气阀，可安装在回水管路上，减少水泵气蚀风险。

6.8.4 排气阀的选择时应注意排气背压和排气量。

6.8.5 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。

6.9 分集水器

6.9.1 可采用铜质、不锈钢和工程塑料材质，适用温度范围（5～60）℃，承压不小于 0.8MPa。

6.9.2 主管管径采用 Dg25 或 Dg32，尾端应安装排气阀和泄水阀，具有水力平衡的调节能力。

6.9.3 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。

6.9.4 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。

6.10 冷媒管系统

采用空气源多联式空调热泵（热水）机组的两联供系统，冷媒管系统应符合现行国家标准《多联式空调（热泵）机组应用设计与安装要求》GB/T 27941 的规定。

7 末端设计

7.1 一般规定

7.1.1 选择散热末端的型式时，应考虑住户对系统功能的要求和使用习惯。

7.1.2 新建住宅安装户式空气源热泵冷暖两联供系统宜采用地面辐射供暖；既有住宅安装户式空气源热泵冷暖两联供系统宜采用散热器供暖；对于间歇供暖后需要迅速升温的住宅安装户式空气源热泵冷暖两联供系统，可采用辐射末端辅以风机盘管或直接蒸发式室内机同时供暖的形式。

7.1.3 冷热水系统配套末端设计应按本导则附录 B 选型，选用的末端散热装置应符合相应产品标准的规定。

7.1.4 末端设备的末端供热量和供冷量应按本导则第 4 章计算的负荷确定。

7.1.5 不同房间的末端设备应能独立控制。

7.2 热水供暖末端

7.2.1 地面辐射供暖应符合下列规定：

1 地面辐射供暖系统的末端设计、设备材料选择和室温控制要求，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。

2 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。

3 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，不同类型供暖地面构造做法可按本导则附录 B.1 选用。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。

4 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。

5 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。

6 绝热层热阻、厚度, 填充层材料和厚度应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 的规定。

7 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。

8 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。

9 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。

10 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。

11 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。

12 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 $0.8\text{m}/\text{s}$ 。

13 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 。

14 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。

15 加热管内的水流速度应不小于 $0.25\text{m}/\text{s}$, 且不大于 $0.6\text{m}/\text{s}$ 。

16 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。加热管可采用等间距布置, 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。

17 供暖地面单位面积散热量应按本导则附录 B.2 计算。并应考虑家具遮挡对地面散热的影响。

7.2.2 散热器供暖应符合下列规定:

1 散热器应选择轻质的钢制、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。

5 散热器散热量应按本导则附录 B.3 计算。

7.2.3 风机盘管供暖应符合下列规定：

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，其他参数应符合现行国家标准《风机盘管机组》GB/T 19232 中有关规定；

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；

4 风机盘管供热额定值可按本导则附录 B.4 计算，户式空气源热泵冷暖两联供系统宜按风机盘管中档风量性能进行选型设计。

7.3 供冷末端

7.3.1 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。

7.3.2 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，其他参数应符合现行国家标准《风机盘管机组》GB/T 19232 中有关规定。

7.3.3 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。

7.3.4 风机盘管供冷额定值可按本导则附录 B.4 计算。

7.3.5 空气源多联式空调热泵（热水）机组系统直接蒸发式室内机末端的设计应符合现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174 中有关规定。

8 电气系统与集成控制

8.1 一般规定

8.1.1 集成系统宜具备根据室内实际负荷变化自动调节系统中主机和末端的运行参数的功能。

8.1.2 设备的通信协议和接口应符合国家现行有关标准的规定。

8.1.3 集成系统工作应准确、可靠，并应符合下列规定：

- 1 与被集成的各子系统之间通信应准确无误，各子系统应能物理地、逻辑地互连，实现信息共享、协同工作；
- 2 集成系统应具备对各子系统良好的控制功能；
- 3 系统在正常、满负载运行的条件下应具有很好的响应和可靠性。

8.2 系统集成控制器

8.2.1 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。

8.2.2 系统集成控制器应具有一键关机功能及其他安全功能。

8.2.3 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。

8.2.4 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。

8.2.5 系统集成控制器可联入智能家居系统。

8.2.6 系统集成或末端宜配置 APP，实现手机远程操控。

8.2.7 系统集成控制器可多台联动，一个控制器控制多台机器。

8.2.8 系统集成控制器应能设置运行模式。

8.3 房间温度控制器

8.3.1 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 1.4m，与照明开关在同一水平线上。

8.3.2 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。

8.3.3 宜采用同一温控器控制风机盘管及地面辐射供暖末端，或直接蒸发式末端及地面辐射供暖末端。

8.4 配电系统

8.4.1 当选用的户式空气源热泵冷暖两联供冷热源主机需要三相电源时，进户线应采用三相电源，并宜配置按相序计量的三相电能表或一块三相电能表和一块单相电能表。

8.4.2 户式空气源热泵冷暖两联供冷热源主机由家居配电箱配电时，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。

8.4.3 当户式空气源热泵冷暖两联供系统需单独管理、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。

8.4.4 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。

8.4.5 户式空气源热泵冷暖两联供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 应根据选用设备的压缩机起动电流及配置的变速器等负荷特性，对配电线路进行过流保护整定。

8.4.6 末端设备、混水器及其温控系统应符合下列规定：

1 风机盘管机组（含风机、电动阀或电磁阀和温控器）或直接蒸发式室内机组（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 每台风机盘管机组或直接蒸发式空调室内机组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。

8.4.7 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 2.5mm^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。

8.5 控制与监测

8.5.1 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。
- 3 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。

8.5.2 户式空气源热泵冷暖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。

8.5.3 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室温的功能。

8.5.4 风机盘管水路电动阀宜设置常闭式电动通断阀。

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

8.5.6 室温控制允许波动范围宜不大于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

8.6 安全防护

8.6.1 安装于防雷建筑物的室外设备应置于防雷保护范围内。当屋顶室外设备安装尺寸符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 规定时，可不要求附加接闪器，但应和屋面防雷装置相连。

8.6.2 敷设至室外用电设备的各种线路应穿金属套管，并按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 的规定采取防止闪电电涌侵入的措施。

8.6.3 集成系统及设备接地除应满足设备要求外，还应符合下列规定：

- 1 设置一套集成系统的独栋建筑，应满足总等电位接地设计要求。
- 2 用电设备应按配电系统的安全保护接地方式做好与保护导体的连接，室外设备保护导体截面积应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054-2011 第 3.2.14 条第 5 款的有关规定。
- 3 安装于卫生间内的设备应满足局部等电位接地的要求。
- 4 安装于人伸臂范围内的设备宜做辅助等电位接地。
- 5 末端配电线路采用 TT 系统时，外露可导电部分应用保护导体连接至共用的接地极。当被保护设备预期故障接触电压超过 50V 时，尚应做局部等电位或辅助等电位联结。

8.6.4 系统中的谐波源设备，宜采取下列减少电磁干扰的措施：

- 1 通讯线路和电源线路分开导管敷设，当其间距不满足抗干扰要求时，应采取相应的屏蔽措施。
- 2 采用屏蔽线路敷设的缆线两端屏蔽层尽量以 360°方式与设备金属外壳连接；采用穿金属护套管敷设的普通缆线，金属护套管两端与设备金属外壳按照 360°原则搭接。
- 3 室内外主机与设备安装及线路敷设应远离电视机或音响设备，数字式控制器或无线控制器的设置应远离灯具等高频干扰源。
- 4 室外设备保护接地导体应随电源线路敷设，不应通过其它相邻的用电设备转接。
- 5 加装 EMI 滤波。

9 施工安装

9.1 一般规定

9.1.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统室外主机、制冷剂-水换热装置、直接蒸发式室内机和制冷剂管道的施工安装应符合现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174 的有关规定。

9.1.2 地面辐射供暖系统的施工安装应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 外，还应符合各地方现行有关标准的有关规定。

9.1.3 电气系统施工安装应符合国家现行标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254、《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575、《自动化仪表工程施工质量验收规范》GB 50093、《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601 和《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242 的有关规定。

9.1.4 户式空气源热泵冷暖两联供系统的施工安装还应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。

9.1.5 户式空气源热泵冷暖两联供系统所使用的主要原材料、成品、半成品和设备的材质、规格及性能应符合设计文件和国家现行有关标准的规定，不得采用国家明令禁止使用或淘汰的材料与设备。系统设备、管道及辅助材料的安装，还应满足设备材料安装说明书等产品技术资料的各项要求。

9.1.6 当施工企业承担施工图深化设计时，其深化施工图应得到原设计单位的确认。

9.1.7 主要设备材料在运输、保管和施工过程中，应采取有效措施防止损坏或腐蚀。

9.1.8 安装工程中的隐蔽工程，在隐蔽前应经监理或建设单位验收及确认，应留下影像资料。

9.2 施工组织

9.2.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统施工安装前应具备下列条件：

- 1 施工图纸和有关技术文件齐全；
- 2 已制定相应的施工技术方案；
- 3 对施工人员进行岗前培训和技术交底；
- 4 经检验，设备、管材及辅助材料齐全；

- 5 经检查，产品主要技术参数标志和外观清晰合格；
- 6 已配备相应合格的测试仪器和设备。

9.2.2 施工图图纸会审应符合下列规定：

- 1 由建设单位组织设计单位、施工单位和监理单位，共同对施工图进行审查，主要检查工程设计图纸的完整性、合理性和可行性；
- 2 对照检查建筑施工图、精装修施工图与机电施工图，对设备、预留套管、管线及控制面板的安装位置和标高进行复核，发现问题并协调修改；
- 3 图纸会审应形成会审记录，并由各相关单位会签，涉及需要修改图纸的部分，应由设计单位出具设计变更。

9.2.3 施工图技术交底应包含下列内容：

- 1 系统原理、设备运输及吊装、室外主机的安装、水箱的安装、冷媒-水热交换器的安装、风机盘管及散热器的安装、管道及附件安装、电气安装、管道及设备的防与保温和系统联动试车等事项；
- 2 结合具体工程内容、关键工序和施工难点的质量要求、操作要点、注意事项及验收标准等进行交底；
- 3 现场临时用电安全技术交底、冬雨季施工措施技术交底和安全文明施工交底等；
- 4 技术交底应形成交底记录，经相关方共同签字并整理归档。

9.2.4 安装施工之前，施工单位技术及现场负责人员应进行现场勘察。现场勘察应细致、全面，如有异议，应及时与有关单位沟通确认。勘察应包括下列内容：

- 1 施工图纸与现场状况是否一致；
- 2 明确设备基础（室外主机、缓冲水箱、冷媒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、冷媒管和冷凝水管）的走向及管道预埋套管的位置及标高；
- 3 现场临时用水、用电及其它设施、场地是否具备施工条件。

9.2.5 施工组织计划由施工单位编写，建设方或（和）监理单位审核。主要内容应包括：工程概况、施工工期网络计划、现场施工组织及管理、施工方案、质量保证措施、安全保证措施、人员、机具和材料等施工计划。

9.3 室外主机的安装

9.3.1 户式空气源热泵冷热水系统室外主机的安装应符合下列规定：

- 1 应确保进风与排风通畅，在排出空气与吸入空气之间不发生明显的气流短路。
- 2 应留有设备运输通道及安装与维修的空间。
- 3 应安装在经过设计确认，且有足够强度的水平基础之上，设备必须固定

在基础上。

4 基础应直接设置在结构楼板上，当安装在屋顶上时，基础高于屋面不应小于 300mm；当安装在设备平台上时，设备基础高出地面不应小于 100mm。

5 当设备平台室外主机进排风立面设有建筑装饰百叶时，应符合下列规定：

- 1) 百叶装饰有效开口率应大于 80%；
- 2) 百叶叶片方向水平或者向下、向外倾斜角不大于 20 度，叶片间距 100 mm 以上（图 9.3.1）。

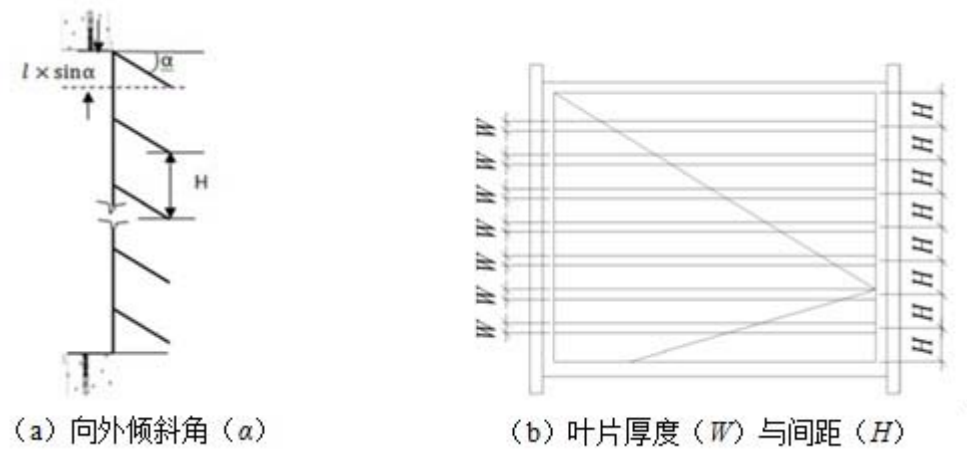


图 9.3.1 向外倾斜角和叶片间距

6 当采用吊运方式的情况下，吊运过程中应保持机组的水平状态，最大倾斜角不应超过 15° 。

9.3.2 室外主机安装间距应符合下列规定：

1 侧出风型室外主机安装时，为防止冷凝器的空气回流，保证有足够的气流进入冷凝器，同时考虑产品周围的墙体或障碍物的影响，设备安装除满足设备说明书的要求外，宜满足图 9.3.2 的机组安装间距要求；

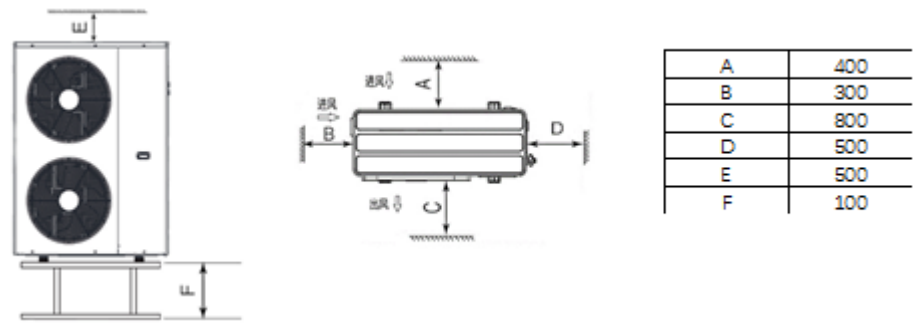


图 9.3.2 侧出风型产品安装间距示意图(mm)

2 上出风型室外主机上方 1.5 米内有障碍物时，必须加装 90 度导风风管将排风水平引出；

3 当两台或两台以上室外主机并排联安装时，其设备间净距不应小于 1 倍

的主机宽度，并应同时满足管道安装及设备说明书的最小检修空间的要求。

9.3.3 室外机的基础及支架应符合下列规定：

1 安装平台应有排水设施，确保雨水及制热除霜或冷凝产生的水可以有组织排出；若无排水设施，则应在机组底部设置集水盘并设管道就近引至适合地点排放。

2 基础可采用混凝土或钢结构制作，当采用钢结构基础时，钢构架应采取可靠的防腐措施。

3 室外机基础平面纵向水平偏差不应大于 0.1‰，横向水平偏差不应大于 0.2‰。

4 当室外机安装固定在外墙上时，应校核墙体的强度，悬臂支架的结构和强度应经设计计算确定。

5 室外机支架的最小承重能力应大于 200kg 或人机总重的 2 倍以上，当室外机自重超过 100kg 时，其支架不得离开地面悬挂安装。临街设置支架时，支架的底部距地面不得低于 2.5m。

9.3.4 室外主机的减噪隔振应符合下列规定：

1 室外机安装应采取减振措施，减振器可采用阻尼弹簧减振器、空气弹簧减振器或橡胶减振器等形式；

2 减震器的规格和型号可由主机设备生产厂家提供，或由设计经计算确定；

3 减振器的安装位置应与设备重心相匹配，室外主机风机侧和压缩机侧宜选用不同型号的减振器，使各个减振器的压缩量均匀一致，且偏差不应大于 2mm；

4 室外主机与系统供回水管道必须采用柔性连接，防止振动从机组传递至建筑物；

5 室外主机支架不得直接固定在卧室、书房及客厅等对噪音要求较高的房间的楼板及外墙上；

6 当振动和噪声不能满足国家现行有关标准的规定时，应采取相应技术措施。

9.4 室内末端设备的安装

9.4.1 风机盘管的安装应符合下列规定：

1 安装位置及标高应符合图纸要求。

2 机组安装前宜进行风机三速试运转及盘管水压试验。试验压力应为系统工作压力的 1.5 倍，试验观察时间应为 2min，不渗漏为合格。

3 管道与风机盘管连接处宜采用软管连接。

4 立式风机盘管应保持垂直安装，不得倾斜。

5 供回水阀门、过滤器和电动阀等应靠近风机盘管安装，且应全部在凝结

水盘的上方。

6 凝结水盘与凝结水管连接处应采用不小于 200mm 的塑料软管并用专用管夹夹紧。

7 应在管道冲洗后再与风机盘管连接，以防止盘管堵塞。如果安装有过滤器，应在系统调试运行后对过滤器滤网进行拆洗。

8 为便于风机盘管电机保养维修之用，必须留有足够的检修空间及相应的检修口。

9 风机盘管的性能复验应符合现行国家标准《建筑节能工程工质量验收规范》GB 50411 的有关规定。

10 风机盘管吊装应符合下列规定：

- 1) 风机盘管应单独设置托、吊架，不得与其他设备、管线共用或悬挂在其他专业的支吊架上；
- 2) 使用通丝金属吊杆固定室内机时，吊杆直径不得小于 8mm，强度应可承受机器的运行重量，吊杆规格可按表 9.4.1 选取；

表 9.4.1 吊杆规格

序号	吊装重量 (kg)	膨胀螺栓(直径 mm×长度 mm)	吊杆直径 (mm)
1	<100	φ8×100	φ8
2	100~150	φ10×100	φ10

- 3) 吊杆与室内机连接处的上侧用一个螺母固定，必须在吊杆下方采用双螺母对拧紧固定，并加装减震橡胶垫；
- 4) 当吊杆长度超过 1.5m 时，吊杆需要设置固定措施，避免机组本体产生摇动；
- 5) 吊装时，吊装应牢固、位置正确，并按规定的坡度坡向凝结水盘的出口，吊杆与盘管相连处应用双螺母紧固，暗装的盘管吊顶应留有活动检查门，便于机组和维修；
- 6) 室内机吊装后，必须进行防尘保护，避免杂物及灰尘进入机组壳体，影响机组的正常使用。

9.4.2 散热器的安装应符合下列规定：

1 整组出厂的散热器在安装之前应作水压试验。试验压力如设计无要求时应为工作压力的 1.5 倍，但不小于 0.6MPa。试验时间为 2~3min，压力不降且不渗不漏为合格。

2 散热器的安装必须牢固、平正、美观，支架、托架位置应准确，埋设牢固。支架和托架数量应符合设计或产品说明书要求。

3 挂式散热器距地高度按设计要求确定，设计无要求时，一般不低于

150mm，窗下明装的散热器上表面不得高于窗台标高。

4 散热器背面与装饰后的墙内表面安装距离，应符合设计或产品说明书要求，如未注明应为 30mm。

5 散热器的恒温阀安装应符合下列规定：

- 1) 恒温阀的规格和数量应符合设计要求；
- 2) 明装散热器恒温阀不应安装在狭小和封闭的空间，其恒温阀阀头应水平安装，且不应被散热器、窗帘或其它障碍物遮挡；
- 3) 暗装散热器恒温阀应采用外置型感温元件，并应安装在空气流通且能正确反映房间温度的位置上。

6 每组散热器上应设手动或自动放气阀。

7 散热器宜明装,不宜在其外部加设装饰罩。

9.4.3 地暖管道的安装应符合下列规定：

1 应采用带阻氧层的塑料管，防止环境中的空气渗入管道内腐蚀系统的金属阀件。

2 管道敷设间距和敷设面积，应根据房间所需供热量、室内计算温度、平均水温 and 地面传热热阻等确定。

3 现场敷设应根据房间的热工特性和保证地面温度均匀的原则，并考虑管材允许的最小弯曲半径，采用回折型或平行型等布管方式。热负荷明显不均匀的房间，宜将进水管段优先布置于房间热负荷较大的外窗或外墙侧。

9.5 系统输配管路及部件连接

9.5.1 系统输配管路及部件连接应符合下列规定：

1 输配管道宜沿墙沿顶架空敷设，除设计注明部分外不应敷设在结构层内。

2 管道穿梁、穿墙及楼板时，应符合下列规定：

- 1) 穿墙、穿梁、穿楼板时应预埋钢套管，套管管径应大于穿管本身管径两号，其缝隙应以不燃材料进行封堵，套管内不应有管道接头；
- 2) 管道穿越楼板时，预埋钢套管底部与楼板平齐，上部高出楼层地面（20~50）mm；
- 3) 不得将套管作为管道承重支撑；
- 4) 管道穿越剪力墙和梁等结构构件时应预留套管，现场开孔须征得设计单位同意。

3 管道敷设于吊顶等建筑装饰层之内时，在阀门等附件处应预留检修口。

4 末端设备冷凝水管道的安装应符合下列规定：

- 1) 冷凝水管的坡度应符合设计要求，当设计无要求时，管道坡度不宜小于 5‰，不应小于 3‰，且应坡向出水口，严禁倒坡。设备与冷凝水

管的连接应采用软接，软管两端用卡箍卡紧密封，不宜用胶水粘接，并应保持畅通。

- 2) 冷凝水管与末端设备应采用软管连接，软管宜采用透明或半透明管，可以观察到冷凝水排水状况，排水软管不应有瘪管或强扭现象。软管两端宜用卡箍卡紧密封，不应用胶水密封。
- 3) 冷凝排水管应接入专用冷凝排水管道，不得接入雨、污水管。
- 4) 埋墙敷设的冷凝排水管应作保温处理。
- 5) 冷凝水管支吊架间距（PVC 管）应符合表 9.5.1 的规定：

表 9.5.1 冷凝水管支吊架间距（PVC 管）

管径(mm)	20	25	32	40	50
横管(mm)	600	700	800	900	1000
立管(mm)	900	1000	1100	1300	1600

- 6) 冷凝水管应作充水试验，无渗漏为合格。冷凝水平干管始端应设置清扫口。

9.5.2 水循环系统管道的安装应符合下列规定：

- 1 塑料管的弯曲半径不应小于管道外径的 8 倍，复合管的弯曲半径不应小于管道外径的 5 倍。
- 2 水循环管道敷设的坡度宜为 3‰，且不应小于 2‰，高点坡向具有排气装置的设备或排气阀。
- 3 管道与设备及阀门的连接应符合下列规定：
 - 1) 连接件应采用与所使用管材相适应的专用连接件；
 - 2) 当采用塑料管热熔连接时，热熔连接的工作环境温度应满足管材的技术要求；
 - 3) 热熔连接插口外表面与承口内表面应作小与 0.2mm 的刮削，阻氧管道的阻氧层在热熔连接时必须刮削；
 - 4) 热熔连接后同心度的允许误差应为 2%，接口处的错边应小于 10% 的管壁厚；
 - 5) 热熔器宜采用数字温度盘，其热熔温度应按管道生产厂家的规定执行；
 - 6) 塑料管道及复合管道与金属支、吊架之间应采取隔绝措施，不宜直接接触，应在管道与支架间加衬非金属垫或套管，支、吊架的间距应符合设计要求。当设计无要求时，塑料管及复合管支架的最大间距应符合表 9.5.2 的规定；

表 9.5.2 塑料管及复合管支架的最大间距

管径(mm)	20	25	32	40	50
--------	----	----	----	----	----

水平最大间距(mm)	300	350	400	500	600
垂直最大间距(mm)	900	1000	1100	1300	1600

7) 系统管路与阀门和金属连接件之间的连接宜采用卡压式、滑紧式或卡套式。

4 水系统管路水压试验应符合下列规定：

- 1) 水系统的阀门、散热器、风机盘管、换热设备和分集水器等组件应进行强度和严密性试验。
- 2) 水系统管路安装连接安装完毕后，应进行水压试验。水压试验水温应在 5℃~40℃ 之间，压力表的精度应大于 0.01MPa。试验压力为工作压力的 1.5 倍且不小于 0.6MPa，稳压 10min，压力不得下降。试压完成后将系统压力降至工作压力，在 60min 内压力不得下降，外观检查无渗漏为合格。
- 3) 冬季进行水压试验时应采取可靠的防冻措施，试压完成后应及时将水放尽，必要时采用压缩空气将水系统低点处的存水吹尽。

5 冲洗试验应符合下列规定：

- 1) 水系统清洗时必须脱离主机，单独将水系统循环清洗，确保水系统无杂质后，才可将水系统与主机进行连接；
- 2) 应对水系统不同环路逐一进行冲洗试验，冲洗后应保证管路及设备中的水及冲洗液排尽，清洗后过滤器应及时拆洗干净。

6 所有冬季工程安装过程中，在机组没有正常防冻保护能力之前严禁往系统中注水，以防结冰冻坏水管路和末端设备。水压试验残存在管路及设备中的余水必须用压缩空气吹扫干净。充水及防冻液应在系统冲洗和试压完毕后注入，防冻液浓度应满足防冻要求。防冻液可按照浓度或密度进行配置，配制过程中，应根据防冻剂产品说明书的要求，采取相应的防护措施。

9.5.3 制冷剂系统管道应符合下列规定：

1 每层立管应在距地面（1.5~1.8）m 处设支架固定，层高超过 5m 时每层不应少于 2 个支架。

2 室内水平管道宜采用吊架安装，室外水平管道宜采用支、托架安装；支、吊、托架必须做防锈处理。

3 室外水平管道沿屋面（地面）敷设时，保温后的管底距屋面（地面）距离不宜小于 300mm。室外管道保温层应采用硬质保护壳保护，不应采用包扎带。硬质保护壳应具有耐受紫外线的特性，以避免在阳光照射下快速老化。

4 室内外制冷剂的气、液管宜共架敷设。当气、液管并行铺设时，其支架间距宜按液管直径的最大间距选取。支吊架最大间距应符合表 9.5.3 的规定。

表 9.5.3 支吊架最大间距

铜管外径(mm)	$\varphi \leq 16$	$19.05 \leq \varphi < 40$	$\varphi \geq 40$
横管间距(mm)	1000	1500	2000
立管间距(mm)	1500	2000	2500

5 制冷剂管道不应直接固定在支架上，制冷剂管道和支架间应设木托绝热，木托应进行防腐处理。

6 当室外机高于室内机安装，且连接两者的制冷剂立管长度超过产品技术标准规定长度时，应安装存油弯，存油弯的高度一般在 10 厘米左右，或者 3~5 倍的铜管外径。

7 制冷剂管之间的连接应采用套管式焊接，不得采用对接或扩喇叭口焊接，且焊接时必须充氮保护。

9.5.4 制冷剂管道的吹扫排污应采用压力为（0.5~0.6）Mpa（表压）的氮气按系统顺序反复、多次吹扫，并应在排污口处设白色标识靶检查，直至无污物为止。

9.5.5 制冷剂管道的气密性试验应符合下列规定：

1 制冷剂管道的气密性试验应符合分段检验、整体保压及分级加压的原则。气密性试验应采用氮气加压，严禁采用氧气、可燃性气体或有毒气体。管道过长时，应分段进行。

2 气密性试验应按下列顺序操作：

- 1) 室内机配管连接后将气管与液管用 U 型管连接，同时用氮气打压；
- 2) 气密性试验时禁止连接室外机组，气瓶的出口必须使用减压阀；
- 3) 气密性试验合格后，应将配管与外机连接后再次对整个系统进行气密性试验。

9.5.6 制冷剂管道的压力观察及处理应符合下列规定：

1 气密性试验应采用压缩空气或氮气进行，当设计和设备技术文件无规定时，高压系统的试验压力应符合表 9.5.4 的规定，并维持 24 小时，经温度修正后不下降为合格，若压力下降应查出漏点及时修补；

表 9.5.4 高压系统的试验压力

制冷剂种类	试验压力（MPa）
R22	3.0
R407C	3.3
R410A	4.0
R32	4.3

2 24h 后压力降修正计算应符合现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174 的有关规定；

3 可按听感检漏、手触检漏、肥皂水检漏方式查找漏点，若均无法发现漏

点时应采用与制冷剂相适应的检测仪检漏；

4 保压读数前应静置几分钟，压力稳定后再记录压力值和温度(以便修正)，在保压结束后，应将系统压力释放至 0.5MPa-0.8MPa 后再保压封存。

9.5.7 多联机空调系统的抽真空试验，在符合设备技术文件的规定的同时还应符合下列规定：

- 1 抽真空前，应首先确认气、液管截止阀处在关闭状态；
- 2 应用充注导管把调节阀和真空泵连接到气阀和液阀的检测接头上；
- 3 抽真空应达到真空度-0.1MPa（-755mmHg）以下，并保持 2h 以上，系统绝对压力应无回升。

9.6 保温绝热隔热

9.6.1 制冷剂管道、系统循环冷热水输配管道和室内冷凝水管道应采取保温绝热措施，并应符合下列规定：

- 1 绝热层材料及厚度应按施工图纸执行；
- 2 采用非闭孔材料时，外表面应设保护层；
- 3 管道和支架之间，管道穿墙、穿楼板处应采取防止“热桥”或“冷桥”的措施；
- 4 如图纸未明确，输配管道和设备最小绝热层厚度可按表 9.6.1-1 选取；

表 9.6.1-1 输配管道和设备最小绝热层厚度

绝热材料		柔性泡沫橡塑		
室内	公称管径	≤DN20	DN25~DN40	≤DN50
	管道最小绝热层厚度(mm)	25	28	32
	热设备最小绝热层厚度(mm)	45		

- 5 如图纸未明确，空调冷凝水管道绝热层厚度可按表 9.6.1-2 选取；

表 9.6.1-2 空调冷凝水管道绝热层厚度

绝热材料	柔性泡沫橡塑管壳
管道绝热层厚度(mm)	9

- 6 若设计无规定时，制冷剂管道的绝热层厚度可按表 9.6.1-3 选取。

表 9.6.1-3 制冷剂管道的绝热层厚度

类别		保温材料	厚度（mm）	
			一般环境	热湿环境
铜管	Φ6.35~Φ15.9	橡塑保温管	≥15	≥20
	Φ19.1~Φ41.3		≥20	≥30

9.6.2 绝热材料及其制品，应提供产品质量检验报告和出厂合格证，其规格、性

能等技术指标应符合相关技术标准及设计文件的规定。

9.6.3 管道绝热应符合下列规定：

1 冷媒管钎焊区、扩口处或法兰连接处应在气密性试验完成后才能进行绝热层施工，气、液管应分别进行绝热。

2 在法兰或与设备、阀门或管件接连接处水压试验或满水试验合格后，冷热水管、冷凝水管才能进行绝热层施工。

3 制冷剂管路绝热材料的接口，以及与部件、与管道法兰及设备的接头处不应有空隙。绝热层连接处必须涂胶水进行连接，接口处剪齐平整，无间隙，禁止将两端绝热材料拉伸后再涂胶连接。

9.6.4 风管的绝热层应符合下列规定：

1 当风管穿过墙体或楼板时，如进行包扎或捆绑，包扎的搭接处应均匀、贴紧，捆扎应松紧适度，不得损坏绝热层；

2 支、吊、托架与风管接触处，必须垫硬质绝热木垫块，避免由于风管重力作用将绝热层压薄而形成凝露；

3 风管绝热层施工应在系统检漏和质量检查合格后进行；

4 风管绝热层验收应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。

9.7 风口及风管的安装

9.7.1 空调送回风口形式、规格尺寸和安装位置应符合施工图纸要求，空调送风口与烟感探头的垂直距离不应少于 1500mm,送回风口正面不应有遮挡物。

9.7.2 连接室内机和装修风口的软连接长度不应小于 200mm。

9.7.3 室内机的出风口应与风口对正。

9.7.4 为防止结露，应对出风口及与其相连的风管进行保温处理。

9.7.5 回风口宜采用带门绞式滤网，宜采用顶送顶回或侧送下回的送风气流形式。采用顶送顶回形式时，送、回风口的距离应保持在 1500mm 以上。

9.7.6 风口与风管的连接应严密、牢固，与装饰面应紧贴。条形风口的接缝处应衔接自然，无明显缝隙。

9.8 电气系统施工及安装

9.8.1 穿管与配线应符合下列规定：

1 电源线和控制线连接，应穿电线管单独布线，不应与制冷剂管捆绑敷设。

2 当电源线缆导管与供暖热水管同层敷设时，电源线缆宜敷设在供暖热水管的下面，并不应与供暖热水管平行敷设。电源线缆与供暖热水管相交处不应有接头。

- 3 导线必须穿保护管敷设，保护管可采用 SC 或 PC 导线穿线管。
- 4 导线穿线管的安装应符合下列规定：
 - 1) 穿管敷设的导线，其额定电压不应低于 450/750V。
 - 2) 穿管导线不得有接头，必须有接头时，应加装接线盒。
 - 3) 不同电压、不同电源的导线不得穿在同一根电线管内。
 - 4) 管内导线的总截面积（包括绝缘层），不得超过管子有效截面的 40%。
 - 5) 明配导管的弯曲半径不宜小于管外径的 6 倍，当两个接线盒间只有一个弯曲时，其弯曲半径不宜小于外径的 4 倍。明敷导管应排列整齐，固定点间距均匀、安装牢固。在距终端、弯头中点或线盒边缘 150mm~500mm 范围内设固定管卡，导管中间直线段固定卡最大间距应符合表 9.8.1-1 的规定。

表 9.8.1-1 导管中间直线段固定卡最大间距

敷设方式	导管种类	导管直径(mm)			
		15~20	25~32	40~50	65 以上
		管卡间最大距离(m)			
支架或沿墙明敷	壁厚>2mm 刚性钢导管	1.5	2.0	2.5	3.5
	壁厚≤2mm 刚性钢导管	1.0	1.5	2.0	—
	刚性塑性导管	1.0	1.5	2.0	2.0

- 5 电缆、电线与设备连接应用软质电线管，但长度不宜超过 1.5m。
- 6 硬质电线管口和穿线孔应加装护圈或护套等。
- 7 导线的颜色要求敷设线路时，线路相线、零线和保护接地（接零）线应采用不同颜色的线，应符合下列规定：
 - 1) 单相电源的相线宜用红色线，N 线采用蓝色线，PE 线采用黄绿双色线；
 - 2) 三相电源的三根相线（A、B、C）应分别使用红、黄、绿颜色的线，N 线用蓝色线，PE 线用黄绿双色线。
- 8 保护导体与相导体应使用相同材料，保护导体的截面积应符合表 9.8.1-2 的规定。

表 9.8.1-2 保护导体的截面积（mm²）

相导体截面积 S	保护导体的最小截面积
≤16	S
>16, 且≤35	16
>35	S/2

- 9 管槽内导线穿后在电气器具未安装前进行各支路导线绝缘摇测，并做好相应记录，确认绝缘电阻的摇测无误、且线间和线对地间的绝缘电阻不小于 0.5MΩ 后方可进行送电试运行。

9.8.2 防雷、接地与等电位安装应符合下列规定：

1 设备安装在屋面或室外平台上且不在直接防雷保护范围内时，应有防雷设施。机组外壳、钢结构底座、楼梯平台以及屋面制冷剂管的金属保护壳或金属槽应与接地干线可靠连接。安装在屋面上的线槽或桥架引出的电源线、通讯线应穿金属管保护，金属保护管应可靠接地。

2 具有强制对流功能的散热器(设备本体带有对流风散)，应可靠接地。

3 紧定式或套接扣压式电管与桥架、线槽及接线盒（箱）连接处应做接地跨接。

4 敷设在管道井内的金属管道应进行等电位联结。

5 安装在卫生间内的散热器或热水毛巾架需与卫生间内的局部等电位箱可靠联结，线径应为 2.5mm^2 。

9.8.3 控制线的安装应符合下列规定：

1 控制电线应采用铜导体；

2 控制导线的额定电压不得低于所接回路的工作电压，宜选用 450/750V 导线；

3 室外机、室内机和集中控制器等设备之间的控制线类型与长度应符合产品的技术要求；

4 屏蔽线的屏蔽部分应有效接地，接地电阻应小于 4Ω ；

5 控制线可明装或暗装，且均应穿管敷设。

9.8.4 抗电磁干扰应符合下列规定：

1 室外机安装位置应远离电磁干扰源，室内机的安装应尽可能避开电视机和音响等电器，以防干扰；

2 电源电缆线和控制电缆线不能捆扎在一起铺设，电源电缆线和控制电缆线之间应有适当间距，控制在 150mm 以上的间距；

3 弱电控制电缆线线径应为 $(0.75\sim 1.25)\text{mm}^2$ 的护套线或屏蔽线，在电磁场强的地方，应采用屏蔽措施，屏蔽层要求单端拧紧，压线牢固。

10 调试与验收

10.1 一般规定

10.1.1 在户式空气源热泵冷暖两联供系统调试前，应制定试运行和调试方案，并在试运行和调试合格后交付使用。

10.1.2 进行系统试运行和调试的工作人员，应经过专业培训并持有上岗操作证书，施工作业时应持证上岗。

10.1.3 对系统设备和材料的进场，应按照设计要求对其类别、规格及外观等进行核对验收，并检查各种设备和材料的质量证明文件和相关技术资料，应按本导则表 C.0.1 填写有关内容。

10.1.4 调试与验收后，应按本导则表 C.0.2、表 C.0.3 和表 C.0.4 填写有关内容，形成相应的验收记录。

10.2 试运行和调试

10.2.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统的试运行和调试，应在施工完毕后，且具备正常供电和供冷供暖的条件下进行。

10.2.2 户式空气源热泵冷暖两联供工程的试运行和调试应包括水压试验、冲洗试验、系统设备单机试运行、水系统及风系统的试运行和调试、系统联合试运行和调试。

10.2.3 空气源热泵机组单机试运行应满足设备技术文件的有关规定，做好运行前的准备工作，试运行期间应详细记录机组的相关运行状态参数。

10.2.4 水泵、风机和风机盘管等设备应进行单机试运行。

10.2.5 水系统的试运行和调试应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。

10.2.6 风系统的试运行和调试应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的有关规定。

10.2.7 冷凝水管安装完毕后，应按下列步骤对冷凝水系统进行调试：

- 1 直接蒸发式末端或风机盘管的冷凝水排水运转；
- 2 冷凝水管满水试验；
- 3 冷凝水管排水、通水试验。

10.2.8 空气源热泵多联式（热水）系统的试运行和调试应符合现行国家标准《多联式空调（热泵）机组应用设计与安装要求》GB/T 27941 的有关规定。

10.2.9 户式空气源热泵冷暖两联供系统联合试运行与调试应符合下列规定：

- 1 系统处于稳定运行状态；
- 2 联合试运行和系统性能检测时间不应低于 8h；
- 3 机组的设定温度应与设计工况一致。

10.2.10 户式空气源热泵冷暖两联供系统联合试运行和调试的检测结果应符合下列规定：

- 1 室内空气温度满足设计要求；
- 2 系统总风量实际测试值与设计值的偏差不应大于 10%，各风口的实际测试值与设计值的偏差不应大于 15%；
- 3 房间噪声值应满足设计要求，如无设计要求，则应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定；
- 4 对于辐射供暖系统，辐射体表面平均温度应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 中的有关规定。

10.3 验收

10.3.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统安装完毕后应进行竣工验收。竣工验收资料应包括本导则附录 C 规定的表格及下列文件和记录：

- 1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- 2 主要设备、材料和仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告；
- 3 设备和材料的现场复验报告；
- 4 隐蔽工程检查和验收记录；
- 5 设备和管道的安装和检验记录；
- 6 水系统冲洗和试压试验；
- 7 设备单机试运行记录；
- 8 系统试运行与调试记录；
- 9 工程质量检验表。

10.3.2 竣工验收通过后，施工单位应对使用方进行必要的交底或使用培训。工程质保期不应少于两年，并应保证系统能够满足设计要求。

11 运行与维护

11.1 一般规定

11.1.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统正式运行前，应保证热泵主机、冷媒系统、水系统、配电系统和末端设备等检验、调试及验收合格，否则严禁运行使用。

11.1.2 系统正式运行前，安装调试人员应结合热泵机组随机说明书及现场设备向使用方做交底说明。

11.1.3 系统工作环境应满足设备正常运行的要求。

11.1.4 系统运行出现故障时，应委托专业人员进行维修，冬季维修时应考虑防冻措施。

11.1.5 系统的主要设备应定期进行维护保养，并应有记录。

11.1.6 系统冬季不用时，水系统应考虑防冻措施。

11.1.7 系统运行水质应符合现行国家标准《采暖空调系统水质》GB/T 29044 的有关规定。空气源热泵系统不运行季节，系统应进行满水保养。

11.1.8 地面辐射供暖铺设加热管的部位应对用户有明显提示，严禁损坏地面加热管的任何装修。

11.1.9 系统调试运行后应向用户交付用户文件，用户文件内容见本导则附录 D。

11.2 系统运行

11.2.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统运行前，应对系统进行试运行，确保系统安全正常运行。

11.2.2 系统应按工况变化调整运行模式和设定参数，并检测室内空气温度是否满足用户要求。

11.2.3 系统运行时，空气源热泵机组、水泵和换热器等管路接口应确保无渗漏。设备、阀门、附件及管道的绝热外表面不应结露、腐蚀或虫蛀。

11.2.4 系统运行时，应确保室外机进风与排风通畅，在排出空气与吸入空气之间不发生明显的气流短路。

11.2.5 系统供暖运行应根据生活习惯和气温变化确定相应的运行时间。

11.2.6 系统运行期间，应保障融霜水和冷凝水的排放合理。

11.2.7 系统运行噪音应符合相关规定。

11.2.8 辐射供暖系统每年首次运行时，需确定阀门开启，过滤器无堵塞，确保系统空气排尽。

11.2.9 风机盘管运行应根据空调和供暖要求，调节百叶，优化室内的气流组织，减少温度梯度。

11.2.10 系统运行时，室内散热器不应遮挡。

11.3 系统维护

11.3.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统非运行期前后，应对主要设备进行定期维护保养和检查维修。

11.3.2 检修系统设备、附件和管道的表面是否整洁，无明显锈蚀。绝热层无脱落和破损，无跑冒滴漏和堵塞现象。

11.3.3 系统自控设备和部件应定期检查、维护和检修，定期校验、维护传感器和控制设备。

11.3.4 系统运转出现异响和振动应及时维修，室外换热器定期清扫。保持机组环境清洁。

11.3.5 管路系统应维护阀门正常工作，正常排气、补水和泄水。定期清洗过滤器。

11.3.6 供暖前应对末端设备及连接部位进行严密性检修。地面辐射供暖加热管应两年冲洗一次。风机盘管百叶应调节灵活，定期清洗积水盘，清洁过滤网。

11.3.7 系统维修应有完整记录和维修档案。

12 要求与评价

12.1 一般规定

12.1.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统在运行期间，可进行系统性能和综合等级的测试与评价。测试和评价应包括供暖季和供冷季工况。

12.1.2 评价应以户式空气源热泵冷暖两联供系统及其服务的各功能空间为对象进行整体评价，以建筑或建筑群实施的项目，宜选取标准层、顶层户型分别进行评价。

12.2 系统性能要求、测试与评价

12.2.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统的性能要求应符合下列规定：

1 室内温度应符合设计文件的规定，当设计文件无明确规定时应满足制冷期间室内温度不高于 28°C ；供暖期间室内温度不低于 16°C ，辐射表面平均温度不高于 29°C 。

2 系统的性能系数应符合设计文件的规定。

12.2.2 系统的性能测试，应在已具备运行的条件下进行，由建设单位或业主负责或委托第三方检测机构进行，设计和施工单位配合。

12.2.3 系统性能测试方法应按本导则附录 E 的规定进行。

12.2.4 进行供暖常规能源替代量及环境经济效益评价时，可按本导则附录 F 的规定计算。

12.3 综合等级要求与评价

12.3.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统验收过程中，当业主或管理部门有明确要求时，可按本导则 12.3.2~12.3.12 条进行综合等级评价。

12.3.2 综合评价指标体系由户式空气源热泵冷暖两联供系统冷热源设备、耗电输冷（热）比、系统性能系数、室内空气品质、运行控制策略、余热回收、冷热源设备性能提升和除霜方法创新 8 类指标组成。

12.3.3 综合评价应按总得分确定等级。

12.3.4 8 类指标的总分为 44 分。参评系统总得分等于其 8 类指标的得分之和除以 8 类指标的总分值，再乘以 100。当参评系统总得分分别达到 50 分、60 分、80 分时，综合等级分别为一星级、二星级、三星级。

12.3.5 冷热源设备，评价分值 6 分。按下列规则评分：

1 对于空气源热泵冷热水机组，其名义制冷工况下的制冷性能系数（COP）比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定值（名义制冷工况

下的制冷性能系数（ COP ）和制冷综合部分负荷性能系数($IPLV$)见表 12.3.5-1) 提高 6%;

2 对于空气源多联式空调热泵（热水）机组，其制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$ 比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定值（名义制冷工况和规定条件下空气源热泵多联式（热水）机组制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$ 见表 12.3.5-2）提高 8%。

表 12.3.5-1 名义制冷工况下的制冷性能系数（ COP ）和制冷综合部分负荷性能系数($IPLV$)

性能系数	寒冷 B 区	夏热冬冷地区	夏热冬暖 A 区
名义制冷工况下的制冷性能系数 COP	2.6	2.7	2.8
制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$	3.1	3.2	3.2

表 12.3.5-2 名义制冷工况和规定条件下空气源热泵多联式（热水）机组
制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$

名义制冷量 CC (KW)	制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$		
	寒冷 B 区	夏热冬冷地区	夏热冬暖 A 区
$CC \leq 28$	3.90	4.00	4.00
$28 < CC \leq 84$	3.85	3.95	3.95
$CC > 84$	3.75	3.80	3.80

12.3.6 冷热水循环水泵的耗电输冷比和耗电输热比都应不大于现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定值，且分别比规定值的降低幅度之和不少于 20%，可获得评价分值 6 分。

12.3.7 合理选择、优化、安装和调试系统，使系统性能系数提高，评价总分为 9 分，按本导则 12.2.3 条测得系统的供热性能系数 COP_{sys} ，户式空气源热泵冷暖两联供系统性能等级和对应评价分值见表 12.3.7。

表 12.3.7 户式空气源热泵冷暖两联供系统性能等级和对应评价分值

气候区域	1 级	2 级	3 级
寒冷 B 区	$COP_{sys} \geq 2.6$	$2.6 > COP_{sys} \geq 2.2$	$2.2 > COP_{sys} \geq 1.8$
夏热冬冷地区	$COP_{sys} \geq 2.9$	$2.9 > COP_{sys} \geq 2.5$	$2.5 > COP_{sys} \geq 2.1$
夏热冬暖 A 区	$COP_{sys} \geq 3.2$	$3.2 > COP_{sys} \geq 2.75$	$2.75 > COP_{sys} \geq 2.32$
评价分值	9	6	3

12.3.8 室内空气品质，评价总分值 6 分，并按下列规则分别评分并累计：

- 1 若设置有新风系统，可为房间全年提供新风换气，得 3 分；
- 2 若过渡季节房间内能实现调温调湿，得 3 分。

12.3.9 运行控制策略，评价总分值 9 分，并按下列规则分别评分并累计：

- 1 区分房间朝向，细分供暖、空调区域，对系统进行分区控制，得 3 分。
- 2 合理选配户式空气源热泵冷暖两联供系统台数与容量，制定实施根据负

荷变化调控制冷（热）量的控制策略，对于制冷量小于等于 50kW 的空气源热泵冷热水机组，其制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$ 达到表 12.3.5-1 的要求；对于空气源多联式空调热泵（热水）机组，其制冷季节能效比不低于 3.4。评价分值 3 分。

3 水系统、风系统采用变频技术，且采取相应的水力平衡措施，得 3 分。

12.3.10 合理回收利用制冷冷凝热，评价分值为 4 分。

12.3.11 冷热源设备性能提升，评价分值 2 分。按下列规则评分：

1 对于空气源热泵冷热水机组，其名义制冷工况下的制冷性能系数(COP)比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定值（表 12.3.5-1）提高 12%；

2 对于空气源多联式空调热泵（热水）机组，其制冷综合部分负荷性能系数 $IPLV$ 比现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定值（表 12.3.5-2）提高 16%。

12.3.12 除霜方法创新，评价分值为 2 分。要求新的化霜方法能避免化霜时，取用热泵正常工作所生产的热量，且在不使用电加热的情况下，还能有稳定的化霜热量来源。

附录 A 输配系统和末端型式示意图

A.1 空气源热泵冷热水机组输配系统

A.1.1 图 A.1.2~图 A.1.5 所示的空气源热泵冷热水机组输配系统，机组采用一体式机组，系统形式同样适用于采用分体式机组的工程。

A.1.2 以风机盘管、散热器为末端的一级泵系统示意图见图 A.1.2。带压差设定功能的旁通阀，控制供回水之间的压差，满足系统最小运行流量要求。风机盘管和散热器带阻力预调节功能的电动二通调节阀和温控阀，起到控制末端所需水量的作用。在风机盘管、散热器供暖同时开启时，带有开关功能的压差控制器起到平衡风机盘管末端和散热器末端阻力平衡作用。

对于图 A.1.2 所示输配系统，应安装带压差设定功能的旁通阀或其它通过压差传感器控制的旁通阀，确保系统正常运行。推荐安装带阻力预调节功能的电动二通阀、温控阀，选配带有开关功能的压差控制器，使系统舒适节能。

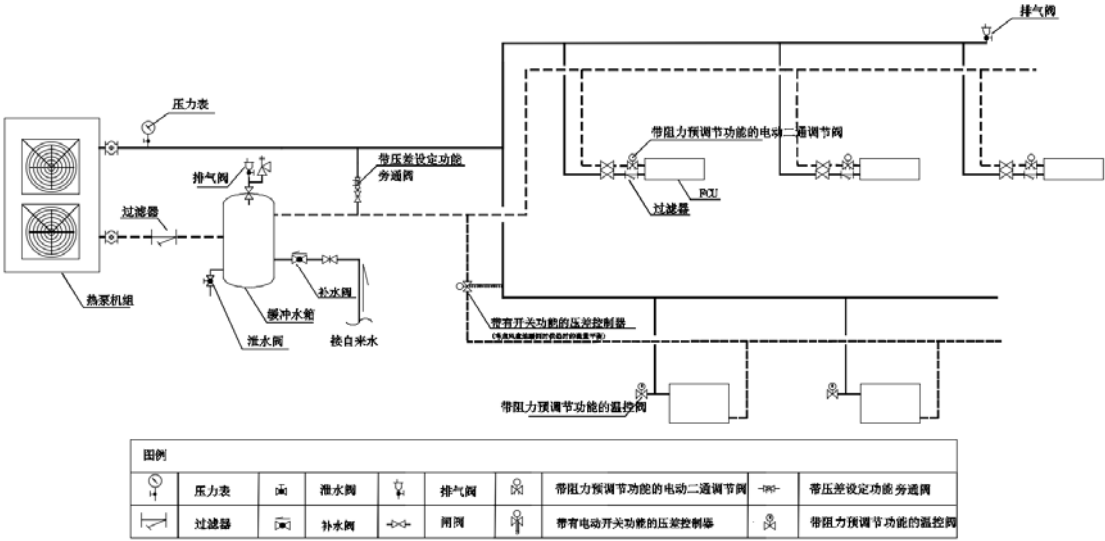


图 A.1.2 风机盘管、散热器为末端的一级泵系统示意图

A.1.3 以风机盘管、地面辐射为末端的一级泵系统示意图见图 A.1.3。带压差设定功能的旁通阀，控制供回水之间的压差，满足系统最小运行流量要求。风机盘管和地面辐射末端带阻力预调节功能的电动二通调节阀和分集水器，起到控制末端所需水量作用。在风机盘管、地面辐射供暖同时开启时，带有开关功能的压差控制器起到平衡风机盘管末端和散热器末端阻力平衡作用。

对于图 A.1.3 所示输配系统，应安装带压差设定功能的旁通阀或其它通过压差传感器控制的旁通阀，确保系统正常运行；宜安装带阻力预调节功能的电动二通调节阀和分集水器，选配带有开关功能的压差控制器，使系统舒适节能。

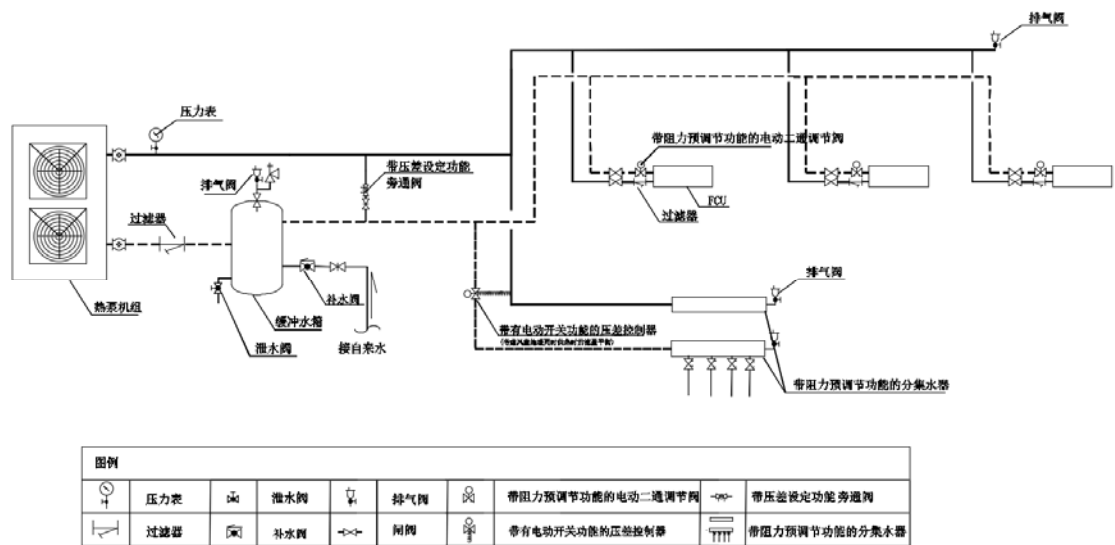


图 A.1.3 风机盘管、地面辐射为末端的一级泵系统示意图

A.1.4 以风机盘管、散热器为末端的二级泵系统示意图见图 A.1.4。负荷侧冬夏采用了不同的循环水泵，也可采用同一循环水泵。末端带阻力预调节功能的电动二通调节阀和温控阀，起到控制所需水量的作用，使系统舒适节能。

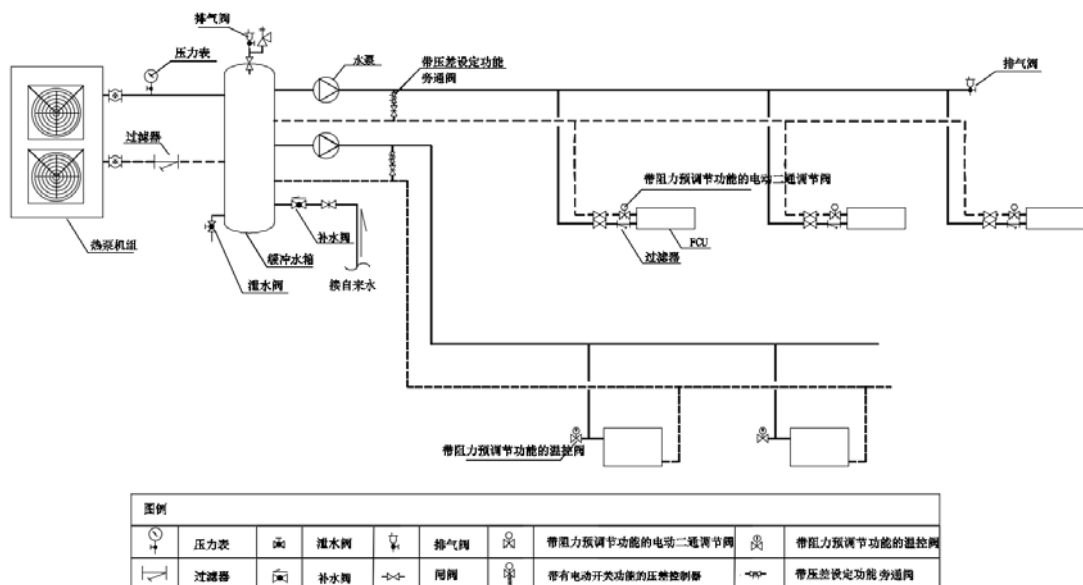


图 A.1.4 风机盘管、散热器为末端的二级泵系统示意图

A.1.5 以风机盘管、地面辐射为末端的二级泵系统示意图见图 A.1.5。负荷侧冬夏采用了不同的循环水泵，也可采用同一循环水泵。末端带阻力预调节功能的电动二通调节阀和分集水器，起到控制所需水量的作用，使系统舒适节能。

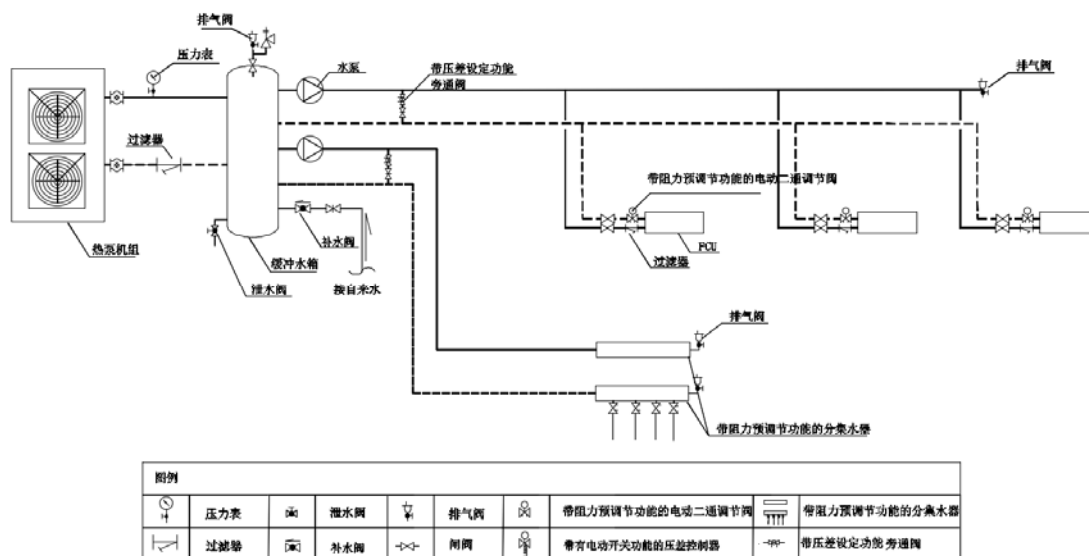


图 A.1.5 风机盘管、地面辐射为末端的二级泵系统示意图

A.1.6 图 A.1.2～图 A.1.5 所示的空气源热泵冷热水机组输配系统在工程中的应用时，宜采用输配模块，减少现场工人的安装工作量，提高施工质量。

A.2 空气源多联式空调热泵（热水）机组系统

以直接蒸发式室内机、地面辐射为末端空气源多联式空调热泵（热水）机组系统示意图见图 A.2-1；以直接蒸发式室内机、散热器为末端空气源多联式空调热泵（热水）机组系统示意图见图 A.2-2。其夏季利用直接蒸发式室内机制冷，冬季可分别或同时利用直接蒸发式室内机、地面辐射末端或散热器供暖。循环水泵和膨胀罐可内置于水模块中。辐射供暖环路分集水器的支环路上，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。

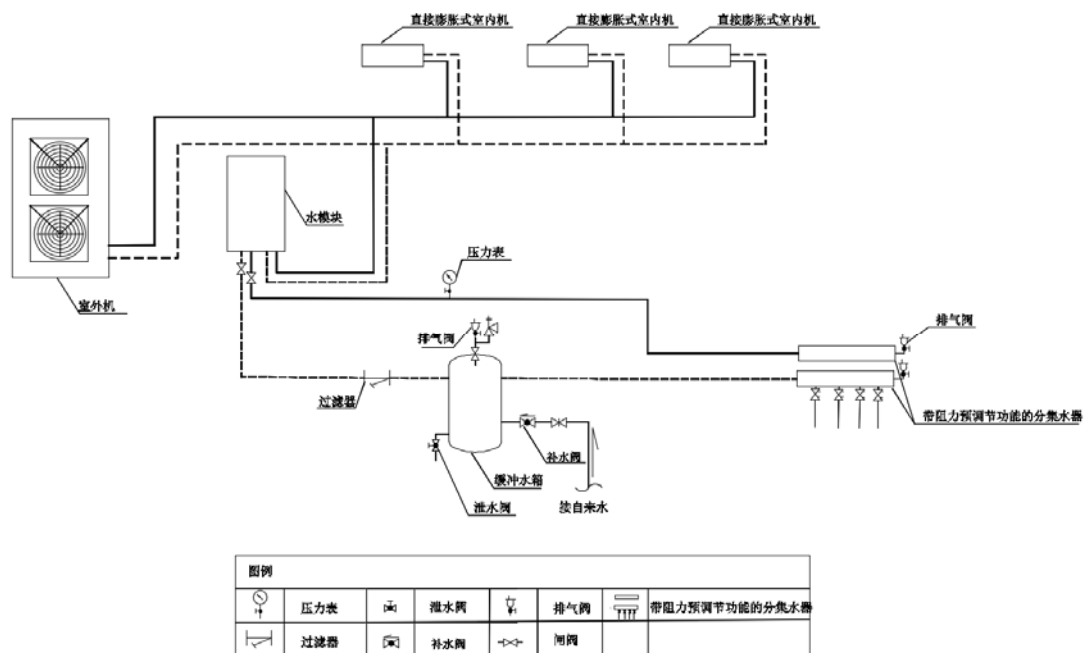


图 A.2-1 直接蒸发式室内机、地面辐射为末端的多联式空调（热水）机组系统示意图

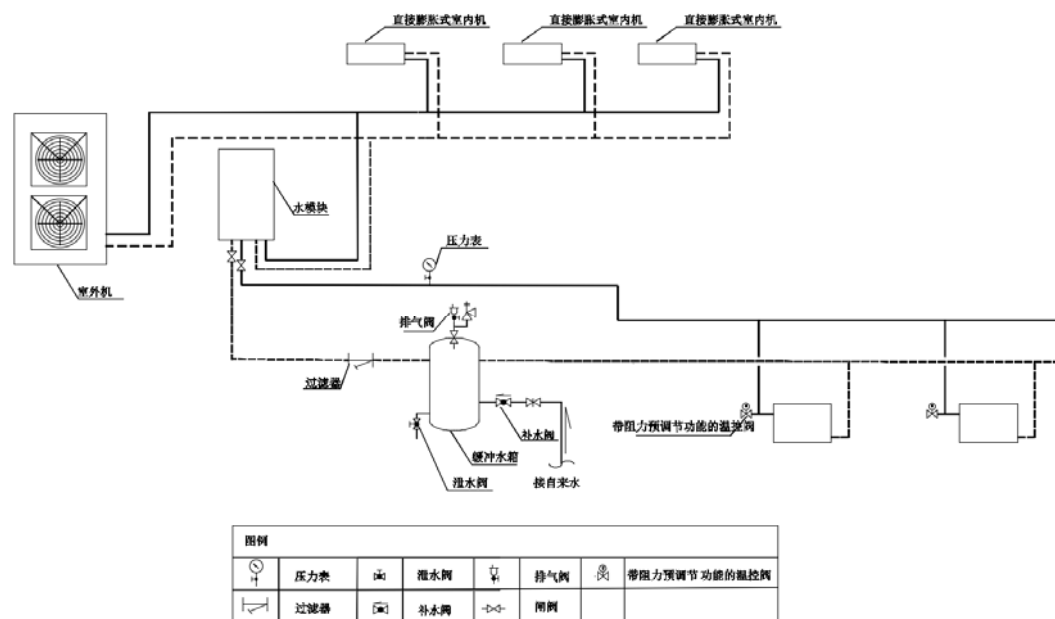


图 A.2-2 直接蒸发式室内机、散热器为末端的多联式空调（热水）机组系统示意图

附录 B 户式空气源热泵配套末端设计选型

B.1 典型供暖地面构造图示

B.1.1 混凝土填充式热水供暖地面构造可按图 B.1.1-1 和图 B.1.1-2 设置。

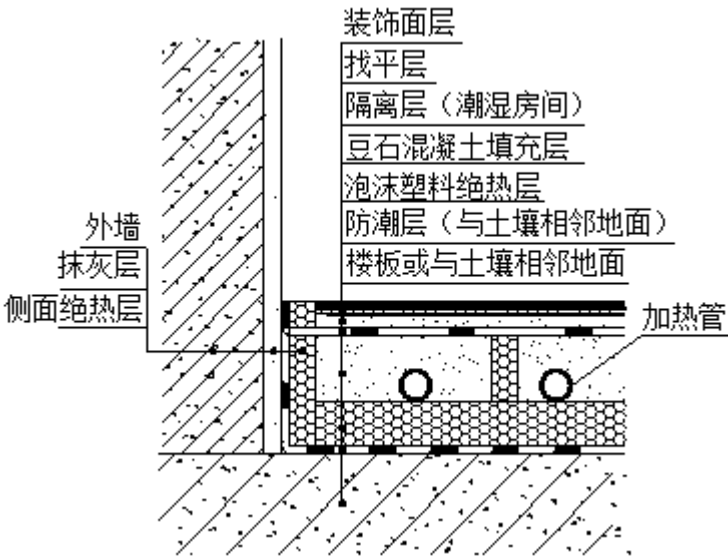


图 B.1.1-1 采用泡沫塑料绝热层的混凝土填充式热水供暖地面构造

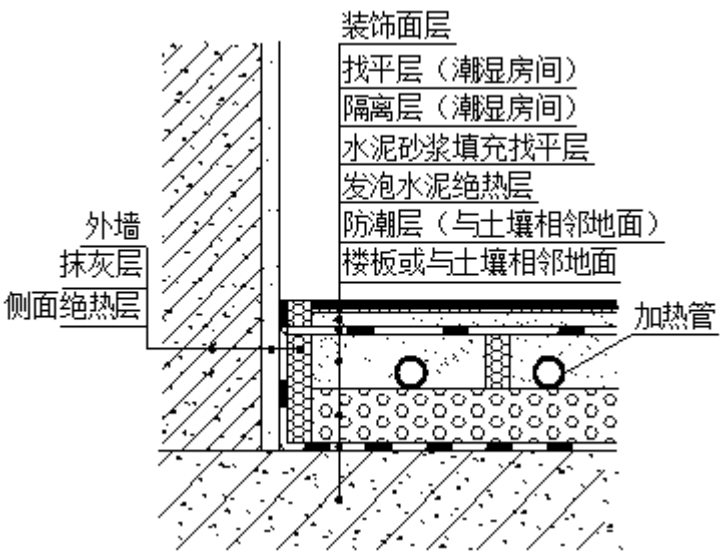


图 B.1.1-2 采用发泡水泥绝热层的混凝土填充式热水供暖地面构造

B.1.2 预制沟槽保温板供暖地面构造可按图 B.1.2-1～图 B.1.2-4 设置。

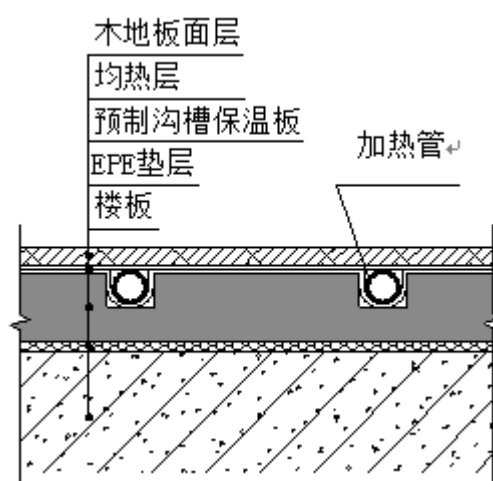


图 B.1.2-1 与供暖房间相邻、木地板面层的预制沟槽保温板供暖地面构造

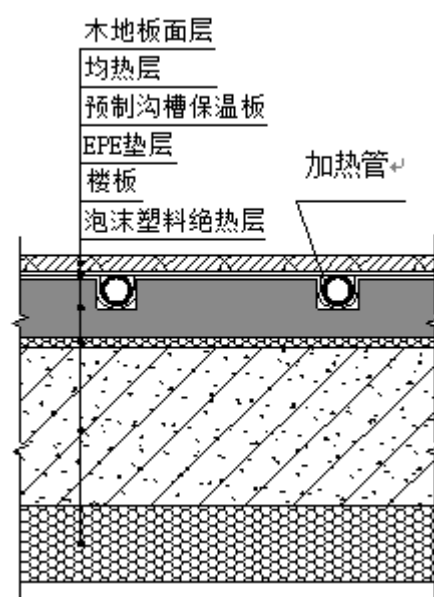


图 B.1.2-2 与室外空气或不供暖房间相邻、木地板面层的预制沟槽保温板供暖地面构造

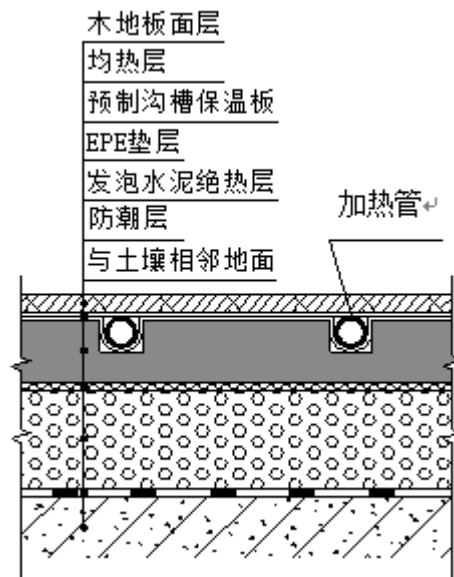


图 B.1.2-3 与土壤相邻、木地板面层的预制沟槽保温板供暖地面构造

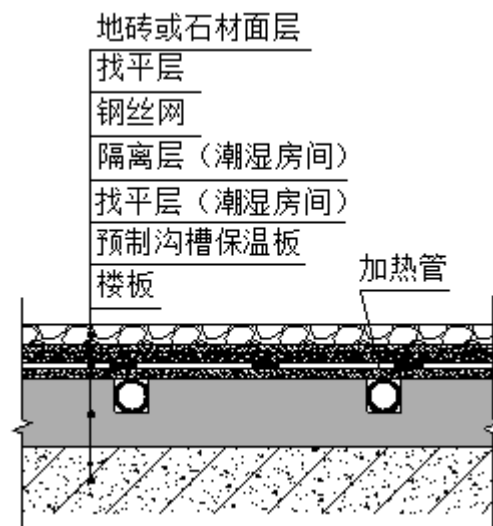


图 B.1.2-4 与供暖房间相邻、地砖或石材面层预制沟槽保温板热水供暖地面构造

B.1.3 预制轻薄供暖板供暖地面构造可按图 B.1.3-1～图 B.1.2-5 设置。

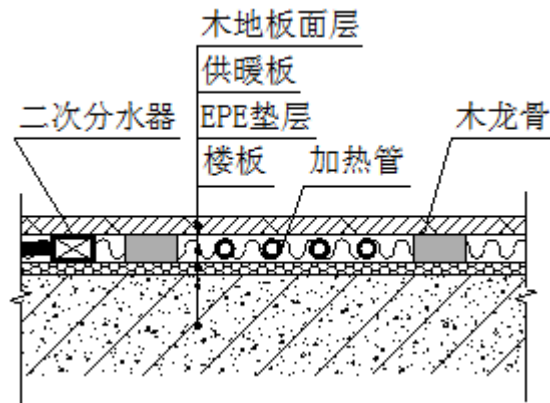


图 B.1.3-1 与供暖房间相邻、木地板面层的预制轻薄供暖板地面构造

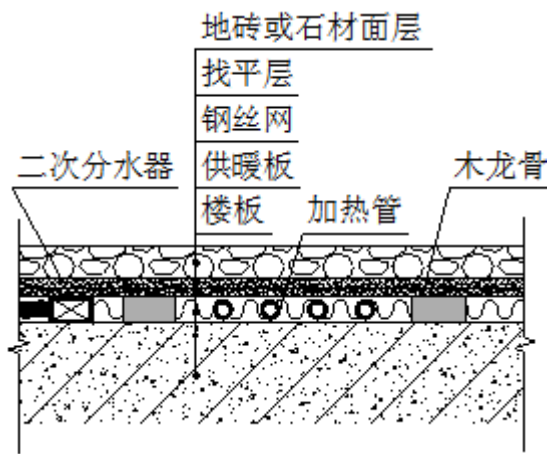


图 B.1.3-2 与供暖房间相邻、地砖或石材面层的预制轻薄供暖板地面构造

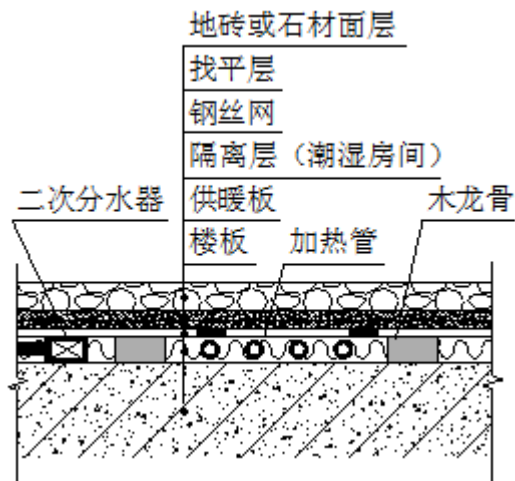


图 B.1.3-3 与供暖房间相邻、潮湿房间预制轻薄供暖板地面构造

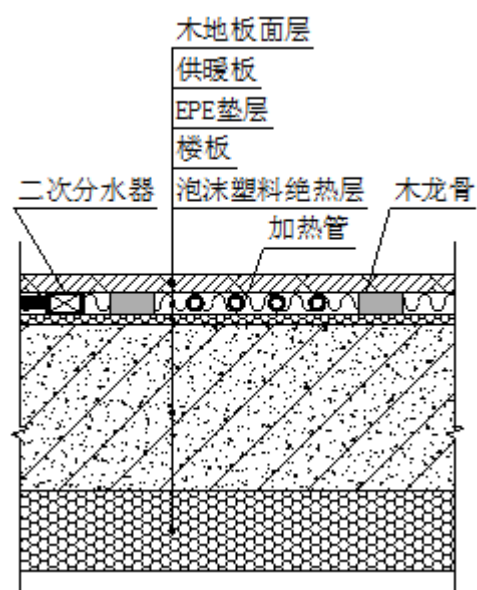


图 B.1.3-4 与室外空气或不供暖房间相邻、木地板面层的预制轻薄供暖板地面构造

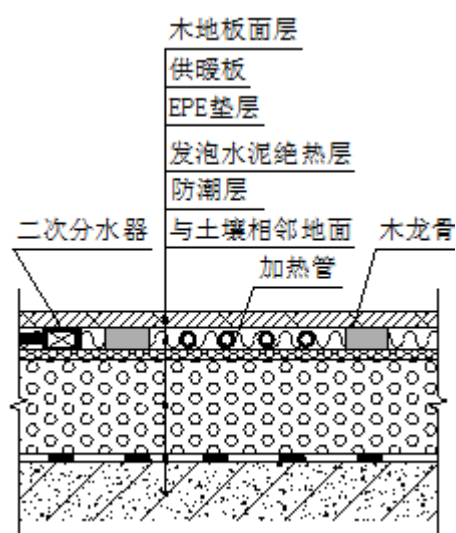


图 B.1.3-5 与土壤相邻、木地板面层的预制轻薄供暖板地面构造

B.2 供暖地面单位面积散热量

B.2.1 混凝土填充式供暖地面，当采用 PE-X 管，加热管公称外径为 20mm、导热系数 $0.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 $0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、厚度 20mm 时，单位地面面积的散热量可按表 B.2.1-1～B.2.1-4 取值。

表 B.2.1-1 面层为水泥、石材或陶瓷热阻 $R=0.02(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$ ，单位地面面积的散热量 (W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	64.4	18.4	72.6	18.8	81.8	19.4	91.4	20.0	100.7	21.0
	18	57.7	16.7	65.0	17.0	73.2	17.4	81.7	18.1	89.9	19.0
	20	51.0	14.9	57.4	15.2	64.6	15.6	72.1	16.1	79.3	16.9
	22	44.3	13.1	49.9	13.3	56.0	13.7	62.5	14.2	68.7	14.9
	24	37.7	11.3	42.4	11.5	47.6	11.9	53.0	12.2	58.2	12.8
40	16	82.3	23.1	93.0	23.6	105.0	24.2	117.6	25.2	129.8	26.5
	18	75.5	21.4	85.3	21.8	96.2	22.4	107.7	23.3	118.8	24.4
	20	69.7	19.6	77.6	20.0	87.5	20.6	97.9	21.4	107.9	22.4
	22	62.0	17.9	69.9	18.2	78.8	18.7	88.1	19.4	97.1	20.4
	24	55.2	16.1	62.3	16.4	70.1	16.8	78.3	17.5	86.3	18.3
45	16	100.6	27.9	113.8	28.4	128.6	29.4	144.3	30.4	159.6	32.0
	18	93.7	26.1	106.0	26.7	119.7	27.5	134.3	28.5	148.5	30.0
	20	86.9	24.4	98.2	24.9	110.9	25.6	124.4	26.6	137.4	27.9
	22	80.0	22.6	90.4	23.1	102.1	23.7	114.4	24.7	126.4	25.9
	24	73.2	20.9	82.7	21.3	93.3	21.8	104.5	22.7	115.7	23.9
50	16	119.1	32.6	134.9	33.3	152.7	34.2	171.6	35.7	190.1	37.5
	18	112.2	30.9	127.0	31.5	143.8	32.4	161.5	33.8	178.9	35.5
	20	105.3	29.2	119.2	29.8	134.8	30.6	151.5	31.9	167.7	33.5
	22	98.3	27.4	111.3	28.0	125.9	28.8	141.4	29.9	156.5	31.5
	24	91.4	25.7	103.5	26.2	117.0	26.9	131.3	28.0	145.3	29.4
55	16	137.8	37.4	156.3	38.2	177.1	39.5	199.4	41.0	221.2	43.1
	18	130.9	35.7	148.4	36.7	168.1	37.5	189.2	39.1	209.9	41.1
	20	123.9	34.0	140.5	34.7	159.1	35.7	179.0	37.2	198.5	39.1
	22	117.0	32.2	132.6	32.9	150.1	33.8	168.9	35.2	187.2	37.1
	24	110.0	30.5	124.7	31.1	141.1	32.0	158.7	33.3	175.9	35.1

表 B.2.1-2 面层为塑料类材料热阻 $R=0.075(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$, 单位地面面积的散热量 (W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热线间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	54.4	19.3	59.7	19.8	65.2	20.3	70.8	21.1	76.1	22.0
	18	48.7	17.4	53.5	17.9	58.4	18.4	63.4	19.1	68.1	19.9
	20	43.1	15.6	47.3	16.0	51.6	16.4	56.0	17.0	60.1	17.7
	22	37.5	13.7	41.1	14.0	44.9	14.4	48.7	15.0	52.2	15.6
	24	31.9	11.8	35.0	12.1	38.2	12.5	41.4	12.9	44.3	13.4
40	16	69.3	24.3	76.2	24.9	83.4	25.6	90.6	26.6	97.4	27.8
	18	63.6	22.4	69.9	23.0	76.5	23.7	83.1	24.6	89.3	25.6
	20	57.9	20.6	63.6	21.1	69.6	21.7	75.6	22.5	81.3	23.5
	22	52.3	18.7	57.4	19.2	62.7	19.7	68.1	20.5	73.2	21.4
	24	46.6	16.8	51.1	17.2	55.9	17.8	60.7	18.4	65.2	19.2
45	16	84.5	29.3	92.9	30.0	101.8	31.0	110.8	32.1	119.2	33.5
	18	78.8	27.4	86.6	28.1	94.8	29.1	103.2	30.1	111.0	31.4
	20	73.0	25.6	80.3	26.2	87.9	27.1	95.6	28.1	102.9	29.3
	22	67.3	23.7	73.9	24.3	81.0	25.2	88.1	26.1	94.7	27.2
	24	61.6	21.9	67.6	22.4	74.0	23.1	80.5	24.0	86.6	25.0
50	16	99.8	34.3	109.9	35.1	120.4	36.4	131.2	37.7	141.3	39.4
	18	94.1	32.5	103.5	33.3	113.5	34.3	123.6	35.7	133.1	37.3
	20	88.3	30.6	97.1	31.4	106.5	32.4	115.9	33.7	124.8	35.2
	22	82.5	28.8	90.8	29.5	99.5	30.4	108.3	31.6	116.6	33.0
	24	76.8	26.9	84.4	27.6	92.5	28.5	100.7	29.6	108.4	30.9
55	16	115.3	39.3	127.0	40.3	139.3	41.8	151.9	43.3	163.8	45.2
	18	109.5	37.5	120.6	38.5	132.3	39.8	144.2	41.3	155.5	43.1
	20	103.7	35.7	114.2	36.6	125.3	37.9	136.6	39.3	147.2	41.0
	22	97.9	33.9	107.8	34.7	118.3	35.8	128.9	37.2	138.9	38.9
	24	92.1	32.0	101.4	32.8	111.2	33.9	121.2	35.2	130.6	36.8

表 B.2.1-3 面层为木地板材料热阻 $R=0.1(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$, 单位地面面积的散热量 (W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热线间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	51.1	19.6	55.4	20.1	59.9	20.7	64.4	21.4	68.6	22.3
	18	45.8	17.7	49.7	18.2	53.7	18.7	57.7	19.4	61.4	20.2
	20	40.5	15.8	43.9	16.2	47.5	16.7	51.0	17.3	54.3	18.0
	22	35.3	13.9	38.2	14.3	41.3	14.7	44.3	15.2	47.1	15.8
	24	30.0	12.0	32.5	12.3	35.1	12.7	37.7	13.1	40.1	13.6
40	16	65.1	24.6	70.7	25.3	76.5	26.2	82.2	27.1	87.7	28.2
	18	59.7	22.8	64.9	23.4	70.2	24.2	75.5	25.0	80.4	26.0
	20	54.4	20.9	59.1	21.4	63.9	22.1	68.7	22.9	73.2	23.8
	22	49.1	19.0	53.3	19.5	57.6	20.1	61.9	20.8	66.0	21.7
	24	43.8	17.1	47.5	17.5	51.3	18.1	55.2	18.7	58.8	19.5
45	16	79.2	29.7	86.1	30.5	93.3	31.6	100.4	32.6	107.1	34.0
	18	73.9	27.9	80.3	28.6	86.9	29.5	93.5	30.6	99.8	31.9
	20	68.5	26.0	74.4	26.7	80.6	27.5	86.7	28.6	92.5	29.7
	22	63.1	24.1	68.6	24.7	74.2	25.5	79.9	26.5	85.2	27.6
	24	57.8	22.2	62.7	22.8	67.9	23.5	73.0	24.4	77.9	25.4
50	16	93.6	34.8	101.8	35.7	110.3	37.0	118.8	38.3	126.8	39.9
	18	88.2	33.0	95.9	33.9	103.9	35.1	111.9	36.3	119.4	37.8
	20	82.8	31.1	90.0	31.9	97.5	33.1	105.0	34.2	112.1	35.7
	22	77.4	29.2	84.1	30.0	91.1	31.0	98.1	32.2	104.7	33.5
	24	72.0	27.4	78.2	28.1	84.7	29.0	91.2	30.1	97.3	31.3
55	16	108.0	39.9	117.6	41.0	127.5	42.3	137.4	44.0	146.7	45.9
	18	102.6	38.1	111.6	39.1	121.2	40.5	130.4	42.0	139.3	43.8
	20	97.2	36.3	105.7	37.2	114.6	38.4	123.5	39.9	131.9	41.6
	22	91.7	34.4	99.8	35.3	108.2	36.5	116.6	37.9	124.5	39.5
	24	86.3	32.5	93.9	33.4	101.8	34.5	109.7	35.8	117.1	37.3

表 B.2.1-4 面层为铺厚地毯热阻 $R=0.15(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$, 单位地面面积的散热量 (W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热线间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	45.2	20.1	48.3	20.6	51.4	21.3	54.4	22.0	57.3	22.8
	18	40.5	18.2	43.3	18.7	46.1	19.3	48.8	19.9	51.4	20.6
	20	35.9	16.2	38.3	16.7	40.8	17.2	43.2	17.8	45.4	18.4
	22	31.2	14.3	33.3	14.7	35.5	15.1	37.6	15.6	39.5	16.2
	24	26.6	12.3	28.4	12.6	30.2	13.0	32.0	13.5	33.6	13.9
40	16	57.5	25.3	61.4	26.0	65.4	26.9	69.4	27.7	73.1	28.7
	18	52.8	23.4	56.4	24.0	60.1	24.8	63.7	25.6	67.1	26.6
	20	48.1	21.5	51.4	22.0	54.7	22.7	58.0	23.5	61.1	24.4
	22	43.4	19.5	46.3	20.0	49.4	20.6	52.3	21.3	55.1	22.1
	24	38.7	17.6	41.3	18.1	44.0	18.6	46.7	19.2	49.1	19.9
45	16	69.9	30.5	74.7	31.4	79.7	32.5	84.5	33.5	89.1	34.7
	18	65.2	28.6	69.7	29.4	74.3	30.3	78.8	31.4	83.0	32.6
	20	60.4	26.7	64.6	27.4	68.9	28.3	73.1	29.3	77.0	30.4
	22	55.7	24.8	59.6	25.4	63.5	26.2	67.3	27.2	71.0	28.2
	24	51.0	22.8	54.5	23.4	58.1	24.2	61.6	25.0	64.9	25.9
50	16	82.4	35.8	88.2	36.8	94.1	37.9	99.8	39.3	105.3	40.8
	18	77.7	33.9	83.1	34.8	88.6	35.9	94.1	37.2	99.2	38.6
	20	72.9	32.0	78.0	32.9	83.2	33.9	88.3	35.1	93.1	36.4
	22	68.2	30.1	72.9	30.9	77.8	31.8	82.5	33.0	87.0	34.2
	24	63.4	28.1	67.8	28.9	72.3	29.8	76.8	30.8	80.9	32.0
55	16	95.1	41.0	101.8	42.2	108.6	43.5	115.3	45.1	121.6	46.8
	18	90.3	39.2	96.7	40.3	103.1	41.5	109.5	43.0	115.5	44.7
	20	85.5	37.3	91.5	38.3	97.7	39.5	103.7	41.0	109.4	42.5
	22	80.8	35.4	86.4	36.3	92.2	37.5	97.9	38.8	103.3	40.3
	24	76.0	33.4	81.3	34.4	86.8	35.4	92.1	36.7	97.2	38.1

B.2.2 预制沟槽保温板供暖地面，当采用 PE-X 管，加热管公称外径 20mm、导热系数 0.38W/（m•K）、聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/（m•K）、厚度 30mm 时，单位地面面积的散热量可按表 B.2.2-1～B.2.2-3 取值。

表 B.2.2-1 面层为为地砖或石材（热阻 $R=0.02$ （m²•K/W））和 30mm 厚水泥砂浆找平层（导热系数 $\lambda=0.93$ W/（m•K）），单位地面面积的散热量（W/ m²）

供水温度 (℃)	室内空气温度 (℃)	加热管间距(mm)							
		300		250		200		150	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
30	14	24.2	7.1	29.9	8.1	39.4	10.7	47.1	12.3
	16	20.2	6.1	25.1	7.0	34.8	9.4	40.3	10.8
	18	16.8	5.2	20.3	5.9	29.2	8.1	33.5	9.3
	20	12.6	4.3	15.5	4.9	23.6	6.8	26.7	7.8
	22	8.4	3.4	10.7	3.8	18.2	5.6	19.9	6.4
35	14	35.2	9.1	40.5	11.0	50.6	13.4	59.4	15.6
	16	31.1	8.1	35.6	9.9	45.1	12.1	52.6	14.1
	18	26.8	7.2	30.8	8.8	39.4	10.8	45.8	12.6
	20	22.6	6.3	26.1	7.7	33.8	9.6	39.2	12.1
	22	18.4	5.4	21.2	6.6	28.2	8.3	32.3	10.6
40	14	45.2	11.3	51.5	13.6	62.4	16.4	75.3	19.3
	16	40.8	10.4	46.6	12.5	56.8	15.1	68.4	17.7
	18	36.6	9.5	41.9	11.4	51.2	13.8	61.6	16.3
	20	32.4	8.6	37.2	10.3	45.6	12.5	54.8	14.8
	22	28.2	7.7	32.2	9.2	40.2	12.2	48.2	13.3
45	14	54.9	13.6	63.3	16.7	78.1	20.1	93.4	23.8
	16	50.7	12.7	58.5	15.6	72.5	18.8	86.6	22.3
	18	46.6	11.8	53.7	14.5	66.9	17.6	79.8	20.8
	20	42.4	10.9	48.9	13.4	61.4	16.3	73.1	19.3
	22	38.3	10.0	44.1	12.3	55.7	15.0	66.3	17.7
50	14	65.8	15.8	76.5	18.8	92.1	22.9	112.3	26.8
	16	61.6	14.9	71.6	17.7	86.5	21.6	105.5	25.3
	18	57.4	14.0	66.9	16.6	80.9	20.3	98.7	23.9
	20	53.2	13.1	62.2	15.5	75.4	19.0	92.1	22.4
	22	49.2	12.2	57.2	14.4	69.7	17.7	85.1	20.9
55	14	76.9	17.4	88.3	21.2	108.4	25.4	131.3	30.1
	16	72.7	16.5	83.5	20.1	102.8	24.1	124.4	28.6
	18	68.5	15.6	78.7	19.0	97.2	22.8	117.6	27.1
	20	64.3	14.7	73.9	17.9	91.6	21.7	110.8	25.6
	22	60.1	13.8	69.1	16.8	86.2	20.4	104.2	24.1

表 B.2.2-2 面层为塑料类材料（热阻 $R=0.075$ ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$)) 和 30mm 厚水泥砂浆找平层（导热系数 $\lambda=0.93\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), 单位地面面积的散热量 (W/m^2)

供水 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空 气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距(mm)							
		300		250		200		150	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
30	14	18.8	7.6	21.4	8.9	26.6	10.6	33.3	13.4
	16	15.7	6.6	17.7	7.7	22.2	9.2	27.9	11.8
	18	12.6	5.7	14.2	6.6	17.8	7.8	22.5	10.2
	20	9.5	4.6	10.3	5.4	13.4	6.4	17.1	8.6
	22	6.4	3.6	6.6	4.5	9.1	5.1	11.7	7.2
35	14	24.8	9.7	30.3	11.9	37.1	13.7	45.1	16.3
	16	21.7	8.6	26.6	10.7	32.7	12.3	39.7	14.7
	18	18.6	7.6	22.9	9.6	28.3	10.9	44.3	13.1
	20	15.5	6.7	19.2	8.4	24.2	9.5	38.9	11.5
	22	12.4	5.6	15.6	7.2	19.6	8.1	33.5	9.9
40	14	32.9	12.1	40.4	14.8	48.6	16.9	59.5	19.3
	16	29.8	11.1	36.7	13.6	44.2	15.5	54.1	17.7
	18	26.7	10.2	33.1	12.4	49.8	14.1	48.6	16.1
	20	23.6	9.1	29.3	11.2	45.5	12.7	43.2	14.4
	22	20.4	8.2	25.6	10.1	41.1	11.3	37.8	12.7
45	14	42.4	14.6	50.4	17.9	60.4	20.5	73.6	23.3
	16	39.3	13.7	46.8	16.7	56.1	19.1	68.2	21.6
	18	36.2	12.8	43.1	15.6	51.6	17.7	62.8	20.1
	20	33.1	11.7	39.4	14.4	47.2	16.3	57.5	18.3
	22	30.2	10.8	35.7	13.2	42.8	14.9	52.1	16.7
50	14	50.9	17.2	60.2	21.2	71.6	24.1	87.3	27.4
	16	47.8	16.5	56.3	19.8	67.2	22.6	81.9	25.8
	18	44.7	15.4	52.6	17.6	62.8	21.3	76.5	24.2
	20	41.6	14.2	48.9	16.4	58.4	19.9	71.1	22.6
	22	38.5	13.5	45.2	15.2	54.2	18.6	65.6	20.9
55	14	59.2	19.9	69.9	24.2	83.8	27.4	101.5	31.3
	16	56.1	18.8	66.2	23.2	79.4	26.1	96.2	29.7
	18	53.2	17.8	62.6	21.8	75.1	24.8	90.6	28.1
	20	49.8	16.7	58.9	20.6	70.6	23.4	85.1	26.5
	22	46.7	15.8	55.2	19.4	66.1	22.2	79.7	24.9

表 B.2.2-3 面层为木地板（热阻 $R=0.1$ ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$))，加热管上下铝箔厚度均为 0.1mm
(导热系数 $\lambda=273\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$)，单位地面面积的散热量 (W/m^2)

供水 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空 气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距(mm)							
		300		250		200		150	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
30	14	20.6	6.8	24.4	8.2	28.9	9.8	34.4	11.2
	16	16.8	5.9	20.1	7.1	23.8	8.5	28.5	9.8
	18	13.1	5.0	15.8	6.2	18.8	7.2	22.7	8.4
	20	9.4	4.1	11.5	4.9	13.4	5.9	16.9	6.9
	22	5.7	3.2	7.2	4.1	8.4	4.6	11.1	5.4
35	14	30.4	8.7	34.1	10.8	40.2	12.7	46.9	15.1
	16	26.6	7.7	29.8	9.7	34.9	11.4	41.1	13.7
	18	22.8	6.8	25.6	8.6	29.8	10.1	35.4	12.2
	20	19.1	5.9	21.3	7.5	24.8	8.9	29.6	11.8
	22	15.2	4.9	17.1	6.4	19.9	7.6	23.8	10.4
40	14	40.6	10.7	46.2	13.7	51.6	15.6	61.4	18.9
	16	36.8	9.8	41.7	12.6	46.5	14.3	55.6	17.5
	18	33.2	8.8	37.4	11.5	41.6	13.0	49.8	16.1
	20	29.2	7.9	33.1	10.4	38.6	11.7	44.1	14.7
	22	25.4	7.0	28.8	9.4	33.5	10.4	38.2	13.3
45	14	50.4	13.3	57.1	16.5	64.5	18.7	76.7	22.7
	16	46.7	12.3	52.8	15.4	59.4	17.4	70.8	21.3
	18	43.1	11.4	48.6	14.3	54.5	16.1	65.2	19.9
	20	39.3	10.6	44.3	13.1	49.4	14.9	59.2	18.4
	22	35.6	9.6	40.1	12.0	44.5	13.6	53.4	17.1
50	14	60.6	15.8	68.1	19.3	77.6	22.0	92.4	26.6
	16	56.8	14.9	63.7	18.2	72.5	20.7	86.5	25.1
	18	53.1	14.0	59.4	17.1	67.6	19.4	80.7	23.7
	20	49.4	13.0	55.1	16.2	62.5	18.1	74.9	22.2
	22	45.7	12.1	50.8	14.9	57.6	16.8	69.1	20.8
55	14	70.7	18.6	78.9	22.4	90.5	25.3	107.6	30.6
	16	67.1	17.6	74.6	21.3	85.4	24.0	101.8	29.2
	18	63.2	16.7	70.3	20.2	80.6	22.7	96.1	27.8
	20	59.4	15.8	66.1	19.1	75.6	21.4	90.2	26.4
	22	55.6	14.8	61.7	19.2	70.5	20.1	84.4	24.9

B.2.3 水泥砂浆预制填充板供暖地面，当采用 PE-RT 管，加热管外径 10 mm、按 50mm 间距敷设，预制填充板(15mm 厚泡沫塑料板、50 沫铝箔导热反射膜、11mm 厚管道固定模板)，上铺 15mm 厚水泥砂浆填充层，单位地面面积的散热量可按表 B.2.3 取值。

表 B.2.3 水泥砂浆预制填充板各种面层单位面积的散热量 (W/ m²)

供水温度 (℃)	室内空气温度 (℃)	地砖石材类面层 $R=0.02\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		塑料类面层 $R=0.075\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		木地板面层 $R=0.1\text{m}^2\cdot\text{K/W}$		铺地毯面层 $R=0.15\text{m}^2\cdot\text{K/W}$	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
30	14	72.3	21.8	56.3	23.1	51.1	24.4	43.2	25.8
	16	61.9	19.7	48.2	21.0	43.8	22.3	37.1	23.7
	18	51.6	18.2	40.2	19.5	36.5	20.8	30.9	22.2
	20	41.3	16.5	32.2	17.8	29.2	19.1	24.7	20.5
	22	31.0	14.8	24.1	16.1	21.9	17.4	18.5	18.8
35	14	95.5	25.3	74.4	26.6	67.6	27.9	57.1	29.3
	16	85.2	23.4	66.3	24.7	60.3	26.0	51.0	27.4
	18	74.8	21.7	58.3	23.0	53.0	24.3	44.8	25.7
	20	64.5	19.8	50.3	21.1	45.7	22.4	38.6	23.8
	22	54.2	18.0	42.2	19.3	38.4	20.6	32.4	22.0
40	14	121.3	29.6	94.5	30.9	85.8	32.2	72.6	33.6
	16	111.0	27.8	86.4	29.1	78.5	30.4	66.4	31.8
	18	100.7	25.9	78.4	27.2	71.2	28.5	60.2	29.9
	20	90.3	23.8	70.4	25.1	63.9	26.4	54.1	27.8
	22	80.0	21.9	62.3	23.2	56.6	24.5	47.9	25.9
45	14	147.1	33.9	114.6	35.2	104.1	36.5	88.8	37.9
	16	136.8	32.0	106.5	33.3	96.8	34.6	81.9	36.0
	18	126.5	30.2	98.5	31.5	89.5	32.8	75.7	34.2
	20	116.1	28.3	90.5	29.6	82.2	30.9	69.5	32.3
	22	105.8	26.4	82.4	27.7	74.9	29.0	63.3	30.4
50	14	172.9	38.2	134.7	39.5	122.4	40.8	103.5	42.2
	16	162.6	36.2	126.6	37.5	115.1	38.8	97.3	40.2
	18	152.3	35.9	118.6	37.2	107.8	38.5	91.1	39.9
	20	141.9	34.1	110.6	35.4	100.5	36.7	84.9	38.1
	22	131.6	32.2	102.5	33.5	93.2	34.8	78.8	36.2
55	14	198.7	42.5	154.8	43.8	140.6	45.1	118.9	46.5
	16	188.4	40.6	146.7	41.9	133.3	43.2	112.7	44.6
	18	178.1	38.7	138.7	40.0	126.0	41.3	106.6	42.7
	20	167.8	36.9	130.7	38.2	118.7	39.5	100.4	40.9
	22	157.4	34.8	122.6	36.1	111.4	37.4	94.2	38.8

B.3 散热器散热量

散热器散热量见表 B.3。

表 B.3 散热器散热量

供回水 平均温 度 (℃)	室内空 气温度 (℃)	散热器散热量 (W)					
		钢制柱型 GTZ2-100/500	钢制板型 GB2/2-500	铝制柱翼型 LZY60-80/500	铜铝柱翼型 TLZ-80/500	压铸铝整体式 YZLA 85/500	铸铁柱翼型 TZY2-500
35.0	14	20.3	553.3	368.1	365.0	37.6	27.6
	16	17.8	487.4	324.0	320.5	33.0	24.3
	18	15.4	423.4	281.1	277.3	28.6	21.1
	20	13.1	361.2	239.6	235.7	24.3	18.0
	22	10.9	301.4	199.6	195.7	20.2	15.0
38.5	14	24.8	672.7	448.2	446.0	45.9	33.5
	16	22.2	603.9	402.0	399.3	41.1	30.1
	18	19.7	536.7	357.0	353.8	36.4	26.7
	20	17.2	471.2	313.2	309.6	31.9	23.5
	22	14.2	407.6	270.6	266.8	27.5	20.3
40.0	14	26.8	725.3	483.5	481.8	49.5	36.1
	16	24.1	655.3	436.5	434.2	44.6	32.6
	18	21.6	586.9	390.7	387.8	39.9	29.2
	20	19.0	520.2	345.9	342.6	35.3	25.9
	22	16.6	455.2	302.4	298.7	30.8	22.7
42.5	14	30.2	814.8	543.6	542.9	55.7	40.5
	16	27.5	743.0	495.4	493.9	50.7	37.0
	18	24.8	672.7	448.2	446.0	45.9	33.5
	20	22.2	603.9	402.0	399.3	41.1	30.1
	22	19.7	536.7	357.0	353.6	36.4	26.7
45.0	14	33.7	906.4	605.2	605.6	62.1	45.1
	16	30.9	832.9	555.8	555.3	57.0	41.4
	18	28.1	760.8	507.3	506.1	52.0	37.9
	20	25.5	690.1	459.9	457.9	47.1	34.4
	22	22.8	620.9	309.8	410.8	42.3	30.9
50.0	14	40.9	1095.5	723.4	735.6	75.4	54.4
	16	38.0	1018.9	680.9	682.9	70.0	50.6
	18	35.1	943.6	630.2	631.2	64.7	46.9
	20	32.3	869.5	580.4	580.4	59.6	43.2
	22	29.5	796.7	531.4	530.6	54.5	39.6

注：1 表中数据均依据产品标准和参考标准图集《散热器选用与管道连接》17K408 的有关参数，通过计算整理。

2 表中各类型散热器均为中心距 500mm；钢制柱型（椭圆管 50mm×25mm）、压铸铝整体式、铸铁柱翼型给出单柱的散热量，钢制板型、铝制柱翼型、铜铝柱翼型为长度 1000mm 的散热量。

B.4 风管盘管供热、供冷额定值

风管盘管供热供冷额定值见表 B.4。

表 B.4 风管盘管供热供冷额定值

规格	额定风量 (m ³ /h)	额定供冷量 (W)	额定供热量 (W)		
			供水温度 60℃	供水温度 45℃	供水温度 41℃
FP-34	340	1800	2700	1800	1550
FP-51	510	2700	4050	2700	2300
FP-68	680	3600	5400	3600	3050
FP-85	850	4500	6750	4500	3800
FP-102	1020	5400	8100	5400	4600
FP-119	1190	6300	9450	6300	5350
FP-136	1360	7200	10800	7200	6100
FP-170	1700	9000	13500	9000	7650
FP-204	10800	10800	16200	10800	9150

注：表中为两管制的额定供冷量和供热量。

附录 C 验收表格

C.0.1 户式空气源热泵冷暖两联供工程的设备进场检查记录应按表 C.0.1 的规定填写。

表 C.0.1 设备进场检查记录

工程名称									
分部（子分部）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 □整体机 □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 □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		
					其它		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					

C.0.2 户式空气源热泵冷暖两联供工程的系统试运行测试（调试）检验记录应按表 C.0.2 的规定填写。

表 C.0.2 系统试运行测试（调试）检验记录

工程名称						
分部（子分部）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				
调试工况			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（℃）					
	高/低压（MPa）					
	运转电流（A）					
	电压（V）					
	风扇档位					
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				
水泵运转						
风机盘管及开关控制						
空气源多联式空调热泵（热水）机组室内机及开关控制						
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				
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				

C.0.3 户式空气源热泵冷暖两联供工程的系统安装竣工验收记录应按表 C.0.3 的规定填写。

表 C.0.3 系统安装竣工验收记录

工程名称				
分部（子分部）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		《多联式空调（热泵）机组应用设计与安装要求》GB/T 2794 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243		
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		
		系统的试压		
15		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		

C.0.4 户式空气源热泵冷暖两联供工程的系统自控和电气系统竣工验收记录应按表 C.0.4 的规定填写。

表 C.0.4 系统自控和电气系统竣工验收记录

工程名称				
分部（子分部）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		《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150 《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601 《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242		
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	电气 工程	电气设备及材料验证		
2		电源质量测试		
3		配电箱(柜)等电气装置安装与接线		
4		配电线路安装、敷设与接线		
5		剩余电流动作的保护装置测试		
6		电气绝缘电阻测试		
7		防雷与接地		
8	自控 工程	传感器、控制器等器件验证与安装		
9		自控线路安装、敷设与接线		
10		电气绝缘电阻测试		
11		通信与信号传输检测		
12		传感器信号精度测试		
13		运行控制功能完整性测试		
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		

附录 D 用户文件

D.0.1 系统设计选型方案信息见表 D.0.1。

表 D.0.1 系统设计选型方案信息

房间	房间面积	冷负荷指标	风机盘管选型	室内外机容量配比	主机选型
客厅	×× m ²	250W/m ²	PFP-136	0.7	HP18*1 台
餐厅	×× m ²	250W/m ²	PFP-68		
主卧	×× m ²	220W/m ²	PFP-85		
次卧 1	×× m ²	220W/m ²	PFP-51		
次卧 2	×× m ²	220W/m ²	PFP-51		
书房	×× m ²	220W/m ²	PFP-51		

D.0.2 项目信息见表 D.0.2。

表 D.0.2 项目信息

项目名称		项目地址			
联系人		联系电话			
供暖面积		末端	☐ 风机盘管	☐ 地暖	☐ 暖气片
一级泵	流量 q_v :	二级泵	流量 q_v :	m ³ /h	
	扬程 H :		m		
缓冲水箱	容积:	L			
	类型:	进 出			

D.0.3 机组信息见表 D.0.3。

表 D.0.3 机组信息

机组信息			
序号	机组型号	机组条码	数量

D.0.4 安装信息见表 D.0.4。

表 D.0.4 安装信息

机组安装	安装位置	前出风距离_____mm, 后回风距离_____mm, 机组四周维修空间_____mm
	基础高度	南方 150mm, 北方 300mm ☐ 符合 ☐ 不符合, 实际基础高度_____mm
	底部悬空	☐ 底部没做悬空 ☐ 底部有做悬空
	排水处理	☐ 没做排水处理 ☐ 有做排水处理
	减震方式	☐ 橡胶减震 ☐ 弹簧减震 ☐ 其他方式_____
水路安装	管路大小	☐ 支管管径 DN_____, 主管管径 DN_____
	进水处理	☐ 没做水处理, 原因_____ ☐ 有做水处理, 处理方式_____
	机组补水	☐ 闭式补水, 水压_____公斤 ☐ 开式补水
	管路保温	☐ 管路没做保温 ☐ 管路有做保温, 保温方式及厚度_____
	管路配件	☐ Y 型过滤器 ☐ 软连接 ☐ 压差旁通阀 ☐ 球阀 ☐ 温度表 ☐ 压力表 ☐ 蓄能水箱 ☐ 排气阀 ☐ 微泡排气阀 ☐ 泄压阀 ☐ 膨胀罐 ☐ 自动补水阀 ☐ 防漏水保护装置 ☐ 其他_____
	Y 型过滤器	☐ 安装在机组进水管上 ☐ _____
	膨胀罐	☐ 安装在机组进水管上 ☐ _____
	泄压阀	☐ 安装在机组进水管上 ☐ _____
	排气阀	☐ 安装在水系统和水箱最高处 ☐ _____
	微泡排气阀	☐ 安装在系统管路上 ☐ _____
	自动补水阀	☐ 安装在机组进水管上 ☐ _____
	压差旁通阀	☐ 安装在机组进水管之间, 出水在水箱进水侧, 确认方向正确
	缓冲水箱	☐ 回水连接在水箱上部, 机组进水连接在下边 ☐ _____
	整体水路试压	☐ 试压合格 ☐ 无试压
电路安装	机组空开	☐ 满足机组最大运行电流, 空开_____A
	电源电线	☐ 国标电源线, 线径_____mm ²
	电源顺序	☐ 单相电, L-N-PE ☐ 三相电, R-S-T-N-PE
	电源电压	☐ 电压_____V (380±7%, 220+7%-10%)
	接线紧固	☐ 主电源 ☐ 压机 ☐ 风机 ☐ 水泵 ☐ 电加热
	线控器	☐ 接线紧固, 顺序正确
	循环水泵	☐ 由主机控制 ☐ 不由机组控制_____
	联动	☐ 风机盘管与主机联动 ☐ 风机盘管与主机不联动
	强弱电布线	☐ 分开布线 ☐ 无分开布线
末端	风机盘管	☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____;
	直接蒸发末端	☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____;
	散热器	☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____; ☐ 型号_____, 台数_____;
	地暖管	☐ 材质_____
	分集水器	☐ 型号_____, 分路数_____

D.0.5 现场拍摄信息见表 D.0.5。

表 D.0.5 现场拍摄信息

序号	内容	
1	拍摄工程项目地址的大门图片或全景图片	☐ 是 ☐ 否
2	拍摄该工程的安装图纸	☐ 是 ☐ 否
3	拍摄机组与所有水路配件连接整体图片	☐ 是 ☐ 否
4	拍摄末端出回口与回风口的整体图片	☐ 是 ☐ 否
5	拍摄末端进出水管与配件的安装图片	☐ 是 ☐ 否
6	拍摄循环水泵的铭牌型号	☐ 是 ☐ 否
7	拍摄配电箱的整体图片	☐ 是 ☐ 否
8	拍摄机组线控器的安装图片	☐ 是 ☐ 否
9	拍摄房间温控器与风盘的接线图片	☐ 是 ☐ 否

附录 E 系统性能测试方法

E.0.1 系统性能测试应在系统正常的供冷、供暖运行状态下进行。包括但不限于下列内容：

- 1 室内空气温度；
- 2 供暖运行时地面辐射表面温度（如有）；
- 3 室外空气温度；
- 4 室外空气相对湿度；
- 5 供水温度（送风温度）；
- 6 回水温度（回风温度）；
- 7 循环流量（供热量）；
- 8 电功率与耗电量。

E.0.2 系统的性能测试分为长期测试和短期测试。长期测试周期应包含整个供暖期和供冷期。短期测试应在系统开始供暖或供冷 15d 以后进行测试，测试时间应不少于 3d，每天测试 24h，测试期间系统负荷率宜大于 60%。

E.0.3 系统测试使用的设备仪器应具有法定计量部门出具的有效期内的检定合格证书或校准证书，且系统测试使用的设备仪器性能参数应符合表 E.0.4 的规定。

表 E.0.4 系统测试使用的设备仪器性能参数

序号	监测参数	最大允许误差/准确度等级
1	室内空气温度	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$
2	室外空气温度	$\pm 0.3^{\circ}\text{C}$
3	室外空气相对湿度	$\pm 5\%$
4	供水温度	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
5	回水温度	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
6	循环流量	$\pm 2\%$
7	电功率与耗电量	$\pm 3\%\text{FS}$

注：采用热量表测量供热量时，热量表的准确度等级应不低于 2 级。

E.0.4 系统性能测试结果应给出测试阶段内供冷供暖运行时各受检房间室内空气温度的逐时值、供暖运行时辐射表面温度的逐时值，以及系统能源消耗量、累计供冷（热）量和系统能效比。当测试阶段同时包含供冷和供暖运行时，应将测试数据按供冷和供暖两个阶段分别进行数据处理。

E.0.5 计量监测设备、数据采集装置及监测系统相关设备应有出厂合格证等质量证明文件，并应符合相关产品标准的技术要求。计量监测设备和数据采集装置应与热泵机组分别独立供电。数据监测系统应采取网络安全措施，保障系统中的数据真实完整。

E.0.6 计量监测设备的安装应符合下列规定：

1 室外空气温、湿度传感器应置于遮阳并通风的环境中，且不应接触到其他物体，安装时应远离烟囱、冷热源主机和热气排风扇等设备。

2 室内温度的测试应在建筑物达到热稳定后进行，测试期间的室外温度测试应与室内温度的测试同时进行。温度测点可按现行国家标准 GB/T 50785《民用建筑室内热湿环境评价标准》的有关规定，距地面垂直距离 0.1、0.6、1.1m，取不同高度测量值的加权平均值，测点应做隔热辐射屏蔽。原则上房间或区域面积小于等于 16m² 的，应选择房间中心作为测点；大于 16m² 但小于等于 30m² 的，应选择测试区域对角线上的两个等分点作为测点；大于 30m² 但小于等于 60m² 的，应选择测试区域对角线上的三个等分点作为测点；大于 60m² 的，应布置五个测点，按梅花布点。辐射表面平均温度测点选择房间中心位置，测量加热供冷管上方和加热供冷管中间位置温度，并取平均值。

3 系统供、回水温度测点应置于冷热源主机供、回水主管路上，并靠近主机机组侧，温度传感器应保证被所测水流完全包围。

4 在系统主管路直管段上设置循环流量测点，流量计安装的水平直管段前端管长应不小于 10 倍管道直径、后端管长应不小于 5 倍管道直径，且流量计壳体上的箭头方向应与系统水流方向一致。

5 电能表应在靠近户式空气源热泵冷暖两联供系统的配电箱侧安装。

E.0.7 数据采集应有清晰的标识，标识不应标在可更换的部件上。施工应符合现行国家标准《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB 50093 的有关规定。应能测量、发送和存储实时监测数据，并按要求关联时间标签上传数据，在网络繁忙时可缓存数据并在网络恢复正常后根据需要上传失败的数据。采集装置的性能参数应符合表 E.0.8 的规定。

表 E.0.8 采集装置性能参数

参数	长期监测、短期监测数据采集装置	基本参数监测数据采集装置
采集周期	根据数据中心命令或主动定时采集，定时周期从 30s 到 1h 可配置，默认 1min	根据数据中心命令或主动定时采集，定时周期从 30s 到 1h 可配置，默认 5min
缓存容量	不少于 32MB	不少于 8MB
远传周期	定时周期从 1min 到 12h 可配置，默认 1min	定时周期从 1min 到 12h 可配置，默认 5min
通讯接口与协议	RS485 接口，标准 Modbus-RTU 协议	
数据存储	可本地至少存储 5 个月的数据，并可自动备份	
配置/维护接口	具有本地和远程配置/维护接口，支持接收来自数据中心的查询、校时等命令。具备自动恢复功能，在无人值守情况下可以从故障中恢复正常工作状态	
数据传输	具备远传接口，并接收命令、数据上传、数据加密、断点续传，支持 TCP/IP	

	协议
功耗	宜使用低功耗嵌入式系统
电磁兼容性	应符合现行国家标准《测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求》GB/T 18268.1 的规定

E.0.8 当系统装机容量偏差在 10%以内时，视为同一类型系统。同一类型系统测试数量为该类型系统总数量的 5%，且不得少于 1 套。

E.0.9 当冷热源主机采用空气源多联式空调热泵（热水）机组时，其系统制冷性能系数可按现行团体标准《房间空气调节器实际运行性能参数测量规范》T-CAS305-2018 的有关规定进行测试。其它情况的系统性能系数应符合下列规定：

1 宜测试系统冷热源侧流量、冷热源侧进出口水温、机组消耗的电量、水泵消耗的电量等参数；

2 系统供冷能效比和供热性能系数根据测试结果，按下列公式计算：

$$EER_{sys}=Q_{SC}/(\sum N_i+\sum N_j) \quad (E.0.10-1)$$

$$COP_{sys}=Q_{SH}/(\sum N_i+\sum N_j) \quad (E.0.10-2)$$

$$Q_{SC} = \sum_{i=1}^n (q_{ci} \times \Delta T_i) \quad (E.0.10-3)$$

$$Q_{SH} = \sum_{i=1}^n (q_{hi} \times \Delta T_i) \quad (E.0.10-4)$$

$$q_{c(h)i}=q_{vi} \times \rho_i \times c_i \times \Delta T_i / 3600 \quad (E.0.10-5)$$

式中： EER_{sys} —— 系统的供冷能效比；

Q_{SC} —— 系统测试期间的累计供冷量（kWh）；

$\sum N_i$ —— 系统测试期间，所有热泵主机和末端累计消耗电量（kWh）；

$\sum N_j$ —— 系统测试期间，所有水泵累计消耗电量（kWh）；

COP_{sys} —— 系统的供热性能系数；

Q_{SH} —— 系统测试期间的累计供热量（kWh）；

n —— 热泵系统测试期间采集数据组数；

$q_{c(h)i}$ —— 热泵系统的第 i 时段制冷（热）量（kW）；

ΔT_i —— 第 i 时段持续时间（h）；

q_{vi} —— 系统第 i 时段冷热源侧的平均流量（m³/h）；

ρ_i —— 第 i 时段冷媒介质平均密度（kg/m³）；

c_i —— 第 i 时段冷媒介质平均定压比热（kJ/kg·℃）；

ΔT_i —— 热泵系统第 i 时段冷热源侧进出口介质的温差（℃）。

附录 F 供暖常规能源替代量及环境经济效益计算

F.1 常规能源替代量计算

F.1.1 在本导则中，常规能源是天然气。常规能源替代量仅考虑冬季用空气源热泵替代燃气壁挂炉供暖所产生的天然气替代量。

F.1.2 空气源热泵系统的常规能源替代量 Q_t 应按式计算：

$$Q_t = Q_{nc} - Q_{nl} \quad (F.1.2)$$

式中： Q_t —— 常规能源替代量 (Nm^3/a)；

Q_{nc} —— 传统系统的供热年总能耗 (Nm^3/a)；

Q_{nl} —— 户式空气源热泵冷暖两联供系统的年制热总能耗 (Nm^3/a)。

F.1.3 传统系统的供热年总能耗 Q_{nc} 应按式计算：

$$Q_{nc} = Q_H / (\eta_t \times q_t) \quad (F.1.3)$$

式中： q_t —— 标准天然气的发热值 (MJ/Nm^3)，取 $q=0.0396MJ/Nm^3$ ；

Q_H —— 户式空气源热泵冷暖两联供系统的年总制热量 (MJ/a)，长期测试时为系统记录的总制热量，短期测试时，根据测试期间系统的实测制热量和室外气象参数，采用度日法计算供暖季累计制热量；

η_t —— 以常规能源为热源时的运行效率，按设计文件选取，当无文件规定时，根据项目适用的常规能源，以常规能源为热源时的运行效率应按表 F.1.3 取值。

表 F.1.3 以常规能源为热源时的运行效率

常规能源类型	热水系统	供暖系统	热力制冷空调系统
电	0.31 ^注	/	/
煤	/	0.70	0.70
天然气	0.84	0.80	0.80

注：综合考虑火电系统的煤的发电效率和电热水器的加热效率。

F.1.4 制热工况下，户式空气源热泵冷暖两联供系统的年制热总能耗 Q_{nl} 应按式计算：

$$Q_{nl} = D \times Q_H / (3.6 \times COP_{sys}) \quad (F.1.4-1)$$

式中： D —— 每度电折合所耗标准天然气量 (Nm^3/kWh)，取 $0.2Nm^3/kWh$ 。

对于长期测试的系统，制热工况下，户式空气源热泵冷暖两联供系统的年制热总能耗 Q_{nl} 也可按下式计算：

$$Q_{nl} = D \times (\sum N_i + \sum N_j) \quad (F.1.4-2)$$

F.2 环境效益计算

F.2.1 户式空气源热泵冷暖两联供系统的二氧化碳减排量应按式计算：

$$M_{CO_2} = Q_t \times V_{CO_2} \quad (F.2.1)$$

式中： M_{CO_2} —— 二氧化碳减排量 (kg/a)；

V_{CO_2} —— 每立方标准天然气的二氧化碳排放量 (kg/Nm³)，取 7.85×10⁴kg/Nm³。

F.2.2 户式空气源热泵冷暖两联供系统的二氧化硫减排量应按式计算：

$$M_{SO_2} = Q_t \times V_{SO_2} \quad (F.2.2)$$

式中： M_{SO_2} —— 二氧化硫减排量 (kg/a)；

V_{SO_2} —— 每立方标准天然气的二氧化硫排放量 (kg/Nm³)，取 4×10⁻⁵kg/Nm³。

F.2.3 户式空气源热泵冷暖两联供系统的烟尘减排量应按式计算：

$$M_{ft} = Q_t \times V_{ft} \quad (F.2.3)$$

式中： M_{ft} —— 烟尘减排量 (kg/a)；

V_{ft} —— 每立方标准天然气的烟尘排放量 (kg/Nm³)，取 3.02×10⁻⁴kg/Nm³。

F.2.4 户式空气源热泵冷暖两联供系统的氮氧化物减排量应按式计算：

$$M_{NO_x} = Q_t \times V_{NO_x} \quad (F.2.4)$$

式中： M_{NO_x} —— 氮氧化物减排量 (kg/a)；

V_{NO_x} —— 每立方标准天然气的氮氧化物排放量 (kg/Nm³)，取 1.843×10⁻³kg/Nm³。

F.3 经济效益计算

F.3.1 供暖季户式空气源热泵冷暖两联供系统的年节约费用 C_s 按下式计算：

$$C_s = Q_{nc} \times P_t - P_d \times Q_{nl} - M \quad (F.3.1-1)$$

式中： C_s —— 供暖季户式空气源热泵冷暖两联供系统的年节约费用 (¥/a)；

P_t —— 当地天然气的价格 (¥/m³)；

P_d —— 当地电价 (¥/kWh)；

M —— 每年运行维护增加费用 (¥/a)，根据业主与项目施工单位所签合同及设备售后协议测算得出。

F.3.2 户式空气源热泵冷暖两联供系统增量成本静态投资回收年限 N 按下式计算：

$$N=C_z/C_s \quad (\text{F.3.2})$$

式中： N —— 空气源热泵系统的静态投资回收年限（a）；

C_z —— 供暖季户式空气源热泵冷暖两联供系统的增量成本（¥），增量成本依据与常规能源系统使用功能等同的原则进行核算。

本导则用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《制冷系统及热泵安全与环境要求》 GB/T 9237
- 2 《测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第 1 部分：通用要求》
GB/T 18268.1
- 3 《风机盘管机组》 GB/T 19232
- 4 《多联式空调（热泵）机组应用设计与安装要求》 GB/T 27941
- 5 《采暖空调系统水质》 GB/T 29044
- 6 《低压配电设计规范》 GB 50054-2011
- 7 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057-2010
- 8 《自动化仪表工程施工及质量验收规范》 GB 50093
- 9 《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
- 10 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 GB 50150
- 11 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 12 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 13 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 14 《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》 GB 50254
- 15 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 16 《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB 50411
- 17 《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》 GB 50575
- 18 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》 GB 50601
- 19 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 20 《辐射供暖供冷技术规程》 JGJ 142-2012
- 21 《多联机空调系统工程技术规程》 JGJ 174
- 22 《住宅建筑电气设计规范》 JGJ 242
- 23 《房间空气调节器实际运行性能参数测量规范》 T/CAS 305-2018