

户式空气源热泵供暖应用技术导则

(试 行)

住房和城乡建设部

2020年7月

前 言

为推动户式空气源热泵技术在建筑中的应用，提升工程质量，促进相关行业的健康发展，住房和城乡建设部标准定额司组织住房和城乡建设部科技与产业化发展中心等 9 家单位共同编制了《户式空气源热泵供暖应用技术导则（试行）》（以下简称本导则）。

本导则的主要内容包括：总则、术语、基本规定、室外机布置、设计与选型、施工与验收、运行与维护、运行效果评价。

本导则由住房和城乡建设部标准定额司负责管理，由住房和城乡建设部科技与产业化发展中心负责技术内容的解释。请各单位在执行使用过程中有何意见和建议及时函告住房和城乡建设部科技与产业化发展中心建筑节能发展处（地址：北京市海淀区三里河路 11 号；邮政编码：100835；电话：010-57811376；邮箱：houlongshu@sina.com），以供今后修订时参考。

主编单位及人员：

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心 侯隆澍、姚春妮、梁传志、刘幼农、董璐

参编单位及人员：

美国国际铜专业协会上海代表处 赵恒谊

广东美的暖通设备有限公司 黄国强、张学林

艾默生环境优化技术（苏州）有限公司 谢滢、吴海玲

丹佛斯自动控制管理（上海）有限公司 王军、黄勇

青岛海尔新能源电器有限公司 郑晓峰

北京工业大学 王伟、孙育英

中国节能协会 宋忠奎

天津大学建筑设计研究院 胡振杰

目 录

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	3
4 室外机布置	4
5 设计与选型	5
5.1 负荷计算	5
5.2 供暖末端	5
5.3 机组选型	6
5.4 输配系统	8
5.5 其他设备	8
6 施工与验收	10
6.1 一般规定	10
6.2 机组安装	10
6.3 系统施工	11
6.4 系统调试	12
6.5 工程验收与交付	12
7 运行与维护	13
8 运行效果评价	14

1 总 则

1.0.1 为规范户式空气源热泵供暖应用的室外机布置、设计与选型、施工与验收、运行与维护以及运行效果评价，做到安全适用、经济合理、技术先进、保证工程质量和应用效果，制定本导则。

1.0.2 本导则适用于严寒地区、寒冷地区和夏热冬冷地区采用户式空气源热泵进行供暖的设计、施工、验收和运行管理。

1.0.3 户式空气源热泵供暖系统的室外机布置、设计与选型、施工与验收、运行与维护以及运行效果评价除应符合本导则外，还应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 空气源热泵机组 (air-source heat pump unit)

以空气为低位热源,运用逆卡诺循环原理,由电动机驱动的蒸汽压缩制冷循环,实现热量从低位热源转移至高位热源的设备。

2.0.2 空气源热泵热水机组 (air-source heat pump water heating unit)

以空气为低位热源,通过制冷剂-水换热装置制取热水的热泵机组。

2.0.3 空气源热泵热风机组 (air-source heat pump air heating unit)

以空气为低位热源,通过制冷剂-空气换热装置制取热风的热泵机组。

2.0.4 户式空气源热泵供暖系统 (household air-source heat pump heating system)

采用空气源热泵制取热水或热风,满足单独用户(含住宅用户、小型商户等)供暖需求的系统。

2.0.5 空气源热泵机组制热性能系数 (coefficient of performance of air-source heat pump unit)

空气源热泵机组的制热量与热泵主机的耗电量的比值。

2.0.6 空气源热泵系统制热性能系数 (coefficient of performance of air-source heat pump system)

空气源热泵系统的制热量与系统中所有设备耗电量的比值。

2.0.7 缓冲水箱 (heat storage tank)

以空气源热泵热水机组为热源的系统中,为降低热泵除霜的影响、避免热泵频繁启停、提高系统稳定性而设置的储热水箱。

3 基本规定

3.0.1 空气源热泵机组的选择应与当地气候条件、建筑类型、用户使用、施工安装、运行维护等相匹配，并进行技术经济性分析。

3.0.2 采用空气源热泵供暖系统的工程，在技术经济性合理的前提下，应兼顾夏季制冷和全年生活热水的需求。

3.0.3 空气源热泵供暖系统可采用热水机组或热风机组、直接冷凝式机组。对于需连续供暖的建筑，宜选用热水机组。

4 室外机布置

4.0.1 对空气源热泵机组的室外机，应统筹规划安装位置，确保运行的安全、舒适、节能和高效。

4.0.2 空气源热泵机组的室外机布置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，并应满足下列条件：

- 1 校核设备运行使用对屋面结构荷载和墙体承重能力的影响，确保安装条件安全可靠；
- 2 确保进风和排风的通畅，避免进排风之间气流短路；
- 3 避免受污浊气流的影响；
- 4 避免对周围环境造成噪声污染，安装位置不宜靠近对声环境、振动要求较高的房间；
- 5 便于对室外机进行维修维护；
- 6 室外机上部设置遮雪设施；
- 7 对室外机化霜水有组织排放。

5 设计与选型

5.1 负荷计算

5.1.1 供暖室内设计温度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 和《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定。

5.1.2 供暖室外设计计算温度应选取室外空调计算温度，主要城市的室外空调计算温度应按照现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 采用。

5.1.3 供暖系统的设计应对每一个房间的热负荷进行计算，计算方法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。

5.1.4 空气源热泵供暖系统应用前，应对建筑围护结构热工性能进行计算：

1 当达不到国家现行标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《公共建筑节能设计标准》GB 50189 和《农村居住建筑节能设计标准》GB/T 50824 的规定时，在技术可行、经济合理的条件下，应实施围护结构节能改造；

2 当不具备条件实施围护结构全面改造时，宜实施更换或加装外窗等效果较为突出的改造内容；

3 围护结构节能改造应符合国家现行标准《既有居住建筑节能改造技术规程》JGJ/T 129、《公共建筑节能改造技术规范》JGJ 176 和《农村居住建筑节能设计标准》GB/T 50824 的规定。

5.1.5 空调冷负荷的计算方法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。

5.1.6 空气源热泵热水系统耗热量的计算方法应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

5.2 供暖末端

5.2.1 空气源热泵系统的供暖末端应根据使用模式、热舒适性等因素综合确定。

1 运行模式：

1) 间歇运行时：供暖末端的优先级宜为直接膨胀式空调室内机、风机盘管、散热器、热水地面辐射；

2) 连续运行时：供暖末端的优先级宜为热水地面辐射、散热器、风机盘管和直接膨胀式空调室内机。对于单层住宅建筑或建筑首层，采用热水地面辐射时，应控制地面的向下散热量，减少热损失；

2 热舒适性：供暖末端的优先级宜为热水地面辐射、散热器、风机盘管和直接膨胀式空调室内机。

5.2.2 空气源热泵热水机组所配置的供暖末端的工作温度应与空气源热泵的供水温度相匹配，且不应超过空气源热泵在当地设计工况下能够达到的最高水温。

5.2.3 热水地面辐射供暖系统的设计应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的规定。

5.2.4 散热器宜选择低温型散热器。确定散热器数量时，应根据其连接方式、安装形式、组装片数、热水流量以及表面涂料等对散热量的影响，对散热器数量进行修正。散热器的计算和校核方法可按《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564 的规定执行。

5.2.5 风机盘管的选择应根据房间热负荷、设计供回水温度等因素综合确定，并应满足现行国家标准《风机盘管机组》GB/T 19232 的规定。当风机盘管仅用于供暖时，宜选用供暖型风机盘管。

5.3 机组选型

5.3.1 设计工况下空气源热泵机组的制热量可按下式计算：

$$Q_h = K_1 K_2 Q \quad (5.3.1)$$

式中， Q_h —设计工况下机组的制热量（kW）；

Q —产品标准工况下的制热量（kW）；

K_1 —使用地区室外空气调节计算干球温度的修正系数，按产品样本选取；

K_2 —机组融霜修正系数，应根据厂家提供的数据修正。

5.3.2 空气源热泵机组的选型应根据建筑的功能需求进行确定，可按下列要求进行选型：

1 当仅用于冬季供暖时，应满足在设计工况下热负荷对应制热能力的需求；

2 当用于冬季供暖且夏季制冷时，应满足热（冷）负荷对应制热（冷）能力的较大值要求，并校核较小值的工况需求；

3 当用于冬季供暖且全年供生活热水时，应优先满足供暖负荷对应制热能力的需求；

4 当用于冬季供暖、夏季制冷且全年供生活热水时，应满足供暖负荷对应制热能力与制冷负荷对应制冷能力的较大值要求，并校核较小值的工况需求。

5.3.3 空气源热泵机组的性能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。

5.3.4 经校核空气源热泵机组不能同时满足多种工况需求时，应设置辅助能源。

1 在冬季寒冷、潮湿的地区，当室外设计温度低于当地平衡点温度，或对于室内温度稳定性有较高要求的系统，应设置辅助热源；

2 空气源热泵系统设置辅助热源后，应防止空气源热泵机组冷凝温度和蒸发温度超出机组的使用范围；

3 设计工况下辅助热源的制热量可按下式进行计算：

$$Q_f = Q_l - Q_h \quad (5.3.4)$$

式中， Q_f —设计工况下辅助热源的制热量（kW）；

Q_l —设计工况下建筑的热负荷（kW）；

Q_h —设计工况下机组的制热量（kW）。

5.3.5 在技术可行、经济合理的前提下，空气源热泵系统鼓励与太阳能、工业余热、燃气锅炉等能源进行耦合应用，实现多能互补。当多能互补设计时，应因地制宜地选择系统耦合的方式方法，并应满足下列要求：

1 优先与太阳能等可再生能源进行耦合应用；

2 在有燃气供应、冷热电联产系统或工业余热等热源的地区，根据实际需求，可引入燃气锅炉、余热利用等；

3 对于暂无区域能源供给且可再生能源受地理气候条件无法保证时，或负荷峰值常出现在电网低谷时段时，可与电加热结合，并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。

5.3.6 空气源热泵机组在选型时应根据建筑实际负荷的变化特性，优先选择负荷可调节的变频机组、多压缩机机组或多台机组。

5.4 输配系统

5.4.1 空气源热泵系统应进行水力计算,且任意两个并联环路间(不包括共用段)的压力损失相对差值不应大于 15%。当不满足时,宜采用控制环路半径、调整管径、设置水力平衡措施等手段。

5.4.2 根据空气源热泵系统的水力平衡及噪声等级等要求,室内热水供暖管道中热媒的最大流速不宜超过现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。

5.4.3 空气源热泵系统的循环水泵应根据系统的流量、阻力以及水泵特性曲线进行选择。在选型过程中,宜按下列步骤进行计算:

1 循环水泵选型前,应分别对冬季供暖水系统的流量和阻力进行计算;当冬夏合用水泵时,可选择冬季供暖循环流量和夏季空调循环流量的较大值进行计算;

2 当采用制冷剂-水换热装置与室外主机一体放置在室外的机型时,添加防冻液的水系统可根据防冻液浓度和性质对系统循环流量和阻力进行修正;

3 循环水泵的出水量应为冬季供暖循环流量;当冬夏合用水泵时,可选择冬季供暖循环流量和夏季空调循环流量的较大值;

4 空气源热泵系统的总阻力可按下式计算:

$$H = 1.1(H_1 + H_2 + H_3) \quad (5.4.3)$$

式中, H —循环水系统总阻力 (mH₂O);

H_1 —制冷剂-水换热器的水侧阻力 (mH₂O);

H_2 —冬(夏)季的循环管道总阻力 (mH₂O);

H_3 —冬(夏)季的室内换热器总阻力 (mH₂O)。

5 根据计算得到的循环流量、水系统阻力以及厂家样本,选择循环水泵。大型系统循环水泵宜采用变频水泵。

5.5 其他设备

5.5.1 空气源热泵系统的补水、定压和膨胀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。

5.5.2 与室外机分离的制冷剂-水热交换装置宜设置在环境温度不低于 5℃ 的房间内。当条件受限存在冻结危险时,应采取防冻措施。

5.5.3 户式空气源热泵热水供暖系统宜设置缓冲水箱。

6 施工与验收

6.1 一般规定

6.1.1 空气源热泵系统的施工与验收应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。

6.1.2 空气源热泵系统的施工应满足设备安装说明书等产品技术资料的要求。

6.1.3 空气源热泵机组及其施工所用的管材、管件及防冻剂的运输、存放应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的规定。

6.2 机组安装

6.2.1 空气源热泵的室外机安装应符合下列规定：

1 安装位置以及安装基本要求应符合本导则 4.0.2 的规定以及设备厂家的安装说明；

2 不应损坏建筑物结构，不应破坏屋面防水层和建筑物的附属设施；

3 设备应安装在经过设计、有足够强度的水平基础之上，且设备和基础之间应牢固连接；

4 安装在屋顶上时应采取抗风及防雷措施。

6.2.2 空气源热泵系统应采取消声隔振措施并符合下列规定：

1 空气源热泵机组安装时宜采用垫橡胶减振垫置于基础上，用螺栓固定，调整机组安装水平度；

2 空气源热泵机组进、出水口安装不锈钢波纹管或橡胶软连接；

3 水泵进、出水口应使用橡胶软连接，水泵底座应安装在减振基础上；

4 管道每隔一定距离应设置隔振吊架或隔振支承。管道的支吊架和管道间应设置减振器或弹性材料垫层。

6.2.3 空气源热泵机组与管道的连接应符合下列要求：

1 机组与管道连接应在管道冲（洗）合格后进行；

2 空气源热泵机组的进口应安装过滤器；

3 空气源热泵机组的进出口应安装压力表和阀门。

6.3 系统施工

6.3.1 供暖系统的水平管道的敷设应有一定的坡度，坡向应有利于排气和泄水。供回水支、干管的坡度宜采用 0.003，不得小于 0.002；立管与散热器连接的支管，坡度不得小于 0.01；当受条件限制，供回水干管（包括水平单管串联系统的散热器连接管）无法保持必要的坡度时，局部可无坡敷设，但该管道内的水流速不得小于 0.25m/s。

6.3.2 供暖系统的管道应有补偿管道热胀冷缩的措施，宜采用自然补偿。当自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器。

6.3.3 水泵、电磁阀、阀门的安装方向应正确，水泵、电磁阀前应安装活接，方便检修。水泵、电磁阀等设备安装在露天场所时应采用防雨保护措施。

6.3.4 空气源热泵热水供暖系统应在系统最高点或向上凸的管道上安装排气阀，在系统最低点或向下凹的管道上安装泄水装置。

6.3.5 除地面下敷设的供暖输配管和加热管外，空气源热泵系统的制冷剂管道、膨胀水箱、水系统管道等在室外或不供暖房间设置时，应采取绝热防腐的措施。绝热防腐的措施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 和《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的规定。

6.3.6 设置在室内的制冷剂-水换热装置、水箱、水泵等设备的安装应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的规定。

6.3.7 室内管道和供暖末端等设备的安装应符合国家现行标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的规定。

6.3.8 空气源热泵系统的电气系统应采取单独回路供电，宜设置计量装置。

6.3.9 所有电气设备和与电气设备相连的金属部件应做接地处理。

6.3.10 空气源热泵系统的电气与控制应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054、《民用建筑电气设计规范》GB 51348 的规定。

6.4 系统调试

6.4.1 空气源热泵系统的试运行和调试，应在施工完毕后且具备正常供暖和供电的条件下进行，并应包括水压试验、冲洗试验、系统设备单机试运行和调试、系统联合试运行和调试。

6.4.2 水压试验可分为强度试验和严密性试验，包括分区域、分段的水压试验和整个管道系统的水压试验。水压试验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规范》GB 50738 的规定。

6.4.3 空气源热泵系统的冲洗试验应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738 的规定。

6.4.4 空气源热泵系统的设备单机试运行和调试、系统联合试运行和调试应符合现行国家标准《通风与空调工程施工规范》GB 50738、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。

6.5 工程验收与交付

6.5.1 空气源热泵系统的工程施工质量验收应满足现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的规定。

6.5.2 工程验收通过后，应在交付过程中进行技术交底或使用培训。

6.5.3 对自行采购安装空气源热泵系统的用户，宜根据产品资料对系统的安装质量、运行效果等情况进行验收。

7 运行与维护

7.0.1 空气源热泵系统的检修与维护应由经过培训的人员进行。

7.0.2 空气源热泵热水系统供暖前，应对水系统进行排气。

7.0.3 在室外环境温度低于 5℃时，空气源热泵系统运行中若遇断电等突发情况，应做好防冻措施；对于仍存在冻结危险的，应进行排水、泄压，防止损坏管道和设备等重要部件。

7.0.4 空气源热泵系统冬季使用频率较低时，应以防冻模式运行或在系统中充注防冻液。

7.0.5 空气源热泵系统宜每年进行检查与维护，并包括下列内容：

1 检查空气源热泵系统的电源和电气系统的接线的牢固程度、电气元件的灵敏度等。如有异常，应及时维修或更换；

2 对空气源热泵室外机的换热器进行清扫；

3 对过滤器进行清理，避免空气源热泵因过滤器脏堵而造成损坏；

4 检查空气源热泵的管路接头和充气阀门，确保机组制冷剂无泄漏；

5 检查机组、水泵、水换热器等管道接口，确保管道接口无渗漏；

6 采用防冻液的空气源热泵系统，应检查防冻液有效性，及时更换或补充防冻液，防止水系统的冻结；

7 检查暴露在室外及非供暖区域的水系统管路的绝热防腐措施，避免脱落、老化；

8 在检查与维护后应对系统运行效果进行验证。

7.0.6 空气源热泵热风机组的室内机的过滤器宜每年进行清理。

8 运行效果评价

8.0.1 空气源热泵系统投入使用后，宜由专业机构进行运行效果评价。

8.0.2 空气源热泵系统的运行效果评价宜在长期监测的基础上，测试周期不宜少于 1 个自然年，并应验证下列内容：

- 1 室内平均温度；
- 2 机组制热性能系数；
- 3 系统制热性能系数。

8.0.3 空气源热泵系统的运行效果评价方法可按《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564 的规定执行。

8.0.4 空气源热泵系统应采用长期测试的系统性能系数进行级别评价，可按《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564 的规定执行。