卡通画

描述已自动生成

**T/CECS**  XXX—2023

**中国工程建设标准化协会标准**

**分布式空气源热泵集中供热系统技术规程**

Technical specification for distributed air source heat pump central heating system

**（征求意见稿）**

**在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上**

**\*\*\*\*出版社**

**中国工程建设标准化协会标准**

**分布式空气源热泵集中供热系统技术规程**

Technical specification for distributed air source heat pump central heating system

T/CECS XXX—2023

**主编单位：哈尔滨工业大学**

**批准单位：中国工程建设标准化协会**

**实施日期：202X年XX月XX日**

XXX出版社

202X 北 京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发（2021年第一批工程建设协会标准制订、修订计划）的通知》（建标协字 [2021]20号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分11章和2个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、供暖热源设计、供暖输配系统设计、供暖末端设计、集中热水供应系统设计、电气与控制、施工安装、调试与验收、运行与维护等。

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

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由哈尔滨工业大学负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见和建议，请反馈给哈尔滨工业大学（地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区黄河路73号，邮编：150090，邮箱：nilonggn@hit.edu.cn）。

主 编 单 位：哈尔滨工业大学

参 编 单 位：

主要起草人：

主要审查人：

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc141604682)

[2 术 语 3](#_Toc141604683)

[3 基 本 规 定 5](#_Toc141604684)

[4 供暖热源设计 7](#_Toc141604685)

[4. 1 热负荷计算 7](#_Toc141604686)

[4. 2 热源设备选型与设计 7](#_Toc141604687)

[4. 3 热源站设计 9](#_Toc141604688)

[5 供暖输配系统设计 12](#_Toc141604689)

[5. 1 一般规定 12](#_Toc141604690)

[5. 2 供暖管网形式与布置 12](#_Toc141604691)

[5. 3 水力计算 13](#_Toc141604692)

[5. 4 水泵选择 14](#_Toc141604693)

[6 供暖末端设计 15](#_Toc141604694)

[6. 1 一般规定 15](#_Toc141604695)

[6. 2 辐射供暖 15](#_Toc141604696)

[6. 3 散热器供暖 17](#_Toc141604697)

[6. 4 风机盘管供暖 18](#_Toc141604698)

[7 集中热水供应系统设计 19](#_Toc141604699)

[7.1 一般规定 19](#_Toc141604700)

[7.2 系统选择及热源设计 20](#_Toc141604701)

[7.3 热水贮存 21](#_Toc141604702)

[7.4 输配系统及管路、附件 21](#_Toc141604703)

[8 电气与控制 23](#_Toc141604704)

[8. 1 一般规定 23](#_Toc141604705)

[8. 2 配电系统 23](#_Toc141604706)

[8. 3 控制系统 25](#_Toc141604707)

[8. 4 安全防护 26](#_Toc141604708)

[9 施工安装 28](#_Toc141604709)

[9. 1 一般规定 28](#_Toc141604710)

[9. 2 施工准备 28](#_Toc141604711)

[9. 3 热源站和空气源热泵机组的安装 28](#_Toc141604712)

[9.4 室内供暖和热水供应系统的安装 30](#_Toc141604713)

[9.5 输配系统的安装 30](#_Toc141604714)

[9.6 防腐与保温 31](#_Toc141604715)

[9.7 电气与控制系统施工和安装 32](#_Toc141604716)

[10 调试与验收 33](#_Toc141604717)

[10. 1 一般规定 33](#_Toc141604718)

[10. 2 调试 33](#_Toc141604719)

[10. 3 竣工验收 34](#_Toc141604720)

[11 运行与维护 36](#_Toc141604721)

[11. 1 一般规定 36](#_Toc141604722)

[11. 2 系统运行 36](#_Toc141604723)

[11. 3 系统维护 38](#_Toc141604724)

[附录A 供暖末端设计选型 40](#_Toc141604725)

[附录B 验收表格 53](#_Toc141604731)

[用词说明 55](#_Toc141604732)

[引用标准名录 57](#_Toc141604733)

附：[条文说明 59](#_Toc141604734)

Contents

1 General Provisions 1

2 Terms 3

3 Basic Requirements 5

4 Design of Heating Source 7

4. 1 Heating Load Calculation 7

4. 2 Selection and Design of Heating Source Equipment 7

4. 3 Design of Heating Source Station 9

5 Design of Heating Transmission and Distribution System 12

5. 1 General Requirements 12

5. 2 Heating Network Types and Layout 12

5. 3 Hydraulical Analysis 13

5. 4 Pump Selection 14

6 Design of Heating Terminal 15

6. 1 General Requirements 15

6. 2 Radiant Heating 15

6. 3 Radiator Heating 17

6. 4 Fan Coil Heating 18

7 Design of Central Hot Water Supply System 19

7.1 General Requirements 19

7.2 System Selection and Heating Source Design 20

7.3 Hot Water Storage 21

7.4 Transmission and Distribution System and Pipeline Accessories 21

8 Electrical and Control 23

8. 1 General Requirements 23

8. 2 Power Distribution System 23

8. 3 Control System 25

8. 4 Safety Protection 26

9 Construction and Installation 28

9. 1 General Requirements 28

9. 2 Construction Preparation 28

9. 3 Installation of Heating Source Stations and Air Source Heat Pump Units 28

9.4 Installation of Indoor Heating and Hot Water Supply Systems 30

9.5 Installation of Transmission and Distribution system 30

9.6 Corrosion Prevention and Heat Insulation 31

9.7 Construction and Installation of Electrical and Control Systems 32

10 Debugging and Acceptance 33

10. 1 General Requirements 33

10. 2 Debugging 33

10. 3 Final Acceptance 34

11 Operation and Maintenance 36

11. 1 General Requirements 36

11. 2 System Operation 36

11. 3 System Maintenance 38

Appendix A Design and Selection of Heating Terminal 40

Appendix B Acceptance Tables 53

Explanation of Wording in This Specification 55

List of Quoted Standards 57

Explanation of Provisions 59

# 1 总 则

**1. 0. 1** 为规范分布式空气源热泵集中供热系统的设计、施工、调试、验收及运行维护等各环节，切实保障工程质量，做到安全适用、经济合理、技术先进、节能舒适，制定本规程。

【条文说明】空气源热泵供热作为一种可再生能源利用方式，可视为一种热能再生系统，遵循了能量的循环利用原则。目前，空气源热泵供暖成为我国清洁取暖的主要技术路径之一，生产企业、应用项目和面积等呈现井喷趋势。在低温适用性及结除霜等复杂问题上均取得了显著进展，促进空气源热泵供暖从最初煤改电的应用发生重大拓展：（1）应用规模从原来的单体建筑向集中供暖方向发展；（2）服务范围从农村住宅向城镇城市住宅、公共建筑等多种建筑类型推进；（3）应用区域从夏热冬冷地区、寒冷地区向严寒地区北拓；（4）空气源热泵单机大型化趋势越来越明显，变频技术应用越来越广泛。

对于北方位置偏远、供热规模较小的城镇，散煤替代的集中连片居住区，以及夏热冬冷地区有供暖需求的部分城市居民区，分布式空气源热泵集中供暖系统为替代传统的燃煤、燃气锅炉集中供暖方式提供了一种可行的、低碳的、节能的清洁取暖技术路线。除此之外，空气源热泵也成为了很多公共建筑集中热水供应系统的首选热源。

随着“碳达峰碳中和”政策的推进，从能源革命的角度来看，能源转换链条正经历“燃料到热、热转化为电”到“绿电生产、电转化为热”巨变，终端用能电气化态势显著。而热泵是电转化为热的高效方式。空气作为良好的低位热源，取之不尽、用之不绝，处处都有，随需无偿使用，伴随着技术的进一步完善，将使得分布式空气源热泵集中供热系统应用更加广泛。同时分布式空气源热泵集中供热系统的应用对电网还有一定的消纳能力，某种程度上可以缓解热电联产热电不协同现象。

近三年，每年建设或建成的分布式空气源热泵集中供热系统近百项，百万平米级的集中供暖工程不断出现，新的应用领域中设计、施工、运行暴露的问题影响使用效果。因此，为了在归纳总结现有研究成果的基础上，规范分布式空气源热泵集中供热系统（包含集中供暖系统和集中热水供应系统）的设计、施工、调试、验收及运行维护，做到安全适用、经济合理、技术先进，保证工程质量，制定本规程。

**1. 0. 2** 本规程适用于新建、扩建和改建建筑中使用分布式空气源热泵集中供热系统的工程，以及在既有建筑中改造或增设分布式空气源热泵集中供热系统的工程。

【条文说明】本条规定了本规程的适用范围。

本规程适用于分布式空气源热泵集中供热工程、设计、施工、验收及运行管理。本规程主要对利用空气源热泵进行集中供暖和集中热水供应的工程进行了规定，利用空气源热泵供冷或热泵热水器供应热水的相关规范已经比较完善，本规范中不再进行规定。

除新建工程外，本规程也适用于既有换热站或锅炉房供热系统改造为空气源热泵热源的工程，但应通过专业设计校核输配系统和供暖末端容量等。对于农业、畜牧业、渔业等采用分布式空气源热泵集中供热系统的工程亦可参考本规程。

**1. 0. 3** 分布式空气源热泵集中供热系统除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供热工程是建筑和热泵应用领域多项技术的综合利用，在建筑领域，涉及到建筑、结构、暖通、电气、给排水等多个专业。本规程只针对分布式空气源热泵集中供热工程本身具有的特点进行规定和要求，不可能把所有相关专业技术规定纳入其中。与分布式空气源热泵集中供热工程相关的国家现行标准和现行中国工程建设标准化协会标准都应遵照执行。

# 2 术 语

**2. 0. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统 distributed air source heat pump central heating system

以空气源热泵机组为主作为分布式热源，集中制备用户供暖或热水供应用热水，由热媒管道输送至多个热力入口、热用户或用水单元的供热系统。

**2. 0. 2** 分布式空气源热泵集中供暖系统 distributed air source heat pump central space heating system

以多台低环境温度空气源热泵机组（名义制热量大于35kW）为主，群组布置作为分布式热源，集中制备供暖热水，利用循环水泵将热水通过管道输送至多个热力入口、热用户的供暖系统。

【条文说明】低环境温度空气源热泵机组是指以空气为热（冷）源，采用电动机驱动的蒸气压缩热泵循环，能够在不小于-25℃的环境温度里制取热量的机组。分布式空气源热泵集中供暖系统应用场合一方面室外温度较低，另一方面供暖热负荷较大，为此一般采用工业或商业用及类似用途的热泵机组，单台名义制热量大于35kW。

**2. 0. 3** 空气源热泵集中热水供应系统 air source heat pump central hot water supply system

以空气源热泵热水机（名义制热量大于10kW）为主加热热水，供给一幢（不含单幢别墅）、数幢建筑或供给多功能单栋建筑中各配水点所需热水的系统。

【条文说明】空气源热泵集中热水供应系统一般用热水量较大，采用的空气源热泵热水机名义制热量大于10kW。现行国家标准《热泵热水机（器）能效限定值级能效等级》GB 29541也是以按制热量10kW为界限对能效等级指标进行划分。

**2. 0. 4** 低环温空气源热泵热水供暖机组 low ambient temperature air source heat pump water heating unit

采用低环境温度空气源热泵机组制备供暖热水的机组，简称供暖机组。

**2. 0. 5** 空气源热泵热水机组 air source heat pump water heater

采用空气源热泵制备生活热水的机组，简称热水机组。

**2. 0. 6** 有效制热量 effective heat production

考虑室外温度修正，并减去机组结霜除霜过程引起的制热量损失后空气源热泵机组的制热量。

【条文说明】室外温度降低会降低机组制热量；室外空气过于潮湿使得融霜时间过长，同样也会降低机组的制热量。因此在设计分布式空气源热泵集中供热系统时，设计人员需考虑低温和结霜的影响，对空气源热泵机组的制热量进行修正。

**2. 0. 7** 平衡点温度 balance point temperature

建筑的供暖热负荷与空气源热泵机组制热量相等时所对应的室外温度。

【条文说明】在供暖室内温度一定时，随着室外温度的降低，建筑物的热负荷将逐渐增大，机组的制热量则与之相反，会逐渐减少。设计时如按照供暖室外计算温度选择热泵，会造成机组容量较大，初投资过高。为避免上述问题，设计可按照优化的平衡点温度选取热泵机组。室外温度高于平衡点温度时，由热泵机组满足建筑热负荷需求，室外温度低于平衡点温度时，热泵机组制热量不足部分由辅助加热设备提供。

**2. 0. 8** 产水量 heating water flow

在规定试验工况下，热水机组单位时间内提供的热水量。

注：单位为立方米每小时（m3/h）。

**2. 0. 9** 分布式热源 distributed heating source

在热用户附近设置，通过供热管网向热用户近距离供应热能的热源。

【条文说明】分布式热源与区域供热热源相比，区别在于热源与热网的位置和规模。分布式热源一般采用空气源热泵、地源热泵等，而区域供热系统一般采用热电联产、区域锅炉房等中央供热设施。相比传统的区域供热热源相比，分布式热源可根据不同小区的供热需求，灵活地调整供热温度和供水量，避免了传统区域供热因距离远、管道长等原因导致的热量损失，提高了供热效率；分布式热源供热将供热系统分成多个小区域，每个小区域都是独立的，因此在出现故障时只会影响一个小区，不会对整个供热系统造成影响，提高了供热系统的可靠性；可根据不同小区的供热需求灵活调整供热温度和供水量，减少了热量损失，从而降低了供热的能耗和运行成本，也提高了供热的便捷性。

**2. 0. 10** 群组布置 group layout

多台空气源热泵机组集中组合安装，并采用集中控制策略的一种布置形式。

# 3 基 本 规 定

**3. 0. 1** 严寒地区采用分布式空气源热泵集中供暖系统时，应进行技术经济分析；严寒和寒冷地区应按平衡点温度确定是否设置辅助热源。

【条文说明】严寒地区空气源热泵能效和可靠性变差，使用时需要与其他的热源方式进行技术性、经济性及适用性比较。随着室外气温的降低，采用空气源热泵供暖的经济性和可靠性变差，采用合适的辅助热源配合供暖机组可提高极端寒冷气候条件下的可靠性，同时避免了供暖机组由于选型过大，造成的初投资提高，为此严寒和寒冷地区应按平衡点温度确定是否设置辅助热源。平衡点温度是以分布式空气源热泵集中供暖系统全生命周期成本为目标函数，进行经济计算后确定，计算方法可参考现行中国工程建设标准化协会标准《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564。

**3. 0. 2** 供暖室外计算温度应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的有关规定取值。

**3. 0. 3** 空气源热泵集中热水供应系统应在满足使用要求的水量、水质、水温和水压的条件下节约能源、节约用水。

【条文说明】我国是一个缺水国家，尤其是北方地区严重缺水，因此生活热水用水定额的选取，应体现“节水”原则，根据不同地区人民生活用水习惯、当地水资源情况酌情选用。应道避免由于用水定额选取不当，造成空气源热泵热水机组选型过大，引起的初投资提高。

**3. 0. 4** 空气源热泵集中热水供应系统制取的生活热水水质应符合现行行业标准《生活热水水质标准》CJ/T 521的有关规定，并应采取灭菌消毒设施。

**3. 0. 5** 供暖机组性能应符合现行国家标准《低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.1的规定；热水机组性能应符合现行国家标准《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362的规定。

**3. 0. 6** 在既有建筑上增设或改造分布式空气源热泵集中供热系统，应进行建筑、结构、机电专业安全复核，并应满足建筑结构和其他相应的安全性要求。

**3. 0. 7** 冬季分布式空气源热泵集中供热系统可能存在冻结情况时，应对系统采取防冻措施。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供热系统的热媒为热水时，热水管道应采取保温措施，对于保温仍无法防冻的设施和管道应设置伴热带。

供暖期间歇供暖间隔时间较长（如长时间不用）或热水供应系统停供时，当室外小于0℃，分布式空气源热泵集中供热系统在冻结危险，应采取防冻措施。供暖循环水系统可添加符合卫生要求的防冻液，防冻液应按冻结点温度不高于当地极端最低温度配置。

**3. 0. 8** 辅助热源的选择应满足与空气源热泵联合供热的可靠性、经济性和环保性要求。辅助热源可选用电、燃气、太阳能、地热能、工业余热、生物质或废热等热源。当具备多种辅助热源可选择时，宜选用可再生能源。

【条文说明】太阳能、工业余热、废热、生物质或其他热源均可作为分布式空气源热泵集中供热系统的辅助热源，应根据工程当地实际能源具备情况，并结合可靠性、经济性和环保性进行选择。建筑热负荷峰值常出现在电网低谷时段时，也可以采用电作为辅助热源。采用电作为辅助热源时，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。

**3. 0. 9** 采用电加热装置作为辅助热源时，电加热装置应有可靠的接地措施，并应具备安全运行的保护措施。

**3. 0. 10** 采用燃气设备作为辅助热源时，燃气管道的敷设、通风排烟等的消防、安全、环保应符合国家现行标准《燃气工程项目规范》GB 55009和《城镇燃气设计规范》GB 50028的规定。

# 4 供暖热源设计

## 4. 1 热负荷计算

**4. 1. 1**  供暖设计热负荷应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736和《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019的有关规定进行计算。

4. 1. 2 居住建筑应按连续供暖计算设计热负荷，对于间歇供暖的建筑应考虑间歇附加，对于分室控温的房间应考虑进行户间传热修正。

【条文说明】连续供暖指当室外温度达到供暖室外计算温度时，为了使室内达到设计温度，要求供暖系统按照设计的供、回水温度昼夜连续运行。当室外温度高于供暖室外计算温度时，可以采用质调节或量调节以及间歇调节等运行方式减少供热量。需要指出，间歇调节运行与间歇供暖的概念是不同的，间歇调节运行只是在供暖过程中减少系统供热量的一种方法，而间歇供暖是指建筑物在使用时间内供暖，使室内温度达到设计要求，而在非使用时间允许室温自然降低。例如：办公楼、教学楼等公共建筑的使用时间基本是固定的时间段，可以采用间歇供暖。而居住建筑的使用时间依居住人行为习惯、年龄等的差异而不同，它可能是在每天的任何时间。在室内设计参数不变的条件下，连续供暖每小时的热负荷是均匀的，在设计条件下所选用的供暖设备可以满足使用要求。

间歇运行和户间传热对供暖负荷的修正方法，可参考下列公式计算：

 (4.1.2-1)

 (4.1.2-2)

 (4.1.2-3)

式中：*Qj* ——房间基本热负荷（W）；

*Qh* ——房间的户间传热附加耗热量（W），可按如下确定：

1. 无邻户的独立住宅*Qh*=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*Qh*=0；
3. 多层和高层住宅*Qh*按式（4.1.2-2）计算；

*Qx* ——房间间歇供暖附加耗热量（W）；

*qℎ*——房间单位面积平均户间传热附加耗热量（W/m2），多层和高层住宅可取*qℎ*＝（5～7）W/m2；

*A*——房间使用面积，即围护结构内表面包围的房间地面面积（m2）；

*α*——考虑间歇供暖的附加系数，住宅可取0.3～0.4。

**4. 1. 3** 采用辐射供暖末端时，室内设计温度宜降低2℃。

4. 2 热源设备选型与设计

4. 2. 1 严寒和寒冷地区计算热源容量时应在设计热负荷的基础上附加管网热损失，附加率应小于5%。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供暖系统一般为庭院管网，应考虑一定量的管网热损失，但其管网规模不同于城镇供热管网，因此根据《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34，附加率应小于5%。

4. 2. 2 在严寒和寒冷地区，当冬季供暖室外计算温度低于平衡点温度时，应设置辅助热源。

**4. 2. 3** 供暖机组容量应符合下列规定：

**1** 根据供暖热负荷和辅助热源设置情况确定供暖机组容量；

**2** 根据供暖室外计算温度及结除霜工况修正供暖机组的有效制热量；

**3** 高海拔空气稀薄地区，应根据空气密度等参数修正供暖机组的有效制热量。

【条文说明】根据4.2.3的规定，供暖机组应能保证在供暖设计工况下稳定运行。若不设置辅助热源，空气源热泵承担全部设计热负荷；若设置辅助热源，空气源热泵承担扣除辅助热源承担负荷后剩余量。这样不论是否设置辅助热源，所选机组的最小制热量均出现在供暖室外计算温度工况，为此应根据供暖室外计算温度下结除霜工况修正供暖机组制热量，得到有效制热量。

室外环境温度下降会导致空气源热泵制热量的减少，需对制热工况下的空气源热泵制热能力进行修正。但一天之中室外环境温度实时变化，在对供暖机组制热量修正时可按日平均温度修正。研究表明，对于机组制热量与建筑热负荷，若不考虑结霜因素，在供暖室外计算温度日内所有典型城市均能满足供需平衡，差异小于±1%。

结霜也会降低机组制热量。研究表明，若以供暖室外计算温度修正空气源热泵制热量后，考虑结霜除霜因素，应在空气源热泵原有选型容量的基础上再乘以一个安全系数，如无资料，严寒A区和B区的安全系数取1.00，严寒C区的安全系数取1.05，寒冷地区修正系数为1.15~1.30。严寒地区当根据供暖室外计算温度修正供暖机组的制热量时，可不考虑结霜的影响，但应关注在低温运行时出现的无霜除霜等误除霜，降低机组的制热量。

高海拔空气稀薄地区，空气密度较小，相同体积空气流量制热量较小，应修正热泵机组的有效制热量。

4. 2. 4 供暖机组选型应符合下列规定：

1 选用低环境温度空气源热泵机组；

2 能在日平均气温等于或小于当地供暖室外计算温度的条件下运行；

3 在最初融霜结束后的连续制热运行中，融霜所需时间总和不应超过一个连续制热周期的20%；

4 供水温度应符合供暖系统设计要求；

5 并联供暖机组设计流量下的水侧压降应相同或接近。

**【条文说明】**

**1** 分布式空气源热泵集中供暖系统应用场合室外温度较低，应选用低环境温度空气源热泵机组，热媒为水。产品应符合现行国家标准《低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.1的规定。

**2** 供暖室外计算温度为历年平均不保证5d的日平均温度，要求机组能在日平均气温等于或小于当地供暖室外计算温度的条件下稳定运行，还需要考虑温度的日较差。一般要求机组的最低运行温度比当地供暖室外计算温度低6℃～8℃。根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736，冬季空调室外计算温度一般比供暖室外计算温度低3℃～4℃；累年最低日平均温度一般比室外供暖设计温度低6℃～8℃。这样要求基本能保证在累年最低日平均温度出现日的绝大部分时间供暖机组能运行，保证基本的供暖需求。最不利工况供暖机组能运行，如设置辅助热源，亦能减少辅助热源的容量。

**3** 空气源热泵融霜技术多样，融霜时间过长会影响系统能效，优异的融霜技术是机组冬季运行的可靠保证。机组在冬季制热运行时，室外空气侧换热盘管表面温度小于进风空气露点温度且小于0℃时，换热翅片上就会结霜，会大大降低机组制热量和运行效率．严重时导致机组无法运行，因此必须融霜。融霜的方法有很多．优异的融霜控制策略应具有判断正确、融霜时间短、融霜修正系数高的特征。

**4** 分布式空气源热泵集中供暖系统一般设计供回水温度采用大温差，此时要求热泵机组的供水温度能达到供暖系统设计的热泵供水温度要求。该供水温度不一定等于供暖系统的设计供水温度，如辅助热源安装在供水管路侧时，热泵机组供水温度设计值低于供暖系统供水温度的设计值。

**5** 并联机组设计流量下的水侧压降应相同或接近是为了避免流量分配不均，保障进入供暖机组的流量达到机组的设计要求。

**4. 2. 5** 当采用辅助热源时，辅助热源不应设置在供暖机组的回水管路上。

【条文说明】如果安装在回水管路侧升高回水温度，对供暖机组能效不利。辅助热源可以设置在供水管路侧或者与供暖机组并联设置。

**4. 2. 6** 既有建筑供暖改造项目应根据建筑已有供暖末端形式，选取适宜的辅助热源。

【条文说明】在既有建筑供暖改造过程中，如建筑内已有供暖末端，选择的辅助热源应能满足既有供暖末端的使用需求。如已有对流散热器作为供暖末端，则辅助热源的供、回水温度等参数应能满足其工作要求。

4. 3 热源站设计

**4. 3. 1** 热源站的供热面积应根据供暖输配能耗、群组布置冷岛效应对供暖机组能效影响等综合确定。

【条文说明】相对传统集中供暖系统，分布式空气源热泵集中供暖系统设计供水温度较低，供回水温差较小，为了经济运行，热源站的供热面积不宜过大。另一方面，供热面积过大后，群组布置机组台数过多，冷岛效应对供暖机组的能效影响较大。研究表明，对于供热面积超过150,000m2后系统输配能耗较高及冷岛效应非常明显。因此，建议热源站的面积不宜大于150,000 m2。

**4. 3. 2** 热源站供暖水系统设计供水温度及供回水温差的选择应做技术经济比较，并应符合下列规定：

**1** 设计供水温度不宜小于45℃，且不宜超过55℃；

**2** 末端采用散热器供暖时设计供水温度不宜小于50℃；

**3** 供回水温差不应小于5℃，不宜大于15℃。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供暖系统应用的气候区域非常广泛，为方便热泵机组及其末端系统的设计选型，需要明确供/回水温度的设计工况。但分布式空气源热泵集中供暖系统设计供回水温度的选择关系到热泵机组、管网和末端的初投资，也关系到供暖期运行费用，还受到供暖末端布置的限制，一般应做技术经济比较确定。

从供暖机组运行角度来说，宜选用较低的供水温度，供回水温差不宜大于5℃。但较低的供水温度将降低供暖末端的散热量，增加供暖末端装置面积。在单位面积热负荷较大的场合（如顶层或底层），受限于敷设面积，供水温度不宜过低。

对于分布式空气源热泵集中供暖系统，服务面积较大，输配距离较远，管网成本较高，输送能耗较大，综合考虑规定分布式空气源热泵集中供暖系统设计供水温度不宜小于45℃，且不宜超过55℃；供回水温差不应小于5℃，不宜大于15℃。

**4. 3. 3** 供暖机组群组的连接应符合下列规定：

**1** 当供暖机组供水温度和供回水温差满足供暖水系统的设计温度要求时，机组应并联连接组成群组；

**2** 当供暖机组供回水温差小于供暖水系统的设计温差要求时，机组应分别并联连接组成低温级群组和高温级群组，低温级群组和高温级群组应串联连接，且串联连接的群组应具备单级运行条件。

【条文说明】现有供暖机组能够提供大温差，当供暖机组供水温度和供回水温差满足供暖水系统的设计温度要求时，机组应并联连接。当所选的供暖机组供回水温差较小，如仅为5℃，不满足供暖水系统的设计温差时，机组应分别并联连接组成低温级群组和高温级群组，低温级群组和高温级群组再串联连接，达到供暖水系统设计温差要求。但当部分负荷时，供回水温差一般较设计温差小，为了提高系统能效，要求串联连接的群组应具备单级运行条件。

一般不建议机组两两串联后再并联组成群组，这样串联链接的机组单级运行时切换比较繁琐。

**4. 3. 4** 供暖机组群组的融霜及融霜水管道应符合下列规定：

**1** 结霜工况下，机组群组应避免同时融霜；

**2** 融霜水应采取有组织排放或收集措施，宜排放到水泵房；

**3** 有冻结危险的地区，融霜水管道应保温，并设置防冻措施；

**4** 重力排放的融霜水管道干管坡度应不小于1%，支管坡度不小于3%；

**5** 融霜水的水平干管两端应设置清扫口；

**6** 融霜水管道与其它排水设施连接时，应有空气隔断层，连接的排水设施应有防冻设施；

**7** 融霜水管道内径应满足所选热泵机组在实际安装环境运行时产生融霜水量的排放要求。

【条文说明】机组群组的同时融霜会导致供回水温度出现大幅波动，为此要求通过控制实现机组群组不应同时融霜，并重视融霜水管道的设计，顺畅排除融霜水。

**4. 3. 5** 供暖机组室外机群组布置应符合下列规定：

**1** 应保证进风与排风通畅，群组布置应采取避免排出空气与吸入空气短路的措施；

**2** 应避免受污浊气流对室外机组的影响；

**3** 应设置在对噪声敏感建筑物噪声干扰较小的位置，当机组的噪声在周围环境超过现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096的规定时，应对机组采取有效的降低或隔离噪声措施；

**4** 设置在楼顶或裙房顶上时，应采取有效的隔振措施；

**5** 机组群组应架空布置，高度应比当地历史最大积雪厚度高300mm及最大降雨积水深度，且不应小于500mm；

**6** 上出风机组群组布置宜单层布置；

**7** 机组群组与周围建筑物的距离不应小于10m；

**8** 机组群组主要维护间距满足供暖机组要求；

**9** 室外机布置应留出日常检修与维护空间；

**10** 室外机组应有防积雪措施；

**11** 应设置安装、维护及防止坠落伤人的安全防护。

【条文说明】

**1** 供暖机组的运行效率，很大程度上与室外机与空气的换热条件有关。需群组布置时，应避免集中放置导致局部空气温度过低。考虑主导风向、风压对机组的影响，机组布置时应避免产生热岛效应，保证室外机进、排风的通畅，防止进、排风短路是布置室外机时的基本要求，机组周围障碍物距离可参考现行国家建筑标准设计图集《多联式空调机系统设计与施工安装》07K506。当受位置条件等限制时，应创造条件，避免发生明显的气流短路，如设置排风帽，改变排风方向等方法，必要时可以借助于数值模拟方法辅助气流组织设计。此外，控制进、排风的气流速度也是有效避免短路的一种方法；通常机组进风气流速度宜控制在1.5 m/s～2.0 m/s，排风口的气流速度不宜小于7 m/s。

**2** 室外机除了避免自身气流短路外，还应避免其他外部含有热量、腐蚀性物质及油污微粒等排放气体的影响，如厨房油烟排气和其他室外机的排风等。

**3** 引自《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中条文3.0.3。热泵机组产生的噪声较大，一般可达65 dB(A)～85dB(A)。由于建筑的体量越来越大，需要的热泵机组也越来越多，在这种情况下热泵机组产生的噪声就更大了。对于无噪声屏蔽措施的情形，当热泵机组设在地面或裙房顶上时，一方面热泵机组产生的噪声直接辐射到其所属楼房的窗户上，对其所属楼房内的房间产生噪声干扰；另一方面热泵机组产生的噪声被地面、裙房顶面、热泵机组所属楼房的外墙面反射到空间中，使得噪声加大。

**4** 引自《民用建筑隔声设计规范》GB 50118中条文3.0.3。设置在楼顶或裙房顶上时，虽然能够加大噪声的衰减，通风散热条件也优越，但应注意其振动的影响。

**5** 机组群组的架空布置是为了化霜水的有组织排放。

**6** 上出风机组群组上下布置时，下层的冷风会对上层群组有较大影响，为此规定上出风机组群组布置宜采用单层布置。

**10** 室外机积雪会影响其换热效率，因此应设置必要的防积雪措施。防积雪措施可以是特殊的几何结构遮挡措施，或者通过风机运行控制等避免积雪。

**4. 3. 6** 空气源热泵安装应考虑通风、排水、减震等要求，基础承重能力不应低于设备满载时自重的2倍，承重支架、吊架和托架等承重能力不应低于设备满载时自重的4倍。

# 5 供暖输配系统设计

5. 1 一般规定

**5. 1. 1** 输配系统设计应符合现行行业标准《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34的规定。

**5. 1. 2** 设计时应分别进行室内供暖系统和室外供暖输配管网水力计算。

**5. 1. 3** 利用既有供暖输配管网应根据热水温度等进行校核计算。

**5. 1. 4** 系统耗电输热比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。

【条文说明】供暖系统耗电输热比(EERh)的目的是为防止循环水泵低效率运行，保证水泵的选型在合理的范围，降低水泵能耗，提高输送效率。计算过程中应考虑不同管道长度、不同供回水温差因素对系统阻力的影响。具体计算方法可参考现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189的有关规定。

**5. 1. 5** 当供暖管道利用自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器。

**5. 1. 6** 供暖水系统应采用变流量设计。

【条文说明】因分布式空气源热泵集中供暖系统供回水温差相对传统集中供热较小，部分负荷时供暖机组组群也是部分运行，为降低输配能耗，供暖水系统应采用变流量设计。供暖机组选用定频空气源热泵时，供暖水系统可以采用带均压罐的二级泵变流量系统；供暖机组选用变频空气源热泵时，供暖水系统可采用一级泵变流量系统。

**5. 1. 7** 供暖管网设计供回水温度与供暖末端设计供回水温度不一致时应设置混水装置。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供暖系统总体而言规模不大，末端设备基本一致，供暖管网设计供回水温度与供暖末端设计供回水温度相同。个别楼栋供暖末端设计供回水温度与供暖管网设计供回水温度不一致时，可以单独设置空气源热泵供暖系统。但单独设置有困难时，应设置混水装置。

**5. 1. 8** 供暖管道应采取保温措施，且保温材料及保温层厚度应符合现行行业标准《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34。

5. 2 供暖管网形式与布置

**5. 2. 1** 供暖管网的形式应符合下列规定：

**1** 热源站、供热管网、供暖末端均应采用直接连接；

**2** 应采用闭式双管制；

**3** 应采用枝状形式。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供热系统供水温度低，采用直接连接避免温度损失，可以减少供暖末端面积；而且热源站供暖面积通常较小，应采用枝状管网。采用枝状布置能满足一般用户要求，管网投资较少，设计计算较简单。当用户对供热可靠性有特殊要求时，可采用环状布置。

**5. 2. 2** 供热管网的布置与敷设应符合下列规定：

**1** 在满足室内各环路水力平衡和供热计量前提下，应减少建筑物热力入口的数量；

**2** 严寒和寒冷地区室外供暖管网宜采用直埋敷设，直埋敷设时应符合现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81的规定；

**3** 热力入口宜设置在室内，并应符合下列规定：

**1**）供水、回水管上应设置阀门、温度计、压力表；

**2**）供水、回水管之间宜设置连通管；

**3**）供水管道上应设置过滤器，过滤器应位于调节阀、流量计、热量表之前；

**4**）分系统设置水力平衡调节装置，水力平衡调节装置的安装应满足产品的要求。

【条文说明】

**1** 管网分支数过多，会增加管路附件及检查室的数量，因此建议尽量减少分支数量，减少建筑物热力入口的数量。

**2** 热水供热管网一般敷设在街区庭院内部，为了美观宜敷设在地下。但街区地下管网及构筑物较多，当地下敷设有困难时，可采用地上架空敷设或敷设在地下室内。目前无补偿直埋敷设的设计方法已很成熟，现行行业标准《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T 81对管道计算作了详细的规定。设计时应进行详细的分析，尽量减少补偿器和固定墩数量，提高供热管网运行的可靠性。

**3** 建筑物热力入口需设置控制阀门、计量仪表、控制器等装置，还可能设有电动调节阀和水泵。热力入口装置设在建筑物地下室或楼梯间内，可有效地防止地下水和潮气。当室内无条件布置热力入口装置时，一般在室外地下设检查室，地下设检查室应具有防水及排水设施，保证检查室内温、湿度满足控制设备和仪表的要求。当地下设检查室不能保证上述要求时，也可在地面设检查室。

## 5. 3 水力计算

**5. 3. 1** 应根据水力计算结果确定输配管网的管径。

**5. 3. 2** 输配系统的水力计算应符合下列规定：

**1** 主干线的推荐比摩阻可采用60 Pa/m～100 Pa/m；

**2** 支线管径应按允许压力降确定，且比摩阻不应大于400 Pa/m，管内流速不应大于3.5 m/s；

**3** 系统中任何一点的压力不应大于设备和管道的允许压力，且不应小于10 kPa；

**4** 循环水泵运行时，循环水泵入口压力不应小于50 kPa。

**5** 最不利用户的资用压头应考虑用户系统安装过滤装置、计量装置、调节装置的阻力损失。

【条文说明】

**1** 按推荐比摩阻确定热网主干线管径，在管网设计时比较容易实施。分布式空气源热泵集中供暖系统管网供热范围较小，经济比摩阻数值高于大型热水管网，一般建议取60 Pa/m～100 Pa/m，当主干线长度较长时取较小值。我国现行的建筑节能设计标准对循环水泵的耗电输热比进行控制，其控制指标折算为比摩阻与本条规定值接近。对于改造项目，应通过技术经济比较校核热网主干线管径。

**2** 支线设计应充分利用主干线提供的作用压头，提高管内流速，不仅可节约管道投资，还可减少用户水力不平衡现象。根据《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34，最高比摩阻取400 Pa/m，供热介质流速不应大于3.5m/s。

**3** 定压系统设计应结合建筑内部供暖系统和热源系统的情况统筹考虑，保证系统中任何一点不超压、不汽化、不倒空，还应保证循环水泵吸入口不发生汽蚀。

**5. 3. 3** 输配管网应做水力平衡计算，各并联环路之间的压力损失差值不应大于15%。

## 5. 4 水泵选择

**5. 4. 1** 应根据水力计算结果确定循环水泵的流量和扬程，循环水泵应配置节能型调速装置。

【条文说明】设计流量下的水系统总阻力可按下式5.4.1进行计算：

 (5.4.1)

式中：——循环水系统总阻力（mH2O）；

——供暖机组水侧阻力（mH2O），由供暖机组产品确定；

——室外管网阻力（mH2O）；

——热力入口及室内管网阻力（mH2O）。

当水系统采用一级泵系统时，设计流量下的水系统总阻力均由循环水泵承担；当系统采用二级泵系统，采用均压罐等连接热源侧水系统和用户侧水系统时，热源侧循环水泵承担热源侧设计流量下供暖机组水侧阻力、供暖机组到均压罐管路阻力和均压罐阻力，用户侧循环泵承担均压罐阻力、均压罐到热力入口管路阻力和热力入口级室内管网阻力。

循环水泵应配置节能型调速装置，最小流量可取设计流量的40%。研究表明，当运行流量低于热泵机组的设计流量的30%会对冷凝器的换热产生比较大的影响，而当系统流量低于设计流量的40%时，会对供暖末端的散热性能有较大影响，综合确定40%为最小流量取值。

**5. 4. 2** 循环水泵选型后应校核系统耗电输热比，并满足本规程第**5. 1. 4**条的规定。

**5. 4. 3** 循环水泵应具有工作点附近较平缓的流量—扬程特性曲线，并联运行水泵的特性曲线宜相同。

**5. 4. 4** 循环水泵台数宜设置2~3台。当设置多台水泵时，可不设置备用泵。

【条文说明】为保证供暖安全，当设置1台水泵时应另设备用泵。考虑系统规模不大，故障维修时间不长，当设置多台水泵时，不再另设备用泵。

**5. 4. 5** 补水泵应符合下列规定：

**1** 补水泵的流量可取供暖系统循环流量的1%~2%；

**2** 补水泵的扬程不应小于补水点压力加30kPa~50kPa；

**3** 补水泵数量不宜少于2台，可不设备用泵。

# 6 供暖末端设计

## 6. 1 一般规定

**6. 1. 1** 供暖末端散热设备选择应考虑热泵机组的运行参数。

**6. 1. 2** 供暖末端散热设备应能独立控制房间温度。

**6. 1. 3** 严寒地区及寒冷地区新建工程宜采用低温辐射供暖设备。

【条文说明】低温辐射供暖末端需求侧供暖温度要求较低，一般在35℃～45℃，非常适合供暖机组的运行温度范围。且供暖温度越低，空气源热泵能效越高，使用费用越低，因此，空气源热泵供暖系统室内末端优先采用低温辐射供暖末端。

## 6. 2 辐射供暖

**6. 2. 1**  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的有关规定。

**6. 2. 2** 采用地面辐射供暖时，房间地表面平均温度宜按表6.2.2采用。

表6.2.2 地面辐射供暖地表面平均温度

单位为℃

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 环境条件 | 适宜温度 | 最高限值 |
| 人员长期停留区域 | 25~27 | 29 |
| 人员短期停留区域 | 28~30 | 32 |
| 无人员停留区域 | 35~40 | 42 |

**6. 2. 3** 辐射供暖系统供水、回水温度应符合下列规定：

**1** 供水温度不宜大于55 ℃，供回水温差不宜小于5 ℃，不宜大于10℃；

**2** 供水温度不应大于供暖机组在室外供暖设计温度下能够达到的最高水温。

【条文说明】采用分布式空气源热泵集中供暖系统时，为与空气源热泵热源配合，尽量采用直接连接，推荐最高水温为55℃，推荐供回水温差不宜小于5℃，不宜大于10℃。

**6. 2. 4** 供暖地面可采用混凝土填充式、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地面。

【条文说明】供暖地面的分类和各类型的构造应符合《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 中的有关规定。

适用于空气源热泵低温热水的“水泥砂浆预制填充板”式地面供暖形式，目前产品分为Ⅰ型（敷设外径10mm加热管）和Ⅱ型（敷设以集水干管和外径 4.3mm 加热管组成的管网，也称毛细管网）。

**6. 2. 5** 地面辐射供暖系统的地面构造，应符合下列规定：

**1** 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规程附录A.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。

**2** 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，应设置绝热层；

**3** 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。

**4** 绝热层热阻和厚度，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的规定；

**5** 供暖地面面层热阻不宜大于0.05 m2·K/W；

**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，在保温板和加热管之上应铺设一层均热层；

**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。

【条文说明】为减少辐射热损失，直接与室外空气接触的楼板、与不供暖房间相邻的地板为供暖地面时，必须设置绝热层。

为保证绝热效果，规定绝热层与土壤间设置防潮层。对于潮湿房间，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地面面层下设置隔离层，以防止水渗入。

面层热阻的大小，直接影响到地面的散热量。为了减少能耗和运行费用，采用地面辐射供暖方式时，要尽量选用热阻小于0.05 m2·K/W 的材料做面层。

**6. 2. 6** 地面辐射供暖系统的加热管、分集水器和环路设置应符合下列规定：

**1** 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；

**2** 加热管内的水流速度不宜小于0.25 m/s，且不大于0.6 m/s；

**3** 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，在安放落地家具的位置应减少加热管的敷设；

**4** 分水器、集水器分支环路不宜大于8路，分、集水器断面流速不宜大于0.8 m/s；

**5** 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，各分支环路加热管长度不宜大于120 m；

**6** 分水器前应设置过滤器；分水器的总进水管与集水器的总出水管之间宜设置清洗供暖系统时使用的旁通管，旁通管上应设置阀门，且管径不应小于连接分水器和集水器的进出口总管管径。

【条文说明】热水地面辐射供暖加热管管材的具体要求如下：

**1** 塑料管材质和连接方法的选择应以保证工程长期运行的安全可靠为原则，根据塑料管的抗蠕变能力的强弱、许用环应力的大小、工程环境等因素，经综合比较后确定。

**2** 铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力应满足一定要求，可采用搭焊接和对焊接两种形式。

**3** 无缝铜管状态和类型的选择应满足系统工作压力。

**4** 热水地面辐射供暖系统加热管物理参数的有关推荐值可参照《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的规定。

**6. 2. 7** 供暖地面单位面积散热量应按本规程附录A. 2计算，并应考虑家具遮挡对地面散热的影响。

## 6. 3 散热器供暖

**6. 3. 1** 散热器的工作压力应根据供暖系统的压力要求确定，同时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和国家现行有关产品标准的规定。

【条文说明】散热器产品标准中规定了不同种类散热器的工作压力，即便是同一种类的散热器也可能因加工材质、厚度不同，工作压力也不尽相同，详见《散热器选用与管道安装》17K408。此外不同系统所要求的散热器工作压力也不完全相同。

**6. 3. 2** 散热器选择和布置应符合下列规定：

**1** 宜选择轻质的钢制、铝制或铜铝复合散热器，不宜采用铸铁散热器；

**2** 散热器宜布置在外窗台下，也可按使用要求布置在外墙其他部位或内墙侧；

**3** 幼儿园、老年人和特殊功能要求的建筑的散热器必须安装防护罩，其他建筑的散热器应明装。散热器连接支管应安装恒温阀。

**6. 3. 3** 散热器应选择适用于本规程第4. 3. 2条给出的供回水温度下运行的形式。散热器散热量应按本规程附录A. 3计算。

【条文说明】本规程第4. 3. 2条给出了分布式空气源热泵集中热水供暖系统的推荐供回水温度。该供回水温度比一般供暖系统低，因此应选择传热性能更好的散热器形式，以避免散热器面积过大导致投资增加。

**6. 3. 4** 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，散热器数量的修正应符合附录A. 4的规定。

【条文说明】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。另外，空气源热泵供暖系统供水温度较低，供暖工况偏离散热器的实际测试工况，因此，应按照附录A.4规定的方法，对散热器流量和不同过余温度下散热器片数进行修正。既有建筑应按照该方法进行修正并适当增加面积。

**6. 3. 5** 当供暖系统采用非保温管道明设时，应计算管道的散热量对散热器面积的修正。

【条文说明】根据现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中有关规定，管道明设时，非保温管道相当于散热器的一部分，其散热量直接进入房间，有提高室温的作用，故可补偿一部分耗热量，其值应通过明装管道外表面与室内空气的传热计算确定。

## 6. 4 风机盘管供暖

**6. 4. 1** 下列供暖房间宜采用风机盘管供暖：

**1** 有供暖和空调需求；

**2** 有快速升温要求；

**3** 间歇供暖。

【条文说明】风机盘管用于冬季供暖时，供水温度要求较高，且造成的吹风感也会一定程度地影响室内舒适性，因此采用空气源热泵供暖时，优先推荐采用低温供暖末端。然而，风机盘管具有启动快、加热速度快，便于独立调节等优点，因此对于有供暖和空调需求、室内温度有独立调节要求或需要间歇供暖的房间，可以采用该种形式末端供暖。

**6. 4. 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，性能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。风机盘管供热额定值可按本规程附录A. 5计算，宜按风机盘管中档风量性能进行选型设计。

【条文说明】风机盘管供暖一般用在有快速升温要求或间歇供暖场合，按照中档风量选型设计时，可采用高档风量快速制热，满足快速升温或间歇供暖需求。

**6. 4. 3** 以供暖为主的风机盘管宜采用立式落地布置；当采取顶棚安装时，应采取必要措施优化室内气流组织，减小温度梯度。

【条文说明】气流组织设计应根据人员活动区的温度梯度、允许风速、噪声标准等要求，结合内部装修、工艺或家具布置等确定。复杂空间的气流组织设计，宜采用计算流体动力学（CFD）数值模拟计算。

# 7 集中热水供应系统设计

7.1 一般规定

**7. 1. 1** 空气源热泵集中热水供应系统宜控制系统热水用量规模，按分栋建筑或单元设置。

【条文说明】在用热需求及室外温度一定的情况下，集中生活热水系统的热损耗量与管网规模成正比。空气源热泵集中热水供应系统一般利用分散在各栋建筑物屋面或设备平台上的空气源热泵热水机组制热，而热水供回水管线在栋与栋之间埋地或架空敷设，造成热水供回水管线过长。因此，为了减少热损耗，需控制热水供回水管网的规模，按分栋建筑或单元设置。空气源热泵集中热水供应系统的供热半径不应大于 500m。

**7. 1. 2** 空气源热泵集中热水供应系统的原水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749的相关规定。生活热水的水质应符合现行行业标准《生活热水水质标准》CJ/T 521的规定。

【条文说明】本条明确了空气源热泵集中热水供应系统要求的原水水质应满足《生活饮用水卫生标准》GB 5749。空气源热泵热水机组采取直接加热系统时，冷水水质总硬度（以碳酸钙计）不应大于120mg/L；当原水的总硬度（以碳酸钙计）大于300mg/L 时，宜对原水增加软化处理措施，如设置离子交换树脂、电子水处理仪等，避免热水机组内换热器盘管的结垢问题。

**7. 1. 3** 空气源热泵集中热水供应系统的出水温度不应高于60℃，配水点热水出水温度不应低于46℃。

【条文说明】集中热水供应系统的水加热设备出水温度应根据原水水质、使用要求、系统大小及消毒设施灭菌效果等确定，不应高于70℃，55℃-65℃是常用出水温度。考虑到过高出水温度对热水机组性能的不利影响，以及如本规程**3. 0. 4** 条要求空气源热泵集中热水供应系统要求采取灭菌消毒设施，本条规定空气源热泵集中热水供应系统的出水温度不应高于60℃。

配水点热水出水温度要求参考现行国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020-2021 第5. 2. 4 条“集中热水供应系统的水加热设备，其出水温度不应高于70℃，配水点热水出水温度不应低于46℃”要求。

**7. 1. 4** 空气源热泵集中热水供应系统的直接加热、存储、输配生活热水的设备、材料、管件等应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219的有关规定。

**7. 1. 5** 空气源热泵集中热水供应系统应设置用能与用水量计量装置。

【条文说明】安装计量装置是为了节约用水、用电、用气和运行管理计费，满足进行累计用热水量、电量等计量和节能的要求。

**7. 1. 6** 老年人照料设施、安定医院、幼儿园、监狱等建筑中为特殊人群提供生活热水的设施，应有防烫伤措施。

**7. 1. 7** 空气源热泵集中热水供应系统应设热水循环，居住建筑热水配水点出水温度达到最低出水温度的出水时间不应大于15s，公共建筑热水配水点出水温度达到最低出水温度的出水时间不应大于10s。

【条文说明】本条参照《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020要求，是为了满足节水、节能和使用要求、其措施是控制入户热水支管长度，当支管过长时，应采取自调控电伴热保温或支管循环措施。

7.2 系统选择及热源设计

**7. 2. 1** 对于用水卫生、热水品质要求高的场合，空气源热泵集中热水供应系统宜采用闭式承压系统。

【条文说明】宾馆客房、医院住院部、疗养院、幼儿园、休养所、酒店式公寓等场所卫生要求、热水品质要求高，建议采用闭式商用型空气源热泵热水系统。

**7. 2. 2** 空气源热泵集中热水供应系统的设计小时耗热量、设计小时供热量的计算应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015的有关规定。

**7. 2. 3** 当热水供应系统为承压系统时，宜采用多闭式储热水箱（罐）串联设计方式。

【条文说明】从系统供水的压力稳定、平衡的角度，闭式储热水箱（罐）串联设计有利于热水系统的后期运行调试，并且热水出水温度稳定，热水机组建议采用一次加热式热水机组。

**7. 2. 4** 热水机组的布置除满足本规程第4. 3. 5条要求外，还应满足下列要求：

**1** 机组不得布置在人员密集的场所；两台机组进风面相对布置时间距宜大于3m；机组周围只允许一侧墙面高度高于机组高度；

**2** 当安装于室内或其他特殊场所时应采用接水盘或设置排水沟进行集中排水；

**3** 安装于室内或其他封闭空间时，宜采用强制通风进行换热以保证机组的运行稳定和节能，强制通风量应符合所设计的空气源热泵热水机组的通风量要求，同时应避免进风和出风产生短路。

【条文说明】空气源热泵热水系统在工程实践应用中更多为单栋建筑集中制备生活热水，由于建筑立面或建筑风格的要求，有时候不可避免会安装于室内或者其他封闭空间，会导致机组周围的通风不畅影响稳定运行，因此提出强制通风要求。建议给排水专业在建筑方案阶段就应该考虑空气源热泵热水机组的合理位置，尽量把机组设置在自然通风良好的空间。

**7. 2. 5** 空气源热泵集中热水供应系统的辅助热源设计应符合下列规定：

**1** 最冷月平均气温不小于10℃的地区，可不设辅助热源；

**2** 最冷月平均气温小于10℃且不小于0℃的地区，宜设置辅助热源；当最冷月生活热水用水量减少，采取延长空气源热泵热水机组的工作时间等满足使用要求的措施时，可不设辅助热源；

**3** 最冷月平均气温小于0℃的地区，应采用低温型空气源热泵热水机组，并应设置辅助热源；

**4** 辅助热源的功率应按冬季最冷月平均冷水温度下的设计小时供热量扣除相同条件下空气源热泵热水机组的有效制热量确定。

【条文说明】

**3** 虽然现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015-2019第6.6.7条第5款第3项中规定最冷月平均气温小于0℃的地区，不宜采用空气源热泵热水供应系统，是考虑到最冷月平均气温小于0℃的地区，空气源热泵冬季运行COP值一般低于1.5，达不到商用空气源热泵COP≥1.8的要求，使用不经济、不合理，故此类地区不推荐采用空气源热泵系统。但由于技术进步，根据《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362-2023，低温型空气源热泵热水机组在名义工况（干湿球-7/-8℃）的COP限值已达到1.80（一次加热式或不提供水泵的循环加热式），AHPF限值已达到2.70，具有较好的竞争力。但考虑到可靠性，最冷月平均气温小于0℃的地区，应采用低温型空气源热泵热水机组，并应设置辅助热源。

需要说明的是，现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015中3.4.3条亦给出了制热量≥10kW空气源热泵热水机组COP限值，其引用至现行国家标准《热泵热水机(器)能效限定值及能效等级》GB 29541-2013中能效等级2级数值。但现行国家标准《热泵热水机(器)能效限定值及能效等级》GB 29541-2013中关于低温型名义工况的定义来自于《商业和工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362-2008，该标准已被2023版本替代，空气源热泵热水机组的低温型名义工况由原来的干湿球7/6℃，变为干湿球-7/-8℃。

7.3 热水贮存

**7. 3. 1** 空气源热泵集中热水供应系统应设置贮热水箱（罐），贮热水箱（罐）的水容积应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015的有关规定。

**7. 3. 2** 贮热水箱（罐）进、出水管的布置不应产生水流短路，并应保证水箱（罐）内具有平缓的温度梯度。

【条文说明】贮热水箱（罐）内水的流态、使用的间歇性及立或卧式安装都会影响其有效贮热容积。一般立式安装相比卧式安装的温度随高度的梯度变化要平缓，水罐的容积能得到更充分地利用。还可采用在水箱（罐）内设置导流槽的方法，以进一步提高水箱（罐）的容积利用率。

**7. 3. 3** 开式贮热水箱应设置就地液位显示、溢流管、通气管、放空管等装置。闭式贮热水罐应设置压力表、温度计、泄压阀、排污管、自动排气阀等装置。

**7. 3. 4** 闭式贮热水罐的承压能力应满足设计要求，并能承受系统的最高工作压力，且不应低于1.0MPa。

**7. 3. 5** 贮热水箱（罐）应设保温层，保温层的厚度应经计算确定，且不宜小于50mm，保温材料应为难燃或不燃型材料。

## 7.4 输配系统及管路、附件

**7. 4. 1** 循环水泵及热水供应系统供回水管道设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015的有关规定。

**7. 4. 2** 热水输（配）水及循环供回水管道应采取保温和防冻措施。

【条文说明】空气源热泵集中热水供应系统的热水输（配）水及循环供回水管道有一部分暴露在室外，在冬季有可能被冻裂。防冻措施除了增加制热循环泵强制循环防冻外，还可考虑增设管路电伴热防冻、加厚保温层等措施。

**7. 4. 3** 空气源热泵集中热水供应系统中用水点应设有冷热水压力平衡措施，冷热水供应系统在配水点处压差不宜大于0.02MPa。

【条文说明】本条是国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555的要求。开式热水系统可采用压力平衡阀等措施以保证冷热水压力平衡。

**7. 4. 4** 闭式集中热水供应系统中，应设置膨胀罐或安全阀，并应符合下列规定：

**1** 日用水量小于或等于30m3的集中热水供应系统可采用安全阀等泄压措施；

**2** 日用水量大于30m3的集中热水供应系统应设置压力式膨胀罐；膨胀罐的总容积应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015的有关规定；

**3** 膨胀罐宜设置在水加热设备冷水补水管上或热水回水管上，其连接管上不宜设阀门。

**7. 4. 5** 管道系统的阀门设置应符合下列规定：

**1** 热泵热水机组、循环水泵、贮热水箱（罐）等设备的进出口应设置阀门；

**2** 当补水压力超过设备承压能力时，应在补水管上设置减压阀；

**3** 应根据控制要求设置相应的电动控制阀。

【条文说明】

**1** 需要设置检修阀门的设备包括空气源热泵热水机组、水泵、贮热水箱（罐）等，以便检修时关闭该设备阀门以减少泄水量。当部分设备间的接管距离很小或组合为一体时，也可共用检修阀门；

**2** 高低区分设水加热器的系统，两区水加热器均由高区冷水高位水箱供水，低区热水供水系统的水加热器可能会存在超过设备承压能力的情况，应在相应水加热器的补水管上设置减压保证系统的安全性。

**3** 为满足集中热水供应系统的控制要求，在空气源热泵热水机组或贮热水箱（罐）等设备进出口建议设置电动控制阀门。

**7. 4. 6** 管道系统的附件设置应符合下列规定：

**1** 补水管上应设置过滤器和倒流防止装置；

**2** 管道上翻的最高处应设自动排气阀，下弯最低处应设泄水阀。

# 8 电气与控制

## 8. 1 一般规定

**8. 1. 1** 分布式空气源热泵集中供热配电系统应采用独立回路供电，并单独设置计量装置，热泵机组、循环水泵和辅助热源应分项分区（分户）计量。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供热系统的用电负荷较大，为保证配电系统可靠性，在设计时应采用独立回路供电。为了对分布式空气源热泵集中供热系统进行性能评价，应设置电能计量装置，并分项分区（分户）计量热泵机组、循环水泵和辅助热源的电耗。

**8. 1. 2** 分布式空气源热泵集中供热系统主要设备应设置就地控制装置，并应设置自动控制系统。

【条文说明】设置自动控制系统可以对分布式空气源热泵集中供热系统进行优化控制，提高系统的运行效率，延长设备使用寿命。

**8. 1. 3** 电气与控制系统的安全设计应包括防雷、防电击，以及防电磁干扰等安全措施。

【条文说明】电气与控制系统的安全设计应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204、《民用建筑电气设计标准》GB 51348的有关规定。

**8. 1. 4**  电气与控制系统的设计，除应符合本技术规程外，尚应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《民用建筑电气设计标准》GB 51348、《智能建筑设计标准》GB 50314的有关规定。

【条文说明】现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021是为执行国家有关节约能源、保护生态环境、应对气候变化的法律法规，落实碳达峰、碳中和决策部署，提高能源资源利用效率，推动可再生能源利用，降低建筑碳排放，营造良好的建筑室内环境，满足经济社会高质量发展的需要。规范包括可再生能源系统、施工调试验收与运行管理等内容。现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022对电源及用房设计、供配电设计、智能化系统设计、布线系统设计、防雷与接地设计分别作出规定，此外，还对施工、检验与验收和运行维护作出规定。以上两本规范是强制性工程建设规范，全文必须严格执行。现行工程建设标准（包括强制性标准与推荐性标准）中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的，以强制性工程建设规范的规定为准。

## 8. 2 配电系统

**8. 2. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统的用电负荷分级应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022第3.1.1条的规定。

【条文说明】在配电系统设计时，应根据《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022第3.1.1条规定的用电负荷分级依据，结合建筑物类别和规模合理确定分布式空气源热泵集中供热系统用电负荷等级。民用建筑中，分布式空气源热泵集中供暖系统机组应与采暖锅炉房或换热站、生活给水泵房同等重要，例如，规模较大的住宅建筑，当集中供暖系统机组设备中断供电时对居民生活影响较大，所以其用电等级不低于二级。

**8. 2. 2** 分布式空气源热泵集中供热系统用电设备安装功率较大时，宜设置专用配电变压器，或与其他互补季节性用电负荷统筹设置变压器。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供暖系统在冬季使用，用电负荷是季节性负荷，宜与夏季使用的空调负荷统筹考虑变压器设置，并进行用电负荷计算，以便节省设备初投资，降低损耗，达到节能目的。

**8. 2. 3** 低压电源进线宜采用电缆并埋地敷设，进线处应设置总配电柜（箱），柜（箱）内应设置具有隔离功能的总开关电器。

【条文说明】具有隔离功能的总开关电器应装设在总配电柜（箱）的受电端。

**8. 2. 4** 配电系统应符合下列规定：

**1** 机组和辅助热源采用单独供电回路；

**2** 当单相设备较多且接入三相系统时，三相负载平衡率应大于85%；

**3** 当系统总配电装置距变电所较远或直接接入市政公共配电网时，应采用就地无功功率补偿，补偿后的功率因数不低于0.9。

【条文说明】单相负载设备较多时，无法做到三相完全平衡。三相负载平衡率大于85%，可以降低线电流有效值，有利于断路器额定电流和配电导体截面选择，从而降低配电线路损耗。功率因数过低导致损耗增加，直接接入公共配电网，则导致电网供电质量下降。

**8. 2. 5** 系统用电设备应根据性质和用途设置相应保护装置，并符合下列规定：

**1** 空气源热泵机组、水泵、风机等设备应装设短路保护和接地故障保护装置，并应根据具体情况装设过负荷和断相保护装置；

**2** 电加热辅助热源设备应装设短路保护装置，并采用剩余电流保护器（RCD）作为接地故障保护。

【条文说明】短路保护装置应在短路电流造成危害前切断电源。剩余电流保护器应是无延时的，其动作电流不应大于30mA。

**8. 2. 6** 系统配电柜（箱）宜设置在室内，当设置在室外时，应选用防护等级不低于IP54的柜（箱）体，柜（箱）内电器应满足室外环境的要求。

【条文说明】考虑到安全性以及可维护性，配电柜（箱）宜设置在室内，当室内安装条件不满足而安装室外时，考虑到防雷、防雨、防尘等因素，应选用室外型箱体，应符合现行国家标准《民用建筑电气设计标准》GB 51348 的规定。

**8. 2. 7** 低压配电系统线路应根据不同故障类别和具体工程要求装设短路保护、过负荷保护、过电压及欠电压保护等保护装置，当配电线路发生故障时，保护装置应切断电源或发出故障报警信号，或将状态及故障信息上传控制管理中心。

【条文说明】当配电线路发生故障时，保护装置及时切断电源可以消除故障危害或降低故障影响。发出故障信号或将状态及故障信息上传控制管理中心，可以及时通知维修人员及时排除故障。

**8. 2. 8** 配电系统的线缆导体选择及线路敷设应满足现行国家标准《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019第7.4和第8章的有关规定。

## 8. 3 控制系统

**8. 3. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统的自动控制系统设计应包括：

**1** 系统监测和控制点表；

**2** 控制器、传感器、执行器及线缆的选型、位置和安装要求；

**3** 电动控制调节阀门的选型及流通能力计算；

**4** 控制点参数设计值及工况转换边界条件；

**5** 控制策略；

**6** 当冬季有冻结可能时，应设置防冻报警和自动保护；

**7** 当机组自带控制系统与建筑设备管理系统（BMS）互联时，系统通信接口应采用标准通信协议。

【条文说明】本条文规定了自动控制系统的主要内容：

**1** 设计自动控制系统时，应根据监控功能需求设置监控点，编制监测和控制点表。

**2** 分布式空气源热泵集中供热系统的自动控制系统设计应选用先进、成熟和实用的技术和设备，符合技术发展的方向，并容易扩展、维护和升级。应根据系统的规模、功能要求及选用产品的特点确定自动控制系统网络结构。产品选型、位置以及安装要求应符合现行国家标准《民用建筑电气设计标准》GB 51348 的有关规定。

**3** 供暖末端的水路电控调节阀宜选用模拟量两通调节阀，调节阀的口径应根据调节对象要求的流通能力，通过计算选择确定。风门电控执行器的转矩应符合设计工作压力和最大允许压差的要求确定。

**4** 控制点参数主要包括供水（或回水）温度设定值、室内温度设定值，工况转换边界条件包括冬夏和过渡季转换时的温度、焓值等设定值。

**5** 控制策略的选择要与特定的控制对象相匹配，应包括空气源热泵机组台数控制策略、设备连锁控制策略、室内温度控制策略等，宜采用先进控制技术制定节能优化控制策略，在保证系统运行安全稳定、室内热舒适性条件下，提高空气源热泵系统效率。

**6** 考虑到冬季有冻结的可能，应具有防冻报警和自动保护的功能，设置防冻报警传感器，当室外温度过低时防冻开关自动断开，其发出的信号可通过控制器开启水泵、供暖热水阀门，通过水系统强制循环，保护热泵机组、盘管不被冻裂。防冻开关应具有手动复位和自动复位功能。

**7** 通信接口应根据被控设备自动控制系统和建筑设备管理系统的要求设置，包括连接方式、传输介质、通信协议和接口设备等。通信协议应采用标准协议，如TCP/IP、BACnet、Modbus、KNX等通信协议。

**8. 3. 2** 系统监测内容应根据系统控制要求确定，监测参数包括：

**1** 室内外空气温度、室外空气湿度等环境空气参数；

**2** 供热系统的供水和回水温度、循环流量或供热量，供水、回水压力等水路参数；

**3** 用电功率与用电量等电气参数；

**4** 空气源热泵机组、循环水泵、辅助热源等设备的运行状态、故障状态和手动/自动状态，水箱液位等设备装置运行参数。

【条文说明】在运行期内，为保障系统安全、可靠、稳定地运行，自动控制系统对分布式空气源热泵集中供热系统进行长期监测，监测内容应为系统的监测和评价提供基础数据。

**1** 温度、湿度传感器的设置应符合《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ 334 的规定。温度、湿度传感器应布置在能反映被测区域参数的部位，且附近不应有热源和湿源，对于大空间场所，宜根据工作区域均匀布置多个空气温度、湿度传感器。

**2** 系统供水和回水的温度、流量和压力参数是实现自动控制的基础数据，应根据设置位置选择温度、流量和压力传感器的具体型号及参数。

**3** 系统用电量包括热泵机组、循环水泵、辅助热源、供暖末端等供暖系统所有用电装置的耗电量。

4 设备的运行状态、故障状态、手动/自动状态和运行参数等信息是系统监测的重要内容，数据采集装置应能测量、发送和存储实时监测数据，按照设定的周期进行数据采集、计算，并按照一定周期传输至数据中心。

当设有能耗监测系统时，空气源热泵集中供热系统的电、水、燃气、热力等能源用量信息应传送至能耗监测平台，用于能耗分析与管理。能耗数据采集频率不宜大于1次/h，并应具有可调节性。

**8. 3. 3** 分布式空气源热泵集中供暖系统的节能控制应符合下列规定：

**1** 系统可根据室外空气参数、末端供热能力和负荷需求，进行供水或回水温度设定值的再设定；

**2** 系统可根据季节、昼夜和房间占用状态，进行室内温度设定值的再设定；

**3** 系统及空气源热泵机组可按使用时间进行定时控制，并对启停时间进行优化调整；

**4** 采取回水温度法、热负荷控制法控制机组和水泵运行台数；

**5** 电动机采用变频调速控制；

**6** 空气源热泵应采用自动除霜控制；

**7** 风机盘管宜采用电动水阀和风速相结合的控制方式。

【条文说明】系统工作在部分负荷工况时，应适当提高供暖的水温设定值，在不影响室内热舒适的情况下，提高空气源热泵的运行效率。宜根据室外温度、供暖末端供热能力和室内需求负荷等条件，采用最优控制、自适应控制、模糊控制和模型预测控制等先进控制技术实现供暖的水温自动再设定。

风机盘管是空调末端设备，宜由联网式温度控制器根据室内温度自动控制电动水阀通断，有节能控制模式对风机高、中、低三种风速转换。系统宜能够实现风机盘管群控管理，按照日程表控制风机盘管启停，调节室内设定温度。

## 8. 4 安全防护

**8. 4. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统的防雷和接地设计应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024和《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定，并应符合下列规定：

**1** 供电线路、信号线路由室外进入室内时，在配电设备处设置电涌保护器；

**2** 热泵机组安装场所及低压配电室内设置等电位联结；

**3** 系统所有设备金属外壳、金属导管与槽盒、线缆屏蔽层均应可靠接地。

**8. 4. 2** 低压配电系统的电击防护应采取基本防护、故障保护组合或兼有的保护措施，以及特殊情况下应采用剩余电流保护器和辅助等电位联结的附加保护。人员可触及的可导电部位应采取安全防护措施，并设置警示标识。

【条文说明】电击防护应符合现行国家标准《低压电气装置 第4-41部分：安全防护 电击防护》GB/T 16895.21的有关规定，电击防护的基本原则是对于危险带电部分必须是不能触及的，而可触及的可导电部分在正常情况下或在单一故障情况下必须是不带危险电位的。对于在特殊情况下（如潮湿场所等）采用剩余电流保护器和辅助等电位联结的附加保护时，剩余动作电流不应大于30mA。

**8. 4. 3** 系统电磁兼容性应符合现行国家标准《电磁兼容 环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平》GB 18039.3、《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204的有关规定。

【条文说明】为保证系统或设备在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中其他系统设备构成不能承受的电磁骚扰，应采取措施提高电磁兼容性水平，如为防电磁干扰，配电线路与自动控制系统信息传输线路应分开敷设，当受条件限制而平行贴近敷设时，应采取屏蔽措施等等。若设备产生的谐波值超过规定限值时，应在谐波源设备处采取措施，如设置有源或无源滤波器等。

# 9 施工安装

## 9. 1 一般规定

**9. 1. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统的安装应符合国家现行标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《商业或工业用机类似用途的热泵热水系统设计、安装、验收规范》GB/T 41703、《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28、《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564、《空气源热泵热水系统技术规程》T/CECS 985的有关规定。

**9. 1. 2** 电气系统施工安装除应符合本规程规定外，尚应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的有关规定。

**9. 1. 3** 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的有关规定。

**9. 1. 4** 分布式空气源热泵集中供热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或淘汰的材料与设备。

## 9. 2 施工准备

**9. 2. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统施工前应具备下列条件：

**1** 设计施工图纸和有关技术文件齐全；

**2** 完成施工方案和施工组织设计，并已完成技术交底；

**3** 施工现场具有供水、供电条件，有储放材料的临时设施；

**4** 设备、管材、辅助材料及相关测试仪器应齐全。

【条文说明】施工安装前的准备工作是保证施工质量的重要环节。施工前应制定施工技术方案，做好产品人员培训和技术交底，图纸及材料接收，检验进场设备、管材、辅助材料等相关准备工作。其中施工图纸应是经过二次深化设计、具备施工条件的图纸，技术文件还包括产品本身的安装说明书等技术资料。

**9. 2. 2** 安装施工前，施工单位技术及现场负责人员应进行现场勘察。勘察应包括下列内容：

**1** 施工图纸与现场状况是否一致；

**2** 明确设备基础的安装位置，供暖末端的安装位置，管道的走向及管道预埋套管的位置；

**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. 3 热源站和空气源热泵机组的安装

**9. 3. 1** 热源站安装场地范围环境应满足下列要求：

**1** 无易燃气体泄漏或有强烈腐蚀性其他流通；

**2** 无粉尘、油烟等可吸附、粘黏设备换热器的污染物；

**3** 无强磁场干扰；

**4** 在防雷设施保护范围内。

**9. 3. 2** 热源站安装场地四周应做护栏，并在其外侧设置警示牌。

【条文说明】热源站设置于地面时，护栏应有防翻越措施。护栏应不影响热源站的通风及日常维护检修。

**9. 3. 3** 机组的安装应符合下列规定：

**1** 应安装在经过设计、有足够强度的水平基础之上；

**2** 应采取可靠的接地和防雷措施，与基础间的减振应符合设计要求；

**3** 应确保机组进风与排风通畅，安装间距应满足机组说明书要求；

**4**  采用吊运方式时，吊运过程中应保持机组的水平状态，最大倾斜角应满足安装说明书要求；

**5** 安装在易下大雪的地方，应采取防雪措施；

**6** 当振动和噪声不满足国家现行标准的有关规定时，应采取减振降噪措施。

【条文说明】

**1** 设备安装基础应经过设计计算，具备足够的强度。此外，基础与设备之间应能够牢固连接，具有抗风、抗地震能力，以保证安全。

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

**2** 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；隔振器的规格和型号可由主机设备生产厂家提供，或经计算确定；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；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；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；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. 3. 4** 机组的基础应符合下列规定：

**1** 基础可由混凝土或钢结构制作。当采用钢结构基础时，应采取可靠的防腐措施；

**2** 基础应承受机组运行和检修人员的累加重量；

**3** 基础高度应符合设计要求；

**4**  基础应有排水设施，确保雨水、制热除霜或冷凝产生的水有组织排出。

**9. 3. 5** 机组的减振应符合下列规定：

**1** 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** 减振器的规格和型号可由机组生产厂家提供，或经计算确定；

**3** 减振器的安装位置应与机组重心相匹配。

**9. 3. 6** 融霜水管道连接完成后，保温前应做排水试验。排水试验应符合下列规定：

**1** 短时间内向空气源热泵机组接水盘倒入一定量清水，水量以不溢出热泵接水装置为准；

**2**  观察每台设备积水装置排水速度，排查接水装置脏堵；

**3** 排水过程中，排水管与设备接口、排水管连接处应无渗漏，排气孔应无溢水，管道应无变形；

**4** 停止灌水后，管道内水可快速排放至指定地点，管道内应无积水。

## 9.4 室内供暖和热水供应系统的安装

**9. 4. 1** 地面辐射供暖盘管的安装应符合下列规定：

**1**  盘管的安装方式应符合设计要求；

**2** 地面下敷设的盘管埋地部分不应有接头；

**3** 盘管弯曲部分不得出现硬折弯现象。塑料管曲率半径不应小于管道外径的8倍，复合管曲率半径不应小于管道外径的5倍；

**4** 现场敷设应考虑房间的热工特性和地面温度均匀性，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. 4. 2**  散热器的安装应符合下列规定：

**1** 每组散热器的规格、数量及安装方式应符合设计要求；

**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** 每组散热器上应设排气阀；

**4**  散热器宜明装，不宜在其外部加设装饰罩。

**9. 4. 3** 风机盘管的安装应符合下列规定：

**1** 规格、数量及安装方式应符合设计要求，并便于维护、保养；

**2** 机组与风管、回风箱及风口的连接应紧密、可靠；

**3**  空气过滤器的安装应便于拆卸和清理。

**9. 4. 4** 热水供应系统的安装应符合下列规定：

**1** 热水供应系统的管道应采用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材，可采用薄壁不锈钢管、薄壁铜管、塑料热水管、复合热水管等。当采用塑料热水管或复合热水管时，应符合下列规定：

**1**）管道的工作压力应该按照相应温度下的许用工作压力选择：

**2**）设备机房内的管道不应采用塑料热水管。

**2**  热水供应管道应尽量利用自然弯补偿热伸缩，直线段过长则应设置补偿器。补偿器型式、规格、位置应符合设计要求，并按有关规定进行预拉伸。

## 9.5 输配系统的安装

**9. 5. 1** 水泵的安装应符合下列规定：

**1** 水泵就位前的基础混凝土强度、坐标、标高、尺寸和螺栓孔位置必须符合设计规定；

**2** 周围应留有维修空间，以便于维修更换；

**3** 吸水管上应装过滤器和阀门，出水管上应装单向阀和阀门。阀门应装在易操作处，阀门安装时应加活接，以便于维修拆卸；

**4**  水泵及管路应采取减振措施；

**5** 水泵安装在室外时，应设置防雨、防冻措施。

**9. 5. 2** 水箱的安装应符合下列规定：

**1** 各接管管径、开口位置、保温材质、保温厚度、安装位置应符合设计要求；

**2** 水箱支架或底座安装，其尺寸及位置应符合设计规定，埋设平整牢固；

**3** 水箱上的压力表、温度计、可视液位计应安装在便于观察处，排气阀应安装在水箱最高处，放水阀应安装在水箱最低处且易于操作；

**4** 水箱溢流管和泄放管应设置在排水地点附近但不得与排水管直接连接；

**5**  水箱和底座间应设绝热措施。

**9. 5. 3** 输配管道的安装应符合下列规定：

**1** 管道宜沿墙或沿顶架空敷设，除设计注明部分外不应敷设在结构层内；

**2**  管道水平敷设其坡度应符合设计要求；

**3** 管道穿越墙体或楼板时，应符合下列规定：

**1）**管道穿越墙体或楼板时应预埋钢套管，套管和管道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，其顶部应高出装饰地面20 mm；安装在卫生间及厨房内的套管，其顶部应高出装饰地面50 mm；

**3）**穿越外围墙体时，应按建筑防水要求采取相应的防水措施；

**4）**不得将套管作为管道承重支撑。

**4** 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；

**5** 室外地沟内的管道和架空敷设的管道，安装要求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的有关规定。

**9. 5. 4** 输配管道的连接应符合下列规定：

**1**  镀锌钢管及带防腐涂层的钢管不得采用焊接连接，应采用螺纹连接。当管径大于100 mm时，可采用卡箍或法兰连接；

**2** 焊接钢管的连接，管径不大于32 mm，应采用螺纹连接；管径大于32 mm，采用焊接；

**3**  管道与水泵、机组的接口应为柔性接管，且不得强行对口连接。与其连接的管道应设置独立支架；

**4** 系统输配管道的最高处或局部最高处应设排气阀，最低处应设泄水阀；

**5**  群组安装的热源总进出口管道应安装温度计，水泵的进出口应安装压力表。

【条文说明】

**5** 供暖机组一般安装在室外，自带进出口温度传感器，设置压力表极易冻坏，故不推荐安装温度计和压力表，只需在群组安装的热源总进出口管道安装温度计即可。如果水泵安装在室外，压力表应考虑防冻。

## 9.6 防腐与保温

**9. 6. 1** 输配管道及部件应采取防腐措施，并应符合下列规定：

**1** 防腐工程施工时，应采取防火、防冻、防雨等措施，且不应在潮湿或低于5℃的环境下作业，并应采取相应的环境保护和劳动保护措施；

**2** 管道防腐涂料的品种及涂层层数应符合设计要求，涂料的底漆和面漆应配套；

**3** 防腐涂料的涂层应均匀，不应有堆积、漏涂、皱纹、气泡、掺杂及混色等缺陷。

**9. 6. 2** 输配管道及部件应采取保温措施，并应符合下列规定：

**1** 管道保温工程的施工，应在管道系统强度和严密性检验合格和防腐处理结束后进行；

**2** 保温工程施工时，应采取防火、防雨等措施和相应的环境保护和劳动保护措施；

**3**  管道的保温层、防潮层和保护层，应采用不燃或难燃材料，材质、密度、规格与厚度应符合设计要求；

**4** 管道的保温材料进场时，应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的规定进行验收；

**5**  设备、部件、阀门的保温和防腐涂层，不得遮盖铭牌标志和影响部件、阀门的操作功能。经常操作的部位应采用能单独拆卸的绝热结构；

**6** 管道和支架之间，管道穿墙、穿楼板处应采取防止漏热的措施。

## 9.7 电气与控制系统施工和安装

**9. 7. 1** 设备安装前应进行下列检查：

**1**  机电设备及材料的防护及验证应符合设计和施工要求；

**2** 提供的电源应与铭牌及产品安装说明书要求的电源一致；

**3** 电源的安全性。

**9. 7. 2**  线缆敷设和导体连接应符合下列规定：

**1** 线缆的电气参数应符合设计要求；

**2** 电线必须采用导管敷设，电缆应根据敷设环境采用导管、电缆桥架等方式敷设；电源线和控制线应单独布线；

**3** 电源线的相线、零线和保护接地线应采用不同颜色；

**4** 当电源线导管与供暖水管同层敷设时，电源线宜敷设在供暖水管的下面，且不应与供暖水管平行敷设。电源线与供暖水管相交处不应有接头；

**5**  除现行国家标准允许的插座连接外，所有线路导体两端均应直接固定在设备相应的接线端子上，接线端连接应可靠。

**9.7.3**  系统配电柜（箱）、控制装置、传感器等电气设备和仪器仪表的安装应符合下列规定：

**1** 符合产品和设计要求；

**2** 安装应牢固可靠，且不应安装在水管接头的下方；室外或潮湿场所安装时，其接线口或接线盒应有防雨防潮措施；

**3** 配电柜（箱）落地安装时，其底座应高出地坪不小于200mm，底座周围应采取封闭措施；

4 控制装置墙上安装时，安装件必须能承受设备的重量及使用、维修时附加的外力；

**5** 传感器应安装在能准确反映被检测量数据信息的位置，不应布置在阳光直射处和靠近风口处。室外温度、湿度传感器宜采用气象测量用室外安装箱。

# 10 调试与验收

## 10. 1 一般规定

**10. 1. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统应制定调试和试运行方案，在调试和试运行合格，并验收后交付使用。

【条文说明】在分布式空气源热泵集中供热系统未经调试与试运行过程之前，应严格限制随意启动运行，避免对系统造成损坏。调试与试运行是一个发现问题并解决问题的过程，分布式空气源热泵集中供热系统不经调试直接使用，轻则导致系统的水力工况和热力工况达不到设计要求从而使得应用效果不佳，重则导致系统内各设备如机组、水泵和风机等损坏。

**10. 1. 2** 验收应按本规程附录B要求填写有关内容，形成相应的验收记录。

## 10. 2 调试

**10. 2. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统的调试和试运行，应在施工完毕后，且具备正常供热和供电的条件下进行。

**10. 2. 2** 分布式空气源热泵集中供热系统的调试和试运行包括水压试验、冲洗试验、系统设备单机试运行、水系统等的调试和试运行、系统联合调试和试运行。

【条文说明】本条文对分布式空气源热泵集中供热系统的调试和试运行过程中必要的检测和调试项目进行界定，以满足工程追溯检查和验收的需要，同时也是系统安装过程的定性检查的需要以及工程交付使用性能的检验。分布式空气源热泵集中供热系统的调试过程应严格按照水压试验——冲洗试验——设备单机试运行——水系统和风系统的试运行调试——系统联合试运行调试的步骤进行。

**10. 2. 3** 冲洗试验应符合下列规定：

**1** 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；

**2** 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；

**3** 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。

【条文说明】管道冲洗的目的是为了清除管道在生产以及安装过程中产生的灰尘、焊渣等杂质，使之排出管道，避免在系统投入使用后由于这些外部因素而出现问题。冲洗时应保证有一定流速及压力，流速过大，不容易观察水质情况，流速过小，冲洗无力，管道内冲洗流速不应小于介质工作流速，冲洗水排出时应具备排放条件，当排出水与冲洗水色度和透明度相同且无明显杂质存在时即视为合格。严禁以水压试验过程中的放水代替管道冲洗。

**10. 2. 4** 空气源热泵机组应进行单机试运行，单机试运行应满足设备技术文件的有关规定，做好试运行前的准备工作，试运行期间应详细记录机组的相关运行状态参数。

【条文说明】本条主要是为了确保空气源热泵机组的安全性。空气源热泵机组单机试运行前应做好下列准备工作：

**1** 对出厂未充注制冷剂的空气源热泵机组，应按设备技术文件的规定充注制冷剂；

**2** 系统中各安全保护继电器、安全装置应经整定，其整定值应符合设备技术文件的规定，其动作应灵敏可靠；

**3** 根据设备技术文件的规定，开启或关闭系统中相应的阀门；

**4** 水系统应运行畅通，满足运行要求；

**5** 根据设备技术文件的规定进行压缩机预热。

程序上的错误和检测数据的异常在机组启动时就可能造成机组的损坏，因而在机组启动前要按照要求进行检查和各项测试工作并记录，发现异常必须立即停止，排除异常和故障，重新启动。在机组试运行的过程中，应详细记录各类状态参数，观察机组的运行状态，并填写相关记录表。

**10. 2. 5** 水泵应进行单机试运行。

【条文说明】对于水泵，主要是检查电机的安全保障、水泵的性能及确保水泵安全运行的状态。应保证在水泵充水和转动方向正确的条件下进行，连续运行观察其性能状态的稳定性、各转动部件的异常振动和声响，异常的振动和声响将是设备故障的先兆。

**10. 2. 6** 分布式空气源热泵集中供暖系统联合调试和试运行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** 水系统供、回水温差检测值不应小于设计温差的80％，测试流量与设计流量的偏差不应大于10%；

**3** 耗电输热比应符合设计要求；

**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中的有关规定。

【条文说明】

**2** 国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 第 4.3.9 条规定热水系统设计供回水温差为5℃，检测工况为空气源热泵机组达到 80％负荷，热水流量保持不变，则热水供回水温差应达到 4℃以上，避免出现小温差大流量不节能的现象。

**4** 辐射供暖表面平均温度可参照行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 中 3.1.3 条的规定。

**10. 2. 7** 空气源热泵集中热水供应系统调试正常后，应对系统做不少于3d的连续试运行，设备应运行正常，系统的联动协调应正常，并应记录系统的产水量、热水温度等主要指标。

## 10. 3 竣工验收

**10. 3. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统安装完毕后应进行竣工验收，竣工验收应符合设计要求，并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、《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411和《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28的规定。

**10. 3. 2** 竣工验收资料应包括附录B规定的验收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、仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告；

**3** 隐蔽工程验收记录；

**4** 设备和管道的安装和检验记录；

**5** 水系统冲洗和试压试验记录；

**6** 设备单机试运行记录；

**7** 系统调试与试运行记录；

**8** 工程质量验收记录。

**10. 3. 3** 竣工验收合格后，建设单位应组织设计、施工单位对使用方进行必要的交底或使用培训。

【条文说明】由分布式空气源热泵集中供热工程施工单位对使用方进行交底和使用培训，有助于使用方全面了解系统特点，从而在实际使用中发挥出系统最佳的应用效果。此外，工程竣工验收后，应进行系统运行的整体调适，并宜在一年后进行工程验收。

# 11 运行与维护

## 11. 1 一般规定

**11. 1. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统正式运行前，安装调试人员应结合随机说明书及现场设备向使用方做交底说明。

**11. 1. 2** 分布式空气源热泵集中供热系统运行应具有运行与维护的规章制度及日常运行的记录文件。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供热系统一般具备多空气源热泵机组并联的特性，水泵和机组较多，需要制定运行管理与维护的规章制度。实际运行中，系统大部分时间处于部分负荷运行状态，多台空气源热泵和水泵存在多种匹配选择，为满足实际运行能效比的要求，需降低耗电输热比，因此节能运行的规章制度一般基于降低耗电输热比的方法。记录文件对分析设备运行的正常与否及判定是否节能至关重要，因此，为保证系统正常运行，应做好定期巡查。

**11. 1. 3** 分布式空气源热泵集中供热系统的调适和检修应由专业人员进行。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供热系统专业性比较强，当需要调适或出现异常时，需由专业人员进行调适或维修。

**11. 1. 4** 分布式空气源热泵集中供热系统冬季不使用或检修时，应采取防冻措施。不运行季节应进行满水保养，定期检查是否满水。

【条文说明】分布式空气源热泵集中供热系统冬季不运行或检修时，需考虑到防冻措施。冬季短期不运行时，可启动防冻模式，长期不运行时，需泄水或充注防冻液。夏季及过渡季节不运行时，应满水保养，避免空气进入水管道，加剧腐蚀。

**11. 1. 5** 分布式空气源热泵集中供热系统运行时，热源设备在周围环境的噪声应满足现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096的规定，当超过时应对热源设备采取有效的降低或隔离噪声措施。

**11. 1. 6** 电气与控制系统的运行维护应符合现行国家标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022第10章的有关规定。

**11. 1. 7** 辐射供暖敷设加热管的部位应对用户有明显提示，防止损坏加热管。

## 11. 2 系统运行

**11. 2. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统运行前，应对系统进行试运行，确保系统安全正常运行。

**11. 2. 2** 分布式空气源热泵集中供热系统运行时，空气源热泵机组、水泵和换热器等管路连接口应确保无渗漏。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. 3** 分布式空气源热泵集中供热系统运行时，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. 4** 分布式空气源热泵集中供热系统运行期间，融霜水和冷凝水应排放合理。

**11. 2. 5** 分布式空气源热泵集中供暖系统供暖期运行时宜采用自动化调节，并应符合下列规定：

**1** 应采用热源站处集中调节、建筑热力入口的局部调节和末端设备单独调节相结合的联合调节方式；

**2** 热源站宜采用等供回水温差的质量调节-质调节-间歇调节的分阶段调节方式；

**3** 水泵宜变频运行。

【条文说明】

在热源站进行的集中调节是满足供暖质量要求、保证热泵设备经济合理运行的必要手段。集中调节是粗略的调节，只能满足热负荷的共性要求。在单栋建筑热力入口的局部调节可根据单一负荷的需求进行较为精确的供暖调节。在末端设备处的单独调节是满足用户要求的供热品质的最终调节。上述几种调节方式是相互依存、相互补充的，联合采用才能实现高质量供暖。

分布式空气源热泵集中供暖系统的调节研究表明：不同调节方式对机组的耗电量影响较小，而会对水泵的耗电量产生重要影响。不同调节方式时机组的耗电量最大相差0.45%，而水泵可以节能80.97%~86.46%。综合考虑机组和水泵耗功，等供回水温差的质量调节-质调节-间歇调节的分阶段调节方式最节能。

**11. 2. 6** 分布式空气源热泵集中供暖系统供暖室外临界温度不应低于5℃。供暖室外临界温度采用8℃时，应根据增加天数内的室外平均温度和供暖期天数增幅进行技术经济评价。

【条文说明】传统集中供暖一般在临界温度5℃时供暖，但相关调查也表明，供暖开始前与供暖结束后的两个阶段内分别有47.5%和 47.1%的受试者希望室温升高，维持更好的室内舒适性。我国部分地区也通过行政手段要求供热企业提前供暖、延后停暖满足人民对美好生活的需要。2020-2021年供暖期，纳入监测的76个城市中有64个延长供暖，平均延长14天，其中60个城市提前、45个延后，天津市更是已经连续6年提前启动集中供暖。在临界温度8℃时开启供暖，可提高室内热舒适性。为此，《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736中分别给出了主要城市临界温度为5℃和8℃供暖的起止日期、天数、相对湿度等参数，便于设计人员选用。但是否采用8℃供暖的主要影响因素是经济性，8℃供暖比5℃供暖延长供暖期天数，会给供热企业或用户带来一定的经济负担。随着供暖热源的小型化和灵活性增加，分布式空气源热泵集中供暖系统的发展，对经济性较好的用户实施8℃供暖有较大的吸引力。

但与传统化石能源供暖的热源出力稳定不同，空气源热泵在实际应用的过程中，供暖系统性能受到室外环境温度、结霜程度、应用规模等众多因素的影响。分布式空气源热泵集中供暖系统8℃供暖和5℃供暖的对比研究表明：

（1）5℃供暖模式下，供暖室外平均温度对空气源热泵机组耗电量影响最大，当供暖室外平均温度相差不大时，供暖期内的平均相对湿度越大，结除霜能量损失越大，机组耗电量越大。

（2）从空气源热泵能耗增幅来看，8℃供暖模式的能耗增幅主要取决于增加天数内的室外平均温度和供暖期天数增幅，几乎不受相对湿度的影响。其中，供暖期天数增幅对8℃供暖模式的能耗增幅影响最大，供暖期天数增幅越大，能耗增幅越大，但耗电量增幅小于天数增幅。

（3）采用8℃供暖模式时，当供暖增加天数百分率在20%以下时，耗电量增加百分率在10%以下，一般比供暖增加天数百分率低6%-11%；当供暖增加天数百分率为20%-30%之间时，空气源热泵耗电量增加百分率在11%-20%之间，对空气源热泵系统的运行经济性产生明显影响。

## 11. 3 系统维护

**11. 3. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统的主要设备应定期进行维护保养，并应有记录。

【条文说明】空气源热泵机组的主要运行与维护保养应包括下列内容:

（1）检查机组的整体运行情况，检查制冷系统压力，检查并确认制冷剂外部管路接头及阀门处无泄漏:

（2）检查并确认机组的电源和电气系统接线应牢固，电气元器件应无异常动作;

（3）检查并确认机组空气侧换热器及进风通道未被杂物堵塞，并根据需要对换热器及进风通道进行清洗或清理。

贮热水箱(罐)的日常运行与维护保养应包括下列内容:

（1）检查贮热水箱(罐)的密封性及保温层，发现破损时，应立即修补并做好防冻保温措施;

（2）检查贮热水箱(罐)的补水阀、安全阀、液位控制器和排水装置:

（3）检查并确认无异物进入贮热水箱(罐);

（4）对水箱(罐)进行清洗并清除贮热水箱(罐)内的水垢。

管道的日常运行与维护保养应包括下列内容:

（1）检查并确认管道保温层和表面防潮层无破损或脱落;

（2）检查并确认管道保持通畅，避免进入空气造成气堵；

（3）检查并确认管道接头无渗漏、排气装置工作应正常。

阀门的日常运行与维护保养应符合下列规定:

（1）手动阀门应定期转动手轮或手柄;

（2）自动阀门应定期检查，确保正常工作;

（3）电动阀门应定期对阀体、电控元器件及线路进行维护。

水泵的运行与维护保养应符合下列规定:

（1）水泵应固定良好，电机不得有过高的温升，轴封处、管接头处均应无漏水现象，并应无异常噪声、振动、松动和异味，压力表指示应正常且稳定，无剧烈抖动;

（2）当发现漏水时，应立即压紧或更换机械密封;应每年对水泵进行一次解体检修，内容应包括清洗和检查;

（3）应每年对没有进行保温处理的水泵泵体表面进行一次防腐作业。

温度传感器的运行与维护保养应符合下列规定:

（1）热电阻不应受到强烈的外部冲击;

（2）热电阻套管应密封良好；

（3）热电阻引出线与传感器连接线的连接不应松动、腐蚀。

控制系统的运行与维护保养应符合下列规定:

（1）仪表指示或显示应正确，误差应控制在允许范围内；

（2）执行元件的运行应正常:

（3）供电电源的电压及电流应满足系统要求;

（4）控制系统应正确输入设定值。

辅助加热系统的运行与维护保养应符合下列规定：

（1）配线配管应接线正确，接地线应可靠连接；

（2）进出水口、止回阀及安全阀应安装正确并运行正常。

**11. 3. 2** 系统运转出现异响和振动应及时维修，室外换热器应定期清洗；并保持机组环境清洁。

【条文说明】室外换热器的清洗方法：

（1）切断空气源热泵机组的电源；

（2）用高压水或高压气体进行冲洗。冲洗时，注意房子水压或气压过大导致冲倒翅片，并避免水流直接冲击到电气元器件；

（3）清洗结束后如果看到翅片原色或者顺翅片流下的水全是清水时为达到清洗要求。

**11. 3. 3** 管路系统应维护阀门正常工作，正常排气、补水和泄水；应定期清洗过滤器。

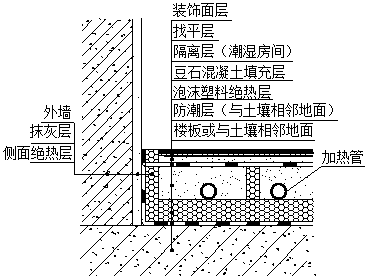
**11. 3. 4** 供暖前应对末端设备及连接部位进行严密性检修。

**11. 3. 5** 系统维修应有完整记录和维修档案。

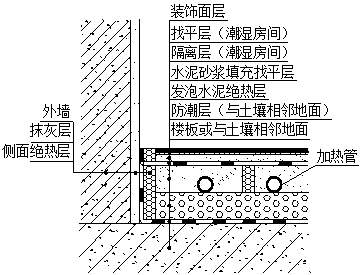
# 附录A 供暖末端设计选型

## A. 1 典型供暖地面构造示意

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

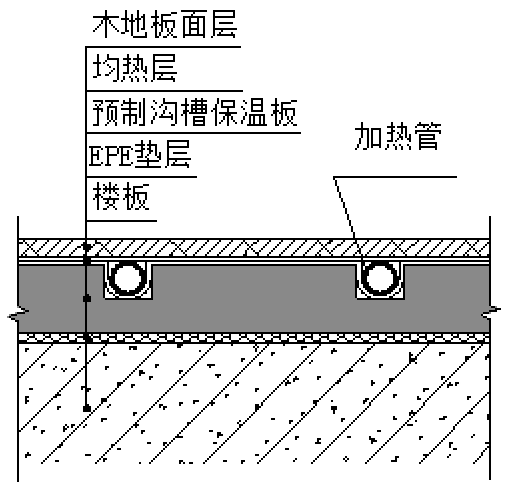


图A.1.1-1 采用泡沫塑料绝热层的混凝土填充式热水供暖地面构造

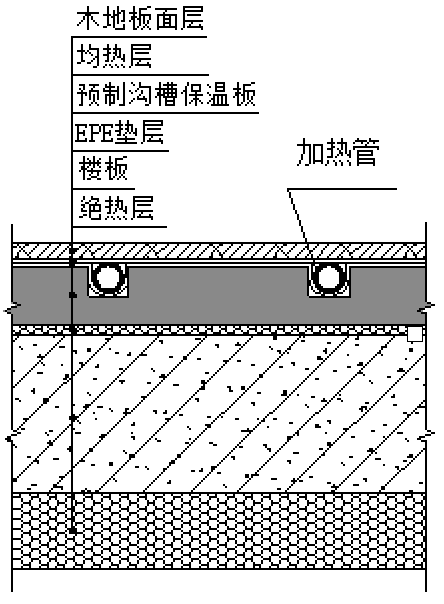


图A.1.1-2 采用发泡水泥绝热层的混凝土填充式热水供暖地面构造

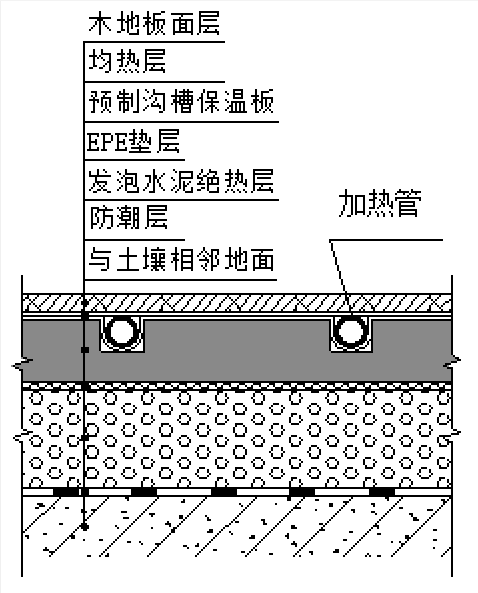
**A. 1. 2** 预制沟槽保温板供暖地面构造可按图A.1.2-1～图A.1.2-4设置。



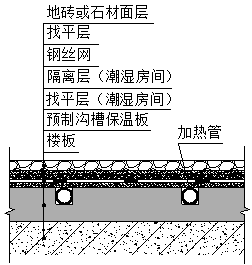
图A.1.2-1 采用发泡水泥绝热层的预制沟槽保温板地面构造



图A.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

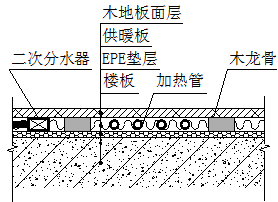


图A.1.2-3 与土壤相邻、木地板面层的预制沟槽保温板供暖地面构造

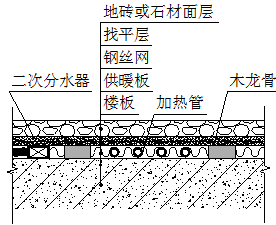


图A.1.2-4 与供暖房间相邻、地砖或石材面层预制沟槽保温板热水供暖地面构造

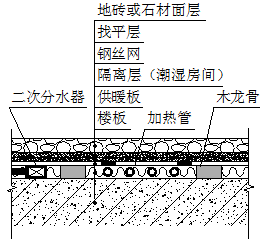
**A. 1. 3**  预制轻薄供暖板供暖地面构造可按图A.1.3-1～图A.1.3-5设置。



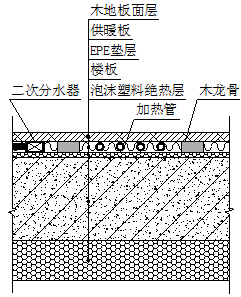
图A.1.3-1 与供暖房间相邻、木地板面层的预制轻薄供暖板地面构造



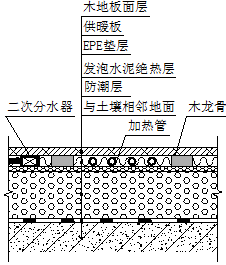
图A.1.3-2 与供暖房间相邻、地砖或石材面层的预制轻薄供暖板地面构造



图A.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A.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A.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

## A. 2 供暖地面单位面积散热量

**A. 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20 mm、导热系数0.38 W/（m·K）、填充层厚度为50 mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为0.041 W/（m·K）、厚度20 mm时，单位地面面积的散热量可按表A.2.1-1～A.2.1-4取值。

表A.2.1-1 面层为水泥、石材或陶瓷热阻R=0.02（m2·K/W），单位地面面积的散热量（W/m2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 平均  水温  （℃） | 室内  空气  温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 500 | | 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A.2.1-2 面层为塑料类材料热阻R=0.075（m2·K/W），单位地面面积的散热量（W/ m2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 平均  水温  （℃） | 室内  空气  温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 500 | | 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A.2.1-3 面层为塑料类材料热阻R=0.1（m2·K/W），单位地面面积的散热量（W/ m2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 平均  水温  （℃） | 室内  空气  温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 500 | | 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A.2.1-4 面层为塑料类材料热阻R=0.15（m2·K/W），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 | | 400 | | 300 | | 300 | | 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 |

**A. 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A.2.2-1～A.2.2-3取值。

表A.2.2-1 面层为地砖或石材（热阻R=0.02（m2·K/W））和30 mm厚水泥砂浆找平层（导热系数*λ*=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 | | 300 | |
| 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A.2.2-2 面层为地砖或石材（热阻R=0.075（m2·K/W））和30mm厚水泥砂浆找平层（导热系数*λ*=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 | | 300 | |
| 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A.2.2-3 面层为地砖或石材（热阻R=0.1（m2·K/W））和30mm厚水泥砂浆找平层（导热系数*λ*=0.93W/（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 | 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 |

**A. 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50 mm间距敷设，预制填充板（15 mm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15 mm厚水泥砂浆填充层，单位地面面积的散热量可按表A.2.3取值。

表A.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*=0.02m2·K/W | | 塑料类面层  *R*=0.075m2·K/W | | 木地板面层  *R*=0.1m2·K/W | | 铺地毯面层  *R*=0.15m2·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 |

## A. 3 散热器散热量

**A. 3. 1** 散热器散热量见表A.3.1。

表A.3.1 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  GC2/2-500 | 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。  注2：表中各类型散热器均为中心距500 mm；钢制柱型（椭圆管50 mm×25 mm）、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1000 mm的散热量。 | | | | | | | |

## A. 4 散热器数量修正方法

**A. 4. 1** 以散热器作为空气源热泵系统供暖末端时，需要对散热器散热片数*n*进行过余温度修正，如下式所示：

 (A.4.1)

式中：*npump* ——空气源热泵用供暖散热器选择片数（或者m）；

*n*——散热器片数（或者m），应符合本规程A.4.2；

*β*5——散热器不同过余温度下的片数修正系数按表A.4.1选取。

表A.4.1 散热器不同过余温度下的片数修正系数*β*5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 过余温度/℃ | 44.5 | 40.5 | 36.5 | 32.5 | 28.5 | 24.5 | 20.5 | 16.5 |
| 辐射型 | 1.00 | 1.13 | 1.29 | 1.50 | 1.78 | 2.15 | 2.71 | 3.57 |
| 自然对流型 | 1.00 | 1.13 | 1.31 | 1.53 | 1.82 | 2.24 | 2.85 | 3.82 |
| 强制对流型 | 1.00 | 1.10 | 1.23 | 1.38 | 1.58 | 1.85 | 2.23 | 2.78 |
| 注1：过余温度定义为散热器的进出水算术平均温度与室内空气温度的差值。根据现行国家标准《供暖散热器散热量测定方法》GB/T 13754，标准过余温度为44.5℃。  注2：上表中未列入的不同过余温度下的片数修正系数，可根据实际的过余温度采用线性插值法计算得到。 | | | | | | | | |

**A. 4. 2** 供暖房间所需散热器的片数（或者m）的计算方法如下式所示：

 (A.4.2)

式中，*n*——供暖房间所需散热器的片数（或者m）；

*Q*——供暖房间的热负荷（W）；

*qtest* ——散热器标准工况下的单位散热量（W/片或者W/m），通过实验室在标准测试工况下测试得出；

*β*1 ——散热器组装片数（或安装长度）修正系数，应符合表A.4.2-1的规定；

*β*2 ——散热器支管连接方式修正系数，应符合表 A.4.2-2的规定；

*β*3 ——散热器安装形式修正系数，应符合表 A.4.2-3的规定；

*β*4 ——散热器的流量修正系数，柱形、柱翼型推荐值为0.95。

图A.4.2-1 散热器组装片数（或安装长度）修正系数*β*1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 散热器形式 | 组装式 | | | | 整体式 | | |
| 每组片数或者长度 | ＜6 片 | 6～10 片 | 11～20 片 | ＞20 片 | ≤600mm | 800mm | ≥1000mm |
| *β*1 | 0.95 | 1 | 1.05 | 1.1 | 0.95 | 0.92 | 1.00 |

图A.4.2-2 散热器支管连接方式修正系数*β*2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| 各类柱型 | 1.0 | 1.009 | — | — | — |
| 铜铝复合  柱翼型 | 1.0 | 0.96 | 1.01 | 1.14 | 1.08 |
| 连接方式 |  |  |  |  |  |
| 各类柱型 | 1.251 | — | 1.39 | 1.39 |  |
| 铜铝复合  柱翼型 | 1.10 | 1.38 | 1.39 | — |  |

图A.4.2-3 散热器安装形式修正系数*β*3

|  |  |
| --- | --- |
| 安装方式 | *β*3 |
| 安装在墙体的凹槽内（半暗装），上部距离窗台或墙体约为100mm | 1.06 |
| 明装，但是散热器上部有遮挡，散热器距离上部遮挡物的距离为150mm | 1.02 |
| 暗装，上部敞开，下部距离地面150mm | 0.95 |
| 暗装，上下部敞开，开口高度为150mm | 1.04 |

## A. 5 风机盘管供热额定值

**A. 5. 1** 风机盘管供热额定值见表A.5.1。

表A.5.1 风机盘管供热额定值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 规格 | 额定风量  (m3/h) | 额定供热量（W） | | |
| 供水温度60℃ | 供水温度45℃ | 供水温度41℃ |
| FP-34 | 340 | 2700 | 1800 | 1550 |
| FP-51 | 510 | 4050 | 2700 | 2300 |
| FP-68 | 680 | 5400 | 3600 | 3050 |
| FP-85 | 850 | 6750 | 4500 | 3800 |
| FP-102 | 1020 | 8100 | 5400 | 4600 |
| FP-119 | 1190 | 9450 | 6300 | 5350 |
| FP-136 | 1360 | 10800 | 7200 | 6100 |
| FP-170 | 1700 | 13500 | 9000 | 7650 |
| FP-204 | 2040 | 16200 | 10800 | 9150 |
| 注：表中为两管制的额定供热量。 | | | | |

# 附录B 验收表格

**B. 0. 1** 分布式空气源热泵集中供热系统的安装竣工验收记录应按表B.0.1的规定填写。

表B.0.1 分布式空气源热泵集中供热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 |  |
| 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 | 热源站系统 | 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 | |  |  |
|  | 加热系统和辅助能源 | |  |  |
| 6 | 融霜水系统 | |  |  |
| 7 | 热水系统 | 储热水箱 | |  |  |
| 8 | 配套设备、管材及配件验收 | |  |  |
| 9 | 水泵、膨胀罐等配套设备安装 | |  |  |
| 10 | 管道（包括柔性接管）连接 | |  |  |
| 11 | 管道（包括柔性接管）安装 | |  |  |
| 12 | 管道支吊架 | |  |  |
| 13 | 检修阀、自控阀、安全阀、放气阀、排水阀、减压阀等的安装 | |  |  |
| 14 | 过滤器等其他部件的安装 | |  |  |
| 15 | 系统的冲洗排污 | |  |  |
| 16 | 隐蔽管道的验收 | |  |  |
| 17 | 系统的试压 | |  |  |
| 18 | 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 | | | |

**B. 0. 2** 分布式空气源热泵集中供热系统的电气与自控竣工验收记录应按表B.0.2的规定填写。

表B.0.2 分布式空气源热泵集中供热系统的电气与自控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 | |  |
| 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 | 防雷与接地检验 | |  |  | |
| 8 | 安全防护措施检验 | |  |  | |
| 9 | 电磁环境检验 | |  |  | |
| 10 | 低压电器交接试验和电气设备负载运行记录 | |  |  | |
| 11 | 自控工程 | 传感器、控制器等器件验证与安装 | |  |  | |
| 12 | 自控线路安装、敷设与接线 | |  |  | |
| 13 | 电气绝缘电阻测试 | |  |  | |
| 14 | 通信与信号传输检测 | |  |  | |
| 15 | 传感器信号精度测试 | |  |  | |
| 16 |  | 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 | | | |

# 用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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：

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：

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：

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，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《建筑给水排水设计标准》GB 50015

《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019

《城镇燃气设计规范》GB 50028

《建筑物防雷设计规范》GB 50057

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

《智能建筑设计标准》GB 50314

《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736

《建筑电气工程电磁兼容技术规范》GB 51204

《民用建筑电气设计标准》GB 51348

《燃气工程项目规范》GB 55009

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015

《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020

《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024

《声环境质量标准》GB 3096

《生活饮用水卫生标准》GB 5749

《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219

《电磁兼容 环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平》GB 18039.3

《风机盘管机组》GB/T 19232

《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362

《低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.1

《商业或工业用机类似用途的热泵热水系统设计、安装、验收规范》GB/T 41703

《城镇供热管网工程施工及验收规范》CJJ 28

《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34

《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81

《生活热水水质标准》CJ/T 521

《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142

《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564

《空气源热泵热水系统技术规程》T/CECS 985

**中国工程建设标准化协会标准**

**分布式空气源热泵集中供热系统技术规程**

T/CECS XXX—2023

条 文 说 明