

四川省工程建设地方标准

DBJ51/XXXX-202X

P

备案号: JXXXX-202X

四川省空气源热泵工程技术标准

Technical standard of air source heat pump in Sichuan Province

(征求意见稿)

202X-XX月-XX日 发布

202X-XX月-XX日 实施

四川省住房和城乡建设厅 发布

四川省工程建设地方标准

四川省空气源热泵工程技术标准

Technical standard of air source heat pump in Sichuan Province
(征求意见稿)

DBJ51/XXXX-202X

主编部门：中国建筑西南设计研究院有限公司

批准部门：四川省住房和城乡建设厅

施行日期：202x 年 x 月 x 日

202x 成都

前 言

本标准根据四川省住房和城乡建设厅《关于下达 2022 年四川省工程建设地方标准制定修订计划（第二批）的通知（川建标函[2022]2978 号）的要求，由中国建筑西南设计研究院有限公司会同有关单位共同编制完成。

本标准共分 10 章和 4 个附录，主要内容包括：总则、术语、供暖与空调系统设计、生活热水系统设计、蒸汽系统设计、电气与控制、噪声控制、施工安装、调试与验收、运行与维护等。

本标准由四川省住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑西南设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑西南设计研究院有限公司（地址：成都市天府新区湖畔路北段 1071 号；邮编：610299 电话：028-81534986 邮箱：zhongjiankeji2022@outlook.com）

主编单位：中国建筑西南设计研究院有限公司

参编单位：

参加单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则.....	4
2 术语.....	5
3 供暖与空调系统设计.....	9
3.1 一般规定	9
3.2 负荷计算	10
3.3 空气源热泵机组选型与设计	10
3.4 输配系统	19
3.5 末端设计	21
4 生活热水系统设计.....	25
4.1 一般规定	25
4.2 用水定额、水温和水质	25
4.3 系统选择及设计	26
4.4 辅助热源	30
4.5 贮热水箱（罐）	31
4.6 输配系统及管路、附件	32
5 蒸汽系统设计.....	34
5.1 一般规定	34
5.2 蒸汽系统供热	34
5.3 负荷计算	35
5.4 热泵机组选型计算	35
5.5 输配系统	36
6 电气与控制设计.....	38
6.1 一般规定	38
6.2 配电设计	38
6.3 控制系统及计量	39
7 噪声控制.....	41
7.1 一般规定	41
7.2 设备噪声控制	41

7.3 隔声降噪设计	42
7.4 隔振降噪设计	43
8 施工安装(陈、李宏洋).....	46
8.1 一般规定	46
8.2 施工准备	47
8.3 安 装	47
9 调试及验收.....	52
9.1 一般规定	52
9.2 系统调试	54
9.3 竣工验收	58
10 运行与维护.....	60
10.1 一般规定	60
10.2 系统运行	61
10.3 系统维护	63
附录 A 空气源热泵除霜修正系数.....	67
附录 B 防冻液水力计算修正方法.....	68
附录 C 用热需求调研表.....	77
附录 D 工程质量检验表.....	78
本规范用词说明.....	84
引用标准名录.....	85

Contents

<u>1 General Provisions</u>	4
<u>2 Terms</u>	5
<u>3 Design of Heating and Air Conditioning</u>	9
<u>3.1 General Requirements</u>	9
<u>3.2 Load Calculation</u>	10
<u>3.3 Selection and Design of Air Source Heat Pump</u>	10
<u>3.4 Delivery System</u>	19
<u>3.5 Terminal Design</u>	21
<u>4 Design of Domestic Hot Water System</u>	25
<u>4.1 General Requirements</u>	25
<u>4.2 Water Consumption Quota, Water Temperature and Quality</u>	25
<u>4.3 Selection and Design of System</u>	26
<u>4.4 Auxiliary Heating Equipment</u>	30
<u>4.5 Heat Storage Water Tank</u>	31
<u>4.6 Delivery System, Pipeline and Accessories</u>	32
<u>5 Design of Steam System</u>	34
<u>5.1 General Requirements</u>	34
<u>5.2 Steam System for Heating</u>	34
<u>5.3 Load Calculation</u>	35
<u>5.4 Calculation and Selection of Heat Pump Unit</u>	35
<u>5.5 Delivery System</u>	36
<u>6 Electrical and Control</u>	38
<u>6.1 General Requirements</u>	38
<u>6.2 Power Distribution System</u>	38
<u>6.3 Control System and Metering</u>	39
<u>7 Noise Control</u>	41
<u>7.1 General Requirements</u>	41
<u>7.2 Noise Control of Equipment</u>	41
<u>7.3 Design of Sound Insulation and Noise Reduction</u>	42
<u>7.4 Design of Vibration Isolation and Noise Reduction</u>	43
<u>8 Construction and Installation</u>	46

8.1 General Requirements.....	46
8.2 Construction Preparation	47
8.3 Installation.....	47
9 Debugging and Acceptance.....	52
9.1 General Requirements.....	52
9.2 System Debugging	54
9.3 Final Acceptance	58
10 Operation and Maintenance	60
10.1 General Requirements.....	60
10.2 System Operation.....	61
10.3 System Maintenance	63
Appendix A Defrosting Correction Coefficient of Air Source Heat Pump	67
Appendix B Correction Method for Hydraulic Calculation of Antifreeze	68
Appendix C Research Table of Heat Demand	77
Appendix D Inspection Table of Engineering Quality.....	78
Explanation of Wording in This Standard.....	84
List of Quoted Standards	85

1 总则

1.0.1 为贯彻执行国家及地方的相关法律法规和方针政策,规范空气源热泵系统的设计、施工、调试、验收及运行维护等环节,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,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于四川省新建、改建、扩建等民用建筑工程中空气源热泵系统的设计、施工、验收、维护和管理。

1.0.3 本标准不适用于多联式空调(热泵)机组、房间空气调节器等氟系统直接供暖/供冷的机组。

1.0.4 空气源热泵系统除应符合本标准规定外,尚应符合国家、行业和四川省现行有关规范和标准的规定。

2 术语

2.0.1 户用空气源热泵(冷水)机组 **air source heat pump (water chilling) unit for household application**

分散设置,服务于单独用户,单台名义制热量不大于 35 kW 的低环境温度空气源热泵(冷水)机组或单台名义制冷量不大于 50kW 的非低环境温度空气源热泵(冷水)机组。

2.0.2 商用空气源热泵(冷水)机组 **air source heat pump (water chilling) unit for commercial application**

集中设置,服务于多个用户或大型主体,单台名义制热量大于 35kW 的低环境温度空气源热泵(冷水)机组或单台名义制冷量大于 50kW 的非低环境温度空气源热泵(冷水)机组。

2.0.3 低环境温度空气源热泵(冷水)机组 **low ambient temperature air source heat pump (water chilling) unit**

以空气为热(冷)源,采用电动机驱动的蒸气压缩制冷循环,可在不低于-25℃的环境温度里制取热(冷)水的机组。

2.0.4 非低环境温度空气源热泵(冷水)机组 **non-low ambient temperature air source heat pump (water chilling) unit**

以空气为热(冷)源,采用电动机驱动的蒸气压缩制冷循环,可在不低于-15℃的环境温度里制取热(冷)水的机组。

2.0.5 户用整体式空气源热泵机组 **integrated air source heat pump unit for household application**

压缩机、蒸发器、冷凝器、水力模块等主要零部件在同一箱体内的空气源热泵机组。

2.0.6 户用分体式空气源热泵机组 **split air source heat pump unit for household application**

压缩机、蒸发器、冷凝器、水力模块等主要零部件不在同一箱体内的空气源热泵机组。

2.0.7 高原型空气源热泵机组 **air source heat pump unit for plateau**

高原型空气源热泵机组除应符合常规型产品标准的规定外,机组配置电机、电子产品及配电线路等还应符合国家标准《特殊环境条件 高原电工电子产品 第

1 部分：通用技术要求》GB/T 20626.1 要求，确保机组在高原特殊环境下运行安全可靠。室外换热器换热面积及风机风量针对海拔高度相应增加，防止低气压环境下的机组性能严重衰减。

2.0.8 空气源热泵热水系统 air-source heat pump hot water system

将空气中的热量转移到被加热的水中以加热水的系统装置。通常包括热泵机组、贮热水箱（罐）、泵、连接管路、支架、控制系统和配合使用的辅助热源。

2.0.9 空气源热泵热水机组 air-source heat pump hot water unit

采用电动机或燃气机等驱动，利用工质汽化冷凝压缩循环，将低位热能（空气中的热量）转移到被加热的水中用以制取热水的设备。

2.0.10 一次加热式热泵热水机组 one-time heating heat pump hot water unit

被加热水一次流过热泵热水机组后，即可达到设定终止温度的非循环热水制取设备。

2.0.11 循环加热式热泵热水机组 circulate heating heat pump hot water unit

被加热水通过循环水泵，多次流过热泵热水机组，逐渐达到设定终止温度的热水制取设备。

2.0.12 连续制热周期 continuous heating cycle

空气源热泵机组在制热运行模式下，从上一次制热开始（除霜结束）到本次除霜结束的一个完整的制热、除霜过程。

2.0.13 有效制热量 effective heat production

空气源热泵机组在一个连续制热周期内，实际为用户提供的累计制热量（该制热量应扣除除霜时从用户吸取的热量）。

2.0.14 性能系数 coefficient of performance

COP

在规定的标准工况条件下或机组特定的使用工况条件下，以相同单位表示的制冷（热）量与机组总消耗功率的比值。

2.0.15 制冷季节能效 seasonal energy efficiency ratio

SEER

在制冷季节中，机组从室内除去的热量总和与消耗的电量总和之比。

2.0.16 制热季节性能系数 heating seasonal performance factor

HSPF

在制热季节中，机组向室内送入的热量总和与消耗的电量总和之比。

2.0.17 全年性能系数 annual performance factor

APF

在包含一个相邻制冷季节和制热季节的年度中，机组制冷时从室内除去的热量及制热时向室内送入的热量的总和与消耗的电量总和之比。

2.0.18 逆循环除霜 reverse cycle defrosting

通过逆转制冷剂循环方向，使蒸发器与冷凝器功能互换实现除霜，除霜时反向从用户侧热水或室内空气吸取热量的除霜方式。

2.0.19 空气吸热除霜 air heat absorption defrosting

同一热泵系统，通过多组蒸发器之间形成逆卡诺循环除霜，除霜时从室外空气中吸取热量，不从用户侧热水或室内空气吸取热量的除霜方式。

2.0.20 平衡点温度 balance point temperature

对于确定的供暖项目和确定的空气源热泵机组选型，当室外环境干球温度处于某一点时，该项目热负荷与空气源热泵供热量相等，该干球温度即为平衡点温度。

2.0.21 经济平衡点温度 economic balance point temperature

对于确定的供暖项目，考虑空气源热泵机组、辅助热源的初投资和运行费用，以年计算费用最低为目标，计算得到的平衡点温度。

2.0.22 高温空气源热泵热水机 air source heat pump high temperature water unit

以空气作为低温热源制取 80℃以上热水的热泵机组。

2.0.23 微压蒸汽 micro pressure saturated steam

绝对压力 $\leq 0.4\text{MPa}$ ，温度 $\leq 140^\circ\text{C}$ 的饱和蒸汽。

2.0.24 空气源热泵蒸汽机 air source heat pump micro pressure saturated steam unit

以空气作为低温热源制取微压蒸汽的热泵机组。

2.0.25 闪蒸 flash evaporation

高温饱和水因压力下降导致沸点下降引致的部分蒸发现象。

2.0.26 纯水 pure water

通过反渗透等工艺制取的经过纯化的水。

2.0.27 额定供汽量 rated steam supply

在额定制热量下的系统供 120℃蒸汽时的供汽量，此时供汽量和补水量平衡。

2.0.28 最大供汽量 maximum steam supply

在额定工况下的系统供 120℃蒸汽的供汽量，此时系统无补水。

3 供暖与空调系统设计

3.1 一般规定

3.1.1 空气源热泵系统形式及机组类型应根据建筑气候分区、建筑类型、建筑规模、冷热负荷特点、使用功能等，经技术经济分析后确定。

【条文说明】四川省地理气候特征多样，多民族的生活习俗、建筑风格差异大，空气源热泵系统的形式及机组类型应根据项目具体情况需求合理选择。住宅可选择户用空气源热泵机组；川西高原地区应选择能适应高海拔、低环境温度的空气源热泵机组；夏热冬冷地区大型公共建筑宜选用冷水机组+空气源热泵的系统形式。

3.1.2 空气源热泵热水供暖系统的供/回水温度设计参数应根据末端容量及形式、系统设置、热泵机组技术条件及蓄热容量等因素，经技术经济比较后确定。

【条文说明】在一定的室外环境条件下，空气源热泵机组供应热水温度越低能效越高，同时制热温度范围越宽，在室外低温环境下，更容易达到供水温度。但需要同时考虑不同末端形式或者相同末端形式不同供回水温的可行性和经济性。如同样采用风机盘管降低供水温度时，为达到同样供热量需要增加换热面积，因此造价会增大；夏热冬冷地区采用地板辐射供暖时，夏季可能需要设置单独一套制冷末端，导致与风机盘管系统相比，增加造价。因此具体设计时，需要对不同气候区，综合以上因素，进行技术经济分析后确定。

3.1.3 对于同时供冷、供暖的建筑，宜选用热回收式空气源热泵机组，对于仅有供暖需求的工程，宜选用单热型空气源热泵机组。

【条文说明】在《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012第 8.3.1 条第 4 款基础上补充修改。带有热回收功能的空气源热泵机组可以把原来排放到大气中的热量加以回收利用，提高了能源利用效率，因此对于有同时供冷、供热需求的建筑宜优先采用。常规的空气源热泵机组是双工况设计，制热工况下的性能系数低于单热型空气源热泵机组，因此，在采用空气源热泵机组仅作为供暖系统热源时，宜优先选用性能系数较高的单热型空气源热泵机组，提高设备能效，节约能耗。

3.1.4 空气源热泵供暖系统的输配系统可能存在冻结情况时，应对空气源热泵供

暖系统采取防冻措施，载热工质宜采用无毒、弱腐蚀性的防冻液。

【条文说明】在《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 第 3.0.5 条基础上细化。采用防冻液必须符合卫生要求，保证对人体健康无害，且不能对供暖系统设备及管道造成腐蚀，导致系统泄露。

3.2 负荷计算

3.2.1 施工图设计阶段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 的相关规定，对建筑的冬季热负荷和夏季冷负荷进行计算。

【条文说明】冬季热负荷和夏季冷负荷的计算对冷热源设备、管道设计以及系统后期运行等至关重要，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 对供暖和空调负荷计算给出详细规定，因此，空气源热泵供暖与空调的系统设计也应符合上述标准规定。且应与四川省地方标准《四川省高寒地区民用建筑供暖通风设计标准》DBJ51/055、《四川省公共建筑节能设计标准》DBJ51/143、《四川省居住建筑节能设计标准》DB51/5027 等的规定保持一致。

3.2.2 采用辐射供暖供冷末端的热负荷和冷负荷计算除应符合 3.2.1 条规定外，尚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。

【条文说明】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 统一规定了供暖、供冷的室内设计参数，而采用辐射供暖供冷时，人体的舒适度受辐射影响较大。因此，辐射供暖室内设计温度可在上述标准基础上降低 2℃；辐射供冷室内设计温度可在上述标准基础上提高 0.5~1.5℃。具体内容应参照现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的有关规定。

3.3 空气源热泵机组选型与设计

3.3.1 商用空气源热泵（冷水）机组规格选型应符合下列规定：

1 夏热冬冷地区建筑采用空气源热泵机组搭配其他冷源系统共同承担夏季冷负荷时，空气源热泵与其他冷源系统承担夏季冷负荷的比例宜通过年计算费用最低为目标测算确定。

【条文说明】根据调研，夏热冬冷地区冷负荷往往大于热负荷，冷水机组夏季供冷运行时大部分时间处于低负荷率工况，部分设备处于闲置状态。空气源热

泵机组兼顾了冬季供暖和夏季制冷功能，可作为夏季调峰冷源，从而实现冷水机组减配；空气源热泵系统夏季供冷系统能效虽低于冷水机组，但由于调峰运行时长占制冷季总时长比例较低，因此对制冷季节能效 SEER 影响较小，因此夏热冬冷地区采用冷水机组搭配空气源热泵的冷热源形式具有较大优势，具体容量搭配可通过年计算费用最低为目标，进行寻优计算得到，年计算费用计算需综合考虑初投资与年运行费用。

例如，四川省的夏热冬冷地区，某大型公共建筑的夏季供冷负荷 100 W/m^2 ，冬季供暖热负荷为 40 W/m^2 ，且经过调研，制冷季 80%~90%时间负荷率低于 70%，按照热负荷 40 W/m^2 配置空气源热泵满足冬季供暖需求，并配置 70 W/m^2 的冷水机组满足 80%~90%时间的夏季供冷需求，剩下的 10%时间峰值冷负荷由冷水机组 (70 W/m^2) + 空气源热泵 (30 W/m^2) 联合供冷。相比于传统采用 40 W/m^2 燃气锅炉供暖 + 100 W/m^2 冷水机组供冷的系统形式，在初投资方面，二者设备的初投资基本相同，而燃气锅炉房的建设，使得燃气锅炉 + 冷水机组的系统形式的初投资增加；在运行成本方面，由于空气源热泵在夏季供冷时仅用于调峰，运行时间占比非常小，对夏季制冷运行成本影响不大。而冬季供暖采用空气源热泵比燃气锅炉节省 20% 运行成本，全年综合来看，可以节省运行成本约 20%。因此，四川省夏热冬冷地区的大型公共建筑采用 40 W/m^2 的空气源热泵 + 70 W/m^2 的冷水机组的系统模式，可以充分发挥冷机机组高能效供冷和空气源热泵高效供暖的特点，降低建筑暖通空调系统成本。

2 严寒和寒冷地区，当室外设计温度低于项目经济平衡点温度时，应设置辅助热源，并计算确定空气源热泵机组和辅助热源承担热负荷的比例。

【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，空气源热泵机组的制热量则与之相反，会逐渐减少。严寒和寒冷地区设计时如按照供暖（供冷）室外计算温度选择热泵，会造成机组容量过大，初投资过高；同时，经过调研供暖季大部分时间机组处于部分负荷运行，设备装机容量过大时，部分设备常年处于闲置状态造成资源浪费。为避免上述问题，设计宜按照经济平衡点温度选取热泵机组。室外温度高于经济平衡点温度时由热泵机组满足建筑热负荷需求，室外温度低于经济平衡点温度时热泵机组制热量不足部分由电加热等辅助加热设备提供。

经济平衡点温度计算参考《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018

附录 A。

3 空气源热泵集中供暖和集中供冷工程中机组台数和容量应符合下列规定：

- 1) 机组台数和容量的选择应能适应负荷季节变化规律，并使得机组长时间在较高效率下运行；
- 2) 机组台数不应少于两台；
- 3) 其中一台因故停止工作时，剩余冷热源设备的设计容量应符合业主保障供暖量或供冷量的要求。对于寒冷地区和严寒地区，剩余热源设备的总供暖量分别不应低于设计供暖量的 65%和 70%。
- 4) 计算空气源热泵系统容量时应在设计冷、热负荷的基础上附加管网冷、热损失。

【条文说明】热泵机组台数和容量的选择，应根据负荷大小及变化规律而定，单台设备容量大小应合理搭配，保证热泵机组长时间在较高效率下运行；

热泵设备台数不应少于两台，除可提高安全可靠外，也可达到经济运行的目的；

不同物业对供暖保障程度的要求不一，如：高档酒店，管理集团往往要求任何情况下供暖 100%保障。而高保障，意味着高投资，所以强调与物业管理方沟通，确定合理的保障量。考虑到川西高寒地区当供暖严重不足时有可能导致人员的身体健康受到影响或者室内出现冻结的情况，因此依据气象条件分别规定了不同的保证率。

4 多台热泵机组集中布置时，宜采用 CFD 模拟软件对机组的布置方案进行优化，模拟评估冷岛/热岛效应对机组进风温度的影响，根据模拟结果对热泵机组选型时采用的设计温度进行修正；

【条文说明】对于空气源热泵集中供暖供冷项目，通常多台热泵机组会集中摆放，供暖季多台机组同时制热运行，机组蒸发器形成的冷气流下沉，容易导致冷岛效应，造成机组有效制热量衰减。空调季多台机组同时制冷运行，机组冷凝器热空气容易短路回流，导致热岛效应，造成机组有效制冷量衰减。宜采用 CFD 模拟软件模拟冷热岛效应对机组进风温度的影响，根据模拟结果对热泵机组选型时采用的设计温度进行修正。

3.3.2 户用空气源热泵（冷水）机组规格选型应符合下列规定：

1 机组同时作为供暖、供冷的冷热源时，应同时满足冬季供暖负荷及夏季供冷供冷负荷；

【条文说明】户用空气源热泵可以作为冬季供暖的热源，同时也可以作为夏季供冷的冷源。对于居民用户，一般从经济的角度考虑，不再单设冷源，用一套户用空气源热泵机组同时满足供暖和供冷的需要。原则上，供暖、供冷用的户用空气源热泵机组应按满足冬季供暖负荷和夏季供冷负荷二者中的较大规格选型。

2 选用户用空气源热泵冷暖两联供机组时，在夏热冬冷地区和温和地区，宜选用整体式机组。在严寒地区和寒冷地区，宜选用分体式机组；

【条文说明】户用空气源热泵冷暖两联供机组分为整体式和分体式，整体式机组一般置于室外，而分体式机组含压缩机、蒸发器(制冷时为冷凝器)及部分制冷剂系统的主机置于室外，冷凝器(制冷时为蒸发器)、水泵、缓冲水箱及部分冷热水系统的室内机置于室内。相对于整体式机组，分体式防冻性能更好，但是系统更复杂，安装过程出现质量问题的几率大。因此，夏热冬冷地区和温和地区冬季室外温度相对较高，宜选用整体式机组，且需带低温启动及防冻措施。严寒地区和寒冷地区冬季室外温度极低，宜选用分体式机组，降低循环水系统冻结风险。若必须与主机一体设置并安装在室外时，循环水系统应采取有效防冻措施。

3 为减少部分负荷需求下压缩机频繁启停，导致供暖供冷温度波动，宜优先采用变频空气源热泵机组。

【条文说明】一般户用空气源热泵主机为单台设置，为适应全年负荷波动，宜优先采用变频空气源热泵机组，不仅可以减少部分负荷需求下压缩机频繁启停，提高系统能效，而且避免室内温度大幅波动，保障室内环境热舒适度。

3.3.3 空气源热泵（冷水）机组的的标称工况与设计工况不符时，有效制冷量应根据供水温度、制冷设计干球温度进行修正；有效制热量应根据供水温度、制热室外设计干球温度、相对湿度及机组本身融霜性能进行修正，设备厂家无法提供机组融霜修正参数时，可参照附录 A 取值。

【条文说明】空气源热泵在设计工况下的机组制冷、制热量应根据不同供水温度、室外设计温度、设计相对湿度基于名义工况制冷、制热参数进行修正。当设计工况处于结霜温湿度范围时，制热量还应考虑融霜修正。设备以上修正参数可通过咨询厂家得到，附录 A 为根据厂家提供的标准融霜工况（干球温度：2℃、湿球温度 1℃）实验数据拟合得到的经验数据，厂家无法提供融霜修正系数时，

可作为参考。目前市场上绝大部分产品采用逆循环除霜技术，但存在制热量与除霜耗热量相互抵消问题，因此机组有效制热量衰减大，融霜修正系数低。近年来新出现的从空气吸热除霜技术，由于克服了逆循环除霜从用户侧吸热的缺陷，提高了机组有效制热量及融霜修正系数，同时在除霜期间可连续不间断制热，提升了供热稳定性，尤其在结霜情况严重的长江流域具有较大的优势。

3.3.4 高海拔地区空气稀薄，机组有效制热量应考虑空气密度降低的影响，并按照海拔高度由设备厂家对空气源热泵机组制热能力进行修正。设备厂家无法提供参数时，可按表 3.3.4 取值，表中海拔修正系数同时受室外温度影响。

表 3.3.4 不同海拔高度空气源热泵机组制热能力修正系数

海拔 m	室外温度-20℃	室外温度-15℃	室外温度-5℃	室外温度 7℃
2000	0.975	0.973	0.968	0.971
3000	0.963	0.960	0.953	0.957
4000	0.951	0.947	0.937	0.943

【条文说明】相对平原地区，由于高原上大气压力变化引起空气密度变化，相应的空气质量流量减少，会造成热泵的有效制热和制冷能力衰减。《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组第 1 部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T 18430.1-2007 和《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组 第 2 部分：户用及类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T 18430.2-2016 中，风冷式热泵冷热源侧名义工况要求的大气压力为 101kpa，因此，在高海拔地区，空气源热泵机组除了常规的温度修正和融霜修正外，还应进行相应的海拔修正。设计时宜选用适于高原地区的设备，若选用普通设备，需向生产企业索要空气源热泵在设计工况的实际换热量，并据此进行设备选型。

3.3.5 高海拔地区应选用高原型空气源热泵（冷水）机组，机组采用的电气、电子产品应符合《特殊环境条件 高原电工电子产品 第 1 部分：通用技术要求》GBT 20626.1-2017 规定；同时，机组应加大风量补偿。

【条文说明】高海拔地区地理气候环境独特，引起电气、电子产品绝缘强度降低，电气间隙的击穿电压下降，电晕起始电压降低，空气介质冷却效应降低，散热能力下降，温升增加，容易引起安全隐患。因此高海拔地区热泵产品应根据海拔高度和气候条件选用高原型产品，机组配置电机、电子产品及配电线路等均应符合国家标准《特殊环境条件 高原电工电子产品 第 1 部分：通用技术要求》

GB/T 20626.1-2017 要求。

3.3.6 严寒地区和寒冷地区应选用低环境温度空气源热泵（冷水）机组。

【条文说明】川西高原包含了严寒地区和寒冷地区，冬季室外气温低、供暖时间长，最低气温可达到-20℃以下，空气源热泵机组的运行范围必须保证低温下能够正常制热供暖。

3.3.7 空气源热泵（冷水）机组单独作为冷/热源，当设备台数少于 3 台时，宜选用自带循环水泵的机组，同时系统设计时应考虑末端流量大幅度变化时的水力平衡自动调节。

【条文说明】当空气源热泵机组台数较少时，热泵机组与循环水泵集成主要有以下优势：可以省去水泵房，节省投资；简化系统安装；系统控制更加简便。

3.3.8 空气源热泵系统供暖时，机组制热性能应符合下列规定：

1 低环境温度空气源热泵（冷水）机组的制热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、《低环境温度空气源热泵（冷水）机组第 2 部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.2 和《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》GB 37480 的规定；

【条文说明】低环境温度空气源热泵（冷水）机组是指能在不低于-25℃的环境里正常运行制取热（冷）水的机组。《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 中针对名义制热量大于 35 kW 的机组，给出了不同末端形式，机组的名义制热性能系数（COP_h）、低温制热性能系数（COP_{dh}）、制热季节性能系数（HSPF）、全年性能系数（APF）的限值要求。《低环境温度空气源热泵（冷水）机组第 2 部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.2 中针对名义制热量不大于 35 kW 的机组，给出了不同末端形式机组的名义制热性能系数（COP_h）、低温制热性能系数（COP_{dh}）、制热季节性能系数（HSPF）、全年性能系数（APF）的限值要求。《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》GB 37480 给出了机组不同出水温度下的名义制热性能系数 COP_h 和制热综合部分负荷性能系数 IPLV（H）的限定值及其等级划分指标值。

2 非低环境温度空气源热泵（冷水）机组的制热性能应符合：

表 3.3.8 非低环境温度空气源热泵制热性能系数

名义制热量 (或名义制冷量) kW	额定出水温度 °C	名义制热工况 ^d 性能系数 COP _h W/W	融霜工况 ^e 性能系数 COP _{dh} W/W
H≤35 (或 CC≤50)	35°C ^a	3.60	2.80
	41°C ^b	3.20	2.50
	50°C ^c	2.50	2.00
H>35 (或 CC>50)	35°C ^a	3.80	3.00
	41°C ^b	3.40	2.70
	50°C ^c	2.70	2.10

^a 主要适用于低温辐射采暖末端，如地板采暖等。

^b 主要适用于强制对流采暖末端，如风机盘管、强制对流低温散热器等。

^c 主要适用于自然对流和辐射结合的采暖末端，如低温散热器等。

^d 环境干/湿球温度为 7/6°C。

^e 环境干/湿球温度为 2/1°C（性能系数 COP_{dh} 计算时应考虑结/除霜影响）。

【条文说明】当前双碳背景下空气源热泵已经逐渐成为夏热冬冷地区主要供暖技术，多数建筑冷热源形式转变为冷水机组与空气源热泵机组复合系统，冬季由空气源热泵机组供暖，夏季空气源热泵主要作为调峰冷源运行，相对于其制冷能效的提升，制热能效提升对全年节能贡献更大，为提升机组应用的实际能效，提出夏热冬冷地区空气源热泵（冷水）机组制热最低能效限值。

能效限值取值参考了大量热泵厂家提供的机组实测参数，最终给出了不同末端形式机组的名义制热工况性能系数（COP_h）、除霜工况制热性能系数（COP_{dh}）的限值要求，除霜工况制热性能参数测试计算时，制热量及耗电量应考虑结/除霜影响，取多个制热、除霜周期的累计值。

3 冬季供暖设计工况时机组性能系数（COP），寒冷地区，冷热水机组不应小于 2.40；严寒地区，冷热水机组不应小于 2.00。

【条文说明】引自《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 5.4.3 条。

在冬季寒冷、潮湿的地区选用空气源热泵供暖时，必须考虑机组的经济性和可靠性，室外温度过低会降低机组有效制热量，室外空气潮湿会导致机组频繁除霜，同样会降低机组有效制热量，因此《建筑节能与可再生能源利用通用规范》

GB 55015-2021 第 5.4.3 条规定了在严寒和寒冷地区涉及工况下的 COP 最低限值。

3.3.9 空气源热泵机组供冷时，机组的制冷性能应符合下列规定：

1 冷水机组的制冷性能应符合《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577、《建筑节能和可再生能源利用通用规范》GB 55015、《四川省公共建筑节能设计标准》DBJ51/143、《四川省居住建筑节能设计标准》DB51/5027 的规定；

【条文说明】现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 给出了冷水机组的名义制冷量性能系数 COP_c 和制冷综合部分负荷性能系数 IPLV (C) 限值要求及等级划分指标值。同时，冷水机组的性能应与《建筑节能和可再生能源利用通用规范》GB 55015、《四川省公共建筑节能设计标准》DBJ51/143、《四川省居住建筑节能设计标准》DB51/5027 的相关规定保持一致。

3.3.10 空气源热泵机组融霜功能应符合下列规定：

- 1 应采用高效可靠融霜技术，宜选用融霜不间断制热的机组。
- 2 应具有智能融霜功能，可根据各种运行工况和性能参数综合判断风侧换热器表面的结霜情况，自动运行融霜模式，实现智能融霜。
- 3 工程具有多台热泵机组同时运行，机组之间应实现联动控制，避免多台机组同时进入融霜。
- 4 应给出热泵机组在不同融霜工况下制热能力的融霜修正系数。
- 5 严寒地区和寒冷地区，热泵机组应具备融霜水防结冰措施，应对热泵机组的化霜水采取有组织排放措施。

【条文说明】空气源热泵机组在-15 至 6℃ 的空气温度和高于 60%的相对湿度环境制热运行时，蒸发器容易结霜，结霜会导致机组制热量严重衰减、运行效率下降，严重时甚至导致机组无法运行，因此必须除霜。虽然高寒地区普遍相对湿度较低，但是依然存在较多河谷地带冬季室外工况处于结霜区域。针对稻城、康定、若尔盖以及红原等地区进行了空气源热泵结霜特性分析（如图 3.3.10-1、3.3.10-2、3.3.10-3、3.3.10-4 所示），结霜几率分别为 18.8%、15.3%、31.5%、35.7%，因此优异的融霜技术是机组冬季制热运行的可靠保证。

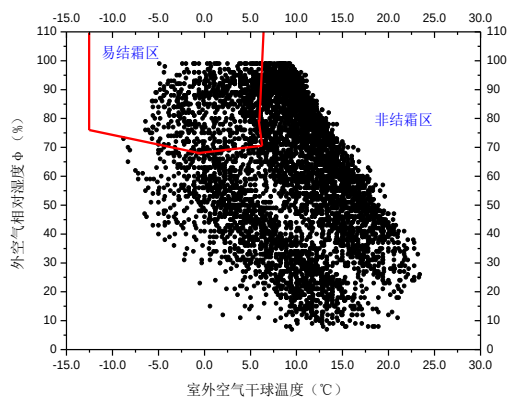


图 3.3.10-1 稻城结霜特性分析图

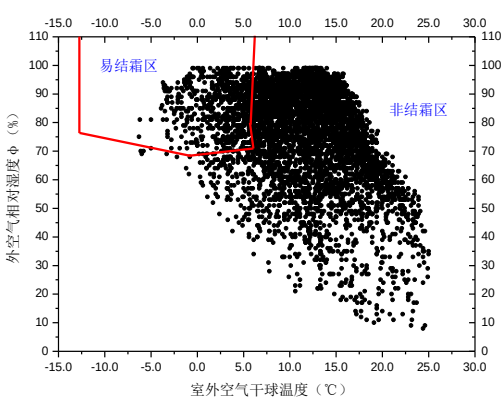


图 3.3.10-2 康定结霜特性分析

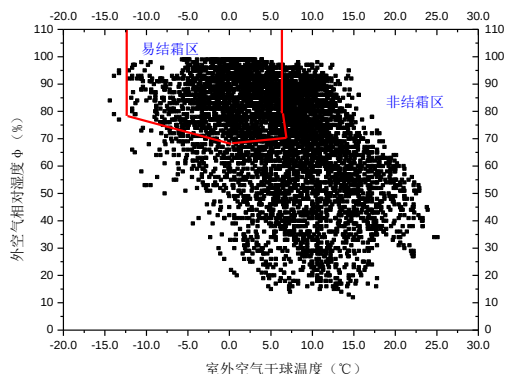


图 3.3.10-3 若尔盖结霜特性分析图

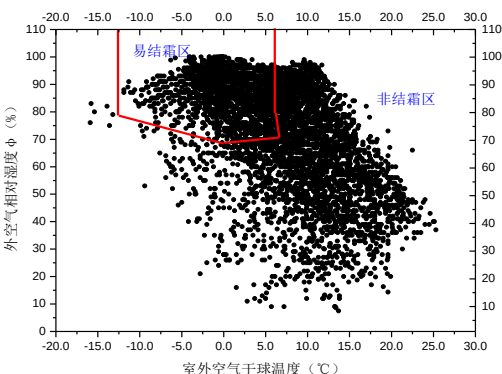


图 3.3.10-4 红原结霜特性分析

除霜的方法有很多，最佳的除霜方法应判断正确，融霜修正系数高，除霜期间制热稳定性高。近年来各厂家为此都进行了研究，有厂家提出了除霜期间不间断制热的除霜技术，通过从空气吸热为除霜提供热量，可避免传统逆循环除霜存在的冷热抵消问题，提高了机组能效同时除霜期间可连续制热，使制热稳定性更高，宜优先采用。对于不同气候条件采用不同的控制方法。设计选型时应对此进行了解，比较后确定。

3.3.11 严寒和寒冷地区选用空气源热泵（冷水）机组作为热源时，宜设置蓄热装置，蓄热装置容量，需经技术经济分析后确定。

【条文说明】蓄热装置通常是指水池、水罐等具有蓄存热量作用的装置，在空气源热泵供暖系统设置蓄热装置具有以下优势：（1）川西高原地区冬季昼夜温差极大，容易造成空气源热泵机组夜晚供热量无法满足负荷需求，白天供热量远超出负荷需求。设置蓄热装置有利于缓解昼夜供热不平衡问题；（2）高原地区太阳能资源丰富，光电发展迅速，空气源热泵白天增加制热量可增加光电消纳，缓解弃光问题；（3）高比例光电电力系统导致峰谷电价往往出现白天电价低，夜晚电价高的情况，因此热泵机组白天蓄热运行可降低运行费用；（4）白天气

温通常比夜晚高，尤其是高原地区，空气源热泵在白天运行具有更高的能效，因此白天蓄热夜晚释热运行系统更加节能。考虑到蓄热装置容量对于项目可行性及经济性影响较大，建议在设计阶段进行全年动态的技术经济计算。

3.3.12 空气源热泵室外机的设置，应符合下列规定：

- 1 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，多台室外机集中布置时应合理设计排布阵列；
- 2 避免室外机受污浊气流影响；
- 3 排热应满足周围环境要求，机组位置应避免对主要功能房间的视线遮挡；
- 4 便于对室外主机的换热器进行清扫；
- 5 应对室外机采取防积雪措施。

【条文说明】引自《空气源热泵系统应用技术规程》DB11/T 1382-2022 第4.3.10条，以及《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 第4.2.3条。

3.4 输配系统

3.4.1 空气源热泵供暖与供冷系统循环水泵选型应根据水力计算结果确定，并应符合下列规定：

- 1 当冬季和夏季设计工况所需流量和扬程比较接近时，应满足系统冬季设计供暖工况和夏季设计冷工况所需流量和扬程的较大值；当相差较大时，应分别设置热水和冷水循环泵；

【条文说明】空气源热泵水系统的总阻力计算应包括机组、管道及其附件、末端的阻力之和，且需考虑余量修正。循环水泵的选型应能适应供暖和制冷工况水流量及扬程的差异，按较大值选取循环水泵可以通过变频设备调节适应较小值，如果较大值和较小值相差大，也可以分别设置热水和冷水循环泵。

- 2 添加防冻液的水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。

【条文说明】引自《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 第4.4.1条，第2款。防冻液的密度及粘度与水有一定差异，温度变化防冻液粘度同样会有所不同，因此在进行水力计算时需要对系统阻力进行修正。防冻液修正计算方法详见附录B。

3.4.2 空气源热泵机组自带循环水泵时，应对水系统阻力进行校核，并应满足设计工况要求。

【条文说明】对于选用了自带循环水泵的空气源热泵机组，应根据实际项目的水力计算结果，校核自带水泵的扬程是否满足需求。

3.4.3 空气源热泵供暖与供冷系统在选配循环水泵时，水系统的耗电输热（冷）比应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 和地方标准《四川省公共建筑节能设计标准》DBJ51/143、《四川省居住建筑节能设计标准》DB51/5027 的规定。

【条文说明】本条规定的目的是为防止采用过大的循环水泵，保障水泵的选择在合理的范围，降低水泵能耗，提高输送效率。

3.4.4 空气源热泵供暖与供冷系统的水管道应根据不同气候区的气候条件采取绝热措施，且绝热材料的选择及绝热层厚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 和地方标准《四川省公共建筑节能设计标准》DBJ51/143、《四川省居住建筑节能设计标准》DB51/5027 的规定。

3.4.5 室外管网应采用经济合理的敷设方式。城镇街道和居住区内的供热管道宜采用直埋敷设。

【条文说明】热水管网的敷设方式直接影响供热系统的总投资及运行费用，应合理选取。对于严寒、寒冷地区，有防冻的需求，对于管网分支较少和管道数量较少的情况，采用直埋管敷设的方式，投资较小，运行管理也比较方便。

3.4.6 空气源热泵集中供热（冷）水系统应合理布置管路和选择管径，并应进行管网的水力平衡计算。

【条文说明】水力失调是集中供热系统能源消耗的主要原因之一。因此，通过合理划分和均匀布置环路，调整管径及装设水力平衡装置达到水力平衡，是供热系统节能的重要手段。

3.4.7 当地水质不满足空气源热泵机组循环水质要求时，应增设水处理装置。

【条文说明】空气源热泵机组存在冬夏季兼用，对系统水质要求比普通制冷机组更高。系统水质对全年能效影响较大，因此此条规定了机组循环水水质要求，空气源热泵循环水的水质要求可参考《采暖空调系统水质》GB/T 29044。

3.5 末端设计

(I) 辐射供暖供冷

3.5.1 辐射供暖供冷系统中所使用的材料,应根据系统工作温度、系统工作压力、建筑荷载、建筑设计寿命、现场防水、防火、防霉以及施工性能等条件确定。

【条文说明】辐射供暖供冷系统中所使用的材料,安装工艺尽量简单易操作,且保证工程长期运行安全、可靠。

3.5.2 热水地面辐射供暖系统的供、回水温度应由计算确定,供水温度不应大于 50°C ,供回水温差不宜大于 10°C 且不宜小于 5°C 。民用建筑供水温度宜采用 $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

【条文说明】引自《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 第 3.1.1 条。

3.5.3 毛细管网辐射供暖时,供水温度宜符合表 3.5.3 的规定,供、回水温差宜为 $3\sim 6^{\circ}\text{C}$ 。

表 3.5.3 毛细管网供水温度 ($^{\circ}\text{C}$)

设置位置	宜采用温度
顶棚	25~35
墙面	25~35
地面	30~40

【条文说明】引自《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 第 3.1.2 条。

3.5.4 辐射供暖表面平均温度宜符合表 3.5.4 的规定。

表 3.5.4 辐射供暖表面平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)

设置位置		宜采用平均温度	平均温度上限值
地面	人员经常停留	25~27	29
	人员短期停留	28~30	32
	无人停留	35~40	42
顶棚	房间高度 2.5~3.0 m	28~30	—
	房间高度 3.1~4.0 m	33~36	—
墙面	距地面 1.0 m 以下	35	—
	距地面 1.0~3.5 m	45	—

【条文说明】引自《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 第 3.1.3 条。

3.5.5 辐射供冷系统供水温度应保证供冷表面温度高于室内空气露点温度

1~2 °C。供、回水温差宜为 2~5°C。辐射供冷表面平均温度宜符合表 3.5.5 的规定。

表 3.5.5 辐射供冷表面平均温度（°C）

设置位置		平均温度下限值
地面	人员经常停留	19
	人员短期停留	19
顶棚		17
墙面		17

【条文说明】引自《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 第 3.1.4 条。

3.5.6 辐射供暖供冷的地面构造应符合下列规定：

- 1 直接与室外空气接触的楼板或与不供暖供冷房间相邻的地板作为供暖供冷辐射地面时，应设置绝热层；
- 2 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。潮湿房间，填充层上或面层下应设置隔离层；
- 3 地面辐射供暖面层宜采用热阻小于 $0.05 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 的材料；
- 4 绝热层、隔离层、防潮层和地面面层的设置应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的相关规定。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 5.1.4 条

（II） 散热器

3.5.7 采用散热器供暖时，供回水温度宜按 50/45°C 设计。

【条文说明】引自《空气源热泵和燃气热水炉复合能源智能舒适系统技术规范》T/CECA-G 0095-2021 第 5.1.4 条。供、回水温设计需在热泵设备能安全稳定运行的温度范围内，综合考虑热泵设备能效、输配能耗以及散热器初投资，经技术经济分析后确定。因此本条仅给出散热器推荐的设计温度，不做强制要求。

3.5.8 散热器型式的选择应适合空气源热泵机组的出水温度。

【条文说明】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 中规定了散热器供暖供回水温度为 75°C/50°C，而目前大多数空气源热泵机组的出水温度都在 65°C 以下，散热器作为空气源热泵供暖末端时，需要增加散热器面积，因此，选择适应空气源热泵机组供回水温度的高效低温散热器，可

以控制散热器面积的增加量，从而减少初投资的增加幅度以及降低安装难度。

3.5.9 散热器的工作压力应根据供暖系统的压力要求确定，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 的有关规定。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 5.2.1 条。

3.5.10 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 的有关规定。

(III) 风机盘管

3.5.11 风机盘管供冷时，湿式盘管供回水温度宜采用 7/12℃设计，干式盘管供回水温度宜采用 16/21℃；供暖时，供回水温度宜按 45/40℃设计，且供水温度不应大于 60℃。

【条文说明】风机盘管作为空气源热泵系统供冷、供热的末端时，供、回水温设计需在热泵设备能安全稳定运行的温度范围内，综合考虑热泵设备能效、输配能耗以及风机盘管初投资，经技术经济分析后确定。因此本条仅给出风机盘管不同工况推荐的设计温度，不做强制要求。

3.5.12 下列房间宜采用风机盘管：

- 1 有供暖和供冷需求；
- 2 室内温度有独立调节要求；
- 3 间歇供暖。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 5.3.1 条。

3.5.13 风机盘管规格应根据房间冷、热负荷及设计供、回水温度等综合分析确定，性能参数应符合现行国家标准《风机盘管机组》GB/T 19232 的有关规定。

【条文说明】在 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 5.3.2 条基础上进行了补充。对于同时需要风机盘管供冷、供热的工程项目，设计选型时，应首先分析确定以供冷还是供热工况进行选型计算。

3.5.14 风机盘管的布置应根据建筑结构及舒适性合理布置，宜采用 CFD 仿真计算确定；当采取顶棚安装时，应采取必要措施优化室内气流组织，减小供暖温度梯度。

【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。以供暖为主的风机盘管宜采用立式落地布置，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。

4 生活热水系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 空气源热泵热水供应系统应在满足使用要求水量、水质、水温和水压的条件下节约能源、节约用水。

4.1.2 空气源热泵热水供应系统所采用的设备、设施、阀门、管道、附件等应保证系统的安全、可靠使用。

4.1.3 空气源热泵热水系统应根据当地气候及自然条件采取防冻、防 结霜、防雷、抗风、抗震等技术措施。

【条文说明】本条规定了空气源热泵热水系统在安全可靠性能方面的技术要求，这也是系统各项技术要求中最重要的性能之一，强调了空气源热泵热水系统应有一定的抗击各种自然灾害的能力，其中包括应有可靠的防冻、防结露、防过热、防电击、防雷、抗雹、抗风、抗震等技术措施。

4.1.4 空气源热泵热水系统的辅助热源应结合当地气候及自然条件、使用要求、热水用量、运行与维护、能源供应及经济等因素，经综合比较后确定。

4.1.5 空气源热泵热水系统的设计除应符合本标准外，尚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。

4.2 用水定额、水温和水质

4.2.1 生活热水用水定额应根据卫生器具完善程度和地区条件确定，可按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB50015 的规定选取。

4.2.2 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，应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。

4.2.3 空气源热泵集中热水供应系统应采取灭菌措施。

【条文说明】由于生活热水在加热制备、贮存，输水、配水过程中有可能滋生致病细菌，因此集中热水供应系统应采取消灭致病菌的有效措施，使其符合现行行业标准《生活热水水质标准》CJ/T521 中水质要求。其具体措施有：

1 水加热设备、设施的供水温度不低于 60℃。

2 当上述条件不能满足或不合理时应采取如下措施：1) 设置能有效消灭致病菌的设施，如紫外光催化二氧化钛（AOT）消毒装置、银离子消毒器等；2) 系统定时升温灭菌。

3 保证热水循环系统的有效循环，无滞水段。

4.2.4 空气源热泵集中热水供应系统应设热水循环系统，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，公共建筑配水点出水温度不应大于 10s。

【条文说明】集中热水供应的循环系统涉及热水供应的水质、水温节能及使用效果，因此，凡设集中热水供应系统的建筑均应设热水循环系统。热水循环系统必须采取保证循环效果的有效措施，其具体措施有：热水供回水管道同程布置、设温控循环阀、流量平衡阀、小循环泵、导流三通、大阻力短管等循环阀件、泵、管件。规定配水点最低出水温度出水的时间，居住建筑≤15s，公共建筑≤10s，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的长度，当支管过长时，应采取自调控电伴热保温或支管循环措施。

4.2.5 空气源热泵集中热水供应系统的出水温度不应高于 70℃，配水点热水出水温度不应低于 46℃。

【条文说明】本条是国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020 的要求。

4.3 系统选择及设计

4.3.1 空气源热泵热水系统的分类：

1 空气源热泵热水系统按制热量大小，可分为商用型空气源热泵热水系统和家用型空气源热泵热水系统。

2 空气源热泵热水系统按贮热水箱（罐）的承压形式，可分为承压式空气源热泵热水系统和非承压式空气源热泵热水系统。

3 空气源热泵热水系统按加热方式，可分为一次加热式空气源热泵热水系统和循环加热式空气源热泵热水系统。

4 空气源热泵热水系统按热泵机组与贮热水箱（罐）组合方式，可分为整体式空气源热泵热水系统和分体式空气源热泵热水系统。

5 空气源热泵热水系统按贮热水箱（罐）与大气连通的方式，可分为闭式空气源热泵热水系统和开式空气源热泵热水系统。

【条文说明】空气源热泵生产厂商一般根据热泵制热量的不同（不大于 3kw 或大于 3kW），分为家用型和商用型热泵热水机组，两种空气源热泵热水机组均制定有相关产品标准。其中家用型空气源热泵热水机组对应的是现行国家标准《家用和类似用途热泵热水器》GB/T 23137，商用型空气源热泵热水机组对应的是现行国家标准《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362。

4.3.2 住宅建筑及公共建筑中局部空气源热泵热水系统的选择，宜符合下列规定：

1 宜分户独立设置空气源热泵热水系统，并宜采用闭式家用型；

2 根据室外平台和室内布置条件可选择整体式或分体式空气源热泵热水系统。

【条文说明】严寒及寒冷地区设置有封闭式阳台的住宅建筑中不强制采用家用型空气源热泵热水机组，因该类住宅建筑中往往采用分体式空气源热泵热水机组，室外机均采用外墙安装，冬季运行融霜凝水会产生冰溜，易造成冰溜掉落伤人事件。若冬季不运行，则设备闲置时间过长，造成浪费。

由于规划部门的要求，部分地区住宅的设备平台面积有限，无法布置下分体式空气源热泵机组、贮热水箱、空调室外机等多台设备，而且室内也无条件布置贮热水箱时，可采用整体式空气源热泵热水机组，可节约安装空间。

公共建筑中局部热水供应系统（如办公楼的值班室、休息室的生活洗浴热水系统及大型商超肉蔬区的热水系统等）与住宅建筑类似，宜选用闭式家用型空气源热泵热水机组。

4.3.3 公共建筑中空气源热泵热水系统的选择、应根据建筑物类型、使用功能及要求、气候及安装条件等因素综合确定，并应符合下列规定：

1 宾馆客房、医院住院部、疗养院、休养所、酒店式公寓、宿舍等建筑应集中设置闭式商用型空气源热泵热水系统；

2 用水点分散且日用水量在 10m^3 及以下建筑宜分散设置空气源热泵热水系统；

3 对于用水卫生、热水品质要求高的场合宜采用闭式承压热水系统。

4 公共浴室、职工与学生食堂可选择开式商用型空气源热泵热水系统。

【条文说明】公共建筑中的集中生活热水系统的类型应结合工程实际情况进行选择，并可采用不同类型的分类组合，按表 4.3.3 选择。应用于医院的空气源热泵热水系统还需要采取保证热水水质安全的措施。

表 4.3.3 集中生活热水系统参考类型选用

建筑物名称	用水性质	系统选择
酒店式公寓	盥洗、淋浴	A1、A2、A3、A4、A6、A7
宾馆、旅馆客房	盥洗、淋浴	A1、A2、A3、A4、A6、A7
医院住院部	盥洗、淋浴	A1、A2、A3、A4、A6、A7
宿舍	生活洗浴	A1、A2、A3、A4、A6、A7
疗养院、休养所住房部	盥洗、淋浴	A1、A2、A3、A4、A6、A7
公共浴室	盥洗、淋浴	A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7
餐馆、食堂	清洗、卫生	A1、A2、A3、A4、A5、A6、A7

1.注：A1—商用型；A2—整体式；A3—分体式；A4—闭式；A5—开式；A6—一次加热式；A7—循环加热式。

4.3.4 空气源热泵集中热水供应系统的设计小时耗热量、设计小时热水量和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。

4.3.5 空气源热泵集中热水系统宜控制供热系统规模，按分栋建筑或单元设置。

【条文说明】在热水供水温度及室外环境温度一定的情况下，集中生活热水系统的热损耗量与供回水管路的表面积（管网规模）是成正比的。集中空气源热泵热水系统一般是利用分散在各栋建筑物屋面或设备平台上的空气源热泵进行制热，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。从以往工程实测数据来看，多栋单体建筑合用的生活热水系统管路热损耗量可达到供热量的 20%以上。因此，为了减少热损耗，降低热泵热水系统的输入功率配置，需控制热水供回水管网的规模，按分栋建筑或单元设置。

4.3.6 在热泵热水机组（器）选型时应注明能效等级，能效等级分 5 个等级，1 级表示能效最高。热泵热水机组（器）的性能系数（COP）实测值应大于等于表 4.3.6.1 中能等级 5 的规定值。热泵热水机组（器）的能效等级指标详见表 4.3.6.1。

表 4.3.6.1 热泵热水机组（器）的能效等级指标

制热量 (kW)	型式	加热方式		能效等级				
				1	2	3	4	5
<10	普通型	一次加热、循环加热式		4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
		静态加热式		4.20	4.00	3.80	3.60	3.40
	低温型	一次加热、循环加热式		3.80	3.60	3.40	3.20	3.00
≥10	普通型	一次加热		4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
		循环加热	不提供水泵	4.60	4.40	4.10	3.90	3.70
			提供水泵	4.50	4.30	4.00	3.80	3.60
	低温型	一次加热		3.90	3.70	3.50	3.30	3.10
		循环加热	不提供水泵	3.90	3.70	3.50	3.30	3.10
			提供水泵	3.80	3.60	3.40	3.20	3.00

1.注：引自国家标准《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541-2013

4.3.7 空气源热泵热水机组室外机布置应满足本标准第 3.3.12 条要求。

4.3.8 成组布置的空气源热泵热水机组应采用并联换热方式，连接管路应采用同程布置。

【条文说明】本条规定了成组布置的空气源热泵热水机组的管路布置原则，即应采用并联方式。连接管路若采用异程布置易造成机组之间工作的不均衡，故连接管路应同程布置。

4.3.9 一次加热式空气源热泵热水系统应设置循环加热管路。

【条文说明】一次加热式空气源热泵热水机组在开式热泵系统中应用很广泛，它可以简化系统，但是已被加热的水存在温度下降后需被再加热的可能；此外冬季极端温度下，要求系统完全达到一次加热要求也有一定的难度，故要求设循环加热回路保证系统的运行可靠性和灵活性。

4.4 辅助热源

4.4.1 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；或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；
- 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 辅助热源应只在最冷月平均气温小于 10℃的季节运行，供热量可按补充在该季节空气源热泵产热量不满足系统耗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】虽然现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 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℃。

4.4.2 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。

4.4.3 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。

4.4.4 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。

4.5 贮热水箱（罐）

4.5.1 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。

4.5.2 贮热水箱（罐）材质、衬里材料和内壁涂料，应确保水质在可能出现的运行温度下符合现行国家标准《生活热水水质标准》CJ/T521 的规定；

4.5.3 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。

4.5.4 贮热水箱（罐）宜设置在通风良好、不结冰的设备间内，设备间应有排水设施；当露天设置时，应采取可靠的防雨、防腐、防雷、防污染、防位移等技术措施；

4.5.5 开式贮热水箱应设置就地液位显示、水温指示器、控制器、溢流管、通气管及放空管等装置。闭式贮热水罐应设置压力表、泄压阀、放空管、水温指示器、控制器及自动排气阀等装置。溢流放空管道应采用间接排水。

4.5.6 贮热水箱（罐）补水管上应设置可靠的倒流防止措施。

4.5.7 贮热水箱（罐）进、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（层流或紊流）、使用的间歇性，

以及水罐采用立式或卧式安装都会影响其有效贮热容积,设计人员在设计时应充分考虑这些因素。一般立式水罐相比卧式水罐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。

4.5.8 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。

4.6 输配系统及管路、附件

4.6.1 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。

4.6.2 空气源热泵集中热水供应系统采用的管材、管件、阀件、附件等均应能承受相应系统的工作压力和工作温度。

【条文说明】本条是国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020 的要求。

4.6.3 热水管道系统应有补偿管道热胀冷缩的措施;热水系统应设置防止热水系统超温、超压的安全装置,保证系统功能的阀件应灵敏可靠。

【条文说明】本条是国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020 的要求。

4.6.4 在闭式热水供应系统中,应设置压力式膨胀罐、泄压阀,并应符合下列规定:

1 最高日日用热水量小于或等于 30m^3 的热水供应系统可采用安全阀等泄压的措施;

2 最高日日用热水量大于 30m^3 的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的冷水补水管上或热水回水管上,其连接管上不宜设阀门。

【条文说明】本条是国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的要求。

4.6.5 热水输(配)水及循环供回水管道应采取保温和防冻措施。保温层的厚度

应经计算确定，可按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 执行。

【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。

4.6.6 空气源热泵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《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的要求。

4.6.7 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阀保证系统的安全性。

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。

4.6.8 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 系统应设置用能与用水计量装置；
- 3 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。

5 蒸汽系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 在蒸汽系统中, 优先采用高温热水供热, 当热水温度不满足工艺要求时采用微压蒸汽供热。

【条文说明】微压蒸汽是指绝对压力 $\leq 0.4\text{Mpa}$, 温度 $\leq 140^{\circ}\text{C}$ 的饱和蒸汽。

5.1.2 在蒸汽系统中, 优先采用水热同送系统, 当工艺仅需供热时, 采用循环制热模式, 蒸汽冷凝水宜进行回收。

【条文说明】水热同送是指蒸汽直接使用无冷凝水产生用热场景, 热利用率高。

5.1.3 在蒸汽系统中采用空气源热泵作为低温热源应进行经济性分析。

【条文说明】空气源热泵指以空气源热泵作为低温热源的热泵机组。

5.2 蒸汽系统供热

5.2.1 蒸汽系统供热选用空气源热泵作为热源, 应选用单热型的空气源热泵机组, 凝结水回收系统宜采取回收措施。

【条文说明】采用空气源热泵为热源, 经技术经济比较合理时, 应回收用汽设备产生的凝结水, 冷凝水回收宜采取闭式回收。

5.2.2 在蒸汽系统中, 由于工艺用热的温度不同, 热泵的供回水温度应根据工艺情况确定供回水温度, 供回水温差不小于 5°C 。

【条文说明】由于使用环境不同, 无法明确规定供回水温差, 因此本标准只规定说明最小供回水温差。

5.2.3 为保证系统运行的可靠性, 宜设计备用热源, 当无备用热源时, 热泵台数小于 10 台时, 至少应设有 1 台备用机组, 热泵台数超过 10 台时, 每 10 台设置 1 台备用热泵。

【条文说明】为保证使用端稳定持续运行, 需要配备备用机组。

5.2.4 当供热为微压蒸汽时, 蒸汽部分的管道设计、管道保温、管道支架等应参照相关动力管道设计标准进行设计、施工。

【条文说明】蒸汽系统的管道设计参照现行标准《工业金属管道设计规范》

GB 50316-2000（2008 版）的有关规定。

5.3 负荷计算

5.3.1 蒸汽系统的供热量应根据工艺用热量需求确定，并按照下式计算：

$$Q_g = k_1 \times k_2 \times \sum Q_n \quad (5.3.1)$$

式中： Q_g ——热泵系统供热量（kW）；

k_1 ——安全系数，按照供热量可靠性及规模取用，取 $k=1.0\sim 1.3$ ；

k_2 ——同时使用系数，根据工艺使用时段和频率计算；

Q_n ——各工序中不同工艺点需用热量，工艺提供或根据调研表计算。

【条文说明】同时使用系数是热用户或用热设备运行的实际最大热负荷与全部热用户或用热设备的最大热负荷之和的比值。在供热系统中,所有众多的用热设备或热用户同时都达到最大热负荷的可能性是极小的。因而在确定供热系统总的生产工艺设计热负荷时,一般应把所有热用户或用热设备最大用热量之和乘以一个同时使用系数,以适当降低系统的总设计热负荷。

确定同时使用系数时,应以生产工艺过程中各设备或用户的使用情况和变化规律为基础。

5.4 热泵机组选型计算

5.4.1 蒸汽系统中采用水热同送的，热泵机组的供热量按照下式计算：

$$Q = k \times (Q_g - \frac{Q_g}{H_g} \times H_b) \quad (5.4.1.1)$$

式中： Q ——热泵设计工况制热量（kW）；

Q_g ——热泵系统供热量（kW）

k ——安全系数，考虑系统热损失，取 $k=1.1\sim 1.2$ ；

H_g ——供至末端的介质焓值，包含高温热水和蒸汽；

H_b ——系统补充纯水的焓值；

蒸汽系统供热中采用循环取热的，热泵机组的供热量按照下式计算：

$$Q = k \times Q_g \quad (5.4.1.2)$$

式中： Q ——热泵设计工况制热量（kW）；

Q_g ——热泵系统供热量（kW）

k ——安全系数，考虑系统热损失，取 $k=1.1\sim 1.2$ ；

蒸汽系统供热中采用水热同送，供热介质为蒸汽的，系统的最大供汽量：

$$G_{\max} = 3.6 \times \eta \times \frac{Q}{H_{gs} - H_{gw}} \quad (5.4.1.3)$$

式中： $G_{\max}$ ——最大蒸汽量（t/h）

η ——系统效率，90~95%；

Q ——热泵设计工况制热量（kW）

H_{gs} ——供至末端的蒸汽焓值（kJ/kg）；

H_{gw} ——闪蒸温度对应水的液态焓值（kJ/kg）；

蒸汽系统供热中采用水热同送，供热介质为蒸汽的，系统的额定供汽量：

$$G_{ra} = 3.6 \times \eta \times \frac{Q}{H_{gs} - H_b} \quad (5.4.1.4)$$

式中： G_{ra} ——额定蒸汽量（t/h）

η ——系统效率，90~95%；

Q ——热泵设计工况制热量（kW）

H_{gs} ——供至末端的蒸汽焓值（kJ/kg）；

H_b ——系统补充纯水的焓值；

【条文说明】额定蒸汽量是指在额定制热量下的系统供 120℃蒸汽时的供汽量，此时供汽量和补水量平衡。根据使用端区分，一般用于持续性供汽。最大供汽量是指在额定工况下的系统供 120℃蒸汽的供汽量，此时系统无持续补水。根据使用端区分，一般用于周期性供汽。

5.5 输配系统

5.5.1 采用高温热水热泵机组和热泵蒸汽机组的输配系统中，系统补水应采用经过处理的纯水，总溶解固体（TDS）： $\leq 50\text{mg/L}$ 。

【条文说明】系统补水若仅采用软水易造成水系统管路结垢现象，因此应当选用通过反渗透等工艺制取的经过纯化的水。

5.5.2 采用高温热水热泵机组和热泵蒸汽机组的输配系统中，应选用耐高温、气

蚀余量小的水泵。

【条文说明】热泵蒸汽系统的管道循环水温度较高，易产生汽蚀，因此增加此要求。采用换热器加热或冷却的空调、供暖二次侧水系统的循环水泵应采用变速调节。

5.5.3 蒸汽系统部分应充分考虑系统启停转换过程中存在的安全风险，设置相关安全装置。

【条文说明】热泵蒸汽系统饱和蒸汽通过闪蒸实现，系统停止运转时会产生负压，为防止闪蒸罐体被破坏，应考虑罐体承压能力或设置负压阀等安全措施。

6 电气与控制设计

6.1 一般规定

6.1.1 空气源热泵系统的电气与控制设计应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054、《通用用电设备低压配电设计规范》GB 50055、《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《民用建筑电气设计标准》GB51348 和《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ334 的有关规定。

6.1.2 空气源热泵系统的配电系统宜采用单独回路供电，并应设置计量装置。户用空气源热泵宜单独采用复费率电能表计量。

6.1.3 空气源热泵系统中设施、设备的防雷及电气安全防护设计应符合国家现行标准的有关规定。

6.1.4 当空气源热泵系统应用于高海拔地区时，其选用的构件、电子元器件、材料的镀层应有适于高海拔的良好耐候性能。

6.2 配电设计

6.2.1 空气源热泵配电系统设计应符合下列规定：

- 1 空气源热泵机组和辅助热源宜分别采用单独回路供电；
- 2 配电导体应采用铜芯电缆或电线，其导体载流量不应小于设计负荷的最大计算电流和按保护条件所确定的电流；
- 3 配电箱设在室外时应选择防护等级 AIP54 以上的室外型箱体。

6.2.2 线路敷设及箱盘配线应符合下列规定：

- 1 布线用导管宜采用金属导管，通讯及信号传输线路应与交流电源线路分开敷设；
- 2 箱盘配线及连接导线应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定；
- 3 配线箱内端子排应安装牢固，端子应有序号，强电、弱电端子应隔离布置，端子规格应与导线截面积大小适配。

6.2.3 空气源热泵系统在因采用变频控制等原因对电能质量有较大影响时宜设

置就地电能质量补偿装置，且电气系统安全保护应符合下列规定：

- 1 空气源热泵系统配电线路应根据设计要求装设短路保护、过负荷保护、接地故障保护等用于切断供电电源；
- 2 空气源热泵机组、水泵、风机应装设相间短路保护和接地故障保护，并根据具体情况装设过负荷、断相或低电压保护等安全保护措施；
- 3 辅助热源应有安全保护措施。

6.2.4 配电线路的保护和低压电动机的保护，除应符合本标准的规定外，尚应符合《低压配电设计规范》GB50054、《通用用电设备配电设计规范》GB50055等有关规定。

6.2.5 在有可燃物的闷顶和封闭吊顶内明敷的配电线路，应采用金属导管或金属槽盒布线。

6.2.6 有酸碱腐蚀介质的场所宜采用塑料导管和塑料槽盒布线。塑料导管和塑料槽盒在高温和易受机械损伤的场所不宜采用明敷，当暗埋敷设或埋地敷设时，应采取防止机械损伤的措施。

6.3 控制系统及计量

6.3.1 空气源热泵的监控系统设计应符合现行行业标准《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ/T334 的规定，宜包括下列内容：

- 1 监测和控制点仪器仪表选型；
- 2 控制器、传感器、执行器和线缆的选型以及安装要求；
- 3 电控调节阀的选型及流通能力计算；
- 4 控制点参数设计值和工况转换边界条件；
- 5 控制策略；
- 6 对于冬季有冻结可能的地区，系统的防冻报警和自动保护；
- 7 应采用标准通信接口和通信协议。

6.3.2 空气源热泵的监控系统功能应根据监控范围和运行管理要求确定，应具备高/低压保护、漏电保护、过流保护、水流开关保护、水温传感器故障保护和蒸发器温度传感器故障保护等安全保护功能，宜具备远程控制功能、自动启停功能和自动调节功能。

6.3.3 商用空气源热泵系统的数据监管平台应包含下列功能

- 1** 监测系统供回水温度、压差、水流量，和室内外温度；
- 2** 根据用户侧或热网的需求，实现供热（冷）量的自动调节；
- 3** 监测和计量系统供热（冷）量、补水量；
- 4** 空气源热泵主机与水泵等设备的启停控制；
- 5** 监测数据的定期分析；
- 6** 热泵机组、循环水泵、辅助热源及其他设备运行状态、故障状态和手自动状态参数。

6.3.4 空气源热泵系统宜设置监测系统水流量、供热（冷）量的功能，并应监测下列内容：

- 1** 室内外空气温度；
- 2** 系统供、回水温度；
- 3** 机组电功率与耗电量；
- 4** 热泵机组、循环水泵、辅助热源等设备运行状态、故障状态和手自动状态参数。

6.3.5 空气源热泵监控系统应具备与其他建筑设备监控系统兼容的通信接口。

7 噪声控制

7.1 一般规定

7.1.1 空气源热泵的噪声控制工程应同时满足现行国家标准、行业标准和地方标准的要求。

条文说明：空气源热泵具有噪声大、频率范围宽、内部声源复杂的特点。其中，大型热泵的声功率级达到 100dB 以上，辐射的低频噪声难以随距离而衰减，对周边环境和噪声敏感建筑带来严重的噪声困扰，因而需要进行噪声控制。

空气源热泵的噪声控制的目标主要有两方面：一是设备排放噪声应满足现行国家标准《声环境质量标准》GB3096 的相关要求；二是设备对噪声敏感建筑的影响应满足现行国家标准《建筑环境通用规范》GB55016、《民用建筑隔声设计标准》GB50118 的相关要求。

7.1.2 大型空气源热泵应用工程应进行专项的噪声控制设计，预测设备的排放噪声及其对噪声敏感建筑的影响，来制定合理的噪声控制措施。

7.1.3 噪声控制工程应根据设备噪声的产生机理和声源特点，区分噪声与振动在传播过程差异，以及对噪声敏感建筑的不同影响，来确定相应的治理措施。

7.1.4 噪声控制工程所用材料、构件、设备应具有产品合格证书、性能检测报告，并应符合环境保护、防火及安全等相关国家标准的规定，性能稳定，施工安装方便，满足使用年限要求。

7.2 设备噪声控制

7.2.1 应选用低噪声机组以降低其对噪声敏感建筑的影响，设备 1m 处的发射声压级不宜超过 78dBA。

条文说明：一般来说，同一类或同规格的设备，采取降噪措施后，其噪声级比原有设备的噪声级要低 10dB（A）以上，才称得上是低噪声设备。设备排放噪声过高，会提高噪声治理的难度，因此建议单台设备在 1m 处的发射声压级不超过 78dBA。

7.2.2 应选用运行条件下的噪声与振动发射值数据指标一致的低噪声设备，同

时应提供设备声功率级或发射声压级的检测报告。

条文说明：声功率级和发射声压级是设备机组标定的两个重要指标。其中，设备声功率级的测定需考虑实验环境、声源体积及指向性、背景噪声、测量设备等因素，可依据《声学 噪声源声功率级的测定基础标准使用指南》GB/T 14367来选择合适的标准。发射声压级的测定可依据《声学 机器和设备发射的噪声 测定工作位置和其他指定位置发射声压级的基础标准使用导则》GB/T 17248 来选择合适的标准。

7.2.3 应根据压缩机的运行要求及噪声频谱特征进行必要的降噪处理，可采取安装封闭或半封闭的压缩机隔声罩、配置压缩机减振垫等措施。

条文说明：压缩机隔声罩的隔声性能测定应按《声学 隔声罩的隔声性能测定 第1部分：实验室条件下测量（标示用）》GB/T 18699.1来执行；现场测量隔声罩的隔声性能应按《声学 隔声罩的隔声性能测定 第2部分：现场测量（验收和验证用）》GB/T 18699.1-2来执行。

7.2.4 设备机组宜安装低噪声风机，可在安装风机之前进行噪声检测，根据风机的噪声特征可采取安装导风筒、导流栅等降噪措施。

7.2.5 宜对设备内部有噪声向外辐射的管道进行隔声包裹，可结合管道保温一并进行降噪处理。

7.3 隔声降噪设计

7.3.1 应根据设备的噪声特征及其指向性、设置位置及传播路径，预测其对噪声敏感点的实际影响；当布置多台热泵时，还应分析声源能量叠加对受影响建筑空间声环境的综合影响，以确定隔声降噪方案。

条文说明：应对热泵的噪声影响进行数值模拟分析，可利用 Soundplan、Comsol 等分析软件，将设备的噪声检测数据、尺寸大小作为输入数据，并根据设备布置方案、建筑图纸进行模拟分析，以预测设备排放噪声影响，并对受影响建筑的室外声环境进行评估，从而制定合理的隔声降噪方案。

7.3.2 设备机组的设置位置、降噪设计应符合下列规定：

- 1 设备机组宜设置在对噪声敏感建筑物干扰较小的位置。设备排放噪声造

成噪声敏感建筑物受到噪声干扰，导致噪声敏感建筑物窗外 1m 处噪声值超过国家标准《社会生活环境噪声排放标准》GB 22337 第 4.1.1 条规定的排放限值时，应对噪声超标设备采取有效的降低或隔离噪声措施。

2 多台机组集中布置，可以降低噪声影响范围；对于低楼层的噪声敏感建筑，可以利用机组自身的遮挡来降低噪声影响；同样距离条件下，应尽可能将设备噪声辐射更大的一面远离噪声敏感建筑。

7.3.3 应对设备机组的噪声进行有效的控制以满足相应标准的规定，可采取以下措施：

1 设备机组的降噪应根据室外的地理环境条件，可采用隔声屏障，或利用路堑、土堤、密闭围墙、附属建筑物作为建筑声屏障。

2 隔声屏障无法解决噪声问题时，可采用封闭/半封闭的隔声罩进行降噪，隔声罩应设置通风构造，不应影响设备的正常运行。

7.3.4 当设备的管道对噪声敏感建筑有噪声影响时，应进行必要的降噪处理，可采取管道穿墙/板密封隔声处理、管道隔声包裹等措施，以满足《建筑环境通用规范》GB55016 的有关规定。

7.3.5 在对噪声源和传播途径均难以采用有效噪声与振动控制措施的情况下，应对噪声敏感建筑进行防护。

条文说明：在对噪声源和传播途径上均进行了有效的降噪处理后，仍不满足相应标准的要求，需对噪声敏感建筑进行噪声防护。噪声敏感建筑的噪声防护可以从两方面着手，一是平面布局上可以将对噪声不敏感的空间如厨房、卫生间、封闭阳台、交通空间等临近设备布置，尽量将噪声敏感房间远离设备布置；二是可以提高外围护结构的隔声性能，如采用隔声窗或通风隔声窗。

7.3.6 设备机组的隔声降噪工程应兼顾通风、采光、照明及美观要求。

7.4 隔振降噪设计

7.4.1 对噪声敏感建筑产生振动的空气源热泵设备应进行隔振设计，隔振设计应符合现行国家标准《工程隔振设计标准》GB 50463 的规定。

7.4.2 隔振设计所需的振动传递率应根据使用工况、环境要求以及设备型号规格等因素确定。根据实测值或现行国家标准《建筑振动荷载标准》GB/T 51228

得到需隔振设备的振动载荷，结合激励频率、运行质量、安装和检修要求等进行隔振方案设计。

7.4.3 隔振前后敏感房间内声压级变化 ΔL_p 和隔振措施的隔振效果振动传递率 η 的关系有工程经验公式，可按下式估算：

$$\Delta L_p = 12.5 \lg(1/\eta) \quad (7.4.1)$$

式中： ΔL_p —— 隔振前后声压级变化（dB）；

η —— 振动传递率。

7.4.4 隔振系统设置隔振台座时，应对隔振台座的质量进行验算。隔振台座质量应符合下式规定：

$$m_2 \geq \frac{F_z}{[u](2\pi f)^2} - m_1 \quad (7.4.2)$$

式中： m_2 —— 隔振台座的质量（kg）；

F_z —— 隔振体系质量的振动载荷（N）；

$[u]$ —— 设备容许振动位移（m）；

f —— 振动设备的工作频率（Hz）；

m_1 —— 隔振对象的质量（kg）。

7.4.5 应根据隔振系统中振动设备工作频率和设计方案确定的振动传递率，对隔振系统设计选用的固有频率进行验算。隔振系统的固有频率不应大于振动设备工作频率的 0.4 倍，并应符合下列规定：

$$f_0 \leq f \sqrt{\frac{\eta}{\eta+1}} \quad (7.4.3)$$

式中： f_0 —— 隔振系统的固有频率（Hz）；

f —— 振动设备的工作频率（Hz）；

η —— 振动传递率。

7.4.6 应根据设计确定的隔振系统总质量和固有频率，按下式验算设计选择隔振系统的总刚度、静态压缩量和总承载力。

$$K = (2\pi f_0)^2 M \quad (7.4.4)$$

$$M = m_1 + m_2 \quad (7.4.5)$$

$$\delta = \frac{g}{(2\pi f_0)^2} \quad (7.4.6)$$

$$N \times P_i \geq Mg + 1.5P_d \quad (7.4.7)$$

式中: K —— 隔振元件刚度 (N/m) ;

M —— 隔振体系总参振质量 (包括设备及台座等) (kg) ;

g —— 重力加速度 (m/s^2) ;

δ —— 隔振元件在负荷下的静态变形量 (m) 。

N —— 隔振器数量 (个) ;

P_i —— 隔振器容许承载力 (N) ;

P_d —— 隔振处理设备的干扰力 (N) 。

8 施工安装

8.1 一般规定

8.1.1 空气源热泵机组的安装应符合现行国家标准《制冷设备空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB50274 的有关规定。

8.1.2 电气系统的施工安装除应符合本技术标准外，尚应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的有关规定。

8.1.3 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。

8.1.4 空气源热泵热水系统工程施工现场，应具有必要的施工技术标准，健全的质量管理体系和工程质量检验制度，完善的施工安全保障措施，实现施工全过程质量控制。

8.1.5 工程施工应按照批准的工程设计文件和施工技术标准进行施工。修改设计应有原设计单位出具的设计变更通知单。

8.1.6 工程施工应编制施工组织设计或施工方案，经批准后方可实施。

8.1.7 空气源热泵热水系统工程应按系统、区域、施工段或楼层划分成若干个检验批进行验收。

8.1.8 空气源热泵热水系统工程的施工单位应具有相应的资质。工程施工技术人员及质量验收人员应具备相应的专业技术资格。

8.1.9 施工所使用的主要材料及设备必须具有中文质量合格证明文件。相关规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准。

8.1.10 有材料、设备进场时应对品种、规格、外观等进行验收，并应经监理单位核查确认。

【条文说明】：8.1.1~8.1.10 空气源热泵供热(空调)系统的制冷设备与制冷剂管道，地面辐射供暖、风机盘管、散热器等末端散热设备，电气系统等涉及多专业多工种，相关标准中已经有较详细的施工安装规定，均应遵照执行，本标准不做过多赘述。空气源热泵机组及其系统的类型多样，各产品有其自己的特点和要求，因此还应满足设备安装说明书等产品技术资料的各项要求。

8.2 施工准备

8.2.1 空气源热泵供暖工程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 施工人员具备上岗资质证明；
- 4 施工现场具有供水、供电条件，有储放材料的临时设施；
- 5 设备的基础应平整，设备基础已验收。

【条文说明】：引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 7.2.1 条。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。

8.2.2 空气源热泵机组及其施工所用的管材、管件及防冻液的运输、存放应采取保护措施。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 7.2.2 条。空气源热泵机组的搬运和吊装、运输，应符合产品技术文件的规定，并应做好设备的保护工作，防止因搬运或吊装而造成设备损伤。运输时，应选择路况较好的公路，防止过度颠簸搬运时，机组的倾角应保持在 75°~105 范围内，不可过度倾斜热泵机组及其他设备应做好防潮、防磕碰等措施；热泵机组不宜在高温、高湿、低温环境下存放，热泵机组应尽量将设备搬到距离安装地点最近的地方，再进行拆箱管件、防冻液应包装后运输，不得裸露散装；在运输、装卸和搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖。待安装管材、管件不得暴晒雨淋；并应避免因环境温度和物理压力受到损害。防冻液应按产品说明书的要求存放。

8.3 安 装

8.3.1 空气源热泵室外机组安装应符合下列规定：

- 1 设备应安装在经过设计、有足够强度的水平基础之上；
- 2 屋顶上的设备基础应设置在结构楼板上，基础顶面高于屋面不应小于

300mm;

- 3 室外机组安装时, 应采取减振措施;
- 4 应校核设备运行重量对屋面结构荷载和墙体承重能力的影响;
- 5 室外机组、配电箱(柜)、水泵等机电设备应设置室外防护措施。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 7.3.1 条。本条文是对室外设备的安装要求:

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

2 要求在屋顶平台上设置与结构楼板相连的具有一定高度的设备基础, 而不能直接将设备置于屋面之上, 这是为了保护屋面保温层和防水层, 保证设备的稳定性以减少震动和附加噪声使设备不被积雪覆盖。

3 有振动设备的减振设施可以由产品配带, 也可以在设备和基础之间加减振装置, 减振器应确保所配机组的运行重量介于所选减振器的允许承载范围之内。

4 设备(包括室外主机、室外设置的循环水泵、水箱、配电柜等)安装在屋面上时, 应校核设备运行重量对屋面结构荷载的影响。在外墙安装时, 设备基础应该是土建专业已经设计的符合强度要求的专用室外机出挑搁板;如果改造工程需要在外墙上设置钢支架基础时, 外墙应该有足够的承重能力, 对加气混凝土等非承重砌块外墙应采取加强支撑的措施。

5 室外安装的主机、配电箱(柜)必须符合相应的防护等级要求, 否则不具备室外安装条件。水泵安装在室外时, 电机应设防雨罩。当室外设备因尺寸变化、安装位置移位等原因, 导致未处于初始设计的建筑物防雷系统的保护范围时, 应增加相应的避雷措施, 并符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB50057 的有关规定。

8.3.2 管道和管线穿越建筑物外围护结构时, 应按建筑防水要求采取相应的防水措施, 室外敷设的电气管线、接线盒、出线口均应做防水防护处理。

【条文说明】管道和管线包括制冷剂管、水管和电气管线, 要防止室外雨水、积水等通过管道管线流入室内和设备。引自 DB21/T 3384-2021《空气源热泵系统工程技术规程》第 7.3.2 条。

8.3.3 设置在室内的制冷剂-水换热装置、水箱、水泵等设备的安装位置应符合设计要求, 并应符合下列规定:

- 1 挂墙安装时，墙体和连接件应能够承受设备运行重量连接应牢固可靠；
- 2 热水水箱和底座间应设绝热措施；
- 3 有振动的设备应采取减振措施。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 7.3.3 条。室内设备的安装位置由设计确定，主要考虑安装环境的温度、检修、减少噪声影响、排水、系统阻力等因素。制冷剂水换热装置挂墙安装时，应考虑墙体承载能力确定安装方法

1 钢筋混凝土及承重混凝土砌块等墙体，可用膨胀螺栓或带钩膨胀螺钉固定；轻质隔墙及墙厚小于 120mm 的砌体，可用穿墙带钩膨胀螺钉固定挂钩；加气混凝土等非承重砌块，用带钩膨胀螺钉固定挂钩，并加支架支撑；

2 热水水箱和底座间的隔热垫是为了防止直接刚性连接形成热桥增加热损失。

8.3.4 室内管道敷设应符合下列规定：

- 1 管道接头不应埋设在墙体和地面之内；
- 2 管道外包保温装饰材料时，应便于检修；
- 3 管件与管材焊接处，应进行有效的防腐处理。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 7.3.4 条。室内管道包括制冷剂管道和水系统管道。为了防止泄漏时难以检修，管道接头不应埋设在墙体和地面之内。即使无接头的管道，除地暖管外都有外保温，尤其是制冷剂管道、冷水管和冷凝水管，为防止外表面产生凝结水更需保温，埋设在墙体或地面内更加困难，因此也不应提倡。但是管道可以敷设在容易拆卸的吊顶等装修材料围成的空间之内。

8.3.5 水系统施工安装应符合下列规定：

- 1 应安装过滤器，振动设备进出口宜采用柔性连接；
- 2 空调供暖管路的最高处应设自动放气阀，系统最低处应设泄水阀；
- 3 空气源热泵机组或循环水泵的进出口应安装压力表，或预留压力表及温度计安装接口；
- 4 供热管道上下拐弯的最高处应设自动放气阀，系统最低处应设泄水阀；
- 5 水平管道应按设计要求设置坡度，当设计无要求时，应符合下列规定：
 - 1) 除埋地管道外，空调供暖水管不宜小于 3‰，不应小于 2‰；

- 2) 空调末端设备的冷凝水管道不宜小于 5‰, 不应小于 3‰, 冷凝水应有导流措施, 导流措施应与机组匹配;
- 3) 化霜水管道不宜小于 1%, 不应小于 5‰, 应确保在自然流动的情况下泄水充分。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 7.3.5 条。安装柔性软管是为了消除水泵震动产生的噪声影响, 尤其是对功率较大的水泵。制冷剂-水换热装置机组或循环水泵的进、出口安装压力表, 是为了检测水系统压力。进口和出口安装两个压力表, 其差值可以反映过滤器的堵塞和系统的水流情况但有些产品水系统配置了水流开关, 也起到了相同的检测作用这种情况可以只在进口或出口设置一个压力表。

8.3.6 空气源热泵供暖系统管网(不包括地面下敷设的供暖输配管和加热管)、制冷剂管道、膨胀水箱等在室外或不供暖房间设置时, 应采取保温措施。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 7.3.6 条。绝热层可以减少制冷剂管道、空气源热泵循环水系统管网和加热水箱等的热量损失, 因此均应采取绝热措施。理论上绝热层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T8175 的经济厚度的方法计算, 亦可参照现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的经济厚度方法计算。

8.3.7 电气系统施工和安装应符合下列规定:

- 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。
- 2 设备的保护器件选择及接地安装应按产品及设计要求进行整定和接线到位;
- 3 导线参数应符合设计要求;
- 4 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;
- 5 传感器的选择与安装应符合产品、设计及施工验收规定;
- 6 控制面板和室温控制器应避免震动, 并牢固固定在墙面上。

【条文说明】引自 T/CECS 564-2018《空气源热泵供暖工程技术规程》第 7.3.7

条

8.3.8 机组的安装位置应尽量靠近地漏或其它排水设施，确保排水通畅。

8.3.9 机组供、回水管间应预留旁通管道，方便系统冲洗时使用，避免系统管路焊渣或杂质进入机组换热器。

8.3.10 机组水管最低点应安装排水阀。

8.3.11 水箱施工和安装应符合下列规定：

1 将水箱放置在按设计要求定位在支承物（基础）上，要求是具有足够承载能力的平面上，倾斜角度应 $<5^{\circ}$ 。

2 水箱进水口处宜安装单向阀和过滤器。水箱上的压力表、温度计、温包应安装在便于观察的地方，排气阀应安装在水箱最高处，放空阀应安装在水箱最低处且容易操作的地方。

3 贮热水箱的各接管管径、位置应符合设计规定。

4 水箱保温的材质、厚度应符合设计要求。在气温 0°C 以下的地区，建议将水箱安装在室内。处于室外的管路及阀体必须根据温度情况做相应的保温处理。

5 家用机配套承压水箱安装要点

1) 水箱尽量靠近坚固牢靠的墙体结构以方便固定；如果水箱安装平台周围无可固定紧固带的墙壁或其他物体，需要制作固定水箱的支架。

2) 安全阀应根据产品说明书的要求安装，不可私自改动安装位置。安全阀的排放管需以连续向下的方式安装，确保与大气相通，排水畅通、安全。严禁堵塞安全阀的泄压口。

3) 检测用户水压是否在热水器使用的正常压力范围内。如果偏低，建议在进水口增加增压泵；如果偏高，必须在进水管加装减压阀。

4) 水箱如需安装在户外，则水箱必须有可靠固定、防止倾倒措施。同时应建议用户对水箱进行遮挡处理，减少日晒以及雨雪等对产品的腐蚀危害。

6 非承压水箱安装要点

1) 储热水箱摆放位置应正确，确保底座受力均衡分布到基础上。

2) 储热水箱应与水箱底座牢靠固定，并设有防风、防侧滑措施，以确保安全。

3) 非承压储热水箱应设置人孔, 且应有防止雨水流入措施。

8.3.12 空气源热泵机组应配备冷凝、化霜水收集装置, 裸露于空气中的接水盘应有防尘、防杂物和防冻措施, 冷凝化霜水排水管与接水盘采用柔性接口, 管道保温良好且宜加装伴热带, 伴热带应与水隔离当安装于排水管内时, 伴热带应进行绝缘处理, 排水管内应预留足够的排水空间。应采取保证排水通畅的措施。

【条文说明】为保证排水管排水通畅, 冷凝化霜水管道敷设应保持水流方向向下且坡度大于 1%, 超过 5m 应设通气管, 通气管内径应不小于冷凝化霜水主管径的 1/4, 且不小于 15mm。通气口应高于当地历史最大积雪厚度+200mm, 且有防风雪倒灌措施。冷凝化霜水从收集到排放至指定位置的整个排放过程中不应结冰, 管道排水速度不小于冷凝化霜水生成速度。

8.3.13 采用热泵蒸汽机组的蒸汽组成部分, 符合《特种设备安全监察条例》中关于压力容器和压力管道规定的, 应符合现行标准《压力容器安全技术监察规程》和《压力管道安全技术监察规程》的有关规定。

8.3.14 蒸汽系统中闪蒸装置部分与基础连接应牢固可靠, 装置连接管道第一个支架应采用固定支架。

【条文说明】管道连接应牢固可靠, 并增加固定支架, 确保使用端的稳定运行, 及管道的长周期使用

9 调试及验收

9.1 一般规定

9.1.1 空气源热泵系统工程材料和设备进场时, 应按设计要求对其类型、外观、材质、规格等参数等进行验收。

【条文说明】本条文对空气源热泵系统工程的材料和设备的验收进行了要求。为了保证空气源热泵系统工程的质量, 对系统中的机组、阀门、仪表、管材、保温材料、暖通空调末端等设备和材料的进场, 应按照设计要求对其类别、规格及外观等进行逐一核对验收, 并检查各种设备和材料的质量证明文件和相关技术资料, 具体细则详见现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的有关规定。验收一般应由供货商、监理、施工单位的代表共同参加, 并经监理

工程师（建设单位代表）检查认可，形成相应的验收记录。

9.1.2 空气源热泵系统工程设备和材料的质量证明文件和安装使用说明书等相关技术资料应齐全，并符合国家现行有关标准和规定，其中散热器、风机盘管和保温材料等进场时，应对其相关技术性能参数进行复验，复验应为见证取样送检。

【条文说明】本条文对验收资料和复验进行了要求。空气源热泵系统的调试、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》GB50243、《通风与空调工程施工规范》GB50738、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 及《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 的规定。空气源多联式空调（热泵）热水机组、多联机直接蒸发式室内机和制冷剂管道的施工安装、检验、调试、验收还应符合现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ174 的规定。

电气系统的调试、验收除应符合本标准的规定外，还应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB50150、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB50254、《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB50617、《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB50575、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093 和《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB50601 的规定。

本条对空气源热泵系统的设备复验提出了要求。复验应采取见证抽样送检的方式，即在监理工程师或建设单位代表的见证下，按照有关规定从施工现场随机抽取试样，送到有见证检测资质的检测机构进行检测，并形成相应的复验报告。

9.1.3 空气源热泵系统应在试运行和调试合格后交付给使用方。

9.1.4 系统的调试、验收应做好记录，可采用本标准附录 D 的工程质量检验记录表及下列文件和记录：

- 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 设备、材料现场复检报告；
- 4 隐蔽工程检查、验收记录；
- 5 设备、管路的安装检验记录；
- 6 水系统试压和冲洗记录；

- 7 设备单机试运行记录；
- 8 系统联合试运行与调试记录；
- 9 工程施工安装质量验收表。

【条文说明】本条规定了空气源热泵暖通空调系统竣工验收应提供的文件和资料。引自《空气源热泵系统工程技术规程》DB21/T 3384-2021 第 8.3.4 条。

9.2 系统调试

9.2.1 空气源热泵暖通空调系统的试运行和调试，应在施工完毕后，且具备厂家要求的调试条件的情况下进行。

【条文说明】具备正常供冷、供暖和供电条件是进行调试的必要条件。若设备厂家有其他额外的要求，则需要厂家复核完调试条件后进行，若暂时不具备上述条件，调试工作应推迟进行。

9.2.2 空气源热泵系统工程的试运行和调试包括水压试验、管道冲洗试验、系统设备单机试运行、水系统和风系统的试运行和调试、系统联合试运行和调试。

【条文说明】本条文对空气源热泵供暖工程的试运行和调试过程中必要的检测和调试项目进行规定，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。空气源热泵供暖工程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。

9.2.3 空气源热泵系统应进行下列试验和测试：

- 1 水系统的阀门、换热设备、分集水器等组件应进行强度和严密性试验。
- 2 承压水系统管道和设备应做水压试验：
- 3 非承压管路和设备应做满水及灌水试验，：
- 4 制冷剂管道系统应进行气密性、保压和抽真空试验：
- 5 电气系统应进行电源质量测试、电气绝缘电阻测试、剩余电流动作的保护装置测试。

【条文说明】引自《空气源热泵系统应用技术规程》DB11/T 1382-2022 第 6.3.4 条。

9.2.4 系统冲洗实验和防冻液充注应符合下列规定：

1 应对水系统不同环路逐一进行冲洗试验，直至排出的水没有浑浊、无杂质为止，冲洗后应保证管路及设备中的水及冲洗液排尽；

2 冲洗时应关闭主机进出口阀门，避免杂质进入主机；

3 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；

4 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】引自《空气源热泵系统应用技术规程》DB11/T 1382-2022 第6.3.5条。

9.2.5 空气源热泵机组的单机试运行前应做好准备工作：

1 应脱离主机单独对水系统进行循环清洗，使水系统运行畅通，确保无杂质后与主机连接并充水放气；

2 对出厂未充注制冷剂的空气源热泵机组，应按设备技术文件规定充注制冷剂；

3 系统的设备和管道系统，以及相应的自控和电气系统安装完毕后，应根据相关标准与本标准的规定和设计要求，以及产品安装说明书逐项进行检查；

4 根据设备技术文件的规定进行压缩机预热。

【条文说明】本条第3款要求机组开机调试前要对系统进行检查，确保合格后才能开机调试。检查内容是相关标准、本标准、设计文件和产品技术资料要求的内容，举例如下：

1) 室内外设备安装是否正确、固定及稳定性是否满足要求：

2) 系统压力是否满足设计要求，必要时现场调定安全阀压力：

3) 管道坡度是否正确，冷凝水管是否畅通：

4) 电气和自控系统安装是否满足要求等。

9.2.6 空气源热泵单机和部件调试应按设备安装手册规定的流程进行，并应记录机组运行参数。应包括下列主要内容：

1 在设计负荷下连续运转 2h，空气源热泵机组工作正常，冷媒的工作压力应在正常范围内，不应出现高压或低压异常保护现象，压缩机、风机的运行无异常震动和声响；水泵应正常工作，无渗漏、异常震动和声响；储热水箱温度变化及其他各项指标均应在正常范围内；

2 温度、温差、水位、流量、时间控制等仪表、电磁阀等控制部件和监控显示设备应动作准确、显示正常；

3 有辅助电加热的系统，剩余电流保护装置动作应正常，辅助热源的加热能力应达到设计要求；

4 电压、水压实测值应符合设计要求；

5 电气装置与自动控制系统应接线正确，接地良好，并达到设计要求的功能，控制动作准确可靠；

6 防冻保护、超压保护、防过热保护装置和剩余电流保护装置等应正常工作，过压、欠压、过流保护等整定值应符合规定值。

9.2.7 水泵、风机和风机盘管等设备应进行单机试运行。

【条文说明】引自《空气源热泵系统工程技术规程》DB21/T 3384-2021 第 8.2.4 条。

9.2.8 水系统的调试、试运行应符合下列规定：

1 水系统的试运行和调试应在管道水压试验和冲洗试验、水系统各设备单机试运行完成且合格之后进行；

2 供水干管流量测试结果与设计流量的偏差不应大于 10%。

【条文说明】引自《空气源热泵系统工程技术规程》DB21/T 3384-2021 第 8.2.5 条。

9.2.9 设备单机和部件，风、水系统调试及试运转合格后，应进行系统联动调试；系统联动调试应按照设计要求的实际运行工况进行，系统联动调试合格后，应进行至少 1 次完整的试运行。空气源热泵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 系统负荷不宜小于设计负荷的 60%，运行机组负荷不宜小于其额定值的 80%；

3 联合试运行和系统性能检测（包括机组性能、系统性能、风机水泵效率等）时间不低于 8h；

4 机组的设定温度应与设计工况一致；

5 低温辐射供暖系统初始运行加热时，供水温度宜控制在比环境温度高 10℃左右，且不宜高于 32℃；并应连续运行 48h；以后每隔 24h 水温升高 3℃，

直至达到设计供水温度。

【条文说明】空气源热泵暖通空调系统的联合试运行和调试应在水压试验、冲洗、系统各设备、水系统、风系统试运行和调试合格后进行。

对空气源热泵暖通空调系统联合试运行和调试检测时，系统应在合理的负荷下运行，如果负荷率过低，系统运行工况与设计工况相差较大，其系统性能不具备代表性。相关资料表明，对系统性能进行测试时，系统负荷率在 60%以上运行比较合理，系统能效可以保持在相对比较高的范围。根据相关国家标准的规定，对机组性能进行测试时，机组负荷率宜在 80%以上。

为了保证相关性能测试能充分反映系统联合试运行的动态性能，同时测试具有可操作性，系统联合试运行时间不应低于 8h，且在此期间应对系统性能进行连续测试。

地面辐射供暖系统初始加热时，供水温度应缓慢升高，直至温度均匀达到设计供水温度。在此温度下应对每组分、集水器连接的加热管逐路进行调节，直至温度均匀达到设计要求。升温过程一定要保持平稳和缓慢，确保填充层等对温度上升有一个逐步变化的适应过程。

9.2.10 空气源热泵系统联合试运行和调试宜进行相应检测，检测结果应满足相关规范要求，宜对下列性能参数进行检测：

- 1 室内空气温度、室外空气温度和湿度；
- 2 机组进出水温度、流量；
- 3 系统各设备（包括机组、水泵、辅助热源、风机、风机盘管等）电功率和耗电量；
- 4 系统供热（冷）量；
- 5 水泵的水流量和进出口压差；
- 6 风机风量；
- 7 房间噪声值；
- 8 主机的启动温度、停机温度与设定温度之差；
- 9 主机的空载和负载电压、电流。

【条文说明】引自《空气源热泵系统应用技术规程》DB11/T 1382-2022 第 6.3.10 条。

9.2.11 空气源热泵系统联合试运行和调试的检测应符合下列规定：

- 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值不应大于 10%；
- 3 耗电输冷（热）比应符合设计要求；
- 4 风机单位风量耗功率应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189 的规定；
- 5 供暖和供冷房间噪声值应满足设计要求，并应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118、《建筑环境通用规范》GB 55016 的相关规定；
- 6 对于辐射供暖供冷系统，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 的有关规定。

【条文说明】引自《空气源热泵系统工程技术规程》DB21/T 3384-2021 第 8.2.8 条。

9.2.12 试运行后应对管路上的过滤器进行清洗。

9.2.13 系统调试过程中应进行记录，调试完成后应出具带负荷试运转效果检验报告。

9.3 竣工验收

9.3.1 空气源热泵系统安装完毕后应进行竣工验收，空气源热泵供暖空调、热水系统的验收应作为分项工程纳入建筑整体验收程序。

9.3.2 空气源热泵系统应由建设单位（项目）负责人组织施工单位（含分项工程各系统分包专业公司）和设计、监理单位负责人进行工程竣工验收，验收合格后应办理竣工验收手续。

9.3.3 空气源热泵系统竣工验收时，各设备及系统应完成调试，并可正常运行。

【条文说明】本条强调设备及系统应完成调试，设备处于能开启运行状态，以随时接受工程验收。

9.3.4 当空气源热泵暖通空调系统竣工验收时因季节原因无法进行带冷或热负荷的试运转与调试时，可仅进行不带冷（热）源的试运转，建设、监理、设计、施工等单位应按工程具备竣工验收的时间给予办理竣工验收手续。带冷（热）源的试运转应待条件成熟后再施行。

【条文说明】引自《空气源热泵系统工程技术规程》DB21/T 3384-2021 第

8.3.5 条。

9.3.5 验收不合格时，施工单位应对不合格部分进行返工、返修、加固，且经返工、返修、加固的配件、设备、工程应重新进行验收。

9.3.6 验收不合格后的复验收，应按下列要求进行处理：

1 经有资质的检测机构检测鉴定能够达到设计要求的配件、设备，应予以验收；

2 经确认满足合同要求的服务，应予以验收；

3 经返修或加固处理满足安全及使用功能要求的部分，按技术处理方案和写上文件的要求予以验收；

4 经返工或返修仍不满足合同、设计方案要求的配件、设备、服务，不应予以验收；

5 经返修或加固处理仍不满足安全及使用功能要求的配件、设备、服务，不应予以验收。

【条文说明】引自《空气源热泵系统工程技术规程》DB21/T 3384-2021 第
8.3.7 条。

9.3.7 工程交付使用后，各系统施工专业公司应对使用方进行交底或使用培训，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。

【条文说明】由空气源热泵系统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。

10 运行与维护

10.1 一般规定

10.1.1 空气源热泵供热、供冷系统正式运行前，安装调试人员应结合说明书及现场设备向使用方做交底说明；且必须保证热泵主机、制冷剂系统、水系统、配电系统和末端设备等检验、调试及验收合格。

【条文说明】引自《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.1.1 条和第 11.1.2 条。

10.1.2 空气源热泵供热、供冷系统应由管理或维护单位制定运行与维护的规章制度及日常运行的记录文件。

【条文说明】引自《空气源热泵供暖空调工程技术规程》DB 34/T 3949-2021 第 9.0.4 条，以及《空气源热泵系统工程技术规程》DB 21/T 3384-2021 第 9.1.1 条、《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.1.3 条和《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 第 8.4.1 条。空气源热泵供热、供冷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。

10.1.3 空气源热泵供热、供冷系统可由物业公司或专业维修公司日常运行维护，但系统调试和检修应由设备供应商或指定专业公司的专业技术人员进行；管理人员不得自行调整空气源热泵内部的安全保护装置。

【条文说明】引自《空气源热泵系统工程技术规程》DB 21/T 3384-2021 第 9.3.1 条，以及《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.1.5 条和《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 第 8.4.4 条。空气源热泵供热、供冷系统专业性比较强，具备熟练调试检修和维护管理的技术人员，对系统运行原理、科学运行及设备管理工作更加专业，能够及时发现问题并正确处理，以保证系统安全可靠的运行。

10.1.4 空气源热泵供热、供冷系统冬季不使用或检修时，应采取防冻措施。不运行季节系统内应维持满水状态，并定期检查是否满水。

【条文说明】引自《空气源热泵系统应用技术规程》DB 11/T 1382-2022 第 6.4.6 条，以及《空气源热泵供暖空调工程技术规程》DB 34/T 3949-2021 第 9.0.4 条和《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 第 8.4.5 条。空气源热泵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，需泄水或充满防冻液。夏季及过渡季不运行时，应满水保养，避免空气进入水管道，加剧腐蚀。

10.1.5 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。

10.1.6 空气源热泵辐射供暖、供冷系统安装有发热或者供冷元件的表面上应对用户有明显提示，严禁进行打洞、钻凿、撞击、高温作业等工作，以防损坏加热或供冷管。

【条文说明】引自《空气源热泵冷剂直热直冷式建筑辐射供暖供冷技术规程》T/CECS 482-2017 第 7.1.2 条，以及《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 第 4.2.3 条和《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.1.9 条。

10.2 系统运行

10.2.1 空气源热泵供热、供冷系统运行前，应对系统进行试运行，确保系统安全正常运行。

【条文说明】引自《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.2.1 条。

10.2.2 空气源热泵供热、供冷系统运行期间，应确保空气侧换热器进风与排风通畅，在排出空气与吸入空气之间不发生明显的气流短路，除此之外融霜水和冷凝水也应排放及时且合理。

【条文说明】引自《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.2.4 和 11.2.5 条。空气源热泵空气侧换热器在周围有遮挡严重时，

易造成气流短路引起环境通风变差，换热能力降低，导致机组整体性能下降，因此应排除周围杂物堆放的情况，确保周围清洁干燥，通风良好。空气源热泵的融霜水不及时清理时，会导致融霜水在积水盘结冰越来越多，机组制热性能大幅下降，严重时将使得机组直接停机，后续人工除冰复杂且机组恢复正常供热时间大大增加。

10.2.3 空气源热泵供热、供冷系统运行时，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。

【条文说明】引自《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.2.3 条。

10.2.4 空气源热泵集中供暖系统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，并宜采用最不利末端支路压差控制。

【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。

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。

10.2.5 空气源热泵供热、供冷系统具有集中布置的多台热泵机组时，系统部分负荷运行工况下，应通过机组群控优化启动/停机机组位置分布，减弱机组冷/热岛效应，从而提升系统能效。

【条文说明】对于空气源热泵集群式布置的供暖供冷项目，供暖季多台机组同时制热运行，机组蒸发器形成的冷气流下沉，容易导致冷岛效应，造成机组有

效制热量衰减。空调季多台机组同时制冷运行，机组冷凝器热空气容易短路回流，导致热岛效应，造成机组有效制冷量衰减。实际运行过程中，在机组部分负荷工况下，往往通过台数控制实现供冷/热量与建筑负荷相匹配，此时机组可通过群控功能，优化启动/停机机组位置分布，减弱机组冷/热岛效应，从而提升系统能效。

10.2.6 空气源热泵系统运行时，应设置漏水的监测和报警功能，当系统水流量或水箱水位低于设定报警值时，发出报警信号提醒运维人员进行漏点检测及维修。

10.3 系统维护

10.3.1 空气源热泵供热、供冷系统的主要设备应定期进行维护保养，发现问题及时解决，并应做完整的记录。

【条文说明】引自《空气源热泵系统工程技术规程》DB 21/T 3384-2021 第 9.2.1-9.2.4 条和第 9.2.6-9.2.11 条，以及《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564-2018 第 8.4.2 条和《空气源热泵供暖空调工程技术规程》DB 34/T 3949-2021 第 9.0.2 条。

1 空气源热泵机组的维护保养应包括下列内容：

- 1) 定期检查机组的整体运行情况，制冷系统压力、压缩机油位和油色是否正常，并确认制冷剂外部管路接头及阀门处是否有泄漏；
- 2) 定期检查并确认机组的电源和电气系统接线是否牢固，电气元器件是否异常动作；
- 3) 定期检查并确认机组空气侧换热器及进风通道是否被杂物堵塞，水侧换热器的水路是否严重结垢，并根据需要对空气侧换热器及进风通道进行清洗或清理，对水侧换热器水路进行除垢措施，用药清洗不得采用含氯或氟化物的药剂，清洗后药剂废液应回收处理。

2 贮热水箱(罐)的维护保养应符合下列规定：

- 1) 定期检查贮热水箱(罐)的密封性及保温层，如发现破损时，应立即修补并做好防冻保温措施；
- 2) 定期检查贮热水箱(罐)的补水阀、安全阀、液位控制器和排水装置，应确保其正常工作；

- 3) 定期检查并确认无异物进入贮热水箱(罐), 若有异物应及时清除, 防止管道堵塞;
- 4) 定期对贮热水箱(罐)进行清洗并清除其内的水垢。
- 3 管道的维护保养应符合下列规定:
 - 1) 定期检查并确认管道保温层和表面防潮层无破损或脱落现象;
 - 2) 定期检查并确认管道保持通畅, 避免进入空气造成气堵;
 - 3) 定期检查并确认管道接头无渗漏、排气装置工作应正常;
 - 4) 定期检查管道的支撑构件是否存在变形、松动、脱落、锈蚀或断裂, 出现问题及时采取补救措施维修;
 - 5) 定期检查并清洗水路管道上的过滤器, 及时更换, 防止水路堵塞。
- 4 阀门的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, 防止锈死;
 - 2) 自动阀门应定期检查, 确保其正常工作;
 - 3) 电动阀门应定期对阀体、电控元器件及线路进行维护。
- 5 水泵的维护保养应符合下列规定:
 - 1) 水泵和电机应固定良好, 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的水泵泵体表面进行一次除锈刷漆作业。
- 6 温度传感器的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应连接牢固且无腐蚀。
- 7 压力传感器的维护保养应符合下列规定:
 - 1) 室外安装的压力传感器应做好防冻措施, 且禁止用硬物触碰压力传感器膜片;
 - 2) 保持变送器清洁, 并确保电路连接良好、密封圈牢固;
 - 3) 定期校准。

8 控制系统的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。

9 辅助加热系统的维护保养应符合下列规定：

- 1) 配电和控制线路应接线正确，接地线应可靠连接；
- 2) 进出水口的止回阀及安全阀应安装正确并运行正常。

10.3.2 供暖、供冷期开始前应对末端设备及连接部位进行严密性检修。地板辐射供暖管应两年冲洗一次。风机盘管百叶应灵活调节，定期清洗积水盘，清洗过滤网。

【条文说明】引自《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.3.6 条。

10.3.3 系统运转出现异响和振动应及时维修，室外风侧换热器应定期清洗；并保持机组环境清洁。

【条文说明】引自《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.3.4 条。

室外风侧换热器的清洗方法：

- 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，注意防止水压或气压过大导致冲刷翅片，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。

10.3.4 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。

【条文说明】引自《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.3.5 条。

10.3.5 应减少空气源热泵使用和维修时制冷剂的排放量或泄露量，并宜采取措施对制冷剂进行回收利用。

【条文说明】引自《空气源热泵供暖空调工程技术规程》DB 34/T 3949-2021

第 9.0.5 条。泄露制冷剂将直接进入大气成为温室气体，影响全球变暖，因此应减少空气源热泵设备在使用和维修时制冷剂的排放量或修漏量，并采取有效的回收利用措施，加强制冷剂的回收利用。

10.3.6 采用纯水补水的系统应根据出水量定期检查反渗透过滤装置，定期更换。

10.3.7 系统维修应有完整记录和维修档案。

【条文说明】引自《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297-2022 第 11.3.7 条。

附录 A 空气源热泵除霜修正系数

A.0.1 空气源热泵除霜修正系数应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 空气源热泵除霜修正系数

城市	冬季空调室外计算温度 (°C)	冬季空调室外计算相对湿度 (%)	逆循环除霜修正系数	空气吸热除霜修正系数
成都	1.00	83	0.78	0.88
广元	0.50	64	0.96	0.97
甘孜州	-8.30	65	0.98	0.99
宜宾	2.80	85	0.76	0.87
南充	1.90	85	0.76	0.87
凉山州	2.00	52	0.98	0.99
遂宁	2.00	86	0.76	0.87
内江	2.10	83	0.78	0.88
乐山	2.20	82	0.78	0.88
泸州	2.60	67	0.95	0.96
绵阳	0.70	79	0.80	0.89
达州	2.10	82	0.78	0.88
雅安	1.10	80	0.80	0.89
巴中	1.50	82	0.78	0.88
资阳	1.30	84	0.76	0.87
阿坝州	-6.10	48	1.00	1.00

附录 B 防冻液水力计算修正方法

B.0.1 防冻液的密度及粘度与水有一定差异，温度变化防冻液粘度同样会有所不同，温度的变化首先影响流体的密度和粘度，进而影响到 Re （可按式（B.0.1）计算）；从而影响到流体的流态和摩擦阻力系数（可按式（B.0.2- B.0.5）计算）；最后影响到管道的摩擦阻力（可按式（B.0.6）计算）。因此在进行水力计算时需要对系统阻力进行修正。常用的乙二醇、丙二醇防冻液的热物理性质可从表（B.0.1~ B.0.8）查询。

Re 的可采用下式计算：

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu} \quad (\text{B.0.1})$$

v 为流体流速，m/s； ρ 为管道内流体的密度，kg/m³； d 为管道直径，m； μ 为液体黏度，Pa·s。

在层流区($Re < 2000$)内，摩擦阻力系数 λ 仅与雷诺数 Re 有关，可用下式计算：

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (\text{B.0.2})$$

当 $2000 < Re < 4000$ ，时称为临界区或者过渡临界区，摩擦阻力系数 λ 可用下式计算：

$$\lambda = 0.0025 \sqrt[3]{Re} \quad (\text{B.0.3})$$

紊流区 λ 值可以统一用柯列勃洛克公式计算：

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{K}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{B.0.4})$$

式中 K ——管道内壁粗糙度，mm

D ——管道直径，mm

在 $Re < 10^5$ 范围内，也可采用经验公式布拉休斯公式计算：

$$\lambda = \frac{0.3164}{Re^{0.25}} \quad (\text{B.0.5})$$

对于圆形管道，摩擦阻力计算公式可改写为：

$$P_m = \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{v^2 \rho}{2} \cdot l \quad (\text{Pa}) \quad (\text{B.0.6})$$

式中 l 为管道长度，m。

表 B.0.1 乙二醇防冻溶液的密度 (kg/m³)

温度 ℃	体积浓度								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35					1089.94	1104.60	1118.61	1132.11	
-30					1089.04	1103.54	1117.38	1130.72	
-25					1088.01	1102.36	1116.04	1129.21	1141.87
-20				1071.98	1086.87	1101.06	1114.58	1127.57	1140.07
-15				1070.87	1085.61	1099.64	1112.99	1125.82	1138.14
-10			1054.31	1069.63	1084.22	1098.09	1111.28	1123.94	1136.09
-5		1036.85	1053.11	1068.28	1082.71	1096.43	1109.45	1121.94	1133.91
0	1018.73	1035.67	1051.78	1066.80	1081.08	1094.64	1107.50	1119.82	1131.62
5	1017.57	1034.36	1050.33	1065.21	1079.33	1092.73	1105.43	1117.58	1129.20
10	1016.28	1032.94	1048.76	1063.49	1077.46	1090.70	1103.23	1115.22	1126.67
15	1014.87	1031.39	1047.07	1061.65	1075.46	1088.54	1100.92	1112.73	1124.01
20	1013.34	1029.72	1045.25	1059.68	1073.35	1086.27	1098.48	1110.13	1121.23
25	1011.69	1027.93	1043.32	1057.60	1071.11	1083.87	1095.92	1107.40	1118.32
30	1009.92	1026.02	1041.26	1055.39	1068.75	1081.35	1093.24	1104.55	1115.30
35	1008.02	1023.99	1039.08	1053.07	1066.27	1078.71	1090.43	1101.58	1112.15
40	1006.01	1021.83	1036.78	1050.62	1063.66	1075.95	1087.51	1098.48	1108.89
45	1003.87	1019.55	1034.36	1048.05	1060.94	1073.07	1084.46	1095.27	1105.50
50	1001.61	1017.16	1031.81	1045.35	1058.09	1070.06	1081.30	1091.93	1101.99
55	999.23	1014.64	1029.15	1042.54	1055.13	1066.94	1078.01	1088.48	1098.36
60	996.72	1011.99	1026.36	1039.61	1052.04	1063.69	1074.60	1084.90	1094.60
65	994.10	1009.23	1023.45	1036.55	1048.83	1060.32	1071.06	1081.20	1090.73
70	991.35	1006.35	1020.42	1033.37	1045.49	1056.83	1067.41	1077.37	1086.73
75	988.49	1003.34	1017.27	1030.07	1042.04	1053.22	1063.64	1073.43	1082.61
80	985.50	1000.21	1014.00	1026.65	1038.46	1049.48	1059.74	1069.36	1078.37
85	982.39	996.96	1010.60	1023.10	1034.77	1045.63	1055.72	1065.18	1074.01
90	979.15	993.59	1007.09	1019.44	1030.95	1041.65	1051.58	1060.87	1069.53
95	975.80	990.10	1003.45	1015.65	1027.01	1037.55	1047.32	1056.44	1064.92
100	972.32	986.48	999.69	1011.74	1022.95	1033.33	1042.93	1051.88	1060.20
105	968.73	982.75	995.81	1007.71	1018.76	1028.99	1038.43	1047.21	1055.35
110	965.01	978.89	991.81	1003.56	1014.46	1024.52	1033.80	1042.41	1050.38
115	961.17	974.91	987.68	999.29	1010.03	1019.94	1029.05	1037.50	1045.29
120	957.21	970.81	983.43	994.90	1005.48	1015.23	1024.18	1032.46	1040.08
125	953.12	966.59	979.07	990.38	1000.81	1010.40	1019.19	1027.30	1034.74

表 B.0.2 乙二醇防冻溶液的比热容 (kJ/kg·K)

温度 °C	体积浓度								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35					3.068	2.844	2.612	2.370	
-30					3.088	2.866	2.636	2.397	
-25					3.107	2.888	2.660	2.423	2.177
-20				3.334	3.126	2.909	2.685	2.450	2.206
-15				3.351	3.145	2.931	2.709	2.477	2.235
-10			3.560	3.367	3.165	2.953	2.733	2.503	2.264
-5		3.757	3.574	3.384	3.184	2.975	2.757	2.530	2.293
0	3.937	3.769	3.589	3.401	3.203	2.997	2.782	2.556	2.322
5	3.946	3.780	3.603	3.418	3.223	3.018	2.806	2.583	2.351
10	3.954	3.792	3.617	3.435	3.242	3.040	2.830	2.610	2.380
15	3.963	3.803	3.631	3.451	3.261	3.062	2.854	2.636	2.409
20	3.972	3.815	3.645	3.468	3.281	3.084	2.878	2.663	2.438
25	3.981	3.826	3.660	3.485	3.300	3.106	2.903	2.690	2.467
30	3.989	3.838	3.674	3.502	3.319	3.127	2.927	2.716	2.496
35	3.998	3.849	3.688	3.518	3.339	3.149	2.951	2.743	2.525
40	4.007	3.861	3.702	3.535	3.358	3.171	2.975	2.770	2.554
45	4.015	3.872	3.716	3.552	3.377	3.193	3.000	2.796	2.583
50	4.024	3.884	3.730	3.569	3.396	3.215	3.024	2.823	2.612
55	4.033	3.895	3.745	3.585	3.416	3.236	3.048	2.850	2.641
60	4.042	3.907	3.759	3.602	3.435	3.258	3.072	2.876	2.670
65	4.050	3.918	3.773	3.619	3.454	3.280	3.097	2.903	2.699
70	4.059	3.930	3.787	3.636	3.474	3.302	3.121	2.929	2.728
75	4.068	3.941	3.801	3.653	3.493	3.324	3.145	2.956	2.757
80	4.077	3.953	3.816	3.669	3.512	3.345	3.169	2.983	2.786
85	4.085	3.964	3.830	3.686	3.532	3.367	3.193	3.009	2.815
90	4.094	3.976	3.844	3.703	3.551	3.389	3.218	3.036	2.844
95	4.103	3.987	3.858	3.720	3.570	3.411	3.242	3.063	2.873
100	4.112	3.999	3.872	3.736	3.590	3.433	3.266	3.089	2.902
105	4.120	4.010	3.886	3.753	3.609	3.454	3.290	3.116	2.931
110	4.129	4.022	3.901	3.770	3.628	3.476	3.315	3.143	2.960
115	4.138	4.033	3.915	3.787	3.647	3.498	3.339	3.169	2.989
120	4.15	4.045	3.929	3.804	3.667	3.520	3.363	3.196	3.018
125	4.155	4.056	3.943	3.820	3.686	3.542	3.387	3.223	3.047

表 B.0.3 乙二醇防冻溶液的导热系数 (W/m·K)

温度 °C	体积浓度								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-35						0.300	0.279	0.262	
-30					0.328	0.303	0.282	0.264	
-25					0.332	0.306	0.284	0.266	0.252
-20				0.366	0.336	0.310	0.287	0.268	0.253
-15				0.371	0.340	0.313	0.289	0.270	0.255
-10			0.411	0.376	0.344	0.316	0.292	0.271	0.256
-5		0.458	0.417	0.381	0.348	0.319	0.294	0.273	0.257
0	0.512	0.466	0.423	0.386	0.352	0.322	0.297	0.275	0.259
5	0.520	0.472	0.429	0.391	0.356	0.325	0.299	0.277	0.260
10	0.528	0.479	0.435	0.395	0.360	0.328	0.301	0.278	0.261
15	0.535	0.486	0.440	0.400	0.363	0.331	0.303	0.280	0.262
20	0.543	0.492	0.445	0.404	0.366	0.334	0.305	0.281	0.263
25	0.550	0.498	0.450	0.408	0.370	0.336	0.307	0.283	0.264
30	0.556	0.503	0.455	0.412	0.373	0.338	0.309	0.284	0.265
35	0.563	0.509	0.459	0.415	0.376	0.341	0.311	0.285	0.266
40	0.569	0.514	0.463	0.419	0.378	0.343	0.312	0.286	0.267
45	0.574	0.518	0.467	0.422	0.381	0.345	0.314	0.288	0.268
50	0.579	0.523	0.471	0.425	0.383	0.347	0.315	0.289	0.268
55	0.584	0.527	0.474	0.427	0.385	0.348	0.316	0.289	0.269
60	0.588	0.530	0.477	0.430	0.387	0.350	0.317	0.290	0.270
65	0.592	0.534	0.480	0.432	0.389	0.351	0.318	0.291	0.270
70	0.596	0.537	0.483	0.434	0.391	0.352	0.319	0.292	0.271
75	0.599	0.540	0.485	0.436	0.392	0.354	0.320	0.292	0.271
80	0.602	0.542	0.487	0.438	0.394	0.355	0.321	0.293	0.271
85	0.605	0.544	0.489	0.439	0.395	0.355	0.322	0.293	0.272
90	0.607	0.546	0.490	0.440	0.396	0.356	0.322	0.294	0.272
95	0.609	0.548	0.491	0.441	0.396	0.357	0.322	0.294	0.272
100	0.610	0.549	0.493	0.442	0.397	0.357	0.323	0.294	0.272
105	0.612	0.550	0.493	0.443	0.398	0.358	0.323	0.294	0.272
110	0.613	0.551	0.494	0.443	0.398	0.358	0.323	0.294	0.272
115	0.614	0.552	0.495	0.444	0.398	0.358	0.323	0.294	0.272
120	0.614	0.552	0.495	0.444	0.398	0.358	0.323	0.294	0.272
125	0.615	0.552	0.495	0.444	0.398	0.358	0.323	0.294	0.271

表 B.0.4 乙二醇防冻溶液的运动粘度 (mPa·s)

温度 °C	体积浓度								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35					66.93	93.44	133.53	191.09	
-30					43.98	65.25	96.57	141.02	
-25					30.50	46.75	70.38	102.21	196.87
-20				15.75	22.07	34.28	51.94	74.53	128.43
-15				11.74	16.53	25.69	38.88	55.09	87.52
-10			6.19	9.06	12.74	19.62	29.53	41.36	61.85
-5		3.65	5.03	7.18	10.05	15.25	22.76	31.56	45.08
0	2.08	3.02	4.15	5.83	8.09	12.05	17.79	24.44	33.74
5	1.79	2.54	3.48	4.82	6.63	9.66	14.09	19.20	25.84
10	1.56	2.18	2.95	4.04	5.50	7.85	11.31	15.29	20.18
15	1.37	1.89	2.53	3.44	4.63	6.46	9.18	12.33	16.04
20	1.21	1.65	2.20	2.96	3.94	5.38	7.53	10.05	12.95
25	1.08	1.46	1.92	2.57	3.39	4.52	6.24	8.29	10.59
30	0.97	1.30	1.69	2.26	2.94	3.84	5.23	6.90	8.77
35	0.88	1.17	1.50	1.99	2.56	3.29	4.42	5.79	7.34
40	0.80	1.06	1.34	1.77	2.26	2.84	3.76	4.91	6.21
45	0.73	0.96	1.21	1.59	2.00	2.47	3.23	4.19	5.30
50	0.67	0.88	1.09	1.43	1.78	2.16	2.80	3.61	4.56
55	0.62	0.81	0.99	1.29	1.59	1.91	2.43	3.12	3.95
60	0.57	0.74	0.90	1.17	1.43	1.69	2.13	2.72	3.45
65	0.53	0.69	0.83	1.06	1.29	1.51	1.88	2.39	3.03
70	0.50	0.64	0.76	0.97	1.17	1.35	1.67	2.11	2.67
75	0.47	0.59	0.70	0.89	1.07	1.22	1.49	1.87	2.37
80	0.44	0.55	0.65	0.82	0.98	1.10	1.33	1.66	2.12
85	0.41	0.52	0.60	0.76	0.89	1.00	1.20	1.49	1.90
90	0.39	0.49	0.56	0.70	0.82	0.92	1.09	1.34	1.71
95	0.37	0.46	0.52	0.65	0.76	0.84	0.99	1.21	1.54
100	0.35	0.43	0.49	0.60	0.70	0.77	0.90	1.10	1.40
105	0.33	0.40	0.46	0.56	0.65	0.71	0.82	1.00	1.27
110	0.32	0.38	0.43	0.53	0.60	0.66	0.76	0.91	1.16
115	0.30	0.36	0.41	0.49	0.56	0.61	0.70	0.83	1.07
120	0.29	0.34	0.38	0.46	0.53	0.57	0.64	0.77	0.98
125	0.28	0.33	0.36	0.43	0.49	0.53	0.60	0.71	0.90

表 B.0.5 丙二醇防冻溶液的密度 (kg/m³)

温度 °C	体积浓度								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35						1072.92	1079.67	1094.5	1092.46
-30						1071.31	1077.82	1090.85	1088.82
-25					1062.11	1069.58	1075.84	1087.18	1085.15
-20					1060.49	1067.72	1073.74	1083.49	1081.46
-15				1050.43	1058.73	1065.73	1071.51	1079.77	1077.74
-10			1039.42	1048.79	1056.85	1063.61	1069.16	1076.04	1074
-5		1027.24	1037.89	1047.02	1054.84	1061.37	1066.69	1072.27	1070.24
0	1013.85	1025.84	1036.24	1045.12	1052.71	1059	1064.09	1068.49	1066.46
5	1012.61	1024.32	1034.46	1043.09	1050.44	1056.5	1061.36	1064.68	1062.65
10	1011.24	1022.68	1032.55	1040.94	1048.04	1053.88	1058.51	1060.85	1058.82
15	1009.75	1020.91	1030.51	1038.65	1045.52	1051.13	1055.54	1057	1054.96
20	1008.13	1019.01	1028.35	1036.24	1042.87	1048.25	1052.44	1053.12	1051.09
25	1006.40	1016.99	1026.06	1033.7	1040.09	1045.24	1049.22	1049.22	1047.19
30	1004.54	1014.84	1023.64	1031.03	1037.18	1042.11	1045.87	1045.3	1043.26
35	1002.56	1012.56	1021.09	1028.23	1034.15	1038.85	1042.4	1041.35	1039.32
40	1000.46	1010.16	1018.42	1025.3	1030.98	1035.47	1038.81	1037.38	1035.35
45	998.23	1007.64	1015.62	1022.24	1027.69	1031.95	1035.09	1033.39	1031.35
50	995.88	1004.99	1012.69	1019.06	1024.27	1028.32	1031.25	1029.37	1027.34
55	993.41	1002.21	1009.63	1015.75	1020.72	1024.55	1027.28	1025.33	1023.3
60	990.82	999.31	1006.44	1012.3	1017.04	1020.66	1023.19	1021.27	1019.24
65	988.11	996.28	1003.13	1008.73	1013.23	1016.63	1018.97	1017.19	1015.15
70	985.27	993.12	999.69	1005.03	1009.30	1012.49	1014.63	1013.08	1011.04
75	982.31	989.85	996.12	1001.21	1005.24	1008.21	1010.16	1008.95	1006.91
80	979.23	986.44	992.42	997.25	1001.05	1003.81	1005.57	1004.79	1002.76
85	976.03	982.91	988.60	993.17	996.73	999.28	1000.86	1000.62	998.58
90	972.70	979.25	984.65	988.95	992.28	994.63	996.02	996.41	994.38
95	969.25	975.47	980.57	984.61	987.7	989.85	991.06	992.19	990.16
100	965.68	971.56	976.36	980.14	983	984.94	985.97	987.94	985.91
105	961.99	967.53	972.03	975.54	978.16	979.9	980.76	983.68	981.64
110	958.17	963.37	967.56	970.81	973.2	974.74	975.42	979.38	977.35
115	954.24	959.09	962.97	965.95	968.11	969.45	969.96	975.07	973.03
120	950.18	954.67	958.26	960.97	962.89	964.03	964.38	970.73	968.69
125	945.99	950.14	953.41	955.86	957.55	958.49	958.67	966.37	964.33

表 B.0.6 丙二醇防冻溶液的比热容 (kJ/kg·K)

温度 °C	体积浓度								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35						3.096	2.843	2.572	2.264
-30						3.118	2.868	2.600	2.295
-25					3.358	3.140	2.893	2.627	2.326
-20					3.378	3.162	2.918	2.655	2.356
-15				3.586	3.397	3.184	2.943	2.683	2.387
-10			3.765	3.603	3.416	3.206	2.968	2.710	2.417
-5		3.918	3.779	3.619	3.435	3.228	2.993	2.738	2.448
0	4.042	3.929	3.793	3.636	3.455	3.250	3.018	2.766	2.478
5	4.050	3.940	3.807	3.652	3.474	3.272	3.042	2.793	2.509
10	4.058	3.951	3.820	3.669	3.493	3.295	3.067	2.821	2.539
15	4.067	3.962	3.834	3.685	3.513	3.317	3.092	2.849	2.570
20	4.075	3.973	3.848	3.702	3.532	3.339	3.117	2.876	2.600
25	4.083	3.983	3.862	3.718	3.551	3.361	3.142	2.904	2.631
30	4.091	3.994	3.875	3.735	3.570	3.383	3.167	2.931	2.661
35	4.099	4.005	3.889	3.751	3.590	3.405	3.192	2.959	2.692
40	4.107	4.016	3.903	3.768	3.609	3.427	3.217	2.987	2.723
45	4.115	4.027	3.917	3.784	3.628	3.449	3.242	3.014	2.753
50	4.123	4.038	3.930	3.801	3.648	3.471	3.266	3.042	2.784
55	4.131	4.049	3.944	3.817	3.667	3.493	3.291	3.070	2.814
60	4.139	4.060	3.958	3.834	3.686	3.515	3.316	3.097	2.845
65	4.147	4.071	3.972	3.850	3.706	3.537	3.341	3.125	2.875
70	4.155	4.082	3.985	3.867	3.725	3.559	3.366	3.153	2.906
75	4.163	4.093	3.999	3.883	3.744	3.581	3.391	3.180	2.936
80	4.171	4.104	4.013	3.900	3.763	3.603	3.416	3.208	2.967
85	4.179	4.115	4.027	3.916	3.783	3.625	3.441	3.236	2.997
90	4.187	4.126	4.040	3.933	3.802	3.647	3.465	3.263	3.028
95	4.195	4.136	4.054	3.949	3.821	3.670	3.490	3.291	3.058
100	4.203	4.147	4.068	3.966	3.841	3.692	3.515	3.319	3.089
105	4.211	4.158	4.082	3.982	3.860	3.714	3.540	3.346	3.119
110	4.219	4.169	4.095	3.999	3.879	3.736	3.565	3.374	3.150
115	4.227	4.180	4.109	4.015	3.898	3.758	3.590	3.402	3.18
120	4.235	4.191	4.123	4.032	3.918	3.780	3.615	3.429	3.211
125	4.243	4.202	4.137	4.049	3.937	3.802	3.640	3.457	3.242

表 B.0.7 乙二醇防冻溶液的导热系数 (W/m·K)

温度 °C	体积浓度								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35						0.269	0.242	0.220	0.203
-30					0.302	0.272	0.245	0.222	0.204
-25					0.306	0.275	0.247	0.224	0.205
-20				0.346	0.311	0.278	0.250	0.226	0.206
-15				0.351	0.315	0.282	0.252	0.227	0.207
-10			0.397	0.356	0.319	0.285	0.254	0.229	0.208
-5		0.449	0.403	0.361	0.323	0.288	0.256	0.230	0.209
0	0.510	0.456	0.409	0.366	0.327	0.291	0.259	0.232	0.210
5	0.518	0.463	0.415	0.371	0.331	0.294	0.261	0.233	0.211
10	0.526	0.470	0.421	0.376	0.334	0.297	0.263	0.235	0.212
15	0.534	0.477	0.426	0.380	0.338	0.299	0.265	0.236	0.213
20	0.541	0.483	0.431	0.384	0.341	0.302	0.267	0.237	0.214
25	0.548	0.489	0.436	0.388	0.344	0.304	0.268	0.239	0.215
30	0.555	0.494	0.441	0.392	0.347	0.307	0.270	0.240	0.215
35	0.561	0.500	0.445	0.396	0.350	0.309	0.272	0.241	0.216
40	0.567	0.505	0.450	0.399	0.353	0.311	0.273	0.242	0.216
45	0.573	0.509	0.453	0.402	0.355	0.313	0.274	0.242	0.217
50	0.578	0.514	0.457	0.405	0.358	0.314	0.275	0.243	0.217
55	0.583	0.518	0.460	0.408	0.360	0.316	0.277	0.244	0.218
60	0.587	0.521	0.463	0.410	0.362	0.317	0.277	0.244	0.218
65	0.591	0.525	0.466	0.413	0.363	0.319	0.278	0.245	0.218
70	0.595	0.528	0.469	0.415	0.365	0.320	0.279	0.245	0.218
75	0.598	0.531	0.471	0.416	0.366	0.321	0.280	0.246	0.218
80	0.601	0.533	0.473	0.418	0.367	0.321	0.280	0.246	0.218
85	0.604	0.535	0.474	0.419	0.368	0.322	0.281	0.246	0.218
90	0.606	0.537	0.476	0.420	0.369	0.323	0.281	0.246	0.218
95	0.608	0.538	0.477	0.421	0.370	0.323	0.281	0.246	0.218
100	0.609	0.540	0.478	0.422	0.370	0.323	0.281	0.246	0.218
105	0.611	0.541	0.479	0.423	0.371	0.323	0.281	0.246	0.218
110	0.612	0.542	0.480	0.423	0.371	0.323	0.281	0.246	0.217
115	0.613	0.542	0.480	0.423	0.371	0.323	0.281	0.245	0.217
120	0.613	0.543	0.480	0.423	0.371	0.323	0.280	0.245	0.216

表 B.0.8 乙二醇防冻溶液的运动粘度 (mPa·s)

温度 °C	体积浓度								
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
-35						524.01	916.18	1434.22	3813.29
-30					171.54	330.39	551.12	908.47	2071.34
-25					109.69	211.43	340.09	575.92	1176.09
-20				48.90	72.42	137.96	215.67	368.77	696.09
-15				33.07	49.29	92.00	140.62	239.86	428.19
-10			11.84	23.11	34.51	62.78	94.23	159.02	272.94
-5		4.98	9.07	16.63	24.81	43.84	64.83	107.64	179.78
0	2.68	4.05	7.07	12.30	18.28	31.32	45.74	74.45	122.03
5	2.23	3.34	5.61	9.32	13.77	22.87	33.04	52.63	85.15
10	1.89	2.79	4.52	7.21	10.59	17.05	24.41	37.99	60.93
15	1.63	2.36	3.69	5.70	8.30	12.96	18.41	28.00	44.62
20	1.42	2.02	3.06	4.59	6.62	10.04	14.15	21.04	33.38
25	1.25	1.74	2.57	3.75	5.36	7.91	11.08	16.10	25.45
30	1.11	1.52	2.19	3.12	4.41	6.34	8.81	12.55	19.76
35	0.99	1.34	1.88	2.62	3.68	5.15	7.12	9.94	15.60
40	0.89	1.18	1.63	2.24	3.10	4.25	5.84	7.99	12.49
45	0.81	1.06	1.43	1.93	2.65	3.55	4.85	6.52	10.15
50	0.73	0.95	1.26	1.68	2.28	3.00	4.08	5.39	8.35
55	0.67	0.86	1.13	1.48	1.99	2.57	3.46	4.51	6.95
60	0.62	0.78	1.01	1.31	1.75	2.22	2.98	3.82	5.85
65	0.57	0.71	0.92	1.18	1.55	1.93	2.58	3.28	4.97
70	0.53	0.66	0.83	1.06	1.38	1.70	2.26	2.83	4.26
75	0.49	0.60	0.76	0.96	1.24	1.51	1.99	2.47	3.69
80	0.46	0.56	0.70	0.88	1.12	1.35	1.77	2.18	3.22
85	0.43	0.52	0.65	0.81	1.02	1.22	1.59	1.94	2.83
90	0.40	0.49	0.60	0.75	0.93	1.10	1.43	1.73	2.50
95	0.38	0.45	0.56	0.69	0.86	1.01	1.30	1.56	2.23
100	0.35	0.43	0.53	0.65	0.79	0.92	1.18	1.42	2.00
105	0.33	0.40	0.50	0.60	0.74	0.85	1.08	1.29	1.80
110	0.32	0.38	0.47	0.57	0.69	0.79	1.00	1.19	1.63
115	0.30	0.36	0.45	0.54	0.64	0.74	0.93	1.09	1.48
120	0.28	0.34	0.42	0.51	0.60	0.69	0.86	1.02	1.35

附录 C 用热需求调研表

C.0.1 针对有用热需求的工商企业用户，由于生产工艺不同，用热需求没有统一标准，特制定本表用于确定设计目标和经济性核算。

C.0.2 有用热需求的客户按表 C.0.2 的规定进行填写。

表 C.0.2 用热需求表

项目名称										
项目地址										
用热需求	供热，用量及温度； 热水，用量及温度； 蒸汽，用量及温度；									
用热时段	年工作天数									
	每天工作时间									
用能价格	用水				元/吨	供水压力			MPa	
	用电	电价		时段						
		峰电			元/kWh	现有变压器容量			kVa	
		尖峰				负载率				
		平电				变压器已用容量			kVa	
		谷电				变压器可用容量			kVa	
	外购热力	热水			元/GJ	供回水温度			℃	
		蒸汽			元/蒸吨	蒸汽压力			bar	
	天然气				元/m ³	供燃气压力			bar	
余热资源										
特殊情况说明										

附录 D 工程质量检验表

表 D.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				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	
	制 冷 剂 - 水 换 热 装 置				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	
	风机盘管 (直接蒸发式室内机)					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				

表 D.0.2 系统试运转测试(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(°C)						
测试项目			测试数据			
			开机前	30min	60min	90min
室外环境温度(°C)						
室内温度(°C)						
热泵(制冷)主机	排气温度(°C)					
	油温(°C)					
	高/低压(Pa)					
	气管温度(°C)					
	液管温度(°C)					
	运转电流(A)					
	电压(V)					
	风扇档位					
冷热水系统	供回水水温(°C)					
	供回水压力(MPa)					
空调末端设备	进/出风温度(°C)					
	直接蒸发式室内机进/出管温度(°C)					
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						
直接蒸发式室内机及开关控制						
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

表 D.0.3 空气源热泵系统安装工程质量检验记录

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		《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 《多联机空调系统工程技术规程》JGJ174 《空气源热泵系统应用技术规程》DB11/T 1382		
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	制冷/制热系统	设备及基础的验收		
2		制冷(热泵)主机和制冷剂-水热交换设备的安装		
3		设备的严密性试验及试运行		
4		制冷剂管道及管配件的安装		
5		制冷剂管路的强度、气密性试验		
6	冷热水系统	配套设备、管材及配件验收		
7		水泵、膨胀罐等配套设备安装		
8		管道(包括柔性接管)连接		
9		管道(包括柔性接管)安装		
10		管道支吊架		
11		检修阀、自控阀、安全阀、放气阀、排水阀、减压阀等的安装		
12		过滤器等其他部件的安装		
13		系统的冲洗排污		
14		隐蔽管道的验收		
15		系统的试压		
16		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		

表 D.0.4 空气源热泵系统自控和电气系统工程质量检验记录

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		《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 《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB 50617 《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及质量验收规范》GB 50093 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601 《空气源热泵系统应用技术规程》DB11/T1382		
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		

表 D.0.5 空气源热泵系统维修记录

工程名称				用户联系人	
工程地址				用户电话	
用户地址				用户邮箱	
施工安装单位				交付使用日期	
主机生产单位				主机型号与编码	
维修记录					
报修		修复		上次维修	首次维修
年 月 日		年 月 日		年 月 日	年 月 日
					维修次数
					第 次
故障 处理	用户反应故障现象：				
	现场维修处理过程：				
	维修人员签字：维修服务单位(盖章)				
更换 配件	名称	规格型号	编码	数量	
用户评价	非常满意□ 满意□ 良好□ 一般□ 不满意□ 用户签字：				
维修费(元)	公司审核意见：			回访记录：	
	审核人签字：			回访人签字：	

本规范用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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:

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”。

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. 《生活饮用水卫生标准》GB 5749
2. 《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577
3. 《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 29541
4. 《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》GB 37480
5. 《建筑给水排水设计标准》GB 50015
6. 《城镇燃气设计规范》GB 50028
7. 《民用建筑节能设计标准》GB 50555
8. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
9. 《燃气工程项目规范》GB 55009
10. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
11. 《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020
12. 《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
13. 《低环境温度空气源热泵（冷水）机组第 2 部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.2
14. 《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
15. 《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81-2013
16. 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142
17. 《生活热水水质标准》CJ/T 521
18. 《空气源热泵系统应用技术规程》DB11/T 1382
19. 《空气源热泵系统工程技术规程》DB21/T 3384
20. 《严寒地区空气源热泵供暖系统技术规程》DB 23/T 3297
21. 《空气源热泵供暖空调工程技术规程》DB 34/T 3949
22. 《四川省公共建筑节能设计标准》DBJ 51/143
23. 《四川省居住建筑节能设计标准》DB 51/5027
24. 《空气源热泵冷剂直热直冷式建筑辐射供暖供冷技术规程》T/CECS 482
25. 《空气源热泵供暖工程技术规程》T/CECS 564

26. 《空气源热泵和燃气热水炉复合能源智能舒适系统技术规范》
T/CECA-G 0095