

DB 42

湖北省地方标准

DB42/T ****-****

空气源热泵热水系统应用技术规程

Technical specification for application of air-source heat pump water heater system

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

湖北省住房和城乡建设厅
湖北省市场监督管理局

联合发布

目 次

前 言 III

空气源热泵热水系统应用技术规程 1

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 符号和缩略语 3

5 基本规定 3

6 系统分类与选择 4

 6.1 系统分类 4

 6.2 系统选择 4

7 商用空气源热泵热水系统设计 4

 7.1 一般规定 4

 7.2 热水用水定额、水温和水质 4

 7.3 热水量及供热量 5

 7.4 贮热水箱（罐） 6

 7.5 辅助热源 6

 7.6 集热循环泵 6

 7.7 管路设计 7

 7.8 控制系统设计 8

 7.9 安全要求 8

8 户用空气源热泵热水系统设计 9

 8.1 一般规定 9

 8.2 热水量、耗热量计算 9

 8.3 空气源热泵热水机工作时间 10

 8.4 空气源热泵热水机选择 10

 8.5 储热水箱（罐） 11

 8.6 空气源热泵热水机组布置 11

9 电气设计 12

10 建筑与结构设计 13

 10.1 建筑设计 13

 10.2 结构设计 14

11 施工安装 14

 11.1 一般规定 14

 11.2 支架、基础或基座 14

 11.3 空气源热泵机组 15

 11.4 热水箱 15

 11.5 水泵 16

 11.6 辅助热源 16

 11.7 热水管道系统 16

 11.8 电气装置与控制系统 16

12 调试验收 17

 12.1 一般规定 17

 12.2 水压试验与冲洗 17

12.3	系统调试	17
12.4	竣工验收	18
13	运维管理	18
13.1	一般规定	18
13.2	安全检查	18
13.3	空气源热泵的运维管理	19
13.4	水泵的运维管理	19
13.5	管路系统运维管理	19
13.6	辅助加热系统运行维护管理	20
13.7	自动控制系统的运维管理	20
13.8	智慧运维管理	20
14	节能环保效益评估	21
14.1	一般规定	21
14.2	节能环保效益评定指标	21
14.3	检测和分级	22
	本标准用词说明	23
	附录 A（资料性）湖北省各地相关气象参数表	24
	附录 B（规范性）空气能热水系统验收表	25
	条文说明	30

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：中信建筑设计研究总院有限公司、中国轻工业武汉设计工程有限责任公司、武汉理工大学设计研究院有限公司、湖北省建筑科学研究设计院有限公司、湖北省太阳能空气能行业协会、广东纽恩泰新能源科技发展有限公司、四季沐歌科技集团有限公司、江苏恒泰泳池科技有限公司、上海伟星新型材料有限公司、湖北东升保水箱有限公司、安徽颐博水泵科技有限公司、武汉创亿欣机电公司、湖北新基德光源科技有限公司。

本文件主要起草人：李传志、陈宇、喻阳光、闵子皓、袁志宇、丁云、周延强、李魏武、雷雨、王海越、方元、万欣、周俊吉、刘俊林、宋春来、秦慧、王虎平、刘亚强、崔巍、毛澍洲、汪毅、甘胜、朱友平、徐俊涛

空气源热泵热水系统应用技术规程

1 范围

本文件规定了空气源热泵热水系统的范围、标准引用名录、术语和定义、符号和缩略语、基本规定、系统分类与选择、商用空气源热泵热水系统设计、户用空气源热泵热水系统设计、电气设计、建筑与结构设计、施工安装、调试验收、运维管理、环保节能效益评估等。

本文件适用于新建、改建和扩建民用建筑中的空气源热泵热水系统，工业企业内办公、研发、宿舍、食堂等建筑中的空气源热泵热水系统的设计、调试验收和运维管理。

民用建筑中空气源热泵热水系统除应符合本规程外，还应符合国家及地方现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 21362	《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》
GB 29541	《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》
GB 4706.1	《家用和类似用途电器的安全通用要求》
GB 50015	《建筑给水排水设计标准》
GB 50057	《建筑防雷设计规范》
GB 50118	《民用建筑隔声设计规范》
GB 50176	《民用建筑热工设计规范》
GB 50178	《建筑气候区划标准》
GB 50189	《公共建筑节能设计标准》
GB 50242	《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》
GB 50364	《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》
GB 50736	《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》
GB 50981	《建筑机电工程抗震设计规范》
GB/T 8175	《设备及管道绝热设计导则》
GB/T 23137	《家用和类似用途热泵热水器》
GB/T 23889	《户用空气源热泵辅助型太阳能热水系统技术条件》
GB/T 26973	《空气源热泵辅助的太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6m ³ ）技术规范》
JB/T 11969	《游泳池用空气源热泵热水机》
NB/T 34027	《家用和类似用途空气源热泵热水器全年综合能效比测试方法》
NB/T 34065	《户用及类似用途热泵系统安装集成装置》
NB/T 34066	《户用及类似用途空气源热泵采暖机组》
NB/T 34067	《空气源热泵热水工程施工及验收规范》
NB/T 34068	《家用和类似用途空气源热泵热水器售后服务规范》
JGJ 16	《民用建筑电气设计规范》
JGJ 134	《夏热冬冷低区居住建筑节能设计标准》
JGJ/T 132	《居住建筑节能检测标准》
CJ/T 521	《生活热水水质标准》
JJF 1768	《热泵热水机（器）能源效率计量检测规则》
T/CECS 564	《空气源热泵供暖工程技术规程》
DB 42/T 559	《低能耗居住建筑节能设计标准》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空气源热泵热水机 air-source heat pump water heater

以环境空气为热源的热泵热水机。

3.2

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

采用空气源热泵热水机作为热源，将空气中的热量转移到被加热的水中并输送至各用户所必须的完整系统，通常包括空气源热泵热水机组、热水箱（罐）、水泵、管道及附件、控制系统和辅助热源设施。

3.3

一次加热式热泵热水机 one time heat pump water heater

初始冷水流过热水机内部的热交换器，一次就达到用户设定温度的热泵热水机。

3.4

循环加热式热泵热水机 circulate heat pump water heater

通过冷水多次流过热水机内部的热交换器，逐渐达到用户设定温度的热泵热水机。

3.5

静态加热式热泵热水机 static heat pump water heater

通过换热器与水直接或间接接触，被加热水侧以自然对流形式使水温逐渐达到用户设定温度的热泵热水机。

3.6

制热量 heating capacity

在规定试验状况下，热水机运行时间内提供热水的热量与运行时间之比，单位：kW。

3.7

输入功率 heating input power

机组在单位时间内所消耗的总电功率，包括机组的压缩机和机组本身操作控制电路等所消耗的电功率，对于空气源热泵热水机组，还应包括蒸发器侧风机所消耗的电功率，单位：kW。

3.8

能效比 coefficient of performance (COP)

制热量与输入功率之比。

3.9

热水产水量 heating water flow

在规定试验工况下，热水机组提供的热水流量，单位：m³/h。

3.10

承压式贮热水箱 pressure type storage hot water tank

箱体密闭，不与大气相通，并能承受一定水压力的热水箱。

3.11

非承压式贮热水箱 non-pressure type storage hot water tank

水箱顶部与大气相通，通过液位控制装置控制其水面位置的热水箱。

3.12

商用空气源热泵热水机 air-source heat pump water heater for commercial applications

以提供商业、酒店、医院、学校、公共浴室、公共游泳池等公共建筑和类似用途建筑热水为主要目的的空气源热泵热水机。

3.13

户用空气源热泵热水器 air-source heat pump water heater for household application

以提供家庭生活和类似用途热水为主要目的的空气源热泵热水器。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

COP——热泵系统的综合能效比值；
 C——水的比热， $C=4.187 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ ；
 k——安全系数；
 k_1 ——安全系数；
 k_2 ——安全系数；
 k_3 ——安全系数；
 kgce——千克标准煤；
 m——用水计算单位数；
 Q_{rd} ——热水系统最高日用水量；
 Q_g ——设计小时供热量；
 Q_h ——设计小时耗热量；
 Q_r ——热泵的输入功率；
 Q_s ——热泵热水系统的热损耗量；
 Q_T ——常规能源替代量；
 Q_t ——传统热源的总能耗；
 Q_k ——空气源热泵的总能耗；
 q_r ——热水用水定额；
 q_{rx} ——空气源热泵热水机组循环泵流量；
 T_1 ——热泵机组设计工作时间；
 T_2 ——设计小时耗热量持续时间；
 T_3 ——定时用热水持续时间；
 t_r ——热水温度；
 t_l ——冷水温度；
 V_r ——贮热水箱（罐）有效容积；
 ρ_r ——热水密度；
 η ——有效贮热容积系数；
 Δt ——热泵机组的进出口温差。

5 基本规定

- 5.1 空气源热泵热水系统的应用应进行技术经济比较，充分考虑用户使用、施工安装和维护的要求，符合节能、节水、节地、节材、安全卫生、环境保护等有关规定。
- 5.2 空气源热泵热水系统的辅助热源配置应结合气候条件、各季节冷水温度、市政热源条件和能源价格等因素进行技术经济比较后确定。
- 5.3 空气源热泵热水系统应有良好的耐久性能、运行安全可靠、保证水质、产品的构造及热工性能应符合安全及节能的要求。
- 5.4 空气源热泵热水系统应实现与建筑设计一体化，同步施工、同步验收后交付使用。
- 5.5 在既有建筑上增设或改造已安装的空气源热泵热水系统，必须经建筑结构安全复核，并应满足建筑结构及其它相应的安全性及建筑一体化要求。
- 5.6 农村住宅可参照本规程户用空气源热泵热水系统设计执行。

6 系统分类与选择

6.1 系统分类

- 6.1.1 空气源热泵热水系统按照服务对象可分为商用空气源热泵热水系统和户用空气源热泵热水系统。
- 6.1.2 商用空气源热泵热水系统按照储热水箱的承压型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。
- 6.1.3 商用空气源热泵热水系统按加热方式可分为一次加热空气源热泵热水系统和循环加热式空气源热泵热水系统。
- 6.1.4 户用空气源热泵热水系统按照热泵主机与储热水箱的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。

6.2 系统选择

- 6.2.1 民用建筑中空气源热泵生活热水系统的类型应根据建筑特点及用水需求进行选择：
 - a) 有集中热水需求的公共建筑建筑宜采用集中空气源热泵热水系统，应根据建筑类型和用水性质采用各系统的合理组合；普通住宅、无集中沐浴设施的办公楼及用水点分散、日用水量（按 60℃计）小于 5m³ 的建筑宜采用局部热水供应系统。
 - b) 住宅建筑中空气源热泵热水系统的选择应遵循下列原则：
 - 1) 住宅建筑宜分户独立设置空气源热泵热水系统。
 - 2) 住宅安装的空气源热泵热水系统宜采用承压式户用空气源热泵热水机；
 - c) 全日集中热水供应系统中的较大型公共浴室、洗衣房、厨房等耗热量较大且用水时段固定的用水部位，宜设单独的热水管网，定时供应热水或另设局部热水供应系统。
 - d) 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。
- 6.2.2 泳池加热空气源热泵热水系统的池水加热方式宜采用分流量加热方式，被加热的水量不应小于池水循环水量的 25%，被加热水的水温不宜超过 40℃。
- 6.2.3 生活热水空气源热泵热水机组选择应符合下要求，能效比（COP）值不应低于表 1 的规定：

表 1 热泵热水机的 COP 值

制热量（kW）	热水机型式		普通型	低温型
H<10	一次加热型式、循环加热式		4.4	3.6
	静态加热式		4.4	-
H≥10	一次加热型式、循环加热式		4.4	3.7
	静态加热式	不提供水泵	4.4	3.7
		提供水泵	4.4	3.6

7 商用空气源热泵热水系统设计

7.1 一般规定

- 7.1.1 空气源热泵热水系统设计应纳入建筑给水排水设计，除应符合本标准以外，还应符合现行国家标准 GB 50015 的相关规定。
- 7.1.2 空气源热泵热水系统设计应遵循节水节能、安全、便捷、耐久可靠、经济使用、便于计量的原则。

7.2 热水用水定额、水温和水质

- 7.2.1 热水用水定额应根据卫生器具完善程度和地区条件，按 GB50015 表 6.2.1-1 确定，卫生器具的用水定额及水温应按表 6.2.1-2 确定。

7.2.2 热负荷计算时,热水计算温度应取 60℃,热泵热水机选型与系统日常运行时,热水计算温度应取 55℃。

7.2.3 生活热水的源水水质应符合现行国家标准 GB 5749 的规定。生活热水的水质应符合现行行业标准 CJ/T 521 的规定。

7.3 热水量及供热量

7.3.1 空气源热泵热水系统最高日用水量按照式(1)计算:

$$Q_{rd} = \sum m q_r / 1000 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Q_{rd} ——空气源热泵热水系统最高日用水量 (m^3/d);

m ——用水计算单位数(人数或床位数);

q_r ——热水用水定额, ($L/人 \cdot d$ 或 $L/床 \cdot d$)。

7.3.2 空气源热泵热水系统的耗热量计算根据《建筑给水排水设计标准》GB 50015 第 6.4.1 条确定。

7.3.3 空气源热泵热水系统的设计小时供热量应按式(2)计算:

$$Q_g = k_1 \frac{m q_r C (t_r - t_l) \rho_r}{T_1} C_\gamma \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

Q_g ——空气源热泵设计小时供热量 (kJ/h);

k_1 ——安全系数,取 1.10~1.20;

C ——水的比热 [$kJ/(kg \cdot ^\circ C)$], $C = 4.187 kJ/(kg \cdot ^\circ C)$;

t_r ——热水温度, $t_r = 55^\circ C$;

t_l ——冷水温度,按不同季节选取,应以当地实测数据资料确定,当无水温资料时,可按湖北东部地区最冷月地面水水温为 5℃,西部地区为 7℃,湖北地区最冷月地下水水温为 15~20℃ 确定;

ρ_r ——热水密度, $\rho_r = 0.98 kg/L$;

T_1 ——泵机组设计每日工作时间 (h),应根据用水需求、气候条件和系统经济性等因数综合考虑定,局部热水供应系统宜取 5~8 h,集中热水供应系统宜取 8~16 h;

C_γ ——热水供应系统的热损失系数, $C_\gamma = 1.10 \sim 1.15$ 。

7.3.4 空气源热泵热水系统的管路及设备热损耗量应结合管道、水箱和配件的保温条件、气温、热水温度等因素计算确定。当缺少数据时,可按 20% 计算。

7.3.5 空气源热泵主机的输入功率应按式(3)计算:

$$Q_r = \frac{Q_g + Q_s}{COP} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

Q_r ——空气源热泵主机的输入功率 (kJ/h);

Q_s ——空气源热泵热水系统的热损耗量 (kJ/h);

COP ——热泵机组的能效比值,无量纲。

7.3.6 空气源热泵选型宜按当地春分、秋分所在月的平均气温和冷水温度计算输入功率,不设辅助热源的系统应根据当地冬季最冷月平均气温和冷水温度,在合理延长热泵工作时间的条件下校核和调整热泵主机的输入功率。当地最冷月平均气温和水温可参照附录 A 选取。

7.3.7 按春分、秋分所在月的平均气温和冷水温度选型的空气源热泵热水系统宜配置辅助热源;按冬季最冷月平均气温和冷水温度选型且符合下列要求之一的空气源热泵热水系统,可不配置辅助热源:

- a) 当冬季最冷月生活热水用水量较小时;
- b) 通过延长工作时间冬季制热量满足要求时。

7.4 贮热水箱（罐）

7.4.1 热泵热水系统应设置贮热水箱，水箱容积需要根据全日供应热水、定时供应热水等不同的热水供应系统进行选择。

7.4.2 贮热水罐在闭式强制循环系统中应承受系统最大工作压力，其公称压力等级承压能力应按压力容器的要求确定。

7.4.3 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 CJ/T 521 的要求。

7.4.4 承压式贮热水罐和进、出水管的布置，不应产生水流短路，并应保证罐内具有平缓的温度梯度。在闭式承压系统中，应设置压力表、泄压装置、水温指示器、控制器及自动排气阀等。

7.4.5 非承压贮热水箱应设置就地液位显示、水温指示器、控制器及放空管等。

7.4.6 贮热水箱（罐）应设保温层，并按当地年平均气温与贮水温度计算保温层厚度。

7.4.7 集中空气源热泵热水供应系统的贮热水箱（罐）容积应根据热水用水小时变化曲线及空气源热泵的供热能力，综合考虑辅助加热的时段和能力等因素经计算后确定。

7.4.8 空气源热泵热水系统的贮热水箱（罐）有效容积计算可按以下条件确定：

7.4.8.1 全日集中供应热水系统贮热水箱（罐）有效容积，应根据日耗热量、空气源热泵持续工作时间及热泵工作时间内耗热量等因素确定，当其因素不确定时宜按式（4）计算：

$$V_r = k_1 \frac{(Q_h - Q_g) T_2}{(t_r - t_l) C_{p_f}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

V_r ——贮热水箱（罐）有效容积（L）；

Q_h ——设计小时耗热量（kJ/h）；

Q_g ——设计小时供热量（kJ/h）；

T_2 ——设计小时耗热量持续时间（h）， $T_2=2\sim 4$ h。

7.4.8.2 定时热水供应系统的贮热水箱（罐）的有效容积宜为定时供应最大时段的全部热水量。

7.4.9.1 循环式热泵热水系统贮热水箱容积

当热水系统选用循环式热泵时，水箱有效容积按照式（5）进行选取：

$$V_r = k_2 \cdot \frac{Q_{rd}}{\eta} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

k_2 ——安全系数， $k_2=1.10\sim 1.20$ ；

Q_{rd} ——空气源热泵热水系统日供水量（L）；

V_r ——贮热水箱总容积（L）；

η ——有效贮热容积系数，贮热水箱、卧式贮热水罐 $\eta=0.80\sim 0.85$ ，立式贮热水罐 $\eta=0.85\sim 0.90$ 。

7.5 辅助热源

7.5.1 空气源热泵热水系统的辅助热源，可采用工业余热、废热、城市热网、燃油、燃气、电或其他热源作辅助热源。

7.5.2 电辅助加热装置必须有国家认证。其他电源供电、各自线路选择与接线、安全保护与接地等电气设计应符合产品设计要求。

7.5.3 辅助热源的加热能力应按日用水量在冬季最冷月平均冷水温度下的耗热量确定，且应扣除相应气温条件下的热泵在该时段的供热量。

7.6 集热循环泵

7.6.1 空气源热泵热水系统的循环泵应设备用泵。

7.6.2 直热式空气源热泵热水系统的供水量宜采用水温自动控制，冷水系统设计应满足热泵系统的供

水量要求。空气源热泵热水机组循环泵流量应根据热泵的供热量和循环温差，按式（8）计算：

$$q_{rx} = k_3 \frac{Q_g}{C_{p1} \Delta t} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

q_{rx} ——空气源热泵热水机组循环泵流量（L/h）；

k_3 ——安全系数， $k_3=1.10\sim 1.20$ ；

Δt ——热泵机组的进出口温差（℃），按生产厂家提供的参数确定；当无数据时，可按 5℃计算。

7.6.3 循环式空气源热泵热水系统。水箱和热水机组之间通过循环水泵来驱动水进行循环加热，循环水泵的扬程按式（9）计算：

$$H = \Delta P_{hp} + \Delta P_1 + \Delta P_2 \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

H ——循环水泵扬程（kPa）；

ΔP_{hp} ——热水机组主机内冷媒和水侧换热器的水头损失（kPa）；

ΔP_1 ——热水机组主机循环水管与水箱循环管路之间的几何高差（kPa）；

ΔP_2 ——热水主机与水箱之间的循环管路总长引起的水头损失（kPa）；

注：当热水箱采用承压水箱时， $\Delta P_1=0$ 。

7.6.4 循环泵宜靠近储热水箱（罐）设置，不应毗邻居住用房或在其上层或下层。水泵应采用低噪音机组并采取隔振降噪措施。

7.7 管路设计

7.7.1 直接供应生活热水的集热管路应采用保证水质的金属管材；其他过水设备材质，应与建筑给水管路材质相容。

7.7.2 空气源热泵热水系统管道可采用不锈钢管、铜管、塑料热水管、复合热水管等。添加防冻液的管道不应选用内壁镀锌的管材。当采用塑料热水管或复合热水管材（推荐使用）时，应符合下列规定：

- a) 管道的工作压力应按相应温度下的许用工作压力选择；
- b) 设备机房内的管道不应采用塑料热水管；
- c) 塑料-金属复合热水管连接时应端面密封，防止分层。

7.7.3 热水输（配）水及循环供回水管道应设置保温和防冻措施。

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

7.7.5.1 最高日用热水量小于等于 30m³ 的热水供应系统可采用安全阀泄压的措施。

7.7.5.2 最高日用热水量大于 30m³ 的热水供应系统应设置压力式膨胀罐，膨胀罐的总容积应按式（10）计算：

$$V_e = \frac{(\rho_f - \rho_r) P_2}{(P_2 - P_1) \rho_r} \cdot V_s \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

V_e ——膨胀罐的总容积（m³）；

ρ_r ——加热前加热、贮热设备内水的密度(kg/m³)，定时供应热水的系统宜按冷水温度确定；全日集中热水供应系统宜按热水回水温度确定；

ρ_f ——热水密度（kg/m³）；

P_1 ——膨胀罐处管内水压力（MPa，绝对压力），为管内工作压力加 0.1MPa；

P_2 ——膨胀罐处管内最大允许压力(MPa，绝对压力)，其数值可取 1.10MPa，但应校核 P_2 值，并应小于水加热器设计压力；

V_s ——系统内热水总容积。

膨胀罐宜设置在水加热设备的冷水补水管或热水回水管上，其连接管上不得设置阀门。

7.7.5 空气源热泵热水系统的冷水进水管上应有可靠的防止回流措施。

7.7.6 空气源热泵热水系统中的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应大于 0.02 MPa。

7.7.7 管路系统的阀门应按下列要求设置：

- a) 设备进出口应设置检修阀门；
- b) 两台及以上水泵并联安装时，水泵出口应设置止回阀；
- c) 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；
- d) 膨胀罐上不得设置阀门；
- e) 根据控制要求相应设置电动控制阀。

7.7.8 管路系统的附件应按下列要求设置：

- a) 补水管上应设置过滤器；
- b) 管路上翻的最高处应设自动排气阀，下弯最低处应设泄水阀。

7.7.9 热水管道系统应采取补偿管道热胀冷缩的措施。

7.8 控制系统设计

7.8.1 空气源热泵热水系统的集热系统、加热系统、辅助加热系统和热水供回水系统应采用全自动控制方式，并宜采用新技术优化控制算法。

7.8.2 控制设计宜保证空气源热泵制热量大于辅助加热设备制热量。

7.8.3 辅助加热设备应根据贮热水箱（罐）内的水温与热水供水水温之间设定的温差运行，按需实行分时、定温或变温自动控制。

7.8.4 非承压式系统热水箱常水位宜根据该系统热水用量规律自动调整，热水箱补水控制应根据热水箱最高水位和最低水位自动关闭和开启。

7.8.5 空气源热泵热水系统的控制器应具备以下功能：

- a) 显示热泵主机和集热循环泵的工作状况，控制热泵主机和集热循环泵的启闭；
- b) 显示贮热水箱（罐）的热水温度；
- c) 在非承压式系统中显示贮热水箱的水位；
- d) 对辅助加热设备按设定程序进行启、停控制；
- e) 在集中热水供应系统中记录瞬间热水用水量、温度压力及其变化曲线（用水量、温度及供水压力变化曲线图）；
- f) 水箱防冻、管路防冻等启闭；
- g) 主管路循环启闭；
- h) 在要求较高的场所可采用电脑控制；
- i) 当设有能耗监测系统平台时，以上信息应反馈至能耗监测平台。控制系统的参数信息宜通过物联网系统上传至网络或云平台，并可在合理授权的前提下由责任方进行远程检测、控制和检修。

7.8.6 空气源热泵热水系统宜采用远程管理系统。

7.9 安全要求

7.9.1 机组的稳定性及机械强度

机组的设计应保证在正常运输、安装和使用时具有可靠的稳定性，不允许由于振动、风力或其他可预见的外力而翻倒。

7.9.2 系统用电设备一般要求：

- a) 机组的可操作性部位应符合安全要求。除采用安全特低电压的结构外，在正常使用中可操作部件，在绝缘失效的情况下，保证不带电。正常使用时需用手连续握持的部件，应保证操作者的手不与金属部件接触。
- b) 应设置过电流、过载保护器或各种控制器等安全保护装置。
- c) 机组在启动、正常运行时，均应有准确可靠的信号显示。

- d) 当机组出现过载或高、低压以及高、低温超过限值等故障时应能报警或停机。
- e) 机组的控制系统应设有水流断流联锁保护，当发生断流故障时机组能报警和停机。

8 户用空气源热泵热水系统设计

8.1 一般规定

- 8.1.1 住宅建筑宜分户独立设置户用空气源热泵热水系统。
- 8.1.2 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。
- 8.1.3 室外空气计算参数详见附录 A。
- 8.1.4 空气源热泵热水供应系统设计应符合下列规定：
 - a) 最冷月平均气温不小于 10℃的地区，空气源热泵热水供应系统可不设辅助热源；
 - b) 最冷月平均气温小于 10℃且不小于 0℃的地区，空气源热泵热水供应系统宜采取设置辅助热源，或采取延长空气源热泵的工作时间等满足使用要求的措施；
 - c) 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；
 - d) 空气源热泵辅助热源应就地获取，经过经济技术比较，选用投资省、低能耗热源；
 - e) 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的部分计算。

8.1.5 热水用水定额、水温和水质

8.1.5.1 热水用水定额

热水用水定额应根据卫生器具完善程度和地区条件，按 GB 50015 和 GB 50555，并应根据水温、当地气候条件、生活习惯和水资源情况综合确定。

8.1.5.2 冷水温度

- a) 设辅助热源时，应按当地农历春分所在月的冷水平均气温和冷水供水温度计算；
- b) 不设辅助热源时，应按当地最冷月平均气温和冷水供水温度计算；
- c) 当无水温资料时，地面水本省西部地区按 7℃计算，本省东部地区按 5℃计算；地下水按 15℃~20℃计算。

8.1.5.3 热水温度

热负荷计算时，热水计算温度应取 60℃；热泵热水机选型与系统日常运行时，热水计算温度宜取 45℃~55℃。

8.1.5.4 水质

生活热水的原水水质应符合现行国家标准 GB5749 和行业标准 CJ/T521 的规定。空气源热泵采取直接加热系统时，直接加热系统要求冷水进水总硬度（以碳酸钙计）不宜大于 120 mg/L。

8.2 热水量、耗热量计算

8.2.1 热水量

户用空气源热泵热水系统日用水量按照式（11）计算：

$$Q_{rd} = m \cdot q_r \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

Q_{rd} ——空气源热泵热水系统日用水量（L/d）；

m ——按住宅每户实际使用人数计算；无数据采用时按表 2 估算；

q_r ——住宅热水用水定额（L/人·d），应按 5.1.6 条热水用水定额采用。

表 2 住宅建筑每户使用人数估算表

户型	一室一厅	二房二厅	三房二厅	四房二厅	别墅	农村住宅
人数	2	2~4	3~6	4~6	3~8	3~8

8.2.2 耗热量

住宅建筑的户用空气源热泵热水供应系统的设计小时耗热量应按式(12)计算:

$$Q_h = \sum q_h \cdot C \cdot (t_r - t_l) \cdot \rho_r \cdot n_o \cdot b_g \cdot C_r \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

Q_h ——设计小时耗热量 (kJ/h);

q_h ——浴盆或淋浴器热水的小时用水定额(L/h), 按 GB 50015 采用, 浴盆按 250 L/h 计, 淋浴器按 140 ~ 200 L/h 计;

t_r ——热水温度(°C), 按 GB 50015 选取热水计算温度;

t_l ——冷水温度(°C), 按 GB 50015 选取冷水温度;

n_o ——同类型卫生器具数, 按一个卫生间内浴盆或淋浴器计, 其他器具不计;

b_g ——浴盆或淋浴器的同时使用百分数, 按 100%计。

8.3 空气源热泵热水机工作时间

户用空气源热泵热水机的工作时间应根据用水需求、气候条件和系统经济性等因素综合考虑确定, 宜取 3~5 小时, 最低气温时不宜超过 8 小时。

8.4 空气源热泵热水机选择

8.4.1 加热方式

户用空气源热泵热水机根据加热方式主要分为一次加热式、循环加热式和静态加热式三种。

a) 储热水箱(罐)容积不超过 350 L 的系统, 宜采用静态加热式热泵热水机组。

b) 储热水箱(罐)容积不小于 400 L 的系统, 宜采用循环加热式热泵热水机组。

c) 户用场所不宜采用一次加热式热泵热水机。

8.4.2 空气源热泵热水机选择

8.4.2.1 户用空气源热泵热水机加热功率按下式(13)计算:

$$q = \frac{1.163 \cdot Q_d \cdot \Delta t}{1000 \cdot T} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

q ——热泵主机的加热功率 (kW);

Q_d ——每日热水用水量 (L);

Δt ——水箱加热的温升 (°C);

T ——户用空气源热泵热水机每天工作的时间 (h), 宜取值 3~5 h。

8.4.2.2 储热水箱(罐)容积超过 200 L 的户用空气源热泵加热功率应大于 3 kW。

8.4.2.3 户用空气源热泵的输入功率可根据热泵热水系统的能效比值和设计小时功率按式(14)计算:

$$Q_i = Q_g / \text{COP} \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

Q_i ——热泵输入功率 (kW);

Q_g ——热泵设计小时供热量 (kW);

COP——热泵热水机的性能系数, 无量纲。

本省各地区热泵热水机的性能系数考虑全年使用, 不应低于本规程表 1 的规定, 并应满足 GB 55015 的要求。

8.4.2.4 户用空气源热泵热水机选用见表3。

表3 户用空气源热泵热水机选用表

每户 人数 (人)	浴盆个数 (个)	循环式或静态加热式			一次加热式			
		储水箱容 量(L)	额定制热水 能力(L/h)	额定制热量 (kW)	储水箱 容量(L)	额定制热 水能力 (L/h)	额定制热量 (kW)	一次供 热量 (L)
2	0	100	70	3.2				
3	0	100、150	80	3.2~3.7				
	1	200、250	80~120	3.2~5.5				
4	1	250~300	120	3.5~5.5	220	160	7.2	400
3~6	2	400~500	160	5.0~7.5	220	160	7.2	400
大于5 人	≥2或有冲 浪浴缸	≥500	≥160	≥7.2	375	160	7.2	750

注：1.最冷月平均气温低、用水要求高的情况下，选大的推荐值；2.如用水要求更高，需根据使用情况，另行设计。

8.5 储热水箱（罐）

户用空气源热泵热水机系统的储热水箱（罐）容量应根据家庭人员数量、是否使用浴盆、气温条件、用水习惯等因素确定。

a) 一般可根据住宅家庭成员人员数量确定：

- 1) 当使用淋浴时，宜按 30 ~ 50 L/人选用，温度 55 ℃；且储热水箱（罐）的容量不宜低于 100 L；
- 2) 使用浴盆时，储热水箱（罐）的容量不宜低于 200 L。

b) 户用空气源热泵热水机选用见表3。

8.6 空气源热泵热水机组布置

8.6.1 一体机和分体机的布置要求

- a) 应确保进风与排风通畅，在排出空气与吸入空气之间，不发生明显的气流短路；
- b) 避免受污浊气流影响；
- c) 噪声和排热符合周围环境的要求；
- d) 便于对室外机的换热器进行清扫及维保；
- e) 便于化霜水有组织排放，化霜水应间接排水；
- f) 避免影响周边环境以及人员活动；
- g) 应设置隔振抗震措施；
- h) 分体机水箱附近应设置排水措施。

8.6.2 管路设计

- a) 管材和管件应符合国家现行标准的有关规定，管道的工作压力和工作温度不得大于国家现行标准规定的许用工作压力和工作温度；
- b) 热水管道可选用薄壁不锈钢管、薄壁铜管、热水铝塑管、或 PPR、PEX 等热水塑料管等符合国家安全标准、耐热、防锈、不易结垢的管材，不得采用热镀锌钢管内衬塑、涂塑复合管材；
- c) 热水管道应有保温措施；
- d) 冷水进水管上应有可靠的防回流措施；
- e) 管道系统应有可靠的防冻、防超温、超压措施；

f) 管道安装应满足维修、检测、安全和排污等要求，还应与建筑外观相协调。

9 电气设计

9.1 供配电设计

9.1.1 空气源热泵热水系统应根据中断供电所造成的损失或影响的程度及供电可靠性，确定其电气负荷等级。

9.1.2 空气源热泵热水系统的供配电设计应在满足经济性和合理性的基础上，提高整个系统的运行效率和电能质量。

9.1.3 热水系统应采用专用回路供电，供电及控制线路应穿管或沿槽盒敷设。

9.1.4 热水系统供电回路应设短路、过流、漏电、过温断电安全防护功能。内置电加热系统的电气回路，其断路器的剩余电流保护动作值不应大于 30 mA。

9.1.5 新建建筑热水系统的设备应处于接闪器的保护范围内，金属部件及支固定件均应与接地装置连接，接地电阻小于 1 欧姆，并按 GB 50057 的要求采取应有的防雷措施。

9.1.6 既有建筑上安装热水系统应按国家现行标准 GB 50057 中有关规定增设防雷设施。

9.1.7 公共建筑的空气源热泵热水系统，其供电回路应设有能耗监测与计量装置。

9.1.8 大型公共建筑的空气源热泵热水系统应纳入建筑设备监控系统（BA），进行能效分析和管理。

9.1.9 空气源热泵热水系统设备接地除应符合产品设计要求外，还应符合下列规定：

- a) 所有电气设备和与电气设备相连接的金属部件应作接地处理。电气接地装置的施工应符合现行国家标准 GB50169 的相关规定。
- b) 应按配电系统的安全保护接地方式做好与保护导体的连接，其保护导体的截面积选择，应满足 GB50054 的相关规定；
- c) 系统设备应做可靠接地装置，当满足以下情况之一时，应增设辅助等电位联结：
 - 1) 设备安装于潮湿环境；
 - 2) 断路器的自动切断电源动作时间，不能满足切断故障回路的时间要求；
 - 3) 供电线路的防雷击电磁脉冲措施不能满足 GB 50057 的要求。

9.2 控制系统设计

9.2.1 空气源热泵热水系统的集热系统、加热系统、辅助加热系统和热水供回水系统应采用全自动控制方式，并宜采用新技术优化控制算法。

9.2.2 控制设计宜保证空气源热泵制热量大于辅助加热设备制热量。

9.2.3 辅助加热设备应根据贮热水箱（罐）内的水温与热水供水水温之间设定的温差运行，按需实行分时、定温或变温自动控制。

9.2.4 非承压式系统热水箱常水位宜根据该系统热水用量规律自动调整，热水箱补水控制应根据热水箱最高水位和最低水位自动关闭和开启。

9.2.5 空气源热泵热水系统的控制器应具备以下功能：

- a) 显示热泵主机和集热循环泵的工作状况，控制热泵主机和集热循环泵的启闭；
- b) 显示贮热水箱（罐）的热水温度；
- c) 在非承压式系统中显示贮热水箱的水位；
- d) 对辅助加热设备按设定程序进行启、停控制；
- e) 在集中热水供应系统中记录瞬间热水用水量、温度压力及其变化曲线（用水量、温度及供水压力变化曲线图）；
- f) 水箱防冻、管路防冻等启闭；
- g) 主管路循环启闭。

9.2.6 当建筑或建筑群设有能耗监测系统平台时，控制系统的参数信息应反馈至能耗监测平台。控制系统

的参数信息,也可在合理授权的前提下,通过物联网系统上传至网络或云平台,由责任方进行远程检测、控制和检修。

9.2.7 大型公共建筑的空气源热泵热水系统宜采用远程管理系统。

9.3 安全要求

9.3.1 机组的设计应保证在正常运输、安装和使用时具有可靠的稳定性,不允许由于振动、风力或其他可预见的外力而翻倒。

9.3.2 系统电气设备一般要求:

- a) 机组的可操作性部位应符合安全要求。除采用安全特低电压的结构外,在正常使用中可操作部件,即使绝缘失效,也不能带电。在正常使用中用手连续握持的部件其结构应使操作者的手在按正常使用抓握时,不可能与金属部件接触。
- b) 对于过电流、过载或其他参数(如压力、温度等)超过规定范围时,应设置过电流、过载保护器或各种控制器等多种安全保护装置。
- c) 机组在启动、正常运行时,均应有准确可靠的信号显示。
- d) 当机组出现过载或高、低压以及高、低温超过限值等故障时应能报警或停机。两地控制的系统,应设置就地强制启停按钮,并应有保护装置。
- e) 机组的控制系统应设有水流断流连锁保护,当发生断流故障时机组能报警和停机。

10 建筑与结构设计

10.1 建筑设计

10.1.1 空气源热泵热水系统应与建筑一体化设计,并应贯穿从方案、初步设计到施工图设计的全过程。

10.1.2 空气源热泵室外机组的安装位置,应符合下列规定:

- a) 应确保进风与排风通畅,且避免短路;
- b) 应避免受污浊气流对室外机组的影响;
- c) 噪声和排出热气流应符合周围环境要求;
- d) 应便于对室外机的换热器进行清扫和维修;
- e) 室外机组应有防积雪措施;
- f) 应设置安装、维护及防止坠落伤人的安全防护设施。

10.1.3 布置在建筑屋面、墙面、阳台、搁板或其它位置的空气源热泵热水系统的各组成部分,应与建筑整体有机结合,满足建筑造型、建筑使用功能和建筑外围护功能等要求。

10.1.4 布置在建筑以外的空气源热泵主机及其它系统部件应与周围环境相协调。

10.1.5 设置在建筑任何部位的空气源热泵主机及其它系统部件应与建筑结构受力构件可靠的连接,保证各类部件的安全,且应满足建筑的防水、排水及防雷等功能。

10.1.6 住宅建筑应为每户配置搁放热泵热水系统的贮热水箱和热泵主机的搁板或者设备平台,应设置日常维护、检修的通道,且应避免公共管道和非本户管道维修入户。

10.1.7 管线应合理布置并相对集中、整齐。竖向的集中管线宜设置在管道井内,管道井应预留检修门或检修口。

10.1.8 当空气源热泵热水机组设置在屋面上时,应符合下列要求:

- a) 热泵热水系统的主机安装应与结构的承重部件相连,不应直接搁置在建筑屋面上,既有建筑加建热水系统的上述部件经安全核算后方可布置在屋面上方,并应有可靠的安装连接措施;
- b) 热泵热水系统的主机周围的检修通道以及从屋面出入口到主机之间的人行通道应铺设刚性保护层;
- c) 热泵热水系统主机的循环管线穿过屋面时,应相应预埋防水套管或预留管井,不得在已完成的防水保温屋面上凿孔;当屋面或设备层布置热泵主机、水泵等设备时,其检修通道不应采用不

便于检修的垂直爬梯和检修孔。

10.2 结构设计

10.2.1 结构荷载计算应包括热泵热水系统所有设备及其配件运行时的全部荷重。

10.2.2 结构设计应根据热泵热水系统安装要求,埋设预埋件或其它连接件。

10.2.3 轻质填充墙不得作为贮热水箱、热泵主机、水泵等设备的支承结构。

10.2.4 结构设计应考虑抗震设防烈度为6度及6度以上的地区设置空气源热泵热水系统的抗震措施,并符合下列要求:

- a) 运行时不产生振动的热水箱等设备应与主体结构牢固连接,与其连接的管道应采用金属管道;
- b) 高层建筑的空气源热泵机组、给水泵等设备或整体式热泵热水器应设隔振基础,且应在基础四周设限位器固定,限位器应经计算确定,与其连接的管道应采用柔性连接。

11 施工安装

11.1 一般规定

11.1.1 从事空气源热泵热水工程施工的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。

11.1.2 施工现场应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,对施工全过程进行质量控制。

11.1.3 施工单位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。

11.1.4 施工单位应编制符合 GB 50502 规定的施工组织设计或施工方案,应包括与主体结构施工、设备安装、装饰装修等交叉作业协调配合方案和安全措施等内容,经批准后方可实施。

11.1.5 施工所使用的主要材料、设备应具有质量合格证明文件,规格、型号应符合合同和设计方案的要求,性能应符合国家技术标准的要求。所有材料、设备进场时应对品种、规格、外观等进行验收,并应经建设单位核查确认。

11.1.6 在施工过程中重视安全生产管理,施工现场供用电应符合 GB 50194 的规定,高空作业应符合 JG 5099、JGJ 80 的规定,并应设置可靠的防护措施,佩戴安全防护用品,设置醒目、清晰、易懂的安全标识。

11.1.7 在设备单机和部件的运输、存放、搬运、吊装、施工过程中应注意安全,并采取有效措施防止损坏或腐蚀。

11.1.8 施工时应应对已完成的土建工程、设备单机和部件采取保护措施,不应破坏建筑物的结构、防水层、保温层和附属设施,不应超过安装部位结构承受载荷的能力,不应削弱建筑物在寿命期内承受载荷的能力,在材质疏松的安装面上进行施工时,应采取必要的加固或防护措施。

11.1.9 设备单机和部件的安装方向应正确,且易于操作。施工时应留出便于检修的通道和必要的空间,不应影响相邻设备单机和部件的安装,不应影响其他住户的使用功能要求。

11.1.10 系统中需要做防腐处理的设备单机和部件,以及所有钢结构支架、预埋件与支架连接处和焊接等部位均应及时做防腐处理,防腐施工应符合 GB 50212、GB 50224 和 HG/T 4077 的规定。

11.1.11 管道设备保温应在水压试验和灌水试验合格之后进行,保温制作应符合 GB 50185 的规定。室外设备单机和部件应有可靠的防雨保护措施,冬季温度低于 0℃的区域应有可靠的防冻措施。

11.1.12 紧固件应紧固到位、无松动,室外安装部分应有抗风能力及防坠落措施。

11.1.13 空气源热泵热水工程应安装在建筑物防雷系统的保护范围内,防雷措施应符合 GB 50057 的规定,钢支架和金属管道系统应与建筑物防雷接地系统可靠连接。

11.2 支架、基础或基座

11.2.1 支架、基础或基座应坚固结实并具有足够的承载能力,应不低于空气源热泵热水机和储热水箱

满水状态的总重量，必要时应采取相应的加固、支撑和减振措施，或使用设置在承重构件上的预制支架进行安装。轻质填充墙不应作为支承结构。

11.2.2 基础混凝土强度、坐标、标高、尺寸和螺栓孔位置应符合设计要求，施工后支架、基础或基座不应变形、沉降和局部变形。

11.2.3 空气源热泵热水机、水泵、水箱等设备基础应水平，水平度应为 3%~5%，其高度应不小于 0.15 m，且大于当地历史最大积雪厚度。应有相应的排水措施；宜有相应的防雨、防雪措施。

11.2.4 屋面安装时，基座与建筑物主体结构应平稳、牢固连接，预制的支架及基座应摆放平稳、整齐。在屋面结构层上现场施工的基座完成后，应做防水处理，防水制作应符合《屋面工程质量验收标准》GB 50207 的规定。

11.2.5 预埋件应在结构层施工时同步埋入，位置应准确，并与支撑固定点相对应，预埋件与基座之间的空隙应采用细石混凝土填捣密实。

11.2.6 在空气源热泵热水机、储热水箱的钢结构基础及管道的金属支架安装前，钢基座和混凝土基座顶面的预埋件应做防腐处理，并妥善保护。

11.2.7 支架自身的连接应牢固、稳定、可靠，钢结构支架的焊接应符合 GB 50205 的规定，空气源热泵热水机和储热水箱支架与预埋件如采用焊接连接，焊接质量应符合 JGJ 18 的要求，如采用螺栓连接，其抗拉强度应满足设计要求。

11.2.8 空气源热泵热水机、加热循环水泵、供热水泵、储热水箱应按设计要求牢靠地固定在支架、基础或基座上，间距应符合设计要求，空气源热泵热水机的基础应采用隔振措施。

11.3 空气源热泵机组

11.3.1 空气源热泵的安装位置应符合下列规定：

- a) 避开易燃气体泄漏或可能有强烈腐蚀气体的环境；
- b) 系统的电器装置与控制装置应避开强电、强磁场直接作用的地方；
- c) 避开易产生噪声、震动的位置；
- d) 避开油烟重、风沙大等自然条件恶劣的部位；
- e) 避开无关人员容易触及的位置。应采取加设防护栏等隔离安全措施，防止无关人员接近机组；
- f) 机组吸风和排风不应有遮挡，设备之间间距应满足设备安装及维护的要求；
- g) 应充分考虑消防、通风、排水、建筑朝向、日照、环保和市容要求，便于维修；
- h) 机组可安装于地面、屋顶、专用平台或其他便于安装并可承受主机运行重量的部位；
- i) 应远离卧室、书房等对噪音要求较高的场所，避免噪音及排风影响用户。

11.3.2 应采取措施对主机冷凝水进行有组织排放。安装应符合 NB/T 10779。

11.3.3 主机搬运、吊装时，应保持垂直，需倾斜时，倾斜角应小于 15°，同时静置 24h 以上，并保证主机在搬运、吊装安全。

11.3.4 主机水平安装偏差应不超过±1°。

11.3.5 主机侧面及上面应保证足够的空间或距离，保证散热充分。

11.3.6 主机基础高度不应小于 0.15 m，且须有足够的维修操作空间。

11.3.7 主机基座应采取隔振措施。当设置隔振垫时，隔振垫厚度不应小于 30 mm。

11.3.8 空气源热泵进、出水口与管道应采用软接头连接，进水管道上应安装 40 目的过滤器，进、出水管应安装同管径阀门。

11.3.9 设备最低点需要安装排污阀，便于设备清洗及冬季设备停用时排水。

11.4 热水箱

11.4.1 空气源热泵热水工程的热水箱安装应满足下列要求：

- a) 热水箱可安装于地面、屋顶、专用平台或其他可承受水箱满水之后重量的部位，承重结构必须核算荷载；
- b) 热水箱与主机尽量靠近，以减少热量损失；

- c) 水箱周边应保证不小于 0.6 m 的安装及维护保养空间。

11.4.2 安装基础及保温要求:

- a) 热水箱基础应高出建筑完成面 0.5 m ~ 0.6m, 且应保证水平, 水箱基础附近地面不得积水;
- b) 保温水箱应采用保温效果好、致密良好的材料, 保温厚度应满足设计要求。

11.5 水泵

空气源热泵热水工程的水泵安装应符合 GB 50275 的规定, 外置加热循环水泵的安装还应符合下列规定:

- a) 安装前应检查水泵的主要参数是否符合设计要求, 安装位置、方向是否正确;
- b) 水泵周围应留有维修空间, 以便于今后维修更换;
- c) 水泵吸水管上应装过滤器和阀门, 出水管上应装止回阀、阀门及压力表, 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;
- d) 水泵及管路应设置隔振设施, 水泵进出水口应采用柔性连接;
- e) 水泵运转前应灌满水;
- f) 室外安装的水泵应采取防雨措施。

11.6 辅助热源

11.6.1 强制性产品认证目录范围内的产品, 应符合相应的强制性产品认证, 不应现场制作。

11.6.2 辅助加热设备应由具有相关安装资质的专业人员负责安装。

11.6.3 电加热器的安装应符合 GB 50303 的规定; 太阳能系统的施工应符合 NB/T 34049 的规定; 供热锅炉及辅助设备的安装应符合 GB 50242 的规定。

11.7 热水管道系统

11.7.1 管道施工应符合 GB 50242 的规定。

11.7.2 既有建筑安装时, 管线不应穿越结构梁、柱; 新建建筑管线穿过障碍物、屋面、露台、阳台时, 应在相应位置预埋防水套管, 管道保温完成后对套管进行防水密封处理。需要打孔时, 所打的孔应注意内高外低。

11.7.3 阀门的安装应符合下列规定:

- a) 阀门的手柄开启宜留有足够的操作空间;
- b) 多个阀门并列安装时, 所有手柄的开启方向宜保持一致, 阀体间距离不小于一个阀体的宽度;
- c) 对管程较长的阀门应安装可独立拆卸的连接管件;
- d) 安装后, 阀门位置、方向、开启状态应正确, 并应开启灵活、关闭严密、无卡阻现象。

11.8 电气装置与控制系统

电气装置与控制系统应符合下列规定:

- a) 信号传输线缆应采用屏蔽型;
- b) 系统可根据室外气象参数、末端供热能力和室内需求负荷设定供水(或回水)温度;
- c) 系统可根据季节、昼夜、房间占用状态设定供水(或回水)温度;
- d) 系统和空气源热泵机组均可按使用时间进行定时启停控制, 并对启停时间进行优化调整;
- e) 空气源热泵宜采用除霜自控策略, 宜远程控制启停和设定温度;
- f) 空气源热泵热水机应有良好、可靠的接地;
- g) 各类盘、柜的安装应符合相应规范要求;
- h) 新建建筑的空气源热泵热水工程, 配电及控制线路应穿管后暗敷或在管井中敷设; 既有建筑增设的空气源热泵热水工程, 配电及控制线路应安全牢靠固定;
- i) 温度传感器应进行保温并做好标识;

- j) 水位传感器应安装满足产品要求;
- k) 传感器的接线应牢固可靠, 接触良好, 接线盒与套管之间的传感器屏蔽线应做二次防护处理, 两端应做防水处理。

12 调试验收

12.1 一般规定

- 12.1.1 进行系统调试的工作人员, 应经过专业培训并持有上岗操作证书, 施工作业时应持证上岗。
- 12.1.2 系统调试应包括设备单机和部件调试、系统联动调试和试运行。设备单机和部件调试及试运转合格后, 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 次完整加热过程的试运行。
- 12.1.3 系统调试应由施工单位负责、建设单位监督、建设单位参与和配合。系统调试的实施单位可以是施工单位或委托给有调试能力的其他单位, 施工单位应及时排除系统调试过程中出现的故障。
- 12.1.4 空气能热水系统工程中的水系统的调试运行、检验及验收应符合 GB 50242、GB50300 及 NB/T 34067 的规定。

12.2 水压试验与冲洗

- 12.2.1 系统安装完毕、管道和设备保温之前, 各种承压管道和设备应做水压试验, 非承压管道和设备应做灌水试验。水压试验和灌水试验应符合 GB 50242 的规定。
- 12.2.2 当环境温度低于 5℃进行水压试验或灌水试验时, 应采取可靠的防冻措施。试验完毕, 应及时排空系统内的水。
- 12.2.3 系统水压试验、灌水试验合格后, 应对系统进行冲洗, 直至排出的水不含泥沙、铁屑等杂质, 且不浑浊为止。管道冲洗前应拆下滤网, 储热水箱等通水设备也应进行冲洗。

12.3 系统调试

- 12.3.1 系统安装完毕、竣工验收前, 应进行系统调试。
- 12.3.2 系统调试应包括设备单机和部件调试、系统联动调试和试运行。设备单机和部件调试及试运转合格后, 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 次完整加热过程的试运行。
- 12.3.3 系统调试应由施工单位负责、建设单位或监理单位监督, 建设单位参与和配合。系统调试的实施单位可以是施工单位或委托给有调试能力的其他单位, 施工单位应及时排除系统调试过程中出现的故障。
- 12.3.4 设备单机和部件调试应包括下列主要内容:
 - a) 调试前系统应冲洗干净, 并排除空气源热泵热水机、水泵、管道中的空气。
 - b) 在设计负荷下连续运转 2 h, 空气源热泵热水机工作正常, 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、风机的运行无异常振动和声响; 水泵应工作正常, 无渗漏, 运行无异常振动和声响; 储热水箱温度变化及其他各项指标均应在正常范围内。
 - c) 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是否动作准确、显示正常。
 - d) 有辅助电加热的系统, 漏电保护开关动作应正常, 辅助能源的加热能力应达到设计要求。
 - e) 电压、水压实测值应符合设计要求。
 - f) 电气装置与自动控制系统接线正确, 接地良好, 并达到设计要求的功能, 控制动作准确可靠。
 - g) 防冻保护、超压保护、防过热保护装置应工作正常, 剩余电流保护装置动作应准确可靠, 断流容量、过压、欠压、过流保护等整定值应符合规定值。
- 12.3.5 系统联动调试应包括下列主要内容:
 - a) 调整各个分支回路的调节阀门、电磁阀、电动阀、设备单机和部件的控制阀门, 使各回路流量平衡, 系统循环的流量、扬程和压力应达到设计要求;

- b) 温度、温差、水位、时间等控制仪的控制区间或控制点应符合设计要求；
- c) 辅助能源加热设备与空气源热泵加热系统的工作切换应达到设计要求；
- d) 调节监控系统，计量检测设备和执行机构应工作正常，对控制参数的反馈及动作应正确、及时。

12.3.6 系统联动调试后，在设计工况下，热水的流量应符合热水机的铭牌或设计要求，温度、热水管道的工作压力应符合设计要求。

12.3.7 试运行过程中，检查各单元设备、控制系统、仪器仪表等运行情况，设备及主要部件的联动应协调，动作准确，无渗漏、故障等异常现象，系统运行应处于稳定正常状态。对出现的故障应及时排除，直至完成 1 次完整加热过程。

12.4 竣工验收

12.4.1 工程移交用户前，应进行竣工验收。竣工验收应在分项工程验收，系统调试合格后进行。

12.4.2 空气源热泵热水工程完工后，施工单位应自行组织有关人员进行检验评定。建设单位技术负责人应组织各专业工程师对工程质量进行竣工预验收。存在施工质量问题时，应由施工单位及时整改，整改完毕后，由施工单位向建设单位提交工程竣工验收申请报告。

12.4.3 建设单位收到工程竣工验收申请报告后，应由建设单位（项目）负责人组织设计和施工等单位（项目）负责人联合进行竣工验收。

12.4.4 空气源热泵热水工程验收合格应符合下列规定：

- a) 主要配件、设备、服务的质量均应验收合格；
- b) 所含分项工程的质量均应验收合格；
- c) 主要使用功能应符合相关专业验收规范的规定。

12.4.5 竣工验收应提交下列资料：

- a) 图纸会审记录、设计变更证明文件和竣工图；
- b) 主要材料、成品、半成品、配件、器具和设备的出厂合格证明或检验资料；
- c) 隐蔽工程验收记录和中间验收记录；
- d) 系统水压试验记录；
- e) 系统调试和试运行记录；
- f) 分项、分部工程质量验收记录；
- g) 工程使用维护说明书。

12.4.6 工程竣工验收后，施工单位与建设单位应形成书面报告及验收结论，可参考附录 B。

13 运维管理

13.1 一般规定

13.1.1 运行维护单位应有具体的技术标准、健全的运行维护操作规程和管理制度，对系统运行维护全过程进行标准化管理。

13.1.2 运行维护单位应具有相应的运维资质。运维人员应具备相应的专业技术能力。

13.1.3 运行维护单位应按照批准的设施设备运行维护操作规程和相关的运行维护技术标准进行。

13.1.4 运行维护单位所使用的维护、保养耗材及设备零配件必须具有质量合格证明文件。相关规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准和设计文件要求。

13.1.5 所有材料、设备零配件进场时应对品种、规格、外观等进行验收，并应经项目主管部门核查确认。

13.2 安全检查

13.2.1 空气源热泵机组压缩机运行正常，高、低压显示值在规定范围内；设备相序保护工作正常，无漏液漏油，冷却风机工作正常，设备运行无异响；进水、出水口压力降在规定值范围内，温度变化值符合热泵运行状态。

13.2.2 循环泵通电运行正常，密封件严密无渗漏，水泵离心蜗壳排气正常，运转过程无异响；过滤器进口、出口端压力变化在允许值范围，过滤网无堵塞。

13.2.3 保温水箱承压结构完好，系统严密无渗漏；保温设施无破损，绝热措施可靠。电气电压、电流监测表计完好、状态正常。

13.2.4 管道系统的温度、压力仪表配置齐全，状态完好，数据显示正常。

13.2.5 管道设施严密无渗漏，控制阀门的开关操作方便、灵活，工作无异常。

13.2.6 电气控制系统控制柜元器件齐全，指示灯显示状态正常。

13.2.7 动力、照明供配电设施完好，保护装置工作无异常。

13.2.8 动力、照明供配电设施完好，保护装置工作无异常，防雷接地设施完好，设备基础完好，管道支墩、支吊架完好，固定牢固。

13.2.9 观察周边环境的安全性变化，包括气象环境、安装环境等。

13.3 空气源热泵的运维管理

13.3.1 热泵机组及承装钢结构基础的外观检查维护，观察是否存在较大面积锈蚀情况，定期做好除锈防腐措施。

13.3.2 热泵机组供配电线缆绝缘可靠性检查，观察绝缘层是否存在老化影响绝缘等级的情况；线缆桥架结构检查，做好除锈、防腐与防护措施。

13.3.3 热泵机组上方的风机出风口检查，确保风扇防护网安装稳固、可靠及出风口顺畅无阻挡物。

13.3.4 热泵机组系统制冷循环管路的高压、低压的压力值检查，确认压力值符合热泵规定的运行值。热泵运行压力值：热水箱温度加热到 50℃或以上时，压缩机运行的高压 2.0~2.5 MPa，低压 0.5~0.6 MPa。

13.3.5 热泵机组与基座固定检查，检查底座是否安全、可靠，并做好除锈防腐措施。

13.3.6 热泵机组底部隔振设施检查，安装是否稳定、可靠。

13.3.7 热泵机组蒸发器检查，确保翅片换热器不是否存在脏堵情况，定期做好清洗工作；检查蒸发器的进、出风换热是否通畅，及时处理遮挡物。

13.3.8 检查热泵机组周围环境酸碱度是否超标，对超限的酸碱性源及时做好防护措施，避免因酸碱超标腐蚀影响设备寿命及运行安全。

13.3.9 检查热泵机组冷凝水、融霜排水设施是否顺畅，及时清理排水口淤塞物。

13.3.10 热泵机组与水箱连接管道、阀门、过滤器、压力表、温度计等设施的检查，系统严密无渗漏，隔振措施有效，阀门开关方便灵活，压力值符合系统规定允许值，温度计测温准确可靠；定期做好测试、校准措施。

13.4 水泵的运维管理

13.4.1 水泵应定期维护，并做好维护记录。

13.4.2 水泵不得在无水或缺水状态下运行，禁止水泵在气蚀状态下工作。

13.4.3 应定期检查电机电流值，电机电流不得超过电机的额定电流。

13.4.4 当水泵长期运行后噪音和振动增大、出现泄漏或性能下降时，应及时停车检查维修。

13.4.5 机械密封润滑应清洁无固体颗粒。

13.4.6 严禁密封在干磨状态下工作。

13.4.7 在检修装配机械密封时，应避免接触油类物质。

13.4.8 冬季因可能结冻而停止运行的水泵，应排空水泵泵腔和上下游管道积水。

13.4.9 水泵检修、故障应由有专业资质的维修人员处理。

13.5 管路系统运维管理

13.5.1 检查系统循环加热管路及热水供水、回水管道，其中控制阀门、过滤器、单向阀门、水流开关、压力表、温度计等设施配置齐全、状态良好，系统严密无渗漏。

13.5.2 系统检查中，系统补水装置、安全阀、液位控制器、膨胀罐和排气装置工作是否正常，避免空

气进入系统造成水循环量减少，从而影响机组的制热量和机组运行的稳定性。

13.5.3 系统循环加热管道及热水供回管道必须充满水，禁止水泵在汽蚀状态下长期运行，做好定期给水泵排气的措施，并检查水泵隔振器工作状态是否安全有效。

13.5.4 检查系统循环加热管路及热水供水循环管道，确保过滤网无堵塞、循环管路畅通，定期做好过滤器清扫措施。

13.5.5 检查系统管道结垢情况，如果主机进水管或主机冷凝器结垢严重，应及时进行除垢处理；主机冷凝器宜采用 50℃~60℃、浓度为 5% 的热柠檬酸液清洗，清洗时启动主机循环水泵 2 h，然后用自来水冲洗 3 次。管道安装时宜预留三通，以备清洗时接管，清洗放水口平时封堵，清洗时打开。不得用腐蚀性的清洗液清洗冷凝器。若多台机组共用主进水管，应保证各个水路分流均匀。

13.5.6 热水箱应根据水质情况定期采取清污除垢措施，清污周期宜为两个月。

13.5.7 水箱的水位计应保持清洁，保证水位清晰。

13.5.8 热水系统长时间停止运行时，应切断系统电源，并做好记录和保养工作。

13.5.9 热水箱日常检查维护，要求外观完好，系统严密无渗漏，绝热措施安全有效；水箱基础结构稳固、可靠，定期做好钢构件除锈防腐措施及水箱内除垢排污处理。

13.6 辅助加热系统运行维护管理

13.6.1 容积式辅助加热设施维护保养时，必须切断电源、放水泄压，做好维护安全保护措施。

13.6.2 容积式承压热水系统安全阀需要定期进行安全测试，以防腐蚀影响而失效。

13.6.3 容积式热水系统辅助电加热设置的液位、温度探头检测水箱内部的水位和温度，当系统缺水切断加热器工作电源避免出现干烧情况，当系统水温测定温度超过仪表内的超温设定值时，控制回路应报警并断电自锁。

13.7 自动控制系统的运维管理

13.7.1 线路与接线端子应连接牢固。

13.7.2 空气源热泵热水系统中的控制设备，包括液位传感器、温度传感器、水流开关、补水电磁阀、回水电磁阀等接线应牢固可靠，模拟量信号反馈电压（或电流）值与动作信号一致，数字量信号控制逻辑关系准确无误。

13.7.3 当监测系统电源工作电压超过系统设备允许波动偏差范围时，应及时作出调整，避免因电源电压波动影响系统运行的稳定性。

13.7.4 系统供配电系统图张贴规范完整，控制回路检查包括的中间继电器、液位继电器、交流接触器等接线牢固无松脱，元器件完好无烧蚀损坏，端子排接线标识清晰，控制箱内设施完整，整洁无污染。

13.7.5 检查用电设备接地端是否牢固可靠，接地阻值是否在规范允许范围内。

13.7.6 水泵、电辅加热、空气源热泵等设备供配电接线端子应紧固。

13.7.7 检查供配电线路是否存在老化破损或绝缘等级下降情况。

13.7.8 定期测试设备的漏电保护器是否准确动作。

13.7.9 检查控制仪表上的参数显示是否正常。

13.8 智慧运维管理

13.8.1 空气源热泵热水系统宜采用智慧运维管理系统。

13.8.2 空气源热泵热水智慧运维系统应具备以下功能：

- a) 实时监控；
- b) 自动诊断；
- c) 远程监控；
- d) 节能控制；
- e) 历史查询；
- f) 应用管理；
- g) 用户管理。

14 节能环保效益评估

14.1 一般规定

14.3.12 空气源热泵在工程的热水系统应用宜进行节能环保效益评估。节能环保效益评估应提供计算书。

14.3.13 空气源热泵热水系统完成竣工验收后，应根据验收所提供的系统热工性能检验记录进行节能环保效益评估验证。

14.3.14 对已实际运行的空气源热泵热水系统，宜进行系统节能效益的定期检测或长期监测。

14.3.15 节能效益评估的评定指标应包括：空气源热泵机（组）能效比 COP、年和寿命期内的总常规能源替代量、年节能费用、年二氧化碳减排量、静态投资回收期 and 费效比。

14.2 节能环保效益评定指标

14.2.1 对空气能热泵的节能效益计算分析，应以已完成设计施工图中所提供的相关参数作为依据。

14.2.2 空气源热泵的能效比 COP 应满足 7.2.3 条要求。

14.2.3 空气能热泵的常规能源替代量应按以下规定计算：

14.2.3.1 空气源热泵的常规能源替代量应按式（14）计算：

$$Q_s = Q_t - Q_r \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中：

Q_T ——常规能源替代量，kgce；

Q_r ——传统热源的总能耗，kgce；

Q_k ——空气源热泵的总能耗，kgce。

14.2.3.2 传统生活热水系统的总能耗应按式（15）计算：

$$Q_r = Q_{HW} / (\eta_t \cdot q_t) \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中：

Q ——传统热源的能源消耗量，kgce；

Q_{HW} ——长期测试时为热水系统记录的总制热量，短期测试时，根据热水用水定额计算年热水总负荷，MJ；

η_t ——以传统能源为热源时的运行效率；

q_t ——标准煤热值(MJ/kgce)， $q_t = 29.307$ MJ/kgce。

14.2.3.3 空气源热泵的能源消耗量应按式（16）计算：

$$Q_{rhw} = D \cdot Q_{HW} / 3.6COP_{sys} \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中：

D ——每度电折合所耗煤量，kgce/kWh；

COP_{sys} ——空气源热泵能效比。

14.2.4 空气能热泵的节能费用应按以下规定计算：

14.2.4.1 空气源热泵的年节约费用按式（17）计算：

$$C_s = P \cdot Q_s \cdot q_t / 3.6 - M \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中：

C_s ——空气源热泵的年节约费用，元/年；

P ——常规能源的价格，元/kWh；

Q_s ——常规能源替代量，kgce；

q_t ——标准煤热值(MJ/kgce)， $q_t = 29.307$ MJ/kgce；

M ——每年运行维护增加费用（元），由建设单位委托运行维护部门测算得出。

14.2.4.2 常规能源的价格 P 应根据项目立项文件所对比的常规能源类型进行比较，当无文件明确规定时，由测评单位和项目建设单位根据当地实际用能状况确定常规能源类型，应按下列规定选取：

1) 常规能源为电， P 为当地家庭用电价格；

2) 常规能源为天然气或煤时, P 按式 (18) 计算:

$$P = P_r / R \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中:

P——常规能源的价格, 元/kWh;

P_r ——当地天然气或煤的价格, 元/ $N \cdot m^3$ 或元 / kg;

R——天然气或煤的热值, 天然气的 R 值取 $11kWh / N \cdot m^3$, 煤的 R 值取 $8.14 kWh/kg$ 。

14.2.5 空气能热泵的二氧化碳减排量应按式 (19) 计算:

$$Q_{CO_2} = Q_s \cdot V_{CO_2} \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中:

Q_{CO_2} ——空气源热泵的二氧化碳减排量, kg/年;

Q_T ——常规能源替代量, kgce ;

V_{CO_2} ——标准煤的二氧化碳排放因子, 取 2.47。

14.2.6 空气能热泵的静态投资回收期应按式 (20) 计算:

$$N = C / C_s \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中:

N——空气源热泵的静态投资回收年限 (年);

C_s ——空气源热泵的增量成本 (元), 增量成本依据项目单位提供的项目决算书进行核算, 项目决算书中应对可再生能源的增量成本有明确的计算和说明。

14.3 检测和分级

14.3.1 应按有关国家及行业规范标准对空气源热泵热水机进行性能检测和能效测试。

14.3.2 空气源热泵热水机 (器) 应按 GB 29541 的规定进行空气源热泵的性能分级评估。

本标准用词说明

- 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”；
表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 标准中指明应按其他有关标准、规范执行的，写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定或要求”

附录 A
(资料性)

表 A.1 给出了湖北省各地气象参数。

表 A.1 湖北省各地相关气象参数表

地方名称	武汉	十堰	襄阳	宜昌	荆门	恩施	随州	荆州	咸宁	黄冈	神农架	鄂州
纬度	30.62	33.00	32.38	30.70	31.37	30.28	31.72	30.33	29.98	31.18	31.74	30.40
经度	114.13	110.42	111.67	111.30	112.57	109.47	113.37	112.18	113.92	115.02	110.67	114.89
最冷月平均气温(℃)	4.6	2.4	3.0	4.8	3.1	4.7		2.0	2.0	4.0		
春分月平均气温(三月)(℃)	12.5	12.1	12.1	12.2	12.2	12.9	11.7	12.6	12.6	12.8	9.1	13.2
秋分月平均气温(九月)(℃)	24.6	22.3	23.1	23.4	23.9	23.3	23.3	24.6	24.7	25.1	18.8	25.5
极端最低气温(℃)	-18.1	-17.6	-15.1	-9.8	-15.3	-12.3	-16.0	-14.9	-12.0	-15.3		

附录 B 空气能热水系统验收表

(规范性)

空气能热水系统验收表

表 B.1~B.4 给出了空气源热泵热水系统验收的相关表格。

表 B.1 空气能热水系统分项工程检验批质量验收记录

工程名称		分项工程名称		检验批/分项系统、部位	
施工单位		专业工长		项目经理	
施工执行标准名称及编号					
分包单位		分包项目经理		班组长	
验收规范规定			施工单位检查评定记录		监理（建设）单位验收记录
主控项目					
一般项目					
施工单位检查 评定结果		项目专业质量检查员： （项目技术负责人） 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 B. 2 空气能热水系统分项工程质量验收记录

工程名称			检验批数量		
设计单位			监理单位		
施工单位		项目经理		项目技术负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包项目经历	
序号	检验批部位、区段、系统		施工单位检查评定结果	监理（建设）单位验收结果	
验收结论					
施工单位项目经理：			监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）：		
年 月 日			年 月 日		

表 B. 3 空气能热水系统工程质量验收记录

工程名称			空气能热水系统品牌及型号		
结构类型		楼层		建筑面积	
开工日期		完工日期		验收日期	
系统类型	分散供热	使用户数		使用楼层	
	集中供热				
验收内容及自评意见	分项工程验收	共检验_____批，经查符合标准和设计要求_____个分项			
	质量控制	质量控制资料共_____项，经查符合要求共_____项			
	资料核查	经核定符合规范要求项			
	系统实体检验			检验结论	检验试剂
	1	系统一般检验	系统组装和安装		
			系统部件明显缺陷		
			系统控制器、控制传感器		
			系统防冻保护措施		
			系统材料过热保护		
	2	系统水质检验			
	3	系统热性能检验			
	4	系统试运行	水压试验与冲洗		
			系统调试		
验收意见					
施工单位（总包）			专业施工单位（分包）		
项目经理： 年 月 日			项目经理： 年 月 日		
监理单位		设计单位		建设单位	
总监理工程师： 年 月 日		设计负责人： 年 月 日		项目负责人： 年 月 日	

表 B.4 空气能热水系统维护报告表

工程名称		检测单位	
维护项目		检测记录及意见	
1) 空气源热泵参数检测	①机组运行噪声 (dB)		
	②机组进水温度 (°C)		
	③机组出水温度 (°C)		
	④室外环境温度 (°C)		
	⑤循环流量 (m³/h)		
	⑥环境风速 (m/s)		
	⑦翅片进风风速 (m/s)		
	⑧风扇出风风速 (m/s)		
	⑨排气温度 (°C)		
	⑩高/低压 (MPa)		
	⑪盘管温度 (°C)		
	⑫ 膨胀阀开度		
	⑬ 运转电流 (A)		
	⑭ 电压 (V)		
2) 温度传感器检查或更换			
3) 热计量装置检查			
4) 管道附件检查	①阀门		
	②压力表		
	③温控器		
	④温度计		
	⑤液位探头		
	⑥水箱温度探头		
5) 管道、设备防水防漏检查			
6) 管道保温情况检查			
维护负责人	负责人:	检测人员	检测人:

	年 月 日		年 月 日
--	-------	--	-------

湖北省地方标准

空气源热泵热水系统应用技术规程

Technical specification for application of air-source heat pump water heater system

条文说明

目 次

1 范围 32

3 术语和定义 32

5 基本规定 32

6 系统分类及选择 32

 6.1 系统分类 32

 6.2 系统选择 32

7 商用空气源热泵热水系统设计 33

 7.1 一般规定 33

 7.3 空气源热泵供热量和输入功率的计算 33

 7.5 辅助热源 35

 7.6 集热循环泵 35

 7.7 管路设计 35

 7.8 控制系统设计 36

8 户用空气源热泵热水系统设计 36

 8.1 一般规定 36

 8.2 热水量、耗热量计算 36

 8.3 空气源热泵热水机工作时间 37

 8.4 户用空气源热泵热水机选择 37

 8.5 储热水箱（罐） 37

 8.6 空气源热泵热水机组布置 37

9 电气设计 37

10 建筑设计 38

 10.1 建筑设计 38

 10.2 结构设计 38

11 施工安装 38

 11.2 支架、基础或基座 38

 11.3 空气源热泵机组 39

 11.4 热水箱 39

 11.6 辅助热源 40

 11.7 热水管道系统 40

 11.8 电气装置与控制系统 40

12 调试验收 40

13 运行维护 40

14 节能环保效益评估 41

 14.1 一般规定 41

 14.2 节能环保效益指标 41

 14.3 检测和分级 41

1 范围

空气源热泵是一种利用高位能使热量从低位热源空气流向高位热源的节能装置，可以把不能直接利用的空气中的低位热能转换为可以利用的高位热能，从而达到节约部分高位能（如煤、燃气、油、电能等）的目的。目前，部分省、市（浙江、福州、合肥等）已经通过立法或规范，将空气源列为可再生能源。目前国家建设部的有关部门也正在组织调研，探讨是否可以把空气源热泵热水系统列入可再生能源的范畴。

为使空气源热泵热水系统技术先进、经济合理、安全适用、保证工程质量和使用效果，规范空气源热泵热水系统为代表的绿色能源的广泛应用，是本标准制定的目的。

本条规定了标准的适用范围。从技术层面解决空气源热泵热水系统在湖北地区民用建筑中应用并与建筑结合的问题。这些技术内容适用于各类民用建筑上新建的空气源热泵热水系统，既有民用建筑上增设或改造已安装的空气源热泵热水系统同样适用于本标准。工业企业内的办公、研发、宿舍、食堂等建筑的功能与民用建筑相同，也适用本标准。

空气源热泵热水系统的组成部件在材料、技术要求以及设计、安装、验收等方面均有相关的产品标准，因此热泵首先应符合这些标准。

空气源热泵热水系统在民用建筑上应用是综合技术，其设计、安装、验收等涉及热泵及建筑行业，除符合现行的热泵方面的标准外，还应符合建筑工程方面的有关规定，满足安全、卫生、环保等方面的要求，如 GB 50015、GB 50981、GB 50057、GB 50242、CJ/T521 等相关标准，尤其是其中的强制性条文必须严格执行。

3 术语和定义

3.7 根据 GB 29541 中的试验方法，在测试热泵热水机组的能效比（COP）时，带水泵的热水机组其输入功率还应包括内置循环加热泵的功率。为计算结果的统一性，本标准所指的热泵热水机组的输入功率一般仅包括机组压缩机、蒸发器侧风机以及控制电路等内部组件所消耗的电功率，不包括循环加热泵及内置辅助电加热等的功率。

5 基本规定

5.4 空气源热泵热水系统与建筑的一体化主要包括两个方面：一是外在形式上与建筑的造型和立面相协调；二是内在水系统的流量、压力、温度等与建筑本身的给排水系统相匹配。

6 系统分类及选择

6.1 系统分类

6.1.1~6.1.4 从不同角度对空气源热泵热水系统进行分类。

空气源热泵生产厂商一般根据服务对象的不同，分为户用和商用热泵热水机组，两种空气源热泵热水器均制定有相关产品标准。其中户用空气源热泵热水系统应满足现行国家标准 GB/T 23137 的相关规定，商用空气源热泵热水系统应满足现行国家标准 GB/T 21362 的相关规定。

6.2 系统选择

6.2.1-（a）公共建筑中的生活热水系统分类组合的选择，可参考表 1：

表 1 公共建筑中生活热水系统选用表

建筑类型	热水使用性质	K ₁	K ₂	T+K
公寓式酒店	生活洗浴	√	√	√
宾馆、医院	生活洗浴		√	√
商业餐饮酒楼/食堂	清洗、卫生		√	√
集体宿舍	生活洗浴		√	√
疗养院、休养所	生活洗浴	√	√	√
公共浴室	洗浴		√	√
泳池	池水加热		√	√
泳池	淋浴		√	√
幼儿园	淋浴		√	√
注：K ₁ —户用型空气源热泵热水系统； K ₂ —商用型空气源热泵热水系统； T+K—空气源热泵辅助的太阳能热水系统。				

6.2.1-（b） 本条限定商业住宅是区分农村自建住宅，限于经济条件及水压条件，农村自建住宅因基础条件不尽相同在此不做推荐，用户根据自身条件选择合适系统。结合住宅建筑的特点，对住宅建筑空气源热泵热水系统的型式提出推荐方式。

6.2.3 我省冬季气温一般在 0℃以上，适合采用空气源热泵热水机组作为供生活热水的热源。有生活热水需求但不适用太阳能热水系统的建筑，应优先采用空气源热泵热水系统。空气源热泵热水机组 COP 值应满足 GB50015 的要求。

7 商用空气源热泵热水系统设计

7.1 一般规定

本条明确了湖北省空气源热泵热水系统设计的基本要求。

7.3 空气源热泵供热量和输入功率的计算

7.3.1~7.3.4 本条规定了空气源热泵热水系统设计小时供热量的计算公式，引自 GB 50015，其中热水温度由原规范规定的 60℃调整为 55℃，主要基于以下原因：

- 根据国内外相关研究表明，热水出水温度对空气源热泵热水机组的能效比（COP）及制热量影响显著：在室外气温相同的条件下，不同循环工质均随着出水温度的升高，热泵压缩机的冷凝温度也随之升高。在相同的蒸发温度下，冷凝温度上升 1℃，系统能效约下降 3%。因此，适当降低出水温度，可降低热泵压缩机冷凝温度，从而提高空气源热泵机组的能效比及制热量；
- 我国城市供水的水质多数偏硬，结垢比较严重，特别是在 65℃以上时，结垢速度加快。当热水温度下降时，相应结垢速度也减缓。因此，降低热水温度对缓解热水系统的结垢有积极意义；
- 较低温度水中常会有细菌滋生，最引入注意的是军团杆菌。军团菌在 5℃~50℃温度下即可生存，而在水温 25℃~40℃时最为活跃。杀灭水系统中军团菌，最行之有效的方案即提高水温。据相关研究表明，军团菌在 45℃、50℃、60℃和 70℃水温条件下的灭杀所需时间分别为 250 min、380 min、少于 5 min 和少于 1 min。鉴于此，热水温度以不低于 50℃为宜。
- 此外，根据现行国家标准 GB/T 23137 及 GB/T 21362 中空气源热泵热水器试验工况的规定，

其出水温度均为 55℃。

综合上述原因,因此空气源热泵热水系统的热水出水温度采用 55℃。降低热水出水温度后,为满足热水系统的杀菌要求,可采用如下方案:

- 1) 对于设有辅助热源的空气源热泵热水系统,可采用辅助热源(如辅助电加热等)定期将贮热水箱(罐)内的水温一次加热至 60℃,以达到定期杀菌的效果;
- 2) 对于未设置辅助热源的空气源热泵热水系统,可采用提高热泵的压缩机压缩比,平时以正常温度(55℃)出水,消毒时可提高出水温度至 55℃ 以上。这要求热泵机组有变工况运行的性能,会增加机组造价;亦可采用热水管路中串接银离子消毒装置的做法。实验表明,银离子消毒装置可短时间内杀灭热水系统中的军团菌;有效抑制管道中生物膜的滋生;银离子消毒装置可灵活设定工作时间,可以达到自动间歇工作的目的;与水泵联动工作,将银离子随水流均匀融合到热水管路系统中,避免了直接投加银离子溶液造成的混合不均,对于既有系统中军团菌、异养菌和管道生物膜的杀灭和抑制作用显著。

e) 关于湖北省最冷月水温取值依据 GB 50015 表 6.2.5。

7.3.6 本条规定了热泵输入功率的计算公式。

空气源热泵主机标准工况(气温 20℃,冷水温度 15℃的实验室条件)能效比(即名义工况 COP)可以达到 3.7~3.9,但受气温、冷水温度及热水水温等影响,在实际使用过程中其能效比达不到其名义工况下的数值。为反映机组实际运行过程中的节能效果,应以空气源热泵热水器在实际运行工况(气温、冷热水水温)下的能效比值作为设计计算依据。

不同产品热泵主机的名义工况能效比值差异较大,机组在相同输入功率的前提下,往往制热量相差较大,容易造成混淆。因热泵输入功率是体现机组配置水平的主要参数,在热泵机组选型时采用热泵输入功率作为依据,以保证不同厂家产品比选的一致性。这与鼓励采用名义工况能效比值较高的产品是不矛盾的。名义工况能效比值的高低主要体现在节能效果上,按统一的输入功率进行选型计算,对系统运行的安全性有更大的保障。

热泵热水系统的热损耗量(Q_s)不仅包括集热循环管路、供回水管路以及贮热水箱(罐)等设备的热损失量,在冬季有结霜可能的地区,还应包括融霜周期热泵热水系统的无效功率损失。融霜周期的无效热损耗应根据当地气候条件及融霜工况确定,最大不应超过供热量的 20%。

从式(3)可以看出,将输入功率与机组能效比值互换,即可得到能效比的计算公式。与采暖系统中能效比计算不同,空气源热泵热水系统中的能效比计算公式中多了系统热损耗量一项。这是因为相比采暖系统,生活热水系统中的输配水管路热损耗均为

“无效”热损耗,这部分热量均散失在输配水管路附近的大气中,无法被最终用水点有效利用。若不考虑这部分热损耗,会造成机组实际制热量的不足,对于系统运行的安全性存在一定的风险。此外,生活热水系统在热水供水温度及室外环境温度一定的

情况下,热泵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。从标准组前期工程实测数据来看,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,应控制热水供回水管网的规模,不宜过大。

7.4 贮热水箱(罐)

7.4.6~7.4.7 理论上贮热水箱(罐)的容积应根据产热、用热、辅助加热三者之间的变化曲线求得需要调节的热量,换算出贮热水箱(罐)的容积。但实际上这种曲线的取得有一定的难度。贮热水箱(罐)的容积与产热量的关系更密切。储水箱(罐)容积的大小直接影响到系统效率,容积过大会带来负面效应。首先水温偏低,不得不使辅助加热装置经常开启。若容积大到经常不能当日使用完毕的情况,既会影响次日的集热效益,又会无故浪费辅助加热能源。

空气源热泵热水系统的贮热水箱(罐)应在分析用水时段需热量和加热时段的供热量之间的按时变化曲线后,以最高日需要调节的水量为设计值。

7.4.8 式(4)为 GB 50015 对全日制集中热水供系统贮热水箱(罐)有效容积的计算公式。这个公式

按设计小时耗热量持续时间来确定贮热水箱（罐）的容积，在物理概念上是正确的，但设计小时耗热量持续时间难以准确取值，由此计算出的贮热水箱（罐）的有效容积往往相差较大，让设计人员无所适从。

对于定时热水供应系统，用水量集中在某一时段，空气源热泵机组选择按照从最冷月平均气温选择，在冬季最冷月极端低温情况下产水量会有较大程度衰减，为保证供水量，设计阶段无法确定最终采用的机组型号，故考虑储存最大高峰时段的全部热量。

7.4.9 对于全日制热水供应系统，用水时段较为分散，一般选用循环式热泵热水机组。对于定时热水供应系统，采用直热式热泵热水机组时，考虑高峰时段内热泵机组有一定的制热能力，储热容积可扣除此部分，但应按照选定机组在当地最冷月平均气温下的产水量计算。

7.5 辅助热源

7.5.1 空气源热泵热水系统的辅助加热能源，应视各种能源的价格、使用便利角度等进行确定。辅助热源宜首先选择工业余热、废热、地热；在能保证全年供热的热力管网的地区，可采用城市热网作为其辅助热源。

当无以上各辅助热源时，则可采用燃油、燃气或电作为辅助加热能源，但电受负荷配置的影响，其热流量无法与燃油、燃气相比。

7.5.2 辅助加热系统采用直接加热或间接加热方式，应综合考虑水质、水压和加热效益等因素，视辅助热源的种类加以选用。辅助热源直接加热必须满足国家相关的安全认证要求。此外，辅助热源加热时必须采取可靠的控制装置防止热量反流的发生。

7.5.3 GB 50015 规定：最冷月平均气温低于 10℃ 的区域空气源热泵热水系统宜设辅助加热装置。如果设置辅助的加热装置，则热泵的设计点由设计者根据项目需求自行确定。如果不配置辅助加热装置，可依靠延长热泵的工作时间来满足最不利时段的用热需求，热泵的选型应留有余地，最不利时段的每日工作时间不应超过 20h。

7.5.6 能源塔热泵是利用溶液冰点低于水的特点完成吸热循环。在冬季，热泵利用溶液在蒸发侧完成吸热后输送至能源塔通过与环境空气换热后回到蒸发侧继续吸热。这种系统可避免空气源热泵在冬季因结霜导致的加热能力急剧下降，可在冰冻程度不大的地区使用，对冬季的使用安全性有较好的保障。但能源塔热泵系统相对复杂，限制了大规模应用。

7.6 集热循环泵

7.6.1 空气源热泵热水系统应设循环泵。空气源热泵热水系统即使是采用直热型机组，也应该设循环泵以保证水箱内未被用尽而冷却的温度不达标水可以再次加热系统。直热型机组在冬季气温和冷水温度都比较底的极端时段，往往直热难以达标，可以改成直热加循环的模式运行。

热水系统的循环泵一般功率不大，但需要常年运行，因此宜设备用泵。对于内置循环泵的空气源热泵热水系统，因涉及产品内部空间布局等问题，故不强制要求设备用泵。此外，对于采用并联换热方式成组布置的空气源热泵热水机组，当有两台或两台以上循环泵时，亦可不设置备用泵。

7.6.2 循环流量一般经计算确定。式(8)中 k_3 、 Δt 的取值范围可供设计参考，并宜控制 $q_{rx}=(0.1\sim0.15)q_{rh}$ 。

7.6.3 循环水泵的扬程应能克服循环管路的水损及高差的影响。当采用闭式热水供应系统时， ΔP_1 可不考虑。

7.6.4 循环泵靠近贮热水箱是为了保证循环泵吸水安全。避免循环泵设置位置过高（管网上端），从而导致在循环泵吸水管上出现低压或负压释气现象，避免循环泵出现空转、气蚀等不利状况。循环泵虽然功率小、噪音低，但不能忽视其对居住用房（如住宅的卧室、书房及病房等）有安静要求房间的影响。

7.7 管路设计

7.7.1 在直接加热系统中，因水道相通，集热循环管道的材质及连接方式应与热水供回水管道相同，因此应参照 GB50015 中第 5 章的有关条款执行。而在间接加热系统中，集热循环管的压力、热媒流体性质各不相同，应视具体情况选择管道及连接方式。

7.7.4 空气源热泵热水系统的热水输（配）水及循环供回水管道有一部分暴露在室外，在冬季寒冷条

件下，有可能被冻裂，因此要有技术措施使管道不至被冻裂。防冻措施除了增加集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。

7.7.5 本条式(10)中水加热器属于压力容器，它的各部件均是按压力容器的设计压力来设计计算的，其设计压力等级为 0.6 MPa、1.0 MPa、1.6 MPa、2.5 MPa。计算 V_e 时， P_2 值应小于水加热器的设计压力，如 $P_2 = 0.60$ MPa 时应选设计压力为 1.0 MPa 的水加热器。 V_s 指系统内热水总容积包括水加热设备的贮热水容积。

7.7.6 本条是为了防止热水系统中的热水回流至冷水系统，造成热污染。空气间隙、倒流防止器和真空破坏器等防回流措施的选择，详见 GB 50015 中相关条款。

7.7.7 本条是为了强调冷热水调温所需要的承压条件，且冷热水压差不宜大于 0.02 MPa，这是 GB 50555 的要求。非承压式热泵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。

7.7.8 本条是对冷热水管路系统阀门设置的一般要求：

- a) 应该设置检修阀门的设备包括空气源热泵主机、水泵、贮热水箱(罐)等，以便检修是关闭改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(例如水泵与热泵机组为成套整体设备时)，也可公用检修阀门；
- b) 并联水泵设止回阀的目的是为了防止水通过不运行的水泵回流；
- c) 补水压力过高超过设备承压能力时必须设置减压阀减压；
- d) 膨胀罐接管不得设置阀门是为了避免误操作。

7.8 控制系统设计

7.8.1 空气源热泵热水系统中各个分支系统采用全自动方式控制是系统能够维持运行的必要条件，鼓励采用云计算或边缘计算、机器学习、大数据等互联网技术优化算法，并保证系统运行安全可靠、节能。

7.8.2 空气源热泵本身是一种节能设备，但如果空气源热泵热水系统控制方法不当，可能产生辅热设备制热量大于空气源热泵制热量的情况。

7.8.3 辅助加热设备的启停有各种方式，但其设置的目的是对空气源热泵热水系统的一个补充，启停的原则是首先充分地利用空气能，在水温或水量不能满足要求的情况下适时开启辅助加热装置，保证热水系统的供水品质。辅助加热设备也可以根据当地的供电价格政策，结合峰谷电差价选择加热时段，并按时段实行变温控制，以使系统效益最大化。

7.8.4 非承压式系统的常水位设定在日内是可以变化的，变化的目的是为了防止过多冷水的补入而过早的启动辅助加热设备，变化的依据是该系统自身的日内运行数据规律。

7.8.5 本条列举了控制系统的一些智能化管理功能，在实际工程中应视具体情况予以选择或扩展。

本条第 8 款 PLC 控制系统可根据实际需求现场编程处理，后续追加功能亦可编程补充。集中热水供应系统中可以记录瞬间热水用水量、温度压力及其变化曲线(用水量、温度及供水压力变化曲线图)；并能通过自动运行程序计算出日、月、年节能减排完成指标。各智能化管理功能可根据业主需求配置。

7.8.6 随着互联网技术的发展，远程管理系统技术成熟且价格越来越低，因此在此作为一般要求提出。

8 户用空气源热泵热水系统设计

8.1 一般规定

8.1.1 本节依据 GB50015、GB 50364-2018、GB 50555 和《住宅项目规范》(征求意见稿)的有关条文。

8.1.2 湖北东部地区和西部地区划分，详见湖北省气象局提供的资料。

8.1.4 冷水进水总硬度(以碳酸钙计)指标，GB5749 限值为 450 mg/L；CJ/T521 限值为 300 mg/L；GB50015 限值为 <120 mg/L 时，水加热设备最高出水温度应 $\leq 70^\circ\text{C}$ ； ≥ 120 mg/L 时，最高出水温度应 $\leq 60^\circ\text{C}$ 。由于户内空气源热泵热水机热水供水水温一般在 $46^\circ\text{C} \sim 55^\circ\text{C}$ ，本规程提出不宜超过 120 mg/L，是为了避免增加水质软化处理的复杂化。

8.2 热水量、耗热量计算

8.2.1 热水量

住宅每户实际使用人数，无数据时采用的估算表只是按一般日常状况估算的人数，还是应当结合实际计算。

8.2.2 热水量

依据 GB50015 中的住宅楼局部生活热水耗热量计算公式，作为户内空气源热泵热水机热水供水耗热量计算公式。集中式热水给水耗热量公式不适用。

8.3 空气源热泵热水机工作时间

没有辅热系统的工作时间取高值。

8.4 户用空气源热泵热水机选择

8.4.1 根据国家标准 GB/T 23137 热泵热水机加热方式主要有一次加热式、循环加热式和静态加热式。考虑到初投资等因素，户用场合不推荐采用一次加热式热泵热水机。

8.4.2.2 用户每天用水量为 200 L，热泵每天工作 3 h，水温要求从 15 °C 加热到 55 °C，根据式 (13) 计算，热泵主机的功率为 3.1 kW。考虑到热泵热水机每天的工作时间，建议水箱容积超过 200L 的热泵加热功率必须达到 3.0 kW。

8.4.2.3 热泵设计小时供热量 Q_g (kW) 应为热泵主机的加热功率 q (kW)，再加上损耗的热功率，该损耗的功率可按系数折算。热泵热水机的性能系数 COP 应满足 GB 55015 的要求。

8.5 储热水箱（罐）

根据国标图集 08S126 选用储热水箱（罐）容量。结合国家标准 GB/T 23137 和市场主要厂家产品，储热水箱（罐）容积优选值为 100 L、150 L、200 L、300 L、350 L、400 L。

8.6 空气源热泵热水机组布置

对户用热泵热水机主机（水箱）布置和管道设计，提出了原则性的基本规定，满足机组有效运行和安全维护的要求。

9 电气设计

9.1 供配电设计

9.1.2 空气源热泵热水系统的供配电设计应在遵循安全可靠、维护方便的原则下，满足空气源热泵热水系统用电的负荷容量。

9.1.3 根据容量大小、配电系统架构等具体情况，商用系统宜选择从变配电所或建筑物低压总配电间配出专用回路。

9.1.5 为保证系统及人身安全，应满足本条要求。除内置电加热回路外，对正常泄漏电流超过 30mA 的回路，保护动作值应考虑其影响，也可设置剩余电流监控装置。

9.1.6 热水系统设备的金属外壳与金属管道应与接闪带连接，但设备不应作为直接防雷装置使用，必要时应为设备专设接闪器。

9.1.8 不同类型、不同规模的建筑，其能耗监测、控制系统的具体情况也不同。计量装置的设置应与之相适应。

9.1.9 辅助等电位联接应包括固定式设备的所有能同时触及的外露可导电部分和外界可导电部分。

9.2 控制系统设计

9.2.1 空气源热泵热水系统中各个分支系统采用全自动方式控制是系统能够维持运行的必要条件，鼓励采用云计算或边缘计算、机器学习、大数据等互联网技术优化算法，并保证系统运行安全可靠、节能。

9.2.2 空气源热泵本身是一种节能设备，但如果空气源热泵热水系统控制方法不当，可能产生辅热设备制

热量大于空气源热泵空气源热泵制热量的情况。

9.2.3 辅助加热设备的启停有各种方式，但其设置的目的是对空气源热泵热水系统的一个补充，启停的原则是首先充分地利用空气能，在水温或水量不能满足要求的情况下适时开启辅助加热装置，保证热水系统的供水品质。辅助加热设备也可以根据当地的供电价格政策，结合峰谷电差价选择加热时段，并按时段实行变温控制，以使系统效益最大化。

9.2.4 非承压式系统的常水位设定在日内是可以变化的，变化的目的是为了防止过多冷水的补入而过早的启动辅助加热设备，变化的依据是该系统自身的日内运行数据规律。

9.2.5 本条列举了控制系统的一些智能化管理功能，在实际工程中应视具体情况予以选择或扩展。

控制系统可根据实际需求现场编程处理，后续追加功能亦可编程补充。集中热水供应系统中可以记录瞬间热水用水量、温度压力及其变化曲线（用水量、温度及供水压力变化曲线图）；并能通过自动运行程序计算出日、月、年节能减排完成指标。各智能化管理功能可根据业主需求配置。

9.2.7 随着互联网技术的发展，远程管理系统技术成熟且价格越来越低，因此在此作为一般要求提出。

10 建筑设计

10.1 建筑设计

10.1.2 本条款所指的建筑防护功能主要是指建筑保温、隔热、隔声、防火、防水、防雷、防盗等内容。空气源热泵热水系统的各组成部分，包括贮热水箱、热泵机组、辅助加热装置及控制系统设备等均应与建筑整体有机结合，不仅要满足建筑外观和使用功能的要求，还应满足以上各项建筑防护功能的要求。

10.1.3 热泵主机一般搁置在搁板或设备平台上，对相邻建筑的影响相对较小。

10.1.5 设备平台上安装公共管道不属于公共管道入户。

根据武土资规发〔2018〕168号，武汉市住宅建筑空调室外机搁板或设备平台的建筑面积计算要求可能会不满足实际工程需求，该面积超过1平方米要按计容面积计算。摘录该规则条文3.3.4空调室外机搁板、设备平台的建筑面积计算：

- a) 主体结构外空调室外机搁板应突出外墙面，满足使用及安全要求，避免对室外活动和环境产生影响，进深（取空调室外机搁板外边线至外墙面的最大垂直距离）不应超过0.8m，可不计算建筑面积。住宅每个空调室外机搁板水平投影面积不应超过1.0m²，且每套住宅空调室外机搁板水平投影面积总和应小于4.0m²。
- b) 每套住宅独立设置的集中设备平台（包括集中空调室外机搁板）水平投影面积不应超过3.0m²，按结构底板水平投影面积计算1/2建筑面积并计入容积率。

10.1.6 为预防出入口上空有物件坠落，在入口上方设置雨蓬，以保障入口处行人的安全，其他对人行可能造成伤害的部位也应设置防护措施。

10.2 结构设计

10.2.2 热泵热水系统安装的预埋件应根据设计图纸在主体施工时埋设，优先采用预埋件设计；当没有预埋件时，应采用其它可靠的连接方式（如后锚栓连接等），采用的连接方式应通过试验确定其承载力。

11 施工安装

11.2 支架、基础或基座

11.2.1 基础是建筑地面以下的承重构件，是建筑的下部结构。它承受建筑物上部结构传下来的全部荷载，并把这些荷载连同本身的重量一起传到地基上。基座则是承受由基础传下的荷载的土层。基座承受建筑物荷载而产生的应力和应变随着土层深度的增加而减小，在达到一定深度后就可忽略不计。直接承受建筑荷载的土层为持力层，持力层以下的土层为下卧层。

11.2.5 基础置于地面，有可能会受到腐蚀水和污染土的腐蚀，引起基础混凝土开裂破坏、钢筋受到腐蚀，导致基础的耐久性降低，因此基础必须进行防腐处理。

11.2.6 基础与设备之间必须牢固连接，才能具有抗风、抗地震能力，以保证安全。

11.2.7 空气源热泵运行时会产生振动，若不采取隔振措施，会引起地基的振动和噪音，造成恶劣的环境，影响人们的工作及生活。

11.3 空气源热泵机组

11.3.1 空气源热泵室外主机的安装位置需考虑安全、环保和节能。所有室外设备的安装还要满足本条的各项要求：

- a) 随着产品使用时间的增加，经腐蚀后镀层表面光泽会变暗，甚至出现深色斑点。电接触元器件表面长时间经气体腐蚀后形成的腐蚀产物厚度不均匀，接触电阻发生变化，最终造成电接触故障，影响产品使用寿命；
- b) 电子设备中有的感应元件受电磁，磁场干扰时仪器的测量精度会受很大影响，致使测量不准确对仪器以后的使用也有影响；
- c) 设备运行过程中产生的震动，会对设备本身、建筑以及环境造成影响；
- d) 杂质（如油烟、风沙）易吸附在空气源热泵室外主机蒸发器上，影响换热效果；
- e) 避免人为操作错误影响机组运行；
- f) 机组安装时应预留检修空间、水管连接空间；出风口 2 m 内应无阻挡物；
- g) 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，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；
- h) 机组运行时会产生一定的噪音，避免噪音影响用户。室外设备噪声达不到环境噪声标准时，可通过在其进出口设置消声设备，或者其周围设置隔声屏障等措施解决。

11.3.2 空气源热泵集中项目中，大部分项目施工上，未对冷凝水进行集中排放，对周边居民生活产生影响，并存在一定安全隐患。集中排放应符合下列规定：

- a) 环境温度低于 2℃场所，冷凝化霜水管道应在收集、传送和排放环节设置防冻措施，排放点不应应对热泵运行和周围环境造成影响；
- b) 直接排放冷凝化霜水管道支管的坡度应不小于 3%，干管的坡度应不小于 1%，整个系统应无积水位置；
- c) 冷凝化霜水管道水平超过 5 m 应设通气孔，通气孔内径应不小于连接管道 1/4 且大于 15 mm，通气孔高出当地历史最大积雪厚度 200 mm 以上，且应设置防尘、防雨雪倒灌措施；
- d) 冷凝化霜水的水平干管两端应设置维护口；
- e) 冷凝化霜水管道及连接配件的内径应满足所选空气源热泵在实际安装环境运行时产生冷凝化霜水量的排放要。

11.3.4 室外机左右倾斜幅度过大，在机组运行过程中压缩机振动会导致产生异常噪声，与压缩机相连接的吸排气管路长期受力容易断裂。

11.3.5 室多台空气源热泵安装时空间不满足要求，会导致冷岛效应，影响制热效果，系统不节能。空气源热泵机组安装空间应符合下列规定：

- a) 机组不得布置在通风条件差、环境噪声控制严及人员密集的场所；
- b) 机组进风面距遮挡物宜大于 1.5 m，控制面距墙宜大于 1.2 m，顶部出风的机组，其上部净空宜大于 4.5 m；
- c) 机组进风面相对布置时，其间距宜大于 3.0 m。

11.3.8 空气源热泵进水管道上应安装 40 目的过滤器，防止水系统中的杂质进入换热套管，堵塞换热器。进、出水管应安装同管径阀门，防止进水流量不足导致空气源热泵高温报警。

11.3.9 空气源热泵使用环境水质硬度高时要增设水质软化装置。为保证机组高效节能要定期对设备及管道进行除垢。冬季设备不使用时要进行排空，防止设备冻裂。

11.4 热水箱

11.4.2 水箱重力荷载很大，不包括在屋面使用活荷载内，不可直接加在屋面板上，必须设置单独基础

将水箱的重力荷载支承在经计算过的结构上，经墙、柱往下传递，有明确的传递路径到达房屋结构的基础上去。

11.6 辅助热源

11.6.1 空气源热泵机组制热量受环境温度影响，温度越低制热量越低，空气源热泵配置可按 GB 50736 规定的供暖室外计算温度计算，针对冬季所出现的极端天气，可增加电辅热设计。

11.7 热水管道系统

11.7.1 管道施工应符合 GB 50242、GB 50243 的规定。塑料管道的施工安装应符合 CJJ/T98 的规定；金属管道的施工安装应符合 GB 50235、GB 50184、CJJ/T 154 的规定；复合管道的施工安装应符合 CJJ/T 155 的规定；聚丙烯管道的施工安装应符合 GB/T 50349 的规定。

11.8 电气装置与控制系统

- a) 在工业环境中，由于变频器、大型电动机、起重设备、电磁加热设备等都会产生很强电磁干扰，对于未加屏蔽信号线，会在导线上产生很强的感应干扰信号，从而导致设备的误动作。而采用屏蔽线缆可以很好防止外界干扰信号对线缆传输信号的影响。
- b) 空气源热泵机组能效比不仅受环境温度影响，也受出水温度影响，出水温度越高机组能效比越低，故应结合实际使用调节出水温度。
- e) 化霜参数可以根据实际运行场所的温度、湿度不同情况手动或自动调整，使化霜时间跟实际匹配。不同安装使用条件下，其结霜情况会不一样，所以需要化霜参数也不相同，空气源热泵机组其化霜参数可以根据检测到温度、湿度情况进行现场自动或手动调整，与实际匹配，提高化霜效果。

12 调试验收

12.2.1 水压试验主要包括强度试验和严密性试验。

12.2.2 管道冲洗的目的是为了清除管道在生产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。严禁以水压试验过程中的放水替代管道冲洗。

13 运行维护

13.1.1 运维管理制度是对各方面具体化运维要求的更高一级要求，涵盖了技术标准和操作规程，但不等同于技术标准和操作规程。它包含了：对人员的要求，对物资的要求，对技术的要求，对操作的要求，对流程的要求，对组织的要求、对协调的要求等。

13.1.3 运维操作规程是指运维管理人员在操作设备时必须遵循的程序或步骤。好的操作规程，可以极大降低操作风险，减少安全事故。运维单位编制操作规程手册是标准化管理的一项基本要求。操作规程一般包括六个要素：适用范围，岗位安全职责，主要危险因素，劳动防护用品佩戴要求，岗位作业安全要求，岗位应急要求。运维操作规程应经审批方可执行。

13.8 智能运维又称 AIOps (Artificial Intelligence for IT Operations)，即人工智能与运维相结合，基于已有的运维数据（日志、监控信息、应用信息等）并通过机器学习的方式来进一步解决自动化运维没办法解决的问题，是当今重要的技术发展方向。智能运维需要与监控、服务台、自动化系统联动，从各个监控系统中抽取数据、面向用户提供服务、并有执行智能运维产生决策模型的自动化系统。智能运维能够提升提升用户的体验，减小故障处理的时间等，带来业务的价值，并最终实现真正意义上的无人值守运维。

空气源热泵热水系统的智慧运维的价值在于可以让系统更安全，运营更节能，管理更高效。一般通过以下方式得以实现：远程控制，模糊控制，智能控制，自我诊断，节能管理，台账管理等。

实时监控功能要求所有业务监控内容数据及报警可在 1 分钟内在系统用户终端显示。

自动诊断功能要求系统通信故障 15 分钟内自诊断报警通知，对系统状态进行自动诊断。

远程监控内容一般包括：系统与热泵机组通信，远程监测机组运行状况，压缩机、水泵运行状态，是否有保护故障，可远程设定机组定时开关机，调节加热温度和防冻除霜温度等参数，水箱水位、水箱温度、回水温度、环境温度和供水压力(恒压变频供水)等监测，远程设定定时补水、供水时间，调节补水水位高度、回水温度和供水压力等参数，实现补水、供水（水箱在地面可选恒压变频供水）、回水自动控制。

节能控制一般包括：根据每年气候不同，可调热水加热温度，可调水箱储水水位高度，对辅热系统进行自动调节或切换的功能，自动切换太阳能和热泵机组加热功能，优先太阳能独立加热。

历史查询信息一般包括：历史报警、历史控制和历史数据。

应用管理一般包括：可进行电量、进水量和用水量按天、月统计，同时计算能耗情况，形成报表等。

用户管理一般包括：根据用户职能可以分配各种权限，实现监控系统的使用和管理。

14 节能环保效益评估

14.1 一般规定

14.1.1 在节能环保效益评估方面，空气源热泵热水系统与传统热水系统主要不同点在于热源不同，本节的评估主要针对热水系统的热源即空气源热泵，通过评定指标来定量判断设备的节能环保效益。热水系统中其它组成部分，如水箱、管道系统等与传统热源的热热水系统没有差异，本规程不单独对其进行评估。

14.1.3 由于空气源热泵全年工况变化很大，因此通过长期测试更能反映系统的真实性能，但限于时间和经济因素，有时不具备长期测试条件，需要选择一些典型的工况，通过短期测试和定期检测，得到系统的性能。

14.1.4 节能效益评定指标主要从节能、经济、社会与环境等方面对系统应用进行评估。空气源热泵机（组）能效比 COP 能够直接反映机组的制热效率，是节能性的主要指标。由于空气源热泵机组的能效比受室外气象条件、季节、用水量影响较大，名义工况下的机组运行能效比反映的节能效果与实际有一定偏差。当有数据时，可采用全年综合能效比 APF（annual performance factor）进行评估。

14.2 节能环保效益指标

14.2.3.2 以传统能源为热源时的运行效率 η_t 应按项目立项文件选取。当文件无规定时，可按下式取值：

- a) 当常规能源类型为电时， $\eta_t=0.31$ ；
- b) 当常规能源类型为天然气时， $\eta_t=0.84$ 。

14.3 检测和分级

14.3.1 进行性能检测和能效测试应按国家规范和行业标准执行，包括：GB/T 50801、JJF1768、T-CECA-G 0022、NB/T 34027 等。