

重庆市工程建设标准

空气源热泵应用技术标准

Technical standard for application of air
source heat pump

DBJ50/T-301-2018

主编单位:重 庆 大 学

批准部门:重庆市城乡建设委员会

施行日期:2019 年 1 月 1 日

2018 重 庆

重庆工程建设

重庆市城乡建设委员会文件

渝建发〔2018〕42 号

重庆市城乡建设委员会 关于发布《空气源热泵应用技术标准》的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《空气源热泵应用技术标准》为我市工程建设推荐性标准,编号为 DBJ50/T-301-2018,自 2019 年 1 月 1 日起施行。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,重庆大学负责具体技术内容解释。

重庆市城乡建设委员会

2018 年 9 月 29 日

重庆工程建设

前 言

为贯彻执行国家节约资源和保护环境的政策,推进经济社会可持续发展,提高重庆市可再生能源应用与建筑节能水平,丰富可再生能源建筑应用技术类型,将空气源热泵供暖和提供生活热水纳入重庆市可再生能源范畴,进一步完善可再生能源建筑应用标准体系,指导并规范空气源热泵技术在重庆地区的推广应用,根据重庆市城乡建设委员会《关于印发〈2017 年建筑节能与绿色建筑工作要点〉的通知》(渝建〔2017〕136 号)和《关于下达 2017 年度重庆市工程建设标准制定修订项目计划的通知》(渝建〔2017〕451 号)的有关要求,重庆大学会同有关单位依据相关国家、行业和地方标准,结合重庆市的地方特点,参考近年来国内外空气源热泵应用方面的实践经验和研究成果、并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要内容包括:1. 总则;2. 术语和符号;3. 基本规定;4. 设计;5. 设备与材料;6. 施工与安装;7. 调试与验收;8. 效益评估 9. 运行与维护。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,重庆大学负责具体技术内容解释。在本标准的实施、应用过程中,希望各单位注意收集资料,总结经验,并将需要修改、补充的意见和有关资料反馈给重庆大学(地址:重庆市沙坪坝区重庆大学 B 区第三教学楼 3510;邮编:400045;邮箱:dingyongqq@163.com;电话:13508385852)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家

主 编 单 位:重庆大学

参 编 单 位:重庆市设计院

中冶赛迪工程技术股份有限公司

中煤科工集团重庆设计研究院有限公司

重庆大学建筑规划设计研究总院有限公司

重庆博建建筑规划设计有限公司

重庆重通智远空调设备有限公司

重庆市建筑节能中心

重庆尚林科技开发有限公司

重庆汇贤优策科技股份有限公司

主要起草人:董 勇 江 鸿 李克玉 丁 勇 李 丹

王卫民 周 强 李 全 闫兴旺 姚润明

颜 强 姚加飞 秦砚瑶 黄显奎 冷艳锋

高亚锋 王武平 谢长明 邢燕兵 戴辉自

谢源源 张晓欧

审 查 专 家:艾为学 谭 平 吴蔚兰 吴 敏 张 智

周爱农 郭长春

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	6
4	设计	7
4.1	一般规定	7
4.2	冷热负荷计算	7
4.3	热水设计供热量计算	8
4.4	系统设计	8
4.5	监测与控制系统设计	12
4.6	电气系统设计	12
5	设备与材料	16
5.1	一般规定	16
5.2	空气源热泵机组	16
5.3	其他设备材料	17
6	施工与安装	18
6.1	一般规定	18
6.2	系统设备施工安装	19
7	调试与验收	21
7.1	一般规定	21
7.2	调试	22
7.3	验收	23
8	效益评估	25
8.1	一般规定	25

8.2 检测指标与检测方法	26
8.3 节能效益	29
8.4 环境效益	30
8.5 实际运行效益分析	31
9 运行与维护	33
本标准用词说明	34
引用标准名录	35
条文说明	37

重庆工程建设

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.1	Symbols	3
3	Basic requirement	6
4	Design	7
4.1	General requirement	7
4.2	Load calculation	7
4.3	Hot water consumption calculation	8
4.4	System design	8
4.5	Monitoring and control system design	12
4.6	Electrical system design	12
5	Equipment and material	16
5.1	General requirement	16
5.2	Air source heat pump unit	16
5.3	Other equipment and material	17
6	Construction and installation	18
6.1	General requirement	18
6.2	System equipment construction and installation	19
7	Debugging and acceptance	21
7.1	General requirement	21
7.2	Debugging	22
7.3	Acceptance	23
8	Benefit assessment	25
8.1	General requirement	25

8.2	Detection index and method	26
8.3	Energy efficiency	29
8.4	Environmental benefits	30
8.5	Actual operational benefit analysis	31
9	Operation and maintenance	33
	Explanation of wording in this standard	34
	List of quoted standards	35
	Explanation of Provisions	37

1 总 则

1.0.1 为指导重庆地区空气源热泵工程应用的设计、施工与安装、设备与材料、调试与验收、效益评估以及运行与维护工作,做到技术先进、经济合理、安全适用、保证工程质量和应用效果,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建建筑中使用空气源热泵系统的工程,以及在既有建筑上改造或增设空气源热泵系统的工程,包括空气源热泵热水、供暖、空调以及空气源热泵辅助太阳能热水系统应用。

1.0.3 空气源热泵系统工程的设计、设备与材料、施工与安装、调试与验收、效益评估以及运行与维护除应符合本标准的要求外,还应符合国家和重庆市现行相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 空气源热泵机组 air source heat pump unit

以空气作为冷热源,利用驱动能使能量从低位热源流向高位热源的机组。

2.1.2 空气源热泵冷热水机组 air-source heat pump chilling (hot) water unit

能够提供冷水或热水的空气源热泵机组。

2.1.3 空气源热泵热水机(器) air-source heat pump water heater

利用电机驱动的蒸汽压缩循环,将空气中的热量转移到被加热的水中来制取热水的设备。

2.1.4 空气源热泵单元式空调机 air-source heat pump unitary air conditioners

一种向封闭空间、房间或区域直接提供经过处理空气的设备。它主要包括空气源热泵冷热源系统以及空气循环和净化装置,还可以包括加热、加湿和通风装置。

2.1.5 空气源多联式空调系统 air-source multi-connected split air conditioning system

一台(组)空气源热泵机组配置多台室内机,通过改变制冷剂流量适应各房间负荷变化的直接膨胀式空气调节系统。

2.1.6 蒸发冷却式冷水(热泵)机组 evaporatively-cooled water chilling(heat pump)packages

采用蒸发式冷凝器的蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组,用于提

供空调和工艺用冷水(热水)。

2.1.7 空气源热泵系统制热性能系数 coefficient of performance of air source heat pump systems(COP_{sys})

空气源热泵系统总制热量与热泵系统总耗电量的比值,热泵系统总耗电量包括热泵主机、循环水泵的耗电量。

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

空气源热泵机组制热量与耗电量的比值,耗电量仅包括热泵主机的耗电量。

2.1.9 空气源热泵系统制冷能效比 energy efficiency ratio of air source heat pump systems(EER_{sys})

空气源热泵系统总制冷量与热泵系统总耗电量的比值,热泵系统总耗电量包括热泵主机、循环水泵的耗电量。

2.1.10 空气源热泵机组制冷能效比 energy efficiency ratio of air source heat pump(EER)

空气源热泵机组制冷量与耗电量的比值,耗电量仅包括热泵主机的耗电量。

2.1.11 辐射供暖供冷 radiant heating and cooling

提升或降低围护结构内表面中的一个或多个表面的温度,形成热或冷辐射面,通过辐射面以辐射和对流的传热方式向室内供暖或供冷。

2.1.12 储能(缓冲)水箱 heat storage tank

在空气源热泵热水辐射供暖系统中,为降低空气源热泵机组除霜影响,提高热系统稳定性而设置的储热水箱。

2.2 符 号

2.2.1 制热性能系数

COP 空气源热泵机组制热性能系数;

COP_{sys} 空气源热泵系统制热性能系数。

2.2.2 制冷能效比

EER 空气源热泵机组制冷能效比；

EER_{sys} 空气源热泵系统制冷能效比。

2.2.3 空气源热泵制热(冷)量

Q_{HW} 空气源热泵热水系统制热量；

Q_H 空气源热泵供暖系统制热量；

Q_C 空气源热泵空调系统制冷量。

2.2.4 空气源热泵能耗

Q_r 空气源热泵系统的总能耗；

Q_{hw} 空气源热泵热水系统年能耗；

Q_h 空气源热泵供暖系统年能耗；

Q_c 空气源热泵空调系统年能耗。

2.2.5 空气源热泵节能效益评价指标

Q_s 常规能源替代量；

Q_t 传统系统的总能耗。

2.2.6 空气源热泵环境效益评价指标

Q_{CO_2} 空气源热泵系统的二氧化碳减排量；

Q_{SO_2} 空气源热泵系统的二氧化硫减排量；

Q_{fc} 空气源热泵系统的粉尘减排量。

2.2.7 其他

Q_g 热泵设计小时供热量；

Q_r 热泵输入功率；

q_r 热水用水定额；

c 水的比热容；

ρ 水的密度；

m 用水计算单位数；

t_r 热水温度；

t_l 冷水温度；

T_1	热泵机组设计工作时间；
K_h	安全系数；
Q_g	热泵设计工况制热量；
Q_m	热泵名义工况制热量；
K_1	温度修正系数；
K_2	融霜修正系数；

重庆工程建設

3 基本规定

3.0.1 空气源热泵系统应用应进行技术经济分析,宜优先采用空气源热泵作为供暖和生活热水热源。应符合用户使用、施工安装和维护的要求,符合节地、节能、节水、节材、环境保护等有关规定。

3.0.2 对于分散式空气源热泵系统,宜采用下列系统形式:

- 1 采用空气源热泵冷热水机组作为冬季供暖热源,同时作为夏季空调冷源;
- 2 采用空气源多联式空调机组作为冬季供暖热源;
- 3 采用空气源热泵热水机(器)作为生活热水热源;
- 4 采用单元式空调(热泵)机组作为冬季供暖热源,同时作为夏季空调冷源。

3.0.3 对于集中式空气源热泵系统,宜采用下列系统形式:

- 1 采用空气源热泵冷(热)水机组或蒸发冷却式冷(热)水机组作为冬季室内供暖热源,同时作为夏季空调冷源。
- 2 采用空气源多联式空调机组作为冬季室内供暖热源,同时作为夏季空调冷源;
- 3 集中式空气源热泵热水系统应根据实际情况采用一次加热式或循环加热式;
- 4 采用单元式空调(热泵)机组作为冬季室内供暖热源,同时作为夏季空调冷源。

3.0.4 对常年存在生活热水需求的建筑,当采用空气源热泵冷热水机组时,宜采用带有冷凝热回收功能的空气源热泵冷热水机组。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 空气源热泵系统形式应根据建筑物规模、所在地区气象条件、能源状况及当地能源政策等,通过技术经济比较确定。

4.1.2 采用集中式空气源热泵系统的居住建筑应设置分户热计量装置,公共建筑宜分楼层或分用户设置计量装置。

4.1.3 集中式空气源热泵空调、供暖和热水系统应设置供冷、供热量以及耗电量的能源监测与计量系统。

4.1.4 空气源热泵供暖和空调系统末端形式的选择应符合现行相关标准的规定。

4.1.5 集中式空气源热泵热水系统应保证用水终端的水质符合现行国家生活饮用水水质标准的要求,宜设置相应的灭菌措施或消毒设施。

4.1.6 空气源热泵系统的辅助能源,应优先采用工业余热、废热、燃气、太阳能、生物质能和浅层地热能等能源形式。

4.1.7 空气源多联式空调系统的设计应按照现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174 的有关规定进行。

4.2 冷热负荷计算

4.2.1 除在方案设计或初步设计阶段可使用热、冷负荷指标进行必要的估算外,施工图设计阶段应对供暖空调区的冬季热负荷和夏季逐时冷负荷进行计算。

4.2.2 间歇运行的空调或供暖系统,冷负荷和热负荷的计算应考虑间歇运行和户间传热的影响。

4.2.3 相比于对流供暖供冷方式,全面辐射供暖室内设计温度可降低 2℃,全面辐射供冷室内设计温度可提高 0.5℃~1.5℃。

4.3 热水设计供热量计算

4.3.1 空气源热泵热水系统的供热量计算应符合现行国家标准《建筑给排水设计规范》GB 50015 的有关规定。

4.3.2 当空气源热泵热水系统的储热水箱(罐)容积能满足平均日用水量调节的要求,热泵供热能力可按平均日耗热量配置。

4.4 系统设计

I 机组设计

4.4.1 空气源热泵机组的制冷(热)量应满足计算负荷的要求,并应符合下列规定:

1 当空气源热泵机组同时用作供暖、空调的冷热源时,宜优先按照冬季供暖热负荷进行选取,夏季供冷不足的部分由其他冷源形式补充;

2 当空气源热泵机组同时用作生活热水热源或太阳能热水系统的辅助热源时,机组的制冷(热)量应综合考虑进行确定;

3 当空气源热泵机组用作供暖热源或生活热水热源时,其有效制热量应根据室外气象参数,分别采用温度修正系数和融霜修正系数进行修正。

4.4.2 空气源热泵热水系统的机组选型应符合下列规定:

1 空气源热泵的输入功率可根据热泵热水系统的制热性能系数和设计小时供热量按下式计算:

$$Q_i = \frac{Q_g}{COP} \quad (4.4.1)$$

式中: Q_g 热泵设计小时供热量, kW;

- Q 热泵的输入功率, kW;
- COP 热泵热水机组的制热性能系数值, 无量纲。重庆地区的机组制热性能系数: 考虑全年使用宜取 3.0~4.0, 冬季使用宜取 2.5;

2 当设辅助热源时, 空气源热水机组的供热量宜按当地农历春分、秋分所在月的平均气温和冷水供水温度计算; 不设辅助热源的系统应按当地最冷月平均气温和冷水供水温度计算, 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配置。

4.4.3 空气源热泵室外机的设置应符合下列规定:

- 1 确保进风和排风的通畅, 避免周围障碍物的影响, 防止进排风之间气流短路;
- 2 避免受污浊气流的影响;
- 3 避免对周围环境造成噪声污染, 安装位置不宜靠近对声环境、振动要求较高的房间;
- 4 便于对室外机进行清扫和维护维修;
- 5 便于对化霜水进行有组织排放;
- 6 避免影响周边环境以及人员活动;
- 7 设置于屋面或楼面时, 应进行减振设计。

II 输配系统设计

4.4.4 空气源热泵空调和供暖系统的水系统设计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。集中式系统在选配冷热水系统的循环水泵时, 应计算系统耗电输冷(热)比($EC(H)R-a$), 并应标注在施工图的设计说明中。

4.4.5 空气源热泵空调和供暖系统的风系统设计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。当系统风量大于 $10000\text{m}^3/\text{h}$ 时,应计算风道系统单位风量耗功率(W_s)。

4.4.6 空气源热泵热水系统设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 有关规定,还应符合下列规定:

1 空气源热泵热水系统的管道设计时应有可靠的防冻、防超温、超压措施;

2 在工质循环的闭式系统中,应设置压力式膨胀罐;

3 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。

4.4.7 空气源热泵供暖和空调系统的冷热水管道应按下列原则设置阀门:

1 设备供、回水管路应设置阀门,当设备并联时,其回水管路阀门应采用电动软密封蝶阀,并与对应机组连锁启闭;

2 2 台及以上水泵并联时,水泵出口设置止回阀;

3 补水给水管出口设置止回阀,有防水质污染要求时,应采用管道倒流防止器,当补水压力超过设备承压能力时设置减压阀;

4 膨胀罐接管不得设置阀门;

5 根据控制要求设置电动控制阀;

6 热水系统配水干、立管最高点应设排气阀,系统最低点应设泄水阀。

III 末端系统设计

4.4.8 热水地面辐射供暖系统的供、回水温度应由计算确定,供水温度宜采用 $35^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。供回水温差不宜大于 10°C 且不宜小于 5°C 。

4.4.9 采用散热器作为供暖末端,应符合下列规定:

1 宜采用低温型散热器;

2 确定散热器数量时,应根据其连接方式、安装形式、组装片数、热水流量以及表面涂料等对散热量的影响,对散热器数量进行修正;

3 除了幼儿园、老年人和特殊功能要求的建筑外,散热器宜明装。

4.4.10 采用风机盘管作为供暖和空调末端,应符合下列规定:

1 对温湿度波动要求范围和卫生要求较严格的场所不应采用风机盘管;

2 当房间冷热负荷相差较大时,应分别计算冷热盘管的换热面积,换热面积差相差较大时应采用双盘管风机盘管机组;

3 当风机盘管仅用于供暖时,宜选用供暖型风机盘管;

4 风机盘管房间的噪声应符合现行相关标准要求。

IV 辅助系统设计

4.4.11 空气源热泵供暖系统宜设置储能(缓冲)水箱。

4.4.12 集中式空气源热泵热水系统的储热水箱(罐)容积应根据热水用水小时变化曲线、热泵的供热能力,并综合考虑辅助加热装置加热时段和能力等多种因素经计算后确定。

4.4.13 集中式空气源热泵热水系统的辅助热源选取应符合下列规定:

1 最冷月平均气温不小于 10°C 的地区,空气源热泵热水系统可不设辅助热源;

2 最冷月平均气温小于 10°C 且不小于 0°C 的地区,空气源热泵热水系统宜采取设置辅助热源,或延长空气源热泵的工作时间等措施来保证最冷月的系统热水供应;

3 最冷月平均气温小于 0°C 的地区,不宜采用空气源热泵热水系统。

4.5 监测与控制系统设计

4.5.1 空气源热泵机组、水泵、阀门等设备应能进行顺序启停和联锁控制,宜采用自动控制功能。

4.5.2 空气源热泵机组的台数控制宜采用冷(热)量优化控制的方式,当机组设备大于3台时,宜采用机组群控方式;当采用群控方式时,控制系统应与空气源热泵机组自带控制单元建立通信连接。

4.5.3 空气源热泵需进行自动防冻控制设计,以防止水管、水泵冻裂。

4.5.4 对于空气源热泵供暖空调系统不同末端形式宜选用不同的控制方式并符合下列规定:

1 全空气系统通过送风温度和送风量的调节实现对室温的控制;

2 风机盘管末端应根据回风温度,采用电动水阀和风速相结合的控制方式;

3 公共区域风机盘管应能按使用时间进行定时启停,并对室内温度设定值范围进行限制;

4 地板辐射或毛细管末端应根据回水温度来进行调节电动水阀的开度。

4.5.5 空气源热泵系统应能够按下列要求进行工况转换:

1 夏季空调供冷和冬季供暖可采用人工转换;

2 配套水路的电动阀和制冷剂系统的工况转换部件应联锁自动控制;

3 对于兼顾供暖、空调和生活热水的空气源热泵系统,应根据使用需求设置工况切换。

4.6 电气系统设计

4.6.1 电气系统的设计应符合下列基本规定:

1 电气系统设计应符合国家和重庆市现行相关标准的规定；

2 当有针对户式空气源热泵供热(空调)系统需独立管理或单独计时,应设置独立的配电箱或电能表箱；

3 电气装置和设备的防护等级应符合安装环境及直接接触电击防护的要求,其电源供电、各种线路选择与接线、安全保护与接地等电气设计应符合国家和重庆市现行相关标准,以及产品设计要求,产品应具有生产许可证或符合 3C 认证要求。

4.6.2 当空气源热泵供热(空调)系统用于住宅建筑时,应由家居配电箱配电并采用专用回路供电。当配电设计含有简单设备控制功能或家居配电箱配电支路数量过多时,宜设置独立的配电控制箱。

4.6.3 空气源热泵机组配电与控制设计应符合下列规定：

1 当室外主机电源单独回路供电时,配电线路应设置短路、过负荷保护电器；当安装位置位于人伸臂所能容易触及的范围,应加装剩余电流动作保护器,剩余电流保护动作值不应大于 30mA；

2 当产品要求电源送至室内装置,或室内装置和室外装置合用电源分回路供电时,配电线路应设置短路、过负荷及剩余电流动作保护器；

3 应根据选用产品的压缩机起动电流、配置的变速器等负荷特性,对设备以及配电线路进行保护整定；

4 机外安装的电动阀(电磁阀)、水泵、温度传感器、控制面板等检测信号、通讯、联动控制及电源线路宜由设备控制器馈出；否则,应依据设计要求另配控制箱并提供电源,配置的控制器应考虑与设备控制器配套联动；

5 当热泵机组与生活热水系统控制器互联时,互联控制器应配置标准化通讯接口,应开放接口通讯协议编码表,控制要求应符合本标准第 4.5 条的相关规定。

4.6.4 供暖空调末端设备及其温控系统的设计应符合下列规定：

1 风机盘管机组(含风机、电动阀或电磁阀和温控器)或直接膨胀式空调室内机组(含风机、膨胀阀及温控器)的电源宜单独回路供电,配电线路应设置短路、过负荷保护电器;落地式安装或与地面辐射供暖温控器及电动阀合用电源回路时,配电线路应设置短路、过负荷及剩余电流动作保护器;

2 地面辐射供暖温控器及电动阀供电电源,或与其它家用电器合用电源回路供电时,配电线路应设置短路、过负荷及剩余电流动作保护器;

3 风机盘管机组或直接膨胀式空调室内机组风机共用一套保护装置的链式配电线路负荷不应超过 20A,宜每台设备设置配电保护。

4.6.5 各种线路的选择及敷设除应符合产品要求外,还应符合下列规定：

1 AC220V 或 AC220V/380V 的电源线路,以及部分连接与控制线路、阀门控制线路,应选用铜导体。除成套设备连接线路截面要求符合线路保护规定外,主回路线路截面均不应小于 2.5mm^2 ;

2 通讯及信号传输线路应与交流电源线路敷设时应考虑屏蔽;

3 地面管线应沿靠近房间隔墙的区域敷设,不宜与热水管交叉敷设,不应在地面辐射供暖加热管排布区域内与热水管上下平行敷设。

4.6.6 设备外接的操控显示面板或温控器设置应符合下列规定：

1 安装位置应方便用户操作,设置高度宜距地面 1.4m,或与照明开关高度一致;

2 室温控制器应设置在附近无散热体、周围无遮挡物、不受

风直吹、不受阳光直晒、通风干燥、周围无热源体、能正确反映室内温度的位置,不宜设在外墙上;

3 无特殊情况和使用功能要求时,应避免设置在卫生间和厨房的潮湿部位;

4 当地面辐射供暖房间内同时设有风机盘管机组或直接膨胀式空调室内机时,宜选用合用的温控器。

4.6.7 空气源热泵系统的防雷、电磁兼容应符合下列规定:

1 安装于防雷建筑物屋顶的设备,应置于建筑物防雷接闪器的保护范围内;

2 敷设至室外用电设备的各种线路应穿钢管,应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定采取防止闪电电涌侵入的措施;

3 空气源热泵机组的电磁兼容及谐波限值要求应符合相关的现行国家标准,并采取减少电磁干扰的措施。

4.6.8 空气源热泵系统的接地应符合下列规定:

1 设置一套系统的独栋建筑,应满足总等电位接地设计要求;

2 用电设备应按配电系统的安全保护接地方式做好与保护导体的连接,室外主机保护导体截面积应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的相关规定;

3 安装于卫生间内的系统和设备应满足局部等电位接地的要求;

4 安装于人伸臂范围内的设备宜做辅助等电位接地;

5 末端配电线路采用 TT 系统时,外露可导电部分应用保护导体连接至共用的接地极;当被保护设备预期故障接触电压超过 50V 时,尚应做局部等电位或辅助等电位联结,并应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的相关规定。

5 设备与材料

5.1 一般规定

5.1.1 空气源热泵系统工程中采用的设备与材料应符合国家现行标准的有关规定。

5.1.2 分散式空气源热泵系统的所有设备、配套装置及附件,以及其自动监控系统,宜由同一生产企业或供应商配套供应,并配合设计单位进行深化设计。

5.2 空气源热泵机组

5.2.1 空气源热泵冷热水机组的性能系数应满足现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 中 2 级能效等级的要求;单元式空调(热泵)机组的性能系数应满足现行国家标准《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB 19576 中 2 级能效等级的要求。

5.2.2 空气源热泵冷热水机组(含蒸发冷却式热泵机组等)的供热性能应同时符合下列规定:

1 空气源热泵机组冬季名义工况下的制热性能系数不应低于 3.0;

2 空气源热泵机组冬季设计工况下的制热性能系数不应低于 2.4;

3 空气源热泵机组冬季低温工况下的制热性能系数不应低于 2.2;

4 具有先进的融霜控制,融霜时间总和不应超过运行周期的 20%。

5.2.3 空气源热泵热水机(器)的性能系数应满足现行国家标准《热泵热水机(器)能效限定值及能效等级》GB 29541 中 2 级能效等级的要求;

5.2.4 空气源热泵机组的噪声应符合《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362、《家用和类似用途热泵热水器》GB/T 23137、《蒸气压缩循环冷水(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 以及《蒸气压缩循环冷水(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 等有关标准的规定。

5.3 其他设备材料

5.3.1 空气源热泵系统的循环水泵宜选用变频水泵,水泵效率值不得低于现行国家标准《清水泵能效限定值及节能评价》GB 19762 中水泵节能评价值。

5.3.2 空气源热泵热水系统的储热水箱(罐)应满足卫生、环保以及承压等要求,宜采用整体成型产品。

5.3.3 空气源热泵系统管材的选用应符合下列规定:

1 应符合现行国家标准《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的规定;

2 添加防冻液的供冷供热水系统管道不应选用内壁镀锌的管材;

3 生活热水供回水管和给水管管材可与该工程给排水专业设计一致。

5.3.4 空气源热泵系统的制冷剂管道、空气源热泵循环水系统管网(不包括地面辐射供暖输配管、加热管等埋地部分)、储热水箱(罐)等热设备,以及室内空调末端的冷凝水管道应采取绝热措施,且室外管道、设备绝热时,外表面应设保护层。

6 施工与安装

6.1 一般规定

6.1.1 空气源热泵工程的施工安装应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《通风与空调工程施工规范》GB 50738、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的规定。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》GB 50274 有关条文的规定,此外还应满足设备安装说明书等产品技术资料的各项要求。

6.1.2 电气系统的施工安装、检验、调试、验收除应执行本标准规定外,还应执行现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254、《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601 的相关规定。

6.1.3 空气源热泵工程施工安装前应符合下列规定:

- 1 施工图纸和有关技术文件齐备;
- 2 施工组织设计及施工方案已批准通过;
- 3 施工图纸设计条件应与现场状况一致、现场施工临时用水、用电及其他设施完善,具备施工条件;
- 4 由专业队伍或经过培训合格的人员实施安装,对施工人员进行岗前培训和技术交底。焊接、电气安装等特殊工种的施工人员应具备相应的操作资格证书;

5 进场安装的设备、配件、材料应符合设计要求,并且有产品合格证;

- 6 设备的搬运和吊装,应符合产品技术文件的有关规定,并

应做好设备的保护工作,不得因搬运或吊装而造成设备损伤。

6.2 系统设备施工安装

6.2.1 空气源热泵的室外机组安装应符合下列规定:

1 安装位置以及安装基本要求应符合本标准 4.4.3 的规定以及设备厂家的安装技术要求;

2 安装在屋顶时,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。不应损坏建筑物结构,不应破坏屋面防水层和建筑物的附属设施,并应采取抗风及防雷措施;

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

6.2.2 水系统设备的施工安装应符合下列规定:

1 水泵、电磁阀、阀门的安装方向应正确,水泵、电磁阀前应安装活接,方便检修;

2 水泵、电磁阀等设备安装在露天场所时应采用防雨保护措施;

3 在低温环境地区还应对室外管道和仪器设备进行保温处理。

6.2.3 空气源热泵系统应采取消声隔振措施。

1 空气源热泵机组安装时宜采用垫橡胶减振垫置于基础上,用螺栓固定,调整机组水平度,并符合机组的技术说明书要求;

2 空气源热泵机组进、出水口应安装不锈钢波纹管或橡胶软连接;

3 水泵进、出水口应使用橡胶软连接,水泵底座应安装在减振基础上;

4 管道每隔一定距离(不应超过 2.5 米)应设置隔振吊架或隔振支承。管道的支吊架和管道间应设置减振器或弹性材料

垫层。

6.2.4 辐射供暖供冷系统的施工、安装应符合《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的相关规定。

6.2.5 所有电气设备和与电气设备相连的金属部件应做接地处理。

重庆工程建设

7 调试与验收

7.1 一般规定

7.1.1 空气源热泵工程的调试和验收,应按照《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的要求执行。

7.1.2 空气源热泵工程各种设备和材料进场时,应按设计要求对其类型、材质、规格及外观等进行验收,并经监理工程师(建设单位代表)检查认可,且形成相关的验收记录。各种设备和材料的质量证明文件和相关技术资料应齐全,并应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。

7.1.3 空气源热泵工程的调试和验收,除应执行本技术标准相关规定外,还应执行现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260 和《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174 的相关规定。

7.1.4 空气源热泵工程的电气工程 and 自控工程调试和验收除应执行本技术标准相关规定外,还应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254、《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575、《自动化仪表工程施工质量验收规范》GB 50131 和《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601 的有关规定。

7.2 调 试

7.2.1 空气源热泵供暖空调工程的试运行和调试包括水压试验、冲洗试验、系统设备单机试运行、水系统试运行和调试、系统联合试运行和调试。

7.2.2 应按照现行行业标准《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260 进行下列水压试验：

1 水系统的阀门、散热器、风机盘管、换热设备和分集水器等应进行强度和严密性试验。

2 水系统管路应按照下列要求进行水压试验并记录试验结果。

- 1) 水压试验应在管道安装完成并经检查符合设计要求后进行；
- 2) 冬季进行水压试验时应采取可靠的防冻措施，试压完成后应及时将水放尽，必要时采用压缩空气将低点处的存水吹尽；
- 3) 水压试验水温应在 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，试验压力符合设计要求；
- 4) 地板辐射供暖盘管应在隐蔽前和隐蔽后分别进行水压试验。

7.2.3 应对水系统管路进行冲洗试验，冲洗之后应保证管路及设备中的水及冲洗液排尽。

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

7.2.5 设备单机调试包括空气源热泵机组、集热器、水泵、阀门、控制部件、监控设备、辅助加热设备、末端设备等，且应符合下列规定：

- 1 设计负荷下，热泵、水泵、集热器、末端设备等连续正常工

作,各项指标在正常范围内;

2 各类阀门的安装位置、方向正确,开启正常、动作灵活、密封严密;

3 设有辅助电加热的系统,漏电保护开关正常;

4 电压、水压符合设计要求;

5 电气装置接线正确,接地良好。

7.2.6 水系统试运行和调试应符合下列规定:

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 供水干管和各支管水流量测试结果与设计流量的偏差不应大于 10%;

3 辐射供暖水系统试运行和调试,应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 中的相关要求。

7.2.7 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 系统负荷不宜小于实际运行最大负荷的 60%,运行机组负荷不宜小于其额定负荷的 80%;

3 联合试运行和系统性能检测时间不低于 8h;

4 室内空气温度和相对湿度满足设计要求;

5 房间噪声值应满足设计要求。如无设计要求,则应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 的相关规定。

7.3 验收

7.3.1 系统安装调试完毕后,应对工程进行验收,系统未验收或验收不合格,不得投入使用。

7.3.2 验收时,应检查验收资料,包括下列文件及记录:

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、设备、成品、仪表的出厂合格证明及进场

检(试)验报告；

- 3 设备和材料的现场复检报告；
- 4 隐蔽工程检查和验收记录；
- 5 设备和管道的安装和检验记录；
- 6 水系统冲洗和试压试验；
- 7 设备单机试运行记录；
- 8 系统试运行与调试记录；
- 9 工程质量检验表；
- 10 系统运行维护手册。

8 效益评估

8.1 一般规定

8.1.1 空气源热泵在公共建筑中的集中供暖、空调以及热水应用宜进行效益评估。

8.1.2 空气源热泵系统的效益评估应以实测的空气源热泵系统性能和运行效果为基础,且空气源热泵供暖空调的温湿度和供热水温度应达到设计要求。

8.1.3 空气源热泵系统的测试分为短期测试和长期测试,测试应符合下列规定:

1 长期测试应符合下列规定:

- 1) 对于已安装测试系统的空气源热泵系统,其系统性能测试宜采用长期测试;
- 2) 对于供暖、空调和热水工况,应分别进行测试,长期测试的周期与采暖季、空调季或年热水供应时间应同步;
- 3) 长期测试前应对测试系统主要传感器的准确度进行校核和确认。

2 短期测试应符合下列规定:

- 1) 对于未安装监测系统的空气源热泵系统,其系统性能测试宜采用短期测试;
- 2) 短期测试应在系统开始供冷(供热)15d且运行正常以后进行测试,测试时间不应小于4d;
- 3) 系统性能测试宜在系统负荷率达到60%以上进行,热泵机组的性能测试宜在机组的负荷达到机组额定值的80%以上进行;

- 4) 室内温湿度的测试应在建筑物达到热稳定后进行,测试期间的室外温度测试应与室内温湿度的测试同时进行;
- 5) 应以 24h 为一个周期,且每个测试周期测试时间不宜低于 8h,具体测试时间应根据热泵系统运行时间确定;
- 6) 短期测试工况应符合下列规定:夏季制冷工况:应选当地最热月,测试时室外平均温度应不低于 24℃;冬季制热工况应选当地最冷月,测试时室外平均温度应不高于 8℃,平均相对湿度应不低于 70%。

8.1.4 空气源热泵系统的测试,除应执行本技术标准相关规定外,还应执行《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260 和《蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组性能系数试验方法》GB/T 0870 的相关规定。

8.2 检测指标与检测方法

8.2.1 空气源热泵系统测试应包括下列内容:

- 1 室内温湿度(供暖和空调);
- 2 供热水温度(热水);
- 3 热泵机组制冷能效比(EER)/制热性能系数(COP);
- 4 热泵系统制冷能效比(EER_{sys})制热性能系数(COP_{sys})。

8.2.2 室内温湿度的测试应符合以下规定:

1 温度、湿度测试数量应按照供暖空调系统分区进行选取。相同系统形式应按系统数量的 20% 进行抽样。同一个系统测试数量不应少于总房间数量的 10%;

2 室内平均温度、湿度短期测试应与系统性能测试同时进行,且数据记录时间间隔最长不得超过 30min;

3 室内温湿度应取测试结果的算术平均值。

8.2.3 供热水温度的测试应符合下列规定：

1 应测试并记录系统的供热水温度，记录时间间隔不得大于 10min，采样时间间隔不得大于 10s；

2 供热水温度应取测试结果的算术平均值。

8.2.4 空气源热泵机组制热/制冷性能系数测试应按照下列规定进行：

1 应同时检测机组供热量、系统供热量、系统各设备输入功率等参数。机组供热量、系统供热量可由供回水温度和流量计算得出。

2 应每隔 5min 读取一组数据，每一个数据点的采集周期不应超过 10s，且至少连续测量 60min，并应取每次读数的平均值作为检测值。

3 测试所用的仪器仪表性能应满足《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 附录 A 的要求，供热量和电机输入功率检测应符合《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 附录 C 和附录 D 的要求；

4 空气源热泵机组制冷能效比(EER)/制热性能系数(COP)应按下列公式计算：

$$EER = \frac{Q_c}{N_i} \quad (8.2.4-1)$$

$$COP = \frac{Q_H}{N_i} \quad (8.2.4-2)$$

式中：EER 热泵机组的制冷能效比；
COP 热泵机组的制热性能系数；
 Q_c 测试期间机组的平均制冷量，kW；
 Q_H 测试期间机组的平均制热量，kW；
 N_i 测试期间机组的平均输入功率，kW。

机组测试期间的平均制冷(热)量按下式计算：

$$Q = \frac{V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t_w}{3600} \quad (8.2.4-3)$$

式中：Q 测试期间机组的平均制冷(热)量，kW；

- V 热泵机组用户侧平均流量, m^3/h ;
 Δt_w 热泵机组用户侧进出口介质平均温差, $^{\circ}\text{C}$;
 ρ 冷(热)介质平均密度, kg/m^3 ;
 c 冷(热)介质平均定压比热, $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ 。

5 空气源热泵系统制冷能效比(EER_{sys})/制热性能系数(COP_{sys})应按下列公式计算:

$$EER_{\text{sys}} = \frac{Q_{\text{SC}}}{\sum N_i + \sum N_j} \quad (8.2.4-4)$$

$$COP_{\text{sys}} = \frac{Q_{\text{SH}}}{\sum N_i + \sum N_j} \quad (8.2.4-5)$$

$$Q_{\text{SC}} = \sum_{i=1}^n q_{\text{sc}} \Delta T_i \quad (8.2.4-6)$$

$$Q_{\text{SH}} = \sum_{i=1}^n q_{\text{sh}} \Delta T_i \quad (8.2.4-7)$$

$$q_{\text{c(h)}}_i = \frac{V_i \rho_i c_i \Delta t_i}{3600} \quad (8.2.4-8)$$

- 式中: EER_{sys} 热泵系统的制冷能效比;
 COP_{sys} 热泵系统的制热性能系数;
 Q_{SC} 系统测试期间的累计制冷量, kWh ;
 Q_{SH} 系统测试期间的累计制热量, kWh ;
 $\sum N_i$ 系统测试期间, 所有热泵机组累计消耗电量, kWh ;
 $\sum N_j$ 系统测试期间, 所有水泵累计消耗电量, kWh ;
 $q_{\text{c(h)}}_i$ 热泵系统的第 i 时段制冷(热)量, kW ;
 V_i 系统第 i 时段用户侧的平均流量, m^3/h ;
 Δt_i 热泵系统第 i 时段用户侧进出口介质的温差, $^{\circ}\text{C}$;
 ρ_i 第 i 时段冷媒介质平均密度, kg/m^3 ;
 c_i 第 i 时段冷媒介质平均定压比热, $\text{kJ}/\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$;
 ΔT_i 第 i 时段持续时间, h ;
 n 热泵系统测试期间采集数据组数。

8.3 节能效益

8.3.1 常规能源替代量应按照下列规定进行评估：

1 空气源热泵系统的常规能源替代量应按式(8.3.1-1)计算：

$$Q_s = Q_t - Q_c \quad (8.3.1-1)$$

式中： Q_s 常规能源替代量，kgce；

Q_t 传统系统的总能耗，kgce；

Q_c 空气源热泵系统的总能耗，kgce；

2 传统系统的能源消耗量应按式(8.3.1-2)计算：

1) 对于热水系统：

$$Q_t = \frac{Q_{HW}}{\eta_c q_c} \quad (8.3.1-2)$$

2) 对于供暖系统：

$$Q_t = \frac{Q_H}{\eta_c q_c} \quad (8.3.1-3)$$

3) 对于空调系统：

$$Q_t = \frac{DQ_C}{3.6EER_c} \quad (8.3.1-4)$$

式中： Q_t 传统系统的能源消耗量，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_c 以传统能源为热源时的运行效率；

q_c 标准煤热值 (MJ/kgce)，本技术标准取 $q_c = 29.307 \text{ MJ/kgce}$ ；

Q_H 长期测试时为系统记录的总制热量，短期测试时，根据测试期间系统的实测制热量和室外气象参数，采用度日法计算供暖季累计热负荷，MJ；

Q_C 长期测试时为系统记录的总制冷量，短期测试时，根据测试期间系统的实测制冷量和室外气象参数，

采用温频法计算供冷季累计冷负荷, MJ;

D 发电标煤耗值, kgce/kWh;

EER_c 传统制冷空调方式的系统能效系数;

3 空气源热泵系统的能源消耗量应按下列各式计算:

1) 对于热水系统:

$$Q_{hw} = \frac{DQ_{HW}}{3.6COP_{sys}} \quad (8.3.1-5)$$

2) 对于供暖系统:

$$Q_h = \frac{DQ_H}{3.6COP_{sys}} \quad (8.3.1-6)$$

3) 对于空调系统:

$$Q_c = \frac{DQ_c}{3.6EER_{sys}} \quad (8.3.1-7)$$

式中: Q_{hw} 空气源热泵热水系统年能耗, kgce;

Q_h 空气源热泵供暖年能耗, kgce;

Q_c 空气源热泵空调年能耗, kgce;

COP_{sys} 空气源热泵系统制热性能系数;

EER_{sys} 空气源热泵系统制冷能效比;

D 每度电折合所耗标准煤量, kgce/kWh;

8.4 环境效益

8.4.1 环境效益应按下列规定进行评估:

1 空气源热泵系统的二氧化碳减排量应按下列各式计算:

$$Q_{CO_2} = Q_s \times V_{CO_2} \quad (8.4.1-1)$$

式中: Q_{CO_2} 空气源热泵系统的二氧化碳减排量, kg/年;

Q_s 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;

2 空气源热泵系统的二氧化硫减排量应按下列各式计算:

$$Q_{SO_2} = Q_s \times V_{SO_2} \quad (8.4.1-2)$$

式中: Q_{SO_2} 空气源热泵系统的二氧化硫减排量, kg/年;

Q_s 常规能源替代量, kgce;

V_{SO_2} 标准煤的二氧化硫排放系数, 取 0.02;

3 空气源热泵系统的粉尘减排量应按下列式计算:

$$Q_{fe} - Q_s \times V_{fe} \quad (8.4.1-3)$$

式中: Q_{fe} 空气源热泵系统的粉尘减排量, kg/年;

Q_s 常规能源替代量, kgce;

V_{fe} 标准煤的粉尘排放系数, 取 0.01。

8.5 实际运行效益分析

8.5.1 空气源热泵项目的经济效益评估应按下列规定进行:

1 空气源热泵系统的年节约费用 C_s 按下式计算:

$$C_s = P \times \frac{Q_s \times q}{3.6} - M \quad (8.5.1-1)$$

式中: C_s 空气源热泵系统的年节约费用, 元/年;

Q_s 常规能源替代量, kgce;

q 标准煤热值, MJ/kgce, 本标准取 $q = 29.307$ MJ/kgce;

P 常规能源的价格, 元/kWh;

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。

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) 常规能源为电时, 对于热水系统 P 为当地家庭用电价格, 采暖和空调系统不应考虑常规能源为电的情况;

2) 常规能源式中:

$$P = P_r / R \quad (8.5.1-2)$$

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/Nm³ 或元/kg；
 R 天然气或煤的热值，天然气的 R 值取 11 kWh/Nm³，
 煤的 R 值取 8.14 kWh/kg。

3 空气源热泵系统增量成本静态投资回收年限 N 应按下式计算：

$$N = C / C_s \quad (8.5.1-3)$$

式中： N 空气源热泵系统的静态投资回收年限(年)；
 C 空气源热泵系统的增量成本(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；
 C_s 空气源热泵系统的年节约费用(元)。

9 运行与维护

9.0.1 空气源热泵系统工程的运行维护管理应严格按照运行维护手册进行,应制定相应的运行管理与维护的规章制度,运行维护记录应真实可信。

9.0.2 空气源热泵系统的运行与维护应按照重庆市《公共建筑采暖通风与空调系统节能运行管理标准》DBJ 50-081 的相关要求执行。

9.0.3 分散式空气源热泵系统的维护应符合下列要求:

- 1 水系统所安装的水过滤器应定期清洗;
- 2 应检查安全保护装置是否设置正确;
- 3 定期检查空气源热泵机组的电源和电控系统;
- 4 定时检查水系统的补水、水箱的安全阀和排气装置工作是否正常;
- 5 保持空气源热泵室外机附近清洁干燥,通风良好;
- 6 有防冻需求且长期停机时,应将空气源热泵机组水管路放空,并切断电源,套好防护罩。再运行时应在开机前对系统进行全面检查。

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”;

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:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 507362
- 2 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 3 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 4 《民用建筑节水设计标准》GB 50555
- 5 《声环境质量标准》GB 3096
- 6 《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981
- 7 《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577
- 8 《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》
GB 19576
- 9 《蒸气压缩循环冷水(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
- 10 《蒸气压缩循环冷水(热泵)机组第2部分:户用及类似
用途的冷水(热泵)机组》GB/T 18430.1
- 11 《热泵热水机(器)能效限定值及能效等级》GB 29541
- 12 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 13 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》
GB 50242
- 14 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 15 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 16 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142
- 17 《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》JGJ/T 260
- 18 《多联机空调系统工程技术规程》JGJ 174
- 19 《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177
- 20 《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242
- 21 《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ 50-071

- 22 《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ 50-052
- 23 《公共建筑采暖通风与空调系统节能运行管理标准》DBJ 50-081
- 24 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150
- 25 《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254
- 26 《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575
- 27 《自动化仪表工程施工质量验收规范》GB 50131
- 28 《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601
- 29 《蒸汽压缩循环冷水(热泵)机组性能系数试验方法》GB/T 0870

重庆市工程建设标准

空气源热泵应用技术标准

DBJ50/T-301-2018

条文说明

2018 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	41
2	术语和符号	43
2.1	术语	43
3	基本规定	44
4	设计	46
4.1	一般规定	46
4.2	冷热负荷计算	47
4.3	热水设计供热量计算	48
4.4	系统设计	49
4.5	监测与控制系统设计	57
4.6	电气系统设计	58
5	设备与材料	63
5.1	一般规定	63
5.2	空气源热泵机组	63
5.3	其他设备材料	65
6	施工与安装	67
6.1	一般规定	67
6.2	系统设备施工安装	68
7	调试与验收	70
7.1	一般规定	70
7.2	调试	71
7.3	验收	74
8	效益评估	75
8.1	一般规定	75
8.2	检测指标与检测方法	75

8.3 节能效益	76
8.4 环境效益	77
8.5 实际运行效益分析	78
9 运行与维护	79

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 本条说明了制定本标准的意义。空气源热泵自上个世纪二十年代问世起,经过近百年的发展,至今各项技术已经趋于完善并得到广泛应用。空气源热泵以无处不在的环境空气为冷热源,通过少量电能驱动压缩机运转热力循环,实现热量从低位热源转移到高位热源,有效地提高了能源利用效率,具有良好的节能减排效益,特别是应用于供热方面,此外还具有使用成本低、易操作、安全等多重优势。世界各国纷纷将空气源热泵技术纳入可再生能源利用的范畴,出台了一系列的针对空气源热泵供热技术应用的激励措施和补贴政策来大力推广应用。我国已正式将空气热能纳入可再生能源范畴,在北方地区农村“煤改清洁能源”过程中,空气源热泵作为替代燃煤供暖的清洁能源技术,得到了重点推广应用,根据国家发改委统计,空气源热泵推广比例已经达到了40%。

重庆市属于夏热冬冷地区,夏季炎热,冬季湿冷,而随着人民生活水平的提升,迫切希望改善居住环境,夏季供冷和冬季供热需求强烈,空气源热泵应用潜力巨大。空气源热泵制热性能系数和一次能源利用率高于传统的燃气锅炉,而在夏季,部分空气源热泵机组制冷能效较传统的冷水机组稍低,总体而言技术适宜性较好,但将空气源热泵作为可再生能源进行推广,不仅需要保证冬季供暖运行效果,也需要兼顾夏季供冷的节能要求。目前国内还没有针对空气源热泵供冷供热工程的国家标准,空气源热泵工程的设计、施工、调试和验收没有统一的标准规定,工程质量、适用性和安全性都无法保障。因此,为规范重庆地区的空气源热泵工程技术,保证工程质量的同时实现技术先进、安全适用、经济合理的目的,正确引导空气源热泵在各类建筑中的应用方向和技术

路线,为空气源热泵在重庆地区的推广应用提供工程指导和参考,推动重庆地区建筑行业节能绿色发展和可再生能源示范应用,基于重庆地区实际的地理气候资源条件、建筑类型和运行特点、工程实践应用现状,总结相关研究成果,制定了本技术标准。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。空气源热泵的工程应用广泛,可应用于新建建筑和既有建筑,城镇建筑和农村建筑等各种建筑类型的供冷供热。空气源热泵的建筑应用目前主要包括供冷、供暖和供应生活热水。此外,对于使用空气源热泵作为太阳能热水系统的辅助热源,也应符合本技术标准的相关规定。

1.0.3 空气源热泵系统工程应用是建筑和热泵应用领域多项技术的综合利用,在建筑领域,涉及到建筑、结构、暖通空调、给排水、电气等多个专业,本标准只能针对空气源热泵工程本身具有的特点进行规定和要求,不可能把所有相关的专业技术规定都涉及到,所以,与空气源热泵系统工程应用相关的其他国家和重庆市现行标准都应遵照执行。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.5 多联分体空调系统发展迅速,形式多样,针对不同的需求、不同的场合可以有不同的种类对应。如针对寒冷地区高效制冷用途的二级压缩多联分体空调系统,针对有周边区和内区之分及冬季同时有供热和供冷要求的场合,通过装置切换制冷和制热量,可实现同一空调系统同时制冷和制热的热回收多联分体空调系统,有采用水作为热源,水经由冷却塔、锅炉输送至室外机,可实现水侧热回收功、制热能力不受室外气温影响的水源多联分体空调系统,适应峰谷电价政策的冰蓄冷机组多联分体空调系统等。

2.1.11 辐射面可以是地面、顶棚或墙面;工作媒介可以是热水或冷水、热空气或冷空气或电热;单独供暖时,称为辐射供暖;单独供冷时,称为辐射供冷。

3 基本规定

3.0.1 空气源热泵的制冷(热)能力、能效和可靠性等与室外环境密切相关。一般来说,在重庆地区空气源热泵机组的夏季制冷能效比一般要低于传统的冷水机组,而在冬季空气源热泵制热性能系数高于燃气、电供热等方式,因此,从节能的角度出发,在无其他可再生能源、余热废热以及区域集中热网等条件下,宜优先采用空气源热泵作为供暖和生活热水热源。空气源热泵系统应用应与其他供暖、空调和热水系统供应形式进行技术性、经济性和适用性比较分析。对于分散式空气源热泵系统的应用可以不进行技术经济性分析。

3.0.2 空气源热泵供暖、空调和热水系统的分类方法有很多,在本技术标准中,将供暖、空调和热水系统统一按照设备集中程度和服务范围分为集中式和分散式。在公共建筑中多采用集中式系统,而分散式系统适用于下列情形:1)全年所需供冷、供暖时间短或采用集中供冷、供暖系统不经济;2)需设空气调节的房间布置分散;3)设有集中供冷、供暖系统的建筑中,使用时间和要求不同的房间;4)需增设供冷供暖系统,而难以设置机房和管道的既有公共建筑;户式空气源热泵冷热水机组、家用空气源热泵多联式空调机组和家用空气源热泵热水器是分散式空气源热泵供暖、空调和热水系统最常用的系统形式。目前,市场上的户式空气源热泵机组大多具有冬季供暖和夏季空调兼用的功能,部分机组还具有冬季供暖、全年供生活热水以及夏季供空调冷水的功能,此外,包括热泵型房间空调器、风管送风式空调(热泵)机组以及屋顶式空调(热泵)机组在内的单元式空调机组也存在很大的市场,用户可根据实际情况选用。末端设备应与机组以及系统形式适配。

3.0.3 空气源热泵冷(热)水机组、空气源多联式空调机组以及蒸发冷却式冷(热)水机组是集中式空气源热泵系统最常见的集中系统形式,在选用时应根据建筑自身功能、使用特点、安装条件、经济效益、维护管理等各方面综合考虑,末端设备应与机组以及系统形式适配。集中式空气源热泵热水系统按系统形式可分为一次加热式和循环加热式两种,在一次加热式系统中,冷水经过水泵直接进入空气源热泵机组的冷凝器进行换热,直接被机组加热到设定的温度而进入保温水箱。而在循环加热式系统中,冷水通过水泵先进入水箱,然后通过循环水泵不断地将水箱中的水压入空气源热泵热水机组进行多次循环加热达到设定的水温。

3.0.4 空气源热泵在制冷的同时需要排除大量的冷凝热,通常这部分热量由风侧换热器散发到室外环境中去。宾馆、医院、洗浴中心等大量的热水需求,在空调供冷季节也有较大或稳定的热水需求,采用具有冷凝热回收(部分或全部)功能的机组,将部分冷凝热或全部冷凝热进行回收予以有效利用具有显著的节能意义。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 空气源热泵的单位制冷量的耗电量较冷水机组大,价格也高,因此设计选型时应进行技术经济比较。重庆地区气候环境多样,部分地区冬季室外气温经常处于 0°C 以下甚至更低,空气源热泵受环境温度和结霜的影响制热性能衰减严重(常规空气源热泵机组在室外温度 -10°C 条件下的制热能力相比名义工况下的制热能力衰减70%以上)。因此,在重庆地区,最冷月平均气温小于 0°C 的地区选用空气源热泵作为供暖热源时,宜选用低温型且具有优良除霜能力的空气源热泵,并应设置辅助热源和防冻措施。

4.1.2 计量的目的是促进用户通过室内温度设定自主节能。室温调控是节能的必要手段,推荐根据室外气象参数优化调节室内温度设定值,这既是一项节能手段,同时也有利于提高室内人员舒适度。

4.1.3 设置供冷、供热量以及耗电量的能源监测与计量系统是为了监测机组的运行状态,制定机组调控策略,达到节能运行的目的,也便于对系统进行效益评估。应分别对冷热源和输配系统独立计量。

4.1.4 空调和供暖的末端形式多种多样,包括风机盘管、毛细管网、热水辐射地面等等,选用时需根据使用功能、使用时间、温湿度要求和允许变化范围、洁净度要求、噪声要求、安全要求、用户要求等因素来确定,《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《公共建筑节能设计标准》GB 50189 等标准中都有具体要求和规定,应按照执行。

4.1.5 生活热水通过沐浴、洗漱等直接与人体接触,因此其水质要符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求。当生活热水源为生活给水时,虽然生活给水水质符合标准要求,但它经水加热设备加热,热水管道输送和用水器具使用的过程中,有可能产生军团菌等致病细菌及其他微生物污染,为保证水质达到要求,一般做法有:选用无滞水区的水加热设备,控制热水出水温度为 $55^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$,选用内表光滑不生锈、不结垢的管道及阀件,保证集中热水系统循环管道的循环效果;设置消毒设施,当采用地热水作为生活热水时,要通过水质处理,使其水质符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求。

4.1.6 由于空气源热泵机组随室外温度的下降制热能力衰减明显,对室内温度稳定性要求较高、对供水温度要求较高的场所或冬季最冷月平均气温小于 0°C 的低温环境条件下使用空气源热泵作为供热热源,宜设置辅助热源。空气源热泵系统的辅助能源,应视各种能源政策和价格、使用可靠和便利程度以及节能环保等方面综合考虑进行确定。辅助能源宜优先选择工业余热、废热、浅层地热能或其他可再生能源。在分散式系统中可采用燃气作为辅助能源。

4.2 冷热负荷计算

4.2.1 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 在 5.2 节以及 7.2 节对供暖空调负荷计算进行了详细的规定,应按照执行。

4.2.2 由于建筑围护结构和室内物体的热惰性以及室外气象参数的波动性,空调或供暖系统在间歇运行条件下,在系统运行的前期冷负荷或热负荷与连续运行条件下差别较大,在计算时应予以考虑;其中对于分散式辐射供暖系统计算方法可参考《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 中 3.3.7 条的规定。

4.2.3 根据国内外资料和国内一些工程的实测,辐射供暖用于全面供暖时,在相同热舒适条件下的室内温度可比对流供暖时的室内温度低 2℃。供冷时,室内温度高于采用对流方式的供冷系统 0.5℃~1.5℃,可达到同样舒适度。在《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 中规定夏热冬冷地区供暖室内设计温度宜取 16℃~22℃,供冷Ⅰ级热舒适室内设计温度为 24℃~26℃。因此从节能的角度考虑,辐射供暖室内设计温度宜取下限值 16℃,辐射供冷室内设计温度宜取上限值 27℃;对流供暖室内设计温度宜取 18℃,对流供冷室内设计温度宜取 26℃。

4.3 热水设计供热量计算

4.3.1 《建筑给水排水设计规范》GB 50015-2003(2009 年版)规定空气源热泵热水系统的设计小时供热量应按下式计算:

$$Q_g = K_h \cdot \frac{m \cdot q_r \cdot c \cdot (t_r - t_l) \cdot \rho}{T_1}$$

式中: Q_g 热泵设计小时供热量, kW;

q_r 热水用水定额, /人·d 或 L/床·d, 按《建筑给水排水设计规范》GB50015 中的热水用水定额取值(温度不同时, 按等热量换算水量);

c 水的比热容, 取 4.18 kJ/kg·℃;

ρ 水的密度, kg/L;

m 用水计算单位数, 人数或床位数;

t_r 热水温度, $t_r = 60^\circ\text{C}$;

t_l 冷水温度, $^\circ\text{C}$, 按不同季节选取, 应以当地实测数据资料确定。重庆地区主城区实测逐月冷水月平均温度如表 4.3.1-1 所示。

表 4.3.1-1 实测重庆市主城区逐月冷水月平均温度

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月平均温度 (℃)	9.3	11.0	14.9	19.1	22.2	24.3	26.4	26.6	23.2	19.2	15.2	10.8

T_1 热泵机组设计工作时间(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确定。分散独立式系统建议取 5h~8h,集中式热水系统的全日制供水时建议取 8h~20h,不设辅助加热设备的系统,热泵的工作时间宜取下限,以便给最高日用水量发生时留出足够补充加热能力。定时供水时, T_1 由设计人确定;

K_A 安全系数,取 1.10~1.20。

4.3.2 空气源热泵热水系统由于主机的配置价格较高,难以像锅炉一样将加热能力配置到最高日最大时的水平。一般可以通过加大储热水箱(罐)容积来调节最大时平均时的不平衡性,一般热水系统用水量最高峰和气温、水温条件最差的时段不重合,故可不按最高日用水量取值。

4.4 系统设计

I 机组设计

4.4.1 空气源热泵作为可再生能源建筑应用的形式之一,其应用于冬季供热方面相比于传统的供热方式节能优势明显,而应用于夏季供冷空调时,相比于其他供冷方式优势不明显。因此,为了凸显出空气源热泵供热作为可再生能源应用的节能效果,规定当空气源热泵同时用作供暖和空调冷热源时,宜优先按照冬季热负荷进行机组设计选型。而考虑到重庆地区的建筑负荷特点以及

工程实践现状,在设计选型时可根据具体的能源形式综合考虑。

除供暖和空调外,当空气源热泵机组还兼作生活热水热源时,机组的设计容量需要对三者负荷进行对比,取最大值。

空气源热泵机组的冬季制热量受室外空气温度、湿度和机组本身的融霜性能的影响,通常采用下式计算:

$$Q_g = Q_m \cdot K_1 \cdot K_2$$

式中: Q_g 机组制热量, kW;

Q_m 产品样本中的名义制热量, kW (标准工况: 室外空气干球温度 7℃、湿球温度 6℃);

K_1 使用地区室外空气调节计算干球温度的修正系数,按产品样本选取;

K_2 机组融霜修正系数,应根据生产厂家提供的数据修正;当无数据时,可按每小时融霜一次取 0.9,两次取 0.8。每小时融霜次数可按所选机组融霜控制方式、冬季室外计算温度、湿度选取,或向厂家咨询。

4.4.2 供生活热水用的空气源热泵热水机组名义工况下的制热性能系数可以达到 4.0,但受环境温度、被加热水水温等影响,在实际使用过程中其能效比远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,以空气源热泵热水器在某一时期内制取热水获得的总热量和同一周期内消耗的总电量之比(即制热性能系数)作为热泵输入功率的计算依据。重庆地区全年机组制热性能系数平均约为 3.8 左右,而在冬季工况下的机组制热性能系数约为 2.8 左右。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配置水平的主要参数,因此在热泵机组计算时采用统一的制热性能系数值,以保证系统输入功率计算的一致性。这与鼓励采用名义工况制热性能系数值较高的产品是不矛盾的。名义工况制热性能系数值的高低主要体现在节能效果上,按统一的系统制热性能系数值计算

对系统运行的安全性有更大的保障。

按农历春分、秋分所在月的平均气温和冷水供水温度计算的空气源热泵热水系统宜配置辅助能源加热设备；按冬季最冷月平均环境温度和水温条件选用且符合下列要求之一的空气源热泵热水系统，可不配置辅助能源加热设备：

- 1) 学生宿舍等建筑，当冬季最冷月无生活热水需求时；
- 2) 工业用地范围内用于办公、生活服务等用途的建筑，当生活热水可靠性要求较低时。

4.4.3 本条文是对空气源热泵室外机设置的统一要求：

1 空气源热泵机组的运行性能，很大程度上与室外机的换热条件有关。考虑主导风向、风压对机组的影响，机组布置时避免产生热岛效应，保证室外机进、排风的通畅，防止进、排风短路是布置室外机时的基本要求。当受位置条件等限制时，应创造条件，避免发生明显的气流短路；如设置排风帽，改变排风方向等方法，必要时可以借助于数值模拟方法辅助气流组织设计。此外，控制进、排风的气流速度也是有效地避免短路的一种方法；通常机组进风气流速度宜控制在 $1.5\text{m/s} \sim 2.0\text{m/s}$ ，排风口的排气速度不宜小于 7.0m/s ，通常产品样本中会给出风量，当缺乏相应数据时，可参考如下关系式估算风量： $G = 0.0677Q + 1.8638$ ，式中： G 风量， m^3/s ， Q 额定制冷（热）量， kW ；当空气源热泵应用于供热时，当条件许可时，为了提升制热运行性能，可将室外机放置于具有通风设施的热房间内，例如洗衣房等；

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

3 室外机运行会对周围环境产生热污染和噪声影响，因此室外机应与周围建筑物保持一定的距离，以保证热量有效扩散和噪声自然衰减。对周围建筑物产生噪声干扰，应符合国家现行标准《声环境质量标准》GB 3096 的要求；

4 保持室外机换热器清洁可以保证其高效运行,很有必要为室外机创造清扫条件,还应具备必要的维护和维修空间;

5 机组冬季运行蒸发器会结霜,此时机组进行化霜,霜层融化会产生大量的水,必须进行有组织排放,条件允许的情况下可对化霜水进行收集利用;

6 机组的安装应避免影响周边环境以及人员活动,特别是房间空调器;

7 当机组室外机放置于屋面或楼面时,其下方为有人员停留的房间或场所时,应设置减振基础,消除因机组运行对人产生的振动和噪声危害。

II 输配系统设计

4.4.4 水系统应进行最不利环路水力计算及水力平衡计算,并应采取措施使设计工况时各并联环路之间(不包括共用段)的压力损失相对差额不大于15%;循环水泵的选用扬程不大于最不利环路水力损失的1.2倍,这是基于保证水系统的运行效果,并参考国内外资料而规定的。有关系统耗电输冷(热)比(EC(H)R-a)的计算方法的具体要求应按照《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 中4.3.9条的有关规定。

4.4.5 有关风道系统单位风量耗功率(W_o)的计算方法和具体要求可按照《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 中4.3.22条的有关规定。

4.4.7 本条是对冷热水管道系统阀门设置的统一要求:

1 制冷剂-水换热装置机组、水泵、生活热水加热水箱、风机盘管、地面供暖的分集水器等设备的供回水管路上应设置阀门,以便检修时关闭该设备阀门以减少泄水量。当一些设备之间的接管距离很小或组合为一体时(例如制冷剂-水换热装置机组和水泵),也可以共用检修阀;

2 并联水泵设止回阀的目的是防止水通过不运行的水泵回流;

3 补水给水管止回阀是为了保证空调供暖的冷热水不倒流,以免污染自来水。补水压力过高超过设备承压能力时必须设减压阀减压;

4 膨胀罐接管不得设置阀门是为了避免误操作;

此外,还应按照以下要求设置冷热水管道系统附件:(1)补水给水管、制冷剂-水换热装置机组以及循环泵入口位置应安装过滤器;(2)制冷剂-水换热装置机组、循环水泵、过滤器等的进口、出口应安装压力表;(3)闭式系统管路上应设安全阀和膨胀罐;(3)管道系统应有补偿管道热胀冷缩的措施;(4)宜对热媒水补水进行水质阻垢除垢处理。

III 末端系统设计

4.4.8 相关研究和工程实践经验表明,在重庆地区对于热水地面辐射供暖系统,供水温度 $35^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 是比较合适的范围,保持较低的供水温度,有利于延长化学管材的使用寿命,有利于提高室内的热舒适感,还有利于提高空气源热泵机组的制热性能;控制供回水温差,有利于保持较大的热媒流速,方便排除管内空气,也有利于保证地面温度的均匀。系统设计可按照《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的有关规定进行。

4.4.9 本条文对散热器的应用进行了规定:

1 空气源热泵机组冬季的出水温度相对较低,若末端采用散热器,则宜选用低温型的,根据相关文献以及研究,低温型散热器按 $20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 的温差进行设计选型比较合理;

2 散热器的散热量是在特定条件下通过实验测定给出的,在实际工程应用中该值往往与测试条件下给出的有一定差别,为此设计时除应按不同的传热温差(散热器表面温度与室温之差)

选用合适的传热系数外,还应考虑其连接方式、安装形式、组装片数、热水流量以及表面涂料等对散热量的影响。散热器散热数量 n (片)可由下式计算,公式中的修正系数可由《实用供热空调设计手册》(第二版)查得;

$$n = \frac{Q_J}{Q_S} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4$$

式中: n 散热器片数,片;

Q_J 房间的供暖热负荷, W;

Q_S 散热器的单位(每片或每米长)散热量, W/片或 W/米;

β_1 柱形散热器(如铸铁柱形、柱翼形、钢制柱形等)的组装片数修正系数及扁管型、板型散热器长度修正系数;

β_2 散热器支管连接方式修正系数;

β_3 散热器安装形式修正系数;

β_4 进入散热器流量修正系数;

3 此条的目的是为了避免儿童、老年人或特殊人群烫伤和碰伤。

4.4.10 本条文对风机盘管的应用进行规定:

1 风机盘管加新风系统存在着不能严格控制室内温湿度,常年使用时,存在冷却盘管外部因冷凝水而滋生微生物和病菌,恶化室内空气等缺点。因此,对温湿度和卫生等要求较高的空调区不应使用;

2 风机盘管冬季设计选型应按照供回水温度按 45/40℃ 进行设计。当房间冷热负荷差异较大时,经过盘管换热面积校核计算后,选用双盘管风机盘管机组;

3 供暖型风机盘管去除了冷凝水盘,换热器构造上与传统风机盘管有所差异,冬季空气源热泵在低温条件下供水温度较低,相关研究表明,采用换热能力更强的低温型风机盘管的供暖效果较好;

4 风机盘管房间的噪声要求应符合《声环境质量标准》GB 3096 中对各功能房间的噪声限值要求。由于常规风机盘管机组的换热盘管位于送风机出风侧,对于高余压型风机盘管余压值在 50Pa 或以上,会导致机组漏风严重以及噪声和能耗增加,当选用此类机组时,应采用相应的消声降噪措施。

IV 辅助系统设计

4.4.11 空气源热泵供暖系统在冬季低温高湿环境下运行机组易结霜,而结除霜过程对供热稳定性影响很大,为降低其影响,提高供热稳定性,空气源热泵供暖系统宜设置储能(缓冲)水箱。

空气源热泵机组化霜时间为 3-8min,取化霜时间 4min 来计算储能(缓冲)水箱容积。系统热稳定性要求为:冬季运行时,主机除霜时间 4min,供水温度允许降低不超过 3℃。分散式空气源热泵供暖系统的储能(缓冲)水箱的有效容积可按下式计算:

$$M - M_1 - M_2 - \frac{Q_s \cdot T_s}{a \cdot c} - b \cdot L$$

式中: M 储能(缓冲)水箱有效容积, kg;

M_1 系统最小水容量, kg;

M_2 系统水容量, kg;

Q_s 热泵名义制热量, kW;

T_s 化霜时间, s;

c 水的比热容, 取 4.18 kJ/kg℃;

L 系统管路总长度, m;

a, b 经验系数, 取 $a=3, b=0.15$;

4.4.12 储热水箱(罐)有效容积应根据日耗热量、热泵持续工作时间及热泵工作时间内耗热量等因素确定,当其因素不确定时可按下式计算:

$$V_r = k_2 \cdot \frac{(Q_h - Q_g) \cdot T}{\eta \cdot (t_r - t_l) \cdot c \cdot \rho}$$

- 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 设计小时耗热量持续时间, h;
 c 水的比热容, 取 $4.18 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$;
 ρ 水的密度, kg/L ;
 t_r 热水温度, $t_r - 60^\circ\text{C}$;
 t_l 冷水温度, $^\circ\text{C}$;
 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 $\eta = 0.85 \sim 0.90$;
 k_2 安全系数, 取 $1.10 \sim 1.20$;

当无法确定设计小时耗热量持续时间时, 储热水箱(罐)有效容积也可按下式计算:

$$V_r = k \cdot m \cdot q_r \cdot \left(1 - \frac{T_1}{24}\right)$$

- 式中: V_r 贮热水箱(罐)有效容积, L;
 k 安全系数, 取 $1.10 \sim 1.20$;
 m 用水计算单位数, 人数或床位数;
 q_r 热水用水定额, $\text{L/人} \cdot \text{d}$ 或 $\text{L/床} \cdot \text{d}$, 以 55°C 热水计;
 T_1 热泵机组设计工作时间, h;

空气源热泵热水系统有一次加热式与循环加热式两种热水供应方式, 一次加热式热水供应方式采用热水箱作为贮热、供热设备; 循环加热式热水供应方式采用板式换热器加贮热水罐作为换热、贮热、供热的主要设备。具体图示及要求详《全国民用建筑工程设计技术措施 给水排水》(2009 版)的相关规定。

空气源热泵热水系统的储热水箱(罐)的设置应符合下列规定: (1) 储热水箱(罐)的布置形式(立式或卧式)和进、出水管布置, 不得产生水流短路, 并应保证箱(罐)内具有平缓的水温梯度, 充分利用水箱(罐)的储热容积; (2) 在开式非承压系统中, 储热水

箱(罐)应设置水位计、水温指示器、控制器、放空管、爬梯和检修口等;(3)在闭式承压系统中,储热水箱(罐)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。

4.4.13 本条规定了空气源热泵热水系统辅助热源的设置条件,辅助热源应只在最冷月平均气温小于 10°C 的季节运行,其供热量可按补充在该季节空气源热泵产热量不满足系统用热量的部分计算。辅助热源类型应符合本标准 4.1.5 条的规定,还应满足下列要求:

1 辅助能源可直接加热,也可通过水加热设施间接加热。

2 当采用燃油、燃气作为辅助加热手段时,应按相关的专业规范采取防火、防油、防气污染的技术措施;

3 空气源热泵热水系统辅助能源的加热能力应按平均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已选热泵在该时段的加热能力。

4.5 监测与控制系统设计

4.5.1 开机顺序为阀门 → 水泵 → 空气源热泵机组,停机顺序反之。

4.5.2 空气源热泵机组主机组合灵活,要能根据建筑负荷的变化进行冷量匹配,尽量保证机组满负荷运行;群控时,机组间要能自动切换且间歇运行,应在每个机组的回水管道设置电磁阀,并与机组连锁。

4.5.3 在冬季热泵进入待机状态时,会按室外温度及冷凝器出水温度自动进行水泵或热泵运行,以防水管、水泵冻裂。

4.5.4 本条规定了空气源热泵供暖空调系统不同末端形式控制要求。

1 全空气系统空调房间室温的控制应由送风温度和送风量的控制来实现。送风温度的控制采用水路控制阀和调节新、回风

混合比来实现；

2 风机盘管末端的换热为对流换热，回风温度即为房间温度，因此选为电动水阀和风速的控制依据更为准确；

3 地板辐射或毛细管末端的换热方式为辐射换热，房间温度不宜作为判定依据，因此根据回水温度来调节电动水阀开度；

4.5.5 本条规定空气源热泵系统的工况转换要求。其中对于兼顾供暖、空调和生活热水的空气源热泵系统的工况切换应满足以下要求：(1)应具备手动下达指令启动空气源热泵加热的功能；(2)宜设置定时或定温自动启动空气源热泵加热的功能，也可具备手动和自动两种自控功能，供使用人现场选用；应能根据需要，现场设定被加热水的初始加热温度；(3)启动生活热水加热时，如系统正处于夏季空调供冷或冬季供暖工况，应优先生活热水加热；(4)进行生活热水加热时，被加热水温度达到最高设定值，或加热水供水与被加热水温差小于等于设定值时，空气源热泵应自动停止运行，或转换为供暖或空调工况；应能根据需要对被加热水最高水温现场设定。

4.6 电气系统设计

4.6.1 电气系统设计的相关标准包括《通用用电设备低压配电设计规范》GB 50055、《低压配电设计规范》GB 50054 和《建筑物防雷设计规范》GB 50057，当用于住宅建筑时还包括《住宅设计规范》GB 50096、《住宅建筑规范》GB 50368、《住宅建筑电气设计规范》JGJ242、《重庆市住宅电气设计标准》DB50/T-147、《民用建筑电线电缆防火设计规范》DBJ 50-164 等。

环境保护详见国家现行标准《外壳防护等级(IP 代码)》GB 4208 的相关规定，电气装置的电击防护详见《电击防护装置和设备的通用部分》GB/T 17045 的相关规定。系统中的电气装置和设备，作为产品应按制造规定取得 3C 认证或生产许可证，系统中

成套设备负责的缆线、器件的防护应有安全保障。目前,市场上销售的产品各种线路的界面接线不尽相同,配电、控制、信号和通讯线路的设计范围及边界条件应满足实际选择的产品要求,系统承包商应完成相关深化设计并最终安装施工,所有实施过程应满足本标准电气系统设计的规定要求。

4.6.2 分散式(户式)空气源热泵供热(空调)系统由家居配电箱配电时宜与其它家用电器配电回路分开,易于安全保护;或设置独立的配电控制箱,方便使用操作和检修维护;也有利于施工管理,建设中可清楚地划分承包商的工作界面与责任范围。

4.6.3 本条是对空气源热泵主机的要求:

1 通常室外主机作为系统的主要负荷,容量也比较大,大多产品要求单独回路供电,方便整个系统使用操作和检修维护。一般配电采用 TN 系统,如果室外机安装在阳台或上人屋顶时,为人身安全考虑附加剩余电流动作保护电器的防电击间接接触保护措施;或末端配电线路采用 TT 系统时,依据《低压配电设计规范》GB 50054-2011 第 5.2.8 条规定,TT 系统中配电线路的间接接触防护的保护电器应采用剩余电流动作保护电器或过电流保护电器,并校验满足第 5.2.15 条规定;

2 考虑室内装置安装位置的不确定性,配电线路保护加装剩余电流动作保护电器。若容量较小以及不考虑按系统使用划分负荷支路,与其它家用电器合用电源回路时,应按最不利因素考虑安全保护措施;

3 压缩机启动电流通常是额定电流的 4~7 倍,设计应注意选择断路器的保护曲线躲过启动冲击电流,避免因启动过流跳闸;对于配置变速器的机组,应考虑变速器高次谐波对电源及保护电器的影响,限制选用产品谐波电压和谐波电流;

4 一般供回水温度传感器、空调水和生活热水供水三通阀、地暖总管电动阀安装在空气源热泵设备外部管道上,依据控制环节说明,宜要求空气源热泵设备控制器完成上述传感器、电动阀

(电磁阀)、水泵等的信号检测、联动控制及电源线路,有利于系统功能的实现。为方便实现整体联动控制功能考虑控制器互联;

5 要求系统的供热(空调)部分和生活热水部分的控制器互联。

4.6.4 本条是对空气源热泵主机的要求:

1 依据《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242-2011 第 8.4.3 条和第 8.4.4 条的规定,风机盘管机组或直接膨胀式空调室内机顶棚或壁挂式安装时,供电回路应设置短路、过负荷保护电器;落地安装时,供电回路应设置短路、过负荷及剩余电流动作保护电器。

2 因控制地面辐射供暖集水器分支热水管的热电阀容量比较小,设计往往将其与住宅内其它家用电器合用电源回路,使用时会相互影响,与风机盘管机组或直接蒸发式空调室内机合用电源支路比较好,但应采用剩余电流动作保护电器。

3 通常风机盘管机组和直接膨胀式空调室内机生产厂家不配置保护电器。依据《通用用电设备配电设计规范》GB 50055-2011 第 2.3.3 条第 1 款规定,共用一套短路保护电器的数台交流电动机总计算电流不应超过 20A,且允许无选择切断。每台设备设置熔断保护器可减少事故。

4.6.7 室外主机等通常固定在建筑物外墙或阳台或屋顶,应根据建筑物的防雷类别,按《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 第 4.5.4 条的规定采取相应的防雷措施。通常住宅最多按二、三类防雷建筑设防,此时如果符合 GB 50057-2010 第 4.5.7 条的规定,屋面金属物可不附加保护措施,但要求与屋顶防雷装置可靠连通。

目前,市场销售的空气源热泵产品中有使用变速机组等谐波源设备,不加以限制会因谐波过大造成干扰、损耗等很多不利影响,导致电网电能质量下降。因此,应选用符合国家标准要求的产品。可遵循的相关现行国家标准有《电磁兼容环境公共低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平》GB/T 18039.3、《电

磁兼容限值谐波电流发射限值(设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$)》GB 17625.1 和《电磁兼容限值对额定电流大于 16A 的设备在低压供电系统中产生的谐波电流的限制》GB/Z 17625.6 等。以下措施可有效减少电磁干扰:

1 通讯线路和电源线路分开导管敷设,其间距不满足抗干扰要求时,采取相应的屏蔽措施;增加缆线敷设的相互距离,减少互感干扰是最经济且效果显著的方法。实际工程中,屏蔽电缆的使用也是十分广泛;

2 采用屏蔽线路敷设的缆线两端屏蔽层尽量以 $3\text{X}0^\circ$ 方式与设备金属外壳连接;采用穿钢管敷设的普通缆线,钢管两端与设备金属外壳按照 $3\text{X}0^\circ$ 原则搭接;正确的使用屏蔽电缆保证屏蔽效果,减小共模电流;

3 室内外主机安装及线路敷设远离电视机或音响设备,数字式控制器或无线控制器设置远离灯具等高频干扰源,尽量躲避干扰源;

4 室外主机保护导体接地线随电源线路敷设,不通过其它相邻用电设备转接;保护导体接地线直接与设备连接减少接地线容易形成的地环路和公共地线阻抗导致的干扰问题。

4.6.8 本条是对系统的接地要求:

1 依据《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242-2011 第 10.2 节等电位联结的规定;

2 依据《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242-2011 第 10.3 节接地的规定,低压配电安全保护方式,设计通常采用 TN-S 系统或 TN-C-S 系统,用电设备的接地端子应与 PE 导体可靠连接。一般室外主机泄漏电流较大,不允许保护导体断线。因此,对保护导体截面积按《低压配电设计规范》GB 50054-2011 的规定要求;

3 依据《住宅建筑电气设计规范》JGJ 242-2011 第 10.2 节等电位联结的规定;

4 为降低设备的接触电压做辅助等电位连接;

5 TT 系统配电线路保护导体的接地、等电位联结的相关规定详见《低压配电设计规范》GB 50054-2011 第 5.2.14 条、第 5.2.17 条、第 5.2.15 条和第 5.2.5 条。

重庆工程建设

5 设备与材料

5.1 一般规定

5.1.1 空气源热泵系统中的机组、管道、保温材料、水泵、水箱、阀门以及末端设备等所有设备和材料均应符合现行国家以及重庆市相关标准规范的规定,且应经进场检查确认合格后,方可使用。

5.1.2 分散式空气源热泵系统的冷热源机组、供暖空调水系统、地暖和风机盘管等末端装置之间,从设计、产品生产和供货、施工等方面都有其独立性但又相互关联。尤其是末端设备在室温控制时,无论是冬季供暖还是夏季空调,也不论是分室、分区域、还是分户控温,均与系统的流量调节、机组的负荷调节或启停控制等相关。因此,上述设备、配套装置及附件,无论是与主机整体配套还是设计选配,为保证系统机电一体化设计和工程质量,均要求整个供暖空调系统的所有设备、配套装置及附件,以及自动监控系统,均由同一集成供应商(企业)配套供应,并配合设计单位进行深化设计,甚至负责和指导施工安装和调试。

5.2 空气源热泵机组

5.2.1 《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 中规定达到 2 级能效要求的空气源热泵机组(含蒸发冷却式热泵机组等)性能系数 $COP(W/W)$ 及综合部分负荷性能系数 $IPLV(W/W)$ 的限定值如下:名义制冷量 $CC \leq 50kW$, $IPLV \geq 3.6$, $COP \geq 3.0$;名义制冷量 $CC > 50kW$, $IPLV \geq 3.7$, $COP \geq 3.2$;《单元式空气调节机能效限定值及能源效率等级》GB 19576 中规定达到 2 级

能效要求的单元式空调机能源效率 $EER(W/W)$ 的限定值如下：不接风管 $EER \geq 3.0$ ，接风管 $EER \geq 2.7$ 。其中 2 级能效限定值为节能评价值。

5.2.2 本条特别针对空气源热泵机组的供热性能进行了规定。

1 空气源热泵机组的供热名义工况是指在室外空气干球温度 7°C 、湿球温度 6°C ，机组供水温度 45°C 的条件下，一般机组样本中均会给出该条件下的制热性能系数值，在选取机组时应按照最低限值的要求；

2 供暖室外计算温度条件下，空气源热泵机组的制热性能系数不低于 2.4 是目前市场上大多数产品能达到的，且根据相关计算分析结果，只有当空气源热泵的制热性能系数超过 2.4 时，其应用于供热的一次能源利用系数才能高于燃气供热，才能充分体现其节能效果；

3 根据中国建筑科学研究院主编（重庆大学参编）的协会标准《空气源热泵供暖工程技术规程》，空气源热泵机组冬季低温工况是指在室外空气干球温度 -10°C ，机组供水温度 45°C 的条件下，在重庆地区，最冷月平均气温小于 0°C 的地区选用空气源热泵作为供暖热源时，宜选用低温型且具有优良除霜能力的空气源热泵，针对该类型机组，其低温工况制热性能系数不应低于 2.2；

4 先进科学的融霜技术是机组冬季运行的可靠保证。机组在冬季制热运行时，室外空气侧换热盘管低于露点温度时，换热翅片上就会结霜，会大大降低机组运行效率，严重时无法运行，为此必须除霜。除霜的方法有很多，最佳的除霜控制应判断正确，除霜时间短，融霜修正系数高。近年来各厂家为此都进行了研究，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。

5.2.3 《热泵热水机（器）能效限定值及能效等级》GB 19577-2013 对各种制热量、型式以及加热方式的热泵热水机（器）的能效限定值和能效等级进行了详细的规定，其中规定达到 2 级能效限

定值为节能评价值。

5.2.4 空气源热泵机组的噪声要求在相关标准规范中都有详细规定,在选择机组时,宜优先选用低噪声机组。

5.3 其他设备材料

5.3.1 水泵变频有利于减少输配系统能耗,在系统设计选型时宜优选考虑变频节能水泵,设计工况应处于水泵的高效工作区。

5.3.2 储热水箱(罐)主要有开式非承压水箱或闭式承压水箱,应经技术分析比较后确定选型;储热水箱(罐)在闭式强制循环系统中应承受系统工作压力,其承压能力应按压力容器的要求计算确定。储热水箱(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《生活饮用水水质标准》的要求。承压系统储热水箱(罐)应要有承压能力的计算和等级的标注,有效容积 600L 以上的储热水箱(罐)应有相关政府管理部门的压力容器生产许可证。整体成型的储热水箱(罐)在卫生环保以及承压方面都具有较大优势,宜优先采用。

5.3.3 热水管道应选用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材,可采用铜管、不锈钢管、塑料金属复合热水管等。其他热水设备材质,应与建筑给水管路材质相容。热水系统采用的管材和管件,应符合现行有关产品的国家标准和行业标准的要求。管道的工作压力和工作温度不得大于产品标准标定的允许工作压力和工作温度。抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上地区的建筑的热热水系统管材及管件还应满足《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981 的相关规定。

5.3.4 本条规定了空气源热泵系统中需要设置保温隔热措施的部位。

管道与设备的保温层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175-2008 中经济厚度方法计算确定,或按现

行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 附录“设备与管道最小保温、保冷厚度及冷凝水管防结露厚度选用表”选用；

管道与设备供冷或冷热共用时的保冷层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 中经济厚度和防止表面结露的保冷层厚度方法计算，并取大值，或按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 附录“设备与管道最小保温、保冷厚度及冷凝水管防结露厚度选用表”选用；

空调冷凝水管的保冷层厚度应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175-2008 中防止表面结露保冷层厚度方法计算确定，或按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 附录“设备与管道最小保温、保冷厚度及冷凝水管防结露厚度选用表”选用。

6 施工与安装

6.1 一般规定

6.1.1 集中式空气源热泵供热(空调)系统设备、系统等施工安装要求,相关标准中已经有较详细规定,应按照执行,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。

6.1.2 空气源热泵供热(空调)系统的电气系统的施工安装应按照相关标准执行,本标准不做过多赘述。

6.1.3 本条文对空气源热泵工程施工安装进行了规定:

1 空气源热泵系统安装是一个较复杂的多专业、多工种的集成联合系统,因此强调必须具有正规的施工组织设计文件,对于危险性较大的吊装施工还需要编制专项施工方案;

2 施工安装之前,施工单位对现场进场勘察,是保证顺利进场的先决条件,勘察的内容主要包括确认施工图纸设计条件与现场状况是否一致、落实施工临时用水、用电及其他设施的情况等;

3 空气源热泵系统所涉及工种的专业性较强,应该由专业队伍或经过培训合格的人员实施安装,施工前应对施工人员进行岗前培训和技术交底。对于焊接、电气安装等特殊工种的施工人员应具备相应的操作资格证书;

4 吊装作业危险性较高,应由专业人员操作,作业时应由专业人员现场指挥,设置必要的警戒线,保证吊装设备、过往行人及车辆的安全。大型吊装设备进场前应进行现场勘察,综合考虑安装现场的道路、地下管线、绿化、跨空管线、地面承载力及周边环境等因素,避免对上述环境造成破坏。

6.2 系统设备施工安装

6.2.1 本条规定了空气源热泵机组室外机的安装要求。

1 机组安装一般规定如下：

- 1) 各设备厂家的空气源热泵机组出风方式、检修空间、管线连接方位不尽相同，因此安装过程中需要参考生产厂家的有关安装技术要求和特点；
- 2) 主机搬运、吊装时，应注意保持垂直，需倾斜时，倾斜角应小于 45 度，并注意主机在搬运、吊装过程中的安全；
- 3) 主机安装高度，要求主机底部应高于地面或板面（屋面）150~250mm；可直接用膨胀螺栓固定在水泥机座上，也可用型钢制成钢托架，加减振橡胶垫置于地面或板面（屋面），并确保机组水平放置；
- 4) 热泵热水机组的安装应考虑气流和噪音对环境的影响，选择远离人员密集区域。
- 5) 热泵热水机组的安装位置应尽量避免处于阳光直射下，无可燃气体泄漏，远离锅炉及其他会腐蚀冷凝盘管及机组铜管的空气环境；
- 6) 如果机组位于未经许可的人员能够接近的地点，应采取隔离安全措施，如加设防护栏等；
- 7) 所处场地设有排水地漏，保证排水顺畅没有积水；
- 8) 对于有特殊要求的场所，应向建筑设计师或其它专业人员咨询。

2 空气源热泵机组自身重量大，安装于建筑物屋顶时需要特别注意校核屋面荷载的能力。在既有建筑屋顶安装水箱和空气源热泵机组一般由设计单位出具结构加固设计图纸，土建单位进行设备基础施工。破坏屋面防水层要及时进行恢复，尤其要加

强下雨期间的防护；

3 基础与设备之间必须牢固连接，才能具有抗风、抗震能力，以保证安全。

6.2.2 本条规定了水系统各设备的施工安装要求。空气源热泵系统中大多数水泵、电磁阀、阀门都是有安装方向要求的，应正确安装，防止发生功能性问题。水泵、电磁阀前应安装活接，方便检修。水泵、电磁阀在露天安装应采用防雨保护措施，防止电机（线圈）绝缘损坏，轴承润滑失效。高海拔地区冬季室外温度低于零摄氏度，室外管道以及相应仪器设备必须保温防止冻坏。各类管材的连接应符合各自的施工要求，确保管道连接不漏水。

6.2.3 空气源热泵系统应采取消声隔振措施，可采用下列措施：空气源热泵机组下宜采用橡胶减振垫置于基础上，用螺栓固定，调整机组水平度；空气源热泵机组进、出水口安装不锈钢波纹管或橡胶软连接，既可以减少设备和管网的噪声传递，也可以起到方便机组连接管道检修的作用；水泵进、出水口应使用橡胶软连接，水泵底座应安装在减振基础上，减少水泵振动传递和水流噪声；管道每隔一定距离应设置隔振吊架或隔振支承，管道的支吊架和管道间应设置减振器或弹性材料垫层；采用隔振措施的空气源热泵机组和附属设备，其隔振器安装位置应正确；各个隔振器的压缩量，应均匀一致，偏差不应大于 2mm；设置弹簧隔振的空气源热泵机组，应设有防止机组运行时水平位移的定位装置。

空气源热泵机组进、出水口安装不锈钢波纹管或橡胶软连接。水泵进、出水口使用橡胶软连接主要目的是减小水泵运行时的振动。

6.2.4 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012 中第 5 章对系统施工进行了详细规定和说明，应按照执行。

6.2.5 电气系统施工安装应按照本标准 6.1.2 条列举的国家和地方标准严格遵守执行，保护使用者和设备自身的安全。

7 调试与验收

7.1 一般规定

7.1.1 集中式空气源热泵系统工程的调试和验收,应按照《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的要求执行。空气源热泵系统的调试,应由施工单位负责、监理单位监督、设计单位、建设单位、设备厂家和供应商等参与及配合。验收应由建设单位负责,组织施工、设计、监理等单位共同进行。分散式空气源热泵工程的调试验收程序可简化,系统施工安装完成后,施工单位对系统进行调试使其满足设计以及相关规范要求,完成后由甲方和施工单位共同确认即可。

7.1.2 本条文对空气源热泵工程的设备和材料的验收进行了要求。根据《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的相关规定,为保证空气源热泵工程的质量,对系统中的机组、阀门、仪表、管材、保温材料、散热器和风机盘管等设备和材料的进场,要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。验收一般应由供货商、监理、施工单位的代表共参加,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。需要复验的设备和材料主要包括散热器、风机盘管和保温材料等,其热工性能是否符合设计要求将直接影响空气源热泵工程的运行和节能效果。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,送至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。具体的设备检查包括:外包装、设备外观、备品备件、技术文件、装箱单、合格证、产品说明等。

7.1.3 本条文规定了空气源热泵系统的调试和验收还应执行国家和行业相关技术标准的规定。《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243-2016 对通风与空调系统的调试和验收工作进行了详细规定,其中涉及到空气源热泵供暖空调工程的部分,除了按照本技术标准的要求逐步进行调试和验收之外,还应遵守该标准的相关规定。《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260-2012 在第 4 章和第 5 章详细规定了采暖通风与空气调节系统的试运行与调试方法、步骤和要求,同样适用于空气源热泵工程,在系统试运行与调试的过程中可按照执行。《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411-2007 第 3 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章、第 13 章对设备及材料、采暖工程、通风及空调工程、空调与采暖系统冷热源及管网节能工程、监测与控制节能工程等进行了详细规定。

7.1.4 本条文规定了空气源热泵供暖工程中电气系统和自控系统的调试和验收还应执行国家和行业相关技术标准的规定。电气工程的主要验收项目包括电气设备和材料检验、电源质量测试、配电箱(柜)等电气装置安装与连线、配电线路安装敷设与连线、剩余电流动作的保护装置测试、电气绝缘电阻测试和防雷接地等一系列的检验和测试。自控工程主要验收项目包括传感器控制器等器件验证和安装、自控线路安装、敷设与接线、电气绝缘电阻测试、通信和信号传输检测、传感器信号精度测试以及运行控制功能的完整性测试。以上检验和测试项目在上述相关标准中已经有较详细的规定,均应按照执行,本标准不再过多赘述。

7.2 调 试

7.2.1 本条文对空气源热泵供暖空调工程的试运行和调试过程中必要的检测和调试项目进行界定,以满足工程追溯检查和验收的需要,同时也是系统安装过程的定性检查的需要以及工程交付

使用性能的检验。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。

7.2.2 水压试验主要包括强度试验和严密性试验,其中强度试验主要是为了检验水系统各设备和管道的力学性能,而严密性试验主要是为了检查设备本身的密封性能以及管道设备之间的连接质量。通常在安装前应相对系统各设备和组件进行强度和严密性试验。

由于现场作业可能会对管道造成损坏或者管路本身存在质量问题,以及存在水系统安装不到位的情况,必须在系统安装完成并经检查符合设计要求后对系统承压管路进行水压试验。管道系统试压完成后,及时排除管内积水主要是考虑北方地区冬季较为寒冷,防止管道发生胀裂,给后续施工带来不必要的隐患、返工和经济损失。试验压力应符合设计要求,由于系统的最低点为最大承压点,提出试验压力以系统最低点的压力为准。当设计未注明时,应符合《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260 的规定。

水系统各设备和管道的水压试验方法和步骤可按照《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260 的相关要求和规定进行。在此过程中应注意检查各部位是否存在渗漏现象,且应分别在试验压力和工作压力下进行全面检查并及时记录。

对于地板辐射供暖系统的加热盘管的水压试验方法,可按照《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的相关规定,由于加热盘管在隐蔽施工过程中可能损坏管路,因此要求在隐蔽前和隐蔽后应分别进行水压试验。

7.2.3 管道冲洗的目的是为了清除管道在生产以及安装过程中产生的灰尘、焊渣等杂质,使之排出管道,避免在系统投入使用后由于这些外部因素而出现问题。冲洗时应保证有一定流速及压力,流速过大,不容易观察水质情况,流速过小,冲洗无力,管道内

冲洗流速不应低于介质工作流速,冲洗水排出时应具备排放条件,当排出水与冲洗水色度和透明度相同且无明显杂质存在时即视为合格。严禁以水压试验过程中的放水代替管道冲洗。具体的管路冲洗和充水步骤可按照《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》JGJ/T 260-2011 中 4.3.1 条的规定进行。

7.2.4 本条主要是为了确保空气源热泵机组的安全性。空气源热泵机组单机试运行前应做好下列准备工作:(1)对出厂未充注制冷剂的空气源热泵机组,应按设备技术文件的规定充注制冷剂;(2)系统中各安全保护继电器、安全装置应经整定,其整定值应符合设备技术文件的规定,其动作应灵敏可靠;(3)根据设备技术文件的规定,开启或关闭系统中相应的阀门;(4)水系统应运行畅通,满足运行要求;(5)根据设备技术文件的规定进行压缩机预热。

程序上的错误和检测数据的异常在机组启动时就可能造成机组的损坏,因而在机组启动前要按照要求进行检查和各项测试工作并记录,发现异常必须立即停止,排除异常和故障,重新启动。在机组试运行的过程中,应详细记录各类状态参数,包括:排气温度、油温、高低压、冷凝器气管温度、冷凝器液管温度、运转电流、电压、风扇档位等等,观察机组的运行状态,并填写相关记录表。

7.2.5 本条文规定了需要进行单机试运行和调试的设备以及要求。应详细记录设备的运行状态及主要参数变化。

7.2.6 本条文对空气源热泵工程水系统试运行和调试提出了相关要求,水系统的试运行和调试的主要目的是为了检测水系统的水力工况是否达到设计要求,包括各管段的流量以及水力平衡。如果水流量测试结果与设计流量的偏差较大,如超过 10%,则说明系统实际水力工况与设计工况相差较大,实际运行时可能会出现系统末端热量不足或者分布不均的状况。此时应调整管路中的阀门使水系统流量接近设计值甚至重新设计选型。水系统的

试运行和调试步骤可按照《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260-2011 中 5.5.6 条的相关规定进行。地面辐射供暖水系统试运行和调试的方法和步骤应按照《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 中 6.1 节的相关规定进行。

7.2.7 空气源热泵供暖工程的联合试运行与调试,应在水压和冲洗试验、系统各设备、水系统试运行和调试合格后进行。在对空气源热泵系统联合试运行与调试检测时,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。经过对不同项目的设计资料 and 实际工程项目运行参数分析,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,机组运行在负荷率 80% 以上时,同满负荷时相比较,性能系数变化相对较小。因此,本标准规定系统性能测试宜在系统负荷不低于实际运行最大负荷的 60% 且机组制热(冷)能力达到机组额定值的 80% 以上的条件下进行。为保证相关性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,规定系统联合试运行时间不低于 8 小时,且在此期间应对系统性能进行连续测试。系统联合试运行期间应对室内环境参数进行检测,包括温度、湿度以及噪声。

7.3 验收

7.3.1 本条文规定了空气源热泵工程验收以及投入使用的条件。

7.3.2 本条文规定了空气源热泵工程验收应提供的文件和资料。其中系统运行和维护手册应由设计、施工单位以及设备厂家等共同编制,主要针对系统在运行维护过程中系统使用说明以及维护管理方面的要求。相关记录表格按照重庆市《房屋建筑和市政基础设施工程竣工技术用表》的要求进行选用和填写。

8 效益评估

8.1 一般规定

8.1.1 本条文规定了需要进行效益评估的空气源热泵工程的建筑类别以及应用范围。

8.1.2 本条文规定了空气源热泵系统的效益评估的依据。效益评估必须建立在实测数据的基础上才具有实际意义和价值。

8.1.3 本条规定了空气源热泵长期测试和短期测试的条件。在本技术标准 4.1.4 条规定了对于集中式空气源热泵空调、供暖和热水系统应设置供冷、供热量以及能源监测系统,该系统应能满足长期测试的要求。而对未安装监测系统且不具备长期监测条件的工程,实际评价过程中主要采用短期测试,短期测试期间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。经过对不同项目的设计资料 and 实际工程项目运行参数分析,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,系统能效保持相对较高范围,对机组性能进行测试时,机组负荷率宜在 80% 以上。系统的运行性能与设计的合理性、设备的选型、机组与水泵的匹配及运行策略都有关系,对于项目由于某些原因系统运行负荷率达不到该条款规定时,建议在系统运行最大负荷时段测试。

8.1.4 本条规定了空气源热泵系统的测试还应遵守和按照执行的相关标准。

8.2 检测指标与检测方法

8.2.1 本条规定了空气源热泵系统性能测试评价应包括的测试

参数和标准。调节室内温湿度是空气源热泵供暖空调系统的最重要的目标之一,因此室内温湿度必须符合设计要求,当没有明确规定时,应符合相关规范的要求。而提供满足要求温度的生活热水则是空气源热泵热水系统的目的所在。热泵机组制冷能效比(EER)/制热性能系数(COP)和热泵系统制冷能效比(EERs)制热性能系数(COPS)分别是评价机组性能和系统性能的重要指标。

8.2.2 为保证室内温湿度测试结果的准确性,应与系统性能测试同步进行。分区选取温湿度测点使测试结果更能代表空气源热泵供暖空调系统的实际使用效果。室内温湿度的测试与计算方法除满足上述要求外,还应符合《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 和《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 中有关室内温湿度检测的相关规定。

8.2.3 为保证供热水温度测试结果的准确性,应与系统性能测试同步进行。

8.2.4 本条规定了为获得热泵机组以及系统制冷能效比、制热性能系数需要测量的参数、测试时间要求、测试结果处理方法。为对于热泵机组制冷能效比、制热性能系数,测试条件应满足 8.1.3 条的有关规定。

8.3 节能效益

8.3.1 本条规定了常规能源替代量的评价方法。其中常规空调系统的能效比计算值按照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009 中关于冷源系统能效的计算方法和取值原则。空气源热泵系统节能效益评价方法规定了建筑全年累计冷热负荷的计算方法,并规定常规供热、供冷方式的年耗电量的计算采用测试结果和计算相结合的方法。空气源热泵系统的供热节能量是以常规供热系统为比较对象,供冷系统的节能量是以常规水冷冷水机组

为比较对象,本条对常规能源供热系统、不同容量常规冷水机组的能效比进行了规定,计算将最终的节能量转换为一次能源,以标准煤计。

空气源热泵系统常规能源替代量的计算中,每度电折合所耗标准煤量(kgce/kWh),根据国家统计局最近2年内公布的火力发电标准耗煤水平确定,并在折标煤量结果中注明该折标系数的公布时间及折标量。

以传统能源为热源时的运行效率(η)应按项目立项文件选取,当无文件规定时,根据项目适用的常规能源。其效率应按表 8.3.1-1 确定

表 8.3.1-1 以传统能源为热源时的运行效率 η

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

传统制冷空调方式的系统能效系数(EER_t)应按项目立项文件确定,当无文件明确规定时,以常规水冷冷水机组作为比较对象,其系统能效比按表 8.3.1-2 确定。

表 8.3.1-2 常规制冷空调系统能效比 EER

机组容量(kW)	系统能效比 EER
<528	2.3
528~1163	2.6
>1163	2.8

8.4 环境效益

8.4.1 本条规定了空气热泵系统环境效益评价方法。利用转换为一次能源的节能量计算结果,进行环保效益评估,主要包括二

氧化碳、二氧化硫及粉尘。

8.5 实际运行效益分析

8.5.1 本条规定了空气源热泵系统经济效益评估方法。规定了系统增量成本和节能量的获取方法,对系统的静态回收期进行了计算。

9 运行与维护

9.0.1 空气源热泵系统的运行维护管理应严格遵守运行维护手册进行,该手册由设计、施工单位及设备厂家共同编制,在验收完成后以该手册为主要内容对系统运行维护人员进行培训,确保系统运行维护人员熟悉在运行维护过程中应注意的主要事项。制定空气源热泵系统的运行管理与维护的规章制度以确保规范性,确保运行维护记录数据的真实可信。

9.0.2 重庆市《公共建筑采暖通风与空调系统节能运行管理标准》DBJ 50-081 对供暖通风空气调节系统的节能运行管理进行了规定和要求,空气源热泵供暖空调系统的运行维护管理应遵照执行。

9.0.3 与集中式系统不同,分散式系统的日常运行管理主要是由家庭承担的,只有定期的维护保养需要请专业维护人员。因此分散式(户式)空气源热泵系统在使用时的定期维护和保养,主要以操作简便的过滤器清洗、安全阀和排气装置的定期检查为主,通过用户的简单保养,提高空气源热泵机组的运行可靠性和使用寿命。

1 水系统所安装的水过滤器应定期清洗,以保证系统内水质清洁,避免空气源热泵机组因水过滤器脏堵而造成的损坏;

2 空气源热泵机组内所有的安全保护装置均在出厂前设定完毕,应避免用户自行调整导致的安全隐患;

3 定期检查接线是否牢固,电气元件是否有动作异常,如有请及时维修和更换;

4 定时检查水系统的补水、水箱的安全阀和排气装置工作

是否正常,以免影响机组的制热量和空气源热泵机组运行的可靠性。安全阀要定期动作(每三个月一次),以去掉碳酸钙沉积,并且证明装置没有堵塞。方法是:松开螺钉,按箭头方向扳动排泄手柄,完毕后锁紧螺钉即可使用;

5 保证室外机附近环境的清洁和通风状况,可保证空气源热泵机组与室外环境的换热效率从而高效运行。需根据环境污染状况的不同来定期清洗空气侧换热器;

6 冬季运行过程中应经常注意观察空气源热泵机组换热器有无结冰或无法化霜的情况,如有请及时查明原因并进行维修。停机时间较长或 0°C 以下发生意外断电等情况应及时放掉设备和管路中的水,切断电源,防止事故发生。