**UG**

中国房地产业协会标准

**编 号：**

**备案号：**

**空气源热泵商用机组供热系统应用技术规程**

Technical specification for application of commercial air-source heat pump heating system

（征求意见稿）

**202\*－\*\*－\*\*发布 202\*－\*\*－\*\*实施**

**前 言**

根据中国房地产协会关于印发《2019年度中国房地产业协会团体标准立项计划》中国房协〔2019〕109号的要求，由北京建筑节能与环境工程协会、北京市建筑设计研究院有限公司及北京国检信泰检测认证有限公司为主编单位，会同有关单位组成编制组，经广泛调查研究、总结工程经验，并在广泛征求意见的基础上，共同编制了本规程。

本规程主要技术内容包括：总则，术语，基本规定，供热、空调系统设计，电气系统设计，施工、检验、调适、验收及运维，性能评价；另有7个附录，为空气源热泵商用机组供热系统的设计提供了详细的技术资料。

本规程由中国房地产业协会标准化管理委员会负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。在规程实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议反馈给北京建筑节能与环境工程协会（地址：北京市南礼士路头条3号，电话：010-88070911，邮编100045）和北京市建筑设计研究院有限公司（地址：北京市南礼士路62号，邮编100045）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人员：（以姓氏拼音为序）

目 录

[1 总则 1](#_Toc32916029)

[2 术语 2](#_Toc32916030)

[3 基本规定 4](#_Toc32916031)

[4 供热、空调系统设计 5](#_Toc32916032)

[4.1 一般规定 5](#_Toc32916033)

[4.2 负荷计算 5](#_Toc32916034)

[4.3 空气源热泵商用机组选型与设计 7](#_Toc32916035)

[4.4 输配系统 11](#_Toc32916036)

[4.5 末端装置 12](#_Toc32916037)

[4.6 其它设备、材料 17](#_Toc32916038)

[4.7 监测与控制 18](#_Toc32916039)

[5 电气系统设计 20](#_Toc32916040)

[5.1 一般规定 20](#_Toc32916041)

[5.2 配电系统 20](#_Toc32916042)

[5.3 控制系统 21](#_Toc32916043)

[5.4 防雷、电磁兼容和接地 23](#_Toc32916044)

[6 施工、检验、调试、验收和运行维护 25](#_Toc32916045)

[6.1 一般规定 25](#_Toc32916046)

[6.2 施工和安装 26](#_Toc32916047)

[6.3 检验和调试 27](#_Toc32916048)

[6.4 验收和运行维护 31](#_Toc32916049)

[7 评价 33](#_Toc32916050)

[7.1 一般规定 33](#_Toc32916051)

[7.2 评价指标与检测方法 33](#_Toc32916052)

[附录A 空气源热泵商用机组选型用技术参数示例 34](#_Toc32916053)

[附录B 系统示例 36](#_Toc32916054)

[B.1 统一图例 36](#_Toc32916055)

[B.2 空气源热泵商用机组供热系统示例 37](#_Toc32916056)

[附录C 供暖地面散热量计算表 41](#_Toc32916057)

[C.1 混凝土填充式供暖地面散热量计算表 42](#_Toc32916058)

[C.2 预制沟槽保温板供暖地面散热量计算表 49](#_Toc32916059)

[C.3 水泥砂浆预制填充板供暖地面散热量计算表 68](#_Toc32916060)

[附录D 水泥砂浆预制填充板供暖地面图示 76](#_Toc32916061)

[附录E 散热器数量修正 81](#_Toc32916062)

[附录F 工程质量检验表 83](#_Toc32916063)

[附录G 空气源热泵商用机组供热系统检测方法 90](#_Toc32916064)

[本规范用词说明 92](#_Toc32916065)

[引用标准名录 93](#_Toc32916066)

Contents

1 General provisions 1

2 Terms 2

3 Basic requirement 4

4 Design of heating and air-conditioning system 5

4.1 General requirement 5

4.2 Load calculation 5

4.3 Selection and design of commercial air-source heat pump unit 7

4.4 Transmission and distribution system 11

4.5 Terminal device 12

4.6 Other equipment and material 17

4.7 Monitor and control 18

5 Design of electric system 20

5.1 General requirement 20

5.2 Distribution system 20

5.3 Control system 21

5.4 Lightning protection、electromagnetic compatibility and grounding 23

6 Construction, test, commissioning, acceptance, operation and maintenance 25

6.1 General requirement 25

6.2 Construction and installation 26

6.3 Test and commissioning 27

6.4 Acceptance, operation and maintenance 31

7 Evaluation 33

7.1 General requirement 33

7.2 Evaluation index and test method 33

Appendix A Technical data for selection of commercial air-source heat pump unit 34

Appendix B System example 36

B.1 United legend 36

B.2 System example for commercial air-source heat pump system 37

Appendix C Calculation table of heated floor release 41

C.1 Calculation table of heated floor release with floating screed 42

C.2 Calculation table of heated floor release with pre-grooved insulation board 49

C.3 Calculation table of heated floor release with precast cement mortar filled board 68

Appendix D graphical expression of heated floor release with precast cement mortar filled board 76

Appendix E Modification for the number of radiators 81

Appendix F Checklist of construction quality control 83

Appendix G Test method for commercial air-source heat pump heating system 90

Explanation of wording in the specification 92

List of quoted standards 93

# 1 总则

1. 1.0.1 为指导空气源热泵商用机组供热系统的设计、施工、验收及评价等工作，做到技术先进、经济合理、安全适用，保证此类工程质量和应用效果，制定本规程。

1.0.1 条文说明：本条规定了制定本规程的目的和意义。

空气源热泵机组作为供热热源，相对燃煤供热和电直接供热，在环保和节能方面都有不容置疑的优势，在我国北方地区“煤改清洁能源”过程中，得到了重点推广应用。而在夏热冬冷地区，由于人民生活水平的提升，对冬季供暖的需求愈加强烈，空气源热泵系统应用潜力也显著增加。同时，随着空气源热泵产品以及清洁供暖工作的发展，学校、商场、医院、政府办公楼等公共设施以及一些农业设施开始选择空气源热泵产品供热，集中式空气源热泵商用机组供热系统应用快速增长。

空气源热泵商用机组供热系统由于其适用场合、末端形式、运行控制等均与户式分散系统不同，导致其设计、施工、运维等与户式分散系统也存在诸多不同。国内目前虽已有空气源热泵应用规程出台，但尚无专门针对大型空气源热泵商用机组供热系统应用的标准，其设计、施工、调试及验收没有统一的标准规定。本规程就是在归纳总结商用空气源热泵供热系统研究成果及工程应用实践基础上，为了规范与正确引导此类空气源热泵应用而制定。

1. 1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建建筑中采用空气源热泵商用机组供热、供冷系统的设计、施工、验收、运行维护及评价，以及在既有建筑中改造和增设空气源热泵商用机组供热系统的工程应用。

1.0.2 条文说明：本条规定了本规程的适用范围。

空气源热泵系统既可应用于新、改、扩建建筑，也可应用于既有建筑改造；既可分户独立设置，也可集中设置；空气源热泵系统还具有同时满足用户的冬季供暖、夏季空调和全年生活热水需求的功能。本规程主要对集中设置的空气源热泵商用机组供热（空调）系统的应用做出规定，分户独立设置的空气源热泵系统已有相关规范，不在本规范适用范围内。

1. 1.0.3 空气源热泵商用机组供热系统的设计、施工、验收及评价，除应符合本规程规定外，还应符合国家及行业现行相关标准的规定。

1.0.3 条文说明：集中设置的空气源热泵商用机组供热系统由商用空气源热泵机组、输配系统、供暖（空调）末端、辅助设备以及生活热水设备等多种产品组成，涉及供暖、空调、给排水、电气等系统的设计、施工和验收，是一个多行业、多专业、多工种的集成联合技术，且该系统有其自身的特殊性。本规程技术内容以供热（包括冬季供暖和加热生活热水）系统和其他系统必须涉及的技术内容为主，其它暖通空调、给排水和电气系统的一般技术内容，在相关标准和技术资料中已有详细论述，不作为重点赘述。

目前现行相关标准包括《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736、《公共建筑节能设计标准》GB50189、《建筑给水排水设计规范》GB50015、《民用建筑电气设计规范》JGJ16、《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243、《通风与空调工程施工规范》GB50738、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303等。

# 2 术语

2.0.1 空气源热泵商用机组供热系统 commercial air-source heat pump heating system

以单台名义制热量大于35kW或单台名义制冷量大于50kW的空气源热泵机组作为热源，通过换热装置产生热水，为多个热用户提供供暖或生活热水热源的系统，也可在夏季为用户提供空调冷源。

2.0.1 条文说明：此术语专指本规程适用的系统形式：

1 空气源热泵商用机组供热系统，区别于服务对象为单独用户的户式空气源热泵分散系统，空气源热泵机组集中设置，向多个热力入口或热用户供给热量。而单台机组单台名义制热量大于35kW或单台名义制冷量大于50kW的分界限值，来源于国家标准《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组第1部分：工业或商业用及类似用途的冷水（热泵）机组》GB/T18430.1、《低环境温度空气源热泵(冷水)机组第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵(冷水)机组》GB/T25127.1以及《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》GB37480。

2 本规程中的集中空气源热泵商用供热系统功能以供热为主，包括冬季供暖和为加热生活热水，但该系统夏季也可作为空调冷源。

3 热风机一般应用于户式分散系统，因此不在本规程应用范围内。

2.0.2 热水地面辐射供暖 hot water radiant floor heating

以温度不高于60℃的热水为热媒，在加热管内循环流动加热地面的供暖方式。

2.0.3 缓冲水箱 buffer tank

空气源热泵供热系统中，为了降低机组除霜影响，提高系统稳定性而设置的储热水箱。

2.0.3 条文说明：缓冲水箱是为了降低空气源热泵机组频繁启动或化霜对系统供热的影响、增加系统的热稳定性而串联在系统上的水箱。

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

在规定工况下，空气源热泵机组制热量与制热耗电量的比值，制热耗电量仅包括热泵主机的耗电量，其值用W／W表示。

2.0.5 空气源热泵系统制热性能系数 coefficient of performance of air source heat pump systems（COPsys）

在一定的时间内，空气源热泵系统累计总供热量与累计总耗电量的比值，热泵系统累计总耗电量包括热泵主机与循环水泵的耗电量，其值用kWh／kWh表示。

# 3 基本规定

3.0.1 空气源热泵商用机组供热系统，应优先选用用能效率高的设备，并应进行系统的节能设计。

3.0.1 条文说明：空气源热泵商用机组供热系统的设备选择和系统设计，在保证其使用功能的前提下，还应满足对设备及系统的节能要求。对空气源热泵机组及其选型的节能规定，详见本规程第4.3.2条和第4.3.3条（其为最低要求）；系统节能设计详见本规程的第4章的各项规定。

3.0.2 空气源热泵商用机组供暖宜在寒冷地区、夏热冬冷地区应用，在严寒地区应用时，应进行技术经济分析。

3.0.2 条文说明：

我国严寒地区、寒冷地区以及夏热冬冷地区冬季都有供暖的需求，空气源热泵供暖都可以作为一种清洁、高效的供暖方式选择，但空气源热泵供暖的能效水平随室外温湿度变化，供暖期室外环境温度高，空气源热泵的能效也高，在气温偏低的地区，空气源热泵供暖的可靠性与能效都会有所下降。因此，在寒冷地区和夏热冬冷地区，空气源热泵系统供热更为适宜，在严寒地区采用空气源热泵供暖时，则需对系统供热的可靠性与技术经济性进行论证。

3.0.3 采用空气源热泵商用机组供热系统时，供热和空调的冷热源可采用下列形式之一：

1 空气源热泵冷热水机组作为冬季室内供暖水系统热源或生活热水加热热源，同时作为夏季空调水系统冷源。

2 空气源多联式空调（热泵）热水机组作为室内供暖水系统热源或生活热水加热热源，同时作为夏季空调冷源。

3.0.3 条文说明：可采用的冷热源形式是基于以下因素确定的：

空气源热泵热风机组更适用于间歇性供暖且舒适性要求不高的分散系统，集中设置的商用空气源热泵供热系统一般采用热水系统，且末端形式应与热泵机组类型、系统形式以及建筑的需求适配。

夏季空调供冷已经成为用户不可缺少的设施。空气源热泵机组同时可作为夏季空调冷源，用户可不必再另外设置其他空调制冷设备。对于有生活热水需求的建筑，空气源热泵还可以作为生活热水的加热热源。还可采用具有冷凝热回收功能的空气源热泵机组，将冷凝热回收用于加热生活热水，具有显著的节能效果。

3.0.4 既有建筑改造采用空气源热泵商用机组供热系统时，室内热舒适环境应满足使用要求。

3.0.4 条文说明：舒适的室内环境参数是业主的基本要求，不能因热源改造而降低建筑室内热环境要求。因此，满足居民室内热舒适环境要求是既有建筑改造采用空气源热泵供热系统的前提。

3.0.5 既有建筑改造采用空气源热泵商用机组供热系统时，宜同时进行下列改造：

1 建筑围护结构节能改造；

2 供暖系统末端改造。

1. 3.0.5 条文说明：
2. 空气源热泵供热系统供水温度以及供回水温差与锅炉及城市热力等常规热源不同，受设备所限，空气源热泵系统供水温度较常规热源偏低，供回水温差较小，而改造建筑原有室内供热系统末端往往是与锅炉等常规热源匹配的。为保证改造后系统供热效果，最好将热源系统与室内供暖末端统一改造，使热源与末端适配。如果室内供暖末端不能统一改造，空气源热泵供暖效果可能会受到影响。
3. 而改造热源之前首先对建筑围护结构进行节能改造，可以降低建筑物所需供暖负荷，改善空气源热泵供热系统的供暖条件，也有利于保障改造后的供暖效果。

# 4 供热、供冷系统设计

## 4.1 一般规定

4.1.1空气源热泵商用机组供热、供冷系统的形式应根据项目所在地气象条件、能源供应条件、建筑物规模及需求等，通过技术经济比较确定。

4.1.1 条文说明：商用空气源热泵供热系统的机组类型及系统形式应根据当地的气候、供能条件以及项目本身的具体需求合理选择。

室外环境温度偏低的地区应选择低温型空气源热泵机组，对供热水温要求高的可以选择复叠式空气源热泵或者双级热泵耦合供暖系统，低环境温度下要求供高温水的，经济条件许可时，还可以考虑采用CO2空气源热泵。夏热冬冷地区，由于室外湿度较大，对机组除霜控制的要求更高。室内供暖系统末端形式也需与建筑本身需求及空气源热泵特性相匹配。

4.1.2空气源热泵商用机组集中供热（冷）系统供热（冷）量计量应符合下列规定：

1 冷热源应设置计量总供热量（供冷量）的热（冷）量表或热（冷）量计量装置；

2 住宅应设置分户供热计量装置，且应以楼栋为对象设置热量表，作为该建筑热（冷）量的结算点；

3公共建筑应根据工程具体情况和与用户之间的协议，在楼栋的热力入口或换热站设置热量表，并以此为供热（冷）量结算点。

4.1.2 条文说明：

1 集中设置的空气源热泵商用机组供热系统属于集中供暖系统，根据《中华人民共和国节约能源法》和现行国标《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012第5.10.1条，集中供暖的新建建筑和既有建筑节能改造必须设置热量计量装置，用于热量结算的热量计量装置必须采用热量表。集中供暖（冷）系统的热（冷）源进行能量和耗电量分项计量有助于分析能耗构成、寻找节能途径，选择和采取节能措施。

2住宅设置分户热计量装置，可实现对系统用能的监测，是促进用户自主节能，评价系统节能效果的必要措施和依据，同时也是供热企业与终端用户之间的结算依据。住宅以楼栋作为热量结算点，是因为一个楼栋的热量消耗不仅可以判断建筑物围护结构的保温质量、管网的热损失和运行调节水平及水力失调情况等，而且可以反应一栋建筑物的真实热（冷）量消耗，不受其他因素的影响。

3公建与住宅不同，建筑物归属较为复杂，需与用户协商确定结算点的位置。

1. 4.1.3空气源热泵商用机组设计选型需提供的基本技术资料示例见本规程附录A；供热系统典型系统形式示例，见本规程附录B。

4.1.3 条文说明：商用空气源热泵供热系统为随热泵产品的形式和构造不同，相应的系统形式也不同。附录A 给出了空气源商用机组设计选型需提供的基本技术资料示例，附录B则给出了空气源热泵商用机组供热系统应用的集中典型系统图示，为清楚地表达系统的类型、特点，附录B还提供了系统图示的相应文字说明。

## 4.2 负荷计算

4.2.1 空气源热泵商用机组供热系统，施工图设计阶段应对每个供暖（空调）房间或区域进行冬季供暖热负荷及夏季逐时冷负荷计算，供暖与空调负荷应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定计算。

4.2.1 条文说明：正确的负荷计算对于设备选型、管路设计以及系统的后期运行至关重要，《民用建筑供暖通风与空调设计规范》GB50736对供暖及空调负荷计算做出了详细规定，空气源热泵商用机组供热（空调）系统的负荷计算也应按照规范的规定执行。

4.2.2 末端采用热水地面辐射供暖系统时，房间基本热负荷应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的有关规定和下列规定计算。

1 室内计算温度可降低2℃取值。

2 进深大于6m的房间或区域，宜以距外墙6m分内外区分别计算热负荷。

3 高度大于4m的房间，应在基本耗热量和朝向、风力、外门附加耗热量之和的基础上计算高度附加率。每高出1m应附加1%，但最大附加率不应大于8%。

4 房间地面与土壤或不供暖地下室相邻且铺设加热部件时，该房间热负荷不包括地面向下的传热量。

4.2.2 条文说明：根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736，供暖室内设计温度取值，严寒和寒冷地区主要房间应采用18～24℃，夏热冬冷地区主要房间宜采用16～22℃，住宅的最低设计温度为：卧室、起居室(厅)和卫生间18℃，厨房15℃。采用地面辐射供暖时，室内设计温度宜降低2℃计算负荷。

房间热负荷主要集中在外围护结构处，如果进深过大而均匀敷设加热部件，容易造成外区供热不足、内区过热，因此推荐分内外区计算热负荷，目的是以不同的间距或面积进行加热部件布置。

高大空间一方面房间高度方向存在温度梯度，另一方面外围护结构多，因此需考虑高度附加。住宅中需高度附加的房间主要指跃层或别墅中两层通高的起居室等。

房间地面敷设加热部件时，就不存在通过该地面向外传热的负荷，因此，地面供暖房间的基本热负荷不包括与土壤或不供暖地下室相邻的地面传热热负荷，通过供暖地面向下的热损失另外计算在热媒供热量内。

1. 4.2.3 采用分户热计量供暖系统的户内供暖设备容量计算应计算户间传热附加负荷，间歇供暖系统应计算间歇附加。居住建筑集中供暖热源应按连续供暖设计。户间传热与间歇供暖附加按下式计算。

Q = Qj + Qh + Qx （4.2.3-1）

Qh= qh·M （4.2.3-2）

Qx=α·Qj （4.2.3-3）

式中 Q ——房间热负荷（W）；

Qj ——房间基本热负荷（W）；

Qh ——住宅房间的户间传热附加耗热量（W），可如下确定：

1. 无邻户的独立住宅Qh=0，
2. 联体别墅等住宅，两户之间仅有个别房间存在共用内墙时，可仅计算该房间的内墙传热量，其他房间Qh=0，
3. 多层和高层住宅按式（4.2.3-2）计算确定；

Qx ——房间间歇供暖附加耗热量（W），按式（4.2.3-3）计算确定；

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

M ——房间使用面积，即围护结构内表面包围的房间地面积（m2）；

α——考虑间歇供暖的附加系数。

4.2.3 条文说明：

住宅建筑要求采用分户热计量，因此，在确定户内供暖管道与末端时，需考虑户间传热对供暖负荷的附加，但附加量不应超过50%，且不计入供暖系统总负荷。对于只要求在使用时间内保持室内温度而采用间歇供暖的建筑物，供暖负荷应按使用时间考虑间歇附加。

住宅各房间单位面积平均户间传热量qh的取值，应根据住宅类型和围护结构的保温性能确定。当按照节能设计标准设计的新建多层和高层住宅可取较小数值，改造建筑围护结构热工性能不能保证时，应选用较大数值。

集中供暖的居住建筑因需满足不同住户的行为差异而需保持连续供暖。某些使用时间较为固定的公共建筑，只要求在使用时间保持室温，可采用间歇供暖。间歇供暖附加系数可依据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定取值。

4.2.4 空气源热泵商用机组作为生活热水加热热源时，生活热水系统耗热量应根据现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB50015规定计算。

## 4.3 空气源热泵商用机组选型与设计

1. 4.3.1 空气源热泵商用机组供热量（制冷量）应满足负荷计算要求，并应按下列原则确定：
2. 1 机组的有效制热量应按供热设计工况选取，当设计工况与名义工况不符时，应根据设计工况对机组制热量进行修正；
3. 2 当机组同时作为供暖、空调的冷热源，且供暖与供冷负荷相差不大时，应按照供暖负荷、空调负荷二者中的大值选取空气源热泵机组；
4. 3 当机组同时作为供暖、空调的冷热源，且供暖与供冷负荷相差较大时，应按照供暖负荷选取空气源热泵机组，供冷负荷不足部分，可采用其他高效冷源联合供冷；
5. 4 机组作为生活热水热源时，在当地室外供暖设计温度，供水温度为50℃在工况时的制热量，应能够满足生活热水系统所需加热量；
6. 5 机组满足供暖、供冷或生活热水加热量需求时，不应过多附加。
7. 4.3.1 条文说明：空气源热泵机组供热量受室外温湿度影响较大，供暖工况和生活热水加热工况的机组制热量应根据实际设计工况确定，根据产品提供的不同室外供暖温度和供水计算温度时的机组供热量数据表查得，而非名义工况的数据。另外，还应根据产品技术资料提供的融霜修正系数进行修正。空气源热泵设计工况制热量可按照下式计算：

Q=Qm﹒K1﹒K2

式中 Q——空气源热泵设计工况制热量（kW）；

Qm——空气源热泵名义工况制热量（kW）；

K1——室外计算温度修正系数，按产品样本选取；

K2——机组融霜修正系数，由生产企业提供，无数据时，可按每小时融霜1次取0.9，两次取0.8。

1. 空气源热泵机组本身的设计是以满足制热性能为优先，而后才兼顾考虑制冷性能，因此其制冷时的性能系数相对受到影响。当集中商用空气源热泵机组同时供热供冷时，如供热与供冷负荷相差不大，从经济的角度考虑，可不用另外再设一套冷热源系统，按满足冬季供暖负荷和夏季空调负荷二者中的较大规格选型即可；但当供暖负荷与供冷负荷相差较大时，应以冬季供暖负荷为选型依据，供冷负荷不能满足时，可采用其他高能效冷源联合供冷，提高系统能效。

由于空气源热泵对生活热水的加热一般采用间接加热，因此对热源供热温度要求相对较高，一次水水温应至少达到50℃，才能保证《建筑給水排水设计标准》中要求的集中热水系统配水点水温不应低于45℃。校核机组作为生活热水系统的热源的供热能力时，将室外气温定为当地供暖设计温度，只要此工况的供热量满足生活热水热源的要求，就可成为确定机组能否作为生活热水热源和校核其加热量的依据之一，基本满足了全年的用热水需求。

1. 负荷计算已经考虑了各项影响因素的附加，能够满足供热（供冷）需求，所选设备的规格不应再放大。机组和配套循环水泵如选择过大，机组经常在部分负荷运行，整个系统温差极小流量相对很大，设计工况时水泵也偏离高效区，使整个供暖（空调）季的综合能效比降低，增加了运行费用，供热（冷）量与需热（热）量严重不匹配使机组运行不稳定，一定程度上也影响室内舒适度，因此应避免。
2. 4.3.2 冬季采用空气源热泵商用机组供暖时，其制热性能系数COP应符合下列规定：
3. 1 机组冬季供暖设计工况下的制热性能系数不应低于表4.3.2的规定；
4. 2 室外供暖计算温度低于-12℃的地区，应采用低环境温度空气源热泵机组，低环境温度空气源热泵机组名义制热工况下综合部份负荷性能系数IPLV（H）不应低于现行国标《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》GB37480中2级能效的指标规定值；
5. 3 应具有先进可靠的融霜控制，融霜时间总和不应超过运行周期时间的20％，且机组不应因结霜而停机保护。

表4.3.2 机组冬季供暖设计工况下的制热性能系数限值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. 气候分区 | 1. 严寒地区 | 1. 寒冷地区 | 1. 夏热冬冷地区 |
| 1. 设计工况下的空气源热泵机组制热性能系数COP(W/W) | 1. 2.00 | 1. 2.20 | 1. 2.60 |

4.3.2 条文说明：

1. 本条是针对商用空气源热泵机组冬季供热性能的要求。
2. 1 冬季供暖设计工况的供热性能系数，指空气源热泵机组在工程所在地的室外供暖温湿度、设计供水温度和温差（流量）条件下，达到设计需求的机组供热量(W)与室外主机输入功率(W)之比。选用机组时应特别注意与设备样本提供的标准工况（室外温度7℃、供水温度45℃、供回水温差5℃）供热量的区别。为确定设计工况机组供热性能系数，所选空气源热泵产品应提供在设计室外供暖温度和不同供水温度时的机组供热量和输入电功率数据。当空气源热泵机组冬季作为地面辐射供暖或散热器供暖系统热源时，室外设计工况为供暖计算温度；作为风机盘管空调器等系统热源时，室外设计工况为空调计算温度。
3. 空气源热泵机组具有供冷和供热功能，比较适合在不具备集中热源的夏热冬冷地区冬季供热，以及寒冷地区集中热源未运行时需要提前或延长供暖的情况使用。冬季室外温度过低会降低机组制热量，应根据供暖设计工况下的COP确定热泵是否具有节能优势，当热泵机组失去节能上的优势时就不宜在冬季采用。根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2018第5.2.5条，寒冷地区，对于性能上相对较有优势的空气源热泵冷热水机组的COP限定为2.20；严寒地区，空气源热泵冷热水机组的COP限定为2.00。根据经验值，夏热冬冷地区，空气源热泵冷热水机组的COP限定为2.60。性能系数低于本条规定时，则空气源热泵不具有节能优势，从节能角度不适宜采用。
4. 2 严寒和寒冷地区冬季气候寒冷，热源设备必须考虑在低温下能够制热供暖。在低于室外设计温度的情况下，供暖设备虽然可以不完全满足设计热负荷，但仍应能运行工作提供热量维持房间一定的温度，因此最低运行温度应低于供暖室外设计温度。根据《低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T25127.1的规定，其名义工况为：室外侧温度为-12℃、供水温度为41℃、单位名义制热量时的水流量为0.172m3/（h•kW），要求名义工况的COP不低于2.3、IPLV（H）不低于2.5。因此，供暖室外设计温度低于-12℃的地区应采用低环境温度空气源热泵机组，即能够在不低于-20℃的环境温度里制取热水的空气源热泵机组。

空气源热泵系统的一大优势就是一机多用，兼顾供热和供冷。寒冷地区与夏热冬冷地区，夏季空调节能也是不能忽视的问题，国家、行业及各地方节能设计标准也对设备制冷工况效率有强制性要求。空气源热泵机组如果过度追求过低室外环境温度制热工况的制热效率要求，必然要牺牲供冷工况的效率，同时，低环境温度机组的价格也相对较高。因此，一般不是低温的地区，特别是冬夏兼用时，不宜一味追求过低的设备最低运行温度。在严寒地区使用空气源热泵时，则应进行技术经济性分析，不宜按冬季极端最低温度要求设备的最低运行温度。

1. 3 空气源热泵机组室外机结霜，会大大降低热泵的供热性能，甚至导致机组无法运行，融霜时间过长，也会影响机组供热。因此，可靠的除霜技术与合理的除霜控制，对于空气源热泵机组的运行十分重要。
2. 4.3.3夏季供冷的空气源热泵商用机组，制冷性能系数应符合下列规定：
3. 1 冷热水机组名义工况的制冷性能系数COP，应不低于现行国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577中能效等级2级的规定值；
4. 2 多联机组制冷综合性能系数IPLV(C)应符合国家及地方现行节能标准的规定。

4.3.3 条文说明：

1. 空气源热泵系统的最大优势是一机多用，兼顾供热和供冷。夏热冬冷地区及寒冷地区，夏季空调节能也是不能忽视的问题，我国国家、行业及各地方节能标准对设备制冷工况效率也有强制性要求，且近年来，随着节能标准的提高，对冷机制冷性能系数的限值标准也在不断地提高。因此，选用的商用空气源热泵机组制冷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》GB19577中能效等级2级（节能评价值）的规定值。为了使用方便，现将现行《冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577-2015的相应规定列举如下：
2. 能效等级指标（一）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 类型 | 1. 名义制冷量 2. （CC） 3. kW | 1. 能效等级 | | | |
| 1. 1 | 1. 2 | 1. 3 | |
| 1. （IPLV） 2. W/W | 1. （IPLV） 2. W/W | 1. （COP） 2. W/W | 1. （IPLV） 2. W/W |
| 1. 风冷式 2. 或蒸发冷却式 | 1. CC≤50 | 1. 3.80 | 1. 3.60 | 1. 2.50 | 1. 2.80 |
| 1. CC>50 | 1. 4.00 | 1. 3.70 | 1. 2.70 | 1. 2.90 |

1. 能效等级指标（二）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 类型 | 1. 名义制冷量 2. （CC） 3. kW | 1. 能效等级 | | | |
| 1. 1 | 1. 2 | 1. 3 | |
| 1. （COP） 2. W/W | 1. （COP） 2. W/W | 1. （COP） 2. W/W | 1. （IPLV） 2. W/W |
| 1. 风冷式 2. 或蒸发冷却式 | 1. CC≤50 | 1. 3.20 | 1. 3.00 | 1. 2.50 | 1. 2.80 |
| 1. CC>50 | 1. 3.40 | 1. 3.20 | 1. 2.70 | 1. 2.90 |

1. 注：1）名义工况的制冷性能系数，指室外干球温度为35℃，供水温度为7℃，单位名义制冷量时的水流量为0.172m3/（h•kW）（相当于5℃供回水温差）时的机组供冷量(W)与室外主机输入功率(W)之比。
2. 2）多联机组制冷综合性能系数的确定条件见《多联式空调（热泵）机组综合性能系数限定值及能源效率等级》GB 21454。

4.3.4空气源热泵商用机组作为全年生活热水热源时，宜采用带有冷凝热回收功能的机组。

4.3.4 条文说明：项目如全年有稳定的生活热水需求，空调季中空气源热泵冷凝器排出的大量冷凝热可以回收利用，作为生活热水热源，降低能源消耗。

4.3.5 当需要在较低环境温度下提供较高供热水温时，宜采用复叠式空气源热泵机组或双级热泵耦合供暖系统。

4.3.5 条文说明：

由于空气源热泵在较低环境温度下供水温度受到限制，低温环境供高温水会大大降低机组能效，因此，为了提高系统能效，空气源热泵机组供暖末端宜采用低温热水辐射供暖地面。

但有时因项目功能需求，尤其是一些改造项目，供暖末端为水温要求较高的对流散热器等，或在较低室外环境温度下仍需保持较高供水温度时，常规空气源热泵可能会因压缩比过大导致能效大大降低，甚至影响供暖安全。复叠式空气源热泵机组和双级热泵耦合供暖系统，能够在室外较低环境温度下产生较高温度热水，可以与温度要求较高的供暖末端相匹配。复叠式空气源热泵机组示意如下图所示，双级热泵耦合供暖系统示例见附录B。

|  |
| --- |
|  |

图1 复叠式空气源热泵冷热水机组示意

1压缩机 2四通阀 3空气-制冷剂换热器 4风机 5 膨胀阀

6制冷剂-制冷剂换热器 7制冷剂-水换热器 8冷热水循环泵 9膨胀罐

1. 4.3.6空气源热泵商用机组台数选择，应考虑部分负荷运行效率及技术经济合理性。
2. 4.3.7 室外温度低且室内供暖稳定性要求较高的空气源热泵商用机组供热系统，应设置辅助热源。辅助热源选择应符合下列规定：
3. 1 空气源热泵供暖系统可选用燃气或电作为辅助热源；
4. 2 辅助热源的设置应考虑与空气源热泵机组联合运行的可靠性、经济性与环保性。
5. 4.3.7 条文说明：
6. 空气源热泵供暖能效随室外温度下降而降低，当室外温度过低时，机组可能不能满足室内供暖需求。而空气源热泵机组如果过度追求过低室外环境温度制热工况的制热效率要求，一方面将牺牲供冷工况的效率，另一方面机组的价格也相对较高。因此不能按冬季极端最低温度规定设备的最低运行温度。对于室内供暖稳定性要求较高的系统，可以通过设置辅助热源满足室外温度过低时的供暖需求。
7. 空气源热泵辅助热源的选择，应根据项目所在地气象条件、能源供应条件以及空气源热泵供热特点、供热系统末端形式等，经技术经济分析合理选取。电力作为高品位能源，按照能源高效利用的原则，采用电力直接供暖需符合《公共建筑节能设计标准》GB50189以及国家及地方节能设计标准的规定，但作为空气源热泵商用机组供暖系统辅助热源时，仅在室外极端低温时开启以满足供暖需求，并非主要热源。

4.3.8 供暖季有冻结风险的地区，空气源热泵热水供暖系统应考虑防冻措施。

1. 4.3.9 空气源热泵商用机组室外机的设置，应符合下列规定：
2. 1 多台室外机排布阵列应合理，避免形成冷岛效应，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；
3. 2 避免受污浊气流影响；
4. 3 噪声和排热满足周围环境要求；

4 便于对室外主机的换热器进行清扫；

5 化霜水应有组织排放；

6 室外主机上部应有遮水、遮雪设施；

7 室外机安装于楼屋面时，应进行减震设计。

1. 4.3.9 条文说明：

1 空气源热泵商用机组不同于户式分散空气源热泵机组，往往为集中系统，多台室外机集中设置，不仅需要考虑建筑物等障碍物对室外机的遮挡影响，还要考虑各机组的相互影响。各机组间距过小，排布不合理，会对室外机外围空气流场和温度场产生不利影响，造成局部温度过低形成冷岛效应，进而影响机组蒸发器的换热性能。可采用适当增大机组横向间距、优化排列方式以及加装导流叶片，以及控制机组进排风速度等方式加以改善。有条件时，宜利用CFD软件模拟室外机周围流场与温度场，辅助设计。

2 室外机还应避免受到其它含腐蚀性物质、油烟等污浊气流影响。

3 空气源热泵室外机运行会吸热（排热）以及产生噪音，对周围环境产生干扰，因此，室外机与建筑应保持一定距离，保证热量的有效扩散和噪声的自然衰减。最周围建筑的噪声影响，应符合国家现行标准《声环境质量标准》GB3096的规定。

4 保持室外机换热器的清洁，才能保证室外机的换热效率。

5 室外机安装位置附近应有排水设施，确保化霜水有组织排放。

## 4.4 输配系统

1. 4.4.1 应根据水系统的阻力计算结果选择相应的循环水泵，并应符合下列规定：
2. 1 空气源热泵商用机组供热（供冷）水系统的循环泵应满足系统冬季供热设计工况和夏季制冷工况所需流量和扬程的较大值；
3. 2 当水系统添加防冻液时，应根据防冻液浓度和性质对系统循环流量和阻力进行修正；
4. 4.4.1 条文说明：商用机组不同于户式机组，循环水泵一般不是机组配套供应设备，需根据系统设计选配水泵。应通过产品的技术资料了解水系统中各设备的阻力，例如机组制冷剂-水换热器的水侧阻力、机外系统输送管道阻力和末端阻力。
5. 需要注意的是，以空气源热泵为热源的地面供暖系统设计供回水温差约为5℃，如果系统采用相同的管径、长度和输送相同供热量时，相对于10℃温差的常规地暖管道，流量和阻力较大。

空气源热泵一般冬夏季设计供回水温差均为5℃，再加上循环水泵的转速可调，可以适应冬夏等不同工况。

系统添加防冻液时，改变了循环介质的物性参数，应对系统循环流量和阻力进行修正，需注意制冷剂-水换热器的水侧阻力也相应增大。

1. 4.4.2 空气源热泵商用机组供热（空调）系统的水系统应按照现行国标《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736设计。选配水系统的循环水泵时，应计算供暖系统水泵的耗电输热比EHR或空调冷热水系统耗电输冷（热）比EC(H)R，标注在施工图的设计说明中。
2. 4.4.2 条文说明：耗电输热比EHR和耗电输冷（热）比EC(H)R分别反应了供暖系统和空调水系统中循环水泵的耗电功率与建筑冷热负荷的关系，对此值进行限制是为了保证水泵的选择在合理的范围，以降低水泵能耗。

4.4.3 空气源热泵与用户端流量、温差要求不一致时，可采用中间设置缓冲水箱或水力分压器，热源侧与用户侧分别设置循环泵的二级泵系统。

4.4.3 条文说明：采用中间设置缓冲水箱或水力分压器的二级泵系统可以使热源侧和用户侧分别按各自的要求调节水温和流量，既满足空气源热泵供回水温差的限制，又满足用户侧的需要。系统示例可见附录B。水力分压器图示见图2。

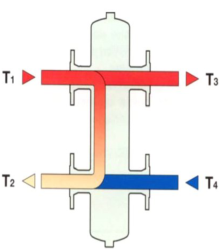


图2 水力分压器

水力分压器内部存在一个压差缩减区域，可通过“分压”与“去耦”，使得热源侧的循环与用户侧循环相对独立，按照不同的流量运行。

4.4.4 热水管网应采用经济合理的敷设方式。严寒和寒冷地区，管道数量较少、管网分支较少时宜采用直埋管敷设。直埋管道的埋设深度宜在冰冻线以下。

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

4.4.5 供暖管道应采取有效保温措施，保温材料的选择及保温层厚度应符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189中的规定。

4.4.6 集中供暖系统设计应进行室外供热管网的水力平衡计算。

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

## 4.5 末端装置

1. 4.5.1 空气源热泵商用机组供暖系统的主要末端设施宜采用热水地面辐射供暖，也可采用散热器、风机盘管等其它末端装置。
2. 4.5.1 条文说明：空气源热泵商用机组供暖系统往往用于集中供暖（空调）系统，其末端形式需要根据需求确定，存在多种选择。但考虑在较低环境温度下空气源热泵机组的供水温度受限制，及提高热泵机组能效比COP的需要，空气源热泵商用机组供暖系统末端宜采用低温热水辐射供暖。辐射供暖地面相对于对流散热器，对水温的要求低、舒适性好，因此宜配套采用。

目前，也有能够在室外低环境温度下产生60℃～80℃较高温度热水的产品，可以与对流散热器配套供暖。但无论何种产品，用于只需要更低温度热水的地面辐射供暖，其效率均相对更高。

4.5.2 空气源热泵商用机组供暖（空调）系统末端规格，应根据房间冷热负荷计算结果确定。

I 地面辐射供暖

1. 4.5.3 地面辐射供暖系统的热水系统设计、设备材料选择和室温控制要求，应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142的相关规定。
2. 4.5.4 供暖地面加热管件应满足系统工作压力要求，并依此确定地面供暖设施类型或计算加热管壁厚。可选用以下地面供暖形式：
3. 1 混凝土填充式；
4. 2 预制沟槽保温板式；
5. 3 水泥砂浆预制填充板式；
6. 4 预制轻薄供暖板等。
7. 4.5.4 条文说明：

《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142给出了地面供暖的分类和各类型供暖地面的构造，包括混凝土填充式、预制沟槽保温板式和预制轻薄供暖板。本《规程》增加了水泥砂浆预制填充板供暖地面的构造图，见附录C。

当选用混凝土填充式和预制沟槽保温板式供暖地面时，应根据系统工作压力计算确定加热管类型及塑料管材的壁厚，详见《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012附录C。

水泥砂浆预制填充板式和预制轻薄供暖板的加热管采用统一的塑料管材，其承压能力为固定数值，水泥砂浆预制填充板式的承压能力为0.4MPa，预制轻薄供暖板有的产品仅为0.25 MPa。工程应用时，应校核系统最高工作压力是否不大于地暖的承压能力。

1. 4.5.5 地面辐射供暖供水温度不宜超过45℃，供回水温差不宜小于3℃；并应根据以下因素确定：
2. 1 不应超过空气源热泵商用机组在当地室外供暖设计温度时能够达到的最高水温；
3. 2 宜采用在室内设计温度和加热管最小敷设间距或加热部件最大铺设面积条件下，满足房间所需向上的散热量所需的水温；
4. 3 同一系统各房间的设计水温应一致。
5. 4.5.5 条文说明：对于一般地面供暖而言，虽然供水温度最高值允许达到60℃，民用建筑宜采用35℃~45℃。但一般空气源热泵机组在室外较低环境温度的供暖设计工况下运行时，冷凝温度和供水温度有一定的限制，供水温度设计值不应超过空气源热泵机组在当地室外供暖设计温度时能够达到的最高水温。而且供水温度越低，空气源热泵机组运行效率越高，因此设计水温不能过高。因此，推荐最高水温为45℃。各地的室外供暖设计温度详《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736。

常规地面供暖系统的供回水温差为10℃，但目前热泵产品的名义工况水量和水泵配置使供回水温差约为5℃。限制供热设计工况时水温差下限不宜小于3℃，是为了避免选择过大设备，否则设备所配置的水泵流量过大会产生小温差大流量的不节能现象。

同一系统各房间的设计水温应一致，即应按要求水温最高的房间确定整个系统的供水温度。

对于房间满铺加热管时，敷设间距越小，满足相同向上散热量所需水温越低。但加热管最小间距有一定的限制，不能突破施工的要求。同理，对于加热管间距固定的地暖产品，能够铺设的面积越大，房间整个地面温度越均匀，需要的水温越低。

1. 4.5.6 地面辐射供暖房间热媒总供热量，应包含辐射供暖地面向上供热量和向下的散热损失。地面供暖房间所需向上的散热量和热媒供热量应按下式计算：
2. （4.5.6-1）
3. （4.5.6-2）
4. 式中：Q1 ——地面供暖房间所需向上的散热量（W）；
5. Q ——按第4.2.2条计算出的房间热负荷（W）；
6. Qm——房间的热媒供热量（W）；
7. Q2——供暖地面向下的散热损失（W）；
8. Q,2——房间得热量，即来自上层房间供暖地面向下的散热损失（W）。
9. 4.5.6 条文说明：地面供暖房间所需向上的散热量Q1，用于计算单位地面面积向上的散热量q1，以查表确定供暖地面加热管间距，或根据查表得出的已知加热部件的q1确定铺设面积。不能直接采用房间热负荷Q计算单位面积所需散热量q1，必须扣除来自上层房间地面向下的散热损失Q’2。
10. 当多层或高层住宅上下相邻房间基本相同时，除顶层房间之外，可近似认为来自上层房间地面向下的散热损失Q,2（得热量）与本层向下的散热损失Q2相等，热媒供热量即为房间热负荷，Qm=Q。

其他情况下，热媒供热量Qm，应按向上的散热量Q1和向下的散热损失Q2之和进行计算。例如，只有一层房间设供暖地面时，或多层、高层住宅的顶层，均应按Qm= Q1 +Q2计算；当房间上下层均为供暖地面但地面构造、热负荷等相差较大时，应分别计算从上层供暖地面的得热量Q,2和本层向下的热损失Q2，即Qm= Q1 + Q2=（Q1- Q,2）+ Q2。

1. 4.5.7 应按公式（4.5.7）对供暖房间的地表面平均温度进行校核。房间地表面平均温度tpj宜在表4.5.7规定的适宜范围内，且不应高于最高限值。当tpj计算值过高时，可采取下列措施：
2. 1 改善建筑外围护结构热工性能；
3. 2 在满足舒适度的条件下，适当降低室内计算温度；
4. 3 利用其他供暖末端设备辅助供暖。
5.  (4.5.7)
6. 式中: tpj——地表面平均温度；
7. tn ——室内计算温度(℃)；
8. q——单位地面面积向上的供热量（W/m2）。

表4.5.7 地表面平均温度tpj

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 区域特征 | 适宜范围 | 最高限值 |
| 人员长期停留 | 25℃～27℃ | 29℃ |
| 人员短期停留 | 28℃～30℃ | 32℃ |

1. 4.5.7 条文说明：地表面温度指整个房间的大致平均温度，包括房间内未铺设加热部件的边角区域，因此公式中计算单位面积散热量时采用了房间地面面积。但卫生间、厨房等无法铺设加热部件的固定设备所占面积比例较大，而且基本无法散热，因此应扣除这些面积。

当地表面平均温度计算值过高时，要么设法减少房间热负荷计算值，要么按温度允许范围铺设部件，与所需散热量的差值由其他辅助供暖设备承担。

1. 4.5.8 房间内铺设的各类型供暖地面加热部件的铺设数量应计算确定。
2. 1 房间单位地面面积所需散热量q1按下式计算确定：
3. （4.5.8-1）
4. 式中 q1 ——房间单位地面面积所需散热量（W/m2）；
5. Fr ——房间内铺设加热管区域的地面面积（m2）；
6. β——考虑家具等遮挡的安全系数，根据户型大小、房间用途、不同家具对地面的遮挡和加热部件的铺设位置等实际情况取值；
7. Q1 ——房间所需向上的散热量（W），按本规程4.5.6条确定。
8. 2 房间所需铺设加热部件的面积Fr按下式计算确定。
9. （4.5.8-2）
10. 式中 Fr——房间所需加热部件的铺设面积（m2）；
11. q1 ——根据附录C.3查得的加热部件单位面积散热量（W/m2）；
12. β——同公式（4.5.7-1）；
13. Q1 ——同公式（4.5.7-1）；
14. 3 混凝土填充式和预制沟槽保温板供暖地面的加热管敷设间距、单位面积向上的散热量q1和向下散热损失q2，可根据室内温度和供水温度分别按附录C.1和附录C.2确定。水泥砂浆预制填充板加热部件及预制轻薄供暖板单位面积向上的散热量q1和向下散热损失q2，根据生产企业提供数据确定。
15. 4.5.8 条文说明：强调房间内铺设的加热部件数量应“计算确定”的目的，是为了倡导按房间热负荷需要铺设加热部件，如果不经过计算或为施工方便各房间采用同一间距，或均满铺固定管间距的加热部件，会带来以下问题：

1）围护结构较多的顶层边角房间有可能散热量不足；

2）加热部件铺设过多时，提高工程造价；

3）当采用分户总体控制室温时，各房间冷热不均；

4）即使采用分室（分环路）控制，铺设的加热部件与房间耗热量大致相符也是基本要求，自控仅是实际运行与设计工况不符时的补充手段，当严重过量设置供暖末端时调节品质很差，尤其是对热惰性较大控制滞后的地面供暖工程更是如此。

附录C.1和C.2的混凝土填充式和预制沟槽保温板供暖地面散热量计算表是重新进行计算的结果，与现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142附表不同之处为：

1）根据空气源热泵供暖系统低温供水的特点，增加了低水温的数值。

2）根据空气源热泵的供水特点（低温、小温差），供回水计算温差由10℃改为5℃。

3）当管道间距过小时，直径较大的加热管因曲率半径较大会使铺设面积不足，因此计算表的计算范围按加热管的直径，分别采用了不同的最小间距。

4）按照寒冷地区75%节能率节能设计标准围护结构传热系数限值重新计算，房间外围护结构内表面温度发生变化，对散热量计算结果有一定影响。目前现行行业标准《严寒及寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26也是节能率75%的标准，可参考附录数据。于围护结构保温低于此标准要求的改造工程，表中数值偏安全。

预制轻薄供暖板产品样本提供的数据一般为标准水温、水量和室温时的实验室测试数据，采用时应由生产企业根据实际工程的设计参数提供修正后的数据，以此确定供暖板铺设面积。

计算加热部件铺设数量时，应考虑家具遮挡系数β，其值可根据实际情况和工程经验按以下因素考虑：

1. 1）家具的密集程度：一般大户型取较小值；
2. 2）家具类型：例如无腿的书柜、衣柜等遮挡较严重，有腿的餐厅桌椅基本不遮挡等；
3. 3）加热部件的铺设位置：房间满铺时家具遮挡无法避免；仅局部铺设时可尽量躲开家具的遮挡，例如卫生间仅在浴盆等固定卫生设备之外的空地铺设时遮挡系数β=1。

II 散热器

1. 4.5.9 空气源热泵商用机组供暖系统末端为散热器时，应选择低温型散热器。
2. 4.5.9 条文说明：空气源热泵受其设备特性限制，供水温度较常规热源更低一些，应选择适合较低水温工况运行的散热器。
3. 4.5.10 散热器系统的设计应符合现行国标《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定。
4. 4.5.11 住宅集中供暖系统除采用通断时间面积法分户计量的情况外，每组散热器均应设置恒温控制阀；公共建筑以散热器供暖为主的房间，每组散热器均应设置恒温控制阀。

4.5.11 条文说明：按照《中华人民共和国节约能源法》：新建建筑或者对既有建筑进行节能改造，应当按照规定安装用热计量装置、室内温度调控装置和供热系统调控装置。对于散热器，主要是自力式温控阀。采用通断时间面积法时，电动通断阀即为室温调控阀。

1. 4.5.12 散热器数量，应根据过余温度、连接方式、安装形式等进行修正。散热器数量修正参数由生产企业提供，无资料时可参考附录E。

4.5.12 条文说明：根据国标《供暖散热器散热量测定方法》GB/T13754，散热器标准测试工况是辐射散热器进出口水温75℃/50℃，对流散热器进出口水温68.75℃/56.25℃，标准测试工况下的过余温度为44.5℃，空气源热泵供水温度与供回水温差与散热器系统标准工况有所不同，需要对散热器片数或长度进行修正。

另外，由于散热器种类繁多，其散热量修正参数或在不同工况下的散热量数据应该由生产企业提供。当没有资料时，可参考附录E中的方法估算。附录E给出了散热器过余温度、片数、连接方式、安装形式以及流量修正方法。

III 风机盘管

1. 4.5.13 空调区较多，建筑层高较低且各区温度要求独立控制时，宜采用风机盘管加新风空调系统；对温湿度波动范围及卫生要求严格的场所不宜采用风机盘管。
2. 4.5.13 条文说明：风机盘管系统具有各区温度独立调节、使用灵活等特点，与全空气空调系统相比，可节省建筑空间。但普通风机盘管系统，存在不能严格控制室内温湿度的波动范围，同时，湿工况运行的风机盘管可能因冷凝水而滋生微生物或细菌，在对温湿度波动范围或卫生要求要求严格的场所不宜采用。
3. 4.5.14 风机盘管应满足国标《风机盘管机组》GB/T19232的基本规定，风机盘管系统的设计应符合现行国标《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的规定。
4. 4.5.15 风机盘管机组应按设计工况计算选型。设计工况下的供热量（供冷量）等可由生产企业提供。无资料时，风机盘管机组供热量qr可按公式（4.5.15-1）式计算。
5. （4.5.15-1）
6. （4.5.15-2）

式中 K——风机盘管换热系数（W/（m2˙℃）），当设计工况与标准工况水流量、风量相同时，可认为换热系数K不变；

F——风机盘管换热面积（m2）；

Δtr——盘管传热对数温差（℃），可通过公式（4.5.15-2）计算得到；

tr2——风机盘管回水温度（℃）；

tn——冬季室内设计温度（℃）；

tr1——风机盘管供水温度（℃）；

ts,r——风机盘管送风温度（℃）。

4.5.15 条文说明：根据国标《风机盘管机组》GB/T 19232，风机盘管通用机组额定供热量、供冷量标准测试工况见下表。

表4.5.15 通用机组额定供冷量、供热量的试验工况参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 供冷工况 | 供热工况 | | | |
| 两管制 | | 四管制 | |
| 进口空气状态 | | 干球温度/℃ | 27 | 21 | | 21 | |
| 湿球温度/℃ | 19.5 | ≤15 | | ≤15 | |
| 供水状态 | | 供水温度/℃ | 7 | 60 | 45 | 60 | 45 |
| 供回水温差/℃ | 5 | - | - | 10 | 5 |
| 供水量/(kg/h) | 按水温差得出 | 与供冷工况相同 | | 按水温差得出 | |
| 风机转速 | | | 高档 | | | | |
| 出口静压/Pa | 低静压机组 | 带风口和过滤器等 | 0 | | | | |
| 不带风口和过滤器等 | 12 | | | | |
| 高静压机组 | | 额定静压 | | | | |

表4.5.16 干式机组额定供冷量、供热量的试验工况参数

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | | | 供冷工况 | 供暖工况 |
| 进口空气状态 | 干球温度/℃ | | 26 | 21 |
| 湿球温度/℃ | | 18.7 | ≤15 |
| 供水状态 | 供水温度/℃ | | 16 | 60/45 |
| 供回水温差/℃ | | 5 | - |
| 供水量/(kg/h) | | 按水温差得出 | 与供冷工况相同 |
| 风机转速 |  |  |  | 高档 |
| 出口静压/Pa | 低静压机组 | 带风口和过滤器等 |  |  |
| 不带风口和过滤器等 |  |  |
| 高静压机组 |  |  |  |

风机盘管标准供热工况对应的供热量qr、风量、水流量、供水温度tR1、房间温度tnr可以从风机盘管样本中查阅，可据此推算KF值，而后根据设计工况水温和送风温度计算设计工况供热量。供冷时如是干工况运行，也可参照此计算方法。

## 4.6 其它设备、材料

1. 4.6.1 系统水容量较小时，或对供热稳定性要求较高时，宜设置缓冲水箱。
2. 4.6.1 条文说明：配置缓冲水箱可以增大小型系统的水容量，增加系统稳定性，减少压缩机频繁启动，并可以降低除霜对供暖的影响。采用中间设缓冲水箱的二级泵系统，还可以使热源侧与用户侧相对独立运行，一定程度解决热源侧和用户侧温差、流量不同的问题。为消除化霜影响维持系统稳定时，缓冲水箱有效容积V可按下式计算。

式中 M1——系统稳定所需水量（kg）；

M2——系统水容量（kg）；

Q——空气源热泵机组供热量（kW）；

T——化霜时间（min），一般3~8min；

Cp——水的定压比热容，4.187kJ/（kg.℃）；

Δt——供水温度允许下降的最大值，可取3℃。

双级热泵耦合系统缓冲水箱选型比较复杂，还需考虑要考虑空气源热泵机组在不同工况下的供热量与水源热泵机组不同工况下的吸热量之间的平衡。

1. 4.6.2 以空气源热泵商用机组为热源的生活热水系统的加热和贮热应符合下列规定：
2. 1 应设置加热水箱或贮热水箱，贮水容积按照现行国标《建筑给水排水设计标准》GB50015的规定确定；
3. 2 宜采用间接加热；

3 系统宜设灭菌消毒设施。

1. 4.6.2 条文说明：本条是对生活热水系统加热和贮热设备的要求。

1 生活热水的瞬时秒流量所需加热量很大，如果采用即热系统，按冬季供暖量选用的空气源热泵的供热量可能不满足设计秒流量所需耗热量，加大空气源热泵规格会增加一次投资和降低供暖空调时的运行效率。采用加热水箱或贮热水箱，冬季可以在室外气温较高时加热并贮存生活热水，在气温较低的晚间使用，提高运行效率和使用时的保证率。因此无论是作为生活热水热源还是太阳能生活热水系统的辅助热源，都要求具有一定的贮热量，一般常采用容积式加热水箱，系统较简单，根据系统设计可以是开式水箱也可以是闭式承压水箱。

2 对生活热水推荐采用间接加热的原因：

1）与空调供暖系统采用同一制冷剂-水换热装置时，从卫生还是保护空调采暖设备角度，生活热水和空调供暖水都不能掺混。

2）即使生活热水采用独立的制冷剂-水换热装置，如果设于室外添加防冻液，也不能直接用于生活热水。

3）即使独立的制冷剂-水换热装置设于室内，考虑北京地区水的高硬度，为保护换热器，也宜采用补水量极小的间接加热闭式循环系统。

3 根据国标《建筑给水排水设计标准》GB50015，系统设置了灭菌消毒设施，水加热设备出水温度可相应降低，而空气源热泵机组一般供水温度不会太高，降低出水温度有利于提高机组运行能效。

1. 4.6.3 冷热水管道系统应按下列原则设置阀门：
2. 1 设备进出口设置检修阀；
3. 2 2台及以上水泵并联时，水泵出口设置止回阀；
4. 3 膨胀罐接管不得设置阀门。
5. 4.6.3 条文说明：本条是对冷热水系统阀门设置的统一要求：
6. 1 应该设置水路检修阀的设备包括制冷剂-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，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（例如水泵设在制冷剂-水换热装置内），也可以共用检修阀。
7. 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。
8. 3 膨胀罐接管不得设置阀门是为了避免误操作。

4.6.4 制冷剂管道、空气源热泵循环水系统管网（不包括地面下敷设的供暖输配管和加热管）、加热水箱等热设备，以及室内空调末端的冷凝水管道应采取绝热措施，并应符合下列规定：

1 采用非闭孔材料保温时，外表面应设保护层；

2 管道和支架之间，管道穿外墙、穿楼板处应采取防止“热桥”或“冷桥”的措施；

3 循环冷热水系统管道和加热水箱等热设备的最小绝热层厚度，以及空调末端的冷凝水管道绝热层厚度可按国标《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736确定；

4 制冷剂管道的绝热应按生产企业的施工技术要求进行。

4.6.4 条文说明：本条规定了空气源热泵商用机组供热系统需要采取绝热措施的部位，以及绝热层厚度如何确定。

4.6.5 系统管材应按下列原则选用：

1. 连接设备的制冷剂管道宜采用铜管；
2. 室内空调末端的冷凝水管宜采用PVC-U塑料管或热镀锌钢管；
3. 空气源热泵供冷供热水系统管道可采用镀锌钢管、塑料热水管、塑料和金属复合热水管等，添加防冻液的管道不应选用内壁镀锌的管材；
4. 地面辐射供暖加热管、输配管等埋地的热水管道可采用交联聚乙烯铝塑复合管（XPAP）、聚丁烯管（PB）、交联聚乙烯管（PE-X）、耐热聚乙烯管（PE-RT）、铜管；
5. 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。

4.6.7 系统补水、定压设备等的设计应按国标《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736进行。

## 4.7 监测与控制

1. 4.7.1 供暖、空调系统的所有设备、配套装置及附件，以及其自动监控系统，宜由同一供应商配套供应，并配合设计单位进行深化设计。

4.7.1 条文说明：空气源热泵机组、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。

1. 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，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。设计单位需要供应商配合深化设计的内容，主要是空气源热泵机组本身及整体系统的自动控制，不包括风机盘管选型、水系统管网及其配件设置、地面供暖系统等常规设计。

4.7.2 空气源热泵商用机组应进行自动监测与控制，并应设计下列节能自动监控内容：

1 机组的供回水温度、压差、流量和室外温度的监测；

2 根据热网的需求，实现供热量的自动调节；

3 监测和计量热源补水量，机组用电、辅助热源用电、水泵用电和照明用电分别计量。

4.7.2 条文说明：热源应进行自动监测与控制。条文中提出的具体监控内容分别为：

1 实时检测：通过自动检测系统，全面、及时地了解热源的运行状况，例如供回水温度、压力、流量等参数，监测室外温度是为了对供热量整体调节提供依据。

2 按需供热：在运行过程中，随室外气候条件和用户需求的变化进行气候补偿，自动控制供水温度和供热量很有必要，手动调节难于保证精度。

3 在热源进行耗电量分项计量有助于分析能耗构成、寻找节能途径，选择和采取节能措施。

4.7.3 空调、供暖时的室温应能够自动控制。

4.7.3 条文说明：节能标准规定供暖和空调区域的室温应自动控制，对于空气源热泵供热（空调）系统，室温控制的主要环节如下：

1 地面供暖可采用分环路设置室温控制的电热阀，也可分水器总管上设置自动控制阀进行总体控制；

2 风机盘管宜采用室温传感器控制水路阀门的开闭；

3 散热器主要是自力式温控阀进行调控。

1. 4.7.4 空气源热泵商用机组的台数控制宜采用热（冷）量优化控制；机组台数超过3台时，宜采用机组群控方式。
2. 4.7.4 条文说明：热泵机组应能灵活组合，根据建筑负荷进行热（冷）量匹配，尽量保证机组满负荷运行；台数超过3台时应能群控，机组间能自动切换且间歇运行，控制系统应与机组自身控制系统建立通讯连接。
3. 4.7.5 空气源热泵商用机组应采用高效自动除霜控制，应按需除霜。

4.7.5 条文说明：先进科学的除霜控制技术是热泵机组冬季运行的可靠保证，机组在冬季制热运行时，室外空气侧盘管温度低于露点温度，换热翅片上就会结霜，会大幅度降低机组运行效率，严重时影响机组正常运行，因此必须采用自动除霜控制。除霜控制方法很多，最佳的除霜应判断正确，在有除霜需求的条件下准确除霜。

# 5 电气系统设计

## 5.1 一般规定

5.1.1 空气源热泵商用机组供热系统的电气配电与控制系统设计应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054、《通用用电设备低压配电设计规范》GB 50055、《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《民用建筑电气设计规范》JGJ 16和《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ 334的有关规定。

5.1.2空气源热泵商用机组供热系统的配电系统应采用单独回路供电，并应设置计量装置。

5.1.2 条文说明：空气源热泵商用机组供热系统设计系统的电负荷比较大，在设计时应考虑独立回路供电。为了对空气源热泵商用机组供热系统进行性能评价，公共建筑应设置电能计量系统，住宅建筑宜参考执行。

5.1.3空气源热泵商用机组供热系统的主要设备应配置自控系统，并应宜设置就地控制装置。

5.1.3 条文说明：随着控制技术的不断发展，自动控制的应用已经成为趋势，应设置自控系统，可以对空气源热泵商用机组供热系统进行优化控制，提高系统的运行效率，延长设备使用寿命。

5.1.4 空气源热泵供商用机组供热控制装置和电气系统的安全防护设计应符合国家现行标准的有关规定。

5.1.4 条文说明：空气源热泵商用机组供热系统电气系统的安全防护设计应包括防雷设计、防电击设计、防干扰设计。防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057的有关规定。防电击设计应符合现行国家标准《建筑物电气装置电击防护》GB/T 14821以及《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的有关规定。防干扰设计应符合现行国家标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的有关规定。

## 5.2 配电系统

5.2.1 空气源热泵商用机组配电系统设计应符合下列规定：

1 系统供电电源电缆宜采用埋地或架空进线；

2 机组和辅助热源宜分别采用单独回路供电；

3 配电导体应采用铜芯电缆或电线，其导体载流量不应小于设计负荷的最大计算电流和按保护条件所确定的电流；

4 配电箱设在室外时应选择防护等级IP54以上的室外型箱体。

5.2.1 条文说明：

1 空气源热泵商用机组供热系统采用单独回路供电时，应符合现行标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16的规定。机组和辅助热源宜单独回路供电，如果不能分别适用单独回路，应考虑两者共同运行时的容量需求。

2 空气源热泵商用机组供热系统配电导体选用应符合规范《民用建筑电气设计规范》JGJ16的规定。

3 考虑到安全性以及可维护性，空气源热泵商用机组供热系统的配电箱宜设置在室内，当室内安装条件不满足而安装室外时，考虑到防雷、防雨、防尘等因素，应选用室外型箱体，应符合现行标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的规定。

5.2.2 线路敷设及箱盘配线应符合下列规定：

1 布线用导管宜采用金属导管，通讯及信号传输线路应与交流电源线路分开敷设；

2 当电线管与热水管同侧敷设时，宜敷设在热水管的下面。相互间的净距离宜符合下列规定：当电线管路平行敷设在热水管下面时，净距不宜小于200mm；当电线管路平行敷设在热水管上面时，净距不宜小于300mm；交叉敷设时，净距不宜小于100mm；

3 箱盘配线及连接导线应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的有关规定；

4 配线箱内端子排应安装牢固，端子应有序号，强电、弱电端子应隔离布置，端子规格应与导线截面积大小适配。

5.2.2 条文说明：

1空气源热泵商用机组供热系统配电线路多为明敷设，为了有效的保护线缆，布线用导管宜采用金属导管。为了防止交流电源对传输信号的干扰，通讯及信号传输线路应与交流电源线路分开敷设。

2 当电线管与热水管以及其他管道同侧敷设时，应符合现行标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的有关规定。

3 箱盘配线及连接导线应符合现行标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的相关规定。

4 配电箱内端子排安装应符合现行标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的相关规定。

5.2.3 空气源热泵商用机组供热系统的电气系统安全保护应符合下列规定：

1 空气源热泵供暖系统配电线路应根据设计要求装设短路保护、过负荷保护、接地故障保护、过电压及欠电压保护等，用于切断供电电源或发出报警信号；

2 空气源热泵机组、水泵、风机应装设相间短路保护和接地故障保护，并应根据具体情况装设过负荷、断相或低电压保护等安全保护措施；

3 辅助热源应有安全保护措施。

## 5.3 控制系统

5.3.1 空气源热泵商用机组供热系统的自控系统设计应包括下列内容：

1 监测和控制点表；

2 控制器、传感器、执行器以及线缆的选型、位置以及安装要求；

3 电控调节阀的选型及流通能力计算；

4 控制点参数设计值和工况转换边界条件；

5 控制逻辑及策略；

6 对于冬季有冻结可能的地区，系统的防冻报警和自动保护；

7 通讯接口应采用标准通讯协议。

5.3.1 条文说明：

1 设计自控系统时，应根据监控功能需求设置监控点，编制监测和控制点表。

2 空气源热泵商用机组供热系统的自控系统设计应选用先进、成熟和实用的技术和设备，符合技术发展的方向，并容易扩展、维护和升级。应根据系统的规模、功能要求及选用产品的特点确定自控系统网络结构。产品选型、位置以及安装要求应符合现行标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的有关规定。

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

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

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

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

7 控制接口需要根据被控设备自控系统要求设置，接口内容包括供电及接地方式、连接方式和传输介质、通信协议说明、通过接口传输的具体内容、涉及接口工作双方的责任界面和接口测试内容等。通讯接口应采用标准通讯协议，如Modbus通讯协议或BACnet通讯协议。空气源热泵的通讯接口应包含工作模式设定、启停控制、温度设定和故障状态等基本内容。由于接口是工程中出现问题较多的环节，需要特别关注，涉及接口的双方单位互相配合形成文件来明确接口的相关技术及测试内容，确保接口的实施质量。

5.3.2 空气源热泵商用机组供热系统监测应包括下列内容：

1 室外空气温度，室外空气相对湿度；

2 室内空气温度；

3 供暖系统供、回水温度；

4 循环流量或供热量；

5 电功率与耗电量；

6 空气源热泵机组、循环水泵、辅助热源等设备运行状态、故障状态和手自动状态参数。

5.3.2 条文说明：

1 在整个供暖季内，为保障系统安全、可靠、稳定地运行，自控系统对空气源热泵供暖系统进行长期监测，监测内容应为系统的监测和评价提供基础数据。

2 温度、湿度传感器的布设位置应符合《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ 334的规定。温度、湿度传感器应布置在能反映被测区域参数的部位，且附近不应有热源和湿源，并应符合下列规定：

1）风道和水道温度传感器应保证插入深度。

2）壁装式空气温度传感器应布置在空气流通，能反映被测空间空气状态的部位，不应布置在阳光直射处和靠近风口处。

3）与风机盘管等设备配套使用的壁装式空气温度传感器应布置在能反映其对应设备服务区域温度的部位。

4）对于大空间场所，宜根据工作区域均匀布置多个空气温度、湿度传感器。

5）室外温度、湿度传感器应布置在能真实反映室外空气状态的位置，不应布置在阳光直射的部位和靠近新风口、排风口的部位，并宜采用气象测量用室外安装箱。

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

4 数据采集装置应能测量、发送和存储实时监测数据，按照设定的周期进行数据采集、计算，并按照一定周期传输至数据中心，上传至数据中心的监测数据应连续无间断。在网络繁忙时可缓存数据并在网络恢复正常后根据需要上传失败的数据。记录周期不应大于10min，记录数据在数据库中的保存时间不应小于1年，并可导出到其他存储介质。

5.3.3 空气源热泵商用机组供热系统的节能控制宜符合下列规定：

1 系统可根据室外气象参数、供暖末端供热能力和室内需求负荷进行供水（或回水）温度设定值的再设定；

2 系统可根据季节、昼夜、房间占用状态进行室内温度设定值的再设定；

3 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；

4 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；

5 风机盘管可采用电动水阀和风速相结合的控制方式，能集中监控管理。

5.3.3 条文说明：

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

2 在季节不同、昼夜不同时间、房间占用状态不同时，室内温度设定值应能自动调整，以减少室内需求负荷，降低供暖能耗。

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

## 5.4 防雷、电磁兼容和接地

5.4.1 屋面上的空气源热泵商用机组应预留圆钢或镀锌扁钢与避雷网格连接，与设备金属基座连接的一段200mm长25×4镀锌扁钢与预留的圆钢焊接，镀锌扁钢打孔与设备基座用螺栓连接，为了以后维修拆卸方便镀锌扁钢另一端打孔与设备金属基座用螺栓连接。冷却塔等需要单独做避雷针的设备预留镀锌圆钢。

5.4.2 空气源热泵商用机组供热系统的防雷与接地设计除应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057和《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的规定外，还应符合下列规定：

1 屋面桥架的支架、接地扁钢均与避雷网格连接；

2 当供电线缆和信号线缆由室外引入室内时，应配置电源和信号室外电涌保护器。

5.4.2 条文说明：

1 空气源热泵商用机组供热系统电气装置的接地要求应符合现行标准《民用建筑电气设计规范》JGJ16的规定，下列电气装置的外露可导电部分均应接地：

1）电机；

2）配电设备、配电屏与控制屏的框架；

3）室内、外配电装置的金属架构；

4）电缆的金属外皮和电力电缆的金属保护导管、接线盒及终端盒。

2 采用架空电缆引入时，在入户处需加装避雷器，并将电缆金属外护层及自承钢索接到电气设备的接地网上。

5.4.3 空气源热泵商用机组供热系统电源干扰的防护应符合《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的有关规定。

5.4.3 条文说明：空气源热泵商用机组供热系统电源干扰的防护应符合现行标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16规定。

5.4.4 空气源热泵商用机组供热系统配电系统的电击防护应符合《建筑物电气装置电击防护》GB/T 14821.1、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303以及《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的有关规定。

5.4.4 条文说明：空气源热泵商用机组供热系统配电系统的电击防护应符合现行标准《建筑物电气装置电击防护》GB/T 14821.1、《民用建筑电气设计规范》JGJ 16-2008第7.7条规定，以及《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015第5.1.2条规定。

5.4.5 空气源热泵商用机组供热系统谐波源设备的电磁兼容及谐波限值要求除应符合现行国家标准《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的规定外，还应符合下列规定：

1 配电系统电源质量不应受到电磁谐波干扰；

2 信号传输线缆宜选用屏蔽型绞线；

3 配电系统电源不应干扰周围电器设备。

5.4.5 条文说明：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。可遵循的国家现行相关标准有《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，以下措施可有效减少电磁干扰：

1）尽量远离干扰源。

2）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，实际工程中经常采用屏蔽电缆。

# 6 施工、检验、调试、验收和运行维护

## 6.1 一般规定

6.1.1 空气源热泵商用机组供热（空调）系统的施工安装、检验、调试、验收应符合现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243、《通风与空调工程施工规范》GB50738、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242及《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411的规定。

6.1.2 空气源热泵商用机组的施工安装，应符合现行国标《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB50274的规定，空气源多联式空调（热泵）热水机组、多联机直接蒸发式室内机和制冷剂管道的施工安装、检验、调试、验收应符合现行行业标准《多联机空调系统工程技术规程》JGJ174的规定。

6.1.3 地面辐射供暖系统的施工安装、检验、调试、验收应执行现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142的相关规定。

6.1.4 电气系统的施工安装、检验、调试、验收除应执行本规程规定外，还应执行现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254、《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB50617、《1kV及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093和《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601的相关规定。

6.1.5 空气源热泵商用机组及系统的施工安装，应满足生产企业设备安装说明书等产品技术资料的各项要求。

6.1.1～6.1.5 条文说明：空气源热泵商用机组供热系统的热（冷）源设备和制冷剂管道、辐射供暖地面、散热器、风机盘管等末端设备、供热（冷）的水系统、电气系统等，涉及多专业多工种，相关标准中已经有较详细的施工验收规定，均应遵照执行，本规程不做过多赘述。空气源热泵商用机组及系统的类型多样，各产品有其自己的特点和要求，因此还应满足生产企业设备安装说明书等产品技术资料的各项要求。

6.1.6 空气源热泵商用机组供热系统应按设计单位提供的施工图进行施工。

6.1.6 条文说明：空气源热泵商用机组供热系统与户式分散系统不同，实际为一个集中供热（空调）系统，因此应具有正规的经审查批准的设计文件，并按图施工。设备生产企业或供应商了解整个系统的技术要求，应负责配合设计单位对系统进行总体深化设计，并负责相关设备施工安装。

6.1.7 主要设备材料在运输、保管和施工过程中，应采取有效措施防止损坏或腐蚀。

6.1.7 条文说明：主要设备、材料的运输和保管，应符合产品技术文件的要求，并应做好保护。搬运时，机组的倾角应保持在75°～105°范围内，不可过度倾斜。

6.1.8 系统的施工、检验、调试、验收和运行维护应做好记录，可采用本规范附录F的工程质量检验记录表。

## 6.2 施工和安装

6.2.1 系统施工安装前应具备下列条件：

1 施工图纸和有关技术文件齐全；

2 已制定相应的施工技术方案；

3 对施工人员进行了岗前培训和技术交底；

4 经检验，设备、管材及辅助材料齐全；

5 经检验，产品主要技术参数标志和外观清晰合格；

6 已配备相应合格的测试仪器和设备。

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

制冷剂管道系统连接时可能发生制冷剂泄漏并需要补充等情况，施工安装人员需要通过测试仪器准确诊断故障，以便于快速检修。因此应具备万用表、电流表、冷媒检测仪、压力表、真空泵等测试仪器和设备，且必须是符合相关国家标准的合格产品。

6.2.2 空气源热泵商用机组室外主机的安装位置和基本要求应符合本规程第4.3.9条的规定。室外设备安装应符合下列规定：

1 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；

2 设备应安装在经过设计、有足够强度的水平基础之上，且应固定在基础上；

3 屋顶上的设备基础应设置在结构楼板上，基础上皮高于屋面不应小于300mm；

4 热泵机组、配电箱(柜)、水泵等机电设备应具备室外安装防护条件；

5 机组四周应预留检修与接管空间，出风口不应有遮挡；

6 改造项目，当设备超出建筑物初始设计的防雷系统保护范围时，应增加相应的防雷措施。

6.2.2 条文说明：空气源热泵室外主机的安装位置需考虑安全、环保和节能，见本规程第4.3.9条。所有室外设备的安装还要满足本条的各项要求。

1 设备（包括热泵机组、室外设置的循环水泵、水箱、配电柜等）安装在屋面上时，应校核设备运行重量对屋面结构荷载的影响。

2 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。

3 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。

4 室外安装的主机、配电箱(柜)必须符合相应的防护等级要求，否则不具备室外安装条件。水泵安装在室外时，电机应设防雨罩。

5 机组安装时应预留检修空间、水管连接空间；出风口2m内应无阻挡物。

6 当室外设备尺寸变化、安装位置移位等原因，导致未处于建筑物初始设计的防雷系统的保护范围时，应增加相应的防雷措施，并符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057的相关规定。

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

6.2.3 条文说明：管道和管线包括制冷剂管、水管和电气管线，要防止室外雨水、积水等通过管道管线流入室内和设备。

6.2.4 系统应采取消声隔振措施，并应符合下列规定：

1 空气源热泵商用机组、水泵与基础间设隔振措施；

2 热泵机组、水泵等进出口采用软连接；

3 受设备震动影响的管道采用弹性支吊架；

4 室外设备达不到环境噪声标准要求时，应采取降噪措施。

6.2.4 条文说明：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，需采取相应的隔振措施。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。

6.2.5 设备与管道的绝热应符合下列规定：

1 低环境温度地区，应对室外管道及设备进行保温；

2 管道穿楼板及墙处，保温层应连续不断；

3 热水水箱和底座间宜有隔热垫。

6.2.5 条文说明：热水水箱和底座间的隔热垫是为了防止直接刚性连接形成热桥增加热损失。

6.2.6 室内管道敷设应符合下列规定：

1 管道接头不应埋设在墙体和地面之内；

2 除辐射供暖地面分集水器之后的输配管和加热管外，无接头的管道不宜埋设在墙体和地面之内；

3 管道及其保温材料设于建筑装饰设施之内时，应便于检修。

6.2.6 条文说明：室内管道包括制冷剂管道和水系统管道。为了防止泄漏时难以检修，管道接头不应埋设在墙体和地面之内。

即使无接头的管道，除地暖管外都有外保温，尤其是制冷剂管道、冷水管和冷凝水管，为防止外表面产生凝结水必须保温，埋设在墙体或地面内更加困难，因此也不应提倡。

但是管道可以敷设在容易拆卸的吊顶、立管外包等建筑装修设施围成的空间之内。

6.2.7 水系统施工应符合下列规定：

1 供热管道上下拐弯的最高处应设自动放气阀，系统最低处应设泄水阀；

2 水平管道应按设计要求设置坡度，当设计无要求时，应符合下列规定：

1. 除埋地管道外，空调供暖水管不宜小于3‰，不应小于2‰；
2. 空调末端设备的冷凝水管道不宜小于5‰，不应小于3‰；
3. 化霜水管道不宜小于1%，不应小于5‰，应确保在自然流动的情况下泄水充分。

6.2.8 电气系统施工和安装应符合下列规定：

1 设备安装前应进行下列检查：

1）机电设备及材料的防护及验证应符合设计和施工要求；

2）提供的电源应与铭牌及产品安装说明书要求的电源一致；

3）电源的安全性；

2 设备的保护器件选择及接地安装应按产品及设计要求进行整定和接线到位；

3 导线参数应符合设计要求；

4 除国家现行标准允许的插座连接外，所有线路导体两端均应直接固定在设备相应的接线端子上，接线端连接应可靠；

5 传感器的选择与安装应符合产品、设计及施工验收规定；

6 控制面板和室温控制器应避免震动，并牢固固定在墙面上。

## 6.3 检验和调试

6.3.1 空气源热泵商用机组供热（供冷）系统、以及相应的配电和自控系统的产品、材料、配件等，进场时应进行检查验收, 并应形成验收记录。其外观、规格、型号及性能指标应符合设计要求和现行相关标准的规定，并应有质量合格证明文件。主要设备应有完整的安装使用说明书等技术文件。

6.3.1 条文说明：本条文对系统主要设备、材料的验收提出了要求。需按照设计要求，对设备及材料的外观、规格型号、性能指标等逐一核对验收。验收需经监理工程师（建设单位代表）检查认可，并形成验收记录。

6.3.2 空气源热泵商用机组应用系统的主要设备和材料进场时，应进行见证取样和送第三方检测机构进行检验，并应符合下列规定：

1 空气源热泵机组应按下列步骤和要求送检：

1） 每个企业的每种类型抽取1台机组送检，如果送检机组合格，则该批次产品判为合格。

2）当同类型产品仅采用一台时，送检机组如果不合格，则判为不合格。

3）当同类型产品批量采用时，送检机组如果不合格，应再抽取2台机组送检；如果两台都合格，该批次产品判为合格；如果有1台不合格，则该批次产品判为不合格。

4）机组检验项目见本规程表F.0.2。

2 辐射供暖地板加热管材应按行业标准《辐射供冷供暖技术规程》JGJ142的要求取样送检。

3 风机盘管机组、散热器、保温材料等应按照《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411的要求取样送检。

6.3.2 条文说明：见证取样和送检，是指在建设单位或监理单位人员的见证下，由施工单位的试验人员按照国家有关技术标准、规范的规定，在施工现场对工程中涉及安全的试块、试件和材料进行取样，并送至具备相应检测资质的检测机构进行检测的活动。应进行见证取样和送检的主要设备材料见《北京市建设工程见证取样和送检管理规定（试行）》的相关要求。

空气源热泵商用机组是本规程系统的核心部分，涉及工程质量和供热安全。因此，本规程规定空气源热泵机组进场后应取样送检。

一个工程可能采用一个企业或多个企业的产品，每个企业的产品的同种类型机组，抽检1台合格即可（工程使用的同种类型机组包括多种规格）。鉴于机组的主要功能是供热，本规程表F.0.2仅要求检测机组的供热能力。

辐射供暖地板加热管材大部分均为埋地隐蔽工程，也涉及工程的安全，必须确保其质量。行业标准《辐射供冷供暖技术规程》JGJ142对其取样送检已有详细规定，应遵照执行。

风机盘管机组、散热器、保温材料等涉及到建筑节能和使用效果，《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411对其取样送检已有详细规定，应遵照执行。

6.3.3 空气源热泵商用机组系统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、水系统和风系统的试运行和调试、系统联合试运行和调试。

6.3.3 条文说明：本条文对空气源热泵供暖工程的试运行和调试过程中必要的检测和调试项目进行规定，以满足工程追溯检查和验收的需要，同时也是系统安装过程的定性检查的需要以及工程交付使用性能的检验。空气源热泵供暖工程的调试过程应严格按照水压试验——冲洗试验——设备单机试运行——水系统和风系统的试运行调试——系统联合试运行调试的步骤进行。

6.3.4 系统应进行下列试验和测试：

1 水系统的阀门、分集水器等组件安装前，应按相关标准做强度和严密性试验。

2 承压水系统管道和设备应按下列要求做水压试验：

1）水压试验应在系统安装完毕冲洗之后，进行保温之前进行；

2）地面辐射供暖系统应在加热盘管隐蔽前、隐蔽后分别进行水压试验；

3）空气源热泵水系统水压试验，应在地面辐射供暖系统的隐蔽后试验完成后进行；

4）系统水压试验水温应在5~40℃之间，试验压力应符合设计要求；

5）冬季进行水压试验时应采取防冻措施，试压完成后应及时将水泄空、吹净、吹干；

3 非承压管路和设备应做满水及灌水试验。

4 制冷剂管道系统应进行气密性、保压和抽真空试验。

5 电气系统应进行电源质量测试、电气绝缘电阻测试、剩余电流动作的保护装置测试。

6.3.4 条文说明：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参照《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。

对于辐射供暖系统的加热盘管的水压试验方法，可参照《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。

6.3.5 冲洗实验和防冻液充注应符合下列规定：

1 应对水系统不同环路逐一进行冲洗试验，冲洗后应保证管路及设备中的水及冲洗液排尽；

2 冲洗时应关闭主机进出口阀门，避免杂质进入主机；

3 充水及防冻液应在系统冲洗和试压完毕后注入，防冻液浓度应满足防冻要求；

4 防冻液可按照浓度或密度进行配置，配制过程中，应根据防冻剂产品说明书的要求，采取相应的防护措施。

6.3.5 条文说明：具体可按照《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260的规定进行。

对于严寒或寒冷地区，空气源热泵供暖水系统可能会用到防冻液。为节约防冻液，一般先采用常规水冲洗和试压，完成后充注防冻液，为防止管路的存水对防冻液浓度的影响，必须将存水和冲洗液排净。防冻液可按照浓度或密度配比，并应考虑管道防腐，防冻液内需考虑增加缓蚀剂等防护措施。

6.3.6 空气源热泵机组开机调试前应进行下列工作：

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

2 对出厂未充注制冷剂的空气源热泵机组，应按设备技术文件的规定充注制冷剂；

3 系统的设备和管道系统，以及相应的自控和电气系统安装完毕后，应根据相关标准、本规程的有关规定和设计要求，以及产品安装说明书逐项进行检查。

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

1）室内外设备安装是否正确、固定及稳定性是否满足要求；

2）系统压力是否满足设计要求，必要时现场调定安全阀压力；

3）管道坡度是否正确，冷凝水管是否畅通；

4）电气和自控系统安装是否满足要求等。

6.3.7 水系统的调试、试运行可参照现行行业标准《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260进行；风机等设备试调试、运行可参照现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243进行。

6.3.8 空气源热泵商用机组单机试运行应按设备安装手册规定的流程进行，并应详细记录机组运行参数。

6.3.9空气源热泵商用机组供热系统联合试运行与调试应符合下列规定：

1 系统处于稳定运行状态；

2 系统负荷不宜小于设计负荷的60％，运行机组负荷不宜小于其额定值的80％；

3 联合试运行和系统性能检测时间不低于8h；

4 机组的设定温度应与设计工况一致。

6.3.9 条文说明：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、水系统以及风系统试运行和调试合格后进行。在对空气源热泵供暖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。系统负荷率在60%以上运行比较合理，系统能效能保持在相对比较高的范围。根据《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177和《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801的规定，对机组性能进行测试时，机组负荷率宜在80%以上。根据相关研究结果，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。为保证相关性能测试能充分反映系统联合试运行的动态性能，同时测试具有可操作性，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。

6.3.10 空气源热泵商用机组供热联合试运行和调试宜对下列性能参数进行检测：

1 室内空气温度，必要时可同时检测室外空气温度和湿度；

2 机组进出水温度、流量；

3 系统各设备（包括机组、水泵、辅助热源、风机、风机盘管等）电功率和耗电量；

4 系统供热量；

5 水泵的水流量和进出口压差；

6 风机风量；

7 供暖房间噪声值。

6.3.10 条文说明：本条文主要规定了空气源热泵供暖工程联合试运行与调试时需进行的测试项目，具体的测试方法如下：

1 室内外环境参数直接反应系统的运行效果。测点布置方法、数量可参照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009中4.0.2条的规定。室内空气温度、湿度应进行连续检测，检测时间不得少于6h，且数据记录时间间隔最长不得超过30min。

2 对机组的进出水温和流量的测试主要是为了计算机组的性能系数。具体的测试方法可参照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009附录C的相关规定。

3 机组和和水泵风机等设备的电功率和耗电量测点应设在测试设备的供电主线上，保证对设备运行时的输入功率进行动态测量，应与水流量和水温度同时进行连续记录，宜采用具有自动采集和存储数据功能的电能质量分析仪。系统消耗电量为机组、风机、水泵和系统末端的消耗电量总和。

4 对于系统供热量的测试，水温度测点与水流量测点都在靠近机组进口和出口的总供水和总回水的管段上。具体测点的布置要求与机组供热量测试相同。

5 水泵水流量和进出口压差是计算水泵效率的必需参数。若现场不具备上述条件，也可根据现场的实际情况确定流量测点的具体位置。

6 风机风量和电功率是计算风机单位风量耗功率的必需参数，当现场不能满足风量的测试条件，可根据现场实际情况调整，距离可适当缩短，且应适当增加测点数量。除应执行以上要求外，还应符合《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009中附录E的相关规定。

7 系统运行噪声是空气源热泵供暖系统试运行和调试的重要内容，由于供暖房间在白天和晚上对噪声级的要求不同，因此应分别测试。噪声测试应在系统正常运行的状态下，按照《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010附录A规定的噪声测量方法进行。

6.3.11 空气源热泵商用机组供热联合试运行和调试的检测结果应符合下列规定：

1 室内空气温度满足设计要求；

2 水系统供、回水温差检测值不应小于设计温差的80％，测试流量与设计流量的偏差不应大于10%；

3 耗电输热比应符合设计要求；

4 风机单位风量耗功率应符合《公共建筑节能设计标准》GB 50189的规定；

5 供暖房间噪声值应满足设计要求。如无设计要求，则应符合《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的相关规定；

6 对于辐射供暖系统，辐射体表面平均温度应符合《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142中的相关规定。

6.3.11 条文说明：本条文对空气源热泵供暖系统联合试运行和调试效果进行了要求。

根据机组进出水温度、流量以及机组电功率等参数的测试结果，按照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009中8.2.2条规定的计算方法来计算空气源热泵机组的实际性能系数。

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

根据水泵电功率、流量和进出水口压差的测试结果，按照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009中8.2.2条规定的计算方法来计算水泵的效率。

根据风机电功率和风量的测试结果，按照《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177-2009中9.2.2条规定的计算方法来计算风机的单位风量耗功率。

工程实践表明，目前空气源热泵供暖系统存在的很大问题就在于系统运行噪声大，严重影响了人们的正常生活。保证空气源热泵供暖系统运行噪声符合要求是系统调试和试运行的重要内容，也是工程验收的重要检查项目。系统正常运行状态下，供暖房间噪声应符合设计规定，如无相应规定，则参照《民用建筑隔声设计规范》GB 50118-2010中4.1.1条的相关要求。

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

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

## 6.4 验收和运行维护

6.4.1 空气源热泵商用机组系统应由建设单位（项目）负责人组织施工单位（含分项工程各系统分包专业公司）和设计、监理单位（项目）负责人进行工程竣工验收。

6.4.2 验收时，应具备下列文件：

1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；

2 主要设备、材料、仪表的出厂合格证明及进场检验报告；

3 设备、材料现场复检报告；

4 隐蔽工程检查、验收记录；

5 设备、管路的安装检验记录；

6 水系统试压和冲洗记录；

4 设备单机试运行记录；

5 系统联合试运行与调试记录；

6 工程施工安装质量验收表。

6.4.3 工程交付使用后，各系统施工专业公司应对使用方进行交底或使用培训。工程质保期不应少于两个供暖期，并应保证系统能够满足设计要求。

6.4.4 应制定空气源热泵商用机组供热系统日常运行维护的规章制度，并定期进行运维。日常运行维护应有记录。

6.4.4 条文说明：系统必须定期进行运行维护。由于系统和设备的专业性较强，需制定系统运行策略、日常维护的规章制度。日常运行维护可以由物业公司进行，也可以由专业维修公司进行，系统调试或出现异常时还需要设备供应商或指定的专业公司及时协助解决。

定期维护保养检查事项举例如下：

1）系统水压正常；

2）安全阀可正常开启和关闭；

3）清洗过滤器，滤网无破损；

4）确认水泵无异常和漏水；

5）检查确认水系统管路、管件无泄漏；

6）检查空气源热泵系统的制冷制热效果，机组与水泵的耗电量；

7）电气接线盒清洁干燥，接线端子无松动，接触器接触可靠；

8）电气绝缘及设备接地良好等。

6.4.5 运行维护过程中，应正确选择清洗药剂对制冷剂-水热交换器进行清洗，不宜采用含氯酸或氟化物的清洗药剂，清洗后的药剂废液应进行回收处理。

6.4.6 空气源热泵供暖系统冬季不使用或检修时，应采取防冻措施，过渡季及夏季应进行满水保养，定期检查是否满水。

6.4.6 条文说明：空气源热泵冬季不运行或检修时，需考虑防冻。冬季短期不运行时，可启动防冻模式，长期不运行时，需泄水或充注防冻液。夏季及过渡季节不运行时，应满水保养，避免空气进入水管道，加剧腐蚀。

# 7 评价

## 7.1 一般规定

7.1.1 空气源热泵商用机组供热系统应对其运行性能进行评价，并应以实测为基础。

7.1.1 条文说明：对于空气源热泵商用机组供热系统，必须对其性能进行评价，且应在实际运行的基础上测试评价。

7.1.2 系统的测试除应执行本规程外，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/T260和《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》GB/T 10870的规定。

## 7.2 评价指标与检测方法

7.2.1 空气源热泵商用机组供热系统性能评价检测应包括以下内容：

1 室内外温湿度；

2 热泵机组制热性能系数；

3 热泵供热系统制热性能系数。

7.2.1 条文说明：本条规定了空气源热泵商用机组供热系统性能评价应检测的参数。室内环境参数是供暖系统必须保证的，是机组和系统性能检测的前提。机组制热性能和系统制热性能则是评价系统的重要指标。

7.2.2 空气源热泵商用机组供热系统性能评价应符合以下规定：

1 室内环境参数应满足设计要求；

2 热泵机组制热性能系数COP应满足设计要求，并应符合本规程第4.3.2条规定；

3 热泵供热系统制热性能系数COPsys应不低于表7.2.2中的规定。

表7.2.2 不同气候区空气源热泵商用机组供热系统性能系数限值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 气候分区 | 严寒地区 | 寒冷地区 | 夏热冬冷地区 |
| 热泵供热系统制热性能系数COPsys（kWh/kWh） | 1.8 | 2.0 | 2.4 |

7.2.2 条文说明：根据国标《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》GB37480-2019第4.3条表1，给出了不同能效等级（1~3级）低温空气源热泵在名义工况下分别对应35℃、41℃、55℃出水温度的IPLV（H）限值，2级能效对应三种出水温度的IPLV（H）限值为3.2、2.8、1.9。制热部分负荷试验工况见下表。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 负荷  % | 使用侧 | | 热源侧 | |
| 水流量  M3/（h.kW） | 出水温度 | 干球温度  ℃ | 湿度温度  ℃ |
| 制热 | 100 | 0.172 | 根据其额定出水温度选择（35℃、41℃、55℃） | -12 | -14 |
| 75 | -6 | -8 |
| 50 | 0 | -3 |
| 25 | 7 | 6 |

对于寒冷地区，参考标准2级能效不同出水温度的IPLV（H）限值以及本规程4.3.2条规定，同时，热泵供热系统制热性能系数COPsys除机组本身的耗电量，还包括水泵的耗电量，而根据经验数值，水泵能耗占系统总能耗10~18%。因此，各气候分区热泵供热系统制热性能系数COPsys限值确定如表7.2.2。

7.2.3 空气源热泵商用机组供热系统性能评价测试方法和评价方法应符合本规程附录G的规定。

# 附录A 空气源热泵商用机组选型用技术参数示例

A.0.1 空气源热泵商用冷热水机组，应以表A.0.1为例，提供基本技术参数。

表A.0.1 \*\*\*热泵机组规格

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **型 号** | | | **\*\*\*\*\*\*** | **\*\*\*\*\*\*** | |
| 电源规格 | | | 380V /3N～ /50Hz | | |
| 环境温度 | | ℃ | -30℃～45℃ | |
| 额定制冷a | 制冷量 | kW | 75.0 | 150.0 |
| 输入功率 | kW | 26.8 | 53.6 |
| COP | W/W | 2.8 | 2.8 |
| 运行电流 | A | 50.9 | 101.7 |
| 低温额定制热b | 制热量 | kW | 57.0 | 115.0 |
| 输入功率 | kW | 22.8 | 46.0 |
| COP | / | 2.5 | 2.5 |
| 运行电流 | A | 43.3 | 87.4 |
| 常温额定制热c | 制热量 | kW | 90.0 | 180.0 |
| 输入功率 | kW | 25.0 | 50.0 |
| COP | / | 3.6 | 3.6 |
| 制热量/COP | 环境干球温度/出水温度 |  | 制热量（kW）/COP（W/W） | 制热量（kW）/COP（W/W） |
| 7℃/35℃ | kW/- | 92.0/4.3 | 185.0/4.3 |
| -7℃/45℃ | kW/- | 63.0/2.6 | 126.0/2.6 |
| -15℃/45℃ | kW/- | 53.0/2.2 | 105.0/2.2 |
| -20℃/45℃ | kW/- | 48.5/2.0 | 97.0/2.0 |
| IPLV（C）/(H) | | W/W | 3.12/2.85 | 3.15/2.81 |
| 最大运行电流 | | A | 65 | 130 |
| 最大输入功率 | | kW | 33 | 67 |
| 最高出水温度 | | ℃ | 60 | |
| 压缩机 | 形式 | / | 喷气增焓涡旋 | |
| 数量 | 台 | 2 | 4 |
| 冷媒型号/充注量 | | kg | R410A/11.5\*4 | R410A/7\*4 |
| 出风形式 | | / | 顶出风 | 顶出风 |
| 风机数量 | | / | 2 | 2 |
| 接水口尺寸 | | / | 法兰DN65 | 法兰DN65 |
| 热交换器最高工作压力 | | MPa | 4.2 | 4.2 |
| 吸/排气最高工作压力 | | MPa | 4.2 | 4.2 |
| 水侧最大工作压力 | | MPa | 1 | 1 |
| 防触电类型 | | / | I类 | I类 |
| 测试流量 | | m³/h | 12.9 | 25.8 |
| 水侧压力损失 | | kPa | ≤45 | ≤50 |
| 噪音 | | dB(A) | ≤70 | ≤71 |
| 外形尺寸（宽×深×高） | | mm | 2100x1100x2000 | 2200×1400×2400 |
| 重量 | | kg | 850 | 1250 |

注：1 额定制冷工况：环境干球温度35℃，进水温度12℃，出水温度7℃；

2 低温额定制热工况：环境干球温度-12℃，湿球温度-14℃，出水温度41℃；

3 常温额定制热工况：环境干球温度7℃，湿球温度6℃，进水温度40℃，出水温度45℃。

# 附录B 系统示例

## B.1 统一图例

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 图例 |
| 供暖供水管 | —— N1 —— |
| 供暖回水管 | —— N2 —— |
| 空调冷暖水供水管 | ——LN1—— |
| 空调冷暖水回水管 | ——LN2—— |
| 自来水给水管 | —— J —— |
| 关断阀 |  |
| 止回阀 |  |
| 电动两通阀 |  |
| 自力式压差旁通阀 |  |
| Y型过滤器 |  |

## B.2 空气源热泵商用机组供热系统示例

B.2.1 图示（一）

|  |
| --- |
| 1空气源热泵机组 2冷热水循环泵 3辅助热源 4补水定压装置  图B.2.1 单级空气源热泵供热系统（不带缓冲水箱）图示 |

说明：

该系统可用于夏季空调供冷、冬季供暖或作为生活热水加热热源。系统未设缓冲水箱，适用于系统水容量较大，对于供热稳定性要求不是特别高的项目。冬季供暖工况下需除霜时，机组在反向制冷时需要消耗管道内的热量，当系统水容量较小时，会造成室温的波动。

辅助热源与热泵机组串联连接，当室外温度过低空气源热泵无法保证供暖效果时启动，满足供热需求。

**B.2.2 图示（二）**



1空气源热泵机组 2冷热水循环泵 3辅助热源 4分层缓冲水箱 5补水定压装置

图B.2.2 单级空气源热泵供热系统（一级泵带缓冲水箱）图示

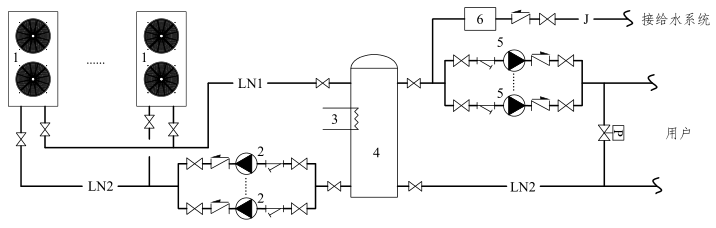
说明：

1 可用于夏季空调供冷、冬季供暖或作为生活热水加热热源。空气源热泵机组出口设置分层缓冲水箱，热源侧与用户侧设置一级冷热水循环泵。设置缓冲水箱，可增加系统水容量，在冬季供暖工况下需除霜时，可使系统运行更平稳，改善供暖稳定性，避免机组频繁启停。该系统适用于系统水容量较小，及项目对供暖稳定性要求较高的系统。

2 用户侧与热源侧供水温差一致。

3 当有峰谷电价优惠时，可增大缓冲水箱容量，利用谷电蓄热，峰电时利用蓄存的热量供热，以降低运行费用。

**B.2.3 图示（三）**



1空气源热泵机组 2冷热水一级循环泵 3辅助热源 4分层缓冲水箱

5冷热水二级循环泵 6补水定压装置

图B.2.3 单级空气源热泵供热系统（二级泵带缓冲水箱）图示

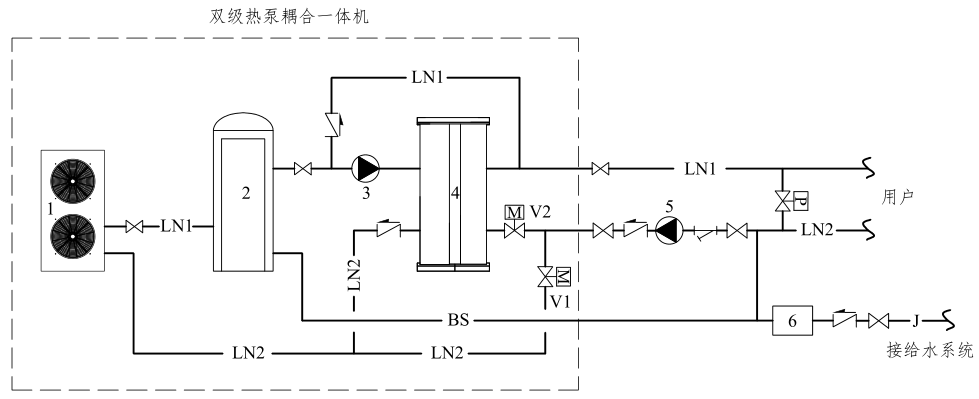
说明：

1 可用于夏季空调供冷、冬季供暖或作为生活热水加热热源。空气源热泵机组出口设置分层缓冲水箱，热源侧与用户侧设置一级冷热水循环泵。设置缓冲水箱，可增加系统水容量，在冬季供暖工况下需除霜时，可使系统运行更平稳，改善供暖稳定性，避免机组频繁启停。该系统适用于系统水容量较小，及项目对供暖稳定性要求较高的系统。

2 该系统由于热源侧与用户侧冷热水循环泵分别设置，使得热源侧和用户侧可以相对独立运行，可采用不同的温差和流量，一定程度缓解主机和末端用户温差、流量不匹配的问题。

3 当有峰谷电价优惠时，可增大缓冲水箱容量，利用谷电蓄热，峰电时利用蓄存的热量供热，以降低运行费用。

**B.2.4 图示（四）**



1空气源热泵机组 2分层缓冲水箱 3空气源热泵—水源热泵循环泵 4水源热泵机组

5冷热水循环泵 6补水定压装置

图B.2.4 双级热泵耦合供热系统一体机图示

说明：

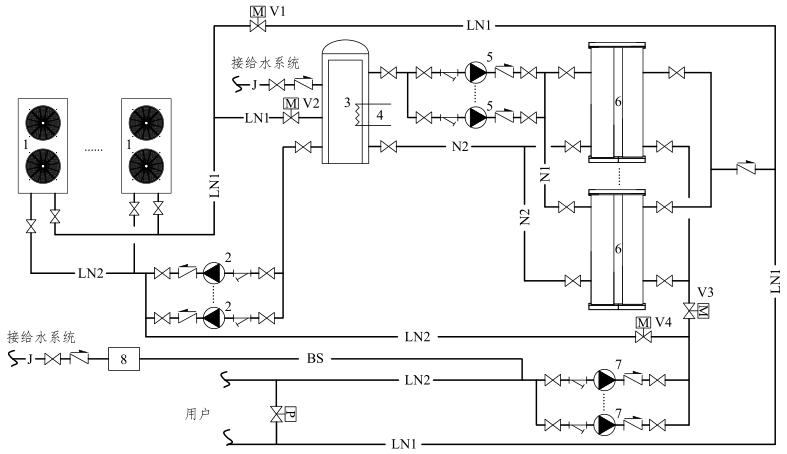
1 系统以空气源热泵作为一级热源，为分层缓冲水箱加热，供水温度只需20℃左右；水源热泵以分层缓冲水箱内的低温热水作为热源，进一步升温为末端用户系统提供热量。由于系统采用两级热泵接力供热，空气源热泵与水源热泵机组的压缩比均不超过正常运行的临界值，且可采用不同的冷媒（一为蒸发压力低，一为临界温度高），可在低环境温度下提供较高温度热水。

2 双级热泵耦合供热系统一体机，将空气源热泵、水源热泵、中间缓冲水箱、空气源热泵—水源热泵循环水泵及控制系统集成一体，适用于供热负荷较小的小型项目。

3 一体机内缓冲水箱采用承压水箱，空气源热泵机组与水源热泵机组之间设置一级循环泵。水源热泵冷凝侧为用户侧，与空气源热泵—水源热泵系统为独立的两个系统，但由于供热系统规模不大，因此两系统采用同一定压装置补水定压。

4可用于夏季空调供冷、冬季供暖或作为生活热水加热热源。室外环境温度低时，电动阀V1关闭，V2打开，两级热泵耦合供热；初寒及末寒室外温度较高时，电动阀V2关闭，V1打开，将水源热泵旁通，采用空气源热泵单级供暖。但该系统无法直接采用双级热泵耦合供冷，夏季由空气源热泵机组供冷。因此适用于冬季供暖负荷较大而夏季空调负荷较小的项目。

**B.2.5 图示（五）**



1空气源热泵机组 2空气源热泵循环泵 3分层缓冲水箱 4辅助热源

5水源热泵循环泵 6水源热泵机组 7用户侧冷热水循环泵 8补水定压装置

图B.2.5 双级热泵耦合供热系统图示

说明：

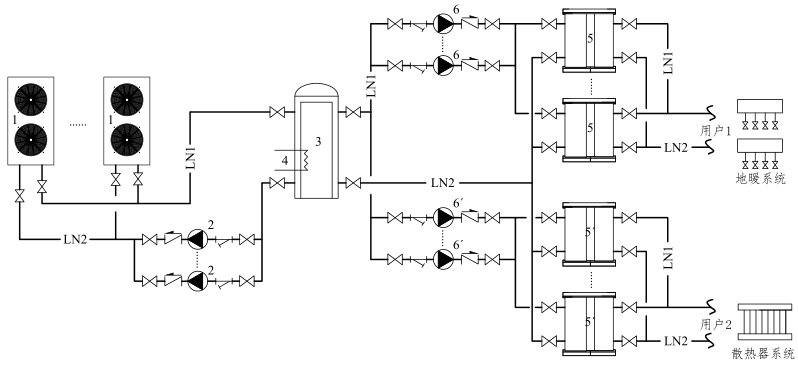
1 系统以空气源热泵作为一级热源，为分层缓冲水箱加热，供水温度只需20℃左右；水源热泵以分层缓冲水箱内的低温热水作为热源，进一步升温为末端用户系统提供热量。由于系统采用两级热泵接力供热，空气源热泵与水源热泵机组的压缩比均不超过正常运行的临界值，且可采用不同的冷媒（一为蒸发压力低，一为临界温度高），可在低环境温度下提供较高温度热水。

2 图示双级热泵耦合供热系统与一体机不同，空气源热泵与水源热泵机组分别设置，适用于供热负荷较大的项目。

3 空气源热泵与水源热泵之间的缓冲水箱采用开式水箱，空气源热泵机组与缓冲水箱之间以及与水源热泵机组与缓冲水箱之间分别设置循环泵。水源热泵冷凝侧（供热工况）为用户侧，与空气源热泵—水源热泵系统为独立的两个系统。缓冲水箱同时承担空气源热泵—水源热泵系统膨胀水箱定压作用，因此需注意其与空气源热泵机组和水源热泵高度差。

4可用于夏季空调供冷、冬季供暖或作为生活热水加热热源。室外环境温度低时，电动阀V1、V4关闭，V2、V3打开，两级热泵耦合供热；初寒及末寒室外温度较高时，电动阀V2、V3关闭，V1、V4打开，将水源热泵旁通，采用空气源热泵单级供暖。但该系统无法直接采用双级热泵耦合供冷，夏季由空气源热泵机组单级供冷。因此适用于严寒和寒冷地区冬季供暖负荷较大而夏季空调负荷较小的项目。

**B.2.6 图示（六）**



1空气源热泵机组 2空气源热泵循环泵 3分层缓冲水箱 4辅助热源

5水源热泵机组 6水源热泵循环泵

图B.2.6 双级热泵耦合（水源热泵分布式）供热系统图示

说明：

1 系统以空气源热泵作为一级热源，为分层缓冲水箱加热，供水温度只需20℃左右；水源热泵以分层缓冲水箱内的低温热水作为热源，进一步升温为末端用户系统提供热量。由于系统采用两级热泵接力供热，空气源热泵与水源热泵机组的压缩比均不超过正常运行的临界值，且可采用不同的冷媒（一为蒸发压力低，一为临界温度高），可在低环境温度下提供较高温度热水。

2 该系统空气源热泵机组集中布置，水源热泵根据需求分布式布置。适用于有较分散的供热点，或者几个供热点需要不同的供热温度的项目。可以从缓冲水箱分别供出多个支路，作为分布式布置水源热泵的低温热源，水源热泵根据各供热点水温需求分别供热。

3 空气源热泵与水源热泵之间的缓冲水箱采用开式水箱，空气源热泵机组与缓冲水箱之间以及与水源热泵机组与缓冲水箱之间分别设置循环泵。水源热泵冷凝侧（供热工况）为用户侧，与空气源热泵—水源热泵系统为独立的两个系统。缓冲水箱同时承担空气源热泵—水源热泵系统膨胀水箱定压作用，因此需注意其与空气源热泵机组和水源热泵高度差。

4可用于冬季供暖或作为生活热水加热热源。

# 附录C 供暖地面散热量计算表

计算表目录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 供暖地面形式 | 加热管管材/类型 | 地面面层 | 加热管公称外径 | 表格编号 |
| 1 混凝土填充式 | 1.1 PE-X管 | 1.1-1 地砖石材类 | 16mm  20mm | C.1.1-1 |
| 1.1-2 塑料类 | C.1.1-2 |
| 1.1-3 木地板 | C.1.1-3 |
| 1.1-4 铺地毯 | C.1.1-4 |
| 1.2 PB管 | 1.2-1 地砖石材类 | C.1.2-1 |
| 1.2-2 塑料类 | C.1.2-2 |
| 1.2-3 木地板 | C.1.2-3 |
| 1.2-4 铺地毯 | C.1.2-4 |
| 2 预制沟槽保温板 | 2.1 PE-X管 | 2.1-1～2.1-3  地砖石材类 | 12mm | C.2.1-1 |
| 16mm | C.2.1-2 |
| 20mm | C.2.1-3 |
| 2.1-4～2.1-6  塑料类 | 12mm | C.2.1-4 |
| 16mm | C.2.1-5 |
| 20mm | C.2.1-6 |
| 2.1-7～2.1-9  木地板 | 12mm | C.2.1-7 |
| 16mm | C.2.1-8 |
| 20mm | C.2.1-9 |
| 2.2 PB管 | 2.2-1～2.2-3  地砖石材类 | 12mm | C.2.2-1 |
| 16mm | C.2.2-2 |
| 20mm | C.2.2-3 |
| 2.2-4～2.2-6  塑料类 | 12mm | C.2.2-4 |
| 16mm | C.2.2-5 |
| 20mm | C.2.2-6 |
| 2.2-7～2.2-9  木地板 | 12mm | C.2.2-7 |
| 16mm | C.2.2-8 |
| 20mm | C.2.2-9 |
| 3 水泥砂浆预制填充板 | 3.1 PE-RT管/Ⅰ型 | 3.1-1 地砖石材类 | 10mm | C. 3.1-1 |
| 3.1-2 塑料类 | C. 3.1-2 |
| 3.1-3 木地板 | C. 3.1-3 |
| 3.1-4 铺地毯 | C. 3.1-4 |
| 3.2 PPR管/Ⅱ型 | 3.2-1 地砖石材类 | 4.3mm | C. 3.2-1 |
| 3.2-2 塑料类 | C. 3.2-2 |
| 3.2-3 木地板 | C. 3.2-3 |
| 3.2-4 铺地毯 | C. 3.2-4 |

## C.1 混凝土填充式供暖地面散热量计算表

**C.1.1 混凝土填充式PE-X管供暖地面散热量**

混凝土填充式供暖地面当采用导热系数为0.38W/（m•K）的PE-X管时，单位地面面积向上的有效散热量q1和向下传热损失q2，可按表C.1. 1-1～C.1. 1-4取值。

表C.1.1-1 PE-X管地砖石材类面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.02(m2·K/W)）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 42.3 | 16.0 | 48.9 | 14.3 | 55.9 | 14.5 | 59.5 | 14.7 | 63.2 | 15.0 | 66.8 | 15.3 |
| 16 | 36.2 | 13.9 | 41.8 | 12.2 | 47.7 | 12.5 | 50.8 | 12.7 | 54.0 | 12.8 | 57.0 | 13.1 |
| 18 | 30.1 | 11.9 | 34.8 | 10.2 | 39.7 | 10.4 | 42.2 | 10.5 | 44.8 | 10.7 | 47.3 | 10.9 |
| 20 | 24.0 | 9.8 | 27.9 | 8.1 | 31.7 | 8.3 | 33.7 | 8.4 | 35.7 | 8.5 | 37.7 | 8.7 |
| 22 | 18.1 | 7.4 | 21.0 | 6.1 | 23.8 | 6.2 | 25.3 | 6.3 | 26.8 | 6.4 | 28.2 | 6.5 |
| 35 | 14 | 58.5 | 21.5 | 67.1 | 21.7 | 77.4 | 19.9 | 82.7 | 20.1 | 88.0 | 20.4 | 93.1 | 20.9 |
| 16 | 52.2 | 19.6 | 60.4 | 17.5 | 69.1 | 17.8 | 73.8 | 18.0 | 78.5 | 18.3 | 83.0 | 18.7 |
| 18 | 46.0 | 17.5 | 53.2 | 15.5 | 60.9 | 15.7 | 64.9 | 15.9 | 69.0 | 16.2 | 73.0 | 16.5 |
| 20 | 39.8 | 15.4 | 46.1 | 13.4 | 52.7 | 13.6 | 56.2 | 13.8 | 59.7 | 14.0 | 63.1 | 14.3 |
| 22 | 33.6 | 13.3 | 39.0 | 11.3 | 44.5 | 11.5 | 47.4 | 11.7 | 50.3 | 11.9 | 53.2 | 12.1 |
| 40 | 14 | 74.9 | 27.2 | 86.1 | 27.5 | 99.6 | 25.1 | 106.4 | 25.5 | 113.4 | 26.0 | 120.2 | 26.5 |
| 16 | 68.6 | 25.1 | 78.9 | 25.3 | 91.2 | 23.1 | 97.4 | 23.4 | 103.7 | 23.8 | 109.9 | 24.4 |
| 18 | 62.3 | 23.1 | 71.6 | 23.3 | 82.8 | 21.1 | 88.4 | 21.3 | 94.1 | 21.7 | 99.7 | 22.2 |
| 20 | 56.0 | 21.0 | 64.9 | 18.7 | 74.4 | 19.0 | 79.4 | 19.3 | 84.5 | 19.6 | 89.5 | 20.0 |
| 22 | 49.7 | 19.0 | 57.6 | 16.7 | 66.0 | 16.9 | 70.5 | 17.1 | 75.0 | 17.4 | 79.4 | 17.8 |
| 45 | 14 | 91.7 | 32.8 | 105.5 | 33.2 | 122.2 | 30.6 | 130.7 | 30.9 | 139.4 | 31.6 | 148.0 | 32.2 |
| 16 | 85.3 | 30.8 | 98.2 | 31.3 | 113.7 | 28.5 | 121.6 | 28.9 | 129.6 | 29.4 | 137.6 | 30.1 |
| 18 | 78.9 | 28.8 | 90.8 | 29.2 | 105.2 | 26.5 | 112.5 | 26.8 | 119.9 | 27.3 | 127.2 | 27.9 |
| 20 | 72.6 | 26.6 | 83.5 | 26.9 | 96.7 | 24.4 | 103.4 | 24.7 | 110.1 | 25.2 | 116.8 | 25.7 |
| 22 | 66.2 | 24.6 | 76.2 | 24.8 | 88.2 | 22.3 | 94.3 | 22.6 | 100.4 | 23.0 | 106.5 | 23.5 |
| 50 | 14 | 108.7 | 38.4 | 125.2 | 39.0 | 145.2 | 35.9 | 155.5 | 36.5 | 166.0 | 37.1 | 176.3 | 38.0 |
| 16 | 102.2 | 36.4 | 117.8 | 36.9 | 136.6 | 33.9 | 146.2 | 34.5 | 156.1 | 35.1 | 165.8 | 35.9 |
| 18 | 95.8 | 34.4 | 110.4 | 34.9 | 128.0 | 31.9 | 137.0 | 32.4 | 146.2 | 33.0 | 155.3 | 33.7 |
| 20 | 89.4 | 32.4 | 103.0 | 32.9 | 119.4 | 29.8 | 127.8 | 30.3 | 136.3 | 30.8 | 144.8 | 31.5 |
| 22 | 83.0 | 30.4 | 95.6 | 30.6 | 110.8 | 27.8 | 118.6 | 28.1 | 126.5 | 28.7 | 134.3 | 29.3 |
| 55 | 14 | 125.8 | 44.1 | 145.2 | 44.7 | 168.5 | 41.4 | 180.6 | 42.0 | 193.0 | 42.8 | 205.2 | 43.8 |
| 16 | 119.4 | 42.1 | 137.7 | 42.7 | 159.9 | 39.3 | 171.3 | 39.9 | 183.0 | 40.7 | 194.5 | 41.7 |
| 18 | 112.9 | 40.1 | 130.2 | 40.7 | 151.2 | 37.4 | 162.0 | 37.9 | 173.0 | 38.6 | 183.9 | 39.5 |
| 20 | 106.5 | 38.1 | 122.8 | 38.6 | 142.5 | 35.3 | 152.7 | 35.8 | 163.1 | 36.5 | 173.3 | 37.3 |
| 22 | 100.0 | 16.0 | 115.3 | 36.5 | 133.9 | 33.3 | 143.4 | 33.7 | 153.1 | 34.3 | 162.7 | 35.1 |

表C.1.1-2 PE-X管塑料类面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.075(m2·K/W)）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 37.5 | 14.6 | 41.5 | 14.9 | 45.6 | 15.3 | 47.7 | 15.6 | 49.8 | 15.8 | 51.8 | 16.2 |
| 16 | 32.2 | 12.5 | 35.5 | 12.8 | 39.1 | 13.1 | 40.8 | 13.4 | 42.6 | 13.6 | 44.3 | 13.9 |
| 18 | 26.8 | 10.4 | 29.6 | 10.7 | 32.5 | 11.0 | 34.0 | 11.1 | 35.4 | 11.3 | 36.8 | 11.6 |
| 20 | 21.5 | 8.3 | 23.7 | 8.5 | 26.0 | 8.8 | 27.2 | 8.9 | 28.3 | 9.1 | 29.4 | 9.2 |
| 22 | 16.3 | 6.2 | 17.9 | 6.4 | 19.6 | 6.6 | 20.5 | 6.7 | 21.3 | 6.8 | 22.1 | 6.9 |
| 35 | 14 | 51.6 | 19.9 | 57.1 | 20.3 | 62.9 | 20.9 | 65.9 | 21.2 | 68.8 | 21.7 | 71.6 | 22.1 |
| 16 | 46.2 | 17.8 | 51.1 | 18.2 | 56.3 | 18.7 | 58.9 | 19.0 | 61.5 | 19.4 | 64.0 | 19.8 |
| 18 | 40.7 | 15.8 | 45.0 | 16.1 | 49.6 | 16.6 | 51.9 | 16.8 | 54.2 | 17.2 | 56.3 | 17.5 |
| 20 | 35.3 | 13.7 | 39.0 | 14.0 | 43.0 | 14.4 | 45.0 | 14.6 | 46.9 | 14.9 | 48.8 | 15.2 |
| 22 | 30.0 | 11.6 | 33.1 | 11.8 | 36.4 | 12.2 | 38.0 | 12.4 | 39.7 | 12.6 | 41.2 | 12.9 |
| 40 | 14 | 66.0 | 25.3 | 73.1 | 25.8 | 80.6 | 26.5 | 84.5 | 27.0 | 88.3 | 27.5 | 91.9 | 28.1 |
| 16 | 60.5 | 23.2 | 67.0 | 23.7 | 73.9 | 24.4 | 77.4 | 24.8 | 80.8 | 25.3 | 84.2 | 25.8 |
| 18 | 55.0 | 21.2 | 60.9 | 21.6 | 67.1 | 22.2 | 70.3 | 22.6 | 73.4 | 23.0 | 76.4 | 23.5 |
| 20 | 49.5 | 19.1 | 54.8 | 19.5 | 60.4 | 20.0 | 63.2 | 20.4 | 66.0 | 20.8 | 68.7 | 21.2 |
| 22 | 44.0 | 17.0 | 48.7 | 17.3 | 53.7 | 17.8 | 56.2 | 18.1 | 58.7 | 18.5 | 61.0 | 18.9 |
| 45 | 14 | 80.5 | 30.7 | 89.3 | 31.3 | 98.6 | 32.2 | 103.4 | 32.8 | 108.1 | 33.4 | 112.6 | 34.1 |
| 16 | 74.9 | 28.6 | 83.1 | 29.2 | 91.8 | 30.1 | 96.2 | 30.6 | 100.6 | 31.2 | 104.8 | 31.8 |
| 18 | 69.4 | 26.5 | 76.9 | 27.1 | 85.0 | 27.9 | 89.0 | 28.4 | 93.1 | 28.9 | 97.0 | 29.6 |
| 20 | 63.9 | 24.5 | 70.8 | 25.0 | 78.2 | 25.7 | 81.9 | 26.2 | 85.6 | 26.7 | 89.1 | 27.3 |
| 22 | 58.4 | 22.4 | 64.7 | 22.9 | 71.4 | 23.6 | 74.8 | 24.0 | 78.1 | 24.4 | 81.3 | 25.0 |
| 50 | 14 | 95.2 | 36.0 | 105.6 | 36.9 | 116.8 | 37.9 | 122.5 | 38.6 | 128.2 | 39.3 | 133.6 | 40.2 |
| 16 | 89.6 | 34.0 | 99.5 | 34.8 | 110.0 | 35.8 | 115.3 | 36.4 | 120.6 | 37.1 | 125.7 | 37.9 |
| 18 | 84.1 | 32.0 | 93.3 | 32.7 | 103.1 | 33.6 | 108.1 | 34.3 | 113.1 | 34.9 | 117.8 | 35.7 |
| 20 | 78.5 | 29.9 | 87.1 | 30.6 | 96.2 | 31.5 | 100.9 | 32.1 | 105.5 | 32.7 | 110.0 | 33.4 |
| 22 | 72.9 | 27.9 | 80.9 | 28.5 | 89.4 | 29.3 | 93.7 | 29.8 | 98.0 | 30.4 | 102.1 | 31.1 |
| 55 | 14 | 110.1 | 41.5 | 122.2 | 42.4 | 135.3 | 43.7 | 141.9 | 44.4 | 148.5 | 45.3 | 154.9 | 46.3 |
| 16 | 104.5 | 39.5 | 116.0 | 40.4 | 128.4 | 41.6 | 134.7 | 42.3 | 140.9 | 43.1 | 147.0 | 44.1 |
| 18 | 98.9 | 37.4 | 109.8 | 38.3 | 121.5 | 39.4 | 127.4 | 40.1 | 133.3 | 40.9 | 139.0 | 41.8 |
| 20 | 93.3 | 35.4 | 103.5 | 36.2 | 114.5 | 37.3 | 120.2 | 37.9 | 125.7 | 38.7 | 131.1 | 39.5 |
| 22 | 87.7 | 33.4 | 97.3 | 34.1 | 107.6 | 35.1 | 112.9 | 35.7 | 118.1 | 36.4 | 123.1 | 37.2 |

表C.1.1-3 PE-X管木地板面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.1(m2·K/W)）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 35.5 | 14.8 | 38.7 | 15.2 | 42.1 | 15.6 | 43.8 | 15.8 | 45.4 | 16.1 | 47.0 | 16.5 |
| 16 | 30.4 | 12.7 | 33.2 | 13.0 | 36.0 | 13.4 | 37.5 | 13.6 | 38.9 | 13.9 | 40.2 | 14.2 |
| 18 | 25.4 | 10.6 | 27.7 | 10.8 | 30.0 | 11.2 | 31.2 | 11.3 | 32.4 | 11.6 | 33.5 | 11.8 |
| 20 | 20.4 | 8.5 | 22.2 | 8.7 | 24.1 | 8.9 | 25.0 | 9.1 | 25.9 | 9.2 | 26.8 | 9.4 |
| 22 | 15.4 | 6.3 | 16.8 | 6.5 | 18.2 | 6.7 | 18.9 | 6.8 | 19.5 | 6.9 | 20.2 | 7.1 |
| 35 | 14 | 48.7 | 20.2 | 53.3 | 20.7 | 58.0 | 21.3 | 60.3 | 21.6 | 62.6 | 22.0 | 64.9 | 22.5 |
| 16 | 43.6 | 18.1 | 47.6 | 18.5 | 51.8 | 19.1 | 53.9 | 19.4 | 56.0 | 19.8 | 58.0 | 20.2 |
| 18 | 38.5 | 16.0 | 42.0 | 16.4 | 45.7 | 16.9 | 47.6 | 17.1 | 49.4 | 17.5 | 51.1 | 17.8 |
| 20 | 33.4 | 13.9 | 36.4 | 14.2 | 39.6 | 14.6 | 41.2 | 14.9 | 42.8 | 15.2 | 44.2 | 15.5 |
| 22 | 28.3 | 11.7 | 30.9 | 12.0 | 33.6 | 12.4 | 34.9 | 12.6 | 36.2 | 12.9 | 37.4 | 13.1 |
| 40 | 14 | 62.2 | 25.6 | 68.1 | 26.2 | 74.2 | 27.0 | 77.2 | 27.5 | 80.2 | 28.0 | 83.1 | 28.6 |
| 16 | 57.0 | 23.5 | 62.4 | 24.1 | 68.0 | 24.8 | 70.8 | 25.2 | 73.5 | 25.7 | 76.1 | 26.3 |
| 18 | 51.9 | 21.5 | 56.7 | 22.0 | 61.8 | 22.6 | 64.3 | 23.0 | 66.8 | 23.4 | 69.2 | 23.9 |
| 20 | 46.7 | 19.4 | 51.1 | 19.8 | 55.6 | 20.4 | 57.9 | 20.8 | 60.1 | 21.2 | 62.2 | 21.6 |
| 22 | 41.5 | 17.2 | 45.4 | 17.7 | 49.4 | 18.2 | 51.4 | 18.5 | 53.4 | 18.8 | 55.3 | 19.2 |
| 45 | 14 | 75.9 | 31.1 | 83.1 | 31.8 | 90.6 | 32.8 | 94.4 | 33.4 | 98.1 | 34.0 | 101.7 | 34.7 |
| 16 | 70.7 | 29.0 | 77.4 | 29.7 | 84.3 | 30.6 | 87.9 | 31.2 | 91.3 | 31.7 | 94.6 | 32.4 |
| 18 | 65.4 | 26.9 | 71.6 | 27.6 | 78.1 | 28.4 | 81.3 | 28.9 | 84.5 | 29.5 | 87.6 | 30.1 |
| 20 | 60.2 | 24.8 | 65.9 | 25.5 | 71.9 | 26.2 | 74.8 | 26.7 | 77.7 | 27.2 | 80.6 | 27.7 |
| 22 | 55.0 | 22.7 | 60.2 | 23.3 | 65.6 | 24.0 | 68.3 | 24.4 | 71.0 | 24.9 | 73.5 | 25.4 |
| 50 | 14 | 89.7 | 36.6 | 98.3 | 37.5 | 107.2 | 38.6 | 111.8 | 39.3 | 116.2 | 40.1 | 120.5 | 40.9 |
| 16 | 84.4 | 34.5 | 92.5 | 35.4 | 100.9 | 36.5 | 105.2 | 37.1 | 109.4 | 37.8 | 113.4 | 38.6 |
| 18 | 79.2 | 32.4 | 86.7 | 33.3 | 94.7 | 34.3 | 98.6 | 34.9 | 102.5 | 35.5 | 106.3 | 36.3 |
| 20 | 74.0 | 30.4 | 81.0 | 31.1 | 88.4 | 32.1 | 92.1 | 32.7 | 95.7 | 33.3 | 99.2 | 34.0 |
| 22 | 68.7 | 28.3 | 75.2 | 29.0 | 82.1 | 29.9 | 85.5 | 30.4 | 88.9 | 31.0 | 92.1 | 31.6 |
| 55 | 14 | 103.6 | 42.1 | 113.6 | 43.1 | 124.1 | 44.5 | 129.3 | 45.3 | 134.5 | 46.2 | 139.5 | 47.1 |
| 16 | 98.4 | 40.1 | 107.8 | 41.1 | 117.7 | 42.3 | 122.7 | 43.1 | 127.7 | 43.9 | 132.4 | 44.9 |
| 18 | 93.1 | 38.0 | 102.0 | 39.0 | 111.4 | 40.1 | 116.1 | 40.9 | 120.8 | 41.7 | 125.3 | 42.5 |
| 20 | 87.8 | 35.9 | 96.2 | 36.8 | 105.1 | 38.0 | 109.5 | 38.7 | 113.9 | 39.4 | 118.1 | 40.2 |
| 22 | 82.6 | 33.8 | 90.5 | 34.7 | 98.8 | 35.8 | 102.9 | 36.4 | 107.0 | 37.1 | 111.0 | 37.9 |

表C.1.1-4 PE-X管铺地毯面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.15(m2·K/W)））

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 31.6 | 15.2 | 33.9 | 15.6 | 36.3 | 16.1 | 37.5 | 16.3 | 38.6 | 16.6 | 39.7 | 16.9 |
| 16 | 27.1 | 13.1 | 29.1 | 13.4 | 31.1 | 13.8 | 32.1 | 14.0 | 33.1 | 14.3 | 34.0 | 14.5 |
| 18 | 22.6 | 10.9 | 24.3 | 11.2 | 25.9 | 11.5 | 26.8 | 11.7 | 27.6 | 11.9 | 28.3 | 12.1 |
| 20 | 18.2 | 8.7 | 19.5 | 8.9 | 20.8 | 9.2 | 21.5 | 9.4 | 22.1 | 9.5 | 22.7 | 9.7 |
| 22 | 13.8 | 6.5 | 14.8 | 6.7 | 15.7 | 6.9 | 16.2 | 7.0 | 16.7 | 7.2 | 17.1 | 7.3 |
| 35 | 14 | 43.4 | 20.8 | 46.6 | 21.3 | 49.9 | 21.9 | 51.5 | 22.3 | 53.1 | 22.7 | 54.6 | 23.1 |
| 16 | 38.8 | 18.6 | 41.7 | 19.1 | 44.6 | 19.7 | 46.1 | 20.0 | 47.5 | 20.3 | 48.8 | 20.7 |
| 18 | 34.3 | 16.5 | 36.8 | 16.9 | 39.4 | 17.4 | 40.6 | 17.7 | 41.9 | 18.0 | 43.1 | 18.3 |
| 20 | 29.7 | 14.3 | 31.9 | 14.6 | 34.1 | 15.1 | 35.2 | 15.3 | 36.3 | 15.6 | 37.3 | 15.9 |
| 22 | 25.2 | 12.1 | 27.1 | 12.4 | 28.9 | 12.8 | 29.9 | 13.0 | 30.8 | 13.2 | 31.6 | 13.5 |
| 40 | 14 | 55.3 | 26.3 | 59.4 | 27.0 | 63.7 | 27.8 | 65.8 | 28.3 | 67.8 | 28.8 | 69.8 | 29.4 |
| 16 | 50.7 | 24.2 | 54.5 | 24.8 | 58.4 | 25.6 | 60.3 | 26.0 | 62.1 | 26.5 | 63.9 | 27.0 |
| 18 | 46.1 | 22.0 | 49.6 | 22.6 | 53.1 | 23.3 | 54.8 | 23.7 | 56.5 | 24.1 | 58.1 | 24.6 |
| 20 | 41.5 | 19.9 | 44.6 | 20.4 | 47.8 | 21.0 | 49.3 | 21.4 | 50.8 | 21.8 | 52.3 | 22.2 |
| 22 | 37.0 | 17.7 | 39.7 | 18.2 | 42.5 | 18.7 | 43.9 | 19.0 | 45.2 | 19.4 | 46.5 | 19.8 |
| 45 | 14 | 67.3 | 31.9 | 72.5 | 32.8 | 77.6 | 33.8 | 80.2 | 34.3 | 82.7 | 35.0 | 85.1 | 35.6 |
| 16 | 62.7 | 29.8 | 67.5 | 30.6 | 72.3 | 31.5 | 74.7 | 32.1 | 77.0 | 32.6 | 79.3 | 33.3 |
| 18 | 58.1 | 27.7 | 62.5 | 28.4 | 67.0 | 29.3 | 69.2 | 29.8 | 71.3 | 30.3 | 73.4 | 30.9 |
| 20 | 53.5 | 25.5 | 57.5 | 26.2 | 61.6 | 27.0 | 63.7 | 27.5 | 65.6 | 28.0 | 67.6 | 28.5 |
| 22 | 48.9 | 23.4 | 52.6 | 24.0 | 56.3 | 24.7 | 58.1 | 25.1 | 60.0 | 25.6 | 61.7 | 26.1 |
| 50 | 14 | 79.5 | 37.6 | 85.6 | 38.6 | 91.8 | 39.7 | 94.8 | 40.4 | 97.8 | 41.2 | 100.7 | 42.0 |
| 16 | 74.9 | 35.5 | 80.6 | 36.4 | 86.4 | 37.5 | 89.3 | 38.2 | 92.1 | 38.9 | 94.8 | 39.6 |
| 18 | 70.2 | 33.3 | 75.6 | 34.2 | 81.0 | 35.3 | 83.7 | 35.9 | 86.4 | 36.6 | 88.9 | 37.3 |
| 20 | 65.6 | 31.2 | 70.6 | 32.1 | 75.7 | 33.0 | 78.2 | 33.6 | 80.6 | 34.2 | 83.0 | 34.9 |
| 22 | 61.0 | 29.0 | 65.6 | 29.8 | 70.3 | 30.8 | 72.6 | 31.3 | 74.9 | 31.8 | 77.1 | 32.5 |
| 55 | 14 | 91.8 | 43.2 | 98.8 | 44.4 | 106.0 | 45.8 | 109.6 | 46.6 | 113.1 | 47.4 | 116.4 | 48.3 |
| 16 | 87.1 | 41.1 | 93.8 | 42.3 | 100.6 | 43.6 | 104.0 | 44.3 | 107.3 | 45.1 | 110.5 | 46.0 |
| 18 | 82.5 | 39.0 | 88.8 | 40.1 | 95.2 | 41.3 | 98.4 | 42.0 | 101.6 | 42.8 | 104.6 | 43.7 |
| 20 | 77.8 | 36.9 | 83.8 | 37.9 | 89.8 | 39.1 | 92.9 | 39.8 | 95.8 | 40.5 | 98.7 | 41.3 |
| 22 | 73.2 | 34.8 | 78.7 | 35.7 | 84.5 | 36.8 | 87.3 | 37.5 | 90.1 | 38.2 | 92.7 | 38.9 |

**C.1.2 混凝土填充式PB管供暖地面散热量**

混凝土填充式供暖地面当采用导热系数为0.23W/（m•K）的PB管时，单位地面面积向上的有效散热量q1和向下传热损失q2可按表C.1.2-1～C.1.2-4取值。

表C.1.2-1 PB管地砖石材类面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.02(m2·K/W)）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 37.3 | 14.3 | 43.3 | 14.7 | 50.3 | 15.2 | 54.3 | 15.6 | 58.4 | 16.1 | 63.2 | 14.5 |
| 16 | 31.9 | 12.5 | 37.0 | 12.8 | 43.0 | 13.3 | 46.3 | 13.6 | 49.8 | 14.0 | 53.9 | 12.4 |
| 18 | 26.5 | 10.7 | 30.7 | 11.0 | 35.7 | 11.4 | 38.4 | 11.6 | 41.3 | 11.9 | 44.8 | 10.4 |
| 20 | 21.2 | 8.9 | 24.5 | 9.1 | 28.5 | 9.4 | 30.6 | 9.6 | 32.9 | 9.9 | 35.7 | 8.3 |
| 22 | 15.9 | 7.0 | 18.4 | 7.2 | 21.3 | 7.4 | 22.9 | 7.6 | 24.6 | 7.8 | 26.8 | 6.2 |
| 35 | 14 | 51.4 | 19.2 | 59.8 | 19.7 | 69.7 | 20.5 | 75.3 | 21.0 | 81.2 | 21.6 | 87.8 | 19.8 |
| 16 | 45.9 | 17.4 | 53.4 | 17.9 | 62.2 | 18.6 | 67.2 | 19.0 | 72.4 | 19.6 | 78.4 | 17.8 |
| 18 | 40.5 | 15.6 | 47.0 | 16.0 | 54.8 | 16.6 | 59.1 | 17.0 | 63.7 | 17.5 | 69.0 | 15.7 |
| 20 | 35.0 | 13.8 | 40.6 | 14.2 | 47.3 | 14.7 | 51.1 | 15.0 | 55.0 | 15.5 | 59.6 | 13.6 |
| 22 | 29.6 | 12.0 | 34.3 | 12.3 | 39.9 | 12.7 | 43.1 | 13.0 | 46.4 | 13.3 | 50.3 | 11.5 |
| 40 | 14 | 65.8 | 24.1 | 76.6 | 24.8 | 89.6 | 25.7 | 96.9 | 26.4 | 104.6 | 27.2 | 113.3 | 25.1 |
| 16 | 60.3 | 22.3 | 70.2 | 22.9 | 82.0 | 23.8 | 88.6 | 24.4 | 95.7 | 25.1 | 103.6 | 23.0 |
| 18 | 54.7 | 20.5 | 63.7 | 21.1 | 74.4 | 21.9 | 80.4 | 22.4 | 86.8 | 23.1 | 94.0 | 21.0 |
| 20 | 49.2 | 18.7 | 57.2 | 19.2 | 66.8 | 20.0 | 72.2 | 20.5 | 77.9 | 21.1 | 84.4 | 19.0 |
| 22 | 43.7 | 16.9 | 50.8 | 17.4 | 59.3 | 18.0 | 64.0 | 18.5 | 69.1 | 19.0 | 74.9 | 16.8 |
| 45 | 14 | 80.4 | 29.0 | 93.8 | 29.8 | 109.8 | 31.0 | 118.9 | 31.8 | 128.5 | 32.8 | 139.3 | 30.5 |
| 16 | 74.9 | 27.3 | 87.2 | 28.0 | 102.1 | 29.1 | 110.5 | 29.9 | 119.5 | 30.8 | 129.5 | 28.6 |
| 18 | 69.3 | 25.5 | 80.7 | 26.2 | 94.5 | 27.2 | 102.2 | 27.9 | 110.4 | 28.8 | 119.7 | 26.4 |
| 20 | 63.7 | 23.7 | 74.2 | 24.4 | 86.8 | 25.3 | 93.9 | 25.9 | 101.4 | 26.7 | 110.0 | 24.4 |
| 22 | 58.1 | 21.9 | 67.7 | 22.5 | 79.1 | 23.4 | 85.6 | 24.0 | 92.5 | 24.7 | 100.3 | 22.2 |
| 50 | 14 | 95.2 | 34.0 | 111.2 | 34.9 | 130.4 | 36.3 | 141.2 | 37.3 | 152.8 | 38.4 | 165.8 | 35.8 |
| 16 | 89.6 | 32.2 | 104.6 | 33.1 | 122.6 | 34.4 | 132.8 | 35.3 | 143.7 | 36.4 | 155.9 | 33.9 |
| 18 | 84.0 | 30.5 | 98.0 | 31.3 | 114.9 | 32.5 | 124.4 | 33.4 | 134.6 | 34.4 | 146.0 | 31.9 |
| 20 | 78.4 | 28.7 | 91.4 | 29.5 | 107.1 | 30.6 | 116.0 | 31.4 | 125.5 | 32.4 | 136.2 | 29.8 |
| 22 | 72.7 | 26.9 | 84.8 | 27.6 | 99.4 | 28.7 | 107.6 | 29.4 | 116.4 | 30.3 | 126.4 | 27.7 |
| 55 | 14 | 110.2 | 38.9 | 128.7 | 40.0 | 151.2 | 41.6 | 163.9 | 42.8 | 177.5 | 44.1 | 192.7 | 41.4 |
| 16 | 104.5 | 37.2 | 122.1 | 38.2 | 143.4 | 39.8 | 155.5 | 40.8 | 168.4 | 42.1 | 182.7 | 39.5 |
| 18 | 98.9 | 35.4 | 115.5 | 36.4 | 135.6 | 37.9 | 147.0 | 38.9 | 159.2 | 40.1 | 172.8 | 37.4 |
| 20 | 93.2 | 33.7 | 108.9 | 34.6 | 127.8 | 36.0 | 138.5 | 36.9 | 150.0 | 38.1 | 162.9 | 35.3 |
| 22 | 87.6 | 31.9 | 102.2 | 32.8 | 120.0 | 34.1 | 130.1 | 35.0 | 140.8 | 16.1 | 152.9 | 33.3 |

表C.1.2-2 PB管塑料类面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.075(m2·K/W)）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 33.1 | 14.9 | 37.1 | 15.5 | 42.1 | 14.2 | 44.5 | 14.5 | 46.9 | 14.9 | 49.4 | 15.5 |
| 16 | 28.3 | 13.0 | 31.8 | 13.5 | 36.1 | 12.2 | 38.1 | 12.5 | 40.2 | 12.8 | 42.3 | 13.3 |
| 18 | 23.5 | 11.1 | 26.4 | 11.5 | 30.1 | 10.1 | 31.7 | 10.4 | 33.5 | 10.7 | 35.2 | 11.1 |
| 20 | 18.8 | 9.2 | 21.1 | 9.5 | 24.1 | 8.1 | 25.4 | 8.3 | 26.8 | 8.6 | 28.2 | 8.8 |
| 22 | 14.2 | 7.3 | 15.9 | 7.5 | 18.2 | 6.1 | 19.2 | 6.2 | 20.2 | 6.4 | 21.2 | 6.6 |
| 35 | 14 | 45.5 | 20.1 | 51.1 | 20.8 | 58.0 | 19.3 | 61.4 | 19.8 | 64.8 | 20.4 | 68.3 | 21.1 |
| 16 | 40.6 | 18.2 | 45.7 | 18.8 | 51.9 | 17.3 | 54.9 | 17.8 | 57.9 | 18.3 | 61.0 | 18.9 |
| 18 | 35.8 | 16.3 | 40.3 | 16.8 | 45.7 | 15.3 | 48.4 | 15.7 | 51.1 | 16.2 | 53.8 | 16.7 |
| 20 | 31.0 | 14.4 | 34.8 | 14.9 | 39.7 | 13.3 | 41.9 | 13.6 | 44.2 | 14.0 | 46.6 | 14.5 |
| 22 | 26.2 | 12.5 | 29.5 | 12.9 | 33.6 | 11.2 | 35.5 | 11.5 | 37.4 | 11.9 | 39.4 | 12.3 |
| 40 | 14 | 58.1 | 25.2 | 65.4 | 26.1 | 74.2 | 24.5 | 78.6 | 25.2 | 83.1 | 25.9 | 87.6 | 26.8 |
| 16 | 53.2 | 23.3 | 59.9 | 24.2 | 68.0 | 22.6 | 72.0 | 23.1 | 76.1 | 23.8 | 80.3 | 24.6 |
| 18 | 48.3 | 21.5 | 54.4 | 22.3 | 61.8 | 20.5 | 65.4 | 21.1 | 69.1 | 21.7 | 72.9 | 22.4 |
| 20 | 43.5 | 19.6 | 48.9 | 20.3 | 55.6 | 18.5 | 58.9 | 19.0 | 62.2 | 19.6 | 65.6 | 20.2 |
| 22 | 38.6 | 17.7 | 43.4 | 18.3 | 49.4 | 16.5 | 52.3 | 16.9 | 55.3 | 17.4 | 58.2 | 18.0 |
| 45 | 14 | 70.9 | 30.4 | 79.8 | 31.6 | 90.6 | 29.8 | 96.0 | 30.5 | 101.6 | 31.5 | 107.3 | 32.6 |
| 16 | 66.0 | 28.5 | 74.3 | 29.6 | 84.4 | 27.8 | 89.4 | 28.5 | 94.6 | 29.4 | 99.8 | 30.4 |
| 18 | 61.0 | 26.7 | 68.7 | 27.7 | 78.1 | 25.8 | 82.8 | 26.5 | 87.5 | 27.3 | 92.4 | 28.2 |
| 20 | 56.1 | 24.8 | 63.2 | 25.7 | 71.9 | 23.8 | 76.1 | 24.4 | 80.5 | 25.1 | 85.0 | 26.0 |
| 22 | 51.2 | 22.9 | 57.7 | 23.7 | 65.6 | 21.8 | 69.5 | 22.3 | 73.5 | 23.0 | 77.6 | 23.8 |
| 50 | 14 | 83.8 | 35.6 | 94.5 | 36.9 | 107.3 | 35.2 | 113.8 | 35.9 | 120.4 | 37.0 | 127.2 | 38.3 |
| 16 | 78.8 | 33.8 | 88.9 | 35.0 | 101.0 | 33.1 | 107.1 | 33.9 | 113.3 | 35.0 | 119.7 | 36.2 |
| 18 | 73.9 | 31.9 | 83.3 | 33.1 | 94.7 | 31.1 | 100.4 | 31.9 | 106.2 | 32.9 | 112.2 | 34.0 |
| 20 | 69.0 | 30.0 | 77.7 | 31.2 | 88.4 | 29.1 | 93.7 | 29.9 | 99.2 | 30.8 | 104.7 | 31.8 |
| 22 | 64.0 | 28.2 | 72.2 | 29.2 | 82.1 | 27.0 | 87.0 | 27.8 | 92.1 | 28.6 | 97.2 | 29.6 |
| 55 | 14 | 96.8 | 40.8 | 109.2 | 42.4 | 124.1 | 40.3 | 131.7 | 41.3 | 139.5 | 42.6 | 147.4 | 44.1 |
| 16 | 91.9 | 39.0 | 103.6 | 40.5 | 117.8 | 38.3 | 124.9 | 39.4 | 132.3 | 40.6 | 139.9 | 42.0 |
| 18 | 86.9 | 37.1 | 98.0 | 38.6 | 111.5 | 36.3 | 118.2 | 37.3 | 125.2 | 38.5 | 132.3 | 39.9 |
| 20 | 81.9 | 35.3 | 92.4 | 36.7 | 105.1 | 34.4 | 111.5 | 35.3 | 118.1 | 36.4 | 124.8 | 37.7 |
| 22 | 77.0 | 33.4 | 86.8 | 34.7 | 98.8 | 32.4 | 104.8 | 33.3 | 110.9 | 34.3 | 117.2 | 35.5 |

表C.1.2-3 PB管木地板面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.1(m2·K/W)）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 31.4 | 15.2 | 35.3 | 13.9 | 39.0 | 14.5 | 41.0 | 14.9 | 43.0 | 15.3 | 45.0 | 15.8 |
| 16 | 26.9 | 13.2 | 30.2 | 11.9 | 33.4 | 12.5 | 35.1 | 12.8 | 36.8 | 13.1 | 38.5 | 13.5 |
| 18 | 22.4 | 11.3 | 25.2 | 9.9 | 27.9 | 10.4 | 29.3 | 10.6 | 30.7 | 10.9 | 32.1 | 11.3 |
| 20 | 17.9 | 9.4 | 20.3 | 7.9 | 22.4 | 8.3 | 23.5 | 8.5 | 24.6 | 8.8 | 25.7 | 9.0 |
| 22 | 13.4 | 7.4 | 15.3 | 6.0 | 16.9 | 6.2 | 17.7 | 6.4 | 18.5 | 6.5 | 19.4 | 6.8 |
| 35 | 14 | 43.1 | 20.4 | 47.9 | 21.1 | 53.7 | 19.7 | 56.4 | 20.3 | 59.2 | 20.9 | 62.1 | 21.5 |
| 16 | 38.5 | 18.5 | 43.3 | 16.9 | 48.0 | 17.7 | 50.5 | 18.2 | 53.0 | 18.7 | 55.5 | 19.3 |
| 18 | 34.0 | 16.6 | 38.2 | 15.1 | 42.4 | 15.6 | 44.5 | 16.1 | 46.7 | 16.5 | 48.9 | 17.1 |
| 20 | 29.4 | 14.6 | 33.2 | 13.0 | 36.7 | 13.6 | 38.6 | 13.9 | 40.5 | 14.4 | 42.4 | 14.8 |
| 22 | 24.9 | 12.7 | 28.2 | 11.0 | 31.1 | 11.5 | 32.7 | 11.8 | 34.3 | 12.1 | 35.9 | 12.5 |
| 40 | 14 | 55.0 | 25.7 | 61.2 | 26.6 | 68.6 | 25.0 | 72.2 | 25.7 | 75.8 | 26.5 | 79.5 | 27.3 |
| 16 | 50.4 | 23.8 | 56.1 | 24.6 | 62.9 | 23.0 | 66.1 | 23.6 | 69.5 | 24.3 | 72.8 | 25.1 |
| 18 | 45.8 | 21.8 | 50.9 | 22.7 | 57.2 | 21.0 | 60.1 | 21.5 | 63.1 | 22.2 | 66.2 | 22.9 |
| 20 | 41.2 | 19.9 | 46.4 | 18.2 | 51.4 | 18.9 | 54.1 | 19.4 | 56.8 | 20.0 | 59.5 | 20.7 |
| 22 | 36.6 | 18.0 | 41.3 | 16.1 | 45.8 | 16.8 | 48.1 | 17.3 | 50.5 | 17.8 | 52.9 | 18.4 |
| 45 | 14 | 67.1 | 30.9 | 74.7 | 32.1 | 83.7 | 30.4 | 88.1 | 31.2 | 92.6 | 32.2 | 97.2 | 33.2 |
| 16 | 62.4 | 29.1 | 69.5 | 30.2 | 77.9 | 28.4 | 82.0 | 29.1 | 86.2 | 30.0 | 90.5 | 31.0 |
| 18 | 57.8 | 27.1 | 64.3 | 28.2 | 72.2 | 26.3 | 76.0 | 27.0 | 79.8 | 27.9 | 83.8 | 28.8 |
| 20 | 53.2 | 25.2 | 59.2 | 26.1 | 66.4 | 24.3 | 69.9 | 24.9 | 73.4 | 25.7 | 77.1 | 26.6 |
| 22 | 48.5 | 23.3 | 54.0 | 24.0 | 60.7 | 22.2 | 63.8 | 22.8 | 67.1 | 23.5 | 70.4 | 24.3 |
| 50 | 14 | 79.3 | 36.2 | 88.3 | 37.7 | 99.0 | 35.7 | 104.3 | 36.7 | 109.7 | 37.9 | 115.1 | 39.1 |
| 16 | 74.6 | 34.4 | 83.1 | 35.8 | 93.2 | 33.7 | 98.2 | 34.7 | 103.2 | 35.7 | 108.4 | 36.9 |
| 18 | 69.9 | 32.5 | 77.9 | 33.7 | 87.4 | 31.7 | 92.0 | 32.6 | 96.8 | 33.6 | 101.6 | 34.7 |
| 20 | 65.3 | 30.6 | 72.7 | 31.8 | 81.6 | 29.7 | 85.9 | 30.5 | 90.3 | 31.4 | 94.8 | 32.5 |
| 22 | 60.6 | 28.7 | 67.5 | 29.8 | 75.8 | 27.6 | 79.8 | 28.4 | 83.9 | 29.3 | 88.1 | 30.2 |
| 55 | 14 | 91.6 | 41.6 | 102.0 | 43.2 | 114.5 | 41.1 | 120.6 | 42.3 | 126.9 | 43.6 | 133.3 | 45.1 |
| 16 | 86.9 | 39.7 | 96.8 | 41.3 | 108.6 | 39.1 | 114.4 | 40.2 | 120.4 | 41.5 | 126.5 | 42.9 |
| 18 | 82.2 | 37.8 | 91.6 | 39.3 | 102.8 | 37.1 | 108.3 | 38.2 | 113.9 | 39.3 | 119.7 | 40.7 |
| 20 | 77.5 | 35.9 | 86.3 | 37.3 | 97.0 | 35.1 | 102.1 | 36.1 | 107.5 | 37.2 | 112.9 | 38.5 |
| 22 | 72.8 | 34.0 | 81.1 | 35.3 | 91.2 | 33.1 | 96.0 | 34.0 | 101.0 | 35.1 | 106.1 | 36.2 |

表C.1.2-4 PB管铺地毯面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.15(m2·K/W)）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | | | |
| 500 | | 400 | | 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 28.6 | 13.8 | 31.2 | 14.3 | 33.9 | 15.0 | 35.3 | 15.4 | 36.7 | 15.8 | 38.2 | 16.3 |
| 16 | 24.6 | 11.8 | 26.7 | 12.3 | 29.1 | 12.9 | 30.3 | 13.2 | 31.5 | 13.6 | 32.7 | 14.0 |
| 18 | 20.5 | 9.9 | 22.3 | 10.2 | 24.3 | 10.7 | 25.3 | 11.0 | 26.3 | 11.3 | 27.3 | 11.7 |
| 20 | 16.5 | 7.9 | 17.9 | 8.2 | 19.5 | 8.6 | 20.3 | 8.8 | 21.1 | 9.1 | 21.9 | 9.3 |
| 22 | 12.5 | 5.9 | 13.6 | 6.1 | 14.7 | 6.4 | 15.3 | 6.6 | 15.9 | 6.8 | 16.5 | 7.0 |
| 35 | 14 | 39.2 | 18.8 | 42.7 | 19.5 | 46.5 | 20.5 | 48.5 | 21.0 | 50.5 | 21.6 | 52.5 | 22.2 |
| 16 | 35.1 | 16.8 | 38.2 | 17.5 | 41.6 | 18.4 | 43.4 | 18.8 | 45.2 | 19.4 | 47.0 | 19.9 |
| 18 | 31.0 | 14.9 | 33.8 | 15.5 | 36.8 | 16.2 | 38.3 | 16.6 | 39.9 | 17.1 | 41.4 | 17.6 |
| 20 | 26.9 | 12.9 | 29.3 | 13.4 | 31.9 | 14.1 | 33.2 | 14.4 | 34.6 | 14.8 | 35.9 | 15.3 |
| 22 | 22.8 | 11.0 | 24.9 | 11.4 | 27.0 | 11.9 | 28.2 | 12.2 | 29.3 | 12.6 | 30.5 | 13.0 |
| 40 | 14 | 49.9 | 23.9 | 54.5 | 24.8 | 59.3 | 26.0 | 61.9 | 26.6 | 64.5 | 27.4 | 67.1 | 28.2 |
| 16 | 45.8 | 21.9 | 49.9 | 22.8 | 54.4 | 23.9 | 56.7 | 24.5 | 59.1 | 25.2 | 61.5 | 25.9 |
| 18 | 41.6 | 19.9 | 45.4 | 20.7 | 49.5 | 21.7 | 51.6 | 22.3 | 53.7 | 22.9 | 55.9 | 23.6 |
| 20 | 37.5 | 18.0 | 40.9 | 18.7 | 44.6 | 19.6 | 46.4 | 20.1 | 48.4 | 20.7 | 50.3 | 21.3 |
| 22 | 33.4 | 16.0 | 36.4 | 16.7 | 39.6 | 17.5 | 41.3 | 17.9 | 43.0 | 18.4 | 44.8 | 19.0 |
| 45 | 14 | 60.7 | 28.9 | 66.3 | 30.1 | 72.3 | 31.5 | 75.4 | 32.3 | 78.6 | 33.2 | 81.9 | 34.3 |
| 16 | 56.6 | 26.9 | 61.8 | 28.0 | 67.4 | 29.4 | 70.3 | 30.2 | 73.2 | 31.0 | 76.2 | 32.0 |
| 18 | 52.4 | 25.0 | 57.2 | 26.0 | 62.4 | 27.3 | 65.1 | 28.0 | 67.8 | 28.8 | 70.6 | 29.7 |
| 20 | 48.3 | 23.0 | 52.7 | 24.0 | 57.4 | 25.2 | 59.9 | 25.8 | 62.4 | 26.6 | 65.0 | 27.4 |
| 22 | 44.1 | 21.1 | 48.1 | 22.0 | 52.5 | 23.0 | 54.7 | 23.6 | 57.0 | 24.3 | 59.3 | 25.1 |
| 50 | 14 | 71.6 | 34.0 | 78.3 | 35.3 | 85.4 | 37.0 | 89.1 | 38.1 | 93.0 | 39.1 | 96.8 | 40.3 |
| 16 | 67.5 | 32.1 | 73.7 | 33.4 | 80.4 | 35.0 | 83.9 | 35.9 | 87.5 | 37.0 | 91.1 | 38.1 |
| 18 | 63.3 | 30.1 | 69.1 | 31.4 | 75.4 | 32.9 | 78.7 | 33.8 | 82.1 | 34.7 | 85.5 | 35.8 |
| 20 | 59.1 | 28.3 | 64.6 | 29.4 | 70.4 | 30.8 | 73.5 | 31.6 | 76.6 | 32.5 | 79.8 | 33.5 |
| 22 | 55.0 | 26.2 | 60.0 | 27.3 | 65.5 | 28.7 | 68.3 | 29.4 | 71.2 | 30.3 | 74.1 | 31.2 |
| 55 | 14 | 82.7 | 39.0 | 90.4 | 40.7 | 98.6 | 42.6 | 103.0 | 43.8 | 107.4 | 45.1 | 111.9 | 46.5 |
| 16 | 78.5 | 37.2 | 85.8 | 38.7 | 93.6 | 40.6 | 97.7 | 41.7 | 101.9 | 42.9 | 106.2 | 44.2 |
| 18 | 74.3 | 35.3 | 81.2 | 36.7 | 88.6 | 38.5 | 92.5 | 39.6 | 96.5 | 40.7 | 100.5 | 42.0 |
| 20 | 70.1 | 33.3 | 76.6 | 34.7 | 83.6 | 36.4 | 87.3 | 37.4 | 91.0 | 38.5 | 94.8 | 39.7 |
| 22 | 65.9 | 31.4 | 72.0 | 32.7 | 78.6 | 34.3 | 82.0 | 35.2 | 85.5 | 36.2 | 89.1 | 37.4 |

## C.2 预制沟槽保温板供暖地面散热量计算表

**C.2.1 预制沟槽保温板PE-X管（导热系数λ= 0.38W/（m**·K**））供暖地面散热量**

1 面层为地砖或石材（热阻R=0.02（㎡·K/W））和30mm厚水泥砂浆找平层（导热系数λ=0.93W/（m·K）），单位地面面积的有效散热量q1和向下传热损失q1可按表C.2.1-1～C.2.1-3取值。

2 面层为塑料类材料（热阻R=0.075（㎡·K/W））和30mm厚水泥砂浆找平层（导热系数为0.93W/（m·K）），单位地面面积向上的有效散热量q1和向下传热损失q2可按表C.2.1-4～C.2.1-6取值。

3 加热管上下铝箔厚度均为0.1mm（导热系数λ=273W/(m·K）），面层为木地板（热阻R=0.1（㎡·K/W）），单位地面面积向上的有效散热量q1和向下传热损失q2可按表C.2.1-7～C.2.1-9取值。

表C.2.1-1 PE-X管地砖石材类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径12mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | | 100 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 16.5 | 5.4 | 24.3 | 8.5 | 27.4 | 8.6 | 35.4 | 9.2 | 46.4 | 12.4 |
| 16 | 13.8 | 4.7 | 21.4 | 7.6 | 24.5 | 7.4 | 29.2 | 8.4 | 40.5 | 10.2 |
| 18 | 11.5 | 3.5 | 19.3 | 6.8 | 21.2 | 6.6 | 25.0 | 7.0 | 34.3 | 8.1 |
| 20 | 9.7 | 2.2 | 15.9 | 5.2 | 18.0 | 5.3 | 20.1 | 6.1 | 28.6 | 7.0 |
| 22 | 6.2 | 1.4 | 13.1 | 4.1 | 15.2 | 4.7 | 15.0 | 5.0 | 22.5 | 5.5 |
| 35 | 14 | 31.3 | 8.2 | 36.0 | 10.3 | 41.1 | 12.5 | 54.2 | 13.6 | 67.5 | 18.4 |
| 16 | 28.4 | 7.5 | 32.9 | 9.1 | 38.4 | 11.3 | 48.0 | 12.4 | 60.2 | 16.6 |
| 18 | 25.2 | 5.7 | 30.2 | 8.3 | 32.6 | 10.5 | 41.9 | 11.1 | 54.1 | 14.4 |
| 20 | 20.0 | 4.9 | 27.5 | 7.0 | 28.0 | 9.2 | 36.1 | 10.0 | 46.9 | 12.5 |
| 22 | 15.0 | 4.0 | 24.4 | 6.2 | 24.3 | 8.1 | 30.2 | 8.8 | 39.2 | 10.6 |
| 40 | 14 | 41.0 | 10.2 | 46.9 | 11.2 | 54.4 | 14.8 | 68.0 | 18.0 | 86.3 | 24.5 |
| 16 | 38.1 | 9.5 | 44.1 | 10.8 | 50.2 | 13.6 | 62.1 | 16.6 | 80.5 | 22.7 |
| 18 | 33.7 | 8.4 | 41.0 | 9.5 | 45.4 | 11.8 | 56.2 | 15.5 | 74.7 | 20.5 |
| 20 | 30.4 | 7.0 | 37.4 | 8.7 | 40.1 | 10.5 | 50.0 | 13.7 | 68.8 | 18.6 |
| 22 | 27.7 | 6.1 | 34.6 | 7.2 | 36.0 | 9.2 | 45.2 | 12.2 | 61.5 | 16.2 |
| 45 | 14 | 50.0 | 10.6 | 58.0 | 12.7 | 68.1 | 17.9 | 82.1 | 20.1 | 106.7 | 29.1 |
| 16 | 47.2 | 9.4 | 55.2 | 11.3 | 64.0 | 16.7 | 76.2 | 19.2 | 100.6 | 27.4 |
| 18 | 43.1 | 8.1 | 51.9 | 10.5 | 59.2 | 15.3 | 70.4 | 18.4 | 94.4 | 25.2 |
| 20 | 39.9 | 7.2 | 48.0 | 9.2 | 54.3 | 14.1 | 64.5 | 17.0 | 88.2 | 23 |
| 22 | 36.3 | 6.5 | 45.1 | 8.5 | 48.0 | 13.0 | 58.7 | 15.7 | 81.5 | 21.5 |
| 50 | 14 | 59.1 | 12.4 | 67.0 | 14.5 | 79.1 | 21.4 | 99.4 | 24.2 | 126.7 | 33.5 |
| 16 | 56.2 | 10.7 | 64.3 | 13.6 | 74.5 | 20.1 | 93.2 | 23.4 | 120.8 | 31.4 |
| 18 | 53.2 | 9.5 | 61.1 | 12.3 | 69.3 | 18.7 | 87.0 | 22.0 | 113.4 | 29.1 |
| 20 | 50.0 | 8.2 | 57.6 | 11.2 | 64.0 | 17.2 | 81.2 | 21.4 | 106.3 | 27.3 |
| 22 | 46.9 | 7.4 | 54.7 | 10.4 | 61.3 | 16.6 | 75.1 | 19.1 | 100.2 | 25.2 |
| 55 | 14 | 69.0 | 14.2 | 76.8 | 17.4 | 91.2 | 24.7 | 114.0 | 28.3 | 146.2 | 39.1 |
| 16 | 66.1 | 12.1 | 75.1 | 16.2 | 86.1 | 23.5 | 108.1 | 27.4 | 140.3 | 37.2 |
| 18 | 63.2 | 10.3 | 72.0 | 15.3 | 81.3 | 22.1 | 102.4 | 25.7 | 132.5 | 35.4 |
| 20 | 59.9 | 9.1 | 68.9 | 14.1 | 76.0 | 20.7 | 96.0 | 24.6 | 125.2 | 33.5 |
| 22 | 55.4 | 8.3 | 66.1 | 13.5 | 71.5 | 19.3 | 91.2 | 23.1 | 117.5 | 31.1 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W（/m•K），厚度20mm。

表C.2.1-2 PE-X管地砖石材类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径16mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 26.1 | 6.0 | 31.4 | 13.8 | 40.2 | 16.6 | 71.9 | 20.1 |
| 16 | 22.8 | 5.2 | 28.6 | 13.1 | 36.1 | 15.7 | 68.5 | 19.3 |
| 18 | 19.9 | 4.6 | 25.2 | 12.8 | 32.2 | 14.7 | 64.4 | 18.0 |
| 20 | 16.6 | 4.0 | 21.7 | 12.1 | 28.1 | 13.8 | 60.3 | 16.7 |
| 22 | 14.2 | 3.4 | 17.7 | 11.1 | 23.3 | 12.6 | 56.2 | 15.4 |
| 35 | 14 | 33.1 | 8.9 | 38.5 | 10.9 | 46.1 | 12.8 | 60.7 | 16.1 |
| 16 | 29.7 | 8.0 | 34.2 | 9.9 | 40.8 | 11.7 | 55.4 | 14.5 |
| 18 | 26.3 | 7.1 | 29.9 | 8.8 | 35.7 | 10.6 | 49.1 | 12.1 |
| 20 | 22.1 | 6.2 | 25.5 | 7.7 | 30.7 | 9.6 | 42.9 | 10.5 |
| 22 | 18.1 | 5.3 | 21.1 | 6.6 | 25.6 | 8.2 | 36.6 | 9.1 |
| 40 | 14 | 44.6 | 11.0 | 51.1 | 13.3 | 61.1 | 16.0 | 75.3 | 19.7 |
| 16 | 40.6 | 10.1 | 46.6 | 12.3 | 55.5 | 14.8 | 67.9 | 18.3 |
| 18 | 36.7 | 9.2 | 42.2 | 11.3 | 50.3 | 13.5 | 61.5 | 16.9 |
| 20 | 32.8 | 8.3 | 37.7 | 10.4 | 45.2 | 12.3 | 55.2 | 15.4 |
| 22 | 28.9 | 7.4 | 33.3 | 9.4 | 39.5 | 11.0 | 48.9 | 13.9 |
| 45 | 14 | 43.4 | 13.4 | 51.5 | 16.1 | 63.5 | 19.2 | 79.9 | 23.9 |
| 16 | 39.6 | 12.4 | 47.1 | 15.1 | 58.2 | 18.0 | 73.6 | 22.4 |
| 18 | 43.6 | 11.4 | 42.7 | 14.2 | 53.2 | 16.8 | 67.3 | 20.9 |
| 20 | 47.4 | 10.4 | 38.3 | 13.1 | 47.7 | 15.6 | 61.1 | 19.4 |
| 22 | 51.3 | 9.4 | 33.9 | 12.3 | 42.5 | 14.5 | 54.7 | 17.9 |
| 50 | 14 | 63.6 | 15.6 | 73.4 | 18.6 | 87.7 | 22.3 | 104.3 | 26.5 |
| 16 | 59.7 | 14.7 | 68.9 | 17.6 | 82.4 | 21.1 | 99.1 | 25.3 |
| 18 | 55.7 | 13.8 | 64.4 | 16.5 | 77.1 | 20.0 | 92.7 | 23.9 |
| 20 | 51.8 | 12.9 | 59.9 | 15.6 | 71.6 | 18.8 | 86.3 | 23.0 |
| 22 | 47.8 | 12.0 | 75.4 | 14.7 | 67.2 | 17.6 | 79.9 | 21.5 |
| 55 | 14 | 72.8 | 17.5 | 83.9 | 21.6 | 100.4 | 23.7 | 121.1 | 29.4 |
| 16 | 69.1 | 16.6 | 79.3 | 20.5 | 95.1 | 22.5 | 115.7 | 27.9 |
| 18 | 64.7 | 15.7 | 75.2 | 19.4 | 89.6 | 21.0 | 109.4 | 26.4 |
| 20 | 60.6 | 14.7 | 70.1 | 18.5 | 84.2 | 19.6 | 101.9 | 24.9 |
| 22 | 57.1 | 13.8 | 65.7 | 17.3 | 78.2 | 18.1 | 95.1 | 23.5 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度25mm。

表C.2.1-3 PE-X管地砖石材类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径20mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 24.2 | 7.1 | 29.9 | 8.1 | 39.4 | 10.7 | 47.1 | 12.3 |
| 16 | 20.2 | 6.1 | 25.1 | 7.0 | 34.8 | 9.4 | 40.3 | 10.8 |
| 18 | 16.8 | 5.2 | 20.3 | 5.9 | 29.2 | 8.1 | 33.5 | 9.3 |
| 20 | 12.6 | 4.3 | 15.5 | 4.9 | 23.6 | 6.8 | 26.7 | 7.8 |
| 22 | 8.4 | 3.4 | 10.7 | 3.8 | 18.2 | 5.6 | 19.9 | 6.4 |
| 35 | 14 | 35.2 | 9.1 | 40.5 | 11.0 | 50.6 | 13.4 | 59.4 | 15.6 |
| 16 | 31.1 | 8.1 | 35.6 | 9.9 | 45.1 | 12.1 | 52.6 | 14.1 |
| 18 | 26.8 | 7.2 | 30.8 | 8.8 | 39.4 | 10.8 | 45.8 | 12.6 |
| 20 | 22.6 | 6.3 | 26.1 | 7.7 | 33.8 | 9.6 | 39.2 | 12.1 |
| 22 | 18.4 | 5.4 | 21.2 | 6.6 | 28.2 | 8.3 | 32.3 | 10.6 |
| 40 | 14 | 45.2 | 11.3 | 51.5 | 13.6 | 62.4 | 16.4 | 75.3 | 19.3 |
| 16 | 40.8 | 10.4 | 46.6 | 12.5 | 56.8 | 15.1 | 68.4 | 17.7 |
| 18 | 36.6 | 9.5 | 41.9 | 11.4 | 51.2 | 13.8 | 61.6 | 16.3 |
| 20 | 32.4 | 8.6 | 37.2 | 10.3 | 45.6 | 12.5 | 54.8 | 14.8 |
| 22 | 28.2 | 7.7 | 32.2 | 9.2 | 40.2 | 12.2 | 48.2 | 13.3 |
| 45 | 14 | 54.9 | 13.6 | 63.3 | 16.7 | 78.1 | 20.1 | 93.4 | 23.8 |
| 16 | 50.7 | 12.7 | 58.5 | 15.6 | 72.5 | 18.8 | 86.6 | 22.3 |
| 18 | 46.6 | 11.8 | 53.7 | 14.5 | 66.9 | 17.6 | 79.8 | 20.8 |
| 20 | 42.4 | 10.9 | 48.9 | 13.4 | 61.4 | 16.3 | 73.1 | 19.3 |
| 22 | 38.3 | 10.0 | 44.1 | 12.3 | 55.7 | 15.0 | 66.3 | 17.7 |
| 50 | 14 | 65.8 | 15.8 | 76.5 | 18.8 | 92.1 | 22.9 | 112.3 | 26.8 |
| 16 | 61.6 | 14.9 | 71.6 | 17.7 | 86.5 | 21.6 | 105.5 | 25.3 |
| 18 | 57.4 | 14.0 | 66.9 | 16.6 | 80.9 | 20.3 | 98.7 | 23.9 |
| 20 | 53.2 | 13.1 | 62.2 | 15.5 | 75.4 | 19.0 | 92.1 | 22.4 |
| 22 | 49.2 | 12.2 | 57.2 | 14.4 | 69.7 | 17.7 | 85.1 | 20.9 |
| 55 | 14 | 76.9 | 17.4 | 88.3 | 21.2 | 108.4 | 25.4 | 131.3 | 30.1 |
| 16 | 72.7 | 16.5 | 83.5 | 20.1 | 102.8 | 24.1 | 124.4 | 28.6 |
| 18 | 68.5 | 15.6 | 78.7 | 19.0 | 97.2 | 22.8 | 117.6 | 27.1 |
| 20 | 64.3 | 14.7 | 73.9 | 17.9 | 91.6 | 21.7 | 110.8 | 25.6 |
| 22 | 60.1 | 13.8 | 69.1 | 16.8 | 86.2 | 20.4 | 104.2 | 24.1 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度30mm。

表C.2.1-4 PE-X管塑料类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径12mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | | 100 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 18.1 | 7.5 | 21.1 | 8.4 | 23.6 | 9.3 | 29.5 | 13.2 | 33.2 | 15.5 |
| 16 | 16.0 | 6.0 | 20.2 | 7.2 | 20.7 | 8.0 | 24.6 | 11.1 | 27.1 | 13.4 |
| 18 | 12.9 | 4.9 | 16.9 | 6.1 | 16.9 | 6.7 | 19.7 | 9.2 | 21.2 | 11.1 |
| 20 | 10.3 | 3.6 | 14.1 | 4.9 | 13.1 | 5.9 | 14.1 | 7.3 | 15.3 | 9.2 |
| 22 | 8.0 | 3.0 | 11.3 | 4.0 | 9.4 | 4.6 | 9.5 | 5.4 | 9.4 | 7.1 |
| 35 | 14 | 23.5 | 9.6 | 28.9 | 11.3 | 33.4 | 13.1 | 45.5 | 18.5 | 50.5 | 22.2 |
| 16 | 21.0 | 8.2 | 25.7 | 10.0 | 29.6 | 11.6 | 40.4 | 16.6 | 44.3 | 20.1 |
| 18 | 18.1 | 7.1 | 22.4 | 8.9 | 25.9 | 10.3 | 35.6 | 14.6 | 38.2 | 17.7 |
| 20 | 15.3 | 6.2 | 19.2 | 8.1 | 22.2 | 9.0 | 29.1 | 12.5 | 32.2 | 15.6 |
| 22 | 12.1 | 5.1 | 16.3 | 7.0 | 18.3 | 7.7 | 24.3 | 11.4 | 26.3 | 13.1 |
| 40 | 14 | 28.9 | 12.7 | 37.1 | 14.3 | 43.3 | 16.6 | 62.5 | 22.4 | 69.5 | 27.8 |
| 16 | 26.1 | 10.8 | 34.3 | 13.5 | 39.5 | 15.2 | 57.6 | 20.3 | 63.4 | 25.7 |
| 18 | 23.3 | 9.3 | 31.0 | 12.3 | 35.8 | 13.7 | 50.7 | 18.5 | 57.2 | 23.4 |
| 20 | 19.9 | 7.7 | 27.9 | 11.2 | 31.9 | 12.4 | 44.8 | 16.2 | 51.1 | 21.1 |
| 22 | 17.2 | 6.6 | 25.2 | 10.0 | 27.1 | 10.1 | 38.3 | 14.4 | 45.1 | 18.8 |
| 45 | 14 | 36.4 | 13.8 | 45.3 | 17.7 | 53.5 | 20.3 | 77.4 | 27.6 | 89.1 | 33.7 |
| 16 | 33.3 | 12.7 | 42.5 | 16.5 | 49.7 | 19.1 | 71.1 | 25.5 | 82.5 | 31.6 |
| 18 | 29.2 | 11.5 | 39.4 | 14.3 | 46.1 | 17.6 | 64.2 | 23.6 | 76.4 | 29.4 |
| 20 | 25.5 | 10.4 | 36.1 | 13.1 | 42.3 | 16.2 | 57.1 | 21.5 | 70.2 | 27.1 |
| 22 | 22.1 | 9.0 | 33.3 | 11.9 | 38.4 | 14.8 | 50.4 | 18.6 | 64.4 | 24.6 |
| 50 | 14 | 42.1 | 15.7 | 53.6 | 20.6 | 63.2 | 24.1 | 89.1 | 32.2 | 107.5 | 40.1 |
| 16 | 39.3 | 14.6 | 50.7 | 19.7 | 59.2 | 22.7 | 82.3 | 30.1 | 101.4 | 37.9 |
| 18 | 36.1 | 13.8 | 47.9 | 18.3 | 55.0 | 21.2 | 75.1 | 28.3 | 95.3 | 34.7 |
| 20 | 32.9 | 12.7 | 44.6 | 17.0 | 51.3 | 19.7 | 68.1 | 25.9 | 89.1 | 32.4 |
| 22 | 31.1 | 12.0 | 41.3 | 15.6 | 47.6 | 18.4 | 60.8 | 23.5 | 83.4 | 30.1 |
| 55 | 14 | 49.1 | 19.7 | 61.3 | 23.9 | 73.4 | 27.6 | 922 | 35.1 | 126.6 | 46.1 |
| 16 | 46.4 | 17.6 | 58.5 | 22.7 | 69.7 | 26.2 | 85.4 | 33.5 | 120.5 | 44.2 |
| 18 | 43.3 | 16.3 | 55.4 | 20.4 | 65.8 | 24.6 | 78.1 | 31.9 | 114.2 | 41.6 |
| 20 | 40.0 | 14.9 | 52.6 | 19.1 | 62.0 | 23.1 | 72.1 | 29.7 | 108.4 | 39.4 |
| 22 | 36.9 | 14.1 | 49.2 | 18.0 | 58.0 | 21.6 | 66.2 | 27.5 | 92.7 | 37.8 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度20mm。

表C.2.1-5 PE-X管塑料类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径16mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空  气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 15.9 | 7.7 | 21.5 | 8.7 | 30.3 | 11.1 | 37.2 | 13.8 |
| 16 | 13.2 | 7.1 | 18.1 | 7.8 | 26.2 | 9.8 | 35.1 | 12.3 |
| 18 | 10.5 | 6.3 | 14.7 | 6.9 | 22.1 | 8.5 | 30.2 | 10.8 |
| 20 | 7.8 | 5.4 | 11.3 | 5.8 | 18.0 | 7.2 | 25.2 | 9.3 |
| 22 | 5.1 | 4.7 | 9.9 | 5.0 | 13.9 | 5.9 | 20.3 | 7.6 |
| 35 | 14 | 23.6 | 9.4 | 29.3 | 11.1 | 37.9 | 13.3 | 48.1 | 15.7 |
| 16 | 20.7 | 8.5 | 25.9 | 9.8 | 33.8 | 11.9 | 43.2 | 14.1 |
| 18 | 17.8 | 7.6 | 22.5 | 8.6 | 29.7 | 10.5 | 38.1 | 12.5 |
| 20 | 14.9 | 6.6 | 19.1 | 7.4 | 25.6 | 9.1 | 33.2 | 10.9 |
| 22 | 11.9 | 5.7 | 15.3 | 6.2 | 21.5 | 7.8 | 28.1 | 9.6 |
| 40 | 14 | 29.3 | 11.9 | 38.5 | 13.4 | 49.4 | 16.2 | 60.2 | 19.8 |
| 16 | 26.5 | 11.0 | 33.9 | 12.1 | 45.3 | 14.8 | 55.3 | 18.2 |
| 18 | 23.2 | 10.1 | 30.3 | 10.9 | 41.2 | 13.6 | 50.2 | 16.6 |
| 20 | 19.9 | 9.2 | 26.6 | 9.8 | 37.1 | 12.2 | 45.2 | 15.0 |
| 22 | 16.6 | 8.3 | 23.2 | 8.7 | 32.9 | 10.4 | 40.1 | 13.2 |
| 45 | 14 | 35.5 | 13.7 | 45.3 | 16.3 | 59.3 | 19.9 | 74.5 | 23.9 |
| 16 | 32.6 | 12.8 | 41.7 | 15.1 | 55.2 | 18.5 | 69.4 | 22.3 |
| 18 | 29.7 | 11.9 | 38.1 | 13.9 | 51.1 | 17.1 | 64.3 | 20.6 |
| 20 | 26.6 | 11.1 | 34.6 | 12.7 | 47.2 | 15.7 | 59.5 | 18.9 |
| 22 | 23.5 | 9.9 | 31.0 | 11.5 | 43.1 | 14.3 | 54.3 | 17.2 |
| 50 | 14 | 44.6 | 15.9 | 54.6 | 18.8 | 69.5 | 23.5 | 86.3 | 27.9 |
| 16 | 41.5 | 15.1 | 51.1 | 17.6 | 65.4 | 22.1 | 81.2 | 26.2 |
| 18 | 38.4 | 14.1 | 47.4 | 15.4 | 61.2 | 20.7 | 76.1 | 24.4 |
| 20 | 35.2 | 13.2 | 43.6 | 14.2 | 57.1 | 19.3 | 71.2 | 22.7 |
| 22 | 32.1 | 12.1 | 39.9 | 13.1 | 52.9 | 17.9 | 66.1 | 21.0 |
| 55 | 14 | 50.8 | 17.6 | 62.1 | 20.7 | 80.2 | 26.7 | 100.8 | 31.6 |
| 16 | 47.7 | 16.7 | 58.5 | 19.5 | 76.1 | 25.3 | 95.6 | 29.9 |
| 18 | 44.6 | 15.8 | 54.9 | 18.3 | 72.0 | 23.9 | 90.4 | 28.2 |
| 20 | 41.5 | 14.9 | 51.2 | 17.1 | 67.3 | 22.5 | 85.3 | 26.5 |
| 22 | 38.6 | 14.1 | 47.3 | 15.9 | 63.1 | 21.1 | 80.4 | 24.8 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度25mm。

表C.2.1-6 PE-X管塑料类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径20mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 18.8 | 7.6 | 21.4 | 8.9 | 26.6 | 10.6 | 33.3 | 13.4 |
| 16 | 15.7 | 6.6 | 17.7 | 7.7 | 22.2 | 9.2 | 27.9 | 11.8 |
| 18 | 12.6 | 5.7 | 14.2 | 6.6 | 17.8 | 7.8 | 22.5 | 10.2 |
| 20 | 9.5 | 4.6 | 10.3 | 5.4 | 13.4 | 6.4 | 17.1 | 8.6 |
| 22 | 6.4 | 3.6 | 6.6 | 4.5 | 9.1 | 5.1 | 11.7 | 7.2 |
| 35 | 14 | 24.8 | 9.7 | 30.3 | 11.9 | 37.1 | 13.7 | 45.1 | 16.3 |
| 16 | 21.7 | 8.6 | 26.6 | 10.7 | 32.7 | 12.3 | 39.7 | 14.7 |
| 18 | 18.6 | 7.6 | 22.9 | 9.6 | 28.3 | 10.9 | 44.3 | 13.1 |
| 20 | 15.5 | 6.7 | 19.2 | 8.4 | 24.2 | 9.5 | 38.9 | 11.5 |
| 22 | 12.4 | 5.6 | 15.6 | 7.2 | 19.6 | 8.1 | 33.5 | 9.9 |
| 40 | 14 | 32.9 | 12.1 | 40.4 | 14.8 | 48.6 | 16.9 | 59.5 | 19.3 |
| 16 | 29.8 | 11.1 | 36.7 | 13.6 | 44.2 | 15.5 | 54.1 | 17.7 |
| 18 | 26.7 | 10.2 | 33.1 | 12.4 | 49.8 | 14.1 | 48.6 | 16.1 |
| 20 | 23.6 | 9.1 | 29.3 | 11.2 | 45.5 | 12.7 | 43.2 | 14.4 |
| 22 | 20.4 | 8.2 | 25.6 | 10.1 | 41.1 | 11.3 | 37.8 | 12.7 |
| 45 | 14 | 42.4 | 14.6 | 50.4 | 17.9 | 60.4 | 20.5 | 73.6 | 23.3 |
| 16 | 39.3 | 13.7 | 46.8 | 16.7 | 56.1 | 19.1 | 68.2 | 21.6 |
| 18 | 36.2 | 12.8 | 43.1 | 15.6 | 51.6 | 17.7 | 62.8 | 20.1 |
| 20 | 33.1 | 11.7 | 39.4 | 14.4 | 47.2 | 16.3 | 57.5 | 18.3 |
| 22 | 30.2 | 10.8 | 35.7 | 13.2 | 42.8 | 14.9 | 52.1 | 16.7 |
| 50 | 14 | 50.9 | 17.2 | 60.2 | 21.2 | 71.6 | 24.1 | 87.3 | 27.4 |
| 16 | 47.8 | 16.5 | 56.3 | 19.8 | 67.2 | 22.6 | 81.9 | 25.8 |
| 18 | 44.7 | 15.4 | 52.6 | 17.6 | 62.8 | 21.3 | 76.5 | 24.2 |
| 20 | 41.6 | 14.2 | 48.9 | 16.4 | 58.4 | 19.9 | 71.1 | 22.6 |
| 22 | 38.5 | 13.5 | 45.2 | 15.2 | 54.2 | 18.6 | 65.6 | 20.9 |
| 55 | 14 | 59.2 | 19.9 | 69.9 | 24.2 | 83.8 | 27.4 | 101.5 | 31.3 |
| 16 | 56.1 | 18.8 | 66.2 | 23.2 | 79.4 | 26.1 | 96.2 | 29.7 |
| 18 | 53.2 | 17.8 | 62.6 | 21.8 | 75.1 | 24.8 | 90.6 | 28.1 |
| 20 | 49.8 | 16.7 | 58.9 | 20.6 | 70.6 | 23.4 | 85.1 | 26.5 |
| 22 | 46.7 | 15.8 | 55.2 | 19.4 | 66.1 | 22.2 | 79.7 | 24.9 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度30mm。

表C.2.1-7 PE-X管木地板面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径12mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | | 100 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 19.2 | 8.6 | 24.6 | 10.1 | 28.1 | 10.6 | 31.2 | 14 | 37.6 | 16.6 |
| 16 | 16.2 | 7.7 | 20.7 | 8.4 | 23.2 | 9.3 | 25.5 | 12.6 | 31.2 | 14.7 |
| 18 | 13.1 | 6.6 | 16.6 | 7.3 | 18.1 | 8.2 | 20.3 | 11 | 25.1 | 12.5 |
| 20 | 10.1 | 5.4 | 12.4 | 5.9 | 13.5 | 6.8 | 15.1 | 9.5 | 18.7 | 10.6 |
| 22 | 7.4 | 4.6 | 8.5 | 5.2 | 9.2 | 5.5 | 9.7 | 7.8 | 12.3 | 8.8 |
| 35 | 14 | 30.1 | 11.2 | 34.2 | 12.9 | 40.4 | 14.4 | 46.2 | 18.1 | 55.4 | 21.4 |
| 16 | 27.4 | 9.9 | 30.4 | 11.3 | 35.6 | 12.9 | 41.2 | 16.4 | 49.1 | 19.3 |
| 18 | 24.1 | 8.6 | 26.6 | 10.1 | 30.9 | 11.7 | 36.1 | 14.9 | 42.7 | 17.4 |
| 20 | 20.9 | 7.9 | 22.4 | 8.8 | 26.1 | 10.3 | 31.6 | 13.3 | 36.3 | 15.4 |
| 22 | 18.4 | 7.3 | 18.3 | 7.6 | 21.1 | 8.8 | 26.1 | 11.5 | 29.9 | 13.3 |
| 40 | 14 | 39.2 | 12.6 | 43.9 | 15.3 | 52.5 | 17.2 | 59.1 | 21.5 | 71.1 | 26.3 |
| 16 | 36.1 | 11.8 | 40.2 | 13.7 | 47.4 | 15.7 | 54.7 | 19.8 | 64.5 | 24.2 |
| 18 | 33.4 | 10.7 | 36.1 | 12.5 | 42.1 | 14 | 49.6 | 18.2 | 57.8 | 22.3 |
| 20 | 30.1 | 9.4 | 32.3 | 11.2 | 37.3 | 12.9 | 44.3 | 16.9 | 50.4 | 20.2 |
| 22 | 27.2 | 8.3 | 28.1 | 9.9 | 32.5 | 11.3 | 39.5 | 15.1 | 43.7 | 18.1 |
| 45 | 14 | 48.2 | 15.7 | 55.3 | 18.1 | 65.2 | 20.7 | 74.1 | 28.1 | 90.1 | 32.7 |
| 16 | 45.5 | 14.6 | 51.3 | 16.9 | 60.4 | 19.2 | 69.4 | 26.4 | 83.5 | 30.8 |
| 18 | 42.2 | 13.9 | 47.4 | 15.5 | 55.2 | 17.7 | 64.2 | 24.8 | 76.9 | 28.7 |
| 20 | 39.6 | 12.7 | 43.5 | 14.3 | 47.2 | 16.3 | 59.1 | 23.2 | 70.3 | 26.6 |
| 22 | 36.4 | 11.6 | 39.3 | 12.8 | 42.1 | 14.8 | 53.3 | 21.4 | 63.7 | 24.5 |
| 50 | 14 | 58.2 | 18.5 | 67.1 | 21 | 77.2 | 24.5 | 89.2 | 30.9 | 104.9 | 36.7 |
| 16 | 55.2 | 17.2 | 63.2 | 19.7 | 72.3 | 22.9 | 84.5 | 29.2 | 98.3 | 34.9 |
| 18 | 52.3 | 15.9 | 59.1 | 19.1 | 67.1 | 21.3 | 79.2 | 27.4 | 91.7 | 32.6 |
| 20 | 49.1 | 14.8 | 55.2 | 17.5 | 62.5 | 19.8 | 74.8 | 25.8 | 85.1 | 30.5 |
| 22 | 46.2 | 13.7 | 51.2 | 15.9 | 58.2 | 18.3 | 69.4 | 24.3 | 78.4 | 28.5 |
| 55 | 14 | 68.1 | 20.9 | 79.1 | 25 | 92.2 | 29.7 | 104.1 | 34.5 | 122.1 | 41.3 |
| 16 | 64.4 | 20.2 | 74.9 | 23.7 | 87.1 | 28.1 | 99.3 | 32.8 | 115.5 | 39.4 |
| 18 | 61.1 | 18.6 | 71.1 | 21.5 | 82.9 | 27.4 | 94.7 | 31.1 | 108.9 | 37.3 |
| 20 | 57.8 | 17.4 | 67.2 | 19.8 | 78.1 | 26 | 89.4 | 29.4 | 102.3 | 35.4 |
| 22 | 54.5 | 16.2 | 63.3 | 19.1 | 72.5 | 24.5 | 84.1 | 27.8 | 95.7 | 33.3 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度20mm。

表C.2.1-8 PE-X管木地板面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径16mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 23.6 | 7.8 | 30.5 | 9.2 | 35.4 | 11.3 | 43.8 | 13.4 |
| 16 | 20.1 | 6.9 | 26.6 | 8.1 | 30.6 | 10.2 | 38.2 | 11.8 |
| 18 | 16.5 | 5.9 | 22.4 | 7.0 | 25.7 | 8.7 | 32.6 | 10.2 |
| 20 | 13.0 | 5.0 | 18.3 | 5.9 | 20.2 | 7.4 | 26.9 | 8.6 |
| 22 | 9.4 | 4.2 | 14.1 | 4.8 | 15.4 | 6.1 | 21.3 | 7.0 |
| 35 | 14 | 33.5 | 10.0 | 39.6 | 11.9 | 45.4 | 13.5 | 56.9 | 15.6 |
| 16 | 29.9 | 9.1 | 35.4 | 10.8 | 40.5 | 12.2 | 50.3 | 14.0 |
| 18 | 26.1 | 8.2 | 31.2 | 9.8 | 35.6 | 11.0 | 44.8 | 12.3 |
| 20 | 22.4 | 7.3 | 27.0 | 8.9 | 30.9 | 9.7 | 39.1 | 11.6 |
| 22 | 18.7 | 6.4 | 22.8 | 7.7 | 25.8 | 9.4 | 33.4 | 9.8 |
| 40 | 14 | 43.2 | 12.7 | 49.4 | 14.0 | 57.3 | 15.1 | 66.9 | 18.3 |
| 16 | 39.5 | 11.8 | 45.2 | 12.9 | 52.4 | 13.7 | 61.2 | 16.6 |
| 18 | 35.8 | 10.9 | 41.1 | 11.8 | 47.5 | 12.4 | 55.5 | 15.0 |
| 20 | 32.0 | 10.0 | 37.0 | 10.9 | 42.6 | 11.1 | 49.7 | 13.3 |
| 22 | 27.4 | 9.1 | 32.8 | 9.9 | 35.8 | 9.8 | 44.0 | 11.7 |
| 45 | 14 | 52.6 | 15.4 | 58.7 | 17.4 | 69.2 | 19.6 | 80.8 | 22.4 |
| 16 | 48.9 | 14.4 | 54.5 | 16.3 | 64.3 | 18.3 | 75.1 | 20.7 |
| 18 | 45.2 | 13.5 | 50.3 | 15.4 | 59.5 | 17.2 | 69.3 | 18.9 |
| 20 | 41.7 | 12.4 | 46.1 | 14.5 | 54.6 | 15.7 | 63.5 | 17.2 |
| 22 | 37.9 | 11.5 | 41.8 | 13.4 | 49.7 | 14.4 | 57.8 | 15.6 |
| 50 | 14 | 61.6 | 18.0 | 70.3 | 20.6 | 83.2 | 23.1 | 97.1 | 26.0 |
| 16 | 57.8 | 17.1 | 66.9 | 19.5 | 78.1 | 21.7 | 91.3 | 24.3 |
| 18 | 54.1 | 16.2 | 62.6 | 18.5 | 73.0 | 20.4 | 85.6 | 21.6 |
| 20 | 50.3 | 15.3 | 58.5 | 17.3 | 64.8 | 19.1 | 79.8 | 20.0 |
| 22 | 46.2 | 14.4 | 54.4 | 16.2 | 69.3 | 17.8 | 74.1 | 18.3 |
| 55 | 14 | 71.8 | 20.8 | 82.5 | 22.3 | 96.5 | 25.7 | 108.9 | 29.2 |
| 16 | 67.9 | 19.9 | 78.2 | 21.2 | 91.2 | 24.4 | 103.2 | 27.6 |
| 18 | 64.1 | 18.9 | 74.1 | 20.2 | 86.3 | 23.1 | 97.5 | 25.9 |
| 20 | 60.2 | 17.9 | 69.9 | 19.1 | 81.4 | 21.8 | 91.7 | 24.0 |
| 22 | 56.3 | 16.7 | 65.6 | 17.9 | 76.2 | 20.4 | 86.2 | 20.3 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度25mm。

表C.2.1-9 PE-X管木地板面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径20mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 20.6 | 6.8 | 24.4 | 8.2 | 28.9 | 9.8 | 34.4 | 11.2 |
| 16 | 16.8 | 5.9 | 20.1 | 7.1 | 23.8 | 8.5 | 28.5 | 9.8 |
| 18 | 13.1 | 5.0 | 15.8 | 6.2 | 18.8 | 7.2 | 22.7 | 8.4 |
| 20 | 9.4 | 4.1 | 11.5 | 4.9 | 13.4 | 5.9 | 16.9 | 6.9 |
| 22 | 5.7 | 3.2 | 7.2 | 4.1 | 8.4 | 4.6 | 11.1 | 5.4 |
| 35 | 14 | 30.4 | 8.7 | 34.1 | 10.8 | 40.2 | 12.7 | 46.9 | 15.1 |
| 16 | 26.6 | 7.7 | 29.8 | 9.7 | 34.9 | 11.4 | 41.1 | 13.7 |
| 18 | 22.8 | 6.8 | 25.6 | 8.6 | 29.8 | 10.1 | 35.4 | 12.2 |
| 20 | 19.1 | 5.9 | 21.3 | 7.5 | 24.8 | 8.9 | 29.6 | 11.8 |
| 22 | 15.2 | 4.9 | 17.1 | 6.4 | 19.9 | 7.6 | 23.8 | 10.4 |
| 40 | 14 | 40.6 | 10.7 | 46.2 | 13.7 | 51.6 | 15.6 | 61.4 | 18.9 |
| 16 | 36.8 | 9.8 | 41.7 | 12.6 | 46.5 | 14.3 | 55.6 | 17.5 |
| 18 | 33.2 | 8.8 | 37.4 | 11.5 | 41.6 | 13.0 | 49.8 | 16.1 |
| 20 | 29.2 | 7.9 | 33.1 | 10.4 | 38.6 | 11.7 | 44.1 | 14.7 |
| 22 | 25.4 | 7.0 | 28.8 | 9.4 | 33.5 | 10.4 | 38.2 | 13.3 |
| 45 | 14 | 50.4 | 13.3 | 57.1 | 16.5 | 64.5 | 18.7 | 76.7 | 22.7 |
| 16 | 46.7 | 12.3 | 52.8 | 15.4 | 59.4 | 17.4 | 70.8 | 21.3 |
| 18 | 43.1 | 11.4 | 48.6 | 14.3 | 54.5 | 16.1 | 65.2 | 19.9 |
| 20 | 39.3 | 10.6 | 44.3 | 13.1 | 49.4 | 14.9 | 59.2 | 18.4 |
| 22 | 35.6 | 9.6 | 40.1 | 12.0 | 44.5 | 13.6 | 53.4 | 17.1 |
| 50 | 14 | 60.6 | 15.8 | 68.1 | 19.3 | 77.6 | 22.0 | 92.4 | 26.6 |
| 16 | 56.8 | 14.9 | 63.7 | 18.2 | 72.5 | 20.7 | 86.5 | 25.1 |
| 18 | 53.1 | 14.0 | 59.4 | 17.1 | 67.6 | 19.4 | 80.7 | 23.7 |
| 20 | 49.4 | 13.0 | 55.1 | 16.2 | 62.5 | 18.1 | 74.9 | 22.2 |
| 22 | 45.7 | 12.1 | 50.8 | 14.9 | 57.6 | 16.8 | 69.1 | 20.8 |
| 55 | 14 | 70.7 | 18.6 | 78.9 | 22.4 | 90.5 | 25.3 | 107.6 | 30.6 |
| 16 | 67.1 | 17.6 | 74.6 | 21.3 | 85.4 | 24.0 | 101.8 | 29.2 |
| 18 | 63.2 | 16.7 | 70.3 | 20.2 | 80.6 | 22.7 | 96.1 | 27.8 |
| 20 | 59.4 | 15.8 | 66.1 | 19.1 | 75.6 | 21.4 | 90.2 | 26.4 |
| 22 | 55.6 | 14.8 | 61.7 | 19.2 | 70.5 | 20.1 | 84.4 | 24.9 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度30mm。

**C.2.2 预制沟槽保温板PB管（导热系数λ= 0.23W/（m•K））供暖地面散热量**

1 面层为地砖或石材（热阻R=0.02（㎡·K/W））和30mm厚水泥砂浆找平层（导热系数λ=0.93W/（m·K）），单位地面面积向上的有效散热量q1和向下传热损失q2可按表C.2.2-1～C.2.2-3取值。

2 面层为塑料材料（热阻R=0.075（㎡·K/W））和30mm厚水泥砂浆找平层（导热系数λ=0.93W/（m·K）），单位地面面积向上的有效散热量q1和向下传热损失q2可按表C.2.2-4～C.2.2-6取值。

3 加热管上下铝箔厚度均为0.1mm（导热系数λ=273W/(m·K)），面层为木地板（热阻R=0.1（㎡·K/W））；单位地面面积的向上的有效散热量q1和向下传热损失q2可按表C.2.2-7～C.2.2-9取值。

表C.2.2-1 PB管地砖石材类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径12mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | | 100 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 14.3 | 4.9 | 22.0 | 8.1 | 24.3 | 8.2 | 32.2 | 8.5 | 43.3 | 11.9 |
| 16 | 11.6 | 4.2 | 19.1 | 7.2 | 21.4 | 7.0 | 26.0 | 7.7 | 37.4 | 9.7 |
| 18 | 9.3 | 3.0 | 17.0 | 6.4 | 18.1 | 6.2 | 21.8 | 6.3 | 31.2 | 7.6 |
| 20 | 7.5 | 1.7 | 13.6 | 4.8 | 14.9 | 4.9 | 16.9 | 5.4 | 25.5 | 6.5 |
| 22 | 4.0 | 0.9 | 10.8 | 3.7 | 12.1 | 4.3 | 11.8 | 4.3 | 19.4 | 5.0 |
| 35 | 14 | 29.1 | 7.7 | 33.7 | 9.9 | 38.0 | 12.1 | 51.0 | 12.9 | 64.4 | 17.9 |
| 16 | 26.2 | 7.0 | 30.6 | 8.7 | 35.3 | 10.9 | 44.8 | 11.7 | 57.1 | 16.1 |
| 18 | 23.0 | 5.2 | 27.9 | 7.9 | 29.5 | 10.1 | 38.7 | 10.4 | 51.0 | 13.9 |
| 20 | 17.8 | 4.4 | 25.2 | 6.6 | 24.9 | 8.8 | 32.9 | 9.3 | 43.8 | 12.0 |
| 22 | 12.8 | 3.5 | 22.1 | 5.8 | 21.2 | 7.7 | 27.0 | 8.1 | 36.1 | 10.1 |
| 40 | 14 | 38.8 | 9.7 | 44.6 | 10.8 | 51.3 | 14.4 | 64.8 | 17.3 | 83.2 | 24.0 |
| 16 | 35.9 | 9.0 | 41.8 | 10.4 | 47.1 | 13.2 | 58.9 | 15.9 | 77.4 | 22.2 |
| 18 | 31.5 | 7.9 | 38.7 | 9.1 | 42.3 | 11.4 | 53.0 | 14.8 | 71.6 | 20.0 |
| 20 | 28.2 | 6.5 | 35.1 | 8.3 | 37.0 | 10.1 | 46.8 | 13.0 | 65.7 | 18.1 |
| 22 | 25.5 | 5.6 | 32.3 | 6.8 | 32.9 | 8.8 | 42.0 | 11.5 | 58.4 | 15.7 |
| 45 | 14 | 47.8 | 10.1 | 55.7 | 12.3 | 65.0 | 17.5 | 78.9 | 19.4 | 103.6 | 28.6 |
| 16 | 45.0 | 8.9 | 52.9 | 10.9 | 60.9 | 16.3 | 73.0 | 18.5 | 97.5 | 26.9 |
| 18 | 40.9 | 7.6 | 49.6 | 10.1 | 56.1 | 14.9 | 67.2 | 17.7 | 91.3 | 24.7 |
| 20 | 37.7 | 6.7 | 45.7 | 8.8 | 51.2 | 13.7 | 61.3 | 16.3 | 85.1 | 22.5 |
| 22 | 34.1 | 6.0 | 42.8 | 8.1 | 44.9 | 12.6 | 55.5 | 15.0 | 78.4 | 21.0 |
| 50 | 14 | 56.9 | 11.9 | 64.7 | 14.1 | 76.0 | 21.0 | 96.2 | 23.5 | 123.6 | 33.0 |
| 16 | 54.0 | 10.2 | 62.0 | 13.2 | 71.4 | 19.7 | 90.0 | 22.7 | 117.7 | 30.9 |
| 18 | 51.0 | 9.0 | 58.8 | 11.9 | 66.2 | 18.3 | 83.8 | 21.3 | 110.3 | 28.6 |
| 20 | 47.8 | 7.7 | 55.3 | 10.8 | 60.9 | 16.8 | 78.0 | 20.7 | 103.2 | 26.8 |
| 22 | 44.7 | 6.9 | 52.4 | 10.0 | 58.2 | 16.2 | 71.9 | 18.4 | 97.1 | 24.7 |
| 55 | 14 | 66.8 | 13.7 | 74.5 | 17.0 | 88.1 | 24.3 | 110.8 | 27.6 | 143.1 | 38.6 |
| 16 | 63.9 | 11.6 | 72.8 | 15.8 | 83.0 | 23.1 | 104.9 | 26.7 | 137.2 | 36.7 |
| 18 | 61.0 | 9.8 | 69.7 | 14.9 | 78.2 | 21.7 | 99.2 | 25.0 | 129.4 | 34.9 |
| 20 | 57.7 | 8.6 | 66.6 | 13.7 | 72.9 | 20.3 | 92.8 | 23.9 | 122.1 | 33.0 |
| 22 | 53.2 | 7.8 | 63.8 | 13.1 | 68.4 | 18.9 | 88.0 | 22.4 | 114.4 | 30.6 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度20mm。

表C.2.2-2 PB管地砖石材类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径16mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 23.8 | 5.7 | 28.9 | 13.4 | 37.3 | 16.2 | 68.3 | 19.6 |
| 16 | 20.5 | 4.9 | 26.1 | 12.7 | 33.2 | 15.3 | 64.9 | 18.8 |
| 18 | 17.6 | 4.3 | 22.7 | 12.4 | 29.3 | 14.3 | 60.8 | 17.5 |
| 20 | 14.3 | 3.7 | 19.2 | 11.7 | 25.2 | 13.4 | 56.7 | 16.2 |
| 22 | 11.9 | 3.1 | 15.2 | 10.7 | 20.4 | 12.2 | 52.6 | 14.9 |
| 35 | 14 | 30.8 | 8.6 | 36.0 | 10.5 | 43.2 | 12.4 | 57.1 | 15.6 |
| 16 | 27.4 | 7.7 | 31.7 | 9.5 | 37.9 | 11.3 | 51.8 | 14.0 |
| 18 | 24.0 | 6.8 | 27.4 | 8.4 | 32.8 | 10.2 | 45.5 | 11.6 |
| 20 | 19.8 | 5.9 | 23.0 | 7.3 | 27.8 | 9.2 | 39.3 | 10.0 |
| 22 | 15.8 | 5.0 | 18.6 | 6.2 | 22.7 | 7.8 | 33.0 | 8.6 |
| 40 | 14 | 42.3 | 10.7 | 48.6 | 12.9 | 58.2 | 15.6 | 71.7 | 19.2 |
| 16 | 38.3 | 9.8 | 44.1 | 11.9 | 52.6 | 14.4 | 64.3 | 17.8 |
| 18 | 34.4 | 8.9 | 39.7 | 10.9 | 47.4 | 13.1 | 57.9 | 16.4 |
| 20 | 30.5 | 8.0 | 35.2 | 10.0 | 42.3 | 11.9 | 51.6 | 14.9 |
| 22 | 26.6 | 7.1 | 30.8 | 9.0 | 36.6 | 10.6 | 45.3 | 13.4 |
| 45 | 14 | 41.1 | 13.1 | 49.0 | 15.7 | 60.6 | 18.8 | 76.3 | 23.4 |
| 16 | 37.3 | 12.1 | 44.6 | 14.7 | 55.3 | 17.6 | 70.0 | 21.9 |
| 18 | 41.3 | 11.1 | 40.2 | 13.8 | 50.3 | 16.4 | 63.7 | 20.4 |
| 20 | 45.1 | 10.1 | 35.8 | 12.7 | 44.8 | 15.2 | 57.5 | 18.9 |
| 22 | 49.0 | 9.1 | 31.4 | 11.9 | 39.6 | 14.1 | 51.1 | 17.4 |
| 50 | 14 | 61.3 | 15.3 | 70.9 | 18.2 | 84.8 | 21.9 | 100.7 | 26.0 |
| 16 | 57.4 | 14.4 | 66.4 | 17.2 | 79.5 | 20.7 | 95.5 | 24.8 |
| 18 | 53.4 | 13.5 | 61.9 | 16.1 | 74.2 | 19.6 | 89.1 | 23.4 |
| 20 | 49.5 | 12.6 | 57.4 | 15.2 | 68.7 | 18.4 | 82.7 | 22.5 |
| 22 | 45.5 | 11.7 | 72.9 | 14.3 | 64.3 | 17.2 | 76.3 | 21.0 |
| 55 | 14 | 70.5 | 17.2 | 81.4 | 21.2 | 97.5 | 23.3 | 117.5 | 28.9 |
| 16 | 66.8 | 16.3 | 76.8 | 20.1 | 92.2 | 22.1 | 112.1 | 27.4 |
| 18 | 62.4 | 15.4 | 72.7 | 19.0 | 86.7 | 20.6 | 105.8 | 25.9 |
| 20 | 58.3 | 14.4 | 67.6 | 18.1 | 81.3 | 19.2 | 98.3 | 24.4 |
| 22 | 54.8 | 13.5 | 63.2 | 16.9 | 75.3 | 17.7 | 91.5 | 23.0 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度25mm。

表C.2.2-3 PB管地砖石材类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径20mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 22.1 | 6.8 | 27.9 | 7.8 | 37.2 | 10.4 | 44.4 | 11.9 |
| 16 | 18.1 | 5.8 | 23.1 | 6.7 | 32.6 | 9.1 | 37.6 | 10.4 |
| 18 | 14.7 | 4.9 | 18.3 | 5.6 | 27.0 | 7.8 | 30.8 | 8.9 |
| 20 | 10.5 | 4.0 | 13.5 | 4.6 | 21.4 | 6.5 | 24.0 | 7.4 |
| 22 | 6.3 | 3.1 | 8.7 | 3.5 | 16.0 | 5.3 | 17.2 | 6.0 |
| 35 | 14 | 33.1 | 8.8 | 38.5 | 10.7 | 48.4 | 13.1 | 56.7 | 15.2 |
| 16 | 29.0 | 7.8 | 33.6 | 9.6 | 42.9 | 11.8 | 49.9 | 13.7 |
| 18 | 24.7 | 6.9 | 28.8 | 8.5 | 37.2 | 10.5 | 43.1 | 12.2 |
| 20 | 20.5 | 6.0 | 24.1 | 7.4 | 31.6 | 9.3 | 36.5 | 11.7 |
| 22 | 16.3 | 5.1 | 19.2 | 6.3 | 26.0 | 8.0 | 29.6 | 10.2 |
| 40 | 14 | 43.1 | 11.0 | 49.5 | 13.3 | 60.2 | 16.1 | 72.6 | 18.9 |
| 16 | 38.7 | 10.1 | 44.6 | 12.2 | 54.6 | 14.8 | 65.7 | 17.3 |
| 18 | 34.5 | 9.2 | 39.9 | 11.1 | 49.0 | 13.5 | 58.9 | 15.9 |
| 20 | 30.3 | 8.3 | 35.2 | 10.0 | 43.4 | 12.2 | 52.1 | 14.4 |
| 22 | 26.1 | 7.4 | 30.2 | 8.9 | 38.0 | 11.9 | 45.5 | 12.9 |
| 45 | 14 | 52.8 | 13.3 | 61.3 | 16.4 | 75.9 | 19.8 | 90.7 | 23.4 |
| 16 | 48.6 | 12.4 | 56.5 | 15.3 | 70.3 | 18.5 | 83.9 | 21.9 |
| 18 | 44.5 | 11.5 | 51.7 | 14.2 | 64.7 | 17.3 | 77.1 | 20.4 |
| 20 | 40.3 | 10.6 | 46.9 | 13.1 | 59.2 | 16.0 | 70.4 | 18.9 |
| 22 | 36.2 | 9.7 | 42.1 | 12.0 | 53.5 | 14.7 | 63.6 | 17.3 |
| 50 | 14 | 63.7 | 15.5 | 74.5 | 18.5 | 89.9 | 22.6 | 109.6 | 26.4 |
| 16 | 59.5 | 14.6 | 69.6 | 17.4 | 84.3 | 21.3 | 102.8 | 24.9 |
| 18 | 55.3 | 13.7 | 64.9 | 16.3 | 78.7 | 20.0 | 96.0 | 23.5 |
| 20 | 51.1 | 12.8 | 60.2 | 15.2 | 73.2 | 18.7 | 89.4 | 22.0 |
| 22 | 47.1 | 11.9 | 55.2 | 14.1 | 67.5 | 17.4 | 82.4 | 20.5 |
| 55 | 14 | 74.8 | 17.1 | 86.3 | 20.9 | 106.2 | 25.1 | 128.6 | 29.7 |
| 16 | 70.6 | 16.2 | 81.5 | 19.8 | 100.6 | 23.8 | 121.7 | 28.2 |
| 18 | 66.4 | 15.3 | 76.7 | 18.7 | 95.0 | 22.5 | 114.9 | 26.7 |
| 20 | 62.2 | 14.4 | 71.9 | 17.6 | 89.4 | 21.4 | 108.1 | 25.2 |
| 22 | 58.0 | 13.5 | 67.1 | 16.5 | 84.0 | 20.1 | 101.5 | 23.7 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度30mm。

表C.2.2-4 PB管塑料类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径12mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | | 100 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 16.1 | 7.1 | 18.9 | 7.9 | 21.4 | 8.8 | 27.4 | 12.6 | 30.2 | 15.0 |
| 16 | 14.0 | 5.6 | 18.0 | 6.7 | 18.5 | 7.5 | 22.5 | 10.5 | 24.1 | 12.9 |
| 18 | 10.9 | 4.5 | 14.7 | 5.6 | 14.7 | 6.2 | 17.6 | 8.6 | 18.2 | 10.6 |
| 20 | 8.3 | 3.2 | 11.9 | 4.4 | 10.9 | 5.4 | 12.0 | 6.7 | 12.3 | 8.7 |
| 22 | 6.0 | 2.6 | 9.1 | 3.5 | 7.2 | 4.1 | 7.4 | 4.8 | 6.4 | 6.6 |
| 35 | 14 | 21.5 | 9.2 | 26.7 | 10.8 | 31.2 | 12.6 | 43.4 | 17.9 | 47.5 | 21.7 |
| 16 | 19.0 | 7.8 | 23.5 | 9.5 | 27.4 | 11.1 | 38.3 | 16.0 | 41.3 | 19.6 |
| 18 | 16.1 | 6.3 | 20.2 | 8.4 | 23.7 | 9.8 | 33.5 | 14.0 | 35.2 | 17.2 |
| 20 | 13.3 | 4.9 | 17.0 | 7.6 | 20.0 | 8.5 | 27.0 | 11.9 | 29.2 | 15.1 |
| 22 | 10.1 | 3.3 | 14.1 | 6.5 | 16.1 | 7.2 | 22.2 | 10.8 | 23.3 | 12.6 |
| 40 | 14 | 26.9 | 12.3 | 34.9 | 13.8 | 41.1 | 16.1 | 60.4 | 21.8 | 66.5 | 27.3 |
| 16 | 24.1 | 10.4 | 32.1 | 13.0 | 37.3 | 14.7 | 55.5 | 19.7 | 60.4 | 25.2 |
| 18 | 21.3 | 8.9 | 28.8 | 11.8 | 33.6 | 13.2 | 48.6 | 17.9 | 54.2 | 22.9 |
| 20 | 17.9 | 7.3 | 25.7 | 10.7 | 29.7 | 11.9 | 42.7 | 15.6 | 48.1 | 20.6 |
| 22 | 15.2 | 6.0 | 23.0 | 9.5 | 24.9 | 9.6 | 36.2 | 13.8 | 42.1 | 18.3 |
| 45 | 14 | 34.4 | 13.4 | 43.1 | 17.2 | 51.3 | 19.8 | 75.3 | 27.0 | 86.1 | 33.2 |
| 16 | 31.3 | 12.3 | 40.3 | 16.0 | 47.5 | 18.6 | 69.0 | 24.9 | 79.5 | 31.1 |
| 18 | 27.2 | 11.1 | 37.2 | 13.8 | 43.9 | 17.1 | 62.1 | 23.0 | 73.4 | 28.9 |
| 20 | 23.5 | 10.0 | 33.9 | 12.6 | 40.1 | 15.7 | 55.0 | 20.9 | 67.2 | 26.6 |
| 22 | 20.1 | 8.6 | 31.1 | 11.4 | 36.2 | 14.3 | 48.3 | 18.0 | 61.4 | 24.1 |
| 50 | 14 | 40.1 | 15.3 | 51.4 | 20.1 | 61.0 | 23.6 | 87.0 | 31.6 | 104.5 | 39.6 |
| 16 | 37.3 | 14.2 | 48.5 | 19.2 | 57.0 | 22.2 | 80.2 | 29.5 | 98.4 | 37.4 |
| 18 | 34.1 | 13.4 | 45.7 | 17.8 | 52.8 | 20.7 | 73.0 | 27.7 | 92.3 | 34.2 |
| 20 | 30.9 | 12.3 | 42.4 | 16.5 | 49.1 | 19.2 | 66.0 | 25.3 | 86.1 | 31.9 |
| 22 | 29.1 | 11.6 | 39.1 | 15.1 | 45.4 | 17.9 | 58.7 | 22.9 | 80.4 | 29.6 |
| 55 | 14 | 47.1 | 19.3 | 59.1 | 23.4 | 71.2 | 27.1 | 919.9 | 34.5 | 123.6 | 45.6 |
| 16 | 44.4 | 17.2 | 56.3 | 22.2 | 67.5 | 25.7 | 83.3 | 32.9 | 117.5 | 43.7 |
| 18 | 41.3 | 15.9 | 53.2 | 19.9 | 63.6 | 24.1 | 76.0 | 31.3 | 111.2 | 41.1 |
| 20 | 38.0 | 14.5 | 50.4 | 18.6 | 59.8 | 22.6 | 70.0 | 29.1 | 105.4 | 38.9 |
| 22 | 34.9 | 13.7 | 47.0 | 17.5 | 55.8 | 21.1 | 64.1 | 26.9 | 89.7 | 37.3 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度20mm。

表C.2.2-5 PB管塑料类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径16mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 13.8 | 7.4 | 19.4 | 8.3 | 28.1 | 10.7 | 34.7 | 13.4 |
| 16 | 11.1 | 6.8 | 16.0 | 7.4 | 24.0 | 9.4 | 32.6 | 11.9 |
| 18 | 8.4 | 6.0 | 12.6 | 6.5 | 19.9 | 8.1 | 27.7 | 10.4 |
| 20 | 5.7 | 5.1 | 9.2 | 5.4 | 15.8 | 6.8 | 22.7 | 8.9 |
| 22 | 3.0 | 4.4 | 7.8 | 4.6 | 11.7 | 5.5 | 17.8 | 7.2 |
| 35 | 14 | 21.5 | 9.1 | 27.2 | 10.7 | 35.7 | 12.9 | 45.6 | 15.3 |
| 16 | 18.6 | 8.2 | 23.8 | 9.4 | 31.6 | 11.5 | 40.7 | 13.7 |
| 18 | 15.7 | 7.3 | 20.4 | 8.2 | 27.5 | 10.1 | 35.6 | 12.1 |
| 20 | 12.8 | 6.3 | 17.0 | 7.0 | 23.4 | 8.7 | 30.7 | 10.5 |
| 22 | 9.8 | 5.4 | 13.2 | 5.8 | 19.3 | 7.4 | 25.6 | 9.2 |
| 40 | 14 | 27.2 | 11.6 | 36.4 | 13.0 | 47.2 | 15.8 | 57.7 | 19.4 |
| 16 | 24.4 | 10.7 | 31.8 | 11.7 | 43.1 | 14.4 | 52.8 | 17.8 |
| 18 | 21.1 | 9.8 | 28.2 | 10.5 | 39.0 | 13.2 | 47.7 | 16.2 |
| 20 | 17.8 | 8.9 | 24.5 | 9.4 | 34.9 | 11.8 | 42.7 | 14.6 |
| 22 | 14.5 | 8.0 | 21.1 | 8.3 | 30.7 | 10.0 | 37.6 | 12.8 |
| 45 | 14 | 33.4 | 13.4 | 43.2 | 15.9 | 57.1 | 19.5 | 72.0 | 23.5 |
| 16 | 30.5 | 12.5 | 39.6 | 14.7 | 53.0 | 18.1 | 66.9 | 21.9 |
| 18 | 27.6 | 11.6 | 36.0 | 13.5 | 48.9 | 16.7 | 61.8 | 20.2 |
| 20 | 24.5 | 10.8 | 32.5 | 12.3 | 45.0 | 15.3 | 57.0 | 18.5 |
| 22 | 21.4 | 9.6 | 28.9 | 11.1 | 40.9 | 13.9 | 51.8 | 16.8 |
| 50 | 14 | 42.5 | 15.6 | 52.5 | 18.4 | 67.3 | 23.1 | 83.8 | 27.5 |
| 16 | 39.4 | 14.8 | 49.0 | 17.2 | 63.2 | 21.7 | 78.7 | 25.8 |
| 18 | 36.3 | 13.8 | 45.3 | 15.0 | 59.0 | 20.3 | 73.6 | 24.0 |
| 20 | 33.1 | 12.9 | 41.5 | 13.8 | 54.9 | 18.9 | 68.7 | 22.3 |
| 22 | 30.0 | 11.8 | 37.8 | 12.7 | 50.7 | 17.5 | 63.6 | 20.6 |
| 55 | 14 | 48.7 | 17.3 | 60.0 | 20.3 | 78.0 | 26.3 | 98.3 | 31.2 |
| 16 | 45.6 | 16.4 | 56.4 | 19.1 | 73.9 | 24.9 | 93.1 | 29.5 |
| 18 | 42.5 | 15.5 | 52.8 | 17.9 | 69.8 | 23.5 | 87.9 | 27.8 |
| 20 | 39.4 | 14.6 | 49.1 | 16.7 | 65.1 | 22.1 | 82.8 | 26.1 |
| 22 | 36.5 | 13.8 | 45.2 | 15.5 | 60.9 | 20.7 | 77.9 | 24.4 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度25mm。

表C.2.2-6 PB管塑料类面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径20mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 16.7 | 7.3 | 20.0 | 8.6 | 24.6 | 10.1 | 31.4 | 12.9 |
| 16 | 13.6 | 6.3 | 16.3 | 7.4 | 20.2 | 8.7 | 26.0 | 11.3 |
| 18 | 10.5 | 5.4 | 12.8 | 6.3 | 15.8 | 7.3 | 20.6 | 9.7 |
| 20 | 7.4 | 4.3 | 8.9 | 5.1 | 11.4 | 5.9 | 15.2 | 8.1 |
| 22 | 4.3 | 3.3 | 5.2 | 4.2 | 7.1 | 4.6 | 9.8 | 6.7 |
| 35 | 14 | 22.7 | 9.4 | 28.9 | 11.6 | 35.1 | 13.2 | 43.2 | 15.8 |
| 16 | 19.6 | 8.3 | 25.2 | 10.4 | 30.7 | 11.8 | 37.8 | 14.2 |
| 18 | 16.5 | 7.3 | 21.5 | 9.3 | 26.3 | 10.4 | 42.4 | 12.6 |
| 20 | 13.4 | 6.4 | 17.8 | 8.1 | 22.2 | 9.0 | 37.0 | 11.0 |
| 22 | 10.3 | 5.3 | 14.2 | 6.9 | 17.6 | 7.6 | 31.6 | 9.4 |
| 40 | 14 | 30.8 | 11.8 | 39.0 | 14.5 | 46.6 | 16.4 | 57.6 | 18.8 |
| 16 | 27.7 | 10.8 | 35.3 | 13.3 | 42.2 | 15.0 | 52.2 | 17.2 |
| 18 | 24.6 | 9.9 | 31.7 | 12.1 | 47.8 | 13.6 | 46.7 | 15.6 |
| 20 | 21.5 | 8.8 | 27.9 | 10.9 | 43.5 | 12.2 | 41.3 | 13.9 |
| 22 | 18.3 | 7.9 | 24.2 | 9.8 | 39.1 | 10.8 | 35.9 | 12.2 |
| 45 | 14 | 40.3 | 14.3 | 49.0 | 17.6 | 58.4 | 20.0 | 71.7 | 22.8 |
| 16 | 37.2 | 13.4 | 45.4 | 16.4 | 54.1 | 18.6 | 66.3 | 21.1 |
| 18 | 34.1 | 12.5 | 41.7 | 15.3 | 49.6 | 17.2 | 60.9 | 19.6 |
| 20 | 31.0 | 11.4 | 38.0 | 14.1 | 45.2 | 15.8 | 55.6 | 17.8 |
| 22 | 28.1 | 10.5 | 34.3 | 12.9 | 40.8 | 14.4 | 50.2 | 16.2 |
| 50 | 14 | 48.8 | 16.9 | 58.8 | 20.9 | 69.6 | 23.6 | 85.4 | 26.9 |
| 16 | 45.7 | 16.2 | 54.9 | 19.5 | 65.2 | 22.1 | 80.0 | 25.3 |
| 18 | 42.6 | 15.1 | 51.2 | 17.3 | 60.8 | 20.8 | 74.6 | 23.7 |
| 20 | 39.5 | 13.9 | 47.5 | 16.1 | 56.4 | 19.4 | 69.2 | 22.1 |
| 22 | 36.4 | 13.2 | 43.8 | 14.9 | 52.2 | 18.1 | 63.7 | 20.4 |
| 55 | 14 | 57.1 | 19.6 | 68.5 | 23.9 | 81.8 | 26.9 | 99.6 | 30.8 |
| 16 | 54.0 | 18.5 | 64.8 | 22.9 | 77.4 | 25.6 | 94.3 | 29.2 |
| 18 | 51.1 | 17.5 | 61.2 | 21.5 | 73.1 | 24.3 | 88.7 | 27.6 |
| 20 | 47.7 | 16.4 | 57.5 | 20.3 | 68.6 | 22.9 | 83.2 | 26.0 |
| 22 | 44.6 | 15.5 | 53.8 | 19.1 | 64.1 | 21.7 | 77.8 | 24.4 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度30mm。

表C.2.2-7 PB管木地板面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径12mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | | 100 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 16.7 | 7.9 | 22.5 | 9.3 | 25.2 | 9.7 | 28.1 | 13.3 | 34.1 | 15.8 |
| 16 | 13.7 | 7.0 | 18.6 | 7.6 | 20.3 | 8.4 | 22.4 | 11.9 | 27.7 | 13.9 |
| 18 | 10.6 | 5.9 | 14.5 | 6.5 | 15.2 | 7.3 | 17.2 | 10.3 | 21.6 | 11.7 |
| 20 | 7.6 | 4.7 | 10.3 | 5.1 | 10.6 | 5.9 | 12.0 | 8.8 | 15.2 | 9.8 |
| 22 | 4.9 | 3.9 | 6.4 | 4.4 | 6.3 | 4.6 | 6.6 | 7.1 | 8.8 | 8.0 |
| 35 | 14 | 27.6 | 10.5 | 32.1 | 12.1 | 37.5 | 13.5 | 43.1 | 17.4 | 51.9 | 20.6 |
| 16 | 24.9 | 9.2 | 28.3 | 10.5 | 32.7 | 12.0 | 38.1 | 15.7 | 45.6 | 18.5 |
| 18 | 21.6 | 7.9 | 24.5 | 9.3 | 28.0 | 10.8 | 33.0 | 14.2 | 39.2 | 16.6 |
| 20 | 18.4 | 7.2 | 20.3 | 8.0 | 23.2 | 9.4 | 28.5 | 12.6 | 32.8 | 14.6 |
| 22 | 15.9 | 6.6 | 16.2 | 6.8 | 18.2 | 7.9 | 23.0 | 10.8 | 26.4 | 12.5 |
| 40 | 14 | 36.7 | 11.9 | 41.8 | 14.5 | 49.6 | 16.3 | 56.0 | 20.8 | 67.6 | 25.5 |
| 16 | 33.6 | 11.1 | 38.1 | 12.9 | 44.5 | 14.8 | 51.6 | 19.1 | 61.0 | 23.4 |
| 18 | 30.9 | 10.0 | 34.0 | 11.7 | 39.2 | 13.1 | 46.5 | 17.5 | 54.3 | 21.5 |
| 20 | 27.6 | 8.7 | 30.2 | 10.4 | 34.4 | 12.0 | 41.2 | 16.2 | 46.9 | 19.4 |
| 22 | 24.7 | 7.6 | 26.0 | 9.1 | 29.6 | 10.4 | 36.4 | 14.4 | 40.2 | 17.3 |
| 45 | 14 | 45.7 | 15.0 | 53.2 | 17.3 | 62.3 | 19.8 | 71.0 | 27.4 | 86.6 | 31.9 |
| 16 | 43.0 | 13.9 | 49.2 | 16.1 | 57.5 | 18.3 | 66.3 | 25.7 | 80.0 | 30.0 |
| 18 | 39.7 | 13.2 | 45.3 | 14.7 | 52.3 | 16.8 | 61.1 | 24.1 | 73.4 | 27.9 |
| 20 | 37.1 | 12.0 | 41.4 | 13.5 | 44.3 | 15.4 | 56.0 | 22.5 | 66.8 | 25.8 |
| 22 | 33.9 | 10.9 | 37.2 | 12.0 | 39.2 | 13.9 | 50.2 | 20.7 | 60.2 | 23.7 |
| 50 | 14 | 55.7 | 17.8 | 65.0 | 20.2 | 74.3 | 23.6 | 86.1 | 30.2 | 101.4 | 35.9 |
| 16 | 52.7 | 16.5 | 61.1 | 18.9 | 69.4 | 22.0 | 81.4 | 28.5 | 94.8 | 34.1 |
| 18 | 49.8 | 15.2 | 57.0 | 18.3 | 64.2 | 20.4 | 76.1 | 26.7 | 88.2 | 31.8 |
| 20 | 46.6 | 14.1 | 53.1 | 16.7 | 59.6 | 18.9 | 71.7 | 25.1 | 81.6 | 29.7 |
| 22 | 43.7 | 13.0 | 49.1 | 15.1 | 55.3 | 17.4 | 66.3 | 23.6 | 74.9 | 27.7 |
| 55 | 14 | 65.6 | 20.2 | 77.0 | 24.2 | 89.3 | 28.8 | 101.0 | 33.8 | 118.6 | 40.5 |
| 16 | 61.9 | 19.5 | 72.8 | 22.9 | 84.2 | 27.2 | 96.2 | 32.1 | 112.0 | 38.6 |
| 18 | 58.6 | 17.9 | 69.0 | 20.7 | 80.0 | 26.5 | 91.6 | 30.4 | 105.4 | 36.5 |
| 20 | 55.3 | 16.7 | 65.1 | 19.0 | 75.2 | 25.1 | 86.3 | 28.7 | 98.8 | 34.6 |
| 22 | 52.0 | 15.5 | 61.2 | 18.3 | 69.6 | 23.6 | 81.0 | 27.1 | 92.2 | 32.5 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度20mm。

表C.2.2-8 PB管木地板面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径16mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 21.7 | 7.1 | 28.4 | 8.5 | 33.1 | 10.6 | 41.1 | 12.6 |
| 16 | 18.2 | 6.2 | 24.5 | 7.4 | 28.3 | 9.5 | 35.5 | 11.0 |
| 18 | 14.6 | 5.2 | 20.3 | 6.3 | 23.4 | 8.0 | 29.9 | 9.4 |
| 20 | 11.1 | 4.3 | 16.2 | 5.2 | 17.9 | 6.7 | 24.2 | 7.8 |
| 22 | 7.5 | 3.5 | 12.0 | 4.1 | 13.1 | 5.4 | 18.6 | 6.2 |
| 35 | 14 | 31.6 | 9.3 | 37.5 | 11.2 | 43.1 | 12.8 | 54.2 | 14.8 |
| 16 | 28.0 | 8.4 | 33.3 | 10.1 | 38.2 | 11.5 | 47.6 | 13.2 |
| 18 | 24.2 | 7.5 | 29.1 | 9.1 | 33.3 | 10.3 | 42.1 | 11.5 |
| 20 | 20.5 | 6.6 | 24.9 | 8.2 | 28.6 | 9.0 | 36.4 | 10.8 |
| 22 | 16.8 | 5.7 | 20.7 | 7.0 | 23.5 | 8.7 | 30.7 | 9.0 |
| 40 | 14 | 41.3 | 12.0 | 47.3 | 13.3 | 55.0 | 14.4 | 64.2 | 17.5 |
| 16 | 37.6 | 11.1 | 43.1 | 12.2 | 50.1 | 13.0 | 58.5 | 15.8 |
| 18 | 33.9 | 10.2 | 39.0 | 11.1 | 45.2 | 11.7 | 52.8 | 14.2 |
| 20 | 30.1 | 9.3 | 34.9 | 10.2 | 40.3 | 10.4 | 47.0 | 12.5 |
| 22 | 25.5 | 8.4 | 30.7 | 9.2 | 33.5 | 9.1 | 41.3 | 10.9 |
| 45 | 14 | 50.7 | 14.7 | 56.6 | 16.7 | 66.9 | 18.9 | 78.1 | 21.6 |
| 16 | 47.0 | 13.7 | 52.4 | 15.6 | 62.0 | 17.6 | 72.4 | 19.9 |
| 18 | 43.3 | 12.8 | 48.2 | 14.7 | 57.2 | 16.5 | 66.6 | 18.1 |
| 20 | 39.8 | 11.7 | 44.0 | 13.8 | 52.3 | 15.0 | 60.8 | 16.4 |
| 22 | 36.0 | 10.8 | 39.7 | 12.7 | 47.4 | 13.7 | 55.1 | 14.8 |
| 50 | 14 | 59.7 | 17.3 | 68.2 | 19.9 | 80.9 | 22.4 | 94.4 | 25.2 |
| 16 | 55.9 | 16.4 | 64.8 | 18.8 | 75.8 | 21.0 | 88.6 | 23.5 |
| 18 | 52.2 | 15.5 | 60.5 | 17.8 | 70.7 | 19.7 | 82.9 | 20.8 |
| 20 | 48.4 | 14.6 | 56.4 | 16.6 | 62.5 | 18.4 | 77.1 | 19.2 |
| 22 | 44.3 | 13.7 | 52.3 | 15.5 | 67.0 | 17.1 | 71.4 | 17.5 |
| 55 | 14 | 69.9 | 20.1 | 80.4 | 21.6 | 94.2 | 25.0 | 106.2 | 28.4 |
| 16 | 66.0 | 19.2 | 76.1 | 20.5 | 88.9 | 23.7 | 100.5 | 26.8 |
| 18 | 62.2 | 18.2 | 72.0 | 19.5 | 84.0 | 22.4 | 94.8 | 25.1 |
| 20 | 58.3 | 17.2 | 67.8 | 18.4 | 79.1 | 21.1 | 89.0 | 23.2 |
| 22 | 54.4 | 16.0 | 63.5 | 17.2 | 73.9 | 19.7 | 83.5 | 19.5 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度25mm。

表C.2.2-9 PB管木地板面层散热量（W/m2）

（加热管公称外径20mm）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 供水  温度  （℃） | 室内空气温度  （℃） | 加热管间距(mm) | | | | | | | |
| 300 | | 250 | | 200 | | 150 | |
| q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 | q1 | q2 |
| 30 | 14 | 18.6 | 6.3 | 22.4 | 7.7 | 26.9 | 9.3 | 32.3 | 10.7 |
| 16 | 14.8 | 5.4 | 18.1 | 6.6 | 21.8 | 8 | 26.4 | 9.3 |
| 18 | 11.1 | 4.5 | 13.8 | 5.7 | 16.8 | 6.7 | 20.6 | 7.9 |
| 20 | 7.4 | 3.6 | 9.5 | 4.4 | 11.4 | 5.4 | 14.8 | 6.4 |
| 22 | 3.7 | 2.7 | 5.2 | 3.6 | 6.4 | 4.1 | 9.0 | 4.9 |
| 35 | 14 | 28.4 | 8.2 | 32.1 | 10.3 | 38.2 | 12.2 | 44.8 | 14.6 |
| 16 | 24.6 | 7.2 | 27.8 | 9.2 | 32.9 | 10.9 | 39.0 | 13.2 |
| 18 | 20.8 | 6.3 | 23.6 | 8.1 | 27.8 | 9.6 | 33.3 | 11.7 |
| 20 | 17.1 | 5.4 | 19.3 | 7.0 | 22.8 | 8.4 | 27.5 | 11.3 |
| 22 | 13.2 | 4.4 | 15.1 | 5.9 | 17.9 | 7.1 | 21.7 | 9.9 |
| 40 | 14 | 38.6 | 10.2 | 44.2 | 13.2 | 49.6 | 15.1 | 59.3 | 18.4 |
| 16 | 34.8 | 9.3 | 39.7 | 12.1 | 44.5 | 13.8 | 53.5 | 17.0 |
| 18 | 31.2 | 8.3 | 35.4 | 11.0 | 39.6 | 12.5 | 47.7 | 15.6 |
| 20 | 27.2 | 7.4 | 31.1 | 9.9 | 36.6 | 11.2 | 42.0 | 14.2 |
| 22 | 23.4 | 6.5 | 26.8 | 8.9 | 31.5 | 9.9 | 36.1 | 12.8 |
| 45 | 14 | 48.4 | 12.8 | 55.1 | 16.0 | 62.5 | 18.2 | 74.6 | 22.2 |
| 16 | 44.7 | 11.8 | 50.8 | 14.9 | 57.4 | 16.9 | 68.7 | 20.8 |
| 18 | 41.1 | 10.9 | 46.6 | 13.8 | 52.5 | 15.6 | 63.1 | 19.4 |
| 20 | 37.3 | 10.1 | 42.3 | 12.6 | 47.4 | 14.4 | 57.1 | 17.9 |
| 22 | 33.6 | 9.1 | 38.1 | 11.5 | 42.5 | 13.1 | 51.3 | 16.6 |
| 50 | 14 | 58.6 | 15.3 | 66.1 | 18.8 | 75.6 | 21.5 | 90.3 | 26.1 |
| 16 | 54.8 | 14.4 | 61.7 | 17.7 | 70.5 | 20.2 | 84.4 | 24.6 |
| 18 | 51.1 | 13.5 | 57.4 | 16.6 | 65.6 | 18.9 | 78.6 | 23.2 |
| 20 | 47.4 | 12.5 | 53.1 | 15.7 | 60.5 | 17.6 | 72.8 | 21.7 |
| 22 | 43.7 | 11.6 | 48.8 | 14.4 | 55.6 | 16.3 | 67.0 | 20.3 |
| 55 | 14 | 68.7 | 18.1 | 76.9 | 21.9 | 88.5 | 24.8 | 105.5 | 30.1 |
| 16 | 65.1 | 17.1 | 72.6 | 20.8 | 83.4 | 23.5 | 99.7 | 28.7 |
| 18 | 61.2 | 16.2 | 68.3 | 19.7 | 78.6 | 22.2 | 94.0 | 27.3 |
| 20 | 57.4 | 15.3 | 64.1 | 18.6 | 73.6 | 20.9 | 88.1 | 25.9 |
| 22 | 53.6 | 14.3 | 59.7 | 18.7 | 68.5 | 19.6 | 82.3 | 24.4 |

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为0.039W/（m•K），厚度30mm。

## C.3 水泥砂浆预制填充板供暖地面散热量计算表

C.3.1 Ⅰ型水泥砂浆预制填充板供暖地面散热量

当采用Ⅰ型预制填充板（15mm厚泡沫塑料板、50μ铝箔导热反射膜、11mm厚管道固定模板），按50mm间距敷设10mm×1.5mm PE-RT加热管，上铺15mm厚水泥砂浆填充层时，单位地面面积向上的有效散热量q1和向下传热损失q2可按表C.3.1-1～C.3.1-4取值。

表C.3.1- 1 Ⅰ型地砖石材类面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.02(m2·K/W)）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 供水温度（℃） | 室内空气温度（℃） | 向上有效散热量q1（W/㎡） | 向下散热损失q2（W/㎡） |
| **30** | 14 | 72.3 | 21.8 |
| 16 | 61.9 | 19.7 |
| 18 | 51.6 | 18.2 |
| 20 | 41.3 | 16.5 |
| 22 | 31.0 | 14.8 |
| **35** | 14 | 95.5 | 25.3 |
| 16 | 85.2 | 23.4 |
| 18 | 74.8 | 21.7 |
| 20 | 64.5 | 19.8 |
| 22 | 54.2 | 18.0 |
| **40** | 14 | 121.3 | 29.6 |
| 16 | 111.0 | 27.8 |
| 18 | 100.7 | 25.9 |
| 20 | 90.3 | 23.8 |
| 22 | 80.0 | 21.9 |
| **45** | 14 | 147.1 | 33.9 |
| 16 | 136.8 | 32.0 |
| 18 | 126.5 | 30.2 |
| 20 | 116.1 | 28.3 |
| 22 | 105.8 | 26.4 |
| **50** | 14 | 172.9 | 38.2 |
| 16 | 162.6 | 36.2 |
| 18 | 152.3 | 35.9 |
| 20 | 141.9 | 34.1 |
| 22 | 131.6 | 32.2 |
| **55** | 14 | 198.7 | 42.5 |
| 16 | 188.4 | 40.6 |
| 18 | 178.1 | 38.7 |
| 20 | 167.8 | 36.9 |
| 22 | 157.4 | 34.8 |

表C.3.1-2 Ⅰ型塑料类面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.075（m2•K/W））

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 供水温度（℃） | 室内空气温度（℃） | 向上有效散热量q1（W/㎡） | 向下散热损失q2（W/㎡） |
| **30** | 14 | 56.3 | 23.1 |
| 16 | 48.2 | 21.0 |
| 18 | 40.2 | 19.5 |
| 20 | 32.2 | 17.8 |
| 22 | 24.1 | 16.1 |
| **35** | 14 | 74.4 | 26.6 |
| 16 | 66.3 | 24.7 |
| 18 | 58.3 | 23.0 |
| 20 | 50.3 | 21.1 |
| 22 | 42.2 | 19.3 |
| **40** | 14 | 94.5 | 30.9 |
| 16 | 86.4 | 29.1 |
| 18 | 78.4 | 27.2 |
| 20 | 70.4 | 25.1 |
| 22 | 62.3 | 23.2 |
| **45** | 14 | 114.6 | 35.2 |
| 16 | 106.5 | 33.3 |
| 18 | 98.5 | 31.5 |
| 20 | 90.5 | 29.6 |
| 22 | 82.4 | 27.7 |
| **50** | 14 | 134.7 | 39.5 |
| 16 | 126.6 | 37.5 |
| 18 | 118.6 | 37.2 |
| 20 | 110.6 | 35.4 |
| 22 | 102.5 | 33.5 |
| **55** | 14 | 154.8 | 43.8 |
| 16 | 146.7 | 41.9 |
| 18 | 138.7 | 40.0 |
| 20 | 130.7 | 38.2 |
| 22 | 122.6 | 36.1 |

表C.3.1-3 Ⅰ型木地板面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.1（m2•K/W））

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 供水温度（℃） | 室内空气温度（℃） | 向上有效散热量q1（W/㎡） | 向下散热损失q2（W/㎡） |
| **30** | 14 | 51.1 | 24.4 |
| 16 | 43.8 | 22.3 |
| 18 | 36.5 | 20.8 |
| 20 | 29.2 | 19.1 |
| 22 | 21.9 | 17.4 |
| **35** | 14 | 67.6 | 27.9 |
| 16 | 60.3 | 26.0 |
| 18 | 53.0 | 24.3 |
| 20 | 45.7 | 22.4 |
| 22 | 38.4 | 20.6 |
| **40** | 14 | 85.8 | 32.2 |
| 16 | 78.5 | 30.4 |
| 18 | 71.2 | 28.5 |
| 20 | 63.9 | 26.4 |
| 22 | 56.6 | 24.5 |
| **45** | 14 | 104.1 | 36.5 |
| 16 | 96.8 | 34.6 |
| 18 | 89.5 | 32.8 |
| 20 | 82.2 | 30.9 |
| 22 | 74.9 | 29.0 |
| **50** | 14 | 122.4 | 40.8 |
| 16 | 115.1 | 38.8 |
| 18 | 107.8 | 38.5 |
| 20 | 100.5 | 36.7 |
| 22 | 93.2 | 34.8 |
| **55** | 14 | 140.6 | 45.1 |
| 16 | 133.3 | 43.2 |
| 18 | 126.0 | 41.3 |
| 20 | 118.7 | 39.5 |
| 22 | 111.4 | 37.4 |

表C.3.1-4 Ⅰ型铺地毯面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.15（m2•K/W））

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 供水温度（℃） | 室内空气温度（℃） | 向上有效散热量q1（W/㎡） | 向下散热损失q2（W/㎡） |
| **30** | 14 | 43.2 | 25.8 |
| 16 | 37.1 | 23.7 |
| 18 | 30.9 | 22.2 |
| 20 | 24.7 | 20.5 |
| 22 | 18.5 | 18.8 |
| **35** | 14 | 57.1 | 29.3 |
| 16 | 51.0 | 27.4 |
| 18 | 44.8 | 25.7 |
| 20 | 38.6 | 23.8 |
| 22 | 32.4 | 22.0 |
| **40** | 14 | 72.6 | 33.6 |
| 16 | 66.4 | 31.8 |
| 18 | 60.2 | 29.9 |
| 20 | 54.1 | 27.8 |
| 22 | 47.9 | 25.9 |
| **45** | 14 | 88.8 | 37.9 |
| 16 | 81.9 | 36.0 |
| 18 | 75.7 | 34.2 |
| 20 | 69.5 | 32.3 |
| 22 | 63.3 | 30.4 |
| **50** | 14 | 103.5 | 42.2 |
| 16 | 97.3 | 40.2 |
| 18 | 91.1 | 39.9 |
| 20 | 84.9 | 38.1 |
| 22 | 78.8 | 36.2 |
| **55** | 14 | 118.9 | 46.5 |
| 16 | 112.7 | 44.6 |
| 18 | 106.6 | 42.7 |
| 20 | 100.4 | 40.9 |
| 22 | 94.2 | 38.8 |

**C.3.2 Ⅱ型水泥砂浆预制填充板供暖地面散热量**

当采用Ⅱ型预制填充板（15mm厚泡沫塑料板、50μ铝箔导热反射膜、5mm厚管道固定模板），按20mm间距敷设4.3mm×0.8mm PPR加热毛细管网，上铺15mm厚水泥砂浆填充层时，单位地面面积向上的有效散热量q1和向下传热损失q2可按表C.3.2**-**1～C.3.2**-**4取值。

表C.3.2**-**1 Ⅱ型地砖石材类面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.02（m2•K/W））

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 供水温度（℃） | 室内空气温度（℃） | 向上有效散热量q1（W/㎡） | 向下散热损失q2（W/㎡） |
| **30** | 14 | 75.7 | 22.4 |
| 16 | 64.9 | 20.3 |
| 18 | 54.1 | 18.8 |
| 20 | 43.2 | 17.1 |
| 22 | 32.4 | 15.4 |
| **35** | 14 | 100.0 | 25.9 |
| 16 | 89.2 | 24.0 |
| 18 | 78.4 | 22.3 |
| 20 | 67.6 | 20.4 |
| 22 | 56.8 | 18.6 |
| **40** | 14 | 127.0 | 30.2 |
| 16 | 116.2 | 28.4 |
| 18 | 105.4 | 26.5 |
| 20 | 94.6 | 24.4 |
| 22 | 83.8 | 22.5 |
| **45** | 14 | 154.1 | 34.5 |
| 16 | 143.2 | 32.6 |
| 18 | 132.4 | 30.8 |
| 20 | 121.6 | 28.9 |
| 22 | 110.8 | 27.0 |
| **50** | 14 | 181.1 | 38.8 |
| 16 | 170.3 | 36.8 |
| 18 | 159.5 | 36.5 |
| 20 | 148.7 | 34.7 |
| 22 | 137.8 | 32.8 |
| **55** | 14 | 208.1 | 43.1 |
| 16 | 197.3 | 41.2 |
| 18 | 186.5 | 39.3 |
| 20 | 175.7 | 37.5 |
| 22 | 164.9 | 35.4 |

表C.3.2**-**2 Ⅱ型塑料类面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.075（m2•K/W））

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 供水温度（℃） | 室内空气温度（℃） | 向上有效散热量q1（W/㎡） | 向下散热损失q2（W/㎡） |
| **30** | 14 | 58.3 | 23.7 |
| 16 | 50.0 | 21.6 |
| 18 | 41.7 | 20.1 |
| 20 | 33.3 | 18.4 |
| 22 | 25.0 | 16.7 |
| **35** | 14 | 77.1 | 27.2 |
| 16 | 68.8 | 25.3 |
| 18 | 60.4 | 23.6 |
| 20 | 52.1 | 21.7 |
| 22 | 43.8 | 19.9 |
| **40** | 14 | 97.9 | 31.5 |
| 16 | 89.6 | 29.7 |
| 18 | 81.3 | 27.8 |
| 20 | 72.9 | 25.7 |
| 22 | 64.6 | 23.8 |
| **45** | 14 | 118.8 | 35.8 |
| 16 | 110.4 | 33.9 |
| 18 | 102.1 | 32.1 |
| 20 | 93.8 | 30.2 |
| 22 | 85.4 | 28.3 |
| **50** | 14 | 139.6 | 40.1 |
| 16 | 131.3 | 38.1 |
| 18 | 122.9 | 37.8 |
| 20 | 114.6 | 36.0 |
| 22 | 106.3 | 34.1 |
| **55** | 14 | 160.4 | 44.4 |
| 16 | 152.1 | 42.5 |
| 18 | 143.8 | 40.6 |
| 20 | 135.4 | 38.8 |
| 22 | 127.1 | 36.7 |

表C.3.2**-**3 Ⅱ型木地板面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.1（m2•K/W））

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 供水温度（℃） | 室内空气温度（℃） | 向上有效散热量q1（W/㎡） | 向下散热损失q2（W/㎡） |
| **30** | 14 | 52.8 | 25.0 |
| 16 | 45.3 | 22.9 |
| 18 | 37.7 | 21.4 |
| 20 | 30.2 | 19.7 |
| 22 | 22.6 | 18.0 |
| **35** | 14 | 69.8 | 28.5 |
| 16 | 62.3 | 26.6 |
| 18 | 54.7 | 24.9 |
| 20 | 47.2 | 23.0 |
| 22 | 39.6 | 21.2 |
| **40** | 14 | 88.7 | 32.8 |
| 16 | 81.1 | 31.0 |
| 18 | 73.6 | 29.1 |
| 20 | 66.0 | 27.0 |
| 22 | 58.5 | 25.1 |
| **45** | 14 | 107.6 | 37.1 |
| 16 | 100.0 | 35.2 |
| 18 | 92.5 | 33.4 |
| 20 | 84.9 | 31.5 |
| 22 | 77.4 | 29.6 |
| **50** | 14 | 126.4 | 41.4 |
| 16 | 118.9 | 39.4 |
| 18 | 111.3 | 39.1 |
| 20 | 103.8 | 37.3 |
| 22 | 96.2 | 35.4 |
| **55** | 14 | 145.3 | 45.7 |
| 16 | 137.7 | 43.8 |
| 18 | 130.2 | 41.9 |
| 20 | 122.6 | 40.1 |
| 22 | 115.1 | 38.0 |

表C.3.2**-**4 Ⅱ型铺地毯面层散热量（W/m2）

（热阻R=0.15（m2•K/W））

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 供水温度（℃） | 室内空气温度（℃） | 向上有效散热量q1（W/㎡） | 向下散热损失q2（W/㎡） |
| **30** | 14 | 44.4 | 26.4 |
| 16 | 38.1 | 24.3 |
| 18 | 31.7 | 22.8 |
| 20 | 25.4 | 21.1 |
| 22 | 19.0 | 19.4 |
| **35** | 14 | 58.7 | 29.9 |
| 16 | 52.4 | 28.0 |
| 18 | 46.0 | 26.3 |
| 20 | 39.7 | 24.4 |
| 22 | 33.3 | 22.6 |
| **40** | 14 | 74.6 | 34.2 |
| 16 | 68.3 | 32.4 |
| 18 | 61.9 | 30.5 |
| 20 | 55.6 | 28.4 |
| 22 | 49.2 | 26.5 |
| **45** | 14 | 90.5 | 38.5 |
| 16 | 84.1 | 36.6 |
| 18 | 77.8 | 34.8 |
| 20 | 71.4 | 32.9 |
| 22 | 65.1 | 31.0 |
| **50** | 14 | 106.4 | 42.8 |
| 16 | 100.0 | 40.8 |
| 18 | 93.7 | 40.5 |
| 20 | 87.3 | 38.7 |
| 22 | 81.0 | 36.8 |
| **55** | 14 | 122.2 | 47.1 |
| 16 | 115.9 | 45.2 |
| 18 | 109.5 | 43.3 |
| 20 | 103.2 | 41.5 |
| 22 | 96.8 | 39.4 |

# 附录D 水泥砂浆预制填充板供暖地面图示

**（资料性附录）**

D.0.1 水泥砂浆预制填充板供暖地面特点：

1 预制填充板和水泥砂浆填充层厚度较薄；

2 加热管较细，易实现小间距布管，以达到较大的单位面积散热量，利于采用较低供水温度；

3 采用统一材料、外径和壁厚的管材，系统最大承压能力限制在0.4MPa；

4 与供暖房间相邻时，可将填充板直接铺设在混凝土楼板上。

D.0.2 水泥砂浆预制填充板供暖地面构成

1 填充板

由15mm厚泡沫塑料保温板、50μ铝箔导热膜和带孔塑料固定模板在工厂预制组成，固定模板横向纵向均预留管道固定沟槽，尺寸如下：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品类型 | 沟槽间距 | 沟槽宽度 | 沟槽高度 | 填充板总厚 |
| Ⅰ型 | 50mm | 10mm | 11mm | 26mm |
| Ⅱ型 | 20mm | 4.3mm | 5mm | 20mm |

|  |
| --- |
| 从从下至上：  15mm厚泡沫塑料保温板  50μ铝箔导热膜  11mm高带孔塑料固定模版  10mm×1.5mm加热管  DSC_0926  图D.0.2-1 I型水泥砂浆预制填充板 |
| 图D.0.2-2 Ⅱ型水泥砂浆预制填充板毛细管网示意 |

说明：1 水泥砂浆预制填充板图示根据企业提供资料绘制。

2 供暖地面与室外空气或不供暖房间相邻时应另设保温层。

2 现场敷设的加热部件

1）Ⅰ型加热管采用10mm×1.5mm PE-RT管，以50mm间距嵌入式敷设在填充板固定模板的沟槽内，加热管各房间分环路（一根或多根加热管）通过分配头与分集水器相接。

2）Ⅱ型加热部件为毛细管网，采用外径为20mm的铝塑复合管或20×2mm PPR塑料管作为管网的集水干管，通过螺纹转接头连接或热熔焊接若干4.3×0.8mm PPR加热管组成毛细管网，加热管以20mm间距嵌入式敷设在固定模板的沟槽内，集水干管与分集水器相接。

3）用水泥砂浆（宜采用自流平砂浆）填充加热管和固定模板之间间隙并流入模板孔内，由于带孔固定模板与水泥砂浆的良好结合作用，水泥砂浆填充层较薄（高出固定模板上皮10~15mm），并作为地面面层的找平层，上面可粘接石材、地砖等面层，或铺设复合地板、地毯等。

4）当面层采用实木地板时，可在楼板上预制填充板之间设置30mm高木龙骨，木龙骨之间用水泥砂浆填充，填充层与木龙骨上皮持平，实木地板搭接在木龙骨上。

D.0.3 水泥砂浆预制填充板供暖地面构造

|  |
| --- |
| 图D.0.3-1 水泥砂浆预制填充板Ⅰ型地面供暖构造（一）  （与供暖房间相邻，地砖、石材、复合木地板面层） |
| 图D.0.3-2 水泥砂浆预制填充板Ⅰ型地面供暖构造（二）  （与供暖房间相邻、潮湿房间，地砖石材类面层） |

|  |
| --- |
| 图D.0.3-3 水泥砂浆预制填充板Ⅰ型地面供暖构造（三）  （与供暖房间相邻，实木地板面层） |
| 图D.0.3-4 水泥砂浆预制填充板Ⅱ型地面供暖构造（一）  （与供暖房间相邻，地砖、石材、复合木地板面层） |

|  |
| --- |
| 图D.0.3-5 水泥砂浆预制填充板Ⅱ型地面供暖构造（二）  （与供暖房间相邻、潮湿房间，地砖石材类面层） |
| 图D.0.3-6 水泥砂浆预制填充板Ⅱ型地面供暖构造（三）  （与供暖房间相邻，实木地板面层） |

# 附录E 散热器数量修正

E.0.1 散热器过余温度修正

空气源热泵商用机组供热系统属于低温供热，系统末端如采用散热器，其运行工况与散热器标准测试工况（标准大气压下，辐射散热器进口水温75℃，出口温度50℃；对流散热器进口水温68.75℃，出口温度56.25℃。空气温度18℃。）不同，需要根据设计工况过余温度计算散热器设计工况下的散热量。

过余温度为散热器的进出口水温算术平均值与室内空气温度的差值。在标准水流量下，散热器散热量可以表达为一个关于过余温度的具有特征指数的幂函数，就是散热器的标准特征公式。

（E.0.1）

式中 Qs——标准大气压下单位散热器的散热量（W）；

ΔT——过余温度（℃）；

Km——针对该散热器型号，测试所得标准特征的常数；

n——针对该散热器型号，测试所得标准特征公式的指数。

E.0.2 供暖房间散热器数量计算

（E.0.2）

式中 n——供暖房间所需散热器的数量（片或m）；

Q——散热器需承担的房间供暖负荷（W）；

β1——散热器组装片数（或安装长度）修正系数，见表E.0.2-1；

β2——散热器支管连接方式修正系数，见表E.0.2-2；

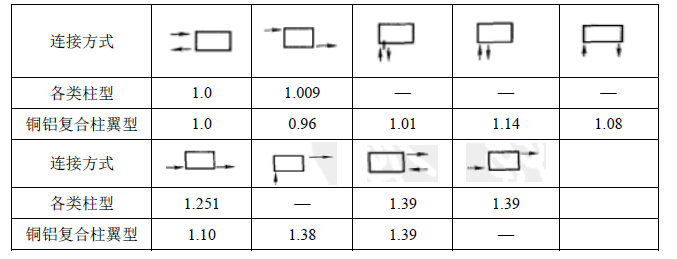
β3——散热器安装形式修正系数，见表E.0.2-3；

β4——散热器的流量修正系数，见表E.0.2-4。

表E.0.2-1 散热器长度（片数）修正系数β1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 散热器形式 | 组装式 | | | | 整体式 | | |
| 每组片数或长度 | ≤5片 | 6～10 | 11～20 | ＞20片 | ≤600 | 800 | ≥1000 |
| β1 | 0.95 | 1.00 | 1.05 | 1.10 | 0.95 | 0.92 | 1.00 |

表E.0.2-2 散热器支管连接方式修正系数β2



表E.0.2-3 散热器安装形式修正系数β3

|  |  |
| --- | --- |
| 安装方式 | β3 |
| 装在墙体的凹槽内（半暗装）散热器上部距墙距离为100mm | 1.06 |
| 明装但散热器上部有窗台板覆盖，散热器距离台板高度为150mm | 1.02 |
| 暗装，上部敞开，下部距离地面150mm | 0.95 |
| 暗装，上下部敞开，开口高度为150mm | 1.04 |

表E.0.2-4 散热器安装形式修正系数β4

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 散热器类型 | 流量增加倍数 | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 柱形、柱翼型、多翼型、长翼型、镶翼型 | 1.0 | 0.9 | 0.86 | 0.85 | 0.83 | 0.83 | 0.82 |
| 扁管型 | 1.0 | 0.94 | 0.93 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.90 |

# 附录F 工程质量检验表

表F.0.1 热泵机组进场检查记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | | | | | | |
| 分部（子分部）工程名称 |  | | | | 验收单位 | |  | | |
| 施工总包单位 |  | | | | 项目经理 | |  | | |
| 施工分包单位 |  | | | | 分包项目经理 | |  | | |
| 专业工长（施工员） |  | | | | 施工质量检查员 | |  | | |
| 进场设备 | | | | | 检查项目及施工单位检查记录 | | | | |
| 名称 | 型号 | 数量 | | 编号 | 设备 | | | 技术文件 | |
| 空气源热泵机组 |  |  | |  | 外包装 |  | | 装箱单 |  |
| 设备外观 |  | | 合格证 |  |
| 备品备件 |  | | 产品说明书 |  |
| 其他 |  | | 其他 |  |
| …… |  |  | |  |  |  | |  |  |
| 施工单位检查评定结果 | | | 项目专业质量检查员：  年 月 日 | | | | | | |
| 监理(建设)单位验收结论 | | | 监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）：  年 月 日 | | | | | | |

表F.0.2 空气源热泵机组有见证抽样送检记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | | | | |
| 机组名称 |  | | 生产企业 | | |  | |
| 机组出厂编号 |  | | 使用地点 | | |  | |
| 机组型号 |  | | 室外环境温度 | 设计工况 | | ℃ | |
| 机组进场时间 |  | | 最低运转 | | ℃ | |
| 机组能效等级 |  | | | | | | |
| 取样台数 |  | | 同类型机组进场数量 | | |  | |
| 送检单位 |  | | 取样日期 | | |  | |
| 检验单位 |  | | 取样地点 | | |  | |
| 检验项目 | | 机组标注数据 | 测试数据 | | | | 测试数据/标注数据 |
| 名义工况 | 制热量（kW） |  |  | | | |  |
| 输入功率（kW） |  |  | | | |  |
| 设计工况 | 制热量（kW） |  |  | | | |  |
| 输入功率（kW） |  |  | | | |  |
| 最低环境  温度工况 | 制热量（kW） |  |  | | | |  |
| 输入功率（kW） |  |  | | | |  |
| 抽样人 | 签字 |  | 见证人 | | 签字 | |  |
| 日期 |  | 日期 | |  |
| 见证取样和送检印章 | 年 月 日 | | | | | | |

附：检测报告

注： 1 非低环境温度空气源热泵机组（最低运转环境温度高于-20℃），根据《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/T18430.1，应检验名义工况、设计工况和最低环境温度工况。

2 低环境温度空气源热泵机组（最低运转环境温度等于或低于-20℃），根据《低环境温度空气源热泵(冷水)机组 第1部分：工业或商业用及类似用途的热泵(冷水)机组》GB/T25127.1，应检验名义工况和最低环境温度工况。

3 机组最低运转环境温度由产品生产企业提供。要求在此工况运行时，机组各部件不应损坏，低压及过载保护器不应跳开，机组应正常工作。

4 检测报告中测试数据/标注数据：供热量≥0.95且用电量≤1.05为合格。

表F.0.3 系统试运转测试（调试）检验记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | | | | | |
| 分部（子分部）工程名称 | |  | | | 验收单位 | | |  | | |
| 施工总包单位 | |  | | | 项目经理 | | |  | | |
| 施工分包单位 | |  | | | 分包项目经理 | | |  | | |
| 专业工长（施工员） | |  | | | 施工质量检查员 | | |  | | |
| 调试单位 | |  | | | 调试负责人 | | |  | | |
| 空气源热泵系统测试数据记录 | | | | | | | | | | |
| 测试区域位置 | |  | | | 主机编号 | | |  | | |
| 调试工况 | | | | 制冷□ 制热□ | | | | | | |
| 室内设定温度（℃） | | | |  | | | | | | |
| 测试项目 | | | | 测试数据 | | | | | | |
| 开机前 | | 30min | 60min | | 90min | 备注 |
| 室外环境温度（℃） | | | |  | |  |  | |  |  |
| 室内温度（℃） | | | |  | |  |  | |  |  |
| 热泵  (制冷)  主机 | 排气温度（℃） | | |  | |  |  | |  |  |
| 油温（℃） | | |  | |  |  | |  |  |
| 高/低压（Pa） | | |  | |  |  | |  |  |
| 气管温度（℃） | | |  | |  |  | |  |  |
| 液管温度（℃） | | |  | |  |  | |  |  |
| 运转电流（A） | | |  | |  |  | |  |  |
| 电压（V） | | |  | |  |  | |  |  |
| 风扇档位 | | |  | |  |  | |  |  |
| 冷热水  系统 | 换热器进/出口水温（℃） | | |  | |  |  | |  |  |
| 换热器或水泵进/出口压力(MPa) | | |  | |  |  | |  |  |
| 空调末端设备 | 进/出风温度（℃） | | |  | |  |  | |  |  |
| 直接蒸发式室内机进/出管温度(℃) | | |  | |  |  | |  |  |
| 其他试运转项目记录 | | | | | | | | | | |
| 项目 | | | 运转情况 | | | | | | | |
| 水泵运转 | | |  | | | | | | | |
| 风机盘管及开关控制 | | |  | | | | | | | |
| 直接蒸发式室内机及开关控制 | | |  | | | | | | | |
| 自控阀动作 | | |  | | | | | | | |
| …… | | |  | | | | | | | |
| 施工（调试）单位检查评定结果 | | | 项目专业质量检查员：  年 月 日 | | | | | | | |
| 监理(建设)单位验收结论 | | | 监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）：  年 月 日 | | | | | | | |

表F.0.5 空气源热泵系统安装工程质量检验记录

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | |
| 分部（子分部）工程名称 | | |  | 验收单位 |  |
| 施工单位 | | |  | 项目经理 |  |
| 分包单位 | | |  | 分包项目经理 |  |
| 专业工长（施工员） | | |  | 施工班组长 |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243—2016  《多联机空调系统工程技术规程》JGJ174—2010  《户式空气源热泵供热（空调）系统技术规程》DB/T1382-2016 | | |
| 序号 | 内容 | | | 施工单位评定检查记录 | 监理(建设)单位验收记录 |
| 1 | 制冷/制热系统 | 设备及基础的验收 | |  |  |
| 2 | 制冷（热泵）主机和制冷剂-水  热交换设备的安装 | |  |  |
| 3 | 设备的严密性试验及试运行 | |  |  |
| 4 | 制冷剂管道及管配件的安装 | |  |  |
| 5 | 制冷剂管路的强度、气密性试验 | |  |  |
| 6 | 冷热水系统 | 配套设备、管材及配件验收 | |  |  |
| 7 | 水泵、膨胀罐等配套设备安装 | |  |  |
| 8 | 管道（包括柔性接管）连接 | |  |  |
| 9 | 管道（包括柔性接管）安装 | |  |  |
| 10 | 管道支吊架 | |  |  |
| 11 | 检修阀、自控阀、安全阀、放气阀、排水阀、减压阀等的安装 | |  |  |
| 12 | 过滤器等其他部件的安装 | |  |  |
| 13 | 系统的冲洗排污 | |  |  |
| 14 | 隐蔽管道的验收 | |  |  |
| 15 | 系统的试压 | |  |  |
| 16 | 管道的保温 | |  |  |
| 施工单位检查评定结果 | | 项目专业质量检查员：  年 月 日 | | | |
| 监理（建设）单位验收结论 | | 监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）：  年 月 日 | | | |

表F.0.6 空气源热泵系统自控和电气系统工程质量检验记录

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | | |  | | |
| 分部（子分部）工程名称 | | |  | 验收单位 |  |
| 施工单位 | | |  | 项目经理 |  |
| 分包单位 | | |  | 分包项目经理 |  |
| 专业工长（施工员） | | |  | 施工班组长 |  |
| 施工执行标准名称及编号 | | | 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303  《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》GB50150  《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB50254  《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB50617  《1kV及以下配线工程施工与验收规范》GB50575  《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093  《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB50601  《户式空气源热泵供热（空调）系统技术规程》DB/T 1382-2016 | | |
| 序号 | 内容 | | | 施工单位评定检查记录 | 监理(建设)单位验收记录 |
| 1 | 电气工程 | 电气设备及材料验证 | |  |  |
| 2 | 电源质量测试 | |  |  |
| 3 | 配电箱(柜)等电气装置安装与接线 | |  |  |
| 4 | 配电线路安装、敷设与接线 | |  |  |
| 5 | 剩余电流动作的保护装置测试 | |  |  |
| 6 | 电气绝缘电阻测试 | |  |  |
| 7 | 防雷与接地 | |  |  |
| 8 | 自控工程 | 传感器、控制器等器件验证与安装 | |  |  |
| 9 | 自控线路安装、敷设与接线 | |  |  |
| 10 | 电气绝缘电阻测试 | |  |  |
| 11 | 通信与信号传输检测 | |  |  |
| 12 | 传感器信号精度测试 | |  |  |
| 13 | 运行控制功能完整性测试 | |  |  |
| 施工单位检查评定结果 | | | 项目专业质量检查员：  年 月 日 | | |
| 监理（建设）单位验收结论 | | | 监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）：  年 月 日 | | |

表F.0.7 空气源热泵系统维修记录

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

# 附录G 空气源热泵商用机组供热系统检测方法

G.0.1 空气源热泵供暖系统的测试分为长期测试和短期测试。

1 长期测试应符合下列规定：

1）新建项目应安装测试系统，空气源热泵供热系统性能测试宜采用长期测试；

2）对于供暖工况，应分别进行测试，长期测试的周期与供暖季同步；

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）对于未安装测试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热15d以后进行测试，测试时间不应小于3d；每天测试以24h为周期。

3）短期测试宜选择在典型日进行，典型日的全天负荷率宜在25%、50%、75%附近。

G.0.2 当空气源热泵系统装机容量偏差在10%以内时，视为同一类型空气源热泵系统。同一类型空气源热泵系统测试数量为该类型系统总数量的5%，且不得少于1套。

G.0.3 室内温湿度测试方法及技术要求应符合下列规定：

1 测试的时间应符合本规程第G.0.1条的规定，抽样测试的面积不低于供暖区域的10%。

2 室内温湿度检测方法执行《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177的相关规定。

G.0.4 空气源热泵机组制热性能系数测试应按下列规定进行：

1 测试宜在热泵机组运行工况稳定后1h进行，测试时间不得低于2h；

2 应测试系统机组进出水温度、流量、电功率和耗电量等参数；

3 机组的各项参数记录应同步进行，记录时间间隔不得大于600s；

4 热泵机组制热性能系数COP按下式计算：

（G.0.4-1）

式中 QH——测试期间机组的平均制热量(kW)；

Ni——测试期间机组的平均输入功率(kW)。

测试期间机组的平均制热量按下式计算：

（G.0.4-2）

式中 V——热泵机组用户侧平均流量（m3/h）；

 tw——热泵机组用户侧进出口介质平均温差（℃）；

ρ——热介质平均密度（kg/m3）；

C——热介质定压比热（kJ/kg·℃)。

G.0.5 空气源热泵供暖系统能效比的测试方法及技术要求应符合下列规定：

1 测试的时间应符合本规程第G.0.1的规定；

2 应测试系统的热源侧流量、系统用户侧流量、系统热源侧进出口水温、系统用户侧进出口水温、机组消耗的电量、水泵消耗的电量等参数；

3 长期测试应给出整个采暖季的系统制热性能系数，短期测试应给出典型日的系统制热性能系数，热泵系统制热性能系数根据测试结果应按下式计算：

（G.0.5-1）

（G.0.5-2）

（G.0.5-3）

式中 COPsys——热泵系统的制热性能系数；

QSH——系统测试期间的累计制热量（kWh）；

Ni——系统测试期间，所有热泵机组累计消耗电量（kWh）；

Nj——系统测试期间，所有水泵累计消耗电量（kWh）；

qhi——热泵系统的第i时段制热量（kW）；

Vi——系统第i时段用户侧的平均流量（m3/h）；

 Δtwi——热泵系统第i时段用户侧进出口介质的温差（℃）；

ρi——第i时段冷媒介质平均密度（kg/m3）；

Ci——第i时段冷媒介质平均定压比热（kJ/kg·℃）；

 Ti——第i时段持续时间，时间段不超过1min；

n——热泵系统测试期间采集数据组数。

# 本规范用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

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执行时，写法为：“应符合……的规定（或要求）”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1、《蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组性能试验方法》GB/T 10870

2、《建筑物电气装置电击防护》GB/T 14821.1

3、《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

4、《风机盘管机组》GB/T19232

5、《冷水机组能效限定值及能效等级》GB19577

6、《低环境温度空气源热泵（冷水）机组能效限定值及能效等级》GB37480

7、《建筑给水排水设计标准》GB50015

8、《低压配电设计规范》GB 50054

9、《通用用电设备低压配电设计规范》GB 50055

10、《建筑物防雷设计规范》GB 50057

11、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》GB50093

12、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118

13、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150

14、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242

15、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243

16、《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254

17、《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB50274

18、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

19、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411

20、《1kV及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575

21、《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601

22、《建筑电气照明装置施工与验收规范》GB50617

23、《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736

24、《通风与空调工程施工规范》GB50738

25、《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142

26、《民用建筑电气设计规范》JGJ 16

27、《多联机空调系统工程技术规程》JGJ174

28、《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177

29、《采暖通风与空气调节检测技术规程》JGJ/T 260

30、《建筑设备监控系统工程技术规范》JGJ 334

中国房地产业协会标准

**空气源热泵商用机组供热系统应用技术规程**

\*××／×××－201×

条文说明

（初稿）

2020　北京

目 录

[1 总则 104](#_Toc448419686)

[2 术语 104](#_Toc448419687)

[3 基本规定 105](#_Toc448419688)

[4 设计计算 107](#_Toc448419689)

[4.1 供暖热量计算 107](#_Toc448419690)

[4.2 辐射供暖地面温度校核、水温和加热部件铺设数量计算 108](#_Toc448419691)

[4.3 空气源热泵规格选择计算 109](#_Toc448419692)

[5 设备材料选型和设计 111](#_Toc448419693)

[5.1 一般规定 111](#_Toc448419694)

[5.2 空气源热泵机组 112](#_Toc448419695)

[5.3 供暖地面 114](#_Toc448419696)

[5.4 控制 115](#_Toc448419697)

[6 电气系统设计 115](#_Toc448419698)

[6.1 一般规定 115](#_Toc448419699)

[6.2 配电和控制 116](#_Toc448419700)

[6.3 防雷、电磁兼容和接地 117](#_Toc448419701)

[7 施工、检验、调试、验收和运行维护 118](#_Toc448419702)

[7.1 一般规定 118](#_Toc448419703)

[7.2 施工和安装 118](#_Toc448419704)

[7.3 检验和调试 119](#_Toc448419705)

[7.4 验收和运行维护 120](#_Toc448419706)

# 