

DB 23

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB23/T 3337—2022

黑龙江省超低能耗居住建筑节能设计标准

Design standard for energy efficiency of ultra low energy residential buildings in
Heilongjiang province

地方标准信息服务平台

2022 - 08 - 30 发布

2022 - 09 - 29 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	4
5 室内环境参数	4
6 建筑与围护结构	4
7 供暖、通风、空气调节和燃气	10
8 给水排水	17
9 电气	18
10 计量与监控	19
11 超低能耗建筑设计的判定	20
附录 A（资料性） 黑龙江省主要城市的气候区属、气象参数、建筑物耗热量指标	29
附录 B（资料性） 地面传热系数计算	32
附录 C（资料性） 平均传热系数计算	35
附录 D（资料性） 建筑遮阳系数的简化计算	46
附录 E（资料性） 关于建筑面积和体积的计算	48
附录 F（资料性） 常用外窗热工性能	49
附录 G（资料性） 建筑外窗的性能分级表	50
附录 H（资料性） 建筑材料性能参数	51
附录 I（资料性） 供暖管道最小保温层厚度	60
参考文献	62

前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由黑龙江省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件起草单位：哈尔滨工业大学、黑龙江近零能耗被动式建筑科技有限公司、黑龙江省纺织工业设计院、黑龙江省寒地建筑科学研究院、哈尔滨中冕智慧能源科技有限公司、哈尔滨市建筑设计院、哈尔滨工业大学建筑设计研究院有限公司、黑龙江工程学院、黑龙江省建筑设计研究院、哈尔滨达城绿色建筑股份有限公司、哈尔滨中大型材科技股份有限公司、黑龙江辰能同发置业有限责任公司、哈尔滨森鹰窗业股份有限公司、哈尔滨市浩宁房地产开发有限公司、中洁浩宁环境科技有限公司、洛科威防火保温材料（广州）有限公司。

本文件主要起草人：高立新、方修睦、张国祥、刘兆新、杨大易、夏贇、王岩、叶德强、刘婷婷、潘伟英、王凤来、周传喜、周志波、吴雷、周志刚、魏存、刘忠强、宗小丹、赵文绩、杨勤勇、王勇、付小畔、彭子城、刘成龙、鞠邦欣、唐立彬、刘思宁、翟宏远、冯雪山、刘海哲、全中华。

地方标准信息服务平台

引 言

为了贯彻国家和黑龙江省有关节约能源、保护环境法律、法规和政策，提高能源利用效率，加快实现碳达峰、碳中和目标，促进可再生能源在建筑中应用，进一步降低居住建筑运行能耗，提高居住建筑的热环境质量，制定本文件。

地方标准信息服务平台

黑龙江省超低能耗居住建筑节能设计标准

1 范围

本文件规定了黑龙江省超低能耗居住建筑节能设计的术语和定义、总则、室内环境参数、建筑与围护结构，供暖、通风、空气调节和燃气、给水排水、电气、计量与监控、超低能耗建筑设计的判定。

本文件适用于黑龙江省新建超低能耗居住建筑节能设计，住宅的商业服务网点可参照本文件设计。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 14295 空气过滤器
- GB 20665-2015 家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级
- GB 50033 建筑采光设计标准
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50176 民用建筑热工设计规范
- GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB/T 51366-2019 建筑碳排放计算标准
- GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
- GB 55016 建筑环境通用规范
- JGJ 26-2010 严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准
- JGJ 144 外墙外保温工程技术标准
- JGJ/T 235 建筑外墙防水工程技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超低能耗居住建筑 ultra low energy residential building

适应气候特征和自然条件，通过建筑围护系统性能设计、采取节能技术措施和运维管理，大幅度降低能源消耗量需求，以较少的能源消耗提供舒适室内环境，建筑能耗水平比 JGJ 26-2010 降低 50% 以上的居住建筑。

3.2

供暖度日数 (HDD18) heating degree-day

从需要供暖的强度和需要供暖的天数两个方面反映一地气候寒冷程度的指标。一年中，当室外日平均温度低于冬季供暖室内计算温度时，将日平均温度与冬季供暖室内计算温度差的绝对值累加，得到一年的供暖度日数。

3.3

空调度日数 (CDD26) cooling degree-day

从需要空调降温的强度和需要空调降温的天数两个方面反映一地气候炎热程度的指标。一年中,当室外日平均温度高于夏季空调室内计算温度时,将日平均温度与夏季空调室内计算温度差的绝对值累加,得到一年的空调度日数。本文件中夏季空调室内计算温度采用 26℃,以 CDD26 表示。

3.4

计算供暖期 (Z) heating period for calculation

采用滑动平均法计算出的累年日平均温度低于或等于供暖室外临界温度的时段。

3.5

计算供暖期室外平均温度 (te) mean outdoor temperature during heating period

计算供暖期室外日平均温度的算术平均值。

3.6

建筑体形系数 (S) shape factor

建筑物与室外大气接触的外表面积与其所包围的体积的比值。外表面积中,不包括地面和不供暖楼梯间内墙及户门的面积。

3.7

低热桥构造设计 structural design of thermal bridge-free

通过采取合理、有效的构造措施,大幅度减少建筑围护结构热桥造成的热量损失的设计。

3.8

围护结构传热系数 (K) heat transfer coefficient of building envelope

在稳态条件下,围护结构两侧空气为单位温差时,在单位时间内通过单位面积传递的热量,单位为 $W/(m^2 \cdot K)$ 。

3.9

围护结构传热系数的修正系数 (ϵ) modification coefficient of building envelope

考虑太阳辐射和天空辐射对围护结构传热的影响而引进的修正系数。

3.10

窗墙面积比 window to wall ratio

窗户洞口面积与房间立面单元面积(即建筑层高与开间定位线围成的面积)之比。

3.11

换气次数 air change rate

单位时间内室内空气的更换次数,即通风量与房间容积的比值。

3.12

围护结构温差修正系数 (a) temperature difference correction factor of envelope

根据围护结构同室外空气接触状况,在设计计算中对室内外计算温差采取的修正系数。

3.13

建筑遮阳系数 shading coefficient of building element

在照射时间内,同一窗口(或透光围护结构部件外表面)在有建筑外遮阳和没有建筑外遮阳的两种情况下,接收到的两个不同太阳辐射量的比值。

3.14

太阳得热系数 (SHGC) solar heat gain coefficient

通过透光围护结构(门窗或透光幕墙)的太阳辐射室内得热量与投射到透光围护结构外表面上的太

阳辐射量的比值。太阳辐射室内得热量包括太阳辐射通过辐射透射的得热量和太阳辐射被构件吸收再传入室内的得热量两部分。

3.15

可见光透射比 visible transmittance

透过透光材料的可见光光通量与投射在其表面上的可见光光通量之比。

3.16

气密区 air tightness zone

为保证建筑气密性而划分的区域。

3.17

气密层 air tightness layer

由气密性材料和部件、抹灰层等形成的防止外墙内侧空气渗透的连续构造层。

3.18

建筑气密性 air tightness of building envelope

建筑在封闭状态下阻止空气渗透的能力。用于表征建筑或房间在正常密闭情况下的无组织空气渗透量。通常采用压差试验检测建筑气密性，以换气次数 N50，即室内外 50Pa 压差下换气次数来表征建筑气密性。

3.19

显热交换效率 sensible heat exchange efficiency

在对应风量下，新风进口、送风出口温差与新风进口、回风进口温差之比，以百分数表示。

3.20

全热交换效率 total heat exchange efficiency

在对应风量下，新风进口、送风出口焓差与新风进口、回风进口焓差之比，以百分数表示。

3.21

防水隔汽材料 water-proof and vapor-barrier material

对建筑外围护结构室内侧的缝隙进行密封，防止空气渗透，并具有抗氧化、防水、阻止水蒸气透出功能的材料。

3.22

防水透汽材料 water-proof and vapor-permeable material

对建筑外围护结构室外侧的缝隙进行密封，并具有抗氧化、防水、允许水蒸气透出功能的材料。

3.23

气密性材料 air tightness material

对建筑外围护结构室的缝隙进行密封，防止空气渗透的材料。

3.24

供暖年耗热量 annual heating demand

在设定计算条件下，为满足室内环境参数需求，单位面积年累计消耗的需由室内供暖设备供给的热量。

3.25

建筑物耗热量指标 (q_H) index of heat loss of building

在计算供暖期室外平均温度条件下，为保持室内设计计算温度，单位建筑面积在单位时间内损失的、需由室内供暖设备供给的热量，单位为 W/m^2 。

3.26

一次能源消耗量 primary energy consumption

建筑物中供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的一次能源消耗量总和。

3.27

一次能源换算系数 primary energy coefficient

将某种能源转换成一次能源时，考虑能源在开采、运输和加工转换过程中造成能源损失的系数。

3.28

建筑能耗综合值 building energy consumption

在设定计算条件下，单位面积年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯的终端能耗量和可再生能源系统发电量，利用能源换算系数，统一换算到标准煤当量后，两者的差值。

4 总则

超低能耗居住建筑的设计，应在保证室内热环境质量的前提下，通过建筑、供暖、通风、空气调节、燃气、给水、排水、电气等专业设计将建筑室内环境及建筑能耗控制在规定的技术指标范围内。

5 室内环境参数

5.1 冬季供暖室内热环境计算参数：

——室内温度取 20℃；

——换气次数取 0.5h⁻¹。

5.2 建筑内部建筑设备传播至主要功能房间室内的室内噪声昼间不应大于 40dB(A)，夜间不应大于 30dB(A)。

5.3 主要功能房间的铅垂向 Z 振级昼间不应大于 78dB，夜间不应大于 75dB。

5.4 室内空气质量应满足表 1 的规定。

表1 室内空气质量

室内环境参数	单位	冬季	夏季
PM _{2.5} 室内设计日浓度	μg/m ³	≤25	
二氧化碳浓度 (ppm)	—	≤1000	
甲醛	mg/m ³	≤0.056	
苯	mg/m ³	≤0.048	
TVOC	mg/m ³	≤0.36	
注：表中甲醛及苯数据为1h均值，TVOC数据为8h均值。			

6 建筑与围护结构

6.1 一般规定

6.1.1 黑龙江省主要城市的气候分区按附录 A 确定。

6.1.2 超低能耗居住建筑的总体规划和总平面设计应充分利用场地自然条件、自然通风和冬季日照。建筑的主要朝向宜选择本地区最佳朝向或适宜朝向，且宜避开冬季主导风向。建筑物不宜设有三面外墙

的房间。

6.1.3 超低能耗居住建筑围护结构的构造设计必须满足安全、耐久要求，并应加强围护结构保温隔热和密封构造措施。

6.1.4 超低能耗居住建筑的平面应避免过多的凹凸变化，合理加大进深。建筑物平面布局在保证使用功能合理的同时，尚应考虑热环境的合理分区。

6.1.5 超低能耗居住建筑的体形系数不应大于表2规定的限值。当体形系数大于表2规定的限值时，必须按照本文件第11章的要求进行围护结构热工性能权衡判断。

表2 居住建筑体形系数限值

建筑层数	≤3层	>3层
体形系数	0.55	0.30

6.1.6 建筑物的窗墙面积比不应大于表3规定的限值。当窗墙面积比大于表3规定的限值时，必须按照本文件第11章的要求进行围护结构热工性能权衡判断。

表3 居住建筑窗墙面积比限值

朝 向	窗墙面积比		
	北	东、西	南
窗墙面积比	0.25	0.30	0.45
注1：敞开式阳台的阳台门上部透明部分计入窗户面积，下部不透明部分不计入窗户面积； 注2：窗墙面积比应按开间计算。表中的“北”代表从北偏东小于60°至北偏西小于60°的范围；“东、西”代表从东或西偏北小于等于30°至偏南小于60°的范围；“南”代表从南偏东小于等于30°至偏西小于等于30°的范围； 注3：确定外墙窗墙比时，应同时保证居住建筑室内采光满足GB 50033的要求； 注4：每套住宅可以有一个房间在一个朝向上的窗墙比不大于0.60。			

6.1.7 超低能耗居住建筑设置的屋面天窗面积与该房间屋面面积的比值不应大于0.10。

6.1.8 超低能耗居住建筑的地下车库等地下公共空间，宜设置导光管等天然采光、导光设施。

6.1.9 超低能耗居住建筑的采光设施应符合以下规定：

- 采光窗的透光折减系数 T_r 应大于0.45；
- 外窗玻璃系统的太阳得热系数 SHGC 应不小于0.45；
- 外窗玻璃的可见光透射比不应小于0.40；
- 导光管采光系统在漫射光条件下的系统效率应大于0.50。

6.1.10 超低能耗居住建筑有采光要求的主要功能房间，室内各表面的反射比应符合表4的规定。

表4 反射比

表面名称	反射比
顶棚	0.6~0.9
墙面	0.3~0.8
地面	0.1~0.5

6.1.11 超低能耗居住建筑外窗宜设置有调节功能的保温、防风、遮阳装置。装置设置应符合外窗采光标准。

6.1.12 超低能耗居住建筑的外墙保温工程应具有防水、抗冻、耐高低温、承受风荷载、防潮等功能。设计应符合 GB 55016、JGJ144 和 JGJ/T 235 等标准的规定。

6.1.13 超低能耗居住建筑采用粘贴，锚栓辅助工艺的外墙外保温系统，应保证系统自重和风荷载共同作用的变形协调。并应符合以下规定：

——当保温层厚度大于 150mm 时，应在外墙每层层间适当位置设置外墙外保温系统承托构造；

——当保温层厚度为 100mm~150mm 时，宜在外墙每层层间适当位置设置外墙外保温系统承托构造。

6.1.14 设置热回收新风机组，伸出室外的管路应有防雨、防积雪、防结冰的措施。

6.1.15 新建超低能耗居住建筑设置太阳能系统时，应符合以下要求：

——屋面、墙面、阳台、外挑构件上设置的太阳能系统应具有安全耐久、抗震、防风、防冰雹及防止冰雪聚集和滑落伤人等功能；

——有疏散功能的屋面设置太阳能系统时，不得影响人员安全疏散；

——宜结合建筑造型需要，选用模块化的太阳能系统；

——安装太阳能系统，不应影响屋面、墙面的防水、保温等构造层及临近的建筑构件正常维护维修作业。

6.1.16 设置与主体建筑相关的可再生能源利用设施时，应与主体建筑同步设计、同步施工，并应符合 GB 55015 的规定。

6.2 围护结构热工设计

6.2.1 建筑外围护结构的传热系数不应大于表 5 规定的限值，周边地面、地下室外墙等部位的保温材料层热阻不应小于表 5 规定的限值。当建筑外围护结构的热工性能参数不满足上述规定时，必须按照本文件第 11 章的规定进行围护结构热工性能的权衡判断。

表5 外围护结构热工性能参数限值

围护结构部位		传热系数 K [W/(m ² ·K)]	
		≤3 层	>3 层
屋面		0.10	0.10
外墙		0.10	0.15
接触室外空气的架空或外挑楼板		0.10	0.15
外窗	窗墙面积比≤0.30	1.0	1.0
	0.30<窗墙面积比≤0.45	1.0	1.0
屋面天窗		1.0	
单元出入口门/分户门		1.20/1.30	
围护结构部位		保温材料层热阻 R (m ² ·K/W)	
不供暖封闭阳台侧栏板外侧/内侧		3.00/1.20	
室内地面		2.00	2.00
地下室外墙（与土壤接触的外墙）		4.50	4.50
地下室屋面（埋入土壤内）		4.50	4.50
变形缝两侧墙体之间的保温层		1.50	1.50
注：外墙和屋面的传热系数为平均传热系数，按附录C计算。			

6.2.2 超低能耗居住建筑内围护结构的传热系数不应大于表 6 规定的限值。

表6 内围护结构热工性能参数限值

围护结构部位		传热系数 K [W/(m ² ·K)]
阳台门下部门芯板		1.2
非供暖地下室顶板（上部为供暖房间时）		0.30
分隔供暖与非供暖空间的隔墙/楼板		0.80/0.30
分隔供暖与非供暖空间的户门		1.3
电梯前室和电梯井道 中与供暖房间相邻的 内墙	电梯前室不供暖时，中和面以下内墙	0.8
	电梯前室供暖时，3层（含）以下内墙	
围护结构部位		保温材料层热阻 R (m ² ·K/W)
地面辐射供暖的户间楼板保温层材料		0.68
不供暖封闭阳台地面/天棚保温层材料		1.20/1.10

6.2.3 围护结构热工性能参数计算应符合以下规定：

- 外墙和屋面的平均传热系数计算应符合 GB 50176 的规定，一般建筑外墙和屋面的平均传热系数可按本文件附录 C 的方法确定；
- 地面的热阻应按本文件附录 B 的规定计算；
- 建筑遮阳系数应按附录 D 的规定计算。

6.2.4 超低能耗居住建筑应依据 GB 55016 的规定，进行围护结构的防潮设计。

6.2.5 超低能耗居住建筑的外墙、屋面在供暖期间外墙屋面的保温材料因内部冷凝受潮增加的重量湿度增量应符合 GB 55016 的规定，当不满足规定时，应根据房间使用性质，在外墙、屋面构造层的适当位置设置隔汽层。

6.2.6 外墙宜采用外墙外保温系统。当外墙采用自保温系统或夹芯保温系统时，热桥部位应采取耐久性良好的保温措施，进行低热桥构造设计。

6.2.7 超低能耗居住建筑外围护结构热桥部位及与室外空气接触的附属设施应设置保温、防水构造；外围护结构的结构性热桥部位室内表面温度应高于露点温度 2℃ 以上。热桥部位应给出详细的构造，并应符合以下要求：

- 下述部位应采用低热桥构造设计：
 - 墙体上的结构性挑出构件及附墙部件热桥部位；
 - 安装在屋面、外墙面上的太阳能系统与主体连接部件；
 - 伸出屋顶的建筑造型、结构构件、砌体、管道及设备与屋面的连接部位；
 - 设置在建筑主体墙上的外门窗洞口室外周边部位；
 - 设置导光、反光等采光设施的热桥部位；
- 突出屋面结构体的保温层应与屋面保温层连续设置；女儿墙、土建风道出口等突出屋面构件顶部应设有刚性防护并应采取低热桥构造设计；
- 当外墙设置吊挂荷载时，支吊架应根据荷载确定规格并设置在结构墙体上，支吊架与结构构件或墙体之间应采取低热桥构造设计及保温措施；
- 门斗的墙体、屋面与主体相接的非透明室内部分，应设置使用燃烧性能 A 级保温材料的构造；

- 变形缝应满填或两侧墙体贴装燃烧性能 A 级，可压缩变形、耐久性良好、可防生物侵害的高效保温材料；
 - 外墙、屋面孔洞部位及穿过外墙、屋面管道或风道周围部位宜在周边预留间隙不小于 50mm 间隙，间隙内应填充高效保温材料，周边室内表面应粘贴防水隔汽膜，外表面应粘贴防水透气膜；
 - 女儿墙、外檐沟雨水口周边与雨水口配件之间宜留有不小于 50mm 间隙，内部应填充耐久性良好的高效保温材料，表面应设有防护（水）构造措施；
 - 女儿墙内、外侧均应设置保温层，外侧保温层构造应与外墙保温层一致。内侧保温层应与屋面保温层连续设置，保温层热阻不应小于 $1.50(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ ；当女儿墙及内侧保温层高度不小于 1.10m 时，顶部可以不设置保温构造，女儿墙及内侧保温层高度小于 1.10m 时，顶部应设置热阻不小于 $1.20(\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ 的保温构造；
 - 防排烟系统中的进风口、排烟口、排烟井道等设施，以及接触室外空气的开口、外墙、屋面孔洞部位、伸出屋（墙）面较大开口内局部或室内表面应设置防结露保温构造；
 - 装配式超低能耗居住建筑外围护结构内外构件连接件部位、板缝等部位应设有保温、防冷风渗透的构造措施。
- 6.2.8 超低能耗居住建筑楼梯间和套外公共空间的设计，应符合以下要求：
- 单元出入口应设置保温门斗，门斗内外门的热工性能应相同，门斗内外门均应安装闭门器；
 - 门斗与户内相邻或相连的顶板、隔墙及外墙应按外围护结构的热工性能参数进行保温设计，地面应设置保温构造；
 - 楼梯间出屋面门或孔盖应采用与单元入口保温门相同材质。楼梯间出屋面部分的外墙、屋面应做保温；
 - 楼梯间宜供暖。
- 6.2.9 封闭式阳台的保温应符合以下规定：
- 当不供暖阳台和直接连通的房间之间设置门、窗和隔墙时，门、窗和隔墙的热工指标应符合本文件表 5 外门窗和外墙的规定；
 - 当不供暖阳台和直接连通的房间之间设置隔墙和门、窗，但所设隔墙、门、窗的传热系数不符合本文件 6.2.1 和 6.2.2 的规定时，阳台与室外空气接触的栏板、顶板、底板的传热系数不应大于本文件 6.2.1 表 5 中所列限值，阳台窗的传热系数不应大于 $1.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，阳台外表面的窗墙面积比不应大于 60%，阳台和直接连通房间隔墙的窗墙面积比不应超过本文件表 3 的限值。当阳台的面宽小于直接连通房间的开间宽度时，可按房间的开间计算隔墙的窗墙面积比；
 - 不供暖阳台的栏板、楼层板、底板及顶板均应设有低热桥的保温构造措施；
 - 当阳台和直接连通的房间之间不设置隔墙和门、窗时，应将阳台做为所连通房间的一部分。阳台与室外空气接触的外围护结构的热工性能应符合本文件第 6.2.1 和 6.2.2 的规定，阳台的窗墙面积比应符合本文件 6.1.6 的规定。阳台的外表面积和体积，应计入体形系数计算时的相关指标内。
- 6.2.10 建筑外门、外窗构造及附框的热工及相关要求应符合以下规定：
- 外门、窗与保温层或墙体之间的构造缝隙，应采用高效保温材料填塞，缝隙外侧应采用弹性耐候防水密封胶密封，不得采用水泥砂浆或其他非弹性耐候防水材料补缝；
 - 外门窗框周边应采取低热桥构造措施；设置的保温层不得阻塞外门窗下框排水孔；
 - 外门窗不应使用金属附框；

- 外窗应安装披水板，披水板向外的排水坡度不应小于 5%，披水板伸出外保温层（或外页墙）不得小于 20mm，并应设置滴水线；披水板宜采用耐久性好的金属材料制作；披水板与窗框及主体结构之间应有结构性连接保证安全性和耐久性，并应采用耐候性良好的防水密封材料密封；
 - 当外门窗设计、安装附框时，应采用节能型附框。附框室外侧应设置保温构造。
- 6.2.11 超低能耗居住建筑不应设置凸窗。
- 6.2.12 超低能耗居住建筑采用外墙外保温系统，保温层厚度超过 150mm 时，外门窗宜采取外挂式安装方式，外门窗框内边缘宜靠外墙主体部分的外边缘设置。挂件与外门窗及主体结构连接构造应保证安全耐久，并应采取低热桥构造设计。
- 6.2.13 建筑的气密区应符合以下规定：
- 整栋建筑应由一个或多个独立气密区组成，施工图中应明确界定气密区范围；
 - 建筑内的不采暖楼梯间、电梯井道、电梯前室、不采暖地下室等公共区域应设置为独立的气密区；
 - 气密区应由建筑围护结构内侧的连续气密层形成。
- 6.2.14 气密层的设计应符合以下规定：
- 应明确气密层的位置及构造；
 - 气密层设置应依托密闭的围护结构层，并应选择适用的气密性材料；
 - 当气密层由不同材料构成时，连接处应采取气密层搭接密封措施；
 - 围成气密区的装配式构件缝隙应采取密封措施。
- 6.2.15 建筑门、窗的气密性应满足以下要求：
- 建筑外门、外窗、楼梯间出屋面门和上人屋面人孔盖的气密性能不应低于 8 级，防火门、防火窗等特殊外门窗气密性不应低于 6 级；
 - 分隔供暖房间与非供暖房间的户门气密性不应低于 6 级；
 - 气密区间相连通的门、窗不应低于 6 级。
- 6.2.16 外门窗与主体墙（或保温材料）之间缝隙的气密性构造设计应符合以下规定：
- 防水隔汽（透汽）膜与门窗框粘贴宽度不应小于 15mm，粘贴应紧密；
 - 防水隔汽（透汽）膜与基层墙体粘贴宽度不应小于 50mm，粘贴应紧密；
 - 当外门窗设置附框时，防水隔汽（透汽）膜应覆盖附框与门窗框缝隙，在门窗框的粘贴宽度不应小于 15mm；
 - 粘贴的防水隔汽（透汽）膜不得遮蔽外门窗下框的排水孔。
- 6.2.17 设置在有气密性要求墙体、楼板上的开关、插座、接线盒、消防栓等，应采取气密性构造措施。应对穿外墙、屋面的管线和洞口进行有效封堵并采取气密性构造措施。
- 6.2.18 超低能耗建筑宜进行全装修；装修设计不得破坏气密层的完整性。
- 6.2.19 室内首层地面以下的外墙、室内地面、伸出主体外的地下室屋面、地下室及半地下室外墙的保温系统设计应满足以下要求：
- 应采取可靠的保温、防水构造措施，应采用强度高、吸水率低、不易变形的保温材料；
 - 室内地面应全部保温。地面保温材料热阻应满足 6.2.1 的限值要求；
 - 无地下室时，室外地坪以下外墙体保温层厚度宜与主体墙面相同。外墙外保温层应做至室外地坪下 1.50m，首层室内地面以下外墙内侧应设置与墙体外侧保温材料和厚度相同的保温层，并与室内周边地面保温层连续设置；

- 地下室室外地坪以下的外墙和屋面应根据地下室的使用功能设置保温构造。保温材料层热阻应不小于 6.2.1 条限值。当地下室地面低于室外地坪 $<1.50\text{m}$ 时，外保温层应做至地下室地面下不少于 0.20m ；当地下室地面低于室外地坪 $\geq 1.50\text{m}$ 时，外墙外侧保温层应做至室外地面下 1.50m ，可在地下室外墙内侧设置有排湿构造的保温层，保温层外侧应设有密闭的隔汽层和防护层；
 - 伸出建筑主体以外的地下室屋面，宜采用整体铺装且具有防水功能的保温材料。地下室屋面的保温层、防水层应与地上相邻建筑墙面的保温层、防水层连续封闭设置。地下室屋面应设置不小于 0.5% 的排水坡度。当地下室屋面为种植屋面时，宜设置不小于 2% 的排水坡度，防水层必须选择具有防植物根系穿刺能力的材料；
 - 当埋入地下的保温层采用有机类保温材料时，保温层应设置防生物侵害的构造防护措施。
- 6.2.20 室内沿外墙地面以下设有供暖地沟时，应满足以下要求：
- 应在地沟盖板上设计保温（隔热）构造；
 - 当地沟地面标高低于相邻基础（承台梁）底面标高并小于室外地坪下 1.5m 时，首层地面以下外墙及承台梁外侧应设置保温层，设置在低于承台梁以下的地沟外侧墙体及地沟地面应设置保温层。
- 6.2.21 当居住建筑采用桩基础，承台梁埋深 $>1.50\text{m}$ 时，仅设置外墙地面以下深度不大于 1.50m 的外侧保温层；承台梁埋深 $\leq 1.50\text{m}$ 时，首层地面以下承台梁及上部墙体内外侧均应设置保温层，墙体内侧保温层应与首层地面保温层连续（或搭接不小于 500mm ）设置。
- 6.2.22 当墙体保温层采用不少于两层保温材料复合构造时，设计必须给出复合层的粘结强度、复合后保温板的抗拉强度、水蒸气渗透性能等指标要求。当使用不少于两层保温板材复合时，应在工厂加工生产。应对使用复合保温材料的外墙外保温系统给出详细的构造设计及安装、锚固等要求。

7 供暖、通风、空气调节和燃气

7.1 一般规定

- 7.1.1 供暖和空气调节系统的施工图设计，必须对设置供暖、空调房间进行热负荷和逐项逐时的冷负荷计算。
- 7.1.2 居住建筑应设置供暖设施。热源形式及设备的选择，应根据资源情况、环境保护、能源效率及用户对供暖费用可承受的能力等综合因素，经技术经济分析比较后确定，并符合下述规定：
- 应优先选用高能效等级的产品，并应提高系统能效；
 - 应有利于直接或间接利用自然资源；
 - 应考虑多能互补集成优化；
 - 应根据建筑负荷灵活调节；
 - 应优先利用可再生能源；
 - 宜兼顾生活热水需求。
- 7.1.3 当采用电作为供暖能源时，供暖设备宜集中控制，应符合下述规定：
- 在条件允许时，应优先采用热泵供暖；
 - 只有当符合下列条件之一时，应允许采用电直接加热设备作为供暖热源：
 - 无城市或区域集中供热，采用燃气、煤、油等燃料受到环保或消防限制，且无法利用热泵供暖的建筑；
 - 利用可再生能源发电，其发电量能满足自身电加热用电量需求的建筑；

- 利用蓄热式电热设备在夜间低谷电进行供暖或蓄热，且不在用电高峰和平段时间启用的建筑；
- 电力供应充足，且当地电力政策鼓励用电供暖时。

7.1.4 新建建筑安装的太阳能热利用系统应满足下列要求：

——太阳能热利用系统设计应根据工程所采用的集热器性能参数、气象数据以及设计参数计算太阳能热利用系统的集热系统效率，且应符合表7的规定。

表7 太阳能热利用系统的集热效率 η (%)

太阳能热水系统	太阳能供暖系统	太阳能空调系统
$\eta \geq 42$	$\eta \geq 35$	$\eta \geq 30$

——太阳能热利用系统中的太阳能集热器设计使用寿命应高于15年。

7.1.5 超低能耗建筑供暖系统形式，可根据其使用性质、供热要求，经技术经济比较确定。居住建筑的集中供暖系统，应按热水连续供暖进行设计。居住区内的商业、文化及其他公共建筑部分的供暖系统，应与居住建筑部分供暖系统分开，并应分别设置热量计量装置。

7.1.6 采用热水的集中供暖系统，建筑物供暖耗热量的贸易结算点，必须设置用于建筑物供暖耗热量结算的热计量装置，用户必须设置室温自动调控装置。

7.1.7 集中供暖系统的热量计量必须符合下列规定：

- 锅炉房或热力站的总管上，应设置计量总供热量的热量计量装置；
- 室内供暖系统根据设备形式和使用条件设置热量调控和分配装置。

7.1.8 建筑物供暖耗热量结算表的设置位置应符合下列规定：

- 宜以栋为单位在建筑物的热力入口设置热量结算表；
- 建筑用途相同、建筑形式、平面、构造等相同或相似、建筑物耗热量指标相近、户间热费分摊方式一致的小区（组团），可以多栋建筑为单位统一安装一块热量结算表；
- 连接在一个支路上的建筑用途相同、建筑形式、平面、构造等差异不大、建筑物耗热量指标不同、户间热费分摊方式一致的多栋建筑，可以利用软测量技术，以多栋建筑为单位统一安装一块热量结算表；
- 对于一栋建筑有多个热力入口，无法单独设置一块热量表时，可在每个热力入口设置热量表，以每个热力入口的读数之和作为整栋楼的结算热量。

7.1.9 热量表的选择及安装应满足下列规定：

- 应使系统的设计流量处于热量表公称流量的65%~85%，并校核在设计流量下的压降；
- 热计量表流量传感器的前后直管段的长度应满足仪表说明书要求；
- 热量表的使用环境温度及湿度应满足仪表的使用条件要求；
- 应为热计量装置提供运行核查条件。

7.2 能源设备及系统

7.2.1 采用空气源热泵作为供暖热源时，机组性能系数 COP 应符合表8的规定。

表8 空气源热泵机组性能系数 (COP)

类型	低环境温度名义工况下的性能系数 COP
热风型	2.00
热水型	2.30

7.2.2 采用多联式空调（热泵）机组时，在名义制冷工况和规定条件下的制冷综合性能系数 $IPLV(C)$ 或机组能源效率等级指标 (APF) 可按表 9 和表 10 选用。

表9 多联式空调（热泵）机组制冷综合性能系数 ($IPLV(C)$)

类型	制冷综合性能系数 $IPLV(C)$
多联式空调（热泵）	6.0

表10 多联式空调（热泵）机组能源效率等级指标 (APF)

类型	能效等级 $(W \cdot h) / (W \cdot h)$
多联式空调（热泵）	4.5

7.2.3 采用电直接加热设备作为供暖热源时，热转换效率不应低于 99%。

7.2.4 采用燃气锅炉作为热源时，锅炉的设计热效率不应低于 96%，锅炉的运行效率不应低于 93%。

7.2.5 采用生物质锅炉时，锅炉的设计热效率不应低于表 11 规定，锅炉的运行效率不应低于 83%。

表11 生物质锅炉设计热效率 (%)

燃料种类	锅炉额定蒸发量 D (t/h) / 额定热功率 Q (MW)	
	$D \leq 10 / Q \leq 7$	$D > 10 / Q > 7$
	锅炉热效率 (%)	
生物质	88	91

7.2.6 锅炉房的总装机容量 Q_B (W) 的计算应考虑室外管网输送效率的影响，按照公式(1)进行计算：

$$Q_B = \frac{Q_0}{\eta_i} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q_B ——总装机容量 (W)；

Q_0 ——锅炉负担的供暖设计热负荷 (W)；

η_i ——室外管网输送效率，取 0.92。

7.2.7 燃气锅炉应安装烟气回收装置，有条件时宜选用冷凝式燃气锅炉。

7.2.8 室外管网应进行水力平衡计算，建筑物热力入口应设水过滤器，应根据室外管网的水力平衡要求和建筑物内供暖系统所采用的调节方式，确定采用的水力平衡阀门或平衡装置的类型。阀门设置应符合下列要求：

——热力站（热源）出口总管上，不应串联设置自力式流量控制阀；有多个分环路时，各分环路总管上可根据水力平衡的要求设置水力平衡阀；

——建筑物热力入口宜设置电动调节阀或设置压差控制阀。

7.2.9 在选配集中供暖系统的循环水泵时，应计算循环水泵的耗电输热比 (EHR)，并应标注在施工图的设计说明中。循环泵耗电输热比应按照公式 (2) 进行计算，并应符合公式 (3) 要求：

$$EHR = 0.003096 \Sigma (G \cdot H / \eta_b) / Q \dots\dots\dots (2)$$

$$EHR \leq A (B + \alpha \Sigma L) / \Delta T \dots\dots\dots (3)$$

式中：

EHR ——循环水泵的耗电输热比；

G ——单台运行水泵的设计流量 (m^3/h)；

- H ——单台运行水泵对应的设计扬程 (m)；
 η_b ——单台运行水泵对应的设计工作点效率；
 Q ——设计热负荷 (kW)；
 A ——与水泵流量有关的计算系数，按表 12 选取；
 B ——与机房及用户的水阻力有关的计算系数，一级泵系统 $B=20.4$ ，二级泵系统 $B=24.4$ ；
 ΣL ——室外主干线（包括供回水管）总长度 (m)；
 ΔT ——设计供回水温差 (°C)。

注1: α 为与 ΣL 有关的计算系数，按如下选取或计算；

注2: 当 $\Sigma L \leq 400\text{m}$ 时， $\alpha=0.0015$ ；

注3: 当 $400\text{m} < \Sigma L < 1000\text{m}$ 时， $\alpha=0.0031833+3.067/\Sigma L$ ；

注4: 当 $\Sigma L \geq 1000\text{m}$ 时， $\alpha=0.0069$ 。

表12 A 值

设计水泵流量 G	$G \leq 60\text{m}^3/\text{h}$	$60\text{m}^3/\text{h} < G \leq 200\text{m}^3/\text{h}$	$G > 200\text{m}^3/\text{h}$
A 取值	0.004225	0.003858	0.003749

7.2.10 热水供热管道宜采用直埋敷设。

7.2.11 供暖管道保温厚度应不小于附录 I 规定的厚度，选用保温材料与附录 I 所用保温材料不同时，最小保温厚度应按照公式 (4) 进行修正：

$$\delta'_{\min} = \frac{\lambda'_m \cdot \delta_{\min}}{\lambda_m} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

δ'_{\min} ——修正后的最小保温层厚度 (mm)；

λ'_m ——实际选用的保温材料在其平均使用温度下的导热系数 (W/(m·°C))；

δ_{\min} ——表中最小保温层厚度 (mm)；

λ_m ——表中保温材料在其平均使用温度下的导热系数 (W/(m·°C))。

7.2.12 未采用计算机进行自动监测与控制的锅炉房和热力站，应设置供热量控制装置及运行参数就地显示仪表。

7.2.13 热力站二级网调节方式应与其所供热范围内的建筑物系统形式相适应，宜采用质量-流量综合调节。

7.3 室内供暖系统

7.3.1 室内供暖设备应按照供暖设计热负荷设置。房间的供暖设计热负荷应按照公式 (5) 进行计算：

$$Q' = Q'_{HT} + Q'_{INF} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

Q' ——供暖设计热负荷 (W)；

Q'_{HT} ——供暖设计条件下围护结构传热耗热量 (W)；

Q'_{INF} ——供暖设计条件下冷风耗热量 (W)。

7.3.2 居住建筑供暖楼梯间冷风耗热量由冷风渗透耗热量和冷风侵入耗热量组成，围护结构传热耗热量及供暖楼梯间冷风耗热量按照 GB 50736 的相关规定计算。

7.3.3 采用显热回收机组的居住建筑房间冷风耗热量按照公式（6）进行计算。

$$Q'_{INF} = 0.278(V \cdot n \cdot \rho_w \cdot c_p)(t_n - t'_w) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- Q'_{INF} ——供暖设计条件下冷风耗热量（W）；
 0.278 ——单位换算系数，1kJ/h=0.278W；
 V ——换气体积（ m^3 ），按照附录 E 进行计算；
 n ——换气次数（ h^{-1} ），取 $0.5h^{-1}$ ；
 ρ_w —— t'_w 温度下的空气密度（ kg/m^3 ）；
 c_p ——空气的定压比热（ $kJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ）， $c_p = 1.0056kJ/(kg \cdot ^\circ C)$ ；
 t_n ——供暖室内计算温度（ $^\circ C$ ），取 $20^\circ C$ ；
 t'_w ——供暖室外计算温度（ $^\circ C$ ）；

7.3.4 采用集中供暖系统时，单元式分户供暖系统每层连接的户数不宜超过 3 户，单元立管连接户内系统总数不宜超过 40 个。

7.3.5 敷设在供暖地沟内的供暖管道、非供暖房间内的供暖管道、管道井内的供暖管道和其它有保温要求的管道应保温。

7.3.6 热媒为热水的室内供暖系统的设计，应满足下列规定：

- 散热器供暖系统，供水温度不应高于 $80^\circ C$ ，供回水温差宜按 $25^\circ C$ 选择，且不宜小于 $20^\circ C$ 。散热器宜明装，散热器外表面应刷非金属性涂料；
- 地面辐射供暖系统，户（楼）内的供水温度不应高于 $55^\circ C$ ，供、回水温差不宜大于 $10^\circ C$ 。每户分水器的进水管上应设置水过滤器，宜按主要房间划分供暖环路。

7.3.7 室内供暖系统的调控装置设置应满足下列规定：

- 分室控温的地面辐射供暖系统，应在每户热力入口处设置手动或电动调节阀，每个供暖环路应设置自动控制阀，自动控制阀宜采用电动控制阀或自力式恒温控制阀；室温控制器宜设在被控温的房间或区域内；
- 分室控温的散热器供暖系统，应在每户热力入口处设置手动或电动调节阀；单管系统应在每组散热器的进水支管上安装低阻力两通恒温控制阀或三通恒温控制阀；双管系统应在每组散热器的供水支管上安装高阻力恒温控制阀；
- 分户控温的供暖系统，应在每户热力入口的进水支管上，安装电动控制阀，室温控制器应设在有代表性的房间或区域内。散热器供暖系统可在每组散热器上设置可调节进入散热器水量的阀门，也可设置水流方向换向阀，自动切换水流方向。

7.3.8 应进行室内热水供暖系统水力平衡计算，并应采取措施使设计工况下各并联环路之间（不包括公共段）的压力损失差额不大于 15%；在水力平衡计算时，要计算水冷却产生的附加压力，其值可取设计供、回水温度条件下附加压力值的 2/3。

7.3.9 采用直热式电供暖设备供暖时，应提高建筑或供暖设备的蓄热能力。日电蓄能时间不应大于当地低谷电时间。

7.3.10 采用电热膜或电热缆供暖时，建筑物地面平均温度应符合表 13 规定。

表13 地面平均温度限值（ $^\circ C$ ）

区域特征	适宜范围	最高限值
人员经常停留区	25~27	29

表 13 (续)

人员短期停留区	28~30	32
无人停留区	35~40	42

7.3.11 采用空气源热泵供暖时，应满足下列规定：

- 当室外温度低于空气源热泵机组平衡点温度时，应设置辅助热源；
- 空气源热泵应采取防冻措施；
- 空气源热泵机组在连续制热运行中，融霜所需时间总和不应超过一个连续制热周期的 20%。

7.4 通风和空气调节系统

7.4.1 通风和空气调节系统设计应结合建筑设计，确定全年各季节的自然通风措施，并应作好室内空气流组织，提高自然通风效率，减少机械通风和空调的使用时间。设置的机械通风或空气调节系统不应妨碍建筑的自然通风。

7.4.2 超低能耗居住建筑必须设置热回收新风系统。热回收新风系统应能满足当地室外气温要求，应在当地空调室外计算温度下正常工作。

7.4.3 热回收新风装置类型应结合其节能效果和经济性综合确定。

7.4.4 热回收新风装置应满足下列规定：

- 设备噪声不应超过 40dB(A)；
- 显热型名义热交换效率不应低于 75%；
- 全热型名义全热交换效率不应低于 70%；
- 单位新风量功率消耗不应大于 0.45W/(m³/h)。

7.4.5 热回收新风系统设计应满足下列规定：

- 主要活动区内应设置送风口，送风口应具有调节风量的功能；
- 排风口设置应根据房间功能选择下列方式：
 - 在房间门上方设置房间隔音通风装置；
 - 房间门与地面之间留 20mm~25mm 的缝隙；
 - 在排风区设置集中回风口，回风口应避免设置在送风射流区内。
- 应根据室内 CO₂ 浓度控制热回收新风装置；
- 应进行热回收新风装置的冬季防结露校核计算；应有防热回收新风系统结露或结霜的措施；应具备防冻保护功能；
- 送风管道设置应合理，应预留风管清扫空间；
- 风管内的空气流速，宜按照表 14 选用；
- 风口的空气流速，宜按照表 15 选取；
- 热回收新风装置应采取消声与隔振技术措施。

表14 风管内空气流速 (m/s)

室内允许噪声级 dB (A)	主管风速	支管风速
25~35	3~4	≤2
35~50	4~7	2~3

表15 风口空气流速 (m/s)

室内 上部送风口	室内 上部回风口	室内 下部回风口	室外新风口	室外排风口
1.5~3.0	≤3.0	≤1.5	2.0~4.5	3.0~5.0

7.4.6 热回收新风系统应在新风入口处设置低阻高效空气净化装置，空气净化装置的设置应符合下列要求：

- 空气净化装置在空气净化处理过程中不应产生新的污染；
- 净化要求高时，可在出风口处设置二次净化装置；
- 过滤设备的效率、阻力和容尘量应符合 GB/T 14295 的要求，过滤效率不应低于高中效等级；
- 应设置净化装置的检查口；
- 宜具备净化实效报警、提示功能；
- 高压静电空气净化装置应有与风机有效联动的措施。

7.4.7 室外风口的选型及布置应符合下列规定：

- 新风口和排风口应设防虫网，宜选用隔音型防雨百叶风口；
- 新风口设置应考虑城市主导风向对进风的影响，应设在室外空气较清洁区域内，不宜设在建筑背风面的涡流区内。新风口宜设置在建筑迎风面，排风口宜设置在建筑背风面；
- 每套住宅的新风口、排风口不应影响相邻住户的进排风；
- 与室外连通的新风、排风管路上均应设置保温密闭型电动风阀，并与通风系统联动；
- 热回收新风装置与室外风口之间的管道应做保温。且坡向室内，在最低点应设置排水设备，风管坡度不应小于 1%。穿过具有气密性要求的外墙时应作保温及气密性处理。

7.4.8 卫生间通风系统宜符合下列规定：

- 每个卫生间应设置独立的排风设施；
- 卫生间通风换气次数不宜小于 3 次/h，竖向排风道排风量宜按全部卫生间排风量总和的 70% 计算；
- 卫生间水平方向布置的排风道宜坡向卫生间，进入竖向排风道前应设置密闭型电动风阀或重力止回阀。

7.4.9 厨房通风系统应符合下列规定：

- 应设置独立的排油烟补风系统，补风由室外引入时，补风管道应设置保温；补风宜采取加热措施，补风口应设置在灶台附近；
- 补风系统入口处应设密闭电动保温阀；电动保温阀宜与排油烟机联动，在排油烟系统未开启时，应关闭严密；
- 补风系统风量宜按照 1020m³/h 计算。

7.4.10 空气源热泵室外机组的安装位置，应符合下列规定：

- 应确保室外机进风与排风通畅，且避免短路；
- 应避免受污浊气流对室外机组的影响；
- 噪声和排出气流应符合周围环境要求；
- 应便于对室外机换热器进行清扫和维修；
- 室外机组应有防积雪措施，应考虑化霜水的排放；
- 应设置安装、维护及防止坠落伤人的安全防护措施。

7.4.11 采用地源热泵作为采暖热源的系统，在方案设计前，应进行工程场地状况调查，并应对浅层或中深层地热能资源进行勘察，确定地源热泵系统实施的可行性与经济性。当浅层地埋管地源热泵系统的

应用建筑面积大于或等于 5000 m²时，应进行现场岩土热响应试验。

7.4.12 浅层地埋管换热系统设计应进行所负担建筑物全年动态负荷及吸、排热量计算，最小计算周期不应小于 1 年。建筑面积 50000m² 以上大规模地埋管地源热泵系统，应进行 10 年以上地源侧热平衡计算。

8 给水排水

8.1 一般规定

8.1.1 建筑物的引入管，住宅的入户管上均应设置水表。

8.1.2 集中热水供应系统应安装加热能耗、被加热水量和供水设备能耗的计量装置。

8.2 建筑给水排水

8.2.1 设有供水可靠的市政或小区供水管网的建筑，应充分利用供水管网的水压直接供水。

8.2.2 应结合市政条件、建筑物高度、安全供水、用水系统特点等因素，综合考虑选用合理的加压供水方式。

8.2.3 市政管网供水压力不能满足供水要求的多层、高层建筑的各类供水系统应竖向分区，且应符合下列规定：

——各分区的最低卫生器具配水点的静水压力不宜大于 0.45MPa；

——各加压供水分区宜分别设置加压泵，不宜采用减压阀分区；

——分区内低层部分应设减压设施保证用水点供水压力不大于 0.20MPa，且不应小于用水器具要求的最低压力。

8.2.4 水泵房宜设置在建筑物或建筑小区的中心部位。

8.2.5 给水泵应根据给水管网水力计算结果选型，宜选用多泵组合。给水泵应具有随流量增大扬程逐渐下降的特性，应保证设计工况下水泵在高效率区工作。给水泵的效率不应低于国家现行标准规定的泵节能评价价值。

8.2.6 生活杂用水宜采用中水。

8.2.7 地面以上的污废水宜采用重力流直接排入室外管网。

8.3 生活热水系统

8.3.1 居住建筑的生活热水系统宜分散设置。当采用集中生活热水供应系统时，其热源应按下列原则选用：

——应优先采用工业余热、废热、太阳能、地热等资源；

——当无上述热源利用条件、在城市热网供应范围内时，宜采用城市热网；

——除有其他用蒸汽要求外，不应采用燃气或燃油锅炉制备蒸汽，再通过热交换制备生活热水或作为辅助热源；

——除下列条件外，不应采用市政供电直接加热作为生活热水系统的主体热源；

- 按 60℃ 计的生活热水最高日总用水量不大于 5m³；
- 无集中供热热源和燃气源，采用煤、油等燃料受到环保或消防限制。且无条件采用可再生能源的建筑；
- 利用蓄热式电热设备在夜间低谷电进行加热或蓄热，且不在用电高峰和平段时间启用的建筑；

- 电力供应充足，且当地电力政策鼓励建筑用电直接加热做生活热水热源时。
- 8.3.2 集中热水系统应在用水点处采用冷水、热水供水压力平衡和稳定的措施。
- 8.3.3 采用户式燃气炉作为生活热水热源时，其热效率应满足 GB 20665 中规定的 1 级能效要求。
- 8.3.4 以燃气作为生活热水热源时，其锅炉额定工况下热效率应符合本文件 7.2.4 的规定。
- 8.3.5 采用空气源热泵热水机组制备生活热水时，热泵热水机在名义制热工况和规定条件下，性能系数 (COP) 不应低于表 16 的规定，并应有保证水质的有效措施。

表16 热泵热水机性能系数 (COP) (W/W)

制热量 (kW)	热水机型式		普通型	低温型
H≥10	一次加热式		4.60	3.90
	循环加热	不提供水泵	4.60	3.90
		提供水泵	4.50	3.80

- 8.3.6 当采用太阳能作为生活热水的热源时，应满足下列要求：
- 应采取防冻、防结霜、防过热、防热水渗漏、防雹、抗风、抗震和保证电气安全等技术措施；
 - 太阳能集热器正常使用寿命不应少于 15 年。
- 8.3.7 存在热泵热水机组、太阳能热水设施不能有效工作的室外温度时，宜设辅助加热设施。当无其他热源条件而采用电能作为辅助热源时，不宜采用集中辅助热源形式。
- 8.3.8 集中生活热水加热器的设计供水温度不应高于 65℃。
- 8.3.9 生活热水加热设备的选择和设计应符合下列要求：
- 被加热水侧阻力不应大于 0.01MPa；
 - 热媒管上应安装自动温控装置。
- 8.3.10 生活热水供回水管道、水加热器、贮水箱（罐）等均应保温。管道保温层厚度按照附录 I 选取。
- 8.3.11 集中生活热水系统应设置采用机械循环的循环加热系统，系统规模不宜过大，循环回水管道宜短。集中生活热水系统热水表后或户内热水器不循环的热水供水支管长度不宜超过 8m。

9 电气

9.1 一般规定

- 9.1.1 电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效水平应高于能效限定值或能效等级 3 级的要求。
- 9.1.2 变电所、配电室的位置应靠近用电负荷中心。
- 9.1.3 变压器低压侧应设置集中无功补偿装置，且功率因数不宜低于 0.95；其他电力用户，功率因数不宜低于 0.9。

9.2 用电设施

- 9.2.1 照明设计应选择高效节能光源和灯具。宜选用 LED 光源，其色容差、色度等指标应满足国家相关标准要求。
- 9.2.2 室内照明功率密度 (LPD) 限值应满足 GB 50034 规定的目标值的要求。当房间或场所的室形指数值等于或小于 1 时，其照明功率密度限值可增加，但增加值不应超过限值的 20%；当房间或场所的照度标准值提高或降低一级时，其照明功率密度限值应按比例提高或折减。

- 9.2.3 建筑物不宜采用过多的外立面照明或设置大幅 LED 显示屏。
- 9.2.4 公共区域的照明应采用声光控制、感应控制或定时控制等节能措施，具有天然采光的区域，灯具布置及控制方式应与采光设计相协同。全装修居住建筑宜采用智能照明控制系统。居住小区道路照明、建筑景观照明应采用节能光源和灯具，并应具有节能控制措施。
- 9.2.5 电梯应具备节能运行功能。两台及以上电梯集中排列时，应设置群控措施。电梯应具备无外部召唤且轿箱内一段时间无预置指令时，自动转为节能运行模式的功能。
- 9.2.6 水泵、风机以及电热设备应采取节能自动控制措施。
- 9.2.7 全装修设计选择家用电器时，宜采用达到中国能效标识二级及以上等级的节能产品。
- 9.2.8 有条件时宜设置太阳能光伏发电系统。
- 9.2.9 太阳能光伏发电系统设计时，应给出系统装机容量和年发电总量。
- 9.2.10 太阳能光伏发电系统设计时，应根据光伏组件在设计安装条件下光伏电池最高工作温度设计其安装方式，保证系统安全稳定运行。
- 9.2.11 居住建筑采用电供暖时，热回收新风机组应由电供暖系统电源供电。采用有空调功能的热回收新风机组时，空调系统宜由用户套内电源供电；热回收新风系统宜由用户套内电源和公共电源各引一配电支路供电，其配电装置需具有电源切换功能。

10 计量与监控

10.1 一般规定

- 10.1.1 超低能耗建筑宜设建筑环境与能耗智能管理平台，对建筑室内环境、用能系统、热回收新风机组进行自动检测、智能控制。
- 10.1.2 超低能耗建筑应对各类用能系统及产能系统进行分项计量。计量设备宜具备远传功能。

10.2 计量及监控

- 10.2.1 超低能耗建筑应对建筑用电量进行计量，电量计量应满足下列要求：
- 电源侧供电量应单独计量；
 - 住宅生活用电量应单独计量；
 - 可再生能源发电量应单独计量；
 - 采用电供暖的居住建筑应单独设置供暖用电计量仪表；
 - 公用设施用电量应单独计量。
- 10.2.2 超低能耗建筑应对建筑室内温度、CO₂浓度进行监测；宜对室内湿度、PM2.5进行监测。
- 10.2.3 热回收新风机组的运行控制应符合下列规定：
- 应能够根据室内CO₂浓度变化，实现相应设备的启停、风机转速及新风阀开度调节；
 - 应能自动调节送风温度；
 - 应具备防冻保护功能，防冻保护应能够根据室外温度实现自动启停；
 - 应具有过滤器堵塞自动提示功能；
 - 应支持就地及远程控制；
 - 有空调功能的热回收新风机组，空调主机应能够根据室内室温实现自动启停；空调系统的电加热器应与送风机连锁，并应设无风断电、超温断电保护装置，电加热器必须采取接地及剩余电流保护措施。
- 10.2.4 太阳能系统应对下列参数进行监测和计量：

- 太阳能热利用系统的辅助热源供热量、集热系统进出口水温、集热系统循环水流量、太阳总辐照量；
 - 应计量按使用功能分类的下列参数：
 - 太阳能热水系统的供热水温度、供热水量；
 - 太阳能供暖空调系统的供热量及供冷量、室外温度、代表性房间室内温度。
 - 太阳能光伏发电系统的发电量、光伏组件背板表面温度、室外温度、太阳总辐照。
- 10.2.5 地源热泵系统监测与控制工程应对代表性房间室内温度、系统地源侧与用户侧进出水温度和流量、热泵系统耗电量、地下环境参数进行监测。
- 10.2.6 供热锅炉房应配置自动监测系统，宜实现自动控制，自动监测与控制系统应满足下列规定：
- 应实时监测锅炉供热量及热源出口的运行参数；
 - 应能根据供热的需求，调节锅炉运行的台数及供热量；
 - 应对锅炉运行状态进行分析判断，对故障进行及时报警；
 - 应对运行数据进行存储及评价，并能显示及输出各种分析曲线、报表；
 - 应对动力用电、水泵用电和照明用电分别计量。
- 10.2.7 集中热水供应系统的监测和控制应符合下列规定：
- 应监测系统供水温度、总供热水量和系统总供热量；
 - 应监测设备运行状态；
 - 应对设备故障进行报警；
 - 应监测每户日用水量；
 - 应监测辅助热源的能源消耗量及辅助热源参数；
 - 应对装机数量大于等于3台的系统进行机组群控。
- 10.2.8 在建筑给水总管道处，宜设置水质在线监测系统，监测生活饮用水水质指标，记录并保存水质监测结果，且能随时供用户查询。

11 超低能耗建筑的判定

11.1 一般规定

- 11.1.1 必须对超低能耗居住建筑设计进行评价。满足本文件 6.1.5、6.1.6、6.2.1、6.2.2 规定，并满足下列要求的居住建筑设计，可判定为围护结构热工性能满足超低能耗居住建筑要求。
- 围护结构关键节点构造及做法应符合保温及气密性要求；
 - 典型热桥节点线传热系数不大于本文件附录 C 中表 C.4 中的典型节点线传热系数值时，直接判定为低热桥构造；大于本文件附录 C 中表 C.4 中的典型节点线传热系数值的热桥及表 C.4 中未包含的热桥，应保证热桥部位内表面温度高于露点温度 2℃ 以上；
 - 外墙、屋面的保温材料因为内部冷凝受潮而增加的重量湿度允许增量满足本文件 6.2.5 要求。
- 11.1.2 不满足本文件 11.1.1 要求的居住建筑必须进行围护结构热工性能权衡判断。
- 11.1.3 超低能耗居住建筑的围护结构热工性能权衡判断应按照本文件 11.2、11.3、11.4 规定的方法进行供暖年耗热量、年一次能源消耗量及建筑运行阶段的碳排放量计算。
- 11.1.4 权衡判断后，满足下列规定的居住建筑设计，可判定为围护结构热工性能满足超低能耗居住建筑要求：
- 超低能耗居住建筑的年一次能源消耗量不大于本文件附录 A 中 A.2 规定的限值；

- 供暖年耗热量不大于本文件附录 A 中表 A.2 的限值；
- 围护结构关键节点构造及做法应符合保温和气密性要求；
- 典型热桥节点线传热系数不大于本文件附录 C 中表 C.4 中的典型节点线传热系数值时，直接判定为低热桥构造；大于本文件附录 C 中表 C.4 中的典型节点线传热系数值的热桥及表 C.4 中未包含的热桥，应保证热桥部位内表面温度高于露点温度 2℃ 以上；
- 外墙、屋面的保温材料因为内部冷凝受潮而增加的重量湿度允许增量满足本文件 6.2.5 要求。

11.1.5 进行围护结构热工性能权衡判断建筑的外墙、架空或外挑楼板和外窗传热系数最大值不应超过表 17 的限值。窗墙面积比最大值不应超过表 18 的限值。

表17 外墙、架空或外挑楼板和外窗传热系数最大值

外墙 K [W/(m ² ·K)]	架空或外挑楼板 K [W/(m ² ·K)]	外窗 K [W/(m ² ·K)]	天窗 [W/(m ² ·K)]
0.25	0.40	1.1	1.4

表18 窗墙面积比最大值

朝向	窗墙面积比
北	0.35
东、西	0.40
南	0.55

注：每套住宅可以有一个房间在一个朝向上的窗墙比不大于0.6

11.1.6 满足下列要求的居住建筑，可判定为超低能耗居住建筑设计：

- 围护结构热工性能满足超低能耗居住建筑要求；
- 供暖、通风、空气调节系统及燃气设计满足本文件第 7 章相关条款要求；
- 给水排水设计满足本文件第 8 章相关条款要求；
- 电气设计满足本文件第 9 章相关条款要求；
- 计量及监控设计满足本文件第 10 章相关条款要求。

11.1.7 超低能耗居住建筑设计应提供建筑能耗计算报告、建筑碳排放计算报告和可再生能源利用报告。

11.2 建筑物年耗热量计算方法

11.2.1 建筑物供暖年耗热量按照公式（7）进行计算：

$$E_H = 24Zq_H \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- E_H ——建筑物供暖年耗热量（kWh/（m²·a））；
- Z ——计算采暖期天数（天），根据附录 A 中的附表确定；
- q_H ——建筑物耗热量指标（W/m²）。

11.2.2 建筑物耗热量指标按照公式（8）进行计算：

$$q_H = q_{HT} + q_{INF} - q_{IH} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- q_H ——建筑物耗热量指标（W/m²）；
- q_{HT} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过建筑围护结构的传热量（W/m²）；
- q_{INF} ——折合到单位建筑面积上单位时间内建筑物冷风耗热量（W/m²）；

q_{Ht} ——折合到单位建筑面积上单位时间内建筑物内部得热量 (W/m^2)，取 $4.78W/m^2$ 。

11.2.3 折合到单位建筑面积上单位时间内通过建筑围护结构的传热量 q_{HT} 按照公式 (9) 进行计算：

$$q_{HT} = q_{Hq} + q_{Hw} + q_{Hd} + q_{Hmc} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

q_{HT} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过建筑围护结构的传热量 (W/m^2)；

q_{Hq} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过墙的传热量 (W/m^2)；

q_{Hw} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过屋顶的传热量 (W/m^2)；

q_{Hd} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过地面的传热量 (W/m^2)；

q_{Hmc} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过门、窗的传热量 (W/m^2)。

11.2.4 折合到单位建筑面积上单位时间内通过墙的传热量 q_{Hq} 按照公式 (10) 进行计算：

$$q_{Hq} = \frac{\sum q_{Hqi}}{A_0} = \frac{\sum a \varepsilon_{qi} K_{mqi} F_{qi} (t_n - t_e)}{A_0} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

q_{Hq} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过墙的传热量 (W/m^2)；

q_{Hqi} ——单位时间内通过墙的传热量 (W)；

A_0 ——建筑面积 (m^2)，根据附录 E 的规定计算确定；

a ——围护结构温差修正系数，根据表 19 确定，封闭阳台温差修正系数，根据表 20 确定；

ε_{qi} ——外墙传热系数的修正系数，根据表 21 确定；

K_{mqi} ——外墙平均传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$)，根据附录 C 计算确定；

F_{qi} ——外墙面积 (m^2)，根据附录 E 的规定计算确定；

t_n ——室内计算温度 ($^{\circ}C$)，取 $20^{\circ}C$ ；

t_e ——供暖期室外平均温度 ($^{\circ}C$)，根据附录 A 中的附表确定。

表19 围护结构温差修正系数 a

部 位	a
与室外空气直接接触的围护结构	1.0
带通风间层的平屋面、坡屋顶顶棚及与室外空气相通的不供暖地下室上面的楼板等	0.9
与有外窗的不供暖房间相邻的围护结构	0.8
与无外窗的不供暖房间相邻的围护结构	0.5
注：围护结构温差修正系数用来修正能耗计算中的室内外计算温差。	

表20 封闭阳台温差修正系数

城市	气候 区属	阳台 类型	阳台温差修正系数				城市	气候 区属	阳台 类型	阳台温差修正系数			
			南向	北向	东向	西向				南向	北向	东向	西向
哈尔 滨	I (B)	凸阳台	0.56	0.64	0.62	0.62	富锦	I (B)	凸阳台	0.57	0.64	0.62	0.62
		凹阳台	0.43	0.49	0.47	0.47			凹阳台	0.43	0.49	0.47	0.47
漠河	I (A)	凸阳台	0.58	0.65	0.62	0.62	泰来	I (B)	凸阳台	0.55	0.64	0.61	0.61
		凹阳台	0.44	0.50	0.47	0.47			凹阳台	0.42	0.49	0.46	0.47
呼玛	I (A)	凸阳台	0.58	0.65	0.62	0.62	安达	I (B)	凸阳台	0.56	0.64	0.61	0.61
		凹阳台	0.44	0.50	0.48	0.48			凹阳台	0.42	0.49	0.47	0.47

表 20 (续)

黑河	I (A)	凸阳台	0.58	0.65	0.62	0.63	宝清	I (B)	凸阳台	0.56	0.64	0.61	0.61
		凹阳台	0.44	0.50	0.48	0.48			凹阳台	0.42	0.49	0.47	0.47
孙吴	I (A)	凸阳台	0.59	0.65	0.63	0.63	通河	I (B)	凸阳台	0.57	0.65	0.62	0.62
		凹阳台	0.45	0.50	0.49	0.48			凹阳台	0.43	0.50	0.47	0.47
嫩江	I (A)	凸阳台	0.58	0.65	0.62	0.62	虎林	I (B)	凸阳台	0.56	0.64	0.61	0.61
		凹阳台	0.44	0.50	0.48	0.48			凹阳台	0.43	0.49	0.47	0.47
克山	I (B)	凸阳台	0.57	0.65	0.62	0.62	鸡西	I (B)	凸阳台	0.55	0.64	0.61	0.61
		凹阳台	0.44	0.50	0.47	0.48			凹阳台	0.42	0.49	0.46	0.46
伊春	I (A)	凸阳台	0.58	0.65	0.62	0.63	尚志	I (B)	凸阳台	0.56	0.64	0.61	0.61
		凹阳台	0.44	0.50	0.48	0.48			凹阳台	0.42	0.49	0.47	0.47
海伦	I (B)	凸阳台	0.57	0.65	0.62	0.62	牡丹江	I (B)	凸阳台	0.55	0.64	0.61	0.61
		凹阳台	0.44	0.50	0.47	0.48			凹阳台	0.41	0.49	0.46	0.46
齐齐哈尔	I (B)	凸阳台	0.55	0.64	0.61	0.61	绥芬河	I (B)	凸阳台	0.55	0.64	0.60	0.61
		凹阳台	0.42	0.49	0.46	0.47			凹阳台	0.41	0.49	0.46	0.46
塔河	I (A)	凸阳台	0.56	0.63	0.60	0.60	新林	I (A)	凸阳台	0.56	0.63	0.60	0.60
		凹阳台	0.44	0.50	0.48	0.48			凹阳台	0.44	0.50	0.47	0.48
加格达奇	I (A)	凸阳台	0.55	0.63	0.60	0.60	北安	I (A)	凸阳台	0.56	0.63	0.60	0.60
		凹阳台	0.44	0.50	0.48	0.48			凹阳台	0.44	0.50	0.48	0.48
富裕	I (B)	凸阳台	0.53	0.62	0.59	0.59	拜泉	I (B)	凸阳台	0.55	0.63	0.60	0.60
		凹阳台	0.42	0.49	0.47	0.47			凹阳台	0.43	0.50	0.48	0.47
明水	I (B)	凸阳台	0.54	0.63	0.60	0.60	鹤岗	I (B)	凸阳台	0.54	0.62	0.59	0.59
		凹阳台	0.43	0.50	0.47	0.47			凹阳台	0.43	0.49	0.47	0.47
绥化	I (B)	凸阳台	0.55	0.63	0.60	0.60	铁力	I (B)	凸阳台	0.55	0.63	0.60	0.60
		凹阳台	0.43	0.50	0.47	0.47			凹阳台	0.44	0.50	0.48	0.47
佳木斯	I (B)	凸阳台	0.54	0.63	0.60	0.59	依兰	I (B)	凸阳台	0.53	0.63	0.59	0.60
		凹阳台	0.42	0.49	0.47	0.47			凹阳台	0.42	0.49	0.47	0.47
肇州	I (B)	凸阳台	0.54	0.63	0.60	0.60	—	—					
		凹阳台	0.43	0.50	0.47	0.47							

注1: 阳台温差修正系数用来计算封闭阳台对外墙传热的影响;

注2: 表中凸阳台包含正面和左右侧面三个接触室外空气的外立面, 凹阳台只有正面一个接触室外空气的外立面; 包含正面和一个侧面接触室外空气的外立面阳台, 取凸阳台和凹阳台的平均值。

表21 主要城市非透明围护结构传热系数的修正系数 ϵ

城市	气候区属	非透明围护结构传热系数修正值					城市	气候区属	非透明围护结构传热系数修正值				
		屋顶	南墙	北墙	东墙	西墙			屋顶	南墙	北墙	东墙	西墙
哈尔滨	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.95	0.95	富锦	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.95	0.95
漠河	I (A)	0.99	0.93	0.97	0.95	0.95	泰来	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95
呼玛	I (A)	1.00	0.92	0.97	0.96	0.96	安达	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95
黑河	I (A)	1.00	0.93	0.98	0.96	0.96	宝清	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95

表 21 (续)

孙吴	I (A)	1.00	0.93	0.98	0.96	0.96	通河	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.95	0.95
嫩江	I (A)	1.00	0.93	0.98	0.96	0.96	虎林	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95
克山	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.96	0.96	鸡西	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95
伊春	I (A)	1.00	0.93	0.98	0.96	0.96	尚志	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95
海伦	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.96	0.96	牡丹江	I (B)	0.99	0.90	0.97	0.94	0.95
齐齐哈尔	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95	绥芬河	I (B)	0.99	0.90	0.97	0.94	0.95
塔河	I (A)	1.00	0.93	0.97	0.96	0.96	新林	I (A)	1.00	0.93	0.97	0.96	0.96
加格达奇	I (A)	1.00	0.92	0.97	0.96	0.96	北安	I (A)	1.00	0.93	0.98	0.96	0.96
富裕	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95	拜泉	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.96	0.95
明水	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.95	0.95	鹤岗	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.95	0.95
绥化	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.95	0.95	铁力	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.96	0.96
佳木斯	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95	依兰	I (B)	1.00	0.91	0.97	0.95	0.95
肇州	I (B)	1.00	0.92	0.97	0.95	0.95	—	—					

注：传热系数的修正系数 ε ，用来修正太阳辐射和夜间天空辐射对外墙、屋顶传热的影响。

11.2.5 折合到单位建筑面积上单位时间内通过屋顶的传热量 q_{Hw} 按照公式 (11) 进行计算。

$$q_{Hw} = \frac{\sum q_{Hwi}}{A_0} = \frac{\sum \varepsilon_{wi} K_{mwi} F_{wi} (t_n - t_e)}{A_0} \dots\dots\dots (11)$$

式中：

- q_{Hw} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过屋顶的传热量 (W/m^2)；
- q_{Hwi} ——单位时间内通过屋顶的传热量 (W/m^2)；
- A_0 ——建筑面积 (m^2)，根据附录 E 的规定计算确定；
- ε_{wi} ——屋顶传热系数的修正系数，根据表 21 确定；
- K_{mwi} ——屋顶平均传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$)，根据附录 C 计算确定；
- F_{wi} ——屋顶的面积 (m^2)，按照附录 E 的规定计算确定；
- t_n ——室内计算温度 ($^{\circ}C$)，取 $20^{\circ}C$ ；
- t_e ——供暖期室外平均温度 ($^{\circ}C$)，根据附录 A 中的附表确定。

11.2.6 折合到单位建筑面积上单位时间内通过地面的传热量 q_{Hd} 应按照公式 (12) 进行计算：

$$q_{Hd} = \frac{\sum q_{Hdi}}{A_0} = \frac{\sum K_{di} F_{di} (t_n - t_e)}{A_0} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- q_{Hd} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过地面的传热量 (W/m^2)；
- q_{Hdi} ——单位时间内通过地面的传热量 (W/m^2)；
- A_0 ——建筑面积 (m^2)，根据附录 E 的规定计算确定；
- K_{di} ——地面传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$)，根据附录 B 确定；
- F_{di} ——地面面积 (m^2)，参照附录 E 的规定计算确定；
- t_n ——室内计算温度 ($^{\circ}C$)，取 $20^{\circ}C$ ；
- t_e ——供暖期室外平均温度 ($^{\circ}C$)，根据附录 A 中的附表确定。

11.2.7 折合到单位建筑面积上单位时间内通过外窗 (门) 的传热量 q_{Hmc} 应按照公式 (13) 进行计算：

$$q_{Hmc} = \frac{\sum q_{Hmci}}{A_0} = \frac{\sum (K_{mci} F_{mci} (t_n - t_e) - I_{tyi} C_{mci} F_{mci})}{A_0} \dots\dots\dots (13)$$

式中：

- q_{Hmc} ——折合到单位建筑面积上单位时间内通过门、窗的传热量 (W/m^2)；
- q_{Hmci} ——单位时间内通过门、窗的传热量 (W/m^2)；
- A_0 ——建筑面积 (m^2)，根据附录 E 的规定计算确定；
- K_{mci} ——窗（门）的传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$)；
- F_{mci} ——窗（门）的面积 (m^2)；
- t_n ——室内计算温度 ($^{\circ}C$)，取 $20^{\circ}C$ ；
- t_e ——供暖期室外平均温度 ($^{\circ}C$)，根据附录 A 中的附表确定；
- I_{tyi} ——窗（门）外表面供暖期平均太阳辐射热 (W/m^2)，根据附录 A 中的表 A.1 确定；
- C_{mci} ——窗（门）的太阳辐射修正系数。

11.2.8 无阳台时外墙窗、阳台窗（门）的太阳辐射修正系数记为 C_{mc1i} ，不封闭阳台时外墙窗（门）的太阳辐射修正系数记为 C_{mc2i} ，封闭阳台时外墙窗（门）的太阳辐射修正系数记为 C_{mc3i} ，应按下列规定计算。

无阳台时外墙窗、阳台窗（门）的太阳辐射修正系数 C_{mc1i} 应按照公式（14）和公式（15）进行计算：

$$C_{mc1i} = 0.87 \times 0.7 \times SC \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- C_{mc1i} ——无阳台时外墙窗、阳台窗（门）的太阳辐射修正系数；
- 0.87 ——3mm 普通玻璃的太阳辐射透过率；
- 0.7 ——折减系数；
- SC ——窗（门）的综合遮阳系数。

11.2.9 窗（门）的综合遮阳系数应按照公式（15）进行计算：

$$SC = SC_B \times (1-X) \times SC_S \dots\dots\dots (15)$$

式中：

- SC ——窗（门）的综合遮阳系数；
- SC_B ——玻璃遮阳系数， $SC_B = SHGC/0.87$ ，太阳得热系数 SHGC 根据表 F.1 确定；表 F.1 之外的窗（门）的玻璃太阳得热系数按实验结果确定；
- SC_S ——建筑遮阳系数，按照附录 D 的规定计算；
- X ——窗框比，按实际设计计算，当缺少相关资料时，塑料窗或木窗窗框比取 0.30，铝塑复合窗窗框比取 0.20。

11.2.10 不封闭阳台时外墙窗（门）的太阳辐射修正系数 C_{mc2i} 应按照公式（16）进行计算：

$$C_{mc2i} = SC_S \times C_{mc1i} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

- C_{mc2i} ——不封闭阳台时外墙窗（门）的太阳辐射修正系数；
- SC_S ——建筑遮阳系数，按照附录 D 的规定计算；
- C_{mc1i} ——无阳台时外墙窗（门）的太阳辐射修正系数，按照式（14）计算。

11.2.11 封闭阳台时外墙窗（门）的太阳辐射修正系数 C_{mc3i} 应按照公式（17）进行计算：

$$C_{mc3i} = 0.87 \times SC_Y \times C_{mc2i} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

- C_{mc3i} ——封闭阳台时外墙窗（门）的太阳辐射修正系数；
- SC_Y ——阳台窗（门）的综合遮阳系数；

C_{mc2t} ——不封闭阳台时外墙窗（门）的太阳辐射修正系数。

11.2.12 折合到单位建筑面积上单位时间内建筑物冷风耗热量，采用显热回收机组时按照公式（18）进行计算，采用全热回收机组时按照公式（19）进行计算。

$$q_{INF} = \frac{0.278(V \cdot n \cdot \rho_e \cdot c_p)(20 - t_e)}{A_0} (1 - \eta_{ty} \phi) \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$q_{INF} = \frac{0.278(V \cdot n \cdot \rho_e)(h_n - h_e)}{A_0} (1 - \eta_{hp} \phi) \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中：

q_{INF} ——折合到单位建筑面积上单位时间内建筑物冷风耗热量（W/m²）；

0.278——单位换算系数，1kJ/h=0.278W；

V ——换气体积（m³），按照附录E的规定计算确定；

n ——换气次数（h⁻¹），取0.5h⁻¹；

ρ_e —— t_e 温度下的空气密度（kg/m³）；

c_p ——空气的定压比热（kJ/（kg·℃））， $c_p = 1.0056$ kJ/（kg·℃）；

η_{ty} ——热回收机组显热运行效率，取0.55；

ϕ ——通过热回收机组的风量占需求风量的比例，取0.9；

h_n ——室内空气焓值（kJ/kg）；

h_e ——室外空气焓值（kJ/kg）；

η_{hp} ——热回收机组全热运行效率，取0.50。

11.3 建筑物一次能源消耗量计算

11.3.1 建筑能耗综合值应按照公式（20）进行计算：

$$E = E_E - \frac{\sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{A_0} \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中：

E ——建筑能耗综合值（kWh/（m²·a））；

E_E ——不含可再生能源发电的建筑能耗综合值（kWh/（m²·a））；

$E_{r,i}$ ——年本体产生的*i*类型可再生能源发电量（kWh/a）；

f_i ——*i*类型能源的能源换算系数，按表22选取；

$E_{rd,i}$ ——年周边产生的*i*类型可再生能源发电量（kWh/a）；

A_0 ——建筑面积（m²），按照附录E的规定计算确定。

表22 能源换算系数

能源类型	换算单位	能源换算系数
标准煤	kWh/kgce _{终端}	8.14
天然气	kWh/m ³ _{终端}	9.85
热力	kWh/kWh _{终端}	1.22
电力	kWh/kWh _{终端}	2.6
生物质能	kWh/kWh _{终端}	0.20
电力（光伏、风力等可再生能源发电）	kWh/kWh _{终端}	2.6

11.3.2 不含可再生能源发电的建筑能耗综合值应按照公式(21)进行计算:

$$E_E = E_H \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + E_w \times f_i + \frac{E_e \times f_i}{A_0} \dots\dots\dots (21)$$

式中:

- E_E ——建筑能耗综合值 (kWh/(m²·a));
- E_H ——建筑物供暖年耗热量 (kWh/(m²·a));
- f_i —— i 类型能源的能源换算系数,按表 22 选取;
- E_c ——建筑物供冷年能源消耗 (kWh/(m²·a));
- E_l ——年照明系统能源消耗 (kWh/(m²·a)),取 4.56kWh/(m²·a);
- E_w ——年生活热水系统能源消耗 (kWh/(m²·a)),取 7.3 kWh/(m²·a);
- E_e ——年电梯系统能源消耗 (kWh/a);
- A_0 ——建筑面积 (m²),按照附录 E 的规定计算确定。

11.3.3 年电梯系统能量消耗按照公式(22)进行计算。

$$E_e = 365 \frac{3.6e_t \cdot \tau_r \cdot v \cdot w + e_s \cdot \tau_s}{1000} \dots\dots\dots (22)$$

式中:

- E_e ——年电梯系统能源消耗 (kWh/a);
- e_t ——特定能量消耗 (mWh/kgm),取 1.26mWh/kgm;
- τ_r ——平均每天运行时间 (h/d),取 1.5 h/d;
- v ——电梯速度 (m/s);
- w ——电梯额定荷载 (kg);
- e_s ——待机时的能耗 (w),取 200W;
- τ_s ——待机时间 (h/d),取 22.5h/d。

11.4 建筑碳排放计算

11.4.1 建筑物碳排放的计算范围应为建设工程规划许可证范围内建筑运行阶段的碳排放量。

11.4.2 建筑运行阶段的碳排放量应满足下列要求:

- 建筑运行阶段碳排放计算范围应包括暖通空调、生活热水、照明及电梯、可再生能源、建筑碳汇系统在建筑运行期间的碳排放量;
- 建筑运行阶段碳排放量应根据各系统不同类型能源消耗量和不同类型能源的碳排放因子确定,建筑运行阶段单位建筑面积的总碳排放量应按式(23)和式(24)计算;

$$C_M = \frac{\left[\sum_{i=1}^n E_i \cdot EF_i - C_p \right] \cdot y}{A_0} \dots\dots\dots (23)$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n (E_{i,j} - ER_{i,j}) \dots\dots\dots (24)$$

式中：

C_M ——建筑运行阶段单位建筑面积碳排放量 (kgCO_2/m^2)

i ——建筑消耗终端能源类型，包括电力、燃气、石油、市政热力等；

E_i ——建筑第 i 类能源年消耗量(单位/a)；

EF_i ——第 i 类能源的碳排放因子，不同类型能源的碳排放因子按照 GB/T 51366 规定计算；

C_p ——建筑绿地碳汇系统年减碳量 (kgCO_2)；

y ——建筑设计寿命；

A_0 ——建筑面积 (m^2)，按照附录 E 的规定计算确定；

j ——建筑用能系统类型，包括暖通空调、照明、生活热水系统等；

$E_{i,j}$ —— j 类系统的第 i 类能源年消耗量(单位/a)；

$ER_{i,j}$ —— j 类系统消耗由可再生能源系统提供的第 i 类能源量(单位/a)。

地方标准信息服务平台

附录 A

(资料性)

黑龙江省主要城市的气候区属、气象参数、建筑物耗热量指标

A.1 根据供暖度日数和空调度日数划分，黑龙江省主要城市属于严寒地区 A 区和 B 区。计算参数可按表 A.1 选用。

A.1.1 A 区分区指标是 $HDD18 \geq 6000$ ，气候特征冬季异常寒冷，夏季凉爽。

A.1.2 B 区的分区指标是 $6000 > HDD18 \geq 5000$ ，气候特征冬季非常寒冷，夏季凉爽。

表A.1 主要城市的气候区属及建筑节能计算用气象参数

城市	气候区属	北纬度	东经度	海拔 m	HDD 18 度日	CDD 26 度日	计算供暖期						
							天	室外平 均温 度℃	太阳总辐射平均强度 W/m^2				
									水平	南向	北向	东向	西向
哈尔滨	I (B)	45.75	126.77	143	5032	14	167	-8.5	83	86	28	49	48
漠河	I (A)	52.13	122.52	433	7994	0	225	-14.7	100	91	33	57	58
呼玛	I (A)	51.72	126.65	179	6805	4	202	-12.9	84	90	31	49	49
黑河	I (A)	50.25	127.45	166	6310	4	193	-11.6	80	83	27	47	47
孙吴	I (A)	49.43	127.35	235	6517	2	201	-11.5	69	74	24	40	41
嫩江	I (A)	49.17	125.23	243	6352	5	193	-11.9	83	84	28	49	48
伊春	I (A)	47.72	128.9	232	6100	1	188	-10.8	77	78	27	46	45
北安	I (A)	48.28	126.52	270	6272	4	190	-11.8	83	85	28	49	48
加格达奇	I (A)	50.40	124.12	372	6711	1	205	-11.7	82	87	29	48	48
新林	I (A)	51.70	124.33	495	7463	0	212	-13.7	92	91	32	53	54
塔河	I (A)	52.32	124.72	357	7502	1	212	-14.0	92	91	32	53	54
齐齐哈尔	I (B)	47.38	123.92	148	5259	23	177	-8.7	90	94	31	54	53
海伦	I (B)	47.43	126.97	240	5798	5	185	-10.3	82	84	28	49	48
克山	I (B)	48.05	125.88	237	5888	7	186	-10.6	83	85	28	49	48
富裕	I (B)	47.80	124.48	162	5631	12	184	-9.7	90	94	31	54	53
拜泉	I (B)	47.43	126.97	239	5839	6	186	-10.4	83	86	28	49	48
明水	I (B)	47.17	125.90	249	5670	9	185	-9.8	87	89	29	51	50
富锦	I (B)	47.23	131.98	65	5594	6	184	-9.5	84	85	29	49	50

表 A.1 (续)

泰来	I (B)	46.4	123.42	150	5005	26	168	-8.3	89	94	31	54	52
安达	I (B)	46.38	125.32	150	5291	15	174	-9.1	90	93	30	53	52
宝清	I (B)	46.32	132.18	83	5190	8	174	-8.2	86	90	29	49	50
通河	I (B)	45.97	128.73	110	5675	3	185	-9.7	84	85	29	50	48
虎林	I (B)	45.77	132.97	103	5351	2	177	-8.8	88	88	30	51	51
鸡西	I (B)	45.28	130.95	234	5105	7	175	-7.7	91	92	31	53	53
尚志	I (B)	45.22	127.97	191	5467	3	184	-8.8	90	90	30	53	52
牡丹江	I (B)	44.57	129.6	242	5066	7	168	-8.2	93	97	32	56	54
绥芬河	I (B)	44.38	131.15	498	5422	1	184	-7.6	94	94	32	56	54
鹤岗	I (B)	47.37	130.33	228	5418	6	184	-8.3	84	85	29	49	50
绥化	I (B)	46.62	126.97	180	5614	8	184	-9.7	83	86	28	49	48
铁力	I (B)	46.98	128.02	211	5919	3	185	-10.8	83	86	28	49	48
佳木斯	I (B)	46.82	130.28	81	5369	9	172	-9.4	88	92	30	52	51
依兰	I (B)	46.30	129.58	100	5361	6	181	-8.5	86	90	29	49	50
肇州	I (B)	45.70	125.25	149	5213	13	168	-9.4	83	86	28	49	48

A.2 黑龙江省主要城市的建筑能耗综合值不应超过 $65\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 或不应超过 $8\text{kgce}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 。

A.3 黑龙江省主要城市的建筑物耗热量指标 q_h 、供暖年耗热量 q 不应超过表 A.2 规定的数值。

表A.2 主要城市的建筑物供暖年耗热量

城 市	气候区属	≤3层		4层~10层		11层~16层		17层~23层		≥24层	
		q_h	供暖年耗热量								
		W/m^2	$\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$								
哈尔滨	I (B)	8.0	31.9	8.8	35.3	8.3	33.2	8.1	32.3	8.0	31.9
漠河	I (A)	10.3	55.7	10.4	56.05	9.7	52.5	9.5	51.0	9.3	50.3
呼玛	I (A)	9.9	47.8	9.5	45.91	8.9	43.0	8.6	41.6	8.5	41.0
黑河	I (A)	9.6	44.3	9.0	41.78	8.4	39.1	8.2	37.9	8.1	37.3
孙吴	I (A)	10.2	49.1	9.4	45.10	8.8	42.3	8.5	41.1	8.4	40.4
嫩江	I (A)	9.7	44.9	9.1	42.34	8.5	39.6	8.3	38.4	8.2	37.8
伊春	I (A)	9.5	42.9	8.7	39.34	8.2	36.9	7.9	35.8	7.8	35.2
北安	I (A)	10.1	45.8	9.0	41.04	8.4	38.3	8.2	37.3	8.0	36.6
加格达奇	I (A)	9.5	46.6	8.8	43.44	8.3	40.6	8.0	39.4	7.9	38.7
新林	I (A)	10.0	51.0	9.8	49.91	9.2	46.7	8.9	45.3	8.8	44.7

表 A.2 (续)

塔河	I (A)	10.2	51.7	10.0	50.78	9.4	47.6	9.1	46.2	8.9	45.5
齐齐哈尔	I (B)	7.6	32.4	8.6	36.45	8.1	34.2	7.8	33.3	7.7	32.8
海伦	I (B)	8.9	39.7	8.8	39.21	8.3	36.7	8.0	35.7	7.9	35.1
克山	I (B)	9.0	40.4	8.9	39.73	8.3	37.2	8.1	36.1	8.0	35.5
富裕	I (B)	8.1	35.7	9.2	40.54	8.6	38.1	8.4	37.1	8.3	36.5
拜泉	I (B)	8.9	39.8	8.8	39.15	8.2	36.7	8.0	35.6	7.9	35.0
明水	I (B)	8.4	37.5	8.3	36.76	7.7	34.3	7.5	33.3	7.4	32.7
富锦	I (B)	8.5	37.4	8.3	36.61	7.7	34.2	7.5	33.2	7.4	32.6
泰来	I (B)	7.5	30.1	9.1	36.69	8.6	34.5	8.3	33.6	7.8	31.4
安达	I (B)	7.9	32.9	8.9	37.25	8.4	35.0	8.2	34.0	7.8	32.4
宝清	I (B)	7.7	32.1	8.5	35.37	8.0	33.2	7.7	32.3	7.7	32.0
通河	I (B)	8.6	38.1	8.4	37.34	7.9	34.9	7.6	33.9	7.5	33.3
虎林	I (B)	8.0	33.9	8.9	37.72	8.4	35.5	8.1	34.5	8.0	34.0
鸡西	I (B)	7.3	30.5	8.0	33.64	7.5	31.5	7.3	30.6	7.2	30.1
尚志	I (B)	7.9	34.7	7.7	33.83	7.1	31.5	6.9	30.5	6.8	29.9
牡丹江	I (B)	7.2	29.0	8.1	32.82	7.6	30.8	7.4	29.8	7.3	29.4
绥芬河	I (B)	7.0	31.0	7.9	34.67	7.3	32.4	7.1	31.5	7.0	31.0
鹤岗	I (B)	7.9	34.9	8.6	38.15	8.1	35.9	7.9	34.9	7.8	34.4
绥化	I (B)	8.6	37.8	8.4	36.92	7.8	34.5	7.6	33.5	7.5	32.9
铁力	I (B)	9.1	40.4	9.0	39.78	8.4	37.2	8.1	36.1	8.0	35.6
佳木斯	I (B)	8.5	35.0	9.1	37.56	8.6	35.3	8.3	34.4	8.2	33.8
依兰	I (B)	7.8	34.0	8.6	37.31	8.1	35.1	7.9	34.1	7.7	33.6
肇州	I (B)	8.4	34.0	9.3	37.66	8.8	35.4	8.6	34.6	8.4	34.0

附录 B
(资料性)
地面传热系数计算

B.1 地面传热系数应由二维非稳态传热计算程序来确定。

B.2 地面传热系数分成周边地面和非周边地面两种传热系数，周边地面是离外墙内表面 2m 以内的地面，周边以外的地面是非周边地面。

B.3 地面当量传热系数按照 (B.1) (B.2) 公式计算：

$$K_{dz} = \varepsilon_{1z} \varepsilon_{2z} \varepsilon_{3z} \varepsilon_{4z} \varepsilon_{5z} K_{djz} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$K_{df} = \varepsilon_{1f} \varepsilon_{2f} \varepsilon_{3f} \varepsilon_{4f} \varepsilon_{5f} K_{djf} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- K_{dz} ——周边地面当量传热系数 (W/ (m²·K)) ；
- ε_1 ——土壤导热系数修正系数，按表 B.4 选用；
- ε_2 ——保温材料导热系数修正系数，按表 B.4 选用；
- ε_3 ——室内外地面高差修正系数，按表 B.4 选用；
- ε_4 ——保温方式修正系数，按表 B.4 选用；
- ε_5 ——热桥及土壤潮湿修正系数，按表 B.4 选用；
- K_{dj} ——典型地面基本当量传热系数 (W/ (m²·K)) ，按表 B.1、B.2、B.3 选用；严寒 A 区按供暖期室外平均温度 -12.0℃ 选用，严寒 B 区按供暖期室外平均温度 -8.5℃ 选用；

K_{df} ——非周边地面当量传热系数 (W/ (m²·K)) 。

注：角标“z”、“f”分别表示周边及非周边。

表B.1 地面构造 1 基本当量传热系数 K_{dj} [W/ (m² · K)]

地面构造 1				
基本构造			图例	
桩基础及地面构造特征	室内外地面高差 300mm； 室外地坪以下桩基础埋深 700mm 仅外保温； 室外地坪以上的建筑外墙为外保温钢筋混凝土墙，EPS 厚度 130mm； 建筑地下部分基础外保温材料 XPS 厚度为 50mm			
地面保温层热阻 m ² · K/W	供暖期室外平均温度 -8.5℃		供暖期室外平均温度 -12.0℃	
	周边地面	非周边地面	周边地面	非周边地面
3.00	0.125	0.07	0.130	0.078
2.00	0.146	0.083	0.151	0.092
1.00	0.182	0.096	0.190	0.112
0.00	0.289	0.118	0.317	0.152

表B.2 地面构造2基本当量传热系数 K_{dj} [$W/(m^2 \cdot K)$]

地面构造2				
基本构造			图例	
条形基础 及地面构造特征	室内外地面高差 300mm; 室外地坪以下墙体保温层做至地下 1500mm; 室外地坪以上、以下的建筑外墙为外保温钢筋混凝土墙, 室外地面以上外墙外保温层材料为 EPS 板, 厚度 130mm; 室外地面以下墙体外保温材料为 XPS 板, 厚度为 50mm。			
地面保温层热阻 $m^2 \cdot K/W$	供暖期室外平均温度 $-8.5^\circ C$		供暖期室外平均温度 $-12.0^\circ C$	
	周边地面	非周边地面	周边地面	非周边地面
3.00	0.112	0.066	0.120	0.075
2.00	0.129	0.077	0.138	0.087
1.00	0.156	0.090	0.171	0.105
0.00	0.249	0.110	0.261	0.123

表B.3 地面构造3基本当量传热系数 K_{dj} [$W/(m^2 \cdot K)$]

地面构造3				
基本构造			图例	
桩基础及地下室构造	室内外地面高差 1400mm; 室外地坪以下的墙体和基础仅外保温, 且保温层厚度与地面保温层厚度一致; 室外地坪以上的建筑外墙为外保温钢筋混凝土墙, EPS 厚度 130mm; 建筑地下部分墙体和地面的保温材料 XPS 厚度相等			
地下室墙体及地面保温层热阻 $m^2 \cdot K/W$	供暖期室外平均温度 $-8.5^\circ C$		供暖期室外平均温度 $-12.0^\circ C$	
	地下室墙体 (室外地坪以下)	地下室地面	地下室墙体 (室外地坪以下)	地下室地面
3.00	0.281	0.089	0.288	0.097
2.33	0.316	0.098	0.325	0.109
2.00	0.340	0.103	0.349	0.116
1.67	0.371	0.111	0.379	0.124
1.00	0.462	0.133	0.469	0.144
0.00	0.849	0.219	0.855	0.232

注: 地下室墙体面积等于室内外地面高差乘以地下室墙体宽度。

表B.4 地面当量传热系数影响因素修正

修正项目	适用范围	周边修正系数 ε_{iz}	非周边修正系数 ε_{if}
土壤导热系数	1.5W/(m·K)~2.5 W/(m·K)	0.9~1.2	0.9~1.4
保温材料导热系数	0.020W/(m·K)~0.033 W/(m·K)	0.80~1.05	0.80~1.05
室内外地面高差	300 mm~900 mm	1.00~0.97	1.00~1.03
保温方式	地下基础及外墙增加内保温	1.00~0.94	1.00~0.97
热桥及土壤潮湿	结构热桥及土壤潮湿	1.00~1.20	1.00~1.20

地方标准信息服务平台

附录 C
(资料性)
平均传热系数计算

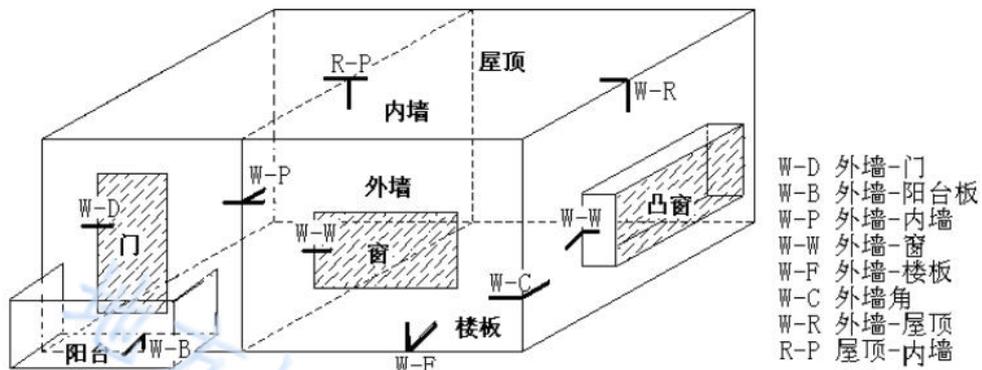
C.1 单元墙体(屋面)的平均传热系数按照公式(C.1)进行计算:

$$K_m = K + \frac{\sum \psi_j l_j}{A} + \frac{\sum \chi_k N_k}{A} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- K_m ——单元墙体(屋面)的平均传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$);
- K ——单元墙体(屋面)的主断面传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$);
- ψ_j ——单元墙体(屋面)上的第 j 个结构性热桥的线传热系数 ($W/(m \cdot K)$);
- l_j ——单元墙体(屋面)第 j 个结构性热桥的计算长度 (m);
- χ_k ——单元墙体(屋面)上第 k 个结构性热桥的点传热系数 ($W/个 \cdot K$);
- N_k ——单元墙体(屋面)第 k 个结构性点热桥的计算数量 (个);
- A ——单元墙体的面积 (m^2).

C.2 在建筑外围护结构中,墙角、窗间墙、凸窗、阳台、屋顶、楼板、地板等处形成的热桥称为结构性热桥(参见图 C.1)。结构性热桥对墙体、屋面传热的影响利用线性传热系数 ψ 来描述。



图C.1 建筑外围护结构的结构性热桥示意图

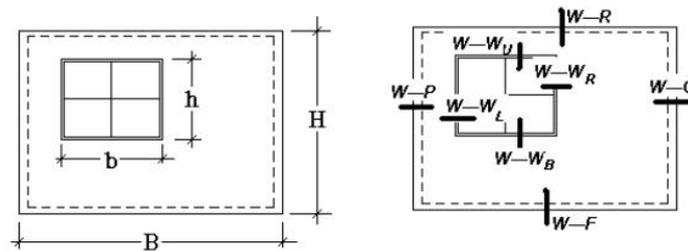
C.3 墙面典型热桥(图 C.2)的平均传热系数 K_m 应按照公式(C.2)进行计算:

$$K_m = K + \frac{\psi_{W-P} H + \psi_{W-F} B + \psi_{W-C} H + \psi_{W-R} B + \psi_{W-WL} h + \psi_{W-WB} b + \psi_{W-WR} h + \psi_{W-WU} b}{A} + \frac{\sum \chi_k N_k}{A} \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

- K_m ——平均传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$);
- K ——单元墙体的主断面传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$);
- ψ_{W-P} ——外墙和内墙交接形成的热桥的线传热系数 ($W/(m \cdot K)$);
- H ——单元墙体的高度 (m);
- ψ_{W-F} ——外墙和楼板交接形成的热桥的线传热系数 ($W/(m \cdot K)$);
- B ——单元墙体的宽度 (m);

- Ψ_{W-C} ——外墙墙角形成的热桥的线传热系数 (W/(m·K)) ;
 Ψ_{W-R} ——外墙和屋顶交接形成的热桥的线传热系数 (W/(m·K)) ;
 Ψ_{W-WL} ——外墙和左侧窗框交接形成的热桥的线传热系数 (W/(m·K)) ;
 h ——外窗的高度 (m) ;
 Ψ_{W-WB} ——外墙和下边窗框交接形成的热桥的线传热系数 (W/(m·K)) ;
 b ——外窗的宽度 (m) ;
 Ψ_{W-WR} ——外墙和右侧窗框交接形成的热桥的线传热系数 (W/(m·K)) ;
 Ψ_{W-WU} ——外墙和上边窗框交接形成的热桥的线传热系数 (W/(m·K)) ;
 A ——单元墙体的面积 (m²) ;
 χ_k ——单元墙体上第 k 个结构性热桥的点传热系数 (W/个·K) ;
 N_k ——单元墙体上第 k 个结构性点热桥的计算数量 (个) 。



图C.2 墙面典型结构性热桥示意图

C.4 屋面典型热桥 (图 C.1) 的平均传热系数 K_m 应按照公式 (C.3) 进行计算:

$$K_m = K + \frac{\Psi_{R-P}L + \Psi_{R-D}D + \sum \chi_k N_k}{A_R} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

- K_m ——平均传热系数 (W/(m²·K)) ;
 K ——单元屋面的主断面传热系数 (W/(m²·K)) ;
 Ψ_{R-P} ——屋面和内墙交接形成的热桥的线传热系数 (W/(m·K)) ;
 L ——内墙长度 (m) ;
 Ψ_{R-D} ——屋面和屋面梁交接形成的热桥的线传热系数 (W/(m·K)) ;
 D ——屋面梁长度 (m) ;
 A_R ——屋面的面积 (m²) ;
 χ_k ——单元屋面上第 k 个结构性热桥的点传热系数 (W/个·K) ;
 N_k ——单元屋面上第 k 个结构性点热桥的计算数量 (个) 。

C.5 热桥线传热 Ψ 按照公式 (C.4) 进行计算:

$$\psi = \frac{Q^{2D} - KA(t_n - t_e)}{l(t_n - t_e)} = \frac{Q^{2D}}{l(t_n - t_e)} - KB \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

- Ψ ——热桥线传热系数 (W/(m·K)) ;
 A ——计算 Q^{2D} 的那块矩形墙体 (屋面) 的面积 (m²) ;
 l ——计算 Q^{2D} 的那块矩形一条边的长度 (m), 热桥沿这个长度均匀分布, 算 Ψ 时, l 宜取 1 m;

B ——计算 Q^{2D} 的那块矩形的另一条边的长度 (m)，即 $A=lB$ ，可取 $B \geq 1$ m；

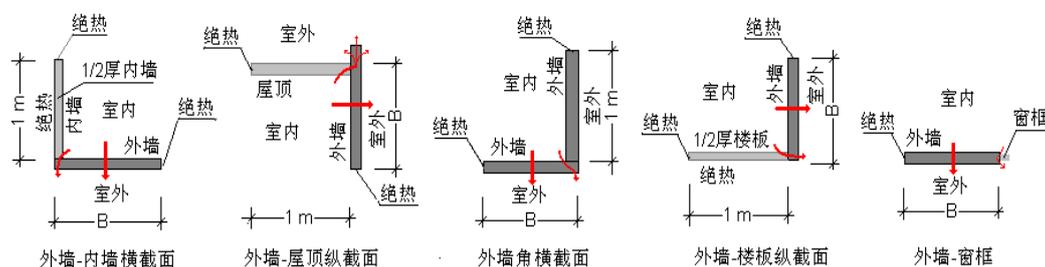
Q^{2D} ——二维传热计算得出的流过一块包含热桥的墙体 (屋面) 的热流 (W)。该块墙体 (屋面) 的构造沿着热桥的长度方向必须是均匀的，热流可以根据它的横截面 (对纵向热桥) 或纵截面 (对横向热桥) 通过二维传热计算得到；

K ——墙体 (屋面) 主断面的传热系数 ($W/(m^2 \cdot K)$)；

t_n ——墙体内侧的空气温度 ($^{\circ}C$)；

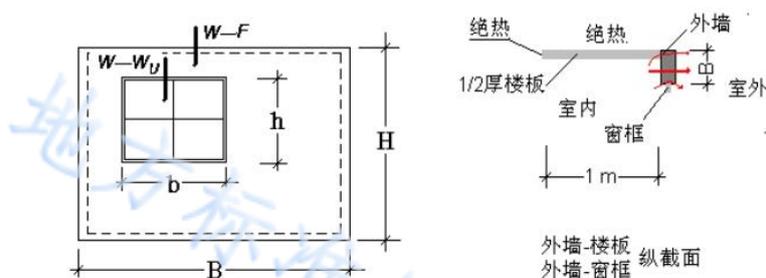
t_e ——墙体外侧的空气温度 ($^{\circ}C$)。

C.6 当计算通过包含热桥部位的墙体传热量 (Q^{2D}) 时，墙面典型结构性热桥的截面见图 (C.3)。



图C.3 墙面典型结构性热桥截面示意图

C.7 当墙面上存在平行热桥且平行热桥之间的距离很小时，应一次同时计算平行热桥的线传热系数之和 (图 C.4)。



图C.4 墙面平行热桥示意

C.8 “外墙-楼板”和“外墙-窗框”热桥线传热系数之和应按照公式 (C.5) 进行计算：

$$\Psi_{W-F} + \Psi_{W-WU} = \frac{Q^{2D} - KA(t_n - t_e)}{l(t_n - t_e)} = \frac{Q^{2D}}{l(t_n - t_e)} - KB \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：

Ψ_{W-F} ——外墙和楼板交接形成的热桥的线传热系数 ($W/(m \cdot K)$)；

Ψ_{W-WU} ——外墙和上边窗框交接形成的热桥的线传热系数 ($W/(m \cdot K)$)。

C.9 外保温墙体外墙和内墙交接形成的热桥的线传热系数 $\Psi_{\#-P}$ 、外墙和楼板交接形成的热桥的线传热系数 $\Psi_{\#-F}$ 、外墙墙角形成的热桥的线传热系数 $\Psi_{\#-C}$ 均可近似取 0。

C.10 建筑的某一面外墙（或全部外墙）的平均传热系数，可先计算各个不同单元墙的平均传热系数，然后再依据面积加权的原则，计算某一面外墙（或全部外墙）的平均传热系数。

注：当某一面外墙（或全部外墙）的主断面平均传热系数 K 一致时，也可以直接按本文件中式（C.1）计算某一面外墙（或全部外墙）的平均传热系数，这时式（C.1）中的 A 是某一面外墙（或全部外墙）的面积，式（C.1）中的 $\Sigma\Psi_l$ 是某一面外墙（或全部外墙）的面积全部结构性热桥的线传热系数和长度乘积之和。

C.11 无结构热桥屋顶的平均传热系数等于其主断面传热系数。当屋顶出现明显的结构性热桥时，屋顶平均传热系数应按本文件 C.1 的规定计算。

C.12 外保温墙体（屋面）孔洞（卫生间排气孔、厨房排气孔、烟道）、锚钉、托架等点传热系数按照公式（C.6）进行计算：

$$\chi_k = \frac{K(1.316(M)^{1/7} - 1)}{n_k} \dots\dots\dots (C.6)$$

$$n_k = \frac{N_k}{A_k} \dots\dots\dots (C.7)$$

式中：

χ_k ——单元墙体（屋面）上第 k 个结构性热桥的点传热系数（W/个·K）；

K ——单元墙体（屋面）的主断面传热系数（W/（m²·K））；

M ——选取点热桥主断面传热量与总传热量比值；

n_k ——单元墙体（屋面）每平方米当量点热桥数量（个/m²）；

N_k ——单元墙体（屋面）第 k 个结构性点热桥的计算数量（个）；

A_k ——点热桥所在的主断面墙体（屋面）的面积（m²）。

C.13 外保温墙体（屋面）点传热系数按照公式（C.8）和公式（C.9）进行计算。墙面（屋面）典型点部位锚钉（如图 C.5）的点传热系数 χ_k 照表 C.1 选取。

$$\chi_k = \frac{K(1.316(M)^{1/7} - 1)}{n_k} \dots\dots\dots (C.8)$$

$$M = \frac{N_k F_k \lambda_k}{A_k \lambda_y} \dots\dots\dots (C.9)$$

式中：

χ_k ——单元墙体（屋面）上第 k 个结构性热桥的点传热系数（W/个·K）；

K ——单元墙体（屋面）的主断面传热系数（W/（m²·K））；

M ——点热桥主断面传热量与总传热量比值；

n_k ——单元墙体（屋面）每平方米当量点热桥数量（个/m²），按照式（C.7）计算；

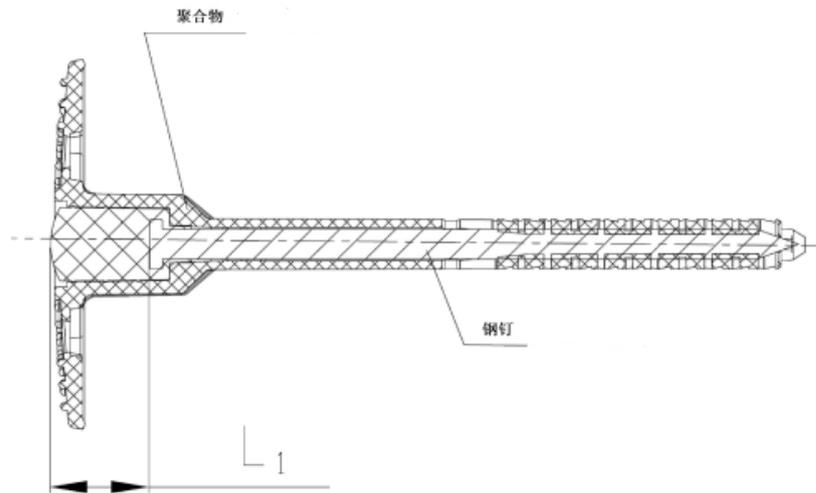
N_k ——单元墙体（屋面）第 k 个结构性点热桥的计算数量（个）；

F_k ——点热桥截面面积（m²/个）；

λ_k ——点部位平均导热系数（W/（m·K））；

A_k ——点热桥所在的主断面墙体（屋面）的面积（m²）；

λ_y ——保温材料导热系数（W/（m·K））。



图C.5 圆盘锚钉示意图

表C.1 圆盘锚钉点传热系数

长度	$\chi_k, \text{W}/(\text{K}\cdot\text{个})$
$L_1 \leq 2$	0.0060
$2\text{mm} < L_1 \leq 6\text{mm}$	0.0050
$6\text{mm} < L_1 \leq 11\text{mm}$	0.0040
$11\text{mm} < L_1 \leq 16\text{mm}$	0.0030
$16\text{mm} < L_1 \leq 24\text{mm}$	0.0025
$24\text{mm} < L_1 \leq 40\text{mm}$	0.0020
$40\text{mm} < L_1 \leq 70\text{mm}$	0.0015
$70\text{mm} < L_1$	0.0010

C.14 有防火隔离带的外保温墙体的平均传热系数按照公式 (C.10) 进行计算:

$$K_m = \zeta \frac{K_1 A_1 + K_f A_2}{A} \dots\dots\dots (C.10)$$

式中:

K_m ——有防火隔离带的单元墙体的平均传热系数 ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$);

ζ ——外墙主断面传热系数的修正系数, 应按墙体保温构造和传热系数综合考虑取值, 其数值可按照本文件表 C.2 选取;

K_1 ——无防火隔离带的单元墙体的主断面传热系数 ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$);

A_1 ——不包括防火隔离带部分的单元墙体的面积 (m^2);

K_f ——防火隔离带部位外墙传热系数 ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$);

A_2 ——防火隔离带部分单元墙体的面积 (m^2);

A ——单元墙体的面积 (m^2)。

表C.2 外墙主断面传热系数的修正系数

外墙传热系数限值 K_w [W/(m ² ·K)]	修正系数 ξ
0.6	1.1
0.55	1.2
0.50	1.2
0.45	1.2
0.40	1.2
0.35	1.3
0.30	1.3
0.25	1.4
0.20	1.4
0.15	1.6
0.10	2.3

注：位于给出限值之间，按照插值法计算修正系数

C.15 对于一般建筑，外保温屋面的平均传热系数按照公式（C.11）进行计算：

$$K_{mR} = \xi_R \cdot K_R \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

式中：

K_{mR} ——屋面的平均传热系数（W/(m²·K)）；

ξ_R ——屋面主断面传热系数的修正系数，应按屋面保温构造和传热系数综合考虑取值，其数值可按本表 C.3 选取；

K_R ——屋面主断面传热系数（W/(m²·K)）。

表C.3 屋面主断面传热系数的修正系数

屋面传热系数限值 K_w [W/(m ² ·K)]	修正系数 $\xi_{R\text{外保温}}$
0.6	1.1
0.55	1.2
0.50	1.2
0.45	1.2
0.40	1.2
0.35	1.3
0.30	1.3
0.25	1.4
0.20	1.4
0.15	1.6
0.10	2.3

注：位于给出限值之间，按照插值法计算修正系数。

C.16 典型构造线传热系数不应超过表 C.4 规定的数值。

表C.4 典型构造线传热系数

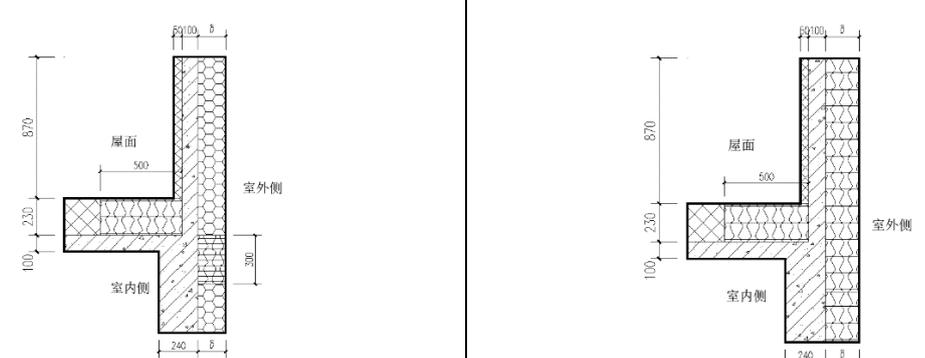
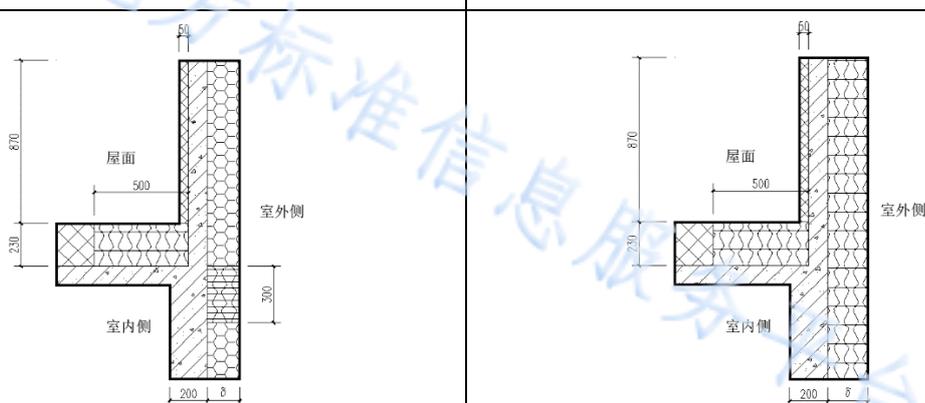
图例说明							
	多孔砖; 导热系数0.58W/(m·K)						
	挤塑聚苯乙烯泡沫塑料; 导热系数0.03 W/(m·K)						
	岩棉板; 导热系数0.041 W/(m·K)						
	岩棉条; 导热系数0.045 W/(m·K)						
	聚苯乙烯泡沫塑料; 导热系数0.039 W/(m·K)						
	钢筋混凝土; 导热系数1.74 W/(m·K)						
	陶粒混凝土砌块; 导热系数0.95 W/(m·K)						
W-R (外墙-屋面)							
W-R1			W-R2				
							
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.17	0.17	0.19	Ψ	0.17	0.18	0.20
W-R3			W-R4				
							
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.15	0.17	0.19	Ψ	0.17	0.18	0.19
W-F (外墙-楼板)							
W-F1			W-F2				

表 C.4 (续)

δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.01	0.01	0.01	Ψ	0.03	0.02	0.02
W-F3				W-F4			
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.01	0.01	0.01	Ψ	0.02	0.02	0.02
W-F-0 (外墙-楼板-悬挑)							
W-F-01				W-F-02			
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.22	0.21	0.19	Ψ	0.25	0.24	0.20
W-F-03				W-F-04			

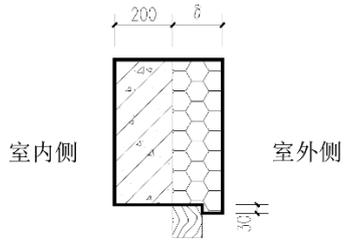
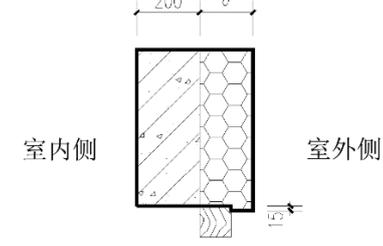
表 C.4 (续)

δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.22	0.22	0.19	Ψ	0.26	0.25	0.21
W-W (外墙-外窗)							
W-W1				W-W2			
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.01	0.02	0.02	Ψ	0.02	0.02	0.03
W-W3				W-W4			
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.01	0.01	0.02	Ψ	0.01	0.01	0.03
W-W5				W-W6			

表 C.4 (续)

δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.01	0.02	0.03	Ψ	0.01	0.02	0.03
W-W (外墙-外窗)							
W-W7				W-W8			
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.01	0.02	0.02	Ψ	0.01	0.02	0.03
W-W9				W-W10			
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.13	0.14	0.15	Ψ	0.13	0.14	0.15
W-W11				W-W12			
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.14	0.15	0.16	Ψ	0.14	0.15	0.16
W-WU (外墙-窗上口)							
W-WU1				W-WU2			

表 C.4 (续)

δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.01	0.01	0.02	Ψ	0.01	0.02	0.03
W-WU3				W-WU4			
							
δ	160	210	360	δ	160	210	360
Ψ	0.01	0.01	0.02	Ψ	0.01	0.01	0.03
注： Ψ ——线传热系数 (W/(m·K))； δ ——保温层厚度 (mm)							

地方标准信息服务平台

附录 D
(资料性)
建筑遮阳系数的简化计算

D.1 建筑遮阳系数应按照公式 (D.1) (D.2) 进行计算:

$$SC_s = ax^2 + bx + 1 \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

$$x = A/B \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

式中:

SC_s ——建筑遮阳系数;

a 、 b ——拟合系数, 宜按表 D.1 选取;

x ——建筑遮阳特征值, 当 $x > 1$ 时, 取 $x = 1$;

A 、 B ——建筑遮阳的构造定性尺寸, 宜按图 D.1~图 D.2 确定。

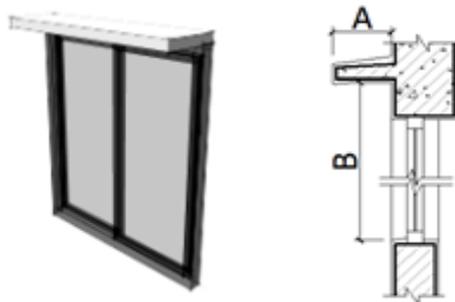


图 D.1 水平遮阳的特征值的示意图

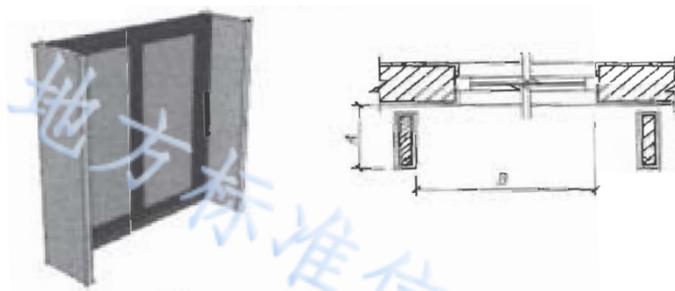


图 D.2 垂直遮阳的特征值的示意图

表 D.1 建筑遮阳系数计算用的拟合系数 a 、 b

气候区	建筑遮阳类型	拟合系数	东	南	西	北
严寒地区	水平遮阳 (图 D.1)	a	0.31	0.28	0.33	0.25
		b	-0.62	-0.71	-0.65	-0.48
	垂直遮阳 (图 D.2)	a	0.42	0.31	0.47	0.42
		b	-0.83	-0.65	-0.90	-0.83

注: 拟合系数应按本文件第6.1.6条有关朝向的规定在本表中选取。

D.2 各种组合形式的建筑遮阳系数，可由参加组合的各种形式遮阳的建筑遮阳系数的乘积来确定，单一形式的建筑遮阳系数应按本文件公式（D.1）、式（D.2）进行计算。

D.3 当建筑遮阳的遮阳板采用有透光能力的材料制作时，应按下式进行修正：

$$SC_s = 1 - (1 - SC_s^*)(1 - \eta^*) \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：

SC_s ——建筑遮阳系数；

SC_s^* ——建筑遮阳的遮阳板采用非透明材料制作时的建筑遮阳系数，应按本文件公式（D.1）进行计算；

η^* ——遮阳板的透射比，宜按表 D.2 选取。

表 D.2 遮阳板的透射比

遮阳板使用的材料	规格	η^*
织物面料、玻璃钢类板	——	0.40
玻璃、有机玻璃类板	深色：0 < Se ≤ 0.6	0.60
	浅色：0.6 < Se ≤ 0.8	0.80
金属穿孔板	穿孔率：0 < φ ≤ 0.2	0.10
	穿孔率：0.2 < φ ≤ 0.4	0.30
	穿孔率：0.4 < φ ≤ 0.6	0.50
	穿孔率：0.6 < φ ≤ 0.8	0.70
铝合金百叶板	——	0.20
木质百叶板	——	0.25
混凝土花格	——	0.50
木质花格	——	0.45

地方标准信息服务平台

附录 E

(资料性)

关于建筑面积和体积的计算

- E.1 建筑面积 (A_0)，应按各层外墙外包线围成的平面面积的总和计算。包括供暖半地下室的面积，不包括地下室的面积。
- E.2 建筑体积 (V_0)，应按与计算建筑面积所对应的建筑物外表面和底层地面所围成的体积计算。包括供暖半地下室的体积。
- E.3 换气体积 (V) 应按计算房间的地板面积与房间净高所形成的体积计算。顶层斜屋面房间的换气体积应按房间的地板面积与房间平均净高所形成的体积计算。
- E.4 屋顶或顶棚面积，应按支承屋顶的外墙外包线围成的面积计算。
- E.5 外墙面积，应按不同朝向分别计算。某一朝向的外墙面积，由该朝向的外表面积减去外窗（门）面积构成。居住建筑的封闭阳台供暖后，由于成为房间的一部分，因此在计算外墙面积时，应将其计算在外墙面积内。供暖半地下室外墙面积为室外地坪以上的外表面积。
- E.6 外窗（包括阳台门上部透明部分）面积，应按不同朝向和有无阳台分别计算，取洞口面积。
- E.7 外门面积，应按不同朝向分别计算，取洞口面积。
- E.8 阳台门下部不透明部分面积，应按不同朝向分别计算，取洞口面积。
- E.9 地面面积，应按外墙内边线围成的面积计算。供暖半地下室地面面积由室外地坪以下墙体面积与地下室地面构成。
- E.10 地板面积，应按外墙内边线围成的面积计算，并区分为接触室外空气的地板和不供暖地下室上部的地板。
- E.11 凹凸墙面的朝向归属应符合下列规定：
- 某朝向有外凸部分时，当凸出部分的长度（垂直于该朝向的尺寸）小于或等于 1.5m 时，该凸出部分的全部外墙面积应计入该朝向的外墙总面积；当凸出部分的长度大于 1.5m 时，该凸出部分应按各自实际朝向计入各自朝向的外墙总面积；
 - 某朝向有内凹部分时，当凹入部分的宽度（平行于该朝向的尺寸）小于 5m，且凹入部分长度小于或等于凹入部分的宽度时，该凹入部分的全部外墙面积应计入该朝向的外墙总面积。当凹入部分的宽度（平行于该朝向的尺寸）小于 5m，且凹入长度大于凹入部分的宽度时，该凹入部分的两个侧面外墙面积应计入北向的外墙总面积，该凹入部分的正面外墙面积应计入该朝向的外墙总面积。当凹入部分的宽度大于或等于 5m，该凹入部分应按各实际朝向计入各自朝向的外墙总面积。
- E.12 内天井墙面的朝向归属应符合下列规定：
- 当内天井的高度大于或等于内天井最宽边长的 2 倍时，内天井的全部外墙面积应计入北向的外墙总面积；
 - 当内天井的高度小于内天井最宽边长的 2 倍时，内天井的外墙应按各实际朝向计入各自朝向的外墙总面积。

附录 F
(资料性)
常用外窗热工性能

F.1 建筑常用外窗的热工性能及光学热工参数应按实际检测数据确定,缺少实际检测数据时可按表 F.1 选用。

表 F.1 常用外窗热工性能

名称	玻璃配置	传热系数 K [W/(m ² ·K)]	太阳得热系数 SHGC
90 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12A+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.90~1.1	0.43~0.50
100 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12Ar+5 超白 Low-E+12Ar+5 超白 LQW-E	0.90~1.10	0.40~0.47
100 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12Ar+5 超白+V+5 超白 LQW-E	0.80~1.00	0.43~0.50
80 系列内平开塑料窗	5+12A+5Low-E+12A+5Low-E (暖边 2)	1.10	-
80 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E (暖边 2)	1.00	-
80 系列内平开塑料窗*	(T180-1) (5+16Ar+5Low-E(0.085)+16Ar+5Low-E(0.085))	1.00	0.48~0.51
85 系列内平开塑料窗	5+16Ar+5Low-E+16Ar+5Low-E (暖边 2)	0.97	-
90 系列内平开塑料窗	5+16Ar+5Low-E+16Ar+5Low-E (暖边 2)	0.94	-
82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E	0.80~1.00	0.40~0.47
82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5+V+5Low-E	0.60~0.80	0.43~0.50
80 系列内平开塑料窗	5+16A+5+V+5Low-E (暖边 2)	0.82	-
85 系列内平开塑料窗	5+16A+5+V+5Low-E (暖边 2)	0.80	-
90 系列内平开塑料窗	5+16A+5+V+5Low-E (暖边 2)	0.77	-
78 系列内平开木窗	5 超白+ 12Ar+5 超白+V+5 超白 LQW-E	0.70~1.00	0.43~0.50
92 系列内平开铝木复合窗	5 超白+12Ar+5 超白 LQW-E+12Ar+5 超白 Low-E	0.90~1.10	0.40~0.47
92 系列内平开铝木复合窗	5 超白+12Ar+5 超白+V+5 超白 LQW-E	0.80~1.00	0.43~0.50

注1: 玻璃配置从室外侧到室内侧表述, 双片 Low-E 膜的中空玻璃膜层应在 3#、5#面。真空复合中空玻璃中真空玻璃应位于室内侧, 且 Low E 膜一般位于第 4 面。

注2: 塑料型材厚度≥80mm 时应为 6 腔室或 6 腔室以上型材。90 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度≥54mm。100 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度≥64mm, 且隔热条中间空腔需填充泡沫材料。铝木复合窗为 GB/T 29734.1 中的 b 型, 即以木型材为主受力构件的铝木复合窗。

注3: (暖边 1) 间隔条 ψ 值按 0.039W/(m·K) 计算, (暖边 2) 间隔条 ψ 值按 0.032W/(m·K) 计算。Ar 氩气 90%。
* (T180-1) 为高透玻璃, 传热系数及太阳得热系数 SHGC 为实测值。

注4: 表中 SHGC 数据为“-”的窗, 采用高透玻璃时, SHGC 可按 0.45~0.50 计算。

附录 G
(资料性)
建筑外窗的性能分级表

G.1 建筑外窗保温性能分级应符合表 G.1 的规定。

表 G.1 门窗保温性能分级

单位: $W/(m^2 \cdot K)$

分级	6	7	8	9	10
分级指标值 K	$2.5 > K \geq 2.0$	$2.0 > K \geq 1.6$	$1.6 > K \geq 1.3$	$1.3 > K \geq 1.1$	$K < 1.1$
注: 摘自GB/T 31433-2015, 第10级应在分级后同时注明分级指标值。					

G.2 建筑门窗气密性能分级应符合表 G.2 的规定。

表 G.2 门窗气密性能分级

分级	1	2	3	4
分级指标值 [$q_1/(m^3/(m \cdot h))$]	$4.0 \geq q_1 > 3.5$	$3.5 \geq q_1 > 3.0$	$3.0 \geq q_1 > 2.5$	$2.5 \geq q_1 > 2.0$
分级指标值 [$q_2/(m^3/(m^2 \cdot h))$]	$12 \geq q_2 > 10.5$	$10.5 \geq q_2 > 9.0$	$9.0 \geq q_2 > 7.5$	$7.5 \geq q_2 > 6.0$
分级	5	6	7	8
分级指标值 [$q_1/(m^3/(m \cdot h))$]	$2.0 \geq q_1 > 1.5$	$1.5 \geq q_1 > 1.0$	$1.0 \geq q_1 > 0.5$	$q_1 \leq 0.5$
分级指标值 [$q_2/(m^3/(m^2 \cdot h))$]	$6.0 \geq q_2 > 4.5$	$4.5 \geq q_2 > 3.0$	$3.0 \geq q_2 > 1.5$	$q_2 \leq 1.5$
注: 摘自GB/T 31433-2015。				

地方标准信息服务平台

附 录 H
(资料性)
建筑材料性能参数

H.1 常用建筑材料物理性能计算参数见表 H.1。

表 H.1 常用建筑材料物理性能计算参数

序号	材料名称	干密度 ρ_0 (kg/m^3)	计算参数			
			导热系数 λ [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	蓄热系数 S (周期 24h) [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]	比热容 C [$\text{KJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]	蒸汽渗透 系数 μ [$\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$]
1	混凝土					
1.1	普通混凝土					
	钢筋混凝土 碎石、卵石混凝土	2500	1.74	17.20	0.92	0.0000158
		2300	1.51	15.36	0.92	0.0000173
		2100	1.28	13.57	0.92	0.0000173
1.2	轻骨料混凝土					
	膨胀矿渣珠混凝土	2000	0.77	10.49	0.96	
		1800	0.63	9.05	0.96	
		1600	0.53	7.87	0.96	
	自然煤矸石、炉渣混凝土	1700	1.00	11.68	1.05	0.0000548
		1500	0.76	9.54	1.05	0.0000900
		1300	0.56	7.63	1.05	0.0001050
	粉煤灰陶粒混凝土	1700	0.95	11.44	1.05	0.0000188
		1500	0.70	9.16	1.05	0.0000975
		1300	0.57	7.78	1.05	0.0001050
		1100	0.44	6.30	1.05	0.0001350
	粘土陶粒混凝土	1600	0.84	10.36	1.05	0.0000315
		1400	0.70	8.93	1.05	0.0000390
		1200	0.53	7.25	1.05	0.0000405
	页岩渣、石灰、水泥混凝土	1300	0.52	7.39	0.98	0.0000855
	页岩陶粒混凝土	1500	0.77	9.65	1.05	0.0000315
		1300	0.63	8.16	1.05	0.0000390
		1100	0.50	6.70	1.05	0.0000435
	火山灰渣、沙、水泥混凝土	1700	0.57	6.30	0.57	0.0000395
	浮石混凝土	1500	0.67	9.09	1.05	
		1300	0.53	7.54	1.05	0.0000188
		1100	0.42	6.13	1.05	0.0000353
1.3	轻混凝土					
	加气混凝土	700	0.18	3.10	1.05	0.0000998
		500	0.14	2.31	1.05	0.0001110
	加气混凝土	300	0.10			

表 H.1 (续)

序号	材料名称	干密度 ρ_0 (kg/m^3)	计算参数			
			导热系数 λ [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	蓄热系数 S (周 期 24h) [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]	比热容 C [$\text{KJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]	蒸汽渗透 系数 μ [$\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$]
2	砂浆和砌体					
2.1	砂浆					
	水泥砂浆	1800	0.93	11.37	1.05	0.0000210
	石灰水泥砂浆	1700	0.87	10.75	1.05	0.0000975
	石灰砂浆	1600	0.81	10.07	1.05	0.0000443
	石灰石膏砂浆	1500	0.76	9.44	1.05	
	无机保温砂浆	600	0.18	2.87	1.05	
		400	0.14			
	无机轻集料保温砂浆	350	0.070			
		450	0.085			
		550	0.100			
	玻化微珠保温砂浆	≤ 350	0.080			
	胶粉聚苯颗粒保温砂浆	400	0.090	0.95		
		300	0.070			
2.2	砌体					
	重砂浆砌筑粘土砖砌体	1800	0.81	10.63	1.05	0.0001050
	轻砂浆砌筑粘土砖砌体	1700	0.76	9.96	1.05	0.0001200
	灰砂砖砌体	1900	1.10	12.72	1.05	0.0001050
	硅酸盐砖砌体	1800	0.87	11.11	1.05	0.0001050
	炉渣砖砌体	1700	0.81	10.43	1.05	0.0001050
	重砂浆砌筑 26、33 及 36 孔 粘土空心砖砌体	1400	0.58	7.92	1.05	0.0000158
	模数空心砖砌体 240×115×53 (13 排孔)	1230	0.46			
	轻集料混凝土空心砌块 390×90×190	799	0.36*			
	轻集料混凝土空心砌块 (二排孔) 390×90×190 390×190×190	1000	0.45*			
	陶粒空心砌块 (三排孔) 390×240×190	740	0.34*			
	页岩粉煤灰烧结承重多 孔砖 240×115×90	1440	0.51			
	煤矸石页岩多孔砖 240×115×90	1200	0.39			

表 H.1 (续)

序号	材料名称	干密度 ρ_0 (kg/m^3)	计算参数			
			导热系数 λ [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	蓄热系数 S (周 期 24h) [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]	比热容 C [$\text{KJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]	蒸汽渗透 系数 μ [$\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$]
3	热绝缘材料					
3.1	纤维材料					
	玻璃棉板※	24	0.049			
		32	0.046			
		40	0.044			
		48	0.043			
		64~120	0.042			
	玻璃棉毡※	10	0.062			
		12~16	0.058			
		20	0.053			
		24~40	0.048			
		48	0.043			
	矿棉板	80~180	0.050	0.60~0.89	1.22	0.0004880
	岩棉板	60~160	0.041	0.47~0.76	1.22	0.0004880
	定向岩棉板	110~140	0.035			0.0004880
	岩棉带	80~120	0.045	—	—	—
	矿棉板	80~180	0.050	0.60~0.89	1.22	0.0004880
	矿棉、岩棉、玻璃棉松散料	70 以下	0.050	0.46	0.84	
	70~120	0.045	0.51	0.84	0.0004880	
麻刀	150	0.070	1.34	2.10		
3.2	膨胀珍珠岩、蛭石制品					
	水泥膨胀珍珠岩	800	0.26	4.37	1.17	0.0000420
		600	0.21	3.44	1.17	0.0000900
	沥青、乳化沥青膨胀珍珠岩 水泥膨胀珍珠石	400	0.16	2.49	1.17	0.0001910
		400	0.12	2.28	1.55	0.0000293
		300	0.093	1.77	1.55	0.0000675
		350	0.14	1.99	1.05	
3.3	泡沫材料及多孔聚合物					
	聚乙烯泡沫塑料	100	0.047	0.70	1.38	
	模塑聚苯乙烯泡沫塑料	20	0.039	0.28	1.38	0.0000162
	石墨聚苯乙烯泡沫塑料	20	0.033	0.28	1.38	0.0000162
	挤塑聚苯乙烯泡沫塑料	35	0.030(带表皮) 0.032(不带表皮)	0.34	1.38	0.0000108

表 H.1 (续)

序号	材料名称	干密度 ρ_0 (kg/m^3)	计算参数			
			导热系数 λ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	蓄热系数 S (周 期 24h) [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	比热容 C [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$]	蒸汽渗透 系数 μ [$\text{g}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$]
	硬质聚氨酯泡沫塑料	35	0.024	0.29	1.38	0.0000234
	酚醛板 II 类		0.034			0.0000072~ 0.0000306
	酚醛板 III 类		0.040			0.0000306
	HS-ICF 体系 EPS 模块	20	0.037	0.28	1.38	0.0000162
		30	0.033	0.36	1.38	0.0000144
	聚乙烯硬泡沫塑料	130	0.048	0.79	1.38	
	钙塑	120	0.049	0.83	1.59	
	泡沫玻璃	140	0.050	0.65	0.84	0.0000225
	泡沫石灰	300	0.116	1.70	1.05	
	炭化泡沫石灰	400	0.14	2.33	1.05	
泡沫石膏	500	0.19	2.78	1.05	0.0000375	
3.4	真空绝热板	厚度 30mm: ≤ 12.0 (kg/m^2)	0.005 (I 型)			
		厚度 30mm: ≤ 13.5 (kg/m^2)	0.008 (II 型)			
4	木材、建筑板材					
4.1	木材					
	橡木、枫树(热流方向垂直木纹)	700	0.17	4.90	2.51	0.0000562
	橡木、枫树(热流方向顺木纹)	700	0.35	6.93	2.51	0.0003000
	松、木、云杉(热流方向垂直木纹)	500	0.14	3.85	2.51	0.0000345
	松、木、云杉(热流方向顺木纹)	500	0.29	5.55	2.51	0.0001680
4.2	建筑板材					
	胶合板	600	0.17	4.57	2.51	0.0000225
	软木板	300	0.093	1.95	1.89	0.0000255
		150	0.058	1.09	1.89	0.0000285
	纤维板	1000	0.34	8.13	2.51	0.0001200
		600	0.23	5.28	2.51	0.0001130
	石膏板	1050	0.33	5.28	1.05	0.0000790
	水泥刨花板	1000	0.34	7.27	2.01	0.0000240
		700	0.19	4.56	2.01	0.0001050
	稻草板	300	0.13	2.33	1.68	0.0003000
木屑板	200	0.065	1.54	2.10	0.0002630	

表 H.1 (续)

序号	材料名称	干密度 ρ_0 (kg/m^3)	计算参数			
			导热系数 λ [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	蓄热系数 S (周 期 24h) [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	比热容 C [$\text{KJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$]	蒸汽渗透 系数 μ [$\text{g}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$]
5	松散材料					
5.1	无机材料					
	锅炉渣	1000	0.29	4.40	0.92	0.0001930
	粉煤灰	1000	0.23	3.93	0.92	
	高炉炉渣	900	0.26	3.92	0.92	0.0002030
	浮石、凝灰岩	600	0.23	3.05	0.92	0.0002630
	膨胀蛭石	300	0.14	1.79	1.05	
	膨胀蛭石	200	0.10	1.24	1.05	
	硅藻土	200	0.076	1.00	0.92	
	膨胀珍珠岩	≤ 70	0.049			
	膨胀珍珠岩	$>70 \sim 100$	0.054			
		$>100 \sim 150$	0.060			
		$>150 \sim 200$	0.066			
		$>200 \sim 250$	0.072			
5.2	有机材料					
	木屑	250	0.093	1.84	2.01	0.0002630
	稻壳	120	0.06	1.02	2.01	
	干草	100	0.047	0.83	2.01	
6	其他材料					
6.1	土壤					
	夯实粘土	2000	1.16	12.99	1.01	
		1800	0.93	11.03	1.01	
	加草粘土	1600	0.76	9.37	1.01	
		1400	0.58	7.69	1.01	
	轻质粘土	1200	0.47	6.36	1.01	
	建筑用砂	1600	0.58	8.26	1.01	
6.2	石材					
	花岗岩、玄武岩	2800	3.49	25.49	0.92	0.0000113
	大理石	2800	2.91	23.27	0.92	0.0000113
	砾石、石灰岩	2400	2.04	18.03	0.92	0.0000375
	石灰石	2000	1.16	12.56	0.92	0.0000600
6.3	卷材、沥青材料					
	沥青油毡、油毡纸	600	0.17	3.33	1.47	
	沥青混凝土	2100	1.05	16.39	1.68	

表 H.1 (续)

序号	材料名称	干密度 ρ_0 (kg/m^3)	计算参数			
			导热系数 λ [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	蓄热系数 S (周 期 24h) [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]	比热容 C [$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$]	蒸汽渗透 系数 μ [$\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{Pa})$]
	石油沥青	1400	0.27	6.73	1.68	0.0000075
		1050	0.17	4.71	1.68	0.0000075
6.4	玻璃					
	平板玻璃	2500	0.76	10.69	0.84	
	玻璃钢	1800	0.52	9.25	1.26	
6.5	金属					
	紫铜	8500	407	324	0.42	
	青铜	8000	64.0	118	0.38	
	建筑钢材	7850	58.2	126	0.48	
	铝	2700	203	191	0.92	
	铸铁	7250	49.9	112	0.48	
<p>注1: 本表除带#号者、带*号者和带※号者外, 均引自摘自 GB50176。</p> <p>注2: 围护结构在正确设计和正常使用条件下, 材料的热物理性能计算参数应按本表直接采用。</p> <p>注3: 有附表 H-2 所列情况者, 材料的导热系数应进行修正, 即 $\lambda_a = a \cdot \lambda$ 式中 λ 应按本表采用, a 按附表 H.2 采用。</p> <p>注4: 表中比热容 C 的单位为法定单位, 但在实际计算中比热容 C 的单位应取 $\text{W}\cdot\text{h} / (\text{kg}\cdot\text{K})$, 因此, 表中数值应乘以换算系数 0.2778。</p> <p>注5: 表中带*号者为测定值, 带※号者为平均使用温度为 70^{+5}_2 °C 的导热系数。</p>						

H.2 不同材料、构造及不同使用条件下导热系数 λ 的修正系数应按表 H.2 的规定采用。

表 H.2 导热系数 λ 的修正系数值

材料、构造、施工、地区及使用情况	a	
作为夹芯层浇筑在混凝土墙体及屋面构件中的块状多孔保温材料(如加气混凝土、泡沫混凝土及水泥膨胀珍珠岩等), 因干燥缓慢及灰缝影响	1.60	
铺设在密闭屋面中的多孔保温材料(如加气混凝土、泡沫混凝土、水泥膨胀珍珠岩、石灰炉渣等), 因干燥缓慢	1.50	
铺设在密闭屋面中及作为夹芯层浇筑在混凝土构件中的半硬质矿棉、岩棉、玻璃棉板等, 因压缩及吸湿	1.20	
作为夹芯层浇筑在混凝土构件中的泡沫塑料等, 因压缩	1.20	
开孔型保温材料(如水泥刨花板、木丝板、稻草板等), 表面抹灰或与混凝土浇筑在一起, 因灰浆渗入	1.30	
加气混凝土、泡沫混凝土砌块墙体及加气混凝土条板墙体、屋面、因灰缝影响	1.25	
填充在空心墙体及屋面构件中的松散保温材料(如稻壳、木屑、矿棉、岩棉等), 因下沉	1.20	
矿渣混凝土、炉渣混凝土、浮石混凝土、粉煤灰陶粒混凝土、加气混凝土等实心墙体及屋面构件, 在严寒地区, 且在室内平均相对湿度超过 65% 的供暖房间内使用, 因干燥缓慢	1.15	
模塑聚苯乙烯泡沫塑料(阻燃型、密度 $18\text{kg}/\text{m}^3 \sim 22\text{kg}/\text{m}^3$)	室外	1.05
	室内	1.00

表 H.2 (续)

挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (阻燃型、密度 $25\text{kg/m}^3 \sim 32\text{kg/m}^3$)	室外	1.10
	室内	1.05
胶粉聚苯颗粒、导热系数 ≤ 0.06	室外	1.10
	室内	1.00
硬质聚氨酯泡沫塑料 (密度 $30\text{kg/m}^3 \sim 50\text{kg/m}^3$)	室外	1.15
	室内	1.05
岩棉、玻璃棉	室外	1.10
	室内	1.05
定向岩棉板	室外	1.03
加气混凝土	室外	1.10
	室内	1.05
胶粉聚苯颗粒保温胶浆	室外	1.10
	室内	1.05
无机保温砂浆	室外	1.05
	室内	1.00
泡沫玻璃	室外	1.05
	室内	1.00
绝热用硬质酚醛泡沫制品	室外	1.15
	室内	1.10
脲醛树脂泡沫	室外	1.10
真空绝热板	室外	1.20

H.3 常用薄片材料和涂层蒸汽渗透阻应按表 H.3 的规定采用。

表 H.3 常用薄片材料和涂层蒸汽渗透阻 Hc 值

材料及涂层名称	厚度 (mm)	Hc ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa/g}$)
石膏板	8	120
硬质木纤维板	8	107
软质木纤维板	10	53
三层胶合板	3	227
石棉水泥板	6	267
热沥青一道	2	267
热沥青二道	4	480
乳化沥青一道	-	520
偏氯乙烯二道	-	1240
环氧煤焦油二道	-	3733
油漆二道 (先做油灰嵌缝、上底漆)	-	640
聚氯乙烯涂层二道	-	3866
氯丁橡胶涂层二道	-	3466
玛蹄脂涂层一道	2	600
沥青玛蹄脂涂层一道	1	640
沥青玛蹄脂涂层二道	2	1080
石油沥青油毡	1.5	1107

表 H.3 (续)

石油沥青油纸	0.4	333
聚乙烯薄膜	0.16	733

H.4 防水隔汽材料、防水透气材料的性能应按表 H.4、表 H.5 和表 H.6 的规定采用。

表 H.4 防水隔汽膜和防水透汽膜的性能指标（打胶型）

项 目		性能指标		试验方法
		防水隔汽膜	防水透汽膜	
最大抗拉强度, N/50mm	纵向	≥450	≥450	GB/T 7689.5-2013
	横向	≥80	≥130	
断裂伸长率, %	纵向	≥20	≥20	GB/T 7689.5-2013
	横向	≥100	≥80	
不透水性		1000mm, 20h 不透水		GB/T 328.10
水蒸气当量空气层厚度 S_d , m		≥30	≤3	GB/T 17146
透气率, mm/s		≤1.0		GB/T 5453
180° 剥离强度, kN/m		≥0.4		GB/T 2790

表 H.5 防水隔汽膜和防水透汽膜的性能指标（自粘型）

项 目		性能指标		试验方法
		防水隔汽膜	防水透汽膜	
最大抗拉强度, N/50mm	纵向	≥200	≥250	GB/T 7689.5-2013
	横向	≥80	≥130	
断裂伸长率, %	纵向	≥20	≥20	GB/T 7689.5-2013
	横向	≥80	≥80	
不透水性		1000mm, 20h 不透水		GB/T 328.10
水蒸气当量空气层厚度 S_d , m		≥18	≤3	GB/T 17146
透气率, mm/s		≤1.0		GB/T 5453
180° 剥离强度, kN/m		≥0.4		GB/T 2790

表 H.6 防水隔汽涂料和防水透汽涂料的性能指标

项 目		性能指标		试验方法
		防水隔汽涂料	防水透汽涂料	
最大抗拉强度, N/50mm	纵向	≥120	≥120	GB/T 16777
	横向	≥70	≥70	
断裂伸长率, %	纵向	≥30	≥30	GB/T 16777
	横向	≥100	≥80	

表 H.6 (续)

不透水性	1000mm, 20h 不渗漏		GB/T 16777
水蒸气当量空气层厚度 S_d , m	≥ 18	≤ 3	GB/T 17146
透气率, mm/s	≤ 1.0		GB/T 5453
180° 剥离强度, kN/m	≥ 0.4		GB/T 2790

地方标准信息服务平台

附录 I

(资料性)

供暖管道最小保温层厚度

1.1 供暖管道保温层最小厚度，当采用玻璃棉管壳时，应符合表 I.1 的规定。

表 I.1 管道保温层最小厚度选用表

公称直径 DN	气候分区	
	I A $t_{m\bar{w}}=40.9^{\circ}\text{C}$	I B $t_{m\bar{w}}=43.6^{\circ}\text{C}$
25	34	33
32	36	34
40	37	36
50	39	37
70	41	39
80	42	40
100	44	42
125	45	43
150	46	44
200	48	46
250	50	47
300	51	48
350	51	49
400	52	50
450	52	50

注：保温材料层的平均使用温度， $t_{m\bar{w}}=(t_{ge}+t_{he})/2-20$ ； t_{ge} 、 t_{he} 分别为供暖期室外平均温度下，热网供回水平均温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

1.2 供暖管道保温层最小厚度，当采用聚氨酯硬质泡沫保温管时，应符合表 I.2 的规定。

表 I.2 管道保温层最小厚度选用表

公称直径 DN	气候分区	
	I A $t_{m\bar{w}}=40.9^{\circ}\text{C}$	I B $t_{m\bar{w}}=43.6^{\circ}\text{C}$
25	26	25
32	26	25
40	27	26
50	29	27
70	30	29
80	31	29
100	32	30
125	33	31
150	33	32
200	35	33

表 1.2 (续)

250	35	34
300	36	34
350	36	34
400	36	35
450	37	35
注：保温材料层的平均使用温度， $t_{mw}=(t_{ge}+t_{he})/2-20$ ； t_{ge} 、 t_{he} 分别为供暖期室外平均温度下，热网供回水平均温度，℃。		

地方标准信息服务平台

参 考 文 献

- [1] GB/T 2589-2020 综合能耗计算通则
 - [2] GB/T 29734.1-2013 建筑用节能门窗 第1部分：铝木复合门窗
 - [3] GB/T 29734.2-2013 建筑用节能门窗 第2部分：铝塑复合门窗
 - [4] GB/T 29734.3-2020 建筑用节能门窗 第3部分：钢塑复合门窗
 - [5] GB/T 31433-2015 建筑幕墙、门窗通用技术条件
 - [6] GB 50176-2016 民用建筑热工设计规范
-

地方标准信息服务平台