

被动式超低能耗居住建筑节能设计标准

山东省工程建设标准

DB

DB37/T 5074 - 2016

J 13589 - 2016

被动式超低能耗居住建筑节能 设计标准

Design standard for energy efficiency of passive ultra-low
energy residential buildings

中国建筑工业出版社

2016 - 10 - 09 发布

2016 - 12 - 01 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局

联合发布



统一书号: 155160 · 836
定 价: 28.00 元

山东省工程建设标准

被动式超低能耗居住建筑节能 设计标准

**Design standard for energy efficiency of passive ultra-low
energy residential buildings**

DB37/T 5074 – 2016

住房和城乡建设部备案号: **J 13589 – 2016**

主编单位: 山东省建筑科学研究院

山东同圆设计集团有限公司

批准部门: 山东省住房和城乡建设厅

施行日期: 2016 年 12 月 1 日

2016 济 南

前 言

为贯彻落实国家节约能源、保护环境的基本国策和山东省政府建设生态山东的要求,推动被动式超低能耗居住建筑的发展,依据国家和山东省现行相关技术标准,经深入调查研究和广泛征求意见,认真总结国内外被动房和近零能耗建筑的实践经验,参考国内外研究成果和其他省市的相关标准,制定本标准。

本标准的主要内容是:总则,术语,技术指标,建筑设计,供暖空调和通风系统设计,供暖和供冷及一次能源需求计算。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理,山东省建筑科学研究院负责具体技术内容解释。各单位在本标准实施过程中如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄送山东省建筑科学研究院(地址:济南市无影山路 29 号,邮编:250031,电话:0531-85595335,E-mail:bzbzz5335@163.com)。

主编单位:山东省建筑科学研究院

山东同圆设计集团有限公司

参编单位:山东省被动式超低能耗绿色建筑创新联盟

山东建科建筑设计有限责任公司

北京绿建软件有限公司

山东宜居被动房工程技术股份有限公司

东营市建筑设计研究院

山东华科规划建筑设计有限公司

日照山海大象建设集团

青岛被动屋工程技术有限公司
山东苇丰建筑工程咨询有限公司
山东美诺邦马节能科技有限公司
极景门窗有限公司
青岛科瑞新型环保材料集团有限公司
山东营特建设项目管理有限公司
山东秦恒科技股份有限公司
哈尔滨森鹰窗业股份有限公司
济南一布建材科技有限公司
建研科技股份有限公司

主要起草人员:王 昭 王春堂 李天勋 王方琳 李 晓
李 震 孙璐楠 宋文寅 李昊翼 李 迪
许红升 曹永敏 尹子和 李 恒 吉 喆
邵东岳 苏建国 张 军 刘宁辉 李 娟
解欣业 臧春光 韩春刚 季旺然 宁改存
韩 华 刘 洋 于正杰 丁枫斌 王海涛
杨友波 路后长 翟传伟 李壮贤 赵灵敏
袁文海 宫少峰 王 勇 田鹏立 贺金龙
魏 琪

主要审查人员:徐 伟 王 臻 李永安 赵继龙 王润生
王德林 于晓明 宋英芳 徐 涛

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	技术指标	6
4	建筑设计	7
4.1	一般规定	7
4.2	建筑围护结构设计	9
4.3	建筑无热桥设计	11
4.4	建筑气密性设计	13
4.5	建筑遮阳设计	14
5	供暖空调和通风系统设计	16
5.1	供暖空调系统设计	16
5.2	通风系统设计	16
6	供暖和供冷及一次能源需求计算	20
6.1	一般规定	20
6.2	热负荷和冷负荷计算	20
6.3	年供暖和供冷需求计算	21
6.4	一次能源需求计算	23
附录 A	部分外窗热工性能参考表	25
附录 B	一次能源换算系数	27
本标准用词说明		29
引用标准名录		30
条文说明		31

1 总 则

1.0.1 为推广被动式超低能耗居住建筑(以下简称超低能耗居住建筑),降低居住建筑的供暖、供冷能耗及建筑物总能耗,改善居住建筑的室内环境,节约资源和能源,根据山东省气候特点和实际情况,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山东省新建、扩建居住建筑的超低能耗节能设计。

1.0.3 超低能耗居住建筑节能设计应通过以下途径降低建筑物能耗:

1 通过建筑围护结构设计、建筑无热桥设计、建筑气密性设计,控制建筑物的传热损失;

2 通过高效热回收新风系统,降低建筑物的通风换气热损失;

3 通过东、西、南向外窗的遮阳设计,降低建筑的夏季供冷能耗;

4 冷热源应充分利用可再生能源,减少一次能源使用。

1.0.4 超低能耗居住建筑的设计应以建筑能耗值为控制目标,设计过程中应重点控制以下内容:

1 规划设计应在建筑布局、朝向、体形系数和使用功能方面,体现超低能耗居住建筑的理念和特点,并注重与气候的适应性。冬季以保温和获取太阳得热为主,兼顾夏季隔热遮阳要求,过渡季节应实现充分的自然通风;

2 超低能耗居住建筑应根据本标准技术指标的要求,结合当地技术经济条件,采用以建筑能耗值为目标的性能化设计方法,通过建筑能耗模拟分析对建筑设计方案进行优化后确定;

3 应针对围护结构热桥和气密性关键节点制定专项设计方案,并绘制大样图;

4 应采用合理的新风处理方案,并进行气流组织的优化设计;

5 超低能耗居住建筑的室内装修应简约并由建设方统一组织实施,应避免装修对建筑围护结构热工性能和气密性的损坏,以及对新风气流组织的影响;室内装修应采用无污染环境友好型材料和部品。

1.0.5 超低能耗居住建筑节能设计,除应符合本标准的规定外,尚应符合国家及省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 被动式超低能耗居住建筑 passive ultra-low energy efficiency residential buildings

被动式超低能耗居住建筑,是指适应气候特征和自然条件,采用高保温隔热性能和高气密性能的围护结构,运用高效新风热回收技术,降低建筑供暖供冷能耗,并充分利用可再生能源,提供舒适室内环境的居住建筑。

2.0.2 一次能源 primary energy

在自然界中以原有形式存在的、未经加工转换的能量资源,又称天然能源,如原煤、石油、天然气等。

2.0.3 一次能源换算系数 primary energy coefficient

将某种能源换算成一次能源时,考虑能源在开采、运输和加工转换过程中造成能源消耗的系数。

2.0.4 建筑气密性 building air tightness

建筑的气体渗漏率。

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

透过透光围护结构(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(门窗或透光幕墙)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。

2.0.6 结构性热桥 structural thermal bridge

由于梁、柱、板等结构构件穿入保温层而造成保温层减薄或不连续所形成的热桥。这种热桥能量损失较大,易造成结露、发霉现象。

2.0.7 系统性热桥 systematic thermal bridge

在外墙保温系统中,由连接保温材料与基层墙体的锚栓或是插入保温层的金属连接件等所形成的热桥。

2.0.8 热桥线传热系数 linear heat transfer coefficient of thermal bridge

用来表征热桥截面传热状况的参数,即当围护结构两侧空气温差为 1°C ,在单位时间内通过单位长度热桥部位的附加传热量。单位: $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

2.0.9 防水隔汽膜 membrane for separating water and air

应用于基层墙体及外门窗的内侧,具有抗氧化、防水、难透汽性能的材料。

2.0.10 防水透汽膜 membrane for separating water and permeating air

应用于基层墙体及外门窗的外侧,具有抗氧化、防水、易透汽性能的材料。

2.0.11 可调节外遮阳 adjustable external shading device

安设在建筑物墙体外侧并固定在建筑物上,能够调节角度或形状,改变遮光状态的建筑遮阳装置。

2.0.12 玻璃暖边间隔条 thermally improved spacer

以工程塑料、不锈钢、丁基胶等导热系数较低的材料复合而成的玻璃之间的间隔条。

2.0.13 供暖(冷)空间使用面积 heating(cooling) space usage area

供暖(冷)房间实际能使用的面积,不包括墙、柱等结构构造的面积。住宅按套内使用面积计算。

2.0.14 年供暖(冷)需求 annual heating(cooling) demand

满足本标准规定的室内环境要求时,单位供暖(冷)空间使用面积每年需由供暖(冷)设备供给的热(冷)量。单位: $\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 。

2.0.15 年供暖、供冷和照明一次能源需求 annual primary energy demand for heating, cooling and lighting

单位供暖(冷)空间使用面积的供暖、供冷和照明系统的一次能源需求之和,计算时应将不同形式的能源需求统一折算后求和。

单位: $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 或 $\text{kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

2.0.16 热回收全热效率(焓交换效率)enthalpy exchange effectiveness

对应风量下,新风进、出口焓差与新风进口、排风进口焓差之比,以百分数表示。

3 技术指标

3.0.1 超低能耗居住建筑技术指标包括年供暖(冷)需求指标、一次能源需求指标、气密性指标、室内环境参数。

3.0.2 超低能耗居住建筑年供暖(冷)需求指标、一次能源需求指标及气密性指标应符合表 3.0.2 的规定。

表 3.0.2 超低能耗居住建筑年供暖(冷)需求指标、一次能源需求指标及气密性指标

指标内容	夏季	冬季
年供暖(冷)需求指标	$\leq 25 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	$\leq 10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
年供暖、供冷和照明一次能源需求指标	$\leq 60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 或 $7.4 \text{ kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	
气密性指标:换气次数(N_{50})	$\leq 0.6 \text{ h}^{-1}$	

注:1 表中的 m^2 为供暖(冷)空间使用面积,住宅按套内使用面积计算;

2 N_{50} 为在室内外压差 $\pm 50 \text{ Pa}$ 的条件下,每小时的换气次数。

3.0.3 超低能耗居住建筑室内环境参数应符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 超低能耗居住建筑室内环境参数

室内环境参数	冬季	夏季
温度($^{\circ}\text{C}$)	20 ~ 24	24 ~ 26
相对湿度(%)	≥ 30	40 ~ 60
新风量[$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{p})$]	≥ 30	
噪声 dB(A)	昼间 ≤ 40 ; 夜间 ≤ 35	
室内空气细颗粒物日平均浓度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	≤ 50	
室内二氧化碳浓度(mg/m^3)	≤ 2000	
围护结构内表面温度与室内温度差值($^{\circ}\text{C}$)	≤ 3	

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 超低能耗居住建筑节能设计应采用性能化设计方法,以控制建筑能耗指标为导向进行设计。

4.1.2 建筑总平面规划应有利于营造适宜的风环境,减少热岛效应,并满足建筑及其周围的日照要求,且应通过模拟软件计算确定。

4.1.3 建筑宜采用南北向或接近南北向,且宜避开冬季主导风向,使建筑获得良好的日照、通风、采光和视野。建筑物出入口处宜设置过渡空间或门斗,面向冬季主导风向的外门应设置门斗或双层外门。

4.1.4 具有遮阳、导光、导风等功能的构件、太阳能集热器、光伏组件以及立体绿化等应与建筑进行一体化设计。

4.1.5 宜采取下列措施改善建筑室内空间和地下空间的天然采光和自然通风:

1 采用中庭、采光井、下沉式庭院、下沉式广场、采光天窗、半地下室等;

2 设置导光管、反光板、反光镜、集光导光装置、棱镜玻璃窗等;

3 采用挑檐、导风墙、捕风窗、拔风井、通风道、自然通风器、太阳能拔风道、无动力风帽等诱导气流的措施,拔风井、通风道等设施应可控制、可关闭;

4 设有中庭的建筑宜在上部设置可开启外窗,在适宜季节利用烟囱效应引导热压通风;可开启外窗在冬季应能关闭。

4.1.6 建筑造型应规整紧凑,避免凹凸变化和装饰性构件。建筑的体形系数不宜大于表 4.1.6 规定的限值。

表 4.1.6 体形系数限值

建筑层数	≤3 层	4~8 层	9~13 层	≥14 层
体形系数	0.52	0.33	0.30	0.26

4.1.7 建筑各朝向窗墙面积比不应大于表 4.1.7 规定的限值。

表 4.1.7 各朝向窗墙面积比限值

北	0.40
东、西	0.45
南	0.60

注:1 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;

2 各朝向窗墙面积比的计算按山东省工程建设标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026的相关规定执行。

4.1.8 建筑的空间组织和门窗洞口的设置应有利于自然通风,减小自然通风的阻力,并有利于组织穿堂风,实现过渡季和夏季利用自然通风带走室内余热。

4.1.9 建筑设计应考虑新风和排风管道布置与室内空间布局的关系,缩短风管长度,营造良好的气流组织。

4.1.10 建筑主要功能房间的隔声性能应满足以下要求:

1 外墙、隔墙、门窗的空气声隔声性能不应小于现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的高要求标准限值;

2 楼板的撞击声隔声性能不应大于现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的高要求标准限值。

4.1.11 室内管道的隔声设计应符合以下规定:

1 排水管道包覆 20mm 厚的保温隔声材料;

2 金属管道与安装卡件之间用保温隔声垫隔开。

4.2 建筑围护结构设计

4.2.1 超低能耗居住建筑围护结构的保温系统设计,需符合下列规定:

1 外围护结构宜采用外保温系统,且保温层应连续完整,不宜出现结构性热桥;

2 外保温系统的连接锚栓应采取阻断热桥措施;

3 复合墙体的内侧宜采用厚度为 100mm 以上的非黏土烧结普通砖或混凝土等重质材料;

4 外保温系统防火性能及防火隔离带的设置应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和行业标准《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289 的要求。

4.2.2 围护结构热工性能指标取值应以满足本标准的年供暖(冷)需求指标为目标,经技术经济分析后确定。围护结构热工性能指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 围护结构热工性能指标

热工性能指标		单位	限值
围护 结构 部位 K 值	外墙、屋面	$W/(m^2 \cdot K)$	0.15 ~ 0.25
	架空或外挑楼板	$W/(m^2 \cdot K)$	0.15 ~ 0.25
	分隔供暖与非供暖空间的楼板	$W/(m^2 \cdot K)$	0.15 ~ 0.25
	地面及地下室外墙	$W/(m^2 \cdot K)$	0.15 ~ 0.35
	外窗、阳台门	$W/(m^2 \cdot K)$	≤ 1.00
	外门、户门	$W/(m^2 \cdot K)$	≤ 1.00
	单元门	$W/(m^2 \cdot K)$	≤ 2.00
	分隔供暖与非供暖空间的门	$W/(m^2 \cdot K)$	≤ 1.50
	分隔供暖与非供暖空间的隔墙	$W/(m^2 \cdot K)$	≤ 0.60

续表 4.2.2

热工性能指标		单位	限值
围护结构部位 K 值	变形缝墙(两侧墙体保温)	$W/(m^2 \cdot K)$	≤ 0.60
	住宅建筑分户墙及层间楼板	$W/(m^2 \cdot K)$	≤ 1.00
外窗太阳得热系数(SHGC)		—	0.30~0.60

注:1 外墙(屋面)的 K 值应是热桥影响后计算得到的平均传热系数和墙体(屋面)系统性热桥传热系数之和。外墙(屋面)平均传热系数应按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定用专用软件分析计算;墙体(屋面)系统性热桥传热系数应小于等于 $0.01 W/(m^2 \cdot K)$ 。

2 门窗的 K 值应为主体部分(包括透明玻璃和非透明门芯板)和门窗框等的整体传热系数。部分外窗的 K 值可参考附录 A。

3 分隔供暖与非供暖空间的楼板及隔墙、变形缝墙的 K 值按主断面传热系数确定。

4.2.3 非供暖楼梯间和其他与室外接触的非供暖空间围护结构的外墙、外窗、外门、屋面等的传热系数应符合本标准表 4.2.2 规定。

4.2.4 外门窗应具有良好的气密、水密和抗风压性能。依据现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106,其气密性等级不应低于 8 级、水密性等级不应低于 6 级、抗风压性能等级不应低于 9 级。

4.2.5 外窗配置需符合以下规定:

1 外窗应采用三玻双中空或真空玻璃内平开窗,整窗应满足本标准表 4.2.2 相关指标要求,且经技术经济分析后确定;

2 外门窗型材应采用隔热型材铝合金、PVC 塑料、木材及铝木复合等保温性能好的材料,中空玻璃应采用暖边间隔条;

3 玻璃配置应采取增加中空玻璃层数、设置 Low-E 膜层、真空层、惰性气体、边部密封构造等加强玻璃保温隔热性能的措施;

4 部分外窗的热工性能指标参见附录 A。

4.3 建筑无热桥设计

4.3.1 超低能耗居住建筑设计,应严格控制热桥的产生,对建筑外围护结构进行无热桥设计。

4.3.2 避免热桥应遵循以下原则:

1 避让原则:采取措施使结构或构件不破坏或穿透外围护结构;

2 击穿原则:当管线需要穿过外围护结构时,保证穿透处的保温连续、密实、无空洞;

3 连续原则:在建筑构件连接、交接处,保温层连续、无间隙;

4 规整原则:建筑平面和立面规整,避免凹凸变化,减少散热面积;

5 阻断原则:与基层墙体固定的连接件的安装部位,采取阻断热桥措施。

4.3.3 对外墙进行无热桥设计,需符合下列规定:

1 外墙保温采用单层保温时,宜采用锁扣方式连接;采用双层保温时,应采用错缝粘接方式,避免保温材料间出现通缝;

2 墙角处宜采用成型保温构件;

3 保温层应采用断热桥锚栓固定;

4 宜避免在外墙上固定导轨、龙骨、支架等导致热桥的部件;必须固定时,应在外墙上预埋具有阻断热桥的锚固件,并减少接触面积;

5 管道穿外墙部位应预留套管并预留保温间隙;施工图中应给出节点设计大样及详细做法说明;

6 户内开关、插座接线盒等不宜设于外墙上,以免影响外墙保温性能。

4.3.4 对屋面进行无热桥设计,需符合下列规定:

1 屋面保温层应与外墙的保温层连续,不得出现结构性热桥;

2 屋面保温层靠近室外一侧应设置防水(透汽)层,防水层应延续到女儿墙顶部盖板内,使保温层得到防护;屋面结构层上,保温层下应设置防水(隔汽)层;屋面隔汽层设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定;

3 对女儿墙等突出屋面的结构体,其保温层应与屋面、墙面保温层连续,不得出现结构性热桥。女儿墙、土建风道出风口等薄弱环节,应设置金属盖板,金属盖板与结构连接部位,应采取阻断热桥的措施;

4 管道穿屋面部位的预留洞口应大于管道外径,并满足保温层厚度要求;伸出屋面外的管道应设置套管进行保护,套管与管道间应设置保温层且保温层的厚度不得小于 40mm。

4.3.5 对地下室和地面进行无热桥设计,需符合下列规定:

1 地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层连续,并应采用防水性能好的保温材料;地下室外墙外侧保温层的内部和外部宜分别设置一道防水层,内部的防水层应延伸至室外地面以上 500mm;

2 当地下室空间为非供暖(冷)房间时,其外墙保温层的埋置深度应至少与室外地面以下一层的室内建筑楼地面标高齐平;

3 当地下室空间为供暖(冷)房间时,其外墙保温层的埋置深度应至少与供暖(冷)房间的室内建筑楼地面标高齐平;

4 非供暖(冷)地下室顶板的保温层应从顶板向下延伸,长度不应小于 1000mm 或完全覆盖地下室外墙内侧;

5 未设地下室的地面保温层与外墙内侧、内墙两侧在地面以下的保温层应连续,保温层的埋置深度应从室外地面向下延伸,长度不应小于 1000mm。地面保温层的两侧宜分别设置一道防水层。

4.3.6 对外门窗进行无热桥设计,需符合下列规定:

1 外门窗应采用暖边间隔条,且宜减少分格,宜按照建筑模

数进行设计；

2 外门窗宜采用窗框内表面与结构外表面齐平的外挂安装方式,安装件与基层墙体连接处应采用硅橡胶、木片等做垫片；

3 外窗台应设置窗台板,以免雨水侵蚀造成保温层的破坏,并需符合下列规定：

1)窗台板与窗框之间应有结构性连接,并采用密封材料密封；

2)窗台板应设有滴水线；

3)窗台板和窗框的接缝与保温层之间,应采用预压膨胀密封带密封,密封带粘胶一侧应粘贴在窗台板和窗框上。

4.3.7 悬挑阳台宜采用阳台板与主体结构断开的设计;阳台板靠挑梁支撑时,保温材料应将挑梁和阳台结构体整体包裹。

4.3.8 设计可调节外遮阳装置安装节点时,应在其内部或外部留有空间填充保温材料。

4.4 建筑气密性设计

4.4.1 气密层应连续并包围整个外围护结构内侧,建筑设计施工图中应明确标注气密层位置。

4.4.2 建筑应采用简洁的造型和节点设计,选择适用的气密性材料做节点气密性处理。

4.4.3 建筑应选用气密性等级高的外门窗,外窗框与窗扇间宜采用不小于3道耐久性良好的密封材料密封,每个开启扇至少设2个锁点。

4.4.4 对门洞、窗洞、电气接线盒、管线贯穿处等易影响气密性的部位,应进行节点专项设计并对气密性措施进行详细说明。

4.4.5 外门窗安装需符合下列规定：

1 外围护结构门窗洞口处门窗框与外墙表面之间的缝隙应采用耐久性良好的密封材料密封；

2 门窗框与外墙表面之间的缝隙内外应采用防水隔汽膜和防水透汽膜组成的密封系统密封,室内一侧应采用防水隔汽膜,室外一侧应采用防水透汽膜;防水隔汽膜和防水透汽膜宜采用不同颜色。

4.4.6 穿透构件与保温层之间的接缝,宜采用预压膨胀密封带密封。

4.5 建筑遮阳设计

4.5.1 超低能耗居住建筑的东、西、南向外窗宜采取遮阳措施。

4.5.2 遮阳设计应根据当地的气候特点、房间的使用要求以及窗口所在朝向,采用可调节外遮阳或固定外遮阳措施。

4.5.3 超低能耗居住建筑采用的可调节外遮阳设施宜根据太阳高度角和室外天气情况自动或手动调节。可调节外遮阳与外窗的间距宜大于 100mm。

4.5.4 设计固定外遮阳时应根据建筑物所处地理纬度、朝向、太阳高度角和太阳方位角及遮阳时间,通过对建筑物进行日照分析确定。

4.5.5 超低能耗居住建筑宜结合建筑立面设计,采用自然遮阳措施。低层、多层建筑及高层建筑的底层部分宜结合景观设计,利用树木形成自然遮阳,降低夏季的太阳辐射得热。

4.5.6 南向外窗宜采用可调节外遮阳或水平固定外遮阳的方式。水平固定外遮阳挑出长度应满足在夏季太阳不直接照射到室内且在冬季不影响日照的要求。

4.5.7 东向和西向外窗宜采用可调节外遮阳、固定垂直遮阳设施。

4.5.8 在设置固定外遮阳板时,宜利用遮阳板和反光板反射天然光到大进深的室内,以改善室内采光效果。

4.5.9 外遮阳设施应避免出现结构性热桥,并符合下列规定:

1 设置固定外遮阳时,应采用与外墙保温材料一致的材料完全包覆或在悬挑处采取阻断热桥措施;

2 设置可调节外遮阳时,可调节外遮阳装置与外墙保温系统相连处应采用构造措施防止形成结构性热桥。

5 供暖空调和通风系统设计

5.1 供暖空调系统设计

5.1.1 超低能耗居住建筑的供暖、空调方式及其热源、冷源选择,应根据当地资源情况、节能要求、环境保护、能源的高效利用、用户对供暖空调预期运行费用可承受能力等综合因素,经技术经济分析确定。

5.1.2 冷热源宜采用分散式冷热源。

5.1.3 热源选择时,除满足供暖、新风处理要求外,宜兼顾生活热水的用热需求。

5.1.4 供暖、空调设备选型时,宜选用能效等级为一级的产品。

5.1.5 当采用空调系统进行供暖、供冷和通风时,空调系统应根据室内温度,自动调节控制供热(冷)量。

5.1.6 采用分散设置的空调装置或系统时,室外机的安装位置需符合下列规定:

- 1 应通畅地向室外排放空气和自室外吸入空气;
- 2 应避免排出空气再被吸入;
- 3 方便对室外机的换热器进行清扫;
- 4 对周围环境不得造成热污染和噪声污染,满足周围环境的要求。

5.1.7 冷热源系统应满足当地全年室外气候条件下的正常运行要求。

5.1.8 冷热源系统应使用环保性工质。

5.2 通风系统设计

5.2.1 超低能耗居住建筑应采用高效新风热回收系统,通过回收

利用排风中的能量降低年供暖、供冷需求,实现超低能耗指标。

5.2.2 住宅用户应单独设置新风和排风系统。排风量应为新风量的 90% ~ 100%。

5.2.3 室内气流组织设计,应在每个房间或主要活动区域设置送风口和回风口。回风口和回风管道安装确有困难时,可在主活动区域设置集中回风口;对于不能设置回风口且内门不能设置通风口的房间,其内门与地面之间宜预留高度 20mm ~ 25mm 的缝隙通风,或在内门或内墙设置通风孔隙。

5.2.4 通风系统管路设计,宜符合下列规定:

- 1 缩短风管长度;
- 2 采用直管路设计,避免转弯;
- 3 在设计初期确定通风系统的管路方案。

5.2.5 通风系统的风速设计,宜符合下列规定:

1 室内主风管内风速为 2m/s ~ 3m/s;支风管内风速不大于 2m/s;送风口、回风口风速为 1.5m/s ~ 2.0m/s;室外进风口和排风口风速为 3m/s ~ 4m/s;

- 2 室内空气流速不大于 0.15m/s;
- 3 室内送风可调节风量。

5.2.6 进风口和排风口的位置,需符合下列规定:

- 1 新风进风口应设置在室外空气较清洁的地方;
- 2 应避免进风、排风短路;
- 3 进风口下缘距室外地坪不宜小于 2.0m,当设在绿化带时,不宜小于 1.0m;朝向人员活动场所的排风口下缘距人员活动地坪的高度不宜小于 2.2m;

4 应防止异物、雨水进入室内,外形美观,耐久性好。

5.2.7 新风系统的设置应符合下列规定:

- 1 热回收装置采用全热回收装置,焓交换效率不低于 65%;

- 2 热回收装置单位风量风机耗功率小于等于 $0.45\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$;
 - 3 新风系统新风量具有可调节功能;
 - 4 新风系统根据室内二氧化碳浓度进行调节和控制。
- 5.2.8** 通风系统新风应设置低阻高效率的过滤器,对于大于等于 $0.5\mu\text{m}$ 的细颗粒物的一次通过计数效率宜高于 80% (即高中效过滤器),且不应低于 60% (即中效 I 型过滤器),并应设置预过滤器。回风宜设置粗效 I 型过滤器。
- 5.2.9** 通风系统的过滤器宜加装在下列位置:
- 1 进风口;
 - 2 回风口;
 - 3 热回收装置进风前;
 - 4 其他合适位置。
- 5.2.10** 与室外相连的新风管路和排风管路应安装保温密闭阀门,并与系统联动。当系统处于关闭状态时,应确保新风和排风管路保温密闭阀处于关闭状态。
- 5.2.11** 新风系统宜设置新风旁通管,当室外温湿度适宜时,新风经旁通管直接进入室内,不经过热回收装置或新风处理芯体,但应经过过滤装置。
- 5.2.12** 厨房应设置独立的排油烟补风系统。补风口设置需符合下列规定:
- 1 补风口宜设置在灶台附近;
 - 2 在排油烟系统未开启时,补风口应关闭严密,不得漏风;
 - 3 补风应从室外直接引入,补风管道入口处应设保温密闭型电动风阀,电动风阀应与排油烟机联动;
 - 4 补风管道应保温,防止结露。
- 5.2.13** 卫生间通风需符合下列规定:
- 1 应采用机械排风系统或预留机械排风系统开口,且应留有

必要的进风面积。卫生间全面通风换气次数不宜小于 3h^{-1} ;

2 每个卫生间宜设置独立的排风装置,排风经排风装置导入排风竖井,借助无动力风帽排出室外。排风竖井排风量宜按每个卫生间排风量总和的 60% ~ 80% 计算;

3 卫生间排风风道宜坡向卫生间,以利于管道内凝结水的排出;进入排风竖井前应设置密闭型电动风阀或重力止回阀;

4 卫生间排风宜直接排出室外。

5.2.14 空调机组应进行消声隔振处理,新风出口处和排风入口处应设消声装置及软连接。在新风管进入卧室、起居室等房间前宜在管道上设置消声器或消声弯头。

5.2.15 放置空调机组或噪声较大设备的位置,不宜靠近声环境要求较高的房间;当必须靠近时,应采取隔声、吸声和隔振措施。

5.2.16 新风系统应设置新风预热系统或预热装置。

5.2.17 冬季室内送风口出风温度不得低于 16°C 。

6 供暖和供冷及一次能源需求计算

6.1 一般规定

6.1.1 超低能耗居住建筑应进行热负荷、年供暖需求、冷负荷、年供冷需求、一次能源需求计算。年供暖需求、年供冷需求、一次能源需求指标应符合本标准表 3.0.2 的规定。

6.1.2 供暖和供冷系统的施工图设计,应对每户进行全年逐项逐时的热负荷和冷负荷计算,作为选择冷热源设备容量、确定管道规格及末端设备的基本依据。

6.1.3 超低能耗居住建筑热(冷)负荷和年供暖(冷)需求计算,应符合下列规定:

- 1 热(冷)负荷和年供暖(冷)需求通过专用软件计算确定;
- 2 室内环境计算参数按表 3.0.3 选取;室内计算温度冬季取 20℃,夏季取 26℃;
- 3 室外气象参数按行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 确定;
- 4 所有指标涉及面积均为供暖(冷)空间使用面积。

6.2 热负荷和冷负荷计算

6.2.1 应对建筑的供暖区域进行逐项逐时的热负荷计算。热负荷应根据下列各项确定:

- 1 围护结构传热耗热量;
- 2 冷风渗透和侵入耗热量;
- 3 太阳辐射得热量;
- 4 建筑物的内部得热量。

6.2.2 应对建筑的供冷区域进行逐项逐时的冷负荷计算。冷负荷应根据下列各项确定：

- 1 围护结构传热得热量；
- 2 渗透空气带入的热量；
- 3 太阳辐射得热量；
- 4 建筑物的内部得热量。

6.2.3 热(冷)负荷计算应符合下列规定：

- 1 空气渗透换气次数取 0.042h^{-1} ；
- 2 热(冷)负荷计算时,计入新风负荷；
- 3 新风负荷计算时,新风量按照换气次数法或人员密度法确定。采用换气次数法时,换气次数取 0.4h^{-1} ；人员密度法取 $30\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{p})$ 的新风量；

- 4 新风负荷计算时扣除从排风中回收的热(冷)量；

5 热(冷)负荷计算时,人体、家电、照明的散热量形成的热(冷)负荷采用非稳态传热逐时计算方法。

6.2.4 建筑的湿负荷为人体散湿产生的潜热量,人体散湿量取 $100\text{g}/(\text{p} \cdot \text{h})$ 。

6.3 年供暖和供冷需求计算

6.3.1 年供暖需求计算应根据规定的供暖起止日期,进行逐时热负荷计算并累加,即为年供暖总需求,与供暖空间使用面积的比值为年供暖需求。

6.3.2 山东省主要城市年供暖需求计算的供暖期起止日期及计算天数,应按表 6.3.2 选用。

表 6.3.2 山东省主要城市供暖期起止日期及计算天数

城市	日平均温度 $\leq 8^{\circ}\text{C}$ 的起止日期 (当年月.日~次年月.日)	计算天数 (天)
济南	11.13~03.14	122
青岛	11.15~04.04	141

续表 6.3.2

城市	日平均温度 $\leq 8^{\circ}\text{C}$ 的起止日期 (当年月.日~次年月.日)	计算天数 (天)
淄博	11.08~03.27	140
枣庄	11.10~03.26	137
东营	11.09~03.28	140
烟台	11.14~04.03	141
潍坊	11.08~03.28	141
济宁	11.10~03.26	137
泰安	11.08~03.27	140
威海	11.14~04.03	141
日照	11.15~03.30	136
莱芜	11.08~03.27	140
临沂	11.13~03.27	135
德州	11.07~03.27	141
聊城	11.07~03.27	141
滨州	11.06~03.27	142
菏泽	11.09~03.18	130

6.3.3 年供冷需求应根据规定的供冷起止日期,进行逐时冷负荷计算并累加,即为年供冷总需求,与供冷空间使用面积的比值为年供冷需求。

6.3.4 山东省主要城市年供冷需求计算的供冷期起止日期及计算天数,应按表 6.3.4 选用。

表 6.3.4 山东省主要城市供冷期起止日期及计算天数

城市	供冷期起止日期 (月.日~月.日)	计算天数 (天)
济南	05.02~09.24	146
青岛	06.12~09.19	100

续表 6.3.4

城市	供冷期起止日期 (月.日~月.日)	计算天数 (天)
淄博	05.07~09.30	147
枣庄	05.06~09.30	148
东营	05.20~09.25	129
烟台	05.31~09.24	117
潍坊	05.23~09.24	125
济宁	05.05~09.28	147
泰安	05.02~09.24	146
威海	07.06~09.16	73
日照	05.17~09.24	131
莱芜	05.02~09.24	146
临沂	05.07~09.10	127
德州	05.03~09.29	150
聊城	05.03~09.24	145
滨州	05.20~09.25	129
菏泽	05.06~09.30	148

6.3.5 年供暖(冷)需求计算应符合下列规定:

- 1 新风的热(冷)需求计算扣除从排风中回收的热(冷)量;
- 2 建筑供暖、供冷空调系统运行时间按连续运行计算。

6.4 一次能源需求计算

6.4.1 一次能源需求应包括年供暖、供冷和照明一次能源需求。

6.4.2 年供暖、供冷和照明一次能源需求应统一折算求和计算。不同能源的一次能源换算系数应优先使用相关主管部门提供的数据,如没有相关数据,应按附录 B 的规定计算。

6.4.3 计算年供暖需求能耗与年供冷需求能耗时,空调机组冬季工况性能系数取 2.0,夏季工况性能系数取 2.5。

6.4.4 照明系统能耗应根据照明功率密度和照明开关时间,通过软件计算获得。

附录 A 部分外窗热工性能参考表

表 A 部分外窗热工性能参考表

玻璃配置	整窗传热系数 K 值[W/(m ² · K)]						整窗太阳得热系数
	隔热铝合金窗		塑料窗	木窗	木铝窗	铝木窗	
	TL87	TL77					
5 单银 Low-E + 12A + 5 单银 Low-E + 9A + 5	1. 09	1. 18	1. 18 ~ 1. 21	1. 24 ~ 1. 27	1. 08 ~ 1. 11	1. 18 ~ 1. 21	0. 34
5 单银 Low-E + 12A + 5 单银 Low-E + 12A + 5	1. 04	1. 13	1. 13 ~ 1. 16	1. 18 ~ 1. 21	1. 03 ~ 1. 06	1. 13 ~ 1. 16	0. 34
5 单银 Low-E + 12A + 5 单银 Low-E + 9A + 5Low-E	1. 01	1. 10	1. 10 ~ 1. 13	1. 15 ~ 1. 18	1. 00 ~ 1. 03	1. 10 ~ 1. 13	0. 31
5 单银 Low-E + 12A + 5 单银 Low-E + 12A + 5Low-E	0. 96	1. 05	1. 05 ~ 1. 08	1. 10 ~ 1. 13	0. 95 ~ 0. 98	1. 05 ~ 1. 08	0. 30
5 单银 Low-E + 12Ar + 5 单银 Low-E + 9Ar + 5	0. 97	1. 06	1. 06 ~ 1. 09	1. 11 ~ 1. 14	0. 96 ~ 0. 99	1. 06 ~ 1. 09	0. 34
5 单银 Low-E + 12Ar + 5 单银 Low-E + 12Ar + 5	0. 92	1. 01	1. 01 ~ 1. 04	1. 06 ~ 1. 09	0. 91 ~ 0. 94	1. 01 ~ 1. 04	0. 34

续表 A

玻璃配置	整窗传热系数 K 值[$W/(m^2 \cdot K)$]						整窗太阳得热系数
	隔热铝合金窗		塑料窗	木窗	木铝窗	铝木窗	
	TL87	TL77					
5 单银 Low-E + 12Ar + 5 单银 Low-E + 9Ar + 5Low-E	0.90	0.99	0.99 ~ 1.02	1.05 ~ 1.08	0.90 ~ 0.93	1.00 ~ 1.03	0.31
5 单银 Low-E + 12Ar + 5 单银 Low-E + 12Ar + 5Low-E	0.86	0.95	0.95 ~ 0.98	1.00 ~ 1.03	0.85 ~ 0.88	0.95 ~ 0.98	0.30
5 + 12A + 5 单银 Low-E + 0.15V + 5	0.76	0.85	0.85 ~ 0.88	0.91 ~ 0.94	0.76 ~ 0.79	0.86 ~ 0.89	0.36
5 + 15Ar + 5 + 15Ar + 5	0.85	0.94	0.94 ~ 0.97	0.99 ~ 1.02	0.84 ~ 0.87	0.94 ~ 0.97	0.32

注:1 各表内符号和数字:

- 1) A—空气; Ar—氩气; V—真空; Low-E—低辐射膜;
- 2) 字母前数字为中空间层厚度,其他数字为玻璃厚度;
- 2 表内整窗的传热系数数据是根据国家及有关门窗检测部门的数据整理归纳而成;
- 3 外窗的传热系数为玻璃和窗框的整体传热系数,不同材料窗框的传热性能对整窗传热系数的影响与下列因素有关:
 - 1) 塑料窗的传热系数与窗框的空腔数有关(从室内至室外),腔数越多性能越好;
 - 2) 实木窗框传热系数与木材本身的性能有关。

附录 B 一次能源换算系数

表 B 一次能源换算系数^①

能源类型 ^{②、③}	平均低位发热量	一次能源换算系数
原煤	20908kJ/kg	0.123 (kgce/kWh ^④)
洗精煤	26344kJ/kg	
其他洗煤	8363kJ/kg	
焦炭	28435kJ/kg	
原油	41816kJ/kg	
燃料油	41816kJ/kg	
汽油	43070kJ/kg	
煤油	43070kJ/kg	
柴油	42652kJ/kg	
煤焦油	33453kJ/kg	
渣油	41816kJ/kg	
液化石油气	50179kJ/kg	
炼厂干气	46055kJ/kg	
油田天然气	38931kJ/m ³	
气田天然气	35544kJ/m ³	
煤矿瓦斯气	14636 ~ 16726kJ/m ³	
焦炉煤气	16726 ~ 17981kJ/m ³	
高炉煤气	3763kJ/m ³	
热力	—	0.15 (kgce/kWh)
电力	—	按当年火电发电标准煤耗或 0.36 (kgce/kWh _{电量})

续表 B

能源类型 ^{②、③}	平均低位发热量	一次能源换算系数
生物质能	—	0.025 (kgce/kWh)
电力(光伏、风力等可再生能源发电自用)	—	0

注:1 表中数据引自现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T 2589;生物质能换算系数参考国外数据;

2 各种能源折算为一次能源的单位为标准煤当量;

3 实际消耗的燃料能源应按其低位发热量折算到 kWh,再按表中一次能源换算系数折算到标准煤量;

4 表中非特别指出外,kWh 指热量。

本标准用词说明

1 为便于执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的:

正面词采用“可”;

反面词采用“不可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。非必须按所指定的标准执行时,写法为“可参照……”。

引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《住宅设计规范》GB 50096
- 3 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 4 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
- 5 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 6 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 7 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 8 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 9 《综合能耗计算通则》GB/T 2589
- 10 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》
GB/T 7106
- 11 《建筑外墙外保温防火隔离带技术规范》JGJ 289
- 12 《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309
- 13 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346
- 14 《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026

山东省工程建设标准

被动式超低能耗居住建筑节能 设计标准

**Design standard for energy efficiency of passive ultra-low
energy residential buildings**

DB37/T 5074 – 2016

住房和城乡建设部备案号:J 13589 – 2016

条文说明

编制说明

《被动式超低能耗居住建筑节能设计标准》DB37/T 5074 – 2016 经山东省住房和城乡建设厅、山东省质量技术监督局 2016 年 10 月 9 日以[2016]35 号公告批准、发布。

为便于设计、施工图审查、施工、科研、学校等单位有关技术人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	34
3	技术指标	37
4	建筑设计	39
4.1	一般规定	39
4.2	建筑围护结构设计	42
4.3	建筑无热桥设计	46
4.4	建筑气密性设计	49
4.5	建筑遮阳设计	50
5	供暖空调和通风系统设计	52
5.1	供暖空调系统设计	52
5.2	通风系统设计	53
6	供暖和供冷及一次能源需求计算	59
6.1	一般规定	59
6.2	热负荷和冷负荷计算	60
6.3	年供暖和供冷需求计算	62
6.4	一次能源需求计算	64

1 总 则

1.0.1 建筑节能是推进新型城镇化、建设生态文明、全面建成小康社会的重要举措。

国家《能源发展战略行动计划(2014—2020年)》(国办发[2014]31号)提出:坚持节能优先,以工业、建筑和交通领域为重点,创新发展方式,形成节能型生产和消费模式。加强建筑用能规划,实施建筑能效提升工程。

建筑能效提升主要目的是在保证建筑功能需求与合理舒适度(温度、湿度、空气品质等)的基础上提高能源资源使用效率,减少建筑能源资源消耗量及对环境的影响,是对建筑节能发展提出的更高要求。从世界范围看,不断提高建筑能效要求,已成为许多国家推进绿色发展、应对气候变化、落实可持续发展战略的重要抓手。欧盟等国家都在积极制定超低能耗建筑发展目标和技术政策,建立适合本国特点的超低能耗建筑标准及相应技术体系,超低能耗建筑正在成为建筑节能的发展趋势。

超低能耗居住建筑节能设计是以控制建筑能耗指标为导向,采用性能化设计方法进行设计。与传统节能建筑相比,优势主要表现在:更加节能,建筑物全年供暖供冷需求及一次能源需求显著降低,建筑节能率达到90%以上;更加舒适,保证了建筑室内适宜的温湿度、良好的空气质量、安静的室内环境;更高的建筑质量,寿命更长。

为建立符合山东省省情的超低能耗居住建筑技术标准体系,编制组借鉴了国内外被动房和近零能耗建筑的经验,结合山东省已有工程实践,制定了《被动式超低能耗居住建筑节能设计标准》(以下简称本标准),为山东省超低能耗居住建筑的建设与推广提

供依据。

1.0.2 本标准的适用范围为山东省新建、扩建的住宅、集体宿舍、公寓、养老院。居住建筑中的底部有公共建筑的部分(含商业服务网点),公共建筑部分执行现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189,公共建筑部分上部的居住建筑部分执行本标准。

1.0.3 本条明确了超低能耗居住建筑降低建筑物能耗需求的主要途径和手段。

1.0.4 超低能耗居住建筑的设计和传统的节能设计有很大的不同,超低能耗居住建筑是以建筑能耗值为控制目标,必须经相应的软件计算确定。

超低能耗居住建筑的设计必须贯彻“因地制宜、被动措施优先、主动措施优化”的原则。

1 在建筑的规划设计方面,应优化建筑布局和朝向,避开当地冬季的主导风向。建筑设计中,在建筑平面、立面上不宜有过多的凹凸,以使建筑的体形系数最优。同时建筑的布局和设计还要以冬季保温和获取太阳得热为主,兼顾夏季隔热遮阳要求,过渡季节还应能实现充分的自然通风。

2 超低能耗居住建筑节能设计是以建筑能耗值为最终的控制目标,采取的各种节能措施和方法应因地制宜,结合当地技术经济条件,通过建筑能耗模拟分析对建筑设计方案进行优化后确定。

3 超低能耗居住建筑围护结构的热桥和气密性处理非常关键,因此应制定专项节点设计方案,并绘制详细的大样图。

4 超低能耗居住建筑的暖通空调设计,要求通过高效热回收新风系统,有效降低建筑物的通风换气热损失,因此,应研究和制定合理的新风处理方案,并对气流组织进行优化设计。

5 由于超低能耗居住建筑的高气密性要求,室内装修应由建设方统一组织实施,应避免用户的后装修对建筑围护结构热工性

能和气密性的损坏,以及对新风气流组织的影响。同时,由于居住建筑的高品质要求,室内装修应采用无污染环境友好型材料和部品。

1.0.5 本标准是从超低能耗节能目标的角度对居住建筑提出要求,并不能涵盖居住建筑所应有的全部功能和性能要求,如结构安全、防火安全等;且涉及的专业较多,相关专业均有相应的设计标准,如建筑给水排水、电气专业设计应按照山东省工程建设标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026 的规定执行。因此,在进行超低能耗居住建筑节能设计时,除应符合本标准的规定外,还应符合国家及省现行标准的有关规定。

3 技术指标

3.0.1 超低能耗居住建筑技术指标根据国家《被动式超低能耗绿色建筑技术导则》(以下简称国家《导则》)并参照德国被动房技术指标确定。

3.0.2 本条规定了超低能耗居住建筑年供暖(冷)需求指标、一次能源需求指标及气密性指标。

年供暖(冷)需求指标和一次能源需求指标是参照国家《导则》技术指标、德国被动房技术指标并结合山东省省级被动式超低能耗绿色建筑试点示范项目能耗模拟计算结果得出,分别采用以下三种计算方法:

1 年供冷需求指标根据国家《导则》第 12 条表 1 中公式计算得出。其中,各地室外气象参数分别按照行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 和《中国建筑热环境分析专用气象数据集》(2005)取值,并进行对比计算分析。

2 根据德国被动房研究所提出的被动房认证标准中规定的居住建筑年供冷需求计算公式进行计算。

3 对山东省省级被动式超低能耗绿色建筑试点示范项目,采用了 Designbuilder 和 Dest 建筑能耗分析软件进行了能耗模拟计算。

综合以上结果,考虑到山东省各地区年供暖(冷)需求的最大值和经济技术合理性,确定了山东省超低能耗居住建筑年供暖(冷)需求和一次能源需求指标。

3.0.3 超低能耗居住建筑是室内舒适度更高的建筑,因此,其室内温度的设定范围为 $20^{\circ}\text{C} \sim 26^{\circ}\text{C}$,室内相对湿度的设定范围为 $30\% \sim 60\%$ 。另外,为了提高室内的空气品质,要求室内的新风量

不小于 $30\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{p})$ 。

超低能耗居住建筑的室内允许噪声级是根据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 对住宅的卧室、起居室(厅)的高要求确定的。为了实现此目标,采取的措施主要包括:采用隔声性能更好的门窗、采用噪声更低的设备系统、建筑楼板应设置隔声垫、对各种管道采取隔声措施以及做好相邻居住单元之间的隔声等。

室内空气细颗粒物($\text{PM}_{2.5}$)日平均浓度是参照行业标准《建筑通风效果测试与评价标准》JGJ/T 309 - 2013 中 3.2.4 条第 2 款“室内空气可吸入颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 的日平均浓度宜小于 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ ”,同时考虑到超低能耗居住建筑更高的室内空气品质要求确定。

室内二氧化碳浓度控制主要考虑公寓、宿舍等建筑可能存在的室内二氧化碳浓度超标的问题,需要对该浓度进行控制。本标准室内二氧化碳浓度控制指标是按照室内二氧化碳浓度 1000ppm 换算得到的数值,在日常监测过程中根据监测设备的要求确定数据单位。

围护结构内表面温度与室内温度的差值小于等于 3°C ,围护结构内表面温度按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 计算。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 超低能耗居住建筑节能设计应采用性能化设计方法,通过相应软件计算以达到本标准表 3.0.2 规定的建筑能耗指标,同时,还要满足本标准表 3.0.3 对室内环境参数的要求。

建筑规划和建筑设计应围绕能耗目标,优化空间布局和能源供应方案,前期规划越合理,节能潜力越大,目标越容易实现。超低能耗居住建筑设计应遵循下列原则:

1 应以气候特征为引导进行建筑方案设计,在设计前应充分了解当地的气象条件、自然资源、生活居住习惯,借鉴传统建筑被动式措施,根据不同地区的特点进行建筑平面总体布局、朝向、体形系数、开窗形式、采光遮阳、建筑热惰性、室内空间布局的适应性设计。

2 应通过性能化设计方法优化围护结构保温、隔热、遮阳等关键设计参数,降低建筑年供暖(冷)需求,性能化设计方法应贯穿设计全过程;

3 各专业间应协同设计,机电工程师应参与建筑方案的设计,施工单位应组织建筑保温做法、热桥处理及气密性保障等培训,使设计意图能在施工中得到贯彻落实。

4.1.2 本条是从建筑总平面规划角度贯彻被动措施优先的设计方法。

建筑总平面规划应根据周围环境和场地条件,通过风(热)环境模拟软件和日照分析模拟软件对建筑布局、朝向、形体和间距等进行优化设计。既能增强夏季自然通风、减少热岛效应,又能增加

冬季日照,避免冷风对建筑的影响,保证舒适的室外活动空间和室内良好的自然通风条件,减少气流对区域微环境和建筑本身的不利影响,还要符合建筑相关日照标准。具体要求是:

1 在冬季典型风速和风向条件下,建筑物周围人行区风速小于 5m/s ,且室外风速放大系数小于 2.0。除迎风第一排建筑外,建筑迎风面与背风面表面风压差不大于 5Pa 。

2 在过渡季、夏季典型风速和风向条件下,场地内人活动区不出现涡旋或无风区。50% 以上可开启外窗室内外表面的风压差大于 0.5Pa 。

3 通过室外热环境的模拟计算,室外热岛强度小于等于 1.5°C 。

4 建筑规划应满足日照标准,且不得降低周边建筑的日照标准。

4.1.3 本条是从建筑设计角度贯彻被动措施优先的设计方法。

建筑朝向选择的原则是冬季能获得充足的日照并避开冬季主导风向,夏季能利用自然通风并减少太阳辐射得热。本条强调面向冬季主导风向的外门应设置门斗或双层外门,以降低冬季开闭外门的冷风侵入对建筑能耗的影响。

4.1.4 超低能耗居住建筑中常设有具有改善自然通风、天然采光、建筑遮阳等功能的构件,以及在屋顶或外墙设置的太阳能集热器、光伏组件、立体绿化等,对改善室内环境和降低建筑能耗有重要的作用。这些构件应在建筑设计时与建筑造型和立面进行一体化集成设计,利用功能构件作为建筑造型的语言,在满足建筑功能的前提下表达丰富的美学效果,并节约大量的资源。同时,这些功能构件和设备的设置还应满足建筑使用和安全疏散等要求。

4.1.5 目前地下空间的利用率日益提高,地下空间能充分利用天然采光和自然通风可节省白天照明能耗,创造健康舒适的光环境

和风环境。在地下室设计下沉式庭院,或使用窗井、采光天窗,应注意设计好排水、防漏等问题。

建筑功能的复杂性和土地资源的紧缺,使建筑进深不断加大,为了满足人们心理和生理上的健康需求,并节约照明能耗和空调通风能耗,就要通过一定技术手段将天然采光和自然通风引入大进深的地上室内空间和地下空间内部。如导光管、反光板、反光镜、集光导光装置、棱镜玻璃窗等,通过反射、折射等方法将自然光导入和传输。还可以采用中庭、采光井、采光天窗、半地下室等方式,改善这些空间的天然采光效果和自然通风。

4.1.6 体形系数对建筑能耗的影响很大,因此应使建筑造型规整紧凑,避免在平面和立面上过多的凹凸变化和装饰性构件。因为超低能耗居住建筑是以建筑能耗控制指标为计算依据的,因此,本条没有将体形系数限值强制,而采用了“不宜”的表述。有关体形系数的计算可以参照山东省工程建设标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026 的规定。

4.1.7 外窗的传热系数远大于外墙,窗墙面积比越大,能耗也就越大,越不利于建筑节能。近年来工程设计中的窗墙面积比普遍较大,部分工程的外窗设置已远远超出了对自身功能如采光、通风的要求,不仅造成了冬季供暖能耗的加大,且增加了夏季空调供冷能耗。因而,在进行被动式超低能耗节能设计时,应进行模拟计算。德国被动房对公共建筑和居住建筑统一要求窗墙面积比小于0.7,本条对各朝向窗墙面积比做了规定,方便设计人员参考选取进行模拟计算,并根据模拟结果进行调整。在满足本标准规定的能耗指标及基本采光、通风要求下,设计人员应严格控制建筑各朝向的窗墙面积比。

本条是按朝向窗墙面积比要求的,是宏观控制指标。在某一朝向上,所有房间均应一起计算。外门面积计入外窗面积。

窗墙面积比的计算应遵循以下原则:

1 敞开阳台的阳台门计入窗户面积。

2 封闭阳台:

1)当阳台外侧围护结构不设置保温,在与直接相通房间之间设置保温隔墙和门窗时,窗墙面积比按阳台内侧的围护结构面积计算,即按敞开阳台考虑。

2)对于与房间之间无保温隔墙和门窗,保温设在外侧的封闭阳台,不论是否设置阳台门,均按阳台外侧实际围护结构计算。

4.1.8 建筑门窗的开口位置及室内家具布置,应有利于自然通风,宜形成穿堂风,这是很好的被动措施,对于过渡季节的节能十分有利。

4.1.9 新风和排风管道布置与室内空间布局协调,缩短风管长度,不仅可以减少空气阻力,还可达到节材的目的。

4.1.10 ~ 4.1.11 对外墙、隔墙、门窗提出隔声性能要求、提高楼板的撞击声隔声性能要求以及对管道的隔声处理,都是为了提高超低能耗居住建筑的居住品质。

保温隔声材料、保温隔声垫宜选用橡塑等材料。

4.2 建筑围护结构设计

4.2.1 对建筑围护结构保温性能提出一般性的规定。

1 目前,常见的外墙保温形式有外保温系统、夹心保温系统及内保温系统。因为夹心保温系统及内保温系统的热桥及其处理的方式对外围护结构传热系数的影响较大,难以满足超低能耗居住建筑无热桥设计的要求,即使外墙采用夹心保温系统及内保温系统,在承重结构或基层墙体的外侧也必须再增加外保温系统。

2 外保温系统的连接锚栓应采取阻断热桥措施,是为了降低系统性热桥对平均传热系数的影响。

3 超低能耗居住建筑外墙的内侧应采用热惰性大的重质墙体结构,提高围护结构的隔热性能。围护结构的热惰性越大,围护结构抵抗外界温度波动的能力越强,建筑物内表面温度受外表面温度波动影响越小。

4 现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 对不同建筑采用外保温系统的保温材料的燃烧性能等级提出了要求。外保温材料的燃烧性能等级为 A 级,可以不再设置防火隔离带;外保温材料的燃烧性能等级为 B1 或 B2 级,应当按规定设置防火隔离带,具体设置要求应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和行业标准《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289 的规定执行。

4.2.2 本条对超低能耗居住建筑围护结构的热工性能指标取值作出了规定。

超低能耗居住建筑是以满足本标准的能耗指标为目标,因此,根据山东各地区具体气候特征和自然条件,结合当地经济水平,在满足本标准技术指标要求前提下,围护结构的热工性能指标给出了取值范围,使设计人员有一定的选择和取舍。

外墙(屋面)的 K 值应是考虑了热桥影响后计算得到的平均传热系数和墙体(屋面)系统性热桥传热系数之和。依据德国被动房研究所对无热桥设计的定义要求,热桥线传热系数应小于 $0.01\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,墙体(屋面)系统热桥传热系数应小于 $0.01\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。本标准规定,在计算外墙(屋面)平均传热系数时,应按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定,用专用二维热桥稳态传热软件和平均传热系数计算软件进行复核计算,其中热桥线传热系数应小于等于 $0.01\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。墙体(屋面)系统性热桥传热系数应小于等于 $0.01\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,是指按照本标准无热桥设计和相关现行标准规范的要求,墙体(屋面)

保温系统正常做法时的取值;当外墙面采用可能大量增加系统热桥的装饰构造做法(如干挂石材、金属幕墙等)时,应根据具体构造设计计算出相应的系统热桥传热系数。

一般情况下,墙体的系统性热桥必须考虑,屋面在有较多的构造设施(如平屋面设计了框架、廊架及坡屋面)时应考虑系统性热桥,否则可不考虑。

地面及地下室外墙热阻计算:地面热阻为基础持力层以上各层材料的热阻之和,地下室外墙热阻为外墙内外各层材料的热阻之和。室内侧的内表面换热系数按 $0.11\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,与土壤接触的外表面换热系数不考虑。地面及地下室外墙 K 值等于 $1/R_0$ 。

敞开阳台内侧的外窗和阳台门,封闭阳台内与房间之间直接相通且不设置隔墙和门窗时的阳台门、窗的 K 值应小于等于 $1.00\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。外门、户门、单元门均应采用保温密闭门,其 K 值应符合本表的规定。

分隔供暖与非供暖空间的隔墙、变形缝墙(两侧墙体内保温)及住宅建筑分户墙的保温,当采用保温板时,保温板的燃烧性能等级应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

外窗太阳得热系数($SHGC$)是用 $0 \sim 1$ 之间的无量纲数来表示,外窗太阳得热系数($SHGC$)值越高,进入室内的太阳辐射得热越多,外窗太阳得热系数($SHGC$)值越低,进入室内的太阳辐射得热越少。外窗太阳得热系数($SHGC$)和外窗综合遮阳系数(SC)有密切的关系,即外窗太阳得热系数($SHGC$)值 = 外窗遮阳系数(SC)值 $\times 0.87$ 。外窗综合遮阳系数(SC)的计算可按山东省工程建设标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026 的有关规定执行。

寒冷地区以冬季获得太阳辐射热为主,同时兼顾夏季隔热,南向或北向的外窗太阳得热系数($SHGC$)值宜取高值,东西向外窗太

阳得热系数($SHGC$)值宜取低值。外窗太阳得热系数($SHGC$)取值可以采取以下方式:

1 采用透光性能好且遮阳性能也好的 Low-E 中空玻璃。采用 Low-E 玻璃时,应综合考虑膜层对 K 值和 $SHGC$ 值的影响。膜层数越多, K 值越小,同时 $SHGC$ 值也越小;当需要 $SHGC$ 值较小时,膜层宜位于最外片玻璃的内侧;当需要 K 值较小时,也可选择 Low-E 中空真空玻璃,Low-E 膜应朝向真空层。

2 采用建筑固定外遮阳设施,经计算使外窗太阳得热系数($SHGC$)值满足标准要求。

3 设置了展开或关闭后可以全部遮蔽外窗的可调节外遮阳以及封闭阳台与直接相通房间之间设置了保温隔墙和门窗的情况,可认为满足要求。

原则上不鼓励在降低窗户传热系数的同时,影响 $SHGC$ 的取值。应尽可能多的引入外界的太阳可见光到室内,以保证室内空间的天然采光效果及在冬季获得有效的太阳辐射热。

需要指出的是,外墙、屋面、架空或外挑楼板、分隔供暖与非供暖空间的楼板、地面及地下室外墙,这些部位的 K 值一般取中值或低值,因为这些部位采用加厚的保温材料实现限值,容易达到且付出的代价小。还有,分隔供暖与非供暖空间的隔墙、变形缝墙(两侧墙体内保温)、住宅建筑分户墙其 K 值也必须满足,这是因为超低能耗居住建筑有很高的居住舒适度,其室内温度的波动范围很小,应当减少单元(户间)传热的相互影响。

4.2.3 非供暖楼梯间和其他与室外接触的非供暖空间围护结构的外墙、外窗、外门、屋面等的传热系数应符合本标准表 4.2.2 规定,是为了减少对建筑能耗和室内环境舒适度的影响。在实际工程设计中,非供暖楼梯间和其他与室外接触的非供暖空间不在被动式设计区域内的情况是存在的,考虑到经济合理性,在保证与其

相邻的供暖空间满足本标准建筑能耗指标和室内环境参数指标前提下,其围护结构的外墙、外窗、外门、屋面等的热工性能指标应符合山东省工程建设标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026 限值规定。

4.2.4 本条对外窗、外门的气密性能、水密性能、抗风压性能作出规定,不仅能减少建筑物内的热量损耗,且有利于保证室内热环境质量及舒适度。

由于本标准外窗的热工性能提高了很多,其气密性能、水密性能、抗风压性能也应相应提高。现行国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106 规定的气密性能 8 级指标为单位缝长空气渗透量 $q_1 \leq 0.5 \text{ m}^3/(\text{m} \cdot \text{h})$,单位面积缝长空气渗透量 $q_2 \leq 1.5 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;水密性 6 级指标为 $\Delta P \leq 700 \text{ Pa}$;抗风压性能等级 9 级指标为 $P_3 \geq 5.0 \text{ kPa}$ 。

4.2.5 由于超低能耗居住建筑外门窗的 K 值比传统节能建筑降低很多,因此,应使用保温性能更好的隔热型材铝合金门窗、PVC 塑料门窗、木门窗及铝木(木铝)复合门窗等,其玻璃的配置同时要采用 Low-E 膜层、真空层、惰性气体等措施以加强门窗的保温,降低门窗的 K 值。门窗产品 K 值的依据,应是国家认可的第三方检测机构出具的检测报告。

4.3 建筑无热桥设计

4.3.1 超低能耗居住建筑的热桥有结构性热桥和系统性热桥,应严格控制热桥的产生,对建筑外围护结构进行无热桥设计。在外墙、屋面、地下室外墙和地面等易产生结构性热桥的部位,应重点处理;对于外保温的系统性热桥,应在保证外保温系统安全的前提下,减少和主体的拉结。

4.3.2 本条提出了避免热桥应遵循的原则。在实际工程设计中,

完全避免热桥是非常困难的,需要采取措施将热桥产生的影响降低到最低,如不可避免,也要在满足使用功能及安全的前提下,使热桥的断面最小。阻断热桥措施包括采用硅橡胶、木片等做垫片。

4.3.3 本条是对外墙进行无热桥设计时作出的规定。

前三款是对外保温作出的规定,后三款是对在墙上固定导轨、支架、管道穿墙以及开关、插座作出的规定。

墙体两侧的开关、插座不应在同一空间位置,应错位安装。

另外,对于居住建筑的底部有公共建筑的部分(含商业服务网点),公共建筑部分的外保温层和上部居住建筑的外保温层宜连续,使建筑的外立面易于处理,否则,应采取相应措施,使居住建筑的外保温层向下延伸 1000mm,以处理此处的热桥。

4.3.4 本条是对屋面进行无热桥设计时作出的规定。

1 屋面保温层与外墙保温层应实现交圈、连续,不得出现间断情况。

2 超低能耗居住建筑的屋面应具有良好的保温及防水效果,屋面的防水等级应为 I 级,屋面的基本构造层次应为:结构层→找平层(需要时)→防水(隔汽)层→保护层→找坡层→找平层→保温层→找平层→防水(透汽)层→隔离层→保护层。为保证屋面的保温和气密性,屋面找坡层中不宜设排汽构造,在施工其他防水构造层次时,找坡层的含水率应小于等于 12%。

3 对突出屋面的结构体如风道、烟道、管井等,其外侧的保温层应与屋面、墙面保温层连续。对女儿墙、土建风道出风口等薄弱环节,应设置金属盖板,以提高其耐久性。

4 对金属管道穿屋面以及室内侧和室外侧的管道,均应采取保温措施,设置厚度不小于 40mm 的保温层。

4.3.5 本条是对地下室和地面进行无热桥设计时作出的规定,此处的地下室包含半地下室的情况。

1 地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层连续,并应采用防水性能好的保温材料,如挤塑板;地下室外墙的防水层应延伸至室外地面以上 500mm,这是根据现行国家标准《地下工程防水技术规程》GB 50108 的规定制定的。之所以要求地下室外墙外侧保温层的外部宜设置一道防水层是考虑到保温板铺贴时,板与板之间的缝隙容易渗水,从而导致保温层的保温效果降低。如果有可靠的措施,可以保证板与板之间的防水密闭性,也可以不做外侧的防水层。

2 第 2 款、第 3 款,对地下室为非供暖(冷)房间和供暖(冷)房间时,其外墙保温层的埋置深度作出的相应规定。

3 非供暖(冷)地下室顶板的保温层应从顶板向下延伸,长度不应小于 1000mm 或完全覆盖地下室外墙内侧,这是对非供暖(冷)地下室顶板的无热桥设计提出的处理措施。对于居住建筑的底部有公共建筑的部分(含商业服务网点),如果公共建筑部分执行了现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189,居住建筑和公共建筑之间的分隔楼板的保温层也应从顶板向下延伸,长度不应小于 1000mm。

4 未设地下室的地面保温层与外墙内侧、内墙两侧在地面以下的保温层应连续,保温层的埋置深度应从室外地面向下延伸,长度不应小于 1000mm。之所以这样规定,也是为了减少地面热桥的影响。为保证地面的保温和防水效果,地面保温层的两侧宜分别设置一道防水层。

4.3.6 本条是对外门窗进行无热桥设计时作出的规定。

1 外门窗采用暖边间隔条,可以进一步降低门窗的传热系数,据测试结果,传热系数可以降低 $0.10\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \sim 0.20\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。减少门窗的分格,也会减少热桥的影响,从而减少通过门窗框型材的热传递损失。

2 本款规定了外门窗在墙体上的安装位置要求(木结构建筑除外),规定外门窗宜采用窗框内表面与结构外表面齐平的外挂安装方式,安装件与基层墙体连接处应采用硅橡胶、木片等做垫层。这些措施,都是为了减少热桥的传热损失。

3 外窗台应与外窗设计相互配合设置成品窗台板,以避免雨水侵蚀而造成保温层的破坏;成品窗台板宜使用金属成品窗台板。

4.3.7 悬挑阳台的阳台板在满足抗震的前提下,宜采用阳台板与主体结构断开的设计。在断开处应填塞保温材料以断开热桥,悬挑结构梁处应做好保温设计,此处的保温应与主体墙的保温连续,保温材料应将挑梁和阳台结构体整体包裹、交圈,避免热桥。

4.4 建筑气密性设计

4.4.1 建筑气密性能对于实现超低能耗目标非常重要。良好的气密性可以减少冬季冷风渗透,降低夏季非受控通风导致的供冷需求增加,避免湿气侵入造成的建筑发霉、结露和损坏,减少室外噪声和空气污染等不良因素对室内环境的影响,提高居住品质。因此,建筑气密层应连续并包围整个外围护结构内侧,建筑设计施工图中应明确标注气密层位置。

设计人员还应选择适宜的气密性材料构成气密层,常见的材料包括一定厚度(如 15mm)的抹灰层、硬质材料板(如密度板、石材)、气密性薄膜等。孔眼薄膜、保温材料、软木纤维板、刨花板、砌块墙体等均不适合做气密层材料。

4.4.2 对于采用硬质材料板做气密层的建筑,其造型和节点设计应简洁,以减少或避免出现气密性难以处理的情况。

应选择适用的气密性材料做节点气密性处理,如紧实完整的混凝土、气密性薄膜、专用膨胀密封条、专用气密性处理涂料等材料。包装胶带、聚氨酯发泡、防水硅胶等材料不适合做节点气密性

处理材料。

4.4.5 本条强调了外门窗安装的密封要求。门窗框与外墙表面之间的缝隙宜采用预压膨胀密封带密封;防水隔汽膜、防水透汽膜等材料组成的外门窗密封系统应由系统供应商提供。

4.5 建筑遮阳设计

4.5.1 在寒冷地区,太阳辐射得热会增加夏季供冷能耗,因此,建筑的东、西、南向的外窗宜采取遮阳措施。

4.5.2 外遮阳包括固定外遮阳和可调节外遮阳,应根据外形要求、经济条件、适用形式确定采用固定或可调节外遮阳。采用可调节外遮阳,可以更好的兼顾夏季遮阳和冬季太阳辐射得热需求,宜优先选择可调节外遮阳设施。

固定外遮阳的基本形式有四种:水平式、垂直式、综合式和挡板式。选择外遮阳形式,应综合考虑太阳高度角、地区纬度、建筑物的朝向以及遮阳的时间确定。水平式遮阳适用于南向窗户,遮挡入射角较大的阳光;垂直式遮阳有利于遮挡从两侧斜射而入射角较小的阳光,适用于东北、东和西北向的窗户;综合式遮阳适用于东南和西南方向的窗户,适用于遮挡入射角较小、从窗侧面斜射下来的阳光;挡板式遮阳主要适用于东、西向的窗户,遮挡太阳入射角较小、正射窗口的阳光。

4.5.3 建筑选择的可调节外遮阳设施宜能根据太阳高度角和室外天气情况进行调节,自动调节是最佳选择,也可选用手动调节。可调节外遮阳与外窗的间距宜大于 100mm,以减少外窗玻璃受热辐射影响。

4.5.4 设计固定外遮阳时,采用何种外遮阳形式以及挑出长度应综合考虑建筑物所处地理纬度、朝向、太阳高度角和太阳方位角及遮阳时间,通过对建筑物进行日照及能耗分析来综合比较确定。

4.5.5 低层、多层建筑及高层建筑的底层部分的遮阳设计还可采用更为自然或环保的方式实现,如在建筑物的南向与东、西向种植高大落叶乔木对建筑进行遮阳以及在外墙种植攀缘植物,利用攀缘植物进行遮阳以降低夏季的太阳辐射得热。

4.5.6 在夏季,南向窗户的太阳入射角较大,因此采用可调节外遮阳或固定水平外遮阳方式是合适的选择。固定水平外遮阳挑出长度应通过软件计算。

4.5.7 在夏季,东向和西向窗户的太阳斜射入射角较小,宜采用可调节外遮阳、固定垂直遮阳设施。

4.5.8 当外窗设置固定或开启上亮时,在上下玻璃的横挺处外侧设置固定外遮阳板,在内侧设置固定反光板,可以将天然光反射到大进深的室内,显著改善室内采光效果。

5 供暖空调和通风系统设计

5.1 供暖空调系统设计

5.1.1 超低能耗居住建筑的供暖空调系统设计形式宜使用高效热回收新风系统承担室内热(冷)负荷,不用或少用传统供暖空调形式,以达到降低建筑能耗的目的,同时可以简化系统,减少投资。也可根据建筑物形式、用途及当地气候、能源特点选取其他合适的系统形式。

近年来,由于能源结构的变化、供热体制改革的前景和住宅的商品化,居住建筑供暖、空调技术出现多元化发展的趋向,包括采用何种能源、热源和冷源的配置形式,以及相应的具体供暖、空调方式。多元化发展本身,就说明各自的相对合理性和可行性。应该从实际条件出发,扬长避短,合理选择。

5.1.2 超低能耗居住建筑能耗较小,考虑集中冷热源调节、输送效率和经济合理性等因素,超低能耗居住建筑不宜采用集中供暖、空调方式,宜采用小型分散式冷热源,且优先利用可再生能源,如高效空气源热泵或地源热泵系统,减少一次能源使用。

5.1.5 当采用空调系统进行供暖、供冷和通风时,空调设备自身及其系统不仅应是高效节能的,而且其运行模式也应是智能、节能的。空调系统应能配合负荷的动态变化而动态调节,实现真正意义上的节能。

5.1.6 分散设置的空调装置或系统的能效除与机组的性能有关外,也与室外机合理的布置有很大关系。为了保证室外机功能的发挥,应将它设置在通风良好的地方,不应设置在通风不良的建筑竖井或封闭的或接近封闭的空间内,如内走廊等地方。如果室外

机设置在阳光直射的地方,或有墙壁等障碍物使进、排风不畅或短路,都会影响室外机功能的发挥,而使机组能效降低。实际工程中,因清洗不便,室外机换热器被灰尘堵塞,造成能效下降甚至不能运行的情况很多。因此在确定安装位置时,要保证室外机有清洗条件。

5.1.7 山东省绝大部分地区全年空气调节室外计算干球温度均在 $-11^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 范围内,应采取相应的技术处理手段保证空调系统正常运行。

5.1.8 对在空调设备内进行循环制冷或制热的工作介质,除了要求其具有良好的热力学性能,物理化学性能和安全性能外,还必须对自然环境无害,且具有不破坏大气臭氧层、减少温室效应等良好的环境保护特性,此类工作介质被称为环保性工质。其中,ODP(消耗臭氧潜能值)必须为 0;GWP(全球变暖潜能值)尽可能小。目前,适用于中小型空调设备的环保性工质有 R134a、R-407C 和 R-410A 等。

5.2 通风系统设计

5.2.1 超低能耗居住建筑通常使用新风系统承担房间热(冷)负荷,采用高效热回收功能的新风系统能使建筑的能耗降低,从而实现超低能耗指标。

5.2.2 超低能耗居住建筑是高气密性的建筑,在关闭门窗的情况下,居民已不能通过外门窗空气渗透得到足够的新鲜空气,加之超低能耗居住建筑能耗指标控制严格,故在供暖和供冷季节都不应开窗通风,必须单独设置新风和排风系统。总新风量可参照本标准 6.2.3 条确定,当按照 6.2.3 条确定的新风量不足以承担房间的热(冷)负荷时,需考虑采用一次回风等措施。排风量比新风量略小,是考虑维持室内的微正压。

5.2.3 室内气流组织设计的原则是使室内各房间、各区域温度、湿度、空气速度、二氧化碳浓度均匀。对于不能设置回风口的房间,在房间内门与地面间预留 20mm ~ 25mm 的缝隙,是为了使该房间顺利回风。当设置门下缝隙不方便时,可在内门或内墙设置通风孔隙,有隔声效果的同时具备一定通风功能。

对于住宅建筑,建筑层高一般为三米左右,每个房间同时设置送风口与回风口会造成实际使用层高降低,可在起居室、卧室等主要功能房间设置送风口,在餐厅、走廊等位置设置集中回风口,并合理布置送回风管。

5.2.5 控制风管、风口的风速是为了控制噪声和使气流均匀,使人无明显的吹风感,以提高室内舒适度。

5.2.6 关于进风口和排风口位置的规定,是根据国内外有关资料,并结合国内的实践经验制定的。

1 为使送入室内的空气免受外界环境的不良影响而保持清洁,因此规定把进风口布置在室外空气较清洁的地点。

2 为防止排风对进风的污染,进、排风口应遵循避免短路的原则。进风口宜低于排风口 3m 以上,当进、排风口在同一高度时,宜在不同方向设置,当进、排风口设置在同一方向、高度时,水平距离不宜小于 10m。

3 为防止送风系统把进风口附近的灰尘、碎屑等扬起并吸入,故规定进风口下缘距室外地坪不宜小于 2m,同时还规定当设在绿化带时,不宜小于 1m。人员活动场所是指有人员经常停留或经过的室外场所,为防止或减少排风对人员的影响,尤其避免排风口排出的风直接吹人,提高排风口底部高度可以解决风口吹人的问题。如果排风口不是朝向人员活动的场所,或周围为绿地等非人员活动场所,不限定排风口底部的高度。但必须特别注意,排风口底部高度较低时,一定要采取适当的建筑防、排水措施,防止地

面水从排风口倒灌进入建筑。

4 进风口、排风口应设置格栅或网格,防止异物进入新风系统。

5.2.7 本条对超低能耗居住建筑新风系统使用的热回收装置的全热回收效率和风机的用电水平及新风量调节进行了规定,以满足超低能耗居住建筑对能源需求和室内空气质量的要求。

国家《导则》第56条规定:“夏热冬冷和夏热冬暖地区夏季室外空气相对湿度大,宜选用全热回收装置,与显热回收相比,具有更好的节能效果”。夏热冬冷和夏热冬暖地区夏季室外空气含湿量为 $20\text{g/kg} \sim 22\text{g/kg}$,山东省大部分地区夏季室外空气含湿量为 $19\text{g/kg} \sim 21\text{g/kg}$,采用全热回收装置可以显著降低处理新风所需能耗。因此设计时应采用全热回收装置。山东省、夏热冬冷和夏热冬暖地区主要城市夏季室外空气计算参数见表1。

表1 山东省、夏热冬冷和夏热冬暖地区主要城市夏季室外空气计算参数

山东省主要城市夏季室外空气计算参数						
序号	地市	干球温度 ($^{\circ}\text{C}$)	湿球温度 ($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度 (%)	焓值 (kJ/kg)	含湿量 (g/kg)
1	济南	34.7	26.8	61	84.6	19.3
2	青岛	29.4	26.0	73	81.2	20.2
3	淄博	34.6	26.7	62	84.2	19.2
4	烟台	31.1	25.4	75	78.5	18.4
5	潍坊	34.2	26.9	63	85.1	19.7
6	临沂	33.3	27.2	68	86.5	20.6
7	德州	34.2	26.9	63	85.1	19.7
8	菏泽	34.4	27.4	66	87.4	20.6
9	日照	30.0	26.8	75	84.8	21.3
10	威海	30.2	25.7	75	79.8	19.3

续表 1

山东省主要城市夏季室外空气计算参数						
序号	地市	干球温度 (℃)	湿球温度 (℃)	相对湿度 (%)	焓值 (kJ/kg)	含湿量 (g/kg)
11	济宁	34.1	27.4	65	87.4	20.7
12	泰安	33.1	26.5	66	83.3	19.5
13	滨州	34.0	27.2	64	86.5	20.4
14	东营	34.2	26.8	64	84.6	19.5
夏热冬冷地区主要城市夏季室外空气计算参数						
序号	地市	干球温度 (℃)	湿球温度 (℃)	相对湿度 (%)	焓值 (kJ/kg)	含湿量 (g/kg)
1	上海	34.4	27.9	69	89.8	21.5
2	杭州	35.6	27.9	64	89.8	21.0
3	南京	34.8	28.1	69	90.8	21.7
4	长沙	35.8	27.7	61	88.8	20.5
5	重庆	36.5	27.9	59	89.7	20.6
夏热冬暖地区主要城市夏季室外空气计算参数						
序号	地市	干球温度 (℃)	湿球温度 (℃)	相对湿度 (%)	焓值 (kJ/kg)	含湿量 (g/kg)
1	广州	34.2	27.8	68	89.3	21.4
2	南宁	34.5	27.9	68	89.8	21.4
3	深圳	33.7	27.5	70	87.9	21.0
4	海口	35.1	28.1	68	90.8	21.6
5	厦门	33.5	27.5	71	87.9	21.1

考虑到房间室内人员密度在实际使用中会发生变化偏离设计工况,要求新风系统的新风量应能进行调节。

对于普通住宅,二氧化碳浓度传感器可设置在客厅、卧室等主要房间。对于养老院、公寓等人员密度较大且房间独立性较高的建筑,二氧化碳浓度传感器应每个房间设置,并与通风系统联动。

5.2.10 在新风和排风管路中安装保温密闭阀门,目的是防止室外空气渗透。

5.2.11 新风系统宜设旁通管,在室外空气条件满足要求的情况下,新风直接通过旁通管进入室内,以减少处理新风负荷需要的能量。

5.2.12 超低能耗居住建筑具有高气密性,厨房在排油烟系统开启时如不采取补风措施,室内将形成较大的负压,影响房门开启以及空调系统、卫生排水系统等正常运行,严重时还可能从排水系统中反味。因此应设置补风系统,但须处理好排油烟系统不开启时的漏风、热桥问题及补风系统开启时风管结露问题。厨房排风不宜进行排风热回收,宜直接排出室外。

5.2.13 本条规定了卫生间通风的要点:

1 因为卫生间要维持负压,避免不洁空气溢流到其他空调区域影响空气品质。因此,卫生间一般只设置排风,无需补风装置。卫生间排风经卫生间通风器导入排风竖井内,由排风竖井排出室外,这种集中排放方式无需设置排风机,可应用无动力风帽协助排风,运行经济,节能,投资少。

2 排风竖井内风速以 $1\text{m/s} \sim 2\text{m/s}$ 为宜,排风竖井排风量按照每个卫生间排风量总和的 $60\% \sim 80\%$ 计算,层数多时取小值,层数少时取大值。

3 对于住宅卫生间,风道安装时宜设置向卫生间方向的坡度,因为住宅卫生间也做淋浴间,经常会有大量水蒸气,造成排风系统管道内产生大量凝结水,设置一定坡度有利于管道内的凝结水的排出。

5.2.15 空调、通风等设备是产生噪声和振动的来源,其位置不宜靠近卧室。当噪声源位置距离有较高隔振和消声要求的房间较近时,必须采取有效措施,对噪声和振动在传播途径上加以

控制。

5.2.16 在冬季应采取措施预热新风,以防止新风系统产生霜冻,保证设备可靠运行。

5.2.17 送风口出风温度应根据设计计算确定。本条对冬季送风温度做出最低要求,是为了减少冷风吹风感,保证室内舒适度。

6 供暖和供冷及一次能源需求计算

6.1 一般规定

6.1.1 超低能耗居住建筑是以控制建筑能耗为导向,需要计算建筑年供暖(冷)需求。因此建筑年供暖(冷)需求计算是超低能耗居住建筑设计的重要环节,从初步设计方案到施工图设计,以及建筑外观与外围护结构设计更改,都要进行需求指标的计算,以保证达到超低能耗的要求。

6.1.2 本条主要针对住宅类建筑。热负荷是超低能耗居住建筑设计重要的指标之一。目前国内工程设计中,围护结构的基本耗热量是按一维稳态传热过程进行计算,采用稳态传热计算可以简化计算并能满足当前工程实际需要。现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中规定炊事、照明、家电等散热是间歇性的,这部分自由热可作为安全量,在确定热负荷时不予考虑。而对于热负荷非常小的超低能耗居住建筑,这部分自由热不能忽略,应作为得热的一部分进行计算。德国被动房设计中这部分自由热按照 $1.6\text{W}/\text{m}^2$ 取值。本标准要求超低能耗居住建筑设计时应进行全年 8760 小时能耗模拟计算,采用非稳态传热方法进行热、冷负荷计算,选取最大值作为设计负荷,这一计算结果包含了人员、照明、家电等散热的影响。

本标准空调系统在供暖(冷)期按照连续运行进行模拟计算。考虑到实际运行工况会是间歇运行,并同时考虑到户间传热、人员密度变化、个人对温度体感差异等因素,设计人员可根据设计负荷附加 1.5~2.0 的系数,用于设备选型、确定管径及末端设备。

6.1.3 本条对超低能耗居住建筑热(冷)负荷和年供暖(冷)需求

计算与传统节能建筑的不同之处作出规定。

德国被动房认证用计算软件 PHPP 采用的供暖期室内计算温度为 20°C ；山东省工程建设标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026 规定的山东地区冬季供暖室内计算温度为 18°C 。考虑到超低能耗居住建筑舒适度要求较高，供暖期室内计算温度应采用 20°C 。供冷工况，室内计算温度依据现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 - 2012 中 3.0.2 条，选取 26°C 。

超低能耗居住建筑负荷计算时采用逐时负荷计算，需要全年逐时气象参数，应按行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 确定。

住宅的供暖（冷）空间使用面积为套内使用面积，包括卧室、起居室（厅）、餐厅、厨房、卫生间、过厅、过道、储藏室、壁柜等的使用面积，依据现行国家标准《住宅设计规范》GB 50096 的规定计算。公寓、养老院等其他类型居住建筑的供暖（冷）空间使用面积根据工程实际情况进行计算。

6.2 热负荷和冷负荷计算

6.2.1 与传统节能建筑不同，超低能耗居住建筑围护结构传热耗热量大大降低，在传统节能建筑设计中作为安全量不予考虑的自由热在超低能耗居住建筑中应予考虑。

6.2.2 通过围护结构进入的非稳态传热量、透过外窗进入的太阳辐射得热量、人体散热量以及非全天使用的家电、照明的散热量等形成的冷负荷，应根据非稳态传热方法计算确定，不应将上述得热量的逐时值直接作为各相应时刻冷负荷的即时值。

6.2.3 本条规定了超低能耗居住建筑中热（冷）负荷计算的要点及其计算中与传统节能建筑在条件选取时的不同之处：

1 超低能耗居住建筑的气密性很好,要求在 50Pa 压差下换气次数小于等于 0.6h^{-1} ,换算成正常压力下,为换气次数小于等于 0.042h^{-1} 。需要指出的是,计算空气渗透负荷时所用的体积与计算新风负荷时所用的换气次数法中的体积不同,为供暖(冷)空间使用面积所对应整体体积,层高按照建筑实际层高选取。

2 本标准换气次数法中的换气体积计算不同于现行其他标准中换气体积的计算,为供暖(冷)空间使用面积乘以 2.5m。当建筑为普通住宅时,宜采用换气次数法来确定房间新风量。当采用人员密度法计算时,普通住宅人员密度按人均建筑面积 32m^2 。此人均建筑面积并非建筑物的实际人均面积,而是在统一规定标准条件下的计算值。从设计的角度出发,可以用这个计算值进行新风量的计算。根据有关研究资料表明,当房屋净高超过 2.5m 时,根据净高来计算新风量会造成室内过于干燥,故只取 2.5m。

3 人体、家电、照明的散热量形成的热(冷)负荷计算时,应按空调连续运行考虑。应考虑人员在室率、家电使用率、照明开关时间。人员在室率、家电使用率、照明开关时间按表 2、表 3、表 4 采用。

表 2 人员在室率

时段	下列计算时刻(h)人员在室率(%)												
周一~周五	h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	%	95	95	95	95	95	95	95	80	50	10	10	10
	h	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	%	10	10	10	10	50	80	95	95	95	95	95	95
周六~周日	h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	%	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
	h	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	%	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95

表 3 家电使用率

时段	下列计算时刻(h)家电使用率(%)												
周一~周五	h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	%	5	5	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5
	h	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	%	5	5	5	5	50	80	90	90	90	50	5	5
周六~周日	h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	%	5	5	5	5	5	5	10	20	50	50	80	80
	h	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	%	50	50	50	50	50	80	90	90	90	50	5	5

注:计算过程中,家电功率密度统一取值 $8\text{W}/\text{m}^2$ 。

表 4 照明开关时间

时段	下列计算时刻(h)照明开关时间(%)												
周一~周日	h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	%	0	0	0	0	0	10	10	10	10	0	0	0
	h	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	%	0	0	0	0	50	50	50	80	80	80	0	0

注:计算过程中,照明功率密度统一取值 $5\text{W}/\text{m}^2$ 。

6.3 年供暖和供冷需求计算

6.3.1 目前国内居住建筑年供暖需求计算采用年度法。室外计算温度采用计算供暖期室外平均温度,使用的是耗热量指标。年度法不适用于超低能耗居住建筑的年供暖需求计算。考虑到国内软件模拟计算方法,确定了年供暖需求采取逐时热负荷累加的方法。

6.3.2 超低能耗居住建筑供暖期室内计算温度采用 20°C ,比山东省工程建设标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026 规定的建筑供暖期计算温度高 2°C ,舒适度要求更高。参考实际供暖期,提

出采用日平均温度小于等于 8℃ 的日期作为计算供暖期起止日期。

6.3.4 本条规定了年供冷需求计算的时间范围。表中日期根据一年中室外湿球温度高于 20℃ 的日期所得出的湿球温度供冷期与一年中室外干球温度高于 28℃ 的日期所得出的干球温度供冷期叠加而成。山东省主要城市的干球温度供冷期与湿球温度供冷期见表 5。

表 5 山东省主要城市的干球温度供冷期与湿球温度供冷期

城市	干球温度供冷期起止时间	湿球温度供冷期起止时间
	(月.日 ~ 月.日)	(月.日 ~ 月.日)
济南	05.02 ~ 09.24	05.26 ~ 09.21
青岛	06.15 ~ 09.13	06.12 ~ 09.19
淄博	05.07 ~ 09.30	05.11 ~ 09.14
枣庄	05.17 ~ 09.30	05.06 ~ 09.19
东营	05.20 ~ 09.25	05.29 ~ 09.25
烟台	05.31 ~ 09.07	05.31 ~ 09.24
潍坊	05.23 ~ 09.18	06.01 ~ 09.24
济宁	05.21 ~ 09.28	05.05 ~ 09.18
泰安	05.02 ~ 09.24	05.26 ~ 09.21
威海	08.01 ~ 08.14	07.06 ~ 09.16
日照	05.17 ~ 09.24	05.18 ~ 09.12
莱芜	05.02 ~ 09.24	05.26 ~ 09.21
临沂	05.02 ~ 09.26	06.01 ~ 09.29
德州	05.03 ~ 09.29	05.05 ~ 09.17
聊城	05.03 ~ 09.24	05.05 ~ 09.22
滨州	05.20 ~ 09.25	05.29 ~ 09.25
菏泽	05.07 ~ 09.30	05.08 ~ 09.24

6.4 一次能源需求计算

6.4.2 不同能源的一次能源换算系数考虑了该能源在开采、运输和加工转换过程中的能耗损失。

6.4.3 本条主要针对风冷式空气源热泵机组,给定空调机组性能系数是为了统一计算结果,并不反映空调机组的实际供暖和供冷能耗。本标准在规定机组性能系数时尽量使它合理并接近实际工况。

6.4.4 照明功率密度及照明开关时间应按本标准 6.2.3 条的条文说明中表 4 采用。