

天津市工程建设标准



DB/T 29-274-2019

京津统一备案号: J14976-2020

---

# 超低能耗居住建筑设计标准

Design Standard for Ultra-Low Energy

Residential Buildings

(京津区域协同工程建设标准)

2020-03-13 发布

2020-04-01 实施

---

天津市住房和城乡建设委员会 发布

# 天津市工程建设标准

## 超低能耗居住建筑设计标准

Design Standard for Ultra-Low Energy  
Residential Buildings

DB/T29-274-2019

京津统一备案号：J14976-2019

主编单位：中国建筑科学研究院有限公司  
                  北京市建筑设计研究院有限公司  
                  天津市建筑设计院

批准部门：天津市住房和城乡建设委员会  
实施日期：2020 年 4 月 1 日

2020 天 津

# 天津市住房和城乡建设委员会文件

津住建设[2020]11号

## 市住房城乡建设委关于发布《超低能耗居住建筑设计标准》的通知

各有关单位：

为深入贯彻京津冀协同发展重大国家战略，进一步推动京津冀工程建设标准合作，根据《市住房城乡建设委关于下达我市2019年京津冀标准编制计划的通知》（津住建设〔2019〕67号）要求，由北京市规划和自然资源委员会牵头，会同天津市住房和城乡建设委员会，共同组织中国建筑科学研究院有限公司、北京市建筑设计研究院有限公司、天津市建筑设计院等单位编制完成了《超低能耗居住建筑设计标准》，经北京市规划和自然资源委员会和天津市住房和城乡建设委员会共同组织专家评审通过，现批准为天津市工程建设地方标准，编号为DB/T29-274-2019，自2020年4月1日起实施。

本标准为京津区域协同工程建设标准，在天津实施由天津市住房和城乡建设委员会负责管理，天津市建筑设计院负责具体技术内容的解释，各相关单位在实施过程中如有意见和建议，请及时反馈给天津市建筑设计院。

天津市住房和城乡建设委员会  
2020年3月13日

## 前 言

为贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想和党的十九大精神，实现国家节约能源和保护环境的战略，落实天津市“十三五”时期建筑节能发展规划的目标，根据《天津市绿色建筑管理规定》(津政令第2号)、天津市建委市财政局市国土房管局市规划局印发《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》的通知(津建科(2018)535号)和《市住房城乡建设委关于下达我市2019年京津冀标准编制计划的通知》(津住建设(2019)67号)的要求，编制组在广泛调查研究，认真总结实践经验，吸取科研成果以及广泛征求意见的基础上，完成本标准的编制工作。

本标准为京津区域协同工程建设标准，由北京市规划和自然资源委员会牵头，会同天津市住房和城乡建设委员会共同组织编制，按互认共享原则，由京津两地行政主管部门分别组织实施。

本标准共分7章，主要内容包括：1.总则；2.术语；3.一般规定；4.性能化设计；5.室内环境参数；6.技术指标；7.专项设计。

本标准由天津市住房和城乡建设委员会负责管理，天津市建筑设计院负责具体技术内容的解释。本标准执行过程中如有意见和建议，请寄送至天津市建筑设计院(地址：天津市河西区气象台路95号，邮政编码：300074)，以供今后修订时参考。

**本 标 准 主 编 单 位：**中国建筑科学研究院有限公司  
                                  北京市建筑设计研究院有限公司  
                                  天津市建筑设计院

**本 标 准 参 编 单 位：**北京合创三众能源科技股份有限公司  
                                  河北奥润顺达窗业有限公司  
                                  绿建大地建设发展有限公司

北京新业节能设备有限公司  
江苏南通三建股份有限公司  
珠海中建兴业绿色建筑设计研究院有限公司  
天津格亚德新材料科技有限公司  
森德（中国）暖通设备有限公司  
科利瑞尔建筑系统（上海）有限公司  
北京天正软件股份有限公司  
天津建科建筑节能环境检测有限公司  
天津大学  
天津城建大学  
天津市龙人房地产开发有限公司

**本标准主要起草人员：**徐伟 徐宏庆 邹瑜 于震  
孙德宇 王哲 陈曦 吴剑林  
孔嵩 黄季宜 杨玉忠 万成龙  
柳澎 张时聪 李红霞 魏贺东  
黄永申 张军工 周炳高 曾伟清  
郭平安 郭占庚 刘叶锋 窦春伦  
张津奕 伍小亭 顾放 刘向东  
李旭东 宋昆 李伟 汪磊磊  
董璐璐 尹宝泉 芦岩 刘小芳  
王丹 沈毅

**本标准主要审查人员：**童悦仲 卢求 胡颐衡 李丛笑  
曲世琳 陈琪 彭梦月 张方  
杜家林 张文龄 刘伟 孙绍国

**本标准参与编审人员：**郭文军 韩迪 祝京川 白同宇  
徐东林 刘学 薛军 刘斐  
邱样娥 师生 陈志

## 目 次

1 总则 .....	1
2 术语 .....	2
3 一般规定 .....	4
4 性能化设计 .....	5
5 室内环境参数 .....	7
6 技术指标 .....	8
7 专项设计 .....	10
7.1 热桥处理 .....	10
7.2 气密性 .....	12
7.3 新风热回收 .....	12
7.4 供热供冷系统 .....	13
7.5 卫生间与厨房通风 .....	14
7.6 电气与计量 .....	14
附录 A 围护结构保温及构造做法 .....	16
附录 B 外门窗设计选型及热工性能 .....	19
附录 C 能效指标计算方法 .....	22
附录 D 建筑物碳排放计算方法 .....	30
本规范用词说明 .....	32
引用标准名录 .....	33
条文说明 .....	35

# CONTENTS

1 General Provisions .....	1
2 Terms .....	2
3 General Requirements .....	4
4 Performance Oriented Design .....	5
5 Indoor Environment Parameters .....	7
6 Performance Criteria .....	8
7 Technical Measures .....	10
7.1 Thermal bridge prevention .....	10
7.2 Airtightness .....	12
7.3 Ventilation heat recovery .....	12
7.4 Heating and cooling system .....	13
7.5 Ventilation in bathroom and kitchen .....	14
7.6 Electrical system and metering system .....	14
Appendix A Structure and construction method of thermal insulation in building envelope .....	16
Appendix B Design, selection and thermal performance of windows .....	19
Appendix C Calculation methods of energy criteria .....	22
Appendix D Calculation method of carbon emission .....	30
Explanation of wording in this standard .....	32
List of quoted standards .....	33
Explanation of provisions .....	35

# 1 总 则

1.0.1 为贯彻国家和本地区有关节约能源、保护环境的法律、法规和政策，进一步降低本地区居住建筑能耗，提升居住建筑品质，规范超低能耗居住建筑设计，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于本地区新建、扩建和改建的住宅类超低能耗居住建筑节能设计。

1.0.3 超低能耗居住建筑设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业和本地区现行有关标准的规定。

## 2 术 语

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

适应气候特征和场地条件，通过被动式建筑设计最大幅度降低建筑供暖、空调、照明需求，通过主动技术措施最大幅度提高能源设备与系统效率，充分利用可再生能源，以最少的能源消耗提供舒适室内环境，且其室内环境参数和能效指标符合本标准规定的居住建筑。

### 2.0.2 性能化设计 performance oriented design

以建筑室内环境参数和能效指标为性能目标，利用建筑模拟工具，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求的设计过程。

### 2.0.3 供暖年耗热量 annual heating demand

为满足室内环境参数要求，按设定计算条件，计算出的单位套内使用面积年累计消耗的、需由室内供暖设备供给的热量，单位为 kWh/ $(m^2 \cdot a)$ 。

### 2.0.4 供冷年耗冷量 annual cooling demand

为满足室内环境参数要求，按设定计算条件，计算出的单位套内使用面积年累计消耗的、需由室内供冷设备供给的冷量，单位为 kWh/ $(m^2 \cdot a)$ 。

### 2.0.5 供暖供冷及照明能耗综合值 heating, cooling and lighting energy consumption

在设定计算条件下，单位套内使用面积年供暖（含通风）供冷及照明的终端能耗量与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，单位为 kWh/ $(m^2 \cdot a)$ 。

### 2.0.6 建筑总能耗综合值 total building energy consumption

建筑平均每户供暖、供冷、照明、生活热水、电梯、家电设备及炊事等全部终端能耗与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，单位为 kWh/（户·a）。

### 2.0.7 户均建筑面积 per household building area

单栋建筑总面积与其建筑总户数的比值，单位为  $m^2/\text{户}$ 。

**2.0.8 热桥 thermal bridge**

围护结构中热流强度显著增大的部位。

**2.0.9 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。通常采用压差实验检测建筑气密性，以换气次数  $N_{50}$ ，即室内外  $50\text{pa}$  压差下换气次数来表征建筑气密性。

**2.0.10 气密层 air tightness layers**

由气密性材料和部件、抹灰层等形成的防止空气渗透的连续构造层。

**2.0.11 气密性材料 air tightness material**

对建筑外围护结构的缝隙进行密封、防止空气渗透的材料。

**2.0.12 防水透汽材料 waterproof and vapor-permeable material**

对建筑外围护结构的缝隙进行密封，兼具防水及允许水蒸气透出功能的材料。

**2.0.13 断热桥锚栓 anti-thermal bridge fixer**

通过特殊的构造设计，能有效减小或阻断锚钉热桥效应的锚栓。

**2.0.14 显热交换效率 sensible heat exchange effectiveness**

对应风量的新风进口、送风出口温差与新风进口、回风进口温差之比。

**2.0.15 全热交换效率 total heat exchange effectiveness**

对应风量的新风进口、送风出口焓差与新风进口、回风进口焓差之比。

### 3 一般规定

- 3.0.1 超低能耗居住建筑设计应采用性能化设计方法。
- 3.0.2 超低能耗居住建筑设计应在满足规定的室内环境参数的前提下，达到能效指标要求，并应对热桥处理、气密性处理、新风热回收、供冷供热系统、卫生间与厨房通风系统进行专项设计。
- 3.0.3 建筑群的总体规划应有利于营造适宜的微气候。应通过优化建筑空间布局，合理选择和利用景观、生态绿化等措施，夏季增强自然通风、减少热岛效应，冬季增加日照，避免冷风对建筑的影响。建筑的主朝向宜为南北朝向，主入口宜避开北向和西北向。
- 3.0.4 超低能耗居住建筑设计应优先采用被动节能措施，充分利用天然采光、自然通风，结合围护结构保温隔热和遮阳措施，降低建筑的用能需求。
- 3.0.5 超低能耗居住建筑应优化选择体形系数、窗墙比和屋顶透光面积比例，相关指标应满足本地区居住建筑节能设计标准相关规定。
- 3.0.6 超低能耗居住建筑应采用高性能的建筑保温系统及门窗，选择时可按本标准附录 A 和附录 B 确定。
- 3.0.7 遮阳设计应根据房间的使用要求以及窗口所在朝向综合确定。南向宜采用可调节外遮阳、可调节中置遮阳或水平固定外遮阳的方式。东向和西向外窗应采用可调节外遮阳或可调节中置遮阳设施。在技术经济可行的前提下可采用变色玻璃等选择性遮阳措施。
- 3.0.8 超低能耗居住建筑应利用天然采光，地下空间宜采用设置采光天窗、采光侧窗、下沉式广场（庭院）、光导管等措施，降低照明能耗。
- 3.0.9 超低能耗居住建筑宜采用建筑光伏一体化系统。
- 3.0.10 超低能耗居住建筑应进行全装修，并应采用建筑与装修一体化设计。室内装修应采用无污染环境友好型材料及部品。
- 3.0.11 超低能耗居住建筑设计不应低于本地区现行绿色建筑评价标准一星级的要求。

## 4 性能化设计

4.0.1 性能化设计应以室内环境参数为约束，以能效指标为目标，通过能耗模拟计算分析，确定超低能耗居住建筑的设计方案。

4.0.2 性能化设计宜采用协同设计的组织形式，景观、机电等各专业的设计或顾问单位、使用单位、开发单位以及施工单位、造价单位等各相关方宜在建筑设计阶段提出相关要求，并参与相关设计决策。

4.0.3 性能化设计流程，直接下列内容依次实施：

- 1 设定室内环境参数和能效指标；
- 2 确定初步设计方案；
- 3 利用能耗模拟计算软件等工具进行初步设计方案的定量分析及优化；
- 4 分析优化结果并进行达标判定。当技术指标不能满足所确定的目标要求时，应修改初步设计方案重新进行定量分析及优化，直至满足目标要求；
- 5 确定最终设计方案；
- 6 编制性能化设计报告。

4.0.4 室内环境参数和能效指标应包括下列内容：

- 1 空气温度、相对湿度、新风量、噪声等室内环境参数；
- 2 供暖年耗热量，供冷年耗冷量，供暖供冷及照明能耗综合值，建筑总能耗综合值及建筑气密性指标等能效指标。

4.0.5 应根据建筑功能、环境资源条件和场地条件，以本标准规定的建筑供暖年耗热量和供冷年耗冷量为约束条件，采用被动式建筑设计手段进行初步方案设计，作为定量分析及优化的基础。

4.0.6 定量分析及优化应以建筑能效指标为约束条件，且建筑能效指标的计算方法应符合本标准附录 C 的规定。

4.0.7 进行设计方案定量分析与优化时，应针对建筑和设备的关键参数对建筑负荷及能耗的影响开展定量分析，并在分析基础上进行参数

的优化选取。

4.0.8 性能化设计宜进行建筑全寿命期的经济效益分析，并在此基础上进行技术措施的选取。

4.0.9 达标判定时，应对下列内容进行验证：

- 1 室内环境参数及能效指标是否满足本标准要求；
- 2 能效指标计算方法是否符合本标准附录 C 的要求；
- 3 选取的技术是否进行了技术经济分析。

4.0.10 性能化设计完成后应提交性能化设计报告，性能化设计报告应包括下列内容：

- 1 建筑概况；
- 2 室内环境参数及能效指标；
- 3 关键参数的分析及优化报告；
- 4 能效指标计算报告。

## 5 室内环境参数

5.0.1 超低能耗居住建筑主要房间室内热湿环境参数应符合表 5.0.1 规定。

表 5.0.1 超低能耗居住建筑主要房间室内热湿环境参数

室内热湿环境参数	冬季	夏季
温度 ( °C )	≥ 20	≤ 26
相对湿度 ( % )	≥ 30 <sup>①</sup>	≤ 60

注 : ①冬季室内湿度不参与设备选型和能效指标的计算。

5.0.2 超低能耗居住建筑室内新风量不应小于  $30m^3/(h \cdot \text{人})$ 。

5.0.3 超低能耗居住建筑主要功能房间噪声昼间不应大于 40 dB ( A ) 且夜间不应大于 30 dB ( A )。

## 6 技术指标

6.0.1 能效指标应符合表 6.0.1 规定。

表 6.0.1 能效指标

户均建筑面积	$\leq 60m^2$		$> 60m^2$		
类别	户均建筑面积 ( $m^2$ )		建筑层数 (层)		
	$< 40$	$\geq 40$	$\leq 3$	$4\sim 13$	$\geq 14$
供暖年耗热量 ( $kWh/m^2 \cdot a$ )	$\leq 8$	$\leq 10$	$\leq 15$	$\leq 12$	$\leq 10$
供冷年耗冷量 ( $kWh/m^2 \cdot a$ )	$\leq 35$	$\leq 30$	$\leq 18$		
供暖供冷及照明能耗综合值 ( $kWh/m^2 \cdot a$ )	$\leq 50$		$\leq 40$		
建筑气密性 (换气次数 $N_{50}$ )	$\leq 0.6$				

注：能效指标中  $m^2$  为套内使用面积；套内使用面积定义详见附录 C。

6.0.2 建筑总能耗综合值和使用阶段碳排放强度宜满足表 6.0.2 的规定。碳排放强度的计算应符合附录 D 的规定。

表 6.0.2 建筑总能耗综合值和使用阶段碳排放强度

类型	$A_A \leq 60m^2$	$60m^2 < A_A \leq 135m^2$	$A_A > 135m^2$
建筑总能耗综合值 ( $kWh/\text{户} \cdot a$ )	$\leq 88 \times A_A - 220$	$\leq 78 \times A_A - 400$	$\leq 42 \times A_A + 4460$
碳排放强度 ( $kg CO_2e/m^2 \cdot a$ )	$\leq 27$		$\leq 23$

注： $A_A$  为户均建筑面积， $m^2$ ；碳排放强度指标分母中的  $m^2$  为套内使用面积。

6.0.3 围护结构的热工参数不应低于表 6.0.3-1 和 6.0.3-2 规定的现行值的要求。

表 6.0.3-1 非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 K ( W/ m <sup>2</sup> · K )	
	现行值	目标值
屋面	0.10 < k ≤ 0.20	k ≤ 0.10
外墙	0.15 < k ≤ 0.20	k ≤ 0.15
地面及外挑楼板	0.15 < k ≤ 0.20	k ≤ 0.15
分隔非供暖房间与供暖房间的楼板	0.30 < k ≤ 0.50	k ≤ 0.30
分隔非供暖房间与供暖房间的隔墙	1.20 < k ≤ 1.50	k ≤ 1.20
与室外不直接接触的户门	1.20 < k ≤ 1.50	k ≤ 1.20
外门非透光部分	1.0 < k ≤ 1.20	k ≤ 1.0

表 6.0.3-2 透光围护结构热工性能

性能参数	现行值	目标值
传热系数 K ( W/ m <sup>2</sup> · K )	0.80 < k ≤ 1.0	≤ 0.80
太阳得热系数 SHGC	冬季	≥ 0.45
	夏季	≤ 0.30

注：1、冬季太阳得热系数为玻璃的太阳得热系数；

2、夏季太阳得热系数为包括遮阳(不含内遮阳)的综合太阳得热系数。

## 7 专项设计

### 7.1 热桥处理

7.1.1 建筑围护结构应进行削弱或消除热桥的专项设计，外围护结构应保持保温层的连续性。

7.1.2 外墙无热桥设计应符合下列规定：

- 1 外结构性悬挑、延伸等宜采用与主体结构局部断开的方式；
- 2 外墙保温为单层保温时，宜采用锁扣方式连接；为双层保温时，应采用错缝粘接方式；
- 3 墙角处宜采用成型保温构件；
- 4 使用锚栓固定保温时，应采用断热桥锚栓；
- 5 应避免在外墙上固定导轨、龙骨、支架等可能导致热桥的部件；当必需固定时，应在外墙上预埋断热桥的锚固件，并宜采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失；
- 6 雨棚、门廊等外挑构件宜与墙体断开，设置独立基础，或在外墙上预埋断热桥的锚固件连接固定。并宜采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失；
- 7 穿墙管道与预留孔洞间隙应便于保温材料填充，预留孔洞直径宜大于管径 100mm 以上，墙体结构或套管与管道之间应填充保温材料。

7.1.3 外门窗无热桥设计应符合下列规定：

- 1 外门窗安装方式应根据墙体的构造方式进行优化设计。当墙体采用外保温系统时，外门窗可采用整体外挂式安装，门窗框内表面宜与基层墙体外表面齐平。装配式夹心保温外墙，外门窗宜采用内嵌式安装方式；
- 2 外门窗与基层墙体的连接件应采用阻断热桥的处理措施。外门

窗框外表面与基层墙体的连接处宜采用防水透汽材料密封，门窗内表面与基层墙体的连接处应采用气密性材料密封；

- 3 窗户外遮阳设计应与主体建筑结构可靠连接，连接件与基层墙体之间应采取阻断热桥的处理措施。

#### 7.1.4 屋面无热桥设计应符合下列规定：

- 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；当采用分层保温材料时，应分层错缝铺贴，各层之间应粘接牢固；
- 2 屋面保温层靠近室外一侧应设置防水层，防水层宜延续到女儿墙顶部盖板内；屋面结构层上，保温层下应设置隔汽层；屋面隔汽层设计及排气构造设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB50345 的规定；
- 3 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，宜设置金属盖板，以提高其耐久性，金属盖板与结构连接部位，应采取避免热桥的措施；
- 4 穿屋面管道与预留洞口间隙应便于保温材料填充，预留孔洞直径宜大于管道外径 100mm 以上。伸出屋面外的管道宜设置套管进行保护，套管与管道间应填充保温材料，保温材料厚度不宜小于 50mm；
- 5 落水管穿越女儿墙处，管道与预留孔洞间隙应便于保温材料填充，预留孔洞直径宜大于管径 100mm 以上。

#### 7.1.5 地下室和地面无热桥设计应符合下列规定：

- 1 地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层连续，并应采用吸水率低的保温材料；地下室外墙外侧保温层应延伸到地下冻土层以下，或完全包裹住地下结构部分；地下室外墙外侧保温层内部和外部宜分别设置一道防水层，防水层应延伸至室外地面上，距离宜大于 500mm；
- 2 无地下室时，地面保温与外墙保温应尽量连续、无热桥；如保

温无法连续设置，应在保温层断开处在两侧重叠搭接，减小热桥影响。

## 7.2 气密性

7.2.1 建筑围护结构气密层应连续并包围整个外围护结构，建筑设计施工图中应明确标注气密层的位置。

7.2.2 建筑外立面宜采用简洁的造型和节点设计，减少或避免出现气密性难以处理的节点。

7.2.3 选用气密性等级高的外门窗，气密性不应低于国家标准《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 8 级；外窗框与窗扇间宜采用 3 道耐久性良好的密封材料密封，每个开启扇应至少设 3 个锁点。

7.2.4 气密层应依托密闭性围护结构层并选择适用的气密性材料构成。

7.2.5 穿越气密层的门洞、窗洞、电线盒、管线贯穿处等易发生气密性问题的部位应进行针对性节点设计，并对气密性措施进行详细说明。

7.2.6 不同围护结构的交界处、以及设备或部件与围护结构交界处应进行气密性节点设计，并对气密性措施进行详细说明。

## 7.3 新风热回收

7.3.1 超低能耗居住建筑应设置新风热回收系统。

7.3.2 新风热回收装置采用全热回收型时，全热交换效率不应低于 70%；采用显热回收型时，显热交换效率不应低于 75%。热回收装置的单位风量耗功率应小于  $0.45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。

7.3.3 新风热回收系统宜设置空气净化装置。空气净化装置对大于等于  $0.5 \mu\text{m}$  细颗粒物的一次通过计数效率宜高于 80%，且不应低于 60%。

7.3.4 新风量应满足本标准规定的最低新风量要求，并宜根据去除室内污染物需求提高新风量标准。

7.3.5 新风系统宜分户独立设置，新风系统宜能根据用户工况自动调节新风量。

7.3.6 室内新风气流组织应满足各主要房间的新风量供应，新风宜从起居室和卧室等主要活动区（送风区）流向卫生间和厨房等功能区（排风区）。

7.3.7 新风机组应进行消声隔震处理，新风系统的风道和风口设计应符合室内噪声控制要求。

7.3.8 新风机组与室外连通的新风和排风管应安装保温密闭型电动风阀，并与系统联动控制，保证建筑的气密性。

7.3.9 新风热回收系统宜采取防冻措施。

7.3.10 新风系统排风管、补风管、厨房排烟补风管等均应采取保温措施。

## 7.4 供热供冷系统

7.4.1 超低能耗居住建筑应设置供热供冷系统。

7.4.2 供热供冷系统宜选用空气源热泵、地源热泵和多联机等系统形式。

7.4.3 冷热源设计时，应优先采用多能互补集成方式，宜利用可再生能源，并兼顾生活热水需求。

7.4.4 供热供冷机组应优先选用能效等级为一级的产品。机组能效比应满足表 7.4.4 要求。

表 7.4.4 供冷供热机组能效等级要求

分散式房间空气调节器		
制冷季节能消耗效率 ( W.h ) / ( W.h )	单冷式	5.40
	热泵型	4.50
户式燃气供暖热水炉		
热效率 (%)	$\eta_1$	99
	$\eta_2$	95

$\eta_1$  为供暖额定热负荷和部分热负荷（热水状态为 50% 的额定热负荷，供暖状态为 30% 的额定热负荷）下两个热效率值中的较大值， $\eta_2$  为较小值。

续表

空气源热泵机组		
制热性能系数 COP ( W/W ) ( 低环境温度名义工况下 )	热风型	2.00
	热水型	2.30
多联式空调 ( 热泵 ) 机组		
制冷综合性能系数 IPLV ( C ) ( W.h ) / ( W.h )		6.00
电机驱动的蒸气压缩循环冷水 ( 热泵 ) 机组		
制冷性能系数 (COP) ( W/W )	水冷式	6.00
	风冷或蒸发冷却	3.40
综合部分负荷制冷性能系数 IPLV	水冷式	7.50
	风冷或蒸发冷却	4.00

7.4.5 循环水泵、通风机等用能设备宜采用变频调速控制方式。

## 7.5 卫生间与厨房通风

- 7.5.1 卫生间和厨房通风应进行专项设计和方案论证。
- 7.5.2 卫生间可设独立的排风装置，并设置定时启停装置。卫生间不宜另设补风系统，具备条件时可对卫生间排风进行热回收。
- 7.5.3 有外窗的卫生间设计应有利于开启外窗，在非供暖及空调时间优先采用开启外窗的自然排风方式。
- 7.5.4 厨房宜设独立的排油烟补风系统；补风应从室外直接引入，引入口处应设保温密闭型电动风阀，且电动风阀应与排油烟机联动；补风管道应作保温，补风口宜设置在灶台附近。

## 7.6 电气与计量

- 7.6.1 应选择高效节能光源和灯具，并宜采用智能照明控制系统。宜选择 LED 光源，其色容差、色度等指标应满足国家相关标准要求。
- 7.6.2 变配电室的位置宜靠近用电负荷中心。

**7.6.3 变压器及用电设备宜选用能效等级 1 级的产品。**

**7.6.4 电梯系统应采用节能控制及拖动系统，并应符合下列规定：**

- 1 当一个楼栋单元设有两台及以上电梯集中排列时，应具备群控功能；
- 2 电梯无外部召唤，且电梯轿厢内一段时间无预设指令时，应自动关闭轿厢照明及风扇；
- 3 宜采用变频调速拖动方式，高层建筑电梯系统可采用能量回馈装置。

**7.6.5 超低能耗居住建筑应对公共区域和典型户型进行分类分项计量，并宜符合下列规定：**

- 1 对公共区域使用的冷、热、电等不同能源形式进行分类计量，并对照明、电梯、风机、水泵等设备用电进行分项计量；
- 2 对典型户型的供暖、供冷、照明、空调、插座的能耗进行分类分项计量。

**7.6.6 每户设置的分户计费电能表宜结合用电政策和实际工程需求，采用具有分时段计费、双向费率计量、数据远传功能的智能电表。**

**7.6.7 居住区宜设置能源监测系统，且能源监测数据宜对住户开放。**

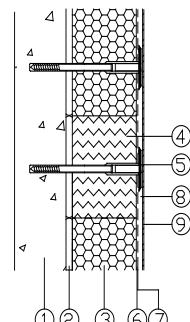
## 附录 A 围护结构保温及构造做法

A.0.1 建筑外墙宜采用外墙外保温的构造形式或夹心保温构造形式，在特殊条件下也可采用其它保温构造形式，并应采用重质围护结构。

A.0.2 采用外保温形式时，外墙保温系统防火性能及防火隔离带的设置应符合国家和本地区建筑防火设计规范的规定。

A.0.3 设置防火隔离带的有机保温板薄抹灰外保温系统基本构造宜按表 A.0.3 设置。

表 A.0.3 有机保温板外保温系统基本构造

基层墙体 ①	粘结层 ②	基本构造						构造示意图	
		保温层		辅助联结件 ⑤	抹面层		饰面层 ⑨		
		保 温 板 ③	防 火 隔 离 带 ④		底 层 ⑥	增 强 材 料 ⑦	面 层 ⑧		
混凝土墙 、砌体墙	胶粘剂	有机保温板 、防火隔离带		锚栓	抹面胶浆	玻纤网	抹面胶浆	涂料 、饰面砂浆等 	

A.0.4 典型无机保温板薄抹灰外保温系统基本构造宜按表 A.0.4 设置。

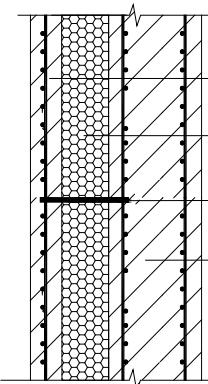
表 A.0.4 无机保温板外保温系统基本构造

基层墙体①	基本构造						构造示意图	
	粘结层②	保温层③	抹面层			饰面层⑧		
			辅助联结件④	底层⑤	增强材料⑥	面层⑦		
混凝土墙，砌体墙	胶粘剂	无机保温	锚栓	抹面胶浆	玻纤网	抹面胶浆	涂料、饰面砂浆等	

A.0.5 外保温系统宜采用轻质饰面层。面密度超过 30kg/ m<sup>2</sup>的外保温系统应设置托架，托架的设置应采取减少或避免热桥效应的措施。

A.0.6 夹心墙体保温系统基本构造宜按表 A.0.6 设置。

表 A.0.6 夹心墙体保温系统基本构造

基本构造				构造示意图
外叶板①	保温层②	内叶板③	拉结件④	
混凝土墙板	保温板	混凝土墙板	高强度塑料构件或组合部件	

A.0.7 外墙外保温系统用保温材料的物理性能重要指标应符合表 A.0.7 的规定。

表 A.0.7 外墙外保温系统用保温材料物理性能指标表

材料类型	序号	参数	技术要求
普通模塑聚苯板	1	导热系数 (25℃), W/(m · K)	≤ 0.037
	2	表观密度, kg/m <sup>3</sup>	18 ~ 22
	3	垂直于板面方向的抗拉强度, MPa	≥ 0.10
	4	尺寸稳定性, %	≤ 0.3
	5	吸水率 (体积分数), %	≤ 2
石墨模塑聚苯板	1	导热系数 (25℃), W/(m · K)	≤ 0.032
	2	表观密度, kg/m <sup>3</sup>	18 ~ 22
	3	垂直于板面方向的抗拉强度, MPa	≥ 0.10
	4	尺寸稳定性, %	≤ 0.3
	5	吸水率 (体积分数), %	≤ 2
岩棉条	1	质量吸湿率, %	≤ 0.5
	2	短期吸水量 (部分浸入), kg/m <sup>2</sup>	≤ 0.5
	3	导热系数 (25℃), W/(m · K)	≤ 0.044
	4	垂直于表面的抗拉强度, MPa	≥ 0.15
	5	酸度系数	≥ 1.8
真空绝热板	1	导热系数 (25℃), W/(m · K)	≤ 0.008
	2	穿刺强度, N	≥ 18
	3	垂直于表面的抗拉强度, kPa	≥ 80
	4	压缩强度, kPa	≥ 100
	5	表面吸水量, g/m <sup>2</sup>	≤ 100
	6	穿刺后垂直于板面方向的膨胀率, %	≤ 10
聚氨酯板	1	芯材表观密度, kg/m <sup>3</sup>	≥ 35
	2	芯材导热系数 (25℃), W/(m · K)	≤ 0.024
	3	芯材尺寸稳定性 (70℃, 48h), %	≤ 1.0
	4	吸水率 (体积分数), %	≤ 2
	5	垂直于板面方向的抗拉强度, MPa	≥ 0.10

## 附录 B 外门窗设计选型及热工性能

B.0.1 超低能耗居住建筑外窗和玻璃门可按表 B.0.1-1~4 设计选用。

表 B.0.1-1 超低能耗居住建筑塑料窗参考配置

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K[W/(m <sup>2</sup> · K)]	太阳得热系数 SHGC	可见光透射比 Tv
1	80 系列 内平开塑料窗	5+12Ar+5 单银 Low-E+12Ar+5 单银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.31	0.31
2		5+12Ar+5 双银 Low-E+12Ar+5 双银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.25	0.28
3		5+12Ar+5 三银 Low-E+12Ar+5 三银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.20	0.27
4		5+12Ar+5 单银 Low-E+V+5	0.7 ~ 0.9	0.35	0.38
5		5+12Ar+5 双银 Low-E+V+5	0.7 ~ 0.9	0.30	0.36
6		5+12Ar+5 三银 Low-E+V+5	0.7 ~ 0.9	0.20	0.42

注：1、塑料型材，应为 80 系列以上，6 腔室或以上。

2、玻璃配置从室外侧到室内侧表述；双片 Low-E 膜的中空玻璃膜层一般位于 3、5 面；真空中空玻璃的 Low-E 膜一般位于第 5 面，且真空玻璃应位于室内侧。以下表格玻璃配置描述与本表格一致。

表 B.0.1-2 超低能耗居住建筑木窗参考配置

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K[W/(m <sup>2</sup> · K)]	太阳得热系数 SHGC	可见光透射比 Tv
1	90 系列 内平开木窗	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5 Low-E	0.9 ~ 1.0	0.27	0.29
2		5+12A+5+V+5 单银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.36	0.40
3		5+12A+5+V+5 双银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.31	0.37
4		5+12A+5+V+5 三银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.25	0.37

注：木窗型材系列应为 90 系列以上。

表 B.0.1-3 超低能耗居住建筑铝合金窗参考配置

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K[W/(m <sup>2</sup> · K)]	太阳得热 系数 SHGC	可见光 透射比 Tv
1	90 系列 内平开 隔热铝 合金窗	5+12A+5+V+5 单银 Low-E	0.9 ~ 1.0	0.35	0.38
2		5+12A+5+V+5 双银 Low-E	0.9 ~ 1.0	0.30	0.36
3		5+12A+5+V+5 三银 Low-E	0.9 ~ 1.0	0.24	0.35
4	100 系 列内平 开隔热 铝合金 窗	5+12Ar+5 Low-E+12Ar+5 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.25	0.28
5		5+12Ar+5+V+5 单银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.35	0.38
6		5+12Ar+5+V+5 双银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.30	0.36
7		5+12Ar+5+V+5 三银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.24	0.35

注：隔热铝合金型材应为 90 系列以上，隔热条截面高度应为 50mm 以上。

表 B.0.1-4 超低能耗居住建筑铝木复合（铝包木）窗参考配置

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K[W/(m <sup>2</sup> · K)]	太阳得热 系数 SHGC	可见光 透射比 Tv
1	90 系 列内 平开 铝木 复合 (铝包 木) 窗	5+12Ar+5 单银 Low-E+12Ar+5 单银 Low-E	0.9 ~ 1.0	0.30	0.30
2		5+12Ar+5 双银 Low-E+12Ar+5 双银 Low-E	0.9 ~ 1.0	0.24	0.27
3		5+12Ar+5 三银 Low-E+12Ar+5 三银 Low-E	0.9 ~ 1.0	0.20	0.26
4		5+12Ar+5+V+5 单银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.33	0.37
5		5+12Ar+5+V+5 双银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.29	0.35
6		5+12Ar+5+V+5 三银 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.23	0.34

注：铝木复合（铝包木）窗型材应为 90 系列以上。

B.0.2 外窗的热工性能应以检测值为准。

B.0.3 外窗型材应采用保温性能好的材料和构造设计；玻璃应为三玻中空玻璃（两片 Low-E 玻璃）或 Low-E 真空中空玻璃，采用三玻中空

玻璃（两片 Low-E 玻璃）时宜填充含量高于 85% 的氩气，边部应采用暖边间隔条。

**B.0.4** 超低能耗居住建筑外窗宜采用内平开（含内平开内倒）形式。

## 附录 C 能效指标计算方法

C.0.1 能效指标计算软件应具备下列功能：

- 1 采用动态计算方法计算围护结构（包括热桥部位）传热、太阳辐射得热、建筑内部得热、通风热损失四部分形成的负荷，计算中应能考虑建筑热惰性对负荷的影响；
- 2 能计算 10 个以上的建筑分区；
- 3 能计算建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源系统的利用量及发电量；
- 4 能计算新风热回收和气密性对建筑能耗的影响。

C.0.2 能效指标计算时，参数设置应满足以下要求：

- 1 建筑的形状、大小、朝向、内部的空间划分和使用功能、建筑构造尺寸、建筑围护结构传热系数、做法、外窗（包括透光幕墙）太阳得热系数、窗墙面积比、屋面开窗面积、气密性指标应与建筑设计文件一致；
- 2 人员密度、新风量、照明、设备的设置应按下表 C.0.2-1~6 确定。

C.0.2-1 人员密度表

$A_A \geq 60$	
人员密度 (m <sup>2</sup> /人)	32
$A_A < 60$	
户均建筑面积 (m <sup>2</sup> /户)	≤ 40 m <sup>2</sup>
人员数量 (人/户)	2
	3

表 C.0.2-2 人员在室率 (%)

建筑类别	时间											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
居住建筑	100	100	100	100	100	100	100	50	50	10	10	10
时间												
建筑类别	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
居住建筑	10	0	0	0	50	50	50	100	100	100	100	100

表 C.0.2-3 新风量设置表

新风量 (m <sup>3</sup> /h 人)	30
开启频率 (%)	与人员在室率相同

表 C.0.2-4 居住建筑照明功率设置表

户均建筑面积 (m <sup>2</sup> /户)	$A_A \leq 40$	$40 < A_A \leq 50$	$50 < A_A \leq 60$	$A_A > 60$
照明功率密度 (W/m <sup>2</sup> )	2.7	4.1	4.4	3

表 C.0.2-5 照明开关时间表 (%)

建筑类别	时间											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
居住建筑	0	0	0	0	0	25	25	50	25	0	0	0
时间												
建筑类别	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
居住建筑	0	0	0	0	25	50	75	75	50	25	0	0

表 C.0.2-6 设备设置表

户均建筑面积 (m <sup>2</sup> /户)	$A_A \leq 40$	$40 < A_A \leq 50$	$50 < A_A \leq 60$	$A_A > 60$
设备发热功率密度 (W/m <sup>2</sup> )	4.7	3.2	2.7	2.0
设备开启率 (%)	100%	100%	100%	100%

### C.0.3 能效指标计算应符合下列规定：

- 1 气象参数应按国家现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定选取；
- 2 年供暖（或供冷）需求应包括围护结构的热损失和处理新风的热（或冷）需求；处理新风的热（冷）需求应扣除从排风中回收的热量（或冷量）
- 3 室外温度  $\leq 28^{\circ}\text{C}$  且相对湿度  $\leq 70\%$  时，利用自然通风，不计算供冷需求；
- 4 供暖、空调系统能耗计算时应考虑部分负荷及间歇使用的影响。
- 5 照明系统能耗应根据照明功率密度值和使用时间计算，并考虑自然采光、控制方式和使用习惯的影响；
- 6 能耗综合值应根据能源换算系数统一换算到标准煤当量后，再

进行求和计算。能源换算系数应按表 C.0.3 确定：

表 C.0.3 能源换算系数

能源类型	换算单位	能源换算系数
标准煤	$kWh/kgce_{\text{终端}}$	8.14
天然气	$kWh/m^3_{\text{终端}}$	9.85
热力	$kWh/kWh_{\text{终端}}$	1.22
电力	$kWh/kWh_{\text{终端}}$	2.27
生物质能	$kWh/kWh_{\text{终端}}$	0.20
电力(光伏、风力等可再生能源发电自用)	$kWh/kWh_{\text{终端}}$	2.27

注：表中数据引自国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589；电力单位耗煤量数据来源于北京市统计局。

#### C.0.4 供暖、空调和照明能耗综合值应按下式计算：

$$E_{\text{hcl}} = \frac{E_h \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i - E_r \times f_i}{A} \quad (\text{C.0.4})$$

式中：

$E_{\text{hcl}}$ ——建筑供暖、空调和照明能耗综合值， $\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ ；

$E_h$ ——建筑年供暖能源消耗量， $\text{kWh}/\text{a}$ ；

$E_c$ ——建筑年供冷能源消耗量， $\text{kWh}/\text{a}$ ；

$E_l$ ——建筑年照明能源消耗量， $\text{kWh}/\text{a}$ ；

$E_r$ ——建筑年可再生能源发电量， $\text{kWh}/\text{a}$ ；

$f_i$ ——i类能源的一次能源换算系数， $\text{kWh}/\text{kWh}$ ；

A——建筑总套内使用面积。

#### C.0.5 建筑总能耗综合值应按下式计算：

$$E_T = \frac{E_h \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + E_e \times f_i + E_w \times f_i + E_k \times f_i + E_p \times f_i - E_r \times f_i}{N} \quad (\text{C.0.5})$$

式中：

$E_T$ ——建筑总能耗综合值， $\text{kWh}/\text{户} \cdot \text{a}$ ；

$E_e$ ——建筑年电梯能源消耗量， $\text{kWh}/\text{a}$ ；

$E_w$ ——建筑年生活热水能源消耗量， $\text{kWh}/\text{a}$ ，采用太阳能生活热水系统时，应按实际能耗计算，采用燃气热水器或电热水器

时，单位消耗量按表 C.0.5 取值；

$E_k$ ——建筑年炊事能源消耗量，kWh/a，单位消耗量按表 C.0.5 取值；

$E_p$ ——建筑年家电能源消耗量，kWh/a，单位消耗量按表 C.0.5 取值；

$N$ ——建筑总户数，户。

表 C.0.5 单位套内使用面积生活热水、炊事和家电能源取值

项目	能源类型	单位	$A_A \leq 60$	$60 < A_A \leq 90$	$90 < A_A \leq 135$	$A_A > 135$
生活热水	燃气	$m^3/m^2$		0.8	0.5	0.4
炊事	燃气	$m^3/m^2$		1.3	1.0	0.7
家电	电力	$kWh/m^2$	20	18	18	15

C.0.6 电梯能耗应按公式 C.0.6 计算，且计算中采用的电梯速度、额定载重量、特定能量消耗等参数应与设计文件或产品铭牌一致。

$$E_e = \frac{3.6 \times P \times t_a \times V \times W + E_{\text{standby}} \times t_s}{1000} \quad (\text{C.0.6})$$

式中：

$E_e$ ——年电梯能耗 (kWh/a)；

$P$ ——特定能量消耗 ( $mWh/kgm$ )；

$t_a$ ——电梯年平均运行小时数 (h)；

$V$ ——电梯速度 (m/s)；

$W$ ——电梯额定载重量 (kg)；

$E_{\text{standby}}$ ——电梯待机时能耗 (W)；

$t_s$ ——年平均待机小时数 (h)。

C.0.7 太阳能光伏发电量的计算可按下式计算：

$$E_{\text{pv}} = I \times K_E \times (1 - K_s) \times A_p \quad (\text{C.0.7})$$

式中：

$E_{\text{pv}}$ ——光伏系统的年发电量 (kWh)；

$I$ ——光伏组件表面的年太阳辐射照度 ( $kWh/m^2$ )；

$K_E$ ——光伏组件的转换效率 (%)；

$K_s$ ——光伏组件的损失效率 (%)，按表 C.0.7 取值；

$A_p$ ——光伏组件面板的净面积 (  $m^2$  )。

表 C.0.7 光伏系统损失效率 ( % )

转换器损失	7.5%
组件遮光	2.5%
组件温度	3.5%
遮光	2%
失配和直流损失	3.5%
最大功率点失配误差	1.5%
交流损失	3%
其他	1.5%
总损失	25%

C.0.8 建筑套内使用面积应符合下列规定：

- 1 建筑套内使用面积应等于建筑套内设置供暖或空调设施的各功能空间的使用面积之和，包括卧室、起居室（厅）、餐厅、厨房、卫生间、过厅、过道、贮藏室、壁柜、设供暖或空调设施的阳台等使用面积的总和。
- 2 各功能空间的使用面积应等于各功能空间墙体内表面所围合的空间水平投影面积。
- 3 跃层住宅中的套内楼梯应按其自然层数的使用面积总和计入套内使用面积。
- 4 坡屋顶内设置供暖或空调设施的空间应列入套内使用面积中。坡屋顶内屋面板下表面与楼板地面的净高低于 1.2m 的空间不计算套内使用面积；净高在 1.2m~2.1m 的空间应按 1/2 计算套内使用面积；净高超过 2.1m 的空间应全部计入套内使用面积。
- 5 套内烟囱、通风道、管井等均不应计入套内使用面积。

C.0.9 能效指标计算报告中应包含下列内容：

- 1 建筑的基本信息，包括项目名称、建筑类型、建筑面积、层数、朝向、户数等；

- 2 外墙、屋面、外窗、遮阳等围护结构的关键参数等；
- 3 供暖空调、通风及能源系统的类型、系统形式、效率等；
- 4 建筑内部物理分隔图及其是否供暖空调，能耗模拟工具中采用的热区分隔图等；
- 5 对计算结果产生影响的模型简化的说明文件；
- 6 能耗模拟计算输入和输出文件
- 7 能耗模拟软件的基本信息，包括名称、版本号、功能和计算方法的简介、准确性验证以及其他证明软件准确性的信息。
- 8 影响超低能耗居住建筑能效指标的其他参数；
- 9 表 C.0.9 超低能耗居住建筑技术指标审核表

表 C.0.9 超低能耗居住建筑技术指标审核表

项目基本信息							
项目名称				建筑外表面积			
户均建筑面积				建筑层数			
建筑位置				计算单位			
建筑面积				计算人			
套内使用面积				联系方式			
计算软件				软件版本			
围护结构参数							
各朝向窗墙面积比				各朝向窗墙面积比			
东	南	西	北				
外窗参数		传热系数 $K_i$ ( $W/(m^2 \cdot K)$ )		太阳总得热系数 SHGC			
东外窗 1							
西外窗 1							
西外窗 2							
南外窗 1							

续表

北外窗 1		
北外窗 2		
屋面 1		-
外墙 (包括非透明幕墙 )1		-
外墙 (包括非透明幕墙 )2		-
非采暖房间与采暖房间的隔墙或楼板 1		-
非采暖房间与采暖房间的隔墙或楼板 2		-
非采暖房间与采暖房间的隔墙或楼板 3		-
非采暖房间与采暖房间的隔墙或楼板 4		-
<b>气密性及通风系统</b>		
项目	数值	
气密性指标		
自然通风	是 / 否	
热回收系统形式		
热回收效率 (%)		
<b>供暖空调系统形式</b>		
供暖空调系统名称	系统类型	效率
系统 1		
系统 2		
系统 3		
系统 4		
使用方式		类型
每日开始使用时间		
每日结束使用时间		
供冷季每周使用天数		

续表

供暖季每周使用天数				
耗冷耗热量计算结果				
	供暖年耗热量 kWh	单位面积供暖年耗热量 kWh/m <sup>2</sup>	供冷年耗冷量 kWh	单位面积供冷年耗冷量 kWh/m <sup>2</sup>
全年				
建筑能耗计算结果				
项目	总能耗 kWh	单位面积能耗 kWh/m <sup>2</sup>		
供暖能耗				
供冷能耗				
输配系统能耗				
照明系统能耗				
可再生能源产能量				
供暖供冷及照明能耗综合值				
建筑总能耗综合值				
审核结论				
项目	数值	指标规定	是否满足要求	
供暖年耗热量 (kWh/ m <sup>2</sup> · a)				
供冷年耗冷量 (kWh/ m <sup>2</sup> · a)				
供暖供冷及照明能耗综合值 (kWh/ m <sup>2</sup> · a)				
建筑总能耗综合值 (kWh/ 户 · a)				
审核结论	本项目的技术满足 / 不满足《超低能耗居住建筑设计标准》的要求。			

## 附录 D 建筑物碳排放计算方法

D.0.1 建筑使用阶段碳排放计算范围应包括建筑暖通空调、生活热水、照明等全部终端用能及可再生能源、建筑碳汇等系统在建筑使用期间的综合碳排放量。

D.0.2 建筑物碳排放的计算范围应为建筑物建设工程规划许可证范围内能源消耗产生的碳排放量和可再生能源及碳汇系统的减碳量。

D.0.3 建筑使用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，建筑使用阶段单位建筑面积的总碳排放量  $C_M$  应按公式 D.0.3-1~2 计算。

$$C_M = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i \times EF_i)}{A_T} \quad \text{D.0.3-1}$$

$$E_i = \sum_{j=1}^n (E_{ij} - ER_{ij}) \quad \text{D.0.3-2}$$

式中：

$C_M$ ——建筑使用阶段单位建筑面积碳排放量， $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ；

$E_i$ ——建筑第  $i$  类能源年消耗量，单位  $/\text{a}$ ；

$i$ ——建筑消耗终端能源类型，包括电力、燃气、石油、市政热力等；

$EF_i$ ——第  $i$  类能源的碳排放因子，碳排放因子见表 D.0.3-1~2；

$E_{ij}$ —— $j$  类系统的第  $i$  类能源消耗量；单位  $/\text{a}$ ；

$ER_{ij}$ —— $j$  类系统消耗由可再生能源系统提供的第  $i$  类能源量；单位  $/\text{a}$ ；

$j$ ——建筑用能系统类型，包括供暖空调、照明、生活热水系统等；

$A_T$ ——建筑总套内使用面积， $\text{m}^2$ 。

### D.0.3-1 电力碳排放因子

能源种类	排放因子	单位
电力	0.604	kgCO <sub>2</sub> /kWh

注：数据来源于北京市企业（单位）二氧化碳排放核算和报告指南（2016版）。

### D.0.3-2 化石燃料排放因子

分类	燃料类型	单位热值含碳量 (tC/TJ)	碳氧化率	单位热值CO <sub>2</sub> 排放 因子(tCO <sub>2</sub> /TJ)
固体燃料	无烟煤	27.49	0.85	85.68
	烟煤	26.18	0.85	81.59
	褐煤	28	0.96	98.56
液体燃料	汽油	18.9	0.98	67.91
	柴油	20.2	0.98	72.59
	一般煤油	19.6	0.98	70.43
	燃料油	21.1	0.98	75.82
气体燃料	天然气	15.3	0.99	55.54

注：数据来源于北京市企业（单位）二氧化碳排放核算和报告指南（2016版）。

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 3 《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106
- 4 《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289
- 5 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346
- 6 《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350



天津市工程建设标准

# 超低能耗居住建筑设计标准

DB/T29-274-2019

京津统一备案号：J14976-2020

条文说明

2019 天津

## 目 次

1 总则 .....	37
2 术语 .....	39
3 一般规定 .....	41
4 性能化设计 .....	47
5 室内环境参数 .....	51
6 技术指标 .....	55
7 专项设计 .....	60
7.1 热桥处理 .....	60
7.2 气密性 .....	65
7.3 新风热回收 .....	67
7.4 供热供冷系统 .....	69
7.5 卫生间与厨房通风 .....	72
7.6 电气与计量 .....	73
附录 A 围护结构保温及构造做法 .....	76
附录 B 外门窗设计选型及热工性能 .....	77
附录 C 能效指标计算方法 .....	78

## 1 总 则

1.0.1 北京作为国际化超大都市，承担着我国政治中心、文化中心、对外交流中心和科技创新中心的多重角色。2018年底统计，北京市常驻人口已经达到2154万，北京大气环境也是国内外共同关注的焦点。北京城市的发展面临能源和环境的双重压力，把北京建设成为国际一流的宜居之都是北京的重要目标，这就要求北京市建筑的发展必须兼顾优质的室内环境和更低的能耗代价两方面的要求。

2004年北京市居住建筑节能设计标准先于国家标准提出65%节能目标。该标准顺利实施6年后，北京市于2012年进一步提升节能要求，率先颁布实施75%居住建筑节能设计标准。进一步提升建筑节能标准是建筑节能工作的必然要求，北京市“十三五”时期民用建筑节能发展规划明确提出，未来5年，将开展不少于30万平方米超低能耗建筑示范，其中政府投资的项目中建设不少于20万平方米超低能耗示范项目，在北京城市副中心等具备条件的绿色生态示范区推动超低能耗建筑规模化发展。发展超低能耗建筑是未来建筑节能的发展方向，也是北京市建筑节能下一步的引领目标。根据超低能耗建筑对室内环境和能效的诉求以及发达国家已有的成功经验，超低能耗居住建筑设计应从改变设计思想开始，实现由传统建筑设计方法向性能化设计方法的转变，需要标准的规范与引导。

2005年天津市居住建筑节能设计标准先于国家标准提出65%节能目标。该标准顺利实施6年后，天津市于2013年进一步提升节能要求，率先颁布实施75%居住建筑节能设计标准。进一步提升建筑节能标准是建筑节能工作的必然要求，天津市建筑节能和绿色建筑“十三五”规划明确提出到2020年，要建设300万平米的被动房、超低能耗建筑、近零能耗建筑项目。2018年11月2日，天津市建委、市财政局、市国土房管局、市规划局印发《关于加快推进被动式超低能耗建筑发展的实施意见》的通知（津建科〔2018〕535号），提出大力推进天津市被

动式超低能耗建筑工作，到 2020 年底，全市累计开工建设被动式超低能耗建筑不低于 30 万平方米，形成系统的被动式超低能耗建筑政策和技术体系，打造一批被动式超低能耗建筑示范项目。实现被动式超低能耗建筑向标准化、规模化、系列化方向发展。

**1.0.2** 本标准的能效指标是基于商品房住宅（户均建筑面积  $> 60 \text{ m}^2$ ）和公共租赁住宅（户均建筑面积  $\leq 60 \text{ m}^2$ ）模型计算建立的，因此其他类型居住建筑在进行超低能耗设计时，室内环境参数应符合本标准规定，能耗等其他技术指标和技术要求可参照执行。

公共租赁住宅作为商品房住宅的重要补充，其用能强度不同于商品房，本标准依据《公共租赁住房建设与评价标准》DB11-T-1365-2016 建立相关建筑模型，对公共租赁住宅的用能特征等进行分析，建立适用于公共租赁住宅的能效指标。

对于采用混凝土预制构件的装配式超低能耗居住建筑，具体技术措施与本标准所举示例会有所不同，但室内环境和建筑能效指标是普适性要求，应符合本标准规定。

**1.0.3** 本标准应与北京市、天津市其他标准及国家、行业强制性标准相协调，尤其是京津两地现行的居住建筑节能设计标准。本标准是指导北京市、天津市超低能耗居住建筑设计的技术文件，只针对超低能耗居住建筑特有的设计要求提出规定，一般性的建筑设计要求和建筑节能设计要求，应严格执行国家和地方的现行标准。

## 2 术 语

2.0.2 性能化设计是一个通用概念，本标准中特指以建筑室内环境参数和能效指标为目标的性能化设计方式。

2.0.3 供暖年耗热量反映了建筑自身的热需求水平，包括处理新风所需的耗热量。本标准中该指标是约束性指标，相应计算方法见本标准附录 C 能效指标计算方法。

2.0.4 供冷年耗冷量反映了建筑自身的冷需求水平，包括处理新风所需的耗冷量。本标准中该指标是约束性指标，相应计算方法见本标准附录 C 能效指标计算方法。

2.0.5 本标准所指照明能耗仅为固定照明装置能耗，不包含插座能耗。能耗综合值为换算到标准煤当量的建筑能源消耗量，体现了建筑对化石能源的消耗和对环境的影响程度。其中通风系统的能耗为新风处理的能耗，考虑到厨房排风等其他机械通风的不确定性，准确计算难度大，且能效提升潜力有限，因此本标准不考虑这部分能耗。相应计算方法见本标准附录 C 能效指标计算方法。

2.0.6 建筑能效指标计算中，为方便比对，需将供暖、空调、照明、生活热水和家电设备等建筑终端能耗通过平均低位发热量和能源换算系数统一换算到标准煤当量，以衡量建筑物的环境友好程度。相应计算方法见本标准附录 C 能效指标计算方法。

2.0.7 反映一栋建筑中户型分布情况。户均建筑面积按下式计算：

$$A_A = \frac{A_T}{N}$$

式中：

$A_A$ ——户均建筑面积， $m^2$

$A_T$ ——建筑总面积， $m^2$

N——建筑物总户数，户。

2.0.9 建筑的气密性关系到室内热湿环境质量、空气品质、隔声性能，对建筑能耗的影响也至关重要，是超低能耗建筑的重要技术指标。我

国现行相关标准主要对建筑门窗幕墙的气密性作了规定，但并未对建筑整体气密性能提出要求。建筑整体气密性能与所采用外窗自身的气密性、施工安装质量以及建筑的结构形式有着密切的关系，其中，精细化施工与保证良好气密性有直接关系。

气密性能需要在建筑建成后利用压差法或示踪气体法等方法进行现场检测。良好的设计是实现建筑气密性的基础，在设计阶段，设计师应该整体考虑建筑的气密性，尤其对关键节点保障气密性的措施进行专项设计，以保证建筑整体气密性的实现。

**2.0.12 防水透汽材料具备传统防水和能使部分水蒸气渗透出围护结构的功能，可以是防水透汽膜，也可以是其他建筑材料。**

### 3 一般规定

3.0.1 超低能耗居住建筑设计是以最大幅度地降低建筑能源消耗为目标，在建造成本、时间限制、技术可行性、持有成本、建筑耐久性、设计建造水平等约束下，进行优化决策的设计过程。

超低能耗居住建筑设计应以目标为导向，以“被动优先，主动优化”为原则，结合项目所在地气候、环境、人文特征，根据具体建筑使用功能要求，采用性能化的设计方法，因地制宜地制订超低能耗建筑技术策略。

区别于传统建筑节能的指令性（规定性）设计方法，超低能耗居住建筑应采用性能化设计方法。面向建筑性能总体指标要求，综合比选不同的建筑方案和关键部品的性能参数指标，通过不同组合方案的优化比选，制订适合具体项目的针对性技术路线，实现全局最优。

性能化设计与指令式设计的差异见表 3.0.1。

表 3.0.1 性能化设计与指令式设计的差异

性能化设计	指令性设计
面向建筑性能，给出满足性能目标的参数和指标要求	直接从规范中选定设计参数
关心设计、建造及运行全过程	主要关心建筑设计
所提供的措施主要是能证明合适的，就允许采用，为设计提供创造空间	原则上采用规范中所规定的方法或措施
强调建筑整体有机集成	重视细节，轻视整体

性能化设计强调协同设计与组织，传统设计组织以建筑师作为总协调人员，组织相关专业和开发单位形成协同设计工作小组，对项目进行全面把控。在协同设计小组外，由使用者等代表相关方组成工作组，共享项目设计进度信息，提供设计信息输入。

3.0.2 超低能耗居住建筑设计强调以能耗目标为导向，面向最终使用效果，遵循性能化设计原则。作为推荐性的更高标准，不同于现行建筑节能设计标准，超低能耗居住建筑设计达标是以室内环境参数和能

效指标为判定标准，不以具体建筑体形系数、窗墙比、主要围护结构性能指标值、新风系统热回收效率值等性能指标的取值是否达到标准条文要求为必要依据。

为实现超低能耗居住建筑室内环境、能耗及气密性指标，设计时应针对热桥处理、气密性处理、新风热回收、供冷供热系统、卫生间与厨房通风系统等关键环节进行精细化的专项施工图设计。施工图的深度应能够指导实际工程施工，应绘制详细、可指导现场操作的热桥处理和气密性处理节点详图，确保超低能耗居住建筑基本实现无热桥设计，并能达到标准规定的气密性指标。在机电系统方面，高效新风热回收系统是超低能耗居住建筑必须采用的节能措施，应对热回收效率、单位风量风机功率等关键技术指标进行选择和计算，优化风管管径、走向，实现较好的室内气流组织，合理选择新风室外污染物处理的措施，妥善处理新风系统噪声，合理布置室外取风和排风口位置等。在良好的建筑热工性能和新风高效热回收的前提下，超低能耗居住建筑供冷供热负荷远小于常规建筑，也会带来供暖空调设计上的不同，需要针对负荷特征进行专项设计。此外，厨房和卫生间通风也是超低能耗居住建筑设计的重要环节，应在保障厨房、卫生间室内环境质量的同时，尽量减少对其他空间室内环境的影响，降低建筑能耗的同时保障送风的空气质量。

本标准第7章对超低能耗建筑不同于常规建筑的专项设计内容进行了规定。

**3.0.3 建筑群的规划设计与建筑节能关系密切。超低能耗居住建筑设计首先要从规划阶段开始，考虑如何利用自然能源，冬季多获得热量和减少热损失，夏季少获得热量并加强通风。具体来说，要在冬季控制建筑遮挡以加强日照得热，并通过建筑群空间布局分析，营造适宜的风环境，降低冬季冷风渗透；夏季增强自然通风，通过景观设计，减少热岛效应，降低夏季新风负荷，提高空调设备效率。建筑主朝向为南北朝向，有利于冬季得热及夏季隔热，有利于自然通风。北向和西北向为北京市冬季主导风向，主入口避开北向和西北向，可有效降**

低冷风侵入对建筑室内环境和能耗的影响。当主入口由于场地和功能需要设置在不利朝向时，宜设置避风门斗或缓冲区，减少冬季冷风渗透。天津地区冬季受蒙古冷高气压影响，盛行偏北风，建筑布局及构造设计宜采取措施阻隔冬季冷风，具体工程中建议采用计算机模拟手段优化设计。

**3.0.4** 超低能耗居住建筑应遵循“被动优先”的设计原则，通过建筑设计手段降低建筑能耗优先，然后采用主动节能技术进行优化补充。在很多情况下，通过被动式建筑设计降低建筑能耗与采用主动节能技术相比，不需要考虑设备效率下降、调试使用不当、设计工况与实际工况偏离等常见问题。主动式技术应用有对建筑空间、立面影响小，应用效果方便直接量化评估、后期更新改造方便等优点。

**3.0.5** 建筑物体形系数是指建筑物的外表面积和外表面积所包围的体积之比。体形系数越小，单位建筑体积对应的外表面积越小，外围护结构的传热损失越少，从降低能耗角度出发，应该将体形系数控制在一个较小的水平上。

窗墙面积比既是影响建筑能耗的重要因素，也受到建筑日照、采光、自然通风等室内环境要求的制约。外窗和屋顶透光部分的传热系数远大于外墙，窗墙面积比越大，外窗在外墙面上的面积比例越高，越不利于建筑节能。不同朝向的开窗面积，对于不同因素的影响不同，因此在超低能耗居住建筑设计时，应考虑外窗朝向的不同对窗墙比的要求。一般来说，超低能耗建筑的各朝向窗墙面积比不宜超过节能设计标准规定的限值要求。

**3.0.6** 超低能耗建筑保温要求远高于一般建筑的保温要求，以普通模塑聚苯板（EPS）为例，超低能耗建筑所需要的保温层厚度约为250mm左右。对于薄抹灰外保温系统，保温层厚度增加，会带来粘贴的可靠性和耐久性问题，并影响外饰面选择；同时，在目前的建筑面积核算标准下，更厚的保温层会占据更多的有效室内使用面积。因此，选择保温材料时，应优先选用高性能保温材料，并在同类产品中选用质量和性能指标优秀的产品，降低保温层厚度。对屋面保温材料，除满足

更高保温性能外，保温材料还应具有较低的吸水率和吸湿率，上人屋面还应根据设计荷载选择满足抗压强度或压缩强度的保温材料。

超低能耗居住建筑应选择保温隔热性能较好的外窗系统。外窗是影响超低能耗建筑节能效果的关键部件，其影响能耗的性能参数主要包括传热系数（ $k$  值）、太阳得热系数（SHGC 值）以及气密性能；影响外窗节能性能的主要因素有玻璃层数、Low-E 膜层、填充气体、边部密封、型材材质、截面设计及开启方式等。应结合建筑功能和使用特点，通过性能化方法进行外窗系统优化设计和选择。

3.0.7 超低能耗居住建筑夏季空调能耗在全年建筑总能耗中占比大于常规居住建筑，其中来自外窗的辐射得热占比较大，超低能耗居住建筑东、西、南向的外窗应考虑设置遮阳措施。遮阳设计应根据房间的使用要求以及窗口所在朝向综合考虑。可采用可调遮阳或固定遮阳措施，也可在满足性能要求且技术经济可行的前提下采用变色玻璃、阳光控制膜等选择性遮阳措施。

固定遮阳是将建筑的天然采光、遮阳与建筑物融为一体 的外遮阳系统。设计固定遮阳时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向角及遮阳时间，通过对建筑物进行日照分析来确定遮阳的分布和特征。合理设计挑檐尺寸的固定遮阳示意图，如图 3.0.7-1 所示。

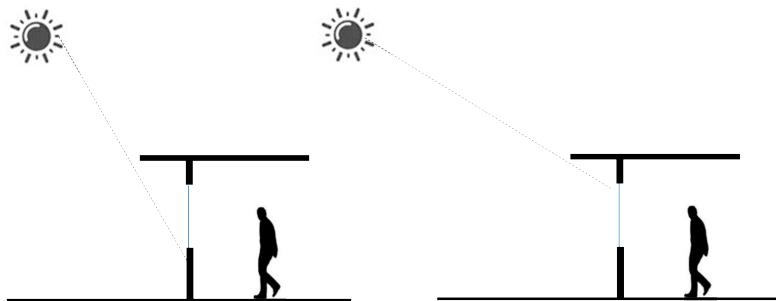


图 3.0.7-1 固定遮阳示意图

可调节外遮阳表面吸收的太阳得热，不会像内遮阳或中置遮阳一样大量传入室内，并且可根据太阳高度角和室外天气情况自动或手动调整遮阳角度，从遮阳性能来看，是最适合超低能耗建筑的遮阳形式，如图 3.0.7-2 所示。

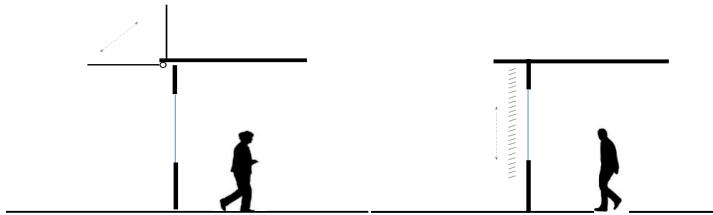


图 3.0.7-2 外遮阳及可调节遮阳板遮阳示意图

除固定遮阳外，也可结合建筑立面设计，采用自然遮阳措施。非高层建筑宜结合景观设计，利用树木形成自然遮阳，降低夏季辐射热负荷，利用树木形成自然遮阳示意图，如图 3.0.7-3 所示。



图 3.0.7-3 利用树木形成自然遮阳示意图

南向外窗宜采用可调节外遮阳、可调节中置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夏季太阳不直接照射到室内，且不影响冬季日照。

东向和西向外窗应采用可调节外遮阳或可调中置遮阳设施。当东向和西向采用固定遮阳时，因东西向在需要避免太阳直晒时，太阳高度角较低，此时采用水平固定遮阳效果较差，因此宜采用垂直遮阳百叶，不宜设置水平遮阳板。

可调节外遮阳和外窗的距离宜大于 100mm，以避免外窗玻璃被加

热。当设置中置遮阳时，应尽量增加遮阳百叶以及相关附件与外窗玻璃之间的距离。

在设置固定遮阳板时，可考虑同时利用遮阳板反射天然光到大进深的室内，改善室内采光效果。

遮阳设施在遮挡阳光直接进入室内的同时，也会阻碍窗口的通风，设计时应综合考虑。

3.0.8 采用下沉广场（庭院）、天窗、导光管系统等，可改善地下车库等地下空间的采光，减少照明光源的使用，降低照明能耗。

3.0.9 超低能耗居住建筑屋顶、立面、车棚及辅助用房设计时，宜结合建筑立面造型效果，设置单晶硅、多晶硅、薄膜等多种光伏组件，充分利用太阳能资源。

3.0.10 全装修指建筑功能空间的固定面装修和设备设施安装全部完成，达到建筑使用功能和性能的基本要求。建筑全装修交付一方面能够确保建筑结构安全性、降低整体成本、节约项目时间，另一方面也能减少污染浪费，更加符合现阶段人们对于健康、环保和经济性的要求，对于积极推进建筑节能具有重要作用。

土建工程与装修工程一体化设计是指土建设计与装修设计同步有序进行，即装修专业与土建的建筑、结构、暖通、电气等专业，共同完成从方案到施工图的工作，在土建设计时考虑装修设计要求，实现预留孔洞和装修面层固定件，避免在装修时对已有的建筑构件打凿、穿孔。在保障结构安全，减少材料消耗，降低装修成本的同时，避免二次装修过程中破坏保温和气密性处理措施，以及对新风气流组织的影响，保障超低能耗居住建筑相关技术要求。

## 4 性能化设计

4.0.1 超低能耗居住建筑性能化设计方法贯穿超低能耗居住建筑设计的全过程，其核心是以性能目标为导向的量化设计分析与优化，确定的性能参数是基于优化计算结果，而不是从规范中直接选取。

为实现超低能耗目标，建筑师应以气候特征为引导进行建筑方案设计，在设计前充分结合当地气象条件、自然资源、生活居住习惯等，借鉴传统建筑的被动式措施，根据场地条件进行建筑平面总体布局、朝向、体形系数、开窗形式、采光遮阳、室内空间布局等适应性设计；在此基础上，以节能性能为依据优化围护结构保温、隔热、遮阳等关键性能参数，最大限度地降低建筑供暖耗热量和空调耗冷量；考虑不同的机电系统方案、可再生能源应用方案和运行与控制策略等，将设计方案和关键性能参数代入能耗模拟分析软件，定量分析是否满足预先设定的能耗目标以及其他技术经济目标，根据计算结果，不断修改、优化设计策略和设计参数，循环迭代，最终确定满足性能目标的设计方案。

性能化设计方法框图如图 4.0.1 所示。

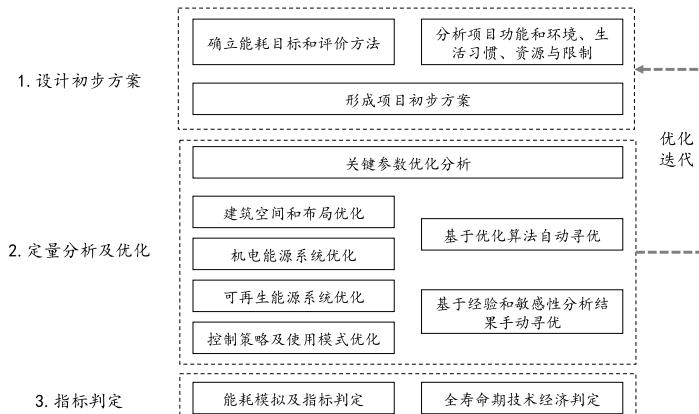


图 4.0.1 性能化设计方法框架图

**4.0.2** 建筑设计时，建筑师常作为总协调人员，与开发单位进行项目的沟通与管理，其他专业（如结构、暖通、给排水、电气、景观、装修、经济等专业）则采取分工合作的形式，进行流水线式作业。对超低能耗居住建筑而言，首先需要设立设计协调人来协调整个设计进程的开展，然后建筑、结构等其他专业，以及开发单位及监理等形成协同设计工作小组，对整个项目进行全面目标及质量把控，即协同设计。每个工作小组成员由其工作团队进行支持。在协同设计小组外，还可由使用者代表、分系统承包商、物业运营人员代表、设备供应商及建筑模拟专家等组成相关方小组，共享项目设计信息，提供相关咨询和支持。

**4.0.3** 超低能耗居住建筑的性能化设计贯穿整个建筑设计流程，本条重点明确了性能化设计的主要流程，其中定量化设计分析与优化是其主要内容。

**4.0.4** 超低能耗建筑的前提是保障健康与舒适，超低能耗建筑应提供良好的室内温湿度环境，洁净健康的室内空气品质以及安静的室内声环境。建筑能效指标是超低能耗居住建筑技术体系的核心，也是超低能耗居住建筑区别于常规建筑的关键。因此，建筑室内环境指标与能效指标是超低能耗居住建筑的核心性能目标，也是超低能耗居住建筑性能化设计的约束条件。另外，超低能耗居住建筑的气密性指标与传统建筑要求不同，也是超低能耗居住建筑性能化设计的约束条件。

本标准第5章和第6章给出了满足超低能耗性能目标的基本要求。

**4.0.5** 降低建筑供暖供冷需求是性能化设计的重要目标，初步方案设计时，应充分运用被动式建筑设计手段，优化建筑方案，作为进一步定量分析的基础。设计时应通过因地制宜的量化分析，结合不同地区气候、环境、人文特征，根据具体建筑使用功能要求，充分利用自然通风、自然采光、太阳得热，控制体形系数和窗墙比等技术措施。

**4.0.6** 标准工况下的能效指标是衡量超低能耗建筑性能的核心，本标准第6章对超低能耗建筑的能效指标限值进行了规定。能效指标计算涉及的变量参数多，相对比较复杂，为提高计算结果的准确性和有效性，本标准附录C对计算范围、参数、方法以及提交文件等内容进行

了详细规定。

**4.0.7** 不同于传统设计方法，性能化设计方法是以定量分析为基础。通过对关键指标参数的敏感性分析，在不同设计策略的参数域，对关键参数取值进行寻优，确定满足项目技术经济目标的优选方案。

进行对于关键参数相对于建筑负荷和能耗的敏感性分析是指在某项参数指标取值变化时，分析其变化对建筑负荷和能耗的定量影响，辨识指标对于参数变化是否敏感。被动式设计的建筑关键参数包括：窗墙面积比、保温材料性能与厚度、遮阳性能、外窗导热性能和辐射透过性能等；主动式设计的设备关键参数包括：热回收装置效率、冷热源设备效率、可再生能源设备性能等。对于不同建筑形式和功能，不同参数对建筑负荷和能耗的影响大小也不同。比如，当外墙保温厚度从现行指标值逐步增大，建筑能耗相应会降低，但该关系并不是线性相关，当保温厚度增大到一定程度后，建筑能耗降低的速度会逐渐减缓，反映出保温厚度进一步增加的有效性逐渐降低。

通过对关键参数的定量敏感性分析，可以有效协助建筑设计关键参数的选取。敏感性分析也是进一步进行全寿命期综合定量分析的基础。

对于简单项目或常规项目，可基于设计师的经验、专家咨询建议等，选取满足目标要求、可能性较大的多个方案，最后通过进行技术经济比选确定较优方案。对于复杂项目或非常规项目，当相关参数维度增加后，不同技术方案的组合方式数量繁多，通过设计师及专家经验很难获得所需要的最优方案，这时应采用优化设计软件，使用多参数优化算法等，自动寻优选取方案。

**4.0.8** 建筑方案和技术策略评价时，要考虑到建筑全寿命期成本，综合平衡初投资和运行费用，在政府投资项目中，还要考虑项目的外部社会环境效益。

在进行全寿命期技术经济分析时，如果建筑寿命选择时间较短，最终优化选择的时候将会更倾向于初投资较低而运行费用略高的措施；如果选择时间较长，优化选择将倾向于节约运行费用的措施。尽管目

前我国建筑平均寿命低于发达国家，但考虑到应尽量延长超低能耗建筑寿命、鼓励耐久性设计和施工措施，建议将超低能耗建筑生命期取值为50年以上。在进行价值评估时，要按当前经济情况和开发单位的经营情况，给出相应的折现利率，将不同方案总成本折为现值进行比较。在进行全寿命期技术经济分析的时候，由于时间跨度较大，不应该将一个建筑视为静止不动的对象，其资金折现比率应相应降低。因此，在超低能耗建筑设计时，应适度考虑未来发展，预留一些改造条件，尽量采用兼顾目前需求和未来可能的设计方案。

**4.0.9** 超低能耗建筑应满足第5章提出的各项室内环境指标，营造健康、舒适、宁静的室内环境。在设计文件中，应明确规定相关环境指标和能效指标等设计参数，作为施工和验收的依据。由于超低能耗建筑相对于常规建筑，更多地采用了分布式冷热源和通风系统，需要详细考虑通过技术手段控制室内设备系统的噪声。室内噪声源一般为通风空调设备、日用电器等；室外噪声源则包括来自建筑外部的噪声（如周边交通噪声、社会生活噪声、工业噪声等）。设计过程中应计算最不利房间的外墙、楼板、分户墙、门窗的计权隔声量，依据环评报告的室外噪声值，验证建筑室内的声环境是否满足要求。

## 5 室内环境参数

5.0.1 本条规定是设计人员选用室内环境设计参数时需要遵循的条文。性能化设计进行能耗计算和评价时使用的室内环境参数应与设计选用的室内环境参数相同。

本条文提供的冬季供暖温度20℃和夏季空调温度26℃，相对常规住宅而言，其舒适度已有大幅度提升，在尽量降低供暖空调能耗的前提下，设计时，夏季空调温度不宜低于26℃，冬季供暖温度不宜高于20℃。

营造健康、舒适的室内环境是超低能耗建筑设计的核心目标之一。超低能耗建筑室内环境参数应满足较高的热舒适水平。室内热湿环境参数主要是指建筑室内的温度、相对湿度，这些参数直接影响室内的热舒适水平和建筑能耗。健康、舒适是确定超低能耗建筑室内环境参数的首要原则，同时也应兼顾当地居民生活习惯和节能。

根据国内外有关标准和文献的研究成果，当人体衣着适宜、保暖量充分且处于安静状态时，室内温度20℃比较舒适，18℃无冷感，15℃是产生明显的冷感的温度界限。冬季热舒适（ $-1 \leq PMV \leq 1$ ）对应的温度范围是18~24℃。本着提高生活质量、满足室内舒适度的条件下尽量节能的原则，同时考虑目前供暖季住宅建筑室内温度实际情况和居民的生活习惯，将冬季室内供暖温度设定为20℃，在集中供暖室内温度18℃的基础上调高2℃。

超低能耗建筑具有很好的气密性和新风热回收系统，可以有效避免冬季室内空气湿度的降低，实际调查结果表明，冬季超低能耗建筑的室内湿度一般都在30%以上。冬季空调集中加湿能耗较大，根据超低能耗建筑的特点，延续我国供暖系统设计习惯，冬季可不设置空气加湿系统。表5.0.1中所列冬季室内湿度指标不参与设备选型和能耗指标的计算。

常规住宅通常不做空调设计，由用户自行选择安装空调。常见形

式以分体空调为主。实际运行时往往由于设备选型偏大，夏季室内温度波动大，舒适度较差。本着适度提高室内环境舒适水平和节能的原则，考虑到居民的生活习惯，夏季空调工况下的温度在满足舒适度的前提下选择偏热环境，因此确定夏季供冷工况的室内设计参数为：温度 $\leq 26^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 60\%$ 。

冬季和夏季室内参数整体处于国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 中规定的较高水平，其中温度处于Ⅱ级热舒适等级，湿度处于Ⅰ级热舒适等级。

整体而言，超低能耗建筑大幅提高住户的舒适度。冬季室内温度不低于 $20^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不低于30%；在过渡季，通过高性能的外墙和外窗遮阳系统保证室内温度在 $20\text{--}26^{\circ}\text{C}$ 之间波动；在夏季，当室外温度低于 $28^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度低于70%时，通过自然通风可保证室内舒适的室内环境，当室外温度高于 $28^{\circ}\text{C}$ 或相对湿度高于70%时以及其它室外环境不适宜自然通风的情况下，主动供冷系统将会启动，使室内温度不高于 $26^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不高于60%。大部分时间处于热舒适Ⅰ级水平，全年处于动态热舒适水平。此外，由于高性能围护结构的应用，提高了围护结构内表面温度，避免了冬季的冷辐射导致的不舒适，再加上新风系统的使用，超低能耗建筑的室内环境较现有水平有较大程度的提升。

主要房间是指居住建筑中提供居住功能的房间，包括卧室、起居室等，走廊、电梯厅、地下车库等公共区域的热湿参数应按实际需求设定，并应满足现行相关标准的规定。

5.0.2 新风量是室内环境主要影响因子。石油危机出现之后，建筑节能问题日益得到普遍关注，而降低新风负荷也就成为主要的节能措施之一。然而，病态建筑综合症（Sick Building Syndrome, SBS）和建筑相关疾病（Building Related Illness, BRI）以及化学物质过敏症（Multiple Chemical Sensitivity, MCS）的出现使人们认识到提高建筑新风量是构建健康建筑室内环境的重要选择，特别是SARS危机之后，增加新风量更成为应对SARS的主要技术措施。同时，美国ASHRAE标准62还特别

规定不允许用空气净化器完全替代室外新鲜空气，新风对于改善室内空气品质，减少病态建筑综合症具有不可替代的重要作用。因此，合理确定超低能耗建筑新风量对改善室内空气环境和保证室内人员的健康舒适具有重要意义。

现阶段建筑室内空气污染物的种类增多和强度多变，包括人员污染物和建筑污染物（建材和设备）；室外空气污染的加剧，新风品质下降，进一步导致室内空气品质较差。通常居住建筑不设置新风系统，主要通过开窗进行自然通风。开窗通风是简便易行的获取新风的方式，也是超低能耗建筑在过渡期等室外环境参数比较适宜时推荐的获取新风的方式，但供冷供热季节一方面为保证室内热环境要求，开窗时间不能过长，通风效果难以保证，另一方面华北地区是我国空气污染较为严重的地区，虽然近年有所改善，但重度雾霾依然时有发生，此时无法开窗改善室内空气质量。因此越来越多的普通住宅住户购买空气净化装置或安装空气过滤系统以保证人体的健康。

室外新风主要用于排除污染物和满足人体新风量的要求。新风量的大小不仅与能耗、初投资和运行费用密切相关，而且关系到人体的健康。国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》中推荐居住建筑的换气次数参照 ASHRAE Standard 62.1 确定。本标准综合考虑多种因素，并参考国内现行规范，考虑到新建居住建筑的主力户型为 $70\text{--}90\text{ m}^2$ 的中小户型，房间净高 2.6m，户均 3 人，此时建筑的换气次数在 0.5 左右，满足国家标准的推荐值。由于标准中规定的为最低限值，当户均面积偏大时，宜适当提高新风量。

超低能耗建筑应通过自然送风和机械通风两种方式结合向室内提供充足健康的新鲜空气。超低能耗建筑首先应具备良好自然通风能力，当室外空气参数适宜通风时，自然通风可向室内提供充足的空气，保证室内良好的空气品质。当室外空气不适宜通风时，如室外温度过高或过低、雾霾严重时，通过机械通风系统向室内提供充足（不低于 $30\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{人}$ ）健康的新鲜空气，保证全年室内良好的空气品质。

### 5.0.3 世界卫生组织（WHO）通过专家组对噪声与烦恼程度、语言交

流、信息提取、睡眠干扰等关系的调研以及对噪声传递的研究，发表了噪声限值指南见表 5.0.3。

表 5.0.3 WHO 对住宅室内噪声的推荐值

具体环境	考虑因素	测量时段	等效声级 dB (A)	快挡最大值 dB (A)
住宅室内	语言干扰和烦恼程度	昼、晚 16h	35	—
卧室	睡眠干扰	夜间 8h	30	45

我国现行国家标准《声环境质量标准》GB3096-2008 按区域的使用功能特点和环境质量要求，将声环境功能区分为五种类型，其中要求最高的为康复疗养区等特别需要安静的区域，其昼间等效声级限值为 50dB (A)，夜间等效声级限值为 40dB (A)。现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118-2010 中对高要求住宅的卧室、起居室（厅）内允许的噪声级为卧室昼间允许噪声级为 40 dB (A)，夜间允许噪声级为 30dB (A)。室内噪声不仅和住宅建筑所处的声功能区、周边噪声源的情况有关，而且和建筑物本身的隔声设计密切相关。超低能耗建筑采用高性能的建筑部品，普遍具有较好的隔声能力。根据国内外的标准和现有隔声技术情况，确定了超低能耗建筑应具备较高水平的室内声环境。

## 6 技术指标

6.0.1 能效指标作为超低能耗居住建筑技术体系的核心，是超低能耗居住建筑所必须达到的性能要求。能效指标由供暖年耗热量、供冷年耗冷量、供暖供冷及照明能耗综合值三项指标组成，其计算方法详见本标准附录 C。能效指标约束建筑方案通过充分利用自然资源、采用高性能的围护结构、自然通风等被动式技术降低建筑的冷热需求，在此基础上，利用高效的供暖、空调及照明技术降低建筑物的供暖空调和照明系统的能源消耗，同时高效利用可再生能源，降低建筑总能源消耗。

控制供暖年耗热量和供冷年耗冷量的目的是通过被动技术尽量降低建筑物的冷热需求，使得仅通过新风系统即可承担建筑的冷、热负荷，可不再需要传统的供热和供冷设施。根据国内外超低能耗居住建筑工程实践情况，在考虑技术措施适宜性和气候特点的前提下，对典型低层建筑、多层建筑、中高层建筑和高层建筑分别建立模型，采用不同的技术措施并以全寿命周期成本作为目标函数进行优化，经专题论证，确定了不同层数的超低能耗居住建筑的供暖年耗热量和供冷年耗冷量的控制指标。

供暖供冷及照明能耗是居住建筑设计主要可控能耗，其中供暖和供冷能耗与围护结构和能源系统效率有关，照明系统的能耗与天然采光利用、能源系统效率和使用强度有关，建筑设计阶段可通过优化设计降低供暖、供冷和照明能耗。因此将供暖供冷及照明能耗作为超低能耗居住建筑设计阶段必须控制的能效指标之一。为了反映建筑能耗对环境的影响程度，将不同类别的建筑能耗通过能源换算系数统一换算到标准煤当量，同时考虑可再生能源的贡献，因此，提出供暖供冷及照明能耗综合值作为供暖供冷及照明能耗的控制指标，兼顾了超低能耗居住建筑对环境的影响，也鼓励采用清洁能源和可再生能源。

超低能耗居住建筑与居住建筑 75% 节能标准相比，供暖需求再降

低 70% 以上，相对于 80 年代居住建筑，标准的节能率约为 92.5%，并大幅减少空调使用的时间；与此同时，被动式技术的应用使得冬季在降低供暖能耗的前提下，室内环境大幅度改善，冬季室内温度在 20℃ 以上。

根据北京市建筑设计研究院对近年来北京市新建商品住宅的调研，基本没有户均建筑面积小于 60 m<sup>2</sup>的商品住宅。而近年来出现的公共租赁住宅等保障性政策住宅的户均建筑面积较小，这类住宅在较小的面积空间内实现常规住宅的所有功能，人员密度高、建筑室内设备用能强度高，单位面积新风量也高于常规商品住宅，因此公共租赁住宅在采用与商品房相同的技术路线时，其能耗消耗强度更高，实现难度更大。通过对北京市典型商品住宅、公共租赁住宅优化设计、模拟计算分析，在考虑公共租赁住宅的能效指标的技术难度与普通商品房基本一致的前提下，以户均建筑面积 60 m<sup>2</sup> 为界，确定了超低能耗居住建筑能效指标。兼顾了商品住宅和公共租赁住宅的特点，以及技术的可行性和适宜性。

提供使用空间的环境是居住建筑的主要功能，套内使用面积是居住建筑设计过程中直接产生的基础数据，以套内使用面积为基准评估建筑的用能强度可以直接体现建筑实际功能空间的用能强度，因此本标准以套内使用面积作为能效指标的基数。

建筑物的气密性能关系到室内热环境质量、空气品质、建筑的隔声以及防火性能，也直接影响建筑能耗。我国新建建筑对住宅建筑门窗幕墙的气密性作了规定，但并未对建筑物整体气密性能提出要求。建筑物整体气密性能与所采用外窗自身的气密性、施工安装质量以及建筑物的结构形式有着密切的关系，其中，精细化施工是保证良好气密性的重要措施。

气密性能需要在建筑建成后利用鼓风门法或示踪气体法等方法进行实际测试。良好的设计是保障建筑气密性的基础，设计师应该整体考虑建筑的气密性，尤其对关键节点的气密性的保证进行专项设计，以保证建筑物整体气密性的实现。

气密性不好的建筑会产生过多用户无法干预的室内外空气交换，导致不必要的能量损失。因此气密性要求主要是保证建筑物在需要时能够与室外环境有良好的隔绝，当建筑的围护结构的保温隔热性能足够好时，室外空气渗透就成了影响建筑室内环境的主要因素。良好的气密性可以降低建筑室外环境对室内环境的影响，如在供暖和供冷或当室外 PM2.5 超标时，室内环境希望与室外环境尽量隔绝，此时良好的气密性是保障室内空气品质的前提条件。良好的气密性意味着建筑具有更好的保温、防潮、隔音和耐久性能，同时还有助于提高建筑的舒适性。

超低能耗居住建筑气密性应满足  $N_{50} \leq 0.6$ ，即在标准测试条件下室内外压差在 50pa 时，气密层范围内区域的换气次数不超过 0.6 次。

**6.0.2 建筑总能耗综合值**以户为单位，为一栋建筑物户均值。建筑总能耗综合值包括建筑供暖供冷、照明、生活热水、家电、炊事、电梯等系统的全部能耗，按照附录 C 规定的计算方法计算。其中除供暖、供冷及照明外，生活热水、炊事、家用电器等生活用能与建筑的实际使用方式、实际居住人数、家电设备的种类和能效等相关，均为建筑设计不可控因素，在设计阶段准确预测和考虑存在一定的难度，同时实际工程中居住建筑分户分项计量的成本较高，难以大规模采用，但实际总能耗是住户和管理部门能够简单获得，也最能反应建筑能耗的实际消耗水平，因此将户均建筑总能耗综合值作为推荐的能耗参考指标。设计阶段可以依据设计工况对居住建筑的总能耗进行计算，其中，除设计阶段可控能耗外，其他能耗均采用定值计算，建筑总能耗综合值计算方法应符合附录 C 的规定。当满足表 6.0.2 中指标要求时，如按单位套内使用面积计算，对户均建筑面积小于 60 m<sup>2</sup>的建筑，其建筑总能耗综合值约为 125kWh/ m<sup>2</sup> · a；对户均建筑面积在 60–135 m<sup>2</sup>的建筑，其建筑总能耗综合值约为 110kWh/ m<sup>2</sup> · a，对户均建筑面积大于 135 m<sup>2</sup>的建筑，其建筑总能耗综合值约为 100 kWh/ m<sup>2</sup> · a。

在降低建筑能耗的同时，降低建筑碳排放强度也是超低能耗居住建筑的目标。在应对气候变化文件《强化应对气候变化行动——中国

国家自主贡献》中，我国确定二氧化碳排放 2030 年左右达到峰值并争取尽早达峰，单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 60%—65%。北京市发布了《关于北京市在严格控制碳排放总量前提下开展碳排放权交易试点工作的决定》和《关于印发规范碳排放权交易行政处罚自由裁量权规定的通知》等文件，已经建立碳排放配额管理和碳排放权交易制度，超低能耗居住建筑应具有较低的碳排放强度，因此，本标准提出了超低能耗居住建筑的碳排放强度推荐性指标。天津市陆续发布了《天津市“十三五”控制温室气体排放工作方案》、《天津市碳排放权交易管理办法》等文件，已建立了碳排放配额管理和碳排放权交易制度，超低能耗居住建筑应计算其排放强度。

建筑寿命周期内的各个阶段都会产生碳排放，本标准仅关注建筑使用阶段的碳排放强度。

本标准附录 D 中规定了适用于本标准的碳排放强度计算方法，该方法参考了国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T51366 及《北京市企业（单位）二氧化碳排放核算和报告指南（2016 版）》相关内容。

**6.0.3** 超低能耗建筑应以室内环境和能效指标为目标，采用性能化设计方法确定围护结构的热工性能。为了便于设计人员使用，本标准提供围护结构热工性能的推荐值。表中数值是通过典型建筑模拟计算和经济性分析获得的推荐值。现阶段推荐按表中所提供现行值选取，现行值充分考虑了技术可行性和经济成本，未来随着超低能耗建筑的普及和推广，相关材料和部品价格有可能下降，此时宜采用目标值。超低能耗建筑应平衡技术性能指标的提高和增量成本，强调技术经济的合理性。

本条文所指的非供暖空间不含室外空间。楼板分隔的非供暖空间一般是非供暖地下车库等空间，隔墙分隔的非供暖空间一般是非供暖楼梯间等空间。地下车库温度较低且楼板面积相对较大，因此相对隔墙来说，楼板的节能要求更高。分隔供暖与非供暖空间的隔墙主要位于住宅功能房间和楼梯间之间，户外公共楼梯间冬季空气温度一般低于室内空间，但高于室外空气温度，隔墙的保温会占据套内使用面积，

影响防火和疏散设计，降低建筑得房率，不宜过度提高该部分的热工性能，因此推荐采用表中的数值。

与室外不直接接触的户门多为室内空间与户外公共楼梯间的门。虽然户外公共楼梯间冬季空气温度一般低于室内空间，但该处温度一般会高于室外空气温度，且非供暖房间的外围护结构已经具有较好的热工性能，同时户门承担着重要的安全防盗和防火功能，考虑到性能和成本的关系，推荐采用表中数值。

外门占围护结构比例较小，且承担着重要的安全防盗功能，非透光部分多为金属框架填充保温隔热材料，由于金属框架的严重热桥和保温隔热材料厚度受到门体限制，故非透光部分 K 值不宜要求太严格。需要强调的是，透光部分除透光构件本身外，还包括安装该透光构件的边缘专用支撑构造，因此外门非透光部分热工性能要求略低于外窗。

透光围护结构包括外窗（含天窗），以及外门透光部分。

# 7 专项设计

## 7.1 热桥处理

7.1.1 热桥处理是改善建筑质量、提高建筑节能水平的重要措施。超低能耗居住建筑中的热桥影响占比大于常规建筑，热桥处理是实现超低能耗目标的关键因素之一。

热桥专项设计应遵循以下规则：

- 1 避让规则：尽可能不要破坏或穿透外围护结构；
- 2 击穿规则：当管线需要穿过外围护结构时，应保证穿透处保温连续、密实无空洞；
- 3 连接规则：在建筑部件连接处，保温层应连续无间隙；
- 4 几何规则：规避几何结构的变化，减少散热面积。

7.1.2 墙角阴角和阳角在保温层搭接处容易产生热桥，如果处理不好容易产生裂缝等物理破坏，并产生热桥，采用预先加工成型的保温构件，有利于提高角部施工质量，降低热桥产生的风险。

锚栓相对保温层来说，导热系数大，热桥效应显著，应采用断热桥锚栓，并可使用保温材料封堵端头，可按图 7.1.2-1 设计。

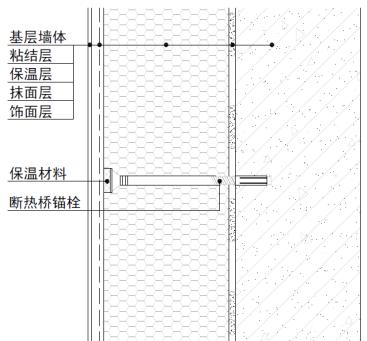


图 7.1.2-1 断热锚栓安装示意图

以最常见的悬挑空调板为例，为降低悬挑板的传热损失，一般采用断热桥连接件固定，或采用妥善的保温包裹悬挑空调板，可参考图 7.1.2-2 设计。阳台、雨棚等其他外挑构件的热桥处理可采取同样措施。

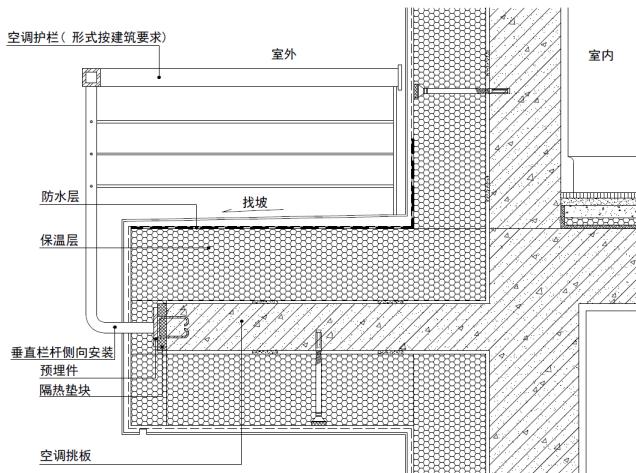


图 7.1.2-2 空调板安装示意图

穿墙管是常见的热工薄弱环节，容易产生热桥和气密性缺陷，穿墙管节点可参考图 7.1.2-3 设计。

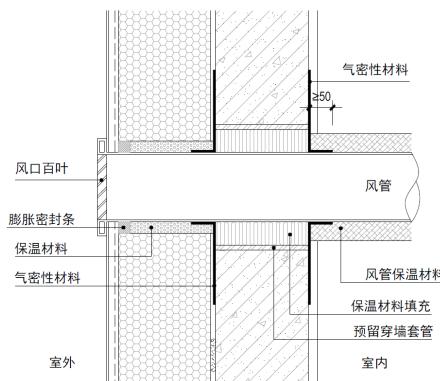


图 7.1.2-3 穿墙风管示意图

7.1.3 外遮阳需要可靠地与主结构连接，在确保安全可靠的同时，应妥善处理热桥和气密性风险，外遮阳的安装节点设计应与外墙保温和外窗节点设计协调一致，活动外遮阳安装节点可参考图 7.1.3 设计。

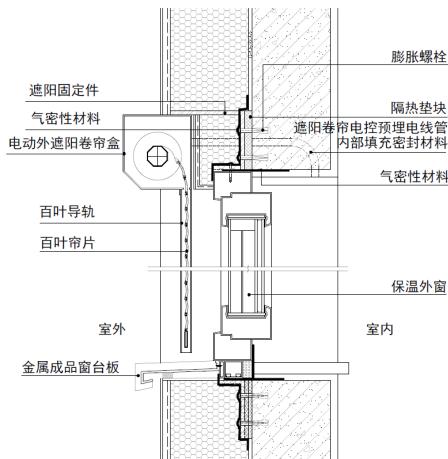


图 7.1.3 活动外遮阳示意图

7.1.4 屋面保温做法可参考图 7.1.4-1 设计。

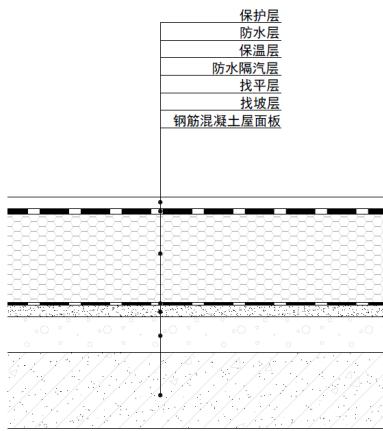


图 7.1.4-1 屋面保温构造示意图

女儿墙保温做法可参考图 7.1.4-2 设计。

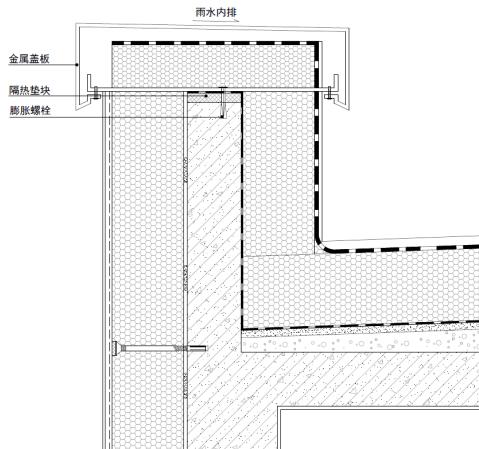


图 7.1.4-2 突出屋面女儿墙及盖板保温构造示意图  
出屋面管道安装节点可参考图 7.1.4-3 设计。

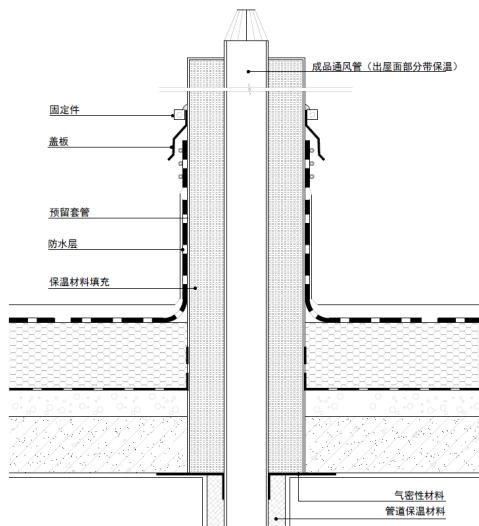


图 7.1.4-3 出屋面管道保温构造示意图

落水管安装节点可参考图 7.1.4-4 设计。

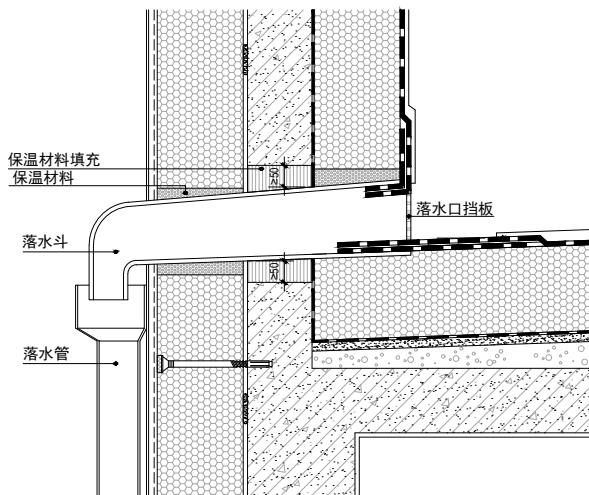


图 7.1.4-4 落水管示意图

7.1.5 地下室顶板保温构造做法可参考图 7.1.5-1, 7.1.5-2, 7.1.5-3 设计。

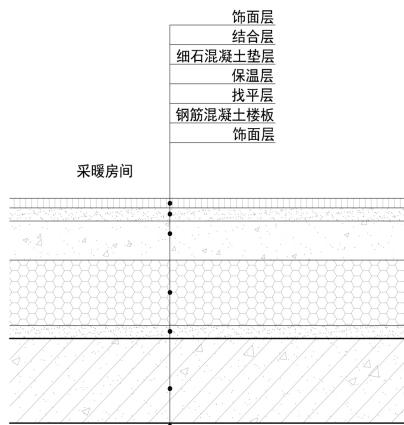


图 7.5.1-1 非采暖地下室顶板保温构造示意图 1

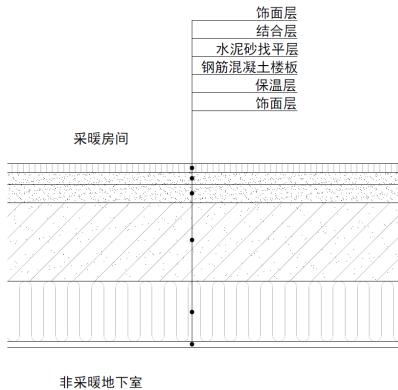


图 7.5.1-2 非采暖地下室顶板保温构造示意图 2

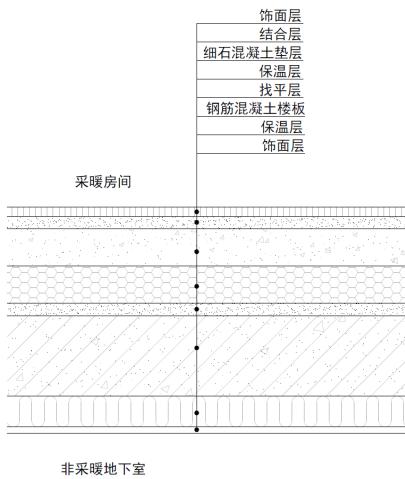


图 7.5.1-3 非采暖地下室顶板保温构造示意图 3

## 7.2 气密性

**7.2.1** 建筑物气密性是影响建筑供暖能耗和空调能耗的重要因素，对实现超低能耗目标来说，单纯由围护结构传热导致的能耗已较小，气密性对能耗的影响重要性相对常规建筑更大。良好的建筑气密性有利

于减少因冬季冷风渗透和夏季非受控通风导致的供暖和空调负荷，避免水蒸气侵入造成的建筑发霉、结露和损坏，减少室外噪声和室外空气污染等不良因素对室内环境的影响，提高居住者的生活品质。建筑围护结构气密层应连续并包围整个室内空间，如图 7.2.1 所示。

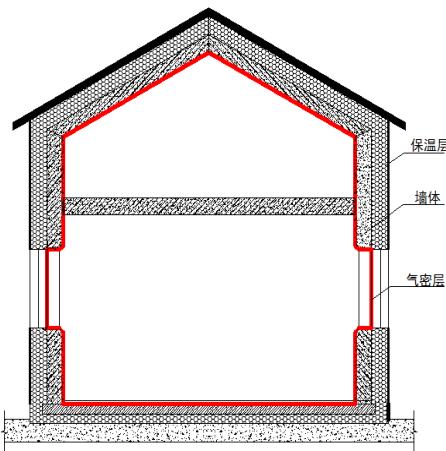


图 7.2.1 气密层标注示意图

7.2.3 对超低能耗居住建筑来说，在正常的设计和施工条件下，外门窗的气密性对建筑整体的气密性影响较大，良好的外门窗的气密性是实现建筑整体气密性目标的基础之一。

7.2.4 常见的可构成气密层的材料包括一定厚度的抹灰层、硬质的材料板（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、砌块墙体等不适于用做气密层。对于混凝土结构，气密性胶带和抹灰层可形成完整气密层，而对于砌块结构，除抹灰层和胶带外，个别部位可使用气密性薄膜。

7.2.5 穿越气密层的门洞、窗洞、电线盒和管线贯穿处等部位不仅是容易产生热桥的部位，也是容易产生空气渗透的部位，其气密性的处理措施应充分考虑产品特征和安装方式，进行针对性设计。其中，电线盒气密性处理可参考图 7.2.5 设计。

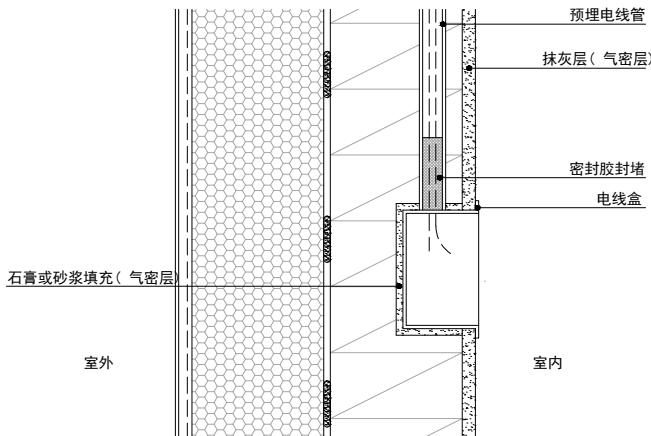


图 7.2.5 电线盒气密性处理示意图

### 7.3 新风热回收

7.3.1 设置高效新风热回收系统，通过回收利用排风中的能量降低建筑供暖耗热量、空调耗冷量及供暖供冷系统容量，实现建筑超低能耗目标，是超低能耗居住建筑的主要特征之一。超低能耗居住建筑由于通过其良好的围护结构及气密性等设计，可有效地降低建筑的冷热负荷及全年能耗。冬季供暖时依靠建筑内的被动得热，其供暖需求可进一步降低。

高效新风热回收系统通过排风和新风之间的能量交换，回收利用排风中的能量，进一步降低供暖耗热量和空调耗冷量，是实现超低能耗目标的必要技术措施。

7.3.2 新风热回收装置按换热类型分为全热回收型和显热回收型两类。由于能量回收原理和结构不同，有板式、转轮式、热管式和溶液吸收式等多种形式。热回收效率是评价热回收装置换热性能的主要指标，结合工程实践经验和能效指标，提出新风热回收装置换热性能建议值。其中显热回收型对应的是温度交换效率，全热回收型对应的是全热交换效率。相关研究结果表明，制冷工况下的显热交换效率和全热交换

效率均比制热工况下低大约 5%，此处显热交换效率和全热交换效率均指制热工况。设计时应选用高热回收效率的装置，同时热回收装置单位风量风机耗功率（Specific Fan Power, SFP）不应大于  $0.45\text{W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ，避免输送能耗过高。单位风量风机耗功率 SFP 定义如下：

$$\text{SFP} = \text{风机功率} / \text{额定风量}$$

针对小型居住单元带热回收的送排风系统单位风量风机耗功率，国际能源署通风研究中心 2009 年给出的建议值为  $0.69\text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ，且该值随着建筑节能规范的提高还应继续降低；欧洲暖通空调学会（REHVA）于 2018 年发布的欧洲居住建筑热回收新风机组指南，基于典型设计的欧洲强制要求风机相应数值约为  $0.65\text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ，提升两个等级后约为  $0.45\text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ ；而德国被动房研究所给出的建议值则不应高于  $0.45\text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。基于典型户型、风机运行时间和本标准所建议的单位风量风机耗功率值  $0.45\text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$  估算，风机能耗占本标准提出的一次能源指标限值的 12~15%。

显热回收具有较好的性价比，全热回收装置利于降低结霜的风险，应根据具体项目情况综合考虑。

**7.3.3 新风热回收系统设置低阻高效的空气净化装置，不仅为室内提供更加洁净的新鲜空气，也可有效地减小雾霾天气对室内空气品质的影响。同时也可减缓热回收装置因积尘造成的换热效率下降。**

**7.3.4 新风量宜按室内总设计人数确定，每人所需的最小新风量应按  $30\text{m}^3/\text{h}$  计算。新风量应与排风量平衡。并可适当提高新风量标准，以满足去除室内污染物需求。**

**7.3.5 新风系统宜分户独立设置且可调控，通过监测室内二氧化碳浓度或颗粒物浓度指标，按用户需求进行新风供应。设计中宜根据户型面积、房屋产权及管理形式等因素综合分析确定系统形式及运行方式。**

**7.3.6 新风宜从起居室和卧室等主要活动区（送风区）流向卫生间和厨房等功能区（排风区）。楼梯间、过道和敞开式厨房的餐厅可作为过流区，通过空气流动间接得到送风和排风，保证所有房间得到充分通风。室内气流示意图，如图所示；**

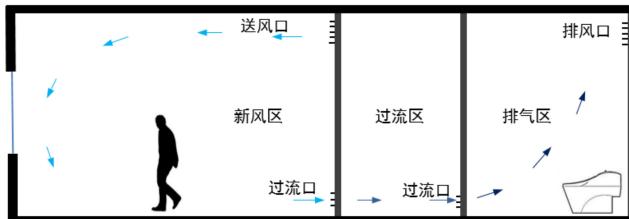


图 7.3.6 室内气流示意图

每个房间或主要活动区均应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与回风管道连接，其他房间设置过流口与主活动区间联通；回风口也可在厨房门口集中设置。

**7.3.7** 新风机组应进行消声隔振处理，出口处和回风入口处宜设消声装置，过流口应有隔声降噪设计，风机与风管连接处应采用软连接，进行隔振降噪。新风系统风道和风口设计应尽可能降低管道和风口风速，主风道风速宜小于3m/s，送风口风速宜小于1.5m/s。

**7.3.8** 新风机组补风应从室外直接引入，补风管道引入口处和排风管应设保温密闭型电动风阀；电动风阀应与排油烟机联动，在排油烟系统未开启时，应关闭严密，不得漏风。补风管道应保温，防止结露。

**7.3.9** 新风热回收机组防冻措施可采用以下方式：

- 1 采用加热装置预热室外空气；有集中供暖时，宜利用热网回水加热，以降低一次能源消耗量；
- 2 采用地道风（土壤热交换器）预热室外空气，冬季预热出口风温不宜低于4℃。

**7.3.10** 新风系统的排风管、补风管、厨房排烟补风管等管道均直接连接室外，且管道内空气温度在冬季时较低，在设计时应根据管道内空气温度，妥善设计保温措施，避免管道表面结露和传热损失。

## 7.4 供热供冷系统

**7.4.1** 超低能耗居住建筑由于良好的围护结构及气密性设计，有效地

降低了建筑的冷热负荷需求。冷热源系统能耗显著低于常规建筑。在超低能耗居住建筑中，冬季主要依靠被动得热和热回收装置，供热负荷很小，冷热源系统慢慢向辅助设置转变。由于夏季的空调除湿需求较高，无法通过提高围护结构性能及新风热回收系统完全消除，且冬季需要满足应对极端天气下的制热负荷，因此仍应设置供冷供热系统。

超低能耗居住建筑由于负荷较低，较为常见的供冷供热型式为新风热回收及热泵一体机，通过与排风之间的能量交换，降低了新风的冷热负荷。新风预处理后和循环风一起进入冷热盘管进行再处理后送入室内，冷热盘管由热泵机组驱动。除了一体机之外，也可以采取新风热回收和供冷供热分开的独立系统。

**7.4.2** 冷热源系统选择对能耗和投资有显著影响，需要充分考虑各类适用系统的性能和投资的相互制约关系，依据所选取的判断准则，进行辅助供暖供冷系统方案比选。比选时应以仿真分析为手段，获取全工况、变负荷下的预期能效指标，考虑初投资、全寿命期运行费用、环境影响、操作管理难易程度等多方面因素。

供冷供热系统应进行性能参数优化设计，可包括冷热源机组的性能系数、输配和末端系统形式、热回收机组的热回收效率等关键影响因素。在能源需求一定的情况下，需要平衡好提高机组性能系数带来的系统初投资增加和运行费用节约的关系，根据经济性评价原则，指导系统最优设计。

由于超低能耗居住建筑冷热源系统负荷较小，要求系统更加灵活，系统形式从集中转向分散，更有利调节和降低能耗。研究成果表明，空气源热泵、地源热泵和多联机等既能供暖又能供冷的系统为较优选择。

**7.4.3** 为加强能源梯级利用，更好地利用能源品位，超低能耗居住建筑宜按不同资源条件和用能对象建设一体化集成系统，进行多能源协同供应和综合梯级利用，实现太阳能、热泵与常规能源系统的集成及优化运行，鼓励采用基于可再生能源或低品位热源的“低温供热、高温供冷”的高效供能方式等。

超低能耗居住建筑供热供冷应优先利用可再生能源，减少化石能源的使用。除满足供热和新风处理要求外，应优先采用太阳能热水系统，满足供热或生活热水需求。采用太阳能光伏系统，可直接进一步降低建筑能源消耗。

#### 7.4.4 提高制冷、制热性能系数是降低建筑供暖、空调能耗的主要途径之一，超低能耗建筑应对设备的效率提出设计要求。

当采用分散式房间空调器作为冷热源时，宜采用转速可控型产品，其能效等级应参考国家标准《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB21455-2013 中能效等级的一级要求。

当以燃气为能源提供供暖热源时，可以直接向房间送热风，或经由风管系统送入；也可以产生热水，通过散热器、风机盘管进行供暖，或通过低温地板辐射供暖。所应用的户式燃气供暖热水炉的热效率参考《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 20665-2015 中的第一级。

作为供暖热源，空气源热泵有热风型和热水型两种机组。当热泵机组失去节能上的优势时不应采用空气源热泵。本标准低环境温度名义工况参考《低环境温度空气源热泵（冷水）机组第2部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组》GB/T 25127.2-2010。为提高能源利用效率，空气源热泵热水型机组性能系数COP建议值为2.30，热风型机组性能系数COP建议值设为2.00。对于冬季寒冷、潮湿的地区使用时必须考虑机组的经济型和可靠性。

多联式空调（热泵）机组的制冷综合性能系数IPLV（C）数值应比现行《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 的要求大幅提高，目前主流厂家的高能效产品均超过6.0。对电机驱动的蒸气压缩循环冷水（热泵）机组的性能系数评价时，可以采用制冷性能系数（COP）或部分负荷时的性能系数（IPLV）：其在名义制冷工况和规定条件下的性能系数（COP）和部分负荷时的性能系数参考现行标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015 中的一级能效等级。

#### 7.4.5 建筑暖通空调系统的负荷变化幅度较大，满负荷运行时间占比

不高，进行变负荷调节时往往为变速调节，而各种变速调节形式中，变频调速的节能效果最佳。目前适应各种电机形式的变频调速技术已经较为成熟且成本逐渐降低，投资增量回收期大多低于4年，具有较好的经济性。风机水泵变频调速还具有启动方便、延长设备寿命、运行噪声低等附加收益。

## 7.5 卫生间与厨房通风

**7.5.1** 厨房和卫生间排风量较大，对建筑能耗有直接影响，尤其在室内外温差大时。厨卫通风直接关系到室内环境和超低能耗目标的实现，超低能耗居住建筑应处理好卫生间和厨房通风，进行专项设计和方案论证，专项设计和方案论证中应对厨卫系统排风量对能耗的影响进行分析，量化分析对建筑能耗的影响程度，对其是否采取排风热回收进行经济技术分析，结合新风系统和户型平面进行气流组织优化分析等。

**7.5.2** 卫生间要维持负压，避免不洁空气溢流到其它室内区域影响空气品质，因此卫生间应设置排风，并采取措施避免污染空气串通到其他空间。排风可经排风装置导入排风竖井，借助无动力风帽排出室外。由于卫生间排风机长期运行会造成不必要的能耗，宜设置定时启停装置，避免长时间运行导致不必要的新风引入增加冷热负荷需求及排风机能耗。

卫生间排风系统间歇运行时由周边房间补风，不另设补风系统，新风热回收装置如具备对卫生间排风处理和热回收的卫生处理条件，可对其进行热回收，进一步降低建筑能耗。新风热回收装置需采取相关技术措施，防止受污染的卫生间排风造成的交叉污染，如防串流的止回阀，合理选择热回收装置类型和形式。

**7.5.3** 户型设计中应充分考虑卫生间利用外窗自然通风的可行性。卫生间排风分为机械排风和自然排风，采暖季及空调季为避免开窗通风对冷热负荷需求的增加，宜采用机械排风方式。在过渡季时，有可开启外窗的卫生间应优先采用开启外窗的自然排风方式，降低非供暖及空调时间建筑能耗。

**7.5.4** 超低能耗居住建筑以节能为目的，同时不应降低人体舒适度要求。厨房在做饭时间会产生大量的油烟和水蒸气，且瞬时通风量大，应设立独立的排油烟补风系统；为降低厨房通风造成的冷热负荷。室外补风管道引入口应设保温密闭型电动风阀，且电动风阀应与排油烟机联动。厨房宜安装闭门器，避免厨房通风影响其他房间的气流组织和送排风平衡。补风示意图如图 7.5.4 所示。

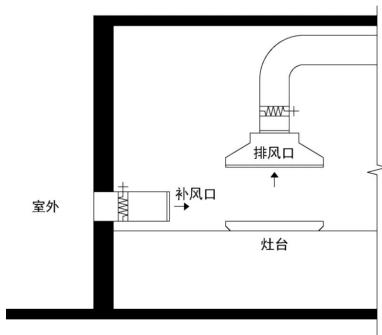


图 7.5.4 厨房补风示意图

补风方式应考虑排油烟机四周的补风效果。补风口位置距离灶具不宜小于 300mm，以防止对灶具火焰燃烧产生干扰。

## 7.6 电气与计量

**7.6.1** LED 照明光源近年来发展迅速，是发光效率最高的照明光源之一，建议在超低能耗居住建筑设计时选用。超低能耗居住建筑应在降低照明能耗的同时保障视觉健康，在光源颜色的选取上应满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034—2013 第 4.4 节要求。居住建筑公共区域及户内玄关等处宜采用红外探测方式的人体移动感应加光控延时自熄开关，减少无人使用时的无效照明；户内面积较大的高级住宅中，宜采用智能照明控制系统，对各照明支路上的灯具编程预设多种照明场景、设置定时和延时，采用遥控或感应控制方式，实现节能控制。

7.6.2 为把降低配损耗，配电变压器和主配电柜应尽可能设置在与主要负载组保持最小距离的位置，即采用负载重心法（IEC 60364-8-1）来确定配电设备和变压器的最佳位置。

$$(x_a, y_a, z_a) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i, z_i) \cdot EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i} \text{ 或 } (x_a, y_a) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i, y_i) \cdot EAC_i}{\sum_{i=1}^{i=n} EAC_i}$$

其中：(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>) 或 (x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>, z<sub>i</sub>) —— 主要负载组位置坐标，分别为二维或三维。

EAC<sub>i</sub>—— 主要负载组预计年耗电量 kWh, 如果年度消耗预测是未知的，可以用负载功率 kVA 或 kW 来代替。

7.6.3 超低能耗居住建筑应通过选择节能（低损耗）型电气设备来降低损耗，住宅小区配电室应选用 D, yn11 结线的低损耗节能型变压器，能效等级宜满足现行国家标准《三相配电变压器能效限定值及能效等级》GB 20052 的 1 级能效要求；低压交流电动机应选用高效能电动机，能效等级宜满足现行国家标准《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》GB 18613 的 1 级能效要求；选用交流接触器的吸持功率不宜大于现行国家标准《交流接触器能效限定值及能效等级》GB21518 的 1 级能效要求；选择家用电器时，宜采用达到中国能效标识 1 级能效的节能产品。

7.6.4 电梯能耗是在设置电梯的居住建筑能耗的主要组成部分。超低能耗居住建筑宜选用电梯能效等级为 1 级的电梯。选择电梯时，应合理确定电梯的型号、台数、配置方案、运行速度、信号控制和管理方案，提高运行效率。当两台及以上电梯集中设置时，应具备群控功能，优化减少轿厢行程。当电梯无外部召唤时，且电梯轿厢内一段时间无预设指令时，应自动关闭轿厢照明及风扇，降低轿厢待机能耗。采用变频调速拖动以及能耗回馈装置，可进一步降低电梯能耗。从经济效益上考虑，推荐在楼层较高、梯速较高、电梯运行频率较高的超低能耗居住建筑中使用。

7.6.5 常规设计中，对于每户设置的分户计费电能表只能实现该户总耗电量的计量，对于公用设施一般也不可能过多设置计费电能表。为

实现超低能耗建筑目标，宜对公共区域进行详细的分类分项计量，建设面向能效的物业管理，更细致地把握不同公用设施用电项目和用电行为的能耗情况。例如：为地下车库通风回路的断路器配导轨式电能表，物业公司就能掌握其实际运行耗能情况，从而做出适当的调整。

在典型户型选取时，宜选择顶层、低层、典型层的不同朝向用户，尽量考虑计量用户配合数据采集的意愿。在对于典型户型进行监测时，建议设置对照明、空调、厨卫、插座等项能耗进行分类分项的计量，以了解超低能耗建筑的实际能耗情况，为后续优化超低能耗建筑运行，评估超低能耗建筑实际使用效果，提供基础数据。为兼顾不造成过高的增量成本以及获得较多的样本数量，建议计量户数不宜少于同类型总户数的 2%，且不少于 5 户。

在进行典型户型分类分项计量时，宜选用具备远传功能的智能计量表具。

**7.6.6** 智能电表是智能电网的智能终端，智能电表除了具备传统电能表基本用电量的计量功能以外，为了适应智能电网和新能源的使用还宜具有双向多种费率计量功能。随着产品技术的发展，在计量精度有保障的前提下，宜采用数据远传的方式。

**7.6.7** 居住区设置能源监测中心，可准确及时地获得共用设施及典型户型的能耗数据。能源监测数据应对住户开放，明确自身的用能水平，提高公共节能意识。对于物业管理部门，能耗数据可互相借鉴，及时发现异常情况和潜在风险，提高管理水平。

## 附录 A 围护结构保温及构造做法

A.0.1 从目前国内超低能耗技术应用情况看，非透明围护结构绝大多数采用的都是外保温或夹心保温的形式，其他保温形式应用较少，相应技术成熟度上还有待进一步检验，因此在推广超低能耗建筑的过程中宜优先采用外保温或夹心保温的形式。

超低能耗建筑的技术推广主要目标是永久性的民用建筑，在强调整节能的同时，这类建筑对于室内环境的温湿度稳定性要求较高，重质围护结构有较强的蓄热能力，具有较大的温度波衰减倍数，在夏季白天具有很好的隔热性能。同时由于重质围护结构蓄热能力强，自身温度波动较小，对于提高超低能耗建筑的室内温度的稳定性也有积极意义。

## 附录 B 外门窗设计选型及热工性能

B.0.1 以上数据部分参考了图集《建筑节能门窗》(16J607) 和网站“中国·建筑门窗节能性能标识 (www.windowlabel.cn)”相关产品性能信息；部分来源于软件模拟测算。由于型材构造、镀膜牌号等存在差异，表格中给出的性能指标仅考虑大多数厂家产品能达到的平均性能水平。

B.0.2 本标准 B.0.1 中给出了外窗热工性能参考范围，由于不同企业产品有一定差异，设计时应以产品性能检测数据为选择依据。外窗的保温性能以传热系数来表征，保温性能检测技术成熟且普及较好，因此保温性能 K 值以检测为准。对外窗太阳得热系数 SHGC，可按国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定，结合相关检测数据，通过计算确定。

## 附录 C 能效指标计算方法

C.0.1 能效指标是超低能耗建筑的核心指标，其计算软件需要具备全年负荷和能耗计算的基本要求，同时要求计算方法具有准确性和简捷性，且计算过程透明、稳定（不存在收敛性问题）、一致性好。ISO 52016-1:2017《建筑能效 - 供暖和供冷需求、室内温度、潜热和显热负荷计算》(《Energy performance of buildings – Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads》)中提供了国际公认的能耗计算方法，包括逐时和逐月动态计算方法。在德国、英国、美国的建筑能效评价体系的实践中，表明采用月平均动态计算方法的计算精度已经满足建筑能效评价的需求，同时计算速度和计算效率都有较大的提升，一致性较好，可以较好地满足工程需要。

C.0.2 在吸收和借鉴国内外研究成果，充分考虑用能方式的合理性及用能特点的基础上，利用现有的能源审计、能耗监管平台、供热部门等系统数据对居住建筑的能耗进行调研和分析，确定现有典型居住建筑实际能耗数据。结合现行标准、相关文献等已有研究成果确定居民用能习惯，归纳出居住建筑用能模式时间表，建立居住建筑典型用能情景模式，确定适合于京津两地用能特点的超低能耗居住建筑内热及使用时间表，为能效指标的计算提供基础。

C.0.5 能效指标的范围，涵盖供暖、空调、照明、生活热水、家电、炊事、可再生能源等，其中生活热水、家电、炊事部分能耗受使用方式影响较大，因此本标准采用固定值计算，其余部分根据本标准提供的理论方法进行计算。表 C.0.5 中的数值部分参照了北京市房地产科学技术研究所 2014 年城镇建筑能源统计数据。

C.0.6 随着社会经济的快速发展，电梯的使用量急剧增长，电梯的能耗强度大，其能耗受使用时间影响较大。随着电梯技术，尤其是驱动技术的发展，除了大吨位货梯，永磁同步曳引机驱动的曳引电梯已经成为新装电梯的标准配置。电梯的能耗情况不仅与电梯自身的配置情

况有关；而且还与建筑的结构、电梯的数量和布局、建筑内客流情况以及电梯的调度情况有关，因此电梯的能耗计算复杂，准确计算需要建立能耗仿真模型等方式计算电梯的耗电量。电梯能耗的计算可参照国际标准 ISO/DIS25745-2008 中的计算方法。电梯在使用过程中，能量消耗主要体现在运行能耗和待机能耗两部分。VD14707 Part1 电梯能效标准是国际上通用电梯能效标识系统，该标准是一项自愿性质的标准，在我国商业电梯的招标文件中普遍参考该标准，我国检测机构已经依据该标准开展相关测试和认证工作。标准中待机的能量需求等级和运行时的能量需求等级见表 C.0.6-1 和表 C.0.6-2。

表 C.0.6-1 待机时的能量需求

输出 (W)	$\leq 50$	( 50,100 ]	( 100, 200 ]	( 200, 400 ]	( 400, 800 ]	( 800, 1600 ]	$> 1600$
等级	A	B	C	D	E	F	G

表 C.0.6-2 运行时的能量需求等级

特定能量消耗 ( mWh/kgm )	$\leq 0.56$	( 0.56, 0.84 ]	( 0.84, 1.26 ]	( 1.26, 1.89 ]	( 1.89, 2.80 ]	( 2.80, 4.20 ]	$> 4.20$
等级	A	B	C	D	E	F	G

C.0.9 能耗模拟计算输入和输出文件是指能耗模拟工具生成的输入原始文件和计算结果的输出的原始文件，不同的模拟工具的格式有一定区别，输入和输出文件中包含了输入软件的相关参数和详细的原始计算结果，用于核查能效指标计算的合理性。

影响超低能耗居住建筑能效指标的其他参数是指表 C.0.9 中未体现的对能效指标计算产生重大影响的参数，例如建筑层高、使用强度等不同于常规建筑、或采用对建筑能耗影响较大的节能新技术等。