

前 言

按照山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发 2022 年山东省工程建设标准制修订计划的通知》（鲁建标字〔2022〕8 号）的要求，标准编制组依据国家和山东省现行相关技术标准，总结国内外超低能耗和近零能耗建筑的实践经验，在原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》DB37/ T 5074-2016 的基础上，经过广泛深入调查研究，认真总结工程经验，广泛征求意见，修订而成。

本标准共分9章，主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.技术指标；5.性能化设计方法；6.建筑设计；7.供暖空调和通风系统设计；8.电气与智能化系统设计；9.可再生能源系统设计。

本标准修订的主要技术内容：

1.落实国家“双碳”目标要求，增加建筑能耗综合值、建筑总能耗综合值、建筑运行碳排放量、可再生能源利用率等指标要求；

2.增加性能化设计内容；

3.建筑设计增加与装配式建筑相关的技术内容；

4.供暖空调和通风系统设计增加空调系统形式、控制方式和性能参数等技术内容；

5.增加电气与智能化有关方面的技术内容；

6.增加可再生能源系统建筑应用相关的技术内容。

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有限公司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有限公司（地址：济南市无影山路29号，邮编：250031，电话：0531-85595189，E-mail：sds_gb@163.com）。

主编单位：山东省建筑科学研究院有限公司

同圆设计集团股份有限公司

参编单位：山东大卫国际建筑设计有限公司

济南市建设工程勘察设计质量监督站

中德生态园被动房建筑科技有限公司

山东华科规划建筑设计有限公司

山海大象发展集团有限公司

青岛科瑞新型环保材料集团有限公司

山东美诺邦马节能科技有限公司

济南绿建信息技术有限公司

主要起草人员：	王 昭	王春堂	王衍争	孙鸿昌	胡雪晶
	李 震	李 刚	李天勋	孙璐楠	李 荣
	李 迪	宁改存	李壮贤	宋中华	杨友波
	郝建立	孙莉莉	吉 喆	梅国永	杜洪范
	宋文寅	李向前	周 海	方 涛	邱立平
	田 竣	崔旭东	丁 霞	朱 航	田 帅
	李 飏	刘 凯	陈恒亮	章建军	张 宁
	尹子和	黄广国	赵丙峰	李树才	付 英
	晋艳丽	王嘉斌	韩 飞	李 娟	王艺晓
	李青灿	张伟军	褚 静	郭 强	刘秀霞
	赵 锟	李海滨	宋英芳	魏 琪	席晓华
	刘 斌	郜 朋	房 涛	刘 钰	邵东岳
	袁恒飞	王常伟	张 昊	韩 华	李华伟
	张 雷	周翔训	于保清	唐恒瑞	张春轲
	杨娇娇	马鹏真	邢 闽	韩竹青	叶 兰
	陈大雷	李军伟	龙 霖	郭 培	曹瑞泽
	刘 瑞	周晓鹏	李 萌	乔金耀	孙彬栋
	龚 娇	艾慧颖			
主要审查人员：	徐 伟	梁传志	于晓明	杜晓通	楚广明
	徐 涛	时均勇	万立华	王海涛	

目 次

1 总 则	1
2 术 语	2
3 基本规定	4
4 技术指标	5
5 性能化设计方法	6
6 建筑设计	7
6.1 规划与建筑方案	7
6.2 建筑围护结构设计	7
6.3 热桥处理	9
6.4 建筑气密性	10
7 供暖空调和通风系统设计	13
7.1 供暖空调系统设计	13
7.2 供暖空调设备	13
7.3 通风系统设计	15
8 电气与智能化系统设计	18
8.1 一般规定	18
8.2 照明	18
8.3 监测与控制	18
9 可再生能源系统设计	20
9.1 一般规定	20
9.2 太阳能系统设计	20
9.3 地源热泵系统设计	21
9.4 空气源热泵系统设计	21
附录 A 山东省各地居住建筑年耗冷量	23
附录 B 各种能源折标准煤系数	24
附录 C 建筑总能耗综合值和运行阶段碳排放强度	26
附录 D 部分外窗热工性能参考表	27
本标准用词说明	28

引用标准名录.....	29
附：条文说明.....	30

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic regulations	4
4	Technical indicators	5
5	Performance oriented design methods	6
6	Architectural design	7
	6.1 Planning and building scheme	7
	6.2 Design of building envelope	7
	6.3 Heat bridge treatment	9
	6.4 Building air permeability	10
7	Heating, air conditioning and ventilation system design	13
	7.1 Heating and air conditioning system design	13
	7.2 Heating and air conditioning equipment	13
	7.3 Ventilation system design	15
8	Electrification and intelligent system design	18
	8.1 General requirements	18
	8.2 Lighting	18
	8.3 Monitoring and control	18
9	Renewable energy system design	20
	9.1 General requirements	20
	9.2 Solar system design	20
	9.3 Ground source heat pump system design	21
	9.4 Air source heat pump system design	21
	Appendix A Annual cooling consumption of residential buildings in various regions of Shandong Province	23
	Appendix B Various energy conversion coefficients to standard coal	24
	Appendix C Comprehensive value of total energy consumption of buildings and carbon emission intensity during operation	26
	Appendix D Partial thermal performance reference table for exterior windows	27
	Explanation of Wording in This Standard	29
	List of Quoted Standards	30
	Addition:Explanation of Provisions	31

1 总 则

1.0.1 为推动“碳达峰、碳中和”目标实现，贯彻落实国家和山东省有关节约能源、保护环境的法律法规和政策，进一步降低我省居住建筑能耗，提升居住建筑室内品质，推动近零能耗居住建筑的发展，结合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、改建、扩建的近零能耗居住建筑节能设计。

1.0.3 近零能耗居住建筑节能设计，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 近零能耗居住建筑 nearly zero energy residential buildings

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 建筑能耗综合值 building energy consumption

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

2.0.4 建筑总能耗综合值 total building energy consumption

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

2.0.5 供暖（冷）空间使用面积 heating (cooling) space usable 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。

2.0.6 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，单位为 $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。

2.0.7 可再生能源利用率 utilization ratio of renewable energy

供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统中可再生能源利用量占其能量需求量的比例。

2.0.8 全热交换效率 total heat exchange efficiency

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，以百分数表示。

2.0.9 显热交换效率 sensible heat exchange efficiency

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，以百分数表示。

2.0.10 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 50Pa 压差下换气次数来表征建筑气密性。

2.0.11 气密层 air tightness layer

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。

2.0.12 建筑运行阶段碳排放 the carbon emissions of building during the operation stage

在设定计算条件下，包括供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、家电设备及炊事等终端能耗和建筑本体及周边可再生能源系统发电量，按碳排放因子换算为碳排放量后，两者的差值。

3 基本规定

3.0.1 近零能耗居住建筑节能设计应根据气候特征和场地条件,通过被动式设计降低建筑冷热需求和提升主动式能源系统的能效,且利用可再生能源对建筑能源消耗进行平衡和替代达到近零能耗目标。

3.0.2 近零能耗居住建筑节能设计应采用性能化设计方法。

3.0.3 近零能耗居住建筑设计应以室内环境参数、能效指标、建筑气密性为约束性指标,碳排放指标、围护结构、能源设备和系统等性能参数为推荐性指标。

3.0.4 近零能耗居住建筑应进行全装修,室内装修应避免装修对建筑围护结构热工性能和气密层的损坏,以及对新风气流组织的不利影响;室内装修宜采用获得绿色建材认证的材料和部品。

3.0.5 近零能耗居住建筑节能工程宜采用新技术、新工艺、新材料、新产品。

4 技术指标

4.0.1 近零能耗居住建筑技术指标应包括建筑能效指标、室内环境参数、气密性指标。

4.0.2 近零能耗居住建筑能效指标应符合表 4.0.2 的规定。

表 4.0.2 近零能耗居住建筑能效指标

建筑能耗综合值		$\leq 55 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 或 $6.8 \text{ kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	
建筑本体性能指标	年供暖（冷）需求 ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)	夏季	冬季
		$\leq 3 + 1.5 \times \text{WDH}_{20} + 2.0 \times \text{DDH}_{28}$	≤ 10
	建筑气密性 (换气次数 N_{50})	≤ 0.6	
可再生能源利用率		$\geq 10\%$	

注：1 建筑本体性能指标中的照明、生活热水、电梯系统能耗通过建筑能耗综合值进行约束，不作分项限值要求；

2 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；

3 WDH_{20} (Wet-bulb degree hours 20) 为一年中室外湿球温度高于 20°C 时刻的湿球温度与 20°C 差值的逐时累计值（单位： kWh ，千度小时）；

4 DDH_{28} (Dry-bulb degree hours 28) 为一年中室外干球温度高于 28°C 时刻的干球温度与 28°C 差值的逐时累计值（单位： kWh ，千度小时）；

5 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；

6 山东省各地居住建筑年耗冷量见附录 A；各种能源折标准煤系数（参考值）见附录 B。

4.0.3 近零能耗居住建筑室内环境参数应符合表 4.0.3 的规定。

表 4.0.3 近零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	≤ 26
相对湿度 (%)	≥ 30	40~60
新风量 [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{p})$]	≥ 30	
噪声 dB (A)	卧室、起居室：昼间 ≤ 40 ；夜间 ≤ 30	

4.0.4 建筑总能耗综合值和建筑运行阶段碳排放强度宜小于本标准附录 C 的规定。

5 性能化设计方法

5.0.1 性能化设计应根据本标准规定的室内环境参数和能效指标要求,利用能耗模拟计算软件等工具,优化空间布局和能源供应方案等,确定近零能耗居住建筑的设计方案。

5.0.2 近零能耗居住建筑性能化设计应采用协同设计的工作模式。

5.0.3 性能化设计应按下列程序进行:

1 设定室内环境参数和能效指标;

2 制定初步设计方案;

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。当能效指标不能满足所确定的目标要求时,应修改初步设计方案并重新进行定量分析及优化,直至满足目标要求;

5 确定优选的设计方案。

5.0.4 性能化设计定量分析及优化时,应进行建筑和设备的关键参数对建筑负荷及能耗的敏感性分析,并结合建筑全寿命期的经济效益分析,进行技术措施和性能参数的优化选取。

5.0.5 性能化设计进行达标判定时,室内环境参数、能效指标和建筑气密性均应符合本标准的规定,碳排放指标、围护结构、能源设备和系统等性能参数宜满足本标准的要求。

5.0.6 设计方案的优选确定,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;

4 能效指标计算;

5 碳排放计算;

6 各专业设计图纸及相应计算书。

6 建筑设计

6.1 规划与建筑方案

6.1.1 近零能耗居住建筑设计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,主入口宜避开冬季主导风向。

6.1.2 建筑方案设计应根据建筑功能和环境资源条件,以气候环境适应性为原则,以降低建筑综合能耗值为目标,充分利用天然采光、自然通风以及围护结构保温等被动式建筑设计方法降低建筑的用能需求。

6.1.3 遮阳设计应根据房间的使用要求、窗口朝向及建筑安全性综合考虑。近零能耗居住建筑的外窗透光部分可采取活动遮阳或固定外遮阳措施,也可采用可调节太阳得热系数(SHGC)的调光玻璃进行遮阳。南向外窗宜采用内置遮阳、中置遮阳或水平遮阳装置。东、西向外窗宜采用综合式遮阳、内置遮阳、中置遮阳装置;屋顶天窗宜采用内置遮阳、中置遮阳或其他活动外遮阳装置。

6.1.4 建筑进深的选择应考虑天然采光效果。进深较大的房间,应设置采光中庭、采光竖井、导光管等设施,改善天然采光效果。

6.1.5 地下空间宜采用设置采光天窗、采光侧窗、下沉式广场或庭院、导光管等措施,充分利用天然采光。

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

6.1.7 主要功能房间应具有良好的隔声性能,且应满足下列要求:

1 室内噪声级应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的高标准限值要求;

2 分户墙及相邻房间之间的空气隔声性能应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的高标准限值要求;

3 楼板的撞击声隔声性能应满足现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 中的高标准限值要求。

6.2 建筑围护结构设计

6.2.1 近零能耗居住建筑体形系数应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 近零能耗居住建筑体形系数限值

建筑层数	≤3 层	>3 层
体形系数	≤0.55	≤0.33

6.2.2 近零能耗居住建筑窗墙面积比应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 近零能耗居住建筑窗墙面积比

朝向	窗墙面积比
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；

2 “东、西”代表从东或西偏北小于等于 30°至偏南小于 60°的范围；

3 “南”代表从南偏东小于等于 30°至偏西小于等于 30°的范围。

6.2.3 近零能耗居住建筑屋面天窗与所在房间屋面面积的比值不应大于 15%。

6.2.4 围护结构热工性能指标应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 围护结构热工性能指标

围护结构部位	单 位	传热系数 K
屋面	$W/(m^2 \cdot K)$	0.10~0.15
外墙	$W/(m^2 \cdot K)$	0.15~0.25
架空或外挑楼板	$W/(m^2 \cdot K)$	0.15~0.20
分隔供暖与非供暖空间的楼板	$W/(m^2 \cdot K)$	0.15~0.20
外窗、阳台门	$W/(m^2 \cdot K)$	≤1.00
单元外门	$W/(m^2 \cdot K)$	≤2.00
户门	$W/(m^2 \cdot K)$	≤1.00
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
变形缝墙（两侧墙体内保温）	$W/(m^2 \cdot K)$	≤0.60
住宅建筑分户墙及层间楼板	$W/(m^2 \cdot K)$	≤1.00
外窗综合太阳得热系数（SHGC）	—	0.36~0.60
寒冷 B 区夏季东西向外窗太阳综合得热系数（SHGC）	—	0.36~0.55
寒冷 B 区夏季天窗太阳综合得热系数（SHGC）	—	0.36~0.45
围护结构部位	保温材料层热阻 $R [(m^2 \cdot K) / W]$	
地面	≥1.60	

地下室外墙（与土壤接触的外墙）	≥ 1.80
-----------------	-------------

注：1 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）

系统性热桥之和，外墙平均传热系数、热桥线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 的规定采用专用软件计算；墙体（屋面）系统性热桥应小于等于 $0.01 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；

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；

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 部分外窗热工性能参考附录 D。

6.3 热桥处理

6.3.1 建筑围护结构应进行消除或削弱热桥的专项设计，围护结构保温层应连续。

6.3.2 外墙热桥处理，应符合下列规定：

1 结构性悬挑、延伸等宜采用与主体结构部分断开的方式；

2 外墙保温为单层保温时，宜采用锁扣方式连接，当保温材料为真空绝热板时，其板缝不应大于 10mm ；外墙保温为双层保温时，应采用错缝粘结方式；

3 墙角处宜采用成型保温构件；

4 保温层采用锚栓固定时，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。确需固定时，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 穿墙管预留孔洞直径宜大于管道外径 100mm 以上。墙体结构或套管与管道之间应填充保温材料；

7 当采用预制复合保温外墙板时，应在墙板外侧抹压保温浆料后再做饰面处理；当采用预制保温装饰外墙板时，外墙板缝应先采用现场发泡聚氨酯填充，然后填塞入缝深度不小于 25mm 的背衬材料，最后用耐候硅酮建筑密封胶密封。

6.3.3 外门窗及其遮阳设施的热桥处理，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，外门窗外侧的安装位置宜靠近保温层内侧的位置；当不能靠近时，外门窗口外侧周边墙面应进行阻断热桥的保温处理；

2 外窗安装应采用与窗框型材保温性能相当的节能型附框，外墙或窗口的保温层应覆盖窗框，外门（窗）框或附框与墙体之间缝隙应采用高效保温材料填塞密实并做

好防水处理。外窗、附框的技术要求应分别符合现行山东省工程建设标准《民用建筑外窗工程技术标准》DB37/T 5016 和现行国家标准《建筑门窗附框技术要求》GB/T 39866 的规定；

3 外窗外侧下口窗台处应设置排水板和滴水线等构造措施。排水板与窗框之间应有可靠连接，并采用密封材料密封；

4 外窗外遮阳设计应与主体结构或外窗可靠连接，连接件与基层墙体或外窗之间应采取阻断热桥的处理措施。

6.3.4 屋面热桥处理，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，且各层之间应有可靠粘结；

2 屋面保温层靠近室外一侧应设置防水层；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》GB 50345 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，金属盖板与结构应牢固连接，并采取避免热桥的措施；

4 穿屋面管道的预留洞口宜大于管道外径 100mm 以上。伸出屋面外的管道应设置套管进行保护，套管与管道间应填充保温材料；

5 落水管的预留洞口宜大于管道外径 100mm 以上，落水管与女儿墙之间的空隙宜使用发泡聚氨酯进行填充。

6.3.5 地下室和地面热桥处理，应符合下列规定：

1 地下室外墙外侧保温层埋置深度应至少与地下室室内建筑楼地面标高齐平，与土壤接触的保温层外侧应有保护措施；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，防水层应与外墙防水层延续；

2 无地下室时，外墙保温层延续埋置在室外地面以下长度不应小于 500mm。

6.4 建筑气密性

6.4.1 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。

6.4.2 围护结构设计时，应进行气密性专项设计，并应符合下列规定：

1 当采用装配式墙板时，墙板间及墙板与梁、柱、楼板拼缝处应设置气密层加强构造，应在室内侧粘贴防水隔汽膜；

2 主体钢结构工程，钢构件之间、钢构件与墙板、楼面板的拼缝应采取耐久性密封措施；应在室内侧粘贴防水隔汽膜、室外侧粘贴防水透汽膜，防水隔汽膜、防水透汽膜与钢构件或墙板的粘贴宽度不应小于 50mm；

3 填充墙的抹灰层应连续完整，抹灰层厚度不应小于 20mm，且不同材料连接缝隙及墙体拐角等部位应采取防开裂措施；

4 由不同材料构成的气密层的连接处，应采取气密层搭接等密封措施。

6.4.3 外窗的气密性能不宜低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 中规定的 8 级；外门、分隔供暖与非供暖空间的户门的气密性能不宜低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 中规定的 6 级。

6.4.4 围护结构洞口、管线贯穿处等易发生气密性问题的部位应进行节点设计，并应对气密性措施进行详细说明；穿透气密层的电力管线等宜采用预埋穿线管等方式，不应采用桥架敷设方式。

6.4.5 开关、接线盒在外墙上安装时应进行有效的气密性处理，并符合下列规定：

1 砌体墙体上安装开关、插座线盒，应在砌筑墙体时预留孔槽，安装线盒时应先用石膏灰浆封堵孔槽，再将线盒底座嵌入孔位内，使其密封；

2 对于穿透气密层的电线套管，在墙体内预埋套管时，应采用专用密封胶带密封接口，同时用石膏灰浆将套管与线盒接口处封堵密实；

3 套管内穿线完毕后，应采用密封胶对开关、插座等的管口进行有效封堵。

6.4.6 外门窗气密性应符合下列规定：

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

2 门窗框与墙体之间缝隙的内外侧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；防水隔汽膜、防水透汽膜与门窗框的粘贴宽度不应小于 15mm，防水隔汽膜、防水透汽膜与基层墙体的粘贴宽度不应小于 50mm。

6.4.7 各类穿墙管穿透气密层及外墙时，应对洞口进行有效的气密性处理，并符合下列规定：

1 穿墙管预留孔洞直径宜大于管道外径 100mm 以上，管道与洞口之间的缝隙应

采用岩棉或聚氨酯等保温材料填实；

2 外围护结构内侧应粘贴防水隔汽膜。防水隔汽膜与管道和结构墙体的搭接宽度均不应小于 50mm；

3 外围护结构外侧应粘贴防水透汽膜，防水透汽膜与管道和结构墙体的搭接宽度均不应小于 50mm。

6.4.8 不同围护结构的交界处以及排风（通风）等设备与围护结构交界处应进行密封节点设计，并应对气密性措施进行详细说明。

7 供暖空调和通风系统设计

7.1 供暖空调系统设计

7.1.1 近零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。

7.1.2 冷热源宜利用可再生能源，条件适宜时宜利用自然冷热源。

7.1.3 冷热源设计应考虑下列因素综合确定：

- 1 宜采用分散式冷热源；
- 2 宜选用热泵类设备作为冷热源；
- 3 场地条件适宜、技术经济合理时，宜采用地源热泵系统。
- 4 冷热源设备能效应满足本标准 7.2 节相关规定。

7.1.4 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。

7.1.5 施工图设计阶段，应对每个房间进行逐时冷热负荷计算；计算方法应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的相关规定，并符合下列规定：

- 1 室内环境计算参数应按本标准第 4.0.3 条的规定取值；
- 2 新风冷热负荷计算时应扣除从排风中回收的冷热量。

7.1.6 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。

7.1.7 供暖、空调设备选型时，宜选用高能效等级的产品，并应提高输配系统能效。

7.1.8 循环水泵、通风机等用能设备应根据系统特性，条件许可时应采用变频调速，满足部分负荷调节需求。

7.1.9 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。

7.1.10 冷热源设备应使用环保性工质。

7.2 供暖空调设备

7.2.1 当采用分散式房间空气调节器作为冷热源时，在标准规定的测试工况下，制冷季节能源消耗效率及全年能源消耗效率不应低于表 7.2.1 的限值。

表 7.2.1 分散式房间空气调节器能效指标

类型	制冷季节能源消耗效率（SEER）	全年能源消耗效率（APF）
----	------------------	---------------

单冷式	5.80	——
热泵型	——	5.00

7.2.2 当采用空气源热泵作为供暖热源时，低环境温度名义工况下机组性能系数 COP 应不低于表 7.2.2 的规定。

表 7.2.2 空气源热泵机组性能系数 (COP)

类型	性能系数 COP
热风型	2.2
热水型	2.4

7.2.3 当采用多联式空调（热泵）机组时，在名义制冷工况和规定条件下的制冷综合性能系数 IPLV (C) 或机组能源效率等级指标 (APF) 的最低限值要求可按表 7.2.3 选用。

表 7.2.3-1 水冷多联式空调（热泵）机组制冷综合性能系数 (IPLV)

名义制冷量 CC (kW)	制冷综合部分负荷性能系数 IPLV (W/W)
$CC \leq 28$	7.00
$CC > 28$	6.80

表 7.2.3-2 风冷多联式空调（热泵）机组能源效率等级指标 (APF)

名义制冷量 CC (kW)	全年性能系数 APF (W·h/W·h)
$CC \leq 14$	5.20
$14 < CC \leq 28$	4.80
$28 < CC \leq 50$	4.50
$50 < CC \leq 68$	4.20
$CC > 68$	4.00

7.2.4 当采用热泵型新风环境控制一体机时，在标准规定的测试工况下，机组能效系数实测值不应小于额定值的 95%，并应符合表 7.2.4 的规定。

表 7.2.4 热泵型新风环境控制一体机能效系数限值

类型	能效系数			
	制冷模式	内循环制冷模式	制热模式	内循环制热模式
空气源热泵	3.1	2.7	3.0	2.6
水（地）源热泵	4.0	3.8	3.7	3.5

7.2.5 采用电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的性能系数 (COP) 及综合部分性能系数 (IPLV) 不得低于现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和现行山东省工程建设标准《公共建筑节能设计标准》DB37/ 5155 的限值要求。

7.3 通风系统设计

7.3.1 近零能耗居住建筑新风系统应采用高效新风热回收系统。

7.3.2 通风系统气流组织设计应符合下列规定：

- 1 新风气流应从主要活动区经过流区流向排风区；
- 2 主要活动区内每个房间均应设置送风口，送风口应具有调节风量及风向的功能；
- 3 当房间或主要活动区域回风口和回风管道安装确有困难时，房间内门与地面之间应预留 20mm~25mm 的缝隙，或在室内门上方设置房间隔声通风装置；在排风区设置集中排（回）风 口，排（回）风口不应设在送风射流区内，避免短路。

7.3.3 新风热回收装置类型选择应符合下列规定：

- 1 结合其节能效果和经济性综合考虑确定；
- 2 考虑全年运行的合理性和可靠性；
- 3 采用防串味、防霉变等措施，保证室内空气质量；
- 4 采用防冻、防结霜措施。

7.3.4 新风系统应按用户需求供应新风量，系统宜分户独立设计。

7.3.5 新风热回收装置换热性能应符合下列规定：

- 1 显热型显热交换效率冬季不应低于 75%，夏季不应低于 70%；
- 2 全热型全热交换效率冬季不应低于 70%，夏季不应低于 65%。

7.3.6 通风系统管路设计，应符合下列规定：

- 1 风管布置尽可能简短平直，避免过多转弯、翻弯；
- 2 风管宜采用圆形、扁圆形或长、短边之比不宜大于 4 的矩形截面；
- 3 通风设备与室外风口之间的管道应做保温处理且坡向室外，坡度不应小于 1%，穿过具有气密要求的外墙时应做热桥处理及气密处理。

7.3.7 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 2.0m/s ~ 4.0m/s；支风管内风速不大于 2.0m/s；
- 2 室内人员活动区域空气流速不宜大于 0.15m/s；
- 3 风口的空气流速，宜按表 7.3.7 选用。

表 7.3.7 风口的空气流速（m/s）

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

7.3.8 室外风口的选型及布置应符合下列规定：

- 1** 室外新风口、排风口、厨房补风口应选用防雨百叶风口并应设防虫网；
- 2** 室外新风口和排风口宜选用隔声型风口；
- 3** 室外新风口应设在室外空气较清洁区域，进风和排风不应短路；
- 4** 每个住户的室外新风口、排风口不应影响相邻住户；
- 5** 室外新风口水平或垂直方向距燃气热水器排烟口、厨房油烟排放口和卫生间排风口等污染排放口及空调室外机等热排放设备的距离不应小于 1.5m，当垂直布置时，新风口应设置在污染物排放口及热排放设备的下方；
- 6** 对分户式新风系统，当新风口和排风口布置在同一高度时，宜在不同方向布置；在相同方向布置时，水平距离不宜小于 1.5m，不应小于 1.0m；
- 7** 对分户式新风系统，当新风口和排风口不在同一高度时，新风口宜布置在排风口的下方，新风口和排风口垂直方向的距离不宜小于 1.5m，不应小于 1.0m。新风口设置位置宜考虑后期检修维护。

7.3.9 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。

7.3.10 新风热回收系统应设置新风旁通管，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。

7.3.11 厨房应设置独立的排油烟补风系统，排油烟及补风装置应具备风量实时平衡功能。补风口设置应符合下列规定：

- 1** 补风口宜设置在灶台附近，与灶台有一定距离时，宜设置管道引入至灶台附近，且补风口不应对灶具火焰及油烟自然上升产生影响；
- 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，补风管道引入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。

7.3.12 卫生间通风应符合下列规定：

- 1** 应采用机械排风系统，卫生间全面通风换气次数不宜小于 5 次/h；
- 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。排风竖井排风量宜按与其连接的各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吊顶排风口，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。

7.3.13 空调机组应进行消声隔振处理，新风热回收装置的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。空调机组宜设在单独小间内，不应靠近声环境要求较高的房间，并采取隔声、吸声和隔振措施。

7.3.14 新风系统应具有防结霜性能，如无防结霜性能应设置冬季新风预热装置。

7.3.15 新风系统应设置低阻高效空气净化装置，其指标应符合国家现行有关标准的规定。空气净化装置的设置应符合下列规定：

- 1 空气净化装置在空气净化处理过程中不应产生新的污染；
- 2 空气净化装置宜设置在空气热湿处理设备的进风口处，净化要求高时可在出风口处设置二级净化装置；
- 3 新风热回收系统空气净化装置对于不小于 $0.5\mu\text{m}$ 的细颗粒物的一次通过计数效率宜高于 80%，且不应低于 60%，并应设置预过滤器；回风宜设置粗效 I 型过滤器；
- 4 应设置检查口，可更换过滤芯应拆装方便；
- 5 应具备净化失效报警、更换提示功能；
- 6 高压静电空气净化装置应设置与风机有效联动的措施。

7.3.16 室内系统在满足设计要求前提下，可采用进一步提高室内人员舒适度的设计方法，并符合下列规定：

- 1 新风在送入室内前根据室内湿度进行加湿或除湿处理；
- 2 采用下部送风和顶送风相结合的方式；
- 3 采用辐射供暖供冷的方式。

8 电气与智能化系统设计

8.1 一般规定

8.1.1 电气系统的设计应经济合理、高效节能，电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效等级不应低于 2 级。

8.1.2 变电所的位置应深入用电负荷中心，低压供电半径不应大于 200m。

8.1.3 长期连续工作的水泵、风机及其他电气装置，应采取节能自动控制措施。

8.1.4 新建装配式近零能耗住宅建筑电气户内管线宜采用装配式集线布置。

8.2 照明

8.2.1 照明光源应选用 LED 光源等高效节能光源。

8.2.2 建筑的照明功率密度值不应高于现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 规定的目标值。

8.2.3 公共区域或场所的照明控制应符合下列规定：

1 有天然采光的场所，其照明应根据采光状况和建筑使用条件采取按照度或按时段调节的节能控制措施；

2 走道、楼梯间、门厅、电梯厅、停车库等公共场所的照明，应能满足无人或夜间自动降低照度的要求；

3 景观照明应集中控制，平日应运行在节能模式，并应能满足深夜减光或关灯的要求。

8.2.4 建筑物不宜采用外立面照明或设置大幅 LED 屏幕。

8.3 监测与控制

8.3.1 近零能耗居住建筑应设置能耗监测系统，对公共区域进行分类分项监测和记录，并具有实时显示和存储功能。能耗监测数据应能上传到管理平台，并应符合下列规定：

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 当采用可再生能源时，应对其单独进行计量；

3 能耗监测系统应能利用先进数据分析方法及时发现水电能耗漏损，减少能耗损失。

8.3.2 新风系统的运行控制应符合下列规定：

1 具备由室内二氧化碳（CO₂）浓度控制新风风量的自动调节功能；

- 2 设置压差传感器检测过滤器压差变化的装置，并具有提示功能；
- 3 新风热回收装置具备自动防冻保护功能；
- 4 提供触摸屏、移动端 APP 等便捷的人机操控界面。

8.3.3 变电所、电梯机房等发热量较大的房间应设置温度检测装置，且能根据温度上、下限设定联动控制相关通风设备的运行工况。

8.3.4 当设置智能家居监控服务系统时，系统宜具有远传监控家用电器、照明灯具、室内环境和建筑设备的功能，宜具有安全报警和接入智慧城市（城区、社区）的功能。

9 可再生能源系统设计

9.1 一般规定

9.1.1 近零能耗居住建筑应通过对当地资源条件和技术经济的分析,利用太阳能、地热能等可再生能源。

9.1.2 近零能耗居住建筑可再生能源利用系统设计应与建筑设计同步完成。

9.1.3 可再生能源利用系统应设置用于系统节能效益监测的计量装置。

9.2 太阳能系统设计

9.2.1 近零能耗居住建筑应设计安装太阳能系统。

9.2.2 太阳能光热系统应做到全年综合利用,并宜符合下列规定:

- 1 居住建筑太阳能光热系统太阳能保证率宜按照大于50%设计;
- 2 太阳能光热系统的辅助热源宜优先采用可再生能源。

9.2.3 太阳能系统进行建筑一体化设计时,应有效解决构件在外围护上连接引起的热桥问题,并符合下列规定:

- 1 当组件安装支架不与建筑构件直接连接时,可采取组件支架的屋面自负重安装方式或其他有效措施;
- 2 当组件安装支架与建筑结构构件直接连接或为其一部分时,应防止保温层的破坏,否则应做有效的热桥阻断处理。

9.2.4 太阳能系统设计时应应对下列参数进行监测和计量:

- 1 太阳能热利用系统的总供热量、辅助热源供热量、集热系统进出口水温、集热系统循环水流量、太阳总辐照量,太阳能热水系统的供热水温度、供热量;
- 2 太阳能光伏发电系统的发电量、光伏组件背板表面温度、室外温度、太阳总辐照量。

9.2.5 太阳能利用系统应设置自动控制系统。

9.2.6 太阳能光伏发电系统设计时,应给出系统装机容量和年发电总量。

9.2.7 太阳能光伏发电系统设计时,应根据光伏组件在设计安装条件下光伏电池最高工作温度设计其安装方式。

9.2.8 太阳能热利用系统中的太阳能集热器设计使用寿命应高于 15 年。太阳能光伏发电系统中的光伏组件设计使用寿命应高于 25 年,系统中多晶硅、单晶硅、薄膜电池组件自系统运行之日起,一年内的衰减率应分别低于 2.5%、3%、5%,之后每年衰

减应低于 0.7%。

9.2.9 太阳能光伏发电系统发电宜采用自发自用，余电上网模式。

9.3 地源热泵系统设计

9.3.1 近零能耗居住建筑地源热泵设计前，应进行工程场地状况调查，并应对浅层或中深层地热能资源进行勘察，确定地源热泵系统实施的可行性与经济性。

9.3.2 近零能耗居住建筑地源热泵设计时，地埋管地源热泵系统应对所负担建筑物全年动态负荷及热泵机组性能参数进行吸、排热量计算，最小计算周期不应小于 1 年。系统总排热量宜与其总吸热量相平衡。

9.3.3 地源热泵系统应设置监测与控制系统，其内容应包括参数检测、参数与设备状态显示、自动调节与控制、设备连锁与自动保护、能量计量等。

9.3.4 地源热泵系统设计应选用高效机组，并宜采取降低循环水泵输送能耗等节能措施，提高地源热泵系统的能效。机组能效不应低于现行国家标准《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721 规定的节能评价值。

9.3.5 地源热泵地埋管换热系统设计时应根据实际选用的传热介质的水力特性进行水力计算，宜采用变流量系统。

9.4 空气源热泵系统设计

9.4.1 近零能耗居住建筑采用空气源热泵系统时，宜采用分户式系统。

9.4.2 空气源热泵机组的有效制热量，应根据室外温度、湿度及结、除霜工况对制热性能进行修正。

9.4.3 空气源热泵机组在连续制热运行中，融霜所需时间总和不应超过一个连续制热周期的20%。

9.4.4 空气源热泵水系统应采取防冻措施。

9.4.5 空气源热泵室外机组的安装位置，应符合下列规定：

- 1 应确保进风与排风通畅，且避免短路；
- 2 应避免污浊气流对室外机组的影响；
- 3 噪声和排出热气流应符合周围环境要求；
- 4 应便于对室外机的换热器进行清扫和维修；
- 5 室外机组应有防积雪措施；
- 6 应设置安装、维护及防止坠落伤人的安全防护设施。

9.4.6 空气源热泵机组的冷凝水、化霜水系统应满足下列要求：

- 1 冷凝水、化霜水应根据安装场地情况选择直接无害排放或收集后排放；
 - 2 环境温度低于2℃场所，冷凝水、化霜水管道应在收集、传送和排放环节设置防冻措施，排放点不应对热泵运行和周围环境造成影响；
 - 3 与其他排水设施连接时，应有足够的空气隔断层，连接的排水设施应有防冻设施；
 - 4 直接排放冷凝水、化霜水管道支管的坡度不应小于3%，干管的坡度不应小于1%，整个系统应无积水位置；
 - 5 冷凝水、化霜水管道水平超过5m应设通气孔，通气孔内径不应小于连接管道1/4且大于15 mm，通气孔高出当地历史最大积雪厚度200mm以上，且应设置防尘、防雨雪倒灌措施；
 - 6 冷凝水、化霜水的水平干管两端应设置维护口；
 - 7 冷凝水、化霜水管道及连接配件的内径应满足所选空气源热泵在实际安装环境运行时产生冷凝化霜水量的排放要求。
- 9.4.7** 采用空气源热泵供暖，当室外温度低于空气源热泵机组平衡点温度时，应设置辅助热源。

附录 A 山东省各地居住建筑年耗冷量

表 A 山东省各地居住建筑年耗冷量（典型地区）

气象站点	DDH ₂₈ (°C)	WDH ₂₀ (°C)	近零能耗建筑供冷年耗冷量 (kWh/ m ² ·a)
济南	2.19	5.02	14.91
青岛	0.29	5.14	11.29
沂源	1.29	3.53	10.87
海阳	0.41	4.28	10.24
长岛	0.45	4.51	10.66
龙口	1.01	4.13	11.21
潍坊	1.78	5.36	14.6
兖州	2.38	6.04	16.82
成山头	0.02	3.16	7.78
日照	0.45	6.02	12.93
临沂	1.71	5.9	15.27
费县	1.29	6.24	14.94
德州	1.72	5.66	14.93
陵县	2.09	4.82	14.41
莘县	1.73	6.42	16.09
惠民县	1.73	5.89	15.29
菏泽	2.17	7.37	18.39
定陶	2.38	7.74	19.77

注：1. WDH₂₀ (Wet-bulb degree hours 20) 为一年中室外湿球温度高于 20℃时刻的湿球温度与 20℃差值的逐时累计值（单位：kKh，千度小时）；

2. DDH₂₈(Dry-bulb degree hours 28)为一年中室外干球温度高于 28℃时刻的干球温度与 28℃差值的逐时累计值（单位：kKh，千度小时）。

附录 B 各种能源折标准煤系数

表 B.1 各种能源折标准煤系数（参考值）

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数
原煤	20934 kJ/kg (5000 kcal/kg)	0.7143 kgce/kg
洗精煤	26377 kJ/kg (6300 kcal/kg)	0.9000 kgce/kg
洗中煤	8374 kJ/kg (2000 kcal/kg)	0.2857 kgce/kg
煤泥	8374 kJ/kg~12560 kJ/kg (2000 kcal/kg~3000 kcal/kg)	0.2857 kgce/kg~0.4286 kgce/kg
煤矸石（用作能源）	8374 kJ/kg (2000 kcal/kg)	0.2857 kgce/kg
焦炭（干全焦）	28470 kJ/kg (6800 kcal/kg)	0.9714 kgce/kg
煤焦油	33494 kJ/kg (8000 kcal/kg)	1.1429 kgce/kg
原油	41868 kJ/kg (10000 kcal/kg)	1.4286 kgce/kg
燃料油	41868 kJ/kg (10000 kcal/kg)	1.4286 kgce/kg
汽油	43124 kJ/kg (10300 kcal/kg)	1.4714 kgce/kg
煤油	43124 kJ/kg (10300 kcal/kg)	1.4714 kgce/kg
柴油	42705 kJ/kg (10200 kcal/kg)	1.4571 kgce/kg
天然气	32238 kJ/kg~38979 kJ/kg (7700 kcal/kg~9310 kcal/kg)	1.1000 kgce/kg~1.3300 kgce/kg
液化天然气	51498 kJ/kg (12300 kcal/kg)	1.7572 kgce/kg
液化石油气	50242 kJ/kg (12000 kcal/kg)	1.7143 kgce/kg
炼厂干气	46055 kJ/kg (11000 kcal/kg)	1.5714 kgce/kg
焦炉煤气	16747 kJ/kg~18003 kJ/kg (4000 kcal/kg~4300 kcal/kg)	0.5714 kgce/kg~0.6143 kgce/kg
高炉煤气	3768 kJ/kg (900 kcal/kg)	0.1286 kgce/kg
发生炉煤气	5234 kJ/kg (1250 kcal/kg)	0.1786 kgce/kg
重油催化裂解煤气	19259 kJ/kg (4600 kcal/kg)	0.6571 kgce/kg
重油热裂解煤气	35588 kJ/kg (8500 kcal/kg)	1.2143 kgce/kg
焦炭制气	16329 kJ/kg (3900 kcal/kg)	0.5571 kgce/kg
压力气化煤气	15072 kJ/kg (3600 kcal/kg)	0.5143 kgce/kg
水煤气	10467 kJ/kg (2500 kcal/kg)	0.3571 kgce/kg
粗苯	41868 kJ/kg (10000 kcal/kg)	1.4286 kgce/kg
甲醇（用作燃料）	19913 kJ/kg (4756 kcal/kg)	0.6794 kgce/kg
乙醇（用作燃料）	26800 kJ/kg (6401 kcal/kg)	0.9144 kgce/kg
氢气（用作燃料， 密度为0.082kg/m ³ ）	9756 kJ/kg (2330 kcal/kg)	0.3329 kgce/kg
沼气	20934 kJ/kg~24283 kJ/kg (5000 kcal/kg~5800 kcal/kg)	0.7143 kgce/kg~0.8286 kgce/kg

注：表中数据引自现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T 2589-2020。

表 B.2 电力和热力折标准煤系数（参考值）

能源名称	折标准煤系数
电力（当量值）	0.1229 kgce/（kW·h）
电力（等价值）	按上年电厂发电标准煤耗计算
热力（当量值）	0.03412 kgce/MJ
热力（等价值）	按供热煤耗计算

注：表中数据引自现行国家标准《综合能耗计算通则》GB/T 2589-2020。

附录 C 建筑总能耗综合值和运行阶段碳排放强度

表 C 建筑总能耗综合值和运行阶段碳排放强度

气象站点	建筑总能耗综合值 (kWh/ m ² ·a)	碳排放强度 (kgCO ₂ / m ² ·a)
济南	≤106.9	≤24.5
青岛	≤105.0	≤24.0
沂源	≤104.7	≤24.0
海阳	≤104.4	≤23.9
长岛	≤104.6	≤24.0
龙口	≤104.9	≤24.0
潍坊	≤106.8	≤24.5
兖州	≤108.0	≤24.7
成山头	≤103.1	≤23.6
日照	≤105.9	≤24.3
临沂	≤107.1	≤24.5
费县	≤107.0	≤24.5
德州	≤107.0	≤24.5
陵县	≤106.7	≤24.4
莘县	≤107.6	≤24.7
惠民县	≤107.2	≤24.6
菏泽	≤108.8	≤24.9
定陶	≤109.6	≤25.1

注：根据生态环境部印发的《关于做好 2023-2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关重点工作的通知》（环办气候函〔2023〕43 号），文件中明确指出“2022 年，全国电网平均排放因子为 0.5703 tCO₂/MWh”。本标准碳排放强度计算参照该数值为基准。

附录 D 部分外窗热工性能参考表

表 D 部分外窗热工性能参考表

序号	名称	玻璃配置	整窗传热系数K 值 [W/ (m ² ·K)]	整窗太阳得热系数SHGC
1	80 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar +5Low-E (暖边)	0.8~1.0	0.24~0.40
2	80系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+V +5 (暖 边)	0.7~0.9	0.35~0.45
3	90系列内平开隔热 铝合金窗	5+12A+5+V+5Low-E(暖边)	1.0	0.35~0.45
4	100 系列内平开 隔 热铝合金窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar +5Low-E (暖边)	1.0	0.24~0.40
5	100 系列内平开 隔 热铝合金窗	5+12A+5+V+5Low-E(暖边)	0.8~1.0	0.35~0.45
6	100系列内平开实木 窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar +5Low-E (暖边)	0.8~1.0	0.24~0.40
7	120系列内平开实木 窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar +5Low-E (暖边)	0.7~1.0	0.24~0.40
8	90系列内平开铝木 复合 (铝包木) 窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar +5Low-E (暖边)	0.9~1.0	0.24~0.40
9	90系列内平开铝木 复合 (铝包木) 窗	5+12A+5+V+5Low-E(暖边)	0.8~1.0	0.35~0.45
10	85系列内平开聚氨 酯窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar +5Low-E (暖边)	0.8~1.0	0.24~0.40

注：1 塑料型材，应为 80 系列以上，6 腔室或以上；实木窗型材系列应为 90 系列以上；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，且隔热条内应填充保温材料；铝木复合（铝包木）窗型材应为 90 系列以上；聚氨酯窗型材应为 85 系列以上，且型材腔体内应填充保温材料；

2 A—空气；Ar—氩气；V—真空；Low-E—低辐射膜；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；中空玻璃间隔条均应采用暖边间隔条；

3 上表仅列出部分外窗热工性能，供参考；如有其他外窗类型或产品满足性能要求，也可选用；

4 所有外窗的热工性能应具体以实际检测值为准。

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……执行”。

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程》 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 《屋面工程技术规范》 GB 50345
- 7 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 8 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 9 《建筑环境通用规范》 GB 55016
- 10 《综合能耗计算通则》 GB/T 2589
- 11 《建筑幕墙、门窗通用技术条件》 GB/T 31433
- 12 《近零能耗建筑技术标准》 GB/T 51350
- 13 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
- 14 《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》 JGJ 289
- 15 《建筑通风效果测试与评价标准》 JGJ/T 309
- 16 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346
- 17 《居住建筑节能设计标准》 DB37/ 5026

山东省工程建设标准

近零能耗居住建筑节能设计标准

DB37/T 5074—2024

住房和城乡建设部备案号：**J ****—2024**

条 文 说 明

修 订 说 明

《近零能耗居住建筑节能设计标准》DB37/T 5074-2024，经山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局 2024 年 8 月 29 日以鲁建标字（2024）第 9 号公告批准、发布。

本标准是在《被动式超低能耗居住建筑节能设计标准》DB37/ T 5074-2016 的基础上修订而成的，上一版的主编单位是山东省建筑科学研究院、山东同圆设计集团有限公司，参编单位是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，主要起草人员是王昭、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。

修订过程中，编制组进行了大量调查研究，认真总结了国内外超低能耗和近零能耗建筑的实践经验，同时参考了国家及行业相关标准，与国家及行业相关标准进行了协调。

本标准修订的主要技术内容：1.落实国家“双碳”目标要求，增加建筑能耗综合值、建筑总能耗综合值、建筑运行碳排放量、可再生能源利用率等指标要求；2.增加性能化设计内容；3.建筑设计增加与装配式建筑相关的技术内容；4.供暖空调和通风系统设计增加空调系统形式、控制方式和性能参数等技术内容；5.增加电气与智能化有关方面的技术内容；6.增加可再生能源系统建筑应用相关的技术内容。

为便于有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文，编制组按照章、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的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则	33
3 基本规定	35
4 技术指标	37
5 性能化设计方法	40
6 建筑设计	42
6.1 规划与建筑方案	42
6.2 建筑围护结构设计	45
6.3 热桥处理	47
6.4 建筑气密性	50
7 供暖空调和通风系统设计	52
7.1 供暖空调系统设计	52
7.2 供暖空调设备	53
7.3 通风系统设计	53
8 电气与智能化系统设计	58
8.1 一般规定	58
8.2 照明	58
8.3 监测与控制	59
9 可再生能源系统设计	61
9.1 一般规定	61
9.2 太阳能系统设计	62
9.3 地源热泵系统设计	63
9.4 空气源热泵系统设计	64

1 总 则

1.0.1 2020 年 9 月 22 日，在第 75 届联合国大会上，习近平总书记发表重要讲话，指出中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。2021 年 4 月 22 日，习近平总书记出席领导人气候峰会并发表重要讲话，指出：中国将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局，正在制定碳达峰行动计划，支持有条件的地方和重点行业、重点企业率先达峰。

2021 年 9 月，中共中央、国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》（中发〔2021〕36 号）；2021 年 10 月，国务院下发《关于印发〈2030 年前碳达峰行动方案〉的通知》（国发〔2021〕23 号）；2022 年 7 月，住房和城乡建设部和国家发展改革委联合发布《关于印发〈城乡建设领域碳达峰实施方案〉的通知》（建标〔2022〕53 号），这些文件中均提出“推动低碳建筑规模化发展，鼓励建设零碳建筑和近零能耗建筑。”2022 年 3 月，住房和城乡建设部发布《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，规划中提出“到 2025 年，建设超低能耗、近零能耗建筑 0.5 亿平方米以上”。2022 年 5 月，山东省人民政府办公厅下发《关于推动城乡建设绿色发展若干措施的通知》（鲁政办发〔2022〕7 号），文件中明确提出“提升建筑节能标准，推广超低能耗、近零能耗建筑，推动零碳社区试点建设。”2022 年 4 月，山东省住房和城乡建设厅联合山东省发展和改革委员会、山东省市场监督管理局等 6 部门联合印发《山东省“十四五”绿色建筑与建筑节能发展规划》，规划中明确提出“到 2025 年，研究建立超低能耗建筑、近零能耗建筑评价标识制度，逐步完善近零能耗建筑、低碳建筑、零碳建筑、产能建筑等技术路线。新建超低能耗建筑面积 500 万平方米以上，创建近零能耗及低碳、零碳建筑试点面积 100 万平方米以上。”2023 年 5 月，山东省住房和城乡建设厅联合山东省发展和改革委员会、山东省财政厅、山东省自然资源厅、山东省能源局等 5 部门联合印发《山东省城乡建设领域碳达峰实施方案》，方案中要求“到 2023 年新建居住建筑本体达到 83% 节能要求，2025 年前新建公共建筑本体达到 78% 节能要求。加快推动近零能耗建筑及低碳建筑、零碳建筑建设，积极发展产能建筑，鼓励有条件的市及城市新区等建设超低能耗（近零能耗）建筑、低碳（零碳）建筑集中连片示范区。”建筑节能是我省加快生态文明建设，全面加快推动全省城乡建设向绿色低碳方向转型的重要举措。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、韩国、日本等国家都在积极制定超低能耗、近零能耗、零能耗、零碳建筑发展目标和技术政策，建立适合本国特点的近零能耗建筑标准及相应技术体系，近零能耗建筑正在成为建筑节能的发展趋势。近零能耗建筑是以能耗为控制目标，首先通过被动式建筑设计降低建筑冷热需求，提高建筑用能系统效率，降低建筑能耗，在此基础上再通过利用可再生能源，实现超低能耗、近零能耗和零能耗。近零能耗建筑是以超低能耗建筑为基础，是达到零能耗建筑的准备阶段。近零能耗建筑在满足能耗控制目标的同时，其室内环境参数应满足较高的热舒适水平，健康、舒适的室内环境是近零能耗建筑的基本前提。

本标准通过借鉴国内外经验，在原《被动式超低能耗居住建筑节能设计标准》DB37/T 5074-2016 的基础上，结合我省已有超低能耗和近零能耗居住建筑工程实践，提炼示范建筑在设计、施工、运行等环节的共性关键技术要点，建立符合我省省情的近零能耗居住建筑技术及标准体系，更好地指导我省近零能耗居住建筑推广，为我省中长期建筑节能工作提供支撑和引导。

1.0.2 本标准适用于纳入基本建设监管程序的各类居住建筑，包括山东省新建、扩建的住宅、集体宿舍、住宅式公寓、住宅与非住宅组合建造的住宅部分。居住建筑中的底部有公共建筑的部分（含商业服务网点），其建筑面积大于地上总面积的 20%，且大于 1000 m² 时，应按《公共建筑节能设计标准》DB37/5155 规定执行，公共建筑部分上部的居住建筑部分执行本标准。其中，扩建建筑是指保留原有建筑的功能，在其基础上增加另外的功能、形式、规模，使得新建部分成为与原有建筑相关的新建建筑；改建建筑是指对原有建筑的功能或者形式进行改变，而建筑的规模和建筑的占地面积均不改变的新建建筑。

1.0.3 本标准对近零能耗居住建筑的技术指标和应采取的节能措施作出了规定，但建筑节能涉及的专业较多，相关专业均制定了相应的标准，并作出了节能规定，因此，在进行建筑节能设计时，除应符合本标准外，尚应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

3 基本规定

3.0.1 本条在本标准 2016 版第 1.0.3、1.0.4 条款基础上发展而来。综合国内外发展经验，在建筑迈向更低能耗的方向上，基本技术路径是一致的，即通过建筑被动式设计、主动式高性能能源系统及可再生能源系统应用，最大幅度减少化石能源消耗。主要途径依次为：

1 被动式设计。近零能耗居住建筑规划设计应在建筑布局、朝向、体形系数和使用功能方面，体现节能理念和特点，并注重与气候的适应性。通过使用保温隔热性能更高的非透明围护结构、保温隔热性能更高的外窗、无热桥的设计与施工等技术，提高建筑整体气密性，降低供暖需求。通过使用遮阳、自然通风等技术，降低建筑在过渡季和供冷季的供冷需求。

2 能源系统和设备效率提升。建筑大量使用能源系统和设备，其能效的持续提升是建筑能耗降低的重要环节，应优先使用能效等级更高的系统和设备。能源系统主要指暖通空调、生活热水、照明、电梯及电气系统。

3 通过可再生能源系统使用对建筑能源消耗进行平衡和替代。充分挖掘建筑本体、周边区域的可再生能源应用潜力，对能耗进行平衡和替代。

3.0.2 本条在本标准 2016 版第 4.1.14 条款基础上发展而来。不同于现行建筑节能设计标准，近零能耗建筑是以能耗为控制目标，设计达标判定不以具体建筑体形系数、窗墙比、围护结构性能指标、冷热源设备系统性能系数、新风系统热回收效率值等性能指标的取值为依据。

近零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。

近零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，因地制宜地制订近零能耗居住建筑技术策略。

区别于传统建筑节能的指令性（规定性）设计方法，近零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。

3.0.3 本条为新增条文。健康、舒适的室内环境是提升建筑能效的基本前提，近零能耗建筑需要室内环境参数满足较高的舒适水平，因此，本标准规定的室内环境参数和能效指标、建筑气密性为最根本的约束性技术指标。

本标准要求采用性能化设计方法，即以建筑室内环境参数和能效指标为性能目标，利用模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求，因此，标准中规定的围护结构、能源设备和系统等参数均为推荐性指标和方法，可以通过性能化设计进行优化和突破。

3.0.4 本条为新增条文。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；另一方面也能大大减少污染浪费，更加符合现阶段人民对于健康、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。

近零能耗建筑的围护结构构造复杂，如在室内装修过程中对其进行破坏，将导致气密性损坏，进而影响室内环境并导致建筑能效下降，因此，近零能耗建筑应进行全装修。建筑材料的污染物散发长期影响室内环境，考虑到近零能耗建筑高气密性特点，其室内装修应采用获得绿色建材认证的材料和部品。绿色建材产品认证是指建材产品符合国家相关技术要求和标准，且通过了国家认证认可监督管理委员会审批，获得绿色建材产品认证资质的认证机构的认证。

3.0.5 本条为新增条文。基于近零能耗居住建筑性能要求，建筑围护结构应在总体质量性能方面得到保证，尤其是建筑的耐久性和系统质量保证。近年来，随着近零能耗建筑产业的新技术、新工艺、新材料、新产品不断涌现，推广应用技术先进、性能优越、耐久性强、工业化程度高、构造安全可靠的技术和产品是行业发展的需要，可进一步提升建设水平和工程质量。

4 技术指标

4.0.1 近零能耗居住建筑技术指标根据现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 和《建筑环境通用规范》GB 55016 等国家及山东省有关标准的规定技术指标确定。

4.0.2 本条在本标准 2016 版第 3.0.2 条款基础上发展而来。能效指标是判别建筑是否达到近零能耗建筑标准的约束性指标，其年供暖（冷）需求指标值（只有冷）应满足本标准附录 A 山东省各地居住建筑年耗冷量的要求。能效指标中能耗的范围为供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源利用量。

能效指标包括建筑能耗综合值、可再生能源利用率和建筑本体性能指标三部分，三者需要同时满足要求。建筑能耗综合值是表征建筑总体能效的指标，其中包括了可再生能源的贡献；建筑本体性能指标是指除利用可再生能源发电外，建筑围护结构、能源系统等能效提升要求，居住建筑以供暖年耗热量、供冷年耗冷量以及建筑气密性作为约束指标，照明、通风、生活热水和电梯的能耗在建筑能耗综合值中体现，不作分项能耗限值要求。能效指标确定主要基于以下原则：第一，在现有建筑节能水平上大幅度提高，对于居住建筑可不采用传统供暖系统；第二，建筑实际能耗在现有基础上大幅度降低；第三，能耗水平基本与国际相近气候区持平。能效指标是在对典型建筑模型优化分析计算基础上，结合国内外工程实践，经综合比较确定。指标确定的控制逻辑为：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用能需求，在此基础上，利用高效的供暖、空调及照明技术降低建筑的供暖空调和照明系统的能源消耗，同时建筑内使用高效的用能设备和利用可再生能源，降低建筑总能源消耗。近零能耗建筑是达到极高能效的建筑，建筑的负荷及能源消耗强度为现有技术集成后的最低值。

居住建筑中包含住宅、宿舍、住宅式公寓等形式，其中住宅类建筑是居住建筑中最主要的类型。随着时代的发展，居住建筑中非住宅类建筑的使用模式和建筑特点逐渐接近公共建筑，因此考虑到建筑的特征，本标准中居住建筑的能效指标仅适用于居住建筑中的住宅类建筑，居住建筑中的非住宅类建筑的能效指标参照公共建筑。对居住建筑，最大限度利用被动式技术降低建筑能量需求，是实现近零能耗目标的最有效途径。高性能外墙、外窗等被动式技术在提高建筑能效的同时，还可以大幅度提高建筑质量和寿命，改善居住环境。为此，以供暖年耗热量、供冷年耗冷量以及建筑气密

性指标为约束，保证围护结构的高性能。在此基础上，再通过提高能源系统效率和可再生能源的利用进一步降低能耗。建筑能耗综合值计算范围为建筑供暖、空调、通风、照明、生活热水和电梯的能耗，不包括炊事、家电和插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗。其中供暖和空调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、照明系统效率和使用强度有关，通过优化设计可以降低供暖、空调、通风、照明、生活热水、电梯等系统能耗。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度较大，均为建筑设计不可控因素，在设计阶段对其准确预测存在一定难度，因此在能效指标计算中不作强制指标要求，但本标准根据实际需要，将炊事、家用电器等生活用能纳入建筑总能耗综合值中，具体技术指标要求见本标准 4.0.3 条。

建筑气密性影响建筑的保温、防潮、隔声和舒适性，是保证建筑品质的必要条件，另外从健康的角度，通过开启门窗的自然通风是非常有益的，但建筑气密性差导致的无组织通风并不能有效保证健康的环境，因此为了保证建筑在采用机械通风时具有良好的气密性，对建筑的气密性提出要求。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 $\text{PM}_{2.5}$ 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。近零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/h。

4.0.3 本条在本标准 2016 版第 3.0.3 条款基础上发展而来。本条中的居住建筑室内环境参数均为约束性指标，主要针对卧室、起居室等房间，其他人员短期停留的空间如走廊、电梯厅、地下车库等公共区域的环境参数应按照实际需求设定，并应满足现行相关标准的规定。

近零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 $30\%\sim 60\%$ 。计算时，冬季按 20°C ，夏季按 26°C 。另外，为了提高室内的空气品质，要求室内的新风量不小于 $30\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{p})$ 。

近零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 对高标准住宅的卧室、起居室（厅）的要求确定的。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。

4.0.4 本条为新增条文。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。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，也最能反映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。本标准附录 C 中给出了建筑总能耗综合值推荐指标值。目前，居民炊事用能主要按照天然气考虑，根据现行国家标准《民用建筑能耗标准》GB/T 51161-2016 寒冷地区户均天然气 $140\text{m}^3/\text{户}\cdot\text{a}$ ，建筑面积按照 144m^2 考虑，折算到套内面积按照 $1.17\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{a}$ 计算。插座用电按照现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015，居住建筑电器设备功率 $3.8\text{W}/\text{m}^2$ ，起居室按照每天运行 11h，卧室运行 4h，厨房运行 3h 计算。

在降低建筑能耗的同时，降低建筑碳排放强度也是近零能耗居住建筑的目标。本标准提出的近零能耗居住建筑的运行阶段碳排放强度为推荐性指标。建筑生命周期内的各个阶段都会产生碳排放，本标准仅关注建筑运行阶段的碳排放强度。本标准附录 C 中规定的碳排放强度计算指标值，计算方法参考了现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 及国家和山东省等相关标准规范内容。

5 性能化设计方法

5.0.1 本条为新增条文。近零能耗居住建筑的性能化设计方法应贯穿近零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定量化设计分析与优化，建筑的关键性能参数选取是基于优化计算结果，而不是从规范中直接选取。

为实现近零能耗目标，建筑师应以气候特征为引导进行建筑方案设计。在设计前充分了解山东当地的气象条件、自然资源、生活居住习惯等，借鉴传统建筑的被动式措施，根据建筑功能和环境资源条件，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，营造优良的建筑本体条件。在此基础上，通过性能化设计方法优化围护结构保温、隔热、遮阳等关键性能参数，最大限度地降低建筑供暖供冷需求；结合不同的机电系统方案、可再生能源应用方案和设计运行与控制策略等，将设计方案和关键性能参数带入能耗模拟分析软件，定量分析是否满足预先设定的近零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等，循环迭代，最终确定满足性能目标的设计方案。

5.0.2 本条为新增条文。传统建筑设计时，通常以建筑师作为总协调人员，与建设单位或业主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。

近零能耗居住建筑设计是以最大限度降低建筑能源消耗为目标，在建造成本、工期、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。

对近零能耗居住建筑性能化设计而言，应采用协同设计的工作形式。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、业主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、物业运营人员代表及设备供应商等组成相关方小组，共享项目设计信息，提供相关咨询和支持。

5.0.3 本条为新增条文。近零能耗居住建筑的性能化设计是与建筑设计流程相协调的，贯穿整个建筑设计流程，本条重点明确了性能化设计的流程，其中定量化设计分析及优化是其主要内容。

1 本标准第 4 章给出了室内环境参数和能效指标要求。

2 初步设计方案应根据建筑功能、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，以围护结构、能源设备和系统的性能参数为基础依据，采用被动式建筑设计手段进行初步方案设计，并以此作为定量分析及优化的基础。

3 定量分析及优化应以建筑能效指标为约束条件，建筑能效指标的计算方法应符合本标准中技术指标的规定。

5.0.4 本条为新增条文。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，通过关键指标参数的敏感性分析，获得对于不同设计策略下的定量评价，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。

关键参数对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。近零能耗设计的建筑关键参数包括：保温材料的性能与厚度参数、窗墙面积比、太阳得热系数、外窗传热系数和透光性能参数等；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参数等。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。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技术经济定量分析的基础。

对于简单项目或常规项目，可基于设计师的经验、专家咨询等，选取满足目标要求、可能性较大的多个方案，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，技术方案的组合方式也很多，通过设计师及专家经验很难获得所需要的最优方案，这时宜采用优化设计软件使用多参数优化算法，自动寻优选取方案。

建筑方案和技术策略评价时，要考虑建筑全寿命期成本，综合平衡初投资和运行费用及其他外部效益。

5.0.5 本条为新增条文。近零能耗建筑应满足第4章提出的各项室内环境指标，营造健康、舒适的室内环境。设计方案文件中，应明确规定相关环境指标和能效指标以及关键参数的分析及优化，作为进一步设计、施工和验收的依据。

5.0.6 本条为新增条文。本条列出了近零能耗居住建筑性能化设计确定的设计方案包括的主要内容。

6 建筑设计

6.1 规划与建筑方案

6.1.1 本条在本标准 2016 版第 4.1.2 条基础上发展而来。城市及建筑群的规划设计与建筑节能关系密切。近零能耗建筑设计首先要从规划阶段开始，在城市规划时，通过控制建筑密度、区域微气候营造等角度创造近零能耗建筑发展的前提条件；在建筑群规划时，应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。通常来说，建筑主朝向应为南北朝向，有利于冬季得热及夏季隔热，有利于自然通风。主入口避开冬季主导风向，可有效降低冷风对建筑的影响。

6.1.2 本条在本标准 2016 版第 4.1.3 条基础上发展而来。近零能耗建筑应遵循“被动优先”的设计原则，通过建筑设计手段降低建筑能耗，然后采用主动节能技术进行优化补充。在很多情况下，通过被动式设计降低建筑能耗具有一次性的特点，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。

充分运用被动式建筑设计手段进行初步设计方案是定量分析的基础，只有通过因地制宜地分析，以“被动优先，主动优化”为原则，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、天然采光、太阳得热，控制体形系数和窗墙面积比等，才能为后续定量分析优化打下坚实的基础，为最终获得最优设计策略提供依据。

6.1.3 本条为新增条文。通过外窗透光部分进入室内的热量是造成夏季室温过热、空调能耗上升的主要原因。为了节约能源，当外窗（包括透光幕墙）的窗墙面积比较大时，应对外窗（包括透光幕墙）采取遮阳措施。

遮阳方式有固定外遮阳和活动遮阳。固定外遮阳分为水平式遮阳、垂直式遮阳、挡板式遮阳和综合式遮阳。活动遮阳分为内置遮阳和活动外遮阳（含中置遮阳）。内置遮阳为采用内置活动遮阳中空玻璃制品制成的一体化成品装置。中置遮阳为位于两层围护结构之间可调节的遮阳装置。

固定外遮阳是将建筑的天然采光、遮阳与建筑融为一体的外遮阳系统。设计固定

外遮阳时应综合考虑建筑所处地理纬度、朝向,太阳高度角和太阳方位角及遮阳时间。水平式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。在设置固定遮阳板时,可考虑同时利用遮阳板反射自然光到大进深的室内,改善室内采光效果。

除固定外遮阳外,也可结合建筑立面设计,采用自然遮阳措施。居住建筑宜结合景观设计,利用树木及植物形成自然遮阳,降低夏季辐射热负荷。

活动遮阳可根据太阳高度角和室外天气情况调整遮阳角度,从遮阳性能来看,是最适合近零能耗建筑的遮阳形式。

在建筑的室内设置窗帘,只能解决遮挡阳光直射和避免视线干扰问题,不能阻止太阳辐射热通过外窗透光部分进入室内。一般而言,外遮阳效果比较好,但考虑到建筑冬夏不同的需求,设置活动外遮阳能够最大限度地在冬季利用太阳辐射,在夏季避免太阳辐射的影响,有条件的建筑应提倡采用活动外遮阳。当设置外遮阳构件时,外窗(包括透光幕墙)的太阳得热系数是外窗(包括透光幕墙)本身的太阳得热系数与建筑遮阳系数的乘积。外窗(包括透光幕墙)的太阳得热系数与建筑遮阳系数按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 有关规定执行

6.1.4 本条为新增条文。建筑进深对建筑照明能耗影响较大,对于进深较大的房间,应通过采光中庭和采光竖井的设计,引入自然光。此外,可考虑利用导光管、导光光纤等导光设施引入自然光,减少照明光源的使用,降低照明能耗。

6.1.5 本条在本标准 2016 版第 4.1.5 条基础上发展而来。采用下沉广场(庭院)、天窗、导光管等设施,有利于充分利用自然光。

6.1.6 本条沿用本标准 2016 版第 4.1.4 条,对相关构件等提出了与建筑一体化设计要求。近零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。

6.1.7 本条在本标准 2016 版第 4.1.10 条基础上发展而来。2022 年 6 月 5 日起《中华人民共和国噪声污染防治法》正式施行。新噪声法对住宅建筑声环境性能专项提升提出了新的高质量建设要求,近零能耗居住建筑更需保证优异的室内环境。

常用墙体隔声性能及常用楼板撞击声隔声性能分别如表 1 和表 2 所示:

表 1 常用墙体隔声性能表

序号	构造做法	墙厚 (m)	面密度 (kg/m ²)	计权隔声量 R_w (dB)	频谱修正量		R_w+C	R_w+C_{tr}
					C (dB)	C_{tr} (dB)		
1	180 钢筋混凝土双面 20 抹灰	220	522	52	-1	-2	51	51
2	200 钢筋混凝土	200	480	57	-2	-5	55	52
3	实心砖墙 10 厚抹灰	250	440	52	0	-2	52	50
4	240 厚砖墙双面各 20 抹灰	280	216	52	0	-2	52	50
5	75 系列轻钢龙骨 双面三层 12 厚防火纸面石膏板内 填 50 厚玻璃棉	147	—	59	-3	-9	56	50
6	75Z 系列轻钢龙骨 石膏板墙双面两层 10 厚隔声板 +15 厚隔声板 (选用专用材料) 内填 50 厚玻璃棉	125	—	56	-2	-4	54	52
注：本表依据《建筑隔声与吸声构造》08J931、《民用建筑隔声与吸声构造》15ZJ502、《建筑隔声设计》—（中国建筑工业出版社）整理而成。玻璃棉容重 24kg/m ³ ，隔声板选用专用材料								

表 2 常用楼板撞击声隔声性能表

序号	名称	构造做法	厚度 (mm)	计权标准化撞击声压级 ($L'_{nT,W}$ (dB))】
1	地砖楼面	1、8~10 厚地砖 2、30 厚干硬性水泥砂浆结合层 3、40 厚 C20 细石混凝土随打随抹平配 ϕ 4-150 双向 4、5 厚隔声减振垫板 5、钢筋混凝土楼板随浇随抹平	83~85	63~65
2	复合木地板 楼面	1、8 厚企口强化复合木地板 2、3 厚泡沫塑料衬垫 3、40 厚 C20 细石混凝土随打随抹平配 ϕ 4-150 双向 4、5 厚隔声减振垫板 5、钢筋混凝土楼板随浇随抹平	56	≤ 60
3	复合木地板 楼面	1、8 厚企口强化复合木地板 2、30 厚干硬性水泥砂浆结合层 3、50 厚 C20 细石混凝土随打随抹平配 ϕ 4-150 双向 4、20 厚挤塑板 5、钢筋混凝土楼板随浇随抹平	108	60~62

4	地砖楼面	1、8~10 厚地砖 2、30 厚干硬性水泥砂浆结合层 3、50 厚 C20 细石混凝土随打随抹平配 ϕ 4-150 双向 4、20 厚挤塑板 5、5 厚隔声减振垫板 6、钢筋混凝土楼板随浇随抹平	113~ 115	60~62
5	复合木地板楼面	1、8 厚企口强化复合木地板 2、30 厚干硬性水泥砂浆结合层 3、50 厚 C20 细石混凝土随打随抹平配 ϕ 4-150 双向 4、20 厚挤塑板 5、5 厚隔声减振垫板 6、钢筋混凝土楼板随浇随抹平	113	≤ 60
注：本表依据《建筑隔声与吸声构造》08J931 整理而成。				

6.2 建筑围护结构设计

6.2.1 本条在本标准 2016 版第 4.1.6 条基础上发展而来。建筑物的平、立面不应出现过多的凹凸，体形系数对建筑能耗的影响非常显著。建筑体形系数越大，单位建筑面积对应的外表面面积越大，传热损失就越大。建筑供暖能耗在寒冷地区建筑能耗中占比大，从降低建筑能耗的角度出发，设置此条文。定量规定控制底线。

体形系数不只是影响外围护结构的传热损失，它还与建筑造型、平面布局、采光通风等紧密相关。体形系数过小，将制约建筑师的创造性，造成建筑造型呆板，平面布局困难，甚至损害建筑功能。因此，如何合理确定建筑形状，必须考虑本地区气候条件，冬、夏季太阳辐射强度、风环境、围护结构构造等各方面因素。应权衡利弊，尽可能地减少房间的外围护面积，使体形不要太复杂，凹凸面不要过多，以达到节能的目的。

有关体形系数的计算可以参照现行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。

6.2.2 本条在本标准 2016 版第 4.1.7 条基础上发展而来。窗墙面积比是指房间外窗洞口面积与房间立面单元面积（即建筑层高与开间定位轴线围成的面积）之比。窗墙面积比是影响建筑能耗的重要因素，同时它也受建筑日照、采光、自然通风等满足室内环境要求的制约。一般普通窗户（包括阳台的透光部分）的保温性能比外墙差很多，而且窗的四周与墙相交之处也容易出现热桥，外窗越大，温差传热量也越大。因此，从降低建筑能耗的角度出发，必须合理地限制窗墙面积比。

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，在进行近零能耗居住建筑节能设计时，应进行模拟计算。本条对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的窗墙面积比。

6.2.3 本条为新增条文。透光围护结构的保温性能与屋面差距很大。夏季屋顶水平面太阳辐射强度最大，屋顶的透光面积越大，相应建筑的能耗也越大，因此对屋顶透光部分的面积和热工性能应予以严格的限制。而且，屋面天窗对所在房间热环境影响显著，因此更需要严格控制其大小。天窗平面与水平面的夹角应小于或等于 60° ，当窗户平面与水平面夹角大于 60° 时，应按照外窗进行节能设计。

6.2.4 本条在本标准 2016 版第 4.2.2 条基础上发展而来。本条对近零能耗居住建筑围护结构的热工性能指标取值作出了规定。

近零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。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及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）时应考虑系统性热桥，否则可不考虑。

开敞阳台与室外空气接触的外窗和阳台门，封闭阳台外侧与室外空气接触的阳台门、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 0~1 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×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活动遮阳，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。应尽可能多地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，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，这是因为近零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。

6.3 热桥处理

6.3.1 本条为新增条文。在近零能耗建筑节能设计时必须对围护结构热桥进行处理。近零能耗建筑中的热桥影响占比远远超过普通节能建筑，因此热桥处理是实现建筑近零能耗目标的关键因素之一。

热桥专项设计是指对围护结构中潜在的热桥构造进行加强保温隔热以降低热流

通量的设计工作，热桥专项设计应遵循下列规则：

- 1 避让规则：尽可能不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：避免几何结构的变化，减少散热面积。

6.3.2 本条在本标准 2016 版第 4.3.3 条基础上发展而来。锚栓相对保温层导热系数更大，热桥效应明显，应采用保温材料进行断热桥处理。

保温层应采用断热桥锚栓固定。断热桥锚栓安装应至少在保温板粘贴 24h 后进行。当基层墙体为钢筋混凝土时，锚栓的锚固深度不宜小于 50mm；当基层墙体为加气混凝土块等砌体结构时，锚栓的锚固深度不宜小于 65mm。安装锚固件时，应先向预打孔洞中注入聚氨酯发泡剂，再立即安装锚固件。

外墙采用预制复合保温外墙板时的最大问题是板缝处理不好且很容易引起墙面开裂。通过工程实践证明，板缝处先行填充发泡聚氨酯+加背衬材料+建筑密封胶封缝，再在板缝两侧采用聚合物砂浆复合玻纤网做抗裂处理，而后整个墙面做 10mm~15mm 的胶粉聚苯颗粒浆料找平，最后是饰面层施工，是较为可靠的做法。

以最常见的悬挑太阳能板为例，挑板需要保证与主体墙的连接力学性能，因此一般采用非保温性能的连接件连接，这就需要在设计时充分考虑连接处的断热桥处理。穿墙管是外墙的一个热工薄弱环节，容易造成较大的热桥效应和较差的气密性结果，因此穿墙管预留孔洞直径宜大于管道外径 100mm 以上。墙体结构或套管与管道之间应填充保温材料。

6.3.3 本条在本标准 2016 版第 4.3.6 条基础上发展而来。主要是对外门窗安装时提出的避免现热桥的技术措施。

1 通过软件测算，外门窗外侧四周墙面的热桥对线传热系数的影响较大，因此，本标准要求外窗外侧的安装位置宜靠近保温层内侧的位置，当不能靠近时，外门窗口外侧周边墙面应进行阻断热桥的保温处理，不建议采用外挂的方式。

2 现行山东省工程建设标准《民用建筑外窗工程技术标准》DB37/T 5016 规定，外窗安装应设置附框，从节能角度出发，应采用节能型附框。外墙或窗口的保温层应完全覆盖附框和部分窗框，外门框、窗框或附框与墙体之间缝隙应采用高效保温材料填塞密实并做好密封防水处理。

3 国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030-2022 第 4.5.3 条规定：“窗台处应设置排水板和滴水线等排水构造措施，排水坡度不应小于 5%”。排水板与窗框之间应有可靠连接，并采用密封材料密封，其密封材料不得堵塞外窗排水孔。本条提出的要求，对于提高外窗外侧部位的防水性、安全性、建筑立面美观性是非常有效的措施。

4 外窗外遮阳在需要可靠连接的同时也成为破坏窗墙结合部保温构造的潜在危险因素之一，因此外遮阳的设计必须与外墙和外窗的节能设计密切配合。

6.3.4 本条在本标准 2016 版第 4.3.4 条基础上发展而来。本条第 2 款对屋面设置隔气层做出了规定。

按照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 中有关围护结构内部冷凝受潮验算的规定，屋顶冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。当围护结构材料层的蒸汽渗透阻小于保温材料因冷凝受潮所需的蒸汽渗透阻时，应设置隔汽层。外侧有卷材或涂膜防水层，内侧为钢筋混凝土屋面板的屋顶结构，如经内部冷凝受潮验算不需要设隔汽层时，则应确保屋面板及其接缝的密实性，达到所需的蒸汽渗透阻。

隔汽层是一道很弱的防水层，却具有较好的蒸汽渗透阻，大多采用气密性、水密性好的防水卷材或涂料。隔汽层是隔绝室内湿气通过结构层进入保温层的构造层，常年湿度很大的房间，如温水游泳池、公共浴室、厨房操作间、开水房等的屋面应设置隔汽层。

隔汽层做法同防水层，隔汽层应沿周边墙面向上连续铺设，高出保温层上表面不得小于 150mm，隔汽层收边不需要与保温层上的防水层连接，理由 1：隔汽层不是防水层，与防水设防无关联；理由 2：隔汽层施工在前，保温层和防水层施工在后，几道工序无法做到同步，防水层与墙面交接处的泛水处理与隔汽层无关联。

6.3.5 本条在本标准 2016 版第 4.3.5 条基础上发展而来。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 地下室外墙与土壤接触的保温层外侧应有保护措施，一般采用砖墙或砌块墙，是为了避免回填土对保温层造成破坏。地下室外墙的防水层延伸至室外地面以上与外墙上部的防水层搭接，其技术要求应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 和《地下工程防水技术规范》GB 50108 的规定。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 无地下室时，外墙保温层延续埋置在室外地面以下长度不应小于 500mm。主要考虑寒冷地区冻土层深度的影响，避免墙体内侧出现结露。

6.4 建筑气密性

6.4.1 本条在本标准 2016 版第 4.4.1 条基础上发展而来。建筑气密性是影响建筑供暖能耗和供冷能耗的重要因素，对实现近零能耗目标来说，单纯围护结构传热导致的能耗已较小，这种条件下造成气密性对能耗的比例大幅提升，因此建筑气密性能更为重要。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、结露等损坏，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外围护结构，如图 1 所示。

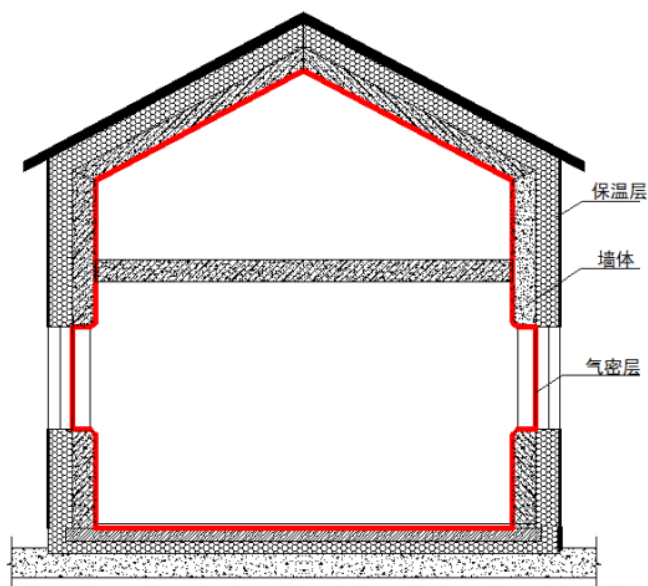


图 1 气密层标注示意

6.4.2 本条为新增条文。气密层是由防水隔（透）汽材料、抹灰层、气密性部件等形成的防止空气渗漏的连续构造层。常规的钢筋混凝土构造、砌体构造采用不低于 20mm 的连续抹灰层、具有气密性能的门窗、气密膜等均可作为气密层。非透光围护结构不同材料交接处宜设置防水隔气材料和防水透气材料；保温材料设置在中间部位的墙板与梁、柱、板的交接处，应在室内侧设置防水隔气材料。

装配式外墙板的内叶板的竖缝和横缝以及墙板与梁、柱、楼板拼缝处均宜采用现场发泡聚氨酯保温材料填充，然后填塞入缝深度不小于 25mm 的聚乙烯棒背衬材料，室内侧在缝隙处粘贴防水隔汽膜，最后同室内侧的气密性抹灰材料一同抹灰处理。

6.4.3 本条在本标准 2016 版第 4.2.4 条基础上发展而来。对近零能耗建筑来说，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，做好外门窗

的气密性是实现建筑整体气密性目标的基础之一。

近零能耗建筑对气密性有较高要求，综合考虑我国建筑外门窗产品的性能水平，并分别测算了外窗、外门对建筑气密性的影响，确定了外窗、外门和分隔供暖空间与非供暖空间的门的气密性能指标；抗风压性能指标和水密性能指标与建筑外门窗使用地区、建筑高度等密切相关，与节能性能无直接相关性，故符合相应标准规定即可。

6.4.4 本条在本标准 2016 版第 4.4.4 条基础上发展而来。围护结构洞口和管线贯穿处等部位不仅仅是容易产生热桥的部位，同时也是容易产生空气渗透的部位，其气密性的节点设计应配合产品和安装方式进行设计和施工。

6.4.5 本条在本标准 2016 版第 4.4.4 条基础上发展而来。对开关、接线盒在外墙上安装时提出的要求。当外墙为轻质砌块结构，电气接线盒安装在外墙上时，应先在孔洞内涂抹石膏灰浆，再将接线盒推入孔洞，石膏灰浆应将电气接线盒与外墙孔洞的缝隙密封严实。当采用气密性专用部品对接线盒进行气密性处理时，气密性专用部品与电线盒和墙体基面应密封密实、不留孔隙。

6.4.6 本条在本标准 2016 版第 4.4.5 条基础上发展而来。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。

6.4.7 本条为新增条文。本条强调了各类穿墙管穿透气密层及外墙时的密封要求。

6.4.8 本条为新增条文。不同墙体材料的交界处宜在气密层所在一侧采用防水隔汽膜密封，交界处两侧的粘贴宽度均不应小于 50mm。

7 供暖空调和通风系统设计

7.1 供暖空调系统设计

7.1.1 本条对 2016 版标准第 5.1.1 条进行局部修订。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。应该结合居住建筑的形式及当地气候特征、能源消费特点，采用多方案比较的方式合理选择供暖空调方式。

7.1.2 本条对 2016 版标准第 5.1.2 条进行局部修订，结合国家双碳目标，提出优先采用可再生能源及充分利用自然冷热源。可再生能源在建筑领域的应用主要包括太阳能、地热能及生物质能等。充分利用可再生能源，如地源热泵、空气源热泵、太阳能热水等，可以减少煤炭、天然气等一次能源的使用。如果有可利用的可再生能源，应优先利用。由于自然冷源良好的经济性，充分利用自然冷源可有效降低夏季空调能耗，减少碳排放。

7.1.3 本条为新增条文，规定了冷热源设计原则。近零能耗居住建筑对年供暖、供冷需求较小，考虑集中冷热源调节、输送效率和经济合理性等因素，一般近零能耗居住建筑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。

7.1.4 本条为新增条文，对空调自控系统提出了要求。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应高效节能，同时应具备智能运行调节功能，能够根据负荷的变化而动态调节，从而减少运行能耗。

7.1.5 本条对 2016 版标准第 6.1.2 条进行局部修订，对计算方法、设计参数等做了具体规定。新风热回收应根据显热、潜热负荷的大小选择系统热回收形式，以确定计算相应的回收效率。在实际使用中，冬季加湿属于用户个人行为，无法定量控制，可不计算冬季湿负荷。

7.1.6 本条沿用 2016 版标准第 5.1.3 条，建议选择热源时兼顾生活热水系统，以提高系统效率，降低能耗。

7.1.5 本条对 2016 版标准第 5.1.4 条进行局部修订，补充了提高输配系统能效的要求。

7.1.8 本条为新增条文，对空调系统用电设备变频运行提出了要求。

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，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。

7.1.9 本条沿用 2016 版标准第 5.1.7 条，明确了冷热源应适应当地全年室外气候条件。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。

7.1.10 本条沿用 2016 版标准第 5.1.8 条，规定冷热源设备应采用环保工质。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 R407C、R410A 等。

7.2 供暖空调设备

7.2.1 本条为新增条文，对分散式房间空调器能效进行了规定。当采用分散式房间空气调节器作为冷热源时，宜采用转速可控型产品，其能效等级应参考国家标准《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455-2019 中能效等级的一级要求。

7.2.2 本条为新增条文，对空气源热泵制热性能系数进行了规定。作为供暖热源，空气源热泵有热风型和热水型两种机组。研究表明，热风型机组在冬季设计工况下 COP 为 1.8 时，整个供暖期达到的平均 COP 值与采用矿物能燃烧供热的能源利用率基本相当；热水机组由于增加了热水的输送能耗，设计工况下 COP 达到 2.0 时才能与 COP 为 1.8 的热风型机组能耗相当，因此设计时应进行相关计算，当热泵机组失去节能上的优势时不应采用。

7.2.3 本条为新增条文，对多联式空调（热泵）机组性能系数进行了规定。

7.2.4 本条为新增条文，对热泵型新风环境控制一体机能效系数进行了规定。当采用热泵型新风环境控制一体机时，其标准规定的测试工况下的能效等级及测试工况符合国家标准《热泵型新风环境控制一体机》GB/T 40438 中的要求。

7.2.5 本条为新增条文，对电机驱动的蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组能效系数进行了规定。

7.3 通风系统设计

7.3.1 本条对 2016 版标准第 5.2.1 条进行局部修订。近零能耗居住建筑气密性较高，需设置新风系统满足室内空气品质要求，采用高效热回收功能的新风系统能有效降低建筑空调系统运行能耗，从而满足近零能耗指标要求。

7.3.2 本条对 2016 版标准第 5.2.3 条进行局部修订，对室内气流组织提出了要求。主要活动区包括卧室、起居室、书房、宿舍等主要活动空间，过流区主要包括走廊、过道等区域，排风区主要包括卫生间、厨房、餐厅、洗衣房等区域。室内气流组织设计的原则是尽可能使室内各房间、各区域的温度、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，可在室内门上方设置隔声通风装置，有隔声效果同时具备一定通风功能。在送风射流区和人员经常停留的地方设置回风口，会导致新鲜空气与污浊空气混合，不利于人的健康。同时为保证良好的气流组织，应避免送、回风口短路。

7.3.2 本条为新增条文，对新风热回收装置类型选择提出了要求。

7.3.4 本条为新增条文，建议新风系统分户独立设计。近零能耗居住建筑新风系统应根据户型面积、房屋产权及管理形式进行合理设计，系统设备宜分户独立设置且可调控，通过监测室内二氧化碳浓度、颗粒物浓度、TVOC 等指标自动运行，满足室内空气品质要求。

7.3.5 本条对 2016 版标准第 5.2.7 条进行局部修订，对不同类型热回收装置性能提出了要求。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。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%。设计师可依据性能化设计原则和项目实际情况，选取新风热回收装置类型和性能参数。为保障有效新风量及热回收效果，新风热回收装置在压差 100Pa 时的内侧及外侧漏气率不大于 5%。

7.3.6 本条对 2016 版标准第 5.2.4 条进行局部修订，补充了穿外墙风管敷设坡度及洞口处理要求。主要金属风管的尺寸应按外径或外边长计；非金属风管的尺寸应按内径或内边长计。通风设备与室外连接的风管，新风管在冬季新风由室外进入时易产生结露，采用热回收设备时，新风管和排风管的热损失会影响热交换的效果，因此在风管设计时应做防结露设计。为避免风管产生的凝结水倒流入通风设备，并避免室外雨水经风管流入通风设备，规定通风设备与室外新风口、排风口之间的风管应设置坡向室外的不小于 1% 的坡度。为了保证建筑整体热桥处理及建筑气密性设计，管道穿具有

气密要求的建筑外墙时应做热桥处理及气密处理。

7.3.7 本条对 2016 版标准第 5.2.4 条进行局部修订，修改并补充了各类风口风速要求。控制风管的风速是为了控制室内噪声。室内风管内空气流速不宜过大，因为风速增大，会引起系统内气流噪声和管壁振动加大，风速增加到一定值后，产生的气流再生噪声甚至会超过消声装置后的计算声压级；风管内的风速也不宜过小，否则会使风管的截面积增大，既耗费材料又占用较大的建筑空间。送风口的出口风速过大会造成吹风感， $1.5\text{m/s}\sim 3.0\text{m/s}$ 的出风速度不会造成吹风感，同时能保证风口的送风量，并且噪声很小。为了保证室内的送风量和气流组织，规定送风口应可调节风量和方向；规定室外新风口的空气流速是为了避免气流噪声、降低风口阻力并避免风口的尺寸选择过大或过小。

7.3.8 本条为新增条文，对室外新风口、排风口的选型和布置作出规定。

1、2 为防止室外雨滴通过风口进入通风器和室内，影响通风器的使用，要求新风口选用防雨百叶风口。此外，为了防止室外飞虫等通过新风口进入新风系统进而影响室内空气质量，规定室外新风口应设防虫网。为防止室外噪声通过风口传入室内，要求室外新风口和排风口宜选用隔音型风口。

3 为防止排风对新风的污染并影响新风口的气流，新风口、排风口的相对位置应遵循避免短路的原则。国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 中规定机械送风系统进风口的下缘距室外地坪不宜小于 2m ，当设在绿化带时，不宜小于 1m 。该规定可以用于集中式新风系统。而对于分户式新风系统，每户独立设置室外新风口，考虑到各类系统形式、通风器的安装以及上层住宅和下层住宅的外窗位置等因素，设计时建议室外新风口下缘距室内地面不宜小于 0.5m 。

4 住户室外新风口和排风口的设置应远离相邻住户的外窗、室外新风口和排风口，避免影响相邻住户的室内空气质量。

5 新风系统的室外新风口应注意需远离外墙上的燃气热水器排烟口及厨房油烟机排放口，防止吸入烟气及油烟带来的安全隐患。为避免卫生间排风通过新风口进入室内造成的气味污染，室外新风口应远离卫生间的排风口。此外，为避免室外的热排放设备(如空调室外机等)影响新风的送风温度，室外新风口也应远离这些热排放设备。行业标准《家用燃气燃烧器具安装及验收规程》CJJ 12-2013 第 4.6.10.条规定：“穿外墙的烟道终端排出口距门窗洞口的最小净距见表 3。距地面的垂直净距不得小于 0.3m ，烟道终端排风口应设置在烟气容易扩散的部位。”据此，规定室外新风口

应远离燃气热水器排烟口、厨房油烟排放口和卫生间排风口等污染物排放口及室外机等热排放设备，水平或垂直方向的距离不应小于 1.5m。

表 3 烟道终端排气出口距门窗洞口的最小净距

门窗洞口位置	密闭式燃具		半密闭式燃具	
	自然排烟	强制排烟	自然排烟	强制排烟
非居住房间	0.6	0.3	不允许	0.3
居住房间	1.5	1.2	不允许	1.2
下部机械进风口	1.2	0.9	不允许	0.9

注：下部机械进风口与上部燃具排气口水平净距大于或等于 3m 时，其垂直距离不限。

6、7 室外新风口的气流流动近似于流体力学中所述的汇流，根据汇流的特点，随着离开汇点距离的增大，流速呈二次方衰减。因此，室外新风口速度影响范围是以风口中心为中心，半径为风口直径的半球面。新风口的影响范围较小。对于室外排风口，排风口的气流流动类似于自由射流，冬夏季时，由于排风口温度与室外温度不同，形成热射流和冷射流。冷射流时，射流发生变形向下弯曲。根据模拟计算分析，垂直方向上，排风口至少高于进风口 1.0m 以上，排风口的气流才不会影响进风口气流。如果新、排风口在同一高度，为了避免相互影响，新风口和排风口宜在不同方向设置；在相同方向设置时，水平距离不应小于 1.0m，在户型条件许可时宜不小于 1.5m。

7.3.9 本条沿用 2016 版标准第 5.2.10 条，对与室外相连的新风管路和排风管路阀门提出了要求。为保证近零能耗居住建筑的气密性，空调、通风系统未开启时，与室外连通的风管上设置的保温密闭型电动风阀应关闭严密，不得漏风。

7.3.10 本条沿用 2016 版标准第 5.2.11 条，对热交换系统新风旁通提出了要求。**新风热回收系统**应设旁通管，在室外空气条件满足要求的情况下，新风通过旁通管及过滤装置进入室内，以减少处理新风负荷需要的能量。

7.3.11 本条对 2016 版标准第 5.2.12 条进行局部修订，补充了风量平衡的要求。近零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、卫生排水系统等的正常运行，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。

7.3.12 本条对 2016 版标准第 5.2.13 条进行局部修订，对卫生间通风提出了要求。第 1 款，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。

第 2 款，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。

第 3 款，对于住宅卫生间，风道安装时宜设置向卫生间吊顶排风口方向的坡度，因为住宅卫生间也做淋浴间，经常会有大量水蒸汽，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。

7.3.13 本条对 2016 版标准第 5.2.14 条进行局部修订，对空调机组及新风热回收装置隔声、降噪等控制提出了要求。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。

7.3.14 本条为新增条文，对新风系统防结霜性能提出了要求。根据目前市场主流产品采用的热交换芯体情况，有的产品自身具有防结霜性能，但也有部分产品不具备防结霜功能，需设置新风预热装置，一般可采用电加热方式。

7.3.15 本条对 2016 版标准第 5.2.8 条进行局部修订，对新风系统空气净化装置提出了要求。在室外扬尘、雾霾等污染天气时，为确保健康、舒适的室内环境，通风系统应具备针对 $\text{PM}_{2.5}$ 的过滤措施，同时考虑到过滤器维护、更换成本。

在室外进风口（或设备新风进口）、室内回风口（或设备回风口）、热回收装置进风处设置低阻高效的空气净化装置，其等级应满足《空气过滤器》GB/T 14295-2019 的相关效率要求。在能量交换部件排风侧迎风面应布置过滤效率不低于 C4 的过滤装置，在新风侧迎风面应布置过滤效率不低于 Z1 的过滤装置，过滤装置应可以便捷地更换或清洗。

7.3.16 本条为新增条文，提出了三种提高室内人员舒适度的设计方法。

8 电气与智能化系统设计

8.1 一般规定

8.1.1 本条为新增条文。提高产品的能源利用效率是电气和照明节能的基础手段，因此根据“促进能源资源节约利用”的要求，从降低建筑能耗的角度出发，设置此条文。《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 已自 2022 年 4 月 1 日起实施，全部条文为强制性，其第 3.3.1 条规定电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效水平应高于能效限定值或能效等级 3 级的要求。本条要求建筑中使用的电力变压器、电动机、交流接触器和照明产品的能效水平不低于现有产品标准中规定的能效等级 2 级的要求，并宜选用能效等级 1 级的产品。

8.1.2 本条为新增条文。合理确定变电所位置，变电所设置在用电负荷中心，减少供电半径能有效地减少电能的线路损耗。《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026-2022 第 7.2.2 条规定，380V/220V 供电半径不宜大于 200m，山东省工程建设标准《绿色建筑评价标准》DB37/T 5097-2021 第 7.2.7 条规定供电半径不大于 200m 为得分项，本标准规定近零能耗居住建筑低压供电半径不应大于 200m。

8.1.3 本条为新增条文。长期连续工作的水泵和风机，常常处于低负荷及变负荷运行状态，宜采取变频控制及空气质量控制等措施，提高水泵风机的可控性，加快响应速度，提高控制精度，使其高效运行。其他电气装置是指电开水器等日常使用的电气设备，均应采取节能自动控制措施。

8.1.4 本条为新增条文。“十四五”期间，山东大力发展装配式建筑，扎实开展钢结构装配式住宅建设试点等。电气管线采用装配式集线布置，实现与结构部分分离，有利于后期使用者维修和更换。

8.2 照明

8.2.1 本条为新增条文。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，是适宜近零能耗建筑的高效节能光源。

8.2.2 本条为新增条文。照明功率密度（LPD）是照明节能的重要评价指标，目前国际上采用 LPD 作为节能评价指标的国家和地区有美国、日本、新加坡以及中国香港等。本条规定了近零能耗居住建筑的照明功率密度限值要求。

8.2.3 本条为新增条文。第 1 款，充分利用天然光是实现照明节能的重要技术措施。根据人的行为习惯和视觉特点，在天然采光从不满足使用需求过渡到能够满足视觉作业

需求时，很难通过手动的方式关闭或调节灯具来实现照明节能。因此，对于建筑内天然采光区域，其照明采取相应控制措施，可以达到照明效果及节能目的。在具有天然采光的区域，照明设计及照明控制应与之结合，根据采光状况和建筑使用条件，对人工照明进行分区、分组控制，其目的就是在充分利用天然光的同时，也不影响此区域正常使用。

第2款，公共场所照明集中开、关控制有利于安全管理。适宜的场所宜采用就地感应控制包括红外、雷达、声波等探测器的自动控制装置，可自动开关实现节能控制，通常推荐采用。

第3款，本款对景观照明的设计、运行和管理提出了严格要求，景观照明实行集中管理，采取照明分级、限制开关灯时间等措施，对于节能有着显著的效果，也符合相关文件和标准规范的要求。

8.2.4 本条为新增条文。在建筑的屋顶以下的外墙实施的外立面照明为装饰性景观照明，其用途为观赏性，非居民日常生活所必需；LED 屏幕用电量与其屏体面积成正比，面积越大耗电越多；近零能耗居住建筑如设置外立面照明或大幅 LED 屏幕，必然会耗费较大的用电量，达不到近零能耗居住建筑节能设计的目的。

8.3 监测与控制

8.3.1 本条为新增条文。为分析建筑各项能耗水平和能耗结构是否合理，监测关键用能设备能耗和效率，及时发现问题并提出改进措施，以实现建筑的近零能耗目标，需要在系统设计时考虑建筑内各能耗环节均实现独立分项计量。在设置能耗计量系统时，应充分考虑建筑功能、空间、用能结算考核单位和特殊用能单位，并对不同系统、关键用能设备等进行独立计量。

能耗和环境监测系统应具有分析管理功能，对建筑室内外环境和建筑各项能耗进行记录和分析，定期提供能耗账单和用能分析报告，通过对监测数据进行深入分析和挖掘，制定节能策略，充分发掘节能潜力。

8.3.2 本条为新增条文。由于近零能耗建筑具有密闭性较好的围护结构，当外窗关闭时，新风系统成为室内外空气的主要交换通道，新风系统的优化运行，对维持室内健康舒适环境，降低风机能耗和供冷供暖能耗有着重要的意义。

根据室内二氧化碳浓度变化，进行相应的风机控制，是目前按需供应新风降低通风能耗的主要控制方式。

现行山东省工程建设标准《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026-2022 第 3.0.1 条规定山东省均为寒冷地区，应采取防冻保护措施，当新风温度过低时，热交换装置容易出现冷凝水结冰，堵塞蓄热体气流通道或者阻碍蓄热体旋转。可在排风侧安装温度传感器，当进风温度低于限定值时，启动预加热装置、降低转轮转速或开启旁通阀门。

在现实中，部分场所新风机还存在由传统的控制箱控制的现象，不利于人员操作，目前新风机厂家均能提供触摸屏、移动端操作等增值服务，能够有效提高新风机的使用。

8.3.3 本条为新增条文。对于变电所、电梯机房等发热量较大的机电设备用房，通常利用通风装置降温，物业人员疏于管理时经常造成长时间运行，不利于节能控制。本条要求变电所、电梯机房等机房内通风设备能够根据室内温度监测控制风机的启停。

8.3.4 本条为新增条文。智能家居监控服务系统以每户为单元，利用综合布线技术、网络通信技术、自动控制技术等将家居生活有关的设施进行集成，通过以太网、移动数据网络等实现对建筑室内物理环境状态、设备设施状态的监测，以及对智能家居或环境设备系统的控制、对生活服务平台的访问操作，从而有效提升便捷性。智能家居监控服务系统与所在的智慧城市（城区、社区）平台对接，可有效实现信息和数据的共享与互通、实现相关各方的互惠互利。

本条文中的安全报警是指利用智能家居终端实现的报警服务，不包含火灾自动报警系统及可燃气体探测报警系统。

9 可再生能源系统设计

9.1 一般规定

9.1.1 本条为新增条文。《中华人民共和国可再生能源法》规定，可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能、海洋能等非化石能源。目前，在居住建筑中大范围应用的可再生能源种类主要有太阳能、地热能等。可再生能源的利用，其具体形式的选用，要充分依据当地资源条件和系统末端需求，进行适宜性分析，当技术可行性和经济合理性同时满足时，方可采用。

太阳能在居住建筑中的主要应用形式为太阳能光热系统和太阳能光伏系统，我省太阳能资源较为丰富，太阳能利用系统技术相对成熟，根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 应充分利用太阳能。山东省《居住建筑节能设计标准》DB37/ 5026-2022 中，6.3.1 条规定“新建高度 100m 及以下的居住建筑，应安装太阳能热水系统”，8.2.1 条规定“居住建筑宜设置太阳能光伏发电系统。”

地热能利用比较成熟的技术体系是利用浅层地热能的地源热泵系统，该技术此前广泛应用于各类公共建筑中，随着近零能耗居住建筑技术发展，应用于居住建筑的小型地源热泵系统技术发展迅速，可以进行制冷，供暖，热水联供，同时可以节约建筑外立面面积用于安装太阳能光伏系统。

9.1.2 本条为新增条文。目前，居住建筑的可再生能源利用系统设计（例如太阳能光电系统），与建筑主体设计脱节严重，多见于二次设计。而太阳能光热系统、地源热泵系统末端和空气源热泵系统，作为机电专业设计内容，在设计进度上滞后于建筑专业，存在设备安装、孔洞预留等受限因素。因此要求在进行居住建筑设计时，其可再生能源利用设施应与主体工程设计同步，从建筑和规划开始，贯穿各专业设计全过程。以避免二次施工破坏建筑主体的安全性、围护结构节能性等整体性。同时避免出现因可再生能源技术的应用，而浪费其他资源的现象。

9.1.3 本条为新增条文。现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 对可再生能源建筑应用的评价指标及评价方法均做出了规定，设计时应设置相应计量装置，为节能效益评估提供条件。现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 中也要求对太阳能利用系统，地源热泵系统中关键参数进行监测和计量，同时要求建筑能源系统应按分类、分区、分项计量数据进行

管理，可再生能源系统应进行单独统计。

9.2 太阳能系统设计

9.2.1 本条为新增条文。为完成我国 2030 年达到碳排放高峰，2060 年达到碳中和的目标，必须强化太阳能等清洁能源在建筑中的推广应用力度。太阳能系统常见应用形式太阳能光热系统和太阳能光伏系统均可安装在建筑物的外围护结构上，将太阳辐射能转换为热能或电能，替代常规能源向建筑物供电、供热水，既可降低常规能源消耗，又可降低相应的二氧化碳碳排放，是实现我国碳中和目标的重要技术措施。

9.2.2 本条为新增条文。为充分发挥太阳能系统的功能与效益，系统均应能做到全年运行，特别是与用户日常生活需求密切的太阳能光热系统。太阳能光热系统在居住建筑中的应用多为制取太阳能热水，设计时应充分考虑太阳能辐射资源，避免因设计不当而导致系统在夏季过热，造成安全隐患。根据现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 中 6.6.3 条规定，我省西北部位于资源较丰富地区，其余部分位于资源一般地区。居住建筑太阳能热水系统多为分散集热、分散供热太阳能热水系统，按照规范要求取上限值为 50%。为保证住户使用效果，防止太阳能资源不稳定时热水供应不足，太阳能热水系统宜设置辅助热源。当不能满足太阳能热水系统设置条件时，可采用空气源热泵。

9.2.3 本条为新增条文。本条要求太阳能利用系统需进行一体化设计，在设计阶段各专业应相互配合，防止外围护结构热桥产生。

9.2.4 本条为新增条文。本条规定了对太阳能系统进行设计和监测时的具体参数，这些参数可反映系统的运行状态，以及系统工作运行而产生的实际效果和节能效益等；此外，相关参数也关系到太阳能系统的整体运行安全，可成为后续进行系统优化时的重要依据，并促进太阳能应用技术的可持续健康发展。

9.2.5 本条为新增条文。随着建筑自控技术水平不断提升，太阳能利用系统应具备完备可靠的自动控制系统，确保系统安全、稳定运行、实现太阳能利用效率最大化。宜统筹考虑太阳能利用系统（尤其是太阳能光伏系统）与建筑、小区公共区域能源系统，使太阳能与常规能源实现更好地互补。

9.2.6 本条为新增条文。为落实国家经济可持续发展的战略方针，促进太阳能光伏发电在我国的应用推广，更多替代可导致大气环境污染的燃煤发电，国家能源局已发布实施了多项针对光伏电站和分布式光伏发电系统的优惠政策。但这些优惠与光伏系统的实

际发电量等性能参数相关联，也与企业产品的性能质量密切相关，单位面积发电量更大的光伏系统、实际上得到的补贴优惠更多，因此，进行系统设计时，应给出实际发电量等重要参数。

9.2.7 本条为新增条文。光伏组件在工作时自身温度会升高，对围护结构保温、输配电电缆等产生不利影响，甚至存在安全隐患，因此，组件供应商应给出在设计安装方式下，项目所在地的组件在太阳辐照最高等最不利工作条件下的组件背板最高工作温度，设计人员应该据此温度设计其安装方式。

9.2.8 本条为新增条文。太阳能热利用和光伏发电系统的经济效益是通过无偿使用太阳能补偿电费、燃气费等常规能源收费，并最终得以收回系统增加的初投资来实现的。系统工作寿命的长短，将直接影响系统的节能收益，所以必须确保系统能够维持一定的工作寿命。

太阳能集热器安装在建筑的外围护结构上，进行维修更换比较麻烦，正常使用寿命不能太短；此外，系统的工作寿命将直接影响系统的费效比，热性能相同的集热器，使用寿命长则对应的费效比低。

太阳能光伏发电系统的运行期限则主要取决于光伏电池组件的工作寿命。因此，既规定了光伏电池组件的设计使用寿命，又针对各类光伏电池组件的自身特点，规定了不同的“衰减率”要求。

9.2.9 本条为新增条文。在建筑表面设置分布式光伏发电系统，在用户侧增加分布式电源，利用直流微电网接入简单、调控灵活的优势，能够有效地提升用电的可靠性，并且配合峰谷电价、需求响应等激励政策，还能够降低用户的用电成本。同时可以帮助建筑抵消部分自身能耗，弥补市电供给不足的低谷，并产生一定的经济价值。

9.3 地源热泵系统设计

9.3.1 本条为新增条文。工程现场状况及浅层地热能资源条件是能否应用地源热泵系统的基础。现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 规定当浅层地埋管地源热泵系统的应用建筑面积为 $3000\text{m}^2 \sim 5000\text{m}^2$ 时，宜进行现场岩土热响应试验。当浅层地埋管地源热泵系统的应用建筑面积大于或等于 5000m^2 时，应进行现场岩土热响应试验。

9.3.2 本条为新增条文。浅层地埋管系统计算周期内的吸热量与排热量平衡是保证系统长期高效运行的前提。全年冷、热负荷平衡失调，将导致地埋管区域岩土体温度持

续升高或降低,从而影响地埋管换热器的换热性能,降低系统运行效率。计算周期内,地源热泵系统总释热量宜与总吸热量相平衡。建筑面积 50000m² 以上大规模地埋管地源热泵系统,应进行 10 年以上地源侧热平衡计算。设计时,地源热泵系统宜预留系统冷热平衡调节装置接口,以保证建筑功能改变后的岩土体热平衡。

9.3.3 本条为新增条文。对地源热泵系统的监测和控制提出要求,以保障系统安全高效运行。关键参数包括:主要功能房间室内温度、系统地源侧与用户侧进出水温度和流量,热泵系统耗电量等。同时,建议在保障用户隐私的情况下对热泵主机、输配水泵及辅助设备分别进行电量计量。

9.3.4 本条为新增条文。对系统机组的能效值提出要求,作为地源热泵系统的核心设备,选用较高能效等级机组,是保证系统节能性的前提和基础。

9.3.5 本条为新增条文。传热介质不同,其摩擦阻力也不同,水力计算应按选用的传热介质的水力特性进行计算,计算方法按照现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 规定进行。地埋管换热系统根据建筑负荷变化进行流量调节,可以节约运行能耗。

9.4 空气源热泵系统设计

9.4.1 本条为新增条文。居住建筑具有用户使用个性化需求多、调节开关频繁等特点,考虑集中冷热源调节、输送效率和经济合理性因素,在采用空气源热泵系统时不宜设置集中式冷热源。且采用空气源多联式热泵机组时,还需根据室内外机组之间的连接管长和高差修正,造成不必要的资源浪费。分户式的空气源热泵系统也可作为生活热水系统的热源,为用户制取热水。

9.4.2 本条为新增条文。空气源热泵名义制热量,国内外规范中均规定了测试工况,但在具体应用时与测试工况不同,需要进行修正。空气源热泵机组的制热量受室外空气状态影响显著,考虑室外温度、湿度及结霜、融霜状况后,对机组额定工况下制热性能进行修正才是机组真实出力,才能衡量空气源热泵机组是否可以满足需求。

9.4.3 本条为新增条文。空气源热泵融霜技术多样,融霜时间过长会影响系统能效,优异的融霜技术是机组冬季运行的可靠保证。机组在冬季制热运行时,室外空气侧换热盘管表面温度低于进风空气露点温度且低于0℃时,换热翅片上就会结霜,会大大降低机组制热量和运行效率,严重时导致机组无法运行,因此必须融霜。融霜的方法有很多,优异的融霜控制策略应具有判断正确、融霜时间短、融霜修正系数高的特征。

9.4.4 本条为新增条文。空气源热泵水系统在寒冷地区应用，如发生冻结问题，会导致系统无法使用，造成用户财产损失等危害，为保障安全，在可能存在冻结风险的地区应用空气源热泵系统，要注意采取相关措施，避免冻结造成系统无法使用。可采取主机分体式布置，室外侧仅为室外机换热器及风扇，压缩机、膨胀阀、冷凝器以及输配水系统等放置于室内侧。

9.4.5 本条为新增条文。空气源热泵室外机的安装位置、周围环境、室外机维护及气流组织对空气源热泵机组的工作效率影响很大，还会影响用户使用的便捷度和安全性。

1 空气源热泵机组的运行效率，与室外机与大气的换热条件有关。考虑主导风向、风压对室外机的影响，布置时应避免产生热岛效应，保证室外机进、排风的通畅，防止进、排风短路是布置室外机的基本要求。当受位置条件等限制时，应采用设置排风帽、改变排风方向等方法，必要时可以借助数值模拟方法辅助气流组织设计，避免发生气流短路。此外，控制进、排风的气流速度也是有效地避免短路的一种方法，通常机组进风气流速度应控制在 $1.5\text{m/s} \sim 2.0\text{m/s}$ 范围，排风口的气流速度不应小于 7m/s 。

2 室外机还应避免其他外部含有热量、腐蚀性物质及油污微粒等排放气体的影响，如厨房油烟排气和其他室外机的排风等。

3 室外机运行会对周围环境产生热污染和噪声影响，因此室外机应与周围建筑物保持一定的距离，同时室外机安装尽量远离卧室、起居室等人员常驻场所。以保证热量有效扩散和噪声自然衰减。对周围建筑物和住户产生的噪声干扰，应符合国家现行标准《声环境质量标准》GB 3096 与《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定。

4 保持室外机换热器清洁可以保证其高效运行，因此为清扫室外机创造条件十分必要。

5 室外机积雪会严重影响其换热效率，因此应设置必要的防积雪措施。

9.4.6 本条为新增条文。我省多个超低能耗居住建筑工程实践表明，在供暖季开始，空气源热泵系统运行初期时，室外机会有部分化霜水。化霜水无组织排放会造成建筑物外围护结构结冰，结霜，破坏外围护结构耐久性，因此要求在设计时，除冷凝水外，应考虑化霜水的排放问题。

9.4.7 本条为新增条文。空气源热泵机组平衡点温度是该机组有效制热量与建筑物耗热量相等时的室外温度。当室外设计温度低于空气源热泵当地平衡点温度时，空气源热泵存在无法满足用户供暖需求的情况，因此必须设置辅助热源。空气源热泵机组在

融霜时对机组的供热量影响较大，同时影响室内温度的稳定性，对室内温度稳定性要求较高的场所同样需要设辅助热源。辅助热源的设置应根据不同地区的实际条件，进行技术经济比较后确定空气源热泵机组和辅助热源承担热负荷的合理比例。