

山西省工程建设地方标准

近零能耗居住建筑技术标准

**Technical standard for nearly zero energy
residential buildings**

DBJ04/T 459—2023

批准部门：山西省住房和城乡建设厅

主编单位：山西省建筑科学研究院集团有限公司

山西省建筑设计研究院有限公司

施行日期：2023 年 9 月 1 日

山西省住房和城乡建设厅信息公开
浏览专用

前 言

根据山西省住房和城乡建设厅《关于印发<2017年山西省工程建设地方标准规范修订计划>（第二批）的通知》（晋建标字〔2017〕260号）的要求，标准编制组依据国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350—2019，经广泛调查研究，认真总结经验，结合我省实际情况，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共分8章，主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.室内环境参数；5.能效指标；6.技术参数；7.技术措施；8.评价等。

本标准由山西省住房和城乡建设厅负责管理，由山西省建筑科学研究院集团有限公司负责具体技术内容的解释。在执行本标准过程中如有意见或建议，请寄送至山西省建筑科学研究院集团有限公司（地址：太原市山右巷10号；邮编：030001；邮箱：864433294@qq.com）。

本标准主编单位：山西省建筑科学研究院集团有限公司
山西省建筑设计研究院有限公司

本标准参编单位：河北奥润顺达窗业有限公司
利坚美（北京）科技发展有限公司
山东美诺邦马节能科技有限公司

本标准主要起草人员：张波 杜艳哲 秦旖 薛荣珍
王 玉 史圣姣 成妮妮 贾 涛
刘岳栋 杨 凡 魏贺东 黄永申
杨友波 刘秀云 张秀亮 殷双喜
李 瑛 梁旭琳 程 权 张晓燕

本标准主要审查人员： 王崇恩 张昕宇 原瑞增 刘士龙
王志方 田 琦 王荣香 徐用生
韩 君

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	5
4	室内环境参数	6
5	能效指标	7
6	技术参数	9
6.1	围护结构	9
6.2	能源设备和系统	10
7	技术措施	12
7.1	设计	12
7.2	施工质量控制	22
7.3	运行与管理	24
8	评价	27
8.1	一般规定	27
8.2	评价方法与判定	27
附录 A	能效指标计算方法	30
附录 B	气候区属	36
附录 C	围护结构保温及防水构造做法	37
附录 D	外门窗设计选型及热工性能	40
附录 E	山西省典型市县太阳能资源	44
附录 F	建筑气密性检测方法	45
附录 G	建筑基本信息表	47

附录 H 新风热回收装置热回收效率现场检测方法····· 51

本标准用词说明····· 52

引用标准名录····· 53

条文说明····· 55

制定说明····· 56

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	General Requirement	5
4	Indoor Environment Parameters	6
5	Energy Criteria	7
6	Technical Performance Index	9
6.1	Building Envelope	9
6.2	Energy Equipments and System	10
7	Technical Measures	12
7.1	Building Design	12
7.2	Construction Quality Control	22
7.3	Operation and Management	24
8	Evaluation	27
8.1	General Requirement	27
8.2	Evaluation Methods and Results	27
Appendix A	Calculating Methods of Building Energy Criteria	30
Appendix B	Climatic Zone	36
Appendix C	Structure and Waterproof Construction Methods of Building Insulation	37
Appendix D	Thermal Performance Selection of Windows in Design Phase	40
Appendix E	Solar Energy Resources in Typical Cities of Shanxi	

Province·····	44
Appendix F Test Methods of Air Tightness of Building Envelope···	45
Appendix G Basic Building Information Table·····	47
Appendix H Filed Test Method for Efficiency of Heat Recovery Devices·····	51
Explanation of Wording in This Standard·····	52
List of Quoted Standards·····	53
Explanation of Provisions·····	55
Develop Instructions·····	56

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家有关节约能源、保护环境、降低碳排放的方针政策，提升居住建筑室内环境品质和建筑质量，进一步降低建筑能耗，提高能源利用效率，推动可再生能源建筑应用，推广近零能耗居住建筑，结合山西省气候特点和实际情况，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于山西省行政区域内近零能耗居住建筑的设计、施工、运行和评价。

1.0.3 近零能耗居住建筑的设计、施工、运行和评价除应执行本标准外，尚应符合国家、行业和山西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 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,其建筑能耗水平应较行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26—2010 降低 60%~75%以上。

2.0.2 零能耗居住建筑 zero energy residential building

零能耗居住建筑是近零能耗居住建筑的高级表现形式,其室内环境参数与近零能耗居住建筑相同,充分利用建筑本体和周边的可再生能源资源,使可再生能源年产能大于或等于建筑全年全部用能的居住建筑。

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

超低能耗居住建筑是近零能耗居住建筑的初级表现形式,其室内环境参数与近零能耗居住建筑相同,能效指标略低于近零能耗居住建筑,其建筑能耗水平应较行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26—2010 降低 50%以上。

2.0.4 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。

2.0.5 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。

2.0.6 供暖年耗热量 annual heating demand

在设定计算条件下,为满足室内环境参数要求,单位面积年累

计消耗的需由室内供暖设备供给的热量。

2.0.7 供冷年耗冷量 annual cooling demand

在设定计算条件下，为满足室内环境参数要求，单位面积年累计消耗的需由室内供冷设备供给的冷量。

2.0.8 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。

2.0.9 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源需求量的比例。

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漏的能力。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 压差下每小时换气次数来表征建筑气密性。

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

透过透光围护结构（门窗或透光幕墙）的太阳辐射室内得热量与投射到透光围护结构（门窗或透光幕墙）外表面上的太阳辐射量的比值。太阳辐射室内得热量包括太阳辐射通过辐射透射的得热量和太阳辐射被构件吸收再传入室内的得热量两部分。

2.0.12 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。

2.0.13 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。

2.0.14 断热桥锚栓 thermally broken 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。

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

对建筑外围护结构室外侧的缝隙进行密封并兼具防水及允许水蒸气透出功能的材料。

2.0.16 气密性材料 air tightness material

对建筑外围护结构室内侧的缝隙进行密封，防止空气渗透的材料。

3 基本规定

3.0.1 应根据气候特征和场地条件进行建筑设计，在设计前充分了解当地的气象条件、自然资源、生活居住习惯、用户需求，通过被动式设计降低建筑供冷、供热需求，提升主动式能源系统的能效达到超低能耗。在此基础上，充分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。条件允许时，宜实现零能耗。

3.0.2 设计应以室内环境参数及能效指标为约束性指标，以围护结构热工参数、能源设备性能指标等参数为推荐性指标。

3.0.3 建筑能效指标计算应符合本标准附录 A 的规定。

3.0.4 应采用性能化设计、精细化施工、严格的质量控制、智能化的运行方式。

3.0.5 应采用建筑与装修一体化设计和施工。室内装修应采用环保无污染的材料及部品。

3.0.6 应对现场施工人员进行专项培训，宜采用 BIM 技术进行施工交底。

4 室内环境参数

4.0.1 近零能耗居住建筑主要房间室内热湿环境参数应符合表 4.0.1 的规定。

表 4.0.1 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	≤ 60

注：1 冬季室内相对湿度不参与设备选型和能效指标的计算；

2 当严寒地区不设置空调设施时，夏季室内热湿环境参数可不参与设备选型和能效指标计算。

4.0.2 近零能耗居住建筑主要房间的室内新风量不应小于 $30\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$ 。

4.0.3 近零能耗居住建筑室内噪声昼间不应大于 $40\text{dB}(\text{A})$ ，夜间不应大于 $30\text{dB}(\text{A})$ 。

5 能效指标

5.0.1 近零能耗居住建筑的能效指标应符合表 5.0.1 的规定。

表 5.0.1 近零能耗居住建筑能效指标

气候分区		严寒地区	寒冷地区
建筑本体性能指标	供暖年耗热量[kWh/ (m ² · a)]	≤18	≤15
	供冷年耗冷量[kWh/ (m ² · a)]	≤ 3+1.5×WDH ₂₀ + 2.0×DDH ₂₈	
	建筑气密性 (换气次数 N ₅₀)	≤0.6	
建筑能耗综合值		≤55[kWh/ (m ² · a)]或 ≤6.8[kgce/ (m ² · a)]	
可再生能源利用率		≥10%	

- 注：1 本表适用于居住建筑中的住宅类建筑，表中 m² (面积) 为套内使用面积，按《住宅设计规范》GB 50096 的规定进行计算；
- 2 各市县气候分区详见本标准附录 B；
- 3 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；
- 4 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) ；
- 5 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) 。

5.0.2 超低能耗居住建筑的能效指标应符合表 5.0.2 的规定。

表 5.0.2 超低能耗居住建筑能效指标

气候分区		严寒地区	寒冷地区
建筑本体性能指标	供暖年耗热量[kWh/ (m ² · a)]	≤30	≤20
	供冷年耗冷量[kWh/ (m ² · a)]	≤ 3.5+2.0×WDH ₂₀ + 2.2×DDH ₂₈	
	建筑气密性 (换气次数 N ₅₀)	≤0.6	
建筑能耗综合值		≤65[kWh/ (m ² · a)]或 ≤8.0[kgce/ (m ² · a)]	

- 注：1 本表适用于居住建筑中的住宅类建筑，表中 m^2 （面积）为套内使用面积，按《住宅设计规范》GB 50096 的规定进行计算；
- 2 各县市气候分区详见本标准附录 B；
- 3 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；
- 4 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：kKh，千度小时）；
- 5 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：kKh，千度小时）。

5.0.3 零能耗居住建筑的能效指标应符合下列规定：

- 1 建筑本体性能指标应符合本标准表 5.0.1 的规定；
- 2 建筑本体及其周边可再生能源产能量不应小于建筑年终端能源消耗量。

6 技术参数

6.1 围护结构

6.1.1 严寒和寒冷地区近零能耗居住建筑非透光围护结构平均传热系数宜满足表 6.1.1 的规定。

表 6.1.1 非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数[W/(m ² ·K)]
屋面	≤0.15
外墙	≤0.15
地面及外挑楼板	≤0.30
分隔供暖与非供暖空间的楼板	≤0.30
分隔供暖与非供暖空间的隔墙	≤1.20
分隔供暖与非供暖空间的户门	≤1.30
外门非透光部分	≤1.20

6.1.2 变形缝应采取保温措施，并宜符合下列规定之一：

- 1 满填保温材料，且整体传热系数不应大于 0.6 W/(m²·K)；
- 2 沿变形缝处外墙、屋面周边、内墙洞口周边用保温材料封闭，其深度不小于 1000mm，且单侧墙体传热系数不应大于 1.2 W/(m²·K)。

6.1.3 严寒和寒冷地区近零能耗居住建筑外窗（包括透光幕墙、外门透光部分）热工性能可按表 6.1.3 选取。

表 6.1.3 外窗（包括透光幕墙、外门透光部分）传热系数（K）和太阳得热系数（SHGC）值

传热系数[W/(m ² ·K)]		≤1.0
太阳得热系数 (SHGC)	冬季	≥0.45
	夏季	≤0.30

注：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。

6.1.4 外门窗气密性能应符合下列规定：

- 1 外窗气密性不宜低于 8 级；
- 2 外门、分隔供暖空间和非供暖空间的户门气密性能不宜低于 6 级。

6.2 能源设备和系统

6.2.1 当采用分散式房间空调器作为冷热源时，其全年能源消耗效率（APF）和制冷季节能源消耗率（SEER）应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 分散式房间空调器能效限值

额定制冷量 CC (kW)	热泵型房间空调器 全年性能系数 (APF)	单冷式房间空调器 制冷季节能效比 (SEER)
$CC \leq 4.5$	5.0	5.80
$4.5 < CC \leq 7.1$	4.5	5.50
$7.1 < CC \leq 14.0$	4.2	5.20

6.2.2 当采用户式燃气供暖热水炉作为供暖热源时，其热效率应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 户式燃气供暖热水炉的热效率

类型		热效率
户式供暖热水炉	η_1	99%
	η_2	95%

注： η_1 为供暖炉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， η_2 为较小值。

6.2.3 当采用空气源热泵作为供暖热源时，机组性能系数 COP 应符合表 6.2.3 的规定。

表 6.2.3 空气源热泵机组性能系数（COP）

类型	严寒地区	寒冷地区
热风型	2.00	2.20
热水型	2.30	2.40

6.2.4 当采用多联式空调（热泵）机组时，其在名义制冷工况和规定条件下的制冷综合性能系数 $IPLV(C)$ 或机组能源效率等级指标 (APF) 可按表 6.2.4 选用。

表 6.2.4-1 多联式空调（热泵）机组制冷综合性能系数 $IPLV(C)$

类型	制冷综合性能系数 $IPLV(C)$
多联式空调（热泵）	6.0

表 6.2.4-2 多联式空调（热泵）机组能源效率等级指标 (APF)

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

6.2.5 当采用燃气锅炉时，在名义工况和规定条件下，锅炉热效率应符合山西省现行《居住建筑节能设计标准》DBJ04-242 中的相关规定。

6.2.6 当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) 和综合部分负荷性能系数 ($IPLV$) 可参考国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 中能效等级一级的要求。

6.2.7 高效新风热回收系统的热回收装置应符合下列规定：

- 1 显热回收装置的显热交换效率不应低于 75%；
- 2 全热回收装置的全热交换效率不应低于 70%。

6.2.8 建筑新风系统的单位风量耗功率不应大于 $0.45W / (m^3 \cdot h)$ 。

6.2.9 新风系统应设置低阻高效的过滤器，其等级应满足《空气过滤器》GB/T 14295 中的相关效率要求。

7 技术措施

7.1 设计

I 性能化设计

7.1.1 性能化设计应采用协同设计的组织形式。

7.1.2 建筑节能设计应采用性能化设计。性能化设计应以室内环境参数及建筑能效指标为约束性指标，利用能耗模拟计算机软件等工具进行能耗优化，最大限度地降低建筑用能需求。

7.1.3 性能化设计宜按下列程序进行：

- 1 设定室内环境参数和能效指标；
- 2 制定设计方案；
- 3 利用能耗模拟计算机软件等工具进行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，修改设计方案，重新进行定量分析和优化，直至满足目标要求；

- 5 确定优化后的设计方案；

- 6 编制性能化设计报告。

7.1.4 性能化设计应以定量分析及优化为核心，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，并在此基础上，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。

II 规划与建筑方案设计

7.1.5 建筑的总体规划应有利于营造适宜的微气候。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，冬季充分利用日照，减少冷风对建筑的影响。

7.1.6 建筑的单体设计，应充分结合场地的自然条件；建筑布置宜采用南北朝向或接近南北朝向，满足日照要求并避免东西向日晒，建筑物出入口宜避开冬季主导风向。

7.1.7 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，以降低建筑供暖年耗热量和供冷年耗冷量为目标，充分利用天然采光、自然通风以及围护结构保温隔热等被动式建筑设计手段降低建筑的用能需求。

7.1.8 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，充分利用自然光。

III 围护结构

7.1.9 建筑在方案设计阶段，经多种方案比选和经济优化后确定围护结构热工做法。

7.1.10 建筑外围护结构保温系统应符合下列规定：

- 1 外围护结构优先采用外保温系统，且保温层连续完整；
- 2 外保温系统的连接锚栓采用断热桥锚栓或其他阻断热桥措施；
- 3 外墙保温和装饰防火性能及防火隔离带的设置满足山西省

现行地方标准《建筑保温与外墙装饰防火设计指南》DBJ04/T 419 的相关规定。

7.1.11 保温材料的选择应符合下列规定：

- 1 优先选用高性能保温材料，降低保温层厚度；
- 2 保温材料物理性能应满足相关规定，外墙、屋面保温材料选择时，应具备较低的吸水率和较好的抗拉、抗压性能。

7.1.12 应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定对屋面、外墙、不供暖地下室顶板、外门窗及透明幕墙进行建筑围护结构防潮及防结露计算。

7.1.13 应在屋面、外墙、不供暖地下室顶板、地面设置隔汽层和防水层，以防止冷凝受潮，并符合下列规定：

1 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；

2 应在外墙室内侧设置隔汽层，保温层外侧设置防水透汽层；地下室外墙外侧保温层的内部和外部分别设置一道防水层，防水层应延伸至室外地面以上适当距离；

- 3 不供暖地下室顶板保温层下方设置防水隔汽层；

4 应在地面保温层靠近土壤一侧设置防水层。

7.1.14 建筑设计宜采用简洁的造型、适宜的体形系数和窗墙比、较小的屋面透光面积比例。建筑整体造型及立面设计应考虑外保温、外遮阳及太阳能设施的影响。

7.1.15 建筑应采用高性能的建筑保温隔热系统及门窗系统,相关要求及选型宜符合本标准附录 C 和附录 D 的规定。建筑物出入口及门厅应采用保温密闭门。严寒地区外门应设门斗,寒冷地区面向冬季主导风向的外门应设门斗,其他外门宜设门斗或采取其他减少冷风渗透的措施。

7.1.16 外窗性能和建筑遮阳装置的选择应综合考虑夏季遮阳、冬季得热以及自然采光的需求,同时考虑应用光伏板做遮阳设施的可能性。

7.1.17 严寒地区建筑的南向外窗宜考虑遮阳措施;寒冷地区建筑的东、西、南向外窗均应考虑遮阳措施。

7.1.18 当冬季有供暖需求房间的外门窗设计建筑遮阳时,应采用活动式建筑遮阳、活动式中间遮阳,或采用经计算合理的固定式建筑遮阳。

7.1.19 建筑室内装饰装修应采用环保无污染的材料和工艺,并应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定。

IV 热桥处理

7.1.20 建筑围护结构设计时,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。

7.1.21 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** 外墙保温采用单层保温时,应采用锁扣方式连接;采用双层保温时,应采用错缝粘结方式,避免保温材料间出现缝缝;
- 3** 墙角处宜采用成型保温构件;
- 4** 保温层采用锚栓时,应采用断热桥锚栓固定;
- 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;必须固定时,应在外墙上预埋具有阻断热桥的锚固件,并尽

量减少接触面积，降低传热损失；

6 穿墙管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。

7.1.22 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，各层之间应有粘接。

2 对女儿墙等突出屋面的结构体，其保温层应与屋面、墙面保温层连续，不得出现结构性热桥。女儿墙、土建风道出风口等薄弱环节，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。

3 管道穿屋面部位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。

4 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填充。

7.1.23 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冻土层以下，或完全包裹地下结构部分；

2 未设置地下室的建筑，建筑首层地面应进行保温处理，地面保温与外墙保温应连续、无热桥。

7.1.24 外门窗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。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，门窗位于外墙外保温层内。装配式夹心保温外墙，外门窗宜采用内嵌式安装方式。外门窗与基层墙体的连接件应采用阻断热桥的处理措施。

2 外门窗外表面与基层墙体的连接处应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。

7.1.25 悬挑阳台宜采用阳台板与主体结构断开的设计；阳台板靠挑

梁支撑时,保温材料应将挑梁和阳台结构体整体包裹,避免热桥产生。

7.1.26 建筑遮阳设施应与主体结构可靠连接,不宜出现结构性热桥,并应符合下列规定:

1 当采用固定式建筑遮阳时,可用保温材料将固定式建筑遮阳设施完全包裹,或从固定式建筑遮阳悬挑处将热桥阻断;

2 当采用活动式建筑遮阳时,应在活动式建筑遮阳设施与外墙外保温系统连接节点处采用有效的构造措施,防止形成结构性热桥。

V 建筑气密性

7.1.27 建筑围护结构设计时,应进行气密性专项设计。

7.1.28 气密层应连续并包围整个外围护结构,施工图文件应明确标注气密层位置。

7.1.29 应选用气密性等级高的外门窗,外门窗与门窗洞口之间的缝隙应做气密性处理。

7.1.30 气密层应依托密闭的围护结构层,并应选择适用的气密性材料。

7.1.31 不同围护结构的交界处以及排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。

7.1.32 门窗洞口、电气接线盒、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不应采用桥架敷设方式。

7.1.33 外墙外保温系统中穿透构件与保温层之间的接缝、门窗框与外墙表面宜采用预压膨胀密封带密封。

VI 供热供冷系统

7.1.34 供热供冷系统冷热源的选择,应综合经济技术因素进行性能参数优化和方案比选,并应符合下列规定:

1 应优先利用可再生能源,考虑多能互补集成优化;

2 严寒地区采用分散供暖时,可采用燃气供暖炉、户式地源热泵等形式;采用集中供暖时,宜以地热、工业余热或生物质锅炉

为热源，并采用低温供暖方式；

3 寒冷地区宜采用地源热泵或空气源热泵；

4 太阳能资源较丰富、采用光伏发电技术并可满足建筑供热用能需求的地区，可以采用蓄热电锅炉为热源。

7.1.35 供热供冷系统设计应符合下列规定：

1 应优先选用高能效等级的产品，并应提高系统能效；

2 应有利于直接或间接利用自然冷源；

3 应根据建筑负荷灵活调节；

4 应兼顾生活热水需求。

7.1.36 热泵机组、新风热回收机组、循环水泵、通风机等用能设备应设置自控装置。

7.1.37 应根据建筑冷热负荷特征，优化确定新风再热方案或采取适宜的除湿技术措施。

VII 新风热回收及通风系统

7.1.38 应采用新风热回收系统，新风热回收系统设计应考虑全年运行的合理性及可靠性。

7.1.39 新风热回收装置类型应采用高效热回收装置，并结合其节能效果和经济性综合考虑确定。

7.1.40 新风系统宜分户独立设置，并应按用户需求供应新风量。

7.1.41 每户宜单独设置新风和排风系统。排风量应为新风量的 90%~100%。

7.1.42 新风系统宜设置新风旁通管，当室外温度适宜时，新风可不经热回收装置直接进入室内。

7.1.43 新风热回收系统宜设置低阻高效的空气净化装置。

7.1.44 新风热回收系统应采取防冻及防结霜措施。

7.1.45 新风系统管路设计应符合下列规定：

1 管路布局方案应合理，减少风管长度；

2 宜采用直管路设计，避免转弯；

3 在设计初期确定通风系统的管路方案；

4 通风设备与室外风口之间的管道应做防结露保温处理且坡

向室外，坡度 0.01 ~ 0.02，穿过具有气密性要求的外墙时应做无热桥及气密性处理。

7.1.46 建筑设计时应充分考虑新风和排风管道布置与室内空间布局的关系，缩短风管长度，并合理利用排风回流区，营造良好的气流组织。

7.1.47 与室外相连的新风、排风和补风管路上均应设置保温密闭型电动风阀，并与通风系统联动。当系统处于关闭状态时，应确保新风、排风和补风管路密闭阀处于关闭状态。

7.1.48 厨房应设置独立的排油烟补风系统。补风口设置应符合下列规定：

- 1 补风口宜尽可能设置在灶台附近；
- 2 补风管道应保温，并在引入入口处设保温密闭型电动风阀，电动风阀应与排油烟机联动；
- 3 在排油烟系统未开启时，补风口必须关闭严密，不得漏风。

7.1.49 卫生间通风系统宜符合下列规定：

- 1 每个卫生间宜设置独立的排风设施；
- 2 卫生间全面通风换气次数不宜少于 3 次/h，竖向排风道排风量宜按每个卫生间排风量总和的 60% ~ 80% 计算；
- 3 卫生间水平方向布置的排风道宜坡向卫生间，进入竖向排风道前应设置密闭型电动风阀或重力止回阀。

7.1.50 新风机组应进行消声降噪处理，新风出口处和排风入口处应设消声装置；对某些容易产生噪声的房间应采取降噪措施。

7.1.51 新风系统应便于维护，其主要构件应易拆卸和清洗。

VIII 照明与电梯

7.1.52 应选择 LED 光源等高效节能光源和灯具。

7.1.53 电梯系统应采用节能的控制及拖动系统，并应符合下列规定：

- 1 当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，有条件时高层建筑电梯系统采

用能量回馈装置。

IX 可再生能源应用

7.1.54 可再生能源应用,应根据适用条件和投资规模确定该类能源可提供的用能比例或贡献率。可再生能源应用系统应做到全年综合利用,根据使用地的资源条件、气候类型、实际需求和系统适用性,实现为建筑物提供电力、生活热水、供暖或供冷的功能。

7.1.55 可再生能源应用设施应与主体建筑同步设计、同步施工。

7.1.56 当采用地源热泵、空气源热泵系统为用户供冷供暖时,应根据项目负荷特点和当地资源条件进行适宜性分析,采用地源热泵、空气源热泵系统一次能源利用率应高于本项目可用的常规能源一次能源利用率。

7.1.57 太阳能系统的设计应符合下列规定:

1 应按山西省地方标准《居住建筑节能设计标准》DBJ04-242的要求设计太阳能生活热水系统。

2 有条件时宜设置太阳能光伏发电系统,并宜采用光伏与建筑一体化系统。

3 在太阳能资源较丰富地区,宜采用太阳能热水供热供暖技术或主被动结合的空气供暖技术。

4 太阳能系统与构件及其安装应满足结构、电气、防火及运行防护安全要求,并不得降低相邻建筑的日照标准。

5 太阳能热利用系统应根据不同地区和使用条件采取防冻、防结霜、防过热、防热水渗漏、防雷、防雹、抗风、抗震和保证电气安全等技术措施。

6 太阳能热利用系统中的太阳能集热器的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%。

7 太阳能热利用系统设计应根据工程所采用的集热器性能参数、气象数据以及设计参数计算太阳能热利用系统的集热效率,且

应符合表 7.1.57 的规定。

表 7.1.57 太阳能热利用系统的集热效率 η （%）

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

8 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。并应根据光伏组件在设计安装条件下光伏电池最高工作温度设计其安装方式，保证系统安全稳定运行。

9 山西省典型市县太阳能资源分布可按本标准附录 E 确定。

7.1.58 空气源热泵机组的设计应符合下列规定：

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

2 在最初融霜结束后的连续制热运行中，融霜所需时间总和不应超过一个连续制热周期的 20%。

3 当室外设计温度低于空气源热泵机组平衡点温度时，应设置辅助热源。

7.1.59 地热利用系统的设计应符合下列规定：

1 地热利用系统方案设计前，应进行工程场地状况调查，并应对浅层或中深层地热能资源进行勘察，确定地热利用系统实施的可行性与经济性。当浅层地理管地源热泵系统的应用建筑面积大于等于 5000m²时，应进行热响应试验。

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

3 地源热泵机组的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 规定的节能评价价值。

4 地下水换热系统必须采取可靠回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，不得对地下水资源造成浪费及污染。系统投入运行后，应对抽水量、回灌量及其水质进行定

期监测。

5 水源热泵系统应对地表水体资源和水体环境进行评价,并取得当地主管部门的批准同意。

6 地理管、闭式地表水和河水换热系统应有防冻措施。

X 监测与控制

7.1.60 应设置室内环境质量和建筑能耗监测系统,对建筑室内环境关键参数和建筑分类分项能耗进行监测和记录,并应符合下列规定:

1 应对公共部分主要用能系统进行分类分项计量,并宜对典型户的供暖、供冷、生活热水、照明及插座的能耗进行分项计量,计量户数不宜少于同类型总户数的 2%,且不少于 5 户;

2 应对建筑主要功能空间的室内环境进行监测,典型户计量户数不宜少于同类型总户数的 2%,且不少于 5 户;

3 当采用可再生能源时,应对其进行单独计量;

4 应对冷热源、输配系统等关键用能设备或系统能耗进行重点计量。

7.1.61 应设置楼宇自控系统。楼宇自控系统应根据末端用冷、用热、用水等使用需求,自动调节主要供应设备和系统的运行工况。

7.1.62 建筑公共区域照明应优先选择就地感应智能控制。

7.1.63 节能控制宜以主要房间或功能区域为控制单元,实现暖通空调、照明和遮阳的整体集成和优化控制,并宜具有下列功能:

1 在一个系统内集成并收集温度、湿度、空气质量、照度、人员在室信息等与室内环境控制相关的物理量;

2 包含房间的遮阳控制,照明控制,供冷、供热和新风末端设备控制,相互之间优化联动控制;

3 在满足室内环境参数需求的前提下,以降低房间综合能耗为目的,自动确定房间控制模式,或根据用户指令执行不同的空间场景模式控制方案。

7.1.64 当有多种能源供给时,应优先利用可再生能源,并应根据系统能效比等因素进行优化控制。

7.1.65 新风机组的运行控制应符合下列规定:

- 1 新风系统宜根据室内二氧化碳浓度进行调节和控制；
- 2 宜设置压差传感器检测过滤器压差变化；
- 3 宜根据最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置的旁通阀，或联动外窗开启进行自然通风；
- 4 新风热回收装置应具备防冻保护功能。

7.2 施工质量控制

7.2.1 建筑施工单位应针对热桥处理、气密性保障等关键环节编制专项施工方案。

7.2.2 建筑施工应严格按照经审查合格的设计文件和经审查批准的专项施工方案进行，并应满足现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 及其他相关标准要求。

7.2.3 特殊关键节点施工前，宜先进行实验室验证或现场小规模验证，确保施工质量满足要求后方可进行批量施工。

7.2.4 建筑围护结构保温工程施工时，应选用配套供应的保温系统材料和专业化施工工艺。对外保温结构体系，其型式检验报告中应包括外保温系统耐候性检验项目。

7.2.5 围护结构保温施工应符合下列要求：

- 1 围护结构保温施工应在基层处理、结构预埋件安装完成并验收合格后进行。外墙保温施工前，外门窗应安装完毕并验收合格。

- 2 围护结构的保温层应粘贴平整且无缝隙，其固定方式不应产生热桥；采用岩棉带薄抹灰外保温系统时，岩棉带的宽度不宜小于200mm。

- 3 围护结构上的悬挑构件、穿透围护结构的管道等热桥部位应进行阻断热桥处理。

- 4 装配式夹心保温外墙板的竖缝和横缝均应做热桥处理。

7.2.6 外门窗安装应符合下列要求：

- 1 结构工程验收合格后安装外门窗，门窗结构洞口应平整；
- 2 外门窗与基层墙体的连接件应进行阻断热桥的处理；

3 门窗洞口与窗框连接处应进行防水密封处理；

4 窗底应安装窗台板散水，窗台板两端及底部与外保温之间的缝隙应做密封处理；门洞窗洞上方应安装滴水线条。

7.2.7 当设计有外遮阳时，连接件与基层墙体之间应进行阻断热桥的处理。

7.2.8 围护结构气密性处理应符合下列要求：

1 气密性材料的材质应根据粘贴位置基层的材质和是否需要抹灰覆盖气密性材料进行选择；

2 建筑结构缝隙应进行封堵；

3 围护结构不同材料交界处、穿墙和出屋面管线、套管等空气渗漏部位应进行气密性处理；

4 气密性施工应在热桥处理之后进行。

7.2.9 装配式结构气密性处理应符合下列要求：

1 装配式剪力墙结构外墙板内叶板竖缝宜采用现浇混凝土密封，横缝应采用高强度灌浆料密封。

2 装配式框架结构外墙板内叶板竖缝和横缝均宜采用柔性保温材料封堵，并应在室内侧进行气密性处理。

3 外叶板竖缝和横缝处夹心保温层表面宜先设置防水透汽材料，再从板缝口填充直径略大于缝宽的通长聚乙烯棒。板缝口宜灌注耐候硅酮密封胶进行封堵。

4 装配式夹心外墙板与结构柱、梁之间的竖缝和横缝应在室内侧设置防水隔汽层，再进行抹灰等处理。

7.2.10 机电系统施工应符合下列规定：

1 机电系统安装应避免产生热桥和破坏围护结构气密层；

2 风系统所有敞开部位均应做防尘保护；

3 机组安装及管道施工过程中应做消声隔振处理。

7.2.11 施工过程中宜对热桥及气密性关键部位进行热工缺陷和气密性检测。

7.2.12 材料及设备进场时，应进行质量检查和复验，并符合设计要求及现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB

55015、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 及相关规范要求。主要材料及设备宜包括下列内容：

- 1 保温材料；
- 2 外门窗、建筑幕墙（含采光顶）及外遮阳设施；
- 3 防水透汽材料、气密性材料；
- 4 供暖与空调系统设备；
- 5 照明设备；
- 6 太阳能利用设备。

7.2.13 各道工序之间应进行交接检验，上道工序合格后方可进行下道工序，并做好隐蔽工程记录和影像资料。隐蔽工程检查应包含以下内容：

1 外墙基层及其表面处理、保温层的敷设方式、厚度和板材缝隙填充情况；锚固件安装与热桥处理；网格布铺设情况；穿墙管线保温密封处理等；

2 屋面、地面基层及其表面处理，保温层的敷设方式、厚度和板材缝隙填充质量；防水层（隔汽、透汽）设置；雨水口部位、出屋面管道、穿地面管道的处理等；

3 门窗、遮阳系统安装方式；门窗框与墙体结构缝的保温处理；窗框周边气密性处理，连接件与基层墙体间的断热桥措施等；

4 女儿墙、窗框周边、封闭阳台、出挑构件、预埋支架等重点部位的施工做法。

7.2.14 在建筑主体施工结束，门窗安装完毕，内外抹灰完成后，精装修施工开始前，应按照本标准附录 F 的规定进行建筑气密性检测，检测结果应满足本标准气密性指标要求。

7.2.15 设备系统施工完成后，应进行联合试运转和调试，并应对供暖通风空调与照明系统节能性能以及可再生能源系统性能进行检测，检测结果应符合设计要求。

7.3 运行与管理

7.3.1 建筑运行管理单位应针对建筑围护结构等方面进行维护和管

理，制定专项运行管理方案，并应编制相应管理手册。

7.3.2 建筑运行管理需要用户的参与和配合，物业管理部门应编写用户使用手册，介绍近零能耗建筑的特点及用户日常生活中应注意的事项，倡导节能的行为方式，避免由于用户行为不当导致建筑性能下降。

7.3.3 建筑的运行与管理应在保证设备安全和满足室内环境设计参数的前提下，选择最利于建筑节能的运行方案，并应符合下列规定：

- 1 立足建筑设计，充分利用建筑构件和设备的功能实施控制调节；
- 2 应根据室外气象参数和建筑实际使用情况做出动态运行策略调整。

7.3.4 建筑应在正式投入使用的第一个年度开始进行建筑能源系统调适。系统调适应满足下列要求：

- 1 应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；
- 2 应覆盖中控系统及所有联动工作的用能系统和建筑构件；
- 3 调适工作宜从正式投入使用开始延续至第三个完整年度结束；
- 4 当建筑使用过程中发生建筑使用功能的重大改变，或对用能系统进行了改造时，应在建筑恢复正式使用时重新进行系统调适。

7.3.5 建筑使用过程中，应对建筑围护结构保温系统及气密性保障等关键部位进行维护和检验，并应符合下列规定：

1 应避免在外墙或屋面上固定物体，保护保温系统完好；如必须固定，则必须采取防止产生热桥的措施。

2 外墙内表面的抹灰层、屋面防水隔汽层及外窗密封条是保证气密性的关键部位。若气密层遭到破坏，应及时修补或更换密封条。

3 应定期检查外门窗关闭是否严密，中空玻璃是否漏气；定期检查门窗锁扣等五金部件是否松动及其磨损情况。每年应对活动部件和易磨损部分进行保养。

4 当建筑的门窗洞口或其他气密部位进行了改造或施工时，竣工后应对建筑气密性进行重新测定。

5 宜定期对围护结构热工性能进行检验，对于热工性能减退明显的部位应及时进行整改。

7.3.6 过渡季宜关闭新风系统，采用自然通风方式。新风机组的运行管理应符合下列规定：

- 1 应根据过滤器两侧压差变化及时清理或更换过滤装置；
- 2 应每两年检查一次新风系统的热回收装置，必要时及时更换，保证热回收效率；
- 3 当供暖、制冷设备开启时，宜根据最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置的旁通阀开启。

7.3.7 建筑运行管理单位应对建筑运行参数进行记录 and 数据分析，并应符合下列规定：

- 1 除满足本标准对各项能耗数据的记录要求外，还应记录建筑同期的人员使用情况、室外环境参数等建筑运行信息；
- 2 应每年根据建筑的能耗数据、建筑的使用情况记录和气象数据，对建筑的年度运行情况进行分析，及时调整运行策略或使用方式；
- 3 建筑的年运行数据应与上一年度本建筑的运行数据进行纵向比对分析，或与相同气候区、相同功能的近零能耗居住建筑运行数据进行横向比对分析；
- 4 能耗数据宜向社会公布。

8 评 价

8.1 一般规定

8.1.1 评价应以单栋建筑为对象，应按本标准第 5 章能效指标要求对建筑进行评价。

8.1.2 近零能耗居住建筑评价分为设计评价、施工评价和运行评价。

8.1.3 近零能耗居住建筑设计评价应在施工图设计文件完成后进行；施工评价应在建筑竣工验收后进行；运行评价应在建筑投入正常使用一年后进行。

8.1.4 超低能耗建筑、近零能耗建筑，应通过设计评价、施工评价对其进行判定，宜进行运行评价。零能耗建筑，应通过运行评价对其进行判定，可提前开展设计评价、施工评价。

8.1.5 能效指标评价计算应采用与性能化设计相同的计算软件且应符合本标准附录 A 的要求。

8.2 评价方法与判定

I 设计评价

8.2.1 设计评价应提交下列技术资料：

- 1 建筑基本信息表（设计）。应符合本标准附录 G 的规定。
- 2 项目技术方案。应包括：项目概述、效果图、能效控制目标、建筑设计（整体布局、体形系数、窗墙比）、围护结构设计（保温及门窗性能）、气密性及无热桥设计、冷热源及末端设计和控制策略、能源环境一体机选型、生活热水系统、电气节能系统、可再生能源应用等。

- 3 建筑能效指标计算报告。应包括：软件介绍、建模方法、关键参数设置、系统建模、负荷/能耗模拟计算结果及分析。

- 4 施工图。应包括：总平面图、建筑立面/剖面/典型层平面图、建筑设计说明、工程做法表、关键节点大样图、热桥计算、防结露

和防冷凝计算、暖通设计说明、暖通系统图和设备列表、可再生能源系统设计资料、电气设计说明、照明节能设计、能耗监测等图纸。

8.2.2 设计评价应对施工图进行审核并核算建筑能效指标，同时应符合下列规定：

1 施工图文件审核应重点核查围护结构关键节点构造及做法和采取的节能措施等，并应符合下列规定：

- 1) 围护结构关键节点构造及做法应符合保温及气密性要求；
- 2) 应采用新风热回收系统。

2 建筑能效指标核算应包括供暖年耗热量、供冷年耗冷量、可再生能源利用率和建筑能耗综合值，并根据能效指标确定建筑评估等级。

8.2.3 当符合本标准第 8.2.2 条的规定时，可判定建筑设计达到本标准要求。

II 施工评价

8.2.4 施工评价应提交下列技术资料：

- 1 建筑基本信息表（施工），应符合本标准附录 G 的规定；
- 2 高性能节能标识产品合格证明，包括门窗产品、保温材料、照明灯具、冷热源机组、采暖空调末端设备、环控一体机和遮阳设施等；
- 3 专项施工方案；
- 4 主材进场质量检查和验收文件；
- 5 隐蔽工程记录和影像资料；
- 6 建筑气密性测试报告；
- 7 新风热回收装置性能现场检测报告；
- 8 围护结构热工缺陷检测报告；
- 9 能源系统调适报告。

8.2.5 施工评价应对下列内容进行评价：

1 应按现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 及相关规范要求，提供建筑节能分部工程相关抽检报告。

2 应对建筑气密性进行检测,检测方法应符合本标准附录 F 的规定。

3 应对围护结构热工缺陷进行检测,检测方法应符合现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 的规定。

4 应对新风热回收装置进行现场抽检。同型号、同规格的产品抽检数量不得少于 1 台;检测方法应符合现行国家标准《热回收新风机组》GB/T 21087 的规定,检测结果应符合本标准附录 H 的规定。对于获得高性能节能认证且在认证有效期内的产品,提供证书可免于现场抽检。

5 若施工阶段影响建筑能耗的因素发生改变,则应按本标准第 8.2.2 条第 2 款的规定对能效指标进行重新核算。

8.2.6 当符合本标准第 8.2.2 条的规定,且符合本标准第 8.2.5 条的规定时,可判定该建筑达到本标准要求。

III 运行评价

8.2.7 运行评价应提交下列技术资料:

1 建筑基本信息表(运行)。应符合本标准附录 G 的规定;

2 室内环境检测分析报告。室内环境检测参数应包括室内温度、湿度、热桥部位内表面温度、新风量、室内 PM2.5 含量、室内环境噪声、CO₂、室内照度,以及检测时的室外气象条件;

3 建筑运行能耗与能效指标分析报告。包括:建筑使用情况,建筑全年能耗分析报告,太阳能光伏发电、太阳能光热系统、地源热泵、空气源热泵等能源系统运行效率检测与分析报告和建筑使用人员后评估报告。

8.2.8 近零能耗居住建筑投入正常使用一年后,宜对建筑进行室内环境检测和运行能效指标评估。零能耗居住建筑投入正常使用一年后,应对建筑进行室内环境检测和运行能效指标评估。

8.2.9 运行能效指标评估应符合下列规定:

1 评估时间应以一年为一个周期;

2 应以建筑能耗综合值为评估指标,并以典型用户电表、气表等计量仪表的实测数据为依据,经计算分析后采用。

附录 A 能效指标计算方法

A.0.1 近零能耗居住建筑设计与评价软件应满足下列规定：

- 1 采用逐时计算方法进行冷热需求计算；
- 2 应计算围护结构（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，可计算热回收装置和建筑气密性对建筑供暖能耗的影响；计算中应考虑建筑热惰性对负荷的影响；
- 3 应考虑热桥部位对负荷的影响；
- 4 计算 10 个以上的建筑分区；
- 5 自动判断能效指标是否满足本标准规定；
- 6 自动生成满足本标准要求的技术指标审核表。

A.0.2 能效指标计算的方法和基本参数应满足下列规定：

- 1 气象参数应按行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定计算；
- 2 应计算围护结构（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，计算中应考虑建筑热惰性对负荷的影响；
- 3 供暖年耗热量和供冷年耗冷量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（或冷）需求应扣除从排风中回收的热量（或冷量）；
- 4 当室外温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 70\%$ 时，利用自然通风，不计算供冷需求；
- 5 供暖空调系统及输配系统的能耗应考虑部分负荷及间歇使用的影响；
- 6 照明能耗的计算应考虑天然采光和自动控制的影响；
- 7 应计算可再生能源利用量。

A.0.3 计算设计建筑能效指标时应符合下列规定：

- 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、屋面开窗面积应与建筑设计文件一致；

2 建筑功能区除设计文件明确为非空调区外，均应按设置供暖和空气调节计算；

3 当建筑采用活动遮阳时，遮阳系数应按表 A.0.3-1 设置；

4 房间人员密度、在室率、电器设备功率密度及使用率、照明开启时间按表 A.0.3-2 设置，新风开启率按人员在室率计算；

5 照明能耗计算的照明功率密度值应与建筑设计文件一致；照明能耗的计算应考虑自然采光和自动控制的影响；

6 供暖、通风、空调、生活热水、电梯系统的系统形式和能效应与设计文件一致；生活热水系统的用水量应与设计文件一致，并应符合现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的规定；

7 可计入可再生能源的节能量，可再生能源的类型包括太阳能光热、光电利用、热泵、风力发电及生物质能等，可再生能源系统形式及效率应与设计文件一致。

表 A.0.3-1 活动遮阳装置遮阳系数 SC 取值

控制方式	供暖季	供冷季
手动控制	0.80	0.40
自动控制	0.80	0.35

表 A.0.3-2 住宅建筑不同类型房间人员、设备、照明内热设置

房间类型	人均占地 面积 (m ²)	人员 在室率 (%)	设备功率 密度 (W/m ²)	设备 使用率 (%)	照明功率 密度 (W/m ²)	照明开启 时长 (h/月)
起居室	32	19.5	5	39.4	6	180
卧室	32	35.4	6	19.6	6	180
餐厅	32	19.5	5	39.4	6	180
厨房	32	4.2	24	16.7	6	180
洗手间	0	16.7	0	0	6	180
楼梯间	0	0	0	0	0	0
大堂门厅	0	0	0	0	0	0
储物间	0	0	0	0	0	0
车库	0	0	0	0	2	120

A.0.4 建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E = E_E - \frac{\sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{A} \quad (\text{A.0.4})$$

式中：\$E\$——建筑能耗综合值，kWh/（m²·a）；

\$E_E\$——不含可再生能源发电的建筑能耗综合值，kWh/（m²·a）；

\$A\$——套内建筑使用面积 m²；

\$f_i\$——\$i\$ 类型能源的能源换算系数，按本标准表 A.0.10 的规定；

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

\$E_{rd,i}\$——年周边产生的 \$i\$ 类型可再生能源发电量，kWh。

A.0.5 不含可再生能源发电的建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E_E = \frac{E_h \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + E_w \times f_i + E_e \times f_i}{A} \quad (\text{A.0.5})$$

式中：\$E_h\$——年供暖系统能源消耗，kWh；

\$E_c\$——年供冷系统能源消耗，kWh；

\$E_l\$——年照明系统能源消耗，kWh；

\$E_w\$——年生活热水系统能源消耗，kWh；

\$E_e\$——年电梯系统能源消耗，kWh。

A.0.6 可再生能源利用率应按下式计算：

$$REP_p = \frac{EP_h + EP_c + EP_w + \sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + E_e \times f_i} \quad (\text{A.0.6})$$

式中：\$REP_p\$——可再生能源利用率，%；

\$EP_h\$——供暖系统中可再生能源利用量，kWh；

\$EP_c\$——供冷系统中可再生能源利用量，kWh；

\$EP_w\$——生活热水系统中可再生能源利用量，kWh；

\$Q_h\$——年供暖耗热量，kWh；

\$Q_c\$——年供冷耗冷量，kWh；

\$Q_w\$——年生活热水耗热量，kWh。

A.0.7 供暖系统中可再生能源利用量应按下式计算：

$$EP_h = EP_{h,geo} + EP_{h,air} + EP_{h,sol} + EP_{h,bio} \quad (A.0.7-1)$$

$$EP_{h,geo} = Q_{h,geo} - E_{h,geo} \quad (A.0.7-2)$$

$$EP_{h,air} = Q_{h,air} - E_{h,air} \quad (A.0.7-3)$$

$$EP_{h,sol} = Q_{h,sol} \quad (A.0.7-4)$$

$$EP_{h,bio} = Q_{h,bio} \quad (A.0.7-5)$$

式中： $EP_{h,geo}$ ——地源热泵供暖系统的年可再生能源利用量，kWh；

$EP_{h,air}$ ——空气源热泵供暖系统的年可再生能源利用量，kWh；

$EP_{h,sol}$ ——太阳能热水供暖系统的年可再生能源利用量，kWh；

$EP_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年可再生能源利用量，kWh；

$Q_{h,geo}$ ——地源热泵系统的年供暖供热量，kWh；

$Q_{h,air}$ ——空气源热泵系统的年供暖供热量，kWh；

$Q_{h,sol}$ ——太阳能系统的年供暖供热量，kWh；

$Q_{h,bio}$ ——生物质供暖系统的年供暖供热量，kWh；

$E_{h,geo}$ ——地源热泵机组年供暖耗电量，kWh；

$E_{h,air}$ ——空气源热泵机组年供暖耗电量，kWh。

A.0.8 生活热水系统中可再生能源利用量应按下式计算：

$$EP_w = EP_{w,geo} + EP_{w,air} + EP_{w,sol} + EP_{w,bio} \quad (A.0.8-1)$$

$$EP_{w,geo} = Q_{w,geo} - E_{w,geo} \quad (A.0.8-2)$$

$$EP_{w,air} = Q_{w,air} - E_{w,air} \quad (A.0.8-3)$$

$$EP_{w,sol} = Q_{w,sol} \quad (A.0.8-4)$$

$$EP_{w,bio} = Q_{w,bio} \quad (A.0.8-5)$$

式中： $EP_{w,geo}$ ——地源热泵生活热水系统的年可再生能源利用量，kWh；

$EP_{w,air}$ ——空气源热泵生活热水系统的年可再生能源利用量，kWh；

$EP_{w,sol}$ ——太阳能生活热水系统的年可再生能源利用量，kWh；

$EP_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年可再生能源利用量，kWh；

$Q_{w,geo}$ ——地源热泵系统的年生活热水供热量，kWh；

$Q_{w,air}$ ——空气源热泵系统的年生活热水供热量，kWh；

$Q_{w,sol}$ ——太阳能系统的年生活热水供热量，kWh；

$Q_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年生活热水供热量，kWh；

$E_{w,geo}$ ——地源热泵机组生活热水年耗电量，kWh；

$E_{w,air}$ ——空气源热泵机组生活热水年耗电量，kWh。

A.0.9 供冷系统中可再生能源利用量应按下式计算：

$$EP_c = EP_{c,sol} = Q_{c,sol} \quad (A.0.9)$$

式中： $EP_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年可再生能源利用量，kWh；

$Q_{c,sol}$ ——太阳能供冷系统的年供冷量，kWh。

A.0.10 各种能源的一次能源换算系数应按表 A.0.10 确定。

表 A.0.10 一次能源换算系数

能源类型	换算单位	一次能源换算系数
标煤	kWh /kgce 终端	8.14
天然气	kWh /m ³ 终端	9.85
热力	kWh / kWh 终端	1.22
电力	kWh / kWh 终端	2.6
生物质能	kWh / kWh 终端	0.20
电力(光伏、风力等可再生能源发电)	kWh / kWh 终端	2.6

A.0.11 居住建筑能效指标应以建筑套内使用面积为基准，并符合下列规定：

1 建筑套内使用面积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、储藏室、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。

附录 B 气候区属

B.0.1 依据山西省《居住建筑节能设计标准》DBJ04-242 的规定，山西省各市县气候区属见表 B.0.1。

表 B.0.1 山西省各市县气候区属

一级区划名称	二级区划名称	市县名称							
严寒地区 (1)	严寒 C 区 (1C)	右玉 岢岚 阳高 灵丘	五寨 大同 朔州 方山	神池 天镇 静乐 左权	左云 广灵 偏关 山阴	平鲁 五台 交口 娄烦	大同县 宁武 寿阳 河曲	浑源 岚县 和顺	
寒冷地区 (2)	寒冷 A 区 (2A)	应县 临县 原平 沁源 襄垣 潞城 屯留 孝义 沁水 垣曲	怀仁 中阳 榆社 沁县 昔阳 太原 太谷 高平 绛县	繁峙 代县 阳曲 陵川 平顺 清徐 交城 古县 浮山	忻州 离石 永和 孟县 壶关 祁县 大宁 阳泉 洪洞	兴县 蒲县 武乡 安泽 长治 灵石 平遥 介休 晋城	保德 柳林 隰县 榆次 汾阳 吉县 汾西 霍州 阳城	定襄 石楼 古交 乡宁 文水 长子 平定 黎城 芮城	
	寒冷 B 区 (2B)	夏县 河津 闻喜	翼城 平陆	临汾 永济	新绛 万荣	临猗 曲沃	稷山 侯马	运城 襄汾	

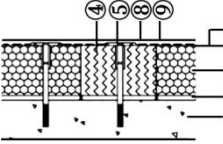
附录 C 围护结构保温及防水构造做法

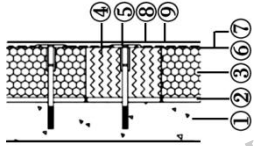
C.0.1 建筑外墙宜采用外墙外保温的构造形式或夹心保温构造形式，在特殊条件下也可采用其他保温构造形式，并应采用重质围护结构。

C.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现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289 的规定。

C.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 C.0.3 设置。

表 C.0.3 有机保温板薄抹灰外保温系统基本构造

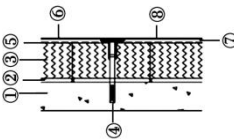
基层墙体 ①	基本构造							构造示意图
	粘结层 ②	保温层		辅助 连接件 ⑤	抹面层		饰面层 ⑨	
		保温板 ③	防火 隔离带 ④		底层 ⑥	增强材料 ⑦		
混凝土墙， 砌体墙	胶粘剂	有机保温板 防火隔离带		锚栓	抹面胶浆	玻纤网	抹面胶浆 涂料、饰面 砂浆等	



C.0.4 墙体外保温系统用无机保温材料的燃烧性能等级不应低于 A2 级，典型无机保温板薄抹灰外保

温系统基本构造宜按表 C.0.4 设置。

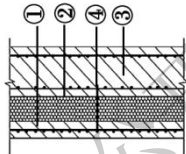
表 C.0.4 无机保温板薄抹灰外保温系统基本构造

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

C.0.5 外保温系统宜采用轻质饰面层。面密度超过 30kg/m^2 的外保温系统应设置托架，托架的设置应削弱热桥效应。

C.0.6 夹心墙体保温系统基本构造宜按表 C.0.6 设置。

表 C.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	拉结板④	
混凝土墙板	保温板	混凝土墙板	高强度塑料构件 或组合件	

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

表 C.0.7 保温材料物理性能指标

材料类型	序号	参数	技术要求
膨胀聚苯板	1	导热系数（25℃），W/（m·K）	≤0.037
	2	表观密度，kg/m ³	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
石墨聚苯板	1	导热系数（25℃），W/（m·K）	≤0.032
	2	表观密度，kg/m ³	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
岩棉带	1	质量吸湿率，%	≤0.5
	2	短期吸水量（部分浸入），kg/m ²	≤0.5
	3	导热系数（25℃），W/（m·K）	≤0.040
	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	垂直于表面的抗拉强度，kPa	≥80
	3	压缩强度，kPa	≥100
	4	穿刺后垂直于板面方向的膨胀率，%	≤10
	5	表面吸水量，g/m ²	≤100
	6	穿刺强度，N	≥18
聚氨酯板	1	芯材表观密度，kg/m ³	≥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 D 外门窗设计选型及热工性能

D.0.1 外门窗除应符合本标准规定的节能性能要求外，还应符合相关标准规定的其他性能要求。

D.0.2 常见建筑外窗热工性能可参考表 D.0.2 选用，玻璃门也可参考选用。

表 D.0.2 常见建筑外窗热工性能

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K [W/(m ² ·K)]	太阳得热 系数 $SHGC$
1	70 系列内平开隔热铝合金窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.7 ~ 1.9	0.30 ~ 0.37
2	70 系列内平开隔热铝合金窗	5+12A+5Low-E+12A+5Low-E	1.6 ~ 1.8	0.24 ~ 0.31
3	70 系列内平开隔热铝合金窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E	1.5 ~ 1.7	0.24 ~ 0.31
4	80 系列内平开隔热铝合金窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.3 ~ 1.5	0.30 ~ 0.37
5	80 系列内平开隔热铝合金窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E	1.1 ~ 1.3	0.24 ~ 0.31
6	90 系列内平开隔热铝合金窗	5+12A+5+V+5Low-E	0.9 ~ 1.1	0.35 ~ 0.39
7	90 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12A+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.9 ~ 1.1	0.43 ~ 0.50
8	100 系列内平开隔热铝合金窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E	0.9 ~ 1.1	0.24 ~ 0.31
9	100 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12Ar+5 超白 Low-E+12Ar+5 超白 Low-E	0.9 ~ 1.1	0.40 ~ 0.47

续表 D.0.2

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K [W/ (m ² ·K)]	太阳得热 系数 SHGC
10	100 系列内平开隔热铝合金窗	5+12Ar+5+V+5Low-E	0.8 ~ 1.0	0.35 ~ 0.39
11	100 系列内平开隔热铝合金窗	5 超白+12Ar+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.43 ~ 0.50
12	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5+12A+5	1.8 ~ 2.0	0.44 ~ 0.48
13	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5Low-E	1.8 ~ 2.0	0.35 ~ 0.39
14	65 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E	1.7 ~ 1.9	0.35 ~ 0.39
15	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5+12Ar+5 超白 Low-E	1.4 ~ 1.6	0.30 ~ 0.37
16	65 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5+12Ar+5 超白 Low-E	1.3 ~ 1.5	0.30 ~ 0.37
17	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5Low-E+12A+5Low-E	1.2 ~ 1.4	0.24 ~ 0.31
18	65 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E	1.1 ~ 1.3	0.24 ~ 0.31
19	82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.0 ~ 1.2	0.30 ~ 0.37
20	82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E+12Ar+Low-E	0.8 ~ 1.0	0.24 ~ 0.31
21	82 系列内平开塑料窗	5 超白+12Ar+5 超白 Low-E+12Ar+5 超白 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.40 ~ 0.47

续表 D.0.2

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K [W/ (m ² ·K)]	太阳得热 系数 SHGC
22	82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+V+5	0.6 ~ 0.8	0.35 ~ 0.39
23	82 系列内平开塑料窗	5 超白+12Ar+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.6 ~ 0.8	0.43 ~ 0.50
24	68 系列内平开木窗	5+12A+5+12A+5	1.8 ~ 2.0	0.44 ~ 0.48
25	68 系列内平开木窗	5+12A+5Low-E	1.8 ~ 2.0	0.35 ~ 0.39
26	68 系列内平开木窗	5+12Ar+5Low-E	1.7 ~ 1.9	0.35 ~ 0.39
27	78 系列内平开木窗	5+12A+5+12A+5Low-E	1.4 ~ 1.6	0.30 ~ 0.37
28	78 系列内平开木窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.3 ~ 1.5	0.30 ~ 0.37
29	78 系列内平开木窗	5+12A+5+5Low-E+12A+5Low-E	1.2 ~ 1.4	0.24 ~ 0.31
30	78 系列内平开木窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E	1.1 ~ 1.3	0.24 ~ 0.31
31	78 系列内平开木窗	5 超白+12Ar+5 超白 Low-E+12Ar+5 超白 Low-E	1.1 ~ 1.3	0.40 ~ 0.47
32	78 系列内平开木窗	5+12A+5+V+5Low-E	0.7 ~ 1.0	0.30 ~ 0.37
33	78 系列内平开木窗	5 超白+12Ar+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.7 ~ 1.0	0.43 ~ 0.50
34	86 系列内平开铝木复合窗	5+12Ar++5Low-E	1.8 ~ 2.0	0.35 ~ 0.39
35	86 系列内平开铝木复合窗	5+12A+5+12A+5Low-E	1.5 ~ 1.7	0.30 ~ 0.37

续表 D.0.2

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K [W/ (m ² ·K)]	太阳得热 系数 SHGC
36	86 系列内平开铝木复合窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.4 ~ 1.6	0.30 ~ 0.37
37	86 系列内平开铝木复合窗	5+12A+5Low-E+12A+5Low-E	1.3 ~ 1.5	0.24 ~ 0.31
38	86 系列内平开铝木复合窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E	1.2 ~ 1.4	0.24 ~ 0.31
39	92 系列内平开铝木复合窗	5+12Ar+5Low-E+12Ar+5Low-E	0.9 ~ 1.1	0.24 ~ 0.31
40	92 系列内平开铝木复合窗	5 超白+12Ar+5 超白 Low-E+12Ar+5 超白 Low-E	0.9 ~ 1.1	0.40 ~ 0.47
41	92 系列内平开铝木复合窗	5+12A+5+V+5Low-E	0.8 ~ 1.0	0.30 ~ 0.37
42	92 系列内平开铝木复合窗	5 超白+12Ar+5 超白+V+5 超白 Low-E	0.8 ~ 1.0	0.43 ~ 0.50

注：1 玻璃配置从室外侧到室内侧表述；双片 Low-E 膜的中空玻璃膜层一般位于 2、4 面或 3、5 面；真空复合中空玻璃的 Low-E 膜一般位于第 4 面，且真空玻璃应位于室内侧。

- 2 塑料型材宽度 $\geq 82\text{mm}$ 时应为 6 腔室或 6 腔室以上型材。90 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度 $\geq 54\text{mm}$ ，100 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度 $\geq 64\text{mm}$ ，且隔热条中间空腔需填充泡沫材料。

D.0.3 外窗的热工性能应以检测值为准。

附录 E 山西省典型市县太阳能资源

E.0.1 山西省典型市县太阳能资源见表 E.0.1。

表 E.0.1 山西省各市县太阳能资源

序号	城市	太阳总辐射量 (kWh/m ² /年)	纬度 (北纬 N)	经度 (东经 E)
1	大同	1686.3	40.1	113.3
2	侯马	1296.3	35.6	111.3
3	介休	1627.9	37.0	111.9
4	晋城	1525.7	35.3	112.5
5	晋中	1627.9	37.7	112.8
6	离石	1627.9	37.5	111.1
7	临汾	1580.5	36.1	111.5
8	朔州	1624.3	39.1	111.9
9	太原	1627.9	37.8	112.6
10	忻州	1624.3	38.4	112.7
11	阳泉	1609.7	37.9	113.6
12	榆社	1627.9	37.1	113.0
13	原平	1624.3	38.8	112.7
14	运城	1511.1	35.0	111.1
15	长治	1627.9	36.2	113.1

附录 F 建筑气密性检测方法

F.1 检测方法

F.1.1 建筑气密性检测宜采用压差法。

F.1.2 压差法的检测应在 50Pa 和-50Pa 压差下测量建筑物换气量，通过计算换气次数量化近零能耗建筑外围护结构整体气密性能。

F.1.3 采用压差法检测时，宜同时采用红外热成像仪拍摄红外热像图，并确定建筑物的渗漏源。

F.1.4 建筑气密性能检测应按下列步骤进行：

- 1 将调速风机密封安装在房间的外门框中；
- 2 利用红外热像仪拍摄照片，确定建筑物渗漏源；
- 3 封堵地漏、风口等非围护结构渗漏源；
- 4 启动风机，使建筑物内外形成稳定压差；
- 5 测量建筑物的内外压差，当建筑物内外压差稳定在 50Pa 或 -50 Pa 时，测量记录空气流量，同时记录室内外空气温度、室外大气压。

F.1.5 建筑外围护结构整体气密性能的检测值应按下式处理：

- 1 换气次数应按下列公式计算：

$$N_{50}^{+} = L_{50}^{+}/V \quad (\text{F.1.5-1})$$

$$N_{50}^{-} = L_{50}^{-}/V \quad (\text{F.1.5-2})$$

式中： N_{50}^{+} 、 N_{50}^{-} ——室内外压差为 50Pa、-50 Pa 下房间的换气次数， h^{-1} ；

L_{50}^{+} 、 L_{50}^{-} ——室内外压差为 50Pa、-50 Pa 下空气流量的平均值， m^3/h ；

V ——被测房间或建筑换气体积， m^3 。

- 2 建筑或房间的换气次数应按下式计算：

$$N_{50} = (N_{50}^{+} + N_{50}^{-})/2 \quad (\text{F.1.5-3})$$

式中： N_{50} ——室内外压差为 50Pa 条件下，建筑或房间的换气次数， h^{-1} 。

F.1.6 居住建筑应以栋或典型户为对象进行气密性能检测，取测试结果的体积加权平均值作为整栋建筑的换气次数。

F.2 合格指标与判定方法

F.2.1 建筑气密性指标应符合本标准第 5 章中气密性指标的规定。

F.2.2 当检测结果符合本标准第 F.2.1 条的规定时，应判为合格。

附录 G 建筑基本信息表

G.0.1 近零能耗居住建筑的设计评价需填写表 G.0.1。

表 G.0.1 近零能耗居住建筑基本信息表（设计）

第一部分 项目基本信息				
1 项目名称			2 所在城市	
3 建筑类型	☐ 住宅 ☐ 商住楼的住宅部分 ☐ 住宅式公寓			
4 建筑面积 (m^2)			5 供暖/空调 面积 (m^2)	
6 窗墙比	东 南 西 北			
7 体形系数			8 建筑层数	地上 ____层; 地下 ____层
9 施工图出图 时间	年 月		10 开工日期	年 月
11 单位面积造价 (元/ m^2)			12 基准建筑 造价 (元/ m^2)	
13 增量成本分配 (%)	被动式技术	主动式技术	可再生能源	自控系统
14 增量成本来源	☐ 政府补贴和奖励(%) ☐ 社会支持(%) ☐ 自筹(%)			
15 联系人	姓名		邮箱	
	单位		电话	
第二部分 关键技术指标				
能效计算软件				
室内热湿环境	设计参数		冬季	夏季
	1 室内温度要求 ($^{\circ}\text{C}$)			
	2 室内相对湿度要求 (%)			

续表 G.0.1

能效指标	能效指标	设计值	基准值
	1 建筑能耗综合值 [kWh/(m ² ·a)]		
	2 供暖年耗热量 [kWh/(m ² ·a)]		
	3 供冷年耗冷量[kWh/(m ² ·a)]		
	4 建筑气密性		
	5 可再生能源利用率(%)		
围护结构	技术指标	设计值	基准值 (标准限值)
	1 屋面传热系数[(W/m ² ·K)]		
	2 外墙传热系数[(W/m ² ·K)]		
	3 地面/地下室顶板传热系数 [(W/m ² ·K)]		
	4 外挑楼板传热系数 [(W/m ² ·K)]		
	5 外窗传热系数[(W/m ² ·K)]		
	6 外窗太阳得热系数 SHGC		

G.0.2 近零能耗居住建筑的施工评价需填写表 G.0.2。

表 G.0.2 近零能耗居住建筑基本信息表(施工)

第一部分 项目基本信息			
1 项目名称		2 所在城市	
3 建筑类型	☐ 住宅 ☐ 商住楼的住宅部分 ☐ 住宅式公寓		
4 建筑面积 (m ²)		5 供暖/空调 面积(m ²)	
6 窗墙比	东 南 西 北		
7 体形系数		8 建筑层数	地上____层;地下____层

续表 G.0.2

9 施工图出图时间	年 月	10 开工日期	年 月
11 单位面积造价 (元/m ²)		12 基准建筑造价 (元/m ²)	
13 联系人	姓名		邮箱
	单位		电话
第二部分 关键技术指标			
高性能节能标识产品证书	产品	有	无
	1 门		
	2 窗		
	3 保温材料		
	4 照明灯具		
	5 冷热源机组		
	6 环控一体机		
	7 其他		
第三部分 施工技术文件			
技术文件名称		有	无
1 施工培训文件			
2 专项施工方案			
3 主材进场质量检查和验收文件			
4 隐蔽工程记录和影像资料			
5 建筑气密性测试报告			
6 新风热回收装置现场检测报告			

G.0.3 近零能耗居住建筑的运行评价需填写表 G.0.3。

表 G.0.3 近零能耗居住建筑基本信息表（运行）

第一部分 项目基本信息				
1 项目名称			2 所在城市	
3 建筑类型	☐ 住宅 ☐ 商住楼的住宅部分 ☐ 住宅式公寓			
4 建筑面积（m ² ）			5 供暖/空调面积（m ² ）	
6 窗墙比	东 南 西 北			
7 体形系数			8 建筑层数	地上____层；地下____层
9 施工图出图时间	年 月		10 开工日期	年 月
11 单位面积造价（元/m ² ）			12 基准建筑造价（元/m ² ）	
13 联系人	姓名		邮箱	
	单位		电话	
第二部分 检测报告				
室内热湿环境参数	检测项	测试值		设计值
	1 温度			
	2 湿度			
	3 热桥部位内表面温度			
	4 新风量			
	5 PM2.5			
	6 噪声			
	7 CO ₂			
	8 室内照度			
第三部分 能效指标运行值				
建筑能效指标		设计值		实测值
	1 建筑能耗综合值 [kWh/（m ² ·a）]			
	2 可再生能源利用率（%）			

附录 H 新风热回收装置热回收效率现场检测方法

H.1 检测方法

H.1.1 新风热回收装置效率检测应在系统实际运行状态下进行。

H.1.2 新风热回收装置性能现场检测应符合下列要求：

1 检测前应分别在进出热回收机组装置的新风管和排风管上布置有自动记录功能的温湿度测试仪器；

2 检测期间热回收机组的排风系统总风量和新风系统总风量比值应在 90%~100%，且风管风量的检测方法应按照现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 的有关规定进行；

3 检测应在系统稳定运行后进行，检测时间不宜少于 2h。

H.1.3 新风热回收装置效率可通过温度的交换效率、湿度的交换效率及焓的交换效率进行计算，且应按下式计算：

$$\eta = \frac{X_{xj} - X_{xc}}{X_{xj} - X_{pj}} \times 100\% \quad (\text{H.1.3})$$

式中： η ——交换效率[温度(℃)、湿度(%)、焓(H)]；

X_{xj} ——新风进风参数[温度(℃)、湿度(%)、焓(H)]；

X_{xc} ——新风出风参数[温度(℃)、湿度(%)、焓(H)]；

X_{pj} ——排风进风参数[温度(℃)、湿度(%)、焓(H)]。

H.2 合格指标与判定方法

H.2.1 新风热回收装置热回收性能应满足设计要求；当设计无规定时，应符合本标准 6.2.7 条的规定。

H.2.2 当检测结果符合本标准第 H.2.1 条的规定时，应判为合格。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文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

- 《住宅设计规范》GB 50096
《民用建筑热工设计规范》GB 50176
《屋面工程技术规范》GB 50345
《建筑环境通用规范》GB 55016
《空气过滤器》GB/T 14295
《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577
《热回收新风机组》GB/T 21087
《水（地）源热泵机组能效限定值及能效等级》GB 30721
《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26
《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346
山西省《居住建筑节能设计标准》DBJ04-242
山西省《建筑保温与外墙装饰防火设计指南》DBJ04/T 419

山西省住房和城乡建设厅信息公开
浏览专用

山西省工程建设地方标准

近零能耗居住建筑技术标准

DBJ04/T 459—2023

条文说明

制定说明

《近零能耗居住建筑技术标准》DBJ04/T 459—2023，经山西省住房和城乡建设厅公告批准、发布。

本标准制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了既有近零能耗居住建筑的工程经验，同时参考了省内外先进技术法规、技术标准。

为便于广大建设、设计、施工、科研等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《近零能耗居住建筑技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行过程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	59
2	术语	61
3	基本规定	62
4	室内环境参数	63
5	能效指标	64
6	技术参数	65
6.1	围护结构	65
6.2	能源设备和系统	65
7	技术措施	67
7.1	设计	67
7.2	施工质量控制	88
7.3	运行与管理	95
8	评价	98
8.2	评价方法与判定	98

山西省住房和城乡建设厅信息公开
浏览专用

1 总 则

1.0.1 建筑节能是推进新型城镇化、建设生态文明、全面建成小康社会的重要举措。在实施碳达峰、碳中和国家战略背景下，建筑能效提升对降低建筑碳排放具有重要意义。建筑能效提升的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，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。

2021 年，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于推动城乡建设绿色发展的意见》，提出到 2025 年城乡建设绿色发展体制机制和政策体系基本建立，到 2035 年城乡建设全面实现绿色发展，城市和乡村品质全面提升，美丽中国建设目标基本实现等。《意见》提出建设高品质绿色建筑，大力推广超低能耗、近零能耗建筑，发展零碳建筑；实现工程建设全过程绿色建造。

同年，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》，对碳达峰碳中和工作作出系统谋划，为做好碳达峰、碳中和工作提供了根本遵循。《意见》提出大力发展节能低碳建筑，加快推进超低能耗、近零能耗、低碳建筑规模化发展。

2022 年 3 月 11 日，住房和城乡建设部印发《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，提出到 2025 年，完成既有建筑节能改造面积 3.5 亿平方米以上，建设超低能耗、近零能耗建筑 0.5 亿平方米以上。

近零能耗居住建筑节能设计是以控制建筑能效指标为导向，采用性能化设计方法进行设计，以更少的能源消耗提供更加舒适的室内环境。优势主要表现在：更加节能，建筑物全年供暖供冷需求及

一次能源消耗显著降低，建筑节能率达到 90%以上；更加舒适，保证了建筑室内适宜的温湿度、良好的空气质量、安静的室内环境；更高的建筑质量，更长的使用寿命。

为了建立符合山西省情的近零能耗居住建筑技术及标准体系，更好地指导山西省近零能耗居住建筑的推广，依据国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350—2019，编制组经广泛调查研究，总结工程经验，结合山西省实际情况，制定了山西省工程建设地方标准《近零能耗居住建筑技术标准》，为我省近零能耗居住建筑的建设提供技术支撑指导。

1.0.2 本标准中近零能耗居住建筑类型包括住宅、老年人住宅、商住楼等综合建筑中的住宅部分等住宅类建筑。近零能耗居住建筑中的非住宅类建筑的相关要求参照现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350—2019 中公共建筑的相关规定。

2 术 语

2.0.1 近零能耗居住建筑是以能耗为控制目标，首先通过被动式技术手段，最大幅度降低建筑供暖供冷需求，最大幅度提高能源设备与系统效率，在此基础上利用可再生能源，优化能源系统运行，以最少的能源消耗提供舒适室内环境，且室内环境参数和能效指标满足本标准要求的建筑物。近零能耗居住建筑根据能效指标高低可分为：零能耗居住建筑、近零能耗居住建筑以及超低能耗居住建筑。

2.0.2 零能耗居住建筑是充分利用建筑本体和周边的可再生能源资源，使可再生能源年产能大于或等于建筑全年全部用能的居住建筑。除可再生能源产能量增加以外，其室内环境参数、建筑围护结构、能源设备与系统效率等能效提升要求与近零能耗居住建筑均一致。

2.0.3 超低能耗居住建筑是近零能耗居住建筑中能效指标较低的建筑，是实现近零能耗居住建筑的预备阶段，其除节能水平外，均满足近零能耗居住建筑要求，是现阶段不借助可再生能源，依靠建筑技术的优化利用可以实现的目标。

2.0.6、2.0.7 反映了建筑物自身的冷热需求水平，包括处理新风所需的冷热需求。体现建筑围护结构的综合保温性能。针对居住建筑，该指标为约束性指标。

2.0.8 建筑能耗综合值为换算到标准煤当量的建筑能源消耗量，体现建筑对化石能源的消耗和对环境的影响程度，能耗范围为供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯的终端能耗，计算中将上述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，相应计算方法见本标准附录 A。

2.0.9 充分利用可再生能源是实现近零能耗的重要手段之一，考虑到建筑自身特性和所在地自然资源的差别，可再生能源利用的形式多种多样，强调因地制宜。本标准中的可再生能源利用率包含的能源类型范围有所扩大，相应计算方法见本标准附录 A 能效指标计算方法。

3 基本规定

3.0.1 要想实现建筑的近零能耗，综合国内外发展经验，需通过建筑被动式设计、主动式高性能能源系统来最大限度减少化石能源消耗。

1 被动式设计。建筑节能必须立足于建筑对环境的适应和调控能力，需以环境为基础，引入被动式设计，积极考虑建筑周围的环境与气候特征，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，使建筑本身与周围环境相融合，形成良性循环系统。

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、照明及电气系统。

3 通过可再生能源系统的使用对建筑能源消耗进行平衡和替代。充分挖掘建筑本体、周边地区的新能源应用潜力，对能耗进行平衡和替代。如建筑节能目标为实现零能耗，但难以通过本体和周边区域的新能源应用达到能耗控制目标的，也可通过外购可再生能源达到零能耗建筑目标，但需以建筑本身能效水平已经达到近零能耗为前提。

3.0.2、3.0.4 不同于现行节能建筑设计标准，近零能耗居住建筑以室内环境参数及能效指标为控制目标，建筑设计达标判定不再具体以建筑体形系数、窗墙比等的取值为依据。

近零能耗居住建筑应采用更加严格的施工质量标准，保证精细化施工，并进行全过程质量控制。

3.0.6 近零能耗建筑的施工标准普遍高于普通建筑，各个细部节点需要更专业化的施工水平。近零能耗建筑的施工不同于传统做法，施工工艺更加复杂，对施工程序和质量的要求也更加严格，需要选择施工经验丰富、技术能力强的专业队伍承担，因此施工前应对相关人员进行专项培训。

4 室内环境参数

4.0.1 ~ 4.0.3 “主要房间”是指建筑中人员长期停留的房间，包括卧室、起居室等，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 $30\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$ 。

近零能耗居住建筑的室内允许噪声级是根据《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。设计过程中应计算外墙、楼板、分户墙、门窗的隔声性能，验证建筑室内的声环境是否满足要求。

由于近零能耗建筑具有很好的气密性，所以能够有效避免冬季由于冷风渗透造成的室内空气相对湿度的降低。表 4.0.1 中所列冬季室内湿度为舒适度要求，不参与设备选型和能效指标的计算。

部分严寒地区全年温度高于 28°C 的小时数仅占全年时刻比例的 10% （即过热小时数 $\leq 10\%$ ）。在这些地区开展近零能耗建筑，近零能耗建筑使用的被动式技术能够很好地保证夏季室内拥有良好的室内环境。

5 能效指标

5.0.1 ~ 5.0.3 山西省涵盖严寒（C）、寒冷（A）、寒冷（B）三个热工分区，根据实际气候及资源情况，参照现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 并结合典型案例计算确定指标数值。

6 技术参数

6.1 围护结构

6.1.1 ~ 6.1.4 山西省涵盖严寒（C）、寒冷（A）、寒冷（B）三个热工分区，根据实际气候及资源情况，参照现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 并结合典型案例计算确定指标数值。

6.2 能源设备和系统

6.2.1 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《房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB 21455 中能效等级一级的要求。

6.2.2 采用户式燃气供暖热水炉作为供暖热源时，所应用的户式燃气供暖热水炉的热效率应参考国家标准《家用燃气快速热水器和燃气供暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665 中第一级的要求。

6.2.3 空气源热泵有热风型和热水型两种机组。在冬季寒冷、潮湿的地区使用空气源热泵作为供暖热源时，必须考虑室外温度过低导致的机组有效制热量的降低。此条款中设计状态下的 COP ，是已经考虑室外温、湿度及结、除霜工况对机组制热性能修正后的结果。

6.2.4 目前，主流厂家的多联式空调（热泵）机组制冷综合性能系数 $IPLV(C)$ 已超过国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 中的要求，其值均超过 6.0。同时，国家标准《多联式空调（热泵）机组》GB/T 18837 采用机组能源效率等级指标（ APF ）进行机组性能评核。因此，在对多联式空调（热泵）机组效率进行评定时，制冷综合性能系数 $IPLV(C)$ 或机组能源效率等级指标（ APF ）两项符合一项即可。

6.2.5 本条参照山西省现行《居住建筑节能设计标准》中第 5.2.1 条。

6.2.6 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 ）和综合部分负荷性能

系数 (IPLV) 参考国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 中一级能效等级的规定。

6.2.7、6.2.8 新风《热回收新风机组》GB/T 21087 热回收装置在规定工况下的交换效率,应符合现行国家标准的规定。

本条规定了近零能耗居住建筑使用的热回收装置的显热交换效率、全热交换效率及风机的用电水平,从而满足近零能耗居住建筑对能源需求的限制。本条中的数据测试于实验室工况下,为热回收装置的额定效率。

严寒和寒冷地区,冬季采用全热回收装置有利于保持房间湿度、降低排风结霜风险等。

近零能耗建筑在采用被动式建造技术及高性能的围护结构后,导致建筑供热供冷需求下降;但同时近零能耗建筑气密性的提升导致通风能耗占比提高。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,德国被动房研究所给出的建议值不高于 $0.45 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 。本标准新风系统的单位风量耗功率参照国家《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 确定。

6.2.9 新风机组热回收系统应设置空气净化装置,其等级应满足《空气过滤器》GB/T 14295 中的相关效率要求。

7 技术措施

7.1 设计

I 性能化设计

7.1.1 协同设计，首先需要设立设计协调人的角色来协调整个设计进程，建筑、各专业、成本、业主、建设方形成一个协同设计工作小组，对整个项目进行全面把控。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，应由使用者代表、社区代表、政府代表、分系统分包商、物业运营人员代表、供应商、房地产经纪公司、绿色建筑专家、建筑模拟专家等组成相关方小组，共享项目设计进度信息，提供设计信息输入。

7.1.2 区别于传统建筑节能的指令性（规定性）设计方法，近零能耗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，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 1。

表 1 性能化设计与指令式设计的差异

性能化设计	指令式设计
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
所提供的措施只要是能证明合适的，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

7.1.4 不同于传统设计方法，性能化设计方法以定量分析为基础，再通过关键指标参数的敏感性分析，获得对于不同设计策略的定量评价，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。被动式设计的建筑关键参数包括窗墙比、保温性能与厚度参数、遮阳性能参数、外窗导热性能和透光性能参数等；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，要考虑建筑全寿命周期成本，综合平衡初投资和运行费用及其他外部效益。

II 规划与建筑方案设计

7.1.5、7.1.6 建筑总体规划应根据周围环境和场地条件，通过应用日照分析软件和风（热）环境模拟分析软件，对建筑布局、建筑间距、建筑形体和朝向等进行优化设计。我省所处严寒和寒冷地区的气候条件差异很大，应依据所在地区的气候条件进行综合分析，争取良好朝向。对于建筑冬季供暖，不仅满足国家标准规定的日照要求，还要最大限度地利用日照，使得建筑获得太阳辐射热量，减少建筑耗热量；避开冬季主导风向，在建筑迎风面尽量少开门窗洞口或其他孔洞，减少作用在围护结构外表面的冷风渗透，减少建筑物外表面热损失，以达到节约供热的目的。建筑朝向尽量避免东西向日晒，对夏季节约空调供冷和过渡季通风散热是非常有利的。

7.1.7 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，只有在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。

III 围护结构

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

条文中所说的外保温系统包含复合保温系统。近零能耗居住建筑外墙的传热系数较小,导致其有机类保温材料的厚度大幅增加,因此必须在设计时加强防火方面的技术措施。

7.1.11 对于外墙外保温系统,保温层厚度增加,会影响固定的可靠性及耐久,外饰面的种类也受到限制;在目前建筑面积核算标准下,保温层厚度增加也会占据更多的有效室内使用面积。因此,保温材料选择时,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,减少保温层厚度。

7.1.12 冬季供暖建筑室内温湿度通常高于室外环境,外围护结构受到室内热湿作用,热量和水蒸气经围护结构流向室外。若围护结构内侧构造层为蒸汽渗透系数较大的材料,当建筑室内外存在水蒸气分压力差时,室内水蒸气会进入围护结构内部,如果围护结构外侧有卷材或其他密闭防水层的屋面结构,以及保温层外侧有密实保护层或蒸汽渗透系数较小的围护结构的阻碍,水蒸气无法穿透围护结构,内部可能出现湿积累问题,会发生冷凝受潮现象,故应进行屋面、外墙的内部冷凝验算,对围护结构进行内表面结露验算。

7.1.14 建筑体形系数越小,外围护结构的传热损失越小,从降低能耗角度出发,应根据建筑特点将体形系数控制在合适水平。

外窗和屋面透光部分的传热系数远大于外墙,窗墙面积比越大,越不利于建筑节能。因此,在近零能耗建筑设计时,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。

7.1.15 近零能耗建筑保温隔热应优先选用高性能保温隔热材料,降低保温隔热层厚度。对屋面保温隔热材料,除满足更高性能外,保温材料应具有较低的吸水率和吸湿率,上人屋面应根据设计荷载选

择满足抗压强度或压缩强度的保温材料。

近零能耗建筑应选择保温隔热性能较好的外窗系统。外窗是影响近零能耗建筑节能效果的关键部件。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、截面面积及开启方式等。应结合建筑功能和使用特点,通过性能化设计方法进行外窗系统的优化设计和选择。

外门窗配置应符合下列规定:

- 1 外窗宜采用三玻双中空或真空玻璃内平开窗;
- 2 外门窗型材应采用 PVC 塑料、断桥铝、木材及铝木复合等保温性能好的材料,中空玻璃隔条应采用玻璃暖边间隔条;
- 3 玻璃配置应考虑玻璃层数、Low-E 膜层、真空层、惰性气体、边部密封构造、暖边间隔条等加强玻璃保温隔热性能的措施;
- 4 门窗系统的选择可参考本标准附录 D。

7.1.17 山西省热工气候分区为严寒、寒冷地区,供暖能耗在全年建筑总能耗中占主导地位,太阳辐射可降低冬季供暖能耗,但也会增加夏季供冷能耗。因此,合理利用太阳辐射:供暖能耗大的严寒地区南向外窗宜考虑遮阳措施,而供暖能耗相对较小的寒冷地区的东、西、南向的外窗均应考虑遮阳措施。

7.1.18 本条文主要规定建筑遮阳措施不应影响供暖房间冬季的太阳辐射得热。我省地跨寒冷地区和严寒地区,建筑遮阳应能遮挡夏季太阳辐射和透过冬季太阳辐射。建筑门窗洞口的遮阳构件或装置,应具有按太阳辐射季节性变化调节遮阳效果的作用,一般应采取活动式建筑遮阳或采用固定式百叶遮阳等遮阳措施,这两种措施均能实现冬季遮阳系数大、夏季遮阳系数小的要求,适应季节性的变化。

7.1.19 近零能耗居住建筑旨在营造舒适健康的室内环境。建筑设计除考虑围护结构和设备节能以外,对室内装饰装修材料的要求则更高,尤其在材料选择上,应严格控制有害物质含量,积极采用绿色环保无污染的产品。

IV 热桥处理

7.1.20 近零能耗居住建筑的热桥有结构性热桥和系统性热桥,应严

格控制热桥的产生，对建筑外围护结构进行无热桥的专项设计。外墙、屋面、地下室外墙和地面等易产生结构性热桥的部位，应重点处理。对于外保温的系统性热桥，应在保证外保温系统安全的前提下，减少和主体的拉结。

7.1.21 本条是对外墙进行热桥处理时做出的规定。

前四款是对外墙保温做出的规定，后两款是对在墙上固定支架、管道穿墙做出的规定。

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处理，可按图 1 设计。

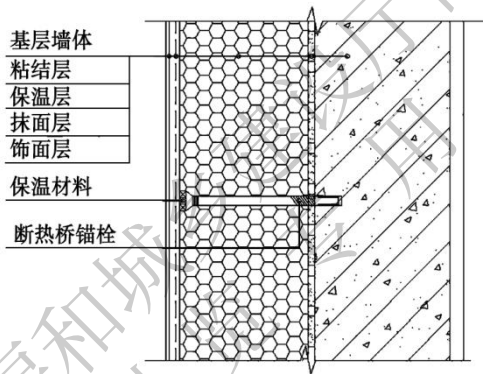


图 1 断热锚栓安装做法

以最常见的悬挑空调板为例，可按图 2 设计。

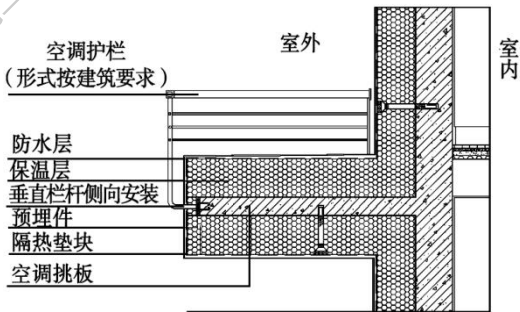


图 2 空调支架安装方法

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

7.1.22 本条是对屋面进行热桥处理时做出的规定。

屋面保温做法可按图 3 设计。女儿墙保温做法可按图 4 设计。排气管出屋面可按图 5 设计。落水管可按图 6 设计。

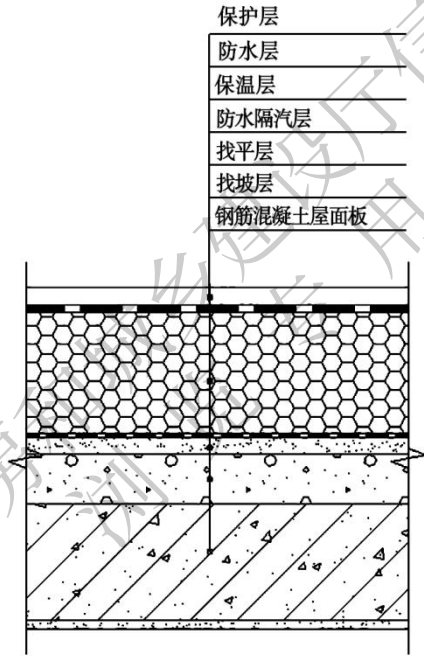


图 3 屋面保温构造做法

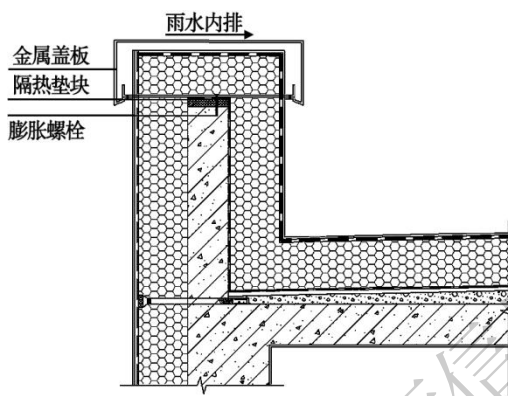


图 4 突出屋面女儿墙及盖板保温构造做法

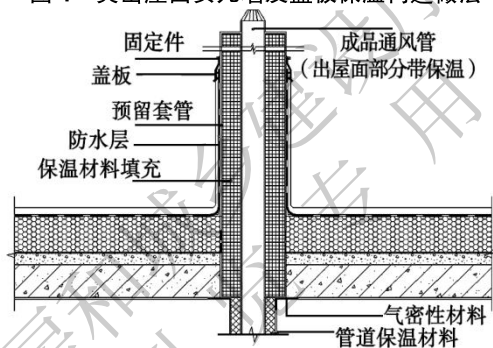


图 5 出屋面管道保温构造做法

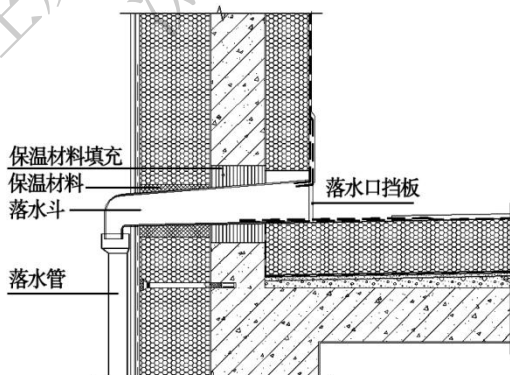


图 6 落水管处做法

7.1.23 本条是对地下室和地面进行减少热桥设计时做出的规定,此处的地下室包含半地下室的情况。地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层连续,并应采用防水性能好的保温材料,如挤塑聚苯板。

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

V 建筑气密性

7.1.28 建筑气密性能对于实现近零能耗目标非常重要。良好的气密性可以减少冬季冷风渗透,降低夏季非受控通风导致的供冷需求增加,避免湿气侵入造成的建筑发霉、结露和损坏,减少室外噪声和空气污染等不良因素对室内环境的影响,提高居住者的生活品质。因此,建筑气密层应连续并包围整个外围护结构,如图 7 所示。

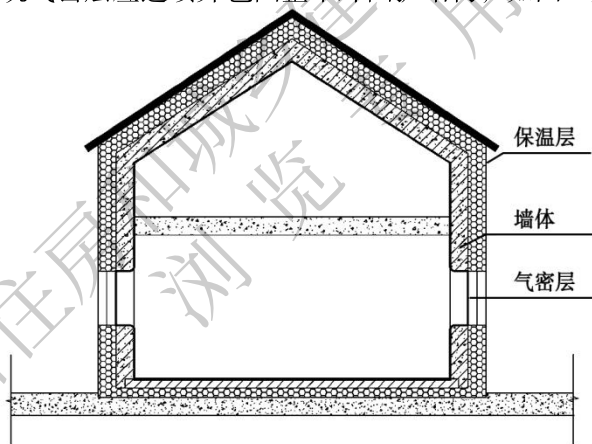


图 7 气密层标注示意图

7.1.32 围护结构洞口、电线盒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。电线盒气密性处理可按图 8 设计。

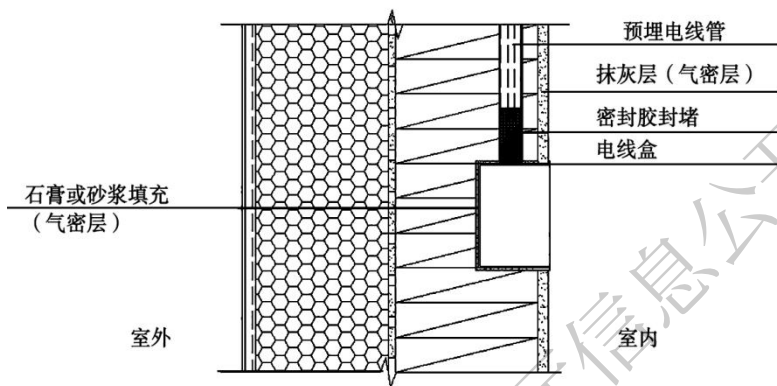


图 8 电线盒气密性处理示意图

VI 供热供冷系统

7.1.34 供热供冷系统的选择对能耗和投资有显著影响。系统优化是一个多变量的非线性规划问题，具有多目标、多准则的特性，需要对冷热源类型和与其搭配的末端组合进行综合评判。因此，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，综合分析各影响因素间的相对关系，进行供暖供冷系统方案比选。可供的优选方法包括方案比较法、灰色物元法、层次分析法等。具体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。

应对供热供冷系统进行性能参数优化设计，性能参数优化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，需要平衡好机组性能系数提高带来的系统初投资和能耗及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。

1 供热供冷系统应优先利用可再生能源，减少化石能源的使用。为加强能源梯级利用，更好地利用能源品位，宜按不同资源条件和用能对象建设一体化集成系统，实现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。

2 随着建筑冷热源系统输入能量变小,从集中系统转向更为灵活、分散的系统形式,更有利于分区调节和降低运行能耗。从技术适应性出发,条款 2、3 条给出了严寒和寒冷地区典型的供冷供热推荐系统,供设计人员参考使用。

4 在我省太阳能资源丰富的地区积极采用光伏发电技术,可直接进一步降低建筑能源消耗。

7.1.35 采用高效等级设备产品有很好的节能效果,机组能效等级不宜低于本标准建议值。另外,关注设备能效的同时,需要注意提高系统能效,实现真正的节能。

系统设计时应考虑利用自然冷源,进一步降低近零能耗建筑的供冷供热量。如在合适条件下,利用室外冷空气或地下冷水满足室内供冷需求。

如采用天然气热电联供相比于直接燃烧供热有更高的综合能源效率,以及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。

应优先采用太阳能热水系统,满足生活热水需求。

7.1.37 应根据建筑冷热负荷特征,对其新风再热和除湿问题进行专项设计,选取更节能的技术方案及措施。近零能耗建筑热湿出现变化,采用传统冷冻除湿方法进行新风处理,可能导致送风度过低,需要对新风进行再热处理,因而导致能耗增加,因此需要优化确定。除冷冻除湿外,还包括液体除湿、固体吸附式除湿、转轮除湿等方式。

VII 新风热回收及通风系统

7.1.38 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,进一步降低供暖供冷需求,是实现近零能耗目标的必要技术措施。

工程中应对卫生间排风有回收后排放和直接排放两种方式,设计时应根据卫生间排风的使用时间、对节能的量化分析和热回收装置结构特点,综合考虑确定。

7.1.39 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。设计时应选用高效热回收率的装置。

严寒和寒冷地区，全热回收装置和显热回收装置节能效果相当，显热回收具有更好的经济性，但全热回收装置有利于降低冬季结霜的风险，并有助于夏季室内湿度控制。因此，热回收装置的类型应根据地区气候特点，结合工程的具体情况综合考虑确定。新风热回收效率不应低于本标准的技术指标要求。

7.1.40 居住建筑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，按用户需求进行供应。设计中也可根据户型面积、房屋产权及管理形式进行合理设计。

7.1.41 由于近零能耗居住建筑具有良好的建筑气密性，在关闭门窗的情况下，已不能通过房屋空气渗透得到足够的新鲜空气，加之近零能耗居住建筑能效指标控制严格，在供暖季和供冷季，除非特殊情况，一般不允许开窗通风。因此，排风量比新风量略小，是考虑维持室内的微正压。

7.1.42 只有减少的新风处理能耗低于自身运行能耗时，新风热回收装置才经济节能。设置旁通管，可以根据最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置的开启，降低能耗。

7.1.43 在新风热回收系统设置低阻高效的空气净化装置，当室外空气质量不理想时，不仅为室内提供更加洁净的新鲜空气，也可有效降低室外污染天气对室内空气品质的影响；同时也可缓解热回收装置因积尘造成的换热效率下降。空气净化效率应满足本标准第 6.2.9 条的要求。

7.1.44 当室外环境温度低于 -10°C 时，应在机组外部或内部采取预热措施预热新风，以保证空调系统内设备防冻或运行可靠。

7.1.45 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 $0.01 \sim 0.02$ 的坡度。为了保证建筑整体无热桥及建筑气密性

设计,管道穿具有气密要求的建筑外墙时应做无热桥及气密处理。

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

7.1.47 为防止室外空气渗透,在新风和排风管路中应设置密闭阀门,安装位置应尽量靠近外墙。

7.1.48 由于近零能耗居住建筑的密闭性好、厨房排烟系统风量大,如不采取补风措施,室内将形成较大的负压,影响房门开启以及空调系统、卫生排水系统等正常运行,严重时还可能从排水系统中反味,因此应设置独立的补风系统,或考虑设置补风措施,但须处理好油烟系统不开启时的防漏风、防“热桥”问题及补风系统开启时补风管的保温及防结露问题。厨房排风不宜进行排风热回收,宜直接排出室外。

7.1.49 本条规定了卫生间通风的要点:

1 住宅卫生间污染源较集中,为保证室内空气的清洁、健康要求,卫生间宜设置独立的排风设施,排风设施主要包括:竖向排风道、排风设备及控制装置;

2 根据现行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 标准的规定,确定卫生间换气次数不宜少于 3 次/h;排风竖井内风速以 1m/s~2m/s 为宜,排风竖井排风量按照每个卫生间排风量总和的 60%~80%计算,层数多时取小值,层数少时取大值;

3 对于住宅卫生间,风道安装时宜设置向卫生间方向的坡度,一般住宅卫生间兼作淋浴间,内部经常会有大量水蒸气产生,排风系统管道内经常会有大量凝结水产生,设置一定坡度有利于管道内凝结水的排除。

VIII 照明与电梯

7.1.52 在选用高效节能光源和灯具降低照明能耗的同时,其光源颜色应满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的要求。

7.1.53 电梯能耗是建筑能耗的重要组成部分。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,提高电梯运行效率。

IX 可再生能源的应用

7.1.54 根据《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015, 可再生能源应用系统包括太阳能系统、地源热泵系统和空气源热泵系统。在进行近零能耗居住建筑设计时, 应在对当地环境资源条件、气候类型、实际需求的分析与技术经济比较的基础上, 结合国家与地方的引导与优惠政策, 充分利用可再生能源, 并做到全年综合利用。

7.1.56 可再生能源的热泵利用, 其具体形式的选用, 要充分分析当地资源条件, 根据系统末端需求, 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。

地源热泵系统、空气源热泵系统的应用与项目所在地的资源条件密切相关, 应根据资源禀赋选择适用、高效的热泵系统形式。从节能环保的角度出发, 地源热泵、空气源热泵系统的应用, 若一次能源利用率低于项目可用常规能源一次能源利用率, 无法取得节能减排效果。

7.1.57 设计太阳能系统时的要求。

1 山西省住房和城乡建设厅文件《关于加快推进太阳能光热建筑应用的通知》(晋建科字〔2011〕132号)中, 要求在新设计的12层及以下的居住建筑、高层居住建筑的逆12层和有生活热水需求的学校宿舍等公共建筑强行推广应用太阳能热水系统。

2 当具备条件时, 近零能耗居住建筑应积极采用太阳能光伏发电系统, 解决家用电器、照明等用电, 有效减少电能损耗。太阳能应用一体化系统安装在建筑屋面、建筑立面、阳台或建筑其他部位, 不得影响该部位的建筑功能。太阳能应用一体化构件作为建筑围护结构时, 其传热系数、气密性、遮阳系数等热工性能应满足本标准的规定。太阳能与建筑一体化系统设计时, 除做好光热、光伏部件与建筑结合外, 应符合国家现行相关标准的规定, 保证系统应用的安全性、可靠性和节能效益。现行国家标准包括: 《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368、《民用建筑太阳能热水系统应用技术规程》GB 50364、《光伏系统并网技术要求》GB/T 19939、《光伏发电系统接入配电网技术规定》GB/T 29319、《分布式电源并网

技术要求》GB/T 33593、《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《光伏电站接入电网技术规定》Q/GDW 617 等。

3 由于建筑物的供暖负荷远大于热水负荷，为了得到更大的节能效益，在太阳能资源较丰富的地区，宜采用太阳能热水供热供暖技术或主被动结合的空气供暖技术。

太阳能热水供热供暖技术采用水或其他液体作为传热介质，输送和蓄热所需空间小，与水箱等蓄热装置的结合较容易，与锅炉辅助热源的配合也较成熟，不但可以直接供应生活热水，还可与目前成熟的供暖系统如散热器供暖、风机盘管供暖和地面辐射供暖等配套应用，在辅助热源的帮助下可以保证建筑全天候都具备舒适的热环境。但是，采用水或其他液体作为传热介质也为系统带来了一些弊端，首先，系统如果因为保养不善或冻结等原因发生漏水时，不但会影响系统正常运行，还会给居民的财产和生活带来损失；其次，系统在非供暖季往往会出现过热现象，需要采取措施防止过热发生；系统传热介质工作温度较高，集热器效率较低，系统造价较高。

与热水供热供暖系统相比，空气供暖系统的优点是系统不会出现漏水、冻结、过热等隐患，太阳得热可直接用于热风供暖，省去了利用水作为热媒必需的散热装置，系统控制使用方便，可与建筑围护结构和被动式太阳能建筑技术很好结合，基本不需要维护保养，系统即使出现故障也不会带来太大的危害。此外，由于采用空气供暖，热媒温度不要求太高，对集热装置的要求也可以降低，可以对建筑围护结构进行相关改造使其成为集热部件，降低系统造价。

4 本条对太阳能系统的安全性提出了要求。

太阳能热利用或太阳能光伏发电系统及其构件应满足结构安全要求，包括结构设计应为太阳能系统安装埋设预埋件或其他连接件；连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。太阳能集热器的支撑结构应满足太阳能集热器运行状态的最大荷载和作用。此外，与电气及防火安全相关的内容应满足电气和防火工程建设强制性规范的要求，比如太阳能热水、空调系统中所使用的电气设备都应装设短路保护和接地故障保护装置。

太阳能集热器和光伏电池板可用于替代围护结构构件，但必须满足其相应的安全性能和功能性要求。例如，直接构成阳台栏杆时，应符合强度及高度的防护要求。根据人体重心和心理因素而定，阳台栏杆应随建筑高度而增高，如低层、多层居住建筑的阳台栏杆不应低于 1.05m，中、高层及高层居住建筑的阳台栏杆不应低于 1.10m。

建筑设计时应考虑安装在太阳能集热器或光伏电池板的墙面、阳台或挑檐等部位，为防止集热器或光伏电池板损坏而掉下伤人，应采取必要的技术措施，如设置挑檐、入口处设雨篷或进行绿化种植等，使人不易靠近。集热器或光伏电池板下部的杆件和顶部的高度也应满足相应的要求。

5 安全性能是太阳能热利用系统各项技术性能中最重要的一项，对于太阳能热水系统，应特别强调内置加热系统必须带有保证使用安全的装置。对于太阳能供暖系统，大部分使用太阳能供暖系统的地区，冬季最低温度低于 0℃，安装在室外的集热系统可能发生冻结，使系统不能运行甚至破坏管路、部件；即使考虑了系统的全年综合利用，也有可能因其他偶发因素，如住户外出度长假等造成用热负荷量大幅度减少，从而发生系统的过热现象；过热现象分为水箱过热和集热系统过热两种；水箱过热是当用户负荷突然减少，例如长期无人用水时，储热水箱中热水温度会过高，甚至沸腾而有烫伤危险，产生的蒸汽会堵塞管道或将水箱和管道挤裂；集热系统过热是系统循环泵发生故障、关闭或停电时导致集热系统中的温度过高，而对集热器和管路系统造成损坏，例如集热系统中防冻液的温度高于 115℃后具有强烈腐蚀性，对系统部件会造成损坏等。因此，在太阳能集热系统中应设置防过热安全防护措施和防冻措施。

可靠性能强调了太阳能热利用系统应有抗击各种自然条件的能力，强风、冰雹、雷击、地震等恶劣自然条件也可能对室外安装的太阳能集热系统造成破坏；如果用电作为辅助热源，还会有电气安全问题；所有这些可能危及人身安全的因素，都必须在设计之初就认真对待，设置相应的技术措施加以防范。

当发生系统过热安全阀须开启时，系统中的高温水或蒸汽会通

过安全阀外泄，安全阀的设置位置不当，或没有配备相应措施，有可能会危及周围人员的人身安全，须在设计时着重考虑。例如，可将安全阀设置在已引入设备机房的系统管路上，并通过管路将外泄高温水或蒸汽排至机房地漏；安全阀只能在室外系统管路上设置时，通过管路将外泄高温水或蒸汽排至就近的雨水口等。

如果安全阀的开启压力大于与系统可耐受的最高工作温度对应的饱和蒸汽压力，系统可能会因工作压力过高受到破坏；而开启压力小于与系统可耐受的最高工作温度对应的饱和蒸汽压力，则使本来仍可正常运行的系统停止工作，所以，安全阀的开启压力应与系统可耐受的最高工作温度对应的饱和蒸汽压力一致，既保证了系统的安全性，又保证系统的稳定正常运行。

6 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。

为保证太阳能热利用系统能够安全、稳定、高效地工作运行，并维持一定的使用寿命，必须保证系统中所采用设备和产品的性能质量。太阳能集热器是太阳能热利用系统中的关键设备，其性能、质量直接影响着系统的效益。

我国目前有两大类太阳能集热器产品——平板型太阳能集热器和真空管型太阳能集热器，已发布实施的两个国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424 和《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581，分别对其产品性能质量做出了合格性指标规定。其中对热性能的要求，以太阳能供暖为例，凡是合格产品，在我国大部分供暖地区环境资源条件和冬季供暖运行工况时的集热效率可以达到 40% 左右，从而保证系统能够获得较好的预期效益；此外，标准对太阳能集热器产品的安全性等重要指标也有规定。因此，要求在太阳能热利用系统中使用的产品必须符合现行国家标准的规定。

太阳能集热器的性能质量是由具有相应资质的国家级产品质量监督检验中心检测得出的，在进行系统设计时，应根据供货企业

提供的太阳能集热器全性能检测报告，作为评价产品是否合格的依据。

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低；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；而只有降低费效比，才能提高太阳能热利用系统的市场竞争力。目前我国较好企业生产的产品，已经有使用 15 年仍正常工作的实例，因此，本条规定产品的正常使用寿命不应少于 15 年。

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。衰减率的定义是：光伏电池组件运行一段时间后，在标准测试条件下（AM1.5、组件温度 25℃、辐照度 1000W/m²）最大输出功率与投产运行初始最大输出功率的比值。

7 集热系统效率是衡量太阳能集热系统将太阳能转化为热能的重要指标，受集热器产品热性能、蓄热容积和系统控制措施等诸多因素影响。如果没有做到优化设计，就会导致不能充分发挥集热器的性能，造成系统效率过低，从而既浪费宝贵的安装空间，又制约系统的预期效益。在世界各国与绿色或生态标识认证制度相关联的一些标准中，都会对太阳能热利用系统的热性能提出具体的指标性要求，因此，为“促进能源资源节约利用”，提高系统效益，必须对集热系统效率提出要求。

本条规定的太阳能集热系统效率值：针对热水系统，参照了现行国家标准《太阳能热水系统性能评定规范》GB/T 20095 中关于热水工程的性能指标；针对供暖和空调系统，则根据典型地区冬夏季期间的室外平均温度、太阳辐照度、系统工作温度等参数，参照集热器现行国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424、《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 中合格产品集热器的性能限值进行模拟计算，并参考数十项实际工程的检测结果而综合确定。

设计人员在完成太阳能集热系统设计后，应根据相关参数模拟

计算集热系统效率,并判定计算结果是否符合本条规定;不符合时,应对原设计进行修正。

8 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,类似方针政策在世界其他国家也多有实施。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。

通常电站光伏系统的装机容量,是在太阳辐照度 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 、环境温度 25°C 、大气质量为 AM1.5 的条件下得出的,与系统实际运行条件相差甚远,对于建筑而言,采用光伏发电系统的目的是减少建筑的用电需求,光伏发电系统在实际工作条件下的年发电量更有意义,该数值可以计算得出。可利用相关的软件进行逐时计算,给出系统年发电总量,计算时相关的参数设置应与设计条件相符。

为保证在建筑上安装的分布式太阳能光伏发电系统的自身安全,以及不影响建筑物的关联功能,做此条规定。光伏组件在工作时自身温度会升高,可达 70°C 以上,会对围护结构、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。

7.1.58 设计空气源热泵系统时的要求。

1 空气源热泵机组的制热量会受到空气温度、湿度和机组本身融霜特性的影响,在设计工况下的制热量通常采用下式进行计算:

$$Q=q \times k_1 \times k_2$$

式中: Q —— 机组制冷热量 (kW);

q —— 产品样本中的制热量 (标准工况: 室外空气干球温度

7℃，湿球温度 6℃) (kW)；

k_1 ——使用地区室外空气调节计算干球温度修正系数；

k_2 ——机组融霜修正系数。

此外，采用空气源多联式空调（热泵）机组时，连接管长度和高差增加带来的压力变化导致制热运行时冷凝温度降低、制热量减小、能效比降低、制冷剂沉积与闪发，由此会引起系统性能衰减和影响安全、稳定运行，故需考虑管长和高差修正。

2 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。

3 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，为保障正常使用设备，做此条规定。

当空气源热泵系统以供暖为主时，应以供暖热负荷选择系统热源。空气源热泵的平衡点温度是该机组的有效制热量与建筑物耗热量相等时的室外温度，当这个温度比建筑物的冬季室外计算温度高时，就必须设置辅助热源。应根据不同地区的实际条件，进行技术经济比较确定空气源热泵机组和辅助热源承担热负荷的合理比例。

7.1.59 设计地热利用系统时的要求。

1 国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 中对于“地源热泵系统”定义为：“以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。”

如果地源热泵系统采用地下埋管式换热器，要进行土壤温度平

衡模拟计算，应注意并进行长期应用后土壤温度变化趋势的预测，以避免长期应用后土壤温度发生变化，出现机组效率降低甚至不能制冷或供热的情況。

2 工程场地状况及浅层或中深层地热能资源条件是能否应用地热利用系统的基础。地热利用系统方案设计前，应根据调查及勘察情况，选用适合的地源热泵系统。考虑到系统安全性，当浅层地埋管地源热泵系统应用建筑面积在 5000m^2 以上时必须进行岩土热响应实验，取得岩土热物性参数作为地埋管地源热泵系统设计的基础参数。岩土热物性参数包括岩土体导热系数以及体积比热容等，由于钻孔单位延米换热量是在特定测试工况下得到的数据，受工况影响较大，不能用于地埋管地源热泵系统设计。

工程规模大，负荷越大，所需的换热器布设场地越大，产生地层和换热能力变化的可能性就越大，因此测试孔的数量应随工程建筑规模的增大而增加，且尽量分散布置，使勘察测试结果可以代表换热孔布设区域的地质条件和换热条件。当建筑面积在 $10000\text{m}^2 \sim 50000\text{m}^2$ 时，测试孔应大于或等于 2 个；当建筑面积大于或等于 50000m^2 时，测试孔应大于或等于 4 个。

3 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。

浅层地埋管地源热泵全年总吸热量与总排热量失调，会导致岩土体温度持续升高或降低，从而影响地埋管地源热泵系统的运行效率。因此，设计时需要考虑全年冷热负荷的影响，确保在一个计算周期内岩土体的吸、排热量平衡，从而保证地埋管地源热泵系统的运行能效。浅层地埋管地源热泵系统应用在建筑面积 50000m^2 以上的大规模项目时，地源侧的冷热平衡对系统的可持续性和能效水平有决定性影响。因此，采用专业软件进行 10 年以上末端负荷与浅层地埋管换热系统的耦合计算，可以从设计层面为系统的节能性、安全性提供保障。对存在内热扰动和用能强度随使用时段显著变化的大规模项目，应计算内热变化情况对岩土体温度场平衡的影响。在地源热泵全生命期内，可能存在功能调整的大规模系统，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。

4 作为地源热泵系统中的核心设备，水（地）源热泵机组的能效达到节能评价值等级，是保证系统节能性的前提和基础。

5 地下水安全无污染、可靠回灌，是关系人民生活的大事，为“保护生态环境，保障人民生命财产安全、工程安全”，做此条规定。

可靠回灌措施是指将地下水通过回灌井全部送回原来的取水层的措施，且回灌井要求有持续的回灌能力。同层回灌可以避免污染含水层和维持统一含水层储量，保护地热能资源。热源井只能用于置换地下冷量或热量，不得用于取水等其他用途。抽水、回灌过程中应采取密闭等措施，不得对地下水造成污染。

6 冬季有可能发生管道冻结的场所，应采取添加防冻剂等措施来避免因管道冻裂造成系统的无法使用。

X 监测与控制

7.1.60 居住建筑常规设计的户用电表只能实现该户总耗电量的计量。为评估近零能耗建筑的实际使用效果，优化近零能耗建筑的后续运行，建议对典型户型的照明、空调、插座等用能项进行分项计量。为兼顾增量成本和样本数量，计量户数不宜少于同类型总户数的 2%，且不少于 5 户。

建筑的低能耗应在保障舒适健康的室内环境的前提下实现，因此应针对居住建筑设置室内环境监测系统，对温度、湿度、二氧化碳等关键室内环境指标进行监测和记录，监测数据应能上传到管理平台。

为对建筑实际使用过程中的气象条件、人员数量、使用方式等因素进行分析并与设计工况对比，以发现系统问题并进一步提升系统节能运行水平，宜对室外温湿度、太阳辐射照度等气象参数进行计量。

7.1.62 近零能耗居住建筑宜采用智能照明控制系统，实现低能耗运行。针对走廊、楼梯间、门厅、电梯厅等公共区域场所的照明，

应优先选择感应控制，其次为集中开关控制，以保证安全需求。照明设备应根据人员情况自动调整灯具开关状态。

7.1.63 近零能耗建筑需要更精细的节能控制，建筑供冷供暖、照明、遮阳、新风等系统之间应实现优化联动控制，以充分利用自然通风、天然采光、自然得热等被动式手段，尽可能降低建筑的运行能耗。

传统控制系统往往针对照明控制系统、空调控制系统、能耗监测系统、遮阳控制系统等进行单独控制，各子系统之间的信息交换通过上位系统信息交换完成，故障率高、实现效果差。

近零能耗建筑宜以单个房间或使用时间功能相同的室内区域为控制对象，通过将本地设备就地集成，优化联动，改善控制效果，最大限度地减少建筑用能需求。

7.1.65 严寒和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。

只有在热回收装置减少的新风空调处理能耗足以抵消热回收装置本身运行能耗及送、排风机增加的能耗时，运行热回收装置才是节能的。因此应采用最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置。当夏季工况下室外新风的温度（焓值）低于室内设计工况，或者冬季工况下室外新风的温度（焓值）高于室内设计工况时，不启动热回收装置。新风系统宜与外窗进行联动控制，以最大限度利用自然通风，减少风机和空调能耗。

7.2 施工质量控制

7.2.1 专项施工方案应包括外门窗安装、地面保温施工、外墙外保温施工、屋面保温施工、暖通空调系统安装、气密性措施施工（包括因施工工艺选择产生的可能影响房屋气密性的孔洞的处理方案）等技术内容；重点包括外墙和屋面保温做法、外门窗安装方法及其与墙体连接部位的处理方法，以及外挑结构、女儿墙、穿外墙和屋

面的管道、外围护结构上固定件的安装等部位的处理措施；并提供与设计单位书面确认的热桥位置及断热桥措施施工详图和施工工艺、室内气密层位置及处理措施施工详图和施工工艺。

7.2.4 围护结构保温工程是一个系统工程，除主材保温材料外，锚栓、粘结剂、玻纤网等辅材质量，以及是否与主材匹配，直接影响保温工程质量。特别对外保温系统，应进行外保温系统耐候性检验，并满足要求。

7.2.5

1 围护结构保温施工前应具备以下条件：

1) 基层墙体已验收合格。墙体基面上的残渣和脱模剂应清理干净，并采用抹灰等方式找平，墙面平整度超差部分应剔凿或修补，基层墙体上的施工孔洞应已堵塞密实并进行防水处理。墙体基面允许尺寸偏差见表 2。

表 2 墙体基面的允许尺寸偏差

工程做法	项目			允许偏差 (mm)	检验方法
砌体工程	墙面垂直度	每层		≤4	2m 托线板检查
		全高	≤10m	≤5	经纬仪或吊线、钢尺检查
			>10m	≤10	
			表面平整度		
	混凝土工程	墙面垂直度	层高	≤5m	≤4
>5m				≤4	
全高			H/1000 且 ≤30	经纬仪或吊线、钢尺检查	
表面平整度			≤4	2m 靠尺和塞尺检查	

2) 穿透保温层的设备或管道的联结件、穿墙管线应采用断热桥做法安装完毕并验收合格。

3) 屋面保温施工前，底层防水层应已施工完成并通过验收。铺设保温层的基层应平整、干燥、干净；穿过屋面结构层的管道、设备基座、预埋件等应已采用断热桥措施安装完成并通过验收。

4) 地面保温施工应在主体结构质量验收合格后进行。基层

地面应平整坚实，弹出标高线。

2 当发现有较大的缝隙或孔洞时，应拆除重做；如果仅为保温板外部表面缝隙或局部缺陷，可用发泡保温材料进行填补；如果缺陷为内侧的缝隙或空腔，使用发泡剂进行封堵不能保证长期的可靠性，则必须拆除重做；防火隔离带与其他保温材料应搭接严密或采用错缝粘贴，避免出现较大缝隙；如缝隙较大，应采用发泡严密封堵。变形缝施工时应先垫衬适当厚度保温板，并填塞发泡聚乙烯圆棒或条后再用建筑密封膏密封；或者在变形缝内垫适当厚度保温板后采用固定变形缝配件进行密封。

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，锚栓的锚固深度不应小于 50mm。当基层墙体为加气混凝土块等砌体结构时，锚栓的锚固深度不应小于 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。

3 墙体外结构性悬挑、延伸等宜采用与主体结构部分断开的方式，如阳台、女儿墙。围护结构上悬挑构件的预埋件与基层墙体之间的保温隔热垫块厚度应符合设计要求，且不小于 50mm。当悬挑构件为钢筋混凝土时，连接件宜采用断桥隔热形式，不宜出现结构性热桥。

应对管线穿外墙部位进行封堵，并应妥善设计封堵工艺，确保封堵紧密充实。穿透围护结构的管道（包括电线或电缆）的预留洞口或套管直径应满足设计要求，且大于管道直径至少 100mm，以满足保温密封要求。PVC 管道、金属管道与墙体洞口周围缝隙宜采用岩棉填实，也可采用填缝 PU 发泡胶，墙体两侧管道使用适合管道直径的密封套环或包裹防水密封胶带，并用专用胶贴在墙体洞口四周，密封好管道后再进行抹灰。穿墙（楼板）管道与保温层连接处应安装止水密封带。

出屋面管道应进行断热桥和防水措施处理，预留洞口应大于管道外径并满足保温厚度要求；伸出屋面外的管道应设置套管进行保护，套管与管道间应设置保温层。

外墙金属支架安装时，应在基墙上预留支架安装位置，金属支架与墙体之间垫不小于 20mm 的硬性隔热材料，并完全包覆在保温层内。以雨水管为例，先将特制金属构件固定在基墙上，金属构件与墙体间用隔热垫片，金属构件包裹在保温层内。

4 装配式夹心外墙板竖缝应采用同材质同厚度的保温条填缝，保温条要求切割面平整，保温条安装后控制保温层缝隙小于 2mm，且缝隙应采用聚氨酯发泡剂填充。保温条安装时可在每层墙板顶部加一木块支撑，以防止其下滑，保温条应填满竖向缝隙，且与墙面同高度。横缝可采用聚氨酯现场发泡或块状保温材料进行填充。

7.2.8 气密性保障应贯穿整个施工过程，在施工工法、施工程序、材料选择等各环节均应考虑，尤其应注意外门窗安装、围护结构洞口部位、砌体与结构间缝隙、屋面檐角等关键部位的气密性处理。施工过程中应尽量避免在外墙面和屋面上开口，如必须开口，应尽量减小开口面积，并应协商设计制定气密性保障方案，保证气密性。

1 当基层为混凝土、砂浆等材料且需抹灰覆盖气密性材料时，宜采用无纺布基底的气密性材料。粘贴气密性材料前应清理基面，粘结基面应平整干燥，不得有灰尘、油污。发泡聚氨酯、普通胶带等材料不得作为气密性材料使用。

2 当建筑物为框架结构时，一次结构与二次结构的交界处应粘贴气密性材料，且室内抹灰厚度应不小于 20mm；当建筑物为现浇混凝土结构时，外墙上的模板支护螺栓孔应用水泥砂浆封堵，并在室内粘贴气密性材料进行密封；当建筑物采用预制构件时，预留的吊装孔应用水泥砂浆封堵，并在室内粘贴气密性材料进行密封。预制构件的拼缝处应粘贴气密性材料。

3 混凝土梁、柱、剪力墙与填充墙的交界处应粘贴气密性材料，并用工具自起始端滑动压至末端，气密性材料应与基层粘贴紧密，不留孔隙。所用工具不得有尖角破坏气密性材料。粘贴于水泥墙面上的最小宽度为 50mm，密封膜自身的最小搭接长度为 50mm。气密性材料粘贴完成后，应进行室内抹灰，抹灰层应覆盖气密性材料和填充墙，抹灰厚度应不小于 20mm，并应有相关的抗裂措施，满

足室内装修相关标准的规定。

1) 外门窗安装部位气密性处理要点:

①窗框与结构墙面结合部位是保证气密性的关键部位,在粘贴隔汽膜和防水透汽膜时要确保粘贴牢固严密。支架部位要同时粘贴。

②在安装玻璃压条时,要确保压条接口缝隙严密,如出现缝隙应用密封胶封堵。外窗型材对接部位的缝隙应用密封胶封堵。

③门窗扇安装完成后,应检查窗框缝隙,并调整开启扇五金配件,保证门窗密封条能够气密闭合。

2) 围护结构开口部位气密性处理要点:

①纵向管路贯穿部位应预留最小施工间距,便于进行气密性施工处理。

②当管道穿外围护结构时,预留套管与管道间的缝隙应进行可靠封堵。当采用发泡剂填充时,应将两端封堵后进行发泡,以保障发泡紧实度。发泡完全干透后,应做平整处理,并用抗裂网和抗裂砂浆封堵严密。当管道穿地下外墙时,还应在外墙内外做防水处理,防水施工过程应保持干燥且环境温度不应低于 5°C 。

③管道、电线等贯穿处可使用专用密封带可靠密封。密封带应灵活有弹性,当有轻微变形时仍能保证气密性。

④电气接线盒安装时,应先在孔洞内涂抹石膏或粘结砂浆,再将接线盒推入孔洞,保障接线盒与墙体嵌接处的气密性。

⑤室内电线管路可能形成空气流通通道,敷线完毕后应对端头部位进行封堵,保障气密性。

4 气密层施工应在热桥处理后,内部装修前实施。由于近零能耗建筑对气密性要求较高,且气密层破坏之后修复难度大,气密层施工应在热桥处理后进行,避免气密层因热桥处理相关工序而被破坏。气密层施工在内部装修前施工的目的在于方便在施工面未隐蔽时进行气密性检测或检查,以便在发现缺陷的位置进行整改。装配式建筑外墙板存在大量的板缝,板缝既是保温薄弱环节又是气密性薄弱环节。装配式建筑外墙板通常采用夹心保温板或者预制板+外保

温形式。对于夹心保温板，其保温层在内叶板和外叶板之间，内叶板通常作为气密层。在外墙板施工时应预先完成无热桥处理以保证保温层的连续性，才可进行气密性施工。对于预制板+外保温形式，应对预制板缝进行完善的气密性处理。

7.2.9 近零能耗建筑装配式夹心保温外墙板竖缝和横缝气密性处理，应根据建筑结构形式的差异采用适宜的气密性措施。

1 装配式剪力墙结构外墙板内叶板板缝，建议采用现浇混凝土方式，此方法不仅可以保证建筑结构整体的抗震性能，还具有良好的气密性。混凝土浇筑前应采用防水胶带或防水卷材对夹心保温层拼缝粘贴牢固，以防止浆料进入保温层缝隙中。横缝采用高强度灌浆料密封前，内叶板板缝两端设置水泥砂浆围挡或弹性密封材料，以防止灌浆料漏浆。

2 装配式框架结构外墙板内叶板板缝填充保温材料仍较难达到近零能耗建筑高气密性要求的，还应在室内设置气密性材料，填充材料应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231—2016 的相关规定。

3 外叶板竖缝和横缝处夹心保温表面设置防水透汽层，可防止雨水进入夹心保温层，影响其热工性能。防水透汽层宜采用涂刷防水透汽材料方式，此方式便于施工且具有较好的防水性能。聚乙烯棒填充时入缝深度不应大于 2.5cm。耐候硅酮密封胶应符合《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683—2017 的相关规定。耐候硅酮密封胶施工前，应在竖缝左右侧粘贴 2cm ~ 3cm 宽的壁纸，且施工完成后 48h 内，禁止触摸耐候硅酮密封胶。

4 气密性材料的粘贴方法对粘贴部位平整度要求高，对于外墙板与结构柱、梁等之间不平整缝隙处，可采用涂刷防水隔汽层方法，该方法施工方便、耐久性好。

7.2.10 机电系统施工除应符合国家现行施工质量验收规范外，还应重点控制以下环节：

1 穿出气密区域的管道和电线等均应预留并做好断桥和气密性处理，避免因机电系统施工产生新热桥和影响围护结构的气密性。

水系统管道、管件等均应做良好保温，尤其应做好三通、紧固件和阀门等部位的保温，避免发生热桥。

2 施工期间风系统所有敞开部位均应做防尘保护，包括风道、新风机组和过滤器。

3 新风机安装应固定平稳，并有防松动措施，吊装时应有减振措施。风管与新风机应采用软管连接。室内管道固定支架与管道接触处应设置隔声垫，防止噪声产生及扩散，也可避免发生热桥。

室内排水管道及其透气管均应进行隔声处理，可采用外包保温材料的方式进行隔声。

7.2.11 施工过程中,宜借助红外摄像仪,对外门窗与墙体连接部位、外挑结构、女儿墙、管道穿外墙和屋面部位以及外围护结构上固定件的安装部位等典型热桥部位处理效果进行检查。对门窗与墙连接等典型部位或典型房间进行局部气密性检测，及时发现薄弱环节，改善补救。

7.2.15 供暖通风与空调节能工程、照明节能工程安装调试完成后，应由建设单位委托具有相应资质的检测机构进行系统节能性能检验并出具报告。受季节影响未进行的节能性能检验项目，应在保修期内补做。

1 供暖通风空调与照明系统节能性能检测应包括下列内容：

- 1) 室内平均温度；
- 2) 供暖通风与空调系统水力平衡度；
- 3) 照度与照明功率密度。

2 可再生能源系统性能检测应符合下列规定：

1) 太阳能热利用系统的热工性能检验应包括太阳能集热系统得热量、太阳能集热系统效率、太阳能热利用系统的总能耗及太阳能热利用系统的太阳能保证率；

2) 地源热泵系统整体验收前，应进行冬、夏两季运行检测，并对地源热泵系统的实测性能做出评价。

7.3 运行与管理

7.3.1 建筑运行管理单位原则上为建筑所有权人或所有权人委托的专业机构。建筑运行管理单位应制定针对近零能耗建筑特点的管理手册。管理手册应包括建筑围护结构构造特点及日常维护要求，设备系统的特点、使用条件、运行模式及维护要求，二次装修应注意的事项等；并对运行管理人员进行有针对性的培训，提高节能运行管理水平。二次装修时应避免破坏气密层。

7.3.2 建筑运行管理需要用户的参与和配合，建筑运行管理单位应编写用户使用手册，介绍近零能耗建筑的特点及用户日常生活中应注意的事项，倡导节能的行为方式，避免由于用户不当行为导致建筑性能下降。

建筑物使用者的行为习惯是影响建筑能耗的要素之一。对于住宅类或个人办公室等私人空间，建筑使用者应在入住前了解近零能耗建筑的特点和使用方法；对于公共空间，物业管理部门应在醒目处设公告牌，以便长期和短期使用该空间的人员能够及时了解与节能有关的用户注意事项。

7.3.4 近零能耗建筑立足精细化设计，正式投入使用之后，建筑是否能够按设计意图实现高舒适度低能源消耗，取决于能否在最初投入使用的几年进行持续的系统调试。

本条文所指的“调试”包含了建筑竣工验收后的初步“调试”。

“调试”是工程竣工后确认系统各部分联合运转正常的工作环节，即对各个系统在安装、单机试运转、性能测试、系统联合试运转的整个过程中，采用规定的方法完成测试、调整 and 平衡工作。除此之外，“调试”的重点工作在于建筑正常投入使用后在各典型季节性工况和部分负荷工况下，通过验证和调整，确保各用能系统可以按设计实现相应的控制动作，保证建筑正常高效运转。

建筑是一个非常复杂的系统，近零能耗建筑更是要求多系统联动控制，因此，建筑最初投入使用的阶段对系统的持续调试是保证近零能耗建筑正常运行必不可少的重要环节。如果条件允许，本标

准建议调试工作贯穿最初使用的三个完整年，以便使建筑各系统达到最佳运行效果。

当近零能耗的建筑功能发生变化时，意味着房间冷热负荷、使用时间表都发生了改变，此时必须对系统进行重新调试，如果有必要，还应对系统进行局部功能的增减。否则建筑无法正常使用。

7.3.5 近零能耗建筑是以高性能围护结构为技术前提的，建筑围护结构保温和气密性能维护是建筑日常运行管理的重点工作。建筑的门窗改造或局部施工存在破坏建筑气密层的风险，因此，对建筑气密性有要求的近零能耗建筑，应在局部施工后重新测定建筑气密性，保证气密性能不降低。建议定期检验围护结构以确保其维持在高性能水平。一般每三年检查一次围护结构的热工性能，对于出现的问题要及时做出整改。极端气候对围护结构的破坏也不容忽视，当遇有高强度极端气候事件发生后，要及时检验围护结构的性能情况，以便采取相应措施。

7.3.6 由于近零能耗建筑具有密闭性较好的围护结构，新风系统成为机械通风模式下室内外唯一的空气交换通道，但对于过渡季，当室外条件适宜时，宜关闭新风系统，采用开窗的方式进行自然通风，以降低能耗。

新风系统的正确运行，对维持室内健康舒适环境有着至关重要的作用。以常见的转轮式空气——空气热回收装置为例，常规的风机与转轮连锁控制，风机启动时转轮也启动，由于转轮热回收装置运行时自身需要消耗能量，而且当室外空气焓值低于室内空气焓值时，室外空气就可用来带走室内的发热量。因此在过渡季或冬季风机启动时转轮立即启动，可能都会使新风回收不必要的热量，而这部分热量仍需制冷机负担。推荐采用温差或焓差控制。显热回收装置按温差计算，全热回收装置按焓差计算。

7.3.7 建筑的节能性能是在其运行阶段体现的。建筑的运行数据是衡量建筑达到设计能耗水平的依据。

1 运行过程中对建筑物各用能系统的能耗数据的监测是对近零能耗建筑最基本的要求。此外，建筑的使用情况、人员数量、使

用方式与设计的一致性、实际的气象条件等因素，都影响建筑的实际运行能耗。因此对上述信息的监测记录是完成建筑能耗分析的基础。

2 建筑的实际使用情况各异，实际每一年的气象参数与设计气象参数也存在差距，因此建筑的运行者或使用者需要定期对运行能耗进行分析，以及时发现建筑能耗异常情况或进一步提升系统节能运行优化的空间。建筑的设计工况和实际使用情况往往存在较大差距，分析近零能耗建筑是否达到其设计能耗水平时，应根据建筑使用情况、人员数量、使用方式及实际气象参数与设计工况的各物理量相对照，建立数学模型，对建筑能耗实测值进行标准化修正。

建筑能耗数据分析一般应区分不同能源种类，按计量的分项进行对照分析及总量分析，并结合使用情况和天气情况、运行情况等寻找造成差异的原因。

3 建筑的年运行数据通过与本建筑历史运行数据的对比或与本气候区类似建筑的横向对比，都有助于发现建筑运行的问题，并确定运行改进的方向。

8 评 价

8.2 评价方法与判定

8.2.2 施工图审核应针对围护结构保温、高性能门窗、气密性设计、无热桥处理、关键节点构造、暖通空调系统、可再生能源应用、被动式技术措施及主动式技术措施等方面进行建筑施工图审查。

采用近零能耗建筑设计与评价软件对建筑能耗进行计算，并出具相应近零能耗建筑评价软件能耗计算报告。

8.2.5 近零能耗居住建筑的施工评价采用性能检测与相关资料核验相结合的方式。

1 建筑外墙保温材料、门窗等关键产（部）品取得高性能节能产品标识后，可直接认可，不必重复检测。

2 建筑气密性能对于实现近零能耗目标非常重要。良好的气密性可以减少冬季冷风渗透，降低夏季非受控通风导致的供冷需求增加，避免湿气侵入造成的建筑发霉、结露和损坏，减少室外噪声和空气污染等不良因素对室内环境的影响，提高居住者的生活品质。

8.2.9 对于近零能耗居住建筑，在其竣工验收，并投入正常使用（入住率已达到 60%以上）一年后，宜对建筑进行能效评估。

对居住建筑，每户电表难以做到分项计量，可参照以下方式进行拆分：

1 集中供暖

1) 年供暖耗能耗应以分栋或分户热计量表计量数据为依据，考虑热源效率及输送效率后折算到耗电量。

2) 年供冷能耗以栋或户用电表数据为依据，以过渡季耗电量计算得到基准耗电量，供冷季耗电量减去供冷季的基准耗电量即为供冷耗电量。年供冷耗电量按本标准附录 A 中提供的能源换算系数折算。

2 独立电（含空气源热泵）供暖空调系统

1) 供暖空调能耗以栋或户用电表数据为依据, 以过渡季耗电量计算得到基准耗电量, 供暖季耗电量减去供暖季的基准耗电量即为供暖耗电量。年供暖耗电量按本标准附录 A 中提供的能源换算系数折算。

2) 年供冷空调能耗同 1 中的 2)。

3 燃气供暖

1) 年供暖能耗以栋或户用燃气表计量数据为依据, 以过渡季耗气量计算得到基准耗气量, 供暖季耗气量减去供暖季的基准耗气量即为供暖耗气量。年供暖耗气量按本标准附录 A 中提供的能源换算系数折算。

2) 年供冷空调能耗同 1 中的 2)。