附件

被动式超低能耗绿色建筑
技术导则（试行）
（居住建筑）

住房城乡建设部

2015 年 10 月

目录

前言.....1
第一章总则.....3
第二章技术指标.....5
第三章设计.....7
（一）以气候特征为引导的建筑方案设计.....7
（二）高性能的建筑保温系统和门窗.....8
（三）无热桥设计.....12
（四）建筑气密性设计.....18
（五）遮阳设计.....19
（六）高效新风热回收系统.....21
（七）辅助供暖供冷系统.....25
（八）卫生间和厨房通风.....25
（九）照明与计量.....27
第四章施工与质量控制.....29
（一）无热桥施工.....29
（二）气密性保障.....31
（三）设备系统.....32
第五章验收与评价.....34
（一）验收.....34
（二）评价.....35
第六章运行管理.....38
附录 A 一次能源换算系数.....40
附录 B 建筑外围护结构整体气密性能检测方法.....41
引用标准名录.....42

前言

我国正处在城镇化快速发展和全面建成小康社会的关键时期。经济社会快速发展，人民生活水平不断提高，导致能源和环境矛盾日益突出，建筑能耗总量和能耗强度上行压力不断加大。实施能源资源消费革命发展战略，推进城乡发展从粗放型向绿色低碳型转变，对实现新型城镇化，建设生态文明具有重要意义。

建筑节能和绿色建筑是推进新型城镇化、建设生态文明、全面建成小康社会的重要举措。《国家新型城镇化规划（2014-2020）》提出了到 2020 年，城镇绿色建筑占新建建筑的比重要超过 50%的目标,《关于加快推进生态文明建设的意见》要求，要大力发展绿色建筑，实施重点产业能效提升计划等措施，为推动城乡建设工作提出了新的任务和要求。

从世界范围看，欧盟等发达国家为应对气候变化、实现可持续发展战略，不断提高建筑能效水平。欧盟 2002 年通过并于 2010 年修订的《建筑能效指令》（EPBD），要求欧盟国家在 2020 年前，所有新建建筑都必须达到近零能耗水平。丹麦要求 2020 年后居住建筑全年冷热需求降低至 20 kWh/（m ²a）以下；英国要求 2016 年后新建建筑达到零碳，2019 年后公共建筑达到零碳；德国要求 2020 年 12 月 31 日后新建建筑达到近零能耗，2018 年 12 月 31 日后政府部门拥有或使用的建筑达到近零能耗。德国“被动房”（passive house）是实现近零能耗目标的一种技术体系，它通过大幅度提升围护结构热工性能和气密性，同时利用高效新风热回收技术，将建筑供暖需求降低到 15 kWh/（m ²a）以下。美国要求 2020-2030 年“零能耗建筑”应在技术经济上可行；韩国提出 2025 年全面实现零能耗建筑目标。许多国家都在积极制定超低能耗建筑发展目标和技术政策，建立适合本国特点的超低能耗建筑标准及相应技术体系，超低能耗建筑正在成为建筑节能的发展趋势。

在中国住房和城乡建设部与德国联邦交通、建设及城市发展部的支持下，住房城乡建设部科技发展促进中心与德国能源署自 2007 年起在建筑节能领域开展技术交流、培训和合作，引进德国先进建筑节能技术，以被动式超低能耗建筑技术为重点，建设了河北秦皇岛在水一方、黑龙江哈尔滨溪树庭院等被动式超低能

耗绿色建筑示范工程。同时与美国、加拿大、丹麦、瑞典等多个国家开展了近零能耗建筑节能技术领域的交流与合作，示范项目在山东、河北、新疆、浙江等地陆续涌现，取得了很好的效果。

我国地域广阔，各地区气候差异大，经济发展水平和室内环境标准低，建筑特点、建筑技术和产业水平以及人们生活习惯，和德国、丹麦等欧洲国家相比存在很大不同。为了建立符合中国国情的超低能耗建筑技术及标准体系，并与我国绿色建筑发展战略相结合，更好地指导我国超低能耗建筑和绿色建筑的推广，受住房和城乡建设部委托，中国被动式超低能耗建筑联盟组织中国建筑科学研究院等单位开展了《被动式超低能耗绿色建筑技术导则》（以下简称导则）的编制工作。

导则借鉴了国外被动房和近零能耗建筑的经验，结合我国已有工程实践，明确了我国被动式超低能耗绿色建筑的定义、不同气候区技术指标及设计、施工、运行和评价技术要点，为全国被动式超低能耗绿色建筑的建设提供指导。

希望住房城乡建设系统广大工程技术和管理人员，以本导则为依据，正确领会被动式超低能耗绿色建筑的建设理念，转变传统设计思路，重视并认真细致地做好设计、施工细节的控制和管理，结合本地实际，不断探索、丰富和完善技术体系，为我国被动式超低能耗绿色建筑的健康发展做出贡献。

第一章总则

1. 被动式超低能耗绿色建筑（以下简称超低能耗建筑）是指适应气候特征和自然条件，通过保温隔热性能和气密性能更高的围护结构，采用高效新风热回收技术，最大程度地降低建筑供暖供冷需求，并充分利用可再生能源，以更少的能源消耗提供舒适室内环境并能满足绿色建筑基本要求的建筑。

2. 超低能耗建筑主要技术特征为：

（1）保温隔热性能更高的非透明围护结构；

（2）保温隔热性能和气密性能更高的外窗；

（3）无热桥的设计与施工；

（4）建筑整体的高气密性；

（5）高效新风热回收系统；

（6）充分利用可再生能源；

（7）至少满足《绿色建筑评价标准》（GB50378）一星级要求。

3. 超低能耗建筑的优势主要表现在：

（1）更加节能。建筑物全年供暖供冷需求显著降低，严寒和寒冷地区建筑节能率达到90%以上。与现行国家节能设计标准相比，供暖能耗降低85%以上；

（2）更加舒适。建筑室内温湿度适宜；建筑内墙表面温度稳定均匀，与室内温差小，体感更舒适；具有良好的气密性和隔声效果，室内环境更安静；

（3）更好空气品质。有组织的新风系统设计，提供室内足够的新鲜空气，同时可以通过空气净化技术提升室内空气品质；

（4）更高质量保证。无热桥、高气密性设计，采用高品质材料部品，精细化施工及建筑装修一体化，使建筑质量更高、寿命更长。

4. 超低能耗建筑的设计、施工及运行应以建筑能耗值为约束目标，转变传统的设计理念、施工方法和运行模式。超低能耗建筑实施过程中，应重点控制以下内容：

（1）规划设计应在建筑布局、朝向、体形系数和使用功能方面，体现超低能耗建筑的理念和特点，并注重与气候的适应性。严寒和寒冷地区冬季以保温和获取太阳得热为主，兼顾夏季隔热遮阳要求；夏热冬冷和夏热冬暖地区以夏季隔热

遮阳为主，兼顾冬季的保温要求；过渡季节能实现充分的自然通风；

（2）超低能耗建筑的节能目标应根据本导则技术指标的要求，结合不同气候区建筑热工性能参考值，综合考虑当地技术经济条件，采用以建筑能耗值为目标的性能化设计方法，通过建筑能耗模拟分析对建筑设计方案进行优化后确定；

（3）应针对围护结构热桥和气密性关键节点制定专项处理方案，并绘制大样图；

（4）应研究和制定合理的新风处理方案，并进行气流组织的优化设计；

（5）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；

（6）施工期间应对典型房间进行气密性抽查，外围护结构和气密层施工完成后应进行建筑气密性检测，并达到本导则气密性指标要求；

（7）针对超低能耗建筑特点，编制运行管理手册和用户使用手册。强调人的行为作用对节能运行的影响，培养用户节能意识并指导其正确操作，实现节能目标。

5. 超低能耗建筑规划、设计、施工、监理、检测和运行管理人员应参加必要的专项培训，转变传统观念，全面掌握超低能耗建筑的技术要求，提升相应技术水平。培训内容应包括超低能耗建筑的理念和原则、设计方法、关键节点做法、施工工艺及过程控制、日常维护要求等内容。
6. 超低能耗建筑的室内装修应简约并由建设方统一进行，以避免装修对建筑围护结构热工性能和气密性的损坏，以及对新风气流组织的影响；室内装修应采用无污染环境友好型材料和部品。
7. 超低能耗建筑的实施应考虑技术的成熟度和实际节能效果，在寒冷、严寒地区示范推广，在夏热冬冷地区试点研究并逐步推广，在夏热冬暖地区探索试验。
8. 超低能耗建筑建造需要建筑产业的支撑，应引导高性能节能部品、材料及设备的应用，带动相关产业转型和升级；并应与建筑工业化、智慧城市相结合，促进超低能耗建筑向标准化、集约化和信息化发展。
9. 超低能耗建筑建成后，可按照自愿原则根据本导则要求进行评价和标识。

第二章技术指标

10. 超低能耗建筑技术指标应以建筑能耗值为导向，技术指标包括能耗指标、气密性指标及室内环境参数。

11. 本导则结合我国气候特点、建筑形式、生活习惯和用能方式的实际，借鉴国际先进经验，兼顾我国节能技术水平和产业支撑能力，在国内现行标准要求的基础上，适度提高室内环境舒适度，经模拟计算分析确定了我国不同气候区的技术指标。

12. 超低能耗建筑能耗指标及气密性指标：

表 1 能耗指标①及气密性指标

气候分区		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
能耗指标	年供暖需求 kWh/ m^2 a	≤18	≤15	≤5		
	年供冷需求 kWh/ m^2 a	$\leqslant 3.5+2.0\times WDH_{20}$② $+2.2\times DDH_{28}$③				
	年供暖、供冷和照明一次能源消耗量	≤60kWh/m^2 a(或 7.4kgce/m^2 a)				
气密性指标	换气次数 N_{50}④	≤0.6				

注：①表中 m^2 为套内使用面积，套内使用面积应包括卧室、起居室（厅）、餐厅、厨房、卫生间、过厅、过道、储藏室、壁柜等使用面积的总和；

②WDH_{20}（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℃差值的累计值（单位：kKh）；

③DDH_{28}（Dry-bulb degree hours28）为一年中室外干球温度高于 28℃时刻的干球温度与 28℃差值的累计值（单位：kKh）；

④N_{50} 即在室内外压差 50Pa 的条件下，每小时的换气次数。

13. 超低能耗建筑室内环境参数：

表 2 室内环境参数

室内环境参数	冬季	夏季
温度（℃）	≥20	≤26

相对湿度（%）	≥30①	≤60
新风量（m^3/h·人）	⩾30②	
噪声 dB（A）	昼间≤40；夜间≤30	
温度不保证率	⩽10%③	⩽10%③

注：①冬季室内湿度不参与能耗指标的计算；

②人均建筑面积取 32m^2/人；

③当不设供暖设施时，全年室内温度低于 20℃的小时数占全年时间的比例；

④当不设空调设施时，全年室内温度高于 28℃的小时数占全年时间的比例。

14. 超低能耗建筑能耗指标计算原则：

（1）年供暖（或供冷）需求应包括围护结构的热损失和处理新风的热（或冷）需求；处理新风的热（冷）需求应扣除从排风中回收的热量（或冷量）；

（2）年供暖（或供冷）需求应通过专用软件计算确定。计算时应满足以下要求：

——室内环境参数应按表 2 选取；

——应考虑热桥部位对累计负荷的影响；

——使用月平均值方法计算；当室外温度⩽28℃且相对湿度⩽70%时，利用自然通风，不计算供冷需求；

——除照明外的建筑物内部得热取 2 W/m^2；

——计算供冷需求时，还应考虑室内照明的影响，照明功率密度值取 3W/m^2；

（3）年供暖、供冷和照明一次能源消耗量应统一换算到标准煤后进行求和计算。不同能源的一次能源换算系数应优先使用当地主管单位提供的数据，如当地没有相关数据，应按附录 A 的规定计算；

（4）套内使用面积应按国家标准《住宅设计规范》GB50096 的规定计算；

（5）气象参数可按行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346 的规定计算。

15. 气密性指标应通过现场实测确定，测试方法应满足本导则附录 B 的规定。

第三章设计

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

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

（2）应通过性能化设计方法优化围护结构保温、隔热、遮阳等关键设计参数，最大限度地降低建筑供暖供冷需求，并满足本导则能耗指标的要求；性能化设计方法应贯穿设计全过程；

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

（一）以气候特征为引导的建筑方案设计

17. 建筑群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，冬季增加日照，避免冷风对建筑的影响。
18. 建筑物朝向宜采用南北向或接近南北向，主要房间宜避开冬季主导风向。
19. 建筑造型应规整紧凑，避免凹凸变化和装饰性构件，减少外围护结构面积，保持较小体形系数。
20. 单体建筑的平面设计应有利于自然通风和冬季日照。在满足不同气候区最小日照要求的前提下，应尽量提高严寒、寒冷地区和夏热冬冷地区冬季南向房间的得热，降低夏季东侧、西侧房间得热。
21. 窗墙面积比应通过性能化设计方法经优化分析计算确定，既要从全年气候特点出发考虑窗墙面积比对建筑供热供冷需求的影响，同时应兼顾开窗面积对自然通风

和采光效果的综合影响。

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

23. 建筑设计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，并合理利用排风过流区，营造良好的气流组织。

24. 超低能耗建筑应具有良好的隔声性能。建筑设计时，宜按现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 对主要房间隔声性能进行计算，达到本导则相关技术指标的要求。

（二）高性能的建筑保温系统和门窗

25. 超低能耗建筑应采用保温性能更高的围护结构。在严寒、寒冷和夏热冬冷地区，围护结构保温性能的重要性最为显著。围护结构保温性能的确定应遵循性能化设计原则，通过能耗模拟计算进行优化分析后确定。

26. 注重保温性能的同时，超低能耗建筑还应采用热惰性大的重质复合墙体结构，提高围护结构的隔热性能。围护结构的热惰性是指围护结构对外界温度波动的抵抗能力。围护结构热惰性越大，建筑物内表面温度受外表面温度波动影响越小。

27. 保温材料的选择：

（1）超低能耗建筑围护结构的保温层厚度大，以普通模塑聚苯板（EPS）为例，严寒地区保温层厚度可达 300mm 左右。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性，外饰面的种类也受到限制；在目前的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；

（2）屋面保温材料选择时，除满足更高保温性能外，还应具备较低的吸水率和较好的抗压性能；

（3）保温材料燃烧性能等级要求应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的要求。

28. 保温系统基本要求：

（1）外墙、屋面及地面的平均传热系数（k）应以满足本导则的能耗指标为目标，采用性能化设计方法，经技术经济分析后确定。不同气候区外墙、屋面和地面平均传热系数可参考表 3 选取；

表 3 围护结构平均传热系数（k）参考值

k（W/m^2K）	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
外墙、屋面	0.10-0.20	0.10-0.25	0.20-0.35	0.25-0.40	
地面	0.10-0.25	0.15-0.35	——		

注：表中 K 值为包括主体部位和周边热桥（构造柱、圈梁以及楼板伸入外墙部分等）部位在内的传热系数平均值。计算方法应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》GB50176 的规定。

（2）保温系统设计时，应计算分析水蒸汽在外墙、屋顶内部结露的风险，并合理选择构造形式，保证其防水透气性能；此外，还应注意耐侯性、抗风荷载、耐冰融等各项性能要求；

（3）严寒和寒冷地区外墙应采用外保温系统，保温层应连续完整，外保温系统的链接锚栓应采取阻断热桥措施；

（4）复合墙体的内侧宜采用厚度为 100mm 以上的砖或混凝土等重质材料；

（5）首层外墙地面以上 300mm～500mm 部位，应采用耐腐蚀、吸水率低的保温材料；

（6）外墙保温系统防火性能及防火隔离带的设置应满足现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和行业标准《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ289 的要求；

（7）地面保温要求：

——严寒、寒冷地区，当没有地下室或有非保温地下室时，建筑首层地面应进行保温处理；

——夏热冬冷和夏热冬暖地区，在保证地面不结露的前提下，可不进行保温，以利于首层地面向地下散热，降低首层夏季空调负荷；

——温和地区，可进行适当保温。

29. 外窗是影响超低能耗建筑节能效果的关键部件，其影响建筑能耗的性能参数主要

包括传热系数（k）、太阳得热系数（SHGC）以及气密性能；影响外窗节能性能的主要因素有玻璃层数、Low-E 膜层、填充气体、边部密封、型材材质、截面设计及开启方式等。应根据不同气候区特点，通过性能化方法进行优化设计和选择。

30. 外窗性能基本要求：

（1）外窗保温和遮阳性能应符合下列要求：

——不同气候区外窗传热系数（k）和太阳得热系数（SHGC）可参考表 4 选取；

表 4 外窗传热系数（k）和太阳得热系数（SHGC）参考值

外窗	单位	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
k	W/（㎡ K）	0.70-1.20	0.80-1.50	1.0-2.0	1.0-2.0	≤2.0
SHGC	-	冬季≥0.50 夏季≤0.30	冬季≥0.45 夏季≤0.30	冬季≥0.40 夏季≤0.15	冬季≥0.35 夏季≤0.15	冬季≥0.40 夏季≤0.30

——为防止结露，外窗内表面（包括玻璃边缘）温度不应低于 13℃；在设计条件下，外窗内表面平均温度宜高于 17℃，保证室内靠近外窗区域的舒适度；

——应根据不同的气候条件优化选择 SHGC 值。严寒和寒冷地区应以冬季获得太阳辐射量为主，SHGC 值应尽量选上限，同时兼顾夏季隔热；夏热冬暖和夏热冬冷地区应以尽量减少夏季辐射得热，降低冷负荷为主，SHGC 值应尽量选下限，同时兼顾冬季得热。当设有可调节外遮阳设施时，夏季可利用遮阳设施减少太阳辐射得热，外窗的 SHGC 值宜主要按冬季需要选取，兼顾夏季外遮阳设施的实际调节效果，确定 SHGC 值；

（2）外门窗应有良好的气密、水密及抗风压性能。依据国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106，其气密性等级不应低于 8 级、水密性等级不应低于 6 级、抗风压性能等级不应低于 9 级。

31. 外窗配置时应符合下列要求：

（1）玻璃配置应考虑玻璃层数、Low-E 膜层、真空层、惰性气体、边部密封构造等加强玻璃保温隔热性能的措施。

——严寒和寒冷地区应采用三层玻璃，其他地区至少采用双层玻璃；

——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，可选择 Low-E 中空真空玻璃。Low-E 膜应朝向真空层；与普通中空玻璃相比，Low-E 中空真空玻璃传热系数可降低约 2.0 W/(m^2·K)；

——惰性气体填充时，宜采用氩气填充，填充比例应超过 85%。比例越高，隔热性能越好；

——中空玻璃应采用暖边间隔条，通过改善玻璃边缘的传热状况提高整窗的保温性能。

（2）型材应采用未增塑聚氯乙烯塑料、木材等保温性能较好的材料。在严寒和寒冷地区，隔热铝合金型材难以达到超低能耗建筑的传热系数要求。在夏热冬冷、夏热冬暖和温和地区，门窗型材保温性能要求可相对降低。

（3）外窗应采用内平开窗。

32. 常用的建筑外窗包括塑料窗、木窗及铝木复合窗等，常见型材和玻璃配置下平开窗的传热系数可参考表 5 选取。其他窗框型材、玻璃配置的组合很多，只要能满足相应气候区的能耗指标要求，且技术经济分析合理，均可选择使用。

表 5 常见型材和玻璃配置下平开窗传热系数参考值①

序号	玻璃配置	整窗传热系数[W/(m^2·K)]				
		塑料窗②	木窗	铝合金窗③	木铝复合（木包铝）窗③	铝木复合（铝包木）窗
1	5+12A+5+12A+5	1.8~2.0	1.8~2.0	1.9~2.3	1.8~2.2	1.9~2.1
2	5单银Low-E+12A+5	1.8~2.0	1.8~2.0	1.9~2.3	1.8~2.2	1.9~2.1
3	5双银Low-E+12A+5	1.7~1.9	1.7~1.9	1.8~2.2	1.7~2.1	1.8~2.0
4	5三银Low-E+12A+5	1.7~1.9	1.7~1.9	1.8~2.2	1.7~2.1	1.8~2.0
5	5+12A+5+V+5	1.6~1.8	1.6~1.8	1.7~2.1	1.6~2.0	1.7~1.9
6	5单银Low-E+12A+5+12A+5	1.5~1.7	1.5~1.7	1.6~2.0	1.5~1.9	1.6~1.8
7	5双银Low-E+12A+5+12A+5	1.5~1.7	1.5~1.7	1.6~2.0	1.5~1.9	1.6~1.8
8	5三银Low-E+12A+5+12A+5	1.4~1.6	1.4~1.6	1.5~1.9	1.4~1.8	1.5~1.7

9	5单银Low-E+12A+5单银Low-E+12A+5	1.3~1.5	1.3~1.5	1.4~1.8	1.3~1.7	1.4~1.6
10	5+12A+5单银Low-E+V+5	1.0~1.2	1.0~1.2	1.1~1.5	1.0~1.4	1.1~1.3
11	5+12A+5双银Low-E+V+5	0.9~1.1	0.9~1.1	1.0~1.4	0.9~1.3	1.0~1.2

注：①部分数据来源于中国建筑门窗节能性能标识网站（www.windowlabel.cn），部分数据按玻璃占70%时基于玻璃性能数据测算；

②塑料窗边框宽度不应小于70mm，腔室不应少于4腔；

③隔热铝合金窗、木铝复合（木包铝）窗隔热条截面高度不应小于20mm，且考虑暖边并填充氩气；隔热铝合金窗外开时需增加转接框，故外开时约比内开时传热系数高约0.2 W/(m2・K)。

33. 外门和户门均应采用保温密闭门，保温性能不应低于外窗的相关要求。严寒地区建筑的外门应设门斗；寒冷地区面向冬季主导风向的外门应设置门斗或双层外门；其它地区外门宜设门斗或应采取其它减少冷风渗透的措施。

34. 考虑入住率影响及分户热计量的要求，严寒和寒冷地区楼梯间隔墙、分户墙及楼板宜采取保温措施。

（三）无热桥设计

35. 建筑围护结构中热流密度显著增大的部位，成为传热较多的桥梁，称为热桥。热桥对超低能耗建筑的影响更为显著。超低能耗建筑设计时，应更严格控制热桥的产生，对建筑外围护结构进行无热桥设计。

36. 避免热桥应遵循以下规则：

（1）避让规则：尽可能不要破坏或穿透外围护结构；

（2）击穿规则：当管线等必须穿透外围护结构时，应在穿透处增大孔洞，保证足够的间隙进行密实无空洞的保温；

（3）连接规则：保温层在建筑部件连接处应连续无间隙；

（4）几何规则：避免几何结构的变化，减少散热面积。

37. 外墙无热桥设计要点：

（1）外墙保温宜采用单层保温、锁扣方式连接；采用双层保温时，应采用错

缝粘接方式，避免保温材料间出现通缝；

（2）墙角处宜采用成型保温构件；

（3）保温层应采用断热桥锚栓固定；

（4）应尽量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，应在外墙上预埋断热桥的锚固件，并尽量采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失；

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

（6）户内开关、插座接线盒等不应置于外墙上，以免影响外墙保温性能；

（7）外墙保温做法示意图如图 1 所示。

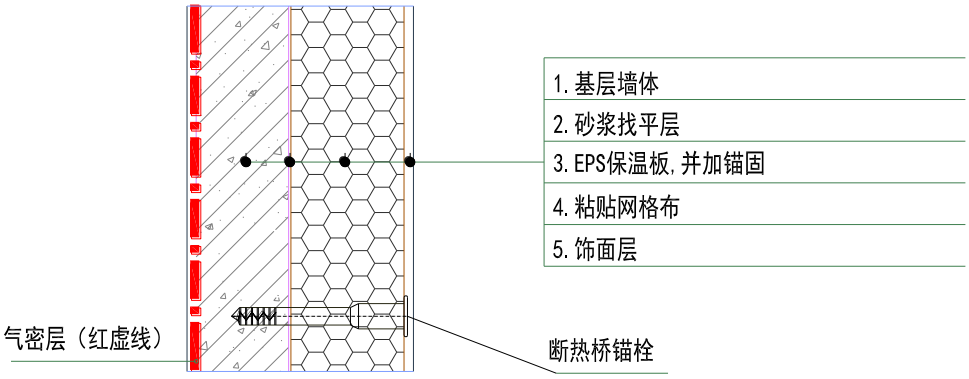

图 1 外墙保温做法示意图

38. 屋面无热桥设计要点：

（1）屋面保温层应与外墙的保温层连续，不得出现结构性热桥；

（2）屋面保温层靠近室外一侧应设置防水层，防水层应延续到女儿墙顶部盖板内，使保温层得到可靠防护；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）屋面保温做法示意图如图 2 所示；

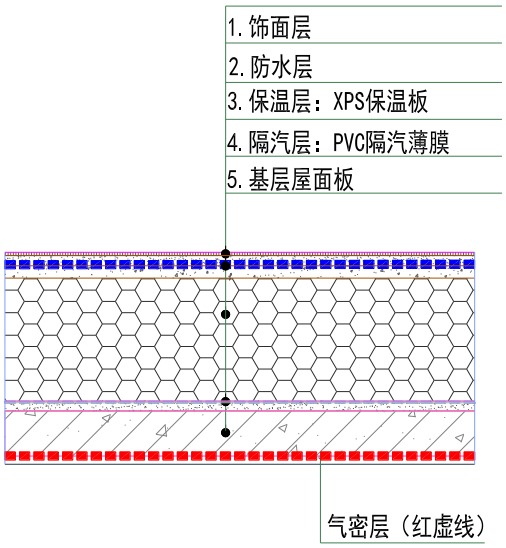

图 2 屋面保温做法示意图

（4）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。女儿墙保温做法示意图如图 3 所示；

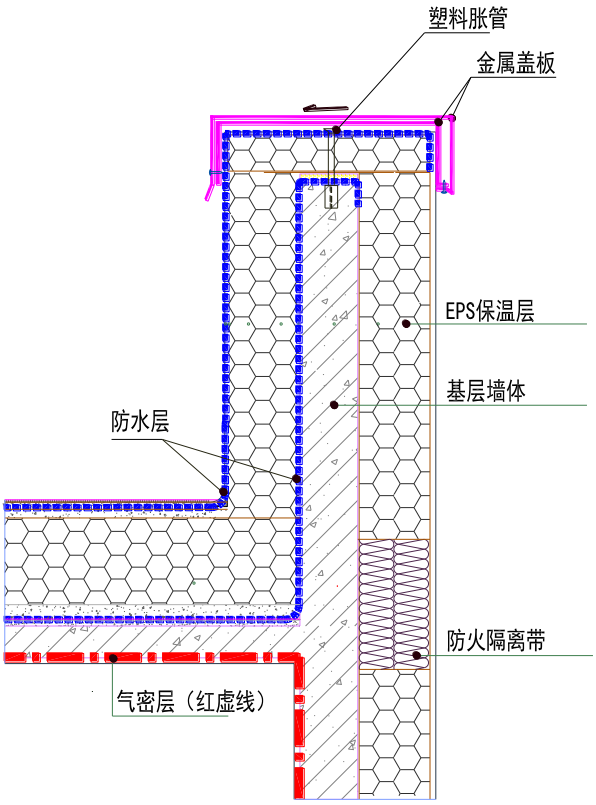

图 3 女儿墙保温做法示意图

（5）管道穿屋面部位应符合下列要求：

——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。排气管出屋面示意图如图 4 所示。

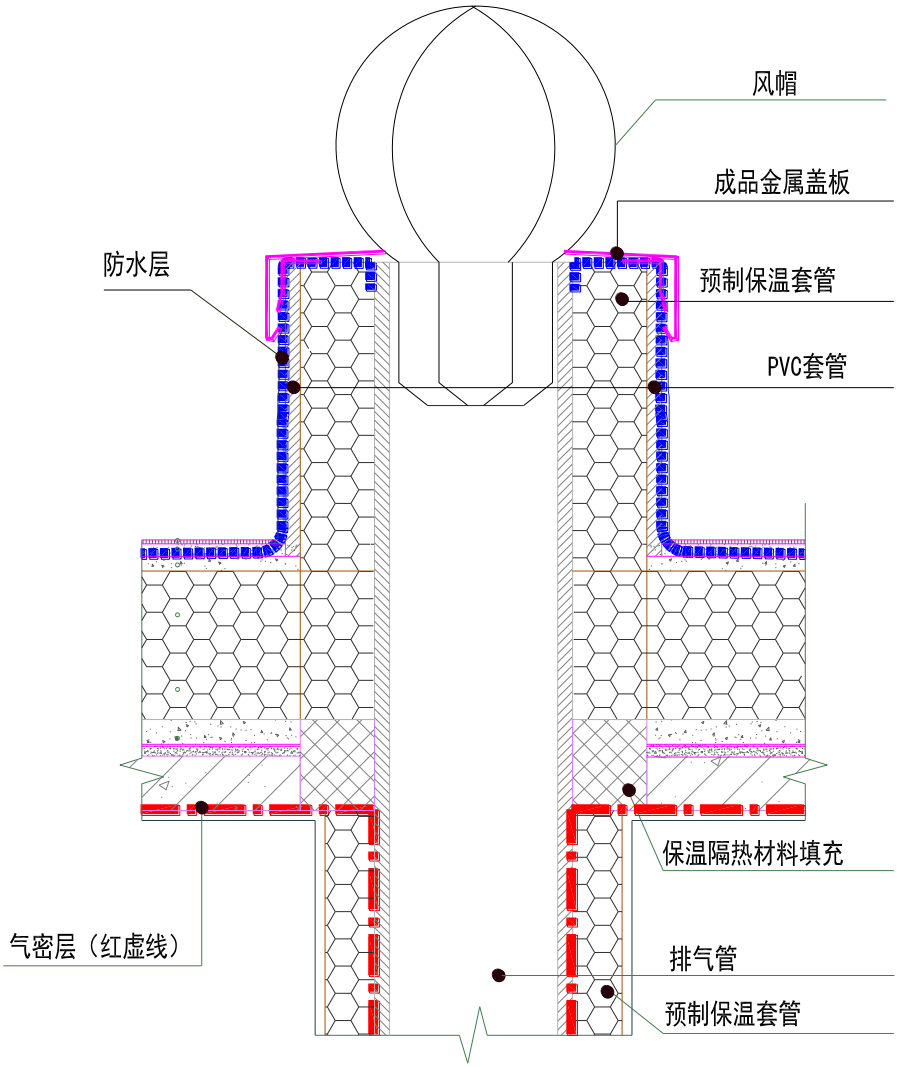

图 4 排气管出屋面示意图

39. 地下室和地面无热桥设计要点：

（1）严寒和寒冷地区地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层连续，并应采用防水性能好的保温材料；地下室外墙外侧保温层应延伸到地下冻土层以下，或完全包裹住地下结构部分；地下室外墙外侧保温层内部和外部宜分别设置一道防水层，防水层应延伸至室外地面以上适当距离；

（2）严寒和寒冷地区地下室外墙内侧保温应从顶板向下设置，长度与地下室

外墙外侧保温向下延伸长度一致，或完全覆盖地下室外墙内侧；

（3）无地下室时，地面保温应与外墙保温应尽量连续、无热桥；

（4）地下室和地面保温做法示意图如图 5 所示。

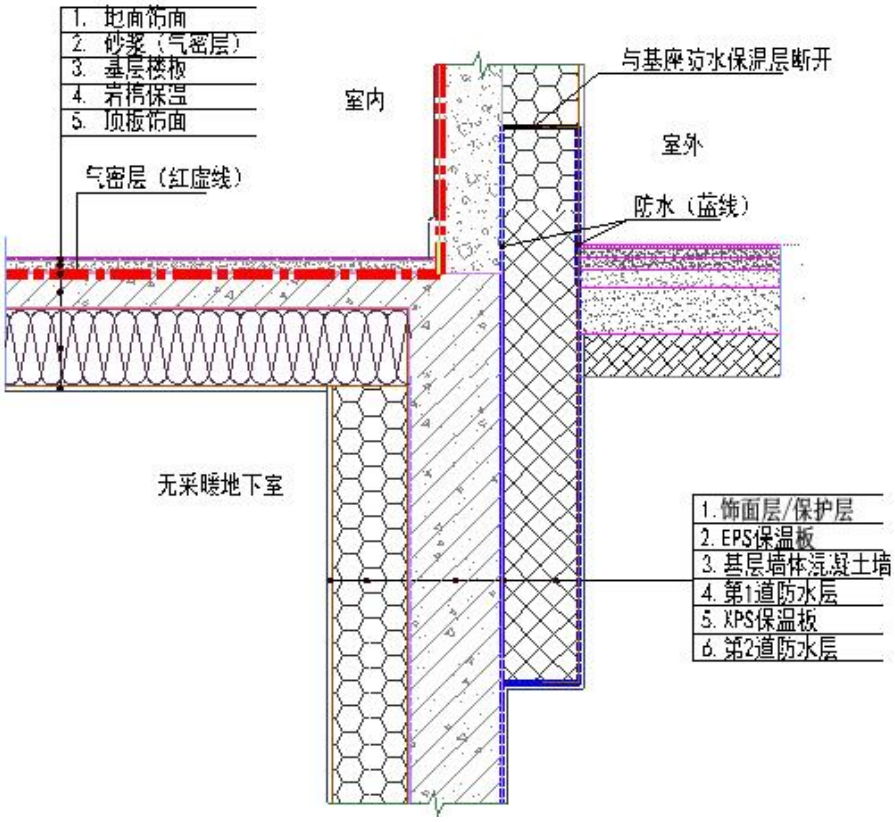

图 5 地下室和地面保温做法示意图

40. 外窗无热桥设计要点：

（1）外窗分隔应在满足国家标准要求的前提下尽量减少，并按照模数进行设计；

（2）外窗节点设计时，宜利用建筑门窗玻璃幕墙热工计算软件，模拟分析不同安装条件下外窗的传热系数和各表面温度，进行辅助设计和验证；

（3）外窗宜采用窗框内表面与结构外表面齐平的外挂安装方式，外窗与结构墙之间的缝隙应采用耐久性良好的密封材料密封严密；

（4）外窗台应设置窗台板，以免雨水侵蚀造成保温层的破坏；窗台板应设置滴水线；窗台宜采用耐久性好的金属制作，窗台板与窗框之间应有结构性链接，并采用密封材料密封；

（5）外窗安装示意图如图 6 所示。

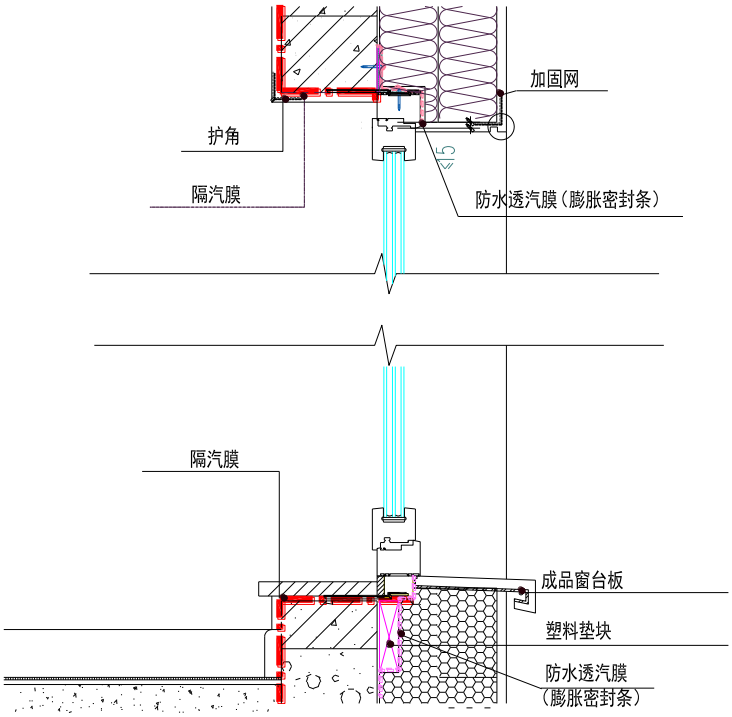

图 6 外窗安装示意图

41. 悬挑阳台可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。

42. 设计可调节外遮阳装置安装节点时，应在其内部或外部留有足够的空间，用来填充保温材料，避免热桥。外置可调节电动百叶安装节点示意图如图 7 所示。

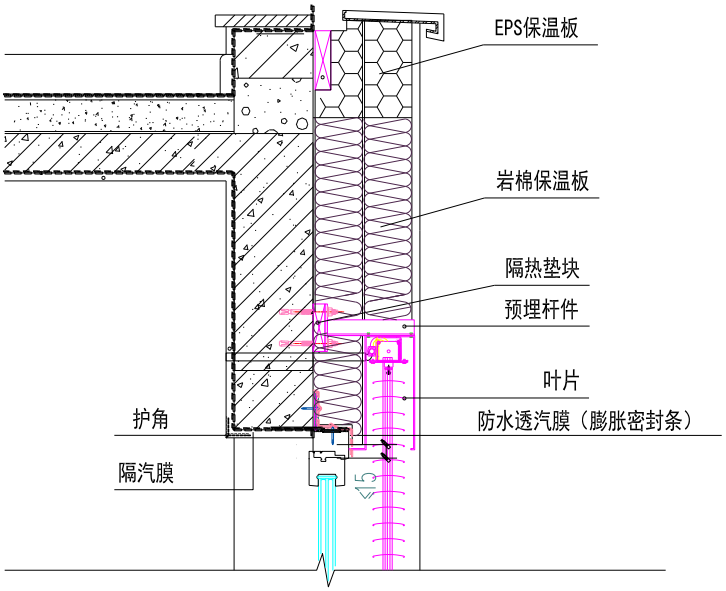

图 7 外置可调节电动百叶安装节点示意图

（四）建筑气密性设计

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

44. 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，气密层标注示意图如图 8 所示。

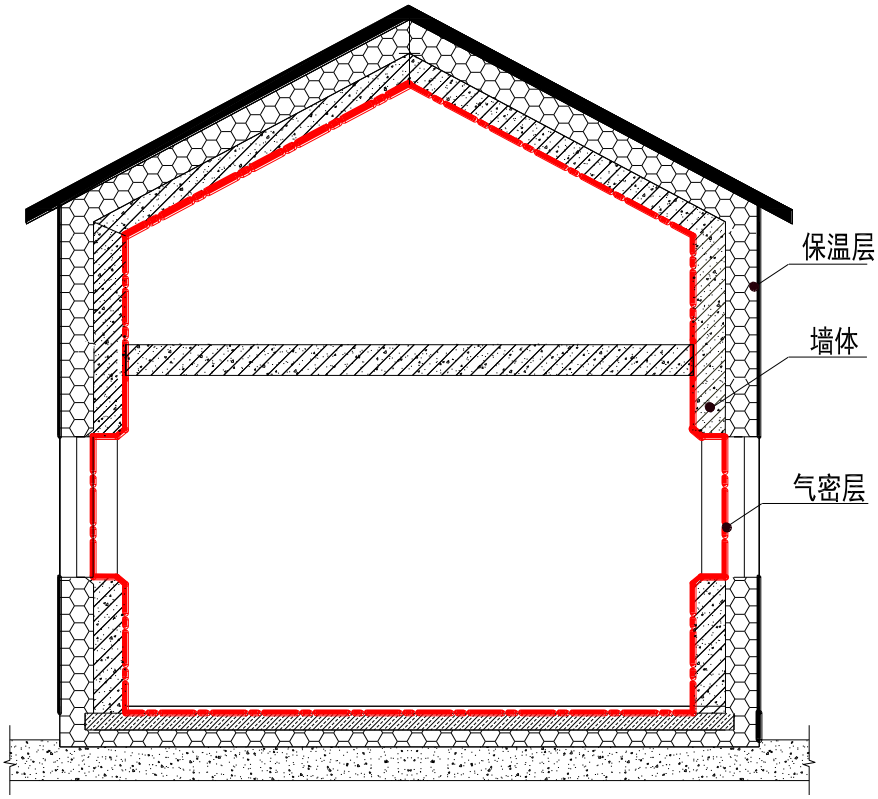

图 8 气密层标注示意图

45. 应采用简洁的造型和节点设计，减少或避免出现气密性难以处理的节点。

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

47. 应选择适用的气密性材料构成气密层，常见的可构成气密层的材料包括一定厚度的抹灰层、硬质的材料板（如密度板、石材）、气密性薄膜等。孔眼薄膜、保温材料、软木纤维板、刨花板、砌块墙体等不适于用做气密层。

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

49. 对门洞、窗洞、电气接线盒、管线贯穿处等易发生气密性问题的部位，应进行节点设计并对气密性措施进行详细说明。电气接线盒气密性处理示意图如图 9 所示。

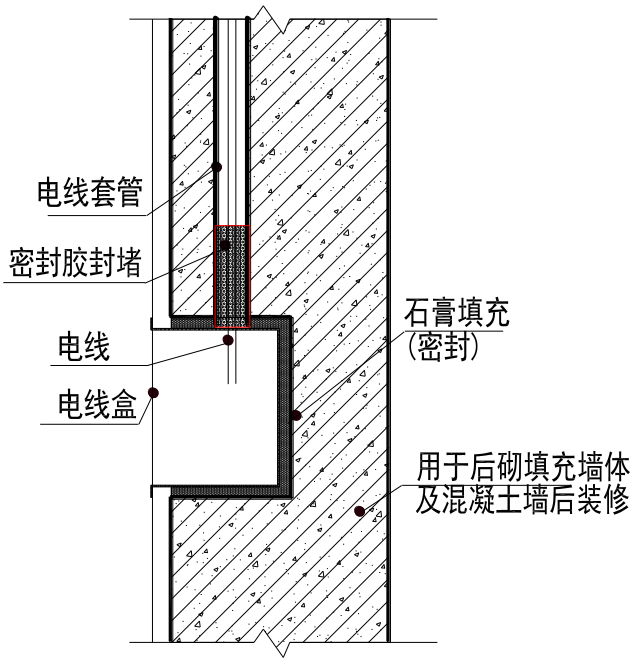

图 9 电气接线盒气密性处理示意图

（五）遮阳设计

50. 遮阳性能要求：

（1）严寒和寒冷地区，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，但也会增加夏季空调能耗，因此，严寒地区南向外窗宜考虑适当的遮阳措施，寒冷地区的东、西、南向的外窗均应考虑遮阳措施；

（2）夏热冬冷和夏热冬暖地区，东、西、南向均应采取遮阳措施，东向和西向应重点考虑。

51. 遮阳设计要点：

（1）遮阳设计应根据地区的气候特点、房间的使用要求以及窗口所在朝向综

合考虑。可采用可调或固定等遮阳措施，也可采用各种热反射玻璃、镀膜玻璃、阳光控制膜、低发射率膜等进行遮阳；

（2）超低能耗建筑宜采用可调节的遮阳设施。可调节外遮阳表面吸收的太阳得热，传入室内的比例比内遮阳或中置遮阳小，并且可根据太阳高度角和室外天气情况自动或手动调整，是最适合超低能耗建筑的遮阳形式。升降百叶可调节外遮阳及可调节遮阳板示意图如图 10 所示；

图10升降百叶可调节外遮阳及可调节遮阳板

（3）固定遮阳是将建筑的天然采光、遮阳与建筑物融为一体的外遮阳系统。设计固定遮阳时应综合考虑建筑物所处地理纬度、朝向，太阳高度角和太阳方向角及遮阳时间，通过对建筑物进行日照分析来确定遮阳的分布和特征。合理设计挑檐尺寸的固定遮阳示意图如图 11 所示；

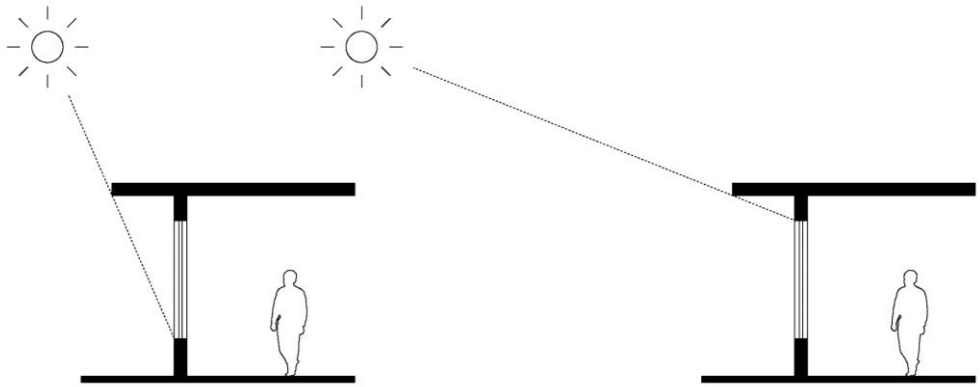

图 11 合理设计挑檐尺寸的固定遮阳示意图

（4）除固定遮阳外，也可结合建筑立面设计，采用自然遮阳措施。非高层建筑宜结合景观设计，利用树木形成自然遮阳，降低夏季辐射热负荷，利用树木形成自然遮阳示意图如图 12 所示；

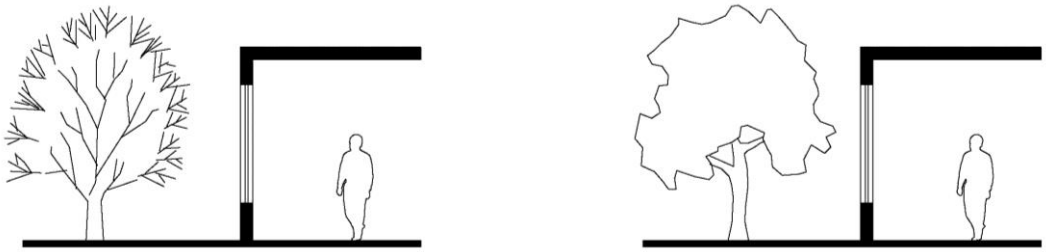

图 12　利用树木形成自然遮阳示意图

（5）南向外窗宜采用可调节外遮阳或水平固定外遮阳的方式。水平固定外遮阳挑出长度应满足夏季太阳不直接照射到室内，且不影响冬季日照的要求；

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

（7）可调节外遮阳和外窗的间距宜大于 100mm，以免外窗玻璃被加热。当设置中置遮阳时，应尽量增加遮阳百叶及其相关附件与外窗玻璃之间的距离；

（8）在设置固定遮阳板时，可考虑利用遮阳板反射天然光到大进深的室内，改善室内采光效果；

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

（六）高效新风热回收系统

52. 超低能耗建筑应采用高效新风热回收系统，通过回收利用排风中的能量降低供暖制冷需求，实现超低能耗目标。
53. 超低能耗建筑宜优先利用高效新风热回收系统满足室内供冷或供暖要求，不用或少用辅助供暖供冷系统。
54. 高效新风热回收系统通过热回收装置使新风和排风进行热交换，回收排风中的能量。新风热回收装置示意图如图 13 所示。

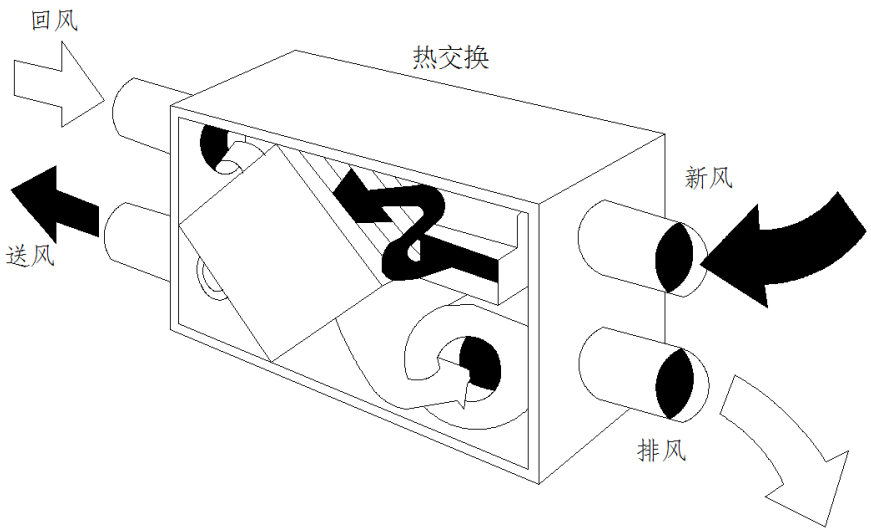

图 13 新风热回收装置示意图

55. 热回收装置按换热类型分为全热回收型和显热回收型两类。由于能量回收原理和结构不同，有板式、转轮式、热管式和溶液吸收式等多种形式。常用热回收装置性能可参考表 6。

表 6 常用热回收装置性能

项目	热回收装置类型					
	转轮式	液体循环式	板式	热管式	板翅式	溶液吸收式
能量回收形式	显热或全热	显热	显热	显热	全热	全热
热回收效率	50%-85%	55%-65%	50%-80%	45%-65%	50%-70%	50%-85%
排风泄漏量	0.5%-10%	0	0-5%	0-1%	0-5%	0

56. 热回收装置的选择

（1）热回收效率是评价热回收装置换热性能的主要指标，设计时应选用高效的热回收装置，并应满足以下要求：

——显热回收装置的温度交换效率[1]不应低于 75%；

——全热热回收装置的焓交换效率[2]不应低于 70%；

[1]对应风量下，新风进、出口温差与新风进口、排风进口温差之比，以百分数表示。

[2]对应风量下，新风进、出口焓差与新风进口、排风进口焓差之比，以百分数表示。

——热回收装置单位风量风机耗功率应小于 0.45 W/(m^3/h)；

（2）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进行选择确定：

——夏热冬冷和夏热冬暖地区夏季室外空气相对湿度大，宜选用全热回收装置，与显热回收相比，具有更好的节能效果；

——严寒和寒冷地区，全热回收装置同显热回收装置节能效果相当，显热回收具有更好的经济性，但全热回收装置利于降低结霜的风险，应根据具体项目情况综合考虑。

57. 热回收装置新风侧应处于正压区，排风侧应处于负压区。

58. 高效新风热回收系统宜在新风入口处设置低阻高效率的空气净化装置，为室内提供更加洁净的新鲜空气，并有效减小雾霾天气对室内空气品质的影响。同时也可避免热回收装置积尘、换热效率下降。

59. 空气净化装置应满足下列要求：

（1）对大于等于 0.5μm 的细颗粒物的一次通过计数效率宜高于 80%（即高中效过滤器），且不应低于 60%（即中效 I 型过滤器），并应设置预过滤器；

（2）总初阻力应尽可能低。

60. 新风系统设计要点：

（1）新风量宜按总人数确定，每人所需的最小新风量应按 30m^3/h 计算；新风量应与排风量平衡；

（2）新风系统宜分户独立设置且可调控；新风系统宜与外窗开启感应装置联动；

（3）新风气流应从起居室和卧室等主要活动区(送风区)流向卫生间和厨房等功能区(排风区)。楼梯间、过道和敞开式厨房的餐厅可作为过流区，通过空气流动间接得到送风和排风，保证所有房间得到充分通风。室内气流示意图如图 14 所示；

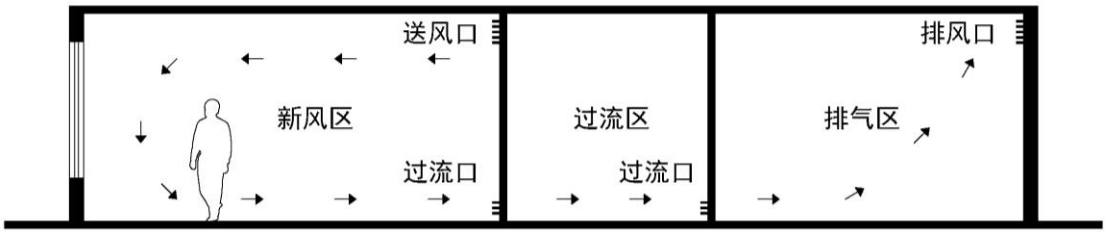

图 14 室内气流示意图

（4）每个房间或主要活动区均应设置送风口和回风口；回风口和回风管道安装确有困难时，可在主活动区域设置集中回风口与回风管道连接，其他房间设置过流口与主活动区间联通；对不能设置回风口或过流口的房间，其内门与地面间净空应留 20mm-25mm 的缝隙，用于回风；

（5）新风系统风道和风口设计应符合以下要求：

——尽可能降低管道和风口风速，主风道风速宜小于 3m/s，送风口风速不宜大于 1.5m/s；

——过流口应有隔声降噪设计；

（6）与室外连通的新风和排风管路上均应安装保温密闭型电动风阀，并与系统联动，保证建筑的气密性；

（7）宜设置新风旁通管，当室外温湿度适宜时，新风可经旁通管直接进入室内，不经过热回收装置，以降低能耗；

（8）新风机组应进行消声隔震处理；新风出口处和排风入口处宜设消声装置；风机与风管连接处应采用软连接。

61. 在严寒和寒冷地区，高效新风热回收系统应设置防冻措施；防冻措施可采用以下方式：

（1）采用加热装置预热室外空气。可采用电加热方式；有集中供暖时，宜利用热网回水加热，以降低一次能源消耗量；

（2）采用地道风（土壤热交换器）预热室外空气，冬季预热出口风温不宜低于 4℃。

62. 有条件时，高效新风热回收系统宜利用土壤蓄存的热量和冷量，即以地道风（土壤热交换器）的方式对新风进行预热预冷。地道风设计应符合下列要求：

（1）地道内壁应光滑，并尽量减少弯头和分叉管，以减少阻力损失和利于清洗；

（2）地道应有均匀的坡度，使凝结水能顺畅流入疏水井；

（3）疏水井应便于清洗。

（七）辅助供暖供冷系统

63. 超低能耗建筑辅助供暖供冷应优先利用可再生能源，减少一次能源的使用。可再生能源主要包括太阳能、地源热泵、空气源热泵及生物质燃料等。

64. 严寒和寒冷地区宜设置辅助热源，辅助热源不宜采用集中供暖方式；寒冷地区、夏热冬冷及夏热冬暖地区宜设置辅助冷源。辅助热源和冷源宜采用以下方式：

（1）严寒地区，当分散供暖时，宜优先采用燃气供暖炉；当集中供暖时，宜以地源热泵、工业余热或生物质锅炉为热源，并采用低温供暖方式。有峰谷电价的地区，可利用夜间低谷电蓄热供暖；

（2）寒冷地区宜采用地源热泵或空气源热泵；

（3）夏热冬冷地区宜采用空气源热泵或地源热泵；

（4）夏热冬暖地区宜采用分体式空调。

65. 辅助热源选择时，除满足供暖、新风处理要求外，宜兼顾生活热水的用热需求，并尽可能利用太阳能供应热水。

66. 辅助供暖供冷设备选型时，应优先选用能效等级为一级的产品。

（八）卫生间和厨房通风

67. 卫生间和厨房通风直接关系到室内环境和超低能耗目标的实现，超低能耗建筑应着重处理好卫生间和厨房通风问题。

68. 卫生间通风设计要点：

（1）每个卫生间宜设独立的排风装置，自然补风。排风经排风装置导入排风竖井，借助无动力风帽排出室外。卫生间排风用无动力风帽如图 15 所示；

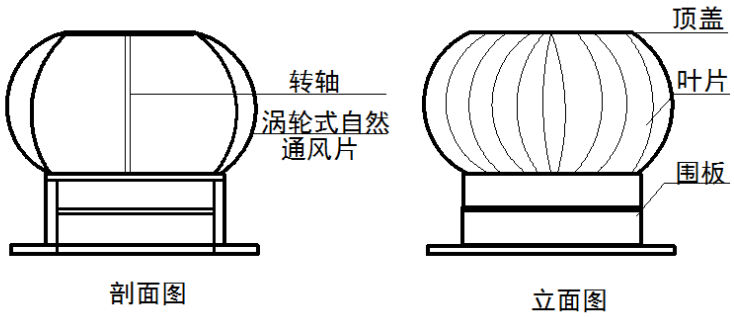

图 15 卫生间排风用无动力风帽

（2）卫生间排风装置宜设置定时启停装置，避免长期运行导致不必要的新风引入；

（3）排风竖井排风量宜按每个卫生间排风量总和的 60~80%计算，层数多时取下限，层数少时取上限。竖井内风速宜为 1m/s~2m/s；

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

69. 中餐厨房油烟大、通风量大，在进行厨房通风设计时，应遵循以下原则，尽可能降低厨房通风造成的冷热负荷，同时满足改善厨房室内环境的要求。

（1）厨房宜设独立的排油烟补风系统；

（2）补风应从室外直接引入，补风管道引入口处应设保温密闭型电动风阀；电动风阀应与排油烟机联动，在排油烟系统未开启时，应关闭严密，不得漏风。补风管道应保温，防止结露；

（3）补风口尽可能设置在灶台附近，缩短补风距离，补风示意图如图 16 所示。

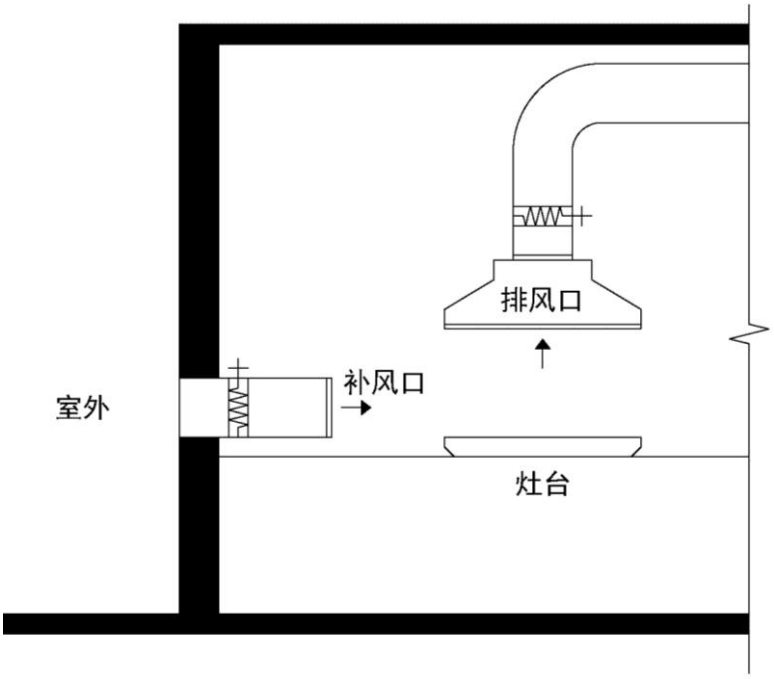

图 16 厨房补风示意图

（九）照明与计量

70. 超低能耗建筑应选择高效节能光源。

71. 宜采用智能化照明控制系统，按需照明，降低照明能耗。公共区域的照明应采取声光控制、定时控制及红外感应控制等节能措施。

72. 地下空间宜采用设置采光天窗和侧窗、下沉式广场或绿地、光导管等措施提供天然采光。地下空间自然采光示意图如图 17 所示。光导管安装示意图如图 18 所示。

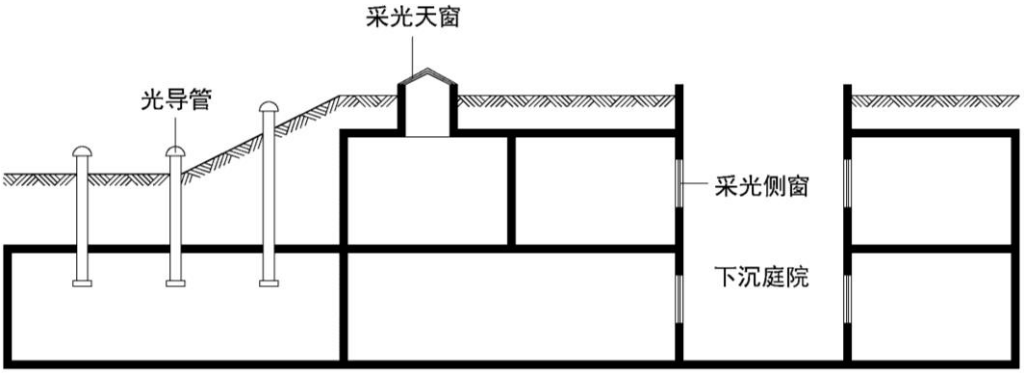

图 17 地下空间自然采光示意图

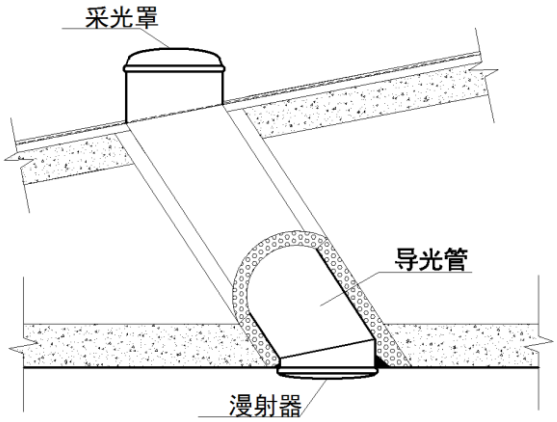

图 18 光导管安装示意图

73. 超低能耗建筑不宜采用过多的外立面照明或设置大幅 LED 屏幕。

74. 居住小区道路照明系统应能按照室外照度自动启停。在太阳能和风能资源丰富的地区，技术经济合理时，宜采用太阳能路灯或风光互补路灯，作为小区景观和庭院照明的光源。

75. 宜对典型户型的供暖供冷、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 3 户。

第四章施工与质量控制

76. 超低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，应选择施工经验丰富、技术能力强的专业队伍承担；施工前，应对现场工程师、施工人员、监理人员进行培训。

77. 超低能耗建筑施工和质量控制除应满足现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 及其他相关标准要求外，应针对热桥控制、气密性保障等关键环节，制定专项施工方案，通过细化施工工艺，严格过程控制，保障施工质量。

（一）无热桥施工

78. 热桥控制重点应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。

79. 外墙保温施工要点：

（1）施工前，应根据保温板材规格进行排板，并确定锚固件的数量及安装位置；

（2）外保温施工前，应具备以下条件：

——基层墙面表面平整度和立面垂直度均应满足相关标准要求，且应清洁，无油污、浮尘等附着物；

——外墙上预埋固定件、穿墙套管等均施工完毕；

——外门窗框安装就位；

（3）外墙粘贴保温材料时，宜采用点框粘贴；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；

（4）保温板应平整紧密地粘贴在基墙上，避免出现空腔，造成对流换热损失和保温脱落隐患。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；

（5）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，应采用发泡材料严密封堵；

（6）对管线穿外墙部位应进行封堵，并应妥善设计封堵工艺，确保封堵紧密充实。

80. 屋面保温施工要点：

（1）屋面保温施工应选在晴朗、干燥的天气条件下进行；

（2）施工前，应对基层进行清理，确保基层平整、干净；

（3）防水层施工前，应对施工部位保温材料进行保护，防止降水进入保温层；

（4）隔汽层施工时，应注意保护，防止隔汽层出现破损，影响对保温层的保护效果；

（5）对管道穿屋面部位应进行封堵，并应妥善设计封堵工艺，确保封堵紧密充实。

81. 外窗安装要点：

（1）外窗安装可为以下步骤：

——检查外窗结构洞口是否符合要求，如不符合要求，应进行修整；

——外挂安装窗户，外挂专用金属支架安装应牢固并能调整，窗框与支架连接时，应保证窗户垂直平整且牢固可靠；

——在窗框与结构墙间的缝隙处可装填预压自膨胀缓弹海绵密封带；

——在窗框与结构墙结合部位进行防水密封处理；

——安装外墙保温板，保温板外侧应加装网格布，并采用抗裂砂浆抹平；

——在顶部设置专用成品滴水线；

（2）外窗应采用专用金属支架固定，固定位置和间距按有关标准执行；当外窗较大时，应在外窗底部增加金属支架，保障安装牢固；

（3）外窗洞口与窗框连接处应进行防水密封处理，室内侧宜粘贴隔汽膜，或刷防水保温涂料，避免水蒸气进入保温材料；室外侧宜采用防水透汽膜处理，以利于保温材料内水汽排出；

（4）外窗安装时，应最大限度的减少外窗框的热桥损失。外墙保温层应多包住窗框，窗框未被保温层覆盖部分不宜超过 10mm，如开启扇外侧安装纱窗，应

留出纱窗安装位置。保温板包窗框外边缘部位宜用专用成品连接件进行连接，保证窗框与保温层的牢固连接和密封；

（5）外窗口保温层做薄抹灰面层时，应在窗口四角处多加一层网格布，加强保护；窗口顶部安装预制成品滴水线，阳角部位宜安装护角条；

（6）窗台板安装时，其向外的坡度不宜小于10%。

（二）气密性保障

82. 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、及屋面檐角等关键部位的气密性处理。施工完成后，应进行气密性测试，及时发现薄弱环节，改善补救。

83. 应避免在外墙面和屋面上开口，如必须开口，应减小开口面积，并应协商设计制定气密性保障方案，保证气密性。

84. 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，不方便粘贴的靠墙部位可抹粘接砂浆封堵；

（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。

85. 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℃；

（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接砂浆，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。

86. 木结构屋面边缘檐角材料搭接部位容易发生气密性问题，施工时，可在檐口搭接的构件上粘贴专用密封带，并用保护材料覆盖，保障气密性。

87. 施工过程中应进行气密性检测，保障气密性。气密性检测可采用鼓风门法和示踪气体法。

（1）鼓风门法通过鼓风机向室内送风或排风，形成一定的正压或负压后，测量被测对象在一定压力下的换气次数，以此判断是否满足气密性要求；鼓风门法检测应符合本导则附录 B 的规定；

（2）示踪气体法使用人工烟雾，通过观察示踪气体向外界泄露的数量和位置，查找围护结构气密性缺陷。

（三）设备系统

88. 暖通空调系统施工应加强防尘保护、气密性、消声隔振、平衡调试以及管道保温等方面细节的处理和控制。

89. 防尘保护要点：

（1）施工期间风系统所有敞口部位均应做防尘保护，包括风道、新风机组和过滤器。

（2）应及时清洗过滤网，必要时更换新的过滤器。

90. 新风机组安装要点：

（1）机组与基础间、吊装机组与吊杆间均应安装隔声减震配件；管道与主机间应采用软连接，防止固体传声；

（2）安装位置应便于维修、清洁和更换过滤器、凝结水槽和换热器等部件；

（3）管道保温与主机外壳间应连接紧密，避免有缝隙，影响保温效果。

91. 应对新风吸入口和排风口的安装位置进行现场核查，并满足以下要求：

（1）新风吸入口应远离污染源，如垃圾厂、堆肥厂、停车场等，并应避免排风影响；同时宜远离地面，不受下雨、下雪的影响，且能防止人为破坏。

（2）排风口应避免排气直接吹到建筑物构件上。

92. 风管系统施工要点：

（1）宜采用高气密性的风管；

（2）当进风管处于负压状态时，应避免和排风管布置在同一个空间里，防止排风进入送风系统；

（3）新风管道负压段和排气管道正压段的密封是风系统施工的重点，宜在其接头等易漏部位加强密封，保障密闭性，同时减少噪声干扰。

93. 新风系统安装完成后应进行风量平衡调节，每个送风口和排风口的风量应达到设计流量，总送风量应与排风量平衡。冷热源水系统应进行水力平衡调试，总流量及各分支环路流量应满足设计要求。

94. 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。

95. 室内管道固定支架与管道接触处应设置隔音垫，防止噪音产生及扩散，也可避免发生热桥。

96. 室内排水管道及其透气管均应进行保温和隔音处理，可采用外包保温材料的方式进行隔声。

97. 屋面雨水管宜设在建筑外保温层外侧，如必须设在室内时，雨水管应进行保温处理。

第五章验收与评价

（一）验收

98. 为实现超低能耗目标，应加强超低能耗建筑施工质量的验收。验收要点如下：

（1）应对采用的保温材料、门窗部品等材料和设备进行进场验收。检查是否具备合格证、检验报告等质量证明文件，是否符合设计要求和相关标准的规定，并应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 规定，进行现场抽样复检，复验合格后方可使用；

（2）应对外墙、外窗、屋面、地面及楼板、暖通空调系统等分项工程应分别按施工质量标准进行检查验收，并做好质量验收记录；

（3）隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知有关单位进行验收，并应形成验收文件（文字记录和必要的图像资料）；

（4）外墙隐蔽工程重点检查内容：

——基层表面状况及处理；

——保温层的敷设方式、厚度和板材缝隙填充质量；

——锚固件安装；

——网格布铺设；

——热桥部位处理等。

（5）屋面隐蔽工程重点检查内容：

——基层表面状况及处理；

——保温层的敷设方式、厚度和板材缝隙填充质量；

——屋面热桥部位处理；

——隔汽层设置；

——防水层设置；

——雨水口部位的处理等。

（6）外门窗隐蔽工程重点检查内容：

——外门窗洞的处理；

——外门窗安装方式；

——窗框与墙体结构缝的保温填充做法；

——窗框周边气密性处理等。

（7）热桥部位质量控制重点检查内容：

——重要节点的无热桥施工方案；

——女儿墙、窗框周边、封闭阳台、出挑构件等重点部位的实施质量；

——穿墙管线保温密封处理效果；

——对薄弱部位进行红外热成像仪检测，查找热工缺陷。

（8）气密性质量控制重点检查内容：

——重要节点的气密性保障施工方案；

——门窗产品气密性质量；

——门窗、管线贯穿处等关键部位的气密性效果。

（9）暖通空调系统重点检查内容：

——风管系统及现场组装的组合式空调机严密性；

——风系统平衡性及供暖空调水系统的平衡性；

——管道及部件的保温。

99. 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，应按附录 B 进行建筑整体气密性检测，检测结果应满足本导则气密性指标要求。

100.暖通空调系统施工完成后，应进行联合试运转和调试，并达到设计要求。

（二）评价

101.为保证超低能耗建筑的实施质量，推动其健康发展，超低能耗建筑建造完成后，应对其是否达到超低能耗建筑的要求给予评价。

102.评价人员应经过相关专业技术培训；评价中的相关测试应由国家级检测机构进行实施。

103.评价鼓励选用获得高性能节能标识或绿色建材标识的门窗、保温（隔热）材料、照明灯具、新能源设备、冷（热）源机组、空调（采暖）末端设备、热回收装置、遮阳等产品。高性能节能产品是指满足国家相关产品标准且主要节能性能指标达

到国际领先水平的产品。对采用获得高性能节能标识且在有效期内的产品，可直接认可，不必重复检测。

104.评价应以单栋建筑为对象；对于设计中以户或单元为设计单位的建筑，可结合建筑的实际情况，以户或单元为对象进行评价。

105.评价工作贯穿整个设计与建造过程，包括设计和施工两部分。

106.设计部分评价应在施工图设计文件审查通过后开始进行，包括以下两方面：

（1）施工图审核。应重点核查围护结构关键节点构造及做法是否满足保温及气密性要求，包括外保温构造、门窗洞口密封、气密层保护措施及是否采取热回收新风系统，厨房及卫生间通风是否采取节能措施等；

（2）能耗指标计算。包括年供暖需求和年供冷需求及年供暖空调照明一次能源消耗量的计算。能耗指标应采用被动式超低能耗绿色建筑认证专用软件计算。

107.施工部分评价应在建筑物竣工验收前进行，包括以下内容：

（1）建筑气密性检测

——应对建筑外围护结构整体进行气密性检测。当以户或单元为对象进行标识评价时，应以户或单元为单位进行气密性测试；

——建筑气密性应由国家级第三方检测机构现场检测并出具检测报告，检测方法应符合本导则附录 B 的要求，检测结果应满足本导则技术指标要求；

——在进行评价标识时，若建筑物已经委托国家级第三方检测机构完成气密性检测，只需提供检测报告即可，不必重复检测；

（2）应对新风热回收装置进行施工现场抽检，送至国家级第三方检测机构进行检测，保证其热回收效率符合设计要求。

——同一厂家的分散式热回收装置，抽检数量为 5%，但不得少于 2 台；

——对于集中式热回收装置，应由厂家提供同型号、同规格产品的国家级第三方检测报告；

——对于获得高性能节能标识且在有效期内的产品，可免于现场抽检。

（3）应核查以下项目：

——外墙保温材料、门窗等关键产（部）品应为高性能节能产品或绿色建材产品；否则，应核查其见证取样检测报告是否符合设计要求；

——热回收装置等相关产品检测报告应符合设计要求。

108.建筑竣工验收一年后，宜对超低能耗建筑进行后评估，作为应用效果评价参考及申报国家示范工程、国家或省级各级政府财政补贴等相关各类荣誉的重要依据。后评估包含以下内容：

（1）室内环境检测

——检测内容宜包括室内空气温度、相对湿度，外墙内表面温度，新风量，室内 PM2.5 的含量、二氧化碳浓度、室内风速及室内环境噪声；

——检测应在暖通空调系统正常连续运行 24 小时后进行；

——应根据不同体形系数、不同楼层、不同朝向等因素抽检有代表性的用户进行检测。抽检数量不得少于用户总数的 10%，并不得少于 3 户，并至少包括顶层、中间层和底层各 1 户，每户不少于 2 个房间；

——室内温度、相对湿度及外墙内表面温度检测时间周期不得少于 24 小时；其它要求应按照国家现行标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 进行；

——新风量检测应按照国家现行标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 进行；

——室内 PM2.5 的含量、二氧化碳浓度、室内风速、室内环境噪声检测应参照相关标准进行；

（2）实际能耗评估

——实际能耗以典型用户电表、气表等计量仪表的实测数据为依据，并经计算分析后采用；

——供暖、空调及照明能耗计量时间以一年为一个周期；

——不同能源可按本导则附录 A 统一换算到一次能源。

第六章运行管理

109.超低能耗建筑应针对其在建筑围护结构、暖通空调系统等方面的特点进行维护和管理。

110.物业管理单位应制定针对超低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。

111.如果业主自行委托进行二次装修，物业管理单位应对装修单位进行施工培训，避免影响超低能耗建筑的围护结构及设备系统性能。

112.超低能耗建筑构件的维护和保养应注意以下事项：

（1）外墙外保温系统的保护。应避免在外墙面上固定物体，保护外墙外保温系统完好；如必须固定，则必须采取防止热桥的措施；

（2）建筑整体气密性保护。外墙内表面的抹灰层、屋面防水隔气层及外窗密封条是保证气密性的关键部位。物业部门应注意气密层是否遭到破坏，若有发生，则应及时修补；应经常检查外门窗密封条，必要时应及时更换；

（3）窗门的维修保护。经常检查外门窗关闭是否严密，中空玻璃是否漏气；应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。

113.超低能耗建筑暖通空调系统的运行管理除应符合国家现行标准《空调通风系统运行管理规范》GB50365 的要求外，还应注意以下事项：

（1）每年宜将年能耗数据与设计能耗值进行比较，及时发现问题；

（2）经常检查新风口、排风口及其通道是否畅通，以及新风口、排风口的开启状态；

（3）经常检查过滤器，并定期清洗或更换过滤器。对户式新风系统，物业管理部门应将过滤器的型号、维修周期及厂家联系方式等信息提供给用户，并建议用户请厂家专业人士定期清理和更换；

（4）每两年需检查一次新风系统的热回收装置，如需更换，应及时更换，保

证热回收效率。

114.超低能耗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，介绍超低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。

115.用户使用注意事项包括：

（1）尽量避免在外围护结构打膨胀螺栓或钉钉子。如有孔洞发生，需利用填缝剂立即封堵；

（2）供暖季，白天需要太阳辐射来加热房间，不要遮挡窗户，并宜打开活动遮阳设施。夜间应关闭活动外遮阳装置，避免室内向室外的辐射散热。窗户应保持关闭状态，只有在新风系统故障停机或家庭聚会时，窗户可短期开启满足新风需求，恢复正常后应重新关严；

（3）供冷季，白天应关窗并放下遮阳，主动减少太阳辐射得热，保持房间阴凉；夜间和早上可开窗通风；

（4）过渡季宜关闭新风系统，开窗通风；

（5）始终保持送风口、过流口和排风口畅通，不要随意封堵；

（6）定期清理过滤器；

（7）定期检查所有风阀、卫生间通风装置是否开关完好；

（8）定期检查门窗漏风、胶条是否完好；

（9）定期检查排油烟机排风自闭阀是否完好；

（10）每周地漏加水一次，保证气密性；

（11）使用节能家电和节能灯，电气设备不用时完全关掉，不要让其处于长期待机状态；

（12）供暖、供冷、通风系统的设定值应按建议值进行设置，避免过高或过低。

附录 A 一次能源换算系数

表 A.0.1 一次能源换算系数①

能源类型②③	平均低位发热量	一次能源换算系数
原煤	20908kJ/kg	0.123（kgce/ kWh 热量）
洗精煤	26344 kJ/kg	
其他洗煤	8363 kJ/kg	
焦炭	28435 kJ/kg	
原油	41816kJ/kg	
燃料油	41816kJ/kg	
汽油	43070 kJ/kg	
煤油	43070 kJ/kg	
柴油	42652kJ/kg	
煤焦油	33453 kJ/kg	
渣油	41816 kJ/kg	
液化石油气	50179 kJ/kg	
炼厂干气	46055kJ/kg	
油田天然气	38931kJ/m^3	
气田天然气	35544 kJ/m^3	
煤矿瓦斯气	14636~16726 kJ/m^3	
焦炉煤气	16726~17981 kJ/m^3	
高炉煤气	3763 kJ/m^3	
热力	——	0.15（kgce/ kWh 热量）
电力	——	按当年火电发电标准煤耗或 0.36(kgce/ kWh 电量)
生物质能	——	0.025（kgce/ kWh 热量）
电力（光伏、风力等可再生能源发电自用）	——	0

注：①表中数据引自国家标准《综合能耗计算通则》GB/T2589；生物质能换算系数参考国外数据；

②各种能源折算为一次能源的单位为标准煤当量；

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

附录 B 建筑外围护结构整体气密性能检测方法

B.0.1 本方法适用于鼓风门法进行建筑物外围护结构整体气密性能的检测。

B.0.2 鼓风门法的检测应在 50Pa 和-50Pa 压差下测量建筑物换气量，通过计算换气次数量化外围护结构整体气密性能。

B.0.3 采用鼓风门法检测时，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。

B.0.4 建筑外围护结构整体气密性能的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。

B.0.5建筑外围护结构整体气密性能的检测值的处理应下式处理：

1换气次数应按下式计算：

$$N_{50}^{+} = L_{50}^{+}/V \quad \text{（B.0.5-1）}$$

$$N_{50}^{-} = L_{50}^{-}/V \quad \text{（B.0.5-2）}$$

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：

$$N_{50} = (N_{50}^{+} + N_{50}^{-})/2 \quad \text{（B.0.5-3）}$$

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}）。

B.0.6 当以户为对象进行气密性能检测时，测试户数不少于整栋建筑户数的 5%，且至少应包括顶层、中间层和底层的典型户型各 1 户；当以单元为对象进行气密性能检测时，测试单元不少于整栋建筑单元数的 10%，且不应少于 1 个单元。

引用标准名录

1.《建筑设计防火规范》GB50016

2.《建筑采光设计标准》GB50033

3.《住宅设计规范》GB50096

4.《民用建筑隔声设计规范》GB50118

5.《民用建筑热工设计规范》GB50176

6.《屋面工程技术规范》GB 50345

7.《空调通风系统运行管理规范》GB50365

8.《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411

9.《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736

10.《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132

11.《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177

12.《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ289

13.《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346

14.《综合能耗计算通则》GB/T 2589

15.《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106

本导则由中华人民共和国住房和城乡建设部组织编制，由住房和城乡建设部建筑节能与科技司负责管理，中国建筑科学研究院负责技术解释。请各单位在使用过程中，总结实践经验，提出意见和建议。

本导则主要起草单位：

中国建筑科学研究院

中国被动式超低能耗绿色建筑创新联盟

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心

秦皇岛五兴房地产有限公司

北京市住宅建筑设计研究院

新疆建筑设计研究院

北京五合国际工程设计顾问有限公司

山东省建筑科学研究院

河北省建筑科学研究院

江苏省建筑科学研究院

黑龙江辰能盛源房地产开发公司

青岛被动屋工程技术有限公司

本导则主要起草人：徐伟、邹瑜、王臻、徐智勇、胡颐蘅、张小玲、刘鸣、卢求、王昭、郝翠彩、沈志明、刘兆新、于正杰、丁枫斌、孙德宇、于震、孙峙峰、李怀、万成龙、张时聪、陈曦