

辽宁省地方标准

近零能耗建筑技术规程

Technical specification for
nearly zero energy buildings

DB21/Txxxx—xxxx

主编部门：辽宁省住房和城乡建设厅

批准部门：辽宁省住房和城乡建设厅

施行日期：2024 年 xx 月 xx 日

中国 沈阳

前 言

本规程是根据辽宁省住房和城乡建设厅《关于印发 2021 年度辽宁省工程建设地方标准制修订计划的通知》（辽住建〔2021〕19 号）的要求，由沈阳建筑大学等单位开展了专题试验研究，进行了广泛调查分析，认真总结实践经验，并广泛征求有关科研、教学、设计、生产、施工、质监、检测等单位的意见，反复讨论、修改，最后经审查定稿，编制了本规程。

本规程主要技术内容包括：总则，术语，基本规定，设计技术措施，施工技术措施与质量控制，试验与验收，运行管理以及能效评价等。

本规程由辽宁省住房和城乡建设厅和辽宁省质量技术监督局批准，由沈阳建筑大学作为主编单位并负责具体内容的解释。

本规程执行过程中如有意见或建议，均可以通过来电或来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理（归口管理部门：辽宁省住房和城乡建设厅，地址：沈阳市和平区太原街 2 号，邮编：110001，联系电话：024-234479652；规程起草单位：沈阳建筑大学，地址：沈阳市浑南区浑南中路 25 号，邮编：110168，联系电话：024-24690700）

本标准主编单位：沈阳建筑大学

本标准参编单位：中国建筑科学研究院有限公司

大连理工大学

辽宁省建设科学研究院有限责任公司

辽宁省建筑设计研究院有限责任公司

辽宁秦恒科技有限公司

沈阳市热力工程设计研究院有限公司

中国建筑东北设计研究院有限公司

沈阳紫微恒检测设备有限公司

营口市城乡建设与公用事业中心

山东圣泉新材料股份有限公司

本规程主要编制人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1	总 则.....	1
2	术 语.....	2
3	基本规定.....	4
4	设计技术措施.....	6
4.1	一般规定.....	6
4.2	建筑设计.....	8
4.3	围护结构专项设计.....	12
I	外保温系统设计.....	12
II	热桥处理.....	14
III	建筑气密性.....	17
IV	预制外墙板.....	18
4.4	设备系统.....	22
4.5	配电与照明.....	30
4.6	可再生能源利用.....	31
4.7	智能控制或监测与控制.....	34
5	施工技术措施与质量控制.....	36
5.1	一般规定.....	36
5.2	建筑.....	36
I	外墙工程.....	36
II	外门窗工程.....	39
III	屋面工程.....	39
IV	地面工程.....	40
V	预制外墙制作与安装.....	40
5.3	设备系统.....	48
5.4	配电与照明.....	48
5.5	可再生能源.....	49

5.6	智能控制或监测与控制.....	50
6	试验与验收.....	51
6.1	一般规定.....	51
6.2	围护结构.....	53
6.3	建筑设备系统.....	61
6.4	可再生能源应用系统.....	63
7	运行管理.....	66
7.1	一般规定.....	66
7.2	高性能围护结构.....	67
7.3	新风热回收系统.....	67
7.4	建筑用能系统.....	68
7.5	监测与控制.....	69
8	能效评价.....	71
8.1	一般规定.....	71
8.2	评价方法与判定.....	71
附录 A	能耗指标计算方法.....	73
A.1	一般规定.....	73
A.2	居住建筑.....	82
A.3	公共建筑.....	82
附录 B	近零能耗公共建筑能耗值.....	85
附录 C	外墙保温基本构造	87
附录 D	外门窗设计选型及热工性能	92
附录 E	建筑气密性检测方法	96
E.1	检测条件	96
E.2	检测设备	96
E.3	测试步骤	97
E.4	数据处理	97

附录 F 新风热回收装置热回收效率现场检测方法	100
附录 G 建筑能耗计算报告格式	102
本规程用词说明.....	103
引用标准名录.....	104

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家和本地区有关法律法规和方针政策，进一步提升辽宁省建筑室内环境品质和建筑质量，降低建筑能耗，推动可再生能源建筑应用，规范本地区近零能耗建筑设计，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于辽宁省新建、扩建和改建的近零能耗建筑的设计、施工、运行和评价。

1.0.3 近零能耗建筑的设计、施工、运行和评价除应符合本标准的规定之外，尚应符合国家、行业和辽宁省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 近零能耗建筑 nearly zero energy 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建筑，其建筑能耗水平应较国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010 降低 60%-75%以上。

2.0.2 超低能耗建筑 ultra low energy building

超低能耗建筑是近零能耗建筑的初级表现形式，其室内环境参数与近零能耗建筑相同，能效指标略低于近零能耗建筑，其建筑能耗水平应较国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010 降低 50%以上。

2.0.3 零能耗建筑 zero energy building

零能耗建筑是近零能耗建筑的高级表现形式，其室内环境参数与近零能耗建筑相同，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建筑。

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 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。

2.0.6 建筑气密性 air tightness of building envelope

建筑在封闭状态下阻止空气渗透的能力。用于表征建筑或房间在正常密闭情况下的无组织空气渗透量。通常采用压差实验检测建筑气密性，以换气次数 N_{50} ，即室内外 50Pa 压差下换气次数来表征建筑气密性。

2.0.7 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。

2.0.8 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

2.0.9 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。

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

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

2.0.11 建筑综合节能率 building energy saving rate

设计建筑和基准建筑的建筑能耗综合值的差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

2.0.12 建筑本体节能率 building energy efficiency improvement rate

在设定计算条件下，设计建筑不包括可再生能源发电量的建筑能耗综合值与基准建筑的建筑能耗综合值的差值，与基准建筑的建筑能耗综合值的比值。

2.0.13 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。

2.0.14 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。

2.0.15 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。

2.0.16 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。

2.0.17 新风热回收 fresh air heat recovery

新风系统运行过程中，从排风中回收热量或冷量，以减少新风的能耗。热回收装置利用空气—空气热交换器来回收排风中的冷（热）能对新风进行预处理。

2.0.18 基准建筑 reference building

计算建筑本体节能率和建筑综合节能率时，用于计算符合国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010 相关要求的建筑能耗综合值的建筑。

2.0.19 约束性指标 obligatory target

为实现设计目标，在设计中不得突破或必须实现的指标。

2.0.20 推荐性指标 recommend datory target compulsory

设计期望达到的目标，主要依靠市场主体的自发行为来实现。

3 基本规定

3.0.1 建筑设计应根据辽宁省气候特征和场地条件，在建筑布局、朝向、体形系数和使用功能方面，体现近零能耗建筑的理念和特点。通过被动式设计降低建筑冷热需求和提升主动式能源系统的能效达到超低能耗，在此基础上，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。有条件时，宜实现零能耗建筑。

【条文说明】建筑群的总体规划应有利于营造适宜的微气候。应通过优化建筑空间布局，合理选择和利用景观、生态绿化等措施，夏季增强自然通风、减少热岛效应。建筑的主朝向宜为南北朝向，主入口宜避开北向和西北向。冬季以保温和获取太阳得热为主，避免冷风对建筑的影响。夏季隔热遮阳要求，过渡季节应能实现充分的自然通风。

3.0.2 应以室内环境参数及能效指标为约束性指标，围护结构、能源设备和系统等性能参数应为推荐性指标。

3.0.3 建筑主要房间的室内热湿环境参数应符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 建筑主要房间室内热湿环境参数

室内热湿环境参数	冬季	夏季
温度 (°C)	≥ 20	≤ 26
相对湿度 (%)	≥ 30	≤ 30

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的计算。

3.0.4 居住建筑主要房间的室内新风量不应小于 $30\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{人})$ 。公共建筑的新风量应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 的规定。

3.0.5 居住建筑室内噪声昼间不应大于 40dB(A) ，夜间不应大于 30dB(A) 。酒店类建筑的室内噪声级应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 中室内允许噪声级一级的规定；其他建筑类型的室内允许噪声级应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118 中室内允许噪声级高要求标准的规定。

3.0.6 近零能耗居住建筑的能效指标应符合表 3.0.6 的规定。

表 3.0.6 近零能耗居住建筑能效指标

建筑能耗综合值		$\leq 55 (\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$ 或 $6.8 (\text{kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$	
建筑本体性能指标	供暖年耗热量 ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)	严寒地区	寒冷地区
		≤ 18	≤ 15
	供暖年耗冷量 ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)	$\leq 3 + 1.5 \times \text{WDH}_{20} + 2.0 \times \text{DDH}_{28}$	
	建筑气密性 (换气次数 N50)	≤ 0.6	

可再生能源利用率	$\geq 10\%$
----------	-------------

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

2 本表适用于居住建筑中的住宅类建筑，面积的计算基准为套内使用面积；

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

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

3.0.7 近零能耗公共建筑能效指标应符合表 3.0.7 的规定，其建筑能耗值可按本标准附录 B 确定。

表 3.0.7 近零能耗公共建筑能效指标

建筑综合节能率		$\geq 60\%$	
建筑本体性能指标	建筑本体节能率	严寒地区	寒冷地区
		$\geq 30\%$	$\geq 20\%$
	建筑气密性 (换气次数 N_{50})	≤ 1.0	
可再生能源利用率		$\geq 10\%$	

3.0.8 新建、扩建和改建建筑以及既有建筑节能改造均应进行建筑节能设计。建设项目可行性研究报告、建设方案和初步设计文件应包含建筑能耗、可再生能源利用及建筑碳排放分析报告。施工图设计文件应明确建筑节能措施及可再生能源利用系统运营管理的技术要求。

3.0.9 应采用性能化设计、精细化的施工工艺和质量控制及智能化运行模式。

3.0.10 近零能耗建筑热工设计应通过下列规定严格控制建筑物的传热损失：

- 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门窗；
- 3、建筑整体的高气密性设计
- 4、针对围护结构热桥和气密性关键节点制定专项方案，并绘制详图。

3.0.11 应采用合理的新风处理方案，有效控制建筑物的通风换气热损失，并优化气流组织。

3.0.12 能源利用应根据当地环境资源条件和技术经济水平，结合国家相关政策，优先应用可再生能源，新建建筑应安装太阳能系统。

3.0.13 应进行全装修。室内布置与装修应简洁并由建设方统一组织实施，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；并宜采用获得绿色建材标识的材料与部品。

3.0.14 单体建筑面积 20000m^2 以上的近零能耗公共建筑，除应符合本规程规定外，建设单位宜组织专家对设计及施工方案进行专项论证。

4 设计技术措施

4.1 一般规定

4.1.1 近零能耗建筑的总体规划和总平面设计应充分利用场地自然条件、自然通风和冬季日照。建筑的主要朝向宜选择本地区最佳朝向或适宜朝向，且宜避开冬季主导风向。

【条文说明】本条文对建筑群的总体规划和朝向提出了要求。近零能耗建筑的节能设计首先从规划设计开始，应分析建筑物所在地区及场地的气候、自然等条件，将建筑设计与建筑微气候、建筑技术和能源的节约与有效利用相结合。良好的自然通风和降低热岛强度可以降低空调设备使用率，降低设备的运行能耗。设计时应注重利用自然通风的降耗作用，合理地确定门窗开口的面积、位置和门窗开启方法等，尽可能形成穿堂风，提高通风效果。

4.1.2 近零能耗建筑围护结构的构造设计必须满足安全、耐久的要求，并应采取加强围护结构保温隔热构造的措施。

【条文说明】严寒地区近零能耗建筑围护结构保温层如使用常规保温材料，厚度远大于普通节能建筑，而且通常要求分两层铺设，在设计中应保证其构造合理，安全耐久。

4.1.3 近零能耗建筑的平面应避免过多的凹凸变化，立面应避免过多的结构凹凸变化。建筑物平面布局在保证使用功能合理的同时，尚应考虑热环境的合理分区。

【条文说明】在建筑功能满足使用要求的前提下，合理的建筑平面布局、适度的整体凸凹变化可提高公共建筑造型的美感，使建筑形态更为丰富。但建筑物凹凸变化较大时，会增大围护结构外表面积，加大体形系数，导致建筑物耗热量增加，因此在规划及建筑设计时，建筑宜规整。

在建筑立面造型中，如结构凹凸构件过多，会削弱围护结构保温性能，尤其是当建筑设计中悬挑构件的外观厚度要求导致无法采取合理保温措施时，便会产生热桥，因此在立面设计时应避免过多的结构凹凸变化。

4.1.4 近零能耗建筑的外墙保温工程应具有防火、防水、抗冻、耐高低温、承受风荷载、防潮等功能。设计应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030、《建筑环境通用规范》GB 55016、现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 和《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 等标准的规定。

【条文说明】由于近零能耗居住建筑的节能率进一步提高，使用常规保温材料的外墙外保温层的厚度大幅度提升，设计时应对外保温材料的物理力学性能充分了解，保证保温层构造设计的合理性，高度重视外墙外保温工程的安全性、防火性能、防水性能、耐久性。因此，本条提出外墙保温工程的设计应执行现行国家全文强制性标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030、《建筑环境通用规范》GB 55016、现行行业标准《建筑外墙外保温工程建设标准》

JGJ 144 和现行行业标准《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 等标准的要求。

4.1.5 近零能耗建筑设置太阳能系统时，应满足下列要求：

- 1 屋面、墙面、阳台、外挑构件上设置的太阳能系统应具有安全耐久、抗震、防风、防冰雹及防止冰雪聚集和滑落伤人等功能；
- 2 有疏散功能的屋面设置太阳能系统时，不得影响人员安全疏散；
- 3 宜结合建筑造型需要，选用模块化的太阳能系统；
- 4 安装太阳能系统，不应影响屋面、墙面的防水、保温等构造层及临近的建筑构件正常维护维修作业；
- 5 设置的太阳能系统应与建筑一体化设计。

【条文说明】本条是以现行国家全文强制性标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 标准要求为基础设定的。设置的太阳能系统应符合现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364，现行国家标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368 等标准的规定。

太阳能系统建筑一体化在我省尚属起步阶段，在能源消耗与环境污染的巨大压力下，太阳能具有的突出优势得到展现。太阳能是最丰富的一种可再生能源，依据统计，我省太阳能平均年日照时数约为 2543 小时。因此，在编制建筑方案和初步设计时，应将太阳能利用系统作为建筑设计的重要组成部分进行规划和设计，并应注重太阳能利用类产品标准化和规范化应用。

墙面、阳台上设置的太阳能系统，宜选用模块化产品，使建筑造型和应用太阳能系统良好结合。与主体连接必须牢固耐久，防止脱落保证安全。设置在屋面、墙面和阳台的太阳能系统应具有抗震、防风、防冰雹及防止冰雪聚集滑落伤人等功能。当建筑屋面兼有安全疏散等功能时，布置的太阳能系统不得影响安全疏散功能。应结合建筑物日常维修维护作业进行屋面、墙面太阳能系统平面布置，尽可能避免出现日常维护维修时，需拆除太阳能系统设施等问题。

太阳能系统安装在屋面、墙面时，与主体连接的连接件部位热桥的保温处理是建筑设计与太阳能系统设计之间的薄弱环节，因此本款提出要求，避免在设计时遗漏。

4.1.6 设置与主体建筑相关的可再生能源利用设施时，应与主体建筑同步设计、同步施工，并应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的规定。

【条文说明】现行国家全文强制性标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 规定，新建建筑应安装太阳能系统，建筑物上安装太阳能系统不得降低相邻建筑的日照标准。设计单位应当按照有关可再生能源利用的标准进行设计。建设项目设置可再生能源利用设施，应当与建筑主体工程同步设计、同步施工、同步验收。

目前，建筑的可再生能源利用的系统设计（例如太阳能热水系统设计），存在与建筑主体设计脱节的现象。因此要求在进行建筑设计时，其可再生能源利用设施应与主体工程同步设计同步，从规划和建筑设计开始即应涵盖有关内容，并贯穿各专业设计全过程。供热、供冷、生活热水、照明等系统中应用可再生能源时，应与相应各专业近零能耗设计协调一致，避免出现因可再生能源节能

技术的应用而浪费其他资源的现象。设计时应充分考虑太阳能系统与周围环境的协调。

4.1.7 公共建筑分类应符合下列规定：

1 单栋建筑面积大于 300m^2 的建筑，或单栋建筑面积小于或等于 300m^2 但总建筑面积大于 1000m^2 的建筑群，应为甲类近零能耗公共建筑；

2 单栋建筑面积小于或等于 300m^2 的建筑，应为乙类近零能耗公共建筑。

【条文说明】本条文中所指单栋建筑面积包括地下部分的建筑面积。小于等于 300m^2 的单栋建筑如小型商店、大门值班室、传达室等，与甲类公共建筑的能耗特性不同。这类建筑的总量不大，能耗较小，对全社会公共建筑的总能耗影响很小，同时出于减少建筑节能设计工作量的考虑，将这类建筑归为乙类，只需给出其规定性节能指标，不再要求做围护结构权衡判断。对于本标准中没有注明建筑分类的条文，甲类建筑和乙类建筑应统一执行。

4.1.8 应进行供暖年耗热量、供冷年耗冷量、供暖一次能源需求及总一次能源需求计算，各项指标均应满足本规程规定。

【条文说明】不同于传统设计方法，性能化设计方法以定量分析为基础。通过关键指标参数的敏感性分析，获得对于不同设计策略的定量评价，对关键参数取值进行寻优，确定满足项目技术经济目标的评优方案。

4.2 建筑设计

4.2.1 近零能耗居住建筑的体形系数应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 居住建筑体形系数限值

热工区划	建筑层数	
	≤ 3 层	≥ 4 层
严寒 C 区	0.55	0.30
寒冷 A 区	0.57	0.33

【条文说明】本条为全文强制性标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的 3.1.2 条，对居住建筑体形系数的要求是必须满足的。

4.2.2 近零能耗公共建筑的体形系数应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 公共建筑体形系数限值

单栋建筑面积 A (m^2)	建筑体形系数
$300 < A \leq 800$	≤ 0.50
> 800	≤ 0.40

【条文说明】本条为全文强制性标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的 3.1.3 条，对公共建筑体形系数的要求是必须满足的。

4.2.3 近零能耗居住建筑的窗墙面积比应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 居住建筑窗墙面积比限值

热工区划	窗墙面积比		
	北	东、西	南
严寒 C 区	0.25	0.30	0.45
寒冷 A 区	0.30	0.35	0.50

【条文说明】本条为全文强制性标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的 3.1.4 条，对居住建筑的窗墙面积比限值要求是必须满足的。

4.2.4 近零能耗居住建筑的屋面天窗面积与所在房间屋面面积的比值应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 居住建筑屋面天窗面积的限值

热工区划	屋面天窗面积与所在房间屋面面积的比值
严寒 C 区	≤10%
寒冷 A 区	≤15%

【条文说明】本条为全文强制性标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的 3.1.5 条，对居住建筑的屋面天窗面积的限值要求是必须满足的。

4.2.5 甲类近零能耗公共建筑各单一立面窗墙面积比（包括透光幕墙）均不宜大于 0.6。在确定外墙窗墙面积比时应保证室内采光符合现行国家标准《建筑采光设计标准》GB 50033 和《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定。

【条文说明】窗墙面积比既对建筑平面功能和立面构图的美观影响较大，同时也是影响建筑能耗的重要因素，并受建筑平面功能布局，日照、采光、自然通风等室内环境需求的制约。现阶段，建筑外窗，包括透光幕墙的保温性能仍然远远低于外墙、屋面等非透光围护结构，占建筑供暖能耗的比例较大，而且窗的四周与墙相交之处的结构性热桥较难处理，附加传热量较大。因此，在合理兼顾平面功能、立面构图、采光和通风等要求的前提下，从降低建筑能耗的角度出发，必须合理地控制窗墙面积比。同时应满足国家现行标准《建筑环境通用规范》GB 55016 中的相关规定。

公共建筑设置大面积玻璃幕墙，可使公共建筑通透明亮，建筑立面更加美观，形态丰富。设置大面积玻璃幕墙虽然可减少部分照明用电，但窗墙比会大幅度增加，增大供暖能耗。因此，严寒地区的近零能耗公共建筑不应在建筑立面上大面积应用玻璃或其他透光材料的幕墙。如果希望建筑的立面有玻璃的质感，可使用非透光的其他材料幕墙，采用构造技术解决问题，采取幕墙玻璃的后面设置实体墙，中间加设保温隔热层等方案，既达到保温节能效果，同时又可满足建筑美观等需求。

4.2.6 近零能耗居住建筑外围护结构的平均传热系数可参考表 4.2.6-1 选取，超低能耗居住建筑外围护结构的平均传热系数可参考表 4.2.6-2 选取。

表 4.2.6-1 近零能耗居住建筑外围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 K [W/(m ² ·K)]			
	严寒 C 区		寒冷 A 区	
	≤3 层	>3 层	≤3 层	>3 层
屋面	≤0.13	≤0.14	≤0.13	≤0.14
外墙	≤0.13	≤0.14	≤0.13	≤0.14
接触室外空气的架空或外挑楼板	≤0.14	≤0.15	≤0.14	≤0.15
地面或不采暖地下室顶板	≤0.20		≤0.25	
地下室外墙	≤0.20		≤0.25	
外窗	≤1.00		≤1.20	
屋面天窗	≤1.00		≤1.20	
单元出入口门/分户门	≤1.20/1.30		≤1.50/1.60	

注：外窗太阳得热系数（SHGC）冬季不宜小于 0.45，夏季不宜大于 0.30。

表 4.2.6-2 超低能耗居住建筑外围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 K [W/(m ² ·K)]			
	严寒 C 区		寒冷 A 区	
	≤3 层	>3 层	≤3 层	>3 层
屋面	≤0.15	≤0.15	≤0.16	≤0.18
外墙	≤0.15	≤0.15	≤0.16	≤0.18
接触室外空气的架空或外挑楼板	≤0.16	≤0.16	≤0.18	≤0.18
地面或不采暖地下室顶板	≤0.25		≤0.30	
地下室外墙	≤0.25		≤0.30	
外窗	≤1.00		≤1.20	
屋面天窗	≤1.00		≤1.20	
单元出入口门/分户门	≤1.20/1.30		≤1.50/1.60	

注：外窗太阳得热系数（SHGC）冬季不宜小于 0.45，夏季不宜大于 0.30。

【条文说明】本条文是非强制性条文，是依据现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350 对居住建筑围护结构的热工指标推荐值，结合我省居住建筑围护结构保温技术现状、发展趋势和工程实践作了经验性细化推荐。因建筑设计方案千差万别，在实际工程中应使用专业的近零能耗建筑计算软件进行性能化设计，以确定围护结构最优热工性能指标。

4.2.7 近零能耗建筑和超低能耗公共建筑围护结构的平均传热系数可参考表 4.2.7 选取。

表 4.2.7 甲类公共建筑外围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 K [W/(m ² ·K)] 体形系数≤0.3	
	严寒 C 区	寒冷 A 区
屋面	0.10~0.20	0.10~0.25
外墙	0.10~0.25	0.10~0.25
接触室外空气的架空或外挑楼板	0.20~0.30	0.25~0.35
地面或不采暖地下室顶板	0.20~0.30	0.25~0.35
地下室外墙	0.20~0.30	0.25~0.30
外窗（包括透光幕墙）	≤1.20	≤1.50
屋面透光部分（屋顶透光部分面积≤20%）	≤1.20	≤1.50
外门	≤1.20	≤1.50

注：外窗太阳得热系数（SHGC）冬季不宜小于 0.45，夏季不宜大于 0.30。

【条文说明】本条文是非强制性条文。由于公共建筑受建筑设计、场地条件等因素影响较大，建筑造型也通常较为复杂。因此本标准对公共建筑非透光围护结构传热系数仅作范围限制，用以在围护结构热工性能权衡判断或性能化设计过程中起到调节作用，从而满足近零能耗建筑或超低能耗建筑能耗指标要求。

4.2.8 严寒地区近零能耗建筑不应设置凸窗，寒冷地区近零能耗建筑不宜设置凸窗。

【条文说明】本条从建筑节能角度出发，凸窗增大了窗洞口的热损失面积，窗口挑板保温薄弱造成窗口结露、室内温度偏低等现象较多，因此在严寒地区近零能耗建筑中应限制凸窗，在寒冷地区近零能耗建筑建议不宜设置凸窗。

4.2.9 近零能耗建筑分隔供暖空间和非供暖空间的非透光围护结构平均传热系数宜按表 4.2.9 选取。

表 4.2.9 分隔供暖空间和非供暖空间的非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 K [W/(m ² ·K)]	
	严寒 C 区	寒冷 A 区
楼板	0.20~0.30	0.30~0.40
隔墙	1.00~1.20	1.20~1.50

【条文说明】本条文依据现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 中第 6.1.3 条，结合我省近零能耗建筑的保温技术现状和发展趋势设定。分隔供暖空间和非供暖空间的非透光围护结构都是室内构件，做推荐范围要求是为了在性能化设计过程中优化取值。

4.2.10 围护结构热工性能参数计算应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定。

4.2.11 近零能耗建筑应依据现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定，进行围护结构的防潮设计，当不满足规定时，应根据房间使用性质，在外墙、屋面构造层的适当位置设置隔汽层。

【条文说明】本条依据现行全文强制的国家标准《建筑环境通用规范》GB55016 设定。

由于辽宁省处于严寒和寒冷地区，冬季室外气温低，室内外温差大，导致室内外水蒸气分压力差较大，产生的外墙、屋面热湿迁移量较多，极易破坏墙体材料，降低外墙、屋面整体热阻，增大能耗，甚至影响使用。因此，围护结构的防潮设计（热桥部位保温及围护结构保温材料湿增量限值）对辽宁省近零能耗建筑围护结构安全性至关重要。为保证围护结构安全使用，本标准根据现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 相关条款设定本条。

4.3 围护结构专项设计

I 外保温系统设计

4.3.1 外墙宜采用外墙外保温系统，不应单独采用自保温系统，基本构造见附录 C.0.1～C.0.7。

【条文说明】由于严寒地区室外气温较低，采用外墙外保温系统可有效避免或减少热桥产生的能耗损失，避免外墙内表面产生结露等问题。施工现场粘锚的外墙外保温系统和现浇混凝土的保温结构一体化外保温系统均可使用，实际外墙保温工程技术选型视工程条件和技术应用限制条件确定。

自保温系统多为无机类多孔材料，在冬季自保温系统内的湿气会产生冻融，破坏无机多孔材料孔壁，降低材料强度，进而出现开裂、粉化、脱落的问题。因此本条强调外墙不应单独采用自保温系统。

4.3.2 近零能耗建筑保温层铺设应符合下列规定：

1 采用单层保温时，保温板间接缝宜采用错口或企口方式拼接，当采用平缝时，板缝应采用 PU 发泡胶密封；

2 采用两层及以上保温时，两层保温板间接缝宜错缝铺设。

【条文说明】为减少近零能耗建筑保温板之间拼缝形成通缝造成的热损失，建议保温板拼缝采用错口缝或企口缝方式，当采用两层及以上保温时，两层保温板间接缝宜错缝铺设。

4.3.3 近零能耗建筑采用薄抹灰外墙外保温系统时，设计应符合以下规定：

1 采用以粘结为主，机械锚固为辅的外墙外保温系统，应满足现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 和《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 的相关规定，且锚栓的设计数量宜独立满足外保温系统的抗风荷载设计要求；

2 采用以机械锚固为主，粘结为辅的岩棉板外墙外保温系统，锚栓的设计数量应满足现行行业标准《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 的相关规定；

3 采用两层及以上保温材料或保温材料容重大于 100kg/m^3 的外保温系统，应在每层层间外墙适当位置设置相应的保温层承托构件，并明确系统自重和风荷载的传力途径，满足承载力、耐久性和

防火等要求。

【条文说明】近年在北方地区，特别是在风荷载较大的地区，外墙外保温系统脱落现象时有发生。辽宁省多数城市风荷载较大，其中大连市、阜新市 50 年基本风压为 0.65kN，沈阳市 50 年基本风压为 0.55kN，辽西、辽南地区风荷载均较大，而且近年极端天气频现，对外保温系统的安全性加强措施尤为重要，因此本条对薄抹灰外保温系统安全性提出了更为严格的要求。

近零能耗建筑的外保温层应用常规保温材料时，厚度较厚，采用粘锚结合施工工艺的保温板，由于多数保温构造层整体自重、厚度较大，存在由于重力和风载等作用的变形、导致粘胶层位移和保温层脱落等问题。本标准从薄抹灰外保温系统受力特征出发，对“以粘结为主，机械锚固为辅”和“以机械锚固为主，粘结为辅”加以区分。常用的“以粘结为主，机械锚固为辅”的外保温材料为模塑聚苯板、硬泡聚氨酯板、岩棉条等材料；常用的“以机械锚固为主，粘结为辅”的外保温材料为挤塑聚苯板和岩棉板。

保温锚栓是外保温系统抵抗风荷载的关键措施，当保温系统粘结层失效后，如锚栓锚固的数量、质量不足以抵抗风荷载时，保温系统必将脱落。尤其在近零能耗建筑中，保温层厚度大，且分层铺设，都会存在保温层粘结不可靠的隐患。因此，本标准要求“以粘结为主，机械锚固为辅”的外保温系统除满足现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 和《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 的相关规定外，对锚栓的设计数量提出宜独立满足外保温系统的抗风荷载设计的要求，从设计阶段保证在粘结失效的情况下依然有锚栓系统抵抗风荷载。对于“以机械锚固为主，粘结为辅”的岩棉板外保温系统，应按《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 的相关规定确定锚栓数量。

近零能耗建筑外墙外保温系统厚度大，当采用两层及以上保温材料或保温材料容重大于 100kg/m^3 的外保温系统时，保温系统自重和堆积荷载显著增大，宜通过层间承托构造将保温系统竖向荷载逐层分担。常用的承托构件为经防腐处理的钢制托架（板）或非金属托架（板）。当采用两层及以上保温材料时，承托构件挑出长度不宜小于外层保温层厚度的 $2/3$ 。当单层保温层外保温系统时承托构件挑出长度不宜小于保温层厚度的 $2/3$ 。通过上述构造措施保证外墙保温系统竖向荷载由层间承托构件承担。

4.3.4 建筑外墙及外保温系统应符合现行《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的要求。

4.3.5 外墙保温系统用锚栓应符合下列规定。

- 1 应采用断热桥锚栓；
- 2 应选择与基层墙体类型相匹配的锚栓类型，且应综合考虑保温系统、找平层、粘结层厚度和在基层墙体中的锚固深度要求确定锚栓长度；
- 3 锚栓圆盘的抗拉承载力标准值不宜小于 1.2kN；
- 4 锚栓在 A 类、B 类基层墙体中抗拉承载力标准值不宜小于 1.0kN；
- 5 锚栓在 C 类、D 类、E 类基层墙体中抗拉承载力标准值不宜小于 0.6kN。

【条文说明】由于保温锚栓贯穿保温层，传统保温锚栓的金属膨胀钉会产生点式热桥，因此应采用断热桥锚栓。工程中常出现锚栓选型与基层墙体类型不匹配、锚栓设计长度不足导致不满足有效锚固深度要求、施工环节疏于质量监管等造成锚栓抗拉承载力不足的问题，因此本条着重强调锚栓选型和长度设计的要求。锚栓的圆盘应有足够的抗拉承载力，应避免圆盘脱落的破坏情况，推荐锚栓圆盘的抗拉承载力标准值不宜小于 1.2kN。根据辽宁省近年的工程实践，一些优质的断热桥锚栓具备较好的力学性能和断热性能。一些敲击式断热桥锚栓在 A 类、B 类基层墙体中的抗拉承载力标准值可以达到 1.5kN 以上，一些旋入式断热桥锚栓在 C 类、D 类、E 类基层墙体中的抗拉承载力标准值可以达到 1.0kN 以上，其传热性能较低，对外保温系统的安全性起到至关重要的作用。因此本条要求适当提升锚栓的综合性能，以保证外保温系统抗风荷载性能和断热桥性能。

4.3.6 已带有保温层的既有建筑外墙在进行近零能耗建筑节能改造时，应符合下列规定：

- 1 应对原建筑墙体的基层墙体和保温材料的性能进行现场检测和取样检测，并出具相应的评估报告；
- 2 当评估原建筑保温系统可以保留时，新增保温层应满足现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 的相关规定；
- 3 外保温系统宜在每层层间外墙适当位置设置相应的保温层承托构造；
- 4 应对外墙外保温系统给出详细的构造设计及安装、锚固等要求。

【条文说明】带有保温层的既有建筑在进行超低能耗、近零能耗或零能耗建筑改造时，从经济性、适用性和节能效果来看，宜保留建筑原有保温层，并在原有保温层基础上新增保温层。对于这类既有建筑，首先应对其基层墙体和原有保温层进行现场检测和取样检测，并应对外墙外保温系统给出详细的构造设计及安装、锚固等要求。

II 热桥处理

4.3.7 近零能耗建筑外围护结构热桥部位及与室外空气接触的附属设施应设置保温、防水构造；外围护结构的结构性热桥部位室内表面温度应高于室内空气露点温度 2℃ 以上。热桥部位应给出详细的构造，并应满足下列要求：

- 1 下列部位应采用降低热桥构造设计：
 - 1) 墙体上的结构性挑出构件及附墙部件热桥部位；
 - 2) 安装在屋面、外墙上的太阳能系统与主体连接部件；
 - 3) 伸出屋顶的建筑造型、结构构件、砌体、管道及设备与屋面的连接部位；
 - 4) 凸出主体墙面的造型、结构构件与墙面的连接部位；
 - 5) 建筑外门窗洞口室外周边墙体部位；
 - 6) 设置导光、反光等采光设施的热桥部位。

7) 幕墙龙骨与基层墙体连接部位;

2 突出屋面结构体的保温层应与屋面保温层连续设置;女儿墙、土建风道出口等突出屋面构件顶部应设有刚性防护并应采取降低热桥构造设计;

3 当外墙设置吊挂荷载时,支吊架应根据荷载确定规格并设置在结构墙体上,支吊架与结构构件或墙体之间应采取降低热桥构造设计及保温措施;

4 外墙、屋面孔洞部位及穿过外墙、屋面管道或风道周围部位宜在周边预留间隙不小于 50mm 间隙,间隙内应填充高效保温材料,周边室内表面应粘贴防水隔汽膜,外表面应粘贴防水透汽膜;

5 变形缝内应满填或两侧墙体贴装燃烧性能 A 级、可压缩变形、耐久性良好的保温材料;

6 女儿墙、外檐沟雨水口周边与雨水口配件之间宜留有不小于 50mm 间隙,内部应填充耐久性良好的保温材料,表面应设有防护(水)构造措施;

7 女儿墙内、外侧均应设置保温层,外侧保温层构造应与外墙保温层一致。内侧保温层应与屋面保温层连续设置,保温层热阻不应小于 $3.0 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$;女儿墙顶部应设置热阻不小于 $2.0 (\text{m}^2 \cdot \text{K}) / \text{W}$ 的保温构造;

8 防排烟系统中的进风口、排烟口、排烟井道等设施,以及接触室外空气的开口、外墙、屋面孔洞部位、伸出屋(墙)面较大开口内部或室内表面应设置防结露保温构造;

9 装配式近零能耗建筑外围护结构构件连接件部位、板缝等部位应设有保温、防冷风渗透、防水的构造措施。

【条文说明】本条根据现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016 和《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的相关条款及辽宁省工程实践经验编写。适度提高外围护结构热桥部位的内表面温度,有利于避免热桥部位在出现极寒天气时结露,并可以提高房间的舒适度,降低能耗。

为降低热桥影响,外墙应尽可能减少设置混凝土等出挑构件及附墙部件。当外墙有产生热桥的挑出构件及附墙部件,如阳台、雨篷、阳光房栏板靠近外墙区域、空调室外机搁板、太阳能利用系统的安装部件、附壁柱、凸窗、立面装饰线等,应采取隔断热桥、降低热桥的构造措施。如将阳台板、雨棚板与主体采用间隔(点状)连接布置措施,可降低局部传热。在主体上的外窗(门)洞口室外部分墙面的保温构造(外保温层在外门窗框外边缘有宽度 10~15mm 的保温压框),避免窗(门)洞口室内因线性传热导致局部墙面结露,并可减少热桥部位附加传热损失。

穿透外墙、分户墙、分户楼板及屋面的孔洞、管道(包括倒光管等设施)周边及女儿墙雨水管预留口周边是设计极易忽略处理的热桥和发生冷风渗透部位,极易发生室内天棚、墙面洞口、管道周边结露问题。设计时,洞口周边应设置防热桥构造,宜预留不小于 50mm 缝隙,缝隙内填充耐久性良好的高效保温材料。洞口内侧应设置防水隔汽膜、洞口外侧应设置防水透气膜。冬季严寒地区居住建筑门斗内部温度较低,与相邻供暖房间的非透明墙体、楼板应进行保温,减少相邻供暖房间的热损失,提高舒适度。使用的保温材料及构造必须符合现行国家标准《建筑室内装修设计防火规范》的相关规定。

屋面、墙面上的防排烟井，新风系统等较大开口部位的内部（或室内局部）应进行保温，防止出现冷凝和增加局部能耗。

装配式建筑外围护结构的装配构件自身以及与主体结构连接，需要大量高强度的连接件，连接件的材料导热系数偏大，会形成局部热桥，如设计不提出保温构造处理要求，极有可能产生外墙室内表面局部结露、发霉等问题。因此，本标准针对以上问题提出了相应规定，要求设计阶段给与高度重视。

4.3.8 近零能耗建筑楼梯间出屋面的门或孔盖宜采用与建筑外门相同的材质。楼梯间出屋面部分的外墙、屋面应做保温。

【条文说明】加强楼梯间及出屋面部分围护结构的保温及强调门使用的材质，降低周边供暖房间的能耗，延长出屋面门的使用寿命，保证封闭效果，减少能耗。

4.3.9 建筑外门、外窗构造应符合以下规定：

1 外门、窗与保温层或墙体之间的构造缝隙，应采用高效保温材料填塞，缝隙外侧应采用弹性耐候防水密封胶密封，不得采用水泥砂浆或其他非弹性耐候防水材料补缝；

2 外门窗框周边应采取降低热桥构造措施，设置的保温层不得阻塞外门窗下框排水孔；

3 外门窗不应使用金属附框；

4 当外门窗设计附框时，应采用节能型附框，附框室外侧宜设置保温构造。

【条文说明】外门窗框与墙体之间施工构造缝隙如采用水泥砂浆或其他非耐久性保温材料填缝，会形成较为严重的热桥，引起室内侧窗（门）框周边结露，导致局部能耗增大。如果缝隙密封不严或者开裂，会造成渗风，影响门窗的整体热工性能。因此，本标准对其提出了明确的构造要求。

应根据外门窗的安装位置及保温系统形式，确定外窗框、窗台与墙体之间的防水、保温和提高气密性构造措施。外保温层应对外窗框周边有宽度 10~15mm 的保温，门窗框室内侧宜设置防水隔汽膜、室外侧宜设置防水透汽膜，保证外门窗周边缝隙的保温、气密性和防水性能。

因金属附框的传热系数较大，建筑外门窗不应安装金属附框。应在附框外侧设置保温构造措施，减少局部能耗。

4.3.10 近零能耗建筑采用外墙外保温系统时，外门窗宜采用外门窗框外表面与基层墙体外表面齐平的安装方式，外保温包覆窗框不宜小于 10mm，且不应遮挡窗下口型材排水孔，外门窗及主体结构连接构造应保证安全耐久。

【条文说明】当近零能耗建筑采用外墙外保温系统，外门窗框在墙体结构居中安装时，外门窗周边外墙处的线传热能耗较大。经调研，满足近零能耗建筑应用的外门窗框宽度一般不小于 75mm，部分框体宽度达到 95mm。采用外挂安装方式虽然降低了传热损失，但对墙体结构的力学性能要求较高，对于普通砌体外墙，外窗外挂安装增量成本较高，而且外窗悬入保温层内，对采用燃烧性能为 B1 级的外墙保温层的防火也极为不利。因此，外门窗宜采用外门窗框外表面与基层墙体外表面齐平的安装方式，再结合外保温压框的构造做法，也可以降低洞口周边热桥效应。设计时应提供外门窗框和

墙体锚固的相关安装节点详图和要求，保证外门窗的安全和耐久。

III 建筑气密性

4.3.11 建筑的气密区应符合下列规定：

- 1 整栋建筑可由一个或多个独立气密区组成，施工图中应明确界定气密区范围；
- 2 建筑内的不采暖楼梯间、电梯井道、电梯前室、不采暖地下室等公共区域可不设置为气密区；
- 3 气密区应由建筑围护结构内侧的连续气密层形成。

【条文说明】通常建筑外围护结构围合的整栋建筑空间可作为一个气密区。居住建筑中宜每套设置独立的气密区。当公共建筑内部功能较多且复杂时，气密区划分应遵循相同功能区域为一个气密区的原则。建筑内的不采暖楼梯间、电梯井道、电梯前室、不采暖地下室等公共区域可不设置为气密区，采暖楼梯间可与主要功能区域设置在一个气密区内。

4.3.12 气密层的设计应符合下列规定：

- 1 应明确气密层的位置及构造；
- 2 气密层设置应依托密闭的围护结构层，并应选择适用的气密性材料；
- 3 当气密层由不同材料构成时，连接处应采取气密层搭接密封措施；
- 4 围合气密区的装配式构件缝隙应采取密封措施。

【条文说明】气密性设计是减少建筑不可控冷风渗透的关键，围护结构设计时，应根据建筑功能及围护结构的材料性能等因素进行气密性专项设计。气密层主要由建筑围护结构，包括门窗、墙体、屋面、地板等构成。常规的气密性材料及部件有混凝土、抹灰层、防水隔汽膜、密封胶等。当采用抹灰砂浆作为围护结构气密层时，宜采取防止抹灰层开裂的构造措施，抹灰层厚度不应小于 15mm；施工图设计一般在平面图和剖面图中标注围护结构内侧气密层位置；不同材料、构件交接处，如混凝土墙与砌块墙接缝处，由于吸水和收缩性不一致，接缝处表面的抹灰层容易开裂，宜在接缝处压入钢丝网或玻璃纤维网格布，且两侧搭接长度不小于 50mm。钢筋混凝土墙体气密性较好，砌块砌体墙体的缝隙较多，因此、应对其进行细化设计，明确内外表面的气密性设计要求，特别对不同材料结合处，应附加构造层防止开裂透气。

4.3.13 建筑门、窗的气密性宜满足下列要求：

- 1 建筑外窗的气密性能不宜低于 8 级；
- 2 建筑透明幕墙的气密性能不宜低于 3 级；
- 3 建筑外门、楼梯间出屋面的门和上人屋面人孔盖的气密性能不宜低于 6 级；
- 4 分隔供暖房间与非供暖房间的门气密性不宜低于 6 级；
- 5 不同气密区之间相连通的门、窗的气密性不宜低于 6 级。

【条文说明】近零能耗建筑要求外门窗具有良好的气密性能，以抵御冬季室外冷空气过多地向室内

渗漏，减小供暖能耗。处于同一气密区内的供暖房间与非供暖房间，应减少通过门窗渗风导致的热量传递，所以对连通门的气密性提出了要求。建筑外窗可选择内开内倒窗，外窗的内倒功能可以在冬季优化室内自然通风换气，减少对机械通风的依赖。

4.3.14 外门窗与墙体之间缝隙的气密性构造设计应符合下列规定：

- 1 外窗框与洞口基层墙体之间室内侧可采用密封胶或防水隔汽膜气密性密封；
- 2 防水隔汽膜与门窗框粘贴宽度不应小于 15mm，与基层墙体气密层粘贴宽度不应小于 50mm，粘贴应紧密；
- 3 当室外侧设计防水透汽膜时，防水透汽膜不得遮蔽外门窗下框的排水孔；
- 4 当外门窗设置附框时，防水隔汽（透汽）膜应覆盖附框。

【条文说明】本条要求的粘贴宽度均为满贴。实践表明，对于外门窗与主体墙之间室内侧的缝隙，密封胶对建筑气密性的作用等同于防水隔汽膜。从外窗洞口的节点防水构造要求，室外侧宜粘贴防水透汽膜。

4.3.15 设置在有气密性要求墙体、楼板上的开关、插座、接线盒、消防栓等，宜采取气密性构造措施。应对穿外墙、屋面的管线和洞口进行有效封堵并采取气密性构造措施。

4.3.16 近零能耗建筑装修设计不得破坏气密层的完整性。

【条文说明】本条提出近零能耗建筑装修设计不得破坏气密层的完整性，是因为近零能耗建筑围护结构的气密层设置及施工较为复杂，如在装修过程中对气密层产生破坏，将导致分隔气密区的气密层失效，无法保证气密性效果。

IV 预制外墙板

4.3.17 装配式近零能耗建筑可采用预制轻钢复合保温墙板，预制墙板构造示意图本规程附录 C 中 C.0.8、C.0.9，并应符合下列规定：

- 1 预制墙体系统的性能设计应根据建筑物的类别、高度、体型以及所在地的地理、气候和环境等条件进行；
- 2 预制墙体系统的轻钢骨架和节点连接件的设计使用年限宜与主体结构相同，外保温系统设计使用寿命应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 或《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 的有关规定；
- 3 预制墙板的墙体结构及其与建筑结构的连接应进行专项设计，在自重、风荷载和温度作用下，预制墙体、节点连接件、接缝防水胶带等应不受损坏；在风荷载作用下，预制墙体应满足相应的面外变形要求；
- 4 在风荷载和地震作用下，预制墙体应具有相应的适应主体结构变形的能力，当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震作用时，预制墙体不应脱落；

5 采用预制墙板的建筑立面，应根据工程设计要求进行深化和优化设计，满足构件尺寸协调要求，便于制作和施工安装。

【条文说明】预制轻钢复合保温墙板广泛应用于北欧、北美等地区，是较为成熟的装配式建筑技术体系。该结构技术体系在我国经多年实践，形成了国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《冷弯薄壁轻钢多层住宅技术标准》JGJ/T 421-2018 等相关轻钢结构技术标准，作为填充墙的轻钢结构体系外墙板已具备应用条件。在相同传热系数下，预制轻钢复合保温墙板比砌体或混凝土墙体外保温外墙更薄，特别适于在严寒地区建筑工程中的应用。

随着建筑工业化水平提升，装配式建筑的要求越来越高，对装配式近零能耗建筑的需求也逐渐增大。结合我省在装配式超低能耗领域的技术研究与工程实践，预制轻钢复合保温墙板已被证明可以实现装配式近零能耗建筑，且其防火、防水、隔热、隔声、抗震、抗风压、抗冲击、气密性、断热桥等各项性能指标均达到较高水平。

4.3.18 预制轻钢复合保温墙板所使用的钢材、面板、填充芯材和连接件等材料应符合下列规定：

1 钢材宜采用符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 规定的 Q235 级、Q345 级钢材或采用符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 规定的 S280 级、S350 级、LQ550 级钢材，钢材厚度不宜小于 0.75mm，钢材应双面镀锌，一般腐蚀性地区的双面镀锌量不应小于 $180\text{g}/\text{m}^2$ ，高腐蚀性地区的双面镀锌量不应小于 $275\text{g}/\text{m}^2$ ；

2 结构用面板宜采用纤维增强硅酸钙板或无石棉纤维水泥板，应符合现行行业标准《纤维增强硅酸钙板第 1 部分：无石棉硅酸钙板》JC/T 564.1 或《纤维水泥平板第 1 部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1 的相关规定，厚度不宜小于 8mm，表观密度不应低于 $1400\text{kg}/\text{m}^3$ ，抗折强度不宜低于 R3 级；

3 填充芯材宜采用表观密度不小于 $100\text{kg}/\text{m}^3$ 的岩棉或表观密度不小于 $350\text{kg}/\text{m}^3$ 的轻质混凝土；

4 自攻、自钻螺钉应符合现行国家标准《自钻自攻螺钉》GB/T 15856.1~4，GB/T 3098.11 或《自攻螺钉》GB/T 5282~5285 的规定，规格不宜小于 ST4.2。

5 吊件、临时支撑连接件、外挂连接件、内嵌连接件和门窗连接件等所选用的材质应采用碳素结构钢、低合金结构钢或耐候钢等材料，并应做防腐处理，其钢板应符合《冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 708 或《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T 709 的规定。

4.3.19 薄抹灰外保温墙体系统的预制轻钢复合保温墙板性能指标应符合表 4.3.19 的规定：

表 4.3.19 薄抹灰外保温墙体系统性能指标

项 目	性能指标	试验方法
耐撞击性能	$\geq 900\text{N} \cdot \text{m}$ ，5 次	GB/T 36140

耐火极限 (h)			≥ 1.0	GB/T 9978.1
空气声计权隔声性能 (dB)			≥ 45	GB/T 19889.3
抗风压性能 (kPa)			$P3 \geq 5.0$	GB/T 15227
水密性能 (Pa)			$\Delta P \geq 1500$	
气密性能 [$m^3 / (m^2 \cdot h)$]			$q_A \leq 0.5$	
层间变形性能 (层间位移角)			$\gamma \geq 1/150$	GB/T 18250
吊挂力 (N)			≥ 1000	JG/T 169
热阻 ($m^2 \cdot K/W$)			符合设计要求	GB/T 13475
薄抹灰外保温系统	抗风荷载		符合设计要求	GB/T 36585
	耐候性	外观	无可见裂缝, 无粉化、空鼓、剥落现象	GB/T 29906
		拉伸粘结强度 (MPa)	≥ 0.10 或岩棉板破坏	
	吸水量 (g/m^2)		≤ 500	
	抗冲击性		建筑物首层墙面及门窗等易受碰撞部位: 10J 级; 建筑物二层及以上墙面: 3J 级	
	水蒸气透过湿流密度 [$g / (m^2 \cdot h)$]		≥ 0.85	
	耐冻融性	外观	无可见裂缝, 无粉化、空鼓、剥落现象	
		拉伸粘结强度 (MPa)	≥ 0.10 或岩棉板破坏	

注: 耐撞击、吊挂力是检测不含保温层的板肋结构构件; 耐候性、耐冻融性、耐火极限、传热阻、抗风压、水密性、气密性、层间变形能力和空气声计权隔声量是带有外保温系统的墙体组装完成后测试。

4.3.20 预制轻钢复合保温墙板及其连接节点的结构分析、承载力计算、变形及构造要求应符合国家现行标准《工程结构通用规范》GB 55001、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

4.3.21 预制轻钢保温墙板外墙系统应满足现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 的规定, 并应符合下列规定:

- 1 预制墙板的耐火极限不应小于 1.0h;
- 2 预制墙板露明的金属连接件及墙板内侧与主体结构的调整间隙, 应采用燃烧性能等级为 A 级的材料进行封堵, 封堵构造的耐火极限不得低于墙体的耐火极限, 封堵材料在耐火极限内不得开裂、脱落;
- 3 相邻两件预制墙板轻钢结构部分之间的接缝应采用 A 级不燃材料进行封堵, 水平缝和垂直缝宜采用岩棉、纤维增强硅酸钙板条或无石棉纤维水泥板条填充;
- 4 预制墙板门窗洞口内侧轻钢龙骨应以面板做防火包覆, 纤维增强硅酸钙板或无石棉纤维水泥

板面板的厚度不宜小于 20mm;

5 预制墙板与主体结构之间的接缝防火封堵构造应满足建筑隔声设计要求。

【条文说明】按照现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 的规定建筑外围护墙的耐火极限不应小于 1.0h。即预制墙板的板肋结构（以自攻螺钉将面板安装在墙体轻钢骨架两侧，其内部填充芯材的密肋结构）应满足耐火极限不应小于 1.0h 的防火要求。此外，外露的金属连接件、预制墙板之间以及预制墙板与结构构件之间的缝隙均应满足耐火极限不应小于 1.0h 的防火要求。

4.3.22 预制轻钢复合保温墙板外墙系统应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的要求，并宜符合下列规定：

1 预制墙板外面板内侧可设置防水透汽膜，防水透汽膜宜空铺，防水透汽膜之间宜满粘搭接，搭接宽度不宜小于 50mm;

2 预制墙板内面板内侧宜设置防水隔汽膜，防水隔汽膜宜采用点粘法与预制墙板内面板粘结，防水隔汽膜之间应满粘搭接，搭接宽度不宜小于 50mm。

【条文说明】墙体系统的外保温防护饰面层应连续，并作为外侧第一道防渗层，由于外墙为竖向构件，且外墙用纤维增强水泥板自身具有不透水性，一般可不设置防水透汽膜。如有必要时，外面板内侧可空铺防水透汽膜，作为墙身防水层。内面板室内侧宜满铺防水隔汽膜，作为内侧隔汽层，防止室内湿气进入墙体。使用防水透汽膜和防水隔汽膜对建筑外墙防水和轻钢结构耐久性起到非常好的作用。

4.3.23 预制轻钢复合保温墙板水平缝和垂直缝防水构造应符合下列规定：

1 水平缝和垂直缝均应采用不带空腔的防水构造，水平缝和垂直缝可采用平口构造形式，构造示意按本规程附录 C 中 C.0.10;

2 预制墙板之间及预制墙板与结构梁、柱或楼板之间的接缝应采用防水胶带密封，接缝两侧防水胶带每侧基层上粘结宽度不宜小于 50mm;

3 防水胶带宜采用自粘型防水隔汽膜或自粘型高分子防水卷材。

4.3.24 预制轻钢复合保温墙板的外保温系统设计应符合国家现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144 的《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 有关规定，并应符合下列规定：

1 保温板应采用粘锚结合的方式与外面板连接;

2 保温板连接件应采用断热桥连接件，断热桥连接件宜采用螺接方式与外面板紧固连接，螺母与外面板内侧之间宜设置橡胶密封垫圈，断热桥连接件伸入板肋结构的深度不应小于 50mm;

3 预制墙板之间的保温板缝隙应采用与保温板相适应的保温材料填实。

【条文说明】由于预制墙板保温层施工顺序是先粘结保温板，后锚固连接件，最后填充轻钢骨架内的填充芯材。因此保温板连接件宜采用螺接方式与外面板紧固连接。外保温板采用断热桥连接件采用螺接与外面板紧固，并且夹有橡胶密封垫圈，可以保证外面板与断热桥连接件缝隙之间的水密性和气密性。

4.3.25 预制轻钢复合保温墙板的接缝宽度应符合下列规定：

- 1 预制墙板之间的水平缝宽度宜为 15~20mm；
- 2 预制墙板之间的垂直缝宽度宜为 15~20mm；
- 3 预制墙板与主体结构之间的水平缝宽度宜为 15~30mm；
- 4 预制墙板与主体结构之间的垂直缝宽度不宜小于 10mm。

【条文说明】预制墙板的接缝宽度关系到填缝材料的施工和施工环节的精细度。由于预制墙板的轻钢骨架是数字化、工业化生产加工的，预制墙板的尺寸精度较高。因此对于外拖挂式的预制墙板，预制墙板之间的水平缝和垂直缝宽度都不宜过宽。对于内嵌式的预制墙板与主体结构之间的水平缝和垂直缝，受主体结构施工精度的影响较大，现浇混凝土结构偏差通常较大，建筑结构梁在使用过程中受荷载作用下产生挠度变化，都会对主体结构的尺寸产生影响。因此，预制墙板与主体结构之间的水平缝宽度宜为 15~30mm，垂直缝宽度不宜小于 10mm。

4.4 设备系统

4.4.1 供暖和空气调节系统的施工图设计，应对设置供暖、空调房间进行热负荷和逐项逐时的冷负荷计算。

【条文说明】用热、冷负荷指标进行空调设计时，估算的结果总是偏大，由此造成主机、输配系统及末端设备容量等偏大，这不仅给国家和投资者带来巨大损失，而且给系统控制、节能和环保带来潜在问题。工程设计过程中，为防止滥用热、冷负荷指标进行设计的现象发生，必须对设置供暖、空调房间进行热负荷和逐项逐时的冷负荷计算。

4.4.2 居住建筑应设置供暖设施。热源形式及设备的选择，应根据资源情况、环境保护、能源效率及用户对供暖费用可承受的能力等综合因素，经技术经济分析比较后确定，并符合下述规定：

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资源；
3. 应考虑多能互补集成优化；
4. 应根据建筑负荷灵活调节；
5. 应优先利用可再生能源；
6. 宜兼顾生活热水需求。

【条文说明】采用高能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。

为加强能源梯级利用，更好地利用能源品味，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。

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味热源的“低温供热、高温供冷”的高效供能方式等。

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。可再生能源主要包括太阳能、地源热泵及空气源热泵等。除满足供热和新风处理要求外，应优先采用太阳能热水系统，满足供热或生活热水需求。采用太阳能光伏系统，可直接进一步降低建筑能源消耗。

4.4.3 公共建筑供暖空调冷源与热源应根据建筑规模、用途、建设地点的能源条件、结构、价格以及国家节能减排和环保政策的规定，通过综合论证确定，并应符合下列规定：

1 有可供利用的废热或工业余热的区域，热源宜采用废热或工业余热。当废热或工业余热的温度较高、经技术经济论证合理时，冷源宜采用吸收式冷水机组；

2 在技术经济合理的情况下，冷、热源宜利用地热能、太阳能、风能、空气能等可再生能源。当采用可再生能源受到气候等原因的限制无法保证时，应设置辅助冷、热源；

3 不具备本条 1、2 款的条件，但有城市或区域热网的地区，集中式空调系统及供暖系统的供热热源宜优先采用城市或区域热网；

4 不具备本条第 1、2 款的条件，但城市电网夏季供电充足的地区，空调系统的冷源宜采用电动压缩式机组；

5 不具备本条 1 款~4 款的条件，但城市燃气供应充足的地区，宜采用燃气锅炉、燃气热水机供热或燃气吸收式冷（温）水机组供冷、供热；

6 天然气供应充足的地区，当建筑的电力负荷、热负荷和冷负荷能较好匹配、能充分发挥冷、热、电联产系统的能源综合利用效率且经济技术比较合理时，宜采用分布式燃气冷热电三联供系统；

7 全年进行空气调节，且各房间或区域负荷特性相差较大，需要长时间地向建筑同时供热和供冷，经技术经济比较合理时，宜采用水环热泵空调系统供冷、供热。

8 在执行分时电价、峰谷电价差较大的地区，经技术经济比较，采用低谷电能够明显起到对电网“削峰填谷”和节省运行费用时，宜采用蓄能系统供冷、供热。

9 有天然地表水等资源可供利用，或者有可利用的浅层地下水且能保证 100%回灌时，可采用地表水或地下水地源热泵系统供冷、供热。

10 具有多种能源的地区，可采用复合式能源供冷、供热。

11 如具备原料来源，在环保、经济、技术合理情况下，可采用生物质燃料供热。

【条文说明】冷源与热源包括冷热水机组、建筑内的锅炉和换热设备、蒸发冷却机组、多联机、蓄能设备等。

1 热源应优先采用废热或工业余热，可变废为宝，节约资源和能耗。当废热或工业余热的温度较高、经技术经济论证合理时，冷源宜采用吸收式冷水机组，可以利用废热或工业余热制冷。

2 地源热泵系统、太阳能热水器等可再生能源技术应用的市场发展迅猛，应用广泛。但是，由于可再生能源的利用与室外环境密切相关，从全年使用角度考虑，并不是任何时候都可以满足应用

需求，因此当不能保证时，应设置辅助冷、热源来满足建筑的需求。

3 发展城镇集中热源是我国北方供暖的基本政策，发展较快，较为普遍。具有城镇或区域集中热源时，集中式空调系统应优先采用。

4 电动压缩式机组具有能效高、技术成熟、系统简单灵活、占地面积小等特点，因此在城市电网夏季供电充足的区域，冷源宜采用电动压缩式机组。

5 对于既无城市热网，也没有较充足的城市供电的地区，采用电能制冷会受到较大的限制，如果其城市燃气供应充足的话，采用燃气锅炉、燃气热水机作为空调供热的热源和燃气吸收式冷(温)水机组作为空调冷源是比较合适的。

6 大型热电冷联产是利用热电系统发展供热、供电和供冷为一体的能源综合利用系统。冬季用热电厂的热源供热，夏季采用溴化锂吸收式制冷机供冷，使热电厂冬夏负荷平衡，高效经济运行。

7 水环热泵空调系统是用水环路将小型的水/空气热泵机组并联在一起，构成一个以回收建筑物内部余热为主要特点的热泵供暖、供冷的空调系统。需要长时间向建筑物同时供热和供冷时，可节省能源和减少向环境排热。但由于水环热泵系统的初投资相对较大，且因为分散设置后每个压缩机的安装容量较小，使得 COP 值相对较低，从而导致整个建筑空调系统的电气安装容量相对较大，因此，在设计选用时，需要进行较细的分析。从能耗上看，只有当冬季建筑物内存在明显可观的冷负荷时，才具有较好的节能效果。

8 蓄能系统的合理使用，能够明显提高城市或区域电网的供电效率，优化供电系统，转移电力高峰，平衡电网负荷。同时，在分时电价较为合理的地区，也能为用户节省全年运行电费。为充分利用现有电力资源，鼓励夜间使用低谷电，国家和各地区电力部门制定了峰谷电价差政策。

9 当天然水可以有效利用或浅层地下水能够确保 100%回灌时，也可以采用地表水或地下水源地源热泵系统，有效利用可再生能源。

10 由于可供空气调节的冷热源形式越来越多，节能减排的形势要求下，出现了多种能源形式向一个空调系统供能的状况，实现能源的梯级利用、综合利用、集成利用。当具有电、城市供热、天然气、城市煤气等多种人工能源以及多种可能利用的天然能源形式时，可采用几种能源合理搭配作为空调冷热源，如“电+气”、“电+蒸汽”等。实际上很多工程都通过技术经济比较后采用了复合能源方式，降低了投资和运行费用，取得了较好的经济效益。城市的能源结构若是几种共存，空调也可适应城市的多元化能源结构，用能源的峰谷季节差价进行设备选型。提高能源的一次能效，使用户得到实惠。

4.4.4 当采用分散式房间空气调节器作为冷热源时，其制冷季节能源消耗效率应符合表 4.4.4 的规定。

表 4.4.4 分散式房间空气调节器能效指标

类型	制冷季节能源消耗效率 (W·h)/(W·h)
单冷式	5.80

热泵型	5.0
-----	-----

【条文说明】当采用分散式房间空气调节器作为冷热源时，宜采用转速可控型产品，其能效等级应参考国家标准《转速可控型房间空气调节器能效限定值及能效等级》GB21455-2019 中能效等级的一级要求。

4.4.5 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 4.4.6 的规定。

表 4.4.5 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。

【条文说明】对于居住建筑，当供暖热源为燃气时，考虑分散式系统具有较高能效，且适应居住的使用习惯，便于控制，因此采用户式燃气供暖热水炉是一种较好的技术方案。当以燃气为能源提供供暖热源时，可以直接向房间送热风，或经由风管系统送入；可以产生热水，通过散热器、风机盘管进行供暖，或通过低温地板辐射供暖。所应用的户式燃气供暖热水炉的热效率参考《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665-2015 中的第一级。

4.4.6 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 4.4.6 的规定。

表 4.4.6 空气源热泵机组性能系数（COP）

类型	低环境温度名义工况下的性能系数 COP
热风型	2.00
热水型	2.30

【条文说明】作为供暖热源，空气源热泵有热风型和热水型两种机组。研究表明，热风型机组在冬季设计工况下 COP 为 1.8 时，整个供暖期达到的平均 COP 值与采用矿物能燃烧供热的能源利用率基本相当；热水机组由于增加了热水的输送能耗，设计工况下 COP 达到 2.0 时才能与 COP 为 1.8 的热风型机组能耗相当，因此设计师应进行相关计算，当热泵机组失去节能上的优势时不应采用。本标准低环境温度名义工况参考国家标准《低环境温度空气源热泵(冷水)机组第 2 部分：户用及类似用途的热泵(冷水机组)》GB/T 25127.2-2010。为提高能源利用效率，空气源热泵性能系数在现行节能设计标准建议值上均有所提高，热水机组性能系数 COP 建议值为 2.30，热风型机组性能系数 COP 建议值设为 2.00。对于冬季寒冷、潮湿的地区使用时必须考虑机组的经济性和可靠性。

4.4.7 当采用多联式空调（热泵）机组时，在名义制冷工况和规定条件下的制冷综合性能系数 IPLV（C）或机组能源效率等级指标（APF）可按表 4.4.7 选用。

表 4.4.7-1 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 4.4.7-2 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·h)/(W·h)
多联式空调（热泵）	4.5

【条文说明】多联式空调(热泵)机组的制冷综合性能系 IPLV(C)数值应比国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 的要求大幅提高，目前主流厂家的高能效产品均超过 6.0。多联式空调（热泵）机组的全年性能系数 APF 能更好地考核多联机在制冷及制热季节的综合节能性，国家标准《多联式空调（热泵）机组》GB/T18837-2015 已经采用机组能源效率等级指标（APF）进行考核，本标准能效建议值参考考核标准，以及在编其他标准中的多联式空调（热泵）机组能源效率等级要求综合确定。两项指标符合一项即可。

4.4.8 当采用燃气锅炉时，在其名义工况和规定条件下，锅炉热效率应符合表 4.4.8 的规定。

表 4.4.8 燃气锅炉的热效率

性能参数	锅炉额定蒸发量 D(t/h)/额定热功率 Q(MW)	
	D≤2.0/Q≤1.4	D>2.0/Q>1.4
锅炉的热效率	≥92%	≥94%

【条文说明】近年来，我国锅炉设计制造水平有了很大的提高，锅炉房的设备配置也发生了很大的变化，已经为运行单位管理水平的提高提供了基本条件，只有选择设计效率较高的锅炉，合理组织锅炉的运行，才能保证运行效率满足要求。

在严寒地区，冬季可再生能源利用受限，资源条件许可的情况下，采用燃气锅炉供暖具有一定的技术合理性，应尽量采用能效较高的燃气锅炉，本标准参考《锅炉节能技术监督管理规程》TSG G0002-2010 中的热效率目标值。

4.4.9 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）或综合部分负荷性能系数（IPLV）可按表 4.4.9-1 和 4.4.9-2 选用。

表 4.4.9-1 冷水（热泵）机组的制冷性能系数（COP）

类型	性能系数 COP (W/W)
水冷式	6.00
风冷或蒸发冷却	3.40

表 4.4.9-2 冷水（热泵）机组的综合部分负荷性能系数（IPLV）

类型	综合部分负荷性能系数 IPLV
水冷式	7.50
风冷或蒸发冷却	4.00

【条文说明】提高制冷、制热性能系数是降低建筑供暖、空调能耗的主要途径之一，必须对设备的效率提出设计要求。对电机驱动的蒸气压缩循环冷水（热泵）机组的性能系数评价时，可以采用制冷性能系数（COP）或部分负荷时的性能系数（IPLV）。其在名义制冷工况和规定条件下的性能系数（COP）和部分负荷时的性能系数参考国家标准《冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577-2015中的一级能效等级。

4.4.10 供热供冷及通风设备、循环水泵等用能设备应优先采用变频控制技术。

【条文说明】建筑暖通空调系统的负荷变化幅度较大，满负荷运行时间占比不高，进行变负荷调节时往往为变速调节，而各种变速调节形式中，变频调速的节能效果最佳。目前适应各种电机形式变频调速技术已经较为成熟且成本逐渐降低，投资增量回收期大多低于4年，具有较高的经济性。另外变频调速还具有启动方便、延长设备寿命、运行噪声低等附加收益。

4.4.11 供暖空调系统宜设置自动室温调控装置。

【条文说明】以往传统的室内供暖系统中安装使用的手动调节阀，对室内供暖系统的供热量能够起到一定的调节作用，但因其缺乏感温元件及自力式动作元件，无法对系统的供热量进行自动调节，从而无法有效利用室内的自由热，降低了节能效果。因此，对散热器和辐射供暖系统均要求能够根据室温设定值自动调节。对于散热器和地面辐射供暖系统，主要是设置自力式恒温阀、电热阀、电动通断阀等。散热器恒温控制阀具有感受室内温度变化并根据设定的室内温度对系统流量进行自力式调节的特性，有效利用室内自由热从而达到节省室内供热量的目的。

4.4.12 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。

【条文说明】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。近零能耗建筑热湿比出现变化，采用传统冷冻除湿方法进行新风处理，可能导致送风温度过低，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、转轮除湿和膜法除湿等方式。

4.4.13 应设置新风热回收系统，新风热回收系统设计应考虑全年运行的合理性及可靠性。

【条文说明】设置高效新风热回收系统，不仅能够满足室内新风量供应要求，而且通过回收利用排风中的能量降低建筑供暖供冷需求及系统容量，实现建筑近零能耗目标，这是近零能耗建筑的主要特征之一。通过其良好的围护结构及气密性等设计，可有效降低建筑的冷热负荷及全年能耗。冬季供暖时依靠建筑内的被动得热，其供暖需求可进一步降低，这使得仅仅使用高效新风热回收系统，不用或少用辅助供暖系统成为可能。

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。

新风机组能量回收系统设计时，应进行经济技术分析，选取合理技术方案。新风机组设置旁通模式，可实现当室外空气温度低于室内温度时，直接利用新风系统进行通风满足室内供冷需求。工程应用中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。

4.4.14 新风热回收装置类型应结合其节能效果和经济性综合考虑确定。设计时应采取高效热回收装置。新风热回收装置换热性能应符合下列规定：

- 1 显热型显热交换效率不应低于 75%；
- 2 全热型全热交换效率不应低于 70%。

【条文说明】新风热回收装置按换热类型分为全热回收型和显热回收型两类。由于能量回收原理和结构不同，有板式、转轮式、热管式和溶液吸收式等多种形式。设计时应选用高热回收效率的装置。夏热冬冷和夏热冬暖地区夏季室外空气相对湿度和焓差大，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。

热回收效率是评价热回收装置换热性能的主要指标，结合工程实践经验和能效指标，提出新风热回收装置换热性能建议值。相关研究结果表明，制冷工况下的显热交换效率和全热交换效率均比制热工况下低大约 5%，此处显热交换效率和全热交换效率均指制热工况。设计师可根据性能化原则和项目实际情况，选取新风热回收装置类型和性能参数。为保障有效新风量及热回收效果，新风热回收装置在压差 100Pa 时的内侧及外侧漏气率不大于 5%。

4.4.15 新风热回收系统宜设置低阻高效的空气净化装置。新风热回收系统空气净化装置对大于或等于 $0.5\mu\text{m}$ 细颗粒物的一次通过计数效率宜高于 80%，且不应低于 60%。

【条文说明】随着人们对细颗粒物(PM_{2.5})影响人体健康认识的逐渐深入，室内细颗粒物(PM_{2.5})浓度已成为室内环境质量的重要指标之一。对于建筑中人员长期停留的房间，参考世界卫生组织第三个过渡期目标值，室内 PM_{2.5} 浓度 24h 平均值不宜超过 $37.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，这与欧美现行室内空气品质要求的限值相当。在室外空气质量不理想时，在新风热回收系统设置低阻高效的空气净化装置，不仅为室内提供更加洁净的新鲜空气，也可有效地降低室外污染天气对室内空气品质的影响；同时也可减缓热回收装置因积尘造成的换热效率下降。

新风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 14295-2008 的相关效率要求。在能量交换部件排风侧迎风面应布置过滤效率不低于 C4 的过滤装置，在新风侧迎风面应布置过滤效率不低于 Z1 的过滤装置，过滤装置应可以便捷地更换或清洗。

4.4.16 严寒和寒冷地区新风热回收系统应采取防冻及防结霜措施。

【条文说明】严寒和寒冷地区应采取防冻保护及防结霜措施，当新风温度过低时，热交换装置容易出现冷凝水结冰或结霜，堵塞蓄热体气流通道或者阻碍蓄热体旋转影响热回收效果。可安装温度传感器，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。

4.4.17 居住建筑新风系统宜分户独立设置，并应按用户需求供应新风量。

【条文说明】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。设计中也可以根据户型面积、房屋产权及管理形式进行合理设计。

4.4.18 居住建筑新风单位风量耗功率不应大于 $0.45\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ，公共建筑单位风量耗功率应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的相关规定。

【条文说明】随着建筑供冷供暖需求的下降，通风能耗占比逐渐提高，单位风量耗功率是评价的主要参数。对居住建筑而言，户式热回收装置单位风量风机耗功率(功率与风量的比值)不应高于 $0.45\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 。对于公共建筑而言，单位风量耗功率应满足现行公共建筑节能设计标准的相关要求。

针对小型居住单元带热回收的送排风系统单位风量风机耗功率，国际能源署 IEA ECBCS AIVC (Air Infiltration and Ventilation Centre) 2009 年给出的建议值为 $0.69\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ，且建议该值随着建筑节能规范的提高继续降低；德国被动房研究所给出的建议值不高于 $0.45\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 。本标准基于典型户型、风机选型及运行时间测算，对应单位风量耗功率 $0.45\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 指标下的风机能耗已占居住建筑能耗的 12%~15%，因此应提高对近零能耗建筑风机单位风量风机耗功率的要求，不应高于 $0.45\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 。

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

【条文说明】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。当室外温湿度适宜时，新风可不经热回收装置直接进入室内。

4.4.20 与室外联通的新风、排风和补风管路上均应设置保温密闭型电动风阀，并应与系统联动。

【条文说明】新风热回收、排油烟机等机组未开启时，与室外连通的风管上设置的保温密闭型电动风阀应关闭严密，不得漏风。

4.4.21 居住建筑厨房宜设置独立排油烟补风系统，并应符合下列规定：

1 补风宜从室外直接引入，补风管道应保温，并应在入口处设保温密闭型电动风阀，且电动风阀应与排油烟机联动；

2 补风口应尽可能设置在灶台附近。

【条文说明】建筑节能不应降低人体舒适度要求。厨房在做饭时间会产生大量的油烟和水蒸气，且瞬时通风量大，应设立独立的排油烟补风系统，降低厨房排油烟导致的冷热负荷。设置独立补风系统时，补风引入口应设保温密闭型电动风阀，且电动风阀应与排油烟机联动。厨房宜安装闭门器，避免厨房通风影响其他房间的气流组织和送排风平衡。

设计中应对补风管道尺寸进行校核，避免补风口流速过高造成的噪声问题。补风管道应保温，防止结露。补风口尽可能设置在灶台附近，缩短补风距离。补风系统不应影响油烟排放效果。

4.4.22 应配置与室内环境质量、建筑能耗监测系统相匹配的监测点位。

【条文说明】为了便于室内环境质量和建筑能耗监测系统顺利实施，为所需控制参数应做好设备和管路等接口，故设置本条款。

4.5 配电与照明

4.5.1 公共建筑的电气系统设计应稳定可靠、经济合理、高效节能。

【条文说明】电气系统设计应符合相关标准的节能规定。

4.5.2 变配电室的位置宜靠近用电负荷中心。

【条文说明】为把降低配电损耗，配电变压器和主配电柜应尽可能设置在与主要负载保持最小距离的位置。配电变压器的空载损耗值和负载损耗值不应高于国家标准《电力变压器能效限定值及能效等级》GB 20052-2020 中能效等级 2 级的规定。

4.5.3 照明系统应选择高效节能光源，宜优先选用 LED 光源，其色容差、色度等指标应满足国家标准要求。

【条文说明】照明技术发展迅猛，照明光源及照明灯具能效水平大幅提高，建议在超低能耗居住建筑设计时选用新型节能照明设备。室内照明功率密度 (LPD) 限值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 规定的限制和《建筑照明设计标准》GB 50034 规定的目标值要求。当房间或场所的室形指数值等于或小于 1 时，其照明功率密度限值可增加，但增加值不应超过限值 20%；当房间或场所的照度标准值提高或降低一级时，其照明功率密度限值应按比例提高或折减。

4.5.4 建筑照明宜采用智能照明控制系统。

【条文说明】近零能耗建筑应采用智能照明控制系统，实现照明系统的低能耗运行。智能照明控制系统中宜设置照度、人体存在等感应探测器，实现建筑照明的按需供给。

针对公共区域场所的照明，应优先选择就地感应控制和集中开关控制结合的方式。针对开放式办公空间、报告厅等场所照明多功能、多场景的要求，宜通过智能照明系统，

4.5.5 公共办公区、大堂、会议室等场所，宜采用分组、分级照明控制系统。

【条文说明】利用控制系统实现照明设备根据室内功能需求及环境照度参数，按预设模式或优化控制计算结果，优化调节灯具亮度值。

4.5.6 公共区域的照明应采用声光控制、感应控制或定时控制等节能措施，

【条文说明】公共区域针对走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、卫生间、停车库等。

4.5.7 具有天然采光的区域，灯具布置及控制方式应与采光设计相协同，且优先采用天然采光，并充分利用导光、反光等装置。

【条文说明】照明控制方式要充分考虑光线照射角度，设计时优化采光窗尺寸及进深；在地下空间、大型厂房优先考虑采用导光、反光等装置。

4.5.8 室外道路照明和景观照明系统应能定时、编程或根据室外照度自动控制。

【条文说明】当建筑物设置景观照明时，采取集中控制方式便于管理，分时段控制有利于节能。

4.6 可再生能源利用

4.6.1 能源利用应通过对当地环境资源条件和技术经济分析，结合国家相关政策，优先应用可再生能源。

【条文说明】地资源条件及项目实际情况允许时，技术可行且经济合理时，应优先利用可再生能源。

4.6.2 可再生能源利用设施应与主体工程同步设计。

4.6.3 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》GB30721 规定的节能评价价值。

4.6.4 地源热泵系统设计应符合下列规定：

- 1 地源热泵系统方案设计前，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，确定地源热泵系统实施的可行性与经济性；
- 2 当浅层地埋管地源热泵系统的应用建筑面积大于或等于 5000m²时，应进行现场岩土热响应试验；
- 3 浅层地埋管换热系统设计应进行所负担建筑物全年动态负荷及吸—排热益计算，最小计算周期不应小于 1 年。建筑面积 50000m² 以上大规模地埋管地源热泵系统，应进行 10 年以上地源侧热平衡计算；
- 4 地下水换热系统应根据水文地质勘察资料进行设计。应采取可靠回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，不对地下水资源造成浪费及污染；
- 5 地源热泵系统应对地表水体资源和水体环境进行评价；
- 6 海水源热泵系统与海水接触的设备及管道，应具有耐海水腐蚀性，应采取防止海洋生物附着的措施；
- 7 污水源热泵系统形式的选择应以安全、可靠、稳定为基本准则，应综合考虑污水流量、污水水质、污水水温和当地的气候条件等因素，进行全面的经济分析；
- 8 经过经济技术比较后，可采用中深层地热利用技术，当地热井出水温度较低时或考虑梯级利用时，宜采用热泵系统；
- 9 冬季有冻结可能的地区，地埋管、闭式地表水和海水换热系统应有防冻措施；
- 10 地源热泵系统监测与控制工程应对代表性房间室内温度、系统地源侧与用户侧进出水温度和流量、热泵系统耗电量、地下环境参数进行监测。

【条文说明】工程场地状况及浅层地热能资源条件是能否应用地源热泵系统的基础。地源热泵系统方案设计前，应根据调查及勘察情况，选择采用地埋管、地下水地源热泵系统。

1 浅层地热能资源勘察包括地埋管换热系统勘察、地下水换热系统勘察及地表水换热系统勘察。

2 应用建筑面积是指在同一工程中，应用地埋管地源热泵系统的各个单体建筑面积的总和。根据近几年对我国应用地埋管地源热泵系统情况的调查，大中型地埋管地源热泵系统的应用建筑面积多在 5000m² 以上，5000m² 以下多为小型单体建筑；根据国外对商用和公用建筑应用地埋管地源热泵系统的技术要求，应用建筑面积小于 3000m² 时至少设置一个测试孔进行岩土热响应试验。

3 地埋管换热器系统设计应进行全年动态负荷计算，最小计算周期宜为 1 年。计算周期内，地源热泵系统总释热量宜与其总吸热量相平衡。全年冷热负荷平衡失调，将导致地埋管区域岩土温度持续升高或降低，从而影响地埋管换热器的换热性能，降低地埋管换热系统的运行效率。因此，地埋管换热系统设计应考虑全年冷热负荷的影响。

4 地下水供水管不得与其他管道连接是为了避免污染市政供水或其他水污染地下水和使用自来水取热；地下水回灌管不得与其他管道连接，是为了避免回灌水排入下水或其他污水排入地下水，保护水资源不被浪费或污染。

5 工程场地状况及地表水资源条件是能否应用地表水水源热泵系统的基础。地表水水源热泵系统方案设计前，应根据调查及勘察情况，选择合理的地表水水源热泵系统形式。

6 为提高系统使用寿命，直接与海水接触的设备及管道宜采用海军铜、镍铝青铜、金属钛等耐海水腐蚀的材料。系统采用胶球自动清洗装置可以防止藻类的附着。

9 地埋管换热系统的金属部件应与防冻剂兼容。这些金属部件包括循环泵及其法兰、金属管道、传感器部件等与防冻剂接触的所有金属部件。

10 设置监测系统，有助于随时掌握地源热泵系统运行状态，对系统长期高效稳定运行具有重要的意义。

4.6.5 空气源热泵系统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 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；

3 采用空气源热泵机组供热时，冬季设计工况状态下热泵机组制热性能系数（COP）不应小于表 4.6.5 规定的数值；

表 4.6.5 空气源热泵设计工况制热性能系数（COP）

机组类型	严寒地区	寒冷地区
冷热风机组	1.8	2.2
冷热水机组	2.0	2.4

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

5 空气源热泵系统应采取防冻措施。

【条文说明】

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

2 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。

3 空气源热泵的单位制冷量的耗电量比水冷式冷水机组大，价格也高，为降低投资成本和运行费用，应选用机组性能系数较高的产品。设计师必须计算冬季设计状态下机组的 COP，当空气源热泵机组失去节能优势时就不应采用。对于规格较小、直接膨胀的单元式空调机组的 COP 限定为 1.8，对于性能上相对较有优势的空气源热泵冷热水机组限定为 2.0。冬季设计工况下的机组性能系数应为冬季空调或供暖室外计算温度条件下，达到设计需求参数时的机组供热量（W）与机组输入功率（W）的比值。

4 先进科学的融霜技术是空气源热泵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低于露点温度时，换热翅片上就会结霜，大大降低机组运行效率，严重时无法运行，因此必须除霜。

5 辽宁省各市处于严寒地区或寒冷地区，露天设置的制冷剂-水换热装置中的水系统在冬季存在冻结危险，防冻措施主要包括管道外保温、采暖循环水系统和间接加热的生活热水系统添加符合卫生要求的防冻液，防冻液应按冻结点温度低于当地极端最低温度配制。

4.6.6 空气源热泵室外机组的安装位置，应符合下列规定：

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

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

1 空气源热泵机组的运行效率，与室外机与大气的换热条件有关。考虑主导风向、风压对室外机的影响，布置时应避免产生热岛效应，保证室外机进、排风的通畅，防止进、排风短路是布置室

外机的基本要求。当受位置条件等限制时,应采用设置排风帽、改变排风方向等方法,必要时可以借助于数值模拟方法辅助气流组织设计,避免发生气流短路。此外,控制进、排风的气流速度也是有效地避免短路的一种方法,通常机组进风气流速度应控制在 $1.5\text{m/s}\sim 2.0\text{m/s}$ 范围,排风口的气流速度不应小于 7m/s 。

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

3 室外机运行会对周围环境产生热污染和噪声影响,因此室外机应与周围建筑物保持一定的距离,以保证热量有效扩散和噪声自然衰减。对周围建筑物产生的噪声干扰,应符合国家现行标准《声环境质量标准》GB3096的要求。

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

5 室外机积雪会严重影响其换热效率,因此应设置必要的防积雪措施。

4.6.7 太阳能系统设计应符合下列规定:

1 新建建筑应安装太阳能系统;

2 太阳能利用系统宜采用光热或光伏与建筑一体化系统;光热或光伏与建筑一体化系统不应影响建筑外围护结构的建筑功能,并应符合国家现行标准的有关规定;

3 太阳能同时供热供电时,宜采用太阳能光伏光热一体化系统;

4 太阳能集热器和光伏组件的设置应避免受自身或建筑本身的遮挡。在冬至日采光面上的日照时数,太阳能集热器不应少于4h,光伏组件不应少于3h;

5 太阳能光热系统应设辅助热源;

6 太阳能光热系统应采取防冻措施。

【条文说明】本条规定的主要作用是保证设置太阳能利用系统建筑物的安全和综合性能不受影响,要求无论是新建建筑、还是既有建筑改造,在进行系统设计时,均应与建筑主体一体化设计,以避免二次施工破坏建筑主体的安全性、围护结构节能性等整体功能。

太阳能利用与建筑一体化是太阳能应用的发展方向,应合理选择太阳能应用一体化系统类型、色泽、矩阵形式等,在保证热利用或光伏效率的前提下,尽可能做到与建筑物的外围护结构从建筑功能、外观形式、建筑风格、立面色调等协调一致,使之成为建筑的有机组成部分。

4.7 智能控制或监测与控制

4.7.1 应结合建筑功能、规模、负荷性质确定电源质量要求和智能化系统组成的要求,通过技术经济比较,采用适宜的节能控制措施。建筑设备监控系统的设置应符合现行国家标准《智能建筑设计标准》GB 50314的有关规定。

【条文说明】水泵、风机、电热设备等高耗能系统应采取节能自动控制措施。电梯是建筑的主要耗

能设备，其应采用集群控制、变频调速、能量回馈等节能措施；垂直电梯无外部召唤时，应延时关闭轿厢内照明及风扇；自动扶梯、自动人行步道应具备短空载低速运行及长空载暂停运行功能。

4.7.2 公共建筑不同功能区域、居住建筑典型户型等应进行分类、分项计量，并应符合下列规定：

1 对公共区域使用的冷、热、电等不同能源形式进行分类计量，并对照明、电梯、风机、水泵等设备用电进行分项计量；

2 对典型户型的供暖、供冷、照明、空调、插座的能耗进行分类分项计量。

【条文说明】在超低能耗建筑中，宜对公共区域进行详细的分类分项计量，精准把握不同公用设施用电项目和用电行为的能耗情况。宜选择顶层、低层、典型层的不同朝向用户为典型户型，建议对其照明、空调、厨卫、插座等各项能耗进行分类分项的计量，计量户数不宜少于同类型总户数的 2%，且不少于 5 户，以便掌握实际能耗情况，为能源系统优化运行，提供数据基础。

4.7.3 建筑内电能表宜结合用电政策和实际工程需求，采用具有分时段计费、双向计量、数据远传功能的智能电表。

【条文说明】智能电表作为建筑能源环节的智能终端，双向计量是满足智能电网和新能源接入的使用要求，精度要满足计量和能源系统数据使用要求，并达到一定的采样频率。

4.7.4 公共建筑、居住小区宜设置能源监控系统，且可实时进行可视化展示，并将能源监测数据、能源效率进行公示。

【条文说明】设置能源监控系统可实时准确获取能耗数据，通过数据展示可以使用户了解自身用能水平，及时发现问题并提出改进措施，加强节能意识，提高能源管理水平。

4.7.5 能源监控系统数据应覆盖所有用能、产能、能源交换等系统，且能源监测数据宜对业主开放。

【条文说明】获取关键能源数据需要在重要子系统的典型位置布设传感器，传感器的采集精度、频率能够满足系统要求。

系统应对建筑室内外环境进行监测，包括重点区域温度、湿度、二氧化碳浓度、太阳辐射照度等关键数据。

系统应对集中供热建筑的热源、热力站和制冷机房进行监测，包括燃料消耗量、供热量、供冷量、补水量、机组耗电量、水泵耗电量等。

系统应对建筑给排水系统进行监测，包括用水流量、压力、温度，水泵耗电量等。

系统应对用电负荷、新能源发电、储能等电力系统进行监测。

4.7.6 能源管理系统具有数据分析、数据挖掘功能，并具有拓展自学习，实施能源调度策略的潜力。

【条文说明】能源监控系统要求数据准确、存储可靠、系统稳定，能够对建筑负荷、新能源发电等能源环节进行精准预测，能够对单一能源环节进行比对，具有故障报警、典型故障修复提升等功能，应实现传感、执行、控制、管理等功能，并制定节能策略，充分发掘节能潜力，为建筑能耗评价提供依据，满足建筑能源审定要求。

5 施工技术措施与质量控制

5.1 一般规定

5.1.1 被动式低能耗建筑的施工不同于传统建筑，施工工艺更加复杂，施工质量要求更加严格，应选择专业施工队伍，施工前应对施工现场的管理、施工、监理人员进行培训。

5.1.2 应针对气密性处理、无热桥控制等关键环节，制订专项施工方案，细化施工工艺，严格过程控制，保障施工质量。

5.1.3 外保温系统施工前，外墙上的预埋固定件、穿墙管线等均应施工完毕，外门窗应安装就位。

5.2 建筑

I 外墙工程

5.2.1 外墙上的悬挑构件应符合下列规定：

1 当采用断热桥承重连接件时，其承载性能应符合相关国家标准的要求，其连接方式、热工性能应符合设计要求；

2 当采用普通预埋件连接时，其与基层墙体之间的保温隔热垫块厚度应符合设计要求。

5.2.2 穿透围护结构管道的预留洞口或套管直径应满足设计要求，洞口直径或套管内径应大于管道外径 60mm 以上，洞口或套管与管道之间应按设计要求填充保温材料。

5.2.3 门窗等节点部位防水施工应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的相关规定，并应符合下列规定：

- 1 外窗、穿墙管、外墙预埋件和预制部件外侧应粘贴防水透汽膜或采用其他材料防水措施；
- 2 设计有防水砂浆层的外墙面，防水砂浆层应与防水透汽膜可靠搭接，形成完整的材料防水层；
- 3 设计有防水涂料层的外墙面，防水涂料层应与防水透汽膜可靠搭接，形成完整的材料防水层。

【条文说明】 门窗等节点部位通常是建筑外墙防水的薄弱环节，近零能耗建筑在上述节点部位外侧粘贴的防水透汽膜或防水层可作为防水材料。无论外墙面采用防水砂浆、防水涂料或其他防水卷材的材料防水措施，都应保证节点部位的防水透汽膜或防水层与外墙面防水层的连续完整性。设有排水板的窗台处，排水板可作为构造防水。

5.2.4 外墙外保温系统的保温材料及配套材料的性能应符合相关的现行行业标准的规定。

5.2.5 外墙外保温系统的托架安装应符合下列规定：

- 1 当采用薄抹灰外保温系统或其他保温设计有要求时，可安装起步托架或层间托架；
- 2 托架与基层墙体之间宜设置保温隔热垫块，保温隔热垫块的厚度不宜小于 5mm，采用机械连

接的方式固定于混凝土基层墙体上。

【条文说明】托架主要承担外墙外保温系统的重力荷载，尤其是在岩棉外保温系统和分层铺设的外保温系统中，托架更为重要。托架可采用金属或非金属材料，采用金属托架宜在托架与基层墙体之间设置保温隔热垫块，采用非金属材料托架时，无需放置隔热垫块。

非金属材料托架常用塑料或纤维增强塑料等材质，以玻璃钢材料为例，其导热系数约为 $0.4 \sim 0.5\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，是良好的断热材料，其燃烧性能为 B 级，玻璃钢材料遇火燃烧后碳化，碳化后的玻璃钢材料仍能保持完整性。当外墙保温采用燃烧性能为 A 级的保温材料时，托架的宽度约为保温材料的 $2/3$ ，不燃的保温材料对玻璃钢托架起到较好的保护作用；当外墙保温采用燃烧性能为 B 级的保温材料时，玻璃钢托架宜设置于防火隔离带上方。

5.2.6 保温板铺设时，应按下列操作工艺进行：

- 1 铺设保温板时，其排板宜按水平顺序进行，上下应错缝，阴阳角处应做错茬处理；
- 2 保温板分层铺设时，每层上下两块保温板接缝应错开，第一层和第二层保温板应错缝；
- 3 第一层保温板粘结可选择点框法或条粘法，基面平整度较差时宜选用点框法，粘结面积率不应小于 60%，第二层保温板粘贴方式应采用满粘法，粘结面积率不宜小于 90%。

5.2.7 防火隔离带的设置应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 和《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

5.2.8 断热桥锚栓安装应符合下列规定：

- 1 当基层墙体为钢筋混凝土或实心砌体时，断热桥锚栓的有效锚固深度应符合设计要求，且不应小于 40mm；
- 2 当基层墙体为空心砌块砌体结构时，断热桥锚栓的有效锚固深度应符合设计要求，且不应小于 30mm；
- 3 当基层墙体为蒸压加气混凝土砌体结构时，断热桥锚栓的有效锚固深度应符合设计要求，且不应小于 50mm；
- 4 钻头直径应与锚栓规格相符，钻孔深度应大于锚固深度 10mm，旋入式锚栓不应采用敲击安装方式。

5.2.9 当采用粘锚工艺施工外保温系统时，锚栓安装应符合下列规定：

- 1 锚栓安装应至少在保温板粘贴 24h 后进行；
- 2 阳角部位的锚栓应锚固于基层墙体内，不得虚锚于阳角保温层内。

5.2.10 外门窗口保温做法可按本规程附录 C 中 C.0.3 执行，并按下列操作工艺进行：

- 1 保温板覆盖窗框不宜小于 20mm；
- 2 保温材料遇外窗连接件时，应预先在粘结面裁出合适形状，再进行粘贴；
- 3 保温板与窗框交接处宜采用专用收边条密封，也可填塞膨胀止水带后再用密封材料密封；
- 4 当窗台设计有排水板时，外保温与窗台排水板两端及底部之间的缝隙应先用膨胀止水带填塞，

再进行密封处理。

5.2.11 外饰面作业应在抹面层达到饰面施工要求后进行，当采用岩棉作为保温材料时，应选择透汽性好的饰面材料。

5.2.12 女儿墙保温及压顶板施工工艺应符合下列规定：

- 1 当屋面底层设有隔汽层或防水层时，应在粘贴保温板前完成并验收合格；
- 2 女儿墙部位保温应按设计要求进行处理，屋面保温和外墙保温应保证连续性；
- 3 压顶板与女儿墙应联结牢固，并应采取断热桥措施；
- 4 屋面防水层宜延伸至女儿墙顶部。

5.2.13 在有气密性要求的墙体上安装开关、插座、线管应符合下列规定：

- 1 位于现浇混凝土墙体上的开关、插座线盒，宜直接预埋浇筑；
- 2 位于砌块墙体上的开关、插座线盒和线管在放入沟槽内之前，宜采用湿砂浆或石膏将沟槽填满，线盒、线管整体塞入沟槽后，外层宜采用水泥砂浆或石膏抹平；
- 3 开关、插座、接线盒、消火栓等安装在外墙上时，宜先在安装孔洞内涂抹石膏或水泥砂浆，石膏或水泥砂浆固化前宜将接线盒推入孔洞压实，套管内穿线完毕后，宜采用硅酮密封胶封堵开关、插座等管口，封堵深度不应小于 30mm；
- 4 在墙体预埋套管时，接口处宜采用密封胶带密封，并采用石膏封堵线盒接口处；
- 5 套管内穿线完毕后，宜采用密封胶封堵开关、插座等的管口；
- 6 宜采取措施封堵外围护结构梁、柱、板上的预留接线盒；
- 7 墙体两侧均设置电线盒时，宜错位设置，且间距不宜小于 100mm。

5.2.14 穿墙管道内外侧的防水隔气膜与防水透汽膜粘贴完后再进行保温系统施工，施工应符合设计要求和国家现行标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411、《外墙外保温工程技术标准》JGJ144 等标准的有关规定。

5.2.15 内墙穿墙管道、洞口与管道之间缝隙应采用防火封堵材料封堵，再进行墙面饰面层施工。

5.2.16 外墙变形缝部位施工应符合下列规定：

- 1 变形缝内应满填或两侧墙体贴装燃烧性能 A 级、可压缩变形、耐久性良好的保温材料；
- 2 变形缝应有效密封，减少变形缝内空气对流的热损失，并应满足《建筑变形缝装置》JG/T 372 等标准的有关规定。

【条文说明】变形缝位置的保温是近零能耗建筑外保温设计的薄弱环节之一，提出加强变形缝部位的保温、防冷风渗透要求，有利于降低能耗、避免出现变形缝两侧临近外墙、地面及屋顶的墙体内表面结露。变形缝内应填充或贴装不燃、耐久性良好、可压缩变形的保温材料。

II 外门窗工程

5.2.17 外门窗安装施工应符合下列规定：

- 1 外门窗安装前应检查洞口的平整度，洞口外表面应光洁、平整；
- 2 外门窗框外表面宜与基层墙体外表面齐平；
- 3 应按设计要求确定外门窗固定件位置和数量，外门窗的连接件与基层墙体连接时宜采用阻断热桥的处理措施，门窗框与墙体间缝隙应采用发泡胶填充；
- 4 外门窗室外侧粘贴防水透汽膜时，防水透汽膜与窗框粘贴宽度不应小于 15mm，防水透汽膜与基层墙体粘贴宽度不应小于 50mm，粘贴应紧密，无起鼓漏气现象；
- 5 外门窗框室内侧粘贴防水隔气膜时，防水隔气膜与窗框粘贴宽度不应小于 15mm，防水隔气膜与基层墙体粘贴宽度不应小于 50mm，粘贴应紧密，无起鼓漏气现象。

5.2.18 外门窗安装工程验收合格后，外门窗应进行成品保护。

5.2.19 窗台板安装施工应符合下列规定：

- 1 窗台板与窗框应有可靠连接，并与墙体保温层粘结牢固；
- 2 窗台板两端与墙体保温层的接缝处应采用聚氨酯发泡剂发泡填充；
- 3 窗台板与墙体保温系统抹面层的接缝处应采用预压膨胀密封带密封；
- 4 窗台板与窗框之间的缝隙应采用耐候密封胶密封。

III 屋面工程

5.2.20 屋面工程施工应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 等标准的有关规定。施工应确保气密层、保温层、防水层完整连续。

5.2.21 屋面施工对基层、出屋面管道及屋面设备的要求应符合下列规定：

- 1 施工前应对基层进行清理，确保基层平整、无浮灰及明水；
- 2 出屋面管道根部与结构层应提前做好保温、防水及隔汽处理；
- 3 屋面保温施工前，穿过屋面结构层的管道、设备基座、预埋件等应采用断热桥措施，并验收合格；
- 4 当屋面女儿墙等部位采用断热桥承重连接件时，其承载性能应符合相关国家标准的要求，其连接方式、热工性能应符合设计要求。

5.2.22 屋面热桥部位应按专项施工方案进行施工。

【条文说明】屋面热桥部位相对较多，特别是出屋面的各类管线、机房、风道口等部位。此外，随着屋面太阳能系统的普及，屋面太阳能系统结构支座的抗风荷载措施和断热桥处理也是专项施工的重点。

5.2.23 屋面保温的施工应符合下列规定：

1 保温施工宜选在晴朗干燥的天气条件下进行，六级及以上大风、雨雪天气禁止施工，施工环境温度宜为 5℃～30℃，相对湿度不宜大于 80%；

2 基层应涂刷界面剂，界面剂应呈十字交叉状分两次滚涂，待施工完毕及验收合格后方可进行隔汽层的粘贴；

3 铺贴隔汽层时，隔汽卷材应上翻包裹出屋面管道及烟道，上翻高度宜超出屋面保温板上表面至少 150mm，角部及端部应贴实，施工时应进行成品保护；

4 当屋面保温采用多层保温时，宜采用粘贴施工的方式，且不应形成上下贯通的缝隙。分层铺设时上下层保温板错缝不宜小于 200mm；保温材料宜从低往高铺贴，可采用干法施工；保温施工过程中应采取防雨措施；

5 保温材料上方第一道防水层宜为自粘型防水卷材，搭接宽度不应小于 80mm，宜分区域施工；当天铺粘的保温材料收工前，应将第一道防水层铺设完毕，并及时用防水卷材封口收边；铺贴顺序宜由低到高；气温较低时，宜用喷枪辅热激活粘性，穿屋面管道、烟道洞口周围及女儿墙与屋面交接处应设置防水附加层；第二道防水层宜为热熔型防水卷材；

6 屋面防水施工完成且验收合格后，应及时完成保护层施工。

IV 地面工程

5.2.24 地下室外墙的保温应在地下室外墙防水验收合格后、土方回填前施工；地下室顶板下方的保温应在主体结构验收合格后，与管线、支吊架等配套施工；地面的保温应在垫层上方的防潮层验收合格后施工。

5.2.25 楼地面保温板采用双层时应错缝铺设，不宜通缝，保温板之间应挤压严密。

5.2.26 地下室顶板、梁下侧和外墙内侧的保温采用岩棉薄抹灰系统施工时，应符合现行行业标准《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480 的相关规定。

5.2.27 当地下室隔墙等部位设计有下翻保温层时，宜在保温层底起始位置安装起步托架，再进行保温板粘贴、抹面砂浆和玻纤网施工。

5.2.28 穿透地下室顶板的管道与套管之间应采用发泡聚氨酯填充，当有防火要求时，可采用岩棉等不燃保温材料填充，发泡聚氨酯或岩棉等应填充密实。

V 预制外墙制作与安装

5.2.29 预制墙板制作前应进行下列准备工作：

1 建设单位应组织设计单位向生产和安装单位进行技术交底；

2 制作前生产单位应根据批准的设计文件、拟定的生产工艺、运输方案、吊装方案等编制构件加工详图；

3 对带饰面的预制墙板应绘制排砖图或排板图，对保温板应绘制连接件布置图和保温板排板图；

4 生产单位应编制生产方案，生产方案宜包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输和保护方案等。

5.2.30 预制墙板的生宜建立样板构件制作与验收制度，预制墙板生产所需要的成品、半成品应具有产品合格证，并对原材料进行必要的抽检。

5.2.31 预制墙板轻钢龙骨加工应按设计要求控制尺寸，其允许偏差应符合表 5.2.31 的规定。

表 5.2.31 轻钢龙骨加工允许偏差和检验方法

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	构件长度		± 3	尺量检查
2	截面尺寸	腹板高度	± 1	尺量检查
3		翼缘宽度	± 1	尺量检查
4		卷边高度	± 1.5	尺量检查
5	翼缘与腹板和卷边之间的夹角		$\pm 1^\circ$	角度测定样板

5.2.32 预制墙板轻钢骨架制作应符合下列规定：

1 轻钢龙骨构件应根据设计文件进行构件详图、清单、制作工艺的编制，构件的品种规格和性能应符合现行国家产品标准和设计要求；

2 轻钢龙骨构件应进行标识，标识应清晰、明显、不易涂改，构件拼装宜在专门的平台上进行，在拼装前对平台的平整度，角度垂直度进行检测，合格后方可进行，拼装完成的单元应保证整体平整度，垂直度在允许偏差范围内；

3 轻钢龙骨构件严禁进行热切割，冷弯薄壁型钢的冷弯和矫正加工环境温度不得低于 -10°C ；

4 当构件表面镀锌层出现破坏时，应进行防腐处理。

5.2.33 预制墙板轻钢骨架的外形尺寸、立柱间距、门窗洞口位置及其他构件位置应符合设计要求，其允许偏差应符合表 5.2.33 的规定。

表 5.2.33 预制墙板轻钢骨架组装允许偏差

项次	检验项目	允许偏差 (mm)
1	长度	± 3
2	高度	± 3
3	对角线	± 3

4	平整度	L/1000
5	墙体立柱间距	±3
6	洞口位置	±2
7	其他构件位置	±2

注：L 为墙板最长边的长度（mm）

5.2.34 预制墙板的连接件、加劲板应符合下列规定：

- 1 连接件加工允许偏差应符合表 5.2.34 的规定；
- 2 焊缝应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

表 5.2.34 连接件加工允许偏差和检验方法

项次	检验项目	允许偏差（mm）	检验方法
1	钢板尺寸	1	尺量检查
2	钢板平整度	1	直尺和塞尺量测
3	钢板弯折角度	2°	角度测定样板
4	螺栓孔直径	+1.5	游标卡尺检查
5	螺栓孔长度	2	尺量检查
6	螺栓孔位置	1	尺量检查
7	螺母长度	2	尺量检查
8	螺母位置	1	尺量检查
9	螺母垂直度	1°	角度测定样板

5.2.35 预制墙板中预埋连接件时，应将连接件固定在轻钢龙骨上，并应逐件检验。连接件安装允许偏差和检验方法应符合表 5.2.35 的规定。

表 5.2.35 连接件安装允许偏差和检验方法

项次	检验项目	允许偏差（mm）	检验方法
1	吊件中心位置	2	尺量检查
2	外挂连接件中心位置	2	尺量检查
3	临时支撑连接件中心位置	2	尺量检查

4	内嵌连接件中心位置	2	尺量检查
5	门、窗连接件中心位置	2	尺量检查

5.2.36 预制墙板内的管线、接线盒安装应符合下列规定：

- 1 管线、接线盒应按设计要求安装，并与轻钢骨架固定牢靠；
- 2 水平管线宜从竖龙骨腹板孔穿过。当需要开孔时，开孔宽度不宜大于龙骨腹板高度的1/2，大于1/2时应开孔部位补强；
- 3 同一水平位置布置两根管线时，管线应上下错开。

5.2.37 预制墙板外面板的安装应符合下列规定：

- 1 安装前应进行面板排板设计，绘制排板图，并宜在工厂切割、编号；
- 2 外面板安装应在龙骨和水电预埋管线隐蔽工程验收合格后进行，也可在外面板安装的同时，安装墙体内预埋管线，经验收合格后，再进行下一道工序；
- 3 切割后面板不宜缺棱掉角，对于边角缺损的面板，其单边缺损长度不应大于15mm；
- 4 面板竖向拼缝应设置在竖龙骨中线处，水平拼缝处宜设置横龙骨，面板与龙骨的重叠宽度不应小于15mm；
- 5 面板应自下而上、逐块逐排安装；安装外面板的螺钉规格不宜小于ST4.2，螺钉头部宜沉入面板表面，钉头沉入表面深度不宜大于1mm；
- 6 门窗洞口内侧应采用面板材料封板，并用螺钉与龙骨固定。

5.2.38 当预制墙板设计有防水透汽膜时，宜采用空铺方式，防水透汽膜之间搭接粘结宽度不小于50mm。

5.2.39 外门窗洞口和门窗框的安装应符合下列规定：

- 1 预置连接件应与轻钢龙骨腹板进行固定，并应逐件检验；预制墙板中的门、窗洞口及预置连接件加工允许偏差和检验方法应符合表 5.2.39-1 的规定；

表 5.2.39-1 门、窗洞口及预置连接件加工允许偏差和检验方法

项次	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	门、窗洞口位置	2	尺量检查
2	门、窗洞口高、宽	±2	尺量检查
3	门、窗洞口对角线	±2	尺量检查
4	门、窗洞口的平整度	2	靠量检查
5	门、窗预置连接件位置	2	尺量检查

6	门、窗预置连接件平整度	2	靠尺检查
---	-------------	---	------

2 门、窗框安装允许偏差和检验方法应符合表 5.2.39-2 的规定。

表 5.2.39-2 门、窗框或附框安装允许偏差和检验方法

项次	检验项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	门、窗框或附框位置	2	尺量检查
2	门、窗框或附框高、宽	±2	尺量检查
3	门、窗框或附框对角线	±2	尺量检查
4	门、窗框或附框的平整度	2	靠尺检查

5.2.40 保温层的安装应符合下列规定：

1 保温层的安装施工应在轻钢骨架工程、管线预埋工程、外面板工程施工质量验收合格后进行，外门窗洞口应通过验收，洞口尺寸、位置应符合设计要求和质量要求，门窗框或辅框应安装完毕；伸出墙面的消防梯、雨水管、各种进户管线和空调器等的预埋件、连接件应安装完毕，并按外保温系统厚度留出间隙；

2 外保温系统的各种组成材料应配套供应，采用的所有配件应与外保温系统性能相容，并应符合国家现行相关标准的规定；

3 保温层的施工应编制专项施工方案并进行技术交底，施工人员应经过培训并考核合格；

4 保温板粘结固定后，采用断热桥连接件紧固保温板；

5 预制墙板防火隔离带的施工宜与保温材料的施工同步进行；

6 保温板安装后应及时抹防护层；

7 保温板工程施工期间的环境空气温度不应低于 5℃。

5.2.41 外保温安装工程断热桥连接件的安装应符合下列规定：

1 断热桥连接件宜与橡胶垫片、螺母配套使用，螺母的紧固宜采用电动套筒扳手；

2 在螺母紧固至预定位置时，应降低电动套筒扳手转数，锚盘不应因紧固造成损坏，保温板不宜因紧固造成凹陷。

5.2.42 外保温安装工程施工现场应采取可靠的防火安全措施且应满足国家现行标准的要求，并应符合下列规定：

1 在外保温专项施工方案中，应按国家现行标准要求，对施工现场消防措施作出明确规定；

2 可燃、难燃保温材料的现场存放、运输、施工应符合消防的有关规定；

3 保温板工程施工现场不应有高温或明火作业；

4 保温板安装工程完工后应对成品采取保护措施。

5.2.43 当设计填充轻质混凝土时，充轻质混凝土的施工应符合下列规定：

- 1 轻质混凝土应在外保温系统安装验收合格后施工；
- 2 施工前应根据设计要求进行轻质混凝土配合比设计，并通过试验确定轻质混凝土的浆体密度、表观密度、扩展度、初凝时间及强度；
- 3 轻质混凝土应采用搅拌机搅拌，原料全部投入后的搅拌时间不宜少于3min；
- 4 轻质混凝土稠度应满足施工要求，轻质混凝土拌和物的扩展度宜控制在350mm~400mm；
- 5 浇筑轻质混凝土前应对预埋连接件的螺栓孔进行封堵，连接件拆卸孔、墙板预留连接孔等预留孔洞应采用聚苯板填塞；
- 6 轻质混凝土应一次连续浇筑，浇筑过程中，宜采用橡皮锤轻敲轻钢龙骨辅助振捣，待浇筑完成后应采用刮板抹平；
- 7 当环境温度低于5℃时，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666的有关规定采取冬期施工措施。

5.2.44 当设计填充岩棉时，填充岩棉的施工应符合下列规定：

- 1 填充岩棉应在外保温系统安装验收合格后施工；
- 2 轻钢骨架内应满填岩棉，并挤压密实。

5.2.45 预制墙板内面板安装应符合下列规定：

- 1 安装前应进行面板排板设计，绘制排板图，并宜在工厂切割、编号；
- 2 内面板安装应在填充芯材工程验收合格后进行；
- 3 切割后面板不宜缺棱掉角，对于边角缺损的面板，其单边缺损长度不应大于15mm；
- 4 面板竖向拼缝应设置在竖龙骨中线处，水平拼缝处宜设置横龙骨，面板与龙骨的重叠宽度不应小于15mm；
- 5 面板应自下而上、逐块逐排安装；安装内面板的螺钉规格不宜小于ST4.2，螺钉头部宜沉入面板表面，钉头沉入表面深度不宜大于1mm。

5.2.46 预制墙板洞口部位及主墙面的抹面层施工可在出厂前完成，预制墙板边缘内侧 100mm 和墙板阴角、阳角接缝 200mm 范围内不宜抹面，并宜外伸相应宽度的搭接增强网带。

5.2.47 预制墙板安装前应对已建主体结构进行复测，并按实测结果对预制墙板设计进行复核。

5.2.48 预制墙板的施工测量除应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 安装施工前，应测量放线、设置构件安装定位标识；
- 2 预制墙板测量应与主体结构测量相协调，预制墙板应分配、消化主体结构偏差造成的影响，且预制墙板的安装偏差不得累积；
- 3 应定期校核预制墙板的安装定位基准。

5.2.49 预制墙板的安全施工除应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建

筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定外。尚应符合下列规定：

- 1 应遵守施工组织设计中确定的各项要求；
- 2 预制墙板起吊和就位过程中宜设置缆风绳，通过缆风绳引导墙板安装就位；
- 3 预制墙板安装过程中应设置临时固定和支撑系统，预制墙板可采用临时支撑连接件、外挂连接件作为临时固定和支撑系统；
- 4 预制墙板与吊具的分离应在临时支撑安装完成后进行；
- 5 预制墙板调整、校正后，应及时与主体结构进行防松脱、防滑移和防倾覆的锚固安装；
- 6 遇到雨、雪、雾天气，或者风力大于5级时，不得进行吊装作业。

5.2.50 主体结构上用于与预制墙板连接的预埋件应在主体结构施工时按设计要求埋设，预埋件的施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定及设计文件的要求。预埋件位置偏差过大或未预先埋设预埋件时，应制定可行变更措施或可靠连接方案并经设计单位审核同意后方可实施。

5.2.51 预制墙板安装时，预制墙板与主体结构的连接节点宜仅承受墙板自身范围内的荷载和作用，确保各支承点均匀受力。

5.2.52 预制墙板安装采用临时支撑时，应符合下列规定：

- 1 预制墙板的临时支撑不宜少于2道；
- 2 预制墙板的上部斜支撑，其支撑点与墙板底的距离不宜小于墙板高度的 $\frac{2}{3}$ ，且不应小于墙板高度的 $\frac{1}{2}$ ；斜支撑应与墙板可靠连接；
- 3 临时支撑应具有调节预制墙板安装偏差的能力，墙板安装就位后，可通过临时支撑对墙板的位置和垂直度进行微调。

5.2.53 预制墙板安装应符合下列规定：

- 1 预制墙板应以轴线和外轮廓线同时控制墙板的安装位置；
- 2 预制墙板安装就位后应临时固定，测量墙板的安装位置、安装标高、垂直度、接缝宽度等，通过节点连接件或临时支撑进行调整；
- 3 预制墙板安装过程中应采取保护措施，避免墙板边缘及饰面层被污染、损伤。

5.2.54 预制墙板与主体结构的连接节点施工应符合现行国家标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 的有关规定，并应符合下列规定：

- 1 利用临时支撑连接件或结构连接件作为预制墙板临时固定和支撑系统时，支撑系统应具有调节预制墙板安装偏差的能力；
- 2 有变形能力要求的连接节点，安装固定前应核对节点连接件的初始相对位置，确保连接节点的可变量满足设计要求；
- 3 预制墙板校核调整到位后，应先固定墙板顶部和底部连接点，后固定墙板侧边连接点；

- 4 连接节点采用焊接施工时，不应灼伤预制墙板的保温材料；
- 5 预制墙板安装固定后应及时对连接件进行防腐涂装和防火涂装施工。

5.2.55 预制墙板安装尺寸允许偏差及检验方法应符合表的规定。

表 5.2.55 预制墙板安装尺寸允许偏差及检验方法

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	标高		±5	水准仪或拉线、尺量
2	相邻墙板平整度		2	2m 靠尺测量
3	墙体垂直度	层高	5	经纬仪或吊线、尺量
4		全高	H/2000 且 ≤35	
5	相邻接缝高差		3	尺量检查
6	接缝	宽度	±5	尺量检查
7		中心线与轴线距离	5	

注：H为地上建筑高度（mm）。

5.2.56 安装完成的预制墙板，其内饰面板安装应符合下列规定：

- 1 安装前应进行面板排板设计，绘制排板图，并宜在工厂切割、编号；
- 2 内饰面板安装应在防水隔汽膜工程验收合格后进行；
- 3 切割后内饰面板不宜缺棱掉角，对于边角缺损的面板，其单边缺损长度不应大于15mm；
- 4 内饰面板应自下而上、逐块逐排安装；安装内面板的螺钉规格不宜小于ST4.2，螺钉头部宜沉入面板表面，钉头沉入表面深度不宜大于1mm。

5.2.57 预制墙板接缝防水施工前的施工准备应符合下列规定：

- 1 吊装过程中应对预制墙板板侧保温材料和墙板边角等部位采取保护措施，缺棱掉角及损伤处应在吊装就位前进行修复；
- 2 接缝堵塞处应进行清理，可采用切、锯的方式清理接缝残渣、调整接缝宽度或消化主体结构偏差；
- 3 填缝施工顺序应由预制墙板内部至外部，宜按板缝防火填充、防水密封、保温层填缝、面层处理的顺序进行施工；
- 4 防水胶带使用前，查验与其相接触的有机材料应取得合格的相容性试验报告。

5.2.58 预制墙板的内、外侧接缝防水施工时宜符合下列规定：

- 1 检查并清理接缝处，面板和主体结构构件应坚实、平整，不得有蜂窝、孔洞、起皮和起砂现象，表面应清洁、干燥、无油污和灰尘；

2 防水胶带在接缝两侧基层上应满粘，并在接缝间处于松弛（非紧绷）状态。

5.2.59 预制墙板的外保温防护饰面系统接缝处的施工应符合下列规定：

1 保温层嵌缝材料宜与墙体保温材料一致，保温板接缝处应填充密实，缝隙宽度不宜大于1mm，与墙板保温层平整度偏差不宜大于±2mm；

2 当主体结构构件采用现场施工外保温系统时，现场施工的外保温部分应符合设计要求，并应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术标准》JGJ 144或《岩棉薄抹灰外墙外保温工程技术标准》JGJ/T 480的有关规定；

3 保温板接缝两侧的抹面层增强网带应搭接平顺，平直墙面搭接宽度不应小于100mm，墙板阴、阳角部位搭接宽度不应小于200mm；

4 接缝处抹面层应平整，与两侧预制墙板抹面层的平整度偏差不宜大于±3mm。

5.3 设备系统

5.3.1 空调与供暖系统水力平衡装置、热计量装置及温度调控装置的安装位置和方向应符合设计要求，并应便于数据读取、操作、调试和维护。

5.3.2 供暖系统安装的温度调控装置和热计量装置，应满足分室（户或区）温度调控、热计量功能。

5.3.3 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。

5.3.4 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风量，总送风量应与排风量平衡。

5.4 配电与照明

5.4.1 变压器及用电设备宜选用能效等级 1 级的产品，机电系统施工应符合国家现行施工质量验收规范。

【条文说明】机电系统安装应避免产生热桥和破坏气密层；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。

5.4.2 照明设备进场时，应进行质量检查和验收，并符合设计要求。

【条文说明】照明设备进场检查项目包括：照明光源初始光效、照明灯具镇流器能效值、照明灯具效率、照明设备功率、功率因数和谐波含量值，各项参数指标应满足国家标准要求。

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

5.5 可再生能源

5.5.1 建筑设备系统和可再生能源系统工程施工完成后，应进行系统调试；调试完成后，应进行设备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。

【条文说明】系统调试是建筑设备系统及可再生能源系统达到设计要求的关键环节。系统调试后，是否达到节能验收指标需要系统节能性能检测判定。系统节能性能检测一般由建设单位委托具有相应资质的第三方检测单位进行。如果在工程竣工验收时因受某种条件的限制（如供暖工程不在供暖期竣工或竣工时热源和室外管网工程还没有安装完毕等）而不能进行时，那么施工单位与建设单位应事先在工程（保修）合同中对该检测项目做出延期补做试运转及调试的约定。

5.5.2 浅层地埋管换热系统的安装应符合下列规定：

- 1 地埋管与环路集管连接应采用热熔或电熔连接，连接应严密且牢固；
- 2 竖直地埋管换热器的 U 形弯管接头应选用定型产品；
- 3 竖直地埋管换热器 U 形管的开口端部应密封保护；
- 4 回填应密实；
- 5 地埋管换热系统水压试验应合格。

【条文说明】浅层地埋管地源热泵地下换热系统的安装质量，是关系地源热泵系统成败的关键。保证钻孔和埋管符合设计要求，是保证地下换热系统功能实现的前提。保证连接点的牢固，才能实现地下换热系统的安全性。保证科学密实的回填，是地埋管系统实现有效换热的保障。只有做好地埋管系统的安装，才能实现地源热泵系统的节能环保高效特性。

5.5.3 地下水源热泵的热源井应进行抽水试验和回灌试验，并应单独验收，其持续出水量和回灌量应稳定，且应对照图纸核查；抽水试验结束前应在抽水设备的出口处采集水样进行水质和含砂量测定，水质和含砂量应满足系统设备的使用要求。

【条文说明】热源井施工完成后应做 12h 连续抽水试验以及 36h 连续回灌试验，并满足降深不大于 5m 以及回灌量大于设计回灌量的要求，持续水量应满足现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的要求。

5.5.4 空气源热泵机组的安装应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 的有关规定。空气源热泵机组及其施工所用的管材、管件、防冻液等的运输、存放应采取保护措施。

5.5.5 太阳能系统施工安装应符合《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364-2018、《太阳能供热采暖工程技术标准》GB 50495-2019、《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368-2019 等标准的规定。

【条文说明】进行太阳能系统的施工安装，保证建筑物的结构和功能设施安全是重中之重，应放在第一位；特别在既有建筑上安装系统时，如果不能严格按相关规范进行土建、防水、管道等部位的

施工安装，很容易造成对建筑物的结构、屋面、地面防水层和附属设施的破坏，削弱建筑物在寿命期内承受荷载的能力，所以，必须予以充分重视。

5.6 智能控制或监测与控制

5.6.1 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 应设置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；

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系统节能性能检验并出具报告；

5.6.2 建筑能源监控系统的使用应符合下列规定：

- 1 公共建筑应按用能核算单位和用能系统，以及用冷、用热、用电等不同用能形式进行分类分项计量；居住建筑应对公共部分的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。对于公共建筑，宜分层、分朝向、分类型进行监测；对于居住建筑，宜对典型户的室内环境进行监测，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，应对其单独进行计量；
- 4 应对数据中心、食堂、开水间等特殊用能单位进行独立计量；
- 5 应对冷热源、输配系统、照明系统等关键用能设备或系统能耗进行重点计量；
- 6 宜对室外温湿度、太阳辐照度等气象参数进行监测；
- 7 宜对公共建筑使用人数进行统计；
- 8 传感器的安装应满足相关标准的要求；
- 9 通信宜采用总线方式，系统兼容多种通信协议；
- 10 系统布置合理，运行稳定；

【条文说明】建筑能源监控系统可布置在本地，也可布置在云端，需保证数据安全，系统运行稳定。投入使用前需进行相关测试，确保数据采集无误、指令下达顺畅，并完成各子系统间的联调联控。

6 试验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 近零能耗建筑节能工程验收应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的相关规定。

【条文说明】近零能耗建筑节能工程包括墙体节能工程、幕墙节能工程、门窗节能工程、屋面节能工程、地面节能工程、供暖节能工程、空调节能工程、配电与照明节能工程、监测与控制节能工程、可再生能源系统节能工程。

6.1.2 建筑节能工程采用的材料、构件和设备，应在施工进场进行随机抽样复验，复验应为见证取样检验。当复验结果不合格时，工程施工中不得使用。

【条文说明】对于建筑节能效果影响较大的材料和设备应实施进场抽样复验，以验证其质量是否符合要求。

进场复验是对进入施工现场的材料、设备等在进场验收合格的基础上，按照有关规定从施工现场抽样送至实验室进行部分或全部性能参数的检验。同时应见证取样检验，即施工单位在监理或建设单位见证下，按照有关规定从施工现场随机抽样，送至有相应资质的检测机构进行检测，并应形成相应的复验报告。

由于抽样复验需要花费较多的时间和费用，故复验数量、频率和参数应控制到最少，主要针对那些直接影响节能效果的材料、设备的部分参数。当复验的结果出现不合格时，则该材料、构件和设备不得使用。

6.1.3 建筑节能工程质量验收合格，应符合下列规定：

- 1 建筑节能各分项工程应全部合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 外墙节能构造现场实体检验结果应对照图纸进行核查并符合要求；
- 4 建筑外窗气密性能现场实体检验结果应对照图纸进行核查，并符合要求；
- 5 建筑设备系统节能性能检测结果应合格；
- 6 太阳能系统性能检测结果应合格。

【条文说明】考虑到建筑节能工程的重要性，在工程验收之前，进行主要节能构造、外窗气密性能的现场实体检验和系统性能检测，可以更真实地反映工程的节能性能，保证最终的节能效果。

1 分项工程应全部合格，是指在工程中的所有分项工程都应该合格。即：墙体节能工程、幕墙节能工程、门窗节能工程、屋面节能工程、地面节能工程、供暖节能工程、通风与空调节能工程、空调与供暖系统冷热源及管网节能工程、配电与照明节能工程、监测与控制节能工程、地源热泵换热系统节能工程、太阳能光热系统节能工程、太阳能光伏节能工程都应该合格。

2 质量控制资料应完整，即：承担建筑节能工程的施工企业应具备相应的资质，施工现场应建立相应的质量管理体系、施工质量控制和检验制度，具有相应的施工技术标准，且施工过程中有关材料验收、试验、检测等资料均符合要求。

3 外墙节能构造现场实体检验结果应符合设计要求。

建筑围护结构施工完成后，应由建设单位（监理）组织并委托有资质的检测机构对围护结构的外墙节能构造进行现场实体检验，并出具报告。

建筑外墙节能构造带有保温层的现场实体检验，应按照国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411-2019 附录 E 外墙节能构造钻芯检验方法对下列内容进行检查验证：

- 1) 墙体保温材料的种类是否符合设计要求；
- 2) 保温层厚度是否符合设计要求；
- 3) 保温层构造做法是否符合设计和专项施工方案要求。

当条件具备时，也可直接对围护结构的传热系数或热阻进行检验。

建筑外墙节能构造采用保温砌块、预制构件、定型产品的现场实体检验应按照国家现行有关标准的规定对其主体部位的传热系数或热阻进行检测。验证建筑外墙主体部位的传热系数或热阻是否符合节能设计要求和国家有关标准的规定。

4 建筑的外窗气密性能现场实体检验结果应合格。

5 建筑设备系统节能性能检测结果应合格。

供暖、通风与空调、配电与照明工程安装完成后，应进行系统节能性能的检测，且应由建设单位委托具有相应检测资质的检测机构检测并出具报告。受季节影响未进行的节能性能检测项目，应在保修期内补做。

6 太阳能系统的施工应符合本标准 5.5.5 条规定。

6.1.4 建筑节能验收时应应对下列资料进行核查：

- 1 设计文件、图纸会审记录、设计变更和洽商；
- 2 主要材料、设备、构件的质量证明文件、进场检验记录、进场复验报告、见证试验报告；
- 3 隐蔽工程验收记录和相关图像资料；
- 4 分项工程质量验收记录；
- 5 建筑外墙节能构造现场实体检验报告或外墙传热系数检验报告；
- 6 外窗气密性能现场检验记录；
- 7 风管系统严密性检验记录；
- 8 设备单机试运转调试记录；
- 9 设备系统联合试运转及调试记录；
- 10 分部(子分部)工程质量验收记录；
- 11 设备系统节能性和太阳能系统性能检测报告。

【条文说明】当前，工程资料缺失、不准确现象普遍存在，真实、详细和完整的验收资料是系统运行、故障诊断、改造等的重要依据，因此，要求节能验收时必须对设计文件、重要检测报告和记录等进行核查。

6.1.5 既有建筑节能改造工程施工完成后，应进行节能工程质量验收，并应对节能量进行评估。

【条文说明】既有建筑节能改造工程施工完成后，改造部位或系统应按本规范相应要求进行质量验收，并应对节能量进行评估。节能量评估时，应同时对建筑物的室内环境参数进行检测和评估，保障室内环境参数达到设计要求，是节能改造效果评估的前提。改造后与改造前应采用相同的运行工况和检测方法，保证测试结果的一致性。被改造系统或设备的检测方法参见现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177、《居住建筑节能检测标准》JGJ/T132。

6.2 围护结构

6.2.1 墙体保温工程施工时，应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料：

- 1 保温层附着的基层及其表面处理；
- 2 保温板的粘结；
- 3 被封闭的保温材料厚度；
- 4 防火隔离带的设置（设计有要求时）；
- 5 保温托架安装；
- 6 增强网铺设；
- 7 锚固件的种类与安装；
- 8 抹面层厚度；
- 9 墙体热桥部位处理；
- 10 穿墙管线等部位的防水处理；
- 11 对拉螺栓孔的封堵。

6.2.2 外保温系统重点检查保温板粘结面积、锚固件数量和锚固质量。

6.2.3 外墙外保温工程所用材料进场时，应进行施工现场见证取样复验，结果应符合设计要求。

6.2.4 设置的隔汽层、防水层、气密性材料等的位置、材料及构造做法应符合设计要求。

6.2.5 节能工程女儿墙、窗框周边、封闭阳台、出挑构件、室外栏杆连接处、空调支架连接处、雨水管支架连接处、太阳能集热器支架连接处、外遮阳连接处及穿墙管线处等重点部位热桥节点处理措施、构造及材料性能应符合设计要求。

6.2.6 地面保温工程验收应对基层及表面处理、保温材料种类和厚度、保温材料粘接或铺设、热桥部位处理进行隐蔽工程验收，并留存影像和文字资料。

6.2.7 屋面保温防水工程验收应对基层及表面处理、保温材料种类和厚度、保温材料敷设、防火隔离带安装、防水材料种类和敷设、热桥部位处理等进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料。主要控制项目应包括下列内容：

- 1 产品合格证、使用说明、检验报告等相关文件；
- 2 外观、位置和尺寸偏差；
- 3 保温层和防火隔离带敷设方式、厚度、缝隙填充质量；
- 4 隔汽层施工；
- 5 雨水口、管线穿屋面等部位热桥节点处理；
- 6 女儿墙保温、防水及金属盖板施工；
- 7 屋面设备基座热桥处理。

6.2.8 建筑外门窗及幕墙工程施工验收时，应对固定件、门窗幕墙框与墙体接缝处粘贴的气密性材料、遮阳固定件的安装等进行隐蔽工程验收和现场验收，应有验收记录和必要的图像资料。主要控制项目应包括下列内容：

- 1 产品合格证、设备使用说明、检验报告等质量证明文件；
- 2 外观、位置和尺寸偏差；
- 3 气密性材料粘接位置、粘接宽度和搭接长度。

6.2.9 外门窗进场时，应对传热系数、气密性能、中空玻璃的密封性能、太阳得热系数等项目进行施工现场见证取样复验，结果应符合设计要求。

6.2.10 外遮阳系统窗帘盒固定，后铺装保温层、电机控制线管预留，遮阳百叶轨道安装应符合设计要求；窗台披水板固定位置、坡度，后铺装保温层及披水板端部与保温层搭接做法，应符合设计要求。

6.2.11 气密性处理验收应对外门窗、穿墙管线、穿屋面管线、不同墙体材料交界处、固定模板用螺栓孔等部位粘贴的防水隔汽膜和抹面砂浆进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料。主要控制项目应包括下列内容：

- 1 气密性材料产品合格证、使用说明、检验报告等相关文件；
- 2 材料规格型号、外观和尺寸偏差；
- 3 气密性材料粘接方法、粘接尺寸、搭接尺寸；
- 4 基层处理质量。

6.2.12 工程所用气密性材料进场时，应进行施工现场见证取样复验，结果应符合设计要求，复验项目应符合表 6.2.12 的规定。

表 6.2.12 现场见证取样复验项目

序号	材料名称	现场复验项目	批量
1	防水隔汽膜	180° 剥离强度（与混凝土基材的原强）、拉伸力、撕裂强度、不透水性、透气率	同一生产厂家、同一类型的防水隔汽膜，每 5000m 为一批，不足 5000m 时，应按 1 个检验批计
2	防水透汽膜	180° 剥离强度（与混凝土基材的原强）、拉伸力、撕裂强度、不透水性、透气率	同一生产厂家、同一类型的防水透汽膜，每 5000m 为一批，不足 5000m 时，应按 1 个检验批计

6.2.13 建筑围护结构气密性专项验收宜采用压差法，利用鼓风机门系统进行。对未达到气密性要求的，可通过红外热成像仪或烟雾发生器等仪器设备，确定围护结构的渗漏部位，并采取有效措施进行封堵。

6.2.14 墙体、屋面和地面节能工程采用的材料、构件和设备施工进场复验应包括下列内容：

- 1 保温隔热材料的导热系数或热阻、密度、压缩强度或抗压强度、吸水率、燃烧性能（不燃材料除外）及垂直于板面方向的抗拉强度（仅限墙体）；
- 2 复合保温板等墙体节能定型产品的传热系数或热阻、单位面积质量、拉伸粘结强度及燃烧性能（不燃材料除外）；
- 3 保温砌块等墙体节能定型产品的传热系数或热阻、抗压强度及吸水率；
- 4 墙体及屋面反射隔热材料的太阳光反射比及半球发射率；
- 5 墙体粘结材料的拉伸粘结强度；
- 6 墙体抹面材料的拉伸粘结强度及压折比；
- 7 墙体增强网的力学性能及抗腐蚀性能。

【条文说明】墙体、屋面和地面保温隔热工程中保温材料热工性能直接影响保温隔热效果，抗压强度或压缩强度会影响保温隔热层的施工质量，燃烧性能是防止火灾隐患的重要条件，抗拉强度及拉伸粘结强度的力学性能是保障安全的必须要求。

本条给出了墙体、屋面和地面采用的节能材料、构件和设备必须进场复验的项目、参数。复验指标是否合格应依据设计要求和产品标准判定。检验方法及数量应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411 执行。

6.2.15 建筑幕墙（含采光顶）节能采用的材料、构件和设备施工进场复验应包括下列内容：

- 1 保温隔热材料的导热系数或热阻、密度、吸水率及燃烧性能（不燃材料除外）；
- 2 幕墙玻璃的可见光透射比、传热系数、太阳得热系数及中空玻璃的密封性能；
- 3 隔热型材的抗拉强度及抗剪强度；
- 4 透光、半透光遮阳材料的太阳光透射比及太阳光反射比。

【条文说明】幕墙材料、构配件等的热工性能是保证幕墙节能指标的关键，保温材料的热工性能参

数主要是导热系数，复合构件和复合材料整体性能的主要指标是热阻。

6.2.16 门窗进场时除核查质量证明文件、节能性能标识证书、门窗节能性能计算书及复验报告外，还应对下列内容进行复验：

- 1 门窗的传热系数及气密性能；
- 2 透光、部分透光遮阳材料的太阳光透射比、太阳光反射比及中空玻璃的密封性能。

【条文说明】建筑外窗的气密性、保温性能、玻璃太阳得热系数和可见光透射比都是重要的节能指标。

本条给出了门窗工程采用的节能材料、构件和设备必须进场复验的项目、参数。复验指标是否合格应依据设计要求和产品标准判定。检验方法及数量应按《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411 执行。

6.2.17 墙体、屋面和地面节能工程的施工质量，应符合下列规定：

- 1 保温隔热材料的厚度不得低于设计要求；
- 2 墙体保温板材与基层之间及各构造层之间的粘结或连接必须牢固，保温板材与基层的连接方式、拉伸粘结强度和粘结面积比应符合设计要求，保温板材与基层之间的拉伸粘结强度应进行现场拉拔试验，且不得在界面破坏，粘结面积比应进行剥离检验；
- 3 当内墙采用保温浆料做保温时，厚度大于 20mm 的保温浆料应分层施工；保温浆料与基层之间及各层之间的粘结必须牢固，不应脱层、空鼓和开裂；
- 4 当保温层采用锚栓固定时，锚栓数量、位置、锚固深度、胶结材料性能和锚固力应符合设计和施工方案的要求。

【条文说明】本条给出了墙体、屋面和地面节能工程的施工质量控制要求。拉伸粘结强度和锚固力试验应委托具备资质的检测机构进行试验。拉伸粘结强度和粘结面积比采用的试验方法按国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411-2019 附录 B 和附录 C 执行。

6.2.18 建筑门窗、幕墙节能工程应符合下列规定：

- 1 外门窗框或附框与洞口之间、窗框与附框之间的缝隙应有效密封；
- 2 门窗关闭时，密封条应接触严密；
- 3 建筑幕墙与周边墙体、屋面间的接缝处应采用保温措施并应采用耐候密封胶等密封。

【条文说明】外门窗框或附框与洞口之间、窗框与附框之间的缝隙都是节能控制的薄弱环节，处理不好，容易导致渗水、形成热桥。幕墙周边与墙体、屋面接缝部位虽然不是幕墙能耗的主要部位但处理不好也会大大影响幕墙的节能。由于幕墙边缘一般都是金属边框，所以存在热桥问题，应采用弹性闭孔材料填充饱满；另外，幕墙有水密性要求，所以应采用耐候胶进行密封。

6.2.19 建筑围护结构节能工程施工完成后，应进行现场实体检验，并符合下列规定：

- 1 应对建筑外墙节能构造包括墙体保温材料的种类、保温层厚度和保温构造做法进行现场实体检验；

2 应对建筑外窗应进行气密性能实体检验。

【条文说明】本条规定了建筑围护结构现场实体检验项目为外墙节能构造和部分地区的外窗气密性。对已完工的工程进行实体检验，是验证工程质量的有效手段之一。通常只有对涉及安全或重要功能的部位采取这种方法验证。围护结构对于建筑节能意义重大，虽然在施工过程中采取了多种质量控制手段，但是其节能效果到底如何仍难确认，如不进行实体检验是无法保证其节能效果的。外窗气密性的实体检验，是指对已经安装完成的外窗在其使用位置进行的测试，检验的目的是抽样验证建筑外窗气密性能是否符合节能设计要求和国家有关标准的规定，检验是在进场验收合格的基础上，检验外窗的安装质量，能够有效防止检验窗合格、工程用窗不合格的情况。检验方法及数量应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 执行。

6.2.20 预制墙板应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料：

- 1 轻钢龙骨及轻钢龙骨与面板的连接构造节点；
- 2 预埋管线、线盒的位置、构造节点及固定方式；
- 3 轻钢骨架预埋连接件的尺寸、位置、构造节点及固定方式；
- 4 面板自攻钉安装数量；
- 5 翻包网格布粘结情况；
- 6 保温板固定的断热桥连接件数量及节点做法；
- 7 增强网铺设；
- 8 抹面防护层厚度；
- 9 墙体热桥部位处理；
- 10 芯材填充密实度、平整度。

6.2.21 预制墙板节能工程验收的检验批划分，除本标准另有规定外应符合下列规定：

- 1 采用相同材料、工艺和施工做法的预制墙板，扣除门窗洞口后的墙板面积每 1000m² 划分为一个检验批；
- 2 检验批的划分也可根据与施工流程相一致且方便施工与验收的原则，由施工单位与监理单位双方协商确定。

6.2.22 预制墙板的外保温系统检验应符合国家现行标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 的有关规定。

6.2.23 预制墙板的外观质量不应有缺陷，对已经出现的严重缺陷应制定技术处理方案进行处理并重新检验，对出现的一般缺陷应进行修整并达到合格。

6.2.24 预制墙板的外观质量缺陷应符合表 6.2.24 的规定。

表 6.2.24 预制轻钢复合保温墙板外观质量要求

序号	外观质量控制点	缺陷描述	严重缺陷	一般缺陷
----	---------	------	------	------

1	保温板	表面污染 保温破损、划痕 缝隙过宽 保温板松动	保温板严重污染、破损； 保温板松动。	破损划痕总面积不超过所在板面积的 2%，且每处不超过 0.01m ² ；保温板缝隙宽度大于 2mm 的长度不超过墙板总缝隙长度的 15%。
2	断热桥螺栓圆盘	圆盘破损 圆盘嵌入保温板过深	圆盘破损率超过墙板总锚盘数量的 2%；嵌入保温板的圆盘数量超过墙板总圆盘数量的 5%。	符合设计要求、锚盘排列总体均匀，圆盘破损率不超过墙板总圆盘数量的 2%；嵌入保温板的圆盘数量不超过墙板总圆盘数量的 5%。
3	轻混凝土芯材	蜂窝孔洞 裂缝	蜂窝孔洞总面积超过所在板面积的 1%；裂缝宽度大于 0.2mm，且平均每平方米面积上裂缝累计长度大于 400mm。	蜂窝孔洞总面积不超过所在板面积的 1%，且每处不超过 0.01m ² ；裂缝宽度不大于 0.2mm，平均每平方米面积上裂缝累计长度不大于 400mm。
4	岩棉芯材	缝隙	岩棉与龙骨之间缝隙大于 5mm，且平均每平方米面积上缝隙累计长度大于 400mm。	岩棉与龙骨之间缝隙不大于 5mm，且平均每平方米面积上缝隙累计长度不大于 400mm。
5	面板	缺棱掉角	对于边角缺损的面板，其单边缺损长度大于 15mm。	面板不宜缺棱掉角，对于边角缺损的面板，其单边缺损长度不大于 15mm。
6	防水透汽膜	破损划痕 粘结松动 搭接开裂	破损划痕总面积不超过所在板面积的 2%，且每处超过 0.01m ² ；粘结松动。	破损划痕总面积不超过所在板面积的 2%，且每处不超过 0.01m ² ；搭接宽度小于 40mm，且每米长度内不应多于 1 处。
7	轻钢龙骨	表面划痕 表面锈蚀	表面严重腐蚀、损坏、黑斑、麻点。面积大于 1cm ² 的黑斑每米长度内多于 1 处，划痕每米长度内超过 1 处。	表面无较严重腐蚀、损坏、黑斑、麻点。面积不大于 1cm ² 的黑斑每米长度内不应多于 1 处，划痕每米长度内不超过 1 处。
8	连接件	表面锈蚀 连接松动	连接件严重腐蚀、损坏、黑斑、麻点。面积大于 1cm ² 的黑斑每米长度内多于 1 处，结构连接件不松动、偏位。	连接件无较严重腐蚀、损坏、黑斑、麻点。面积不大于 1cm ² 的黑斑每米长度内不应多于 1 处。

6.2.25 预制墙板不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经原设计单位认可，制定技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

6.2.26 预制墙板、预埋连接件、预留孔洞的尺寸偏差及检验方法应符合表 6.2.26 的规定。

表 6.2.26 尺寸允许偏差及检验方法

序号	检验项目		允许偏差 (mm) 或 (°)	检验方法
1	板高		±3	用尺量两端及中部, 取其中偏差绝对值较大值
2	板宽		±3	用尺量两端及中部, 取其中偏差绝对值较大值
3	板厚		±2	用尺量板四角及中部, 取其中偏差绝对值较大值
4	板正面对角线差		4	用钢尺量对角线
5	板正面翘曲		L/1000	对角拉线测量交点间距离值的 2 倍
6	板侧面侧向弯曲		2	拉线, 用钢尺测侧向弯曲最大处
7	板正面弯曲		L/1000	拉线, 用钢尺测侧向弯曲最大处
8	角板相邻面夹角		±0.2°	角度测定样板
9	表面平整	芯材	2	2m 靠尺和塞尺检查
10		保温板或防护层	3	2m 靠尺和塞尺检查
11		面板	2	2m 靠尺和塞尺检查
12	预埋连接件	中心位置偏移	±2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
13	预留孔洞	中心位置偏移	4	用尺量测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
14		尺寸	+5, 0	用尺量测纵横两个方向尺寸, 取其中较大值
15	保温板	阳角方正	3	用托线板检查
16		上口平直	3	拉通线用钢尺检查
17		接缝宽度	1	用钢尺检查

注: L 为墙板最长边的长度 (mm)

6.2.27 轻钢龙骨材质、规格、型号应符合设计要求。

检查数量: 按进场批次确定, 每10t为一批, 每个检验批应抽查3件。

检验方法: 检查出厂合格证、质量证明文件及复验报告。

6.2.28 预制墙板轻钢骨架的外形尺寸、立柱间距、门窗洞口位置及其他构件位置应符合设计要求。

检查数量: 每个检验批应抽查3件。

检验方法: 钢尺和靠尺检查。

6.2.29 预制墙板的连接件、预留孔的规格、数量、安装位置应满足设计要求。

检查数量: 逐件检验。

检验方法: 观察和量测。

6.2.30 面板的品种、规格应符合设计要求。

检查数量：每2000m²为一个检验批，不足2000m²按一个检验批计，每个检验批抽取3张。

检验方法：观察、量测，检查产品合格证书、进场验收记录和性能检测报告。

6.2.31 防水透汽膜的品种、类型、规格应符合设计要求。

检查数量：每 1000m²划分为一个检验批，不足1000m²按一个检验批计，每个检验批抽取2m。

检验方法：观察、量测、拉伸，检查产品合格证书、进场验收记录和性能检测报告。

6.2.32 预制墙板保温节能工程使用的材料、产品及性能应满足设计要求，并应符合《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的有关规定，材料、产品进场时，应对其下列性能进行复验，复验应为见证取样检验：

1 保温隔热材料的导热系数或热阻、密度、压缩强度或抗压强度、垂直于板面方向的抗拉强度、吸水率、燃烧性能（不燃材料除外）；

2 复合保温板等墙体节能定型产品的传热系数或热阻、单位面积质量、拉伸粘结强度、燃烧性能（不燃材料除外）；

3 抹面材料的拉伸粘结强度、压折比；

4 增强网的力学性能、抗腐蚀性能。

检查数量：同厂家、同品种产品，按照扣除门窗洞口后的保温墙面面积所使用的材料用量，在5000m²以内时应复验1次；面积每增加5000m²应增加1次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程，可合并计算抽检面积。

检验方法：核查质量证明文件；随机抽样检验，核查复验报告，其中：导热系数（传热系数）或热阻、密度或单位面积质量、燃烧性能必须在同一个报告中。

6.2.33 墙体节能工程的施工质量，必须符合下列规定：

1 保温隔热材料的厚度不得低于设计要求。

2 保温板材与基层之间及各构造层之间连接必须牢固。保温板材与基层的连接方式、抗拉强度应符合设计要求。保温板材与基层之间的抗拉强度应进行现场拉拔试验。

3 断热桥连接件数量、位置和紧固力应符合设计和施工方案的要求。

检查数量：每个检验批应抽查3处。

检验方法：观察、手扳检查；核查隐蔽工程验收记录和检验报告。保温材料厚度采用现场钢针插入或侧边尺量检查；拉伸粘结强度按照现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 附录B的检验方法进行检验；粘结面积比按照现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 附录C的检验方法进行检验；断热桥连接件拉拔力检验应按现行行业标准《外墙保温用锚栓》JG/T 366 的试验方法进行。

6.2.34 轻质混凝土强度应符合设计文件及现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

检查数量：按预制墙板生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件；每工作班拌制的同一配合比的混凝土，每拌制 100 盘且不超过 100m³；取样不应少于一次，不足 100 盘和 100m³ 时取样不应少于一次。

检验方法：应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

6.2.35 预制墙板制作质量验收合格应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量经抽样检验合格；
- 2 一般项目的质量经抽样检验合格；当采用技术检验时，除有专门要求外，一般项目的合格率应达到 80%及以上，且不得有严重缺陷；
- 3 具有完整的制作依据和质量检验记录；
- 4 对验收合格的检验批，应作出合格标志。

6.2.36 预制墙板的验收除应符合本标准的规定外，尚应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《混凝土结构后锚固技术规范》JGJ 145、《装配式钢结构建筑技术标准》GB/T 51232 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

6.2.37 预制墙板外保温工程的验收应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的有关规定。

6.2.38 预制墙板的装饰装修工程的验收应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的有关规定。

6.2.39 预制墙板工程验收时，应提交下列文件和记录：

- 1 施工图和墙板构件加工制作详图、设计变更文件及其他设计文件；
- 2 预制墙板、主要材料及配件的进场验收记录；
- 3 预制墙板安装施工记录；
- 4 本标准规定应进行墙板或连接承载力验证时需提供的检测报告；
- 5 防火、防雷节点验收记录；
- 6 重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 7 其他质量保证资料。

6.2.40 预制墙板工程施工用的墙板构件、主要材料及配件均应按检验批进行进场验收。

6.3 建筑设备系统

6.3.1 供暖通风空调系统节能工程采用的材料构件和设备施工进场复验应包括下列内容：

- 1 散热器的单位散热量、金属热强度；
- 2 风机盘管机组的供冷量、供热量、风量、水阻力、功率及噪声；

3 绝热材料的导热系数或热阻、密度、吸水率。

【条文说明】供暖通风与空调节能工程中散热器、风机盘管机组、绝热材料的用量较多，散热器的单位散热量、金属热强度，风机盘管的供冷量、供热量、风量、噪声、功率、水阻力，绝热材料的导热系数、材料密度、吸水率等技术性能参数是否符合设计要求，会直接影响供暖通风与空调节能工程的节能效果和运行的可靠性。

6.3.2 配电与照明节能工程采用的材料、构件和设备施工进场复验应包括下列内容：

- 1 照明光源初始光效；
- 2 照明灯具镇流器能效值；
- 3 照明灯具效率或灯具能效；
- 4 照明设备功率、功率因数和谐波含量值；
- 5 电线、电缆导体电阻值。

【条文说明】室内灯具效率的检测方法依据现行国家标准《灯具分布光度测量的一般要求》GB/T9468，道路灯具、投光灯具的检测方法依据其各自现行国家标准《灯具分布光度测量的一般要求》GB/T9468和《投光照明灯具光度测试》GB/T7002 执行，各种镇流器的谐波含量检测依据现行国家标准《电磁兼容限值谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）》GB17625.1 执行，管形荧光灯用交流电子镇流器应依据现行国家标准《管形荧光灯用交流和/或直流电子控制装置性能要求》GB/T15144 执行。

6.3.3 供暖空调系统绝热工程施工应在系统水压试验和风管系统严密性检验合格后进行，并应符合下列规定：

- 1 绝热材料性能及厚度应对照图纸进行核查；
- 2 绝热层与管道、设备应贴合紧密且无缝隙；
- 3 防潮层应完整，且搭接缝应顺水；
- 4 管道穿楼板和穿墙处的绝热层应连续不间断；
- 5 阀门、过滤器、法兰部位的绝热应严密，并能单独拆卸，且不得影响其操作功能；
- 6 冷热水管道及制冷剂管道与支、吊架之间应设置绝热衬垫，其厚度不应小于绝热层厚度。

【条文说明】供暖管道保温厚度是由设计人员依据保温材料的导热系数、密度和供暖管道允许的温降等条件计算得出的。如果管道保温的厚度等技术性能达不到设计要求，或者保温层与管道粘贴不紧密、不牢固，以及设在地沟及潮湿环境内的保温管道不做防潮层或防潮层做得不完整或有缝隙，都将会严重影响供暖管道的保温效果。

绝热层的连续不间断是为了保证绝热效果，以防产生凝结水并导致能量损失。阀门、过滤器、法兰部位的绝热应严密，并能单独拆卸且不得影响其操作功能，是为了方便维修保养和运行管理。

6.3.4 空调与供暖系统冷热源和辅助设备及其管道和管网系统安装完毕后，应按下列规定进行系统的试运转与调试：

- 1 冷热源和辅助设备应进行单机试运转与调试；

2 冷热源和辅助设备应进行控制功能和控制逻辑的验证；

3 冷热源和辅助设备应同建筑物室内空调系统或供暖系统进行联合试运转与调试。

【条文说明】空调与供暖系统的冷热源和辅助设备及其管道和室外管网系统安装完毕后，为了达到系统正常运行和节能的预期目标，规定必须进行空调与供暖系统冷热源和辅助设备的单机试运转及调试和各系统的联合试运转及调试。单机试运转及调试是进行系统联合试运转及调试的先决条件，是一个较容易执行的项目。系统的联合试运转及调试是指系统在有冷热负荷和冷热源的实际工况下的试运行和调试。

6.3.5 建筑设备系统节能性能检测应符合下列规定：

1 冬季室内平均温度不得低于设计温度 2℃，且不应高于 1℃；夏季室内平均温度不得高于设计温度 2℃，且不应低于 1℃；

2 通风、空调（包括新风）系统的总风量与设计风量的偏差不应大于 10%；

3 各风口的风量与设计风量的偏差不应大于 15%；

4 定流量系统空调机组的水流量偏差不应大于 15%，变流量系统空调机组的水流量偏差不应大于 10%；

5 空调系统冷水、热水、冷却水的循环流量与设计流量的偏差不应大于 10%；

6 室外供暖管网水力平衡度为 0.9~1.2；

7 室外供暖管网热损失率不应大于 10%；

8 照度不应低于设计值的 90%，照明功率密度不应大于设计值。

【条文说明】本条给出了供暖通风与空调、配电与照明系统节能性能检测的主要内容。

6.4 可再生能源应用系统

6.4.1 地源热泵系统整体运转与调试应符合下列规定：

1 地源热泵机组及系统的温度、压力、流量显示与控制装置应齐全；除砂装置完备、便于操作或可自动操作，同时便于取样监测；

2 整体运转与调试前应制定整体运转与调试方案，并报送专业监理工程师审核批准；

3 地源热泵机组试运转前应进行水系统及风系统平衡调试，确定系统循环总水量、各分支流量及各末端设备流量均达到设计要求；

4 水力平衡调试完成后，应进行地源热泵机组的试运转，并填写运转记录，运行数据应达到设备技术要求；

5 地源热泵机组的试运转后，应进行机组与系统的低水量、低水温保护及流量调节试验，以及其它在地源热泵机组出厂前未做的保护性试验，试验结果应符合设计要求；

6 地源热泵机组的试运转及系统保护试验正常后，应进行连续 24h 的系统试运转，并填写运转

记录；

7 地源热泵系统调试应分冬、夏两季进行，且调试结果应达到设计要求。调试完成后应编写调试报告及运行操作规程，并提交甲方确认后存档。

【条文说明】地源热泵系统试运转需测定与调整的主要内容包括：

1 出水井出水量；回灌井的回灌能力；出水及回灌水含砂量等应符合有关标准及有关技术文件的规定。

2 系统的压力、温度、流量等各项技术数据应符合有关技术文件的规定；

3 系统连续运行应达到正常平稳；水泵的压力和水泵电机的电流不应出现大幅度波动；

4 保护性试验应根据机组使用说明书等文件中所列项目进行。严寒地区，夏季运行地下水温较低，冬季运行刚开机时循环水温也较低，因此，机组应有冷凝压力过低的保护性措施，如：当冷凝压力过低时，冷凝器供水电动三通阀应能自动调整水量，以保证机组正常工作；

5 各种自动计量检测元件和执行机构的工作应正常，满足建筑设备自动化系统对被测定参数进行监测和控制的要求；

6 控制和检测设备应能与系统的检测元件和执行机构正常沟通，系统的状态参数应能正确显示，设备连锁、自动调节、自动保护应能正确动作。

7 调试报告应包括调试前的准备记录、水力平衡、机组及系统试运转的全部测试数据。。

6.4.2 空气源热泵系统联合试运行和调试的检测结果应符合下列规定：

1 室内空气温度满足设计要求；

2 水系统供、回水温差检测值不应小于设计温差的 80%，测试流量与设计流量的偏差不应大于 10%；

3 耗电输冷（热）比应符合设计要求；

4 风机单位风量耗功率应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 的规定；

5 供暖和供冷房间的噪声值应满足设计要求；无设计要求时，应符合现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定；

6 对于辐射供暖供冷系统，辐射体表面平均温度应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的有关规定。

【条文说明】本条对空气源热泵暖通空调系统联合试运行和调试效果进行了要求。

1 国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 0189 中规定系统设计供回水温度为 5℃，检测工况为空气源热泵机组达到 80%负荷，流量保持不变，则供回水温差应达到 4℃以上，避免出现小温差大流量不节能的现象。

2 工程实践表明，目前空气源热泵系统存在的很大问题在于运行噪声大，严重影响人们的正常生活。保证空气源热泵系统运行噪声符合要求是系统调试和试运行的重要内容，也是工程验收的重要检查项目。系统正常运行状态下，房间噪声应符合设计规定，如无相应规定，则执行国家标准《民

用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定。

6.4.3 太阳能系统节能工程采用的材料、构件和设备施工进场复验应包括下列内容：

- 1 太阳能集热器的安全性能及热性能；
- 2 太阳能光伏组件的发电功率及发电效率；
- 3 保温材料的导热系数或热阻、密度、吸水率。

【条文说明】太阳能光伏组件的性能、太阳能热利用系统中集热器的热性能以及保温材料的导热系数、密度、吸水率等技术参数，是太阳能系统节能工程的重要参数，这些技术参数是否符合设计要求，将直接影响太阳能系统的运行及节能效果。

6.4.4 太阳能系统性能检测应符合下列规定：

1 应对太阳能热利用系统的太阳能集热系统得热量、集热效率、太阳能保证率进行检测，检测结果应对照设计要求进行核查；

2 应对太阳能光伏发电系统年发电量和组件背板最高工作温度进行检测，检测结果应对照设计要求进行核查。

【条文说明】本条规定了进行太阳能系统性能调试和工程质量验收时，应检测的相关参数及要求。

测试方法可按国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801-2013 第 4.2 节中进行短期测试时的规定进行。短期测试方法要求系统热工性能检验记录的报告内容应包括至少 4d（该 4d 应有不同的太阳辐照条件，日太阳辐照量的分布范围见国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801-2013 附录 C），由太阳能集热系统提供的日有用得热量和供暖系统总能耗的检测结果，以及集热系统效率和系统太阳能保证率的计算、分析结果。集热系统效率和供暖系统太阳能保证率的计算则应使用该标准的式（4.2.5）和式（4.3.1-1）。

太阳光伏发电系统年发电量是建筑节能和可再生能源利用的重要指标，应准确掌握其实际运行效果。组件最高工作温度是否符合设计要求是关乎系统能否安全稳定运行的重要参数。

6.4.5 太阳能光伏系统的验收应符合下列规定：

1 光伏系统所采用的光伏组件、汇流箱、电缆、逆变器、充放电控制器、储能蓄电池、电网接入单元、主控和监视系统、触电保护和接地、配电设备及配件等产品应进行进场验收，验收结果应经监理工程师检查认可，并应形成相应的验收记录。

2 光伏组件的规格、数量、总光伏板面积、安装方位和安装倾角应符合设计要求，光伏组件的安装倾角的误差不应超过 $\pm 2^\circ$ ，相邻光伏组件间的光伏组件边缘高差 $\leq 2\text{mm}$ 。

7 运行管理

7.1 一般规定

7.1.1 建筑运行管理单位应针对高性能围护结构、新风热回收系统以及建筑用能系统的调节与控制制定专项运行管理方案，并应编制相应运行管理手册。

【条文说明】建筑的节能性能在其漫长的运行阶段体现，对建筑进行科学的维护、管理、运行是保证近零能耗建筑在运行阶段能够达到设计意图的关键环节。因此，每个近零能耗建筑都应根据自身的设计特点和建筑功能特性，制定有针对性的维护、管理、运行方案，保证近零能耗目标的实现。运行管理手册应包含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、参数记录及维护要求，二次装修应注意的事项等所有与建筑运行、维护、管理相关的信息。除满足本节要求外，还应满足现行国家标准《空调通风系统运行管理规范》GB 50365 的规定。根据建筑的使用情况可将手册涉及的工作内容分别落实于管理人员、用户或公共区域提示信息。

7.1.2 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 应立足建筑设计，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。

【条文说明】建筑的运行管理人员或使用者需要明确建筑设计中与节能和环境相关的各项设计意图，在不同季节、不同气候条件和使用情况下，制定并实施相应的运行策略，以保证建筑运行的节能效果。

7.1.3 建筑维护管理单位应做到下列服务：

- 1 编制用户使用手册，并针对业主及使用者进行宣传贯彻；
- 2 在公共空间，应设公告牌，将与节能有关的用户注意事项等信息进行明示；
- 3 使用者二次装修问题：对装修单位进行施工培训，避免影响近零能耗建筑的围护结构及设备系统性能。

【条文说明】建筑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。用户手册中宜包括近零能耗建筑特点的介绍，并对用户使用时的注意事项进行提示。注意事项主要包括以下内容：

- 1 避免在外围护结构打膨胀螺栓或钉子。如有孔洞发生，需利用填缝剂立即封堵；
- 2 在供暖季，白天需要太阳得热加热房间，不应遮挡窗户，并打开活动遮阳设施。夜间应关闭活动外遮阳装置，避免室内向外的辐射散热。窗户应保持关闭状态，只有在新风系统关闭或室内人

员过多引起空气品质不佳时，窗户可短期开启，空气品质恢复正常后应重新关闭；

3 在供冷季，白天应关窗并放下遮阳装置，主动减少太阳辐射得热；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 定期检查新风进口风阀、排油烟机的排风自闭阀、门窗密封条等是否完好，保证建筑气密性；

7 使用节能电器和灯，设备不用时应完全关掉，不要让其处于长期待机状态；

8 室内温湿度参数应按设计值设定，避免过高或过低；

9 对使用户式新风系统的建筑，用户手册应提供设备的型号、维修周期及厂家联系方式等信息，并建议用户请厂家专业人员定期对系统清理或更换部件。

7.2 高性能围护结构

7.2.1 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。

【条文说明】近零能耗建筑是以高性能围护结构为技术前提的，。外墙门窗、幕墙等建筑围护结构保温和气密性能是建筑日常检查的重点工作，检查周期每年不应少于1次。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。一般每三年检查次围护结构的热工性能，对于出现的问题要及时作出整改。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。

7.2.2 建筑围护结构保温系统的维护和检验

应避免在外墙或屋面上固定物体，保护保温系统完整性；如确需固定，则必须采取防止产生热桥的措施。

7.2.3 建筑围护结构气密性保障的维护和检验

1 应注意外墙内表面的抹灰层、屋面防水隔汽层及外窗密封条是否完好，气密层是否遭到破坏。若发生气密层破坏，应及时修补或更换密封条；

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

3 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重新进行测定；

4 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 新风热回收系统

7.3.1 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 应每两年检查一次热回收装置的性能，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闭。

【条文说明】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，当室外空气条件适宜时，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能量，而这部分热量仍需制冷机负担。推荐采用温差或焓值控制。显热回收装置按温差计算，全热回收装置按焓差计算。

夏季工况下，当室外新风的温度(焓值)低于室内设计工况时，不启动转轮热回收装置，开启旁通阀；当室外新风的温度(焓值)高于室内设计工况时，并且当室内外温差(焓差)大于最小经济温差(焓差)时，启动转轮热回收装置，关闭旁通阀。冬季工况下，当室外新风的温度(焓值)高于室内设计工况时，不启动转轮热回收装置，开启旁通阀；当室外新风的温度(焓值)低于室内设计工况且室内外温差(焓差)大于最小经济温差(焓差)时，启动转轮热回收装置，关闭旁通阀。只有在转轮热回收装置减少的新风能耗足以抵消转轮本身运行能耗及送、排风机增加的能耗时，运行转轮热交换装置才是节能的。

7.4 建筑用能系统

7.4.1 建筑正式投入使用的第一个年度，应进行建筑能源系统调适。系统调适应符合下列规定：

- 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 系统调适宜从正式投入使用开始延续至第三个完整年度结束；
- 4 建筑使用过程中，当建筑使用功能发生重大改变或对用能系统进行改造后，应在建筑恢复使用的第一个年度重新进行系统调适。

【条文说明】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适。

本条文所指的“调适”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、性能检测、系统联合试运转的整个过程中，采用规定的方法完成监测、调整 and 平衡工作。除此之外，“调适”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适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，本标准建议调适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。

当近零能耗建筑的功能发生变化时，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适。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。

7.4.2 近零能耗建筑暖通空调系统的运行管理：

1 室内设定温度符合国家标准；

2 投入使用后，根据运行使用数据进行建筑运行能耗评价对比。进而根据建筑用能情况进行再调适；

3 新风机组的运行管理；

4 定期对新风口、排风口、过滤器进行检查。

7.4.3 建筑使用过程中，应根据建筑的能耗数据、建筑的使用情况记录和气象数据，调整运行策略或使用方式。必要时，应对建筑用能系统进行再调适。

【条文说明】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，因此建筑的运行人员或使用者需要根据运行能耗变化情况，及时发现建筑能耗异常情况，对运行策略或使用方式作出调整，进步提升系统节能运行优化的空间。

近零能耗建筑各系统实现理想的节能运行是一个在调适中不断完善的过程，当系统状况与实际使用需求出现较大偏差时，应进行全面的再调适。

7.4.4 光伏系统运行时，应对发电量、光伏组件温度、室外温度、太阳总辐照量进行监测和计量。

【条文说明】本条规定了光伏系统运行需监测的具体参数，这些参数可反映系统的运行状态，以及系统工作运行而产生的实际效果和节能效益等；此外，相关参数也关系到光伏系统的整体运行安全，可成为后续进行系统优化设计时的重要依据，并促进太阳能应用技术的可持续健康发展。

7.5 监测与控制

7.5.1 监控系统安全问题及运行记录备份。

7.5.2 建筑能源监控系统应在建筑投入使用前完成调试，并同建筑一起投入使用。

【条文说明】建筑在投入使用前，应对各子系统进行测试，确保能够及时准确的采集各项数据，并能真是反映建筑的运维情况。一旦建筑投入正常使用，系统能够正常使用，并在使用的过程中及时处理系统漏洞。

7.5.3 建筑能源监控系统应记录建筑全生命周期的各项数据，数据应定期备份，并注意数据安全。

【条文说明】随着数字化技术的快速发展，数据安全社会的广泛重视，其能源数据更为重要，建筑

能源监控系统应建立多级制度，不同操作人员拥有不同的使用、维护、管理系统权限。系统数据的记录要涵盖所有采集数据和计算数据，并做好数据的备份。

7.5.4 建筑运行管理单位应满足本标准对各项能耗数据的记录要求，并记录建筑同期的人员使用情况、室外环境参数等信息。

【条文说明】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是否达到设计能耗水平的依据。运行过程中对建筑各用能系统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。

7.5.5 建筑运行管理单位每年应对建筑运行数据进行分析，并应与上年度相应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建筑运行数据进行横向比对分析，能耗数据宜向社会公布。

【条文说明】

1 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。

能耗数据分析时，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、天气情况和运行情况等寻找造成差异的原因。

2 近零能耗建筑在目前阶段代表了我国建筑节能的最高水平，也是我国建筑下一步的发展方向和目标，其在全社会的示范意义和对行业引导的重要作用不言而喻。因此，近零能耗建筑的管理工作中很重要的一项是运行数据向社会的公示。

8 能效评价

8.1 一般规定

8.1.1 近零能耗建筑评价宜贯穿设计、竣工及运行全过程。

8.1.2 评价应以单栋建筑为对象。

8.1.3 应按本标准第 5 章的能效指标要求进行分类评价，并应符合下列规定：

- 1 当未达到近零能耗建筑能效指标要求时，应进行超低能耗建筑评价；
- 2 当优于近零能耗建筑能效指标要求，且符合本标准第 5.0.5 条第 2 款或第 5.0.6 条第 2 款的规定时，应进行零能耗建筑评价。

8.1.4 能效指标评价计算应采用与性能化设计相同的计算软件。

8.2 评价方法与判定

8.2.1 设计评价阶段，应对施工图设计文件进行审核和建筑能效指标核算，并应符合下列规定：

- 1 围护结构关键节点构造及做法符合保温及气密性要求；
- 2 采用新风热回收系统；
- 3 居住建筑应核算供暖年耗热量、供冷年耗冷量、可再生能源利用率和建筑能耗综合值，并应满足本标准第 4 章、第 5 章的要求。
- 4 公共建筑应核算建筑本体节能率、可再生能源利用率和建筑综合节能率，并应满足本标准第 4 章、第 5 章的要求。

8.2.2 竣工评价阶段，评价内容及方法应符合下列规定：

- 1 建筑整体气密性应满足设计要求，建筑整体气密性的检测方法应符合本标准附录 E 的规定。
- 2 建筑围护结构应不存在明显的热工缺陷，围护结构热工缺陷区域导致的能耗增加比值应小于 5%，且单块缺陷面积应小于 0.3m^2 。当受检内表面的检测结果满足此规定时，应判为合格，否则应判为不合格。
- 3 新风热回收装置性能应满足设计要求，检测方法应符合下列规定：
 - 1) 对于额定风量大于 $3000\text{m}^3/\text{h}$ 的热回收装置，应进行现场检测。检测方法应符合本标准附录 F 的规定；
 - 2) 对于额定风量小于或等于 $3000\text{m}^3/\text{h}$ 的热回收装置应进行现场抽样，送至实验室检测。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《空气-空气能量回收装置》GB/T 21087 的规定。对于获得高性能节能标识（或认证）且在标识（或认证）有效期内的产品，提供证书可免于现场抽检。
- 4 应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 对外墙保温材料、门窗等关

键产品（部品）进行复验，其性能应符合设计要求。

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 8.2.1 条第 3 款和第 4 款规定对能效指标进行重新核算。

8.2.3 建筑投入正常使用一年后，应对公共建筑进行室内环境检测和运行能效评价，并宜对居住建筑进行室内环境检测和运行能效评价。

8.2.4 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 $\text{pm}_{2.5}$ 含量和室内环境噪声；公共建筑室内环境检测参数还宜包括 CO_2 浓度和室内照度。检测结果应符合设计要求。

8.2.5 运行评价应符合下列规定：

1 评价周期应为 1 年；

2 公共建筑应以建筑综合节能率为评价指标，直接采用分项计量的能耗数据进行评价时应对其计量仪表进行校核；

3 居住建筑应以建筑能耗综合值为评价指标，并以栋或典型用户电表、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 能耗指标计算方法

A.1 一般规定

A.1.1 能耗指标计算软件应具备下列功能：

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

A.1.2 能耗指标的计算应符合下列规定：

- 1 气象参数应按现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T346 的规定选取。
- 2 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）。
- 3 当室外温度 $\leq 28^{\circ}\text{C}$ 且相对湿度 $\leq 70\%$ 时，应利用自然通风，不计算建筑的供冷需求。
- 4 供暖通风空调系统能耗计算时应能考虑部分负荷及间歇使用的影响。
- 5 照明能耗的计算应考虑天然采光和自动控制的影响。
- 6 应计算可再生能源利用率。

A.1.3 设计建筑能耗指标计算参数设置应符合下列规定：

- 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中已明确的非供暖和供冷区外，均应按设置供暖和供冷的区域计算；供暖和供冷系统运行时间应按设计文件确定。
- 3 当设计建筑采用活动遮阳装置时，供暖季和供冷季的遮阳系数按表 A.1.3-1 确定。
- 4 房间人员密度及在室率、电器设备功率密度及使用率、照明开启时间按表 A.1.3-2 设置，新风开启率按人员在室率计算。
- 5 照明系统的照明功率密度值应与建筑设计文件一致。
- 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《民用建筑节水设计标准》GB50555 的规定。

7 可再生能源系统形式及效率应与设计文件一致。

表 A. 1. 3-1 活动遮阳装置遮阳系数 SC 的取值

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. 1. 3-2 不同类型房间、设备、照明内热设置

建筑类型	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)
住宅建筑	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	0.0%	6	180
	楼梯间	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	大堂门厅	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	储藏间	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	0	0.0%	0	0.0%	2	120
办公建筑	办公室	10	32.7%	13	32.7%	9	240
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	15	240
	会议室	3.33	16.7%	5	61.8%	9	180
	大堂门厅	20	33.3%	0	0.0%	5	270
	休息室	3.33	16.7%	0	0.0%	5	150
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0

	车库	100	25.0%	15	32.7%	2	270
酒店 建筑	酒店客房 (三星以下)	14.29	41.7%	13	28.8%	7	180
	酒店客房 (三星)	20	41.7%	13	28.8%	7	180
	酒店客房 (四星)	25	41.7%	13	28.8%	7	180
	酒店客房 (五星)	33.33%	41.7%	13	28.8%	7	180
	多功能厅	10	16.7%	5	61.8%	13.5	150
	一般商店、 超市	10	16.7%	13	54.2%	9	330
	高档商店	20	16.7%	13	54.2%	14.5%	330
	中餐厅	4	16.7%	0	0.0%	9	300
	西餐厅	4	16.7%	0	0.0%	6.5	300
	火锅店	4	16.7%	0	0.0%	8	300
	快餐店	4	16.7%	0	0.0%	5	300
	酒吧、茶座	4	36.6%	0	0.0%	8	300
	厨房	10	27.9%	0	0.0%	6	330
	游泳池	10	26.3. %	0	0.0%	14.5	210
	车库	100	32.7%	15	32.7%	2	270
	办公室	10	32.7%	13	32.7%	8	330
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	13.5	330
	会议室	3.33	36.5%	5	61.8%	9	270
	大堂门厅	20	54.6%	0	0.0%	9	300

	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	120
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	00	0.0%	0	0
	健身房	8	26.3%	0	0.0%	11	210
	保龄球房	8	40.4%	0	0.0%	14.5	240
	台球室	4	40.4%	0	0.0%	14.5	240
学校建筑	教室	1.12	26.8%	5	14.9%	9	180
	阅览室	2.5	26.8%	10	14.9%	9	180
	电脑机房	4	50.4%	40	100.0%	15	300
	办公室	10	32.7%	13	32.7%	8	270
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	13.5	270
	会议室	3.33	36.5%	5	61.8%	8	120
	大堂门厅	20	54.6%	0	0.0%	10	270
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	240
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
	车库	100	32.7%	15	32.7%	2	240
商场建筑	一般商场、超市	2.5	32.6%	13	54.2%	10	330
	高档商场	4	32.6%	13	54.2%	16	330
	中餐厅	2	27.9%	0	0.0%	9	300
	西餐厅	2	36.6%	0	0.0%	6.5	300
	火锅店	2	17.7%	0	0.0%	5	300
	快餐厅	2	27.9%	0	0.0%	5	300

	酒吧、茶座	2	36.6%	0	0.0%	8	300
	厨房	10	27.9%	0	0.0%	6	300
	办公室	10	32.7%	13	32.7%	8	240
	密集办公室	4	32.7%	20	32.7%	13.5	240
	会议室	3.33	36.5%	5	61.8%	8	180
	大堂门厅	20	54.6%	0	0.0%	10	270
	休息室	3.33	36.5%	0	0.0%	5	120
	设备用房	0	0.0%	0	0.0%	5	0
	库房、管道井	0	0.0%	0	0.0%	0	0
影剧院	影剧院	1	34.6%	0	0.0%	11	390
	舞台	5	34.6%	40	66.7%	11	390
	舞厅	2.5	35.8%	30	35.8%	11	240
	棋牌室	2.5	20.8%	0	0.0%	11	240
	展览厅	5	23.8%	20	41.7%	9	300
医院建筑	病房	10	100.0%	0	0.0%	5	210
	手术室	10	52.9%	0	0.0%	20	390
	候诊室	2	47.9%	0	0.0%	6.5	270
	门诊办公室	6.67	47.9%	0	0.0%	6.5	270
	婴儿室	3.33	100.0%	0	0.0%	6.5	270
	药品储存库	0	0.0%	0	0.0%	5	270
	档案库房	0	0.0%	0	0.0%	5	270
	美容院	4	51.7%	5	51.7%	8	270

A.1.4 基准建筑能效指标计算参数设置应符合下列规定：

- 1 建筑的形状、大小、内部的空间划分和使用功能、建筑构造、围护结构做法应与设计建筑一致。
- 2 供冷和供暖系统的运行时间、室内温度、照明开关时间、电梯系统运行时间、房间人均占用

的使用面积及在室率、人员新风量及新风机组运行时间表、电器设备功率密度及使用率应与设计建筑一致；照明功率密度应按本标准 A. 1. 3-2 确定。

3 建筑围护结构热工性能及冷热源性能应符合国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 要求。

4 应按设计建筑实际朝向建立基准建筑模型，并将建筑依次旋转 90°、180°、270°，将四个不同方向的模型负荷计算结果的平均值作为基准建筑负荷。

5 基准建筑无活动遮阳装置，其基准建筑窗墙面积比应按表 A. 1. 4-1 选取，对于表中未包含的建筑类型。基准建筑窗墙比应与设计建筑一致。

6 基准建筑的供暖、供冷系统形式应按表 A. 1. 4-2 确定；基准建筑的生活热水系统形式和用水定额应与设计建筑一致，热源为燃气锅炉，其能耗要求应与参照标准中供暖热源的要求一致。

7 基准建筑的电梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数应与设计建筑一致，电梯待机时的能量需求（输出）为 200W，运行时的特定能量消耗为 1.26mWh/(kg·m)。

表 A. 1. 4-1 基准建筑窗墙面积比

建筑类型	窗墙面积比 (%)
零售小超市	7
医院建筑	27
酒店建筑（房间数≤75 间）	24
酒店建筑（房间数>75 间）	34
办公建筑（面积≤1000m ² ）	31
办公建筑（面积>1000m ² ）	40
餐饮建筑	34
商场建筑	20
学校建筑	25
居住建筑	35

表 A. 1. 4-2 基准建筑供暖、供冷系统形式

建筑类型		严寒地区	寒冷地区
居住建筑	末端形式	散热器供暖、分体式空调	散热器供暖、分体式空调

	冷源	分体式空调	分体式空调
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉
办公建筑	末端形式	散热器供暖、风机盘管系统	散热器供暖、风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉
酒店建筑	末端形式	散热器供暖、风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉
学校建筑	末端形式	散热器供暖、分体式空调	散热器供暖、分体式空调
	冷源	分体式空调	分体式空调
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉
商场建筑	末端形式	散热器供暖、全空气定风量系统	全空气定风量系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉
医院建筑	末端形式	散热器供暖、全空气系统	全空气系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉
其他类型	末端形式	散热器供暖、风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉

A.1.5 建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E=E_E - (\sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i) / A \quad (\text{A. 1. 5})$$

式中：\$E\$—建筑能源综合值，\$kWh/(m^2 \cdot a)\$；

\$E_E\$—建筑总一次能源能耗综合值，\$kWh/(m^2 \cdot a)\$；

\$A\$—住宅类建筑为套内使用面积，非住宅类为建筑面积，\$m^2\$；

\$f_i\$—\$i\$ 类型能源的能源换算系数，按本标准表 A. 1. 11 选取；

$E_{r,i}$ —本年度产生的 i 类型可再生能源量, kWh ;

$E_{rd,i}$ —一年周边产生的 i 类型可再生能源量, kWh ;

A.1.6 不含可再生能源发电的建筑能耗综合值应按下式计算:

$$E_E = (E_h \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + \sum E_w \times f_i + \sum E_e \times f_i) / A \quad (\text{A. 1. 6})$$

式中: E_h —一年供暖系统能耗, kWh ;

E_c —一年供冷系统能耗, kWh ;

E_e —一年照明系统能耗, kWh ;

E_w —一年生活热水能耗, kWh ;

E_l —一年电梯系统能耗, kWh 。

A.1.7 可再生能源利用率按下式计算:

$$REP_p = (EP_h + EP_c + EP_w + \sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i) / (Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + E_e \times f_i) \quad (\text{A. 1. 7})$$

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 —制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 —一年供暖耗热量, kWh ;

Q_c —一年供冷耗冷量, kWh ;

Q_w —一年生活热水耗热量, kWh 。

A.1.8 供暖系统中可再生能源利用量按下列公式计算:

$$EP_h = EP_{h, geo} + EP_{h, air} + EP_{h, sol} + EP_{h, bio} \quad (\text{A. 1. 8-1})$$

$$EP_{h, geo} = Q_{h, geo} - E_{h, geo} \quad (\text{A. 1. 8-2})$$

$$EP_{h, air} = Q_{h, air} - E_{h, air} \quad (\text{A. 1. 8-3})$$

$$EP_{h, sol} = Q_{h, sol} \quad (\text{A. 1. 8-4})$$

$$EP_{h, bio} = Q_{h, bio} \quad (\text{A. 1. 8-5})$$

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 ;

$E_{h, geo}$ —地源热泵系统年供暖耗电量, kWh ;

$E_{h, air}$ —空气源热泵系统年供暖耗电量, kWh;

A.1.9 生活热水系统中可再生能源利用量按下列公式计算:

$$EP_w = EP_{w, geo} + EP_{w, air} + EP_{w, sol} + EP_{w, bio} \quad (A.1.9-1)$$

$$EP_{w, geo} = Q_{w, geo} - E_{w, geo} \quad (A.1.9-2)$$

$$EP_{w, air} = Q_{w, air} - E_{w, air} \quad (A.1.9-3)$$

$$EP_{w, sol} = Q_{w, sol} \quad (A.1.9-4)$$

$$EP_{w, bio} = Q_{w, bio} \quad (A.1.9-5)$$

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;

$Q_{w, bio}$ —生物质系统的年生活热水供热量, kWh;

$E_{w, geo}$ —地源热泵系统年生活热水耗电量, kWh;

$E_{w, air}$ —空气源热泵系统年生活热水耗电量, kWh;

A.1.10 供冷系统中可再生能源利用量按下列公式计算:

$$EP_c = EP_{c, sol} \quad (A.1.10-1)$$

$$EP_{c, sol} = Q_{c, sol} \quad (A.1.10-2)$$

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.1.11 能源换算系数应符合表 A.1.11 的规定。

表 A.1.11 能源换算系数

能源类型	换算单位	能源换算系数
标准煤	kWh/ kgce 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. 2 居住建筑

A.2.1 居住建筑的能耗指标应以建筑套内使用面积为基准。

A.2.2 建筑套内使用面积应符合下列规定：

1 建筑套内使用面积应等于建筑套内设置供暖或空调设施的各功能空间的使用面积之和，包括卧室、起居室（厅）、餐厅、厨房、卫生间、过厅、过道、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。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。

A. 3 公共建筑

A.3.1 建筑本体节能率计算时，设计建筑的建筑能耗综合值不应包括可再生能源发电量，并应按下式计算：

$$\eta_e = |E_E - E_R| / E_R \times 100\% \quad (\text{A. 3. 1})$$

式中： η_e —建筑本体节能率；

E_E —设计建筑不含可再生能源发电的建筑能耗综合值，kWh/m²；

E_R —基准建筑的建筑能耗综合值，kWh/m²。

A.3.2 建筑综合节能率计算应按下式计算：

$$\eta_p = |E_D - E_R| / E_R \times 100\% \quad (\text{A. 3. 2})$$

式中： η_p —建筑综合节能率；

E_D —设计建筑的建筑能耗综合值，kWh/m²。

【条文说明】

A. 1 一般规定

A. 1. 1 《建筑能效—供暖和供冷需求、室内温度、潜热和潜热负荷计算》（《Energy performance of buildings—Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heats loads》）ISO52016 1: 2017 中提供了国际公认的能耗计算方法，包括逐时和逐月计算方法。在德国、英国、美国的建筑能效评价体系的实践中，表明采用月平均动态计算方法的计算

精度已经满足建筑能效评价的需求，同时计算速度和计算效率都有较大的提升，一致性较好，可以较好地满足工程需要，因此本标准推荐采用其中的月动态计算方法。

A.1.4 随着社会经济的快速发展，电梯的使用量急剧增长，电梯的能耗强度大，其能耗受使用时间影响大。随着电梯技术，尤其是驱动技术的发展，除了大吨位货梯，永磁同步曳引机驱动的曳引电梯已经成为新装电梯的标准配置。电梯的能耗情况不仅与电梯自身的配置情况有关，而且还与建筑结构、电梯的数量和布局、建筑内客流情况以及电梯的调度情况有关，因此电梯的能耗计算复杂，准确计算需要建立能耗仿真模型等方式计算电梯的耗电量。电梯能耗的计算可参照国际标准《电梯、扶梯和自动人行道能效标准》（Energy performance of lifts, escalators and moving walks）ISO/DIS 25745-2008 中的计算方法。电梯在使用过程中，能量消耗主要体现在运行能耗和待机能耗两部分。VDI 4707 Part1 电梯能效标准是国际上通用电梯能效标识系统，在我国商业电梯的招标文件中普遍参考考核标准，我国检测机构已经依据该标准开展相关测试和认证工作。标准中待机的能量需求等级和运行时的能量需求等级见表 2 和表 3。基准建筑的电梯能效等级按照《电梯能源效率》VDI4707 中 C 级确定。

表 2 待机的能量需求等级

输出（W）	≤50	≤100	≤200	≤400	≤800	≤1600	>1600
等级	A	B	C	D	E	F	G

表 3 运行时的能量需求等级

特定能量消耗 (mWh/kg·m)	≤0.56	≤0.84	≤1.26	≤1.89	≤2.8	≤4.2	>4.2
等级	A	B	C	D	E	F	G

A.1.6~ A.1.10 建筑可再生能源系统形式多样，本标准规定了常用的可再生能源系统利用量的计算方法；其他可再生能源系统，如吸收式热泵、太阳能光电空调等可参照 A.1.7 条的原则进行计算。可再生能源利用率计算公式中分子为建筑实际利用的可再生能源量。比如生物质锅炉，其可再生能源利用量应是生物质锅炉提供给建筑的有效供热量，而不是生物质锅炉消耗的生物质燃料的能量；同样，太阳能供热或供冷量也是指其他有效供热或供冷量，而不是太阳能集热器的集热量。

【算例】某建筑 A，年供暖耗热量 32kWh/（m²·a），年供冷耗冷量为 10.7 kWh/（m²·a），年生活热水热负荷为 15.8kWh/（m²·a）；供暖与供冷共用冷热源为地源热泵，地源热泵机组供暖耗电 10kWh/（m²·a），供冷耗电为 2.7kWh/（m²·a）；生活热水采用太阳能热水系统，辅助热源为生物质锅炉，太阳能热水年供热量 14.0kWh/（m²·a）；照明耗电为 6kWh/（m²·a），电梯耗电 4kWh/（m²·a）。建筑本体光伏发电量为 4^kWh/（m²·a），计算该建筑的可再生能源利用率。

可再生能源利用率的计算过程：

可再生能源利用率：

$$REP_p = (EP_h + EP_c + EP_w + \sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i) / (Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + \sum E_e \times f_i) \quad (1)$$

其中：

1 供暖系统：

$$EP_h = EP_{h,geo} + EP_{h,air} + EP_{h,sol} + EP_{h,bio} \quad (2)$$

$$Q_h = 32 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a), \quad Q_{h,geo} = 32 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a), \quad E_{h,geo} = 10 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a)$$

$$EP_{h,geo} = Q_{h,geo} - E_{h,geo} = 32 - 10 = 22 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a)$$

因为供热热源只有地源热泵，所以，

$$EP_h = 22 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a) \quad (3)$$

2 生活热水系统：

$$EP_w = EP_{w,geo} + EP_{w,air} + EP_{w,sol} + EP_{w,bio} \quad (4)$$

因为生活热水热源只有太阳能和生物质锅炉，且全部是可再生能源，所以，

$$EP_w = 14 + 1.8 = 15.8 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a) \quad (5)$$

3 供冷系统：

地源热泵作为冷源时，不计入供冷的可再生能源利用量。

$$Q_c = 10.7 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a) \quad (6)$$

4 照明、电梯及光伏系统

$$E_e = 4 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a), \quad f_{\text{电}} = 2.6 \quad (7)$$

$$E_l = 6 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a), \quad f_{\text{电}} = 2.6 \quad (8)$$

$$E_r = 4 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot a), \quad f_{\text{电}} = 2.6 \quad (9)$$

5 计算可再生能源利用率为：

$$REP_p = (22 + 15.8 + 4 \times 2.6) / (32 + 10700010.7 + 15.8 + 6 \times 2.6 + 4 \times 2.6) = 48.2 / 84.5 = 57\% \quad (10)$$

附录 B 近零能耗公共建筑能耗值

B.0.1 近零能耗公共建筑的建筑能耗综合值可按表 B. 0. 1 选取：

表 B. 0. 1 近零能耗公共建筑的建筑能耗综合值（kWh/（m²·a））

城市	小型办公建筑	大型办公建筑	小型酒店建筑	大型酒店建筑	商场建筑	医院建筑	学校建筑—教学楼	学校建筑—图书馆
沈阳	58	70	66	80	113	114	63	61
大连	58	70	66	80	113	114	63	61
鞍山	58	70	66	80	113	114	63	61
抚顺	64	75	69	84	113	119	64	65
本溪	58	70	66	80	113	114	63	61
丹东	58	70	66	80	113	114	63	61
锦州	58	70	66	80	113	114	63	61
营口	58	70	66	80	113	114	63	61
阜新	58	70	66	80	113	114	63	61
辽阳	58	70	66	80	113	114	63	61
盘锦	58	70	66	80	113	114	63	61
铁岭	64	75	69	84	113	119	64	65
朝阳	58	70	66	80	113	114	63	61
葫芦岛	58	70	66	80	113	114	63	61

注：表中数据基于典型建筑计算确定，其中，小型办公建筑和小型酒店建筑为建筑面积小于 10000m²的板式建筑。其他类型建筑为建筑面积大于 20000m²的典型建筑。

B.0.2 近零能耗公共建筑的等效耗电量可按表 B. 0. 2 选取：

表 B. 0. 2 近零能耗公共建筑的建筑能耗综合值（kWh/（m²·a））

城市	小型办	大型办	小型酒	大型酒	商场	医院	学校建	学校建
----	-----	-----	-----	-----	----	----	-----	-----

	公建筑	公建筑	店建筑	店建筑	建筑	建筑	筑一教 学楼	筑一图 书馆
沈阳	22	27	26	31	44	44	24	24
大连	22	27	26	31	44	44	24	24
鞍山	22	27	26	31	44	44	24	24
抚顺	24	29	26	32	43	46	24	25
本溪	22	27	26	31	44	44	24	24
丹东	22	27	26	31	44	44	24	24
锦州	22	27	26	31	44	44	24	24
营口	22	27	26	31	44	44	24	24
阜新	22	27	26	31	44	44	24	24
辽阳	22	27	26	31	44	44	24	24
盘锦	22	27	26	31	44	44	24	24
铁岭	24	29	26	32	43	46	24	25
朝阳	22	27	26	31	44	44	24	24
葫芦岛	22	27	26	31	44	44	24	24

注：1 表中数据基于典型建筑计算确定，其中，小型办公建筑和小型酒店建筑为建筑面积小于 10000m²的板式建筑。其他类型建筑为建筑面积大于 20000m²的典型建筑。

2 表中数据为供暖、空调、通风、照明、生活热水、电梯、和可再生能源系统的等效电量。

【条文说明】B.0.1、B.0.2 表中数据为采用爱必宜（IBE）近零建筑设计与评价工具（www.ibetool.com），对典型建筑的计算结果。由于实际建筑功能和建筑形态差异较大，所以表中数据不作为近零能耗公共建筑的评价值，仅作为设计过程中的参考。

表 B.0.1 中所列数据是将计算的各种能源类型的能耗量按能源换算系数折算到标煤当量，并以热值表示能耗量。

考虑到业界习惯以建筑耗电量作为衡量建筑能耗的单位，表 B.0.2 是将典型建筑的各种能源类型能耗之，按本标准表 A.1.11，换算为电力 kWh 的能耗量，即为等效耗电量。

附录 C 外墙保温基本构造

C.0.1 单层 B1 级保温板+防火隔离带外保温系统

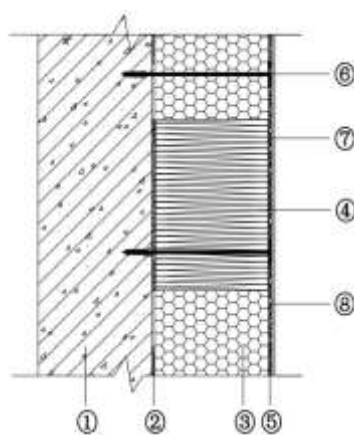


图 C.0.1 单层 B1 级保温板+防火隔离带外保温系统

1-基层墙体 2-胶粘剂 3-B1 级保温板 4-岩棉防火隔离带
5-防火隔离带加强网 6-断热桥锚栓 7-抹面胶浆（内含玻纤网） 8-饰面层

C.0.2 双层保温板外保温系统基本构造

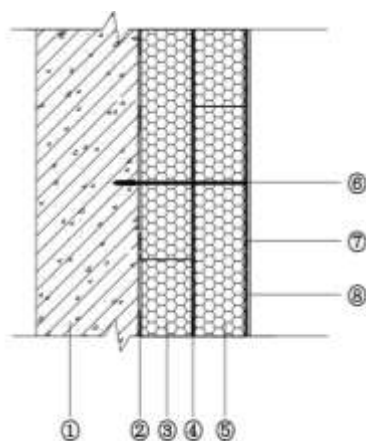


图 C. 0. 2 双层保温板外保温系统基本构造

1-基层墙体 2-胶粘剂 3-保温板 4-胶粘剂
5-保温板 6-断热桥锚栓 7-抹面胶浆（内含玻纤网） 8-饰面层

C.0.3 双层岩棉条外保温系统（单网构造）

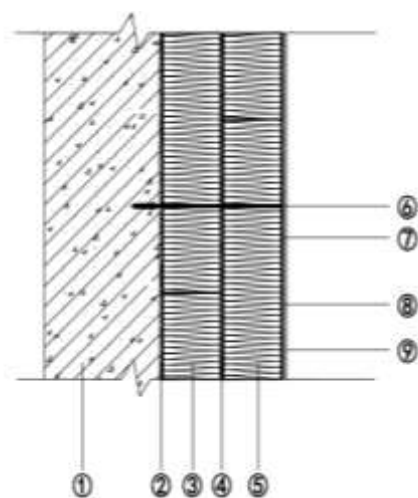


图 C.0.3 双层岩棉条外保温系统（单网构造）

1-基层墙体 2-胶粘剂 3-岩棉条 4-胶粘剂

5-岩棉条 6-断热桥锚栓 7-扩压盘 8-抹面胶浆（内含玻纤网） 9-饰面层

C.0.4 双层岩棉条外保温系统（双网构造）

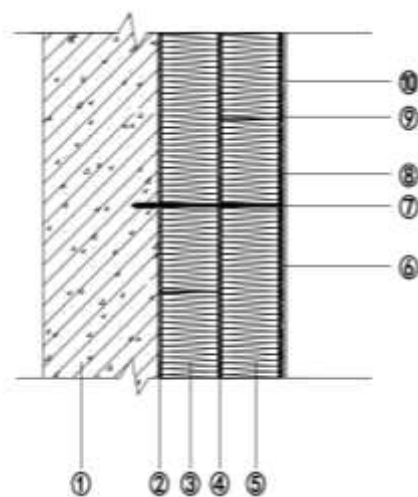


图 C.0.4 双层岩棉条外保温系统（双网构造）

1-基层墙体 2-胶粘剂 3-岩棉条 4-胶粘剂 5-岩棉条 6-抹面胶浆（内含玻纤网 1）

7-断热桥锚栓 8-扩压盘 9-抹面胶浆（内含玻纤网 2） 10-饰面层

C.0.5 单层岩棉条外保温系统（单网构造）

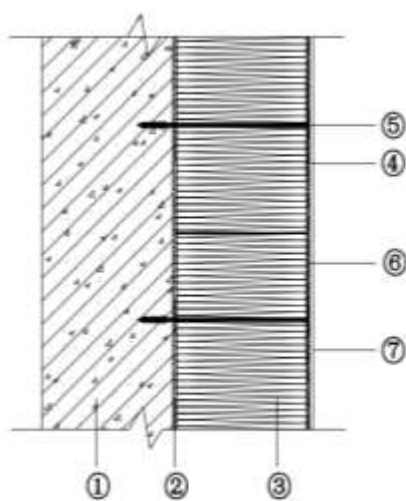


图 C.0.5 单层岩棉条外保温系统（单网构造）

1-基层墙体 2-胶粘剂 3-岩棉条 4-扩压盘

5-断热桥锚栓 6-抹面胶浆（内含玻纤网） 7-饰面层

C.0.6 单层岩棉条外保温系统（双网构造）

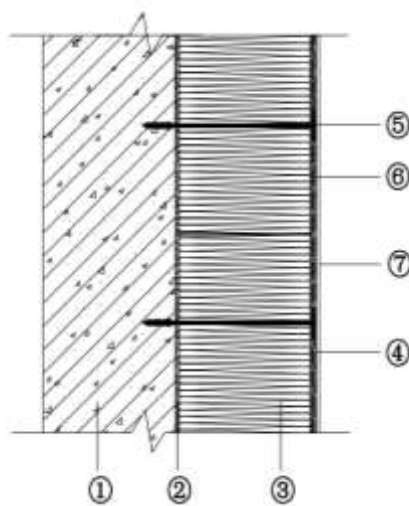


图 C.0.6 单层岩棉条外保温系统（双网构造）

1-基层墙体 2-胶粘剂 3-岩棉条 4-抹面胶浆（内含玻纤网 1）

5-断热桥锚栓 6-抹面胶浆（内含玻纤网 2） 7-饰面层

C.0.7 双层岩棉板外保温系统（双网构造）

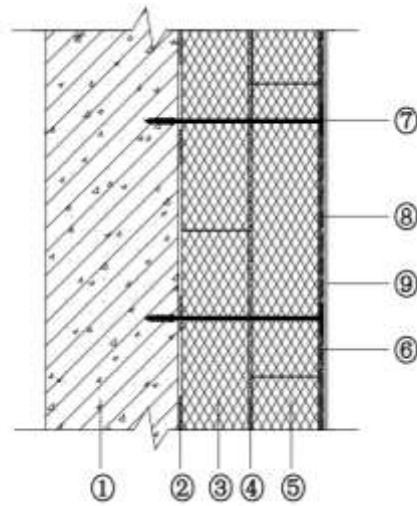


图 C.0.7 双层岩棉板外保温系统（双网构造）

- 1-基层墙体 2-胶粘剂 3-岩棉板 4-胶粘剂 5-岩棉板 6-抹面胶浆（内含玻纤网 1）
7-断热桥锚栓 8-抹面胶浆（内含玻纤网 2） 9-饰面层

C.0.8 预制轻钢复合保温墙板基本构造

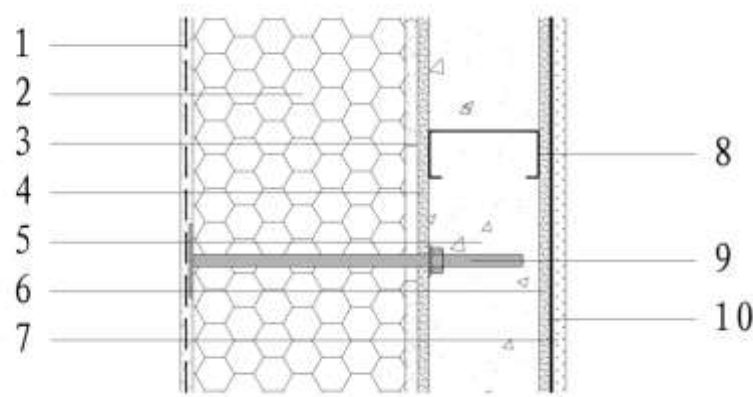


图 C.0.8 薄抹灰系统预制墙体构造示例

- 1-防护饰面层；2-保温板；3-胶粘剂；4-外面板；5-芯材；
6-内面板；7-饰面板；8-轻钢龙骨；9-断热桥连接件；10-防水隔汽膜

C.0.9 预制墙板拼装组合构造示例

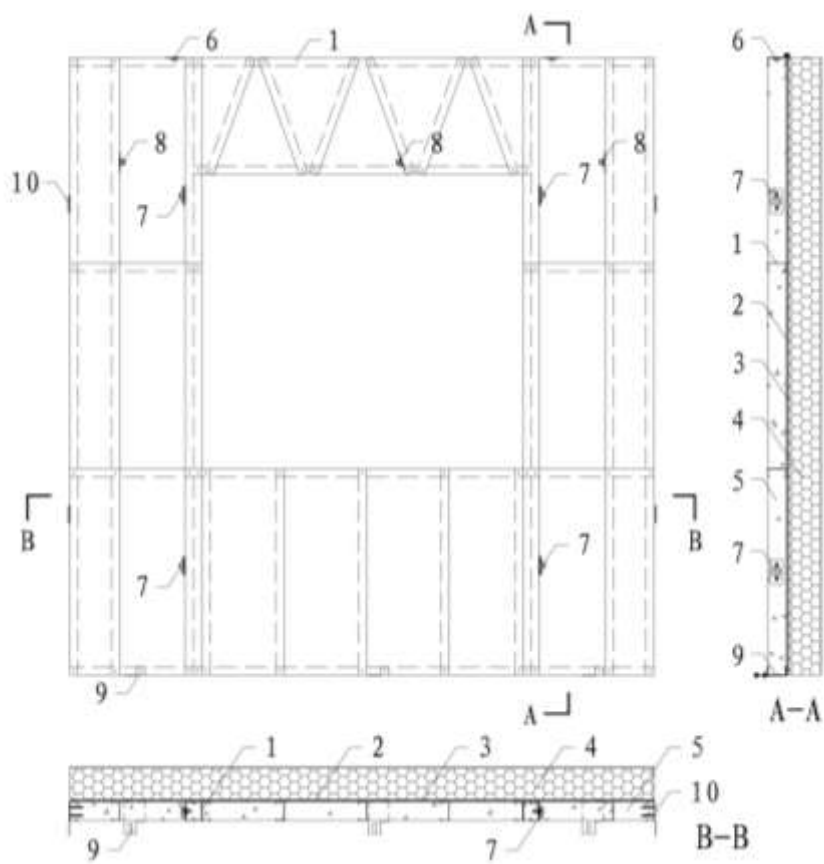
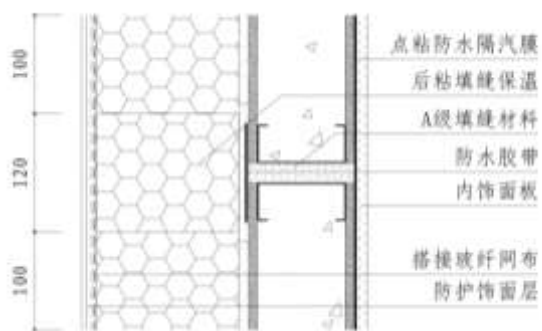


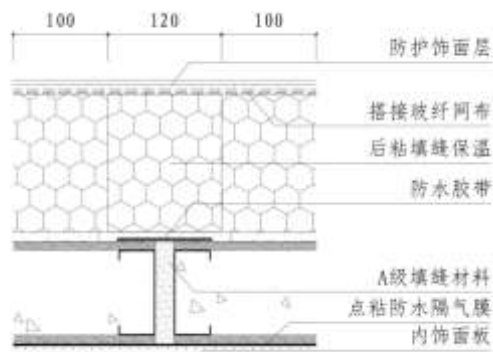
图 C.0.9 预制墙板拼装组合构造示例

1-轻钢龙骨；2-外面板；3-胶粘剂；4-保温板；5-芯材；6-吊件；7-临时支撑连接件；
8-外挂连接件；9-结构连接件；10-内嵌连接件

C.0.10 预制墙板拼缝防水构造示例



① 水平缝



② 垂直缝

② 垂直缝

预制墙板拼缝防水构造示例

附录 D 外门窗设计选型及热工性能

D.0.1 建筑外窗和玻璃门热工性能可按表 D.0.1 选用。

表 D.0.1 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 SHGG
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+12 Ar+5 超白 Low-E+12 Ar+5 超 白 Low-E	0.9~1.1	0.40~0.47
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+12 Ar+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+12Ar+5Low-E	1.7~1.9	0.35~0.39
13	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5 +12A +5Low-E	1.4~1.6	0.30~0.37
14	65 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5 +12Ar+5Low-E	1.3~1.5	0.30~0.37
15	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5Low-E+12A+5Low-E	1.2~1.4	0.24~0.31
16	65 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5Low-E+12 Ar+5Low-E	1.1~1.3	0.24~0.31
17	82 系列内平开塑料窗	5+12 Ar+5 +12 Ar+5Low-E	1.0~1.2	0.30~0.37
18	82 系列内平开塑料窗	5+12 Ar +5 Low-E +12 Ar+5Low-E	0.8~1.0	0.24~0.31
19	82 系列内平开塑料窗	5 超白+12 Ar+5 超白 Low-E+ 12 Ar+5 超白 Low-E	0.8~1.0	0.40~0.47
20	82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5 Low-E +V+5	0.6~0.8	0.35~0.39
21	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
22	68 系列内平开木窗	5+12Ar+5 Low-E	1.7~1.9	0.35~0.39
23	78 系列内平开木窗	5+12A+5+12A+5 Low-E	1.4~1.6	0.30~0.37

24	78 系列内平开木窗	5+12Ar+5+12Ar+5 Low-E	1.3~1.5	0.30~0.37
25	78 系列内平开木窗	5+12A+5 Low-E +12A+5 Low-E	1.2~1.4	0.24~0.31
26	78 系列内平开木窗	5+12 Ar +5 Low-E +12 Ar +5 Low-E	1.1~1.3	0.24~0.31
27	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
28	78 系列内平开木窗	5+12A+5+V+5 Low-E	0.7~1.0	0.30~0.37
29	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
30	86 系列内平开铝木复合窗	5 +12A+5+12A+5 Low-E	1.5~1.7	0.30~0.37
31	86 系列内平开铝木复合窗	5+12Ar+5+12Ar+5 Low-E	1.4~1.6	0.30~0.37
32	86 系列内平开铝木复合窗	5+12A+5 Low-E +12A+5 Low-E	1.3~1.5	0.24~0.31
33	86 系列内平开铝木复合窗	5+12Ar+5 Low-E +12Ar+5Low-E	1.2~1.4	0.24~0.31
34	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
34	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
35	92 系列内平开铝木复合窗	5+12A+5+V +5 Low-E	0.8~1.0	0.30~0.37

36	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外侧表述；双片 Low-E 膜的中空玻璃膜层一般位于 2、4 面或 3、5 面；真空复合中空玻璃中真空玻璃位于室内侧，且 Low-E 膜一般位于第 4 面。

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。80 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度 $\geq 44\text{mm}$ ，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。铝木复合窗为现行国家标准《建筑节能门窗第 1 部分：铝木复合门窗》GB/T29734.1 中的 b 型，即以木型材为主受力构件的铝木复合窗。

D.0.2 外窗的热工性能应以检测值为准。

附录 E 建筑气密性检测方法

E.1 检测条件

E.1.1 一般要求

采用增压法测试建筑物气密性

E.1.2 检测范围

建筑物整体

E.1.3 检测的时间

建筑物维护结构完工后即可进行检测

E.1.4 气象条件

室内外温差乘以建筑空间高度(或建筑其中部分空间高度),不应大于 $250 \text{ m} \cdot \text{K}$; 当大于 $250 \text{ m} \cdot \text{K}$ 时,则不能得到正确的零流量空气压力差(见 GB/T34010-2017 5.3.3)。

地面风速不应大于 3 m/s 或气象风速不大于 6 m/s 或不大于蒲福 3 级风(蒲福风力等级见

GB/T34010-2017 附录 D); 否则,不能读取正确的零流量空气压力差(见 GB/T34010-2017 5.3.3)。

E.2 检测设备

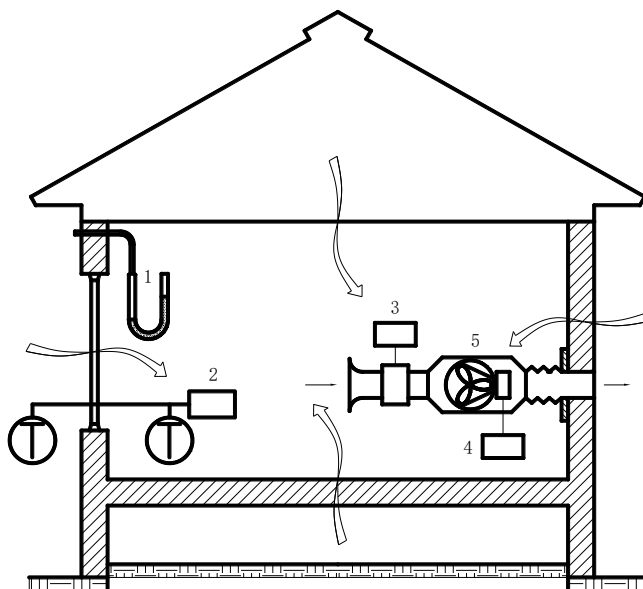


图 E.2 建筑物气密性测量系统示意图

1. 压力测量装置

2. 温度测量装置
3. 风量测量装置
4. 风机装置
5. 风扇

E.2.1 鼓风门系统

鼓风门系统是一个安装于围护结构门框上部、可调节大小的门与附带的风机，风机宜可调节风速以适应要求的检测速率。

E.2.2 压力测量装置

量程为 0Pa~100Pa，精确到±2Pa。

E.2.3 温度测量装置

精确到±1K。

E. 3 测试步骤

E.3.1 预处理

封闭建筑围护结构，包括门窗、供风系统、排水系统。

E.3.2 温度和风环境

测试前、中、后应记录室内外的温度，以校准空气流量。

记录风速或风力。

E.3.3 测量室内外压差

室内外压差测量点应设置在建筑低处，并在 30 秒内测量室内外的平均压差，当平均压差大于 5Pa 时不得进行测试。

测试完毕后重复测量室内外压差，在 30 秒内的平均压差大于 5Pa 时，此次测量无效。

E.3.4 建立压力

启动鼓风门系统，使建筑物内压力达到 50Pa，由于实际测试时建筑物存在空间过大，50Pa 测试压力很难达到的情况，可以使用多个鼓风门系统一起工作。

E. 4 数据处理

实际测量压差 Δp 为压力差测量值减去零风量时的压力差平均值（偏移值），见式(1)。应注意数值的正负。

$$\Delta p = \Delta p_m - (\Delta p_{0.1} + \Delta p_{0.2}) / 2 \quad (\text{E. 4-1})$$

首先根据式(2)将测量系统空气流量读数 q ，转换为在仪器规定温度和压力下的测量空气流量

q_m ：

$$q_m = f(q_r) \quad (\text{E. 4-2})$$

然后根据式(3),将测量空气流量值 q_m 换算为减压时通过建筑维护结构的空气流量 q_{cnv} ,

$$q_{cnv} = q_m (\rho_{int} / \rho_c) = q_m (T_c / T_{int}) \quad (\text{E. 4-3})$$

式中:

ρ_{int} —室内空气密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

ρ_c —室外空气密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

T_{int} —室内空气绝对温度,单位为开尔文(K);

T_c —室外空气绝对温度,单位为开尔文(K);

或根据式(4),将测量空气流量值 q_m 换算为加压时通过维护结构的空气流量 q_{cnv} :

$$q_{cnv} = q_m (\rho_c / \rho_{int}) = q_m (T_{int} / T_c) \quad (\text{E. 4-4})$$

对应加压和减压情况,将各测量压力差点和通过旧护结构的空气流量,绘例在 $\lg-\lg$ 图中,形成空气渗透图(见图2)。

根据式(5),采用最小二乘法,应用换算后的数据确定空气流量系数 C_{cnv} 与空气流量指数 n ,

$$q_{cnv} = C_{cnv} (\Delta p)^n \quad (\text{E. 4-5})$$

式中,

n —空气流量指数。

宜在计算出空气流量系数 C_{cnv} 与空气流量指数 n 的置信区间以确定式(5)的拟合度。加压和减压的 C_{cnv} 和 n 应分别计算。

同样, ($\lg-\lg$ 图)的相关系数 r^2 也应通过计算得到, n 应在 0.5~1 之间, r^2 不应低于 0.98

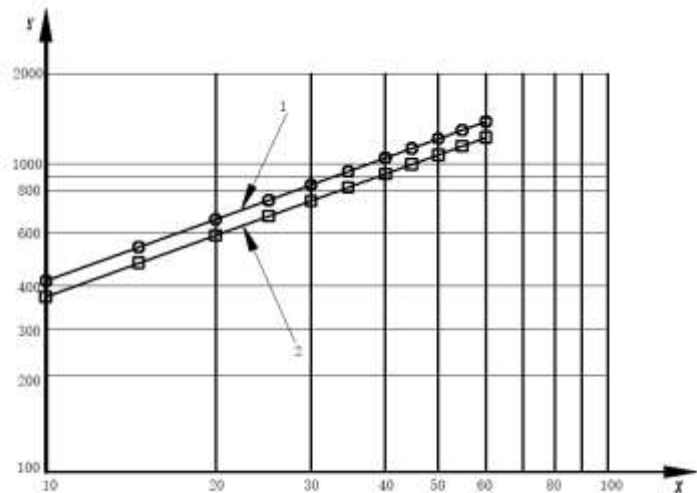


图 E.4 空气渗透图例

X —压力差,单位为帕(Pa);

Y —空气流量,单位为立方米每小时(m^3/h);

1—减压法;

2—加压法。

空气渗透系数 C_L 由空气流量系数 C_{cnv} 根据式(6)、式(7)按标准条件 $[(20 \pm 1)^\circ\text{C}, 1.013 \times 10^5 \text{Pa}]$ 校正而得, 式(6)用于减压情况, 式(7)用于加压情况:

$$C_L = C_{cnv} (\rho_c / \rho_0)^{1-n} \approx C_{cnv} (T_0 / T_c)^{1-n} \quad (\text{E. 4-6})$$

ρ_0 —标准状态下的空气密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);

T_0 —标准状态下的空气绝对温度, 单位为开尔文 (K)。

$$C_L = C_{cnv} (\rho_{int} / \rho_0)^{1-n} \approx C_{cnv} (T_0 / T_{int})^{1-n} \quad (\text{E. 4-7})$$

一般而言, 大气压力的影响可以忽略。如予以考虑, 则采用现场测量的非修正大气压力或由海拔推算的大气压力。相对湿度设为 0% (干燥空气)

空气渗透量 q_L 可按式(8)进行计算:

$$q_L = C_L (\Delta p)^n \quad (\text{E. 4-8})$$

附录 F 新风热回收装置热回收效率现场检测方法

F.1 检测方法

F.1.1 新风热回收装置热回收性能检测应在系统实际运行状态下进行。

F.1.2 新风热回收装置热回收性能现场检测应符合下列规定：

1 检测前应分别在进出新风热回收装置的新风管和排风管上布置有自动记录功能的温湿度检测仪器；

2 检测期间新风热回收机组的排风系统总风量和新风系统总风量比值应为 90%~100%，风量的检测应按现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T177 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。

F.1.3 新风热回收装置的交换效率是评价热回收性能的重要指标，新风热回收装置的显热交换效率、湿交换效率和全热交换效率分别按下式计算。

1 当排风量等于新风量：

$$\eta_t = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_3} \times 100\% \quad \text{公式 (F.1.3-1)}$$

$$\eta_\omega = \frac{d_1 - d_2}{d_1 - d_3} \times 100\% \quad \text{公式 (F.1.3-2)}$$

$$\eta_h = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3} \times 100\% \quad \text{公式 (F.1.3-3)}$$

2 当排风量不等于新风量（比值超出 90%~100%时）：

$$\eta_t = \frac{t_1 - t_2}{t_1 - t_3} \times 100\% \times \frac{L_x}{L_p} \quad \text{公式 (F.1.3-4)}$$

$$\eta_\omega = \frac{d_1 - d_2}{d_1 - d_3} \times 100\% \times \frac{L_x}{L_p} \quad \text{公式 (F.1.3-5)}$$

$$\eta_h = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_3} \times 100\% \times \frac{L_x}{L_p} \quad \text{公式 (F.1.3-6)}$$

式中， η_t ——显热交换效率；

η_ω ——湿交换效率；

η_h ——全热交换效率；

t_1 、 t_2 、 t_3 ——新风进口温度、新风出口温度、排风进口温度，℃；

d_1 、 d_2 、 d_3 ——新风进口含湿量、新风出口含湿量、排风进口含湿量，g/kg 干；

h_1 、 h_2 、 h_3 ——新风进口焓值、新风出口焓值、排风进口焓值，kJ/kg 干；

L_x ——新风量，m³/s；

L_p ——排风量，m³/s。

F.2 合格指标与判定方法

F.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，应符合下列规定：

- 1 显热型显热交换效率不应低于 75%；
- 2 全热型全热交换效率不应低于 70%。

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 建筑能耗计算报告格式

一、项目计算结果

二、项目概括

2.1 项目信息

2.2 建筑概括

三、指标要求

3.1 参考规范

3.2 评价要求

3.3 条文说明及扩展

3.4 分析软件

四、模拟计算参数

4.1 建筑参数描述

(1) 构件参数

(2) 室内参数

4.2 空调系统类型

4.3 供热系统类型

4.4 冷热源系统类型

五、模拟计算及结果分析

5.1 建筑全年累计负荷计算结果

5.2 设计建筑的计算及结果

5.3 参考建筑的计算及结果

六、结论

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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用词，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

1. 《农村居住建筑节能设计标准》GB/T50824-2013
2. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012
3. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015）
4. 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012
5. 《建筑给水排水设计标准》GB50015-2003
6. 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411
7. 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T50801-2013
8. 《被动式太阳能建筑技术规范》JGJ/T267
9. 《太阳能供热采暖工程技术标准》GB50495-2009
10. 《工业设备及管路绝热工程质量检验评定标准》GB50185
11. 《建筑给水排水及供暖工程施工质量验收规范》GB50242
12. 《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB50275
13. 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50234
14. 《建筑电气安装工程施工质量验收规范》GB50303
15. 《锅炉房设计规范》GB50041
16. 《建筑设计防火规范》GB50016-2014
17. 《锅炉安全技术监察规程》TSGG0001-2012
18. 《锅炉大气污染物排放标准》GB13271-2014
19. 《污水综合排放标准》GB8978-1996
20. 《锅炉烟尘测试方法》GB5468
21. 《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》GB/T16157
22. 《生物质炊事采暖炉具通用技术条件》NB/T34007
23. 《民用生物质固体成型燃料采暖炉具试验方法》NB/T34005-2011
24. 《水管锅炉第 8 部分：安装与运行》GB/T16507.8
25. 《民用水暖炉采暖系统安装及验收规范》NY/T1703

26. 《大气污染物综合排放标准》 GB16297-1996
27. 《生物质固体成型燃料技术条件》 NY/T1878-2010
28. 《村镇建筑清洁供暖技术规程》 T/CECS614-2019
29. 《空气源热泵供暖工程技术规程》 T/CECS564
30. 《低环境温度空气源热泵热风机》 JB/T13573
31. 《采暖通风与空气调节工程检测技术规程》 JGJ/T260-2011
32. 《岩土工程勘察规范》 GB50021-2001
33. 《地源热泵系统工程技术规范》 GB50366-2009
34. 《城镇燃气设计规范》 GB50028-2006
35. 《燃气采暖热水炉》 GB25034-2010
36. 《燃气取暖器》 CJ/T113-2015
37. 《冷凝式燃气暖浴两用炉》 CJ/T395-2012
38. 《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》 GB20665-2015
39. 《家用燃气燃烧器具安装及验收规程》 CJJ12
40. 《农村家庭用户天然气管道工程技术规范》 DB11/T1632
41. 《燃气采暖热水炉应用技术规程》 T/CECS215
42. 《城镇燃气输配工程施工及验收规范》 CJJ33
43. 《供冷供热用蓄能设备技术条件》 JG/T299-2010
44. 《电加热锅炉技术条件》 JB/T10393-2002
45. 《电加热锅炉系统经济运行》 GB/T19065-2011
46. 《电采暖散热器》 JG/T 236-2008
47. 《低温辐射电热膜》 JG/T286-2010
48. 《低温辐射电热膜供暖系统应用技术规程》 JGJ319-2013
49. 《设备及管道保温设计导则》 GB/T8175-2008
50. 《平板型太阳能集热器》 GB/T6424-2007
51. 《真空管型太阳能集热器》 GB/T17581-2007
52. 《太阳能空气集热器技术条件》 GB/T26976-2011

- 53. 《低环境温度空气源热泵（冷水）机组》GB/T25127.1-2010
- 54. 《低环境温度空气源热泵（冷水）机组》GB/T25127.2-2010
- 55. 《低环境温度空气源多联式热泵（空调）机组》GB/T25857-2010
- 56. 《水（地）源热泵机组》GB/T19409-2013
- 57. 《生物质成型燃料锅炉》NB/T47062-2017