

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51350-2019

近零能耗建筑技术标准

Technical standard for nearly zero energy buildings

2019-01-24 发布

2019-09-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

近零能耗建筑技术标准

Technical standard for nearly zero energy buildings

GB/T 51350 - 2019

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 9 年 9 月 1 日

中国建筑工业出版社

2019 北 京

中华人民共和国国家标准
近零能耗建筑技术标准

Technical standard for nearly zero energy buildings

GB/T 51350 - 2019

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：4 $\frac{5}{8}$ 字数：121 千字

2019 年 4 月第一版 2019 年 4 月第一次印刷

定价：**32.00 元**

统一书号：15112 · 33342

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

2019 年 第 22 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《近零能耗建筑技术标准》的公告

现批准《近零能耗建筑技术标准》为国家标准，编号为 GB/T 51350-2019，自 2019 年 9 月 1 日起实施。

本标准在住房和城乡建设部门户网站（[www. mohurd. gov. cn](http://www.mohurd.gov.cn)）公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2019 年 1 月 24 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2016 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标函〔2015〕274 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 室内环境参数；5. 能效指标；6. 技术参数；7. 技术措施；8. 评价。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路 30 号，邮政编码：100013）。

本标准主编单位：中国建筑科学研究院有限公司
河北省建筑科学研究院

本标准参编单位：荣华建设集团有限公司
北京市建筑设计研究院有限公司
清华大学
哈尔滨工业大学
西安建筑科技大学
华南理工大学
中建科技有限公司
中国建筑西南设计研究院有限公司
北京住总集团有限责任公司建筑设计研究院
新疆建筑设计研究院

北京五合国际工程设计顾问有限公司
天津市建筑设计院
上海市建筑科学研究院
华东建筑设计研究院有限公司
山东省建筑科学研究院
河南五方合创建筑设计有限公司
深圳市建筑科学研究院股份有限公司
大连理工大学
北京科技大学
青岛被动屋工程技术有限公司
秦皇岛五兴房地产有限公司
江苏南通三建集团股份有限公司
中国葛洲坝集团房地产开发有限公司
河北奥润顺达窗业有限公司
北京天正软件股份有限公司
曼瑞德集团有限公司
西门子（中国）有限公司
青岛科瑞新型环保材料有限公司
北京东邦绿建科技有限公司
北京科尔建筑节能技术有限公司
3M 中国有限公司
望瑞门遮阳系统设备（上海）有限公司
珠海格力电器股份有限公司
广东美的暖通设备有限公司
大金（中国）投资有限公司
开利空调销售服务（上海）有限公司
森德（中国）暖通设备有限公司
安徽安泽电工有限公司
江苏风神空调集团股份有限公司

兰舍通风系统有限公司
 际高贝卡科技有限公司
 日本矢崎能源系统株式会社北京代
 表处
 同方泰德国际科技（北京）有限公司
 易能环能科技（上海）股份有限公司
 日出东方太阳能股份有限公司
 国安瑞（北京）科技有限公司

本标准主要起草人员：徐 伟 邹 瑜 于 震 孙德宇
 强万明 张行良 徐宏庆 张时聪
 吴剑林 郝翠彩 宋晔皓 方修睦
 陈 曦 孙峙峰 刘艳峰 赵立华
 李丛笑 杨玉忠 万成龙 冯 雅
 胡颐衡 刘 鸣 卢 求 伍小亭
 杨建荣 于正杰 邵康文 夏 麟
 王 昭 崔国游 郝 斌 端木琳
 曲世琳 王 臻 周炳高 焦家海
 魏贺东 窦春伦 陈立楠 李壮贤
 霍雨佳 吴亚洲 王 新 金国祥
 胡余生 黄国强 钟 鸣 杨利明
 郭占庚 张俊业 陆 辉 金春林
 丛旭日 郑 伟 赵晓宇 李光宇
 焦青太 宋 波 杨芯岩

本标准主要审查人员：刘加平 王崇杰 仲继寿 李德英
 冯国会 沈景华 彭梦月 薛 峰
 陈 琪 栾景阳 赵士怀

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 基本规定	5
4 室内环境参数	6
5 能效指标	7
6 技术参数	10
6.1 围护结构	10
6.2 能源设备和系统	12
7 技术措施	15
7.1 设计	15
7.2 施工质量控制	22
7.3 运行与管理	24
8 评价	27
8.1 一般规定	27
8.2 评价方法与判定	27
附录 A 能效指标计算方法	30
附录 B 近零能耗公共建筑能耗值	44
附录 C 围护结构保温及构造做法	46
附录 D 外门窗设计选型及热工性能	49
附录 E 建筑气密性检测方法	53
附录 F 新风热回收装置热回收效率现场检测方法	55
本标准用词说明	56
引用标准名录	57
附：条文说明	59

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	General Requirements	5
4	Indoor Environment Parameters	6
5	Energy Criteria	7
6	Technical Performance Index	10
6.1	Building Envelope	10
6.2	Energy Equipments and System	12
7	Technical Measures	15
7.1	Building Design	15
7.2	Construction Quality Control	22
7.3	Operation and Management	24
8	Evaluation	27
8.1	General Requirements	27
8.2	Evaluation Methods and Results	27
Appendix A	Calculating Methods of Building Energy Criteria	30
Appendix B	Energy Consumption of Typical Public Buildings	44
Appendix C	Structure and Construction Methods of Building Insulation	46
Appendix D	Thermal Performance Selection of Windows in Design Phase	49
Appendix E	Testing Methods of Air Tightness of Building Envelope	53

Appendix F	Field Test Method for Efficiency of	
	Heat Recovery Devices	55
Explanation of Wording in This Standard		56
List of Quoted Standards		57
Addition: Explanation of Provisions		59

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家有关法律法规和方针政策，提升建筑室内环境品质和建筑质量，降低用能需求，提高能源利用效率，推动可再生能源建筑应用，引导建筑逐步实现近零能耗，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于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外，尚应符合国家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》GB 50189-2015 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2016、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012 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》GB 50189-2015 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2016、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012 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 气密层 air tightness layer

由气密性材料和部件、抹灰层等形成的防止空气渗透的连续构造层。

2.0.6 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。

2.0.7 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。

2.0.8 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。

2.0.9 建筑气密性 air tightness of building envelope

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

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

对建筑外围护结构室外侧的缝隙进行密封并兼具防水及允许水蒸气透出功能的材料。

2.0.17 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。

2.0.18 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》GB 50189 - 2015 和行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 - 2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 - 2016、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 - 2012 相关要求的建筑能耗综合值的建筑。

3 基本规定

3.0.1 建筑设计应根据气候特征和场地条件，通过被动式设计降低建筑冷热需求和提升主动式能源系统的能效达到超低能耗，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。

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 建筑能效指标计算应符合本标准附录 A 的规定。

3.0.4 应采用性能化设计、精细化的施工工艺和质量控制及智能化运行模式。

3.0.5 应进行全装修。室内装修应简洁，不应损坏围护结构气密层和影响气流组织，并宜采用获得绿色建材标识（或认证）的材料与部品。

4 室内环境参数

4.0.1 建筑主要房间室内热湿环境参数应符合表 4.0.1 规定。

表 4.0.1 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	≤ 60

注：1 冬季室内相对湿度不参与设备选型和能效指标的计算。

- 2 当严寒地区不设置空调设施时，夏季室内热湿环境参数可不参与设备选型和能效指标的计算；当夏热冬暖和温和地区不设置供暖设施时，冬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。

4.0.2 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》GB 50736 的规定。

4.0.3 居住建筑室内噪声昼间不应大于 40dB (A)，夜间不应大于 30 dB (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》GB 50118 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》GB 50118 中室内允许噪声级高要求标准的规定。

5 能效指标

5.0.1 近零能耗居住建筑的能效指标应符合表 5.0.1 的规定。

表 5.0.1 近零能耗居住建筑能效指标

建筑能耗综合值		$\leq 55(\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$ 或 $\leq 6.8(\text{kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$				
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	夏热冬冷地区	温和地区	夏热冬暖地区
		≤ 18	≤ 15	≤ 8		≤ 5
	供冷年耗冷量 ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)	$\leq 3 + 1.5 \times WDH_{20} + 2.0 \times DDH_{28}$				
	建筑气密性 (换气次数 N_{50})	≤ 0.6		≤ 1.0		
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： kWh ，千度小时)；

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

5.0.2 近零能耗公共建筑能效指标应符合表 5.0.2 的规定，其建筑能耗值可按本标准附录 B 确定。

表 5.0.2 近零能耗公共建筑能效指标

建筑综合节能率		≥60%				
建筑本体性能指标	建筑本体节能率	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
		≥30%		≥20%		
	建筑气密性 (换气次数 N_{50})	≤1.0			—	
可再生能源利用率		≥10%				

注：本表也适用于非住宅类居住建筑。

5.0.3 超低能耗居住建筑能效指标应符合表 5.0.3 的规定。

表 5.0.3 超低能耗居住建筑能效指标

建筑能耗综合值		$\leq 65(\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$ 或 $\leq 8.0(\text{kgce}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}))$				
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	夏热冬冷地区	温和地区	夏热冬暖地区
		≤ 30	≤ 20	≤ 10		≤ 5
	供冷年耗冷量 ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$)	$\leq 3.5 + 2.0 \times WDH_{20} + 2.2 \times DDH_{28}$				
	建筑气密性 (换气次数 N_{50})	≤ 0.6			≤ 1.0	

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: kWh , 千度小时)；

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

5.0.4 超低能耗公共建筑能效指标应符合表 5.0.4 的规定。

表 5.0.4 超低能耗公共建筑能效指标

建筑综合节能率		$\geq 50\%$				
建筑本体性能指标	建筑本体节能率	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
		$\geq 25\%$		$\geq 20\%$		
	建筑气密性 (换气次数 N_{50})	≤ 1.0		—		

注：本表也适用于非住宅类居住建筑。

5.0.5 零能耗居住建筑的能效指标应符合下列规定：

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

5.0.6 零能耗公共建筑的能效指标应符合下列规定：

- 1 建筑本体性能指标应符合本标准表 5.0.2 的规定；
- 2 建筑本体和周边可再生能源产能量不应小于建筑年终端能源消耗量。

6 技术参数

6.1 围护结构

6.1.1 居住建筑非透光围护结构平均传热系数可按表 6.1.1 选取。

表 6.1.1 居住建筑非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 K ($W/(m^2 \cdot K)$)				
	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
屋面	0.10~0.15	0.10~0.20	0.15~0.35	0.25~0.40	0.20~0.40
外墙	0.10~0.15	0.15~0.20	0.15~0.40	0.30~0.80	0.20~0.80
地面及外挑楼板	0.15~0.30	0.20~0.40	—	—	—

6.1.2 公共建筑非透光围护结构平均传热系数可按表 6.1.2 选取。

表 6.1.2 公共建筑非透光围护结构平均传热系数

围护结构部位	传热系数 K ($W/(m^2 \cdot K)$)				
	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
屋面	0.10~0.20	0.10~0.30	0.15~0.35	0.30~0.60	0.20~0.60
外墙	0.10~0.25	0.10~0.30	0.15~0.40	0.30~0.80	0.20~0.80
地面及外挑楼板	0.20~0.30	0.25~0.40	—	—	—

6.1.3 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可按表 6.1.3 选取。

表 6.1.3 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 ($W/(m^2 \cdot K)$)	
	严寒地区	寒冷地区
楼板	0.20~0.30	0.30~0.50
隔墙	1.00~1.20	1.20~1.50

6.1.4 外门窗气密性能应符合下列规定：

1 外窗气密性能不宜低于 8 级；

2 外门、分隔供暖空间与非供暖空间的户门气密性能不宜低于 6 级。

6.1.5 居住建筑外窗（包括透光幕墙）热工性能参数可按表 6.1.5-1 选取；公共建筑外窗（包括透光幕墙）热工性能参数可按表 6.1.5-2 选取。

表 6.1.5-1 居住建筑外窗（包括透光幕墙）
传热系数 (K) 和太阳得热系数 ($SHGC$) 值

性能参数		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
传热系数 K ($W/(m^2 \cdot K)$)		≤ 1.0	≤ 1.2	≤ 2.0	≤ 2.5	≤ 2.0
太阳得热系数 $SHGC$	冬季	≥ 0.45	≥ 0.45	≥ 0.40	—	≥ 0.40
	夏季	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.15	≤ 0.30

注：太阳得热系数为包括遮阳（不含内遮阳）的综合太阳得热系数。

表 6.1.5-2 公共建筑外窗（包括透光幕墙）传热系数
(K) 和太阳得热系数 ($SHGC$) 值

性能参数		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
传热系数 K ($W/(m^2 \cdot K)$)		≤ 1.2	≤ 1.5	≤ 2.2	≤ 2.8	≤ 2.2
太阳得热系数 $SHGC$	冬季	≥ 0.45	≥ 0.45	≥ 0.40	—	—
	夏季	≤ 0.30	≤ 0.30	≤ 0.15	≤ 0.15	≤ 0.30

注：太阳得热系数为包括遮阳（不含内遮阳）的综合太阳得热系数。

6.1.6 严寒地区和寒冷地区外门透光部分宜符合本标准第 6.1.5 条外窗(包括透光幕墙)的规定;严寒地区外门非透光部分传热系数 K 值不宜大于 $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,寒冷地区外门非透光部分传热系数 K 值不宜大于 $1.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

6.1.7 严寒地区分隔供暖与非供暖空间的户门的传热系数 K 值不宜大于 $1.3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,寒冷地区分隔供暖与非供暖空间的户门的传热系数 K 值不宜大于 $1.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

6.1.8 门窗洞口尺寸应符合现行国家标准《建筑门窗洞口尺寸系列》GB/T 5824 规定的建筑门洞口尺寸和窗洞口尺寸,并应优先选用现行国家标准《建筑门窗洞口尺寸协调要求》GB/T 30591 规定的常用标准规格的门、窗洞口尺寸。

6.1.9 外窗和遮阳装置性能选择时,应综合考虑夏季遮阳、冬季得热以及天然采光的需求。

6.2 能源设备和系统

6.2.1 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 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 分散式房间空气调节器能效指标

类型	制冷季节能源消耗效率 $(\text{W} \cdot \text{h})/(\text{W} \cdot \text{h})$
单冷式	5.40
热泵型	4.50

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

表 6.2.2 户式燃气供暖热水炉的热效率

类型		热效率
户式供暖热水炉	η_1	99%
	η_2	95%

注: η_1 为供暖炉额定热负荷和部分热负荷(热水状态为 50%的额定热负荷,供暖状态为 30%的额定热负荷)下两个热效率值中的较大值, η_2 为较小值。

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

表 6.2.3 空气源热泵机组性能系数 (COP)

类型	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

6.2.4 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 6.2.4 选用。

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

类型	制冷综合性能系数 $IPLV$ (C)
多联式空调（热泵）	6.0

表 6.2.4-2 多联式空调（热泵）机组能源效率等级指标 (APF)

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

6.2.5 当采用燃气锅炉时，在其名义工况和规定条件下，锅炉热效率应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 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 $Q(MW)$	
	$D \leq 2.0 / Q \leq 1.4$	$D > 2.0 / Q > 1.4$
锅炉的热效率	$\geq 92\%$	$\geq 94\%$

6.2.6 当采用电机驱动的蒸气压缩循环冷水（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 6.2.6-1 和表 6.2.6-2 选用。

表 6.2.6-1 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 6.2.6-2 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

6.2.7 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%。

6.2.8 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。

6.2.9 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%。

7 技术措施

7.1 设计

I 性能化设计方法

7.1.1 性能化设计应采用协同设计的组织形式。

7.1.2 性能化设计应根据本标准规定的室内环境参数和能效指标要求，并应利用能耗模拟计算软件等工具，优化确定建筑设计方案。

7.1.3 性能化设计宜按下列程序进行：

1 设定室内环境参数和能效指标；

2 制定设计方案；

3 利用能耗模拟计算软件等工具进行设计方案的定量分析及优化；

4 分析优化结果并进行达标判定。当能效指标不能满足所确定的目标要求时，修改设计方案，重新进行定量分析和优化，直至满足目标要求；

5 确定优选的设计方案；

6 编制性能化设计报告。

7.1.4 性能化设计应以定量分析及优化为核心，应进行建筑和设备的关键参数对建筑负荷及能耗的敏感性分析，并在此基础上，结合建筑全寿命期的经济效益分析，进行技术措施和性能参数的优化选取。

II 规划与建筑方案设计

7.1.5 城市及建筑群的总体规划应有利于营造适宜的微气候。应通过优化建筑空间布局，合理选择和利用景观、生态绿化等措

施,夏季增强自然通风、减少热岛效应,冬季增加日照,避免冷风对建筑的影响。建筑的主朝向宜为南北朝向,主入口宜避开冬季主导风向。

7.1.6 建筑方案设计应根据建筑功能和环境资源条件,以气候环境适应性为原则,以降低建筑供暖年耗热量和供冷年耗冷量为目标,充分利用天然采光、自然通风以及围护结构保温隔热等被动式建筑设计手段降低建筑的用能需求。

7.1.7 建筑设计宜采用简洁的造型、适宜的体形系数和窗墙比、较小的屋顶透光面积比例。

7.1.8 建筑设计应采用高性能的建筑保温隔热系统及门窗系统,相关要求和选型应符合本标准附录 C 和附录 D 的规定。

7.1.9 遮阳设计应根据房间的使用要求、窗口朝向及建筑安全性综合考虑。可采用可调或固定等遮阳措施,也可采用可调节太阳得热系数 ($SHGC$) 的调光玻璃进行遮阳。南向宜采用可调节外遮阳、可调节中置遮阳或水平固定外遮阳的方式。东向和西向外窗宜采用可调节外遮阳设施。

7.1.10 建筑进深选择应考虑天然采光效果。进深较大的房间,应设置采光中庭、采光竖井、光导管等设施,改善天然采光效果。

7.1.11 地下空间宜采用设置采光天窗、采光侧窗、下沉式广场(庭院)、光导管等措施,充分利用自然光。

7.1.12 建筑设计宜采用建筑光伏一体化系统。

III 热桥处理

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

7.1.14 外墙热桥处理应符合下列规定:

- 1 结构性悬挑、延伸等宜采用与主体结构部分断开的方式。
- 2 外墙保温为单层保温时,应采用锁扣方式连接;为双层保温时,应采用错缝粘结方式。

3 墙角处宜采用成型保温构件。

4 保温层采用锚栓时，应采用断热桥锚栓固定。

5 应避免在外墙上固定导轨、龙骨、支架等可能导致热桥的部件。确需固定时，应在外墙上预埋断热桥的锚固件，并宜采用减少接触面积、增加隔热间层及使用非金属材料等措施降低传热损失。

6 穿墙管预留孔洞直径宜大于管径 100mm 以上。墙体结构或套管与管道之间应填充保温材料。

7.1.15 外门窗及其遮阳设施热桥处理应符合下列规定：

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

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

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

7.1.16 屋面热桥处理应符合下列规定：

1 屋面保温层应与外墙的保温层连续，不得出现结构性热桥；当采用分层保温材料时，应分层错缝铺贴，各层之间应有粘结。

2 屋面保温层靠近室外一侧应设置防水层；屋面结构层上，保温层下应设置隔汽层；屋面隔汽层设计及排气构造设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定。

3 女儿墙等突出屋面的结构体，其保温层应与屋面、墙面保温层连续，不得出现结构性热桥。女儿墙、土建风道出风口等薄弱环节，宜设置金属盖板，以提高其耐久性，金属盖板与结构连接部位，应采取避免热桥的措施。

4 穿屋面管道的预留洞口宜大于管道外径 100mm 以上。

伸出屋面外的管道应设置套管进行保护,套管与管道间应填充保温材料。

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

7.1.17 地下室和地面热桥处理应符合下列规定:

1 地下室外墙外侧保温层应与地上部分保温层连续,并应采用吸水率低的保温材料;地下室外墙外侧保温层应延伸到地下冻土层以下,或完全包裹住地下结构部分;地下室外墙外侧保温层内部和外部宜分别设置一道防水层,防水层应延伸至室外地面上适当距离。

2 无地下室时,地面保温与外墙保温应连续、无热桥。

IV 建筑气密性

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

7.1.19 围护结构设计时,应进行气密性专项设计。

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

7.1.21 气密层设计应依托密闭的围护结构层,并应选择适用的气密性材料。

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

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

V 供热供冷系统

7.1.24 供热供冷系统冷热源选择时,应综合经济技术因素进行

性能参数优化和方案比选，并宜符合下列规定：

1 严寒地区采用分散供暖时，可采用燃气供暖炉；采用集中供暖时，宜以地源热泵、工业余热或生物质锅炉为热源，并采用低温供暖方式。

2 寒冷地区、夏热冬冷地区宜采用地源热泵或空气源热泵。

3 夏热冬暖地区宜采用磁悬浮机组等更高能效的供冷设备。

7.1.25 供热供冷系统设计应符合下列规定：

1 应优先选用高能效等级的产品，并应提高系统能效；

2 应有利于直接或间接利用自然冷源；

3 应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 应兼顾生活热水需求。

7.1.26 循环水泵、通风机等用能设备应采用变频调速。

7.1.27 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。

VI 新风热回收及通风系统

7.1.28 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。

7.1.29 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，设计时应采用高效热回收装置。

7.1.30 新风热回收系统宜设置低阻高效的空气净化装置。

7.1.31 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。

7.1.32 居住建筑新风系统宜分户独立设置，并按用户需求供应新风量。

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

7.1.34 与室外连通的新风、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。

7.1.35 居住建筑厨房宜设置独立补风系统，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。

Ⅶ 照明与电梯

7.1.36 应选择高效节能光源和灯具，并宜选择 LED 光源。

7.1.37 电梯系统应采用节能的控制及拖动系统，并应符合下列规定：

1 当设有两台及以上电梯集中排列时，应具备群控功能；

2 电梯无外部召唤，且电梯轿厢内一段时间无预设指令时，应自动关闭轿厢照明及风扇；

3 宜采用变频调速拖动方式，高层建筑电梯系统可采用能量回馈装置。

Ⅷ 监测与控制

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

1 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。
- 7.1.39** 应设置楼宇自控系统。楼宇自控系统应根据末端用冷、用热、用水等使用需求，自动调节主要供应设备和系统的运行工况。
- 7.1.40** 建筑照明应采用智能照明控制系统。
- 7.1.41** 节能控制宜以主要房间或功能区域为控制单元，实现暖通空调、照明和遮阳的整体集成和优化控制，并宜具有下列功能：
- 1 在一个系统内集成并收集温度、湿度、空气质量、照度、人体在室信息等与室内环境控制相关的物理量；
 - 2 包含房间的遮阳控制、照明控制、供冷、供热和新风末端设备控制，相互之间优化联动控制；
 - 3 在满足室内环境参数需求的前提下，以降低房间综合能耗为目的，自动确定房间控制模式，或根据用户指令执行不同的空间场景模式控制方案。
- 7.1.42** 当有多种能源供给时，应根据系统能效对比等因素进行优化控制。采用可再生能源系统时，应优先利用可再生能源。
- 7.1.43** 新风机组的运行控制应符合下列规定：
- 1 宜根据室内二氧化碳浓度变化，实现相应的设备启停、风机转速及新风阀开度调节；
 - 2 宜设置压差传感器检测过滤器压差变化；
 - 3 宜根据最小经济温差（焓差）控制新风热回收装置的旁通阀，或联动外窗开启进行自然通风；
 - 4 严寒和寒冷地区的新风热回收装置应具备防冻保护功能；

- 5 宜提供触摸屏、移动端操作软件等便捷的人机界面。

7.2 施工质量控制

7.2.1 建筑施工单位应针对热桥处理、气密性保障等关键环节制定专项施工方案，并进行现场实际操作示范。

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

7.2.3 围护结构保温施工应符合下列规定：

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

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

3 围护结构上的悬挑构件、穿墙和出屋面的管线及套管等部位应进行热桥处理。

4 装配式夹心保温外墙板的竖缝和横缝均应做热桥处理。

7.2.4 外门窗（包括天窗）应整窗进场。外门窗安装应符合下列规定：

1 安装前结构工程应已验收合格且门窗结构洞口应平整。

2 外门窗与基层墙体的连接件应进行阻断热桥的处理。

3 门窗洞口与窗框连接处应进行防水密封处理。

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

7.2.5 当设计有外遮阳时，应在外窗安装完成后且外保温尚未施工时确定外遮阳的固定位置，并安装连接件。连接件与基层墙体之间应进行阻断热桥的处理。

7.2.6 围护结构气密性处理应符合下列规定：

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

2 建筑结构缝隙应进行封堵;

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

4 气密性施工应在热桥处理之后进行。

7.2.7 装配式结构气密性处理应符合下列规定:

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

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

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

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

7.2.8 施工过程中宜对热桥及气密性关键部位进行热工缺陷和气密性检测,查找漏点并应及时修补。

7.2.9 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。

7.2.10 主要材料及设备进场时,应进行质量检查和验收,并符合设计要求。主要材料及设备宜包括下列内容:

1 保温材料;

2 外门窗、建筑幕墙(含采光顶)及外遮阳设施;

3 防水透汽材料、气密性材料;

4 供暖与空调系统设备;

5 照明设备;

6 太阳能热利用或太阳能光伏发电系统等。

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

包括下列内容：

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

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

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

4 女儿墙、窗框周边、封闭阳台、出挑构件、预埋支架等重点部位的施工做法。

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

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

7.3 运行与管理

7.3.1 建筑运行管理单位应针对高性能围护结构、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。

7.3.2 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。

7.3.3 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。

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

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

2 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。

3 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。

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

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

7.3.5 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。

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

- 1 应根据过滤器两侧压差变化及时清理或更换过滤装置；
- 2 应每两年检查一次热回收装置的性能，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。

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

1 除满足本标准对各项能耗数据的记录要求外，尚应记录建筑同期的人员使用情况、室外环境参数等信息；

2 每年应对建筑运行数据进行分析，并应与上一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；

3 能耗数据宜向社会公布。

7.3.8 建筑运行管理单位应编制用户使用手册，并应对业主及使用者进行宣传贯彻。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。

8 评 价

8.1 一 般 规 定

8.1.1 应对近零能耗建筑进行评价，评价应贯穿设计、施工及运行全过程。

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 施工图设计文件审查通过后，应进行施工图审核和建筑能效指标核算，并应符合下列规定：

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

1) 围护结构关键节点构造及做法应符合保温及气密性要求；

2) 应采用新风热回收系统。

2 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。

3 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 建筑竣工验收前，应对下列内容进行评价：

1 应对建筑气密性进行检测，检测方法及检测结果应符合本标准附录E的规定。

2 应对围护结构热工缺陷进行检测，受检内表面因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 应对新风热回收装置性能进行检测，并应符合下列规定：

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。检测方法及检测结果应符合本标准附录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检，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，检测结果应符合本标准附录F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）进行现场抽检，其性能应符合设计要求。对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。

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2款和第3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指标评估，并宜对居住建筑进行室内环境检测和运行能效指标评估。

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 运行能效指标评估应符合下列规定：

1 评估时间应以一年为一个周期；

2 公共建筑应以建筑综合节能率为评估指标，且应直接采用分项计量的能耗数据，并对其计量仪表进行校核后采用；

3 居住建筑应以建筑能耗综合值为评估指标，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。

8.2.6 当符合本标准第 8.2.1 条规定时，可判定建筑设计达到本标准要求；当符合本标准第 8.2.1 条规定，且符合本标准第 8.2.2 条规定时，可判定该建筑达到本标准要求。

附录 A 能效指标计算方法

A.1 一般规定

A.1.1 能效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、太阳辐射得热、建筑内部得热、通风热损失四部分形成的负荷，计算中应能考虑建筑热惰性对负荷的影响；

2 能计算 10 个以上的建筑分区；

3 能计算建筑供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源系统的利用量及发电量；

4 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 能效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/T 346 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（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量。

A.1.3 设计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、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表 A. 1. 3-1 设置。

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. 3-2 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. 3-3 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效应与设计文件一致; 生活热水系统的用水量应与设计文件一致, 并应符合现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555 的规定。

7 可再生能源系统形式及效率应与设计文件一致。

表 A. 1. 3-1 建筑的日运行时间

类别		系统工作时间
住宅建筑	全年	0: 00~24: 00
办公建筑	工作日	8: 00~18: 00
	节假日	—
酒店建筑	全年	0: 00~24: 00
学校建筑	工作日	8: 00~18: 00
	节假日	—
商场建筑	全年	9: 00~21: 00
影剧院	全年	9: 00~21: 00
医院建筑	全年	8: 00~18: 00

表 A. 1. 3-2 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.1.3-3 不同类型房间人员、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
	储物间	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

续表 A. 1.3-3

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)
酒店建筑	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%	0	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
	台球房	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

续表 A. 1. 3-3

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)
学校建筑	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	一般商店、超市	2.5	32.6%	13	54.2%	10	330
	高档商店	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
	快餐店	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

续表 A.1.3-3

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)
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、房间人均占有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；照明功率密度值应按本标准表 A.1.3-3 确定。

3 公共建筑的围护结构热工性能和冷热源性能应符合国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 的规定，居住建筑的围护结构热工性能和冷热源性能应符合行业标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2016、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75-2012 的规定，未规定的围护结构热工性能和冷热源性能的相关参数应与设计建筑一致。

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，其能效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 $1.26\text{mWh}/(\text{kg} \cdot \text{m})$ 。

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 $\leq 10000\text{m}^2$ ）	31
办公建筑（面积 $> 10000\text{m}^2$ ）	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	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
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	分体式空调	分体式空调	分体式空调
	冷源	分体式空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	空气源热泵	空气源热泵	空气源热泵
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	风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
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	风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
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	分体式空调	分体式空调	分体式空调
	冷源	分体式空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调	分体式空调
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	空气源热泵	空气源热泵	空气源热泵

续表 A.1.4-2

建筑类型		严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
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	全空气定风量系统	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	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
医院建筑	末端形式	散热器供暖， 全空气系统	全空气系统	全空气系统	全空气系统	全空气系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
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	风机盘管系统	风机盘管系统	风机盘管系统
	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
	热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉

A. 1.5 建筑能耗综合值应按下式计算：

$$E = E_E - \frac{\sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{A} \quad (\text{A. 1.5})$$

式中： E ——建筑能耗综合值， $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；

E_E ——不含可再生能源发电的建筑能耗综合值， $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；

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；

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

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

A. 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：

$$E_E = \frac{E_h \times f_i + E_c \times f_i + E_l \times f_i + E_w \times f_i + E_e \times f_i}{A} \quad (\text{A. 1.6})$$

式中： E_h ——年供暖系统能源消耗， kWh ；

E_c ——年供冷系统能源消耗， kWh ；

E_l ——年照明系统能源消耗， kWh ；

E_w ——年生活热水系统能源消耗， kWh ；

E_e ——年电梯系统能源消耗， kWh 。

A. 1.7 可再生能源利用率应按下式计算：

$$REP_p = \frac{EP_h + EP_c + EP_w + \sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{rd,i} \times f_i}{Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + E_e \times f_i} \quad (\text{A. 1.7})$$

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 ——供冷系统中可再生能源利用量， kWh ；

EP_w ——生活热水系统中可再生能源利用量， kWh ；

Q_h ——年供暖耗热量， kWh ；

Q_c ——年供冷耗冷量， kWh ；

Q_w ——年生活热水耗热量, kWh。

A. 1. 8 供暖系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

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

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

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

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

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

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;

$E_{h,geo}$ ——地源热泵机组年供暖耗电量, kWh;

$E_{h,air}$ ——空气源热泵机组年供暖耗电量, kWh。

A. 1. 9 生活热水系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_w = EP_{w,geo} + EP_{w,air} + EP_{w,sol} + EP_{w,bio} \quad (A. 1. 9-1)$$

$$EP_{w,geo} = Q_{w,geo} - E_{w,geo} \quad (A. 1. 9-2)$$

$$EP_{w,air} = Q_{w,air} - E_{w,air} \quad (A. 1. 9-3)$$

$$EP_{w,sol} = Q_{w,sol} \quad (A. 1. 9-4)$$

$$EP_{w,bio} = Q_{w,bio} \quad (A. 1. 9-5)$$

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;

$Q_{w,bio}$ ——生物质生活热水系统的年生活热水供热量, kWh;

$E_{w,geo}$ ——地源热泵机组供生活热水年耗电量, kWh;

$E_{w,air}$ ——空气源热泵机组供生活热水年耗电量, kWh。

A. 1. 10 供冷系统中可再生能源利用量应按下列公式计算:

$$EP_c = EP_{c,sol} \quad (A. 1. 10-1)$$

$$EP_{c,sol} = Q_{c,sol} \quad (A. 1. 10-2)$$

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 居住建筑的能效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：

$$\eta_e = \frac{|E_E - E_R|}{E_R} \times 100\% \quad (\text{A.3.1})$$

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/m^2 ；

E_R ——基准建筑的建筑能耗综合值， kWh/m^2 。

A.3.2 建筑综合节能率计算应按下式计算：

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

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/m^2 。

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
哈尔滨	64	75	69	84	113	119	64	65
沈阳	58	70	66	80	113	114	63	61
北京	59	73	71	85	127	123	74	65
驻马店	57	76	75	90	139	128	82	70
上海	57	79	78	96	148	135	87	74
武汉	55	75	77	90	148	131	81	71
成都	55	75	76	87	149	135	86	73
韶关	60	84	86	104	172	148	98	81
广州	65	92	95	119	197	173	112	94
昆明	42	58	60	67	113	104	54	54

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 近零能耗公共建筑等效耗电量 (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
哈尔滨	24	29	26	32	43	46	24	25
沈阳	22	27	26	31	44	44	24	24
北京	23	28	27	33	49	47	28	25
驻马店	22	29	29	35	54	49	31	27
上海	22	30	30	37	57	52	34	28
武汉	21	29	30	35	57	50	31	27
成都	21	29	29	34	57	52	33	28
韶关	23	32	33	40	66	57	38	31
广州	25	35	37	46	76	66	43	36
昆明	16	22	23	26	43	40	21	21

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耗电量。

附录 C 围护结构保温及构造做法

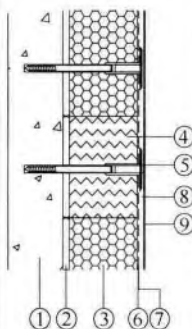
C.0.1 建筑外墙宜采用外墙外保温的构造形式或夹心保温构造形式，在特殊条件下也可采用其他保温构造形式，并应采用重质围护结构。

C.0.2 采用外保温形式时，外墙保温系统防火性能及防火隔离带的设置应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289 的规定。

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

表 C.0.3 有机保温板薄抹灰外保温系统基本构造

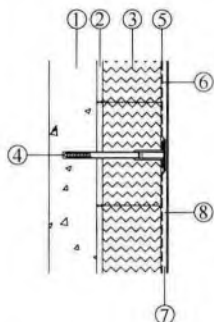
		基本构造							构造示意图	
基层墙体①	粘结层②	保温层		辅助连接件⑤	抹面层			饰面层⑨		
		保温板③	防火隔离带④		底层⑥	增强材料⑦	面层⑧			
混凝土墙、砌体墙	胶粘剂	有机保温板、防火隔离带		锚栓	抹面胶浆	玻纤网	抹面胶浆	涂料、饰面砂浆等		



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

表 C.0.4 无机保温板薄抹灰外保温系统基本构造

基本构造							构造示意图
基层 墙体 ①	粘结 层②	保温 层③	抹面层			饰面 层⑧	
			辅助 连接 件④	底层 ⑤	增强 材料 ⑥		面层 ⑦
混凝土墙、 砌体墙	胶粘剂	无机保温板	锚栓	抹面胶浆	玻纤网	抹面胶浆	涂料、 饰面砂浆等



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

C.0.6 夹心墙体保温系统基本构造宜按表 C.0.6 设置。

表 C.0.6 夹心墙体保温系统基本构造

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

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

表 C.0.7 外墙外保温系统用保温材料的物理性能指标

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

附录 D 外门窗设计选型及热工性能

D.0.1 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 SHGC
1	65 系列内平开隔 热铝合金窗	5+12A+5	2.8~3.0	0.48~0.53
2	65 系列内平开隔 热铝合金窗	5+12A+5Low-E	2.2~2.4	0.35~0.39
3	65 系列内平开隔 热铝合金窗	5+12Ar+5Low-E	2.1~2.3	0.35~0.39
4	70 系列内平开隔 热铝合金窗	5+12A+5+12A+5Low-E	1.8~2.0	0.30~0.37
5	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
6	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
7	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
8	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
9	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
10	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

续表 D.0.1

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K [W/ ($m^2 \cdot K$)]	太阳得 热系数 $SHGC$
11	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
12	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
13	100 系列内平开隔 热铝合金窗	5 超白+12Ar+5 超白 Low-E+ 12Ar+5 超白 Low-E	0.9~1.1	0.40~0.47
14	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
15	100 系列内平开隔 热铝合金窗	5 超白+12Ar+5 超白+ V+5 超白 Low-E	0.8~1.0	0.43~0.50
16	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5	2.4~2.6	0.48~0.53
17	65 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5	2.3~2.5	0.48~0.53
18	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5+12A+5	1.8~2.0	0.44~0.48
19	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5Low-E	1.8~2.0	0.35~0.39
20	65 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E	1.7~1.9	0.35~0.39
21	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5+12A+5Low-E	1.4~1.6	0.30~0.37
22	65 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.3~1.5	0.30~0.37
23	65 系列内平开塑料窗	5+12A+5Low-E+ 12A+5Low-E	1.2~1.4	0.24~0.31
24	65 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+ 12Ar+5Low-E	1.1~1.3	0.24~0.31
25	82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5+12Ar+ 5Low-E	1.0~1.2	0.30~0.37
26	82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+ 12Ar+5Low-E	0.8~1.0	0.24~0.31

续表 D.0.1

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K [W/ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}$)]	太阳得 热系数 $SHGC$
27	82 系列内平 开塑料窗	5 超白+12Ar+5 超白 Low-E+ 12Ar+5 超白 Low-E	0.8~1.0	0.40~0.47
28	82 系列内平开塑料窗	5+12Ar+5Low-E+V+5	0.6~0.8	0.35~0.39
29	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
30	68 系列内平开木窗	5+12A+5	2.4~2.6	0.48~0.53
31	68 系列内平开木窗	5+12Ar+5	2.3~2.5	0.48~0.53
32	68 系列内平开木窗	5+12A+5+12A+5	1.8~2.0	0.44~0.48
33	68 系列内平开木窗	5+12A+5Low-E	1.8~2.0	0.35~0.39
34	68 系列内平开木窗	5+12Ar+5Low-E	1.7~1.9	0.35~0.39
35	78 系列内平开木窗	5+12A+5+12A+5Low-E	1.4~1.6	0.30~0.37
36	78 系列内平开木窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.3~1.5	0.30~0.37
37	78 系列内平开木窗	5+12A+5Low-E+ 12A+5Low-E	1.2~1.4	0.24~0.31
38	78 系列内平开木窗	5+12Ar+5Low-E+ 12Ar+5Low-E	1.1~1.3	0.24~0.31
39	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
40	78 系列内平开木窗	5+12A+5+V+5Low-E	0.7~1.0	0.30~0.37
41	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
42	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12A+5	2.5~2.7	0.48~0.53
43	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12Ar+5	2.4~2.6	0.48~0.53

续表 D.0.1

序号	名称	玻璃配置	传热系数 K [W/ (m ² ·K)]	太阳得 热系数 SHGC
44	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12A+5+12A+5	1.9~2.1	0.44~0.48
45	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12A+5Low-E	1.9~2.1	0.35~0.39
46	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12Ar+5Low-E	1.8~2.0	0.35~0.39
47	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12A+5+12A+5Low-E	1.5~1.7	0.30~0.37
48	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12Ar+5+12Ar+5Low-E	1.4~1.6	0.30~0.37
49	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12A+5Low-E+ 12A+5Low-E	1.3~1.5	0.24~0.31
50	86 系列内平开 铝木复合窗	5+12Ar+5Low-E+ 12Ar+5Low-E	1.2~1.4	0.24~0.31
51	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
52	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
53	92 系列内平开 铝木复合窗	5+12A+5+V+5Low-E	0.8~1.0	0.30~0.37
54	92 系列内平开 铝木复合窗	5 超白+12Ar+5 超白+ V+5 超白 Low-E	0.8~1.0	0.43~0.50

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

2 塑料型材宽度≥82mm 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≥44mm，90 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度≥54mm，100 系列隔热铝合金型材隔热条截面高度≥64mm，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/T 29734.1 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 检测方法

E.1.1 建筑气密性检测宜采用压差法。

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

E.1.3 采用压差法进行建筑气密性检测时, 应符合下列规定:

1 测试前应关闭被测空间内所有与外界连通的门窗, 封堵地漏、风口等非围护结构渗漏源, 同时关闭换气扇、空调等通风设备;

2 宜同时采用红外热成像仪或烟雾发生器确定建筑的渗漏源;

3 检测装置与建筑相连部位应做密封处理;

4 测量建筑内外压差时, 应同时记录室内外空气温度和室外大气压, 并对检测结果进行修正。

E.1.4 建筑气密性检测结果的计算应符合下列规定:

1 50Pa 和 -50Pa 压差下的换气次数应按下列公式计算:

$$N_{50}^{+} = L_{50}^{+} / V \quad (\text{E. 1. 4-1})$$

$$N_{50}^{-} = L_{50}^{-} / V \quad (\text{E. 1. 4-2})$$

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

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

V ——被测房间或建筑换气体积, m^3 。

2 建筑或被测空间的换气次数应按式计算:

$$N_{50} = (N_{50}^{+} + N_{50}^{-}) / 2 \quad (\text{E. 1. 4-3})$$

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

E. 1.5 居住建筑应以栋或典型户为对象进行气密性能检测，取测试结果的体积加权平均值作为整栋建筑的换气次数。公共建筑应对整栋建筑进行测试，并将测试结果作为整栋建筑的换气次数。

E. 2 合格指标与判定方法

E. 2.1 建筑气密性指标应符合本标准第 5 章中气密性指标的规定。

E. 2.2 当检测结果符合本标准第 E. 2.1 条的规定时，应判为合格。

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/T 177 的有关规定进行；

3 检测应在系统稳定运行后进行，检测时间不宜少于 2h。

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。新风热回收装置的温度交换效率、湿度交换效率及焓交换效率应分别按下式计算：

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

式中： η ——交换效率[温度(℃)、湿度(%)、焓(H)]；

X_{sj} ——新风进风参数；

X_{xc} ——新风出风参数；

X_{pj} ——排风进风参数。

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，应符合本标准第 6.2.7 条的规定。

F.2.2 当检测结果符合本标准第 F.2.1 条的规定时，应判为合格。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

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

引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118
- 3 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 4 《屋面工程技术规范》GB 50345
- 5 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
- 6 《民用建筑节水设计标准》GB 50555
- 7 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 8 《建筑门窗洞口尺寸系列》GB/T 5824
- 9 《空气-空气能量回收装置》GB/T 21087
- 10 《建筑用节能门窗第1部分：铝木复合门窗》GB/T 29734.1
- 11 《建筑门窗洞口尺寸协调要求》GB/T 30591
- 12 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 - 2010
- 13 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 - 2012
- 14 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 - 2016
- 15 《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177
- 16 《建筑外墙外保温防火隔离带技术规程》JGJ 289
- 17 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346

中华人民共和国国家标准

近零能耗建筑技术标准

GB/T 51350 - 2019

条文说明

编制说明

《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350-2019 经住房和城乡建设部 2019 年 1 月 24 日以第 22 号公告批准、发布。

本标准在编制过程中，编制组进行了深入、广泛的调查研究，总结了我国超低能耗、近零能耗、零能耗建筑相关科研和示范成果，同时借鉴了国外先进技术和标准，提出了我国近零能耗建筑的室内环境参数、能效指标，以及设计、施工、运行和评价全过程技术要求及措施。

本标准与我国 1986 年～2016 年的建筑节能 30%、50%、65%“三步走”的战略进行了合理衔接，明确了“超低能耗建筑”、“近零能耗建筑”和“零能耗建筑”的定义和能效指标，既有逻辑层次又便于理解，且与主要国际组织、发达国家提出的名词和控制指标保持基本一致，将对我国 2025、2035、2050 中长期建筑节能标准提升提供积极引导，起到“承上引下”的关键作用。为今后我国建筑节能国际合作从并跑走向领跑奠定基础，也为形成我国自有近零能耗建筑技术体系，指导行业发展提供了有力支撑。

为了便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，标准编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总则	62
2 术语	65
3 基本规定	70
4 室内环境参数	74
5 能效指标	78
6 技术参数	83
6.1 围护结构	83
6.2 能源设备和系统	85
7 技术措施	88
7.1 设计	88
7.2 施工质量控制	109
7.3 运行与管理	119
8 评价	124
8.1 一般规定	124
8.2 评价方法与判定	124
附录 A 能效指标计算方法	128
附录 B 近零能耗公共建筑能耗值	132
附录 C 围护结构保温及构造做法	133
附录 D 外门窗设计选型及热工性能	134
附录 E 建筑气密性检测方法	135

1 总 则

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

自1980年以来,我国建筑节能工作以建筑节能标准为先导取得了举世瞩目的成果,尤其在降低严寒和寒冷地区居住建筑供暖能耗、公共建筑能耗和提高可再生能源建筑应用比例等领域取得了显著的成效。我国的建筑节能工作经历了30年的发展,现阶段建筑节能65%的设计标准已经基本普及,建筑节能工作减缓了我国建筑能耗随城镇建设发展而持续高速增长的趋势,并提高了人们居住、工作和生活环境的质量。从世界范围看,美国、日本、韩国等发达国家和欧盟盟国为应对气候变化和极端天气、实现可持续发展战略,都积极制定建筑迈向更低能耗的中长期(2020、2030、2050)政策和发展目标,并建立适合本国特点的技术标准及技术体系,推动建筑迈向更低能耗正在成为全球建筑节能的发展趋势。

在全球齐力推动建筑节能工作迈向下一阶段中,很多国家提出了相似但不同的定义,主要有超低能耗建筑、近零能耗建筑、(净)零能耗建筑,也相应出现了一些具有专属技术品牌的技术体系,如德国“被动房”(Passive House)技术体系等。

2002年开始的中瑞超低能耗建筑合作,2010年上海世博会的英国零碳馆和德国汉堡之家是我国建筑迈向更低能耗的初步探索。2011年起,在中国住房和城乡建设部和德国联邦交通、建设及城市发展部的支持下,住房和城乡建设部科技发展促进中心与德

国能源署共同推广德国建筑节能技术，建设了河北秦皇岛在水一方、黑龙江哈尔滨溪树庭院、河北省建筑科技研发中心科研办公楼等建筑节能示范工程。2013 年起，中美清洁能源联合研究中心建筑节能工作组开展了近零能耗建筑、零能耗建筑节能技术领域的研究与合作，建造完成中国建筑科学研究院近零能耗建筑、珠海兴业近零能耗示范建筑等示范工程，取得了非常好的节能效果和广泛的社会影响。2015 年 11 月，住房和城乡建设部颁布《被动式超低能耗绿色建筑技术导则(居住建筑)》，极大地推动了我国超低能耗、近零能耗建筑的发展。

2015 年 12 月，第 21 次联合国气候变化大会(COP21)在巴黎召开，大会首次将建筑节能单独列为会议议题，来自相关机构的 200 位代表参加会议“建筑日”研讨会。会议主办方联合国环境署表示，建筑全寿命期产生的碳排放占全球碳排放总量的 30%，如按现有速度继续增长，到 2050 年，建筑相关碳排放将翻倍，因此，通过建筑节能标准不断提升，引导新建建筑和既有建筑逐步提高节能减排性能，使其在规划设计阶段较原有水平大幅降低能源需求，再通过可再生能源满足剩余能源供给，最终使建筑达到零能耗和碳中和是建筑节能工作发展方向。

2017 年 2 月，住房和城乡建设部发布《建筑节能与绿色建筑发展“十三五”规划》提出：积极开展超低能耗建筑、近零能耗建筑建设示范，提炼规划、设计、施工、运行维护等环节共性关键技术，引领节能标准提升进程，在具备条件的园区、街区推动超低能耗建筑集中连片建设。鼓励开展零能耗建筑建设试点。到 2020 年，建设超低能耗、近零能耗建筑示范项目 1000 万 m^2 以上。

我国近零能耗建筑标准体系的建立，既要和我国 1986 年～2016 年的建筑节能 30%、50%、65% 的三步走进行合理衔接，又要和我国 2025、2035、2050 中长期建筑能效提升目标有效关联；既要和主要国际组织和发达国家的名词保持基本一致，为今后从并跑走向领跑奠定基础，也要形成我国自有技术体系，指导

建筑节能相关行业发展。

1.0.2 迈向零能耗建筑的过程中，根据能耗目标实现的难易程度表现为三种形式，即超低能耗建筑、近零能耗建筑及零能耗建筑，属于同一技术体系。其中，超低能耗建筑节能水平略低于近零能耗建筑，是近零能耗建筑的初级表现形式；零能耗建筑能够达到能源产需平衡，是近零能耗建筑的高级表现形式。超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑三者之间在控制指标上相互关联，在技术路径上具有共性要求，因此，本标准除控制指标及特殊说明外，近零能耗建筑设计、施工质量控制与验收及运行管理的技术措施和评价相关条文均适用于超低能耗建筑和零能耗建筑。同时，本标准还给出了“超低能耗建筑”和“零能耗建筑”的定义和能效指标。

本标准是民用建筑的统一要求，适用于新建居住建筑和公共建筑，也适用于改造的居住建筑和公共建筑。新建建筑包括扩建和改建。扩建是指保留原有建筑，在其基础上增加另外的功能、形式、规模，使得新建部分成为与原有建筑相关的新建建筑；改建是指对原有建筑的功能或者形式进行改变，而建筑的规模和建筑的占地面积均不改变的新建建筑。

我国地域广阔，各地区气候差异大，室内环境标准偏低，建筑特点以及人们生活习惯，都与发达国家相比存在差异。本标准通过借鉴国外经验，结合我国已有工程实践，提炼示范建筑在设计、施工、运行等环节的共性关键技术要点，指导我国超低、近零和零能耗建筑推广，为我国中长期建筑节能工作提供支撑和引导。

1.0.3 本标准对近零能耗建筑的技术指标和应采取的节能措施作出了规定，但建筑节能涉及的专业较多，相关专业均制定了相应的标准，并作出了节能规定，因此，在进行建筑节能设计时，除应符合本标准外，尚应符合国家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)一词源于欧盟。欧盟于2010年7月9日发布了《建筑能效指令》(修订版)(Energy Performance of Building Directive recast),要求各成员国确保在2018年12月31日起,所有政府持有或使用的新建建筑达到“近零能耗建筑”要求;在2020年12月31日起,所有新建建筑达到“近零能耗建筑”要求。由于欧盟成员国经济不平衡、气候区跨度大、成员国可以以本国实际情况为基础、以充分考虑节能技术成本效益比为前提,提出其“近零能耗建筑”量化目标,并没有统一明确的量化节能目标。对于“近零能耗建筑”,欧盟各国也存在不同的具体定义,如瑞士的“近零能耗房”(Minergie,也称迷你能耗房或迷你能耗标准),要求按此标准建造的建筑其总体能耗不高于常规建筑的75%(即节能25%),化石燃料消耗低于常规建筑的50%(可理解为节省一次能源50%);如意大利的“气候房”(climate house, Casaclima),指建筑全年供暖通风空调系统的能耗在 $30\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 以下;再如德国被动房研究所(Passive House Institute)提出的“被动房”(也称被动式房屋、被动式住宅, passive house),指通过大幅度提升围护结构热工性能和气密性,利用高效新风热回收技术,将建筑供暖需求降低到 $15\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 以下,从而可以使建筑摆脱传统的集中供热系统的建筑,其技术路线为通过被动式手段达到近零能耗,也属于“近零能耗建筑”的一种类型。

总之,近零能耗建筑是以能耗为控制目标,首先通过被动式设计降低建筑冷热需求,提高建筑用能系统效率降低能耗,在此基础上再通过利用可再生能源,实现超低能耗、近零能耗和零能耗。近零能耗建筑是以超低能耗建筑为基础,是达到零能耗

建筑的准备阶段。近零能耗建筑在满足能耗控制目标的同时，其室内环境参数应满足较高的热舒适水平，健康、舒适的室内环境是近零能耗建筑的基本前提。

为在定义中定量表征其能耗水平，同时考虑与现行国家建筑节能设计标准的衔接，以 2016 年国家建筑节能设计标准为基准，给出相对节能水平。2016 年执行的国家建筑节能设计标准包括《公共建筑节能设计标准》GB 50189 - 2015、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 - 2010、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 - 2016、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75 - 2012。能耗计算范围包括建筑全年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯能耗及可再生能源的利用量。对建筑节能设计标准中未规定的参数，按本标准附录 A 能效指标计算方法确定。考虑我国不同气候区特点，使用同一个百分比约束不同气候区不同类型建筑难度较大，因此，对不同气候区近零能耗建筑提出不同能耗控制指标。以 2016 年国家建筑节能设计标准为基准，严寒和寒冷地区，近零能耗居住建筑能耗降低 70%~75% 以上，不再需要传统的供热方式；夏热冬暖和夏热冬冷地区近零能耗居住建筑能耗降低 60% 以上；不同气候区近零能耗公共建筑能耗平均降低 60% 以上。

2.0.2 超低能耗建筑是实现近零能耗建筑的预备阶段，除节能水平外，均满足近零能耗建筑要求。以 2016 年为基准，在此基础上，建筑能耗降低 25%~30% 的建筑可称为“低能耗建筑”，正在修订的《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26，其修订目标为 75% 节能率，相对于 2016 年国家建筑节能设计标准，此标准即属于“低能耗建筑”标准。超低能耗建筑是较“低能耗建筑”更高节能标准的建筑，是现阶段不借助可再生能源，依靠建筑技术的优化利用可以实现的目标，其建筑能效在 2016 年国家建筑节能标准水平上有较大水平的提升，建筑室内环境也更加舒适，其供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯能耗应较 2016 年国家建筑节能设计标准降低 50% 以上。

2.0.3 零能耗建筑是近零能耗建筑发展的更高层次。“零能耗建筑”(zero energy building)一词源于美国。美国能源部建筑技术项目在《建筑技术项目 2008—2012 规划》中提出,建筑节能发展的战略目标是使“零能耗住宅”(zero energy home)在 2020 年达到市场可行,使“零能耗建筑”在 2025 年可商业化。“零能耗住宅”指通过利用可再生能源发电,建筑每年产生的能量与消耗的能量达到平衡的 3 层及以下的低层居住建筑。“零能耗建筑”包括 4 层及以上的中高层居住建筑和公共建筑,其技术路线为使用更加高效的建筑围护结构、建筑能源系统和家用电器,使建筑的全年能耗降低为目前的 25%~30%,由可再生能源发电对其供电,达到全年用能平衡。美国对“零能耗建筑”这一名词的使用,也经过多次变更,先后使用过“zero net energy building”、“net zero energy building”等词语,最终,2015 年 9 月,美国能源部发布零能耗建筑官方定义:以一次能源为衡量单位,其输入建筑场地内的能源量小于或等于建筑本体和附近的可再生能源产能量的建筑。

与此同时,欧盟、日本、韩国等也已经对零能耗建筑进行了定义。欧盟对零能耗建筑的定义为“由场地内或周边可再生能源满足极低或近似零的能量需求的建筑”。日本经济产业省(METI)对零能耗建筑的定义:“采用被动式设计方法,引入高性能设备系统,最大程度降低建筑能耗的同时保证良好的建筑室内环境,充分利用可再生能源,实现建筑能源需求自给自足,年一次能源消费量为零的建筑”。国际能源组织建议在零能耗定义中,应考虑平衡周期、能量边界、衡量指标等因素。

本标准在借鉴国际成熟经验的基础上,考虑我国建筑和管理法规和管理制度,因地制宜,确定了我国零能耗建筑的定义。零能耗建筑并不是指建筑能耗为零,而是在近零能耗建筑基础上,通过充分利用可再生能源,实现建筑用能与可再生能源产能的平衡。可再生能源产能包括建筑本体及周边的可再生能源的产能量,建筑周边的可再生能源通常指区域内同一业主或物业公

司所拥有或管理的区域，可将可再生能源发电通过专用输电线路输送至建筑使用。

2.0.6 建筑能耗综合值为换算到标准煤当量的建筑能源消耗量，体现了建筑对化石能源的消耗和对环境的影响程度，能耗范围为供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的终端能耗。其中通风系统的能耗为新风处理的能耗，考虑到其他机械通风的不确定性，准确计算难度大，且能效提升潜力有限，因此本标准中建筑能耗综合值不考虑这部分能耗。为方便比对，计算中需将供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯等建筑终端能耗通过平均低位发热量和能源换算系数统一换算到标准煤当量，相应计算方法见本标准附录 A 能效指标计算方法。

2.0.7、2.0.8 这两项指标反映了建筑自身的热冷需求水平，包括处理新风所需的热冷需求。针对住宅类建筑，标准中该指标是约束性指标，其单位面积为单位套内使用面积，相应计算方法见本标准附录 A 能效指标计算方法。

2.0.9 建筑的气密性关系到室内热湿环境质量、空气品质、隔声性能，对建筑能耗的影响也至关重要，是近零能耗建筑重要技术指标。我国现行相关标准主要对建筑门窗幕墙的气密性作了规定，但并未对建筑整体气密性能提出要求。建筑整体气密性能与所采用外窗自身的气密性、施工安装质量以及建筑的结构形式有着密切的关系，其中，精细化施工与保证良好气密性有直接关系。

气密性需要在建筑建成后利用压差法或示踪气体法等方法进行实际检测，但良好的设计是实现建筑气密性的基础。设计阶段，设计师应该整体考虑建筑的气密性，尤其对关键节点的气密性的保证进行专项设计，以保证建筑整体气密性的实现，相应的测试方法见本标准附录 E 建筑气密性检测方法。

2.0.10 可再生能源利用率表征建筑用能中可再生能源利用量的比例，是评估近零能耗建筑中可再生能源利用程度的指标。充分利用可再生能源是实现近零能耗的重要手段之一，考虑到建筑自

身特性和所在地场地资源的差别，可再生能源利用的形式多种多样，强调因地制宜。本标准中的可再生能源利用率包含的能源类型范围有所扩大，包括可再生能源发电、地源热泵、空气源热泵、太阳能热利用和生物质能，相应计算方法见本标准附录 A 能效指标计算方法。

2.0.11 建筑综合节能率表征建筑的整体节能水平，是公共建筑核心能效指标之一，相应计算方法见本标准附录 A 能效指标计算方法。

2.0.12 通过被动式建筑设计，提高围护结构性能和建筑用能系统的能效，降低建筑用能需求，实现近零能耗建筑的基础，建筑本体节能率表征了建筑除利用可再生能源发电外，建筑本体能效提升的水平，是公共建筑能效指标的重要组成部分，相应计算方法见本标准附录 A 能效指标计算方法。

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

2.0.17 为保证建筑气密性要求，进行气密性处理所需使用的气密材料已经大量应用于近零能耗建筑中，气密性材料的形式也多种多样。但国内还没有相关的国家或行业标准对其性能进行要求。

2.0.18 基准建筑是以设计建筑为基础的假想建筑，本标准中的基准建筑是一个满足 2016 年国家建筑节能设计标准要求的节能建筑，以其全年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯能耗作为比对基准来判断设计建筑的节能率是否满足本标准的要求。

本标准附录 A 中对基准建筑的设定进行了详细的规定，基准建筑的形状、大小以及内部的空间划分和使用功能与设计建筑完全一致，但其围护结构热工性能、用能设备能效等主要参数应符合 2016 年执行的建筑节能设计标准的规定性指标，标准中未规定的其他参数，按本标准附录 A 能效指标计算方法确定。

3 基本规定

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

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

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

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

3.0.2 健康、舒适的室内环境是提升建筑能效的基本前提，超低、近零、零能耗建筑虽能效指标不同，但室内环境参数均应满足较高的热舒适水平，因此，本标准第4、5章规定的室内环境参数和能效指标为最根本的约束性技术指标。

本标准要求采用性能化设计方法，即以建筑室内环境参数和

能效指标为性能目标，利用模拟计算软件，对设计方案进行逐步优化，最终达到预定性能目标要求，因此，第 6 章规定的围护结构、能源设备和系统等参数以及第 7 章规定的技术措施均为推荐性指标和方法，可以通过性能化设计进行优化和突破。

本标准规定的原则和方法均统一适用于超高超大的、功能复杂、类型特殊的建筑。一栋有示范意义的超高超大、功能复杂、类型特殊的近零能耗建筑会产生积极广泛的社会影响，提升公众认知，对同类型建筑起到榜样作用，对建筑政策产生积极推动，具有较强的示范意义和社会影响力。但这类建筑其功能复杂、室内环境要求高、能源系统复杂，在体形、功能等方面存在一定的特殊性，实现近零能耗建筑有一定难度，同时，现有国际和国内近零能耗公共建筑的工程经验主要集中在建筑面积 20000m² 以下，目前对超高超大建筑的近零能耗设计经验尚不充分。因此，超高超大、功能复杂、类型特殊的近零能耗建筑，应组织专家和建设方、设计方、施工方、运行方共同参与专项论证，应通过详细的技术经济分析，重点对建筑设计、室内环境参数、能效指标、能源系统、施工方案、运行策略等内容进行论证，确保其科学合理地实现近零能耗建筑目标。

3.0.3 不同于传统建筑节能的规定性指标，近零能耗建筑以室内环境参数和能效指标作为评价的指标，为建筑设计方案的多样性和创新提供创作空间，这是一种性能化设计方法。能效指标计算依赖能耗模拟计算软件，建筑能耗的计算结果受软件和技术人员的影响较大。相同人员采用不同软件或不同人员采用相同软件的计算结果的一致性不高，这是性能化判断方法应用的主要障碍。国际上普遍采用提供工具并配合详细的计算方法的方式提高性能化设计和评价结果的有效性和一致性。如英国的 SBEM、美国的 ASHARE90.1 标准、日本的 LCEM 等，编制组根据我国的情况在附录 A 能效指标计算方法中对计算软件提出了要求，并对计算参数进行了规范，保证计算结果的一致性和权威性。尽管如此，由于建筑能耗模拟计算过程较为复杂，涉及的计算因素

也很多,软件对计算工程师的专业素质要求高,同时计算工作量偏大。因此,应采用按本标准要求的专用近零能耗建筑能耗计算及评价工具,并应具有以下特点:

1 一致化原则。建筑能耗计算中涉及大量参数,设计师通常难以获得完整准确的信息,导致计算结果一致性差。软件应通过标准化算法,并提供包含主要计算信息的完整数据库,解决建筑能耗计算中实际数据无法直接获得的问题,因此在系统性能参数设置上,尽量遵循准确统一的原则,尽力实现不同工程师计算结果的一致性。

2 推荐采用《Energy performance of buildings-Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads》ISO 52016 1: 2017 的建筑能耗计算方法,并与 ISO 标准体系和我国建筑标准体系相结合。软件界面应友好,参数设置尽量减少复杂难以获得的数据的输入,不应涉及过于复杂的专业术语,方便业内人士使用。例如我国的爱必宜(IBE)、德国的 PHPP、英国的 SBEM、WUFI 都采用该方法并与本国的评价体系深度结合,用于建筑的性能化评价,并取得较好的效果。

3 涵盖建筑所有用能产能系统。软件内设能源系统应能够基本涵盖目前建筑常用用能产能系统,包括暖通空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源系统的产能量,同时提供默认参数和用户自定义参数两种设定模式,以增强评估工具的灵活性和适应能力。

4 计算便捷快速并直接输出计算报告。软件在完成计算周期后,应以 PDF 文档的形式直接输出包括建筑主要信息和计算结果,并满足评价要求的计算报告,方便用户查看整体计算情况,并保证计算报告的不可修改性,同时减少整理计算结果的烦冗工作量。

3.0.4 不同于现行节能建筑设计标准,近零能耗建筑是以能耗为控制目标,设计达标判定不以具体建筑体形系数、窗墙比、围

护结构性能指标、冷热源设备系统性能系数、新风系统热回收效率值等性能指标的取值为依据。

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

近零能耗建筑应针对具体特点，实施智能化运行，强调人的行为作用对节能运行的影响，编制运行管理手册和用户使用手册，培养用户节能意识并指导其正确操作，实现节能目标。

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

近零能耗建筑的围护结构构造复杂，如在室内装修过程中对其进行破坏，将导致气密性损坏，进而影响室内环境并导致建筑能效下降，因此，近零能耗建筑应进行全装修。

绿色建材评价标识是指依据绿色建材评价技术要求，对建材产品进行评价，确认其等级并进行信息性标识的活动，建筑材料的污染物散发长期影响室内环境，考虑到近零能耗建筑高气密性特点，其室内装修宜采用获得绿色建材标识（认证）的材料与部品。

4 室内环境参数

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

健康、舒适的室内环境是近零能耗建筑的基本前提。近零能耗建筑室内环境参数应满足较高的热舒适水平。室内热湿环境参数主要是指建筑室内的温度、相对湿度，这些参数直接影响室内的热舒适水平和建筑能耗。本条规定的空间环境参数以满足人体热舒适为目的，其他工艺性建筑空间的室内环境参数按具体工艺要求确定。

根据国内外有关标准和文献的研究成果，当人体衣着适宜且处于安静状态时，室内温度 20℃ 比较舒适，18℃ 无冷感，15℃ 是产生明显冷感的温度界限。冬季热舒适 ($-1 \leq PMV \leq 1$) 对应的温度范围为：18℃~24℃。基于节能和舒适的原则，本着提高生活质量、满足室内舒适度的条件下尽量节能，将冬季室内供暖温度设定为 20℃，在北方集中供暖室内温度 18℃ 的基础上调高 2℃。

近零能耗建筑具有很好的气密性并利用新风热回收系统实现热交换，在冬季室内外温差较大的地区比普通建筑在保持室内相对湿度方面具有明显优势，可以有效避免冬季由于冷风渗透造成的室内空气相对湿度的降低。实际调查结果表明，北方冬季近零能耗建筑的室内湿度一般都在 30% 以上。表 4.0.1 中所列冬季室内湿度为舒适度要求，不参与设备选型和能效指标的计算。

近零能耗建筑优先使用被动式技术营造健康和舒适的建筑室内环境。在过渡季，通过自然通风及高性能的外墙和外窗遮阳系统保证室内环境；冬季通过供暖系统保证冬季室内温度不低于

20℃，相对湿度不低于 30%；夏季，当室外温度高于 28℃或相对湿度高于 70%时以及其他室外环境不适宜自然通风的情况下，主动供冷系统将会启动，使室内温度不高于 26℃，相对湿度不高于 60%。全年处于动态热舒适水平，大部分时间处于国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 - 2016 规定的热舒适 I 级。突出以人为本，且不盲目追求过高的舒适度和温湿度保证率。

当然，在一些气候区，近零能耗建筑可以不使用主动供暖或供冷系统也可以保证室内有很好的舒适度。计算表明，在夏热冬暖和部分温和地区，不设供暖设施时，全年温度低于 20℃的小时数占全年时刻的比例 $\leq 10\%$ （即过冷小时数 $\leq 10\%$ ），在部分严寒地区不设空调设施时，全年温度高于 28℃的小时数占全年时刻的比例 $\leq 10\%$ （即过热小时数 $\leq 10\%$ ），保证室内环境处于较好的热舒适区内。即在严寒地区，一些近零能耗建筑可以仅通过被动式技术就可以保证夏季室内拥有良好的室内环境，或是在夏热冬暖和部分温和气候区，良好的围护结构使得冬季不采用主动供暖系统，改善冬季室内温度偏低的情况。使得部分气候区在不增设供暖和空调设施的条件下，室内环境的热舒适度较常规建筑大幅度改善。

本条中的“主要房间”是指建筑中人员长期停留的房间，包括卧室、起居室、办公室等，其他人员短期停留的空间如走廊、电梯厅、地下车库等公共区域的热湿参数应按实际需求设定，并应满足现行相关标准的规定。

4.0.2 室内空气质量是室内主要环境影响因素。病态建筑综合征（Sick Building Syndrome, SBS）和建筑相关疾病（Building-related Illness, BRI）以及化学物质过敏症（Multiple Chemical Sensitivity, MCS）的出现使人们认识到提高建筑新风量是构建健康建筑的必然选择，特别是 SARS 危机之后，增加新风量更成为应对 SARS 的主要技术措施。国内外相关研究表明，空气净化器无法完全替代室外新鲜空气，新风对于改善室内空气品

质，减少病态建筑综合征具有不可替代的重要作用。因此，合理确定近零能耗建筑新风量对改善室内空气环境和保证室内人员的健康舒适具有重要的现实意义。

本条中的最小新风量指标综合考虑了人员污染和建筑污染对人体健康的影响。居住建筑的人均居住面积按 $32\text{m}^2/\text{人}$ 核算，约相当于新风 0.5 次换气。

对公共建筑，现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中已对新风量进行了明确要求，其标准可以满足近零能耗建筑的要求。

目前建筑室内空气污染物的种类增多和强度多变，包括人员污染物和建筑污染物（建材和设备）；室外空气污染的加剧造成新风品质下降，导致室内空气品质很难提高。常规的居住建筑不设置机械新风系统，主要通过开窗进行自然通风。开窗通风是简便易行的获取新风的方式，也是近零能耗建筑在室外环境参数适宜的条件下推荐使用的被动式消除室内余热余湿、提升室内空气品质的手段。但在供冷供热季节，通过开窗通风获得新风的方式其效果无法保证，一方面由于需要维持室内热环境要求，开窗时间不能过长，因而新风量通常难以达到要求；另一方面在我国空气污染较为严重的地区，当室外重度雾霾发生时，通过直接开窗获得新风反而引起室内环境的恶化。

近零能耗建筑应具备良好的自然通风能力，宜通过自然通风和机械通风相结合的方式，向室内提供充足健康的新鲜空气。当室外空气参数适宜通风时，自然通风可向室内提供充足的空气，保证室内良好的空气品质。当室外空气不适宜通风时，如室外温度过高或过低、雾霾严重，近零能耗建筑的机械通风系统可向室内提供充足健康的新鲜空气，保证全年室内良好的空气品质。

4.0.3 世界卫生组织（WHO）通过对噪声与烦恼程度、语言交流、信息提取、睡眠干扰等关系的调研以及对噪声传递的研究，发表了噪声限值指南，见表 1。

表 1 世界卫生组织 (WHO) 对住宅室内噪声的推荐值

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

我国国家标准《声环境质量标准》GB 3096 - 2008 按区域的使用功能特点和环境质量要求, 将声环境功能区分为五种类型, 其中要求最高的为康复疗养区等特别需要安静的区域昼间等效声级限值为 50dB (A), 夜间等效声级限值为 40dB (A)。国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 - 2010 中对高要求住宅的卧室、起居室 (厅) 内允许的噪声级为卧室昼间允许噪声级为 40 dB (A), 夜间允许噪声级为 30dB (A)。室内噪声不仅和建筑所处的声功能区、周边噪声源的情况有关, 而且和建筑本身的隔声设计密切相关。近零能耗建筑采用高性能的建筑部品, 应具有较好的隔声能力。根据国内外的标准和现有隔声技术情况, 确定了近零能耗建筑应具备较高水平的室内声环境。

近零能耗建筑通过技术手段控制室内自身的噪声源和来自室外的噪声。室内噪声源一般为通风空调设备、电器设备等; 室外噪声源则包括来自建筑外部的噪声 (如周边交通噪声、社会生活噪声、工业噪声等)。设计过程中应计算外墙、楼板、分户墙、门窗的隔声性能验证建筑室内的声环境是否满足要求。

5 能效指标

5.0.1~5.0.6 能效指标是判别建筑是否达到近零能耗建筑标准的约束性指标，其计算方法应符合本标准附录 A 能效指标计算方法的规定。能效指标中能耗的范围为供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯系统的能耗和可再生能源利用量。

能效指标包括建筑能耗综合值、可再生能源利用率和建筑本体性能指标三部分，三者需要同时满足要求。建筑能耗综合值是表征建筑总体能效的指标，其中包括了可再生能源的贡献；建筑本体性能指标是指除利用可再生能源发电外，建筑围护结构、能源系统等能效提升要求，其中公共建筑以建筑本体节能率作为约束指标，居住建筑以供暖年耗热量、供冷年耗冷量以及建筑气密性作为约束指标，照明、通风、生活热水和电梯的能耗在建筑能耗综合值中体现，不作分项能耗限值要求。

能效指标确定主要基于以下原则：第一在现有建筑节能水平上大幅度提高，尤其在严寒和寒冷地区，对于居住建筑可不采用传统供暖系统，夏热冬冷地区在不设置供暖设施的前提下，冬季室内环境大幅改善；第二，建筑实际能耗在现有基础上大幅度降低；第三，能耗水平基本与国际相近气候区持平。能效指标是在对典型建筑模型优化分析计算基础上，结合国内外工程实践，经综合比较确定。指标确定的控制逻辑为：通过充分利用自然资源、采用高性能的围护结构、自然通风等被动式技术降低建筑用能需求，在此基础上，利用高效的供暖、空调及照明技术降低建筑的供暖空调和照明系统的能源消耗，同时建筑内使用高效的用能设备和利用可再生能源，降低建筑总能源消耗。

近零能耗建筑是达到极高能效的建筑，建筑的负荷及能源消耗强度为现有技术集成后的最低值。由于我国不同地区气候特征

以及不同建筑类型用能强度差异显著，导致有可能存在部分地区部分类型建筑实现近零能耗建筑的技术难度较大的情况，且从沿海到内陆经济发展不均衡，考虑我国气候、建筑和经济特征，为了便于推广近零能耗建筑的理念，实现建筑能耗的降低，设立超低能耗建筑能效指标，其能效水平低于近零能耗建筑，同时不设定可再生能源利用率的要求。零能耗建筑是在近零能耗建筑基础上的进一步提升，现阶段部分地区部分类型建筑具有实现零能耗建筑的可行性，随着技术的不断发展，建筑实现零能耗乃至产能是建筑节能发展的最终目标。

民用建筑分为居住建筑和公共建筑。居住建筑中包含住宅、宿舍、公寓等，其中住宅类建筑是居住建筑中最主要的类型。随着时代的发展，居住建筑中非住宅类建筑的使用模式和建筑特点逐渐接近公共建筑，因此考虑到建筑的特征，本标准中居住建筑的能效指标适用于居住建筑中的住宅类建筑，居住建筑中的非住宅类建筑的能效指标参照公共建筑，这种划分方式也和国际上主流划分方法一致。

对居住建筑，最大限度利用被动式技术降低建筑能量需求，是实现近零能耗目标的最有效途径。高性能外墙、外窗等被动式技术在提高建筑能效的同时，还可以大幅度提高建筑质量和寿命，改善居住环境。为此，以供暖年耗热量、供冷年耗冷量以及建筑气密性指标为约束，保证围护结构的高性能。在此基础上，再通过提高能源系统效率和可再生能源的利用进一步降低能耗。建筑能耗综合值计算范围为建筑供暖、空调、通风、照明、生活热水和电梯的能耗，不包括炊事、家电和插座等受个体用户行为影响较大的能源系统消耗。其中供暖和空调能耗与围护结构和能源系统效率有关，照明系统的能耗与天然采光利用、照明系统效率和使用强度有关，通过优化设计可以降低供暖、空调、通风、照明、生活热水、电梯等系统能耗。炊事、家用电器等生活用能与建筑的实际使用方式、实际居住人数、家电设备的种类和能效等相关度较大，均为建筑设计不可控因素，在设计阶段对其准确

预测存在一定难度，因此在能效指标计算中不予考虑。

其中，供暖年耗热量在同一气候区的绝对数值差异不大，供冷年耗冷量从北到南变化较大，因此采用以影响冷负荷的主要因素作为变量的公式进行约束。由于全国范围内大部分城市近零能耗建筑的建筑能耗综合值基本相近，因此建筑能耗综合值采用统一数值约束。可再生能源利用率主要用于引导可再生能源系统在近零能耗建筑中的应用，随着近零能耗建筑能耗强度的降低和可再生能源技术的发展，多种可再生能源在近零能耗建筑中应用已经具有较好的经济性。建筑光伏系统是建筑可再生能源利用的重要方式之一，随着光伏系统组件价格的变化，在政策补贴的条件下，建筑光伏一体化系统的经济性正逐渐变化，但经济性受到居民用电需求、系统构建成本、贷款利率、贷款比例等因素的共同影响，推荐光伏系统以建筑自身消纳为主，并在运行过程中优先使用可再生能源。

建筑气密性影响建筑的保温、防潮、隔声和舒适性，是保证建筑品质的必要条件，另外从健康的角度，通过开启门窗的自然通风是非常有益的，但建筑气密性差导致的无组织通风并不能有效保证健康的环境，因此为了保证建筑在采用机械通风时具有良好的气密性，对建筑的气密性提出要求。对室内外温差小的南方地区降低了气密性的要求，但依然在现行节能标准的基础上有较大幅度的提升。

对公共建筑，由于建筑功能复杂、用能特征差异大，不同气候区不同类型建筑实现近零能耗的技术路线侧重点也不同。设计过程中，应充分利用建筑方案和设计中的被动式措施降低建筑的负荷，例如在以空调为主的气候区采用利于通风的建筑形式，在以供暖为主的气候区采用紧凑的建筑形式；因地制宜利用遮阳装置和采光性能优异的遮阳型玻璃，在不影响使用和舒适度的前提下，适度增加不需要供暖和空调室内室外过渡区域和公共区域的面积等。

由于不同气候区不同类型的公共建筑能耗强度差别很大，分

气候区和建筑类型约束绝对能耗强度，在实际执行过程中缺乏可操作性，也不便于近零能耗建筑的推广，经研究，吸收借鉴了美国、日本、欧盟等国家地区的成功经验，并沿用我国公共建筑节能设计标准中相对节能率计算方法，通过设定基准建筑，以建筑综合节能率作为近零能耗建筑的约束性指标，避免了能效指标过于复杂的问题，并提高了能效指标的适用性和有效性。同时在本标准附录 B 中提供部分近零能耗建筑的建筑能耗综合值作为工程实践的参考。

其中，建筑本体节能率是用来约束建筑本体应达到的性能要求，避免过度利用可再生能源补偿低能效建筑以达到近零能耗建筑的可能性。

附录 B 中参考指标是依据典型城市中建筑面积大于 20000m² 和小于 20000m² 的典型办公建筑和典型酒店建筑、典型商场建筑、典型学校建筑（教学楼和图书馆）、典型医院建筑，采用爱必宜（IBE）近零能耗建筑设计及评价工具（www.ibetool.com）计算确定，基本覆盖了 90% 以上的公共建筑类型。为工程设计的能耗目标提供参考。

已有工程实践表明，小型非住宅类建筑的超低能耗和近零能耗目标比较易于达成。随着建筑体量的增加和功能的多样化，建筑冷负荷强度变大，单位建筑面积可利用场地内的可再生能源资源变小，实现超低能耗建筑和近零能耗建筑的难度加大。此时在充分降低建筑自身能量需求的前提下，建筑需利用更多的可再生能源以达到近零能耗的目标，在建筑设计时，应充分考虑多种技术方案，通过综合比较确定最优的技术路线。现阶段，例如航站楼、候车楼、短时间使用的体育场馆等类型的建筑实现近零能耗建筑的难度很大，应通过详细的技术经济分析，确保其实现近零能耗的可行性和合理性。

零能耗建筑的本质是以年为平衡周期，极低的建筑终端能源消耗全部由本体和周边可再生能源产能补偿。不同类型的能源应折算到标准煤当量。建筑本体和周边未被建筑消耗的可再生能源

可以输出到电网或提供给其他建筑使用，用来平衡建筑终端能耗中由外界提供的能耗。建筑终端能源消耗是指建筑的全部能源消耗，包括供暖、通风、供冷、照明、生活热水、电梯、插座、炊事等。

实现零能耗，极低的建筑终端能源消耗量是基础，建筑本体和周边充足的可再生能源产能则是必要条件。

6 技术参数

6.1 围护结构

6.1.1 近零能耗建筑节能设计以能效指标为能耗约束目标，因此根据不同地区和不同建筑的具体情况，非透光围护结构的传热系数限值不应该是唯一的，可以通过结合其他部位的节能设计要求进行调整。因此表 6.1.1 是在大量的相应典型居住建筑模拟和示范工程调研的情况下给出的推荐参考值范围，这些推荐值不等同于节能设计规定限值，对于不同的建筑节能设计条件，该推荐值范围是可以被突破选用的。

6.1.2 由于公共建筑的类型繁多，使用功能相对复杂，因此对于公共建筑来说，给出相对统一的非透光围护结构平均传热系数是比较困难的。因此表 6.1.2 是在大量的相应典型公共建筑模拟和示范工程应用调研的情况下给出来的推荐参考值范围。此推荐范围对于 20000m^2 以下的公共建筑的参考意义更大，而对于 20000m^2 以上公共建筑其参考意义相对变弱，应根据具体建筑以建筑能耗值为约束目标进行整体节能设计。相对居住建筑来说，公共建筑的非透光围护结构传热系数推荐值范围更宽，要求更低一些。

6.1.3 本条文所指的非供暖空间不含室外空间。在严寒和寒冷地区，楼板分隔的一般是非供暖地下车库等空间，隔墙分隔的一般是非供暖楼梯间等空间。地下车库温度较低且楼板面积相对较大，因此相对隔墙来说，楼板的节能要求更高。对于夏热冬冷地区、夏热冬暖地区和温和地区，由于其气温条件和供暖空间条件所限，本条未提出具体指标建议，使用者可根据具体项目情况单独进行节能设计。

6.1.4 近零能耗建筑对气密性有较高要求，综合考虑我国建筑

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

6.1.5 近零能耗建筑外窗（包括透光幕墙）热工性能要求应区分居住建筑和公共建筑，一般来说居住建筑采用透光幕墙的比例很低以外窗为主，窗墙面积比较小；而公共建筑中透光幕墙（主要是玻璃幕墙）的应用较多，窗墙面积比较大。外窗（包括透光幕墙）的传热系数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定，并综合考虑我国建筑外窗（包括透光幕墙）的技术水平确定，即在室内空气温湿度条件下外窗大部分区域（玻璃边缘除外）不结露，并适当提高内表面平均辐射温度以提高室内热舒适度。当采用遮阳（不包括内遮阳）时，太阳得热系数是指由遮阳和外窗（包括透光幕墙）组成的外窗系统的太阳得热系数，遮阳的太阳得热系数应根据现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 计算确定。冬季供暖地区应提高冬季建筑外窗（包括透光幕墙）的综合太阳得热系数以减少供暖能耗，夏季空调地区应降低夏季综合太阳得热系数以减少制冷能耗。夏热冬暖地区东西向不宜设置透光幕墙。

6.1.6 外门占围护结构比例较小，且承担着重要的安全防盗功能，达到与外窗同样的保温性能技术难度较高，因此仅对严寒和寒冷地区建筑外门的热工性能提出要求。外门透光部分多为玻璃窗，应符合外窗的相应要求；非透光部分多为金属框架填充保温隔热材料，由于金属框架的严重热桥和保温隔热材料厚度受到门体限制，故非透明部分 K 值不宜要求太严格。需要强调的是，透光部分除透光构件本身外，还包括安装该透光构件的边缘专用支撑构造。

6.1.7 分隔供暖与非供暖空间的户门多为室内空间与户外公共楼梯间的门，虽然严寒地区和寒冷地区户外公共楼梯间冬季空气

温度一般低于室内空间，但远高于室外空气温度。

6.1.8 门窗洞口尺寸的非标准化是阻碍我国建筑门窗工业化发展的重要瓶颈。近年来标准化窗已引起了行业的高度重视，也制定了相应的国家标准。近零能耗建筑作为我国建筑节能发展的重要方向，在建筑门窗标准化方面也应作出示范引导。

6.1.9 外窗和遮阳主要解决保温、隔热、采光等问题，由于我国地域广大，气候复杂，因此各地应综合考虑夏季遮阳、冬季得热和天然采光的需求选用。

6.2 能源设备和系统

6.2.1 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》GB 21455-2013 中能效等级的一级要求。

6.2.2 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；也可以产生热水，通过散热器、风机盘管进行供暖，或通过低温地板辐射供暖。所应用的户式燃气供暖热水炉的热效率参考《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》GB 20665-2015 中的第一级。

6.2.3 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, 热水型机组性能系数 COP 建议值为 2.30, 热风型机组性能系数 COP 建议值设为 2.00。对于冬季寒冷、潮湿的地区使用时必须考虑机组的经济性和可靠性。

6.2.4 多联式空调(热泵)机组的制冷综合性能系数 $IPLV(C)$ 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/T 18837-2015 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该标准, 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。

6.2.5 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。

6.2.6 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。

6.2.7 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。设计师可依据性能化设计原则和项目实际情况，选取新风热回收装置类型和性能参数。为保障有效新风量及热回收效果，新风热回收装置在压差 100Pa 时的内侧及外侧漏气率不大于 5%。

6.2.8 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 $0.45 \text{ W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ 。

6.2.9 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。

7 技术措施

7.1 设计

I 性能化设计方法

7.1.1 近零能耗建筑设计是以最大限度降低建筑能源消耗为目标，在建造成本、工期、技术可行性、持有成本、建筑耐久性、设计建造水平等约束下，进行优化决策的设计过程。

近零能耗建筑设计应以目标为导向，以“被动优先，主动优化”为原则，结合不同地区气候、环境、人文特征，根据具体建筑使用功能要求，采用性能化的设计方法，因地制宜地制订近零能耗建筑技术策略。

区别于传统建筑节能的指令性（规定性）设计方法，近零能耗建筑应采用性能化设计方法。面向建筑性能总体指标要求，综合比选不同的建筑方案和关键部品的性能参数，通过不同组合方案的优化比选，制订适合具体项目的针对性技术路线，实现全局最优。

性能化设计与指令式设计的差异见表 2。

表 2 性能化设计与指令式设计的差异

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

性能化设计强调协同设计的组织形式。传统设计组织默认以建筑师作为总协调人，作为与开发单位进行项目沟通的主要渠道，结构、暖通、给水排水、电气、景观等专业分工合作。与传统方式不同的是，协同设计明确设计协调人，对设计进程进行总体协调，建筑及各专业、成本管理、开发单位、建设单位等各方形成协同设计工作小组，对项目进行全面把控。工作小组成员由其代表的工作团队进行支持。在协同设计小组外，应由使用者代表、社区代表、政府代表、分系统分包商、物业运营人员代表、供应商、房地产经纪公司、绿色建筑专家、建筑模拟专家等相关方组成小组，共享项目设计进度信息，提供设计相关信息输入和反馈。

7.1.2 性能化设计方法应贯穿近零能耗建筑设计的全过程。性能化设计方法的核心是以性能目标为导向的定量化设计分析与优化。建筑的关键性能参数选取基于性能定量分析结果，而不是从规范中直接选取。

为实现近零能耗目标，建筑师应以气候特征为引导进行建筑方案设计。在设计前充分了解当地的气象条件、自然资源、生活居住习惯等，借鉴传统建筑的被动式措施，根据不同地区的特点进行建筑平面总体布局、朝向、体形系数、开窗形式、采光遮阳、室内空间布局等适应性设计；在此基础上，通过性能化设计方法优化围护结构保温、隔热、遮阳等关键性能参数，最大限度地降低建筑供暖供冷需求；结合不同的机电系统方案、可再生能源应用方案和设计运行与控制策略等，将设计方案和关键性能参数带入能耗模拟分析软件，定量分析是否满足预先设定的近零能耗目标以及其他技术经济目标，根据计算结果，不断修改、优化设计策略和设计参数等，循环迭代，最终确定满足性能目标的设计方案。能效指标计算方法应符合本标准附录 A 的规定。

性能化设计方法框图如图 1 所示。

7.1.3 近零能耗建筑的性能化设计是与建筑设计流程相协调的，本条重点明确了性能化设计的流程，其中定量化设计分析与优化

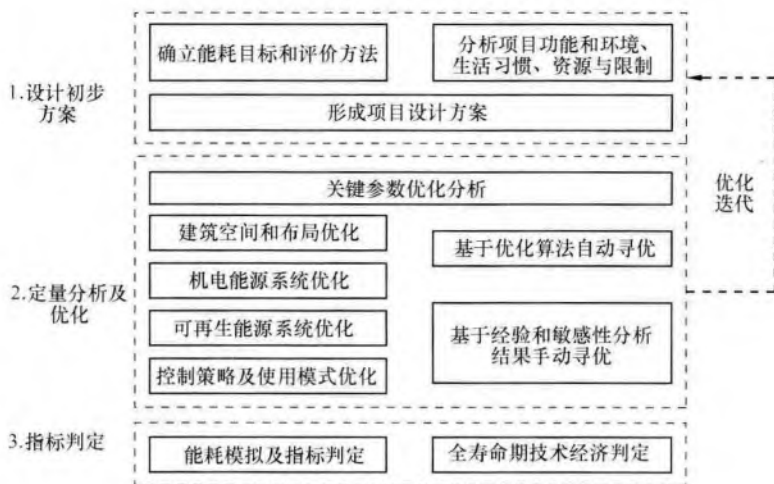


图1 性能化设计方法框架图

是其主要内容。

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

关键参数对建筑负荷和能耗的敏感性分析是指在某项参数指标取值变化时，分析其变化对建筑负荷和能耗的定量影响。被动式设计的建筑关键参数包括：窗墙比、保温性能与厚度参数、遮阳性能参数、外窗导热性能和透光性能参数等；主动式设计的设备关键参数包括：热回收装置效率、冷热源设备效率、可再生能源设备性能参数等。对于不同建筑形式和功能，不同参数对建筑负荷和能耗的影响大小也不同。通过对关键参数的定量敏感性分析，可以有效协助建筑设计关键参数的选取。敏感性分析也是进一步进行全寿命期技术经济定量分析的基础。

对于简单项目或常规项目，可基于设计师的经验、专家咨询等，选取满足目标要求、可能性较大的多个方案，通过进行技术

经济比选确定较优方案。对于复杂项目或非常规项目，当相关参数维度增加后，技术方案的组合方式也很多，通过设计师及专家经验很难获得所需要的最优方案。这时宜采用优化设计软件，使用多参数优化算法，自动寻优选取方案。建筑方案和技术策略评价时，要考虑建筑全寿命期成本，综合平衡初投资和运行费用及其他外部效益。

II 规划与建筑方案设计

7.1.5 城市及建筑群的规划设计与建筑节能关系密切。近零能耗建筑设计首先要从规划阶段开始，在城市规划时，通过控制建筑密度、区域微气候营造等角度创造近零能耗建筑发展的前提条件；在建筑群规划时，应考虑如何利用自然能源，冬季多获得热量和减少热损失，夏季少获得热量并加强通风。具体来说，要在冬季控制建筑遮挡以加强日照得热，并通过建筑群空间布局分析，营造适宜的风环境，降低冬季冷风渗透；夏季增强自然通风，通过景观设计，减少热岛效应，降低夏季新风负荷，提高空调设备效率。通常来说，建筑主朝向应为南北朝向，有利于冬季得热及夏季隔热，有利于自然通风。主入口避开冬季主导风向，可有效降低冷风对建筑的影响。

7.1.6 近零能耗建筑应遵循“被动优先”的设计原则，通过建筑设计手段降低建筑能耗，然后采用主动节能技术进行优化补充。在很多情况下，通过被动式建筑设计降低建筑能耗具有一次性的特点，与采用主动节能技术相比，不需要考虑设备效率下降、调试使用不当、设计工况与实际工况偏离等常见问题。

充分运用被动式建筑设计手段进行初步设计方案是定量分析的基础，只有在通过因地制宜地分析，以“被动优先，主动优化”为原则，结合不同地区气候、环境、人文特征，根据具体建筑使用功能要求，充分利用自然通风、天然采光、太阳得热，控制体形系数和窗墙比等，才能为后续定量分析优化打下坚实的基础，为最终获得最优设计策略提供依据。

7.1.7 建筑体形系数是指建筑的外表面积和外表面积所包围的体积之比。体形系数越小，单位建筑面积对应的外表面积越小，外围护结构的传热损失越少，从降低能耗角度出发，应根据建筑特点将体形系数控制在合适的水平上。

窗墙面积比既是影响建筑能耗的重要因素，也受到建筑日照、采光、自然通风等满足室内环境要求的制约。外窗和屋顶透光部分的传热系数远大于外墙，窗墙面积比越大，外窗在外墙面上的面积比例越高，越不利于建筑节能。不同朝向的开窗面积，对于不同因素的影响不同，因此在近零能耗建筑设计时，应考虑外窗朝向的不同对窗墙比的要求。一般来说，近零能耗建筑的各朝向窗墙面积比不宜超过节能设计标准规定的限值要求。

7.1.8 近零能耗建筑保温隔热要求远超过一般建筑的要求，以北方地区薄抹灰外保温系统为例，保温层厚度增加，会带来粘贴的可靠性及耐久性及外饰面选择受限等问题；同时会占据较多的有效室内使用面积。因此，应优先选用高性能保温隔热材料，并在同类产品中选用质量和性能指标优秀的产品，降低保温隔热层厚度。对屋面保温隔热材料，除满足更高性能外，保温材料应具有较低的吸水率和吸湿率，上人屋面应根据设计荷载选择满足抗压强度或压缩强度的保温材料。

近零能耗建筑应选择保温隔热性能较好的外窗系统。外窗是影响近零能耗建筑节能效果的关键部件，其影响能耗的性能参数主要包括传热系数（ K 值）、太阳得热系数（ $SHGC$ 值）以及气密性能。影响外窗节能性能的主要因素有玻璃层数、Low-E 膜层、填充气体、边部密封、型材材质、截面设计及开启方式等。应结合建筑功能和使用特点，通过性能化设计方法进行外窗系统的优化设计和选择。高性能的建筑保温隔热系统及门窗系统选择时可参考本标准附录 C 和附录 D。

7.1.9 夏季过多的太阳得热会导致冷负荷上升，因此外窗应考虑采取遮阳措施。遮阳设计应根据房间的使用要求以及窗口所在朝向综合考虑。可采用可调或固定等遮阳措施，也可采用可调节

太阳得热系数 (SHGC) 的调光玻璃进行遮阳。可调节外遮阳表面吸收的太阳得热, 不会像内遮阳或中置遮阳一样传入室内, 并且可根据太阳高度角和室外天气情况调整遮阳角度, 从遮阳性能来看, 是最适合近零能耗建筑的遮阳形式。

固定遮阳是将建筑的天然采光、遮阳与建筑融为一体的外遮阳系统。设计固定遮阳时应综合考虑建筑所处地理纬度、朝向, 太阳高度角和太阳方向角及遮阳时间。水平固定外遮阳挑出长度应满足夏季太阳不直接照射到室内, 且不影响冬季日照。在设置固定遮阳板时, 可考虑同时利用遮阳板反射自然光到大进深的室内, 改善室内采光效果。

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

南向宜采用可调节外遮阳、可调节中置遮阳或水平固定外遮阳的方式。东向和西向宜采用可调节外遮阳设施, 或采用垂直方向起降遮阳百叶帘, 不宜设置水平遮阳板。设置中置遮阳时, 应尽量增加遮阳百叶以及相关附件与外窗玻璃之间的距离。

选用外遮阳系统时, 宜根据房间的功能采用可调节光线或全部封闭的遮阳产品。公共建筑推荐采用可调节光线的遮阳产品, 居住建筑宜采用卷闸窗、可调节百叶等遮阳产品。

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

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

7.1.12 近零能耗建筑设计时, 宜结合建筑立面及屋顶造型效果, 设置单晶硅、多晶硅、薄膜等多种光伏组件, 充分利用太阳能资源。

III 热桥处理

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

热桥专项设计是指对围护结构中潜在的热桥构造进行加强保温隔热以降低热流通量的设计工作，热桥专项设计应遵循下列规则：

1 避让规则：尽可能不破坏或穿透外围护结构；

2 击穿规则：当管线需要穿过外围护结构时，应保证穿透处保温连续、密实无空洞；

3 连接规则：在建筑部件连接处，保温层应连续无间隙；

4 几何规则：避免几何结构的变化，减少散热面积。

7.1.14 锚栓相对保温层导热系数更大，热桥效应明显，应采用保温材料进行断热处理，可按图 2 设计。

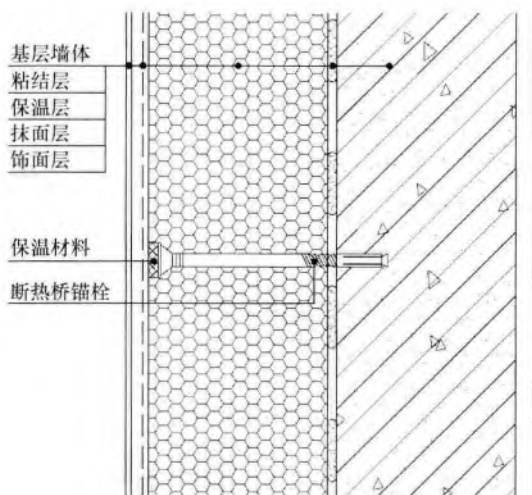


图 2 断热锚栓安装方法

以最常见的悬挑空调板为例，空调板需要保证与主体墙的连接力学性能，因此一般采用非保温性能的连接件连接，这就需要近零能耗建筑在设计时充分考虑连接处的断热桥处理，可按图 3 设计。

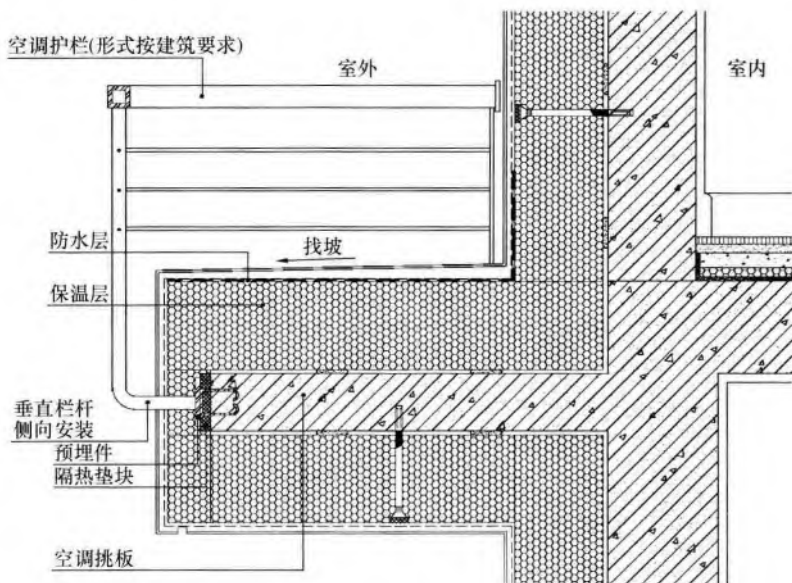


图 3 空调板安装方法

穿墙管是外墙的一个热工薄弱环节，容易造成较大的热桥效应和较差的气密性结果，穿墙风管可按图 4 设计。

7.1.15 外遮阳需要可靠连接的同时也成为破坏窗墙结合部保温构造的潜在危险因素之一，因此外遮阳的设计必须与外墙和外窗的节能设计联合起来。活动外遮阳侧口可按图 5 设计。

7.1.16 屋面保温做法可按图 6 设计。女儿墙保温做法可按图 7 设计。排气管出屋面可按图 8 设计。落水管可按图 9 设计。

7.1.17 地下室顶板保温构造做法可按图 10~图 12 设计。

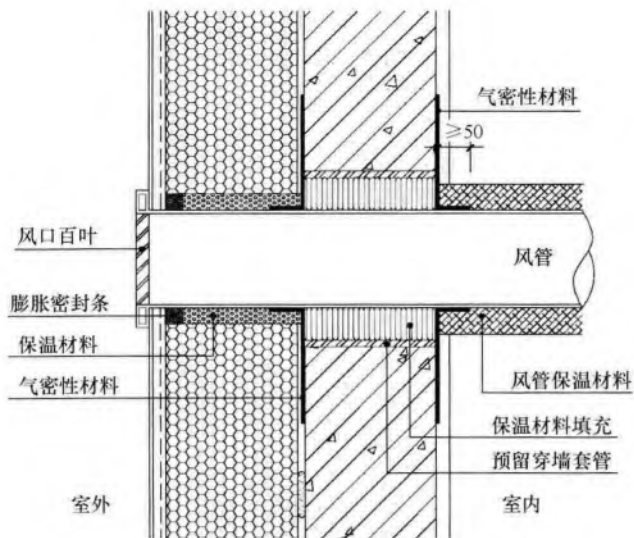


图 4 穿墙风管做法

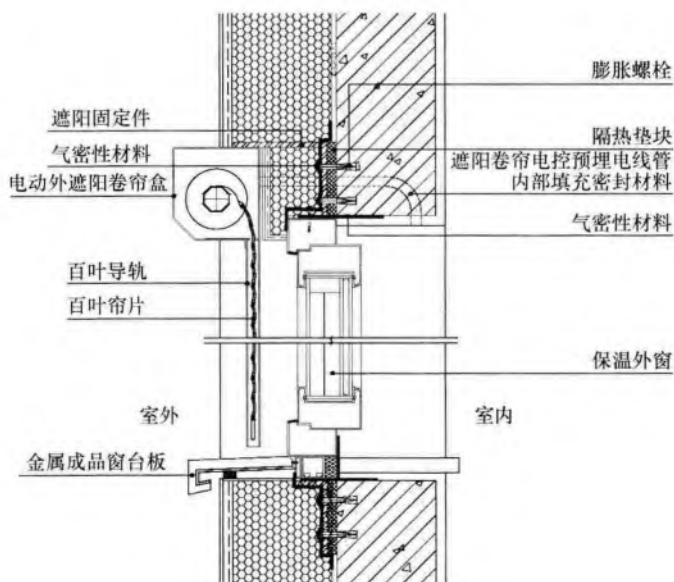


图 5 活动外遮阳及外窗安装方法

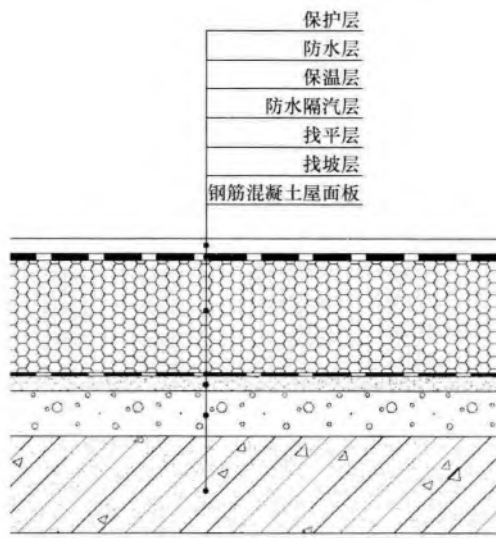


图 6 屋面保温构造做法

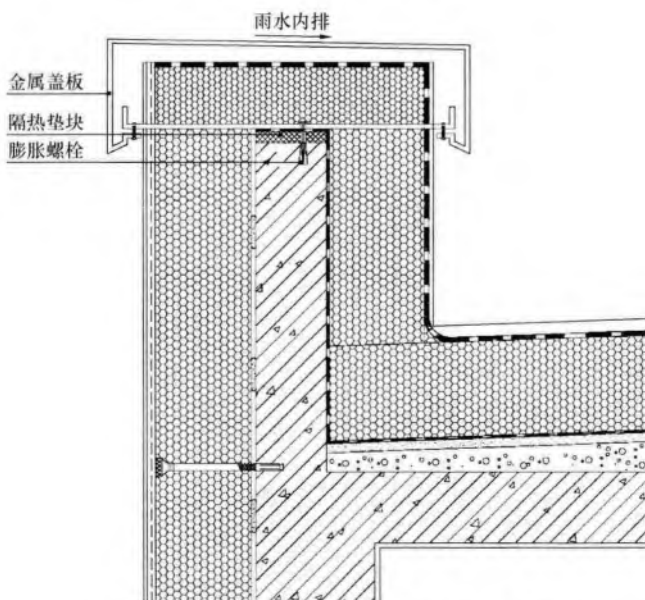


图 7 突出屋面女儿墙及盖板保温构造做法

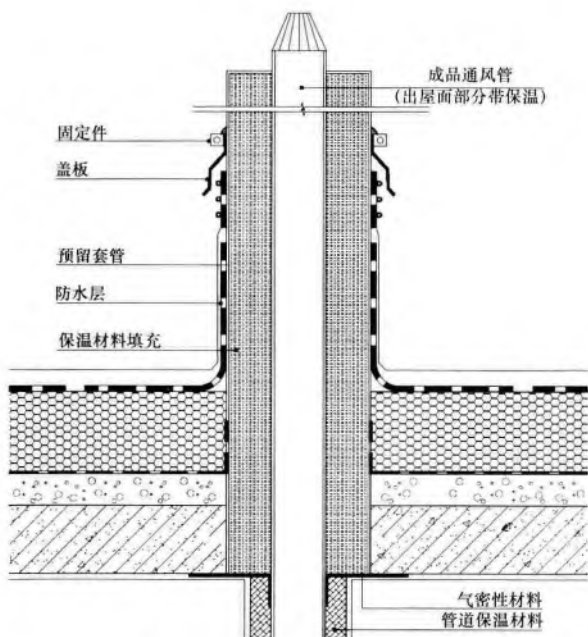


图8 出屋面管道保温构造做法

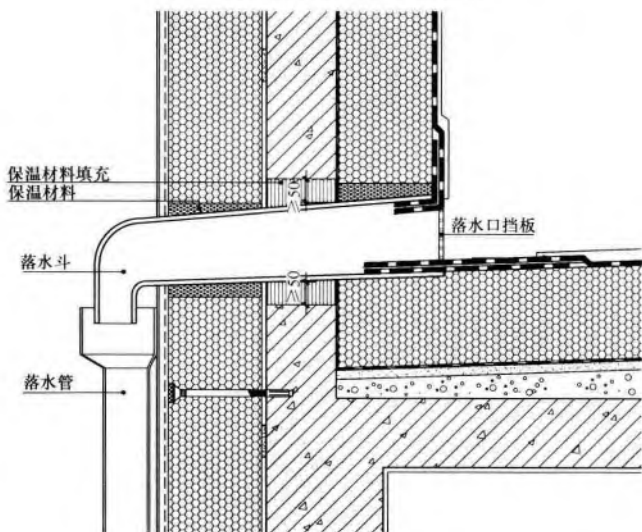


图9 落水管处做法

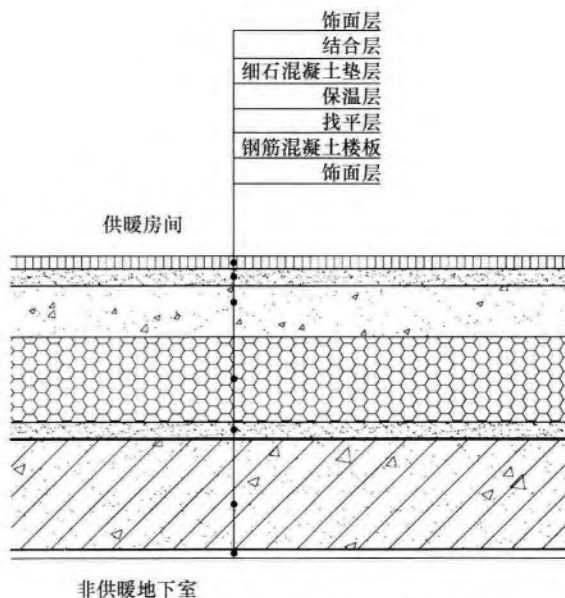


图 10 非供暖地下室顶板保温构造做法 1

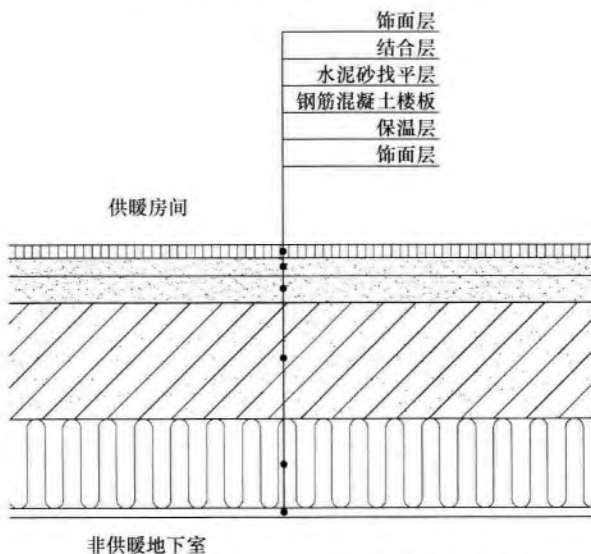


图 11 非供暖地下室顶板保温构造做法 2

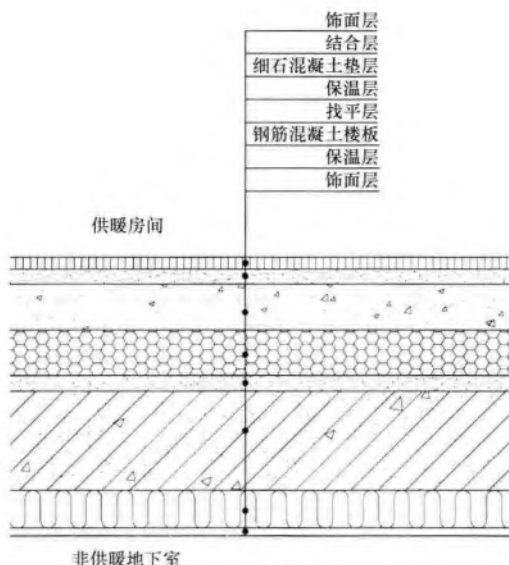


图 12 非供暖地下室顶板保温构造做法 3

IV 建筑气密性

7.1.18 建筑气密性是影响建筑供暖能耗和供冷能耗的重要因素，对实现近零能耗目标来说，由于其极低的能效指标，由单纯围护结构传热导致的能耗已较小，这种条件下造成气密性对能耗的比例大幅提升，因此建筑气密性能更为重要。良好的气密性可以减少冬季冷风渗透，降低夏季非受控通风导致的供冷需求增加，避免湿气侵入造成的建筑发霉、结露等损坏，减少室外噪声和室外空气污染等不良因素对室内环境的影响，提高居住者的生活品质。建筑围护结构气密层应连续并包围整个外围护结构，如图 13 所示。

7.1.20 对近零能耗建筑来说，在正常的设计和施工条件下，外门窗的气密性对建筑整体的气密性影响较大，做好外门窗的气密性是实现建筑整体气密性目标的基础之一。

7.1.22 围护结构洞口、电线盒和管线贯穿处等部位不仅仅是容易产生热桥的部位，同时也是容易产生空气渗透的部位，其气密

性的节点设计应配合产品和安装方式进行设计和施工。电线盒气密性处理可按图 14 设计。

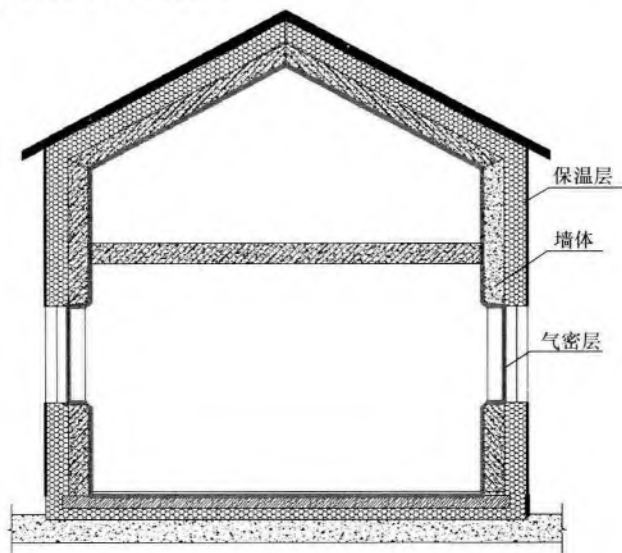


图 13 气密层标注示意

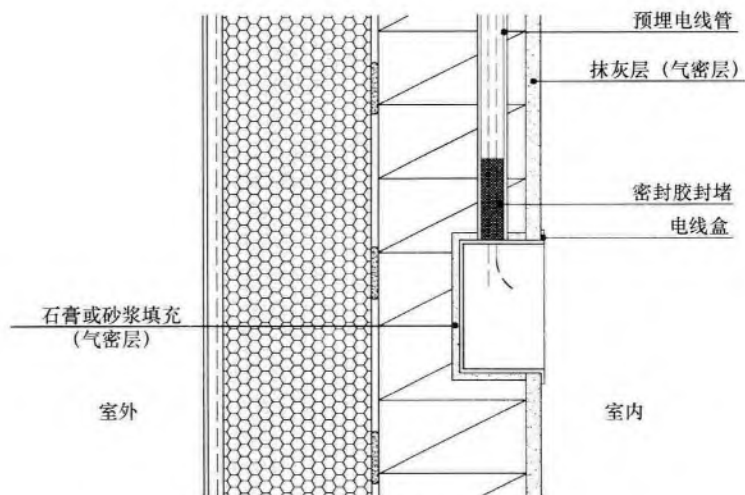


图 14 电线盒气密性处理示意

7.1.24 供热供冷系统选择对能耗和投资有显著影响。系统优化是一个多变量的非线性规划问题,具有多目标、多准则的特性,需要对冷热源类型和与其搭配的末端组合进行综合评判。因此,需要充分考虑各类适用系统的性能和投资的相互制约关系,依据所选取的判断准则,综合分析各影响因素间的相对关系,进行供暖供冷系统方案比选。可供的优选方法包括方案比较法、灰色物元法、层次分析法等。具体比选时应以仿真分析为手段,获取全工况、变负荷下的预期能效指标,考虑初投资、全寿命期运行费用、环境影响、操作管理难易程度等多方面因素。

随着建筑冷热源系统输入能量变小,从集中系统转向更为灵活的分散系统形式,更有利于分区调节和降低运行能耗。

应对供热供冷系统进行性能参数优化设计,性能参数优化可包括冷热源机组的性能系数、输配和末端系统形式、热回收机组的热回收效率等关键影响因素。在能源需求一定的情况下,需要平衡好机组性能系数提高带来的系统初投资和能耗及运行费用节约的关系,根据经济性评价原则,指导系统最优设计。

从技术适应性出发,本条给出了不同气候区的典型供冷供热推荐系统,供设计人员参考使用。

7.1.25 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,更好地利用能源品位,宜按不同资源条件和用能对象建设一体化集成系统,实现多能源协同供应和综合梯级利用,实现太阳能、热泵与常规能源系统的集成及优化运行。

如采用天然气热电联供相比于直接燃烧供热有更高的综合能源效率,以及基于可再生能源或低品位热源的“低温供热、高温供冷”的高效供能方式等。

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。

7.1.26 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。

7.1.27 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。

VI 新风热回收及通风系统

7.1.28 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。

7.1.29 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。

7.1.30 随着人们对细颗粒物（ $\text{PM}_{2.5}$ ）影响人体健康认识的逐渐深入，室内细颗粒物（ $\text{PM}_{2.5}$ ）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 $\text{PM}_{2.5}$ 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。空气净化效率应满足本标准第 6.2.9 条的要求。

7.1.31 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。

7.1.32 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。

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

7.1.34 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。

7.1.35 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。

Ⅶ 照明与电梯

7.1.36 LED照明光源近年来发展迅速,是发光效率最高的照明光源之一,是适宜近零能耗建筑的高效节能光源。当选用LED光源时,其性能稳定性、一致性方面应满足相关标准的要求。此外,在降低照明能耗的同时,应保障视觉健康,光源颜色的选取应满足现行国家标准《建筑照明设计标准》GB 50034 的要求。

7.1.37 电梯能耗是建筑能耗的主要组成部分。选择电梯时,应合理确定电梯的型号、台数、配置方案、运行速度、信号控制和管理方案,提高运行效率。当两台及以上电梯集中设置时,应具备群控功能,优化减少轿厢行程。当电梯无外部召唤时,且电梯轿厢内一段时间无预设指令时,应自动关闭轿厢照明及风扇,降低轿厢待机能耗。采用变频调速拖动以及能耗回馈装置,可进一步降低电梯能耗,从经济效益上考虑,推荐在楼层较高、梯速较高、电梯使用频次高的近零能耗建筑中使用。

VIII 监测与控制

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

对于居住建筑的户内计量,常规设计每户设置的分户计费电能表只能实现该户总耗电量的计量。为进一步统计近零能耗建筑的实际能耗情况,为后续优化近零能耗建筑运行,评估近零能耗建筑实际使用效果,提供基础数据,建议对于典型户型的照明、空调、插座等项能耗进行分项计量。为兼顾增量成本和样本数量,计量户数不宜少于同类型总户数的2%,且不少于5户。

建筑的低能耗必须在保障建筑的基本功能和舒适健康的室内环境的前提下实现,因此应针对公共建筑和居住建筑的不同性质,设置室内环境监测系统,对温度、湿度、二氧化碳等关键室内环境指标进行监测和记录。室内环境监测系统应对室内主要功能空间进行监测,当室内房间较多时,可分层、分朝向、分类型进行监测,每层每个朝向的各类型房间,宜至少选取一个进行监测,监测数据应能上传到管理平台。

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

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

7.1.39 楼宇自控系统可对建筑内的主要用能设备进行自动控制,是建筑节能的手段。

近零能耗建筑楼宇自控系统应实现传感、执行、控制、管理等功能。传感、执行部分中应包含信息采集和现场执行等设备,根据系统要求实时收集现场数据,为系统内及系统间的协调运行提供数据基础;控制部分中的自动控制器,应能根据现场传感器获得的运行参数及管理系统提供的控制指令,实现对现场执行设备运行参数的自动计算,并将需求指令发送给现场执行设备;管理软件或设备应实现将不同功能的自控制系统集成,实现不同子系统间数据的综合共享,进行数据分析,提出优化策略。

楼宇自控系统应根据末端多种需求实时调节供应设备的使用时间及工况调节,延长设备使用寿命,提高系统运行效率,降低能源资源消耗。

7.1.40 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。针对走廊、楼梯间、门厅、电梯厅、卫生间、停车库等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,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。

7.1.41 近零能耗建筑需要更精细的节能控制,建筑供冷供暖、

照明、遮阳、新风等系统之间应实现优化联动控制，以充分利用自然通风、天然采光、自然得热等被动式手段，尽可能降低建筑的运行能耗。

传统控制系统往往由照明控制系统、空调控制系统、能耗监测系统、遮阳控制系统等多个单独的控制系統完成对各控制对象的独立控制，各子系统之间的信息交互通过上位系统信息交换完成，故障率高，实现效果差。

近零能耗建筑宜以单个房间或使用时间功能相同的室内区域为控制对象，居住建筑包括卧室、起居室等；公共建筑包括独立办公室、开放式办公房间、会议室、报告厅、多功能厅等。通过将本地设备就地集成，优化联动，改善控制效果，最大限度地减少建筑用能需求。

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

根据室内二氧化碳浓度变化，进行相应的风机控制，是目前按需供应新风降低通风能耗的主要控制方式。欧洲标准《建筑选址室内空气质量、热环境、照明和声学的能量性能设计和评估用室内环境输入参数》EN 15215 - 2007 中不同室内环境等级要求对应的室内二氧化碳控制值，如见表 3 所示。

表 3 欧洲标准中二氧化碳超出室外浓度值
控制目标 (EN 15215 - 2007)

分类	对应二氧化碳超出室外浓度值 (ppm)*
I—优异 Excellent	350
II—优等 Good	500
III—可接受 Satisfactory	800
IV—差 Poor	>800

注：* 室外二氧化碳浓度值一般为 (350~450) ppm。

参照欧洲标准 EN 15215 - 2007，在我国近零能耗建筑中，对于人员密集场所二氧化碳的体积浓度控制可参照表 4 取值，其中参照其“优等”水平作为人员长期停留区域的要求，参照其“可接受”水平作为人员短期停留的区域要求。长期停留区域，指卧室、起居室、办公室、会议室等，人员短期停留区域指走廊、电梯厅、地下车库等人员短期停留的公共区域。

表 4 人员密集场所室内二氧化碳体积浓度要求

适用场所	室内二氧化碳体积浓度 (ppm)
人员长期停留区域	900
人员短期停留区域	1200

严寒和寒冷地区应采取防冻保护措施，当新风温度过低时，热交换装置容易出现冷凝水结冰，堵塞蓄热体气流通道或者阻碍蓄热体旋转。可在排风侧安装温度传感器，当进风温度低于限定值时，启动预加热装置、降低转轮转速或开启旁通阀门。

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

7.2 施工质量控制

7.2.1 近零能耗建筑施工应满足现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 及其他相关施工质量验收标准要求，此外，近零能耗建筑的设计和施工标准高于普通建筑，每个细部节点需要针对性的精细化设计与更专业化的施工操作，相对于传统施工方式，施工工艺更加复杂，对施工程序和质量的要求也更加严格，需要选择施工经验丰富、技术能力强的专业队伍承

担。在欧美，近零能耗建筑项目开发与建设的整个过程是由掌握核心技能且具有丰富工程经验的专业团队进行设计、施工、工程质量管理与控制。相比之下，国内专业团队在近零能耗建筑各方面水平仍停留在初级阶段，需要对现场工程师、施工人员、监理人员等进行专项施工培训，帮助相关人员快速掌握相关关键技术、熟悉相关的施工工艺，以实现近零能耗建筑专业化施工，保障工程质量。这也成为近零能耗建筑项目流程中不可缺失的关键环节。

专项施工方案应包括外门窗安装、地面保温施工、外墙外保温施工、屋面保温施工、暖通空调系统安装、气密性措施施工（包括因施工工艺选择产生的可能影响房屋气密性的孔洞的处理方案）等技术内容；重点包括外墙和屋面保温做法、外门窗安装方法及其与墙体连接部位的处理方法，以及外挑结构、女儿墙、穿外墙和屋面的管道、外围护结构上固定件的安装等部位的处理措施；并提供与设计单位书面确认的热桥位置及断热桥措施施工详图和施工工艺，室内气密层位置及处理措施施工详图和施工工艺。

施工前，应进行现场实际操作示范，对现场工程师、施工人员、监理人员进行专项培训。专项施工培训包括了解材料和设备性能，现场实际操作示范，掌握施工要领和具体施工工艺，经培训合格后方准上岗。

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

7.2.3

1 围护结构保温施工前，应具备以下条件：

- 1) 基层墙体已验收合格。墙体基面上的残渣和脱模剂应清理干净，并采用抹灰等方式找平，墙面平整度超差部分应剔凿或修补，基层墙体上的施工孔洞应已堵塞密实并进行防水处理。墙体基面的尺寸允许偏差见表5。

表 5 墙体基面的尺寸允许偏差

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

- 2) 穿透保温层的设备或管道的连接件、穿墙管线应采用断热桥做法安装完毕并验收合格。
- 3) 屋面保温施工前，底层防水层应已施工完成并通过验收。铺设保温层的基层应平整、干燥、干净；穿过屋面结构层的管道、设备基座、预埋件等应已采用断热桥措施安装完成并通过验收。
- 4) 地面保温施工应在主体结构质量验收合格后进行。基层地面应平整坚实，弹出标高线。

2 当发现有较大的缝隙或孔洞时，保温层应拆除重做。如果仅为保温板外部表面缝隙或局部缺陷，可用发泡保温材料进行填补。防火隔离带与其他保温材料应搭接严密或采用错缝粘贴，避免出现较大缝隙，如缝隙较大，应采用发泡严密封堵。变形缝施工时应先垫衬适当厚度保温板，并填塞发泡聚乙烯圆棒（条）后再用建筑密封膏密封；或者在变形缝内垫适当厚度保温板后采用固定变形缝配件进行密封。

保温层应采用断热桥锚栓固定。断热桥锚栓安装应至少在保温板粘贴 24h 后进行。当基层墙体为钢筋混凝土时，锚栓的锚固深度不宜小于 50mm；当基层墙体为加气混凝土块等砌体结构

时,锚栓的锚固深度不宜小于 65mm。安装锚固件时,应先向预打孔洞中注入聚氨酯发泡剂,再立即安装锚固件。

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

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

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

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

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

7.2.4 外门窗安装要点:

1 门窗结构洞口尺寸允许偏差应符合表 6 的规定。

表 6 建筑门窗洞口尺寸允许偏差

项目	允许偏差 (mm)
洞口宽度、高度	±10
洞口对角线	≤10
洞口的表面平整度、垂直度、洞口的平面位置、标高	≤10

2 外门窗口保温要点:

- 1) 保温板应覆盖部分窗框,覆盖宽度不小于 20mm,如果开启扇外侧安装纱窗,留出纱窗的安装位置。
- 2) 应在门窗洞口四角保温板上沿 45°方向加铺 400mm×200mm 增强玻纤网。增强玻纤网应置于大面玻纤网的内侧。
- 3) 保温板与窗框之间的缝隙应用专用收边条密封或填塞膨胀止水带后再用密封材料密封。
- 4) 当设计有窗台板时,外保温与窗台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) 窗洞口阳角部位宜采用角网增强。

3 室内侧粘贴气密性材料,避免水蒸气进入保温材料;室外侧采用防水透汽材料处理,以利于保温材料内水汽排出。粘贴的气密性材料、防水透汽材料在门窗框型材四角应预留出 15mm~20mm 的富余量,以便更好地与基层墙体粘结,实现气密层连续。防水透汽材料和气密性材料施工环境温度宜在 0℃ 以上。

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

- 1 当基层为混凝土、砂浆等材料且需抹灰覆盖气密性材料

时,宜采用无纺布基底的气密性材料。粘贴气密性材料前应清理基面,粘结基面应平整干燥,不得有灰尘、油污。发泡聚氨酯、普通胶带等材料不得作为气密性材料使用。

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

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

1) 外门窗安装部位气密性处理要点:

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

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

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

2) 围护结构开口部位气密性处理要点:

① 纵向管路贯穿部位应预留最小施工间距,便于进行气密性施工处理。

② 当管道穿外围护结构时,预留套管与管道间的缝隙应进行可靠封堵。当采用发泡剂填充时,应将两

端封堵后进行发泡，以保障发泡紧实度，发泡完全干透后，应做平整处理，并用抗裂网和抗裂砂浆封堵严密。当管道穿地下外墙时，还应在外墙内外做防水处理，防水施工过程应保持干燥且环境温度不应低于5℃。

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

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

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

4 气密层施工处理应在热桥处理后，内部装修前实施。由于近零能耗建筑对气密性要求较高，且气密层破坏之后修复难度大，气密层施工应在热桥处理后进行，避免气密层因热桥处理相关工序破坏。气密层施工在内部装修前施工的目的在于方便在施工面未隐蔽时，进行气密性检测或检查，以便在发现缺陷的位置进行整改。装配式建筑外墙板存在大量的板缝，板缝既是保温薄弱环节又是气密性薄弱环节。装配式建筑外墙板通常采用夹心保温板或者预制板+外保温形式。对于夹心保温板，其保温层在内叶板和外叶板之间，内叶板通常作为气密层。在外墙板施工时应预先完成无热桥处理以保证保温层的连续，然后进行气密性施工。对于预制板+外保温形式，应对预制板缝进行完善的气密性处理。

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

1 装配式剪力墙结构外墙板内叶板板缝建议采用现浇混凝土方式，此方法不仅可以保证建筑结构整体的抗震性能，还使其具有良好的气密性。混凝土浇筑前应采用防水胶带或防水卷材对夹心保温层拼缝粘贴牢固，以防止浆料进入保温层缝隙中。横缝

采用高强度灌浆料密封前,内叶板板缝两端设置水泥砂浆围挡或弹性密封材料,以防止灌浆料漏浆。

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

3 外叶板竖缝和横缝处夹心保温表面设置防水透汽层,可防止雨水进入夹心保温层,影响其热工性能。防水透汽层宜采用涂刷防水透汽材料方式,此方式便于施工且具有较好的防水性能。聚乙烯棒填充时入缝深度不应大于 2.5cm。耐候硅酮密封胶应符合《硅酮建筑密封胶》GB/T 14683-2016 相关规定。耐候硅酮密封胶施工前,应在竖缝左右侧粘贴 2cm~3cm 宽的壁纸,且施工完成后 48h 内,禁止触摸耐候硅酮密封胶。

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

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

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

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

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

2 施工期间风系统所有敞开部位均应做防尘保护,包括风道、新风机组和过滤器。

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

室内排水管道及其透气管均应进行隔声处理，可采用外包保温材料的方式进行隔声。

7.2.10 本条规定对主要材料及设备进场时应进行质量检查和验收。

1 外墙保温材料进场检查项目见表 7。

表 7 外墙保温材料进场检查项目

序号	材料名称	检查项目
1	模塑聚苯板、挤塑聚苯板、硬泡聚氨酯板	厚度、导热系数、表观密度、垂直于板面的抗拉强度（仅限墙体）、燃烧性能、压缩强度（仅限地面、屋面）
	岩棉带	厚度、导热系数、表观密度、垂直于表面的抗拉强度、酸度系数
	真空绝热板	单位面积质量、导热系数、垂直于板面抗拉强度
2	复合保温板等墙体节能定型产品	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	保温砌块等墙体节能定型产品	传热系数或热阻、抗压强度、吸水率
4	反射隔热材料	太阳光反射比、半球发射率

2 外门窗、建筑幕墙（含采光顶）及外遮阳设施进场检查项目见表 8。

表 8 外门窗、建筑幕墙（含采光顶）及外遮阳设施进场检查项目

序号	材料名称	检查项目
1	外门窗	气密性、传热系数、中空玻璃的密封性能及露点、玻璃的太阳得热系数、可见光透射比

续表 8

序号	材料名称	检查项目
2	建筑幕墙（含采光顶）	幕墙玻璃的可见光透射比、传热系数、太阳得热系数，中空玻璃的露点；隔热型材的抗拉强度、抗剪强度
3	透光、部分透光遮阳材料	太阳光透射比、太阳光反射比
4	外遮阳设施	遮阳系数、抗风荷载

3 重点检查外门窗用防水透汽膜、防水隔汽膜的类型、规格及性能是否符合设计或相关标准要求。

4 需重点核查新风系统热回收装置、冷（热）源机组、空调（供暖）末端设备等产品的节能性能检测报告。

5 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。

6 太阳能热利用或太阳能光伏发电系统设备进场检查项目包括：太阳能集热器的安全性能及热性能、太阳能光伏电池的发电功率及发电效率。

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

1 供暖通风空调与照明系统节能性能检测应包括下列内容：

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

2 可再生能源系统性能检测应符合下列规定：

- 1) 太阳能热利用系统的热工性能检验应包括太阳能集热系统得热量、太阳能集热系统效率、太阳能热利用系

统的总能耗及太阳能热利用系统的太阳能保证率。

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

7.3 运行与管理

7.3.1 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。

7.3.2 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。

7.3.3 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、调整和平衡工作。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。

7.3.4 近零能耗建筑是以高性能围护结构为技术前提的，建筑围护结构保温和气密性能维护是建筑日常运行管理的重点工作。建筑的门窗改造或局部施工存在破坏建筑气密层的风险，因此，对建筑气密性有要求的近零能耗建筑，应在局部施工后重新测定建筑气密性，保证气密性能不降低。建议定期检验围护结构以确保其维持在高性能水平。一般每三年检查一次围护结构的热工性能，对于出现的问题要及时作出整改。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。

7.3.5 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，进一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。

7.3.6 由于近零能耗建筑具有密闭性较好的围护结构，新风系统成为机械通风模式下室内外唯一的空气交换通道，但对于过渡季，当室外空气条件适宜时，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。

7.3.7 建筑运行数据记录、分析和公示的基本要求。

1 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。

2 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。

3 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。

7.3.8 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。

8 评 价

8.1 一 般 规 定

8.1.1 为保证近零能耗建筑的实施质量，推动其健康发展，需要通过评价技术，对其设计、施工及运行全过程进行核查和管理，进一步保证质量。当建筑设计完成后，应对其整个设计过程进行评价，设计部分的重点是评价建筑是否采取了性能化设计方法，能效指标是否达到本标准要求；当建筑建造完成后，应对其整个建造过程进行评价，建造部分的重点是评价建筑采取的“近零能耗施工措施”；当建筑竣工验收运行一年后，应评估其运行效果。实际工程中，由于近零能耗建筑相比常规建筑，在设计、施工等方面均有更高的要求，因此在评价方法，以及对评价人员需要具备的专业技能上也有不同要求。中国工程建设协会标准《近零能耗建筑检测评价标准》（编制中）更为详细地规定了不同类型建筑检测和评价方法，亦可参考执行。

8.1.2 建筑的能效指标是以单栋建筑为基准设计和确定的，因此相关评价也应基于整栋建筑。

8.1.3 本标准第5章分别给出了近零能耗建筑、超低能耗建筑和零能耗建筑的能效指标要求，当建筑没有达到近零能耗建筑的要求时，可按照超低能耗建筑的能效指标对其是否达到超低能耗建筑给予评价；若建筑优于近零能耗建筑能效指标的要求，且满足本标准第5.0.5条第2款或第5.0.6条第2款时，则可对其是否达到零能耗建筑的要求进行评价。

8.2 评价方法与判定

8.2.1 围护结构关键节点包括外保温构造、无热桥处理方法、门窗洞口密封、气密层保护措施等；节能措施包括是否采用热回

收新风系统、高效用能系统，厨房及卫生间通风是否采取补风措施等。

评价中能效指标的核算应以近零能耗建筑软件模拟计算的结果为基础，计算软件应与性能化设计采用的计算软件相同，并提供相应计算报告。

8.2.2 竣工验收前应对建造质量进行评价，评价采用性能检测与相关资料的核验结合的方式。

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

2 围护结构热工缺陷检测方法应按现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132 的相关要求进行。

3 新风热回收是近零能耗建筑必不可少的节能措施，其性能水平直接影响近零能耗建筑的能耗水平。为此，需要对新风热回收装置性能进行检测。

4 高性能节能产品是指满足国家相关产品标准且主要节能性能指标达到国际领先水平的产品。对采用获得高性能节能标识（认证）或绿色建材标识（认证）且在有效期内的产品，在评价时，可直接认可其产品性能。

5 若施工阶段建筑围护结构材料、暖通空调和照明设备等影响建筑能耗的因素发生改变，将会对建筑能耗产生重大影响。为保证评价的真实性和合理性，需要根据新的输入参数，采用近零能耗建筑能耗计算软件对建筑能效指标重新进行计算。

8.2.3 建筑投入运行后，宜对其效果进行评估。运行效果评估应在近零能耗建筑竣工验收后，并投入正常使用（使用率宜达到60%以上）一年后进行。运行效果评估是对建筑实际运行情况的反映，可作为应用各种节能技术效果的评价参考，不作为是否达到近零能耗建筑标准的判定依据。

通过运行效果评估可以改进和优化建筑的实际运行。实测显示,经过优化运行,中国建筑科学研究院有限公司近零能耗示范楼暖通空调和照明实际运行能耗为 $21.6\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,节能率达到 80%;沈阳建筑大学中德节能示范中心采暖制冷能耗为 $37.4\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$,节能率达到 83.4%,均比初始运行时有显著的提高。由于公共建筑运行有规律可循,且监测系统完善,通过运行效果评估对其优化运行策略及能效提升具有显著促进作用,故要求对公共建筑“应”进行运行评估。对居住建筑,考虑影响因素较多,运行情况复杂,操作难度大,故要求“宜”对居住建筑进行运行评估。

8.2.4、8.2.5 公共建筑室内 CO_2 现场检测可类比室内温湿度布点方式,采用专门仪器测量。其他相关参数检测应按国家现行标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177、《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118、《照明测量方法》GB/T 5700 及其他相关标准要求进行。

1 对住宅建筑,每户电表难以做到分项计量,可参照以下方式拆分:

1) 集中供暖

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

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

2) 独立电(含空气源热泵)供暖空调系统

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

② 年供冷空调能耗同 1) 中的②。

3) 燃气供暖

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

② 年供冷空调能耗同 1) 中的②。

3 当供暖空调系统采用不同能源时,应通过换算将能耗计量单位进行统一。

4 年照明能耗应按每栋或户灯具功率和使用时间进行计算。

5 建筑能耗综合值和建筑综合节能率按本标准附录 A 进行计算。

8.2.6 施工图设计审查完成后应进行设计判定;竣工验收前,在施工质量评价完成后,应结合设计判定进行综合判定。判定时,应根据本标准第 5 章能效指标要求,给出分类评价结果,即是近零能耗建筑,还是超低能耗建筑或零能耗建筑。

附录 A 能效指标计算方法

A.1 一般规定

A.1.1 《建筑能效-供暖和供冷需求、室内温度、潜热和显热负荷计算》（《Energy performance of buildings-Energy needs for heating and cooling, internal temperatures and sensible and latent heat loads》）ISO 52016 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平均动态计算方法。

A.1.3 表 A.1.3-1 中的节假日是指我国政府规定的法定假日，学校建筑还应包括寒假和暑假，其中暑假假期为 7 月 15 日至 8 月 25 日，寒假假期为 1 月 15 日至 3 月 1 日。

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较大。随着电梯技术，尤其是驱动技术的发展，除了大吨位货梯，永磁同步曳引机驱动的曳引电梯已经成为新装电梯的标准配置。电梯的能耗情况不仅与电梯自身的配置情况有关，而且还与建筑结构、电梯的数量和布局、建筑内容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, esaclators 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。VDI4707 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该标准，我国检测机构已经依据该标准开展相关测试和认证工作。标准中待机的能量需求等级和运行时的能量需求等级见表 9 和表 10。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 9 待机时的能量需求等级

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

表 10 运行时的能量需求等级

特定能量消耗 (mWh/(kg·m))	≤ 0.56	(0.56, 0.84]	(0.84, 1.26]	(1.26, 1.89]	(1.89, 2.80]	(2.80, 4.20]	> 4.20
等级	A	B	C	D	E	F	G

A. 1.6~A. 1.10 建筑中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第 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热量；同样，太阳能供热或供冷量也是指其有效供热或供冷量，而不是太阳能集热器的集热量。

【算例】：某建筑 A，年供暖耗热量为 $32\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，年供冷耗冷量为 $10.7\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，年生活热水热负荷为 $15.8\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。供暖和供冷共用冷热源为地源热泵，地源热泵机组供暖电耗为 $10\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 、供冷电耗为 $2.7\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；生活热水采用太阳能热水系统，辅助热源为生物质锅炉，太阳能热水供热量为 $14.0\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ；照明电耗为 $6\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，电梯能耗为 $4\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ 。建筑本体光伏发电量为 $4\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ，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:

$$REP_p = \frac{EP_h + EP_c + EP_w + \sum E_{r,i} \times f_i + \sum E_{nd,i} \times f_i}{Q_h + Q_c + Q_w + E_l \times f_i + E_c \times f_i}$$

其中:

1 供暖系统:

$$EP_h = EP_{h,geo} + EP_{h,air} + EP_{h,sol} + EP_{h,bio}$$

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

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

因为供暖热源只有地源热泵, 所以,

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

2 生活热水系统:

$$EP_w = EP_{w,geo} + EP_{w,air} + EP_{w,sol} + EP_{w,bio}$$

$$Q_w = 15.8\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a});$$

$$EP_{w,sol} = Q_{w,sol} = 14\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

$$EP_{w,bio} = Q_{w,bio} = 15.8 - 14 = 1.8\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

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

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

3 供冷系统:

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

地源热泵作为冷源时, 不计入供冷的可再生能源利用量。

4 照明、电梯及光伏系统

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

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

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

5 计算可再生能源利用率为:

$$RER_p = \frac{22 + 15.8 + 4 \times 2.6}{32 + 10.7 + 15.8 + 6 \times 2.6 + 4 \times 2.6} = \frac{48.2}{84.5} = 57\%$$

A. 1. 11 国际上通常采用一次能源来评价用能对环境的影响,

一次能源是指自然界中以原有形式存在的、未经加工转换的能量资源，主要包括原煤、原油、天然气、太阳能、生物质能等。例如美国的电力转换系数为 3.15，德国的为 2.5。但现阶段我国缺乏相关的一次能源换算数据，本标准以标准煤当量替代一次能源，即将不同类型的能源按照低位发热量和煤发电机组供电煤耗换算到标准煤当量。

表 A.1.11 中部分数据引自国家标准《综合能耗计算通则》GB/T 2589 - 2008；生物质能换算系数参考国外数据；电力能源换算系数采用发电煤耗法计算，电力折算数据来源于《能源发展“十三五”规划》中数据，煤发电机组供电煤耗为 0.318kgce/kWh。

国际上电力折算成标准能源通常采用相应火电厂的等价热值计算。理由主要有：一是便于国际横向比较和历史对比；二是为了反映能源的自给程度，水电、核电和可再生能源都属于本国自产能源，用火电煤耗计算可直接反映本国能源的自给程度；三是反映能源工业的效率，一次能源中电力按当量热值计算无法反映发电过程的转换损失，使能源工业效率失真，而且水能、核能、风能、太阳能等发电过程中存在转换效率的问题，这些效率难以确定且计算复杂，所以国际上统一采用火电厂煤耗计算；四是反映电力能源的替代性，电力数量的变化可直接体现发电过程中消耗化石燃料的变化。原国家能源部和国家统计局于 1991 年曾委托北京水利电力经济研究所和中国科学院能源研究所专门作过研究，结论为在电力计算一次能源时应按火电厂煤耗计算。

与此同时，随着我国可再生能源利用量的增加，电网供电量中火电发电量占比逐年下降，水电、核电、风电、光电等可再生能源的占比不断提升。例如 2016 年全部类型发电中，火电、水电、风电、核电占比分别为 74.4%、17.8%、4.1%、3.6%，但有关部门尚未发布整体电网的电力能源换算系数，考虑到我国火力发电占比依然大于 70%，因此本标准的能源换算系数按煤发电机组供电煤耗计算。这一点在计算的过程中应予以注意。

附录 B 近零能耗公共建筑能耗值

B.0.1、B.0.2 表中数据为采用爱必宜(IBE)近零能耗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,并以热值表示能耗值。

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值,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 围护结构保温及构造做法

C.0.1 从目前国内近零能耗建筑技术应用情况看，非透明围护结构绝大多数采用的都是外保温或夹心保温的形式，而对于其他保温形式应用较少，相应技术成熟度上还有待进一步检验，因此在推广近零能耗建筑的过程中宜优先采用外保温或夹心保温的形式。

近零能耗建筑的技术推广主要目标是永久性的民用建筑，在强调整能的同时，这类建筑对于室内环境的温湿度稳定性要求较高，重质围护结构具有较强的蓄热能力和较大的温度波衰减倍数，在夏季白天具有很好的隔热性能。同时由于重质围护结构蓄热能力强，自身温度波动较小，对于近零能耗建筑的室内温度的稳定性也有积极意义。

附录 D 外门窗设计选型及热工性能

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

D.0.2 本标准第 D.0.1 条中给出了外窗性能参考范围,设计时应以产品性能检测数据为选择依据。外窗的保温性能以传热系数来表征,保温性能检测技术成熟且普及较好,因此传热系数 K 值以检测为准。对外窗太阳得热系数 $SHGC$,可按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定,结合相关检测数据,通过计算确定。

附录 E 建筑气密性检测方法

E. 1. 1 建筑气密性现场检测受到的影响因素较多，为保证测试结果能够准确反映建筑整体气密性水平，完善、统一的测试和数据处理方法必不可少。目前压差法是近零能耗建筑气密性检测应用较多的方法，为此本附录仅对采用压差法的建筑气密性检测最基本的要求进行了规定，以保证检测质量。实际工程中，建筑气密性检测除采用压差法外，也可采用示踪气体法。正在编制的中国工程建设标准化协会标准《建筑整体气密性检测及性能评价标准》更为详细地规定了不同类型建筑气密性检测和分级评价方法，亦可参照执行。



1 5 1 1 2 3 3 3 4 2

统一书号: 15112 · 33342
定 价: 32.00 元