

**T/CECS** XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

零碳建筑围护结构节能技术规程

Technical regulations for energy conservation of zero-carbon building envelope

（征求意见稿）

**在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上**

\*\*\*\*出版社

中国工程建设标准化协会标准

零碳建筑围护结构节能技术规程

Technical regulations for energy conservation of zero-carbon building envelope

**T/CECS \*\*\* -20XX**

主编单位：北京中建建筑科学研究院有限公司

建科环能科技有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX年××月××日

XXXX出版社

2024 北京

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2022]40号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分7章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、性能要求、设计、施工、验收。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由北京中建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，如有意见或建议，请反馈给北京中建建筑科学研究院有限公司（地址：北京市丰台区南苑新华路1号，邮政编码：100076，邮箱：chitty210@126.com）。

主编单位：北京中建建筑科学研究院有限公司

建科环能科技有限公司

参编单位：中国建筑一局（集团）有限公司

北京环安工程检测有限责任公司

北京市房山新城投资有限责任公司

北京城市副中心投资建设集团有限公司

中国建筑技术集团有限公司

中建生态环境集团有限公司

北京科筑建筑工程质量监测有限公司

沈阳紫微恒检测设备有限公司

雄安绿研检验认证有限公司

北京建筑大学

奥来国信（北京）检测技术有限责任公司

北京住总集团有限责任公司

北京市建设工程质量第六检测所有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

[1 总则 1](#_Toc159488073)

[2 术语 2](#_Toc159488074)

[3 基本规定 4](#_Toc159488075)

[4 性能要求 5](#_Toc159488076)

[4.1 非透光围护结构 5](#_Toc159488077)

[4.2 透光围护结构 6](#_Toc159488078)

[5 设计 8](#_Toc159488079)

[5.1 一般规定 8](#_Toc159488080)

[5.2 非透光围护结构 9](#_Toc159488081)

[5.3 透光围护结构 12](#_Toc159488082)

[6 施工 14](#_Toc159488083)

[6.1一般规定 14](#_Toc159488084)

[6.2非透光围护结构 15](#_Toc159488085)

[6.3 透光围护结构 20](#_Toc159488086)

[7 验收 23](#_Toc159488087)

[7.1 一般规定 23](#_Toc159488088)

[7.2 非透明围护结构主控项目 23](#_Toc159488089)

[7.3 透明围护结构主控项目 27](#_Toc159488090)

[用词说明 30](#_Toc159488091)

[引用标准名录 31](#_Toc159488092)

附：[条文说明 35](#_Toc159488093)

Contents

[1 General Provisions 1](#_Toc159488527)

[2 Terms 2](#_Toc159488528)

[3 Basic Requirements 4](#_Toc159488529)

[4 Performance requirement 5](#_Toc159488530)

[4.1 Non-transparent envelope 5](#_Toc159488531)

[4.2 Transparent envelope 6](#_Toc159488532)

[5 Design 8](#_Toc159488533)

[5.1 General requirement 8](#_Toc159488534)

[5.2 Non-transparent envelope 9](#_Toc159488535)

[5.3 Transparent envelope 12](#_Toc159488536)

[6 Construction technology 14](#_Toc159488537)

[6.1 General requirement 14](#_Toc159488538)

[6.2 Non-transparent envelope 15](#_Toc159488539)

[6.3 Transparent envelope 20](#_Toc159488540)

[7 Construction acceptance 23](#_Toc159488541)

[7.1 General requirement 23](#_Toc159488542)

[7.2 Main control item of Non-transparent envelope 23](#_Toc159488543)

[7.3 Main control item of transparent envelope 27](#_Toc159488544)

[Explanation of Wording 30](#_Toc159488545)

List of quoted standards [31](#_Toc159488546)

Addition: Explanation of Provisions  [32](#_Toc159488547)

# 1 总则

**1.0.1**为规范零碳建筑围护结构节能工程应用，提升零碳建筑围护结构的保温、隔热、气密等性能，降低建筑用能需求和碳排放量，做到技术先进、经济合理、保证工程质量，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于新建、改建和扩建的城镇民用低碳、近零碳、零碳建筑围护结构节能工程的设计、施工与验收。

**1.0.3** 零碳建筑围护结构节能技术应用除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

# 2 术语

**2.0.1 低碳建筑**

适应气候特征与场地条件，在满足室内环境参数的基础上，通过优化建筑设计降低建筑 用能需求，提高能源设备与系统效率，充分利用建筑本体可再生能源资源，年运行碳排放量较低的且碳排放指标符合国家相关标准规定的建筑。

**2.0.2 近零碳建筑**

在实现低碳建筑的基础上，进一步提升建筑本体降碳水平、利用建筑本体及周边的可再生能源资源和建筑蓄能，年运行碳排放量比低碳建筑更低的且碳排放指标符合国家相关标准规定建筑。

**2.0.3 零碳建筑 zero carbon building**

通过建筑本体降碳和本体可再生能源资源利用实现近零碳建筑的基础上，可进一步充分 利用建筑周边的可再生能源资源和建筑蓄能，并可通过采用可再生能源信用与碳信用对剩余碳排放进行抵消等非建筑降碳技术措施，年运行碳排放量不大于零或其他符合国家相关标准规定的零碳建筑。

**2.0.4 非透光围护结构 working area**

建筑外围护结构中的不透光部分，包括屋面、外墙、非透明幕墙、地面、非 透光外门、区分供暖与非供暖空间的内围护结构等。

**2.0.5 透光围护结构 working area**

可见光能够直接投射入室内的建筑外围护结构，包含外窗、天窗、采光顶、 透明幕墙等。

**2.0.6 隐含碳排放 embodied carbon emissions**

建筑使用的建材生产与运输、建筑建造及拆除过程中产生的碳排放。

**2.0.7 碳排放因子 carbon emissions factor**

用于量化导致二氧化碳排放的生产或消耗的活动系数，表示单位材料或单位能源消耗产生的二氧化碳排放系数。

**2.0.8建筑光伏系统 building mounted photovolatic（PV）system**

安装在建筑物上，利用太阳能电池的光伏效应将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

**2.0.9建筑集成光伏发电系统 building-integrated photovolatic（BIPV）**

光伏发电设备作为建筑材料或构件，在建筑上应用的形式，也称光伏建筑一体化。

**2.0.10 光伏构件 photovoltaic module component**

具有建筑构件功能的光伏组件。

**2.0.11** **保温结构一体化外墙保温系统integrated wall system with thermal insulation**

由保温板和连接系统构成，或由保温板、连接系统和防护层构成，能够与墙体同步施工完成的保温构造的总称。

# 3 基本规定

**3.0.1** 零碳建筑围护结构工程应满足建筑物的结构安全和使用功能，并应符合城市规划、消防、环保、节能、低碳等规定。

**3.0.2** 零碳建筑围护结构除应满足保温、隔热、气密等性能要求外，还应满足天然采光、自然通风及其他节能、降碳相关技术要求。

**3.0.3** 零碳建筑围护结构主要组成部分宜选择具有绿色建材评价标识或碳足迹评价标签的产品，宜采用隐含碳排放量低的建材，应选用易于拆卸和回收利用的建筑组件，碳排放计算应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366的要求。

**3.0.4** 零碳建筑围护结构采用光伏建筑一体化技术时，应与主体建筑统一规划、同步设计、同步施工、同步验收。

**3.0.5**零碳建筑围护结构采用光伏建筑一体化技术时，光伏建筑一体化系统的设计、施工、调试、验收、运行及维护应符合国家现行标准《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368等的规定。

**3.0.6** 零碳建筑的边界应连续完整，分界处应按零碳建筑围护结构的要求进行保温和气密性处理。

# 4 性能要求

## 4.1 非透光围护结构

**4.1.1** 居住建筑非透光围护结构平均传热系数可按表 4.1.1选取。

**表4.1.1居住建筑非透光围护结构平均传热系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 围护结构部位 | 平均传热系数，W/(m2·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 |
| 外墙及外挑楼板 | 0.10~0.15 | 0.15~0.20 | 0.15~0.40 | 0.30~0.80 | 0.20~0.80 |
| 地面 | 0.15~0.30 | 0.20~0.40 | -- | -- | -- |

**4.1.2** 公共建筑非透光围护结构平均传热系数可按表 4.1.2选取。

**表 4.1.2 公共建筑非透光围护结构平均传热系数**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 围护结构部位 | 平均传热系数，W/(m2·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 |
| 外墙及外挑楼板 | 0.10~0.25 | 0.10~0.30 | 0.15~0.40 | 0.30~0.80 | 0.20~0.80 |
| 地面 | 0.20~0.30 | 0.25~0.40 | -- | -- | -- |

**4.1.3** 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 4.1.3 选取。

**表 4.1.3分隔供暖空间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 | 平均传热系数，W/(m2·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 |

**4.1.4**严寒地区外门非透光部分传热系数K值不宜大于1.2W/(m2•K)，寒冷地区外门非透光部分传热系数K值不宜大于1.5W/(m2•K)。

## 4.2 透光围护结构

**4.2.1**外门窗及透光幕墙气密性能应符合下列规定：

1 外窗气密性能不宜低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433规定的8级，分级指标单位缝长空气渗透量q1应不大于0.5m3/(m·h)或单位面积空气渗透量q2应不大于1.5 m3/(m2·h)；

2 玻璃幕墙气密性能不宜低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433规定的4级，分级指标可开启部分单位缝长空气渗透量qL不应大于0.5m3/(m·h)且整体单位面积空气渗透量qA不应大于0.5m3/(m2·h)；

3 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现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433规定的6级；

4 气密性测试时宜对外门窗及透光幕墙系统进行整体测试。

**4.2.2** 居住建筑外窗及透光幕墙热工性能参数宜按表4.2.2-1选取；公共建筑外窗及透光幕墙热工性能参数宜按表4.2.2-2选取。

表4.2.2-1 居住建筑外窗及透光幕墙传热系数和太阳得热系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | | ≤1.0 | ≤1.2 | ≤2.0 | ≤2.5 | ≤2.0 |
| 太阳得热系数 | 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4.2.2-2 公共建筑外窗及透光幕墙传热系数和太阳得热系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | | ≤1.2 | ≤1.5 | ≤2.2 | ≤2.8 | ≤2.2 |
| 太阳得热系数 | 冬季 | ≥0.45 | ≥0.45 | ≥0.40 | -- | -- |
| 夏季 | ≤0.30 | ≤0.30 | ≤0.15 | ≤0.15 | ≤0.30 |

注：太阳将热系数为包括遮阳（不含内遮阳）的综合太阳得热系数。

**4.2.3**严寒地区和寒冷地区外门透光部分宜符合本规程第4.2.2条的规定。

**4.2.4**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1.3W/(m2•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1.6W/(m2•K)。

**4.2.5**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。

**4.2.6** 透光幕墙采用光伏构件时，除应符合本规程对玻璃幕墙的热工、气密性能等的规定外，还应符合国家现行标准《建筑光伏系统应用技术标准》 GB/T51368、《建筑用光伏构件通用技术要求》 JG/T 492等的有关规定。

# 5 设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 围护结构立面设计应满足建筑立面效果并应遵循低碳原则，宜采用简洁的造型，减少非功能性装饰部品，适宜的体型系数和窗墙比、较小的屋顶透光面积比例。

**5.1.2**围护结构应进行消除或削弱热桥的专项设计，并确保热桥内表面温度高于房间空气露点温度。建筑设计施工图中应明确热桥部位的处理措施。

**5.1.3** 热桥部位应进行二维或三维稳态传热模拟计算，计算软件的选择、边界条件的设置、计算模型的选取和计算参数的选用应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176的规定。

**5.1.4**当设计有气密层时，气密层应连续包围整个围护结构并进行建筑气密性专项设计。气密性措施应根据不同的建筑结构形式进行选择，并应在建筑设计施工图中明确标注气密层的位置和不同部位的气密性处理措施。

**5.1.5** 建筑围护结构宜提高其柔性调节能力，提升蓄冷、蓄热等蓄能功能。

**5.1.6** 建筑围护结构宜进行光伏发电系统一体化设计。

**5.1.7** 围护结构的防火性能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的有关规定。

**5.1.8** 围护结构的隔声设计应符合现行国家标准《建筑环境通用规范》GB 55016、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的有关规定。

**5.1.9** 围护结构的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定。

**5.1.10** 围护结构热桥设计优化时，宜对热桥构造进行隐含碳排放量计算。

**5.1.11** 非透光围护结构构造选择时，宜进行围护结构隐含碳排放计算，碳排放计算应符合现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 的要求。满足同等性能目标时，宜选择全寿命期碳排放低的保温材料。

**5.1.12** 零碳建筑围护结构建材选择宜符合下列规定：

1 选用耐久性、绿色、低碳建材，宜优先选用当地获得绿色建材标识（或认证）或具有碳足迹标签的材料或部品；

2 可再循环材料和可再利用材料用量比例不小于10%；

3 采用获得绿色建材标识（或认证）的材料或部品的比率大于60%，提交采用的绿色建材产品认证标识证书和应用比例计算报告。

**5.1.13** 既有建筑在进行低碳化改造时，应尽量利用既有建筑本身的优势和特点，采用合理的设计实现低碳。

**5.1.14** 进行设计变更时，不应降低围护结构的节能性能。

**5.1.15** 围护结构所用产品的性能参数、热桥系数、围护结构平均传热系数等应与能耗计算书、碳排放计算书中的数据保持一致。严寒和寒冷地区建筑设计应采用高性能的建筑保温隔热系统及门窗系统，并进行削弱热桥和气密性专项设计；夏热冬冷和夏热冬暖地区建筑设计应提升建筑遮阳性能，并根据项目实际情况进行围护结构性能提升设计。

**5.1.16** 建筑宜充分利用场地空间、建筑屋顶、建筑立面设置绿化用地。设置立体绿化，屋顶绿化面积不宜低于建筑占地面积的 30%；外墙绿化面积不宜小于可绿化墙面的 50%。

## 5.2 非透光围护结构

**5.2.1** 外墙平均传热系数应考虑结构热桥、构造热桥及外墙附着物的影响，计算方法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和《民用建筑热工设计规范》GB 50176的相关规定。

**5.2.2** 在建筑安全和功能要求满足的前提下，优化非透光围护结构体系，宜优先采用木材、钢材，应尽量减少混凝土等高碳排放因子的建筑材料的用量，合理选择具有固碳作用的混凝土等建筑材料。

**5.2.3** 外墙采用外保温系统时宜选用重质墙体，应考虑系统的防水性能，并应符合下列规定：

1 应保证保温层的连续、均匀，宜采用单层保温材料，当保温层厚度有变化时，应根据《民用建筑热工设计规范》GB 50176的规定进行平均传热系数计算；

2 门窗洞口位置的保温层应覆盖部分外门窗框，并进行密封和防水构造设计；

3 水平或倾斜的出挑部位以及延伸至地面以下的部位应做防水处理；

4 勒脚、室外平台外墙底部宜采用吸水率低的保温材料；

5 女儿墙等位置应进行防水构造设计。

**5.2.4** 外墙采用保温结构一体化体系时，宜采用装配式预制构件，与物流、现场施工进行有效协同与联动，其热工和气密性设计应符合下列规定：

1 应保证保温层的连续性；

2 当保温层厚度有变化时，应进行热桥模拟计算并计入平均传热系数；

3 预制外墙板接缝处以及与主体结构的连接处应设置防止形成热桥的构造措施并增加气密性构造措施;

4 预制外挂墙板的气密性能应按现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227的规定进行检测，气密性能不应低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086所规定的4级，分级指标整体单位面积空气渗透量qA不应大于0.5m3/(m2·h)。

5 宜使用FRP或不锈钢拉结系统和连接系统；

6 施工产生的对拉螺栓孔洞等缺陷，应采用燃烧性能等级为 A 级保温材料填充，并宜采用无收缩灌浆料封堵，外表面应采取抗裂措施，内表面应做气密性封堵。

**5.2.5** 外墙采用夹心保温预制外墙板系统时，应符合相关国家现行标准及下列规定：

1外门窗框与夹心保温外墙板之间连接处应采取保温和防水构造，防水构造宜采用材料防水和构造防水相结合的方式，外门窗框与夹心保温外墙板之间空隙处应采用发泡聚氨酯等弹性闭孔材料填充饱满后再采用专用密封胶密封如图5.2.5所示；

2夹心保温外墙板之间以及夹心保温剪力墙板与现浇梁、墙之间的保温层应连续搭接，并应附加燃烧性能等级为 A 级的憎水保温材料，接缝处宜采用材料防水和构造防水相结合的防水构造，其中水平缝应采用外低内高的企口缝，竖直缝宜采用平缝。

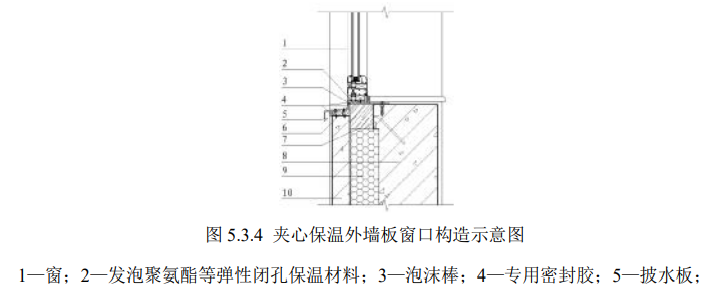


图5.2.5 夹心保温外墙板系统窗口构造示意图

1-窗；2-发泡聚氨酯等弹性闭孔保温材料；3-泡沫棒；4-专用密封胶；

5-披水板；6-A级保温材料；7-节能附框；8-内叶墙板；9-保温层；10-外叶墙板

**5.2.6** 外墙采用内置保温现浇混凝土系统时，应符合下列规定：

1 保温材料导热系数综合修正系数宜取1.3；

2 保温层顶端宜采用A级保温材料封堵，厚度不宜小于50mm。

**5.2.7** 外墙采用免拆保温模板现浇混凝土系统时宜采用连接件构造，应符合相关国家现行标准及下列规定：

1 保温模板应厚度均匀、连续；

2 门窗框外侧洞口、女儿墙、封闭阳台、阴阳角及悬挑构件应进行断热桥专项设计；

3 免拆保温模板拼缝、阴阳角、与砌体接缝处等部位应进行抗裂处理。

**5.2.8** 穿透外墙和保温的管道直径应小于预留孔洞或套管直径，预留洞口直径或套管内径应大于管道外径60mm以上，预留孔洞或套管与管道之间应采用燃烧性能等级为 A 级保温材料填充，并应采用专用密封胶密封。

**5.2.9** 屋面构造设计宜避免在隔汽层与防水层间进行湿作业，宜采用吸水率低的挤塑板（XPS）、高强度模塑板（EPS）或硬泡聚氨酯（PIR）等保温材料。

**5.2.10** 屋面应进行断热桥专项设计并应符合下列规定：

1 屋面保温层应与外墙的保温层连续，不应出现结构性热桥；

2 设备基础、土建风道出风口等突出屋面的结构体，其保温层应与屋面保温层连续，不应出现结构性热桥；

3 光伏等设备基础宜设置于屋面保温层以上，当位于屋面结构层时，应进行断热桥专项设计；

4 落水管穿越女儿墙时，预留洞口直径或套管内径应大于管道外径60mm以上，管道与预留孔洞间隙应采用保温材料填充并采用专用密封胶密封。

**5.2.11** 悬挑构件、女儿墙应采取削弱热桥的处理措施，宜采用断热桥承重连接件。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规定，其连接方式、热工性能应符合设计要求。

**5.2.12** 地面保温应考虑室内隔墙或基础造成的热桥，应选择体积吸水率低、抗压强度高、尺寸稳定性好的保温材料。

**5.2.13** 分隔采暖房间与非采暖房间的隔墙、楼板应按现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350的规定进行保温设计。

**5.2.14** 架空或外挑楼板主断面的传热系数宜与外墙主断面的传热系数相同。

**5.2.15** 夏热冬冷和夏热冬暖地区的零碳建筑外墙、屋面宜采用浅色饰面、反射隔热涂料或辐射制冷涂料，屋面还可采用蓄热屋面、通风屋面和种植屋面等隔热措施。

**5.2.16** 气密性材料的选用应结合当地气候条件和施工现场条件，气密性材料的适用温度、可施工温度、抗紫外线和抗腐蚀等性能指标应满足相关标准要求。

## 5.3 透光围护结构

**5.3.1** 透光围护结构应采用系统化设计，实现系统传热系数、综合太阳得热系数、可见光透射比及气密性的设计目标。

**5.3.2** 透光围护结构应进行开启部位专项设计，综合考虑自然通风与消防排烟需求设计。

**5.3.3** 地下空间宜采取采光天窗、采光侧窗、光导管等采光通风设施。

**5.3.4** 满足安全设计要求时，透光围护结构应减少型材在构件中的面积占比。

**5.3.5** 外窗系统传热系数应包括整窗传热系数和安装热桥系数，整窗的传热系数计算方法应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151等的相关规定，安装热桥系数应根据模拟计算结果确定。

**5.3.6** 外窗及透光幕墙的综合太阳得热系数（SHGC）值应根据现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176的规定进行计算。

**5.3.7** 透光围护结构开启扇部分应采用多点锁闭系统。外窗系统气密性能不应低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433-2015规定的8级，透光幕墙系统气密性不应低于4级，外门及分隔零碳建筑的门的气密性不应低于6级。

**5.3.8** 外门窗及透光幕墙安装位置设计应根据热桥及结露分析结果确定，并应满足下列规定：

1 外门窗应位于外墙保温层内或紧贴外墙保温层；

2 当外窗位于结构墙体窗洞口内时，应采用节能型附框，节能附框应满足《建筑门窗附框技术要求》GB/T 39866的规定且应提出导热系数或传热系数要求；

3 外墙保温层应覆盖附框并覆盖部分窗框；

4 窗口外侧下口宜设置金属披水板；

5 透光幕墙宜采用后锚固做法，连接件与主体结构间应采取断热桥措施。

**5.3.9** 外门窗及透光幕墙系统防水隔汽膜和防水透气膜应结合当地气候条件和施工现场条件进行设计，防水隔汽膜、防水透汽膜与窗框或龙骨的有效粘贴宽度不应小于 15mm，与墙体或主体结构的粘贴宽度不应小于 50mm。防水隔汽膜和防水透气膜的性能指标应满足相关标准规定。

**5.3.10** 透光幕墙与墙体、屋面间的接缝处应采取保温措施，并应采用密封胶等进行密封。建筑伸缩缝、沉降缝、抗震缝处的幕墙保温或密封做法应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定。

**5.3.11** 建筑应结合所在地区环境气候特点、房间使用需求、窗口朝向及建筑安全进行遮阳设计，遮阳设计应满足国家现行标准的相关规定，并宜符合下列规定：

1 宜采用固定、活动遮阳装置，或采用可调节太阳得热系数（SHGC）的调光玻璃；

2 南向外窗宜采用活动外遮阳、活动中置遮阳或水平固定外遮阳方式；

3 东向和西向外窗宜采用活动外遮阳装置。

6 施工

## 6.1一般规定

**6.1.1**零碳建筑围护结构工程应按经审查合格的设计文件和经审查批准的施工方案施工，不应擅自改动。

**6.1.2** 节能工程专项施工方案应对照设计内容，根据具体工程特点进行制定。

**6.1.3** 施工前，施工人员应经过书面技术交底和技术培训，应熟悉施工图纸及获批的施工方案，正确理解设计意图，掌握施工质量控制要点。

**6.1.4** 保温、门窗、气密性工程的各种组成材料应配套供应，并应符合国家现行相关标准的规定。

**6.1.5** 施工前，对于采用相同构造设计的保温、门窗、气密性工程，应组织在现场采用相同材料和工艺制作样板间或样板件，经有关各方确认后再进行施工。

**6.1.6** 施工中应采取措施节约材料、能源等，提高效率，减少损耗。

**6.1.7** 零碳建筑围护结构施工应进行施工现场场地布置规划，减少场地内运输能耗及碳排放，宜结合施工现场内能源供应方案采用清洁能源作为施工现场用能

宜进行建造过程碳排放统筹与计量。

**6.1.8**采用本地建材，施工现场 500km 以内的材料占建筑材料总重量的比例不 宜低于70%。

**6.1.9** 施工管理应进行绿色低碳施工策划，采用适宜的降碳技术措施，并应符合以下规定：

1. 对于新建建筑，应建立能源资源消耗台账，开展用电用油及各类能源消耗计量，计算施工过程碳排放量；对于既有建筑，应补充提交施工能耗与碳排放计算报告。

2. 制定建筑垃圾减量化专项方案。制定建筑垃圾产生量控制目标，应对施工产生的建筑垃圾分类收集及再利用，回收率应达到90%以上，再利用率应达到60%以上。

3. 制定临时设施和周转材料隐含碳排放降碳专项方案；除现场模板外的非实体材料可重复使用率应不低于70%； 模板周转次数应不低于6次，宜使用铝合金模板等新型模架体系。

4. 制定专项拆除施工方案及资源化利用方案。拆除前应对工程所在地建筑预产生垃圾进行识别与分类。

**6.1.10** 施工阶段的碳排放量核算，非用电的重型机械设备宜采用智能化移动设备安装于机械上，自动感应机械启停时间并记录其工时，以此作为碳排放量核算依据。

## 6.2非透光围护结构

**Ⅰ 外墙**

**6.2.1** 外墙采用外保温系统时，施工前应具备下列条件：

1 基层墙体应已验收合格；

2 穿透保温层的（设备、管道的）联结件、穿墙管线应已采用断热桥做法安装完毕并验收合格；

3 外门窗、断热桥承重连接件、普通预埋件和连接件、穿墙管道套管等应已安装完毕并验收合格；

4 外门窗、穿透外墙的管道等部位的气密性措施已施工完成并验收合格。

**6.2.2** 外墙外保温工程中，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，宜在阳角部位安装托架。

2 托架挑出基层墙体部分的长度不应大于保温层厚度的 2/3 且不应小于保温层厚度的 1/3；

3 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应小于 5mm，采用机械连接的方式固定于基层墙体；

**6.2.3** 外墙外保温工程中，粘贴保温板应符合下列规定：

1 保温板宜按水平顺序进行排板，上下应错缝粘贴，阴阳角处应做错茬处理；

2 保温板缝应拼严，缝宽大于2mm时应采用相应厚度的保温板片或发泡聚氨酯填塞；

3 保温板的有效粘接面积率应满足设计要求；

4 当设计有两层保温板时，第一层和第二层保温板应进行错缝处理，第二层保温板应采用条粘法进行粘贴，防火隔离带重叠部分的高度不应小于300mm。

**6.2.4** 外墙外保温工程断热桥锚栓安装应符合下列规定：

1 锚栓安装应在保温板粘贴24h后进行；

2 锚栓的有效锚固深度应满足设计要求，锚栓套管长度应根据锚固深度、胶粘剂及保温板厚度、安装方式等因素进行选择；

3 锚栓可采用沉入式安装或非沉入式安装方式，当采用沉入式安装时，应用保温盖片覆盖锚栓压盘并与保温层齐平，当采用非沉入式安装时，应在套管内填塞保温材料覆盖锚钉；

4 阳角位置的锚栓不得虚锚。

**6.2.5** 外墙外保温工程中，门窗洞口保温做法应符合下列规定：

1 保温板覆盖窗框的宽度应满足设计要求；

2 当外窗为外挂式安装时，保温板应预先在外窗连接件位置裁出相应形状后再进行粘贴；

3 保温板与窗框交接处的防水处理应满足设计要求，宜采用收边条进行密封，采用密封胶密封时宜先填塞膨胀止水带后再进行密封；

4 外保温与披水板两端及底部之间缝隙的防水处理应满足设计要求，宜采用膨胀止水带填塞后进行密封处理。

**6.2.6** 外保温施工不应破坏已施工完成的气密性材料和防水材料。

**6.2.7** 外墙采用装配式预制保温结构一体化构件时，施工前应具备下列条件：

1 已施工完成的结构应已经验收合格；

2 安装定位标识应已设置完成并满足设计要求；

3 安装部位应已清理干净；

4 临时支撑设备、设施应已就位；

5 吊装设备及吊具应处于安全操作状态，且现场环境、天气、道路状况等满足吊装施工要求。

**6.2.8** 当采用预制保温外墙板时，应进行首段验收，验收合格后方可进行大批量安装。

**6.2.9** 预制保温外墙板的吊装、校准、调整及临时支撑固定措施应符合相关标准的规定。

**6.2.10** 当采用预制保温外墙板时，安装完成后保温层应整体连续，热桥部位的施工应满足设计要求并应符合下列规定：

1 保温层接缝部位应采用等厚憎水保温材料填塞封堵；

2 墙板预留孔洞部位，应采用保温材料填充后再进行灌浆封堵；

3 当管道穿越墙板时，其洞口应在工厂预留，施工时管道与孔洞间隙应采用保温材料填充密实，并应进行密封和防裂处理。

**6.2.11** 现浇混凝土墙体气密性施工应满足设计要求并符合下列规定：

1 模板支护螺栓孔处，宜去除螺栓孔内的塑料管并填充水泥砂浆，水泥砂浆应将螺栓孔密封严实；

2 施工过程中的穿墙孔、吊装孔等围护结构孔洞，应根据孔洞大小采取水泥砂浆填充或砌筑后进行水泥砂浆抹灰处理，抹灰时应采用玻纤网进行增强处理。

**6.2.12** 现浇混凝土框架结构采用轻质砌块墙体时，气密性措施施工应符合下列规定：

1 填充墙与混凝土梁、柱、剪力墙的交界处宜粘贴防水隔汽膜，防水隔汽膜应与填充墙及现浇混凝土结构的粘贴宽度均应不小于50mm，且应粘贴紧密，不留孔隙；

2 防水隔汽膜粘贴完成后，应采用水泥砂浆进行抹灰，抹灰层应覆盖防水隔汽膜和填充墙，抹灰厚度不应小于 15mm，并应采取相应抗裂措施；

3 未粘贴防水隔汽膜时，抹灰时应采用玻纤网进行交界处增强处理；

4 填充墙内需安装电气管线和接线盒时，应在槽内涂抹石膏或水泥砂浆将缝隙密封严密。

**6.2.13** 现浇混凝土框架结构采用蒸压加气混凝土条板墙体时，气密性措施施工应符合下列规定：

1 蒸压加气混凝土条板墙体的水平缝和垂直缝均应采用柔性密封，板缝宽度不应小于10mm，且不应大于20mm，密封胶厚度不宜小于8mm，且不应小于板缝宽度的一半，密封胶内侧应设置背衬材料且应填充密实；

2 蒸压加气混凝土条板墙体与混凝土梁、柱、剪力墙间宜采用柔性密封，接缝处应粘贴防水隔汽膜；

3 蒸压加气混凝土条板墙体与基础、楼板、混凝土导墙的接缝宜采用专用防水砂浆或弹性密封胶密封并粘贴防水隔汽膜；

4 粘贴防水隔汽膜前，蒸压加气混凝土条板墙体应做界面处理，防水隔汽膜与蒸压加气混凝土条板墙体及现浇混凝土结构的粘贴宽度均不应小于50mm，且应粘贴紧密，不留孔隙；

5 防水隔汽膜粘贴完成后，应采用水泥砂浆进行抹灰，抹灰层应覆盖防水隔汽膜和填充墙，抹灰厚度不应小于 15mm，并应采取相应抗裂措施；

6 蒸压加气混凝土条板墙体内有配电箱、消火栓箱、线盒等暗装时，应在工厂进行开槽，现场安装时应在槽内涂抹石膏或水泥砂浆将缝隙密封严密。

**6.2.14**内置保温现浇混凝土复合剪力墙的保温层应连续，在网架板安装完成后，保温板拼缝应严密或采用其他保温材料填充处理。

**6.2.15** 外墙装饰层施工前应对内置保温现浇混凝土复合剪力墙螺栓孔进行封堵；封堵时应先填入与保温层等厚的保温材料，再用干硬性砂浆或细石混凝土将孔洞填实，并应在外表面涂刷防水涂层。

**6.2.16** 外墙悬挑结构热桥部位采用断热桥承重组件时，其承载性能、连接方式和热工性能应符合设计要求，并应按下列规定进行施工：

1按照结构设计图纸设置模板高度、结构钢筋；

2 将断热桥承重组件放置于设计位置，端部起拱，起拱高度应符合变形设计要求；

3 锚固钢筋与结构钢筋进行绑扎连接，锚固钢筋规格型号应满足设计要求，与断热桥承重组件垂直安装，断热桥承重组件应固定牢固；

4 浇筑断热桥承重组件两侧混凝土并同步振捣。

**6.2.17** 穿外墙管道应进行断热桥及气密性处理，并应按下列操作工艺进行：

1 洞口或套管与管道之间应按设计要求填充保温材料；

2 防水隔汽膜应覆盖管道四周的保温层，防水隔汽膜与管道和墙体基面的有效粘结长度均不应小于 50mm；

3 防水隔汽膜有搭接时，搭接宽度不应小于50mm；

4 防水隔汽膜与墙体和管道的粘贴应平整密实、宽度均匀、不留孔隙。

**6.2.18** 施工过程中遗留的孔洞应根据设计要求进行断热桥及气密性处理，并应符合下列规定：

1 施工时管道与孔洞间隙应采用保温材料填充密实，并进行气密性处理和防裂处理。

2 应根据孔洞大小采取水泥砂浆填充或砌筑后进行水泥砂浆抹灰处理，抹灰时应采用玻纤网进行增强处理。

**Ⅱ 屋面**

**6.2.18** 屋面防水隔汽层的施工应在找平层完全干燥后进行，材料性能及做法应满足设计和专项施工方案的要求，并应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定。

**6.2.19** 屋面保温层施工前，防水隔汽层以及穿过屋面结构层的管道、设备基座、预埋件等的断热桥措施应施工完成并已通过验收，铺设保温层的基层应平整、干燥、干净，屋面保温施工不应破坏防水隔汽层。 **6.2.20** 屋面保温层采用保温板粘贴做法时，应按下列操作工艺进行：

1 用保温板胶粘剂将保温板粘贴在防水隔汽层上，天沟、檐沟、边角处保温板应采用满粘法；

2 保温板应错缝粘贴，分层铺设时，上下层接缝应相互错开；

3 保温板拼缝应拼严，缝宽大于 2mm 时应用相应厚度的保温板片或发泡聚氨酯填塞。局部不规则处保温板可现场裁切，切口应与板面垂直。

**6.2.21** 屋面防水层做法应满足设计要求并应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB50345 的规定。当防水层采用热粘法或热熔法施工时，施工前应对保温层采取保护措施，保护层材料及做法应满足设计要求，并应符合现行国家标准

《屋面工程技术规范》GB50345 的规定。

**6.2.22** 出屋面管道保温、断热桥及气密性做法应满足设计要求并按下列操作工艺进行：

1 管道与孔洞间隙应采用保温材料填充密实；

2 出屋面管道断热桥措施施工完成且通过验收后，进行防水隔汽层和室内侧防水隔汽膜施工，防水隔汽层应按本规程6.1.15的规定进行施工，防水隔汽膜应按本规程6.1.14的规定进行施工；

3 防水隔汽层施工完成并通过验收后，进行管道保温施工并安装套管，保温层应紧贴管道，填充密实。

**6.2.23** 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、连接方式及热工性能应符合设计要求，并按本规程6.2.10的规定进行施工。

**6.2.24** 女儿墙保温及压顶板安装应按下列操作工艺进行：

1 当屋面底层有隔气措施或防水时，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。

**Ⅲ地面及其他**

**6.2.25** 当地下室外墙外侧设计有保温层时，保温施工应在地下室外墙防水验收合格后、土方回填前进行，并应按下列操作工艺进行：

1 保温板与基层墙体间应采用条粘法粘贴。

2 当保温板分层粘贴时，上下接缝应错开，两层保温板之间应采用条粘法粘贴；

3 局部不规则处保温板可现场裁切，切口应与板面垂直。

**6.2.26** 当地下室顶板设计有岩棉条或岩棉板保温层时，保温施工应在主体结构验收合格，水、电、暖通专业的管线、支吊架等的断热桥和气密性措施施工完成且验收合格后进行，并应按下列操作工艺进行：

1 岩棉条或岩棉板粘贴前应在粘结面上涂刷界面剂；

2 岩棉条或岩棉板应错缝粘贴，错开尺寸不宜小于 200mm；

3 宜采用满粘法粘结，粘贴面积率不小于70%；

4 粘贴后应立即安装锚栓，每块岩棉条上的锚栓数量不应小于 2 个，岩棉板上锚栓数量不应小于4个/m2。

**6.2.27** 当地下室隔墙等部位设计有下翻保温层时，宜在保温层底部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。保温板粘贴可采用条粘法或点框法。

**6.2.28** 当地下室隔墙、电梯基坑隔墙、分隔供暖与非供暖空间的隔墙、分户墙等部位设计有保温层时，保温板粘贴可采用条粘法或点框法，保温砂浆应分层施工，每层厚度不宜超过 20mm。

**6.2.29** 穿透地下室顶板管道部位的气密性处理应符合本规程6.2.19的规定。

## 6.3 透光围护结构

**6.3.1** 外门窗现场安装前结构工程、装配式预制外墙板进场或安装应已验收合格，门窗洞口尺寸应符合设计要求，洞口允许偏差应符合表6.3.1的规定。

**表6.3.1 建筑门窗洞口尺寸允许偏差**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差，mm |
| 洞口宽度、高度尺寸 | | ±5 |
| 洞口对角线尺寸 | | ≤10 |
| 洞口的平面位置、标高尺寸 | | ≤5 |
| 洞口表面平整度、垂直度 | 混凝土工程 | ≤4 |
| 砌体工程 | ≤5 |

**6.3.2** 安装门窗时应根据实测门窗洞口的偏差值，确定门窗安装的平面位置及高度。门窗安装中心线和高度控制线宜在洞口上标示。**6.3.3** 外门窗采用外挂式安装时，其安装、调整和固定应按下列操作工艺进行：

1 确定联结件的安装位置并固定于门窗框侧面，联结件数量、位置及间距应满足设计要求，且每侧联结件不应少于 2 个，相邻联结件距离不应大于 500mm，角部联结件与角部的距离不应大于 150mm；

2 在窗洞口底部安装临时支撑件，将外门窗放于临时支撑件上调整垂直和水平度；

3 将联结件固定于基层墙体上，联结件与基层墙体之间应设置保温隔热垫块，保温隔热垫块厚度不应小于 5mm；

4 联结件在基层墙体内应固定牢固，联结件的固定点应位于实体墙上，距离洞口侧边边缘不应小于 40mm，固定用螺栓在基层墙体内的有效固定深度不应小于 50mm。

**6.3.4** 外门窗采用洞内安装方式时，其安装、调整和固定应符合相关标准的规定，当采用节能附框时，应按下列操作工艺进行：

1 将节能附框安装于洞口内，节能附框安装宜采用粘锚结合方式，锚固件位置和数量应进行安全核算；

2 窗框安装于节能附框内，与节能附框连接牢固。

**6.3.5** 外门窗防水隔汽膜施工应满足设计要求，并应符合下列规定：

1 当防水隔汽膜设计为“一”形或“U”形时，应在外窗安装前沿外门窗框内侧边缘一周粘贴防水隔汽膜，外门窗安装完后将防水隔汽膜粘贴于窗洞口内；

2 外门窗框粘贴防水隔汽膜设计为“L”形时，应在外窗安装完成后再将防水隔汽膜粘贴于外门窗框与门窗洞口内；

3 防水隔汽膜与窗框的有效粘结宽度不应小于 15mm，与门窗洞口的有效粘结宽度不应小于 50mm，有搭接时搭接长度不应小于 50mm；

4 防水隔汽膜粘贴位置应清洁干净并保持干燥，防水隔汽膜与窗框及门窗洞口的粘贴应平整、牢固、宽度均匀，外门窗四角部位不应有内外贯通的缝隙。

**6.3.6** 外门窗防水透气膜施工应满足设计要求，并应符合下列规定：

1 防水透气膜应在外窗安装完成后粘贴于外门窗框和门窗洞口基层墙面上；

2 防水透汽膜应覆盖外门窗联结件，与窗框的有效粘结宽度不应小于 15mm，与门窗洞口基层墙面的有效粘结宽度不应小于 50mm，有搭接时搭接长度不应小于 50mm。

**6.3.7** 当外窗设计有披水板时，应将披水板固定于窗框外侧，安装时不应破坏防水透汽膜，披水板向外坡度应满足设计要求且不小于10%，披水板两端及与窗框之间应按设计要求进行防水密封处理，宜粘贴预压膨胀密封带。

**6.3.8** 当设计有活动外遮阳时，应按下列规定进行施工：

1 应在外窗安装已完成、外保温尚未施工时确定外遮阳的固定位置，并安装连接件，连接件安装不应破坏防水透气膜；

2 外遮阳应与主体建筑结构可靠连接，连接件与基层墙体之间应设置保温隔热垫块；

3 待保温施工完成后再安装外遮阳盒和导轨等部件。

7 验收

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 零碳建筑围护结构节能工程应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411 的规定及建筑特点进行验收。

**7.1.2** 建筑围护结构节能工程施工完成后，应对围护结构的外墙节能构造、外窗气密性和水密性能进行现场实体检验，其检测方法、检测数量、不合格处理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 的规定。

**7.1.3** 气密性措施施工完成后，应进行建筑整体气密性现场检测，检测方法可按现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350中附录 E 的规定，检测结果应符合设计和相关标准的要求。

**7.1.4** 建筑整体气密性测试应符合下列规定：

1 对于不分单元的建筑，应进行整体测试；

2 对于有多个单元的建筑，气密性检测至少应在每栋建筑的底层、中间层、顶层各典型户型选择1个，也可对建筑单元进行气密性检验，至少应在每栋建筑的中间单元、两侧单元各选择1个。

**7.1.5** 工程所用防水隔汽膜和防水透气膜进场时，应进行施工现场见证取样复验，同一生产厂家、同一类型的产品，每5000m为一批，不足5000m时，应按1个检验批计，复验项目应包括180°剥离强度（与混凝土基材的原强）、拉伸力、撕裂强度、不透水性和透气率，结果应符合设计要求。

## 7.2 非透明围护结构主控项目

**I墙体**

**7.2.1** 墙体节能工程施工时，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 锚固件安装；

6 玻纤网铺设；

7 抹面层厚度；

8 墙体热桥部位及气密性处理；

9 预制保温墙板缝隙的断热桥、防水、气密性处理；

10 穿墙管线等部位的断热桥、防水、气密性处理。

**7.2.2** 被封闭保温材料的厚度应符合设计要求。

检验方法：现场尺量、钢针插入。

检查数量：每个检验批应抽查 3 处。

**7.2.3** 预制混凝土保温墙板系统的结构性能、热工性能及与主体结构的连接方法应符合设计要求，与主体结构连接应牢固。

检验方法：核查型式检验报告、出厂检验报告和隐蔽工程验收记录。

检查数量：全数检查。**7.2.4** 门窗洞口四周保温节点处理应符合设计要求。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批应抽查 3 处。

**7.2.5** 穿墙管道处断热桥、气密性、防水措施应符合设计和本规程的要求。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批应抽查 3 处。

**7.2.6** 防水隔汽膜、防水透汽膜的粘贴方法、粘贴宽度、搭接宽度应符合设计和本规程的要求。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查。

检查数量：全数检查。**7.2.7** 防水隔汽膜、防水透汽膜粘贴时应铺压严实，不得虚粘。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批应抽查 5 处。

**7.2.8** 外墙内侧气密性抹灰厚度必须符合设计和本规程的要求。

检验方法：现场尺量、钢针插入检查

检查数量：每个检验批应抽查 5 处。

**7.2.9** 气密性抹灰应密实，无空鼓，面层无裂缝。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批应抽查 5 处。

**7.2.10** 悬挑结构断热桥承重连接件的规格、位置、承载性能、热工性能应符合设计要求。

检验方法：观察检查，核查型式检验报告。

检查数量：全数检查。

**Ⅱ 屋面**

**7.2.11** 屋面节能工程施工时，应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收，并应有详细文字记录和必要的图像资料：

1 基层及其表面处理；

2 保温层的敷设方式、厚度；板材缝隙填充质量；

3 防火隔离带的设置（设计要求时）；

4 屋面热桥部位处理；

5 穿屋面管线等部位的断热桥、防水、气密性处理。

**7.2.12** 保温层的敷设方式、厚度、缝隙填充质量及屋面热桥部位的保温做法应符合设计和本规程的要求。

检验方法：用钢针插入和尺量检查。

检查数量：每个检验批抽查 3 处，每处不得少于 10m2。**7.2.13** 出屋面管道等部位断热桥、气密性、防水措施应符合设计和本规程的要求。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

**7.2.14** 防水隔汽膜的粘贴方法、粘贴宽度、搭接宽度应符合设计和本规程的要求。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查。

检查数量：全数检查。**7.2.15** 防水隔汽膜粘贴时应铺压严实，不得虚粘。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批应抽查 5 处。

**7.2.16** 女儿墙断热桥承重连接件的规格、位置、承载性能、热工性能应符合设计要求。

检验方法：观察检查，核查型式检验报告。

检查数量：全数检查。

**Ⅲ 地面及其他**

**7.2.17** 地面及其他部位节能工程施工时，应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收，并应有详细文字记录和必要的图像资料：

1 基层及其表面处理；

2 保温材料种类和厚度；

3 保温材料固定或铺设；

4 热桥部位处理；

5 穿地面或其他零碳建筑边界的管线的断热桥、防水、气密性处理。

**7.2.18** 地下室顶板设计有保温时，保温材料应固定牢靠，拉伸粘结强度应符合设计要求，锚栓数量、锚栓抗拉承载力应符合设计要求。

检验方法：施工前进行样板件现场拉伸粘结强度检验和锚栓抗拉承载力检验，施工过程中检查保温材料粘结面积率或连接情况。

检查数量：每个检验批应抽查 3 处。

**7.2.19** 地面保温工程所用保温材料的厚度应符合设计要求。

检验方法：用钢针插入和尺量检查。

检查数量：每个检验批应抽查 3 处。

**7.2.20** 地面保温的构造做法应符合设计要求，并按专项施工方案施工。

检验方法：对照设计和专项施工方案观察检查、尺量检查。

检查数量：每个检验批应抽查 3 处，每处 10m2。**7.2.21** 地下室外墙、隔墙、梁、柱设计有保温时，所用保温材料的厚度应符合设计要求。

检验方法：用钢针插入和尺量检查。

检查数量：每个检验批应抽查 3 处。

**7.2.22** 穿地下室顶板及其他零碳建筑边界的管线的断热桥、气密性应符合设计和本规程的要求。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

**7.2.23** 防水隔汽膜的粘贴方法、粘贴宽度、搭接宽度应符合设计和本规程的要求。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查。

检查数量：全数检查。**7.2.24** 防水隔汽膜粘贴时应铺压严实，不得虚粘。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批应抽查 5 处。

**7.2.25** 气密性抹灰厚度必须符合设计和本规程的要求。

检验方法：现场尺量、钢针插入检查

检查数量：每个检验批应抽查 5 处。

**7.2.26** 气密性抹灰应密实，无空鼓，面层无裂缝。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批应抽查 5 处。

## 7.3 透明围护结构主控项目

**7.3.1** 外门窗、遮阳工程施工时，应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收，并应有详细文字记录和必要的图像资料：

1 外门窗安装方式；

2 外门窗与墙体的连接件；

2 外遮阳设施连接件；

3 节能附框；

4 隔热垫块；

5 防水隔汽膜、防水透气膜粘贴。

**7.3.2** 外门窗节能工程使用的材料、构件进场时，应核查其规格、质量证明文件、门窗热工性能计算书、抗风压性能计算书等，且应形成相应的验收记录。

检验方法：观察、尺量检查；核查质量证明文件。

检查数量：按进场批次，每批随机抽取 3 个试样进行检查；质量证明文件、计算报告书等全数检查。

**7.3.3** 外门窗（含天窗）进场时，应对门窗气密性能、传热系数、太阳得热系数进行见证取样复验，结果应符合设计要求。

检验方法：现场随机见证取样送检，核查复验报告；

检查数量：按同厂家、同材质、同开启方式、同型材系列的产品各抽查一次；同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程，可合并计算抽检数量。

**7.3.4** 透光幕墙（含采光顶）节能工程使用的材料、构件进场时，应对幕墙玻璃的传热系数、太阳得热系数、透光及半透光遮阳材料的太阳光透射比和太阳光反射比进行见证取样复验，结果应符合设计要求。

检验方法：现场随机见证取样送检，核查复验报告；

检查数量：按同厂家、同品种产品，幕墙面积在3000m2以内时应复验一次；面积每增加3000m2应增加一次。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。

**7.3.4** 外门窗安装的位置应符合设计和本规程的要求。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

**7.3.5** 外门窗及透光幕墙安装连接件的位置、数量、断热桥措施、气密性措施应符合设计和本规程的要求。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。**7.3.6** 防水隔汽膜、防水透汽膜粘贴方法、粘贴宽度、搭接宽度应符合设计和本规程的要求。

检验方法：对照设计和施工方案观察检查。

检查数量：全数检查。**7.3.7** 防水隔汽膜、防水透汽膜与门窗框、透光幕墙龙骨粘贴时应铺压严实，不得虚粘。

检验方法：观察检查。

检查数量：每个检验批应抽查 5 处。

**7.3.8** 防水隔汽膜、防水透汽膜与门窗洞口墙体或主体结构基层粘贴时应铺压严实，不得虚粘。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

**7.3.9** 门窗四角防水隔汽膜应无内外贯通的缝隙。

检验方法：观察检查。

检查数量：全数检查。

**7.3.10** 外遮阳设施的性能、位置应符合设计和产品标准要求；外遮阳设施应安装牢固、位置正确，联结件与基层墙体间的断热桥措施应符合设计和本规程的要求。

检验方法：核查质量证明文件；观察、手扳检查；核查遮阳设施的抗风计算报告或性能检测报告。

检查数量：全数检查。

# 用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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”。

# 引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《建筑设计防火规范》GB 50016

《建筑物防雷设计规范》GB 50057

《民用建筑隔声设计规范》GB 50118

《民用建筑热工设计规范》GB 50176

《屋面工程技术规范》GB 50345

《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB 50411

《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350

《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366

《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015

《建筑环境通用规范》GB 55016

《建筑防火通用规范》GB 55037

《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227

《建筑幕墙》GB/T 21086

《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433-2015

《建筑门窗附框技术要求》GB/T 39866

《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102

《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151

《建筑用光伏构件通用技术要求》 JG/T 492

中国工程建设标准化协会标准

零碳建筑围护结构节能技术规程

**T/CECS \*\*\* -20XX**

**条文说明**

**制 定 说 明**

本规程制定过程中，编制组针对目前已有的超低能耗、近零能耗、零能耗建筑等低碳、零碳类建筑工程项目的围护结构现状开展调查研究，认真总结了零碳类建筑工程围护结构节能技术方面的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过对零碳建筑围护结构节能相关设计、施工及验收要点进行试验、模拟研究，取得了阶段性成果。

本规程编制原则为：（1）科学合理、具有可操作性；（2）实事求是，规程使用人应严格遵守规程有关规定；（3）保证施工效率的同时又能保证质量等。关于围护结构构造选择及围护结构热桥设计优化时，提出宜对围护结构及热桥构造进行隐含碳排放量计算的要求，旨在引导提升建筑低碳属性。编制组将对其他尚需深入研究的有关问题多方取证、试验探究和工程应用后对规程进行更新补充。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《零碳建筑围护结构节能技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款的规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

[2 术语 35](#_Toc159488074)

[3 基本规定 36](#_Toc159488075)

[4 性能要求 37](#_Toc159488076)

[4.2 透光围护结构 37](#_Toc159488078)

[5 设计 38](#_Toc159488079)

[5.1 一般规定 38](#_Toc159488080)

[5.2 非透光围护结构 39](#_Toc159488081)

[5.3 透光围护结构 39](#_Toc159488082)

[6 施工 41](#_Toc159488083)

[6.1一般规定 41](#_Toc159488084)

[6.2非透光围护结构 41](#_Toc159488085)

[7 验收 43](#_Toc159488087)

[7.3 透明围护结构主控项目 43](#_Toc159488090)

# 2 术语

**2.0.11** “十二五”期间，我国部分省市开始引导保温结构一体化的发展和推广，2022年03月，住房和城乡建设部印发《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，提出研究、推广结构保温一体化墙板技术及产品。目前，结构保温一体化墙板技术及产品主要可以分为现场浇筑混凝土施工和预制两种。

现浇混凝土保温结构一体化外墙系统按照保温层的位置主要分为免拆保温模板和内置保温两种，现行国家或行业标准主要有《内置保温现浇混凝土复合剪力墙技术标准》JGJ/T 451-2018、《建筑用免拆复合保温模板应用技术规程》JC/T 60016-2022等，预制保温结构一体化外墙系统按照保温层的位置主要分为预制反打和夹心保温两种，现行国家或行业标准主要有《预制混凝土外挂墙板应用技术标准》JGJ/T 458-2018。

# 3 基本规定

**3.0.1** 热工、隔声、防水、防火、气密等建筑使用功能要求。

**3.0.2** 应根据建筑功能和环境资源条件，强化气候环境适应性，综合考虑室内采光通风、供冷供暖负荷以及照明能耗之间的关系。

# 4 性能要求

## 4.2 透光围护结构

**4.2.1** 外门窗及透光幕墙系统除外门窗或幕墙本身以外，还包括相关配套材料如保温附框、防水隔气膜、防水透气膜等，因此，外门窗及透光幕墙系统气密性测试时包含门窗及幕墙以及保温附框、防水隔气膜、防水透气膜等等能够更好的体现系统整体气密性。

# 5 设计

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 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，应该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，因此在零碳建筑设计时，应考虑外窗朝向的不同对窗墙比的要求。

**5.1.6** 零碳建筑设计时，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。

**5.1.11、5.1.12** 在建筑的全生命周期内，除运行阶段外，碳排放指标计算范围还应涵盖建筑的隐含碳排放，即建材生产及运输、建筑建造及拆除等环节产生的碳排放。从建筑全过程碳排放考量，现阶段建筑运行碳排放占比约为78%~80%，建筑所使用的建材生产、运输及拆除的碳排放约为20%，但随着建筑节能标准提升，运行阶段碳排放将逐步降低至60%~70%，建材相关碳排放将增加至30%~40%。

为引导除运行阶段以外的环节降低碳排放，以降低隐含碳排放为目标，建议围护结构热桥设计优化时进行隐含碳排放量计算，采用低碳建材、低碳结构形式和材料减量化设计。

低碳建筑材料的选择应以绿色、耐久、可核查和本地化为原则，注意建筑材料的可追溯性，优先选用具有绿色建材标识（或认证）或具有明确碳足迹标签的材料和部品，以支撑建筑全过程的定量碳核查。绿色建材是指在建筑全过程内可减少对资源的消耗、减轻对生态环境的影响，具有节能、减 排、安全、健康、便利和可循环特征的建材产品。

**5.1.13** 延长建筑寿命，避免大拆大建是降低建筑碳排放的重要前提条件，在进行既有改造项目规划设计时，应优先考虑利用既有建筑，延长建筑使用寿命，充分利用既有建筑的剩余价值。

**5.1.16** 建筑领域低碳发展离不开碳汇的贡献，同时绿色空间是提高城市公共空间品质的保障，本条鼓励建筑项目优化建筑布局，提供更多的绿化用地。

## 5.2 非透光围护结构

**5.2.2** 木结构和钢结构体系相对于传统建筑结构体系，显著降低了建筑隐含碳排放水平。研究 显示，我国木结构建筑可减少建材生产阶段碳排放 64.5%。在进行建筑结构形式选择时，应 根据项目性质、功能要求、资源条件、技术约束和成本约束，因地制宜优先选择低碳建筑结 构体系。在建筑隐含碳的影响因素中，钢材（钢筋、结构钢等）和混凝土的隐含碳排放占比较大， 在进行建筑设计时，应进行相关的计算和优化，在确保建筑安全功能要求得到满足的前提下， 适当预留裕量，合理确定钢材、混凝土等建筑材料用量，避免资源浪费，降低建筑隐含碳排放，推广安全使用技术成熟的具有固碳作用的新型混凝土。

**5.2.3** 根据目前的研究，采用钢结构、钢筋混凝土类重质墙体时，每年单位建筑面积的碳排放量要高于木结构、轻钢结构类轻质墙体，不过从运行阶段来看，采用轻质墙体的碳排放要远高于采用重质墙体的碳排放。同时有研究表明，采用外保温系统要比采用夹心保温的碳排放量低 30%。

采用单层保温材料，有利于保证系统连接安全性，相对于双层或多层保温材料，还可以减少层间胶粘剂和锚栓的使用，降低隐性碳排放。

**5.2.6** 保温材料导热系数综合修正系数除考虑了GB50176规定的相关影响因素外，还考虑了系统中拉结件的影响。

内置保温现浇混凝土系统通常采用有机保温材料，为保证系统防火安全性，门窗洞口等位置的保温层顶端宜采用厚度不小于50mm 的A级保温材料封堵。

**5.2.7** 免拆保温模板现浇混凝土系统通常有连接件构造和钢丝网架构造两种，钢丝网架对系统传热系数影响较大，会在一定程度上增加保温材料的用量，因此建议采用连接件构造。

## 5.3 透光围护结构

**5.3.3** 采用下沉式广场（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。

**5.3.11** 遮阳的设计、施工及验收可以参考现行行业标准《遮阳工程技术规范》JGJ 237的相关规定。

6 施工

## 6.1 一般规定

**6.1.9** 零碳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。应建立低碳建造管理体系和管理制度，实施碳减排目标管理，实施前应制定专项低碳建造方案。

1. 明确建造过程降碳内容和方法，实现建造全过程碳排放的统筹管理，减少全过程的资源消耗。

2.提高建筑垃圾综合利用率。 “十三五”以来，我国循环经济发展取得积极成效，2020年建筑垃圾综合利用率达50%，但远低于欧盟（90％）、日本（97％）和韩国（97％）等发达国家和地区，国家发改委《“十四五”循环经济发展规划》中提出：到2025年，资源利用效率大幅提高，再生资源对原生资源的替代比例进一步提高，建筑垃圾综合利用率达到60%。

3. 提高周转材料的重复利用率，可减少施工阶段由于建材带来的隐含碳排放。提高模板周转率，可减少模板的累计使用量。尤其铝模具有重量轻、强度高、承载能力强、回收率高等优点，此外还可以通过计算机辅助设计，将建筑工程所需的所有模板做成标准化、模数化、系统化的式样，进一步降低模板的使用量。

4. 拆除工程应制定拆除施工专项方案。拆除方案应明确拆除的对象及其结构特点、拆除方法、安全措施、拆除物的回收利用方法等。尤其对将要产生的建筑垃圾进行预判，按照符合充分利用、就近消纳的原则，制定建筑垃圾无害化、资源化处置计划，建立建筑垃圾回收、运输、分解、资源化、回用产业链，将建筑垃圾重新作为原材料或消费品投放其他施工生产或消费领域。

**6.1.10** 鼓励推行智能化碳排放量采集设备，使碳排放量核算统计更为科学便捷。

## 6.2 非透光围护结构

**Ⅰ 外墙**

**6.2.10** 施工前，要对穿透保温层的（设备、管道的）联结件、穿墙管线等部位，根据施工图及施工方案进行核对和检查，确定已经完成后在进行保温施工，当核查有遗漏时，应该及时上报。

**6.2.16** 安装断热桥承重组件前应根据组件布置图核对产品型号、尺寸等；断热桥承重组件固定牢固、两侧同步浇筑和振捣混凝土可以防止断热桥承重组件位置发生偏移。

7 验收

## 7.3 透明围护结构主控项目

**7.3.3** 见证取样送检外门窗气密性时，外门窗安装方式宜与工程现场一致，以便更好的体现外门窗系统整体的气密性。