

# 绍兴市零碳建筑实施导则

2025-03-28 发布

2025-03-28 实施

绍兴市住房和城乡建设局 发布

# 前 言

根据《绍兴市人民政府办公室关于推动绍兴建筑业改革创新高质量发展的实施意见》（绍政办发〔2022〕22号）、《绍兴市人民政府办公室关于加快推进绿色建筑和新型建筑工业化发展的实施意见》（绍政办发〔2021〕3号）以及《〈关于加快推进绿色建筑和新型建筑工业化发展的实施意见〉实施细则的通知》（绍市建设〔2021〕1号）等文件精神。导则编制组经广泛调查研究，认真总结工程实践经验，参考有关国内和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本导则。

本导则共分为9章，主要技术内容包括：总则、术语、实施流程、技术指标、建筑降碳设计、低碳建造、低碳运行、绿色电力与碳排放权交易、等级判定。

主编单位：绍兴市建筑产业现代化促进中心

中国建筑科学研究院有限公司

参编单位：华汇工程设计集团股份有限公司

浙江睿光节能科技有限公司

浙江建业幕墙装饰有限公司

同创工程设计有限公司

浙江中清大建筑工业有限公司

本导则主要起草人员：高彩凤 毛抒昕 孙保杰 柯海江 陈梦源  
卢闻影 肖景平 俞唯一 丁世明 秦晓勇  
堵林峰 李俊逸 余赛赛 杨佳鑫 张颖颖  
陈文玺 刘松涛 钱一栋 王鹭箐 彭 莉  
傅燕丹 金 斌 沈巧锋 严亚峰 吕 竣  
徐仲伟 陈华光 胡 樱 徐 飙 陈 静  
石其宽 应森源 任立新 姜建军 裘卫明

凌 翰

本导则主要审查人员：李德英 游劲秋 段苏明 余亚超 陈莉亚

# 目 录

<b>1 总 则</b> .....	1
<b>2 术 语</b> .....	2
<b>3 实施流程</b> .....	6
3.1 一般规定.....	6
3.2 设计阶段.....	6
3.3 施工阶段.....	7
3.4 验收阶段.....	8
3.4 运行阶段.....	10
<b>4 技术指标</b> .....	14
4.1 室内环境参数.....	14
4.2 建筑碳排放指标.....	14
<b>5 建筑降碳设计</b> .....	18
5.1 建筑设计.....	18
5.2 围护结构.....	28
5.3 机电设施.....	36
5.4 新型供配电.....	39
5.5 可再生能源利用.....	40
5.6 监测与管理.....	41
5.7 选材.....	45
<b>6 低碳建造</b> .....	49

6.1 一般规定.....	49
6.2 施工管理.....	49
6.3 施工措施.....	54
6.4 拆除与回收.....	55
<b>7 低碳运行.....</b>	<b>57</b>
7.1 一般规定.....	57
7.2 调试与控制.....	57
7.3 运行与维护.....	59
7.4 低碳行为.....	61
<b>8 绿色电力与碳排放权交易.....</b>	<b>63</b>
<b>9 等级判定.....</b>	<b>65</b>
9.1 一般规定.....	65
9.2 检测、监测与碳排放计算.....	65
9.3 判定.....	67
<b>附录 A 建筑碳排放指标计算.....</b>	<b>70</b>
<b>附录 B 浙江省典型零碳建筑示范项目.....</b>	<b>77</b>

# 1 总 则

**1.0.1** 为响应国家 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和目标，落实浙江省与绍兴市有关法律法规和方针政策，提高能源利用效率，营造健康舒适的建筑室内环境，提升可再生能源建筑应用比例，引导建筑逐步实现零碳排放，制定本导则。

**1.0.2** 本导则适用于绍兴地区新建、扩建、改建以及既有建筑低碳改造的民用建筑的低碳、近零碳、零碳以及全过程零碳建筑的设计、建造、运行、检测与判定。

**1.0.3** 本导则将建筑迈向零碳排放的过程划分为低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑及全过程零碳建筑四个降碳等级。

**1.0.4** 绍兴地区民用建筑的低碳、近零碳、零碳的设计、建造、运行、检测与判定除应符合本导则规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 低碳建筑 low carbon building

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，利用可再生能源资源，实现建筑碳排放量较基准建筑显著下降的建筑。

### 2.0.2 近零碳建筑 nearly zero carbon building

在满足低碳建筑技术指标的基础上，可进一步提升建筑本体降碳水平、利用可再生能源资源，实现建筑碳排放量接近零的建筑。

### 2.0.3 零碳建筑 zero carbon building

在满足近零碳建筑技术指标的基础上，可充分挖掘可再生能源资源和建筑蓄能，并可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易，实现建筑净碳排放量不大于零的建筑。

### 2.0.4 全过程零碳建筑 whole process zero carbon building

在满足零碳建筑技术指标的基础上，通过采用低碳建材、低碳结构形式和材料减量化设计，并可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易，实现包含建筑建材生产及运输、建筑建造及拆除和建筑运行的全过程建筑碳排放量不大于零的建筑。

### 2.0.5 基准建筑 reference building

基准建筑是以设计建筑模型为基础，且符合强制性工程建设规范《建筑节能

能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 相关要求的建筑。

#### **2.0.6 零碳建造 zero carbon construction**

通过采用低碳结构形式、材料减量化设计和低碳建造技术，并可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易，实现施工单位从进场到建筑交付过程中碳排放量达到净零的建造过程。

#### **2.0.7 全过程建筑碳排放量 whole process building carbon dioxide emission**

建材生产及运输、建造及拆除阶段碳排放量和建筑运行阶段自身能源消耗产生的碳排放量。

#### **2.0.8 建筑碳排放量 building carbon dioxide emission**

在设定计算条件或实际运行条件下，以年为周期流入建筑红线内的能量和流出建筑红线外的能量，按碳排放因子换算为碳排放量后，两者的差值，即建筑运行阶段自身能源消耗产生的碳排放量。

#### **2.0.9 建筑碳排放强度 building carbon dioxide emission intensity**

建筑碳排放量与建筑面积的比值。

#### **2.0.10 建筑降碳率 building carbon dioxide reducing ratio**

基准建筑碳排放强度和设计建筑碳排放强度的差值，与基准建筑碳排放强度的比值。

#### **2.0.11 直接碳排放 direct carbon emissions**

建筑运行阶段用于满足功能需求的直接燃烧化石能源带来的碳排放。

#### **2.0.12 间接碳排放 indirect carbon emissions**

建筑运行阶段的外购电力、外购热力、外购冷量产生的碳排放。

#### **2.0.13 碳排放因子 carbon emissions factor**

将能源与材料消耗量与二氧化碳排放相对应的系数，用于量化建筑物不同阶段相关活动的碳排放。

#### **2.0.14 建筑蓄能 building energy storage**

建筑通过采用具有调峰、填谷、调频、调相和事故备用等多种作用的设备，实现冷热（量）和电能转移和储存的过程。

#### **2.0.15 电气化率 electrification rate**

建筑或区域终端电力能源消费与终端全部能源消费转化为等效电力后的比值。

#### **2.0.16 柔性调节 flexible adjustment**

建筑根据本地气候条件、用户需求和能源网络要求调节/管理自身能源需求和供给的能力，建筑的能源柔性允许需求侧管理，可以根据周围能源网络的需求实现需求响应。

#### **2.0.17 碳排放权交易 carbon emissions trading**

以控制温室气体排放为目的，以温室气体排放权配额或温室气体减排信用

为标的物所进行的市场交易。

#### **2.0.18 绿色电力 green electricity**

在生产电力的过程中，温室气体排放量为零或趋近于零的电力。

#### **2.0.19 绿色电力证书 green electricity certificate**

国家可再生能源信息管理中心按照国家能源局相关管理规定，依据可再生能源上网电量通过国家能源局可再生能源发电项目信息管理平台向符合资格的可再生能源发电企业颁发的具有唯一代码标识的电子凭证。绿色电力证书的计量单位为 MWh，1 个证书对应 1MWh 结算电量。

#### **2.0.20 绿色电力交易 green electricity trade**

以绿色电力产品为标的物的电力中长期交易，交易电力同时提供国家规定的绿色电力证书，用以发电企业、售电公司、电力用户等市场主体出售、购买绿色电力产品的需求。

#### **2.0.21 绿色电力证书交易 green electricity certificate trade**

证书认购参与人在绿色电力证书自愿认购平台上的自愿认购和出售行为。

#### **2.0.22 场外等效可再生能源发电量 equivalent renewable energy electricity**

将建筑或区域周边的可再生能源发电通过专用线路输送至建筑或区域使用的电量。

## 3 实施流程

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 零碳建设实施过程一般包括设计阶段、施工阶段、验收阶段及运行阶段。

**3.1.2** 应有专业技术咨询单位指导零碳建筑实施全过程。

#### 【条文说明】

由于零碳建筑相比常规建筑更加复杂，因此需要有专业技术咨询单位负责制定项目技术策略、优化相关技术方案、检查施工图纸、指导并监督零碳建筑施工、协助进行零碳建筑专项验收以及优化建筑运行策略等工作。

### 3.2 设计阶段

**3.2.1** 规划布局阶段，应结合项目所处气候区、场地条件、资源禀赋等项目条件制定零碳建筑设计目标，并根据设计目标制定项目技术策略。

**3.2.2** 方案设计阶段，应对建筑方案进行能耗模拟分析、风环境分析、光环境分析、声环境分析等，根据分析结果对建筑形体、平面布局、体型系数、窗墙比、通风形式、遮阳形式等方面进行优化设计。

**3.2.3** 初步设计阶段，应进一步细化建筑风、光、热等模拟计算，采用性能化设计方法，进行定量分析及优化，制定围护结构保温方案、遮阳方案、冷热源系统形式及可再生能源体统等提出详细的设计方案。

**3.2.4** 施工图设计阶段，施工图纸须对项目各项低碳技术提出具体要求及设计。

宜增加零碳建筑各技术的专项设计图纸，确保各项技术措施落实到位。

**3.2.5** 零碳建筑节能工程采用的新技术、新材料、新设备，应按照有关法律法规进行论证及评价。

**【条文说明】**

零碳建筑中采用的新技术、新材料、新设备可能尚没有标准可作为依据。对于这部分新技术应按照有关规定进行评审鉴定方可采用，并由建设单位组织监理、设计、施工等单位制定专项验收要求，专项验收要求应符合设计意图，包括分项工程及检验批的划分、抽样方案、验收方法、判定指标等内容。为保证工程质量，重要的专项验收要求应在实施前组织专家论证，施工中应严格遵照执行。

## **3.3 施工阶段**

**3.3.1** 零碳建筑施工前应编制专项施工方案，并对新工艺进行论证。

**【条文说明】**

专项施工方案内容应包括墙体保温、外门窗、屋面保温、气密性措施、暖通空调系统、可再生能源系统、建筑智能化系统等内容的详细施工方案。

**3.3.2** 零碳建筑施工前应建立施工质量管控办法，预先安排合理的施工工序。特殊关键节点施工前，宜先进行实验室验证或现场小规模验证，建设关键技术工法展示样板，然后进行批量施工。

**3.3.3** 零碳建筑施工前应由专业技术团队对施工单位进行专项施工培训和技术交底。

**3.3.4** 施工过程中，应定期进行现场检查，把控零碳建筑相关内容的施工质量，并留存关键部位施工过程的影像和文字资料，作为验收依据。

**3.3.5** 零碳建筑施工现场应具有健全的质量管理体系、相应的施工技术标准、施工质量检验制度和综合施工质量水平评定考核制度。施工现场质量管理应按本导则和现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的有关要求进行检查。

## 3.4 验收阶段

**3.4.1** 对于零碳建筑技术涉及的材料、部品，应进行进场验收。材料、部品的品种、规格、材质、性能必须符合设计和国家相关标准的要求。并应经监理工程师检查认可，且应形成相应的验收记录。各种材料和构件的质量证明文件与相关资料应齐全。

**3.4.2** 主要材料及设备进场时，对进场的保温材料、门窗部品、管道等材料和设备检查应包括下列内容：

- 1 合格证、使用说明、检验报告等相关文件；
- 2 进场材料外观、尺寸偏差；
- 3 应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 的有关

规定进行现场抽样复检。

**3.4.3** 施工完成后，应进行零碳建筑专项验收。零碳建筑专项验收包括墙体节能工程、幕墙节能工程、门窗节能工程、屋面节能工程、地面节能工程、供暖节能工程、空调节能工程、配电与照明节能工程、监测与控制节能工程、可再生能源系统节能工程等。

**【条文说明】**

零碳建筑工程是单位工程的一个分部工程。零碳建筑检验批、分项工程、分部工程和单位工程质量验收程序和组织应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。零碳建筑子分部工程、分项工程可参照下表进行划分。

**表 3.4.3 零碳建筑子分部工程、分项工程划分规则**

序号	子分部工程	分项工程	主要验收内容
1	围护结构节能工程	墙体节能工程	基层；保温隔热构造；抹面层；饰面层；保温隔热砌体等
		屋面节能工程	基层；保温隔热构造；保护层；隔汽层；防水层；面层等
		地面与楼面节能工程	基层；保温隔热构造；保护层；面层等
		门窗节能工程	门；窗；天窗；玻璃；遮阳设施；通风器；门窗与洞口连接等
		气密性措施工程	穿外墙部分的管道、外门窗框与墙体缝隙及隔汽部位的墙面、楼面等基层等
2	机电系统节能工程	通风与空气调节节能工程	系统形式；通风与空调设备；自控阀门与仪表；绝热构造；调试等
		照明	照明灯具类型；功率；照度；色温；显色指数等

	电梯	电梯能效等级；节能控制方式等
	智慧运维管理平台	能耗与碳排放管理平台；监测与控制点位；显示大屏等
	可再生能源	光伏系统；地源热泵系统；风力发电系统；空气源热泵系统等

当验收项目未在上表中时，应由建设单位组织监理、设计、施工等相关单位制定专项验收要求。

验收可通过现场检查的形式进行，现场检查应包括查看建筑围护结构施工外观、门窗系统、遮阳装置、暖通空调设备铭牌、室内暖通空调末端装置，照明设备、电梯、能耗监测系统、可再生能源系统、无热桥措施等现场是否与施工文件相一致。

**3.4.4** 用于工程质量验收的各项检测，应由具备相应资质的检测机构承担。

## 3.5 运行阶段

**3.5.1** 零碳建筑交付运营后，运营单位应对实际能耗数据进行记录，并根据实际使用情况优化运行。

### 【条文说明】

可按照建筑调适数据分析方法，比较不少于1年的建筑实际运行碳排放和预期碳排放来评估零碳建筑实施效果，并根据评估效果采取调整措施。

**3.5.2** 供暖、空调系统安装完毕后，应在供暖期和供冷期进行设备的试运转和调试。试运行和调试结果应符合设计要求。

**【条文说明】**

供暖、空调系统的试运转和调试应符合以下规定：

- 1 冬季室内平均温度不得低于设计温度 2℃，且不应高于 1℃；夏季室内平均温度不得高于设计温度 2℃，且不应低于 1℃；
- 2 通风、空调（包括新风）系统的总风量与设计风量的允许偏差不应大于 10%；
- 3 各风口的风量与设计风量的允许偏差不应大于 15%；

**3.5.3 零碳建筑暖通空调系统的运行管理**除应符合国家现行标准《空调通风系统运行管理标准》GB 50365 的要求外，还应注意以下事项：

- 1 每年宜将年能耗数据与设计能耗值进行比较，及时发现问题；
- 2 经常检查新风口、排风口及其通道是否畅通，以及新风口、排风口的开启状态；
- 3 经常检查过滤器，并定期清洗或更换过滤器。对户式新风系统，物业管理部门应将过滤器的型号、维修周期及厂家联系方式等信息提供给用户，并建议用户请厂家专业人士定期清理和更换；
- 4 每两年需检查一次新风系统的热回收装置，如需更换，应及时更换，保证热回收效率。
- 5 集中式暖通空调系统应选取有资质的运营单位，进行系统的运行和日常维护。

**3.5.4 应编写用户使用手册**，介绍零碳建筑的特点及用户日常生活中应注意的事项，倡导节能的行为方式，避免由于用户不当行为导致建筑性能下降。

## 【条文说明】

用户使用手册是用于指导用户正确使用零碳建筑的文件，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、运行模式及维护要求，二次装修注意事项等，包括但不限于以下内容：

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

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

(3) 过渡季宜关闭新风系统，开窗通风；

(4) 始终保持送风口、过流口和排风口畅通，不要随意封堵，定期清理过滤器；

(5) 定期检查所有风阀、卫生间通风装置是否开关完好；

(6) 定期检查门窗漏风、胶条是否完好；

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

(8) 供暖、供冷、通风系统的设定值应按建议值进行设置，避免过高或过低。

(9) 应包括智能家居的使用说明，内容应包括智能家居概念、技术、产品特色、操作指南等。

(10) 应包括零碳建筑设备系统的使用说明，内容应包括启停机组、设定

机组参数、查询设定数据及历史运行数据、查询设备故障等。

**3.5.5** 应对运行管理人员进行针对性的培训，提高节能运行管理水平。

**3.5.6** 运行维护专业技术人员应及时提供建筑构件、暖通空调系统、可再生能源系统等的维修保养服务。

## 4 技术指标

### 4.1 室内环境参数

4.1.1 建筑主要功能房间室内热湿环境参数应符合表 4.1.1 规定。

表 4.1.1 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碳排放指标的计算。

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碳排放指标的计算；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碳排放指标的计算。

4.1.2 居住建筑主要功能房间的室内新风量不应小于 30m<sup>3</sup>/(h·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。

### 4.2 建筑碳排放指标

#### I 低碳建筑

4.2.1 低碳居住建筑的建筑碳排放强度不应高于式 4.2.1 规定的限值。

$$C_{l_r} = E_{l_r} \times c_p \quad (4.2.1)$$

式中： $C_{l_r}$ ——低碳居住建筑碳排放强度限值[kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>·a)]；

$E_{l_r}$ ——低碳居住建筑碳排放等效电量限值[kWh/(m<sup>2</sup>·a)]，绍兴地区取 34 kWh/(m<sup>2</sup>·a)；

$c_p$ ——建筑所在地的电力平均二氧化碳排放因子，按本导则第 9.2.8

条选取。

**4.2.2 低碳公共建筑碳排放指标应满足下列条件之一：**

- 1 建筑降碳率应不低于 30%；
- 2 建筑碳排放强度不应高于式 4.2.2 规定的限值。

$$C_{l_c} = E_{l_c} \times c_p \#(4.2.2)$$

式中： $C_{l_c}$ ——低碳公共建筑碳排放强度限值[kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>·a)]；

$E_{l_c}$ ——低碳公共建筑碳排放等效电量限值[kWh/(m<sup>2</sup>·a)]，按表 4.2.2

选取；

$c_p$ ——建筑所在地的电力平均二氧化碳排放因子，按本导则第 9.2.8

条选取。

表 4.2.2 低碳公共建筑碳排放等效电量限值[kWh/(m<sup>2</sup>·a)]

建筑类型	建筑面积 <20000 m <sup>2</sup> 的办 公建筑	建筑面积 ≥20000 m <sup>2</sup> 的办公 建筑	建筑面积 <20000 m <sup>2</sup> 的酒 店建筑	建筑面积 ≥20000 m <sup>2</sup> 的酒 店建筑	商场建筑	医院建筑 (医技综合 楼)	学校建筑 (教学 楼)
建筑碳排放 等效电量限 值	42	56	71	84	138	118	40

**II 近零碳建筑**

**4.2.3 近零碳居住建筑碳排放强度不应高于下式计算的限值：**

$$C_{n_r} = E_{n_r} \times c_p \#(4.2.3)$$

式中： $C_{n_r}$ ——近零碳居住建筑碳排放强度限值[kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>·a)]；

$E_{n_r}$ ——近零低碳居住建筑碳排放等效电量限值[kWh/(m<sup>2</sup>·a)]，绍兴

地区取 24 kWh/(m<sup>2</sup>·a)；

$c_p$ ——建筑所在地的电力平均二氧化碳排放因子，按本导则第 9.2.8 条选取。

**4.2.4 近零碳公共建筑碳排放指标应满足下列条件之一：**

- 1 建筑降碳率应不低于 45%；
- 2 建筑碳排放强度不应高于式 3.2.4 规定的限值。

$$C_{n_c} = E_{n_c} \times c_p \#(4.2.2)$$

式中： $C_{n_c}$ ——近零碳公共建筑碳排放强度限值[kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>·a)]；

$E_{n_c}$ ——近零碳公共建筑碳排放等效电量限值[kWh/(m<sup>2</sup>·a)]，按表

4.2.4 选取；

$c_p$ ——建筑所在地的电力平均二氧化碳排放因子，按本导则第 9.2.8

条选取。

表 4.2.4 近零碳公共建筑碳排放等效电量限值[kWh/(m<sup>2</sup>·a)]

建筑类型	建筑面积	建筑面积	建筑面积	建筑面积	商场建筑	医院建筑 (医技综合 楼)	学校建筑 (教学 楼)
	<20000 m <sup>2</sup> 的办 公建筑	≥20000 m <sup>2</sup> 的办公 建筑	<20000 m <sup>2</sup> 的酒 店建筑	≥20000 m <sup>2</sup> 的酒 店建筑			
建筑碳排放 等效电量限 值	32	45	49	58	110	100	32

### III 零碳建筑

**4.2.5 零碳建筑碳排放指标应符合下列规定：**

- 1 建筑碳排放指标应满足本导则第 4.2.3 或 4.2.4 条的规定；
- 2 在通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易等市场化交易

机制减排量扣减剩余碳排放量后，建筑净碳排放量不应大于零。

**4.2.6 零碳建造应符合下列规定：**

1 使用绿色建材的比例不应低于 70%；

2 通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易等市场化交易机制减排量扣减建造阶段剩余碳排放量后，建造碳排放不大于零。

**4.2.7 全过程零碳建筑应符合下列规定：**

1 应符合本导则 4.2.5 条的规定；

2 应符合本导则 4.2.6 条的规定；

3 建筑碳排放指标计算报告中应包含建材生产与运输、建筑建造和建筑运行阶段的计算结果。

## 5 建筑降碳设计

### 5.1 建筑设计

#### I 性能化设计方法

**5.1.1** 应采用性能化设计方法，综合考虑其地域、文化、气候、环境等资源禀赋条件，以及经济约束、功能需求、技术措施、建筑美学等多种因素，优化零碳建筑设计策略。

**5.1.2** 性能化设计的基本内容应包括气候环境引导设计、多专业协同一体化设计、碳排放目标引导设计。

#### 【条文说明】

##### (1) 气候环境引导设计

为实现零碳建筑的目标，建筑师需要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，充分借鉴本地传统建筑被动式措施，根据不同地区的特点进行建筑平面总体布局、朝向、体形系数、开窗形式、遮阳采光、建筑热惰性、室内空间组织的适应性设计。建筑师应在满足美学、功能、成本等要求的前提下，尽量利用被动式建筑设计手段，降低建筑对于主动式建筑环境和能源设备的依赖，以降低建筑能耗，为建筑实现零碳创造条件。

##### (2) 多专业协同一体化设计

相对于传统建筑设计，零碳建筑设计具有以下特点：

1) 零碳建筑设计的建筑形态与技术方案之间关联约束更强；

2) 设计重点从满足功能向满足性能转变；

3) 新技术新工艺的广泛应用；

4) 设计、建造、调试、运行的关系更加紧密，需要对更多设计方案进行权衡优化，导致设计复杂性增加带来的时间、管理成本增加。

为了解决上述挑战，在零碳建筑方案设计时，应采用全过程多专业协同设计组织形式，暖通、建筑物理等专业的设计人员，在早期就参与到建筑方案设计中。

### (3) 碳排放目标导向

零碳建筑设计应以建筑能耗目标为导向，不规定具体的节能措施组合，强调建筑的最终碳排放表现，避免技术采用的盲目性，提高节能投资收益，实现碳排放限值下的节能投资成本最低或固定节能投资成本下的节能最大化。

**5.1.3** 性能化设计应根据本导则规定的室内环境参数和碳排放指标要求，利用碳排放模拟计算软件等工具，结合建筑全过程的经济效益分析，对建筑设计方案进行优化，指导技术措施和性能参数的确定。

**5.1.4** 性能化设计宜按下列步骤进行：

1 设定室内环境参数和碳排放指标。

2 初定设计方案。

3 利用碳排放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。当碳排放指标不能满足所确定的目标要

求时，应修改设计方案，重新进行定量分析和优化，直至满足目标要求；

## 5 确定优选设计方案。

### 【条文说明】

性能化设计核心要点

①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；

②将设计方案和关键性能参数带入能耗及碳排放模拟分析软件，定量分析是否满足预先设定的零碳建筑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。

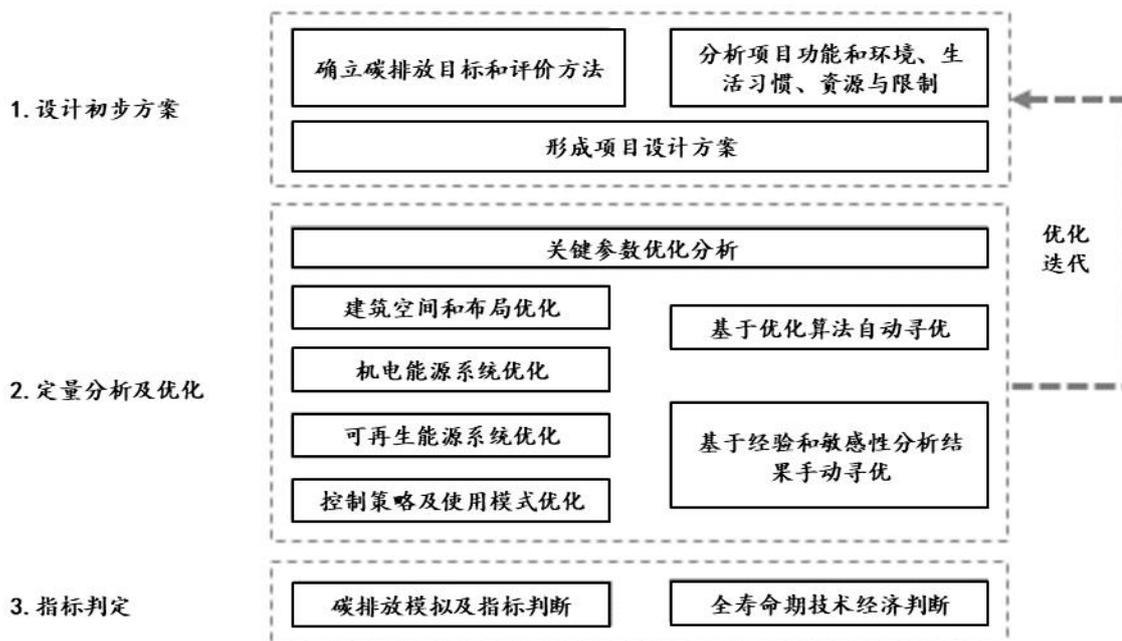


图 5.1.4 性能化设计流程图

## II 总体布局

**5.1.5** 绍兴市气候区属为夏热冬冷 A 区（3A），气候类型为亚热带季风性气候。春秋较短，冬夏较长，气候湿润，且夏季炎热，冬季寒冷。建筑布局应基于绍兴市气候特征和项目所在区域的微气候环境，合理选择和利用景观、生态绿化等措施，夏季增强自然通风、减少日照、减少热岛效应。

**5.1.6** 在规划设计阶段，应充分考虑建筑布局利用自然通风，降低过渡季、制冷季的供冷需求。

### 【条文说明】

在规划设计阶段，就应充分考虑如何布局能够更好的利用自然通风。例如，对于住宅小区来说，为使建筑群每一幢房屋都能较好地获得自然通风，建筑物宜与主导风向呈  $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$  角，并采用前后错列、斜列、前低后高、前疏后密等布局措施，同时合理控制建筑间距，使整个建筑群都受益。对于公共建筑来说，场地布局应有利于过渡季、夏季主导风向穿过场地及建筑主立面，如面向主导风向设置通风过廊，进行布局架空设计等。通风过廊可以通过建筑布局、道路走向、局部架空等方式预留。

**5.1.7** 在规划设计阶段，应充分考虑建筑布局利用自然采光，减少室内照明能耗。同时，还要考虑夏季遮阳设计，降低夏季制冷能耗。

### 【条文说明】

#### ① 建筑主朝向

以绍兴地区为例，绍兴纬度为北纬  $29^{\circ}13'35''\sim 30^{\circ}17'57''$ 。参考《民用建筑

供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 中附录 C 和附录 E。可知绍兴地区 7 月 21 日各朝向太阳总辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) 分布情况见下图。

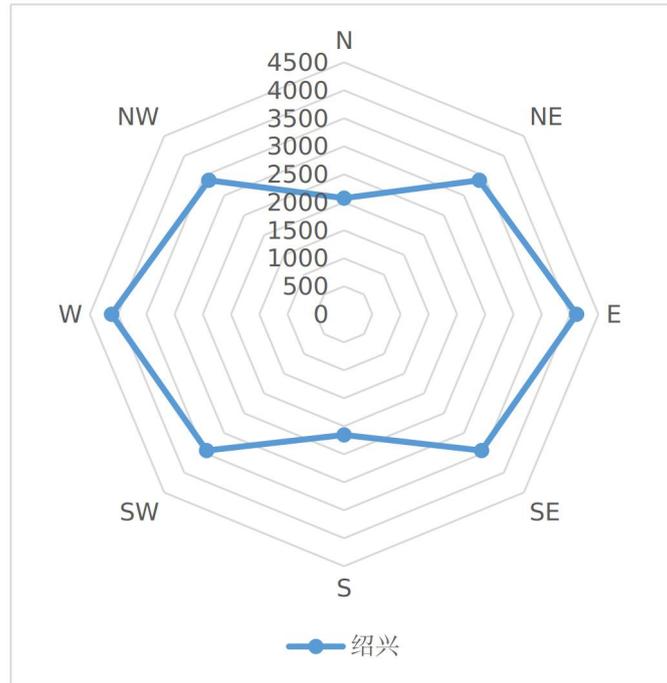


图 5.1.7 绍兴地区 7 月 21 日各朝向太阳总辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

绍兴属于夏热冬冷地区，全年能耗以供冷为主。从减少夏季太阳得热的角度考虑，东西向则应注意遮阳，避免引入过多的太阳辐射增加室内供冷需求。南向总辐照度相对较小，且全天逐时日照分布也相对比较均匀，是比较理想的自然采光朝向，建筑宜朝南布局。

建筑平面布置时，宜优先使居室朝南偏东  $15^\circ$  至南偏西  $15^\circ$  不宜采用东西不利朝向，宜避开冬季主导风向，使建筑获得良好的日照、通风、采光和视野。

**5.1.8** 在规划设计阶段，应充分考虑建筑布局利用可再生能源，增加建筑产能，为达到零碳建筑设计目标创造有利条件。

【条文说明】

目前，建筑屋面设置太阳能光伏，是较为简单且性价比较高的可再生能源利用方式。因此，在规划布局时，尽可能增加屋面或场地可布置太阳能光伏的面积，并合理控制建筑高度，创造有利于实现零碳建筑的规划条件。

此外，规划阶段还应该关注地源热泵、水源热泵、风能、工业余热等利用条件（后续补充）

**5.1.9** 场地规划设计时，应考虑零碳建筑外墙保温及女儿墙顶部保温厚度对楼间距及日照的影响。

**5.1.10** 控制场地铺装选材的太阳辐射系数，优先选用浅色铺装材料，降低场地铺装吸收的太阳辐射量，改善室外环境。

**5.1.11** 应通过建筑隔热设计减少夏季室内得热，降低空调负荷，宜采取如下设计措施：

**1** 建筑形体设计宜通过体形转折、内凹、挑、外廊等形成自遮阳效果，降低夏季太阳辐射对立面和外窗的影响；

**2** 外墙外表面宜采用浅色饰面或隔热反射涂料，减少外墙吸收辐射热量；

**3** 宜结合建筑立面设计设置垂直绿化，在增加景观资源、改善区域微气候的同时，提高围护结构保温隔热性能；

**4** 屋面隔热可采取双层通风屋面、屋顶绿化、坡屋顶、反射隔热涂料等方式；

**5** 控制西向和东向的窗墙比，避免大面积开窗。

### III 建筑方案设计

**5.1.12** 建筑方案设计应根据使用需求，合理控制建筑规模和高度，优先利用既有建筑，不应大拆大建。

**5.1.13** 建筑方案设计应基于绍兴市气候条件和生活习惯，根据功能需求，合理区分确定建筑舒适度等级，减少不必要的用能空间；或通过设计优化，适当降低部分空间、部分时间的环境需求。

**5.1.14** 建筑方案设计应充分利用自然通风，宜采取以下设计措施：

1 结合建筑表面风压分析，充分利用建筑外立面表面风压条件设置可开启窗扇，夏季和过渡季主导风向下可开启外窗内外表面风压差宜大于 0.5Pa；

2 合理控制主要功能区域的空间进深，宜小于层高的 5 倍；

3 当公共建筑体量较大，仅采用外立面开窗难以形成有效通风时，可在建筑中引入中庭或天井，中庭或天井顶部需设置通风天窗、通风塔等通风构造；

**5.1.15** 建筑方案设计应充分利用自然采光，宜采取以下设计措施：

1 在兼顾保温隔热基础上保证立面采光窗的设置面积，公共建筑单面采光时窗墙比不宜小于 0.35，住宅建筑应保证主要功能房间窗地面积比达到 1/6：

（指标需要进一步核查确定）

2 结合采光模拟计算优化建筑的进深，办公功能空间内部宜采用开敞式布局，减少内部隔断，或采用玻璃隔断；

3 进深较大时可在外窗上设置反光板加强内区的自然采光，反光板宜设置在窗口内侧，窗口中上部，上部留有 600~900mm 进光口；反光板在窗口内侧出

挑宽度宜在 400~900mm;反光板材质宜为反光金属板:

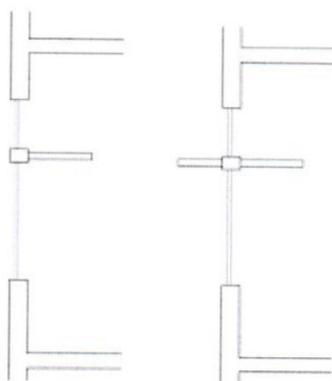


图 5.1.15 外窗反光板示意图

**4** 建筑平面应根据天然采光与自然通风的需要进行布局。进深较大的空间，宜设置内庭院、采光中庭、采光通风竖井、光导管等设施。中庭、天井的四周墙面、地面宜采用浅色材料。

**5** 地下空间可通过设置采光天窗、采光侧窗、下沉广场（庭院）、导光管等措施改善自然采光。

**5.1.16** 建筑应结合绍兴市环境气候特点、房间使用需求、窗口朝向及建筑安全进行遮阳设计。遮阳设计应符合下列规定：

**1** 宜采用固定、可调遮阳设施，或采用可调节太阳得热系数（SHGC）的调光玻璃；

**2** 南向外窗宜采用可调节外遮阳、可调节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可调节外遮阳或可调节中置遮阳设施。

**5.1.17** 应通过建筑隔热设计减少夏季室内得热，降低空调负荷，宜采取如下设计措施：

1 建筑形体设计宜通过挑檐、外廊等形成自遮阳效果，降低夏季太阳辐射对立面和外窗的影响；

2 外墙外表面宜采用浅色饰面或隔热反射涂料，减少外墙吸收辐射热量；

3 宜结合建筑立面设计设置垂直绿化，在增加景观资源、改善区域微气候的同时，提高围护结构保温隔热性能；

4 屋面隔热可采取双层通风屋面、屋顶绿化、坡屋顶、反射隔热涂料等方式；

5 控制西向和东向的窗墙比，避免大面积开窗。

**5.1.18** 建筑及周边场地应为太阳能、风能等可再生能源设施提供安装条件。

**5.1.19** 建筑设计宜进行光伏发电系统一体化设计。

**5.1.20** 建筑设计应合理布置功能房间，减少夏季室内得热，降低空调负荷。

1 居住建筑不宜在正西和西北方向布置主要卧室、起居室且设置大面积的玻璃门窗或玻璃幕墙。

2 公共建筑不宜在正东、正西和西偏北、东偏北方向布置主要办公室且设置大面积的玻璃门窗或玻璃幕墙。

**5.1.21** 装修设计时，应保护建筑保温层和气密层的位置，避免破坏。当确需穿透时，应与相关专业协调，并由零碳建筑设计质量责任人确认，确保穿透处保温层或气密层局部得到妥善处理，原有气密性及保温效果不受影响。

## IV 结构设计

**5.1.22** 当功能需求、资源条件适宜时，宜选用新型低碳固碳建筑结构体系；设计宜采用建筑拆除时便于材料循环利用的措施。

### 【条文说明】

为降低建筑隐含碳排放，多种新型低碳固碳结构体系的工程应用日益增长。其中木结构和钢结构体系相对于传统建筑结构体系，显著降低了建材碳排放水平。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固碳建筑结构体系。

**5.1.23** 在满足建筑安全和功能要求的前提下，应采用结构性能化设计策略，优化结构体系，合理选择建筑钢材、混凝土等建筑材料的用量，合理选择具有固碳作用的混凝土材料。

**5.1.24** 建筑应合理使用装饰性材料，外部宜减少无功能作用的装饰性构件，内部宜采用易维护更换的装饰装修体系、材料和产品。

**5.1.25** 居住建筑宜进行全装修交付，公共建筑的公共区域装修宜实现设计建造一体化。

**5.1.26** 建筑宜选用可回收可循环建材、耐久性建材和本地材料，建材选择应符合下列规定：

- 1 使用获得绿色建材标识（或认证）的或有明确碳足迹标签（或认证）的

材料与部品；

2 选用耐久性建材，延长建筑使用寿命；优先选用在生产过程中已经完成碳中和的材料或部品；

3 因地制宜使用本地建筑材料，降低建筑材料运输的碳排放。

#### 【条文说明】

以降低隐含碳排放为目标，应以绿色、耐久、可核查和本地化的原则选择低碳建筑材料。绿色建材是指在建筑全过程内可减少资源的消耗、减轻对生态环境的影响，具有节能、减排、安全、健康、便利和可回收循环特征的建材产品。如在确保安全和稳定前提下，合理减少普通混凝土的用量，推广安全使用技术成熟的负碳排放的新型混凝土。应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。

## 5.2 围护结构

5.2.1 保温隔热系统构造中的主要组成部分宜选择具有碳足迹标签的产品，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。

5.2.2 围护结构设计宜符合下列规定：

1 建筑外墙宜选用重质墙体；

2 采用除外保温外的其他保温构造时，应采取阻断热桥的措施，并采取可靠的防潮措施；

3 在满足同等保温水平目标下，应选择全寿命期碳排放更低的保温材料；

4 非透光幕墙宜结合外墙外保温一体化设计，非透光的玻璃幕墙部分、金

属幕墙、石材幕墙和其它人造板材幕墙等面板背后应采取高效保温材料保温，非透光幕墙与围护结构连接构件应进行断热桥专项设计；

5 夏热冬冷地区和夏热冬暖地区可根据气候条件，开展围护结构热湿耦合降碳设计。

### 5.2.3 透光围护结构应符合下列规定：

1 透光围护结构应采用系统化设计，实现构造的传热系数（K 值）、太阳得热系数（SHGC 值）、可见光透射比以及气密性的性能化设计目标；

2 透光围护结构应综合自然通风与消防排烟需求设计，应采用多点锁闭系统并进行开启部位专项设计；

3 在保温要求较高的地区，透光围护结构宜减少型材在构件中的占比；

4 外窗型材及安装位置应根据热桥影响分析确定，宜位于保温层内并靠近结构墙体；

5 当外窗位于结构墙体窗洞口内时，宜选用导热系数较低的材料制作而成的附框，外墙或窗口的保温层应覆盖附框并宜覆盖部分窗框；

6 采用外挂式外窗安装方式且窗口外侧下口设置金属披水板时，固定件不得接触金属披水板。

7 有遮阳需求时，宜采用外遮阳装置。

### 5.2.4 地面、屋面降碳设计应符合下列规定：

1 地面保温材料应选择体积吸水率低、抗压强度高、尺寸稳定性好、全寿命期碳排放更低的保温材料；

2 地面保温应减少室内隔墙或地面基础造成的热桥；

3 屋面宜采用挤塑板（XPS）、高强度模塑板（EPS）或硬泡聚氨酯（PIR）等吸水率低的材料作为保温材料；

4 屋面构造设计宜避免在隔汽层与防水层间进行湿作业；

5 建筑屋面宜采用浅色屋面、通风屋面和种植屋面等屋面隔热措施；

6 建筑屋面的可再生能源利用设施应与主体建筑同步设计、同步施工。

#### 5.2.5 围护结构气密性应符合下列规定：

1 应进行建筑气密性专项设计，当设计有气密层时，气密层应连续包围整个围护结构，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；

2 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；

3 居住建筑气密性宜满足室内外正负压 50pa 的条件下，每小时换气次数不超过 1.0 次。

4 公共建筑气密性宜满足室内外正负压 50pa 的条件下，每小时换气次数不超过 1.5 次。

5.2.6 围护结构的热桥部位应采取消除或削弱热桥的措施，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。

#### 5.2.7 围护结构采用外保温构造时应考虑防水、吸水性能，并应符合下列规定：

1 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；

2 勒脚、室外平台外墙底部宜采用吸水率低的保温材料；

3 外保温与门窗交接处、首层与其他层交接处、外墙与屋顶交接处应进行密封和防水构造设计。

5.2.8 当采用预制或现场浇筑混凝土内置保温构造等结构保温一体化做法时，应进行安全性计算，其热工和气密性设计应符合下列规定：

1 内置保温外墙板的保温层应连续，不应出现热桥；

2 当预制外墙板周边保温层厚度有减缩时，应进行热桥模拟计算并计入平均传热系数；

3 当采用真空绝热板时，应采用无封边、带倒角的真空绝热板，当采用无倒角的真空绝热板时，应考虑拼缝位置造成的热桥，并采用阻断热桥的处理措施；

4 预制外墙板接缝处以及与主体结构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。

**5.2.9** 围护结构宜在缩短工期、建筑轻量化、防火、防霉变等方面探索应用新型保温技术。

**【条文说明】**

随着围护结构保温技术的不断创新，一些具有推广价值的新技术，鼓励在零碳建筑中进行示范与验证。典型围护结构创新技术如下：

**1 陶瓷凝胶绝热系统**

陶瓷凝胶绝热系统是一种集高效节能、防火、防水、隔热、装饰于一体的新型薄体保温隔热材料。适用于新建建筑和既有建筑节能改造的外墙、屋面、分户墙、楼板等各部位。产品具备快干性能，较传统保温材料可大幅缩短工期，且不易开裂、脱落、空鼓，后续使用维护简单安全。兼具防火（燃烧性能 A1 级）、防水、防霉变等特点。

产品碳足迹显著低于常规保温板，其碳足迹数值仅为 1.16kgCO<sub>2</sub>eq/t

典型节点如下：

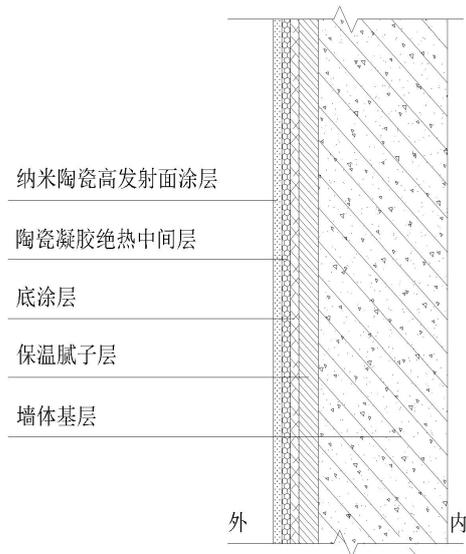


图 5.2.9-1 外墙外保温基本结构示意图

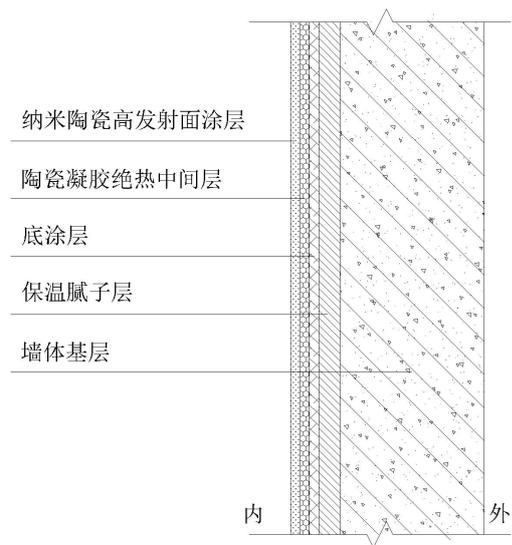


图 5.2.9-2 外墙内保温湿区基本结构示意图

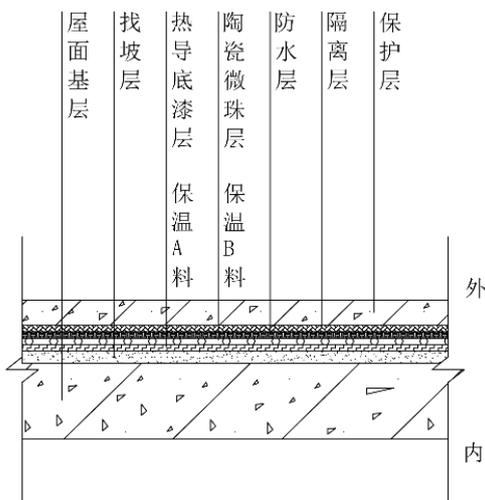


图 5.2.9-3 屋面保温基本结构示意图

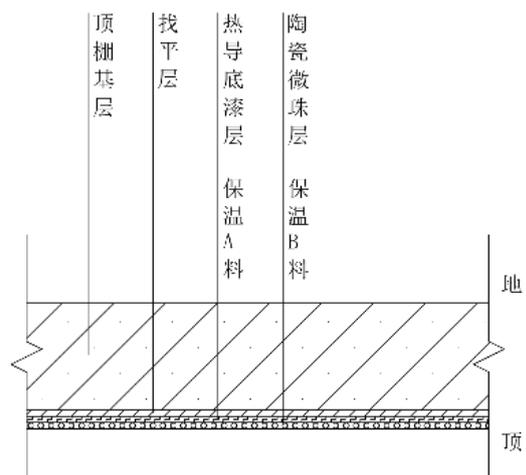


图 5.2.9-4 地下室顶板保温基本结构示意图

## 2 TUS 三板

TUS 三板包括 AC 板(凹槽复合保温外墙板), TC 板(钢筋桁架 TC 叠合板), 空心墙模(预制空心固模墙板)

### (1) AC 板(凹槽复合保温外墙板)

由预制成品内叶墙板、夹心保温板、外叶墙板通过胶粘后再用拉结件连接, 从而组装形成的顶部及侧边带有凹槽的复合保温外墙板, 简称 AC 板。

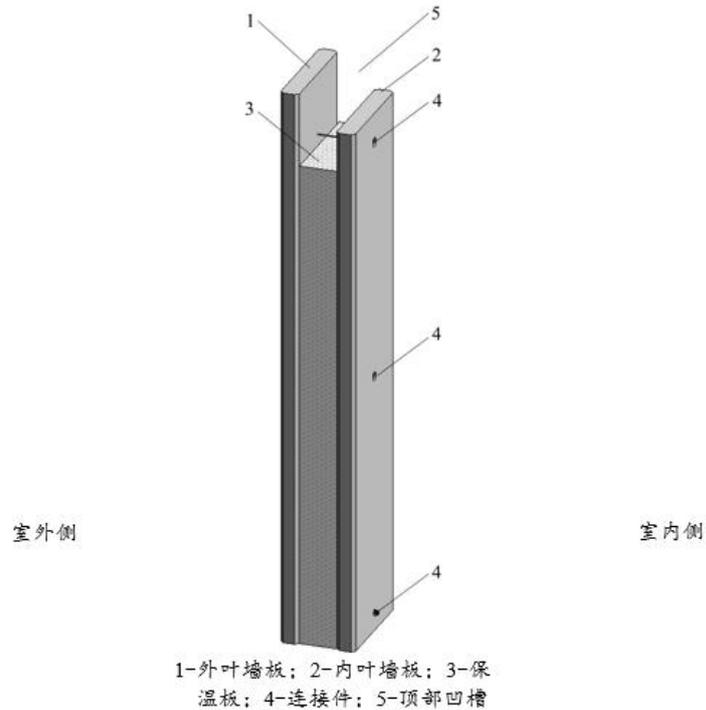
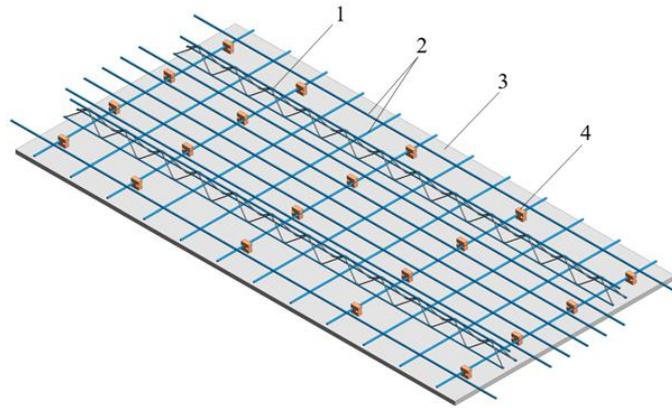


图 5.2.9-5 带凹槽复合外墙板构造

AC 板不仅具有好的保温性能，也具有较佳的隔热性能，不仅可以用于保温要求高的寒冷地区，也可用于隔热要求高的夏热冬冷地区或夏热冬暖地区，满足节能标准的要求，有利于降低建筑能耗和建筑业减碳；同时该材料无放射性，无有害气体溢出，是一种绿色环保材料。

## (2) TC 板(钢筋桁架 TC 叠合板)

受力钢筋为钢筋焊接网与钢筋桁架经绑扎或点焊形成的钢筋骨架，底板为成品非金属平板，通过专用连接件（包括螺钉和垫块）将钢筋骨架与底板固定连接成一个整体，并采用工业化方式生产的新型装配式钢筋桁架楼承板，简称 TC 叠合板。



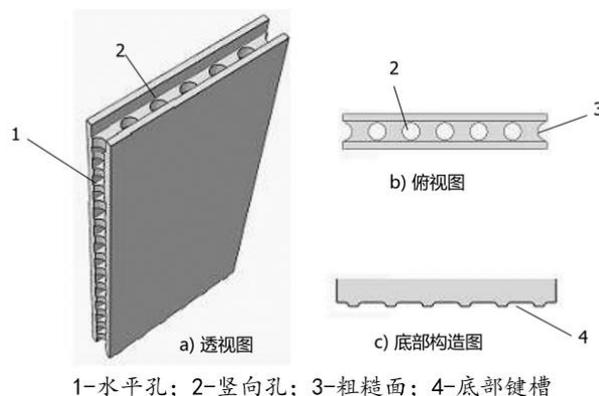
1—钢筋桁架；2—钢筋焊接网；3—底板；4—连接件

图 5.2.9-6 TC 板构造示意图

TC板具有在工厂标准化生产时不浇筑混凝土，无需养护，生产效率高；重量轻，方便运输与吊装；施工时全现浇混凝土，楼板整体性好；TC板具有一定面外刚度，可简化施工支撑；浇筑混凝土后底模免拆卸，表面平整度好；底模可开槽走管线，实现管线与结构分离，从传统的建造模式通过提高效率、减少人工、提高质量、减少污染等途径转向工业化建造模式。

### (3) 空心墙模(预制空心固模墙板)

水平及垂直方向均预留有通长孔洞，内部预置包含墙体竖向分布钢筋及拉筋的钢筋骨架，施工时兼作墙体固模的预制混凝土构件，简称空心墙模。



1-水平孔；2-竖向孔；3-粗糙面；4-底部键槽

图 5.2.9-7 空心墙模示意图

空心墙模标准化程度高，适用性强，可规模化生产。可以大量减少模板支

设计及拆除工作，节约材料，节省人工，构造简单、施工方便、质量容易保证，整体性好，可与预制承重外墙大板技术、预制叠合楼盖技术、预制楼梯技术有机结合，最大程度提高产业化水平，从传统的建造模式通过提高效率、减少人工、提高质量、减少污染等途径转向工业化建造模式。

### 3 聚乙烯超低能耗保温门窗

聚乙烯保温门窗，采用多腔体产品和 44mm 隔热条结构，配合多道密封设计、聚乙烯隔音保温泡棉、节能玻璃等技术和材料的应用，通过节能安装工艺可有效减少热对流，降低热传递和热辐射从而实现门窗的低碳节能。通过软硬共挤密封胶条的应用，能够长效保持国标最高级别 8 级的气密性，同时搭配通气与排水系统和多道密封工艺，能确保排水通畅，从而提升门窗的水密性能，实现国标最高基本 9 级的水密性。

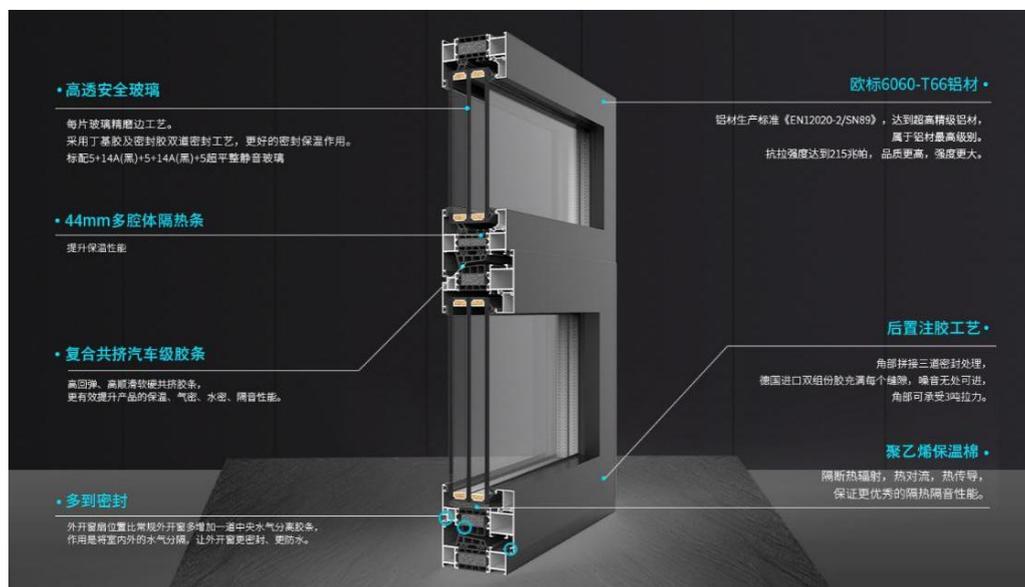


图 5.2.9-8 超低能耗内开内倒窗

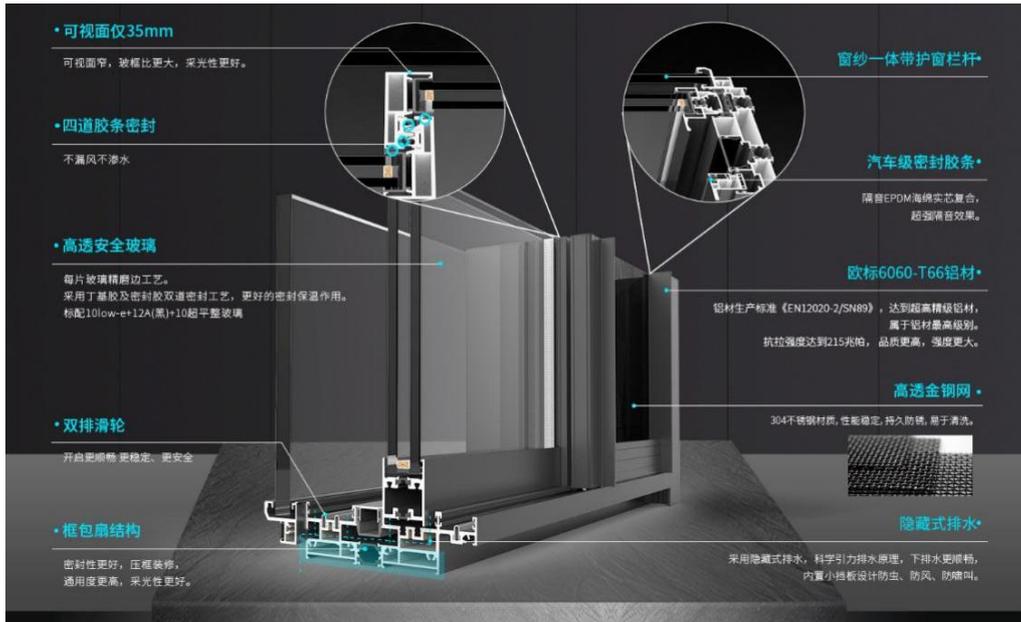


图 5.2.9-9 全景推拉门/窗

## 5.3 机电设施

5.3.1 建筑用能系统宜采用全电气化设计。

5.3.2 供热、供冷系统应综合经济技术因素分析，进行方案比选和性能优化。

5.3.3 应优先采用地热、生物质、空气能、太阳能、工业余热等非化石能源供暖。

5.3.4 应优先利用可再生能源和自然冷源，并考虑多能互补集成优化。

### 【条文说明】

单独采用太阳能、空气能等可再生能源，虽然其碳排放水平低，但是由于可再生能源往往容量受限，且太阳辐照、室外温湿度条件不稳定，导致系统无法稳定、可靠地响应用户需求。多能互补系统在保证用户需求的基础上，优先采用可再生能源，并以常规能源作为补充，突破采用单一能源类型的局限性，

可提高系统可再生能源利用效率，降低碳排放。多能互补系统设计时需要因地制宜，与建筑功能需求相匹配，选择能效比较优、碳排放水平较低的系统供能满足用户供冷需求，实现节能低碳运行。

**5.3.5 冷、热源机组能效系数不宜低于现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350的推荐值以及浙江省《绿色建筑设计标准》DB33/1092中三星级设计要求。**

**5.3.6 采用蒸汽压缩循环的冷水（热泵）机组宜使用低全球变暖潜能值（GWP）的替代制冷剂，并采取有效防泄漏措施。**

**【条文说明】**

许多国家和地区已限制高 GWP 制冷剂产品的使用。欧盟 2025 年 1 月 1 日生效的法令规定：分体空调制冷剂 GWP 值不能高于 750 的上限。汽车空调行业开始禁止使用 GWP 超过 150 的制冷剂。

随着中国正式加入《〈蒙特利尔议定书〉基加利修正案》，控制并着手消减 HFC 制冷剂，推动环保低碳制冷剂产品市场化也已提上议事日程。采用低 GWP 值的替代制冷剂，控制充注量和泄漏量，采取定期检查机组冷媒泄露水平等有效防泄漏措施，也已成为必要技术举措。

采用蒸汽压缩循环的冷水（热泵）机组已有明确的制冷剂替代路线，具备优先实施的条件；直膨式空调机组中房间空调器和单元机已大部分转变为低 GWP 值的制冷剂产品，多联机行业也将在环保部淘汰计划指引下，研发使用更环保节能的替代制冷剂。

**5.3.7** 建筑应合理设置新风热回收系统，热回收装置性能不宜低于现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 的相关规定。

**5.3.8** 建筑应选择 LED 照明产品，照明功率密度在强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 3.3.7 条规定的基础上下降 20%以上，并宜采用智能照明调光控制系统。

**5.3.9** 电梯能效等级宜满足现行国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能第 2 部分 电梯的能量计算与分级》GB/T 30559.2 的 A 级能效要求，电梯电机宜满足现行国家标准《永磁同步电动机能效限定值及能效等级》GB 30253 的 1 级能效要求，并宜采取能量反馈、群控等节能控制方式。

**5.3.10** 生活热水制备、泳池水加热等系统应优先利用太阳能、空气能等可再生能源或余热、废热作为热源，并应采用高效设备。

**【条文说明】**

生活热水能耗已成为城镇居民家庭能源消费中仅次于取暖的第二大能源消费活动，生活热水制备、泳池水加热等系统应优先利用余热、废热，或采用太阳能、空气能热水系统，满足生活热水需求。根据当地气候、自然资源条件和用户负荷规律，合理设计太阳能热水和空气能热水系统，充分利用可再生能源，降低建筑碳排放。

中央空调系统设置余热、废热回收装置，可通过换热装置或高温源热泵，有效回收利用低品位热量，全部或部分取代锅炉供应热水，提高中央空调系统的能源综合利用效率，进一步降低碳排放。

5.3.11 用能产品设备能效水平不应低于能效水平 2 级的要求。

## 5.4 新型供配电

5.4.1 建筑宜采用可再生能源微网系统，利用蓄能、用能设备协同控制技术，提升可再生能源就地消纳比例。建筑光伏系统发电的建筑自消纳比例应满足表 5.1.4 1 的要求。

表 5.1.4 建筑光伏系统发电的建筑自消纳比例要求

建筑类型	建筑光伏系统发电的建筑自消纳比例
低碳建筑	-
近零碳建筑	10%
零碳建筑	20%

5.4.2 建筑供配电系统应具备实时监测、分析、智能调度等管理功能。

5.4.3 建筑供配电系统应具备按核算单元和用能形式进行分类分项计量功能。

5.4.4 建筑宜结合建筑及周边场地可再生能源系统，设置储电、蓄热（冷）、电动车充电桩等设施，实现不同蓄能形式灵活应用。

5.4.5 建筑储能系统宜根据不同储能形式的储能速率、储能量、储能成本进行综合设计，提高储能系统的灵活性、经济性。

5.4.6 建筑周边的电动车充电桩，宜接入建筑可再生能源微网系统中。

**5.4.7** 变压器应采用一级能效设备， 配电开关设备宜采用无六氟化硫（SF<sub>6</sub>）类型。

**5.4.8** 建筑宜采用光储直柔技术， 且宜具备与电网友好互动的接口。

**5.4.9** 用电设备宜具备用电负荷调节功能， 采用光储直柔技术建筑的用电设备应具备功率主动响应功能。

## **5.5 可再生能源利用**

**5.5.1** 在技术经济合理的条件下， 建筑冷热源和热水热源应优先选用太阳能光热系统、地源热泵、空气源热泵等。

**5.5.2** 新建建筑的可再生能源系统应统一规划、同步设计、同步施工、统一验收。

**5.5.3** 太阳能系统设计阶段应对光伏系统发电量、太阳能集热系统集热量进行计算。

**5.5.4** 光伏发电系统应优先自发自用。

**5.5.5** 建筑采用的标准光伏组件光电转换效率应符合表 5.5.5-1 的要求。建筑一体化构件非透光部分的光电转换效率可参照标准光伏组件要求；采用的彩色光伏组件光电转换效率应符合表 5.5.5-2 的要求。

表 5.5.5-1 标准光伏组件光电转换效率 (%)

标准光伏组件类型		组件光电转换效率
晶体硅电池 组件	多晶硅电池组件	≥17
	单晶硅电池组件	≥20
薄膜电池组 件	铜钢镓硒 (CIGS)、碲化镉 (CdTe) 等薄膜电池组件	≥15

表 5.5.5-2 彩色光伏组件光电转换效率(%)

彩色光伏组件类型	组件光电转换效率
采用晶体硅电池的彩色光伏组件	≥12
采用薄膜电池的彩色光伏组件	≥10

**5.5.6** 太阳能热利用系统集热效率设计值不应低于现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 规定的 2 级以上。

**5.5.7** 地源热泵系统设计制热性能系数与制冷能效比均不应低于现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 规定的 2 级以上。

**5.5.8** 地源热泵系统设计制热性能系数与制冷能效比均不应低于现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 规定的 2 级以上。

## 5.6 监测与管理

**5.6.1** 零碳建筑应设置建筑碳排放管理系统，实现建筑运行碳排放量的动态统计、计算、分析和展示等管理目标。碳排放量数据应满足下列要求：

- 1 准确可溯源；
- 2 基础数据采集频率和存贮周期应满足碳排放核查和建筑机电系统运行要求；
- 3 分类分项动态统计、计算、分析和展示；
- 4 可查询、预警、记录和下载；
- 5 与其他系统数据集成。

**5.6.2 建筑碳排放管理系统应对下列内容进行计量和监测：**

- 1 建筑消耗的冷热量、电量、气量和其他能源消耗量；
- 2 建筑可再生能源发电量、蓄能系统蓄放的能量；
- 3 电动车充电桩充放电电量；
- 4 典型房间室内温湿度等主要环境指标；
- 5 建筑室外温度和辐照度。

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

- 1 立足建筑设计，充分利用建筑构件和设备的功能实施控制调节；
- 2 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。

**5.6.4 建筑碳排放管理系统的计量和监测应满足下列规定：**

- 1 采用具有远传功能的智能计量表具和传感器；
- 2 计量表具和传感器精度应满足建筑运维管理和碳核查要求；
- 3 数据采集频率和存贮周期满足碳排放核查要求和建筑机电系统运行要求。

**5.6.5** 建筑智能化系统应基于运行碳排放数据进行能源系统的高效低碳运维。

**5.6.6** 建筑智能化系统硬件应选用功耗低、长寿命的设备和产品。

**5.6.7** 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。系统调适应满足下列要求：

- 1 应覆盖主要的季节性工况和部分负荷工况；
- 2 应覆盖中控系统及所有联动工作的用能系统和建筑构件；
- 3 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。

**5.6.8** 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满足下列要求：

- 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；

**5.6.9** 照明控制应符合下列规定：

- 1 照明控制应结合建筑使用情况及天然采光情况，进行分区、分组控制；

2 走廊、楼梯间、门厅、卫生间、停车库等公共场所的照明，应采用集中开关控制或就地感应控制；

3 大空间、多功能、多场景场所的照明，宜采用智能照明控制系统；4.当设置电动遮阳装置时，照度控制宜与其联动；

5 当采用自然光导光装置时，应具备照度调节功能；

6 对于人员长期停留空间，宜设置有就地控制装置，以满足使用者的个性习惯与个体差异性要求。

**5.6.10** 建筑运行管理单位应编制用户使用手册，并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。

**5.6.11** 建筑运行管理单位应针对零碳建筑制定用户注意事项，应包括以下部分：

1 供暖季，白天宜收起活动遮阳设施。夜间应放下活动外遮阳装置，避免室内向室外的辐射散热。窗户应保持关闭状态，只有在新风系统故障停机或家庭聚会时，窗户可短期开启满足新风需求，恢复正常后应重新关严；

2 供冷季，白天应放下遮阳；

3 始终保持送风口、过流口和排风口畅通，不应随意封堵；

4 定期检查所有风阀、卫生间通风装置启闭功能是否完好；

5 定期检查门窗密封措施是否完好；

6 定期检查油烟机排风止逆阀是否完好；

7 每周地漏加水一次，保证气密性；

8 使用节能家电和节能灯，电气设备不用时完全关掉；

9 供暖、供冷、通风系统的设定值宜按建议值进行设置，避免过高或过低。

## 5.7 选材

5.7.1 选择保温材料时，应进行全寿命期减碳潜力分析，在满足同等保温水平目标下，应选择全寿命期碳排放更低的保温材料。

### 【条文说明】

编制组基于绍兴地区气候条件。分析保温材料综合碳排放因子、保温材料导热系数、外墙保温厚度与外墙全生命周期总碳排放之间的定量关系，给出了不同保温材料的碳排放特性，和外墙保温全生命周期碳排放优化合理建议。

研究得到绍兴市钢筋混凝土外墙薄抹灰保温体系全生命周期碳排放量  $C_{M, A}$  简化计算公式如下。

$$C_{zh, A} = a \left( \frac{h}{\lambda} + b \right)^{-1} + h F_{yh, h} \quad \#(1)$$

式中： $C_{zh, A}$  为单位面积外墙保温全生命周期总碳排放， $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ； $\lambda$  为保温材料导热系数， $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ； $h$  为保温层厚度， $\text{m}$ ； $a$ 、 $b$  为拟合系数，在绍兴地区， $a$  取 236.4740， $b$  取 0.3208； $F_{yh, h}$  为单位厚度保温材料综合隐含碳排放因子， $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{m}$ 。

目前我国保温材料隐含碳排放相关数据库还不够完善，编制组选取几种典型保温材料，隐含碳数据来自 GB/T 51366-2019《建筑碳排放计算标准》以及厂家调研。运输方式按中型汽油货车运输考虑，单位重量运输距离的碳排放因子为  $0.115 \text{ kgCO}_2\text{e}/(\text{t}\cdot\text{km})$ ，运输距离统一取 500 km。则典型保温材料综合隐含碳排放因子信息见表 5.2.1-1。

表 5.7.1-1 典型保温材料综合隐含碳排放因子信息

材料名称	材料导热系数/(W/m <sup>2</sup> ·K)	材料密度/(kg/m <sup>3</sup> )	生产阶段材料碳排放因子/(kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> )	材料综合隐含碳排放因子/(kgCO <sub>2</sub> e/m)
聚苯乙烯泡沫板 (GB/T 51366-2019)	0.033	20	100.4	101.55
岩棉板 (GB/T 51366-2019)	0.041	140	277.2	285.25
硬泡聚氨酯 (GB/T 51366-2019)	0.024	35	182.7	184.71
挤塑聚苯板 (GB/T 51366-2019)	0.030	35	109.56	111.57
石墨聚苯板 (盛信)	0.032	20	68.4	69.55
真空保温板 (科瑞)	0.008	350	142	162.13
玻璃棉制品 (欧文斯科宁)	0.035	40	38.4	40.70
岩棉板 (樱花)	0.041	140	75.6	83.65
建筑用泡沫玻璃制品 (匹兹堡康宁)	0.035	40	76.8	79.10
挤塑板 (欧文斯科宁)	0.030	35	75.95	77.96

基于绍兴地区气候条件，常见钢筋混凝土薄抹灰外墙构造下，典型保温材料全生命周期总碳排放随保温层 K 值的变化情况汇于图 5.2.1-1。

观察图 5.7.1-1 分析可知，不同保温材料，外墙保温全生命周期碳排放随着保温层传热系数变化而变化。但除真空板（科瑞）和岩棉板（GB/T 51366-2019）外，其他大部分保温材料的全生命周期碳排放最优点分布相对集中。各保温材料以全生命周期减碳为目标的推荐传热系数范围见表 5.7.1-2。

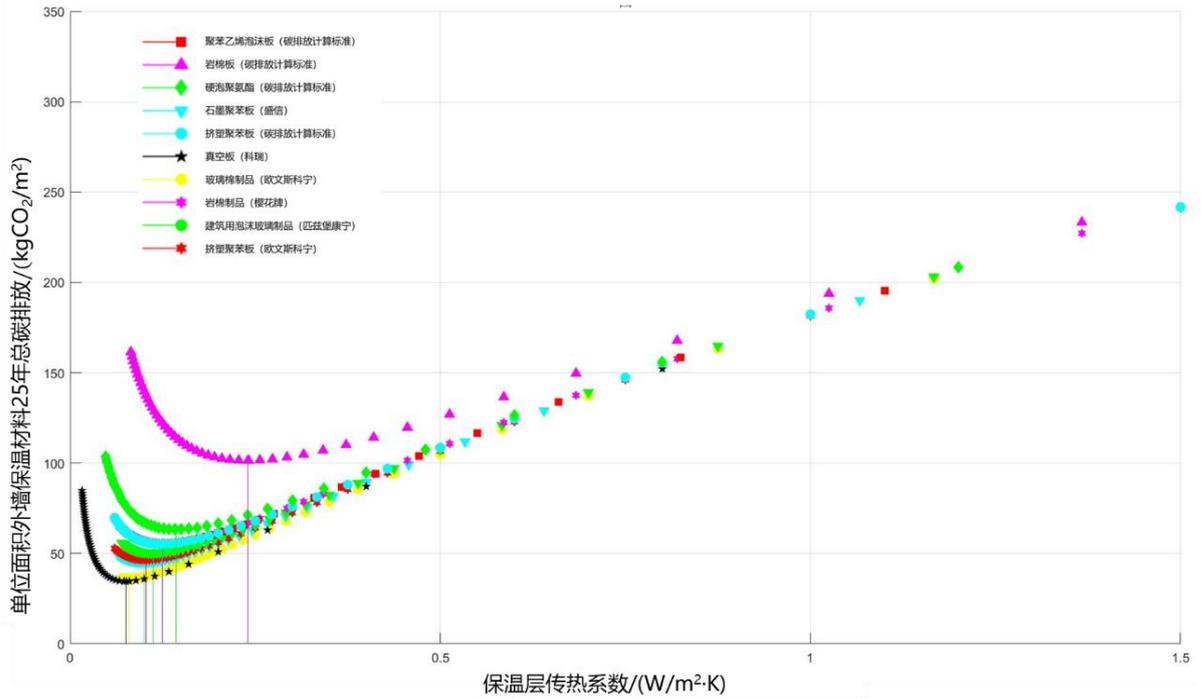


图 5.7.1-1 案例保温材料全生命周期总碳排放随保温层传热系数的变化情况

表 5.7.1-2 典型保温材料以全生命周期减碳为目标的推荐传热系数范围

材料名称	全生命周期碳排放最低时 K 值 / (W/m <sup>2</sup> ·K)	推荐 K 值范围 / (W/m <sup>2</sup> ·K)
聚苯乙烯泡沫板 (GB/T 51366-2019)	0.12	0.1-0.4
岩棉板 (GB/T 51366-2019)	0.24	0.2-0.5
硬泡聚氨酯 (GB/T 51366-2019)	0.14	0.1-0.4
挤塑聚苯板 (GB/T 51366-2019)	0.1	0.1-0.4
石墨聚苯板 (盛信)	0.12	0.1-0.4
真空保温板 (科瑞)	0.04	0.05-0.3
玻璃棉制品 (欧文斯科宁)	0.08	0.1-0.4
岩棉板 (樱花)	0.13	0.1-0.4
建筑用泡沫玻璃制品 (匹兹堡康宁)	0.11	0.1-0.4
挤塑板 (欧文斯科宁)	0.10	0.1-0.4

**5.7.2** 选择门窗产品时，应进行全寿命期减碳潜力分析，在满足同等保温水平目标下，应选择全寿命期碳排放更低的门窗产品。

**5.7.3** 当功能需求、资源条件适宜时，宜选用木结构、钢结构等低碳建筑结构体系；设计宜采用建筑拆除时便于材料循环利用的措施。

【条文说明】

主要建筑材料碳排放因子：

表 5.7.3 主要建筑材料碳排放因子

主要材料	材料碳排放因子	
木材（加工）	30.3 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	
C30 混凝土	295 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	
C50 混凝土	385 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	
碎石（d=10~30mm）	2.18 kg CO <sub>2</sub> e/t	
粘土空心砖（240mm×115mm×53mm）	250 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	
普通碳钢（市场平均）	2050 kg CO <sub>2</sub> e/t	
断桥铝合金窗	100%原生铝型材	254 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
	原生铝：再生铝=7:3	194 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
铝木复合窗	100%原生铝型材	147 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
	原生铝：再生铝=7:3	122.5 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
塑钢窗	121 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	

## 6 低碳建造

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 工程项目建造应实施降碳目标管理，促进设计、施工深度协同，实现建造全过程碳排放统筹与计量。

【条文说明】

施工阶段固体废弃物控制技术，建筑垃圾减量化与资源化利用等降碳技术包括：

1) 进行地貌调查、工程铺设、拆除、清洁、清运，以及更加科学的施工流程，以求达到更好的废弃物再次利用的目的。

2) 完善管理机制，可利用 BIM 技术，精确估算材料使用量，优化施工方案，合理安排施工步骤，实现精细化管理。

**6.1.2** 建筑施工单位应针对建筑外围护系统、暖通空调系统、可再生能源系统，制定专项施工方案，并应符合现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350 相关施工质量控制规定。

### 6.2 施工管理

**6.2.1** 施工前应进行低碳建造策划及施工阶段碳排放量测算，制定专项低碳建造方案，明确建造碳排放目标。专项低碳建造方案应包括施工现场内能源供应方案，宜采用清洁能源，如：条件适宜时可采用太阳能光伏系统供应电力；根据情况利用地热能、风能和氢能等作为施工现场用能。

【条文说明】

1 施工阶段碳排放主要来源于施工机械和现场操作，可通过采集机械能耗数据和现场操作数据进行计量。同时可采用智能化施工平台，实现工程现场数据可视化管理。

2 施工机械碳排放主要来源于机械运行过程中的燃料消耗，可通过采集燃料消耗数据和排放因子进行计量。

3 对于不同施工阶段（如土方开挖、混凝土浇筑、钢结构安装等），应分别进行碳排放计量，并汇总得到施工阶段的总碳排放。

专项低碳建造方案应主要关注以下环节：

1) 合理规划：在施工前进行详细的规划，合理布局，减少土地占用和浪费，同时考虑建筑物的朝向、通风、采光等因素。

2) 节约能源：在施工过程中，应尽可能地采用节能技术，如太阳能、地热能等，替代传统的能源，减少能源的消耗和碳排放。

3) 绿色建材：优先选择绿色、可再生、可回收的建筑材料，如竹子、木材等，减少对环境的破坏和污染。

4) 环保施工：在施工过程中，应采取有效的措施，减少对环境的污染和破坏，如控制施工噪音、粉尘、废水的排放等。

5) 资源循环利用：在施工过程中，应尽可能地实现资源的循环利用，如废水、废气、废渣等，通过合理的处理和利用减少对环境的负担。

**6.2.2** 工程项目建造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。

【条文说明】

在地基与基础工程中，应根据场地地质情况和标高，合理优化施工工艺和施工顺序，平衡挖方与填方量，减少场地内土方外运量。根据支护设计及施工方案，精确计算材料用量。根据现场环境条件，优先选用可重复利用的材料。如：可拆卸式锚杆、金属内支撑、SMW工法桩、钢板桩、装配式坡面支护材料等。

建筑材料及设备的选用应根据就近原则，500km以内生产的建筑材料及设备重量占比大于70%

合理布置施工总平面图，避免现场二次搬运。

建筑垃圾垂直运输时，宜采用重力势能装置。

**6.2.3** 工程项目建造应编制施工现场建筑垃圾减量化专项方案，并按下列要求进行施工管理：

1.现浇钢筋混凝土结构建筑的垃圾产生量应小于 $30\text{kg}/\text{m}^2$ ，装配式建筑的垃圾产生量应小于 $20\text{kg}/\text{m}^2$ ；

2.施工现场建筑垃圾应分类处理和回收利用，建筑垃圾回收再利用率不应低于50%。

**【条文说明】**

施工现场建筑垃圾的减量化工作可按照“估算先行、源头减量、分类管理、就地处置、排放控制”的总体原则，明确建筑垃圾减量化目标和职责分工，编制专项方案，提出源头降碳、分类管理、就地处置、循环利用、排放控制等具体要求和管理措施，并结合工程建造实际情况制定针对性的保障措施。关于建筑垃圾产生量控制指标，住房和城乡建设部印发《“十四五”建筑业发展规划》中

提到，积极推进施工现场建筑垃圾减量化，2025年，各地区建筑垃圾减量化工作机制进一步完善，实现新建建筑施工现场建筑垃圾（不包括工程渣土、工程泥浆）排放量每万平方米不高于300t，其中装配式建筑排放量不高于200t。

此外，应加强施工现场建筑垃圾分类处理和回收利用，规范施工现场建筑垃圾分类收集、堆存、中转和资源化处理活动，提高建筑垃圾回收再利用率。其中，建筑垃圾回收再利用率按照下列公式计算：建筑垃圾回收再利用率=建筑垃圾再利用量/建筑垃圾总量×100%，建筑垃圾总量=Σ[废弃物排放到消纳场及回收站量+建筑垃圾再利用量]。

**6.2.4** 施工现场的生产、生活、办公用房应采用保温隔热、遮阳等被动式节能措施。

**6.2.5** 施工现场的生产、生活、办公主要用能设备应符合下列规定：

- 1 应采用节能高效设备；
- 2 应采用节能照明灯具；
- 3 宜采用新能源施工机具与运输设备；
- 4 应监控重点能耗设备，对多台同类设备实施群控管理；
- 5 宜提高施工机具、运输设备电气化比例；
- 6 无直接采光的施工通道和施工区域照明宜采用声控、光控、延时等控制方式。

**6.2.6** 施工现场的生产、生活、办公等主要施工用房应符合下列规定：

- 1 施工用房应采用保温隔热、遮阳等被动式方式。

2 施工临时用房宜利用既有建筑，采用可再利用的工艺和材料对既有建筑物进行装修改造，使施工用房达到安全、绿色、经济、实用的效果。

3 新建施工临时用房时，应采用箱式集成房、轻钢模块化房等可再利用的建造方式。

4 临时搭建的围挡、大门、防护设施等构筑物应采用可再利用的工艺和材料。

**6.2.7** 施工时应进行施工现场用能及碳排放量统计，统计内容应包括施工现场内工作区、材料堆放区、办公区、生活区等，竣工后应基于实际能源消耗种类及数量进行碳核查。

#### 【条文说明】

施工阶段是指整个工程施工项目从开工开始到竣工验收为止的阶段。从施工整体的角度出发，施工阶段的碳排放包括施工过程与其相关活动所产生的直接碳排放和间接碳排放。施工建造过程是从施工场地平整开始，到施工项目竣工为止所包含的土方工程、地基与基础工程、主体结构、建筑屋面、建筑装饰装修等全部施工过程。直接碳排放涉及的排放设施主要有锅炉、食堂灶具、施工机械设备、生产车辆，排放源主要有柴油、汽油、天然气、液化石油气，以及焊接过程使用的乙炔、二氧化碳保护气等。间接碳排放主要指施工现场及生活办公的外购电力、外购热力。在施工过程中应安排专人按月进行碳排放数据的汇总，并保留原始证明材料。

**6.2.8** 施工现场碳排放宜采用信息化平台监测和管理。

## 6.3 施工措施

**6.3.1** 工程项目建造宜采用智能建造方式，提高效率，减少损耗。

### 【条文说明】

智能建造包括但不限于建筑信息模型（BIM）、物联网、人工智能、云计算和大数据等技术的应用。通过智能建造可以提高建造过程的智能化水平、减少对人的依赖，达到安全建造的目的。智能建造的实施需要构建跨行业多方协作机制，加强基础技术与平台研发，以及推动信息技术在建筑业的推广应用。此外，智能建造技术涉及建筑工程的全生命周期，主要包括智能规划与设计、智能装备与施工、智能设施等模块。智能建造的发展不仅涉及技术进步，还包括对传统建筑流程的优化和改造，以实现更高的生产效率和更好的建筑质量。

**6.3.2** 建筑宜采用装配式预制构件，与设计、物流、现场施工进行有效协同与联动。

**6.3.3** 建筑宜采用装配式装修等干式法施工工艺及集成厨卫等模块化部品部件。

**6.3.4** 室外道路、消防管道、现场围挡及雨水收集利用设施等宜实现永临结合。

**6.3.5** 建筑施工前应制定材料使用的减量计划，材料损耗宜比额定损耗率降低50%。

**6.3.6** 施工临时设施和周转材料应符合下列规定：

- 1 除现场模板外的非实体材料可重复使用率不低于70%；

- 2 模板周转次数不低于 6 次，宜使用铝合金模板等新型模架体系；
- 3 办公及生活用房采用周转次数高的模块化集成房屋。

## 6.4 拆除与回收

**6.4.1** 施工单位应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。

**6.4.2** 拆除垃圾应实现分类收集、运输及处理处置，拆除垃圾的处置应符合现行行业标准《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T134 的规定，优先考虑资源化利用。

**6.4.3** 拆除作业及回收材料应符合现行规范要求，防止噪声、扬尘、遗撒、废水等污染，杜绝二次污染。

**6.4.4** 回收材料宜分类标识、堆放，并可按下列方式处理：

1 回收的模塑聚苯板、挤塑聚苯板、酚醛泡沫板类保温板可进行粉碎，重新作为保温材料或轻骨料使用；

2 回收的岩棉、玻璃棉可粉碎获取岩棉、玻璃棉纤维,可用于岩棉、玻璃棉的再生产:对含杂质多的废弃岩棉、玻璃棉可再熔融用于矿物棉的生产和其他建材制品；

3 回收的硬泡聚氨酯板、喷涂聚氨酯可采用粉碎加工工艺,破碎成颗粒,可与水泥等胶凝材料制备轻质墙体制品；或粉磨成微粉与水泥等胶凝材料制备轻质的柔性抗裂砂浆和找平砂浆；

4 回收的砂浆在除杂、破碎后，可作为建设工程用再生细骨料使用；

5 回收的瓷砖和石材、装饰一体板面板等饰面材料在除杂、破碎后,可作为建设工程用再生骨料使用；

6 回收的粉体材料经粉化、研磨处理理后，可作为再生微粉使用；

7 回收的聚苯颗粒保温浆料材料在经破碎后可重新作为保温浆料材料或轻骨料使用。

## 7 低碳运行

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 建筑低碳运行应以保障室内环境为前提，以降低建筑运行的能耗和碳排放为目标。

**7.1.2** 建筑的运行碳排放应基于监测数据进行核算。核算对象应为建筑运营过程中所产生的二氧化碳气体排放。运行碳排放核算应符合下列规定：

- 1 基于建筑各用能系统的运行计量数据；
- 2 排放源应计入直接碳排放和间接碳排放。

**7.1.3** 建筑运行应通过用电侧柔性调节提升响应电网负荷变化、优化电力调峰和可再生能源消纳的能力，并应符合下列要求：

- 1 宜通过用电设备运行时间或运行功率的调整转移或削弱用电负荷；
- 2 宜通过储能设施对电力储存和释放转移或削弱用电负荷。

**7.1.4** 建筑应通过数字化、智能算法、柔性调节等手段持续优化低碳运行的管理措施，并根据建筑运行碳排放年度核算结果对低碳运行目标进行动态调整。

### 7.2 调试与控制

**7.2.1** 设备系统应建立综合调适制度，并进行综合能效调适。综合调适制度应明确各参与方的职责、调适流程、调适内容、工作范围、调适人员、时间计划及

相关配合事宜。

### 7.2.2 设备系统综合调适应符合下列规定：

- 1 应从正式投入使用开始，且调适时间不宜少于三个完整年度；
- 2 应以满足建筑的设计能效为系统调适目标；
- 3 应从运维管理水平提升、建筑设备与系统校正、运行与控制策略优化等方面开展调试；
- 4 综合调适范围应覆盖但不限于暖通空调系统、新型供配电系统、电气与照明系统、给排水系统、可调节的围护结构系统及智能化控制系统；
- 5 基本内容应包括夏季工况、冬季工况以及过渡季节部分负荷工况的调适和性能验证；
- 6 综合调适报告应包含施工质量检查报告，风系统、水系统平衡验证报告，自控验证报告，系统联合运转报告，综合效能调适过程中发现的问题日志及解决方案；
- 7 建筑或区域运行过程中，当使用功能发生重大改变，或对用能系统进行改造后，应重新确定建筑或区域的年度碳排放指标，并在建筑或区域恢复运行的第一个年度重新启动能源设备系统综合调适。

7.2.3 建筑和区域应根据天气季节变化及建筑使用的实际情况，增加和细化调整系统的联动功能、运行参数、工作模式、控制逻辑以及报表输出的类型和方式。

## 7.3 运行与维护

**7.3.1** 建筑应建立智能化低碳运行维护工作体系，包括系统运行、系统维护、系统维修和系统优化等方面内容。运行管理人员应具备建筑能源系统能效管理及低碳运行方面专业技术能力。

**7.3.2** 每月宜检查建筑系统和设备的控制器、内置电池、系统通信、控制逻辑算法、联动功能的工作状态。宜每季度监测校正传感器和执行器。

**7.3.3** 建筑应根据供冷季、供暖季和年度运行能耗和碳排放数据分析运行状态并评估碳排放表现。

**7.3.4** 碳排放统计核算和评估工作应符合下列规定：

- 1 公示碳排放统计核算对象和范围；
- 2 建立碳排放统计调查制度和碳排放信息管理台账；
- 3 按碳排放核算相关方法学，综合采用统计数据、动态监测、抽样调查等手段，组织开展统计核算工作；
- 4 定期开展碳排放评估工作，并向居民和有关单位公示反映低碳发展水平的指标信息；
- 5 针对碳排放重点领域、重点区域、重点单位、重点建筑、重点设施，应推行碳排放报告、第三方盘查制度和目标预警机制，制定有针对性的碳排放管控措施。

**7.3.5** 建筑的能源系统低碳运行，应以保障建筑室内环境舒适度和其他基本用能

需求为前提，减少系统化石能源消耗为目标，并应符合下列规定：

- 1 应优先充分利用本地可再生能源系统产能量，就地消纳；
- 2 宜通过运行策略优化降低用能峰值、提升用能效率；
- 3 宜采用“日前-日内-实时”三阶段优化运行方法；
- 4 宜根据实际运行工况和外部条件变化及时优化调整蓄能系统运行模式。

#### 【条文说明】

从供电稳定性和实现本建筑碳减排的角度，并网光伏系统可以确保建筑供电的稳定性并减少对公共电网冲击。因此建筑的能源系统运行策略应落实设计方案，优先充分利用本地可再生能源系统产能量，并根据实际运行情况进行运行策略的动态调整，本着“自发自用、余电上网”的原则，兼顾稳定性和经济性。

区域能源站应发挥系统优势，立足服务区域的建筑及各项用能时间周期和同时使用情况，充分发挥可再生能源系统的作用，多能互补，并与蓄热、蓄电等蓄能装置结合，优化能源系统整体运行效率。区域能源系统源荷双侧多重不确定特点突出、系统内各类设备响应时间差异明显。为克服上述因素导致的可再生能源利用难题，运行时宜采用“日前-日内-实时”多时间尺度优化运行方法。“日前”阶段采用鲁棒优化方法得到以日运行成本最低为目标的逐时调度方案，“日内”阶段通过滚动优化方法得到以 15min 为时间间隔的设备出力方案，实时阶段优化得到以 5min 为时间间隔的电相关设备运行方案。相对于传统的日前运行调度计划，多时间尺度运行计划能有效应对可再生能源出力的波动和用户负荷的不确定，并且区域能源系统日运行成本降低 5%以上，可再生能源利用率提高 3%以上。

**7.3.6** 建筑应对固体废物实行全过程一体化管理，完善资源回收利用体系，最大限度地将生活垃圾纳入资源循环利用，实现末端垃圾总量递减，并应符合下列规定：

**1** 生活垃圾应分类收集；

**2** 完善餐厨垃圾专业化收集管理，餐厨垃圾应运往有资质的餐厨垃圾处理厂；

**3** 规范建筑垃圾清运作业；

**4** 开展固体废弃物收集管理：电子废弃物应运往有资质的电子废弃物回收利用厂，应控制电子废弃物非法拆解和有毒有害物质的非法排放。

**7.3.7** 建筑运行时应充分利用建筑的气候响应设计措施，在运行中利用自然条件改善室内环境，降低能源消耗和碳排放：

**1** 当室外温度小于舒适区域，且空气质量较好时，应开窗通风，充分利用自然通风；

**2** 对于室内自然采光良好的区域，应加强照明控制系统的管理，充分利用自然光，减少照明的开启。

## **7.4 低碳行为**

**7.4.1** 建筑管理者应引导使用者遵循低碳生活方式，低碳生活方式应包括但不限于下列内容：

**1** 基础设施和建筑的装饰装修及日用品应选择绿色建材或再循环比例高的材料和产品；

**2** 应减少一次性用品的使用，自备可重复使用购物袋购物，快递包装应尽

量重复使用并避免过度包装；

3 应提倡无纸化办公；

4 日常食品采购季节性本地产品，并应按需购买，减少浪费；

5 提倡节水节电行为习惯，选用高能效家用电器、办公设备和节能灯具；

节能灯具包括 LED 灯、荧光灯和节能灯泡。

6 电器在非运行时段应切断电源，减少待机能耗，或选用具有智能切断电源功能的节能型插座；

7 提倡步行、骑车或乘公共交通工具等绿色出行方式。

**7.4.2** 宜制定建筑使用者低碳行为引导章程，对建筑的使用者用能用水，垃圾减量化及垃圾分类等行为习惯进行引导，鼓励用户更换及改进老旧高能耗用电设施、设备，共同实现建筑低碳运行目标。

## 8 绿色电力与碳排放权交易

**8.0.1** 零碳建筑可通过使用绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等市场化交易机制扣减剩余碳排放。

### 【条文说明】

在近年来中国可再生电力快速发展、全国碳排放权交易市场开启的背景下，目前国内已形成绿色电力交易机制、绿色电力证书交易机制和包含碳配额与国家核证自愿减排量（CCER）在内的碳排放权交易机制，这些制度在促进可再生能源电力发展的过程中发挥着不同的作用，成为越来越多企业承担减排责任的重要方式，这为建筑与区域业主承担剩余减排责任提供了途径。

绿色电力交易是在现有电力中长期交易框架下，将风、光等可再生电力从传统电力中分离出来，设立独立的绿色电力交易品种。2021年9月，国家发改委和能源局批复《绿色电力交易试点工作方案》，由国家可再生能源信息中心与北京、广州两大电力交易中心共同管理，符合资质的全国各省市发电企业，售电公司均可注册。有绿电需求的用户直接与发电企业或售电公司开展交易，通过市场发现价格，交易后绿色电力的使用价值和环境价值同步交割，实现绿电从生产、销售到使用的全生命周期管理。

绿色电力证书交易于2017年7月启动，证书认购参与人在中国绿色电力证书自愿认购平台上自愿认购和出售。根据2023年7月国家发展改革委发布的《关于做好可再生能源绿色电力证书全覆盖工作促进可再生能源电力消费的通知》，绿色电力证书是我国可再生能源电量环境属性的唯一证明，是认定可再生能源电力生产、消费的唯一凭证。因此，绿色电力证书交易与绿色电力交易均可作为建筑与区域业主获取绿色电力证书的方式。

我国碳排放权交易的主要产品包括盈余碳配额与国家核证自愿减排量（CCER）。国家核证自愿减排量（CCER）是我国当前最主要的用于碳抵消的碳信用产品，以减排项目的形式进行注册和减排量的签发。以零碳排放为目标的建筑与区域可作为非履约机构在碳排放权交易试点开设账户，通过购买当量的国家核证自愿减排量（CCER）等碳排放权交易产品进行碳抵消，购入碳排放权交易产品后需在相应的碳交易产品注册登记机构注销。

零碳建筑和区域建设应鼓励使用节能降碳技术实现降碳目标，不应鼓励大规模使用市场化机制实现净零碳排放。对于难以通过建筑及区域降碳技术应用达到零碳排放的项目，可在满足第三章近零碳建筑或近零碳区域技术指标的前提下，采取绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等市场化机制实现净零碳排放，即碳中和目标。

**8.0.2** 绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易的产品应为中国国内相关交易机制签发或在中国境内开发的减排项目。

**8.0.3** 当零碳建筑结合绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易进行设计判定时，应购买不少于 10 年运行期的电力用量或碳排放当量的交易产品；进行运行判定时，可先使用设计阶段购买的交易产品进行扣减，当设计阶段购买的交易产品扣减完时，应购买不少于 1 年运行期的交易产品。

**8.0.4** 当全过程零碳建筑结合绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易进行判定时，应购买不少于 10 年运行期的电力用量或碳排放当量的交易产品，且应购买建材生产及运输、建造及拆除阶段全部电力用量或碳排放当量的交易产品。

## 9 等级判定

### 9.1 一般规定

9.1.1 建筑的降碳水平应通过碳排放指标进行判定。

9.1.2 判定建筑计降碳水平，应以设计文件和模拟计算结果作为判定依据；判定建筑运行降碳水平，应以检测、监测数据和统计计算结果作为判定依据。

9.1.3 建筑判定对象应为独栋建筑。

9.1.4 低碳、近零碳、零碳建筑的判定应以年为周期，全过程零碳建筑的判定应以设计使用年限为周期。零碳建造判定应以施工单位进场到建筑或区域交付为周期。

### 9.2 检测、监测与碳排放计算

9.2.1 参与运行判定的建筑应进行检测和监测，检测和监测内容应包含室内环境、建筑能耗、可再生能源等。

9.2.2 建筑室内环境监测应包括温度、湿度、照度、室内环境噪声、二氧化碳浓度等。

**9.2.3** 建筑的热工性能、能源系统及设备能效检测应包括设计阶段应用的全部降碳技术参数。

**9.2.4** 建筑能耗监测应包含运行过程中全部能源消耗。

**9.2.5** 可再生能源监测应包含光伏系统发电、太阳能热水、地源热泵等系统运行参数。

**9.2.6** 建筑碳排放指标计算应符合本导则附录 A 的规定。

**9.2.7** 低碳、近零碳、零碳建筑碳排放计算应包含建筑运行阶段自身能源消耗产生的碳排放，不包括建筑向外部提供热能、冷量、电力的能源消耗产生的碳排放，以及充电桩、数据中心、工业生产等非建筑功能用能所产生的碳排放；全过程建筑碳排放应包含建材生产及运输、建造及拆除阶段碳排放量和建筑运行阶段自身能源消耗产生的碳排放量。

**9.2.8** 建筑与区域碳排放计算的电力二氧化碳平均排放因子选取应符合下列规定：

1 当建筑与区域处于设计阶段时：在采用降碳率进行碳排放指标与降碳等级判定时，基准建筑和基准区域所采用的电力二氧化碳平均排放因子取值应为 0.5568 kgCO<sub>2</sub>/kWh，设计建筑和设计区域所采用的电力二氧化碳平均排放因子取值应为 0.5kgCO<sub>2</sub>/kWh；在采用碳排放强度绝对值/人均碳排放量进行碳排放指标与降碳等级判定时，计算建筑碳排放强度/区域人均碳排放量限值、实际碳排放强度/实际人均碳排放量或市场化交易减排量的电力二氧化碳平均排放因子

取值应采用上一年度项目所在区域市级行政主管部门发布的电力平均二氧化碳排放因子或生态环境部发布的项目所在区域省级电力平均二氧化碳排放因子。

2 当建筑与区域处于运行阶段时，计算所有碳排放指标及市场化交易减排量时电力二氧化碳平均排放因子应采用上一年度项目所在区域市级行政主管部门发布的电力平均二氧化碳排放因子或生态环境部发布的项目所在区域省级电力平均二氧化碳排放因子。

9.2.9 当建筑或区域接入外部零碳热源时，在明确热源形式的情况下，可采用热源实际排放因子计算热力碳排放。

## 9.3 判定

9.3.1 建筑判定应符合本导则第4章技术指标要求，并应符合下列规定：

- 1 当达到本导则低碳建筑指标要求时，进行低碳建筑判定；
- 2 当达到本导则近零碳建筑指标要求时，进行近零碳建筑判定；
- 3 当达到本导则零碳建筑指标要求时，进行零碳建筑判定；
- 4 当达到本导则全过程零碳建筑指标要求时，进行全寿命周期零碳建筑判定。

9.3.2 建筑设计降碳水平判定应具备下列条件：

- 1 建筑施工图设计审查通过；
- 2 建筑碳排放技术指标相关计算和证明文件齐全。

### 9.3.3 建筑运行降碳水平判定应符合下列规定：

- 1 建筑竣工并在建筑使用面积不低于判定面积 60%的情况下正常运行一年以上；
- 2 投入使用的建筑使用面积为判定面积的 60%~80%时，采用运行数据折算后判定；建筑使用面积高于判定面积 80%时，可采用运行数据直接判定；
- 3 居住建筑以栋或典型用户电表、气表等计量仪表的实测数据为依据；公共建筑应采用分项计量的能耗数据；
- 4 降碳技术参数的检测证明文件。

### 9.3.4 建造碳排放判定应符合下列规定：

- 1 建造碳排放判定应在建筑或区域竣工验收后进行；
- 2 竣工验收文件、建造碳排放量相关计算和证明文件齐全。

### 9.3.5 建筑全过程碳排放判定应符合下列规定：

- 1 全过程判定应在建筑正常运行一年后进行；
- 2 全过程建筑碳排放技术指标相关计算和证明文件齐全。

### 9.3.6 当设计建筑满足本导则第 4.2.1 条或 4.2.2 条的低碳建筑碳排放指标，并满足下列条件时，可判定为近零碳建筑：

- 1 建筑负荷柔性调节具备调节能力，且最大调节电力负荷削减量不小于基线电力负荷的 20%；
- 2 建筑柔性响应时间不大于 300 秒，响应速率不小于可调节负荷容量的 15%/min，持续调节时间不小于 1h；

**3** 通过建筑电气化替代和减少化石能源使用，且建筑电气化率不低于 90%。

**9.3.7** 当设计建筑满足本导则第 4.2.3 条或 4.2.4 条的近零碳建筑碳排放指标，并满足下列条件时，可判定为零碳建筑：

**1** 建筑负荷柔性调节具备调节能力，最大调节电力负荷削减量不小于基线电力负荷的 20%；

**2** 建筑柔性响应时间不大于 120s，响应速率不小于可调节负荷容量的 15%/min，持续调节时间不小于 2h；

**3** 建筑全部用能由非化石能源提供，且建筑电气化率为 100%。

**9.3.8** 当建筑通过柔性调节与电网形成互动，实现全年碳排放小于零，并申请进行运行评价时，应提供建筑全年逐时的各类电力用量，及当地政府机构或政府认可机构发布的逐时电力排放因子。

## 附录 A 建筑碳排放指标计算

**A.0.1** 技术指标的计算应满足下列规定：

- 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 确定；
- 2 设计建筑和基准建筑进行建筑碳排放模拟计算时应适当考虑周边建筑和场地环境的影响；
- 3 供暖年耗热量和供冷年耗冷量应包括围护结构的热损失、建筑产热量、无组织空气渗透和处理新风的热（或冷）需求；
- 4 设计建筑应考虑自然通风和自然采光对建筑碳排放的影响；
- 5 供暖通风空调系统碳排放计算时应考虑部分负荷及间歇使用的影响；
- 6 设计建筑应计算可再生能源利用量；
- 7 技术指标中不含工艺性设备用能产生的碳排放，如实验室实验设备、医疗器械等。
- 8 应采用逐时动态计算软件进行计算。

**A.0.2** 设计建筑技术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；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现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350中的规定值选取；
- 2 供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、炊事、可再生能源、用电器具的系统形式和能效与设计文件一致；生活热水系统的用水量应与设计文

件一致，并满足国家标准现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB50555的规定，冷水计算温度应以当地最冷月平均水温资料确定，无水温资料时，应按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 确定；

3 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；

4 建筑的空气调节和供暖系统的日运行时间、照明开启时间、房间人员逐时在室率、新风运行时间、电器设备逐时使用率应按强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 设置，人均占地面积、设备功率密度应按现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350中的规定值选取，室内温度、人员新风量应与设计文件一致，新风开启率按人员在室率计算；

5 建筑外窗、外门、幕墙及采光顶的空气渗透量，应根据设计文件中的气密性等级选取；

6 照明系统的照明功率密度值应与建筑设计文件一致，应考虑自然采光、智能控制对碳排放的影响；

7 电梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数应与设计文件和设计样本一致，并按国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能第2部分：电梯的能量计算与分级》GB/T 30559.2-2017 中的方法进行计算；

8 炊具能效、电器设备能效应与设计文件一致；

9 可再生能源系统形式及效率应与设计文件一致。

**A.0.3 基准建筑技术指标计算参数设置应符合下列规定：**

- 1 建筑的形状、大小以及内部的空间划分和使用功能应与设计建筑一致；
- 2 基准建筑窗墙面积比按表A.0.3选取，无活动遮阳装置，对于表中未包含的建筑类型，建筑窗墙比应与标识建筑一致；
- 3 围护结构热工性能、用能设备能效等主要参数应符合强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021的要求；
- 4 基准建筑的供暖、供冷系统形式应按现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350中的规定值选取。建筑的生活热水系统形式、用水定额和冷水计算温度应与设计建筑一致，热源为燃气锅炉，能效应符合强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021 中的规定。
- 5 建筑的空气调节和供暖系统日运行时间、室内温度、人均新风量、照明开启时间、房间人员逐时在室率、新风运行时间、电器设备逐时使用率应与设计建筑一致；照明功率密度值应按现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T 51350中的规定值选取；
- 6 建筑外窗、外门、幕墙及采光顶的空气渗透量，居住建筑应按强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021，公共建筑应按照现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189的规定；
- 7 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，作为基准建筑的负荷；
- 8 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，且应按国家标准《电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能第2部分：电梯的能量计算与分级》GBT30559.2-2017中的能量性能等级3级选取；
- 9 炊事的能源形式应与设计建筑一致。当炊事用能为燃气时，应按现行国

家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB30720和《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB30531中的3级能效计算碳排放。当炊事用能为电时，应按现行国家标准《家用电磁灶能效限定值及能效等级》GB21456和《商用电磁灶能效限定值及能效等级》GB40876中的3级能效计算碳排放；

10 插座能效相关能效限定值及能效等级应按国家标准中的3级能效计算碳排放。

**A.0.4** 建筑炊事能耗应按下式计算：

$$E_K = \frac{Q_k}{\eta_k} \quad (\text{A.0.2})$$

式中： $E_K$ ——年炊事系统能源消耗（MJ）；

$Q_k$ ——年炊事需热量指标（MJ）；

$\eta_k$ ——炊事设备热效率（%），应按现行国家标准《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB30720、《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB30531、《家用电磁灶能效限定值及能效等级》GB21456、《商用电磁灶能效限定值及能效等级》GB40876选取。

**A.0.5** 建筑插座能耗应按下式计算：

$$E_p = \sum_{i=1}^n (E_{ai} \times R_I) \times a \quad (\text{A.0.3})$$

式中： $E_p$ ——年插座系统能源消耗（kWh）；

$E_a$ ——年单台电器年综合耗电量指标，应采用各类电器相关能效限定值及能效等级国家标准中的能效指标和计算方法（kWh）；

$R$ ——台数，可参照表A.0.5给出的典型房间电器配置表设置；

$a$ ——同时使用系数，一般取0.75；

i——电器种类。

表 A.0.5 典型房间电器配置表

房间类型	电器配置表
起居室	电视 1 台、笔记本电脑 1 台、显示器 1 台
厨房	微波炉 1 台、冰箱 1 台
住宅洗手间	洗衣机 1 台
办公室	台式机或笔记本电脑 1 台/人，显示器 2 台/人，打印机 1 台
会议室	显示器 1 台，笔记本电脑 1 台
酒店客房	冰箱 1 台、电视 1 台
多功能厅	显示器 1 台，笔记本电脑 1 台
教室	投影机 1 台，台式机 1 台
电脑机房	台式机 1 台/人
候诊室	显示器两台
门诊办公室	台式机或笔记本电脑 1 台/人，显示器 1 台/人，打印机 1 台

A.0.6 建筑碳排放强度应按下式计算：

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n (E_{h_i} \times c_i + E_{c_i} \times c_i + E_{l_i} \times c_i + E_{w_i} \times c_i + E_{e_i} \times c_i + E_{p_i} \times c_i + E_{f_i} \times c_i - E_r \times c_i - E_o \times c_i)}{A} \quad (\text{A.0.6})$$

式中：C——建筑碳排放强度（kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>）；

$E_{h_i}$ ——年供暖系统第 i 类能源消耗（kWh）；

$E_{c_i}$ ——年供冷系统第 i 类能源消耗（kWh）；

$E_{l_i}$ ——年照明系统第 i 类能源消耗（kWh）；

$E_{w_i}$ ——年生活热水系统第 i 类能源消耗（kWh）；

$E_{e_i}$ ——年电梯系统第 i 类能源消耗（kWh）；

$E_{p_i}$ ——年插座系统第 i 类能源消耗（kWh）；

$E_{f_i}$ ——年炊事系统第 i 类能源消耗（kWh）；

$E_r$ ——年场地内可再生能源发电量（kWh）；

$E_o$ ——年场外等效可再生能源发电量 (kWh);

$c_i$ ——i类能源碳排放因子, 主要能源排放因子按现行国家标准《建筑碳排放计算标准确定》GB/T51366, 电力二氧化碳平均排放因子按本导则第9.2.8条选取;

$A$ ——建筑面积,  $m^2$ 。

**A.0.7** 建筑降碳率应按下式计算:

$$\eta_p = \frac{|C_R - C_D|}{C_R} \times 100\% \quad (\text{A.0.5})$$

式中:  $\eta_p$ ——建筑降碳率 (%);

$C_R$ ——基准建筑碳排放强度 $[\text{kgCO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$ ;

$C_D$ ——设计建筑碳排放强度 $[\text{kgCO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$ 。

**A.0.8** 建筑净碳排放量应按下式计算:

$$C_{net} = C_D \times A - (REC \times C_i \times DF_j + CC) \quad (\text{A.0.8})$$

式中:  $REC$ ——绿色电力证书电力总量 (kWh/a);

$DF$ ——绿色电力证书获取形式的折减系数, 取 0.95;

$CC$ ——碳排放权交易产品总量 ( $\text{kgCO}_2/\text{a}$ )。

**A.0.9** 调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例应按下式计算:

$$N_{per} = (N_{base, t} - N_{DR, t}) / N_{base, t} \quad (\text{A.0.9})$$

式中:  $N_{per}$ ——调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例 (%);

$N_{base, t}$ ——不参与柔性需求响应事件的建筑用电系统在调峰时段  $t$  时

刻的电力负荷 (kW);

$N_{DR,t}$  ——参与柔性需求响应事件的建筑用电系统在调峰时段  $t$  时刻的电力负荷 (kW)。

**A.0.10** 建材生产及运输、建筑建造及拆除过程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的规定。

## 附录 B 浙江省典型零碳建筑示范项目

### 一、绍兴市龙山书院项目

#### 1.项目简介

绍兴市龙山书院地处镜湖未来社区核心，杭绍台高速镜湖出口附近，毗邻亚运会场馆。地块用地面积 69689.2 平方米。总建筑面积 143234.2 平方米。项目为寄宿制完全中学。

其中 4#楼培训中心按照近零能耗建筑标准设计。该项目为住房和城乡建设部首批中国与瑞士零碳建筑合作项目示范工程之一，以超低能耗建筑、零碳运营为目标。



#### 2.关键技术措施

项目致力于打造全国绿色建造典范工程率先在教育建筑领域采用近零能耗技术，从绿色建材、装配式技术、再生资源利用、BIPV 建造，探索总结出一套符合“零碳建筑”要求且具有普适性的低碳建造技术体系。

屋顶使用碲化镉 BIPV 光伏瓦，并进行保温、结构、防水一体化设计，预计年发电量达到 19.2 万千瓦时。

项目实施绿色供应链管理，45%大宗建材获碳足迹证书。

围护结构采用高保温隔热设计方案。外墙采用 250mmAAC 墙板+180mm 岩

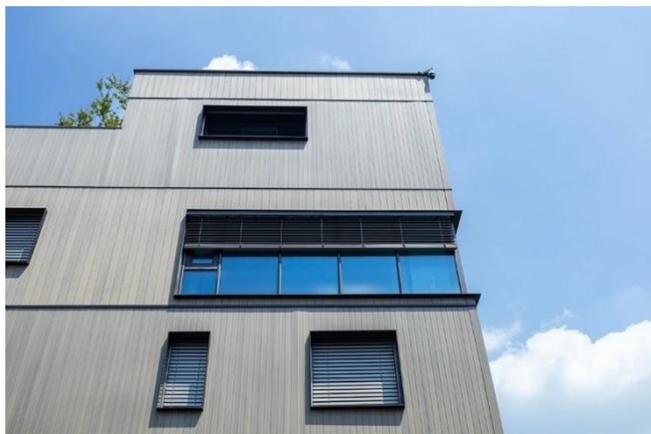
棉板，传热系数 $\leq 0.18\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 。屋面采用 250mm 高容重石墨聚苯板，传热系数 $\leq 0.14\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 。外窗整窗传热系数 $\leq 2.20\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ，气密性 8 级。

项目碳排放监测系统从建材碳排、施工碳排及运营碳平台三个环节把控全生命周期碳排放。

## 二、华汇·零碳之家

### 1.项目简介

“华汇·零碳之家”位于绍兴越城，由一座轻型单层工业厂房，改造为“近零碳建筑”。该项目的设计目标侧重减碳，即通过改造，实现舒适且零碳的建筑，并验证技术路径的可行性、可靠性。项目采用了大量“被动+主动”集成技术，以解决“高舒适必然伴随高能耗”的行业现状，实现“高舒适”与“低能耗”的和谐共生。



项目实景照片

### 2.关键技术措施

项目应用的被动技术包含真空绝热板外墙保温、高性能门窗、外遮阳系统、无热桥设计、建筑高气密性工艺等；主动节能技术有变频地源空气源相结合、精准变量输配、热泵及新风设备热回收、六恒无感舒适环境系统和智慧运维系统以及屋面太阳能光系统等。

为降低夏季空调能耗，项目重点进行了遮阳系统设计，遮阳措施包括铝制

百叶帘和织物卷帘，共计遮阳面积约为 113.41 平方米。

面向河流和步行街的立面采用了 JZ-M-110S 织物卷帘。产品结构纤巧，线条极简，是一款观赏性很强的遮阳产品，同时能有效降低阳光直射，防止眩光，也具有防蚊通风等优越功能。开孔率 4%，遮阳透景，在室内能依稀领略步行街的繁华，同时又隔绝了喧嚣，营造舒适的办公环境。

项目西立面为有效解决建筑“西晒”痛点，采用了高反射率的闪银色 JB-CC-80S 铝制百叶帘，遮阳隔热效率高达 90%以上，同时帘片可在 0-90°灵活翻转，自由调节进入室内的光线强弱，降低空调及照明能耗的同时也减少眩光，为内部空间营造舒适的视觉效果。

项目采用单晶硅 550Wp 组件，通过屋面平铺方式安装，数量 112 块，装机容量 61.6kWp，预计 25 年年均发电量为 5.4 万 kWh。