|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 91.040.01 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png CASMES |   P 33 |

     团体标准

T/CASMES XXXX—2025

低碳住宅建筑节能工程施工技术规范

Low carbon residential building energy saving engineering construction technical code

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

中国中小企业协会  发布

目次

[前言 II](#_Toc193730906)

[1 范围 1](#_Toc193730907)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc193730908)

[3 术语和定义 1](#_Toc193730909)

[4 基本要求 1](#_Toc193730910)

[5 围护结构节能施工 2](#_Toc193730911)

[6 设备与系统节能施工 4](#_Toc193730912)

[7 低碳施工工艺 6](#_Toc193730913)

[8 检测与验收 7](#_Toc193730914)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由纳琦绿能工程有限公司提出。

本文件由中国中小企业协会归口。

本文件起草单位：纳琦绿能工程有限公司。

本文件主要起草人：

低碳住宅建筑节能工程施工技术规范

* 1. 范围

本文件规定了低碳住宅建筑节能工程施工的术语和定义、基本要求、围护结构节能施工、设备与系统节能施工、低碳施工工艺、检测与验收。

本文件适用于低碳住宅建筑节能工程施工。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3096 声环境质量标准

GB 7231 工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识

GB/T 8484 建筑外门窗保温性能检测方法

GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差

GB/T 18920 城市污水再生利用 城市杂用水水质

GB 19577 热泵和冷水机组能效限定值及能效等级

GB/T 50034 建筑照明设计标准

GB 50189 公共建筑节能设计标准

GB 50411 建筑节能工程施工质量验收标准

GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准

GB/T 51366 建筑碳排放计算标准

JGJ 80 建筑施工土石方工程安全技术规范

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

低碳建筑 Low carbon building

指在建筑材料与设备制造、施工建造和建筑物使用的整个生命周期内，减少化石能源的使用，提高能效，降低二氧化碳排放量。

* 1. 基本要求
     1. 设计协同

施工单位应在施工前对低碳住宅建筑节能设计文件进行技术审查，核查设计图纸、技术参数及节能目标的符合性，发现问题时应及时与设计单位协商解决。

施工过程中宜采用建筑信息模型（BIM）技术，实现设计与施工的数字化协同，优化材料用量与施工流程，减少资源浪费。

施工单位应组织设计、监理等相关方进行技术交底，明确围护结构热工性能、设备能效、可再生能源系统等关键技术要求，并形成书面记录。

* + 1. 材料与设备
       1. 材料选用

建筑主体结构及围护结构材料应优先选用低碳、可再生或可循环利用材料，如高性能保温材料、低隐含碳水泥、再生骨料混凝土等。

外保温系统材料燃烧性能等级应符合GB 8624的规定，且宜达到A级不燃材料要求。

门窗玻璃宜采用Low-E中空玻璃或真空玻璃，其传热系数（K值）不应高于1.5 W/(m²·K)。

* + - 1. 设备选型

供暖、通风与空调系统设备能效等级应满足GB 50189的一级能效要求。

可再生能源设备的性能参数应符合设计要求，且宜通过国家节能产品认证。

照明系统应采用LED光源，其光效不应低于120 lm/W，并宜配置智能调光、分区控制等功能。

* + - 1. 材料与设备运输

材料采购宜优先选择本地供应商，运输半径宜控制在200 km范围内，减少运输碳排放。

大宗材料运输应规划合理路线，采用新能源车辆或联合运输方式，降低单位重量材料的运输能耗。

* + 1. 施工过程管理
       1. 专项方案编制

施工单位应编制低碳节能施工专项方案，明确节能技术措施、施工工艺、资源节约目标及碳排放控制指标。

专项方案宜包括能源消耗监测计划、废弃物管理措施及应急预案，并经监理单位审核批准后实施。

* + - 1. 资源与能源控制

施工现场应建立能源与资源消耗台账，实时记录水、电、燃料及主要材料用量，并定期分析节能潜力。

施工临时设施宜采用可重复利用的装配式构件，临时照明应采用太阳能灯具等低碳设备。

混凝土搅拌、砂浆制备等湿作业宜集中进行，减少现场分散作业导致的材料损耗。

* + - 1. 过程质量控制

围护结构保温层施工时，应进行基层处理、粘结强度及厚度抽查，每1000 m²至少检测3处，厚度偏差不得超过±3%。

门窗安装完成后应进行气密性现场抽检，在10 Pa压差下换气次数不宜超过0.6次/h。

* + 1. 废弃物管理

施工现场应实行垃圾分类管理，设置可回收物、不可回收物及危险废物专用存放区，并标识清晰。

建筑废弃混凝土、砖瓦等宜就地破碎加工为再生骨料，用于场地硬化或临时道路铺设。

有毒有害废弃物应委托具备资质的单位处理，不应随意填埋或焚烧。

* + 1. 人员培训与技术交底

施工单位应对施工人员开展低碳节能技术专项培训，内容应包括材料特性、工艺要点及质量控制要求。

特种作业人员应持有相关岗位资格证书，并定期参加继续教育。

* 1. 围护结构节能施工
     1. 一般规定

围护结构施工应依据设计文件要求，优先采用被动式节能技术，确保热工性能、气密性及耐久性满足低碳建筑目标。

施工过程中应避免保温层破损、热桥形成及气密层中断，并采取全程质量监控措施。

保温材料、密封材料及连接构件进场时，应核查其导热系数、燃烧性能等检测报告，不符合要求的材料不得投入使用。

* + 1. 墙体保温工程
       1. 材料与构造

外墙保温系统宜采用燃烧性能A级的无机保温材料或有机保温材料；当采用有机保温材料时，应设置防火隔离带。

保温层厚度应根据气候区及设计热工参数确定，厚度偏差不应超过±3%。

* + - 1. 施工准备

基层墙体应平整、清洁，无空鼓、裂缝及油污，施工前应进行界面处理。

保温板粘贴宜采用满粘法或条粘法，粘贴面积不应小于板面积的60%，且边缘应连续粘结。

* + - 1. 施工工艺

保温板安装应从下至上逐层错缝铺设，板缝宽度不宜大于2 mm，缝隙应采用发泡聚乙烯棒或保温材料填塞。

锚栓固定应符合设计要求，每平方米锚栓数量不宜少于6个，且锚栓嵌入基层墙体深度应大于30 mm。

抹面层施工时，耐碱玻纤网格布应压入底层砂浆中，搭接宽度不应小于100 mm，转角处应增设加强网。

* + - 1. 热桥处理

外墙挑出构件（如阳台、雨篷）与主体结构连接处应设置断热桥措施，可采用隔热垫块或保温层包裹。

穿透保温层的金属锚栓、支架等应选用非金属材质或采取隔热套筒隔离。

* + - 1. 质量检测

保温层施工完成后应进行粘结强度拉拔试验，每500 m²至少检测3处，拉拔强度不应小于0.1 MPa。

红外热成像法抽检保温层连续性，缺陷面积占比不应大于5%。

* + 1. 门窗及幕墙工程
       1. 材料要求

外门窗传热系数（K值）不应大于1.3 W/(m²·K)，气密性等级不应低于8级，水密性等级不应低于6级。

玻璃宜采用三玻两腔中空玻璃（双Low-E膜+氩气填充）或真空复合玻璃，可见光透射比不宜低于0.4。

* + - 1. 安装工艺

门窗框与墙体连接应采用断热桥附框或预埋防腐木砖，框体与洞口间隙宜采用发泡聚氨酯填充，外侧应使用耐候密封胶连续密封。

幕墙单元板安装时，应检查型材隔热条的完整性，隔热条截面高度不宜小于24 mm。

* + - 1. 气密性处理

门窗扇与框之间应设置三道密封条（室内侧、中间腔、室外侧），密封条接头应采用45°斜接，不得留有缺口。

开启扇关闭后，应采用烟雾法或压力差法检测气密性，在10 Pa压差下空气渗透量不应超过1.5 m³/(m·h)。

* + - 1. 遮阳措施

外窗宜设置固定外遮阳装置（如挑檐、百叶）或可调节遮阳系统，遮阳系数（SC）不宜大于0.3。

内置遮阳帘应与中空玻璃内腔结合安装，避免热空气滞留。

* + 1. 屋面节能工程
       1. 保温层施工

屋面保温材料宜选用XPS挤塑板或硬质岩棉板，导热系数不应大于0.030 W/(m·K)。

倒置式屋面保温层应铺设在防水层上方，保温板接缝处应采用专用胶带密封。

* + - 1. 防水与排水

防水卷材搭接宽度不应小于80 mm，阴阳角处应增设附加层，泛水高度不宜小于250 mm。

平屋面排水坡度不应小于2%，天沟、檐沟纵向坡度不应小于1%，雨水口周围应做局部加强处理。

* + - 1. 绿化屋面

绿化屋面荷载应满足结构设计要求，耐根穿刺防水层应采用化学阻根或铜箔复合卷材。

种植土层厚度宜为100 mm~300 mm，植被宜选择本地耐旱品种，灌溉系统应与雨水回收设施联动。

* + 1. 地面节能工程
       1. 防潮与保温

地面保温层应铺设在防潮层上方，保温材料宜选用挤塑板（XPS）或泡沫玻璃，厚度不宜小于50 mm。

地下室或接触土壤的地面应设置防潮层，搭接宽度不应小于100 mm，并向墙面延伸至±0.000标高以上300 mm。

* + - 1. 热桥控制

地面与外墙交接处应设置垂直保温带，保温材料延伸至冻土线以下或地面以下500 mm。

地下室采光井周边宜采用外保温包裹，避免冷桥结露。

* + 1. 其他要求

保温工程施工期间，环境温度宜高于5℃，雨天及风力大于5级时不得进行露天作业。

施工完成后应清理表面污渍，对易损部位（如墙角、门窗框）采取临时保护措施。

高空作业应符合JGJ 80要求，确保施工安全。

* 1. 设备与系统节能施工
     1. 一般规定

设备与系统施工应以降低运行能耗、提升能源利用效率为目标，确保设计参数、设备性能及系统集成满足低碳建筑要求。

施工单位应编制专项施工方案，明确设备选型、管道布置、调试要求及能效检测方法，并经设计单位确认后实施。

设备与管道保温、密封等节能措施应与主体工程同步施工，并避免交叉作业导致的损坏。

* + 1. 供暖、通风与空调系统
       1. 设备选型与安装

供暖与空调系统主机（如热泵、锅炉）的能效等级应满足GB 19577的一级要求。

空气源热泵机组宜采用变频技术，冬季制热性能系数（COP）不应低于2.8，并应配备防结霜及低温启动功能。

新风机组应配置全热回收装置，热回收效率不宜低于70%，且宜采用低阻力过滤器。

* + - 1. 管道与末端施工

供暖与空调管道应采用预制保温管或现场发泡保温工艺，保温层厚度应根据介质温度及环境条件计算确定，且导热系数不应大于0.033 W/(m·K)。

散热器、风机盘管等末端设备安装应预留检修空间，连接管道宜采用柔性接头减少振动传递。

* + - 1. 水力平衡与调试

管道系统应设置静态平衡阀或动态压差控制阀，分支管路阻力偏差不宜超过15%。

系统调试时应进行水力平衡调节，各环路流量与设计值偏差不应大于10%。

* + 1. 可再生能源系统
       1. 太阳能光热系统

太阳能集热器安装倾角宜按当地纬度±10°调整，朝向偏差不应超过±15°，集热器支架应进行防风抗雪荷载验算。

储热水箱及连接管道保温层厚度不应小于50 mm，管路总热损失率不应高于5%。

* + - 1. 太阳能光伏系统

光伏组件安装应避开阴影遮挡区域，支架与屋面连接应满足防水及抗风揭要求，且不得破坏屋面保温层。

逆变器宜就近安装于阴凉通风处，直流侧电缆长度不宜超过20 m，以减少线路损耗。

* + - 1. 地源热泵系统

地埋管施工前应进行岩土热响应试验，钻孔深度与间距应符合设计要求，回填材料导热系数不宜小于1.5 W/(m·K)。

地埋管环路应进行压力试验，试验压力为工作压力的1.5倍，保压时间不应少于30 min。

* + 1. 照明与电气系统
       1. 照明设备安装

室内照明功率密度（LPD）应符合GB/T 50034规定的目标值，且宜采用分区控制、光感调节等智能策略。

公共区域灯具应优先选用人体感应开关，延迟关闭时间宜设置为3 min~5 min。

* + - 1. 配电系统优化

变压器宜选用非晶合金干式变压器，负载率宜控制在30%~70%范围内。

低压配电线路应进行无功补偿，功率因数不应低于0.92，且宜采用有源滤波装置。

* + - 1. 可再生能源并网

光伏系统并网点电压波动范围应符合GB/T 12325要求，逆变器应具备防孤岛保护功能。

储能电池安装场所应设置通风、防火及泄漏应急处理设施，电池管理系统（BMS）应实时监测电压、温度等参数。

* + 1. 监测与控制系统
       1. 系统集成

能源管理平台应集成供暖、空调、照明、光伏等子系统数据，具备能耗分析、故障报警及远程控制功能。

传感器（如温湿度、光照度、CO₂浓度）安装位置应避开气流死角及热源干扰，精度等级不宜低于1.0级。

* + - 1. 调试与验证

自动控制系统应进行联动调试，确保设备启停、模式切换与预设策略一致。

系统投运前应进行72 h连续试运行，记录能耗数据并对比设计指标，偏差超过15%时应整改优化。

* + 1. 检测与验收

供暖系统应进行热力平衡测试，各房间温度与设计值偏差不应超过±1.5 ℃。

光伏系统应进行I-V特性曲线测试，实际输出功率不应低于标称值的95%。

能源管理平台应进行数据采集完整性验证，缺失率不得超过0.5%。

* + 1. 其他要求

设备机房应设置隔声措施，噪声排放应符合GB 3096要求。

管道保温层外表面应标注介质流向及温度标识，色标应符合GB 7231规定。

施工废弃物（如保温棉、电池废液）应按危险废物分类处置，不应随意丢弃。

* 1. 低碳施工工艺
     1. 一般规定

低碳施工工艺应贯穿土建、安装及装饰全阶段，以减少资源消耗、降低碳排放为核心目标。

施工单位应优先选用工业化、数字化及资源循环利用技术，避免高能耗、高污染的传统工艺。

施工前应进行低碳施工技术可行性分析，明确技术路径、效益目标及实施计划。

* + 1. 工业化建造技术
       1. 装配式结构施工

预制墙板、楼板等构件宜采用工厂化生产，现场装配率不应低于30%，连接节点应满足GB/T 51231要求。

钢结构构件安装应采用高强螺栓连接或焊接工艺，减少现场切割与焊接作业量。

* + - 1. 模块化施工

厨卫、管井等功能单元宜采用整体模块化安装，模块间接缝应采用弹性密封材料填充。

模块化施工误差应控制在±3 mm以内，并应进行结构安全性复核。

* + - 1. 干式作业技术

隔墙、吊顶等非承重结构宜采用轻钢龙骨石膏板、硅酸钙板等干法施工工艺。

地面找平可选用自流平砂浆或架空地板系统，减少湿作业用水及养护时间。

* + 1. 绿色施工技术
       1. BIM技术应用

施工前应建立建筑信息模型（BIM），优化材料用量、施工顺序及管线综合排布，减少返工与浪费。

BIM模型宜与进度管理、碳排放核算软件联动，实现施工过程动态监控。

* + - 1. 3D打印技术

非承重构件（如装饰构件、景观小品）可采用3D打印技术制作，材料宜选用再生混凝土或生物基塑料。

3D打印设备应具备粉尘收集与过滤装置，作业环境噪声不应超过75 dB(A)。

* + - 1. 扬尘与污染控制

土方开挖、拆除作业时应设置雾炮降尘设施，现场PM10浓度小时均值不应超过150 μg/m³。

涂料、胶粘剂等挥发性有机物（VOC）含量应符合GB 18582要求。

* + 1. 资源循环利用
       1. 建筑垃圾再生利用

废弃混凝土、砖瓦等宜现场破碎为再生骨料，用于临时道路垫层或非结构混凝土制备，利用率不应低于30%。

金属废料、木模板等应分类回收，交由专业再生企业处理。

* + - 1. 雨水与中水利用

施工现场应设置雨水收集池，收集量宜按重现期2年降雨量设计，用于降尘、绿化等非饮用用途。

生活区宜安装中水回用系统，回用水质应符合GB/T 18920的要求。

* + - 1. 材料再利用

临时围挡、脚手架等宜采用可周转式标准化构件，重复使用次数不应少于5次。

剩余新材（如保温板、管材）应登记造册，移交后续工程或回收企业。

* + 1. 数字化施工管理
       1. 智慧工地平台

施工现场宜搭建智慧工地管理平台，集成能耗监测、人员定位、环境感知等功能。

平台数据应实时上传至云端，并与政府监管系统对接，实现透明化监管。

* + - 1. 物联网技术应用

大型机械设备宜安装能耗传感器，实时监测柴油、电力消耗，单台设备能效偏差超过10%时应预警。

材料库存管理可采用RFID电子标签，实现精准追踪与调拨。

* + 1. 检测与验收

工业化建造工程应进行预制构件尺寸偏差抽检，合格率不应低于95%。

3D打印构件应进行抗压强度测试，强度值不应低于设计值的90%。

资源循环利用率、碳排放强度等指标应纳入竣工验收报告，并与设计目标对比分析。

* 1. 检测与验收
     1. 一般规定

低碳住宅建筑节能工程的检测与验收应分为分项工程验收、隐蔽工程验收及竣工验收三个阶段，并应符合GB 50411的相关要求。

检测项目应覆盖热工性能、设备能效、可再生能源利用及碳排放强度等关键指标，检测方法应符合国家现行标准。

验收工作应由建设单位组织设计、施工、监理等单位共同参与，并形成书面验收报告。

* + 1. 分项工程检测
       1. 围护结构热工性能

外墙、屋面及地面保温层施工完成后，应采用红外热成像仪检测热工缺陷，缺陷面积占比不应超过5%。

外门窗传热系数（K值）和气密性应委托第三方机构按GB/T 8484进行实验室或现场检测，检测结果应符合设计要求。

* + - 1. 气密性测试

建筑整体气密性应在竣工验收前采用鼓风门法检测，在50 Pa压差下的换气次数（n50）不应超过0.6次/h。

门窗局部气密性可采用烟雾法抽检，每100樘抽检不少于3樘，空气渗透量不应超过1.5 m³/(m·h)。

* + - 1. 设备系统能效

供暖与空调系统应进行水力平衡调试，各环路流量偏差不应超过设计值的10%。

新风热回收装置效率应通过风量、温差实测计算，热回收效率不应低于70%。

* + - 1. 可再生能源系统

太阳能光伏系统应进行I-V特性曲线测试，实际输出功率不应低于标称值的95%。

地源热泵系统应进行制冷/制热性能系数（COP）测试，实测值不应低于设计值的90%。

* + 1. 隐蔽工程验收

保温层、气密层等隐蔽工程在封闭前应进行验收，重点核查材料厚度、接缝处理及热桥阻断措施。

管道保温、电气线路敷设等隐蔽工程应留存影像资料，并填写隐蔽工程验收记录表。

* + 1. 竣工验收
       1. 资料核查

施工单位应提交以下文件：

1. 节能材料检测报告、设备能效认证证书；
2. 分项工程检测记录、隐蔽工程验收文件；
3. 系统调试报告及试运行数据；
4. 碳排放核算报告（涵盖材料、施工及运行阶段）。
   * + 1. 现场抽检

建筑整体能效应通过能源管理系统数据进行验证，单位面积年能耗不应超过设计值的15%。

室内环境质量（温度、湿度、CO₂浓度）应随机抽检10%的房间，合格率不应低于90%。

* + - 1. 能效标识

竣工验收通过后，建设单位应申请建筑能效标识，等级不应低于现行标准规定的“节能65%”要求。

能效标识证书及检测报告应在建筑物显著位置公示。

* + 1. 碳排放专项验收

施工阶段碳排放应依据GB/T 51366进行核算，单位面积碳排放强度不应超过设计目标值。

可再生能源系统碳减排量应单独核算，并纳入竣工验收报告。

* + 1. 整改与复验

检测结果不符合设计要求时，施工单位应制定整改方案，整改完成后应进行针对性复验。

复验仍不合格的工程不得通过验收，并应追究相关责任单位责任。

