

山西省工程建设地方标准

# 零碳建筑技术标准

Technical standard for zero carbon buildings

DBJ04/T 503—2025

批准部门：山西省住房和城乡建设厅

主编单位：山西省建筑设计研究院有限公司

施行日期：2025 年11月 1 日





# 前 言

根据山西省住房和城乡建设厅《关于印发 2023 年工程建设地方标准制（修）订计划的通知》（晋建科字〔2023〕87 号）要求，标准编制组总结实践经验，结合山西省实际情况，在深入调查研究、广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准共分 9 章，主要技术内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 技术指标；5. 规划设计；6. 施工建造与拆除；7. 运行维护；8. 碳抵消；9. 降碳水平判定等。

本标准由山西省住房和城乡建设厅负责管理，由山西省建筑设计研究院有限公司负责技术内容解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至山西省建筑设计研究院有限公司（地址：山西省太原市府东街 5 号，邮编：030013，邮箱：sxsy1111@126.com）。

本标准主编单位：山西省建筑设计研究院有限公司

本标准参编单位：中国建筑科学研究院有限公司

太原市建筑设计研究院

山西建筑科学研究院集团有限公司

建科环能科技有限公司

本标准主要起草人员：杜艳哲 陈 曦 任彦萍 朱宝仁

吕燕捷 李卫俊 吴厅玉 陈志萍

王康成 桑颖慧 张晓燕 张艳伟

薛荣珍 齐冬晖 刘常平 程 权

王亚琼 师 卿 赵园园 岳晓敏

赵 欣 晋 煜 魏 峥 潘 鹏

孙龙清 张 艳 王 骞 鲁小松

本标准主要审查人员：杜震宇 范宏武 单立欣 鲍宇清

李晓明 郝翠彩 刘 芃 李晓波

杨建军

## 目 次

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 1   | 总则 .....         | 1  |
| 2   | 术语 .....         | 2  |
| 3   | 基本规定 .....       | 6  |
| 4   | 技术指标 .....       | 7  |
| 4.1 | 室内环境参数 .....     | 7  |
| 4.2 | 建筑碳排放指标 .....    | 8  |
| 5   | 规划设计 .....       | 14 |
| 5.1 | 性能化设计方法 .....    | 14 |
| 5.2 | 场地规划 .....       | 14 |
| 5.3 | 建筑结构 .....       | 15 |
| 5.4 | 暖通空调 .....       | 20 |
| 5.5 | 新型供配电与电气设备 ..... | 24 |
| 5.6 | 可再生能源利用 .....    | 26 |
| 5.7 | 监测与管理 .....      | 27 |
| 6   | 施工建造与拆除 .....    | 29 |
| 6.1 | 一般规定 .....       | 29 |
| 6.2 | 施工管理 .....       | 29 |
| 6.3 | 施工措施 .....       | 30 |
| 6.4 | 拆除与回收 .....      | 31 |
| 7   | 运行维护 .....       | 32 |
| 7.1 | 一般规定 .....       | 32 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 7.2 调适与控制 .....              | 33 |
| 7.3 运行与维护 .....              | 34 |
| 8 碳抵消 .....                  | 35 |
| 9 降碳水平判定 .....               | 36 |
| 9.1 一般规定 .....               | 36 |
| 9.2 设计降碳水平判定 .....           | 36 |
| 9.3 运行降碳水平判定 .....           | 37 |
| 9.4 全过程降碳水平判定 .....          | 38 |
| 附录 A 山西省气候区划 .....           | 40 |
| 附录 B 山西省各市县建筑节能计算用气象参数 ..... | 41 |
| 附录 C 建筑碳排放指标计算 .....         | 46 |
| 附录 D 建筑碳排放指标计算报告书 .....      | 59 |
| 附录 E 山西省太阳能资源利用 .....        | 67 |
| 本标准用词说明 .....                | 69 |
| 引用标准名录 .....                 | 70 |
| 条文说明 .....                   | 73 |

# Contents

|     |                                                                |    |
|-----|----------------------------------------------------------------|----|
| 1   | General Provisions .....                                       | 1  |
| 2   | Terms .....                                                    | 2  |
| 3   | Basic Provisions .....                                         | 6  |
| 4   | Technical Index .....                                          | 7  |
| 4.1 | Indoor Environment Parameters .....                            | 7  |
| 4.2 | Building Carbon Emission Index .....                           | 8  |
| 5   | Planning and Design .....                                      | 14 |
| 5.1 | Performance-based Design Method .....                          | 14 |
| 5.2 | Site Planning Design .....                                     | 14 |
| 5.3 | Architectural and Structural Design .....                      | 15 |
| 5.4 | Heating, Ventilation and Air Conditioning .....                | 20 |
| 5.5 | New Power Supply and Distribution and Electrical Equipment ... | 24 |
| 5.6 | Renewable Energy Utilization .....                             | 26 |
| 5.7 | Monitoring and Management .....                                | 27 |
| 6   | Construction and Demolition28 .....                            | 29 |
| 6.1 | General Provisions .....                                       | 29 |
| 6.2 | Construction Management .....                                  | 29 |
| 6.3 | Construction Measures .....                                    | 30 |
| 6.4 | Demolition and Recovery .....                                  | 31 |
| 7   | Operation and Maintenance .....                                | 32 |
| 7.1 | General Provisions .....                                       | 32 |

|            |                                                                                                                                      |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.2        | Debugging and Control .....                                                                                                          | 33 |
| 7.3        | Operation and Maintenance .....                                                                                                      | 34 |
| 8          | Carbon Offset .....                                                                                                                  | 35 |
| 9          | Determination of Carbon Reduction Level .....                                                                                        | 36 |
| 9.1        | General Provisions .....                                                                                                             | 36 |
| 9.2        | Determination of Design Carbon Reduction Level .....                                                                                 | 36 |
| 9.3        | Determination of Operational Carbon Reduction Level .....                                                                            | 37 |
| 9.4        | Determination of the Whole Process Carbon Reduction Level .....                                                                      | 38 |
| Appendix A | Climate zoning of Shanxi Province .....                                                                                              | 40 |
| Appendix B | Meteorological Parameters of Building Energy-saving<br>Calculation in all Cities, Districts and Counties<br>in Shanxi Province ..... | 41 |
| Appendix C | Building Carbon Emissions Calculation .....                                                                                          | 46 |
| Appendix D | Building Carbon Emissions Calculation Report .....                                                                                   | 59 |
| Appendix E | Solar energy Resource Application of<br>Shanxi Province .....                                                                        | 67 |
|            | Explanation of Wording in this Standard .....                                                                                        | 69 |
|            | List of Quoted Standards .....                                                                                                       | 70 |
|            | Explanation of the Provisions .....                                                                                                  | 73 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻国家有关法律法规和方针政策，提高能源利用效率，推动可再生能源建筑应用，促进建筑节能降碳，制订本标准。

**1.0.2** 本标准适用于山西省行政区域内新建低碳、近零碳、零碳、全过程零碳民用建筑的设计、建造、运行、检测和判定。

**1.0.3** 低碳、近零碳、零碳、全过程零碳建筑的设计、施工、运行、判定除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业及山西省现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 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《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015—2021相关要求的建筑。

### 2.0.2 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。

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

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

### 2.0.4 零碳建筑 zero carbon building

在满足近零碳建筑技术指标的基础上，充分利用可再生能源和建筑蓄能，并结合绿色电力交易、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。

### 2.0.5 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。

### 2.0.6 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 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。

#### **2.0.8 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。

#### **2.0.9 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 碳排放因子 carbon emission 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。

#### **2.0.11 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。

#### **2.0.12 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或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。

### **2.0.13 电气化率 electrification rate**

建筑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。

### **2.0.14 绿色电力 green electricity**

在生产电力的过程中，碳排放量为零或趋近于零的电力。

### **2.0.15 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。

### **2.0.16 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。

### **2.0.17 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。

### **2.0.18 碳排放权交易 carbon emissions trade**

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。

### **2.0.19 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。

### **2.0.20 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。

**2.0.21 碳抵消 carbon offset**

通过绿色电力交易、碳排放权交易等非技术措施，实现扣除抵消剩余碳排放量的活动。

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

将建筑周边的可再生能源发电通过专用线路输送至建筑使用的电量。

### 3 基本规定

**3.0.1** 建筑降碳水平分为低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑及全过程零碳建筑等四个等级；各等级建筑应满足相关技术指标。

**3.0.2** 低碳、近零碳、零碳建筑应按建筑运行阶段控制碳排放指标，全过程零碳建筑应按建筑材料生产运输、建造、运行、拆除阶段控制碳排放指标。

**3.0.3** 建筑运行阶段碳排放计算范围包括建筑年供暖、通风、空调、照明、生活热水、电梯、插座与炊事能源消耗产生的碳排放，不包括建筑向外部提供热力、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。

**3.0.4** 建材生产及运输、建造及拆除 阶段的碳排放量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。

**3.0.5** 建筑供暖供冷能源利用应进行经济技术分析，优先采用太阳能、地热能、空气能、工业余热等。

## 4 技术指标

### 4.1 室内环境参数

**4.1.1** 低碳、近零碳、零碳、全过程零碳居住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 居住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 (℃)   | $\geq 20$ | $\leq 26$ |
| 相对湿度 (%) | $\geq 30$ | $\leq 60$ |

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。

**4.1.2** 低碳、近零碳、零碳、全过程零碳公共建筑空调系统主要房间室内热湿环境参数宜符合表 4.1.2 规定。

**表 4.1.2 公共建筑空调系统主要房间室内热湿环境参数**

| 建筑<br>类型 | 房间名称        | 夏季        |             | 冬季        |             |
|----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
|          |             | 温度<br>(℃) | 相对湿度<br>(%) | 温度<br>(℃) | 相对湿度<br>(%) |
| 办公楼      | 办公室         | 24~26     | 50~60       | 20~22     | $\geq 35$   |
|          | 会议室         | 24~28     | 55~65       | 18~22     | $\geq 30$   |
| 酒店       | 大厅、接待       | 26~28     | 50~65       | 16~18     | $\geq 30$   |
|          | 客房          | 24~26     | 50~60       | 20~22     | $\geq 30$   |
|          | 餐厅、宴会厅、多功能厅 | 24~27     | 50~65       | 18~20     | $\geq 30$   |
|          | 健身房、娱乐      | 24~26     | 50~65       | 16~18     | $\geq 30$   |

续表 4. 1. 2

| 建筑类型            | 房间名称                | 夏季        |             | 冬季        |             |
|-----------------|---------------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
|                 |                     | 温度<br>(℃) | 相对湿度<br>(%) | 温度<br>(℃) | 相对湿度<br>(%) |
| 计算机房            | 主机房                 | 18~27     | ≤60         | 18~27     | ≤60         |
|                 | 辅助区                 | 18~28     | 35~75       | 18~28     | 35~75       |
| 学校              | 教室                  | 25~28     | 55~65       | 18~20     | —           |
|                 | 宿舍                  | 26~27     | ≤60         | 18~20     | —           |
|                 | 实验室                 | 24~27     | 45~65       | 18~22     | ≥30         |
| 展览建筑            | 报告厅、陈列室、展览厅         | 24~26     | 45~60       | 16~18     | 40~50       |
|                 | 大厅、走道               | 26~28     | 50~65       | 16~18     | ≥30         |
| 商业              | 营业厅                 | 25~28     | 55~65       | 16~18     | 30~40       |
|                 | 鲜品厅                 | 23~26     | 55~65       | 14~16     | —           |
|                 | 库房                  | —         | —           | 8~12      | —           |
| 医疗及<br>疗养<br>建筑 | 成人病房、诊室、<br>检查室、化验室 | 25~27     | ≤60         | 20~22     | 40~55       |
|                 | 儿童病房、婴儿室、<br>高级病房   | 22~24     | 35~60       | 22~24     | 35~60       |
|                 | 放射诊断室               | 25~27     | ≤60         | 18~20     | 40~60       |
|                 | 一般手术室、产房            | 22~24     | 35~60       | 20~22     | 35~60       |
|                 | 挂号处、药房              | 25~27     | ≤60         | 18~20     | 40~60       |

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。

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。

$$C_{lr}=E_{lr}\times C_p \tag{4.2.1}$$

式中： $C_{lr}$ ——低碳居住建筑碳排放强度限值[ $\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ]；  
 $E_{lr}$ ——低碳居住建筑碳排放等效电量限值[ $\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ]，按表 4.2.1 选取；  
 $C_p$ ——建筑所在地的电力平均二氧化碳排放因子，按本标准第 9.2.3、9.3.8 条选取。

表 4.2.1 低碳居住建筑碳排放等效电量限值 [  $\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$  ]

| 气候区       | 严寒 C 区 | 寒冷地区 |
|-----------|--------|------|
| 碳排放等效电量限值 | 39     | 33   |

4.2.2 低碳公共建筑碳排放指标应满足下列条件之一：

1 建筑降碳率应符合表 4.2.2-1 的规定；

表 4.2.2-1 低碳公共建筑降碳率

| 气候区   | 严寒 C 区      | 寒冷地区        |
|-------|-------------|-------------|
| 建筑降碳率 | $\geq 41\%$ | $\geq 36\%$ |

2 建筑碳排放强度应不高于式 4.2.2 规定的限值。

$$C_{lc}=E_{lc}\times C_p \tag{4.2.2}$$

式中： $C_{lc}$ ——低碳公共建筑碳排放强度限值[ $\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ]；  
 $E_{lc}$ ——低碳公共建筑碳排放等效电量限值[ $\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ ]，按表 4.2.2-2 选取；  
 $C_p$ ——建筑所在地的电力平均二氧化碳排放因子，按本标准第 9.2.3、9.3.8 条选取。

表 4.2.2-2 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<br>气候区 | 建筑面<br><20000m <sup>2</sup><br>的办公<br>建筑 | 建筑面积<br>≥20000m <sup>2</sup><br>的办公<br>建筑 | 建筑面<br><20000m <sup>2</sup><br>的酒店<br>建筑 | 建筑面积<br>≥20000m <sup>2</sup><br>的酒店<br>建筑 | 商场建筑 | 医院建筑<br>(医技综<br>合楼) | 学校建筑<br>(教学楼) |
|-------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|------|---------------------|---------------|
|             | 严寒地区                                     | 45                                        | 63                                       | 61                                        | 83   | 159                 | 123           |
| 寒冷地区        | 44                                       | 60                                        | 60                                       | 80                                        | 140  | 110                 | 34            |

II 近零碳建筑

4.2.3 近零碳居住建筑碳排放强度应不高于下式计算的限值：

$$C_{nr}=E_{nr}\times C_p \qquad (4.2.3)$$

式中： $C_{nr}$ ——近零碳居住建筑碳排放强度限值[ kg CO<sub>2</sub>/( m<sup>2</sup> · a )]；  
 $E_{nr}$ ——近零碳居住建筑碳排放等效电量限值[ kWh/( m<sup>2</sup> · a )]，  
按表 4.2.3 选取；  
 $C_p$ ——建筑所在地的电力平均二氧化碳排放因子，按本  
标准第 9.2.3、9.3.8 条选取。

表 4.2.3 近零碳居住建筑碳排放等效电量限值[ kWh/( m<sup>2</sup> · a ) ]

| 太阳总辐射<br>年辐照量等级 | 气候区 | 严寒 C 区 | 寒冷地区 |
|-----------------|-----|--------|------|
|                 | B   | 25     | 24   |
|                 | C   | 27     | 26   |

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 建筑降碳率应符合表 4.2.4-1 的规定；



表 4.2.4-1 近零碳公共建筑降碳率

| 气候区   | 严寒 C 区 | 寒冷地区 |
|-------|--------|------|
| 建筑降碳率 | ≥55%   | ≥50% |

2 建筑碳排强度不应高于式 4.2.4 规定的限值。

$$C_{nc} = E_{nc} \times C_p \tag{4.2.4}$$

式中： $C_{nc}$ ——近零碳公共建筑碳排放强度限值[ $\text{kgCO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ]；  
 $E_{nc}$ ——近零碳公共建筑碳排放等效电量限值[ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ]，按表 4.2.4-2 选取；  
 $C_p$ ——建筑所在地的电力平均二氧化碳排放因子，按本标准第 9.2.3、9.3.8 条选取。

表 4.2.4-2 近零碳公共建筑碳排放等效电量限值[ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ ]

| 气候区  | 太阳总辐射年辐照量等级 | 建筑类型                           |                                |                                |                                |      |             |           |
|------|-------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------------|-----------|
|      |             | 建筑面积<20000m <sup>2</sup> 的办公建筑 | 建筑面积≥20000m <sup>2</sup> 的办公建筑 | 建筑面积<20000m <sup>2</sup> 的酒店建筑 | 建筑面积≥20000m <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） |
| 严寒地区 | B           | 36                             | 54                             | 45                             | 65                             | 133  | 110         | 23        |
|      | C           | 38                             | 56                             | 47                             | 67                             | 137  | 113         | 25        |
| 寒冷地区 | B           | 33                             | 50                             | 46                             | 60                             | 114  | 100         | 28        |
|      | C           | 35                             | 52                             | 50                             | 62                             | 118  | 102         | 30        |

4.2.5 当设计建筑满足本标准低碳建筑技术指标，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 300s，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%。

### III 零碳建筑

4.2.6 零碳建筑碳排放指标应符合下列规定：

1 碳排放指标应满足本标准第 4.2.3 条或第 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，建筑碳排放量不应大于零。

4.2.7 当设计建筑满足本标准近零碳建筑技术指标，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%。

### IV 全过程零碳建筑

4.2.8 全过程零碳建筑应符合下列规定：

1 碳排放指标计算报告中应包含建材生产与运输、建筑建造、建筑拆除和建筑运行阶段的计算结果；

2 全过程建筑碳排放量不应大于零；

3 满足本标准零碳建筑和零碳建造要求。

4.2.9 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。

## 5 规划设计

### 5.1 性能化设计方法

**5.1.1** 应采用性能化设计方法，采用全过程多专业协同设计组织形式，从建筑设计基本规律出发，基于建筑降碳目标开展设计工作。

**5.1.2** 建筑性能化设计应综合考虑地域、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，优化建筑设计策略。

**5.1.3** 性能化设计应根据本标准规定的室内环境参数和碳排放指标要求，开展建筑全过程的技术经济分析，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。

### 5.2 场地规划

**5.2.1** 场地规划应结合场地环境与气候特点，对项目的太阳能、

地热能等可再生能源利用条件进行综合分析，建筑布局应有利于可再生能源利用。

**5.2.2** 场地规划应有利于营造适宜的微气候环境。应通过优化建筑空间布局，合理选择和利用景观布局、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。

**5.2.3** 场地内道路、建筑屋面等应采用太阳光反射率更高的建筑材料，减少热量吸收。

**5.2.4** 建筑及周边场地规划设计时，应考虑为太阳能、地热能等可再生能源设施提供安装条件。

### **5.3 建筑结构**

#### **I 建筑方案设计**

**5.3.1** 建筑方案设计应根据使用需求，合理控制建筑规模和高度。

**5.3.2** 建筑方案设计应考虑未来不确定的使用需求，灵活设置便于调整，易于改造，可满足多种建筑使用需求的功能空间。

**5.3.3** 建筑方案设计应基于山西省各地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。

**5.3.4** 建筑设计应按照被动优先的原则，结合场地自然条件和建筑功能需求，对建筑的体形、平面布局、空间尺度、围护结构等进行节能设计，并应符合下列规定：

1 建筑设计应造型简洁，在满足建筑功能的基础上，优化空间与形态；

2 建筑的主朝向宜为南北朝向，主入口宜避开冬季主导

风向；

**3** 应充分利用天然采光、自然通风、构件遮阳，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碳排放；

**4** 应优化建筑窗墙面积比和屋顶透光面积比，以减少室内采光通风、供冷供暖以及照明的能耗。

**5.3.5** 建筑平面布局应充分考虑天然采光与自然通风。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；地下空间宜采取下沉式广场（庭院）设计、采光天窗、采光侧窗、光导管等采光通风设施。

**5.3.6** 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。

**5.3.7** 建筑设计应进行太阳能系统一体化设计。

**5.3.8** 建筑应减少装饰性建筑材料使用，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。

## II 结构设计

**5.3.9** 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。

**5.3.10** 在满足建筑安全 and 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。

**5.3.11** 应选用易于拆卸和回收利用的建筑组件，减少拆除和回

收利用阶段碳排

**5.3.12** 建筑内部的非结构构件及附属设施等应连接牢固，并能适应主体结构变形。结构设计必须预留结构构件与非结构构件、设备及附属设施的连接点，考虑与其连接方式和附加荷载等。

**5.3.13** 外遮阳、太阳能设施、空调室外机位、外墙花池等外部设施应与建筑主体结构统一设计、施工，具备安装、检修与维护条件。

**5.3.14** 建筑所有区域宜进行全装修交付，并实施土建与装修工程一体化设计。

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

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。500km 以内生产的建筑材料重量占建筑材料总重量的比例应大于 60%。

**5.3.16** 绿色建材应用比例不应低于 10%。

### III 围护结构

**5.3.17** 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。

**5.3.18** 建筑设计宜采用高性能的建筑保温隔热系统及门窗系统。

### **5.3.19 墙体应符合下列规定：**

1 建筑外墙宜选用重质墙体，墙体保温应采用外保温系统，确有困难，采用其他保温系统时，应采取阻断热桥的措施，并采取可靠的防潮措施；

2 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；

3 非透光幕墙宜结合外墙外保温一体化设计，非透光幕墙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。

### **5.3.20 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）、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，采用多点锁闭系统并进行开启部位专项设计；

3 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；当外窗位于结构墙体窗洞口内时，宜选用具有自保温性能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；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；

5 有遮阳需求时，宜采用外遮阳装置。

### **5.3.21 地面、屋面应符合下列规定：**

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。

**5.3.22 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，气密层连续包围节能设计区域边界的围护结构；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现行国家、行业及山西省相关标准的规定；

3 建筑气密性宜符合现行山西省地方标准《近零能耗居住建筑技术标准》DBJ04/T459、《近零能耗公共建筑技术标准》DBJ04/T462 的规定。

**5.3.23 热桥处理应符合下列规定：**

1 围护结构的热桥部位应采取消除或削弱热桥的措施，热桥内表面温度应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，具体措施宜符合山西省地方标准《近零能耗居住建筑技术标准》DBJ04/T459、《近零能耗公共建筑技术标准》DBJ04/T462 的规定；

2 外墙上的悬挑构件宜采用断热桥承重连接件，其承载性能应符合相关国家标准的要求，其连接方式、热工性能应符合设计要求；

3 外窗洞口区域的热工性能宜按现行国家标准《外窗热工

缺陷现场测试方法》GB/T 39684 开展热工缺陷判定，不应存在明显热工缺陷。

**5.3.24** 当采用现场浇筑混凝土内置保温构造、保模一体板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 保温层应连续，不应出现热桥；
- 2 当局部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 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。

## **5.4 暖通空调**

**5.4.1** 供暖系统热源选择时，应符合下列规定：

- 1 宜以地热、工业余热、空气能为热源。
- 2 采用地源热泵、空气源热泵系统时，宜采用低温供暖方式。
- 3 严寒地区采用空气源热泵系统时，需考虑低温下空气源热泵能效，宜根据当地空气源热泵平衡点温度耦合其他能源联合供暖。

**5.4.2** 供冷系统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：

- 1 在夏季湿球温度较低的地区，可使用蒸发冷却等节能空调系统；
- 2 过渡季及冬季需要供冷的建筑，宜采用冷却塔供冷、全新风供冷等免费供冷方式。

5.4.3 采用蒸汽压缩循环的冷水（热泵）及直膨式空调机组应优先使用低 GWP 值的替代制冷剂，并采取有效防泄漏措施。

5.4.4 当采用房间空气调节器作为冷热源时，机组性能系数应符合表 5.4.5 的规定。

表 5.4.4 分散式房间空气调节器能效指标

| 额定制冷量     | $CC \leq 4500$ | $450 < CC \leq 7100$ | $7100 < CC \leq 14000$ |
|-----------|----------------|----------------------|------------------------|
| 单冷型（SEER） | 5.8            | 5.5                  | 5.2                    |
| 热泵型（APF）  | 5.0            | 4.5                  | 4.2                    |

5.4.5 当采用空气源热泵作为供暖热源时，机组性能指标不应低于国家标准《热泵和冷水机组能效限定值及能效等级》GB 19577 的要求，且冬季设计工况状态下机组制热性能系数（COP）应符合表 5.4.5 的规定。

表 5.4.5 空气源热泵设计工况制热性能系数（COP）

| 机组类型  | 严寒地区 | 寒冷地区 |
|-------|------|------|
| 冷热风机组 | 2.0  | 2.2  |
| 冷热水机组 | 2.3  | 2.4  |

5.4.6 采用风冷多联式空调（热泵）机组时，机组全年性能系数可按表 5.4.6 选用。

表 5.4.6 风冷多联式空调（热泵）机组全年性能系数（APF）

| 名义制冷量 $CC$ （kW）   | 全年性能系数 $APF$ |
|-------------------|--------------|
| $CC \leq 14$      | 4.40         |
| $14 < CC \leq 28$ | 4.50         |
| $28 < CC \leq 50$ | 4.20         |

续表 5.4.6

| 名义制冷量 $CC$ (kW)   | 全年性能系数 $APF$ |
|-------------------|--------------|
| $50 < CC \leq 68$ | 4.00         |
| $CC > 68$         | 3.80         |

**5.4.7** 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（ $COP$ ）和综合部分负荷性能系数（ $IPLV$ ）可按表 5.4.7-1 和表 5.4.7-2 选用。

**表 5.4.7-1 冷水（热泵）机组的制冷性能系数（ $COP$ ）**

| 类型          |           | 名义制冷量 $CC$ (kW)      | 性能系数 $COP$ (W/W) |
|-------------|-----------|----------------------|------------------|
| 水冷          | 水冷        | $CC \leq 528$        | 5.60             |
|             |           | $528 < CC \leq 1163$ | 6.00             |
|             |           | $CC > 1163$          | 6.20             |
| 风冷或<br>蒸发冷却 | 风冷        | $CC \leq 50$         | 3.00             |
|             |           | $CC > 50$            | 3.20             |
|             | 蒸发<br>冷却式 | $CC \leq 300$        | 4.00             |
|             |           | $CC > 300$           | 4.60             |

**表 5.4.7-2 冷水（热泵）机组的综合部分负荷性能系数（ $IPLV$ ）**

| 类型          |           | 名义制冷量 $CC$ (kW)      | 性能系数 $COP$ (W/W) |
|-------------|-----------|----------------------|------------------|
| 水冷          | 水冷        | $CC \leq 528$        | 6.00             |
|             |           | $528 < CC \leq 1163$ | 7.50             |
|             |           | $CC > 1163$          | 8.10             |
| 风冷或<br>蒸发冷却 | 风冷        | $CC \leq 50$         | 3.85             |
|             |           | $CC > 50$            | 4.0              |
|             | 蒸发<br>冷却式 | $CC \leq 300$        | 5.0              |
|             |           | $CC > 300$           | 5.4              |

**5.4.8** 水（地）源热泵机组的性能系数，可按表 5.4.8 选用。

**表 5.4.8 水（地）源热泵机组的性能系数（ACOP）**

| 类型            |      | 名义制冷量         | 性能系数（ACOP）W/W |
|---------------|------|---------------|---------------|
| 冷热风型<br>（热泵型） | 水环式  | —             | 4.10          |
|               | 地下水式 | —             | 4.60          |
|               | 地埋管式 | —             | 4.00          |
|               | 地表水式 | —             | 4.00          |
| 冷热水型<br>（热泵型） | 水环式  | $CC \leq 260$ | 4.70          |
|               |      | $CC > 260$    | 5.20          |
|               | 地下水式 | $CC \leq 260$ | 5.50          |
|               |      | $CC > 260$    | 5.80          |
|               | 地埋管式 | $CC \leq 260$ | 4.70          |
|               |      | $CC > 260$    | 5.10          |
|               | 地表水式 | $CC \leq 260$ | 4.70          |
|               |      | $CC > 260$    | 5.10          |

**5.4.9** 风机水泵选型时，低碳建筑风机水泵效率不应低于现行国家标准能效等级的 2 级要求；近零碳、零碳建筑风机水泵效率不应低于现行国家标准能效等级的 1 级要求。

**5.4.10** 供暖供冷水系统应采用变流量系统：

1 一次循环水泵系统应根据末端负荷变化设置变频调速装置；

2 间接供热供冷系统负荷侧循环水泵应采用变频调速控制方式。

**5.4.11** 空调系统风量设置方式需满足下列要求：

1 变风量全空气空调系统应采用变频自动调节风机转速的

方式；

2 公共建筑新风系统应有按需求调节的措施；

**5.4.12** 输配管网应结合冷热源条件和输配方式，采取措施提高管网的输配能力、降低输送能耗和能量损失。

**5.4.13** 输配管网应进行水力平衡计算，且应在建筑物热力入口处设置水力平衡措施。

**5.4.14** 供暖空调系统应设置自动室温调控装置。

**5.4.15** 应合理设置新风热回收系统。

1 新风热回收系统设计应考虑全年运行的合理性及可靠性，并采取防冻及防结霜措施。

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

**5.4.16** 新风热回收装置在制热工况下的换热性能应符合下列规定：

1 显热型热回收机组的热交换效率不应低于 75%；

2 全热型热回收机组的热交换效率不应低于 70%。

**5.4.17** 新风热回收系统空气净化装置对于大于或等于  $0.5\mu\text{m}$  细颗粒物的一次通过计数效率宜高于 80%，且不应低于 60%。

**5.4.18** 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。

## **5.5 新型供配电与电气设备**

**5.5.1** 建筑用能系统宜采用全电气化设计。

**5.5.2** 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。零碳建筑光伏系

统发电的建筑自消纳比例不应低于 20%。

**5.5.3** 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。

**5.5.4** 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。

**5.5.5** 建筑宜设置储电、蓄热（冷）、可调功率电动车充电桩等设施，实现不同蓄能形式灵活应用。

**5.5.6** 建筑宜采用光储直柔技术，具备与电网友好互动的接口。

**5.5.7** 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。

**5.5.8** 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。

**5.5.9** 变压器宜采用 1 级能效设备。

**5.5.10** 建筑应选择 LED 照明产品，照明功率密度限值在《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% 以上或符合《建筑照明设计标准》GB/T 50034 目标值的规定，并宜采用智能照明调光控制系统。

**5.5.11** 电器产品的能效水平不应低于能效水平 2 级的要求。

**5.5.12** 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；高层建筑电梯宜设置能量回馈装置，超高层建筑电梯应设置能量回馈装置。

**5.5.13** 电梯应具有闲时停梯操作、灯光和风扇自动控制等节能

措施。2 台及以上电梯集中布置时，电梯应具有群控的功能。

**5.5.14** 自动扶梯与自动人行步道应设置感应传感器及感应启动控制，在全线各段均空载时暂停或低速运行。

**5.6 可再生能源利用**

- 5.6.1** 建筑应结合地域特点，冷热源和热水热源优先选用太阳能光热系统、地源热泵系统、空气源热泵系统等，减少碳排放。
- 5.6.2** 新建建筑均应安装太阳能系统，太阳能系统安装规模应满足山西省相关要求。太阳能系统应与建筑主体可靠连接，并同步设计、同步施工、统一验收。
- 5.6.3** 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估算。
- 5.6.4** 光伏发电系统应优先自发自用。
- 5.6.5** 建筑采用的标准光伏组件光电转换效率应符合表 5.6.5 的规定，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。

**表 5.6.5 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<br>电池组件 | 多晶硅电池组件                         | ≥18.4    |
|             | P 型单晶硅电池组件                      | ≥20.0    |
|             | n 型单晶硅电池组件                      | ≥20.5    |
| 薄膜电池组件      | 铜铟镓硒（CIGS）、碲化镉（CdTe）<br>等薄膜电池组件 | ≥15.0    |

**5.6.6** 太阳能热利用系统设计效率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。



**5.6.7** 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作为热源，并应采用高效设备。

**5.6.8** 使用地热能时，应根据地热资源特征，合理选择地热能利用方案。

## **5.7 监测与管理**

**5.7.1** 建筑应对运行阶段碳排放量进行监测、统计、分析和管  
理，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。

**5.7.2** 建筑应对下列内容的碳排放进行单独监测和管理：

- 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量。

**5.7.3** 建筑运行碳排放监测和管理用计量表具应符合下列规定：

- 1 具有远传功能的智能计量表具；
- 2 精度应满足建筑低碳运维管理和碳核查要求；
- 3 在校准有效期内，保证计量数据的真实性和准确性。

**5.7.4** 智能化系统应基于运行阶段碳排放数据，实现能源系统的高效运行、低碳化运维。

**5.7.5** 建筑智能化系统硬件应选用功耗低、长寿命的设备和

产品。

**5.7.6** 建筑宜设置建筑设备管理系统。建筑设备管理系统应具有自动监控管理功能。

**5.7.7** 可再生能源利用系统的监测与控制应对代表性房间室内温度、系统进出水温度和流量、系统耗电量、室外温度、地下环境参数等进行监测。

**5.7.8** 建筑宜考虑碳管理系统、能源管理系统、微网管理系统的共享与统一建设。

## 6 施工建造与拆除

### 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，实现建造过程碳排放统筹与计量。

**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，并宜符合现行国家标准《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，宜采用清洁能源作为施工现场用能。

**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。

**6.2.3** 工程项目建造应推进施工现场建筑垃圾减量化，提高建筑垃圾回收利用率：

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%。

**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 应监控重点能耗设备，对多台同类设备实施群控管理；
- 4 宜提高施工机具、运输设备电气化比例。

**6.2.6** 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盘查。

### **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。

**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应低于 70%；
- 2 模板周转次数不应低于 6 次，宜使用铝合金模板等新型

模架体系；

**3** 办公及临时生活用房应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。

## 7 运行维护

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 运行维护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。

**7.1.4** 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 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 提倡节水节电行为习惯，选用高效家用电器、办公设备和节能灯具；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。

## 7.2 调适与控制

**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 应在正式投入使用后进行，且调适时间不宜少于一个完整年度；

2 应以满足建筑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，应重新确定建筑的年度碳排放指标，并在建筑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，且应包括系统运行、系统维护、系统维修和系统优化等方面内容。低碳运行管理人员应具备相应专业技术能力。

**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。宜在供暖、供冷季前监测校正传感器和执行器。

**7.3.3** 系统设备维护应有利于控制和降低碳排放，并应符合下列规定：

- 1 维持设备系统的高能效运行状态；
- 2 设备和建筑构件的维修或更换应基于技术经济比较和碳排放计算比较。

**7.3.4** 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。

**7.3.5** 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区域用能峰值、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。



## 8 碳抵消

**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。

**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 降碳水平判定

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 建筑降碳水平判定分为设计降碳水平判定、运行降碳水平判定和全过程降碳水平判定，判定对象应为单栋建筑。

**9.1.2** 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。

**9.1.3** 建筑碳排放指标计算应符合本标准附录 C 的规定，建筑碳排放指标计算报告书应符合本标准附录 D 的规定。

### 9.2 设计降碳水平判定

**9.2.1** 建筑设计降碳水平判定应以设计文件和模拟计算结果作为判定依据，当建筑符合本标准第 4 章低碳、近零碳、零碳建筑技术指标时，可判定为设计降碳水平达到相应等级。

**9.2.2** 建筑设计降碳水平判定应具备下列条件：

- 1 建筑施工图设计完成，按规定通过相关论证；
- 2 建筑碳排放技术指标相关计算和证明文件齐全。

**9.2.3** 建筑设计阶段采用降碳率进行碳排放指标与降碳等级判定时，基准建筑所采用的电力二氧化碳平均排放因子取值应为  $0.5568\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，设计建筑所采用的电力二氧化碳平均排放因子取值应为  $0.5\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ；在采用碳排放强度绝对值进行碳排放指标与降碳等级判定时，计算建筑碳排放强度、实际碳排放强度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。

**9.2.4** 当建筑接入外部零碳热源时，可采用热源实际排放因子计算热力碳排放。

### **9.3 运行降碳水平判定**

**9.3.1** 建筑运行降碳水平判定应以检测、监测数据和统计计算结果作为判定依据，当建筑符合本标准第4章低碳、近零碳、零碳建筑技术指标时，可判定为运行降碳水平达到相应等级。

**9.3.2** 检测和监测内容应包含室内环境、降碳技术参数、建筑能耗、可再生能源等。

**9.3.3** 建筑室内环境检测应包括温度、湿度、照度等。

**9.3.4** 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。

**9.3.5** 建筑能耗监测应包含运行过程中全部能源消耗。

**9.3.6** 可再生能源监测应包含太阳能光伏系统发电、太阳能热水、地源热泵等运行参数。

**9.3.7** 建筑运行降碳水平判定应符合下列规定：

1 建筑竣工并在投入使用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；投入使用的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。**

**9.3.8** 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。

**9.3.9** 当建筑接入外部零碳热源时，可采用热源实际排放因子计算热力碳排放。

**9.3.10** 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。

### **9.4 全过程降碳水平判定**

**9.4.1** 建筑全过程降碳水平判定包括建材生产与运输、建筑建造、建筑拆除和建筑运行阶段总体降碳水平的判定，当建筑符合本标准第4章全过程零碳建筑技术指标时，可判定为全过程零碳建筑。

**9.4.2** 建筑全过程降碳水平判定应符合下列规定：

**1** 应在建筑正常运行一年后进行；

**2** 建材生产与运输、建筑建造降碳水平判定应符合9.4.3的要求，建筑运行阶段降碳水平判定应符合9.3节要求，全过程降碳水平判定时可直接采信建材生产与运输、建筑建造、建筑运行降碳水平判定的相关结论；

**3** 建筑拆除碳排放量应进行计算，纳入全过程建筑降碳水

平判定范围；

4 全过程建筑碳排放技术指标相关计算和证明文件齐全。

9.4.3 建材生产与运输及建筑建造降碳水平判定应符合下列规定：

1 应在建筑竣工验收后进行；

2 建材购销合同、用量清单、建材生产与运输碳排放量相关计算和证明文件齐全；

3 竣工验收文件、建造碳排放量相关计算和证明文件齐全。

## 附录 A 山西省气候区划

| 一级区划名称      | 二级区划名称         | 区划依据                                        | 市县名称                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|----------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 严寒地区<br>(1) | 严寒 C 区<br>(1C) | $3800 \leq HDD18 < 5000$                    | 右玉 五寨 神池 左云 平鲁 浑源<br>岢岚 大同 天镇 广灵 五台 宁武<br>岚县 阳高 朔州 静乐 偏关 交口<br>寿阳 和顺 灵丘 方山 左权 山阴<br>娄烦 河曲                                                                                                                               |
| 寒冷地区<br>(2) | 寒冷 A 区<br>(2A) | $2000 \leq HDD18 < 3800$<br>$CDD26 \leq 90$ | 应县 怀仁 繁峙 忻州 兴县 保德<br>定襄 临县 中阳 代县 离石 蒲县<br>柳林 石楼 原平 榆社 阳曲 永和<br>武乡 隰县 古交 沁源 沁县 陵川<br>孟县 安泽 榆次 乡宁 襄垣 昔阳<br>平顺 壶关 长治 汾阳 文水 太原<br>清徐 祁县 灵石 吉县 长子 太谷<br>交城 大宁 平遥 汾西 平定 孝义<br>高平 古县 阳泉 介休 霍州 黎城<br>沁水 绛县 浮山 洪洞 晋城 阳城<br>芮城 垣曲 |
|             | 寒冷 B 区<br>(2B) | $2000 \leq HDD18 < 3800$<br>$CDD26 > 90$    | 夏县 翼城 临汾 新绛 临猗 稷山<br>运城 河津 平陆 永济 万荣 曲沃<br>侯马 襄汾 闻喜                                                                                                                                                                      |

## 附录 B 山西省各市县建筑节能计算用气象参数

表 B 山西省各市县建筑节能计算用气象参数

| 气候<br>属区            | 市县 | HDD18<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | CDD26<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | 计算采暖期                                      |               |                                               |                       |
|---------------------|----|------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
|                     |    |                                                |                                                | 室外平<br>均温度<br>$t_e$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 天数<br>$z$ (d) | 采暖设计室<br>外计温度<br>$t_w$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 冬季室外<br>平均风速<br>(m/s) |
| 严寒<br>C 区<br>(1C 区) | 右玉 | 4945                                           | 2                                              | -6.2                                       | 172           | -20.7                                         | 2.0                   |
|                     | 五寨 | 4524                                           | 0.5                                            | -5.1                                       | 159           | -18.7                                         | 2.3                   |
|                     | 大同 | 4272                                           | 9.6                                            | -4.9                                       | 157           | -16.1                                         | 2.4                   |
|                     | 浑源 | 4308                                           | 5.0                                            | -4.9                                       | 158           | -17.3                                         | 2.2                   |
|                     | 广灵 | 4193                                           | 3.7                                            | -4.7                                       | 155           | -17.8                                         | 2.6                   |
|                     | 天镇 | 4196                                           | 4.5                                            | -4.6                                       | 155           | -16.5                                         | 2.5                   |
|                     | 平鲁 | 4399                                           | 4.8                                            | -4.6                                       | 158           | -16.2                                         | 3.0                   |
|                     | 左云 | 4484                                           | 4.0                                            | -4.6                                       | 167           | -16.9                                         | 2.7                   |
|                     | 岢岚 | 4308                                           | 1.5                                            | -4.2                                       | 158           | -16.6                                         | 2.6                   |
|                     | 神池 | 4519                                           | 1.5                                            | -4.1                                       | 168           | -16.6                                         | 4.1                   |
|                     | 阳高 | 4054                                           | 5.3                                            | -4.0                                       | 153           | -15.5                                         | 2.3                   |
|                     | 偏关 | 3961                                           | 9.8                                            | -3.8                                       | 152           | -15.7                                         | 1.7                   |
|                     | 五台 | 4178                                           | 3.0                                            | -3.8                                       | 156           | -15.1                                         | 1.9                   |
|                     | 朔州 | 3999                                           | 5.5                                            | -3.8                                       | 154           | -15.7                                         | 1.7                   |
|                     | 河曲 | 3802                                           | 14.9                                           | -3.5                                       | 148           | -15.9                                         | 1.6                   |
|                     | 山阴 | 3809                                           | 6.5                                            | -3.4                                       | 144           | -14.9                                         | 2.1                   |
|                     | 岚县 | 4093                                           | 0.7                                            | -3.3                                       | 155           | -15.2                                         | 2.4                   |
|                     | 灵丘 | 3913                                           | 3.8                                            | -3.3                                       | 152           | -13.9                                         | 1.7                   |
|                     | 宁武 | 4109                                           | 4.3                                            | -3.3                                       | 155           | -14.4                                         | 3.1                   |

续表 B

| 气候<br>属区            | 市县 | HDD18<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | CDD26<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | 计算采暖期                                      |               |                                               |                       |
|---------------------|----|------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
|                     |    |                                                |                                                | 室外平<br>均温度<br>$t_e$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 天数<br>$z$ (d) | 采暖设计室<br>外计温度<br>$t_w$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 冬季室外<br>平均风速<br>(m/s) |
| 严寒<br>C 区<br>(1C 区) | 静乐 | 3966                                           | 2.3                                            | -3.0                                       | 154           | -14.1                                         | 1.7                   |
|                     | 寿阳 | 3947                                           | 2.1                                            | -2.9                                       | 154           | -13.1                                         | 2.1                   |
|                     | 方山 | 3903                                           | 3.4                                            | -2.8                                       | 151           | -14.1                                         | 2.7                   |
|                     | 娄烦 | 3807                                           | 1.4                                            | -2.7                                       | 150           | -13.0                                         | 1.4                   |
|                     | 左权 | 3876                                           | 3.3                                            | -2.7                                       | 149           | -12.8                                         | 1.9                   |
|                     | 和顺 | 3924                                           | 0.8                                            | -2.4                                       | 152           | -13.0                                         | 1.8                   |
|                     | 交口 | 3950                                           | 0.0                                            | -2.0                                       | 153           | -12.0                                         | 2.4                   |
| 寒冷<br>A 区<br>(2A 区) | 怀仁 | 3741                                           | 13.1                                           | -3.2                                       | 144           | -13.9                                         | 1.9                   |
|                     | 应县 | 3745                                           | 14                                             | -3.2                                       | 144           | -14.9                                         | 1.8                   |
|                     | 定襄 | 3599                                           | 8.5                                            | -3.2                                       | 135           | -13.4                                         | 1.1                   |
|                     | 繁峙 | 3716                                           | 7.4                                            | -3.0                                       | 143           | -13.2                                         | 1.9                   |
|                     | 代县 | 3601                                           | 5.9                                            | -3.0                                       | 136           | -12.6                                         | 2.0                   |
|                     | 忻州 | 3539                                           | 8.7                                            | -3.0                                       | 132           | -13.5                                         | 1.7                   |
|                     | 兴县 | 3503                                           | 16.5                                           | -2.9                                       | 131           | -13.4                                         | 2.4                   |
|                     | 保德 | 3418                                           | 34.5                                           | -2.8                                       | 131           | -12.7                                         | 1.6                   |
|                     | 阳曲 | 3629                                           | 10.6                                           | -2.6                                       | 142           | -12.3                                         | 1.6                   |
|                     | 临县 | 3491                                           | 5.5                                            | -2.6                                       | 130           | -12.4                                         | 2.1                   |
|                     | 永和 | 3436                                           | 10                                             | -2.4                                       | 130           | -11.8                                         | 1.2                   |
|                     | 原平 | 3375                                           | 12.5                                           | -2.2                                       | 131           | -11.2                                         | 1.9                   |
|                     | 蒲县 | 3475                                           | 2.3                                            | -2.2                                       | 130           | -11.5                                         | 2.7                   |
|                     | 隰县 | 3424                                           | 3.8                                            | -2.1                                       | 129           | -11.3                                         | 1.8                   |
|                     | 中阳 | 3682                                           | 2.3                                            | -2.1                                       | 145           | -12.6                                         | 2.8                   |



续表 B

| 气候<br>属区            | 市县 | HDD18<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | CDD26<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | 计算采暖期                                      |               |                                               |                       |
|---------------------|----|------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
|                     |    |                                                |                                                | 室外平<br>均温度<br>$t_e$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 天数<br>$z$ (d) | 采暖设计室<br>外计温度<br>$t_w$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 冬季室外<br>平均风速<br>(m/s) |
| 寒冷<br>A 区<br>(2A 区) | 沁县 | 3408                                           | 3                                              | -2.0                                       | 131           | -11.4                                         | 1.0                   |
|                     | 榆社 | 3597                                           | 2.1                                            | -2.0                                       | 142           | -11.6                                         | 1.9                   |
|                     | 安泽 | 3400                                           | 4.3                                            | -1.9                                       | 130           | -11.2                                         | 1.4                   |
|                     | 古交 | 3414                                           | 5.1                                            | -1.9                                       | 131           | -10.5                                         | 2.2                   |
|                     | 石楼 | 3293                                           | 11.7                                           | -1.8                                       | 128           | -11.2                                         | 1.9                   |
|                     | 离石 | 3275                                           | 14.7                                           | -1.8                                       | 127           | -11.7                                         | 1.9                   |
|                     | 武乡 | 3370                                           | 2.7                                            | -1.7                                       | 130           | -11.3                                         | 1.5                   |
|                     | 沁源 | 3486                                           | 1.5                                            | -1.7                                       | 139           | -12.0                                         | 1.5                   |
|                     | 柳林 | 3186                                           | 29.7                                           | -1.6                                       | 126           | -10.9                                         | 1.8                   |
|                     | 大宁 | 3140                                           | 19.2                                           | -1.6                                       | 125           | -10.3                                         | 1.5                   |
|                     | 襄垣 | 3248                                           | 6.7                                            | -1.6                                       | 127           | -10.6                                         | 1.5                   |
|                     | 长子 | 3296                                           | 2.6                                            | -1.5                                       | 128           | -10.1                                         | 2.0                   |
|                     | 榆次 | 3191                                           | 17.8                                           | -1.5                                       | 126           | -10.2                                         | 2.1                   |
|                     | 昔阳 | 3313                                           | 6.2                                            | -1.5                                       | 129           | -9.9                                          | 2.0                   |
|                     | 交城 | 3139                                           | 17.1                                           | -1.4                                       | 125           | -10.1                                         | 1.4                   |
|                     | 孟县 | 3431                                           | 4.6                                            | -1.4                                       | 140           | -10.2                                         | 2.3                   |
|                     | 平顺 | 3368                                           | 1.2                                            | -1.3                                       | 130           | -9.6                                          | 2.2                   |
|                     | 文水 | 3078                                           | 18                                             | -1.3                                       | 122           | -10.3                                         | 1.5                   |
|                     | 清徐 | 3089                                           | 20.6                                           | -1.2                                       | 124           | -9.4                                          | 1.7                   |
|                     | 太原 | 3104                                           | 18.2                                           | -1.2                                       | 125           | -9.7                                          | 1.7                   |
|                     | 太谷 | 3085                                           | 19                                             | -1.2                                       | 124           | -9.7                                          | 1.9                   |
|                     | 汾阳 | 3068                                           | 19.8                                           | -1.0                                       | 121           | -10.5                                         | 1.9                   |

续表 B

| 气候<br>属区            | 市县 | HDD18<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | CDD26<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | 计算采暖期                                      |               |                                               |                       |
|---------------------|----|------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
|                     |    |                                                |                                                | 室外平<br>均温度<br>$t_e$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 天数<br>$z$ (d) | 采暖设计室<br>外计温度<br>$t_w$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 冬季室外<br>平均风速<br>(m/s) |
| 寒冷<br>A 区<br>(2A 区) | 壶关 | 3250                                           | 2.2                                            | -1.0                                       | 127           | -10.5                                         | 2.3                   |
|                     | 陵川 | 3475                                           | 0.7                                            | -1.0                                       | 141           | -9.8                                          | 1.9                   |
|                     | 吉县 | 3095                                           | 12                                             | -1.0                                       | 124           | -9.5                                          | 1.8                   |
|                     | 阳泉 | 3060                                           | 17.1                                           | -1.0                                       | 123           | -7.7                                          | 2.3                   |
|                     | 祁县 | 3006                                           | 22.5                                           | -0.9                                       | 120           | -9.7                                          | 1.8                   |
|                     | 平定 | 3055                                           | 16.9                                           | -0.9                                       | 122           | -8.3                                          | 2.3                   |
|                     | 平遥 | 3054                                           | 19.3                                           | -0.9                                       | 123           | -9.4                                          | 2.0                   |
|                     | 灵石 | 3044                                           | 20.5                                           | -0.9                                       | 122           | -9.2                                          | 1.5                   |
|                     | 长治 | 3145                                           | 2.4                                            | -0.8                                       | 122           | -9.6                                          | 2.5                   |
|                     | 孝义 | 2970                                           | 26.9                                           | -0.7                                       | 119           | -9.3                                          | 1.8                   |
|                     | 乡宁 | 3077                                           | 7.7                                            | -0.7                                       | 122           | -9.4                                          | 2.1                   |
|                     | 高平 | 3041                                           | 7.1                                            | -0.6                                       | 123           | -9.0                                          | 1.4                   |
|                     | 黎城 | 2999                                           | 9.8                                            | -0.6                                       | 121           | -8.5                                          | 2.0                   |
|                     | 霍州 | 2778                                           | 49.2                                           | -0.5                                       | 108           | -7.6                                          | 1.5                   |
|                     | 古县 | 2905                                           | 31.9                                           | -0.5                                       | 120           | -8.2                                          | 1.4                   |
|                     | 沁水 | 3049                                           | 5.4                                            | -0.4                                       | 122           | -8.0                                          | 2.6                   |
|                     | 汾西 | 3004                                           | 12.6                                           | -0.4                                       | 121           | -8.5                                          | 2.1                   |
|                     | 介休 | 2887                                           | 28.5                                           | -0.3                                       | 117           | -8.7                                          | 2.1                   |
|                     | 洪洞 | 2584                                           | 82.7                                           | -0.1                                       | 98            | -6.9                                          | 1.3                   |
|                     | 绛县 | 2716                                           | 50.2                                           | 0.0                                        | 108           | -7.6                                          | 1.8                   |
|                     | 浮山 | 2724                                           | 34.5                                           | 0.1                                        | 108           | -7.3                                          | 1.5                   |
|                     | 芮城 | 2524                                           | 79.5                                           | 0.4                                        | 96            | -6.1                                          | 2.4                   |

续表 B

| 气候<br>属区            | 市县 | HDD18<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | CDD26<br>( $^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ) | 计算采暖期                                      |               |                                               |                       |
|---------------------|----|------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|-----------------------|
|                     |    |                                                |                                                | 室外平<br>均温度<br>$t_e$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 天数<br>$z$ (d) | 采暖设计室<br>外计温度<br>$t_w$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 冬季室外<br>平均风速<br>(m/s) |
| 寒冷<br>A 区<br>(2A 区) | 晋城 | 2722                                           | 19.9                                           | 0.5                                        | 111           | -6.6                                          | 2.2                   |
|                     | 阳城 | 2646                                           | 30.3                                           | 0.5                                        | 107           | -6.3                                          | 1.6                   |
|                     | 垣曲 | 2418                                           | 55                                             | 1.5                                        | 102           | -4.6                                          | 2.3                   |
| 寒冷<br>B 区<br>(2B 区) | 夏县 | 2551                                           | 129.6                                          | -0.1                                       | 99            | -7.3                                          | 1.7                   |
|                     | 曲沃 | 2498                                           | 108.5                                          | 0.2                                        | 97            | -7.0                                          | 1.4                   |
|                     | 闻喜 | 2539                                           | 92.4                                           | 0.3                                        | 98            | -6.5                                          | 1.4                   |
|                     | 侯马 | 2476                                           | 103.9                                          | 0.3                                        | 96            | -6.6                                          | 1.4                   |
|                     | 翼城 | 2477                                           | 101.6                                          | 0.4                                        | 96            | -6.5                                          | 1.3                   |
|                     | 襄汾 | 2447                                           | 102.8                                          | 0.5                                        | 96            | -6.7                                          | 1.8                   |
|                     | 万荣 | 2455                                           | 114.7                                          | 0.5                                        | 96            | -7.1                                          | 1.4                   |
|                     | 临汾 | 2373                                           | 132.3                                          | 0.8                                        | 95            | -5.9                                          | 1.2                   |
|                     | 运城 | 2320                                           | 172.3                                          | 1.0                                        | 94            | -5.0                                          | 1.9                   |
|                     | 稷山 | 2336                                           | 145.5                                          | 1.0                                        | 95            | -5.8                                          | 2.4                   |
|                     | 新绛 | 2353                                           | 136.9                                          | 1.0                                        | 94            | -5.8                                          | 1.4                   |
|                     | 临猗 | 2299                                           | 136.6                                          | 1.3                                        | 94            | -5.2                                          | 2.2                   |
|                     | 平陆 | 2272                                           | 137.9                                          | 1.5                                        | 93            | -4.2                                          | 1.7                   |
|                     | 永济 | 2217                                           | 154.5                                          | 1.6                                        | 92            | -4.3                                          | 2.3                   |
|                     | 河津 | 2217                                           | 138.6                                          | 1.6                                        | 92            | -4.5                                          | 2.1                   |

## 附录 C 建筑碳排放指标计算

**C.0.1** 建筑碳排放指标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 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 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 应采用本标准配套的逐时动态计算软件或基于该软件进行二次开发的软件进行计算。

**C.0.2** 设计建筑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；采用活动遮阳装置时，供暖季和供冷季的遮阳系数应

按本标准表 C.0.2-1 确定；

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，并满足现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555 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、设备功率密度应按本标准表 C.0.2-2 设置，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。

表 C.0.2-1 活动遮阳装置遮阳系数（SC）的取值

| 控制方式 | 供暖季  | 供冷季  |
|------|------|------|
| 手动控制 | 0.80 | 0.40 |
| 自动控制 | 0.80 | 0.35 |

表 C.0.2-2 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<br>( $\text{m}^2$ ) | 设备功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) | 照明功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) |
|------|---------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 居住建筑 | 起居室     | 32                         | 5                                   | 4                                   |
|      | 卧室      | 32                         | 6                                   | 4                                   |
|      | 餐厅      | 32                         | 5                                   | 4                                   |
|      | 厨房      | 32                         | 24                                  | 4                                   |
|      | 洗手间     | 0                          | 0                                   | 4                                   |
|      | 车库      | 0                          | 0                                   | 1.4                                 |
| 办公建筑 | 办公室     | 10                         | 13                                  | 6.5                                 |
|      | 高档办公室   | 10                         | 13                                  | 9.5                                 |
|      | 密集办公室   | 4                          | 20                                  | 8                                   |
|      | 会议室     | 3.33                       | 5                                   | 6.5                                 |
|      | 大堂门厅    | 20                         | 0                                   | 6                                   |
|      | 休息室     | 3.33                       | 0                                   | 4                                   |
|      | 普通走廊    | 50                         | 0                                   | 1.5                                 |
|      | 高档走廊    | 50                         | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 电梯厅     | 50                         | 0                                   | 3                                   |
|      | 风机、水泵用房 | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 锅炉房、冷冻站 | 0                          | 0                                   | 3.5                                 |
|      | 变、配电站   | 0                          | 0                                   | 4.5                                 |
|      | 库房、管道井  | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 车库      | 100                        | 15                                  | 1.4                                 |

续表 C.0.2-2

| 建筑类型 | 房间类型       | 人均占地面积<br>( $\text{m}^2$ ) | 设备功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) | 照明功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) |
|------|------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 酒店建筑 | 酒店客房（三星以下） | 14.29                      | 13                                  | 4.5                                 |
|      | 酒店客房（三星）   | 20                         | 13                                  | 4.5                                 |
|      | 酒店客房（四星）   | 25                         | 13                                  | 4.5                                 |
|      | 酒店客房（五星）   | 33.33                      | 13                                  | 4.5                                 |
|      | 多功能厅       | 10                         | 5                                   | 9.5                                 |
|      | 一般商店、超市    | 10                         | 13                                  | 7                                   |
|      | 高档商店       | 20                         | 13                                  | 11                                  |
|      | 中餐厅        | 4                          | 0                                   | 6                                   |
|      | 西餐厅        | 4                          | 0                                   | 4                                   |
|      | 火锅店        | 4                          | 0                                   | 6                                   |
|      | 快餐店        | 4                          | 0                                   | 6                                   |
|      | 酒吧、茶座      | 4                          | 0                                   | 6                                   |
|      | 厨房         | 10                         | 0                                   | 4                                   |
|      | 游泳池        | 10                         | 0                                   | 11                                  |
|      | 车库         | 100                        | 15                                  | 1.4                                 |
|      | 办公室        | 10                         | 13                                  | 6.5                                 |
|      | 密集办公室      | 4                          | 20                                  | 8                                   |
|      | 会议室        | 3.33                       | 5                                   | 6.5                                 |
|      | 大堂门厅       | 20                         | 0                                   | 6                                   |
|      | 休息室        | 3.33                       | 0                                   | 4                                   |
|      | 普通走廊       | 50                         | 0                                   | 1.5                                 |
|      | 高档走廊       | 50                         | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 高档电梯厅      | 50                         | 0                                   | 4                                   |
|      | 风机、水泵用房    | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |

续表 C.0.2-2

| 建筑类型 | 房间类型    | 人均占地面积<br>( $\text{m}^2$ ) | 设备功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) | 照明功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) |
|------|---------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 酒店建筑 | 锅炉房、冷冻站 | 0                          | 0                                   | 3.5                                 |
|      | 变、配电站   | 0                          | 0                                   | 4.5                                 |
|      | 库房、管道井  | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 健身房     | 8                          | 0                                   | 6                                   |
|      | 保龄球房    | 8                          | 0                                   | 6.5                                 |
|      | 台球房     | 4                          | 0                                   | 6.5                                 |
| 学校建筑 | 幼儿园教室   | 2                          | 5                                   | 6.5                                 |
|      | 中小学教室   | 1.25                       | 5                                   | 6.5                                 |
|      | 大学教室    | 1                          | 5                                   | 6.5                                 |
|      | 阅览室     | 2.5                        | 10                                  | 6.5                                 |
|      | 电脑机房    | 4                          | 40                                  | 9.5                                 |
|      | 办公室     | 10                         | 13                                  | 6.5                                 |
|      | 密集办公室   | 4                          | 20                                  | 8                                   |
|      | 会议室     | 3, 33                      | 5                                   | 6.5                                 |
|      | 大堂门厅    | 20                         | 0                                   | 6                                   |
|      | 休息室     | 3, 33                      | 0                                   | 4                                   |
|      | 普通走廊    | 50                         | 0                                   | 1.5                                 |
|      | 高档走廊    | 50                         | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 电梯厅     | 50                         | 0                                   | 3                                   |
|      | 风机、水泵用房 | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 锅炉房、冷冻站 | 0                          | 0                                   | 3.5                                 |
|      | 变、配电站   | 0                          | 0                                   | 4.5                                 |
|      | 库房、管道井  | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 车库      | 100                        | 15                                  | 1.4                                 |



续表 C.0.2-2

| 建筑类型 | 房间类型    | 人均占地面积<br>( $\text{m}^2$ ) | 设备功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) | 照明功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) |
|------|---------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 商场建筑 | 一般商店、超市 | 2.5                        | 13                                  | 7                                   |
|      | 高档商店    | 4                          | 13                                  | 11                                  |
|      | 中餐厅     | 2                          | 0                                   | 6                                   |
|      | 西餐厅     | 2                          | 0                                   | 4                                   |
|      | 火锅店     | 2                          | 0                                   | 6                                   |
|      | 快餐店     | 2                          | 0                                   | 6                                   |
|      | 酒吧、茶座   | 2                          | 0                                   | 4                                   |
|      | 厨房      | 10                         | 0                                   | 6                                   |
|      | 办公室     | 10                         | 13                                  | 6.5                                 |
|      | 密集办公室   | 4                          | 20                                  | 8                                   |
|      | 会议室     | 3.33                       | 5                                   | 6.5                                 |
|      | 大堂门厅    | 20                         | 0                                   | 6                                   |
|      | 休息室     | 3.33                       | 0                                   | 4                                   |
|      | 普通走廊    | 50                         | 0                                   | 1.5                                 |
|      | 高档走廊    | 50                         | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 高档电梯厅   | 50                         | 0                                   | 4                                   |
|      | 风机、水泵用房 | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 锅炉房、冷冻站 | 0                          | 0                                   | 3.5                                 |
|      | 变、配电站   | 0                          | 0                                   | 4.5                                 |
|      | 库房、管道井  | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |
| 影剧院  | 影剧院     | 1                          | 0                                   | 6.5                                 |
|      | 舞台      | 5                          | 40                                  | 6                                   |
|      | 舞厅      | 2.5                        | 30                                  | 6                                   |
|      | 棋牌室     | 2.5                        | 0                                   | 6.5                                 |
|      | 展览厅     | 5                          | 20                                  | 6                                   |

续表 C.0.2-2

| 建筑类型 | 房间类型  | 人均占地面积<br>( $\text{m}^2$ ) | 设备功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) | 照明功率密度<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ ) |
|------|-------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 医院建筑 | 病房    | 10                         | 0                                   | 4.0                                 |
|      | 手术室   | 10                         | 0                                   | 16                                  |
|      | 候诊室   | 2                          | 0                                   | 4.0                                 |
|      | 门诊办公室 | 6.67                       | 0                                   | 6.5                                 |
|      | 婴儿室   | 3.33                       | 0                                   | 6.5                                 |
|      | 药品储存库 | 0                          | 0                                   | 9.5                                 |
|      | 档案库房  | 0                          | 0                                   | 2.5                                 |
|      | 美容院   | 4                          | 5                                   | 6.5                                 |

### C.0.3 基准建筑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 C.0.3-1 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》GB 55015—2021 的要求；

4 基准建筑的供暖、供冷系统形式应按表 C.0.3-2 确定。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》GB 55015—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

按表 C.0.2-2 确定；

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》GB 55015—2021，公共建筑应按照现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 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》GB/T 30559.2—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》GB 30720 和《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30531 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》GB 21456 和《商用电磁灶能效限定值及能效等级》GB 40876 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。

表 C.0.3-1 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        |

续表 C.0.3-1

| 建筑类型                              | 窗墙面积比 (%) |
|-----------------------------------|-----------|
| 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 C.0.3-2 基准建筑供暖、供冷系统形式

| 建筑类型                                    |    | 严寒地区          | 寒冷地区          |
|-----------------------------------------|----|---------------|---------------|
| 居住建筑                                    | 末端 | 散热器供暖, 分体空调   | 散热器供暖, 分体空调   |
|                                         | 冷源 | 分体式空调         | 分体式空调         |
|                                         | 热源 | 燃煤锅炉          | 燃煤锅炉          |
| 建筑面积<br><20000m <sup>2</sup><br>的办公建筑   | 末端 | 散热器供暖, 风机盘管系统 | 散热器供暖, 风机盘管系统 |
|                                         | 冷源 | 与设计建筑一致       | 与设计建筑一致       |
|                                         | 热源 | 燃煤锅炉          | 燃煤锅炉          |
| 建筑面积<br>20000m <sup>2</sup><br>的办公建筑    | 末端 | 散热器供暖, 风机盘管系统 | 散热器供暖, 风机盘管系统 |
|                                         | 冷源 | 与设计建筑一致       | 与设计建筑一致       |
|                                         | 热源 | 燃煤锅炉          | 燃煤锅炉          |
| 建筑面积<br><20000m <sup>2</sup><br>的酒店建筑   | 末端 | 散热器供暖, 风机盘管系统 | 风机盘管系统        |
|                                         | 冷源 | 形式与设计建筑一致     | 形式与设计建筑一致     |
|                                         | 热源 | 燃煤锅炉          | 燃煤锅炉          |
| 建筑面积<br>$\geq 20000\text{m}^2$<br>的酒店建筑 | 末端 | 散热器供暖, 风机盘管系统 | 风机盘管系统        |
|                                         | 冷源 | 与设计建筑一致       | 与设计建筑一致       |
|                                         | 热源 | 燃煤锅炉          | 燃煤锅炉          |

续表 C.0.3-2

| 建筑类型 |    | 严寒地区         | 寒冷地区       |
|------|----|--------------|------------|
| 学校   | 末端 | 散热器供暖，分体空调   | 散热器供暖，分体空调 |
|      | 冷源 | 分体式空调        | 分体式空调      |
|      | 热源 | 燃煤锅炉         | 燃煤锅炉       |
| 商场   | 末端 | 散热器供暖，全空气系统  | 全空气系统      |
|      | 冷源 | 与设计建筑一致      | 与设计建筑一致    |
|      | 热源 | 燃煤锅炉         | 燃煤锅炉       |
| 医院   | 末端 | 散热器供暖，全空气系统  | 全空气系统      |
|      | 冷源 | 与设计建筑一致      | 与设计建筑一致    |
|      | 热源 | 燃煤锅炉         | 燃煤锅炉       |
| 其他类型 | 末端 | 散热器供暖，风机盘管系统 | 风机盘管系统     |
|      | 冷源 | 与设计建筑一致      | 与设计建筑一致    |
|      | 热源 | 燃煤锅炉         | 燃煤锅炉       |

C.0.4 建筑炊事能耗应按下式计算：

$$E_k = \frac{Q_k}{\eta_k} \quad (C.0.4)$$

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》GB 30720、《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》GB 30531、《家用电磁灶能效限定值及能效等级》GB 21456、《商用电磁灶能效限定值及能效等级》GB 40876 选取。

C.0.5 建筑插座能耗应按下式计算：

$$E_p = \sum_{i=1}^n (E_{a_i} \times R_i) \times a \quad (C.0.5)$$

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 C.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 C.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 2 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 |

C.0.6 建筑碳排放强度应按下式计算：

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n (E_{hi} \times c_i + E_{ci} \times c_i + E_{li} \times c_i + E_{wi} \times c_i + E_{ei} \times c_i + E_{pi} \times c_i + E_{fi} \times c_i - E_r \times c_i - E_o \times c_i)}{A} \quad (\text{C.0.6})$$

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

$E_{hi}$ ——年供暖系统第  $i$  类能源消耗（kWh）；

$E_{ci}$ ——年供冷系统第  $i$  类能源消耗（kWh）；

$E_{li}$ ——年照明系统第  $i$  类能源消耗（kWh）；

$E_{wi}$ ——年生活热水系统第  $i$  类能源消耗（kWh）；

$E_{ei}$ ——年电梯系统第  $i$  类能源消耗（kWh）；

$E_{pi}$ ——年插座系统第  $i$  类能源消耗（kWh）；

$E_{fi}$ ——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）；

$c_i$ ——第  $i$  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》GB/T 51366 确定，电力二氧化碳平均排放因子按本标准第 9.2.7 条选取；

A——建筑面积，m<sup>2</sup>。

**C.0.7** 建筑降碳率应按下式计算：

$$\eta_p = \frac{|C_R - C_D|}{C_R} \times 100\% \quad (\text{C.0.7})$$

式中： $\eta_p$ ——建筑降碳率（%）；

$C_R$ ——基准建筑碳排放强度[kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>·a)]；

$C_D$ ——设计建筑碳排放强度[kgCO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>·a)]。

**C.0.8** 建筑净碳排放量应按下式计算：

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

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（kgCO<sub>2</sub>/a）。

**C.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：

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

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

$N_{\text{base},t}$ ——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）；

$N_{\text{DR},t}$ ——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）。

**C.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 D 建筑碳排放指标计算报告书

## 1 项目基本信息

|        |                |
|--------|----------------|
| 项目名称   |                |
| 建筑类型   |                |
| 建筑位置   |                |
| 建筑面积   | m <sup>2</sup> |
| 建筑使用面积 | m <sup>2</sup> |
| 建筑外表面积 | m <sup>2</sup> |
| 建筑层数   |                |
| 咨询单位   |                |
| 咨询工程师  |                |
| 联系方式   |                |

## 2 建筑信息

### 2.1 建筑围护结构信息

| 围护结构 | 设计建筑                    |                                        |                                           | 基准建筑                    |                                        |                                           |
|------|-------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|
|      | 面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 传热系数<br>[ W/<br>(m <sup>2</sup> · K) ] | 传热系数附<br>加值[ W/<br>(m <sup>2</sup> · K) ] | 面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 传热系数<br>[ W/<br>(m <sup>2</sup> · K) ] | 传热系数附<br>加值[ W/<br>(m <sup>2</sup> · K) ] |
| 南外墙  |                         |                                        |                                           |                         |                                        |                                           |
| 北外墙  |                         |                                        |                                           |                         |                                        |                                           |
| 东外墙  |                         |                                        |                                           |                         |                                        |                                           |
| 西外墙  |                         |                                        |                                           |                         |                                        |                                           |

续表

| 围护结构  | 设计建筑                   |                                                            |                                                               | 基准建筑                   |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
|-------|------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------|
|       | 面积<br>( $\text{m}^2$ ) | 传热系数<br>[ $\text{W}/$<br>( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ) ] | 传热系数附<br>加值[ $\text{W}/$<br>( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ) ] | 面积<br>( $\text{m}^2$ ) | 传热系数<br>[ $\text{W}/$<br>( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ) ] | 传热系数附<br>加值[ $\text{W}/$<br>( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ) ] |                                                            |                      |
| 屋面    |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 地面    |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 外窗    | 窗墙面积比                  | 总窗墙<br>面积比                                                 | 传热系数<br>[ $\text{W}/$<br>( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ) ]    | 太阳得<br>热系数<br>$SHGC$   | 窗墙面积比                                                      | 总窗墙<br>面积比                                                    | 传热系数<br>[ $\text{W}/$<br>( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ) ] | 太阳得<br>热系数<br>$SHGC$ |
| 南外窗 1 |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 南外窗 2 |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 北外窗 1 |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 北外窗 2 |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 东外窗 1 |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 东外窗 2 |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 西外窗 1 |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 西外窗 2 |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |
| 天窗    |                        |                                                            |                                                               |                        |                                                            |                                                               |                                                            |                      |

## 2.2 气密性及通风系统

| 项目                                                         | 设计建筑 | 基准建筑 |
|------------------------------------------------------------|------|------|
| 50Pa 下外围护结构渗透风量 ( $\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ ) |      |      |
| 自然通风                                                       |      |      |

### 2.3 热回收系统

| 热回收系统 | 热回收效率 (%) |      |
|-------|-----------|------|
|       | 设计建筑      | 基准建筑 |
| 未使用   | 0         | 0    |
| 使用    |           |      |

### 2.4 供暖空调系统形式

| 空调系统名称 | 空调系统类型 |      |
|--------|--------|------|
|        | 设计建筑   | 基准建筑 |
| 冷源     |        |      |
| 热源     |        |      |

### 2.5 运行方式

|           | 设计建筑 | 基准建筑 |
|-----------|------|------|
| 每日开始使用时间  | 时    | 时    |
| 每日结束使用时间  | 时    | 时    |
| 供冷季每周使用天数 | 天    | 天    |
| 供暖季每周使用天数 | 天    | 天    |

### 2.6 可再生能源系统

|          | 设计建筑           | 基准建筑           |
|----------|----------------|----------------|
| 系统形式     |                |                |
|          |                |                |
|          |                |                |
| 太阳能集热器面积 | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> |

续表

|         | 设计建筑         | 基准建筑         |
|---------|--------------|--------------|
| 太阳能光板面积 | $\text{m}^2$ | $\text{m}^2$ |
| 风力发电机组  | 台            | 台            |
| 太阳能供暖   | 台            | 台            |
| 太阳能空调   | 台            | 台            |

### 3 建筑负荷计算结果

|      | 设计建筑                                      |                                           | 基准建筑                                      |                                           |
|------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
|      | 单位建筑面积热<br>负荷 ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ) | 单位建筑面积冷<br>负荷 ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ) | 单位建筑面积热<br>负荷 ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ) | 单位建筑面积冷<br>负荷 ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ) |
| 1 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 2 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 3 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 4 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 5 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 6 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 7 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 8 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 9 月  |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 10 月 |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 11 月 |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 12 月 |                                           |                                           |                                           |                                           |
| 全年   |                                           |                                           |                                           |                                           |

注：以上计算结果均基于建筑面积。

### 4 建筑能耗计算结果

#### 4.1 分项能耗（不含可再生能源部分）

### 设计建筑

|      | 供暖<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 空调<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 输配<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 生活热<br>水能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 照明<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 电梯<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 插座<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 炊事<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 总能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) |
|------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 2 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 3 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 4 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 5 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 6 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 7 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 8 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 9 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 10 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 11 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 12 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 全年   |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |

注：以上计算结果均基于建筑面积。

### 基准建筑

|     | 供暖<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 空调<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 输配<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 生活热<br>水能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 照明<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 电梯<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 插座<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 炊事<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 总能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) |
|-----|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 1 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 2 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 3 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 4 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |

续表

|      | 供暖<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 空调<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 输配<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 生活热<br>水能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 照明<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 电梯<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 插座<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 炊事<br>能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) | 总能耗<br>(kWh/<br>m <sup>2</sup> ) |
|------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| 5 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 6 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 7 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 8 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 9 月  |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 10 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 11 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 12 月 |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |
| 全年   |                                       |                                       |                                       |                                         |                                       |                                       |                                       |                                       |                                  |

注：以上计算结果均基于建筑面积。

4.2 可再生能源产能量

|     | 光伏发电<br>(kWh/m <sup>2</sup> ) | 太阳能生活热水<br>(kWh/m <sup>2</sup> ) | 太阳能供暖<br>(kWh/m <sup>2</sup> ) | 太阳能空调<br>(kWh/m <sup>2</sup> ) |
|-----|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 2 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 3 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 4 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 5 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 6 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 7 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 8 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 9 月 |                               |                                  |                                |                                |

续表

|      | 光伏发电<br>(kWh/m <sup>2</sup> ) | 太阳能生活热水<br>(kWh/m <sup>2</sup> ) | 太阳能供暖<br>(kWh/m <sup>2</sup> ) | 太阳能空调<br>(kWh/m <sup>2</sup> ) |
|------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 10 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 11 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 12 月 |                               |                                  |                                |                                |
| 全年   |                               |                                  |                                |                                |

注：以上计算结果均基于建筑面积。

### 4.3 能耗计算结果

| 项目      | 设计建筑                        |                                                 | 基准建筑                        |                                                 |
|---------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
|         | 总能耗<br>(kgCO <sub>2</sub> ) | 单位面积能耗<br>(kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a) | 总能耗<br>(kgCO <sub>2</sub> ) | 单位面积能耗<br>(kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> a) |
| 供暖系统    |                             |                                                 |                             |                                                 |
| 供冷系统    |                             |                                                 |                             |                                                 |
| 输配系统    |                             |                                                 |                             |                                                 |
| 生活热水    |                             |                                                 |                             |                                                 |
| 照明系统能耗  |                             |                                                 |                             |                                                 |
| 可再生能源系统 |                             |                                                 |                             |                                                 |
| 插座      |                             |                                                 |                             |                                                 |
| 炊事      |                             |                                                 |                             |                                                 |
| 建筑碳排放   |                             |                                                 |                             |                                                 |

注：以上计算结果均基于建筑面积

### 5 建筑碳排放量计算结果

| 项目                         | 设计建筑 | 基准建筑 |
|----------------------------|------|------|
| 一次能源消耗量 (tce)              |      |      |
| 建筑碳排放量 (tCO <sub>2</sub> ) |      |      |

续表

| 项目                                           | 设计建筑 | 基准建筑 |
|----------------------------------------------|------|------|
| 建筑碳排放强度 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ )       |      |      |
| 场地内可再生能源系统降碳量 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ) |      |      |
| 场外等效可再生能源降碳量 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ )  |      |      |
| 市场化交易减排量 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ )      |      |      |

注：以上计算结果均基于建筑面积。

6 建材和建造阶段碳排放量计算结果

| 项目                                           | 设计建筑 |
|----------------------------------------------|------|
| 绿色建材比例 (%)                                   |      |
| 建材生产阶段碳排放强度 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ )   |      |
| 建材运输阶段碳排放强度 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ )   |      |
| 建筑建造阶段碳排放强度 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ )   |      |
| 建筑拆除阶段碳排放强度 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ )   |      |
| 建材和建造阶段总碳排放强度 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ) |      |

7 指标审查

| 项目                                     | 数值 | 标准要求 | 是否满足要求 |
|----------------------------------------|----|------|--------|
| 建筑碳排放强度 ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ) |    |      | 满足/不满足 |
| 建筑降碳率 (%)                              |    |      | 满足/不满足 |
| 建筑净碳排放量 ( $\text{kgCO}_2$ )            |    |      | 满足/不满足 |
| 建材生产及运输、建造及拆除碳排放量 ( $\text{kgCO}_2$ )  |    |      |        |
| 结论                                     |    |      |        |



## 附录 E 山西省太阳能资源利用

表 E.0.1 山西省太阳能资源利用分区

| 序号 | 城市 | 太阳总辐射年<br>辐照量等级 | 年辐射总量             |                    |
|----|----|-----------------|-------------------|--------------------|
|    |    |                 | MJ/m <sup>2</sup> | kWh/m <sup>2</sup> |
| 1  | 大同 | B               | 6070.7            | 1686.3             |
| 2  | 朔州 | B               | 5847.5            | 1624.3             |
| 3  | 原平 | B               | 5847.5            | 1624.3             |
| 4  | 忻州 | B               | 5847.5            | 1624.3             |
| 5  | 太原 | B               | 5860.5            | 1627.9             |
| 6  | 阳泉 | B               | 5794.9            | 1609.7             |
| 7  | 离石 | B               | 5860.5            | 1627.9             |
| 8  | 晋中 | B               | 5860.5            | 1627.9             |
| 9  | 榆社 | B               | 5860.5            | 1627.9             |
| 10 | 介休 | B               | 5860.5            | 1627.9             |
| 11 | 长治 | B               | 5860.5            | 1627.9             |
| 12 | 临汾 | B               | 5689.8            | 1580.5             |
| 13 | 侯马 | C               | 4666.7            | 1296.3             |
| 14 | 晋城 | B               | 5492.5            | 1525.7             |
| 15 | 运城 | B               | 5439.9            | 1511.1             |

表 E.0.2 太阳能资源地区分类及常用单位光伏阵列面积日均发电量

| 太阳总辐射年辐照量等级 | 年辐射总量 ( $G$ )          |                         | 常用单位光伏阵列面积日均发电量                                  |                                                   |
|-------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|             | $\text{MJ}/\text{m}^2$ | $\text{kWh}/\text{m}^2$ | 晶硅电池<br>$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ | 非晶硅电池<br>$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ |
| A           | $G \geq 6300$          | $G \geq 1750$           | $\geq 0.75$                                      | $\geq 0.43$                                       |
| B           | $5040 \leq G < 6300$   | $1400 \leq G < 1750$    | $\geq 0.56$                                      | $\geq 0.32$                                       |
| C           | $3780 \leq G < 5040$   | $1050 \leq G < 1400$    | $\geq 0.42$                                      | $\geq 0.23$                                       |
| D           | $G < 3780$             | $G < 1050$              | $\geq 0.28$                                      | $\geq 0.14$                                       |

## 本标准用词说明

**1** 为了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，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
2. 《建筑给水排水设计标准》 GB 50015
3. 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
4. 《民用建筑节水设计标准》 GB 50555
5. 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378
6. 《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801
7. 《近零能耗建筑技术标准》 GB/T 51350
8. 《建筑碳排放计算标准》 GB/T 51366
9. 《家用电磁灶能效限定值及能效等级》 GB 21456
10. 《电梯、自动扶梯和自动人行道物联网的技术规范》  
GB/T 24476
11. 《永磁同步电动机能效限定值及能效等级》 GB 30253
12. 《商用燃气灶具能效限定值及能效等级》 GB 30531
13. 《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
14. 《家用燃气灶具能效限定值及能效等级》 GB 30720
15. 《外窗热工缺陷现场测试方法》 GB/T 39684
16. 《商用电磁灶能效限定值及能效等级》 GB 40876
17. 《电梯物联网 监测终端技术规范》 GB/T 42616
18. 《建筑垃圾处理技术标准》 CJJ/T134
19. 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346
20. 《居住建筑节能设计标准》 DBJ04/242

21. 《绿色建筑设计标准》 DBJ04/415
22. 《公共建筑节能设计标准》 DBJ04/T 241
23. 《近零能耗居住建筑技术标准》 DBJ04/T 459
24. 《近零能耗公共建筑技术标准》 DBJ04/T 462



山西省工程建设地方标准

# 零碳建筑技术标准

Technical standard for zero carbon buildings

条文说明





## 制订说明

《零碳建筑技术标准》(DBJ04/T XX-XX-XX), 经山西省住房和城乡建设厅公告批准、发布。

本标准制定过程中, 编制组进行了广泛的调查研究, 总结了零碳建筑技术的实践经验, 同时参考了省内外先进技术法规、技术标准。

为便于广大建设、设计、施工、科研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, 《零碳建筑技术标准》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、依据以及执行过程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         | 79  |
| 2   | 术语         | 80  |
| 3   | 基本规定       | 85  |
| 4   | 技术指标       | 86  |
| 4.2 | 建筑降碳指标     | 86  |
| 5   | 规划设计       | 91  |
| 5.1 | 性能化设计方法    | 91  |
| 5.2 | 场地规划       | 93  |
| 5.3 | 建筑结构       | 94  |
| 5.4 | 暖通空调       | 103 |
| 5.5 | 新型供配电与电气设备 | 106 |
| 5.6 | 可再生能源利用    | 110 |
| 5.7 | 监测与管理      | 113 |
| 6   | 施工建造       | 117 |
| 6.1 | 一般规定       | 117 |
| 6.2 | 施工管理       | 118 |
| 6.3 | 施工措施       | 120 |
| 6.4 | 拆除与回收      | 122 |
| 7   | 运行维护       | 123 |
| 7.1 | 一般规定       | 123 |
| 7.2 | 调适与控制      | 124 |
| 7.3 | 运行与维护      | 126 |

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 8   | 碳抵消 .....       | 128 |
| 9   | 降碳水平判定 .....    | 131 |
| 9.1 | 一般规定 .....      | 131 |
| 9.2 | 设计降碳水平判定 .....  | 131 |
| 9.3 | 运行降碳水平判定 .....  | 134 |
| 9.4 | 全过程降碳水平判定 ..... | 135 |

# 1 总 则

**1.0.1** 2020年9月22日，国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表讲话，提出中国将提高国家自主贡献力度，力争于2030年前达到碳排放峰值，并努力争取2060年前实现碳中和。“双碳”目标的提出，使节能降碳工作在建筑领域成为重中之重。近年来，随着建筑领域能效的提升，我国节能标准、绿色建筑标准和低碳建筑标准不断发展更新，更是于2019年发布了建筑领域跨越式发展的三个标准，即《近零能耗建筑技术标准》《近零能耗建筑测评标准》和《建筑碳排放计算标准》，标准里要求提升建筑本体节能率，降低建筑全寿命期能源消耗和碳排放量，对制定零碳建筑认定和评价方法具有重要的指导意义。目前，多部团体标准陆续出台，国家标准《零碳建筑技术标准》正在报批，本标准在国家节能降碳技术体系上，结合我省地域特点、气候条件、资源禀赋，通过大量工程调研分析、测算数据，制订我省零碳建筑技术标准。

**1.0.2** 本标准适用于新建民用建筑，改建、扩建以及既有建筑节能改造的民用建筑、工业项目中以居住和办公等民用功能为主的单体建筑可参照执行。

## 2 术 语

**2.0.1** 基准建筑是计算建筑降碳率的标准比对建筑，以其建筑碳排放强度作为比对基准来判断设计建筑降碳率是否满足本标准的要求。基准建筑的计算参考本标准附录 C 的规定。

**2.0.2** 低碳建筑在建筑运行阶段不依靠绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等市场化交易机制的前提下，较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 显著降低，且碳排放指标应符合本标准 4.2.1 条与 4.2.2 条的规定。本标准根据不同气候区、不同建筑类型对低碳建筑提出不同指标要求。

**2.0.3** 近零碳建筑是低碳建筑的更高级表现形式，其降碳水平高于低碳建筑，相对于低碳建筑技术要求有所提高，技术难度相对较大，相应投资也有所增加。近零碳建筑在建筑运行阶段不依靠绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等市场化交易机制的前提下，碳排放指标应符合本标准 4.2.3 条与 4.2.4 条的规定。为推动光储直柔在建筑中的应用，符合本标准 4.2.5 条规定的建筑也可认定为近零碳建筑。

**2.0.4** 零碳建筑是在运行阶段实现了碳中和的建筑。零碳建筑是在建筑节能基础上进一步降碳，建筑节能采用“被动优先、主动优化、可再生能源平衡”的技术原则，先降低能源需求，再通过可再生能源进行平衡；而建筑降碳在此基础上，还需要减少或消除建筑能源消耗中的化石能源部分，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等市场化交易机制承担剩余减

碳责任。

**2.0.5** 为引导建筑全寿命期各环节降低碳排放，设置全过程零碳建筑这一定义。全过程零碳建筑碳排放计算范围应涵盖建材生产及运输、建造及拆除和建筑运行全部环节。全过程零碳建筑是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，结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等市场化交易机制，在建筑全寿命期实现了碳中和的建筑，是零碳建筑的最高表现形式。全过程零碳建筑的碳排放指标应符合本标准 4.2.8 条的要求。

**2.0.7** 建筑碳排放量指建筑运行阶段自身所需能源消耗产生的碳排放，计算范围见 3.0.3。

随着建筑光伏一体化、区域供冷、区域供热等建筑及区域低碳技术的发展，建筑在满足自身各项用能需求的前提下，可能会产生或提供额外的能源供其他建筑和设施使用，如图 1 所示。在这种情况下，该部分能源属于其他建筑和设施所需的能源消耗，从实际使用的角度，该部分能源消耗所产生的碳排放应属于其他建筑碳排放量的计算范围。因此本条规定建筑碳排放量为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。其中流入建筑红线内的能量包括建筑红线外供入建筑的电量、冷量和热量所产生的能耗；流出建筑红线外的能量包括建筑向外部供电、供冷和供热产生的能耗。

在建筑设计阶段，可采用通过建筑总能源消耗与可再生能源发电差值的方式计算流入建筑红线的能量消耗产生的碳排放，计算方法应符合附录 C 的规定。

需要说明的是，场外等效可再生能源发电量可视同本地可再生能源发电，不计入流入建筑红线内的能量。



图1 建筑用能系统及建筑碳排放范围

**2.0.8** 全过程建筑碳排放量计算范围包含建材生产及运输、建造及拆除阶段碳排放量与建筑运行阶段自身能源消耗产生的碳排放量，不包含非二氧化碳温室气体逸散产生的二氧化碳当量排放。当建筑结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易实现全过程零碳建筑并进行零碳建筑判定时，可不计算建筑拆除阶段碳排放量。

**2.0.9** 计算运行阶段建筑碳排放强度，建筑碳排放量应符合2.0.7要求；计算全过程建筑碳排放强度，建筑碳排放量应符合2.0.8要求。

**2.0.10** 建筑领域的碳排放因子一般涉及能源的碳排放因子、建筑材料的碳排放因子。能源碳排放因子又包括化石能源的碳排放因子、电力和热力的碳排放因子。建筑材料碳排放因子、化石能



源的碳排放因子应按现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 确定，电力的碳排放因子选取应符合本标准第 9.2.3、9.3.8 条的规定，热力的碳排放因子选取应符合本标准第 9.2.4、9.3.9 条的规定。

**2.0.11** 建筑降碳率是用于评价建筑降碳水平的重要指标。计算建筑降碳率时，设计建筑与基准建筑均不含通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易扣减的碳排放量。

**2.0.13** 电气化是促进可再生能源在建筑领域应用、早日实现建筑碳达峰碳中和的必要途径，建筑电气化可将直接碳排放转化为间接碳排放，然后通过电力降碳技术实现间接降碳。

**2.0.14** 市场初期，绿色电力主要指风电和光伏发电企业上网电量，根据国家要求可逐步扩大至符合条件的其他电源上网电量。

**2.0.16** 绿色电力主要指集中式陆上风电、光伏发电。将风能、太阳能等可再生能源转化成电能，在发电过程中不产生或很少产生对环境有害的排放物，且不需消耗化石燃料，节省了能源资源。区别于常规能源，绿色电力的核心特征是其具备清洁、低碳的环境价值。2021 年，国家发展改革委、国家能源局正式批复了《绿色电力交易试点工作方案》，提出在当前电力市场建设成果基础上，试点开展绿色电力（简称“绿电”）交易。建筑业主通过与发电企业或售电公司签订绿色电力中长期交易协议，能够促进新能源的发展与就地消纳，同时从消费侧与能源侧促进清洁电力发展。因此绿色电力交易可作为零碳建筑实现控制目标的一种方式。

**2.0.18** 2020 年 12 月，生态环境部印发《碳排放权交易管理办法（试行）》《2019—2020 年全国碳排放权交易配额总量设定与

分配实施方案（发电行业）》，向温室气体重点排放单位企业分配排放额度。建筑作为自愿控排企业（主体），可作为非履约机构进入碳排放权交易市场购买碳信用产品，用于抵消（扣减）建筑无法通过技术手段降低的剩余碳排放量。对于零碳建筑，碳排放权交易主要指国家核证减排量（Chinese Certified Emission Reduction, CCER）等碳信用产品的交易。

**2.0.19** 直接碳排放包括炊事燃气、生活热水燃气、蒸汽锅炉（医院、宾馆、洗衣房等）、小型热水锅炉、采暖燃气壁挂炉等。

**2.0.20** 间接碳排放包含终端用户耗电量、耗热量、耗冷量带来的碳排放。

**2.0.22** 建筑能效提升和场地内可再生能源利用是建筑自身具备的节能降碳能力，应该优先使用，其次可在不占用其他建筑资源条件的情况下充分挖掘场外等效可再生能源，可通过专线连接的方式引入周边同一业主或物业管理范围内的可再生能源发电，但需以场外可再生能源发电无法本地消纳为前提，并提供技术说明及验证文件。建筑周边可再生能源通常指建筑红线外可再生能源发电量。

### 3 基本规定

**3.0.1** 助力建筑领域低碳发展，分级引导建筑降碳，按照建设阶段不同提出不同等级的零碳建筑定义。其中低碳建筑、近零碳建筑、零碳建筑三个级别是运行阶段的零碳建筑，碳排放指标计算范围是全部运行阶段能源消耗产生的碳排放，也就是建筑运行阶段的全部直接碳排放和间接碳排放。全过程零碳建筑的碳排放指标计算范围还包含建材生产及运输、建筑建造及拆除等隐含碳排放。

## 4 技术指标

### 4.2 建筑降碳指标

#### I 低碳建筑

**4.2.1、4.2.2** 本标准基于山西典型建筑模型数据库研究和对不同气候区典型建筑用能特征的分析，制定了不同气候区不同类型建筑的碳排放限值。对于居住建筑，不同气候区降碳潜力存在差异，而经过建筑能效提升与能源结构优化后，各气候区居住建筑碳排放强度相差较小，从绝对值来看，严寒地区碳排放强度略高于寒冷地区，但各气候区低碳居住建筑整体维持在  $20\text{kgCO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  上下，且居住建筑用能项与碳排放结构相对固定，因此使用碳排放强度绝对值指标进行限值规定。对于公共建筑，标准所列出的碳排放强度涵盖了绝大多数典型建筑，当建筑 80% 以上建筑面积为本标准给出的某一典型建筑时，可采用碳排放强度作为降碳目标。但由于混合功能的公共建筑占比大幅增加，因此复杂功能的公共建筑可采用降碳率作为降碳目标，以此提高指标的适用性。需要说明的是，本标准所指商场建筑为涵盖餐饮的大型购物中心、大型百货店，对于一般商铺、小型超市等公共建筑，应采用降碳率指标进行判定。低碳建筑可根据自身气候分区、资源条件、用能特点制定降碳技术方案，以满足建筑碳排放指标。

#### II 近零碳建筑

**4.2.3、4.2.4** 近零碳建筑作为低碳建筑与零碳建筑的中间形式，旨在引导建筑实现更高的降碳目标，近零碳建筑应在提升建

筑能效的基础上进一步挖掘建筑自身的可再生能源利用率，在其通过自身能效提升与建筑本体可再生能源应用实现低碳建筑排放后，已经较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 同类建筑的碳排放大幅下降，为鼓励建筑进一步挖掘可再生能源利用潜力，带动城乡建设领域分布式光伏的发展，因此除建筑能效提升和本体可再生能源利用外，还纳入了建筑周边场地可再生能源利用作为达到近零碳排放的实现路径，但需以实现低碳建筑为前提。

依据国家标准《太阳能资源等级总辐射》GB/T 31155—2014，将五个气候区下的太阳总辐射年辐照量等级进行细化，分别提出不同建筑类型、不同气候分区及太阳总辐射年辐照量等级下的近零碳建筑碳排放强度限值，指标要求较低碳建筑整体再提升 15% 以上。A、B、C、D 分别对应国家标准《太阳能资源等级总辐射》GB/T 31155—2014 中规定的太阳总辐射年辐照量等级最丰富、很丰富、丰富和一般地区。

**4.2.5** 建筑柔性是指一种在不牺牲用户利益的前提下通过管理建筑柔性资源从而调整建筑负荷曲线以满足不同需求的能力，定义中“需求”包括但不限于减少用户峰值负荷、拉平建筑用能曲线、提高对可再生能源的消纳、保持能源系统的稳定性、提供电网服务、降低末端用户用能成本等；定义中“用户利益”包括但不限于用户的舒适性、工作效率、健康和便利性等。建筑柔性的调节和响应可以通过管理用能侧空调、照明、用户行为、插座用电设备等方式，也可通过管理供给侧可再生能源发电、冷热源系统、蓄电池、蓄冷蓄热装置等方式实现。

本条文规定了近零碳建筑柔性用电调节能力和特性的评价指

标，达到本条文的要求的建筑具备同电网协同开展电力辅助服务中日前和日内削峰填谷业务的能力，能够有效地响应电网单次调节指令，辅助电网缓解电力紧张和新能源波动等问题，有助于电力系统整体实现低碳能源供应。

本条文指标选取方面参考了电力行业相关标准和文件要求，包括现行国家标准《电力用户需求响应节约电力测量与验证技术要求》GB/T 37016、《需求响应效果监测与综合效益评价导则》GB/T 32127 和《南方区域电力辅助服务管理实施细则》等。调节能力指在保障建筑自身正常运行的条件下，可调资源依据外部指令调节自身用电负荷功率的能力（ $\Delta N = N_{base,t} - N_{DR,t}$ ）。响应时间指自接收调节指令起，直到功率变化量首次达到目标控制功率 90% 所需的时间（ $\Delta t = t_1 - t_2$ ）。调节速率指建筑响应调节指令时，单位时间内的功率调节量，即功率调节的速度（ $\Delta N / \Delta t$ ）。

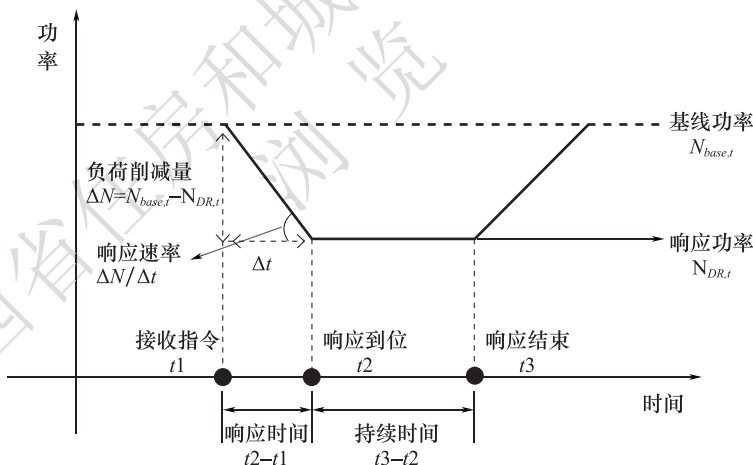


图 3 建筑柔性调节的电力功率响应过程示意图

调节持续时间指建筑运行功率达到目标控制功率，且功率偏差始终控制在容许范围以内时间长度（ $t_3-t_2$ ）。调节电力负荷削减量占基线电力负荷的比例应按本标准附录 C 规定计算。

### III 零碳建筑

**4.2.6** 零碳建筑是建筑领域应对气候变化的重要技术手段之一，其实现过程涉及建筑自身性能、能源结构转型与其他社会因素，因此本标准的零碳建筑碳排放指标确定主要基于以下原则：一是鼓励建筑实现零碳排放的责任；二是在技术经济合理的情况下通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易抵消剩余碳排放；三是为我国建筑运行降碳制定最高的发展目标。

对于建筑自身资源条件有限但又有承担减排责任意愿的建筑业业主，考虑到应对气候变化的降碳措施具有时空均衡性，所有减排都具有相同的价值，因此允许其通过非建筑降碳技术措施抵消剩余自身不可减少的碳排放。需要说明的是建筑碳排放强度作为建筑技术指标，未纳入非建筑降碳技术措施的碳排放抵消量，因此通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易等非建筑降碳技术措施抵消剩余碳排放量的建筑，可称为零碳建筑，而不能称为碳排放强度为零的建筑。

**4.2.7** 本条文规定了零碳建筑柔性用电调节能力和特性的评价指标。与近零碳建筑柔性用电指标相比，本条文首先提高了对调节响应能力和响应特性的指标要求。具体来说，一方面增大了调节能力的要求，即要求零碳建筑在更大程度上协助电网低碳运行；另一方面也提高了调节特性指标要求，使建筑不仅能够参与削峰填谷，还具备参与电网调频的能力，可在多个维度上协助电网低碳运行。在实际工程中要达到此调节特性要求，需要电化学

储能、充电桩等可快速调节储能设备配合，改善空调等大惯性可调负荷的调节特性。

**4.2.8 全过程零碳建筑**是现阶段建筑承担碳减排责任的最高形式，建筑的全过程包括建材生产与运输、建筑运行、建筑建造和建筑拆除。本标准中规定，建材生产与运输、建筑建造和建筑拆除阶段的碳排放为建筑隐含碳排放。研究显示，对于普通节能建筑，其运行阶段碳排放占全过程碳排 80% 左右。随着建筑节能水平进一步的提高，这一占比将降低至 60%~70%，对于近零能耗建筑，这一占比将降低至 60%，建筑隐含碳的占比将进一步凸显。通过对我国建筑隐含碳现状的分析，并与国际标准对比，全过程零碳建筑隐含碳原则上不宜超过  $500\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ 。全过程零碳建筑碳排放指标计算报告中应包含建筑的隐含碳排放。



## 5 规划设计

### 5.1 性能化设计方法

**5.1.1** 零碳建筑设计是以降低建筑碳排放为目标，在建造成本、时间限制、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。应以目标为导向，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，因地制宜地制定零碳建筑技术策略。区别于传统建筑节能的指令性（规定性）设计方法，零碳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分析，制定适合具体项目的针对性设计方案，实现全局最优。

零碳建筑设计应基于正向设计逻辑，在前期充分考虑多种影响因素进行规划布局，后期融合各专项技术要求，在设计全过程中形成完善的设计系统，避免孤立、零散的技术措施的叠加。提倡在正向设计的逻辑指引下，多专业协同优化，由开发建设单位、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、供应商、经纪公司、绿色建筑专家、建筑模拟专家等组成相关方小组，共享项目设计进度信息，提供设计相关信息输入和反馈。

**5.1.2** 零碳建筑技术策略选取时，应注意建筑对地域、文化的响应，充分利用所在地区的自然资源，建筑方案应在追求节能低碳的目标的同时，遵循“适用、经济、绿色、美观”的基本方

针，在应用新技术新工艺时，应注意对相关技术成熟性和可靠性的评价，规避不必要的工程风险。

**5.1.3 性能化设计方法应贯穿零碳建筑设计的全过程。**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。性能化设计方法根据不同气候区、建筑类型、新建/既有建筑的不同，有着不同的设计理念。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。

为实现零碳建筑目标，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、设计运行与控制策略等，将设计方案和关键性能参数代入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。

对于简单项目或常规项目，可在参考设计标准的基础上，基于设计师的经验或咨询行业专家，选取满足目标要求的多个方案，通过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较多，基于设计师或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，自动寻优选取优化方案。建筑方

案和技术策略评价时，要考虑到建筑全过程成本，综合平衡初投资、运行成本及其他外部效益。

**5.1.4 零碳建筑的性能化设计**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是其主要内容，通过设定室内环境参数与碳排放指标，确定设计方案，并进行优化分析，根据不同优化分析结果进行达标判定，并选出最优设计方案。

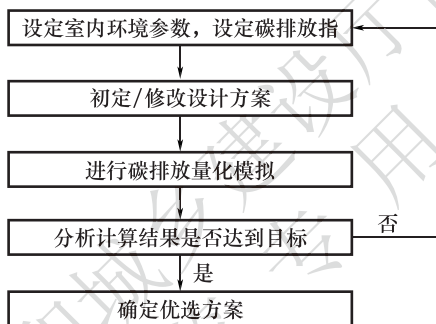


图1 建筑性能化设计流程

## 5.2 场地规划

**5.2.1 零碳建筑**应充分根据场地气候条件利用可再生能源资源，建筑常见的可再生能源资源包括太阳能和风能等。建筑布局应考虑对可再生能源资源的影响。比如，为充分利用太阳能资源，场地南侧应避免或减少高层建筑的设置，以避免对北侧建筑屋面和立面设置光伏发电或太阳能集热器的遮挡。在进行设计时，必要时应采用模拟软件，定量比较不同建筑布局方案对可再生能源利用量的影响，辅助设计优化，确保其安全高效和经济合理。

**5.2.2 场地规划设计与建筑节能关系密切。**零碳建筑设计首先要从规划阶段开始，在区域规划时，通过控制建筑密度、区域微气候营造等角度创造零碳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。

**5.2.3 热反射涂层路面、浅色骨料水泥路面、高反射率路面铺装材料以及采用特殊工艺的沥青路面等道路面层材料，对太阳的反射率较高。**此外，白色或浅色涂料、金属板材及特定高反射率屋顶材料等建筑材料，同样具备较高的太阳光反射率。这些材料能够有效减少热量吸收，有益于缓解城市热岛效应。

**5.2.4 在建筑设计阶段，**需要根据建筑位置、建筑特征等因素，充分挖掘建筑本体以及周边场地的可再生能源应用潜力。除建筑太阳能热水系统、空气源热泵系统、光伏建筑一体化等常规技术措施以外，亦可以考虑结合场地规划，设置风光互补景观照明、光伏发电等设施。

## **5.3 建筑结构**

### **I 建筑方案设计**

**5.3.1 大型公共建筑、超高层和高层建筑的碳排放显著高于常规建筑，**在进行建筑设计时，首先应与建设方充分协商，合理确定建筑规模和高度，避免盲目扩大建设规模。

**5.3.2 建筑的使用时间长，**随着社会、经济的发展，建筑的使

用需求存在长期不确定性。在建筑方案设计时，应优先采用便于调整、便于改造、适应性强的设计方案，以避免未来长期使用过程中不必要的拆除、改造或装修，降低建筑运行和改造期间的碳排放。

**5.3.3** 建筑设计方案应基于当地气候条件和生活习惯，挖掘控制用能空间与时间的机会。可用的措施包括按照使用规律和功能要求合理布置建筑空间，区分不同时空的舒适度等级等，引导低碳使用和低碳运维，降低建筑的使用强度和碳排放强度。

**5.3.4** 零碳建筑应遵循“被动优先，主动优化”的设计原则，通过被动式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，只有通过因地制宜地分析，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、自然采光、太阳得热，控制体形系数和窗墙比等措施，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。

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。体形系数对建筑碳排放有着重要影响，体形系数的选取应综合考虑热损失与太阳能利用潜力，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，体形系数越大，太阳能资源利用越充足，应该根据建筑特点将体形系数控

制在合适的水平上。

依据山西气候条件，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。

窗墙面积比既是影响建筑能耗和碳排放的重要因素，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。一般来说，零碳建筑的各朝向窗墙面积比不宜超过国家现行相关节能设计标准规定的限值要求。

**5.3.5** 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，引入天然采光。此外，可考虑利用光导管等导光设施引入自然采光，减少照明光源的使用，降低照明能耗。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。

**5.3.6** 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，是最适合降低公共建筑能耗的遮阳形式。

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。

**5.3.7 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。

**5.3.8** 为了追求建筑外观效果，设计复杂的外立面形式和采用大量无用的装饰性构件，内部装修时使用不易维护更换的一次性材料，都不符合零碳建筑节能资源的要求，在满足建筑功能要求的前提下，鼓励采用装饰和功能一体化的构建，选用易维护、易循环利用的装修形式，追求低碳美学。推进轻量化、简约化、环保节能室内装饰设计风格，优先使用可再生、可回收利用、可循环使用的装饰材料。住宅建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的

比例通常不大于 2%；公共建筑的装饰性构件造价占建筑总造价的比例通常不大于 1%。

## II 结构设计

**5.3.9** 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。

**5.3.10** 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。

**5.3.11** 为实现建筑拆除阶段的高质量回收，建造阶段应充分考虑建筑组件的适应性、拆卸性和回收再利用性，使用可回收和可持续发展的材料，减少资源浪费并延长建筑物组件的使用寿命。如采用拆除后可以完全回收的石膏板，易于回收利用的隔热和隔音的墙壁、天花板及地板。此外，拆除阶段可采用现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 相关条文进行碳排放测算。

**5.3.12** 建筑内部的非结构构件包括非承重墙体、附着于楼面、屋面结构的构件、装饰性构件等。附属设施包括整体卫生间、橱柜、储物柜等。建筑内部非结构构件和设备及附属设施应满足建筑使用的安全性、耐久性，如门窗、防护栏杆等应满足国家现行



相关设计标准的要求，防止跌落事件的发生，且应根据腐蚀环境选用材料或进行耐腐蚀处理。同时建筑内部非结构构件和设备及附属设施必须与主体结构连接可靠，并能适合主体结构在多遇地震及各种荷载作用下的变形。结构设计必须预留结构构件与非结构构件、设备及附属设施的连接点，考虑与其连接方式和附加荷载等。

**5.3.13** 外遮阳、太阳能等外部设施需要定期维护和检修，因此在进行建筑设计时应考虑其后续使用中的检修与维护，故新建或改建建筑应设计检修通道、马道和吊篮固定端以及常见的住宅室外空调机安装位置等，确保安装、检修、维护人员安全。要做到外遮阳太阳能设施、空调室外机位、外墙花池等外部设施应与建筑主体结构统一设计、施工。

**5.3.14** 土建和装修一体化设计，是节省材料用量、实现降碳目标的重要手段之一，对节约能源资源有重要作用。土建和装修一体化设计，要求对土建设计和装修设计统一协调，在土建设计时考虑装修设计需求，事先进行孔洞预留和装修面层固定件的预埋，避免在装修时对已有建筑构件打凿、穿孔。这样既可减少设计的反复，又可保证结构的安全，利于土建和装修一体化施工，减少材料消耗，并降低装修成本。

**5.3.15** 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。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。

**5.3.16** 为加快绿色建材推广应用，更好地支撑绿色建筑发展，住房和城乡建设部、工业和信息化部出台了《绿色建材评价标识管理办法》《促进绿色建材促进绿色建材生产和应用行动方案》等一系列文件。绿色建材应用比例应根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378 中规定的计算方法确定。

### III 围护结构

**5.3.17** 宜根据使用功能、外观要求，计算优化选取排放量小的保温隔热系统构造方案，对保温隔热系统构造中的主要组成部分进行碳足迹标签，有利于低碳化选取围护结构，主要组成部分一般是指单位构造面积中重量超过  $1\text{kg/m}^2$  的材料或构造层。全过程零碳建筑围护结构宜选用因生产、运输、建造、拆除等产生的碳排放量小于运行阶段因节能而减少的碳排放量的保温系统或产品。宜采用具有设计使用年限说明的墙体、屋面、外窗等围护结构各部位系统构造、部品配件。

**5.3.18** 以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和压缩强度的保温材料。

外窗是影响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。

**5.3.19** 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，然而从运行阶段来看，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%。

围护结构所用材料生产过程中的碳排放为工业领域隐性碳排放，根据国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366—2019 附录 D 给出的保温材料碳排放因子，以达到同等能效水平时碳排放的水平分析，外窗优先选用顺序为塑钢窗、铝木复合窗（原生铝：再生铝=7：3）、铝塑共挤窗、铝木复合窗（100%原生铝）、断桥 铝合金窗（原生铝：再生铝=7：3）、断桥铝合金窗（100%原生铝），保温材料 EPS、XPS、PIR、泡沫玻璃、岩棉、真空绝热板等。在达到同等节能目标下，以上外窗碳排放量差异巨大，因此要优先选择碳排放量更低的保温材料。

同时，从建筑保温系统的角度，不应忽视各种辅材的碳排放。从全寿命期来看，除了生产阶段的碳排放，还应计入运输、施工、拆除过程中的碳排放与因节省运行能耗而减少的碳排放。因此，对于具体项目应根据实际情况对保温系统、外门窗、建筑气密性措施进行更为细致的碳排放计算，在同等运行降碳水平情况下优先选取低碳适宜性技术措施。近年来，建材、保温系统辅材的碳排放因子数据库不断完善，有利于计算更为准确的建筑围

护结构碳排放因子。

**5.3.20** 透光围护结构是保温隔热的薄弱部位，与保温直接相关的 K 值，与太阳辐射相关的 SHGC 值都是节能降碳的重要参数，因此需要在应用之初就进行系统化的设计。

窗墙结合部位是围护结构的薄弱点，也经常容易被忽略，低碳型围护结构必须在做好外墙节能和外窗节能的同时，重点做好窗墙结合部位的设计与施工。

**5.3.21** 屋面因长期面对降水的直接影响，因此在做好节能的基本目标下，还需要注重屋面保温系统的防水防潮功能。此外，屋面相对于其他围护结构来说受太阳辐射影响最为强烈，从隔热降碳的角度来说，要做好屋面的隔热方案。

**5.3.22** 围护结构设计应有明确的围护结构边界，作为边界的围护结构应进行热工和气密性专项设计。当同一栋建筑分为零碳建筑和普通节能建筑两部分时，作为边界的围护结构应进行热工和气密性专项设计。严寒和寒冷地区对气密性的要求相对较高，同时人员密集型的建筑气密性要求要高，但现行节能标准并未对建筑整体气密性提出要求，未来还有很大的性能提升空间。高大空间可适度降低对气密性的要求。

**5.3.23** 与现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 相比，平均传热系数增加了对热桥的影响，比如外保温的锚栓、三明治板的连接件、轻钢龙骨复合墙体的连接件等。

建筑门窗洞口区域是建筑外围护结构热工缺陷主要高发区域，除去外门窗本身性能而言，其区域内可能包含着圈梁、拐角、构造柱等部位热桥缺陷，是建筑外围护结构的热工薄弱部位。由于建筑门窗洞口区域构造类型复杂，其热工缺陷依靠人的

肉眼是看不到的，即使采用常规的检测手段（如传热系数现场检测）也难以对其进行评价。与传统的热流计法、热箱法相比，红外热成像法具有对被测物体无影响、检测表面温度反应速度快、测温范围宽、相对精度高等优点，被广泛应用于各个领域的检测工作，建筑物热工缺陷检测方面的应用尤为突出。建筑门窗洞口区域是建筑围护结构当中典型的异型构造集中的区域，用红外热像仪进行建筑门窗洞口整体区域的全面检测和评价，可行且有益。

**5.3.24** 预制或装配式保温构件需要同时具备结构安全和节能功能，因此通常要比后置外保温类的体系具有更多的连接安全构造，同时在工程中也会由于板缝的存在造成保温的不连续，因此热桥和气密性问题的在预制构件围护结构中问题较为突出，所以应重点考虑连接件热桥和气密性影响。

## **5.4 暖通空调**

**5.4.1** 供热供冷系统选择对能耗和投资有显著影响，可再生能源的应用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。通过分析模拟等手段，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。

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。

**5.4.2** 蒸发式冷却空调是利用室外空气中的干球湿球温度差所具有的“天然冷却能力”，通过水与空气之间的热湿交换，对被处理的空气或水进行室内温湿度要求的空调系统。在室外气象条件满足要求的前提下，采用蒸发式冷却可大幅度节约夏季空调能耗，有利于空调系统的节能。

对于冬季或过渡季需要供冷的建筑，当条件合适时，可采用冷却塔直接提供空调冷水的方式，减少全年运行冷水机组的时间。通常的系统做法是：当采用开式冷却塔时，停止冷水机组的运行，通过板式换热器提供二次空调冷水，如果是闭式冷却塔，则不通过板式换热器，可直接提供。再由阀门切换到空调系统冷水之中向空调机组供冷水，不管采用何种形式的冷却塔，都按当地冬季或过渡季的气象条件计算建筑冷负荷及冷却水能够提供的水温是否能满足空调末端需求的供水温度，得出增加投资和回收期等数据，当技术经济合理时可以采用。

**5.4.3** 全球变暖潜能值（GWP）为温室气体排放所产生的气候影响的指标，是空调系统直接碳排放的主要来源之一，是建筑降碳不可忽视的重要内容。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漏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。

**5.4.9** 本条规定了输配系统中用能设备的节能设计要求。水泵和风机是暖通空调输配系统中最主要的耗能设备，规定水泵和风机的能效水平对于整个输配系统提高能效非常重要。

**5.4.11** 风系统在实际运行时的风量通常小于设备的额定风量，通过人为增加输配系统和末端阻力的方式来调节风量造成能源的浪费，因此要求系统通过风机变速的方式达到调节风量的目的；当系统采用可变新风比或全新风时，应同时设置相应的排风系统，以保证新风和排风之间的平衡。

**5.4.12** 以水为介质时，应采取措施加大供回水温差；以蒸汽为介质时，应采取措施降低凝结水温度、充分利用其热量、有效利用凝结水。

**5.4.13** 一般室外输配管线较长，分支较多，计算不易达到水力平衡。对于通过计算不易达到环路压力损失差要求的，为了避免水力不平衡，应设置平衡阀，平衡阀种类应根据计算及建筑类型合理设置。

**5.4.14** 自动室温调控装置能对系统供热量进行自动调节，能有效利用室内的自由热。

**5.4.15** 设置高效新风热回收系统，不仅能够满足室内新风供应

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。

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。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。

**5.4.16** 热回收效率是评价热回收装置换热性能的主要指标，结合工程实践经验和能效指标，提出新风热回收装置换热性能建议值。相关研究结果表明，制冷工况下的显热交换效率和全热交换效率均比制热工况下低大约 5%，此处显热交换效率和全热交换

效率均指制热工况。设计师可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。为保障有效新风以及热回收效果，新风热回收装置在压差 100Pa 时的内侧及外侧涌气率不大于 5%。

**5.4.17** 颗粒物规格为空气动力学当量直径，过滤装置应可以便捷地更换或清洗。

**5.4.18** 新风热回收机组未开启时，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。

## **5.5 新型供配电与电气设备**

**5.5.1** 研究表明，目前中国建筑领域电气化率为 48%，预计 2035 年建筑电气化率可达 75%，2050 年可达 90%。全电气化指



建筑物所消耗能源全部来自电力。零碳建筑的用能需求大幅降低，供暖空调、炊事、生活热水和蒸汽等用能系统均有电气化取代路径，新建建筑应进一步提高电气化比例，消除建筑的直接碳排放。既有建筑涉及用能系统改造时，可参照执行。

**5.5.2 零碳建筑的可再生能源发电比例较高，需要采取措施提升可再生能源的就地消纳比例，提升自给率与自耗率，减少对外部电网的冲击。因此，建议光伏发电系统装机容量与总用电功率的比值超过 50% 的单体建筑或单独供电区域，采用可再生能源微网系统，灵活利用蓄能、用能设备的柔性调节潜力，以特定目标协同控制供配电网中蓄能、用能设备，提升可再生能源就地消纳比例。**

要实现光伏电力自消纳目标，需要在逐时计算光伏发电与建筑用电的基础上，综合设置蓄电、储能、电动车充电桩、柔性负载等硬件设施，并通过智能化运维调控系统，促进建筑用电与光伏发电间的逐时耦合，提升自消纳比例。

光伏发电的建筑自消纳比例是指一定时间内（通常是一年）建筑光伏系统总发电量中，由建筑本体实际使用的电量所占比例。对于离网光伏系统，建筑本体实际使用的电量所占比例。对于离网光伏系统，建筑自消纳比例为 100%，对于并网光伏系统，可按下式计算：

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n E_i - E_b}{\sum_{i=1}^n E_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中：y——光伏发电的建筑自消纳比例（%）；

$E_i$ ——第  $i$  个建筑光伏系统的发电量（kWh）；

$E_b$ ——由建筑向建筑上级电网并入的光伏系统发电量（kWh）。

对于部分零碳建筑，单纯加大光伏系统装机容量而不考虑储能与调控，虽然更容易实现全年零碳运行，但是对于外部电网可能会带来冲击，同时光伏系统的经济性也会变差，因此对零碳建筑光伏系统的建筑自消纳比例提出要求。

**5.5.3** 建筑智能化系统是楼宇自控系统的升级与延伸，其可对建筑内的主要用能设备进行监测与自动控制，是建筑节能实现零碳的手段。发电、储电、用电设备作为建筑关键设备，监测其能耗和效率，可及时发现问题并采取柔性控制或其他调节措施，此时则要求建筑供配电系统可以根据实时监测结果，通过数据分析、智能调度对关键设备工况进行调节，实现可再生能源的充分消纳。

**5.5.4** 本条的主要目的是支撑建筑智能化系统对发电、储电、用电系统柔性调节与不同区域或用户的用冷、用热、用电量计量功能的实现。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，对于不同类型的建筑，核算单元不尽相同，对于公共建筑可以是整栋建筑，也可以是不同功能划分的区域，也可以根据使用主体进行划分，对于居住建筑来说，主要以住户为单位进行划分。

**5.5.5** 本条对建筑及周边的蓄能系统、蓄能设施提出了建议，也是为了进一步促进提高建筑可再生能源应用比例。以电动车为例，通过建设充放一体的电动车充电桩，不但有利于降低交通过程中产生的大气污染物排放，同时也有利于将电动车作为分布式蓄能设施，对可再生能源电力进行更好的消纳和利用，进而提高建筑整体可再生能源应用比例。

**5.5.6** 光储直柔技术是指配置建筑光伏和建筑储能，采用直流配电系统，且用电设备具备功率主动响应功能的新型建筑供配电系统。由于直流供配电系统便于通过直流母线实现建筑光伏、蓄能和不同类型负载的接入，为光伏和蓄能的接入以及建筑柔性用电提供有力保障。光储直柔技术可根据电网调度要求，以直流母线电压调节为手段，以满足用户需求为前提，通过调节光伏、蓄能和负载，实现电力供需匹配及与电网友好交互。

**5.5.7** 光储直柔技术利用变化的直流母线电压向系统中的所有设备传递调节需求，设备据此自主参与调节，调节方法具有通用性和兼容性，实施更为便捷。在光储直柔系统的各类设备中，充电桩为大功率设备且具有显著的调节潜力，对系统功率平衡和电压稳定影响较大。为提高建筑的用电柔性，应该充分发挥充电桩的功率调节功能。因此，与建筑配电系统连接的充电桩应具备功率主动响应功能，实现建筑与电动车的电力交互；应具备远程限制充电功率的功能，且功率限制指令的响应时间不应大于 3s；宜具备双向功率流动和调节能力。

**5.5.8** 蓄电对于有效利用可再生能源电力，平抑用电负荷波动，降低对电网的影响十分重要。然而当前蓄电池成本较高，如能利用建筑周边电动车作为蓄电系统的一部分，可降低建筑蓄电系统投资，有利于提高建筑可再生能源消纳比例。

**5.5.9** 提高变压器能效可减少电能损失。

**5.5.10** 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，已在绿色建筑、超低能耗建筑中得到广泛应用。在已有照明节能成效的基础上，应进一步推广使用光效更高、寿命更长的 LED 照明产品，在保障视觉健康和照明质量的前提下实现

低碳照明。

智能照明控制系统的应用，不仅便于集中管理、减少人为浪费，而且可以通过自动调光充分利用自然采光，进一步降低照明能耗和碳排放。

**5.5.11** 建筑碳排放包括所有用能范围，因此也应注重降低电器能耗。电器设备能效标准是实现电器节能的重要手段，应提倡应用高效产品设备，包括电力变压器、电动机、平板电视、计算机显示器、复印机、通风机、热水器、洗衣机、电磁灶、电饭锅、微波炉等电器产品。

**5.5.12** 电梯能耗是建筑能耗的主要组成部分和碳排放来源，尤其是对于楼层较高、梯速较高、电梯使用频次高的建筑。选择电梯时，宜选择高效等级电梯，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。采用变频调速拖动技术，可实现低速运行或停梯待机的空载状态节能；采用能耗回馈装置，可将运行耗能收集并回馈电网，进一步降低电梯能耗和碳排放。

**5.5.13** 单台电梯应具有集选控制，采集内外呼招梯信号，经过计算机合理调配，可提高电梯运行效率；多台电梯群控不但遵守集选原则，还遵守调度原则，协调多台电梯的运行，可实现对电梯的最优控制。设计应对此提出要求。

**5.5.14** 自动扶梯与自动人行步道一般普遍存在低载或空载运行的状况，采用节能控制，可实现有乘客时自动平稳进入正常快速状态、无乘客时自动进入慢速或停止状态，以节约能源。

## **5.6 可再生能源利用**

**5.6.1** 充分利用可再生能源是实现碳减排目标的重要手段之一。

考虑到我省不同地区气候、资源特征以及用能需求，可供选择的主要可再生能源应用方式包括太阳能热水、太阳能供热采暖、太阳能空调、地源热泵、空气源热泵、建筑光伏发电、风光互补景观照明等措施。在具体实施过程中，还应考虑不同建筑自身特性和所在地场地资源的差别，因地制宜确定具体方案。

**5.6.2** 目前我国太阳能热水、光伏、热泵的安装使用总量居世界第一，但大多作为建筑的后置部件在建筑建成后才购买安装，由此造成了对建筑安全和城市景观的不利影响，也造成资金和资源的浪费，为解决这一问题，需要将可再生能源系统严格纳入零碳建筑建设的规定程序，按工程建设的要求，统一规划、同步设计、同步施工、统一验收。统一是指统一考虑，不一定同时验收，对于可再生能源系统可以具备验收条件以后进行二次验收。

**5.6.3** 本条对建筑光伏发电系统和太阳能热利用系统估算进行了规定。电力行业通常采用峰值小时数作为估算光伏发电系统发电量的依据，然而建筑太阳能系统实际运行中，影响可再生能源利用率的因素更多，如建筑间遮挡，为满足建筑效果而特殊设置的光伏组件、太阳能集热器安装角度等。因此，为准确测算光伏系统发电量和太阳能集热系统集热量，应进行逐时模拟估算，估算过程中除倾角、方位角、逆变效率、温度修正、寿命衰减等因素外，还应考虑入射角变化、阴影遮挡对发电量或集热量的影响。

**5.6.4** 从切实利用可再生能源电力，降低建筑碳排放，同时减少对外部电网冲击的角度，零碳建筑更鼓励自发自用，灵活利用柔性控制，充分消纳建筑光伏发电系统的电力。而从供电稳定性的角度，并网光伏系统可确保建筑供电的稳定性。因此，零碳

建筑系统应优先考虑光伏电力的自发自用。

**5.6.5** 本条的主要目的是对光伏组件发电效率进行约束。现有光伏电池按照电池材料的不同大致可以分为三类，第一类为传统的晶体硅太阳电池，如单晶硅电池、多晶硅电池；第二类为薄膜太阳电池，如碲化镉电池、铜铟镓硒电池；第三类为钙钛矿、石墨烯等新型太阳电池，还处于实验室阶段，尚无工程应用。（注：以上分类及电池类型名称来自《2018 年中国光伏技术发展报告》）。

**5.6.6** 本条的主要目的是对建筑内应用的太阳能热利用系统能效提出更高要求，以充分利用可再生能源，降低常规能源消耗，促进低碳目标实现。在建筑中应用可再生能源是推进实现低碳目标的重要方式。太阳能作为最主要的可再生能源建筑应用形式，具有高效、无污染的特点，是降低建筑能源消耗与碳排放的重要技术途径。然而在实际应用过程中，由于可再生能源波动不稳定，设计不佳的系统易出现运行不稳定、无法可靠运行等问题，影响到可再生能源的应用效果。国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801—2013 中对太阳能热利用系统集成热效率提出了级别划分指标，共分为 3 级，1 级最高，本标准规定零碳建筑的相应指标应达到国家规定的 2 级以上。

**5.6.7** 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。

**5.6.8** 采用浅层地热能时，应符合《浅层地热能利用通用技术要求》GB/T—38678 的相关要求；采用中深层地热能时，应符合《中深层地热供热工程技术规范》DB14/T—2386 的相关要求。

## **5.7 监测与管理**

**5.7.1** 基于建筑分类分项能耗的计量，进行运行阶段碳排放数据的监测、统计和分析。

建筑运行阶段碳排放量应按照现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 进行计算。可再生能源供冷、供热和供电的降碳量应进行独立的计算、分析和展示。

为便于分析建筑运行碳排放现状，支持碳核查等要求，建筑碳排放应能按照建筑运行管理要求进行不同周期（日、月、年）碳排放量报告的生成和下载。当建筑碳排放超标时，系统应能提供报警提示。

**5.7.2** 对建筑产生和消耗的各类能源进行计量是进行建筑碳排放管理的基础，建筑碳排放计量和监测内容应结合项目后期运行管理和核查要求，对数据采集精细度、采集周期进行规划。

建筑消耗的冷热量包含建筑外购常规冷热源，建筑能源系统自供冷热量。消耗的电量包含市电、可再生能源的供电量、外购绿色电能。

光伏等可再生能源发电时应应对上网电量和建筑用电量进行双

向计量。当建筑有蓄能系统时，应对蓄能系统的蓄能量和用能量分别进行计量。

**5.7.3** 具有远传功能的计量表具和传感器可实现数据的上传。表具精度除应满足相关国家标准外，还应与建筑其他系统统筹，且应满足建筑运维管理和碳核查的要求。

受到不同因素影响，计量表具投入使用一段时间后会 出现数据漂移、误差、错误等现象，数据的准确性是高效运维管理的基础。为更好服务低碳运维，保障碳核查等的准确性，应按照相关要求和规定对在用计量表具、采集仪等设备进行定期校准。搭建管理系统的服务器、交换机、显示器、采集仪、计量和监测硬件产品通常情况下常年不停机运行。

**5.7.4** 建筑智能化系统是实现建筑节能运行的重要管理工具，为实现零（低）碳运行目标，建筑智能化系统应能基于建筑设备运行数据、室内环境参数和建筑碳排放管理系统数据，以建筑低碳运行为目标，动态调整和优化能源系统运行参数和运行策略，实现建筑运行阶段的零（低）碳排放。

**5.7.5** 相比于建筑其他机电设备和系统，建筑楼宇自控系统设备功耗较低，因此在建筑节能设计时，该部分能耗通常被忽略。实际上建筑智能化系统设备如服务器、交换机、现场控制器、控制面板、电动阀门、传感器常年工作，也是建筑整体能耗的组成部分，为保障低碳运行，在进行产品选择时，除性能和功能满足要求外，应采用低功耗的硬件产品，如基于 NB-IoT、LoRa、蓝牙 Mesh 等低功耗物联网设备。

**5.7.6** 本条旨在通过落实建筑设备管理系统及其自动监控管理功能，确保建筑物的高效运营管理。有智能化建筑设备管理系统



时，应实现对建筑物公共照明、空调、给排水、电梯等机电设备的有效监测及合理控制，避免无效能耗。建筑物内配电间、（弱电）设备间、电梯机房、卫生间等无人值守场所的通风器，应采用定时或延时启停的控制措施；建筑物内卫生间、实验室等设置有集中通风道、排风机的，相关场所的通风器应能与排风机实现连锁启停控制；建筑物内公共饮水加热器的供电，应设置夜间等时段定时断、送电措施。

**5.7.8 碳管理系统**负责精确核算建筑在全生命周期内的碳排放，包括建材生产、建筑施工、运营维护及拆除阶段的碳排放。能源管理系统则聚焦于建筑内各类能源的使用监测、分析与优化，如电力、燃气、热力等，旨在提高能源利用效率，降低能源消耗。微网管理系统主要针对建筑内或周边的分布式能源系统，如太阳能光伏、风力发电、储能设备等进行协调控制，实现能源的自产自销与稳定供应。将这三大系统进行数据共享与统一建设，能实现对建筑能源与碳排放的全方位、精细化管理。通过数据共享，各系统间可以打破信息壁垒，协同工作。例如，能源管理系统监测到电力消耗高峰时，微网管理系统可根据实时能源供需情况，自动调整分布式能源的输出，优先保障建筑用电需求，同时碳管理系统能实时核算这一过程中的碳排放变化，为后续的节能减排策略制定提供数据支撑。

在科技快速发展的今天，将 AI、DeepSeek 等先进工具融入这三大系统的数据共享与建设中，能进一步提升零碳建筑的智能化水平和管理效率。AI 具有强大的数据分析与预测能力，能够对海量的能源和碳排放数据进行深度挖掘，建立精准的能耗和碳排放预测模型。通过分析历史数据和实时监测数据，AI 可以提

前预测建筑的能源需求和碳排放趋势，为能源调度和碳减排措施的制定提供科学依据。例如，根据天气预测和建筑使用情况，AI能提前优化能源分配方案，合理安排分布式能源的发电计划，避免能源浪费和过度碳排放。DeepSeek等大语言模型可以实现自然语言交互，为建筑管理者和使用者提供更加便捷的服务。建筑管理人员可以通过自然语言向系统查询能源消耗情况、碳排放数据以及设备运行状态等信息，系统能够快速准确地给出回答。同时，DeepSeek还可以根据用户的问题和需求，提供针对性的节能减排建议和优化方案。例如，当用户询问如何降低某区域的能源消耗时，DeepSeek可以结合建筑的实际情况，给出具体的设备调整建议或运行策略优化方案。

通过数据共享与统一建设，并融入AI、DeepSeek等先进工具，零碳建筑能够实现能源利用最大化、碳排放最小化，推动建筑行业向绿色、低碳、智能化方向发展。

## 6 施工建造

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 当进行全过程零碳建筑建设或项目有需求进行建造阶段碳排放统计、管理时，设计阶段要进行测算，施工阶段要进行能源形势及碳排放统计。在建筑的全生命期内，应使绿色设计贯穿建造过程，与建筑施工深度融合，实现结构系统、外围护系统、内装系统、设备与管线系统的一体化设计，施工方案在设计阶段前置化，充分应用 BIM 等技术实现高效协同和配合的一体化设计，提升设计质量和效率并减少资源浪费。同时，在施工过程中，按照初步设计确定的技术路线进行深化设计，各专业与构件的上下游厂商加强配合，做好深化设计，完成最终的施工设计图，减少工程返工、工期延误等导致的资源浪费和施工过程碳排放。

**6.1.2** 相对于常规节能建筑，零碳建筑围护结构、暖通空调系统、可再生能源系统性能指标要求较高，为提高建筑降碳效果，使其达到设计和运营要求，需要采用更加低碳、先进的施工工艺和施工技术，且标准要求更加严格。因而需要制定专项施工方案，提供专业化施工工艺和施工质量控制方法，对于采用先进低碳的新工艺、新技术，应制定专项验收要求，对于重要的专项验收要求应在实施前组织专家论证。

在现行国家标准《近零能耗建筑技术标准》GB/T51350 中对建筑围护结构、能源设备和系统施工质量控制已做相应要求，因

此，零碳建筑施工质量控制要求可参考此标准中相关要求执行。

## 6.2 施工管理

**6.2.1** 施工前根据施工图和工程量测算建造过程的碳排放量，并结合施工现场及周边环境、工程实际情况等进行碳减排影响因素分析和环境风险评估，依据分析结果，确定建造过程碳排放目标，制定低碳建造方案、确定碳减排总体路径。施工现场包括工作区、材料堆放区、办公区、生活区等。

**6.2.2** 为降低场地内运输能耗及碳排放，场地布置应布局紧凑，合理划分施工现场功能分区，便于高效管理，提高工作效率。科学制定基坑开挖与支护施工方案合理调配土方，减少重复挖运，合理布置现场平面，确定土方机械的作业线路运输车辆的行驶路线、弃土地点等，有效减少土方的外运量。合理安排物料的存储和安装位置，使其尽可能靠近工作区域，尽量减少场内周转运输距离和频率。充分利用地形进行物料输送，如使用滑梯、输送带等，以减少人力或机械运输。

**6.2.3** 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控措施，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 =  $\Sigma$  [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** 工程项目建设过程中，施工现场办公与生活用房多为临时建筑，其节能性一直未被重视，然而临时办公和生活用房的碳排放在施工阶段碳排放中占有较高比例。因此，可从提高临时办公和生活用房围护结构保温隔热、遮阳等热工性能加上其自然通风和自然采光，降低临时用房供冷、供热、照明需求，降低施工阶段临时用房碳排放。

**6.2.5** 施工现场生产、生活、办公的用能设备是施工阶段主要碳排放源。应建立进场设备准入制度，对进场设备进行能耗评估，严格限制高耗能、落后设备进场。优先使用国家、行业推荐的节能、高效、环保的施工设备和机具，如选用变频技术的节能施工设备。现场照明应采用 LED 灯等节能光源和灯具。对于高耗能设备应单独配置计量装置，主要能源品种分类统计，并应监控能源利用情况，并采用智能化控制系统，实现多台同类设备的优化控制。

工信部发布《推动公共领域车辆电动化行动计划》，推进工程机械电动化，加快工程机械行业向新能源转型。在施工现场，鼓励积极采用电动挖掘机、电动推土机等新能源机械、运输车辆，推广应用电动化、低碳化设备，减少燃油机械设备的使用。

**6.2.6** 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。

### **6.3 施工措施**

**6.3.1** 采用基于 BIM、物联网、大数据和 AI 等技术为基础的智能建造，可实现建造过程中的信息化、精细化管理，能够直观掌握工程进度、质量管理和建材应用等情况，提升工程质量安全、效益和品质。鼓励建筑机器人及智能装备、部品部件智能化生产、智能施工管理等智能建造技术在生产、施工、交付等环节的应用，提高工程项目施工质量和效率，减少建材损耗，降低固废排放。

**6.3.2** 大量实践案例表明，与现浇建造方式相比，采用装配式建造方式能有效地降低建筑物化阶段的碳排放量。积极采用水平预制构件、预制非承重内外墙板、预制楼梯板、预制叠合楼板，以及预制柱、预制承重墙、围护外墙保温与结构一体化技术。通过设计、生产、物流、现场施工的有效协同与联动，降低施工现

场的材料损耗，减少建筑碳排放量。

**6.3.3** 装配式装修可减少现场切割及湿作业，减少现场支模和脚手架搭建，提高现场安装效率、降低劳动强度，同时在建造过程中，通过标准化、模块化设计，精细化生产加工，可大大提高部品部件的适配性及工程易造性，不但可以降低施工现场材料损耗，同时可减少返工浪费。

**6.3.4** 永临结合是将工程施工中的临时设施与永久设施相结合进行一次性施工，让部分永久设施在施工中能够直接使用，在项目建设完成后，经过部分改造或者不改造就可直接投入使用，达到使用功能的目的。永临结合可大大减少临时设备及材料投入，经济节约。

**6.3.5** 材料是建筑施工的必备内容，为建筑施工提供物质条件，施工过程优化材料使用、减少材料浪费是降碳的关键内容。因此，建筑施工前需要从材料采购、材料使用与管理等方面制定材料使用减量计划，保证材料达到最高的利用率，将损耗率降至最低。

**6.3.6** 施工中的材料除直接构成工程实体的材料外，还有大量的非实体材料。非实体材料是指在施工中必须使用但又不构成工程实体的施工措施性材料，主要是指周转性材料，如模板、脚手架、支撑等。本标准对周转性材料提出以下要求：

(1) 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。

(2) 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。

(3) 办公和生活临时用房应采用可重复利用的房屋，可重复利用的房屋包括多层轻钢活动板房、钢骨架多层水泥活动板房、集装箱式用房等。可缩短施工周期，钢构件可重复利用，降低成本，安拆方便，利于环保。

## 6.4 拆除与回收

**6.4.1** 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。

**6.4.2** 住房和城乡建设部发布了行业标准《建筑垃圾处理技术标准》CJJ/T134—2019，其中规定拆除垃圾应优先就地利用，宜按金属、木材、塑料、块状料（混凝土、砖）、其他等分类收集、分类运输、分类处理处置，宜优先考虑资源化利用，再进行堆填和填埋处置。如利用废弃建筑混凝土和废弃砖石生产粗细骨料；渣土可用于筑路施工、桩基填料、地基基础等；木质构件可作为木质再生板材的原材料；废钢材、废钢筋及其他废金属材料可直接再利用或回炉加工。



## 7 运行维护

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 建筑的低碳设计在运行阶段方得以落实，低碳运行应以能源消耗和碳排放作为主要监测参数，以节能量和降碳量作为运行评价的核心内容。需要强调的是，建筑低碳运行不能以牺牲室内环境舒适度为节能降碳的手段，因此，本标准要求充分利用智慧化、数字化低碳管理手段，监测建筑运行阶段的能源消耗和碳排放的同时，也需对建筑室内环境舒适度进行监测或定期数据反馈。

**7.1.2** 公共建筑的暖通空调、照明、动力、新能源应用系统等各部分能耗应进行独立分项计量。公共建筑的能源分项计量一般包括冷热源耗电量，输配系统耗电量及末端耗电量，集中供热系统的供热量，燃料以及其他能源消耗量，照明耗电量以及电梯耗电量等。居住建筑应分户分类进行能源消耗计量。

建筑的运行碳排放，包括边界范围内部的直接碳排放和间接碳排放。直接碳排放包括建筑炊事等固定化石能源燃烧排放；间接碳排放包括外购电力对应的碳排放量，也包括外购热力对应的碳排放量，包含但不限于热水和蒸汽等。建筑应进行年度碳排放核算，并形成报告。碳核算和报告的完整工作流程应包括以下步骤：确定核算边界、识别排放源、收集活动水平数据、选择和获取排放因子数据、分别计算直接碳排放、外购电力排放和外购热力排放的数值。

**7.1.3** 建筑运行阶段对可再生能源电力的消纳比例是影响项目实际降碳水平的重要因素。在未来新型电力系统中，建筑通过发挥用电侧运行调节来解决或部分解决发电负荷和用电负荷不匹配的问题，以保证实际运行降碳量。

储能电池是直接储存电力的设备，既可以作为建筑的备用电源，在电力故障时提供短暂的电力供给，还可以结合峰谷电通过电力的储存和释放实现削峰填谷。冰蓄冷、水蓄冷等蓄能装置是间接储存电力的设备，即通过供暖空调系统将低谷电转化为冷热量储存，在用电高峰期释放以减少对高峰时段电力的消耗。

**7.1.4** 倡导低碳的生活和工作方式，不仅有助于从使用需求侧减少建筑的二氧化碳排放量，而且有利于引导人们向低能量和低消耗低开支的生活方式发展，促进社会低碳经济的模式下生活方式和价值观念的变革。

提倡开放式办公空间和共享办公模式，减少人均空间占有率；提倡社区共享式空间，周末和放学后开放社区学校的体育运动设施给民众，提高公共体育休闲场地的利用率等均为有效方式。

## **7.2 调适与控制**

**7.2.1** 建筑的设备系统调适是指通过设计、施工、验收和运行维护阶段的全过程监督和管理，保证建筑物能够按照设计和用户要求，实现舒适、安全、高效地运行和控制的流程管理与技术方法。设备系统综合调适是保证各用能系统实现优化运行的必要环节。建筑用能子系统的日益复杂，子系统之间的关联性日益增强，传统的各用能系统独立调适的工作方式不能满足对建筑动态

负荷变化和实际使用功能的要求。设备系统一般包括暖通空调系统、照明电气系统、给排水系统、围护结构系统、智能化系统等。系统综合能效调适的主要目的如下：

- (1) 验证设备型号和性能参数符合设计要求；
- (2) 验证设备系统安装正确到位；
- (3) 验证设备系统安装质量满足规范要求；
- (4) 保证设备系统的实际运行状态符合设计使用要求；
- (5) 保证设备系统的实际运行的安全性和可靠性；

(6) 通过向相关操作人员提供全面质量培训及操作说明，优化运行操作程序和维护工作。

**7.2.2** 建筑投入使用初期一般存在入住率、设备系统运行工况未达到设计参数的情况，因此要求综合调适时间覆盖建筑运行初期至稳定期，一般需要覆盖三个完整年度；对于小型且使用状态稳定的建筑，一个完整的年度周期也可能完成季节性综合调适。

调适的重点工作是建筑投入正常使用后在各典型季节工况和部分负荷工况下，通过验证和调整，确保各用能系统实现按设计实现相应的控制动作，从而达到确保各用能系统运行状态满足设计能效的调适目标，进而保证实现建筑的整体降碳目标。

调适流程通常包括：计划、调研、实施、交付与质保、制定持续调适计划。在计划阶段，应明确调适的需求，完成技术团队现场的初步勘察，并制定初步调适方案。在调研阶段，应进行深入调查、测试、分析等工作，落实细化深度调适方案，并与项目业主方及各方达成确认共识。实施阶段，应按组建团队分工逐项落实各系统的单机、系统、系统间联合调适。根据调适报告进一步形成运行和维护手册或对运维人员进行相应培训，是保证调

适结果和系统运行效果的有效手段。

当建筑的功能发生重大改变时，意味着建筑冷热负荷和使用时间表都发生了改变，因此有必要对碳排放目标进行重新确定，并在系统恢复正常使用后对用能系统重新进行调适。如果必要还需要进行系统局部功能的增减，否则无法达到整体运行能效要求。

### 7.3 运行与维护

**7.3.1** 智能化是建筑低碳运行管理的重要特征，也是系统各项智能化设计的落实环节。智能化低碳运行维护工作体系一般包括但不限于综合能源管理系统、围护结构、供暖通风与空调系统、给排水及生活热水系统、供配电、照明及电梯系统、可再生能源系统、通用设施和软件系统、系统质量评估。相应的服务管理人员需要掌握建筑碳排放数据监测、管理及运维基本技能，如需要，每年可组织调试、运维和管理人员参加建筑节能减排咨询师及碳排放管理员相关培训课程进修。

**7.3.3** 此条是对系统设备维护的降碳规定。设备系统维护、调适、更改运行策略逻辑、进行部分更换等工作，都需要以降碳为出发点，并将全寿命期技术经济比较和碳排放计算比较作为重要的决策因素。

**1** 设备运行的高能效，需要根据实际运行的负荷变化规律进行调整，优化目标一般为全年能效最优及碳排放最低；

**2** 设备和建筑构件的维修或更换进行决策时，通常进行全寿命期技术经济比较和碳排放计算，作为是否更换以及更换方案的决策基础。例如以提升热工性能为目的进行围护结构的改造

时，需要按建筑寿命和围护结构寿命评估材料和施工的碳排放增加和服务周期内降低建筑供冷供热碳排放的综合效益。

**7.3.4** 室外参数的变化和建筑使用情况的波动会直接影响建筑用能系统的能耗、能效和碳排放，建筑管理者根据监测的数据应及时对上述因素进行分析及必要的预测，判断用能系统的运行策略是否需要调整、如何调整，以实现进一步降低全年碳排放的目的。具体调整的内容包括但不限于：暖通空调、供配电、给排水、照明、电梯等各主要用能系统的联动功能、各系统的运行参数、工作模式、控制逻辑策略以及监测报表输出的类型和数量，分析图表种类等。

**7.3.5** 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，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。

## 8 碳抵消

**8.0.1** 本章中提到的零碳建筑指符合本标准 4.2.5 条规定的建筑。

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，国家发展改革委和国家能源局批复《绿色电力交易试点工作方案》，由国家可再生能源信息管理中心与北京、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 国际绿色电力证书（可再生能源证书）交易与碳排放权交易机制呈现复杂化态势。**国际绿色电力证书交易机制以国际可再生能源证书（International-Renewable Energy Certificates, I-RECs）为主，在北美被称为可再生能源证书（Renewable Energy Certificates, RECs），在欧洲称为绿色证书或欧洲能源证书系统来源担保证书（Guarantees of Origins, GO）。当前市场上占主导地位的碳排放权交易机制包括美国碳登记（American Carbon Registry, ACR）、气候行动储备方案（Climate Action Reserve, CAR）、黄金标准（Gold Standard, GS）、核证碳标准（Verified Carbon Standard, VCS）。但目前国际社会缺乏统一的碳排放权交易监管，且不同的绿色电力与碳排放权交易平台也无统一的价格机

制。为促进国内绿色电力与节能减排的发展，从建筑行业推动全社会碳中和目标的实现，本标准所指零碳建筑应购买国内相关绿色电力产品和碳交易产品，或在中国境内开发的减排项目所形成的减排量。

**8.0.3** 2021 年 9 月，国家发展改革委、国家能源局组织国家电网公司、南方电网公司制定发布《绿色电力交易试点工作方案》，鼓励市场主体之间签订 5~10 年的长期购电协议，推动市场主体通过长周期协议获得较为稳定的价格，预判市场对绿色能源的诉求，长期购电协议的执行周期可作为绿色能源规划及建筑设定碳中和目标的重要依据，是鼓励和引导的方向。

但考虑到受当前电力交易机制限制，现阶段的绿电交易主要为月度至一年期，多年合约难度较大，且实践十分有限。本标准规定零碳建筑进行运行判定时，允许仅购买 1 年期的绿色电力与碳排放交易产品。而设计阶段应鼓励建筑尽可能采用降碳设计，为保证零碳建筑的中长期降碳效果，避免设计阶段仅以极低的成本购买 1 年交易产品，取得认证后不再承担降碳责任的情况，以及保证对通过自身降碳技术应用而实现零碳排放建筑的公平性，设计阶段应购买长期交易产品，若存在购买困难情况，可在进行设计判定时仅判定为近零碳建筑，在运行判定时通过购买 1 年运行期的交易产品，判定为 1 年期的零碳建筑。

提前购买 5~10 年以上运行期的交易产品，可实现以下积极影响：一是提升购买量，可提高碳排放权交易市场的活跃性，或支撑绿色能源规划，有助于促进全社会的减排目标；二是锁定长期降碳效果，避免业主通过短期交易获得零碳建筑认证后不再承担相应减排责任。



## 9 降碳水平判定

### 9.1 一般规定

**9.1.2** 低碳、近零碳、零碳建筑针对运行阶段碳排放进行控制，因此其降碳水平的判定是以年为周期，少部分建筑通过高质量设计、建造、运行可达到全过程零碳排放，本标准单独设立全过程零碳建筑，其判定周期为设计使用年限。同时，为鼓励低碳建造技术的应用，本标准引入零碳建造判定。

### 9.2 设计降碳水平判定

**9.2.1** 为保证建筑的降碳水平，推动其健康发展，需对设计和运行阶段碳排放进行计算与核查。当设计完成后或满足运行判定条件后，在保证室内环境参数达到要求的前提下，根据本标准第4.2节的降碳指标对建筑进行碳排放水平判定。

不同阶段判定均需提供证明文件。设计阶段对建筑进行判定时，应提交必要的设计计算文件；运行阶段判定需提供建筑运行监测数据统计计算文件。

**9.2.2** 2019年7月1日起，山西省施行建设、勘察设计单位质量承诺制和重要工程施工图专家论证制，建筑降碳的判定也应经过相关论证。

相关证明文件包括外保温构造、无热桥处理方法、门窗洞口密封、气密层保护措施、遮阳措施、可再生能源专项设计文件、厨房专项设计、可再生能源信用与碳信用等与建筑碳排放计算相

关材料，在设计判定时应一并提供。

**9.2.3** 目前在计算外购电力产生的碳排放时，主要使用的相关电力二氧化碳平均排放因子包括省级电力平均电力二氧化碳平均排放因子、区域电网平均电力二氧化碳平均排放因子与全国电网电力二氧化碳平均排放因子。

2012 年国家发展改革委发布了 30 个省市 2010 年的平均电力二氧化碳平均排放因子，但由于区域电网内部高度调度，省级电网平均电力二氧化碳平均排放因子适用于政府的省级碳排放目标考核。2013 年启动碳排放试点交易后，北京、上海根据电力调入调出量进行计算，公布用于核算重点企业碳排放的电力二氧化碳平均排放因子。

我国电网划分为东北、华北、西北、华中、华东、南方六大区域电网，区域电网之间相互独立。2011 年国家发展改革委发布《省级温室气体清单编制指南（试行）》首次公布了 2005 年区域电网平均电力二氧化碳平均排放因子，后又在 2013 年公布了 2010 数据、2014 年公布了 2011 和 2012 年数据，此后暂停更新。国家发展改革委 2017 年印发《关于做好 2016、2017 年度碳排放报告与核查及排放监测计划制定工作的通知》，首次发布了全国电网电力二氧化碳平均排放因子 2015 年的数据为  $0.6101\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，此数据自发布起沿用至 2021 年，主要用于核算纳入全国碳市场的企业履约机构的电力碳排放。2022 年，生态环境部印发《企业温室气体排放核算方法与报告指南发电设施（2022 年修订版）》，将全国电网电力二氧化碳平均排放因子更新为  $0.5810\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，并提出在核算 2021 及 2022 年度组织层面外购电力的碳排放量时均采用此数值。2023 年，生态环境

部印发《关于做好 2023—2025 年发电行业企业温室气体排放报告管理有关工作的通知》，将全国电网电力二氧化碳平均排放因子更新为  $0.5703\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，并提出后续年度全国电网电力二氧化碳平均排放因子如有更新，则在当年年底另行发布，并未明确此后的更新频率。2024 年，生态环境部印发《生态环境部、国家统计局关于发布 2021 年电力二氧化碳排放因子的公告》，全国电力平均二氧化碳排放因子为  $0.5568\text{kgCO}_2/\text{kWh}$ ，并给出了 2021 年省级电力二氧化碳平均排放因子。建筑碳排放计算进行电力二氧化碳平均排放因子选取时，应考虑不同降碳等级建筑的目标定位及所处阶段。

低碳建筑的设定目标为发挥建筑自身节能与本体可再生能源应用从而实现降碳目的，近零碳建筑的设定目标为在发挥建筑降碳的基础上带动周边可再生能源的发展实现建筑领域降碳目标。因此，综合考虑本标准的执行周期、电网清洁化提升、全国/区域/省级电网电力二氧化碳平均排放因子更新频率与使用情景及建筑用能结构，以提升各地推广低碳、近零碳建筑与区域的积极性，鼓励建筑尽可能使用建筑降碳措施为目标，提出低碳、近零碳建筑设计阶段电力二氧化碳平均排放因子取值的原则应符合“全国技术难度一致性、标准执行周期公平性、建筑低碳方案引导性”的原则。

本标准采用生态环境部发布的省级电力平均二氧化碳排放因子作为建筑碳排放强度绝对值计算的电力二氧化碳平均排放因子取值，采用  $0.5\text{kgCO}_2/\text{kWh}$  作为下一阶段固定周期内（2023—2030）低碳、近零碳建筑设计阶段降碳率指标计算的电力二氧化碳平均排放因子取值，这样既可体现电网清洁化对建筑降碳的贡

献，又可充分引导建筑设计阶段采用提升电气化率的技术方案。对于零碳建筑，其设计建造以零碳排放为目标，需在全社会协同努力下实现，是引领性降碳发展目标，因此以零碳排放为目标的建筑，在计算建筑碳排放、市场化交易减排量时，应优先采用上一年度生态环境部发布的省级电力平均二氧化碳排放因子。

### 9.3 运行降碳水平判定

**9.3.1** 见 9.2.1 条文说明。

**9.3.2** 参与运行判定的建筑应对室内环境、建筑能耗、可再生能源进行检测与监测。健康、舒适的室内环境是零碳建筑的基本前提，室内环境参数也是建筑碳排放水平的影响因素之一；现阶段难以直接监测碳排放，需根据建筑的能耗监测数据，结合各类能源碳排放因子，确定碳排放量；可再生能源应用会影响碳排放，因此也需要对可再生能源产能量进行监测。

**9.3.3** 建筑室内环境应符合现行强制性工程建设规范《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定。检测应符合国家现行标准《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 等的要求。

**9.3.4** 当建筑在设计阶段应用了高于现行国家标准要求的节能降碳技术，且各项性能参数高于基准建筑时，均应提供检测证明文件。

**9.3.5** 由于我国建筑碳排放组成形式多样化，目前无法直接检测建筑碳排放量，需根据所用电力、热力、燃气等能源形式，结合不同能源形式的碳排放因子，确定建筑碳排放量，因此需要对

建筑运行阶段的全部能源消耗进行监测。

**9.3.7** 为保证建筑运行阶段降碳性能，建筑运行判定应在建筑竣工验收后且建筑使用面积不低于判定面积 60%的情况下正常运行一年后进行。考虑到运行阶段判定的准确性，当建筑使用面积为判定面积的 60%~80%时，应根据运行数据与建筑使用面积比例进行折算后确定碳排放；当建筑使用面积比例高于 80%时，可认为建筑已达到人员设定要求，采用运行数据直接判定。

**9.3.8** 当建筑设计阶段结束，并正式投入运行后，电力二氧化碳平均排放因子的选取并不会影响建筑的降碳方案，也不会对建筑实际的碳排放水平产生影响。因此当建筑处于运行阶段时，对过去一年碳排放进行核算应力求精准，能够反映出建筑实际的碳排放量，因此建筑运行阶段碳排放计算应采用上一年度生态环境部发布的省级电力平均二氧化碳排放因子。

## **9.4 全过程降碳水平判定**

**9.4.2** 全过程零碳建筑需要计算各个阶段的碳排放，施工图纸、竣工验收材料、建筑运行数据能够反映建筑全过程碳排放计算的全部基础数据。相关证明文件包括但不限于：

- 1) 本标准 9.2.2 条规定的文件，或零碳建筑设计评价标识与申报文件；
- 2) 本标准 9.3.7 条规定的文件，或零碳建筑运行评价标识与申报文件；
- 3) 本标准 9.4.3 条规定的文件；
- 4) 建材碳排放计算清单；
- 5) 包含建材生产及运输、建造及拆除与建筑运行在内的全

过程碳排放计算书。

**9.4.3** 建造碳排放计算的相关证明文件包括但不限于：

- 1) 施工阶段能源资源消耗台账，用于验证建造阶段碳排放；
- 2) 竣工验收资料，验证碳排放计算真实性。