**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 新建项目 |
| 工程地点 | 河南-郑州 |
| 设计编号 |  |
| 建设单位 |  |
| 设计单位 |  |
| 设 计 人 |  |
| 校 对 人 |  |
| 审 核 人 |  |
| 计算日期 | 2022年1月2日 |



|  |  |
| --- | --- |
| 采用软件 | 斯维尔节能设计BECS2020 |
| 软件版本 | 20210101 |
| 研发单位 | 北京绿建软件股份有限公司 |
| 正版授权码 | T15155572623 |

**目 录**

[1 建筑概况 3](#_Toc92036051)

[2 评价依据 3](#_Toc92036052)

[3 评价目标与方法 3](#_Toc92036053)

[3.1 评价目标 3](#_Toc92036054)

[3.2 评价方法 3](#_Toc92036055)

[4 边界条件参数设置 5](#_Toc92036056)

[4.1 基本设置 5](#_Toc92036057)

[4.2 室外空气温度 5](#_Toc92036058)

[4.3 室外太阳辐射照度 6](#_Toc92036059)

[4.4 室内空气温度 6](#_Toc92036060)

[5 工程材料 7](#_Toc92036061)

[6 工程构造 8](#_Toc92036062)

[6.1 屋顶构造 8](#_Toc92036063)

[6.1.1 屋顶构造一 8](#_Toc92036064)

[6.2 外墙构造 9](#_Toc92036065)

[6.2.1 外墙构造一 9](#_Toc92036066)

[7 验算结论 11](#_Toc92036067)

[7.1 空调房间 11](#_Toc92036068)

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 新建项目 |
| 工程地点 | 河南-郑州 |
| 地理位置 | 北纬：35.00° | 东经：113.65° |
| 气候子区 | 寒冷B区 |
| 大气透明度等级 | 5 |
| 建筑面积 | 地上30423㎡ 地下0㎡ |
| 建筑层数 | 地上10 地下0 |
| 建筑高度 | 33.0m |
| 结构类型 |  |

# 评价依据

1. 河南公共建筑节能设计标准DBJ41/T 075-2016

2. 《民用建筑热工设计规范》GB50176

3. 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378

4. 《绿色建筑评价技术细则（试行）》

5. 施工图、设计说明、节能计算书

# 评价目标与方法

## 评价目标

1. 依据《民用建筑热工设计规范》和《绿色建筑评价标准》的要求和规定，屋顶和外墙的隔热性能应满足要求。
2. 通过房间围护结构的内表面温度计算，判断是否不大于《民用建筑热工设计规范》给出的内表面最高温度。

## 评价方法

1. 在给定两侧空气温度及变化规律的情况下，外墙内表面最高温度应符合表3.2.1的要求：

**表3.2.1 外墙内表面最高温度的限值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **房间类型** | **自然通风房间** | **空调房间** |
| **重质围护结构****（D≥2.5）** | **轻质围护结构****（D＜2.5）** |
| **内表面最高温度** | ≤ te.max | ≤ti+2 | ≤ti+3 |

1. 在给定两侧空气温度及变化规律的情况下，屋面内表面最高温度应符合表3.2.2的要求：

**表3.2.2 屋顶内表面最高温度的限值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **房间类型** | **自然通风房间** | **空调房间** |
| **重质围护结构****（D≥2.5）** | **轻质围护结构****（D＜2.5）** |
| **内表面最高温度** | ≤ te.max | ≤ti+2.5 | ≤ti+3.5 |

表中：—围护结构内表面最高温度（），应按《民用建筑热工设计规范》 GB50176-2016附录C.3 的规定计算；

$ t\_{i}$—室内空气温度，（）。

te.max—累年日平均温度最高日的最高温度（）,应按《民用建筑热工设计规范》

GB50176-2016配套软件气象数据取用。

1. 外围护结构内表面最高温度按照规范《民用建筑热工设计规范》(GB50176-2016)附录C.3 的规定计算：
2. 按式3.2.3-1建立常物性、无内热源的一维非稳态导热的内部微分方程，微分方程的求解可采用有限差分法：

 （3.2.3-1）

式中： —温度对于时间的导数，/s。

—材料的导温系数，，m2/s。

1. 按式3.2.3-2建立第三类边界条件隐式差分格式边界节点方程（边界节点1，节点n 可参照）：

（3.2.3-2）

式中：$C\_{p}$—材料的比热， J /(kg·K)；

$ρ$—材料的密度，kg/m³；

—材料的导温系数，，m2/s；

$Δx$—差分步长，m；

—材料的导热系数，［W/(m·K)］；

$t\_{f}^{k}$—对流换热温度，。

1. 按式3.2.3-3列出各内部节点和边界点的节点方程，并求解节点方程组得到外墙、屋顶内表面温度值。

 ,i=1,2,……n （3.2.3-3）

式中：$ t\_{i}$—差分节点温度值，。


# 边界条件参数设置

## 基本设置

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **公式及变量** | **变量名** | **数值** | **说明** |
| **（一）内表面边界条件（第三类边界条件）** |
|  | 夏季室内温度， |  | 按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016第3.3.2条的规定取值。 |
|  | 室内侧对流换热系数，W/(m2·K) | 8.7 | 按《民用建筑热工设计规范》 GB50176-2016附录B.4.1，表B.4.1-1取值。 |
| **（二）外表面边界条件（第三类边界条件）** |
|  | 室外侧对流换热系数，(m2·K) | 19.0 | 按《民用建筑热工设计规范》 GB50176-2016附录B.4.1，表B.4.1-2取值。 |
|  | 室外空气逐时温度， |  | 按《民用建筑热工设计规范》 GB50176-2016配套软件气象数据取用。 |
|  | 表面法向太阳总辐射强度，包括直射和散射，W/m2 |  | 按《民用建筑热工设计规范》 GB50176-2016配套软件气象参数取值。 |
|  | 外表面太阳辐射吸收系数 |  | 根据工程构造取值。 |

## 室外空气温度



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 28.10 | 26.60 | 25.10 | 25.90 | 26.60 | 27.40 | 29.00 | 30.70 | 32.40 | 33.90 | 35.40 | 36.80 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 38.40 | 39.90 | 40.90 | 41.20 | 40.90 | 39.90 | 38.10 | 36.20 | 34.40 | 33.00 | 31.60 | 30.20 |

## 室外太阳辐射照度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **变量** | **变量名** | **公式来源** |
|  | 表面法向太阳总辐射强度，包括直射和散射，W/ m2 | 按《民用建筑热工设计规范GB50176-2016》配套软件气象数据取用。 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时刻\朝向 | 东 | 南 | 西 | 北 | 水平 |
| 0:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5:00 | 163.94 | 44.63 | 63.97 | 17.89 | 125.50 |
| 6:00 | 314.12 | 116.96 | 126.37 | 65.90 | 281.80 |
| 7:00 | 447.41 | 186.32 | 168.05 | 122.42 | 451.50 |
| 8:00 | 488.47 | 260.68 | 194.41 | 159.57 | 604.00 |
| 9:00 | 441.34 | 323.27 | 210.36 | 174.18 | 711.90 |
| 10:00 | 342.42 | 361.88 | 218.20 | 181.53 | 771.90 |
| 11:00 | 223.51 | 379.72 | 223.51 | 186.23 | 801.30 |
| 12:00 | 224.79 | 373.19 | 353.25 | 187.06 | 796.80 |
| 13:00 | 214.70 | 331.34 | 455.24 | 177.96 | 734.10 |
| 14:00 | 196.91 | 265.22 | 509.17 | 161.98 | 625.50 |
| 15:00 | 167.03 | 183.73 | 467.40 | 120.93 | 462.70 |
| 16:00 | 123.71 | 108.37 | 338.73 | 59.01 | 287.70 |
| 17:00 | 56.25 | 33.92 | 160.22 | 10.56 | 113.40 |
| 18:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 19:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 21:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 22:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 23:00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

## 室内空气温度

根据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016第3.3.2条的规定取26摄氏度

# 工程材料

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 | 导热系数λ | 蓄热系数S | 密度ρ | 比热容Cp | 蒸汽渗透系数u | 备注 |
| W/(m.K) | W/(㎡.K) | kg/m3 | J/(kg.K) | g/(m.h.kPa) |
| 水泥砂浆 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 |  |
| 石灰砂浆 | 0.810 | 10.070 | 1600.0 | 1050.0 | 0.0443 | 来源：《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 |
| 钢筋混凝土 | 1.740 | 17.200 | 2500.0 | 920.0 | 0.0158 | 来源：《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 |
| 碎石、卵石混凝土(ρ=2300) | 1.510 | 15.360 | 2300.0 | 920.0 | 0.0173 | 来源：《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 |
| 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（带表皮） | 0.030 | 0.340 | 35.0 | 1380.0 | 0.0000 | 来源：《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016，蒸汽渗透系数没有给出 |
| 混凝土多孔砖(190六孔砖） | 0.750 | 7.490 | 1450.0 | 709.4 | 0.0000 |  |
| 种植介质 | 0.760 | 9.370 | 1600.0 | 1010.0 | 0.0000 |  |
| 聚氯乙烯硬泡沫塑料 | 0.048 | 0.830 | 130.0 | 1380.0 | 0.0000 |  |
| 粒径10~30卵石 | 0.140 | 1.790 | 1200.0 | 262.3 | 0.0000 |  |
| 细石防水砼 | 1.510 | 15.360 | 2300.0 | 934.1 | 0.0000 |  |
| 挤塑聚苯板(ρ=25-32) | 0.030 | 0.320 | 28.5 | 1647.0 | 0.0000 |  |
| 水泥膨胀珍珠岩2%找坡 | 0.260 | 4.370 | 800.0 | 1170.0 | 0.0000 |  |
| 加气砼砌块 | 0.200 | 3.000 | 1800.0 | 388.7 | 0.0000 |  |
| 膨胀聚苯板(ρ=18-20) | 0.042 | 0.360 | 19.0 | 2233.0 | 0.0000 |  |
| 水泥砂浆（1） | 0.930 | 11.306 | 1800.0 | 1060.0 | 0.0210 |  |
| 膨胀聚苯板1 | 0.042 | 0.360 | 20.0 | 2120.0 | 0.0000 |  |
| 一毡二油防潮层 | 0.170 | 3.302 | 600.0 | 1470.0 | 0.0000 |  |
| 2：8灰土土壤(ρ=1800) | 0.930 | 11.030 | 1800.0 | 1010.0 | 0.0000 |  |
| 耐碱玻璃纤网抗裂砂浆 | 0.930 | 11.360 | 1800.0 | 1060.0 | 0.0000 |  |
| 砂浆找平层L | 0.290 | 4.706 | 1000.0 | 1050.0 | 0.0080 |  |

# 工程构造

## 屋顶构造

### 屋顶构造一

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称由外到内 | 厚度 | 差分步长 | 导热系数 | 蓄热系数 | 修正系数 | 热阻 | 热惰性指标 |
| (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(㎡.K) | α | (㎡K)/W | D=R\*S |
| 种植介质 | 200 | 10.0 | 0.760 | 9.370 | 1.00 | 0.263 | 2.466 |
| 聚氯乙烯硬泡沫塑料 | 40 | 6.7 | 0.048 | 0.830 | 1.00 | 0.833 | 0.692 |
| 粒径10~30卵石 | 50 | 10.0 | 0.140 | 1.790 | 1.00 | 0.357 | 0.639 |
| 细石防水砼 | 40 | 10.0 | 1.510 | 15.360 | 1.00 | 0.026 | 0.407 |
| 挤塑聚苯板(ρ=25-32) | 30 | 10.0 | 0.030 | 0.320 | 1.10 | 0.909 | 0.320 |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 水泥膨胀珍珠岩2%找坡 | 20 | 6.7 | 0.260 | 4.370 | 1.00 | 0.077 | 0.336 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.200 | 1.00 | 0.069 | 1.186 |
| 各层之和∑ | 520 | － | － | － | － | 2.557 | 6.291 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.75 |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.37 |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 |

#### 空调房间：逐时温度



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 26.77 | 26.78 | 26.78 | 26.79 | 26.79 | 26.79 | 26.80 | 26.80 | 26.80 | 26.80 | 26.80 | 26.80 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.79 | 26.79 | 26.79 | 26.78 | 26.78 | 26.77 | 26.77 | 26.77 | 26.77 | 26.77 | 26.77 | 26.77 |

## 外墙构造

### 外墙构造一

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称由外到内 | 厚度 | 差分步长 | 导热系数 | 蓄热系数 | 修正系数 | 热阻 | 热惰性指标 |
| (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(㎡.K) | α | (㎡K)/W | D=R\*S |
| 耐碱玻璃纤网抗裂砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.360 | 1.00 | 0.022 | 0.244 |
| 膨胀聚苯板(ρ=18-20) | 80 | 13.3 | 0.042 | 0.360 | 1.20 | 1.587 | 0.686 |
| 砂浆找平层L | 20 | 6.7 | 0.290 | 4.706 | 1.00 | 0.069 | 0.325 |
| 加气砼砌块 | 200 | 8.0 | 0.200 | 3.000 | 1.25 | 0.800 | 3.000 |
| 石灰砂浆 | 20 | 10.0 | 0.810 | 10.070 | 1.00 | 0.025 | 0.249 |
| 各层之和∑ | 340 | － | － | － | － | 2.502 | 4.503 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.75 |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.38 |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 |

#### 空调房间：东向逐时温度



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 26.65 | 26.64 | 26.63 | 26.61 | 26.59 | 26.57 | 26.55 | 26.52 | 26.50 | 26.47 | 26.46 | 26.46 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.47 | 26.48 | 26.50 | 26.52 | 26.54 | 26.56 | 26.59 | 26.61 | 26.62 | 26.64 | 26.65 | 26.65 |

#### 空调房间：西向逐时温度



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 26.68 | 26.68 | 26.67 | 26.65 | 26.63 | 26.61 | 26.58 | 26.56 | 26.53 | 26.50 | 26.48 | 26.47 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.46 | 26.45 | 26.46 | 26.47 | 26.49 | 26.51 | 26.54 | 26.58 | 26.61 | 26.64 | 26.67 | 26.68 |

#### 空调房间：南向逐时温度



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 26.63 | 26.62 | 26.61 | 26.60 | 26.58 | 26.56 | 26.53 | 26.51 | 26.48 | 26.46 | 26.44 | 26.43 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.42 | 26.43 | 26.44 | 26.46 | 26.48 | 26.51 | 26.54 | 26.57 | 26.59 | 26.61 | 26.62 | 26.63 |

#### 空调房间：北向逐时温度



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 26.51 | 26.51 | 26.51 | 26.50 | 26.48 | 26.47 | 26.45 | 26.43 | 26.41 | 26.39 | 26.37 | 26.36 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.35 | 26.35 | 26.36 | 26.37 | 26.39 | 26.41 | 26.43 | 26.45 | 26.47 | 26.49 | 26.50 | 26.51 |

# 验算结论

## 空调房间

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 构造 | 时刻 | 最高温度(℃) | 限值(℃) | 结论 |
| 屋顶 | 上:屋顶构造一 | 8:40 | 26.80 | 28.50 | 满足 |
| 外墙 | 东:外墙构造一 | 23:05 | 26.65 | 28.00 | 满足 |
| 西:外墙构造一 | 23:55 | 26.68 | 28.00 | 满足 |
| 南:外墙构造一 | 23:30 | 26.63 | 28.00 | 满足 |
| 北:外墙构造一 | 0:20 | 26.51 | 28.00 | 满足 |