**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 西安欧亚学院北E教学楼 |
| 工程地点 | 陕西-西安 |
| 设计编号 | \*\*\*\*\*\*\*\* |
| 建设单位 | 西安-方盛装饰工程有限公司 |
| 设计单位 | XX市建筑设计公司 |
| 设 计 人 |  |
| 校 对 人 |  |
| 审 核 人 |  |
| 计算日期 | 2020年12月26日 |



|  |  |
| --- | --- |
| 采用软件 | 斯维尔节能设计BECS2020 |
| 软件版本 | 20200505(SP1) |
| 研发单位 | 北京绿建软件股份有限公司 |
| 正版授权码 | P184BE9F0 |

**目 录**

1 建筑概况 3

2 评价依据 3

3 评价目标与方法 3

3.1 评价目标 3

3.2 评价方法 3

4 边界条件参数设置 4

4.1 基本设置 4

4.2 室外空气温度 5

4.3 室外太阳辐射照度 5

4.4 室内空气温度 6

5 工程材料 6

6 工程构造 7

6.1 屋顶构造 7

6.1.1 屋顶构造一 7

6.2 外墙构造 7

6.2.1 外墙构造一 7

7 验算结论 8

7.1 空调房间 8

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 西安欧亚学院北E教学楼 |
| 工程地点 | 陕西-西安 |
| 地理位置 | 北纬：34.00° | 东经：108.93° |
| 气候子区 | 寒冷B区 |
| 大气透明度等级 | 5 |
| 建筑面积 | 地上8123㎡ 地下0㎡ |
| 建筑层数 | 地上5 地下0 |
| 建筑高度 | 18.3m |
| 结构类型 |  |

# 评价依据

1. 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015

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 |
| 30.40 | 27.20 | 24.00 | 27.40 | 24.00 | 25.70 | 27.30 | 29.00 | 32.00 | 31.80 | 34.00 | 36.00 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 37.60 | 38.00 | 38.00 | 38.40 | 37.00 | 35.00 | 34.50 | 33.00 | 31.00 | 31.20 | 31.40 | 29.70 |

## 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 | 23.30 | 23.36 | 10.78 | 8.48 | 19.39 |
| 6:00 | 204.67 | 151.88 | 68.89 | 55.32 | 167.04 |
| 7:00 | 539.34 | 233.02 | 96.66 | 83.18 | 448.16 |
| 8:00 | 533.07 | 186.27 | 133.80 | 115.73 | 642.72 |
| 9:00 | 356.80 | 280.92 | 215.53 | 176.62 | 658.61 |
| 10:00 | 363.46 | 327.18 | 199.87 | 170.91 | 884.71 |
| 11:00 | 253.76 | 379.97 | 224.01 | 189.78 | 923.68 |
| 12:00 | 123.32 | 372.34 | 224.02 | 154.39 | 1094.50 |
| 13:00 | 125.96 | 343.71 | 443.58 | 155.21 | 1022.19 |
| 14:00 | 144.99 | 300.43 | 539.45 | 169.20 | 813.35 |
| 15:00 | 147.33 | 247.07 | 475.42 | 165.51 | 579.25 |
| 16:00 | 117.07 | 215.92 | 349.37 | 129.35 | 376.77 |
| 17:00 | 72.45 | 153.84 | 233.89 | 79.53 | 213.38 |
| 18:00 | 26.82 | 64.98 | 88.47 | 29.21 | 70.08 |
| 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) |
| 1：25水泥砂浆保护层 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | 来源：《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 |
| 水泥砂浆结合层 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | 蒸汽渗透系数为测定值 |
| 钢筋混凝土屋面板 | 1.740 | 17.060 | 2500.0 | 920.0 | 0.0156 |  |
| 1:6水泥焦渣找坡层 | 0.560 | 7.203 | 1300.0 | 980.0 | 0.0132 |  |
| 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 |
| 1：3水泥砂浆找平层 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | 蒸汽渗透系数为测定值 |
| 水泥砂浆保护层 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | 蒸汽渗透系数为测定值 |
| 混凝土多孔砖(190六孔砖） | 0.750 | 7.490 | 1450.0 | 709.4 | 0.0168 |  |
| 1：3水泥砂浆找坡层 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | 蒸汽渗透系数为测定值 |
| 现浇混凝土板 | 1.740 | 17.060 | 2500.0 | 920.0 | 0.0156 |  |
| 水泥砂浆 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | 来源：《民用建筑热工设计规范（GB50176-93）》 |
| 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（GB50176-93）》 |
| 混凝土多孔砖(240八孔砖） | 0.740 | 7.250 | 1450.0 | 673.6 | 0.0010 |  |
| 用硅藻土填充 | 0.170 | 2.140 | 600.0 | 840.0 | 0.3000 | 建筑材料手册（第四版） |
| 硬质岩棉板 | 0.046 | 0.649 | 120.0 | 1050.0 | 0.0000 |  |
| 挤塑聚苯板(ρ=25-32) | 0.030 | 0.320 | 28.5 | 1647.0 | 0.0000 | （蒸汽渗透系数未给出）墙体外保温、屋面保温、楼板保温a=1.10 |

# 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 |
| 1：25水泥砂浆保护层 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 1：3水泥砂浆找平层 | 25 | 8.3 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.027 | 0.306 |
| 硬质岩棉板 | 90 | 9.0 | 0.046 | 0.649 | 1.00 | 1.957 | 1.270 |
| 1:6水泥焦渣找坡层 | 30 | 7.5 | 0.560 | 7.203 | 1.00 | 0.054 | 0.386 |
| 钢筋混凝土屋面板 | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.060 | 1.00 | 0.069 | 1.177 |
| 各层之和∑ | 285 | － | － | － | － | 2.127 | 3.382 |
| 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) | 0.44 |
| 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 |
| 27.13 | 27.07 | 27.01 | 26.95 | 26.89 | 26.82 | 26.76 | 26.70 | 26.65 | 26.61 | 26.60 | 26.62 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.67 | 26.74 | 26.83 | 26.93 | 27.04 | 27.14 | 27.22 | 27.27 | 27.28 | 27.27 | 27.24 | 27.19 |

## 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 |
| 1：3水泥砂浆找平层 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 硬质岩棉板 | 100 | 8.3 | 0.046 | 0.649 | 1.00 | 2.174 | 1.411 |
| 混凝土多孔砖(240八孔砖） | 240 | 12.6 | 0.740 | 7.250 | 1.00 | 0.324 | 2.351 |
| 用硅藻土填充 | 20 | 6.7 | 0.170 | 2.140 | 1.00 | 0.118 | 0.252 |
| 1：3水泥砂浆找平层 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 各层之和∑ | 400 | － | － | － | － | 2.659 | 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) | 0.36 |
| 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 |
| 26.49 | 26.49 | 26.48 | 26.47 | 26.46 | 26.45 | 26.43 | 26.42 | 26.40 | 26.38 | 26.37 | 26.37 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.37 | 26.38 | 26.40 | 26.41 | 26.43 | 26.44 | 26.46 | 26.47 | 26.48 | 26.49 | 26.49 | 26.50 |

#### 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 |
| 26.54 | 26.53 | 26.53 | 26.52 | 26.51 | 26.49 | 26.48 | 26.46 | 26.44 | 26.42 | 26.41 | 26.39 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.38 | 26.38 | 26.38 | 26.38 | 26.39 | 26.41 | 26.43 | 26.46 | 26.48 | 26.50 | 26.52 | 26.53 |

# 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 | 20:05 | 27.28 | 28.50 | 满足 |
| 外墙 | 东:外墙构造一 | 22:50 | 26.50 | 28.00 | 满足 |
| 西:外墙构造一 | 23:55 | 26.54 | 28.00 | 满足 |