**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | “重塑”社区活动中心 |
| 工程地点 | 陕西-汉中 |
| 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 | 2023年2月15日 |



|  |  |
| --- | --- |
| 采用软件 | 斯维尔节能设计BECS2022 |
| 软件版本 | 20220505 |
| 研发单位 | 北京绿建软件股份有限公司 |
| 正版授权码 |  |

**目 录**

[1 建筑概况 3](#_Toc58923442)

[2 评价依据 3](#_Toc58923443)

[3 评价目标与方法 3](#_Toc58923444)

[3.1 评价目标 3](#_Toc58923445)

[3.2 评价方法 3](#_Toc58923446)

[4 边界条件参数设置 5](#_Toc58923447)

[4.1 基本设置 5](#_Toc58923448)

[4.2 室外空气温度 5](#_Toc58923449)

[4.3 室外太阳辐射照度 6](#_Toc58923450)

[4.4 室内空气温度 7](#_Toc58923451)

[5 工程材料 7](#_Toc58923452)

[6 工程构造 8](#_Toc58923453)

[6.1 屋顶构造 8](#_Toc58923454)

[6.1.1 平屋顶 8](#_Toc58923455)

[6.2 外墙构造 9](#_Toc58923456)

[6.2.1 南北向砌体外墙 9](#_Toc58923457)

[6.2.2 东西混凝土外墙 10](#_Toc58923458)

[7 验算结论 12](#_Toc58923459)

[7.1 自然通风房间 12](#_Toc58923460)

# 建筑概况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 工程名称 | “重塑”社区活动中心 | |
| 工程地点 | 陕西-汉中 | |
| 地理位置 | 北纬：33.04° | 东经：107.01° |
| 气候子区 | 夏热冬暖地区 | |
| 大气透明度等级 | 5 | |
| 建筑面积 | 地上2963.97㎡ | |
| 建筑层数 | 地上3 | |
| 建筑高度 | 21.5m | |
| 结构类型 | 框架结构 | |

# 评价依据

1. 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准JGJ 75-2012

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；



—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：—材料的比热， J /(kg·K)；

—材料的密度，kg/m³；

—材料的导温系数，，m2/s；



—差分步长，m；

—材料的导热系数，［W/(m·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：—差分节点温度值，。

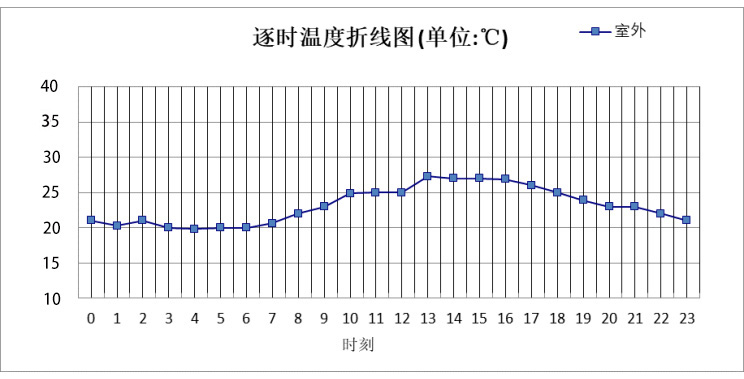


# 边界条件参数设置

## 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 |
| 21.00 | 20.30 | 21.00 | 20.00 | 19.80 | 20.00 | 20.00 | 20.60 | 22.00 | 23.00 | 24.90 | 25.00 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 25.00 | 27.30 | 27.00 | 27.00 | 26.90 | 26.00 | 25.00 | 23.90 | 23.00 | 23.00 | 22.00 | 21.00 |

**注：气象数据参考 陕西-汉中**

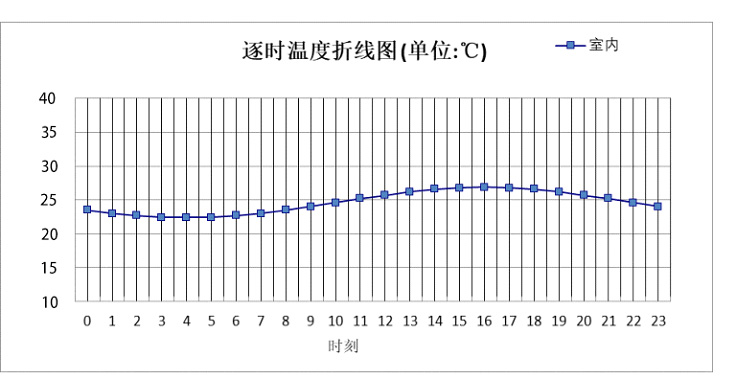
## 室外太阳辐射照度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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GB  50176-2016》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 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6:00 | 8.48 | 10.31 | 8.48 | 6.64 | 14.13 |
| 7:00 | 125.00 | 96.82 | 62.18 | 49.12 | 119.27 |
| 8:00 | 252.65 | 193.08 | 134.09 | 106.51 | 280.19 |
| 9:00 | 330.05 | 266.47 | 199.73 | 159.10 | 434.43 |
| 10:00 | 543.66 | 284.50 | 202.00 | 169.39 | 765.93 |
| 11:00 | 414.90 | 321.42 | 258.52 | 211.82 | 789.14 |
| 12:00 | 328.06 | 342.43 | 284.38 | 231.39 | 806.00 |
| 13:00 | 288.45 | 348.08 | 337.10 | 233.92 | 787.43 |
| 14:00 | 255.46 | 319.36 | 422.93 | 209.44 | 784.63 |
| 15:00 | 223.05 | 302.52 | 483.72 | 182.85 | 684.31 |
| 16:00 | 194.14 | 260.83 | 406.28 | 154.64 | 422.19 |
| 17:00 | 129.51 | 211.06 | 335.46 | 103.89 | 309.56 |
| 18:00 | 60.66 | 107.91 | 159.37 | 48.10 | 123.73 |
| 19:00 | 15.67 | 19.06 | 15.67 | 12.27 | 26.11 |
| 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 |

**注：气象数据参考 陕西-汉中**

## 室内空气温度



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 23.49 | 23.02 | 22.66 | 22.44 | 22.36 | 22.44 | 22.66 | 23.02 | 23.49 | 24.03 | 24.61 | 25.19 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 25.74 | 26.20 | 26.56 | 26.79 | 26.86 | 26.79 | 26.56 | 26.20 | 25.74 | 25.19 | 24.61 | 24.03 |

# 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 | 11.306 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | 来源：《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 |
| 硬泡聚氨酯保温板 | 0.930 | 11.306 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0520 |  |
| 聚苯颗粒保温砂浆 | 0.220 | 3.590 | 700.0 | 1050.0 | 0.0000 |  |
| 钢筋混凝土 | 1.740 | 17.060 | 2500.0 | 920.0 | 0.0158 | 来源：《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 |
| SBS改性沥青卷材防水 | 0.170 | 3.302 | 600.0 | 1470.0 | 0.0243 | 蒸汽渗透系数没有给出，查找给定为0.0243 |
| 1:6水泥膨胀珍珠岩找坡层 | 0.180 | 2.507 | 400.0 | 1200.0 | 0.0158 |  |
| 预制钢筋混凝土空心板 | 0.990 | 14.570 | 1685.0 | 1750.0 | 0.0158 |  |
| 石灰砂浆 | 0.810 | 9.948 | 1600.0 | 1050.0 | 0.0443 |  |

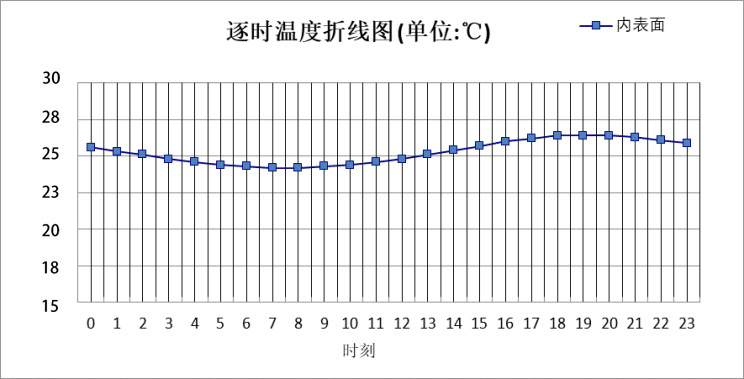
# 工程构造

## 屋顶构造

### 平屋顶

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 石灰砂浆 | 10 | 10.0 | 0.810 | 9.948 | 1.00 | 0.101 | 1.005 |
| 硬泡聚氨酯保温板 | 50 | 50.0 | 0.021 | 0.010 | 1.00 | 100.000 | 1.000 |
| SBS改性沥青卷材防水 | 6 | 6.0 | 0.170 | 3.302 | 1.00 | 0.303 | 1.001 |
| 水泥砂浆 | 10 | 10.0 | 0.930 | 11.306 | 1.00 | 0.088 | 0.995 |
| 1:6水泥膨胀珍珠岩找坡层 | 20 | 6.7 | 0.180 | 2.507 | 1.00 | 0.399 | 1.000 |
| 预制钢筋混凝土空心板 | 200 | 8.3 | 0.990 | 14.570 | 1.00 | 0.069 | 1.005 |
| 石灰砂浆 | 10 | 10.0 | 0.810 | 9.948 | 1.00 | 0.101 | 1.005 |
| 各层之和∑ | 306 | － | － | － | － | 2.925 | 3.730 |
| 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) | 0.342 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

#### 自然通风房间：逐时温度

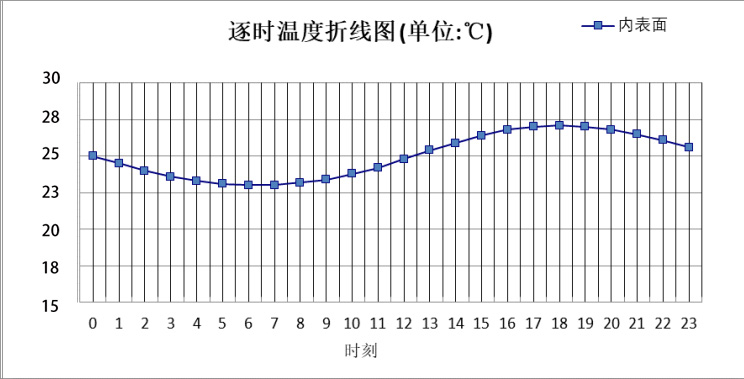


|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 25.61 | 25.33 | 25.06 | 24.80 | 24.58 | 24.40 | 24.28 | 24.21 | 24.20 | 24.26 | 24.38 | 24.57 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 24.82 | 25.12 | 25.43 | 25.74 | 26.02 | 26.24 | 26.38 | 26.44 | 26.41 | 26.30 | 26.11 | 25.88 |

## 外墙构造

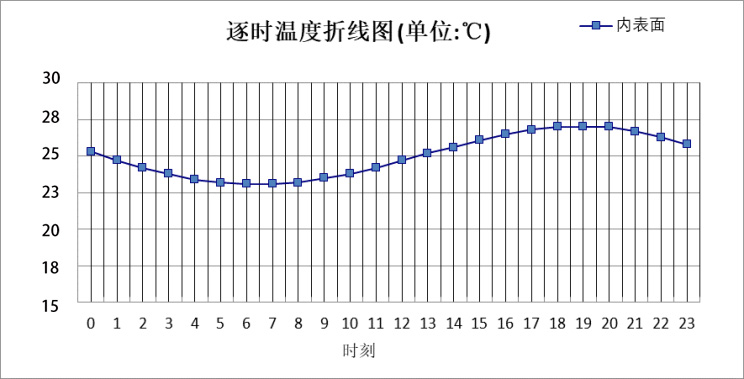
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 由外到内 | 厚度 | 差分 步长 | 导热 系数 | 蓄热 系数 | 修正 系数 | 热阻 | 热惰性 指标 |
| (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(㎡.K) | α | (㎡K)/W | D=R\*S |
| 水泥砂浆 | 10 | 10.0 | 0.930 | 11.306 | 1.00 | 0.088 | 0.995 |
| 硬泡聚氨酯保温板 | 25 | 25.0 | 0.021 | 0.010 | 1.10 | 100.000 | 1.000 |
| 聚苯颗粒保温砂浆 | 20 | 6.7 | 0.060 | 0.950 | 1.00 | 1.053 | 1.000 |
| 钢筋混凝土 | 200 | 12.5 | 1.740 | 17.060 | 1.00 | 0.059 | 1.007 |
| 石灰砂浆 | 10 | 10.0 | 0.810 | 9.948 | 1.00 | 0.101 | 1.005 |
| 各层之和∑ | 240 | － | － | － | － | 1.822 | 2.534 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 | | | | | | |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.65 | | | | | | |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.549 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

#### 自然通风房间：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 |
| 25.04 | 24.52 | 24.04 | 23.63 | 23.32 | 23.11 | 23.02 | 23.05 | 23.18 | 23.42 | 23.77 | 24.23 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 24.77 | 25.35 | 25.91 | 26.39 | 26.75 | 26.99 | 27.08 | 27.02 | 26.83 | 26.50 | 26.07 | 25.57 |

#### 自然通风房间：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 |
| 25.27 | 24.72 | 24.22 | 23.79 | 23.45 | 23.22 | 23.11 | 23.12 | 23.24 | 23.47 | 23.79 | 24.20 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 24.66 | 25.16 | 25.64 | 26.08 | 26.46 | 26.76 | 26.97 | 27.04 | 26.96 | 26.71 | 26.31 | 25.81 |

# 验算结论

## 自然通风房间

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 构造 | 时刻 | 最高温度(℃) | 限值(℃) | 结论 |
| 屋顶 | 上:平屋顶 | 19:10 | 26.80 | 28.50 | 满足 |
| 外墙 | 东:南北向砌体外墙 | 18:05 | 26.79 | 28.00 | 满足 |
| 西:南北向砌体外墙 | 19:00 | 26.85 | 28.00 | 满足 |
| 东:东西混凝土外墙 | 17:40 | 26.77 | 28.00 | 满足 |
| 西:东西混凝土外墙 | 18:00 | 26.62 | 28.00 | 满足 |