

隔热检查计算书

公共建筑

岳阳市岳阳楼区人民检察院办案用房和专业技术用房项目

目-门卫

设计编号



工程地点 : 湖南-岳阳

建设单位 : 岳阳市岳阳楼区人民检察院

设计单位 : 湖南省建筑设计院集团股份有限公司

设计人 : 何毅

校对 人 : 张冬梅

审 定 人 : 彭晓宇

报告日期 : 2025 年 6 月 15 日

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 |
| 6.2 外墙（填充墙）构造 | 8 |
| 7 验算结论 | 11 |
| 7.1 空调房间 | 11 |

1 建筑概况

| | |
|---------|--|
| 工程名称 | 岳阳市岳阳楼区人民检察院办案用房和专业技术用房项目-门卫 |
| 工程地点 | 湖南-岳阳 |
| 气候子区 | 夏热冬冷 A 区 |
| 大气透明度等级 | 5 |
| 建筑面积 | 地上 27 m ² 地下 0 m ² |
| 建筑层数 | 地上 1 地下 0 |
| 建筑高度 | 3.7m |
| 结构类型 | 框架结构 |

2 评价依据

1. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
2. 《建筑环境通用规范》GB 55016
3. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）
4. 《民用建筑热工设计规范》GB50176
5. 施工图、设计说明、墙身大样图、节能计算书

3 评价目标与方法

3.1 评价目标

1. 依据《建筑环境通用规范》和《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024年版）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《建筑环境通用规范》给出的内表面最高温度。

3.2 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 ($D \geq 2.5$) | 轻质围护结构 ($D < 2.5$) |
| 内表面最高温度 $\theta_{i,max}$ | $\leq t_{e,max}$ | $\leq t_i + 2$ | $\leq t_i + 3$ |

2. 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 ($D \geq 2.5$) | 轻质围护结构 ($D < 2.5$) |

| | | | |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|
| 内表面最高温度 $\theta_{i,max}$ | $\leq t_{e,max}$ | $\leq t_i + 2.5$ | $\leq t_i + 3.5$ |
|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|

表中： $\theta_{i,max}$ —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，（℃）。

$t_{e,max}$ —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。

3. 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：

- 1) 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：

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (3.2.3-1)$$

式中： $\frac{\partial t}{\partial \tau}$ —温度对于时间的导数，℃/s。

α —材料的导温系数， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ，m²/s。

- 2) 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）：

$$-\frac{\lambda}{\Delta x}(t_1^k - t_2^k) + \alpha(t_f^k - t_1^k) + \rho_s l^k = C_p \rho \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{t_1^k - t_1^{k-1}}{\Delta \tau} \quad (3.2.3-2)$$

式中： C_p —材料的比热，J/(kg K)；

ρ —材料的密度，kg/m³；

α —材料的导温系数， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ，m²/s；

Δx —差分步长，m；

λ —材料的导热系数，[W/(m K)]；

t_f^k —对流换热温度，℃。

- 3) 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。

$$t_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} t_j + c_i, i=1,2,\dots,n \quad (3.2.3-3)$$

式中： t_i —差分节点温度值，℃。

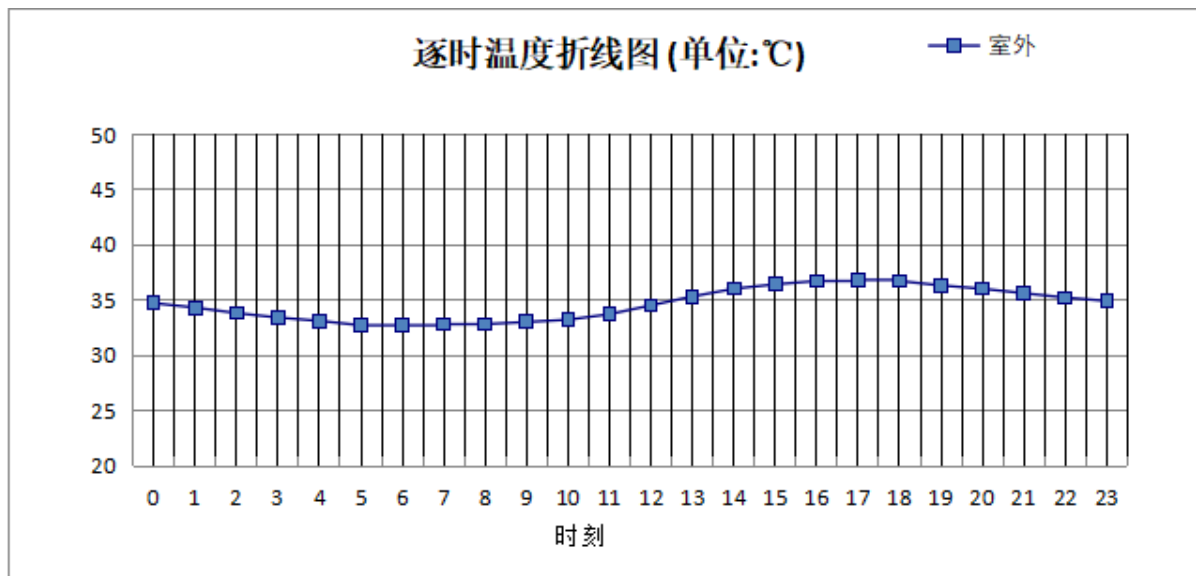
4 边界条件参数设置

4.1 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） | | | |
| $t_{f,1}$ | 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。 |

| | | | |
|-----------------------|--|------|---|
| h_1 | 室内侧对流换热系数, W/(m ² ·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) | | | |
| h_{n+1} | 室外侧对流换热系数, (m ² ·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。 |
| t_{sh} | 室外空气逐时温度, °C | | 按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象数据取用。 |
| I^k | 表面法向太阳总辐射强度, 包括直射和散射, W/m ² | | 按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象参数取值。 |
| ρ_s | 外表面太阳辐射吸收系数 | | 根据工程构造取值。 |

4.2 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 |
| 34.70 | 34.30 | 33.80 | 33.40 | 33.10 | 32.70 | 32.70 | 32.80 | 32.80 | 33.00 | 33.20 | 33.70 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 34.50 | 35.30 | 36.00 | 36.40 | 36.70 | 36.80 | 36.70 | 36.30 | 36.00 | 35.60 | 35.20 | 34.90 |

4.3 室外太阳辐射照度

| 变量 | 变量名 | 公式来源 |
|-------|--|--|
| I^k | 表面法向太阳总辐射强度, 包括直射和散射, W/m ² | 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 | 179.97 | 56.47 | 62.86 | 31.25 | 143.70 |
| 7:00 | 291.78 | 139.28 | 122.72 | 91.14 | 301.40 |
| 8:00 | 344.70 | 205.76 | 159.13 | 129.06 | 434.90 |
| 9:00 | 337.61 | 262.06 | 184.95 | 150.92 | 540.90 |
| 10:00 | 295.35 | 309.73 | 207.69 | 170.04 | 628.80 |
| 11:00 | 219.93 | 331.60 | 219.93 | 180.03 | 664.70 |
| 12:00 | 236.31 | 350.53 | 333.15 | 193.23 | 706.10 |
| 13:00 | 237.51 | 335.43 | 429.01 | 193.64 | 687.70 |
| 14:00 | 228.44 | 296.09 | 505.52 | 185.53 | 634.10 |
| 15:00 | 194.32 | 219.15 | 485.50 | 143.62 | 490.70 |
| 16:00 | 148.85 | 139.54 | 391.97 | 79.24 | 328.90 |
| 17:00 | 78.65 | 49.26 | 240.29 | 16.30 | 152.60 |
| 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 |

4.4 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

5 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 | 数据来源 |
|---------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-----------|--------------|---|
| | W/(m.K) | W/(m ² .K) | kg/m ³ | J/(kg.K) | g/(m.h.kPa) | |
| 水泥砂浆 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | |
| 1: 2.5 水泥防水砂浆 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | |
| 专用界面砂浆 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | |
| 泡沫玻璃保温板 | 0.062 | 0.710 | 150.0 | 745.4 | 0.0000 | 《湖南省工业建筑节能设计标准》 DBJ43 / T003-2023 |

| | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------------------------|
| 耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | |
| 钢筋混凝土 | 1.740 | 17.200 | 2500.0 | 920.0 | 0.0158 | |
| C20 细石混凝土保护层, 内配 $\Phi 4@100$ 双向钢筋网片 | 1.510 | 15.360 | 2300.0 | 920.0 | 0.0173 | |
| 难燃型挤塑聚苯板 | 0.030 | 0.540 | 25.0 | 5346.4 | 0.0162 | |
| 聚合物水泥防水砂浆 | 0.150 | 6.070 | 580.0 | 5823.6 | 0.0014 | |
| 重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙 | 0.580 | 7.920 | 1400.0 | 1062.3 | 0.0158 | |
| 高聚物改性沥青防水卷材 (PY) 聚酯胎 | 0.230 | 9.370 | 900.0 | 5832.3 | 0.0014 | |
| LC5.0 轻骨料混凝土找坡 | 0.230 | 3.050 | 600.0 | 926.9 | 0.0000 | 湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022 |
| DS M15 砂浆 (1:3 水泥砂浆) 找平 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1000.0 | 0.0210 | |
| 干铺聚酯无纺布一层 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1000.0 | 0.0100 | |
| 高聚物改性沥青防水涂料 | 0.230 | 9.370 | 900.0 | 5832.3 | 0.0100 | |

6 工程构造

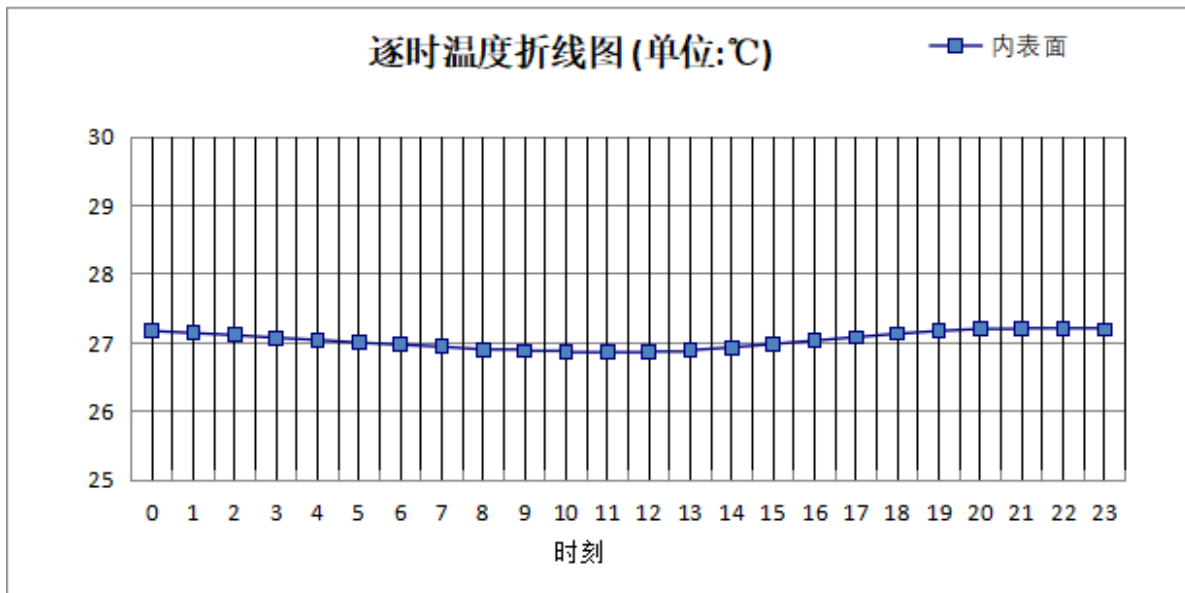
6.1 屋顶构造

6.1.1 屋顶构造一 (上人倒置式屋面)

| 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/(m².K) | α | (m² K)/W | D=R*S |
| C20 细石混凝土保护层, 内配 $\Phi 4@100$ 双向钢筋网片 | 40 | 10.0 | 1.510 | 15.360 | 1.00 | 0.026 | 0.407 |
| 干铺聚酯无纺布一层 | 0 | 0.0 | — | 11.370 | — | 0.000 | 0.000 |
| 难燃型挤塑聚苯板 | 60 | 6.7 | 0.030 | 0.540 | 1.25 | 1.600 | 1.080 |
| 高聚物改性沥青防水卷材 (PY) 聚酯胎 | 6 | 3.0 | 0.230 | 9.370 | 1.20 | 0.022 | 0.244 |
| 高聚物改性沥青防水涂料 | 2 | 2.0 | 0.230 | 9.370 | 1.00 | 0.009 | 0.081 |
| DS M15 砂浆 (1:3 水泥砂浆) 找平 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| LC5.0 轻骨料混凝土找坡 | 30 | 7.5 | 0.230 | 3.050 | 1.50 | 0.087 | 0.398 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.200 | 1.00 | 0.069 | 1.186 |
| 各层之和 Σ | 278 | — | — | — | — | 1.834 | 3.641 |
| 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 $K=1/(0.16+\sum R)$ | 0.50 |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 |

6.1.1.1 空调房间：逐时温度



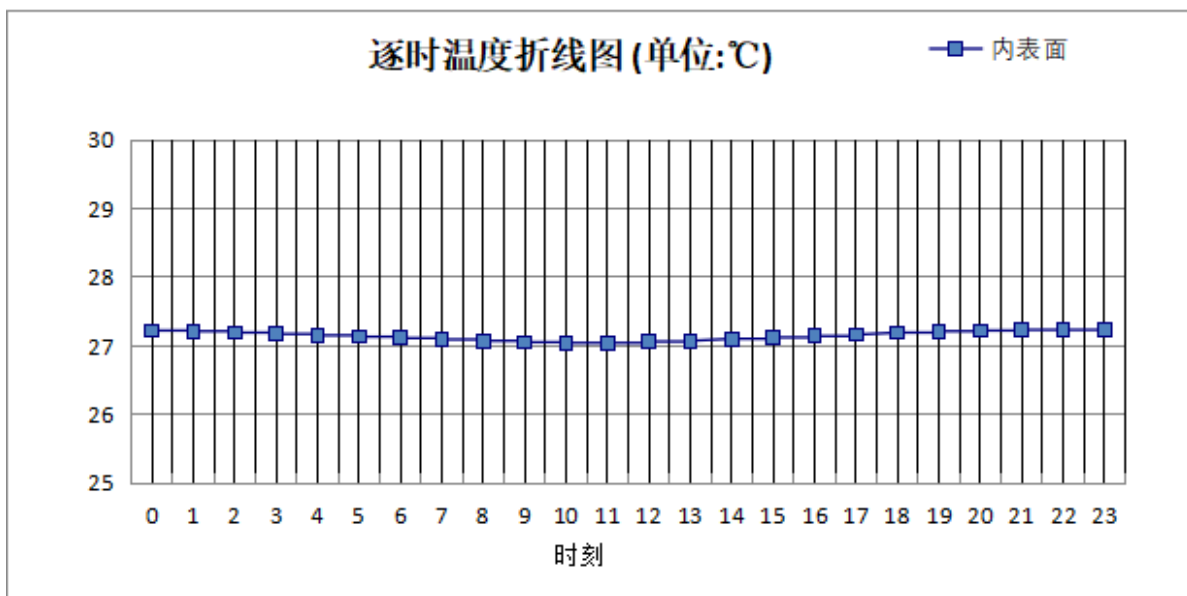
| | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 27.17 | 27.14 | 27.11 | 27.07 | 27.04 | 27.00 | 26.97 | 26.94 | 26.90 | 26.88 | 26.86 | 26.86 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.87 | 26.89 | 26.93 | 26.98 | 27.03 | 27.08 | 27.13 | 27.17 | 27.20 | 27.21 | 27.19 | 27.19 |

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙（填充墙）构造

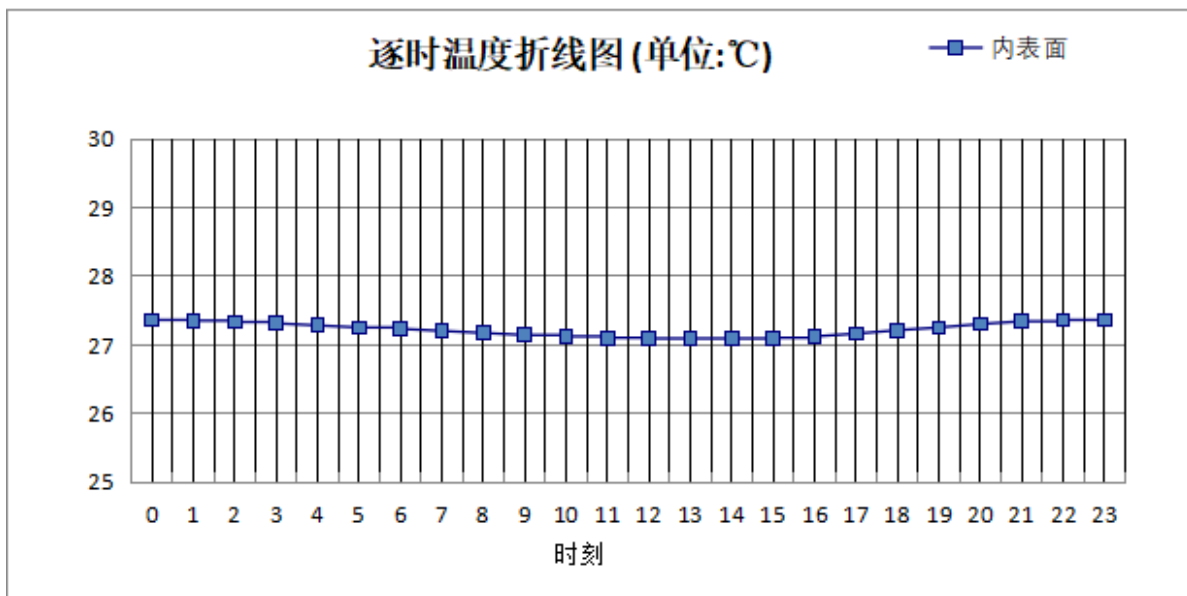
| 材料名称 由外到内 | 厚度 | 差分 步长 | 导热 系数 | 蓄热 系数 | 修正 系数 | 热阻 | 热惰性 指标 |
|--------------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(m².K) | α | (m² K)/W | D=R*S |
| 聚合物水泥防水砂浆 | 5 | 2.5 | 0.150 | 6.070 | 1.00 | 0.033 | 0.202 |
| 1: 2.5 水泥防水砂浆 | 15 | 7.5 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.016 | 0.183 |
| 重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙 | 200 | 9.1 | 0.580 | 7.920 | 1.00 | 0.345 | 2.731 |
| 专用界面砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 泡沫玻璃保温板 | 55 | 11.0 | 0.062 | 0.710 | 1.20 | 0.739 | 0.630 |
| 耐碱玻纤网格布, 抗裂砂浆 | 5 | 5.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.005 | 0.061 |
| 各层之和 \sum | 300 | — | — | — | — | 1.160 | 4.052 |
| 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 $K=1/(0.16+\sum R)$ | 0.76 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

6.2.1.1 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 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 27.22 | 27.21 | 27.19 | 27.17 | 27.15 | 27.13 | 27.11 | 27.09 | 27.07 | 27.05 | 27.04 | 27.04 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.06 | 27.07 | 27.10 | 27.12 | 27.14 | 27.16 | 27.19 | 27.21 | 27.22 | 27.23 | 27.23 | 27.23 |

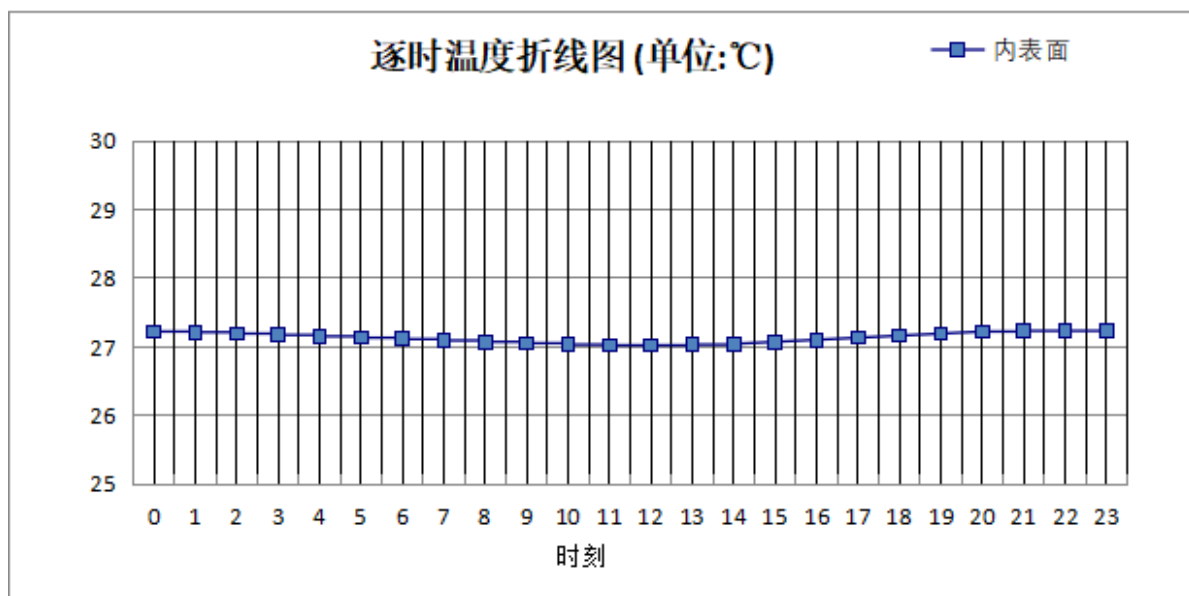
6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 27.36 | 27.35 | 27.33 | 27.31 | 27.28 | 27.25 | 27.23 | 27.20 | 27.17 | 27.14 | 27.12 | 27.10 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.36 | 27.35 | 27.33 | 27.31 | 27.28 | 27.25 | 27.23 | 27.20 | 27.17 | 27.14 | 27.12 | 27.10 |

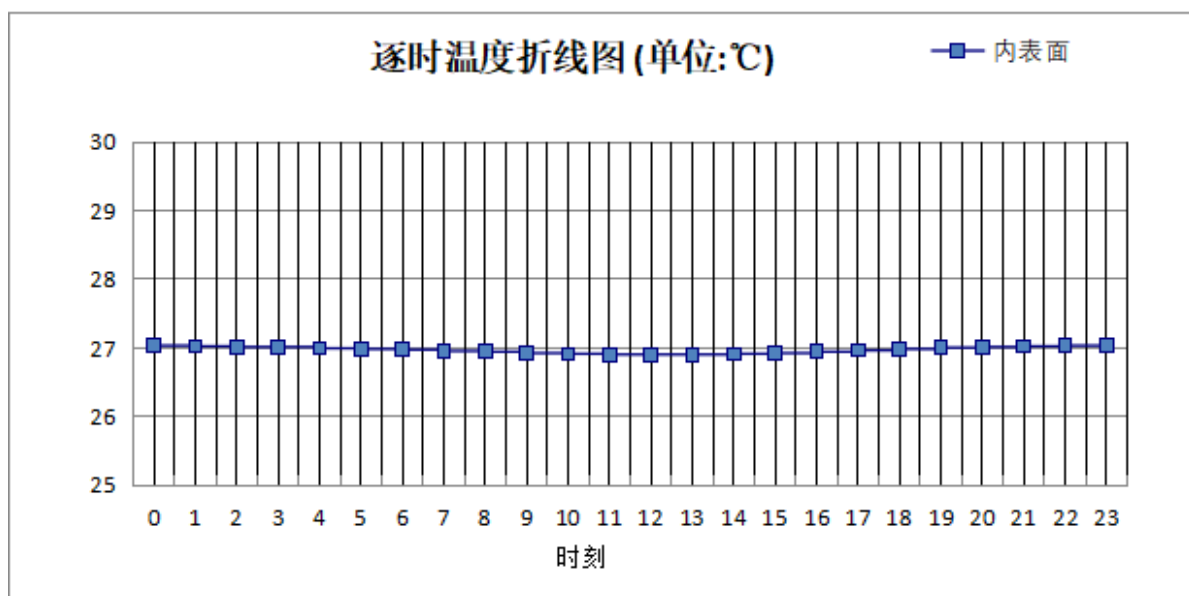
| | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 27.09 | 27.09 | 27.09 | 27.10 | 27.12 | 27.16 | 27.21 | 27.25 | 27.30 | 27.34 | 27.36 | 27.36 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

6.2.1.3 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 |
| 27.22 | 27.21 | 27.19 | 27.17 | 27.15 | 27.13 | 27.11 | 27.09 | 27.07 | 27.05 | 27.03 | 27.02 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.02 | 27.03 | 27.04 | 27.07 | 27.10 | 27.13 | 27.16 | 27.19 | 27.22 | 27.23 | 27.23 | 27.23 |

6.2.1.4 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 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|

| | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 27.03 | 27.02 | 27.01 | 27.01 | 26.99 | 26.98 | 26.97 | 26.95 | 26.94 | 26.92 | 26.91 | 26.90 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.90 | 26.90 | 26.91 | 26.92 | 26.94 | 26.96 | 26.98 | 27.00 | 27.01 | 27.02 | 27.03 | 27.03 |

7 验算结论

7.1 空调房间

| 类型 | 构造 | 时刻 | 最高温度(°C) | 限值(°C) | 结论 |
|---------|------------------|-------|----------|--------|----|
| 屋顶 | 上:屋顶构造一(上人倒置式屋面) | 21:10 | 27.21 | 28.50 | 满足 |
| 外墙(填充墙) | 东:外墙(填充墙)构造 | 21:45 | 27.23 | 28.00 | 满足 |
| | 西:外墙(填充墙)构造 | 23:05 | 27.36 | 28.00 | 满足 |
| | 南:外墙(填充墙)构造 | 22:00 | 27.23 | 28.00 | 满足 |
| | 北:外墙(填充墙)构造 | 22:50 | 27.03 | 28.00 | 满足 |