**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 古韵新生——张爱玲故居的低碳活化再利用 |
| 工程地点 | 浙江-绍兴 |
| 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 | 2025年2月10日 |



|  |  |
| --- | --- |
| 采用软件 | 斯维尔节能设计Becs2024 |
| 软件版本 | 20240430(SP1) |
| 研发单位 | 北京绿建软件股份有限公司 |
| 正版授权码 | T19548150032 |

**目 录**

[1 建筑概况 3](#_Toc190097594)

[2 评价依据 3](#_Toc190097595)

[3 评价目标与方法 3](#_Toc190097596)

[3.1 评价目标 3](#_Toc190097597)

[3.2 评价方法 3](#_Toc190097598)

[4 边界条件参数设置 4](#_Toc190097599)

[4.1 基本设置 4](#_Toc190097600)

[4.2 室外空气温度 5](#_Toc190097601)

[4.3 室外太阳辐射照度 5](#_Toc190097602)

[4.4 室内空气温度 6](#_Toc190097603)

[5 工程材料 6](#_Toc190097604)

[6 工程构造 8](#_Toc190097605)

[6.1 屋顶构造 8](#_Toc190097606)

[6.2 外墙（填充墙）构造 9](#_Toc190097607)

[7 验算结论 12](#_Toc190097608)

[7.1 空调房间 12](#_Toc190097609)

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 新建项目 |
| 工程地点 | 浙江-绍兴 |
| 气候子区 | 夏热冬冷A区 |
| 大气透明度等级 | 4 |
| 建筑面积 | 地上966㎡ 地下0㎡ |
| 建筑层数 | 地上2 地下0 |
| 建筑高度 | 10.7m |
| 结构类型 |  |

# 评价依据

1. 《浙江省公共建筑节能设计标准》DB33/1036-2021

2. 《建筑环境通用规范》GB 55016

3. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019

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

# 评价目标与方法

## 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。

## 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，。

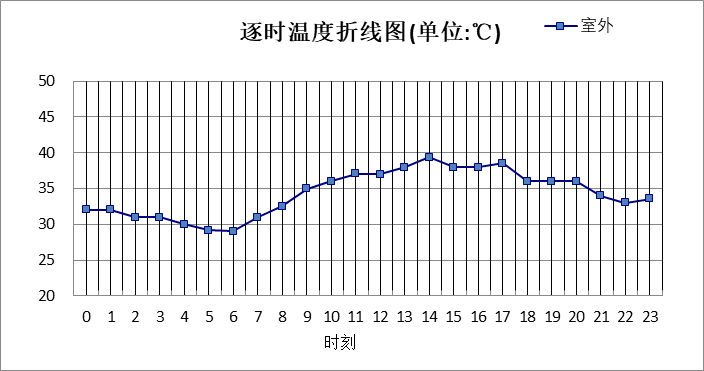


# 边界条件参数设置

## 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 |
| 32.00 | 32.00 | 31.00 | 31.00 | 30.00 | 29.20 | 29.00 | 31.00 | 32.50 | 35.00 | 36.00 | 37.10 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 37.00 | 38.00 | 39.40 | 38.00 | 38.00 | 38.50 | 36.00 | 36.00 | 36.00 | 34.00 | 33.00 | 33.60 |

**注：气象数据参考 浙江-杭州**

## 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 | 70.85 | 26.81 | 32.11 | 13.20 | 59.40 |
| 6:00 | 190.25 | 88.60 | 89.24 | 51.77 | 184.10 |
| 7:00 | 405.15 | 176.04 | 161.82 | 113.40 | 413.50 |
| 8:00 | 534.65 | 274.41 | 215.82 | 176.80 | 657.70 |
| 9:00 | 579.36 | 401.88 | 279.38 | 230.95 | 930.80 |
| 10:00 | 438.88 | 443.70 | 295.72 | 243.83 | 961.50 |
| 11:00 | 298.92 | 453.76 | 298.92 | 246.29 | 965.00 |
| 12:00 | 251.21 | 370.11 | 361.22 | 206.14 | 778.80 |
| 13:00 | 232.76 | 325.82 | 439.16 | 190.65 | 708.00 |
| 14:00 | 206.86 | 262.24 | 491.38 | 168.95 | 610.70 |
| 15:00 | 161.07 | 174.93 | 406.85 | 112.68 | 413.70 |
| 16:00 | 104.83 | 94.95 | 269.60 | 52.52 | 232.40 |
| 17:00 | 35.48 | 25.73 | 90.59 | 10.79 | 67.50 |
| 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 |

**注：气象数据参考 浙江-杭州**

## 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 | 数据来源 |
| 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 | 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 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 细石混凝土（双向配筋） | 1.740 | 17.060 | 2500.0 | 920.0 | 0.0158 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 蒸压加气混凝土墙板 | 0.160 | 2.710 | 600.0 | 1050.0 | 0.1110 | GB/T11968-2020 |
| 岩棉板(ρ0≥80) | 0.044 | 0.750 | 80.0 | 2200.0 | 0.4880 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 天然花岗岩板材 | 3.490 | 25.569 | 2800.0 | 920.0 | 0.0113 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 聚合物水泥砂浆 | 0.930 | 11.306 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0100 | DB23-T120-2001 |
| 水泥砂浆找平 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0210 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 通风空气层 | 1.177 | 0.171 | 1.2 | 598.4 | 0.1000 |  |
| 纤维增强水泥板 | 0.520 | 8.520 | 1800.0 | 1066.0 | 0.1910 | 浙江省居住建筑楼板构造(2018浙J76) |
| 无机轻集料保温板I型 | 0.058 | 1.000 | 230.0 | 1035.0 | 0.0140 | 无机轻集料保温板技术规程 DB33/T1209-2020 |
| 抗裂砂浆（玻纤网） | 0.930 | 11.306 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0140 | 广东居住建筑节能设计标准 DB45-221-2005 |
| 石灰水泥砂浆（混合砂浆）（1） | 0.870 | 10.750 | 1700.0 | 1070.0 | 0.0000 | 浙江居住建筑节能设计标准 DB33/1015-2021 |
| 烧结实心砖 | 0.810 | 10.007 | 1700.0 | 1000.0 | 0.0000 | 山东居住建筑节能设计标准 DB37-5026-2022 |
| 轻砂浆砌筑粘土砖砌体 | 0.760 | 9.960 | 1700.0 | 1050.0 | 0.1200 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 烧结多孔砖、烧结空心砖 | 0.580 | 7.920 | 1400.0 | 1060.0 | 0.0000 | 浙江居住建筑节能设计标准 DB33/1015-2021 |
| 石膏板 | 0.330 | 5.280 | 1050.0 | 1050.0 | 0.0790 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 石灰石膏砂浆 | 0.760 | 9.440 | 1500.0 | 1050.0 | 0.1910 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 松、木、云杉（热流方向垂直木纹） | 0.140 | 3.850 | 500.0 | 2510.0 | 0.0345 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 真空绝热板i型 | 0.005 | 0.073 | 10.0 | 1450.0 | 0.0000 | 建筑用真空绝热板应用技术规程 JGJ/T416-2017 |
| 实木地板 | 0.170 | 4.661 | 700.0 | 2510.0 | 0.0000 | 安徽公共建筑节能设计标准 DB34 T753-2007 |
| 玻璃棉板、毡(ρ＜40) | 0.040 | 0.380 | 40.0 | 1220.0 | 0.4880 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 夯实粘土(ρ=1800) | 0.930 | 11.030 | 1800.0 | 1010.0 | 0.0000 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |

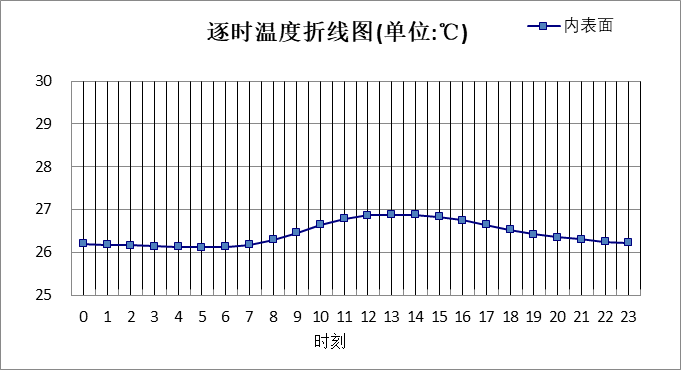
# 工程构造

## 屋顶构造

### 坡屋顶

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 烧结实心砖 | 20 | 10.0 | 0.810 | 10.007 | 1.00 | 0.025 | 0.247 |
| 水泥砂浆找平 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 烧结实心砖 | 20 | 10.0 | 0.810 | 10.007 | 1.00 | 0.025 | 0.247 |
| 真空绝热板i型 | 30 | 7.5 | 0.005 | 0.073 | 1.20 | 5.000 | 0.438 |
| 通风空气层 | 100 | 100.0 | 1.177 | 0.171 | 1.00 | 0.085 | 0.015 |
| 高分子卷材防水层 | 2 | 2.0 | 200.000 | 200.000 | 1.00 | 0.000 | 0.000 |
| 高分子卷材防水层 | 2 | 2.0 | 200.000 | 200.000 | 1.00 | 0.000 | 0.000 |
| 各层之和∑ | 194 | － | － | － | － | 5.156 | 1.191 |
| 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) | 0.19 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 轻质围护结构 | | | | | | |

#### 空调房间：逐时温度



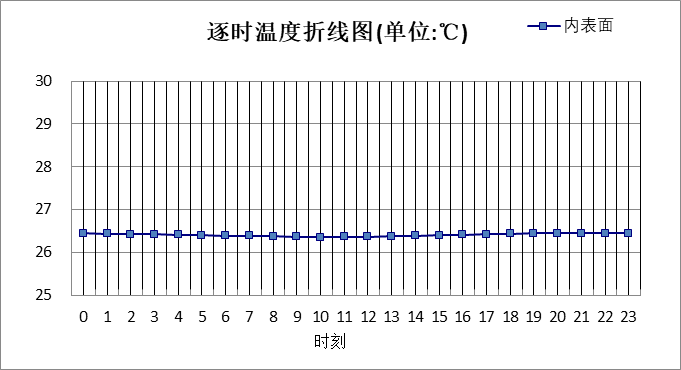
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 26.20 | 26.17 | 26.16 | 26.14 | 26.13 | 26.12 | 26.13 | 26.18 | 26.29 | 26.46 | 26.64 | 26.78 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.86 | 26.88 | 26.87 | 26.83 | 26.75 | 26.64 | 26.52 | 26.42 | 26.35 | 26.30 | 26.25 | 26.22 |

## 外墙（填充墙）构造

### 空斗外墙内保温

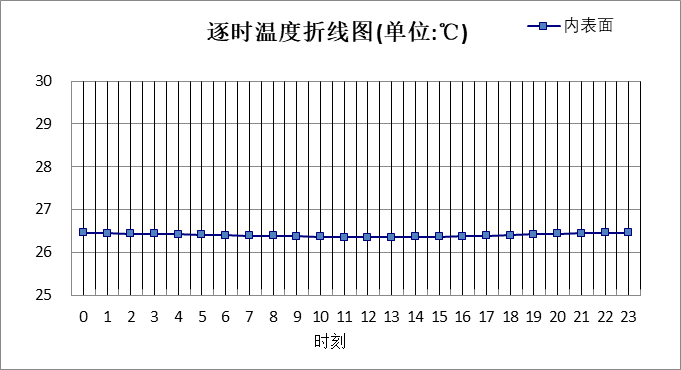
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 由外到内 | 厚度 | 差分 步长 | 导热 系数 | 蓄热 系数 | 修正 系数 | 热阻 | 热惰性 指标 |
| (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(㎡.K) | α | (㎡K)/W | D=R\*S |
| 石灰水泥砂浆（混合砂浆）（1） | 20 | 10.0 | 0.870 | 10.750 | 1.00 | 0.023 | 0.247 |
| 烧结多孔砖、烧结空心砖 | 235 | 9.0 | 0.580 | 7.920 | 1.00 | 0.405 | 3.209 |
| 真空绝热板i型 | 20 | 6.7 | 0.005 | 0.073 | 1.20 | 3.333 | 0.292 |
| 通风空气层 | 50 | 50.0 | 1.177 | 0.171 | 1.00 | 0.042 | 0.007 |
| 石膏板 | 12 | 6.0 | 0.330 | 5.280 | 1.00 | 0.036 | 0.192 |
| 各层之和∑ | 337 | － | － | － | － | 3.840 | 3.947 |
| 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) | 0.25 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

#### 空调房间：东向逐时温度



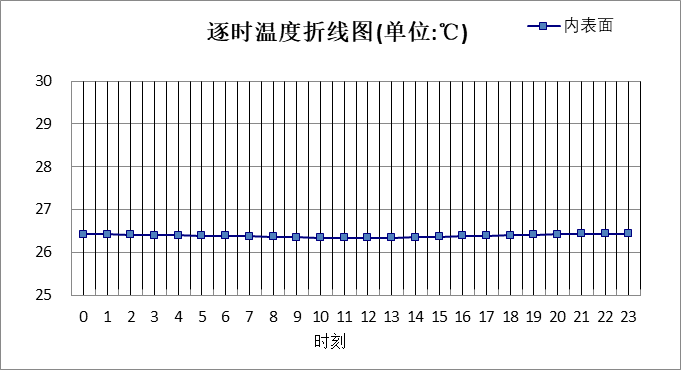
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 26.44 | 26.43 | 26.42 | 26.42 | 26.41 | 26.40 | 26.39 | 26.38 | 26.37 | 26.36 | 26.35 | 26.36 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.36 | 26.37 | 26.38 | 26.40 | 26.41 | 26.42 | 26.43 | 26.44 | 26.44 | 26.44 | 26.44 | 26.44 |

#### 空调房间：西向逐时温度



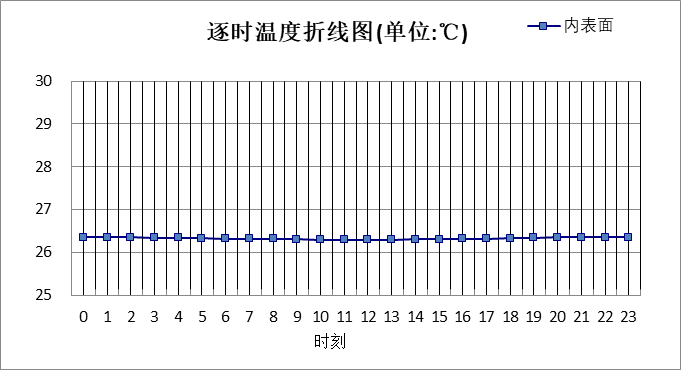
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 26.45 | 26.44 | 26.43 | 26.43 | 26.42 | 26.41 | 26.40 | 26.39 | 26.38 | 26.37 | 26.36 | 26.35 |
| 12:00 | 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 | 26.36 | 26.37 | 26.39 | 26.40 | 26.42 | 26.43 | 26.44 | 26.45 | 26.45 |

#### 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 |
| 26.42 | 26.42 | 26.41 | 26.40 | 26.40 | 26.39 | 26.38 | 26.37 | 26.36 | 26.35 | 26.34 | 26.34 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.34 | 26.34 | 26.35 | 26.36 | 26.38 | 26.39 | 26.40 | 26.41 | 26.42 | 26.43 | 26.43 | 26.43 |

#### 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 |
| 26.35 | 26.35 | 26.35 | 26.34 | 26.34 | 26.33 | 26.32 | 26.32 | 26.31 | 26.30 | 26.29 | 26.29 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.29 | 26.29 | 26.30 | 26.30 | 26.31 | 26.32 | 26.33 | 26.34 | 26.35 | 26.35 | 26.35 | 26.35 |

# 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:坡屋顶 | 13:00 | 26.88 | 29.50 | 满足 |
| 外墙（填充墙） | 东:空斗外墙内保温 | 21:30 | 26.44 | 28.00 | 满足 |
| 西:空斗外墙内保温 | 22:50 | 26.45 | 28.00 | 满足 |
| 南:空斗外墙内保温 | 22:00 | 26.43 | 28.00 | 满足 |
| 北:空斗外墙内保温 | 22:55 | 26.35 | 28.00 | 满足 |