**隔热检查计算书**

居住建筑

**目 录**

[1 建筑概况 3](#_Toc153113804)

[2 评价依据 3](#_Toc153113805)

[3 评价目标与方法 3](#_Toc153113806)

[3.1 评价目标 3](#_Toc153113807)

[3.2 评价方法 3](#_Toc153113808)

[4 边界条件参数设置 4](#_Toc153113809)

[4.1 基本设置 4](#_Toc153113810)

[4.2 室外空气温度 5](#_Toc153113811)

[4.3 室外太阳辐射照度 5](#_Toc153113812)

[4.4 室内空气温度 6](#_Toc153113813)

[5 工程材料 7](#_Toc153113814)

[6 工程构造 7](#_Toc153113815)

[6.1 屋顶构造 7](#_Toc153113816)

[6.1.1 屋顶构造一 7](#_Toc153113817)

[6.2 外墙构造 8](#_Toc153113818)

[6.2.1 外墙构造一 8](#_Toc153113819)

[7 验算结论 11](#_Toc153113820)

[7.1 自然通风房间 11](#_Toc153113821)

# 建筑概况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 工程名称 | 新建项目 | |
| 工程地点 | 浙江-杭州 | |
| 地理位置 | 北纬：30.23° | 东经：120.17° |
| 气候子区 | 夏热冬冷 | |
| 大气透明度等级 | 5 | |
| 建筑面积 | 地上464㎡ 地下0㎡ | |
| 建筑层数 | 地上4 地下0 | |
| 建筑高度 | 13.4m | |
| 结构类型 |  | |

# 评价依据

1. 浙江省居住建筑节能设计标准DB33/1015-2015

2. 《民用建筑热工设计规范》GB50176

3. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019

4. 《绿色建筑评价技术细则》

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》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《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，。

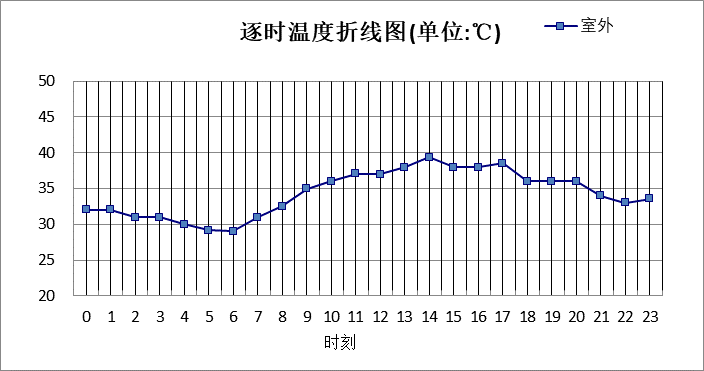


# 边界条件参数设置

## 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



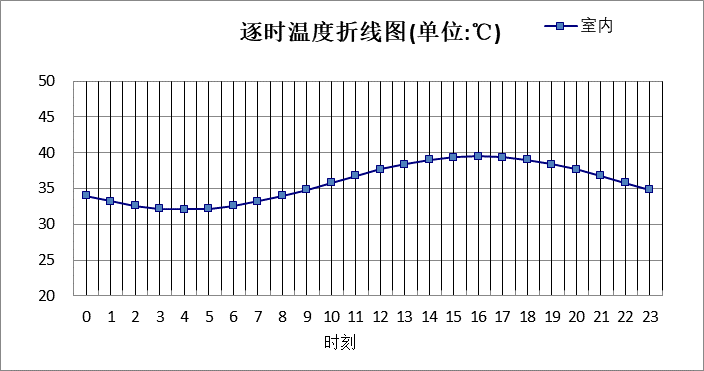
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 32.00 | 32.00 | 31.00 | 31.00 | 30.00 | 29.20 | 29.00 | 31.00 | 32.50 | 35.00 | 36.00 | 37.10 |
| 12:00 | 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 |

## 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 |

## 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 |
| 33.95 | 33.19 | 32.60 | 32.23 | 32.10 | 32.23 | 32.60 | 33.19 | 33.95 | 34.85 | 35.80 | 36.76 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 37.65 | 38.42 | 39.01 | 39.38 | 39.50 | 39.38 | 39.01 | 38.42 | 37.65 | 36.76 | 35.80 | 34.85 |

# 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 | 来源：《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 |
| 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 |
| 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 |  |
| 水泥砂浆（1） | 0.930 | 11.306 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0000 | 蒸汽渗透系数为测定值 |
| 现浇混凝土屋面板 | 1.740 | 17.060 | 2500.0 | 920.0 | 0.0000 | 蒸汽渗透系数为测定值 |
| 聚合物水泥石灰砂浆 | 0.930 | 11.306 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0000 |  |
| 加气混凝土砌块（B07级） | 0.220 | 3.429 | 700.0 | 1050.0 | 0.0000 |  |
| 沥青油毡、油毡纸 | 0.170 | 3.302 | 600.0 | 1470.0 | 0.0000 |  |
| 膨胀矿渣珠混凝土(ρ=2000) | 0.770 | 10.369 | 2000.0 | 960.0 | 0.0000 |  |
| 加气混凝土、泡沫混凝土(ρ=700)（1） | 0.220 | 3.429 | 700.0 | 1050.0 | 0.0000 |  |
| 挤塑聚苯板（1） | 0.033 | 0.347 | 28.0 | 1790.0 | 0.0000 |  |
| 钢筋混凝土（1） | 1.740 | 17.060 | 2500.0 | 920.0 | 0.0000 |  |
| 实木地板 | 0.170 | 4.661 | 700.0 | 2510.0 | 0.0000 |  |
| 细木工板 | 0.093 | 1.958 | 300.0 | 1890.0 | 0.0000 |  |
| 矿棉、岩棉、玻璃棉毡 | 0.048 | 0.684 | 100.0 | 1340.0 | 0.0000 |  |
| 30x40杉木搁栅 | 0.140 | 3.850 | 500.0 | 2912.0 | 0.0000 |  |

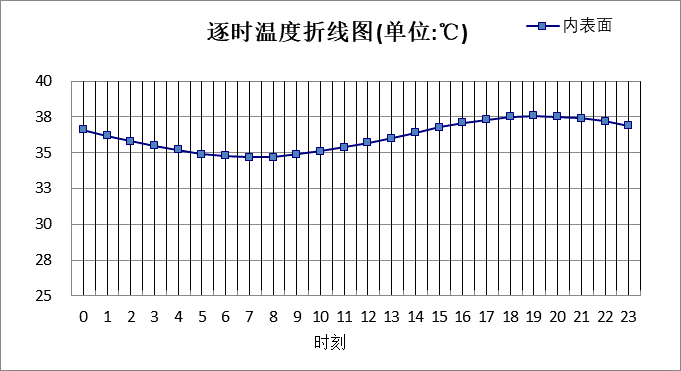
# 工程构造

## 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 |
| 沥青油毡、油毡纸 | 10 | 5.0 | 0.170 | 3.302 | 1.00 | 0.059 | 0.194 |
| 水泥砂浆（1） | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.306 | 1.00 | 0.022 | 0.243 |
| 膨胀矿渣珠混凝土(ρ=2000) | 30 | 7.5 | 0.770 | 10.369 | 1.00 | 0.039 | 0.404 |
| 加气混凝土、泡沫混凝土(ρ=700)（1） | 100 | 7.7 | 0.220 | 3.429 | 1.00 | 0.455 | 1.559 |
| 挤塑聚苯板（1） | 90 | 11.3 | 0.033 | 0.347 | 1.00 | 2.727 | 0.946 |
| 钢筋混凝土（1） | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.060 | 1.00 | 0.069 | 1.177 |
| 各层之和∑ | 370 | － | － | － | － | 3.370 | 4.523 |
| 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) | 0.28 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

#### 自然通风房间：逐时温度



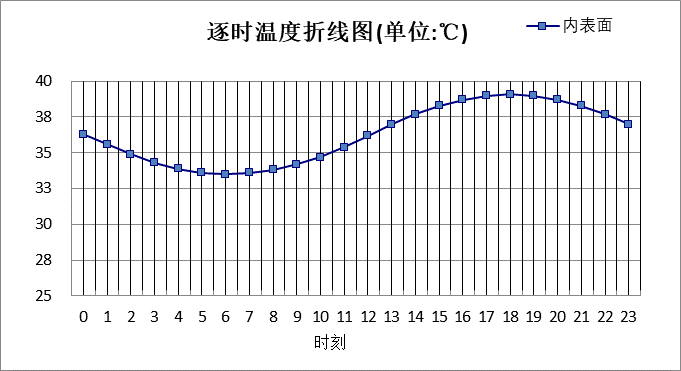
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 36.57 | 36.20 | 35.83 | 35.47 | 35.17 | 34.93 | 34.77 | 34.71 | 34.74 | 34.86 | 35.07 | 35.35 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.68 | 36.05 | 36.42 | 36.77 | 37.08 | 37.33 | 37.49 | 37.56 | 37.53 | 37.41 | 37.19 | 36.91 |

## 外墙构造

### 外墙构造一

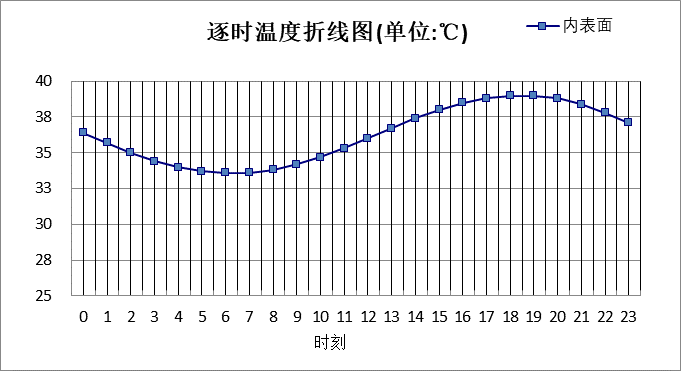
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 由外到内 | 厚度 | 差分 步长 | 导热 系数 | 蓄热 系数 | 修正 系数 | 热阻 | 热惰性 指标 |
| (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(㎡.K) | α | (㎡K)/W | D=R\*S |
| 聚合物水泥石灰砂浆 | 8 | 8.0 | 0.930 | 11.306 | 1.00 | 0.009 | 0.097 |
| 加气混凝土砌块（B07级） | 240 | 8.0 | 0.220 | 3.429 | 1.25 | 0.873 | 3.741 |
| 聚合物水泥石灰砂浆 | 25 | 8.3 | 0.930 | 11.306 | 1.00 | 0.027 | 0.304 |
| 各层之和∑ | 273 | － | － | － | － | 0.908 | 4.142 |
| 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) | 0.95 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

#### 自然通风房间：东向逐时温度



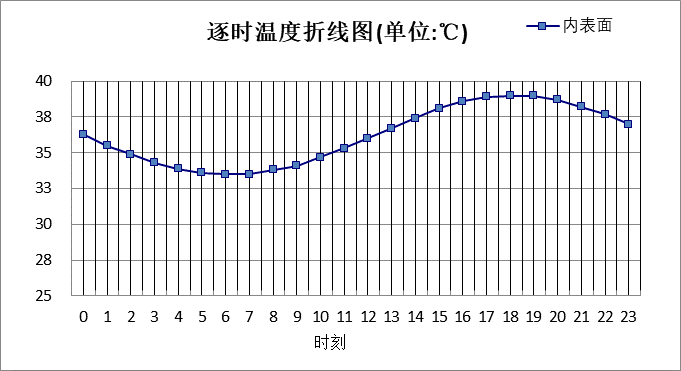
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 36.27 | 35.55 | 34.89 | 34.33 | 33.89 | 33.61 | 33.49 | 33.55 | 33.78 | 34.17 | 34.73 | 35.41 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 36.17 | 36.95 | 37.68 | 38.28 | 38.74 | 39.02 | 39.11 | 39.01 | 38.72 | 38.26 | 37.67 | 36.99 |

#### 自然通风房间：西向逐时温度



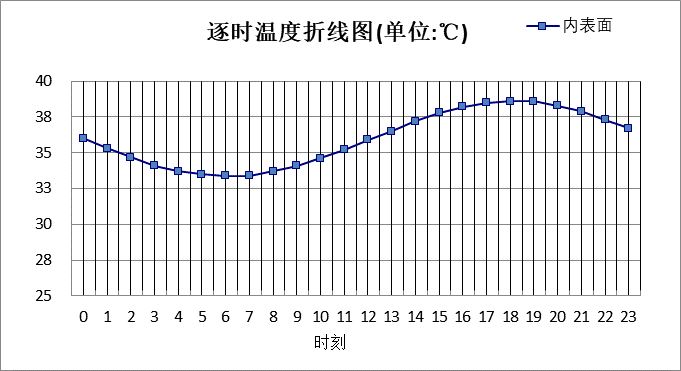
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 36.42 | 35.70 | 35.03 | 34.45 | 34.00 | 33.70 | 33.58 | 33.62 | 33.84 | 34.20 | 34.70 | 35.31 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.99 | 36.69 | 37.36 | 37.96 | 38.45 | 38.81 | 39.00 | 38.99 | 38.78 | 38.38 | 37.81 | 37.15 |

#### 自然通风房间：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 |
| 36.26 | 35.55 | 34.89 | 34.32 | 33.89 | 33.60 | 33.49 | 33.55 | 33.77 | 34.14 | 34.66 | 35.28 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.99 | 36.72 | 37.44 | 38.07 | 38.57 | 38.90 | 39.03 | 38.95 | 38.68 | 38.24 | 37.65 | 36.98 |

#### 自然通风房间：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 |
| 35.99 | 35.31 | 34.68 | 34.14 | 33.73 | 33.46 | 33.37 | 33.44 | 33.67 | 34.05 | 34.56 | 35.17 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.85 | 36.55 | 37.21 | 37.79 | 38.24 | 38.53 | 38.64 | 38.56 | 38.30 | 37.88 | 37.32 | 36.68 |

# 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:屋顶构造一 | 19:10 | 37.56 | 39.40 | 满足 |
| 外墙 | 东:外墙构造一 | 18:00 | 39.11 | 39.40 | 满足 |
| 西:外墙构造一 | 18:25 | 39.02 | 39.40 | 满足 |
| 南:外墙构造一 | 18:05 | 39.03 | 39.40 | 满足 |
| 北:外墙构造一 | 18:05 | 38.64 | 39.40 | 满足 |