**隔热检查计算书**

居住建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 新建项目 |
| 工程地点 | 湖南-湘潭 |
| 设计编号 |  |
| 建设单位 | 湖南工程学院 |
| 设计单位 | 湖南工程学院 |
| 设 计 人 |  |
| 校 对 人 |  |
| 审 核 人 |  |
| 计算日期 | 2024年3月3日 |



|  |  |
| --- | --- |
| 采用软件 | 斯维尔节能设计BECS2023 |
| 软件版本 | 20220923 |
| 研发单位 | 北京绿建软件股份有限公司 |
| 正版授权码 | T19330235087 |

**目 录**

[1 建筑概况 3](#_Toc160352579)

[2 评价依据 3](#_Toc160352580)

[3 评价目标与方法 3](#_Toc160352581)

[3.1 评价目标 3](#_Toc160352582)

[3.2 评价方法 3](#_Toc160352583)

[4 边界条件参数设置 4](#_Toc160352584)

[4.1 基本设置 4](#_Toc160352585)

[4.2 室外空气温度 5](#_Toc160352586)

[4.3 室外太阳辐射照度 5](#_Toc160352587)

[4.4 室内空气温度 7](#_Toc160352588)

[5 工程材料 7](#_Toc160352589)

[6 工程构造 8](#_Toc160352590)

[6.1 屋顶构造 8](#_Toc160352591)

[6.1.1 屋顶构造一 8](#_Toc160352592)

[6.2 外墙构造 9](#_Toc160352593)

[6.2.1 外墙构造一 9](#_Toc160352594)

[7 验算结论 11](#_Toc160352595)

[7.1 自然通风房间 11](#_Toc160352596)

# 建筑概况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 工程名称 | 新建项目 | |
| 工程地点 | 湖南-湘潭 | |
| 地理位置 | 北纬：27.90° | 东经：112.90° |
| 气候子区 | 夏热冬冷 | |
| 大气透明度等级 | 4 | |
| 建筑面积 | 地上464㎡ 地下0㎡ | |
| 建筑层数 | 地上2 地下0 | |
| 建筑高度 | 8.9m | |
| 结构类型 | 砖混结构 | |

# 评价依据

1. 湖南居住建筑节能设计标准DBJ 43／003-2017

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，。

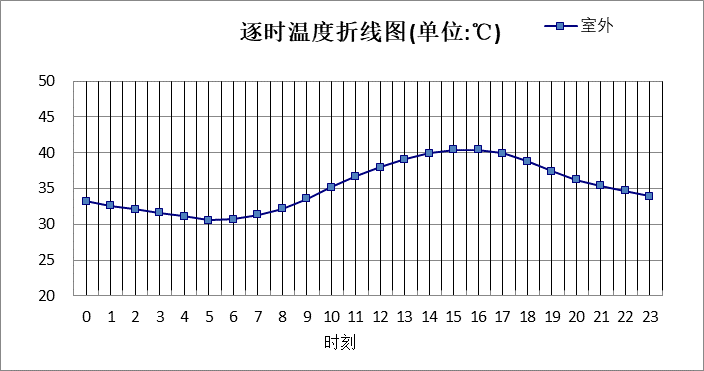


# 边界条件参数设置

## 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 |
| 33.20 | 32.60 | 32.10 | 31.60 | 31.10 | 30.60 | 30.70 | 31.30 | 32.20 | 33.60 | 35.20 | 36.70 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 38.00 | 39.10 | 39.90 | 40.40 | 40.40 | 39.90 | 38.80 | 37.40 | 36.20 | 35.40 | 34.70 | 33.90 |

**注：气象数据参考 湖南-长沙**

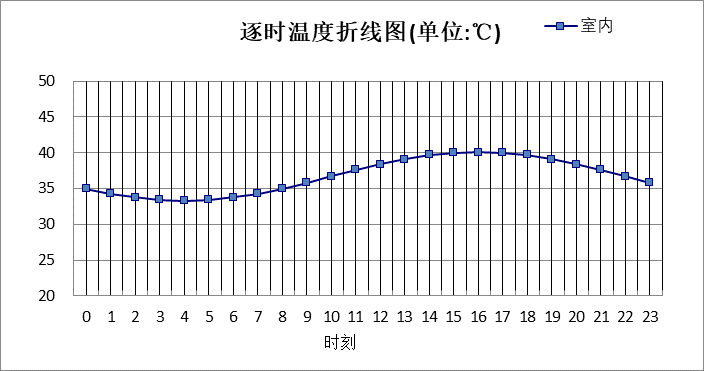
## 室外太阳辐射照度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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 | 156.78 | 53.60 | 58.51 | 29.93 | 129.90 |
| 7:00 | 293.98 | 135.58 | 121.79 | 87.93 | 301.50 |
| 8:00 | 402.73 | 213.54 | 167.13 | 136.53 | 494.30 |
| 9:00 | 422.58 | 299.76 | 210.59 | 173.38 | 675.00 |
| 10:00 | 390.76 | 390.88 | 259.61 | 214.40 | 857.10 |
| 11:00 | 296.62 | 450.26 | 296.62 | 244.61 | 965.90 |
| 12:00 | 309.04 | 458.95 | 454.07 | 254.29 | 984.40 |
| 13:00 | 297.09 | 419.32 | 578.78 | 243.91 | 925.70 |
| 14:00 | 266.07 | 340.62 | 656.51 | 217.72 | 801.00 |
| 15:00 | 221.08 | 236.30 | 667.56 | 153.78 | 623.90 |
| 16:00 | 164.80 | 127.15 | 574.80 | 62.76 | 409.80 |
| 17:00 | 90.30 | 29.33 | 367.76 | 7.95 | 186.10 |
| 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 湖南-长沙**

## 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 |
| 35.01 | 34.30 | 33.76 | 33.42 | 33.31 | 33.42 | 33.76 | 34.30 | 35.01 | 35.83 | 36.71 | 37.59 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 38.41 | 39.11 | 39.65 | 39.99 | 40.11 | 39.99 | 39.65 | 39.11 | 38.41 | 37.59 | 36.71 | 35.83 |

# 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 |
| 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 |
| 挤塑聚苯板 | 0.030 | 0.381 | 30.0 | 2220.0 | 0.0000 |  |
| 1:3水泥砂浆找平层 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1062.0 | 0.0000 |  |
| 钢筋混凝土屋面板 | 1.740 | 17.060 | 2500.0 | 920.0 | 0.0000 |  |
| 石灰水泥砂浆 | 0.870 | 10.627 | 1700.0 | 1050.0 | 0.0000 |  |
| 耐碱玻纤网布抗裂砂浆 | 0.930 | 11.306 | 1800.0 | 1050.0 | 0.0000 |  |
| 膨胀聚苯板(ρ=20~30) | 0.042 | 0.360 | 25.4 | 1666.7 | 0.0000 |  |
| 陶粒混凝土多孔砖(240） | 0.600 | 6.010 | 1100.0 | 752.5 | 0.0000 |  |
| 加气混凝土(ρ=500) | 0.190 | 3.123 | 500.0 | 1412.0 | 0.0000 |  |
| 聚苯颗粒保温砂浆（1） | 0.059 | 1.047 | 230.0 | 1110.0 | 0.0000 |  |

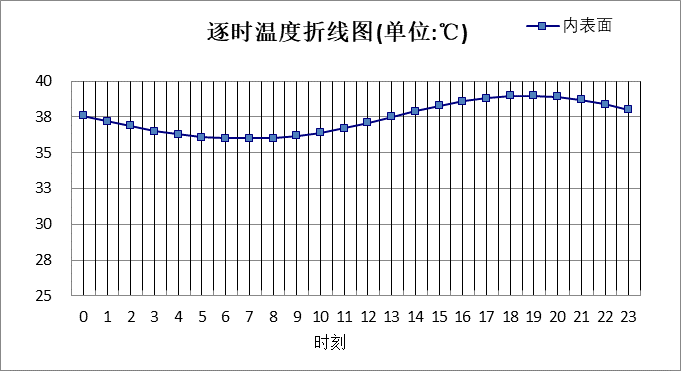
# 工程构造

## 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 |
| 1:3水泥砂浆找平层 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 聚苯颗粒保温砂浆（1） | 100 | 7.1 | 0.059 | 1.047 | 1.20 | 1.412 | 1.775 |
| 1:3水泥砂浆找平层 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 钢筋混凝土屋面板 | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.060 | 1.00 | 0.069 | 1.177 |
| 石灰水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.870 | 10.627 | 1.00 | 0.023 | 0.244 |
| 各层之和∑ | 280 | － | － | － | － | 1.547 | 3.684 |
| 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) | 0.59 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

#### 自然通风房间：逐时温度



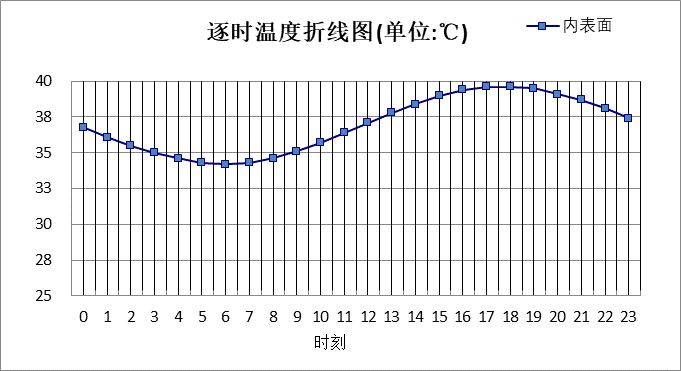
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 37.64 | 37.24 | 36.87 | 36.54 | 36.27 | 36.08 | 35.97 | 35.95 | 36.02 | 36.18 | 36.42 | 36.73 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 37.10 | 37.50 | 37.90 | 38.28 | 38.60 | 38.83 | 38.97 | 38.98 | 38.88 | 38.68 | 38.38 | 38.02 |

## 外墙构造

### 外墙构造一

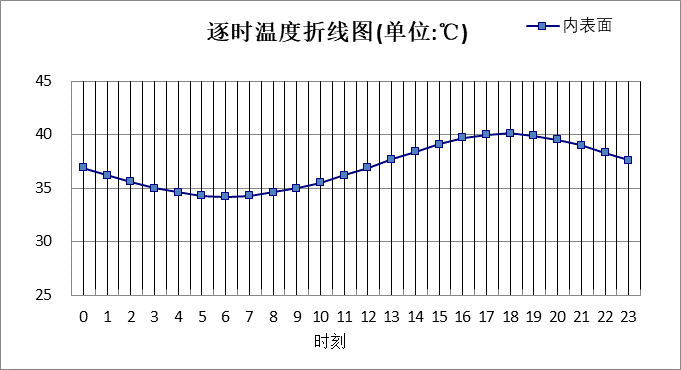
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 由外到内 | 厚度 | 差分 步长 | 导热 系数 | 蓄热 系数 | 修正 系数 | 热阻 | 热惰性 指标 |
| (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(㎡.K) | α | (㎡K)/W | D=R\*S |
| 耐碱玻纤网布抗裂砂浆 | 5 | 5.0 | 0.930 | 11.306 | 1.00 | 0.005 | 0.061 |
| 膨胀聚苯板(ρ=20~30) | 85 | 14.2 | 0.042 | 0.360 | 1.20 | 1.687 | 0.729 |
| 陶粒混凝土多孔砖(240） | 100 | 12.5 | 0.600 | 6.010 | 1.00 | 0.167 | 1.002 |
| 石灰水泥砂浆 | 10 | 10.0 | 0.870 | 10.627 | 1.00 | 0.011 | 0.122 |
| 各层之和∑ | 200 | － | － | － | － | 1.870 | 1.913 |
| 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) | 0.50 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 轻质围护结构 | | | | | | |

#### 自然通风房间：东向逐时温度



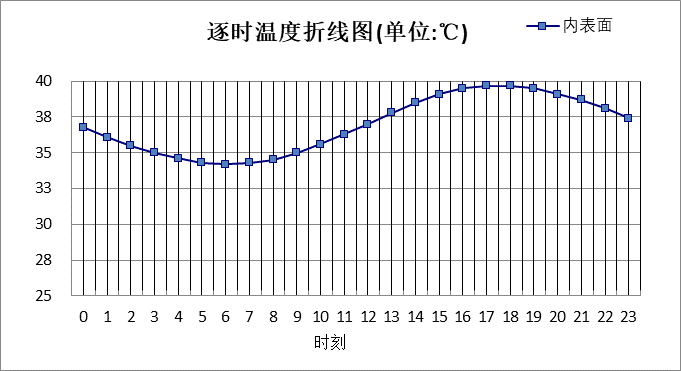
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 36.76 | 36.10 | 35.49 | 34.96 | 34.56 | 34.30 | 34.20 | 34.30 | 34.61 | 35.11 | 35.75 | 36.44 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 37.14 | 37.82 | 38.45 | 38.97 | 39.37 | 39.59 | 39.63 | 39.47 | 39.13 | 38.66 | 38.08 | 37.44 |

#### 自然通风房间：西向逐时温度



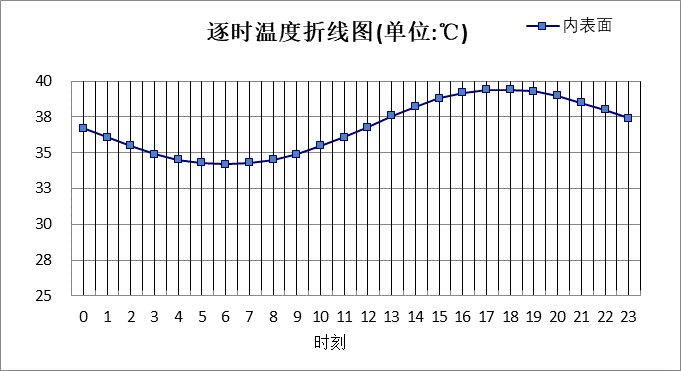
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 36.92 | 36.22 | 35.58 | 35.04 | 34.62 | 34.34 | 34.23 | 34.30 | 34.56 | 34.98 | 35.54 | 36.20 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 36.92 | 37.67 | 38.42 | 39.10 | 39.65 | 40.01 | 40.12 | 39.93 | 39.52 | 38.96 | 38.32 | 37.63 |

#### 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 |
| 36.77 | 36.10 | 35.49 | 34.96 | 34.56 | 34.30 | 34.20 | 34.27 | 34.54 | 34.98 | 35.57 | 36.27 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 37.04 | 37.80 | 38.49 | 39.06 | 39.45 | 39.66 | 39.66 | 39.48 | 39.14 | 38.67 | 38.09 | 37.44 |

#### 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 |
| 36.71 | 36.06 | 35.45 | 34.94 | 34.54 | 34.28 | 34.18 | 34.26 | 34.51 | 34.93 | 35.48 | 36.14 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 36.84 | 37.55 | 38.21 | 38.76 | 39.17 | 39.40 | 39.44 | 39.29 | 38.99 | 38.55 | 37.99 | 37.37 |

# 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 | 18:40 | 38.99 | 40.40 | 满足 |
| 外墙 | 东:外墙构造一 | 17:40 | 39.64 | 40.40 | 满足 |
| 西:外墙构造一 | 17:55 | 40.12 | 40.40 | 满足 |
| 南:外墙构造一 | 17:30 | 39.68 | 40.40 | 满足 |
| 北:外墙构造一 | 17:45 | 39.44 | 40.40 | 满足 |