**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 售楼部改造项目 |
| 工程地点 | 湖南-株洲 |
| 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 | 2024年3月1日 |



|  |  |
| --- | --- |
| 采用软件 | 斯维尔节能设计Becs2023 |
| 软件版本 | 20220909 |
| 研发单位 | 北京绿建软件股份有限公司 |
| 正版授权码 | T13476000445 |

**目 录**

[1 建筑概况 3](#_Toc160200157)

[2 评价依据 3](#_Toc160200158)

[3 评价目标与方法 3](#_Toc160200159)

[3.1 评价目标 3](#_Toc160200160)

[3.2 评价方法 3](#_Toc160200161)

[4 边界条件参数设置 4](#_Toc160200162)

[4.1 基本设置 4](#_Toc160200163)

[4.2 室外空气温度 5](#_Toc160200164)

[4.3 室外太阳辐射照度 5](#_Toc160200165)

[4.4 室内空气温度 6](#_Toc160200166)

[5 工程材料 6](#_Toc160200167)

[6 工程构造 7](#_Toc160200168)

[6.1 屋顶构造 7](#_Toc160200169)

[6.1.1 屋顶构造一 7](#_Toc160200170)

[6.2 外墙构造 8](#_Toc160200171)

[6.2.1 外墙构造一 8](#_Toc160200172)

[7 验算结论 11](#_Toc160200173)

[7.1 空调房间 11](#_Toc160200174)

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 售楼部改造项目 |
| 工程地点 | 湖南-株洲 |
| 地理位置 | 北纬：28.00° | 东经：113.16° |
| 气候子区 | 夏热冬冷A区 |
| 大气透明度等级 | 4 |
| 建筑面积 | 地上1227㎡ 地下0㎡ |
| 建筑层数 | 地上2 地下0 |
| 建筑高度 | 15.0m |
| 结构类型 |  |

# 评价依据

1. 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015

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；

$ t\_{i}$—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：$C\_{p}$—材料的比热， J /(kg·K)；

$ρ$—材料的密度，kg/m³；

—材料的导温系数，，m2/s；

$Δx$—差分步长，m；

—材料的导热系数，［W/(m·K)］；

$t\_{f}^{k}$—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：$ t\_{i}$—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GB50176-2016》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

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 | 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 |  |
| 轻质混合种植土 | 0.470 | 6.363 | 1200.0 | 987.0 | 0.0000 |  |
| 细石混凝土板 | 1.740 | 16.487 | 2300.0 | 934.0 | 0.0000 |  |
| 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 |  |
| 聚氨酯硬泡沫塑料 | 0.033 | 0.391 | 30.0 | 2120.0 | 0.0000 |  |
| 混凝土空心砖(190单排孔） | 0.860 | 7.480 | 900.0 | 994.0 | 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 |
| 轻质混合种植土 | 400 | 9.3 | 0.470 | 6.363 | 1.00 | 0.851 | 5.415 |
| 细石混凝土板 | 174 | 13.4 | 1.740 | 16.487 | 1.00 | 0.100 | 1.649 |
| 挤塑聚苯板 | 30 | 10.0 | 0.030 | 0.381 | 1.10 | 0.909 | 0.381 |
| 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∑ | 764 | － | － | － | － | 1.974 | 9.110 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.80 |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.47 |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 |

#### 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 |
| 27.18 | 27.18 | 27.18 | 27.18 | 27.18 | 27.18 | 27.18 | 27.18 | 27.18 | 27.19 | 27.19 | 27.19 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.19 | 27.19 | 27.19 | 27.19 | 27.19 | 27.19 | 27.19 | 27.19 | 27.19 | 27.18 | 27.18 | 27.18 |

## 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 |
| 聚氨酯硬泡沫塑料 | 60 | 10.0 | 0.033 | 0.391 | 1.20 | 1.515 | 0.711 |
| 混凝土空心砖(190单排孔） | 190 | 14.6 | 0.860 | 7.480 | 1.00 | 0.221 | 1.653 |
| 石灰水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.870 | 10.627 | 1.00 | 0.023 | 0.244 |
| 各层之和∑ | 275 | － | － | － | － | 1.764 | 2.669 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.29 |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.52 |
| 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 |
| 26.75 | 26.72 | 26.70 | 26.67 | 26.64 | 26.61 | 26.59 | 26.56 | 26.54 | 26.54 | 26.54 | 26.56 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.59 | 26.62 | 26.65 | 26.68 | 26.72 | 26.75 | 26.78 | 26.79 | 26.80 | 26.80 | 26.79 | 26.77 |

#### 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 |
| 26.83 | 26.80 | 26.76 | 26.73 | 26.70 | 26.66 | 26.63 | 26.60 | 26.57 | 26.55 | 26.54 | 26.54 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.56 | 26.58 | 26.62 | 26.67 | 26.73 | 26.80 | 26.85 | 26.89 | 26.91 | 26.90 | 26.88 | 26.86 |

#### 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 |
| 26.75 | 26.72 | 26.70 | 26.67 | 26.64 | 26.62 | 26.59 | 26.56 | 26.54 | 26.52 | 26.52 | 26.53 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.55 | 26.59 | 26.63 | 26.68 | 26.72 | 26.76 | 26.78 | 26.80 | 26.80 | 26.80 | 26.79 | 26.77 |

#### 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 |
| 26.70 | 26.68 | 26.66 | 26.64 | 26.61 | 26.59 | 26.56 | 26.53 | 26.51 | 26.50 | 26.49 | 26.49 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.51 | 26.53 | 26.57 | 26.60 | 26.64 | 26.67 | 26.70 | 26.72 | 26.73 | 26.73 | 26.73 | 26.71 |

# 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:屋顶构造一 | 14:35 | 27.19 | 28.50 | 满足 |
| 外墙 | 东:外墙构造一 | 20:05 | 26.80 | 28.00 | 满足 |
| 西:外墙构造一 | 20:05 | 26.91 | 28.00 | 满足 |
| 南:外墙构造一 | 19:55 | 26.80 | 28.00 | 满足 |
| 北:外墙构造一 | 20:40 | 26.73 | 28.00 | 满足 |