**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 经开区筑城科研及生产基地建设项目食堂 |
| 工程地点 | 河北-石家庄 |
| 设计编号 |  |
| 建设单位 | 石家庄筑城城市建设有限公司 |
| 设计单位 |  |
| 设 计 人 |  |
| 校 对 人 |  |
| 审 核 人 |  |
| 计算日期 | 2023年10月25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 | T15803317572 |

**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

6.1.1 120厚钢筋混凝土+110厚岩棉板 7

6.2 外墙构造 7

6.2.1 250厚加气混凝土砌块+50厚带钢丝网架挤塑聚苯板 7

7 验算结论 8

7.1 空调房间 8

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 经开区筑城科研及生产基地建设项目食堂 |
| 工程地点 | 河北-石家庄 |
| 地理位置 | 北纬：38.00° | 东经：114.41° |
| 气候子区 | 寒冷B区 |
| 大气透明度等级 | 4 |
| 建筑面积 | 地上2058.28㎡ 地下0㎡ |
| 建筑层数 | 地上4 地下0 |
| 建筑高度 | 19.5m |
| 结构类型 |  |

# 评价依据

1. 公共建筑节能设计标准DB13(J)81-2016

2. 《建筑环境通用规范》GB 55016

3. 河北省《绿色建筑评价标准》DB13(J)/T 8352-2020

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》和河北省《绿色建筑评价标准》DB13(J)/T 8352-2020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 |
| 34.20 | 33.60 | 33.00 | 32.20 | 31.30 | 30.50 | 31.00 | 32.10 | 33.70 | 35.60 | 37.50 | 39.20 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 40.50 | 41.60 | 42.40 | 42.90 | 42.90 | 42.40 | 40.90 | 38.50 | 36.50 | 35.00 | 33.40 | 31.90 |

## 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 | 134.90 | 49.43 | 60.20 | 24.13 | 115.60 |
| 6:00 | 280.60 | 116.46 | 118.34 | 68.45 | 260.10 |
| 7:00 | 423.68 | 183.10 | 155.42 | 124.33 | 424.00 |
| 8:00 | 487.60 | 259.36 | 175.14 | 144.87 | 587.30 |
| 9:00 | 458.45 | 341.90 | 194.17 | 162.72 | 732.10 |
| 10:00 | 362.26 | 409.00 | 213.31 | 179.64 | 838.00 |
| 11:00 | 225.53 | 440.36 | 225.53 | 189.93 | 885.80 |
| 12:00 | 225.93 | 427.66 | 378.17 | 189.80 | 869.70 |
| 13:00 | 219.53 | 379.72 | 501.24 | 183.29 | 801.30 |
| 14:00 | 210.79 | 309.95 | 571.99 | 174.00 | 692.80 |
| 15:00 | 193.11 | 226.98 | 549.96 | 154.71 | 541.30 |
| 16:00 | 161.55 | 152.68 | 420.29 | 87.88 | 369.50 |
| 17:00 | 95.60 | 70.19 | 240.26 | 30.30 | 188.90 |
| 18:00 | 8.86 | 8.93 | 12.63 | 5.10 | 14.90 |
| 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

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) |
| 加气混凝土、泡沫混凝土(ρ=600) | 0.250 | 4.690 | 600.0 | 2016.5 | 0.0000 |  |
| 石灰水泥砂浆（混合砂浆） | 0.870 | 10.627 | 1700.0 | 1050.0 | 0.0000 |  |
| 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（GB50176-93）》 |
| 碎石、卵石混凝土(ρ=2300) | 1.510 | 15.360 | 2300.0 | 920.0 | 0.0173 | 来源：《民用建筑热工设计规范（GB50176-93）》 |
| C20细石混凝土(ρ=2300) | 1.510 | 15.243 | 2300.0 | 920.0 | 0.0000 |  |
| 挤塑聚苯板 | 0.033 | 0.347 | 28.0 | 1790.0 | 0.0000 |  |
| 聚苯颗粒保温砂浆 | 0.060 | 0.950 | 230.0 | 900.0 | 0.0000 |  |
| 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（GB50176-93）》 |
| 矿棉、岩棉、玻璃棉板(ρ=80-200) | 0.045 | 0.748 | 140.0 | 1220.0 | 0.0000 |  |
| 水泥砂浆 | 0.930 | 11.370 | 1800.0 | 1061.9 | 0.0000 |  |
| C15豆石混凝土 | 1.510 | 15.243 | 2300.0 | 920.0 | 0.0000 |  |
| 改性粉煤灰保温砂浆(MPC高效复合保温砂浆) | 0.035 | 1.070 | 450.0 | 286.0 | 0.0000 |  |
| LHB水泥砂浆保温板 | 0.044 | 10.000 | 160.0 | 1000.0 | 0.0000 |  |

# 工程构造

## 屋顶构造

### 120厚钢筋混凝土+110厚岩棉板

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| C20细石混凝土(ρ=2300) | 40 | 10.0 | 1.510 | 15.243 | 1.00 | 0.026 | 0.404 |
| 石灰砂浆 | 10 | 10.0 | 0.810 | 10.070 | 1.00 | 0.012 | 0.124 |
| C20细石混凝土(ρ=2300) | 30 | 10.0 | 1.510 | 15.243 | 1.00 | 0.020 | 0.303 |
| 矿棉、岩棉、玻璃棉板(ρ=80-200) | 110 | 7.3 | 0.045 | 0.748 | 1.00 | 2.444 | 1.828 |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 加气混凝土、泡沫混凝土(ρ=600) | 30 | 6.0 | 0.250 | 4.690 | 1.00 | 0.120 | 0.563 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.200 | 1.00 | 0.069 | 1.186 |
| 各层之和∑ | 360 | － | － | － | － | 2.714 | 4.653 |
| 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) | 0.35 |
| 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 |
| 27.03 | 27.03 | 27.02 | 27.01 | 26.98 | 26.96 | 26.93 | 26.90 | 26.86 | 26.83 | 26.80 | 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 |
| 26.76 | 26.75 | 26.75 | 26.77 | 26.79 | 26.82 | 26.86 | 26.90 | 26.94 | 26.97 | 27.00 | 27.02 |

## 外墙构造

### 250厚加气混凝土砌块+50厚带钢丝网架挤塑聚苯板

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 挤塑聚苯板 | 50 | 10.0 | 0.033 | 0.347 | 1.10 | 1.377 | 0.526 |
| 加气混凝土、泡沫混凝土(ρ=600) | 250 | 6.8 | 0.250 | 4.690 | 1.00 | 1.000 | 4.690 |
| 石灰水泥砂浆（混合砂浆） | 20 | 10.0 | 0.870 | 10.627 | 1.00 | 0.023 | 0.244 |
| 各层之和∑ | 340 | － | － | － | － | 2.422 | 5.705 |
| 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) | 0.39 |
| 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 |
| 26.74 | 26.74 | 26.74 | 26.75 | 26.74 | 26.74 | 26.74 | 26.73 | 26.72 | 26.72 | 26.71 | 26.70 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.69 | 26.69 | 26.68 | 26.68 | 26.68 | 26.69 | 26.69 | 26.70 | 26.71 | 26.71 | 26.72 | 26.73 |

#### 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 |
| 26.75 | 26.76 | 26.77 | 26.78 | 26.78 | 26.78 | 26.78 | 26.77 | 26.76 | 26.76 | 26.75 | 26.74 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.73 | 26.72 | 26.71 | 26.70 | 26.70 | 26.70 | 26.70 | 26.70 | 26.71 | 26.72 | 26.73 | 26.74 |

#### 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 |
| 26.73 | 26.73 | 26.74 | 26.74 | 26.74 | 26.74 | 26.74 | 26.73 | 26.72 | 26.71 | 26.71 | 26.70 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.69 | 26.68 | 26.67 | 26.67 | 26.67 | 26.67 | 26.67 | 26.68 | 26.69 | 26.70 | 26.71 | 26.72 |

#### 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 |
| 26.60 | 26.60 | 26.61 | 26.61 | 26.61 | 26.61 | 26.61 | 26.60 | 26.60 | 26.60 | 26.59 | 26.58 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.58 | 26.57 | 26.57 | 26.56 | 26.56 | 26.56 | 26.56 | 26.56 | 26.57 | 26.58 | 26.58 | 26.59 |

# 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:120厚钢筋混凝土+110厚岩棉板 | 0:30 | 27.03 | 28.50 | 满足 |
| 外墙 | 东:250厚加气混凝土砌块+50厚带钢丝网架挤塑聚苯板 | 3:00 | 26.75 | 28.00 | 满足 |
| 西:250厚加气混凝土砌块+50厚带钢丝网架挤塑聚苯板 | 4:15 | 26.78 | 28.00 | 满足 |
| 南:250厚加气混凝土砌块+50厚带钢丝网架挤塑聚苯板 | 3:30 | 26.74 | 28.00 | 满足 |
| 北:250厚加气混凝土砌块+50厚带钢丝网架挤塑聚苯板 | 4:15 | 26.61 | 28.00 | 满足 |