**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 社区图书馆 |
| 工程地点 | 广东-广州 |
| 设计编号 | 2024-01 |
| 建设单位 | XX开发商 |
| 设计单位 |  |
| 设 计 人 |  |
| 校 对 人 |  |
| 审 核 人 |  |
| 计算日期 | 2025年3月4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 | T13322736241 |

**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

6.2 外墙（填充墙）构造 8

7 验算结论 11

7.1 空调房间 11

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 社区图书馆 |
| 工程地点 | 广东-广州 |
| 气候子区 | 夏热冬暖B区 |
| 大气透明度等级 | 5 |
| 建筑面积 | 地上18390㎡ 地下1512㎡ |
| 建筑层数 | 地上4 地下2 |
| 建筑高度 | 20.4m |
| 结构类型 |  |

# 评价依据

1. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021

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；

$ 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 |
| 31.00 | 31.00 | 29.80 | 29.00 | 29.00 | 28.60 | 29.00 | 29.00 | 30.10 | 31.00 | 32.00 | 33.60 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 33.00 | 35.00 | 36.40 | 36.00 | 37.00 | 37.60 | 37.00 | 36.00 | 32.80 | 33.00 | 32.00 | 31.20 |

## 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 | 41.34 | 20.60 | 3.91 | 3.09 | 7.32 |
| 7:00 | 200.54 | 118.31 | 61.46 | 48.95 | 133.40 |
| 8:00 | 346.52 | 204.56 | 128.26 | 103.01 | 311.33 |
| 9:00 | 449.39 | 262.58 | 185.39 | 150.27 | 503.37 |
| 10:00 | 472.38 | 290.15 | 227.03 | 185.40 | 669.23 |
| 11:00 | 423.44 | 303.06 | 256.07 | 209.82 | 761.96 |
| 12:00 | 337.20 | 371.77 | 259.28 | 244.18 | 790.03 |
| 13:00 | 287.08 | 350.70 | 280.24 | 233.14 | 796.27 |
| 14:00 | 254.01 | 299.99 | 357.85 | 208.78 | 800.48 |
| 15:00 | 192.36 | 252.56 | 427.78 | 162.85 | 788.65 |
| 16:00 | 160.21 | 256.13 | 464.53 | 134.65 | 618.98 |
| 17:00 | 118.61 | 240.27 | 423.74 | 98.35 | 406.80 |
| 18:00 | 62.44 | 208.30 | 372.61 | 51.63 | 208.58 |
| 19:00 | 9.49 | 115.40 | 195.97 | 7.68 | 25.50 |
| 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 | 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 |
| c20细石混凝土(ρ=2300) | 1.510 | 15.243 | 2300.0 | 920.0 | 0.0173 | 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 | 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 | 0.0162 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 混凝土多孔砖(190六孔砖）(1) | 0.750 | 7.490 | 1450.0 | 709.4 | 0.0080 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 铝板 | － | － | － | － | － | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 钢板 | 1.000 | 10.000 | 1000.0 | 1000.0 | 0.0005 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 玻璃棉 | 0.050 | 0.553 | 240.0 | 840.0 | 0.4875 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| SBS聚酯胎改性沥青防水卷材 | 0.230 | 9.370 | 900.0 | 1620.0 | 0.0014 | DB34-T753-2007 |

# 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 |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（带表皮） | 50 | 10.0 | 0.030 | 0.340 | 1.20 | 1.389 | 0.567 |
| c20细石混凝土(ρ=2300) | 40 | 10.0 | 1.510 | 15.243 | 1.00 | 0.026 | 0.404 |
| 溶剂型改性沥青防水涂料 | 2 | 2.0 | 10000.000 | 8527.723 | 1.00 | 0.000 | 0.000 |
| SBS聚酯胎改性沥青防水卷材 | 3 | 3.0 | 0.230 | 9.370 | 1.00 | 0.013 | 0.122 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.200 | 1.00 | 0.069 | 1.186 |
| 水泥砂浆 | 5 | 5.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.005 | 0.061 |
| 各层之和∑ | 240 | － | － | － | － | 1.524 | 2.585 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.49 |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.59 |
| 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 |
| 27.07 | 27.03 | 26.98 | 26.94 | 26.90 | 26.85 | 26.81 | 26.77 | 26.73 | 26.70 | 26.70 | 26.71 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.74 | 26.80 | 26.86 | 26.93 | 27.00 | 27.07 | 27.13 | 27.17 | 27.18 | 27.18 | 27.15 | 27.11 |

## 外墙（填充墙）构造

### 穿孔不锈钢外墙

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 铝板 | 2 | 2.0 | 203.000 | 191.000 | 1.00 | 0.000 | 0.000 |
| 玻璃棉 | 80 | 7.3 | 0.050 | 0.553 | 1.20 | 1.333 | 0.885 |
| 钢板 | 2 | 2.0 | 1.000 | 10.000 | 1.00 | 0.002 | 0.020 |
| 各层之和∑ | 84 | － | － | － | － | 1.335 | 0.905 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.50 |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.67 |
| 重质/轻质 | 轻质围护结构 |

#### 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 |
| 26.42 | 26.40 | 26.37 | 26.31 | 26.26 | 26.23 | 26.23 | 26.33 | 26.58 | 26.90 | 27.17 | 27.33 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.36 | 27.28 | 27.27 | 27.27 | 27.20 | 27.17 | 27.11 | 26.99 | 26.81 | 26.63 | 26.55 | 26.48 |

#### 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 |
| 26.43 | 26.40 | 26.37 | 26.31 | 26.26 | 26.23 | 26.22 | 26.25 | 26.35 | 26.52 | 26.70 | 26.87 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.01 | 27.08 | 27.23 | 27.43 | 27.58 | 27.70 | 27.71 | 27.56 | 27.20 | 26.78 | 26.59 | 26.49 |

#### 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 |
| 26.43 | 26.40 | 26.37 | 26.31 | 26.26 | 26.23 | 26.22 | 26.29 | 26.44 | 26.65 | 26.84 | 27.00 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.14 | 27.25 | 27.34 | 27.36 | 27.32 | 27.34 | 27.34 | 27.25 | 27.01 | 26.71 | 26.57 | 26.49 |

#### 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 |
| 26.42 | 26.40 | 26.37 | 26.31 | 26.26 | 26.23 | 26.22 | 26.24 | 26.33 | 26.48 | 26.64 | 26.79 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.93 | 27.02 | 27.12 | 27.16 | 27.13 | 27.11 | 27.07 | 26.97 | 26.80 | 26.63 | 26.55 | 26.48 |

# 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 | 20:15 | 27.18 | 28.50 | 满足 |
| 外墙（填充墙） | 东:穿孔不锈钢外墙 | 11:40 | 27.37 | 29.00 | 满足 |
| 西:穿孔不锈钢外墙 | 17:30 | 27.72 | 29.00 | 满足 |
| 南:穿孔不锈钢外墙 | 14:40 | 27.37 | 29.00 | 满足 |
| 北:穿孔不锈钢外墙 | 14:50 | 27.16 | 29.00 | 满足 |