**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 黎明职业大学扩建工程（改造后） |
| 工程地点 | 福建-泉州 |
| 设计编号 | 12080-1 |
| 建设单位 | 建筑设计研究院 |
| 设计单位 | 福建省建筑设计研究院 |
| 设 计 人 |  |
| 校 对 人 |  |
| 审 核 人 |  |
| 计算日期 | 2021年1月4日 |



|  |  |
| --- | --- |
| 采用软件 | 斯维尔节能设计BECS2020 |
| 软件版本 | 20190909 |
| 研发单位 | 北京绿建软件有限公司 |
| 正版授权码 | T17750560695 |

**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 屋顶构造一 7

6.2 外墙构造 7

6.2.1 外墙构造一 7

6.3 热桥柱构造 8

6.3.1 热桥柱构造一 8

7 验算结论 9

7.1 空调房间 9

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 黎明职业大学扩建工程（改造后） |
| 工程地点 | 福建-泉州 |
| 地理位置 | 北纬：24.56° | 东经：118.36° |
| 气候子区 | 夏热冬暖南区 |
| 大气透明度等级 | 0 |
| 建筑面积 | 地上12339㎡ 地下0㎡ |
| 建筑层数 | 地上7 地下0 |
| 建筑高度 | 30.9m |
| 结构类型 | 框架结构 |

# 评价依据

1. 福建省公共建筑节能设计标准 DBJ 13-305-2019

2. 《民用建筑热工设计规范》(GB50176-2016)

3. 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2014

4. 《绿色建筑评价技术细则（试行）》

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》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；

$ 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 |
| 30.00 | 30.00 | 29.10 | 28.00 | 28.00 | 27.70 | 28.00 | 30.00 | 30.00 | 31.00 | 33.00 | 34.10 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.00 | 35.00 | 36.20 | 36.00 | 35.00 | 32.60 | 34.00 | 33.00 | 30.40 | 31.00 | 31.00 | 29.00 |

**注：气象数据参考 福建-厦门**

## 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 | 22.47 | 12.94 | 13.35 | 7.22 | 23.50 |
| 6:00 | 143.15 | 66.25 | 70.56 | 36.97 | 142.60 |
| 7:00 | 292.62 | 143.38 | 141.59 | 86.70 | 325.90 |
| 8:00 | 365.60 | 191.45 | 175.86 | 124.63 | 473.60 |
| 9:00 | 372.12 | 244.30 | 206.56 | 168.45 | 606.90 |
| 10:00 | 346.64 | 303.13 | 243.15 | 199.50 | 752.70 |
| 11:00 | 260.16 | 329.91 | 260.16 | 213.62 | 811.60 |
| 12:00 | 270.84 | 337.83 | 388.82 | 222.46 | 847.50 |
| 13:00 | 249.10 | 293.84 | 467.17 | 203.88 | 761.10 |
| 14:00 | 223.18 | 235.27 | 528.80 | 153.68 | 662.70 |
| 15:00 | 185.23 | 153.75 | 559.62 | 85.08 | 531.60 |
| 16:00 | 126.52 | 76.84 | 412.03 | 27.13 | 309.20 |
| 17:00 | 44.61 | 24.06 | 127.85 | 5.32 | 85.70 |
| 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 福建-厦门**

## 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) |
| 抗裂砂浆 | － | － | － | － | － |  |
| 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 |
| C20细石混凝土 | 1.740 | 17.200 | 2300.0 | 1016.5 | 0.0000 |  |
| 玻璃棉(ρ=100) | 0.050 | 0.553 | 100.0 | 840.0 | 0.0000 | 建筑材料手册（第四版） |
| 蒸压加气混凝土砌块(ρ=500) | 0.120 | 2.810 | 500.0 | 1809.7 | 0.0000 |  |
| 混凝土多孔砖(190六孔砖） | 0.750 | 7.490 | 1450.0 | 709.4 | 0.0000 |  |
| 保温砂浆(K=0.06) | 0.060 | 0.950 | 800.0 | 258.5 | 0.0000 | 修正系数:室外1.15 室内1.1 |
| 聚苯乙烯泡沫板（ρ=20～30） | 0.042 | 0.360 | 25.0 | 1697.3 | 0.0000 | 修正系数=1.20 |
| 水泥砂浆 | 0.930 | 11.270 | 1800.0 | 1043.3 | 0.0000 | 抹灰层、找平层 |
| 钢筋混凝土 | 1.510 | 14.879 | 2400.0 | 840.0 | 0.0000 | 建筑材料手册（第四版） |
| 石灰砂浆 | 0.810 | 10.070 | 1600.0 | 1075.9 | 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）》 |
| 夯实草泥或粘土墙 | 0.930 | 10.659 | 2000.0 | 840.0 | 0.0000 | 建筑材料手册（第四版） |
| 钢筋混凝土 | 1.740 | 17.200 | 2500.0 | 935.2 | 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 |
| 聚苯乙烯泡沫板（ρ=20～30） | 100 | 14.3 | 0.042 | 0.360 | 1.20 | 1.984 | 0.857 |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.270 | 1.00 | 0.022 | 0.242 |
| 钢筋混凝土 | 110 | 12.2 | 1.740 | 17.200 | 1.00 | 0.063 | 1.087 |
| 石灰砂浆 | 25 | 8.3 | 0.810 | 10.070 | 1.00 | 0.031 | 0.311 |
| 各层之和∑ | 255 | － | － | － | － | 2.100 | 2.498 |
| 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) | 0.44 |
| 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 |
| 26.83 | 26.79 | 26.75 | 26.71 | 26.67 | 26.63 | 26.60 | 26.57 | 26.56 | 26.57 | 26.61 | 26.66 |
| 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 | 26.82 | 26.91 | 26.98 | 27.04 | 27.07 | 27.08 | 27.05 | 27.01 | 26.97 | 26.92 | 26.88 |

## 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 |
| 抗裂砂浆 | 6 | 6.0 | 200.000 | 200.000 | 1.00 | 0.000 | 0.000 |
| 石灰砂浆 | 10 | 10.0 | 0.810 | 10.070 | 1.00 | 0.012 | 0.124 |
| 蒸压加气混凝土砌块(ρ=500) | 200 | 5.4 | 0.120 | 2.810 | 1.00 | 1.667 | 4.683 |
| 石灰砂浆 | 10 | 10.0 | 0.810 | 10.070 | 1.00 | 0.012 | 0.124 |
| 水泥砂浆 | 25 | 8.3 | 0.930 | 11.270 | 1.00 | 0.027 | 0.303 |
| 各层之和∑ | 251 | － | － | － | － | 1.718 | 5.235 |
| 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) | 0.53 |
| 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 | 26.73 | 26.72 | 26.70 | 26.67 | 26.65 | 26.62 | 26.60 | 26.57 | 26.54 | 26.52 |
| 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 | 26.51 | 26.51 | 26.53 | 26.55 | 26.58 | 26.61 | 26.65 | 26.68 | 26.70 | 26.72 | 26.74 |

#### 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 |
| 26.84 | 26.85 | 26.85 | 26.84 | 26.82 | 26.79 | 26.77 | 26.73 | 26.70 | 26.67 | 26.63 | 26.60 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.58 | 26.56 | 26.55 | 26.55 | 26.55 | 26.57 | 26.61 | 26.65 | 26.69 | 26.74 | 26.79 | 26.82 |

#### 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 |
| 26.69 | 26.69 | 26.68 | 26.67 | 26.65 | 26.63 | 26.61 | 26.59 | 26.56 | 26.54 | 26.51 | 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 |
| 26.47 | 26.46 | 26.46 | 26.47 | 26.49 | 26.51 | 26.55 | 26.58 | 26.61 | 26.64 | 26.67 | 26.68 |

#### 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 |
| 26.57 | 26.57 | 26.57 | 26.56 | 26.55 | 26.54 | 26.52 | 26.51 | 26.49 | 26.47 | 26.45 | 26.43 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.41 | 26.40 | 26.40 | 26.40 | 26.42 | 26.43 | 26.46 | 26.48 | 26.51 | 26.53 | 26.55 | 26.56 |

## 热桥柱构造

### 热桥柱构造一

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| 保温砂浆(K=0.06) | 30 | 7.5 | 0.060 | 0.950 | 1.00 | 0.500 | 0.475 |
| 钢筋混凝土 | 200 | 12.5 | 1.510 | 14.879 | 1.00 | 0.132 | 1.971 |
| 石灰砂浆 | 20 | 10.0 | 0.810 | 10.070 | 1.00 | 0.025 | 0.249 |
| 各层之和∑ | 250 | － | － | － | － | 0.657 | 2.694 |
| 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) | 1.22 |
| 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 |
| 27.53 | 27.48 | 27.42 | 27.37 | 27.31 | 27.26 | 27.20 | 27.15 | 27.13 | 27.14 | 27.18 | 27.25 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.33 | 27.41 | 27.48 | 27.56 | 27.62 | 27.68 | 27.71 | 27.72 | 27.70 | 27.67 | 27.63 | 27.58 |

#### 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 |
| 27.44 | 27.39 | 27.34 | 27.29 | 27.24 | 27.19 | 27.14 | 27.09 | 27.05 | 27.04 | 27.05 | 27.09 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 27.15 | 27.23 | 27.32 | 27.41 | 27.49 | 27.56 | 27.59 | 27.60 | 27.59 | 27.56 | 27.52 | 27.48 |

#### 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 |
| 27.22 | 27.19 | 27.15 | 27.11 | 27.07 | 27.03 | 26.99 | 26.95 | 26.92 | 26.90 | 26.91 | 26.93 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.97 | 27.03 | 27.10 | 27.17 | 27.24 | 27.29 | 27.32 | 27.33 | 27.32 | 27.31 | 27.29 | 27.26 |

# 验算结论

## 空调房间

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 构造 | 最高温度(℃) | 限值(℃) | 结论 |
| 屋顶 | 上:屋顶构造一 | 27.08 | 28.50 | 满足 |
| 外墙 | 东:外墙构造一 | 26.74 | 28.00 | 满足 |
| 西:外墙构造一 | 26.85 | 28.00 | 满足 |
| 南:外墙构造一 | 26.69 | 28.00 | 满足 |
| 北:外墙构造一 | 26.57 | 28.00 | 满足 |
| 热桥柱 | 东:热桥柱构造一 | 27.72 | 28.00 | 满足 |
| 南:热桥柱构造一 | 27.60 | 28.00 | 满足 |
| 北:热桥柱构造一 | 27.33 | 28.00 | 满足 |