**隔热检查计算书**

公共建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 风栖绿厝 |
| 工程地点 | 福建-福州 |
| 设计编号 |  |
| 建设单位 | 福建理工大学 |
| 设计单位 | 福建理工大学 |
| 设 计 人 |  |
| 校 对 人 |  |
| 审 核 人 |  |
| 计算日期 | 2024年12月17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 | T19500140024 |

**目 录**

[1 建筑概况 3](#_Toc185364984)

[2 评价依据 3](#_Toc185364985)

[3 评价目标与方法 3](#_Toc185364986)

[3.1 评价目标 3](#_Toc185364987)

[3.2 评价方法 3](#_Toc185364988)

[4 边界条件参数设置 4](#_Toc185364989)

[4.1 基本设置 4](#_Toc185364990)

[4.2 室外空气温度 5](#_Toc185364991)

[4.3 室外太阳辐射照度 5](#_Toc185364992)

[4.4 室内空气温度 6](#_Toc185364993)

[5 工程材料 6](#_Toc185364994)

[6 工程构造 7](#_Toc185364995)

[6.1 屋顶构造 7](#_Toc185364996)

[6.2 外墙（填充墙）构造 8](#_Toc185364997)

[7 验算结论 11](#_Toc185364998)

[7.1 空调房间 11](#_Toc185364999)

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 风栖绿厝 |
| 工程地点 | 福建-福州 |
| 气候子区 | 夏热冬暖A区 |
| 大气透明度等级 | 4 |
| 建筑面积 | 地上1974㎡ 地下0㎡ |
| 建筑层数 | 地上2 地下0 |
| 建筑高度 | 8.4m |
| 结构类型 | 钢结构 |

# 评价依据

1. 《福建省公共建筑节能设计标准》DBJ/T 13-305-2023

2. 《建筑环境通用规范》GB 55016

3. 福建省《绿色建筑评价标准》 DBJT13-118-2021

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》和福建省《绿色建筑评价标准》 DBJT13-118-2021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 |
| 30.40 | 30.40 | 30.40 | 30.10 | 29.80 | 29.50 | 29.70 | 30.30 | 31.40 | 33.10 | 35.10 | 37.10 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 38.80 | 40.00 | 40.40 | 39.50 | 38.00 | 36.20 | 34.50 | 33.40 | 32.00 | 31.80 | 31.60 | 31.40 |

## 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 | 68.71 | 20.70 | 28.85 | 8.50 | 53.90 |
| 6:00 | 209.17 | 80.71 | 91.60 | 43.16 | 194.00 |
| 7:00 | 304.54 | 153.68 | 148.68 | 94.12 | 341.40 |
| 8:00 | 408.26 | 209.99 | 188.96 | 138.99 | 524.30 |
| 9:00 | 469.61 | 298.68 | 244.54 | 200.85 | 765.00 |
| 10:00 | 427.68 | 377.94 | 291.36 | 240.13 | 943.20 |
| 11:00 | 324.58 | 429.08 | 324.58 | 267.75 | 1060.20 |
| 12:00 | 316.73 | 411.51 | 468.75 | 261.37 | 1038.20 |
| 13:00 | 284.17 | 347.24 | 575.77 | 234.64 | 936.70 |
| 14:00 | 236.13 | 251.83 | 626.56 | 168.89 | 766.30 |
| 15:00 | 178.20 | 153.25 | 542.21 | 87.39 | 515.60 |
| 16:00 | 116.83 | 84.20 | 338.40 | 37.63 | 272.60 |
| 17:00 | 40.90 | 22.44 | 116.53 | 5.29 | 79.20 |
| 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 |

## 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 |
| 轻集料混凝土2%找坡层 | 0.450 | 7.500 | 1600.0 | 1074.3 | 0.0158 | 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 | 0.0173 | 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 |
| 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 |
| 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板 | 0.030 | 0.340 | 35.0 | 1380.0 | 0.0162 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 岩棉板(ρ=60-160) | 0.041 | 0.615 | 110.0 | 1220.0 | 0.4880 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 蒸压加气混凝土砌块(ρ=600) | 0.160 | 3.200 | 600.0 | 1466.8 | 0.1110 | 闽 2015-J-39 |

# 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 |
| C20细石混凝土 | 40 | 10.0 | 1.740 | 17.200 | 1.00 | 0.023 | 0.395 |
| 水泥砂浆 | 10 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.011 | 0.122 |
| 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板 | 80 | 11.4 | 0.030 | 0.340 | 1.20 | 2.222 | 0.907 |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 轻集料混凝土2%找坡层 | 30 | 7.5 | 0.450 | 7.500 | 1.00 | 0.067 | 0.500 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.200 | 1.00 | 0.069 | 1.186 |
| 各层之和∑ | 300 | － | － | － | － | 2.413 | 3.355 |
| 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：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 |
| 27.02 | 26.98 | 26.94 | 26.89 | 26.85 | 26.81 | 26.77 | 26.73 | 26.70 | 26.67 | 26.66 | 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 |
| 26.68 | 26.73 | 26.79 | 26.86 | 26.94 | 27.01 | 27.07 | 27.10 | 27.12 | 27.11 | 27.09 | 27.06 |

## 外墙（填充墙）构造

### 外墙（填充墙）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 |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 蒸压加气混凝土砌块(ρ=600) | 200 | 6.3 | 0.160 | 3.200 | 1.25 | 1.000 | 4.000 |
| 石灰砂浆 | 20 | 10.0 | 0.810 | 10.070 | 1.00 | 0.025 | 0.249 |
| 各层之和∑ | 240 | － | － | － | － | 1.046 | 4.493 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.68 |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.83 |
| 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 |
| 27.44 | 27.37 | 27.29 | 27.21 | 27.13 | 27.06 | 26.99 | 26.92 | 26.87 | 26.83 | 26.81 | 26.83 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.88 | 26.96 | 27.05 | 27.16 | 27.27 | 27.37 | 27.46 | 27.52 | 27.56 | 27.57 | 27.55 | 27.51 |

#### 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 |
| 27.69 | 27.60 | 27.51 | 27.41 | 27.31 | 27.22 | 27.13 | 27.05 | 26.97 | 26.91 | 26.87 | 26.84 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.84 | 26.87 | 26.92 | 27.01 | 27.13 | 27.28 | 27.44 | 27.60 | 27.71 | 27.78 | 27.79 | 27.76 |

#### 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 |
| 27.39 | 27.32 | 27.25 | 27.17 | 27.10 | 27.03 | 26.96 | 26.90 | 26.84 | 26.79 | 26.76 | 26.75 |
| 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 | 26.81 | 26.89 | 26.99 | 27.11 | 27.24 | 27.35 | 27.43 | 27.48 | 27.50 | 27.48 | 27.45 |

#### 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 |
| 27.20 | 27.15 | 27.09 | 27.03 | 26.98 | 26.92 | 26.87 | 26.81 | 26.77 | 26.72 | 26.69 | 26.68 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 26.68 | 26.71 | 26.76 | 26.84 | 26.93 | 27.03 | 27.12 | 27.19 | 27.24 | 27.26 | 27.26 | 27.24 |

# 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 | 27.12 | 28.50 | 满足 |
| 外墙（填充墙） | 东:外墙（填充墙）构造一 | 20:45 | 27.57 | 28.00 | 满足 |
| 西:外墙（填充墙）构造一 | 21:45 | 27.79 | 28.00 | 满足 |
| 南:外墙（填充墙）构造一 | 21:00 | 27.50 | 28.00 | 满足 |
| 北:外墙（填充墙）构造一 | 21:20 | 27.27 | 28.00 | 满足 |