**隔热检查计算书**

居住建筑

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 绿箭 |
| 工程地点 | 北京-北京 |
| 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12月25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 | T18871289793 |

**目 录**

[1 建筑概况 3](#_Toc11292)

[2 评价依据 3](#_Toc11401)

[3 评价目标与方法 3](#_Toc1588)

[3.1 评价目标 3](#_Toc21769)

[3.2 评价方法 3](#_Toc20219)

[4 边界条件参数设置 4](#_Toc9)

[4.1 基本设置 4](#_Toc22947)

[4.2 室外空气温度 5](#_Toc27188)

[4.3 室外太阳辐射照度 5](#_Toc30032)

[4.4 室内空气温度 7](#_Toc7873)

[5 工程材料 7](#_Toc32401)

[6 工程构造 8](#_Toc21864)

[6.1 屋顶构造 8](#_Toc3581)

[6.2 外墙（填充墙）构造 8](#_Toc3359)

[7 验算结论 11](#_Toc13447)

[7.1 自然通风房间 11](#_Toc12697)

# 建筑概况

|  |  |
| --- | --- |
| 工程名称 | 绿箭 |
| 工程地点 | 北京-北京 |
| 气候子区 | 寒冷B区 |
| 大气透明度等级 | 4 |
| 建筑面积 | 地上2135㎡ 地下0㎡ |
| 建筑层数 | 地上5 地下0 |
| 建筑高度 | 15.0m |
| 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》（京津冀）DB11/T 825-2021

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《绿色建筑评价标准》（京津冀）DB11/T 825-2021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；



—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：—材料的比热， J /(kg·K)；

—材料的密度，kg/m³；

—材料的导温系数，，m2/s；



—差分步长，m；

—材料的导热系数，［W/(m·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：—差分节点温度值，。

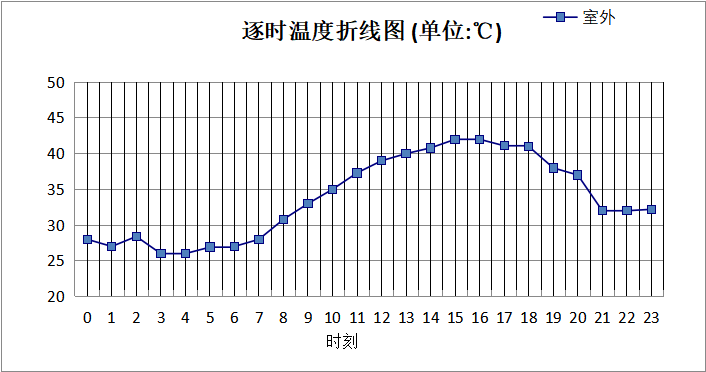


# 边界条件参数设置

## 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



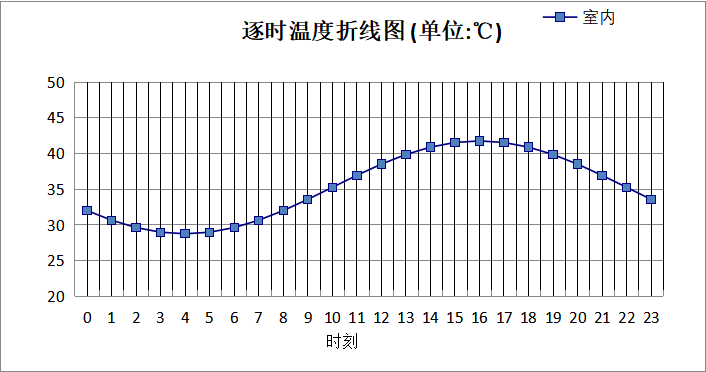
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 28.00 | 27.00 | 28.40 | 26.00 | 26.00 | 26.90 | 27.00 | 28.00 | 30.80 | 33.00 | 35.00 | 37.30 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 39.00 | 40.00 | 40.80 | 42.00 | 42.00 | 41.10 | 41.00 | 38.00 | 37.00 | 32.00 | 32.00 | 32.20 |

## 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GB  50176-2016》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 | 0.45 | 0.22 | 0.01 | 0.22 | 0.00 |
| 5:00 | 100.10 | 47.30 | 50.52 | 25.91 | 93.90 |
| 6:00 | 196.32 | 100.40 | 93.37 | 61.94 | 194.10 |
| 7:00 | 294.17 | 172.97 | 138.18 | 110.65 | 323.10 |
| 8:00 | 425.51 | 268.63 | 175.29 | 143.27 | 521.30 |
| 9:00 | 419.79 | 356.50 | 201.02 | 165.99 | 662.80 |
| 10:00 | 366.25 | 447.33 | 233.58 | 193.81 | 806.00 |
| 11:00 | 249.35 | 489.74 | 249.35 | 207.24 | 873.70 |
| 12:00 | 235.96 | 457.64 | 374.65 | 196.16 | 828.90 |
| 13:00 | 215.46 | 391.87 | 469.03 | 178.66 | 739.00 |
| 14:00 | 195.10 | 312.01 | 532.44 | 160.86 | 634.10 |
| 15:00 | 161.85 | 207.24 | 493.75 | 131.91 | 467.20 |
| 16:00 | 118.61 | 107.20 | 408.07 | 61.43 | 305.90 |
| 17:00 | 53.49 | 17.70 | 219.33 | 3.79 | 121.60 |
| 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



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 32.02 | 30.67 | 29.64 | 28.99 | 28.77 | 28.99 | 29.64 | 30.67 | 32.02 | 33.59 | 35.27 | 36.95 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 38.52 | 39.87 | 40.90 | 41.55 | 41.77 | 41.55 | 40.90 | 39.87 | 38.52 | 36.95 | 35.27 | 33.59 |

# 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 |
| 聚苯乙烯泡沫塑料（灰板） | 0.033 | 0.280 | 20.0 | 1380.0 | 0.0162 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 混合砂浆 | 0.870 | 10.750 | 1700.0 | 1074.4 | 0.0975 | 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 |
| 岩棉板 | 0.040 | 0.470 | 60.0 | 1265.7 | 0.4880 | 北京居住建筑节能设计标准 DB11/891-2020 |
| 加气混凝土、泡沫混凝土(ρ=700) | 0.180 | 3.100 | 700.0 | 1050.0 | 0.0998 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |
| 混凝土多孔砖(190六孔砖） | 0.750 | 7.490 | 1450.0 | 709.4 | 0.0010 | 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 |
| 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 |
| 轻骨料混凝土(找坡层) | 0.300 | 5.000 | 1050.0 | 1091.3 | 0.0140 | 民用建筑热工设计规范 GB50176-2016 |

# 工程构造

## 屋顶构造

### 屋顶构造一

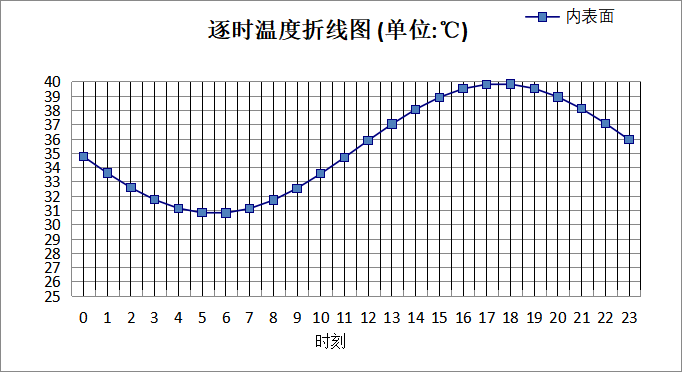
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 由外到内 | 厚度 | 差分 步长 | 导热 系数 | 蓄热 系数 | 修正 系数 | 热阻 | 热惰性 指标 |
| (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(㎡.K) | α | (㎡K)/W | D=R\*S |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| c20细石混凝土(ρ=2300) | 40 | 10.0 | 1.510 | 15.243 | 1.00 | 0.026 | 0.404 |
| 混凝土多孔砖(190六孔砖） | 150 | 12.5 | 0.750 | 7.490 | 1.00 | 0.200 | 1.498 |
| 轻骨料混凝土(找坡层) | 1579.5 | 31.6 | 0.300 | 5.000 | 1.50 | 3.510 | 26.325 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 12.0 | 1.740 | 17.200 | 1.00 | 0.069 | 1.186 |
| 混合砂浆 | 20 | 10.0 | 0.870 | 10.750 | 1.00 | 0.023 | 0.247 |
| 各层之和∑ | 1929.5 | － | － | － | － | 3.850 | 29.905 |
| 差分时间步长(分钟) | 5.0 | | | | | | |
| 外表面太阳辐射吸收系数 | 0.86 | | | | | | |
| 传热系数K=1/(0.16+∑R) | 0.25 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

## 外墙（填充墙）构造

### 填充墙构造一

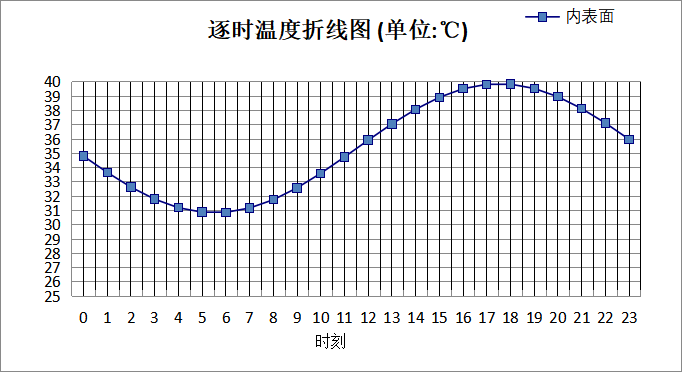
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 材料名称 由外到内 | 厚度 | 差分 步长 | 导热 系数 | 蓄热 系数 | 修正 系数 | 热阻 | 热惰性 指标 |
| (mm) | (mm) | W/(m.K) | W/(㎡.K) | α | (㎡K)/W | D=R\*S |
| 水泥砂浆 | 20 | 10.0 | 0.930 | 11.370 | 1.00 | 0.022 | 0.245 |
| 岩棉板(ρ=60-160) | 101.5 | 7.8 | 0.041 | 0.615 | 1.10 | 2.251 | 1.523 |
| 加气混凝土、泡沫混凝土(ρ=700) | 200 | 7.4 | 0.180 | 3.100 | 1.25 | 0.889 | 3.444 |
| 混合砂浆 | 20 | 10.0 | 0.870 | 10.750 | 1.00 | 0.023 | 0.247 |
| 各层之和∑ | 341.5 | － | － | － | － | 3.184 | 5.459 |
| 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) | 0.30 | | | | | | |
| 重质/轻质 | 重质围护结构 | | | | | | |

#### 自然通风房间：东向逐时温度



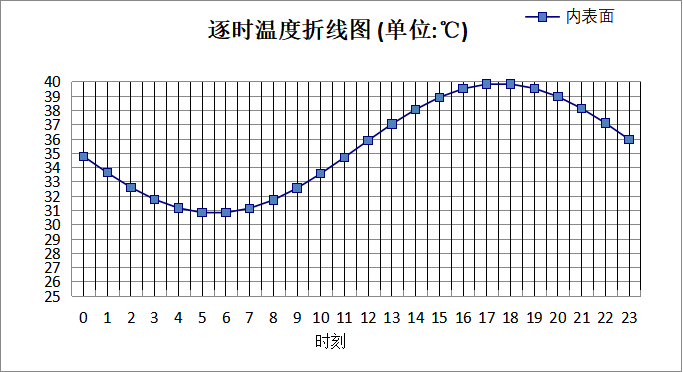
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 34.77 | 33.62 | 32.59 | 31.75 | 31.15 | 30.84 | 30.83 | 31.13 | 31.72 | 32.55 | 33.57 | 34.71 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.90 | 37.04 | 38.08 | 38.92 | 39.52 | 39.83 | 39.84 | 39.54 | 38.95 | 38.12 | 37.10 | 35.95 |

#### 自然通风房间：西向逐时温度



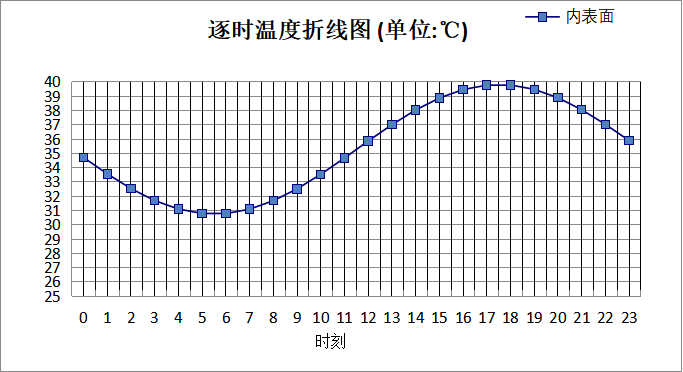
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0:00 | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 |
| 34.80 | 33.66 | 32.63 | 31.79 | 31.19 | 30.88 | 30.87 | 31.17 | 31.75 | 32.58 | 33.60 | 34.74 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.92 | 37.06 | 38.08 | 38.92 | 39.52 | 39.83 | 39.84 | 39.54 | 38.96 | 38.13 | 37.12 | 35.98 |

#### 自然通风房间：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 |
| 34.79 | 33.64 | 32.61 | 31.77 | 31.17 | 30.85 | 30.85 | 31.15 | 31.73 | 32.56 | 33.58 | 34.72 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.90 | 37.05 | 38.07 | 38.92 | 39.52 | 39.84 | 39.85 | 39.55 | 38.97 | 38.14 | 37.12 | 35.97 |

#### 自然通风房间：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 |
| 34.71 | 33.56 | 32.53 | 31.69 | 31.10 | 30.79 | 30.78 | 31.09 | 31.68 | 32.51 | 33.53 | 34.67 |
| 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| 35.86 | 37.00 | 38.03 | 38.87 | 39.46 | 39.77 | 39.78 | 39.48 | 38.89 | 38.05 | 37.03 | 35.89 |

# 验算结论

## 自然通风房间

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 构造 | 时刻 | 最高温度(℃) | 限值(℃) | 结论 |
| 屋顶 | 上:屋顶构造一 |  |  | 42.00 |  |
| 外墙（填充墙） | 东:填充墙构造一 | 17:30 | 39.87 | 42.00 | 满足 |
| 西:填充墙构造一 | 17:30 | 39.86 | 42.00 | 满足 |
| 南:填充墙构造一 | 17:30 | 39.88 | 42.00 | 满足 |
| 北:填充墙构造一 | 17:30 | 39.81 | 42.00 | 满足 |