

# 隔热检查计算书

## 公共建筑

工程名称	江永县 G538 线塔山服务区建设项目-综合服务楼工程
工程地点	湖南-永州
设计编号	
建设单位	江永县公路建设养护中心
设计单位	永州市永南建筑设计院有限公司
计算日期	2025 年 01 月 06 日



采用软件	斯维尔节能设计 Becs2024
软件版本	20240423 (SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	P49120F1A

## 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

## 1 建筑概况

工程名称	江永县 G538 线塔山服务区建设项目-综合服务楼工程
工程地点	湖南-永州
气候子区	夏热冬冷 A 区
大气透明度等级	4
建筑面积	地上 1143.04 m <sup>2</sup> 地下 0 m <sup>2</sup>
建筑层数	地上 3                  地下 0
建筑高度	11.7m
结构类型	框架结构

## 2 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

## 3 评价目标与方法

### 3.1 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。

### 3.2 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 ( $D \geq 2.5$ )	轻质围护结构 ( $D < 2.5$ )
内表面最高温度 $\theta_{i,max}$	$\leq t_{e,max}$	$\leq t_i + 2$	$\leq t_i + 3$

2. 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 ( $D \geq 2.5$ )	轻质围护结构 ( $D < 2.5$ )

内表面最高温度 $\theta_{i,max}$	$\leq t_{e,max}$	$\leq t_i+2.5$	$\leq t_i+3.5$
-----------------------------	------------------	----------------	----------------

表中:  $\theta_{i,max}$ —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, (℃)。

$t_{e,max}$ —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。

3. 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:

- 1) 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:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (3.2.3-1)$$

式中:  $\frac{\partial t}{\partial \tau}$ —温度对于时间的导数, °C/s。

$\alpha$ —材料的导温系数,  $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ , m<sup>2</sup>/s。

- 2) 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):

$$-\frac{\lambda}{\Delta x}(t_1^k - t_2^k) + \alpha(t_f^k - t_1^k) + \rho_s l^k = C_p \rho \frac{\Delta x}{2} \cdot \frac{t_1^k - t_1^{k-1}}{\Delta \tau} \quad (3.2.3-2)$$

式中:  $C_p$ —材料的比热, J/(kg·K);

$\rho$ —材料的密度, kg/m<sup>3</sup>;

$\alpha$ —材料的导温系数,  $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ , m<sup>2</sup>/s;

$\Delta x$ —差分步长, m;

$\lambda$ —材料的导热系数, [W/(m·K)];

$t_f^k$ —对流换热温度, °C。

- 3) 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。

$$t_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} t_j + c_i, i=1,2,\dots,n \quad (3.2.3-3)$$

式中:  $t_i$ —差分节点温度值, °C。

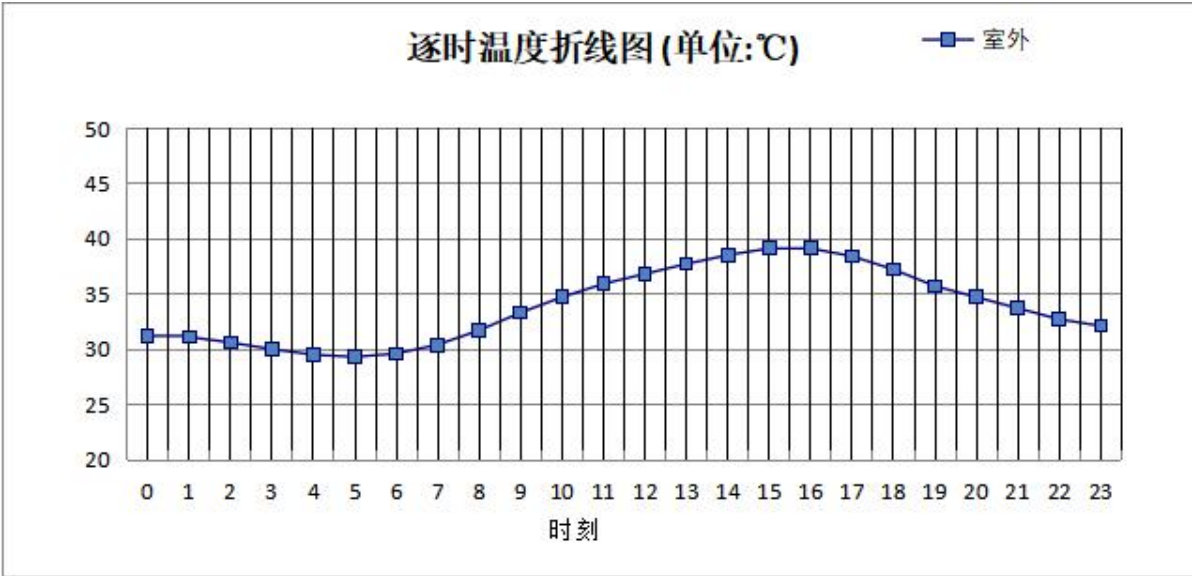
## 4 边界条件参数设置

### 4.1 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)			
$t_{f,1}$	夏季室内温度, °C		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 第 3.3.2 条的规定取值。

$h_1$	室内侧对流换热系数, W/(m <sup>2</sup> ·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)			
$h_{n+1}$	室外侧对流换热系数, (m <sup>2</sup> · 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。
$t_{sh}$	室外空气逐时温度, °C		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象数据取用。
$I^k$	表面法向太阳总辐射强度, 包括直射和散射, W/m <sup>2</sup>		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象参数取值。
$\rho_s$	外表面太阳辐射吸收系数		根据工程构造取值。

#### 4.2 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
31.20	31.10	30.60	30.00	29.50	29.30	29.60	30.40	31.70	33.30	34.70	35.90
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
36.80	37.70	38.50	39.10	39.10	38.40	37.20	35.70	34.70	33.70	32.70	32.10

注: 气象数据参考 湖南-零陵

#### 4.3 室外太阳辐射照度

变量	变量名	公式来源
$I^k$	表面法向太阳总辐射强度, 包括直射和散射, W/m <sup>2</sup>	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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5:00	165.01	47.15	63.70	20.19	118.50
6:00	310.32	127.08	133.13	72.39	279.70
7:00	457.58	202.36	188.85	128.52	468.50
8:00	522.28	283.20	233.04	189.47	654.40
9:00	531.10	373.06	279.15	228.75	852.80
10:00	443.45	427.98	303.54	249.63	962.00
11:00	303.49	437.70	303.49	250.32	989.80
12:00	272.61	390.42	412.68	225.41	911.00
13:00	232.36	318.20	499.97	192.71	798.90
14:00	182.05	221.07	546.95	151.33	639.00
15:00	126.43	114.62	510.76	71.27	430.60
16:00	62.91	14.77	376.57	7.17	207.20
17:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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 湖南-零陵

#### 4.4 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

### 5 工程材料

材料名称	导热系数 $\lambda$	蓄热系数 $S$	密度 $\rho$	比热容 $C_p$	蒸汽渗透系数 $u$	数据来源
	W/(m.K)	W/(m <sup>2</sup> .K)	kg/m <sup>3</sup>	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
聚合物水泥防水砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	
C20 细石混凝土保护层, 内配 $\Phi 4@100$ 双向	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	

钢筋网片						
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/空心砖墙	0.580	7.920	1400.0	1062.3	0.0158	
粉煤灰陶粒混凝土	0.950	11.400	1700.0	1106.5	0.0140	
1:3 水泥砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
1:4 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
1: 2.5 水泥砂浆找平层	0.930	11.370	1800.0	1000.0	0.0210	
高聚物改性沥青防水涂料	0.230	9.370	900.0	5832.3	0.0100	民用建筑热工设计 规范 GB50176-2016
合成高分子防水卷材	0.150	6.070	580.0	5823.6	0.0000	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
热固复合聚苯板 G 型 05 级	0.050	0.850	150.0	1324.7	0.0000	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
耐碱玻纤网布抗裂砂浆	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022
膨胀玻化微珠保温复合板	0.058	1.200	230.0	1484.4	0.0000	湖南省公/居建筑节能设计标准常用材料-2022

## 6 工程构造

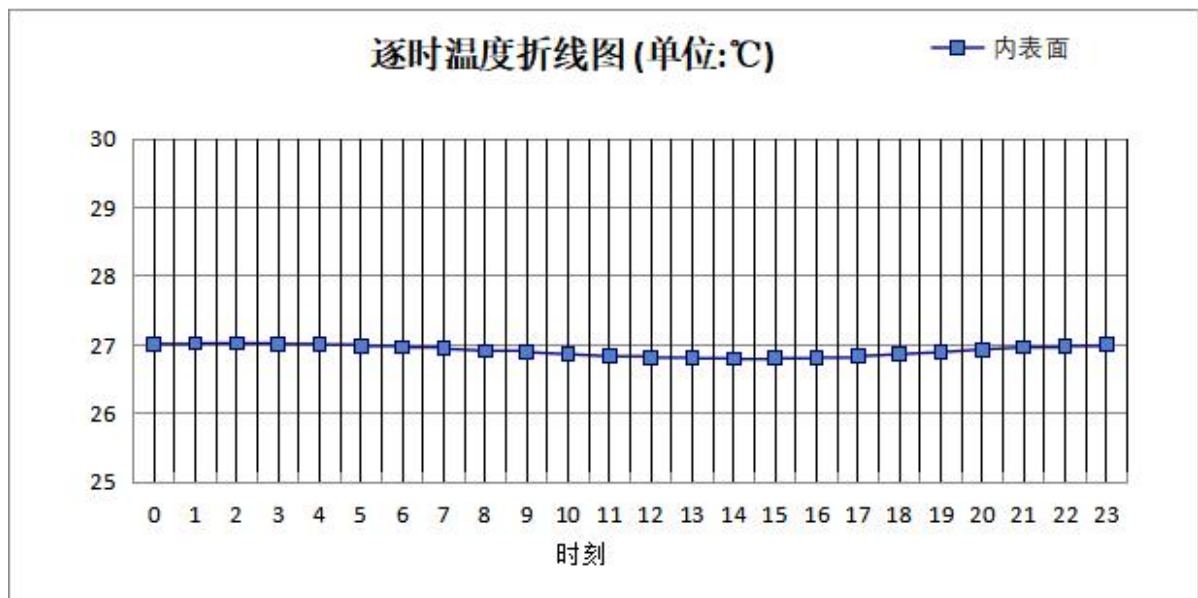
### 6.1 屋顶构造

#### 6.1.1 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/(m².K)	$\alpha$	(m² K)/W	D=R*S
C20 细石混凝土保护层, 内配 $\Phi 4@100$ 双向钢筋网片	50	12.5	1.510	15.360	1.00	0.033	0.509
1:4 石灰砂浆	20	10.0	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249
聚合物水泥防水砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
合成高分子防水卷材	9	3.0	0.150	6.070	1.20	0.050	0.364
1: 2.5 水泥砂浆找平层	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
粉煤灰陶粒混凝土	30	10.0	0.950	11.400	1.00	0.032	0.360
热固复合聚苯板 G 型 05	90	7.2	0.050	0.850	1.25	2.080	2.210

级							
1: 2.5 水泥砂浆找平层	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 $\Sigma$	364	—	—	—	—	2.337	5.428
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.40						
重质/轻质	重质围护结构						

#### 6.1.1.1 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
27.01	27.02	27.02	27.01	27.00	26.98	26.96	26.94	26.91	26.89	26.86	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
26.81	26.80	26.79	26.80	26.81	26.83	26.86	26.89	26.93	26.96	26.98	27.00

## 6.2 外墙（填充墙）构造

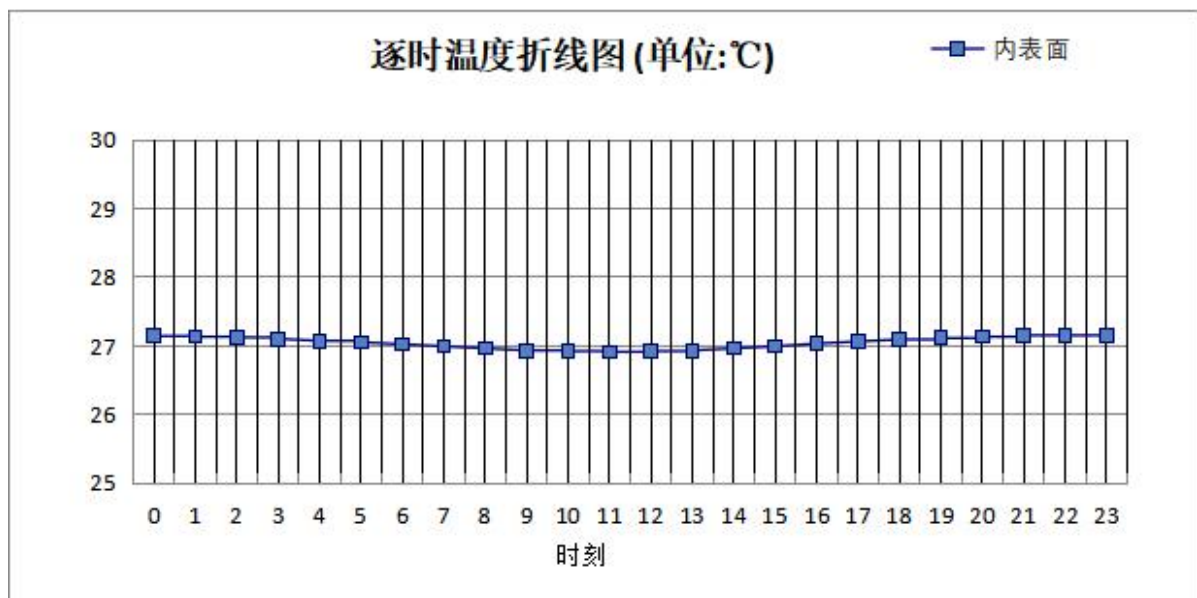
### 6.2.1 外墙（填充墙）构造一

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/(m².K)	$\alpha$	(m² K)/W	$D=R*S$
聚合物水泥防水砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
高聚物改性沥青防水涂料	1.5	1.5	0.230	9.370	1.00	0.007	0.061
1:3 水泥砂浆	25	8.3	0.930	11.370	1.00	0.027	0.306
重砂浆砌筑烧结页岩多孔砖/ 空心砖墙	200	9.1	0.580	7.920	1.00	0.345	2.731



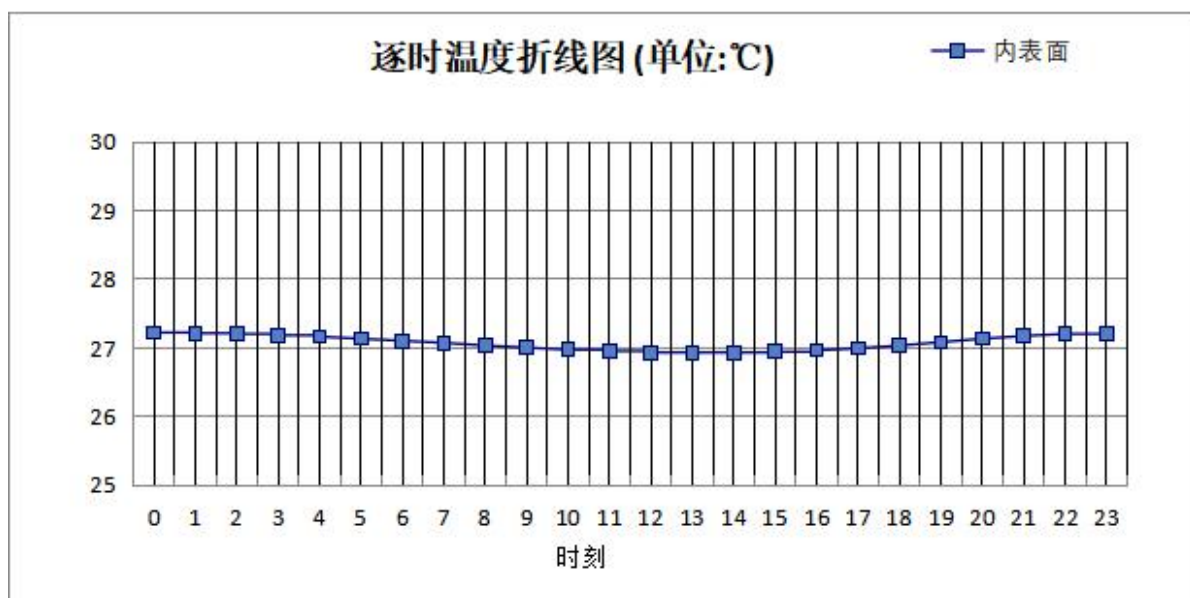
1:3 水泥砂浆	25	8.3	0.930	11.370	1.00	0.027	0.306
膨胀玻化微珠保温复合板	60	6.0	0.058	1.200	1.10	0.940	1.241
耐碱玻纤网布抗裂砂浆	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
各层之和 $\Sigma$	321.5	—	—	—	—	1.356	4.767
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.75						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.66						
重质/轻质	重质围护结构						

#### 6.2.1.1 空调房间：东向逐时温度



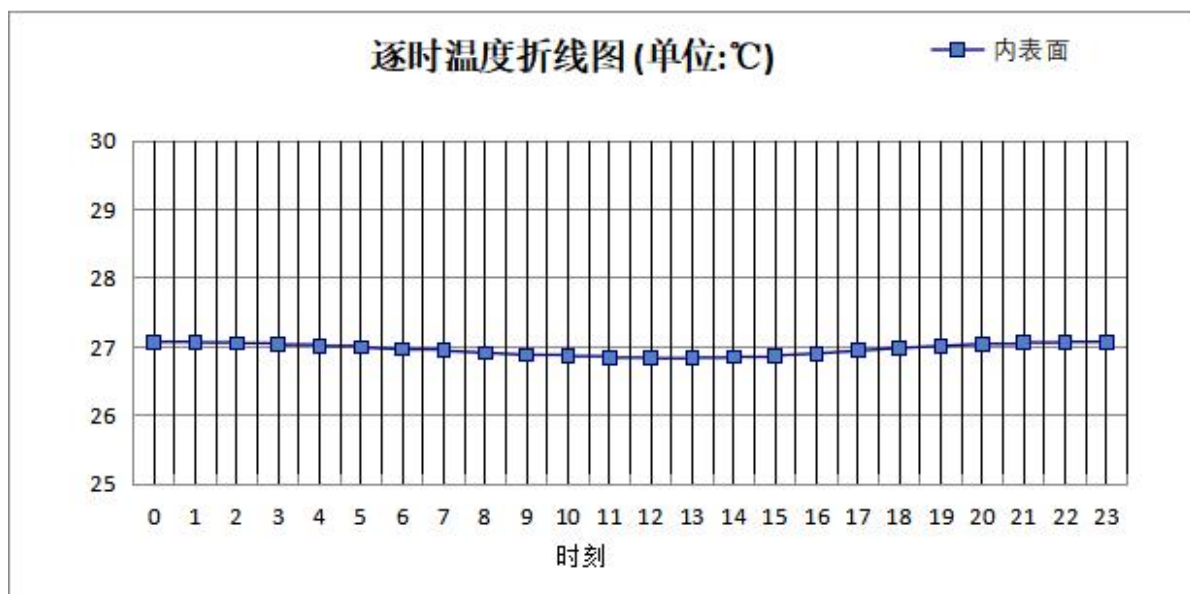
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.14	27.13	27.12	27.10	27.07	27.05	27.02	26.99	26.96	26.93	26.92	26.91
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.92	26.93	26.96	26.99	27.03	27.06	27.09	27.11	27.13	27.15	27.15	27.15

### 6.2.1.2 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
27.22	27.21	27.20	27.18	27.16	27.13	27.10	27.07	27.03	27.00	26.97	26.95
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.93	26.93	26.93	26.94	26.96	26.99	27.03	27.08	27.13	27.17	27.20	27.21

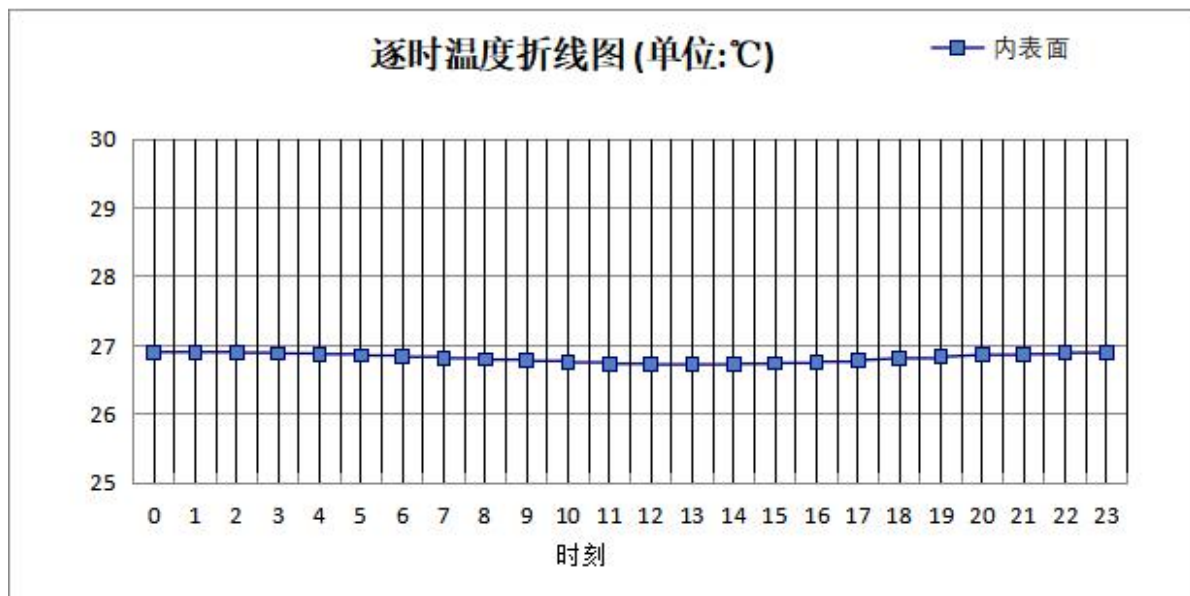
### 6.2.1.3 空调房间：南向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.07	27.06	27.05	27.03	27.01	26.99	26.96	26.94	26.91	26.88	26.86	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
26.83	26.84	26.85	26.87	26.90	26.94	26.98	27.01	27.04	27.06	27.07	27.07

#### 6.2.1.4 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
26.90	26.90	26.89	26.88	26.87	26.85	26.83	26.81	26.79	26.77	26.75	26.73
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.72	26.72	26.73	26.74	26.76	26.78	26.81	26.83	26.86	26.87	26.89	26.89

## 7 验算结论

### 7.1 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	1:25	27.02	28.50	满足
外墙 (填充墙)	东:外墙 (填充墙) 构造一	22:25	27.15	28.00	满足
	西:外墙 (填充墙) 构造一	23:55	27.22	28.00	满足
	南:外墙 (填充墙) 构造一	23:10	27.07	28.00	满足
	北:外墙 (填充墙) 构造一	23:55	26.90	28.00	满足