




# 隔热检查计算书

## 居住建筑

工程名称	文冲街文冲(渡头、文元、江北片)旧村全面改造项目(R-A-1、F-A-3、F-R-3、F-R-8)地块勘察设计施工总承包工程F-R-8-1#
工程地点	广东-广州
设计编号	SJ24225-1
建设单位	广州市黄埔区文冲街文冲股份经济联合社
设计单位	中恒建筑设计院(广州)有限公司
设计人	梁绍伦 
校对人员	林海 
审核人	陈海津 
计算日期	2025年3月14日



采用软件	斯维尔节能设计 Bccs2023
软件版本	20220909
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	P2F9C108B

## 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 .....	5
4.1 基本设置.....	5
4.2 室外空气温度.....	5
4.3 室外太阳辐射照度.....	6
4.4 室内空气温度.....	7
5.工程材料 .....	7
6.工程构造 .....	8
6.1 屋顶构造.....	8
6.1.1 80（施工 100 厚）厚挤塑聚苯板.....	8
6.2 外墙构造.....	9
6.2.1 隔热保温全效凝胶-钢混.....	9
7.验算结论 .....	11
7.1 自然通风房间.....	11

## 1 建筑概况

工程名称	文冲街文冲(渡头、文元、江北片)旧村全面改造项目(R-A-1、F-A-3、F-R-3、F-R-8)地块勘察设计施工总承包工程 F-R-8-1#	
工程地点	广东-广州	
地理位置	北纬: 23.08°	东经: 113.14°
气候子区	夏热冬暖 B 区	
大气透明度等级	5	
建筑面积	地上 19291 m <sup>2</sup>	地下 0 m <sup>2</sup>
建筑层数	地上 32	地下 0
建筑高度	99.0m	
结构类型	剪力墙结构	

## 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≥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（°C），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，（°C）。

$t_{e,max}$ —累年日平均温度最高日的最高温度（°C），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。

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

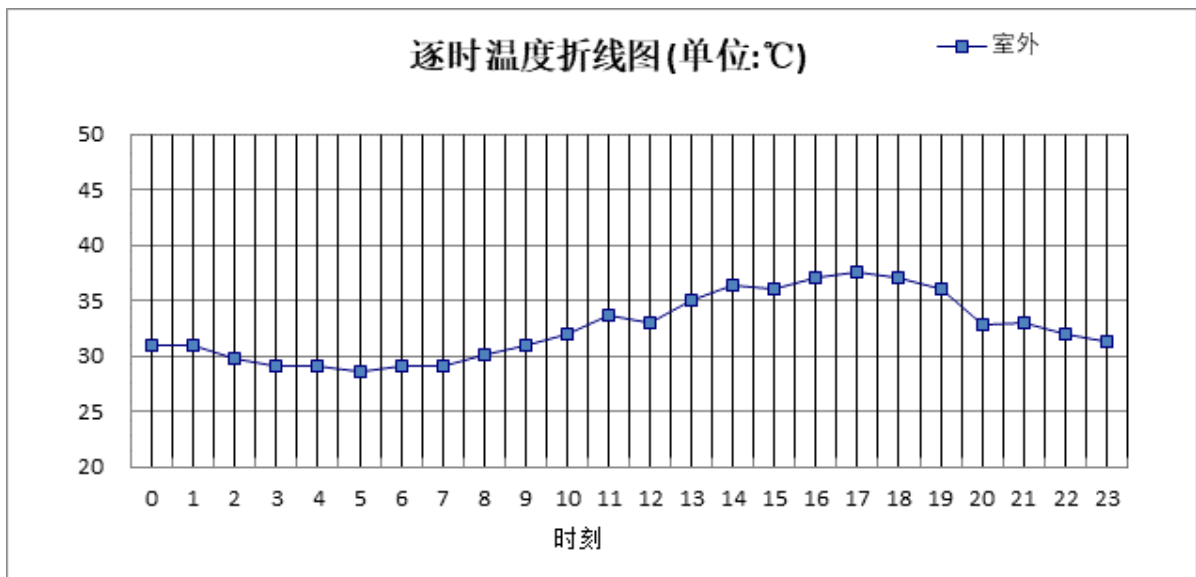
式中： $t_i$ —差分节点温度值，°C。

## 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
31.00	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

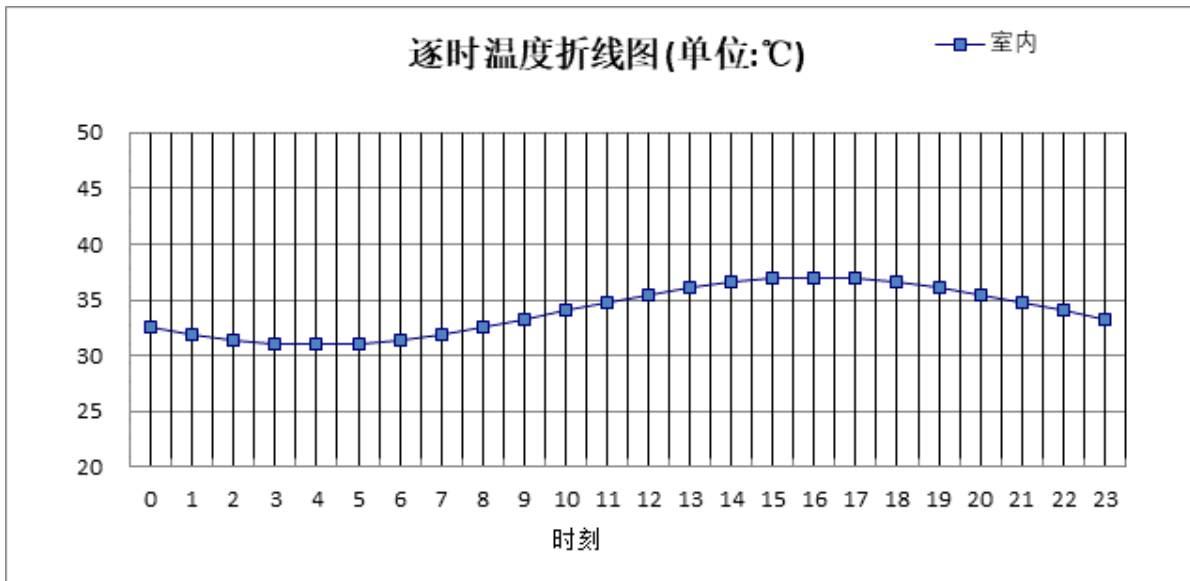
33.00	35.00	36.40	36.00	37.00	37.60	37.00	36.00	32.80	33.00	32.00	31.20
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

### 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	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

#### 4.4 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
32.50	31.88	31.41	31.11	31.00	31.11	31.41	31.88	32.50	33.23	34.00	34.78
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.50	36.13	36.60	36.90	37.00	36.90	36.60	36.13	35.50	34.78	34.00	33.23

#### 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 $\mu$	备注
	W/(m.K)	W/(m <sup>2</sup> .K)	kg/m <sup>3</sup>	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
水泥砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	来源:《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016
防水砂浆	0.930	11.306	1800.0	1050.0	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》GB50176-2016
细石混凝土(双向配筋)	1.740	17.060	2500.0	920.0	0.0000	
挤塑聚苯板( $\rho=25-32$ )	0.030	0.320	28.5	1647.0	0.0000	
蒸压加气混凝土块	0.190	2.810	500.0	1142.9	0.0140	05J909
混凝土多孔砖(190 六孔砖)	0.750	7.490	1450.0	709.4	0.0000	
隔热保温全效凝胶	0.030	5.560	430.0	1560.0	0.0000	

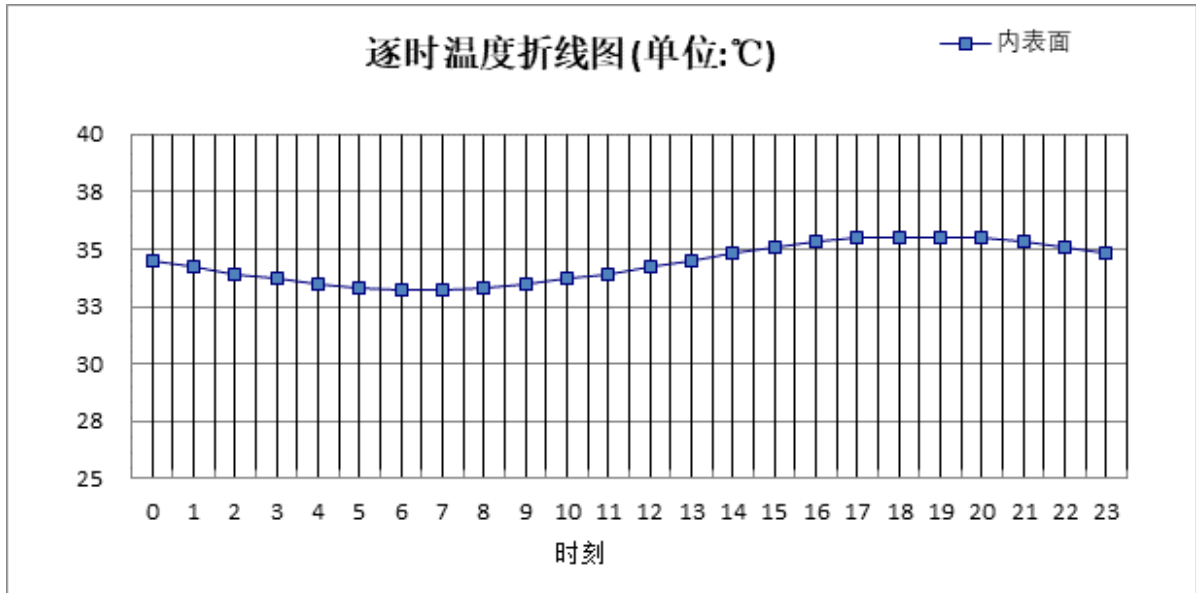
## 6 工程构造

### 6.1 屋顶构造

#### 6.1.1 80（施工 100 厚）厚挤塑聚苯板

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/(m <sup>2</sup> .K)	$\alpha$	(m <sup>2</sup> K)/W	D=R*S
水泥砂浆	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
细石混凝土（双向配筋）	40	10.0	1.740	17.060	1.00	0.023	0.392
挤塑聚苯板( $\rho=25-32$ )	80	11.4	0.030	0.320	1.20	2.222	0.853
细石混凝土（双向配筋）	30	10.0	1.740	17.060	1.00	0.017	0.294
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
各层之和 $\Sigma$	305	—	—	—	—	2.369	3.154
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.65						
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 自然通风房间：逐时温度



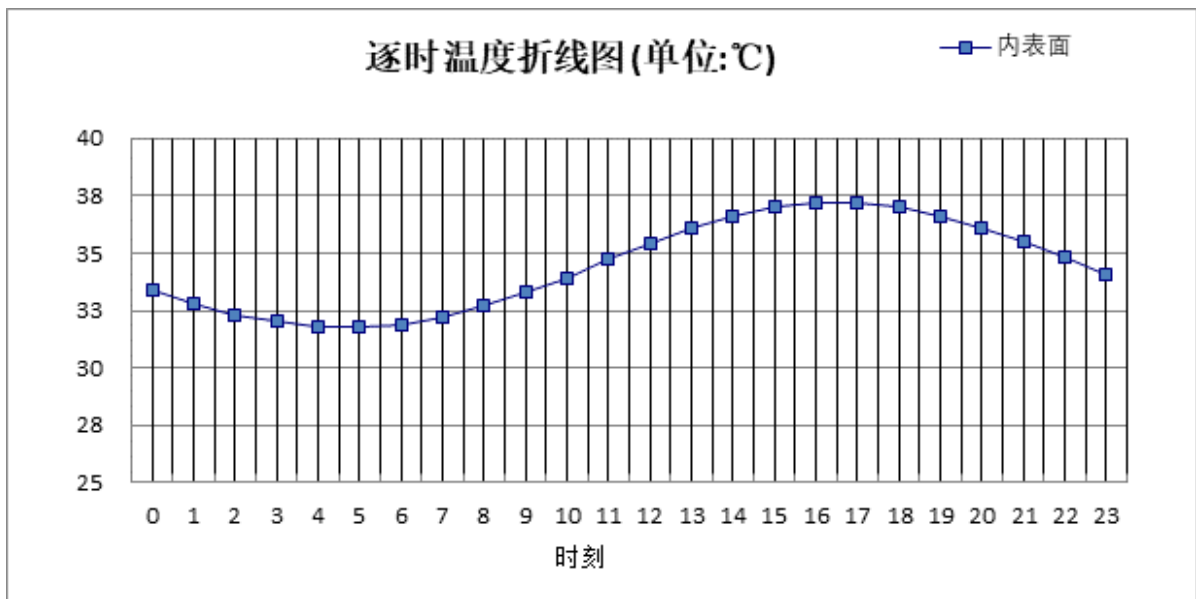
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
34.51	34.20	33.91	33.66	33.45	33.31	33.24	33.25	33.32	33.47	33.68	33.93
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.22	34.52	34.81	35.08	35.29	35.45	35.54	35.46	35.31	35.08	34.81	34.81

## 6.2 外墙构造

### 6.2.1 隔热保温全效凝胶-钢混

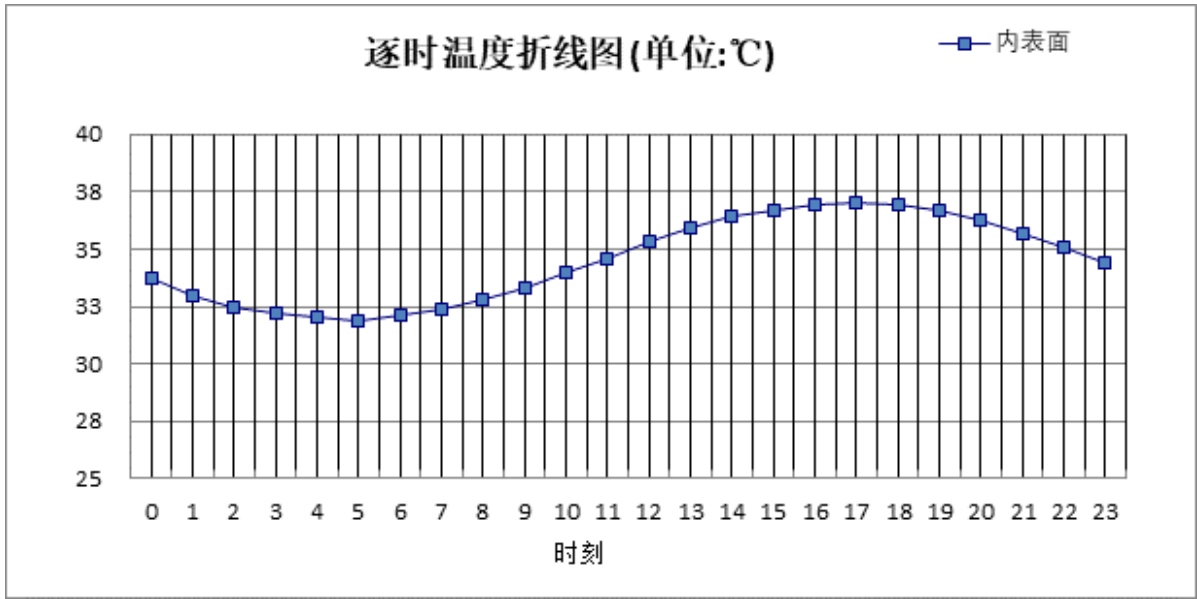
材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	$\alpha$	(m² K)/W	D=R*S
防水砂浆	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
钢筋混凝土	200	12.5	1.740	17.200	1.00	0.115	1.977
隔热保温全效凝胶	20	2.9	0.030	5.560	1.10	0.606	3.707
各层之和 $\Sigma$	225	—	—	—	—	0.726	5.744
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.65						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	1.13						
重质/轻质	重质围护结构						

#### 6.2.1.1 自然通风房间：东向逐时温度



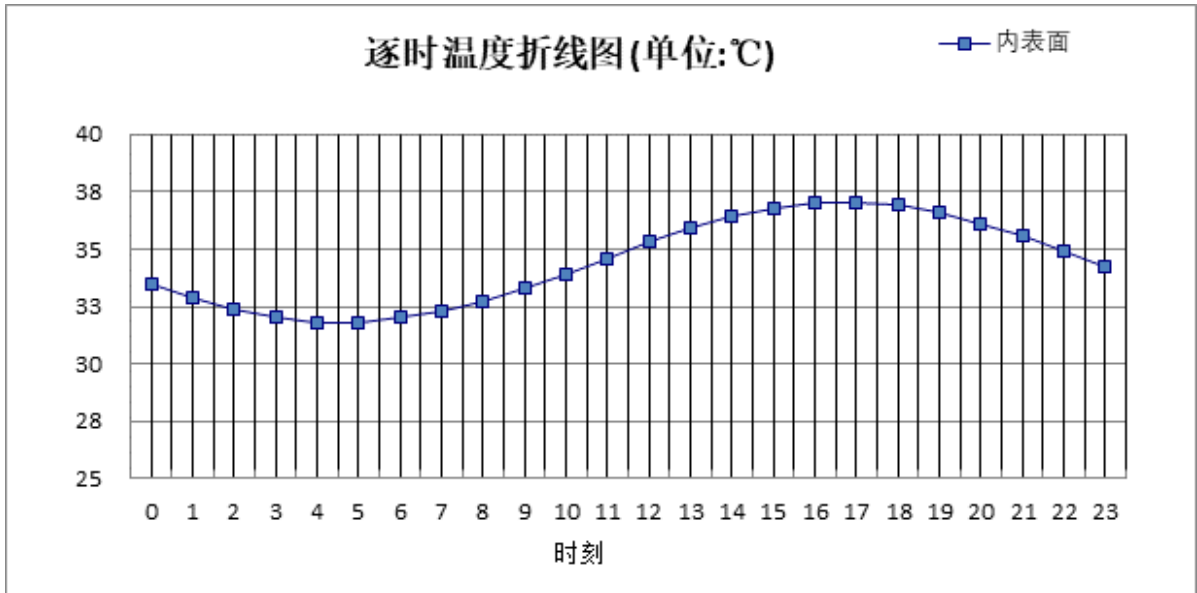
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
33.42	32.81	32.31	31.96	31.78	31.76	31.92	32.23	32.68	33.26	33.94	34.68
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.41	36.06	36.59	36.96	37.15	36.97	36.62	36.13	35.51	34.82	34.11	

6.2.1.2 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
33.67	33.04	32.52	32.16	31.95	31.92	32.07	32.36	32.80	33.34	33.96	34.62
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.27	35.86	36.35	36.71	36.93	36.99	36.90	36.66	36.26	35.73	35.07	34.36

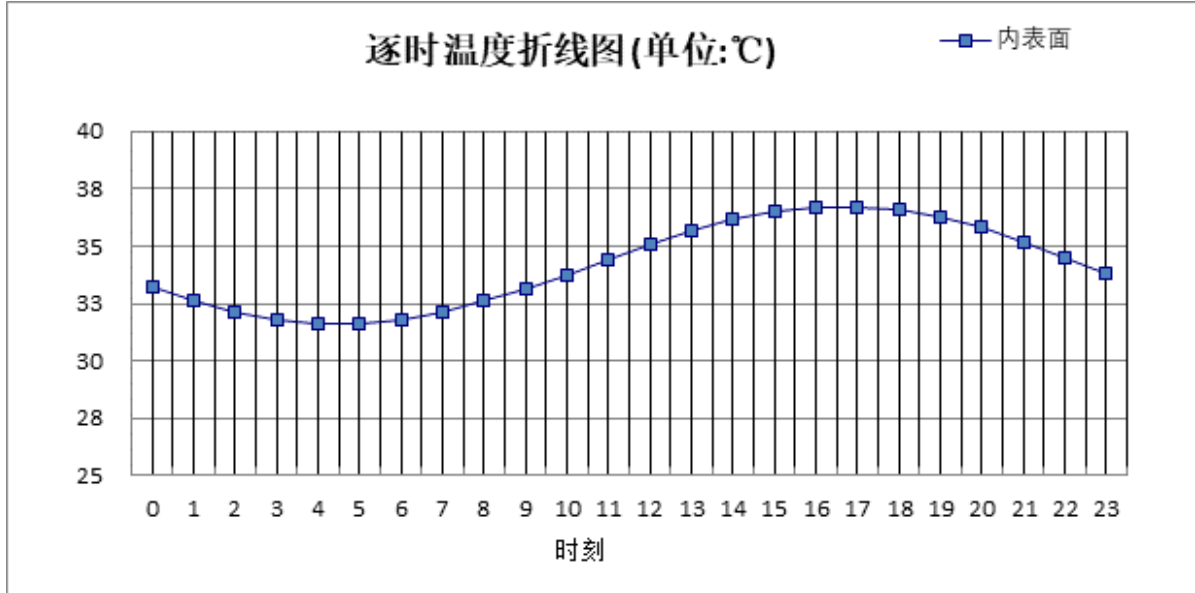
6.2.1.3 自然通风房间：南向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
33.50	32.88	32.38	32.03	31.84	31.82	31.97	32.27	32.72	33.28	33.92	34.61

12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.29	35.90	36.42	36.80	37.01	37.04	36.90	36.59	36.14	35.57	34.90	34.19

6.2.1.4 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
33.17	32.58	32.10	31.77	31.60	31.60	31.77	32.10	32.55	33.11	33.75	34.42
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.07	35.67	36.16	36.52	36.72	36.74	36.58	36.25	35.78	35.19	34.53	33.84

7 验算结论

7.1 自然通风房间

类型	构造	时刻	最高温度(℃)	限值(℃)	结论
屋顶	上:80(施工100厚)厚挤塑聚苯板	18:30	35.55	37.60	满足
外墙	东:隔热保温全效凝胶-钢混	16:25	37.16	37.60	满足
	西:隔热保温全效凝胶-钢混	17:00	36.99	37.60	满足
	南:隔热保温全效凝胶-钢混	17:00	37.04	37.60	满足
	北:隔热保温全效凝胶-钢混	16:45	36.74	37.60	满足