

隔热检查计算书

公共建筑

工程名称	碳影织构，绿核启航
工程地点	江西-南昌
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 14 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	T18379975037

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	8
6.1 屋顶构造	8
6.2 外墙（填充墙）构造	9
6.3 外墙（剪力墙）构造	12
7 验算结论	15
7.1 空调房间	15

1 建筑概况

工程名称	碳影织构，绿核启航		
工程地点	江西-南昌		
气候子区	夏热冬冷 A 区		
大气透明度等级	4		
建筑面积	地上 14172 m²	地下 0 m²	
建筑层数	地上 5	地下 0	
建筑高度	23.1m		
结构类型			

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，℃/s。

α —材料的导温系数， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ，m²/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)；

ρ —材料的密度，kg/m³；

α —材料的导温系数， $\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$ ，m²/s；

Δx —差分步长，m；

λ —材料的导热系数，[W/(m·K)]；

t_f^k —对流换热温度，℃。

- 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，℃。

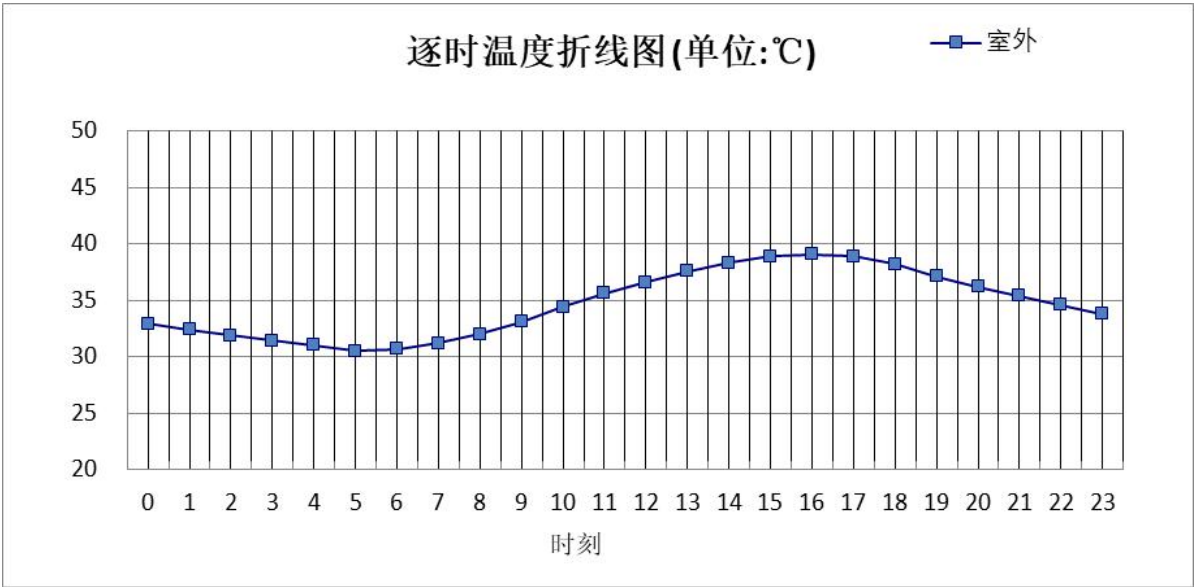
4 边界条件参数设置

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，℃		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 ² ·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 ² · 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 ²		按《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 配套软件气象参数取值。
ρ_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
32.90	32.40	31.90	31.40	31.00	30.50	30.70	31.20	32.00	33.10	34.40	35.60
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
36.60	37.60	38.30	38.90	39.10	38.90	38.20	37.10	36.20	35.40	34.60	33.80

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 ²	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	13.14	8.38	8.12	4.90	14.20
6:00	170.67	68.49	71.40	39.28	152.20
7:00	309.57	152.46	136.47	98.52	327.30
8:00	425.45	229.57	180.94	147.59	526.70
9:00	447.24	319.34	225.99	185.85	716.20
10:00	410.53	410.83	274.50	226.51	899.20
11:00	305.54	462.58	305.54	251.96	994.80
12:00	306.71	455.82	453.00	252.61	986.20
13:00	289.06	409.28	576.11	237.88	922.30
14:00	247.51	315.75	626.64	202.96	761.60
15:00	202.83	210.96	659.38	136.76	601.40
16:00	145.32	98.33	569.26	42.73	384.00
17:00	72.52	9.82	401.81	38.96	164.90
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

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 λ	蓄热系数 S	密度 ρ	比热容 C_p	蒸汽渗透 系数 u	数据来源
	W/(m.K)	W/(m ² .K)	kg/m ³	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
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($\rho=60-160$)	0.041	0.615	110.0	1220.0	0.4880	民用建筑热工设计 规 范 GB50176-2016
挤塑聚苯乙烯泡沫板 (xps) ($\rho=30$)	0.030	0.540	30.0	4455.3	0.0162	民用建筑热工设计 规 范 GB50176-2016
石材幕墙饰面	1.740	17.200	1500.0	2916.2	0.0158	
蒸压加气混凝土砌块 (B06 级)	0.190	3.010	600.0	1092.9	0.9980	DBJ/T36-024-2014
抗裂砂浆(网格布)	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0210	民用建筑热工设计 规 范 GB50176-2016
抹面砂浆(敷设耐碱玻纤 网格布一层)	0.760	9.440	1500.0	1074.9	0.0000	无机轻集料防火保 温 板 JGT 435-2014
纸面石膏板	0.330	5.144	1050.0	1050.0	0.0000	安徽公共建筑节能 设 计 标 准 DB34 T753-2007
玻璃棉板、毡($\rho<40$)	0.040	0.380	40.0	1220.0	0.4880	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	0.0158	黑龙江居住建筑节能 设 计 标 准 DB23-T120—2001
现场喷涂硬泡聚氨酯防 水保温材料(b1 级)	0.024	0.360	45.0	1650.1	0.0000	安徽公共建筑节能 设 计 标 准 DB34/T5076-2017
c20 细石混凝土($\rho=2300$)	1.510	15.243	2300.0	920.0	0.0158	安徽公共建筑节能 设 计 标 准 DB34 T753-2007
玻化微珠保温砂浆	0.080	1.500	350.0	1050.0	0.0000	福建省居住建筑节能 设 计 标 准 DBJ13-62-2019
钢筋混凝土屋面板	1.740	17.200	2500.0	935.2	0.0000	福建省民用建筑围 护结构节能工程做 法 及 数 据 闽 2015-J-39
自粘聚合物改性沥青防 水卷材	0.230	9.370	900.0	1620.0	0.0014	民用建筑热工设计 规 范 GB50176-2016
夯实粘土($\rho=2000$)	1.160	12.990	2000.0	1010.0	0.0975	民用建筑热工设计

						规范 GB50176-2016
地砖	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	
防水砂浆	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	安徽公共建筑节能 设计标准 DB34 T753-2007
挤塑聚苯乙烯泡沫板 (xps) ($\rho=30$) (1)	0.030	0.540	30.0	4455.3	0.0000	安徽公共建筑节能 设计标准 DB34 T753-2007

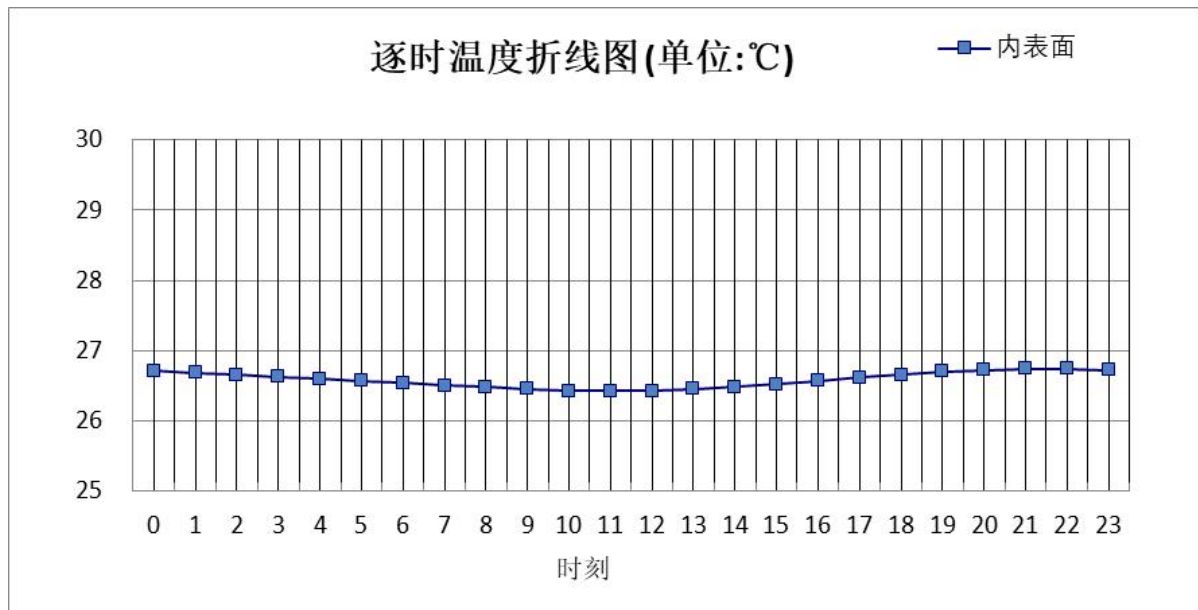
6 工程构造

6.1 屋顶构造

6.1.1 平屋面 1

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)	α	(m² K)/W	D=R*S
细石混凝土（双向配筋）	40	10.0	1.740	17.060	1.00	0.023	0.392
水泥砂浆	10	10.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	3.0	0.230	9.370	1.00	0.013	0.122
自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	3.0	0.230	9.370	1.00	0.013	0.122
防水砂浆	1.5	1.5	0.930	11.306	1.00	0.002	0.018
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
挤塑聚苯乙烯泡沫板 (xps) ($\rho=30$)	90	6.9	0.030	0.540	1.00	3.000	1.620
钢筋混凝土	100	12.5	1.740	17.200	1.00	0.057	0.989
各层之和 Σ	267.5	—	—	—	—	3.140	3.630
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.30						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 空调房间：逐时温度



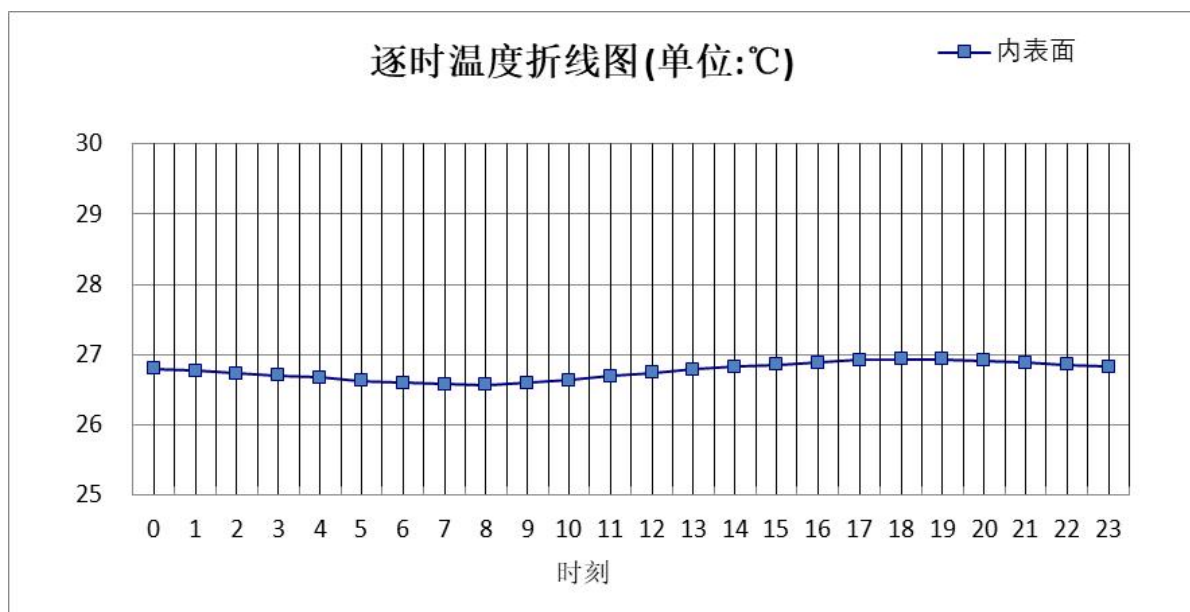
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.71	26.68	26.66	26.63	26.60	26.57	26.54	26.50	26.48	26.45	26.43	26.43
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.43	26.45	26.48	26.52	26.57	26.62	26.66	26.70	26.72	26.74	26.74	26.72

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙（填充墙）构造一

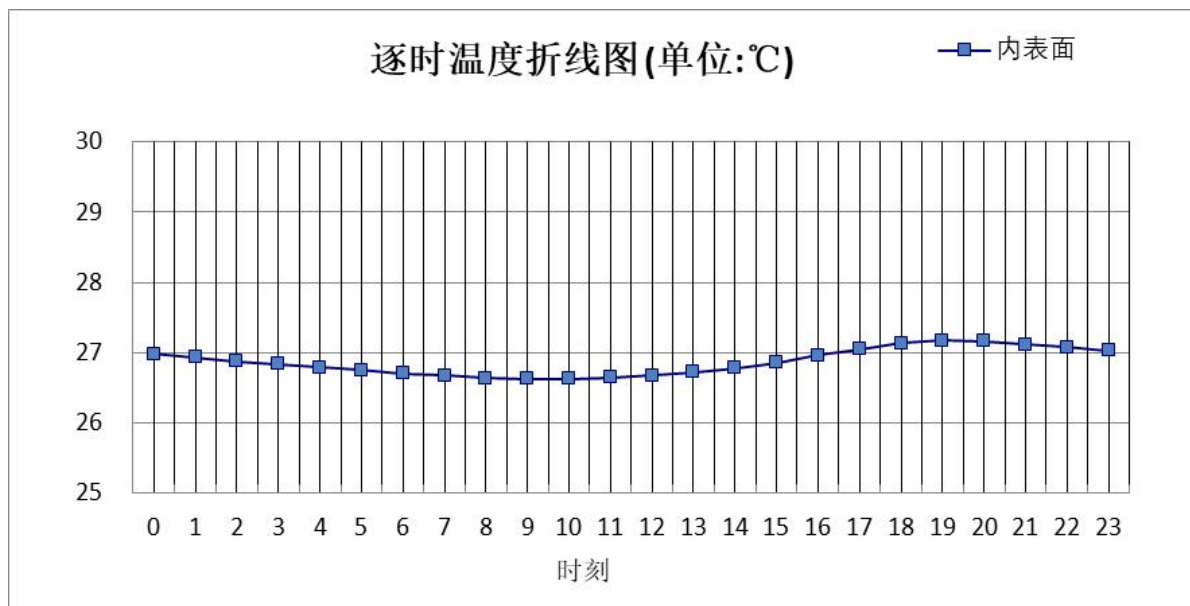
材料名称 由外到内	厚度 (mm)	差分 步长 (mm)	导热 系数 W/(m.K)	蓄热 系数 W/(m².K)	修正 系数 α	热阻 (m² K)/W	热惰性 指标 D=R*S
石材幕墙饰面	5	5.0	1.740	17.200	1.00	0.003	0.049
抹面砂浆（敷设耐碱玻纤网 格布一层）	15	7.5	0.760	9.440	1.00	0.020	0.186
岩棉板($\rho=60-160$)	60	7.5	0.041	0.615	1.20	1.220	0.900
现场喷涂硬泡聚氨酯防水保 温材料(b1 级)	1.5	1.5	0.024	0.360	1.25	0.050	0.023
纸面石膏板	50	7.1	0.330	5.144	1.00	0.152	0.779
水泥砂浆	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
玻璃棉板、毡($\rho<40$)	20	10.0	0.040	0.380	1.00	0.500	0.190
各层之和 Σ	166.5	—	—	—	—	1.960	2.311
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.47						
重质/轻质	轻质围护结构						

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
26.80	26.77	26.73	26.70	26.67	26.63	26.60	26.58	26.57	26.60	26.64	26.69
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	26.79	26.83	26.86	26.89	26.92	26.93	26.93	26.91	26.89	26.86	26.83

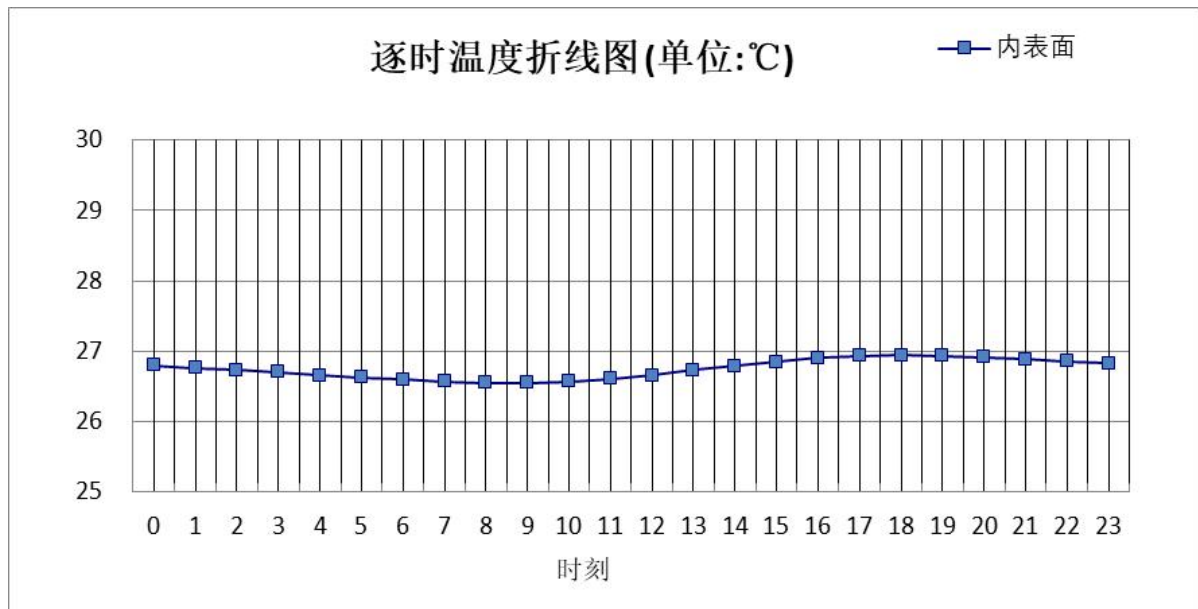
6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.98	26.93	26.88	26.84	26.79	26.75	26.70	26.67	26.64	26.63	26.63	26.65

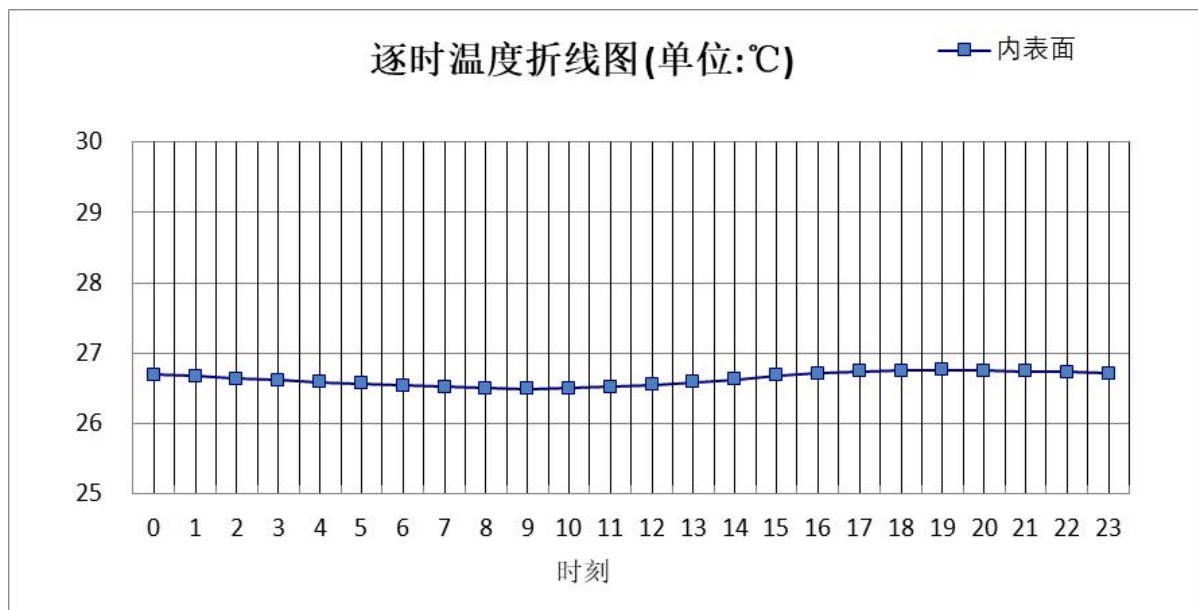
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.67	26.72	26.78	26.86	26.96	27.05	27.13	27.17	27.16	27.12	27.08	27.03

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
26.80	26.76	26.73	26.70	26.66	26.63	26.60	26.57	26.55	26.55	26.57	26.61
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.66	26.73	26.79	26.85	26.90	26.93	26.94	26.93	26.91	26.89	26.86	26.83

6.2.1.4 空调房间：北向逐时温度



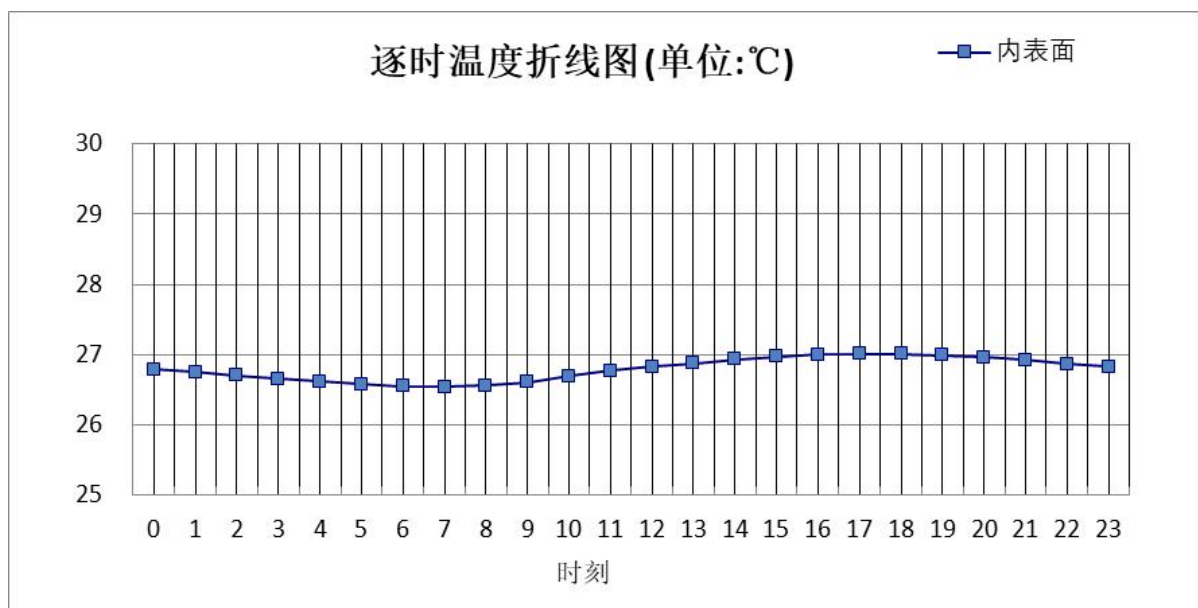
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.69	26.67	26.64	26.62	26.59	26.57	26.54	26.52	26.50	26.49	26.50	26.52
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.55	26.59	26.63	26.68	26.71	26.74	26.75	26.76	26.75	26.74	26.73	26.71

6.3 外墙（剪力墙）构造

6.3.1 外墙（剪力墙）构造一

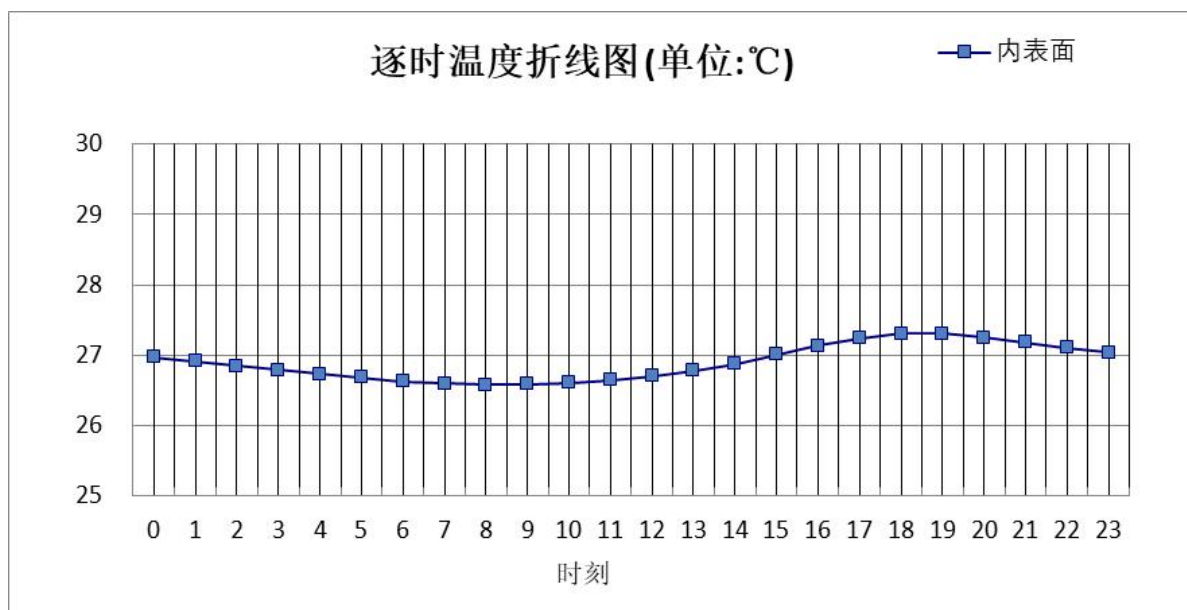
材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
石材幕墙饰面	5	5.0	1.740	17.200	1.00	0.003	0.049
抹面砂浆（敷设耐碱玻纤网格布一层）	6	6.0	0.760	9.440	1.00	0.008	0.075
岩棉板($\rho=60-160$)	60	7.5	0.041	0.615	1.20	1.220	0.900
现场喷涂硬泡聚氨酯防水保温材料(b1级)	1.5	1.5	0.024	0.360	1.25	0.050	0.023
水泥砂浆	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
纸面石膏板	30	7.5	0.330	5.144	1.00	0.091	0.468
玻璃棉板、毡($\rho<40$)	20	10.0	0.040	0.380	1.00	0.500	0.190
各层之和 Σ	137.5	—	—	—	—	1.887	1.887
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.49						
重质/轻质	轻质围护结构						

6.3.1.1 空调房间：东向逐时温度



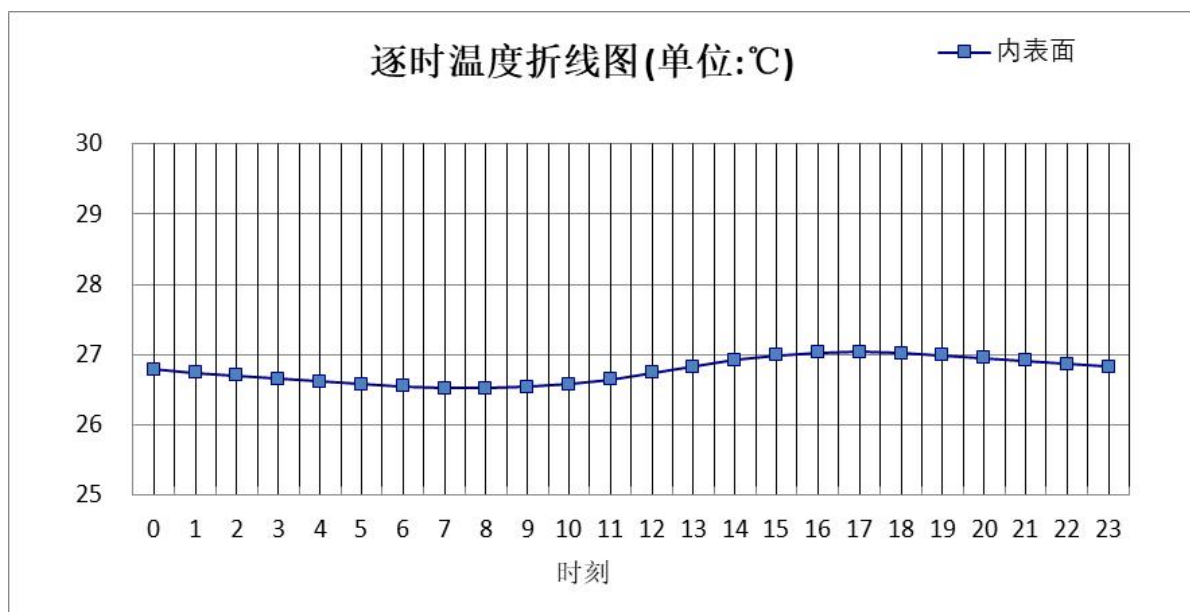
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.79	26.75	26.70	26.66	26.62	26.58	26.55	26.54	26.56	26.61	26.69	26.77
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.83	26.88	26.93	26.97	27.00	27.01	26.99	26.96	26.92	26.87	26.83	

6.3.1.2 空调房间：西向逐时温度



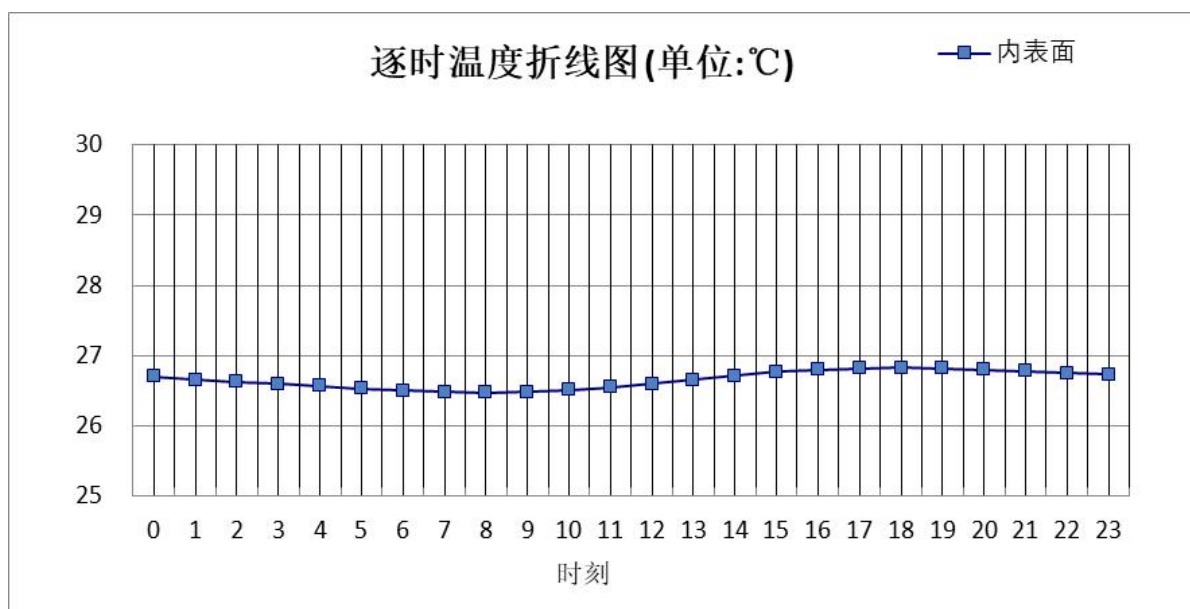
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.97	26.91	26.85	26.79	26.73	26.68	26.63	26.60	26.58	26.59	26.61	26.65
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.70	26.78	26.88	27.01	27.13	27.24	27.31	27.31	27.25	27.18	27.11	27.04

6.3.1.3 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
26.79	26.74	26.70	26.66	26.62	26.58	26.55	26.52	26.52	26.54	26.58	26.65
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	26.83	26.92	26.99	27.03	27.04	27.02	26.99	26.95	26.91	26.87	26.83

6.3.1.4 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
26.70	26.66	26.63	26.60	26.57	26.53	26.50	26.48	26.47	26.48	26.51	26.55

12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.60	26.66	26.71	26.77	26.80	26.82	26.83	26.82	26.80	26.78	26.75	26.73

7 验算结论

7.1 空调房间

类型	构造	时刻	最高温度(°C)	限值(°C)	结论
屋顶	上:平屋面 1	21:25	26.74	28.50	满足
外墙 (填充墙)	东:外墙 (填充墙) 构造一	18:20	26.93	29.00	满足
	西:外墙 (填充墙) 构造一	19:20	27.17	29.00	满足
	南:外墙 (填充墙) 构造一	17:55	26.94	29.00	满足
	北:外墙 (填充墙) 构造一	19:00	26.76	29.00	满足
外墙 (剪力墙)	东:外墙 (剪力墙) 构造一	17:25	27.01	29.00	满足
	西:外墙 (剪力墙) 构造一	18:30	27.32	29.00	满足
	南:外墙 (剪力墙) 构造一	16:55	27.04	29.00	满足
	北:外墙 (剪力墙) 构造一	17:50	26.83	29.00	满足