

隔热检查计算书

公共建筑

工程名称	南宁市江南区中心粮食储备库项目-粮食检化验楼及制氮间
工程地点	广西-南宁
设计编号	M1632
建设单位	南宁市江丰粮食收储管理中心
设计单位	中国轻工业南宁设计工程有限公司
设计人	黎雪松
校对 人	邵丹
审核 人	唐民
计算日期	2023 年 12 月 15 日



采用软件	斯维尔节能设计 Becs2024
软件版本	20230808 (广西)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	T13217719151

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
6.1.1 屋顶构造 1	7
6.2 外墙构造	8
6.2.1 外墙构造一	8
6.3 热桥柱构造	11
6.3.1 热桥柱构造一	11
6.4 热桥梁构造	14
6.4.1 热桥梁构造二	14
7 验算结论	17
7.1 空调房间	17

1 建筑概况

工程名称	南宁市江南区中心粮食储备库项目-粮食检化验楼及制氮间	
工程地点	广西-南宁	
地理位置	北纬：23.00°	东经：108.35°
气候子区	夏热冬暖 B 区	
大气透明度等级	5	
建筑面积	地上 1718 m ²	地下 0 m ²
建筑层数	地上 5	地下 0
建筑高度	19.7m	
结构类型	框架结构	

2 评价依据

1. 《广西公共建筑节能设计标准》DBJ/T45-096-2022
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	轻质围护结构

		(D≥2.5)	(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：

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

式中： $\frac{\partial \tau}{\partial \tau}$ —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，℃。

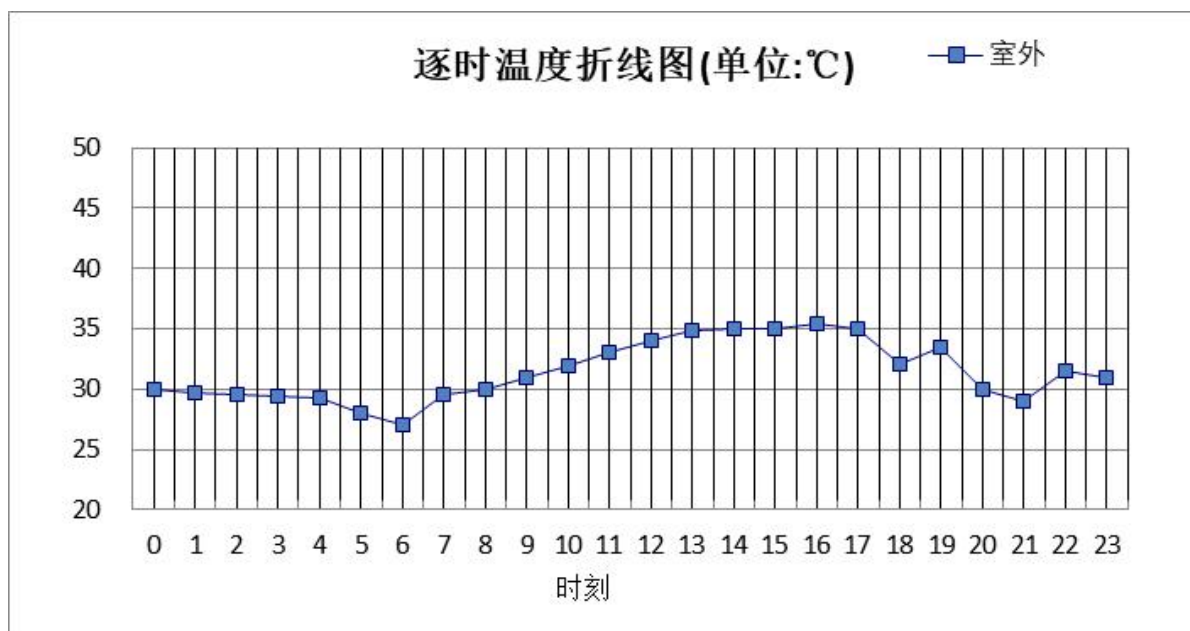
4 边界条件参数设置

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, °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 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
30.00	29.70	29.60	29.40	29.30	28.00	27.00	29.60	30.00	31.00	31.90	33.00
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.00	34.90	35.00	35.00	35.40	35.00	32.00	33.40	30.00	29.00	31.50	30.90

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	37.44	21.42	21.57	12.16	37.60
6:00	120.47	68.93	66.28	41.09	127.50
7:00	307.47	168.25	155.70	105.24	345.20
8:00	433.55	230.47	201.65	154.15	548.70
9:00	477.49	313.30	252.85	207.06	767.60
10:00	352.37	321.29	247.78	203.00	755.40
11:00	259.75	342.66	259.75	213.31	811.20
12:00	254.49	331.69	370.84	209.25	805.10
13:00	230.03	285.48	452.29	189.09	725.90
14:00	185.32	209.22	438.73	141.00	541.20
15:00	143.01	145.30	348.54	89.36	354.40
16:00	77.42	62.98	221.80	31.78	174.40
17:00	0.29	0.33	0.39	0.20	0.50
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 μ	备注
	W/(m.K)	W/(m ² .K)	kg/m ³	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
聚合物砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	来源：《民用建筑热

						工 设 计 规 范 》 GB50176-2016
石灰水泥砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	来源:《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	来源:《民用建筑热 工 设 计 规 范 》 GB50176-2016
细石混凝土	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0173	来源:《民用建筑热 工 设 计 规 范 》 GB50176-2016
热绝缘挤塑聚苯乙烯泡沫板	0.030	0.340	35.0	1380.0	0.0000	来源:《民用建筑热 工 设 计 规 范 》 GB50176-2016, 蒸 汽渗透系数没有给 出
混凝土多孔砖(190 六孔 砖)	0.750	7.490	1450.0	709.4	0.0000	
玻化微珠保温浆料	0.080	1.462	350.0	1050.0	0.0000	深圳市《公共建筑 节能设计规范》SJG 44-2018 附表 G-1
页岩多孔砖	0.560	8.320	1800.0	1085.0	0.0000	
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 (GB50176-93)》
自粘无胎高聚物改性沥青防水卷材	0.230	9.370	1050.0	1620.0	0.0000	
硅橡胶防水涂料	0.170	4.670	1050.0	1680.0	0.0000	

6 工程构造

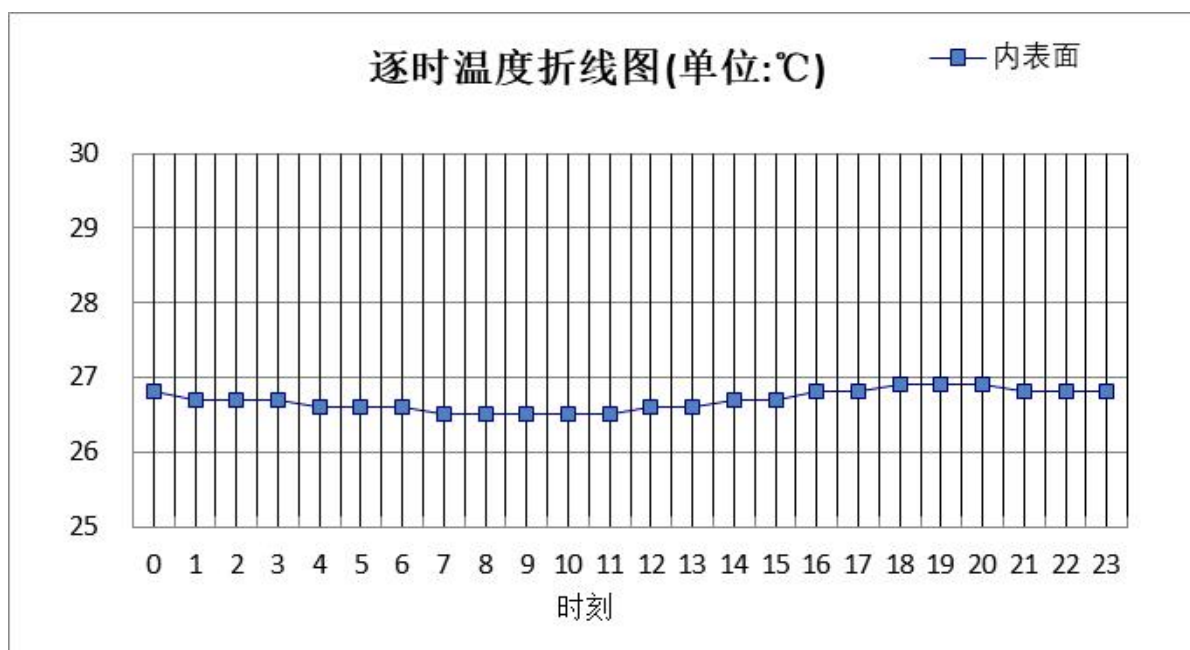
6.1 屋顶构造

6.1.1 屋顶构造 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	40	10.0	1.510	15.360	1.00	0.026	0.407
热绝缘挤塑聚苯乙烯泡沫板	80	11.4	0.030	0.340	1.20	2.222	0.907
自粘无胎高聚物改性沥青防水卷材	3	3.0	0.230	9.370	1.00	0.013	0.122
硅橡胶防水涂料	2	2.0	0.170	4.670	1.00	0.012	0.055

水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
细石混凝土	30	10.0	1.510	15.360	1.00	0.020	0.305
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ	295	—	—	—	—	2.384	3.227
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.39						
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
26.76	26.72	26.69	26.66	26.63	26.60	26.57	26.55	26.52	26.51	26.51	26.53
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.57	26.62	26.68	26.74	26.79	26.84	26.86	26.87	26.85	26.82	26.79	26.79

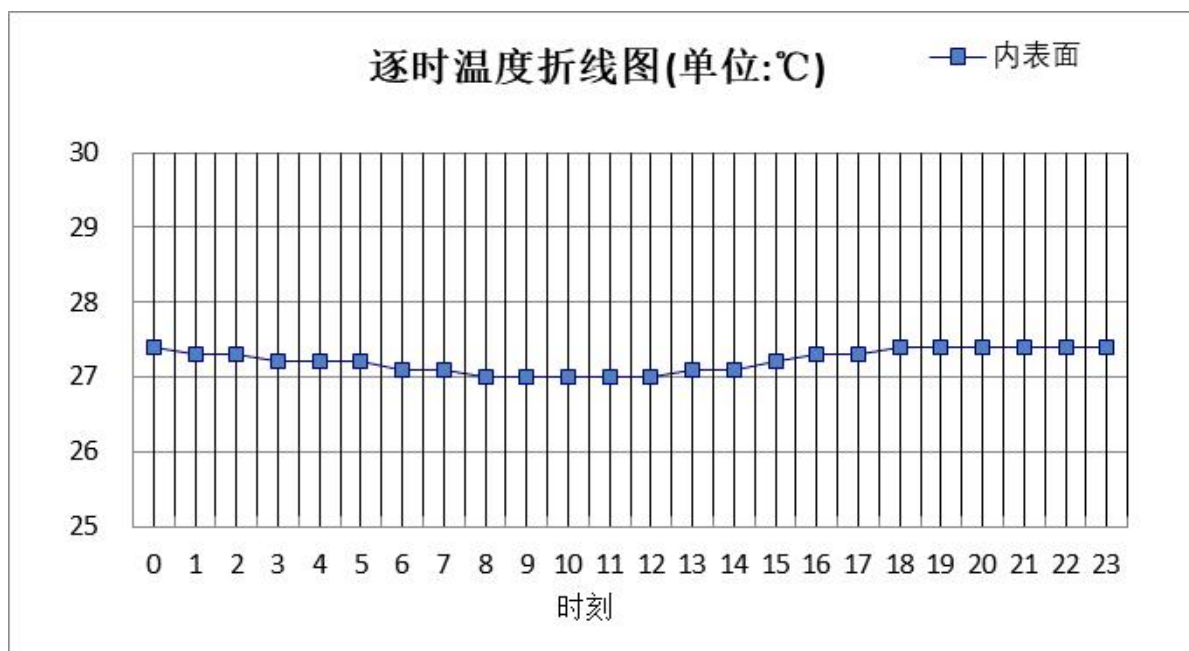
6.2 外墙构造

6.2.1 外墙构造一

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	$D=R*S$
聚合物砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
水泥砂浆	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
页岩多孔砖	190	7.9	0.560	8.320	1.00	0.339	2.823
玻化微珠保温浆料	28	5.6	0.080	1.462	1.30	0.269	0.512

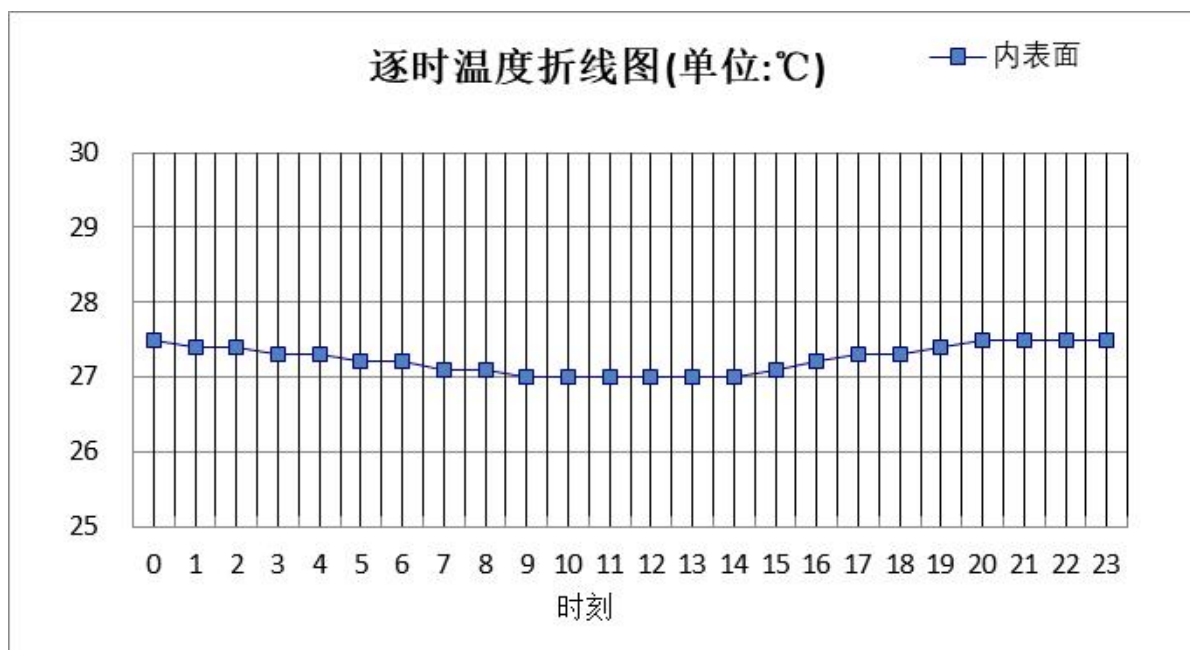
聚合物砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
各层之和 Σ	243	—	—	—	—	0.635	3.640
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.49						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	1.26						
重质/轻质	重质围护结构						

6.2.1.1 空调房间：东向逐时温度



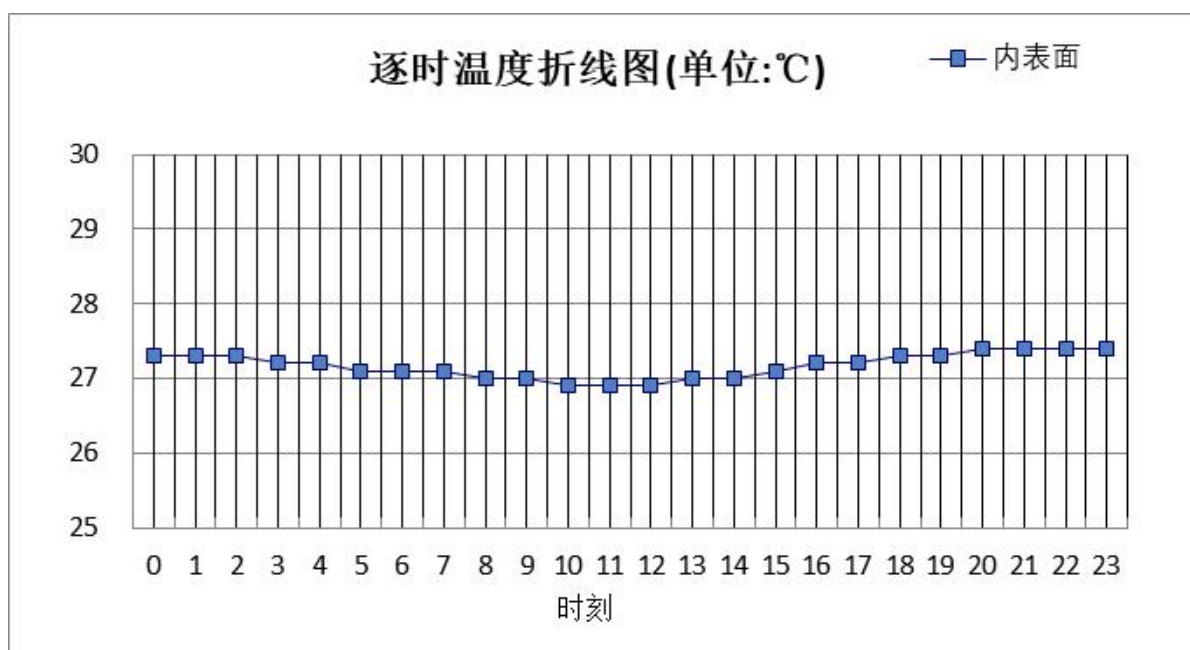
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.37	27.33	27.29	27.25	27.21	27.16	27.12	27.08	27.03	27.00	26.98	26.99
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.03	27.08	27.14	27.20	27.26	27.31	27.36	27.40	27.42	27.43	27.40	27.40

6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



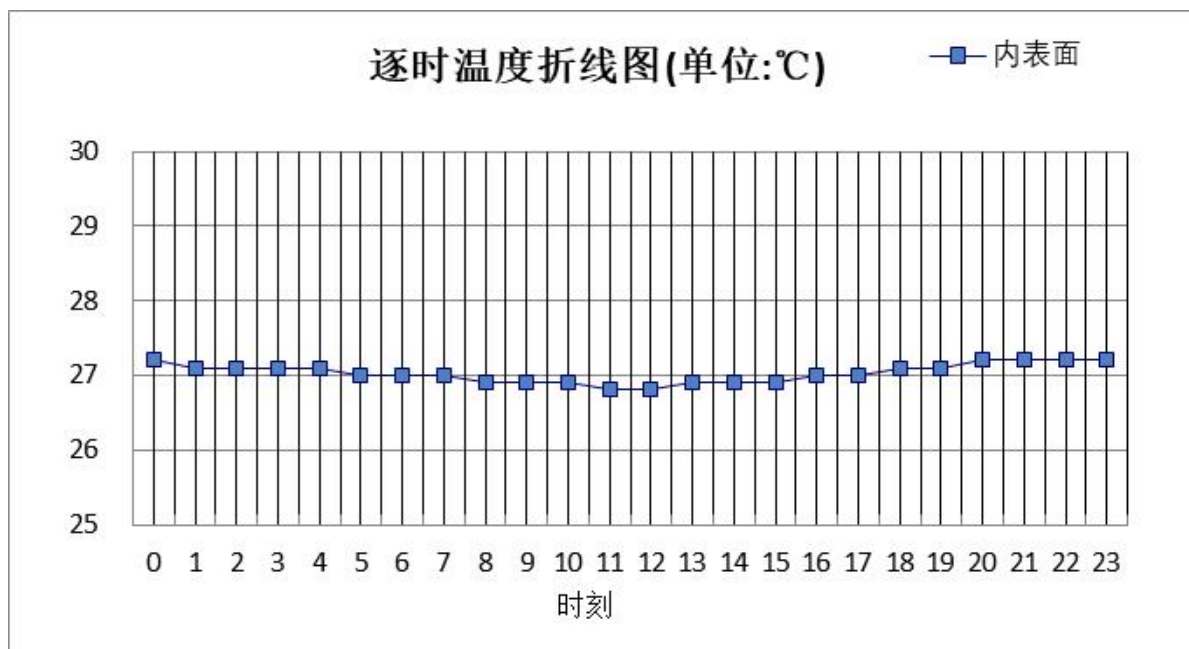
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.46	27.42	27.38	27.33	27.28	27.23	27.18	27.14	27.09	27.04	27.01	26.99
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.99	27.01	27.05	27.10	27.17	27.25	27.34	27.42	27.47	27.50	27.51	27.49

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
27.33	27.29	27.26	27.22	27.18	27.13	27.09	27.05	27.01	26.97	26.94	26.94
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.95	26.98	27.02	27.09	27.15	27.22	27.28	27.33	27.36	27.37	27.37	27.36

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
27.17	27.14	27.11	27.08	27.05	27.02	26.99	26.95	26.92	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
26.85	26.87	26.90	26.94	26.99	27.04	27.09	27.14	27.17	27.19	27.19	27.18

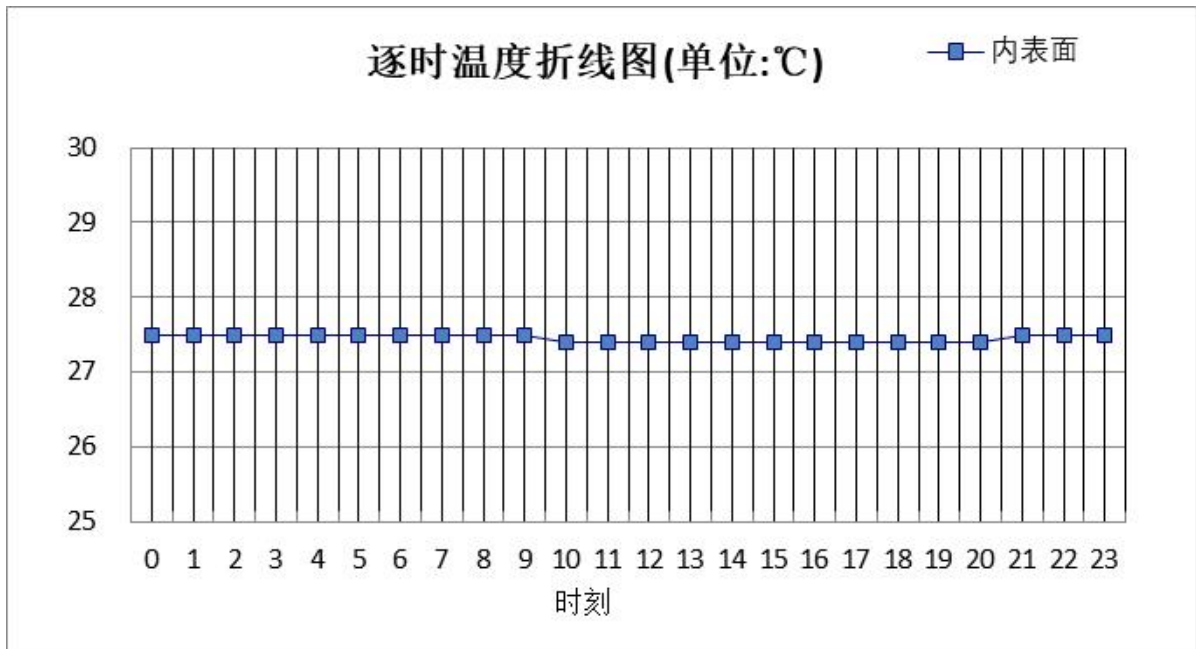
6.3 热桥柱构造

6.3.1 热桥柱构造一

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
聚合物砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
水泥砂浆	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
钢筋混凝土	500	12.8	1.740	17.200	1.00	0.287	4.943
玻化微珠保温浆料	20	6.7	0.080	1.462	1.30	0.192	0.366
聚合物砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
各层之和Σ	545	—	—	—	—	0.507	5.614
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.49						

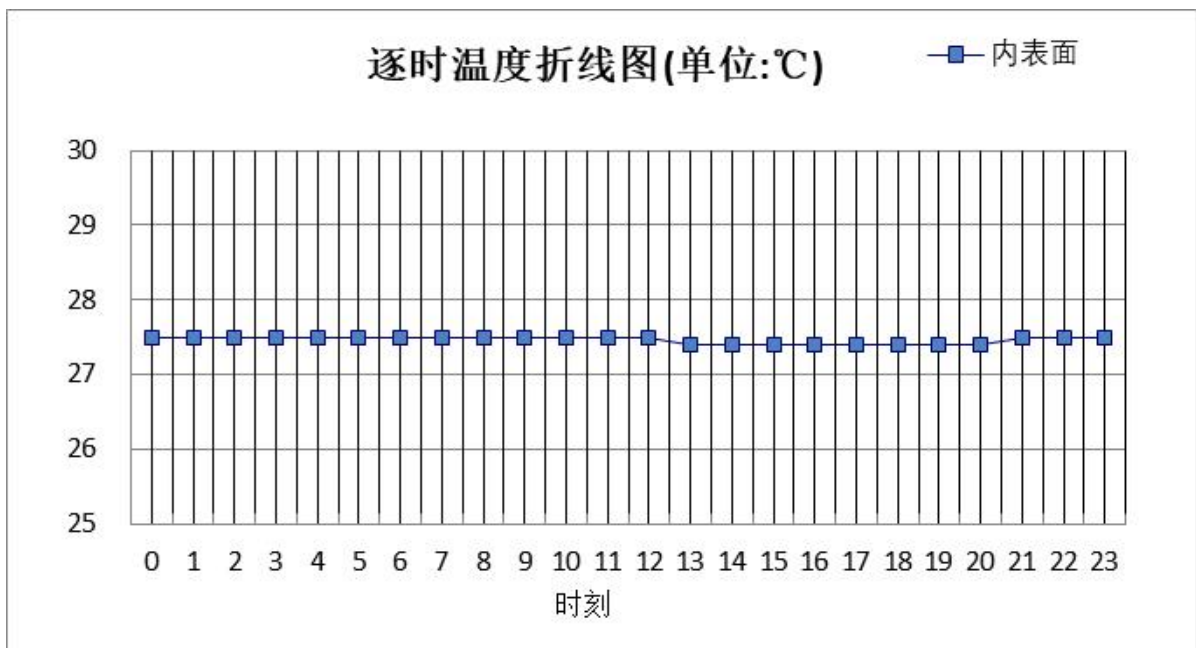
传热系数 $K=1/(0.16+\sum R)$	1.50
重质/轻质	重质围护结构

6.3.1.1 空调房间：东向逐时温度



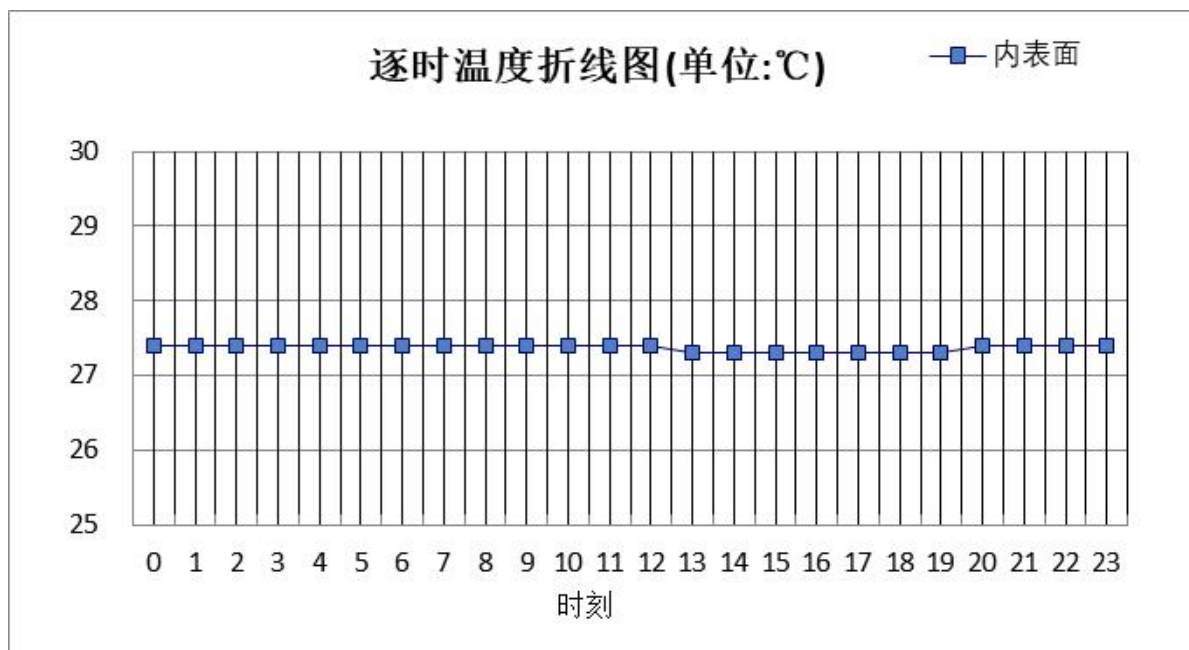
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.49	27.50	27.50	27.51	27.50	27.50	27.49	27.48	27.47	27.46	27.44	27.43
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.41	27.40	27.40	27.39	27.40	27.40	27.41	27.43	27.44	27.45	27.47	27.48

6.3.1.2 空调房间：西向逐时温度



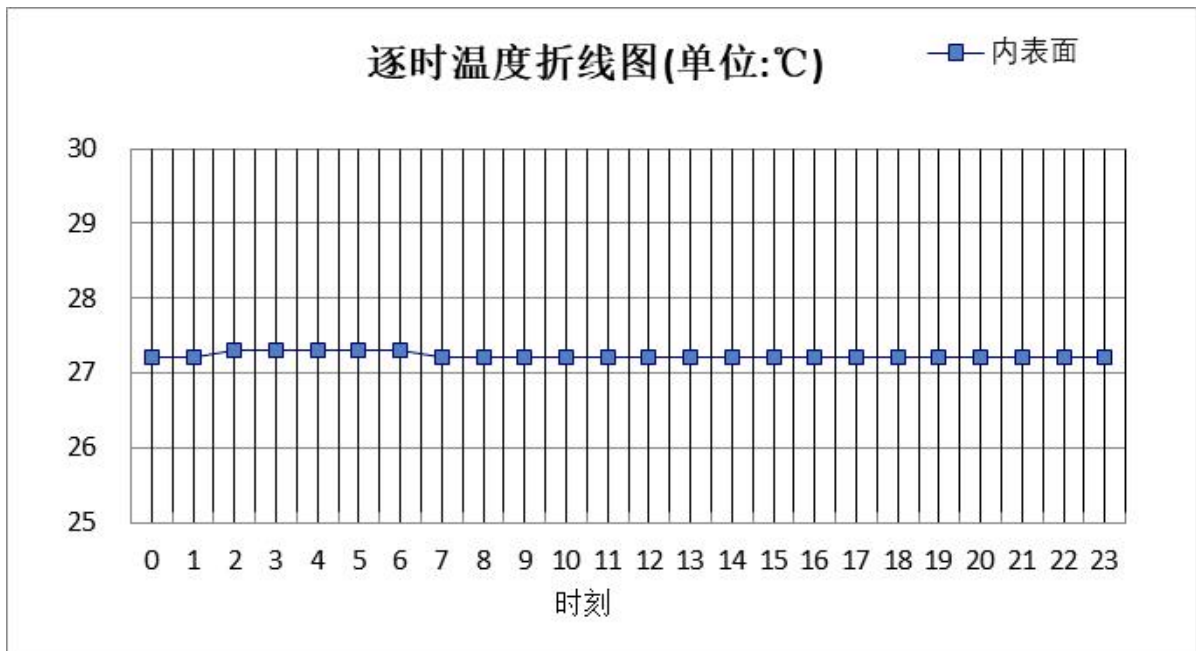
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.52	27.53	27.54	27.54	27.54	27.54	27.54	27.53	27.52	27.50	27.49	27.47
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.46	27.44	27.43	27.42	27.41	27.41	27.42	27.43	27.44	27.46	27.48	27.50

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
27.42	27.43	27.43	27.44	27.44	27.43	27.43	27.42	27.41	27.40	27.38	27.37
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.35	27.34	27.33	27.33	27.32	27.33	27.34	27.35	27.36	27.38	27.39	27.41

6.3.1.4 空调房间：北向逐时温度



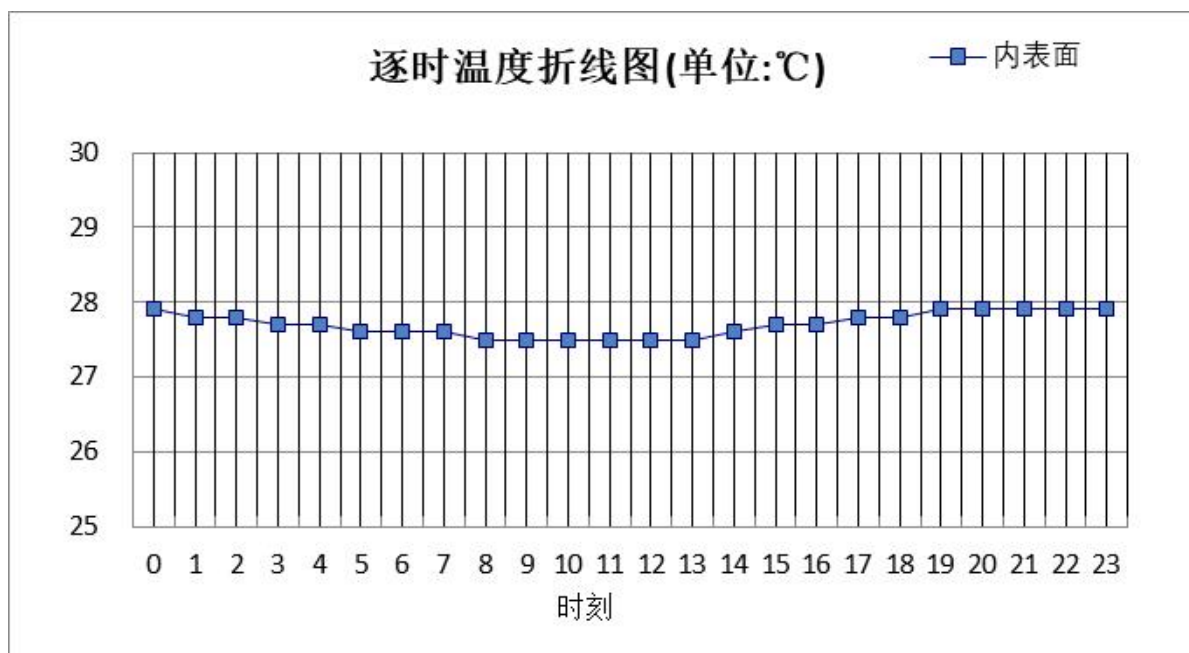
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.24	27.25	27.26	27.26	27.26	27.26	27.26	27.25	27.24	27.23	27.22	27.21
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.20	27.19	27.18	27.18	27.17	27.17	27.18	27.19	27.20	27.21	27.22	27.23

6.4 热桥梁构造

6.4.1 热桥梁构造二

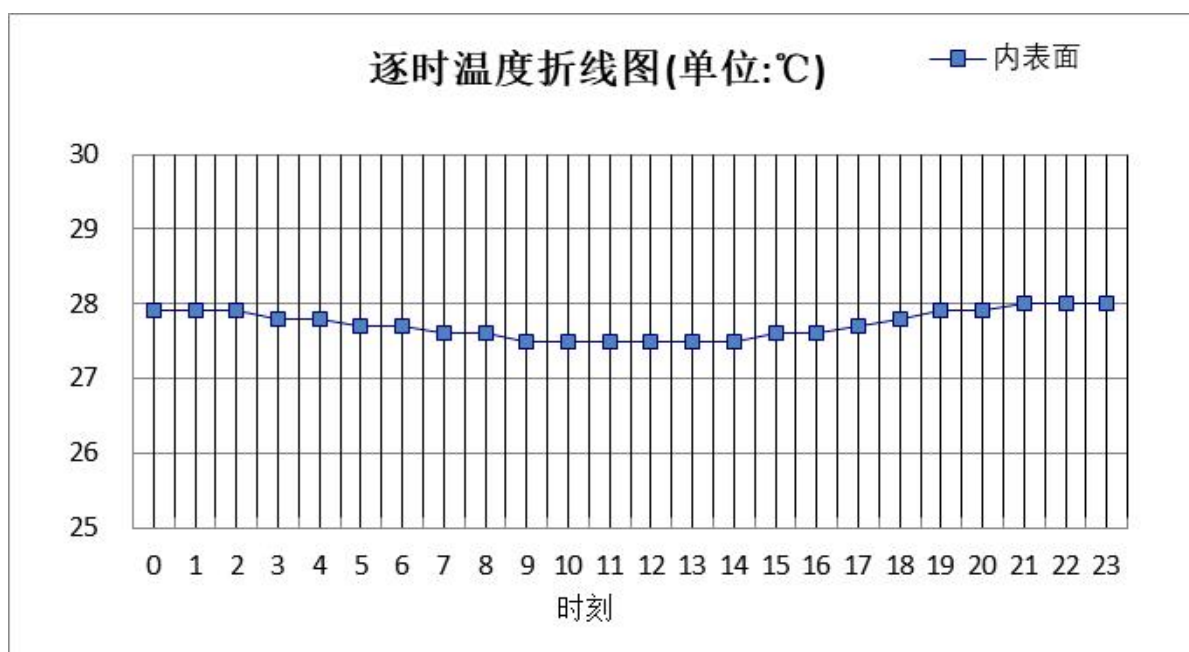
材料名称 由外到内	厚度 (mm)	差分 步长 (mm)	导热 系数 W/(m.K)	蓄热 系数 W/(m².K)	修正 系数 α	热阻 (m² K)/W	热惰性 指标 D=R*S
聚合物砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
水泥砂浆	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
钢筋混凝土	300	13.0	1.740	17.200	1.00	0.172	2.966
玻化微珠保温浆料	22	5.5	0.080	1.462	1.30	0.212	0.402
聚合物砂浆	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
各层之和 Σ	347	—	—	—	—	0.411	3.673
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.49						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	1.75						
重质/轻质	重质围护结构						

6.4.1.1 空调房间：东向逐时温度



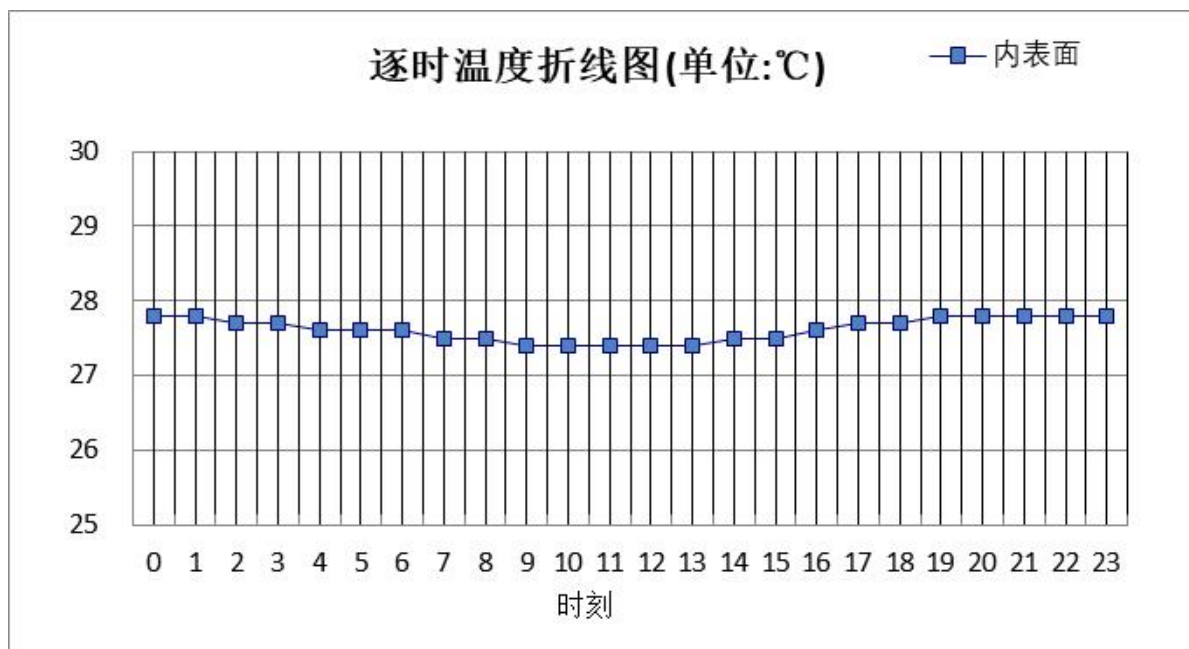
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.85	27.82	27.78	27.74	27.69	27.65	27.60	27.56	27.51	27.47	27.46	27.46
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.50	27.54	27.60	27.66	27.72	27.77	27.82	27.86	27.89	27.90	27.90	27.88

6.4.1.2 空调房间：西向逐时温度



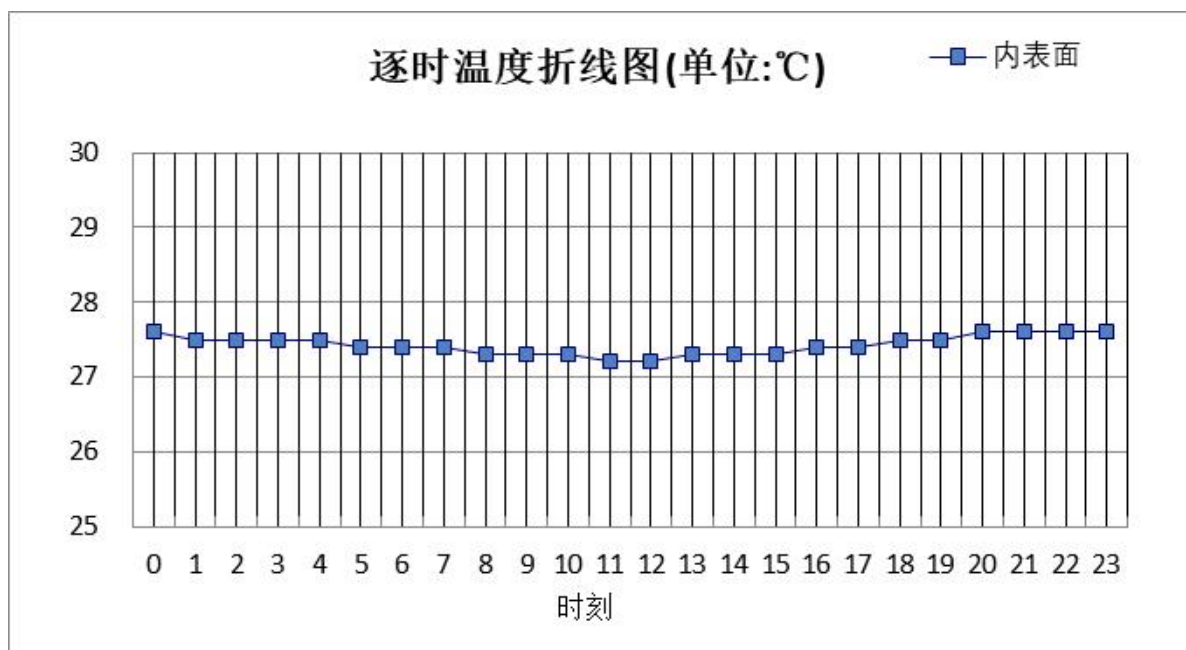
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.95	27.91	27.87	27.83	27.78	27.73	27.68	27.63	27.58	27.53	27.50	27.48
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.47	27.49	27.52	27.57	27.64	27.72	27.81	27.89	27.94	27.98	27.99	27.98

6.4.1.3 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
27.79	27.75	27.72	27.68	27.64	27.60	27.55	27.51	27.47	27.43	27.40	27.38
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.39	27.42	27.47	27.53	27.59	27.66	27.72	27.77	27.80	27.82	27.82	27.81

6.4.1.4 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
27.57	27.54	27.52	27.49	27.46	27.43	27.39	27.36	27.32	27.29	27.26	27.24
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.24	27.26	27.29	27.33	27.38	27.43	27.48	27.52	27.56	27.58	27.59	27.58

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 1	19:05	26.87	28.50	满足
外墙	东:外墙构造一	21:05	27.43	28.00	满足
	西:外墙构造一	21:45	27.51	28.00	满足
	南:外墙构造一	21:25	27.38	28.00	满足
	北:外墙构造一	21:55	27.19	28.00	满足
热桥柱	东:热桥柱构造一	2:50	27.51	28.00	满足
	西:热桥柱构造一	3:50	27.54	28.00	满足
	南:热桥柱构造一	3:20	27.44	28.00	满足
	北:热桥柱构造一	3:55	27.26	28.00	满足
热桥梁	东:热桥梁构造二	21:20	27.90	28.00	满足
	西:热桥梁构造二	22:00	27.99	28.00	满足
	南:热桥梁构造二	21:40	27.82	28.00	满足
	北:热桥梁构造二	22:10	27.59	28.00	满足

