

隔热检查计算书

公共建筑

工程名称	洋溪华庭
工程地点	江苏-无锡
设计编号	
建设单位	无锡市洋溪置业有限公司
设计单位	江苏天奇工程设计研究院有限公司
设计人	
校对人	
审核人	
计算日期	



采用软件	斯维尔节能设计 BECS2020
软件版本	20210101
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	NBA6B89F3EE2ED208

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.....	6
5 工程材料.....	7
6 工程构造.....	8
6.1 屋顶构造.....	8
6.1.1 挤塑聚苯板(XPS)(屋面保温)64+页岩陶粒混凝土($\rho=1300$)30+钢筋砼 120.....	8
6.2 外墙构造.....	9
6.2.1 砂加气块 (B05 级) ($\rho=500$)250.....	9
6.3 热桥柱构造.....	10
6.3.1 发泡水泥板 60+钢筋混凝土-200.....	10
7 验算结论.....	12
7.1 空调房间.....	12

1 建筑概况

工程名称	洋溪华庭	
工程地点	江苏-无锡	
地理位置	北纬：31.59°	东经：120.29°
气候子区	夏热冬冷	
大气透明度等级	5	
建筑面积	地上 30076 m ²	地下 0 m ²
建筑层数	地上 27	地下 0
建筑高度	88.9m	
结构类型		

2 评价依据

1. 公共建筑节能设计标准 GB50189-2015
2. 《民用建筑热工设计规范》GB50176
3. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378
4. 《绿色建筑评价技术细则（试行）》
5. 施工图、设计说明、节能计算书

3 评价目标与方法

3.1 评价目标

1. 依据《民用建筑热工设计规范》和《绿色建筑评价标准》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《民用建筑热工设计规范》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。

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

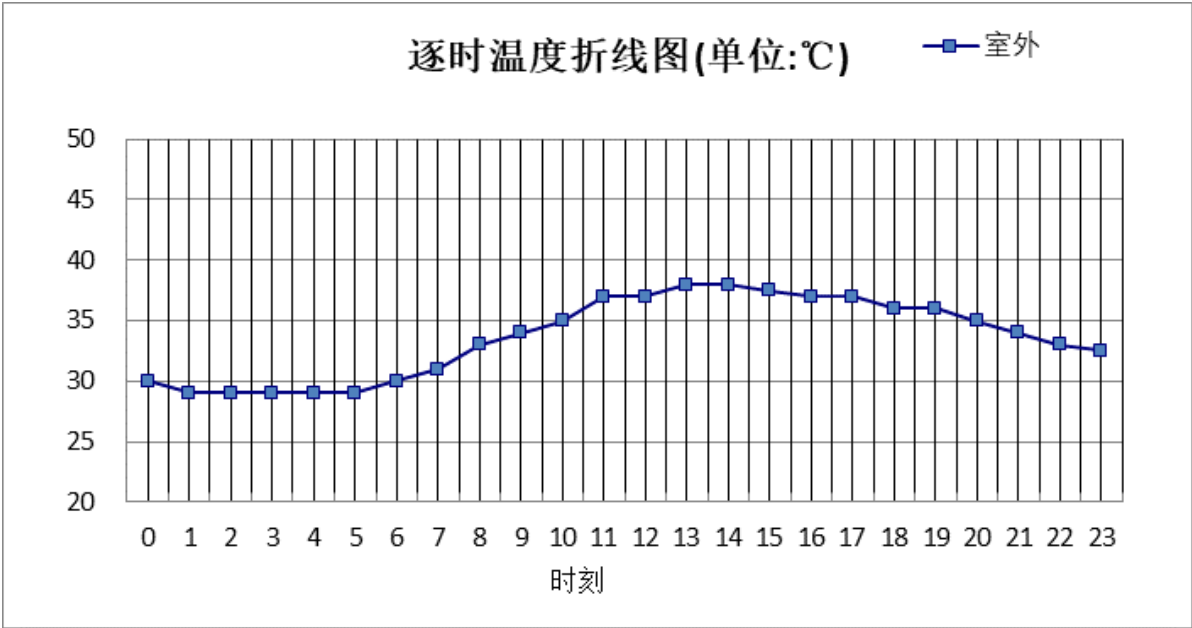
式中： t_i —差分节点温度值，℃。

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/(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)			
h_{n+1}	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。
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/m²		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	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	30.00	31.00	33.00	34.00	35.00	37.00
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
37.00	38.00	38.00	37.50	37.00	37.00	36.00	36.00	35.00	34.00	33.00	32.50

注：气象数据参考 上海-上海

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	153.73	31.39	54.23	8.79	107.60
6:00	332.04	103.62	123.87	53.95	283.50
7:00	468.65	181.27	176.23	114.21	472.50
8:00	570.80	282.17	229.85	188.54	709.60
9:00	511.17	362.07	263.13	216.31	830.70
10:00	413.93	413.18	284.26	233.90	905.50
11:00	290.03	428.94	290.03	238.77	928.60
12:00	264.29	383.28	383.17	217.32	836.30
13:00	241.74	332.24	467.23	198.63	759.40
14:00	191.89	235.20	426.71	156.16	544.70
15:00	155.44	164.38	373.83	103.96	392.60
16:00	96.29	88.11	224.67	48.86	208.00
17:00	36.02	24.78	90.78	9.67	69.50
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

注：气象数据参考 上海-上海

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	备注
	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	来源:《民用建筑热工设计规范(GB50176-93)》
发泡水泥板	0.065	1.070	200.0	1211.0	0.0000	修正系数=1.2; 参考自:《复合发泡水泥板外墙外保温系统应用技术规程》(DGJ32/TJ174-2014)表 5.3.2;
石灰砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	来源:《民用建筑热工设计规范(GB50176-93)》
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(GB50176-93)》
挤塑聚苯板(XPS)(屋面保温)	0.030	0.540	35.0	3818.8	0.0000	适用于屋面保温
抗裂砂浆(网格布)	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	
混合砂浆	0.870	10.627	1700.0	1050.0	0.0000	
界面剂	—	—	—	—	—	与材料不参与热工计算
花岗岩、玄武岩	3.490	25.569	2800.0	920.0	0.0000	
碎石、卵石混凝土($\rho=2300$)	1.510	15.243	2300.0	920.0	0.0000	蒸汽渗透系数为测定值
页岩陶粒混凝土($\rho=1300$)	0.630	7.910	1300.0	1050.5	0.0000	修正系数=1.00;
粉煤灰加气混凝土砌块(墙体)	0.220	3.590	700.0	1150.8	0.0000	用于墙体修正系数=1.35;
砂加气块(B05级)($\rho=500$)	0.140	2.730	500.0	1502.0	0.0000	
粉刷石膏保温砂浆	0.085	4.000	500.0	5176.8	0.0000	适用于内保温;

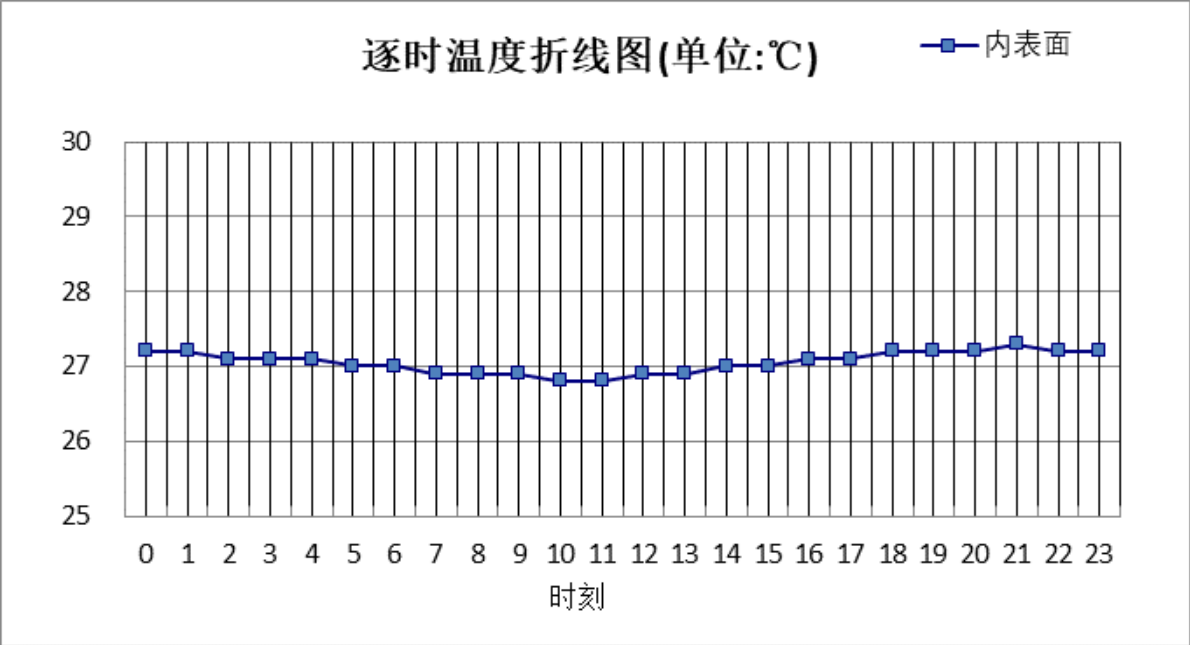
6 工程构造

6.1 屋顶构造

6.1.1 挤塑聚苯板(XPS)(屋面保温)64+页岩陶粒混凝土(ρ=1300)30+钢筋砼 120

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
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	40	10.0	1.740	17.200	1.00	0.023	0.395
挤塑聚苯板(XPS)(屋面保温)	64	6.4	0.030	0.540	1.25	1.707	1.152
界面剂	3	3.0	10000.000	10000.000	1.00	0.000	0.000
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
页岩陶粒混凝土(ρ=1300)	30	10.0	0.630	7.910	1.00	0.048	0.377
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
石灰砂浆	20	10.0	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249
各层之和Σ	317	—	—	—	—	1.914	3.848
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+ΣR)	0.49						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 空调房间：逐时温度



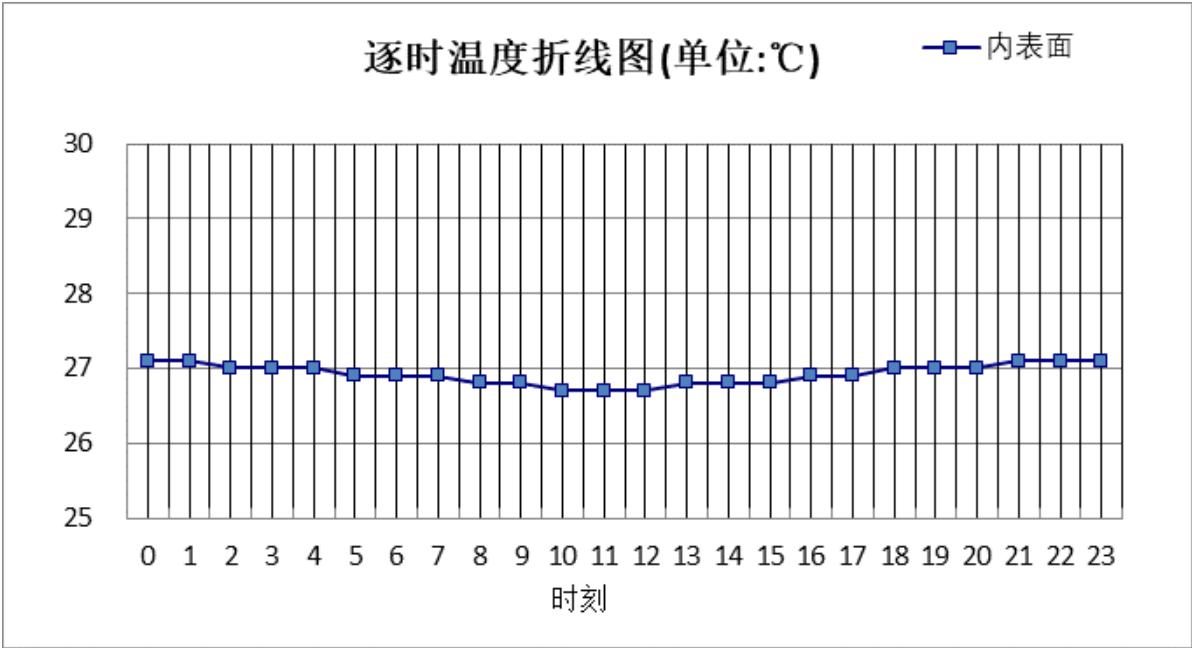
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.21	27.18	27.14	27.10	27.06	27.02	26.98	26.94	26.90	26.87	26.85	26.85
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.87	26.90	26.95	27.01	27.08	27.14	27.19	27.22	27.25	27.25	27.25	27.23

6.2 外墙构造

6.2.1 砂加气块（B05 级）（ $\rho=500$ ）250

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
水泥砂浆	10	10.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
抗裂砂浆（网格布）	10	10.0	0.930	11.306	1.00	0.011	0.122
界面剂	3	3.0	10000.000	10000.000	1.00	0.000	0.000
砂加气块（B05 级）（ $\rho=500$ ）	250	6.4	0.140	2.730	1.19	1.501	4.875
混合砂浆	20	10.0	0.870	10.627	1.00	0.023	0.244
各层之和 Σ	293	—	—	—	—	1.545	5.363
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.59						
重质/轻质	重质围护结构						

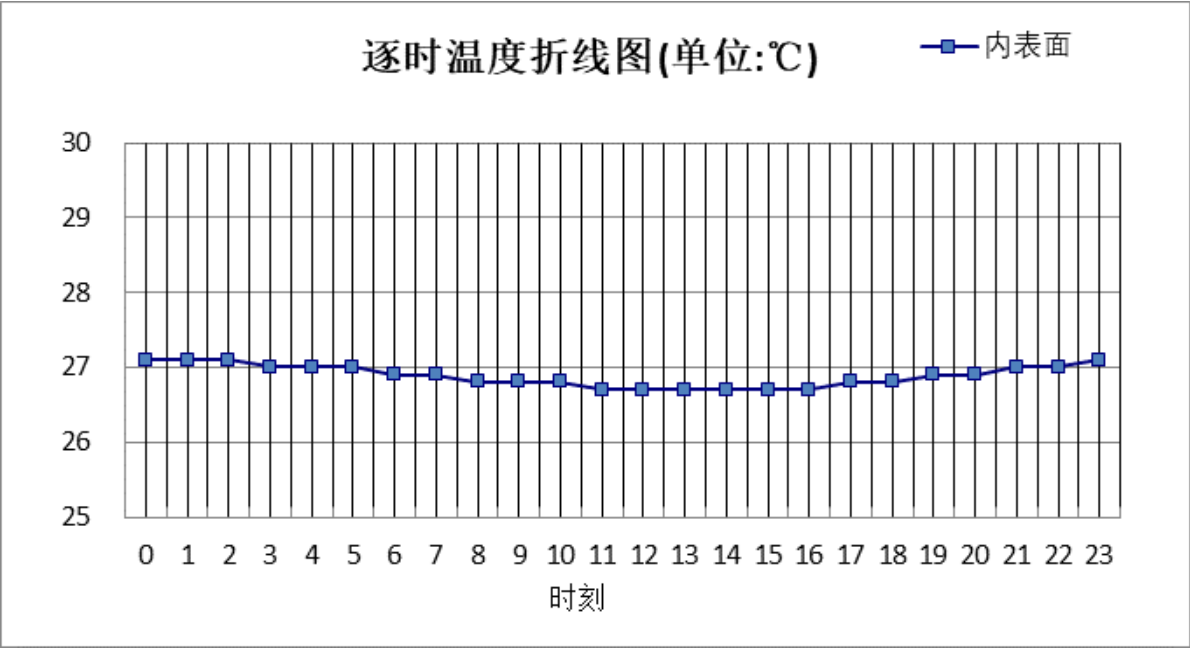
6.2.1.1 空调房间：东向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

27.07	27.06	27.04	27.01	26.98	26.94	26.90	26.86	26.81	26.78	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
26.73	26.75	26.79	26.83	26.88	26.93	26.97	27.01	27.04	27.07	27.08	27.08

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
27.07	27.07	27.05	27.03	27.00	26.97	26.93	26.88	26.84	26.80	26.76	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
26.70	26.69	26.70	26.71	26.74	26.78	26.83	26.89	26.94	26.99	27.03	27.06

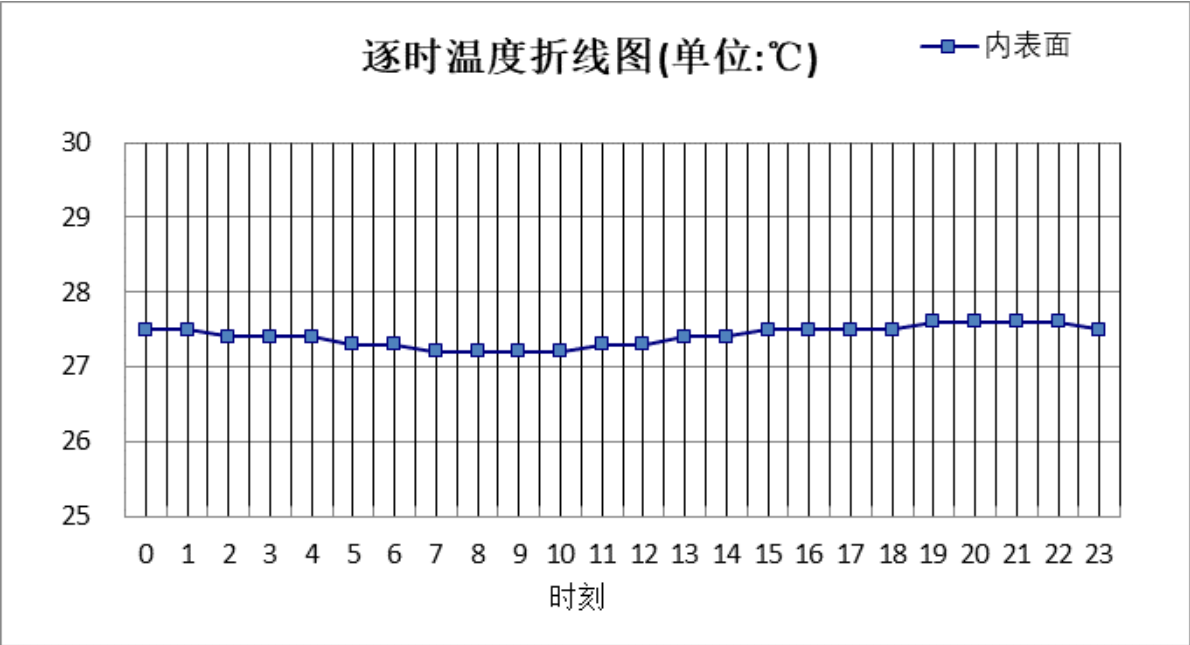
6.3 热桥柱构造

6.3.1 发泡水泥板 60+钢筋混凝土-200

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
水泥砂浆	10	10.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
抗裂砂浆(网格布)	10	10.0	0.930	11.306	1.00	0.011	0.122
发泡水泥板	60	7.5	0.065	1.070	1.20	0.769	0.988
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土	200	12.5	1.740	17.200	1.00	0.115	1.977
混合砂浆	20	10.0	0.870	10.627	1.00	0.023	0.244
各层之和 Σ	320	—	—	—	—	0.950	3.697
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.75						

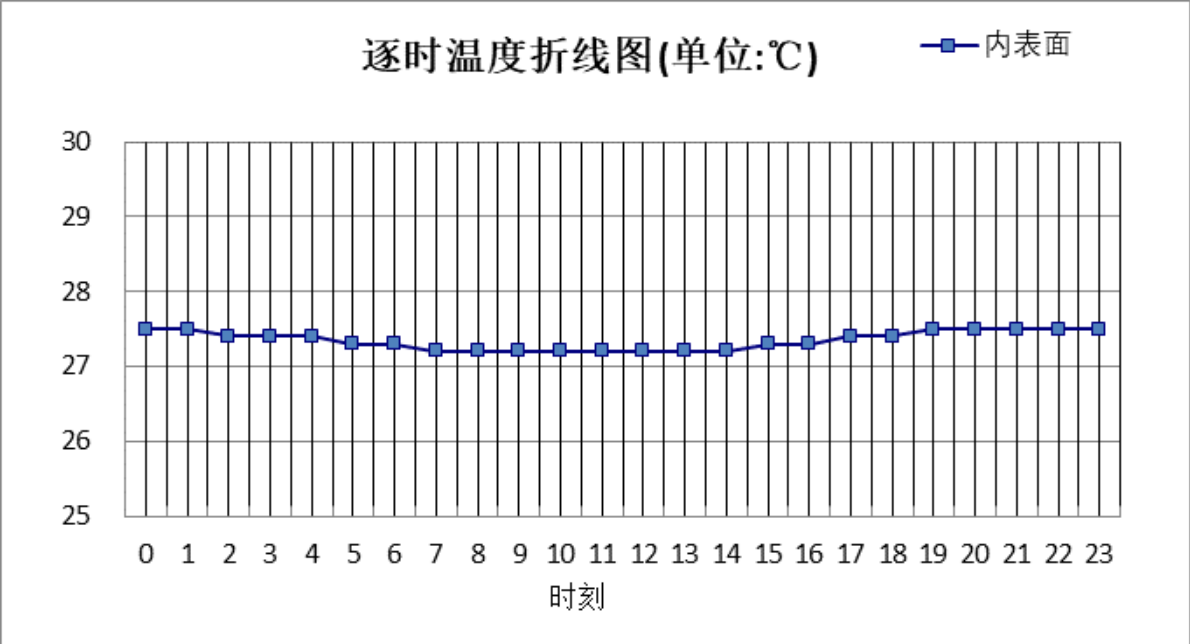
传热系数 $K=1/(0.16+\sum R)$	0.91
重质/轻质	重质围护结构

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
27.51	27.48	27.45	27.41	27.37	27.33	27.29	27.25	27.22	27.21	27.22	27.25
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.30	27.36	27.41	27.45	27.49	27.52	27.55	27.56	27.57	27.56	27.55	27.53

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
27.51	27.48	27.45	27.41	27.37	27.33	27.29	27.25	27.21	27.18	27.16	27.16
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.17	27.19	27.23	27.27	27.33	27.39	27.45	27.50	27.53	27.54	27.54	27.53

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:挤塑聚苯板(XPS)(屋面保温)64+页岩陶粒混凝土($\rho=1300$)30+钢筋砼 120	21:00	27.25	28.50	满足
外墙	东:砂加气块 (B05 级) ($\rho=500$)250	22:40	27.08	28.00	满足
	西:砂加气块 (B05 级) ($\rho=500$)250	0:20	27.07	28.00	满足
热桥柱	东:发泡水泥板 60+钢筋混凝土-200	19:55	27.57	28.00	满足
	西:发泡水泥板 60+钢筋混凝土-200	21:20	27.54	28.00	满足