

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.....	7
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
7 验算结论.....	11
7.1 自然通风房间.....	11

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。

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

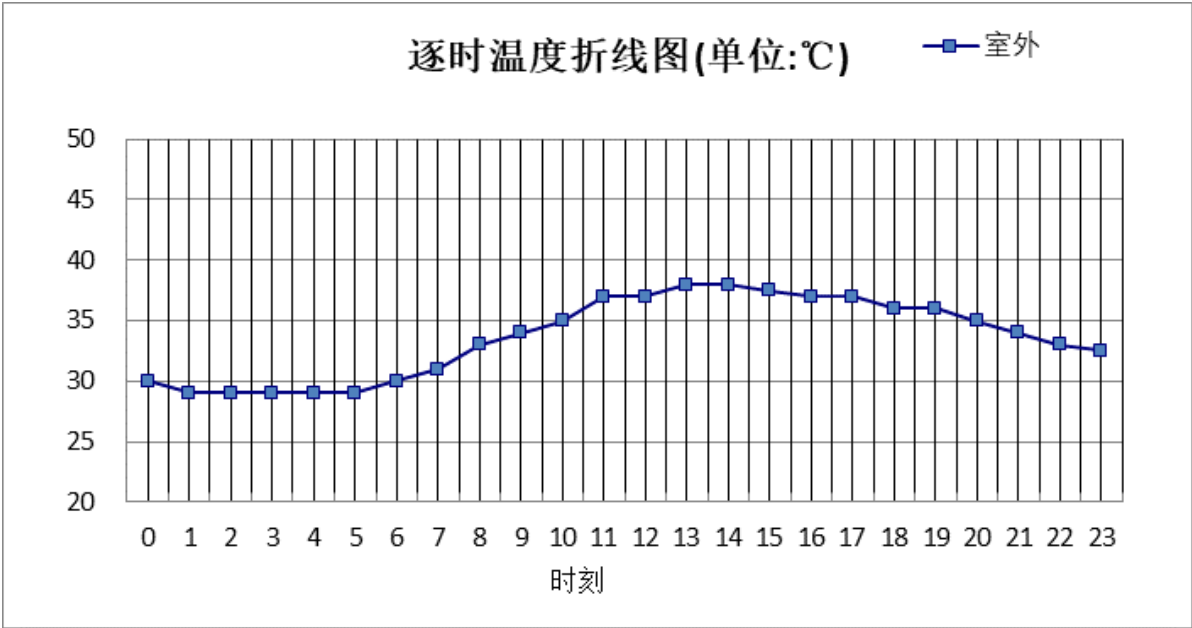
式中： t_i —差分节点温度值，℃。

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

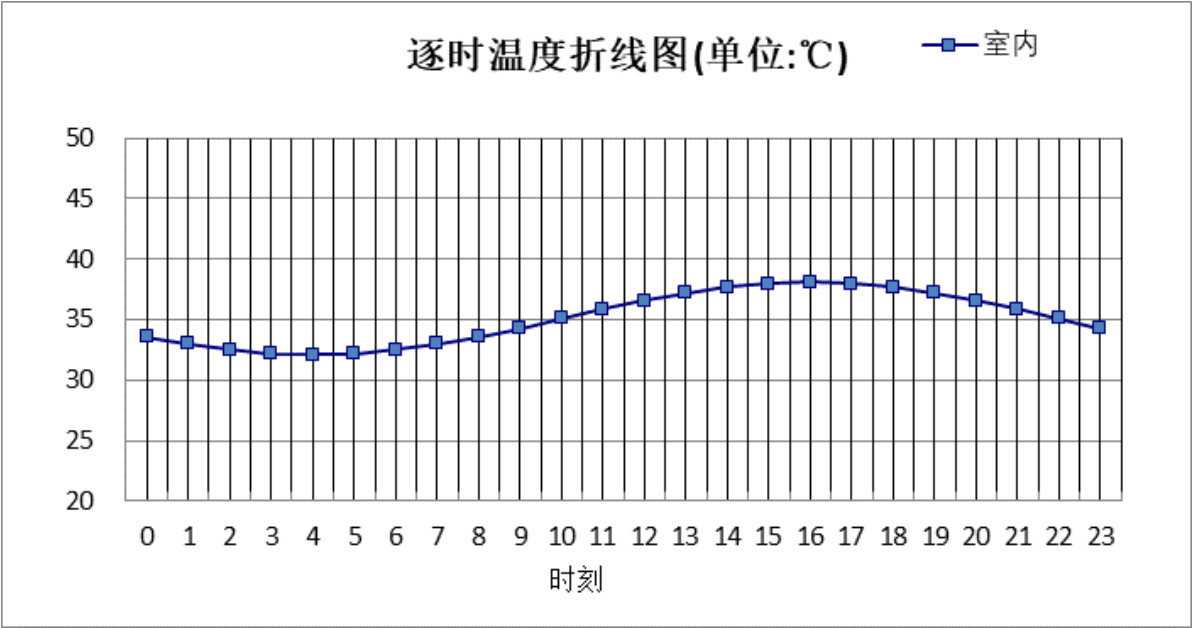
4.3 室外太阳辐射照度

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



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
33.58	32.96	32.49	32.19	32.08	32.19	32.49	32.96	33.58	34.31	35.08	35.86
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
36.58	37.20	37.68	37.98	38.08	37.98	37.68	37.20	36.58	35.86	35.08	34.31

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)	
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;

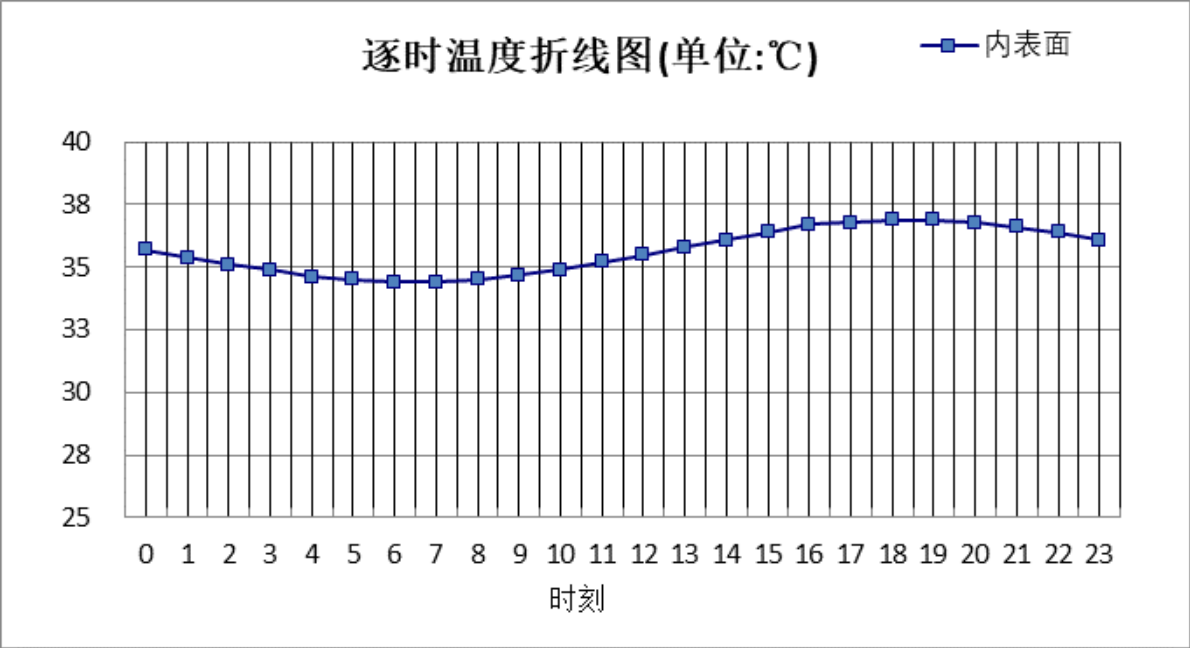
6 工程构造

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($\rho=1300$)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($\rho=1300$)	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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.49						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 自然通风房间：逐时温度



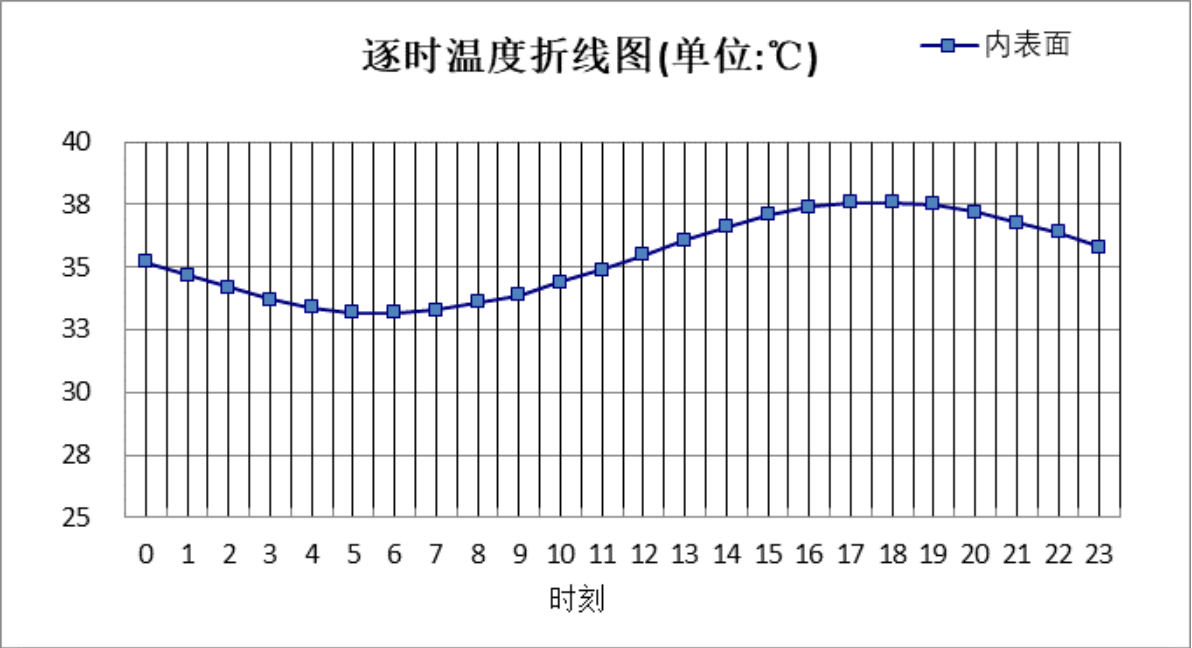
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
35.74	35.42	35.12	34.85	34.64	34.49	34.42	34.43	34.52	34.68	34.90	35.18
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.49	35.82	36.14	36.43	36.66	36.83	36.90	36.89	36.79	36.61	36.36	36.06

6.2 外墙构造

6.2.1 砂加气块（B05 级）（ $\rho=500$ ）250

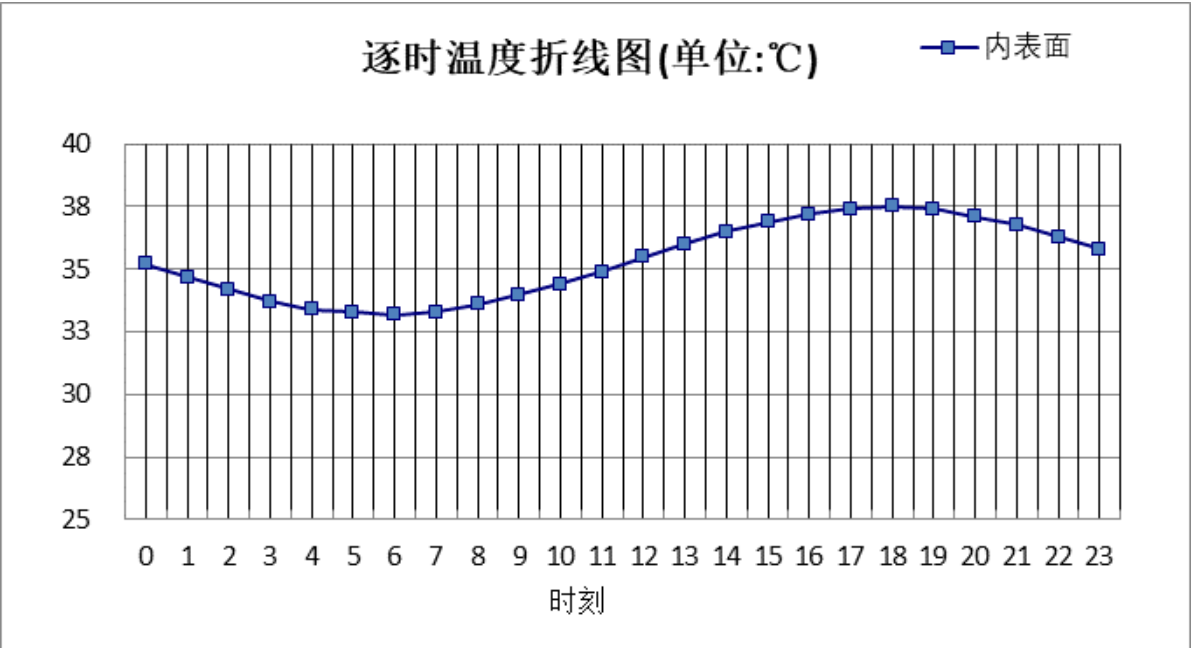
材料名称 由外到内	厚度 (mm)	差分 步长 (mm)	导热 系数 W/(m.K)	蓄热 系数 W/(m².K)	修正 系数 α	热阻 (m² K)/W	热惰性 指标 D=R*S
水泥砂浆	10	10.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
抗裂砂浆（网格布）	10	10.0	0.930	11.306	1.00	0.011	0.122
界面剂	3	3.0	10000.000	10000.000	1.00	0.000	0.000
砂加气块（B05 级）（ $\rho=500$ ）	250	6.4	0.140	2.730	1.19	1.501	4.875
混合砂浆	20	10.0	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 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
35.23	34.67	34.15	33.73	33.42	33.24	33.21	33.32	33.57	33.94	34.41	34.95
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.52	36.09	36.62	37.06	37.39	37.58	37.61	37.50	37.24	36.85	36.36	35.81

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
35.23	34.67	34.17	33.75	33.44	33.27	33.23	33.35	33.60	33.96	34.42	34.94
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.49	36.03	36.53	36.94	37.25	37.43	37.47	37.37	37.14	36.78	36.32	35.79

7 验算结论

7.1 自然通风房间

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	18:15	36.91	38.00	满足
外墙	东:砂加气块 (B05 级) ($\rho=500$)250	17:45	37.62	38.00	满足
	西:砂加气块 (B05 级) ($\rho=500$)250	17:50	37.47	38.00	满足