

隔热检查计算书

公共建筑

工程名称	南昌某幼儿园
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 11 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	T18270851291

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	7
5 工程材料	7
6 工程构造	8
6.1 屋顶构造	8
6.2 外墙（填充墙）构造	9
7 验算结论	12
7.1 自然通风房间	12

1 建筑概况

工程名称	南昌某幼儿园		
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 2594 m²	地下 0 m²	
建筑层数	地上 3	地下 0	
建筑高度	11.7m		
结构类型			

2 评价依据

1. 《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015
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，℃。

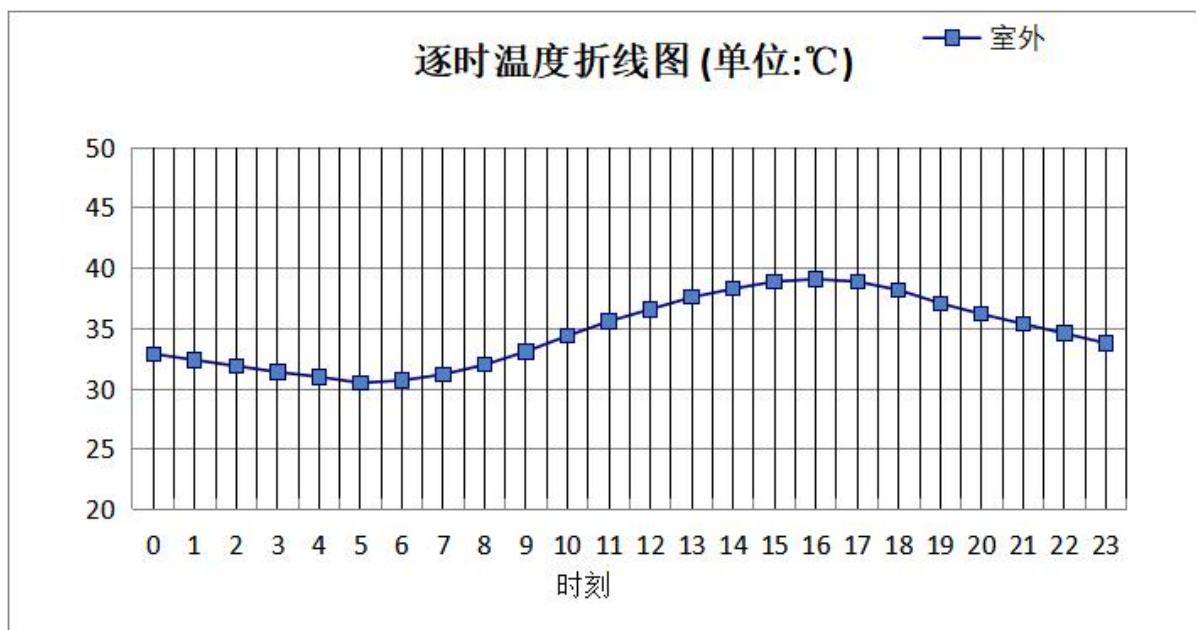
4 边界条件参数设置

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, $W/(m^2 \cdot K)$	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, $(m^2 \cdot K)$	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, $^{\circ}C$		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



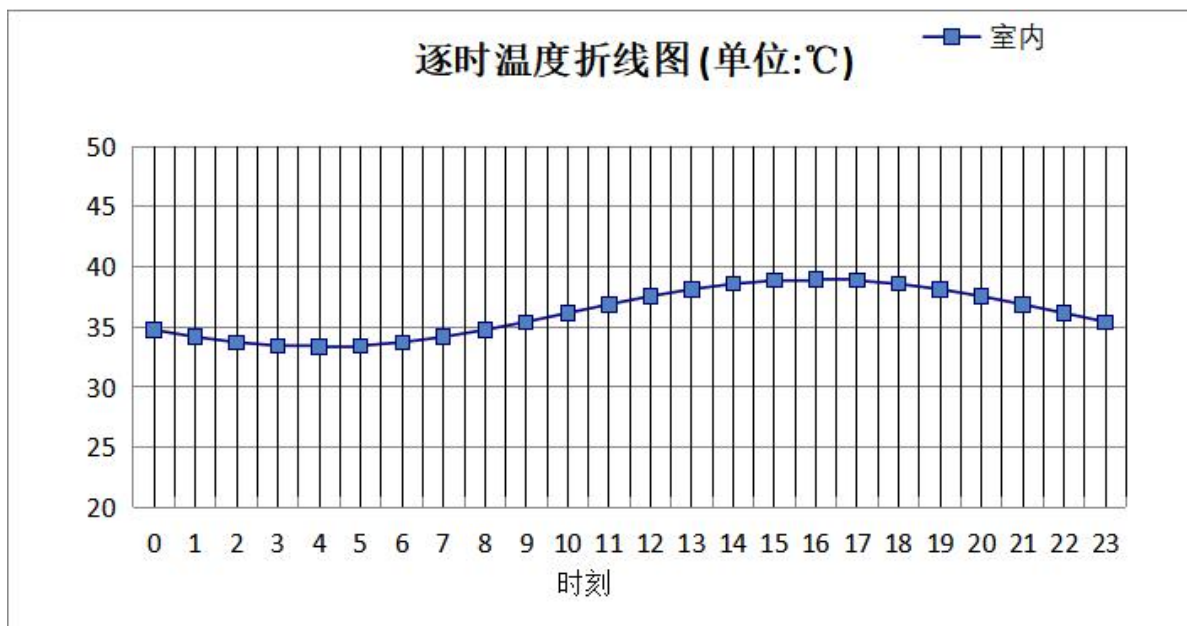
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
32.90	32.40	31.90	31.40	31.00	30.50	30.70	31.20	32.00	33.10	34.40	35.60
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
36.60	37.60	38.30	38.90	39.10	38.90	38.20	37.10	36.20	35.40	34.60	33.80

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



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
34.76	34.18	33.73	33.45	33.36	33.45	33.73	34.18	34.76	35.43	36.16	36.88
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
37.56	38.14	38.58	38.86	38.96	38.86	38.58	38.14	37.56	36.88	36.16	35.43

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
石灰砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	民用建筑热工设计规范 GB50176-2016
加气混凝土、泡沫混凝土($\rho=300$)	0.100	1.514	300.0	1050.0	0.1110	民用建筑热工设计规范 GB50176-2016
挤塑聚苯板($\rho=25-32$)	0.030	0.320	28.5	1647.0	0.0000	重庆居住建筑节能设计标准 50-5024-2002
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
膨胀矿渣珠混凝土 ($\rho=1600$)	0.530	7.870	1600.0	960.0	0.0188	民用建筑热工设计 规范 GB50176-2016
砂加气砌块 (B05 级)	0.194	3.335	525.0	1502.0	0.0000	
蒸压砂加气混凝土砌块 b06	0.160	3.280	600.0	1541.0	0.0000	浙江居住建筑节能设计标准 DB33/1015-2021
沥青油毡、油毡纸	0.170	3.302	600.0	1470.0	0.0000	
膨胀矿渣珠混凝土 ($\rho=2000$)	0.770	10.369	2000.0	960.0	0.0000	
挤塑聚苯板 (1)	0.033	0.347	28.0	1790.0	0.0000	
混凝土多孔砖(190 六孔砖)	0.750	7.490	1450.0	709.4	0.0000	
改性粉煤灰保温砂浆	0.035	1.070	450.0	286.0	0.0000	河北居住建筑节能设计标准 DB13(J)-2007
水泥砂浆 (1)	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	

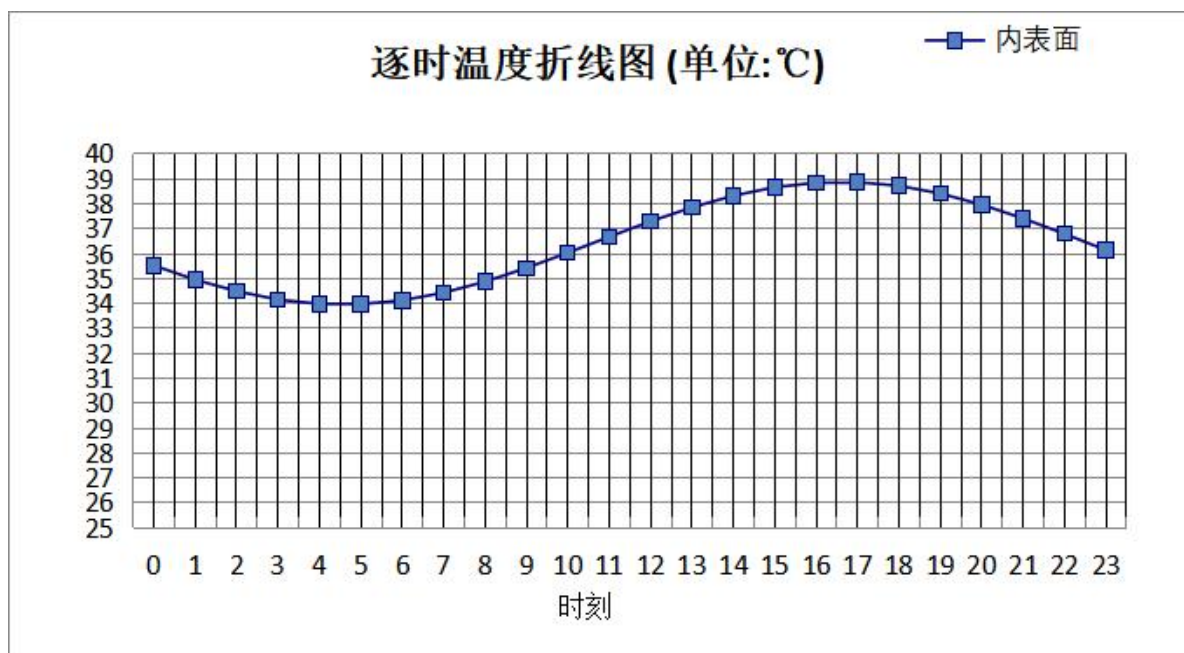
6 工程构造

6.1 屋顶构造

6.1.1 屋顶构造一

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/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	D=R*S
改性粉煤灰保温砂浆	25	6.3	0.035	1.070	1.00	0.714	0.764
沥青油毡、油毡纸	10	5.0	0.170	3.302	1.00	0.059	0.194
膨胀矿渣珠混凝土($\rho=2000$)	30	7.5	0.770	10.369	1.00	0.039	0.404
挤塑聚苯板 (1)	90	11.3	0.033	0.347	1.00	2.727	0.946
加气混凝土、泡沫混凝土 ($\rho=300$)	120	8.0	0.100	1.514	1.00	1.200	1.817
各层之和 Σ	275	—	—	—	—	4.739	4.126
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.20						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 自然通风房间：逐时温度



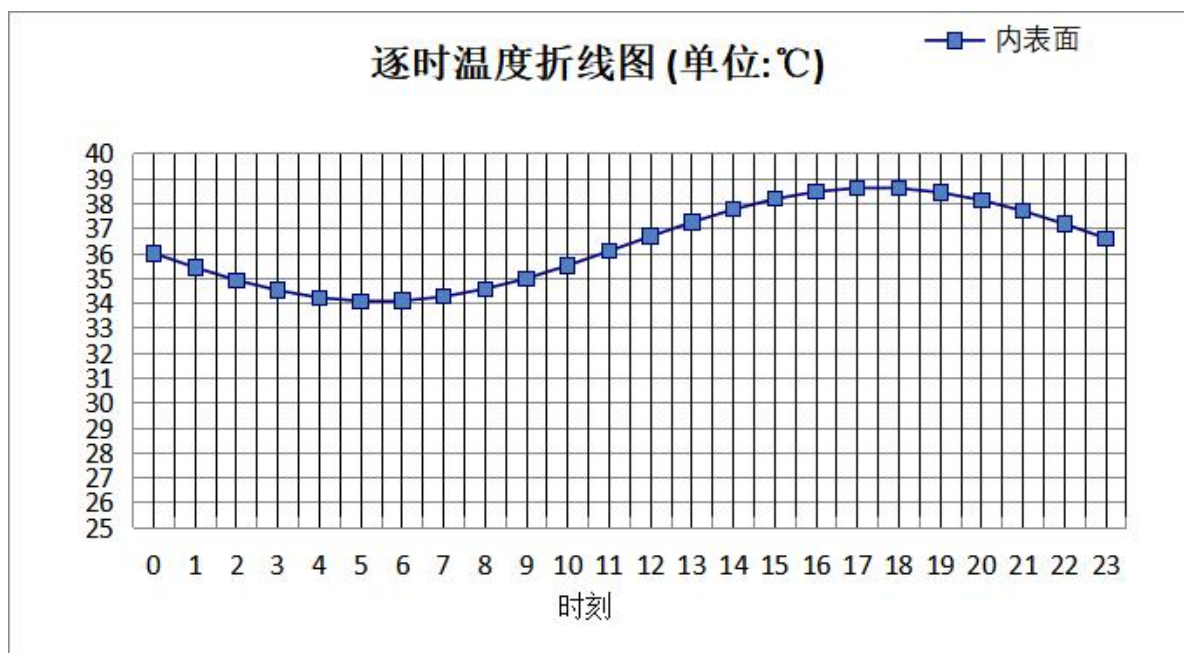
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
35.52	34.95	34.49	34.15	33.98	33.97	34.12	34.43	34.87	35.42	36.03	36.67
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
37.29	37.85	38.32	38.66	38.84	38.86	38.72	38.41	37.96	37.41	36.79	36.14

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙构造一

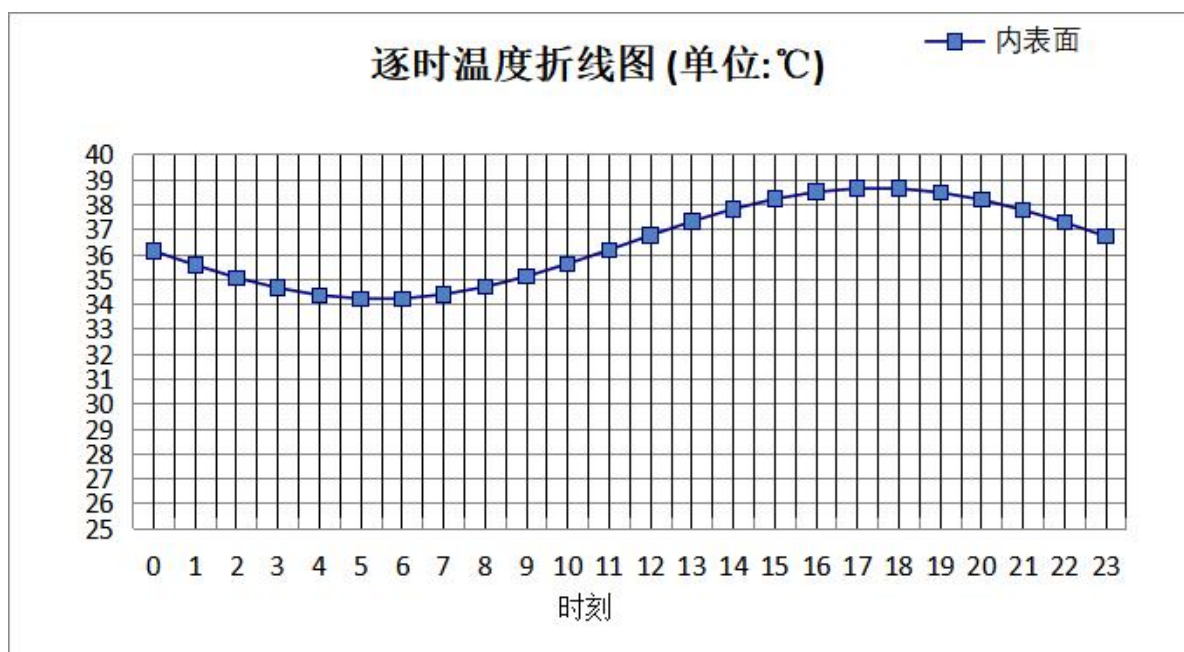
材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
改性粉煤灰保温砂浆	5	5.0	0.035	1.070	1.00	0.143	0.153
岩棉板(ρ=60-160)	10	5.0	0.041	0.615	1.00	0.244	0.150
蒸压砂加气混凝土砌块 b06	150	6.0	0.160	3.280	1.25	0.750	3.075
加气混凝土、泡沫混凝土 (ρ=300)	100	8.3	0.100	1.514	1.00	1.000	1.514
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
各层之和Σ	285	—	—	—	—	2.158	5.136
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)	0.43						
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



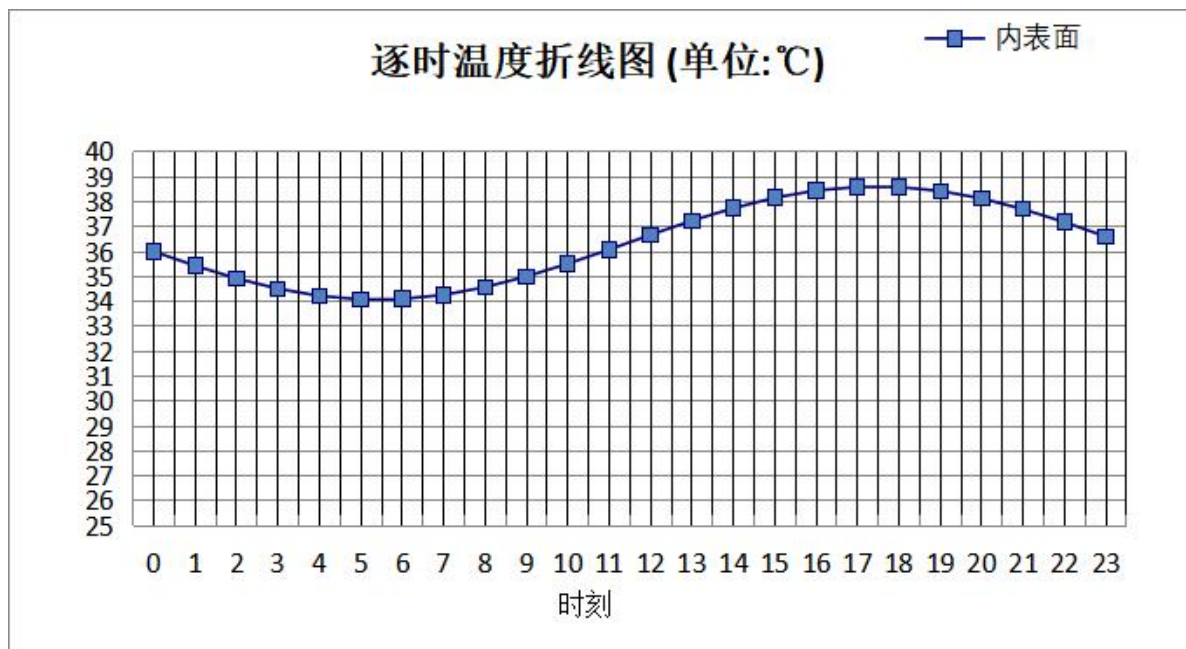
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
36.01	35.44	34.93	34.52	34.23	34.09	34.10	34.27	34.58	35.00	35.52	36.10
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
36.69	37.26	37.77	38.19	38.48	38.63	38.62	38.45	38.14	37.71	37.19	36.61

6.2.1.2 自然通风房间：西向逐时温度



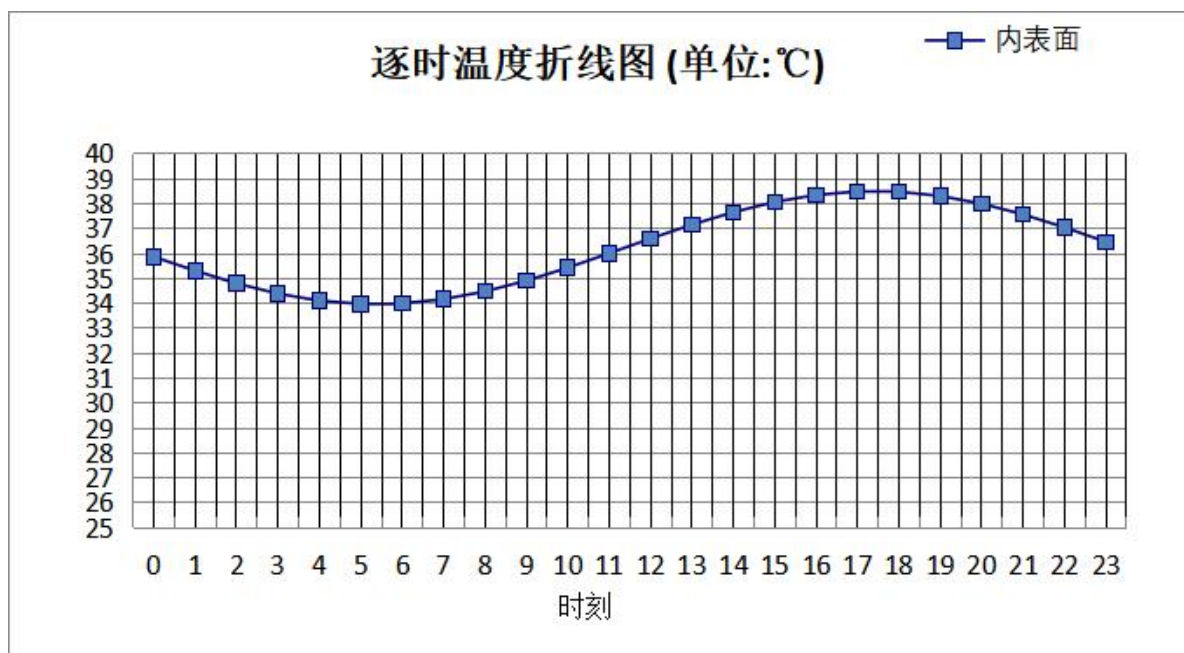
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
36.14	35.58	35.07	34.66	34.37	34.23	34.23	34.40	34.70	35.12	35.63	36.19
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
36.77	37.33	37.83	38.23	38.51	38.65	38.65	38.49	38.20	37.79	37.29	36.73

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
36.00	35.43	34.92	34.51	34.22	34.08	34.10	34.26	34.57	35.00	35.51	36.08
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
36.67	37.24	37.74	38.16	38.45	38.59	38.59	38.43	38.13	37.70	37.18	36.60

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
35.87	35.31	34.80	34.39	34.11	33.98	34.00	34.17	34.48	34.91	35.43	36.01
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	37.16	37.66	38.07	38.35	38.49	38.48	38.31	38.00	37.57	37.05	36.47

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:屋顶构造一	16:50	38.86	39.10	满足
外墙 (填充墙)	东:外墙构造一	17:25	38.64	39.10	满足
	西:外墙构造一	17:25	38.67	39.10	满足
	南:外墙构造一	17:25	38.61	39.10	满足
	北:外墙构造一	17:20	38.50	39.10	满足