

隔热检查计算书

公共建筑

工程名称	
工程地点	广东-惠州
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	2017 年 08 月 14 日



采用软件	斯维尔节能设计 BECS2018
软件版本	20170808
研发单位	北京绿建软件有限公司
正版授权码	

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 不上人平屋面	8
6.2 外墙构造	9
6.2.1 外-无机轻集料保温浆料 C 型 20+加气混凝土砌块（B07）200	9
6.3 热桥柱构造	11
6.3.1 热桥柱	11
6.4 热桥梁构造	14
6.4.1 热桥梁	14
7 验算结论	16
7.1 自然通风房间	16

1 建筑概况

工程名称		
工程地点	广东-惠州	
地理位置	北纬：23.09°	东经：114.40°
气候子区	夏热冬暖南区	
大气透明度等级	5	
建筑面积	地上 663 m ² 地下 0 m ²	
建筑层数	地上 1 地下 0	
建筑高度	5.0m	
结构类型	框架剪力墙结构	

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》(GB50176-2016)
3. 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2014
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≥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。

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

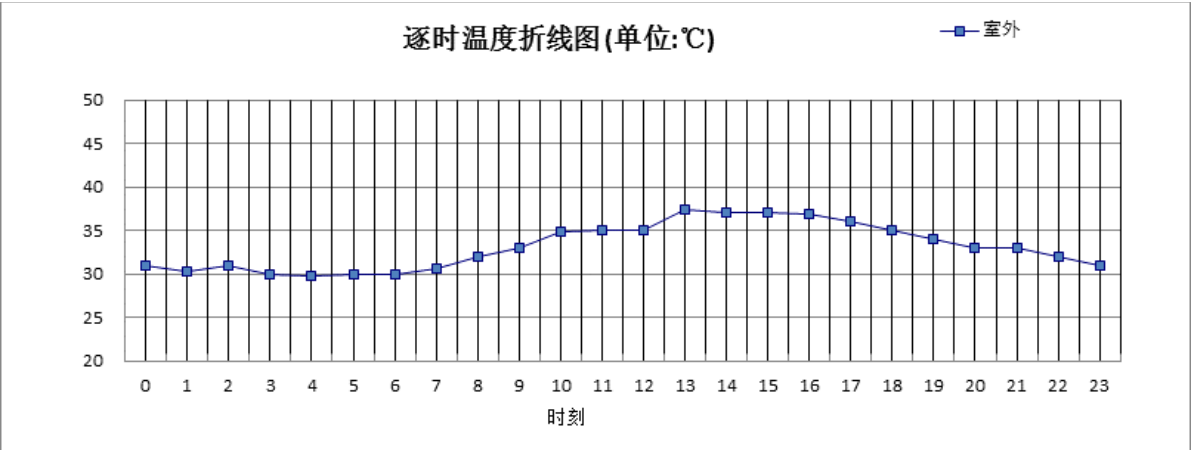
式中： t_i —差分节点温度值，℃。

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）			
$t_{f,i}$	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
31.00	30.30	31.00	30.00	29.80	30.00	30.00	30.60	32.00	33.00	34.90	35.00
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.00	37.30	37.00	37.00	36.90	36.00	35.00	33.90	33.00	33.00	32.00	31.00

注：气象数据参考 广东-深圳

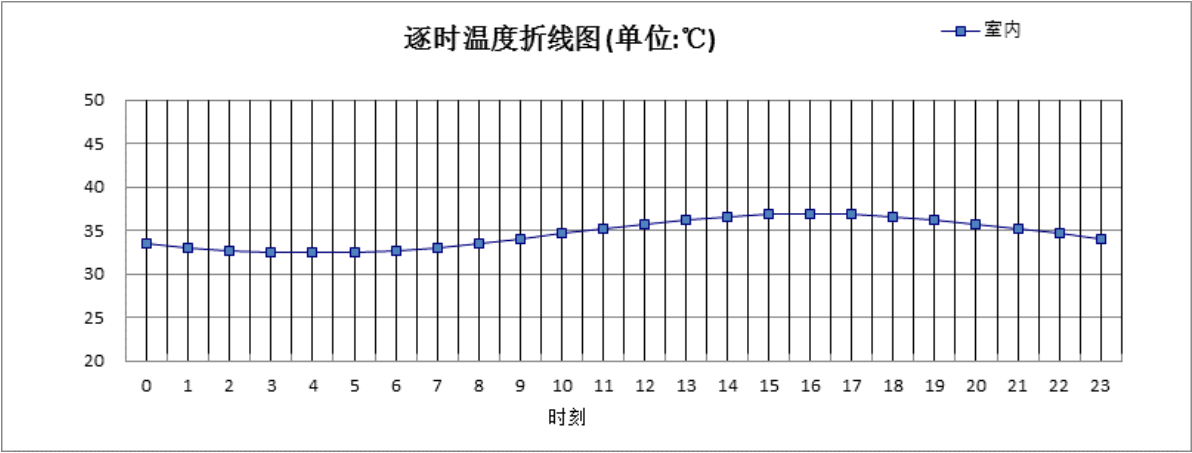
4.3 室外太阳辐射照度

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6:00	8.48	10.31	8.48	6.64	14.13
7:00	125.00	96.82	62.18	49.12	119.27
8:00	252.65	193.08	134.09	106.51	280.19
9:00	330.05	266.47	199.73	159.10	434.43
10:00	543.66	284.50	202.00	169.39	765.93
11:00	414.90	321.42	258.52	211.82	789.14
12:00	328.06	342.43	284.38	231.39	806.00
13:00	288.45	348.08	337.10	233.92	787.43
14:00	255.46	319.36	422.93	209.44	784.63
15:00	223.05	302.52	483.72	182.85	684.31
16:00	194.14	260.83	406.28	154.64	422.19
17:00	129.51	211.06	335.46	103.89	309.56
18:00	60.66	107.91	159.37	48.10	123.73
19:00	15.67	19.06	15.67	12.27	26.11
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 广东-深圳

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
33.49	33.02	32.66	32.44	32.36	32.44	32.66	33.02	33.49	34.03	34.61	35.19
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.74	36.20	36.56	36.79	36.86	36.79	36.56	36.20	35.74	35.19	34.61	34.03

5 工程材料

材料名称	编号	导热系数 λ	蓄热系数 S	密度 ρ	比热容 Cp	蒸汽渗透系数 u	备注
		W/(m.K)	W/(m².K)	kg/m3	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
水泥砂浆	1	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	来源:《民用建筑热工设计规范(GB50176-93)》
1:3 水泥砂浆	54	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	来源:《民用建筑热工设计规范(GB50176-93)》
M20 抹灰砂浆	53	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	来源:《民用建筑热工设计规范(GB50176-93)》
抗裂砂浆	32	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	
钢筋混凝土	4	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(ρ=25-32)	22	0.030	0.320	28.5	1647.0	0.0162	
轻集料混凝土	31	0.440	6.300	1100.0	1050.0	0.1350	
蒸压砂加气混凝土砌块	41	0.180	2.730	1800.0	316.3	0.0000	
无机轻集料保温浆料	46	0.070	1.200	350.0	800.0	0.0000	(DB33/T1054-20

C 型							08)C 用于内保温
自粘高分子防水卷材	55	0.230	9.370	900.0	1620.0	0.0000	
JS 聚合物防水涂料	50	0.170	3.302	600.0	1470.0	0.0000	
加 气 混 凝 土 砌 块 (B07)	56	0.180	3.100	700.0	1050.0	0.0010	修正系数=1.25

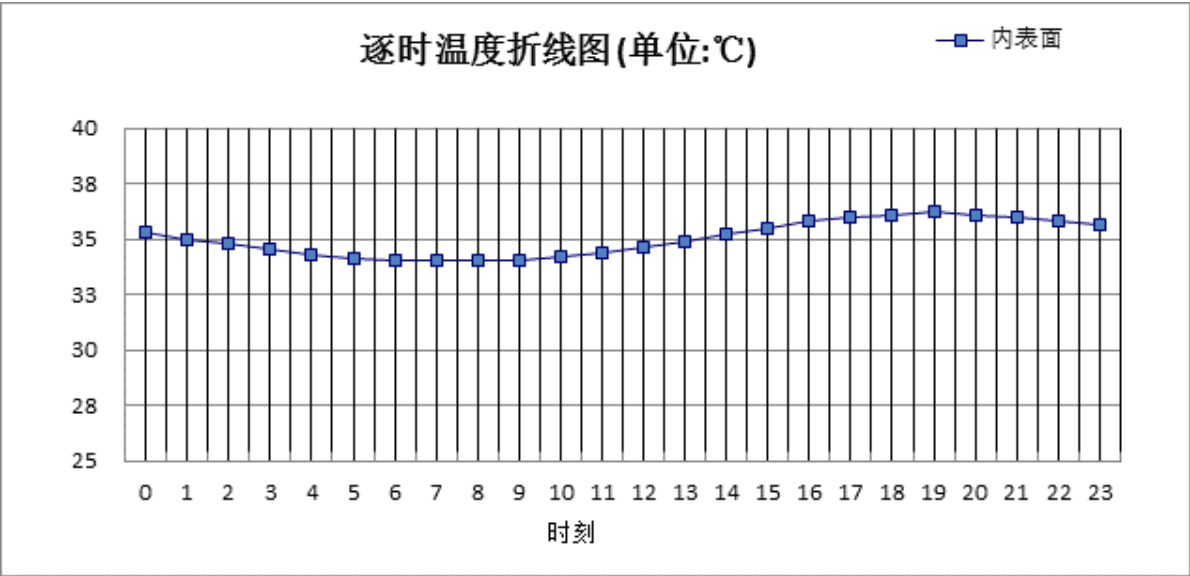
6 工程构造

6.1 屋顶构造

6.1.1 不上人平屋面

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
1:3 水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
挤塑聚苯板(ρ=25-32)	40	10.0	0.030	0.320	1.20	1.111	0.427
自粘高分子防水卷材	2	2.0	0.230	9.370	1.00	0.009	0.081
1:3 水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
轻集料混凝土	50	8.3	0.440	6.300	1.50	0.076	0.716
JS 聚合物防水涂料	2	2.0	0.170	3.302	1.00	0.012	0.039
钢筋混凝土	100	12.5	1.740	17.200	1.00	0.057	0.989
各层之和Σ	234	—	—	—	—	1.308	2.740
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.74						
传热系数 K=1/(0.16+ΣR)	0.68						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 自然通风房间：逐时温度



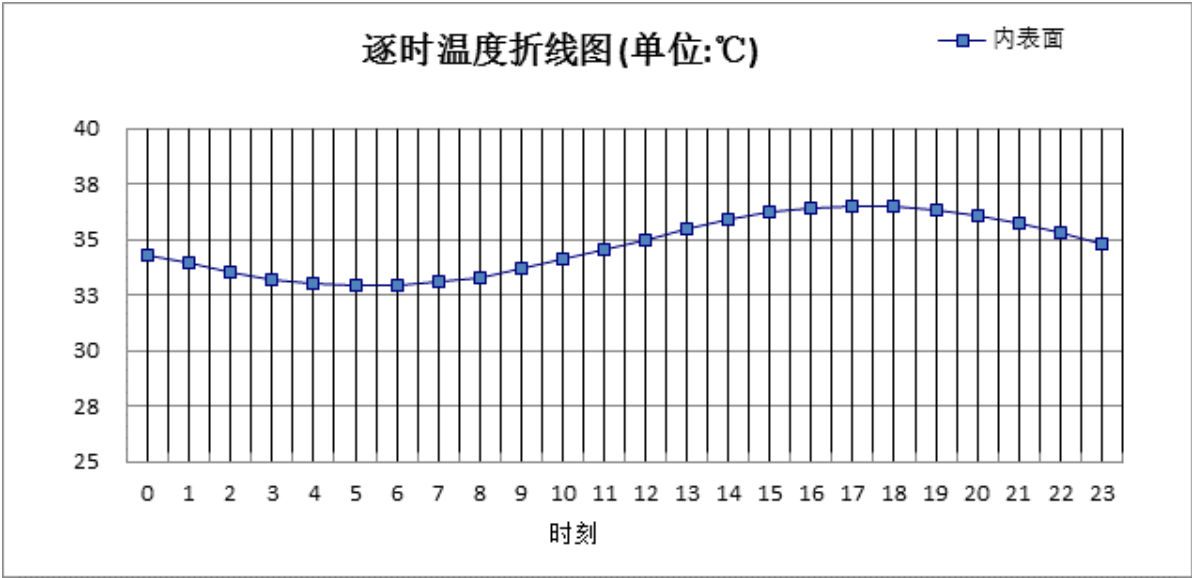
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
35.32	35.04	34.77	34.52	34.30	34.13	34.02	33.96	33.97	34.04	34.18	34.38
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.64	34.94	35.25	35.54	35.80	36.00	36.13	36.18	36.13	36.01	35.82	35.59

6.2 外墙构造

6.2.1 外-无机轻集料保温浆料 C 型 20+加气混凝土砌块（B07）200

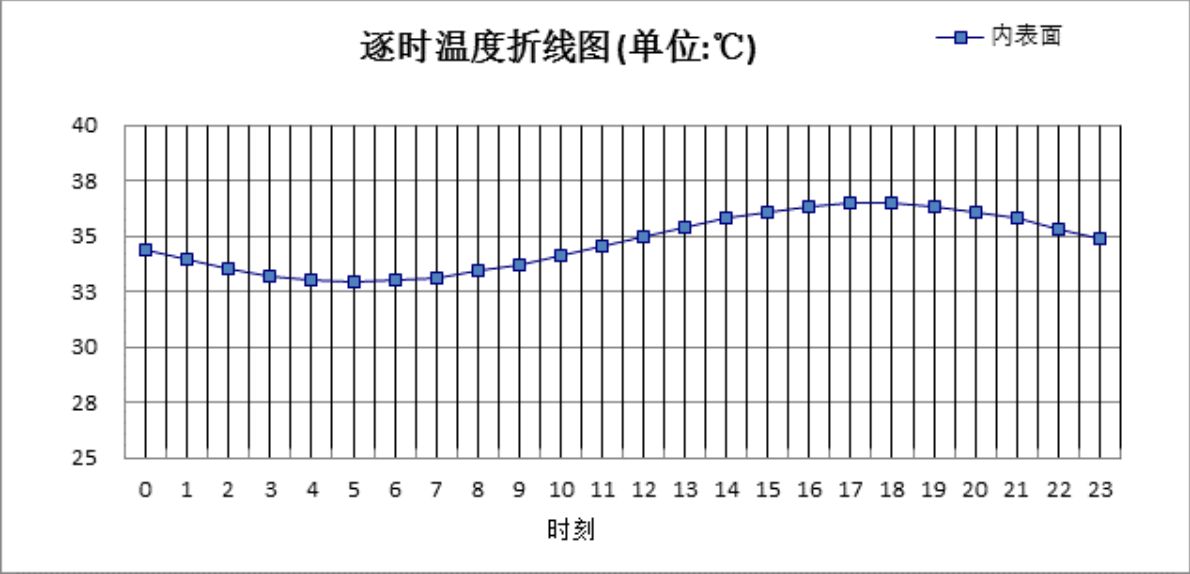
材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
抗裂砂浆	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
无机轻集料保温浆料 C 型	20	6.7	0.070	1.200	1.20	0.238	0.343
加气混凝土砌块（B07）	200	7.4	0.180	3.100	1.25	0.889	3.444
各层之和Σ	225	—	—	—	—	1.132	3.848
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.79						
传热系数 K=1/(0.16+ΣR)	0.77						
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



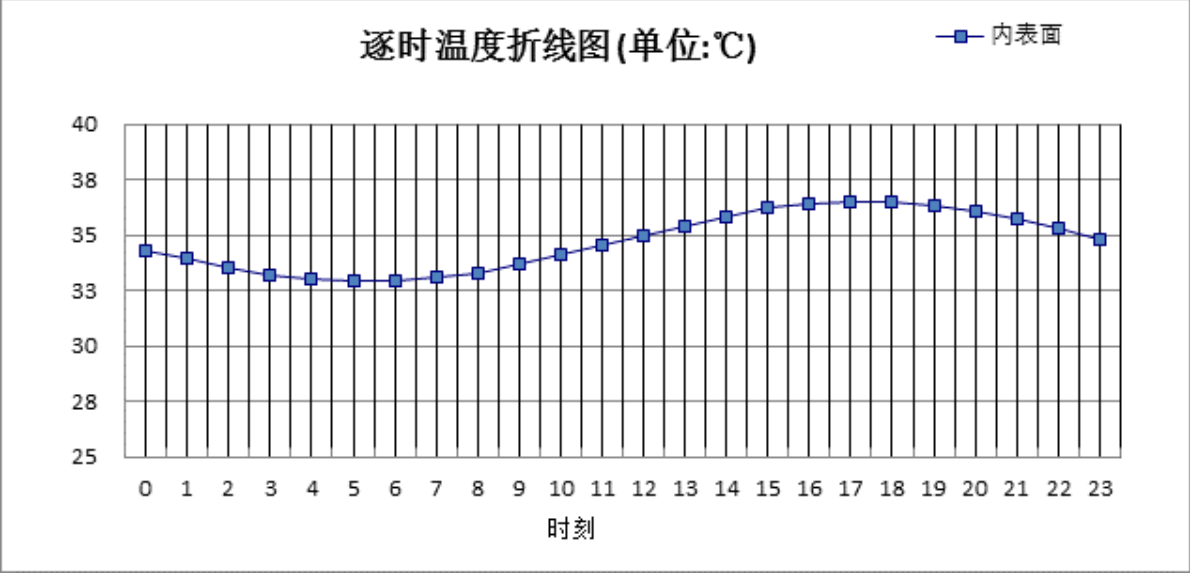
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
34.32	33.88	33.49	33.19	32.99	32.90	32.94	33.09	33.33	33.67	34.08	34.53
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.01	35.47	35.88	36.21	36.42	36.52	36.49	36.34	36.07	35.71	35.27	34.80

6.2.1.2 自然通风房间：西向逐时温度



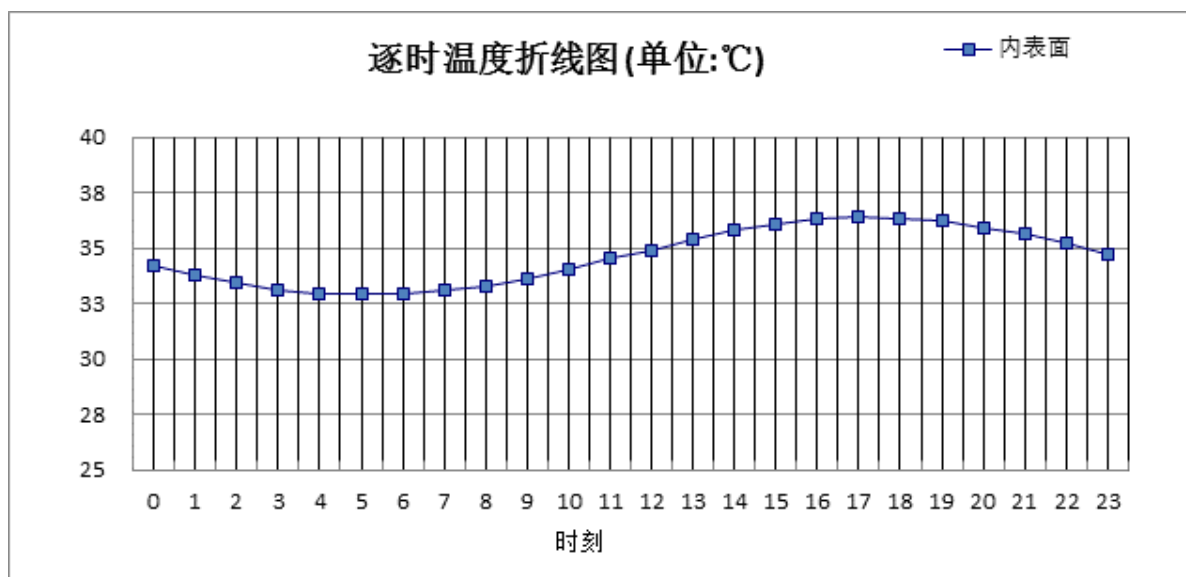
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
34.39	33.94	33.55	33.24	33.03	32.94	32.97	33.12	33.36	33.69	34.09	34.53
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.98	35.42	35.80	36.12	36.34	36.45	36.45	36.34	36.10	35.76	35.34	34.87

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
34.34	33.90	33.51	33.20	33.00	32.92	32.95	33.09	33.34	33.68	34.08	34.53
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.99	35.44	35.83	36.15	36.37	36.48	36.46	36.32	36.07	35.72	35.29	34.82

6.2.1.4 自然通风房间：北向逐时温度



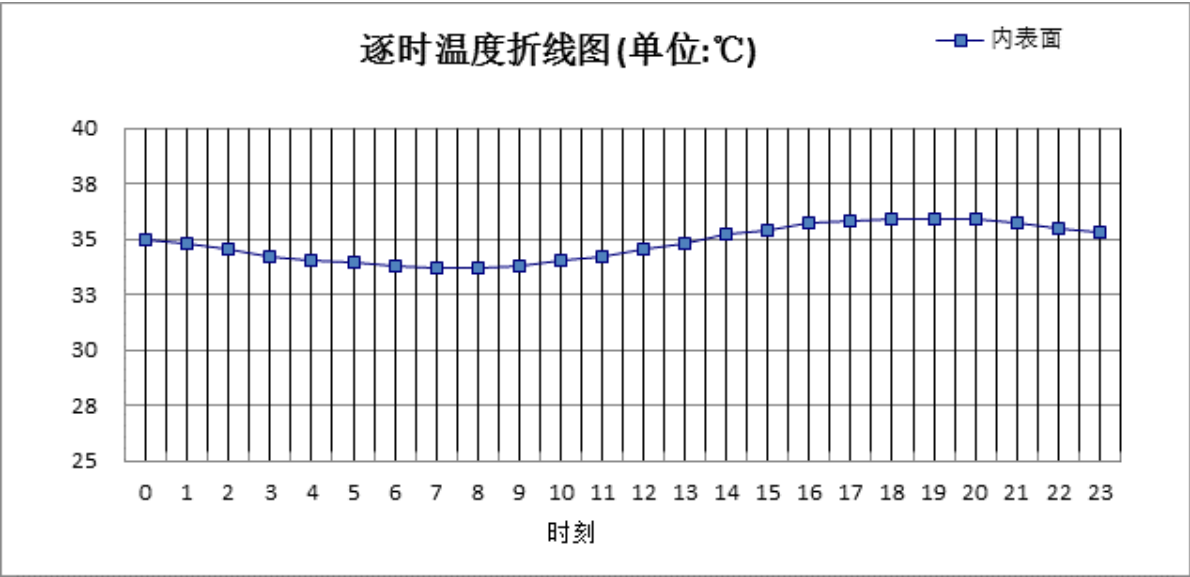
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
34.24	33.80	33.42	33.13	32.94	32.86	32.90	33.05	33.30	33.64	34.04	34.49
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.94	35.37	35.76	36.06	36.27	36.37	36.35	36.20	35.94	35.59	35.16	34.70

6.3 热桥柱构造

6.3.1 热桥柱

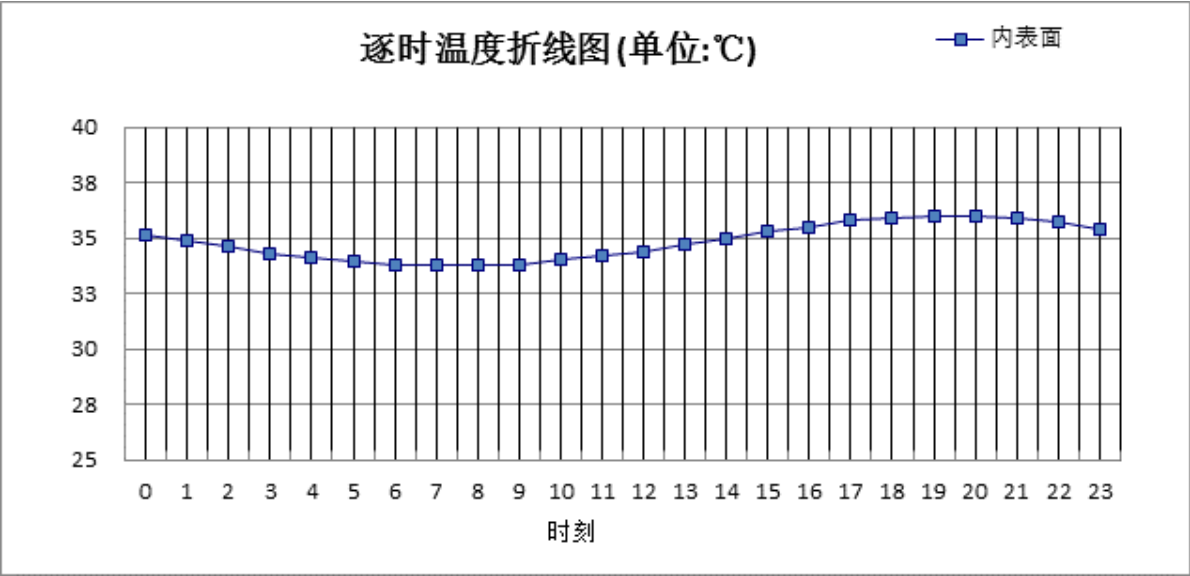
[illegible]

6.3.1.1 自然通风房间：东向逐时温度



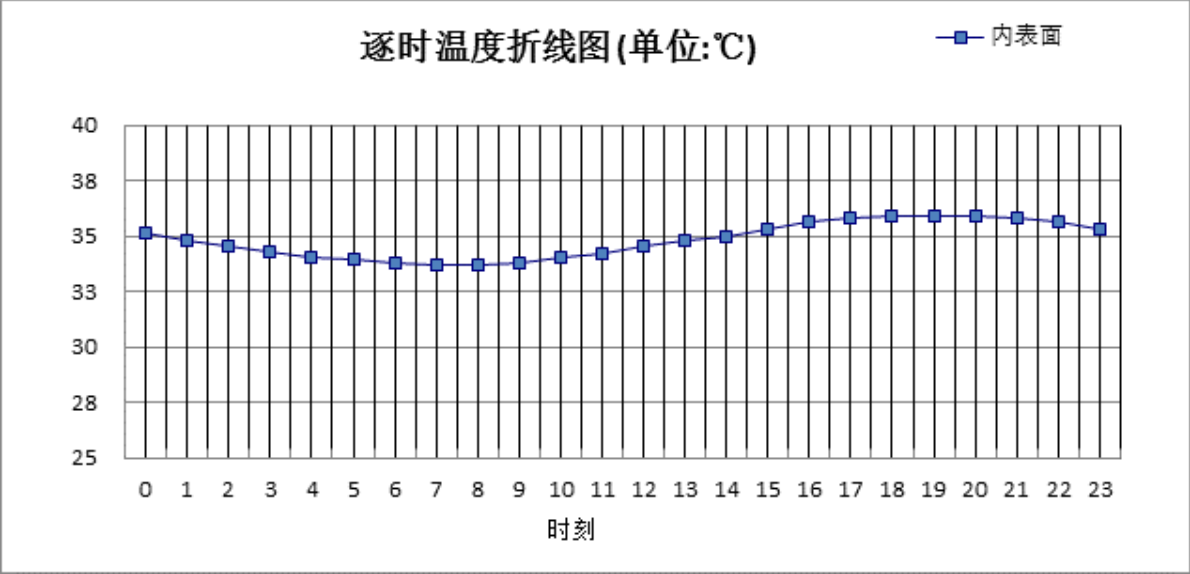
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
35.04	34.76	34.49	34.24	34.03	33.87	33.76	33.70	33.71	33.80	33.97	34.22
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.53	34.85	35.15	35.43	35.66	35.83	35.93	35.95	35.88	35.74	35.54	35.30

6.3.1.2 自然通风房间：西向逐时温度



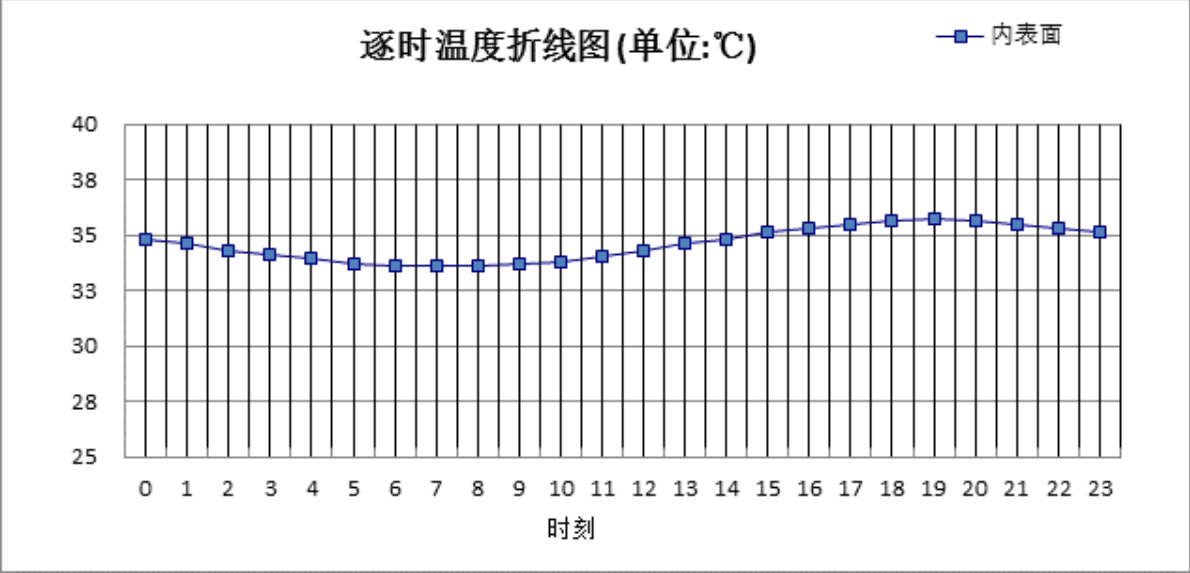
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
35.14	34.86	34.58	34.33	34.11	33.94	33.82	33.77	33.77	33.84	33.98	34.19
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.44	34.72	35.00	35.28	35.54	35.77	35.93	36.01	35.98	35.86	35.66	35.42

6.3.1.3 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
35.06	34.78	34.51	34.26	34.05	33.88	33.77	33.72	33.73	33.81	33.96	34.19
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.46	34.75	35.05	35.33	35.58	35.77	35.90	35.94	35.89	35.76	35.57	35.33

6.3.1.4 自然通风房间：北向逐时温度



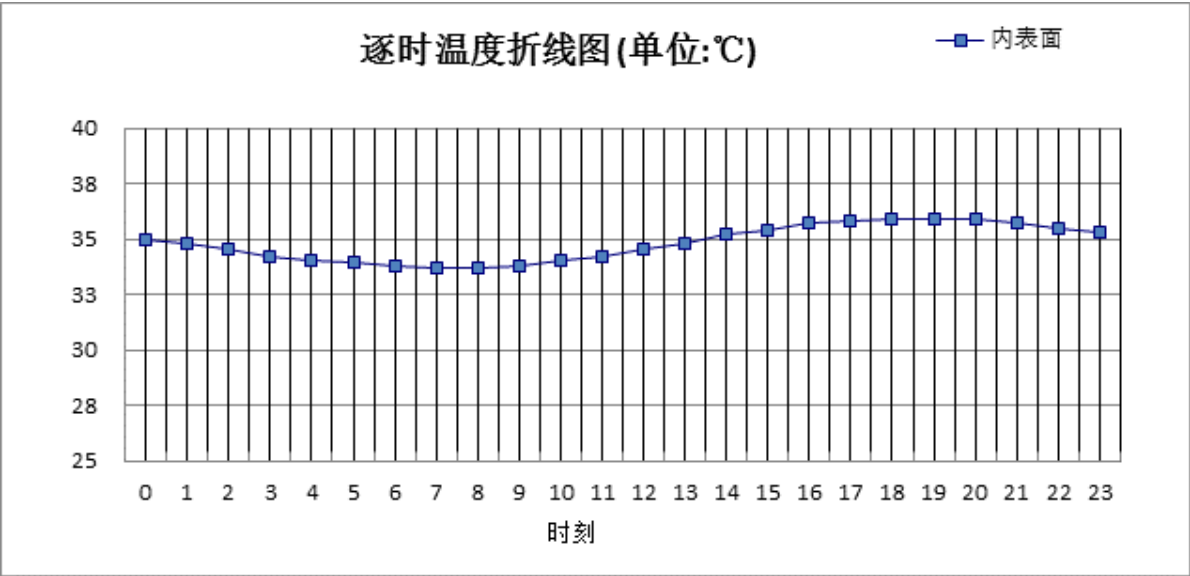
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
34.83	34.57	34.31	34.08	33.89	33.73	33.63	33.59	33.60	33.69	33.83	34.04
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.30	34.57	34.85	35.11	35.34	35.52	35.63	35.66	35.61	35.49	35.31	35.08

6.4 热桥梁构造

6.4.1 热桥梁

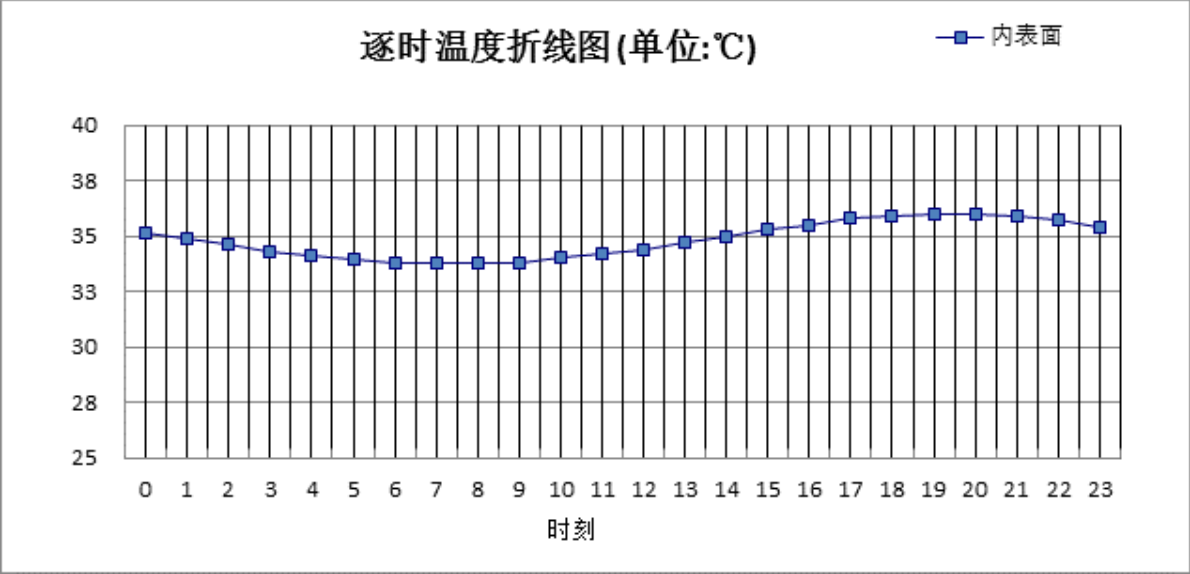
材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
抗裂砂浆	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
无机轻集料保温浆料 C 型	20	6.7	0.070	1.200	1.20	0.238	0.343
钢筋混凝土	200	12.5	1.740	17.200	1.00	0.115	1.977
各层之和Σ	225	—	—	—	—	0.358	2.381
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.79						
传热系数 K=1/(0.16+ΣR)	1.93						
重质/轻质	轻质围护结构						

6.4.1.1 自然通风房间：东向逐时温度



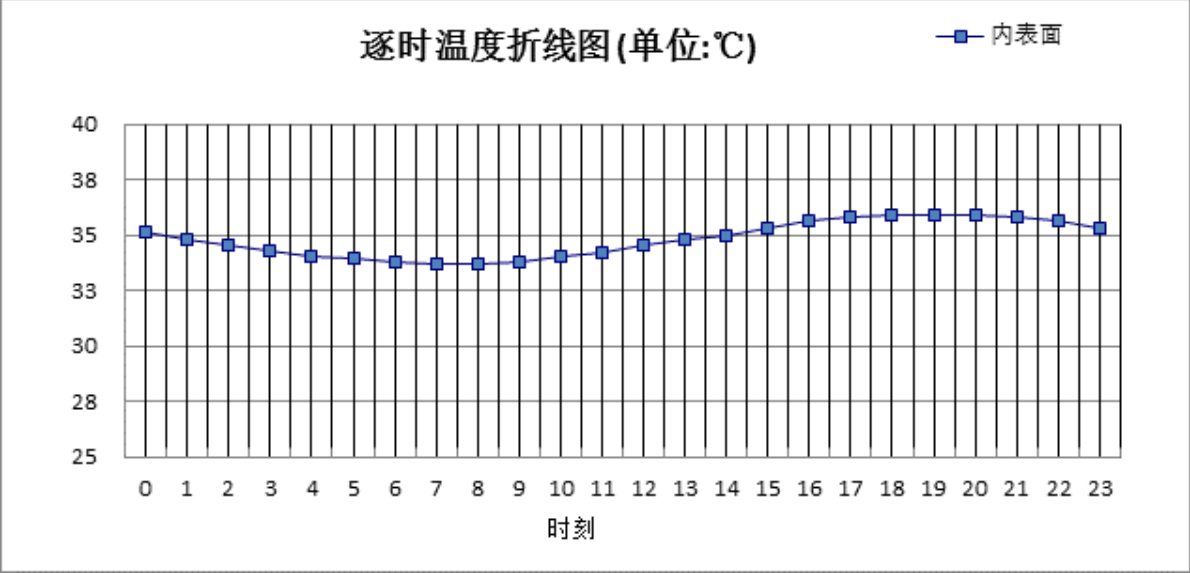
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
35.04	34.76	34.49	34.24	34.03	33.87	33.76	33.70	33.71	33.80	33.97	34.22
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.53	34.85	35.15	35.43	35.66	35.83	35.93	35.95	35.88	35.74	35.54	35.30

6.4.1.2 自然通风房间：西向逐时温度



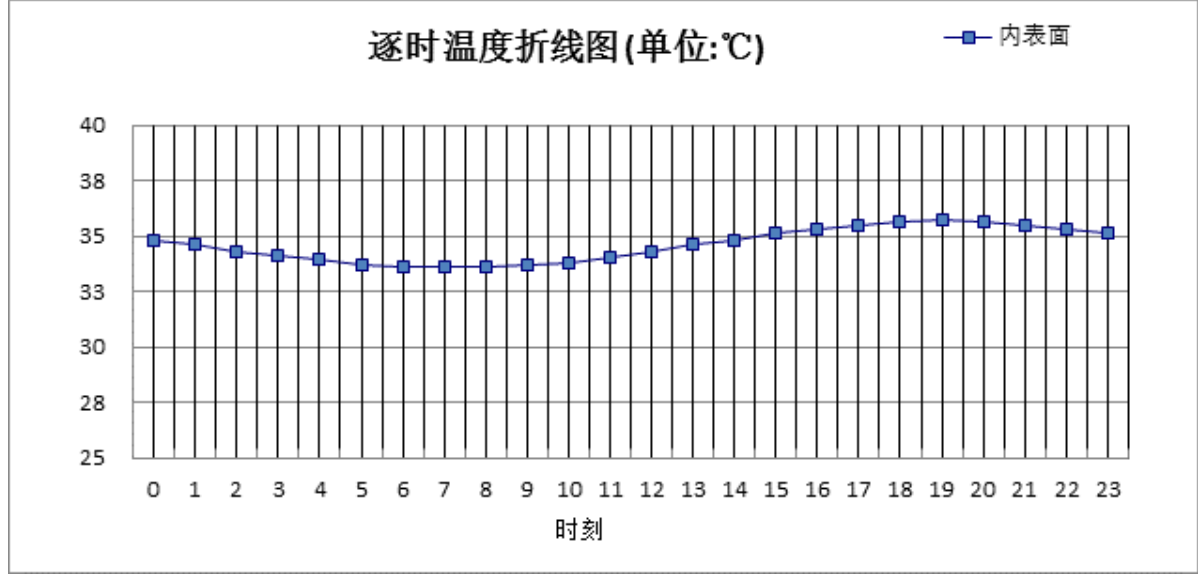
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
35.14	34.86	34.58	34.33	34.11	33.94	33.82	33.77	33.77	33.84	33.98	34.19
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.44	34.72	35.00	35.28	35.54	35.77	35.93	36.01	35.98	35.86	35.66	35.42

6.4.1.3 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
35.06	34.78	34.51	34.26	34.05	33.88	33.77	33.72	33.73	33.81	33.96	34.19
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.46	34.75	35.05	35.33	35.58	35.77	35.90	35.94	35.89	35.76	35.57	35.33

6.4.1.4 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
34.83	34.57	34.31	34.08	33.89	33.73	33.63	33.59	33.60	33.69	33.83	34.04
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
34.30	34.57	34.85	35.11	35.34	35.52	35.63	35.66	35.61	35.49	35.31	35.08

7 验算结论

7.1 自然通风房间

类型	构造	最高温度(℃)	限值(℃)	结论
屋顶	上:不上人平屋面	36.18	37.30	满足
外墙	东:外-无机轻集料保温浆料 C 型 20+加气混凝土砌块 (B07) 200	36.52	37.30	满足
	西:外-无机轻集料保温浆料 C 型 20+加气混凝土砌块 (B07) 200	36.46	37.30	满足
	南:外-无机轻集料保温浆料 C 型 20+加气混凝土砌块 (B07) 200	36.48	37.30	满足
	北:外-无机轻集料保温浆料 C 型 20+加气混凝土砌块 (B07) 200	36.37	37.30	满足
热桥柱	东:热桥柱	35.95	37.30	满足
	西:热桥柱	36.01	37.30	满足
	南:热桥柱	35.94	37.30	满足
	北:热桥柱	35.66	37.30	满足
热桥梁	东:热桥梁	35.95	37.30	满足
	西:热桥梁	36.01	37.30	满足

	南:热桥梁	35.94	37.30	满足
	北:热桥梁	35.66	37.30	满足