

隔热检查计算书

公共建筑

翁源县管道天然气管网系统及配套设施建设项目-翁城
LNG 气化站

设计编号: 2023RE-019



工程地点 : 广东-韶关

建设单位 : 粤北城市燃气(翁源)有限公司

设计单位 : 中国市政工程西南设计研究总院有限公司

设计人 : 李智慧

校对 : 辉

审定 : 书浩

报告日期 : 2025年11月13日

采用软件 : 节能设计 BECS2025
软件版本 : 20241110
正版授权码 : T15218474837
研发单位 : 北京绿建软件股份有限公司



绿建斯维尔
绿色建筑专家

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 屋顶外墙隔热计算	7
6.1 屋顶构造	7
6.2 外墙（填充墙）构造	9
7 验算结论	12

1 建筑概况

工程名称	翁源县管道天然气管网系统及配套设施建设项目-翁城 LNG 气化站		
工程地点	广东-韶关		
气候子区	夏热冬暖 A 区		
大气透明度等级	5		
建筑面积	地上 522 m²	地下 0 m²	
建筑层数	地上 3	地下 0	
建筑高度	9.9m		
结构类型	框架结构		

2 评价依据

1. 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021
2. 《建筑环境通用规范》GB 55016
3. 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）
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（2024年版）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，℃。

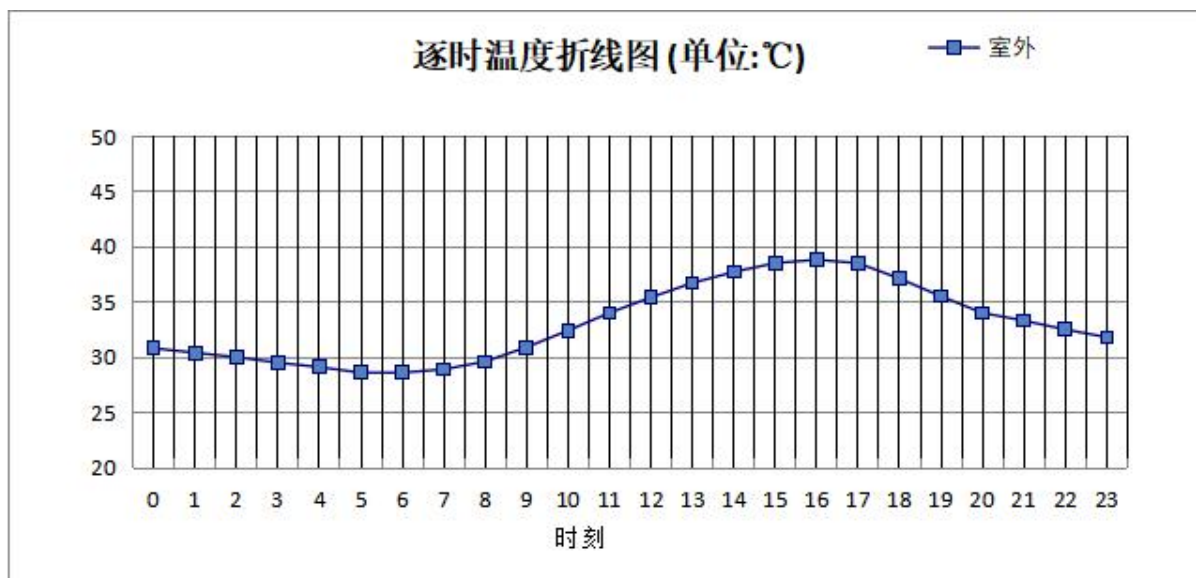
4 边界条件参数设置

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 ·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
30.80	30.40	30.00	29.50	29.10	28.60	28.60	28.90	29.60	30.90	32.40	34.00
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
35.40	36.70	37.70	38.50	38.80	38.50	37.10	35.50	34.00	33.30	32.50	31.80

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	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6:00	109.25	48.47	49.55	27.98	101.60
7:00	200.81	112.58	101.52	71.51	225.40
8:00	285.03	189.78	157.91	126.72	379.50
9:00	336.64	240.58	185.24	151.15	541.10
10:00	322.84	306.99	224.11	183.92	695.10
11:00	254.73	354.20	254.73	209.20	796.10
12:00	265.15	362.29	379.35	217.37	813.90
13:00	261.89	341.32	487.80	214.16	783.20
14:00	236.78	282.52	539.24	192.68	671.40
15:00	197.98	205.53	518.85	129.18	511.60
16:00	147.00	125.84	414.56	66.57	330.20
17:00	70.65	38.87	230.62	9.18	135.60
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 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	
石灰砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	
钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	
加气混凝土砌块	0.180	3.601	700.0	1158.0	0.0000	
混凝土多孔砖(190 六	0.750	7.490	1450.0	709.4	0.0000	

孔砖)						
C20 细石混凝土(双向配筋)	1.740	17.060	2500.0	920.0	0.0000	
低强度等级砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
陶粒混凝土	0.700	8.930	1400.0	1050.0	0.0390	
硬泡聚氨酯保温板	0.021	0.230	48.0	1.4	0.0000	
改性沥青防水卷材	0.230	9.370	900.0	1620.0	0.0000	
聚合物水泥砂浆	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
耐水腻子	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
聚合物防水抗裂砂浆	0.930	11.370	1800.0	1911.5	0.0000	
水泥石灰砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	

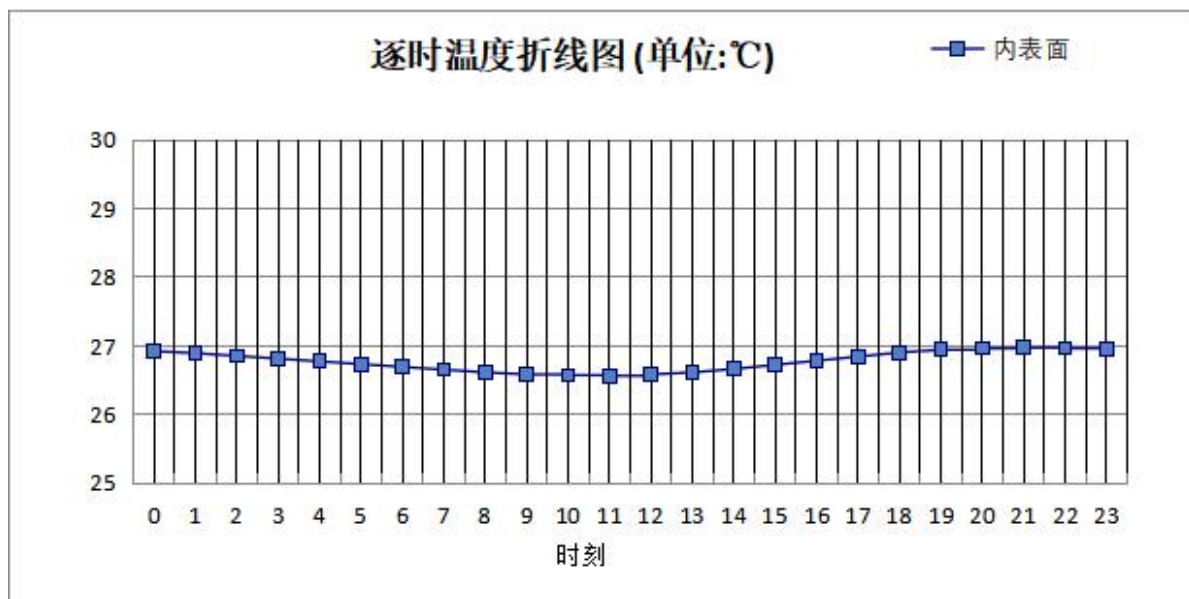
6 屋顶外墙隔热计算

6.1 屋顶构造

6.1.1 上人屋面

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
C20 细石混凝土 (双向配筋)	40	10.0	1.740	17.060	1.00	0.023	0.392
低强度等级砂浆	10	10.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
改性沥青防水卷材	3	3.0	0.230	9.370	1.00	0.013	0.122
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
陶粒混凝土	30	10.0	0.700	8.930	1.50	0.029	0.383
硬泡聚氨酯保温板	55	55.0	0.021	0.230	1.20	2.183	0.602
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和 Σ	278	—	—	—	—	2.348	3.052
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.40						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 空调房间：逐时温度

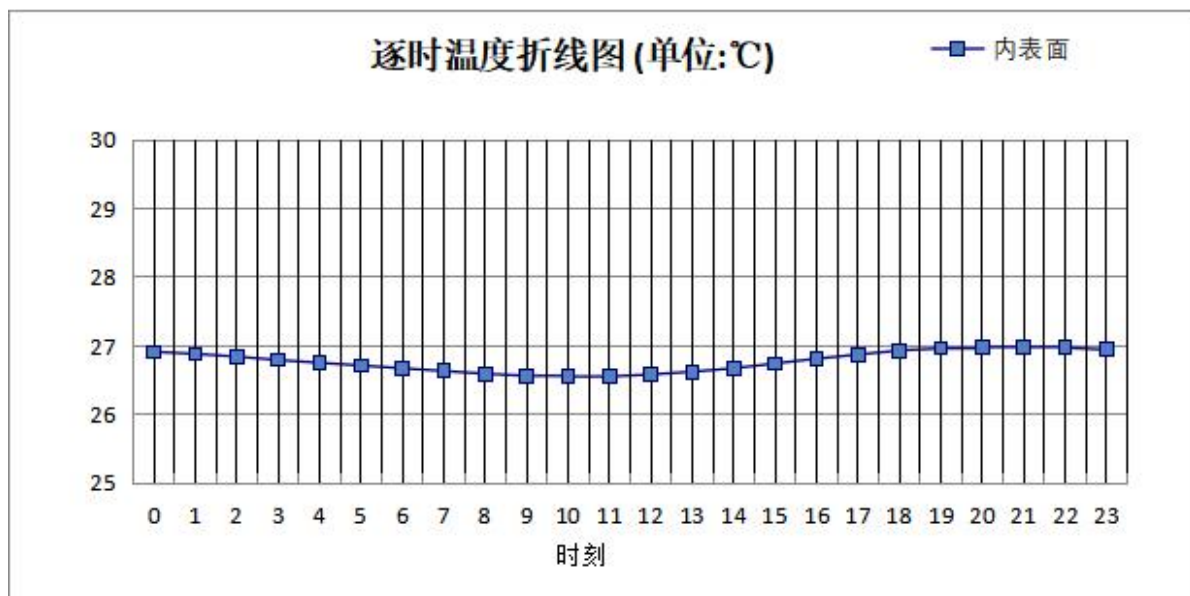


0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.92	26.89	26.85	26.81	26.77	26.73	26.69	26.65	26.61	26.58	26.57	26.56
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.58	26.61	26.66	26.72	26.78	26.84	26.90	26.94	26.96	26.97	26.96	26.94

6.1.2 非上人屋面

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
聚合物水泥砂浆	25	8.3	0.930	11.370	1.00	0.027	0.306
低强度等级砂浆	10	10.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
改性沥青防水卷材	3	3.0	0.230	9.370	1.00	0.013	0.122
水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
陶粒混凝土	30	10.0	0.700	8.930	1.50	0.029	0.383
硬泡聚氨酯保温板	55	55.0	0.021	0.230	1.20	2.183	0.602
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
各层之和Σ	263	—	—	—	—	2.352	2.966
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 $K=1/(0.16+\sum R)$	0.40						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.2.1 空调房间：逐时温度



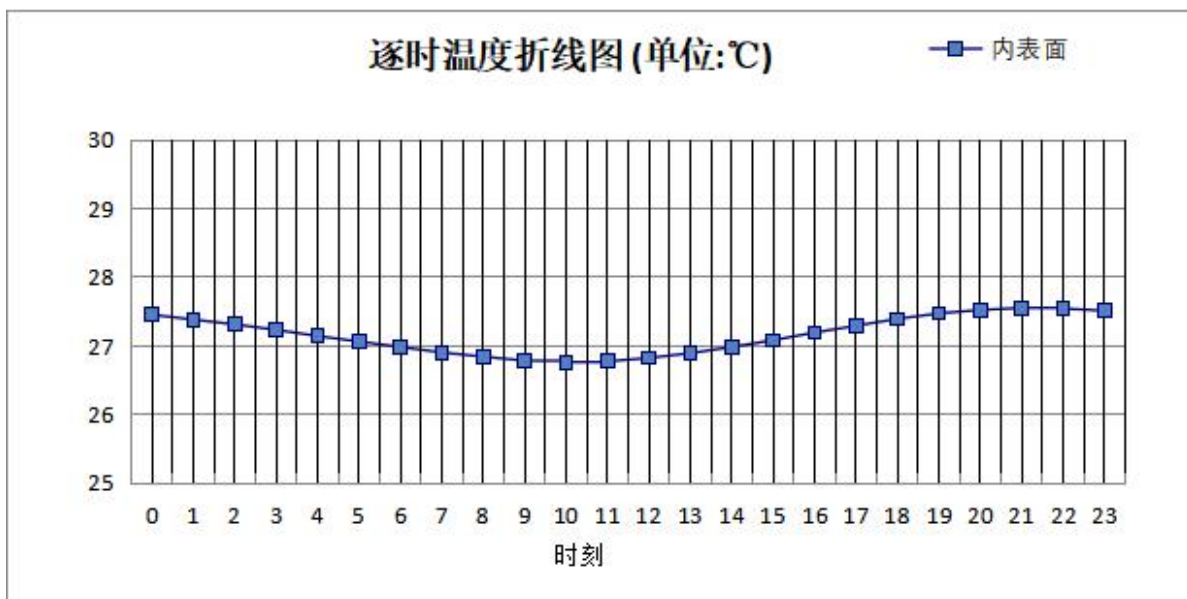
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.91	26.88	26.84	26.79	26.75	26.71	26.67	26.63	26.59	26.56	26.55	26.55
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.58	26.62	26.67	26.74	26.81	26.87	26.93	26.96	26.98	26.98	26.97	26.94

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙 200

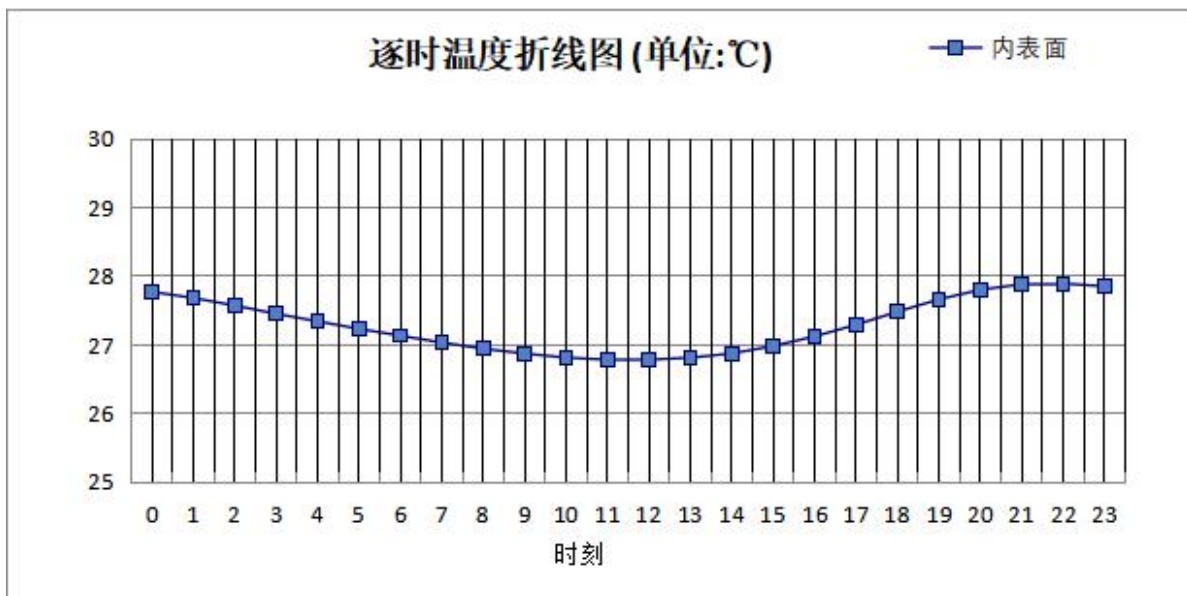
材料名称 由外到内	厚度	差分 步长	导热 系数	蓄热 系数	修正 系数	热阻	热惰性 指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(m².K)	α	(m² K)/W	D=R*S
耐水腻子	2	2.0	0.930	11.370	1.00	0.002	0.024
聚合物防水抗裂砂浆	10	5.0	0.930	11.370	1.00	0.011	0.122
加气混凝土砌块	200	6.9	0.180	3.601	1.25	0.889	4.001
水泥石灰砂浆	20	10.0	0.810	10.070	1.00	0.025	0.249
各层之和 Σ	232	—	—	—	—	0.926	4.396
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.68						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.92						
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
27.45	27.38	27.31	27.23	27.14	27.06	26.98	26.90	26.84	26.78	26.76	26.77
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.82	26.89	26.98	27.08	27.19	27.29	27.39	27.47	27.52	27.55	27.54	27.51

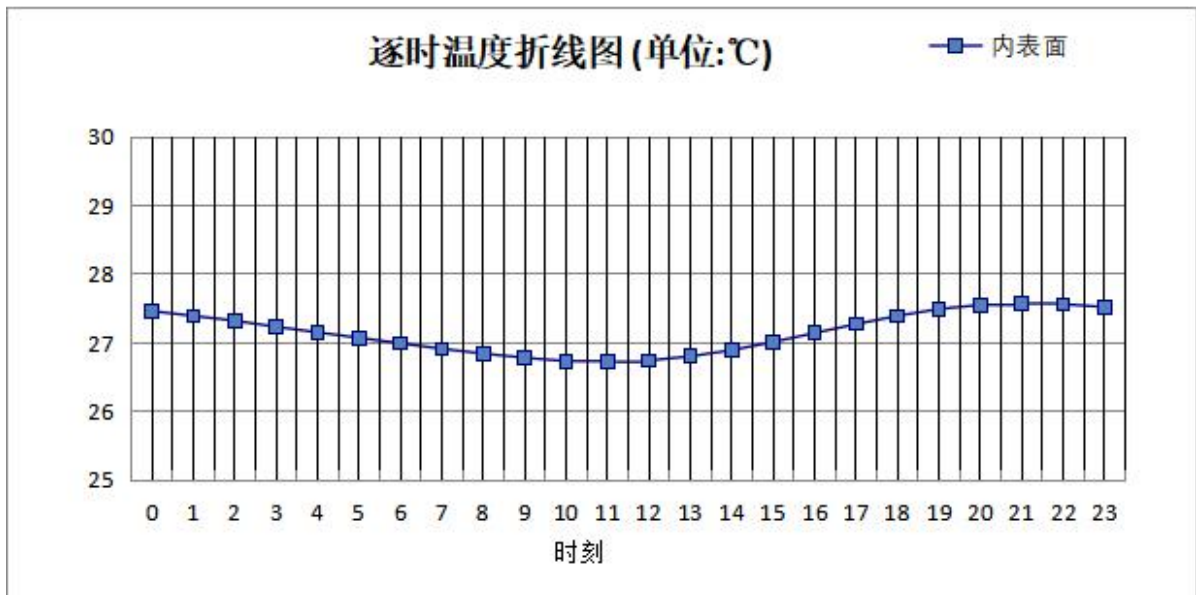
6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.77	27.68	27.57	27.45	27.34	27.23	27.13	27.03	26.94	26.87	26.81	26.78
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.82	26.89	26.98	27.08	27.19	27.29	27.39	27.47	27.52	27.55	27.54	27.51

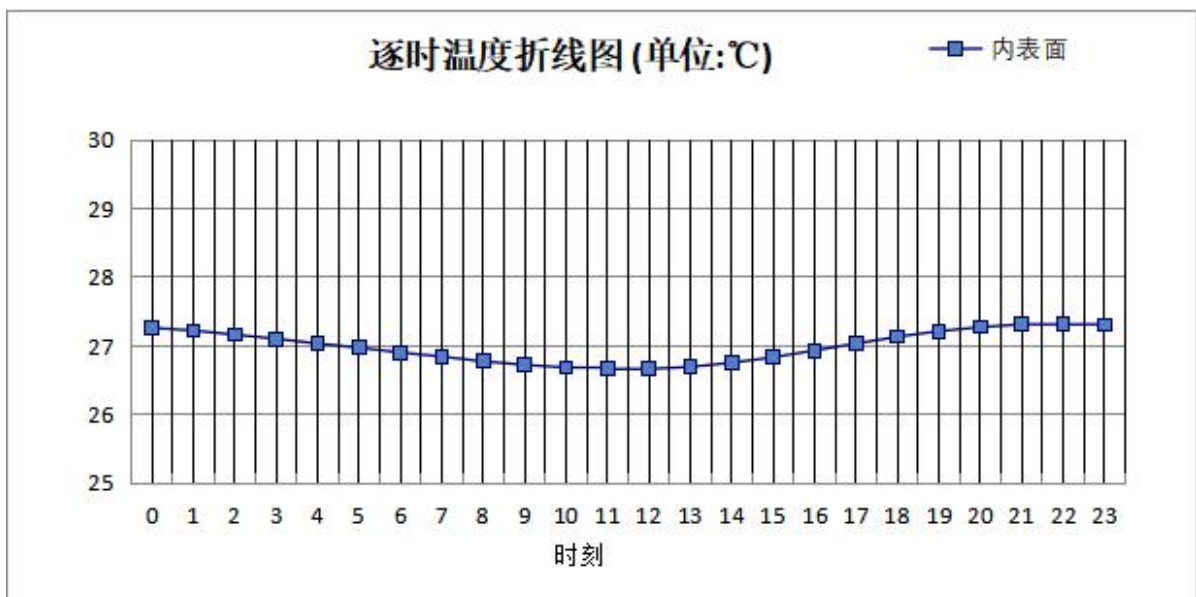
26.78	26.81	26.87	26.98	27.12	27.29	27.48	27.66	27.80	27.88	27.89	27.85
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

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
27.46	27.39	27.32	27.23	27.15	27.07	26.99	26.91	26.84	26.78	26.73	26.72
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.74	26.80	26.89	27.01	27.14	27.27	27.39	27.49	27.55	27.57	27.56	27.52

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
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------

27.26	27.22	27.16	27.10	27.03	26.97	26.90	26.84	26.77	26.72	26.68	26.66
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.66	26.69	26.75	26.83	26.93	27.03	27.13	27.21	27.27	27.31	27.31	27.30

7 验算结论

类型	构造	时刻	最高温度(°C)	限值(°C)	结论
屋顶	上:上人屋面	21:00	26.97	28.50	满足
	上:非上人屋面	20:30	26.98	28.50	满足
外墙（填充墙）	东:外墙 200	21:15	27.55	28.00	满足
	西:外墙 200	21:40	27.89	28.00	满足
	南:外墙 200	21:10	27.57	28.00	满足
	北:外墙 200	21:50	27.31	28.00	满足