

隔热检查计算书

公共建筑

新建项目

设计编号:



工程地点 : 河北-石家庄

建设单位 : 石家庄市长安区胜利北街 479 号

设计单位 : 石家庄市农林科学研究院

设计人 : 北方工程设计研究院有限公司

校对 人 : 王梦茜

审定 人 : 李伟恒

报告日期 : 2025 年 2 月 18 日

采用软件 : 节能设计 BECS2025
软件版本 : 20250101(SP1)
正版授权码 : P2FD9108F
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	8
6.3 屋顶外墙计算结论	11
7 透光围护结构隔热计算	11
7.1 天窗	11
7.2 外窗	11
7.3 透光围护结构计算结论	12
8 结论	12

1 建筑概况

工程名称	石家庄市农业科技创新中心项目 3#建筑（粮油作物研究中心）
工程地点	河北-石家庄
气候子区	寒冷 B 区
大气透明度等级	4
建筑面积	6385.02 m ²
建筑层数	地上 4
建筑高度	22.9m
结构类型	钢筋混凝土框架结构

2 评价依据

- 公共建筑节能设计标准 DB13(J)81-2016
- 《建筑环境通用规范》GB 55016
- 《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）
- 《民用建筑热工设计规范》GB50176
- 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

- 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。
- 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

- 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 $\theta_{i,max}$	$\leq t_{e,max}$	$\leq t_i + 2$	$\leq t_i + 3$

- 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，℃。

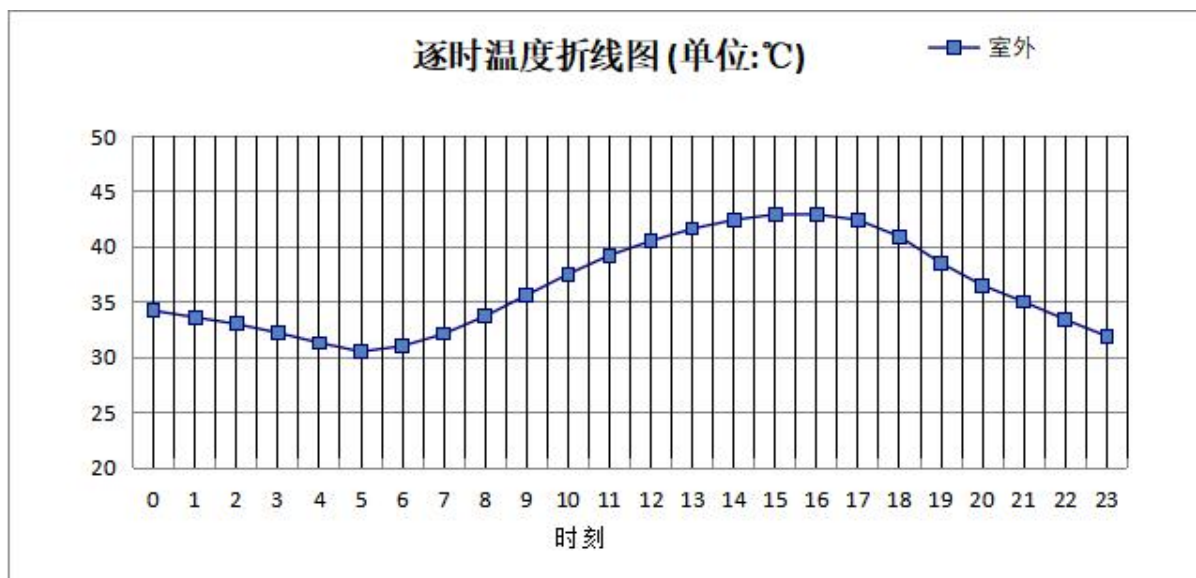
4 边界条件参数设置

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
34.20	33.60	33.00	32.20	31.30	30.50	31.00	32.10	33.70	35.60	37.50	39.20
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
40.50	41.60	42.40	42.90	42.90	42.40	40.90	38.50	36.50	35.00	33.40	31.90

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	134.90	49.43	60.20	24.13	115.60
6:00	280.60	116.46	118.34	68.45	260.10
7:00	423.68	183.10	155.42	124.33	424.00
8:00	487.60	259.36	175.14	144.87	587.30
9:00	458.45	341.90	194.17	162.72	732.10
10:00	362.26	409.00	213.31	179.64	838.00
11:00	225.53	440.36	225.53	189.93	885.80
12:00	225.93	427.66	378.17	189.80	869.70
13:00	219.53	379.72	501.24	183.29	801.30
14:00	210.79	309.95	571.99	174.00	692.80
15:00	193.11	226.98	549.96	154.71	541.30
16:00	161.55	152.68	420.29	87.88	369.50
17:00	95.60	70.19	240.26	30.30	188.90
18:00	8.86	8.93	12.63	5.10	14.90
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)	
细石混凝土	1.510	15.360	2300.0	920.0	0.0000	
水泥珍珠岩找坡层 $\rho=600$	0.210	5.706	600.0	2195.0	0.0140	
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	

高容重石墨聚苯板	0.032	0.340	30.0	1380.0	0.0000	
石墨挤塑聚苯板	0.024	0.347	28.0	1790.0	0.0000	
岩棉板	0.045	0.470	60.0	1220.0	0.4880	
蒸压加气混凝土砌块	0.190	2.610	600.0	1170.9	0.0000	
玻化微珠保温砂浆	0.080	1.190	280.0	928.0	0.0000	
无机纤维喷涂棉	0.035	0.591	38.0	1000.6	0.0000	
石灰水泥砂浆（混合砂浆）	0.870	10.627	1700.0	1050.0	0.0000	
水泥砂浆	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	
砂加气墙板	0.220	3.000	600.0	1031.3	0.0000	
挤塑聚苯乙烯泡沫板	0.030	0.360	30.0	1980.1	0.0000	

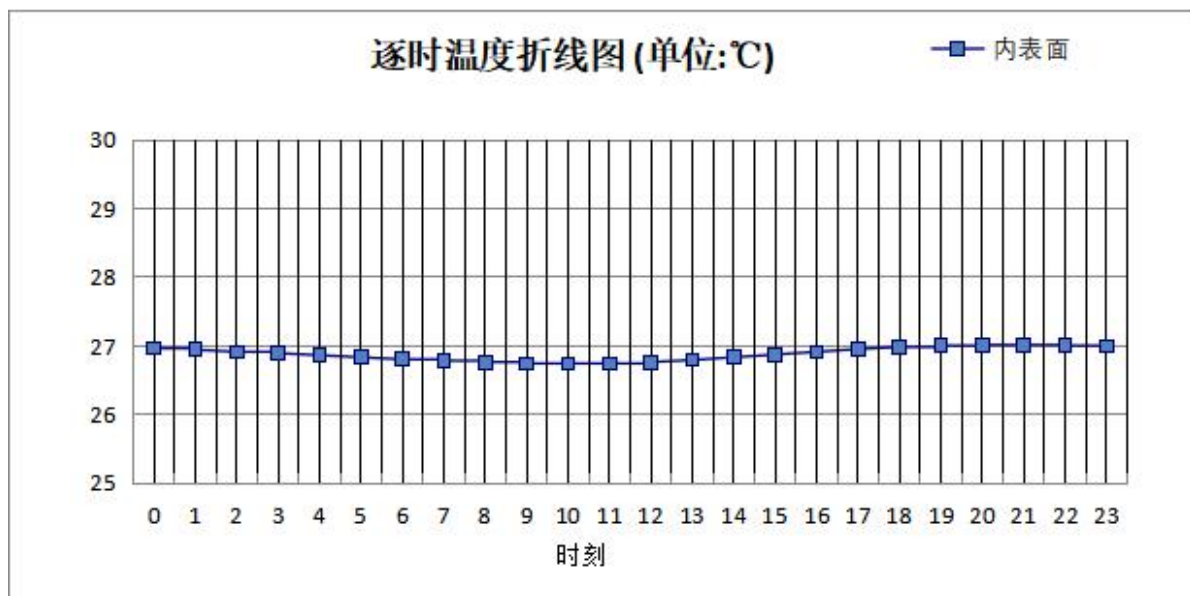
6 屋顶外墙隔热计算

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
高容重石墨聚苯板	90	12.9	0.032	0.340	1.10	2.557	0.956
细石混凝土	40	10.0	1.510	15.360	1.00	0.026	0.407
水泥珍珠岩找坡层 $\rho=600$	30	5.0	0.210	5.706	1.50	0.095	0.815
钢筋混凝土	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
石灰水泥砂浆（混合砂浆）	20	10.0	0.870	10.627	1.00	0.023	0.244
各层之和 Σ	300	—	—	—	—	2.771	3.609
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.34						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 空调房间：逐时温度



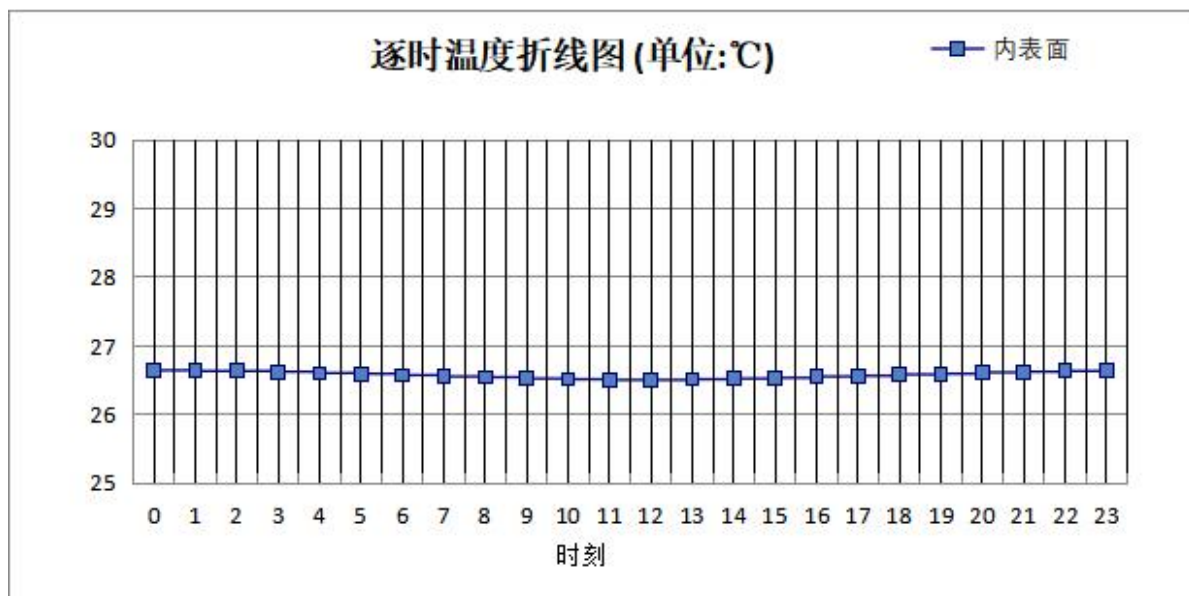
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.96	26.94	26.91	26.89	26.86	26.83	26.80	26.78	26.76	26.74	26.74	26.74
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.76	26.79	26.83	26.87	26.91	26.95	26.98	27.00	27.01	27.01	27.00	26.99

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 砂加气保温复合板

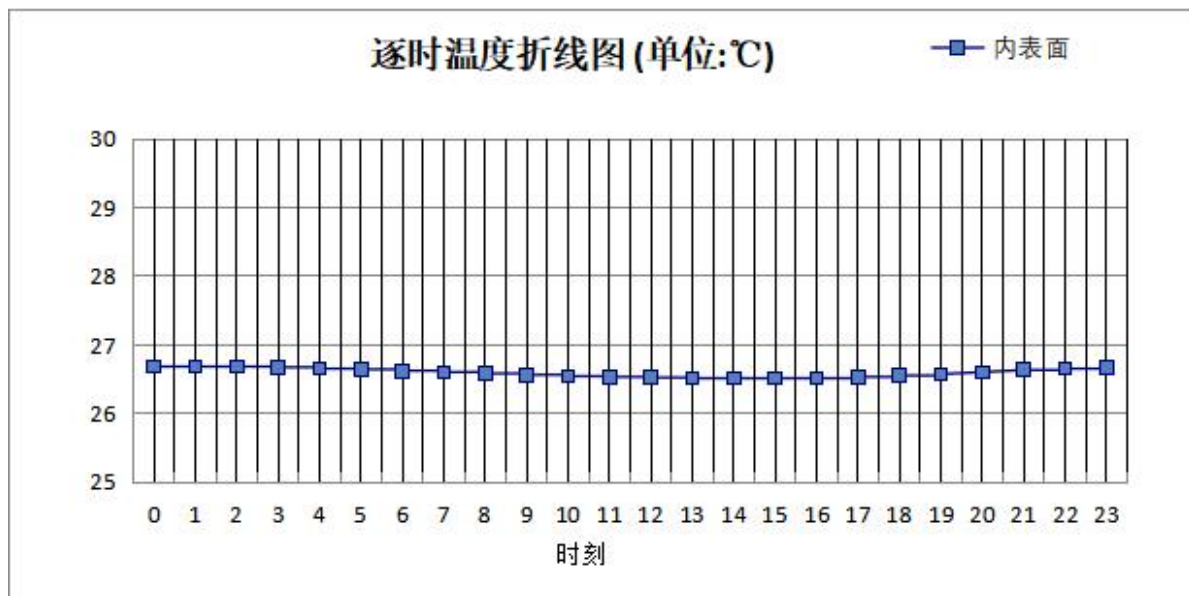
材料名称 由外到内	厚度 (mm)	差分 步长 (mm)	导热 系数 W/(m.K)	蓄热 系数 W/(m².K)	修正 系数 α	热阻 (m² K)/W	热惰性 指标 D=R*S
细石混凝土	20	10.0	1.510	15.360	1.00	0.013	0.203
砂加气墙板	250	8.9	0.220	3.000	1.00	1.136	3.409
石墨挤塑聚苯板	50	10.0	0.024	0.347	1.10	1.894	0.723
石灰水泥砂浆（混合砂浆）	20	10.0	0.870	10.627	1.00	0.023	0.244
各层之和Σ	340	—	—	—	—	3.067	4.580
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 $K=1/(0.16+\sum R)$	0.31						
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
26.64	26.63	26.63	26.62	26.60	26.59	26.57	26.55	26.54	26.52	26.51	26.50
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.50	26.51	26.52	26.53	26.55	26.56	26.58	26.59	26.61	26.62	26.63	26.64

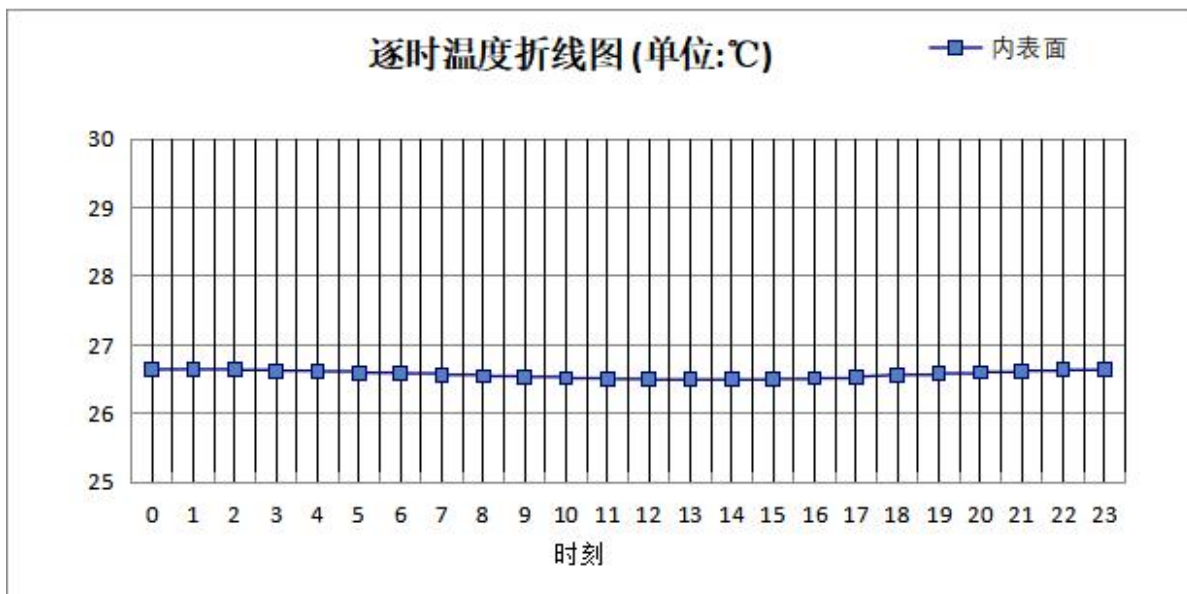
6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.68	26.68	26.68	26.67	26.65	26.64	26.62	26.60	26.58	26.56	26.54	26.53
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.53	26.54	26.55	26.56	26.58	26.60	26.62	26.64	26.65	26.67	26.68	26.68

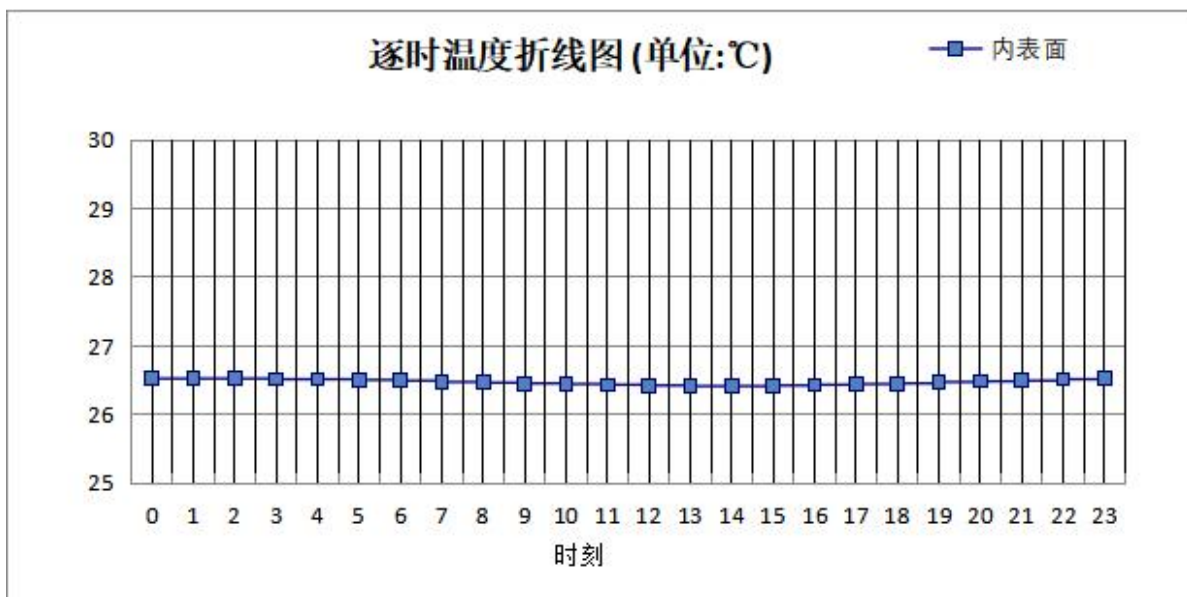
26.52	26.51	26.51	26.51	26.51	26.53	26.55	26.57	26.60	26.63	26.65	26.67
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

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
26.64	26.64	26.63	26.62	26.61	26.59	26.58	26.56	26.54	26.53	26.51	26.50
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.49	26.49	26.49	26.50	26.51	26.53	26.56	26.58	26.60	26.62	26.63	26.64

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

26.52	26.52	26.52	26.51	26.51	26.50	26.49	26.47	26.46	26.45	26.44	26.43
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.42	26.41	26.41	26.42	26.43	26.44	26.45	26.47	26.48	26.49	26.51	26.52

6.3 屋顶外墙计算结论

类型	构造	时刻	最高温度(°C)	限值(°C)	结论
屋顶	上:上人屋面	20:30	27.01	28.50	满足
外墙 (填充墙)	东:砂加气保温复合板	23:45	26.64	28.00	满足
	西:砂加气保温复合板	0:45	26.68	28.00	满足
	南:砂加气保温复合板	23:55	26.64	28.00	满足
	北:砂加气保温复合板	0:50	26.52	28.00	满足

7 透光围护结构隔热计算

7.1 天窗

7.1.1 天窗夏季太阳得热系数

本工程无此项围护结构

7.2 外窗

7.2.1 外窗构造

序号	构造名称	构造编号	传热系数	窗太阳得热系数	可见光透射比
1	65 系列内平开铝塑共挤隔热窗 5+12A+5+12A+5Low-E	189	1.70	0.24	1.000
		窗编号			
		幕墙			
2	65 系列内平开铝塑共挤隔热窗 5+12A+5+12A+5Low-E	195	1.70	0.24	1.000
		窗编号			
		, C1824, C1825, C2424, C2425, C3724, C6424, DC3624, DC3625, DC3824, HC5324, 透光门-MLC6433, HC3024, 透光门-, C0724, C2724, C2725, 透光门-MLC3833, 透光门-MLC5233, 透光门-WM1524			

7.2.2 外遮阳类型

本工程无外遮阳

7.2.3 夏季太阳得热系数

朝向	面积	传热系数	夏季综合太阳得热系数	窗墙比	标准要求	结论
南向	387.00	1.70	0.24	0.31	夏季 SHGC(不要求)	满足

北向	348.39	1.70	0.24	0.27	夏季 SHGC(不要求)	满足
东向	314.73	1.70	0.24	0.33	夏季 SHGC \leq 0.55	满足
西向	161.17	1.70	0.24	0.17	夏季 SHGC \leq 0.55	满足
综合平均	1211.28	1.70	0.24	0.27		
标准依据	《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 第 6.3.1 条					
标准要求	应满足表 6.3.1 的要求					
结论	满足					

备注：

本表所统计的外窗包含凸窗。

7.3 透光围护结构计算结论

序号	检查项	结论
1	天窗夏季太阳得热系数	无屋顶透光部分
2	外窗	满足
结论		满足

8 结论

综上所述，根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019（2024 年版）5.1.7 条，本项目屋顶和外墙的隔热性能**满足**《建筑环境通用规范》GB 55016 的相关要求；透光围护结构太阳得热系数与夏季建筑遮阳系数的乘积**满足**《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的相关要求。