隔 热 检 查 计 算 书

公共建筑

龙胜各族自治县龙脊镇小学

设计编号：ZC20260918

工程地点	：	广西-桂林
建设单位	：	龙胜各族自治县教育局新建学生餐厅及活动场地
设计单位	：	中城恒业设计集团有限公司
设 计 人	：	
校 对 人	：	
审 定 人	：	
报告日期	：	2026 年 9 月 28 日

采 用 软 件 ：节能设计 BECS2025
软 件 版 本 ：20250505(PLUS)
正 版 授 权 码 ：P49457AA3
研 发 单 位 ：北京绿建软件股份有限公司

GBSWARE 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 外墙（剪力墙）构造 11
6.4 屋顶外墙计算结论 13
7 透光围护结构隔热计算 13
7.1 天窗 13
7.2 外窗 13
7.3 透光围护结构计算结论 14
8 结论 14

1 建筑概况

工程名称	龙胜各族自治县龙脊镇小学
工程地点	广西-桂林
气候子区	夏热冬冷 B 区
大气透明度等级	5
建筑面积	地上 324 ㎡　　地下 0 ㎡
建筑层数	地上 1　　地下 0
建筑高度	5.6m
结构类型	

2 评价依据

1. 《广西公共建筑节能设计标准》DBJ/T45-096-2022
2. 《建筑环境通用规范》GB55016-2021
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》GB50176-2016
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》GB55016-2021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》GB55016-2021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≥2.5）	轻质围护结构（D＜2.5）
内表面最高温度 $\theta_{i,max}$	≤ $t_{e.max}$	≤t_i+2	≤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 $\theta_{i,max}$	≤ $t_{e.max}$	≤t_i+2.5	≤t_i+3.5

表中：$\theta_{i\cdot max}$—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：

$$\frac{\partial t}{\partial \tau}=\alpha\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (3.2.3\text{-}1)$$

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，$\alpha=\frac{\lambda}{\rho C}$，$m^2/s$。

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）：

$$-\frac{\lambda}{\Delta x}\left(t_1^k-t_2^k\right)+\alpha\left(t_f^k-t_1^k\right)+\rho_s I^k=C_p\rho\frac{\Delta x}{2}\cdot\frac{t_1^k-t_1^{k-1}}{\Delta\tau} \quad (3.2.3\text{-}2)$$

式中：C_p—材料的比热， J /(kg·K)；

ρ—材料的密度，kg/m^3；

α—材料的导温系数，$\alpha=\frac{\lambda}{\rho C}$，$m^2/s$；

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。

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

式中： t_i—差分节点温度值，℃。

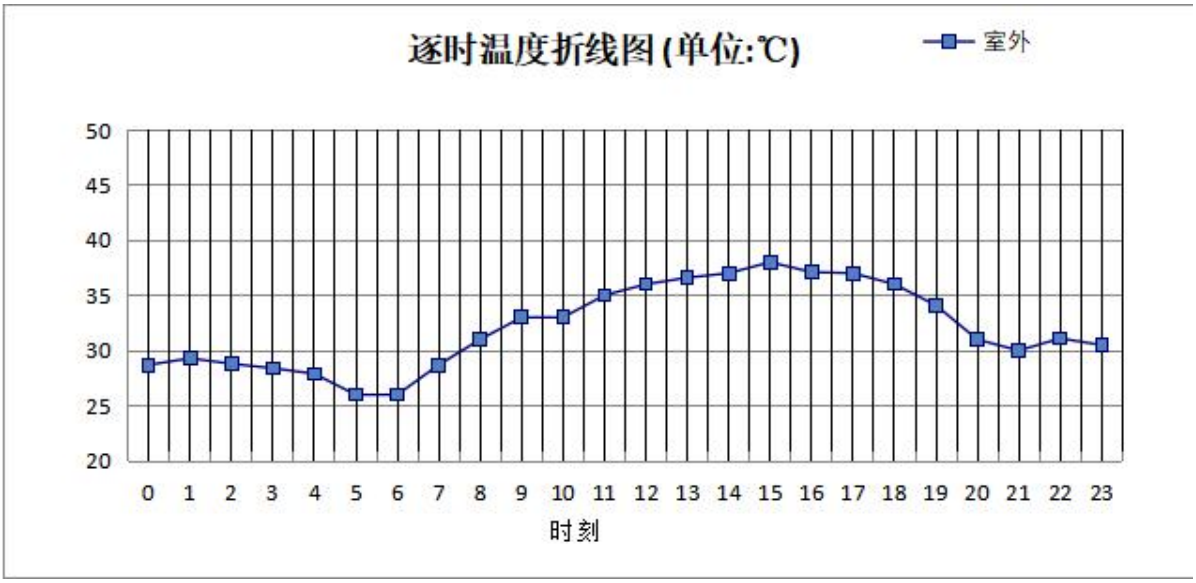
4 边界条件参数设置

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/(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，℃		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
28.70	29.30	28.80	28.40	27.90	26.00	26.00	28.70	31.00	33.00	33.00	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
36.00	36.60	37.00	38.00	37.10	37.00	36.00	34.10	31.00	30.00	31.10	30.50

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/ m²	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	4.87	4.05	3.63	2.49	6.20
6:00	111.47	63.23	60.32	37.95	117.00
7:00	290.78	162.15	146.09	103.13	325.80
8:00	482.51	251.45	209.46	170.59	599.60
9:00	503.82	342.43	258.88	212.58	807.90
10:00	350.44	337.32	244.76	200.68	752.40
11:00	240.00	336.63	240.00	197.11	750.40
12:00	214.97	297.10	310.02	176.45	668.10
13:00	194.82	257.66	378.90	159.96	607.60
14:00	151.43	181.96	334.25	122.98	420.10
15:00	105.78	110.70	272.77	69.80	271.30
16:00	36.45	30.82	104.60	16.17	82.70
17:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
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 Cp	蒸汽渗透系数 u	数据来源
	W/(m.K)	W/(㎡.K)	kg/m³	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
绝热挤塑聚苯乙烯泡沫板	0.030	0.325	35.0	1380.0	0.0000	《湖北低能耗居住建筑节能设计标准》DB42/T559-2022
水泥砂浆(1)	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	

水泥砂浆（防水砂浆）	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	
石灰水泥砂浆（混合砂浆）	0.870	10.750	1700.0	1050.0	0.0975	
钢筋混凝土(1)	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	
气凝胶复合保温隔热材料	0.041	0.800	1000.0	1000.0	0.0000	
页岩烧结多孔砖	0.760	7.900	1100.0	1026.6	0.0000	
细石混凝土（双向配筋）	1.740	17.060	2500.0	920.0	0.0000	

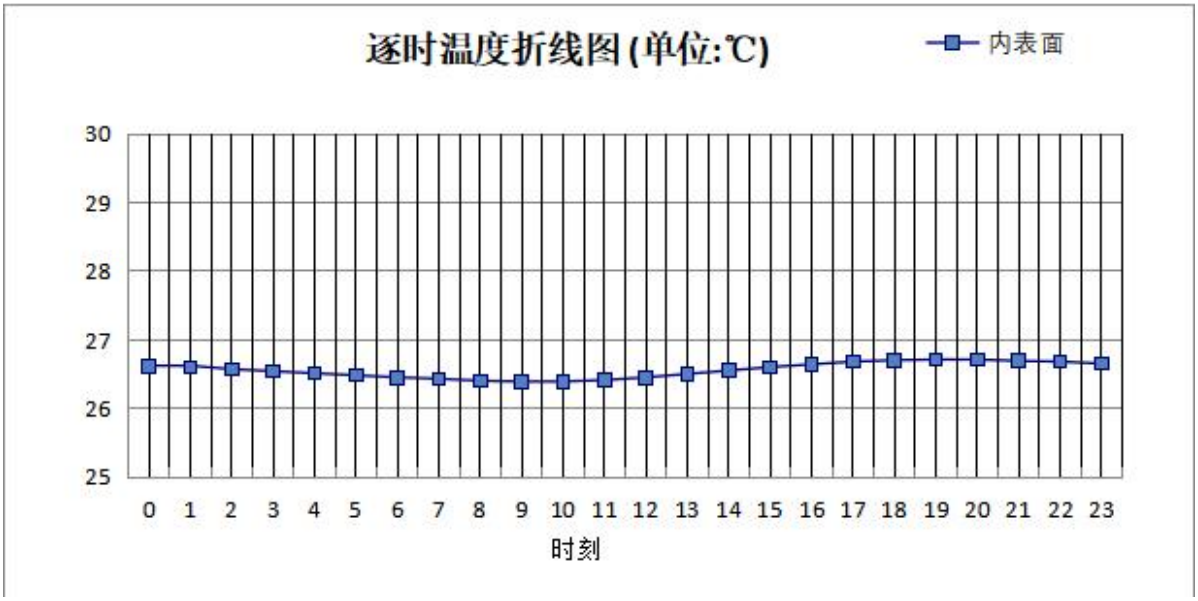
6 屋顶外墙隔热计算

6.1 屋顶构造

6.1.1 坡屋面

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/(㎡.K)	α	(㎡ K)/W	D=R*S
细石混凝土（双向配筋）	50	12.5	1.740	17.060	1.00	0.029	0.490
绝热挤塑聚苯乙烯泡沫板	84	10.5	0.030	0.325	1.00	2.800	0.910
水泥砂浆(1)	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土(1)	120	12.0	1.740	17.200	1.00	0.069	1.186
石灰水泥砂浆（混合砂浆）	10	10.0	0.870	10.750	1.00	0.011	0.124
各层之和∑	284	—	—	—	—	2.931	2.955
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+∑R)	0.32						
重质/轻质	重质围护结构						

6.1.1.1 空调房间：逐时温度



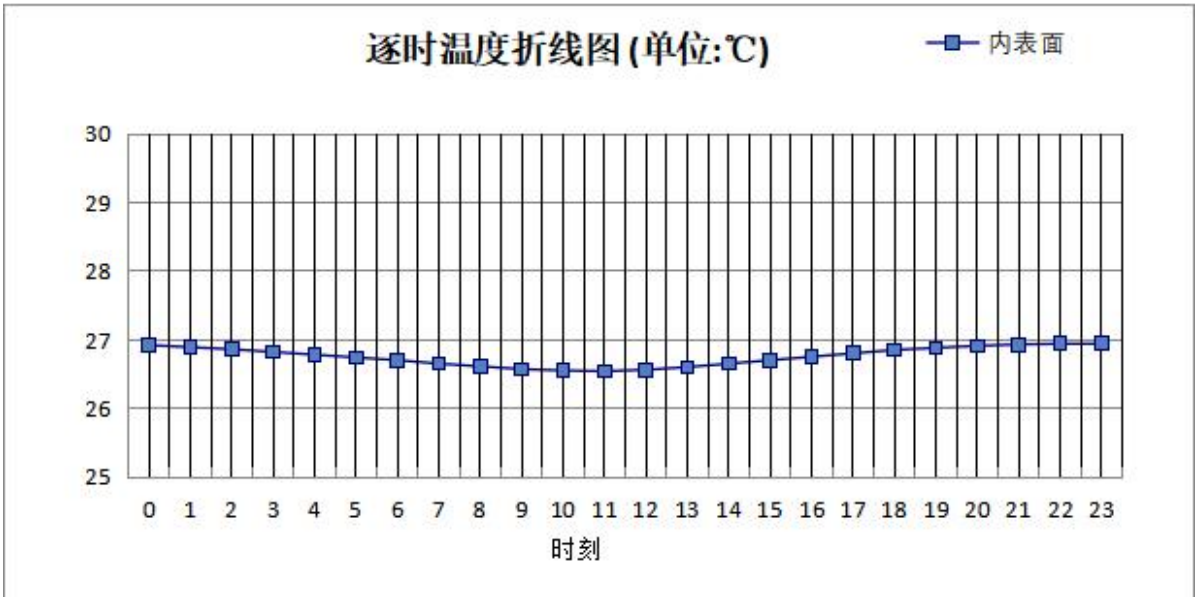
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.62	26.60	26.57	26.54	26.51	26.48	26.45	26.43	26.40	26.39	26.39	26.41
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.45	26.50	26.55	26.60	26.64	26.68	26.70	26.71	26.71	26.69	26.68	26.65

6.2 外墙（填充墙）构造

6.2.1 外墙构造一

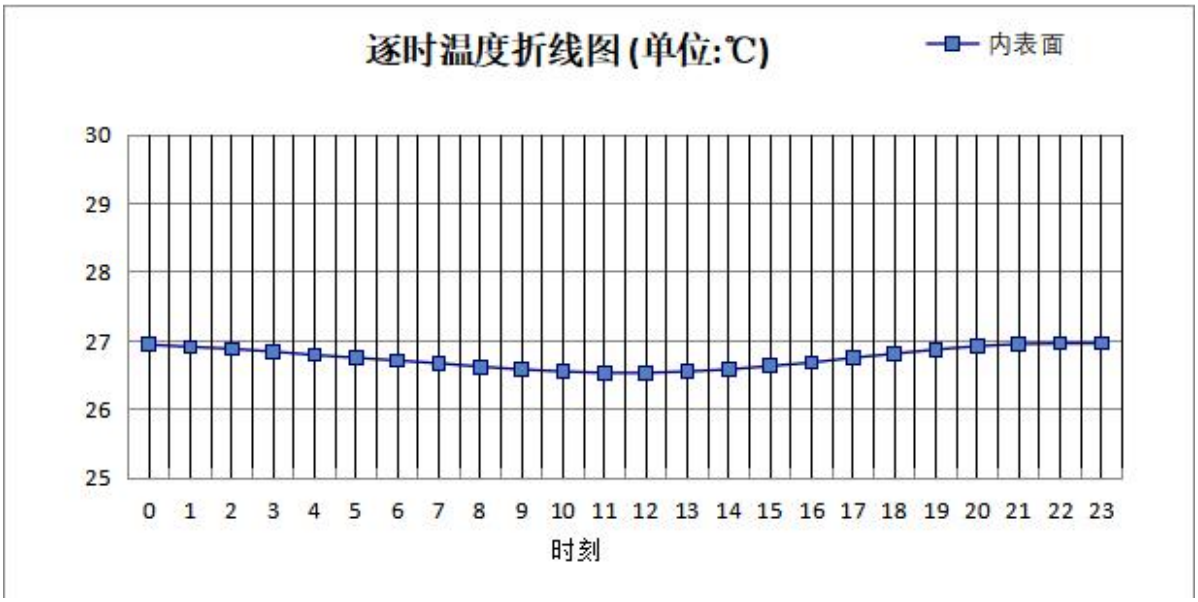
材料名称 由外到内	厚度	差分步长	导热系数	蓄热系数	修正系数	热阻	热惰性指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(㎡.K)	α	(㎡ K)/W	D=R*S
水泥砂浆(1)	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
水泥砂浆（防水砂浆）	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
页岩烧结多孔砖	200	11.8	0.760	7.900	1.00	0.263	2.079
气凝胶复合保温隔热材料	34	2.8	0.041	0.800	1.10	0.754	0.663
水泥砂浆（防水砂浆）	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
水泥砂浆(1)	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
各层之和∑	269	—	—	—	—	1.055	3.170
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.33						
传热系数 K=1/(0.16+∑R)	0.82						
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
26.92	26.89	26.86	26.82	26.78	26.74	26.70	26.65	26.61	26.57	26.55	26.54
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.56	26.60	26.65	26.70	26.75	26.80	26.85	26.88	26.91	26.93	26.94	26.94

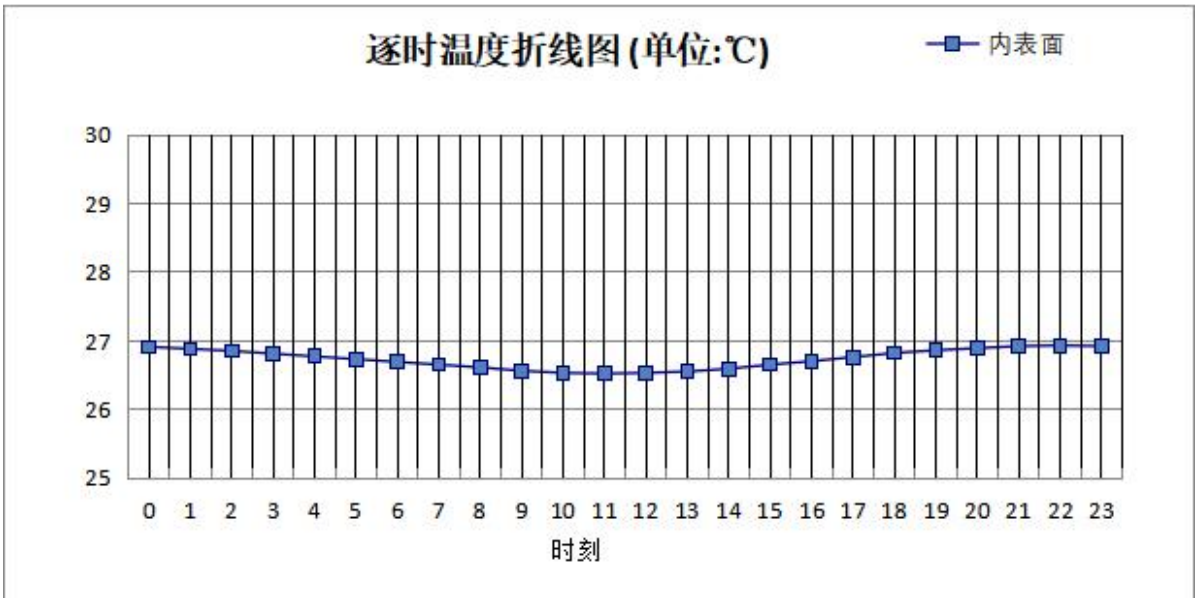
6.2.1.2 空调房间：西向逐时温度



0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
26.94	26.91	26.88	26.84	26.79	26.75	26.71	26.67	26.62	26.58	26.55	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

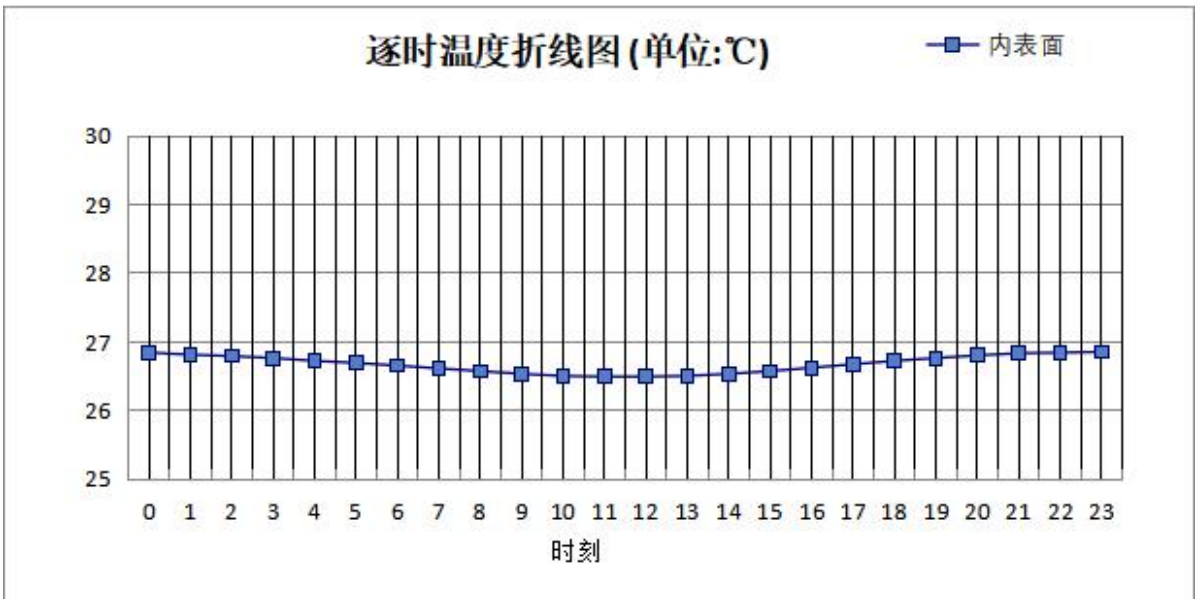
26.53	26.55	26.58	26.63	26.68	26.75	26.81	26.87	26.92	26.95	26.96	26.96

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
26.91	26.88	26.85	26.81	26.77	26.73	26.69	26.65	26.61	26.56	26.53	26.52
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	26.55	26.59	26.65	26.70	26.76	26.82	26.86	26.89	26.92	26.93	26.92

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

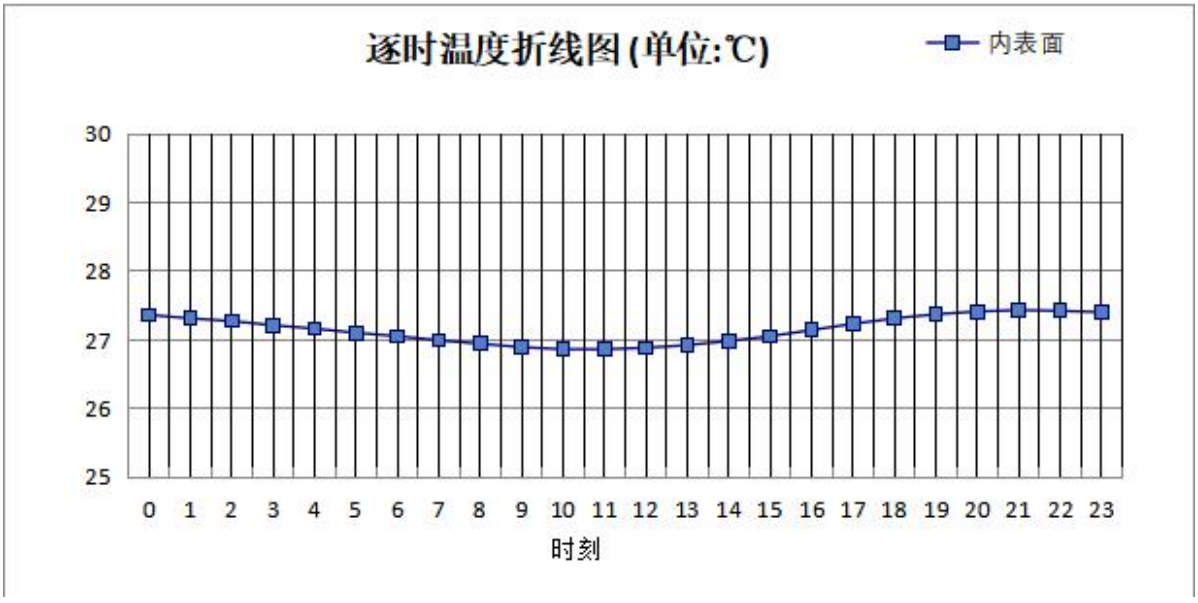
26.84	26.81	26.79	26.76	26.72	26.69	26.65	26.61	26.57	26.53	26.50	26.49
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.49	26.50	26.53	26.57	26.62	26.67	26.72	26.76	26.80	26.83	26.84	26.85

6.3 外墙（剪力墙）构造

6.3.1 外墙构造二

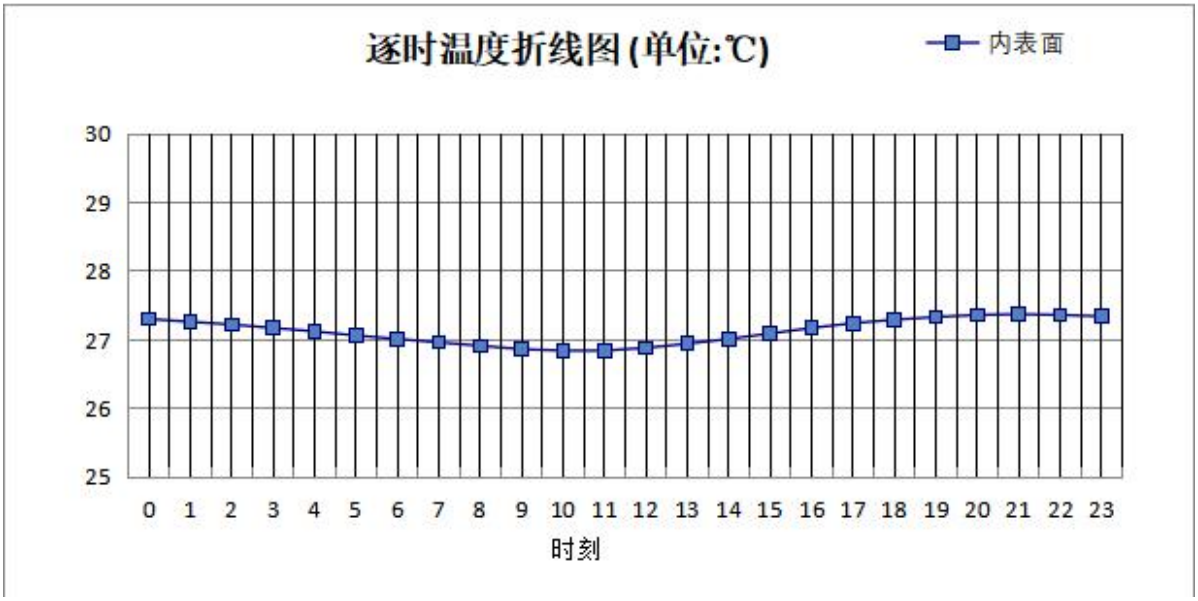
材料名称 由外到内	厚度	差分步长	导热系数	蓄热系数	修正系数	热阻	热惰性指标
	(mm)	(mm)	W/(m.K)	W/(㎡.K)	α	(㎡ K)/W	D=R*S
水泥砂浆(1)	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
钢筋混凝土(1)	200	12.5	1.740	17.200	1.00	0.115	1.977
气凝胶复合保温隔热材料	26	2.9	0.041	0.800	1.10	0.576	0.507
水泥砂浆（防水砂浆）	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
水泥砂浆(1)	5	5.0	0.930	11.370	1.00	0.005	0.061
各层之和∑	256	—	—	—	—	0.724	2.851
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.50						
传热系数 K=1/(0.16+∑R)	1.13						
重质/轻质	重质围护结构						

6.3.1.1 空调房间：西向逐时温度



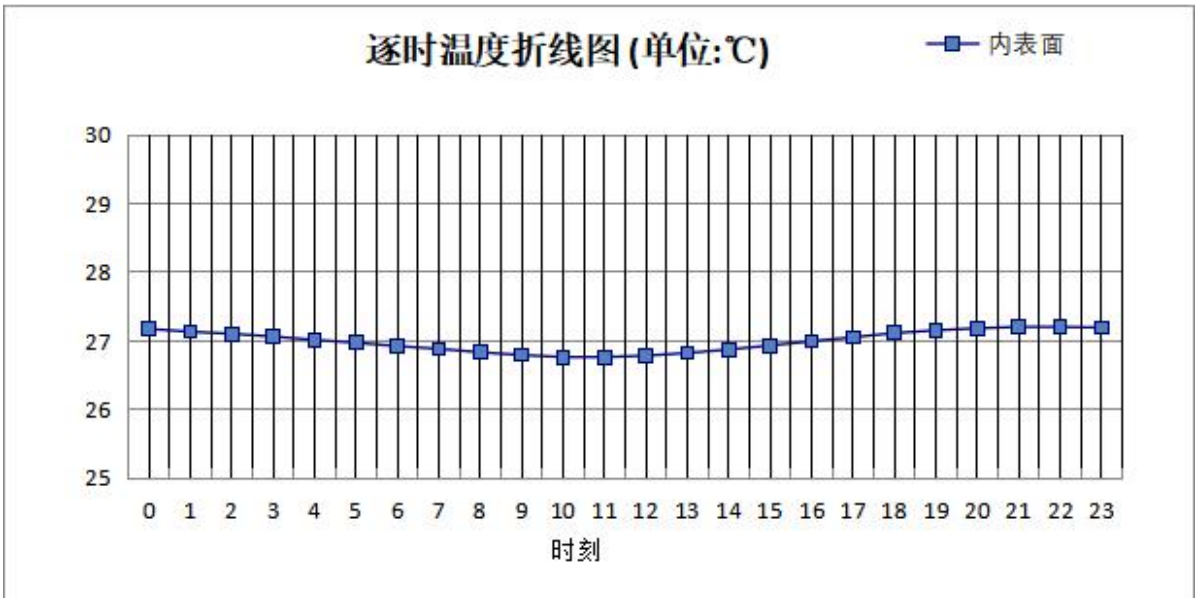
0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
27.36	27.31	27.27	27.21	27.16	27.10	27.05	26.99	26.94	26.89	26.86	26.86
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.88	26.92	26.98	27.05	27.14	27.23	27.31	27.37	27.41	27.43	27.42	27.40

6.3.1.2 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
27.30	27.26	27.22	27.17	27.12	27.06	27.01	26.96	26.91	26.86	26.84	26.84
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.88	26.94	27.01	27.09	27.17	27.24	27.29	27.33	27.36	27.37	27.36	27.34

6.3.1.3 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
27.17	27.13	27.10	27.06	27.01	26.97	26.92	26.88	26.83	26.79	26.76	26.76
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00

26.78	26.82	26.87	26.93	26.99	27.05	27.11	27.15	27.18	27.20	27.20	27.19

6.4 屋顶外墙计算结论

类型	构造	时刻	最高温度(℃)	限值(℃)	结论
屋顶	上:坡屋面	19:10	26.71	28.50	满足
外墙（填充墙）	东:外墙构造一	22:05	26.94	28.00	满足
	西:外墙构造一	22:15	26.96	28.00	满足
	南:外墙构造一	22:15	26.93	28.00	满足
	北:外墙构造一	22:40	26.85	28.00	满足
外墙（剪力墙）	西:外墙构造二	21:15	27.43	28.00	满足
	南:外墙构造二	21:05	27.37	28.00	满足
	北:外墙构造二	21:45	27.20	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	断热铝合金窗+Low-E 中空玻璃(6+12A+6))（下限）	20	2.60	0.21	0.350
		窗编号			
		C2420，C1520，C2420X			
	备注：广西居住规范 66 页				

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	25.20	2.60	0.21	0.25	夏季 SHGC≤0.50	满足
北向	23.40	2.60	0.21	0.21	夏季 SHGC(不要求)	满足
西向	4.80	2.60	0.21	0.09	夏季 SHGC≤0.45	满足
综合平均	53.40	2.60	0.21	0.17		
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。