

隔热检查计算书

公共建筑

工程名称	广西城市建设学校新校区-23#a 建筑工匠学院实训大楼
工程地点	广西-桂林
设计编号	JZ-B【2023】-027
建设单位	广西城市建设学校
设计单位	广西华业建筑工程有限公司
设计人	冯大铭
校对人	方恒专
审核人	黄庆
计算日期	2023 年 11 月 17 日



采用软件	斯维尔节能设计 Bccs2024
软件版本	20230303 (广西)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	P2F92908B

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	5
4.4 室内空气温度	6
5 工程材料	6
6 工程构造	7
6.1 屋顶构造	7
6.1.1 平屋面	7
6.2 外墙构造	8
6.2.1 外墙	8
6.3 热桥柱构造	9
6.3.1 热桥柱构造一	9
6.4 热桥梁构造	11
6.4.1 热桥梁构造一	11
7 验算结论	12
7.1 空调房间	12

1 建筑概况

工程名称	广西城市建设学校新校区-23#a 建筑工匠学院实训大楼	
工程地点	广西-桂林	
地理位置	北纬：25.00°	东经：110.30°
气候子区	夏热冬冷 B 区	
大气透明度等级	5	
建筑面积	地上 9048 m ² 地下 0 m ²	
建筑层数	地上 9 地下 0	
建筑高度	38.7m	
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
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(°C), 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, (°C)。

$t_{e,max}$ —累年日平均温度最高日的最高温度(°C), 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, °C/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, °C。

- 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, °C。

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, °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/(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
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/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	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 C_p	蒸汽渗透系数 μ	备注
	W/(m.K)	W/(m ² .K)	kg/m ³	J/(kg.K)	g/(m.h.kPa)	
瓷砖粘结砂浆	0.870	10.750	1800.0	1014.7	0.0210	来源:《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93)》
石灰砂浆	0.810	10.070	1600.0	1050.0	0.0443	来源:《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93)》

钢筋混凝土	1.740	17.200	2500.0	920.0	0.0158	来源:《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93)》
黏土陶粒混凝土(密度1600)	0.840	10.360	1600.0	1098.1	0.0000	
石灰水泥砂浆	0.870	10.751	1700.0	1015.0	0.0140	
细石混凝土	1.740	16.487	2300.0	934.0	0.0000	
无机保温砂浆	0.070	1.260	300.0	1048.4	0.0000	
水泥砂浆	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(网格布)	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	
钢筋混凝土(1)	1.740	17.200	2500.0	935.2	0.0158	来源:《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93)》
阻燃型挤塑聚苯板	0.030	0.360	35.0	1488.0	0.0013	
钢筋混凝土(2)	1.740	17.200	2500.0	935.2	0.0158	来源:《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93)》
1:2.5 水泥砂浆	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 水泥砂浆找平层	0.930	11.370	1800.0	1050.0	0.0210	来源:《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93)》
聚合物水泥防水砂浆	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0140	
1.5 厚反应粘结型湿铺高分子防水卷材	0.270	6.730	1400.0	1680.0	0.0000	
B05 蒸压加气混凝土砌体及板 材, 砌筑(灰缝≤15mm)	0.180	2.890	500.0	1276.1	0.0000	
混凝土小型砌体	0.950	11.438	1700.0	1114.0	0.0000	

6 工程构造

6.1 屋顶构造

6.1.1 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
细石混凝土	40	13.3	1.740	16.487	1.00	0.023	0.379

阻燃型挤塑聚苯板	80	10.0	0.030	0.360	1.20	2.222	0.960
1.5 厚反应粘结型湿铺高分子防水卷材	1.5	1.5	0.270	6.730	1.00	0.006	0.037
1.5 厚反应粘结型湿铺高分子防水卷材	1.5	1.5	0.270	6.730	1.00	0.006	0.037
1:2.5 水泥砂浆	20	10.0	0.930	11.370	1.00	0.022	0.245
黏土陶粒混凝土（密度 1600）	30	10.0	0.840	10.360	1.50	0.024	0.370
钢筋混凝土	100	12.5	1.740	17.200	1.00	0.057	0.989
各层之和 Σ	273	—	—	—	—	2.359	3.017
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 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	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
26.75	26.71	26.67	26.63	26.59	26.56	26.52	26.49	26.46	26.45	26.46	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
26.56	26.63	26.70	26.77	26.83	26.87	26.89	26.89	26.87	26.85	26.82	26.78

6.2 外墙构造

6.2.1 外墙

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
聚合物水泥防水砂浆	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
1:3 水泥砂浆找平层	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
B05 蒸压加气混凝土砌体及板 材，砌筑（灰缝 $\leq 15\text{mm}$ ）	190	7.9	0.180	2.890	1.00	1.056	3.051
无机保温砂浆	35	7.0	0.070	1.260	1.20	0.417	0.630
抗裂砂浆（网格布）	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
各层之和 Σ	250	—	—	—	—	1.499	3.986
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.41						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	0.60						
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
26.72	26.69	26.66	26.62	26.58	26.54	26.51	26.47	26.43	26.40	26.39	26.39
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	26.47	26.52	26.57	26.61	26.66	26.70	26.73	26.75	26.76	26.76	26.74

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
26.75	26.71	26.68	26.64	26.60	26.56	26.52	26.48	26.45	26.41	26.38	26.37
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.38	26.41	26.44	26.49	26.55	26.61	26.67	26.72	26.76	26.78	26.78	26.77

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
26.71	26.68	26.65	26.61	26.58	26.54	26.50	26.47	26.43	26.40	26.37	26.37
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.38	26.41	26.46	26.51	26.57	26.62	26.67	26.70	26.73	26.74	26.75	26.73

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
26.65	26.63	26.60	26.57	26.54	26.51	26.47	26.44	26.41	26.37	26.35	26.34
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.35	26.37	26.40	26.44	26.49	26.53	26.57	26.61	26.64	26.66	26.67	26.66

6.3 热桥柱构造

6.3.1 热桥柱构造一

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

聚合物水泥防水砂浆	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
1:3 水泥砂浆找平层	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
钢筋混凝土(2)	600	12.8	1.740	17.200	1.00	0.345	5.931
无机保温砂浆	35	7.0	0.070	1.260	1.20	0.417	0.630
抗裂砂浆(网格布)	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
各层之和 Σ	660	—	—	—	—	0.788	6.866
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.41						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	1.05						
重质/轻质	重质围护结构						

6.3.1.1 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
27.02	27.02	27.03	27.03	27.03	27.04	27.04	27.04	27.04	27.04	27.03	27.03
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.03	27.02	27.02	27.01	27.01	27.00	27.00	27.00	27.00	27.01	27.01	27.01

6.3.1.2 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
27.00	27.00	27.01	27.01	27.02	27.02	27.02	27.03	27.03	27.03	27.02	27.02
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.02	27.01	27.01	27.00	27.00	26.99	26.99	26.99	26.99	26.99	26.99	26.99

6.3.1.3 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
26.98	26.99	26.99	26.99	27.00	27.00	27.00	27.01	27.01	27.00	27.00	27.00
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.00	26.99	26.99	26.98	26.98	26.97	26.97	26.97	26.97	26.97	26.97	26.98

6.3.1.4 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
26.88	26.89	26.89	26.89	26.90	26.90	26.90	26.90	26.91	26.91	26.90	26.90
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.90	26.89	26.89	26.89	26.88	26.88	26.88	26.87	26.87	26.87	26.88	26.88

6.4 热桥梁构造

6.4.1 热桥梁构造一

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
聚合物水泥防水砂浆	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
1:3 水泥砂浆找平层	15	7.5	0.930	11.370	1.00	0.016	0.183
钢筋混凝土(1)	400	12.9	1.740	17.200	1.00	0.230	3.954
无机保温砂浆	35	7.0	0.070	1.260	1.20	0.417	0.630
抗裂砂浆(网格布)	5	5.0	0.930	11.306	1.00	0.005	0.061
各层之和 Σ	460	—	—	—	—	0.673	4.889
差分时间步长(分钟)	5.0						
外表面太阳辐射吸收系数	0.41						
传热系数 $K=1/(0.16+\Sigma R)$	1.20						
重质/轻质	重质围护结构						

6.4.1.1 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
27.23	27.23	27.23	27.23	27.22	27.21	27.20	27.18	27.16	27.14	27.12	27.10
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.09	27.08	27.08	27.09	27.10	27.12	27.13	27.15	27.17	27.19	27.20	27.22

6.4.1.2 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
27.21	27.22	27.22	27.22	27.22	27.21	27.20	27.18	27.16	27.14	27.12	27.10
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.08	27.07	27.06	27.06	27.06	27.08	27.09	27.11	27.14	27.16	27.18	27.20

6.4.1.3 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
27.19	27.19	27.20	27.19	27.19	27.18	27.17	27.15	27.13	27.11	27.09	27.07
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
27.06	27.05	27.04	27.04	27.05	27.07	27.08	27.10	27.12	27.14	27.16	27.18

6.4.1.4 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
27.06	27.07	27.07	27.07	27.07	27.06	27.05	27.04	27.03	27.01	26.99	26.98
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
26.96	26.95	26.94	26.94	26.95	26.96	26.97	26.99	27.00	27.02	27.04	27.05

7 验算结论

7.1 空调房间

类型	构造	时刻	最高温度(°C)	限值(°C)	结论
屋顶	上:平屋面	18:35	26.89	28.50	满足
外墙	东:外墙	21:25	26.76	28.00	满足
	西:外墙	21:45	26.78	28.00	满足
	南:外墙	21:40	26.75	28.00	满足
	北:外墙	22:10	26.67	28.00	满足
热桥柱	东:热桥柱构造一	7:15	27.04	28.00	满足
	西:热桥柱构造一	7:55	27.03	28.00	满足
	南:热桥柱构造一	7:40	27.01	28.00	满足
	北:热桥柱构造一	8:10	26.91	28.00	满足
热桥梁	东:热桥梁构造一	1:35	27.23	28.00	满足
	西:热桥梁构造一	2:10	27.22	28.00	满足
	南:热桥梁构造一	1:55	27.20	28.00	满足
	北:热桥梁构造一	2:30	27.07	28.00	满足