

隔热检查计算书

居住建筑

工程名称	绿意·环生
工程地点	河北-唐山
设计编号	GX30398
建设单位	华北理工大学
设计单位	华北理工大学
设计人	
校对人	
审核人	
计算日期	2021 年 3 月 13 日



采用软件	斯维尔节能设计 BECS2020
软件版本	20200505(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	T17732568871

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 屋顶构造一.....	8
7. 验算结论.....	9
7.1 自然通风房间.....	9

1 建筑概况

工程名称	绿意·环生	
工程地点	河北-唐山	
地理位置	北纬: 39. 67°	东经: 118. 16°
气候子区	寒冷 A 区	
大气透明度等级	4	
建筑面积	地上 7476 m ²	地下 0 m ²
建筑层数	地上 11	地下 0
建筑高度	36.0m	
结构类型		

2 评价依据

- 《河北省居住建筑节能设计标准》(DB13(J)185-2015)
- 《民用建筑热工设计规范》GB50176
- 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378
- 《绿色建筑评价技术细则(试行)》
- 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

- 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。
- 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

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

- 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≥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):

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

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。

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

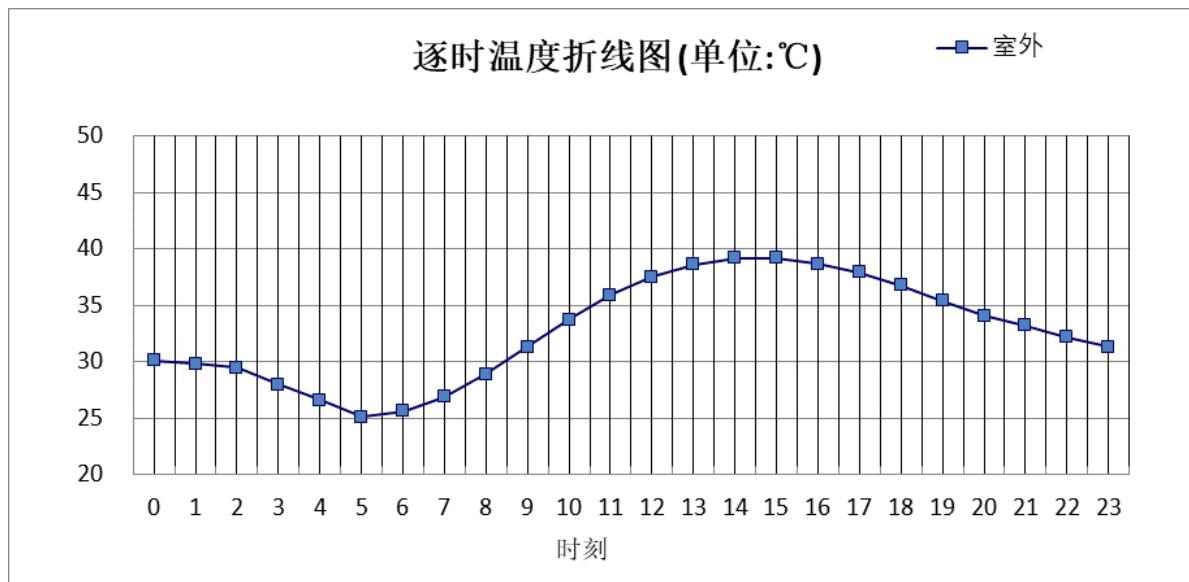
式中: t_i —差分节点温度值, °C。

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, $^{\circ}\text{C}$		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, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	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, $(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	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, $^{\circ}\text{C}$		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
30.10	29.80	29.50	28.00	26.60	25.10	25.60	26.90	28.90	31.30	33.70	35.90

12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
37.50	38.60	39.20	39.20	38.70	37.90	36.80	35.40	34.10	33.20	32.20	31.30

注：气象数据参考 天津-天津

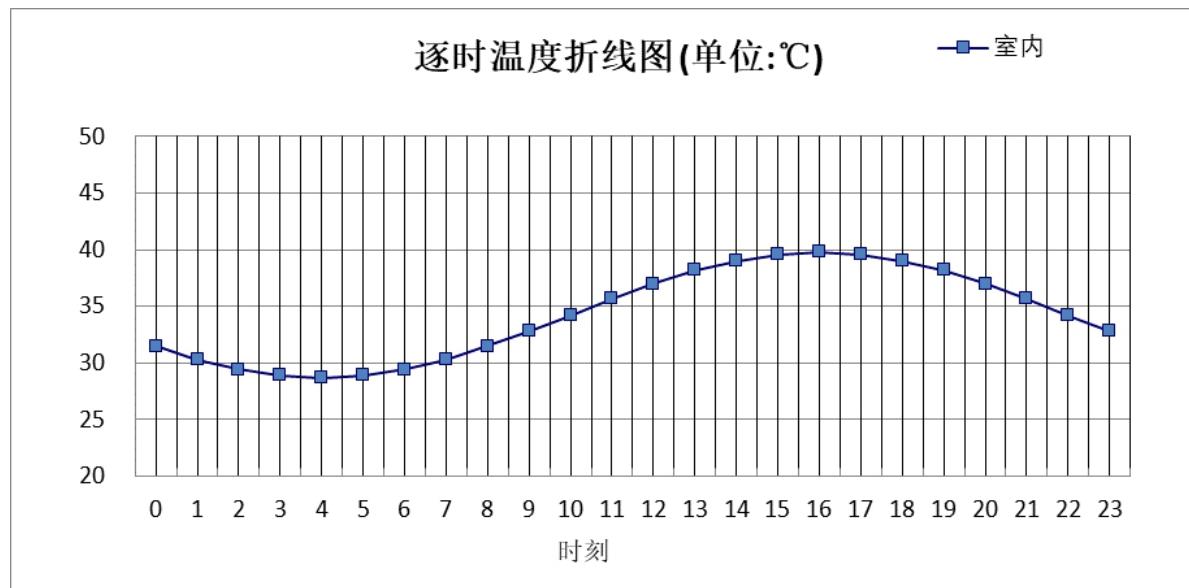
4.3 室外太阳辐射照度

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	0.47	0.04	0.11	0.09	0.20
5:00	112.54	49.64	55.70	26.13	104.90
6:00	246.87	107.96	107.70	64.14	234.20
7:00	401.99	175.05	146.80	119.09	402.50
8:00	472.27	254.32	168.38	139.38	568.40
9:00	456.56	347.62	193.92	162.45	728.90
10:00	362.74	417.86	214.36	180.39	837.10
11:00	229.24	454.29	229.24	192.85	893.00
12:00	224.02	433.11	375.71	188.23	863.90
13:00	212.42	376.26	489.47	177.52	782.00
14:00	198.30	297.46	543.62	163.84	657.50
15:00	178.50	212.63	505.08	145.08	499.50
16:00	141.95	136.80	358.51	79.72	321.70
17:00	77.42	58.79	188.41	26.47	152.60
18:00	0.00	0.05	0.09	0.05	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

注：气象数据参考 天津-天津

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
31.45	30.30	29.42	28.87	28.68	28.87	29.42	30.30	31.45	32.79	34.23	35.67
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
37.00	38.15	39.04	39.59	39.78	39.59	39.04	38.15	37.00	35.67	34.23	32.79

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	备注
	W/(m.K)	W/(m ² .K)				
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》GB50176-2016
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》GB50176-2016
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》GB50176-2016
挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (带表皮)	0.030	0.340	35.0	1380.0	0.0000	来源:《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016, 蒸汽渗透系数没有给出
混凝土多孔砖(190 六孔砖)	0.750	7.490	1450.0	709.4	0.0000	

聚合物砂浆 (网格布)	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	
阻燃聚苯乙烯泡沫板 EPS	0.050	0.430	20.0	2546.0	0.0000	
水泥膨胀珍珠岩($\rho=800$)	0.260	4.207	800.0	1170.0	0.0000	
钢筋混凝土 (1)	1.740	17.060	2500.0	920.0	0.0000	
聚苯板(EPS 板)	0.041	0.287	20.0	1380.0	0.0000	
水泥砂浆 (1)	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	
石灰水泥砂浆 (混合砂浆)	0.870	10.627	1700.0	1050.0	0.0000	
加气混凝土砌块	0.220	3.601	700.0	1158.0	0.0000	
石灰砂浆 (5)	0.810	9.948	1600.0	1050.0	0.0000	
硬质聚氨酯泡沫塑料	0.024	0.280	30.0	1500.0	0.0000	
水泥砂浆 (5)	0.930	11.306	1800.0	1050.0	0.0000	
聚苯颗粒保温浆料 ($\rho=230$)	0.059	1.020	230.0	1036.0	0.0000	

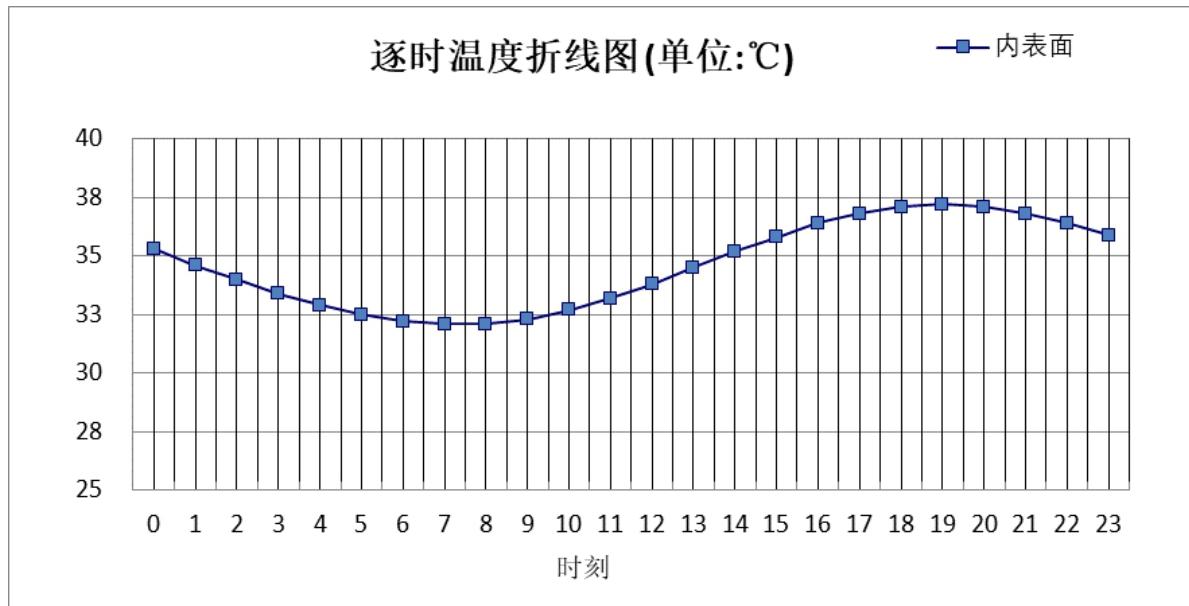
6 工程构造

6.1 屋顶构造

6.1.1 屋顶构造一

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/(m ² .K)	α	(m ² K)/W	D=R*S
聚合物砂浆 (网格布)	20	10.0	0.930	11.306	1.00	0.022	0.243
阻燃聚苯乙烯泡沫板 EPS	155	14.1	0.050	0.430	1.10	2.818	1.333
水泥膨胀珍珠岩($\rho=800$)	20	6.7	0.260	4.207	1.00	0.077	0.324
钢筋混凝土 (1)	100	12.5	1.740	17.060	1.00	0.057	0.980
各层之和 Σ	295	—	—	—	—	2.974	2.880
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 $K=1/(0.16+\sum R)$	0.32						
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
35.28	34.65	34.01	33.41	32.89	32.47	32.19	32.07	32.11	32.33	32.71	33.22
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
33.84	34.52	35.21	35.85	36.40	36.82	37.08	37.16	37.07	36.80	36.40	35.88

7 验算结论

7.1 自然通风房间

类型	构造	时刻	最高温度(°C)	限值(°C)	结论
屋顶	上:屋顶构造一	19:00	37.16	39.20	满足