防潮验算计算书

公共建筑

工程名称	碳影织构，绿核启航
工程地点	江西-南昌
设计编号	
建设单位	
设计单位	
设 计 人	
校 对 人	
审 核 人	
计算日期	2024 年 12 月 14 日

采用软件	斯维尔节能设计 Becs2024
软件版本	20240430(SP1)
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	T18379975037

目 录

1 建筑概况 3
2 评价依据 3
2.1 评价目标 3
2.2 评价方法 3
3 防潮验算计算过程 4
3.1 计算条件 4
3.2 屋顶构造：平屋面 1 砼 80＋钢筋砼 120 4
3.3 外墙（填充墙）构造：外墙（填充墙）构造一砼 80＋钢筋砼 120 6
3.4 外墙（剪力墙）构造：外墙（剪力墙）构造一砼 80＋钢筋砼 120 8
4 验算结论 10

1 建筑概况

工程名称	碳影织构，绿核启航
工程地点	江西-南昌
气候子区	夏热冬冷 A 区
建筑面积	地上 14172 ㎡　　地下 0 ㎡
建筑层数	地上 5　　地下 0
建筑高度	23.1m
结构类型	

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 55016-2021
3. 《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016
4. 施工图、设计说明、墙身大样图、节能计算书

2.1 评价目标

依据《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 **4.4.3** 条：供暖期间，围护结构中保温材料因内部冷凝受潮而增加的重量湿度允许增量，应符合要求；相应冷凝计算界面内侧最小蒸汽渗透阻应大于按式（3.2-1）计算的蒸汽渗透阻。

2.2 评价方法

根据《建筑环境通用规范》GB 55016 第 4.4.3 条，,当围护结构内部可能发生冷凝时，冷凝计算界面内侧所需的蒸汽渗透阻应按式（3.2-1）计算：

$$H_{o.i}=\frac{P_i-P_{s.c}}{\frac{10\rho_o\delta_i[\Delta\omega]}{24Z}+\frac{P_{s.c}-P_e}{H_{o.e}}} \tag{3.2-1}$$

则推导：

$$[\Delta\omega]=\frac{24Z\left(\frac{P_i-P_{s.c}}{H_{o.i}}-\frac{P_{s.c}-P_e}{H_{o.e}}\right)}{10\rho_o\delta_i} \tag{3.2-2}$$

式中：

$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的允许增量限值(%)；

$H_{o.i}$ —冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻(㎡·h·Pa/g)；

$H_{o.e}$ —冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻(㎡·h·Pa/g)；

P_i —室内空气水蒸气分压力(Pa)，根据室内计算温度和相对湿度确定；

P_e —室外空气水蒸气分压力(Pa)，根据本规范附录三附表3.1查得的采暖期室外平均温度和平均相对温度确定；

$P_{s.c}$ —冷凝计算界面处与界面温度θ_c 对应的饱和水蒸气分压力(Pa)；

Z—采暖期天数，应符合本规范附录三附表3.1的规定；

ρ_0—保温材料的干密度(kg/m³)；

δ_i—保温材料厚度(m)；

冷凝计算界面温度可按下式计算：

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - \bar{t}_e}{R_o}(R_i + R_{o,i})$$

式中：θ_c—冷凝计算界面温度（℃）

t_i—室内计算温度（℃）

$\bar{t}_e$—采暖期室外平均温度（℃）

R_o—围护结构传热阻（㎡·K/W）

R_i—内表面换热阻（㎡ K/W）

$R_{o,i}$—冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻（㎡·K/W）

3 防潮验算计算过程

3.1 计算条件

R_i 内表面换热阻（㎡*K/W）	0.11	按《民用建筑热工设计规范》GB50176 附录 B.4 的规定采用。
ti 室内计算温度(℃)	18	按《民用建筑热工设计规范》GB50176 第 3.3.1 条规定采用。
室内相对湿度(%)	60	按《民用建筑热工设计规范》GB50176 第 3.3.1 条规定采用。
$\bar{t}_e$ 采暖期室外平均温度（℃）	4.90	按《民用建筑热工设计规范》GB50176 附录表 A.0.1 确定。
室外相对湿度(%)	76.00	按《民用建筑热工设计规范》GB50176 附录表 A.0.1 确定。
Z 采暖天数	7	按《民用建筑热工设计规范》GB50176 附录 A 表 A.0.1 确定。

3.2 屋顶构造：平屋面 1 砼 80＋钢筋砼 120

材料名称	厚度δ	导热系数	修正	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R

（由上到下）		λ	系数			
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m³	g/(m.h.KPa)	(㎡ K)/W
细石混凝土（双向配筋）	40	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.023
水泥砂浆	10	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.011
自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	0.230	1.00	900.00	0.0014	0.013
自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	0.230	1.00	900.00	0.0014	0.013
防水砂浆	1.5	0.930	1.00	1800.00	0.0000	0.002
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
挤塑聚苯乙烯泡沫板（xps）(ρ=30)	90	0.030	1.00	30.00	0.0162	3.000
钢筋混凝土	100	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.057

3.2.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m3)	θ i 温度 (℃)	Pb 饱和水蒸汽分压力 (Pa)	Ps 水蒸汽分压力 (Pa)	λ 导热系数 W/(m.k)	α 修正系数	R 热阻 (m2.k/W)	μ 蒸汽渗透系数 g/(m.h.kPa)	H 蒸汽渗透阻 (m2.h.Pa/g)
1	室外			4.90	866.1	658.2					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.10	878.2	658.3					
4	细石混凝土（双向配筋）	40	2500				1.74	1.00	0.02	0.0158	2531.65
5	0~1			5.19	883.9	731.1					
6	水泥砂浆	10	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	476.19
7	1~2			5.23	886.6	744.8					
8	自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	900				0.23	1.00	0.01	0.0014	2142.86
9	2~3			5.28	889.9	806.4					
10	自粘聚合物改性沥青防水卷材	3	900				0.23	1.00	0.01	0.0014	2142.86
11	3~4			5.34	893.1	868.0					
12	防水砂浆	1.5	1800				0.93	1.00	0.00	0.0000	0.00
13	4~5			5.34	893.5	868.0					
14	水泥砂浆	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
15	5~6			5.43	898.9	895.3					
16	挤塑聚苯乙烯泡沫板（xps）(ρ=30)	90	30				0.03	1.00	3.00	0.0162	5555.56
17	6~7			17.34	1978.2	1055.0					
18	钢筋混凝土	100	2500				1.74	1.00	0.06	0.0158	6329.11

19	内表面			17.56	2007.0	1237.0					
20	室内换热层								0.11		7.9808
21	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.2.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o.i}$

围护结构冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o.i}$ =3.06

3.2.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - \bar{t}_e}{R_o}(R_i + R_{o.i})$$

将参数代入上式， θ_c =5.43

3.2.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o.i}$	$H_{o.i}$ —冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻(㎡-h·Pa/g)	11885	应≥限值(207)
$H_{o.e}$	$H_{o.e}$ —冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻(㎡-h·Pa/g)	8245.93	
P_i	P_i —室内空气水蒸气分压力(Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e —室外空气水蒸气分压力(Pa)	658.24	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s.c}$	$P_{s.c}$ —冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力(Pa)	898.94	
ρ_0	ρ_0 —保温材料的干密度(kg/m^3)	30.00	
δ_i	δ_i —保温材料厚度(m)	0.09	
$[\Delta\omega]=\frac{24Z\left(\frac{P_i-P_{s.c}}{H_{o.i}}-\frac{P_{s.c}-P_e}{H_{o.e}}\right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的增量(%)	0.00	应≤增量限值(%)=10.00

3.3 外墙（填充墙）构造：外墙（填充墙）构造一砼 80＋钢筋砼 120

材料名称（由上到下）	厚度δ	导热系数λ	修正系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m³	g/(m.h.KPa)	(㎡ K)/W
石材幕墙饰面	5	1.740	1.00	1500.00	0.0158	0.003

抹面砂浆（敷设耐碱玻纤网格布一层）	15	0.760	1.00	1500.00	0.0000	0.020
岩棉板(ρ=60-160)	60	0.041	1.20	110.00	0.4880	1.220
现场喷涂硬泡聚氨酯防水保温材料(b1 级)	1.5	0.024	1.25	45.00	0.0000	0.050
纸面石膏板	50	0.330	1.00	1050.00	0.0000	0.152
水泥砂浆	15	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.016
玻璃棉板、毡(ρ＜40)	20	0.040	1.00	40.00	0.4880	0.500

3.3.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m3)	θ i 温度 (℃)	Pb 饱和水蒸汽分压力 (Pa)	Ps 水蒸汽分压力 (Pa)	λ 导热系数 W/(m.k)	α 修正系数	R 热阻 (m2.k/W)	μ 蒸汽渗透系数 g/(m.h.kPa)	H 蒸汽渗透阻 (m2.h.Pa/g)
1	室外			4.90	866.1	658.2					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.20	884.7	659.5					
4	石材幕墙饰面	5	1500				1.74	1.00	0.00	0.0158	316.46
5	0~1			5.22	885.9	811.5					
6	抹面砂浆（敷设耐碱玻纤网格布一层）	15	1500				0.76	1.00	0.02	0.0000	0.00
7	1~2			5.34	893.5	811.5					
8	岩棉板(ρ=60-160)	60	110				0.04	1.20	1.22	0.4880	122.95
9	2~3			12.88	1488.4	870.6					
10	现场喷涂硬泡聚氨酯防水保温材料(b1 级)	1.5	45				0.02	1.25	0.05	0.0000	0.00
11	3~4			13.19	1518.6	870.6					
12	纸面石膏板	50	1050				0.33	1.00	0.15	0.0000	0.00
13	4~5			14.13	1610.8	870.6					
14	水泥砂浆	15	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	714.29
15	5~6			14.23	1621.4	1213.7					
16	玻璃棉板、毡(ρ＜40)	20	40				0.04	1.00	0.50	0.4880	40.98
17	内表面			17.32	1976.3	1233.4					
18	室内换热层								0.11		7.9808
19	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.3.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o.i}$

围护结构冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o.i}$ =1.94

3.3.3 冷凝计算界面温度 θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - \bar{t}_e}{R_o}(R_i + R_{o.i})$$

将参数代入上式， θ_c =5.35

3.3.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o.i}$	$H_{o.i}$ —冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻(㎡-h-Pa/g)	878	应≥限值(127)
$H_{o.e}$	$H_{o.e}$ —冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻(㎡-h-Pa/g)	316.46	
P_i	P_i —室内空气水蒸气分压力(Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e —室外空气水蒸气分压力(Pa)	658.24	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s.c}$	$P_{s.c}$ —冷凝计算界面处与界面温度 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力(Pa)	893.97	
ρ_0	ρ_0 —保温材料的干密度(kg/m^3)	110.00	
δ_i	δ_i —保温材料厚度(m)	0.06	
$[\Delta\omega]=\frac{24Z\left(\frac{P_i-P_{s.c}}{H_{o.i}}-\frac{P_{s.c}-P_e}{H_{o.e}}\right)}{10\rho_o\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的增量(%)	0.00	应≤增量限值(%)=5.00

3.4 外墙（剪力墙）构造：外墙（剪力墙）构造一砼 80＋钢筋砼 120

材料名称（由上到下）	厚度δ	导热系数λ	修正系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	α	Kg/m³	g/(m.h.KPa)	(㎡ K)/W
石材幕墙饰面	5	1.740	1.00	1500.00	0.0158	0.003
抹面砂浆（敷设耐碱玻纤网格布一层）	6	0.760	1.00	1500.00	0.0000	0.008
岩棉板(ρ=60-160)	60	0.041	1.20	110.00	0.4880	1.220
现场喷涂硬泡聚氨酯防水保温材料(b1 级)	1.5	0.024	1.25	45.00	0.0000	0.050

水泥砂浆	15	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.016
纸面石膏板	30	0.330	1.00	1050.00	0.0000	0.091
玻璃棉板、毡(ρ＜40)	20	0.040	1.00	40.00	0.4880	0.500

3.4.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m3)	θ i 温度 (℃)	Pb 饱和水蒸汽分压力 (Pa)	Ps 水蒸汽分压力 (Pa)	λ 导热系数 W/(m.k)	α 修正系数	R 热阻 (m2.k/W)	μ 蒸汽渗透系数 g/(m.h.kPa)	H 蒸汽渗透阻 (m2.h.Pa/g)
1	室外			4.90	866.1	658.2					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			5.23	886.6	659.5					
4	石材幕墙饰面	5	1500				1.74	1.00	0.00	0.0158	316.46
5	0~1			5.25	887.7	811.5					
6	抹面砂浆（敷设耐碱玻纤网格布一层）	6	1500				0.76	1.00	0.01	0.0000	0.00
7	1~2			5.30	890.9	811.5					
8	岩棉板 (ρ=60-160)	60	110				0.04	1.20	1.22	0.4880	122.95
9	2~3			13.10	1509.4	870.6					
10	现场喷涂硬泡聚氨酯防水保温材料 (b1 级)	1.5	45				0.02	1.25	0.05	0.0000	0.00
11	3~4			13.42	1540.4	870.6					
12	水泥砂浆	15	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	714.29
13	4~5			13.52	1550.4	1213.7					
14	纸面石膏板	30	1050				0.33	1.00	0.09	0.0000	0.00
15	5~6			14.10	1607.7	1213.7					
16	玻璃棉板、毡 (ρ＜40)	20	40				0.04	1.00	0.50	0.4880	40.98
17	内表面			17.30	1973.4	1233.4					
18	室内换热层								0.11		7.9808
19	室内			18.00	2062.0	1237.2					

3.4.2 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o.i}$

围护结构冷凝计算界面的位置，应取保温层与外侧密实材料层的交界处。 $R_{o.i}$ =1.88

3.4.3 冷凝计算界面温度θ_c

$$\theta_c = t_i - \frac{t_i - \bar{t}_e}{R_o}(R_i + R_{o.i})$$

将参数代入上式，θ_c=5.29

3.4.4 围护结构冷凝受潮验算

$H_{o.i}$	$H_{o.i}$ —冷凝计算界面内侧实际的蒸汽渗透阻(㎡-h·Pa/g)	878	应≥限值(129)
$H_{o.e}$	$H_{o.e}$ —冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻(㎡-h·Pa/g)	316.46	
P_i	P_i —室内空气水蒸气分压力(Pa)	1237.20	根据室内计算温度和相对湿度确定。
P_e	P_e —室外空气水蒸气分压力(Pa)	658.24	根据采暖期室外平均温度和平均相对湿度确定。
$P_{s.c}$	$P_{s.c}$ —冷凝计算界面处与界面温度θ_c 对应的饱和水蒸气分压力(Pa)	890.20	
ρ_0	ρ_0 —保温材料的干密度(kg/m^3)	110.00	
δ_i	δ_i —保温材料厚度(m)	0.06	
$[\Delta\omega]=\frac{24Z\left(\frac{P_i-P_{s.c}}{H_{o.i}}-\frac{P_{s.c}-P_e}{H_{o.e}}\right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的增量(%)	0.00	应≤增量限值(%)=5.00

4 验算结论

类型	构造	增量限值(%)	实际增量(%)	内侧蒸汽渗透阻限值	内侧蒸汽渗透阻	结论
屋顶	平屋面 1	10	0	207	11885	满足
外墙（填充墙）	外墙（填充墙）构造一	5	0	127	878	满足
外墙（剪力墙）	外墙（剪力墙）构造一	5	0	129	878	满足