

# 防潮验算计算书

## 公共建筑

工程名称	石家庄市农业科技创新中心 1#建筑（科技创新中心）
工程地点	河北-石家庄
设计编号	M4820-1
建设单位	石家庄市农林科学研究院
设计单位	北方工程设计研究院有限公司
设计人	张明泽
校对 人	李伟恒
审核 人	程蔚媛
计算日期	2025 年 01 月



采用软件	斯维尔节能设计 Bccs2022
软件版本	20210808SP1
研发单位	北京绿建软件股份有限公司
正版授权码	P2FD9108F

# 目 录

<b>1</b>	<b>建筑概况</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>评价依据</b> .....	<b>3</b>
2.1	评价目标 .....	3
2.2	评价方法 .....	3
<b>3</b>	<b>防潮验算计算过程</b> .....	<b>4</b>
3.1	计算条件 .....	4
3.2	上人屋面 .....	5
3.2.1	冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$ .....	5
3.2.2	冷凝计算界面温度 $\theta_c$ .....	5
3.2.3	围护结构冷凝受潮验算 .....	5
3.3	砂加气保温复合板 .....	6
3.3.1	冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$ .....	6
3.3.2	冷凝计算界面温度 $\theta_c$ .....	6
3.3.3	围护结构冷凝受潮验算 .....	6
3.4	变形缝 .....	7
3.4.1	冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$ .....	7
3.4.2	冷凝计算界面温度 $\theta_c$ .....	7
3.4.3	围护结构冷凝受潮验算 .....	7
3.5	阳台隔墙构造一 .....	8
3.5.1	冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 $R_{o,i}$ .....	8
3.5.2	冷凝计算界面温度 $\theta_c$ .....	8
3.5.3	围护结构冷凝受潮验算 .....	8
<b>4</b>	<b>验算结论</b> .....	<b>9</b>

## 1 建筑概况

工程名称	石家庄市农业科技创新中心 1#建筑（科技创新中心）	
工程地点	河北-石家庄	
地理位置	北纬：38.00°	东经：114.41°
气候子区	寒冷 B 区	
建筑面积	地上 11009.41 m <sup>2</sup> 地下 -m <sup>2</sup>	
建筑层数	地上 5 地下-	
建筑高度	23.9m	
结构类型	框架结构	

## 2 评价依据

1. 公共建筑节能设计标准 DB13(J)81-2016
2. 《民用建筑热工设计规范》GB50176
3. 河北省《绿色建筑评价标准》DB13(J)/T 8352-2020
4. 《绿色建筑评价技术细则》
5. 施工图、设计说明、节能计算书

### 2.1 评价目标

1. 依据《民用建筑热工设计规范》GB50176和河北省《绿色建筑评价标准》DB13(J)/T 8352-2020 的要求和规定，采暖期间，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。
2. 通过计算采暖期间围护结构中保温材料因内部冷凝受潮而增加的湿度，判断是否不大于《民用建筑热工设计规范》GB50176规定的采暖期间保温材料重量湿度的允许增量。

### 2.2 评价方法

根据《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 第 7.1.4 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：

$$H_{o,i} = \frac{P_i - P_{s,c}}{10\rho_o\delta_i[\Delta\omega] + \frac{P_{s,c} - P_e}{H_{o,e}}} \quad (3.2-1)$$

则推导：

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

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(m<sup>2</sup>·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 ( $m^2 \cdot h \cdot Pa/g$ );
- $P_i$  — 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湿度确定;
- $P_{s,c}$  — 冷凝计算界面处与界面温度  $\theta_c$  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;
- $\rho_0$  — 保温材料的干密度 ( $kg/m^3$ );
- $\delta_i$  — 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:  $\theta_c$  — 冷凝计算界面温度 ( $^{\circ}C$ )

$t_i$  — 室内计算温度 ( $^{\circ}C$ )

$\bar{t}_e$  — 采暖期室外平均温度 ( $^{\circ}C$ )

$R_o$  — 围护结构传热阻 ( $m^2 \cdot K/W$ )

$R_i$  — 内表面换热阻 ( $m^2 \cdot K/W$ )

$R_{o,i}$  — 冷凝计算界面至围护结构内表面之间的热阻 ( $m^2 \cdot K/W$ )

### 3 防潮验算计算过程

#### 3.1 计算条件

$R_i$ 内表面换热阻 ( $m^2 \cdot K/W$ )	0.11	按《民用建筑热工设计规范》GB50176附录 B.4 的规定采用。
$t_i$ 室内计算温度( $^{\circ}C$ )	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 ( $^{\circ}C$ )	0.90	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(%)	53.00	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	97	按《民用建筑热工设计规范》GB50176

	附录 A 表 A.0.1 确定。
--	------------------

### 3.2 上人屋面

材料名称 (由上到下)	厚度 $\delta$	导热系数 $\lambda$	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	$\alpha$	Kg/m <sup>3</sup>	g/(m.h.KPa)	(m <sup>2</sup> K)/W
挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (带表皮)	85	0.030	1.10	35.00	0.0000	2.576
水泥砂浆	40	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.043
水泥珍珠岩找坡层 $\rho=600$	30	0.340	1.00	600.00	0.0140	0.088
钢筋混凝土	120	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.069
石灰水泥砂浆 (混合砂浆)	20	0.870	1.00	1700.00	0.0000	0.023

#### 3.2.1 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。  $R_{o,i} =$

#### 3.2.2 冷凝计算界面温度 $\theta_c$

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

将参数代入上式，  $\theta_c =$

#### 3.2.3 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 (m <sup>2</sup> ·h·Pa/g)	-	
$H_{o,e}$	$H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 (m <sup>2</sup> ·h·Pa/g)	-	
$P_i$	$P_i$ — 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)	345.30	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 $\theta_c$ 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	-	

$\rho_0$	$\rho_0$ —保温材料的干密度 (kg/m <sup>3</sup> )	-	
$\delta_i$	$\delta_i$ —保温材料厚度 (m)	-	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left( \frac{P_i - P_{s.c}}{H_{o.i}} - \frac{P_{s.c} - P_e}{H_{o.e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	-	增量限值 (%)=10.00

### 3.3 砂加气保温复合板

材料名称 (由上到下)	厚度 $\delta$	导热系数 $\lambda$	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	$\alpha$	Kg/m <sup>3</sup>	g/(m.h.KPa)	(m <sup>2</sup> K)/W
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
蒸压加气混凝土	250	0.200	1.10	500.00	0.0000	1.136
石墨挤塑聚苯板	50	0.024	1.10	28.00	0.0000	1.894
石灰水泥砂浆 (混合砂浆)	20	0.870	1.00	1700.00	0.0000	0.023

#### 3.3.1 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。  $R_{o.i}=3.05$

#### 3.3.2 冷凝计算界面温度 $\theta_c$

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

将参数代入上式， $\theta_c=1.23$

#### 3.3.3 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 (m <sup>2</sup> ·h·Pa/g)	0.00	
$H_{o.e}$	$H_{o.e}$ —冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 (m <sup>2</sup> ·h·Pa/g)	952.38	
$P_i$	$P_i$ —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)	345.30	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 $\theta_c$ 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	667.08	
$\rho_0$	$\rho_0$ — 保温材料的干密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	500.00	
$\delta_i$	$\delta_i$ — 保温材料厚度 (m)	0.25	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left( \frac{P_i - P_{s.c}}{H_{o.i}} - \frac{P_{s.c} - P_e}{H_{o.e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	增量限值 (%) = 4.00

### 3.4 变形缝

材料名称 (由上到下)	厚度 $\delta$	导热系数 $\lambda$	修正系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	$\alpha$	$\text{Kg}/\text{m}^3$	$\text{g}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{KPa})$	( $\text{m}^2$ K)/W
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
蒸压加气混凝土	200	0.200	1.00	500.00	0.0000	1.000
石灰水泥砂浆 (混合砂浆)	20	0.870	1.00	1700.00	0.0000	0.023

#### 3.4.1 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。  $R_{o.i}=1.02$

#### 3.4.2 冷凝计算界面温度 $\theta_c$

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

将参数代入上式，  $\theta_c=1.78$

#### 3.4.3 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 ( $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{g}$ )	0.00	
$H_{o.e}$	$H_{o.e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ( $\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{g}$ )	952.38	
$P_i$	$P_i$ — 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)	345.30	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 $\theta_c$ 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	694.24	
$\rho_0$	$\rho_0$ — 保温材料的干密度 (kg/m <sup>3</sup> )	500.00	
$\delta_i$	$\delta_i$ — 保温材料厚度 (m)	0.20	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left( \frac{P_i - P_{s.c}}{H_{o.i}} - \frac{P_{s.c} - P_e}{H_{o.e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ — 采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	0.00	增量限值 (%)=4.00

### 3.5 阳台隔墙构造一

材料名称 (由上到下)	厚度 $\delta$	导热系数 $\lambda$	修正 系数	密度	蒸汽渗透系数	热阻 R
	(mm)	W/(m.K)	$\alpha$	Kg/m <sup>3</sup>	g/(m.h.KPa)	(m <sup>2</sup> K)/W
水泥砂浆	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
蒸压加气混凝土	200	0.200	1.00	500.00	0.0000	1.000
石灰砂浆	20	0.810	1.00	1600.00	0.0443	0.025

#### 3.5.1 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。  $R_{o.i}=1.02$

#### 3.5.2 冷凝计算界面温度 $\theta_c$

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

将参数代入上式， $\theta_c=1.78$

#### 3.5.3 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 (m <sup>2</sup> ·h·Pa/g)	451.47	
$H_{o.e}$	$H_{o.e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 (m <sup>2</sup> ·h·Pa/g)	952.38	

$P_i$	$P_i$ —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)	345.30	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 $\theta_c$ 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	694.18	
$\rho_0$	$\rho_0$ —保温材料的干密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	500.00	
$\delta_i$	$\delta_i$ —保温材料厚度 (m)	0.20	
$[\Delta\omega] = \frac{24Z \left( \frac{P_i - P_{s.c}}{H_{o,i}} - \frac{P_{s.c} - P_e}{H_{o,e}} \right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的增量 (%)	1.00	增量限值 (%) = 4.00

#### 4 验算结论

类型	构造	增量限值 (%)	实际增量 (%)	结论
屋顶	上人屋面	10	0	满足
外墙	砂加气保温复合板	4	0	满足
	变形缝	4	0	满足
阳台隔墙	阳台隔墙构造一	4	1	满足