

冷 凝 验 算 计 算 书

公共建筑

新建项目

设计编号:



工程地点 : 石家庄市长安区胜利北街 479 号

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 : 王梦茜

校对 人 : 李伟恒

审 定 人 : 程蔚媛

报告日期 : 2025 年 2 月 18 日

采用软件 : 节能设计 BECS2025
软件版本 : 20250101(SP1)
正版授权码 : P2FD9108F
研发单位 : 北京绿建软件股份有限公司



绿建斯维尔

绿色建筑专家

1 建筑概况

工程名称	石家庄市农业科技创新中心项目 3#建筑（粮油作物研究中心）
工程地点	河北-石家庄
气候子区	寒冷 B 区
建筑面积	地上 6385.02
建筑层数	地上 4
建筑高度	22.9m
结构类型	钢筋混凝土框架结构

2 评价依据

1. 公共建筑节能设计标准 DB13(J)81-2016
2. 《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：

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

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 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{g}$)；
- $H_{o,e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}/\text{g}$)；
- 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 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/m^3)；

δ_i —保温材料厚度 (m)；

冷凝计算界面温度可按下列公式计算：

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

式中： θ_c —冷凝计算界面温度 ($^{\circ}\text{C}$)

t_i —室内计算温度 ($^{\circ}\text{C}$)

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

R_o —围护结构传热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)

R_i —内表面换热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)

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

3 防潮验算计算过程

3.1 计算条件

R_i 内表面换热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	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 ($^{\circ}\text{C}$)	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 ($^{\circ}\text{C}$)	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 外墙（填充墙）构造：砂加气保温复合板

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/m ³	g/(m.h.KPa)	(m ² K)/W
细石混凝土	20	1.510	1.00	2300.00	0.0000	0.013
砂加气墙板	250	0.220	1.00	600.00	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

3.2.1 围护结构冷凝受潮计算表

序号	名称	δ 厚度 (mm)	ρ 密度 (kg/m ³)	θ_i 温度 (°C)	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 (m ² .k/ W)	μ 蒸汽 渗透 系数 g/(m.h. kPa)	H 蒸汽渗 透阻 (m ² .h.Pa/ g)
1	室外			0.90	651.5	345.3					
2	室外换热层								0.04		2.6667
3	外表面			1.11	661.2	568.7					
4	细石混凝土	20	2300				1.51	1.00	0.01	0.0000	0.00
5	0~1			1.18	664.7	568.7					
6	砂加气墙板	250	600				0.22	1.00	1.14	0.0000	0.00
7	1~2			7.22	1016.7	568.7					
8	石墨挤塑聚 苯板	50	28				0.02	1.10	1.89	0.0000	0.00
9	2~3			17.29	1972.9	568.7					
10	石灰水泥砂 浆（混合砂 浆）	20	1700				0.87	1.00	0.02	0.0000	0.00
11	内表面			17.42	1988.3	568.7					
12	室内换热层								0.11		7.9808
13	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。 $R_{o,i} =$

3.2.3 冷凝计算界面温度 θ_c

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

将参数代入上式， $\theta_c =$

3.2.4 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 ($m^2 \cdot h \cdot Pa/g$)	-	应 \geq 限值(-)
$H_{o.e}$	$H_{o.e}$ — 冷凝计算界面至围护结构外表面之间的蒸汽渗透阻 ($m^2 \cdot h \cdot Pa/g$)	-	
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 θ_c 对应的饱和水蒸气分压力 (Pa)	-	
ρ_0	ρ_0 — 保温材料的干密度 (kg/m^3)	-	
δ_i	δ_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 (%)	-	应 \leq 增量限值 (%) = 10.00

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
外墙 (填充墙)	砂加气保温复合板	10	0	-	-	无需计算