冷 凝 验 算 计 算 书

公共建筑

龙胜各族自治县龙脊镇小学

设计编号：ZC20260918

工程地点	：	广西-桂林
建设单位	：	龙胜各族自治县教育局新建学生餐厅及活动场地
设计单位	：	中城恒业设计集团有限公司
设 计 人	：	陈博
校 对 人	：	刘云亚
审 定 人	：	刘庆山
报告日期	：	2026 年 9 月 28 日

采 用 软 件 ：节能设计 BECS2025
软 件 版 本 ：20250505(PLUS)
正 版 授 权 码 ：P49457AA3
研 发 单 位 ：北京绿建软件股份有限公司

GBSWARE 绿建斯维尔 绿 色 建 筑 专 家

1 建筑概况

工程名称	龙胜各族自治县龙脊镇小学
工程地点	广西-桂林
气候子区	夏热冬冷 B 区
建筑面积	地上 324 ㎡　　地下 0 ㎡
建筑层数	地上 1　　地下 0
建筑高度	5.6m
结构类型	

2 评价依据

1. 《广西公共建筑节能设计标准》DBJ/T45-096-2022
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：

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

则推导：

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

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/m^3)；

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（℃）	4.10	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(%)	65	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	0	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：坡屋面

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
细石混凝土（双向配筋）	50	1.740	1.00	2500.00	0.0000	0.029
绝热挤塑聚苯乙烯泡沫板	84	0.030	1.20	35.00	0.0000	2.333
水泥砂浆(1)	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
钢筋混凝土(1)	120	1.740	1.00	2500.00	0.0158	0.069
石灰水泥砂浆（混合砂浆）	10	0.870	1.00	1700.00	0.0975	0.011

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			4.10	818.9	532.3					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			4.37	834.7	532.5					
4	细石混凝土（双向配筋）	50	2500				1.74	1.00	0.03	0.0000	0.00
5	0~1			4.52	843.7	532.5					
6	绝热挤塑聚苯乙烯泡沫板	84	35				0.03	1.20	2.33	0.0000	0.00
7	1~2			16.88	1921.4	532.5					
8	水泥砂浆(1)	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
9	2~3			16.99	1935.0	610.0					
10	钢筋混凝土(1)	120	2500				1.74	1.00	0.07	0.0158	7594.94
11	3~4			17.36	1980.9	1228.2					
12	石灰水泥砂浆（混合砂浆）	10	1700				0.87	1.00	0.01	0.0975	102.56
13	内表面			17.42	1988.6	1236.6					
14	室内换热层								0.11		7.9808
15	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

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

将参数代入上式，θ_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(㎡-h·Pa/g)	-	应≥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(㎡-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)	532.29	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≤增量限值(%)=5.00

3.3 外墙（填充墙）构造：外墙构造一

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
水泥砂浆(1)	20	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.022
水泥砂浆（防水砂浆）	5	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.005
页岩烧结多孔砖	200	0.760	1.00	1100.00	0.0000	0.263
气凝胶复合保温隔热材料	34	0.041	1.10	1000.00	0.0000	0.754
水泥砂浆（防水砂浆）	5	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.005
水泥砂浆(1)	5	0.930	1.00	1800.00	0.0210	0.005

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	Ps 水蒸汽分压力	λ 导热系数	α 修正系数	R 热阻 (m2.k/	μ 蒸汽渗透	H 蒸汽渗透阻

					压力 (Pa)	(Pa)	W/(m.k)		W)	系数 g/(m.h. kPa)	(m2.h.Pa/ g)
1	室外			4.10	818.9	532.3					
2	室外换热层								0.05		2.6667
3	外表面			4.68	852.9	533.4					
4	水泥砂浆(1)	20	1800				0.93	1.00	0.02	0.0210	952.38
5	0~1			4.92	867.4	933.7					
6	水泥砂浆（防水砂浆）	5	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	238.10
7	1~2			4.98	871.1	1033.7					
8	页岩烧结多孔砖	200	1100				0.76	1.00	0.26	0.0000	0.00
9	2~3			7.99	1071.6	1033.7					
10	气凝胶复合保温隔热材料	34	1000				0.04	1.10	0.75	0.0000	0.00
11	3~4			16.62	1890.6	1033.7					
12	水泥砂浆（防水砂浆）	5	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	238.10
13	4~5			16.68	1897.9	1133.8					
14	水泥砂浆(1)	5	1800				0.93	1.00	0.01	0.0210	238.10
15	内表面			16.74	1905.3	1233.8					
16	室内换热层								0.11		7.9808
17	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。$R_{o.i}$=0.76

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=7.99

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)	476	应≥限值(0)
$H_{o.e}$	$H_{o.e}$ —冷凝计算界面至围	1190.48	

	护结构外表面之间的蒸汽渗透阻(㎡·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)	532.29	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)	1071.38	
ρ_0	ρ_0 —保温材料的干密度(kg/m^3)	1000.00	
δ_i	δ_i —保温材料厚度(m)	0.03	
$[\Delta\omega]=\frac{24Z\left(\frac{P_i-P_{s.c}}{H_{o.i}}-\frac{P_{s.c}-P_e}{H_{o.e}}\right)}{10\rho_0\delta_i}$	$[\Delta\omega]$ —采暖期间保温材料重量湿度的增量(%)	0.00	应≤增量限值(%)=4.00

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	坡屋面	5	0	-	-	无需计算
外墙（填充墙）	外墙构造一	4	0	-	476	满足