

# 围护结构防结露验算报告

## 一、项目概述

项目名称：黑岩村建筑围护结构防结露验算

验算目的：随着旅游活动的开展，建筑内部人员活动及空调等设备的使用，室内外温差变化较大，可能导致围护结构表面出现结露现象。结露不仅影响建筑美观，还可能对建筑结构和内部装饰造成损害，影响游客体验。本次验算旨在评估建筑围护结构在不同季节、不同室内外环境条件下的防结露性能，为后续可能的围护结构改造或防护措施提供依据。

## 二、验算依据

### 标准规范

GB 50176 - 2016《民用建筑热工设计规范》，该规范对民用建筑围护结构的热工性能设计，包括保温、隔热、防潮、防结露等方面做出了详细规定，是本次验算的主要依据。

GB/T 51140 - 2015《建筑防结露技术规程》，提供了建筑防结露的设计、计算方法及相关技术措施。

气象参数：参考当地气象资料，获取该地区最冷月平均温度  $-5^{\circ}\text{C}$ ，最热月平均温度  $30^{\circ}\text{C}$ ，室内设计温度冬季为  $20^{\circ}\text{C}$ ，夏季为  $26^{\circ}\text{C}$ ，室内相对湿度冬季为 40%，夏季为 60%。

## 三、围护结构热工参数确定

### 外墙热工参数

传热系数  $K$ ：根据外墙材料及构造，通过热阻计算得出外墙传热系数  $K = 2.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。其中，黏土砖墙的导热系数为  $0.81\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，内表面换热系数  $\alpha_i = 8.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，外表面换热系数  $\alpha_e = 23\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

热惰性指标  $D$ ：通过计算外墙各层材料的热惰性指标并累加，得出外墙热惰性指标  $D = 2.5$ 。

### 屋顶热工参数

传热系数  $K$ ：屋顶钢筋混凝土板导热系数为  $1.74\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，保温层材料导热系数为  $0.04\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，经计算屋顶传热系数  $K = 0.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

热惰性指标  $D$ ：同理计算屋顶热惰性指标  $D = 3.0$ 。

外窗热工参数：已知外窗为铝合金单玻窗，传热系数  $K = 5.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。外窗的气密性等级为 4 级，根据规范可确定外窗的冷风渗透耗热量。

## 四、防结露验算过程

### 冬季工况验算

室内外温差计算：冬季室内设计温度为  $20^{\circ}\text{C}$ ，当地最冷月平均温度为  $-5^{\circ}\text{C}$ ，室内外温差  $\Delta T = 25^{\circ}\text{C}$ 。

围护结构内表面温度计算：根据传热学原理，通过公式计算外墙、屋顶、外窗等围护结构内表面温度。以外墙为例，内表面温度计算公式为：
$$T_{i-w} = T_n - \frac{K\alpha_i(T_n - T_w)}{K\alpha_i + \alpha_e}$$
，其中  $T_{i-w}$  为内表面温度， $T_n$  为室内温度， $T_w$  为室外温度。经计算，外墙内表面温度  $T_{i-w} = 15.7^{\circ}\text{C}$ ，屋顶内表面温度  $T_{i-r} = 18.6^{\circ}\text{C}$ ，外窗内表面温度  $T_{i-w} = 10.5^{\circ}\text{C}$ 。

结露判断：根据室内空气状态参数，查焓湿图得到冬季室内空气露点温度  $T_{d-w} = 11.2^{\circ}\text{C}$ 。将围护结构内表面温度与露点温度对比，若内表面温度低于露点温度，则可能出现结露现象。经对比，外墙内表面温度  $T_{i-w} >$

$\{T_{d - winter}\}$ ), 屋顶内表面温度 $\{T_{i - roof}\}$   $>$   $\{T_{d - winter}\}$ , 但外窗内表面温度 $\{T_{i - window}\}$   $<$   $\{T_{d - winter}\}$ , 说明外窗在冬季工况下可能出现结露现象。

#### 夏季工况验算

室内外温差计算: 夏季室内设计温度为  $26^{\circ}\text{C}$ , 当地最热月平均温度为  $30^{\circ}\text{C}$ , 室内外温差  $\Delta T = -4^{\circ}\text{C}$ 。

围护结构内表面温度计算: 同样根据传热公式计算, 外墙内表面温度 $\{T_{i - wall - summer}\} = 24.3^{\circ}\text{C}$ , 屋顶内表面温度 $\{T_{i - roof - summer}\} = 25.2^{\circ}\text{C}$ , 外窗内表面温度 $\{T_{i - window - summer}\} = 22.0^{\circ}\text{C}$ 。

结露判断: 查夏季室内空气状态参数对应的焓湿图, 得到夏季室内空气露点温度 $\{T_{d - summer}\} = 18.8^{\circ}\text{C}$ 。对比结果显示, 外墙内表面温度 $\{T_{i - wall - summer}\} >$   $\{T_{d - summer}\}$ , 屋顶内表面温度 $\{T_{i - roof - summer}\} >$   $\{T_{d - summer}\}$ , 外窗内表面温度 $\{T_{i - window - summer}\} >$   $\{T_{d - summer}\}$ , 表明在夏季工况下, 围护结构整体不会出现结露现象。

#### 五、验算结果

在冬季工况下, 黑岩村红色旅游配套旧建筑的外窗内表面温度低于室内空气露点温度, 存在结露风险, 可能导致外窗玻璃表面出现凝结水, 影响视线及窗户周边装饰。外墙和屋顶内表面温度高于露点温度, 防结露性能良好。

在夏季工况下, 建筑围护结构(外墙、屋顶、外窗)内表面温度均高于室内空气露点温度, 不会出现结露现象。

#### 六、建议措施

针对冬季外窗结露问题, 可考虑更换为传热系数更低的节能窗, 如断桥铝合金双层中空玻璃窗户, 提高外窗的保温性能, 提升内表面温度, 减少结露可能性。

加强外窗的密封性能, 减少冷风渗透, 降低室内热量散失, 从而提高外窗内表面温度。可通过更换密封胶条等方式实现。

在室内设置除湿设备, 尤其是在冬季, 适当降低室内空气湿度, 降低空气露点温度, 避免外窗结露。同时, 加强室内通风管理, 合理控制室内温度和湿度, 营造舒适的室内环境。