

# 围护结构隔热性能计算书

## 一、工程概况

建筑结构形式采用钢筋混凝土结构及部分木构架。本次对该建筑围护结构隔热性能进行计算分析，旨在评估其是否符合相关节能及热工设计标准要求，为打造舒适、节能的建筑室内环境提供依据。

## 二、计算依据

《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 2016：该规范明确规定了不同气候区民用建筑围护结构的热工设计要求，包括传热系数、热惰性指标等参数限值，以及内表面温度计算方法等，是本次计算的核心依据之一。

《河南省居住建筑节能设计标准（寒冷地区 75%）》DBJ41/T 185 - 2019：针对河南省寒冷地区居住建筑，此标准对围护结构的节能设计提出了具体且严格的要求，涵盖外墙、屋面、外窗等各部分的传热系数、遮阳系数等指标，确保建筑在满足室内热环境需求的同时，有效降低能源消耗。

建筑设计图纸及相关构造做法说明：详细的建筑设计图纸提供了建筑的平、立、剖面图以及各部位的尺寸信息，明确了围护结构的具体构造层次和做法。相关构造做法说明则进一步阐述了各层材料的选用、厚度以及施工工艺要求，为准确计算围护结构的热工性能提供了基础数据。

《建筑环境通用规范》GB 55016 - 2021：该规范对建筑环境的基本性能提出了通用要求，其中涉及到建筑围护结构隔热性能的相关条款，对围护结构内表面温度的限值等方面做出了规定，用于校验本建筑隔热性能是否符合通用规范要求。

## 三、围护结构构造及热工参数

### （一）外墙

构造做法：

20mm 厚水泥砂浆找平层：主要作用是使墙面平整，为后续保温层施工提供良好基层。

50mm 厚 EPS 聚苯板保温层：EPS 聚苯板具有优良的保温隔热性能，能有效阻止热量通过外墙传递。

200mm 厚钢筋混凝土墙体：作为建筑的承重结构部分，同时也对围护结构的热工性能有一定影响。

20mm 厚混合砂浆抹面层：起到保护保温层和装饰墙面的作用。

热工参数：

水泥砂浆导热系数  $\lambda_1 = 0.93W/(m \cdot K)$ ，蓄热系数  $S_1 = 11.37W/(m^2 \cdot K)$ ，此参数来源于《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 2016 及相关材料热工性能手册，反映了水泥砂浆在热量传导和储存方面的特性。

EPS 聚苯板导热系数  $\lambda_2 = 0.041W/(m \cdot K)$ ，蓄热系数  $S_2 = 0.36W/(m^2 \cdot K)$ ，由 EPS 聚苯板材料的生产厂家提供的产品技术参数，并经权威检测机构验证，确保数据准确可靠。

钢筋混凝土导热系数  $\lambda_3 = 1.74W/(m \cdot K)$ ，蓄热系数  $S_3 = 17.20W/(m^2 \cdot K)$ ，依据《民用建筑热工设计规范》及建筑结构材料热工性能研究成果确定，体现了钢筋混凝土结构在建筑热工方面的性能特点。

混合砂浆导热系数  $\lambda_4 = 0.87W/(m \cdot K)$ ，蓄热系数  $S_4 = 10.75W/(m^2 \cdot K)$ ，参考《民用建筑热工设计规范》及混合砂浆材料性能测试数据，用于计算外墙热工性能。

各层材料的厚度分别为  $d_1 = 0.02m$ ,  $d_2 = 0.05m$ ,  $d_3 = 0.2m$ ,  $d_4 = 0.02m$ ，严格按照建筑设计图纸标注尺寸取值。

外墙内表面换热系数  $\alpha_i = 8.7W/(m^2 \cdot K)$ ，外表面换热系数  $\alpha_e = 23W/(m^2 \cdot K)$ ，根据《民

用建筑热工设计规范》附录 B.4.1 中相关规定取值, 用于计算外墙传热阻。

## (二) 屋面

构造做法:

30mm 厚水泥砂浆找平层: 使屋面基层平整, 便于后续保温层及防水层施工。

60mm 厚 XPS 挤塑聚苯板保温层: XPS 挤塑聚苯板具有高热阻、低导热系数的特点, 能有效提升屋面的保温隔热性能。

120mm 厚钢筋混凝土屋面板: 作为屋面的承重结构, 承受屋面荷载, 并对屋面热工性能产生影响。

20mm 厚水泥砂浆保护层: 保护保温层不受外界因素破坏, 延长屋面使用寿命。

热工参数:

水泥砂浆导热系数  $\lambda_5 = 0.93\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 蓄热系数  $S_5 = 11.37\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , 取值依据同外墙水泥砂浆热工参数来源。

XPS 挤塑聚苯板导热系数  $\lambda_6 = 0.030\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 蓄热系数  $S_6 = 0.33\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , 由 XPS 挤塑聚苯板生产厂家提供并经检测验证, 反映该材料的热工性能。

钢筋混凝土导热系数  $\lambda_7 = 1.74\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , 蓄热系数  $S_7 = 17.20\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , 与外墙钢筋混凝土热工参数取值依据一致。

各层材料的厚度分别为  $d_5 = 0.03\text{m}$ ,  $d_6 = 0.06\text{m}$ ,  $d_7 = 0.12\text{m}$ ,  $d_8 = 0.02\text{m}$ , 按照建筑设计图纸精确获取。

屋面内表面换热系数  $\alpha_i = 8.7\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , 外表面换热系数  $\alpha_e = 23\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , 依据《民用建筑热工设计规范》附录 B.4.1 规定取值, 用于屋面传热阻计算。

## (三) 外窗

类型: 断桥铝合金中空玻璃窗 (5 + 12A + 5): 断桥铝合金型材有效阻止热量通过窗框传导, 中空玻璃中间的空气层进一步降低了玻璃的传热系数, 提高外窗的保温隔热性能。

传热系数  $K = 2.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , 遮阳系数  $SC = 0.6$ : 传热系数和遮阳系数由外窗生产厂家提供的产品检测报告确定, 符合相关节能标准对外窗性能的要求。

## 四、隔热性能计算方法

### (一) 外墙传热系数计算

各层热阻计算:

水泥砂浆找平层热阻  $R_1 = d_1/\lambda_1 = 0.02/0.93 = 0.022\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , 依据热阻计算公式  $R = d/\lambda$  (其中  $d$  为材料厚度,  $\lambda$  为导热系数) 得出, 反映了水泥砂浆层对热量传递的阻碍程度。

EPS 聚苯板保温层热阻  $R_2 = d_2/\lambda_2 = 0.05/0.041 = 1.220\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , 同理, 计算出 EPS 聚苯板保温层的热阻, 其较大的热阻值表明该保温层在阻止热量传递方面起到关键作用。

钢筋混凝土墙体热阻  $R_3 = d_3/\lambda_3 = 0.2/1.74 = 0.115\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , 计算钢筋混凝土墙体热阻, 考虑其在围护结构中的热传导特性。

混合砂浆抹面层热阻  $R_4 = d_4/\lambda_4 = 0.02/0.87 = 0.023\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , 得出混合砂浆抹面层的热阻, 其对整体外墙热阻有一定贡献。

外墙传热阻  $R_0$  计算:

$$R_0 = R_i + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_e$$

内表面换热阻  $R_i = 1/\alpha_i = 1/8.7 = 0.115\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , 根据内表面换热系数  $\alpha_i$  计算得出内表面换热阻, 反映室内空气与外墙内表面之间的换热阻力。

外表面换热阻  $R_e = 1/\alpha_e = 1/23 = 0.043\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , 依据外表面换热系数  $\alpha_e$  计算出外表面换热阻, 体现室外空气与外墙外表面之间的换热阻力。

$R_0 = 0.115 + 0.022 + 1.220 + 0.115 + 0.023 + 0.043 = 1.538\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ , 将各部分热阻相加, 得到外墙传热阻, 该值综合反映了外墙对热量传递的总体阻碍能力。

外墙传热系数  $K$  计算：

$K = 1/R_0 = 1/1.538 = 0.65W/(m^2 \cdot K)$ ，根据传热阻与传热系数的倒数关系，计算出外墙传热系数，该系数是衡量外墙隔热性能的重要指标之一。

## （二）屋面传热系数计算

各层热阻计算：

水泥砂浆找平层热阻  $R_5 = d_5/\lambda_5 = 0.03/0.93 = 0.032m^2 \cdot K/W$ ，按照热阻计算公式得出屋面水泥砂浆找平层热阻。

XPS 挤塑聚苯板保温层热阻  $R_6 = d_6/\lambda_6 = 0.06/0.030 = 2.000m^2 \cdot K/W$ ，计算 XPS 挤塑聚苯板保温层热阻，其低导热系数使得该层热阻较大，对屋面保温隔热至关重要。

钢筋混凝土屋面板热阻  $R_7 = d_7/\lambda_7 = 0.12/1.74 = 0.069m^2 \cdot K/W$ ，得出钢筋混凝土屋面板热阻，考虑其在屋面热工性能中的作用。

水泥砂浆保护层热阻  $R_8 = d_8/\lambda_5 = 0.02/0.93 = 0.022m^2 \cdot K/W$ ，计算屋面水泥砂浆保护层热阻，其对屋面整体热阻有一定影响。

屋面传热阻  $R_0$  计算：

$$R_0 = R_i + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 + R_e$$

内表面换热阻  $R_i = 1/\alpha_i = 1/8.7 = 0.115m^2 \cdot K/W$ ，同外墙内表面换热阻计算方法，确定屋面内表面换热阻。

外表面换热阻  $R_e = 1/\alpha_e = 1/23 = 0.043m^2 \cdot K/W$ ，与外墙外表面换热阻计算依据相同，得出屋面外表面换热阻。

$R_0 = 0.115 + 0.032 + 2.000 + 0.069 + 0.022 + 0.043 = 2.281m^2 \cdot K/W$ ，将屋面各层热阻及内外表面换热阻相加，得到屋面传热阻，反映屋面阻止热量传递的能力。

屋面传热系数  $K$  计算：

$K = 1/R_0 = 1/2.281 = 0.44W/(m^2 \cdot K)$ ，根据屋面传热阻计算出屋面传热系数，用于评估屋面的隔热性能。

## （三）外窗综合遮阳系数计算

考虑到窗框面积占比，取窗框面积占比为 20%，玻璃面积占比为 80%。

外窗综合遮阳系数  $Sc_{eff} = 0.8 \times SC + 0.2 \times 0.4 = 0.8 \times 0.6 + 0.2 \times 0.4 = 0.48 + 0.08 = 0.56$ ，通过该公式计算外窗综合遮阳系数，综合考虑了窗框和玻璃的遮阳性能，用于评估外窗对太阳辐射热量的阻挡能力。

## 五、隔热性能评估

外墙：根据《河南省居住建筑节能设计标准（寒冷地区 75%）》，外墙传热系数限值为  $0.68W/(m^2 \cdot K)$ ，本项目计算得到的外墙传热系数为  $0.65W/(m^2 \cdot K)$ ， $0.65W/(m^2 \cdot K) < 0.68W/(m^2 \cdot K)$ ，满足标准要求。这表明本项目外墙在阻止热量通过墙体传递方面性能良好，能够有效减少室内外热量交换，降低冬季室内热量散失和夏季室外热量传入室内，为室内营造较为稳定的热环境。

屋面：标准中屋面传热系数限值为  $0.45W/(m^2 \cdot K)$ ，本项目屋面传热系数计算值为  $0.44W/(m^2 \cdot K)$ ， $0.44W/(m^2 \cdot K) < 0.45W/(m^2 \cdot K)$ ，符合标准规定。说明屋面的保温隔热设计合理，能够有效阻挡太阳辐射热量通过屋面传入室内，同时在冬季也能较好地保持室内热量，减少屋面部分的能源消耗，提高建筑整体节能效果。

外窗：外窗综合遮阳系数计算值为 0.56，满足当地节能标准对外窗遮阳系数的相关要求。这意味着外窗能够有效阻挡部分太阳辐射热量进入室内，降低夏季空调制冷负荷，减少因太阳辐射导致的室内温度升高，提高室内舒适度，同时也有助于降低建筑能耗。

此外，依据《建筑环境通用规范》GB 55016 - 2021 中对围护结构内表面温度的要求，在给定室内外空气温度及变化规律的情况下，对外墙和屋面内表面温度进行计算（计算过程

依据《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 2016 附录 C.3 的规定）。经计算，外墙和屋面内表面最高温度均满足规范中对于自然通风房间和空调房间内表面最高温度的限值要求（具体计算过程及数据因篇幅省略，如有需要可另行提供）。这进一步说明本建筑围护结构在隔热性能方面表现良好，能够有效避免因围护结构内表面温度过高而导致室内过热，影响人体热舒适和室内环境质量。

## 六、结论

通过对该建筑外墙、屋面及外窗围护结构的隔热性能详细计算与全面评估，结果表明该建筑围护结构的设计符合《民用建筑热工设计规范》GB 50176 - 2016、《河南省居住建筑节能设计标准（寒冷地区 75%）》DBJ41/T 185 - 2019 以及《建筑环境通用规范》GB 55016 - 2021 等相关标准要求。围护结构各部分的传热系数、遮阳系数以及内表面温度等关键指标均达标，具备良好的隔热性能，能够有效降低建筑能耗，为室内提供较为舒适稳定的热环境。

在实际施工过程中，应严格按照设计要求进行施工，确保保温材料的厚度、质量以及施工工艺符合规范。例如，在保温层施工时，要保证保温板的铺贴紧密、平整，避免出现缝隙或空洞，影响保温效果；对于外窗安装，要确保窗框与墙体之间的密封性能良好，防止热量通过缝隙传递。同时，加强施工过程中的质量监督与检测，对每一道工序进行严格把控，以保证围护结构隔热性能的实现，切实达到节能降耗的目的，为黑岩村建筑节能事业做出积极贡献。