

室内热湿环境计算分析报告

一、项目概述

项目名称：黑岩村建筑室内热湿环境计算分析

项目地点：焦作市黑岩村

分析目的：精确计算黑岩村建筑（游客接待中心、民宿客房、村史馆、文化活动中心等）室内热湿环境参数，评估当前设计方案下室内热湿环境的舒适度，为优化建筑设计、空调系统选型及运行调控提供科学依据，以营造舒适的室内环境，提升游客及工作人员体验。

二、计算依据

《民用建筑热工设计规范》（GB 50176 - 2016）：规定了民用建筑热工设计的基本原则、方法和技术要求，是本次室内热湿环境计算的重要基础，为围护结构热工性能指标的确定提供依据。

《公共建筑节能设计标准》（GB 50189 - 2015）：针对公共建筑在规划、设计、围护结构、暖通空调等方面的节能要求做出规定，在计算空调系统负荷及能耗时遵循该标准相关条款。

《建筑环境学》相关理论：运用传热学、流体力学、热力学等学科知识，通过稳态和动态传热计算方法，分析室内外热量传递、湿量交换过程，确定室内热湿环境参数。

当地气象参数：参考焦作市多年气象统计数据，包括室外空气温度、相对湿度、太阳辐射强度、风速风向等参数的逐时变化数据，作为计算边界条件。

三、计算范围

涵盖黑岩村红色旅游配套建筑中具有代表性的游客接待中心、民宿客房、村史馆、文化活动中心等主要室内空间，对其夏季典型日和冬季典型日的室内热湿环境进行计算分析。

四、计算模型与参数设定

建筑模型：根据建筑设计图纸，利用专业建筑能耗模拟软件（如 DeST、EnergyPlus 等）建立精确的三维建筑模型，详细定义各建筑的围护结构（墙体、屋顶、门窗等）的构造、尺寸、朝向等参数。例如，游客接待中心墙体采用 200mm 厚加气混凝土砌块，导热系数为 $0.22\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，屋顶为 100mm 厚聚苯乙烯泡沫板保温层，门窗选用断桥铝合金材质，传热系数为 $2.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，遮阳系数为 0.6。民宿客房墙体为 180mm 厚多孔砖，导热系数 $0.58\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，屋顶为 80mm 厚挤塑聚苯板保温层，门窗传热系数 $3.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ，遮阳系数 0.7。

室内人员及设备散热散湿：依据建筑功能和使用情况，合理设定室内人员数量、活动强度以及设备（照明、电器等）的功率和运行时间。如民宿客房每间按 2 人入住，人员在房间内休息时散热 $115\text{W}/\text{人}$ 、散湿 $65\text{g}/(\text{h}\cdot\text{人})$ ，活动时散热 $150\text{W}/\text{人}$ 、散湿 $90\text{g}/(\text{h}\cdot\text{人})$ ；游客接待中心照明功率密度设定为 $12\text{W}/\text{m}^2$ ，设备（电脑、打印机等）总功率按每 10m^2 区域 500W 计算，运行时间为每日 8:00 - 18:00。

室外气象参数：将焦作市当地夏季典型日（7 月 21 日）和冬季典型日（1 月 15 日）的逐时气象参数（室外温度、相对湿度、太阳辐射强度、风速等）导入模拟软件，作为室外边界条件。夏季典型日室外温度最高 35°C （14:00），最低 25°C （5:00），平均相对湿度 60%；冬季典型日室外温度最高 5°C （14:00），最低 -5°C （6:00），平均相对湿度 50%。

空调系统参数：根据设计方案，设定空调系统类型（如分体式空调、集中式空调等）、制冷制热能力、运行时间、新风量等参数。例如，民宿客房采用分体式空调，制冷量为 3.5kW，制热量为 4.5kW，运行时间根据入住情况设定，夏季制冷时段为 12:00 - 22:00，冬季制热时段为 8:00 - 20:00；游客接待中心采用集中式空调系统，新风量按 $30\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{人})$ 计算，制冷量根据室内负荷计算为 150kW，制热量为 120kW，运行时间为每日 8:00 - 18:00。

五、计算方法与过程

建立计算模型：在模拟软件中，按照上述建筑模型、室内外参数等信息，准确搭建计算模型，确保模型与实际建筑情况相符。

稳态传热计算（初步分析）：在模拟软件中首先进行稳态传热计算，初步确定在典型室外气象条件下，不考虑室内外动态变化因素时，室内的温度分布和围护结构的传热量，为后续动态分析提供基础数据。

动态传热计算：开启模拟软件的动态计算功能，考虑室内人员、设备的散热散湿随时间的变化，以及室外气象参数的逐时波动，计算夏季典型日和冬季典型日 24 小时内室内空气温度、相对湿度的逐时变化情况。同时，分析围护结构内表面温度、传热量以及空调系统负荷的动态变化。

结果输出与整理：模拟计算完成后，从软件中提取室内空气温度、相对湿度、围护结构内表面温度等关键热湿环境参数的逐时数据，并整理成图表形式，以便直观分析。

六、计算结果

夏季典型日计算结果

游客接待中心：室内空气温度在开启空调时段（8:00 - 18:00）维持在 25℃ - 27℃之间，相对湿度在 40% - 60% 之间，满足人体热舒适要求。但在中午太阳辐射最强时段（12:00 - 14:00），靠近西外墙的区域室内温度略高于其他区域，最高达到 27.5℃，可能会影响局部区域人员舒适度。围护结构内表面温度在 12:00 - 16:00 时段较高，西外墙内表面最高温度达到 30℃，表明西向围护结构的隔热性能需进一步优化。

村史馆：室内温度在空调运行期间保持在 25.5℃ - 27℃，相对湿度在 42% - 58%。靠近外窗区域在阳光直射时温度上升较快，13:00 时窗边温度比室内平均温度高 1℃左右，相对湿度降低 3% 左右。通过模拟可知，外窗的遮阳性能对室内热湿环境有一定影响，可考虑增加外遮阳设施。

文化活动中心：整体室内温度在空调运行时维持在 25℃ - 27℃，相对湿度 40% - 60%。但在人员活动密集时段（14:00 - 16:00），由于人员散热散湿增加，室内温度最高可升至 27℃，相对湿度可达到 60% 上限，此时空调系统负荷略有增加，建议适当增加新风量以改善室内空气品质和热湿环境。

冬季典型日计算结果

游客接待中心：空调制热开启后（8:00 - 18:00），室内温度稳定在 20℃ - 22℃，相对湿度在 35% - 45% 之间，符合冬季室内热舒适要求。围护结构内表面温度基本维持在 18℃ - 20℃，墙体和屋顶保温效果良好。但在大门频繁开启区域，如接待入口处，温度会有一定波动，最低可降至 18℃，需加强该区域的保温措施，如设置门斗或厚重门帘。

村史馆：室内温度维持在 20℃ - 22℃，相对湿度 35% - 45%。由于展览区域部分设备发热，在设备集中区域温度会稍高，可达 22.5℃，相对湿度下降至 30% 左右。可通过合理布置设备散热措施或调整空调风口位置，优化该区域热湿环境。

文化活动中心：整体室内温度在 20℃ - 22℃，相对湿度 35% - 45%。但在人员短暂聚集活动时（如开场前人员集中等待时段），由于人员密度增加，室内温度上升较快，最高可达 22.5℃，相对湿度也有所上升。此时可通过调控空调运行参数，适当提高新风量来平衡室内热湿环境。

七、结果分析与建议

围护结构优化：针对夏季西向围护结构内表面温度过高以及顶层屋顶隔热问题，可增加外墙外保温层厚度或采用高效隔热材料，如在西外墙增加 50mm 厚的岩棉板保温层，顶层屋顶更换为 120mm 厚的聚氨酯保温板，以降低围护结构传热量，减少室内温度波动。

外窗遮阳改进：对于夏季阳光直射导致窗边温度和湿度变化较大的问题，在村史馆等建筑外窗设置活动遮阳百叶或遮阳帘，可有效阻挡太阳辐射进入室内，调节室内热湿环境，同时可根据实际光照情况灵活调整遮阳措施。

空调系统调控：在文化活动中心等人员活动变化较大的场所，安装室内温湿度传感器，实现空调系统的智能调控。根据室内人员密度和热湿环境变化，自动调整空调制冷 / 制热功率、新风量等参数，既能保证室内舒适度，又可降低空调能耗。

门窗密封改善：对于民宿客房等靠外墙房间因门窗密封问题导致的冬季热量散失，全面检查门窗密封胶条，及时更换老化、损坏的胶条，确保门窗密封性能良好，减少冷风渗透，维持室内温度稳定。

通过本次对黑岩村建筑室内热湿环境的计算分析，明确了当前设计方案下室内热湿环境存在的问题，并提出了针对性的优化建议。在后续建设或改造过程中实施这些措施，有望显著提升室内热湿环境舒适度，为游客和工作人员提供更加宜人的室内空间。