

卷包车间风量平衡及风阀智能控制系统设计与实现

张胜利¹ 贾嘉² 付勇民¹ 丁少杰²

1 河南中烟工业有限责任公司, 河南郑州, 450016;

2 郑州道艺新能源科技有限公司, 河南郑州, 450003;

摘要: 随着现代制造业对生产环境要求的不断提高, 车间温湿度控制均衡技术成为保障生产效率和产品质量的关键因素。本研究通过综合运用三维建模与计算流体动力学 (CFD) 模拟技术, 结合电控风阀控制器与风量平衡控制模型, 提出了一种创新的车间温湿度控制均衡方案。实验结果表明, 该方案能够显著提高车间内温湿度的均匀性和稳定性, 有效降低能耗, 并提升生产效率和产品质量。通过对车间环境的详细建模与模拟, 我们深入分析了气流组织和温湿度分布的影响因素, 为控制策略的优化提供了科学依据。电控风阀控制器的应用实现了对车间温湿度的实时、精确调节, 而风量平衡控制模型则确保了气流组织的合理性和温湿度分布的均匀性。此外, 本研究还探讨了智能化、个性化控制方案及系统优化与集成的未来发展方向, 为车间温湿度控制技术的持续改进和创新提供了新的思路。

关键词: 车间温湿度控制; 三维建模; 计算流体动力学 (CFD); 电控风阀控制器; 风量平衡控制模型; 智能化控制

DOI: 10.69979/3029-2727.24.07.032

1 车间风口送风方调整

为了达到卷包车间温湿度场的均衡性, 首先根据 CFD 模拟参数, 对车间送风风口的送风角度进行统一调节, 即对散流风口的风叶进行调节, 风页调节遵循避开设备对送风敏感区域, 主要是风口直吹卷烟烟支区域;

2 动态送回风组织控制系统设计

高大空间空调均衡化送风动态调整系统, 主要包括分布在车间不同坐标的多个温湿度探头的温湿度检测系统, 布局在室外的温湿度探头, 安装在每个出风口风阀上的电动比例风阀执行器, 和执行器调控系统, 能够动态调控空调机组送风温湿度、送风风速的控制系统,

卷包车间各风口风量调整系统原理, 控制柜根据 PLC 控制程序, 将控制指令通过信号电缆发送到车间钢格栅上的分布式控制器, 在通过分布式控制器来控制附件的风口风阀执行器, 来完成风阀开口调节, 即事项单风口送风量调节。因为卷包车间有上百个送风风口, 因此控制执行单元要具备批量调整功能。

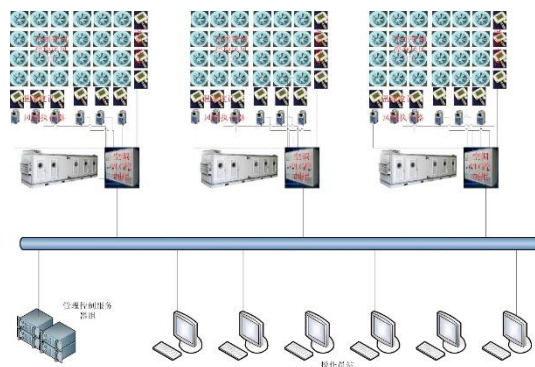


图 1 风阀智能调控原理拓扑图

卷包车间风量动态平衡调控系统组网主要包括 TCP 组网和现场 MODBUS 组网, TCP 组网主要依托厂动力部能管网路, 将本系统作为空调控制系统的一个子网部署在能管系统网络中。设备控制通讯采用 MODBUS 方式通讯, 即 PLC 控制器通过 4 芯通讯电缆和车间钢格栅上分布式控制器连同, 通过 MODBUS 地址管理不同控制器和各个风阀控制器, 温湿度传感器, 。

3 送回风动态控制系统研究平台搭建

为了保证风量平衡控制系统执行顺利, 首先对卷包钢格栅上的风管布局, 风阀结构进行调研, 确定控制方式, 并验证控制方式可行。

风量平衡风阀智能控制系统, 要在 K14, K15, K16 三

台空调进行研究平台搭建试运行, 每台空调安装 42 个风阀执行器, 7 个风道温湿度传感器, 三台空调一共 126 个风阀执行器, 21 个风道温湿度传感器, 风阀和温湿度传感器都使用 4 通道 IO 模拟量模块进行连接, 每台空调 3 排风管, 每排 14 个风口, 共 42 个风口, 需要使用 16 个模拟量模块, 所以安装前需要进行模块安装位置确定。

4 卷包车间风量平衡风阀动态控制系统性能测试和调试

测试时间: 2023 年 8 月 7 日-18 日

根据前期调查结果, 调整各个风口开度, 逐个减少中间风口开度, 使两边风口位置风力加大, 各风口开度如下图所示。

测试结果: 两边温湿度有所改善, 中间温湿度影响较小, 需进行下次测试, 结果如下图所示。

测试结果: 经过对比, 调整后各监测点传感器数据的合格率有较大提高。调整后, 大部分区域的单点温湿度合格率提高, 只有极少数安装在卷包机组上的传感器温度偏高, 湿度偏低, 造成温湿度不达标, 原因是因为机组发热量较大, 传感器离热源太近造成。

时间: 2023 年 9 月 2 日-10 月 20 日

经过第一次测试后, 控制系统新增各空调单点温湿度传感器数据, 结合空调平均温湿度, 单点温湿度合格率, 以此调节各个风口开度。

1) 经过研究发现风口风阀为 100 时, 风量变大, 下方温湿度计的湿度增加 1 个点, 风口风阀变为 0 时, 下方温湿度计的湿度减小, 温度几乎不变化, 由此为基础调节风阀开关量, 以达成控制相应湿度的目的。



图 2 风阀智能调控操作界面

空调控制区各监测点数据分析, 有极少单点湿度超标和湿度较低, 但变差值均小于 1%, 超标均在一瞬间, 说明卷包车间温湿度控制较理想, 基本解决环境温湿度不均衡问题。通过此次调试和对比分析, 按照 CFD 模拟送回风组织模型调整各风口风速, 能有效改善送回风组织, 有效提高卷包车间整体温湿度均衡性, 单点超标现象显著降低, 超标点也是瞬时超标, 并且超标幅度均小于 1%。

参考文献

- [1] 梁正. 论室内空调温湿度均衡系统的研究 中文信息 2019 10.3969/j.issn.1003-9082.2019.02.215
- [2] 黄中海. 一种制药企业生产车间内温湿度调节装置 2023
- [3] 王峰. 一种出菇车间智能控制温湿度均衡分布设备及其使用方法 2022
- [4] 王林. 风电场并网运行中的电力系统稳定性控制策略研究[J]. 建筑技术与创新, 2024, 1(3)
- [5] 薛庆明. 嘴棒接收机电气改造[C]//全国空气动力测控技术交流会. 中国空气动力学会, 2002.
- [6] 董康辉. 基于室分 eDAS 系统的 RI 智能切换技术的研究[J]. 建筑技术与创新, 2024, 1(3)
- [7] 程松贵, 张文群, 王芝建, 等. 一种喷漆室的风平衡自动控制方法及系统:CN201610963628.0[P]. CN106311547A[2025-02-06].
- [8] 姚超, 杨小杰, 王婷. 一种控制风量风压平衡的密闭风阀:202221574054[P][2025-02-06].
- [9] 江连昌. 变风量空调系统启动阶段送风量不平衡的解决方法探讨[J]. 暖通空调, 2017, 47(4):5. DOI:CNKI:SUN:NTKT.0.2017-04-009.
- [10] 冯飞, and 刘文华. "电站风阀应用与安装." 商品与质量 (2019).
- [11] 萧渊. (2002). 变风量空调系统仿真和送风控制研究. (Doctoral dissertation, 上海交通大学).