

基于平台的高炉二级应用实践

门天禄, 李仁华

(河钢数字信达科技有限公司, 河北邯郸 056002)

摘 要: 高炉二级系统即高炉计算机过程管理系统, 与高炉操作专家系统一样, 均属当今炼铁界的前沿技术; 其中高炉二级系统是高炉操作专家系统的基础, 它涉及到自动化、计算机、网络、冶金、智能控制等多个学科, 技术集成度高、开发难度大。邯钢通过建设高炉二级系统, 实现高炉计算机自动化控制的过程管理, 整合各个分系统数据, 包括所有高炉主体及外围辅助系统, 以及原料、烧结、球团各工序的相关数据融合, 上接铁前 MES, 下连生产系统, 实现计划的接收和生产实绩的搜集。数据汇聚后, 通过统一的标准建模方法将各种不同原料、不同维度的数据进行整合关联之后, 建立一个对高炉工序全流程的生产、质量、故障等可视化的数据展示平台, 可对高炉实现合理、科学、有效的操作, 保障高炉的安全、长寿、高效和顺行。

关键词: 高炉; tcp 通讯协议; 配料; 过程管理; 过程监控

Platform based secondary application practice of blast furnace

MEN Tianlu, LI Renhua

(HBIS Digital Cinda (Handan) Technology Co., Ltd., Handan 056002, Hebei)

Abstract: The secondary system of the blast furnace, also known as the blast furnace computer process management system, is a cutting-edge technology in the current ironmaking industry, similar to the blast furnace operation expert system; The secondary system of the blast furnace is the foundation of the blast furnace operation expert system, which involves multiple disciplines such as automation, computer, network, metallurgy, intelligent control, etc., with high technical integration and high development difficulty. By constructing a secondary system for blast furnaces, Handan Iron and Steel achieves process management for computer automation control of blast furnaces, integrating data from various subsystems, including all blast furnace main and peripheral auxiliary systems, as well as data fusion for raw materials, sintering, and pelletizing processes. It connects MES before iron production and production systems to achieve the reception of plans and the collection of production performance. After data aggregation, a unified standardized modeling method is used to integrate and associate data from different raw materials and dimensions, and a visualization data display platform is established for the production, quality, and faults of the entire blast furnace process. This platform can achieve reasonable, scientific, and effective operation of the blast furnace, ensuring its safety, longevity, efficiency, and smooth operation.

Keywords: blast furnace; TCP communication protocol; Ingredients; Process management; Process monitoring

1 引言

高炉二级系统是基于高炉基础自动化系统之上的高炉管理系统, 本系统通过 tcp 协议从一级自动化系统采集实时数据, 存储于高炉二级系统的数据库, 通过对这些数据的统计、计算、汇总、分析等一系列专业技术处理, 完成实时数据显示、历史趋势显示、出铁管理、原料成分管理、变料管理、报表管理等功能, 为高炉的生产操作、管理和决策提供了有力的支持。高炉二级系统已成为炼铁生产过程中不可或缺的组成部分。

2 工业自动控制系统分级简介

现代工业自动化系统随着工业企业大型化、连续化、高效化的生产需求及计算机、网络通讯技术的发展，逐步从基础自动化（L1）、过程自动化（L2）向工业自动化（L3）、企业自动化方向（L4）发展。基础自动化作为一级控制系统应用较为广泛，主要指 PLC、DCS 等现场设备控制系统。二级控制系统主要指借助计算机及数学模型的过程自动化系统。三级工业自动化指 MES 制作执行系统，主要面向管理层。四级企业自动化系统指 ERP 企业资源规划系统，主要面向企业经营层。本文主要根据我公司的成功案例，介绍高炉二级控制系统的应用。

3 高炉二级控制系统构成和功能

高炉二级系统由硬件系统和软件系统两部分组成，硬件系统是本系统的基础，硬件系统需要采集高炉一级控制系统数据，只有保证监测数据、原料、燃料、生产操作参数等各种数据的及时性和准确性，软件系统才能正常运行。

3.1 系统设备配置选型原则

开放和通用的计算机系统（高档的多 2.1L2 系统设备配置选型原则 CPUPC 据盘采用 RAID1+0SERVER），采用 Windows 平台。邯钢高炉 L2 系统安装配置应用系统及数据库系统。系统盘、数据方式，以提高系统的可靠性和数据的安全性。

整个网络通信采用国际标准的网络设备和国际标准互连网协议 TCP/IP，服务器配置多块计算机网卡，以便分离 L2、L3 和 L1 信息网，确保系统的安全灵活可靠性。为便于今后系统维护，对于系统所采用的防病毒软件另由全厂统一考虑提供。

3.2 高炉二级控制系统的硬件网络构架

高炉二级系统的硬件系统由数据库服务器、应用服务器、采集网关、工程师站、送风系统、布料系统、炉体测温系统、冷却壁风口小套水温差与热流强度监测系统、炉顶成像系统、风口成像系统、煤粉喷吹系统及 TRT 发电系统等组成。数据库服务器经交换机利用以太网和 tcp 通信技术与高炉一级系统服务器、高炉三级系统（MES）服务器对接。各一级控制系统在进行以太网组网的时候，应注意各子系统的网络拓扑机构及 IP 地址分配，防止在组网过程中，出现网络风暴及 IP 地址冲突故障，影响生产线的正常运行其原理如图 1 所示。

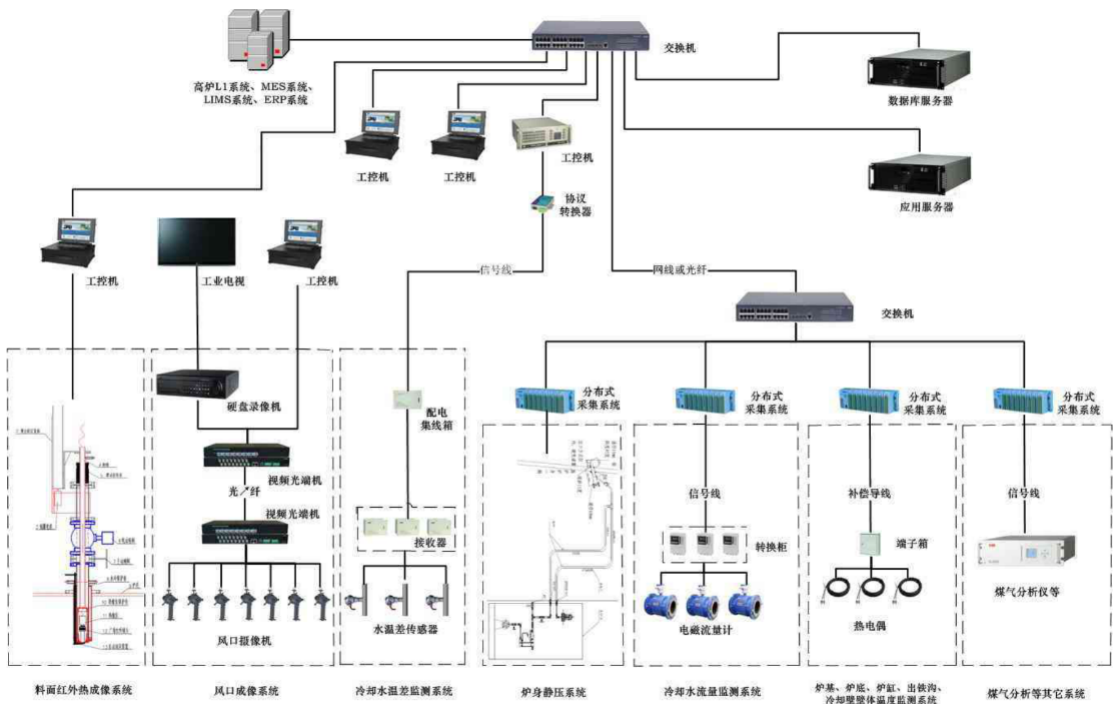


图 1 系统硬件网络架构图

3.3 系统软件构架

高炉二级系统的软件系统由数据处理平台、高炉数学模型数据库、调度服务程序、数据采集模块、数据入库模块、模型、计算模块、客户端程序组成。软件系统以数据处理平台为核心，通过数据采集模块实时采集相关数据(包括一级系统的数据、上位机串口采集到的数据、生产调度数据、检化验数据、ERP 系统数据等)并缓存，发送管道消息给后台调度服务模块，由后台调度服务模块统一调度数据入库模块建立数据库。数据处理平台根据模型计算模块、统计查询模块、客户端程序和其它系统的需求访问数据库服务器，实现业务逻辑层与数据库的有效隔离，其原理如图 2 所示。

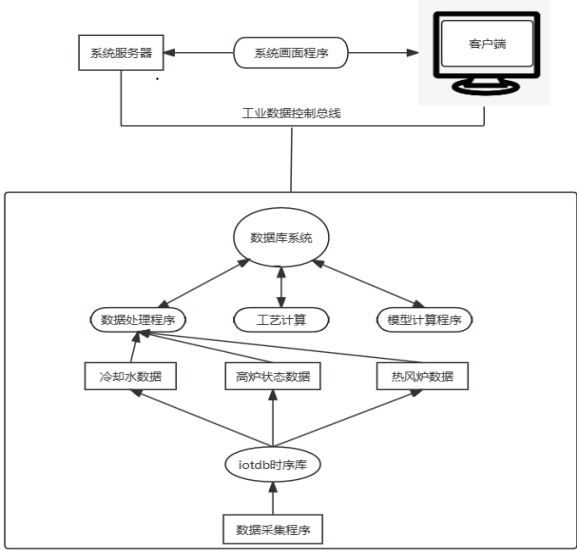


图 2 系统软件结构原理图

3.4 系统主要功能

邯钢高炉二级系统应用功能范围主要包括：生产工序实时跟踪、工艺参数优化、过程数据收集、过程监视、数学模型指导、历史数据存储和处理、生产报表打印等。

高炉二级系统主要功能包括：出铁管理、铁次消耗统计、矿槽数据管理、下料记录、炉顶数据管理（布料信息）、热风炉数据管理、冷却壁数据管理、煤粉喷吹管理、气流分布诊断、原料信息管理、生产报表、铁水沟温度检测、高炉体检及打分、碱度计算等。

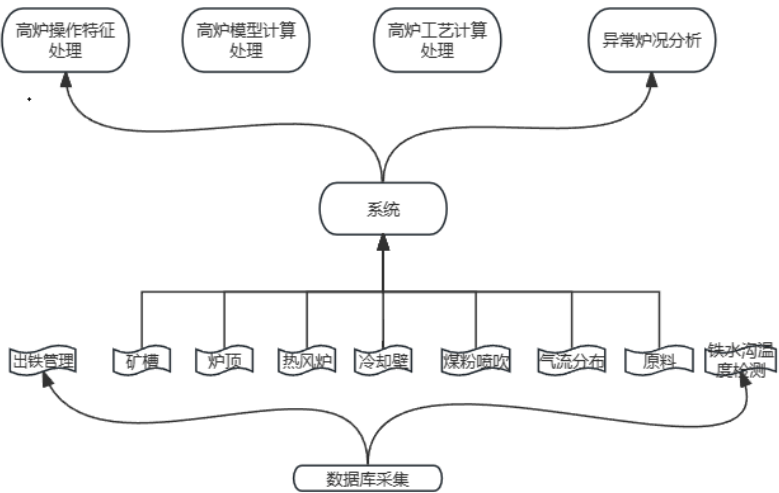


图 3 系统模块设计流程图

4 高炉二级模块应用

4.1 高炉预警模块

炉顶记录布料记录及状态：炉顶上料重量，角度以及布料时间段，和炉顶模型相关数据实时展示和当

前炉顶布料角度圈数实时展示。布料能改变产量水平，能提高高炉接受风量的能力;改善顺行，大幅降低燃料消耗。边缘气流过分发展，必然加剧炉墙侵蚀。通过布料控制边缘气流，保护炉墙。通过布料，预防、处理一些类型的高炉冶炼进程发生的事故。

高炉壁体温度在线监测预警以高炉冷却壁的壁体温度为数据基础，通过应用软件，实时监测高炉壁体温度及其变化趋势，并对不同部位、不同材质壁体温度进行预警报警，并对系统上线后全炉役数据进行深维护，支撑用户对高炉炉墙结瘤、冷却壁热面温度超限、冷却壁裸露等异常情况进行在线分析诊断。

高炉煤气流分布在线监测模型主要是图形化展示十字测温与炉身静压实时数据。根据炉顶十字测温与炉身静压力的变化，判断高炉气流分布类型与预判异常炉况的发生。

高炉体检时根据体检规则，当天结束获取当天重要指标，高炉体检，即执行高炉炉况运行态势的周体检、月评价制度，制订体检评判标准和预警打分表，监控变化趋势，以数据化、规范化代替模糊化、经验化，将“适量、酌情”量化为数据，及时准确地发现波动预警，针对体检失分项进行管控，对高炉不断完善，实现对高炉状态的全面管控，使高炉应对复杂变化的能力显著增强，炉况失常得到预控，不明原因的炉况波动得以彻底遏制。

4.2 热风炉模块

通过 PLC 自动化改造的热风炉系统可以实现温度、压力的精准控制，通过接入宝信采集网关，网关就能采集 PLC 内的温度压力数据并上传到云平台（支持 5G/4G/WIFI/以太网上网），查看数据变化并接受报警信息，快速管控和远程维护，保证热风炉的正常工作。在大屏上可以实时接收网关采集的热风炉数据并进行可视化处理，查看工艺组态画面、设备运行状态和工艺参数等，并可以远程对热风炉进行控制操作，如点火、停止等。同时运用大数据分析手段，对热风炉的数据进行存储、分析和管理，实现智能化的设备维护和工艺优化。

系统中实现展示当前热风炉状态，可以通过时间查询当天生成的热风炉日报和班报如下图 4 所示。

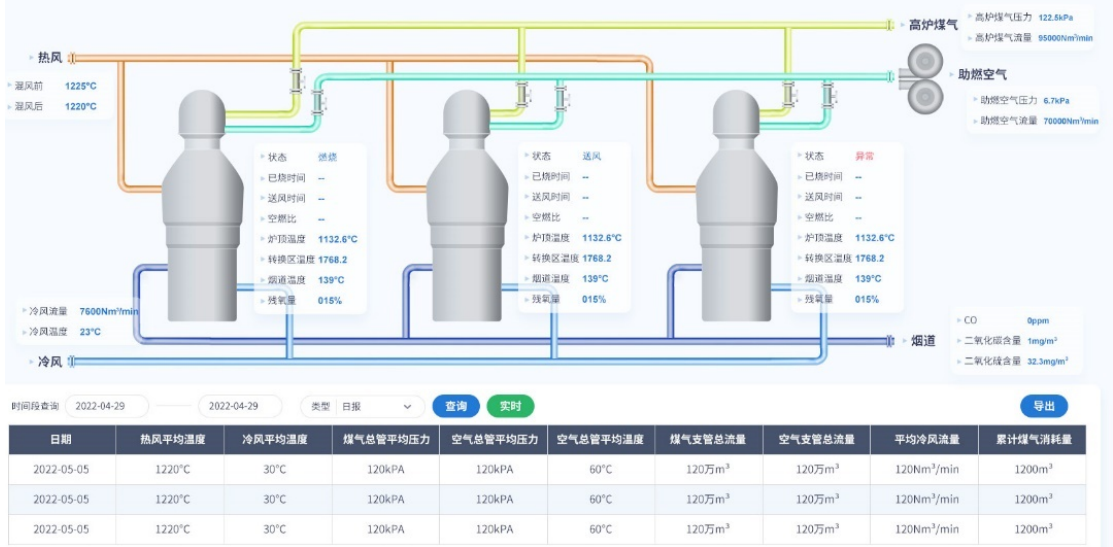


图 4 热风炉参数展示画面

4.3 热煤粉喷吹

喷煤系统是组成炼铁生产工艺流程的重要一环，高炉喷吹煤粉是高炉冶炼过程中以煤代焦提供热量和还原剂，从而节约能源成本和焦炭资源的重要措施。

实施智能喷吹项目，涉及到原工艺管线的改动、两个喷吹罐的顶部增加均压控制装置、小排压管路及相关控制装置、锥部流化调节控制装置、喷吹主管增加进口陶瓷煤流调节阀及助吹装置、PLC 相关模块、智能均匀喷吹软件控制系统模型的开发等，是在现有硬件基础上进行改造，关键在于通过智能均匀喷吹软件控制模型实现智能均匀喷煤。智能均匀喷吹系统包含喷吹罐泄压控制模型、煤粉仓流化装粉模型、底部流化模型、喷吹罐冲压控制模型、倒罐共喷模型、补气控制模型、煤粉调节阀控制模型、喷吹罐罐压恒压控制模型、自记忆自学模型等多个数学模型。使智能均匀喷吹速率稳定运行，还必须开发喷吹速率平稳控

制模型，该模型通过煤粉调节阀及喷吹罐压动态、恒压一起工作加以实现。实现喷吹系统一键操作、均匀喷吹，确保煤粉系统连续。提煤量防堵管，提高煤粉燃烧率，提高置换比，减少了输送气及流化气的消耗。精度高误差小，长期稳定喷煤速率误差小于 10%，小时喷煤量累计值与设定值的长期稳定运行误差小于 100kg。

5 结束语

邯钢高炉二级系统的投入使用为高炉操作人员提供详细的数据基础，为管理层准确真实的了解生产状况：入炉原燃料的统计为车间成本的考核提供实磅依据，配料计算模型的使用，充分发挥计算机在生产中的计算能力作用，动态计算喷煤量模型是在配料计算模型运算的基础上，对单位时间入炉料批的对列跟踪和计算，联合高炉炉型尺寸与结构，计算出提前加减喷煤量的调节动作，向操作人员提供合理的动态喷煤数据，为高炉炉温的稳定起到积极的作用。

参考文献：

- [1] 宝信软件高炉计算机过程控制系统设计说明书[资料].
- [2] 杨栩浩. 关于智能化技术在电气工程自动化控制中的应用探讨[J].黑龙江科技信息, 2019, 000(006):186-187.
- [3] 井萌, 古东明. 浅析智能化技术在电气工程自动化控制中的应用[J].世界有色金属, 2018(20): 2.DOI:10.3969/j.issn.1002-5065.2018.20.153.
- [4] 梅强. 智能化技术在电气工程自动化控制中的应用探讨[J].计算机产品与流通, 2018(11): 1.DOI:CNKI:SUN:WXXJ.0.2018-11-063.