

文献标识码: B 文章编号: 1003-0492 (2021) 09-076-04 中图分类号: TP206+3

自动化全流程智能控制技术的 研究与应用

Research and Application on the Automate Whole Process Intelligence Control Technology

★王瑞华 (山信软件股份有限公司, 山东 济南 271104)

摘要: 自动化全流程智能控制技术是以现场工艺实时数据库为核心, 在钢铁产线自动化信息化保障体系的框架基础上, 综合利用先进的全流程智能技术, 主要包括冗余容错、虚拟测量、遗传算法和控制系统换头术、故障预警模型、故障自恢复功能、异地诊断和处理、网络监控技术等, 实现了对设备状态的自诊断、故障自恢复、运行系统免维护等功能, 从而最大限度地保证生产稳定运行。

关键词: 全流程; 智能控制; 网络监控; 状态诊断

Abstract: The whole process intelligent control technology is based on the on-site process real-time database. Based on the framework and foundation of the iron and steel production line automation information support system, it comprehensively utilizes the advanced whole process intelligent technology collection, mainly including redundancy and fault tolerance, virtual measurement, genetic algorithm and control system switching, fault pre-warning model, fault self recovery function, remote diagnosis and processing, network monitoring technology, etc. it realizes the functions of self diagnosis of equipment status, fault self recovery, operation system maintenance free, etc., so as to ensure the stable operation of production to the greatest extent.

Key words: The whole process; Intelligence control; Network monitoring; Status diagnosis

1 引言

作为一个国有特大型冶金企业, 山东钢铁股份有限公司莱芜分公司 (以下简称: 莱钢) 已建立起包括焦化、烧结、炼铁、炼钢、轧钢等整个流程的完备自动化控制系统 (PLC、DCS)。其中PLC (DCS) 控制系统583套, 网络系统270套, 在线运行的控制模板数已达1.8万余块, 自动化仪表4.5万台 (件), 控制点数达到了40多万点, 还包括西门子、施耐德电气、ABB、浙大中控等多种进口、国产控制系统, 维护范围广、控制系

统多样且庞大繁杂。自动化、信息化技术不断发展, 冶金生产规模不断扩大, 对控制系统的全过程监控和生产过程的管理决策支持提出了更高的要求。为此需要在基础自动化与企业管理应用系统之间建立一个安全、稳定、真实的数据桥梁, 需要一个以自动化、信息化保障体系为基础, 为管理提供多层次、多功能、安全稳定的冶金全流程实时数据支持系统。

2 系统概况

莱钢已基本建成了庞大的生产运行信息支持体系, 实现了信息资源的共享和生产过程的统一管理, 为生产指挥和生产决策提供了强大的支撑。

自动化全流程智能运行技术是以现场工艺实时数据库为核心, 在莱钢自动化、信息化保障体系的框架和基础上, 综合利用先进的全流程智能技术集合, 主要包括冗余容错、虚拟测量、遗传算法和控制系统换头术、故障预警模型、故障自恢复功能、异地诊断和处理、网络监控技术等, 实现了对设备状态的自诊断、故障自恢复、运行系统免维护等功能, 有效地促进自动化与信息化的结合, 实现整个冶金生产流程自控系统的智能管控持续运行, 从而最大限度地保证生产稳定运行。

3 系统建设方案

3.1 系统网络结构设计

各种工控、监测、计量实时信息集成为一个大型信息支持系统, 由此把信息资源的共享和生产过程的统一管理相结合, 为生产管理、维护人员实现生产线自

控系统和计量设备的异地监控与维护提供一个集成化平台,并充分利用自动化部现有的人力、技术资源进行预防性维护,提高自动化控制系统的维护质量和生产运行控制中心的指挥决策速度^[1]。相应的网络结构图如图1所示。

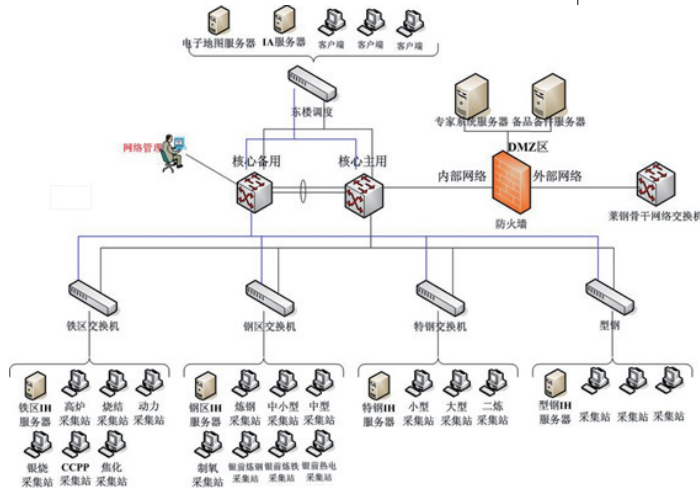


图1 系统网络结构图

执行层的数据流根据功能需要在现有的网络框架上外挂SQL关系数据库,用于故障发生时触发故障报警,并且根据现场的报警信息与物资系统进行关联,以查询备品备件物资。同时查询对该设备该工艺熟悉的专家的情况,方便及时联系,帮助分析问题,排查故障。

3.2 自动化全流程智能运行技术

莱钢自动化智能运行系统的建设内容,包括以下几个方面:

3.2.1 虚拟测量技术、遗传算法技术、冗余容错技术

在冶金流程生产线上成功应用了虚拟测量技术、遗传算法技术、冗余容错技术,实现了设备状态的自诊断、故障自恢复、运行设备免维护^[2-3]。

(1) 虚拟测量技术

虚拟测量技术是测量技术的仿真与模拟,是真实测量过程在计算机中的实现。在生产过程中,一些重要的工艺参数直接影响生产的正常运行,而这个参数的正常与否,很大程度上取决于检测元件的质量。MATLAB功能强大,具备卓越的数值计算能力,它还提供了专业水平的符号计算、文字处理、可视化建模仿真和实时控制等功能。使用MATLAB对热风温度、热风流量、冷风温度、冷风流量与混风温度、混风流量的

关系进行算法拟合,最终得出仿真值,用于指导生产。

(2) 遗传算法技术

在风机、制氧机等大型设备中,温度数据变化趋势应该符合平滑曲线变化规律,而在现场检测元件损坏或检测回路受外界干扰情况下,温度变化趋势应该是非正常状态,根据这种情况的历史数据采取保护处理,基本上过滤掉了因检测元件故障造成的温度高或温度低停机。

(3) 冗余容错技术

为提高设备的可靠性,在关键点安装两套相同的检测设备,一套发生故障时,自动切换到另一套检测设备,而不影响系统的正常运行,同时对故障点报警。现场已经使用的冗余技术主要有:高炉α角冗余、宽带精轧压下磁尺冗余、轧机HMD冗余等。

3.2.2 基于故障预警与故障解除的模型建立

在设备运行过程中,如果报警发生在故障之前,需要提前干预避免事故发生^[4-6]。以高炉炉温控制为例:首先,温度和温差作为输入变量,结合相关权重、阈值参数,通过判断函数和预测时间函数计算,最终输出预警等级值的模型,相比模糊函数实时判断模型可以避免因应急时间不足导致故障向事故发展;其次,短期温度值综合判断结合故障等级跃迁、解除的模式,可以过滤部分因温度波动而产生误判的“伪故障”。

通过建立故障之前可控性预警模型^[7],实现生产系统万点受控,建立及时准确的合格预警“专家系统”。及时是指有充足的时间进行调控,避免故障的发生;准确是指对潜在故障的报警命中率高,并且能自动过滤大部分“伪故障”,避免不准确预警下调控而导致生产异常。

3.2.3 心跳检测的异地控制系统换头技术

风机产生的风量是高炉稳产、顺行、高产的重要保证,而制氧机产生的氧气则是炼钢必备的条件之一,是影响这个流程生产的瓶颈敏感区域。在莱钢三区的风机及制氧机控制系统中,其PLC均采用ABB公司的AC800F系统,为提高系统的稳定可靠性运行,采用心跳检测控制系统换头技术。所谓“心跳”检测是指两个CPU互相监测,定时的互发消息查询对方是否处于正常工作状态。“心跳”检测是多机系统比较常用的一种故障检测手段。主机和从机之间通过高速通讯口定时向对方发送系统状态信息,若主机或从机在规定时间内没有听到对方的“心跳”,则认为对方已发生严重故障,给

监控中心发出故障报警信息。两块CPU同时在线运行，一块处于主控制模式，另一块处于热备模式。拥有主控制权的CPU具有输出控制权，而热备CPU同时采集数据和保持通讯连接，但输出被禁止。两个CPU模块互相监视对方的运行状态和通讯情况，一旦发现对方故障，立即发出报警，通过TCP/IP网，传送给上位工控机，在操作员站上显示报警。如果是主控CPU模块故障，热备CPU模块自动获得主控制权。如图2所示。

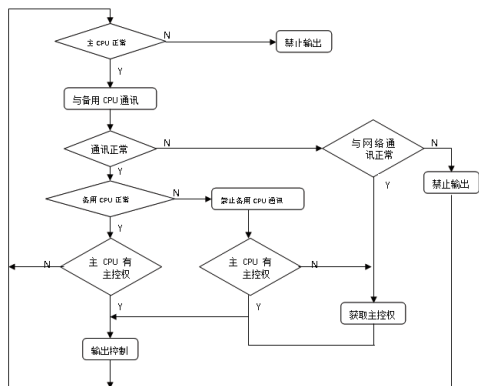


图2 控制权的裁决和转移的软件框图

采用心跳检测的异地控制换头技术，极大程度地提高了敏感瓶颈工艺区域控制系统的安全可靠性能。

3.2.4 建立异地技术支持和故障处理模型

发挥集中维护、快速响应的优势，利用无线传输网络，将现场突发故障等的视频信号实时传输到指挥中心和/或执行中心。执行中心和指挥中心的客户端均可实时取得服务器的视频，也可调阅存储的视频进行播放；指挥中心或执行中心的人员可与前端设备的操作人员进行语音交流，更好地解决了现场出现的问题。网络图如图3所示。

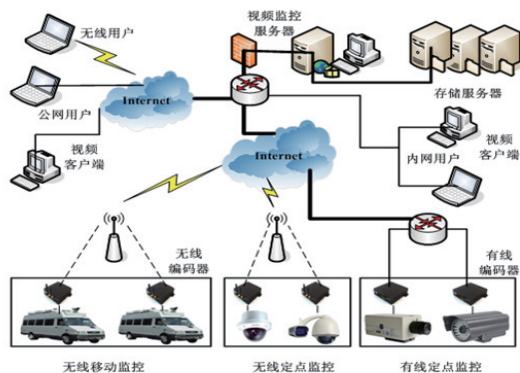


图3 无线传输网络结构图

3.2.5 故障处理流程化

故障处理的流程：采集现场设备的数据写到实时数据库中，如果出现故障会在指挥中心的电子地图上显示报警信息，同时显示故障设备的备件详细信息，包括设备的型号、产地、库存状态、仓库地址、仓库管理员的联系方式；显示故障设备曾经的维护记录，包括故障发生的时间、故障名称、故障原因、处理时间、故障分析人员、事故经过、事故原因分析、今后防范措施；自动呼叫现场值班人员的电话。如果还不能解决，自动呼叫具备维护经验的本地专家，显示专家的详细信息，包括人员的联系方式、家庭住址、是否在值班室值班；并且呼叫流动维护车的司机，做好准备将维护专家送至现场；电子地图显示流动维护车的位置，调度人员人工告知司机去哪里接哪位专家。专家对现场故障的处理过程将会通过摄像头远程传送图像到指挥中心的大屏幕上，人员的具体位置在电子地图上显示。问题成功解决后，立即填写事故分析报告，告知调度人员；无法立即解决的，可将事故原因告知设备厂家，共同分析解决。

4 系统性能

4.1 通过知识管理，塑造高智商组织

知识管理就是运用管理及技术手段将人与知识充分结合，创造知识共享的行为模式和文化，通过知识应用及创新，提升组织核心能力，为企业创造价值。把个人天赋上升到可以分享的知识或技能；把各种显性知识规范化、流程化；把各种隐性知识显性化、档案化；把个人技能变成组织技能分享与交流；把局部优势变成整体优势。通过知识收集、知识分类、知识存档、知识共享，建立知识管理系统；提高组织智商、减少重复劳动，避免组织失忆。系统应用要点：

为事故分析、快速判断故障提供科学的根据。通过完整的数据记录和有效的信号分析方法，在事故发生后为事故分析提供有力证据，能够缩短判断故障的时间，最大限度地减少因故障停机造成的损失。

实现预知维修。通过真实、全面、准确及周期性地获取设备的运行状态及其它重要信号，实现对企业所有重要设备的监控诊断，能准确了解设备的运行状态，从而实现维修制度由事故维修、定期维修向预知维修的转变。

提升专业点检人员的诊断水平。通过功能强大的在线监测系统和高性能数采器及网络化软件的使用,维护人员能全面获取设备运行信息,及时收到故障信息,通过不断地学习和维修结果的不断验证,提高对故障特征的认识,从而提高其设备诊断水平。

实现统一思想、统一认识、统一步调、统一行动;实现管理与技术的良性互动,利用信息技术推动管理变革和流程创新。

4.2 实现万点受控,自动化信息化全流程免维护

自动化全流程零故障系统定位为执行层和控制层之间的联络派生系统。主要功能为:为上层系统提供准确可靠的信息和帮助,对下层系统的安全稳定运行进行监控,保证其安全、可靠、长期稳定运行,更好地为上层服务,从而提升整个企业集成制造系统的安全可靠性。具体包括:提供控制层与执行层之间的通讯接口,提供实时数据库,为上层提供可靠稳定的数据;对采集的大量数据进行分析和梳理,变成上层需要的信息;采用全流程零故障技术集合对下层系统进行深度开发、优化和重组,突出其可靠性、稳定性、免维护性。

自动化全流程免维护系统一个显著的特点就是它面向的对象是底层控制系统,从底层系统的可靠性、免维护性出发,实现对整个制造系统的强有力支撑和保障。即推进自动化信息化从需求出发转向从效果出发,这在自控技术上是一个创新和突破。从功能方面,该系

统处于基础架构和执行系统之间的一个联络系统,有力地结合了自控、信息、管理等多种因素,切实贴合现场实际的需要。坚持以维护过程自动化、故障诊断智能化、超前化、故障处理快速化、远程化、故障恢复自行化为目标,把冗余技术、虚拟仿真技术、虚拟测量技术在现场广泛推广和应用;建立故障之前预警与故障解除模型;实现以心跳检测为主的控制系统换头术,建立异地技术支持和故障处理模型,达到了集中统一,共享协同,最终实现万点受控,自动化信息化全流程免维护。

5 结论

目前该系统已经在莱钢生产线上得到了很好的应用,基础网络搭建完备,实现了万点受控,自控系统的故障自恢复和免维护,正逐步在莱钢所有生产线以及其他流程工业中推广应用,并且针对瓶颈和敏感生产区域进行深度开发和广泛应用。 **AP**

作者简介:

王瑞华(1971-),女,山东肥城人,高级工程师,硕士,现就职于山信软件股份有限公司,研究方向为自动化、信息化、数字化技术。

参考文献:

- [1] 张丹,刘洋. 复杂网络的事件驱动故障估计[J]. 信息与控制, 2019, 48(3): 272 - 278.
- [2] 王友发,周圆圆,罗建强. 近20年智能制造研究热点与前沿挖掘[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(6): 49 - 57.
- [3] 孙长银,吴国政,王志衡,丛杨,穆朝絮,贺威. 自动化学科面临的挑战[J]. 自动化学报, 2021, 47(2): 464 - 474.
- [4] 陆宁云,陈闯,姜斌,邢尹. 复杂系统维护策略最新研究进展:从视情维护到预测性维护[J]. 自动化学报, 2021, 47(1): 1 - 17.
- [5] 胡杰,杜胜,吴敏,陈鑫,曹卫华. 铁前炉料制备过程先进控制与智能优化[J]. 信息与控制, 2018, 47(4): 411 - 420.
- [6] 袁焯,张永,丁汉. 工业人工智能的关键技术及其在预测性维护中的应用现状[J]. 自动化学报, 2020, 46(10): 2013 - 2030.
- [7] 何潇,郭亚琦,张召,贾繁林,周东华. 动态系统的主动故障诊断技术[J]. 自动化学报, 2020, 46(8): 1557 - 1570.