

PLC在首钢迁钢4000m³高炉煤气干法除尘监控系统的应用

李林^{1,3}, 臧若愚^{1,2}, 曹源³, 任绍峰³, 孟祥龙³

(1.北京科技大学冶金与生态工程学院, 北京, 100083;

2.中国钢铁工业协会, 北京, 100711;

3.北京首钢国际工程技术有限公司, 北京, 100043)

摘要: 介绍可编程控制器 (PLC) 在首钢迁钢4000m³高炉煤气干法除尘监控系统中的应用。PLC除用于对现场仪表的数据采集和处理外, 还可用来完成对现场工艺设备的连锁自动控制。此外, 工控组态软件 Intouch 作为一种标准的人机界面 (HMI) 被用于监控工业生产的动态过程。

关键词: 可编程控制器 (PLC); 干法除尘; 过程监控; Intouch组态软件

中图分类号: TF562

文献标识码: B

文章编号: 2095-8412 (2014)03-310-05

PLC Application of Gas Dry-type Dedusting Monitoring System in Shougang Qiangang 4000 m³ BF

Lin Li^{1,3}, Ruoyu Zang^{1,2}, Yuan Cao³, Shaofeng Ren³, Xianglong Meng³

(1. School of Metallurgical and Ecological Engineering, University of Science and Technology, Beijing, 100083, China;

2. China Iron and Steel Association, Beijing, 100711, China;

3. Beijing Shougang International Engineering Technology Co., Ltd. Beijing, 100043, China)

Abstract: To introduce the application of PLC in monitoring system of Shougang Qiangang 4000m³ BF gas dry-type dedusting. PLC is applied in data acquisition and processing, it may accomplish automatic chain control for devices. Furthermore, as standard human-computer interface, configuration software Intouch is used to monitor dynamic process of industrial production.

Key words: PLC; Dry-type dedusting; Process monitoring; Intouch configuration software

1 工程概述

首钢迁钢4000m³高炉干法除尘自控系统的设备性能和自控水平直接影响干法除尘的最终效果。工程采用具有高性能及高可靠性且经济实用的PLC可编程控制系统^[1]。其硬件结构坚固, 即使在恶劣工况下也可正常工作, 编程软件和上位软件具有良好的用户界面, 具备多种编程语言, 使程序编写、软件调试和系统维护极为简便。自动化系统硬件、PLC编程软件和自动化控制系统在系统调试中遇到的问题与处理措施是关注焦点。

2 自动化控制系统硬件

迁钢4000m³高炉工程干法除尘自动化控制系统PLC选用施耐德QUANTUM系列可编程控制器, 主机架选用6槽结构, 远程I/O机架为10槽结构, CPU则选用140CPU67160模块。PLC主机架与扩展机架的连接采用932系列远程I/O模块, 为双缆方式连接, 从而进一步提高系统运行可靠性。本系统共有2个主机架和多个远程I/O机架, 分在4台PLC柜中安装。PLC与上位工控机采用标准工业以太网连接。上位系统共有3台工控机, 放在干法除尘控制室, 用于系统监控^[2]。

QUANTUM是施耐德电气公司推出的世界首创

通用自动化平台，可满足大部分离散和过程控制的经济且灵活的硬件控制平台，因此高性价比PLC-QUANTUM被选用。其特性为：控制器为模块化结构；采用高性能Intel CPU；所有I/O 模块均可带电热插拔；具有多种智能型模块，满足各种用户特殊要求；在网络和通信技术上，QUANTUM 提供10/100M 自适应TCP/IP以太网接口模块，同时支持通用的网络设备；QUANTUM 能够提供多种I/O 技术。先进的技术、无以伦比的可靠性、开放的体系结构使QUANTUM 成为过程控制的优秀产品。

3 自动化控制系统软件和上位编程软件

Windows XP Professional是美国Microsoft微软公司最出色的产品之一，迁钢4000m³高炉工程干法除尘自动化控制系统选用Windows XP Professional中文版操作系统。

Intouch上位组态软件是Wonderware公司产品，用于可视化和控制工业生产过程，为工程师提供一种易用的开发环境和较为广泛的功能，使工程师能够快速建立、测试和部署强大的连接和传递实时信息的自动化应用。InTouch软件是一个开放的、可扩展的人机界面，为定制应用程序设计提供灵活性，同时为工业运行中的各种自动化设备提供连接能力。

施耐德电气公司的UNITY PRO是支持IEC61131-3全部五种语言的应用编制、程序调试和诊断操作的软件套装工具，可用于施耐德电气的Premium, Atrium, M340和Quantum PLC硬件平台，该软件结合施耐德电气原PL7和Concept软件的优点，并进一步增加大量新功能，使其解决复杂问题的能力更强，对用户开放程度更高，对制造生产率的提高更有帮助，同时对企业中不同软件的协同能力更好。因此，是Windows XP Professional、Intouch和UNITY PRO共同完成对迁钢4000m³高炉工程干法除尘系统的自动监视控制任务。

4 自动化控制系统

迁钢4000m³高炉工程干法除尘包括换热器系统、布袋室系统、卸灰系统和外管系统，见图1。自动化控制系统是工程最重要核心组成部分，该系统设备包括1个电源柜，4个PLC柜，1个在线监测柜，40个机旁

操作箱及各种检测设备^[3]。

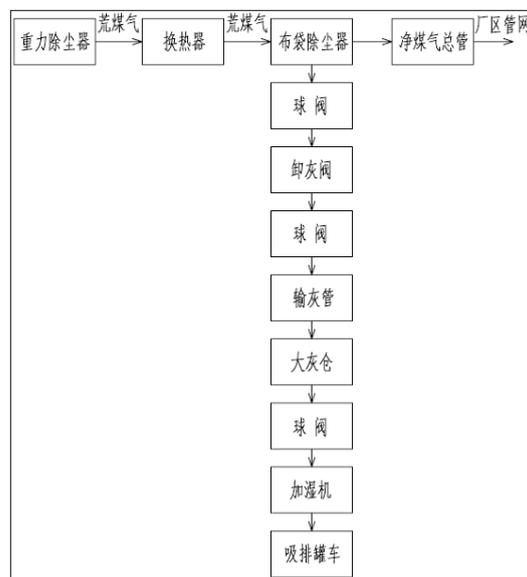


图1 迁钢高炉干法除尘工艺流程图
Fig.1 Gas Dry-type Dedusting Process

4.1 换热器系统

换热器系统包括3个DN2400电动蝶阀、2个DN2400眼镜阀和2个电动补水球阀。在干法除尘控制室画面上能够显示3个DN2400蝶阀的开到位、关到位状态并能控制其开关，同时在现场3个DN2400蝶阀旁各自的控制箱可以手动状态下对设备进行现场操作。

图2为干法除尘换热器系统流程。3个DN2400蝶阀在画面上都选择自动方式，当荒煤气总管温度大于260℃或旋风除尘器后荒煤气温度大于280℃的时候，程序会自动把换热器管道上的2号和3号DN2400蝶阀打开并开到位后才关闭主管道上的1号DN2400蝶阀；当旋风除尘器后荒煤气温度小于250℃或者荒煤气总管温度小于200℃的时候打开主管道1号DN2400蝶阀并开到位后才关闭2号和3号DN2400蝶阀。无论自动方式还是手动方式，必须保证从旋风除尘器出口的煤气通向干法除尘系统的一条通道是打开的，不能同时关闭两条通道。



图2 迁钢高炉干法除尘换热器系统流程图
Fig.2 Gas Dry-type Dedusting Heat Exchanger System Process

换热器蒸汽包上设液位计,控制室或现场可打开或关闭补水球阀,以确保换热器的正常工作。

4.2 布袋室系统

布袋室系统包括13个DN6200布袋室,26个DN1000气动蝶阀,26个DN1000眼镜阀,低压脉冲装置和含尘量检测仪等。

在干法除尘控制室画面上能够显示26个DN1000眼镜阀的横移开到位、横移关到位两种状态和26个DN1000气动蝶阀的开关状态,在画面上能够控制26个DN1000气动蝶阀的开关;同时在现场26个DN1000眼镜阀和26个DN1000气动蝶阀旁各自控制箱可以手动状态下对设备进行现场操作。

脉冲反吹控制系统共有13个布袋除尘箱,每个箱体38个24VDC脉冲阀,脉冲阀的操作有两种方式,程序上均可设定(定压差操作:脉冲阀按荒、净煤气总管差压值(2.5-4KPa)启动,称为定压差操作;定时操作:按时间操作,定时操作时间可调,从连续反吹到数小时反吹)。全部操作由PLC自动控制完成,每个箱体依次进行,在自动运转中,除人工选择的箱体外,其他箱体依次完成自动反吹-过滤操作。

反吹一过滤自动运转程序:电源接通后第一个脉冲阀启动,向一排滤袋喷射氮气,完成一排滤袋的反吹清灰,第一个脉冲阀喷吹后5~20秒钟第二个脉冲阀动作(时间间隔可调),直到全部脉冲阀动作,完成一个箱体的反吹工作,再进行第二个箱体的反吹,反吹的程序与第一个箱体相同。反吹又分在线反吹和离线反吹两种方法。如果箱体进出口蝶阀打开,煤气在流动状态逐排反吹,直到38排滤袋反吹完毕,转至下一个箱体,称为在线反吹;箱体反吹前按程序关闭进出口蝶阀,切断煤气实行反吹,反吹完毕再打开蝶阀,称为离线反吹。下面是反吹系统的详细说明:

在监控画面上分为“手动反吹”和“自动反吹”两种方式。在画面上选择“反吹系统手自动切换”按钮,弹出画面,选择为手动状态,点击分画面中的每个箱体旁边的手动反吹按钮,就可进行单独箱体的反吹。选择为自动状态,又可选择定时和定压两种反吹的方式。系统默认为定压反吹方式。点击“反吹参数设置”按钮弹出反吹参数设置的画面,可以进行相应的参数设置^[4]。

本系统的自动化检测项目包括:每个箱体的荒净煤气支管温度,每个氮气反吹分气包压力并用压力表

现场显示, DN1000眼镜阀前后压力就地显示,布袋除尘器前后荒煤气总管压差,各布袋室进出口(荒、净煤气支管)压差和含尘量检测(包括各布袋室箱体出口净煤气支管,荒、净煤气总管和大灰仓出口,共16点;以上数据在线监测,在控制室显示其数值并在画面上有超高报警)。要求以上各点远传至控制室显示。

4.3 卸灰系统

卸灰系统包括1个大灰仓,4个DN150电动球阀,13个DN300球阀,13个DN300放灰阀,13个DN80球阀,28个仓壁振动器,28个氮气炮等。卸灰操作可在现场或控制室手动操作,13个布袋室逐个卸灰,当一个箱体达到高灰位时开始卸灰,当达到低灰位时停止卸灰,有经验时可定时操作,卸灰程序如下:

打开DN150煤气电动球阀或DN150氮气电动球阀;打开DN80气动球阀;打开DN300气动卸灰阀(钟型阀);开启仓壁振动器或氮气炮;关闭时反向操作。

每次只能操作一个箱体,如果运行中有2个或2个以上的箱体同时到达高灰位,这时需要人工手动干预选择,保证同一时间只能对一个箱体进行卸灰,防止灰量过大,堵塞输灰管。布袋除尘灰由气力输送至大灰仓,如果以净煤气输灰,则净化后进入低压煤气管网或放散;如果以氮气输灰,则净化后直接放散,大灰仓的灰由罐车运输。大灰仓上面设有DN300输灰氮气放散蝶阀, DN400输灰煤气回收蝶阀和DN400输灰煤气回收扇形盲板阀;大灰仓下面设有DN300气动耐磨球阀,给料机及加湿机。

本系统的自动化检测项目包括:大灰仓后煤气连通管压力,输灰总管道压力,大灰仓压差和灰位检测(布袋室与大灰仓高高、高和低灰位,共42点,均做报警)。要求以上各点远传至控制室显示。

4.4 外管系统

外管系统的检测项目包括:旋风除尘器后荒煤气温度,氮气储气罐氮气压力,氮气减压阀后氮气压力和压缩空气总管压力。要求以上各点远传至控制室显示。

4.5 上位监控系统

本系统共分5个画面,包括“干法除尘主画面”、“在线含尘量画面”、“趋势曲线画面”、“系统报警画面”、“高炉打水画面”。各个画面可以自由切换。

4.6 软硬件措施

为保证高炉工程干法除尘自动化控制系统安全、可靠，工程设计要求其接地电阻小于1欧姆。自动化控制系统运行以来从未出现过系统干扰错误、安全可靠。为了增加自动化控制系统安全、可靠性，系统设计又采取如下软硬件措施：系统供电除正常供电外，另加UPS电源，掉电可保证30分钟自动供电；在系统软件编程中采取安全性技术处理，如加模拟量滤波、加缓存、互锁、均有对故障的判断、显示、报警和处理等。

工程自动控制系统的设计在控制网络和可扩展性方面拥有较强能力，选用的PLC控制器为完全模块化，配置灵活，扩展方便，易于升级。QUANTUM PLC系统具有标准总线系统接口，用现场总线可实现PLC与上位机之间的数据通讯，上位机可以通过以太网与公司管理级及调度室实现远程数据传输，满足迁钢公司对自动化的整体要求。

5 自动化控制系统调试与运行

根据首钢迁安钢铁有限责任公司配套完善4000m³高炉工程总体进度要求，干法除尘自动化控制系统制订详细的工程施工和调试方案。2009年10月完成PLC应用软件的编写和上位画面的制作。11月进行各系统的单体调试和联动试车，12月电气自动化进行多次联动试车，标志迁钢4000m³高炉工程干法除尘系统全面具备投产条件；2010年1月9日，迁钢4000m³高炉工程干法除尘系统顺利投产。期间进行多次工艺修改调试，最终完全达到设计工艺要求，目前该系统稳定运行^[5]。图3为主控室操作主界面，图4显示生产过程中干法除尘各布袋支管净煤气含尘量。图5为迁钢干法除尘工程实景。

迁钢高炉煤气干法除尘含尘量在线监测系统的创新为：应用电荷感应原理；以测量静电荷变化来判断布袋除尘系统运行正常与否；传感器表面涂敷特殊材料；接地网制作运用传感器端悬空而在变送器端接地形式连接；硬件与软件的补偿。

6 结语

煤气干法除尘系统的关键核心就是采用自动化控制系统，在广泛采用现代控制思想和高新技术的前提下，成功实现4000m³高炉工程干法除尘全程自动化监控。

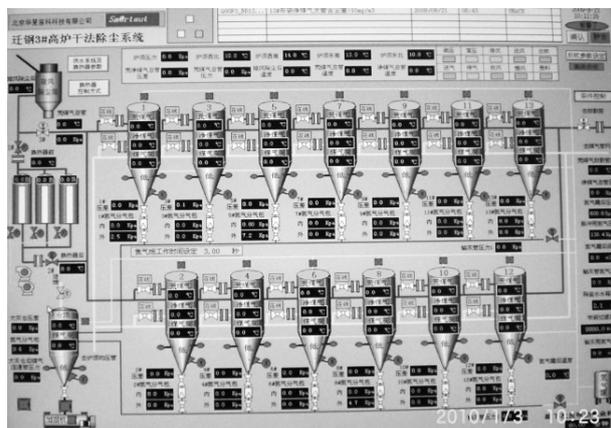


图3 迁钢高炉煤气干法除尘主控界面
Fig.3 Gas Dry-type Dedusting Control Interface

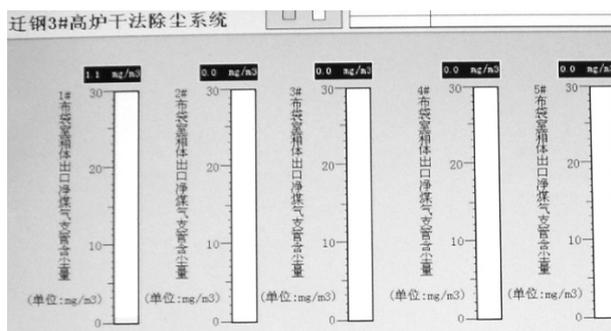


图4 迁钢高炉煤气干法除尘净煤气支管含尘量
Fig.4 Dust Content of Gas Dry-type Dedusting



图5 迁钢高炉煤气干法除尘工程实景
Fig.5 Gas Dry-type Dedusting Field

干法除尘系统自投产以来运行稳定，取得显著社会效益和经济效益，完全达到并超过各项设计指标。

迁钢4000m³高炉工程干法除尘系统的成功投产，有力证明自动化控制系统是现代信息化高新技术改造传统产业的最佳方法。

参考文献

- [1] 马竹梧,徐化岩,钱王平. 基于专家系统的高炉智能诊断与决策支持系[J].冶金自动化,2013,37(6):8-10.
- [2] 袁晓红,赵明,赵春娜. 原料场智能逻辑控制系统[J].烧结球团,2013,38(6):57-59.
- [3] 王春元. 宣钢2500m3高炉炉顶自控系统的优化与创新[J].电气应用,2013,32(16):21-24.
- [4] 王业飞,肖国才,徐克铭. 高炉煤气全干法除尘在南钢8号高炉上的应用[J].炼铁,2012,31(2):39-40.
- [5] 朱怀宇,朱锦明.宝钢1号高炉煤气干法除尘的应用[J].炼铁,2011,30(1):14-15.

作者简介:



李林,男,河北涿州人,工程师,北京科技大学冶金与生态工程学院冶金工程专业在读博士研究生,主要研究方向为高炉炼铁理论、工艺与自动化控制,主要从事工作为炼铁工艺与自动化设计。
E-mail: libatistu@163.com



臧若愚,工程师,博士,中国钢铁工业协会,主要研究方向: 硼对连铸坯裂纹的影响及对策探究
E-mail: ryzang@gmail.com