新技术应用

新型自动控制系统在厚板定尺剪系统中的应用

苗建新,裴瑞琳,刘 豪
(宝钢分公司 厚板厂,上海 200941)

摘要:随着工业控制系统的不断发展,可编程控制器在宝钢分公司厚板厂定尺剪系统中得到了全新的应用,尤其在定尺剪的主电机控制、PDA 数据采集和分析、夹送辊控制、剪刃间隙调整控制、剪切过程控制等方面得到了应用。通过计算机的过程监视、数据采集、参数控制、事故报警等画面,操作人员能了解设备运行情况,及时发现和处理问题。通过对新型集成 PLC 系统的编程思想、多模块功能、分散控制、集中管理、实时跟踪等特点的介绍,并与传统的工业系统相比,该系统具有人工操作量少,设备维护方便等优点。

关键词:定尺剪;功能块;夹送辊;剪刃间隙
中图分类号:TG333.2+1 **文献标识码**:B **文章编号**:1008-0716(2006)03-0056-04

Application of a Novel Automatic Control System in Dividing Shear

Miao Jianxin, Pei Ruilin, Liu Hao
(**Heavy Plate Mill, Baosteel Branch, Shanghai** 200941, **China**)

Abstract: With development of the industrial control system, programmable logic controller (PLC) is widely used in dividing shear of Baosteel Heavy Plate Mill (HPM), especially in the fields of the main motor control of dividing shear, collection and analysis of PDA data, control of pinch rolls, adjustment control of knife gaps, shearing process control, etc. Operators can monitor the equipment in operation, find out and handle problems in time by means of monitoring the process with computers, gathering data, controlling parameters, reporting accidents and so on. With an introduction to characteristics of programming ideas of a new integrated PLC system, multiple block functions, scattered control, centralized management and real-time monitoring. Compared with the traditional industrial control system, this system has some advantages like less manual operation and convenient equipment maintenance.

Keywords: dividing shear; function block; pinch roll; knife gap

0 前言

宝钢分公司 5 m 宽厚板轧机工程于 2005 年 3 月投产,是宝钢分公司调整产品结构,满足国内市场对大口径输油气管线、高强度船板、高强度建筑结构板、压力容器板等需求的重大举措。作为我国第一套特宽幅现代化厚板轧机,它将带动我国厚板生产技术的发展,对提升我国厚板产品档次,增强我国的综合国力,发挥积极作用。

1 定尺剪概况

宝钢分公司厚板厂的定尺剪采用滚切式设计,弧形上刀刃沿着直线型下刀刃滚动实现剪切。设置在双边剪及剖分剪的下游,是剪切线的最后一道工序。定尺剪的主要作用是将钢板切成所需要的定尺长度。

该剪机主要由机架、传动装置、刀架及剪刃固定装置、剪刃间隙调整机构、压紧装置、推尾装置、长度测量装置、摆动辊道、剪刃更换装置等组成。定尺剪主要性能指标:剪切钢板厚度 5 ~ 50 mm;剪切钢板宽度 1 300 ~ 4 900 mm;最高剪切温度 150℃;最大剪切力 16 000 kN;剪切次数:24 次/min(连续工作)。

2 自动控制系统

宝钢分公司厚板厂在自动控制系统上配置了四级计算机系统。分为基础自动化级(L1),过程控制级(L2),生产控制级(L3)和生产管理级(L4)。使整个厚板厂的设备控制、过程控制、生产控制、生产管理等都纳入计算机系统的范围,

苗建新 助工 1979 年生 2002 年毕业于重庆大学 现从事电气专业 电话 26643368

从而保证了工艺设备的最佳状态，轧制能力的充分发挥及产品质量的优良。

基础自动化级是总体自动化控制系统的第一级，直接控制生产过程。它负责各生产设备的闭环及开环控制。是厚板厂最基础而又最必不可少的控制环节。它是分布式[1]计算机控制系统的核心，向上要与过程控制机通信，向下要与数字传动装置通信，左右要互相快速通信，而且还需与人机界面通信。基础自动化级由高速通信网及多台PLC[2]（可编程控制器）、多台HMI（人机接口）组成。完成宽厚板生产过程的程序控制和连锁控制，如图1所示。

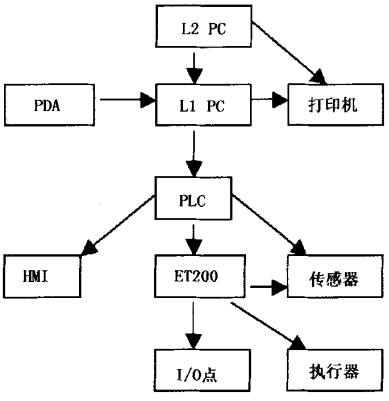


图1　PLC布局

Fig. 1　Layout of the PLC

自动化控制系统在定尺剪系统中主要用于主电机控制、夹送辊控制、剪刃间隙控制等。

2.1　主电机控制

定尺剪主传动装置由上下可分的主减速机箱体、齿轮、轴及偏心轴组成。主电机安装在剪机上部的平台上，由2台电机驱动，主电机和减速机之间设有安全离合器。

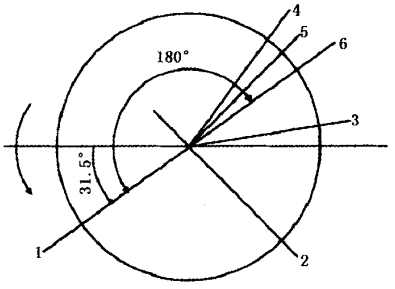
在定尺剪前板主轴上安装有一个表盘（图2），一个剪切周期360°，时间在4.8～6.0 s之间，根据具体情况可以调节，其中和钢板接触阶段为2～3 s，完成一个剪切过程后钢板才能继续前进。

主传动是定尺剪最重要的部分，如果负载很大会自保护，但控制要求很高，采用西门子控制系统对电机的控制可以较好地满足工艺要求。

图3表示控制的主要功能块在主电机控制时的结构和数据流。

主电机控制：首先所有的点动命令都要通过FB921这个功能块[2]，相应的模式选择也从FB920送来，然后送到FB910进行速度设定，部分参数值通过FB910送给FB971，有些速度值要送给HMI供操作人员了解。

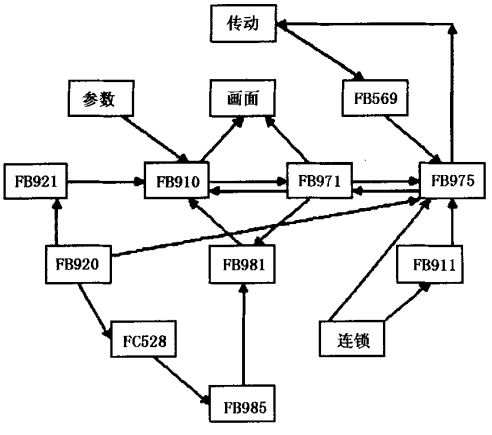
在对速度、加速度值等参数的设定时必须满足电机的同步要求，而变频器部分来的整流、逆变及故障信号也要通过FB569进入FB975，作为FB971的输入条件，然后反馈给传动。



1为基本位置，即上下刀刃间距最大位置；
2为开始剪切位置（根据钢板宽度而变化）；
3为剪切完成；
4为压下设备提升；
5为摆动辊道提升，即钢板开始前进；
6为换刀刃位置，与基本位置成一条直线

图2　表盘指示

Fig. 2　Dial indication



FB920为模式选择功能块；FB975为基本逻辑和开关转换；FB921为点动功能控制；FB911为数据采集；FB910为速度设定控制；FB971为传动控制。FB569为逆变控制器；FB981为传动斜坡控制；FB985为位置精确控制；FC528为数据多通道控制

图3　数据流

Fig. 3　Data stream

位置的精确定位：通过功能块FB975命令选择决定相应的位置信号和FB971互相交换。

连锁条件：复杂的连锁关系或通过FB911或

直接通过 FB975 作为 FB971 的输入，然后才能实现不同条件下的电机控制。

2.2 PDA 数据采集和分析

图 4 的电机波形是电机速度和电机位移的参考值和实际值的比较，它的启动和停止与设定值有较大的不同，可以进行参数优化，经过生产的不断检验，来选择合适的参数。

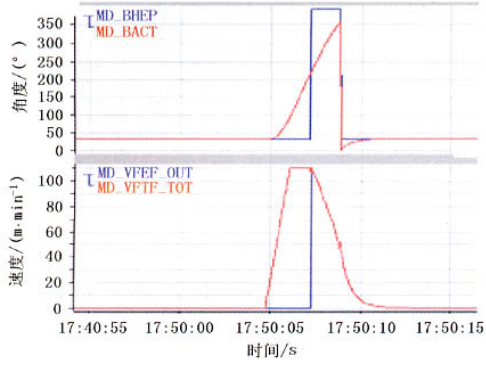


图 4 电机波形

Fig. 4 Graphics of the motor

剪切时间控制在 4.8 ~ 6.0 s 之间，速度值基本不变，但控制发生的速度斜坡对剪切有很大的影响。

利用 PDA 应用软件可以很精确地分析两者相差多少。采用 PDA 系统不仅可以分析复杂的数据，而且对简单的检测信号同样可以采集和分析。

2.3 夹送辊控制

为了更好地输送钢板，在定尺剪入口设置了夹送辊，用于夹送钢板和测量钢板厚度。夹送辊共有 4 个电机同步运行，上升下降都有电气元件检测，通过液压缸驱动。对于不同宽度的钢板，夹送辊可以自动横移，横移距离由绝对值编码器来精确定位。

对于上夹送辊的压下位置，根据钢板厚度计算压下压力，由控制系统实现这种变压调节。

液压阀控制：液压缸的动作是通过电气阀的控制来实现的，而程序对阀的控制是通过 FB572 这个功能块来实现，见图 5。

相关参数从相应功能块中采集；现场操作按钮及故障或急停等都作为 FB572 输入的一部分；相关动作是如何执行控制也是输入的重要部分。

液压阀的输出包括诊断功能送到 FB608 进行诊断，然后再反馈回 FB572，相关连锁条件也通过 FB608 送到 FB572 进行选择。液压阀执行情况通过 FB966 输出信号灯显示。

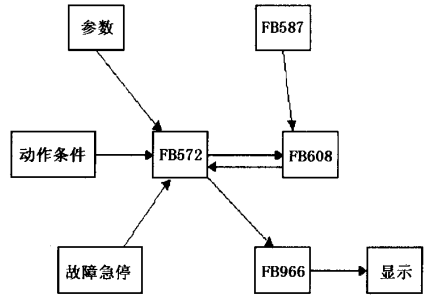


图 5 液压数据流

Fig. 5 Hydraulic data stream

2.4 剪刃间隙调节控制

为保证剪切质量，对于钢板的不同厚度及材质必须进行剪刃间隙调整，剪刃间隙采用 1 台 AC 电机通过蜗轮、蜗杆和斜楔根据钢板的厚度进行调整。剪刃间隙一般设定在板厚的 10% 左右，针对不同的钢种有所变化。

剪刃间隙调节范围为 0.5 ~ 7.0 mm 。误差要求在 0.05 mm 之内，实际值和编码器测量值之间的偏差可由操作工进行人工补偿。通过最大和最小两个机械极限位置的实际值和编码器值，然后按照线性方程 $Y = KX + Q$ 就可以确定参数 K 和 Q 的值，根据这个线性关系实现间隙调节，不同设定值和实际值都应该符合这个方程式。表 1 是不同剪刃间隙的测量结果，根据设定值和测量值的差看出误差较大，需要重新标定。

表 1 设定值和测量值的比较

Table 1 Comparison between measured and set values

mm

	次数						
	1	2	3	4	5	6	7
设定值	0.498	1.002	1.026	1.958	2.997	4.005	4.527
测量值	0.65	1.00	1.20	2.05	3.05	4.20	4.75

间隙调节的精确程度直接影响钢板的剪切质量，所以具有很高的控制要求，基本遵循和钢板厚度成线性关系。

2.5 剪切过程控制

钢板的位置跟踪和事件触发是通过检测元件来执行，下面简单介绍定尺剪切的控制过程，见图 6。

当钢板到达 EN BLSW4 光栅时，L1 发射数据请求，L2 发送剪切计划。到达 EN BLSW6 光栅之

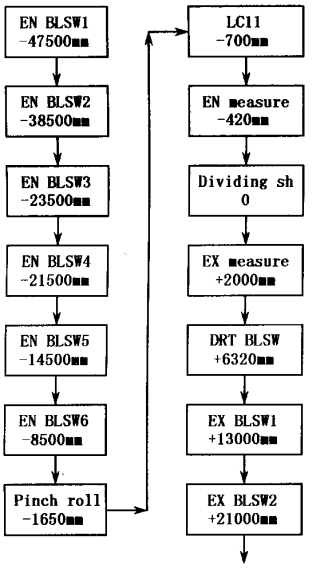


图 6　控制过程

Fig. 6　Control process

前自动停止，操作人员手工操作磁力对中装置，使钢板对齐然后降下磁力对中，按下剪切按钮，这时设备进入调节阶段。

经过几秒的调节，剪刃间隙、夹送辊宽度等将达到设定要求。

自动到达测量辊光栅 LC11 后，入口测量辊开始下降，头部剪切完成后，清零，开始测量钢板成品长度。当钢板离开 LC11 后，测量辊开始上升，出口测量辊原理一样，补偿入口测量辊的不足，用于测量尾部长度。

剪切操作执行后，压下装置开始压下，摆动辊道摆到剪切位置，剪刀开始进行剪切。剪切周期结束时，压下装置抬起，随后摆动辊道摆到中间位置，也就是钢板前进位置，钢板才能继续前进。

为了使钢板在剪切之前能够对齐，在入口辊道上设置了 7 个磁力对中装置。都由液压缸驱动。横移液压缸的行程是 2 600 mm，设备的上升和下降也是液压驱动，有 2 个限位来决定极限位置，横移使用绝对值编码器计算行程。

如果 2 个钢板同时来到，单独剪切时，可以使用分离装置，先使固定侧钢板剪切。如果要同时剪切，需要上升挡板使钢板头部对齐，然后一起送入剪刀剪切。

3　结语

西门子过程控制系统——SIMATIC PCS7，能够完成有关参数的采集、控制以及计算机内部联网和数据通信，通过计算机的过程监视、数据采集、参数控制、实时曲线、趋势曲线、班日报表和事故报警等画面，使得操作人员能了解设备运行情况，及时发现和处理问题；能够满足复杂的基础自动化控制。

参　考　文　献

[1] Harald Kleines, Janos Sarkadi, Frank Suxdorf et al. Measurement of Real - Time Aspects of Simatic PLC Operation in the Context of Physics Experiments[J]. IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE, .2004,51(3):81 - 83.

[2] Richard Hunt K, Douglas Proudfoot. Improving the Operation Of Distribution Substations[C].0 - 7803 - 7285 - 9/01, 2001 IEEE, 511 - 515.

编辑　李仁江

（收稿日期：2005 - 07 - 01）

（改稿日期：2006 - 02 - 28）

（上接第 8 页）

1984, New Orleans: NACE International, 1984.

[2] Burke P A. Synopsis, Recent Progress in the Understanding of CO_2 Corrosion[C]. Paper No. 1, In: Corrosion 1985, Houston, 1985, Houston : NACE International, 1985

[3] Nice P I, Veda M. The Effect of Microstructure and Cr Alloying Content to the Corrosion Resistance of Low - Alloy Steel Well Tubing in Seawater Injection Service[C]. Paper No. 3, In: Corrosion 1998, Houston, 1998, Houston : NACE International, 1998.

[4] Kimura M, Saito Y, Yoshifumi Y. Effects of Alloying Elements on Corrosion Resistance of High Strength Linepipe Steel in Wet CO_2 Environments[C]. Paper No. 18, In: Corrosion 1994, Houston, 1994: NACE International, 1994.

编辑　李仁江

（收稿日期：2006 - 02 - 27）

（改稿日期：2006 - 03 - 24）