

## 棒材半连轧全线自动化系统的应用

王蕾 , 倪守生, 陈辉

(济南济钢设计院 , 山东 济南 250101)

**摘要:** 在济钢第一小型轧钢厂棒材半连轧线电气系统改造中, 采用全数字直流调速装置代替 发电机-电动机机组主传动系统, 用大功率国产整流柜与先进的西门子6RA24全数字控制模板 构成国产化全数字直流调速系统, 最终实现全线自动化、调速数字化、自动网络化, 达到了 提高轧制速度、缩短停机检修时间、节电的目的, 经济效益显著。

**关键词:** 全数字调速装置; PLC基础自动化; 晶闸管; 磁场可逆

中图分类号: TP273 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2001)04-0015-03

Application of Automation System on Semi-continuous Bar Products Rolling Line

WANG Lei , NI Shou-sheng, CHEN Hui

(Jigang Design Institute of Jinan, Jinan 250101, China)

**Abstract:** In the reconstruction of electricity system of the semi-continuous bar rolling line of No.1 small section mill at Jigang, the Chinese built pan digital DC governor mechanism is formed of Chinese built high power commute tank and advance siemens pan digital 6RA24 controlling module, it realizes the all automation line, governing digitalization and network automation and network automation ultimately. It has reached the aims of speeding rolling, shorting the examine and repair time of the equipment and saving the electricity, and its economic benefits are notable.

**Keywords:** pan-digital DC governor-mechanism ; PLC base automation ; crystal gate tube; magnet field reversible

济南钢铁集团总公司第一小型轧钢厂(简称济钢第一小型轧钢厂)棒材轧机是20世纪70年代由捷克引进的, 1983年建成投产。该连轧机主要是生产12~25mm各种规格的圆钢及螺纹钢。原电气控制系统为发电机-电动机机组供电, 调速靠调节励磁实现, 其缺点是能耗大, 调速范围小, 响应慢, 自动化水平低, 工艺落后, 元器件老化, 维护量大等等。在实际生产中经常造成事故及成品纵向尺寸精度差, 使产品质量受到很大影响, 严重制约其发展。为改进以上缺点, 使其电气控制达到国内先进水平, 确定改造方向是: 全线自动化、调速数字化、自动网络化、主回路可逆与不可逆相结合。

### 1 系统参数

主电机参数见表1。

表1 主电机参数

轧机				主传动电机			
序号	最大直径/mm	功率/kW	电压/V	电流/A	励磁电流/A	励磁电压/V	转速/r·min <sup>-1</sup>
1	530	1250	6000				400/900
2	450	500	660	818	46.5	200	400/900
3	400	440	650	725	14.0	220	400/900
4	400	440	650	725	14.0	220	400/900
5	400	660	650	1070	14.4	220	400/900
6	370	440	650	725	14.0	220	400/900
7	330	500	660	818	46.5	220	400/900
8	330	440	650	725	14.0	220	400/900
9、10	330	907	660	1446	41.0	220	500/900
11	350	660	650	1070	14.4	220	400/900
12	350	440	650	725	14.0	220	400/900
13	350	660	650	1070	14.4	220	400/900

轧件在连轧机组中自由轧制，采用微张力和无张力轧制方式。在2<sup>#</sup>~9<sup>#</sup>间微张力，9<sup>#</sup>~10<sup>#</sup>间围盘活套自由轧制，10<sup>#</sup>~11<sup>#</sup>间围盘活套收套控制，11<sup>#</sup>~13<sup>#</sup>间活套无张力轧制。为确保轧件的顺利轧制，2<sup>#</sup>~13<sup>#</sup>连轧机组间采用逆向级联自动调速并具备物料跟踪、故障报警及打印功能，同时各轧机具备单调及人工手动干预功能。

## 2 电气控制系统的实施

### 2.1 系统配置情况

轧线上主传动电机有12台，其中1<sup>#</sup>轧机为可逆式500mm粗轧机，交流传动，本次改造暂不考虑改轧机。2<sup>#</sup>~13<sup>#</sup>轧机由11台直流电机驱动（9<sup>#</sup>、10<sup>#</sup>共用1台电机）。2<sup>#</sup>~10<sup>#</sup>轧机主传动共用1台PLC定为1PLC，1PLC通过网络完成受控直流传动的工艺给定和记录微调控制，逐移控制，微张控制；11<sup>#</sup>~13<sup>#</sup>轧机共用一套PLC定为2PLC，2PLC通过网络完成受控直流传动的工艺给定和记录，微调控制，逐移控制，活套控制。1PLC、2PLC和2台工业控制机构成二级自动化系统，完成全线数据控制、速度逆调、工序控制和人机界面。电气传动及基础自动化系统如图1所示。

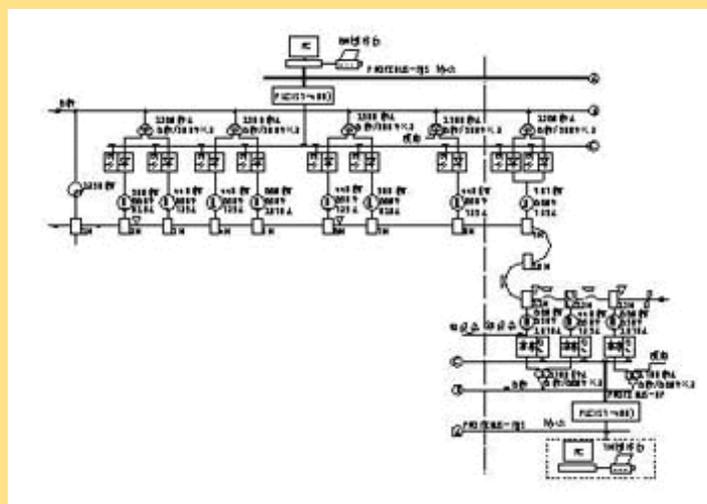


图1 济钢第一小型轧钢厂电气传动及基础自动化系统方案示意图

▽热金属检测器

活套检测器

## 2.2 自动化系统配置及特点

自动化系统以西门子的S7-400 PLC为核心,其主要硬件配置:413-2DP CPU,数字输入输出模板,模拟输入输出模板,通讯模板,工业计算机,通讯板卡。此次选用的PLC为西门子该系列PLC中的高档机,其特点为运算速度快,运算精度高,网络通讯能力强,可靠性高。由于微张控制,套高控制程序均由PLC完成,所以需要较高运算速度和精度才能满足,同时PLC集成L2-DP网的功能,使网络硬件比较简单。1PLC,2PLC和IPC之间的数据交换,通过PROFIBUS-DP及PROFIBUS-FMS构成多级自动化系统,完成速度设定、活套调节、微张力轧制、级联调速、轧制表管理等功能,控制范围大,用显示终端控制轧钢生产,实现轧钢生产过程自动化。

## 2.3 电气传动系统配置

本次电气传动系统改造采用国产化全数字直流调速装置,即采用新型大功率国产整流柜与先进的西门子6RA24全数字控制模板构成国产化全数字调速系统。主要硬件配置为,棒材半连轧全线自动化系统在济钢第一小型轧钢厂应用回路依次为整流变压器,交流接触器、大功率晶闸管;调节保护回路有全数字调节装置,超速,过流,失磁,接地等保护。本次改造是以6RA24为核心,经过脉冲放大,电流检测,电压检测,相序检测的辅助电路改进实现大功率全数字控制,达到最佳性能价格比。其中2<sup>#</sup>~8<sup>#</sup>轧机采用主回路不可逆,励磁可逆的方案,9<sup>#</sup>~10<sup>#</sup>轧机采用主回路十二相不可逆,励磁可逆的方案,11<sup>#</sup>~13<sup>#</sup>轧机采用主回路可逆的方案,以上方案是综合考虑了实际轧钢工艺,电气特性和经济效益三方面原因的最终方案。

各轧机传动部分的连锁控制由各自的小PLC控制,这样既减化了控制线路,又避免了过多占用主PLC的程序时间而影响上位机的运行速度。

## 3 本次改造采用的主要关键技术

### 3.1 电枢不可逆、磁场可逆系统

为防止正反组可控硅换向失败造成的过流而烧毁元气件,给调试和维护带来的诸多不便,中轧区采用不可逆方案<sup>[1]</sup>。

### 3.2 主回路十二相晶闸管供电

9<sup>#</sup>~10<sup>#</sup>轧机电机因功率大选用十二相晶闸管供电方案,其原理是两个6RA24控制电源相位相差30°,两个整流装置各承担一半电机电流,其中一个6RA24工作为速度电流双闭环控制方式,其电流给定同时给另一个工作为电流闭环控制方式的6RA24的电流环,电流换相时必须两整流装置均为零<sup>[1]</sup>。

### 3.3 给定,微调,逆向逐移控制

手动给定由操作台电位器经给定板给定。自动给定由上位机从L2-DP网给定,两种给定在电机运转中通过操作台操作实现无扰动切换。微调由操作台电位器分别给各轧机,可实现人工干预。逐移控制是在自动情况下为调整个别机架间速度关系而又不破坏其它机架间速度关系设立的控制。

## 4 经济效益分析

(1) 直流全数字调速装置采用国内与国外设备相结合的方案,该方案在技术上可行,可靠性和性能方面可与全进口国外设备相当。在经济方面更值得推广,仅此一项可节约资金约440万元。为充分利用库存设备,经过修配改使1997年订货而未能投入生产的240万元设备全部利用起来,节约资金210万元。合计节省一次性投资650万元。

(2) 改造后原有发电机-电动机机组改为可控硅供电,每吨钢节电20kW·h,年节电427万元。

(3) 由于电气设备的更新,轧制最高速度提高了3m/s,停机检修时间缩短,年产量大幅提高(由年产23万t猛增到45万t),直接利润非常可观,由此可见改造效果显著。

