

· 经验交流 ·

## 圆盘剪自动控制的改进和完善

王世惠

(福建三钢(集团)有限责任公司 中板厂,福建 三明 365000)

**摘要:**福建三钢(集团)有限责任公司中板厂圆盘剪控制系统剪切过程中,存在着剪刀间隙调整精度不准和压紧装置、设备整体调宽运行自动化程度不高的问题,通过深入分析发现,造成问题的原因是系统程序不完善及剪刀间隙与钢板厚度设定不合理,因此采取了以下改进措施:正确确定剪刀间隙与钢板厚度的关系、完善压紧装置的控制方式、增加整体剪切宽度自动同步调整的功能,改进后运行效果较好。

**关键词:**圆盘剪;剪刀间隙;自动控制

**中图分类号:** TG334.9 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-7059(2009)02-0060-03

### Improvement and perfection of automatic control system for disk shear

WANG Shi-hui

(Plate Plant, Fujian Samming Iron and Steel (Group) Co., Ltd., Samming 365000, China)

**Abstract:** For disk shear control system of Plate Plant in Fujian Samming Iron and Steel (Group) Co., Ltd., in cutting process there are some problems, such as, blade gap adjustment is not accurate, automation level of clamp and width adjustment of whole equipment are not high. Through in-depth analysis, causes of problems were found. System program was imperfect, and setting of blade gap and plate thickness is unreasonable. Following measures have been taken: relationship between blade gap and plate thickness was correctly determined, control mode of clamp was improved, and automatic synchronization adjustment function of whole cutting width was added. After improvement, operation effect is better.

**Key words:** disk shear; blade gap; automatic control

圆盘式双边剪(简称圆盘剪)是中板生产线的设备之一,通过圆盘状上下剪刀的旋转,纵向剪切运动着的毛坯钢板的双边,实现毛坯钢板的宽度定尺。圆盘剪具有能够连续剪切、剪切质量好、生产效率高等特点,被广泛使用。

福建三钢(集团)有限责任公司中板厂圆盘剪控制系统在 2007 年 6 月开始的调试和试剪切过程中,根据生产的实际情况,有针对性地对控制系统进行了多次改进和完善,使系统运行更加灵活,达到较高的自动化生产水平,保证了剪刀间隙、压紧装置、整体剪切宽度的自动调整等功能,最终实现了圆盘剪自动控制。其主要工艺参数为剪切钢

板的厚度范围 5 ~ 30 mm(抗拉强度 640 MPa),剪切钢板的宽度范围 1 450 ~ 2 850 mm,剪切速度 0.1 ~ 0.5 m/s,单边碎边宽度小于 75 mm。

### 1 系统结构

圆盘剪控制系统是整条中板生产线上较为复杂的控制系统之一,它包括 27 台变频调速装置(运钢辊道变频调速装置除外);22 个绝对位置编码器,用于位置闭环控制;38 个油流润滑检测点,确保圆盘剪设备的正常运行;78 个控制反馈点;52 个控制数字量输出点及 7 对比例控制阀组;液压站、润滑站控制系统等。

圆盘剪控制系统以 Siemens S7-400 系列 PLC

收稿日期:2008-07-08;修改稿收到日期:2008-10-27

作者简介:王世惠(1969-),男,福建三明人,工程师,主要从事轧钢自动控制系统的维护、应用和管理工作。

作为主控制器,系统结构如图 1 所示。主控制器通过中心交换机与其它控制系统、HMI 及 Siemens S7-300 系列 PLC 辅助控制器进行数据交接,采用 DP 网与现场远程站、传动系统及 Siemens S7-300 系列 PLC 辅助控制器连接,传递实时数据;使用 Turck BL67 现场远程站硬线连接现场检测仪表及控制阀组。ABB 变频器多传动系统主要根据圆盘剪主控制系统命令,驱动圆盘剪区域内相关电机的运转,并保证相关设备电机在机械同步的基础上,实现电气同步。

整个主控程序采用模块化设计,由主程序循环调用或定时调用,系统程序软件开发环境为

Siemens Step7 V5. 4,软件结构如图 2 所示。

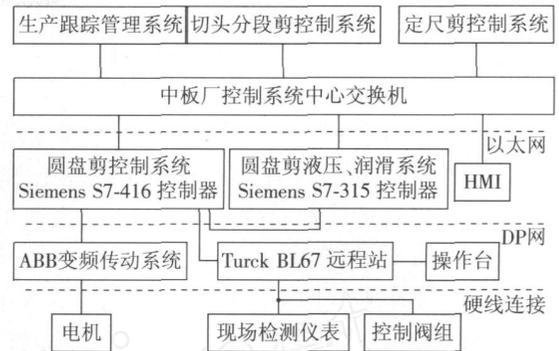


图 1 圆盘剪控制系统结构图

Fig. 1 Control system structure of disk shear

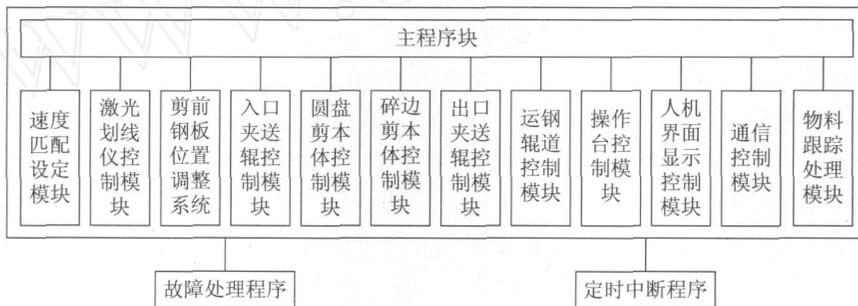


图 2 圆盘剪软件结构

Fig. 2 Software structure of disk shear

## 2 系统的完善及改进

### 2.1 剪刀间隙的确定和调整

生产过程中,剪刀间隙的准确测量和调整至关重要,直接影响剪切质量。如果剪刀间隙选择过大,则剪切力矩亦加大,会使钢板头部和边部产生较大弯曲变形,产生塌边或毛刺过高等缺陷<sup>[1-2]</sup>,这些缺陷直接影响了钢板表面的平整性并容易刮伤辊道和定尺剪下剪床等设备。在原设计中,采用绝对值编码器对圆盘剪间隙进行粗略定位,然后再采用手动调整的方式,对剪刀间隙进行进一步调整。这种调整方式的准确性和精度无法保证,且费时、剪切效率低。

为此,我们选用不同厚度(共 12 种规格)的 Q235 钢板各 5 块,在一套新换刀片上进行了试验。选择 8 ~ 16 mm 厚度的钢板为一组,18 ~ 30 mm 厚度的钢板为另一组,两种厚度组分别从厚度为 12 mm 和 24 mm 的钢板开始试剪,均采用中间开花法进行试验。根据生产经验,12 mm 和 24 mm 厚度的钢板分别以 1.0 mm 和 3.0 mm 的剪刀间隙开始试剪,以 0.1 mm 为一个梯度调整的剪刀间隙,记录当前的剪刀间隙,并对剪切质量进行分析,直到获得最佳的剪切质量,此时的剪刀间隙称之为最佳剪刀间隙。经过试验,最后得到了试剪的各种厚度钢板的最佳剪刀间隙,如表 1 所示。

表 1 新刀状态下各种厚度钢板的最佳剪刀间隙

Table 1 Optimum blade gap of a variety of plate thickness under new knife

钢板厚度 $h$	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
最佳剪刀间隙 $h$	0.7	0.8	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0

由表 1 数据可以看出,最佳剪刀间隙  $h$  与钢板厚度  $h$  之间的关系基本上呈线性关系,在剪刀为新剪刀的状态下,这个关系可表示为

$$h = a \times h \quad (1)$$

式中, $a$  为钢板弹性系数, $a = 0.08 \sim 0.1$ 。

由于薄规格钢板(6 ~ 12 mm 厚度)的弹性较好,剪切时由弹性变形到塑性变形的时间较长,且因其刚性较厚规格板差,就容易产生弯曲变形、出

现场边和毛刺太高的剪切缺陷,故  $a$  宜取 0.08 ~ 0.09;厚度为 14 ~ 30 mm 的钢板弹性和刚性适中,故此时  $a$  可取接近 0.1 或等于 0.1 的值。

最佳剪刀间隙确定后,我们在 PLC 程序中增加了剪刀间隙自动调整的调用程序块,结合原设计程序中的控制方式,应用闭环控制系统理论,通过绝对值编码器的实时检测,不仅实现了圆盘剪的剪刀间隙实时反馈,还实现了剪刀间隙的自动精确调整。操作人员只需在 WinCC 画面上输入需要调整的间隙值,再点击画面上的间隙自动调整图标,即可触发间隙调整的调用程序块,通过驱动系统将剪刀间隙自动精确地调整到相应的位置。经过改进至今,间隙调整的精度完全满足生产需要,与手动调整方式相比,极大提高了生产效率,保证了剪切的质量和剪切的顺畅。

## 2.2 圆盘剪压紧辊控制方式的改进

在剪切薄板时压紧辊的作用非常关键。在原设计中,对压紧辊的控制方式比较单一,只是采用单一的时间延时方式控制压紧辊的动作,这种控制会导致当操作人员采用较高的剪切速度时,钢板已经到达压紧辊,而压紧辊还没有及时压下,对钢板头部没有起到压紧的作用;当操作人员采用较低的剪切速度时,钢板还没有到达压紧辊,压紧辊就已经压下,导致钢板头部对压紧辊有一定的冲击力,这样在剪切薄板时,头部中间部分将会拱起,造成头部剪切不准,也将对压紧辊设备造成一定损害。为此我们对圆盘剪压紧辊的动作方式进行了改进和优化,在系统中增加了符合生产和设备安全的压紧辊控制程序单元,即通过操作人员改变剪切速度的选择,自动触发不同剪切速度下的压紧辊动作程序,能够对每块剪切钢板的头部进行准确自动定位压紧,直到尾部离开时自动抬起,合理解决了原设计存在的不足,使优化后的系统程序更加完善。自 2007 年 11 月改进后运行以来,压紧辊的压紧效率大大提高,不仅提升了钢板剪切质量,同时延长了压紧辊的使用寿命。

## 2.3 整体剪切宽度自动同步调整的实现

圆盘剪本体、前后夹送辊及 1 号激光划线仪移动侧均靠滚珠丝杆螺母驱动移动支架,由丝杆上的绝对值编码器检测移动的位置,来实现相关设备调宽的定位。原设计中,圆盘剪本体设备与前、后夹送辊的调宽均采用相互独立的手动调整方式,而圆盘剪本体设备与前、后夹送辊之间的机

械设备在空间上相互干扰,单独进行调宽时,依靠现场人员指挥,在操作台上进行调整,这样极易发生相互碰撞而损害设备,造成设备的停机。为此我们针对本区域设备进行了改进,根据现场实际设备情况,利用相关的绝对值编码器的反馈值,对区域设备调宽的相对值进行了合理设定,并增加了最大、最小开口度极限位置的联锁,同时完善、修改了相关设备手动宽度调整的控制程序,并结合本区域的设备,增加设计了整体剪切宽度自动同步调宽的程序,即以圆盘剪的宽度调整为主参考值,在 WinCC 画面上增加同步调整设置、调宽参数设定值及整体/单独剪切调宽选择等,在程序中优化各环节的联锁,当圆盘剪宽度需变化时,圆盘剪本体、前后夹送辊及 1 号激光划线仪能够根据选择的情况,灵活跟随到相应要求的位置。为此实现了圆盘剪系统设备整体自动同步调宽的功能,达到整体自动调宽的效果,有效地减少了设备间单独调宽造成的偏差及设备的损坏,保证了系统设备的安全、可靠运行。

## 3 应用效果

对圆盘剪控制系统进行上述改进后,大大减少了剪切时边部不合理造成的废边在导钢溜槽中堵钢、卡钢或在碎边剪处未被剪断造成碎边的卡堵,实现了剪刀间隙、圆盘剪整体宽度的自动调整,完善了压紧装置的自动控制,使得控制程序更加简便、准确,保证了系统设备的安全运行,有效提高了剪切效率。目前月剪切量已达 5.5 万 t,在全国同类型剪切线中单剪产量显著,为企业创造了良好的经济效益。

## 参考文献:

- [1] 景群平,张勇安,王社昌,等.冷轧板带材切边圆盘剪重叠量调整方法探讨[J].重型机械,2008(1):35-39.  
JING Qun-ping, ZHANG Yong-an, WANG She-chang, et al Approach of adjusting the overlap in the trimming disk shear for cold rolled plate[J]. Heavy Machinery, 2008, (1): 35-39.
- [2] 王永强,孙清泉,董凯,等.圆盘剪间隙调整及切边质量改进[J].山东冶金,2007,29(3):71-72.  
WANG Yong-qiang, SUN Qing-quan, DONG Kai, et al Clearance adjusting of side trimmer and improvement of cutting quality[J]. Shandong Metallurgy, 2007, 29(3): 71-72.

[编辑:沈黎颖]