

信息化建设

钢板自动定尺模型在滚切式横剪系统中应用

李晓辉,周涛,段文字,张国锋,李晓虎
(济钢集团有限公司 中厚板厂,山东 济南 250101)

摘要:通过在滚切式定尺剪的定尺设备上建立剪切钢板长度为控制变量的钢板自动定位数学模型,使剪切设备根据钢板剩余的剪切长度进行自动速度调节,实现了滚切式横剪系统的全自动运行、精确定位及精确剪切功能,提高了钢板的剪切质量,增加了系统的稳定性。

关键词:自动定尺;数学模型;滚切式横剪;ControlLogix

中图分类号:TP273

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2012)02-0067-02

济钢中厚板厂原先采用的老式自动定尺设备,由于受机械震动影响、检测元件连接方式的限制、劳动强度过大等导致测量不稳。在新滚切式定尺剪上急需开发一种适合于现场生产节奏的自动定尺模型,使钢板定尺过程为全自动,且每块钢板的长度也可以按要求直接输入。

1 滚切式横剪系统

1.1 硬件平台^[1-2]

济钢中厚板厂2 500 mm生产线滚切式横剪系统硬件平台包括传动控制系统、位置检测系统、自动控制系统和公共电源系统。

传动控制系统包括2台200 kW主剪电动机,4台22 kW的入口钢板夹送辊传动电机,4组滚切剪出口、入口辊道台单传辊道电机和7台主剪附属电机(包括刀缝调整、夹送辊横移电机,入口辊,摆动辊等)。

位置检测系统包括入口夹送辊宽度横移宽度检测,钢板长度检测,电磁移钢机位置检测,滚切剪刀缝检测和刀角度检测。其中电磁移钢机位置检测使用模拟量输出的直线位移传感器,其余使用绝对值编码器进行位置检测。

自动控制系统主要包括1块Control Logix控制器机架及其CPU模块,3块控制网组态模块CNB,1块设备网组态模块DNB,1块以太网组态模块EN-ET,6个远程、本地FLEX I/O站。

公共电源系统中整流/回馈单元采用AB 2364FNRU+RGU组合方式,为所有逆变器提供公共直流电源,RGU组态于控制网。所有变频调速装置只选用了逆变器。操作监控系统包括上位机2台,现场维护操作终端Panview 1台。

收稿日期:2011-06-27

作者简介:李晓辉,男,1983年生,2007年毕业于山东轻工业学院自动化专业。现为济钢中厚板厂助理工程师,从事冶金自动化技术工作。

1.2 软件平台

通过RSLogix5000编程软件对硬件系统进行组态。上位监控操作画面采用RSview studio软件编写。操作人员将剪切数据从界面中输入,同时界面中又反馈出当前各个编码器检测回来的距离、传动设备的速度等关键参数,以监控现场设备的运行情况。如果在上位机中发生故障可及时发出报警和故障代码,方便维护人员进行检查维护。

2 钢板自动定尺模型的建立及应用

2.1 测量公式^[3]

钢板实际测量长度L为前测量辊测量长度L_n和后测量辊测量长度L_b之和。

前测量辊测量长度L_n计算公式为:

$$L_n = \frac{\pi d_1}{C_m} \times (C_m - C_{a0}) + (n - 2)\pi d_1 + \frac{\pi d_1}{C_m} \times C_m \quad (1)$$

式中:d₁为前测量辊直径;C_m为前测量辊轮编码器转动一周的码数,常量固定值213;C_m最后一周编码器码数;C_{a0}为上一周期剩余码数;n为前测量轮运行的周期数。

后测量辊测量长度L_b计算公式为:

$$L_b = \frac{\pi d_2}{C_b} \times (C_b - C_{b0}) + (n - 2)\pi d_2 + \frac{\pi d_2}{C_b} \times C_b \quad (2)$$

式中:L_b为表示为后测量辊测量长度;d₂为后测量辊直径;C_b为后测量辊轮编码器转动一周的码数;C_b最后一周编码器码数;n为后测量轮运行的周期数。

2.2 误差校验

前后测量轮直径d为{d|d∈R}=[187.99, 190.99],标定工具误差ε,按0.02计算,辊径越小,误差越大。设前后测量辊直径均为d₀=187.99,钢板剪切最大长度为12 000 mm,计算长度误差为:

$$L_{\varepsilon 1} = \frac{L}{\pi d_0} \times \pi \varepsilon_1 = \frac{L \varepsilon_1}{d_0} = 1.726(\text{mm})$$

取π₁=3.14,钢板按最大长度(12 000 mm)计算,

相比较 $\pi_2=3.141\ 159\ 265\ 398$ 时,计算长度误差为:

$$L_{e2} = \frac{L_e}{\pi_2 d_1} \times (\pi_2 - \pi_1) d_1 + \frac{L - L_e}{\pi_2 d_2} \times (\pi_2 - \pi_1) d_2 = 6.083(\text{mm})。$$

因 $L_e = L_{e2} - L_{e1} = 4.357(\text{mm}) > 0$, $L_e = L_{e2} + L_{e1} = 7.809(\text{mm}) < 10$, 故符合工艺要求。

2.3 自动定尺原理

建立自动定尺原理的思路为:在剪切钢板横传期望长度与钢板实际传送长度较大时,滚切剪输入辊道、夹送辊、入口辊道、摆动辊和输出辊道的电机速度给定给出一个较大值;在横移期望位置与实际位置差别较小时,给出一个较小的速度,从而有效的提高了定位精度。

由于传送距离较长,如果采用一次函数的方法会造成响应较慢,所以建立的函数关系表达式为:

$$V_{\text{auto}} = K_{\text{gain}} \pm L_s^2, \quad (3)$$

其中 V_{auto} 为速度给定; L_s 为剪切钢板横传期望长度 L_q 与剪切钢板实际传送长度 L_s 的差。 K_{gain} 增益变量,当在钢板开始传送时设定为数值 0.000 09,当趋近于调节期望位置时,速度过小,给定 $\{K_{\text{gain}} \mid K_{\text{gain}} \in R\} = \{0.000\ 65, 0.002\ 2\}$ 。

2.4 钢板自动定尺的实现^[1]

1) 钢板测量长度计算的实现。利用 RSLogix 5000 编程软件中的 AND 指令,根据公式(1),将多圈式绝对值编码器转为单圈式编码器使用,将编码器绝对值码数转化为 2^{13} 形式,即 0~8 191 的范围内。操作人员通过上位监控软件输入测量辊径的标定值,通过 MUL 指令相乘求出测量辊周长,根据周长除以单圈码数 8 192 算出每个码值代表的位移长度。由于 PLC 对于数值较小的数字无法计算,故需要将数值放大 100 000 倍,乘以绝对值编码器检测的码值,然后除以 100 000 后通过 UPDN 指令进行累加计算。通过 SSUM 选择指令来进行前后测量轮计数的切换,当前测量轮计数至 3 000 mm 时,前测量轮落下;当前测量轮计数至 4 800 mm 时,前测量轮 SSUM 选择指令条件不满足,即停止计数;后测量轮 SSUM 选择指令条件满足,后测量轮计数生效,开始计数。利用 ADD 指令完成钢板长度计算,当刀角度

在 $330^\circ \sim 350^\circ$ 之间时,认为一次剪切完成,清空累加器 UPDN,实现钢板长度测量计算。整个程序采用逻辑功能图编辑。

2) 传动装置给定速度的确定。通过 RSLogix 5000 编程软件,根据公式(3)计算得出自动定尺过程中钢板的传送速度 V_{auto} 。对于不同长度的钢板,需要在工艺中限制不同的传送最高速度。在本例中, V_{auto} 对应的限定电机速度为:

$$V_{\text{limi}} = \sqrt{2as + V_0^2}, \quad (4)$$

式中: V_{limi} 为最大速度限幅; s 为剪切长度; a 为加速度。当 $V_0=0$ 时,表示在钢板长度不同时,所限定的最大速度不同,计算出的 V_{limi} 同样采用限幅功能块 HLL 限定电机速度。

由于辊道最高线速度的限制,所以需要二次限定电机最高速度。需限定传送速度给定 V_{auto} 最大值为 120, 此处需采用限幅功能块 HLL 直接实现。

根据计算出的速度给定将数值转化后送至变频器内,使控制不同型号的变频器统一速度。

3 应用效果

济钢中厚板厂 2 500 mm 生产线 2010 年钢板产量 168.92 万 t, 其中 758 302 t 钢板为在线剪切, 剪切尺寸由原来的 40~60 mm 降低到目前的 10 mm 以下, 按照平均减少 40 mm, 北线过钢平均厚度 14 mm, 宽度 2 000 mm, 每个班次过钢 150 块, 板边回收价格 1 900 元计算, 可创造效益 377.75 万元。

剪切自动定位模型在济钢中厚板厂精整北线滚切剪系统投用后, 增加了系统的稳定性, 解决了人为因素对剪切、划线、取样等影响钢板剪切质量的问题, 实现了在操作台自动控制生产设备, 解决了生产线分散、设备繁多等问题。

参考文献:

- [1] 邓李. ControlLogix 系统实用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [2] 黄云凯. 深入浅出 NetLinx 网络架构[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [3] 姜启源. 数学模型[M]. 北京: 高等教育出版社, 1987.

Application of the Automatic Measurement of the Plate Length Mathematical Model for the Dividing Shear System

LI Xiao-hui, ZHOU Tao, DUAN Wen-yu, ZHANG Guo-feng, LI Xiao-hu

(The Medium and Heavy Plate Plant of Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: Through building the steel automatic positioning mathematic model in the dividing shear system with the cutting length as variable value to adjust automatic speed according to remaining length of steel late, the functions of automatic running, accurate positioning and cutting were realized in the dividing shear system. It improved shearing quality of steel plate and increased stability of this system.

Key words: automatic measurement; mathematical model; dividing shearing; ControlLogix