

首钢京唐热轧2250 mm平整分卷线 的张力控制和延伸率控制

赵坤鹏, 刘冀川, 韩 明

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司设备部, 河北 唐山 063200)

摘要:平整分卷线是现代热连轧主轧线工艺后的工艺区域, 其主要目的是改善板材的板形、力学性能和表面质量。本文主要介绍了首钢京唐钢铁联合有限责任公司热轧2250 mm平整分卷线的自动化控制系统、张力控制及自动延伸率控制功能。

关键词:平整机; 张力控制; 延伸率控制

文献标志码:B **文章编号:**1003-9996(2015)06-0067-03

Tension control and elongation control for skin pass mill in Shougang Jingtang 2250 mm hot strip mill

ZHAO Kun-peng, LIU Ji-chuan, HAN Ming

(Equipment Dept., Shougang Jingtang United Iron & Steel Company, Tangshan 063200, China)

Abstract: Skin pass mill is the follow-up process of modern hot strip mill, its main purpose is to improve the plate shape, mechanical properties and surface quality. The automatic control system of skin pass mill of Shougang Jingtang 2250 mm hot strip mill was introduced, as well as its tension control and automatic elongation control functions.

Key words: skin pass mill; tension control; elongation control

1 概述

首钢京唐钢铁联合有限责任公司热轧2250 mm平整分卷线设计生产规模为102万t/a, 该线采用世界先进的实用技术^[1-3], 对热轧后钢卷进行平整, 以提高板材表面质量和板形, 改善板材的力学性能, 也作为钢卷分切线使用^[4-5]。

该平整分卷线的自动化控制系统主要包括:L₁级基础自动化和L₂级过程自动化。L₁级自动化主要实现传动系统控制、网络控制、仪器仪表控制及PLC逻辑功能控制, 由SIMATIC TDC、S7-400、HMI 3个部分组成, 其功能分别为工艺控制、机组速度主令及张力控制(SIMATIC TDC), 顺序控制、定位控制及辅助系统的控制(S7-400), 生产监控、参数设定、报表统计(HMI); L₂级自动化主要功能是生产控制的组织和优化, 以及按照轧制程序的计算和轧机数学模型来提升产品质量。

基础自动化系统控制器与现场设备及操作台/站/箱采用现场总线连接构成分布式I/O系统, 各控制站间通过SIEMENS工业以太网Profibus DP

互连, 并连接至HMI系统及过程自动化系统, 两站间数据通过DP Coupler来实现。

本文仅以张力控制、自动延伸率控制来阐述该平整分卷线的主要控制功能。

2 张力控制

平整分卷线在生产过程中, 无论是平整还是分卷, 均要求保持稳定的带钢张力, 使带钢运行平稳、卷绕紧密并抑制塔形。张力控制有开环控制和闭环控制两种基本方式, 前者通过控制电机转矩间接控制张力, 后者通过张力计反馈形成闭环。

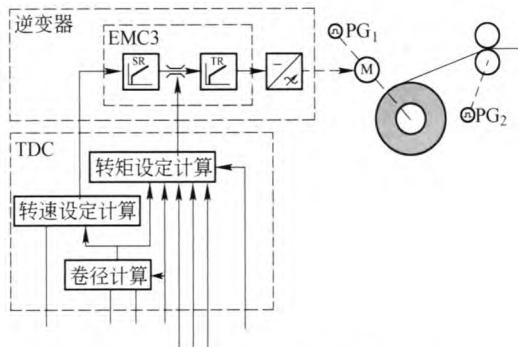
即便采用闭环控制, 考虑到张力计的适用范围有限, 机组穿带过程中微张力控制的需要, 以及在张力计不可用时继续保持生产, 开环张力控制也是必不可少的。张力控制如图1所示。

2.1 盘卷尺寸计算

盘卷尺寸既可以通过升降辊编码器得到的速度测量值来计算, 也可以通过盘卷编码器得到的速度测量值来计算。前者, 盘卷直径D₁根据下式计算:

$$D_1 = \frac{V_s}{W_c}$$

(福建)莆田市力天量控有限公司
大力值、轧制力传感器及其控制
Tel: 0594-2695245 2636152



SR—速度调节器; TR—转矩调节器。

图 1 张力控制示意图

Fig. 1 Diagram of the tension control system

式中: V_s 为带钢的实际速度, m/min ; W_c 为盘卷角速度, r/min 。

带钢速度是通过安装在升降辊外侧的编码器计算的, CPU551 检测脉冲、计算辊的角速度然后计算圆周速度。盘卷的角速度是通过安装在盘卷电机上的编码器计算的, 同理, 先计算电机的角速度然后计算盘卷速度, 盘卷速度是由齿轮电机决定的。

在第 2 种方法中, 根据上一次角度检测时相对带钢长度定义了一个盘卷的 β 角, β 角是由 CPU551 通过盘卷电机上的编码器定义的, 同时考虑了齿轮电机。

同时, 带钢长度 Σ 是通过升降辊上的编码器同时发出的计数脉冲计算的, 因此, 对应于每一个 β 角, CPU 将通过下式更新尺寸计算:

$$D_2 = \frac{\Sigma}{\beta} \times 2$$

在这种方法中, 如果 $\beta = 180^\circ$, CPU551 重新计算两次每一个盘卷的尺寸来更新实际的参数; $\beta = 360^\circ$, 这是一个盘卷圈。

2.2 带钢张力控制

张力卷取机需要转矩控制来保持恒定的带钢张力。为了完成这个控制, 盘卷的速度参考值要比速度主控制系统的稍高, 同时拆卷时应该稍低。在这两种情况下, 电机速度控制不能达到目标值, 因为张力卷取机是通过带钢和轧机速度耦合的。

同样地, 电机速度控制器是否达到极限值取决于转矩设定值。

带钢张力值可根据下式计算:

$$T = \frac{M}{D} \times 2$$

式中: T 为张力; M 为转矩; D 为盘卷直径。

在这种方法中, 通过尺寸值和取自轧制进程的带钢张力目标值来计算转矩设定值, 并以此来保持恒定的带钢张力, 此时 CPU551 发送给电机一个速度参考

值及转矩参考值(参考值根据盘卷尺寸变化而更新)。

2.3 转矩参考值计算

张力卷取机的转矩参考值可根据下式计算:

$$M = M_t + M_a + M_f$$

式中: M_t 为张力控制转矩参考值; M_a 为惯量力矩参考值; M_f 为摩擦力矩。

惯量力矩的参考值由 J_0 、 J_d 两部分组成, J_0 是关于电机离合器、盘卷芯轴和齿轮电机的恒定部分; J_d 是取决于盘卷尺寸、带钢宽度和原料带钢的重量的变化部分。

惯量的计算公式为:

$$M_a = \frac{d}{dt}(J\omega) = J \times \frac{d\omega}{dt} + \omega \frac{dJ}{dt} \\ = (J_0 + J_d) \times \frac{d\omega}{dt} \pm (J_0 + J_d) \times \frac{2 \times h}{\pi} \times \omega$$

式中: ω 为盘卷角速度; h 为带钢厚度, 对于开卷机, 公式中取十号。

2.4 摩擦力矩计算

摩擦力矩为:

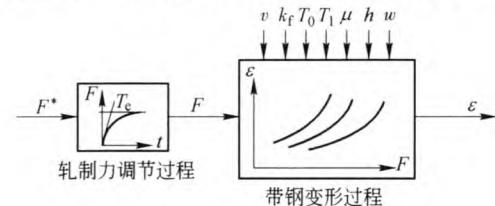
$$M_f = F_s + \omega \times F_r$$

式中: F_s 为启动摩擦因数, 在编程阶段由驱动软件得出; F_r 为运行摩擦因数, 在编程阶段由驱动软件得出; ω 为盘卷角速度。

3 自动延伸率控制

热轧平整机可通过恒延伸率控制消除带钢的屈服平台^[6-7], 从而提高其力学特性。轧制力和张力是使带钢在工艺过程中产生延伸的两种基本手段, 结合首钢京唐公司 2 250 mm 热轧线实际配置, 平整线采用轧制力控制方式: 在处理过程中带钢张力恒定, 通过轧制力动态调节保持延伸率的恒定。

轧制力使带钢产生延伸时, 轧制过程可描述为两个环节: 轧制力调节过程和带钢变形过程, 前者为一个惯性环节, T_c 为压力控制闭环的等效时间常数; 后者反应带钢延伸率与平整机轧制力之间的关系, 见图 2。



ϵ —延伸率; F^* —轧制力设定值; F —轧制力;
 v —轧制速度; k_f —带钢变形抗力; T_0 —入口带钢张力;
 T_1 —出口带钢张力; h —带钢厚度; w —带钢宽度。

图 2 轧制力对带钢延伸的影响

Fig. 2 Effect of rolling force on the strip elongation

除轧制力外,在轧制过程中还有许多因素影响带钢的延伸率,主要包括:带钢的材料强度、带钢宽度/厚度、轧制速度、带钢张力、工作辊直径等。通过理论分析和实际测试,上述因素的传递特性非常接近一条过零点的直线,可表示为:

$$\epsilon = k \times F$$

式中: F 为轧制力; k 为系统增益,该增益为一个变

量,需要在控制过程中实时计算。

因此,受控系统包含一个延时环节和一个可变增益。在控制系统中,引入自适应模型以确定受控系统的增益。自适应模型与受控系统具有相同结构并给予相同的输入信号,将模型输出与系统输出进行比较,不断修正模型的增益值直至两者偏差达到最小值。整个系统见图3。

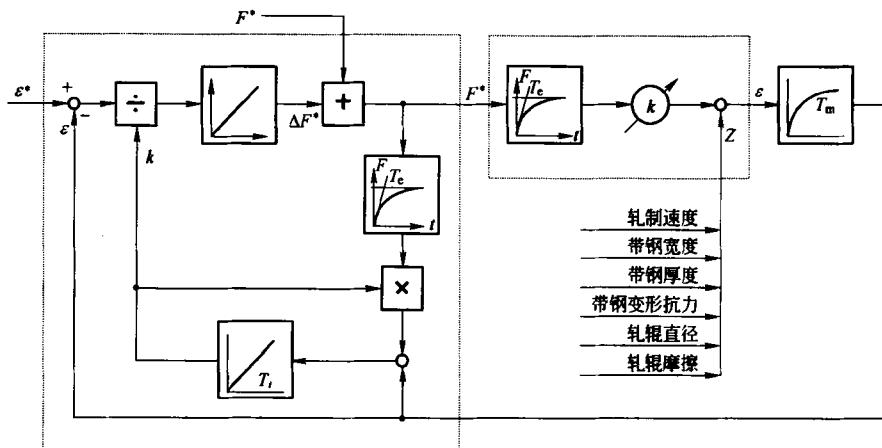


图3 轧制力条件下的延伸率控制模型

Fig. 3 Elongation control model with the rolling force

根据自适应模型实时得到的增益因数,计算达到目标延伸率所需的轧制力,与预设定值比较得到修正值,经限幅后传送到轧制力控制单元。

4 结语

首钢京唐公司热轧2250 mm平整分卷线是一条达到世界先进水平的工艺线,其结构紧凑,生产效率较高,采用全交流传动系统,并在机组中配置了自动宽高对中装置、开卷自动对中系统、卷取EPC系统、下支撑辊传动及工作辊推入/推出换辊系统等。经过近年来的生产实践考验,该生产线可完全满足公司生产经营的需求。

参考文献:

- 1 王国栋. 我国热轧板带技术的进步和发展趋势——纪念《轧钢》杂志创刊30周年[J]. 轧钢, 2014, 31(4): 1.
- 2 张福明, 颜建新. 首钢京唐2250 mm热轧生产线采用的先进技术[J]. 轧钢, 2012, 29(1): 45.
- 3 陈永平. 首钢京唐热轧2250平整分卷机组[J]. 金属世界, 2011(5): 63.
- 4 丁文红. 平整机的板形改善机制及其应用[J]. 轧钢, 2012, 29(1): 26.
- 5 王凤美, 张转转, 袁辉, 等. 薄规格耐候钢带钢平整工艺制定及板形控制[J]. 轧钢, 2014, 31(5): 59.
- 6 黎倩. 基于不同工艺目标的不锈钢平整机延伸率控制[J]. 轧钢, 2013, 30(6): 19.
- 7 李慧琴, 邢淑清, 麻永林, 等. 冷轧带钢平整工艺优化研究[J]. 轧钢, 2011, 28(4): 16.

国产磁悬浮铁路钢轨武钢造

2015年10月16日,拥有完全自主知识产权的国产中低速磁悬浮铁路全线轨道初铺通,线路由长沙南站至黄花机场,里程约18.5 km,明年通车运行。该条线路全线4 800 t专用钢轨由武钢集团独家提供。此前,国内已通车的上海高速磁悬浮列车,采用的是德国钢轨。

磁悬浮列车是当今世界最快的地面客

运交通工具,有爬坡能力强、能耗低、运行噪音小、安全舒适、不燃油、污染少等优点。但是,磁悬浮铁路对其建设材料的要求不但苛刻,而且越来越高。磁悬浮铁路轨道使用专用型钢,规格特殊,并要求有良好的塑性和-40℃的低温韧性。在此之前,国内还没有钢厂生产这种适用于低速磁悬浮铁路钢轨的型材。

磁悬浮铁路钢轨腹板和翼缘要求1:1的比例。因为“异形”,许多能生产H型钢的企业不能接单。经武钢技术攻关,2015年3月30日,武钢条材总厂大型分厂第1批2 000 t磁悬浮铁路专用型钢下线,产品满足工程设计技术要求。

(摘编自《中国钢铁新闻网》)

(福建)莆田市力天量控有限公司
Tel: 0594-2695245 2636151 2636152