

·检测与仪表·

空气轴承式板形辊边部辊环标定新方法

郝安民¹,张宏昌¹,刘鸿飞¹,杨东红¹,肖明²

(1. 北京科技大学机械工程学院,北京 100083; 2. 邯郸钢铁集团有限责任公司)

摘要:根据印尼 PT Alumindo 冷轧厂空气轴承板形辊实际生产时边部辊环的实际受力情况,采用重心偏移法对辊环进行了标定,得到边部辊环受力的标定曲线。该板形辊在线投入使用时,带材边部根据由此标定曲线得出的边部板形信号真实反映了实际板形,提高了边部板形控制精度。

关键词:空气轴承式板形辊;边部辊环;标定;板形

中图分类号: TG334.9 文献标志码: A 文章编号: 1000-7059(2009)02-0057-03

New calibration method of edge roll ring in a air-bearing shapemeter

XIA An-min¹, ZHANG Hong-chang¹, LIU Hong-fei¹, YANG Dong-hong¹, XIAO Ming²

(1. School of Mechanical Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;
2. Handan Iron and Steel Co., Ltd.)

Abstract: According to actual force status on edge roll ring of air-bearing shapemeter in production process at PT Alumindo Cold Rolling Plant, Indonesia, roll ring was calibrated by use of gravity center shifting method, and calibration curve of edge roll ring force status was obtained. In practical application of the shapemeter, edge shape signal got through calibration curve reflects real shape and edge shape control accuracy was improved.

Key words: air-bearing shapemeter; edge roll ring; calibration; shape

0 引言

空气轴承式板形辊在投入使用前必须进行精确标定,标定精度是保证板形控制精度的前提^[1-4]。板形辊标定一般采用专用装置,但标定装置的重物中心通常作用在转子中心位置。而在实际生产中,板带边部与所对应转子只是部分覆盖,其作用力重心不在转子中心位置,此时带材边部张力值若按照重物在辊环中心位置上标定的曲线计算则不真实。在 2008 年 5 月调试印尼 PT Alumindo 冷轧厂板形控制系统时,边部的采样板形与实际板形误差较大,难以对边部板形精确控制。

针对上述情况,进行了重物重心不在转子中心的标定,即偏心标定。我们根据实际生产中带材对边环的不同覆盖率所对应的不同重心位置,分别得出相应的标定曲线,并拟合出偏心标定曲

线,再根据实际采样信号计算张力值,真实地反映了边部带材的张力状态,即边部带材的板形状况,为边部板形调控提供了准确的板形信息^[5-6]。

1 空气轴承板形辊的结构

该厂空气轴承板形辊结构如图 1 所示(1T~4T 和 1B~4B 分别表示 1~4 辊环的上气管和下气管编号)。工作时,向中空芯轴内部供给压力为 0.34 MPa 的压缩空气,压缩空气由芯轴上的吹风孔喷嘴排出,使转子与芯轴之间形成气膜轴承。在无负载情况下,空气轴承的上部和下部气隙处的压力差较小(只有转子的质量);当转子受载时(带张力的带材与转子接触),作用在转子上的径向力,可以通过芯轴的上、下两个气管的压力差来确定。板形辊的测量原理如图 2 所示。

图中, T 为带材张力, α 为板形辊包角。由几

收稿日期: 2008-07-21; 修改稿收到日期: 2008-11-10

作者简介: 郝安民(1957-),男,山西定襄人,教授,博士,主要从事工业机器人的研究及应用工作。

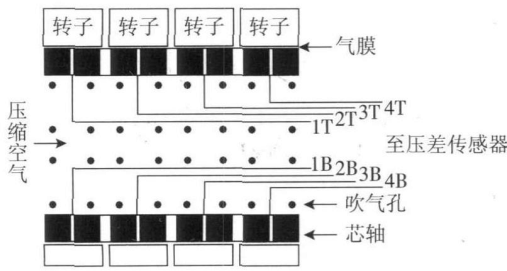


图 1 空气轴承板形辊结构

Fig. 1 Structure of air-bearing shapemeter

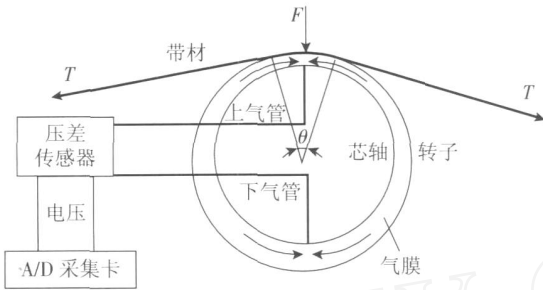


图 2 板形辊测量原理

Fig. 2 Principle of air-bearing shapemeter

何关系可得作用在第 i 环上的张力 T_i 为：

$$T_i = B h \quad i = \frac{F_i + G}{2 \sin(\theta/2)} \quad (1)$$

式中, B 为带材宽度; h 为带材厚度; i 为带材张应力; F_i 为板形辊第 i 环所受的径向压力; G 为转子自身质量。

2 边部辊环标定

2.1 偏心标定模型

该厂空气轴承式板形辊芯轴直径 126 mm, 辊环外径 164 mm, 中心 1 个窄环 (宽度为 52 mm), 其两侧各 2 个宽环 (宽度为 104 mm), 两侧宽环外面各 6 个窄环, 共计 17 个环, 环与环之间的安装间隙为 0.5 mm, 板形辊长度为 1 100 mm。实际生产中, 轧制带材的宽度有 850, 900, 950, 980, 1 000, 1 020, 1 050 mm 等规格, 带材边部对边环的覆盖率分别在 1/6, 1/3, 1/2, 2/3, 5/6 左右。标定时, 理论上偏心分级越细越好, 根据实际生产轧件宽度, 砝码的作用力 $F_1 \sim F_6$ 分别作用于边环的 1/12, 1/6, 1/4, 1/3, 5/12 和 1/2 处, 见图 3。

2.2 偏心标定

标定试验砝码质量依次为 5, 7, 10, 12, 15 kg, 按照偏心标定模型, 对边部辊环进行偏心标定, 板形辊测量原理参照图 2, 压差传感器把上下气管压差转换成电压信号, 工控机通过 A/D 采集卡记录标定数据, 其中一个辊环 R1 的标定数据见表 1。

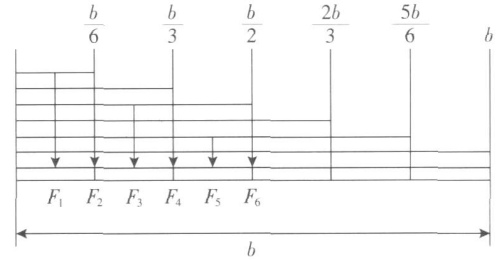


图 3 带材边部覆盖环示意图

Fig. 3 Figure of strip border covering rotor

表 1 辊环 R1 标定数据

Table 1 Trial data of R1 standardization

砝码重 / kg	带材覆盖边环比率					
	1/6	1/3	1/2	2/3	5/6	1
0	1 692.5	1 692.5	1 692.5	1 692.5	1 692.5	1 692.5
5	2 123.3	2 131.4	2 127.0	2 130.7	2 138.9	2 132.7
7	2 120.1	2 190.0	2 251.5	2 273.3	2 283.9	2 280.3
10	2 761.4	2 936.4	3 090.0	3 144.6	3 171.1	3 162.1
12	2 725.8	3 078.2	3 288.2	3 547.0	3 635.5	3 649.5
15	2 672.4	3 290.8	3 585.4	4 150.6	4 332.0	4 380.6

根据表 1 的标定数据得出砝码质量为 5, 7, 10, 12, 15 kg 时带材覆盖比率与采样电压的关系曲线见图 4, 由图 4 可看出: 砝码小于 7 kg 时, 输出电压无明显变化, 即处于测量死区。生产中要根据实际张力情况调整板形辊包角, 使张力作用在辊环上的等效径向力大于板形辊的测量死区, 从而避开测量死区, 否则计算的板形信号就会失真。

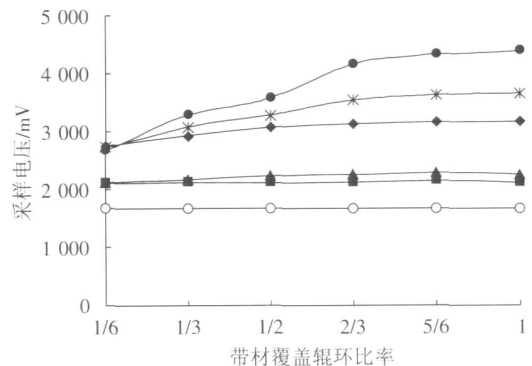


图 4 覆盖比率与采样电压的关系

Fig. 4 Relationship of covering ratio and voltage

—○— 0 kg 标定数据; —■— 5 kg 标定数据; —▲— 7 kg 标定数据; —◆— 10 kg 标定数据; —*— 12 kg 标定数据; —●— 15 kg 标定数据

带材覆盖边环比率为 1/6, 1/3, 1/2, 2/3, 5/6 和 1 时的砝码质量与采样电压的关系曲线见图 5。根据标定数据以及图 5, 并以覆盖比率为 1/3 时, 7 kg 和 10 kg 对应的输出电压 2 190 mV 和

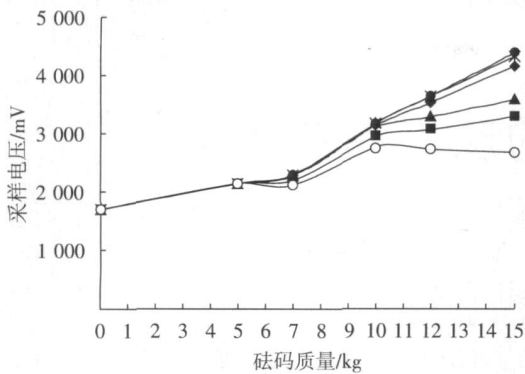


图 5 砝码质量与采样电压的关系

Fig. 5 Relationship of weight mass and voltage

- 覆盖 1/6 标定定; —■— 覆盖 1/3 标定定;
- ▲— 覆盖 1/2 标定定; —◆— 覆盖 2/3 标定定;
- *— 覆盖 5/6 标定定; —●— 覆盖 1 标定定

2 936 mV 为拐点,得出标定曲线方程见式 (2):

$$F = \begin{cases} f(V) & V < 2\ 190 \\ 0.408V - 183.7 & 2\ 190 < V < 2\ 936 \\ 1.43V - 3\ 204 & V > 2\ 936 \end{cases} \quad (2)$$

式中, F 为辊环受力, kN; V 为板形辊采样电压, mV。同理,可以得到不同覆盖率下边环的标定曲线方程。

2.3 应用效果

采用偏心标定曲线方程,该厂轧制带材宽度为 920 mm 时,边部辊环覆盖率 $= \frac{920 - 52 \times 17}{2 \times 52}$

1/3。在线生产时,根据标定曲线,板形控制工控机采集的板形信号如图 6 所示,图中横坐标表示辊环编号,纵坐标表示张力大小。

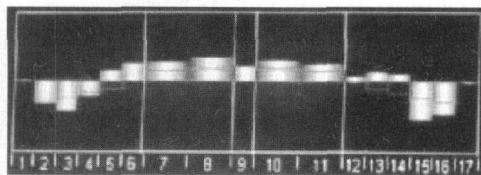


图 6 采样板形信号

Fig.6 Shape signal of sample

实际观测发现板形为中间紧、两边松,可见图 6 中采样板形信号与实际板形相符。由于采用了边部辊环的偏心标定曲线方程,采样信号真实反映了实际板形,避免了常规标定对边部板形采样造成的误差,大大提高了边部板形的控制效果。

3 结论

本文对印尼 PT Alumindo 冷轧厂的空气轴承式板形辊,采用偏心标定的新方法,标定出边部辊

环部分覆盖时的方程,得出如下结论:

(1) 本板形仪在受力较小时,受力作用点的变化对输出信号影响不明显;在受力较大时,随着力作用点向辊环中心移动,输出电压逐渐变大。

(2) 砝码小于 7 kg 时,板形辊处于测量死区,在生产中要根据实际张力情况调整板形辊包角,使张力信号处在板形辊的测量范围之内。

(3) 当带材覆盖辊环的比率为 1/6 时,辊环出现严重倾斜,输出电压与砝码质量呈现非线性关系,此时无法准确测量板形状态,所以有必要在带材边部,即板形辊两端布置宽度较窄的辊环以增加带材边部对辊环的覆盖比率;在没有窄环的情况下,通常在覆盖比率不足 1/3 时,不再考虑该环的板形测量信号,这时手动干预边部的板形调控十分必要。

(4) 采用边部辊环的偏心标定曲线方程,采样信号真实反映了实际板形,避免了常规标定对边部板形采样造成的误差,大大提高了边部板形的控制效果。

参考文献:

- [1] 丁开荣. 板形标准曲线的理论计算方法研究 [D]. 秦皇岛:燕山大学, 2006: 20-22
- [2] 赵小燕,张朝晖,迟健男,等. 基于张力测量的板形检测技术 [J]. 制造业自动化, 2007, 29(3): 90-92
ZHAO Xiao-yan, ZHANG Zhao-hui, CHI Jian-nan, et al. Application of tension meter device in the strip shape measurement [J]. Manufacturing Automation, 2007, 29(3): 90-92
- [3] Godfrey G. Shape measurement and control on hot and cold mills [J]. South African Mechanical Engineer, 1987, 37(10): 493-495.
- [4] 林振波,连家创,刘宏民. ABB 板形测量和控制系统及板形标准曲线 [J]. 轧钢, 1994(4): 20-21.
L N Zhen-bo, L IAN Jia-chuang, L I U Hong-min. ABB shape measurement control system and shape standard curve [J]. Steel Rolling, 1994(4): 20-21.
- [5] 胡晓明. 空气轴承式板形测量辊的研究设计 [J]. 轻合金加工技术, 2006, 34(11): 22-25.
HU Xiao-ming. Research and design of the strip shape measuring roll based on pneumatic bearing [J]. Light Alloy Fabrication Technology, 2006, 34(11): 22-25.
- [6] Duckworth Sarah. New generation of on-line shape measurement for flat rolling [J]. Aluminium Today, 1994, 6(3): 33.

[编辑:沈黎颖]