

宝钢五冷轧连退 CVC 中间辊窜动控制系统

CVC Intermediate Roller Shifting Control System for Cal5 in Baosteel

阳玉平¹ 王东经¹ 谭爱国² 王利华¹

(上海宝信宝立自动化工程有限公司¹,上海 201900;上海理工大学光电信息与计算机工程学院²,上海 200093)

摘要:介绍了宝钢五冷轧连退机组平整机部分中间辊窜动控制系统,说明了系统的机械设备、系统配置和系统的控制原理。系统采用位置反馈闭环控制和上、下辊同步控制,提高了中间辊窜动控制系统的控制精度和上、下辊同步性。实际生产表明,该控制系统的位置控制精度和上、下辊位置偏差控制精度均达 ± 1 mm,具有控制精度高、同步控制性能好等特点,为机组的自动板形控制打下了良好基础。

关键词:连续退火 平整机 自动板形控制 同步控制 控制精度

中图分类号: TC334.9 **文献标志码:** A

Abstract: The CVC intermediate roller shifting control system for Cal5 skin pass mill in Baosteel is introduced, the mechanical equipment, system configuration and control principle of the system are described. By adopting position feedback closed-loop control, and synchronous control for the upper and lower rollers, the accuracy of the control system and the synchronization of the upper and lower rollers are enhanced. The practical production indicates that the position control accuracy and the position deviation control accuracy for the rollers all reach ± 1 mm; the system features high control accuracy and good performance of synchronous control, it provides excellent foundation to automatic shape control.

Keywords: Continuous annealing Skin pass mill Automatic shape control (ASC) Synchronous control Control accuracy

0 引言

为了得到高质量的带材,对于不同宽度、厚度、合金的带材,每套冷轧机需要配备一种最佳的凸度辊,以生产出具有理想目标板形的带材。为适应工艺对轧辊的不同条件要求,并迅速、连续、任意地改变辊缝凸度实现自由轧制,德国西马克开发了凸度连续可变技术 CVC (continuous variable crown) 技术。CVC 轧辊面有一定的曲线形状,其辊面曲线方程已发展到高次方,这使得辊间应力集中的情况大为减少,轧辊的磨损不致于过大,与配套的控制软件结合后,其控制板形的能力得到进一步加强^[1-2]。

为确保轧制过程中中间辊窜动的控制精度与速度,根据系统特点与功能要求,开发了平整机中间辊窜动控制软件系统。本套冷轧连退机组的平整机采用德国西马克开发的 CVC 系列平整机,中间辊为 CVC 辊,可轴向窜动,简称中间辊窜动。中间辊窜动是连退机组平整机的重要组成部分,是板形调节的重要手段,且中间辊窜动控制精度与速度直接影响板形调节的效果,而窜动速度决定中间辊轴向力的大小,是中间辊窜动控制的关键。

1 机械结构与系统配置

本套中间辊窜动的机械结构简图如图 1 所示,窜动状态如图 2 所示^[3]。

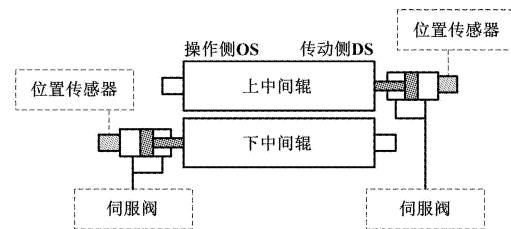


图 1 机械结构简图

Fig. 1 Simplified diagram of the mechanical structure

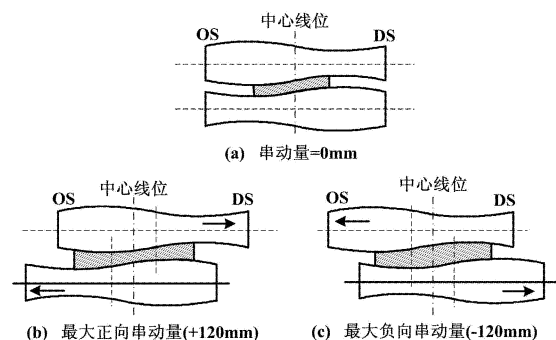


图 2 中间辊窜动状态图

Fig. 2 IMR shifting state

修改稿收到日期:2010-07-27。

第一作者阳玉平,女,1976年生,2003年毕业于武汉理工大学自动化学院,获硕士学位,高级工程师;主要从事控制系统的设计、开发和调试工作。

图 1 中,上、下中间辊各装有一套带位置传感器的伺服阀液压系统,其采用动态响应快、控制精度高的伺服阀控制上、下中间辊的窜动速度,而位置传感器实时反馈中间辊实际窜动位置。上、下中间辊辊身磨削成相同的 S 形 CVC 曲线,上、下中间辊的位置倒置 180°。当曲线的初始相位为零时,上、下中间辊形成等距的 S 形平行辊缝。通过轧辊窜动机构,使上、下 CVC 轧辊作相对同步窜动,从而可在辊缝处产生连续变化的正、负凸度轮廓。电气系统则采用具有实时、高效、高稳定性的日立 PLC 系统的 R700。它负责与 L2 服务器、HMI (human-machine interface) 和现场操作面板间的通信以及中间辊的窜动控制功能;完成与过程控制 L2 系统的数据交换、生产数据的设定、现场数据的实时显示以及与现场操作面板的联络,且具备过焊缝变规时自动调整、ASC 自动调整、换辊时自动定位等电气控制功能。系统配置图如图 3 所示。

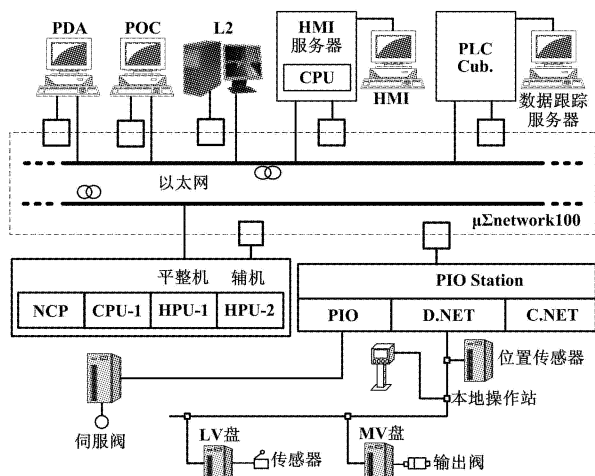


图 3 系统配置图
Fig. 3 System configuration

2 系统控制方法

2.1 控制模式

在中间辊窜动过程中,上、下中间辊可以机架中心线为零位,向传动侧和操作侧作双向窜动。上中间辊向传动侧作窜动定义为正向窜动,向操作侧窜动定义为负向窜动,下中间辊则正好相反。中间辊正是通过上、下中间辊的相向窜动,有效减小轧辊的有害接触,起到改善板形的作用。

中间辊轴向窜动速度与机架状态紧密相关。依据轧机处于换辊模式还是轧制模式,窜动速度分别采用高、低速度控制。在换辊模式下,机架内辊缝完全打开,各辊间互不接触,此时中间辊窜动可按油缸最高速

度(20~25 mm/s)窜至换辊位;在轧制模式下,机架内辊缝闭合,有一定的轧制力和轧制速度,轴向窜动时会产生一定的轴向力,当轴向力过大时对设备不利。中间辊轴向窜动速度曲线如图 4 所示。在轴向力为常量的情况下,轴向速度曲线依赖于图 4 中的曲线。

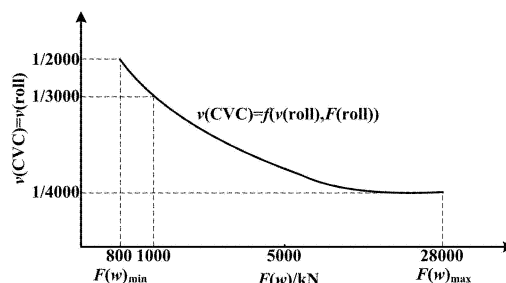


图 4 窜动速度曲线图
Fig. 4 Velocity curve with axial shifting

图 4 中, $v(CVC)$ 为中间辊轴向窜动速度, $v(roll)$ 为轧制速度, $F(w)$ 为轧制力, $F(w)_{min}$ 、 $F(w)_{max}$ 为最小、最大轧制力。将 $v(CVC)$ 与 $v(roll)$ 的比值进行分段线性化后,应用线性插值法计算 $v(CVC)$ 与 $v(roll)$ 的比值^[3-4],可计算出相应的 $v(roll)$ 和轧制力下的 $v(CVC)$,用于控制回路。

2.2 控制原理

中间辊窜动主要通过控制中间辊的位置来调节板形,而轧制时中间辊窜动的速度及上、下辊间的位置偏差同样对获得高质量板形起着重要作用。因此,整个控制系统采用位置反馈闭环控制,兼具上、下辊同步控制系统。控制原理如图 5 所示。

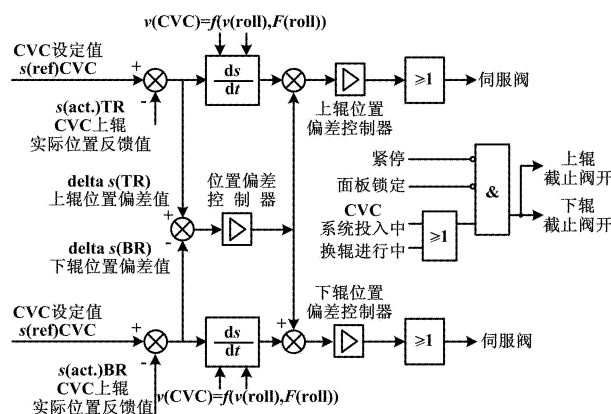


图 5 系统控制原理图
Fig. 5 Principle of the system control

2.3 控制效果

正常轧制模式下,上、下中间辊窜动采用位置反馈闭环控制,兼具上、下辊同步控制系统。上、下辊的实

(下转第 46 页)

样本,经过训练建立起神经网络分类器。另外,在生产过程中如果产生了新的缺陷类型,需要把新的缺陷类型添加到样本集中,用新的样本集对分类器进行重新训练。

2.2.2 服务器端

服务器工作过程如图3所示。

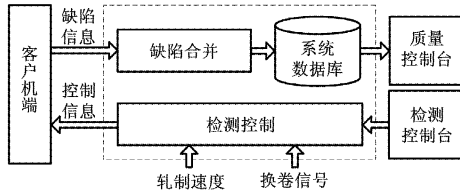


图3 服务器工作示意图

Fig. 3 Sketch map of the server

摄像头客户端通过以太网传递给服务器的缺陷信息分别是单个摄像头的处理结果。由于缺陷分布在不同摄像头采集到的图像中,所以需要在服务器中对这些缺陷进行合并,并对钢板表面质量进行评估,将缺陷图像及评估结果保存在数据库中。服务器还可以发出控制指令,控制整个检测工作过程,如检测的开始、停止、暂停、缺陷报警以及钢板的加入和结束等。此外,服务器还具有其他重要功能,如离线缺陷数据分析、统计报表汇制以及整套系统的各种交互控制等,从而使质检部门工作人员通过控制台就可以直接了解到当前钢板的表面缺陷检测情况。

3 结束语

介绍了一种新的基于图像处理的带钢表面自动监测系统。综合利用图像处理、模式识别和人工神经网络等现代化信息技术,使系统具有适用性好、检出率高等优点;采用由多台摄像头计算机和一台服务器组成的并行计算机处理系统,保证了对带钢表面的实时检测;特征量是对带钢表面缺陷进行分类的关键,尽可能多地提取各种类型的特征量并对其进行优化选择,可实现缺陷的准确分类和处理。

参考文献

- [1] 张洪涛,段发阶,丁克勤,等. 钢板表面缺陷在线视觉检测系统研究[J]. 传感技术学报,2007,20(8):1989-1902.
- [2] 徐科,徐金梧,梁治国,等. 冷轧带钢表面质量自动检测系统的在线应用研究[J]. 冶金自动化,2003(1):51-53.
- [3] 欧阳奇,张兴兰,陈登福,等. 高温连铸坯表面缺陷的机器视觉无损检测[J]. 重庆大学学报:自然科学版,2007,30(11):27-31.
- [4] 王崇涛. 基于机器视觉的表面缺陷检测仪在冷轧生产的应用[J]. 河南冶金,2007,15(9):57-60.
- [5] 刘伟嵬,颜云辉,孙宏伟. 冷轧带钢表面缺陷在线检测软件体系结构设计[J]. 计算机工程与设计,2008,29(5):1276-1278.
- [6] 徐科,徐金梧,鹿守理,等. 冷轧带钢表面自动监测系统的研究[J]. 钢铁,2000,35(10):63-66.
- [7] 徐科,徐金梧,班晓娟. 冷轧带钢表面质量自动监测系统的模式识别方法研究[J]. 钢铁,2002,37(6):28-31.

(上接第41页)

- [4] 姚振群,杨东方. PLC 闭环控制系统中 PID 控制器的实现[J]. 现代机械,2005(4):20-25.
- [5] 章丽英. PID 算法在 PLC 过程控制中的实现[J]. 张家口职业技术

学院学报,2007,20(1):47-50.

- [6] 陶永华. 新型 PID 控制及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [7] 刘金琨. 先进 PID 控制与 MATLAB 仿真[M]. 北京:电子工业出版社,2000.

(上接第43页)

际控制偏差分别为 $\pm 0.08 \text{ mm}$ 、 $\pm 0.06 \text{ mm}$,实际控制精度远远高于考核值 $\pm 1 \text{ mm}$ 。

3 结束语

本套 CVC 中间辊窜动系统采用位置反馈闭环控制系统与上、下中间辊同步控制系统相结合的控制方法,为中间辊窜动的位置精度控制,速度控制及上、下位置偏差控制提供了有力保障,且避免了轧制中因伺服阀发生漂移而导致位置发生偏移的问题。上、下中间辊位置控制精度达 $\pm 1 \text{ mm}$,上、下中间辊位置偏差控制精度达 $\pm 1 \text{ mm}$,对获得高质量板形和最优使用设备起到了重要作用。

在实际应用中,可将本控制系统中的位置控制替换

为其他变量控制,用于其他工程应用,具有广泛的应用性。

参考文献

- [1] 郭京林,王治国. CVC 技术在现代冷轧机中的控制策略和手段[J]. 轻合金加工技术,2003,31(12):12-15.
- [2] 曹建国,顾云舟,张杰,等. 1700mm 冷轧带钢轧机板形控制能力研究[J]. 钢铁研究,2002,30(3):16.
- [3] 刘佳伟,王军生,张殿华,等. 六辊 UC 轧机中间辊轴向移动速度的研究[J]. 钢铁,2009,44(12):59-61.
- [4] 刘玉礼,胡锡增,赵永和. HC 轧机辊间接触压力分布及辊系变形计算[J]. 燕山大学学报,1989,13(4):12.
- [5] 赵家骏,魏立群. 冷轧带钢生产问题[M]. 北京:冶金工业出版社,2005:1-25.
- [6] 李晓燕,张杰,陈先霖,等. 冷轧平整机板形问题的特点及对策[J]. 钢铁,2003,38(12):26-29.
- [7] 华建新,王贞祥. 全连续式冷轧机过程控制[M]. 北京:冶金工业出版社,2000.