轧制力对钢板板形的影响*

苗瑞林[1]，郭瑞华[2]，周学刚[1]，杨永朋[1]，郑永春[1]

（1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢板材厂，内蒙古 包头 014010；
2. 内蒙古科技大学材料冶金学院，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 文章论述了轧制力对轧辊弹性变形的影响，从而得到轧制力对钢板板形的影响，包钢2 250 mm热连轧生产线通过此规律调整精轧机组的负荷分配，有效改善了钢板板形。

关键词： 热连轧；板形控制；负荷分配

中图分类号： TG335.5+5 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2020)01－0057－03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.01.016

Effects of Rolling Force on Shape of Steel Plate

Miao Rui－lin[1], *Guo Rui－hua*[2], *Zhou Xue－gang*[1], *Yang Yong－peng*[1], *Zheng Yong－chun*[1]

(1. *Rare Earth Steel Plate Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *School of Materials and Metallurgy, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, the effects of rolling force on the elastic deformation of roller are discussed so as to obtain the effects of rolling force on shape of steel plate. The shape of steel plate for 2 250 mm hot continuous rolling production line of Baotou Steel is improved effectively by adjusting the load distribution of finishing mill group with the law.

Key words: hot continuous rolling; shape control; load distribution

热连轧钢板板形不良是热连轧产品的重要缺陷，钢板板形控制也一直是钢铁行业的难点，包钢2 250 mm热连轧也存在板形问题，钢板板形控制是比较复杂的技术问题，其影响因素包括板坯温度均匀性、板坯成分均匀性、钢板的成品规格、轧辊的原始辊形、轧辊磨损、轧辊的弹性变形、轧辊热凸度等诸多因素，而轧制力是影响轧辊弹性变形的主要因素，也是影响钢板板形的重要因素，本文重点论述轧制力对钢板板形的影响。

1 轧制力对钢板板形控制的影响

1.1 板形控制的基本思路

钢板板形良好的基本条件为钢板横断面各点变形均匀，即钢板板形过程中等比例凸度原则，钢板出口断面凸度[1]。

$$\delta = h_c - h_e$$

式中：h_c——钢板宽度方向中心厚度；

h_e——钢板边部厚度，一般取离实际钢板边部

* 收稿日期：2019－07－02

作者简介：苗瑞林(1979－)，男，山西省河曲县人，高级工程师，现从事热轧板材生产及管理工作。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

40 mm 处的厚度作为 h_e。

平直度和带钢在每机架入口和出口处的相对凸度是否匹配有关(见图1)。

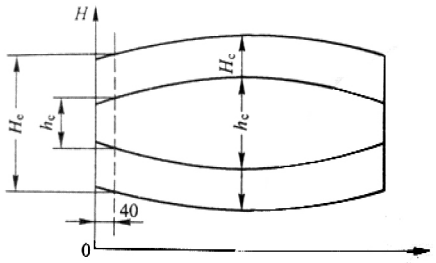


图1 轧机断面形状

假设带钢沿宽度方向可分为许多窄条,为了实现钢板平直度良好各个窄条的延伸要相等,即 $\delta/h=\Delta/H$。

对于热连轧机由于前几个机架轧出厚度尚较厚,轧制时还存在一定的宽展,因而减弱了对相对凸度严格恒定的要求,图2给出不同厚度时钢板金属横向流动和纵向流动的可能性。

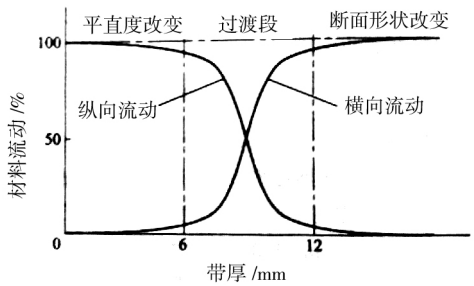


图2 横向流动的3个阶段

由图2可以看出钢板厚度不大于6 mm时金属横向流动基本为0,因此应严格遵守等比例凸度原则,此区域内的板形控制更为敏感,此区域对应热连轧的末机架。

1.2 轧制力对轧辊弹性变形的影响

包钢2 250 mm热连轧机组为四辊轧机且装配液压压下系统,轧制力通过支撑辊轴承座传递给支撑辊并通过支撑辊传递给工作辊,在轧制力的作用下工作辊会发生弹性弯曲变形,弹性弯曲变形增加钢板凸度从而影响钢板板形[2]。正确地确定工作辊的弯曲挠度才能有效的控制钢板板形相关参数见表1[2]。

工作辊挠度:

$$y=q(A+\varphi B)/\beta(1+\varphi)-(\Delta d_s+\Delta D_s)/2(1+\varphi)$$

$$\varphi=(1.1\lambda_1+3\lambda_2\xi+18\beta K)/(1.1+3\xi)$$

$$A=\lambda_1(l/L-7/12)+\lambda_2\xi$$

$$B=(3-4\mu_2+\mu_2)/12+\xi(1-\mu)$$

$$K=\theta\ln(0.97(d+D)/q\theta)$$

式中:q——工作辊与支撑辊间单位长度上的评价压力;$q=P/L$(N/mm);

μ——带钢宽度与辊身长度比,$\mu=b/L$;

l——轴承支反力的间距,$l=l0-2\Delta l$;

l_0——压下螺丝中心距;

Δl——大约在$(0\sim0.15)c$的范围内;

Δd_s——工作辊实际凸度;

ΔD_s——支撑辊实际凸度;

L——辊身长度。

表1 相关参数

全部钢轧辊	铸铁工作辊,钢质支撑辊
E1=E2=220 000 MPa G1=G2=81 000 MPa V1=V2=0.3	E1=17 000 MPa E2=220 000 MPa G1=70 000 MPa G2=81 000 MPa V1=0.35V1=0.2
	E1=17 000 MPa E2=220 000 MPa
$\lambda_1=(d/D)^4$	$\lambda_1=0.773(d/D)^4$
$\lambda_2=(d/D)^2$	$\lambda_2=0.864(d/D)^2$
$\xi=0.753(d/L)^2$	$\xi=0.674(d/L)^2$
$\beta=34\ 600(d/L)^2$	$\beta=26700(d/L)^2$
$\theta=2.634\times10^{-6}$ m^2/N	$\theta=2.96\times10^{-6}$ m^2/N

2 2 250 mm热连轧轧制负荷优化

2.1 优化方案

由于F5-F7的工作辊辊径较F1-F4工作辊辊径小,相同的轧制力下轧辊挠度更大,同时考虑末机架横向金属流量基本为零,板形控制更加敏感,因此在负荷分配时会增加前游机架负荷以优化板形[3-5]。包钢2 250 mm热连轧在轧制BT600XT的3.0 mm×1 500 mm钢板时遇到钢板板形问题,通过调整负荷分配时钢板板形有明显改善,优化前后的负荷分配见表2。

2.2 优化前后的板形对比

包钢2 250 mm精轧机后设有平整度测量仪器,图3和图4为负荷分配优化前后的钢板板形曲线。通过对比负荷分配优化前后的板形曲线可以看出优化后的钢板板形有明显改善。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　优化前后的负荷分配

项目	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
优化前	0.96	1	0.94	0.92	0.78	0.69	0.55
优化后	0.99	1	0.96	0.95	0.61	0.53	0.41

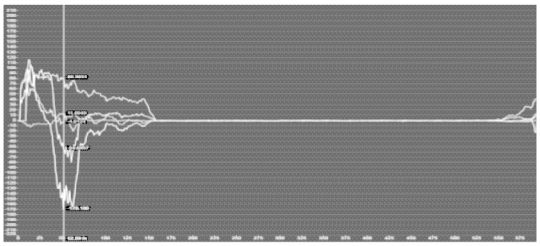


图 3　优化前钢板板形

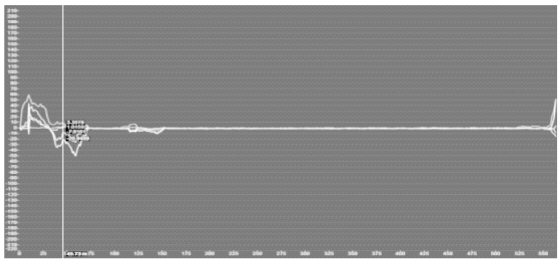


图 4　优化后钢板板形

3　结束语

轧制力对钢板板形控制起到关键性作用，轧制力主要通过轧辊弹性弯曲变形和弹性压扁影响辊逢形状，包钢 2 250 mm 热连轧生产线通过优化负荷分配有效改善了钢板板形，但钢板板形还受到轧辊热凸度、轧辊磨损、CVC 辊形等诸多因素的影响，所以还需要进一步研究其它因素进而得到良好的钢板板形。

参　考　文　献

[1] 张景进. 热连轧带钢生产 [M]. 北京: 冶金工业出版社，2011.

[2] 赵志业. 金属塑性变形与轧制理论 [M]. 北京: 冶金工业出版社，1980.

[3] 王敬忠. 板带轧制头部翘曲的研究现状 [J]. 西安建筑科技大学学报，2011，43 (2): 294 – 299.

[4] 陈彬. 板带轧制头部弯曲控制的研究 [D]. 武汉: 武汉科技大学，2003.

[5] 李顺华. 热轧板坯头部弯曲的机理及改善方法的研究 [D]. 武汉: 武汉科技大学，2011.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net