

冷轧奥氏体不锈钢带材宽度对板形影响的分析

李志峰¹ 冯岩² 麻永林¹ 邢淑清¹

(1 内蒙古科技大学材料与冶金学院, 包头 014010; 2 包钢钢联股份有限公司无缝钢管厂, 包头 014010)

摘要 针对钢厂301S和301B冷轧奥氏体不锈钢1.2 mm × (250 ~ 380) mm带钢的板形缺陷问题, 通过分析大量的生产数据, 得出12辊轧机轧制过程(压下率18% ~ 26%, 轧制力750 ~ 1 600 kN)带材宽度的变化对板形的影响。结果表明, 当带材的宽度较大时, 增大轧制力或将中间传动辊沿轴向向中间窜动, 会减少中松板形缺陷; 当带材的宽度较小时, 减少轧制力或将中间传动辊沿轴向向两侧窜动, 会减少双边浪板形缺陷。

关键词 冷轧 奥氏体不锈钢 板形 带宽 窜辊

An Analysis on Effect of Cold Rolled Austenite Stainless Steel Strip Width on Profile Shape

Li Zhifeng¹, Feng Yan², Ma Yonglin¹ and Xing Shuqing¹

(1 School of Material and Metallurgy, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010; 2 Seamless Pipe Plant, Steel Union Co Ltd, Baotou Steel (Group) Corp, Baotou 014010)

Abstract In corresponding with profile shape defect trouble about 1.2 mm × (250 ~ 380) mm strip of 301S and 301B cold rolled austenite stainless steel at steel works, the influence of change of strip width on profile shape during twelve-high mill rolling process (reduction 18% ~ 26%, rolling force 750 ~ 1 600 kN) is obtained by analysis on a vast amount practical production data. Results show that as the width of strip is larger, with increasing rolling force or shifting intermediate rolls along axial direction to median, the central buckling profile shape defect decreases; and as width of strip is smaller, with decreasing rolling force or shifting intermediate rolls along axial direction to both sides, the both-side edge buckling profile shape defect shall be reduced.

Material Index Cold Rolling, Austenite Stainless Steel, Profile Shape, Width of Strip, Roll Shifting

轧制过程中的板形控制是冷轧带钢生产的核心技术之一。在现场冷轧带钢的生产过程中, 依托生产数据的整理总结和实践经验, 制定出符合生产要求的最优工艺, 对保证良好的板形平直度, 确保轧制过程的顺利进行有着重要的帮助^[1]。

目前, 研究人员对冷轧不锈钢板带材的板形影响因素问题开始重新关注^[2-5]。目前针对板形影响因素的研究大多是根据数值模拟或影响函数的方法, 以现场生产经验为基础的研究工作开展得较少。根据现场实际生产, 对钢厂常规轧制带材的生产进行跟踪观察和记录, 并对轧制后板带不同的板形, 以及实际轧制等工艺数据进行整理和分析, 以期优化轧制工艺。

1 设备性能及参数

以钢厂生产使用的12辊可逆轧机为研究设备。该轧机是一种兼有4辊与20辊轧机优点的小型轧机, 具有轧制速度快, 形状控制好, 板精度高, 节能效

果显著等优点。其板形控制的好处在于, 可以通过控制上下两对中间传动辊的横向调整来改变中间传动辊和工作辊之间的接触面积。上下两对中间传动辊可以在水平方向上移动, 移动方向相反, 移动范围是±50 mm。窜辊工艺是用来改善12辊轧机轧制过程中带材表面产生的双边浪和中松等板形缺陷。

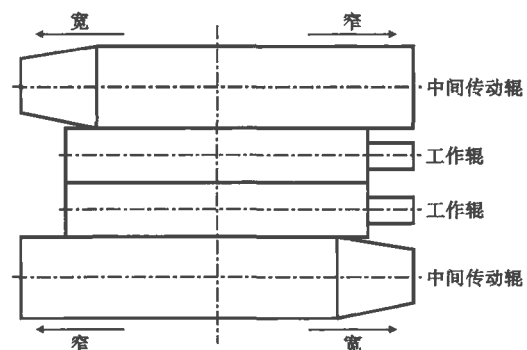


图1 中间传动辊横向调整示意图

Fig. 1 Schematics of lateral adjustment for intermediate rolls

横向窜辊量的调整如图 1 所示,根据中间传动辊的横向调整来改善板形,其中宽窄的调整范围都在 50 mm 以内。中间对中时为零位,向窄的方向调整为负值,宽度在 250 ~ 380 mm 时,在负值范围内窜动,这台轧机的窜辊控制板形方法和 HC 轧机窜辊控制板形方法的原理相同^[6]。

现场轧机辊系由支撑辊、中间传动辊及工作辊组成,呈 3-2-1 分布上下对称布置。

轧辊辊系尺寸如下:标准工作辊 $\Phi 70 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$ (辊身长);中间传动辊 $\Phi 150 \text{ mm} \times 580 \text{ mm}$ (辊身长),稍度呈 1 : 300,锥度长 160 mm;支撑辊 $\Phi 260 \text{ mm} \times 613 \text{ mm}$ (辊身长)。

2 轧制材料选取

根据现场的实际情况,选择现场常规轧制钢种(301 奥氏体不锈钢,表 1),其原料厚度为 1.2 mm,宽度为 250 ~ 380 mm。因 301S 和 301B 除了在材料硬度方面存在区别外,其他的加工性能非常相似,所以选取这两种牌号的带材来做工艺研究对比。

3 板形控制方法

现场生产过程中,301 奥氏体不锈钢带材产生的板形缺陷以双边浪和中松为主。带材在轧制时,各个部位的延伸沿宽度方向不相等,带材内部产生残余应力从而导致板形缺陷。在轧制过程中,如发

现板形出现中松,根据板宽将中间传动辊向中间窜动,或增加轧制力;如果发现板形呈现大的双边浪,根据板宽将中间传动辊适当向两侧窜动,或减小轧制力^[7-8]。

此外,轧制力的大小与工作辊和中间传动辊间接接触面积的分布对板形也有很大的影响。在轧制过程中,由于轧制力的存在,工作辊挠曲变形,使得带材沿宽度方向上的变形量不均匀,这就需要根据不同的带材宽度,设定相应的轧制力、工作辊和中间传动辊间接接触面积来稳定轧制工艺,以获得平直的板形^[9-10]。

4 现场生产数据分析

跟踪 301 奥氏体不锈钢带材轧制,并在清洗线观察和记录带材板形。将具有良好板形的不锈钢带材参数进行记录,通过数理统计软件^[5]将其轧制力和中间传动辊窜辊量参数进行统计分析。

(1) 道次压下量为 25% 左右时,不同宽度的 301B 和 301S 带材轧制所需的轧制力和中间传动辊窜辊量如图 2 所示。从图 2 可以看出,轧制力和中间传动辊窜辊量均随板宽增大而增大。分析两钢种在不同板宽条件下的轧制结果,可以发现:

① 当带材宽度小于 285 mm 时,为保证板形,中间传动辊的窜辊量都保持在 -50 mm,即中间传动辊的对中长度是 160 mm;板宽在 285 ~ 380 mm 时,中间传动辊在零位到 -50 mm 之间,按照图 2 所示沿轴向窜动调整板形。

② 当带材宽度在 285 ~ 380 mm 时,中间传动辊窜辊量呈现出上升趋势,通过计算得出上下传动辊的对中长度占带材长度 55% ~ 60% 时,可以保证带材板形平直(表 2)。

表 1 301 奥氏体不锈钢成分标准/%
Table 1 Standard chemical composition of 301 austenite stainless steels /%

牌号	C	Cr	Ni	Mn	Si	P	S	N
301S	0.11 ~ 0.14	16.3 ~ 16.9	6.1 ~ 6.4	1.6 ~ 1.9	0.3 ~ 0.6	≤ 0.045	≤ 0.03	0.04 ~ 0.07
	0.10 ~ 0.13	16.2 ~ 16.6	6.6 ~ 6.9	0.6 ~ 0.9	0.6 ~ 0.9	≤ 0.045	≤ 0.04	≤ 0.03

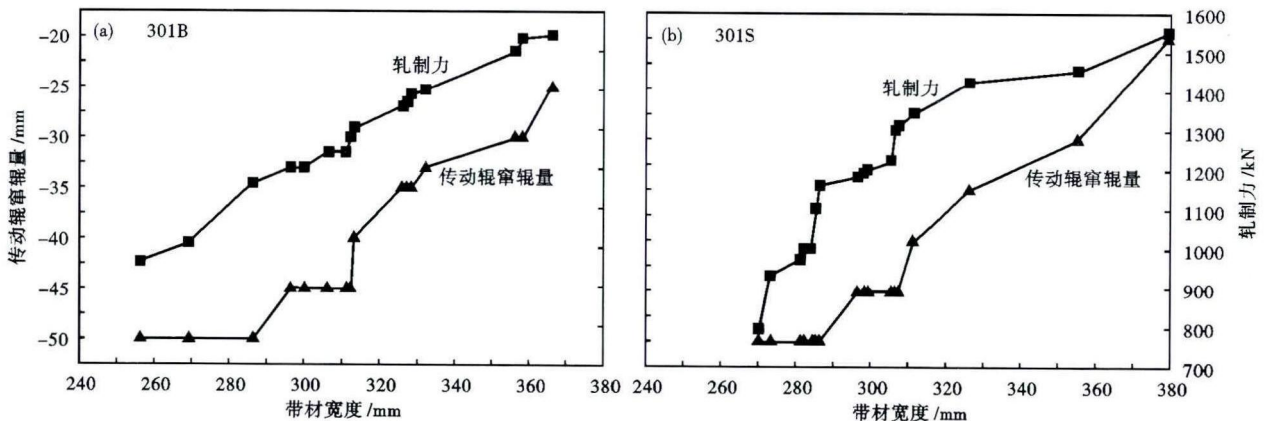


图 2 带材宽度对 301B(a) 和 301S(b) 钢的轧制力和中间传动辊窜辊量的影响

Fig. 2 Influence of steel 301B (a) and 301S (b) strip width on rolling force and intermediate roll shifting extent

表2 上下中间传动辊对中长度占带材来料宽度百分比对板形的影响

Table 2 Influence of percentage of up and below intermediate rolls centring length to width of trip rolling stock on profile shape of strip

牌号	来料宽度/mm	中间传动辊窜辊量/mm	上下中间传动辊对中长度/mm	上下中间传动辊对中长度占来料宽度的百分比/%	板形
301S	285	-50	160	56.1	平直
301S	305	-40	180	59.0	平直
301S	311	-43	174	55.9	平直
301B	306	-42	176	57.5	平直
301B	336	-30	200	59.5	平直
301B	356	-25	210	59.0	平直

③通过图2(a)(b)的对比可以看出,在轧制过程中轧制力也是随着板宽的增大而增大。

④在现场轧制工艺制定中,可以根据图2对轧制力和窜辊量两个工艺参数进行设定。同时操作人员在观察来料板形后,基于工艺设定值在小范围调整,可改善带材板形平直度。

⑤由图2可见,窜辊量和轧制力的曲线都出现了平台。出现平台的原因是由于在现场轧制过程中机械化操作,存在一定范围的可变值。在该范围内浮动的轧制力和窜辊量的值都是合理的。

(2)根据现场生产经验,为了验证图2对板形改善的有效性。将生产两个钢种的带宽恒定,窜辊量和压下率分别为变量。根据图2所示设定相应的轧制力和中间传动辊窜辊量,对轧后的板形情况进行在线观察和记录。通过分析表3和表4中的统计数据,结合现场生产经验,得出:

①在板宽、压下率、入口厚度相同的条件下,将上下两对中间传动辊沿轴向分别向中间和两侧窜动5 mm,改变中间传动辊与带材的对中位置。窜辊量在-40 mm时板形呈现双边浪,窜辊量在-40~-45 mm板形的双边浪波高呈现出增长趋势;窜辊

表3 中间传动辊窜辊量对带材板形的影响

Table 3 Influence of shifting extent of intermediate rolls on profile shape of strip

序号	板宽/mm	压下率/%	窜辊量/mm	入口厚度/mm	出口厚度/mm	板形
1	311	25	-40	1.2	0.5	双边浪
2	311	25	-45	1.2	0.5	平直
3	311	25	-50	1.2	0.5	中松

表4 压下率对带材板形的影响

Table 4 Influence of reduction rate on profile shape of strip

序号	板宽/mm	压下率/%	窜辊量/mm	入口厚度/mm	出口厚度/mm	板形
1	311	26	-45	1.2	0.5	双边浪
2	311	22	-45	1.2	0.5	平直
3	311	18	-45	1.2	0.5	中松

量在-50 mm时板形呈现出中松,窜辊量在-45~-50 mm板形的中松波高呈现增长趋势。

②在板宽、窜辊量、入口厚度等参数相同的情况下,结合现场实际情况调整道次压下率,对于改善板形平直度有一定的作用。

5 结论

(1)不锈钢冷轧带材宽度增大,轧制力增大,上下两对中间传动辊也沿轴向向中间窜动。在窜动过程中,工作辊的接触线长度与带材宽度相适应,当带材宽度在285~380 mm时,窜辊量呈现上升趋势,通过计算上下两对中间传动辊的中间接触线长度占带材长度55%~60%时,可以保证板形平直度。

(2)轧制过程出现中松板形时,增大轧制力或将中间传动辊沿轴向向中间窜动,通过减少工作辊挠曲变形改善板形;轧制过程出现双边浪板形时,减少轧制力或将中间传动辊沿轴向向两侧窜动,通过消除正常接触区以外的有害接触区改善板形。

内蒙古科技大学材料加工过程模拟创新团队基金资助项目(52303001)

参考文献

- [1] 李登超. 不锈钢板带材生产技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [2] 戴杰涛, 张清东. 冷轧薄板中浪板形缺陷的屈曲及后屈曲理论与轧制试验研究[J]. 机械工程学报, 2011, 47(2): 44-50.
- [3] 张清东, 戴杰涛. 带钢板形翘曲变形行为的仿真[J]. 北京科技大学学报, 2011, 33(8): 1006-1012.
- [4] 常安, 邸洪双, 白金兰, 等. 影响冷轧边部减薄的因素[J]. 钢铁, 2007, 42(10): 51-59.
- [5] 张小平, 郭会光, 张雪娜, 等. 板宽对板形影响的实验研究[J]. 太原科技大学学报, 2009, 30(3): 225-227.
- [6] 秋海滨, 张明. 板形控制新技术[J]. 有色金属加工, 2009, 38(3): 23-27.
- [7] 徐鹤贤. 冷轧钢带板形及其控制工艺探讨[J]. 特钢技术, 2000(2): 14-19.
- [8] 倪履安. 冷轧精密不锈钢带的板形控制[J]. 轧钢, 2009, 26(1): 71-72.
- [9] 刘宏民, 单修迎, 贾春玉. 板带轧制断面形状控制的矩阵模型[J]. 燕山大学学报, 2011, 35(1): 15-17.
- [10] 周庆田. 轧制压力设定值的变化对板形影响的研究[J]. 重型机械, 2004(1): 14-16.

李志峰(1988-), 男, 硕士研究生(内蒙古科技大学), 2011年内蒙古科技大学毕业, 冷轧不锈钢生产工艺及组织性能控制研究. E-mail: lizhifeng989@yahoo.cn

收稿日期: 2013-05-31