

莱钢异径异步轧制薄带技术措施的确定及理论分析

曹利华, 刘衍敏

(莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271104)

摘要: 异径轧制时变形区长度减少, 平均单位轧制压力降低, 因而异径异步轧制薄带技术具有降低轧制压力与功率, 减少带钢厚度波动, 提高产品厚度精度和板形精度等特点。通过原理分析, 确定了莱钢 $\phi 520$ mm热带连轧精轧机轧制1.5~2.0mm薄规格产品的实验方案。

关键词: 异步异径轧制; 薄带; 变形区长度; 轧制压力

中图分类号: TG335.5

文献标识码: A

文章编号: 1004-4620(2000)01-0037-02

Technical Measure's Determination and its Theoretical Analysis of Rolling Thin Strip by Different Diameter and Different Step Process

CAO Li-hua, LIU Yan-min

(Laiwu Iron and Steel Group Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

Abstract: Because of length of deformation zone is reduced and mean unit rolling pressure is decreased as different diameter rolling the different diameter and different step rolling process for rolling thin strip has the characters of decreasing rolling pressure and rolling power, decreasing thickness wave of strip, increasing thickness accuracy and shaped accuracy of product and so on. Through theoretic analysis the test plan for rolling 1.5~2.0mm products used of finishing mill of 520 continuous hot strip rolling mill is determined in Laiwu iron and steel group Co., Ltd.

Key words: different diameter and different step rolling; thin strip; length of deformation zone; rolling pressure

1 前言

目前, 窄带钢市场竞争激烈, 2.0mm以上的窄带供大于求, 价格猛跌, 莱芜钢铁集团有限公司(简称莱钢)带钢市场面临严峻挑战。在莱钢现有条件下, 带钢的发展方向应该是扩大品种, 提高质量, 降低消耗与成本。其中, 扩大热轧薄带产品规格(2.0mm以下), 用以替代冷轧产品, 获取巨大经济效益是更为明确的方向。热带产品的厚度下限若能降到1.5~2.5mm, 则轻型薄壁焊管、小规格负偏差焊管、换热气管及部分电焊钢管, 就可不进行冷轧而直接以热带为原料, 用作冷轧带坯时, 也可减少冷轧道次和轧程, 从而提高经济效益。

2 异径异步轧制薄带技术措施的确定

据目前的板带理论及有关厂家的经验, 轧制薄带的技术措施可归纳为两条: (1) 提高轧机的刚性及板型等控制能力; (2) 采用减少工作辊直径等措施以大幅度降低变形抗力。第一个条件需对轧机进行改造, 而当前资金紧张, 不具备条件; 第二种方案是降低轧制压力、提高轧机轧薄能力的最有效途径, 且改造较少, 投资少, 见效快。

在板带生产中, 轧制薄规格的产品需要大的轧制压力和扭矩, 在轧机刚性及板型控制能力达不到要求的条件下, 只靠增大轧辊直径轧制出薄规格是不可能的, 同时, 轧机设备和电机功率消耗增加也太大。以往在板带生产中, 促使工作辊增大的主要因素是为了传递巨大的轧制力矩而需要的抗扭强度, 即限制工作辊直径减小的主要因素是工作辊径及接轴部件的扭转强度, 因而在减少工作辊直径和传递轧制力矩的能力这两种要求之间存在着矛盾(在不同场合下, 限制工作辊直径减少的因素还可能有咬入能力、冷却速度和电机转速范围等, 但

最普遍和重要的因素是传递力矩能力)。

为了使普通的薄带轧机能在较简单的结构形式下,达到减少工作辊径(小径化)的目的,出现了不对称轧制技术。不对称轧制可以包括:工作辊不对称、驱动不对称和轧制速度不对称等多种情况,本文将对包括双辊驱动和单辊驱动的异径辊轧制技术进行论述。异径辊轧制是指在两工作辊直径相差十分悬殊而其线速度基本一致的轧机上进行的热轧或冷轧薄带轧制,采用这种轧制技术的主要优点是:(1)可以灵活地采用一个小工作辊来大幅度减少轧制压力,通过一个工作辊直径的减少基本上起到两辊都减少的作用;(2)可显著降低轧制力矩和能耗,并可利用一个大的工作辊和支撑辊来传递力矩及提供咬入能力。这样通过一分为二,使一对原来无法解决的矛盾在新的基础上又得到了解和统一;(3)可提高产品的厚度精度和板型质量;(4)使轧机调整操作容易,并便于小辊的更换及辊型的调整与配套;(5)设备简单,便于现有轧机改造。由此可见,通过异径异步轧制使轧制压力比对称轧制时降低很多。由于轧制压力的下降,使产品厚差、薄边减少,并增强了轧机的轧薄能力,尤其是这种轧机结构简单,便于轧机改造。因此,异径单辊传动轧制是适合我国国情并具有发展前途的一种新工艺。

3 异径异步轧制原理及分析

异径轧机之所以能大幅度降低轧制压力与功率,主要是异径轧制时变形区长度和接触面积的大幅度减少,以及平均单位轧制压力显著降低的结果。

3.1 变形区长度(接触面积)的减少

当两工作辊皆为大辊的两辊同径轧制时,如图1所示,变形区长度L为:

$$l_{同} = \sqrt{R_{1大} \cdot \Delta h} \quad (1)$$

式中 $R_{1大}$ ——大工作辊半径;

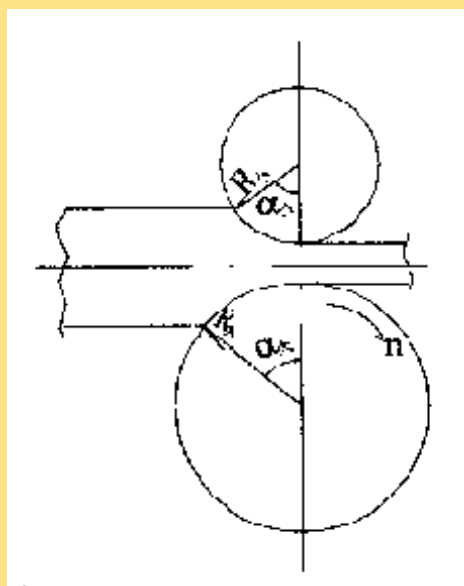
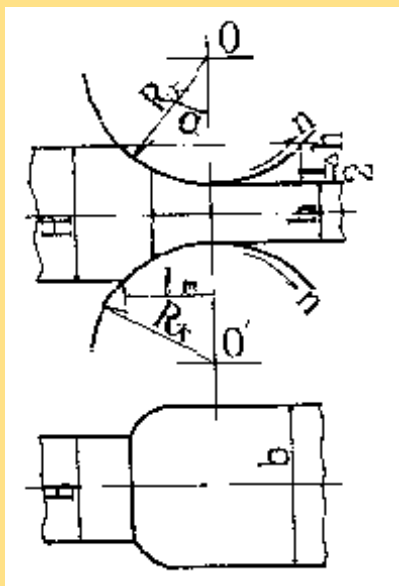
Δh ——压下量⁽¹⁾。

异径轧制时如图 2 所示。以平均辊径来计算:

$$\bar{R}_1 = \frac{2R_{1大} \cdot R_{1小}}{R_{1大} + R_{1小}} \quad (2)$$

$$l_{异} = \sqrt{\bar{R}_1 \cdot \Delta h} = \sqrt{\frac{2R_{1大}}{x+1} \cdot \Delta h} \quad (3)$$

$$F_{异} = b \cdot l_{异} = b \sqrt{\frac{2R_{1大}}{x+1} \cdot \Delta h} \quad (4)$$



式中 $R_{1大}$ 、 $R_{1小}$ ——分别为大、小工作辊半径;

x ——异径比, $x = R_{大}/R_{小}$;

b 、 Δh ——变形区平均宽展及压下量;

$F_{异}$ ——变形区接触面积⁽²⁾。

由式(3)比式(1)得两者之比值 n 为:

$$n = L_{异}/L_{同} = \sqrt{2/(1+x)} \quad (5)$$

由式(5)可知,随异径比 x 的增大,变形区长度 $L_{异}$ 大为缩短,例如:当 x 为3时, $L_{异}$ 为 $0.71L_{同}$;而 x 为4时, $L_{异}$ 为 $0.631L_{同}$,也就是说当异径轧制时,其接触面积即为同径轧制时的70%和63%,如果把轧辊弹性压扁的影响考虑进去,则变形区长度亦即接触面积可进一步减小。

3.2 平均单位轧制压力的降低⁽²⁾

3.2.1 变形区长度大幅度减少后,金属流动的纵向摩擦阻力亦即外摩擦的影响力大为减弱,从而大大削弱了带钢变形时的体应力状态,降低其应力状态影响系数。

3.2.2 相同压下量下,小辊的咬入角显著增大。经推导可以得出,小辊咬入角的增大量是大辊咬入角减少量的 $\sqrt{2(1+x)+1}$ 倍,随着异径比 x 的增加, $\alpha_{小}$ 随之增大,导致小工作辊上正压力的水平分量增加,其增加量远远超过大工作辊上正压力水平分量的减少量。增大的水平分量作用在轧件运动的反方向上,影响到变形金属的应力状态,导致单位轧制压力的显著减少,尤其是当 $\alpha_{小}$ 增大到超过小辊的最大咬入角时,在变形区内产生较大的拉应力,以上两种因素的综合影响,使变形区应力状态系数显著降低。

3.2.3 异步轧制成分的影响 如果采用异径单辊传动,则异步成分比两辊双传动的异径轧制时增大得多。现以江西洪都钢厂为例:异径单辊传动轧制时实测从动辊速度丢失约15%,即异步比值为1.15,带来轧制压力降低约15%~20%⁽²⁾。由于变形区(接触面积)长度的减少,轧制压力的巨幅下降,减少了轧机弹性变形(弹跳)的影响,同时由于一个工作辊较大,使两工作辊轴线不平行产生的影响也比两工作辊都小时要小得多,因而减少了带钢厚度的波动,提高了厚度精度和板形精度⁽²⁾。

4 异径异步轧制薄带轧机改造方案

依据以上技术措施和原理分析,确定莱钢 $\phi 520$ mm热带连轧精轧机轧制1.5~2.0mm薄规格产品实验方案如下:将 $\phi 520$ mm热带轧机 F_5 、 F_6 精轧机改造成不对称四辊异径轧机(原上工作辊径由 $\phi 340$ mm减少至 $\phi 210$ mm)以轧制(1.5~2.0)mm \times (200~300)mm薄规格产品。采用异径单辊传动方式,除上工作辊系以外,其他设备尽量不做大的改动,以便在不轧薄规格产品时,能很快恢复原四辊轧机的正常轧制,增加此热带轧机生产的柔性程度,增加薄规格品种,提高产品的精度质量。

针对以上方案,莱钢组织专家会议针对轧机传动、轧件咬入、小工作辊材质与寿命问题、轧辊平衡装置及导卫、导槽的改造和电控等问题做了进一步的可行性研究,并制定试验研究计划。第一阶段:先做同径单辊传动实验,目的:(1)考察能否顺利咬入,咬入冲击力大小;(2)考察咬入速降、轧件入、出口弯翘问题;(3)考察单辊传动之降压力、减薄的效果;(4)取得调辊缝(压下)等操作经验。第二阶段:改造 F_6 轧机,进行异径异步轧制试验;第三阶段:根据前两阶段的总结,确定 F_5 轧机的改造,并制订计划及措施。1998年12月11日上午8点,莱钢轧钢厂带钢车间进行了同径单辊传动试验。通过试验发现,正常轧制时咬入比较容易,而且不翘头,只是在校车方法上还有待于进一步摸索,以便缩短换辊时间。此次试验证明:单辊传动是可行的。近期,只要小工作辊材质等问题能够解决,异径异步轧制薄带的大批量生产前景可观。

[参考文献]

- 1 王廷薄主编. 金属塑性加工学 [M]. 北京:冶金工业出版社, 1988
 - 2 王向红等. 不对称异径三辊轧机热连轧薄带的新技术 [J]. 东北大学学报(自然科学版), 1995. 16(1):
-

[返回上页](#)