

立辊轧制在宽厚板平面形状控制中的研究与实践

侯 炜

(山东莱芜集团钢铁公司自动化部, 山东莱芜 271104)

摘要: 本文结合厚板生产工艺, 阐述了立辊轧制在宽厚板平面形状控制中的作用, 该控制功能对厚板平面形状控制有很高的参考价值。

关键词: 立辊轧制; MAS 轧制; 平面形状

中图分类号: TG334.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9599 (2012) 11-0039-02

一、前言

钢板的轧制过程中, 由于受到板坯尺寸、成品尺寸以及横向轧制比、纵向轧制比、压下率和形变区解除弧长等因素的影响, 终轧钢板的形变是不均匀的。如果不加以控制, 不均匀形变会一直保持到轧制终了, 使终轧钢板平面形状非矩形化, 增大剪切损失, 进而影响经济效益。立辊轧机在宽厚板生产中的应用, 能够使钢板边部平整, 保持既定的板宽, 消除凸凹形板边, 减少切边量, 提高了钢板的成材率。

二、宽厚板轧制平面形状变化特点

由于生产坯料尺寸范围小而产品尺寸范围大的原因, 厚板轧制一般分为三个阶段, 形成轧制阶段、展宽轧制阶段、延伸轧制阶段。因为在轧制过程中板坯沿轧制的长度、宽度方向均有延伸, 所以板坯头尾端由于缺少外端的牵引, 不均匀塑性形变严重。一般来说, 在展宽轧制的情况下, 展宽比的大小决定了钢板最终的平面形状。当展宽比小而延长率相对大时, 延长形变在钢板最终的平面形状中占主导地位, 使钢板头尾部呈现凸形, 而在边部呈现凹形; 反之当展宽形变在钢板最终的平面形状中占主导地位时, 钢板头部呈凹形, 尾部呈凸形。

三、边部形状控制模型

为了控制边部形状, 在成形阶段的末道次进行变厚度轧制控制; 当边部形状为凸形时, 应该控制成形阶段末道次轧件形状为头尾厚、中间薄, 控制模型为公式 1。当边部形状为凹形时, 应该控制成形阶段末道次轧件形状为头尾薄、中间厚, 控制模型为公式 2。其中:

$$\Delta h_s(x) = 2h_s \frac{G(l_f/2)_F - G(R_F x)_F}{w_s}$$

公式 1

$$\Delta h_s(x) = -2 \frac{h_s G(R_F x)_F}{w_s}$$

公式 2

式中 x ——成形阶段末道次, 轧件平面形状控制部分某点距头部的距离;

$\Delta h_s(x)$ ——该点厚度与轧件标准厚度相比的厚度变化量;

h_s, w_s ——成形阶段结束时的轧件厚度和宽度;

l_f, R_F ——延伸轧制结束时的轧件长度和延伸系数。

四、立辊在钢板平面形状控制中的应用

(一) 立辊的组成结构

莱钢 4300mm 宽厚板采用了上传动式立辊轧机, 其开口度控制系统主要包括侧压系统和侧压平衡装置。

1. 侧压系统

侧压系统用于轧辊开口度调整。立辊轧机宽度调整范围大, 动作频繁。侧压系统均采用两套侧压装置, 电动侧压和液压 AWC, 即空载时采用电动调整, 轧制时由 AWC 系统完成。

其中电动侧压的动作主要由侧压电机来完成, 上面安装有旋转编码器, 能够实现无级调速, 满足多种压下速度的要求。液压 AWC 装置如同四辊轧机中的液压 AGC 系统一样, 其主要作用是: 带钢压下、自动宽度控制和短行程控制 (SSC)。可配合平面形状控制技术提高钢板宽度的尺寸精度, 同时也可有效的控制钢板头部和尾部的形状。AWC 液压缸内安装有位移传感器, 可以精确控制液压缸的行程。

2. 侧压平衡装置

侧压平衡系统的作用是消除传动系统中的各种间隙, 改善冲击振动, 配合完成轧辊开口度的调整。立辊的平衡主要由回拉缸来完成, 其内部同样安装有位移传感器。

(二) 立辊轧机在宽厚板生产线的主要作用

1. 立辊轧边法控制钢板的平面形状, 减少了切边量, 提高了钢板的成材率。

2. 齐边功能。将水平轧制钢板的展宽量压缩回去, 保持既定的板宽, 消除凸凹形板边, 防止边缘产生鼓形、裂边、边部折叠、边部减薄等不良边形, 形成边缘平整的钢板。

3. 立辊轧机配合四辊轧机使用 MAS 轧制法, 可以有效的控制钢板的平面形状, 实现无切边轧制。

(三) 立辊在钢板平面形状控制中的应用

立辊在钢板平面形状控制中主要被应用于控制钢板的边部形状, 以及与四辊轧机的 MAS 轧制法相结合, 实现钢板的无切边轧制。

1. 立辊轧边法

液压压下与电动压下配合使用, 完成钢板在成形轧制阶段边部形状的改善。钢板完成成形轧制, 旋转 90° 进入展宽轧制之前, 先经立辊侧压, 以改善钢板头尾形状; 钢板完成展宽轧制后再旋转 90° 进入延伸轧制之前, 先经立辊侧压, 以改善钢板的横向形状; 在延伸前段道次中, 还将采用 AWC 控制, 以提高宽度精度。为了达到立辊轧边法的最佳效果, 还需要有高精度的水平轧制时的平面形状变化的预测模型以及立辊侧压后平面形状变化的预测模型。以钢板平面不均匀部分面积最小为目标, 根据板坯尺寸、横向轧制比和纵向轧制比来确定最佳的侧压量。立辊轧边法平面形状的控制过程如图 1

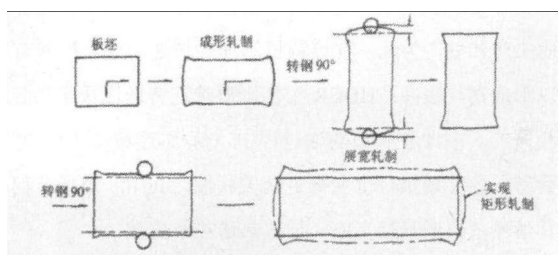


图 1 立辊轧边法平面形状的控制过程

2. 立辊轧边法与 MAS 轧制法组合

MAS 轧制法的原理是通过预测轧制终了时的钢板平面形状, 将形状不良部分的体积, 换算成对应板坯断面厚度的变化, 使最终钢板平面形状矩形化。根据控制部位及进行变厚度轧制时间的不同, 将 MAS 轧制法分为: 控制钢板边部形状的成形 MAS 轧制法和控制钢板端部形状的展宽 MAS 轧制法两种。

成形 MAS 轧制实施步骤如下:

(1) 用平面形状预报模型计算出成品钢板边部不良形状的量, 并将其转换为成形轧制最后一道次的钢板纵向厚差。

(2) 在成形轧制最后一道次中, 通过动态变压下, 按模型要求, 沿板坯纵向进行变厚度轧制。

(3) 成形轧制结束后, 将板坯旋转 90° 进行展宽轧制, 此时, 钢板成形轧制中的纵向厚差, 就会引起展宽轧制宽度方向上压下率的不同, 产生延伸差, 从而控制了展宽轧制结束时钢板的

(下转第 41 页)

在连铸切割过程中,根据热送计划钢坯顺序进行切割。由于无法完全避免缺陷的产生,通过人工提前预判,释放缺陷钢坯的预定板坯号(及板坯计划号),将计划在线切割补充,确保炼钢热送计划与轧制计划匹配。

五、热送热装效益分析

由于热送热装工艺将炼钢-轧钢之间形成了紧密相连的整体,较普通冷送钢坯模式体现出许多优点。实施连铸坯热送热装,可减少送坯过程温降,大大减少加热炉能耗,缩短从连铸坯到形成成品的生产时间,提高产量;于此同时,还可以降低加热过程的金属烧损,提高轧制过程收得率,以减少损耗的方式提高企业效益。

(一) 节能降耗

实施连铸坯热送热装,可大大提高钢坯入炉温度,减少加热时间,降低燃料消耗。根据加热轧制通用技术,钢坯冷送方式,从连铸钢坯到轧制完后,能源消耗大约为 $(1.23-1.60) \times 10^6$ kJ/t;钢坯热送,使能耗下降为 $(0.82-1.05) \times 10^6$ kJ/t,表明热送热装工艺具有良好的节能效果,为企业节能降耗起到明显的作用。

(二) 降低烧损;提高收得率

连铸坯热送热装,能很大程度降低钢坯在加热炉中产生的氧化铁皮损耗。据理论研究,在加热炉内产生的氧化铁皮损耗与炉内加热时间、加热温度、炉内气氛以及钢体化学成分等因素相关。生产过程中采用钢坯热送热装技术,连铸坯在炉内在炉时间可以减少10—20分钟,因此在加热环节产生的氧化铁皮损耗也可较大程度的减少,提高轧制过程收得率。

(三) 提高产能;增加效益

热送热装可以减少板坯到轧钢的送坯时间,减少送坯过程中板坯温降,提高连铸坯入炉温度,减少板坯在加热炉内的在炉时间,在轧钢设备正常情况下,以此提高轧线产能,提高轧机作业

率,通过提高企业产量来提高企业的利润,增加效益。

六、存在问题

(一) 连铸机设备运行不连续会对热送热装造成很大影响,故而对连铸设备及工艺要求较高。

(二) 钢坯减少冷热交替的生产过程,是否会对不同钢种成品质量有影响,这个需要质量管理部门对热送轧制钢坯质量进行监控,确保产品质量。

七、结束语

(一) 连铸板坯热送热装可以更好的磨合设备、熟悉铸坯连铸模式,提高板坯表面质量。

(二) 连铸板坯热送热装可以整合各环节,使生产计划、炼钢、轧钢各环节实现更好的无缝衔接,加快各环节反应速度。

(三) 连铸板坯热送热装工艺是一项较为实用的节能降耗的手段,可以在较短的时间内实施并取得明显的经济效益。

参考文献:

- [1]余志祥.连铸坯热装热送技术.中国金属学会,2000
- [2]李凤喜等.武钢三炼钢厂铸坯热送热装工艺的应用[C].2006年全国炼钢、连铸生产学术会议文集,2006
- [3]张清郎等.宝钢连铸坯热送热装技术研究[C].1997 中国钢铁年会论文集,1997
- [4]刘瑞宁,张立武,陈红卫.连铸坯热送热装工艺实践[C].2000年8钢铁 Vol 35, No.8,2000
- [5]赵海峰,龙正民.连铸坯热送热装工艺技术应用研究第八届[C].中国钢铁年会论文集(摘要)[C].2011
- [6]崔继安.1700 生产线热送热装技术[J].鞍钢技术,2006(3):10-13

(上接第39页)

平面形状。

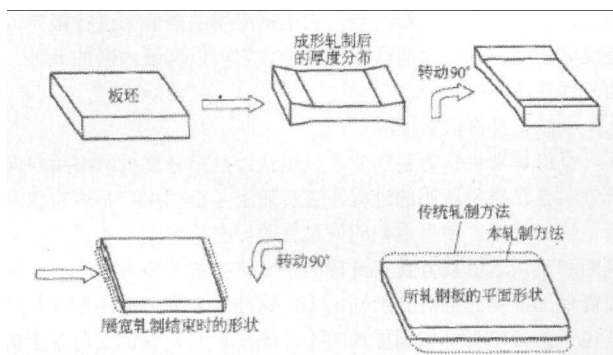


图1 成形 MAS 轧制法原理示意图

MAS 轧制法是通过绝对 AGC 在成形轧制及展宽轧制的最后一个道次,改变钢板头尾部的压下量。在以后道次的轧制过程中,由于头尾部的压下量与中间部分不一样,使头尾两端的延伸与中间部分不一致,从而达到改善钢板平面形状的目的。采用这种可使平面形状得到很大的改善,但离矩形化仍有差距,因此在粗轧

机后安装立辊轧机,以进一步改善钢板平面形状,提高宽度绝对控制精度,配合剪切线的剪切。

五、结束语

辊轧制的应用在技术层面上使钢板平面形状得到了很好的控制和改善,为高效生产提供强大的技术保障,同时也减少了剪切量,创增企业效益,目前此技术在莱钢宽厚板生产板型控制中应用非常好。

参考文献:

- [1]蒋慰孙,俞金寿.过程控制工程.北京:轻工业出版社,1988
- [2]孙一康.带钢热连轧的模型与控制.北京:冶金工业出版社,2002
- [3]孙本荣.中厚钢板生产.北京:冶金工业出版社,1993

[作者简介]侯炜(1983-),男,山东泰安人,学士学位,工程师,研究方向:轧钢数学模型的应用以及控制系统的设计与开发。