

新型十辊矫直机与传统矫直机对比及优化分析

李 纯 种李鹏 张 荣

西安荣光精整治金设备有限公司 陕西西安 710016

摘 要: 优特钢、高温合金、钛合金等中高端合金产品的产量与质量已经成为衡量一个国家综合国力的重要指标之一, 各种金属圆材的矫直是其中的主要环节之一。在对当今世界采用的多斜辊(以九辊、七辊为代表)矫直机的优缺点比较, 通过优化辊型布局结构和辊系设计等方法, 研制及优化新型十辊矫直机。通过对辊系进行优化改造的方式, 提升了矫直机的加工性能和效率, 希望能够给棒材精整矫直加工的高效生产带来启发。

关键词: 九辊矫直机; 七辊矫直机; 十辊矫直机; 精整设备; 辊系优化

Comparison and Optimization Analysis Between the New Ten-roll Straightening Machine and the Traditional Straightening Machine

LI Chun, ZHONG Lipeng, ZHANG Rong

Xi'an RG Metallurgical Finishing Equipment Co., Ltd., Xi' an, Shanxi 710016

Abstract: The output and quality of medium and high-end alloy products such as special steel, superalloy, and titanium alloy have become one of the important indicators to measure a country's comprehensive national strength, and the straightening of various metal rounds is one of the main links. In the comparison of the advantages and disadvantages of the multi-slanted rollers (represented by nine rollers and seven rollers) used in the world today, a new ten-roller leveler is developed and optimized by optimizing the roll layout structure and roller system design. Through the optimization and transformation of the roll system, the processing performance and efficiency of the straightening machine are improved, and it is hoped that it can bring inspiration to the efficient production of bar finishing and straightening processing.

Keywords: Nine-roll Straightening Machine; Seven-roll Straightening Machine; Ten-roll Straightening Machine; Finishing equipment; Roll system optimization

矫直机作为改变合金产品材料性能、直线度、表面质量等因素的重要设备, 在当前市场对特钢、高温合金、钛合金等合金材料品种、规格及品质要求不断增加的背景下, 为了提升产品的产量与质量, 对目前矫直机进行优化升级, 提升矫直机的加工效率、加工精度和材料性能成为了一项极为必要的工作。

1 传统九辊矫直机的优缺点

1.1 九辊矫直机的结构形式

九辊矫直机布置为布模式, 上6小辊与下3大辊交错布置。下3大辊主动, 由一台电机通过减速分配箱、3根万向接轴驱动, 上6小辊从动。

1.2 九辊矫直机矫直原理

采用旋转反弯的矫直原理, 双曲线辊型, 该种辊型是在假想被矫圆材是个理想的直圆柱体与倾斜布置的辊体空间线接触情况下求得的, 被矫圆材在第2、4两个小辊分别与大辊端部能构成3点反弯, 达到矫直的目的。

1.3 九辊矫直机的优点

1.3.1 由于矫直辊与矫直中心线夹角较大(30-40°), 矫直速度快, 可达120m/min以上。

1.3.2 由于辊子倾斜角较大, 不用侧导板。

1.3.3 重量较轻, 且单个传动系统, 设备造价较低。

1.4 九辊矫直机的缺点

1.4.1 由于上面的小辊直径小, 整个辊系较小, 不能承受大的矫直力, 辊系及压下机构易损坏, 特别是矫直

辊轴承损坏的概率大幅度上升。

1.4.2被矫圆材在两个小辊与大辊端部构成3点反弯,大大缩短了矫直支点,始终不能使长度相当于两小辊中心距的棒材头尾产生反弯,头尾盲区较大,降低了矫直精度,一般只能达到1.5-2‰。

1.4.3压下系统采用简单的机械刚性压下,对入料棒材的原始状态要求较高,辊缝调整难度较大,对一定规格的棒材,辊缝大了矫不直,辊缝小了棒材容易被压坏,甚至造成设备故障,在生产中,如果发生卡钢,处理不易,甚至成造设备无法使用,因此降低了矫直机的矫直能力和使用效率。

1.4.4上辊比下辊尺寸小很多,且全部为被动辊,使得棒材咬入比较困难,大大影响了工作效率。

2 传统七辊矫直机的优缺点

2.1 七辊矫直机的结构形式

七辊矫直机的辊系布置为混合式,前6辊为对辊式,后面有一尾辊,上3下4,第1、3对辊主动,中间对辊及尾辊从动。辊子采用双曲线辊型。

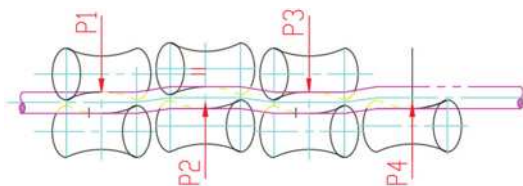


图1 七辊矫直辊系布置及棒材变形示意图

2.2 七辊矫直机矫直原理

采用旋转反弯的矫直原理及双曲线辊型,主要靠中间对辊压上(或压下)使被矫圆材形成反弯,从而达到矫直的目的。

2.3 七辊矫直机的优点

2.3.1 辊子与矫直中心线夹角较大(30-40°),矫直速度快,不用侧导板。

2.3.2 辊系强度较好,承载能力较大。

2.3.3 由于采用对辊,辊子较长,且长度相等,咬入性能较好。

2.4 七辊矫直机的缺点

2.4.1 采用3点反弯矫直,由于矫直辊中心距不可能为零,矫直过程中始终不能使长度相当于两辊中心距的棒材头尾产生反弯,从而使头尾盲区较大,降低了矫直精度,一般只能达到2-3‰。

2.4.2 采用简单的机械刚性压下,对入料棒材的原始状态要求较高,辊缝调整难度较大,因此降低了矫直机的矫直能力和使用效率。

3 十辊矫直机辊系的优化方案

通过对现有九辊、七辊矫直机的结构、性能分析,结合对各种不同辊系、不同辊型的矫直机的多次应用实践及使用效果,在矫直辊型式布局及辊型设计上,做了优化升级,设计成采用双曲线与深浅凹组成的复合辊系、压下系统具有柔性缓冲性能的全主动十辊矫直机,从而使其具有两辊及多斜辊矫直机的优点,克服其缺点,拥有更高的适应性及矫直精度。

3.1 型式

十辊斜辊式,布置形式:2-2-2-2(5/5),全部为主动辊。

3.2 矫直原理及辊型优化

采用旋转反弯矫直原理,五对辊采用双曲线和深浅凹组成的复合辊系,其中第一、三、五对辊采用双曲线辊型,第二、四对辊采用深浅凹辊型,该种辊型是在借鉴二辊矫直机凸凹辊型曲线基础上优化而来^[1]。同样,按一定曲率弯曲的圆材与按一定角度倾斜的两个辊体空间线接触而求得,只是由于倾斜角较大,构成凹度不同的两个辊体,一深一浅,简称深浅凹辊型。矫直过程中,圆材按设定的曲率弯曲,使被矫圆材在全长范围内形成反弯,达到矫直的目的。通过对矫直辊曲线各有关参数的优化(矫直辊腰鼓直径及圆材的半径、矫直辊与圆材之间的倾斜角、圆材反弯曲率),通过反复的实践验证及修正,获取更加合理的辊系,使被矫棒材在旋转前进过程中各断面受到多次大大提高了矫直精度^[2]。

3.3 矫直辊

矫直辊体采用优化了的复合辊系,当矫直不同规格的棒材时,通过调整辊子倾斜角、辊缝及反弯量即可,达到使用同一套辊体矫直不同直径、不同材质的棒材,有效的提高了矫直精度。矫直辊材料为9Cr2Mo,表面淬火处理,辊面硬度:HRC约56-62,淬硬层:8-12mm。

3.4 压下系统

全部上辊的压下调节是由压下系统完成的,用来改变辊缝及反弯量的,以适应各种不同规格、品种棒材的矫直,辊缝通过数字及刻度双重显示。由于十辊矫直机采用的是机械液压组合的柔性压下系统,即在压下系统中串联有液压垫,使矫直压力可控,对棒材原始状态要求较低,对如棒材直径尺寸公差较大,椭圆度较大及弯曲度过大等,都有较强的适应性。辊缝容易调整,并对设备形成液压保护作用,避免设备损坏或将棒材压坏,延长设备使用寿命;不易发生卡钢,即便发生卡钢,只需五个上辊液压缸换向,即可取出棒料。

3.5 角度调整系统

采用电动伺服调整方式,通过电动调整位置,液压伺服锁紧达到角度调整的目的,角度调整是在非工作状态下完成的,角度调整范围为 $30 \sim 40^\circ$,其角度数值通过数字及刻度双重显示。

3.6 压上系统

下矫直辊中第1、3、5辊的高度固定,不可垂直调整,第2、4辊可压上调节,它的作用是用来改变反弯量的。

3.7 主传动系统

10个辊都为主动辊,其中由两台交流变频电机通过减速器、分配箱、万向接轴分别传动上、下辊,矫直过程中,通过电气控制其速度、力矩自适应。

3.8 十辊矫直机辊的特点

3.8.1 采用双曲线与深浅凹的复合辊系,不仅吸收了两辊及多斜辊的优点,且在七辊矫直机的基础上增加仅增加3个辊子,使原来的一个半矫直单元变为3个矫直单元,大大提高了矫直精度。

3.8.2 采用预应力机架,不仅刚性好,且入口上辊具有快开功能,大大提高了咬入功能。

3.8.3 压下系统设有液压保护装置,变刚性压下为柔性压下,不仅提高了矫直能力,且使设备性能更加稳定可靠,降低了对来料的要求。

3.8.4 全部辊子为主动辊,使复合辊系的性能能充分发挥出来,为提高矫直精度提供了保证。

3.8.5 不需要侧导板,矫直速度快,可达 $120\text{m}/\text{min}$ 以上。

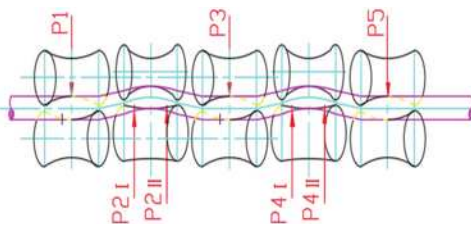


图2 采用复合辊系的十矫直辊系布置及变形示意图

4 十辊矫直机辊系优化后的收益

将优化后的十辊矫直机投入使用,可以在保证产品品质及生产效率的基础上,有效降低其它种矫直机工作过程中出现故障的概率,大幅度提升了产品的成品精度,为厂家品牌形象的提升、市场份额的有效抢占提供了有

效的助力。在以下几方面,优点尤为突出:

4.1 矫直精度更高

尽管两者都采用旋转反弯变形的原理,但由于采用的辊系及辊型曲线不同,十辊矫直机采用复合辊系,实现复合矫直,可使被矫棒材在全长范围内产生多次反弯变形,因而矫直精度高,头尾盲区小,表面质量好。矫直精度可达 $0.5\sim 1\text{‰}$ 。

4.2 对坯料的要求大大降低,棒料咬入性能更佳

十辊矫直机所有辊都为主动辊,且入口上辊具有快开功能,更加保证了良好的咬入性能,矫直过程顺畅,矫直效率高原始弯曲度 $\leq 50\text{mm}/\text{m}$ 的大弯曲棒材都能顺利咬入。

4.3 矫直辊系角度调整独立、精确

十辊矫直机角度为单独调整,调整精确,而且可以实现自动调整,数字显示且十辊对辊缝、角度调整要求低,个别矫直辊在范围内调整不到位不会影响矫直精度。

4.4 大大提升经济效益

一年间,优化后的十辊矫直机共生产10万吨棒材,并且棒材的直线度从 1‰ 提升到 0.5‰ ,头尾盲区可减少 $1/3\sim 1/2$,矫直机辊系更换次数较优化前减少了5次,节约轴承20套,直接经济效益提升了15%。

5 结论

总而言之,通过对原有的各种多斜辊矫直机辊系进行优化升级,十辊矫直机有效提升了矫直机的稳定性、辊系的使用寿命,减轻了矫直机工作过程中的劳动强度,对棒材原始状态要求低,提高了棒材的矫直精度与表面质量,减少了吨钢的消耗量,从而为产品生产效率的提升、产品生产成本的降低,提供了有效的支持。

参考文献:

- [1]崔甫.矫直技术与理论的新探索[M].北京:冶金工业出版社,2010.
- [2]崔甫.矫直原理与矫直机械[M].北京:冶金工业出版社,2005.
- [3]杨会林,黄开旺,张子骞,等.十辊管材高精度矫直机参数设计与仿真分析[J].冶金设备,2018(6):7.
- [4]唐超.管材十辊矫直机矫直过程与矫直精度分析[J].城市建设理论研究:电子版,2015,000(005):1382-1384.