

· 技术分析 ·

小口径高速精密钢管矫直机组的研制

张超^① 陈峰 杨博 薛红卫 刘杰

(中国重型机械研究院有限公司 陕西西安 710032)

摘要 小口径精密钢管一般以冷轧和冷拔的方式生产,随着小口径高速冷轧机和高速多线冷拔机的应用,实施小口径钢管在线矫直成为可能。其难点在于如何解决经高速冷轧、冷拔并经退火之后的弯曲钢管的无人工干预下的准确上料和主机高速矫直过程中的稳定性问题。中国重型机械研究院有限公司为江苏某厂的 30mm 无缝钢管生产线提供的精密高速钢管矫直机很好的解决了上述问题,可以作为类似生产线设备的参考。

关键词 钢管 冷轧 冷拔 矫直

中图分类号 TG333.23 **文献标识码** B

doi:10.3969/j.issn.1001-1269.2012.06.007

Research and Development of Straightener Machine for Small Caliber High-speed and Precision Steel Tube

Zhang Chao Chen Feng Yang Bo Xue Hongwei Liu Jie

(China National Heavy Machinery Research Institute Co., Ltd., Xian 710032)

ABSTRACT Small caliber precision steel tube is produced by cold rolling and cold drawing, and it is possible to implement on-line straightening for small caliber steel tube along with the application of small caliber high-speed cold rolling mill and multi-wire drawbench machine, but the difficulty is how to solve bending tube's accurate charging without manual intervention and stability with high-speed straightening after high-speed cold rolling, cold drawing and annealing. While, the high-speed and precision steel tube straightener machine provided by China National Heavy Machinery Research Institute Co., Ltd. on $\Phi 30$ mm seamless tube production line for a Jiangsu plant in 2011, has solved the above problems excellently, which can be served as a reference for new similar production line equipment.

KEYWORDS Steel tube Cold rolling Cold drawing Straightening

1 引言

国内现有的小口径精密钢管生产线以冷轧和冷拔方式为主,再配以酸洗和热处理以及离线矫直工序。其中冷轧和冷拔工序是整个生产线的瓶颈,为了追求产量不得不配置很多车间和冷轧、冷拔机,占据了大量的厂房和操作维护人员,

使吨钢成本消耗至高不降。为了解决这个问题,德国 Meer 公司和意大利麦尔公司相继开发出了小口径钢管高速冷轧机和 3 线高速冷拔机^[1],轧制以及拔制效率分别比传统设备提高了 3~5 倍。这就形成了小口径精密钢管生产新工艺,即离线高速轧制——预矫直——在线拔制——在

^① 作者简介:张超,男,1972 年出生,燕山大学轧钢专业毕业,高级工程师,主要从事轧钢精整设备的研究和开发工作

线化学处理——在线热处理——在线高速矫直——后续的在线探伤、切头、切尾以及测长称重等,使生产效率得到大幅提高,场地展用、人员配置大幅减少。

对经热处理之后的小口径钢管进行在线矫直难度在于:如何解决经热处理之后弯曲钢管的快速准确上料问题;如何解决钢管头部稳定进入矫直机主机以及高速稳定矫直问题(纯矫速度为普通小口径矫直机速度的2~3倍)^[2];还有因为高速矫直带来的设备结构安全性问题。

目前由于引进高速冷轧机和3线高速冷拔机费用问题,国内采用高速冷轧以及冷拔在线生产钢管的厂家甚少,但是此生产线的生产效率是不言而喻的。2011年江苏某厂上马了一条30mm精密钢管生产线,为了节省投资采用了点菜式的设备引进方式,除去3线高速冷拔机和高频打头机引进之外,其余设备均为国内配套。高速轧机为国内的亚高速轧机(摆动次数为国外的2/3弱),矫直机由中国重型

机械研究院有限公司提供,最高矫直速度为65m/min(指钢管轴向前进速度)。一年多的生产结果表明:该矫直机组为解决热处理之后弯曲钢管的上料问题设计的结构是可靠的;为解决钢管头部稳定进入矫直机主机而采用的低速咬入、高速矫直工艺是可行的;后台抛料机构以及为防止因高速带来的不安全因素设计的相应机构是正确的。在性能指标上和进口设备相平齐,在造价上仅为国外设备的1/3,可以作为国内今后类似生产线的设备选型参考。

2 矫直机组的设备组成及工艺过程描述

2.1 设备组成

如图1所示,矫直机组由前台散料装置(序号1)、分料装置(序号2)、前台扣瓦装置(序号3)、入料夹送辊(序号4)、主机(序号5)、出料夹送辊(序号6)、后台装置(序号7)以及液压和电气装置等组成。分别实现被矫钢管的分散和单根上料,并在主机的参与下对钢管实施矫直。

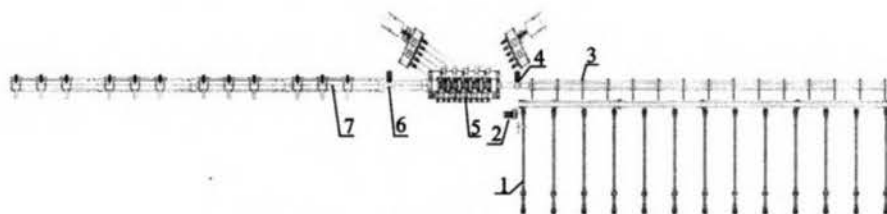


图1 30mm小口径矫直机结构示意图

1—前台散料装置;2—分料装置;3—前台扣瓦装置;4—入料夹送辊;5—主机;6—出料夹送辊;7—后台装置

2.2 矫直工艺过程

热处理完毕之后的钢管呈排状出炉,经过横移机构将成排的钢管移到散料装置上,散料装置为链式结构,在运转的过程中带动成排的钢管前进,当钢管在链条的带动下经过分料装置时,钢管头部被分料装置的夹钳(根据不同的钢管直径规格,调节夹钳的开口度保证每次只能夹住一个钢管的头部)夹紧,夹紧之后随着分料装置的运转,将被夹紧钢管和其余钢管分开,位于被夹钢管和其余钢管之间的分料链床迅速启动,将被夹持钢管和其余钢管由头部到尾部迅速彻底分开。

分开之后的钢管落入前台扣瓦装置中,在入料夹送辊的带动下喂入主机进行矫直。矫直结束后,后台夹送辊启动,将钢管送出主机,延时后,前台扣瓦打开,钢管落入后台横移链床,进入下步工

序。

为了实现在线自动矫直,全线安装了大量的光删和光电开关,以检测钢管头、尾为各动作执行机构发出讯号。

3 各组成部分的主要特点

热处理之后的小口径钢管的特点是又细又长(例如本生产线中的钢管直径范围为10~30mm,长度为28m),刚性很差,且有不规则的弯曲,很难用常规的拨料机构进行单根上料,目前国内小口径钢管矫直前的上料几乎均为人工上料,效率低下,操作劳动强度较大。

如果提高矫直节奏后,不仅采用人工上料不合实际,而且即便是被矫钢管落入前台扣瓦,高速的喂入主机的过程也比较危险,容易发生管头从主机窜出的恶性事故。因此对热处理完毕之后的

钢管实施在线矫直的难点在于如何使弯曲的钢管单根落入前台扣瓦以及顺利喂入主机。为此在为江苏某厂提供的30mm在线高速精密矫直机设计了分料装置、入料夹送辊、主机1JHJ下辊快开机构以及低速咬入高速矫直的工艺,这些为该机组的主要特点。

3.1 分料装置的机构设计及特点

设计分料装置的目的是将被矫钢管和其余待矫钢管的头部分开,达到每次上料只上一根钢管的目的。实施这一钢管分离的动作,还必须有几

个辅助动作:将被矫钢管和待矫钢管头部压齐;调节分料装置的夹钳开口度以适应当前被矫钢管,保证夹钳在运动轨迹范围内每次只夹一根钢管;待被矫钢管和待矫钢管尾部头部分离后,分料链床启动,用附带在链床上的分离棒将被矫钢管和待矫钢管由头到尾全部分开。分开之后的钢管落入矫直机前台扣瓦。如图2所示,弯曲的被矫钢管从右侧进料,在分料装置的作用下将钢管头部压平,经夹钳和分离棒的作用,最终将被矫钢管和其余钢管分离开来。

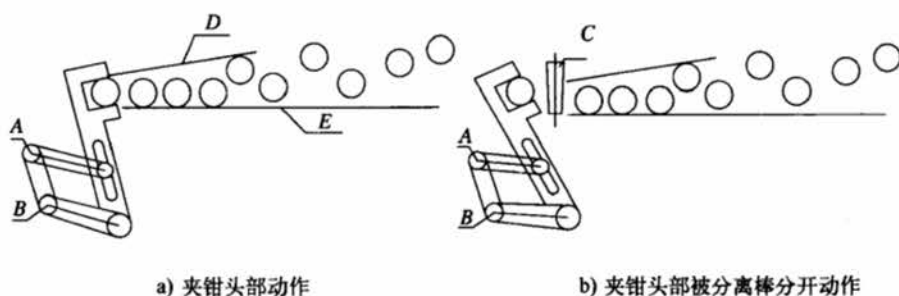


图2 30mm小口径矫直机组二分料装置结构示意图

如图2所示分料装置为一四连杆机构,在A处有一变频减速电机,A和B通过链条传动,A和B分别通过两个连杆和F形的夹钳铰接,随着A处的驱动,F形的夹钳完成从a)图中夹持钢管头部到b)图中的动作。当夹持的钢管到如图b)中所示的位置之后,分离棒C启动,夹钳继续运动并和钢管头部脱离。分离棒一直运动到钢管的尾部,使头部已经分离出来的钢管彻底和其余钢管脱离开来。实现了单根上料的目的。D为实现钢管头部压齐的压板,压板沿钢管前进方向的开口度由大变小,逐渐使头部弯曲的钢管头部得到压平,以利于F形的夹钳夹持钢管。E为横向输送链床。F形的夹钳的钳口大小能够适应不同钢管直径的要求,并且针对不同壁厚的钢管通过调节系统压力使得夹持力的大小得到调节,防止将薄壁钢管夹扁。

3.2 前台扣瓦装置

前台扣瓦在设计中着重考虑3个因素:一是高速矫直的安全因素;二是钢管自转速度过高和前台扣瓦摩擦剧烈带来的前台损坏和噪声过大;三是拉拔头在矫直前不切除,拉拔头在前台自转的过程中划伤前台内衬。

低速精密矫直机以前考虑到钢管弯曲甩动因素,常常采用全封闭模式,前台扣瓦呈一可开合的封闭圆形,内部衬有尼龙衬。考虑到上述3个具体因素。前台扣瓦设计为分段总体封闭前台,扣瓦仍为可开合扣瓦,开合动作由汽缸驱动。按照被矫钢管长度的不同,前台分为几大段,各个大段之间相互靠齐,不留过大的间隙。每个小段内部不是一个整齐的封闭扣瓦,而是被分成若干小段,各段之间有较大间隙。这样既达到了安全矫直的目的,又回避了因素二和因素三的问题。

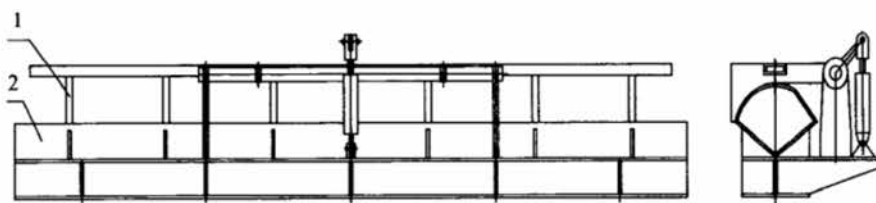


图3 30mm小口径矫直机组前台扣瓦装置示意图

如图3所示,为前台中的一小段结构。序号1为开合扣瓦的上瓦,在这一段前台中共有7个上瓦,每个上瓦的宽度为50mm,和钢管接触的一面衬有尼龙衬板,尼龙衬板的宽度也为50mm,7段上瓦之间的空挡间距为400mm,并且均等分布。7个上瓦通过一个矩形钢管连接,保证7个上瓦打开和关闭时同步。下瓦为V型结构,并衬有尼龙衬板,V型下瓦沿全长分布,起到支撑和导向钢管的作用。这一V型结构配合前台的夹送辊能够很好的解决小口径钢管的夹持喂料问题。

3.3 入料夹送辊

如图1所示,在前台扣瓦和主机之间有一入料夹送辊,夹送辊起到喂料作用,将落入前台的被矫钢管喂入矫直机主机。夹送辊的辊形为平辊,没有采用传统的V型辊或者斜辊,采用平辊有如下优势:①可以可靠夹送直径较小的钢管;②沿横向的夹持范围较宽,可以容忍头部较弯曲

或者钢管中心和夹持中心线不对正的钢管(前台扣瓦的下瓦设计为V形,尽可能的使钢管中心和夹送中心线对齐);③钢管在夹送的过程中只是轴向前进,不旋转,减小了夹送辊的驱动功率。

夹送辊的布置形式为上、下立式布置,并且上、下同时驱动,上辊可以做开合方向上高度的调节,以适应不同直径的钢管的夹送需求。上、下辊均可在液压缸的驱动下打开,为喂料和事故状态的处理提供了便利。

3.4 主机

1)主机是矫直机组中的关键设备,将喂入主机中的钢管进行反弯或者对压矫直,为了避免在钢管高速矫直过程中从矫直机窜出,本矫直机采用了对置式10辊转轂式矫直机,并且将矫直辊的辊型曲线的中心规格下移(矫直辊的外形曲线就会变的稍凹),以求得在矫直过程中,矫直辊对钢管有大的向心约束,达到稳定高速矫直的目的。

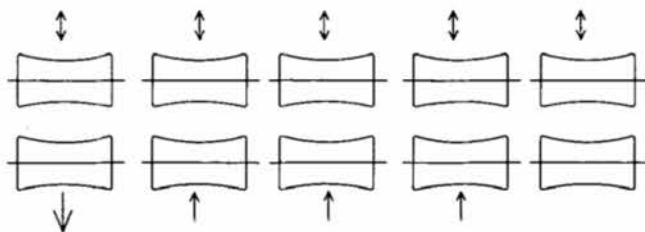


图4 30mm小口径矫直机辊系布置示意图

图4示意矫直机的辊系布置方式,10个矫直辊为全传动辊,上面5个矫直辊具有压上和压下功能,且压上、压下动作自动控制,以实现辊缝开度的调节,下面5个辊的中间3个具有压上功能(这种反弯方式为上弯式),以实现反弯量的调节,也为自动控制。设计成上弯式矫直工艺,被矫钢管的头、尾向下,有助于高速下的稳定矫直。下1JHJ辊设计成快开辊,所谓快开辊是指,矫直开始时,1JHJ辊落下,辊面高度比正常矫直时的高度低20mm。待钢管头部进入1JHJ辊的辊腰时,矫直辊迅速抬起,进入正常矫直。这种避让有助于头部弯曲的钢管顺利进入矫直机。

2)直径在30mm左右的多斜辊矫直机矫直辊压下以及矫直辊转角系统调节行程较小,特别是压扁量的绝对数值大部分在0.2~0.5mm之间。工艺调整多采用人工调节,不仅能节省一次性投资,而且调整起来也较为灵活,唯一的缺陷就是调整的时间过长,不适宜于在线设备的工艺

调整。因此小口径钢管矫直机的压下自动调整的难点在于如何保证压下或者角度调节在小行程范围内的数值精度,特别是压下系统的精度。为此本机在设计时给出了以下四项措施,旨在解决压下精度问题和转角调整精度问题。

(1)压下量的采集由压下系统的传递始端移至传递的末端,即直接检测压下丝杠的旋转圈数,按照丝杠的螺距,直接求得压下量,避免了多次传递的误差。

(2)压下系统压下丝杠分两级平衡,一级平衡是消除压下螺母和丝杠之间的间隙,二级平衡是消除丝杠传递系统的间隙。比传统的转轂式矫直机矫直辊平衡系统多了一级消除丝杠传递系统间隙的平衡,在不降低传递扭矩的基础上提高了丝杠的传递精度。

(3)角度传递系统为线性系统,提高了角度检测和控制的可靠度。

(4)通过制做专门工装,在理论数值和实际

检测数据的比对下,调节压下螺母和丝杠之间的平衡碟簧,使矫直辊的辊缝弹跳数值控制在合理的范围之内($\leq 0.1\text{mm}$)

3)实施低咬高矫工艺,即在较低的速度下,将被矫钢管的头部由主机的1JHJ 辊矫直到末辊,然后升速矫直,既达到了低速下喂钢的安全性,又在高速下矫直,提高了矫直节奏。

4)实施在线矫直辊润滑工艺,节省辅助准备时间,矫直冷轧、冷拔之后的钢管,矫直辊表面容易粘附异物,粘附异物会使钢管和矫直辊之间打滑,高速矫直时容易矫断钢管或在矫直过程中发出刺耳的声音,因此本机组设计有矫直辊润滑系统,在矫直的间隙时间内对辊面喷淋煤油以达到清洁辊面安全矫直的目的,煤油通过回收系统进行回收,循环使用,达到降低成本的目的。

3.5 出料夹送辊

出料夹送辊和入料夹送辊的结构相同。

3.6 后台

后台呈V型结构,且为可开合的封闭结构,为了提高开合节奏,开合动作由汽缸驱动。V型结构的内部衬有尼龙衬板,防止钢管的磕碰。

4 运行情况

矫直机所在生产线于2011年5月调试完毕,并进入试生产阶段,在随后的2个月内共矫直 18×2 (单位mm)、 22×3 、 32×4 、 10×1.5 的不锈钢管1000t。矫直直线度以及钢管内、外表面质量良好。工艺自动调整功能良好(指辊缝和矫直辊角度),机组各机构完全满足在线高速矫直的需要,可以作为新上类似项目设备选型的参考。

5 存在问题及整改方案

1)初期设计时将前台的入料夹送辊和主机1JHJ 矫直辊的距离设计较远,在喂料的过程中发现钢管头部快到1JHJ 辊时,摆动现象严重,造成

1JHJ 快开信号不稳定以至于钢管喂入时发生卡阻。整改方案为:在入料夹送辊和主机1JHJ 矫直辊之间设置一组被动夹送辊,对钢管头部摆动进行限制,效果良好。

2)在间隙喷油的过程中,矫直辊仍保持低速转动,因此造成喷淋的煤油有飞溅现象,在主机正面和侧面加活动玻璃门,将飞溅的煤油阻挡在主机内部,清洁了环境。

3)由于设计了低速咬入和高速矫直工艺,两者速差较大,且升速时间较短,主机矫直辊传动齿轮箱精度等级设计为7级精度,噪音偏大,且由于被矫钢管长度过长,高速工作状态时间长,齿轮箱内的油温升和飞溅现象严重,出现了齿轮油从空气滤清器溢出的现象。解决办法是采用高帽空气滤清器,在以后设计中若采用油池润滑要考虑将箱体的空间做大。

6 结束语

随着现代工业生产水平的不断提高,技术含量高的各种新型装备的发展,需用小口径无缝钢管的用量不断提升,对于高速冷轧、冷拔并在退火后弯曲的小口径且又很长的钢管,在自动无人条件下准确上料及变速矫直过程的稳定性问题的研究分析,对该技术的应用起到参考作用。

参考文献

[1] 阎雪峰. 新型两辊高速冷轧机[J]. 重型机械, 2009 (4):6-8.
[2] 陈峰. 倍尺精密管材矫直机辅机设计[J]. 焊管, 2009, Vol. 32(5):39-41.
[3] 宋华, 杜春生. 斜辊钢管矫正机压扁量的确定[J]. 钢管, 1999, Vol. 28(3):10-14.

(收稿日期:2012-07-11)

· 业界动态 ·

2011

在学术讨论中,中国“化”专题报告;北京科技人的报告。与会委员们就交流了经验。



访问我们的官方网站了解更多内容

扫描二维码关注

学术研讨会

召开

于现状及存在问题、冶金设备国产化指南中有关冶金设备工作及目标”性、降低维修成本等进行了研讨,