

单独传动(微)张力减径机的特点与设计选型

冀文生¹, 袁伟瑾²

(1. 太原市通泽成套设备有限公司, 山西 太原 030027; 2. 太原重型机械(集团)有限公司, 山西 太原 030024)

摘要:介绍了(微)张力减径机的各种传动形式及特点, 对单独传动、集中差动传动、串联集中差动传动及混合传动形式等特点进行了对比, 并结合(微)张力减径机的设计经验对单独传动(微)张力减径机各主要部分的不同结构特点和设计作了分析, 可为钢管生产企业的技术改造提供设备选型参考。

关键词: (微)张力减径机; 单独传动; 特点; 设计选型

中图分类号: TG333.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2311(2003)02-0020-05

Characteristics and Type Selection of Individually-driven (Slight) Stretch Pipe Reducing Mill

Ji Wensheng¹, Yuan Weijin²

(1. Taiyuan Municipal Tongze Package Equipment Co., Ltd., Taiyuan 030027, China;

2. Taiyuan Heavy-duty Machinery(Group)Corp., Ltd., Taiyuan 030024, China)

Abstract: Different drive types and their characteristics of the (slight) stretch pipe reducing mill is described, making a comparison concerning characteristics of individual drive, centralized differential drive, tandem centralized differential drive and combined drive. In addition, based on the experience in design of the (slight) stretch pipe reducing mill, an analysis is made, focusing on the design and structural features of key units of the said mill, which is worth referencing for equipment type selection by steel tube makers.

Key words: (Slight) stretch pipe reducing mill; Individually driven; Characteristics; Type selection

0 前言

因单独传动(微)张力减径机对工艺和电气控制要求较高, 以前在国内较少应用。随着工艺和电控技术的发展, 单独传动(微)张力减径机在国内面临着新的发展机遇, 近年来国内新上的钢管连轧机组均采用了单独传动(微)张力减径机, 用于已连轧、脱管的荒管经再加热除鳞后的定减径, 生产高精度的石油油(套)管等高附加值产品。

1 (微)张力减径机的传动形式及特点

常见的(微)张力减径机的主要传动形式有: 单独传动、集中差动传动、串联集中差动传动、混合

传动、固定速比集体传动。其特点对比见表1。

从表1可见, 单独传动、串联集中差动传动、混合传动(微)张力减径机综合技术性能最佳, 投资也较大, 而后两者为国外公司的专利技术, 目前无法由国内设计制造。

2 单独传动(微)张力减径机的设备特点

2.1 设备与选型

单独传动(微)张力减径机由主电机、主传动装置、主机座、轧辊机架、机架更换装置、电控系统、液压系统、稀油润滑系统、干油润滑系统等组成。在设备设计选型时, 对每一部件可按实际需要采用不同的结构形式(见图1, 2, 3)。

2.2 设备结构特点

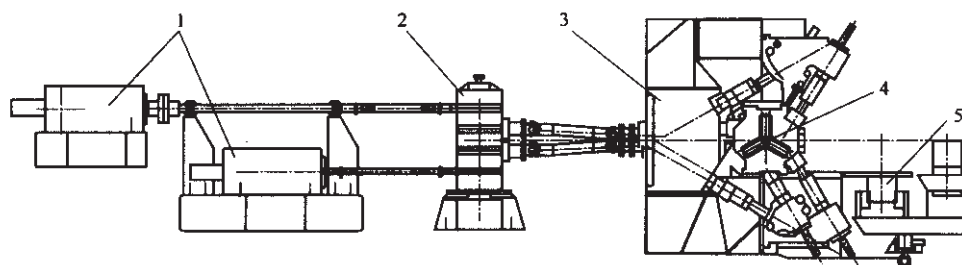
2.2.1 主传动装置

主传动装置有两种形式, 一种是复式减速机

冀文生(1968-), 男, 山西平遥人, 硕士, 高级工程师, 从事(微)张力减径机工艺和设备的研究及设计工作。

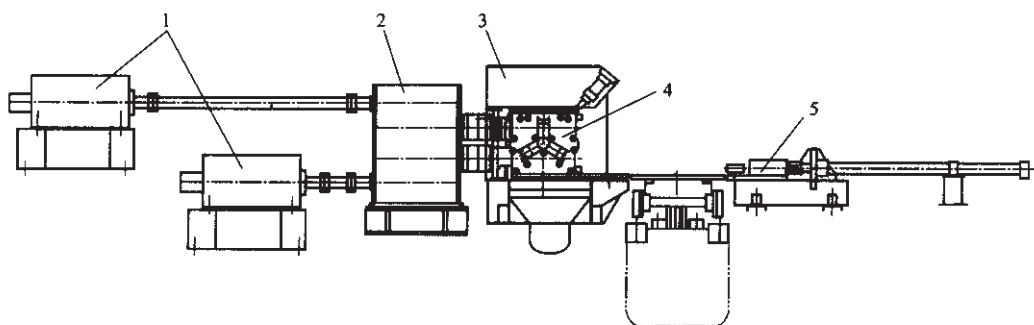
表 1 (微)张力减径机各传动形式特点对比

主要特点	传动形式				
	单独传动	集中差动传动	串联集中差动传动	混合传动	固定速比集体传动
张力分布	优	差	较好	好	最差
精轧机架可调性	优	差	较好	好	最差
切头控制	优	差	较好	好	最差
轧制灵活性	优	差	较好	好	最差
产品范围	最广	较广	广	广	单一
可操作性	较好	优	好	好	优
传动刚性	差	优	好	好	优
电控复杂性	复杂	简单	较复杂	较复杂	最简单
知识产权	公开技术	公开技术	国外专利技术	国外专利技术	公开技术
设备投资	最高	低	高	高	最低



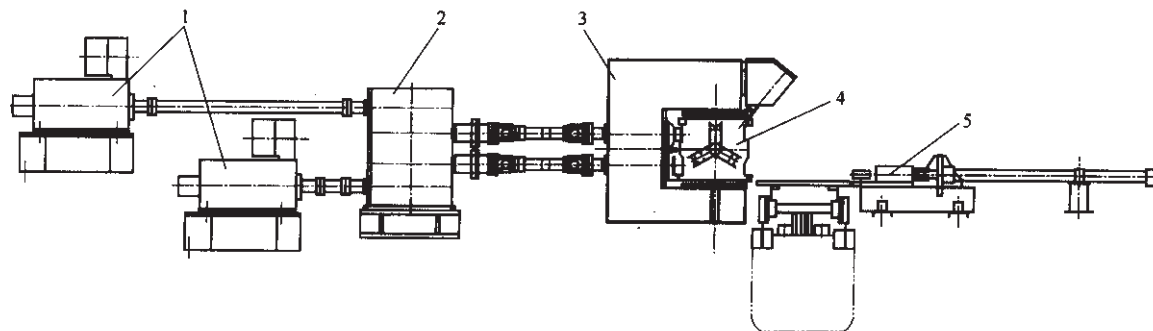
1—主电机 2—联合减速机 3—C 形机座 4—外传动机架 5—机架更换装置

图 1 采用外传动机架、C 型机座的(微)张力减径机



1—主电机 2—联合减速机 3—框式机座 4—内传动机架 5—机架更换装置

图 2 采用内传动机架、框架机座的(微)张力减径机



1—主电机 2—联合减速机 3—C 形机座 4—内传动机架 5—机架更换装置

图 3 采用内传动机架、C 型机座的(微)张力减径机

(国外公司专利);另一种是联合减速机。目前国内设计制造的均采用联合减速机,即单独传动的若干台电机分上下两层,通过联轴器与联合减速机的输入轴相连,联合减速机内装有若干套单独的减速及分配机构,采用二(或三)级传动,齿面均为硬齿面,共用一个箱体。

由于受电机尺寸的约束,从主电机到联合减速机的连接,采用了不同的连接形式。电机宽度大于两倍机架间距时,电机轴中心线与减速机输入轴中心线不同心,则必须采用万向接轴。为减少离心力的影响,在万向接轴前安装由支座固定的连接轴装置(图1)。如电机宽度小于两倍机架间距,设计时使电机轴中心线与减速机输入轴中心线同心,由于电机转速较高,一般应采用特殊结构的联轴器。联轴器两端为鼓形齿齿轮联轴器,中间为连接轴,这种结构不仅节约了空间,而且减少了大量安装维护工作(图2,3)。

2.2.2 主机座

主机座有两种结构形式,框架式和C形机座。

框架式机座是用高强度螺栓把上下左右4个焊件机座紧固在一起,快速水接头装置、锁紧缸装置、导卫装置等都装配在其上,具有结构紧凑、安装维修简单、重量轻的特点,适用于张力小、机架少的机组(图2)。

C形机座是一焊接整体结构件,具有加工精度高、加工难度大、安装调试方便、刚性好的特点,传动轴装置、快速水接头装置、锁紧缸装置、导卫装置等都装配在其上。与框架式机座相比,每根减速机输出轴增加了1套联轴器和1套穿越机座的连接轴装置,整体重量比框架式约重25%。C形机座适用于张力大、机架多的机组(图1,3)。

2.2.3 轧制安全保护装置

(微)张力减径机在轧制过程中经常出现轧卡等事故。对于单独传动(微)张力减径机,虽然通过电气控制系统能监测到每一机架力矩的变化情况,但为了保护减速机和电机不受意外情况的损坏,设计时,在减速机的输出轴后都加有安全保护措施。一种是在轧辊机架的连接部分装有安全环,当力矩大于安全值时,安全环断裂,不把力矩传递到减速机中;另一种是在减速机输出轴和C形机座的连接轴之间装有安全联轴器,当力矩大于安全值时,安全联轴器中的安全销被剪断,而不会使超限力矩传递到减速机中,损坏关键部件。

2.2.4 机架更换装置

机架快速更换是衡量(微)张力减径机组水平的重要指标。经过不断的发展和完善,目前机架更换装置的结构也日益完善、趋于统一,即都采用了双小车结构,换辊时间也缩短到7~10min。机架更换装置由左右小车、传动装置、机架推拉装置、轨道等组成。机架更换既可单独更换,也可成组或全部更换。两个小车可各存放1套全部的机架。小车的移动由传动装置的链轮与小车下部的链条相啮合来实现。其传动采用液压马达,可以准确定位。机架推拉装置将主机座中需换掉的机架拉到一个小车上,纵向移动一个小车位,另一小车上的新机架对准机座机架工位,由液压缸推入主机座。机座更换推拉装置装配有2个(或4个)同步移动的长行程液压缸。

2.2.5 轧辊机架

轧辊机架是实现钢管减径和规圆的变形工具,要求机架间距小,刚度大,加工装配简单。从传动上轧辊机架分为内传动和外传动。内传动轧辊机架主机座结构简单,一次投资小,适用于受力状况好、切头损失小的工况。国内大多采用内传动轧辊机架(图2,3);而外传动轧辊机架有利于缩小机架间距和提高机架刚度,但主机座结构复杂,且重量比内传动的主机座重10%以上,一次投资大,它适合于受力不均、切头损失大的工况(图1)。外传动轧辊机架中没有内传动轧辊机架中的两对螺旋伞齿轮,因此对于品种多的(微)张力减径机的数百套备用机架而言,前者节省了较大的后续费用,同时较窄的机架间距能大大减少切头损失,提高成材率。

2.2.6 电气及自动化

2.2.6.1 主电机

为减少轧制过程的动态、静态速降,主电机一般均为特制电机,对电机的过载作了特殊要求,一般过载系数为2.2~2.5倍(过载时间2s)。同时为了保证机械部分的安装,对电机的外形尺寸、接线方式也作了特殊处理。而电机的冷却方式,有的采用自带风机进行冷却(图3),更多则为管道通风冷却(图1,2)。

2.2.6.2 电气及自动化系统

(微)张力减径机的电气传动装置现都采用全数字直流调速装置,并采用光电编码器反馈,进行速度闭环控制。(微)张力减径机对传动装置有较高的动态指标要求,即传动刚性要好。当钢管进入某一

机架时, 该机架的驱动电机相应受到一个冲击负荷, 这时要求电机的转速下降要小, 恢复时间短, 即静态速降尽可能小, 动态速降的恢复时间最短。一般要求每个机架

$$\Delta n / n \times \Delta t \leq 0.2\% (s)$$

式中 Δn —— 速度降(转速);

n —— 速度(转速);

Δt —— 恢复时间, s。

两台计算机组成控制系统和物料跟踪系统。

(微)张力减径机的生产管理和信息交换由计算机系统统一控制。控制层为两级: 一级为基础自动化即 PLC, 控制设备的动作节奏和工作参数, 在轧制过程中根据轧制工艺参数的变化自动调整每一机架的轧制速度(电机转速), 使轧制始终处于设定的最佳张力状态; 二级为过程控制自动化即 RMC1, 主要用于制订生产计划、物料跟踪、工艺参数采集、事故诊断与报告、与 PLC 的数据交换、与操作者的数据交换等。

2.2.7 液压系统和润滑系统

液压系统由 1 个泵站、1 个阀台和连接管路组成, 主要保证锁紧缸在轧制中处于稳定状态。在换辊时, 驱动液压马达使换辊小车往复移动; 驱动张紧缸实现链条与链轮的啮合和脱开; 驱动机架推拉缸实现机架的更换。

润滑系统由稀油润滑和干油润滑系统组成。主减速机内的齿轮啮合面、各轴承磨擦面的润滑冷却由稀油润滑系统来保证。主机座、主传动装置、机架更换装置中轴承、齿轮等的润滑点为集中干油润滑。轧辊机架中轴承、齿轮等的润滑由专用干油润滑装置供油润滑, 它由移动式干油泵、高压软管、快速接头组成, 每隔 3~5 班, 对持续工作中的轧辊机架进行一次给油, 给油时只需将快速接头插入轧辊机架的特制接头即可。

3 单独传动(微)张力减径机的工艺特点

衡量(微)张力减径机的工艺先进性主要有 3 个方面: ①适用的产品品种规范较广; ②使每个品种的管材张力处于最佳值, 从而保证钢管的最佳质量; ③能进行切头切尾控制, 使切损值最小。而单独传动(微)张力减径机具有的最大优势是可以适应不同的减径系列, 可对任意品种进行张力最佳匹配, 可以使用计算机轧制技术(CARTA), 进行 CEC、WTCA、WTCL 等各种壁厚控制。

目前国内设计的工艺计算软件主要由减径系列子模块、材料数据子模块、轧制参数子模块和孔型数据库组成, 可以对任意品种进行计算并最终确定每一机架电机的转速。减径系列子模块是工艺计算的基础, 而确定减径率是其中的最重要内容。微张力定减径时, 为保证管子壁厚均匀, 宜采用小的减径率(单机架通常小于 3.5%), 而且中间工作机架的减径率相同。张力减径时, 为满足张力的需要, 采用了大的减径率(单机架减径率大于 5%), 在轧制力小的情况下中间工作机架可以采用相同的减径率。反之, 考虑到轧件伴随轧制过程逐渐降温, 为使各中间工作机架负荷和孔型磨损均匀, 则依次减小各工作机架的减径率(见图 4)。

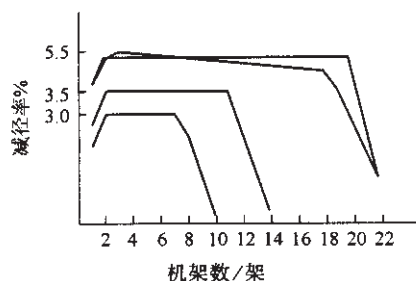


图4 减径率分配示意

4 有待解决的问题

4.1 检测元件

由于国产检测元件(测厚、测径)的可靠性和精度等质量问题, 阻碍了国内(微)张力减径机的在线壁厚控制的发展, 目前新上的几套机组都没有进行测厚、测径, 也就无法采用 CEC、WTCA、WTCL 等各种壁厚控制技术。

4.2 轧辊机床

目前先进的轧辊机床已能进行函数和多边形孔型的加工, 使轧制工艺不断完善, 大大地提高了钢管的质量。而国内设计制造的轧辊机床仅能进行传统的椭圆孔型加工, 不仅影响钢管的质量, 也阻碍了轧制工艺的发展。

5 国内新上的(微)张力减径机情况

国内新上的(微)张力减径机有 10 机架、14 机架及 22 机架 3 种套型, 其主要技术参数见表 2。

6 结 语

单独传动(微)张力减径机在工艺等方面有很大的优势。随着电控技术、检测元件及相关行业的进

表 2 3 套单独传动(微)张力减径机的主要技术参数

技术参数		10 机架微张力减径机	14 机架微张力减径机	22 机架张力减径机
机架数/架		10	14	22
轧辊机架传动形式		内传动	内传动	外传动
轧辊理想直径/mm		450	380	330
机架间距/mm		410	360	290(前 6 架),305(后 16 架)
最大轧制力/kN		300	118	150
最大轧制力矩/kN·m		35	17	20
主传动电机	数量/台	10	14	22
	型号	Z355-4B, 440V	Z315-2, 440V	Z315-3A, 400V
	功率/kW	220	100	200
	转速/r·min ⁻¹	1 090/1 500	800/1 600/2 000	1 028/1 800
减速机速比		13.7~19.6	16.0~18.6	4.1~12.1
最大总减径率%		24.9	35.5	65.0
最大单机架减径率%		3.3	3.4	5.5
轧制材质		碳素钢、合金钢、不锈钢	碳素钢、合金钢、P110 级钢	碳素钢、合金钢、不锈钢
机组最大平均张力系数		0.31	0.49	0.65
入口毛管直径/mm		177	164, 107	133
入口毛管壁厚/mm		5.0~12.5	3.87~16.05	5.0~12.5
入口毛管长度/m		7.3~26.0	8.7~25.6	8~33
出口钢管直径/mm		133~172	70~159	51~127
出口钢管壁厚/mm		5.2~13.0	4.0~16.0	4.5~13.0
出口钢管长度/m		8~33	10.4~35.0	8.5~80.0
毛管入口速度/m·s ⁻¹		0.7~1.2	0.5~1.2	0.8~1.5

一步发展，优势将进一步加大。随着国内设计制造

钢管生产企业采用单独传动(微)张力减径机。

业和应用技术等整体水平的提高，会有更多的无缝

(收稿日期 2002-06-11)

●信 息

2002 年我国钢管生产与市场情况

2002 年我国钢管总产量达 1 309.48 万 t，比上年增长 154.34 万 t，增长 13.56%。其中无缝管产量 608.30 万 t，比上年增长 95.52 万 t，增长 18.63%；焊管产量 701.18 万 t，比上年增长 60.80 万 t，增长 9.50%。钢管总产量占钢材总产量比率为 6.81%，比上年减少 0.32%。其中无缝管占 3.16%，比上年减少 0.01%；焊管占 3.65%，比上年减少 0.31%。

全年钢管表观消费量为 1 376.77 万 t，其中国内生产 1 309.48 万 t，进口 136.67 万 t，出口 69.38 万 t，净进口 67.29 万 t，净进口比重约为 4.9%（其中无缝管为 1.68%，焊管为 7.5%）。比上年同期表观消费量 1 164.41 万 t 增加 210.59 万 t，增长约 18.08%（其中无缝管增长约 19.68%，焊管增长约 16.72%）；钢管表观消费量占钢材表观消费量约 7.02%。

全年石油专用管表观消费量（无缝管）为 126.43 万 t，其中国内生产量 106.29 万 t，进口量为 35.65 万 t，出口量为 15.52 万 t，净进口量为 20.13 万 t，净进口比重为 15.92%。另外，焊管进口量为 59.44 万 t，出口量为 6.22 万 t，净进口量为 53.22 万 t。

(天津钢管有限责任公司 孔令铭)