

简析 $\Phi 600$ mm 穿孔机组新结构

王文章, 杨德照, 刘素华, 程波, 李红

(中信重工机械股份有限公司, 河南 洛阳 471039)

摘要: 介绍了 $\Phi 600$ mm 穿孔机组的主要技术参数及整体结构特点, 并对其应用的关键技术——新型顶杆顶头预旋转装置、上下导板装置、主机机架和轧辊等的结构设计进行分析说明。该穿孔机在应用过程中运行可靠, 各项指标均达到设计要求, 在穿制 $\Phi 400$ mm 以上规格无缝钢管时经济效益显著。

关键词: 无缝钢管; $\Phi 600$ mm 穿孔机组; 新结构; 顶杆顶头; 预旋转装置; 上下导板装置; 结构设计

中图分类号: TG333.8 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-2311(2012)06-0026-04

A Brief Discussion on a New Structure of $\Phi 600$ mm Piercing Plant

Wang Wenzhang, Yang Dezhaoh, Liu Suhua, Cheng Bo, Li Hong

(CITIC Heavy Industries Co., Ltd., Luoyang 471039, China)

Abstract: Described are the main aspects of the $\Phi 600$ mm piercing mill line, including the main technical parameters and the characteristics of its structure as a whole. Also detailed and analyzed are the structure design concerning the key techniques as employed by the mill line, which involve the new type bar/plug pre-rotating device and the process, the upper and lower guide shoes, the housing and rolls of the mill proper. It is proved through the site operations that the piercing mill is capable of consistent running with all the target values up to the design requirements, and having high economic profitability, particularly in case of producing seamless steel pipes with OD above 400 mm.

Key words: Seamless steel pipe; $\Phi 600$ mm piercing plant; New structure; Bar/plug; Pre-rotating device; Upper and lower guide shoes; Structure design

穿孔机组可以在高温下将实心管坯穿制成空心毛管, 或经二次斜轧穿孔使毛管得到进一步的扩径, 是无缝钢管生产中的重要穿孔轧制成形设备。目前, 我国大型穿孔机有江苏诚德钢管有限公司的 $\Phi 2\ 000$ mm, 浙江格洛斯无缝钢管有限公司的 $\Phi 820$ mm, 四川三洲特种钢管有限公司的 $\Phi 820$ mm, 扬州龙川钢管有限公司的 $\Phi 720$ mm, 天津钢管集团股份有限公司的 $\Phi 720$ mm 和 $\Phi 460$ mm, 攀钢集团成都钢钒有限公司的 $\Phi 508$ mm, 江苏天淮钢管有限公司的 $\Phi 508$ mm, 烟台宝钢钢管有限公司的 $\Phi 508$ mm, 湖北新冶钢有限公司的 $\Phi 460$ mm。

中信重工机械股份有限公司(简称中信重工)与

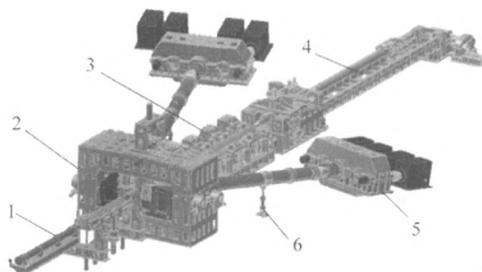
某无缝钢管生产企业联合研发的 $\Phi 600$ mm 穿孔机组属于大型锥形辊穿孔机组, 是为了能够一次穿制 $\Phi 400$ mm 以上大直径无缝钢管而开发设计的, 通过应用新型顶杆顶头预旋转装置和工艺, 对上下导板装置、主机机架、轧辊等设备进行新结构设计, 达到实现直接穿制大规格无缝钢管的目的。 $\Phi 600$ mm 穿孔机组主要包括机组前台、主机、后台一段、后台二段、主传动装置和平衡装置6个部分(图1)。本文将对该穿孔机组的新结构作详细介绍。

1 主要技术参数

$\Phi 600$ mm 穿孔机组的主要技术参数如下。

管坯直径	450~600 mm
长度	1 500~4 500 mm
重量	≤ 10 t

王文章(1955-), 男, 高级工程师, 总工程师, 主要从事冶金工艺及设备的设计开发与研究工作。



1—机组前台 2—主机 3—后台一段
4—后台二段 5—主传动装置 6—平衡装置

图1 Φ600 mm 穿孔机组整体布置示意

主机辗压角	15°
送进角	9°
主电机功率	4×2 200 kW
转速	180~360 r/min
轧辊直径(辗轧带)	1 850~2 050 mm
长度	2 100 mm
辊距	300~1 000 mm
导板距	320~1 200 mm
最大轧制力	1 500 t(15 MN)
顶杆力	500 t(5 MN)
毛管直径	400~780 mm
长度	≤12 000 mm

2 方案设计

2.1 关键技术的研究与应用

与已有的大型二辊卧式斜轧穿孔机组相比,Φ600 mm 穿孔机组在研发设计过程中重点攻克了以下技术难题。

(1) 采用气缸推送辅助咬入、轧辊前段锥面螺旋刻花以及顶杆顶头预旋转装置和工艺,确保最大直径 600 mm、重达 10 t 的管坯顺利咬入,保证穿孔过程顺利进行及毛管质量。

(2) 上、下导板装置采用新的结构设计,使大规格重型导板实现自动高效更换和安装。

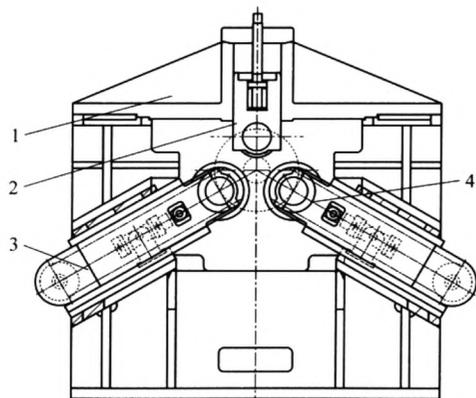
(3) 采用新型连杆机构定心辊装置、主机机架上下剖分的开式机架设计以及铸钢轧辊,不仅保证了定心辊装置的高精度定心,同时解决了机组后台一段空间布置紧张的矛盾,有效解决了大型设备的制造和运输等难题,降低了设备制造成本。

2.2 新工艺新技术的应用

为了解决大规格特重管坯的穿孔咬入问题,Φ600 mm 穿孔机组在开发设计过程中不仅在机组

前台设计有大型气缸辅助咬入装置,还特意在轧辊入口锥辊面增设了螺旋形刻花,以增加轧辊入口锥辊面与轧件之间的摩擦力。该方法在一定程度上增大了轧件的旋转驱动力与轧辊对轧件沿轧制线向前的拖拽力,有利于改善管坯的咬入。

另外,Φ600 mm 穿孔机组引用了最新的顶杆顶头预旋转斜轧穿孔工艺,应用了中信重工的最新发明专利技术——用于大型穿孔机顶杆的预旋转装置^[1],其结构如图 2 所示。该装置设计安装在机组后台二段前端,位于穿孔时顶杆的尾端,它是利用 3 支抱紧辊在管坯被咬入孔型并接触到顶头之前同时抱紧顶杆,通过摩擦力提供给顶杆一定的辅助转动力矩,在轧件与顶杆预旋转装置 2 支驱动辊对顶头顶杆摩擦力的共同作用下,使顶头顶杆获得一定的旋转速度或角加速度,摩擦辊迅速脱离顶杆,避免了摩擦辊转速与顶杆工艺转速不匹配而对穿孔过程造成负面影响,对预防毛管因受到摩擦转动力矩过大而导致表面褶皱甚至撕裂发挥重要作用。该顶杆预旋转装置主要由机架、上压辊和两支驱动辊组成,其中上压辊是被动辊,其高度位置可以根据顶杆外径手动调整,起到初定位的作用;驱动辊 1 和驱动辊 2 均为主动辊,由减速电机驱动,两支驱动辊滑座分别在两个油缸的驱动下上下滑动,实现开口度(3 支抱紧辊抱圆直径)的调整。



1—机架 2—上压辊 3—驱动辊 1 4—驱动辊 2

图2 穿孔机顶杆预旋转装置结构示意图

文献[2-3]提出了用于计算穿孔机力能参数的有效方法。二辊斜轧穿孔轴向力 Q 的计算公式为: $Q=BP$, 式中, P 为轧制压力, Q 与 P 成正比,系数 B 取 0.25~0.45, 当顶头为主动回转顶头时, B 取小值^[2]。

文献[4]对主动旋转顶头穿孔工艺进行了研究,认为采用主动旋转顶头对减小总轧制力、改善毛管内表面质量具有重要作用。文献[5]通过改进轧辊结构设计以及采用导盘代替导板的设计方法,对提高小规格无缝钢管的穿孔质量发挥了积极作用。

文献[6]对大型锥形辊穿孔机增设顶杆顶头预旋转装置的必要性进行了研究,认为大型穿孔机随着顶杆顶头直径和长度的增加,顶杆顶头及定心辊等总的转动惯量也相应增加,在穿孔过程中要想使顶杆随轧件一起转动必然消耗较大的转动转矩,顶杆顶头及定心辊仅靠轧件在轧制过程中对顶头的摩擦力来使其转动起来是很困难的,容易造成管坯难以咬入、毛管内表面重叠缺陷以及轧制力增加,致使穿孔过程难以顺利进行,严重时会发生毛管撕裂等事故。文献[4]提出,设计的顶杆顶头预旋转装置及工艺对提高顶杆刚度、改善管坯咬入和穿孔工艺条件、提高毛管质量具有重要作用。

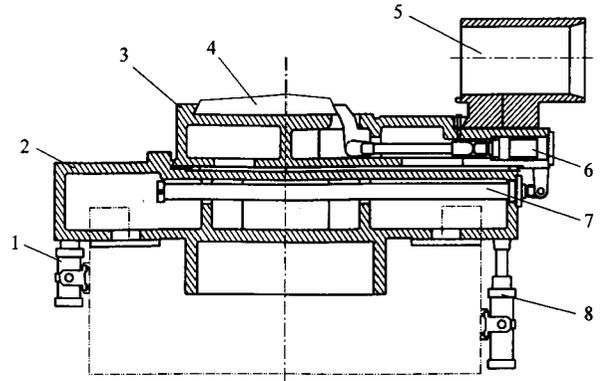
由此可见,Φ600 mm 穿孔机组采用顶杆顶头预旋转装置及工艺,可以有效地降低顶头对轧件的轴向阻力,对保证管坯顺利咬入、改善斜轧穿孔工艺条件以及提高毛管质量具有积极作用。

2.3 上、下导板装置的创新设计

Φ600 mm 穿孔机组采用了新型的上、下导板装置,导板更换方便快捷,不仅节省人力,也使导板安装更加安全可靠。新型下导板装置如图3所示,在升降油缸1和升降油缸2的共同作用下对升降滑座的高度进行调节,从而实现下导板高度位置的自动调整。在推拉油缸的作用下使横向滑座能够抽出和拉回主机机架,实现上、下导板擦在一起吊装于横向滑座上的下导板安装位置。锁紧缸拉动前端的压板可以实现导板的自动安装。

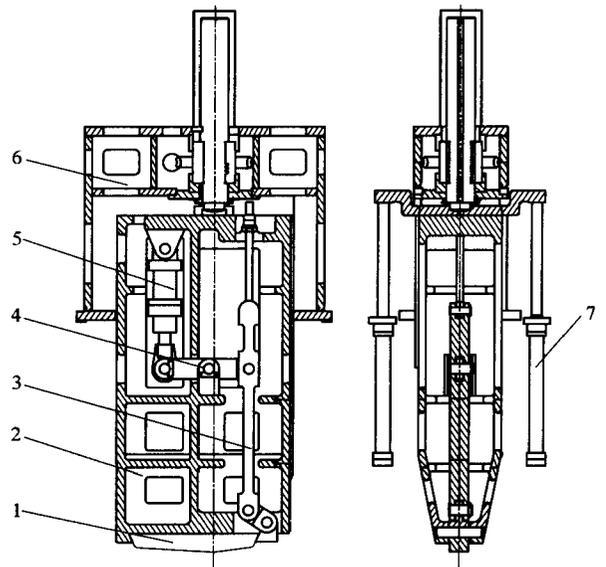
新型上导板装置如图4所示,升降油缸不仅可以平衡升降滑座的自重,而且可以使升降滑座下降至低位,并在锁紧缸、杠杆和拉杆的联合作用下实现上导板的自动安装。压下装置不仅可对上导板的高度进行定位,而且还承受着较大的导板力。另外,该新型上导板装置在导板安装的安全可靠性方面作了充分考虑,可有效预防导板意外脱落。

随着整个机组和冶金辅具的大型化,实现冶金辅具的自动更换及安全有效运行,是大型冶金设备在研发设计过程中要考虑的重要因素。这样可以降低设备操作人员的劳动强度,有效提高冶金工(辅)具更换的效率。



1—升降油缸 2—升降滑座 3—横向滑座 4—下导板
5—入口导套 6—锁紧缸 7—推拉油缸 8—升降油缸 2

图3 新型下导板装置示意



1—上导板 2—升降滑座 3—拉杆 4—杠杆
5—锁紧缸 6—压下装置 7—升降油缸

图4 新型上导板装置示意

2.4 机组空间矛盾及特大零件制造难题的解决

随着设备的大型化,加上主传动装置两个空间夹角的存在,使得主机出口侧后台一段本来就比较小的安装空间显得更为紧张。文献[7-9]提出了新型连杆机构的设计改造方案,但是设备占用空间较大,不适合在大型穿孔机组上应用。Φ600 mm 穿孔机组后台一段采用了新型的连杆机构定心辊装置(图5),可在保证定心辊大开口度范围和高精度定心的同时,有效减小后台一段定心辊装置的外形轮廓尺寸,解决了安装空间紧张的难题。

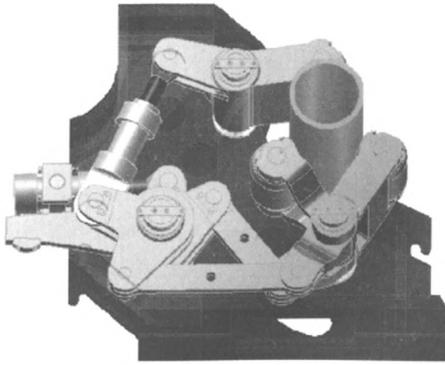


图5 新型连杆机构定心辊装置示意

主机机架是 $\Phi 600$ mm 穿孔机组中轮廓尺寸最大的部件, 焊接式结构, 采用上下剖分的开式机架设计, 上下机架通过 8 个强力拉杆组合在一起, 不仅保证了机架的整体刚度和强度要求, 而且解决了主机机架加工制造和运输难的问题。

轧辊是 $\Phi 600$ mm 穿孔机组最重的部件, 净重达 45.3 t, 其轮廓尺寸为 $\Phi 2\ 550$ mm \times 2 100 mm, 超出了中信重工目前的锻造能力, 因此采用了 ZG50Mn 铸钢轧辊代替锻钢轧辊, 这不仅解决了轧辊热加工的难题, 而且还有效地降低了设备的制造成本。实践证明, ZG50Mn 铸钢轧辊完全能够满足使用要求。

3 结 语

$\Phi 600$ mm 穿孔机组已在某公司顺利运行了 2 年多时间。生产实践证明, 该穿孔机带螺旋刻花的轧辊辊面设计以及顶杆顶头预旋转装置与工艺的应用, 对减小顶头对轧件轴向阻力, 实现轧件的顺利

咬入和改善毛管的质量发挥了积极的作用。新型上、下导板装置使得导板更换方便快捷, 节省了大量人力, 导板安装更加安全可靠。主机开式机架和 ZG50Mn 铸钢轧辊设计, 不仅解决了制造等难题, 而且各项机械性能指标满足使用要求。

$\Phi 600$ mm 穿孔机组运行可靠, 各项技术指标均达到了设计要求, 在穿制 $\Phi 400$ mm 以上大规格无缝钢管方面已经为用户创造了较好的经济效益。

4 参考文献

- [1] 夏新潮, 余章法, 陈志发, 等. 用于大型穿孔机顶杆的预旋转装置: 中国, 200810231429.6[P]. 2010-06-09.
- [2] 李连诗. 两辊斜轧穿孔机作用力和力矩计算[J]. 钢铁, 1981, 16(9): 40-43.
- [3] 傅作宝. 穿孔机设计[J]. 鞍钢技术, 1988(1): 11-21.
- [4] 田党, 张维静. 主动旋转顶头的转速对穿孔力参数的影响[J]. 特殊钢, 1993, 14(1): 24-25.
- [5] 吴世明, 王健宝, 罗上银. 新型穿孔机[J]. 山西冶金, 1995(1): 51-53.
- [6] 杨德照, 李亚凡, 夏新潮, 等. 大型穿孔机顶杆预旋转装置的设计与研究[J]. 钢管, 2012, 41(1): 55-57.
- [7] 岳胜, 杨在安. 穿孔机机架内定心机的改进[J]. 钢管, 1999, 28(2): 31-32.
- [8] 李莉, 龙沾明. 新型三辊抱芯装置的机构设计[J]. 钢管, 2007, 36(5): 27-30.
- [9] 解作祥. $\Phi 114$ mm 二辊斜轧穿孔机后台定心辊的改进[J]. 钢管, 1998, 27(5): 40-43.

(收稿日期: 2011-11-14)

● 信 息

天津钢管集团股份有限公司成功开发出 PSL-3 类 S135 钻杆料

2012 年 10 月, 天津钢管集团股份有限公司成功开发出 $\Phi 139.7$ mm \times 9.17 mm 规格 PSL-3 类 S135 钻杆料, 进一步扩大了该公司的产品种类。

PSL-3 类 S135 钻杆料是 API Spec 5DP 标准中要求最严格的一类产品, 目前国内外只有少数厂家可以供货。此次用户对产品的强度和冲击性能的要求比标准更高, 对化学成分和几何尺寸偏差范围的要求比标准更窄。天津钢管集团股份有限公司经筛选和优化钢种、跟踪生产并与客户密切合作, 使得该产品顺利通过了后续的热处理、管端墩粗、摩擦焊接及相关评价试验, 结果表明其性能全部合格。

(天津钢管集团股份有限公司 李 群)