

· 冶金设备 ·

无缝钢管, 管材轧机, 精密轧管机

第 42

第四代轧管机——精密(Accu Roll)轧管机

周云南 (成都无缝钢管厂)
(华美钢管工程公司)

T4333.3

文章较详细介绍了精密(Accu-Roll)轧管机的工艺特点;(Accu-Roll)轧管机生产的钢管,在壁厚偏差、表面质量、直径与壁厚之比(D/S)等方面,均优于其他斜轧管机。

关键词 工艺特点 AccuRoll 轧管机 封闭孔型 钢管

1. 前言

钢管是在单位体积与重量相等的前提下,表面积最大的经济断面钢材。最早的钢管是炉焊管,但由于其质量不高,在锅炉工业中产生了许多爆炸事故,促使人们去开发一种质量更高的、能满足锅炉工业安全运行要求的无缝钢管。它的发展大致可分为四个阶段:

(1) 周期轧管阶段,即曼尼斯曼兄弟在 1884 年从铸造金属生产“十字型”孔型受到启迪,发明了斜轧穿孔机,又于 1912 年发明分段式周期轧管机。

(2) 自动式与顶管式轧管阶段,即 1893 年艾尔哈德为了使低质量的钢锭能够形成内孔,发明了三向压应力的压力冲孔机以及以纵轧为基础的顶管机,与此同时 1898 年斯蒂菲尔发明了更有效的自动轧管机,直到本世纪 60 年代。

(3) 连轧管机阶段,1972 年卡尔梅斯发明了限动芯棒连轧机,降低了生产成本与焊管竞争。

(4) 追求高质量的(Accu Roll)轧管阶段。

由于焊管内在质量与表面精度的提高,使许多管线管、一般结构管、碳素与低合金管均可使用焊管。甚至可用 UOE 机组来生产 X-80 高强度管线管和不锈管,也可用高频 EPW 机组来生产低合金管、锅炉管和高级油井管,因而焊管比重有上升的倾向。无缝管将

占领更为主要的专用管领域,其比重将由 55.60% 下降到 30—35%。如:日本 1981 年的无缝管产量仅占 32.8%,焊管占 67.2%。

上述倾向提醒钢管工作者,今后中低档钢管将被焊管占领,而无缝钢管将主要去占领高档次专用管领域。此类钢管具有品种多、规格多、钢号多、标准多、专用设备多、工艺复杂、批量少、对管坯质量要求高的特点,对轧管机的刚性、钢管几何尺寸要求严,操作灵活、成本要求低。现代工业需求的压力使一种更精密的轧管机应运而生,1987 年由 ITAM (原美国 A/S 公司)开发的,孔型全封闭的基础上的——Accu-Roll 轧管机可能满足现代工业的新需求。

2. Accu-Roll 轧管机的工艺特点

Accu-Roll 轧管机是以菌式穿孔机为基础,同时吸收了狄塞尔,阿塞尔和连轧管机已经实现的辗轧角、大导盘、限动芯棒等工艺并结合了现代液压、电子等新技术而逐步完善起来的一种工具全旋转、钢管也旋转,孔型全封闭、工具与金属作相对运动的斜轧管机。Accu-Roll 轧管机具有锥形辊、辗轧角、旋转并限动的芯棒、大直径主动式导盘以及封闭性孔型,这些是它的主要特点。

2.1 锥形辊

Accu-Roll 轧管机追求的是壁厚高精度。要得到高精度壁厚就必须使金属在变形区内旋转较多的次数,即通过增加轧管变形

区的长度和增加金属在变形区的重轧系数,以便达到表面质量好,壁厚公差小的目的。

一般说来,延长轧管变形区的长度会使金属难于通过变形区。为解决这个问题使轧制速度随变形区增长而逐步增加,一方面增加轧辊对金属的拉力,另一方面也可减少金属的扭曲,从而保证金属轧制后的高质量。为此,必须把轧辊做成锥形,使轧辊对金属产生一个逐渐增加的纵向拉力。辊型设计应有入口段,减径段,减壁段,足够长的均整段以便充分减小毛管的螺旋道壁厚不均,为使钢管稍有扩径以便脱棒,在轧辊上还有一段小的出口反锥段。根据美国 Accu-Roll 专利发明人——波兹基介绍:轧辊每旋转半周的最大理论压下量为 20%,断面减缩率 15%,减径量 10—15%,重轧系数在 3 以上,故总的延伸系数为 1.5—3 之间。轧辊采用双支承,从而提高了刚度,使辗轧角的调整成为可能。轧辊的转速与导盘的转速均可根据所轧钢种和规格进行调整。

Accu-Roll 轧管机的轧辊多采用高碳 ($\geq 0.60\%$) 含 Cr、Ni、Mo 的合金球墨铸铁或合金钢制造,以增加表面的光滑性又不产生打滑现象。

2.2 辗轧角

由于锥形辊是必须的,如果像传统斜轧管机一样仅有送进角和咬入角,而没有辗轧角的话,金属入口段的空间直径就会大于出口段的空间直径,金属在出口段拥挤而受阻,金属不易通过出口段而造成许多质量问题,因此,必须解决出口段空间直径过小的问题。为了使出口段空间直径等于或略大于入口段空间直径,Accu-Roll 轧管机与菌式穿孔机类同,仅增加了一个正辗轧角。这是传统的其它斜轧管机和狄塞尔轧管机所没有的。从此,该轧管机以咬入角、送进角、辗轧角三角共存进行轧制,打破了传统的仅有咬入角、送进角二角共存进行轧制的历史。由于锥形辊与辗轧角的存在大大克服了传动斜轧管机的曼尼

斯曼横锻效应与周向剪切变形而造成的不可克服的内孔质量不良,外表质量扭曲的缺陷,从而扩大了斜轧管机的轧制品种并改善了应力条件,使菌形(锥形)斜轧机得到了新生。

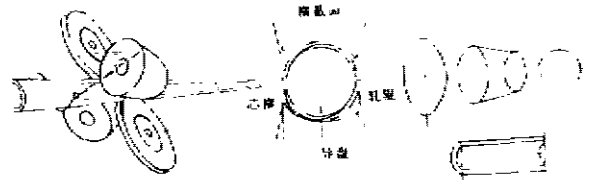


图1 Accu-Roll 轧管机

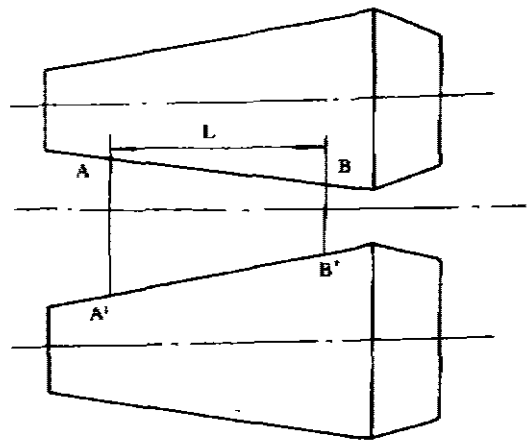


图2 无辗轧角的 Accu Roll 轧管机孔型示意图。

2.3 旋转与限动芯棒

Accu-Roll 轧管机(图1)采用全旋转的限动芯棒,从原理上改变了传动轧管机的性质。

传统顶管机,连轧管机采用芯棒的主要目的是起支承作用,控制内孔直径的作用。Accu-Roll 轧管机采用芯棒的目的除了起支承作用和控制内孔直径的作用外,还有更重要的作用。由于芯棒起始是主动旋转的,小直径芯棒与大直径轧辊相配合,芯棒实际是起

到了一个行星轧辊的作用。

由于轧辊直径远比芯棒直径为大,在压下变形时金属自觉地卷向芯棒一侧,类同于弯板机的作用,自动地形成圆形,同心度良好,壁厚偏差自然而然地会得到改善,芯棒在径向与金属存在一个相对运动,永远不会在同一原始位置上重叠,故表面质量较好。其次芯棒又作前进式或回退式运动,在纵向与金属存在着同样的相对运动不可能有抱死芯棒而损害钢管内表面与芯棒外表面质量的事件发生。限动芯棒还可使芯棒长度短于成品管,并可扩大钢管的外径范围。

芯棒分为工作段和支持段。工作段的长度应大于孔型变形区长度,一般为 2.5~5 米。材质为含 Cr5% 的合金钢,而支持段可用级别较低的钢材制造,两端用螺纹或焊接联结,线外穿棒时每组芯棒 5~8 支,芯棒限动速度应小于轧制速,一般在 0.1~0.3m/s。Accu-Roll 轧机有在线穿棒和离线穿棒(要有芯棒循环系统)两种工艺,离线穿棒比在线穿棒可节时 5~8 秒/支,在线穿棒每分钟可轧制钢管 1.5~2.5 支,而离线穿棒每分钟可轧制钢管 2.5~3 支。

2.4 大直径主动旋转的导盘

采用大导盘代替导板,导盘的作用一般认为有:

2.4.1 孔型全封闭,限制了宽展作用。

在整个变形区长度范围内,导盘与轧辊共同形成一个封闭孔型,金属的径向变形被限制在一定范围内。椭圆度也逐渐变小,直至变成圆形。而其它形式,如“导辊+轧辊”、“导板+轧辊”,以及中国天津开发的“单导盘+单导板+轧辊”均不能形成椭圆形封闭孔型,因而不能起到良好的限制宽展的作用。

2.4.2 增大纵向拉力,提高轧管效力。

由于导盘的圆周速度 V_d 比毛管出口速度 V_X 大得多,以前是 15:1,现在降至 5:1 或 1.5~3:1,所以导盘对金属施加一个纵向拉力,使轧制效率由 0.6 增加到 0.8~0.9 左

右。

2.4.3 导盘对变形区起支承作用

金属在整个变形区必须得到支承,因此,在选择导盘直径时,必须使导盘咬入段的咬入点与出口段的脱离点之间的弧长在纵向 X 轴上的投影长度等于轧辊实际变形区长度。

2.4.4 导盘与芯棒组成纵向轧管孔型

可以把 Accu-Roll 轧机的变形原理看成是:轧辊和芯棒组成的横向轧制,(类同轧板的机理),而导盘和芯棒组成的纵向轧棒工艺,所以 Accu-Roll 的轧制工艺等于横轧加纵轧的综合工艺,导盘作用的实质就在于此。

2.4.5 导盘可作三维方向调整,增加了轧制规格。

2.4.6 导盘的边缘高度不应相符,高边紧挨轧辊,低边可离开轧辊一侧,目的是在轧制薄壁管时不产生撕裂所形成的链带等缺陷,因而左右水平方向的调整是十分重要的。而上下调整可增加品种规格,减少导盘备件数量,即一付导盘通过上下调整可轧制不同外径的多种钢管。而纵向调整可以增加变形区长度,增加轧制过程的稳定性。轧制厚壁管时导盘多向前调整,轧制薄壁管时导盘多向后调整,使薄壁管有较多的受限制与封闭时间。

2.5 封闭孔型

Accu-Roll 轧管工艺十分强调变形区的孔型处于限制与封闭状态,以保证钢管为椭圆形旋转变形,而不是其它什么梅花形,三角形,嘴唇形,棱形,以及单导盘造成的钢盔形变形,而且椭圆形的变形过程应是大椭圆→中椭圆→小椭圆→圆形。

3.177 Accu-Roll 轧管机初步试轧情况

据不完全统计,共投料 192 支。

仅穿孔的 36 支

穿孔+定径 11 支

穿孔+轧制+定径共计 107 支,其余为轧卡和未穿孔成功。

通过以上单一品种的试轧情况可归纳于

下:

使用的管坯为 $\varnothing 200\text{mm}$ 水平连铸坯

仅有一种 $\varnothing 159$ 成品管工具

穿孔毛管(外径 \times 壁厚)为 $\varnothing 213\sim 212\times 13.5\sim 23\text{mm}$

轧制毛管为 $\varnothing 198\sim 200\times 6.5\sim 21\text{mm}$

定径后成品管 $\varnothing 159\times 8\sim 23\text{mm}$

一火次加热三次变形

轧制延伸系数在 $M=1.2\sim 2.1$

壁厚公差均在 $\pm 3\%\sim 5\%$ 范围内

外径公差在 $\pm 0.35\%$ 范围内

轧制后不降低温度。

4. Accu-Roll 轧管机的优点

(1)所生产的钢管壁厚范围广,直径与壁厚之比可达 $4\sim 35$ (即 $D/S=4\sim 35$)。

(2)成品管精度高,壁厚为 $\pm 3\%\sim 5\%$,外径精度为 $\pm 0.5\%$,

(3)端部无破头,切头损失小,成材率高。

(4)一火次加热,三步成型,机组布置紧凑,并可得到细晶粒钢管。勿须设置再加热炉,节省能源。

(5)机组生产工序少,占地面积小,基建投资少,建设周期短。

(6)产品范围广,可生产 API 石油套管、锅炉管、机械结构管以及碳素、合金、高合金管等,可使用轧制坯、连铸坯及其他铸坯。

(7)采用可三向调整的大导盘导向,导盘与工作轧辊呈闭合孔型,对钢管起抛光和前拽作用,可确保薄壁管的轧制与质量。

(8)采用限动芯棒轧制,扩大了轧管的规格范围,缩短了芯棒长度(一般为 16m 长),可在线或离线穿芯棒,其中离线穿芯棒可缩短轧管周期 $5\sim 8$ 秒,每小时可轧钢管 $150\sim 180$ 支。

(9)轧辊辊型设计新颖。采用锥形轧辊,保证了轧辊速度与金属变形速度相一致,使金属顺利通过变形区。锥形辊与辗轧角并存,减少了钢管表面产生扭曲及裂纹,管壁经多次辗轧,壁厚均匀。工具消耗较少,为 $2\sim 3\text{kg/t}$ 。

(10)轧机出口侧设置了若干对抱辊,以减少毛管的径向甩动,从而既提高了钢管外表面质量,又可轧制长尺钢管。

(11)采用微机进行可编程序操作,实现单机自动化。

(12)轧机与菌形穿孔机结构相同,故机架,机盖、主传动轴,马达、均可互换,节省了许多关键备件的储存。

5. 结论

5.1 Accu-Roll 轧管机所生产的钢管,在壁厚偏差,表面质量、端部质量、直径与壁厚之比 D/S 等方面,均优于其他斜轧管机(如二辊曼氏延伸机,阿塞尔轧机,狄塞尔轧机以及 PSW 轧管机等)。

5.2 Accu-Roll 轧管机产品精度高,产量中等($10\sim 30$ 万吨/年)消耗较低;工艺设备少而精,生产品种多、适应性强,完全可以作为自动式、顶管式、周期式,甚至连轧管机组以及其他三辊式轧管机的代用机型。

参考文献

[1]周云南,如何调整我国钢管工业结构,轧钢,1991年6期

[2]周云南,“Accu-Roll 轧管机工艺分析,钢管技术,1990年第5期。

[3]周云南,提高小型无缝钢管机组产量的途径,钢管技术,1983年第2期。