

热轧无缝钢管生产的发展

[西德] K.Oberem

内 容 提 要

本文介绍了热轧无缝钢管生产的发展。近10年来,热轧无缝钢管生产发展的特点是进一步完善传统的热轧工艺,旨在局部地显著改善钢管的质量和经济效益。在设计和建造新的无缝钢管热轧设备时,近10年来的发展趋势主要是改进传统的工艺,其目的在于提高质量和经济效益。

钢管质量的提高是通过改善原材料的质量和轧管工艺及轧机建造水平来实现的。提高经济效益的根本措施是简化轧制过程、提高轧机生产能力、实现机械化或自动化。

本文所涉及的热轧无缝钢管包括从碳素钢至中合金钢的商品管、锅炉管、管线管、油田用管、机械制造用管以及供冷加

工精密管用的半成品管,其直径范围为25~400毫米。

各变形工序的发展

穿孔

穿孔——热轧无缝钢管的第一道工序——通常有三种方法:水压穿孔、斜轧穿孔和推轧穿孔。

众所周知,用立式或卧式水压穿孔机穿孔,在工艺上是受限制的(钢坯单重轻、冲孔坯壁厚范围小),即使在机械制造方面加以改进,这些限制也仅能得到有限的改变。由于这个原因,以及由于在热轧无缝钢管领域内斜轧穿孔的特殊发展,现在水压穿孔机只用于方坯、多角坯和大横断面钢坯的穿孔。仅在挤压机、传统的顶管机和周期轧管机组中还采用水压穿孔机。

在穿孔设备中,目前二辊式斜轧穿孔

确定的不同值与其后加工过程中的值相对比显示出绝对相同。屈服点、抗拉强度和延伸率,也是高度的一致。这些值可以说是从顶管工艺起就趋于接近。扩口试验、卷边试验和折叠弯曲试验都表明钢的高度成型系数。

硬度值极均匀而且相对低,缺口冲击韧性值很均匀,冲击韧性值也极高。

随着顶管机工艺完成,晶粒结构完全改变,铁素体晶粒细化,珠光体分布良好,无形成条纹的倾向。

各个生产阶段,经过观查,外部或内部均无脱碳现象。

为从切坯机上求得管坯的满意切断,在连铸坯加工过程中所遇到的主要困难就是过度的氧化铁皮耗损。在穿孔和轧制过程中,连铸坯的特性极有利于获得良好效果,比之于用传统设备所制成的产品更具有优越性。

中国市政工程西南设计院 双 力译
李澄渠校

机取得了最好的效果。通过多次的改进，消除了传统的二辊式斜轧机的缺点而使现代二辊式斜轧机在各方面都优越于其它穿孔设备。对二辊式斜轧机所作的改进主要有：

1. 机架的结构发展成上下轧辊垂直布置的形式。其优点是导向装置具有最佳布置，可由水平设置的电动机以及与轧辊轴线保持最小角度的传动轴进行单独驱动；

2. 由狄塞尔导盘代替导板，因而，从根本上提高了咬入效率，并大大地减少了导向装置的磨损量。高达90%的咬入效率可使穿孔空心坯的长度达到12米。由于狄塞尔导盘磨损小，其寿命可达80~100班时，因此不会专为更换导向工具而停止生产。

3. 发展了顶杆更换系统。穿孔完毕后，将顶头连同顶杆和穿孔坯一起翻出轧制线，穿孔坯在轧制线旁从顶杆上脱出。采用这种顶杆更换系统可以缩短斜轧穿孔机的辅助时间。

4. 在工艺方面发展了孔型设计。通过采用最佳的孔型设计和把顶头的一定位置与顶头的相应几何形状结合起来，就可以直接对连铸圆坯进行穿孔。在这项发展的基础上连铸坯的生产也有了相应的发展。对连铸圆坯不进行任何处理，比如初轧、定型或精整加工而直接穿孔，是经济地最佳化生产无缝钢管的一个重要先决条件。

图1示出上下轧辊垂直布置的带狄塞尔导盘的斜轧穿孔机的轧制过程。

上下轧辊垂直布置、带有单独直流驱动装置、狄塞尔导盘和顶杆更换系统的二辊式斜轧穿孔机达到了在质量、产量、工具消耗和维护保养诸方面都能满足要求的技术水平。在设有这种斜轧穿孔机的轧管

机组中，斜轧穿孔机无论在工艺性能还是在生产能力方面都不会成为该机组中的薄弱环节。图2示出一台位于连续式轧管机前面作为穿孔机使用的斜轧机。

第三种穿孔方法——推轧穿孔法——是在连铸圆管坯的质量还未达到工业性生产的成熟时期、当时还不知道今天的二辊

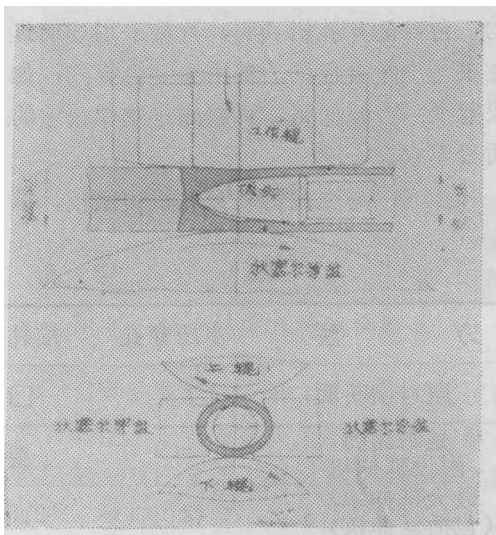


图1 带狄塞尔导盘的斜轧穿孔机工作原理

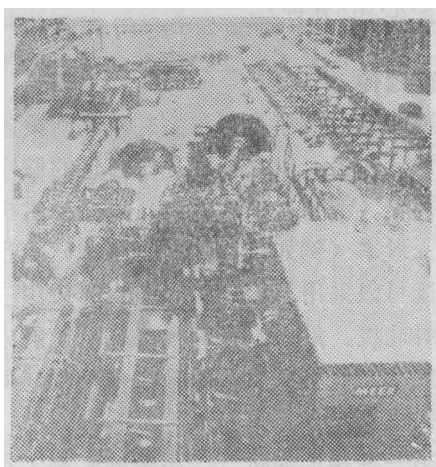


图2 连续式轧管机组中的现代化斜轧穿孔机

式斜轧穿孔机的孔型设计方法的条件下发展起来的。在这个时期(1965年~1970年),由于质量方面的原因,对连铸坯不经过轧制加工,只能进行水压穿孔。因此,推轧穿孔法的出现的确是一项重大改进。推轧穿孔时,在一台二辊式穿孔机中由固定顶头将连铸方坯挤压变形成圆管坯。

目前在西班牙、意大利和日本已投产的三台推轧穿孔机表明,直接采用连铸坯在工艺上是合理的,费用上是合算的,如果附设一台延伸机,可以满足壁厚公差的质量要求。

然而,与现代斜轧穿孔机相比较,推

轧穿孔机有几个严重的缺点,由此而使之失去其意义。它的主要缺点是:1.几何尺寸不灵活(一种所需尺寸的空心坯只能由一种尺寸的方坯来生产);2.延伸率小($\lambda_{\text{最大}}=1.2$);3.空心坯的偏心率大;由于偏心率大和延伸率小,因而必须在推轧穿孔机后附设一台延伸机;4.钢坯长度受到限制并由此而使其重量也受到限制。

把表1中所列各种穿孔方法的主要参数加以比较得知,水压穿孔机在原料横断面的灵活性方面具有一定的优点,但在其它各方面现代斜轧穿孔机都较优越。

穿 孔 方 法 比 较

表 1

方 法	水压穿孔	推轧穿孔	传统的斜轧穿孔	现代斜轧穿孔
原料横断面	□○	□	○	○
是否需要 附设延伸机	要	要	不	不
最大延伸率 λ (包括延伸机)	2	2.5	3	5
钢坯最大重量(公斤) (例如:钢管外 径为7英寸时)	500	1100	1100	1500
最大生产能力 (米空心坯/分钟)	10	20	24	50

预延伸

过去通常在穿孔机和主轧机之间设置一台预延伸机,以改善穿孔空心坯的壁厚公差状况(例如:顶管机组)或减少主机中的变形率(例如:自动轧管机组)。预延伸既可以采用二辊式斜轧机也可采用三辊式斜轧机。然而,在现代斜轧机发展成为高效率穿孔机以后,斜轧机作为预延伸机就失去其延伸意义了。

另一种预延伸机——不带内轧制工具的纵轧空心坯减径机——却与之相反,获

得了日益广泛的应用。因为多孔型轧机采用空心坯减径机可以减少钢坯的规格,比如一台两套孔型的连轧机可以只采用一个规格的钢坯。

当前,预延伸采用的是带交流传动装置的6~8机架三辊式空心坯减径机,减径率为20~25%。空心坯减径机采用三辊式机架对于金属轧制变形具有保护性,根本不会恶化空心坯的内外表面质量。由于在空心坯减径机中只有纵轧过程,因此不会产生空心坯冷却或延续时间问题。图3示出在

采用一台空心坯减径机情况下的变形步骤。图4示出顶管机组中的一台空心坯减径机。

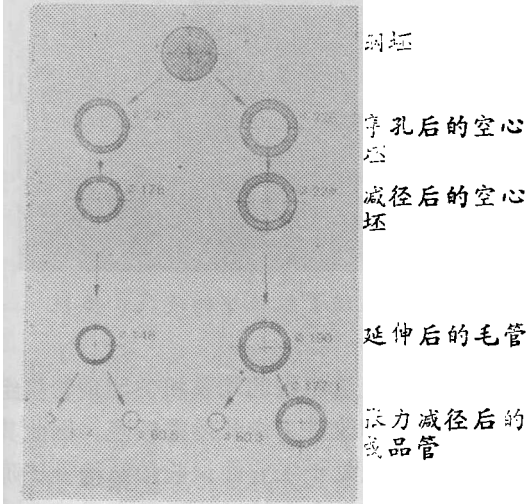


图3 在采用一台空心坯减径机情况下的变形步骤



图4 顶管机组中的一台空心坯减径机

延伸变形

鉴于高产量这一主要原因，目前延伸变形全部采用带内部轧制工具的纵轧法。比如采用顶管法和自动轧管法可以实现中等产量，采用连续式轧管法可以实现高产量。

顶管法的发展主要是通过孔型设计的最佳化和工具的改革使荒管长度增加到22米。其次，用压制成不封口杯底的空心坯进行顶管的工艺也已通过多次试验获得了

成功。它的成功，为采用CPE顶管法（斜轧穿孔顶管延伸联合法）打下了基础。上述两方面的发展对于质量、产量和成材率的提高起着决定性的作用，致使CPE顶管法目前在较低产量和中等产量的顶管机组中获得了较大的经济效益。图5示出现代顶管机的出口侧。



图5 现代顶管机的出口侧

自动轧管机的发展主要在于工艺过程的自动化。采用设有快速换辊装置的单孔型机架、顶杆自动化更换装置和毛管旋转装置不仅可以使管子的外径尺寸范围扩大到16英寸，而且可以减少操作人员和提高产量。

在各种延伸变形方法中，传统的连续式轧管法（带滑动芯棒）显然是产量最高的轧管法。最近15年来，连续式轧管法的发展集中于改善质量和提高产量。通过所谓“竹节控制”可以消除对金属流动不连续性的不良影响，从而保证在轧件的全长上具有均匀的横断面。提高产量是通过提高轧制速度、强化脱管链条和改进各类工具而实现的，并由此可使荒管长度达到35米。

连续式轧管法的上述发展进程表明，轧制35米长的荒管所需的芯棒长度大约以30米为极限。由于芯棒加工方面的原因和轧制薄壁管时脱棒更为困难，因而芯棒长

度不能超过这个极限。由于芯棒的重量太大，所以若欲将产品范围扩大到7英寸以上也是不可能的。

为了避免上述工艺参数的限制，对连续轧管工艺作了两次改进，即在轧制时通过控制芯棒速度采用较短的芯棒，并能轧制出更长的荒管。这样既改善了钢管质量，又提高了产量和经济效益。最现实的例子是新日铁公司的现代化连续轧管机组，该机组是按曼内斯曼连续轧管法设计方案设计的，将于1983年投产。单就生产直径为60.3~193.7毫米的成品管年产量大约为一百万吨这一点而言，就足以表明发展连续轧管法的意义。

特殊轧制

特殊轧制指的是顶管机组中的松棒轧制和自动轧管机组中的均整轧制。

以往这两种轧制过程都是在斜轧机上进行的，斜轧机辊身长度短，咬入角度为 $4\sim 6^\circ$ 。这种轧制方法有如下三个缺点：

- 1.需要固定式导向装置；
- 2.管子转速高；
- 3.效率低。

由于采用固定式导向装置和管子转速高，管子外表面会受到机械损伤而产生质量问题；效率低会使松棒机或均整机成为所在机组中的薄弱环节。由于上述原因，目前自动轧管机通常都采用两台均整机。

为了提高顶管机组的产量，大约20年前就发明了一种类似于矫直机的松棒机，该松棒机的两个松棒辊是上下布置的，其孔型是双曲线形的，咬入角为 30° 。这样既可以提高效率又可降低管子转速。此外，由于松棒辊是双曲线孔型的，故不需要设导向装置。自从这种松棒机问世以来，在10多套顶管机组中证实其性能是可靠的。目前，它已成为顶管机组的重要组成部份。

图6 示出顶管机组中的一台现代松棒机。



图6 顶管机组中的现代松棒机

自动轧管机组的均整机仿照顶管机组的松棒机的改进工作开始得较晚。因此其发展还仅仅处于工业性试验和结构设计阶段。根据迄今为止的试验结果可以预言，将来的轧管机组的均整机也会象顶管机组的松棒机那样加以解决，即均整机将是一台带有两个上下垂直布置的双曲线辊、咬入角较大的斜轧机。这样的均整机——对管子有保护性——具有与自动轧管机相应的生产效率，因此将来可以省去第二台平行工作的均整机。这就意味着设备布置简化，基建投资减少，钢管质量提高。

图7示出一台现代均整机的工作方式。

精轧

以往钢管是在二辊式减径机上进行精轧的。这种精轧方法的首要问题是质量不令人满意。其主要原因在于减径辊的包角为 180° ，而且减径辊必须拆卸下来进行车削加工。由于包角大，减径辊和管子之间的速差可达40%，这就给钢管的质量带来不良影响（形成“皱折”），并增加减径辊的磨损。减径辊拆卸下来进行车削反过来又影响到钢管尺寸的精度。此外，拆卸和装配减径辊还要耗费大量人力。

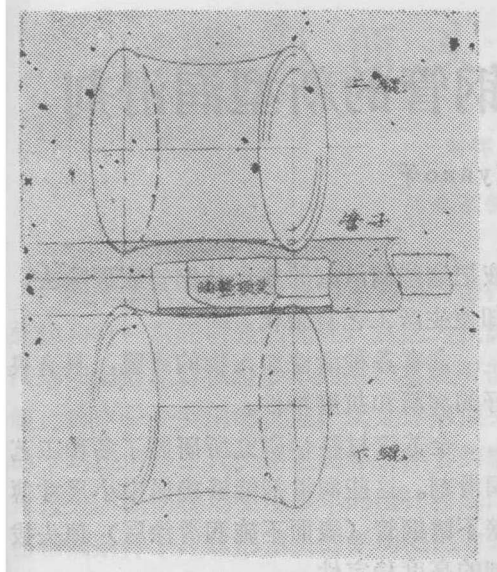


图7 带有两个上下垂直布置的凹面孔型辊的现代化均整机的工作方式

随着张力减径法的问世，首先在小直径钢管生产中使用了减径辊在组装状态下车削的三辊式张力减径机，并已发展成为成熟的生产工艺。生产实践表明，三辊式减径机除了尺寸精度高和工具加工消耗低以外，还具有基建投资少，借助卧式机架更换系统确保整套机组获得高的作业率

的优点。根据这些成功的经验，今后可在较大直径的钢管生产中采用三辊式减径机。

目前，三辊式减径机的发展方向已被广泛地确认。现在无论张力减径机还是减径机和定径机，绝大多数都设置三辊式机架。

图8示出一台设置在连续式轧管机组后面的28机架张力减径机。

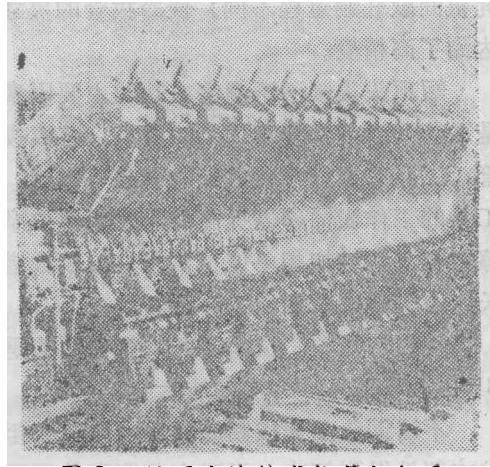


图8 设置在连续式轧管机组后面的28机架张力减径机

陈云久 译自《Stahl Eisen》, Nr. 22. 1981, 11月
谢崇峻 校

(上接42页)

结论

研究确定，新型皂基润滑剂能保证中小直径薄壁不锈钢管短头头拔制有足够的稳定性。采用这种工艺润滑剂可以不施润滑涂层，能够以总压下量达1.7进行顶头

拔制生产，而且在普通脱脂溶液里能很容易地将工艺润滑剂除掉。

及雨 译自《Мет.и горн.промы
—сть》，1982, №1

周云南 校