



国外无缝钢管生产发展的现状(三)

李定安

(重庆钢铁设计研究院)

叙述了国外钢管市场的发展状况,介绍了管坯生产和无缝钢管生产的现状。世界钢管市场并不景气。水平连铸的管坯生产技术已经成熟,新型穿孔机的各种轧管机的组合和高温下的毛管壁厚检测、多功能无损检测技术的发展把无缝钢管生产技术推向了新的高度。

DEVELOPMENTS AND PRESENT STATE OF SEAMLESS STEEL PIPE PRODUCTION IN FOREIGN COUNTRIES(PART III)

Li Ding'an

(Chongqing I&S Design and Research Institute)

Developments of steel pipe market and present state of tube billet and seamless tube production in foreign countries are described. The world steel pipe market does not show a good situation but the horizontal continuous casting technology for tube billets has been successfully developed. The seamless steel pipe production technology now has stepped to a new level through incorporating new type piercing mills into all kinds of rolling mills and developing shell wall thickness inspection under high temperature and multi-destructive inspection technology.

2.2.2 轧管机

1) 连轧管机组

传统的连轧管机采用芯棒浮动的方式,由于受芯棒重量的限制,所轧制的钢管最长不超过35m,管径不超过177.8mm。由于在轧制过程中芯棒处于“浮动”状态,易产生“竹节”,需要用计算机控制轧机速度,并需要采用椭圆度较大的孔型。钢管在轧制过程中的宽展大,壁厚公差也较大,一般在 $\pm 8\sim 10\%$ 。

为解决传统连轧管机存在的上述问题,扩大钢管品种,提高钢管质量,1965~1967年在A·卡尔莫斯组织下进行了试验研究,1968年获得“多机架直流电机单独传动限制芯棒、芯棒内部水冷和自动润滑的MPM”

专利。1978年意大利因西公司设计制造的 $\phi 355.6\text{mm}$ 限动芯棒连轧管机在达尔明厂投产,法国圣索夫 $\phi 127\text{mm}$ 限动芯棒连轧管机建成,连轧管机的发展进入了新阶段。

限动芯棒连轧管机在轧机结构上与传统的连轧管机有很大区别。限动芯棒连轧管机在其前后和机架之间装置了托辊进行芯棒导向。其组成是:在轧机前台有芯棒限动、快速往返装置;在轧机后台有二辊式脱管机。

限动芯棒连轧管机具有如下优点:

(1) 连轧管机生产的钢管直径最大可达到426mm。

(2) 轧出的荒管长度可达到36m,最长可到50m。由于荒管长,不仅提高了产量,而且也提高了金属收得率。

(3) 钢管质量高。由于在轧制过程中芯棒的速度受到控制, 因此金属流动和芯棒受力情况较为稳定, 不会出现“竹节”现象。同时, 在轧制过程中脱棒, 荒管和芯棒之间不需要留有间隙, 精轧机架可以采用闭口的圆孔型, 从而减少了金属的横向流动, 因此所轧荒管内外表面质量好、壁厚均匀、直径公差可达0.2~0.5%、壁厚公差可达±5~6%。

(4) 轧管机产量高。年产量可达50~72万t。

(5) 节约能源。轧机的延伸系数一般为3~5, 最大达6.5, 因此可用较厚的毛管轧制。由于荒管和芯棒的接触时间短, 轧完后的荒管温度较高(约900~1000℃), 因此可在连轧管机后设定径机直接定径, 不必再加热。

(6) 芯棒消耗较低, 吨管约耗0.7kg。

限动芯棒连轧管机由于具有上述优点, 因而受到世界各国的普遍重视, 在技术上得到了进一步的发展。例如, 为缩短轧制周期, 采用了预装芯棒技术; 为使芯棒前后端升温均匀, 提高荒管的尺寸精度及延长芯棒寿命, 减少钢管内表面缺陷, 芯棒限动的速度已提高到1.05~1.5m/s; 为减小芯棒长度, 缩短了机架间距; 为提高作业率, 采用了快速换辊装置等。除此之外, 西德曼内斯曼公司和美国艾特纳公司还设计了芯棒半浮动操作的连轧管机, 其特点是芯棒和荒管一起

通过连轧管机, 然后用链式脱棒机把芯棒从荒管中脱出。这种轧机的生产率比限动芯棒连轧管机高40%, 轧出的荒管质量也较好, 但是并未得到很大的发展。

现在, 除已建的10套连轧管机组采用限动芯棒外, 委内瑞拉的锡德尔厂还打算将现有的 $\phi 240\sim 406\text{mm}$ 周期式轧管机改造成限动芯棒连轧管机, 由意大利因西公司负责包建, 年产量18万t, 生产 $\phi 60\sim 240\text{mm}$ 的钢管, 主要品种为石油管。另外, 南斯拉夫锡萨克钢铁厂将和苏联、意大利合资新建一套限动芯棒连轧管机组, 主要设备由因西公司提供, 钢管年产量20万t, 直径150~190mm, 壁厚2.5~16.8mm。

2) 顶管机组

顶管机组的发展在于增加管坯的重量和减少杯底的损失。传统的顶管机组由于采用水压机作穿孔机, 穿孔比最大只能到8~9, 因此坯料的长度和重量受到限制。

西德曼内斯曼公司1979~1980年经过多次试验, 提出了用斜轧穿孔机和缩口机代替水压穿孔机的方案, 即CPE工艺, 并用此工艺成功地改造了西班牙图堡斯·韦尼多斯公司阿穆里奥厂 $\phi 168.3\text{mm}$ 顶管机组, 使该厂的年产量从12万t提高到20万t以上。该机组改造前后的工艺参数列于表5。

改造后的工艺流程: 环形炉一定心机一狄塞尔穿孔机一缩口机一顶管机。

改造前后的车间平面布置示于图19、20。

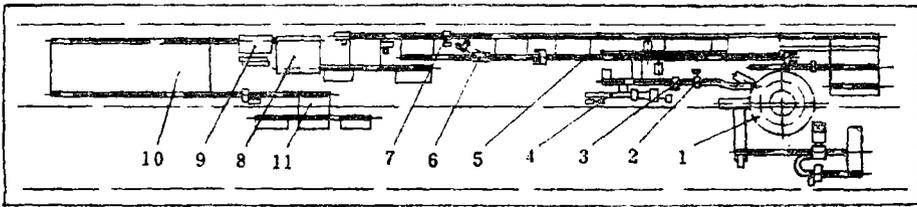


图19 顶管机组平面图

- 1—环形炉 2—定型机 3—水压穿孔机 4—三辊延伸机 5—顶管机 6—松棒机
8—再加热炉 9—张力减径机 10—冷床 11—锯切作业线

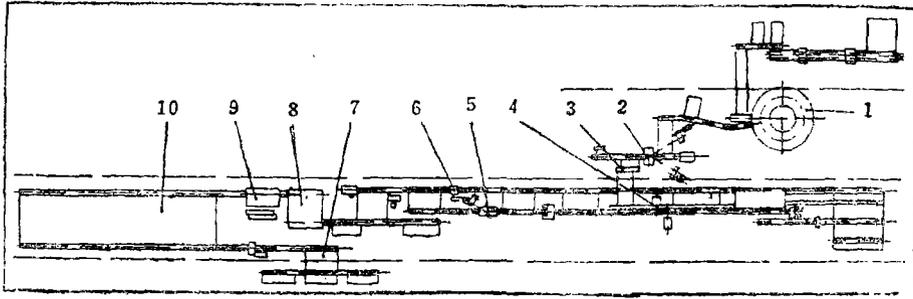


图20 CPE机组平面

1—环形炉 2—狄塞尔穿孔机 3—缩口机 4—顶管机 5—松棒机 6—脱棒机
7—锯切作业线 8—再加热炉 9—张力减径机 10—冷床

阿穆里奥厂顶管机组工艺参数 表5

机 组	工艺参数	
	顶管机组	CPE 机组
管坯断面 (mm)	φ 160、190方坯	φ160、200圆坯
管坯重量(kg)	260	520
荒管最大长度(m)	17	21
荒管最大直径(mm)	168	177.8
荒管的最大壁厚(mm)	5.5	8.5
机组生产能力(根/min)	4.0	3.5
年产量(万t)	16	22

据介绍,采用CPE工艺后,由于杯底减小,管坯重量增大,使收得率提高2%。

西德本特拉厂魏得瑙顶管车间也完成了类似的改造。改造后不仅使车间扩大了品种,减少了能耗,而且使年产量从9万t提高到了15万t。该车间安装了新的斜轧穿孔机,顶管机实现了现代化,并安装了新的减径机,增加了新的炉子设备和精整设备,改造费用约4000万马克,若建设类似能力的车间至少要2亿马克。

在生产工艺上,本持拉厂比阿穆里奥厂又有新的改进,先把芯棒预装进毛管,然后从径向压缩毛管,使毛管前端固紧到芯棒的端头,这样,在荒管脱棒以后不用锯切杯底

就能进张减机。杯底(实际是增厚的端部)在张力减径之后与增厚端一道锯掉,以进一步减少切损,提高金属收得率。

CPE工艺的优点主要有:

(1) 钢管的直径范围扩大到244.5mm,但经济合理的范围是在177.8mm以下。

(2) 减少从管坯到成品管的工序,简化了生产工艺。

(3) 管坯的最大重量增加到1500kg,荒管的最大长度可达到24m(实际达到21m),可以生产石油管和一般厚度的商品管。

(4) 由于顶管机上的切头重量减少,管坯重量加大,金属收得率提高2%左右。

(5) 采用斜轧穿孔工艺,使成品管的壁厚公差可达±4~6%。

(6) 由于采取预装芯棒及顶管时的延伸率较小,减少了辊模机座的长度,因而齿条行程减少10%,使顶管机每分钟轧制的荒管长度达到72m,提高了生产率。

(7) 依然保持了顶管机组适于生产薄壁钢管的特点,钢管直径与壁厚比可达40。

3) 狄塞尔轧管机组

狄塞尔轧管工艺的特点是:在带有传动导盘的二辊斜轧机上将毛管套在一根自由浮

动的芯棒上进行轧管。这种工艺适于生产中厚壁管，钢管壁厚公差较小。然而即使采用空心芯棒，其重量和长度仍受到一定的限制，因此，成品管的直径不大于168mm，长度不大于12m。

芯棒限动在连轧管机上取得成功后，美国艾特纳公司、西德科克斯公司和曼内斯曼公司均对芯棒限动技术移植到狄塞尔轧管工艺中进行了研究，艾特纳公司称该轧管工艺为Accu-Roll，科克斯公司称之为KAD，曼内斯曼公司称为CPD。科克斯公司和曼内斯曼公司还对轧管机的结构作了很大的改进，如同狄塞尔穿孔机一样，轧辊上下布置，导盘布置于两侧。

在这方面，科克斯公司取得了较大进展，已设计制造了狄塞尔轧管机，一台安装在英国英吉利钢管公司伯明翰厂以代替一台30年代的狄塞尔轧管机。荒管直径为55~150mm，年产量1万t，于1978年投产。另一台限动芯棒狄塞尔轧管机安装在美国普利茅斯钢管公司威那迈科厂，荒管外径为86~133mm，年产量7万t，于1988年投产。还有一台安装在意大利法耳科公司，用以取代三辊轧管机，这套机组通过一台张力减径机生产 $\phi 48\sim 203\text{mm}$ 的钢管，年产量将达到18万t，也于1988年11月建成投产。这台轧管机采用了预穿芯棒。

限动芯棒的狄塞尔轧管工艺具有以下优点：

- (1) 可以采用连铸圆坯。
- (2) 荒管直径范围可扩大为25.4~339.7mm。
- (3) 荒管长度可达20m。
- (4) 可不经再加热就能在减径机或张力减径机上轧出成品管，这是因为荒管和芯棒接触时间较短，轧出的荒管温度较高。
- (5) 成材率高。

(6) 成品管的壁厚公差在 $\pm 5\%$ 以内。

(7) 使用的芯棒很短，工作段只需2~3m。

(8) 只需要一座加热炉和三道轧制工序，设备布置紧凑，投资少，占地面积小。

值得指出的是该工艺轧制合金钢时表面质量较差，有 $<0.2\text{mm}$ 的螺旋道，轧制高合金钢有内裂。另外，只能轧制中等壁厚的钢管。对于 $\phi 100\sim 120\text{mm}$ 的钢管，其 $D/S \leq 35$ 。此外，生产率较低，每分钟只能生产38m荒管。最近在美国普利茅斯钢管公司投产的那套轧机，出口速度为0.7m/s，生产18m长钢管的周期时间为44s，每分钟只能生产25m荒管。

4) 三辊式轧管机

最早的三辊轧管机是阿塞尔型的，适于轧 $D/S \leq 8.5$ 的厚壁管，在降低生产率的情况下， D/S 可达到11。在轧制更薄壁的荒管时，荒管的尾部会形成“尾三角”，造成荒管轧卡或断裂。

为了解决“尾三角”问题，1967年法国瓦鲁雷克公司发展了特朗斯瓦尔轧管法。该轧管法是在轧制过程将结束时，旋转牌坊扩大孔喉使在轧制荒管尾端时只略微减壁而不致使钢管形成“尾三角”，顺利地通过轧机。这种轧制方法可使荒管的 D/S 值达到15。

此后，又发展了快开法，在轧制过程行将结束时迅速抬辊使钢管尾端留下一小段不减壁的毛管，形成“后两端”以消除“尾三角”。这种快开法有平抬法和斜抬法两种。平抬法要利用特朗斯瓦尔型轧管机上每个轧辊原有的两个快速开启的液压缸和四个平衡液压缸，在轧管过程将结束时，开启缸迅速泄压，平衡缸立即抬起轧辊，孔型打开，使钢管尾端顺利通过轧机，西班牙杜巴塞斯厂即采用此种方法。斜抬法需在三辊轧管机出

口侧轧辊轴承座上、压下螺丝之下安装一个快速开启液压缸，在钢管轧到尾端时，开启缸迅速泄压，轧辊出口侧轴承座在原有的两个平衡油缸的作用下迅速抬起，轧辊即绕入口侧支撑中心旋转一角度并倾斜地上抬，孔型打开，使钢管尾端形成“后刚端”，毛管便顺利地通过轧管机，西德曼内斯曼公司即采用了此斜抬法。

快开法与特朗斯瓦尔法相比，除生产的规格范围宽外，还有设备结构简单、重量轻、操作方便、投资省、维修容易等优点。

经曼内斯曼公司研究发现，荒管端部形成“尾三角”是荒管在辊脊后部扩径的结果，薄壁荒管的扩径量大于厚壁荒管。生产薄壁管如中等壁厚的钢管必须避免过大的扩径量。

对三辊式轧管工艺的研究和轧制试验证实了轧辊的辗轧角对扩径量的影响。当收敛型的轧辊辗轧角 $\alpha = 10 \sim 15^\circ$ 时，可以起到减少扩径量的作用（图21）。因此，在不改变压下量的情况下，所轧制荒管的D/S值能更大一些，曼内斯曼公司称这种收敛型三辊式轧管机轧管工艺为CAM工艺。

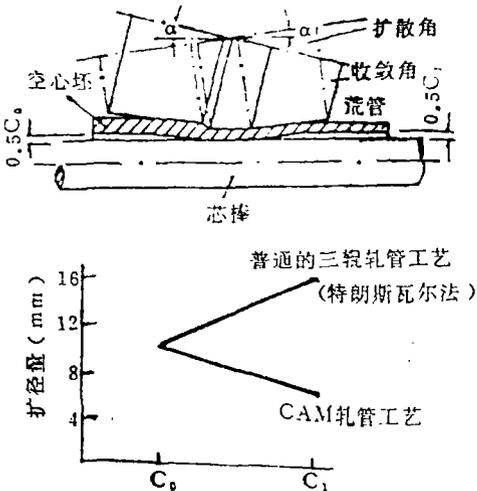


图21 荒管扩径量与轧辊辗轧角的关系

CAM工艺采用液压快速调整轧辊，可生产 $D/S < 40$ 的荒管，具有较大的延伸率，能减少荒管表面的螺旋道，轧中等含量的合金钢时问题较少。

5) 周期式轧管机组

随着轧管技术的进步，其他机组上也能用连铸坯轧制钢管，因此，周期式轧管机组不再独有用钢锭直接生产钢管的优势，现在，除一些管径特大的轧管机组外，不少周期机组已经处于停产或半停产状态，一些机组在进行改型，如委内瑞拉锡德尔厂的 $\phi 406 \text{ mm}$ 周期轧管机组已决定改造成联动芯棒连轧管机组，苏联李卜克内西厂第一轧管车间也决定改建为连轧管机组。还有一些机组也进行了相应的技术改造，主要改造项目有：

(1) 使用多边形连铸坯或圆坯代替钢锭以提高轧机的收得率。

(2) 用新的穿孔—延伸机代替原有的延伸机。直径 406 mm 以下的钢管则使用连铸圆坯在穿孔—延伸机上直接穿孔。

(3) 预装芯棒。在一台压力辗轧机上将毛管紧紧地挤压在芯棒上或轧出周期式辊型，使毛管一开轧就能够采用较大的喂入量，以缩短轧制周期，提高生产效率。

(4) 用机械—液压喂料器代替高压水喂料器。在周期轧管机上设置保证轧辊旋转精度的旋转角速度传动机构，以确保轧机精确的喂入量（喂入精度现已达 0.5 mm ），防止周期式“鼓肚”产生，使壁厚偏差降低到 $\pm 8\%$ 之内。

(5) 设置三辊式均整机以提高管材精度和生产薄壁管的能力。

80年代以来，新建周期轧管机较少。仅1982年比利时墨茨厂一台 $\phi 139 \sim 406 \text{ mm}$ 双机架周期式轧机投产（据报道现已停产）；罗马尼亚罗曼厂建了一套 $\phi 508 \text{ mm}$ 单机架周期轧机。1985年英国钢铁公司布罗姆福德厂将 $\phi 426 \text{ mm}$ 改造为 $\phi 508 \text{ mm}$ 周期式轧机；

1984年阿尔及利亚安纳巴厂从曼内斯曼公司购买一套 $\phi 356\text{mm}$ 三机架周期式轧机。

6) 自动轧管机组

自动轧管机组虽然在世界钢管生产中占有重要的地位,但由于产品质量差(采用短顶头轧制,内表面质量差)、荒管较短、使用设备多,因而自70年代建设6套,改造2套以来,在80年代国外没有再建新。国外所建自动轧管机组有如下特点:

(1) 采用单孔型以提高所轧荒管的尺寸精度。

(2) 采用顶头自动更换装置提高机械化水平。

(3) 采用两台自动轧管机串列布置(即所谓半连续式布置)提高机组产量。

(4) 采用三辊式均整机。此均整机可使用大的送进角,辗轧量大,咬入和均整过程平稳,有利于提高效率,减少钢管的壁厚不均。

7) 三辊行星轧管机

三辊行星轧管机曾一度被认为是钢管生产中较为理想、较有前途的轧管机。美国亨特厂曾安装一套,但由于产品质量不好而停产,随后改造为MPM机组。由此可见,这种轧管机在技术上尚未完全成熟。据了解,这种轧机咬入轧件比较困难,钢管端部常有1m多长的撕裂,与其他斜轧机类似,轧出的荒管外表面有螺旋道。

(未完待续)

(上接第55页)

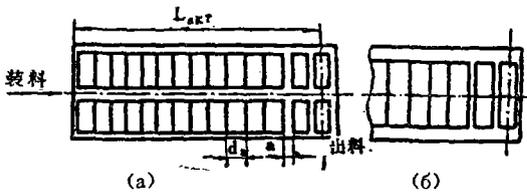


图2 管坯在斜底连续式加热炉中摆放位置图

(a)—双排 (b)—单排

式中

L_{axt} ——连续式加热炉有效长度, m

N ——出炉前管坯(锭)翻开的数量

根据不同工厂加热工艺而定,

锭平均为2只,管坯2~7只

a' ——翻开的管坯(锭)间距 $a' =$

$(0.5 \sim 2)d$,

n ——排数

连续式加热炉生产能力的计算与环形加热炉相同。

对钢管轧机生产能力的大量计算表明,提高加热炉的产量和减少金属烧损同强化加热过程密切相关,可采用下列措施进行强化:长管坯采用棋盘式放置。在端头搭接处不留间隙;在不易被加热区域设置侧吹和顶吹烧嘴;采用自动遥控调节装料机夹料爪的张开,以便将管坯在炉底上放置紧密;用功率更大的风机取代老式风机;完善检测仪器和自动化设备。

杜厚益 译自《Металлург. и горноруд. пром-сть》, 1989, №1

李继禹 校