

世纪之交话无缝

——《无缝钢管百年史话》(续释12-2)

摘要:自19世纪曼内斯曼发明斜轧穿孔工艺以来,无缝钢管生产技术已经过100余年的发展,先后出现了周期轧管技术、顶管技术、连轧管技术、自动轧管技术、狄塞尔轧管技术、三辊轧管技术、挤压管技术等,目前呈现各种生产工艺并存,轧管设备不断改进以及新的轧管工艺涌现的状况。简要回顾了各种生产工艺的发展情况,比较了现有的轧管工艺的技术经济特点和探讨了世纪之交无缝钢管生产技术发展值得思索的问题。

关键词:无缝钢管;发展;回顾

中图分类号:T-09;TG335 文献标识码:B 文章编号:1001-2311(2004)04-0055-04

1 论无缝钢管生产的当代水平

无论新建或改造无缝钢管厂都会遇到一个技术水平评价问题。本节将对20世纪90年代新建和改造,并已投产的无缝钢管厂加以剖析,着重在无缝钢管轧制工艺和工艺过程自动控制两个方面进行论述,并以此为基础针对全浮动芯棒连轧管厂技术改造中的某些问题提出一孔之见,供研讨之用。

1.1 20世纪90年代投产的轧管机组

表1列出了部分无缝钢管厂完成于20世纪90年代的轧管机组。

对表1所列的几家钢管厂,除了日本NKK京滨厂和印度Maharaszta厂以外,均采用MPM连轧管工艺(包括MINI-MPM)。NKK京滨厂采用的是全浮动芯棒连轧管工艺,但在改造时仅仅增加了空减机而已,并无重大举措。Maharaszta厂采用的是CPE工艺,这是20世纪80年代轧管工艺推陈出新的遗风,当然也有国情方面的原因,但不能认为这就是无缝钢管的“当代水平”。

采用MPM连轧管工艺的厂家情况有所不同: Dalmine厂将MPM连轧管工艺和NRE工艺相结合,生产大于 $\Phi 426$ mm的钢管,管径可达610~711.2 mm。Tosa厂采用MINI-MPM工艺生产 $\Phi 21.3$ ~168.3 mm的钢管。新日铁东京钢管厂的CHM工艺实质上也是MINI-MPM工艺。住友金属和歌山厂新建的以锥形辊式穿孔机和5机架MPM连轧管机为主机的全新的限动芯棒连轧管机组,开始转变以“大自动加小连轧”为主的,建于20世纪70年代后期的生产油井管管体的生产体系。

连轧管机均朝紧凑式方向发展。小直径的MPM连轧管机采用3~4个机架,大直径的MPM连轧

管机也仅仅采用5~6个机架。

被取代的轧管工艺主要是顶管工艺、周期轧管工艺和自动轧管工艺。

Tosa厂在不到两年的时间内进行了两次改造,一方面说明MINI-MPM工艺得到了实际应用,另一方面也给CPS工艺蒙上了阴影。CPS工艺失败的问题究竟在哪里,值得进一步研究。

有的钢管厂如Tosa厂、Dalmine厂和住友金属和歌山厂在工艺过程自动控制方面均采用了先进的液压小舱控制系统(以下简称为HCC),分别用于MPM连轧管机和斜轧扩径机上。

以上提及的一些钢管厂从先进的轧管工艺过程和工艺过程自动控制两个方面反映了具有当代水平的无缝钢管生产技术。

1.2 采用先进的轧管工艺

具有当代水平的无缝钢管厂均采用先进的轧管工艺。

1.2.1 轧管工艺发展的总趋势

无缝钢管生产工艺发展到连轧管工艺独领风骚的态势与其固有特点有关。连轧管工艺是一种长芯棒连续纵轧工艺。自动轧管工艺是短顶头轧制工艺,它不如长芯棒轧管工艺。周期轧管工艺是一种非连续式的分段纵轧工艺,它不如连续轧管工艺自然也是容易理解的。顶管工艺的别称是惰辊连轧,顶管机当然不如有大功率电机传动轧辊的连续轧管机。至于新式的三辊轧管机和狄塞尔轧管机,都属于中等产量水平的轧管机,它们不能和优质高产的连续轧管机相比。

从轧管生产技术发展史来看,早在周期轧管工艺和自动轧管工艺发明之前,Heckert在1890年就

表1 20世纪90年代投产的轧管机组(部分)

序号	厂名	轧管范围/mm	投产时间	采用的工艺	被取代的工艺
1	南非Tosa厂 (两次改造)	Φ21.3~168.3	①1991年7月 ②1993年4月	①CPS工艺 ②4机架MINI-MPM	顶管工艺 CPS工艺
2	日本NKK京浜厂(改造)	Φ25.4~141.3	1991年8月	全浮动芯棒连轧管工艺	(仅增设空减机)
3	印度Maharashtra厂	Φ21.3~141.3 (177.8)	1992年3月	CPE工艺	
4	意大利Dalmine厂 (两次改造)	①Φ610 (max) ②Φ711.2 (max)	①1993年6月	①MPM+NRE工艺 ②MPM+NRE工艺	周期轧管工艺
5	日本住友金属和歌山厂	Φ139.7~426	1997年2月	VIP+MPM	自动轧管工艺
6	日本新日铁东京钢管厂			MINI-MPM (CHM)	自动轧管工艺

申请了在固定芯棒上轧制空心坯的连轧管工艺的专利,只是当时的技术条件不成熟,所以得不到发展,经过60~80年后连轧管工艺才崭露头角。现在的问题是3种连轧管工艺显然不能长期共存。进入20世纪90年代,MPM工艺成为先进工艺的代表的发展趋势日益明显,从管径的角度而言,MINI-MPM覆盖了MRK-S以及全浮动芯棒连轧管工艺,而且管子质量优良,因此可以这样说,轧管工艺发展的总趋势是MPM轧管工艺(包括MINI-MPM)渐占优势。

1.2.2 住友MPM连轧管机组采用的先进工艺

住友金属和歌山厂现代化改造计划由以下三部分组成:①6流圆坯连铸机(已投产);②MPM连轧管机组(1997年2月投产);③BOF车间(1999年7月完工)。

该厂的MPM连轧管机组能生产外径为139.7~426 mm的钢管,年产量为50万t。和现有两套全浮

动芯棒连轧管机组一起,可以生产Φ25.4~426 mm、规格齐全的无缝钢管。

该厂这套轧管机组的主要设备由锥形辊式穿孔机、MPM轧管机、脱管定径机组成。

锥形辊式穿孔机(由MDM供货)采用连铸坯,近终形穿孔,最大延伸系数为4,轧辊最大直径为2 m,呈上下布置,辗轧角为20°,狄塞尔导盘直径为3.5 m,每个轧辊由功率为6 000 kW的直流电机传动。

MPM轧管机(由INNSE供货)能生产Φ139.7~426 mm的钢管,轧机为5机架、二辊式,每个机架均配有HCC以实现轧辊在线的自动调节,传动电机总功率为13 000 kW。

脱管定径机为12机架、三辊式,轧辊可调。

表2为住友金属和歌山厂MPM连轧管机组各变形程序的主要参数。

表2 住友金属和歌山厂MPM连轧管机组各变形程序主要参数

管坯		穿孔坯			连轧管			定径管			最大生产率 /(根·h ⁻¹)	加热炉能 力/(t·h ⁻¹)
直径/mm	最大长度/m	外径/mm	最大延伸系数	最大长度/m	外径/mm	最大延伸系数	最大长度/m	外径/mm	最大减径率/%	最大长度/m		
225		240~290			210~242			139.7~190.7			144	
225	8	308~318	4	12	276~308	3.4	28	193.7~254	32.6	31	120	200
310		416~426			382~414			267.4~355.6			87	
360		473~493			448~480			359.3~426			70	

1.2.3 PQF工艺是最新的轧管工艺

三辊式连轧管机(PQF连轧管机)是20世纪90年代中期的轧管工艺技术,但其开花结果看来将在下世纪初^①。当今,PQF工艺已不仅仅是见诸论文,它和锥形辊式穿孔机一起已出现在正式报价中,由此可见,其技术上已达到比较成熟的程度。

(1) 机组的主要设备组成。PQF连轧管机组的主要设备组成(根据报价内容)包括:①锥形辊式穿孔机(每个轧辊由1台电机传动,传动装置位于轧出端);②三辊式连轧管机(6机架、三辊式,每个轧辊单独传动,采用HCC控制以实现轧制过程中的轧辊调整);③脱管定径机(12机架、三辊可调

式，由液压压下装置进行轧辊调整)；④辅助装置(包括芯棒预装、芯棒限动、芯棒循环等三大辅助装置)。

(2) 液压小舱控制系统(HCC)。PQF连轧管机的机架布置如图1所示。其轧辊调整如图2所示。轧辊的调整是在轧制过程中进行的，它是通过HCC系统对轧辊辊轴中心线的直接作用实现的。这一动作施力的作用线垂直于轧辊中心线。上述轧辊布置及调整可以简化机架设计，使轧辊调整进行得迅速、有效。

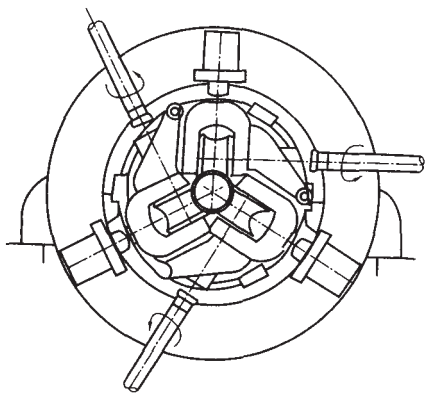


图1 PQF连轧管机机架布置

(3) 钢管质量。由于PQF连轧管机的轧辊孔型底部和边缘的线速度差异较小，而且可以采用开口小一些的孔型，因此，采用PQF连轧管机轧管，轧

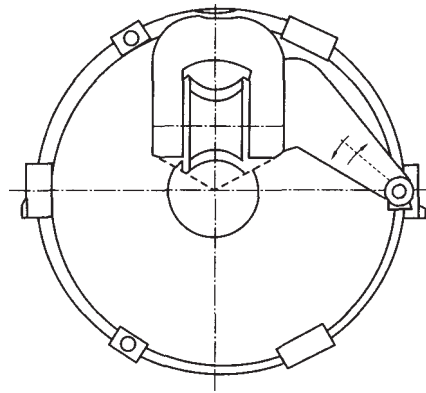


图2 PQF连轧管机的轧辊位置调整

件金属变形较均匀，金属的横向流动要少一些，比二辊式MPM连轧管机轧制的钢管质量好，具体表现在以下4个方面：①壁厚公差显著改善；②管子表面更光洁；③成品管 D/S 值可增大，并且不影响质量；④芯棒连轧管工艺进入小直径钢管生产领域。

20世纪90年代MINI-MPM连轧管机组逐渐兴起。1993年第1台MINI-MPM连轧管机组在Tosa厂建成。1994年以后，新建的MINI-MPM连轧管机组就成为热门话题。这些机组所生产的钢管直径的上限范围为168~244 mm。由于MPM连轧管机组被划分为普通式和紧凑式(MINI-MPM)两大类，其参数对比如表3所示。

表3 不同类型的MPM连轧管机组比较

类型	机架数/架	穿孔机延伸系数 μ	连轧管机延伸系数 μ	最大 D/S 值	连轧管最大长度 L/m
普通式MPM	6	3.0	5.0	45	35
紧凑式MINI-MPM	5	3.5	3.8	42	30
紧凑式MINI-MPM	4	4.3	2.8	35	24

由表3可知，由于MINI-MPM连轧管机的延伸系数偏小($\mu=2.8\sim 3.8$)，因此管子长度偏短($L=24\sim 30$ m)，年产量偏低(仅20万t)，属于中小产量水平的轧管机组。其主要设备为：锥形辊式穿孔机和少机架MPM连轧管机(设有HCC系统以实现轧制过程中轧辊的自动调整)、脱管机、张力减径机。其变形程序的主要参数如表4所示。

1.2.4 全浮动芯棒连轧管厂的扬长避短

从轧管工艺发展的总趋势看，几乎是朝着MPM连轧管工艺方向发展。在大直径钢管生产方面，

MPM连轧管工艺几乎是独霸或将由它独霸这个领域。而在小直径钢管生产方面，则全浮动芯棒连轧管工艺仍可与MINI-MPM连轧管工艺抗衡。在连轧管长度、轧机生产率和成材率方面全浮动芯棒连轧管工艺优于MINI-MPM连轧管工艺，而在产品质量和一次投资方面则前者略逊于后者，因此可以说它们各有千秋。对已建成的全浮动芯棒连轧管机组，要扬长避短，解决工艺过程中金属流动的不均匀性问题，彻底消除“竹节”现象，通过技术改造，采用FTS+CEC技术，以避在钢管质量方面之“短”。

表4 各变形程序的主要参数

轧机规格	管坯		穿孔坯		连轧管		脱管后		热轧成品管		成品管		
	直径/mm	最大长度/mm	外径/mm	最大长度/mm	外径/mm	最大延伸系数 μ	外径/mm	最大长度/mm	外径/mm	最大长度/mm	外径/mm	壁厚/mm	
Φ168 mm 4机架 MINI-MPM	130	4 080	146.5	8 140	124	2.84	115.8	18 750	SRM	73 200	21.3~88.9	2.77~15.4	
	160		203		178		143.2~170.5		SM	18 300	101.6~168.3	5.74~18.26	
Φ244 mm 5机架 MINI-MPM	180	4 500	200	10 200	173	3.7	164	27 500	SRM	60.3~160.3	76 000	60.0~159.0	3.2~25.0
	270		304		266		255		SM	169.4~247.8	30 900	168.0~245.6	6.5~25.0

日本住友金属公司先后于1985年和1989年对Φ177 mm连轧管机和Φ140 mm连轧管机进行了改造,采用液压压下技术来减小管端增厚长度。据称这项改造可使前后端切损长度分别减少600 mm和800 mm,总的切损可以减少1.5%。从Φ177 mm连轧管机改造到Φ426 mm连轧管机组投产,以“(新)小连轧加大限动”的轧管体系取代了原有的“(老)小连轧加大自动”的轧管体系,共花了12年时间。应该指出,假如没有全浮动芯棒连轧管厂的技术改造,那么新的轧管体系是跛行的,是不健全的。因此日本住友金属公司“先改造全浮动芯棒连轧管厂,后建成限动芯棒连轧管厂”的做法是可以借鉴的。当然,就当今技术而言,应采用HCC系统

而不是液压压下技术,采用PQF连轧管机组而不是二辊式MPM连轧管机组。

2 注 释

(1) 对PQF工艺今后的发展如何估计,文中说“下世纪初”,这也很难说,尽管理论上讲这一工艺具有优越性,但目前还没有一个厂接受这一“报价”,创先做“工业试验”,只有过几年再看(目前第1套PQF连轧管机组已落户天津钢管有限责任公司——本刊注)。

(待 续)

金如崧译注

● 信 息

俄罗斯北方钢公司拟扩大小直径钢管生产

俄罗斯北方钢公司总经理A.Кручинин最近谈到,该公司计划2004年生产钢材920万t,比2003年增长5.3%;在2005年前,将小直径钢管(直径16~76 mm,壁厚3 mm)的月产量增大至1.9万t,大约增加25%(比2003年),并扩大品种范围。在2004年12月之前,将钢管壁厚增大至4 mm,生产出完全符合市场需求的小直径水煤气管,国内市场份额达到14%。

阿塞拜疆钢管厂准备恢复钢管生产

英国Targol Investment公司向阿塞拜疆钢管厂投资240万美元,准备恢复其钢管生产。打算在该厂安装由意大利生产的现代化炼钢设备。这家英国公司计划在未来3年内,向该厂投资5 000万美元。

(攀钢集团成都钢铁有限责任公司 曾 适)

热烈祝贺西气东输工程全线贯通