

# 世界无缝钢管生产技术的发展的新趋向 及对我国钢管生产的借鉴

张志勤

(114002 鞍山钢铁公司情报研究所)

介绍了国内外无缝钢管生产技术的发展,新趋向。

**关键词** 无缝钢管 生产技术 新发展

## NEW DEVELOPMENT TREND OF WORLD SEAMLESS STEEL TUBE MANUFACTURE TECHNOLOGIES AND REFERENCE FOR DOMESTIC STEEL TUBE INDUSTRIES

Zhang Zhiqin

(Information Research Institute, Anshan I & S Corp. )

The article gives an introduction to the recent development and new trend of seamless steel tube manufacture technologies both at home and abroad.

**Key words** Seamless steel tube Manufacture technology New development

### 1 前言

自本世纪 70 年代以来,世界各国的无缝钢管生产厂家为增强竞争能力,追求更大的经济利益,都在大力开发新工艺、新设备,同时也注意对老工艺及设备的挖潜与改造,新技术层出不穷,如菌式穿孔机、CPE 新型顶管机组、MPM、单槽自动轧管机组等。近几年新涌现出的工艺,如 PSW 轧管工艺、新型狄塞尔轧管工艺、CPS 轧管工艺、MINI-MPM 轧管工艺等,尤其是 Accu Roll 和 MINI-MPM 工艺的高精度和低成本特点很有发展前景,无缝钢管生产向经济规模、多品种、专业化方向发展奠定了基础,使无缝钢管厂能以较低的成本生产出具有良好实物质量的产品,在激烈的市场竞争中立于不败之地。

本文对当今世界热轧无缝钢管生产技术的进展及我国钢管生产的发展作一简要的探讨。

### 2 当代无缝钢管生产技术的动向

#### 2.1 PSW 轧管工艺

PSW 轧管机是 70 年代初由德国施罗曼—西马克公司研制成功的一种大压下量轧机,用于生产棒材和小型钢坯,于 1977~1979 年在赫施公司的 PSW 轧机上进行轧管试验,获得成功。

PSW 轧机由 3 个互成  $120^\circ$  配置的圆锥形轧辊组成,每个轧辊与轧制线倾斜一个角度,轧制时轧辊一边自转(3 个轧辊转向相同),一边绕轧件公转,形成一个行星运动的关系,轧辊自转与公转运动的速度合成结果,

使轧件只有前进运动而没有旋转运动。

### 2.1.1 PSW 轧管机特点

(1) 大延伸率, 最大可达 15, 可将毛管一道次轧成成品钢管。

(2) 对坯料的适应性强, 即可用圆管坯, 也可用方管坯。

(3) 可生产各种薄壁和厚壁无缝钢管, 且壁厚偏差小, 不超过  $\pm 5\%$ 。

(4) 轧出的钢管较长, 可达 100m, 因此成材率高。

(5) 由于 3 个轧辊使轧件处于压应力状态, 因此, 可以改善轧件的内部组织和表面质量, 并可轧制塑性较差的难变形材料。

(6) PSW 轧管机的结构紧凑, 体积小, 重量轻, 设备操作简单, 投资少。

(7) PSW 轧管机的缺点是设备结构比较复杂, 要达到轧件完全不转动, 必须要有严格的调整操作制度。

### 2.1.2 PSW 轧管机的应用

(1) PSW 轧管机属发展型设备, 目前仍以研制和试生产为主。1982 年, 德国 ESW 钢管厂首次采用该工艺生产出  $\Phi 73 \sim 222 \text{mm} \times 2.9 \sim 6 \text{mm}$  规格的钢管。

(2) 美国亨特厂于 1983 年建成 1 台 280 型三辊行星轧管机。这台轧机与五机架定径机组成连轧, 所用原料为连铸圆坯。其生产工艺为: 连铸圆坯  $\rightarrow$  步进式加热炉  $\rightarrow$  二辊斜轧管穿孔机预装芯棒  $\rightarrow$  三辊行星轧管机  $\rightarrow$  定径机  $\rightarrow$  成品。这套轧机的总投资 (包括连铸) 为 1.1 亿美元, 建设周期为一年半。生产的钢管用于石油工业。该轧机投产半年共生产了  $\Phi 219 \text{mm} \times 8.94 \text{mm}$ 、 $\Phi 219 \text{mm} \times 6.7 \text{mm}$ 、 $\Phi 245 \text{mm} \times 13.34 \text{mm}$  三种规格钢管约 6 万 t, 由于质量问题, 于 1983 年 11 月停产。

### 2.2 新型狄塞尔轧管工艺

新型狄塞尔轧管机实际是将芯棒限动技术应用到传统的狄塞尔轧管机上, 并配以大

导盘和锥形辊。美国艾特纳公司称之为 Accu Roll, 德国考克斯公司和曼内斯曼公司也均研制出这种新型狄塞尔轧管机, 称之为 CPD。

#### 2.2.1 新型狄塞尔轧管机的特点

(1) 轧制精度高, 钢管内外表面质量好。该轧管机生产的钢管壁厚偏差可达  $3\% \sim 5\%$ , 为目前精度最高的轧管机。

(2) 产品规格范围宽,  $D/S$  为  $4 \sim 35$ 。

(3) 产品品种多, 可生产 API 标准的石油管、锅炉管、轴承管及机械结构管等。

(4) 设备费用低, 特别适于中小企业的改造。

#### 2.2.2 新型狄塞尔轧管机的应用

(1) 英国英吉利钢管公司伯明翰厂于 1978 年投产 1 套限动芯棒狄塞尔轧管机, 以取代 1 台 30 年代的狄塞尔轧管机。所轧钢管直径为  $55 \sim 150 \text{mm}$ , 最小壁厚为  $3 \text{mm}$ ,  $D/S$  达 28, 最大长度为  $8 \text{m}$ , 年产量约为 1 万 t。该设备由德国考克斯公司 1977 年制造。

(2) 美国普利茅斯钢管公司威那迈克厂于 1988 年安装 1 套限动芯棒狄塞尔轧管机, 用以取代原有机组中的自动轧管机和均整机, 于 1988 年 11 月投产。该轧管机生产的钢管外径为  $86 \sim 133 \text{mm}$ , 壁厚为  $3.9 \sim 15.8 \text{mm}$ , 最大长度为  $17 \text{m}$ ,  $D/S$  为 30, 年产量为 7 万 t; 生产品种包括机械用管、轴承管和锅炉管等。该轧管机是由德国考克斯公司 1987 年制造的。

(3) 意大利法耳克公司也于 1988 年 11 月投产 1 套限动芯棒狄塞尔轧管机, 生产的钢管外径为  $127 \sim 224.5 \text{mm}$ , 最小壁厚为  $4.5 \text{mm}$ ,  $D/S$  为 30, 钢管最大长度为  $18 \text{m}$ , 年产量为 18 万 t。该设备是德国考克斯公司 1988 年制造的。

(4) 中国鲁宝钢管厂于 1986 年引进了美国艾特纳标准工程公司设计的  $\Phi 114 \text{mm}$  Accu Roll 轧管机组, 于 1989 年建成投产。可

生产外径 65~118mm、壁厚 2.5~12mm、最大长度 15m 的钢管。 $D/S$  为 40, 年产量为 7 万 t。

(5) 中国成都无缝钢管厂同美国艾特纳标准工程公司联合设计制造的  $\Phi 180$ mm Accu Roll 轧管机组经安装调试后, 于 1992 年 4 月试轧成功。该机组设计可生产外径 102~273mm、壁厚 3.5~25mm、长度 18m 的热轧无缝钢管。品种以石油用管为主。此外, 还生产锅炉用管、船舶用管、合金结构钢管、不锈钢管等。设计年产量为 20 万 t。

### 2.3 CPS 轧管工艺

CPS 轧管工艺没有第二变形阶段, 管坯在轧辊垂直布置的菌式穿孔机上穿孔后直接进入张力减径机轧成成品钢管。该工艺打破了传统轧管工艺的三步成型(穿孔—延伸—定(减)径)模式, 仅有穿孔、定(减)径两步工序, 是一种崭新的轧管工艺。

#### 2.3.1 CPS 轧管工艺的特点

- (1) 工序少(减少 1 台轧管机)。
- (2) 设备投资少。

(3) 该工艺在南非托沙厂应用不成功, 还有待于进一步研究和工业化试验。

#### 2.3.2 CPS 轧管工艺的应用

南非托沙厂于 1989 年 12 月投产了世界上第一套 CPS 轧管机组, 年产量为 5 万 t。管坯直径为 100~160mm, 长度为 1~4m。成品管外径为 33.4~179.8mm, 壁厚为 3.4~25mm。钢种为碳素钢、一般合金钢和 Cr13 钢。主要工艺参数: 环形炉加热能力为 30t/h; 穿孔坯外径 114~185mm, 最大长度为 1m; 定径后钢管外径为 101.6~179.8mm, 最大长度为 10m; 张力减径机可生产外径 33.4~101.6mm、最大长度 40m 的钢管; 冷床宽 20m。

### 2.4 MINI-MPM 轧管工艺

MINI-MPM 轧管工艺在 MPM(限动芯棒连轧管机组)基础上发展起来的。其目

的在于减少投资, 并能经济地生产各种规格的优质钢管。轧管机机架数有五机架, 四机架, 三机架等。MINI-MPM 工艺的核心是减少连轧机的机架数目, 达到经济地生产钢管, 同时满足中小型生产规模, 即年产量为 15~20 万 t。

#### 2.4.1 MINI-MPM 轧管机的特点

(1) 减少设备投资。

(2) 五机架和四机架的 MINI-MPM 轧管机基本上继承了 MPM 轧管机组的主要工艺特点, 如轧薄壁管、尺寸精度高、收得率高等。而三机架 MPM 轧管机的灵活性和通用性都较差, MPM 工艺的主要优点大大降低, 且延伸系数限制在 1.8 以内, 大部分变形由穿孔机完成。MPM 工艺的最大优点是通过最后两个成品机架进行小延伸轧制而获得最佳壁厚公差。

(3) 该工艺还需进一步工业化试验。目前仅南非托沙厂一家采用此工艺, 一些技术问题还需进一步研究解决。

#### 2.4.2 MINI-MPM 工艺的应用

1991 年南非托沙厂采用意大利因西公司设计的四机架 MINI-MPM 取代了原 CPS 轧管工艺。原 CPS 工艺中的穿孔机与张力减径机之间的空间恰好安装下 MINI-MPM, 因此只将机组放入中间即可。这样, 既节省了投资, 设备布置又紧凑。该机组年产量为 15 万 t。

## 3 几种新工艺的发展前景及无缝钢管生产的发展趋势

### 3.1 几种新工艺的发展前景

#### 3.1.1 关于 PSW 轧管机

作为一种新的轧管工艺, 由于其最大延伸系数达到 15 而令世人瞩目。从理论上讲, 行星轧管机应得到最佳的延伸效果, 但由于其均整区域内速度比的急剧变化会导致很大的剪切力, 引起钢管壁厚不均, 以及产品质

量、产量等在工业化生产方面不令人满意, PSW 轧管机还需进一步研究试验, 但仍然是一个很有发展前途的轧管工艺。

### 3.1.2 关于新型狄塞尔轧管机

新型狄塞尔轧管机目前主要有两大流派。一派是以德国考克斯公司为代表的, 包括前述英国、美国、意大利的三家公司所建的新型狄塞尔轧管机, 其特点为桶形辊, 辗轧角为  $0^\circ$ 。另一派是以美国艾特纳公司为代表的, 中国鲁宝钢管厂和成都无缝钢管厂所建的 Accu Roll 轧管机, 其特点是锥形辊, 带有辗轧角。这两种轧管机的共同点是, 采用了限动芯棒装置和大导盘。从理论上讲, 老式狄塞尔轧管机均采用桶形辊, 轧制钢管时, 其圆周速度由小到大, 经辗轧带后又由大到小, 钢管在变形区内速度不均, 且入口侧速度与出口侧速度基本相等, 不利于延伸, 对轧制薄壁管和合金管都不利, 影响钢管质量。当轧辊由桶形改为锥形后, 使轧辊线速度递增, 金属流动速度和变形更趋于合理。另外, 有了辗轧角可使轧辊出口段空间直径等于或大于入口段的空间直径, 这就解决了老式狄塞尔轧管机因入口段的空间直径大于出口段的空间直径而使金属在出口段被挤压、流动受阻等问题, 明显改善钢管质量。但在狄塞尔轧制中, 因表面速度差异会引起扩径, 不利于延伸。特别是在轧薄壁管时, 由于轧管机无法避免钢管的间隔弯曲, 从而导致  $D/S$  比较大时产生内部缺陷。这样, 由于单面减壁(主要由芯棒减壁), 使轧管机能生产的管径范围受到限制。从应用看, 近几年来, 新建的新型狄塞尔轧管机, 在我国以 Accu Roll 为主, 应用效果良好。

### 3.1.3 关于 CPS 轧管工艺

该工艺为近年来轧管工艺的一次创举, 首次取消了延伸机, 缩短了工序。从理论上讲, 该工艺很有前途, 但从南非托沙厂的应用来看, 效果不理想, 还有待于进一步研究

和开发。

### 3.1.4 关于 MINI-MPM 轧管机

MINI-MPM 轧管机是在 MPM 基础上发展而来的, MINI-MPM 机架数减少为五架以下。四机架和五机架 MINI-MPM 轧机仍然保持 MPM 轧机的特点, 且投资大大降低, 产量中等, 非常适合中小规模生产及老企业的改造。目前仅南非托沙厂一家采用 MINI-MPM 轧管机, 应用效果有待于进一步观察, 但其前景仍十分诱人。

## 3.2 热轧无缝钢管生产的发展趋势

自 80 年代以来, 随着科学技术的进步, 各种轧管工艺层出不穷, 生产的钢管精度和质量越来越高。热轧无缝钢管生产发展趋势有以下几个特点。

### 3.2.1 轧管工艺向高精度、低成本方向发展

在满足产品精度和质量稳定的前提下, 尽量降低设备成本。轧管机组灵活性更强, 品种规格更多, 追求规模效益, 而不像以前一味追求产量和规模。这样, 投资省、灵活性强的轧管工艺才能在今后激烈竞争中立于不败之地。

### 3.2.2 无缝钢管生产向集中化、专业化、自动化、管理现代化方向发展

无缝钢管生产是一个系统工程, 钢管轧制阶段是影响钢管质量的主要因素, 但不是唯一因素, 像炼钢、连铸、管坯生产等环节都对无缝管生产质量有着重要影响。因此, 近年来新建无缝钢管厂基本上是向集中化、专业化方向发展, 即拥有独立的炼钢、连铸或管坯轧制生产线, 以满足无缝钢管生产对高质量的管坯要求。只有在高质量管坯的前提下, 才能利用高精度的轧管机组生产出具有良好实物质量的钢管。另外, 任何轧管工艺都有其长处和短处。因此, 近年来新建或改建的无缝钢管厂都建有几套机组或有几条生产线, 以适应市场千变万化的需要, 同时可以充分发挥每种轧管工艺的特长, 充分利用

计算机进行自动化生产,经济、高效、优质地生产出具有竞争性的钢管。

近些年来,世界各国在对无缝钢管生产的硬件(轧制工艺及设备)不断深入研究和开发的同时,也对其软件(质量管理标准化、现代化)的研究和应用投入了大量精力。对产品的质量要求越来越严格,从过去单纯追求满足质量标准向现在以满足用户需求,生产出质量稳定可靠,具有优良实物质量的方面转变。先进的无缝钢管生产厂家都建立、健全了产品质量保证体系,实行标准化管理。

### 3.2.3 注重发掘现有工艺潜力,推陈出新

自70年代以来,新工艺不断涌现,但多

数属推陈出新。如将限动芯棒技术应用到狄塞尔轧机上,再将锥形辊和大导盘结合起来,便产生了狄塞尔轧管工艺。

将老式自动轧管机的多孔型轧辊改为单孔型轧辊并用两架轧机串列式布置,便产生了单孔型串列式自动轧管机组,提高了轧机的轧制精度,使产量增加50%~80%。

其他如CPE(斜轧穿孔+顶管延伸)工艺、特朗斯瓦尔轧管法等均是在对原有工艺或设备结构修改的基础上而得到的新的轧管工艺,其应用效果都比较好。

(收稿日期:1995-08-05)

## ● 信息

### 第十届全国无缝钢管生产技术信息交流会筹备会召开

#### PREPARATORY MEETING HELD FOR THE 10TH NATIONAL SYMPOSIUM ON INFORMATION CONCERNING MANUFACTURE TECHNOLOGIES FOR SEAMLESS STEEL TUBES & PIPES

第十届全国无缝钢管生产技术信息交流会筹备会于1996年4月15~18日在重庆市召开。轧钢情报网钢管专业网网长单位及片长单位衡阳钢管厂、重庆钢铁集团钢管有限责任公司、包钢经济技术情报研究所、柳州钢铁集团公司、大连得胜无缝钢管厂等的代表参加了会议。会议就召开第十届全国无缝钢管生产技术信息交流会有关事宜取得如下一致意见。

(1) 第十届全国无缝钢管生产技术信息交流会于1996年10月中旬在重庆市召开,会期5天,规模110人。

(2) 在保证论文质量的前提下,各片不少于10篇论文,片长单位不少于2篇论文,网员单位应保证1篇论文。论文封面按统一的格式印制。

(3) 凡大会交流论文一律发给论文证书,并给以物质奖励和推荐到有关刊物发表。

(4) 片长单位应提前1天到会,研究会议议程和审议论文。

(5) 论文作者请在8月20日前将论文题目及提要寄会议筹备单位重庆钢铁集团钢管有限责任公司(地址:重庆市巴南区土桥;邮政编码:630054;联系人:袁德智)。

(第十届全国无缝钢管生产技术信息交流会筹备组)