

三辊轧管机和张力减径机^(A1)

——《无缝钢管百年史话》(11)

摘要：三辊轧管和张力减径工艺形成较晚，都是在 20 世纪 30~40 年代发展起来的。概要介绍了三辊轧管机和张力减径机的试验过程，轧管的基本工艺参数。

关键词：无缝钢管；三辊轧管机；张力减径机；形成过程；基本工艺参数

中图分类号：TG333.8 文献标识码：E 文章编号：1001-2311(2000)06-0053-03

1 概述

1937 年，Wooster⁽¹⁾ 轧机由 Walter Assel⁽²⁾ 重新进行设计，他就是以其名字命名的斜轧管机的发明者，但当时，仅将这台轧管机视作生产性试验轧机。这是一种斜轧管工艺，在芯棒上使空心坯减壁。Assel 轧管机的独特之处在于使用 3 个轧辊⁽³⁾，而大多数斜轧工艺⁽⁴⁾采用的是 2 个轧辊的斜轧管机。和自动轧管机相比，Assel 轧管机所生产的管子壁厚比较均匀，内表面比较光洁⁽⁵⁾。

1939 年 9 月爆发的第二次世界大战对军工生产起到了刺激作用，军舰、飞机、坦克、枪械和其他军事项目需要大量的管材。虽然无缝钢管被视作制造枪管的原材料，但在美国却忽略了无缝钢管的这一用途，且其部队需要的枪管仍由锻造后的实心体经镗孔或钻孔制作。在第二次世界大战期间，在 Henry Timken 领导下显现了无缝钢管是制作枪管的上乘材料这一优势。随后成立的 Timken 武器装备公司采用无缝钢管生产了数万支枪管。

Timken 随后着手将 Canton 轧机^(A2) 改造成采用三辊轧管工艺原理的轧管机，这项计划在 1952 年完成。

第二次世界大战后，National Tube Co. 宣布关闭在 Ellwood 的钢管厂，将无缝钢管生产集中到 Gary 厂。

原先对张力减径生产技术的发展是没有多大把握的。40 年代中期，U.S. Steel 公司的 National Tube Div 成立了一个张力减径委员会，旨在研究张力减径工艺中存在的问题，其作出的报告结论如下：张力减径机用于无缝钢管生产中最难的一点是控制钢管端部增厚的问題，张力减径过程是

一个相当复杂的过程，需要有专门设计的设备和轧制表。该委员会强调这样一个事实，即在那一时期美国的张力减径机基本上是用来作无缝钢管轧机的附属设备⁽⁶⁾。

1941 年，Lorain 钢管厂被选为进行新型张力减径机试验的地点。张力减径机⁽⁷⁾ 被配置在连续轧管机组中，其连轧原理曾于 1904 年在 Ellwood 的 Shelby 厂进行试验，而本次 National Tube Co. 是在与高速减径机组（即张减机）连用的情况下使其“复活”的。在这种减径机上，后面一个机架的减径辊速度比前一机架快，速度增快的程度比需要接纳前一机架管子的延伸还要快，这样，在管子中建立起实际的张力，所以才有张力减径机这一名称。这种轧机生产小直径钢管被证明是成功的⁽⁸⁾。

1949 年 9 月，Gary 厂利用停产时间对 1 台轧管机进行了改造，安装了连轧管机和新型张力减径机，新机组采用了和 Lorain 钢管厂设备相同的试验工艺⁽⁹⁾，平面布置中也设有 Assel 轧管机。人们对张力减径机寄予了很大的希望。根据当时的报告，张力减径机尚未以全效率轧管，但已表明其是以低成本生产质量好的产品的机组，证明这一机组或类似机组是生产小直径热轧无缝钢管的最佳工艺设备。在以全效率生产时，张力减径机的轧出速度可达 9.14m/s ($1\ 800\text{fpm}$)⁽¹⁰⁾。

2 注释

(A1) 就 20 世纪上半叶各种轧管工艺形成而言，这两种工艺形成较晚，它们的形成是第二次世界大战前后无缝钢管工业界的大事。至此，经历近 60 年的发展，各种无缝钢管生产工艺均已成

熟，并已应用于大规模工业生产。由于这两种工艺都是在 30 年代后期至 40 年代末形成的，故放在同一章节内论述。

(1) Wooster mill 系指在俄亥俄州 Wooster 市的钢管厂，厂名 Wayne Co.，至于 Wooster mill 采用何种工艺，记载不详。轧机改造后，Wooster 市遂成为 Assel mill 的诞生地。

(2) W. J. Assel 系 Timken Steel & Tube Co. 的工程师，先后获得 5 项轧管专利，其内容涉及管坯处理、钢管定径以及轧管工艺等方面。在 1937 年前后，他分别改造了 Wooster mill 和 Canton mill，使之成为世界上著名的 2 台 Assel mill。

(3) 由于这种斜轧管机采用 3 个轧辊，因此一般称之为三辊轧管机，而欧美各国则习惯于称它为阿塞尔轧管机 (Assel mill)。三辊轧管机采用长芯棒轧管；轧辊的中间有突棱 (有些资料也称之为“肩”)，高度为 5.5 ~ 16mm，在轧制时实现主要的压下，并可以实现较大的压下量。在长芯棒上轧管可以获得表面光滑的成品管，并且直径和壁厚准确。

轧辊中心线倾斜于轧制中心线，并倾斜于通过轧制中心线和轧辊中央所形成的平面，当改变倾斜角时，轧制角和送进角均随之改变。轧辊的直径根据所轧钢管的直径选定。在原苏联国立冶金工厂设计院设计的三辊轧管机上，轧制 $\Phi 40 \sim 75\text{mm}$ 的钢管时，选择的轧辊直径为 240mm；轧制 $\Phi 76 \sim 160\text{mm}$ 的钢管时，选择的轧辊直径为 470mm；当延伸系数为 1.7 ~ 3.3 时，轧管机允许钢管以 0.14 ~ 0.34m/s 前进速度轧制。

三辊轧管机主要用于生产厚壁的轴承管和其他壁厚为 5 ~ 25mm 或壁更厚的钢管。1939 年 5 月，德国钢管公司的技术人员参观 Wooster 钢管厂时，当时的轧管工艺参数为：外径 38 ~ 76mm，平均壁厚 6.3mm，延伸系数 2，壁厚公差 5%，小时产量 3t。

三辊轧管机上也可以轧制管壁较薄 (2.5mm 以下) 的钢管，如法国 Vallourec 钢管厂用其轧制 $\Phi 56\text{mm} \times 2.4\text{mm}$ ，长 11m 的钢管。当 Assel 于 1954 年参观德国 Hilden 钢管厂时，就三辊轧管机生产较薄壁管的问题座谈时指出，Vallourec 厂是通过调整轧辊各段长度来实现轧制 $D/S = 24$ 的钢管的。

(4) 这里有两处提到斜轧，其含义不同：一是

斜轧轧管，二是斜轧穿孔。德国 Kümmerling 博士认为：生产无缝钢管不进行斜轧是不可思议的，除了在穿孔阶段应用外，斜轧还用于延伸和定径阶段，以使穿孔毛管轧到接近用户要求的尺寸。

用于延伸阶段的三种不同装置是：阿塞尔轧管机、狄塞尔轧管机和行星轧管机。它们都采用芯棒轧管，适用于小型或中型的钢管厂。

(5) Assel 轧管机的两个优点是和自动轧管机相比较后得出的。这种轧机的主要弱点是不适合轧薄壁管，即 D/S 不能太大，一般 20 ~ 30 较适宜。

(A2) Canton 地处克利夫兰市南，距该市约 75km，Wooster 在其正西，它们构成一个等腰三角形。改造后的 Canton mill (属 Seark Co.) 为美国第 2 台三辊轧管机，并与自动轧管机联用。

(6) 这段文字是译注者添加的，有助于对张减技术发展早期历史的了解。

(7) Lorain 厂的张力减径机情况如下：张力减径机为二辊式、12 机架，机架中心距为 368mm，每个机架由 1 台 147kW，850 ~ 1700r/min 的直流电机传动，轧辊直径为 355mm，辊身长度为 178mm，轧辊材质为合金铸铁，下辊不可调；张力减径机的出口速度为 3.7 ~ 7.4m/s，每架的减径量为 10% ~ 12%，减壁量可达 20%。由于张减时可以控制壁厚，所以用一种直径的管子就可以得到多种尺寸的成品管，减径后钢管外径范围为 50.8 ~ 76.2mm，最大长度可达 43.3m。

(8) 在一般减径机上，单架的减径量只有 3% ~ 5%，而在张力减径机上，单架的减径量可以达到 12% ~ 14%。张力减径时，在管径减小的同时可以使管壁厚度减薄或保持不变，并且减径过程稳定和钢管横向壁厚不均较小。因此，张力减径工艺就成了生产薄壁小直径钢管的有效方法。后来，张力减径机不仅用于生产小直径钢管，也用于生产较大直径的钢管。这样，轧管机组只用于生产少数几种规格的钢管，其生产率可达到最高；而其余最容易生产的规格，可通过张力减径机生产，由此大大地提高了机组的生产能力。因此，张力减径机成为三步轧管法 (穿孔、延伸、精轧) 中必不可少的设备。同时，从变形的角度讲，可以和锥辊式穿孔机联用，实现两步轧管工艺。

(9) U.S Steel Gary 厂的张力减径机为二辊式，单独传动，12 机架。减径后的钢管规格为 $\Phi 25.4 \sim$

89mm, 最大壁厚为 19.0mm。轧制速度: 最大轧出速度 2.5m/s, 最大入口速度 1m/s。轧辊尺寸: 辊径 305.0mm, 辊身长度 127.0mm, 机架间距 317mm。电机: 功率 150kW, 转速 850~1700r/min。

(10) 在 50 年代, 张力减径机以 9.14m/s 的轧出速度减径在当时算是高速的, 但后来轧出速度达到 18m/s。就轧出速度而言, 起决定性的因素是: ①与辅助设备相适应的问题, 其中主要是飞锯的速度, 当时飞锯的速度为 6~8m/s; ②与主机同步的问题, 如与焊管机组、连轧管机组相配合, 其轧出速度就可高一些。而与周期式轧管机组配合, 则轧出速度就可低一些。

从实质上讲, 在产品规格一定(即延伸系数一定)的条件下, 轧入速度的大小决定了轧出速度的大小, 轧入速度的范围为 0.6~1.0m/s。

当轧入速度太小时, 管子通过张力减径时的

温降太大, 以致终轧机架的轧制功率急剧增大。飞锯所需的锯切功率亦增大。当总延伸系数为 10、轧入速度为 0.5m/s 时, 管子通过 19 架张力减径机时的温降超过 100℃。

轧入速度的上限值可根据上述两点决定。当延伸系数一定时, 轧入速度的大小就决定了轧出速度的大小, 故当延伸系数很大时, 则采用稍小一些的入口速度。如在 TAMS A 张力减径机上生产 $\Phi 21\text{mm}$ 的成品管时, 延伸系数为 10 的轧入速度为 0.6m/s, 轧出速度为 6m/s。

60 年代后, 设置在连轧管机后面的张力减径机, 其轧制速度最高已达 18m/s, 此时不能采用飞锯, 管子在经过大冷床后用排锯成排锯切。

(待 续)

金如崧译注

● 杂志征订

欢迎订阅 2001 年《钢管》杂志 · 欢迎订阅 2001 年《钢管》杂志

- ◆ 传播钢管技术 促进钢管发展
- ◆ 融技术、经济于一体
- ◆ 创新 实用 系统 导向
- ◆ 精美的大 16 开 广告创意新颖
- ◆ 8 次荣获部省优秀科技期刊奖
- ◆ 精诚为冶金行业内外读者服务

钢 管
GANG GUAN

《钢管》双月刊, 公开发行人, 由国家冶金工业局主管, 攀钢集团成都无缝钢管有限责任公司主办, 中国钢结构协会钢管分会、中国金属学会轧钢学会钢管学术委员会协办。

本刊纵揽国内外各种钢管(无缝·焊接)生产、科研、设计中的新技术、新工艺、新设备、新产品以及经营管理、市场营销、财经商情、价格物流、环保节能等经验成果与动态。

欢迎各界朋友订阅, 本刊除邮局发行外, 还可随时办理函购。

国内发行代号: 62-195

国外发行代号: 4780BM

定 价: 6.00 元

全 年: 36.00 元

地 址: 四川省成都市牛市口·攀钢集团成都无缝钢管有限责任公司内《钢管》杂志社

邮 编: 610069

开户银行: 工商银行成都市双桥分理处

帐 号: 21624906623

联 系 人: 陈 莉

电 话: (028) 4553136 4408096

传 真: (028) 4553136