

连续轧管机的发展⁽¹⁾

——《无缝钢管百年史话》(8)

摘要:近代连续轧管机技术的发展是从美国 Lorain 厂的连轧管机组投产开始的。概要介绍了在美国进行正式生产的第一台连续轧管机(Monessen 轧机, 7 机架两辊式, 德国设计)以及在其后相继投产的几台连续轧管机的产生情况。

关键词:无缝钢管; 连续轧管机; 产生; 发展

中图分类号: TG333.8 **文献标识码:** E **文章编号:** 1001-2311(2000)03-0053-04

1 概述

Shelby Steel Tube Co. 对 The Ellwood Weldless Tube Co. 实施兼并, 使后者成为其下属单位, 被称为 B 厂。此事发生在 1897 年 11 月 13 日。之后它主要生产冷拔自行车管和锅炉管以及一些特殊管, 外径范围为 1.59~44.5mm。

B 厂于 1901 年 6 月成为美钢联的一部分, 此后不久成为一个试验厂, 以开发成本低、生产率高的轧制工艺为目的, 研究开发的一个特殊领域就是连轧管工艺, 这种工艺在穿孔坯内穿以实心芯棒, 随后不停顿地轧过许多道次, 1 台试验轧机采用 5 对轧辊, 即 3 对水平辊(3H)和两对垂直辊(2V), 这些机架装在一个机座内, 靠得很近, 和轧管机背靠背地设有 1 台松棒机⁽²⁾, 使芯棒在管内轧松以利于脱棒, 最薄壁厚为 3.4mm 的管子可以一次轧成; 如轧机具有更大功率, 壁厚再薄一些的管子也是可以轧的, 然而这台连轧管机是由原用于驱动穿孔机及周期轧管机的老式蒸汽机所驱动的, 要在轧机上生产壁厚更薄一些的长管, 功率不足, 从实用的目的出发, 可以说这台连轧管机是成功的⁽³⁾, 但由于在 Shelby 公司 A 厂所作的试验指出了发展自动轧管工艺的途径, 并且显示出更有希望的先兆, 因此 B 厂的连续轧管机被拆除。

无缝钢管工业界的 20 年代(20 世纪)始自 Milwaukee 的 Globe Steel Tubes Co. 在 1911 年中的投产。同年 Pittsburgh Steel Products Co. 开始执行增添新的轧管设备的计划。最后, 根据财政拨款确定的项目是建造自动轧管机和引进 1 套连续轧管机。自动轧管机在 1913 年 8 月投产, 和这一时期

的许多自动轧管机一样, 生产 $\Phi 102\text{mm}$ 热轧锅炉管, 但很快就改造为可以生产 $\Phi 140\text{mm}$ 机车过热蒸汽管的机组。同年连续轧管机组也安装投产, 这台连续轧管机是 7 机架两辊式的, 由德国进行设计, 可以说是在美国进行正式生产的第一台连续轧管机⁽⁴⁾, 10 多年前在 Ellwood 市建造的连轧管机采用同样的原理, 但从未正式地用于生产, 是一台“短命”的轧机。The Pittsburgh Steel Products Co. 在投产初期遇到少问题⁽⁵⁾(bugs), 但它可以高产量低成本地生产用作冷拔料的 $\Phi 57\text{mm}$ 以下的管子, 这台轧机在 1913 年投产, 直到 1924 年拆除以前一直运行正常, 通常称之为 Group C 轧机⁽⁶⁾, 但操作工通常称它为“Dutch mill”。

1919 年元月 Pittsburgh Steel Products Co. Group E 轧管机在 Allenport 投产⁽⁷⁾, 这是按 Monessen Group C 轧机设计的, 也是 7 机架两辊式的, 所不同的是辊径为 $\Phi 508\text{mm}$, 并且采用滚动轴承, 其前设有曼式穿孔机, 投产后第一个班就轧制 450~500 根管坯。这台连轧管机在 1920 年感恩节轧制了最后 1 根管, 于 1929 年 9 月拆除。这是一台很好的轧管机, 轧制原理很好, 为什么很快就废弃, 实在有点令人不解。

1916 年美钢联在 Indiana 州 Gary 市开始执行新的钢管厂建设计划, 而 Gary Tube Co. 按照印第安纳州的法律并入该厂, 这个钢管厂耗资 2 500 万美元, 土建安装工程花了约 4 年时间, 到 1924 年才开始生产, 到 1925 年为止, 在工厂建设、设备投资、建职工生活区等方面实际上已耗资 3 500 万美元。

起初这个厂的设计只生产焊管, 至于是否应该

生产无缝钢管在公司领导意见分歧较大,但是当工厂的工作日益开展后,20年代初支持上无缝管厂的人们拿出市场统计来论证,他们向建无缝管厂方向倾斜的趋势日益明显,相应地在计划方面作了变动,上无缝钢管轧管设备的计划通过了,这是发生在1923年的事。无缝钢管厂在1925年投产,1930年又增加了第二套轧管机组,第一套无缝轧管机组在发展大口径无缝钢管用的二次、三次穿孔工艺方面起了先锋作用。这种工艺也相继在Lorain和Mckeesport钢管厂得到了应用。1924~1926年Gary厂经营亏损,之后(1927~1930年)才有所盈利。起初Gary Tube Co.的主要领导和National Tube Co.是一样的(两个厂一套领导班子),按照一个非正式协议,Gary厂的商务工作由National Tube Co.掌管,1933年4月Gary Tube Co.的经理决定将该公司的资产转给National Tube Co.,所以Gary Tube Co.在1933年12月被National Tube Co.正式兼并。

由于生产能力过剩,Gary钢管厂自1931年起停产。同年又研究了上生产合金管的设施,该车间年产6.72万t合金管,1942年2月24日Tubular Products Inc.作为一个单独的分厂并入,所有的股份为美钢联所有,同年3月26日和Defense Plant Corp.签定了合同。工厂设备将由政府提供资金,几个月后,公司易名为Tubular Alloy Steel Corp.,根据与Defense Plant Corp.签订的合同应于1943年3月1日开始热轧生产,同年6月1日开始冷拔生产,应于1943年9月达产,即年产7.776万t的水平,1944年9月Tubular Alloy Steel Co.决定并入National Tube Co.,为后者所兼并。

第二次世界大战结束后,人们纷纷议论关于关闭National Tube Co.的Ellwood厂将无缝钢管生产集中到Gary来的事,这一计划从未执行,而Gary厂的无缝钢管生产设备却一直闲置不用。Gary厂利用停产这一时机,对1套轧管机组进行了改造,安装了连轧管机,并配以新的张力减径机,这一新机组采用了和Lorain钢管厂进行试验的相同机组的许多新工艺,在平面布置上也包括了三辊轧管机⁽⁷⁾。人们对张减机寄予了很大的希望,根据最新的报告,张减机尚未以全效率轧管,但已表明它是低成本生产质量好的管子的机组,且这一机组或类似机组是令人满意地生产小口径热轧无缝管的最佳工艺。在以全效率生产时从张减机轧出的速度可达

549m/min⁽⁸⁾。

Lorain厂开始生产时与管材没有什么关系。

1888年宾州Johnstown的Thomas L Johnson及其同伙建立了Johnson Steel Street Rail Co.,这个厂部分被毁于1889年5月Johnstown的水灾,其后,曾设想将工厂搬至克利夫兰地区,经过考察认为,假如黑河可用于汽船航运,则适合于建炼钢厂的地方应为俄亥俄州的Lorain。1894年3月30日“洛兰评论报”宣布:“问题已获解决,Johnson钢厂将建在Lorain”。1894年6月8日破土动工,1895年4月开始炼第一炉转炉钢。公司的1,2号高炉于1899年竣工。同年11月1日Federal Steel Co.购进其资产,同时Lorain分厂易名为Lorain Steel Co.,Federal Steel Co.及其所有下属机构在1901年4月1日被U.S Steel兼并。不久,National Tube Co.的工程师被派往Lorain厂以设计拟安装在Lorain厂的带钢轧机和钢管厂。这些轧机的建造始于1903年6月,而1904年1月1日Lorain厂被新组建的Ohio National Tube Co.所接管。这个部门在什么时候被National Tube Co.完全兼并,不得而知。在1903年开始建设3,4号高炉,于1905年建成。1907年增添5号高炉。在发展炼铁能力的同时相应地扩大了炼钢能力,增加了精整设备。

本世纪20年代油井管趋向于用无缝钢管,这一发展趋势促使Lorain厂在1926年安装了1号无缝轧管机组;1928年安装了2号无缝轧管机组;1930年安装了3号无缝轧管机组。1941年Lorain钢管厂被选定为进行新型张力减径机试验的地点⁽⁹⁾,这一套连轧管机组是经National Tube Co.之手而实现的连轧管工艺的“复活”⁽¹⁰⁾,在实心芯棒上连续轧管的原理是1904年在Ellwood市的Shelby B厂首先试验的,然而现在是与高速减径机相连,在这种张减机上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,这种轧机用于生产小口径钢管被证明是成功的。

2 注 释

(1)连续轧管技术在20世纪上半叶连续不断地发展,经历了Ellwood连轧管工艺试验,Monessen及Allenport Group C、Group E连轧管机的投产和Foren轧机等各个发展阶段,最后才是Lorain厂和Gary厂与张减机联用的连轧管机组的投产,从而在20世纪中使连轧管技术发展迈出了重要的

一步。应该指出：讲连续轧管机发展史而不讲 Fassel 轧机是不够完整的，美国第一台生产性的 Monessen 厂的连轧管机就是德国按 Fassel 轧机设计的。Fassel 轧机实际上标志着从试验轧机到生产轧机的转变，所以 Biller 博士将 Fassel 列为对连续轧管机发展作出重大贡献的三个人中的第一个人，另两位是 Foren 和 A. H Calmes，而美国资料中对 Fassel 轧机只字未提。假如从 Kellogg 轧机算起，这是一个时间跨度为 60 年的连续不断的发展过程。因此在《无缝史话》一书中连续轧管工艺的发展是分散在几个章节中讲述的。本译注将它分在 Kellogg Mill, Ellwood 工艺试验, Foren Mill 和 Lorain & Gary Mill 中介绍。本章主要是叙述 Lorain 厂和 Gary 厂的连轧管机组，即真正站稳脚跟的两套连轧管机组。

(2) 在无缝钢管生产技术中，“Reeler”一字在不同的轧管机组中有不同的含义。在自动轧管机组中作“均整机”讲；在顶管机组中作“松棒机”讲；在旧的连轧管技术中，“Reeler”也是松棒机，但新的连轧管机在最后机架的孔型中设法轧松 1~2mm，所以也就不设松棒机。

(3) 从技术角度讲，1901 年 Ellwood 的试验轧机是成功的，拆除的原因参见连载(6)。

(4) 从连载(7)注释(9)中可以看到：说 Monesson 轧机是美国第一台生产性的连轧管机是符合史实的，但从世界范围来讲就不是第一台生产性的连轧管机。因为有 3 套 Fassel 连轧管机在先，此外 Шодуар 从比利时进口的 $\Phi 46 \sim 108\text{mm}$ 的连轧管机，产量虽低，当时仅 0.8 万 t/a，但也应算作生产性的轧机。

(5) “Bug”一字的原意是“臭虫”，乃指在连轧管机孔型设计方面遇到的麻烦。

(6) Group C 轧机就是在连轧管机发展史中著名的 Monessen Mill，工人们把它叫做 Dutch Mill (荷兰轧管机)，这一轧机技术是从德国引进的。为什么叫“Dutch Mill”，据韦伯斯特辞典解释：Dutch Akin to Ger: “Deutsch”，意即英文中“Dutch”的发音近似德文中“Deutsch”的发音。故进而注释道：Dutch = German (Obs or Slang)，Group E 轧机是 Selkirk 先生依照 Group C 轧机设计的，安装在 Allenport 厂。

(7) Gary 厂的连轧管机组 1950 年 1 月投产，和三辊轧管机并联布置，生产外径 25~89mm 的钢

管，薄壁管长度为 13.7m，厚壁管长度为 7.6m，机组中所设的穿孔机是一般的曼内斯曼穿孔机，根据所轧钢管规格的不同，穿孔坯可以送到连轧管机上，也可以送到三辊轧管机上进行轧制。连轧管机为 8 机架，脱棒后的连轧管，经加热送张力减径机减径，张力减径后的钢管经冷床冷却，然后用多台冷锯锯成定尺长度，并送去进行成品精整。

(8) 关于张力减径，应该指出发展连轧管技术有两个基本条件，这就是先进的电气传动技术和张力减径技术。这两项技术在 20 世纪 50 年代的迅猛发展和巨大成就促使连轧管技术经过 60 年的坎坷历程，终于获得成功，此后便是 20 世纪下半叶更大的发展了。

(9) 近代连轧管技术的发展是从美国 Lorain 厂连轧管机组 1949 年投产开始的，Lorain 厂的连轧管机组采用 $\Phi 140\text{mm}$ 规格的圆管坯来生产 $\Phi 51 \sim 102\text{mm}$ 的水煤气管、油管和锅炉管，生产能力为 1.8 万 t/月。管坯经加热、定心后去穿孔机，穿孔机由 1 台 3 310kW，225r/min，13 800V 的同步电动机传动；减速机的减速比为 2.25:1；轧辊直径为 1 070mm，辊身长 610mm；喂入角固定为 10° ；轧辊线速度约 5.63mm/s。 $\Phi 146\text{mm}$ 穿孔坯的出口速度为 0.915m/s。穿孔过程完毕后，顶杆从穿孔坯中抽出，随即穿孔坯被拨出，滚到定位辊道上，在这里穿孔坯被移送到与连轧管机入口端相距一定距离为止。此时，穿孔坯被拨到穿芯棒辊道上，在此 1 根约 19.2m 的经过涂油的芯棒插入穿孔坯，然后开始连轧过程，芯棒用低合金钢制造，每根芯棒可用 2 000~2 500 次，然后重车后再用。

连轧管机为 9 机架，机架中心距为 1 120mm。每个机架装有两个直径为 660mm、辊身长 228mm 的轧辊，机架与水平面相交 45° ，相邻机架交叉 90° ，各机架由直流电动机传动，总容量为 6 250kW，由变流机组供电。

在连轧管机上，穿孔坯在芯棒上进行轧制；头两个机架将穿孔坯直径加以减缩，使其内表面同芯棒相接触；在第 3、4 架中得到较大的减壁；在第 5、6 机架中，管壁继续减薄，但减壁量稍为小一些，第 7、8 机架是辗光机架；而第 9 机架则将椭圆形的毛管轧圆以便脱棒。

从连轧管机中轧出来以后，带芯棒的钢管被横移到脱棒机上。脱棒机的辊道是传动的，它可以

钢管往回送，直到芯棒的尾端被脱棒机的卡爪卡住，将芯棒抽出来，抽出的芯棒经辊道和台架返回连轧管机前台进行冷却、涂油以便再使用。

钢管经再加热后送至 12 架定径机或 12 架减径机，轧成热轧成品管。

(10)原书中“Revival”(复活)一字写活了连续轧管工艺近半个世纪的发展，连载(7)注释(9)的表格再添上 Gary 厂和 Lorain 厂的连轧管机组，那么 20 世纪上半叶连轧管技术的发展史也就可以划上句号了，接着就是 20 世纪下半叶连轧管工艺进一步的发展，这表现为：

a)全浮动芯棒连轧管工艺的进一步完善，直至六七十年代德国两套连轧管机组投产。

b)七八十年代出现了限动芯棒连轧管工艺和半浮动芯棒连轧管工艺，从而形成三种连轧管工艺并存的局面。

c)七八十年代限动芯棒连轧管工艺迅猛发展，继紧凑式限动芯棒连轧管机之后又出现了三辊式连轧管机的发展新趋势。这将在其后加以论述。

(待 续)

金如崧译注

征集论文

冶金部轧钢信息网钢管专业网第十三届钢管技术信息交流会 征集论文

冶金部轧钢信息网钢管专业网第十三届钢管技术信息交流会，定于 2000 年 9 月 19 日在天津钢管公司召开。根据“预备会”决议，以及国内外钢管技术发展态势，并结合我国加快西部大开发的特点，特征集以下范围论文：

- 1 钢管生产企业引进国外先进技术的经验与新思路；
- 2 钢管生产新技术的应用与新品种的开发；
- 3 钢管生产设备的改造与节能降耗；
- 4 提高钢管质量的管理经验与相应措施；
- 5 计算机及信息管理在钢管生产中的作用；
- 6 钢管的在线检测技术的应用与发展；
- 7 钢管产品的延伸及拓宽市场的举措；
- 8 实施名牌战略与企业发展的相互关系；
- 9 加入 WTO 后钢管企业的应对措施；
- 10 钢管企业参与西部大开发的思路；
- 11 钢管行业如何根据自身特点制定企业的战略发展规划。

欢迎各单位和个人踊跃撰写论文。优秀论文作者将被邀请在大会上宣读论文，并颁发证书，予以奖励，专业报刊杂志也将选登其论文。会议论文（在封页右上角方框内填写“第十三届钢管技术信息交流会论文”）请于 2000 年 8 月 15 日前寄往：

天津市东丽区天津钢管公司质量保证部
邮编：300301
收件人：赵晓林 李 兵
联系电话：022—24801180，24801183
传真：022—24801291

天津钢管公司质量保证部
轧钢信息网钢管专业网