

世纪之交话无缝

——《无缝钢管百年史话》(续释12-3)

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,目前是各种生产工艺并存,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-0.9;TG335 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-2311(2004)05-0055-04

1.3 “当代水平”在工艺过程自动化方面的应用

1.3.1 液压小舱控制系统

在国外,液压小舱控制系统(HCC)最早(1993年)应用于由INNSE公司设计的限动芯棒连轧管机组,随后在大直径MPM连轧管机组上也得到应用。HCC系统是液压元件、机械部件和电子器件的组合件(Capsule、Package),它将液压缸两侧的压力值以及和轧辊箱或移动工具相联的活塞杆的位置坐标实行实时测定,并输入HCC控制系统。HCC控制系统和基础自动化层以及工艺过程控制系统相联接以实现轧管工艺的要求。液压小舱可以替代机械压下系统,而且具有位置调整和施加力能的双重作用,位置调整的精度可达 ± 0.005 mm,反应时间为0.02~0.04 s。

1.3.2 HCC在MPM连轧管机上的应用

早期的MPM连轧管机采用机械压下装置,在轧制前调整轧辊,而在轧制过程中轧辊是不能调整的。后来,机械压下装置和短行程(30~70 mm)液压小舱一起投入应用,前者用于轧制前的轧辊预调,后者可在轧制过程中作一定程度的轧辊调整。直至20世纪80年代末,具有长行程(70~230 mm)油缸的液压小舱投入应用,使在轧制过程中除可调整轧辊外,所有机架都可进行调整,而对最后的两个机架还可调节轧制力,这样的HCC可使钢管质量、尺寸精度得以保持最佳状态。此外,HCC还能对管件温度分布和机架弹性变形予以补偿。

1.3.3 端部轧薄技术(FTS)在连轧管厂的应用

(1) 早期液压压下系统的试验

液压压下系统最早广泛应用于带钢轧机和钢板轧机,而在连轧管机上的应用试验则始自20世纪

80年代初期,试验的目的在于验证在连轧管机上采用数模控制的液压压下系统的效果。图3所示为液压压下系统的原理图,测压仪测得的轧制力反馈到控制系统以对轧机的张力进行补偿。

试验结果证明,采用这种液压压下系统可以减小由于穿孔坯纵向壁厚不均、轧件纵向的温度分布不均以及工具磨损而造成的连轧管的壁厚不均。

连轧管管端轧薄,对于减小张力减径的切头损失是有效的。为使管端轧薄,管端处的轧制力要比管件中部的轧制力大2~3倍。采用理想的数模,可以用增大单机架轧制力和对由此而引起的辊缝变化进行补偿的办法来取得理想的端部壁厚。

(2) 住友金属海南钢管厂的液压压下系统

住友金属海南钢管厂曾两次采用液压压下的技术措施对 $\Phi 177$ mm和 $\Phi 140$ mm连轧管机进行改造。液压压下装置的主要技术性能见表5。液压压下控制系统的原理如图4所示。

为使FTS技术取得最佳效果:一是采取轧辊速度控制系统以避免机架间出现推力;二是最后机架采用特殊孔型以改善可能出现的壁厚不均。

液压压下系统微机控制的一个功能就是确保液压压下系统开始工作的准确时间,要采用静态和动态适应两种制度;另一个功能是控制液压缸的位置。

为了确保液压缸反应时间准确,并使液压伺服阀性能稳定,必须对喂进速度、液压缸错位以及液压反馈压力进行补偿,因此必须建立专用的数据处理系统和伺服控制系统。

(3) 采用长行程油缸的HCC实现FTS工艺

HCC控制系统在全浮动芯棒连轧管工艺中的主要应用是实现FTS工艺。假如进入张力减径机的母

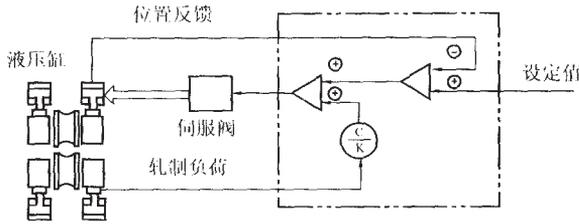


图3 液压压下系统的原理示意

表5 液压压下装置的技术性能

项目名称	机组/mm	
	Φ140	Φ177
成品管外径/mm	25.4~141.3	73.0~183.0
连轧管机机架数/架	7	8
空心坯直径/mm	134, 181	228
连轧管直径/mm	110, 151	198
最大轧制速度/(m·s ⁻¹)	7	5
被施加的机架号	5, 6, 7	6, 7, 8
最大负荷/MN	4 (第5、6机架) 2 (第7机架)	4 (第6~8机架)
行程/mm	2.6~5.6	2.6~5.6
长度/mm	200~2 000	200~2 000
最大速度/(mm·s ⁻¹)	50	35
位置检测器	Magnescale	Magnescale
伺服阀类型	SYY-F31-450高压式	
额定流量/(L·min ⁻¹)	450	

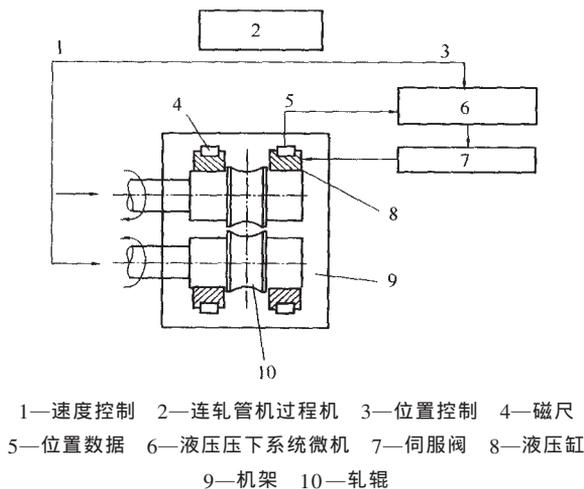


图4 液压压下控制系统的原理示意

免出现过分的张力，其效果也就更佳。在MPM连轧管机（主要是MINI-MPM）上，也可通过在轧制中改变轧辊位置的办法实现FTS工艺，为了避免其机架间的过份张力或拖曳作用，电机转速要做相应的调整。由于技术要求较高，这种功能只能通过具有长行程油缸的HCC系统来实现，并且在第2级自动化层中要具有适当的数模，用于计算作为时间函数的液压小舱位移量和电机速度的校正量。

因此，从减少整个机组的切损来说，不具有HCC控制系统和FTS技术的MPM连轧管机组（通过张力减径机出成品管），反不如具有这两者的全浮动芯棒连轧管机组。

1.3.4 斜轧工艺过程中顶头位置的自动调整

HCC的一个应用实例是在斜轧过程中顶头位置的自动调整。如图5所示，顶杆由两个液压小舱给予定位，并对顶杆长度因机械、热膨胀因素而引起的变化予以补偿，从而保持顶头位置不变。

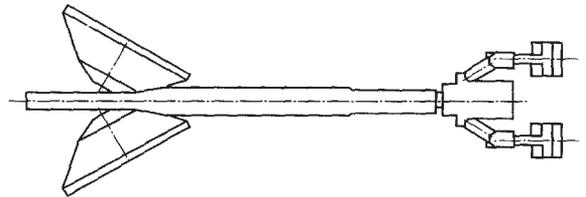


图5 用两个HCC定位的斜轧（扩径）机顶杆

在斜轧工艺过程中使用HCC的目的在于：①使顶头在轧制前能快速可靠地定位；②在轧制过程中自动调整顶头位置；③对顶杆的长度变化予以补偿。

轧制过程中，由于顶头受到压力，因而顶杆也会受到压力。此外，顶杆因工件而受热，使顶头产生位移，如果不加以补偿，势必对穿孔坯（扩径坯）的壁厚产生不良影响。对其补偿可以通过轧制过程中液压小舱的移动来实现。液压小舱的运动规律可以根据HCC控制系统所取得的数据，凭籍热-机械数模加以计算。

顶头位置的自动调整可以说是斜轧（穿孔）工艺过程自动控制的关键，所以也是HCC的一个重要的应用场合。

1.3.5 张力减径工艺过程的自动控制

完整的张力减径工艺自动控制系统包括在线的工艺过程自动化系统和离线的自动控制软件组合。

(1) 在线工艺过程自动化系统的组成为：WTCA、WTCL、CEC、锯切长度优化、工艺过程自诊断软

体管，其两端的壁厚比中间部分薄，则CEC控制的效果将明显提高。若将CEC和FTS相结合，就可避

件包和数据库。

(2) 离线的自动控制软件组合包括减径系列表、孔型设计表、生产计划及轧机整定数据、管材材质数据库、工具加工管理和汇集轧机生产记录的数据库。它可以和生产管理计算机直接相联,也可以构成一个独立的工作站而不与其他的计算机相联接。

1.4 全浮动芯棒连轧管厂的技术改造

1.4.1 全浮动芯棒连轧管工艺在当代的地位

就轧管工艺而言,连轧管工艺代表了当代水平。在大直径管生产领域,MPM连轧管工艺是先进的,而PQF工艺则是超前的。在小直径钢管生产领域,全浮动芯棒连轧管工艺和MINI-MPM工艺则各有千秋。对于工艺自动化水平这个问题,这和建厂的年代直接有关,一般说来,不论是全浮动芯棒连轧管厂或MPM轧管厂,在投产10~20年后,其在工艺过程自动控制水平方面就落后了,需要提高。

1.4.2 提高工艺自动控制水平

采用FTS技术,全面提高工艺自动控制水平是全浮动芯棒连轧管工艺彻底解决“竹节”问题的唯一办法。对于老厂来说,这不是3~5年内能完成的,因为首先遇到的是基础自动化方面诸如传动系统、PLC、电子框架、微机、过程机等等的改造问题,在谨慎地完成二级以下的自动化改造后就应尽快确定全面提高工艺自动化水平的总目标。该目标必须瞄准“当代水平”,甚至更超前一些。

1.4.3 实现FTS技术的关键是采用HCC

在全浮动芯棒连轧管厂的技术改造中采用FTS技术的关键是采用HCC系统的问题,其间有两点值得注意:

(1) 不走液压压下、短行程油缸液压小舱等弯路,以免留下后患。表6列出了液压小舱和电气机械压下装置的性能参数。

表6 液压小舱和电气机械压下装置的性能参数

项目名称	全负载时的速度/(mm·s ⁻¹)	到达全速所需时间/s	全负载时的反应时间/s	90°相滞后的反应频率/Hz	位置调节的分辨能力/mm	位置调节的准确度/mm	控制操作的盲区/mm	超负荷时释荷速度/(mm·s ⁻¹)
电气机械压下	0.8	0.300	0.40~0.60	2	±0.020	±0.030	0.030	0.8
液压小舱	4.0	0.008	0.02~0.04	15	±0.001	±0.005	无盲区	8.0

(2) 弄清HCC控制系统的有关问题,因为HCC控制系统与机械、液压、电子学三大门类的技术有关,涉及长行程油缸、液压伺服系统、计算机微机分阶层构成系统等一系列问题。

1.4.4 张力减径自动控制的水平

在张力减径自动控制方面要解决以下问题:

①明确张力减径自动控制的水平,采用哪一类组合为宜;

②离线和在线的自动控制项目的组成;

③CEC和FTS技术如何考虑;

④如何统一“水平”和效果以及在一定时期内的手动操作系统和新系统。

1.4.5 大小连轧结合的钢管生产体系

住友金属公司花了10多年的时间,通过改造小连轧、用大连轧取代大自动,实现了大小连轧相结合的钢管生产体系,但其基础乃是小连轧的技术改造。

大小连轧的结合也有多种模式,除有住友金属公司的模式(MPM+FFM)外,还有(MPM+MINI-MPM)的模式和(PQF+FFM)的模式。对于这3种

模式,从工艺的优越性的排列顺序是:(PQF+FFM) > (MPM+FFM) > (MPM+MINI-MPM)。因为PQF+FFM的模式所生产的钢管质量好、产量高、管径大、现代化水平高,更具有竞争力。PQF+FFM模式优良是因为PQF工艺优于MPM工艺,经过技术改造的FFM和MINI-MPM相比并不逊色。

在20世纪末谈论无缝钢管生产技术和全浮动芯棒连轧管厂的技术改造是很有意义的。在19世纪,Mannesmann兄弟和Stiefel发明了两种轧管工艺,可是他们绝没有想到在20世纪这些轧管工艺处在被取代的工艺之列^①。人类总是不断地进步,到21世纪末时,无缝钢管生产工艺会发展到什么地步,实难预料,但是从现在起作20年的远虑还是必要的。

2 注 释

(1) 这里的“将被取代的轧管工艺”是指“周期轧管工艺、自动轧管工艺和顶管工艺”这3种工艺。表7列出了Aetna-standard厂制造的两套自动轧管机使用情况。

在被取代的“二手设备”库存清单里未见到周

表7 Aetna-standard厂制造的自动轧管机使用情况

轧管范围/mm	制造时间	停产时间	备注
Φ60~244	1953年	1996年	
Φ114~244	1957年	1982年	设有两台穿孔机, 在1977年进行过改造

年的1套全浮动芯棒连轧管机组已进入了这一行列, 看来RK1也相类似。这些轧管机仅经历了30~45年的时间就退役了。从Kellogg轧管机到Tube Investment的连轧管机一共才100年时间, 今后这一过程还将加速。

(续完)

期轧管机, 但英国Tube Investment公司建于1967

金如崧译注

后 记

从1886年算起, 无缝钢管工业经历了100余年的发展, 这一比较特殊的钢铁工业部门形成了与其他冶金工业部门不同的特点, 范围狭窄, 各种轧管工艺林林总总。但至今还没有一本比较全面的记录无缝钢管生产技术发展史方面的书籍。

金如崧先生以英国J.P.Boore著《无缝史话》(The Seamless Story)为蓝本, 择其要点, 辑成《无缝钢管百年史话》。本刊以“钢管史话”栏目, 自1999年第2期开始, 摘刊了《无缝钢管百年史话》的相关章节, 截止本期(2004年第5期), 已全部摘刊完毕。从“钢管史话”中, 可以发现无缝钢管生产的历史总是与钢铁工业其他部门的发展史相联系的, 也可以觅见无缝钢管生产的历史轨迹, 摸清发展的脉络, 提供有益的借鉴。谨以此奉献读者。

(本 刊)

● 信 息

攀钢集团成都钢铁有限责任公司开发出热轧无缝方矩形管

攀钢集团成都钢铁有限责任公司从2003年成功开发出第1支260 mm×260 mm×10 mm热轧无缝方管形以来, 一直致力于热轧无缝方矩形管的开发和研究, 目前已具备批量生产热轧无缝方矩形管的能力。产品规格: 203.2~400 mm×203.2~400 mm×7.92~19.05 mm, 200~400 mm×200~400 mm×8~18 mm; 供货标准: GB/T 3094-2000、ASTM A 501-1989或供需双方的技术协议。

(攀钢集团成都钢铁有限责任公司 李文农)

2004年1~8月俄罗斯钢管冶金公司钢管发运量同比增长6%

2004年1~8月, 俄罗斯第一大钢管生产集团——钢管冶金公司的钢管产销情况仍保持平稳增长的态势, 钢管发运量已达到170万t, 比去年同期增长了6%; 钢产量达到124万t, 比去年同期增长了12%。8月份俄罗斯钢管冶金公司的钢管发运量为21万t, 不过该公司计划9月份的钢管产量将下降到18万t, 其原因是伏尔加钢管厂将进行钢管生产设备的检修, 会影响钢管月产量。今年在钢管冶金公司下属的钢管生产企业中, 伏尔加钢管厂的钢管产量增幅最大, 1~8月伏尔加钢管厂的钢管发运量已达到53.8万t, 同比增长了16%。

2004年1~8月乌克兰钢管产量同比下降2%

2004年1~8月乌克兰的钢管总产量为131.4万t, 比去年同期下降了2%, 其中8月份乌克兰的钢管月产量比上月下降2.3%, 为18.26万t。今年1~8月乌克兰钢管生产企业共向俄罗斯出口钢管53.338万t, 占乌克兰全年向俄罗斯出口钢管配额71.5万t的74.1%。2004年1月5日达成的俄罗斯乌克兰钢管进出口协议规定, 2004年乌克兰向俄罗斯出口钢管的配额数量为71.5万t, 其中: 48.08万t中小直径钢管, 23万t大口径(Φ1 420 mm)钢管和0.42万t不锈钢管。

(攀钢集团成都钢铁有限责任公司 杜厚益)