

# 轧管工艺自动控制技术领域的最新进展

——《无缝钢管百年史话》(续释11)

**摘要:** 工艺自动控制技术是现代化生产企业所必须具备的。在无缝钢管生产企业,应用工艺自动控制技术的企业越来越多。介绍了无缝钢管厂工艺自动控制的几种控制软件包及其功能、自动控制范围等。

**关键词:** 轧管工艺; 自动控制技术; 应用; 进展

**中图分类号:** TG335.13 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2311(2004)02-0055-04

## 1 工艺过程自动控制软件包在钢管厂的应用<sup>(A1)</sup>

近年来,工艺过程自动控制软件包(以下简称工艺软件包)<sup>(1)</sup>在无缝钢管厂的应用明显增多,这主要是适用的软件产品在增多,而这些软件产品有匹配得当的硬件,并且又适合于轧管生产。通常这些软件由轧管机制造厂研制提供,它可以将有关机器运作的内容(包括轧管工艺师、操作人员、生产人员、生产计划员的知识和经验)汇集在一起。

工艺软件包的发展始自对质量、产量和生产效率的特定要求。这些软件包基于使软件和硬件匹配得很好的数学模拟模块,并将它们结合到轧制工艺线的各个自动控制系统中。

### 1.1 用于无缝钢管厂工艺自动控制的软件包

根据工艺软件包的组成及其用途,可按它们的功能将其分为3类:即调节软件包、过程控制软件包和生产监控软件包。

#### 1.1.1 调节软件包

调节软件包由硬件、软件系统组成,通过控制动作器械对机器的运作加以管理,这些动作器械乃指传动调节装置、液压小舱、伺服阀、电气控制系统等。其功用是在轧制前或轧制过程中对轧机进行调整。调节的依据是根据预定值和由装于轧机上的传感器的反馈信号进行的。

对轧管机组的调整是通过执行器械进行的,这些执行器械可以控制诸如电机速度、工具位置等。调整装置通过参考信号控制执行器械。调整装置的功能和准确度由误差探测控制功能加以保证,这是由于从装在现场的传感器来的信号能对调节装置的参考信号进行校正的缘故。在原始数据包括生产数据、工具尺寸等轧机数据和工艺参数的基础上,建立工艺数模。根据工艺数模的计算,对轧管机进行

调整,以上也就是调节装置的输入。

上述功能(调整数据、调节装置、执行器械、传感器、误差探测)组成内层闭环,它自动运作以调整轧管机。相对于这一环路的是外层闭环,它的作用是提高轧机调整、计算的准确度。外层闭环通常还包括操作工或工艺工程师的干预功能,它根据在轧机上的传感器所测得的数据和在已轧制的管件上测得的数据而运作。

工艺数模由一定数量的软件数模和有关的数据库文件组成,后者由轧制工艺的核心知识构成。工艺数模的基础是简单的算法学的原则,它模拟轧管机的特性进行下列数据的计算:

(1) 轧管机的调整数据,以向执行器械提供参考信号。

(2) 预期的轧制参数(如电机的电流值、力能参数)与数据存储系统测得的参考值(核对值)对比。

(3) 其他在轧制过程中更为详尽的有工艺针对性的信号。

上述数模是建立在储存于数据库内的工艺参数基础上的,通过自适应计算功能,可以根据测得的数据进行修正更新。这一功能可以提高模拟数模的准确性,从而使所执行的调整更加准确,例如在MPM轧机上芯棒和管件之间的摩擦力,它是管件的尺寸、钢种、温度等的函数,是计算芯棒拉力输入参数之一,每轧一根钢管或一批钢管后这一系数由自适应计算功能进行反向核算,以便与拉力的测量值和计算值相匹配。这一新的系数值一经计算并生效,就可以替代旧的数值。轧管机通过传感器获得的数据经过自适应计算功能,对这些数据进行后处理,再通过数据存储系统提供给系统的其他单元使用。另外,它还起到轧管机上各个传感元件之间以及自动化系统各个单元之间的联络作用。此外,

它还通过User-friendly interface向轧管车间管理人员提供信息。

至此,对调节软件包通过完全自动化的内层调整环路执行轧管机调整的功能进行了叙述。另有一个外层调整环路,它通过相应的功能,可对从轧管机上取得的数据进行分析,从而使轧管机调整的计算更完善。上述调整环路可对诸如执行器械的参考信号或调节数模的工艺参数等输入信号进行一些校正,这些校正可以用以下方式实现:

(1) 实时方式。用于对轧制中的同一根钢管进行校正,例如电机速度的调整或液压小舱控制系统的位置调整。

(2) 前测后调方式。用于对前一根钢管进行校正计算,对后一根钢管进行调整,即“Tube-after-Tube Regulation”方式<sup>①</sup>。壁厚控制环路即属于这种情况,如包括张力减径机在内的限动芯棒轧管机组的壁厚调整是基于已经轧制的或正在轧制的前一根钢管的壁厚测量数据)。

(3) 逐批调整方式。在轧完相当数量的钢管后(如一批钢管),在统计的基础上进行调整,这被称为“Lot-after-lot regulation”方式<sup>②</sup>,例如在在线热处理(在线常化处理)的情况下,其温度、时间等参数可以根据硬度试验或其他试验的质检报告加以修正,当然,这种校正需要对为数颇多的测量数据统计分析后才能进行。

### 1.1.2 过程控制软件包

过程控制软件包是人们对机器运作进行监控的工具,它由专门研制的工具组成,实际上这些工具本身就是数据存储系统的模块。其功能是:

(1) 从轧机传感器上取得数据并显示、记录(为以后检查调阅用)。对这一系统来说,此功能是基础,对自我诊断和处理故障特别有用。即在实时的基础上对轧机运转正常与否进行核对,并在发生轧制状况不正常时寻找原因,及时处理。

(2) 对所取得的信息进行后处理。通过这一功能(报告、计算)从大量数据中提炼出具有工艺重要性的少量数据,然后将这些数据存储在一个专用的数据库里,以便作进一步分析并提供给其他单元使用。

(3) 工艺报警。对从数据库取得的数据和由工艺模块计算所得的有关预期值,当两者出现明显不吻合时,迅速进行校正。

通过对在操纵台上以实时方式显示的存储数据

图形的分析,可以发现不正常的轧制状况,此时,操作人员需采取校正措施。采用自动化操作,这种校正可能更有效更可靠。INNSE研制了测量机架间张力的专用软件,这一软件可以显示出应该采取何种校正操作以及在何处操作,这一功能当然要和数据存储系统以及上述其他功能结合在一起。这些功能不论是基础性的或是深奥一些的,均可采用简单方式显示,通过操纵台向轧机操作人员提供信息。

### 1.1.3 生产监控软件包

生产监控软件包是为生产计划、生产监控、生产维护和生产工艺提供软件。它由许多功能组成,从而成为优化操作、轧管机管理和生产的有用工具。生产监控系统的主要功能如下:

(1) 料流跟踪。通常由条码对每根管坯加以确认,其在热区和精整区的行踪也可辨认,在一系列合理的位置上形象化地示出全厂的布置,管件进入每区的位置及不断变化的位置。

(2) 生产计划。由一个软件系统专管订货合同,优化轧制顺序,这是由用户确定的优先顺序排定,并顾及轧机所需的各种工具,更换工具所需时间和理想的管坯长度。此外,每一轧制合同的基本数据一经输入,全部数据在自动化作业线的其他功能区也可共享(如执行轧机调整计算)。

(3) 生产报告。对产量、故障时间等等自动进行计算,并按班、按日、按月打印报告,对这些报告进行分析,找出机组中急需维护设备的关键区域。

## 1.2 工艺软件包的硬件和软件的分层构筑

工艺软件包所能达到的性能取决于硬件和基础软件的应用是否恰当,其功能被分设在各个不同的层次中。

每一功能被分配的层次取决于机器装置的特殊条件和要求。一般说来需要反应快的,较简单的功能被分配在较低的层次,它和轧管机上的传感器以及执行器械直接相连;较复杂一些的功能最好分配在高一点的层次。

不同的硬件和软件构筑方式的选择以及将功能分配在自动化系统的不同层次,需要考虑以下一些因素:①要求有功能好的界面;②今后系统改进的可能性;③和现有设备以及由各个供货商提供的电气产品及自动化产品容易结合;④容易从当地购得备品。

## 1.3 壁厚控制软件包——轧管工艺全程控制软件<sup>③</sup>

某些控制功能是分属于某一轧管机组的,而壁

厚控制软件包则需要全厂所有操作的统一协调,并结合在一个单一的系统中。在MPM轧管机区设有在线快速调整环路,其功能如下:

(1) HCCS位置的控制。其目的在于维持液压小舱相对于预整定伐的位置。

(2) 孔型形状控制。目的在于使孔型保持在预定值上,这是根据轧制力预期值和由HCCS得到的数值两者的比较结果确定的。

(3) 冲击补偿 (SC)。对钢管前端由于冲击而造成的壁厚超差起抵消作用,这一切功能也是自动由HCCS执行的。

(4) 钢管长度校正。在轧管过程中由于轧辊辊缝变异而造成的变化,按照运动规律予以处理,这也是对钢管因纵向温度不均造成的差异给予的补偿,若不加补偿,势必造成钢管纵向壁厚不均。

(5) 尾端轧薄。使钢管两端壁厚较薄以利于进一步在张力减径机上轧制。这一功能是通过液压小舱调整轧辊位置而实现的。为了避免机架间产生张力或推力,电机速度也要作相应的变化。MPM轧管机的电机控制既有一般速度控制功能,也有符合尾端轧薄技术要求的速度调节功能。

张力减径机的电机控制系统既具有速度控制功能,也具有按照预定的调整规律实现CEC控制的速度调节功能。

其他的调节功能按“前测后调”的调节方式在下一根钢管上实现。有以下两种方式值得注意:①根据轧出钢管的壁厚测量值,通过改变在线控制的输入(MPM轧管机的孔型控制和张力减径机的速度控制)对MPM和SRM实行反馈调节;②根据钢管离开MPM轧管机时的壁厚测量值对张力减径机进行调整,以实现前馈式调节<sup>(4)</sup>。

上述功能按照其不同的性质被安排在自动化系统的不同层次,所有Level I的功能(在线调节功能)均采用Motorola CPU,以VME标准结构形式实现,其与基础自动化的界面采用VME延伸公共母线,与生产联系的界面则采用Ethernet TCP/IP网络,轧管机组的过程控制和生产监控功能分配在Level II,采用两台计算机(Alpha系统),即过程控制计算机(PCC)和轧线控制计算机(LCC)。前者主要是向操作人员、工艺工程师和生产工程师提供支持,数据存储和调整计算的功能是由这台计算机完成的;后者主要用于生产监控和料流跟踪,它主要完成生产计划的编制、料流跟踪和生产报

表。

每一台主机(穿孔机、MPM轧管机、定径机或张力减径机)的操作台设有生产监控用的大型彩色荧光屏和打印机,所有的设施通过Level II Ethernet TCP/IP联成网络,而自动化系统和Level I则通过工厂的网络进行联结。

## 1.4 结 语

工艺软件包由相应的硬件和软件系统组成,并和轧线的自动化系统结合成一体,其目的在于管理生产过程,改善轧制状况。它可将生产操作实际经验和这一过程理论上的发展所形成的技术知识结合进自动化系统中。

在无缝钢管厂采用工艺软件包可以提高钢管质量,降低生产成本。由于可以自动地实时调节工具位置,使它与任何已知规律和计算一致。因此在无缝钢管厂采用诸如液压小舱这样性能好的执行器械可以大大提高轧管机的性能<sup>(5)</sup>。

工艺软件包在中国和意大利的钢管厂的实际应用,给我们提供了有意义的实例。

## 2 注 释

(A1) 本文对连载于《TPT》1997 NOV/DEC上的两篇文章作了摘译,该杂志在登载这篇文章时曾发表如下的编者按语:由于这篇文章非常长而又非常重要,故本刊将分两期连载:第一部分为工艺软件包综述;第二部分为工艺软件包应用实例。编者说这篇文章非常重要是因为它结合液压小舱控制,论述了工艺软件包在钢管厂的应用,超越了按主机论述工艺过程自动控制的界限,提出了新的概念。

(1) 文中对工艺软件包的提法,除了在标题中用了“Technology-Oriented Process Control Package”以外,正文中均用“Technological Package”这一词组,这里有两点值得一提:

a) 文章标题中用了“Oriented”这一分词,似可译为“具有工艺针对性的过程控制软件包”,这一点有助于理解文中关于工艺软件包的论述。

b) 以往的“Technological Process Control”主要是针对“穿孔、轧管、张力减径”三大工艺过程而言,可以说是狭义的,而本文中的提法则为广义的。

(2) 这两种调节方式均可译为“前测后调”方式,只不过“Tube after Tube regulation是就一根

管子而言的，而Lot after Lot regulation是就一批管子而言。本文为了避免混淆，对后者采用了“逐批调整方式”这一译法，但含意也不够确切。

(3) 文中有几处提到壁厚控制软件包，但这里是提得最透彻的，被称为“轧管工艺的总体协调软件包”，由此也可以进一步了解“Technology-Oriented”一词的含义。

(4) 以前习惯的词汇是“Feed back”（反馈），这里又多了一个“Feed-forward”，本文对此

作了解释，采用了“前馈”这一词汇。

(5) 关于液压小舱（HCCS），将在《无缝钢管百年史话》（续释12）中较详细地阐述，在此不再重复，只是本文在这里有一句精辟的话，即“采用液压小舱可以提高轧管机性能”。由此可见，液压小舱对现代化钢管生产的重要意义。

（待 续）

金如崧译注

## ● 信 息

2001~2003年俄罗斯部分钢管生产企业产量统计 万t

企业名称	2001年	2002年	2003年1~11月	2003年(估计)
维克松钢厂	82.3	74.3	80.2	88.5
车里雅宾斯克钢管厂	68.3	58.2	76.3	82.3
伏尔加钢管厂	51.7	53.2	67.9	75.3
第一乌拉尔新钢管厂	63.7	61.4	63.5	68.5
库尔斯克钢管厂	55.1	51.5	55.6	58.1

拔制电焊管	2.4	2.3	1.3	1.3
拔制高压锅炉管	1.3	1.3	1.2	1.4

注：2001，2002年俄罗斯薄壁电焊管产量分别为85.8，93万t。

（攀钢集团成都钢铁有限责任公司 曾 适）