



信息化 促进热处理新技术发展

上海交通大学材料科学与工程学院 张伟民



制造业是国民经济的支撑,也是高新技术发展的支撑,而热处理则是保证制造业产品的内在质量、提高其使用性能和可靠性的重要环节,历来在先进的发达国家中受到高度重视。目前热处理的信息化对热处理新技术的发展的重要性,也已经逐步为大多数业者所认识。

信息技术作为利用知识、获取知识和繁衍知识的强有力的工具,正有力地推动着热处理新技术发展。一个行业能否与新型工业化同步发展取决于它能否不断向高度知识密集型技术的方向发展。热处理是制造业中涉及知识面最广的一种专业技术,为了达到精密热处理、洁净热处理和节能热处理的目的就必须以不同学科的知识作为基础。热处理信息化正是以信息技术作为高效率的应用知识和获取知识的手段,将理论知识和定量的科学计算直接应用于生产,使热处理逐步发展成为多学科交叉与合成的科学技术。随着信息技术的发展、信息化的软、硬件产品的普及、信息化通用技术的发展,一系列新的热处理技术也在信息化中产生和发展,从而不断地促使热处理行业的面貌改观。

借此机会我想以上海交通大学先进热处理与表面改性工程技术研究中心最近的研究内容与成果为例,从三个技术方向简要介绍一下信息化对热处理新技术发展的促进作用。

一、渗碳工艺过程的优化控制

气体渗碳是一种应用广泛的传统表面强化工艺。计算机较早应用在温度和碳势的控制技术上,十多年前即实现了温度碳势的精确控制。近年来,随渗碳过程计算机模拟技术的发展,及在生产中的应用,使得渗碳工艺过程控制技术已经超越了单纯的温度和碳势的精确控制,在控制概念上发生了质的变化。

渗碳层内碳浓度分布可以用扩散第二定律的解析解(理论解)进行计算,但在实际生产中气相碳势、炉温、传递系数等都不是常数,因此用解析解进行计算不可能正确描述实际生产过程中渗层内碳浓度分布的演变。在气体渗碳计算机模拟技术中采用非线性模型,将炉温、碳势、传递系数、扩散系数都作为时间的函数,就可以模拟真实的渗碳过程,例如计算机数值模拟可以对工件入炉后的初期阶段、炉温、碳势逐渐升高的过程,在渗碳后期由强渗阶段向扩散阶段过渡时碳势和传递系数逐步变化的过程,在

降温阶段中扩散系数和传递系数逐步变化的过程等进行模拟。正确描述实际渗碳过程中各个阶段瞬态浓度场的变化规律,因而能更好地反映实际生产情况,预测渗层浓度分布曲线和硬度分布曲线。在此基础上将气体渗碳的计算机模拟软件和生产过程控制软件融合在一起,构成具有一系列新特点、新功能的气体渗碳智能技术。如能自动生成优化工艺,在生产过程采用计算机在线模拟的新颖控制方法(见图1),能按照每一炉的实际炉况实时计算出每一时刻的浓度分布,并不断对优化工艺参数进行重新优化,随时补偿各种偏差所造成的后果而确保渗碳质量的重现性,不再需要现场工艺人员设定和输入渗碳工艺,由计算机根据工艺要求通过计算机模拟自动优选最优化的工艺参数,并自动完成整个渗碳过程的控制等。该技术已在大批量生产中取得保证渗碳质量和重现性,缩短生产周期等效果。

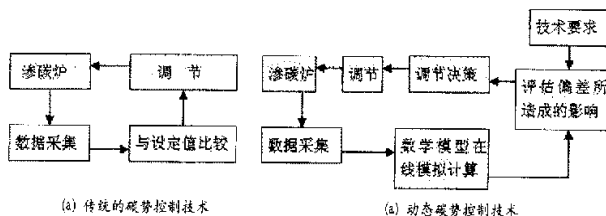


图1 传统的碳势控制技术与动态碳势控制技术的比较

二、冷却性能可控的淬火冷却技术

淬火冷却对热处理质量有重要影响,近年来每隔2~3年召开一次淬火与变形控制国际会议,受到各国热处理界的高度重视。在我国,热处理界对冷却的研究也逐步摆脱长期受轻视的状况,受到越来越多的关注。正确的淬火操作的关键是针对不同的钢种和工件的截面尺寸,在淬火的的不同阶段采用不同的冷却速度。迄今普遍是通过改变淬火介质的成分来调节其冷却特性。然而任何一种特定成分的淬火介质的适用范围都十分有限,如油的冷却较慢,不适用于碳钢和截面较大的低合金钢件的淬火;水溶液的冷却能力强,却容易导致淬火畸变与开裂。而且用油和有机物水溶液会污染环境。目前被看好的高压气淬,其冷却尚难以达到高速淬火油的水平,与水淬更是相距甚远。总之,现有的各种淬火冷却方法都各有局限。另一方面,淬火冷却也是当前热处理技术中可控性最差的环节,已经成为热处理智能技术发展中的瓶颈。上海交通大学先进热处理与表面改性工程研究中心专门组织力量致力于开发以淬火过程计算机模拟为基础的淬火新技术。成功为多家企业针对其产品进行了淬火过程瞬态温度场-相变-应力/应变的数值模拟,为解决一些复杂工艺过程提供了有力的技术支持。如某厂塑料模具钢P20大锻件调质,要求硬度均匀性在3HRC内,且抛光性能要好,水淬容易发生开裂现象,油淬则淬硬层深度不够,显然用简单的淬火方式很难稳定地得到满意的结果。经对在各种不同的淬火方式下工件的冷却过程进行一系列的瞬态温度场-相变-应力/应变的计算机模拟,确定了预冷—淬火—回火的工艺,既获得了满意的淬硬层深度,又避免了开裂的现象发生。进一步地在对各种尺寸的模块淬火工艺的模拟基础上,建立了针对不同尺寸情况的具体工艺规范。该项成果已经在生产中得到应用,如设备条件允许,完全可以在此基础上实现计算机自动控制淬火过程。在上述研究的

基础上,我们正进一步研究不同的搅拌、喷射、喷雾、风冷强度下换热的边界条件,进一步提高计算机模拟的精度,从而再结合其他相关的信息技术手段就有可能建立搅拌、喷射、喷雾、风冷等冷却方法交替应用的淬火虚拟生产平台,为开发以水和空气为介质,冷却能力涵盖现有各种介质,而又可调控的淬火冷却智能技术打下基础。如此将大大改变淬火的面貌,对于提高和稳定热处理质量,实现清洁生产均有重大作用。

三、热处理生产过程的远程实时监测与实时诊断

上海交通大学先进热处理与表面改性工程研究中心还一直致力于热处理计算机生产管理系统和远程实时监测与实时诊断技术的研究和开发,并在自己的实验基地进行实际应用测试。热处理远程监控管理系统既有眼前的需求,也是未来热处理行业技术服务和管理方式发展的一个重要趋势。它将带来诸多好处,改变管理和服务的模式,如:

- (1) 远程实时监测系统使得管理者可以在任何时间、任何可以上Internet网的地方都可以方便地了解生产现场的情况,查询历史记录、生产计划等信息,有利于热处理生产的组织、监督和指导,也同样有利于营销。
- (2) 热处理设备供应商和技术咨询者不必到现场就可以通过该系统掌握现场设备和工艺的第一手情况,有利于提高设备故障诊断的准确率和技术咨询的效率,提高服务的及时性,从而也大大降低了技术服务和设备维护咨询服务的成本。
- (3) 对大量外发任务的企业,可以通过远程监控管理系统合理有效的进行任

务分配以及质量监控,确保产品质量和生产。

图2为上海交通大学先进热处理与表面改性工程研究中心实验基地远程监控管理系统实例网络拓扑图。

该系统采用了一些关键技术,如:

- (1) 用户权限管理系统、防火墙技术,将网络安全放在最优先考虑的位置,保护企业的信息安全。
- (2) 采用B/S (Browser/Server) 结构和TCP/IP协议进行远程热处理生产实时生产过程监控和在线检查设备运行状态。提供了最大程度的易用性,远程访问客户端无需安装任何软件,在对服务器进行简单的设置以后,客户端就可以通过服务器的地址来访问该远程管理系统。
- (3) 采用Internet进行远程通讯,既可以通过拨号网络或者宽带的方式也可以通过LAN进行远程监控。
- (4) 实验中心设立中心数据交换服务器,受监控的设备在开机后就会自动连接中心数据服务器,整个系统只需要一个静态IP地址,所有客户端无需在意自己的IP地址,只需要在选项中选中数据服务器地址即可。

四、结语

上面所谈,只是粗略介绍了信息化在几个技术方向上带来的新的提高,它改变了原有的热处理的面貌。事实上,信息化所带来的技术面貌的改变远不止这三个方向,其影响也必将渗透到热处理的各个方向,并且必将不断深化。希望上述介绍能起个抛砖引玉的作用,吸引更多的热处理工作者加入到热处理信息化的研究与应用队伍中来。

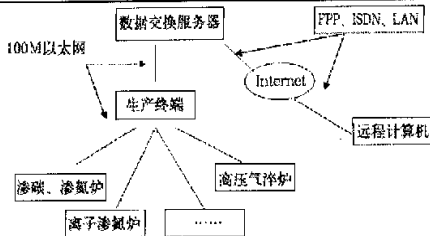


图2 热处理远程监控管理系统实例网络拓扑图