

国产化数控系统的应用现状与发展趋势

■ 太原机车车辆配件厂 (山西 030003) 田建忠

摘要: 从整体技术水平、综合竞争能力和市场应用等方面介绍国产化数控系统的应用现状, 并指出其发展趋势。



数控加工是一门集计算机、自动控制、现代测量、微电子控制和信息化处理为一体的多学科交叉的综合性高新技术, 在现代工业制造领域得到了迅猛的发展和极大的普及。采用数控加工技术能够满足多品种、大批量、高精度复杂零部件的加工与制造, 是实现工业制造自动化、数字化、柔性化、信息化、集成化和网络化的重要基础保证, 同时也是现代机床装备的灵魂和核心, 具有广阔的应用和市场前景, 大力发展具有自主知识产权的国产化数控系统和功能部件, 对促进我国装备制造业的快速发展、推

进工业现代化进程, 实现由“中国制造”向“中国创新”的迈进, 具有十分重要的战略意义。

1. 数控系统的概念

数控系统通过对位置、速度和轨迹等参数的控制, 向计算机输入相应数据, 经过系统自动插补运算后得出理想的运动轨迹, 然后输出到执行机构, 加工出满足规定要求的零部件。数控系统作为数控机床最重要的“大脑”和“神经中枢”, 在确保产品质量、满足用户使用需求中起到了至关重要的作用, 是一个国家机械制造业智能化水平的重要标志和具体体现。

数控系统一般采用若干微处理器通过程序化的软件形式实现数控加工功能, 主要由输入、处理和输出三个基本单元构成, 而所有这些工作都由计算机数控系统通过程序进行集中、合理的协调与分配, 使之能够高效、安全、可靠地运行和工作。数控机床的核心是数控系统, 通过装有计算机控制系统来满足机床的自动化加工, 数控系统能够高效地处理具有控制编码或其他指令符号规定的逻辑程序, 以代码为载体输入到数控装置, 经运算处理后由数控装置发出各种控制指令和信号, 控制机床的规定动作, 按照产品图样要求的尺寸和形状, 自动地将零件加工出来。数控机床较好地解决了复杂、精密、小批量、多品种零件的加工技术问题, 是一种柔性、高效、典型的机电一体化产品, 数控机床的横空出世, 作为19世纪人类文明成果的重要标志, 顺应了时代发展的需要, 推动了工业化革命的进程, 代表了现代机床控制技术的前进方向。

数控系统集成控制原理如图1所示。

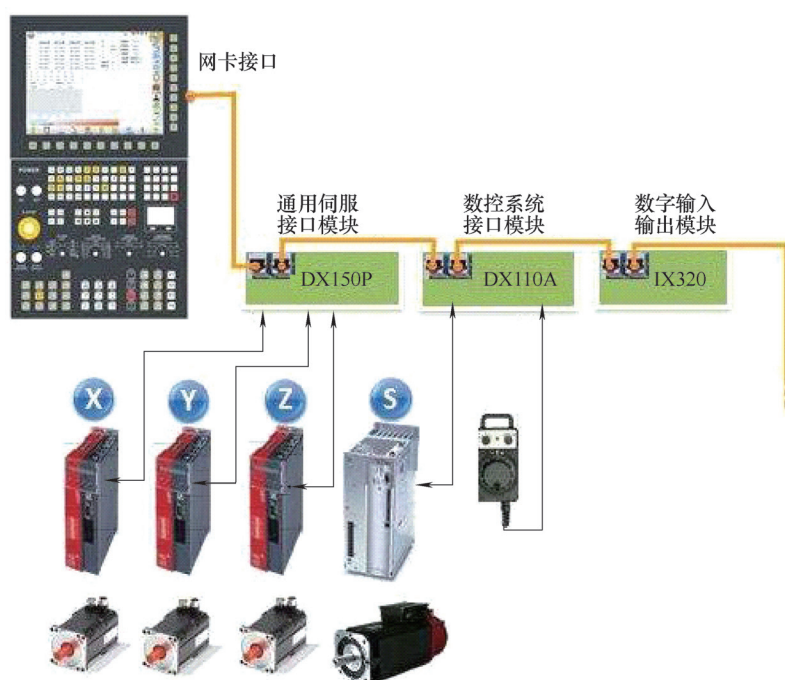


图1 数控系统集成控制原理

2. 国产化数控系统的应用现状

数控系统是数控机床装备的核心部件，数控机床整机出厂时需要装备数控系统，同时设备改造、系统升级也需要用到数控系统，特别是近几年来我国在能源、电力、航空、航天、铁路、汽车和冶金等方向的快速发展，更是为数控系统的应用提供了广阔的市场空间。

改革开放以来，我国国民经济持续稳步增长，极大的社会需求带动了数控技术产业链的快速发展，同时也应看到，我国与国外先进的数控技术尚有一定的差距，但这种差距在逐步缩小，在引进、消化、吸收、再创新国外先进数控技术的基础上，我国已生产出具有自主知识产权的数控系统和数控机床，特别是国产经济型数控系统，满足了机床制

造业对数控技术的配套要求，符合大多数中国用户的实际使用水平，加之又有价格方面的优势，得到了广大用户的青睐，形成了规模化生产优势。国产数控系统企业已占领我国经济型数控系统95%以上的市场份额。在中型数控系统领域，国产数控系统的功能已达到或接近国外同类产品水平，市场价格和售后服务较国外产品仍有较大的优势，市场占有率也在不断攀升。高档数控系统方面，国产数控系统的市场占有率较少，绝大部分市场被发那科、西门子、三菱和德马吉等国外品牌占领，但值得欣慰的是，国产化数控系统已开始进军这一高端领域，其中华中数控和广州数控的研发蓄势待发，随着未来通过密集性攻关对关键技术重大突破，赶超国际先进水平指日可待。

我国数控系统的研发虽然取得了很大的发展，但是在高档数控领域配套的数控系统90%以上都是国外产品。高档数控系统是满足国家战略发展装备的重要手段，是决定机床装备性能、功能、可靠性和成本的决定性因素，在这一核心领域，国外对我国至今仍进行严格的技术封锁，严重制约了我国高档数控机床的发展。为了加快我国数控技术行业的快速发展，国家出台了一系列政策，包括国务院批准实施《装备制造业调整和振兴计划》和国家科技重大专项“高档数控机床与基础制造装备”。《装备制造业调整和振兴计划》明确提出：“坚持装备自主化与重点建设工程相结合，坚持自主开发与引进消化吸收相结合，坚持发展整机与提高基础配套水平相结合的基本原则”，提升数控系统等基础配套件的市场占有率，是落实装备自主化的重要内容。国家科技重大专项“高档数控机床与基础制造装备”也提出，到2020年，国产高档数控机床的市场占有率要实现较大程度的提高。这些举措为我国数控技术行业创造了良好的外部氛围，对于满足我国国防工业急需的高档数控机床开发具有十分重要的现实意义。

目前我国正处于工业化快速发展的成长时期，其中以能源、电力、航空、航天和铁路为龙头的基础工业发展势头强劲，构成了对机床尤其是数控机床的巨大需求，发展功能齐全、性能可靠及技术前瞻的数控系统是我们的历史性选择。

数字化技术的应用场景如图2

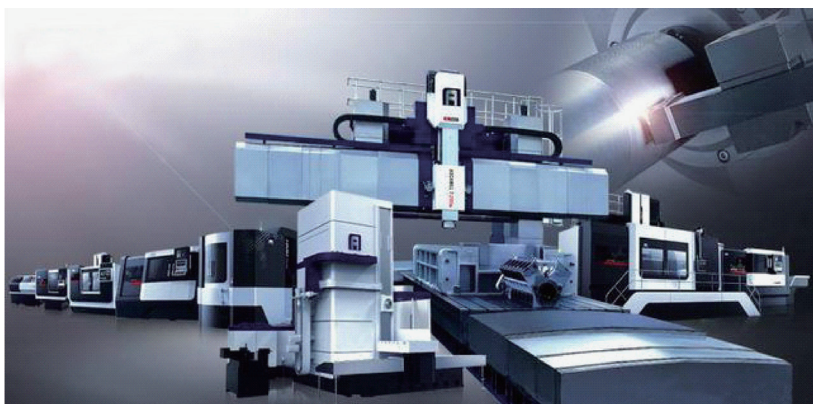


图2 数字化技术的应用场景

所示。

3. 国产化数控系统的发展趋势

数控系统是确保数控机床技术领先的前提和重要保证。预测未来几年国产化数控系统的发展趋势有以下几点：

(1) 向高速度、高效率方向发展。数控机床实现高速化加工，可以极大地提高加工效率、降低使用成本，还可为提高产品的表面加工质量和精度提供有力的技术保证。

(2) 向高精度方向发展。通过设置自动间隙补偿功能和自动监视、自动补偿伺服系统漂移功能，可以满足从精密加工到超精密加工、精度等级从微米级到亚微米级乃至纳米级的制造，为高精度产品的加工带来福音。

(3) 向高可靠性方向发展。数控系统采用大规模专用集成电路和高速微处理器，通过制造过程中的严格筛选和校验，极大地提高电路的可靠性。随着数字化技术的快速发展，未来数控机床的可靠性已经成为衡量数控系统质量的重要指标。

(4) 向复合化、柔性化方向

发展。为了尽可能降低机床工作时的辅助时间，满足柔性化生产的需要，人们希望将不同的加工功能整合在同一台机床上，因此具有复合功能的机床成为近年来数控系统的发展趋势之一。

(5) 向多轴化方向发展。为满足零件表面各种曲面的加工要求，采用多轴联动机床可在一次装夹条件下实现零件的快速加工，显著改善加工表面的精度等级，大幅度提高加工效率，因此开发多轴数控加工设备成为适应市场变化的重要手段。

(6) 向开放式方向发展。开放式数控系统可以使用户在统一的运行平台上，通过改变、增加或裁剪数控功能，便捷地将用户的特殊需求和技术诀窍集成到系统中，快速实现多品种、多档次的开放式数控系统，形成具有市场竞争力的名牌效应。

(7) 向智能化方向发展。智能加工是基于神经网络控制、模糊控制、数字化网络技术和理论的加工技术，通过在加工过程中模拟人工智能活动，以解决加工过程许多不确定性的、需要由人工干预才能解决的技术问题。智能化技术涵盖于数控系统的各

个层面，它包含加工过程自适应控制技术、加工参数的智能优化选择、智能故障自诊断与自修复技术、智能故障回放和故障仿真技术、智能化交流伺服驱动装置等。

(8) 向网络化方向发展。数控机床实现网络化，可以使本身的数控系统与外部的其他控制系统或上游计算机进行网络化的连接，为实现人机对话和远程通信服务等功能铺平道路。数控系统的网络化将极大地满足生产线、制造系统和制造企业对信息集成的需求，也是实现新的制造模式的重要手段和必要条件。

4. 结语

随着科学技术的飞速发展，先进的数控系统在工业制造领域的应用将会越来越多，提供稳定、可靠、先进的高档数控装备，构建具有国际竞争力的数控技术产业链，掌握数控系统的核心技术，满足从规划、设计、分析到优化的综合功能要求，将有力地促进我国数控技术的全面进步，为企业的技术升级和产业结构调整起到催化剂和孵化器的示范效应。

参考文献：

- [1] 陈芳. 数控技术的发展和途径[J]. 科技资讯, 2008 (8) : 49.
- [2] 权秀敏, 尹显明. 数控技术发展趋势[J]. 新技术新工艺, 2007 (6) : 14-16.
- [3] 徐伟, 刘朝明. 数控系统发展趋势的研究[J]. 制造业自动化, 2009, 31 (9) : 1-3.

MW (收稿日期: 20171213)