

推进《中国制造2025》 智能化装备先行

■ 中国工程院院士 卢秉恒

编者按：2016年3月29日，《工业4.0与中国制造2025》高端论坛在苏州举行。本文根据卢秉恒院士在会议上的主题报告录音整理而成。



《中国制造2025》稳步 推进制造强国目标

我国制造业经历了靠引进技术发展起来的家电制造，依托引进和自主研发、正处于迅猛发展中的汽车工业，以及代表了制造业最先进水平的飞机制造这三次浪潮。虽然在产品方面，中国制造正在大踏步地从低端走向高端，但在技术领域，我国仍处于中低端水平，如飞机发动机、计算机芯片等高端技术产品还多依赖于进口，马桶盖、圆珠笔等家用产品的质量也和制造强国有一定的差距。在进入“工业4.0”

前，中国制造在“工业2.0”方面，还有很多质量课要补；在“工业3.0”方面，也有很多关于自动化的工作要做好。可见，中国制造要跨入“工业4.0”的智能化阶段，任务十分艰巨。

2015年5月8日，国务院正式印发了《中国制造2025》，全面部署实施制造强国战略。针对如何从目前的制造大国走向未来的制造强国，《中国制造2025》明确指出分三个阶段进行推进：到2025年，中国制造业可进入世界第二方阵，迈入制造强国行列；到2035年，中国制造业将位居第二方阵前列，成为名副其实的制造强国；到2045年，中国制造业可望进入第一方阵，成为具有全球引领影响力的制造强国。

在此目标基础上，《中国制造2025》指出着重以创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化和人才为本为方针，实施智能制造、制造业创新中心建设、工业强基、绿色制造和高端装备创新等五大工程，在高档数控机床和机器人、航空航天装备等十大领域稳步开展。由此可见，《中国制造2025》并非是一个空洞的口号，而是一个目标明确、内容详实、扎实推进的制造强国规划。

智能化是数控机床发展的必然方向

智能制造是《中国制造2025》的重点和核心，其硬件基础是机器人、智能机床和智能生产线。通过信息化和工业化融合，实现机床的智能化，是装备制造业提质增效的必然发展道路。

智能机床与数控机床的区别在于，数控机床是按照编辑好的程序进行后续加工，产品的质量、生产效率等是程序不可控制的；而智能机床可按照制造的目标，保证以最好的质量、最高的效率来完成加工。因此对于智能机床来说，在生产过程中时刻保证准确的信息来源，对信息进行采集和分析，然后通过编制软件进行控制，是至关重要的一环。通过智能的优化和改造，在现有装备或生产线的基础上，增加很少的成本，

就可以使生产效率提高2~3倍，发展潜力十分巨大。

如何实现机床的智能化？要牢牢掌握住传感器、智能软件和大数据。传感器可以时刻采集信息，保证了信息的准确性和全面性，为后续信息的分析打下了坚实的基础。智能软件来源于对生产工艺的深入了解，可以对工艺进行深入的研究和优化，是智能机床和智能生产线控制的灵魂，也是提高效率的关键所在。装备的设计经验来自于试验的数据积累和用户的经验积累，这些数据和经验组成了大数据，设备运行是否安全、工件加工的优劣、机床设计的薄弱环节、机床故障的预警与维修等都可以通过对数据的比较和分析得出答案，因此大数据是智能制造的核心。

西安交通大学研发了一种新型光栅，是使用纳米压印的方法制作而成，经过国际鉴定，其刻线精度可达到 $\pm 0.2 \mu\text{m}$ 。在应用方面，这款光栅拟与直线导轨结合，把光栅印刷于直线导轨上，以增加系统可靠性，对导轨进行精密的控制和智能的反馈。

此外，“工业4.0”提到的“物联网”思维也对智能制造提供一些启示，可以将制造任务联网，联网的目的是对全社会的生产资源进行优化和整合。未来的生产不会局限于一间厂房或一个企业，而是充分利用外界资源完成生产任务，在社会大数据、工业大数据和制造大数据的支撑下，优化、调动全社会的生产资源，根据交货周期和制造成本进行规划，这也是一个重要的发展方向。

增减材复合助力机床提质增效

制造技术可分为三种，增材制造、减材制造和等材制造。增材制造是通过逐渐增加材料的方法实现制造的过程，即公众熟知的“3D打印”。传统的机械加工方法是减材制造，在其制造过程中材料逐渐减少，如切削加工。锻造、铸造、粉末冶金等热加工方法，可粗略地看作是“等材制造”，在加工中材料的重量基本不发生变化。

中国制造竞争力欠缺是因为缺乏开发过程，而增材制造恰恰是支持了产品的开发。增材制造主要包含光固化技术、粉末选择烧结技术及熔融沉积技术等，可用于汽车、摩托车的开发，还可用于动力机械、航空航天、人体器官创伤修复等领域。

增材制造的优势是不仅可以更新产品、设备的设计观念，从增材变成创材，另外还有利于个性化定制。增材制造可以创建一个云数据平台，进行全社会设计资源和制造资源的共享，即可实现众创和众包，这是一种全新的制造模式，在这种模式下，可以控制规模化生产的成本和周期，以满足个性化批量定制的需求。

西安交通大学开发出一套系统，核心为3D打印技术，先通过数字化技术对现有产品进行扫描或照相，得到其三维数据，在此基础上进行再设计；然后，通过3D打印做出原型，制造出模具。目前，此套系统在全国汽车、机电产品等领域已有50多家示范中心，取得了很好的应用效果。

随着增材制造的快速发展，各大机床厂商也逐渐聚焦于此，研发出增减材混合加工机床，开创了机床全新的应用领域。如德马吉森精机公司推出LASERTEC 65 3D机床，正是将激光堆焊技术与五轴铣削技术集于一体。其铣削加工与激光加工之间可以全自动切换，能完整地加工带底切的复杂工件，进行修复加工和对模具、机械零件和医疗器械零件进行局部或全面的喷涂加工。混合加工方法的突出优点之一是允许堆焊多层的不同材料，实现了最高的表面质量和工件精度，同时可实现粗加工、堆焊和精加工在同一台机床上完成，大大提升了加工效率。

结语

近年来，国内机床企业取得了长足的进步，用于高档机床的数控系统、五轴联动装备的自主研发，为我国核电、航空航天工业的发展注入了活力、增加了底气。但总体上，我国国产机床在质量和可靠性上还有待于提高。

随着智能制造时代的临近，国内装备制造企业应专注于机器人、智能机床和智能生产线的技术攻关，提高产品质量和加工效率；同时，应面向用户进行深入研究，以服务用户为理念，满足用户对产品的需求。只有国内装备制造企业不断进步，我国才能向制造强国的目标扎实迈进！

参考文献：

- [1] 胡迪·利普森，梅尔芭·库曼，赛迪研究院专家组. 3D打印：从想象到现实[M]. 北京：中信出版社，2013.

MW (收稿日期：20160428)