

我国高档数控装备发展中应 重点关注的问题

——访全国高校先进制造技术与机床研究学会秘书长梅雪松

Key Problems in Development of Chinese Advanced NC Equipment


本刊记者 良辰



梅雪松

教育部长江学者特聘教授、西安交通大学机械工程学院院务委员会主任、博士生导师、教育部“机械系统诊断与控制”创新团队带头人，国家十二五 863 计划先进制造领域专家，科技部“机械产品数控化”（数控一代）重大专项专家、西安交通大学学术委员会委员，全国高校先进制造技术与机床研究学会秘书长。主持承担了 973、863 等国家重大科技课题多项，获国家科技进步二等奖、教育部科技进步一等奖、陕西省科技进步一等奖、陕西省教学成果一等奖等各 1 项，发表 120 余篇 SCI/EI 收录论文，获发明专利授权 18 项。

[编者按] 当今制造业广泛采用数控技术,以提高制造能力和水平,提高对动态多变市场的竞争力。而各工业发达国家更将高档数控装备列为国家的战略物资,在“高精尖”数控关键技术和装备方面对我国实行封锁和限制政策。目前,我国已经将高档数控机床与基础制造技术列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020年)》所确定的 16 个重大专项。要不断提高高档数控装备制造和应用水平,我们应重点关注哪些方面?为此,本刊记者对全国高校先进制造技术与机床研究学会秘书长梅雪松教授进行了专访。

: 您认为目前国产数控机床发展之路亟待解决或改进的关键问题有哪些?

梅雪松: 我国近年来为提升数控机床的技术水平和竞争力,在多个科技项目上给予了很大的支持,我们在多家企业对数控机床制造现状进行了调研,单从技术上来讲可能存在以下几个问题。

(1) 首先我国目前的数控机床标准不够健全,不够严密。随着数控机床向着高效、高精度、节能环保等方面的发展,我们对数控机床的评价最多的还是定位精度、重复定位精度

等最简单的静态评价方法,实际上机床的精度与工况密切相关,在多轴联动情况下机床的轨迹控制精度与进给速度、轨迹曲线密切相关,传统的定位精度、重复定位精度等无法判定机床的精度等级;同时,机床的加工精度受热影响很大,因此,对数控机床的评判标准必须加动态的和轨迹精度等方面的要求。因为我国机床的标准过于宽容,大量低水平数控机床充斥市场,不仅不利于我国数控机床的技术提升,实际上浪费了大量的资源。

(2) 我们一些企业还缺乏数控机

床的自主设计观念以及科学的方法。有的企业这两年依靠市场景气有盈利,买来别人的数控机床图纸,照着尺寸就制造、安装,造出来的就像很多专家说的“形似神不似”,没有原机床的内在气质,即机床的精度、精度稳定性、可靠性等方面存在差距。还有的企业有自主设计,但所谓设计就是用CAD画图,照着他人的机床模样把几何尺寸画对了就算设计,按照这样的设计观念,刚毕业的大学生只要会用CAD就可以了。实际上机床的设计与制造不是简单地把几何尺寸画好,标注公差就可以了,这里是一套流程的,有科学的方法的,真正的设计需要根据机床加工工艺的需要,对机床的整体布局进行缜密的思考,对数控机床拓扑结构进行认真的规划,并对机床的关键功能部件,如主轴、进给机构以及控制系统进行分析,再确定机械结构的几何尺寸,之后要利用CAE对数控机床进一步做力、热的分析才能出样机的制造图纸。一般地,很多企业就把样机当产品买,实际上,样机一定要做深入的测试与分析,在此基础上对先前设计的图纸和制造工艺包括安装工艺等进行改进,才能提供给用户使用,并在用户的实际应用中找出问题,进一步改进后续的设计与制造机床。

(3)我国一些企业还缺乏对数控机床制造工艺保证的严密规范与方法,缺乏前面说的对数控机床的测试与分析方法和手段,关键的制造工艺不知如何严格保证,没有对重要制造过程的工序进行测量,拿数据说话。我们课题组在863项目支持下开发了数控机床动态特性测试仪,可以对数控机床的主轴、进给系统动态性能进行测量与分析,在秦川机械发展公司、沈阳机床集团得到实际应用,取得了良好效果,这充分说明了机床在设计制造过程中的测试方法和手段的重要性。如果靠人的感觉和经验制造,要么批量上不去,要么

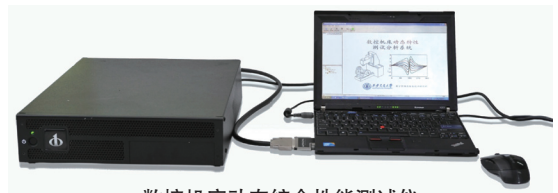
数控机床一致性差,也就是可靠性差。实际上,先进国家的数控机床大件设计标注不是公差,而是标注用什么机床来满足,也就是说这个加工大件的机床肯定可以到某个程度的精度,以保证机床安装精度满足要求。

(4)我国的数控机床关键功能部件与先进国家还有差距,以致数控机床制造空心化,关键功能部件依赖于人,这是众所周知的事情,关键是如何改变这一现状。我们的许多机床企业还是喜欢买进口货,不愿意用国货,这影响了关键功能部件的发展。因此,功能部件企业要自己争气,加大技术开发,把水平搞上去,功能部件更需要技术的投入。同时,数控机床企业也要有宽容之心,最重要的是数控机床用户别指定用进口功能部件,也要有宽容之心支持国产功能部件提升水平。

梅雪松: 要将先进的智能控制技术研究成果有效地应用于飞机大型结构件的高效数控加工中,还要重点关注哪些方面?

梅雪松: 关于飞机大型结构件的高效数控加工我国已经有很多学者开发和研究了很好的技术,取得了许多成果,有些得到了应用,但要实际应用还要注意几点。

(1)根据飞机大型结构件的材料和加工要求选择最合适的加工工艺和装备,像钛合金材料,其切削工艺非常关键,现在有的高速数控机床,即使是进口的数控机床也没有发挥其应有的作用,加工速度没有上去,导致效率不高,所以在航空制造企业应该对推广高速加工工艺技术有紧迫感。同时,在数控系统中置入高效加工工艺技术,开发具有智能化的高速加工工艺选择能力的数控机



数控机床动态综合性性能测试仪



数控机床动态特性在线测试

床才是提高飞机大型结构件的高效数控加工水平的根本。

(2)智能控制技术目前另一个可能应用的场合是飞机大型构件的孔群加工方面。飞机外壳有大量的铆钉孔需要钻,用人工钻既不高精也不高效,应该开发移动机器人方面的专用装备来实现飞机大型构件的高效群孔加工,类似的大型构件,德国在大型风电叶片上的孔加工就是依靠机器人来实现,实际上在今年国家863指南中发现在这方面已经有所考虑。

(3)飞机的结构件类型众多,按照实际构件的几何形状和加工要求,需要设计专门的装卡具和测量工具,这些辅助工具的自动化程度决定着能否实现飞机大型结构件的高效数控加工。如果能够实现加工、装卡与测量一体化,飞机大型结构件的高效数控加工也就实现了一大半,这个工作属于技术集成,需要机电控制等方面的知识,企业应该愿意下工夫做这方面的事情,把人在制造中的干预减少到最小。

梅雪松: 请介绍一下高速、高精度机电系统实现方法的未来发展趋势。

梅雪松: 机电系统是一个广泛的课题,高速、高精度是其一个发展

的方向,高速的目的是为实现高效的产品制造,高精度的目的则是获得高质量产品。我们课题组研究的机电系统主要指的是数控装备,包括数控机床、机器人、包装印刷机械以及控制这些装备的数控系统,这些数控装备有很多共同点,如高速高精度的运动控制技术、机械系统的动态特性的建模、仿真、测量与分析技术等。这些技术的发展趋势可大致归纳为以下几点。

高速与高精度的完美统一是技术的发展趋势之一。现实中,机电系统的高速往往难以得到高精度,如数控机床的主轴和进给机构随着速度的提高,其精度显著下降,在高速运动时,过去被忽略的离心力、惯性力、热等因素成为影响精度的重要因素。机器人更是如此,因为手臂的刚性不足,高速运动时很难实现精确的轨迹和快速精确的定位控制。因此,未来在技术上的突破要使得机电系统在高速时也能够实现高精度运动。

作为高速与高精度的实现手段,新的驱动方法、控制与测量技术体现了其发展趋势。如在数控机床中大量采用了直接驱动技术,包括主轴电机、直线电机等驱动方式,直线电机与旋转电机驱动+滚珠丝杠传动方式相比,省却了旋转运动到直线运动

的转换环节,精度要高得多,速度可达到 300m/min;但直线电机也有成本、维护等方面的不利点。在控制方面,采用高增益的控制技术使得伺服驱动能够克服机械系统的非线性带来的精度影响(如摩擦误差等),但高增益的控制技术需要高性能控制芯片来支撑。激光作为机床上的测量器件被大量采用,但作为反馈控制元件,特别是空间轨迹运动的反馈元件有待未来做更多的工作,目前还是依赖高精度光栅来实现高精度的控制。

由于传统的二维定位平台无法摆脱机械式传动机构所带来的固有缺点,因此近年来提出采用平面直接驱动的方式来完成定子在平面上的定位运动,这种不依赖传动装置,由定子直接驱动转子在平面上运动的装置称为平面电机。其中,磁悬浮平面电机在平面定位过程中无摩擦力的影响,并且具备反应速度快、灵敏度高、定位精确以及结构简单等优点,在微机械装配、超精密加工及测量等场合具有实际应用价值。因此,研究具有高速、高精度定位能力的磁悬浮平面电机式机床工作平台具有重大意义。

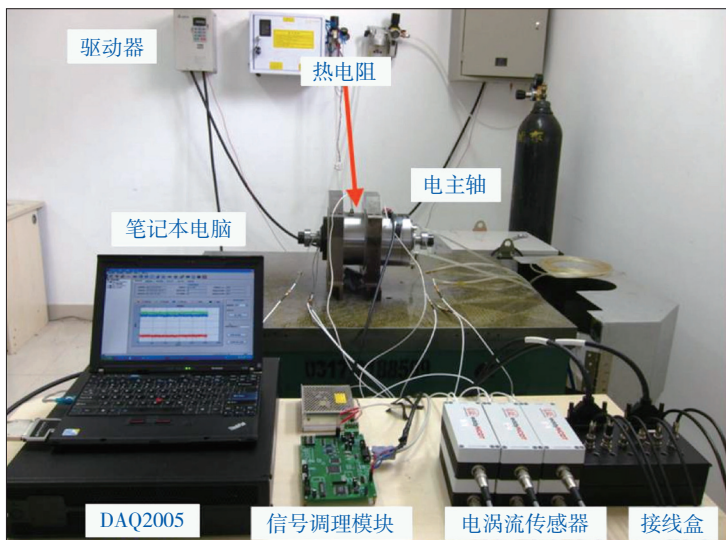
☞: 您多次组织召开“中国高档数控装备前沿技术”行业学术会议和全国高校制造技术及机床研究

会学术年会等,请简单介绍一下相关行业产学研的发展情况。

梅雪松: 这几年在国家重大科技任务的支持下,我国高校、科研院所与企业开展了大量的产学研结合工作,高校与企业的全面深入合作对企业技术进步和高校人才培养无疑起到了促进作用。

在机床行业这种产学研结合是空前的,近年来,全国高校制造技术及机床研究会连续在沈阳机床集团、秦川机械发展公司、泰兴晨光科技公司等机床制造企业多次召开了“中国高档数控装备前沿技术”学术会议,学术活动得到了这些企业的积极响应和支持。通过学会组织的会议,高校教师和企业工程技术人员就我国制造装备的设计与制造技术进行了广泛的学术交流,一些高校的科研成果通过相互的交流与了解在企业得到了应用。同时,据航空航天、核电、船舶、汽车等重点行业对数控机床的需求,装备制造企业联合高校承担了大量的 04 专项课题及 973、863 等重大科技项目的研究。如西安交通大学、山东大学、西安理工大学等高校以沈阳机床集团为依托承担了“超高速加工及其装备的基础研究”973 项目;北京机床研究所、沈机集团昆明机床股份有限公司与天津大学、西安交通大学、华中科技大学等高校联合承担了“箱体类精密工作母机”十二五 863 重大项目;西安交通大学联合秦川机床集团、洛阳轴承科技公司、大连机床集团公司等单位承担“高速加工工艺与装备”04 专项平台等。这些工作充分体现了“产、学、研、用”一体化。

我期望,这种产学研结合不要仅着眼眼前的课题利益,而应该产生一种价值观,产生一种责任感,面向行业的长远发展,毕竟作为工作母机的数控机床需要沉下心来精雕细琢,愿我国的装备制造业能够赶上世界一流。(责编 良辰)



高速主轴动态特性在线测试