

我国量具量仪制造业的现状与发展

谢华锴

成都工具研究所；中国仪器仪表学会机械量测试仪器分会

1 引言

先进数字化精密量具量仪是数字化制造的重要组成部分。先进数字化测量技术已成为先进数字化制造业的核心技术之一，先进数字化测量仪器也已成为先进数字化制造装备的一种核心组件。

高速高效、精密复杂数控切削加工技术和装备近年来得到快速发展。数字化测量技术和精密量具量仪作为数控切削加工技术与装备的“眼睛”，可对整个数控切削系统、加工过程和产出结果实施全面的检测监控。作为系统运行质量保证体系中信息获取、分析、评定及诊断的关键环节，先进数字化测量仪器装备服务推动着先进数字化切削技术和数控切削机床的持续向前发展。

量具量仪对于制造业的重要性毋庸置疑。据上世纪90年代美国国家标准局的调查评估，量具量仪、仪器仪表行业的产值在美国工业总产值中仅占4%，但其影响度达到66%，并且随着科学技术的发展，所占产值比例将增加，影响度也将增大。“制造越高端，测量越重要”。测量技术已经转变为制造业的核心技术之一，测量仪器已经从配套设备转变为制造装备的核心组件。根据科技部统计，2009年我国装备进口额达1万亿美元，其中进口精密仪器仪表占6000亿美元。从这个数字可以看出测量仪器在先进制造业中的重要性，同时也凸显出我国精密测量仪器仪表制造行业在满足国家需求方面的巨大差距。

“十一五”期间，我国制造领域国家优先发展的重大专项包含了能源、汽车、航空航天以及铁路交通运输等制造业，而这些行业所涉及到的典型、关键零件的特点是：大型、重型、复杂、精密，其中新型难加工材料的切削加工占据了相当大的比重。这给数控切削加工技术和装备提出了新的研究课题，也对数字化测量技术和量具量仪提出了新的要求以及新的发展机遇。

2 行业概况

我国量具量仪产业是解放初期在前苏联的援助下开始建立，奠定了行业的基础。以哈量、成量、北量、桂量和上量为主的量具量仪企业为我国量具量仪产业的发展、满足机械制造业的需求做出了很大的贡献。经过多年努力发展，通过技术引进、攻关，不少通用产品如量块、百分表、游标卡尺等精密量具，以及齿轮测量仪器、激光干涉测量仪、圆度仪、滚刀检查仪等机电/电子式精密量具，已经达到相当高的水准，缩小了与国外产品的差距。

随着改革开放的深入，在制造业高速发展的强力推动下，近年来量具量仪产业有了显著的发展和变化，技术和产品升级换代步伐加快，进入数字化和CNC数控化时代；通用量具产业发展迅速，民营企业及改制企业成为生力军。2008年桂林广陆量具生产达到100万套，销售额达到1.8亿，成为国内数显卡尺产业的领头羊和出口大户，其自主开发的具有自主知识产权的IP67高级防护数显传感器和数显卡尺达到国际先进水平，已形成批量生产能力；青量的千分尺产量和产值在世界上已经占据前列，2009年产量达到100万件，销售额超过7000万元。精密量具量仪产业发展也实现了专项突破。哈量量具量仪2007年全年销售达到3.8亿，其中量具近2.6亿，2008年四季度虽然受到经济危机影响，量具销售额仍然超过了2.3亿。其产品覆盖了齿轮量具、三坐标测量机、表面轮廓粗糙度测量仪、对刀仪、量块、量规、卡尺、千分尺、指示表等。作为量具量仪行业的排头兵，哈量在兼并了国外企业后其整体技术水平和产品性能有了进一步提高。成都工具研究所开发的激光测量技术及仪器、齿轮整体误差测量技术等都有新的发展。哈量、哈尔滨精达公司成功开发的CNC齿轮测量中心，打破了国外产品十年的市场垄断，夺回了70%-80%的国内市场份额。北京航空精密机械研究所（303所）、西安爱德华公司的三坐标测量机在激烈的竞争中力占一席之地。这些都是我国量具量仪产业发展的部分实例。近年来更有不少民企、台资港商如“智

泰”、“怡信”等加入竞争，壮大了民族工业的队伍。

随着国外著名量具量仪企业和跨国集团纷纷通过独资/合资建厂或兼并企业，从而进入中国市场，我国量具量仪行业的产业结构、产品市场的发展和竞争态势都有很大的变化。新的形势无疑大大推进了我国量具量仪产业的发展，同时又使国内市场的竞争更加激烈。以三坐标测量机为例：国产坐标机近年虽有了较快发展，但是绝大多数为中、小规格和生产型的中低端产品，国内市场70%-80%的份额仍然由国外企业或跨国集团所占据，高档、计量型或大规模三坐标测量机/多坐标测量机，国外企业或跨国集团公司的产品则占据了绝对多数。仅“海克斯康(青岛)”一家公司2008年在国内的量仪销售额就达到了12亿，近年还通过兼并国内企业不断向中低端市场扩展，致使民族企业的生存发展受到更大挑战和压力。

自2008年10月中下旬以来，受全球金融危机影响，我国量具量仪行业明显感到市场需求的萎缩，尤其是通用量具出口订单有明显的下滑和缩减(达到30%-50%)。据中国机床工具工业协会工具分会对我国工具行业72家主要企业的统计，2009年行业工业总产值为116.3亿，与2008年的230亿相比，约下滑50%；2009年产品销售利润为17.3亿，而2008年为35.9亿，下滑超过50%。其中，2009年量具量仪统计企业的全年产值为10.2亿(其中量具7.4亿，量仪2.78亿)，而2008年可比产值为12.9亿(其中量具9.93亿，量仪2.98亿)，2009年产值仅为2008年的79%(其中量具为74.6%，量仪为93.5%，量具下滑明显)。

由于中央政府采取了及时而有力的政策措施拉动内需，在全国经济迅速复苏向好的良好形势下，工具行业各企业根据市场变化，通过压缩库存，苦练内功，提高现有产品质量和强化内部管理，积极开发高新技术和产品，努力实现产品转型提升，生产销售形势有了很大的起色，迅速走出低谷；2010年更是出现订货激增，甚至因来不及生产供货、不敢签订合同的“井喷”局面。

3 技术现状

我国量具量仪制造技术和产品总体上更多依赖引进仿制，依赖于廉价的原材料和人力资源，一些企业竞相生产量大利微的中低端产品，而高端市场难以进入。总体来讲，国产量具量仪与国外的差距，甚于机床和金属切削刀具。

除了体制问题以外，我国量具量仪行业企业经济技术基础和创新开发能力都较薄弱，指望企业依靠自有资金及技术积累进行发展，困难较大；即使在国内市场上，与资金雄厚、技术实力强大、资源积累丰富的跨国集团进行竞争，国内企业谋生存求发展的难度也可想而知。

在通用量具及数显量具方面，存在低价竞争。以民营企业为主的部分中小企业产品单一，尤其是出口外向型量具企业，劳动密集性量具产品技术含量低、大多以仿制为主、贴牌出口，在国际金融危机的冲击中已经感受到明显影响。由于在可靠性、整体性能、新技术、新产品等方面的差距，我国量具无法进入高端市场；近年原材料及劳动力的上涨，不少企业利润大减，流动资金短缺，缺乏发展后劲；低价竞争、假冒产品屡禁不止的状况，加剧了企业和行业发展的困难；而个别地区的地方保护主义，更是助长了这种严重扰乱市场的不法行为和不良风气。

近年来，国内开发生产的三坐标测量机、齿轮测量仪器、激光干涉测量仪、表面轮廓粗糙度测量仪、圆柱度测量仪等，在产品性能和生产规模上有不少提升，但是与国外同行产品相比，仍存在精度较差、可靠性低的问题，产品以中低档质量性能的居多。整体上看，量仪行业高新技术基础薄弱，缺乏自主开发创新能力，研发资金短缺，资源配置协调能力差，尤其是量仪关键零部件如基准高精度长、圆传感器、测头探测系统、精密传动丝杆及直线滚动导轨等几乎全部依赖进口。缺乏测量基础技术研究和基础设施，缺乏精密仪器制造技术、装备和人才贮备，缺乏精密量仪基准传递的检测技术、装备与环境条件，缺乏高水平研究团队和市场开拓技术服务人员。因此企业自身很难实现自主创新开发、并生产出具有市场竞争力的高端数控测量装备。此外，量仪开发周期长，需要大量财力、物力和人力的投入，高新技术集成度高，自主创新开发难度大，投入产出绩效差，市场开拓艰难(非直接生产的固定资产投资)，面临与国外跨国企业“重量级

选手”的竞争，等等。这些不利因素影响、限制了不少企业对于量仪发展的决策；企业的短期思维，进一步迟缓了量仪产业的发展。

综上所述，量具量仪行业在机床工具行业中发展最为迟缓，与国外先进技术水平相比较，至少落后20-25年。

近年来，装备制造业、尤其是汽车、模具制造业的发展以及国家振兴装备制造业的计划和举措，都给我国量具量仪产业的发展提供了很好的机遇。“十一五”期间我国机械制造领域国家重点优先发展专项，如汽车、能源、航天航空、铁路、交通运输等行业的发展，对精密测量技术和仪器提出了更多、更高、更新的要求，这对我国量具量仪产业来说是个良好的发展机遇。不少企业抓住了“十一五”发展机遇，加快技改，加大技术引进和自主创新投入，积极实施产业结构转型，开发了国内市场急需的、高科技含量的、高性价比的国产先进数字化量具量仪产品。在世界经济不景气的情况下，对于具有良好性价比的我国量具量仪产品，尤其是数显电子量具和数字化测量仪器，积极稳定原有市场、开拓新兴市场应该是个机会。国内企业在注重技术和工艺改造、提升传统产品质量、强化企业管理、进一步降低成本的同时，要努力开发新技术新产品，进行技术产品的升级换代，以便抓住时机迅速提升企业核心竞争力。

4 发展趋势

量具量仪主要指量具（包括传感器）和测量仪器。量具特点是：通用，使用面广；量大，可实施规模化生产。随着现场质量检测的需求，适应环境的数显、数字化、专用、高效量具成为其发展趋势。为满足数控机床装备精度提高的需求，传感器已经达到微纳米精度。新测量原理、高分辨力、高精度、高防护数字化量具发展迅速，测量信息无线传输的数字量具测量站/网开始得到应用。量仪特点是：先进数控测量仪器属于高档数控装备，集成了精密测量、精密机械制造、传感技术、电子技术、数控驱动技术、计算机技术以及信息技术等多领域多学科的先进科技成果。由于其复杂、精密、高新技术密集，因此自主创新开发及研制生产的难度大，投入大，产量少，产出收益慢。在传统的“重生产，轻质量”的思想指导下，市场开拓困难，尤其在外国先进技术和进口产品的冲击下，国内量仪行业的生存与发展一度受到较大影响。

当前量具量仪技术主要体现在如下领域：（1）数字化量具和传感器——为适应加工环境，实现纳米高精度测量，开发新测量原理；（2）坐标探测系统——多轴高精度扫描测量；（3）便携式、便于操作的高精度激光测量系统；（4）现场快速、光电非接触测量仪器——悬臂式坐标测量机，关节臂式测量机，可移动式测量仪；（5）极限尺度测量仪器——大尺寸复杂零部件的现场测量，激光雷达，iGPS，MEMS的纳米测量坐标机；（6）在线/在机测量仪器——主动/工位量仪；（7）仪器精度软件补偿技术——仪器静态精度补偿和温度、力等工况环境动态补偿，以及仪器故障自诊断技术和软件远程升级和维护；（8）精密量具量仪和制造系统的集成融合，构建设计、加工、测量闭环制造系统等。

量具量仪的发展方向为：

（1）测量技术、信息技术与先进数字化制造技术的集成与融合，强化了精密测量的质量监控和服务功能，实现了从“被动检测”到“主动监控”的转变、从“离线”到“在线”的转变以及从“事后”到“实时”的转变；

（2）测量信息和测量数据无线/网络传输技术的应用，及数控测量仪器/系统的网络远程服务；

（3）先进测量技术的制造系统远程诊断/咨询服务系统/平台的集成。

5 代表产品

最近两年是我国量具量仪行业在新技术和新产品开发上取得明显成果的有利时机，这不仅归功于经济大环境的复苏改善、国家的政策导向支持、重点项目的拉动，更归功于量具量仪企业重视技术创新形成共识，积极跟踪行业发展趋势，瞄准国家及市场需求，结合自身优势开发。

5.1 数字化量具

(1) 防水、防尘性能达到IP67的“工况型”数显卡尺（桂林广陆，图1）；(2) 红外“遥控型”数显指示表（成量图2）；(3) 上下左右可视“宜人化”的数显千分尺（青海量具，图3）；(4) 数控机床用“无线传输型”触发式测头（哈尔滨先锋科技，图4）；(5) 蓝牙“无线传输”电子水平仪（青岛前哨，图5）；(6) 高精度陶瓷步距规（桂林安一、深圳鹰旗，图6）；(7) CNC齿轮成形磨床在线检测装置（秦川机床，图7）。



图1



图2



图3



图4



图5

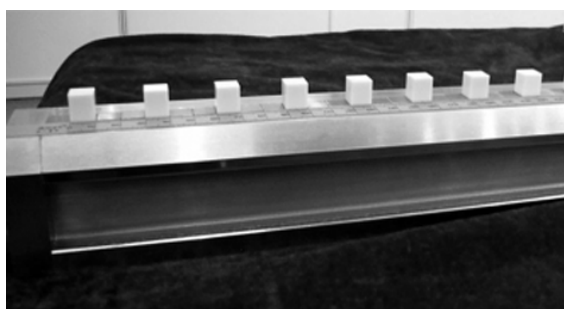


图6



图7

5.2 数控测量仪器

(1) 花岗石结构CNC齿轮测量中心(哈量、哈精达, 图8); (2) CCD成像刀具预调测量仪(哈量、成量和天津天门精机, 图9); (3) 大型龙门式三坐标测量机(北京航空精密机械研究所、西安爱德华和深圳壹兴佰, 图10); (4) 凸轮轴曲轴检测仪(北京中科恒业、哈量, 图11); (5) 高精度圆度圆柱度测量仪(哈工大、威尔信, 图12); (6) 数字式光学影像测量仪(深圳智泰, 新天图13); (7) 三维影像测量仪(天准, 图14); (8) 绝对编码网格式影像测量仪(东莞七海光电, 图15); (9) 齿轮刀具闭环制造系统集成CNC齿轮测量中心和数控砂轮修整机(西安共达精机, 图16); (10) 大型CNC齿轮测量仪(哈量、秦川机床, 图17); (11) 微小齿轮测量仪器(成都工具研究所、北京工业大学, 图18); (12) 激光干涉测量系统(成都工具研究所, 图19)。



图8

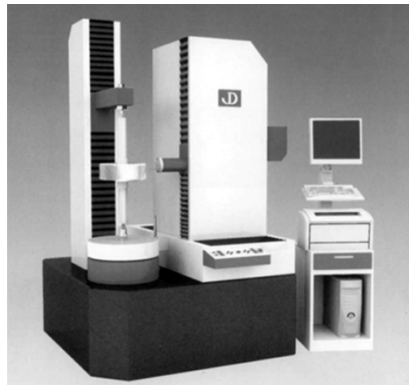


图9





图10



图11



图12

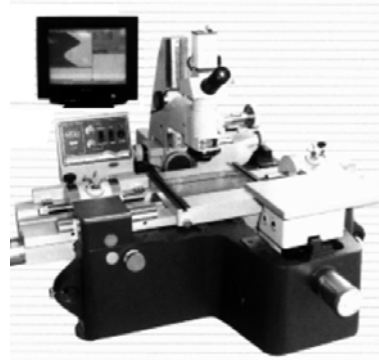
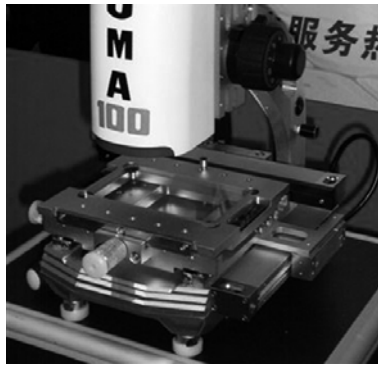


图13

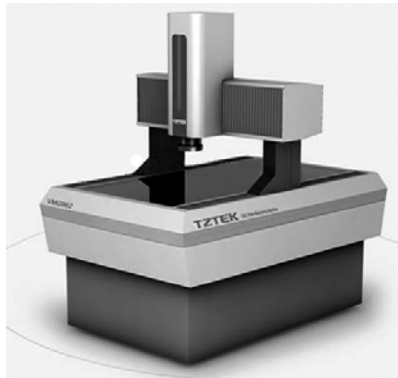


图14

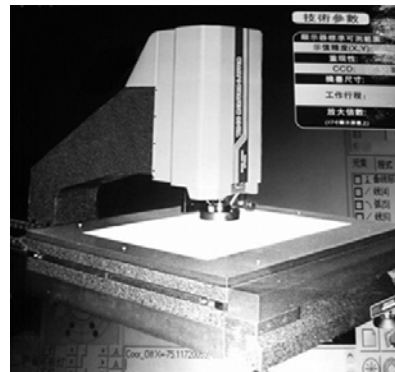


图15



图16



图17



图18



图19

6 结语

“管、用、产、学、研”相结合是加速发展我国数字化测量技术的有效途径。通过政府对重大科技综合项目的统筹规划、立项管理和牵引，调动与整合集成行业内外优势资源，对于解决行业共性关键技术、改进行业技术基础建设、提升行业整体水平具有重要的现实意义。“十一五”国家科技支撑计划中、由中国机械工业联合会负责组织的“高速高效切削工具的研究开发”项目是个成功典范。该项目研究内容和目标与国民经济发展规划和重大用户需求紧密结合，以我国航空航天、交通运输、能源工业发展和高档数控机床急需的高速高效数控工具为研究对象，根据共性关键技术和典型产品开发制造技术，明确目标，确定了11个子项，集中了行业内外“用产学研”的优势资源，有多达10个以上的行业重点单位参加，在联合会科技工作部的组织领导下，强强联合，优势互补，进行攻关。仅用了不到两年时间，在超细晶粒硬质合金材料的制备技术（株洲钻石）、高性能（TiAlN、厚膜Al₂O₃）涂层设备和涂层工艺成套技术（上海工具、川大、成都工具所）、曲轴磨削高速高效CBN砂轮制造成套技术（郑州三磨所）、重型大型复杂数控刀具齿轮滚刀、插齿刀、花键拉刀（汉江工具、哈一工）的制造技术及装备开发方面都取得了突破性成果；以石油管螺纹刀片、火车轮毂刀片为代表的硬质合金复杂成形数控刀具成套制造技术水平（成工所、株洲钻石）有了明显的提高；在高速高效切削加工基础理论、共性技术的研究和实验检测装备、先进切削工艺等方面（国家刀具检测所、南航、山东大学、西工大）也取得了令人鼓舞的进展。“高速高效切削工具的研究开发”重大专项的实践，为精密数字化量具量仪制造行业的国家立项、行业攻关提供了一个可借鉴的模式和途径。不过，目前我国关于精密测量技术和仪器方面的纵向课题（如863项目、973项目、科技部重大攻关项目等），大多采用商业领域常用的“竞标”PK的方式，获胜者得到项目及国家相应资助。笔者认为这种“竞标”方式并不是最佳的、唯一的途径。但该方式的积极作用是促进了企业间的竞争，比较适用于市场经济中的商业竞标；但是重大专项是由国家投入资金、关系到一个领域内的重大技术进步和关键产品的升级换代，关系到行业整体水平和竞争力的提升，仅仅依靠单打独斗是难以完成的，应该集合我国量具量仪行业各企业的优势，采用“强强联合”的模式来进行“集团”攻关。

2011年是我国“十二五”发展规划的开局之年,我国量具量仪行业在“十二五”期间会有更大的进步,追赶上我国高档数控机床及装备的发展步伐,努力满足我国战略性新兴产业和装备制造业不断提高的实际需求,为我国国家经济发展战略的实施和国民经济的快速发展作出更大贡献。

作者: 谢华锟, 研究员级高级工程师, 成都工具研究所, 610051 成都市