工业机器人RV减速器关键部件制造及对我国精密机床发展思考

北京圣蓝拓数控技术有限公司总经理　宋　松



2014年我国制造业乃至经济领域有一个非常热的词——工业机器人。由于劳动成本上升和产业结构调整，特别是工业机器人售价已经达到了一个可以接受的水平，工业机器人四大家族的上下料机器人（15kg以下）的售价，不含工艺工装，仅机器人本体已经接近20万元，虽然是一个普通操作工年收入的5～6倍，但是工业机器人可以三班24h工作，没有情绪，不需要五险一金、不需要宿舍和劳保，另外机器人的平均寿命超过10年，按年折旧计算，加上维护保养费用，每年不过3万～4万元的使用成本，由于工业机器人能够24h工作，实际使用成本大大低于人工成本。

加之国家层面产业升级的倡导和政策倾斜，2014年工业机器人前所未有的备受关注，业内人士估算我国2014年工业机器人装机量超过4万台，占到世界总产量的20%，超过日本，并成为世界工业机器人第一大消费市场。

1. RV减速器技术

然而工业机器人核心技术之一，也是工业机器人机械部分最核心的技术——机器人关节，特别是机器人关节的RV减速器技术，我们目前处于什么水平呢？

目前应用于机器人领域的减速机主要有两种，一种是RV减速器，另一种是谐波减速器。在关节型机器人中，由于RV减速器具有更高的刚度和回转精度，一般将RV减速器放置在机座、大臂、肩部等重负载的位置，而将谐波减速器放置在小臂、腕部或手部。对于高精度机器人RV减速器（见图1），日本具备绝对领先优势，目前全球机器人行业75%的精密减速机被日本的Nabtesco（帝人）和Harmonic Drive两家垄断（业界俗称RV减速机和谐波减速机），包括ABB、FANUC、KUKA等国际主流机器人厂商的减速器均由上述两家公司提供。



图　1

其中Harmonic Drive在工业机器人关节领域拥有15%的市场占有率。另外，德国SEW传动设备公司和德国弗兰德FLENDER公司也占据了一定的市场份额。

目前国内机器人制造企业所使用的大部分的机座、大臂、肩部等重负载RV减速器仍然严重依赖进口，并且主要来自Nabtesco（帝人）和Harmonic Drive两家企业的产品。

虽然国内的上海电机和秦川发展两家企业开始投入研发，秦发展拟投资1.94亿元投资投建机器人关节项目，但目前也是难以在激烈的市场竞争中占据有利地位。

2. RV减速器关键部件制造与机床

RV减速器结构如图2所示。

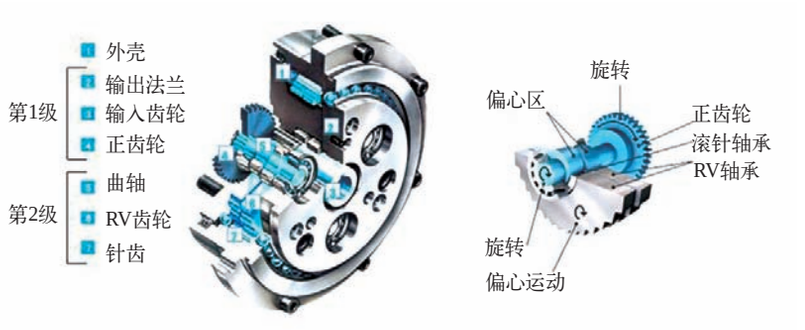


图 2

其中，关键零部件的制造是RV齿轮（见图3）和针齿壳齿槽的加工：对于RV弧形齿，其弧形齿面的精度要求非常高，齿形、齿面精度制约机器人关节的精度、运行速度，特别是加速度，以及承重等技术指标。而此齿面的加工不是通用齿轮磨床能够加工出来的，因为它不是渐开线齿轮，不适用范成法加工和计算。



图3 RV齿轮

2014年6月18～22日在北京举办的CIMES2014展会期间，联合磨削集团在展台展出了美盖勒（MÄGERLE）公司的MFP–125.50.65高精度数控成形磨床（针齿壳齿槽）以及高精度数控成形磨床（摆线齿盘）（见图4～图6）。

该机床特点：采用大功率水冷式磨削主轴电机、全自动砂轮动平衡系统、数控随动喷水系统。

主轴径向跳动可达0.001mm左右，并可实现在线测量，其工件磨削精度和表面粗糙度无可挑剔。机床主机（不含冷却系统）占地面积约5m^2，重量不足10t，但是售价折合1 200万元。

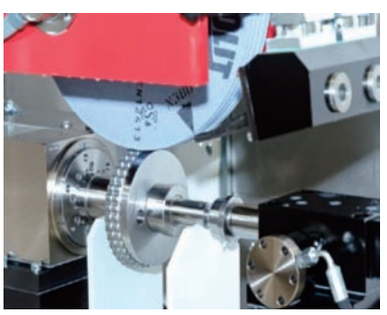


图4 美盖勒高精度数控成形磨床（摆线齿盘）



图5 美盖勒高精度数控成形磨床（针齿壳齿槽）

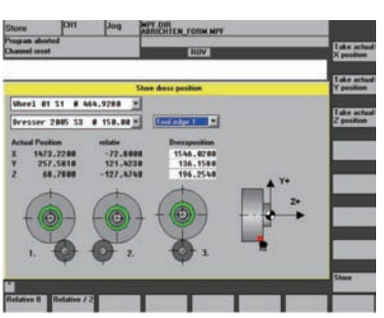


图6 采用西门子840D-SL数控系统，编制专用的HMI个性化界面

3. 对我国精密机床制造业的发展思考

从上面提到的美盖勒RV齿轮磨齿机，之所以售价如此之高，是因为做到了“新（技术创新）”、“专（工艺精良及专业）”、“精（机床校验精度及精度保持性）”，从而达到了机床制造的“强”！

如果仅从产量和产值比较，美盖勒公司的年产量和产值比我国量产机床厂却少得多！美盖勒公司为了保证产品的质量和合理的劳动生产率，严格控制订单数量。但是一台美盖勒RV齿轮磨齿机的价格可以购买120多台国产数控车床，这就是“强”与“大”的差异。

在中国制造业高速发展的时候，市场需求也是多样化、多层次的，我们不可否认，我国机床企业经过不懈努力，把数控机床从“神坛”上拉到我们最普通的制造业中，使我国机床数控率在短时间得到了大幅提升，同时将数控应用技术快速普及，使我们与国外的差距快速缩小。

但是当我们用流水线的方式，以每30min下线一台数控车床的时候，我们的工人在不到30min安装完一套滚珠丝杠的时候，我们这种所谓生产方式的创新是否背离了机床制造最基本的理念？正如原机械工业部副部长沈烈初在《从现实与历史剖析，机床工具行业如何走出困境》中描述的那样，“作为工作母机的机床工具行业与IT行业不完全相同，它需要长期的经验累积而发展的。因此没有一大批像周勤之、张梅华这样的科技工作者，

没有一大批拥有技术诀窍的关键工种的技师与调试技师，如何保证精度一致性？”

那么我们距离“做强”的距离就那么遥远吗？答案是否定的，下面讨论两个案例，一个是国内的，一个是国外的。

2002年笔者曾去湖南南方动力做工程，给我印象很深的一件事是，这家生产直升机发动机精密制造的企业，将一台我国昆明机床厂20世纪70年代末生产的一台坐标镗床与瑞士精密机床一起放置在恒温车间，操作师傅说，这台国产坐标镗虽然用了30年，但是精度非常好，导轨上的刀花依旧清晰可见，厂里的一些关键部件还要在这台机床上加工。此案例说明我们昆机当年生产的机床精度保持可达30年之久，与其精湛的铸造、铸造时效、精刮研等传统工艺的传承密闭可分。昆明机床厂始建于1936年，底蕴深厚的企业背景，造就出了优质的产品。

另一个案例是，2011年KMT科美腾中国总经理李阳来我公司考察，讲了一个科美腾的发展史，这家1875年在瑞典斯德哥尔摩成立的公司，1908年开始从事机床制造业务，至今已有100多年的历史。这100年来，也是欧洲工业革命、经济大发展的100年，也同样经历了房地产、金融大发展的阶段。KMT公司的掌门人认为他们只会做机床，外面的诱惑再多，跟他们无关，他们潜心一直致力于精密磨床的制造和研究，时至今日，他们的确没有成为金融大鳄，但是他们把针孔磨床做到了极致，在今天油泵油嘴行业，没有谁不知道KMT这个品牌的，知名的汽车油泵油嘴企业首选他们的精密磨床。

从上面两个案例，想说明的是，把事情做好真的没有那么难，难的是我们的观念！今天我们进入了互联网时代，挣快钱的思维有形无形的影响着我们，我们在千方百计得到“利”的时候，千万别失去了“业”。从逻辑上讲，有得必有失，有取必有舍。如何取舍？是我们业内人士认真思考的时候了，否则我们永远走不出制造强国的路。**MW**

（收稿日期：20150220）

沈阳机床SESOL亮相汉诺威CeBIT

全球领先的信息技术和数字化产业盛会——2015汉诺威消费电子、信息及通信博览会（简称：CeBIT）于3月16～20日在德国汉诺威隆重举行。德国当地时间15日晚，德国总理默克尔和中国国务院副总理马凯一同启动了“2015年汉诺威消费电子、信息及通信博览会（CeBIT2015）”开幕。

沈阳机床作为中德伙伴国联合参展商在中心展区展出，也是我国装备制造业企业中惟一的参展商。沈阳机床研创的SESOL智能工业工程与服务网络平台（Smart Engineering Services OnLine）平台在展会上赢得了广泛关注。工信部副部长刘利华、沈阳市副市长关志鸥到沈阳机床展位参观，听取了集团公司董事长关锡友介绍，对SESOL平台和沈阳机床i5战略表示赞赏。刘利华表示，沈阳机床是民族工业的脊梁，肩负了制造未来的希望。

SESOL平台是i5战略的重要支撑项目，SESOL平台可以整合全球制造资源，支撑idea to shape的全新商业模式、分布式生产模式、基于云端的管理模式和服务模式，从而实现新的制造方式，开拓制造未来。

德国汉诺威CeBIT展被业界誉为“数字领域的心脏”，2015年CeBIT展会在工业4.0时代背景下，以“d!conomy（数字经济）”为主题，全面聚焦信息技术与数字化。共有来自全球约70个国家和地区的3 300多家公司企业参与盛会，观众数量接近40万人次。今年中国首次成为CeBIT展的合作伙伴国，中国的参展主题是：“创新·融合·合作”。超过760家中国企业带来国内最先进的技术和创新产品，展示“中国创造”的最新水平，创历史新高。



（苏晓川　施亢戎）