CK2120X6 多主轴数控车床的自主开发与研制

沈阳创新数控设备有限公司 （辽宁 110141） 刘玉堂 刘巍巍 刘 琛 张静芝

多主轴数控车床是在原卧式棒料多轴自动车床基础上，引进数控技术开发研制的高科技产品。多轴自动车床的诞生至今已有百余年历史。

沈阳创新数控设备有限公司自主开发的CK2120X6车床，是规格为ϕ20mm棒料的多主轴数控车床，具有当代水平的高科技产品，该产品添补了我国数控多轴车床的空白，是提高我国金属加工业水平不可缺少的高效、自动化的机加工设备（见图1）。



图1 CK2120X6六主轴数控车床

1. 多主轴数控车床特点

多主轴数控车床继承了传统机械多轴车床高效、自动的优点，克服了机械多轴车床柔性差的缺点。机械多轴车床由凸轮控制，它需要样板刀和螺纹附具等大量专用刀具和附具来完成工件的加工，工件的生产准备和换批工作量大，周期长。数控多轴用先进的伺服电动机取代了凸轮驱动，用数控直线插补、圆弧插补方式进行型面和螺纹加工，用标准刀具取代了样板刀和专用附具，降低了加工成本，缩短了生产准备时间。

我们用精度、效率和柔性三个指标，对机械多轴、单主轴数控车床和数控多轴作一个比较，如图2及附表所示。



图 2

指标对比表

项目 \ 机床	机械多轴	单轴数控	数控多轴
精度	精度不好，车外圆0.05mm左右	精度好，车外圆0.01～0.02mm	精度好，车外圆0.01～0.02mm
效率	效率高，是单轴数控的8倍以上	效率低，不适合大批量生产	效率高，是单轴数控的8倍以上
柔性	柔性差，只适合大批量生产	柔性好，只适合小批量生产	柔性好，适合中、小批量和大批量生产

CK2120X6六主轴数控车床的主轴鼓体装有6根工作主轴，机床完成一个工作循环，主轴鼓体转60°，夹持在工作主轴中的棒料依次经过6个工位的纵、横刀架的加工，完成车削外圆、端面、成形面、切槽、车螺纹、钻孔、铰孔和攻螺纹等，机床在切断工位还可以安装抓取附具加工工件背面，完成一个工件的全部工序。机床工作时6个工位的纵、横十几把刀具同时切削，机床的送料、夹料等辅助动作与切削工位的加工同步进行，机床具有很高的工作效率，最短单件加工时间只有2～3s；由于工件全部加工是在一次装夹中完成的，保证了加工质量。

2. 研发与技术攻关

2004年开始，沈阳创新数控有限公司对开发数控多轴的技术难度和市场前景作了全面的分析论证，同时对关键结构三齿盘定位做了试验台中间试验，通过技术攻关，掌握了大量的经验和数据，为数控多轴新产品的开发打下基础。数控多轴车床产品的开发，瞄准了当代世界先进水平，作到一步到位，国外先进机床制造商的数

控多轴主要有两种形式：一种主轴传动仍是传统方式即6个主轴由一个伺服电动机带动，当主轴变速时几个主轴同时变速；另一种是更为先进的电主轴，主轴的速度都可以单独控制，可方便地实现单主轴的定向停车和变速。后一种方式虽然更适应加工有横向钻孔、铣槽等工艺要求的工件；但机床结构复杂、造价高，而且此类工件并不多，这类数控多轴在市场上占有率较少。

技术攻关中，主轴鼓6个主轴孔和1个中心孔的加工最为关键，主轴鼓又叫多轴车床的心脏，它是保证机床工件加工精度的基础，德国多轴车床主轴鼓中心孔位置精度为0.002～0.003mm、前苏联多轴车床主轴鼓中心孔位置精度为0.005mm、国产多轴主轴鼓中心孔精度为0.007mm。新产品CK2120X6主轴鼓中心孔位置精度定为0.005mm，主轴鼓在瑞士西普坐标镗床上加工也只能达到0.01mm左右，创新数控公司用了高精度镗模和高精度转盘等自主技术解决了这一难题。

工作主轴是保证机床正常工作的另一重要部件，由于CK2120X6规格小，要求主轴转速达到6 000r/min，这对主轴孔的加工和主轴的装配提出了很高的要求。创新数控公司设计了先进的套筒主轴，简化加工和装配的难度。套筒主轴是把主轴设计成一个独立的工作单元，可把主轴、轴承、隔套和主轴密封等工件都装在一个套筒内。作为一个独立的部件，套筒主轴在机床总装前就装配和测试完成，可更好地保证质量和简化装配工艺。多轴车床由于刀具多、切削量大，在机床工作时主轴处于大量切削液的环境中，要求其密封要好，而套筒主轴作为一个独立的部件，主轴密封更容易保证。

主轴的旋转由主电动机经过带轮传至中心传动轴，中心传动轴的尾端装中心齿轮，中心齿轮与周边6个主轴齿轮啮合，将主电动机的转动传至6根工作主轴，工作主轴最高转速为6 000r/min，这时中心齿轮运动的线速度接近50m/s，在这么高的速度下，传统的润滑方式完全不起作用，创新数控公司先后用喷雾润滑、电磁润滑泵和高压定量喷射润滑油等办法来解决这一难题。高速齿轮润滑问题的解决，不但攻下了数控多轴车床主传动的关键，对解决类似的机械结构也具有普遍意义。

数控系统是新产品成败的又一关键，CK2120X6六主轴数控车床选用的是德国Rexroth（力士乐）公司的MTX数控系统。MTX系统有12个NC通道，可同时执行12个任务，控制64个伺服轴，可以最多指定32个主轴。系统程序块处理时间小于1ms，是一种多过程、并行控制、高响应、高精度的高档数控系统；在新产品中，力士乐MTX数控系统控制5个两坐标的复合刀架、一个单坐标的刀架和6个工具主轴，共17个直线伺服轴；控制一个主电动机、4个工具主轴旋转电动机和一个转位电动机，共6个旋转伺服轴、23个伺服轴。

多主轴数控车床是一种高精度、高效率机床，它有十几个过程几十个伺服轴同时工作，并要求在几秒钟内完成一个工作循环，传统的数控系统对各控制轴的计算处理，只能通过CPU按顺序分配给各轴，这样就会产生延迟，很难保证各刀具加工时间的匹配，如果延迟增大到一定程度，造成实际值与理论值产生偏差，降低了加工精度。

MTX系统是先进的多通道、并行控制系统，它采用了一种所谓虚拟凸轮的理论，对各伺服直接控制，无须其他处理转换，避免了加工过程中的编译和计算，消除了控制中的延迟因素，很好地适应了CK2120X6的控制要求。传统的CNC数控系统与先进的PNC多通道、并行控制系统的控制原理如图3所示。

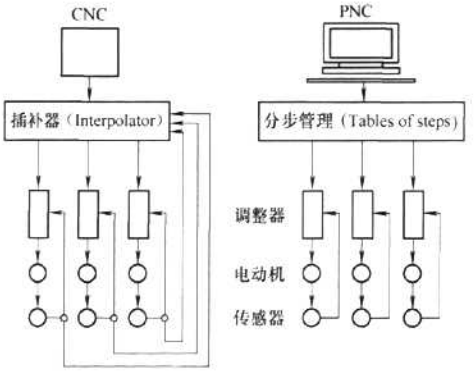


图 3

3. 数控多轴车床产业化前景

数控多轴车床前身是机械凸轮式多轴车床。在我国，使用传统多轴车床最多的是汽车、轴承、军工等行业，还有拖拉机、纺织机械、水暖器材、医疗器械和电声器材等。一汽、二汽是过去传统多轴车床最大的用户，生产如轮胎螺母、球头销等汽车非标准件；一些为汽车厂配套的附件生产如喷油泵、喷油器及火花塞等也大量采用多轴车床；北京油泵油嘴厂建厂时有70多台

多轴车床，无锡油泵油嘴厂也使用了大量的多轴车床，南京电磁厂用于加工火花塞壳体；另外摩托车行业也值得关注，重庆红宇机械厂用于加工摩托车轴承。

在轴承行业，哈尔滨轴承厂和洛阳轴承厂是使用多轴车床的大用户，过去有多轴车床近百台，洛阳轴承厂用原沈阳第三机床厂多轴车床联线的308轴承加工自动线，是全国第一条机械加工自动线，原沈阳第三机床厂开发的ϕ16mm棒料小规格多轴C2116.6，是专门为贵州虹山等轴承厂加工微型轴承套圈用的，据了解在福州、厦门一带，生产这种微型轴承的厂家很多。

在军工行业，多轴车床应用比较多的场合是加工炮弹引信，也有加工炮弹弹体和弹壳的。

IT产业的微轴（精密轴）加工，现在大部分用单轴自动车床，如果用数控多轴车床，可以使这些企业在不增加面积的情况下，加工能力翻倍。这样的厂家很多，大连大显精密轴厂就是生产规模较大的一个。

在国外市场方面最有希望的是北美地区，美国是多轴车床拥有量最多的国家，有各类多轴车床6万余台，正处在淘汰更新阶段，美国和加拿大等国现在都要从欧洲进口多轴车床，因价格太高而无法大量引进。

原沈阳第三机床厂生产的机械多轴车床，在继出口罗马尼亚后，20世纪90年代开始打入美国市场，当时该厂与美国开来（CALEB）公司签了在美国销售国产多轴车床的协议，而后通过美国的一家大修多轴车床的KEY公司先后在美国销售了近40台国产多轴车床。

多主轴数控车床解决了机械多轴柔性差的问题，适应当前产品更新换代快的形势；作为过去大量使用老机械多轴车床企业的替代产品，具有很大市场潜力；近十几年很多国外的汽车行业打入中国市场，在国内投资建厂的企业，往往要求按国外的工艺选配加工设备，多主轴数控车床由于它高效自动和保证了工件的加工质量，是很多汽车工件加工设备的首选；上海宝钢与加拿大合资的科宝汽车传动轴厂就是一个典型，加拿大投资方要求按加拿大的生产工艺配备多主轴数控车床，目前欧洲生产的此类机床售价在60～150万欧元以上，由于国产数控多轴价格的优势，他们曾表示将采用我们的数控多轴车床，类似这样的情况在国内还有很多。

目前，用于机加设备的数控技术日趋成熟，中国购买国外的一些高档数控系统也不再受限制，这是开发多主轴数控车床的一个有利条件；数控多轴车床的研发，创新数控设备有限公司积累了丰富的经验，CK2120X6六主轴数控多轴的研制成功，为数控多轴批量生产和投放市场作好了准备。

CK2120X6六主轴数控车床不仅代表了国家制造业的水平，也是市场潜力大的一个适销对路产品；目前欧洲的同类产品售价在600～1 500万元，而国产的数控多轴只在200～300万元，这个价格国内一些企业可以接受，在国际市场也具有很强的竞争力。

4. 结语

多主轴数控车床是一种高效自动化的设备，对提高人力和物资资源的利用，提高我国机加行业的水平都是一个必不可少的产品，经济和社会效益是显著的；在我国汽车工件等机加行业与世界接轨，引进外资和打入世界市场的过程中，CK2120X6六主轴数控车床将发挥其积极作用。**MW**

（收稿日期：20101201）

《金属加工（热加工）》2011年第4期要目

异型节点的焊接工艺设计
海洋工程用EQ70钢焊接预热温度研究
激光切割控制中几个与数控相关的常见问题
高强度钢的焊接分析
P91钢焊接工艺及焊接技巧
核电站中奥氏体不锈钢与碳钢异种钢焊接
脉冲技术焊接低碳钢中厚钢板的工艺试验研究
成都地铁盾构机刀盘刀箱的焊接工艺
TOFD技术在工程建设中的应用
制氢转化炉下集合管焊口开裂失效分析
锻焊结构齿轮的焊接制造技术
安德里茨蜗壳的车间组装与焊接
火焰切割机编程工艺分析与处理
川气东送国产X70直缝埋弧焊管性能分析
和谐HXD$_1$C型机车焊缝超声波探伤一次合格率的提高
高速列车转向架焊接机器人离线编程系统的分析与开发
超级双相不锈钢S32750焊接工艺的探讨
海洋平台30CrMo调质钢管的焊接