# 精密数控纵切车床及其应用

哈尔滨量具刃具集团有限责任公司微分量具厂技术厂长　孙文田

日常所说的数控车床都属于“走刀式”数控车床，加工的零件比较大，而笔者要介绍的属于“走心式”数控车床，加工的是小型轴类零件。“走心式”数控车床是通过凸轮等传动系统控制加工精度的，其主流产品型号主要用于$\phi$1～$\phi$32 mm的金属棒料（以下简称棒料）加工。特别适用于医疗器械、钟表、汽车以及其他精密加工领域的小型轴类零件的生产加工。国外生产精密数控纵切车床的知名品牌有瑞士的特纳斯（Tornos）、日本的西铁城（Citizen）、津上（Tsugami）、Star和韩国的韩华（Hanwha）等机床厂家，而国内主要是宁江机床、西安北村和台湾等机床厂家。

## 1. 精密数控纵切车床的主要特性

精密数控纵切车床的主要特性有：①加工精度高。相比于“走刀式”车床，纵切车床车削时，棒料轴向进给通过中心导套，刀具切削点紧靠导套口端，刚性好，消除了棒料在刀具切削压力作用下的变形，加工精度高，保证了加工零件的一致性。②加工效率高。精密数控纵切车床联接自动送料机，以及自动除屑器等辅助装置后，通过上、下料机构，一根3 m左右的长棒料，一次装夹对刀，根据需要加工零件的长短，可以加工若干个零件，可实现连续加工及一人多机操作，提高了零件的加工效率。③加工复合化程度高。精密数控纵切车床属于主轴移动型复合加工自动车床，其搭载直驱式主轴和副主轴；独立控制的双系统NC装置，背面主轴用刀架和动力刀具时，能一次完成对零件车、铣、钻、攻螺纹、车螺纹和开槽加工工序，且配有背面加工（零件的第六面加工）等能力。可大幅缩短加工时间，减少了零件加工中的二次装夹，提高了加工精度和加工效率。④精密数控纵切车床结构紧凑，整机质量轻，一般为1 500 kg左右，占地面积小。

## 2. 精密数控纵切车床的加工应用案例

（1）传统工艺与新工艺对比：我单位是生产通用量具的专业厂，小型轴类零件居多，以往加工这些轴类零件，使用的传统工艺，费时费力精度低，且加工出的零件一致性差，影响了装配交检合格率。为了使产品提质增效，专业厂于2012年购进4台津上(Tsugami)型号为B0204 精密数控纵切车床（见图1、图2），同时为每台主机各配备了一台型号为Y232的锗锣油膜式自动送料机。B0204的主轴最高转速10 000 r/min，副轴最高转速8 000 r/min，动力刀具最高转速可达5 000 r/min，主副轴同轴度≤0.003 mm，定位精度≤0.001 mm，重复定位精度≤0.002 mm，主副轴均可以实现*C*轴功能，且配有角度编码器，可实现主副轴的同步控制和高回转精度。

由于B0204的主副轴部件与移动部件都经过精化处理，使其集高精度、高刚性等特点于一身，特别适合连续加工高精度的小型轴类零件，如内径千分尺的精密传动件螺纹轴套等，其所具有的旋转与切削时的刚性和精度，可以使螺纹轴套的多道工序结合为一体，保证了其在高速旋转、高速切削时尺寸精度、同轴度及表面粗糙度的加工要求。

图 1

图 2

传统工艺加工螺纹轴套，包括凸轮纵切自动车、中车、钳、铣及磨等达16道工序之多，满足工艺困难，特别是M10×1-6g螺纹和特殊1：10锥螺纹的加工，需要在改进的CM6125中车上安装前后刀架，穿心轴后车削而成，不仅操作者的技术水平要求高，而且视力还要好，稍不留意就会打刀，且废品率和返修品高达30%。因螺纹轴套的加工精度要求较高，传统工艺加工合格率低，严重影响专业厂均衡生产。

螺纹轴套的M7×0.5 mm细牙内螺纹、M10×1-6g外螺纹和$\phi$6H7内孔的同轴度要求分别为0.01 mm和0.015 mm，且M7×0.5 mm细牙内螺纹的螺距误差为3 μm，这些尺寸精度以及形位精度，通过B0204主副轴的紧密配合，利用其具有的精密加工特性，是比较容易达到零件的精度要求的。另外利用径向动力刀钻孔、攻螺纹和铣削等功能，即可实现攻螺纹M2.5-6H和铣削3 mm×0.5 mm轴向外圆槽的精密加工。因为B0204固有的高精度，要以一定的方式传递给所加工的零件，故M2.5-6H内螺纹轴线可保证垂直于零件的轴线，铣削的3 mm×0.5 mm轴向外圆槽，可沿零件的圆周方向按120°均布。在B0204 精密数控纵切车床上该零件不仅可一次加工成形，而且加工的零件满足工艺要求，同时加工效率亦大幅提高，每班次能加工100余件。过去每月10余人的工作量，现在一人一周即可完成。螺纹轴套的结构如图3所示。

（2）新工艺方案与验证：根据B0204 精密数控纵切车床的性能以及被加工零件螺纹轴套的结构尺寸和精度要求，具体问题具体分析，设计了螺纹轴套加工工艺方案。选择1：10特殊锥螺纹的方向为前面，在主轴上加工；选择M10×1 mm外螺纹的方向为后面，在副轴上加工，主轴加工方案步骤为：自动送料机将棒料送入主机夹头夹紧→用35°外圆车刀平端面→用$\phi$6.4 mm合金钻头钻孔→用内孔镗刀车削M7螺纹底孔→用内孔螺纹刀车削M7螺纹→调用35°外圆车刀车削特殊锥螺纹外径，粗车外圆台阶尺寸，留加工余量，单边0.5 mm→用非标外螺纹刀车削外螺纹→调用$\phi$30 mm×10 mm×0.5 mm合金锯片铣刀铣削3个轴向外圆槽→用内孔镗刀精车内孔尺寸→用内孔螺纹刀精车M7内螺纹→用内孔沟槽刀精车内孔槽，保证图示尺寸→用35°外圆车刀精车外圆台阶尺寸→用非标外螺纹刀精车外螺纹，去除毛刺→用定中心钻钻M2.5中心孔→用合金钻头钻M2.5螺纹底孔→用M2.5螺旋槽丝锥攻M2.5螺纹→用后外圆刀车削M10大径，粗车削后外圆台阶尺寸，留加工余量，单边0.5 mm→用M10螺纹刀车削M10外螺纹→用后外圆刀精车后外圆台阶尺寸→用M10螺纹刀精车M10外螺纹，去除毛刺→副轴夹头夹持住$\phi$13 mm外圆切断，到此该零件的前面部分在主轴上加工结束。

接下来零件的剩余部分后面在副轴上加工。副轴加

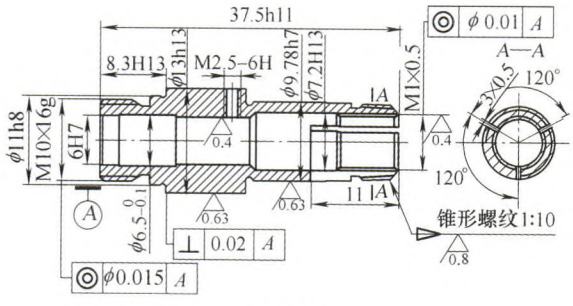


图 3

工方案步骤为：用$\phi$5.8 mm合金钻钻孔→用内孔镗刀车削内孔，保证图示尺寸$\phi$6H7→用内孔沟槽刀车削内孔槽，保证尺寸$\phi$6.5 mm，加工结束。到此零件全部加工完毕。按此加工方案编制的加工程序经验证，加工出的螺纹轴套不仅表面质量和尺寸一致性好，而且加工效率高，值得推广使用。

### 3. 加工螺纹轴套需要注意的问题

（1）加工棒料的选择：在B0204 精密数控纵切车床上加工螺纹轴套，最好使用易切钢，且应选择直线度在0.1 mm/m以内，圆度在0.02 mm以内的银亮钢棒料或磨光棒料。加工此螺纹轴套所用的易切钢牌号为Y40Mn。因精密数控纵切车床上的刀具相互距离较近，切屑极易缠刀，而易切钢的切屑为碎屑，不易缠刀，且易切钢具有润滑刀具的作用，能延长刀具的使用寿命。若使用其他种类的棒料，建议使用高压油泵喷射冷却油装置，吹掉切屑，以免切屑缠刀。

（2）加工刀具的选择：B0204 精密数控纵切车床上所用精密刀具一般有12 mm×12 mm×120 mm和$\phi$20 mm×120 mm两种机夹刀具，以及小型整体硬质合金刀具等，从使用经验来看，日本的京瓷精密刀具价格适中，且性价比较高。小型整体硬质合金刀具，如精密螺纹刀、精密镗孔刀等选择山特维克可乐满的刀具为好，该刀具使用寿命长，值得选购。另外刀具加工了一定数量的零件后，即使刀具还没有损坏，也要及时更换，不然加工过程中刀具损坏后，极有可能殃及其他刀具。另外，铣削3个轴向外圆槽和加工$\phi$6H7孔时，必须使用合金锯片铣刀和小型整体硬质合金镗孔刀，否则无法满足工艺要求。

（3）加工中需要的专用量具：加工案例中的内孔槽以及1：10特殊锥螺纹，需要使用专用内孔卡尺和专用通止锥螺纹环规进行测量。

（4）加工夹具与切削参数的选择：①根据B0204 精密数控纵切车床所具有的特性以及案例图样的精度要求，选择无导套加工（零件长度小于45 mm），无导套加工比有导套加工精度高一些。同时自动送料机要根据其功能和零件棒料伸出主轴的长度，设置足够的推力，否则将产生送料不到位现象。②加工此螺纹轴套时，应特别注意车削M7内螺纹和攻M2.5内螺纹切削参数的正确选择，车削M7内螺纹，主轴转速选择1 000 r/min，切削速度20～22 mm/min，切削进给量0.5 mm/r，切削次数不少于8次，M10螺纹的切削次数也不能少于8次。在攻M2.5内螺纹时，主轴转速选择900 r/min，切削速度6～7 mm/min，切削进给量0.45 mm/r，切削次数不少于6次。

### 4. 结语

使用B0204 精密数控纵切车床加工螺纹轴套，将该机床所配备的17把刀具全部用到，加工效果之好，远远高于预期，这是当初销售机床的厂家都没有想到的。介绍以上经验与大家交流共享，共同推进数控机床的应用是写作本文的初衷。**MW**

（收稿日期：20140426）

## 数控机床首个国家工程实验室落户大连

第一个“高档数控机床控制集成技术国家工程实验室”，2014年5月9日正式落户大连，实验室将通过基础共性技术和关键技术的突破，提高国产数控机床产品核心竞争力。

“高档数控机床控制集成技术国家工程实验室”由大连光洋科技公司承建，沈阳机床、华中数控、北京二机床及长春光机所等11家重点机床企业和科研院所派出专家组成技术委员会，中国工程院院士、大连理工大学教授王众托担任技术委员会主任，将重点开发应用于高档数控机床上的集成控制技术，包括精密传感、伺服电动机及数控系统等所有核心部件的研制和优化，推动数控产业新产品开发和产业升级。

当前全球制造业正向智能化发展，各类高档数控机床则是智能化制造的核心装备，而在高端机床的开发生产上，我国企业一直受制于核心技术缺失，难以形成自己的核心竞争力。这次成立的国家工程实验室，就是要建立公共研发平台，整合国内数控机床行业的技术力量，通过基础共性技术研发和关键核心技术突破，解决制约国内机床产业发展的瓶颈问题。（本刊讯）