

车磨复合机高效加工 汽车制动盘

当今数控机床朝着高速度、高精度、高柔性以及专业化的方向发展。国内数控机床经过40多年的发展,虽然已经取得了长足的进步,但规格、品种和水平与发达国家相比,仍有较大差距。大多数厂家都是生产通用型数控机床,而对高效、精密、复合、专用型等适合行业特点的数控机床生产的很少,造成国内厂家只能花大量资金进口或使用精度和效率低下的机床来加工。据调研,国内没有从国外进口过数控车磨复合加工机床,国内数控机床厂也没有制造过类似的设备。从汽车制动盘的发展趋势看,轿车原来的配置是前盘后鼓(前轮装制动盘,后轮装制动鼓),现在的轿车前后轮都装制动盘,因此制动盘的需求量又扩大了一倍。因此我公司针对汽车制动盘行业研制了数控双端面车磨复合加工机床,在高效、高精、复合、专用数控机床的品种开发上有所突破,提高了国产数控机床的市场竞争能力。

在市场调研的基础上,结合用户对汽车制动盘类零件加工的工艺要求,我公司开展数控车磨复合加工机床关键技术研究,研发N-094系列数控双端面车磨复合加工机床。该产品是一种高效、精密的车磨复合加工机床,工件一次装夹后,完成汽车制动盘两制动面的同时车削和同时磨削,为国内汽车行业提供高质量、高精度生产制动盘的工作母机,解决长期以来在国内买不到适合生产需求设备的现状。该产品投放国内市场以后,彻底改变了国内汽车零部件行业长期以来生产落后、生产力低下的局面,使用户加工汽车制动盘零件的生产效率

大为提高,生产环境也大大改善。

国内制动盘生产现状

就目前我国车用制动盘的生产状况来看,采用的装备普遍落后,第一道工序和第二道工序普遍采用普通车床或简易数控车床来完成,第三道工序是制动盘的关键工序,为双端面的精加工工序。为了保证汽车有良好的制动性能,制动盘的两端面要求平行度为 0.005mm ,粗糙度值 $R_a < 0.4\mu\text{m}$,两端面要有装饰花纹。为保证等厚、平行和装饰花纹,需采用一次装夹双刀同时车削两端面,然后双砂轮同时磨削双端面的加工工艺,至今国内还没有合适的专用机床。生产厂家只能用普通机床改装后完成该道工序,加工起来不仅精度低、效率低,而且安全性差、劳动强度大。由于达不到要求的精度,加工出来的产品只能勉强进入国际二级汽车配件市场,不可能直接为世界著名汽车制造厂配套。庞大的市场可望而不可及,让国内的制动盘生产厂家心有余而力不足,这些企业迫切希望国内的机床生产厂家能提供符合他们要求的机床,来解决汽车零件关键工序加工的问题,让中国的汽车零部件产品能占领世界市场中更大的份额。

基于市场对产品的迫切需求,我公司开展数控车磨复合加工机床关键技术研究,首先开发了针对汽车制动盘行业的数控双端面车磨复合加工机床。该机床的开发问世,解决和满足制动盘生产企业对精度和效率的要求,填补了国内该类数控机床产品的空白。



五轴三联动数控机床

五轴三联动数控机床是我公司在对市场进行广泛深入调研的基础上研制开发的新型数控机床，属国内首创的高新技术产品。它是一种高效、精密的车磨复合加工机床（见图1）。其最大车削、磨削直径为400mm。该产品首先针对汽车制动盘的精加工，工件装夹后在数控指令的控制下，先完成双端面的同时车削，紧接着完成双端面同时磨削。两端面的平行度可达0.003mm，粗糙度值 $R_a \leq 0.4 \mu m$ 。在此基础上进一步拓展，可配置不同的车刀架及磨头，可以完成多种车磨复合加工。

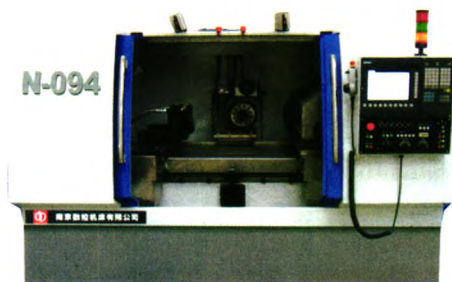


图1 N-094系列数控双端面车磨复合加工机床

1. 主要技术指标

N-094系列数控双端面车磨复合加工机床的主要技术指标：工件最大车削及磨削直径为400mm，主轴头部规格满足GB/T5900.1-1997-A26，主轴（无级）转速100~1000r/min，主电动机功率11kW，各轴系快速进给速度15 000mm/min，X轴最大行程500mm， Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 轴最大行程是80mm，X、 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 轴最小进给量均是0.001mm，X轴伺服电动机转矩是12N·m， Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 轴伺服电动机转矩6N·m，刀具规格32mm×32mm，砂轮规格350mm，砂轮转速100~2000r/min，制动盘经磨削后两端面平行度 $\leq 0.003mm$ ，机床重量5000kg。

2. 工作原理

该产品主要由床身底座、主轴箱、四个上拖板（Z轴方向运动）和一个十字拖板（X轴方向运动）、夹紧装置、双车刀夹、双磨头、防护装置、冷却、液压、冷却水净化处理、砂轮修整、

工件在线自动测量装置、数控和伺服系统等组成。双车刀夹、双磨头可根据用户不同要求采用不同的模块组合，可以完成多种车磨复合加工。

数控车磨复合加工机床工作循环的所有动作都由数控系统控制。为合理分配车削以后的加工面磨削余量，在车削后，工件在线自动测量装置对加工面进行测量，根据测得的加工绝对坐标，将数据通过数控系统传递给控制双砂轮的 Z_3 、 Z_4 轴，以分配各加工面的磨削余量，并可保证每次磨削余量一致。这样可以防止车削时刀尖磨损或破损造成工件尺寸变化对砂轮产生的影响，还可以防止砂轮由于磨量过大而产生破碎。图2中车刀体1和车刀体2可改装成转塔刀架，磨头1和磨头2可改装成外圆磨头或内圆磨头，从而可实现多种车磨复合加工，一台机床上一次装夹可完成零件的车削和磨削加工，大大提高零件的加工精度和效率。

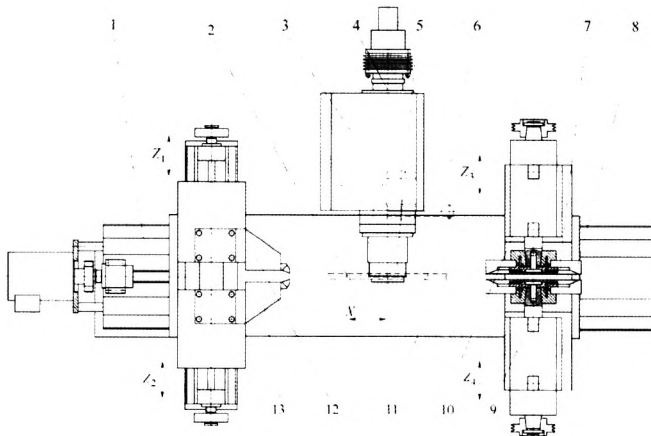


图2 数控车磨复合加工机床机构原理

- 1.床身 2.工件 3.主轴箱 4.主轴组 5.夹具 6.砂轮修正器 7.砂轮1
8.砂轮2 9.磨头1 10.磨头2 11.大滑板 12.车刀体2 13.车刀体1

3. 整体铸造床身底座

本机床为车磨复合加工精密数控机床，它既要满足车削加工又要满足磨削加工。为了保证机床的高精度性能，对床身底座防变形方面要求很高。在床身底座设计时，通过受力分析和热变形分析，充分考虑加强整体刚性，将床身底座设计成整体箱式结构，并合理布置各腔内的加强筋，使得机床具有足够的刚性和良好的散热性，经三次人工时效处理，保证良好的整机精度。

4. 整机动态性能对加工精度的影响

整机动态性能对磨削精度的影响很大，除床身底座外，主轴系统、进给系统都必须进行优化设计，评价机床固有频

率和振形对切削精度的影响,提出优化设计方案,保证在正常的切削条件下,机床的动态特性和热特性有最佳效果。

5.磨削进给技术

该机床除双面车削外,最后零件的精度靠双面磨削来保证。磨削进给精度的高低直接影响到工件的最终精度。该机床不采用液压进给,而采用伺服驱动进给,技术上必须保证伺服进给的灵敏度和车加工测量后数据传递的准确度。

6.磨削综合精度

除整机动态性能、磨削技术以外,磨头的刚度、磨削力大小对工件变形的影响,工件装夹刚性对磨削精度的影响,进给量对磨削精度及生产率的影响等因素,均需在工艺试验的基础上,进行综合分析,并提出最佳工艺方案。

7.高清洁度冷却液的处理技术

为保证磨削表面粗糙度值 $R_a \leq 0.4 \mu\text{m}$,防止金属切屑和砂轮颗粒划伤工件表面,在大流量冷却水进行工件冷却时,对冷却水采用两级磁性分离和一级纸质过滤分离。

机床主要技术创新点

1.双端面车磨复合加工技术

该产品是五轴控制、三轴联动,所有动作由数控系统控制,最大车削及磨削直径为400mm。汽车制动盘在精加工时,当工件装夹定位后,先用双刀同时车削制动盘的两制动平面,然后两车刀架退出,工作台移动,双砂轮紧接着同时磨削两制动平面,可保证两端面平行度达到0.003mm、表面粗糙度值 $R_a < 0.4 \mu\text{m}$ 的要求,同时端面形成装饰花纹。本产品的开发实现了双端面同时车削后,紧接着同时磨削,解决了国内汽车零部件生产行业目前的难题。

2.工件自动测量和磨削余量的自动分配技术

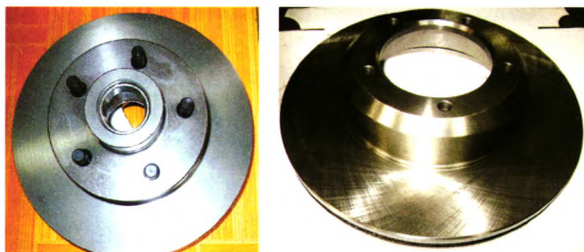
当工件被紧固定位在夹具上后,由双车刀对工件的加工面同时车削,完成车削工序后,工件自动测量装置对工件的加工面进行测量。根据测得的加工面绝对坐标值,将其数据通过数控系统传递给控制双砂轮的两伺服轴,以分配加工面的磨削余量,并保证每次磨削余量的一致。

3.双刀车削薄型零件减振技术

汽车制动盘根据车型不同有单片盘和双片盘之分。双片盘厚度较厚,车削时不会产生振动。单片盘由于厚度较薄,属薄型零件,当双车刀与工件接触的瞬间,盘片会产生振动,在加工面留下车削振纹,影响后续的磨削加工。为解决这一问题,我们在双车刀架上安装了特殊的阻尼装置,切削时起吸振作用,较好地解决了像单片盘这一类薄型零件切削的振动问题。

机床加工的制动盘

到目前为止,国内还没有类似的车磨复合加工机床。只是看到一家用户用普通车床改造的设备来加工汽车上的制动盘。其加工工序是手动双面车,然后分别用两只砂轮一面一面地单边磨,用户也承认零件的加工精度无法保证,只是在表面磨出装饰性花纹(见图3)。根据用户提供的信息和我们的市场调研,本产品的开发制造和投入市场,属国内首创,还没有同类产品形成竞争。



(a) 无磨削花纹

(b) 有磨削花纹

图3 机床加工的制动盘

结语

该产品在我国制动盘的制造重镇——山东龙口某厂使用,使用该机床进行制动盘零件加工,双端面同时车削同时磨削,不仅零件的精度得到大幅度提高,而且生产率也有大幅度提高。原来加工一件要耗时75s,而且要调换设备重新装夹,加工出来的零件加工精度还得不到保证,现加工一件仅耗时40s,在大大减轻工人劳动强度的同时,提高了生产效率。

关键词:

汽车制动盘 车磨复合机床 数控机床

(收稿日期20130217)