

数控磨床自动对刀装置设计

■ 南京工艺装备制造有限公司 (江苏 210000) 柏天驹

摘要：根据数控磨床（端面外圆磨床、螺母磨床）的工作特点及加工产品的工艺特性，自行设计的自动对刀装置在磨削工序中进行自动对刀，可以更好地保证工件磨削的效率和质量。

1. 概述

(1) 自动对刀装置的主要功能。自动对刀装置是数控磨床的必备部件，当数控磨床完成对工件的装夹后，首先要通过自动对刀系统，找到砂轮对工件加工切入点的精确位置，即前道工序加工好的位置基准，以实现精确、高效的自动对刀功能，并将其数据记入机床数控系统进行处理，从而直接进行程序磨削，完成磨削工序。数控自动对刀系统其对刀精度可达0.003mm以内，较之传统磨床的手动对刀（观察火花）方式有大幅提高，从而可以减少工件磨削余量，优化生产加工工艺，提高生产效率。因此，自动对刀装置已广泛应用在各类数控磨床上，如数控床外圆磨床、端面外圆磨床、螺母磨削中心、齿轮磨床及曲轴磨床等。

(2) 自动对刀装置的测量原理。根据前道工序的加工特点，选择正确的对刀基准，然后使测头快速移动至所需的测量位置（此时测头不接触工件），要求该运动具有较高的重复定位精度，再通过直线轴或回转轴的

运动，使测头触碰工件，由数控系统采集数控轴的数据，经过处理后找到正确的工件磨削位置（即砂轮表面距加工面0.1~0.3mm），此时已完成自动对刀，可转入自动磨削程序。

(3) 自动对刀装置的结构形式。自动对刀装置的结构形式主要有回转式和直线式，这两种方式的确定，首先取决于机床对自动对刀装置布局位置上的满足度，其次是测量精度、功能及可靠性上的要求，其要点是布局合理、结构紧凑，测量完毕后测头要脱离磨削区域，且不能影响工件装夹、设备调试及砂轮更换等，同时要具有良好的防护密封性能。

回转式的结构形式一般都采用液压传动方式，可以实现快速回转减速定位，以保证重复定位精度及运行平稳性、可靠性；直线式结构采用液压、气动方式均可，但气动方式结构紧凑，易于实现，且清洁无污染，通过加装缓冲器也可实现较高的重复定位精度。因此，气压驱动的直线式结构在自动对刀装置设计中应用较为广泛。对于需要测头直接触

碰工件进行对刀的特定场合，可采取数控轴驱动的设计方案，通过加装光栅或测微计等测量元器件，能够实现测头直接获取对刀位置坐标。

(4) 测头选择。在自动对刀装置测量单元的选择上，有国际知名品牌马波斯、雷尼绍、东京精密等，也有国内品牌如中原精密等，应从测头的测量精度及性价比上考虑。值得注意的是，测头的结构形式及探针的规格有多种，应根据对工件检测的实际需要进行选取。

我公司在2015年对英国MATRIX公司产的GNCA300端面外圆磨床和6900内螺纹磨床进行了数控化改造，根据改造机床的功能及其对加工精度的要求，设计了自动对刀装置，具体介绍如下。

2. 数控端面外圆磨床自动对刀装置设计

(1) 对刀位置及方法。我公司数控端面外圆磨床主要用于磨削滚珠丝杠螺母的外圆及端面，自动对刀装置用于测量端面位置，如图1所示。

我公司螺母产品磨前工序一致性误差：大端面厚度误差为0.3mm，总长误差为0.5mm，因此在首件加工时，手动使测头分别进至距大、小端面 $\geq 2\text{mm}$ 处，记录下数控轴坐标，为以后自动对刀的测头切入位置。值得注意的是在任何情况下，测头都不得与工件发生碰撞，否则会造成测头的损坏。

(2) 测量原理及系统控制。

在首件工件装夹完成后，手动设定好自动对刀起始安全位置（此时测头未接触工件），再启动自动磨削程序：①X轴砂轮架退至安全位置，测头伸出，X轴切入至大端面自动对刀位置，然后工作台沿Z轴正方向移动，测头触碰到端面后，系统记录下位置1坐标，返回安全位置。②测头再切入至小端面自动对刀位置，Z轴移动，测头触碰后系统记录下位置2坐标，返回安全位置。③通过系统处理测头、工件与砂轮的位置关系，实现自动磨削。

自动对刀装置的安全保护措施应纳入机床的磨削程序加以控制：在手动操作条件下，测头可以任意伸出退回；在执行程序时，只有在X轴和Z轴运行至对刀位置时，测头才可以伸出，其他任何时候测头无法伸出。当测

头退回时（含停机前的状态），为了防止在停气状态下，对刀机构下滑导致测头撞坏，电磁阀需使用有中位机能的三位四通电磁阀，中位机能为阻断形式；同时，为了避免因电磁阀失灵在测头未退回时，工作台或砂轮架的移动导致测头撞坏，气缸需选用两端带磁石发信装置的形式，即由磁感发信，确认测头已退回后，数控轴才能动作。

(3) 机械结构设计。经我们了解，目前市场上尚无自动对刀装置的系列产品，一般都是由机床生产厂家根据机床产品的需要自己设计。国内某知名磨床制造厂配套在端面外圆磨床上的自动对刀装置为导柱导套加回转控制、铸件支座的结构设计，采用液压驱动。我们认为导柱导套在直线传动过程中会发生回转，如加装回转控制机构，结构过于庞大。因此，我们采用直线滚动导轨副传动。直线滚动导轨副属于闭式导轨，可以有效控制除直线运动外的自由度，结构紧凑，具有较高的运动精度及传动效率，润滑方式为脂润滑，方便有效，故选用我公司生产的GGB20BAMN2P11X580-4型导轨副产品。在支架设计上，考虑到单机改造，采取铸件形式成

本高、周期长，故采取焊接件形式及人工时效，这样结构更为紧凑，方便制造，且可以满足轻载状态下的直线运动要求。

自动对刀装置安装在机床上应满足以下条件：①当测头伸出时，在砂轮架（X轴）的有效行程内，使测头既能到达工件中心，也能够完全脱离工件。②当测头退回时，应能够退至最小砂轮直径以内的位置，使得测头尽可能远离磨削区，这有益于减少测头污染和避免因更换工件及砂轮时发生碰撞。③安装时应控制测头移动轨迹与工件中心线垂直，测头伸出至工作位置时，其中心高应与工件中心一致（特别在自动对刀装置斜置时），且重复定位精度应 $\leq 0.01\text{mm}$ 。

在驱动方式的选择上，基于轻载、简洁及清洁上的考虑，我们采取气压传动。气缸选型，可按公式 $F=P \cdot A - f$ ，我们选取气缸直径为20mm，行程250mm，选择压缩空气压力0.3MPa，选用MAL20X250SCM型气缸。其机械结构如图2、图3所示。

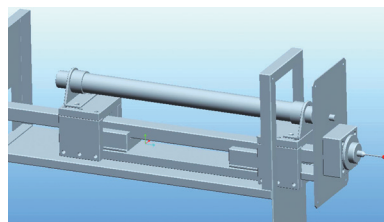


图 2



图 3

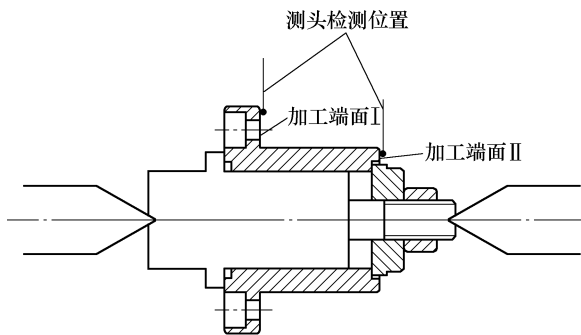


图 1

该机床在改造完毕后现已投入使用,运行情况良好,加工精度一致性在0.002mm以内,自动对刀系统工作正常,对刀误差 $\leq 0.002\text{mm}$,降低了操作人员的技能要求,减小了劳动强度。操作人员首件加工完毕后,只需上下工件即可,对刀及磨削完全由程序自动完成,可以实现一人多机工作,大大提高了生产效率。

3. 数控螺母磨床自动对刀装置设计

(1) 对刀位置及方法。我公司数控螺母磨床主要用于滚珠螺母螺纹滚道的磨削,对刀时通过螺母外圆上的反向器孔校准滚道中心(反向器孔加工时要求与滚道偏差 $\leq 0.03\text{mm}$),对刀位置如图4所示。

(2) 测量原理及系统控制。螺母磨床的测量原理是通过工件上的反向器孔对刀,其对刀过程如下:夹校好工件后,X轴行至设定好的位置,测头伸出,X轴正方向移动,测头进入反向器孔,Z轴及C轴分别正负方向移动,系统通过测头的触碰获取4个坐标,通过程序计算出滚道中心,将Z轴及C轴调整至正确螺旋线位置后,进行自动磨削。

(3) 机械结构设计。螺母磨床自动对刀装置在机械结构上

应满足以下条件:①测头伸出时在机床纵向及高度方向上与砂轮中心一致。②测头退回时应低于砂轮电主轴端面。③测头与砂轮中心在机床横向上的距离应大于该机床能加工的最大螺母外圆尺寸。④测头伸出时所在位置的重重复定位精度要求 $\leq 0.002\text{mm}$ 。

根据该型机床参数及加工范围,气缸行程应选250mm,气缸型号为MAL20X250SCM。

由于螺母磨床结构较为复杂,砂轮架附近空间有限,在自动对刀装置的结构设计上需要更加紧凑,GGB型导轨不能满足要求,我们选用我公司生产的GGC型滚动直线导轨,型号为GGC15BAK2P11X520-4,其机械结构设计如图5所示。

螺母磨床的自动对刀装置是在Z轴方向上伸缩,而对刀时需要记录Z轴的坐标参数,故而在重复定位精度上的要求比端面磨要高得多,要求 $\leq 0.002\text{mm}$,因此,为了提高重复定位精度,需要加装缓冲及定位装置。我们在此方面采用弹簧缓冲,根据弹簧的弹力公式 $F=kx$ 及弹力系数 $k=Gd^4/l(8ND^3)$ 得出弹簧尺寸:1mm $\times$ 10mm $\times$ 28mm。其结构如图6所示。

内螺纹磨床由于床身小,零

部件多,自动对刀的支架设计应尽可能地减小空间占用;且该机床工作时,冷却油油量较大,支架设计需要能够做到严密防护。其结构如图7所示。

在设计自动对刀装置时,首先应根据被加工工件的设计工艺要求,选择好正确合理的对刀基准及方法,这一点至关重要。如该设备改造,采取了以反向器孔为基准的对刀方法,能够有效控制螺纹滚道中心对反向器的误差在0.01mm以内,从根本上解决了手动看火花对刀所产生的误差,大大提高了产品的质量及稳定性,同时为操作提供了便利,为实现一人多机创造了条件,大幅提高了生产效率。

4. 结语

目前数控机床已呈现高精

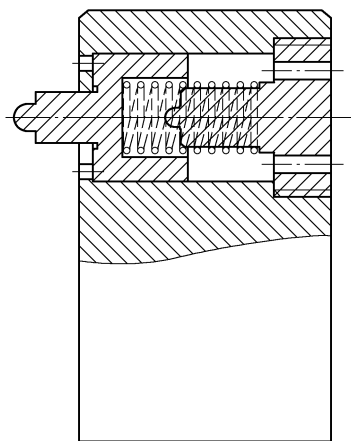


图 6

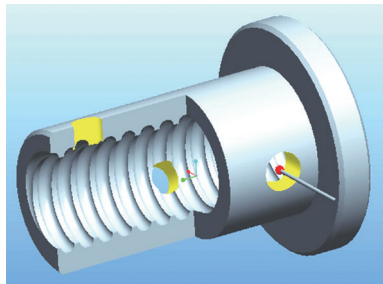


图 4

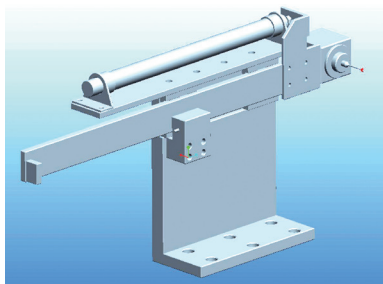


图 5



图 7

NH400型精密数控切割机故障维修四例

■ 桂林金格电工电子材料科技有限公司 (广西 541004) 冯 殷 黎联杰 袁有明 廖志亮

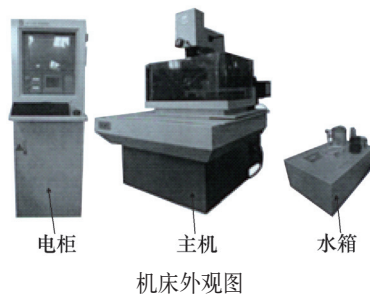
摘要: 本文以NH400型精密数控切割机为例, 重点介绍了该型机床在日常生产过程中出现的四例故障, 提出排除故障的思路及方法, 对于使用HF系统其他类型机床的维修具有一定的参考意义。

NH400型精密数控切割机床属于单立柱十字工作台高速往复走丝切割机床(见附图), 主要运用于普通机械加工方法难以加工的、形状复杂的、硬度及精度要求都极高的零件加工, 它适用于所有导电的金属材料加工。精密数控切割机床是采用钼丝或硬性黄铜丝作为电极丝, 在高频脉冲电压的作用下, 击穿液体介质, 形成火花放电, 同时产生大量的热, 使工件表面的金属局部熔化甚至气化, 加上液体的冲洗作用, 并通过控制器控制拖板运

动, 从而形成了所需的形状和尺寸。由于线切割的工作环境非常恶劣, 工作液的腐蚀性比较强, 机床内又容易进水, 从而使得机床电器容易老化, 故障率非常高, 因此, 对其加工过程中经常出现的故障原因及相应的处理方法进行分析, 具有普遍意义。

(1) 案例1: NH400型精密数控切割机床在使用3~5年后, 经常会出现显示器屏幕变成黑白、没有彩色的现象。这种情况属于“中走丝线切割HF软件运行不正常”故障, 按照说明书的

处理方式: ①重新释放FHGD-C.EXE压缩包, 选择A覆盖安装。②重新执行加密狗驱动程序“Install.exe”, 并重新启动计算机。③还要检查是否同时打开了多个HF软件运行窗口, 以至于运行发生冲突。



度、高性能、柔性化和高效率的发展趋势, 同时因用户使用数控机床时的加工对象、产品要求及加工工艺呈现不同的个性化特征, 故对与之配套的机床检测单元提出了更高的要求。因此, 国内数控机床生产厂家和检测单元的专业生产厂商应根据用户不同的产品特点进行研发, 能够形成专业化、产业化的生产模式, 以提高该领域的制造水平。

本篇内容仅为我们在这2台数控机床改造过程时, 在设计自动对刀装置方面的一些体会, 希望

能够为有关厂家提供一些借鉴。

参考文献:

- [1] 姜继海, 宋锦春, 高常识. 液压与气压传动[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [2] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会. 中华人民共和国行业标准JB/T 7175.2—2006 直线导轨副 第二部分: 参数[S]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [3] 陈大先. 机械设计手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.

MW (收稿日期: 20160702)

专家点评

该文章所介绍的数控磨床自动对刀装置, 设计思路正确, 使用效果良好。而且在设计时考虑比较全面, 具有较好的借鉴作用。特别提到国内数控机床生产厂家和检测单元的专业生产厂商应根据用户不同的产品特点进行研发, 能够形成专业化、产业化的生产模式, 以提高该领域的制造水平, 建议很好。