

超精密加工及其关键技术的发展

李颖颖 何洋洋

(商丘工学院 河南 商丘 476000)

[摘要] 在本次研究中,我们针对超精密加工技术进行深入探讨,能够分析有效提高超精密加工技术的关键问题,并对目前超精密加工技术发展趋势进行了探讨,希望能够给相关工作人员提供帮助。

[关键词] 超精密;加工;技术;发展

一、超精密加工技术

从加工精度角度来看,我们可以将机械加工分为一般、精密、超精密加工,这三种类型。近年来随着生产技术的发展,针对加工精度的划分界定,随着时间进程推移,过去在精密加工对于当前来说属于普通加工类型,这种界限的划分是相对说的,并且在具体数值上还没有固定的定义。超精密加工实际上是通过超精密机床设备来体现的,能够利用刀具与零件之间产生一定约束的相对运动,对材料实现微细切削,以获得较高精度和光洁度的加工过程。目前学术界认为,当零部件的加工精度高于零0.1 μm ,表面粗糙度低于0.025 μm 是属于超精密加工,因此也可以将这种加工方式称为亚微米级的加工方式。目前超精密加工已经实现了纳米级加工,因此相继出现了相应的纳米加工技术。随着科学技术的发展,目前国内的超精密加工技术已经是逐渐实现成熟化和系统化发展,包括超精密的切削模型,超精密微细加工,计量等,并实现更好的发展,影响超精密加工的因素较多,只有综合采用多种新型技术,并且实现技术创新,才可以突破过去加工中无法实现的精度界限。要想实现超精密加工,需要具备以下几个条件:具有超精密的切削工具,加工环境,机床,加工用具,测控技术等多种技术,从一定程度上来看,超精密加工技术就是上述技术的使用。

二、超精密加工过程中的关键技术分析

主轴。目前在常见的超精密加工机床中,精度最高的是主轴,也是空气静压轴承主轴,目前磁悬浮轴承无法获得空气静压轴承精度,因此需要依靠空气轴承,然而实际所使用的空气主轴组成回转精度,最高能够达到0.05 μm 。而国外可以达到0.03 μm ,但是这种精度还无法达到纳米加工对于主轴精度的需求。空气静压轴承回转精度会受到供气条件,组成部件圆度的影响,由于压力膜的匀化作用,轴承回转精度能够达到其圆度的1/20,要想获得十纳米回转精度,需要将套轴,套和轴之间的圆度达到0.15 μm ,虽然这种目标从一定程度上来看是可以实现的。国内部分企业已经达到了这种加工水平,然而不能说主轴回转精度能够实现0.01 μm 。此外影响纳米级回转精度还包括气体的均匀性,可以采用多孔质材料来还提升气体的均匀性,对于一些纳米级的主轴多孔质供气是比较合理的。目前日本企业已经研发出能够实现8纳米的回转精度的空气轴承。此外,也可以通过优化控制技术来提高回转精度,在这一方面也取得了研究成果,但这种技术实现可操作性还存在一定距离,但却也是一种有效的研究思路。

直线轨道。从一定程度上来看在精度上空气轨道是目前导轨中比较好的一种类型,虽然相对液体静压导轨的刚性条件不大,但具有良好的气浮导轨优势,不需要进行油温控制,也不会对外界环境产生较大污染。除此之外,纳米级的精度加工机床行程和负荷较小,因此可以采用空气导轨的方式。当前在空气导轨直线度上,以能够实现0.1 $\mu\text{m}/250$ 纳米的精度,而国内可以实现0.11 $\mu\text{m}/200$ 纳米,纳米级的机床导轨形成将对上述情况来说要短得多,可以通过补偿技术来提升导轨直线度。目前国内研究机构采用二维微进给装置补偿导轨直线度,并且取得了良好的效果,能够实现0.1 $\mu\text{m}/300$ 纳米精度的水平,在导轨结构设计过程中具有广泛的前景。比如可以采用多根导轨并联的方式来强化气膜误差

的匀化,能够加大气垫式导轨跨度缩小直线度的误差,由于空气导轨气膜厚度为10 μm ,在实际使用时需要做好防尘效果,如果操作空间洁净度不高,可能会使导轨存在灰尘而出现损伤,这种损伤往往很难恢复。

传动系统。传统采用的传统系统包括滚珠丝杠传动,对于超精密加工机床来说,一般采用的是c0级的滚珠丝杠,利用闭环控制可以实现0.01 μm 的定位精度,这种滚珠丝杠,微小弹性形变可以实现纳米分辨率进给,在进行非球面等一些轮廓曲线跟踪时,这种精度在运动中的微小振动都会导致出现系统的动态和静态特性影响。国内利用微进给系统补偿轮廓误差,对半径为50纳米的圆进行实验时,结果发现其定位精度可以实现0.033 μm ,螺母不能于静压丝杠进行接触,需要有高压膜进行隔离,因此不会产生摩擦,导致出现反向间隙,可以在很长时间内保持良好的精度,将会提高进给的分辨率。由于介质膜的匀化作用可以提高精度,在一定时间内可以实现那纳米的分辨率。目前空气静压丝杠的分辨率可以实现0.01 μm ,这个精度相比CO来说可以提高两个数量级,其刚度较小,对于10毫米的空气静压丝杠来说其刚度为50N/im恩爱,可以通过摩擦驱动的方式来实现无反向间隙传动,这种结构比较简便,也能够减少弹性变形的影响,因此也会认为是目前超精密加工中比较适合传动系统。通常摩擦驱动结构的齿轮齿条结构比较相似,可以将电机回转运动转化为直线运动。英国某公司超精密加工机床的进给结构就是采用了这种装置,可以在300mm的行程中获得1.25纳米的分辨率,具有较高的定位精度。国内设计了扭轮摩擦传动系统,可以采用模拟丝杠的原理,提高系统进给分辨率。在原理上,利用万分之一分辨率的电机驱动科使系统达到0.1纳米级别的进给分辨率水平,如何能够提高工作台的运动精度,并且能够提高系统的刚度,针对这一问题引起了相关研究学者的高度重视。0.0 μm 的超精密加工从一定程度上来看是与微小弹性形变进行精度分析,可以从机构运动学角度来分析这一问题,比如通过利用重叠的偏心圆台制作工作台,可以在一定范围内进行零件定位,进而获取更高定位精度。

尺寸测量技术。在进行超精密加工尺寸测量是目前主要存在两种方法,激光干涉和光栅技术,其中激光干涉仪器具有较高的分辨率,目前可以达到0.3纳米,常见的分辨率为1.25纳米,该仪器的测量范围较大,可以实现几十米范围的测量,精度较高。日本所使用的精度目前已经达到了0.2 $\times 10^{-6}$,操作比较困难。尤其是对于高精度测量来说,很容易受到外界因素的影响,包括温度,湿度,因此在实际使用时需要具备较高的环境条件。近年来,超精密加工中更多采用光栅进行测量,在分辨率上开启式直线编码器,可以实现一纳米的分辨率。俄罗斯生产的全息光栅系统可以达到十纳米的分辨率,而我国光电量仪以研究院所研发的光栅系统可以达到0.1纳米的分辨率。从其测量长度上来看,开启式直线编码器光栅尺寸车测量范围可以达到70mm,而分辨率为5纳米的仪器可以实现220mm的测量长度。在精度上开启式直线编码器精确度可以达到0.21米,而俄罗斯生产的光栅系统可以达到0.1纳米的精度。仅从精度和分辨率角度来看光栅技术相比激光干涉技术来说,对于外界环境条件因素影响较低,能够满足纳米精度的

(下转第382页)

设计盒形前,我对银梳原先的包装进行了深入的调研,在原先的基础上进行了改变和创新,弥补了先前的不足。产品创新是推动经济发展的源泉,是推动产品企业发展的不竭动力,从而达到提升产品的竞争力,开拓市场并树立品牌。

(三) 品牌包装设计的步骤

优秀的包装应该整合产品的各项元素,并在结构设计、色彩表现、材质、文字等多方面吸引消费者的注意力,发挥品牌特征,以“物化”体现“品牌战略”,凸显品牌个性^[2]。因此我融入了以下几个因素。

1.融入民族文化元素并创建品牌文化。民族文化是源远流长的,它是品牌的精髓,将民族文化融入到包装盒形中,并以包装成品展示,凸显出品牌的文化内涵,从而达到提高品牌的销量。

2.色彩表现。为了使包装更具特色,我采用了蓝白对比的色调排版来设计包装,整体的蓝色调给人眼前一亮。优秀的色彩搭配是获取消费者目光的先锋兵,色彩搭配和谐的包装,能让人一见倾心。

3.创新盒形。包装除了起到保护产品、便于储运、满足使用要求等作用以外,还应该在盒形上进行创新,从而建立品牌的形像并提升品牌附加值。

4.包装的形式。盒形包装上我采用了大中小型包装来做的,每个包装盒对应相应的主图形和辅助图形。



图8 水晶盒展示盒

五、作品创作总结

佩戴银饰是苗族的传统文化,为苗族银梳创建品牌并设计精致包装,不仅能提升银梳品牌的知名度,还能将苗族传统文化继续传承下去,同时我相信我设计的包装除了能保护和装饰银梳以外,还能带动银梳销量的发展。

参考文献

- [1]龙杰·苗族银饰的内涵与开发初探[J].民族论坛,2007,(4):42
- [2]杜鹃·论包装在品牌传播中的作用与影响[J].品牌(理论月刊),2011,(5):42

(上接第380页)

实用性,尤其是相位光栅目前是一种具有广泛应用的超精密测量工具。

微进给技术。在超精密加工领域中微进给机构已经实现了广泛应用,一般用于补偿工具或微进给,压电陶瓷工具材料具有良好的微位移特点和可控制性,以压电陶瓷作为驱动器,由于具备了良好的弹性铰链支撑的微位移机构,这种结构也是近年来比较使用较多的。比如美国机床使用的快速刀具伺服机构,能够在1.27 μm 的范围内实现2.5纳米的分辨率,其频效为100赫兹,在主轴回转误差补偿上可以使用,而日本利用压电陶瓷微进给机构补偿器导轨运动直线度,可将直线度提高0.142 μm 。国内研发的二维微进给机刀具能够实现二坐标工作台定位误差补偿,并且获得了良好的效果。在进行半径为50mm的圆跟踪时,能够将定位误差提高至0.033 μm ,这种微进给机构当行程为5 μm ,分辨率可以实现5纳米。目前针对这种技术主要是要提高刚度和频响要求,对于主轴回转误差补偿来说,100赫兹的频响需要提高开环控制,可以提高系统的频响,将提取精度和刚性,可以采用补偿技术来提高机床精度。

温度控制技术。对于长度为100mm的铁系金属来说温度变化1摄氏度时,工作热变形量达到1.6 μm ,而要想获得0.01级别的加工精度,我们需要将控温度变化控制在0.01 μm 范围以下。目前美

国研究室将由喷淋温控系统将温度变化可以实现在0.0056的范围内,国内研究所研发的温度测量仪可以测量0.001 $^{\circ}\text{C}$ 的温度变化。在加工环境温度控制下,只能实现0.1 $^{\circ}\text{C}$ 的水平,从另一方面来看,需要找到性能更好的材料,这种材料具备较小的热变形系数和弹性形变系数。近年来,随着一些复合材料的应用将会对这一问题的研究获得更多分析。除此之外,振动控制,洁净度等环境控制要求逐渐提高,高精度对多种技术提出更高要求。甚至需要对纯力偶联轴节的设计进行重视,在工作台和丝杠之间可以加装活动连接机构来排除加工表面出现的同心圆问题,因而将连接机构运用于驱动环节中是十分重要的。

小结

总而言之,目前在机械制造中超精密加工技术其越来越重要,其发展是尖端技术的基础前提,能够推动科技实现更高层次发展,也是目前需要高度重视技术。目前超精密技术正在向各领域中渗透,具有良好的市场发展前景。

参考文献

- [1]华春强,石磊,许博华.超精密机械加工技术与发展[J].通讯世界,2017(7):298-298.
- [2]段超.数控超精密加工精度控制研究[J].电子世界,2017(11):79-79.

(上接第400页)

易所的需要。

结语

总之,同成熟市场相比,我国证券市场起步晚,还处于初级阶段。上市公司、证券公司等市场参与者素质有待提高,投资者风险意识相对薄弱,监管手段有待完善,管理市场的经验还不成熟,市场所隐含的风险更大。所以,我们要充分认识防范和控制市场风险的必要性,把风险防范与控制当作市场建设过程中常抓

不懈的重要工作。

参考文献

- [1]何艳.价值投资策略在中国市场的适用性分析[J].财经纵横,2017(2).
- [2]何春梅.浅议价值投资[J].金融与证券,2017(3).
- [3]薄小明.价值投资基本理论问题研究[J].经济师,2016(4).