

磁而聚才 磨则成器

——走进辽宁科技大学先进磨削技术研究所

Research and Development of Magnetic Abrasive Finishing Technology

[编者按] 辽宁科技大学先进磨削技术研究所成立于2010年5月,是辽宁科技大学的骨干科研团队之一,经过9年的不断努力,目前已发展成为集基础研究、应用开发到生产经营于一体的新型科研机构,凭借磁力研磨这一核心技术在国内复杂零件表面光整技术领域异军突起,技术能力处于国内领先水平,培养和造就了一批磁力研磨光整技术方面的研究人员,取得系列科研成果。近年获辽宁省科技进步三等奖2项,国防科技进步三等奖1项,中国航空发动机科技一等奖1项;授权国家发明专利18项,实用新型专利100余项;主持国家级科研项目8项,省部级科研项目16项。先进磨削技术研究所一直秉承学以致用原则,始终把握复杂工件表面精密研磨技术的前沿,面向企业,服务企业,把研究成果向企业推广应用,转化为生产力。

仪器设备

先进磨削技术研究所目前拥有的主要仪器设备有:基恩士超景深显微镜、精密表面粗糙度测量仪、圆柱度仪、圆度仪、显微硬度计、超声-磁力复合研磨装置、电解-磁力复合研磨装置、自识别弯管内表面磁力研磨机、电磁研磨机、振动-磁力研磨机、纳米等离子喷涂系统、摩擦磨损实验机、真空烧结炉、2000kN压力机、干燥箱等高端检测仪器和自主研发试验设备。

研究方向与项目

先进磨削技术研究所的主要研究方向有:磁力研磨技术及其应用;磁性磨料、准晶磨料制备技术及应用;复杂微细表面光整技术装置开发;离子束表面改性与涂层技术;超声光整强化技术及其应用;空化水喷丸技术及其应用等精密加工与特种加工技术。主要技术产品有:磁性研磨粒子、准晶磨料、电磁抛光

机、永磁抛光机、细长管内壁抛光机、空间弯管内表面光整机、自由曲面模具抛光机等。掌握了磁性研磨粒子的制备技术,以及微细、复杂表面的光整加工技术。

近年主要的研究成果有:

(1)细长管内表面精密研磨。

由于空间结构限制或推重比要求,304不锈钢和钛合金等材料的细长管广泛应用于航空航天和医疗领域。如航空航天领域的液压导管,以及人工血管、医疗微创导入器械等,对其内表面质量要求都非常高。然而,细长管在加工过程中,内表面易出现褶皱、裂纹等缺陷,影响零件使用可靠性和服役寿命。国内大多采用化学抛光的方式进行管内表面的光整加工,该方法的缺点在于污染环境,给人体带来伤害。

磁力研磨技术是利用磁性磨粒在磁场中受到磁场力形成具有一定刚性的磁性磨粒刷。加工时,将磁性磨粒添加至管内,通过管件旋转,使磁性磨粒与管件内表面形

成相对运动,对工件表面摩擦进行微量去除,获得较好的表面质量。为了提高细长管内表面的加工质量,改善其内表面微观形貌,降低表面粗糙度,辽宁科技大学先进磨削技术研究所利用磁力研磨技术,针对内径0.5mm~1.8mm、长度1000mm~2000mm细长管的精密研磨工艺进行研究,目前已取得成功。细长管原始内表面粗糙度 R_a 为 $0.42\mu\text{m}$ 左右,经过数次磁力研磨试验,不断优化研磨工艺参数,最终表面粗糙度 R_a 达到 $0.06\mu\text{m}$,表面质量得到显著提高。该技术突破解决了细长管内表面光整加工的重大难题,将在航空航天、医疗器械等领域广泛应用。

(2)微细零件的精密研磨技术。

近年来随着科学技术的进步,光学、航空航天、生物医疗等各行各业的飞速发展,对精密微小型零部件的需求越来越多,同时对这些零部件的加工精度和表面质量也提出了更高的要求。

先进磨削技术研究所陈燕教授带领科研团队成员,经过多年的研究,掌握了最新的精密加工技术和工艺,并得到国家某重点专项科研经费的支持。结合企业提出的急需解决的航空发动机精密零件的光整加工问题,以航空发动机燃油喷嘴等微细零件为研究对象,潜心研究微细零件精密光整加工工艺;设计制造出相应的加工设备,并在多家企业进行了应用和推广,完成了航空发动机燃油喷嘴等微细零部件表面的去毛刺和光整处理,取得了很好的效果,完全可以替代进口件,一举突破了国外先进技术对我国的技术封锁,为企业解决了多年以来传统工业无法解决的技术瓶颈问题,实现经济效益和社会效益双丰收。

(3)空间弯管内表面精密研磨技术研究。

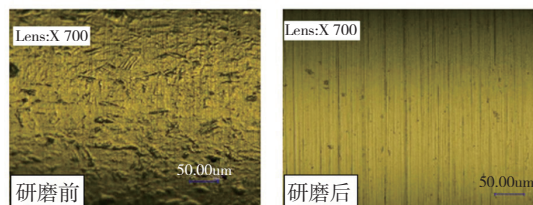
航空发动机外部设有数以百计的液压导管,为了推重比大都采用密度较低的钛合金等材料,对表面质量要求很高。由于空间狭小,液压导管设计成各种曲率半径不同的空

间弯管。现有的冷弯工造成液压导管内表面缺陷及引发流场、速度场、压力场的梯度变化,产生涡流、喘振等现象,从而使航空发动机工作不稳定、产生振动和噪音,这是引发失效甚至导致液压导管疲劳断裂重大事故的主要根源之一。

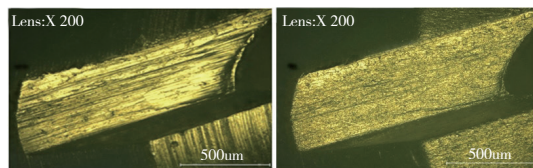
针对企业提出的弯管内表面质量问题,辽宁科技大学先进磨削技术研究所科研团队经过多方论证和试验后,提出基于六自由度机械手结合磁力研磨装置构建研磨系统,在钛合金和不锈钢等材料空间弯管进行了多次试验研究,表面粗糙度 R_a 可达到 $0.2\mu\text{m}$,完成了弯管内表面的光整加工,从而较好地抑制弯管内表面外侧的微裂纹和去除内侧的褶皱等缺陷,提高了航空发动机液压导管内表面质量,有望大幅度提高航空发动机液压导管的服役可靠性。

合作与技术交流

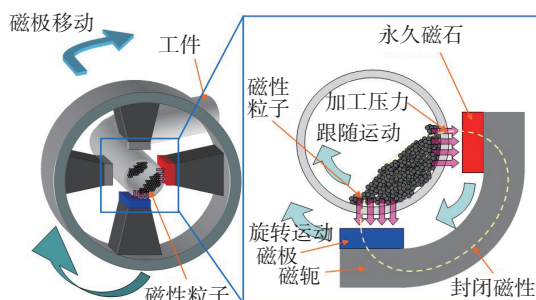
先进磨削技术研究所始终奉行“企业的难题就是我们的课题”理念,坚持秉承“磁而聚才、磨则成器”的所训,科研团队成员都具有硕、博学历,具备较强的研究能力和实际经验,可以完成复杂、微细零件表面精



细长管内表面研磨前后微观形貌

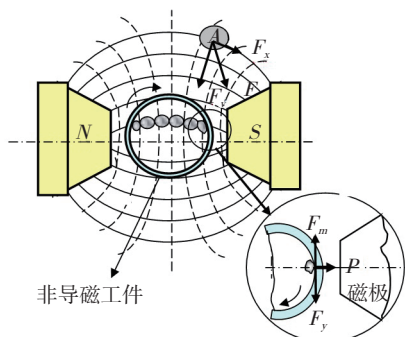


燃油喷嘴旋流槽研磨前后对比图

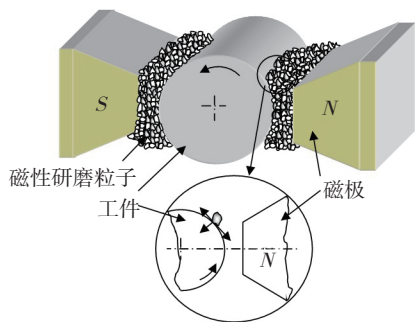


弯管内表面加工原理图

密研磨的相关课题理论分析与计算、前期调研和加工工艺及装置的设计与制造、试验数据的采集与分析等工作。愿意为航空企业提供各种服务并可以承接相关领域的课题和项目研究。“普通砂轮干不了的工作,交给我试试”,当前主要合作和技术交流方式包括:(1)为客户提供免费的去毛刺、抛光试验;(2)为客户量身设计、开发性能可靠、品质稳定的去毛刺、抛光设备及辅助材料;(3)根据客户要求承揽去毛刺及抛光委托加工和试验;(4)提供各种去毛刺、抛光技术的相关咨询。(采访 海山)



细长管内表面磁力研磨工作原理图



外表面磁力研磨加工原理



弯管内表面研磨效果图