二氧化锆陶瓷插芯内孔研磨实验研究*

邓增君,郭淑娟
(中南大学 机电工程学院,湖南 长沙　410083)

摘　要:陶瓷插芯是光纤连接器的关键部件,其市场需求正随着波分复用技术(WDM)的广泛应用而不断扩大,为了获得高质量的陶瓷烧结体,采用部分稳定氧化锆(PSZ)(Partially Stabilized Zirconia)作为插针材料。为了保证插芯对准时的可靠性以及获得低的插入损耗,对插针的精度和稳定性有很高的要求。主要介绍了一种对插针的坯体进行加工的加工方法(研磨抛光),研究不同的工艺参数对内孔加工质量(主要是粗糙度)的影响。

关键词:陶瓷插芯;表面质量;粗糙度;研磨
中图分类号:TH117.3　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1671－5322(2005)03－0026－03

在现代光纤通信行业,光纤连接器是用量最多、对光纤通讯的传输质量影响最大的光无源器件,作为连接器的核心部分,陶瓷插芯的加工质量对连接器的损耗影响很大。陶瓷材料虽然有优于金属材料的化学稳定性、耐高温能力和非导电能力,但由陶瓷结构决定的高硬度和脆性给加工带来极大的困难[1~6]

传统的机械加工方法给工件带来较大的损伤而且表面质量太差,而一些特种加工如电火花加工、电解加工、激光加工都是依靠工件导电性和热量对工件进行加工的[7~8],不适合加工工程陶瓷材料,超声波加工近年来有了较大的发展[9~10],提高了加工效率和质量,但是加工变质层较深[11~12]。

陶瓷插芯是光纤连接器的关键部件,其市场需求正随着波分复用技术(WDM)的广泛应用而不断扩大,为获得高质量的陶瓷烧结体,采用部分稳定氧化锆(PSZ)(Partially Stabilized Zirconia)作为插针材料[13~14]。为保证插芯对准时的可靠性以及获得低的插入损耗[15],对插针的精度和稳定性有很高的要求,本文介绍了一种对插针的坯体进行加工的加工方法(高速研磨抛光),研究不同的工艺参数对内孔加工质量(主要是粗糙度)的影响。以获得最佳的工艺参数匹配。

1　实验台原理简介及其特点

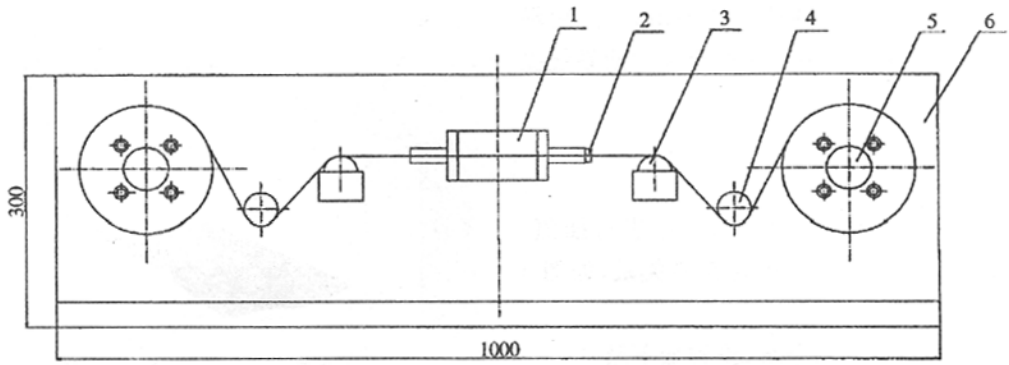
为掌握陶瓷插芯内孔研磨过程中界面摩擦学参数和加工精度的规律,进行陶瓷插芯内孔研磨的实验,实验台结构如图 1 所示:

本实验台由工作机架、工件旋转电机(无刷直流电机)、用于往复移动的步进电机、张力轮和研磨轮等组成。先将若干个陶瓷插芯用钢丝绳串起来,使其长度和芯轴长度相匹配(减少各插芯之间因间隙因碰撞而产生振动),然后将陶瓷插芯放入芯轴,将芯轴放入工件旋转电机,并拧紧两端的紧固螺钉;钢丝绳绕过张力轮,产生张力,工件旋转电机以一定的速度带动芯轴及其里面的陶瓷插芯一起旋转,钢丝绳由步进电机带动往复移动,研磨液由钢丝绳通过研磨液轮将研磨液带入陶瓷插芯孔,依靠研磨液中的磨粒颗粒对微孔进行研磨。被去除的陶瓷磨屑由研磨液带走。

采用此实验系统对二氧化锆陶瓷插芯的内孔进行研磨抛光有如下特点:

(1)由于该系统具有较高的动、静态刚度,夹

* 收稿日期:2005－04－29
基金项目:国家自然科学基金资助项目(50235040).
万方数据
作者简介:邓增君(1980－),男,湖南邵阳人,硕士研究生,从事先进陶瓷精密研磨加工研究。



1 直流电机　2 螺母　3 研磨轮　4 张力锤　5 芯轴　6 工作机架

图 1　陶瓷插芯内孔研磨实验台

Fig. 1 Grinding laboratorial table of ceramic ferrule bore

具和直流电机的主轴之间没有其它的传动环节,所以研磨过程比较均匀、平稳,故陶瓷插芯内孔磨损均匀,表面质量比较平稳。在不同的位置粗糙度相差不大;

(2)易于适时改变工艺参数来达到最佳的匹配,使其加工质量达到最好;

(3)为了让研磨颗粒实现充分研磨,往返速度必须要慢,研磨时间要长,降低了加工效率。

2　实验结果及分析

2.1　研磨颗粒的大小和表面粗糙度的关系

选用二氧化锆材料的插芯坯体进行实验,用定量的金刚石磨料和一定的水配成粘度一定的研磨液,试验过程中,我们选用了金刚石 W3.5、W1.5、W0.5 三种颗粒大小的磨料在同一速度下进行实验,钢丝绳的往返速度为 $n=30$ mm/s,研磨时间为 15min,所得样品用丙酮和超声波清洗烘干之后,然后用微机电台阶仪(精度为 0.05μm)对内孔进行探针式扫描,得到表面粗糙度的曲线,测量出粗糙度值。对 3 组数据进行插值处理得到粗糙度和颗粒大小的近似关系曲线如图 2 所示:

比较发现,在同一速度下,研磨颗粒越大,研磨后内孔表面粗糙度值越大。同时电镜扫描发现,当研磨颗粒较大时,研磨量也越大。

2.2　电机旋转速度和表面粗糙度的关系

选用二氧化锆材料的插芯坯体进行实验,用定量的金刚石磨料和一定的水配成一定粘度的研磨液。在实验中,选用 W0.5 的金刚石磨料,带动陶瓷插芯工件旋转的直流电机的转速分别为:800r/min,2000r/min,4000r/min,6000r/min,8000r/min,钢丝绳的往返速度为 $n=30$mm/s,研磨时间为 15min。研磨后样品用丙酮和超声波清洗烘干,然

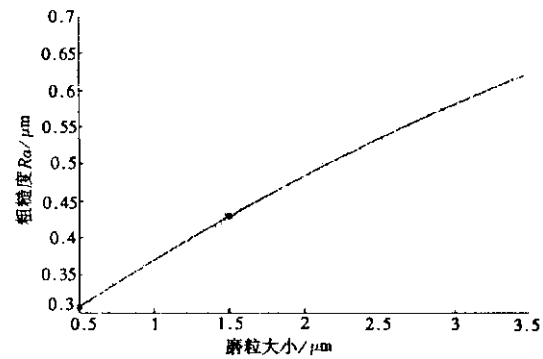


图 2　r=2000r/min 时表面粗糙度随磨粒大小变化曲线

Fig. 2 Roughness variation curve accompanying with grinding granule when rotate speed is 2000r/min.

后用微机电台阶仪对陶瓷插芯内孔进行探针式扫描,得到表粗糙度及曲线,对以上 5 组数据进行插值处理可以发现粗糙度和电机转速的近似关系如

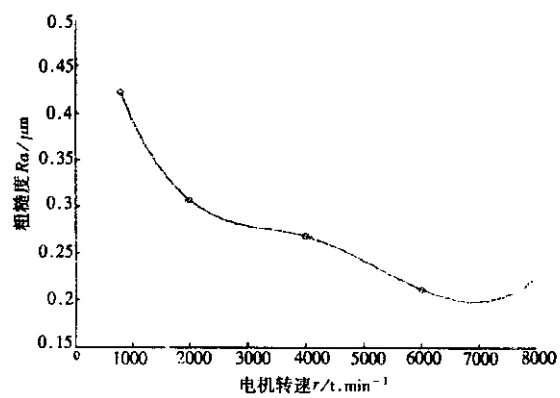


图 3　研磨颗粒为 W0.5 时表面粗糙度和电机转速之间的关系

Fig. 3 Roughness variation curve accompanying with rotate speed when grinding granule is W0.5.

图 3 所示:

比较发现:在研磨液粘度、颗粒大小一样的条件下,旋转电机的转速越高,研磨表面的粗糙度越

万方数据

低,加工质量越好。速度到达 7000r/min 时,粗糙度有变大的趋势,这是因为过大的速度造成系统振动,影响结构的静态刚度所致。

3 结论

综合这两组工艺参数,对实验数据进行插值,得到粗糙度随磨粒大小和电机转速的关系,如图 4 所示:

通过对实验数据的处理和分析,得到如下结论:

(1)大颗粒主要用于实现材料的去除,小颗粒用于对插芯内孔的研磨抛光;

(2)在同一速度下,研磨颗粒越大,研磨后内孔表面粗糙度值越大,同时电镜扫描发现,当研磨颗粒较大时,研磨量也越大;

(3)在研磨液粘度、颗粒大小一样的条件下,旋转电机的转速越高,研磨表面的粗糙度值越低,加工质量越好。不过当转速超过 6000r/min 时,过大的振动影响了实验台的静态刚度,而且会引起在夹具里的陶瓷插芯串发生微小振动,从而影响加工表面质量的提高。

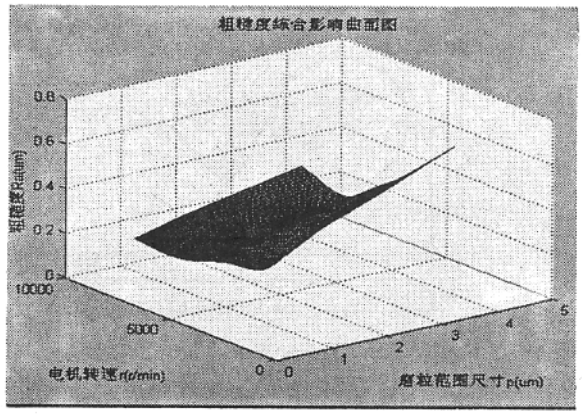


图 4 粗糙度的综合影响曲面图

Fig4 Integrated effect curve of Roughness

此实验研究帮助我们掌握了陶瓷插芯加工过程中摩擦学参数和加工精度之间的规律,找到了最佳的工艺参数匹配。建立自主产权的陶瓷插芯高精度、低废品率的大规模工业制造技术,为开发自主产权的制造装备提供了理论基础。

参考文献:

[1] Ling Yin, Huang H, Chen W K. Polishing of fibre optical connectors[J]. International Journal of Machine Tools & Manufacture 2004,(44):659-668.

[2] 于思远,林彬. 国内外先进陶瓷材料加工技术的进展[J]. 金刚石与磨料磨具工程,2001,(4):36-39.

[3] 黄春峰. 工程陶瓷的加工技术. 航空精密制造技术[J]. 2001(1):44-47.

[4] 欧阳红兵. 超声波孔加工技术进展[J]. 机械制造,1997,(5):7-9.

[5] 刘殿通,于思远,陈锡让. 工程陶瓷小孔的超声磨削加工[J]. 电加工和磨具,2000,(5):22-25.

[6] Huang H, Liu Y C. Experimental Investigations of Machining Characteristics and Removal Mechanisms of Advanced Ceramics in High Speed Deep Grinding[J]. International Journal of Machine tools & Manufacture. 2003,(43):811-823.

[7] Y S Xu, Hu J, LinB. Studies on the Surface Quality of the Unsteady-State Grinding Technique[J]. Journal of Materials Processing Technology. 2002,(129):364-368.

[8] 王军,庞楠. 工程陶瓷超声磨削技术. 金刚石与磨料磨具工程,2001(3):39-43.

[9] 田欣利,徐燕申,林彬. 陶瓷磨削表面变质层的产生机理. 机械工程学报,2002,(11):30-32.

[10] John Carberry. Zirconia and Ceramic Engineering Questions Relating to the Reliability of Ceramic Ferrules in the Out Side Plant. [C]. Technical Documents White Paper, Neptec LLc.

[11] 杨福兴. 光纤连接器超精密加工技术的研究[J]. 航空精密制造技术,2003,(3): 1-3.

[12] Zhaowei Zhong. Surface Finish of Precision Machined Advanced Materials[J]. Journal of Materials Processing Technology 2002,(122):173-178.

[13] 马天,黄勇. 光纤连接器用氧化锆陶瓷插针[J]. 成都大学学报,2002,(4):13-18.

[14] John Carberry. Zirconia and Ceramic Engineering Questions Relating to the Reliability of Ceramic Ferrules in the Outside Plant[C]. Technical Documents white Paper, Neptec LLc.

[15] 宋立新. 光纤连接损耗的物理机理以及补偿技术的讨论[J]. 孝感学院学报,2002,(6):20-23.

(下转第 76 页)

万方数据

The Analyses of Factors and the Influencing Mechanism of Watercourses Siltation Under Tide-blocking Floodgates in the Coastal Regions in Northern Jiangsu Province

ZHEN Hua-mei, WANG Jun-ming

(Dongtai Water Conservancy Bureau of Jiangsu Province, Jiangsu Dongtai 224200, China)

Abstract: The major factors of watercourse siltation under tide—blocking floodgates in the coastal regions in northern Jiangsu province are tide, wind, the curving degree of watercourses, rainfall, and inning. To take necessary measures effectively at the right moment and enable floodgates to exert and their engineering benefit, we must analyze these factors and master their influencing mechanism.

Keywords: watercourses siltation under tide-blocking floodgates; the factors of siltation; the influencing mechanism

(上接第 22 页)

The Correlational Analyses of Share Return and Transaction Volume Based on DCC Multivariate CARCH Model

LIU Guo-guang[1], ZHANG Bing[2]

(1. Business School of Hohai University Nanjing, Jiangsu Nanjing 210098, China
2. School of Engineering and Management, Nanjing University, Jiangsu Nanjing 210093, China)

Abstract: This paper examines the dynamic relationship between return and the transaction volume within four international markets by using generalized positive definite multivariate GARCH models. It is found that there exists a positive dynamic relationship between return and the transaction volume. But the dynamic relationship is different among different markets.

Keywords: Generalized Multivariate GARCH model; dynamic correlation coelficient; share return; transaction volume.

(上接第 28 页)

LABORATORIAL RESEARCHING ON GRINDING Empirical Study of ZrO_2 Ceramic Ferrule Bore

DENG Zeng-jun, GUO Shu-juan

(School of Mechanical and Electrical Engineering, Central South University, Hunan Changsha 410083, China)

Abstract: Ceramic Ferrule is the key component of Optical Connector. With the extensive application of WDM, its market demand is growing. To get high quality ceramic sinter, we use PSZ to manufacture the ferrule. To ensure the reliability of levelling the ferrules and get low inserting wastage, it is vital to gain high precision and stability. This paper mainly introduces a method(Grinding and polishing) to machining the ferrule roughcast and studies different technologic parameters' influence on machining quality(mainly Roughness).

Keywords: Ceramic ferrule; surface quality; roughness; grinding

万方数据