

文章编号:1673-9981(2009)03-0172-03

电火花线切割加工钕铁硼材料的研究*

陆志猛, 祝锡晶, 成全, 赵亮

(中北大学机械工程与自动化学院, 山西 太原 030051)

摘要:对电火花线切割加工 N35 材料的影响因素进行了研究, 结果表明: 随着加工工件厚度的增加, 切割速度逐步降低; 在同一工作液下, 切割速度越快, N35 表面就越粗糙; 乳化液为工作液时的加工速度比煤油基工作液的加工速度大, 但表面质量较煤油基工作液的差。通过电火花线切割加工 N35 永磁材料、45 钢、AZ91D 及 AS31 材料以及车削、铣削加工 N35 永磁材料的对比试验发现, 与传统车削及铣削加工法相比, 用电火花线切割加工钕铁硼永磁材料具有明显地优势。

关键词:电火花线切割; 钕铁硼; 表面质量

中图分类号: TB302.4

文献标识码: A

钕铁硼永磁材料是迄今为止性价比最佳的磁体, 随着钕铁硼永磁材料的磁性能、矫顽力、温度稳定性及可靠性大幅提高, 进一步刺激了电子产品、汽车工业及机电产品等行业对钕铁硼永磁材料的需求^[1-2]。

由于钕铁硼永磁材料硬度高、脆性大难加工, 因此本文对电火花线切割加工钕铁硼永磁材料进行了研究, 对改善钕铁硼永磁材料机械加工状况、提高产品质量及加工效率具有非常重要的意义。

1 试验部分

1.1 试验材料及设备

试验材料: N35 钕铁硼永磁材料, 其尺寸为 82 mm×62 mm×17.5 mm, 由山西金山磁材有限公司提供; 45 号钢材, 购买于钢材市场; AZ91D 铸造镁合金和 AS31 耐热镁合金, 二者均由包头某公司提供。

试验设备: DH7732A 型数控电火花线切割机床, 加工件最大尺寸 630 mm×400 mm×200 mm; 英国产 T4 型表面光洁度检查仪、TK36 数控车床、HCZK1340 数控铣床。

2.2 试验方法

2.2.1 线切割加工

当指定工作液、工作电流为 2 A、走线速度为 8.5 m/s、电极丝为钼丝(直径 $D \leq 0.10$ mm)、加工工件厚度为一定值时, 用电火花线切割加工 N35, 45 钢, AZ91D 和 AS31 材料, 工件加工形状如图 1 所示。

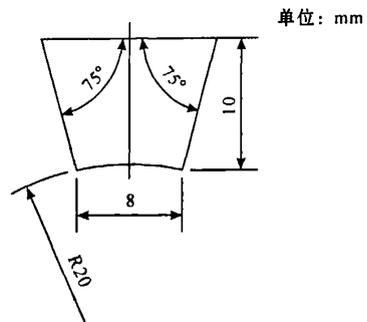


图 1 工件加工形状

Fig. 1 Processing workpiece

2.2.2 车削及铣削

收稿日期: 2008-12-26

* 基金项目: 山西省自然科学基金资助项目(2007011071)

作者简介: 陆志猛(1985-), 男, 湖北襄樊人, 硕士研究生。

在TK36数控车床上,选用硬质合金车刀进行车削,车削速度 35 m/min、进给量 0.10 mm/r、吃刀深度 $a_p=1.0$ mm. 在HCZK1340数控铣床上,选用硬质合金铣刀进行铣削,铣刀直径 20 mm,转速 300 r/min,切削量 1.0 mm,走刀速度 100 mm/min.

2 结果及讨论

2.1 电火花线切割加工

电火花线切割加工是利用移动的电极丝作为工具电极,且电极丝由线滚轮连续不断送出,以补偿放电所致的电极丝消耗,通过两极之间脉冲性放电时的电腐蚀现象对材料进行加工,以达到一定的形状、尺寸及表面粗糙度要求的加工方法.

在工作液为乳化液,通过改变加工工件的厚度,研究线切割厚度对加工效率的影响. 图 2 为工件厚度与切割速度之间的关系.

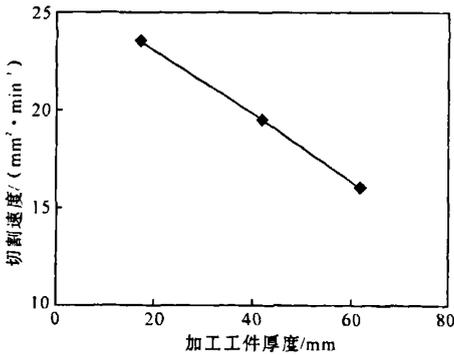


图 2 加工厚度与切割速度的关系

Fig. 2 The relationship between thickness and the cutting speed

从图 2 可见,随着 N35 加工工件厚度的增加,切割速度逐步降低. 这是由于线切割加工 N35 材料时,该材料脆性大,且粉状的电蚀产物在电场作用下吸附于加工间隙内,当切割厚度变大时,放电间隙变小,间隙通道排屑性能变差,耐高温的电蚀微粒不断在工件与电极丝之间碰撞,微短路现象严重. 因此,线切割加工 N35 材料的厚度增加时,切割效率也随之降低.

在切割厚度为 62 mm,工作液分别为乳化液和煤油的条件下,研究在不同润滑液下线切割对加工

效率及加工质量的影响. 图 3 为不同工作液对加工效果的影响.

从图 3 可见,在同一工作液下,切割速度越快, N35 表面就越粗糙. 这是由于加工面是由重复放电形成的凹坑重叠而成的,表面粗糙度取决于单个脉冲能量及放电分散程度. 单个脉冲能量越大,放电凹坑就越大,表面也就越粗糙. 要降低表面粗糙度,就要降低切割速度. 由图 3 还可知,乳化液为工作液时的加工速度比煤油基工作液的加工速度大,但表面质量较煤油基工作液的差. 这是由于煤油基为工作液时,放电间隙小、击穿阻抗高及不会产生锈蚀现象.

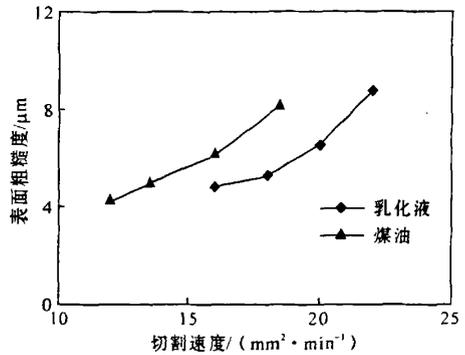


图 3 不同工作液下加工效果对比

Fig. 3 Processing effect contrast with different fluid

在工作液为乳化液、工作电流为 2 A、电极丝为钼丝 $D \leq 0.10$ mm、走线速度为 8.5 m/s 及加工工件厚度为 62 mm 条件下,采用电火花线切割加工 N35, 45 号钢, AZ91D 和 AS31 材料,用英国产 T4 型表面光洁度检查仪对加工表面进行测量,结果见图 4.

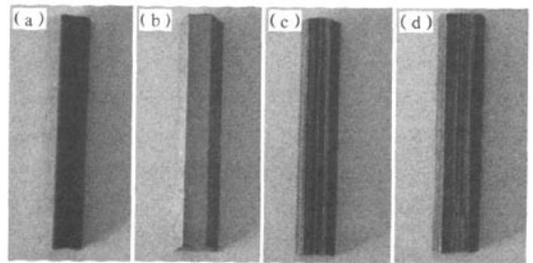


图 4 电火花线切割加工不同材料的结果

(a)NdFeB; (b)45 钢; (c)AZ91D; (d)AS31

Fig. 4 The processing result of different material

从图4可见, AZ91D和AS31之类的镁合金材料不易用电火花线切割法进行加工; 采用线切割方法加工的永磁材料的表面质量比45钢的好, 这是由于镁合金中含有不导电物质, 导致线切割不能正常进行。

在工作液为乳化液、工作电流为2 A、电极丝为钼丝 $D \leq 0.10$ mm、走线速度不大于10 m/s、加工工件厚度为62 mm及切割速度不大于24 mm²/min时, 所切割的钕铁硼永磁材料N35的表面粗糙度 $Ra \leq 4.5$ μ m。

2.2 车削及铣削N35

用车削法加工N35材料时, 当背吃刀量大于0.1 mm时, 则脆崩现象明显加重, 严重影响产品的质量, 并且在加工过程中刀具磨损较快, 容易出现振动状况, 影响加工工件表面质量及加工精度。当用铣削法加工N35材料时, 由于永磁材料脆性大, 在断续切削过程中很易发生脆性破坏, 铣刀的后刀面有很多不规则的剥落斑点, 并且随着刀具的快速磨损, 工件的加工精度降低, 所加工材料表面粗糙度增大, 难以满足加工需求。

综上所述, 不宜用车削及铣削方法来大批量加工Nd-Fe-B永磁材料, 与传统车削和铣削加工法相比, 采用电火花线切割加工钕铁硼永磁材料具有明

显优势。

3 结论

(1) 采用电火花线切割钕铁硼永磁材料, 随着加工工件厚度的增加, 切割速度逐步降低; 在同一工作液下, 切割速度越快, N35表面就越粗糙; 乳化液为工作液时的加工速度比煤油基工作液的加工速度大, 但表面质量较煤油基工作液的差。

(2) 相对45钢、AZ91D和AS31等镁合金, 钕铁硼永磁材料更适宜用电火花线切割方法进行加工。

参考文献:

- [1] 乐韵斐, 陈辛波, 奚鹰. 钕-铁-硼永磁材料套孔的加工工艺[J]. 同济大学学报, 2002, 30(3): 318.
- [2] HU Z H, ZHU M G, LI W, et al. Effects of Nb on the coercivity and impact toughness of sintered Nd-Fe-B magnets[J]. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2008, 320(3-4): 96-99.
- [3] 王至尧. 电火花线切割工艺[M]. 北京: 机械工业出版社, 1987: 204-220.
- [4] 张学仁. 数控电火花线切割加工微机编程控制一体化机床[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2005: 40-45.

A study of Nd-Fe-B material machined by the electrospark wire-electrode cutting

LU Zhi-meng, ZHU Xi-jing, CHENG Quan, ZHAO Liang

(College of Mechanical Engineering & Automatization, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: After researching the factor when wire electrical discharge machining (WEDM) processing the N35 permanent-magnet material, it indicated that along with the increase of the processing work's thickness, the cutting speed reduces gradually; with the identical working fluid, the cutting speed is quicker, the N35 surface is rougher; when the working fluid is emulsion, the cutting speed is quick than that of coal oil, but the surface quality is worse. With the contrast test of wire electrical discharge machining processing N35, AZ91D and AS31 and turning and milling N35, comparing with the tradition processing method of turning and milling, it is confirmed the superiority of wire electrical discharge machining processing N35.

Key words: wire electrical discharge machining (WEDM); NdFeB; surface quality