

金属电蚀加工选集

中国科学院电工研究所电加工研究室

科学出版社

金 屬 电 蝕 加 工 选 集

中国科学院电工研究所电加工研究室

科 学 出 版 社

1958 年 12 月

內 容 提 要

金属电蚀加工是一种新方法。这本选集包括九篇文章:介绍金属电火花加工现状及其发展方向的一篇;导电砂轮磨削两篇;电火花加工冲模一篇;阳极机械加工齿轮一篇;电机械加工滚珠一篇;其余三篇是关于电脉冲加工方面的文章,即473型电脉冲加工机床、电脉冲加工用的脉冲发电机和高寿命炭素电极。这九篇文章是结合当前我国机械制造工业中迫切需要选编的,它对于交流各厂经验和学习苏联先进经验会起一定的传播作用。

本书可供电蚀加工方面的工程技术人员使用。

金 属 电 蚀 加 工 选 集

中国科学院电工研究所电加工研究室编

*

科学出版社出版 (北京朝阳门大街117号)

北京市书刊出版业营业许可出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总经销

*

1958年12月第一版

1959年3月第二次印刷

(4.) 1.501-7.200

总号:1591 字数:131,000

开本:787×1092 1/16

印张:6

定价: (10) 0.90 元

前 言

这本选集是在生产大跃进中，各方面对电加工新技术出现了日益迫切的需要下編写成的。其中包括工厂經驗、試驗成果以及从苏联杂志上翻譯过来的有关文章。就内容方面讲，除了一般性地介绍金属电加工的現狀及其发展方向外，还着重介绍电磨料磨削法、电火花加工模具、电脉冲加工法、阳极机械磨齿輪法以及电机械加工滾珠等等經驗。这些新加工工艺在生产上迅速推广，具有很大的技术經濟价值。目前許多工厂都在摸索这些加工方法，但是由于缺乏必要的資料，往往走許多弯路，不能达到預定的結果。为此，希望通过这本选集，对生产能起一定的經驗传播作用，使电加工新技术在国内迅速成长，遍地开花，为轰轰烈烈的技术革命貢獻一分力量！

中国科学院电工研究所电加工研究室

目 次

前 言

金属电火花加工的现状及发展方向·····	于家珊編譯 (1)
电磨料(导电砂輪)磨削硬質合金零件內孔的試驗报告·····	
·····中国科学院电工研究所电加工研究室	(26)
导电砂輪磨硬質合金拉絲模总结·····	国营湘潭机械厂 (35)
电火花加工冲模的經驗·····	天津新安电机厂 (39)
473 型电脉冲仿形穿孔机床·····	
·····A. Л. 李夫希茨 M. И. 布里斯克曼著 高亨德譯	(45)
金属电脉冲加工用的脉冲发电机·····	
·····A. Л. 李夫希茨 И. С. 罗加切夫著 周广德譯	(54)
金属电脉冲加工用的高寿命的炭素电极材料·····	
·····A. Л. 李夫希茨, Г. К. 班尼可夫和 A. М. 西卡列夫著 楚振斌譯	(62)
滚动軸承滾珠的电机械加工·····	Б. П. 高夫曼著 于家珊譯 (67)
关于使用阳极机械原理加工齿輪試驗的研究报告·····	陈企平 (74)

金屬电火花加工的現狀及其发展方向

于家珊編譯

苏联学者 B. P. 拉扎連柯和 H. H. 拉扎連柯在 1943 年所发现的金属电火花加工法是金属加工工艺中一个重要的貢獻。十多年的实践表明,电火花加工不仅可以代替机械切削加工^①,而且可以实现机械切削加工所不能进行的許多新工艺过程,从而扩大了、并繼續扩大着金属加工的可能性。

金属电火花加工的实质是利用火花电蝕現象,即火花放电的結果在电极表面上所引起的金属破坏現象。

要实现金属电火花加工,必須首先将脉冲能量在時間上和空間上加以集中,而后瞬間放出在材料表面待加工的地方。这种瞬間和局部地将脉冲能量放出,必定在脉冲作用的地方引起金属的定向爆炸,从而使加工过程得以实现。

为了便于了解电火花加工的实质和可能性,有必要列举一下火花放电的基本特征。

1. 火花放电是非靜止物理过程,其延續時間不超过 10^{-3} 秒。
2. 火花放电只有在电場强度很大时才能产生。
3. 由于火花放电过程中发生电子光学現象,所以:
 - (1) 极間火花通道寬度很小;
 - (2) 火花通道中的电流密度可达 10^3-10^6 安培/毫米²;
 - (3) 火花通道中的压力可达数万大气压。
4. 火花放电的伏安特性曲綫具有負值,并且电流激增时,极間电压相位下降。
5. 火花放电过程中电流和功率的振幅值用任何其它方法均不能得到。
6. 就爆炸能量集中的程度而言,火花脉冲比最强烈的爆炸物质还要大許多倍。
7. 火花通道的温度近于太阳的温度,大約为 $11,000^{\circ}\text{C}$ (电弧的温度仅为 $3,500^{\circ}\text{C}$),这种高温用其它任何人工控制的方法均不可能得到。
8. 由于高温以及主要火花通道形成时的爆炸特性(形成的時間为十亿分之几秒)使得火花通道周围的物质百分之百地游离。脉冲电流的分裂作用非常大,使得极間介質中以及电极中的所有化学元素均发出原子光譜。
9. 由于脉冲的延續時間很短,电极上所发生的热动力过程系一絕热过程。
10. 伴随火花放电,还产生下列現象:
 - (1) 强烈的发光;
 - (2) 声效应;
 - (3) 电磁輻射。
11. 在多数情况下,伴随火花放电,阳极材料被大量地蝕掉。

由于火花放电具有上述特征,金属电火花加工較之其它机械切削加工具有以下优点:

1. 用电火花法可以加工任何导电材料^②,而不論其物理化学性質如何(包括化学性

① 原则上,电火花加工是可以全面代替机械切削加工的。但目前由于我們对电火花加工实质了解的还很不夠,电火花装置和工艺还不能全部体现出这种方法的固有特点,所以,从现实观点出发,应当說,电火花加工是机械切削加工的补充,并且在許多方面已經和开始代替机械切削加工。——編譯者註

② 此外,电火花法还可以加工非导电材料,这是現今电火花发展的一个重要方向。——編譯者註

质活泼的材料)。在同一个装置上可以加工硬的、软的、韧性大的和脆的材料,从而使设计师有可能选择任意材料来设计机器零件。

2. 由于电火花加工时工具与零件不相接触,不存在机械力,因此勿须采用复杂和昂贵的切削刀具。这样,在工业上就可以“解放”出大量高合金工具钢和高级工具制造工人。

3. 用电火花可以实现一系列用其它任何方法均不能进行的工艺过程(如制造曲型孔,制造硬质合金中的螺纹,磨削壁厚为数十微米的零件等)。

4. 任何机械切削加工过程均可用电火花加工代替(如制孔、切割、磨削等等),同时它具有许多工艺优点(例如,电火花法可以很容易地加工淬火钢)。因此,许多零件现在可由预先淬过火的钢坯制造,这就消除了热处理废品产生的可能性。此外,电火花法还特别适用于进行金属的精密加工。

电火花加工的这些优点引起人们很大的兴趣和注意,在世界许多国家里开始了愈来愈广泛和深入的研究。

这些研究大致可归为以下几个方面:

第一,研究如何提高电火花加工的工艺特性和技术经济特性,以使电火花法较之机械切削法来得更迅速、更光洁、更精确、更合算。只有这样才能获得愈来愈广泛的应用,才能够彻底战胜历史悠久的机械切削加工法。

第二,研究扩大这种方法的工艺可能性,以便寻找新的加工工艺过程,包括创造崭新的以火花放电为基础的电过程。只有这样才能充分挖掘和利用火花放电的全部潜力,使其为人类服务。

第三,研究非导电材料的电火花加工,从而为非导电材料在现代工业上的应用开辟更为广泛的可能性。

第四,研究火花放电的机理和规律、火花放电在电极上所引起的物理化学变化等等基础理论问题,以实现上述各项目的,并为火花放电的今后发展开辟广阔的道路。

本文只重点扼要地介绍一下电火花加工的应用、装置(特别是脉冲发生源和自动控制系统)、工具电极等问题,以使读者对金属电火花加工的现状及其发展方向大致有一了解。

电 火 花 加 工 的 应 用

电火花加工孔和模膛

1. 制造小孔(直径小于1毫米的孔)

在现今工业的许多部门中都需要制造小孔。例如,在食品和化学机械工业中需要制造不锈钢过滤器和筛网;在电缆工业中需要制造硬质合金拉丝模;在纺织工业中需要制造极为精密的人造纤维喷丝头;在发动机工业中需要制造喷油咀;在精密机械仪器工业中更需要制造多种多样的小孔。制造小孔是机械加工中最伤脑筋的事情。

电火花法在制造小孔方面显示了特有的优越性。电火花制小孔时,采用细金属丝(铜丝、黄铜丝或钨丝)作工具电极。例如,为了制造直径为0.15毫米的小孔,可采用直径为0.12毫米的金属丝作为工具电极。随着孔的加深,加工产物(从加工区抛出的金属微粒和汽泡等)的清除条件变得恶化,甚至使放电停止,加工过程无法进行。因此,保持极间产物

的清除是加工小孔的一个重要条件。为此可使工具电极或被加工零件作往返运动(振动),或使其旋转,以有助于工作液将加工产物清除。此外,为了保证得到正确形状的孔,必须保证工具电极(强度不大的金属丝)具有准确的进给方向。因此,导向装置是加工小孔所不可缺少的。

制造形状复杂的小孔是这方面的一个发展方向。图1是在淬火钢球中制出的各种大小的孔(从1毫米—20微米):

(1) 制造喷油咀中的小孔 汽车拖拉机发动机中用的喷油咀一般具有6个直径为0.152—0.16毫米的小孔,孔的误差不超过0.01毫米。以前采用直径为0.15毫米的钻头(转速为每分钟数万转)进行钻孔,效率很低,废品率高,且使人疲劳不堪。采用电火花

法效率显著提高,废品率由机械钻孔的50%降低到0.3%以下。目前已有专门加工喷油咀的电火花装置(如 JIK3-20),还有效率更高的可同时自动加工6个孔的专用电火花装置(如 JIK3-38)。用 JIK3-38 装置(见图18)加工喷油咀的生产率为每8小时900个。

(2) 制造整块金属过滤器和筛网 在许多生产中需要坚固而又能防腐的过滤器和筛网。用机械方法加工很困难:首先是因为它们通常多用不锈钢制造,用冲压法是行不通的,用钻孔方法很费劲,且成本很高;其次钻出的小孔有毛刺,质量不合乎要求。用电火花法

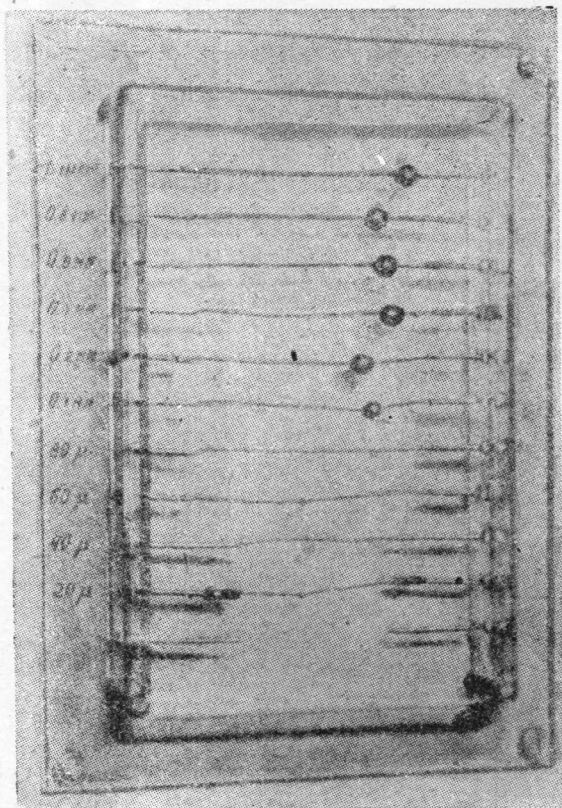


图1. 在淬火钢球中制出的各种大小的孔

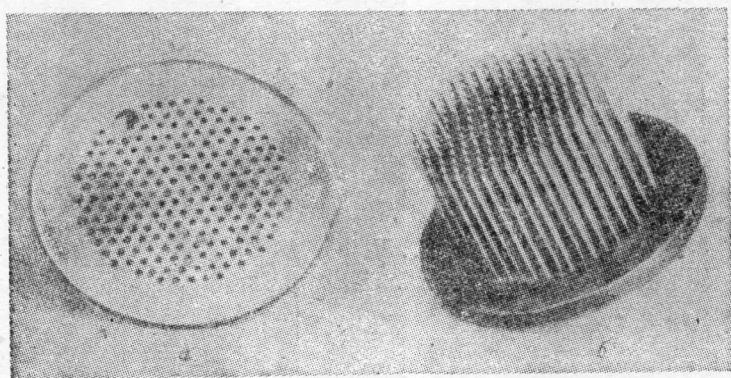


图2. 电火花法制成的不锈钢筛(a)及所用的工具电极(b)

制造时,工具电极是由许多金属丝按一定顺序排列而成的。图2是直径为3.2毫米的195个小孔的不锈钢筛及其工具电极。在JK3-18装置上加工共需2小时40分。电极丝长100毫米时一个工具电极可制造出18—19个筛子。此外,还可以用电火花加工法加工纺织工业中用的人造纤维喷丝头。

(3) 制造硬质合金拉丝模的孔 硬质合金拉丝模的一个决定性因素是孔形的各个部分要非常吻合。过去一般采用烧结法制造硬质合金模子效果不好。用机械方法加工 9×6 毫米的孔时,需要290分钟,而用电火花法加工只需6分钟。同时,用电火花法还可以制造任意形状的硬质合金拉丝模。图3是专门用来加工拉丝模的三轴式电火花装置(民主德国出品)。

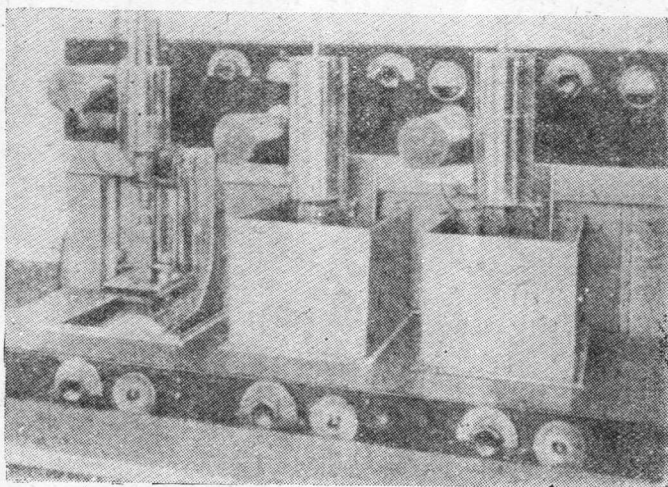


图3. 三轴式电火花装置(民主德国)

2. 制造大孔(直径大于5—10厘米的孔)

加工大孔时没有必要将待除去金属全部蚀成粉末状。通常只加工孔的外形轮廓,而

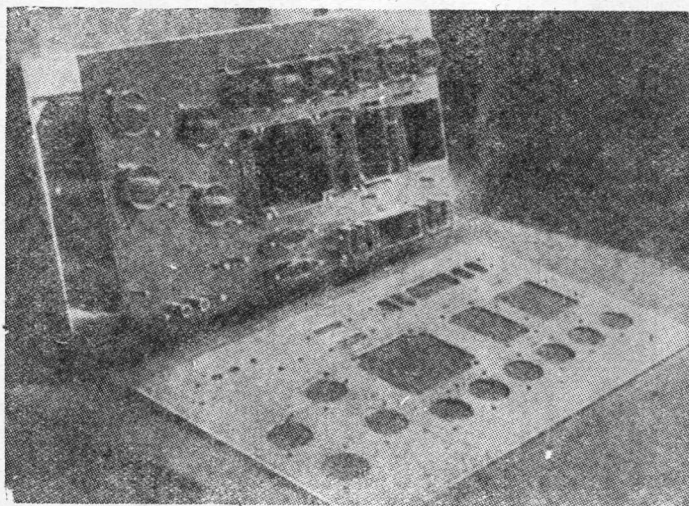


图4. 用电火花法制出的底座板和所用的工具电极

不触及其中間部分。例如，在制造无线电工业中常用的多孔金属底座板时，可将許多棒、管、盒等按所需要位置固定在一起，即成了所需的工具电极（见图4）。这种工具电极可以一次制成所需的底座板。

另外，也可以采用一次下料的方法制造大孔，乃至形状复杂的大孔。图5是用这种方法制成的锯齿和所用的盒式工具电极。这种电极由黄铜片按一定形状弯成的。为了提高加工速度，可以采用多线电路或同时加工几个孔。

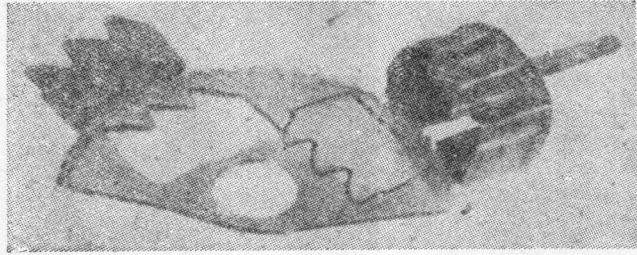


图5. 用电火花法下料的零件及所用的工具电极

3. 制造鋼和硬質合金模具

用电火花法加工鋼冲模的阴模时，通常是在热处理以后进行。过去，冲模加工完毕后再进行热处理，困难很多，废品率高，而且加工出的冲模經数十万次冲击后即需进行修复，

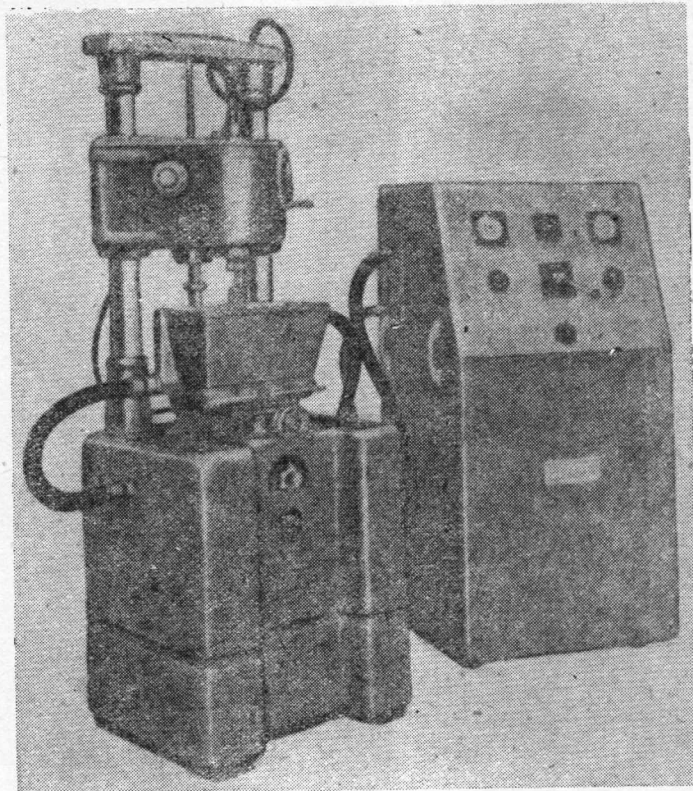


图6. 带有操縱台的电火花装置

几次修复之后就不能再用了。用电火花加工出的钢冲模寿命增加到机械加工的2—4倍。而硬质合金冲模的寿命更加提高。用电火花法有可能制造形状复杂的冲模。在苏联、捷克、英国等国电火花加工冲模获得了广泛的应用。图6是英国 Wickman 公司出品的一种电火花装置。图7是用这种装置加工出来的一些模具样件。

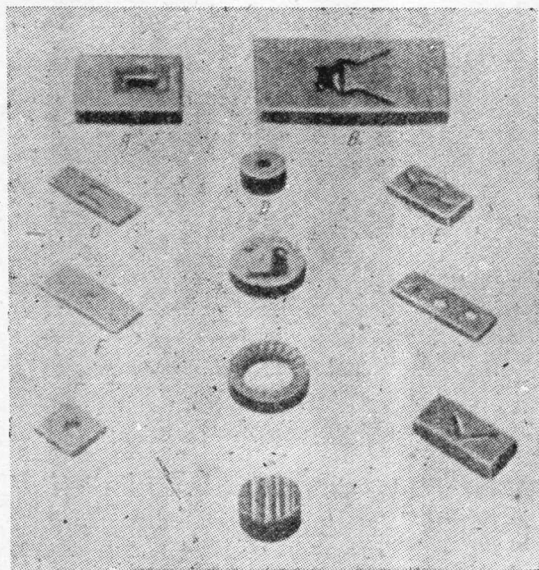


图7. 用电火花法加工的模具样件

图中:具有碳化钨垫片(厚度为9毫米)的冲模,加工时间为8小时,精度达0.01毫米。

厚度为26毫米的淬火钢拉丝模,加工时间为12小时,精度达0.01毫米。

厚度为4毫米的碳化钨阴模,加工时间为3小时,精度达0.01毫米。

厚度为14毫米的热冲压用的碳化钨压模,加工时间为3小时,精度达0.05毫米。

图8是在英国 Sparcatron Mark III 电火花机床上加工出的复杂形状的阴模、加工用

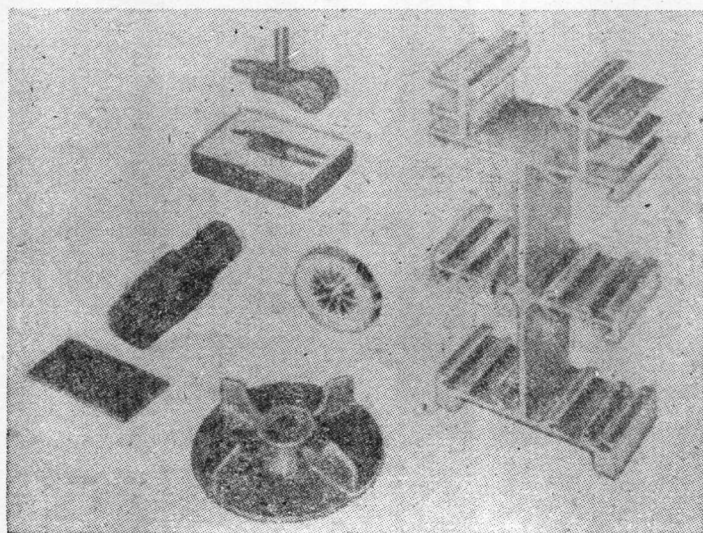


图8.

的电极及这些阴模制出的样件。

图9是在同一机床上加工出的硬质合金阴模(a)以及其工具电极(b)。

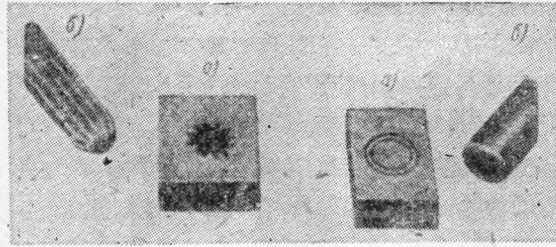


图9.

图10是在日本D-5型机床上加工出的定子矽钢片的冲模、所用的工具电极和加工出的冲片。

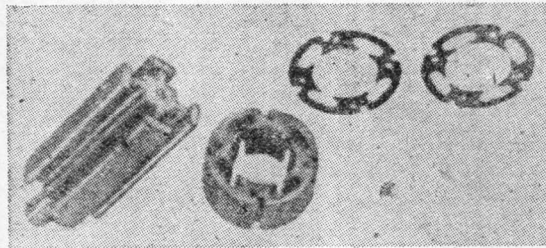


图10.

图11是利用阳模作工具来加工阴模。

除冲模外,用电火花法还可制造锻模、压模、冷铸模、压印模等等。此时所不同的在于

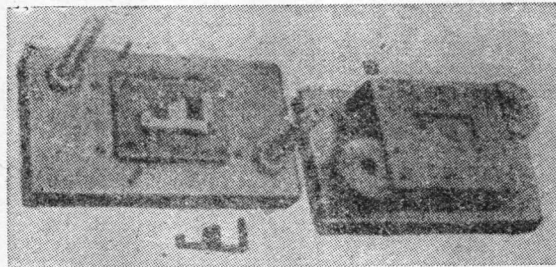


图11.

不是制造穿孔,而是非穿孔。根据工具电极深入零件深度的不同,可以制出各种不同模具。利用同样的原理用电火花法还可以进行电印刷、电刻、电打印等等工艺过程。

4. 旋轉电极加工

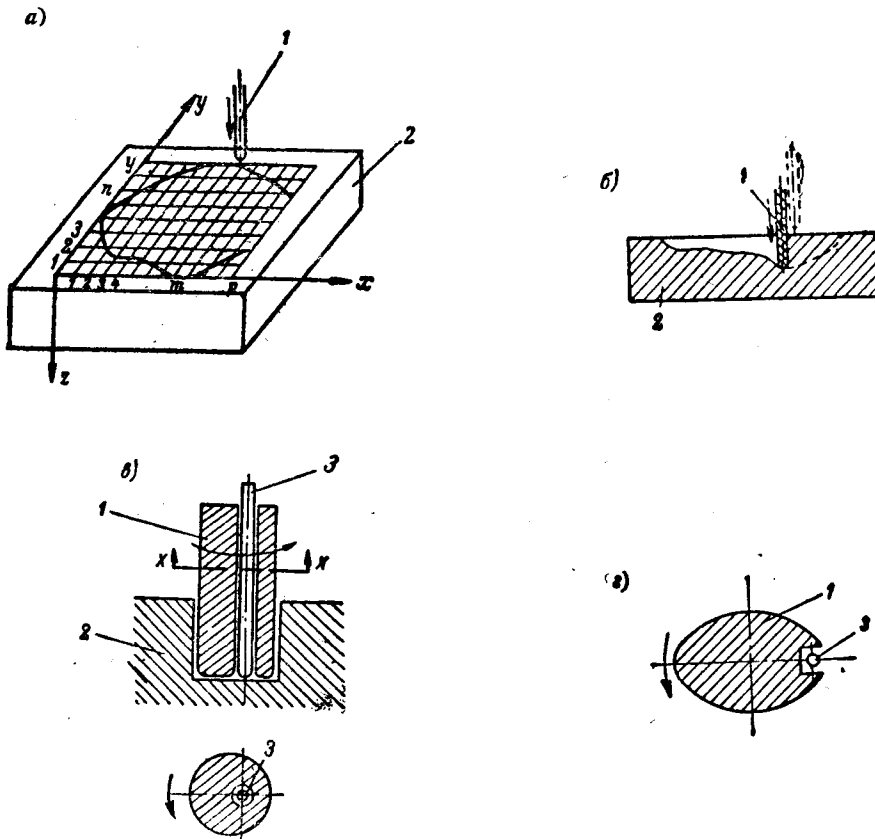
这是日本东京大学最近提出的一种利用旋轉电极加工模膛和孔以制造模具的新方法。

图12是旋轉电极加工模具的示意图。

用这种方法加工时,利用旋轉的棒状工具电极(阴极),如同端铣刀一样来加工模具(图12a)。将毛坯沿X和Y方向划成許多个小部分。在每一部分中电极垂直于毛坯面移

动,即进行模膛加工。然后在每一个小部分刻出外形线(图 12 6)至所需的深度。

如果每一部分的尺寸和电极的直径都很小,那么就可以刻出精度很大的小间隙。不过,由于工具电极的磨损,这种方法变得复杂。往往造成工具电极进给的大小不符合被加工孔所需的深度。为了得到所需的精度必需测量工具电极深入零件中的深度。最简单的方法是过一定时候就把工具电极提出,然后用尺或测深计来测量一下,不过这种方法很不经济。为了解决这个问题,可将工具电极制成偏心孔电极(图 12 6)。电极在加工过程中旋转。电极中装一塞尺,用来直接测量加工的深度。这种工具电极不一定是圆的,也可以制成椭圆形、矩形、方形或多面形的,而偏心孔也不一定是圆的,可以是任何形状的。有些情况下可在电极侧面开出一个槽,将塞尺放在小槽中,如图 12 8 所示。



a——毛坯划线; b——切割模具形状; c——偏心孔电极; d——带有塞尺槽的电极。

图 12. 旋转电极加工模具的示意图

这是一种新方法,目前还有许多问题,主要是工具电极和塞尺问题。不过,试验已证明,旋转电极加工在原则上完全是可能的。用这种方法加工大型模具尤为适宜。

电火花切割

用电火花法切割金属效率很高。可以切割截面为数百毫米以上的大型零件,也可以

切割截面小于1毫米的小型零件,可以切割宽为20微米的窄缝,同时可以进行精密切割(切缝为15—20微米)。与机械切割相比,无论在电能消耗方面或金属消耗方面电火花切割均为优越。从表1即可看出。

表 1

装置种类	切缝宽度 (毫米)	电 能 (仟 瓦)	鋒鋼 47 × 37 毫米	
			時間(分)	成本(戈比)
机 动 鋸	2.0	2.2	5.4	4.9
带 鋸	1.5	3.5	6.3	8.2
銑 床 鋸	4.0	4.0	4.0	6.8
电火花鋸	1.2	8.0	0.9	3.0

由于电火花法切割时不存在机械力,所以可以实现用其它任何方法不能进行的切割加工。如图13中所示的被切割的滚珠轴承即是一例。

电火花切割时可用旋转的金属薄盘作工具电极,也可以用金属带作工具电极。特别精密切割时可采用细金属丝作工具电极,由一个线圈上慢慢缠到另一个线圈上。图20中的JK3-49电火花装置即是一例。利用这类装置还可以进行曲线切割。

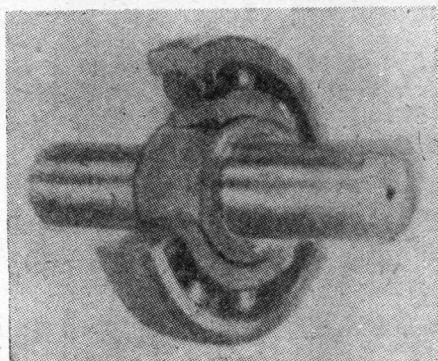


图 13. 被切割的滚珠轴承

电 火 花 磨 削

电火花磨削较之机械磨削具有以下特点:

1. 磨削时工具和零件上不施加任何压力;
2. 完全不需要某种磨料,工具电极可用普通的灰口铁等制成;
3. 零件一次装卡后,利用同一个工具电极可以实现粗磨与精磨(只要改变电路参数即可),从而可直接得到光洁度很高的表面;
4. 由于蚀下的金属微粒是沿表面垂直方向飞出,不产生工具电极的擦伤现象,因此磨削后所有表面裂痕(显微裂痕)均易发现;
5. 可以用同一个工具电极加工任意硬度和韧性很大的材料;
6. 可以在磨削过程中将极间介质中的各种化学元素渗入零件表面中,以达到同时强化被加工表面的目的。

上述的特点决定了电火花磨削的广泛应用。下面介绍其中的几种。

1. 磨削砂钢片等导磁体

变压器、扼流圈、电机的电枢和定子通常均由许多相互绝缘的金属片组成,以减少导磁体中的磁损失。可是,用磨料加工这些导磁体时常常出现毛刺,从而把各个金属片之间连接了起来,造成短路,增加磁损失。用电火花磨削不会产生毛刺,可避免上述缺点。

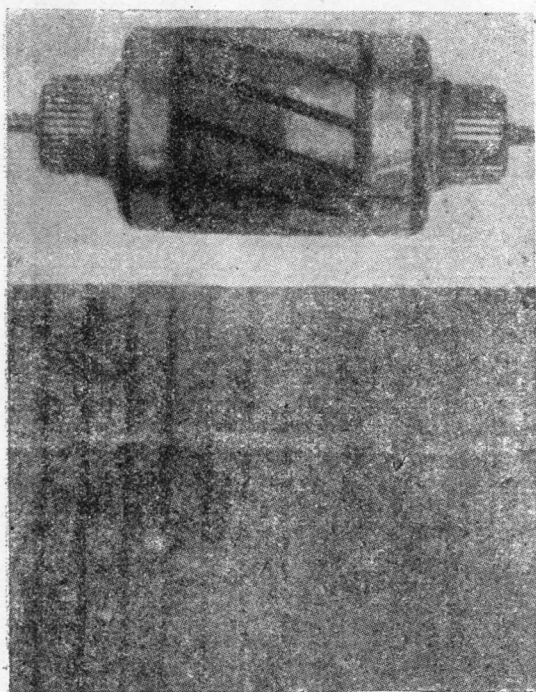


图 14. 磨削后的电机转子

- a*——用磨料磨削的表面(右半部分)和用电火花法磨削的表面(左半部分);
b——放大 20 倍之后的转子表面。

2. 磨削磨辊和轧辊

磨辊需要很高的机械耐磨性能和一定的粗糙度。用电火花法加工时,磨辊对相互磨削,没有工具电极和零件电极之分,两极(两辊)之极性周期性地改变,以达到均匀磨削之目的。

3. 刃磨切削刀具

用电火花法刃磨刀头和硬质合金刀头不仅免去了昂贵的磨料,而且可以利用同一个工具电极,只要改变电路参数即可进行粗磨和精磨。同时,由于工具与刀头不直接接触,可保证刀头质量不受损伤并具有正确的几何角度。用这种方法刃磨硬质合金刀头,特别是成型硬质合金刀头尤为适宜,经济效果很高。

此外,电火花法还可以用来制造硬质合金刀头上的断屑器和捲屑器。

利用同样的原理,电火花法还可以用来刃磨铣刀和拉刀,此时铣刀和拉刀加工如象同时加工几个单刃刀头一样。

4. 加工涡轮机叶片

涡轮机叶片通常用高级合金制成,具有复杂的形状,而被加工面积达 12.9 平方厘米之多,切削深度为 1.27 至 12.7 毫米。叶片表面要具有很高的光洁度,其外形精度达 0.007 毫米。目前只能用氧化铝砂轮来磨削。还没有其它方法可以在成批生产条件下加工涡轮机叶片。用金刚砂进行成型磨削时间很长,且成本很高。叶片加工的某些工序目前已可以用电火花法,以及其它电加工法进行。

此外,还可以加工和磨削透平压缩机的压盘。

5. 磨削炮弹

炮弹系由高级合金制成,重达 1.8 至 5.4 仟克。待磨削的面积(弹座和弹身)很大,为 12.9 至 64.5 平方厘米。可以采用电火花法和其它电加工法进行磨削。

6. 磨削滚珠

用电火花和机械联合法可以有效地磨削滚珠轴承用的滚珠(详见本书滚动轴承滚珠的电机加工一文)。

最后应当指出,除了电火花磨削外,还广泛采用着其它电加工方法进行磨削,如电脉

冲法、电接触法、电解液法以及超声波法等等。特别是联合使用上述方法可得到很好的效果,这是现今电磨削发展方向之一。

电火花法改变金属表面的原始性能——电火花强化

上面所提到的电火花过程均系利用正极性电路,即被加工零件是阳极,而工具电极是阴极,而且加工是在液体介质中、两极不接触的情况下进行的。

电火花强化过程是利用反极性电路,即被加工零件作阴极,而工具电极作阳极,而且加工是在空气介质中、两极直接接触(借助振荡器)的情况下进行的。

电火花强化法较之其它方法具有下列优点:

- (1) 在强化前待加工表面不必要进行任何的预备处理;
- (2) 复盖层和金属母体结合的非常牢固;
- (3) 不仅可以复盖纯金属,亦可复盖各种合金(包括金属陶瓷);
- (4) 进行金属表面强化时还可以实现一系列小冶金过程,例如,将各种化学元素渗入金属表面层;

(5) 可以在严格限定的地方进行强化,甚至尖端部分亦可强化;

(6) 电火花强化装置简单轻便,不需要高级熟练工人即可操作。

目前,电火花强化法已应用在以下许多方面:

- (1) 将硬质合金涂在金属表面或将合金元素渗入其表面层以增加金属表面的硬度;
- (2) 强化金属表面或建立新的磨擦对以提高金属表面的耐磨性能;
- (3) 将相应的化学元素渗入表面层以提高金属表面的耐磨性能;
- (4) 恢复被磨损零件的尺寸;
- (5) 用来改善电工器械的换向性能;
- (6) 其它各种特殊应用。

目前,这种方法已非常广泛地用来强化各种金属加工工具、木材加工工具、矿山钻矿工具以及农业机械切割构件等等。

关于电火花强化法本文不拟重点介绍,可见专门著作。

电火花修理和翻新工作

大家知道,通常在制造机器设备的新零件时,零件材料的强化过程常常是最后一道工序。因此,在进行零件修理时遇到的最大困难就是这些零件硬度很大,很难进行机械加工。所以,在这种情况下某些实在难以加工的零件(有时是很贵重的零件)不得不报废,而有些零件要想恢复它的形状和尺寸则是极繁重且昂贵的过程。

用电火花法可以顺利地消除上述困难,因此电火花法广泛地应用在修理翻新的工作中。利用这种方法可以修理已磨损的锻模、塔齿轮;恢复轴颈尺寸、机车车轮的尺寸,以及其它各种零件的尺寸。

最后,要提到的是:利用电火花法取出折断的工具和固紧材料特别有效。

我们知道,钻孔过程,特别是切螺纹过程通常均在加工即将结束时进行。然而,在上述过程中常常发生工具折断现象(钻头或螺丝攻陷在孔内),这使得即将制成的零件变成

废品。利用电火花法可以在几分钟内顺利解决这个问题。只要在工具折断处钻一穿孔即可将其取出。

另外,在修理工作中螺栓、螺柱等常常折断,使整个紧固件陷在孔中拔不出来。用类似的方法亦可顺利将其取出。

许多电火花穿孔装置,以及专用装置均可进行这种工作。大部分装置在低压下采用无电容式线路工作。采用空心电极作强迫振动,并通入水或其它液体,以便即时清除加工产物。

电火花法的某些特殊应用

火花放电的特征决定了电火花法的某些特殊应用,这不仅扩大了金属加工的可能性,而且已经开始超越金属加工的范围,深入到其它的技术领域中去了。毫无疑问,这种特殊应用必然会愈来愈加广泛,从而为电火花法加工开辟出新的发展远景。下面简单地介绍一下电火花法的某些特殊应用。

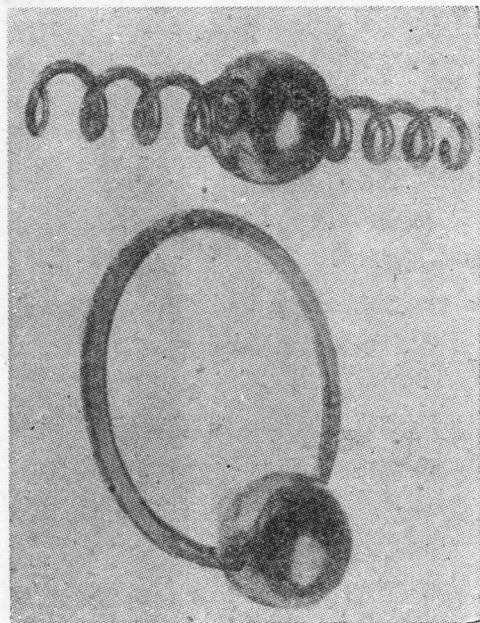


图15 带有曲型孔的淬火钢球

1. 制造曲型孔

电火花法可以加工曲型孔,其中包括非穿孔。这一新的工艺过程告诉我们:利用这一可能性可以解决许多复杂的设计问题。图15是带有曲型孔的淬火钢球。

2. 制造螺紋和切螺紋工具

如果用一个黄铜或生铁的螺栓作电火花装置的阴极,借助于一定螺紋的螺母将其慢慢拧入零件阳极,那么,就可以制造硬质合金和淬火钢中的内螺紋,以及所需的硬质合金切螺紋工具和梳刀。

3. 涂敷放射性物质

在利用示踪原子进行产品质量的检验时,需要将一定量的放射性物质(如放射性磷 P^{32})渗入严格限定的部位。用电火花法涂敷这种放射性物质非常方便。为此,只要将放射性材料固定在电火花装置的振动器中,通上电流,那么,以后的过程与普通电火花复层法毫无区别。

4. 取分析试样

在进行大型钢锭的物理化学性质研究时,通常要在严格限定的地方取下一小块试样。用电火花法很容易实现这种过程。最大的优点是它对于零件表面的结构破坏很小。至于电火花加工本身是否可以成为试验的一种方法,目前尚未确定。