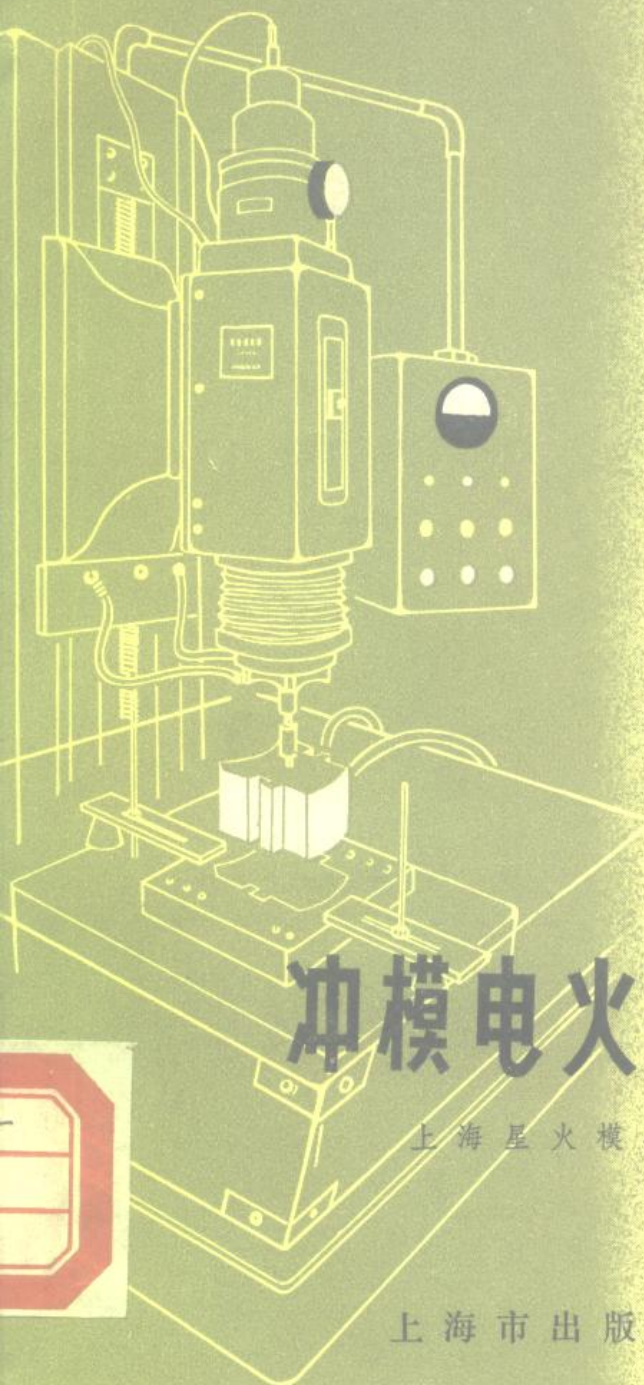




冲模电火花加工

上海星火模具厂 编

上海市出版革命组

37.15
111

冲模电火花加工

上海星火模具厂 编

上海市出版革命组

冲模电火花加工

上海星火模具厂 编

上海市出版革命组出版

(上海绍兴路5号)

上海新华书店发行

上海东方红印刷厂印刷

1970年9月第1版

1970年9月第1次印刷

书号 4—44 定价 0.30 元

毛主席语录

没有中国共产党的努力,没有中国共产党人做中国人民的中流砥柱,中国的独立和解放是不可能的,中国的工业化和农业近代化也是不可能的。

政治工作是一切经济工作的生命线。在社会经济制度发生根本变革的时期,尤其是这样。

社会主义革命和社会主义建设,必须坚持群众路线,放手发动群众,大搞群众运动。

我们的方针要放在什么基点上?放在自己力量的基点上,叫做自力更生。

毛主席语录

要使我国富强起来，需要几十年艰苦奋斗的时间，其中包括执行厉行节约、反对浪费这样一个勤俭建国的方针。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

备战、备荒、为人民。

毛主席语录

中国将变为一个强大的社会主义工业国。中国应当这样。因为中国是一个具有九百六十万平方公里土地和六万万人口的国家，中国应当对于人类有较大的贡献。

前 言

在无产阶级文化大革命的有力推动下，在党的“九大”精神的鼓舞下，我们伟大的社会主义祖国以巨人般的步伐跨入了二十世纪七十年代，正在社会主义革命和社会主义建设的大道上阔步前进，到处是一派蓬蓬勃勃的兴旺景象。我们的社会主义工业，也正沿着伟大领袖毛主席指引的道路胜利前进。

冲模电火花加工这一模具加工的新工艺，在毛主席无产阶级革命路线和“独立自主、自力更生”方针的指引下，得到了飞跃发展。目前这一加工工艺方法已成为模具加工的一种主要方法。实践证明，要加速这一技术的发展，必须“大搞群众运动”，坚持“打破洋框框，走自己工业发展道路”。在这一方面，广大工人同志作出了许多革新和创造。拿电火花加工机床用的工具电极来说，国外历来采用紫铜、黄铜、银钨合金等较贵重的金属材料制造。用毛泽东思想武装起来的中国工人阶级，遵照伟大领袖毛主席“外国有的，我们要有，外国没有的，我们

也要有”的教导,发挥无穷的智慧和克服种种困难,创造了用生铁来代替这些贵重材料,不但为国家建设节约了大量贵重物资,而且同样能达到良好的使用效果,并使电火花加工与成型磨削配套使用,使冲模质量大大提高。诸如这样的事例说明,只有根据我国的特点,坚持走自己的道路,才能促进这一技术的飞跃发展。

我国生产的各种类型的电火花加工机床,从开始应用的弛张式电源到发展成为独立式脉冲电源,目前已生产出既能加工冲模,又能加工型腔模的晶体管电源电火花加工机床。随着电子技术的广泛应用,必将会有更多更新的创造与发展。从“备战、备荒、为人民”这个伟大的战略思想出发,进一步发展电火花加工技术,生产更多更好的赶超世界先进水平的产品,为中国革命和世界革命作出贡献,是我们的光荣而又艰巨的战斗任务。

本书主要介绍目前广泛采用的冲模电火花加工技术,型腔模电火花加工技术没有列入本书内容。我们结合生产实际,对电火花加工机床各个部分和加工工艺方法作了介绍,其中有些是生产中的经验体会。在编审过程中,曾得到有关兄弟单位的大力支持,特别是在书稿第一稿编写过程中,一机部机床研究所苏州电加工研究室协同作了很多工作。但由于我们活学活用毛泽东思想还还不够,生产实践经验也少,而且有一定的局限性,因此,本书一定存在有不妥甚至是错误之处,希望广大工农兵读者和其他革命同志阅后多提宝贵意见。让我们在党的“九大”团结胜利的旗帜下,共同努力,使电火花加工技术更好地在“抓革命,促生产”中发挥作用。

目 录

第一章 冲模电火花加工	1
一、我国冲模电火花加工的飞速发展	1
二、电火花加工的特点和主要用途	3
三、电火花加工的实质	4
四、电火花加工机床的组成及其作用	5
五、电火花加工中的几个规律	6
第二章 脉冲电源	10
一、脉冲发电机	10
二、弛张式电源	12
三、闸流管电源	17
四、线路中主要元件的作用、自制及使用注意事项	28
五、电器箱的装配	37
六、脉冲发生器的调试	40
七、故障及其排除	43
第三章 电火花加工机床机械部分	46
一、主轴头	47
二、电火花加工机床电液压主轴头	57
三、床身、立柱及座标工作台	65
四、工具电极夹头及旋转头的应用	67
第四章 电火花加工机床的自动控制系统	71
一、自动调节系统的作用	71
二、火花间隙调节器的要求	73

三、火花间隙值的测量	75
四、火花间隙调节器的工作原理	80
五、工具电极的进给方式和相应的调节系统	81
第五章 电火花加工机床工作液系统	94
一、工作液系统的作用、要求和重要性	94
二、工作液强迫循环及其在电火花加工中的应用	97
三、工作液的过滤	103
第六章 冲模电火花加工工艺	109
一、冲模电火花加工的工艺方法	109
二、冲模电火花加工用的工具电极	115
三、工具电极的设计和制造	118
四、凹模	124
五、电规准的确定与转换	125
六、各种类型模具的加工工艺方法	130
七、化学侵蚀及其在电火花加工上的应用	133
八、阶梯形电极的应用	135
九、加工稳定性	138
十、加工实例	141
附表 1. 图 12 元件表	145
附表 2. 图 13 元件表	147

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

第一章 冲模电火花加工

一、我国冲模电火花加工的飞速发展

我国电火花加工的发展是从阳极机械切割工艺开始的。一九五八年大跃进以来，电火花加工的发展非常迅速。特别是经过史无前例的无产阶级文化大革命，广大工人同志深入批判了叛徒、内奸、工贼刘少奇推行的“洋奴哲学”“爬行主义”等一整套修正主义工业路线，在伟大领袖毛主席“独立自主、自力更生”建设社会主义方针的指引下，我国电火花加工得到了进一步飞速发展，实现了毛主席提出的“一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的伟大号召。

过去，我国冲模电火花加工采用的设备是电源为 RC 型线路，自动控制系统为单机悬浮式主轴头，工作液无强迫循环，工具电极材料用黄铜。那时，生产率低，工具电极制造麻烦；现在，在生产上已广泛应用电火花加工与成型磨削相配合来解决冷冲模的加工。其他如硬质合金弹簧夹头的加工，长脉冲电蚀加工锻模及喷油嘴的加工，硬质合金螺纹刀具及量具的加工等，均已在生产上得到了成功的应用。在设备方面，我国已成批生产电火花穿孔机床（其中包括晶体管电源电火

花机床),线电极电火花切割机床,线电极电火花内圆磨床,电火花穿小孔机床和磨锥孔机床、长脉冲电蚀加工机床以及其他一些专用的电火花加工机床。

成型磨削与铸铁电极的采用,解决了工具电极的制造问题,使冲模电火花加工前进了一步。在工艺改进的同时,电源方面采用了 RL 、 $RLCL$ 等弛张式电源。控制方面则采用了双机继电器式、双机差动式、单机式以及电-液压式控制系统。机床的机械结构、布局方面也有很大的发展。工作液系统则有强迫循环的产生以及油杯结构、射流管等方面的发展。

所有这些成就的取得,充分体现了毛主席关于“无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力”的英明论断,这是毛泽东思想的伟大胜利,是毛主席无产阶级革命路线的伟大胜利。

就目前的情况来看,我国在电火花加工冲模方面,无论就设备说,还是就使用情况看,都已达到世界先进水平。如我国的双管电源在加工冲模光洁度为 $\nabla\nabla\nabla 7$ 时的生产率为 $10-13$ 毫米³/分,而日本的 $D100M$ 在 $\nabla\nabla\nabla 7$ 时却只有 3 毫米³/分。这些成绩的取得的最重要的原因是,在发展电火花加工技术过程中,我们遵循了毛主席“我们不能走世界各国技术发展的老路,跟在别人后面一步一步地爬行”的教导,坚持“打破洋框框,走自己工业发展道路”,密切结合我国的特点,围绕着我国生产发展的实际需要,做到了有所独创,有所发展。

我们将继续沿着伟大领袖毛主席亲自制定的《鞍钢宪法》的航道,为进一步落实毛主席关于“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针而战斗。

二、电火花加工的特点和主要用途

电火花加工是通过浸在电介质液体中的工具电极和工件之间的火花放电,使工件达到所需要的尺寸的一种加工方法。毛主席说:“任何运动形式,其内部都包含着本身特殊的矛盾。”在模具加工中,电火花加工区别于其他加工(如手工加工,机械加工,电解加工)方式,其主要特点可以归纳为以下几点:

(1) 加工过程是靠电热效应实现的,工具电极与工件并不直接接触,因此没有机械加工时的切削力。

(2) 工具电极的材料可以比工件软,也可以比工件硬,因此,不论被加工材料是硬是软,只要导电性能良好,都能进行加工。

(3) 加工是仿形加工,与电解加工相比,更易保证几何精度。

基于上述特点,电火花加工的主要用途有以下几项:

(1) 制造冲模、锻模和压铸模。

(2) 加工小孔、畸形孔以及在硬质合金上加工螺纹螺孔。

(3) 在金属板材上切割出零件。

(4) 加工窄缝。

(5) 磨削平面和圆面。

(6) 其他(如强化金属表面,取出折断的工具,在淬火件上穿孔,直接加工型面复杂的零件等)。

目前在生产上应用得最广泛、最成熟是冲模的加工,因此本书主要讨论这方面的内容。

三、电火花加工的实质

电火花加工的应用较广泛,因此,我们对它在加工过程中的现象比较熟悉。但是,对于电火花为什么能够加工工件,我们还不太了解,因此,要研究电火花加工的实质。毛主席教导说:“我们看事情必须要看它的实质,而把它的现象只看作入门的向导,一进了门就要抓住它的实质,这才是可靠的科学的分析方法。”对于电火花加工的实质的认识,我们经过反复实践,反复试验,加以科学分析,才逐步认识这个加工新工艺的。

由于电火花会使金属腐蚀,因此,被我们用来作为一种尺寸加工的方法。我们认为:金属的电火花加工是火花放电时所产生的电热效应的结果。在充满液体电介质的工具电极与工件之间的间隙上,施加脉冲电压后,在间隙中产生很强的电场,从而使这个区域间的介质电离,形成通道并产生火花放电。由于放电时间很短,且发生在放电区的小点上,所以能量

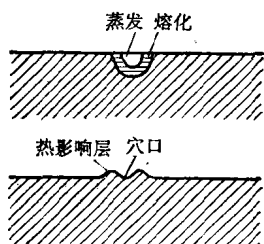


图1 电火花加工
凹穴的形成

高度集中,放电区的温度很高(高达 10000°C 左右),引起了金属材料熔融或蒸发。中心的金属被蒸发掉了,形成了小穴。部分熔化的金属被挤到工件表面,形成小的熔化金属穴口(图1)。有的没有被抛出就冷却,结果变成热影响层。一次脉冲放电后,熔化的金属微粒被电

介质液体冷却凝固,然后迅速从间隙中冲走。一次放电形成一个小穴,多次放电的结果,就在工件上加工出了所需要的型孔,以达到尺寸加工目的。

四、电火花加工机床的组成及其作用

从上面所谈的情况可以看到,要实现电火花加工过程,机床必须具备三个要素,即:脉冲电源,机械部分和自动控制系统,工作液过滤与循环系统。我们遵循毛主席“**对于具体的事物作具体的分析**”的教导,下面对这三要素的作用逐一加以简单讨论。

1. 脉冲电源

加在放电间隙上的电压必须是脉冲的,否则,放电将成为连续的电弧,加工过程将成为电弧焊接或切割,达不到仿型加工的目的。所谓脉冲电源,实际就是一种电气线路(如 $RLCL$ 线路)或装置(如脉冲发电机),它们能发出具有足够能量的脉冲电压来。

典型的脉冲波形如图 2 所示。图中的 T 称为脉冲周期,单位是秒或微秒;而周期的倒数 $1/T$ 则称为频率,单位是脉冲/秒(赫兹); t_n 称为脉冲作用时间; t_s 称为脉冲间隙时间; u_m

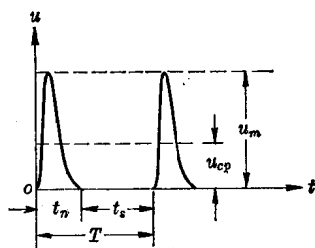


图 2 脉冲波形图

称为峰值电压(伏); u_{cp} 称为平均电压(伏)。单个脉冲能量 W 。在图上没有标出,它的含义是:在 t_n 时间内,各脉冲电流

瞬时值与各脉冲电压瞬时值的乘积之和的平均值。以上几项是在脉冲电源方面经常遇到的几个参量，也是对脉冲电源要求的最主要的几个方面。

2. 机械部分和自动控制系统

这两部分的作用是保证加工连续进行，所以其第一作用是维持工具电极和工件之间有一适当的放电间隙，第二作用是使工具电极与工件在相对运动时能保持一定的加工精度。

3. 工作液净化与循环系统

工作液的作用是使能量集中，强化加工过程，带走放电时所产生的热量和电蚀产物，以维持间隙中电蚀产物与热量的平衡的。工作液系统包括工作液的储存、循环及其调节与保护、过滤以及利用工作液强迫循环系统。实践证明，没有一套合理的工作液系统，加工将难以进行。

上述三要素，有时也称为电火花加工机床的三大件，它们组成了电火花加工机床这一统一体，以满足加工工艺的要求。

五、电火花加工中的几个规律

电火花加工中的生产率、表面光洁度、电极耗损三者是相互联系着的，又是相互影响着的，如果片面追求其中一个方面而忽视其它方面，在实际生产中将达到我们的目的。要提高生产率，保证表面光洁度，同时减小电极耗损，我们就须掌握电火花加工的规律。

1. 生产率和表面光洁度

生产率是在单位时间内从工件上加工下来的金属体积

(或重量),单位是毫米³/分(或克/分)。生产率的高低受许多因素的影响,如机床三大件,加工工艺,操作人员的熟练程度等。从脉冲电源方面研究,得到如下规律:

$$\gamma = K_1 W_n f_n$$

式中: γ ——蚀除体积速度;

K_1 ——比例系数,它与电极材料、脉冲持续时间有关;

W_n ——单个脉冲能量;

f_n ——脉冲频率。

从上式可以看到,在 K_1 值一定时,如果要提高蚀除速度 γ 则可提高 W_n 和 f_n 。但是 W_n 的提高,却会使加工表面的光洁度大幅度下降,这是因为表面光洁度与单个脉冲能量有下列关系:

$$H_{\text{ak}} = K_2 W_n^{\frac{1}{3}}$$

式中: K_2 ——系数。

根据上列两个式子不难看出,在一定的光洁度要求下,要想从电源方面提高生产率,则可提高脉冲频率,电火花加工脉冲电源的发展,也就是按照这一规律进行的。

2. 工具电极的耗损

正如一切机械加工一样,在加工过程中,工具总是要耗损的。在电火花加工中,工具电极的耗损更为严重。

工具电极的耗损可分为体积耗损和长度耗损两种。所谓体积耗损,是指工具电极的蚀除体积与工件的蚀除体积之比的百分数,即:

$$C_v = \frac{V_1}{V_2} \times 100\%$$

式中: C_v ——体积耗损;

V_1 ——工具电极的蚀除体积;

V_2 ——工件的蚀除体积。

这一概念在型腔的加工中采用较多。

所谓长度耗损,是指工具电极长度方向上已耗损尺寸(h_2)与工件上已加工出的尺寸(h_1)之比(见图3),因此:

$$C_l = \frac{h_2}{h_1} = \frac{H - h_1}{h_1}$$

式中: C_l ——长度耗损;

H ——工件(即模板)厚度。

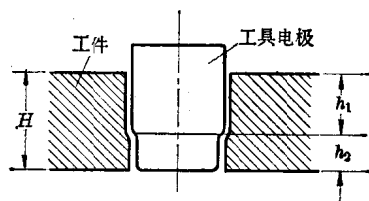


图3 长度耗损示意图

长度耗损的概念,在加工冲模时得到广泛采用。

影响工具电极耗损的因素很多,例如电极材料、工件材料、工作液性质、脉冲持续时间、脉冲波形等,它们不但单独对耗损产生影响,它们的配合还对耗损起着重要作用。

3. 极性效应

在电火花加工过程中,工具电极通常接在脉冲电源的负端,而工件则接正端,这叫正极性。如果相反,就叫负极性。因此,所谓正极性与负极性,是指工件与电源的那一端相联接。

为了使生产率高,而电极耗损小,对于不同的材料、不同