

中等职业教育 **机械类** 系列教材

◎ 总主编 董代进 张仁英

CAXA 数控线切割加工

CAXA Shukong Xianqiege Jiagong

◎ 主 编 吴德军

◎ 副主编 付 琳 聂朋银



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

中等职业教育机械类系列教材

CAXA 数控线切割加工

主 编 吴德军
副主编 付 琳 聂朋银
参 编 汤 军 易 涛 文宏扬
马升义 谈德成 王步新

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书以 CAXA 为基础进行讲解数控线切割编程,主要包括:电火花线切割概述、电火花线切割加工设备、线切割控制器和高频脉冲电源的操作、线切割编程技术、电火花线切割加工、CAXA 线切割 XP 软件。本书以大量的图形来辅助讲解 CAXA 数控编程中的操作方法和加工模块各参数的意义及设置方法,并从实际操作出发,深入浅出地介绍 CAXA 的操作流程;同时,每一种流程又结合具体的加工案例、工艺方案及编程技巧讲解,使读者在学习过程中深刻理解 CAXA 数控加工的思路与现代数控编程的精华。

本书既可作为中等职业学校机电及模具专业的教材,也可作为相关培训机构的教材,还可以作为相关技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

CAXA 数控线切割加工/吴德军主编. —重庆:重庆大学出版社,2008.10

中等职业教育机械类系列教材

ISBN 978-7-5624-4632-3

I. C… II. 吴… III. 数控线切割—计算机辅助设计—软件包,CAXA—专业学校—教材 IV. TG481

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 130021 号

中等职业教育机械类系列教材

CAXA 数控线切割加工

主 编 吴德军

副主编 付 琳 聂朋银

参 编 汤 军 易 涛 文宏扬

马升义 谈德成 王步新

责任编辑:王维朗 版式设计:王维朗

责任校对:任卓惠 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆现代彩色书报印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:15.25 字数:381 千

2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4632-3 定价:25.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

随着科技的进步与发展,尤其是以计算机、信息技术为代表的高新技术的发展,使制造技术的内涵和外延发生了革命性的变化。数控加工技术使机械制造过程发生了显著的变化,主要用于模具、摩配、汽配等行业中。数控线切割加工技术正是模具加工工艺领域的一项关键技术,主要用于新产品的研制、特殊材料的加工、模具零件的加工等方面。

由于数控编程是一项实践性很强的技术,对软件的使用只是数控编程中的一部分。作为 CAXA 的初学者,通常可以熟悉 CAXA 的操作过程,却很难独立地完成一个零件的完整数控加工,这是因为缺乏实际经验及数控加工的常用技巧与技能。

本书包括 6 个项目:电火花线切割概述、电火花线切割加工设备、线切割控制器和高频脉冲电源的操作、线切割编程技术、电火花线切割加工、CAXA 线切割 XP 软件。本书不仅以大量的图形来辅助讲解 CAXA 数控编程中的操作方法和加工模块各参数的意义和设置方法,而且坚持一切从实际操作出发,深入浅出地介绍 CAXA 的操作流程;同时,每一种流程又结合具体的加工案例、工艺方案及编程技巧讲解,使读者在学习过程中深刻理解 CAXA 数控加工的思路与现代数控编程的精华。但是需要说明的是,这些方案不一定是最优的,每一种具体的工艺方案必须结合具体的加工环境,包括数控机床、刀具、零件材质、精度要求,以及操作者的习惯等。但是,不论何种工艺方案均必须符合数控加工的基本原则。

本书由吴德军担任主编,付琳、聂朋银担任副主编,重庆工商学校的汤军、易涛、文宏扬、宁夏理工学院的马升义、忠县汝溪镇初级中学校谈德成参与了编写。

根据中学职业学校机械类的教学要求,本课程共需 50 个课时左右,课时分配,可参考下表。

| 内容 | 项目一 | 项目二 | 项目三 | 项目四 | 项目五 | 项目六 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 课时 | 2 | 3 | 3 | 4 | 8 | 30 |

由于编者的经验不足和水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者提出批评和意见,以便修订。

编者
2008 年 5 月

目 录

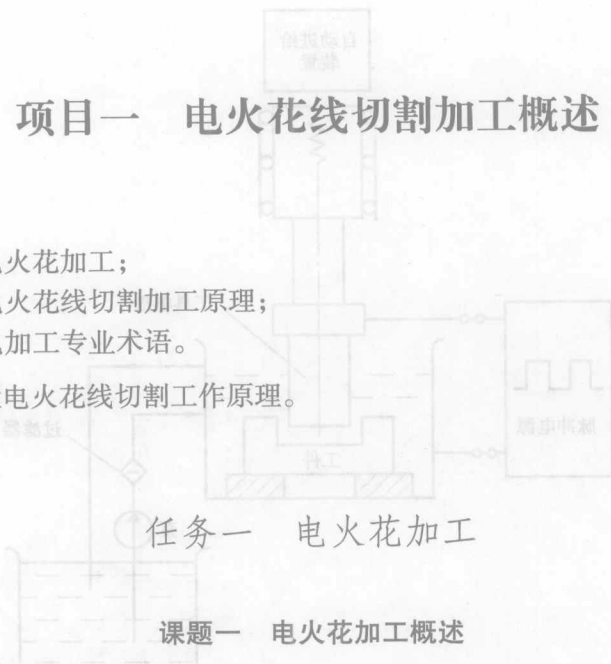
| | |
|--------------------------|-----|
| 项目一 电火花线切割加工概述 | 1 |
| 任务一 电火花加工 | 1 |
| 任务二 电火花线切割加工 | 4 |
| 项目二 电火花线切割加工设备 | 15 |
| 任务一 电火花线切割机床 | 15 |
| 任务二 电火花线切割设备的重要部件 | 24 |
| 项目三 线切割控制器和高频脉冲电源的操作 | 29 |
| 任务一 HX—Z5 型控制器 | 29 |
| 任务二 YJF—3 型高频脉冲电源 | 44 |
| 项目四 线切割编程技术 | 49 |
| 任务一 3B 代码编程 | 49 |
| 任务二 程序编制举例 | 53 |
| 项目五 电火花线切割加工 | 68 |
| 任务一 线切割加工工艺 | 68 |
| 任务二 加工前的准备 | 78 |
| 任务三 试切与切割 | 99 |
| 项目六 CAXA 线切割 XP 软件 | 107 |
| 任务一 认识 CAXA 线切割 XP | 107 |
| 任务二 CAXA 线切割 XP 零件设计 | 117 |
| 任务三 轨迹生成及其代码处理 | 140 |
| 任务四 CAXA 线切割 XP 自动编程加工案例 | 157 |

项目一 电火花线切割加工概述

- 项目内容**
- 1) 电火花加工;
 - 2) 电火花线切割加工原理;
 - 3) 电加工专业术语。

项目目的 掌握电火花线切割工作原理。

项目实施过程



任务一 电火花加工

课题一 电火花加工概述

一、电火花加工的含义

在模具制造中,由于高强度、高硬度、高韧性、高脆性、耐高温等特殊性能材料的不断出现,传统的机械加工已不能满足特殊材料的加工要求。因而直接用电能、热能、光能、化学能、电化学能、声能等特种加工的工艺方法相继得到了很快的发展。如电火花线切割加工、电解加工、电铸加工、超声加工、化学加工(如照相腐蚀)等。

电火花加工是在一定的介质中,通过工具电极和工件电极之间脉冲放电的电腐蚀作用,对工件进行加工的一种工艺方法。它可以加工高熔点、高硬度、高强度、高韧性的材料。广泛应用于模具制造业和科研部门,而且是不可缺少的加工方法。

二、电火花加工原理

电火花成形加工基本原理,如图 1.1 所示。被加工的工件为工件电极,紫铜(或其他导电材料如石墨)为工具电极。当脉冲电源发出一连串的脉冲电压,加到工件电极和工具电极上,此时工具电极和工件电极均被浸入具有一定绝缘性能的工作液中。在自动进给装置的控制下,工具电极慢慢向工件电极进给,当工具电极与工件电极的距离小到一定程度时,电场强度增大,使两极间介质击穿,产生放电加工。尽管物体从宏观上看是平整的,但在微观上,其表面总是凹凸不平的,即由无数个高峰与凹谷组成,在脉冲电压的作用下,两极间最近点处的工作液就会被击穿,在工具电极与工件之间形成瞬时放电通道,产生瞬时高温,使金属局部熔化甚至气化而被蚀除下来,并使局部形成电蚀凹坑。这样以很高的频率连续不断地重复放电,工具电极不断地向工件进给,就可以将工具电极的形状复制到工件上,从而加工出所需要的型面来。

三、电火花加工的基本规律

1. 极性效应

在电火花加工过程中,工件和电极都要受到不同程度的腐蚀。实践证明,即使工件和电极

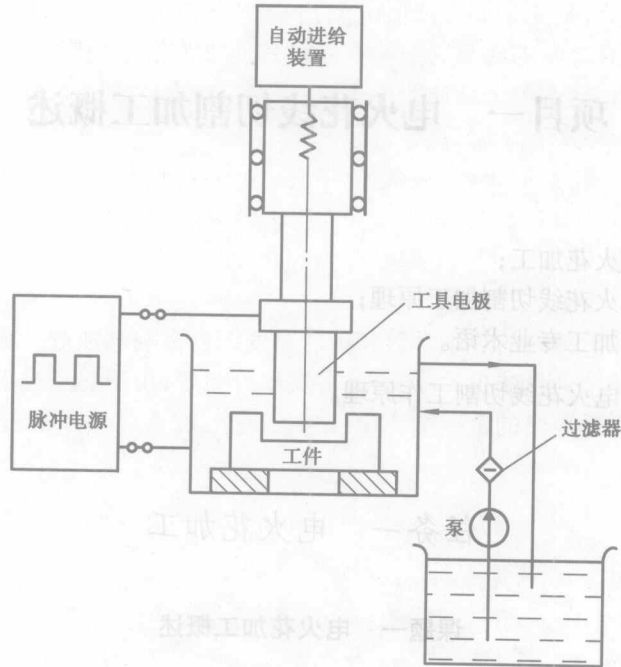


图 1.1 电火花加工原理

材料完全相同,也会因为所接电源的极性不同而有不同的蚀除速度,这一现象称为“极性效应”。生产中常把工件接脉冲电源正极时称为“正极性加工”;反之,把工件接脉冲电源负极时称为“负极性加工”。产生极性效应的原因很复杂,其基本原因是两极间电离后,产生的正离子和电子质量不相等。电子质量小,其惯性也小,在电场力的作用下容易在短时间内获得较大的运动速度,因此即使采用较短的脉冲进行加工也能迅速地到达阳极,轰击阳极表面;正离子由于质量大,惯性也大,因此在相同时间内获得的速度远小于电子。当采用短脉冲电压进行加工时,大部分正离子尚未到达负极表面,脉冲便结束,所以负极的蚀除量小于正极。但是,当用较大的脉冲电压加工时,正离子可以有足够的时间加速,获得较大的运动速度,并有足够的时间到达负极。另外,由于它的质量大,因而正离子对负极的轰击作用远大于电子对正极的轰击,因此负极的蚀除量大于正极。

由以上分析可知,脉冲宽度是影响极性效应的一个主要原因。实际加工中,极性效应还受到工具电极与工件电极材料、加工介质、电源种类、单个脉冲能量等因素的影响。在电火花加工中,极性效应愈显著愈好,要充分利用极性效应,正确选择加工极性,使工件的蚀除量大于电极的蚀除量,最大限度降低电极损耗。极性的选择主要靠经验或实验确定。

2. 电规准

电规准是指脉冲电源提供给电火花成形加工的脉冲宽度、脉冲间隔和峰值电流。研究表明,在连续的电火花加工过程中,工件电极或工具电极都存在单个脉冲的蚀除量与单个脉冲能量在一定的范围内呈正比关系。某一段时间的总蚀除量约等于这段时间内单个有效脉冲蚀除量的总和。单个脉冲放电所释放的能量决定于极间放电电压、放电电流和放电持续时间。

由此可见,提高蚀除量和生产率的途径在于:提高脉冲频率;增加单个脉冲能量或者增加

单个脉冲平均放电电流(对矩形波即峰值电流)和脉冲宽度 t_i ;减少脉冲间隔 t_0 。当然,实际生产时要考虑到这些因素之间的相互制约关系和对其他工艺指标的影响。例如,脉冲间隔时间过短,将产生电弧放电;随着单个脉冲能量增加,表面粗糙度值也随之增大,等等。

3. 金属材料热学常数

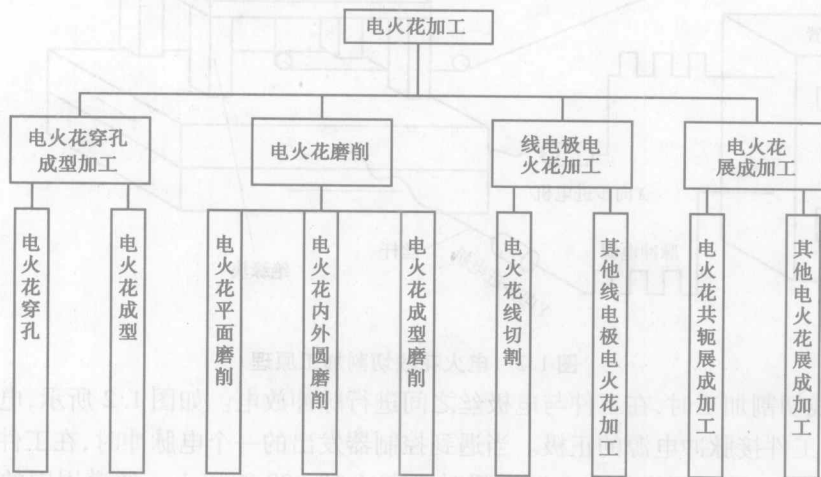
金属的热学常数指材料的熔点、沸点、热导率、比热容、熔化热、气化热等。当脉冲放电能量相同时,金属的熔点、沸点、比热容、熔化热、气化热愈高,电蚀量将愈少,愈难加工;另一方面,热导率愈大的金属,由于较多地把瞬时产生的热量传导散失到其他部位,因而降低了本身的蚀除量。

在脉冲能量一定时,材料的热学常数和脉冲宽度综合影响电蚀量。脉冲宽度 t_i 愈长,散失的热量也愈多,从而使电蚀量减少。相反,脉冲宽度 t_i 愈短,由于热量过于集中而来不及扩散,虽然散失的热量减少,但抛出的金属中气化部分比例增加,多耗用不少气化热,电蚀量也会降低。

课题二 电火花加工的分类及其特点

一、电火花加工的分类(见表 1.1 所示)

表 1.1 电火花加工的分类



二、电火花加工的特点

由于电火花加工是在一定的介质中,通过工具电极和工件电极之间脉冲放电时的电腐蚀作用,对工件进行加工的工艺方法,因此,它具有以下的特点:

1) 可以加工用切削方法难以加工或无法加工的高熔点、高硬度、高韧性、脆性、黏性的材料及形状复杂的工件,如小孔、窄槽、清角、形状复杂的型孔、凹模等。

2) 工具电极的材料不必比工件的材料硬度高。

3) 工具电极和工件在加工过程中不直接接触,两者之间的宏观作用很小。因而,不受工具电极和工件刚度的限制,有利于实现微细加工。

4) 电火花加工是直接利用电能、热能进行加工,便于实现整个加工过程的自动化控制和自动化加工。



由于电火花加工具有以上的优点,因此,已成为模具制造行业和科研部门应用广泛而不可缺少的加工方法。

任务二 电火花线切割加工

课题一 线切割加工原理

一、电火花线切割放电原理

1. 电火花线切割加工过程

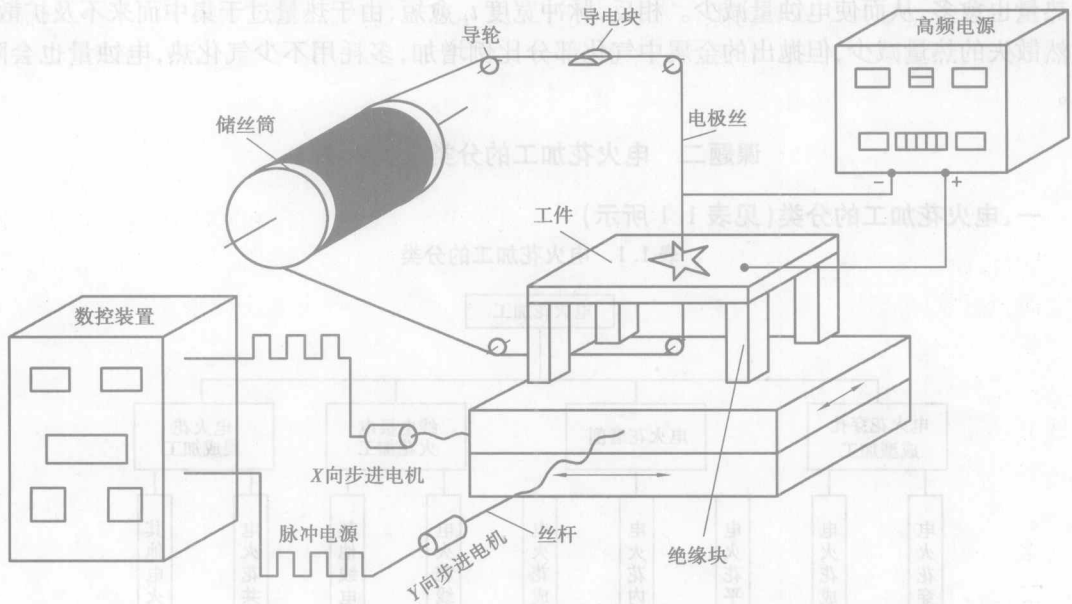


图 1.2 电火花线切割加工原理

电火花线切割加工时,在工件与电极丝之间进行脉冲放电。如图 1.2 所示,电极丝接脉冲电源的负极,工件接脉冲电源的正极。当遇到控制器发出的一个电脉冲时,在工件与电极丝之间产生火花放电。放电通道的中心温度瞬时可高达 $10\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。通道周围的工作液一部分气化为蒸气,另一部分被瞬时高温分解为游离碳氢化合物等气体析出(乳化液很快变脏变黑)。在热源作用区的局部电极丝及工件表面,同时被加热到熔点,甚至沸点以上的温度,使局部的金属材料熔化和气化。由于这一加热过程非常短促($10^{-7} \sim 10^{-4}\text{ s}$),因此金属的熔化、气化及乳化液介质的气化都具有爆炸的特性(线切割加工时可以听到吱吱声和轻微的噼啪声)。这种热膨胀和局部微爆炸,把熔化的金属,以及金属蒸气、乳化液蒸气抛进乳化液中冷却从而实现工件材料进行电蚀切割加工。通常认为电极丝与工件之间的放电间隙 $\delta_{\text{电}}$ 在 0.01 mm 左右,若电脉冲的电压高,则间隙值大一些。一般线切割编程时取单边放电间隙为 $\delta_{\text{电}} = 0.01\text{ mm}$ 。

为了保证每来一个电脉冲时在工件与电极丝之间是正常的火花放电而不是电弧放电。须提供必要的条件,首先必须使两个电脉冲之间有足够的时间间隔,使放电间隙中的介质消电

离,即使放电通道中的带电粒子复合为中性粒子,恢复本次放电通道处间隙中介质的绝缘强度,以免在同一处发生多次放电而形成电弧放电。一般脉冲间隔为脉冲宽度的4倍以上。

为了保证电火花线切割加工时电极丝(一般用钼丝)不被烧断,必须向放电间隙中注入大量的工作液,使电极丝得到充分的冷却。以避免火花放电总在电极丝的局部位置以至于烧断,同时电极丝作高速轴向移动,有利于不断地将新的工作液带入放电间隙里,也有利于电蚀产物从间隙中带出。

电火花线切割加工时,为了获得较好的表面粗糙度和较高的尺寸精度,并保证钼丝不被烧断,应选择相应的脉冲参数,并使工件与钼丝之间是火花放电,而不是电弧放电。

2. 电弧放电与火花放电的区别

1) 电弧放电是由于电极间隙消电离不充分,放电点不分散,多次连续在同一处放电而形成,是稳定的放电过程,放电时爆炸力小,蚀除量低。而火花放电是非稳定的放电过程,具有明显的脉冲特性,放电时爆炸力大,蚀除量高。

2) 电弧放电的伏安特性曲线为正值(即随着极间电压的减小,通过介质的电流也减小),而火花放电的伏安特性曲线为负值(即随着极间电压的减小,通过介质的电流却增加)。

3) 电弧放电通道形状呈圆锥形,阳极与阴极斑点大小不同,阳极斑点小,阴极斑点大。因此,其电流密度也不相同,阳极电流密度为 $2\ 800\ \text{A}/\text{cm}^2$,阴极电流密度为 $300\ \text{A}/\text{cm}^2$ 。而火花放电通道形状呈鼓形,阳极与阴极斑点大小实际相等。因此,两极上电流密度相同,而且很高,可达到 $10^5 \sim 10^6\ \text{A}/\text{cm}^2$ 。

4) 电弧放电通道和电极上的温度为 $7\ 000 \sim 8\ 000\ ^\circ\text{C}$,而火花放电通道和电极上的温度可达到 $10\ 000 \sim 12\ 000\ ^\circ\text{C}$ 。

5) 电弧放电击穿电压低,而火花放电击穿电压高。

6) 电弧放电中,蚀除量较低,且阴极腐蚀比阳极多,而火花放电,大多数情况下阳极腐蚀量远多于阴极。因此,电火花加工时工件接脉冲电源的正极。

二、线切割加工走丝原理

1. 线速计算

电极丝 $v_{\text{丝}}$ 的计算公式为:
$$v_{\text{丝}} = \frac{\pi D n_{\text{电}}}{1\ 000 \times 60} \text{ m/s}$$

图1.3中储丝筒直径 $D=200\ \text{mm}$,走丝电机转速 $n_{\text{电}}=1\ 400\ \text{r}/\text{min}$ 因此走丝速度 $v_{\text{丝}}$ 为:

$$v_{\text{丝}} = \frac{\pi \times 200 \times 1\ 400}{1\ 000 \times 60} = 14.7\ \text{m/s}$$

2. 运丝装置的储丝筒每转一周时其轴向移动的距离

运丝装置的储丝筒每转一周时,其轴向移动的距离为 s ,计算公式为:
$$s = \frac{a}{b} \times \frac{c}{d} \times p_{\text{丝}} \text{ mm/r}$$

图1.3中, $a=18$ 齿, $b=74$ 齿, $c=18$ 齿, $d=74$ 齿, $p_{\text{丝}}=4\ \text{mm}$,则:
$$s = \frac{18}{74} \times \frac{18}{74} \times 4 = 0.24\ \text{mm/r}$$

提示:

●线切割机床的型号不一样,或者说生产的厂家不同, s 值也就不一样了。线切割机床所用钼丝直径必须小于 s 值,否则,走丝时会发生重叠现象以致断丝。

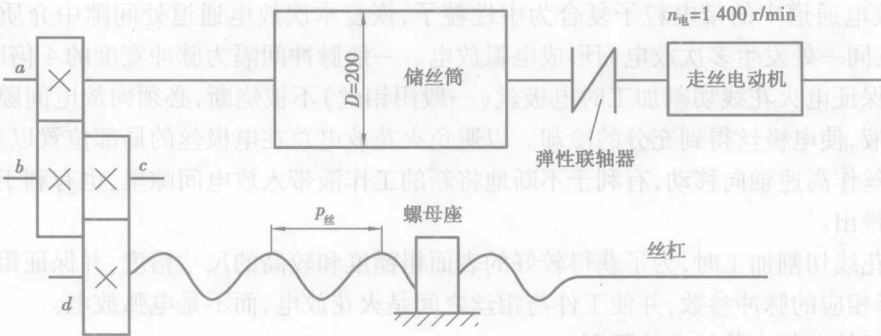


图 1.3 走丝原理

三、线切割机 X, Y 工作台运动原理

线切割机编程时的数据单位是 $1\ \mu\text{m}$ ($0.001\ \text{mm} = 1\ \mu\text{m}$), 它是步进电动机控制电路每接受一个变频进给脉冲时, 工作台的移动距离称为脉冲单位。通常每接受一个变频进给脉冲时, 步进电动机转 1.5° 或 3° 。

1) 脉冲当量的计算公式

$$\text{脉冲当量} = \frac{1.5^\circ (\text{或 } 3^\circ)}{360^\circ} \times \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_2}{Z_3} \left(\text{或 } \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4} \right) \times p_{\text{丝}} \text{ mm}$$

2) 计算步进电机每接受一个脉冲时转 3° 的脉冲当量

线切割机 $Z_1 = 18$ 齿, $Z_2 = 54$ 齿, $Z_3 = 150$ 齿, $p_{\text{丝}} = 1\ \text{mm}$, 如图 1.4 所示, 即

$$\text{脉冲当量} = \frac{3^\circ}{360^\circ} \times \frac{18}{54} \times \frac{54}{150} \times 1 = 0.001\ \text{mm}$$

3) 计算步进电机每接受一个脉冲时转 1.5° 的脉冲当量

线切割机 $Z_1 = 24$ 齿, $Z_2 = 80$ 齿, $Z_3 = 24$ 齿, $Z_4 = 120$, $p_{\text{丝}} = 4\ \text{mm}$, 如图 1.5 所示, 即

$$\text{脉冲当量} = \frac{1.5^\circ}{360^\circ} \times \frac{24}{80} \times \frac{24}{120} \times 4 = 0.001\ \text{mm}$$

提示:

● 不同的线切割生产厂家所使用的齿轮个数, 齿轮齿数, $p_{\text{丝}}$ 可能不一样。

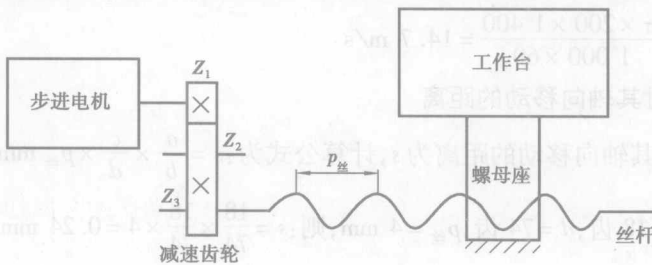


图 1.4 3° 的脉冲当量

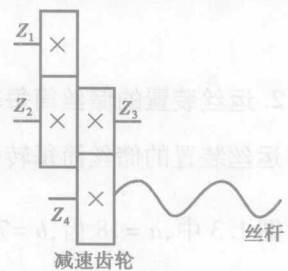


图 1.5 1.5° 的脉冲当量

四、线切割控制原理

电火花切割加工主要是控制两种运动: 一方面是按照加工工件的要求, 即加工程序的要

求,自动控制加工工件相对电极丝按一定的轨迹运动;另一方面是在电火花切割加工的进程中,自动控制进给速度,以维持正常、稳定的火花放电切割加工。即数控线切割机床的控制系统使加工工件相对电极丝按一定的轨迹运动,称作加工轨迹控制;同时还要实现加工工件相对电极丝进给速度的控制,称作加工进给控制。

数控机床控制加工运动轨迹常用的方法有逐点比较法、数字脉冲乘法器法、数字积分法矢量判别法、比较积分法等。国产的快走丝线切割机床大多采用逐点比较法控制原理对线切割机床 X, Y 坐标工作台进行控制的,工作台每进给一步的移动量为 $1\ \mu\text{m}$ 。加工工件相对于电极丝的运动轨迹大多数是采用步进电机开环系统实现控制。

逐点比较法,就是步进电机每走一步都要将加工点的瞬时坐标同加工工件的图形相比较,判断其偏差,然后决定下一步的走向。如果加工点走到图形外面去了,那么下一步就要向图形里面走;如果加工点在图形里面,那么下一步就要向图形外面走,以缩小偏差。这样就能切割加工出一个非常接近加工图形要求的加工工件,其最大偏差不超过一个脉冲当量 $1\ \mu\text{m}$ 。常见的加工工件图形基本上都可以分解成直线和圆弧的组合,用逐点比较法可以实现对直线、圆弧和非圆二次曲线的插补。利用逐点比较法切割加工斜线(如图 1.6 所示)和圆弧(如图 1.7 所示)。

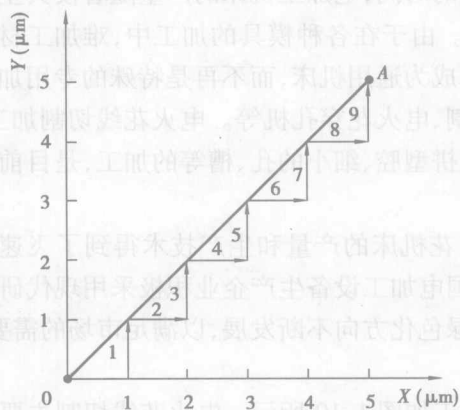


图 1.6 逐点比较法切割加工斜线 OA

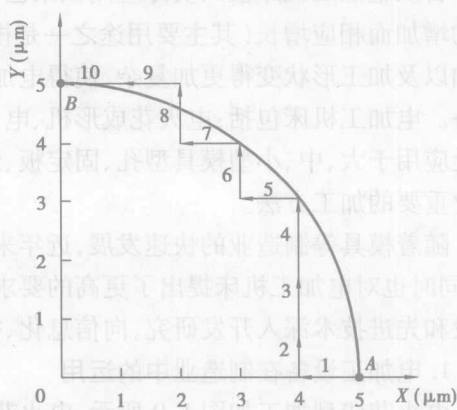


图 1.7 逐点比较法切割加工圆弧 AB

加工工件相对电极丝运动的进给速度的控制,是根据放电间隙大小、放电状态不同所对应的加工工件与电极丝间的平均电压的变化,通过取样电路、变频电路向数控装置的 CPU 发出中断申请或被 CPU 采样,由计算机处理自动调节实现的。

课题二 电火花线切割加工特点及应用

一、数控机床的含义及类型

数控机床是一种利用数控技术,按照事先安排的工艺流程,实现规定加工动作的金属切削机床。常用的数控机床根据加工方式的不同,可分为数控钻床、数控车床、数控铣床、加工中心、数控线切割机床、电火花成型机床等及其他用途的数控加工机床。本书主要讲数控快走丝线切割机床——DK7740。

二、数控机床加工过程

数控机床加工过程是在对加工图样进行工艺分析的基础上,采用手工编程或者图形交互

式自动编程。将编制好的加工程序输入数控(CNC)控制器中,再由 CNC 系统控制机床执行各部件,完成工件的二轴、三轴、五轴等多轴加工的过程。数控机床加工过程,如图 1.8 所示。

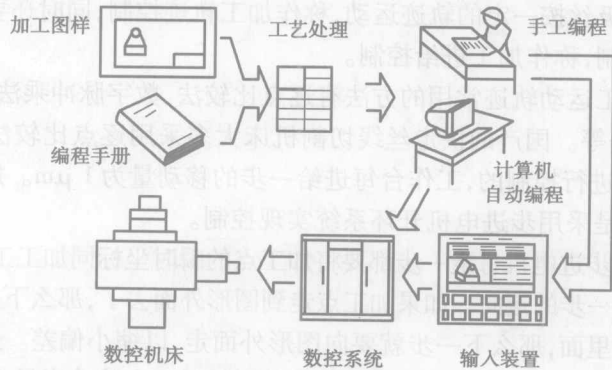


图 1.8 数控机床加工过程

三、数控电加工设备在制造业中的作用

自从电加工机床投入实际应用以来已有 50 多年的时间,电加工机床的产量随着模具生产量的增加而相应增长(其主要用途之一是模具加工)。由于在各种模具的加工中,难加工材料增加以及加工形状变得更加复杂,使得电加工机床已成为通用机床,而不再是特殊的专用设备。电加工机床包括:电火花成形机、电火花线切割、电火花穿孔机等。电火花线切割加工,广泛应用于大、中、小型模具型孔、固定板、卸料板、镶拼型腔、细小的孔、槽等的加工,是目前制造业重要的加工方法。

随着模具等制造业的快速发展,近年来我国电火花机床的产量和生产技术得到了飞速发展,同时也对电加工机床提出了更高的要求,促使我国电加工设备生产企业积极采用现代研究手段和先进技术深入开发研究,向信息化、智能化和绿色化方向不断发展,以满足市场的需要。

1. 电加工设备在制造业中的运用

电火花成型加工如图 1.9 所示,电火花线切割加工如图 1.10 所示。电火花线切割主要用于新产品研发、特殊材料、模具零件的加工,如图 1.11、图 1.12、图 1.13 所示。

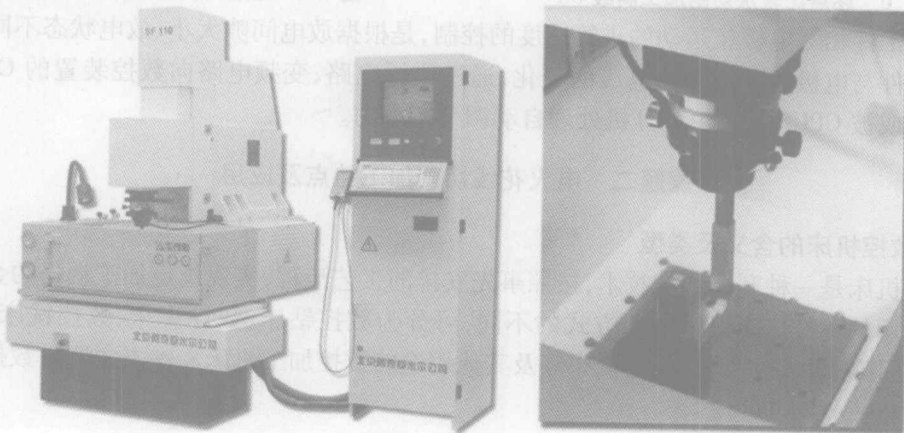


图 1.9 电火花成型加工

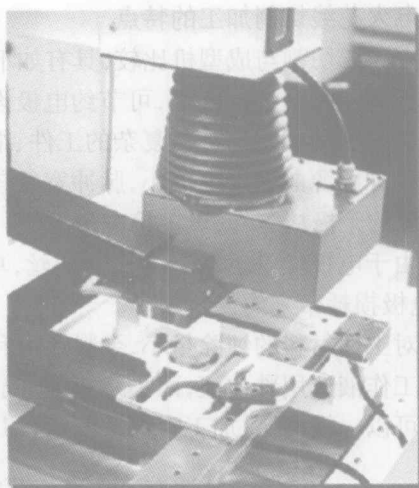


图 1.10 编控一体立柜式电火花线切割加工

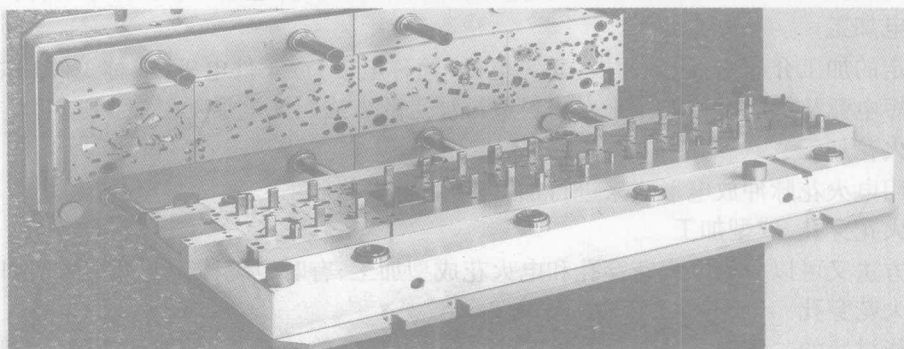


图 1.11 多工位精密级进模加工

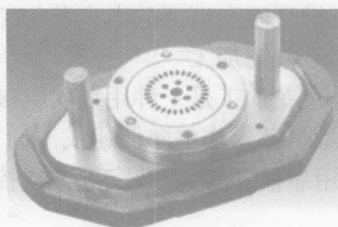
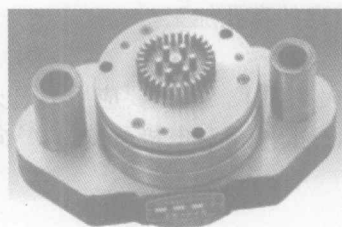


图 1.12 落料、冲孔复合模加工

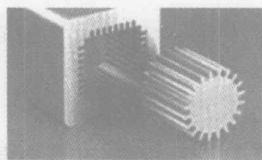
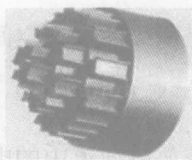
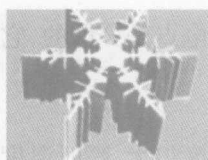


图 1.13 冷冲模凸模、凹模加工及产品加工

2. 电火花线切割加工的特点

电火花线切割与成型机比较,具有如下特点:

- 1) 不需要制造专用电极,可节约电极设计、制造费用,缩短生产周期。
- 2) 能方便地加工出形状复杂的工件、细小的通孔、窄缝和外成型表面等。
- 3) 脉冲电源的加工电流小,脉冲宽度较窄,属于中、精加工范畴,一般采用负极性加工,即脉冲电源的正极接工件,负极接电极丝。
- 4) 由于电极丝是运动着的长金属丝,单位长度电极损耗较小,所以对切割面积不大的工件,因电极损耗带来的误差较小。
- 5) 对工件材料的蚀除量小,余料还可利用,可降低加工成本。
- 6) 工作液选用乳化液,而不是煤油,成本低而且安全。
- 7) 可以一模两用,加工工件作凹模,切割下来的料作凸模。

课题三 电火花线切割加工主要名词术语

电火花线切割加工主要名词术语(根据中国机械工程学会电加工学会公布的材料编写)。

1. 放电加工

在一定的加工介质中,通过两极(工具电极(简称电极)或工件电极(简称工件))之间的火花放电或短电弧放电的电蚀作用来对材料进行加工的方法叫放电加工(简称 EDM)。

2. 电火花加工

当采用电火花脉冲放电形式来进行加工时,叫电火花加工。

3. 电火花穿孔、成型加工

这种方法又可以分为电火花穿孔和电火花成型加工,有时也统称为电火花成型加工。

4. 电火花穿孔

一般指贯通的二维型孔的电火花加工,它既可以是简单的圆孔,也可以是复杂的型孔。

5. 电火花成型

一般指三维型腔和型面的电火花加工,一般是非贯通的盲孔加工。

6. 线电极电火花加工

线电极电火花加工是一种用线状电极作工具的电火花加工。其主要应用为电火花线切割加工,其特点是电极丝作单向低速或双向高速走丝运动,工件相对电极丝作 X, Y 向的任意轨迹运动,它可用靠模、光电或数字等方式控制。

7. 放电

电流通过绝缘介质(气体、液体或固体)的现象。

8. 脉冲放电

脉冲放电是脉冲性的放电,这种放电在时间上是断续的。在空间上放电点是分散的,它是电火花加工采用的放电形式。

9. 火花放电

从介质击穿后伴随着火花的放电,其特点是火花放电通道中的电流密度很大,瞬时温度很高。

10. 电弧放电

电弧放电是一种渐趋稳定的放电。这种放电在时间上是连续的,在空间上是完全集中在

一点或一点的附近放电。放电中遇到电弧放电,常常引起电极和工件的烧伤。电弧放电往往是放电间隙中排屑不良或脉冲间隔小来不及消电离恢复绝缘,或脉冲电源损坏变成直流放电等所引起的。

11. 放电通道

放电通道又称电离通道或等离子通道,是介质击穿后极间形成的导电的等离子体通道。

12. 放电间隙 $G(\mu\text{m})$

放电时电极间的距离。它是加工电路的一部分,有一个随击穿而变化的电阻。

13. 电蚀

在电火花放电的作用下蚀除电极材料的现象。

14. 电蚀产物

工作液中电火花放电时的生成物。它主要包括从两极上电蚀下来的金属材料微粒和工作液分解出来的游离炭黑和气体等。

15. 加工屑

从两极材料上电蚀下来的金属材料微粒小屑。

16. 金属转移

放电过程中,一极的金属转移到另一极的现象。例如,用钼丝切割纯铜时,钼丝表面的颜色逐渐变成紫红色,这足以证明有部分铜转移到钼丝表面。

17. 二次放电

在已加工面上,由于加工屑等的介入而进行再次放电的现象。

18. 开路电压 $U_i(\text{V})$

间隙开路或间隙击穿之前的极间峰值电压。

19. 放电电压 $U_e(\text{V})$

间隙击穿后,通过放电电流时,间隙两端的瞬时电压。

20. 加工电压 $U(\text{V})$

正常加工时,间隙两端电压的平均值。亦即一般所指电压表上的读数。

21. 短路峰值电流 $i_s(\text{A})$

短路时最大的瞬时电流,即功放管导通而负载短路时的电流。

22. 短路电流 $I_s(\text{A})$

短路电流又称平均短路脉冲电流,即连续发生短路时电流表上指示的电流平均值。

23. 加工电流 $I(\text{A})$

通过加工间隙电流的算术平均值,亦即一般所指的电流表上的读数。

24. 击穿电压

放电开始或介质击穿时瞬间的极间电压。

25. 击穿延时 $t_d(\mu\text{s})$

从间隙两端加上电压脉冲到介质击穿之前的一段时间,如图 1.14 所示。

26. 脉冲宽度 $t_i(\mu\text{s})$

加到间隙两端的电压脉冲的持续时间。对于矩形波脉冲,它等于放电时间 t_e 与击穿延时

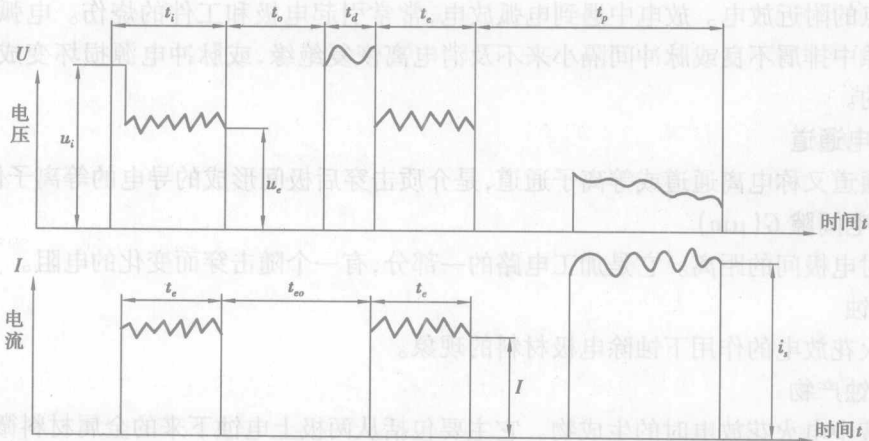


图 1.14 电压、电流波形图

t_d 之和, 即 $t_i = t_e + t_d$ 。

27. 放电时间 t_e (μs)

介质击穿后, 间隙中通过放电电流的时间, 亦即电流脉宽。

28. 脉冲间隔 t_o (μs)

连接两个电压脉冲之间的时间。

29. 停歇时间 t_{eo} (μs)

又称放电间隔。是指相邻两次放电(电流脉冲)之间的时间间隔。对于方波脉冲, 它等于脉冲间隔 t_o 与击穿延时 t_d 之和, 即 $t_{eo} = t_o + t_d$ 。

30. 脉冲周期 t_p (μs)

从一个电压脉冲开始到相邻电压脉冲开始之间的时间。它等于脉冲宽度 t_i 与脉冲间隔 t_o 之和, 即 $t_p = t_i + t_o$ 。

31. 脉冲频率 f_p (Hz)

单位时间(s)内, 电源发出电压脉冲的个数。它等于脉冲周期 t_p 的倒数, 即 $f_p = 1/t_p$ 。

32. 电参数

电加工过程中的电压、电流、脉冲宽度、脉冲间隔、功率和能量等参数叫电参数。

33. 电规准

电加工所用的电压、电流、脉冲宽度、脉冲间隔等电参数, 称之为电规准。

34. 脉冲前沿 t_r (μs)

又称脉冲上升时间, 指电流脉冲前沿的上升时间, 即从峰值电流的 10% 上升到 90% 所需的时间。

35. 脉冲后沿 t_f (μs)

又称脉冲下降时间, 指电流脉冲后沿的下降时间, 即从峰值电流的 90% 下降到 10% 所需的时间。

36. 开路脉冲

间隙未被击穿时的电压脉冲, 这时没有电流脉冲。