

机电工程系列丛书

电火花加工技术工人培训自学教材

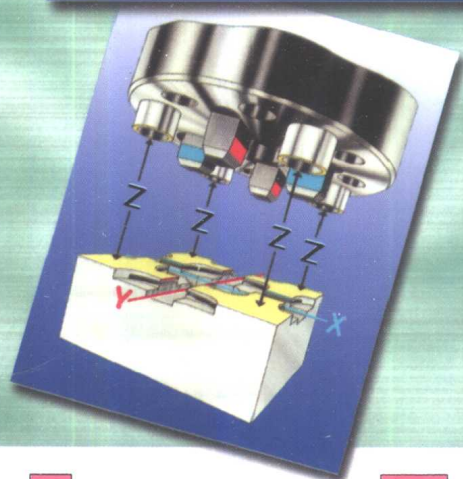
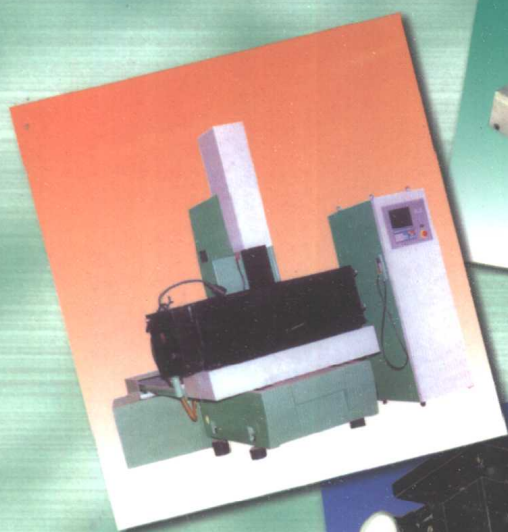
修订版

DIANHUOHUA JIAGONG JISHU GONGREN PEIXUN ZIXUE JIAOCAI

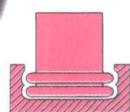
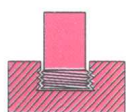
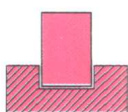
中国机械工程学会电加工学会 编

赵万生 主编

刘晋春 主审



哈尔滨工业大学出版社



内 容 提 要

本书主要包括电火花加工技术工人初级工、中级工、高级工所应掌握的应知、应会和加工实例内容,从电火花加工的基本原理、基本设备、基本工艺规律到加工实例和实际操作技能;从国内到国外的先进电火花加工技术,书中都作了较详细的阐述。本书取材丰富,图文并茂,深入浅出,联系实际。

本书可以作为电火花加工工人提高技术等级的培训教材、自学教材以及考工定级等的教材。此外,对电加工工程技术人员、中等技术学校和高等工科院校的机制工艺专业师生也有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

电火花加工技术工人培训自学教材/赵万生
主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2000.12
ISBN 7-5603-1602-6

I .电... II .赵... III .电火花加工—技术
培训—教材 IV .TG661

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 83819 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006
传 真 0451—6414749
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 21 字数 480 千字
版 次 2000 年 12 月第 2 版 2000 年 12 月第 2 次印刷
书 号 ISBN 7-5603-1602-6/TH·91
印 数 5 001 ~ 11 000
定 价 26.00 元

欲知
欲能
則學
則向

包志書

中国机械工程学会电加工分会理事长 包志书
2000 年 10 月为本培训教材题词

修订版前言

本书第一版自 1989 年出版发行以来,受到广大电火花加工工人技术人员的好评。但由于印刷数量较小,近年来一直处于脱销状态。

由于电火花加工技术的发展,电火花机床在模具工业、国防工业和其他民用工业部门、乡镇企业和民营企业中日益广泛应用,电火花加工机床的年产量、销售量不断增加,电火花加工工人技术队伍不断壮大,广大读者纷纷来信来电,希望能对《电火花加工技术工人培训自学教材》一书修订后再度出版发行。

为此,经研究商定,仍由此书原主要编写人员和出版单位来具体进行此书修订版的编写和出版工作。

修订版是根据中华人民共和国原机械工业部 1986 年颁布的《电火花加工技术等级标准》并参照 1987 年中国机械工程学会电加工学会修订的《电火花加工工人技术等级标准》以及考虑到近十年来电加工技术的进步而修订编写的。

鉴于电火花加工技术的不断发展,修订版中删除了电子管、闸流管等已不再生产、应用的脉冲电源,削减了已较少生产和应用的液压伺服进给电火花机床的篇幅外,增加了步进电机、直流伺服电机的驱动系统和机电一体化技术、电火花数控技术等新内容,还加强了电火花加工工艺规律的阐述,对电火花加工技术工人既能提高其技术理论水平,又能丰富其实践操作技能,对其培训、考工和定职等有较大的促进和帮助作用。

本书具体由现任电加工学会副理事长哈尔滨工业大学赵万生教授主编,主要修订编写人员有北京凝华实业公司的郭洁民、聂福龙工程师、山昌祝高级工程师,汉川机床公司的何明、罗德林、杨颜斌、李杰、胡役军、韩胜利、阙彦、吴春平工程师,哈尔滨工业大学王振龙、郭永丰副教授、耿春明讲师、刘华工程师等。感谢南京江南光学仪器厂孙昌树高级工程师提供了他创造发明的诸多精密电火花加工实例。全书由原第三届电加工学会教育培训工作委员会主任委员、第四届电加工学会理事长、哈尔滨工业大学刘晋春教授任编写顾问及主审。

本书除作为电火花加工技术工人提高其技术等级的培训、自学教材和考工定级等参考教材之外,对电加工工程技术人员、中等技术学校和高等工科院校的机制专业师生也有参考价值。

由于修订时间仓促和编写人员水平有限,书中定有不妥之处,恳切广大读者提出宝贵意见,将在今后再次修订时改进之。

中国机械工程学会电加工学会

本书全体修订编审人员

2000 年 12 月

第一版前言

本书是根据 1986 年国家机械工业委员会人事劳动司和教育司组织修订和审定的新《工人技术等级标准(通用部分)(续)》以及参照 1987 年中国机械工程学会电加工学会修订的《电加工工人技术等级标准》中对电加工工人所要求掌握的应知、应会和工作实例编写而成。

本书可以作为电火花加工工人提高技术等级的培训教材、自学教材以及考工定级等的教材。此外,对电加工工程技术人员、中等技术学校和高等工科院校的机制工艺专业师生也有参考价值。

本书由上海星火模具厂薛敏辉工程师、顾和良技师,广州电机厂张和卓工程师,北京恒源电火花机床厂晏龙辉工程师,北京市技术交流站周瑜初工程师、兰宝华工程师,哈尔滨电表仪器厂王文伦技师,哈尔滨工业大学张晓东助理工程师等人分工编写;由哈尔滨工业大学刘晋春、陆纪培教授主编,张学仁教授主审。继本书之后还将组织编写、出版《电火花线切割加工技术工人培训自学教材》。

我国电火花加工、线切割加工工人、技术人员长期以来一直迫切要求出版技术培训、自学教材,相信本书的出版将对提高电火花、线切割加工工人队伍的技术水平和素质,对促进我国电火花加工事业的发展起到积极作用。

由于作者水平有限,书中定有不当之处,恳切希望广大读者在试用过程中提出宝贵改进意见。

中国机械工程学会电加工学会

1988 年 8 月

目 录

第一章 初级电火花加工工应知	1
1.1 自用电火花机床的名称、型号、性能、结构、主要组成部分及作用,一般传动关系、润滑与工作液系统及其使用规则和维护保养方法	1
1.2 自用机床附件的名称、规格、用途、使用规则和维护保养方法	7
1.3 常用工、夹、量具的名称、规格、用途和维护方法	12
1.4 常用工件材料的种类、牌号、性能和用途	15
1.5 常用电极材料的种类、名称、规格、性能和用途	16
1.6 常用工作液、润滑剂、液压油的种类、规格和作用	18
1.7 机械识图和制图基本知识	19
1.8 公差配合、形状位置公差和表面粗糙度的基本知识	25
1.9 常用数学计算知识	30
1.10 热处理基本知识	34
1.11 电工基本知识	35
1.12 电火花加工的一般理论知识(电火花加工的机理和极性效应等工艺规律)	39
1.13 电火花加工常用名词、术语及符号	57
1.14 电火花加工的安全技术规程	63
第二章 初级电火花加工工应会	65
2.1 正确操作自用电火花加工机床及其附件,并能进行调整与维护保养	65
2.2 正确使用常用的工、夹、量具,并能进行维护保养	69
2.3 正确选择或配制工作液,拆洗过滤器	73
2.4 按图纸和工艺检查简单形状的电极,并能正确安装、校正和定位找正	74
2.5 正确使用万用电表,并能利用一般仪表观察加工状态	76
2.6 根据加工对象合理选择加工参数,正确调节平动量	79
2.7 及时发现机床的常见故障	82
2.8 看懂一般模具零件图和工艺卡片	83
2.9 根据配合间隙要求腐蚀工具电极	84
2.10 正确执行电火花加工安全操作规程	86
2.11 做到岗位责任制和文明生产的各项要求	87
第三章 初级电火花加工工工作实例	88
3.1 简单电火花穿孔、套料加工	88
3.2 用电火花成形机床加工单槽孔模具,表面粗糙度为 $R_a 2.5\mu\text{m}$,公差等级 IT8	89
3.3 电火花加工简单型腔模具	95
3.4 相应初级复杂程度工件的加工	99

第四章 中级电火花加工工应知	103
4.1 常用电火花加工机床的性能、结构、主轴头、平动头、工作台的具体构造,使用和维护保养方法	103
4.2 常用电火花加工机床的控制原理及方框图	108
4.3 工业电子学的基础知识	111
4.4 电火花加工机床中常用的电器、电子元件的型号、性能、用途和作用原理	118
4.5 脉冲电源的工作原理	125
4.6 模具加工的一般知识及其要求	130
4.7 常用电火花加工机床的精度检验方法	136
4.8 加工精度、表面粗糙度、加工速度、电极损耗比与可选择的加工参数之间的相互关系,电火花加工参数和工艺指标曲线图表,正确选择加工规范的方法	146
4.9 产生不合格产品的原因及其预防方法	157
4.10 液压传动的一般知识	161
4.11 编制电火花加工工艺规程的基本知识	166
4.12 生产技术管理知识	171
第五章 中级电火花加工工应会	173
5.1 看懂常用电火花加工机床的说明书、直流伺服电机进给系统原理图和总逻辑图	173
5.2 掌握电火花加工机床液压轴头的结构和调整	181
5.3 合理使用常用的复杂工、夹、量具	184
5.4 看懂较复杂的模具零件图和模具装配图,绘制较复杂的电极工、夹具图	189
5.5 查阅电火花加工的有关书籍和手册	195
5.6 发现和排除常用电火花加工机床的一般故障及加工中的不正确现象	197
5.7 排除机床电器和脉冲电源的故障	201
5.8 设计、计算简单电极工具	207
5.9 能用示波器观察、分析加工状态,选择最佳工作参数,使之达到稳定加工	209
5.10 在常用电火花机床上加工复杂模具	216
5.11 正确分析哪些模具应采用电火花加工或用线切割加工	218
第六章 中级电火花加工工工作实例	220
6.1 电火花成形机床加工多孔级进模,表面粗糙度 $R_a 2.5\mu m$,公差等级 IT7	220
6.2 加工中等复杂程度的型腔模	224
6.3 加工相应中等复杂程度的工件	234
第七章 高级电火花加工工应知	238
7.1 多种新型电火花加工机床(如电火花多轴数控机床)的结构、性能、工作原理、调试使用方法,精度检验方法和故障排除方法	238
7.2 多种精密量具、量仪(如电感测微仪、工具显微镜、三坐标测量机)的结构、组成、性能、工作原理和各部分的作用	248

7.3 各种复杂、精密工件的装夹、加工和测量方法	252
7.4 产生锥度等加工误差的原因和防止方法,新产品试制中确保高难度工件质量的加工方法	254
7.5 其它有关机床(如数控线切割机、万能工具铣、数控车、数控铣、加工中心等)加工的基本知识	256
7.6 国内外先进电加工机床及其加工技术的发展概况	260
7.7 本专业的新技术理论知识(包括自适应控制和新颖电源的基本原理等)	274
7.8 电子计算机在电火花加工领域中应用的基本知识	280
第八章 高级电火花加工工应会	283
8.1 看懂多种微型计算机电火花加工机床控制原理框图、脉冲电源线路框图和装配图	283
8.2 根据机床说明书,对各种电火花加工机床进行调整、试车和维修	286
8.3 排除脉冲电源波形失常故障	287
8.4 改进工夹具,并绘制结构草图	288
8.5 编制电火花加工工艺规程	290
8.6 加工精密、复杂的模具和工件	292
8.7 应用电加工技术独立解决生产中的疑难问题	294
8.8 应用推广新技术、新工艺、新设备、新材料,并对一般电火花加工设备进行改进	299
第九章 高级电火花加工工工作实例	305
9.1 电火花成形机床加工多型腔塑料模(或压胶模)	305
9.2 高精度复杂型腔模具的加工(果盘塑料模具)	308
9.3 高难度、高复杂程度工件的加工	312
附录	316
附录 I 国内外电火花成形机床主要生产厂商及其主要机床型号	316
附录 II 电火花加工主要附件配件、消耗品和外围工艺设备及其生产厂	324

第一章 初级电火花加工工应知

1.1 自用电火花机床的名称、型号、性能、结构、主要组成部分及作用,一般传动关系、润滑与工作液系统及其使用规则和维护保养方法

广义而言,电火花加工机床包括电火花穿孔、成形加工机床和电火花线切割加工机床。虽然这两类机床的基本工作原理都是基于用电火花放电加工来蚀除金属,但其工艺形式、机床的结构和操作方法等都不一样。电火花线切割加工机床将在本社出版的另一本《电火花线切割加工技术工人培训自学教材》(修订版)中讲述,本书主要讲述电火花穿孔、成形加工机床,有时常狭义地简称为电火花加工机床。

一、国产电火花穿孔、成形加工机床的名称和型号规格

在晶体管脉冲电源没有广泛采用的六七十年代,我国早期生产的电火花加工机床分为电火花穿孔加工机床(采用 RC、RLC 和电子管、闸流管等窄脉冲电源)和电火花成形加工机床(采用长脉冲发电机电源),前者命名为 D61 系列(如 D6125、D6135、D6140 型),后者为 D55 系列(如 D5540、D5570 型)。80 年代开始大量采用晶体管脉冲电源,电火花加工机床既可用作穿孔加工,又可用作成形加工,因此 1985 年起国家把电火花穿孔、成形加工机床定名为 D71 系列,常统称为电火花成形加工机床,或简称电火花加工机床,其型号表示方法如下:

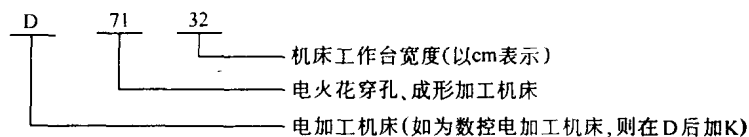


表 1.1 为我国电火花穿孔、成形加工机床的参数标准。

电火花穿孔、成形加工机床按其规格大小可分为小型(D7125 以下)、中型(D7125 ~ D7163)和大型(D7163 以上);也可按性能如数控程度分为非数控(手动型)、单轴数控或三轴数控型;也可按精度等级分为标准精度型和高精度型;也可按工具电极的伺服进给系统的类型分为液压进给、步进电机进给、直流或交流伺服电机进给驱动等类型。随着模具工业的需要,国外已经大批生产微机三坐标数字控制的电火花加工机床,以及带工具电极库能按程序自动更换电极的电火花加工中心。我国汉川机床厂和少数中外合资厂也已研制、生产出三坐标微机数控电火花加工机床。

表 1.1 电火花穿孔、成形加工机床主参数标准 (GB 5290—85)

工 作 台	台 面	宽度 B	/mm	200	250	320	400	500	630	800	1000
		长度 A		320	400	500	630	800	1000	1250	1600
	行 程	纵向 X		160		250		400		630	
		横向 Y		200		320		500		800	
	最大承载质量/kg			50	100	200	400	800	1500	3000	6000
	T形槽	槽 数	/mm	3		5				7	
		槽 宽		10		12		14		18	
		槽间距离		63			80	100	125		
	主轴联接板至工作台面最大距离 H			300	400	500	600	700	800	900	1000
	主 轴 头	伺服行程 Z		80	100	125	150	180	200	250	300
滑座行程 W		150	200	250	300	350	400	450	500		
工 具 电 极	最大质量 /kg	I 型	20		50		100		250		
		II 型	25		100		200		500		
	联 接 尺 寸										
工作液槽内壁		长度 d	/mm	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
		宽度 c		300	400	500	630	800	1000	1250	1600
		高度 h		200	250	320	400	500	630	800	1000

国内外主要电火花穿孔、成形加工机床生产厂及其生产的主要机床型号、性能见附录 I。

目前国产电火花机床的型号命名往往加上本厂厂名拼音代号或其它代号,如汉川机床厂(公司)加 HC,北京凝华实业公司加 NH 等,中外合资及外资厂的型号更不统一,采用其自定的型号系列表示方法。

二、电火花成形加工机床的结构,主要组成部分及作用

电火花成形加工机床的结构形式主要有:

1. 立柱式(C形结构)

它是大部分大、中、小机床采用的结构形式,如图 1.1 所示。在床身基座上安装着立柱和工作台。立柱上安装着可上下伺服进给运动的主轴头。有些机床在主柱上装有可上、下调节距离的滑座和主轴箱,主轴箱内再安装有可上下伺服进给的主轴头,这样除了主轴伺服行程(称一次行程)之外,还有主轴箱滑座行程(称二次行程),使工件上表面和工具电极下端面间有更大的调节距离,但其缺点是主轴的刚度会有所降低。工作台分上下两层,可以在水平面内作 X 、 Y 方向的移动。工作台上安装油槽,加工时工件浸泡在油槽内的煤油工作液中。

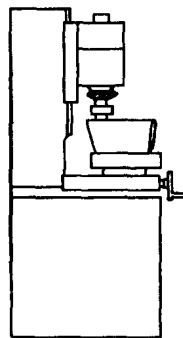
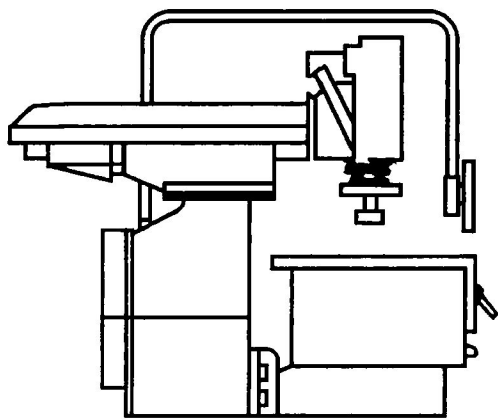


图1.1 立柱式结构的电火花成形的加工机床

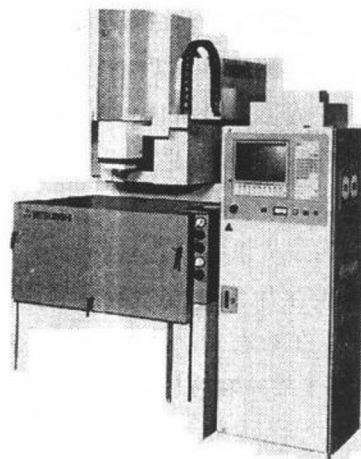
2. 滑枕式

它的结构类似牛头刨床,如图 1.2 所示。它主要特点是工件安装

在床身工作台上不动,两主轴头安装在 X 、 Y 两个滑枕上运动,这样可以避免重大的工件和油槽中煤油工作液在 X 、 Y 方向快速运动时产生很大的惯性力。其缺点是行程大时机床刚度变差,电极装夹找正也因油箱体积大而不方便。



(a) 结构示意图

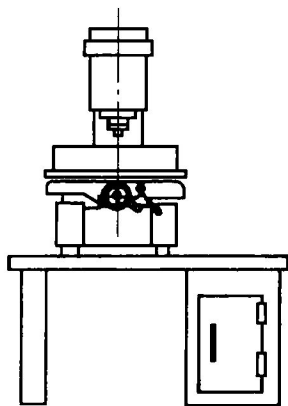


(b) 同类机床的外形照片

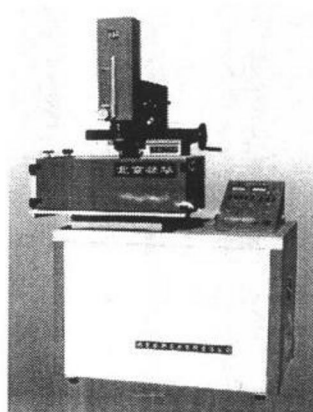
图 1.2 滑枕式结构电火花加工机床

3. 台式

这种机床的结构简单,床身和立柱可连为一体,刚性较好,精度高,结构紧凑,根据加工需要,可以制成多种形式,对加工小孔、小槽、小模具的小型电火花加工机床比较合适,如图 1.3 所示。



(a) 结构示意图



(b) 同类机床的外形照片

图 1.3 台式小型电火花加工机床

4. 龙门式

龙门式就是将立柱做成门式形体,如图 1.4 所示。工作台固定在床身上,主轴头可作

横向坐标移动,根据加工的需要,可在机床的横梁上装设几个主轴头,以满足同时加工出几个型孔。这种机床的优点是刚性好,可做成中、大型电火花加工机床。

电火花成形加工机床的主要组成部分和作用,今以最常见的立柱式 C 型结构的电火花加工机床为例。

电火花成形加工机床包括主机、电源箱、工作液循环过滤系统,如果采用液压伺服进给系统,则还包含有液压系统,共有三或四大部分,如图 1.5 所示。

主机用于支承工具电极及工作,保证它们之间的相对位置,并实现电极在加工过程中稳定的进给运动。它主要由床身、立柱、主轴头、工作台及润滑系统等组成。电源箱包括脉冲电源、自动进给控制系统和其它电气系统,工作液和液压系统均包括有液压泵(油泵)、过滤器,各种控制阀、管道等。

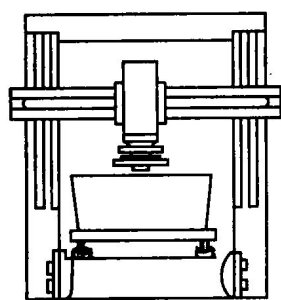
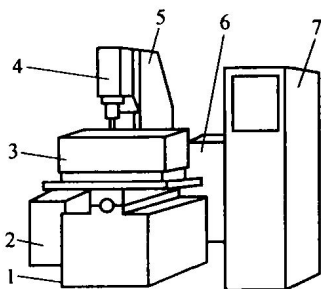
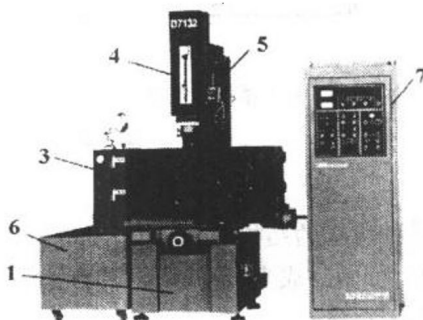


图 1.4 龙门式大型电火花加工机床



(a) 结构示意图



(b) 同类机床的外形照片

图 1.5 电火花穿孔成形加工机床主要组成部分

1—床身;2—液压油箱;3—工作液槽;4—主轴头;5—立柱;6—工作液箱;7—电箱源

三、常用电火花机床的一般传动关系与润滑

电火花机床的一般传动关系是指主轴头和工作台的传动关系。主轴头(工具电极)和工作台(工件)的运动方向如图 1.6 所示。主轴在垂直方面(Z 向)作上下伺服进给运动,工作台在水平方向(X 和 Y 方向)作工件位置的找正、调整运动。在数控电火花机床中,通过编程切换,工作台在 X 、 Y 方向也可作伺服进给运动。

70 年代, Z 向主轴运动曾广泛采用活塞和油缸通过液压传动来实现,因其另需配有液压油泵、油箱,占地面积较大,且运转时常伴有噪声、漏油等缺点,故 80 年代起 Z 向主轴运动逐渐采用直流或交流伺服电机通过丝杆、螺母来驱动。为了保持运动的直线性和灵活性,一般的机床在 X 、 Y 、 Z 向都采用滚动摩擦

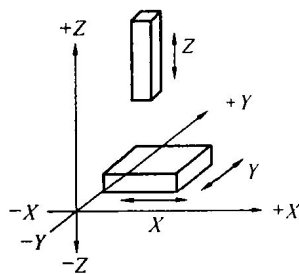


图 1.6 电火花机床上的运动

的直线导轨副和滚珠丝杆、螺母副传动元器件。其传动关系是通过电机(交、直流伺服电机、步进电机和直流力矩电机等)直接装于执行元件,或通过减速齿形带驱动执行元件——滚珠丝杆螺母副。滚珠丝杆、螺母装于方形或菱形、梯形截面的主轴上,而主轴则靠精密直线滚动导轨来导向。利用电机驱动滚珠丝杆、螺母,使主轴作上、下进给运动,满足电火花加工的需要。

电火花机床工作台传动系统是通过右侧和前侧手轮带动丝杆螺母副,使其作纵、横移动,一般每转丝杆螺距 $2\sim 4\text{ mm}$,手轮刻度每小格移动量为 $0.01\sim 0.02\text{ mm}$ 。工作台纵横两方向一般有锁紧装置,待工件和工具电极位置确定后要锁紧工作台和溜板,防止意外位移。

图 1.7 为汉川电火花机床厂生产的 DM7140(HCD400)电火花机床传动系统示意图。

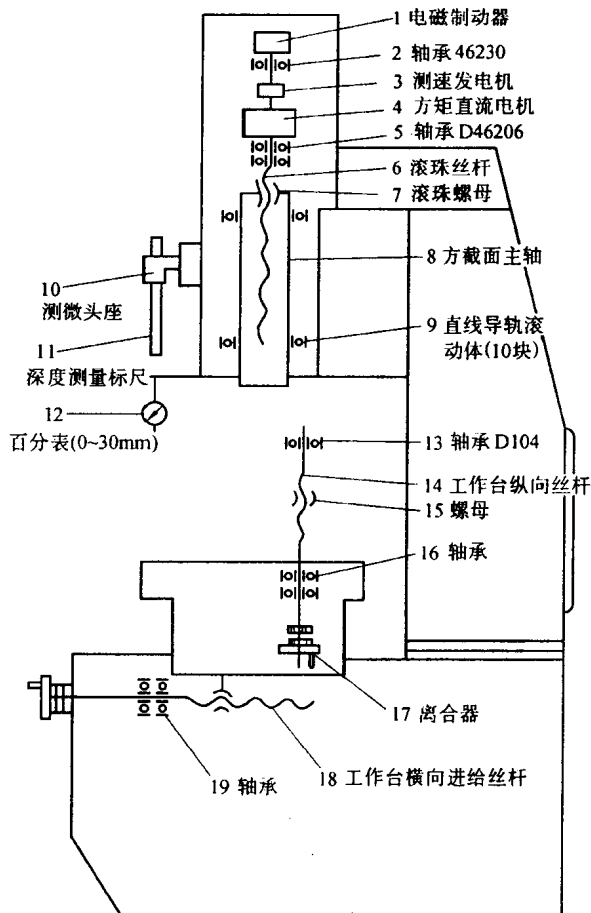


图 1.7 电火花机床传动系统示意图

电火花机床润滑部位,一般指机床各部位需要移动、转动、摩擦运动的各部分和部件,例如轴承、丝杠、导轨面、燕尾槽等。为了保持机床灵活运动,防止生锈、腐蚀,均需经常用油枪注入润滑油、润滑脂等。有些机床上用手拉泵对重要部位注入机油,高档机床用小油

泵自动加压注入润滑油。机床维护保养时,对润滑防锈必须作到如下几点:

(1) 定期给主轴、丝杆、 $X-Y$ 行程导轨加机油润滑,建议每班次加注一次。一般主轴注油孔位于机床主轴头右侧。

(2) 主轴导轨要经常涂抹润滑脂,机床不用时请加油封。

(3) 定期加注机油润滑燕尾槽、丝杆、导轨等。

(4) 较新型机床采用集中泵站供油,应按机床说明书要求维护保养。图 1.8 为汉川电火花机床厂生产的 HCD400 电火花机床润滑点示意图。

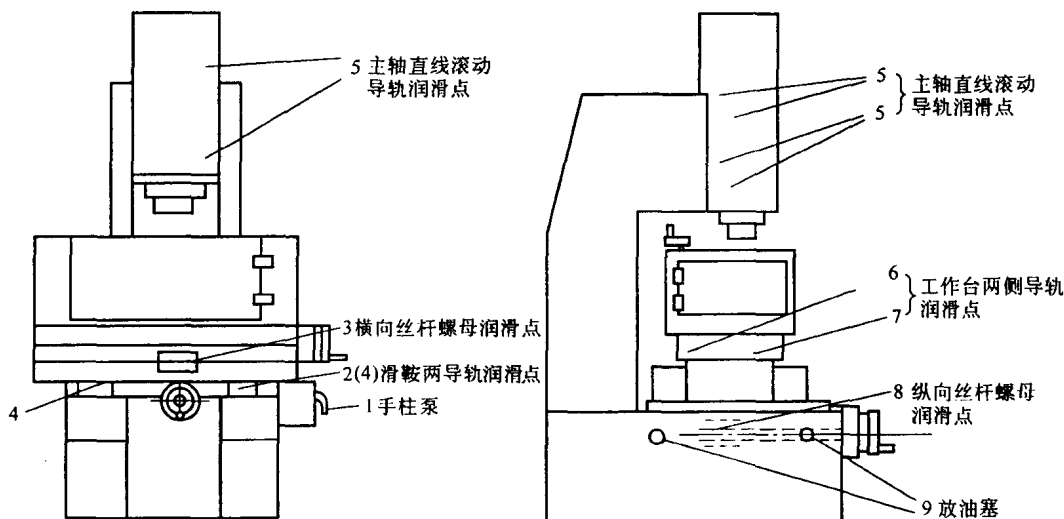


图 1.8 电火花机床润滑点示意图

四、电火花加工机床的工作液系统及其使用和维护保养

电火花加工用的工作液过滤系统包括工作液泵、容器、过滤器及管道等,使工作液强迫循环。如图 1.9 所示,其中(a)、(b)为冲油式,(c)、(d)为抽油式。冲油是把经过过滤的清洁工作液经油泵加压,强迫冲入电极与工件之间的放电间隙里,将放电蚀除的电蚀产物随同工作液一起从放电间隙中排出,以达到稳定加工。在加工时,冲油的压力可根据不同工件的几何形状及加工的深度随时改变,一般压力选在 $0 \sim 200 \text{ kPa}$ 之间。

图 1.10 是工作液循环系统油路图,它既能实现冲油,又能实现抽油。其工作过程是:储油箱的工作液首先经粗过滤网 1、经单向阀 2 吸入油泵 3,这时高压油经过不同形式的精过滤器 7 输向机床工作液槽,溢流安全阀 5 是使控制系统的压力不超过 400 kPa ,补油阀 11 为快速进油用,待油注满油箱时,可及时调节冲油选择阀 10,来控制工作液循环方式及压力。当阀 10 在冲油位置时,补油冲油都通,这时油杯中油的压力由阀 8 控制;当阀 10 在抽油位置时,补油和抽油两路都不通,这时压力工作液穿过射流抽吸管 9,利用流体速度产生负压,达到实现抽油的目的。

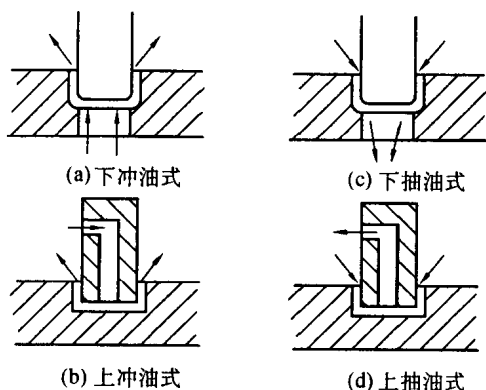


图 1.9 冲抽油方式

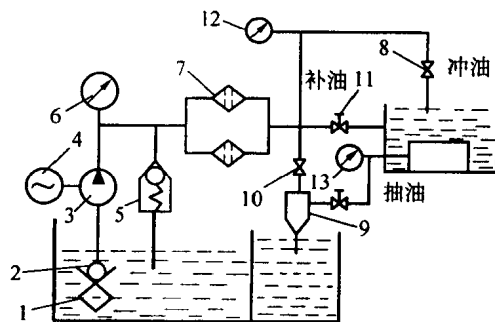


图 1.10 工作液循环系统油路图

1—粗过滤器;2—单向阀;3—涡旋泵;4—电机;
5—安全阀;6—压力表;7—精过滤器;8—压力
调节器;9—射流抽吸管;10—冲油选择阀;11—
快速进油控制阀(补油);12、13—压力表

当前我国的电火花加工所用工作液主要是煤油,在加工中由于电蚀产物的颗粒很小,这些小颗粒存在于放电间隙中,使加工处不稳定状态,直接影响生产率和光洁度。为了解决这些问题,人们采用介质过滤的方法。

介质过滤曾广泛用木屑、黄砂或棉纱等作为介质,其优点是材料来源广泛,可以就地取材,缺点是过滤能力有限,不适于大流量、粗加工,且每次更换介质,要消耗大量煤油,故新式机床中目前已被纸过滤器所代替。

纸过滤器芯为一多孔性的纸筒,折叠成放射状,有很大的过滤面积,外形如图 1.11 所示。纸过滤器的优点是过滤的精度较高,阻力小,更换方便,本身的耗油量比木屑少得多,特别适合中、大型电火花加工机床,一般可连续应用 250~500 h 之多,用后经反冲或清洗,仍可继续使用,而且有专业纸过滤器芯生产厂可供订购,故现已被大量应用。

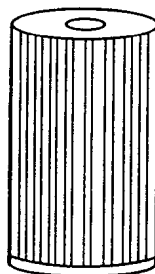


图 1.11 纸过滤器芯

1.2 自用机床附件的名称、规格、用途、使用规则和维护保养方法

一、自用电火花加工机床的主要附件

1. 可调节工具电极角度的夹头

装夹在主轴下的工具电极,在加工前需要调节到与工件基准面垂直,在加工型孔或型腔时,还需在水平面内调节、转动一个角度,使工具电极的截面形状与加工出工件型孔或型腔预定的位置一致。前一垂直度调节功能,常用球面铰链来实现,后一调节功能,靠主轴与工具电极安装面的相对转动机构来调节,垂直度与水平转角调节正确后,都应用螺钉夹紧(见图 1.12)。此外,机床主轴、床身在电路上连成一体接地,而装工具电极的夹持调节部分应单独绝缘,以防止操作人员触电。这种有绝缘结构的主轴头夹头见图 1.13。

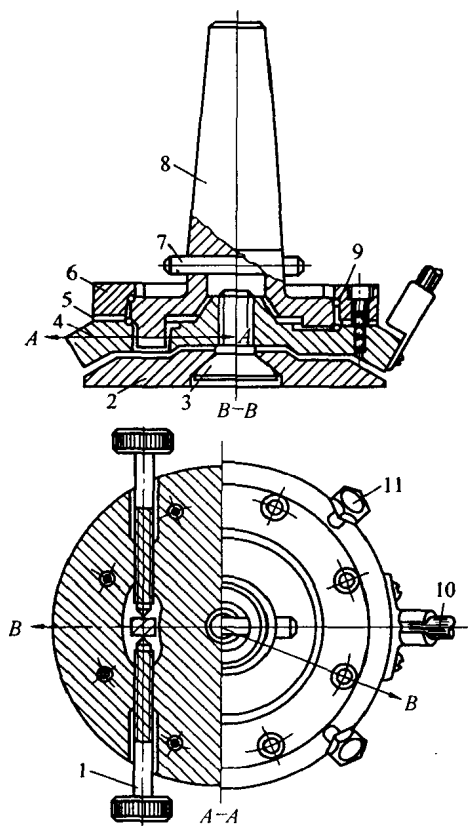


图 1.12 垂直和水平转角调节装置的夹头
1—调节螺钉;2—摆动法兰盘;3—球面螺钉;
4—调角校正架;5—调整垫;6—上压板;7—
销钉;8—锥柄座;9—滚珠;10—电源线;11—
垂直度调节螺钉

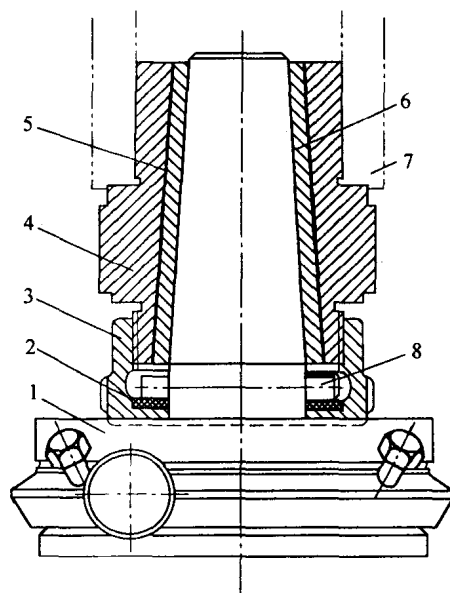


图 1.13 带有绝缘层的主轴夹头
1—夹头;2—绝缘垫圈;3—紧固螺母;4—主
轴端盖;5—环氧树脂绝缘层;6—锥套;7—
方滑枕(主轴);8—固定销钉

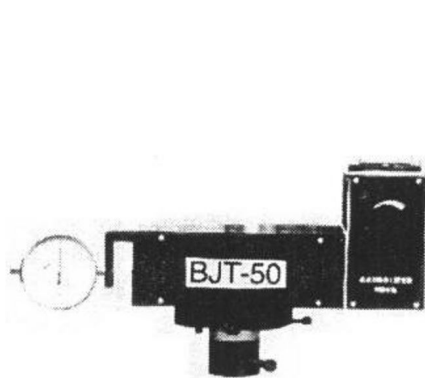
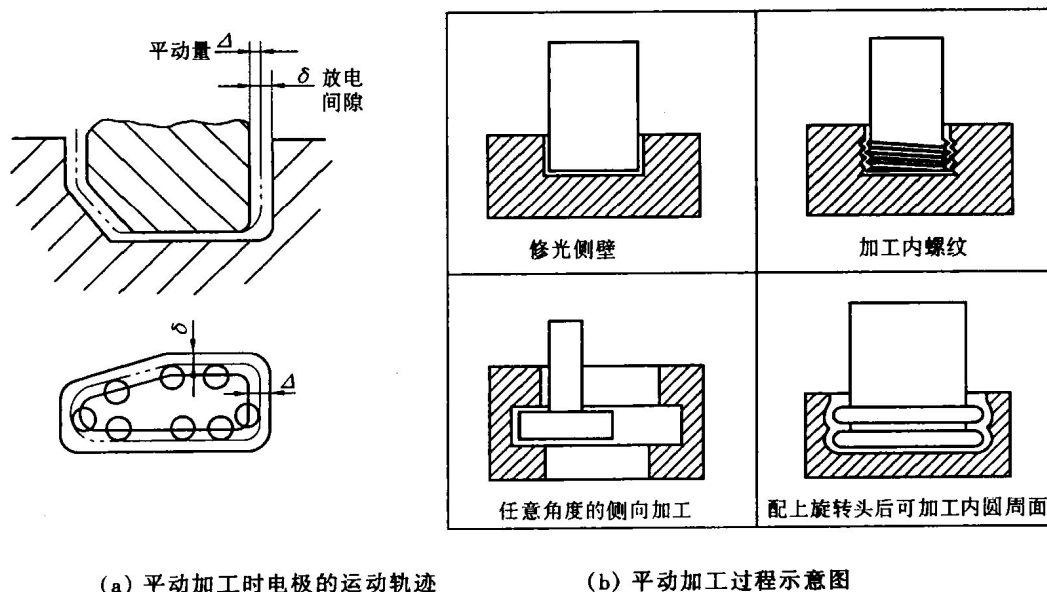
2. 平动头

由前述可知,进行电火花加工时,粗加工的火花间隙比中加工的要大,而中加工的火花间隙比精加工的又要大一些。当用一个电极进行粗加工,将工件的大部分余量蚀除掉后,其底面和侧壁四周的表面粗糙度很差,为了将其修光,就得转规准逐挡进行修整。由于后挡规准的放电间隙比前挡小,对工件底面可通过主轴进给进行修光,而四周侧壁就无法修光了。平动头就是为解决修光侧壁和提高其尺寸精度而设计的。

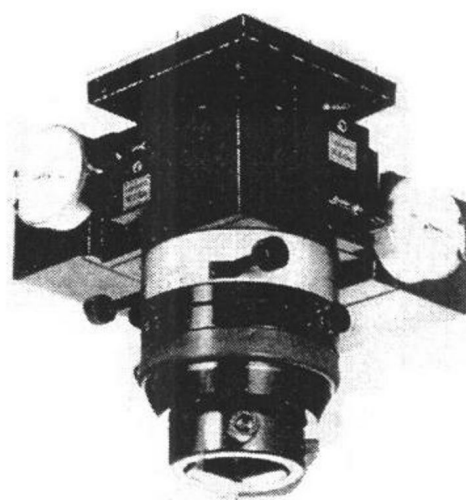
平动头是一个使装在其上的电极能在水平面内产生向外机械补偿动作的工艺附件。它在电火花成形加工采用单电极加工型腔时,可以补偿上一个加工规准和下一个加工规准之间的放电间隙差和表面粗糙度之差。

平动头的动作原理是:利用偏心机构将伺服电机的旋转运动通过平动轨迹保持机构,转化成电极上每一个质点都能围绕其原始位置在水平内作平面小圆周运动,类似于筛筛子的运动,许多小圆的外包线就形成加工表面,如图 1.14(a)所示。其运动半径 Δ 通过调

节可由零逐步扩大,以补偿粗、中、精加工的火花放电间隙 δ 之差,从而达到修光型腔的目的。其中每个质点运动轨迹的半径 Δ 就称为平动量。图 1.14(b)为用平动头修光底面、侧壁,加工内槽,加工内螺纹,修光侧面等的示意图。



(c) 机械式平动头



(d) 数控平动头

图 1.14 平动头运动轨迹及外形

(1) 平动头的结构。一般机械式平动头都由两部分组成,即由电动机驱动的偏心机构及平动轨迹保持机构。

① 偏心机构。早期生产的平动头,其偏心机构大都采用双偏心(偏心轴、偏心套)。后来北京机床研究所设计的 DPDT 型平动头采用 45°斜滑轨机构,比原来的双偏心机构结构简单、动作可靠,可以三向伺服平动。一旦短路时,工具电极不是垂直回退,而是斜向回