

数控电火花线切割 加工技术培训教程

伍端阳 编著



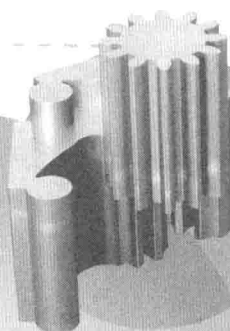
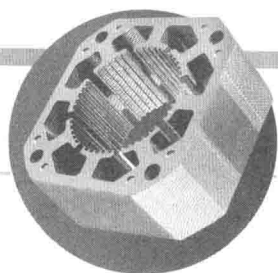
SHUKONG
DIANHUOHUA
XIANQIEGE
JIAGONG
JISHU
PEIXUN
JIAOCHENG



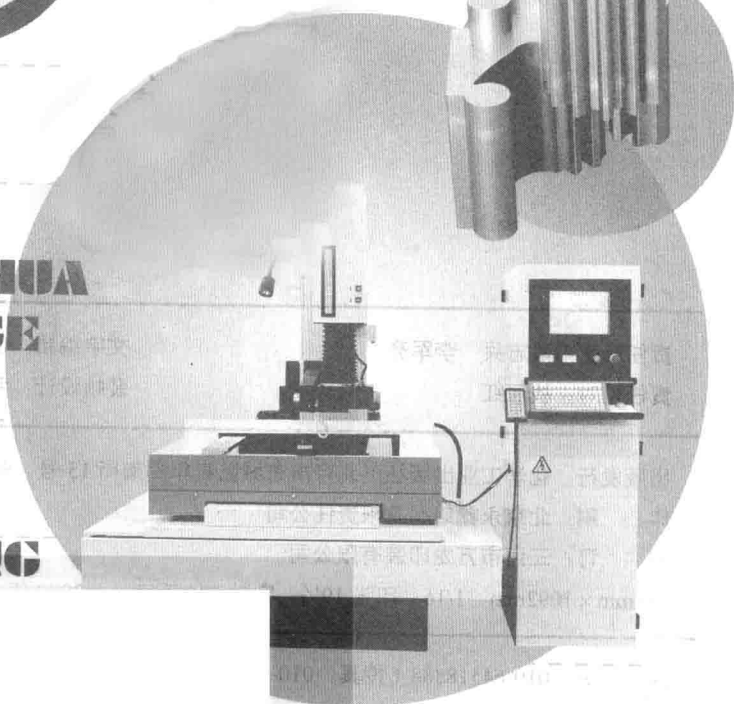
化学工业出版社

数控电火花线切割 加工技术培训教程

伍端阳 编著



SHUKONG
DIANHUOHUA
XIANQIEGE
JIAGONG
JISHU
PEIXUN
JIAOCHENG



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

数控电火花线切割加工技术培训教程 / 伍端阳编著.
北京: 化学工业出版社, 2008.6
ISBN 978-7-122-03010-8

I. 数… II. 伍… III. 数控线切割: 电火花线切割-
技术培训-教材 IV. TG484

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 078913 号

责任编辑: 段志兵 李军亮

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 战河红

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 19¼ 字数 475 千字 2008 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究

目前,制造工业的迅速发展,推动了制造技术的进步。数控电火花线切割加工作为一种特种加工技术,在众多的工业生产领域起到了重要的作用。尤其是数控低速走丝电火花线切割加工各方面工艺指标已达到了相当高的水平,其优异的加工性能,是其他加工技术不可替代的。因此,未来数控电火花线切割加工技术的发展空间是十分广阔的,并朝着更深层次、更高水平的方向不断发展。

数控电火花线切割加工是实践性与理论性都很强的一门技术,技术工人既要掌握电火花线切割工艺方面的知识,又要充分熟悉数控电火花线切割机床的功能,还要熟练运用自动编程 CAD/CAM 软件。为适应数控技术现代化的要求,作为一名合格的数控电火花线切割机床技术工人,要全面掌握所需的专业知识。数控电火花线切割领域的技术工人、程序员急切希望提高自己的技术水平,企业也急需培养一批能够熟练掌握数控编程、操作和维护的应用型技术人才。针对以上现状,笔者编写了这本《数控电火花线切割加工技术培训教程》。

本书将理论知识与实践操作有机地结合起来,列举了大量加工、编程实例,实用性较强。希望通过本书,让读者掌握数控电火花线切割加工这门技术,在实际生产中充分发挥作用。

全书在内容组织和编排上选用了 ACTSPARK 数控电火花线切割机床作为典型代表。介绍机床的操作,引用了其产品的部分资料,并得到了北京阿奇夏米尔技术服务责任有限公司领导、工程师的支持,特别感谢陈石宁、张宗才工程师对编写内容进行审核。Fikus 软件中国代表处云会玲女士为本书提供了 Fikus 线切割软件技术资料。这里一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大专家和读者批评指正。

伍端阳



第 1 篇 数控电火花线切割加工技术基础

第 1 章 数控电火花线切割加工的基本知识

1.1 数控电火花线切割加工的基本原理和必备条件	2	1.4.1 数控高速走丝电火花线切割机床的结构特点	8
1.2 数控电火花线切割加工的特点及应用	3	1.4.2 数控低速走丝电火花线切割机床的结构特点	12
1.2.1 数控电火花线切割加工的特点	3	1.5 数控电火花线切割加工常用名词术语	14
1.2.2 数控电火花线切割加工的应用	4	1.6 数控电火花线切割加工技术的发展现状	17
1.3 数控电火花线切割加工机床的分类	6	1.6.1 数控高速走丝电火花线切割加工技术的发展现状	17
1.3.1 按走丝速度分类	6	1.6.2 数控低速走丝电火花线切割加工技术的发展现状	18
1.3.2 按工作液供给方式分类	7		
1.3.3 按电极丝位置分类	7		
1.4 数控电火花线切割加工机床的结构特点	8		

第 2 章 数控电火花线切割加工工艺与操作

2.1 数控电火花线切割加工的主要工艺指标	21	2.3.1 图纸审核与技术分析	26
2.1.1 加工精度	21	2.3.2 加工前的预备工作	26
2.1.2 表面质量	22	2.3.3 加工编程	27
2.1.3 切割速度	24	2.3.4 加工控制与检验	27
2.2 数控电火花线切割加工中的电极丝偏移量	24	2.4 数控电火花线切割加工机床操作安全规范及维护保养	28
2.2.1 电极丝偏移量的产生	24	2.4.1 数控电火花线切割加工机床操作安全规范	28
2.2.2 凸模和凹模零件电极丝偏移量的计算	25	2.4.2 数控电火花线切割加工机床的安装使用环境	29
2.3 数控电火花线切割加工工艺步骤	26	2.4.3 数控电火花线切割加工机床的维护保养	30

第 3 章 数控电火花线切割加工编程

3.1 数控电火花线切割加工编程基础	31	3.1.2 编程的常识	32
3.1.1 数控电火花线切割加工编程概述	31	3.1.3 程序的构成	33

3.2 数控电火花线切割加工 ISO	3.3 数控电火花线切割加工 ISO
编程指令 37	程序实例 58
3.2.1 G 指令 37	3.3.1 凸模一次切割程序 58
3.2.2 M 指令 53	3.3.2 凹模一次切割程序 59
3.2.3 T 指令 54	3.3.3 同工件重复加工程序 60
3.2.4 H 指令 55	3.3.4 凸模割一修三程序 61
3.2.5 关于运算 55	3.3.5 复合模切割程序 63
3.2.6 R 转角功能 56	3.3.6 锥度零件切割程序 66
3.2.7 锥度加工 56	3.3.7 变锥加工程序 68
	3.3.8 上、下异形加工程序 70



第 2 篇 数控高速走丝电火花线切割加工技术

第 4 章 数控高速走丝电火花线切割加工工艺

4.1 数控高速走丝电火花线切割加工	4.2.6 与操作相关的断丝 82
工艺要素 74	4.3 数控高速走丝电火花线切割的
4.1.1 电极丝 74	加工路径 83
4.1.2 工作液介质 75	4.3.1 穿丝孔的确定 83
4.1.3 工件材料 76	4.3.2 加工路径的优化 84
4.1.4 电参数 77	4.4 数控高速走丝电火花线切割
4.2 数控高速走丝电火花线切割加工	加工技巧 85
断丝原因及解决办法 79	4.4.1 防止电火花线切割加工变形 85
4.2.1 与电参数选择及脉冲电源相关	4.4.2 提高电火花线切割加工模具
的断丝 80	的使用寿命 87
4.2.2 与运丝机构相关的断丝 80	4.4.3 获得低的表面粗糙度值 88
4.2.3 与电极丝相关的断丝 81	4.4.4 铝材料的切割 89
4.2.4 与工件相关的断丝 81	4.4.5 大厚度、薄壁工件的切割 90
4.2.5 与工作液相关的断丝 82	

第 5 章 数控高速走丝电火花线切割机床及其使用举例

5.1 北京阿奇夏米尔 FW 系列数控高速	5.4 北京阿奇夏米尔 FW 系列数控高速
走丝电火花线切割机床的构成 91	走丝电火花线切割机床的操作屏 95
5.1.1 机床的外观图及各部分的构成 91	5.4.1 用户界面介绍 95
5.1.2 机床的主要技术规格 92	5.4.2 手动模式屏 96
5.2 数控高速走丝电火花线切割机床的	5.4.3 编辑模式屏 99
主要功能 94	5.4.4 自动模式屏 100
5.3 数控高速走丝电火花线切割机床的	5.4.5 自动编程系统屏 101
手动操作 95	5.4.6 系统参数设置屏 104
	5.4.7 系统诊断屏 105

第6章 数控高速走丝电火花线切割机床操作实训

6.1 数控高速走丝电火花线切割	6.5.3 加工经验及加工注意事项	120
机床开机	6.5.4 窄槽、窄缝加工技巧	121
6.1.1 启动机床电源进入系统	6.6 数控高速走丝电火花线切割	
6.1.2 数控电火花线切割加工机床	加工结束处理	123
开机状态检查	6.6.1 加工结束后的自检及清理	123
6.2 数控高速走丝电火花线切割加工	6.6.2 机床关机	123
工件安装	6.7 数控高速走丝电火花线切割机床	
6.2.1 工件装夹的一般要求	的维护保养	123
6.2.2 工件装夹的常用方法及技巧	6.8 数控高速走丝电火花线切割	
6.2.3 工件的找正	加工综合实例	125
6.3 数控高速走丝电火花线切割加工	6.8.1 切一有尺寸位置要求的零件	125
电极丝安装	6.8.2 切一复合模零件	127
6.3.1 上丝操作	6.8.3 切一有锥度要求的零件	129
6.3.2 穿丝操作	6.9 数控中走丝切割机床的加工技术	131
6.3.3 电极丝垂直度的调整	6.9.1 中走丝线切割机床的特点	131
6.4 数控高速走丝电火花线切割加工	6.9.2 中走丝线切割机床多次切割	
电极丝的定位	工艺参数设置	132
6.4.1 实现电极丝定位的方法	6.9.3 中走丝线切割机床多次切割的	
6.4.2 电极丝定位操作方法	变形问题	133
6.4.3 影响找正精度的因素	6.9.4 中走丝线切割机床多次切割的	
6.5 数控高速走丝电火花线切割	导电问题	134
加工运行	6.9.5 凹模板型孔小拐角的加工工艺	
6.5.1 程序的准备与空运行检查	与多次切割加工中工件	
6.5.2 数控高速走丝电火花线切割	余留部位的处理	135
加工电柜参数的选择	6.9.6 中走丝线切割机床举例	135

第7章 数控高速走丝电火花线切割加工自动编程

7.1 统达线切割自动编程系统	7.2.1 进入自动编程系统 CAD	
CAD 简介	系统	147
7.1.1 CAD 绘图区域	7.2.2 进入自动编程系统 CAM	
7.1.2 “画图”菜单常用绘图指令	系统	148
7.1.3 “显示”菜单常用绘图指令	7.3 典型零件数控高速走丝电火花线	
7.1.4 “编辑一”菜单常用绘图指令	切割加工自动编程实例	150
7.1.5 “编辑二”菜单常用绘图指令	7.3.1 凸模零件切割编程	150
7.1.6 “辅助绘图”菜单常用绘图	7.3.2 环形片切割编程	157
指令	7.3.3 复合模切割编程	163
7.1.7 “线切割”菜单常用绘图指令	7.3.4 齿轮的画法	165
7.2 统达线切割自动编程系统的		
编程方法		



第3篇 数控低速走丝电火花线切割加工技术

第8章 数控低速走丝电火花线切割加工工艺

8.1 数控低速走丝电火花线切割加工的基本工艺	168	8.2.2 工作液介质	172
8.1.1 电极丝单向运行	168	8.2.3 工件材料	172
8.1.2 实施少量多次切割	168	8.2.4 电参数	173
8.1.3 高低压冲水的应用	169	8.3 数控低速走丝电火花线切割加工技巧	173
8.2 数控低速走丝电火花线切割加工工艺要素	170	8.3.1 偏移量的调整	173
8.2.1 电极丝	170	8.3.2 锥度零件的切割方法	174
		8.3.3 影响加工效率的因素	176

第9章 数控低速走丝电火花线切割机床系统及其使用举例

9.1 北京阿奇夏米尔 CA 系列数控低速走丝电火花线切割机床的构成	178	9.3.1 用户界面介绍	181
9.2 北京阿奇夏米尔 CA 系列数控低速走丝电火花线切割机床手控盒的使用	180	9.3.2 加工准备屏	183
9.3 北京阿奇夏米尔 CA 系列数控低速走丝电火花线切割机床的操作屏	181	9.3.3 文件准备屏	187
		9.3.4 放电加工屏	192
		9.3.5 联机帮助屏	196
		9.3.6 机床配置屏	197

第10章 数控低速走丝电火花线切割机床操作实训

10.1 数控低速走丝电火花线切割机床开机	202	10.5 数控低速走丝电火花线切割加工运行	211
10.1.1 启动机床电源进入系统	202	10.5.1 加工文件的准备	211
10.1.2 回机械原点	203	10.5.2 加工运行操作	212
10.2 数控低速走丝电火花线切割工件安装	203	10.6 数控低速走丝电火花线切割工艺参数及加工技巧	214
10.2.1 数控低速走丝电火花线切割工件的装夹特点	203	10.6.1 机床的工艺参数	214
10.2.2 工件的装夹与找正	204	10.6.2 断丝的处理	216
10.3 数控低速走丝线切割电极丝安装	205	10.6.3 切割中的注意事项	217
10.3.1 穿丝操作全过程	205	10.7 数控低速走丝电火花线切割加工结束处理	218
10.3.2 电极丝找正	207	10.8 数控低速走丝电火花线切割加工综合实例	219
10.4 数控低速走丝电火花线切割电极丝定位	209	10.8.1 加工概述	219
10.4.1 自动定位功能	209	10.8.2 加工步骤	219
10.4.2 定位操作的要点	211		

第 11 章 数控低速走丝电火花线切割加工自动编程

11.1 统达 TwinCAD/WTCAM 软件	11.3.1 Fikus 线切割软件界面	251
简介	11.3.2 Fikus 线切割软件基本操作	253
11.1.1 统达 TwinCAD 系统的操作	11.3.3 Fikus 线切割软件常用的绘画	
11.1.2 统达 WTCAM 系统的操作	和编辑功能	255
11.1.3 各类工件操作流程	11.3.4 Fikus 线切割软件 CAM 环境	268
11.2 统达 TwinCAD/WTCAM 软件	11.4 典型零件数控低速走丝电火花线	
编程实例	切割加工自动编程实例	269
11.2.1 切割八方	11.4.1 等锥加工	269
11.2.2 锥度切割	11.4.2 变锥加工	273
11.2.3 开路切割	11.4.3 上下异形加工	277
11.2.4 上下异形	11.4.4 无芯切割	280
11.3 Fikus 线切割软件简介	11.4.5 开放轮廓加工	283
250	11.4.6 多孔加工	284
附录一 数控电火花线切割加工技术考核试题		288
附录二 数控电火花线切割加工技术考核试题参考答案		295
参考文献		298

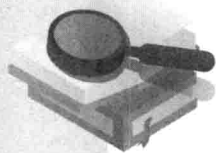
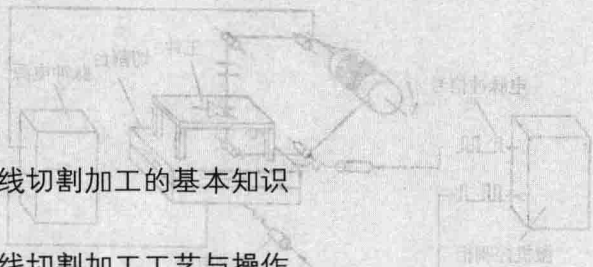
第 1 篇

数控电火花线切割加工技术基础

数控电火花线切割加工 (Wire cut Electrical Discharge Machining, 简称 WEDM) 是电火花加工技术的一个重要分支。20 世纪中期, 前苏联的拉扎连柯夫妇研究开关触点受火花放电损坏的现象, 发现电火花的瞬时高温可以使局部的金属熔化、氧化而被腐蚀掉, 从而开创和发明了电火花加工方法。之后在众多科研人员的努力下发明了电火花线切割加工机床。电火花线切割加工机床利用作为负极的电极丝和作为正极的工件 (金属材料) 之间脉冲放电的电腐蚀作用进行加工。由于工件和电极丝的相对运动是由数字控制实现的, 故常称之为数控电火花线切割加工。数控电火花线切割加工技术主要用于加工各种形状复杂和精密细小的工件, 具有加工精度高、表面质量好和应用范围广等突出优点, 已在生产中获得广泛的应用。

本篇主要介绍数控电火花线切割加工的理论知识、数控电火花线切割加工设备的结构特点、数控电火花线切割加工工艺与操作及数控电火花线切割加工编程。通过本篇的学习, 可为后面两篇专业技术的学习打下牢固的基础。

- 数控电火花线切割加工的基本知识
- 数控电火花线切割加工工艺与操作
- 数控电火花线切割加工编程



第1章

数控电火花线切割加工的基本知识

本章介绍数控电火花线切割加工的基本知识,如电火花线切割加工的基本原理、加工的应用、加工设备的特点、常用名词术语,以及数控电火花线切割加工技术的发展现状。全章内容大多属于理论知识,这些知识比较抽象,理解起来也有些难度,但掌握好扎实的理论基础对以后的实际工作中提升技能水平是大有益处的。

1.1 数控电火花线切割加工的基本原理和必备条件

数控电火花线切割加工是通过脉冲电源在电极丝和工件两极之间施加脉冲电压,通过伺服机构保持一定的间隙,使电极丝与工件在绝缘工作液介质中发生脉冲放电。脉冲放电使工件表面被蚀出无数的小坑,在数控系统的控制下,伺服机构使电极丝和工件发生相对位移,并保持脉冲放电,从而对工件进行尺寸加工(见图1-1)。

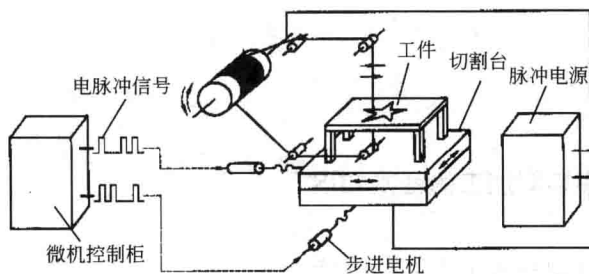


图 1-1 电火花线切割加工示意图

电火花线切割加工的基本原理见图1-2。电极丝与脉冲电源的负极相连,工件与脉冲电源的正极相连;两极在绝缘液体中靠近时,由于两极的微观表面凹凸不平,电场分布不均匀,离得最近处的电场强度最高,导致极间介质被击穿;自由正离子和电子在场中积累,很快形成被电离的放电通道;在电场作用下,通道内的负电子高速奔向阳极,正离子奔向阴极,形成火花放电;电子和离子在电场作用下高速运动时相互碰撞,阳极和阴极表面分别受到电子流和离子流的轰击,使电极间隙内形成瞬时高温热源,通道中心温度达到 10000°C 以上,两极金属材料的表面局部瞬间熔化;同时,由于熔化材料和介质的汽化形成气泡,并且它的压力规则上升直到非常高;然后电流中断,温度突然降低,引起气泡爆炸,产生的动力把熔化的物质抛出蚀坑,被腐蚀的材料在工作液介质中重新凝结成小球体,并被工作液介质排走。

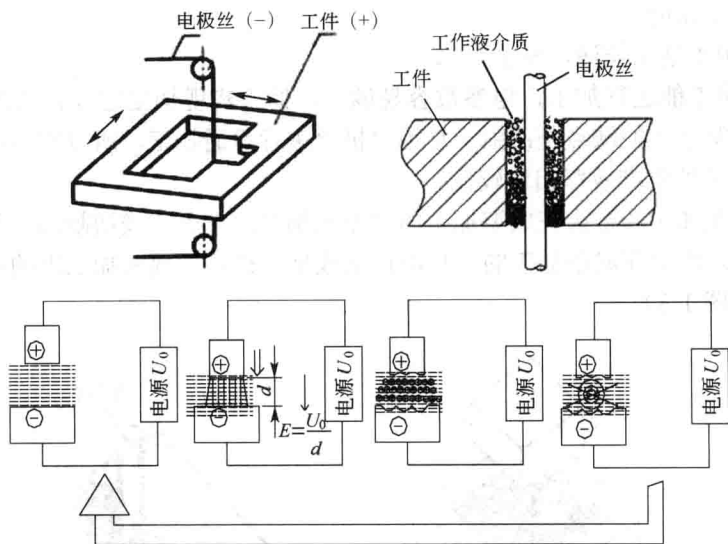


图 1-2 电火花线切割加工原理示意图

电火花线切割加工的正常运行，必须具备以下基本条件。

① 电极丝与工件之间必须保持一定的放电间隙。在该间隙范围内，既可以满足脉冲电压不断击穿介质，产生火花放电，又可以适应在火花通道熄灭后介质消除电离以及排出电蚀产物的要求。如果间隙过大，极间电压不能击穿极间介质，则不能产生火花放电；如果间隙过小，则容易形成短路连接，也不能产生火花放电。

② 必须在有一定绝缘性能的液体介质中进行，如皂化油、去离子水等。要求较高绝缘性是为了利于产生脉冲性的火花放电；另外，液体介质还有排除间隙内电蚀产物和冷却电极的作用。

③ 放电必须是短时间的脉冲放电。由于放电时间短，使放电时产生的热能来不及在被加工材料内部扩散，从而把能量作用局限在很小范围内，保持火花放电的冷极特性。

1.2 数控电火花线切割加工的特点及应用

1.2.1 数控电火花线切割加工的特点

数控电火花线切割加工具有以下一些加工优势。

① 数控电火花线切割能加工传统方法难于加工或无法加工的高硬度、高强度、高脆性、高韧性等导电材料及半导体材料。

② 由于电极丝细小，可以加工细微异形孔、窄缝和复杂形状零件。

③ 工件被加工表面受热影响小，适合于加工热敏感性材料；同时，由于脉冲能量集中在很小的范围内，加工精度较高。

④ 加工过程中，电极丝与工件不直接接触，无宏观切削力，有利于加工低刚度工件。

⑤ 由于加工产生的切缝窄，实际金属蚀除量很少，材料利用率高。

⑥ 与电火花成型相比，以电极丝代替成型电极，省去了成型工具电极的设计和制造费

用,缩短了生产准备时间。

⑦ 一般采用水基工作液,安全可靠。

⑧ 直接利用电能进行加工,电参数容易调节,便于实现加工过程自动控制。

电火花线切割加工的缺点是:由于是用电极丝进行贯通加工,所以它不能加工盲孔类零件和阶梯表面,另外生产效率相对较低。

电火花线切割加工和电火花成型加工的主要区别是:电火花线切割加工的工具电极是轴线移动的电极丝;电火花成型加工的工具电极是成型电极,与要求加工出的零件有相适应的截面或形状(见图1-3)。

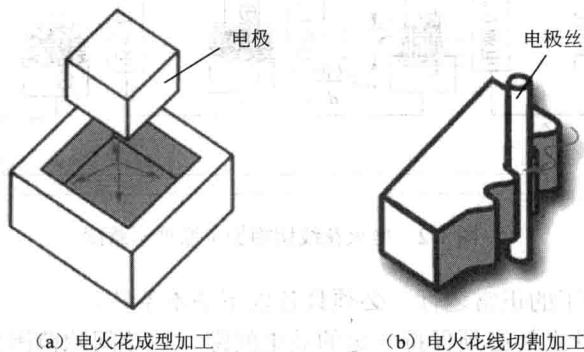


图1-3 电火花成型加工与电火花线切割加工比较图

1.2.2 数控电火花线切割加工的应用

数控电火花线切割加工主要用于各种冲模、塑料模、粉末冶金模等二维及三维直纹面(见图1-4)组成的模具及零件,也可切割各种样板、磁钢、硅钢片、半导体材料或贵金属,还可进行微细加工,异形槽和试件上标准缺陷的加工,广泛用于电子仪器、精密机床、轻工、军工等。为新产品试制、精密零件加工及模具制造开辟了新的工艺途径。

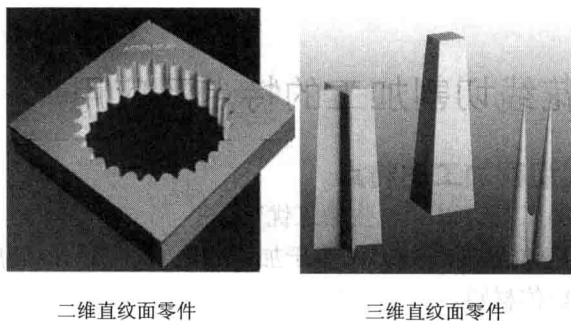


图1-4 二维、三维零件

(1) 加工模具

数控电火花线切割加工广泛应用于加工各种模具,如冲模、挤压模、粉末冶金模、弯曲模、塑压模等模具(见图1-5)。其中加工冲模所占的比例要数最大,像精密冲模的加工制造,数控电火花线切割加工是不可缺少的关键技术。加工冲模通过编程时调整不同的补偿量就可以切割凸模、凸模固定板、凹模及卸料板等,模具配合间隙、加工精度较易达到要求。先进

水平的冲压模具具有结构复杂、制造难度大、精度高、寿命长、生产效率高及耗能耗材低等一系列特点。如电机铁芯自动阀片硬质合金多工位级进模，其精度达 $2\mu\text{m}$ ，步距精度达 $3\mu\text{m}$ ，拼块精度 $1\mu\text{m}$ ，双回转精度 $1'$ ，表面粗糙度 $R_a 0.10 \sim 0.40\mu\text{m}$ ，具有自动冲压、阀片、扭槽、分组、回转等功能，模具寿命达 1 亿次以上。这些高新技术模具的加工要求也推动着数控电火花线切割加工技术的进步。数控电火花线切割加工在塑料模具的制造中也具有重要作用，一般用来切割镶件孔、进行清角加工等。

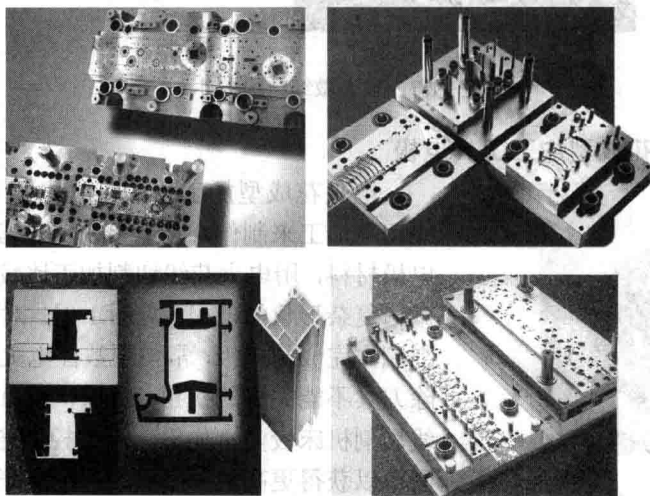


图 1-5 加工模具

(2) 加工机械零件

在机械零件制造方面，可用于加工品种多、数量少的零件，特殊难加工材料的零件、材料试验样件、各种型孔、特殊齿轮凸轮、样板、成型刀具等（见图 1-6）。在试制新产品时，用线切割在坯料上直接割出零件，如试制切割特殊微电机硅钢片定、转子铁芯，由于不需另行制造模具，可大大缩短制造周期、降低成本。另外，数控电火花线切割加工修改设计、变更加工程序比较方便，加工薄件时多片叠在一起加工，可提高加工效率，同时数控电火花线切割加工还可加工微细异形孔、窄缝和复杂形状的工作（见图 1-7）。

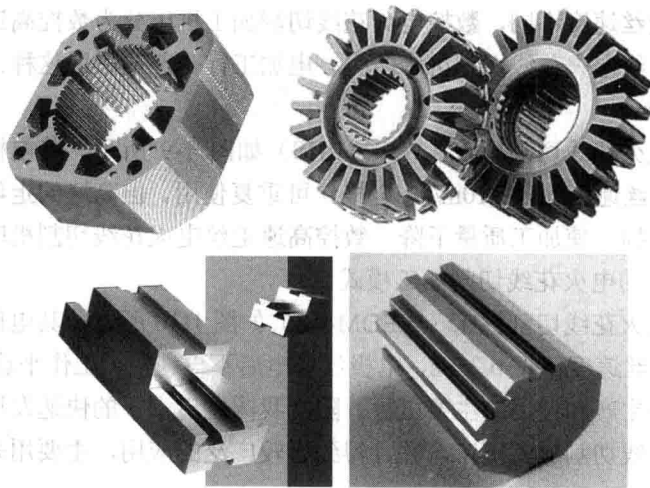


图 1-6 加工零件

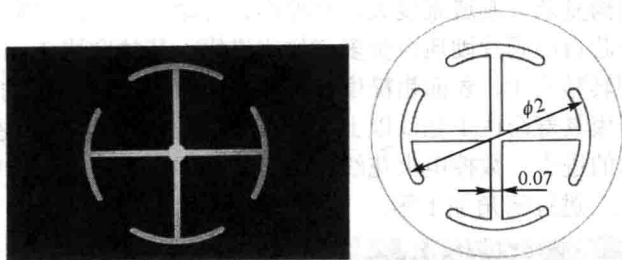


图 1-7 加工微细结构零件

(3) 制作电火花成型加工工具电极

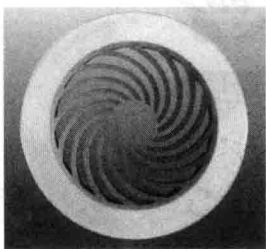


图 1-8 制作电火花成型加工工具电极

的复杂电极。

电火花成型加工用的工具电极可以用数控电火花线切割加工来制作,对于紫铜、铜钨、银钨合金之类的电极材料,用电火花线切割加工比较经济,适合于加工微细复杂形状的电极(见图 1-8)。对于使用加工中心铣削制作完成的电极,常使用数控电火花线切割加工来清除刀具不能完成的拐角。目前,国内厂家使用高速走丝线切割机床较多,如果使用数控低速走丝线切割机床,则可以获得更高的加工精度、加工表面质量,可以用于精密电极的制造,可以准确地切割出有斜度、上下异形

1.3 数控电火花线切割加工机床的分类

数控电火花线切割加工机床的分类方法有多种,一般可以按照机床的走丝速度、工作液供给方式、电极丝位置等进行分类。

1.3.1 按走丝速度分类

根据电极丝的走丝速度不同,数控电火花线切割加工机床分为数控高速走丝电火花线切割机床和数控低速走丝电火花线切割机床两类。电加工行业普遍采用这种方法对电火花线切割加工机床进行分类。

数控高速走丝电火花线切割机床(WEDM-HS)如图 1-9 所示,其电极丝在加工中作高速往复运动,一般走丝速度为 8~10m/s,电极丝可重复使用。但高速的走丝速度容易造成电极丝抖动和反向时停顿,使加工质量下降。数控高速走丝电火花线切割机床在我国应用得比较多,也是我国独创的电火花线切割加工模式。

数控低速走丝电火花线切割机床(WEDM-LS)如图 1-10 所示,其电极丝在加工中作低速单向运动,一般走丝速度低于 0.2m/s,电极丝放电后不再使用,工作平稳、均匀、抖动小、加工质量好,是国外生产和使用的主要机种。随着我国制造水平的快速发展,我国也在生产此类低速走丝电火花线切割加工机床,并且得到了较广泛的应用,主要用来加工高精度的模具和零件。

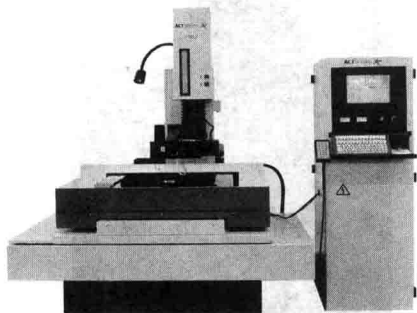


图 1-9 数控高速走丝电火花线切割机床
(WEDM-HS)

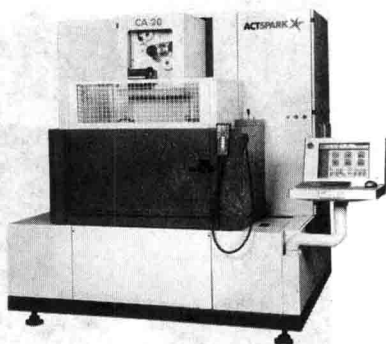


图 1-10 数控低速走丝电火花线切割机床
(WEDM-LS)

1.3.2 按工作液供给方式分类

数控电火花线切割加工机床按工作液供给方式可分冲液式和浸液式。冲液式电火花线切割加工机床采用冲液（一上一下两股射流）沿电极丝输送工作液，如图 1-11 所示。数控高速走丝电火花线切割机床都是采用冲液方式，我国生产的大部分数控低速走丝电火花线切割机床也是采用冲液方式。浸液式电火花线切割加工机床的放电加工是在工作液中进行，先进的数控低速走丝电火花线切割机床多属于浸液式，如图 1-12 所示。浸液状态下工作区域恒定的温度可获得更高的加工精度，并有良好的工件防锈效果。

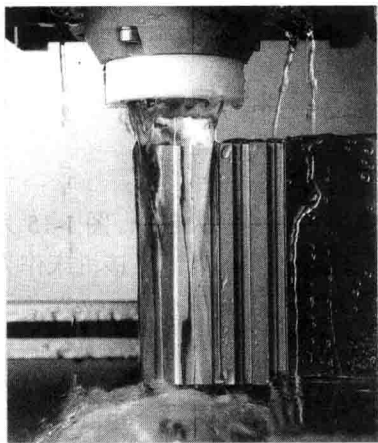


图 1-11 冲液式



图 1-12 浸液式

1.3.3 按电极丝位置分类

数控电火花线切割加工机床按电极丝位置可分为立式和卧式。立式电火花线切割加工机床的电极丝是垂直方向进行加工的，如图 1-13 所示。卧式电火花线切割加工机床的电极丝是水平方向进行加工的，如图 1-14 所示。

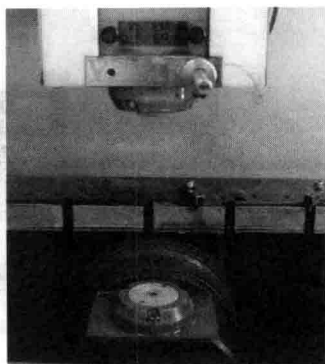


图 1-13 立式电火花线切割加工机床

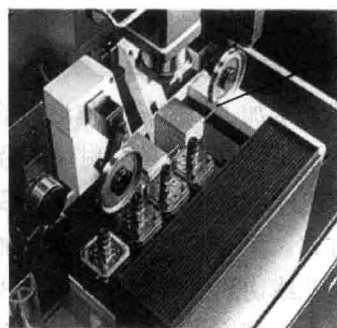
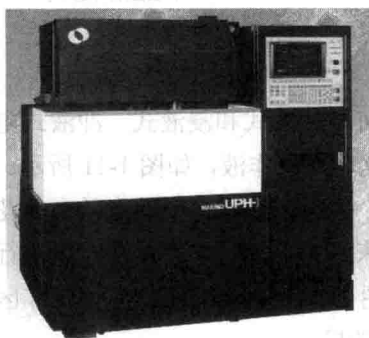


图 1-14 卧式电火花线切割加工机床

1.4 数控电火花线切割加工机床的结构特点

1.4.1 数控高速走丝电火花线切割机床的结构特点

数控高速走丝电火花线切割机床一般分为主机和数控电源柜两大部分。图 1-15 为北京阿奇夏米尔 FW 系列数控高速走丝电火花线切割机床的结构示意图。以下以该机床作为典型代表来介绍数控高速走丝电火花线切割机床的结构。

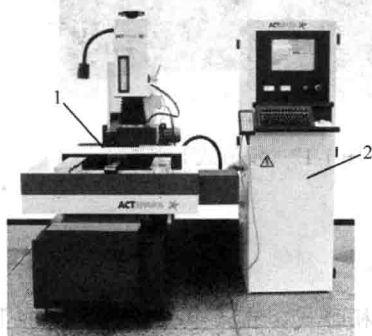


图 1-15 数控高速走丝电火花线切割机床的结构示意图

1—主机；2—数控电源柜

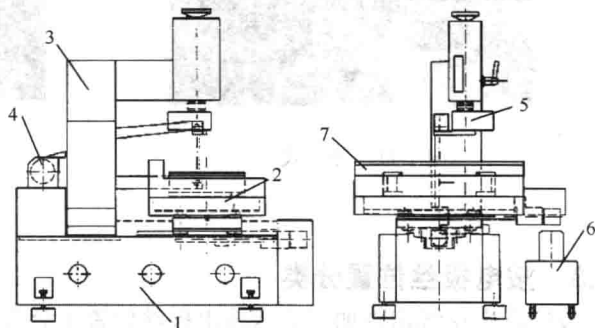


图 1-16 数控高速走丝电火花线切割机床的主机部分

1—床身；2—工作台；3—立柱；4—运丝机构；
5—锥度装置；6—工作液循环系统；7—防水罩