

CAXA 北航海尔

CAXA—CAD/CAM

标准培训指定教材

CAXA

线切割 V2

实例教程



北航 CAXA 教育培训中心 主编
邱建忠 等 编著



北京航空航天大学出版社

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

软件·多媒体课件·实例

610

TG484-49
Q81

CAXA 北航海尔

CAXA—CAD/CAM
标准培训指定教材

CAXA 线切割 V2 实例教程

北航 CAXA 教育培训中心 主编

邱建忠 等编著



A0963990



北京航空航天大学出版社

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

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载,
也可到视听部复制

内 容 简 介

本书为北京北航海尔软件有限公司推出的基于 Windows 平台的线切割自动编程软件“CAXA 线切割 V2”的系列教材之一。

全书分为 3 篇,共 16 章。第 1 篇包括第 1~4 章,讲述电火花线切割加工基础。重点介绍了线切割加工工艺参数的选择、线切割程序的编制及线切割数控系统的操作方法。第 2 篇包括第 5~9 章,讲述 CAXA 线切割 V2 的操作技巧。重点介绍了图像的矢量化处理和 CAXA 线切割的 CAM 功能。第 3 篇包括第 10~16 章,讲述线切割加工的综合应用技术。通过几个线切割加工的实例,深入学习线切割自动编程和加工的操作技巧。

本书附光盘一张。其内容包括 CAXA 数控线切割 V2 的学习版软件、书中例题的一些源文件及相关产品的介绍。

本书可作为大中专院校计算机辅助制造专业学生的教材,相关专业师生、工程技术人员的参考书,也可作为社会相关领域的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

CAXA 线切割 V2 实例教程/邱建忠等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2002. 1

ISBN 7-81077-126-4

I. C… II. 邱… III. 电火花线切割 计算机辅助技术—软件包, CAXA—教材 IV. TG661

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 075389 号

CAXA 线切割 V2 实例教程

北航 CAXA 教育培训中心 主编

邱建忠 等编著

责任编辑 王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

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

E-mail: pressell@publica.bj.cninfo.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:19.5 字数:437 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-126-4/TP·073 定价:30.00 元

CAXA 教材编写委员会

顾问 (按姓氏笔画排序)

- 朱心雄 北京航空航天大学教授
乔少杰 北京航空航天大学出版社社长
刘占山 教育部职业教育与成人教育司副司长
陈贤杰 科技部高新科技产业司副司长/全国 CAD 应用工程办公室主任
张兴华 北京航空航天大学工程训练中心首席教授
武哲 北京航空航天大学副校长
周正寅 全国 CAD 应用工程办公室专家
周保东 《机械工人》杂志社副社长
唐荣锡 中国工程图学学会理事长
黄永友 《CAD/CAM: 计算机辅助设计与制造》杂志总编
韩新民 机械科学院系统分析研究所所长
雷毅 北京北航海尔软件有限公司/CAXA 总裁

编委 (按姓氏笔画排序)

- | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 马金盛 | 王洪 | 王凤霞 | 任柏林 | 刘炜 | 刘长伟 | 刘雅静 |
| 刘锡峰 | 许修行 | 孙英蛟 | 牟文英 | 杜慰纯 | 李秀 | 李超 |
| 李文革 | 杨国太 | 杨国平 | 吴百中 | 邹小慧 | 宋放之 | 张杰 |
| 张自强 | 张导成 | 张建中 | 陈红康 | 尚凤武 | 罗广思 | 金友泉 |
| 赵宝录 | 胡松林 | 贺伟 | 章晓林 | 谢小星 | 廖卫献 | 熊本俊 |

执行委员

- 鲁君尚 赵延永 杨伟群

本书作者

- 邱建忠 戴乃昌 王峰 王凤霞等

CAXA – CAD/CAM

实例系列教材丛书

CAXA 实体设计 V2 实例教程

杨伟群 等编著

CAXA 电子图板 V2 实例教程

李 军 等编著

CAXA 三维电子图板 V2 实例教程

杨伟群 等编著

CAXA 制造工程师 V2 实例教程

胡松林 等编著

CAXA 线切割 V2 实例教程

邱建忠 等编著

CAXA 数控车 V2 实例教程

范 悦 等编著

CAXA 数控加工造型·编程·通讯

谢小星 等编著

总 序

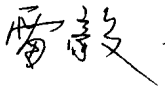
当前,计算机网络信息技术发展迅猛,正逐步渗透到方方面面;全球经济一体化的趋势正在加速,世界范围的产业格局正快速调整,全球制造业的重点正按照垂直整合的方式迅速向亚太地区转移。随着加入 WTO,我国传统的制造业正面临一场全新的参与全球竞争的挑战,以制造业信息化推动制造业发展是我国制造业能够参与国际竞争的必然选择。谁拥有先进的技术,谁拥有优秀的人才,谁也就拥有未来市场的主动权。

CAXA 作为一家高科技软件企业,以推动中国 CAD/CAM 技术的应用和制造业信息化的发展为目标。经过近 10 年的发展,特别是从 1997 年以中小企业可以接受的价位推出“CAXA 电子图板 97”以来,CAXA 系列软件就为我国 CAD/CAM 技术的应用发挥了积极的作用。目前,CAXA 正版软件用户超过 50 000 家,并连续 4 年(1997—2000 年)荣获“国产十佳软件”称号。CAXA 软件正日益成为易学、实用、好用的国产 CAD/CAM 软件的象征,并以市场占有率最大、产品系列齐全、研发实力强劲、国际化联盟经营等,成为我国 CAD/CAM 软件行业的排头兵。

CAD/CAM 技术的应用和制造业信息化的发展,市场是目标,技术是保障,人才是关键,掌握 CAD/CAM 技术的大量的应用型人才是关键的关键。自 2000 年初 CAXA 与北京航空航天大学共同启动“CAXA 教育培训计划”以来,得到了社会各界的广泛欢迎和积极参与。目前先后培训师资 1 500 多人次,编写出版了教材/图书 100 多套,直接培训学生/学员 10 多万人。同时,CAXA 软件也先后成为劳动部“制图员”职业资格考试软件、教育部 NIT(全国计算机应用技术证书考试)“计算机绘图”考试软件,教育部“优秀职业教育软件”等。CAXA 在 CAD/CAM 应用人才的培训/培养方面迈出了可喜的一步。

这套 CAXA 系列教材的编写出版,既是应市场对学习掌握 CAXA 的强烈要求,也是 CAXA 与北京航空航天大学等 500 多家 CAXA 院校及培训机构合作的结晶。相信通过这套 CAXA 系列软件教材的编写出版,必将为我国 CAD/CAM 应用人才的培养、为我国制造业信息化的发展做出新的贡献。

中国的制造业将是未来全球制造业的中心。CAXA 愿与各界朋友一起努力,为中国的制造业——全球最大制造业的发展插上信息化的翅膀!

北航海尔软件/CAXA 总裁:  博士

2001 年 8 月
于北京航空航天大学

前 言

当前,随着科学技术的飞速发展,CAD/CAM 在工业领域的应用越来越广泛,并将逐渐地成为机械制造业的主导力量。CAD/CAM 技术的研究、开发、推广及应用水平已是衡量一个国家科技现代化和工业现代化的重要标志之一。

CAXA 技术是北京北航海尔软件有限公司开发的专业计算机辅助设计/制造/分析(CAD/CAM/CAE)、企业系统集成及网络(PDM/ERP/ASP/INTERNET)与工程服务的高科技软件,是一种面向市场需求的、高品质的、低价位的国产 CAD/CAM 软件。目前,CAXA 软件已经成为我国市场上占有率最大的 CAD/CAM 软件,并于 1997—2000 年连续 4 年荣获“国产十佳软件”称号。

“CAXA 线切割 V2”是由北京北航海尔软件有限公司自主开发的线切割自动编程系统,是面向线切割加工行业的 CAD/CAM 集成软件,它可以为各种高低速走丝线切割机床提供快速、高效、高品质的数控编程代码。

本书是北航 CAXA 教育培训中心线切割自动编程软件“CAXA 线切割 V2”的系列教材之一。全书从实用性的角度对数控线切割技术作了较为详细的讲述,重点讲解了具有我国自主知识产权,易学易用,功能全面的数控线切割软件——CAXA 数控线切割 V2 的各种功能,并给出了应用软件进行实际加工的例子。

本书主要内容

本书分为 3 篇,各篇的主要内容如下:

第 1 篇是基础篇,共 4 章,第 1~4 章。主要介绍电火花线切割加工的基础知识。

第 2 篇是软件篇,共 5 章,第 5~9 章。主要介绍 CAXA 线切割 V2 的应用技巧。

第 3 篇是应用篇,共 7 章,第 10~16 章。主要通过几个实例来介绍 CAXA 线切割 V2 的综合应用技术。

全书各篇的内容既相互独立,又相互联系。

另外,本书还附光盘一张。其内容包括 CAXA 数控线切割 V2 的学习版软件、书中例题的一些源文件及相关产品的介绍。

本书的特点

系统性

以知识内在规律和学员的认知规律为序,以编程和操作技术为核心,由浅入深,循序渐进

地进行编排。基础知识→应用技巧→综合应用技术。

实用性

从实用性出发,注重理论与实际的结合,以培养实用型的线切割操作技术人才为目标。书中列举了大量的综合应用范例,这些加工实例均经过机上的调试运行。通过范例的练习,帮助初学者尽快掌握线切割编程和操作技术,同时提高学员在实用背景下的操作技能和应用技能。本书还附配套光盘,供读者学习时使用。

可读性和可理解性

在本书中编选了大量的图表,配合了详细的文字解释和操作步骤,编写了相关的例题、练习题,便于学员独立操作及自学。并可以参照书中的实例边学边练,掌握软件的使用。

使用本书的一些建议

为了使广大学员更好的利用本书,取得最佳的学习效果,我们提出一些建议,供大家参考。

- 在每章开始的学习指南中列出了该章的重点内容和对所学知识应掌握的程度等,学员可通过学习指南有针对性的安排学习计划。
- 在全书的范例练习及功能介绍中,随时有一些技巧、注意、另一法等提示内容,介绍当前操作命令参数的使用技巧以及特别注意的问题等。这一部分的内容学员可根据自己的水平和经验以及接受知识的情况进行适当的调整。
- 在完成每一个范例练习后,要进行范例总结,学会举一反三,最好再找一些同类的范例进行简单的分析,并结合加工实践,以拓展自己的思路。
- 在每章的最后,都提供了一定数量的练习题,用于检查学员掌握所学知识的情况,并加以巩固。
- 在附录 1 中列出了快捷键、键盘命令,熟练运用这些按键命令有助于提高绘图和线切割编程的速度。
- 附录 2、附录 3、附录 4 及附录 5 分别为狮子、蝴蝶、熊和飞机的图像,使用时可将其剪下,扫描输入计算机,用来进行图像的矢量化。
- 范例练习中的每一个操作过程都保存在配套的光盘中。学员可将自己所做的练习与之比较,以检验练习的正确性。

本书是在 CAXA—CAD/CAM 教材编委会的指导帮助下,按照 CAXA 大学标准培训大纲组织编写的。在编写过程中,得到了温州机械技校和浙江工贸学院领导的大力支持,特别得到了北京航空航天大学工程训练中心与北航海尔软件有限公司的大力帮助,张兴华教授、范悦教授、杨伟群副教授、鲁君尚经理、刘松经理等为本书的编写给予了悉心指导。在此,一并表示衷心的感谢!

全书由邱建忠、戴乃昌、王峰、王凤霞等编著。第 1 篇由戴乃昌编写,第 2 篇、第 3 篇由邱

建忠编写,王峰、王凤霞、邱小敏、王丽丹参加了部分章节的编著。邱建忠担任主编,负责全书的组织和统稿工作。

由于水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不当之处,恳请广大读者批评指正,我们的联系方式是:

电话:010—82316492 82321350 0577—88388975

E-mail:edu@caxa.com qjzqjz@eyou.com

<http://www.caxa.com>

作 者

2001.10.22 于温州

目 录

第 1 篇 电火花线切割加工基础

第 1 章 电火花线切割概述

1.1 电火花加工的概念和特点	1
1.1.1 电火花加工的基本概念	1
1.1.2 电火花加工的特点	1
1.2 电火花加工的分类与发展概况	3
1.2.1 电火花加工的分类	3
1.2.2 电火花加工的发展概况	4
1.3 电火花加工的基本原理	5
1.4 电火花加工的基本规律	6
1.4.1 极性效应	6
1.4.2 金属材料对电蚀量的影响	7
1.5 电火花线切割的原理、应用范围及特点	8
1.5.1 线切割加工的原理	8
1.5.2 应用范围	9
1.5.3 特 点	9
1.6 电火花线切割加工设备	9
1.6.1 机 床	10
1.6.2 脉冲电源	14
1.6.3 控制器	16
习题 1	18

第 2 章 数控线切割编程技术

2.1 线切割编程简介	19
2.2 3B 代码编程	20

2.2.1 程序格式	20
2.2.2 斜线(直线)的编程	20
2.2.3 圆弧编程	22
2.2.4 程序编制举例	24
2.3 G 代码编程	29
2.3.1 程序格式	29
2.3.2 准备功能(G 功能)	30
2.3.3 指定有关机械控制(T 功能)	35
2.3.4 辅助功能(M 功能)	35
2.3.5 G 代码程序编制举例	35
习题 2	38

第 3 章 线切割控制器和高频脉冲电源的操作

3.1 SN 控制器简介	40
3.2 SN 控制器操作说明	40
3.3 XMD 脉冲电源简介	51
3.4 XMD 高频脉冲电源的操作	52
习题 3	55

第 4 章 线切割加工基本工艺

4.1 线切割加工工艺一般规律	56
4.1.1 切割速度	56
4.1.2 加工表面粗糙度及质量	58
4.1.3 加工精度	59
4.2 加工前的准备	61

4.2.1 合理地确定切割路线	61
4.2.2 工件毛坯的准备	63
4.2.3 工件装夹与穿丝	65
4.2.4 定位	66

4.3 试切与切割	68
4.4 加工过程中特殊情况的处理	69
习题 4	70

第 2 篇 CAXA 线切割 V2

第 5 章 CAXA 线切割系统概述

5.1 CAD/CAM 简介	72
5.1.1 CAD 的分类及特点	72
5.1.2 CAM 的工作原理	73
5.2 CAXA 线切割概述及 V2 版的运行环境	74
5.2.1 CAXA 线切割概述	74
5.2.2 CAXA 线切割 V2 的运行环境	76
5.3 CAXA 线切割 V2 的安装及卸载	76
5.3.1 CAXA 线切割 V2 的安装	76
5.3.2 CAXA 线切割 V2 的卸载	81
5.4 CAXA 线切割 V2 的启动及界面	82
5.4.1 CAXA 线切割的启动	82
5.4.2 CAXA 线切割 V2 的界面	83
5.5 CAXA 线切割 V2 快速入门	92
习题 5	97

第 6 章 零件设计

6.1 利用 CAXA 线切割 V2 附带的电子图板绘图	99
6.2 生成齿轮	110
6.3 花键设计	112
6.4 位图矢量化	114

6.5 轮廓文字	118
习题 6	122

第 7 章 轨迹生成

7.1 概述	124
7.2 轨迹生成	125
7.3 轨迹跳步	134
7.4 取消跳步	136
7.5 轨迹仿真	137
7.6 查询切割面积	139
习题 7	140

第 8 章 代码生成

8.1 B 代码处理	141
8.1.1 生成 3B 代码	141
8.1.2 生成 4B/R3B 代码	146
8.1.3 校核 B 代码	148
8.2 G 代码处理	149
8.2.1 生成 G 代码	150
8.2.2 校核 G 代码	152
8.3 代码查看/打印/粘贴	154
8.3.1 查看/打印代码	154
8.3.2 粘贴代码	155
习题 8	157

第 9 章 代码传输与后置设置

9.1 代码传输	158
9.1.1 应答传输	158
9.1.2 同步传输	160
9.1.3 串口传输	161
9.1.4 纸带穿孔	161

9.1.5 传输参数设置	162
9.2 后置设置	163
9.2.1 机床设置	163
9.2.2 后置处理设置	168
9.2.3 R3B 后置设置	172
习题 9	173

第 3 篇 线切割加工实例**第 10 章 线切割角度样板凹模实例**

10.1 绘制角度样板凹模图形	176
10.2 线切割样板凹模工艺参数的确定	184
10.3 生成加工轨迹、轨迹仿真	185
10.3.1 生成加工轨迹	185
10.3.2 轨迹仿真	188
10.4 生成加工代码及传输程序	189
10.4.1 生成加工代码	189
10.4.2 传输代码	193
10.5 角度样板凹模的线切割加工及检验	194

第 11 章 线切割花键、齿轮实例

11.1 绘制花键、齿轮图形	196
11.1.1 绘制内花键	197
11.1.2 绘制内齿轮	198
11.2 线切割花键齿轮加工工艺的确定	200
11.3 生成加工轨迹	201
11.4 轨迹仿真	205

11.5 生成加工代码	207
11.6 代码校核与传输	210
11.6.1 代码校核	210
11.6.2 代码传输	211
11.7 花键、齿轮的线切割加工及检验	211

第 12 章 线切割文字实例

12.1 绘制文字轮廓	214
12.2 线切割文字轮廓“丽”工艺参数的确定	215
12.3 文字切割轨迹的生成及仿真	217
12.3.1 文字切割轨迹的生成	217
12.3.2 文字切割轨迹的仿真	220
12.4 生成加工代码	221
12.5 校核、传输 4B 代码和 G 代码	227
12.5.1 校核代码	227
12.5.2 传输代码	228
12.6 文字轮廓“丽”的线切割加工及检验	228

第 13 章 线切割手机外壳实例

13.1 绘制手机外壳图形	230
---------------------	-----

13.2 线切割手机外壳工艺参数的确定	235	15.3 熊凹模切割轨迹的生成	269
13.3 生成手机外壳加工轨迹	237	15.4 轨迹仿真与切割面积的查询	271
13.4 轨迹仿真	241	15.5 熊凹模轨迹代码的生成	273
13.5 生成代码	242	15.6 校核、传输代码	275
13.6 传输代码	245	15.6.1 校核代码	275
13.7 手机外壳的线切割加工及检验	246	15.6.2 代码传输	276
第 14 章 线切割凹模实例		15.7 熊凹模线切割加工及检验	276
14.1 绘制凹模图形	248	第 16 章 锥度零件的线切割加工	
14.2 线切割凹模工艺参数的确定	253	16.1 绘制梅花图形	277
14.3 生成凹模加工轨迹	255	16.2 线切割梅花锥零件工艺参数的确定 ...	279
14.4 轨迹仿真	258	16.3 生成梅花锥图形加工轨迹	279
14.5 代码生成及其传输	258	16.4 轨迹仿真	280
14.6 凹模的线切割加工及检验	264	16.5 代码生成	281
第 15 章 线切割熊图像冷冲落料模凹模		16.6 校核、传输代码	282
15.1 熊图像的矢量化	266	16.7 梅花锥线切割加工及检验	282
15.2 熊图像凹模线切割工艺参数的确定 ...	268		
参考文献	284		
附 录	285		

第 1 章 电火花线切割概述

学习指南

- 了解电火花加工的概念及其优缺点。
- 了解电火花加工的分类与发展概况。
- 理解电火花加工过程。
- 理解极性效应,了解金属材料对电蚀量的影响。
- 理解线切割加工的原理,了解其应用范围及特点。
- 结合实地参观,熟悉线切割的加工设备。

1.1 电火花加工的概念和特点

1.1.1 电火花加工的基本概念

电火花加工又称放电加工(Electrical Discharge Machining 简称 EDM)。它是在加工过程中,使工具和工件之间不断产生脉冲性的火花放电,靠放电时产生的局部、瞬时的高温将金属蚀除下来。这种利用火花放电时产生的腐蚀现象对金属材料进行加工的方法叫电火花加工。

1.1.2 电火花加工的特点

随着工业生产的发展和科学技术的进步,很多部门尤其是国防工业部门要求尖端科技产品向高温、高压、高速、高精度方向发展。目前,具有高熔点、高硬度、高脆性、高粘性、高韧性和高纯度的新型材料不断涌现。同时,零件的结构形状也愈来愈复杂。这使得采用传统的机械加工方法难以加工甚至无法加工。为了解决上述问题,人们努力寻求新的加工方法。电火花加工的发明正适应了人们的这种需求,因此得到了广泛应用。传统切削加工与电火花加工的主要区别如表 1-1 所列。

表 1-1 切削加工与电火花加工的区别

加工方式 比较项目	切削加工	电火花加工
材料要求	要求工具比工件要硬	工具电极的硬度可以低于工件
接触方式	工具一定要与工件接触	工具与工件不接触
加工能源	机械能	电能、热能等

由于电火花加工较金属切削加工有上述优势,所以它可以加工任何硬度、强度的金属,而且在加工复杂、微细零件方面的表现更为突出。

1. 电火花加工的主要优点

(1) 可以加工难以用金属切削方法加工的零件,不受材料硬度影响,不受材料热处理状况影响。

(2) 由于工具电极与工件电极不直接接触,没有机械切削力,所以在制作工具电极时不必考虑其受力特性,工具电极可以做得十分微细,能进行微细加工和复杂形面加工。

(3) 电火花加工是通过脉冲放电来蚀除金属材料的,而脉冲电源的参数随时可调,因此在同一情况下,只须调整电参数即可切换粗、半精、精、超精加工。

由于电火花加工具有上述特性,该项技术已广泛应用于宇航、航空、机械(特别是模具制造业)、仪器仪表、轻工业及科学研究等部门。

电火花加工虽然具有上述优点,但也存在不足之处。

2. 电火花加工的局限性

(1) 电火花加工生产效率低。用电火花加工作为成形粗加工时,虽然仿形性较好,但其切削效率只能相当于一台仪表车床。所以用金属切削方法可以加工的零件一般不考虑使用电火花加工。

(2) 被加工的工件只能是导体。

(3) 存在电极损耗。由于电极损耗通常发生在尖角边线处,影响了成型精度。为了达到精度要求,往往需要多个电极,增加了制造电极的费用和更换电极的辅助时间。

(4) 加工表面有变质层。初步研究证明被加工工件的表面一般都有变质层,如不锈钢和硬质合金表面的变质层对使用是有害的,需要处理掉。

(5) 加工过程必须在工作液中进行。电火花加工时放电部位必须在工作液中,否则将引起异常放电。

1.2 电火花加工的分类与发展概况

1.2.1 电火花加工的分类

随着电火花加工技术的发展及应用范围的扩大,电火花加工工艺的方法也逐渐增多,根据目前电火花设备使用情况来分,可分为3大类。

1. 电火花成型加工

采用成型工具电极进行仿形电火花加工的方法。

2. 电火花线切割加工

利用金属线作为电极对工件进行切割的方法。

3. 其他类型电火花加工

如电火花磨削加工、电火花回转加工、电火花研磨、珩磨以及金属电火花表面强化、刻字等。

电火花加工以其特有的功能,为各种新型材料的发展和应用开辟了广阔的途径,为各种工业新产品的改革与制造提供了新的加工设备。目前,电火花加工工艺的形式日益增多,并逐步渗透到各个领域,展示了其广阔的发展前景。

1.2.2 电火花加工的发展概况

1. 国外电火花加工的发展

1943年,前苏联科学家拉扎林柯夫妇从开关触点遭火花放电而被腐蚀损坏的现象中,发现火花放电所产生的瞬时高温可使局部金属熔化、气化,并将这种破坏现象运用于工业领域,发明了电火花加工的方法。此后,电火花加工技术便迅猛发展起来。

目前计算机技术广泛应用于工业领域,电火花加工实现了数控化和无人化。美国、日本的一些电火花加工设备生产公司依靠其精密机械制造的雄厚实力,通过两轴、三轴和多轴数控系统、自动工具交换系统及采用多方向伺服的平动、摇动方案,解决了电火花加工技术中一系列实质性的问题。随着具有高精度、高刚度、高自动化、高加工表面粗糙度的机床不断出现,使加工的功能及范围不断扩大。如今,在国际上,电火花加工可以加工大至数十吨重的模具和零件,小至只有几微米的微孔。

在电火花线切割方面,目前已过渡到全面计算机控制的阶段。变截面三维图形的线切割工艺、自动穿丝系统及镜面线切割技术都已达到了实用化阶段。

2. 我国电火花加工的发展

20世纪50年代初期,我国开始研究和试制电火花电镀设备,即把硬质合金用电火花工艺电镀在高速钢金属切削刀具和冷冲模刃口上,提高金属切削刀具和模具的使用寿命。同时我国还成功研制了电火花穿孔机,并广泛应用于柴油机喷嘴小孔的加工。

60年代初,中国科学院电工研究所成功研制了我国第一台靠模仿形电火花线切割机床。随后又出现了具有我国特色的冷冲模“钢打钢”新工艺,即用电火花工艺加工冷冲模时,直接采用凸模打凹模的方法,使凸凹模配合的均匀性得到了保证,大大简化了工艺过程。

60年代末,上海电表厂张维良工程师在阳极切割的基础上发明了我国独有的高速走丝线切割机床。上海复旦大学研制出电火花线切割数控系统。从此,电火花线切割技术如雨后春笋般在中华大地上迅速发展和普及。

70年代随着电火花工艺装备的不断进步,电火花型腔模具成型加工工艺已经成熟。线切割工艺也从加工小型冷冲模发展到可以加工中型和较大型模具。切割厚度不断增加,加工精度也不断提高。

80年代以来计算机技术飞速发展,电火花加工也引进了数控技术和电脑编程技术,数控

系统的普及,使人们渴望数控程序编制的自动化。目前,编程工作已经完全计算机化,特别是1998年北航海尔推出CAXA线切割以来,使编程工作变得更简便、迅速,提高了工作效率。

总之,在电火花加工技术方面,虽然国内在某些方面具有特色,但与国际先进水平相比,尚有很大差距,有待于我们去努力赶超。

1.3 电火花加工的基本原理

电火花加工基于电火花腐蚀原理,是在工具电极与工件电极相互靠近时,极间形成脉冲性火花放电,在电火花通道中产生瞬时高温,使金属局部熔化,甚至气化,从而将金属蚀除下来。那么两电极表面的金属材料是如何被蚀除下来的呢?这一过程大致分为以下几个阶段:

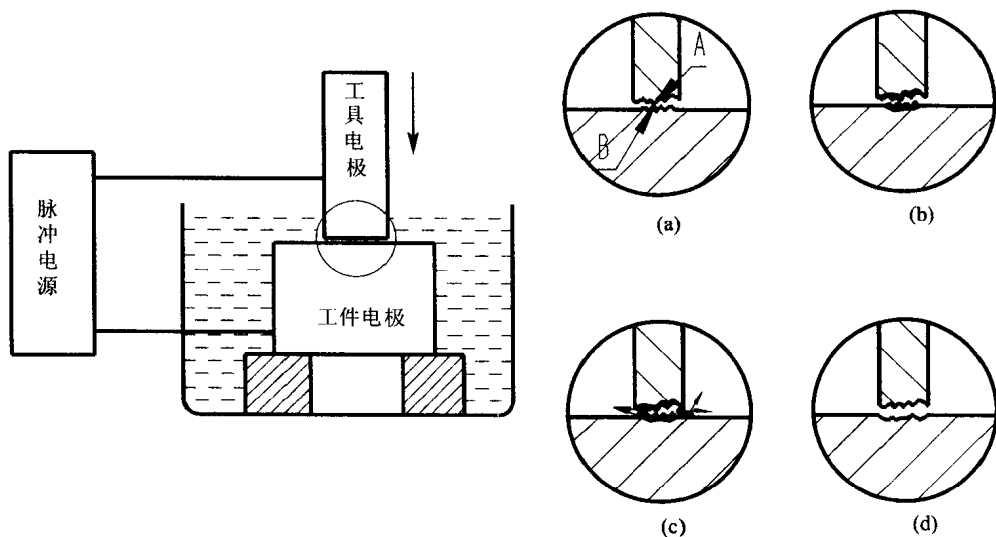


图 1.1 电火花加工原理

(1) 极间介质的电离、击穿,形成放电通道(如图 1.1(a)所示)

工具电极与工件电极缓缓靠近,极间的电场强度增大,由于两电极的微观表面是凹凸不平的,所以在两极间距离最近的 A、B 处电场强度最大。

工具电极与工件电极之间充满着液体介质,液体介质中不可避免地含有杂质及自由电子,它们在强大的电场作用下,形成了带负电的粒子和带正电的粒子,电场强度越大,带电粒子就越多,最终导致液体介质电离、击穿,形成放电通道。

放电通道是由大量带正电和带负电的粒子以及中性粒子组成,带电粒子高速运动,相互碰撞,产生大量热能,使通道温度升高,通道中心温度可达到 10000℃ 以上。由于放电开始阶段