

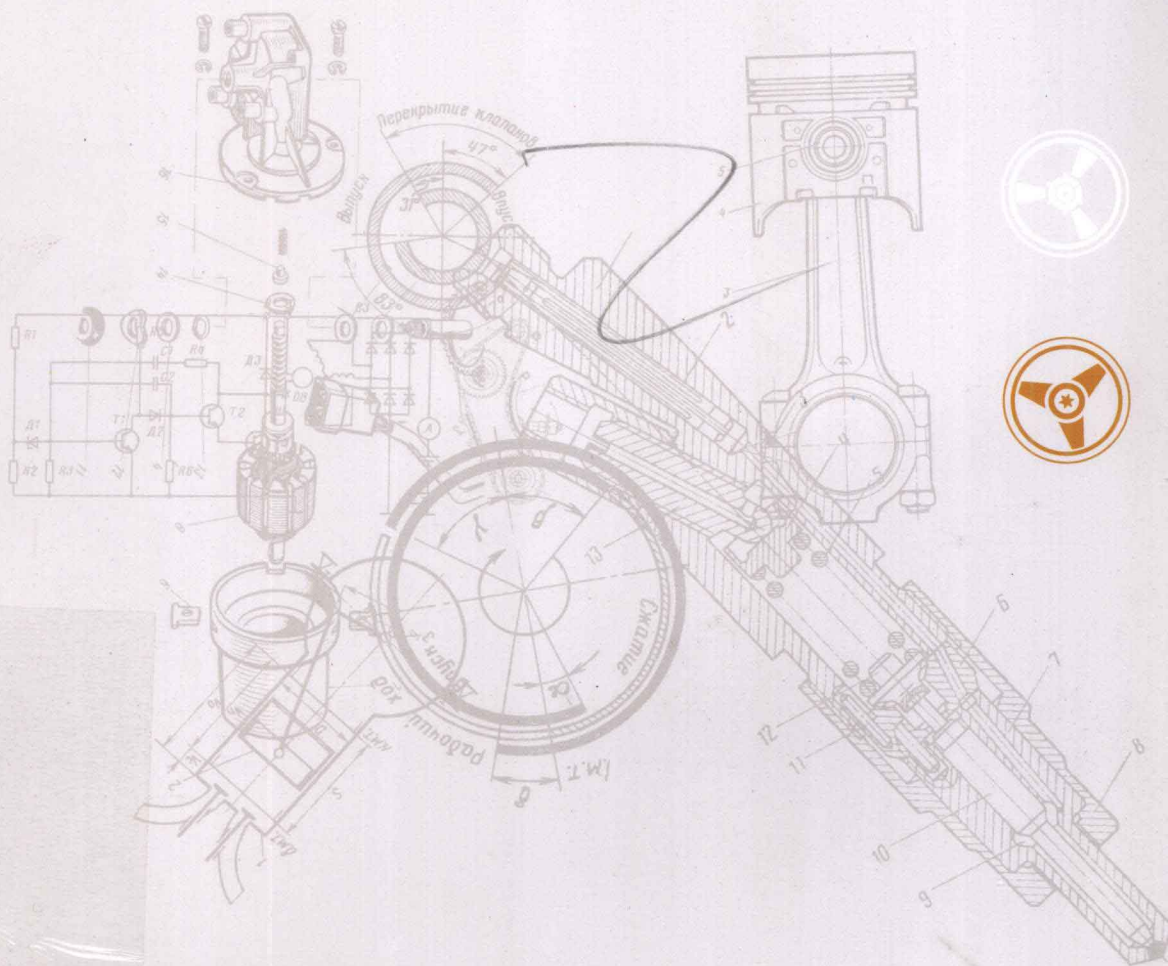


全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材
QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN JIXIESHEJIZHIZAO LEI GONGXUEJIEHE SHIERWU GUIHUAXILIEJIAOCAI

丛书顾问 陈吉红

数控电火花加工技术

吕雪松 ● 主编



SHUKONG DIANHUOHUA JIAGONGJISHU



JIXIESHEJIZHIZAO



华中科技大学出版社

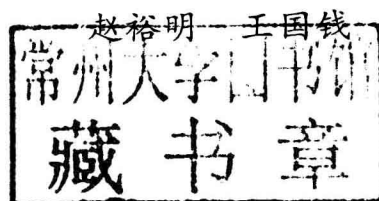
<http://www.hustp.com>

全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划教材
丛书顾问 陈吉红

数控电火花加工技术

主 编 吕雪松

副主编 赫焕丽 卞 平 孟 灵



华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

本教材由绪论和两个项目共三个部分组成。项目一为电火花成形加工,项目二为电火花线切割加工。项目采用任务形式展开。其中,项目一有3个任务,分别为电火花成形加工原理及参数介绍、电火花成形加工机床的结构及电极与工件的装夹校正和电火花成形加工方法及加工工艺介绍;项目二有4个任务,分别为线切割加工原理及线切割机床介绍、线切割加工具体操作、线切割程序编制及加工工艺介绍和线切割自动编程与加工。

本教材采用典型数控电火花机床为例,以项目案例进行教学。操作过程讲解清晰,工艺分析充分,完全体现企业的生产规范,并在项目案例后提供了大量的拓展阅读来扩充学生们的相关理论知识和实践经验。本教材具有非常好的指导性和实用性。

本教材可作为高职高专、中专院校、技校的机械及其相关专业的理论和实训教材,也可作为数控电火花加工机床操作工的职业培训教材,还可供相关专业的工程师、技术工人作参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

数控电火花加工技术/吕雪松 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.2
ISBN 978-7-5609-7583-2

I. 数… II. 吕… III. 数控机床-电火花加工-高等职业教育-教材 IV. TG661

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 270742 号

数控电火花加工技术

吕雪松 主编

策划编辑:严育才

责任编辑:严育才

封面设计:范翠璇

责任校对:张琳

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:16.5

字 数:330千字

版 次:2012年2月第1版第1次印刷

定 价:29.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材

编委会

丛书顾问:

陈吉红(华中科技大学)

委员(以姓氏笔画为序):

万金宝(深圳职业技术学院)

王 平(广东工贸职业技术学院)

王兴平(常州轻工职业技术学院)

王连弟(华中科技大学出版社)

王怀奥(浙江工商职业技术学院)

王晓东(长春职业技术学院)

王凌云(上海工程技术大学)

王逸民(贵州航天工业职业技术学院)

王道宏(嘉兴职业技术学院)

牛小铁(北京工业职业技术学院)

毛友新(安徽工业经济职业技术学院)

尹 霞(湖南化工职业技术学院)

田 鸣(大连职业技术学院)

刑美峰(包头职业技术学院)

吕修海(黑龙江农业工程职业学院)

朱江峰(江西工业工程职业技术学院)

刘 敏(烟台职业学院)

刘小芹(武汉职业技术学院)

刘小群(江西工业工程职业技术学院)

刘战术(广东轻工职业技术学院)

孙慧平(宁波职业技术学院)

杜红文(浙江机电职业技术学院)

李 权(滨州职业学院)

李传军(承德石油高等专科学校)

吴新佳(郑州铁路职业技术学院)

秘 书:季 华 万亚军

何晓凤(安徽机电职业技术学院)

宋放之(北京航空航天大学)

张 勃(漯河职业技术学院)

张 健(十堰职业技术学院)

张 焕(郑州牧业工程高等专科学校)

张云龙(青岛职业技术学院)

张俊玲(贵州工业职业技术学院)

陈天凡(福州职业技术学院)

陈泽宇(广州铁路职业技术学院)

罗晓晔(杭州科技职业技术学院)

金 濯(江苏畜牧兽医职业技术学院)

郑 卫(上海工程技术大学)

胡翔云(湖北职业技术学院)

荣 标(宁夏工商职业技术学院)

贾晓枫(合肥通用职业学院)

黄定明(武汉电力职业技术学院)

黄晓东(九江职业技术学院)

崔西武(武汉船舶职业技术学院)

阎瑞涛(黑龙江农业经济职业学院)

葛建中(芜湖职业技术学院)

董建国(湖南工业职业技术学院)

窦 凯(广州番禺职业技术学院)

颜惠庚(常州工程职业技术学院)

魏 兴(六安职业技术学院)

全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材

序

目前我国正处在改革发展的关键阶段,深入贯彻落实科学发展观,全面建设小康社会,实现中华民族伟大复兴,必须大力提高国民素质,在继续发挥我国人力资源优势的同时,加快形成我国人才竞争比较优势,逐步实现由人力资源大国向人才强国的转变。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》提出:“发展职业教育是推动经济发展、促进就业、改善民生、解决‘三农’问题的重要途径,是缓解劳动力供求结构矛盾的关键环节,必须摆在更加突出的位置。职业教育要面向人人、面向社会,着力培养学生的职业道德、职业技能和就业创业能力。”

高等职业教育是我国高等教育和职业教育的重要组成部分,在建设人力资源强国和高等教育强国的伟大进程中肩负着重要使命并具有不可替代的作用。自从1999年党中央、国务院提出大力发展高等职业教育以来,培养了1300多万高素质技能型专门人才,为加快我国工业化进程提供了重要的人力资源保障,为加快发展先进制造业、现代服务业和现代农业作出了积极贡献;高等职业教育紧密联系经济社会,积极推进校企合作、工学结合人才培养模式改革,办学水平不断提高。

“十一五”期间,在教育部的指导下,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会根据《高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会章程》,积极开展国家级精品课程评审推荐、机械设计与制造类专业规范(草案)和专业教学基本要求的制定等工作,积极参与了教育部全国职业技能大赛工作,先后承担了“产品部件的数控编程、加工与装配”、“数控机床装配、调试与维修”、“复杂部件造型、多轴联动编程与加工”、“机械部件创新设计与制造”等赛项的策划和组织工作,推进了双师队伍建设和课程改革,同时为工学结合的人才培养模式的探索和教学改革积累了经验。2010年,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会数控分委会起草了《高等职业教育数控专业核心课程设置及教学计划指导书(草案)》,并面向部分高职高专院校进行了调研。根据各院校反馈的意见,教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会委托华中科技大学出版社联合国家示范(骨干)高职院校、部分重点高职院校、武汉华中数控股份有限公司和部分国家精品课程负责人、一批层次较高的高职院校教师组成编委会,组织编写全国高职高专机械设计制造类工学结合“十二五”规划系列教材。

本套教材是各参与院校“十一五”期间国家级示范院校的建设经验以及校企

结合的办学模式、工学结合的人才培养模式改革成果的总结,也是各院校任务驱动、项目导向等教学做一体的教学模式改革的探索成果。因此,在本套教材的编写中,着力构建具有机械类高等职业教育特点的课程体系,以职业技能的培养为根本,紧密结合企业对人才的需求,力求满足知识、技能和教学三方面的需求;在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出职业教育特色。

具体来说,力图达到以下几点。

(1) 反映教改成果,接轨职业岗位要求。紧跟任务驱动、项目导向等教学做一体的教学改革步伐,反映高职高专机械设计制造类专业教改成果,引领职业教育教材发展趋势,注意满足企业岗位任职知识、技能要求,提升学生的就业竞争力。

(2) 创新模式,理念先进。创新教材编写体例和内容编写模式,针对高职高专学生的特点,体现工学结合特色。教材的编写以纵向深入和横向宽广为原则,突出课程的综合性,淡化学科界限,对课程采取精简、融合、重组、增设等方式进行优化。

(3) 突出技能,引导就业。注重实用性,以就业为导向,专业课围绕高素质技能型专门人才的培养目标,强调促进学生知识运用能力,突出实践能力培养原则,构建以现代数控技术、模具技术应用能力为主线的实践教学体系,充分体现理论与实践的结合,知识传授与能力、素质培养的结合。

当前,工学结合的人才培养模式和项目导向的教学模式改革还需要继续深化,体现工学结合特色的项目化教材的建设还是一个新生事物,处于探索之中。随着这套教材投入教学使用和经过教学实践的检验,它将不断得到改进、完善和提高,为我国现代职业教育体系的建设和高素质技能型人才的培养作出积极贡献。

谨为之序。

教育部高职高专机械设计制造类专业教学指导委员会主任委员

国家数控系统技术工程研究中心主任

华中科技大学教授、博士生导师

陈吉红

2012年1月于武汉

前 言

高职工科类课程的教材可分为两种:传统式、项目式。前者以讲授理论知识为主,以举例的方式简要介绍一些加工实例,特点是理论体系完整,实践性不足。后者则为提倡理论与实践一体化的教学模式,教材内容由数个实训项目组成,将理论知识分散融入到各个项目中,在实训中理解理论知识。

在实际教学中我们发现,单纯的项目式教材存在诸多不足之处。

(1) 理论体系不够完整。在某个项目中需要或不需要讲述哪些理论知识,不同的教师会有不同的理解,项目式教材在理论知识的分配上往往有些牵强。

(2) 不同的教师在授课时选用的项目一般不会相同,不一定会采用教材中的项目,且所用的电火花加工设备不同,具体操作方法也不同。

(3) 一个项目往往不可能在短短的几个课时里就能完成,而且,在加工中停下来讲理论,导致加工过程不完整。另外,一堂课里并不能做多少真正的加工,极易让学生失去兴趣,既未完整地学到理论知识,也未实实在在地进行加工实训。

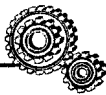
(4) 车间环境嘈杂,不易讲解理论知识。有些理论知识需借助于多媒体手段讲解,而实训场地不具备这样的设备。

因此,单纯的项目式教材在教学实践中也不好使用,即理论知识杂乱无章、毫无头绪,工作过程不连贯、难于实施。

本教材结合传统的理论式教材与项目式教材的优点,将理论知识与工作项目分开编写,理论知识被分解成相对独立的知识点,项目的实训内容则以工艺制定、故障排除、实用技巧、维护保养为主,侧重过程训练。在实施某个项目时需用到哪些理论知识由任课教师自己决定,自行选择几个知识点进行组合,既保证加工的完整性,又力求理论知识的系统性,完完整整讲理论,实实在在做加工,满足不同的需求。

按从易到难、由浅入深的原则,本教材编写了8个实训项目,既有入门级的认知性练习项目,也有难度较高的、来自企业生产的真实项目。

当前在高职课程教学实践中有一种观点,即轻理论、重实践。编者认为,从学生的成长及长远发展来看,理论知识非常重要,加工中很多问题的分析和解决最终都要依靠理论知识,决不能只是让学生依葫芦画瓢,仅仅学会简单的操作。因此本教材对重要的理论知识都给予了详细讲解,与加工无直接关系的内容则以拓展阅读的形式另作介绍。对理论知识不一定全部都要讲解,可让学生自己阅读,扩展学生知识面,满足不同层次的需求。



使用本教材,建议安排在理论实践一体的教室里,四节课连上。

不同厂家的机床,其结构、电参数名称等都不一样。一本教材不可能针对所有的机型,但是不同机型也有如下共同点:① 在工作原理上基本相同;② 不同机床,在夹具使用、工件找正等方法上基本相同;③ 尽管参数名称不同,但其本质含义基本相同,学习中关键是要理解清楚这些参数的实质意义,理解了实质意义,加工时就知道该如何设置这些参数。因此我们不必过多在意其名称,也不必在意是哪种机床。

本书由吕雪松任主编,赫焕丽、卞平、孟灵、赵裕明、王国钱任副主编。其中,绪论、项目一中任务1由吕雪松编写,项目一中任务2由赫焕丽编写,项目一中任务3由赵裕明编写;项目二中任务4由卞平编写,项目二中任务5由王国钱编写,项目二中任务6由孟灵编写,项目二中任务7由吕雪松编写。全书由吕雪松统稿。

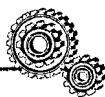
本教材的编写得到了苏州中航长风数控科技有限公司、上海汽车集团股份有限公司等企业部分员工的大力支持,在此表示感谢!

吕雪松

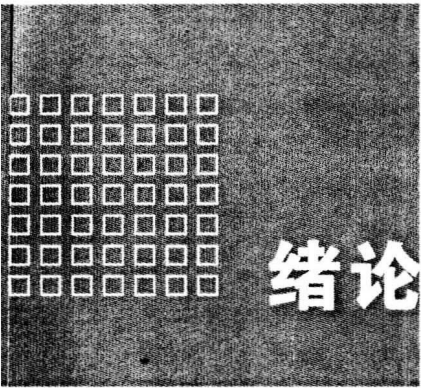
2012年1月

目 录

绪论	(1)
知识点 1 电火花加工工艺概述	(1)
知识点 2 电火花加工的特点	(2)
项目一 电火花成形加工	(5)
任务 1 电火花成形加工原理及参数介绍	(5)
知识点 1 电火花成形加工(EDM)原理	(5)
知识点 2 电火花加工的三个必备条件	(11)
知识点 3 电火花成形加工机床的电源	(13)
实训项目 电火花成形加工机床的初步认识	(19)
任务 2 电火花成形加工机床的结构及电极与工件的装夹校正	(28)
知识点 1 电火花成形加工机床的结构	(28)
知识点 2 工具电极的制作	(37)
知识点 3 电极及工件的装夹与校正	(43)
知识点 4 油杯及冲油嘴	(53)
实训项目 利用分解电极加工模具型腔	(56)
任务 3 电火花成形加工方法及加工工艺介绍	(64)
知识点 1 成形加工机床的平动加工及平动头	(64)
知识点 2 三轴联动电火花成形机床的摇动加工	(67)
知识点 3 电火花成形加工机床的 G 代码及编程方法	(71)
实训项目 零件方孔的电火花加工	(87)
知识点 4 影响材料放电蚀除的因素	(90)
知识点 5 电火花加工的加工速度和工具的损耗速度	(95)
知识点 6 影响成形加工精度的因素	(97)
知识点 7 电火花加工的表面质量	(98)
知识点 8 电火花加工规准的选择	(101)
习题与思考	(105)
项目二 电火花线切割加工	(106)
任务 4 线切割加工原理及线切割机床介绍	(106)
知识点 1 线切割加工原理	(106)
知识点 2 电火花线切割机床	(107)
实训项目 线切割加工机床的初步认识	(119)



知识点 3 线切割使用的工作液	(122)
任务 5 线切割加工具体操作	(123)
知识点 1 线切割工件的装夹	(123)
知识点 2 线切割加工的工艺指标及影响因素	(126)
知识点 3 电极丝的垂直度及找正	(130)
知识点 4 提高切割形状精度的方法	(132)
实训项目 线切割加工机床的基本操作	(135)
知识点 5 线切割机床的控制系统	(143)
习题与思考	(150)
任务 6 线切割程序编制及加工工艺介绍	(150)
知识点 1 3B 代码程序编制	(150)
知识点 2 ISO(G 代码)程序编制	(156)
实训项目 角度样板的线切割加工	(178)
任务 7 线切割自动编程与加工	(185)
知识点 1 线切割自动编程	(185)
知识点 2 CAXA 线切割软件的零件设计	(207)
知识点 3 图的线切割	(212)
实训项目 1 图的线切割加工	(214)
实训项目 2 上下异形面锥度切割	(220)
习题与思考	(225)
附录 A 电火花加工的分类	(226)
附录 B 电切削工国家职业资格标准	(228)
附录 C 职业技能鉴定国家题库试卷(例卷)	(231)
附录 D 阿奇夏米尔电火花快走丝机床操作方法	(233)
附录 E 阿奇夏米尔电火花成形机床操作实例	(244)
参考文献	(253)



电火花加工主要用于模具制造中的孔、型腔加工,已成为模具制造业的主要加工方法之一,推动了模具行业的技术进步。电火花加工零件的数量在 3000 件以下时,比模具冲压零件在经济上更加有优势。按工艺过程中工具与工件相对运动的特点和工作方式不同,电火花加工可大体分为:电火花成形加工、电火花线切割加工、电火花磨削加工、电火花展成加工、非金属电火花加工和电火花表面强化等。

知识点 1

电火花加工工艺概述

电火花加工又称放电加工,是一种直接利用电能和热能进行加工的新技术。由于放电过程中可见到明显的火花,所以称为电火花加工。

最常见的电火花加工有两类:电火花成形加工(electrical discharge machining,简称 EDM),如图 0-1 所示;电火花线切割加工(wire electrical discharge machining,简称 WEDM),如图 0-2 所示。工厂里常将两者分别简称为电火花、线切割。

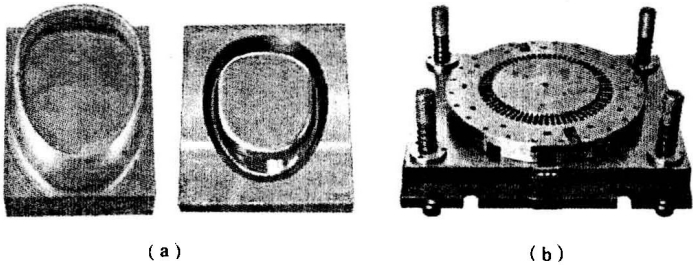


图 0-1 电火花成形加工的零件
(a) 型腔加工;(b) 穿孔加工

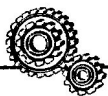


图 0-2 电火花线切割加工的零件

(a) 线切割冷冲模; (b) 线切割硬质合金

本教材主要讲述电火花成形加工和线切割加工。

知识点 2

电火花加工的特点

电火花加工是与机械切削加工完全不同的一种技术。传统金属切削加工方法如车、钻、铣、刨等,它们有几个特点:依靠机械能;加工时存在切削力等,具有加工零件时加工机械导致变形的力量;需要刀具,且刀具的硬度要高于工件的硬度。

电火花加工是靠工具电极和工件之间火花放电产生的高温熔化金属材料,从而达到去除材料的目的。工具电极起到了刀具的作用,工具电极材料的硬度可以低于工件材料的硬度,可以“以柔克刚”,即用软的工具加工硬的工件。电火花加工时工具与工件之间不存在显著的机械力。

1. 电火花加工的优点

(1) 电火花加工是一种非接触性的电蚀加工,不需要传统机械加工中刀具与工件间的大切削力,基本上无切削力变形和夹紧变形。其热应力、残余应力,冷作硬化等均较小,尺寸稳定性好,适合加工各种刚度很差的薄壁类、弹性类工件。

(2) 电火花加工“以柔克刚”,可以利用较软的电极材料来“复印”加工出各种高强度、高硬度、难切削材料的复杂几何形状,如硬质合金、耐热合金、淬火钢、不锈钢、磁钢和金属陶瓷类等难切削材料,甚至可以加工聚晶金刚石、立方氮化硼这一类的超硬材料。

(3) 适于加工复杂型面、窄缝等。如电火花成形加工,其实质是将电极的形状复制到工件上去,即通过雕刻等手段在铜等较软的电极材料上得到复杂的形状,进而在其他材料上复制出型腔。各种模具的型腔常存在着一些尖角部位,在常规切削加工中由于存在刀具半径而无法加工到位,使用电火花加工则基本可以完全成形。

(4) 小孔加工。对各种圆形小孔、异形孔的加工,或者长深比较大的深孔,很难采用钻孔方法加工,而采用电火花或专用的高速小孔加工机可以完成加工。

电火花加工可以解决传统加工方法难以或无法加工的难题,在加工范围、加工质量、经济性方面,有许多优越性和独到之处。



2. 电火花加工的不足之处

(1) 只适合于加工导电材料。由于要构成电流回路,电火花加工的工件材料必须具有导电性,虽然在一定条件下也可以加工半导体和非导体材料,但目前电火花加工主要还是应用于金属等导电材料。

(2) 加工过程中存在因操作不当而引起火灾的安全隐患。

(3) 加工效率较低(相对机械切削加工)。

(4) 电极损耗会影响加工精度。电火花加工中电极会同时产生损耗,而且电极的损耗多集中在电场强度较大的尖角突出部位,容易影响工件的成形精度。

拓展阅读 电火花加工的发展历程

早在 19 世纪,人们就发现了开闭电器开关时触点间存在放电烧蚀,造成接触面损坏的现象。这种放电引起的电极烧蚀现象称为电腐蚀。起初,电腐蚀被认为是有害的,为减少和避免这种有害的电腐蚀,人们一直在研究电腐蚀产生的原因和防止的方法。当人们掌握了其规律之后,便创造条件把电腐蚀用于生产中。20 世纪 40 年代,苏联学者拉扎连科夫妇开创了利用电腐蚀原理去除金属材料的电火花加工方法。

世界上首台电火花加工机床于 20 世纪 50 年代在中国诞生。1956 年 1 月 27 日,营口电火花机床厂试制成功全国第一台便携式电火花强化机,是国内最先把放电加工技术用于生产的电加工装置。1958 年研制成功的 DM5540 型电脉冲机床具有效率高、电极损耗小的优点,从而开始了电加工机床进入以模具加工为主的时期。“钢打钢”电加工工艺的研究成果解决了电极与冲头的配合问题,这使电加工机床在模具(特别是冲压模具)加工中得到进一步推广应用。电火花机床因此也得到迅速发展。

从 20 世纪 60 年代初开始,电火花成形机床和电火花线切割机床在模具制造中的应用不断发展,促进了模具制造技术的提高和模具工业的发展。1964 年,我国开发了光电跟踪电火花线切割机床和快速走丝电火花线切割机床。1965 年 10 月,营口电火花机床厂试制成功 D6125 型电火花成形加工机床。该机床是国内最先采用液压伺服控制系统,以电子开关元件为脉冲电源的定型产品,也是国内最早出口援外的电火花成形加工机床。1965 年,晶体管脉冲电源的 D6140 型电火花成形机床的出现拓宽了电加工在型腔模具加工中的应用。1969 年,出现了快速走丝数控电火花线切割机床。

可控硅电源和晶体管电源的电加工机床在 20 世纪 70 年代得到较大的发展,与不断完善的平动头相结合,使型腔模具电火花平动工艺日趋成熟,促进了型腔模电火花加工的新发展。1970 年底,我国第一台 GDX-1 型光电跟踪线切割机在苏州三光厂制造成功。电加工技术的不断发展使电加工在模具加工中所占比例逐步提高,电火花加工机床在模具工业的应用也越来越多。



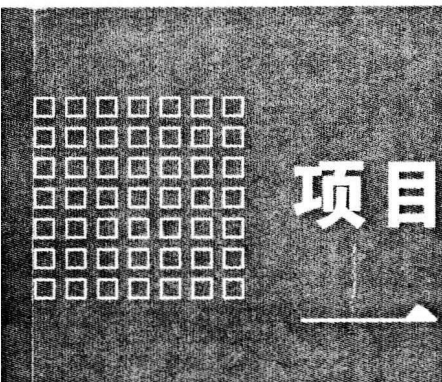
随着数控技术的发展,20 世纪 80 年代电火花机床有了新的突破,陆续出现了一些高性能的数控电火花加工机床。20 世纪 80 年代,我国还自行开发了场效应管脉冲电源、数控平动装置及工艺技术和低速走丝线切割技术,使我国的数控电火花加工得到迅速发展。

在国际机械加工行业,发达国家在 20 世纪 80 年代开始研制和生产低速走丝电火花线切割机(俗称慢走丝机床),而我国当时尚属空白。随着中外合资企业生产电火花加工机床和引进数控电火花加工技术及机床,我国三光牌 DK7632 型低速走丝电火花线切割机于 1997 年研制成功。数控低速走丝线切割机床对冲压模具加工来说,不论从工艺、技术、功能、加工精度、效率、表面质量及对超硬材料的加工性能等方面都有很大提高。S205TNC、HCD400K、GW7452、SC110、SF310、B50 等一系列性能价格比极具竞争力的数控电火花成形机床的出现,并在模具工业的广泛应用,更展示了它们的多功能、高精度、稳定可靠、价格适中等优点。

目前,电火花线切割加工的精度已达到 $2\text{ }\mu\text{m}$,最佳加工表面粗糙度可低于 $Ra\ 0.3\text{ }\mu\text{m}$,这对诸如 IC 引线框架模等精密模具的加工具有十分重要的意义。由于大锥度和大厚度方面的技术进步,以及自动穿丝、自动定位等技术的进步,电火花线切割加工在塑料和铝型材挤出模及冲压模制造中充分发挥了优势。精密电火花线切割加工和研磨、抛光相结合的加工方式,在模具加工中正在不断发展。而镜面电火花加工技术的发展,使精密电火花成形机床在精密型腔模具加工方面起着越来越重要的作用。有的电火花成形机的加工表面粗糙度可达 $Ra\ 0.1\text{ }\mu\text{m}$ 。

高速加工技术在模具制造中的应用逐步发展,使得电加工机床的地位受到了挑战,但它仍旧有广泛的前景。例如在模具的深窄小型腔、窄缝、沟槽、拐角、冒孔等加工方面,具有其他加工方法难以替代的作用。“电火花铣削加工”“混粉加工”“模糊控制”“微细电火花加工”等技术的发展和直线电动机及专家系统的应用,也使电火花加工机床继续保持良好的发展势头。数控高速电火花小孔加工机性能的不断提提高使其用途越来越广。

现在,电火花加工技术与模具制造已密不可分。一方面,电火花加工技术的发展为模具工业的发展创造了良好的条件;另一方面,模具工业的发展向电火花加工提出了越来越高的要求,促使电火花加工技术迈向更高的水平。两者相辅相成,相互促进,共同发展。近年来,我国模具工业每年新增加的电加工机床都在一万台以上,在现在的模具生产中,大约三分之一的加工工作是用电火花加工机床完成的。我们有理由相信,电火花加工机床在模具工业中的应用不但在过去和现在十分广泛,而且今后也必将继续发挥重要作用。



项目

电火花成形加工

电火花成形加工(EDM)能加工高熔点、高硬度、高强度、高纯度、高韧度的多种材料,其加工机理与机械切削加工完全不同。脉冲放电的能量密度高,脉冲放电持续时间极短,放电时产生的热量传导扩散范围小,材料受热影响范围小;加工时工具电极与工件材料不接触,两者之间机械作用力极小;工具电极材料不需比工件材料硬,因此工具电极制造容易,降低了工人劳动强度。电火花成形加工具有独特的优势,必将在制造业中发挥很大作用。

任务 1 电火花成形加工原理及参数介绍

知识点 1

电火花成形加工(EDM)原理

1. 电火花成形加工基本原理

成形加工的基本原理是把工件和工具电极(铜公)作为两个电极浸入到工作液中,并在两极间施加符合一定条件的脉冲电压,当两极间的距离小到一定程度时,极间的工作液介质会被击穿,产生火花放电。火花放电产生的瞬间高温使工件表层材料局部熔化和气化,使材料得以蚀除,达到加工的目的。

如图 1-1 所示为电火花成形加工机床的结构及原理,工件与工具电极分别与脉冲电源的两输出端相连接,伺服系统(此处简单以电动机及丝杆螺母机构表示)使工具和工件间经常保持一个很小的放电间隙,当脉冲电压加到两极之间时,便在当时条件下相对某一间隙最小处或绝缘强度最低处击穿介质,在该局部产生火花放电,瞬时高温使工具电极和工件表面都蚀除掉一小部分金属,各自形成一个小凹坑。脉冲放电结束后,经过一段时间,工作液恢复绝缘后,第二个脉冲电压又加到两极上,又会在极间距离相对最近或绝缘强度最弱处击穿放电,电蚀出另一个小凹坑。就这样以相当高的频率,连续不断地重复放电,工具电极不

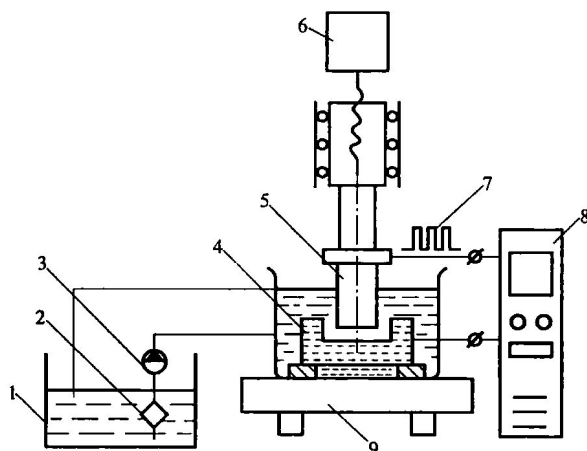
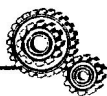


图 1-1 电火花成形加工机床结构

1—工作液箱；2—滤清器；3—泵；4—工件；5—工具电极；
6—伺服系统；7—脉冲电源；8—控制柜；9—工作台

断地向工件进给，就可将工具电极的形状“复印”在工件上，加工出所需要的零件。

图 1-2 所示为台湾新烽加工中心科技有限公司生产的 ZNC450 电火花成形加工机床的实物。

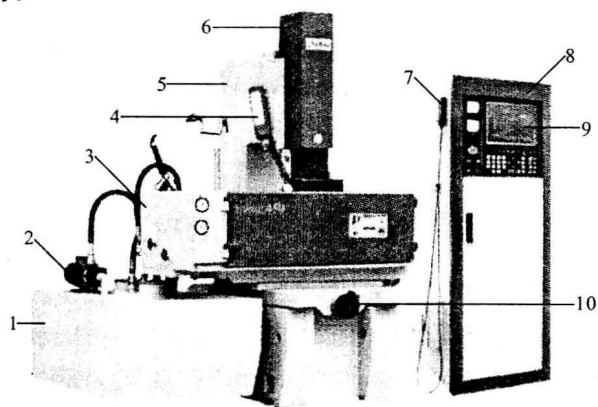


图 1-2 ZNC450 电火花成形加工机床

1—工作液箱；2—泵；3—工作区；4—灭火器；5—立柱；
6—主轴箱；7—手控盒；8—控制柜；9—面板；10—工作台 Y 轴调节手柄

2. 电火花成形加工蚀除材料的具体过程

电火花成形加工蚀除材料的具体过程如下。

1) 工作液被电离

电极向工件表面靠近，当距离到一定程度时，工作液（火花油）开始被电离，如图 1-3 所示。

放电加工时，电极不断向工件表面靠近到一定距离（放电加工中，电极与工件会保持一定的距离），这一距离由电压决定，这个电压称为间隙电压（产生电火

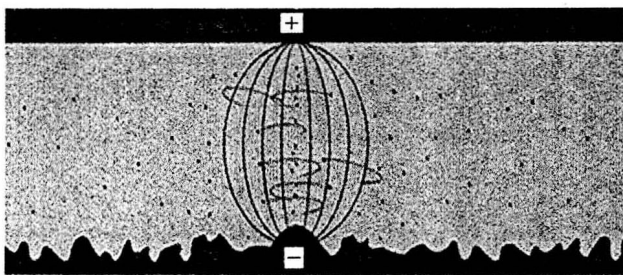


图 1-3 工作液开始被电离

花时机床电压表所显示的电压值)。间隙电压大小可以预先设定,设定的间隙电压值越低,电极与工件的距离就越小。在电极与工件未到达设定的间距时,电极与工件间的电压称高压空载电压(未产生电火花时机床电压表所显示的电压值)。高压空载电压同样可以通过机床预先设定。

工作液具有良好的绝缘性,但是足够高的电压可以使它分解出带电离子,设定的高压空载电压值越高,就越容易分解出带电离子。

2) 电路导通

当工作液分解出带电离子后,电路导通,低压电流经电极、工作液和工件形成回路,如图 1-4 所示。

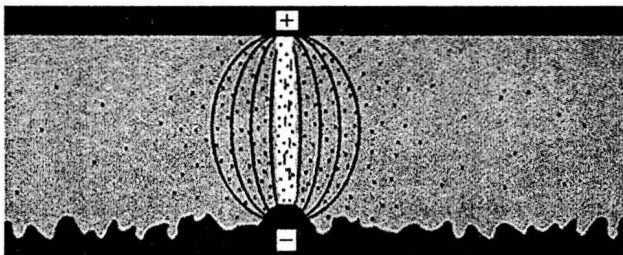


图 1-4 电路导通

悬浮在工作液中的石墨微粒和金属微粒有助于电流的传导,这些微粒能够参与工作液的电离,直接携带电流,还可以促进工作液被电离击穿。随着带电离子的增多,工作液绝缘能力开始下降。在图 1-4 的最高点处,电极和工件表面的距离最小,电场最强,电流由此处传送到工件,电压开始下降,电流开始上升。

3) 离子间撞击并产生热能

由于离子在电极间流动并撞击摩擦,产生极高的热能。

随着电流的增加,热量快速积聚,使部分工作液、工件和电极气化,形成放电通道,产生电火花,如图 1-5 所示。

4) 气泡形成

电流流过工作液时,因电化学反应,会产生氢气泡。

电流不断流过工作液,热量不断上升,气泡试图向外膨胀,但离子由于受到