



进城务工
实用知识与技能丛书



【机械加工系列】

JIXIE JIAGONG XILIE

JINCHENG WUGONG SHIYONG ZHISHI YU JINENG CONGSHU

DIANHUOHUA JIAGONG

电火花加工

■ 戴 刚 谢文卿 编

■ 邹开耀 董代进 主审



重庆大学出版社

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

电火花加工

戴 刚 谢文卿 编
邹开耀 董代进 主审

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书共分五章。首先阐述了电火花加工中安全文明生产的有关内容,强调安全意识,按操作规程做事。其次根据电火花加工技术的基本要求,简明介绍了电火花加工工艺所需的相关知识,最后着重阐述了电火花加工的工艺知识和工艺过程。其主要内容包括:电火花加工中的安全文明生产;电火花机床的结构和工作原理;电火花加工工艺过程中的技术要点;电火花加工实例分析;其他电火花加工技术。

本书特别注重语言简明扼要,内容通俗易懂、图文并茂,使知识和操作技能更具实用性、可操作性。

本书虽然是从事电火花加工生产的农民工朋友学习用书以及培训教材,但鉴于本书的特点,同样可作为中等职业学校机械类专业的特种加工专业基础教材和电火花操作技工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电火花加工/戴刚,谢文卿编. —重庆:重庆大学出版社,2006.12

(进城务工实用知识与技能丛书. 机械加工系列)

ISBN 7-5624-3893-5

I. 电... II. ①戴...②谢... III. 电火花加工—基本知识 IV. TG661

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 160795 号

电火花加工

戴 刚 谢文卿 编

邹开耀 董代进 主审

责任编辑:曾令维 版式设计:曾令维

责任校对:李定群 责任印制:秦 梅

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

重庆师范大学印刷厂印刷

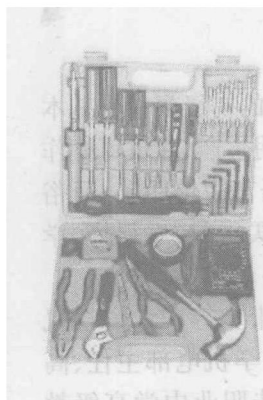
*

开本:787×1092 1/32 印张:3.5 字数:79千
2006年12月第1版 2006年12月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3893-5 定价:5.00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



编者的心声

党的“十六大”报告明确提出,“农村富余劳动力向非农产业和城镇转移,是工业化和现代化的必然趋势。”转移农村劳动力,实现农村城镇化,是我国的一个重要国策。随着农村改革的不断深入,以及工业化、城市化、现代化的大力推进,实现农村劳动力的充分就业,是农业社会向工业社会发展进程中的一个阶段,是加快农村经济发展,实现农民增收的关键措施。加强对农村劳动力的职业技能培训,是提高农民就业能力、增强我国产业竞争力的一项重要基础性工作,因此,为了适应农民工朋友进城务工的需要,为他们学好技术,达到上岗就业的要求,重庆大学出版社推出了这套《进城务工实用知识与技能丛书》。

本书系《进城务工实用知识与技能丛书》机械加工系列之一。

本系列书的作者均是双师型教师,具有深厚的教学功底,较强的实际操作能力,丰富的理论知识和教材编写经验,特别是有从事农民工培训的实践经验。他们能准确把握农民工朋友的特点,了解农民工朋友从事机械制造业的现状,能够将培训农民工朋友的规律,农民工朋友学习理解知识和掌握技能的



特点充分体现在书中。

本系列书以初中文化为起点,以各工种的初级要求为基本依据,根据农民工朋友的特点,强调安全文明生产,注重可操作性和实用性,强化上岗培训,讲究科学性,语言简单明了、通俗易懂,每本书短小精悍,目的是让农民朋友买得起、看得懂、学得会、用得上,能够一学就会,一用就灵。

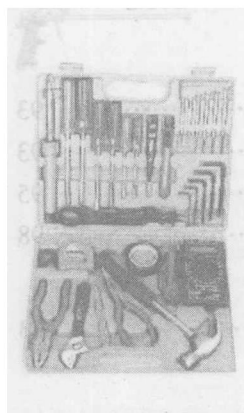
本系列书由重庆大学出版社组织重庆市中等职业学校机械类优秀教师编写,由重庆市龙门浩职业中学机电部主任、高级教师邹开耀任编写组组长,重庆市龙门浩职业中学高级教师、机械工程师董代进任副组长,并由邹开耀、董代进担任本系列书的主审。

此系列书共 25 本,一个工种一本书,基本上涵盖了农民工从事机械制造业的所有工种。

我们衷心希望本系列书能给农民朋友带来实惠,为建设社会主义新农村做出贡献。并希望能得到读者的批评与指正,以便逐步调整、完善、补充,使之更符合农村劳动力培训实际。

编 者

2006 年 12 月

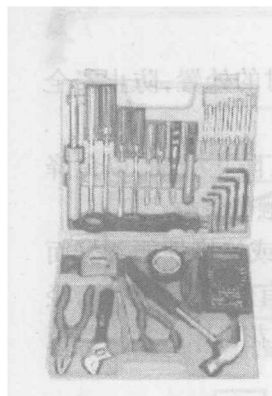


目 录

第一章 电火花加工安全文明生产	1
第一节 电火花机床操作的安全规程	1
第二节 操作规程与文明生产	4
第二章 电火花机床结构与工作原理	7
第一节 电火花机床的结构	7
第二节 电火花加工的工作原理	12
第三节 电火花加工中的一些基本规律	18
第三章 电火花加工的工艺过程	32
第一节 电火花型孔加工方法	34
第二节 电火花型腔加工	46
第四章 电火花加工的工艺技巧	59
第一节 电极与工件的装夹与找正	59
第二节 电火花加工的排渣与排气	81
第三节 电火花加工实践的积累	90



第五章 电火花穿孔加工技术.....	93
第一节 电火花穿孔加工的原理.....	93
第二节 电火花穿孔加工机床.....	95
第三节 电火花穿孔加工工艺简介.....	98
参考文献	103



第一章

电火花加工安全文明生产

电火花加工是依靠脉冲放电所产生的电腐蚀来完成零件加工的,电极裸露部分的电压一般为 $100 \sim 300$ 伏(超过 36 伏的安全电压),脉冲放电时,会产生一定强度的高频电磁辐射,对人体会产生一定的影响。点火加工时所使用的的工作液会在常温和放电时产生如乙炔、甲烷、一氧化碳和大量的油雾烟气,很容易使人体受到伤害,容易燃烧而引起火灾,因此在进行电火花机床操作时,必须防止触电、中毒和火灾事故的发生。

第一节 电火花机床操作的安全规程

一、用电安全

(1)电火花机床必须进行安全接地,使电源箱的外壳、床身以及其他设备可靠接地,以防止电器设备和绝缘损坏而发生触电事故。

(2)操作人员必须站在耐压 20 千伏以上的绝缘橡胶垫上进行操作,加工过程中操作者不可触及工具电极和工件。操作人员不得擅离职守,必须在电火花机床工作过程中进行仔细观



察,对加工过程中出现的各种情况进行及时的处置,防止安全事故和质量事故的发生。

(3)应经常保持机床电器设备的清洁,防止受潮,以免降低绝缘强度而影响机床的正常工作和引起触电事故。

若机床、电器、电线的绝缘损坏(击穿)或绝缘性能不好而引起漏电时,机床外壳会带电,如没有采取有效的安全措施,轻则产生电麻,重则有生命危险。因此对电火花机床必须安装短路、漏电保护等安全用电装置。

(4)电火花机床的电器设备,必须有专人管理,其他人员切不可擅自乱动。

二、操作安全

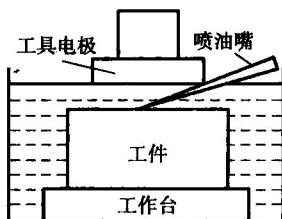
(1)添加工作液时,不得混入类似汽油之类的易燃易爆液体,防止火花引起燃烧和爆炸。工作液箱液面必须符合要求,循环必须畅通,油温必须控制在安全范围内。

(2)放电加工时,工作液面要求高于工件上平面 30 ~ 100 毫米,如果液面过低,很容易引起火灾。操作人员必须经常检查工作液面是否合适,绝不能出现图 1.1 中的错误操作。

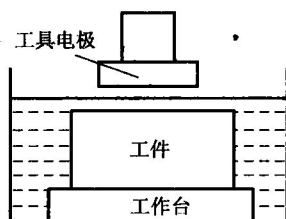
(3)工作液必须保持干净、清洁,对多次使用的工作液,应及时进行过滤、添加,污染严重的应整体更换。

(4)电火花加工工作场地必须设有油烟、油雾的排风换气装置,以保持室内空气流通良好、清洁。

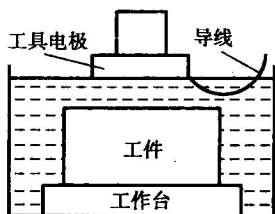
(5)电火花机床周围必须严禁烟火,每一台机床必须配有灭火装置,在有条件的情况下,可配置具有烟雾、火光、温度感应装置的自动灭火装置。注意:一定要配置与油类火灾相匹配的灭火剂(如二氧化碳、四氯化碳)的灭火装置。若发生火灾,应立即切断电源,赶快进行灭火,防止火情扩大。



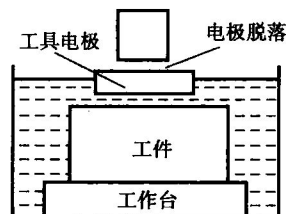
(a) 电极与喷嘴相碰引起火花放电



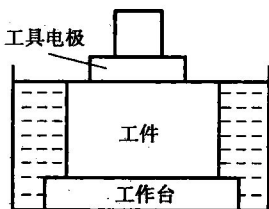
(b) 加工液槽工作液不足



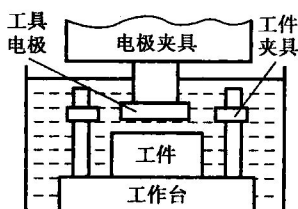
(c) 绝缘破坏, 导线与电极意外脱落引起火花放电



(d) 电极连接不牢, 电极和工件相碰引起火花放电



(e) 工件过高, 与电极直接接触引起火花放电



(f) 电极夹具与工件夹具相碰引起火花放电

图 1.1 检查工作液面

(6) 对于加工需时较长的零件, 必须注意换班值守, 切不可无人值守。



第二节 操作规程与文明生产

一、操作规程

(1)上岗前必须接受相关的技能训练,必须接受劳动保护、安全生产的现场培训教育,熟悉本岗位的安全操作规程。安装电火花机床前,必须选好合适的安装和工作环境。

(2)坚决执行岗位责任制,做好室内环境卫生,保证通道畅通,设备物品安全放置,搞好文明生产。

(3)熟悉所操作机床的结构特点和工作原理,按照操作规程做好工作前的一切准备,严格检查工具、工件安装是否准确牢固。

(4)调节好工具电极与工件之间的距离,锁紧工作台面,启动工作液泵,使工作液液面高于工件一定距离,才能启动脉冲电源进行加工。

(5)在加工过程中,操作人员不能用手同时触摸工具电极和机床,以防止触电事故发生。机床前必须放置绝缘胶垫。

(6)为防止安全事故发生,必须严格按照安全用电规程操作。

(7)加工完毕后,随即关闭电源,收拾好工、夹、量具等,将机床和场地清扫干净。

(8)操作人员必须坚守岗位,集中精力,经常察颜色、听声音、看气泡,以此来判断机床是否正常工作,发现问题必须及时处理或向有关技术人员汇报情况。不允许非操作人员进入加工场地。

(9)要定期做好机床的维护保养工作,使机床保持良好的

工作状态。

(10)电火花工作场地,必须配置专门安全防火人员,实行定人、定岗、定责,定期检查工作场地的消防器材是否符合使用要求。工作场地不能吸烟和有明火存在。

二、文明生产

(1)工作液污染的棉纱,擦拭机床时用的布头/纸片不得随意乱丢,应放入指定容器并定期清理。

(2)废的工作液(油)、油查、碳黑不能随意倾倒,应妥善储存,交由环保部门处置。

(3)临时插接的电源插座、电线应置于隐蔽的地方,以防止绊人、短路、触电等事故的发生。

(4)电烙铁、临时电灯、电风扇、示波器的电源插头,拔下后不能随意乱放,防止被踩坏,特别是仪器的探(触)头、测试笔等,不使用时,应放置在专用的工具箱内。

(5)机床周围的工作场地,工夹量具和工件等物品,不要乱摆乱放,应按要求整齐地摆放在指定位置。

(6)不能攀摘车间内外的各种花草树木,体现文明员工的良好风貌。

三、岗位责任

(1)热爱本职岗位,积极学习业务,不断提高水平,掌握基本知识,学会操作技能,做好本职工作。

(2)遵守单位的各项规章制度,做到不迟到、不早退,不擅离职守,不做与本岗位无关的事情。

(3)严格按照安全规范、操作规程和文明生产要求办事,发现问题应及时解决或及时上报,做到早发现,早解决。



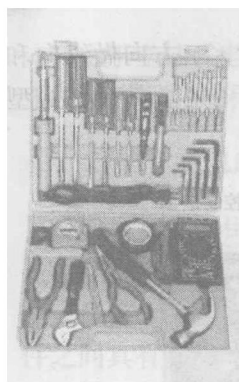
(4)生产中按图施工,严格按工艺规程操作,防止发生人身、质量和安全事故。

(5)进入生产车间,应穿戴好工作服、工作帽以及其他安全防护用具。

(6)操作者必须做到“三好四会”(即管好、用好、修好,会使用、会保养、会检查、会排除一般事故),一旦发生事故,应做到“三不放过”(事故原因不清不放过、责任不清不放过、防范措施不落实不放过)。

(7)操作者应规范、客观地填写好各种记录和表册,包括设备运转情况记录卡、产品质量检测与报送卡等。

(8)保持工作场地的清洁卫生,离开工作场地要拉闸切断电源,锁好门窗,切实做好防火安全工作。



第二章

电火花机床结构与工作原理

电火花加工是 20 世纪 40 年代开始研究和逐步应用到生产中来的。电火花可对所有的导电材料进行加工,而不受工件材料硬度的限制。它在加工过程中,使工具和工件之间脉冲性地“火花放电”,靠放电时局部、瞬间产生的高温把金属蚀除下来,所以国外称为“放电加工”或“电蚀加工”。目前,电火花加工在我国已广泛地用于加工淬火钢,高硬度、高韧性合金钢,型腔膜,冲压模,以及特殊复杂表面和低刚度零件,如型腔、型孔、小孔、窄缝等的加工。

第一节 电火花机床的结构

一、电火花机床的结构形式

电火花机床的结构形式有立柱式、龙门式、滑枕式、悬臂式几种。其中立柱式、龙门式是最常用的电火花机床的机构形式。

1. 立柱式

其主轴主要用于安装和找正工具电极,其在伺服机构的作用下沿 z 轴方向上下移动,工作台主要用于工件的安装与找

正、安装油槽并储存工作液,可带动工件沿 x, y 方向做纵向和横向移动,其刚性好、导轨受压均匀,常用于中小型零件的成型加工,如图 2.1 所示。

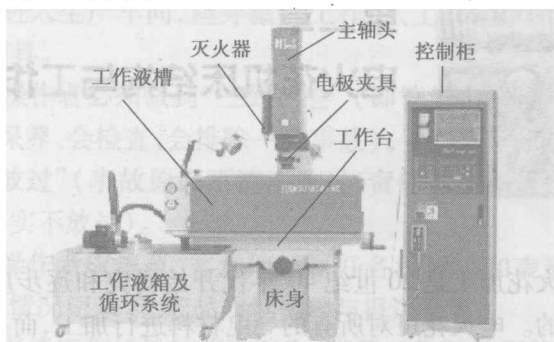


图 2.1 立柱式电火花机床

2. 龙门式电火花机床

其主轴头可沿立柱、横梁做 z, x 的上下和纵向坐标运动,加上主轴自身的精确运动,十分有利于电极的精确定位。其工作台只能沿其导轨做纵向直线运动。其特点是刚性好,适用于大型工件的成型加工,如图 2.2 所示。

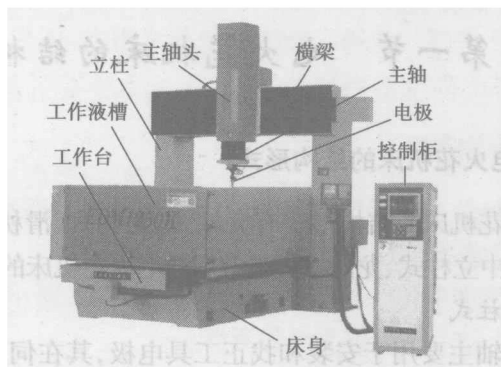


图 2.2 龙门式电火花机床

由于立柱式电火花机床在电加工中使用最为广泛,以下以立柱式电火花机床作为介绍对象。

二、电火花机床各部分的作用

1. 床身与立柱

床身与立柱是电火花机床的骨架,是机床的基础部件,用以支撑机床的其他工作部件,用以保证工具电极与工作台和工件之间具有准确的相对位置,以确保加工零件上表面与工作台表面之间的相互位置精度。

床身:是机床的基础构建,像建房子的地基一样要求牢固、可靠。主要用于支撑和安装立柱、工作台等部件。

立柱:主要用于悬挂安装主轴头,带动主轴头沿其导轨做上下运动,以弥补主轴行程不足,便于调节工具电极与工件之间的相对高度。其必须具有足够的强度和刚性,在安装调试时,保证其运动轨迹与机床工作台面之间垂直关系是十分重要的。

2. 工作台

工作台是整个机床的基础(基准)平面,主要用于支撑和安装工件,对立柱式电火花机床,可以利用其做横向和纵向的左边运动来找正工件与电极之间相对位置。

3. 主轴头

主轴头是电火花成形加工机床的重要部件,它除了对电极进行安装以外,在伺服机构的作用下,还用于工具电极进给速度的自动控制与调整,以保持在整个成型加工过程中工具电极与工件之间的间隙准确恒定,确保加工能顺利进行。

4. 控制柜

电火花机床的控制柜主要由脉冲电源及其控制装置、加工



参数选择控制装置以及进给控制装置等组成。

(1) 脉冲电源

电火花加工的能量主要来源于脉冲放电,而其放电的电压(u)、电流(i)、脉冲宽度(t_i)、脉冲间隔(t_0)以及放电频率(f)等(如图 2.3 所示)都是由脉冲电源及其选择控制装置根据加工的条件进行控制的。这些参数的合理选择直接影响到电火花加工质量、加工效率,影响着电火花加工是否能顺利进行以及电火花机床的使用寿命,如图 2.3 所示。

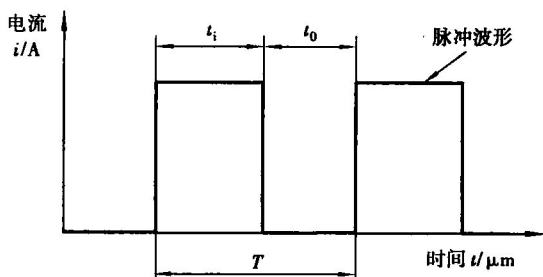


图 2.3 脉冲电流波形

电规准

电火花加工时的电参数。以下这些参数统称为电火花加工时的电规准。

放电电压(u)

指电火花加工放电时,击穿介质层、电离工作液,形成放电通道所需要的电压。

放电电流(i)

包括加工电流(I)、电流峰值(i_e)。加工电流是指电火花加工时的平均电流;电流峰值是指电火花放电时的脉冲电流的最大值。