

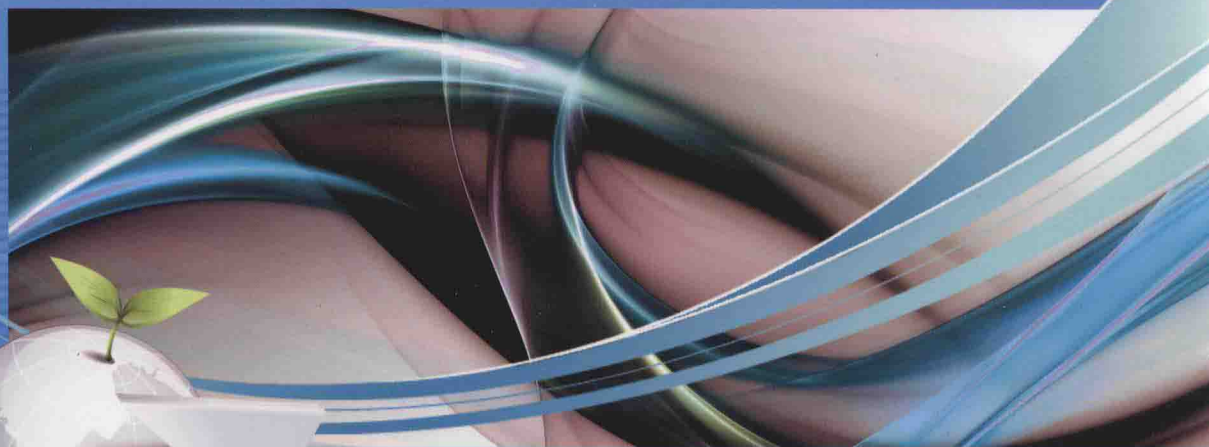
国家提升专业服务产业发展能力建设项目成果

国家骨干高职院校模具设计与制造专业群建设项目成果

机械制造与自动化专业

电火花加工技术

丁晖 主编



国家提升专业服务产业发展能力建设项目成果

国家骨干高职院校建设项目成果

机械制造与自动化专业

电火花加工技术

主 编 丁 晖

副主编 钟凤芝 陈 强

参 编 肖红军 高世杰 贺 鹏

主 审 刘 滨 高 波



机械工业出版社

本书主要介绍电火花成形加工、电火花线切割加工的基本原理、特点、应用范围、操作及加工实例。本书共设四个学习情境,每个学习情境中有不同的任务,每个任务都包括资讯、计划、决策、实施、检查评价、实践中常见问题解析等内容。

全书紧扣职业标准中关于电火花加工、电火花机床操作的要求,突出职业教育特色,注重实用性,对传统的电火花加工技术教学内容及课程进行了调整。本书既可作为高等职业院校模具设计与制造、机械制造与自动化专业的教学用书,也可作为企业有关工种职工的培训教材,还可以作为从事数控加工的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电火花加工技术/丁晖主编. —北京:机械工业出版社,2015.8

国家提升专业服务产业发展能力建设项目成果. 国家骨干高职院校建设项目成果. 机械制造与自动化专业

ISBN 978-7-111-51197-7

I. ①电… II. ①丁… III. ①电火花加工-高等职业教育-教材
IV. ①TG661

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 199023 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王海峰 责任编辑:王海峰 版式设计:霍永明

责任校对:陈越 封面设计:鞠杨 责任印制:李洋

北京京丰印刷厂印刷

2016 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·12 印张·290 千字

0 001—2 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-51197-7

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

哈尔滨职业技术学院机械制造与自动化专业 教材编审委员会

- 主任：**王长文 哈尔滨职业技术学院
- 副主任：**刘 敏 哈尔滨职业技术学院
- 贺 鹏 哈尔滨汽轮机厂有限责任公司
- 孙百鸣 哈尔滨职业技术学院
- 李 敏 哈尔滨职业技术学院
- 委 员：**陈 强 哈尔滨职业技术学院
- 高 波 哈尔滨职业技术学院
- 陈铁光 哈尔滨轴承制造有限公司
- 王鑫秀 哈尔滨职业技术学院
- 杨海峰 哈尔滨职业技术学院
- 张玉兰 哈尔滨职业技术学院
- 丁 晖 哈尔滨职业技术学院
- 高世杰 哈尔滨职业技术学院
- 夏 映 哈尔滨职业技术学院
- 雍丽英 哈尔滨职业技术学院
- 杨森森 哈尔滨职业技术学院
- 王天成 哈尔滨职业技术学院
- 王冬梅 哈尔滨汽轮机厂有限责任公司
- 李 梅 黑龙江农业工程职业学院

编写说明

高等职业教育肩负着培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高素质技术技能型人才的重要使命。在“以就业为导向，以服务为宗旨”的职业教学目标下，基于工作过程的课程开发思想得到了广泛应用，以“工作内容”为依据组织课程内容，以学习性工作任务为载体设计教学活动，是高职教育课程体系改革和教学设计的主流。近年来，高职教育一线教育工作者一直在不断探索高职课程体系、教学模式和教学方法等方面的改革，在基于工作过程的课程开发思想指导下，有关高职教育的课程体系、教学模式和教学方法等改革已经较普遍，但是与该类教学改革实践紧密结合的工学结合特色教材却很少。因此，结合专业课程改革，编写出适用的工学结合特色教材是当前高职教育工作者的一项重要任务和使命。

哈尔滨职业技术学院于2010年11月被确定为国家骨干高职院校建设单位以来，努力在创新办学体制机制，推进校企合作办学、合作育人、合作就业、合作发展的进程中，以专业建设为核心，以课程改革为抓手，以教学条件建设为支撑，全面提升办学水平。哈尔滨职业技术学院的机械制造与自动化专业既是国家骨干高职院校中央财政支持的重点专业——模具设计与制造专业群中的建设专业，同时也是国家提升专业服务产业发展能力的建设专业，学院按照职业成长规律和认知规律，以服务东北老工业基地为宗旨，与哈尔滨轴承制造有限公司、哈尔滨汽轮机厂有限责任公司、哈尔滨飞机制造有限公司等大型企业合作，将机械制造与自动化专业建成具有引领作用的机械制造领域高素质技术技能型专门人才培养的重要基地。

该专业以专业岗位工作任务和岗位职业能力分析为依据，创新了“校企共育、能力递进、技能对接”人才培养模式，按照以下步骤进行课程开发：企业调研、岗位（群）工作任务和职业能力分析、典型工作任务确定、行动领域归纳、学习领域转换、教学情境设计、行动导向教学实施、教学评价与反馈，构建了基于机械制造工作过程系统化的课程体系，按照工作岗位对知识、能力和素质的要求，全面培养学生的专业能力、方法能力和社会能力。该专业以真实的机械制造工作过程为导向，以典型机械产品和零件为载体开发了7门专业核心课程，采用行动导向、任务驱动的“教学做一体化”教学模式，实现工作任务与学习任务的紧密结合。

机械制造与自动化专业课程改革体现出以下特点：企业优秀技术人员参与课程开发；企业提供典型任务案例；学习任务与实际生产工作过程相结合；采用六步教学法，配有任务单、资讯单、信息单、计划单、实施单、作业单、检查单、评价单、反馈单等教学材料，学生在每一步任务的完成过程中，都有反映其成果的可检验材料。

高职教材是教学资源建设的重要组成部分，更是能否体现高职教育特色的关键，为此学院成立了由职业教育专家、企业技术专家、专业核心课程教师组成的机械制造与自动化专业教材编审委员会。专业结合课程改革和建设实践，编写了本套工学结合特色教材，由机械工业出版社出版，展示课程改革成果，为更好地推进国家骨干高职院校建设和国家提升专业服务产业发展能力建设及课程改革做出积极贡献！

哈尔滨职业技术学院

机械制造与自动化专业教材编审委员会

前 言

随着职业教育教学改革不断深化,为提高学生的职业能力,培养高素质技能型人才,本教材以真实的工作任务或实际产品为载体,以校企双方参与课程开发与实施为主要途径,以学生为主体,以教师为主导,以培养学生职业道德、综合职业能力和创业与就业能力为重点,进行课程改革与建设。编者在教材编写过程中深入企业调研,感觉到毕业生迫切需要具有能加工各种使用传统工艺难以加工的材料、复杂表面和某些模具制造企业有特殊要求零件的能力。教材打破原有学科体系框架,以项目为载体,将知识和技能整合,培养学生电加工机床编程、操作和维护的能力。同时,通过这样的学习训练,学生的自主学习意识、团队合作精神、独立解决问题的能力也能得到大幅提升。

本教材的编写特色有以下几方面。

1. 以工作过程为导向的编写模式,突出高职教育特色

教材编写模式借鉴德国的基于工作过程系统化模式,区别于传统的学科式教材编写模式。按照机械制造与自动化、数控技术、模具设计与制造专业职业岗位群的工作过程要求和技能要求,确定本课程的教学目标,使学生掌握电加工机床的基本结构、用途与应用方法,常用加工工艺等基本知识,为后续课程学习和以后从事生产技术工作奠定必要的知识基础和初步的专业技能。各学习情境开篇编有学习目标,以突出每一学习情境的学习要点和技能目标,强调课程应用性。融“教、学、做”为一体,每个学习任务都按照资讯、计划、决策、实施、检查、评估等教学过程编写。

2. 以真实零件加工为载体组织教学内容,分析岗位技能,提炼典型任务

根据本学习领域的职业岗位,开展专业岗位调研。学习情境基于企业真实生产任务,融入高级车工、铣工职业标准。结合机制专业的知识、能力、素质要求,将实际任务整合、归纳出学习任务,以典型加工零件为导向制订实施方案,将模具企业中经常加工的常用零件引入,采用六步教学法教会学生专业能力、方法能力与社会能力。教学情境由浅入深,注重调动学生学习的积极性和主体作用,培养学生自主学习能力。

3. 组建校企合作的编写团队,确保教材内容贴近真实生产环境

教材编写团队由行业、企业专家与教师共同组成,共同探讨、研究,校企资源共享,充分发挥企业资源优势,从最初的框架构思到具体内容的编排及教材的配套均以真实环境中的工作任务为依据,引领知识、技能和态度,让学生在完成工作任务的过程中掌握技能、学习专业术语及其相关知识,培养学生的综合职业能力。同时注重学生自主学习意识、团队合作精神、独立解决问题的能力培养。学习情境与学习任务的确定由经验丰富的一线教师和企业专家共同完成。

本教材从数控电火花加工实训要求出发,设置4大学习情境,12个学习任务。以学生完成每个任务为抓手来开展教学。在学生完成任务的同时,掌握电火花加工原理、工艺分析、编程、工艺装配、工件装夹、机床操作等核心内容。通过这样的学习训练,使学生自主学习意识、团队合作精神、独立解决问题的能力得到大幅提升。

本教材由哈尔滨职业技术学院丁晖主编并统稿,编写分工如下:哈尔滨职业技术学院丁晖编写学习情境1中的任务1.1、学习情境2中的任务2.1、学习情境4中的任务4.1;哈尔滨职业技术学院钟凤芝编写学习情境2中的任务2.2、学习情境3;哈尔滨汽轮机厂有限责任公司贺鹏编写学习情境1中的任务1.3;哈尔滨职业技术学院肖红军编写学习情境1中的任务1.2、学习情境4中的任务4.2;哈尔滨职业技术学院高世杰编写学习情境4中的任务4.3;哈尔滨职业技术学院陈强编写学习情境2中的任务2.3。本教材由哈尔滨汽轮机厂有限责任公司刘滨、哈尔滨职业技术学院高波担任主审。

本教材在编写过程中,与有关企业和兄弟院校进行合作,得到了企业专家、专业技术人员和兄弟院校的大力支持,哈尔滨电机厂有限责任公司李强、哈尔滨帝朗机电设备有限公司程继森、黑龙江农业工程职业学院戚克强、黑龙江职业学院柳河等对教材提出了许多宝贵意见和建议,在此特向上述人员表示衷心的感谢!同时感谢全体参编及主审人员为教材编写所做的各项努力。

限于编者水平以及电火花加工技术的迅速发展,教材中难免有不足之处,敬请读者批评指正,我们将及时改进和完善。

编者

目 录

编写说明

前言

学习情境 1	数控电火花成形机床操作	1
任务 1.1	数控编程指令	2
任务 1.2	工件和工具电极的装夹与找正	15
任务 1.3	电火花成形加工的操作步骤	27
学习情境 2	电火花穿孔成形加工	43
任务 2.1	方孔冲模的电火花加工	43
任务 2.2	去除断在工件中的钻头或丝锥的电火花加工	78
任务 2.3	连杆锻模的电火花加工	87
学习情境 3	数控电火花线切割机床操作	98
任务 3.1	工件的装夹与调整	98
任务 3.2	电极丝的安装与定位	109
任务 3.3	DK7732 型数控电火花线切割机床的基本操作	121
学习情境 4	数控电火花线切割加工	132
任务 4.1	六方套的数控电火花线切割加工	132
任务 4.2	少齿数齿轮的数控电火花线切割加工	149
任务 4.3	冲裁模凹模零件的数控电火花线切割加工	165
参考文献		181

学习情境 1

数控电火花成形机床操作

【学习目标】

学生在教师的讲解和引导下，掌握数控电火花成形加工的工艺分析及编程方法，能够进行数控电火花成形机床零件的装夹与找正，掌握数控电火花成形机床的基本操作方法。

【工作任务】

1. 数控编程指令。
2. 工件和工具电极的装夹与找正。
3. 电火花成形加工的操作步骤。

【情境描述】

电火花成形机床主要由主机（包括自动调节系统的执行部分）、脉冲电源、自动进给调

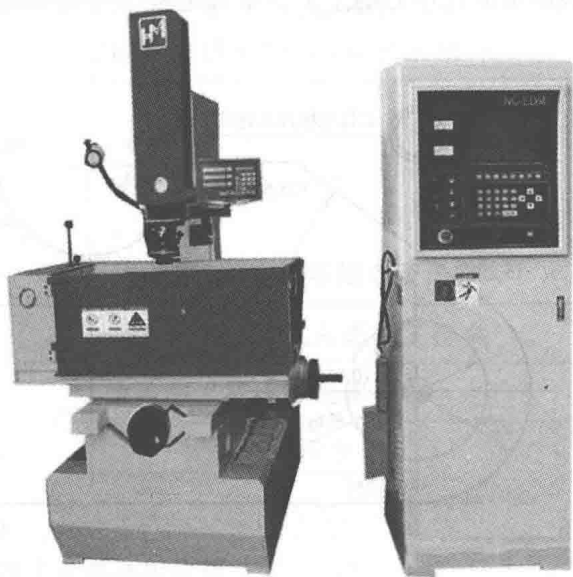


图 1-1 典型电火花成形机床

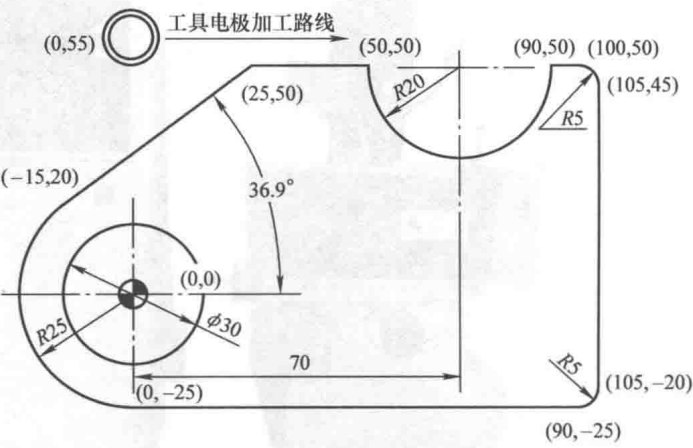
节系统、工作液净化及循环系统等组成。图 1-1 所示为一种典型的电火花成形机床。通过本学习情境 3 个学习任务——数控编程指令、工件和工具电极的装夹与找正、电火花成形加工的操作步骤的学习，学生应掌握数控电火花成形机床操作。

任务 1.1 数控编程指令

1.1.1 任务描述

数控编程指令任务单见表 1-1。

表 1-1 数控编程指令任务单

学习领域	电火花加工技术		
学习情境 1	数控电火花成形机床操作	学时	15 学时
任务 1.1	数控编程指令	学时	5 学时
布置任务			
学习目标	1. 掌握数控电火花成形机床常见指令的功能。 2. 掌握数控电火花成形机床的编程方法。 3. 具备数控电火花成形机床编程的能力。		
任务描述	图 1-2 所示零件外形已加工，留精加工余量 0.5mm，外轮廓粗实线为需要加工的部位，零件厚度为 12mm，要求编制其加工程序。其中工件的编程原点设在 $\phi 30\text{mm}$ 孔中心的上方，工具电极半径为 5mm。  图 1-2 零件图		

任务分析	本任务是数控电火花成形加工的基本任务，要完成该加工任务，学生需要学习常用电火花成形加工的编程指令。				
学时安排	资讯	计划	决策	实施	检查评价
	1 学时	0.5 学时	0.5 学时	2 学时	1 学时
提供资料	1. 汤家荣. 模具特种加工技术. 北京：北京理工大学出版社，2010。 2. 杨武成. 特种加工. 西安：西安电子科技大学出版社，2009。 3. 张若锋, 邓健平. 数控加工实训. 北京：机械工业出版社，2011。 4. 周晓宏. 数控加工工艺与设备. 北京：机械工业出版社，2011。 5. 周湛学, 刘玉忠. 数控电火花加工及实例详解. 北京：化学工业出版社，2013。 6. 刘晋春, 等. 特种加工. 北京：机械工业出版社，2007。 7. 廖慧勇. 数控加工实训教程. 成都：西南交通大学出版社，2007。 8. 刘虹. 数控加工编程及操作. 北京：机械工业出版社，2011。 9. 陈江进, 雷黎明. 数控加工编程与操作. 北京：国防工业出版社，2012。				
对学生的要求	1. 能够对任务书进行分析，能够正确理解和描述目标要求。 2. 具有独立思考、善于提问的学习习惯。 3. 具有查询资料和市场调研能力，具备严谨求实和开拓创新的学习态度。 4. 能够执行企业“5S”质量管理体系要求，具备良好的职业意识和职业能力。 5. 具备一定的观察理解和判断分析能力。 6. 具有团队协作、爱岗敬业的精神。 7. 具有一定的创新思维和勇于创新的精神。				

1.1.2 资讯

1. 数控编程指令资讯单（表 1-2）。

表 1-2 数控编程指令资讯单

学习领域	电火花加工技术		
学习情境 1	数控电火花成形机床操作	学时	15 学时
任务 1.1	数控编程指令	学时	5 学时
资讯方式	实物、参考资料		
资讯问题	1. 电火花机床编程格式是什么？ 2. 常用的指令代码有哪些？		

资讯引导	1. 问题1 参阅信息单、周晓宏主编的《数控加工工艺与设备》相关内容。 2. 问题2 参阅信息单和周湛学、刘玉忠主编的《数控电火花加工及实例详解》相关内容。
------	---

2. 数控编程指令信息单（表 1-3）。

表 1-3 数控编程指令信息单

学习领域	电火花加工技术		
学习情境 1	数控电火花成形机床操作	学时	15 学时
任务 1.1	数控编程指令	学时	5 学时
序号	信息内容		
一	知识准备		
目前，模具工业的迅速发展，推动了模具制造技术的进步。电火花加工作为模具制造技术的一个重要分支，被赋予越来越高的加工要求。在数控加工技术发展新形势的影响下，电火花加工技术朝着更深层次、更高水平的数控化方向快速发展。它在复杂、精密小型腔，窄缝，沟槽，拐角，冒孔，深度切削等加工领域得到广泛的应用。 1. 数控电火花加工过程 数控电火花加工过程主要包括以下几点。 1) 根据加工图样进行工艺分析，确定加工方案、工艺参数和位移数据。 2) 用规定的程序代码和格式编写工件加工程序单，或用自动编程软件进行 CAD/CAM 工作，直接生成工件的加工程序文件。 3) 由手工编写的程序，可以通过数控机床的操作面板输入；由自动编程软件生成的程序，可通过计算机的串行通信接口直接传输到数控机床的数控单元（NCU）。 2. 数控电火花加工的编程要点 数控电火花成形机床都具有多轴数控系统，可以进行较复杂工件的成形加工。模具企业里，数控电火花加工一般是实现成形工具电极的轴向伺服加工。与普通电火花机床相比较，数控电火花成形机床是通过程序来控制整个加工过程的，其优越性反映在自动化、智能化控制，可进行高精度加工，配置有工具电极库，使用时几乎可以实现无人监控加工，而且丰富的机床功能可适应各类加工等。数控电火花加工的编程方式有手动编程和自动编程。 （1）手动编程 手动编程是人工进行具体的程序编制。操作人员必须掌握手动编程的方法，灵活结合运用自动编程。通过手动编程编写数控电火花加工的程序，可以实现用户的个性化操作，灵活进行加工。例如加工前的定位操作可以通过编制程序完成，加工时可根据具体情况选用合适的加工方法编制程序。由于手动编程比较烦琐，因此可以将常用的程序编好后储存于机床硬盘，在以后的加工中调用程序，稍做修改就可使用。 （2）自动编程 自动编程是通过机床的智能编程软件，以人机对话方式确定加工对象和加工条件，自动进行运算并生成指令，只要输入诸如加工开始位置、加工方向、加工			

深度、工具电极缩放量、表面粗糙度要求、平动方式、平动量等条件，系统即可自动生成加工程序。自动编程是按智能化方式设计的，加工前的定位通过机床系统的加工准备模块来完成（如模块里的找中心、找角、感知、移动等功能），加工程序由机床的自动编程软件来编制。使用智能方式能较方便地完成工件的整个加工过程，但智能方式的这些功能是按照固定方式执行动作、按照固定格式编写程序的，存在一定的局限性，在一些情况下使用不方便，只能使用手工编程。

3. 手动编程的基本要求

熟悉代码的意义和各代码与其他字符的组成格式是手动编程的基本要求。

在数控电火花成形机床中，G 代码是常用的准备功能代码，应熟练掌握 G 代码中的主要指令，如定位指令、插补指令、平面选择指令、抬刀方式指令、工作坐标系指定指令、坐标命令、赋予坐标值指令等。另外还有轴代码、顺序号代码、加工参数代码、机械设备控制代码、辅助功能代码等，也是构成程序的基本元素。熟练掌握各代码的意义以及代码与数据的输入形式，对程序的编写速度，编程的灵活运用，程序的准确性、合理性有直接影响。

4. 程序的编写格式

数控电火花加工程序是按照一定格式编写的。一般程序分为主程序和子程序，机床按照主程序的指令进行工作，当在主程序中有调用子程序指令时，机床就转去执行子程序，遇到子程序中返回主程序的指令时，就返回主程序继续执行主程序指令。机床执行程序的原则是由目前的静止状态按照程序逐步执行，程序中没有指定的条件，则按照当前机床的默认状态执行。编写主程序时先指定加工前的准备状态，如指定工作坐标系、选择绝对或相对坐标、指定工作平面、指定尺寸单位、指定 IV 值、指定设备的控制等，然后进行定位，调用加工子程序，编写加工结束的指定状态，最后在主程序的后面编写子程序。子程序通常包括抬刀方式、加工条件号、加工深度、加工完成后的退刀。一般把加工条件放在子程序中，这样便于查看和修改。

5. 平动加工方法的编程

平动加工方法在数控电火花加工中被广泛采用。平动加工有两种运动方式：自由平动和伺服平动。自由平动是指主轴伺服加工时，另外两轴同时按一定轨迹做扩大运动，一直加工到指定深度。伺服平动是指主轴加工到指定深度后，另外两轴按一定的轨迹做扩大运动。编程时可根据具体情况选用平动加工方式。在加工中常用自由平动方式，采用不同的电规准，把加工深度分为多段，加工中随着电规准的减弱，深度的递加，逐段相应地增大平动量。自由平动加工过程中的相对摇动改善了排屑效果，使加工尺寸更容易控制，获得底面与侧面更均匀的表面粗糙度，提高了加工效率。伺服平动常用在加工型腔侧壁的沟槽、环，也可用在其他两轴平动的场合。例如用圆柱形工具电极在工件上横向加工半边圆，这时只能采用圆形伺服平动来修正圆形的尺寸。北京阿奇夏米尔工业电子有限公司 SE 系列电火花机床的平动编写格式为：自由平动是在加工参数条件后指定平动类型（OBT）和平动量（STEP），如“OBT001 STEP0050”为在 XOY 平面用圆形自由平动方式平动 0.05mm；伺服平动是通过指定相应的 H 值设置平动半径，调用机床储存的相应平动子程序。例如“H910 = 0.05, H920 = 0.10; M98 P9210”；为在 XOY 平面用圆形伺服平动方式平动 0.05mm。两种平动方式都包括多种平动类型，应正确选用和指定，尤其应注意与指定的加工平面的关系。

数控电火花加工时要使用数控加工程序。下面以北京阿奇夏米尔工业电子有限公司生产的 SF510F 型数控电火花成形机床为例,说明电火花数控加工编程指令。该机床的坐标轴规定如下。

- 1) 左右方向为 X 轴, 主轴头向工作台右方做相对运动时为正方向。
- 2) 前后方向为 Y 轴, 主轴头向工作台立柱侧做相对运动时为正方向。
- 3) 上下方向为 Z 轴, 主轴头向上运动时为正方向。

对于本系统支持的 G00、G01、G02、G03、G04、G17、G18、G19、G20、G21、G54、G90、G91、M00、M02、M98、M99 等指令, 其功能和数控铣床相一致, 这里不再做说明。

1. 尖角过渡指令 G28、G29

- 1) G28 为尖角圆弧过渡, 在尖角处加一个过渡圆, 默认为 G28, 如图 1-3a 所示。
- 2) G29 为尖角直线过渡, 在尖角处加三段直线, 以避免损伤尖角, 如图 1-3b 所示。

如果补偿值为 0, 则尖角过渡策略无效。

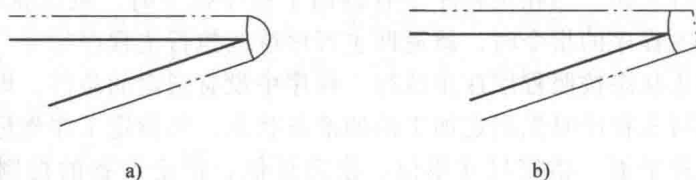


图 1-3 电火花成形机床尖角过渡含义

a) 尖角圆弧过渡 b) 尖角直线过渡

2. 抬刀控制指令 G30、G31、G32

- 1) G30 指定抬刀方向, 后接轴向指定, 例如 “G30 Z + ;”, 即抬刀方向为 Z 轴正向。
- 2) G31 指定按加工路径的反方向抬刀。
- 3) G32 指定伺服轴回平动中心点后抬刀。

3. 电极半径补偿指令 G40、G41、G42

- 1) G41 为电极半径左补偿指令。
- 2) G42 为电极半径右补偿指令。

电极半径补偿是在电极运行轨迹的前进方向上, 向左或向右偏移一定量。偏移量由 “ $H \times \times \times$ ” 确定, 如 “G41 H $\times \times \times$;”。

- 3) G40 为取消电极半径补偿指令。

4. 补偿值 (D, H)

补偿值 (D, H) 较常用的是 H 代码, 从 H000 ~ H099 共有 100 个补偿码, 可通过赋值语句 “ $H \times \times \times = _$;” 赋值, 范围为 0 ~ 99999999。

5. 感知指令 G80

G80 指定轴沿指定方向前进，直到电极与工件接触为止。方向用 +、- 号表示（+、- 号均不能省略），例如“G80 X -；”表示使电极沿 X 轴负方向以感知速度前进，接触到工件后，回退一小段距离，再接触工件，再回退，上述动作重复数次后停止，确认已找到了接触感知点，并显示“接触感知”。

接触感知可由三个参数设定。

1) 感知速度，即电极接近工件的速度，为 0 ~ 255。数值越大，速度越慢。

2) 回退长度，即电极与工件脱离接触的距离，一般设置为 2501 μm 。

3) 感知次数，即重复接触次数，范围是 0 ~ 127，一般设置为 4 次。

6. 指定轴回极限位置停止指令 G81

G81 使指定的轴回到极限位置停止。例如 G81 Y -；表示使机床 Y 轴快速移动到负极限后减速，有一定过冲，然后回退一段距离，再以低速到达极限位置停止。

7. G82 指令

G82 使电极移到指定轴当前坐标的 1/2 处，假如电极当前位置的坐标是 (X100. , Y60.)，执行“G82 X”指令后，电极将移动到 (X50, Y60.) 处。

8. 读坐标值指令 G83

G83 把指定轴的当前坐标值读到指定的 H 寄存器中，H 寄存器地址范围为 000 ~ 890。例如，执行“G83 X012；”指令，把当前 X 坐标值读到寄存器 H012 中；执行“G83 Z053；”指令，把当前 Z 坐标值读到寄存器 H053 中。

9. G84、G85 指令

(1) 定义寄存器起始地址指令 G84 G84 为 G85 定义一个 H 寄存器的起始地址。

(2) G85 G85 把当前坐标值读到由 G84 指定了起始地址的 H 寄存器中，同时 H 寄存器地址加 1。

例如程序段如下：

G90 G92 X0 Y0 Z0；

G84 X100；X 坐标值放到由 H100 开始的地址中

G84 Y200；Y 坐标值放到由 H200 开始的地址中

G84 Z300；Z 坐标值放到由 H300 开始的地址中

G85 X；

G85 Y；

G85 Z；

执行上述指令后，H100 = 0，H200 = 0，H300 = 0。

10. 定时加工指令 G86

G86 为定时加工指令，地址字为 X 或 T。地址字为 X 时，本段加工到指定的时间后结束（不管加工深度是否达到设定值）；地址为 T 时，在加工到设定深度后，启动定时加工，再持续加工指定的时间，但加工深度不会超过设定值。G86 仅对其后的第一个加工代码有效。时、分、秒各占 2 位数，共 6 位数，不足补“0”。

11. 坐标系设定指令 G92

G92 把当前点设置为指定的坐标值。例如执行“G92 X0 Y0;”指令，把当前点设置为 (0, 0); 又如执行“G92 X10 Y0;”指令，“把当前点设置为 (10, 0)。

注意:

- 1) 在补偿方式下，遇到 G92 代码时，会暂时中断补偿功能。
- 2) 每个程序的开头一定要有 G92 代码，否则可能发生不可预测的错误。
- 3) G92 只能定义当前点在当前坐标系中的坐标值，而不能定义该点在其他坐标系中的坐标值。

12. 取消接触感知指令 M05

执行 M05 代码后，脱离接触一次 (M05 代码只在本程序段有效)。当工具电极与工件接触时，要用此代码才能把工具电极移开。

13. C 代码

在程序中，C 代码用于选择加工条件，格式为“C × × ×”，C 和数字间不能有别的字符，数字也不能省略，不够三位要补“0”，如 C005。各参数显示在加工条件显示区中，加工中可随时更改。系统可以存储 1000 种加工条件，其中 0~99 为用户自定义加工条件，其余为系统内定加工条件。

14. T 代码

T 代码有 T84 和 T85 两种。

- 1) T84 为打开工作液泵指令。
- 2) T85 为关闭工作液泵指令。

15. R 转角功能

R 转角功能是在两条曲线的连接处加一段过渡圆弧，圆弧的半径由 R 指定，圆弧与两条曲线均相切。程序指定 R 转角功能的格式有

G01 X __ Y __ R __;

G02 X __ Y __ I __ J __ R __;

G03 X __ Y __ I __ J __ R __;

几点说明:

- 1) R 及半径值必须和第一段曲线的运动代码在同一程序段内。
- 2) R 转角功能仅在有补偿的状态下 (G41, G42) 才有效。
- 3) 当用 G40 取消补偿后，程序中 R 转角指定无效。
- 4) 在 C00 代码后加 R 转角功能无效。

1.1.3 计划

根据任务内容制订小组任务计划，简要说明任务实施过程的步骤及注意事项。填写数控编程指令计划单 (表 1-4)。

表 1-4 数控编程指令计划单

学习领域		电火花加工技术			
学习情境 1		数控电火花成形机床操作		学时	15 学时
任务 1.1		数控编程指令		学时	5 学时
计划方式		小组讨论			
序号	实施步骤			使用资源	
制订计划说明					
计划评价		评语：			
班级		第 组	组长签字		
教师签字			日期		

1.1.4 决策

各小组之间讨论工作计划的合理性和可行性，进行计划方案讨论，选定合适的工作计划，进行决策，填写数控编程指令决策单（表 1-5）。