

农村青年职业技能学习丛书

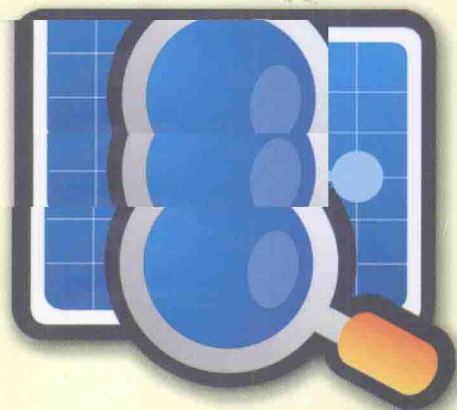


NONGCUN QINGNIAN ZHIYE
JINENG XUEXI CONGSHU

新编

数控加工 实用技术

主编：汪金营



湖南科学技术出版社

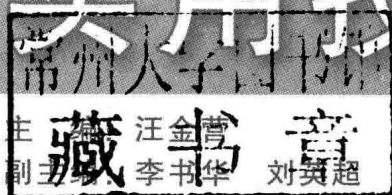
农村青年职业技能学习丛书



NONGCUN QINGNIAN ZHIYE
JINENG XUEXI CONGSHU

新编

数控加工 实用技术



主 编 汪金尊
副主编 李书华 刘英超

参 编：黄可京 杨佳慧 郭 辉
李 坤 李 鑫



湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

新编数控加工实用技术 / 汪金营主编. — 长沙 :
湖南科学技术出版社, 2010. 10
(农村青年职业技能学习丛书)
ISBN 978-7-5357-6453-9

I. ①新… II. ①汪… III. ①数控机床—加工—青年
读物 IV. ①TG659-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 190701 号

农村青年职业技能学习丛书

新编数控加工实用技术

主 编: 汪金营

责任编辑: 赵 龙 杨 林

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731 - 84375808

印 刷: 长沙健峰彩印实业有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市张公岭亚大路

邮 编: 410015

出版日期: 2010 年 11 月第 1 版第 1 次

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 11.75

字 数: 294000

书 号: ISBN 978-7-5357-6453-9

定 价: 23.50 元

(版权所有 · 翻印必究)

《农村青年职业技能学习丛书》编辑工作委员会

NONGCHUN QINGNIAN ZHIYE
JINENG XUEXI CONGSHU



主 任:	陈宗兴	汪金营	卢祥之		
副主任:	马俊哲	胡 霞	屈殿银		
委 员:	王琳静	王 穗	诸 刚	李书华	易运池
	李国兴	闫 蔚	周荣华	李春亭	张庆霞

前 言

建设社会主义新农村是农业生产发展的需要。我国土地资源稀缺，人均可耕地面积仅占世界平均水平的 $\frac{2}{5}$ ，同时人口众多，而且还将继续增加，人地关系将长期处于紧张状态。在这种形势下，提高农业生产效率，保障国家粮食安全，满足全体人民食物需求，将主要依靠农业科技进步。

高素质的农民接受新技术的能力强，对新技术的反应敏捷，是加快技术扩散速度和范围，对农业的贡献更大提高的重要关键。另外，高素质农民将形成对农业新技术要素的持续旺盛需求，刺激和推进农业新技术的研究和发明，扩大供给，从而保证农业生产的长期持续发展。

事实上，我国新农村建设还面临着农业产业结构调整 and 农村产业结构（发展第二、第三产业）调整的艰巨任务，产业结构调整意味着就业结构和职业结构的改变，这种改变对劳动力的技术水平要求更高。唯有较高素质的农民才能学习新技术掌握新技能，也才能根据市场变化适时主动地调整产业产品结构。

青年农民是农业生产中最活跃、最具创造力的因素，而对农民进行培训，最主要的途径是：（1）学校正规教育；（2）职业技能培训。有计划地对即将变为城市人口的农民进行培训，为农民身份的改变创造就业机会，增加技能储备，这是我们策划、构思、编写本套《农村青年职业技能学习丛书》的初衷。

本套丛书的编写宗旨是围绕国家“阳光工程”的实施目标，在于提高农村劳动力素质和就业技能，促进农村劳动力向非农产业和城镇转移，实现稳定就业和增加农民收入，推动城乡经济社会

会协调发展；围绕提高我国广大农村青年进城务工必须掌握就业的基本知识和技能的时代要求，帮助他们通过自学掌握从农民向技术工人转变所必需的知识和技术，适应社会多领域的就业需求，获得职业入门指导。

本书编委会

目 录

第一章 初识数控加工	1
第一节 数控加工及发展.....	1
第二节 数控系统与数控机床.....	1
第三节 数控加工的基本过程.....	3
第四节 数控加工的仿真实践.....	9
第二章 数控机床与刀具	19
第一节 数控机床的组成及分类	19
第二节 数控车床及车削刀具	25
第三节 数控铣床、加工中心及铣削刀具	31
第三章 数控加工工艺	37
第一节 数控加工工艺分析的内容	37
第二节 数控车削加工工艺	59
第三节 数控铣削加工工艺	74
第四节 数控电火花线切割加工工艺	86
第四章 数控加工程序编制	100
第一节 数控机床的坐标系.....	100
第二节 手工编程.....	105
第三节 自动编程.....	129
第五章 数控机床的操作	152
第一节 数控机床的操作规程.....	152
第二节 数控车床的操作与加工.....	159
第三节 数控车床编程与加工实例.....	213
第四节 数控铣床的操作与加工.....	244
第五节 加工中心的操作与加工.....	297

第六节 快走丝数控线切割机床的操作及加工·····	305
第六章 数控机床的维护及故障处理·····	319
第一节 数控机床的维护与保养·····	319
第二节 数控机床的故障诊断与排除·····	341
参考文献·····	363

第一章 初识数控加工

第一节 数控加工及发展

数控加工是在数控机床上进行的，它是利用数字化信号对机床运动及加工过程进行控制的一种先进的加工方式。

数控加工以其精度高、效率高、能适应小批量多品种复杂零件的加工等特点，在机械加工中得到日益广泛的应用。概括起来，数控加工有以下几方面的优点：

- (1) 适应性强。
- (2) 加工精度高。
- (3) 生产效率高。
- (4) 能实现复杂的运动。
- (5) 良好的经济效益。
- (6) 有利于生产管理的现代化。

第二节 数控系统与数控机床

一、数控系统

数控系统即数字控制系统，早期是由硬件电路构成的称为硬件数控，20 世纪 70 年代以后，硬件电路元件逐步由专用的计算机代替称为计算机数控系统（CNC）。

计算机数控系统（CNC）是用计算机控制加工功能，实现数值控制的系统。CNC 系统由程序、输入/输出设备、计算机数字控制装置、可编程控制器（PLC）、主轴驱动装置和进给驱动装置等组成。

当前使用的数控系统主要有以下几种。

(一) 法那科 (FANUC) 数控系统

日本法那科 (FANUC) 公司创建于 1956 年, 现已发展成为世界上最大的专业数控系统生产厂家。FANUC 系统早期有 3 系列系统及 6 系列系统, 现有 0 系列、10/11/12 系列、15、16、18、21 系列等, 应用最广的是 FANUC0 系列系统。

FANUC0 系列系统是 FANUC 公司 1985 年推出的, 它的体积小、价格低, 适用于机电一体化的小型机床, 它与适用于中、大型的系统 10/11/12 系列一起组成了这一时期的全新系列产品。

FANUC 数控系统设计合理, 性能先进, 应用范围广, 适用于多种机床。系统为模块化结构设计, 采用了专用大规模集成电路, 以提高集成度、可靠性, 减小体积和降低成本, 同时系统在插补、补偿、自动编程、图形显示、通信、控制和诊断方面不断增加新的功能, 特别在故障诊断方面, 采用人工智能, 系统以知识库为根据查找故障原因, 使用效果很好。

(二) 西门子 (SIEMENS) 数控系统

德国西门子 SIEMENS 公司的数控系统采用模块化结构设计, 经济性好, 在一种标准硬件上, 配置多种软件, 使它具有多种工艺类型, 满足各种机床的需要, 并成为系列产品。随着电子技术的发展, 越来越多地采用大规模集成电路, 表面安装器件 (SMC) 及应用先进加工工艺, 所以新的系统结构更为紧凑, 性能更强。

SIEMENS 数控系统目前广泛使用的主要有 802、810、840 等几种类型。

(三) 华中数控系统

我国华中数控系统有限公司成立于 1995 年, 由华中理工大学、国家科技部等部门共同投资组建。华中数控系统主要包括: 世纪星系列、小博士系列、华中 I 型和华中 2000 系列。其中华中—2000 型高性能数控系统, 是面向 21 世纪的新一代数控

系统。

目前使用的数控系统还有日本的马扎克 (MAZAK)、三菱、西班牙的发格 Fagor、北京凯恩帝、大连大森及广州数控等。

二、数控机床

数字控制机床简称数控机床,是采用数字控制技术对机床的加工过程进行自动控制的一类机床。

数控机床把机械加工过程中的各种控制信息用代码化的数字表示,通过信息载体输入数控系统。经运算处理由数控系统发出各种控制信号,控制机床的动作,按图纸要求的形状和尺寸,自动地将零件加工出来。因此,数控机床是一种柔性的、高效能的自动化机床,代表了现代机床控制技术的发展方向。

第三节 数控加工的基本过程

图 1-1 是一个奥运会的纪念徽牌,通过对其加工可以使读者了解数控加工的基本过程。



图 1-1 奥运纪念徽牌

1. 绘图 (建模)

利用北京北航海尔软件公司的 CAXA ME 软件,绘制纪念徽牌图形 (见图 1-2)。



图 1-2 纪念徽牌图形绘制

CAXA ME 软件是国产 CAD/CAM（计算机辅助设计/计算机辅助制造）软件。读者可在互联网上 <http://www.caxa.com> 下载该软件试用版进行练习。

由于被加工零件的图形精度直接影响其加工精度，所以作图时要保证一定的绘制精度。

2. 制定加工工艺

根据纪念徽牌的零件特点与加工要求，确定采用铣削加工。

(1) 由于工件为有机玻璃，（100mm×100mm×20mm）较薄，采用通用夹具压板将工件装夹在机床工作台上。

(2) 根据工件加工特点及质量要求，铣削形式确定为曲线式铣槽加工。据此分别确定刀具参数、加工参数、下刀方式及切削用量（见图 1-3）。

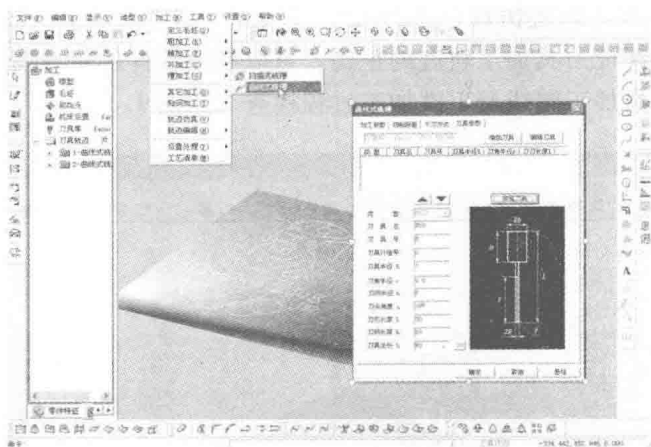


图 1-3 加工参数确定

3. 形成刀具的加工轨迹（加工路线）

根据工件加工要求，确定刀具轨迹控制参数后，依次用鼠标拾取工件图形的各条轮廓线，软件将自动生成刀具的加工轨迹（见图 1-4）。

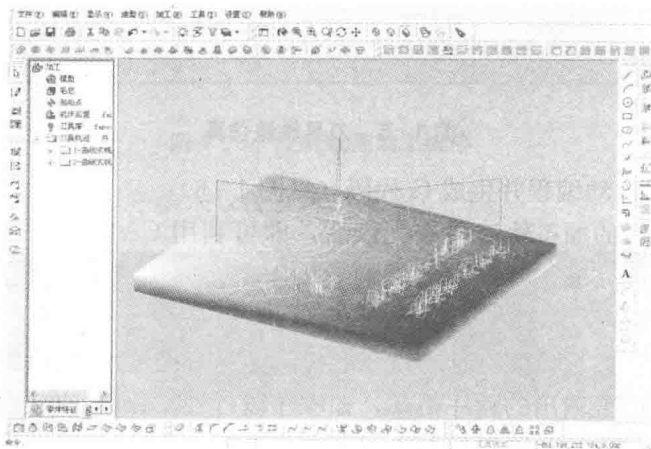


图 1-4 刀具加工轨迹的生成

4. 加工轨迹仿真

为保证刀具加工轨迹的正确,可以利用软件的轨迹仿真功能进行刀具加工路线及工件加工过程检查(见图1-5)。

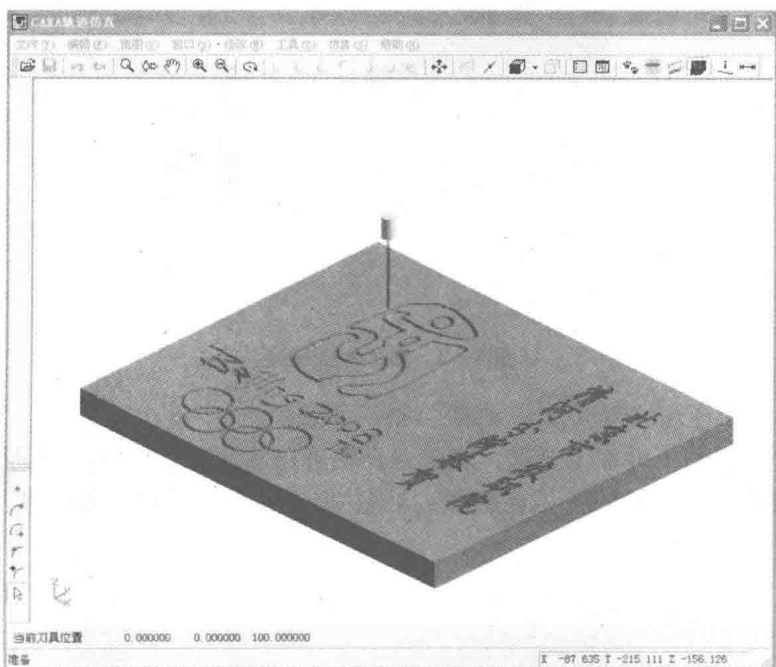


图1-5 刀具轨迹仿真

5. 自动编程并生成 G 代码(见图1-6)

刀具的加工轨迹检查无误后,即可利用 CAXA ME 的自动编程功能完成工件加工程序的自动编制,并生成 G 代码。其过程如下:

(1) 后置设置:针对特定的机床,结合已经设置好的机床配置,对后置输出的程序格式,如程序段行号、程序大小、数据格式、编程方式和圆弧控制方式等进行设置。

(2) 生成 G 代码:将刀具轨迹生成 G 代码数据文件,即

CNC 数控程序。



图 1-6 生成数控加工程序

6. 将加工程序输入数控铣床 (见图 1-7)

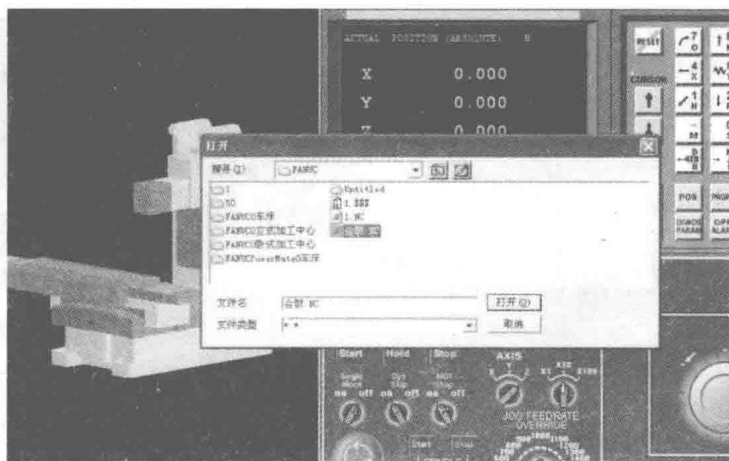


图 1-7 输入加工程序

7. 装夹工件、刀具并完成对刀后进行加工（见图 1-8）

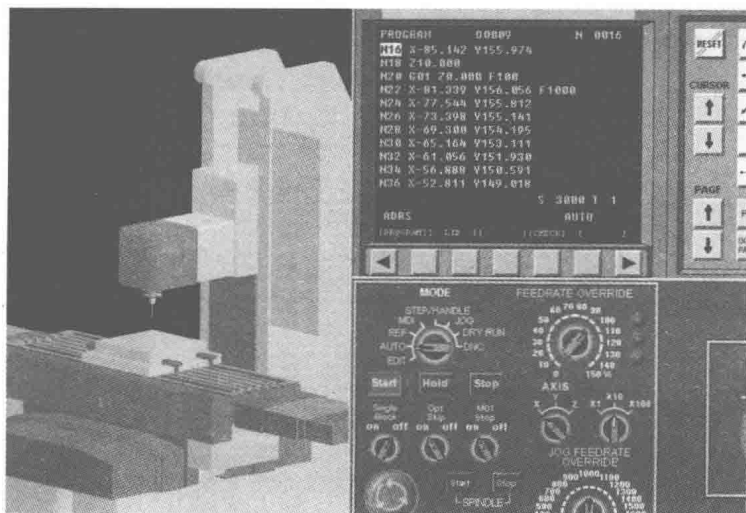


图 1-8 数控机床加工

8. 完成加工（见图 1-9）



图 1-9 完成数控加工

从以上奥运徽牌的加工过程可以看出,数控加工过程主要由以下部分组成:

(1) 选择并确定进行数控加工的内容,如奥运徽牌的图形加工。

(2) 制定工艺方案,如奥运徽牌铣削形式的确定,刀具与夹具的选择以及切削参数的确定等。

(3) 编制加工程序,如奥运徽牌加工程序的编制。编制加工程序可以采用自动编程或手工编程,由于奥运徽牌图形比较复杂,故采用了自动编程。手工编程仅适用于简单零件的加工程序编制。

(4) 向数控机床输入加工程序,正确操作机床,完成加工及精度检验。

第四节 数控加工的仿真实践

学习数控加工,实践过程是必不可少的。但农村青年受条件限制,缺少必要的实践场所,同时数控机床属高技术产品,学生直接在数控机床上进行操作练习,容易因为误操作导致昂贵设备损坏,且实训费用较高。因此采用数控加工仿真系统完成实践教学环节是十分必要的。

目前,我国的数控加工仿真系统主要有南京斯沃软件技术有限公司开发的斯沃数控加工仿真系统、北京菲克科技有限责任公司开发的菲克数控加工仿真系统和上海宇龙软件工程有限公司开发的宇龙数控加工仿真系统。三种数控加工仿真系统都具有良好的使用性能,读者可以在相应网址下载其中的任一种。以学习、使用数控加工仿真系统,并利用其完成数控加工的实际操作练习。