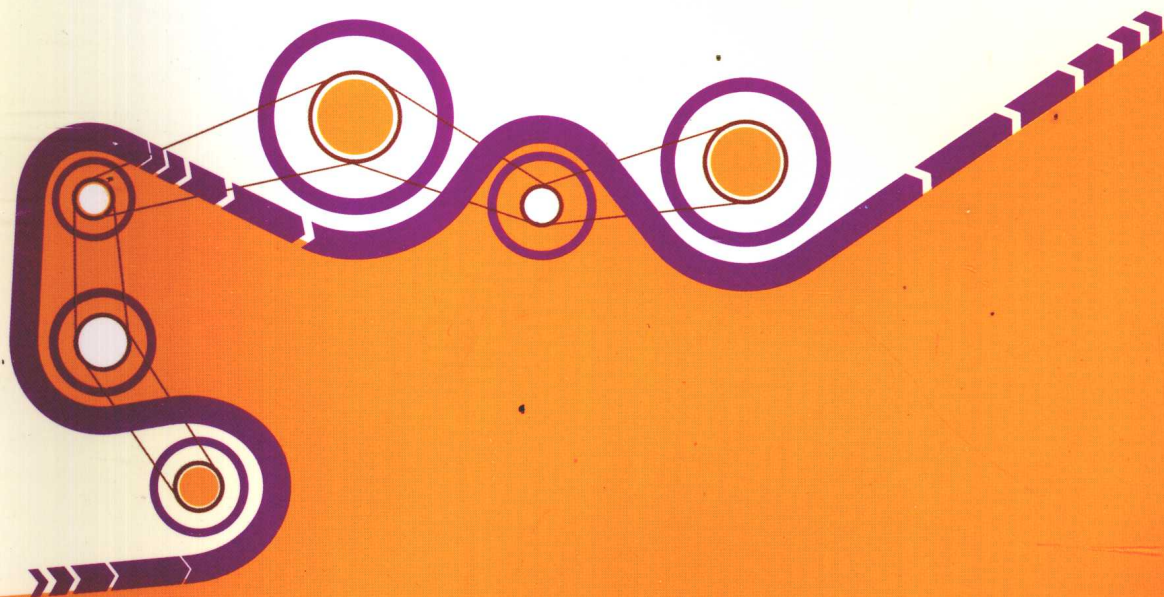


高职高专机电类工学结合模式教材

# 数控机床编程与操作

蒋建强 主编  
孙 蓀 张德荣 副主编



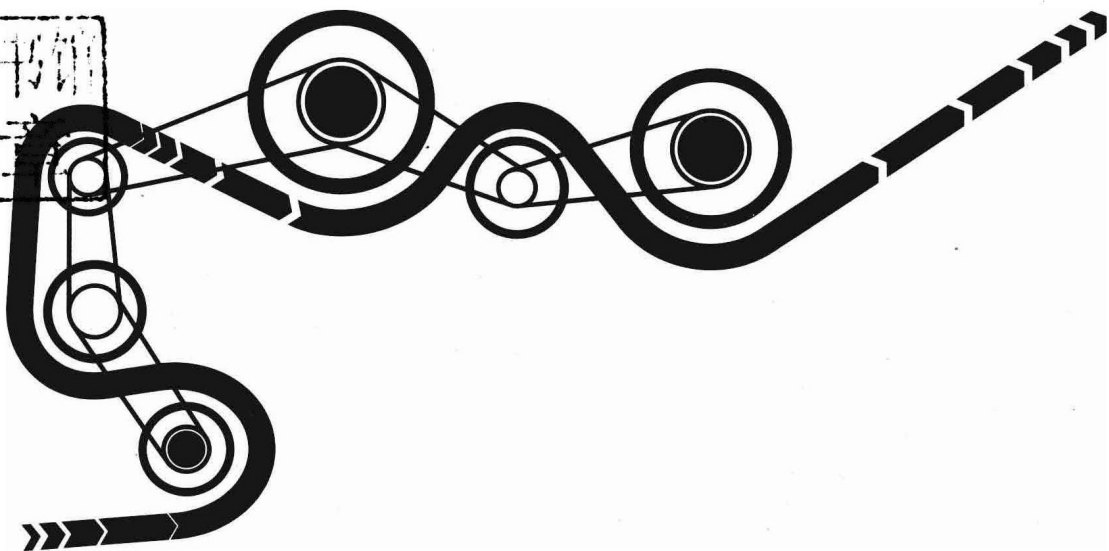
清华大学出版社

高职高专机电类工学结合模式教材

# 数控机床编程与操作

蒋建强 主编  
孙 蓂 张德荣 副主编

清华大学图书馆  
藏书章



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书结合作者多年从事数控加工技术与实训的教学和实践经验,精选典型零件作为范例,详细介绍零件的加工工艺、编程与操作,内容包括数控车床基本操作(FANUC 0-TD 系统)与安全生产,车削阶梯轴(FANUC 0-TD 系统),车削内孔零件(FANUC 0-TD 系统),车削阶梯轴(SINUMERIK 802S 系统),车削内孔零件(SINUMERIK 802S 系统),铣削轮廓、常规零件(华中数控系统),铣削轮廓、常规零件(FANUC 0-MD 数控系统),镗、铣削复杂零件(SINUMERIK 810D 系统)等。

本书可作为高等职业技术学院、中等职业学校和技工学校的数控技术应用、机电技术应用、模具设计与制造、机械制造与自动化等专业用书,也可供有关专业的师生和从事数控编程与加工技术人员、操作人员学习参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

## 图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与操作/蒋建强主编. —北京:清华大学出版社,2010.8

(高职高专机电类工学结合模式教材)

ISBN 978-7-302-22802-8

I. ①数… II. ①蒋… III. ①数控机床—程序设计—高等学校:技术学校—教材 ②数控机床—操作—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 096880 号

责任编辑:贺志洪

责任校对:袁芳

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18.25

字 数:437 千字

版 次:2010 年 8 月第 1 版

印 次:2010 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:30.00 元

产品编号:038376-01

在高等教育实现跨越式大发展的进程中,高职院校的内涵建设,尤其是人才培养的方式改革,亟待加快步伐。其次要想缩小我国制造业与国际先进工业国家的差距,关键在于能否培养出适应社会需要的人才,人才培养的目标是否与市场需求和劳动就业紧密结合,是否能适应面向社会、市场办学的要求,所以高职院校的教师不能再以课堂为中心组织实施人才培养,而是要大力推进校企合作、工学结合,以职业能力培养为重点,与行业企业合作进行基于工作过程的课程开发与设计,充分体现职业性、实践性和开放性的要求。根据行业企业发展需要和完成职业岗位实际工作任务所需要的知识、能力、素质要求,选取教学内容,并为学生可持续发展奠定良好的基础。

数控编程与操作是当前的一项实用技术,本书以突出操作技能为主导,立足于应用,在内容组织和编排上,选用了技术先进、市场占有率最多的日本 FANUC 数控系统、德国 SIEMENS 数控系统、华中数控系统来进行剖析,介绍数控车床、数控铣床及加工中心的编程与操作。在内容的选择上,以企业中常用的、典型的零件为实例,通过多年的企业实践经验,结合丰富的教学经验来编写,同时本书对数控技术专业职业岗位工作行动能力进行整体化的分析与描述,梳理了典型工作任务,明确了职业能力,为开发工作过程系统化课程奠定了坚实基础。

本书可作为高等职业技术学院、中等职业学校和技工学校的数控技术应用、机电技术应用、模具设计与制造、机械制造与自动化等专业用书,也可供有关专业的师生和从事数控编程与加工技术人员、操作人员学习参考。

全书共 8 个项目,由蒋建强任主编,孙蓆、张德荣任副主编,其中项目 5~7 由蒋建强编写,项目 1、3 由孙蓆编写,项目 2、4、8 由张德荣编写。本书在编写过程中得到了张义平、何建秋、万昌焯、蔡梦彦、杜玉湘、胡明清、曹承栋、吴子安、魏娜、王利锋、马立、董虎胜、蒋璐、赵艳、赵明的大力支持和帮助,在此向他们表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促和水平所限,书中难免存在缺点和不当之处,敬请各位专家、广大师生和读者批评指正。

编者

2010 年 7 月

<b>项目 1 数控车床基本操作(FANUC 0-TD 系统)与安全生产</b> .....	1
任务 1.1 FANUC 0-TD 系统的数控车床编程指令 .....	1
1.1.1 坐标原点与坐标轴的确定 .....	2
1.1.2 设定坐标系 .....	2
1.1.3 G 指令组及其含义 .....	3
1.1.4 G 指令的格式与功能 .....	4
1.1.5 复合循环指令 .....	14
1.1.6 辅助功能(M 功能) .....	20
任务 1.2 FANUC 0-TD 系统数控车床的操作 .....	22
1.2.1 FANUC 0-TD 型数控系统的控制面板 .....	22
1.2.2 FANUC 0-TD 型数控车床的操作面板 .....	25
任务 1.3 数控机床安全和文明生产 .....	27
1.3.1 数控机床文明生产和安全操作规程 .....	27
1.3.2 数控机床的日常维护与保养 .....	29
项目实训 .....	32
<b>项目 2 车削阶梯轴(FANUC 0-TD 系统)</b> .....	33
任务 2.1 零件加工分析 .....	33
2.1.1 零件图工艺分析和方案确定 .....	33
2.1.2 工序的划分 .....	34
2.1.3 工步顺序和进给路线的确定 .....	35
2.1.4 选择工件装夹方案 .....	38
任务 2.2 FANUC 数控系统试切对刀方法 .....	39
任务 2.3 阶梯类零件数控车削加工 .....	42
2.3.1 小手柄数控车削加工 .....	42
2.3.2 长手柄数控车削加工 .....	43
2.3.3 花瓶数控车削加工 .....	44
2.3.4 阶梯轴零件 1 数控车削加工 .....	45
2.3.5 阶梯轴零件 2 数控车削加工 .....	46
2.3.6 阶梯轴零件 3 数控车削加工 .....	47
2.3.7 阶梯轴零件 4 数控车削加工 .....	48
2.3.8 阶梯轴零件 5 数控车削加工 .....	49

2.3.9 阶梯轴零件 6 数控车削加工 .....	51
项目实训 .....	52
<b>项目 3 车削内孔零件(FANUC 0-TD 系统)</b> .....	<b>53</b>
任务 3.1 数控车削刀具的选择 .....	53
3.1.1 数控车削刀具的分类 .....	53
3.1.2 数控车削刀具的选择原则和方法 .....	55
3.1.3 数控车床的装备 .....	56
任务 3.2 内孔类零件数控车削加工 .....	58
3.2.1 内孔零件 1 数控车削加工 .....	58
3.2.2 内孔零件 2 数控车削加工 .....	59
3.2.3 内孔零件 3 数控车削加工 .....	61
3.2.4 内孔零件 4 数控车削加工 .....	62
3.2.5 内孔零件 5 数控车削加工 .....	64
3.2.6 内孔零件 6 数控车削加工 .....	65
3.2.7 内孔零件 7 数控车削加工 .....	66
3.2.8 内孔零件 8 数控车削加工 .....	68
3.2.9 内孔零件 9 数控车削加工 .....	69
3.2.10 内孔零件 10 数控车削加工 .....	70
3.2.11 内孔零件 11 数控车削加工 .....	72
3.2.12 配合零件 1 数控车削加工 .....	73
3.2.13 配合零件 2 数控车削加工 .....	75
项目实训 .....	76
<b>项目 4 车削阶梯轴(SINUMERIK 802S 系统)</b> .....	<b>78</b>
任务 4.1 SINUMERIK 802S 系统数控车床的编程方法 .....	78
4.1.1 SINUMERIK 802S 系统数控车床的特点 .....	79
4.1.2 SINUMERIK 802S 系统数控车床的编程基础 .....	79
4.1.3 SINUMERIK 802S 系统数控车床的尺寸系统 .....	83
4.1.4 SINUMERIK 802S 系统数控车床的编程方法 .....	86
4.1.5 SINUMERIK 802S 系统数控车床的 F、S、T 指令 .....	90
4.1.6 SINUMERIK 802S 系统数控车床的刀具补偿 .....	92
4.1.7 子程序 .....	93
4.1.8 加工循环 .....	95
任务 4.2 阶梯类零件数控车削加工 .....	108
4.2.1 阶梯轴零件 1 数控车削加工 .....	108
4.2.2 阶梯轴零件 2 数控车削加工 .....	109
4.2.3 阶梯轴零件 3 数控车削加工 .....	110
4.2.4 阶梯轴零件 4 数控车削加工 .....	111

4.2.5 阶梯轴零件5 数控车削加工 .....	112
4.2.6 阶梯轴零件6 数控车削加工 .....	114
4.2.7 阶梯轴零件7 数控车削加工 .....	115
4.2.8 阶梯轴零件8 数控车削加工 .....	116
4.2.9 阶梯轴零件9 数控车削加工 .....	118
4.2.10 阶梯轴零件10 数控车削加工 .....	119
4.2.11 阶梯轴零件11 数控车削加工 .....	120
项目实训 .....	121
<b>项目5 车削内孔零件(SINUMERIK 802S 系统)</b> .....	<b>122</b>
<b>任务5.1 SINUMERIK 802S 系统数控车床的操作</b> .....	<b>122</b>
5.1.1 操作面板 .....	122
5.1.2 LCD 屏幕划分 .....	125
5.1.3 开机和回参考点 .....	126
5.1.4 刀具补偿——“参数”操作区 .....	127
5.1.5 编程设定数据——“参数”操作区 .....	130
5.1.6 R 参数——“参数”操作区 .....	131
5.1.7 “JOG”运行方式——“加工”操作区 .....	131
5.1.8 “手轮”运行方式——“加工”操作区 .....	132
5.1.9 MDA 运行方式(手动输入) .....	133
5.1.10 自动方式 .....	133
5.1.11 选择和启动零件程序 .....	134
5.1.12 输入新程序(“程序”操作区) .....	135
5.1.13 零件程序的编辑——“程序”运行方式 .....	135
5.1.14 辅助编程 .....	136
<b>任务5.2 内孔类零件数控车削加工</b> .....	<b>137</b>
5.2.1 内孔类零件1 数控车削加工 .....	137
5.2.2 内孔类零件2 数控车削加工 .....	138
5.2.3 内孔类零件3 数控车削加工 .....	140
5.2.4 内孔类零件4 数控车削加工 .....	141
5.2.5 内孔类零件5 数控车削加工 .....	143
5.2.6 内孔类零件6 数控车削加工 .....	144
5.2.7 内孔类零件7 数控车削加工 .....	146
5.2.8 内孔类零件8 数控车削加工 .....	148
5.2.9 内孔类零件9 数控车削加工 .....	149
5.2.10 内孔类零件10 数控车削加工 .....	151
5.2.11 配合类零件1 数控车削加工 .....	156
5.2.12 配合类零件2 数控车削加工 .....	158
项目实训 .....	160

<b>项目 6 铣削轮廓、常规零件(华中数控系统)</b>	162
任务 6.1 华中数控系统的编程与操作	162
6.1.1 数控铣床的功能特点	162
6.1.2 数控铣床编程指令	163
6.1.3 数控铣床编程说明	166
6.1.4 数控铣床的基本操作	167
6.1.5 数控铣床的加工操作	178
6.1.6 加工实例	182
6.1.7 数控铣床加工过程监控	184
任务 6.2 铣削轮廓零件	187
6.2.1 轮廓零件 1 数控铣削加工	187
6.2.2 轮廓零件 2 数控铣削加工	188
6.2.3 轮廓零件 3 数控铣削加工	189
6.2.4 轮廓零件 4 数控铣削加工	189
6.2.5 轮廓零件 5 数控铣削加工	190
6.2.6 轮廓零件 6 数控铣削加工	191
6.2.7 轮廓零件 7 数控铣削加工	191
6.2.8 轮廓零件 8 数控铣削加工	192
6.2.9 轮廓零件 9 数控铣削加工	193
6.2.10 轮廓零件 10 数控铣削加工	194
6.2.11 轮廓零件 11 数控铣削加工	195
任务 6.3 常规特征零件铣削编程	196
6.3.1 常规特征零件 1 数控铣削加工	196
6.3.2 常规特征零件 2 数控铣削加工	197
6.3.3 常规特征零件 3 数控铣削加工	198
6.3.4 常规特征零件 4 数控铣削加工	199
6.3.5 常规特征零件 5 数控铣削加工	201
6.3.6 常规特征零件 6 数控铣削加工	202
项目实训	203
<b>项目 7 铣削轮廓、常规零件(FANUC 0-MD 数控系统)</b>	205
任务 7.1 FANUC 0-MD 数控系统的编程指令	205
7.1.1 FANUC 0-MD 系统的数控铣床功能特点	205
7.1.2 常用的辅助功能	206
7.1.3 常用的准备功能编程	207
7.1.4 固定循环(G73、G74、G76、G80~G89)	213
7.1.5 子程序(M98、M99)	216
任务 7.2 FANUC 0-MD 数控铣床操作	217



7.2.1	方式译码开关 .....	217
7.2.2	CRT/MDI 操作面板 .....	219
7.2.3	机床操作面板 .....	220
7.2.4	数控铣床的准备 .....	222
7.2.5	返回参考点操作 .....	222
7.2.6	手动操作与自动操作 .....	223
7.2.7	程序的输入和保护 .....	225
任务 7.3	铣削轮廓零件 .....	226
7.3.1	轮廓零件 1 数控铣削加工 .....	226
7.3.2	轮廓零件 2 数控铣削加工 .....	227
7.3.3	轮廓零件 3 数控铣削加工 .....	227
7.3.4	轮廓零件 4 数控铣削加工 .....	228
7.3.5	轮廓零件 5 数控铣削加工 .....	229
7.3.6	轮廓零件 6 数控铣削加工 .....	230
7.3.7	轮廓零件 7 数控铣削加工 .....	231
7.3.8	轮廓零件 8 数控铣削加工 .....	231
任务 7.4	常规特征零件铣削编程 .....	232
7.4.1	常规特征零件 1 数控铣削加工 .....	232
7.4.2	常规特征零件 2 数控铣削加工 .....	233
7.4.3	常规特征零件 3 数控铣削加工 .....	234
7.4.4	常规特征零件 4 数控铣削加工 .....	234
7.4.5	常规特征零件 5 数控铣削加工 .....	235
7.4.6	常规特征零件 6 数控铣削加工 .....	236
任务 7.5	曲线型零件数控铣削编程 .....	237
7.5.1	曲线型零件 1 数控铣削加工 .....	237
7.5.2	曲线型零件 2 数控铣削加工 .....	240
7.5.3	曲线型零件 3 数控铣削加工 .....	243
7.5.4	曲线型零件 4 数控铣削加工 .....	248
项目实训	.....	250
<b>项目 8</b>	<b>镗、铣削复杂零件(SINUMERIK 810D 系统)</b> .....	<b>252</b>
任务 8.1	SINUMERIK 810D 系统加工中心编程与操作 .....	252
8.1.1	SINUMERIK 810D 系统编程技术 .....	252
8.1.2	SINUMERIK 810D 系统的准备功能 .....	255
8.1.3	SINUMERIK 810D 系统加工中心的固定循环指令 .....	263
8.1.4	SINUMERIK 810D 系统加工中心的其他固定循环 .....	265
8.1.5	TH5660C 加工中心控制面板 .....	266
8.1.6	SINUMERIK 810D 系统加工中心的基本操作 .....	268
任务 8.2	镗、铣削复杂零件 .....	271

---

8.2.1 镗、铣削凸台零件 .....	271
8.2.2 镗、铣削凹槽 .....	273
8.2.3 镗、铣削复杂零件 .....	274
8.2.4 镗、铣削复杂曲面零件 .....	275
项目实训 .....	277
参考文献 .....	279

# 数控车床基本操作（FANUC 0-TD系统）与安全生产

## 项目要点

(1) FANUC 0-TD 系统的数控机床概述、坐标系统、编程指令、辅助功能；

(2) FANUC 系统数控车床设置工件零点的方法、FANUC 0-TD 系统数控车床的基本操作；

(3) 数控机床的安全文明生产、数控机床的操作规程和日常维护保养。

## 训练目标

(1) 了解 FANUC 0-TD 系统数控车床的结构特点、控制面板和操作面板的功能；

(2) 掌握 FANUC 0-TD 系统数控车床的程序输入方法和操作方法；

(3) 学会正确进行对刀、刀具补偿和工件首件试切削。

数控车床是将事先编好的程序输入机床专用的计算机中，由计算机指挥机床各坐标轴的伺服电动机去控制车床各运动部件的先后次序、运动速度和移动量，并与选定的主轴转速相配合，车出各种形状不同工件的设备。目前我国普遍使用的是经济型数控车床，这种数控车床由普通车床主体、伺服系统和计算机数控装置 3 大部分组成。

## 任务 1.1 FANUC 0-TD 系统的数控车床编程指令

这里以 FANUC 0-TD 型数控系统的 CYNC-400P 型数控车床为例，介绍数控车床的操作、安全文明生产。

数控车床加工时的横向、纵向等进给量都是以坐标数据来进行控制的，CYNC-400P 型数控车床属于两坐标控制，在编程前必须确定坐标系和程序的原点，通常把程序原点确定为便于编程和加工的点。

### 1.1.1 坐标原点与坐标轴的确定

#### 1. 起点

起点即刀具起始点,是程序启动时刀具的开始位置,为使刀尖正确地定位,可进行刀具偏置补偿。

#### 2. 参考点

参考点是刀具在起点经过刀补后的刀尖位置。

#### 3. 坐标原点

坐标原点即工件坐标系原点。

#### 4. 机械原点

机械原点为机床上的固定基准点。

#### 5. Z 坐标

标准规定,机床传递切削力的主轴轴线为 Z 坐标,以平行于机床主轴的刀具运动坐标为 Z 轴,Z 轴正方向是使刀具远离工件的方向。

#### 6. X 坐标

对于数控车床,视刀架前后放置方式不同,其 X 正向亦不相同,但都是由轴心沿径向朝外的,X 坐标一般是水平的,平行于装夹平面,对于工件旋转的数控车床,X 坐标的方向在工件的径向上,CYNC-400P 型数控车床采用前置式刀架,其坐标轴如图 1-1 所示。

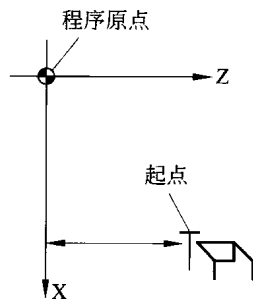


图 1-1 坐标轴的确定

#### 7. 机床坐标系统

机床坐标系不能直接用来供用户编程,它是帮助机床生产厂家确定机床参考点(零点)的,机床参考点由厂家设定后,用户不得随意改变,否则会影响机床的精度,这个坐标系用一个固定的机床的点作为其原点,在执行返回原点操作时,机床移动到此机床原点。

#### 8. 绝对坐标系统

建立绝对坐标系统,它的原点可以设置在任意位置,而它的原点以机床坐标值显示。

#### 9. 相对坐标系统

相对坐标系统把当前的机床位置当作原点,在需要以相对值指定机床位置时使用。

### 1.1.2 设定坐标系

编程时首先要设定坐标系。程序原点与刀具起点之间的关系构成坐标系;这个关系应当随着程序的执行输入给数控机床,FANUC 0-TD 型数控系统用 G50 命令来设定工件坐

标系,在切削进程开始时,刀具应当在指定的位置,由于设置原点的过程已经完成,工件坐标系和刀具起始位置就确定了,换刀也在这个被叫为起点的位置操作。

### 1. 绝对坐标编程

FANUC 0-TD 型数控车床有两个控制轴,有两种编程方法:绝对坐标编程和增量坐标编程。在使用绝对坐标编程时,X 坐标值和 Z 坐标值指定了刀具运动终点的坐标值,如图 1-2 所示。

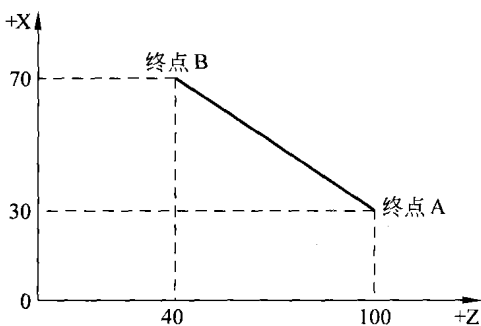


图 1-2 绝对坐标编程与增量坐标编程

### 2. 增量坐标编程

它表示程序中的尺寸字为增量坐标值,即刀具运动的终点相对于起点的坐标值增量,对于 X 轴和 Z 轴寻址所要求的增量指令是 U 和 W,此外,在一个指令中既可以是绝对坐标编程,又可以是增量坐标编程。

#### (1) 绝对坐标程序

```
X70 Z40;
```

#### (2) 增量坐标程序

```
U40 W-60;
```

#### (3) 混合坐标程序

```
X70 W-60;
```

### 3. 直径编程

数控车床加工的是回转体类零件,其横截面为圆形,所以 X 坐标尺寸有直径指定和半径指定两种方法。当用直径编程时,称为直径编程法,数控车床出厂时一般设定为直径编程。本书以后,若非特殊说明,均为直径编程。

### 4. 半径编程

当 X 坐标尺寸用半径编程时,称为半径编程法,如需用半径编程,则要改变系统中相关的设置参数,使系统处于半径编程状态。

## 1.1.3 G 指令组及其含义

### 1. 模态指令和非模态指令

模态指令的功能在它被执行后会继续维持,而非模态指令仅仅在收到该命令时起作用。定义移动的指令通常是模态指令,像直线、圆弧和循环指令;反之,像原点返回指令称为非模态指令;其中 00 组的 G 指令称为非模态式 G 指令,它只在被指定的程序段中有效,其余组的 G 指令属于模态式 G 指令。

## 2. G 指令表(见表 1-1)

表 1-1 G 指令

G 指令	组别	意 义	G 指令	组别	意 义
G00	01	定位(快速移动)	G70	00	精加工循环
G01		直线切削	G71		内外径粗切循环
G02		顺时针切圆弧(顺时针)	G72		台阶粗切循环
G03		逆时针切圆弧(逆时针)	G73		成形重复循环
G04	00	暂停	G74		Z 向步进钻削
G09		停于精确的位置	G75		X 向切槽
G20	06	英制输入	G76		切螺纹循环
G21		公制输入	G80		取消固定循环
G22	04	内部行程限位有效	G83		钻孔循环
G23		内部行程限位无效	G84		攻丝循环
G27	00	检查参考点返回	G85	10	正面镗孔循环
G28		参考点返回	G87		侧面钻孔循环
G29		从参考点返回	G88		侧面攻丝循环
G30		回到第二参考点	G89		侧面镗孔循环
G32	01	切螺纹	G90	01	(内外直径)切削循环
G40	07	取消刀尖半径偏置	G92		切螺纹循环
G41		刀尖半径偏置(左偏)	G94		(台阶)切削循环
G42		刀尖半径偏置(右偏)	G96	恒线速度控制	
G50	00	修改工件坐标;设置主轴最大速度	G97	12	恒线速度控制取消
G52		设置局部坐标系	G98		05
G53		选择机床坐标系	G99	每转进给率	

## 1.1.4 G 指令的格式与功能

## 1. G00 快速定位指令

G00 X— Z—;

这个指令把刀具从当前位置移动到指令指定的位置(在绝对坐标方式下),或者移动到某个距离处(在增量坐标方式下)。

## 2. G01 直线插补

G01 X(U)— Z(W)— F—;

直线插补以直线方式和指令给定的移动速率从当前位置移动到命令位置。

其中, X、Z: 要求移动到的位置的绝对坐标值; U、W: 要求移动到的位置的增量坐标值。

(1) 如图 1-3 所示, 绝对坐标编程如下:

```

O0001;
N05 G50 X100 Z27;
N10 G00 X16 Z2;
N20 G01 X26 Z-3 F300;
N30 Z-48;
N40 X80 Z-58;
N50 X90 Z-73;
N60 X100;
N70 G00 X100 Z27;
N80 M02;

```

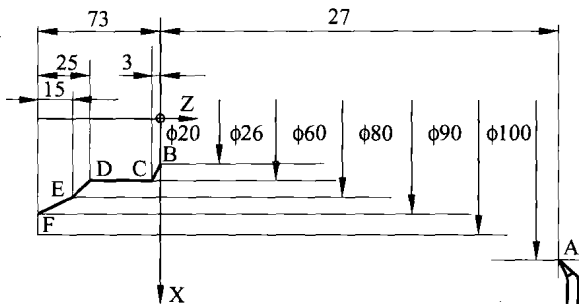


图 1-3 直线插补 G01

(2) 如图 1-3 所示, 增量坐标编程如下:

```

O0002;
N05 G50 X100 Z27;
N10 G00 U-84 W-25;
N20 G01 U10 W-5 F300;
N30 W-45;
N40 U34 W-10;
N50 U20 W-15;
N60 U10;
N70 G00 U10 W100;
N80 M02;

```

### 3. G02/G03 圆弧插补

(1) 形式

G02/G03 形式如下:

```

G02 (G03) X(U) — Z(W) — I — K — F — ;
G02 (G03) X(U) — Z(W) — R — F — ;

```

G02——顺时针插补(前置刀架为逆时针插补);

G03——逆时针插补(前置刀架为顺时针插补)。

其中, X、Z: 在坐标系中的终点坐标; U、W: 起点与终点之间的距离; I、K: 从起点到中心点的矢量(半径值); R: 圆弧半径(最大 180°)。

(2) 说明

X、Z 为圆弧终点坐标值(用绝对值坐标或增量坐标即可)。采用相对坐标时, 其圆弧终点相对于圆弧起点的增量值, I、K 分别表示圆弧圆心相对于圆弧起点在 X、Z 轴上的投影, I、K 为零时可省略。

用圆弧半径 R 编程时, 数控系统为满足插补运算需要, 规定当所插补的圆弧小于 180° 时, 用正号编制半径程序, 而当半径大于 180° 时, 用负号编制半径程序。

## (3) G02 绝对坐标编程与增量坐标编程

① 绝对坐标编程(如图 1-4 所示,从 A 点到 B 点)。

```
G02 X100 Z90 I5.0 K-5.0 F200;
```

或

```
G02 X100 Z90 R5.0 F200;
```

② 增量坐标编程(如图 1-4 所示,从 A 点到 B 点)。

```
G02 U20 W-30 I5.0 K-5.0 F200;
```

或

```
G02 U20 W-30 R5.0 F200;
```

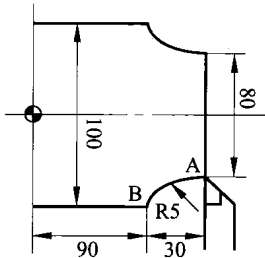


图 1-4 G02 绝对坐标编程与增量坐标编程

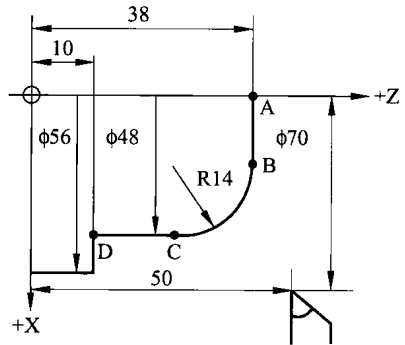


图 1-5 G03 增量坐标编程

## (4) G03 绝对坐标编程与增量坐标编程

① 增量坐标编程(如图 1-5 所示,从 A→B→C→D 点)。

```
O0003;
N10 G00 U-70 W-10;
N20 G01 W-2 F300;
N30 U20; (A→B)
N40 G03 U28 W-14 K-14(R14); (B→C)
```

```
N50 G01 W-14; (C→D)
N60 U22;
N70 G00 W40;
N80 M02;
```

② 绝对坐标编程(如图 1-6 所示)。

```
O0004;
N10 G00 X60 Z50;
N20 G00 X36 Z42;
N30 G01 Z34 F300; (A→B)
```

```
N40 G03 X36 Z10 I-16 K-12(或 R20); (B→C)
N50 G01 Z5;
N60 G00 X60 Z50;
N70 M02;
```

## 4. G32 单段螺纹切削

(1) 格式

```
G32 X(U) — Z(W) — F —;
```

其中, X、Z: 在坐标系中的终点坐标; U、W: 增量坐标; F: 螺纹的螺距。



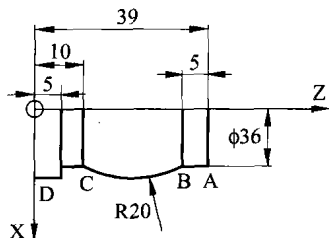


图 1-6 G03 绝对坐标编程

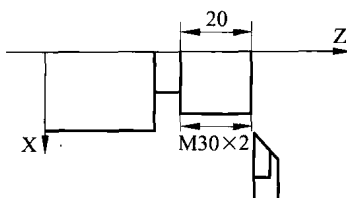


图 1-7 G32 单段螺纹切削编程实例

在编制切螺纹程序时应当带主轴转速均匀控制的功能(用G97指令),并且要考虑螺纹部分的某些特性,在螺纹切削方式下移动速率控制和主轴速率控制功能将被忽略,G32移动进程在完成一个切削循环后就停止了。

#### (2) G32 单段螺纹切削实例(见图 1-7)

```

O0005;
N10 G00 X29.4 ;第一次单循环切削
N20 G32 Z-23 F0.2;
N30 G00 X32;
N40 Z4;
N50 X29 ;第二次单循环切削
N60 G32 Z-23 F0.2;
N70 G00 X32;
N80 Z4;

```

### 5. G04 延时指令

执行G04指令可使其前一段的指令进给速度达到零之后,保持动作,其中X值是暂停时间,单位为秒,最大指令时间是9999.999秒。该指令除常用于切槽、钻孔、镗孔外,还可用于拐角轨迹控制。由于系统的自动加减速作用,刀具在拐角处的轨迹并不是直角,如果拐角处的精度要求不高时,可在拐角处使用暂停指令。

### 6. 英制输入 G20(in)和公制输入 G21(mm)指令

使用G20/G21指令可以选择是英制输入或者是公制输入,它们两个可以互相取代,且断电前后一致,即停机前使用G20或G21指令,在下次开机时仍有效,除非再设定,而且要在程序开头设置坐标系统之前设定好,机床出厂时设定为G21状态。

### 7. 自动返回参考点 G28 和从参考点返回 G29 指令

#### (1) G28 X—Z—T0100;。

执行G28指令时,刀具先快速移动到指令值所指令的中间点位置,然后自动回参考点。其中X、Z在绝对指令时是中间点的坐标值,在增量指令时,是中间点相对刀具当前点的移动距离。对各轴而言,移动到中间过渡点或移动到参考点均是以快速移动的速度来完成的(非直线移动),这种定位完全等效于G00定位。

在系统启动之后,当没有执行手动返回参考点功能时,指定G28指令无效,G28指令仅在其被规定的程序段有效,并且在执行该指令前,要预先取消刀补G29 X—Z—;。

(2) 执行G29指令时,被指令各轴从参考点快速移动到前面G28所指令的中间点,然后再移到G29所指令的返回点定位,这种定位完全等效于G00定位,其中X、Z值在绝对指令时是返回点的坐标值,在增量指令时是返回点相对中间点的移动距离,G29指令以在其被规定的程序段内有效。