

数控编程习题

<.....>

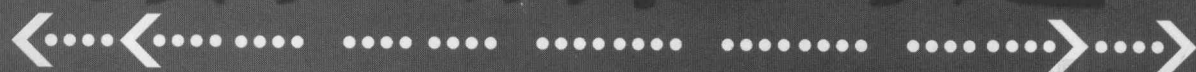
精讲与练

杜 军 编著



清华大学出版社

数控编程习题



精讲与练

江苏工业学院图书馆
藏书章

杜军 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以工厂实际运用为出发点,采用编者长期教学实践探索出的“实例教学法”,通过在例题讲解中穿插编程知识,举一反三,循序渐进,由易到难,让学生自己动手编程,代替了死板的教材说教的方法。通过多年的教学实践,本法易教易学,取得了良好的效果。

本书以通用中等职业学校数控编程教材为基础,选用日本 FANUC 系统进行讲解,着重介绍数控车削、铣削及电火花线切割加工编程,对教材中理论知识不做过多阐述,仅针对编程内容进行深化讲解及练习,突出强调培养读者手工编程的能力,进而固化其数控编程思想,为 CAM 编程及工厂实践打下坚实基础。

综观图书市场,编者并没有发现一本适合中等职业学校数控编程实例教学的教辅书或者编程习题集,本书填补了这一空白。

本书适用读者对象为中等(高等)职业院校数控类专业学员、相关培训班学员、工厂数控编程技术人员,以及希望在短时间内学习如何编程的读者。

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

数控编程习题精讲与练/杜军编著. —北京:清华大学出版社,2008.6
ISBN 978-7-302-17055-6

I. 数… II. 杜… III. 数控机床—程序设计—高等学校—习题 IV. TG659-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 021390 号

责任编辑:帅志清 金燕铭

责任校对:袁 芳

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:14.25 字 数:292 千字

版 次:2008 年 6 月第 1 版 印 次:2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:22.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027589-01

前 言

在多年从事中等职业学校数控编程课程的教学过程中,编者发现目前国内关于数控编程的教材颇多,但编程部分内容都比较肤浅,教师按教材教学普遍感到吃力,学生学习起来也觉得相当枯燥,且难有收获。

编者通过长期的教学实践,不断摸索,并从各类编程教材、参考书中吸取“营养”,终于探索出“实例教学法”,即以工厂实际运用为出发点,采用例题讲解的方法,并在例题讲解中穿插编程知识,举一反三,循序渐进,由易到难,让学生自己动手编程,代替了传统教材死板的说教形式。通过多年的教学实践,此教学方法易教易学,取得了良好的效果。

综观图书市场,编者并没有发现一本适合中等职业学校数控编程实例教学的教辅书或者编程习题集,本书填补了这一空白。随着数控人才市场的需求不断增大和中职规模的不断扩大,中职教育逐渐从重数量向重质量、重效果发展,本书正是适应了这一发展的需要。

本书以通用中等职业学校数控编程教材为基础,选用日本 FANUC 系统进行讲解,着重介绍数控车削、铣削及电火花线切割加工编程,对教材中理论知识不做过多重述,仅针对编程内容进行深化讲解及练习,突出强调培养读者手工编程的能力,进而固化其数控编程思想,为 CAM 编程及工厂实践打下坚实基础。

本书适用读者对象为中等(高等)职业院校数控类专业学生、相关培训班学员、工厂数控编程技术人员和希望在短时间内学习数控编程的读者。

由于编者水平有限,书中缺陷在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 9 月

目 录

第 1 章 数控机床坐标系	1
第 2 章 数控车削加工编程	11
2.1 数控车削精加工编程	13
2.1.1 精车端面编程	13
2.1.2 精车外圆柱面编程	18
2.1.3 精车外圆锥面编程	22
2.1.4 外圆弧精加工编程	26
2.1.5 直沟槽加工编程	31
2.1.6 切断加工编程	33
2.1.7 外圆柱螺纹精加工编程	36
2.1.8 外圆锥螺纹精加工编程	39
2.1.9 孔加工编程	41
2.1.10 精加工综合练习和测试	42
2.2 数控车削粗、精加工编程	49
2.3 单一形状固定循环	66
2.3.1 外圆柱面切削循环	66
2.3.2 外圆锥面切削循环	71
2.3.3 螺纹切削循环	72
2.4 复合形状固定循环	79
2.5 数控车削子程序	85
2.6 数控程序结构及综合编程	90
第 3 章 数控铣削加工编程	102
3.1 平面曲线外(内)轮廓精加工编程	106
3.1.1 直线插补	106
3.1.2 圆弧插补	112
3.2 立体零件外(内)轮廓精加工编程	124
3.3 孔加工固定循环	138

3.4 数控铣削子程序	150
3.5 铣削粗、精加工编程	160
第4章 数控电火花线切割加工编程	174
第5章 Mastercam 数控铣削加工自动编程	186
附录 程序单	221
参考文献	222

第 1 章 数控机床坐标系

基础知识

① 数控机床的标准坐标系采用右手直角笛卡儿坐标系,该坐标系的各个坐标轴与机床的主要导轨相平行。直角坐标系中 X 、 Y 、 Z 三个坐标轴的关系及其方向用右手定则判定。

② 绝对坐标: 每一步终点位置都是由所设定坐标系的坐标值给定,与中间值无关,无加工累积误差,但计算较繁琐。

③ 相对坐标(增量坐标): 每一步终点位置都是由相对前一位置点的增量值及移动方向给定,与中间值有关,产生累积误差,但有时计算方便。

例题讲解

确定如图 1-1 所示各点的绝对坐标值和相对坐标值。

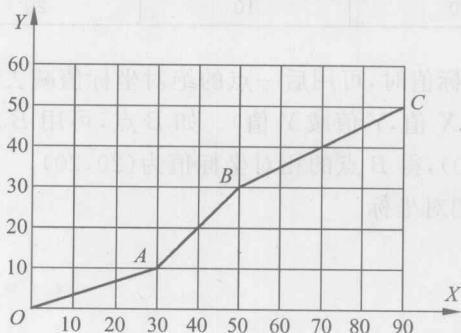


图 1-1 点的坐标图

O 、 A 、 B 、 C 各点的绝对坐标值为相应点在 XOY 绝对坐标系中的坐标值,则各点的绝对坐标值如表 1-1 所示。

表 1-1 绝对坐标值

	O	A	B	C
X	0	30	50	90
Y	0	10	30	50

而 O 、 A 、 B 、 C 各点的相对坐标值为终点相对前一位置点的增量值(注:不做特殊说明时,按字母叙述顺序确定各点前后关系),计算时可在前一位置点建立相对坐标系,然后看

后一点在该坐标系下的坐标值,如图 1-2 所示。

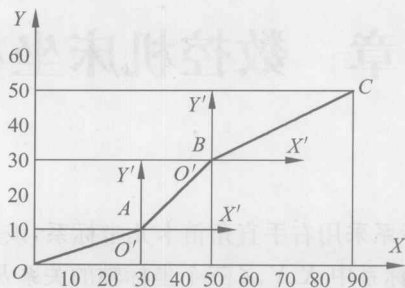


图 1-2 相对坐标示意图

则各点的相对坐标值如表 1-2 所示。

表 1-2 相对坐标值

	O	A	B	C
X	0	30	20	40
Y	0	10	20	20

小技巧: 计算相对坐标值时,可用后一点的绝对坐标值减去前一点的绝对坐标值(对应坐标值相减,即 X 值减 X 值,Y 值减 Y 值)。如 B 点,可用 B 的绝对坐标值(50,30)减去 A 的绝对坐标值(30,10),得 B 点的相对坐标值为(20,20)。

关键词: 绝对坐标、相对坐标

强化练习

一、选择题

- 适宜采用数控机床加工的零件应该是()。
A) 单一零件 B) 中小批量、形状复杂、型号多变 C) 大批量
- 数控机床的标准坐标系是采用()。
A) 右手直角笛卡儿坐标系 B) 绝对坐标系 C) 相对坐标系
- 右手直角笛卡儿坐标系 X、Y、Z 三者的关系及其方向用右手定则判定,右手食指、大拇指、中指三指分别对应()方向。
A) XYZ B) YXZ C) ZXY D) YZX
- 判定坐标和运动方向时,假定工件不动,刀具动,刀具离开工件方向为(),否则反向。
A) 正方向 B) 负方向 C) 任何方向
- 用于确定几何图形上各几何要素的位置而建立的坐标是()。

A) 机床原点 B) 固定参考点 C) 机床坐标系 D) 工件坐标系

6. 数控编程时,应首先设定()。

A) 机床原点 B) 固定参考点 C) 机床坐标系 D) 工件坐标系

7. 每一步终点位置都是由相对前一位置点的增量值及移动方向给定的坐标称为()。

A) 绝对坐标 B) 相对坐标 C) 机床坐标 D) 工件坐标

二、作图题

直角笛卡儿坐标系 X 、 Y 、 Z 三者的关系及其方向用右手定则判定,由已知两坐标轴判断另一未知坐标轴的方向,并在图 1-3 中画出来。

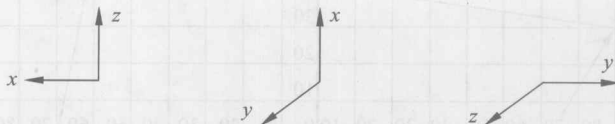


图 1-3

关键词: 右手定则

三、填空题

1. 分别将图 1-4 中各点在相应坐标系中的绝对坐标值、相对坐标值填入表 1-3 中,各点前后关系如图中箭头所示。

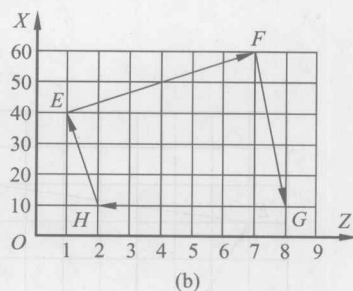
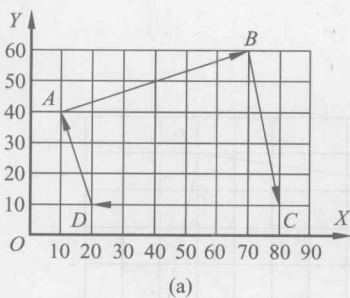


图 1-4

表 1-3

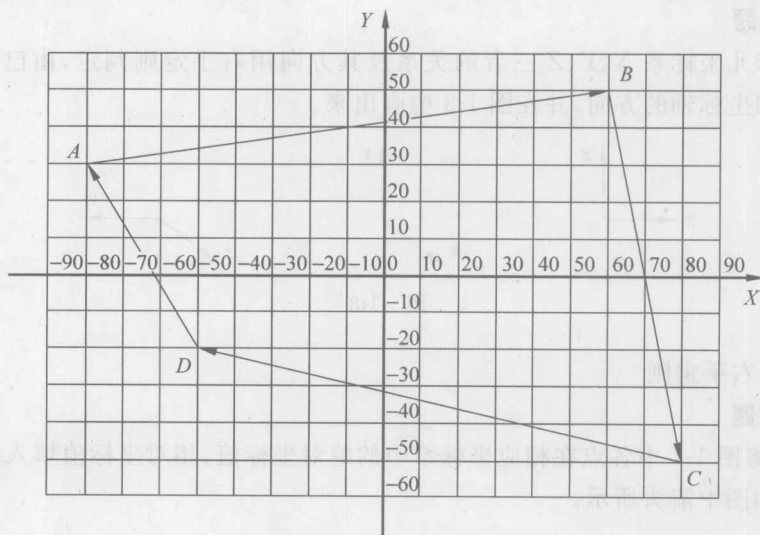
点	绝对坐标值	相对坐标值	点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(,)	(,)	E	(,)	(,)
B	(,)	(,)	F	(,)	(,)
C	(,)	(,)	G	(,)	(,)
D	(,)	(,)	H	(,)	(,)
A	(,)	(,)	E	(,)	(,)

提示:

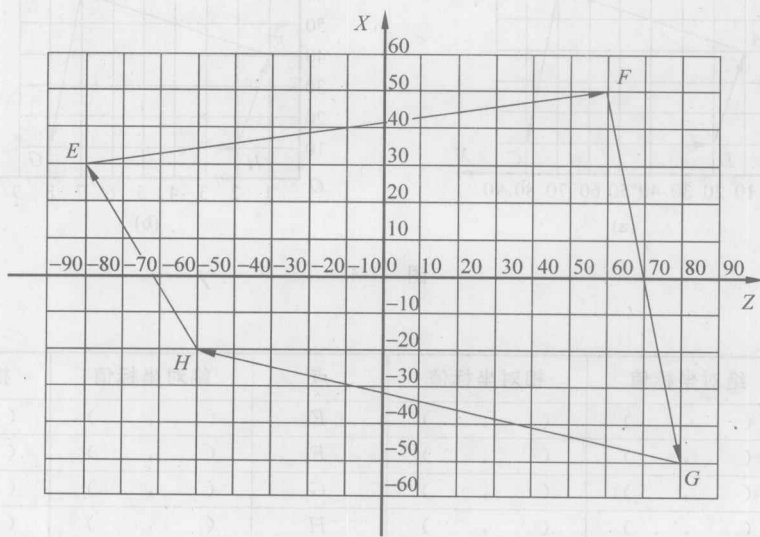
① 在图 1-4(a)中, XOY 坐标系中 X 、 Y 轴的最小增量值均为 10。

② 在图 1-4(b)中, XOZ 坐标系中 X 轴垂直布置且其最小增量值为 10, Z 轴水平布置且最小增量值为 1。

2. 分别将图 1-5 中各点在相应坐标系中的绝对坐标值、相对坐标值填入表 1-4 中。



(a)



(b)

图 1-5

表 1-4

点	绝对坐标值	相对坐标值	点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(,)	(,)	E	(,)	(,)
B	(,)	(,)	F	(,)	(,)
C	(,)	(,)	G	(,)	(,)
D	(,)	(,)	H	(,)	(,)
A	(,)	(,)	E	(,)	(,)

提示:

① 在图 1-5(a)中, A、B、C、D 各点的值为相应点在 XOY 坐标系中的绝对坐标值; A 点在第 I 象限, B 点在第 II 象限, C 点在第 III 象限, D 点在第 IV 象限; XOY 坐标系中 X、Y 轴的最小增量值均为 10。

② 在图 1-5(b)中, E、F、G、H 各点的值为相应点在 XOZ 坐标系中的绝对坐标值; E 点在第 I 象限, F 点在第 II 象限, G 点在第 III 象限, H 点在第 IV 象限; XOZ 坐标系中 X 轴垂直布置, 而 Z 轴水平布置; X、Z 轴的最小增量值均为 10。

3. 将图 1-6 中 A、B、C、D、E 各点在相应坐标系中的绝对坐标值、相对坐标值填入表 1-5 中。

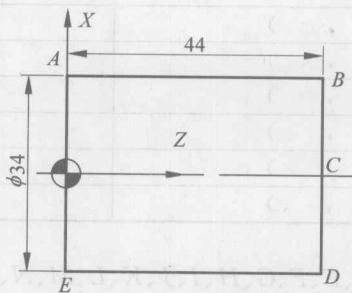


图 1-6

表 1-5

点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(,)	(,)
B	(,)	(,)
C	(,)	(,)
D	(,)	(,)
E	(,)	(,)
A	(,)	(,)

4. 将图 1-7 中 A、B、C、D、E、F、G 各点在相应坐标系中的绝对坐标值、相对坐标值填入表 1-6 中。

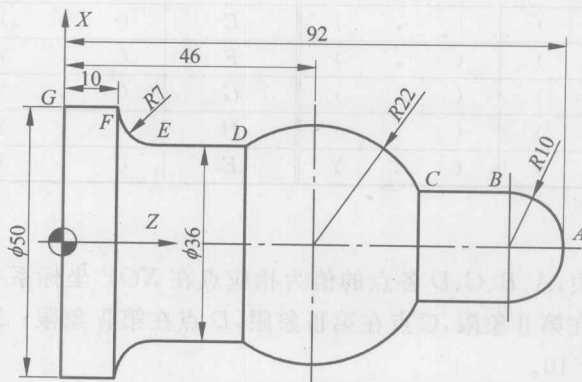


图 1-7

表 1-6

点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(,)	(,)
B	(,)	(,)
C	(,)	(,)
D	(,)	(,)
E	(,)	(,)
F	(,)	(,)
G	(,)	(,)

5. 将图 1-8 中 A、B、C、D、E、F、G、H、I、J、K、L、M、N、O、P、A 各点在相应坐标系中的绝对坐标值、相对坐标值填入表 1-7 中。

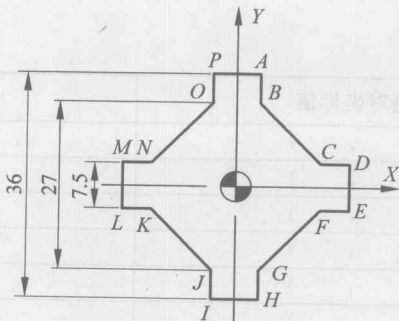


图 1-8

表 1-7

点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(,)	(,)
B	(,)	(,)
C	(,)	(,)
D	(,)	(,)
E	(,)	(,)
F	(,)	(,)
G	(,)	(,)
H	(,)	(,)
I	(,)	(,)
J	(,)	(,)
K	(,)	(,)
L	(,)	(,)
M	(,)	(,)
N	(,)	(,)
O	(,)	(,)
P	(,)	(,)
A	(,)	(,)

6. 将图 1-9 中 A、B、C、D 各点在相应坐标系中的绝对坐标值、相对坐标值填入表 1-8 中。

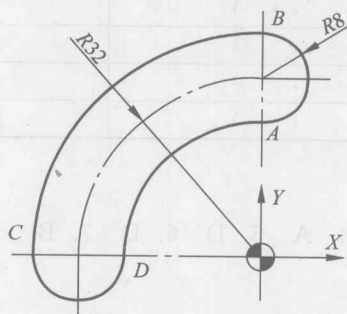


图 1-9

表 1-8

点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(,)	(,)
B	(,)	(,)
C	(,)	(,)
D	(,)	(,)

7. 将图 1-10 中 A、B、C、D、E 各点在相应坐标系中的绝对坐标值、相对坐标值填入表 1-9 中。

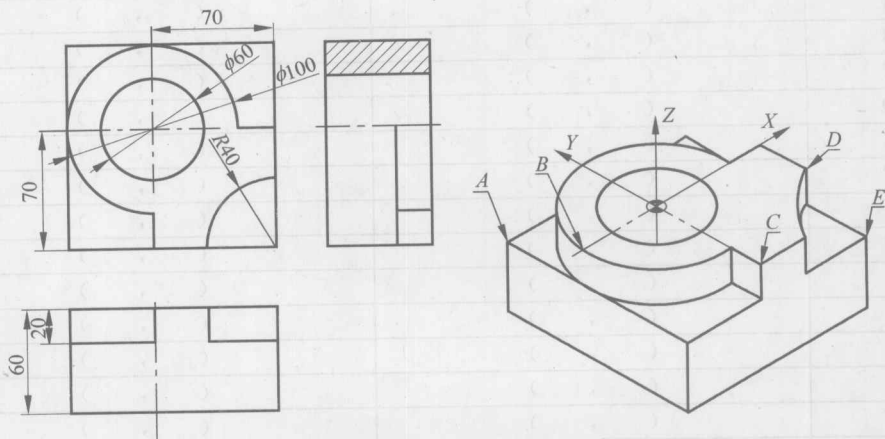


图 1-10

表 1-9

点	绝对坐标值(X,Y,Z)	相对坐标值(X',Y',Z')
A	(, ,)	(, ,)
B	(, ,)	(, ,)
C	(, ,)	(, ,)
D	(, ,)	(, ,)
E	(, ,)	(, ,)

参考答案:

一、1. B 2. A 3. B 4. A 5. D 6. D 7. B

二、答案见图 1-11。

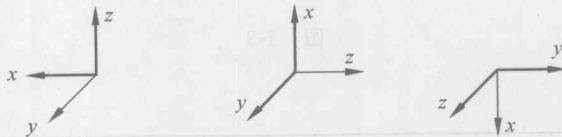


图 1-11

三、

1. 答案见表 1-10。

表 1-10

点	绝对坐标值	相对坐标值	点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(10,40)	(0,0)	E	(40,1)	(0,0)
B	(70,60)	(60,20)	F	(60,7)	(20,6)
C	(80,10)	(10,-50)	G	(10,8)	(-50,1)
D	(20,10)	(-60,0)	H	(10,2)	(0,-6)
A	(10,40)	(-10,30)	E	(40,1)	(30,-1)

2. 答案见表 1-11。

表 1-11

点	绝对坐标值	相对坐标值	点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(-80,30)	(0,0)	E	(30,-80)	(0,0)
B	(60,50)	(140,20)	F	(50,60)	(20,140)
C	(80,-50)	(20,-100)	G	(-50,80)	(-100,20)
D	(-50,-20)	(-130,30)	H	(-20,-50)	(30,-130)
A	(-80,30)	(-30,50)	E	(30,-80)	(50,-30)

3. 答案见表 1-12。

表 1-12

点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(17,0)	(0,0)
B	(17,44)	(0,44)
C	(0,44)	(-17,0)
D	(-17,44)	(-17,0)
E	(-17,0)	(0,-44)
A	(17,0)	(34,0)

4. 答案见表 1-13。

表 1-13

点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(0,92)	(0,0)
B	(10,82)	(10,-10)
C	(10,65.6)	(0,-16.4)
D	(18,33.35)	(8,-32.25)
E	(18,17)	(0,-16.35)
F	(25,10)	(7,-7)
G	(25,0)	(0,-10)

5. 答案见表 1-14。

表 1-14

点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(3.75,18)	(0,0)
B	(3.75,13.5)	(0,-4.5)
C	(13.5,3.75)	(9.75,-9.75)
D	(18,3.75)	(4.5,0)
E	(18,-3.75)	(0,-7.5)
F	(13.5,-3.75)	(-4.5,0)
G	(3.75,-13.5)	(-9.75,-9.75)
H	(3.75,-18)	(0,-4.5)
I	(-3.75,-18)	(-7.5,0)
J	(-3.75,-13.5)	(0,4.5)
K	(-13.5,-3.75)	(-9.75,9.75)
L	(-18,-3.75)	(-4.5,0)
M	(-18,3.75)	(0,7.5)
N	(-13.5,3.75)	(-4.5,0)
O	(-3.75,13.5)	(9.75,9.75)
P	(-3.75,18)	(0,4.5)
A	(3.75,18)	(7.5,0)

6. 答案见表 1-15。

表 1-15

点	绝对坐标值	相对坐标值
A	(0,24)	(0,0)
B	(0,40)	(0,16)
C	(-40,0)	(-40,-40)
D	(-24,0)	(16,0)

7. 答案见表 1-16。

表 1-16

点	绝对坐标值(X,Y,Z)	相对坐标值(X',Y',Z')
A	(-50,50,-20)	(0,0,0)
B	(-50,0,0)	(0,-50,20)
C	(0,-70,0)	(50,-70,0)
D	(70,-30,0)	(70,40,0)
E	(70,-70,-20)	(0,-40,-20)

第2章 数控车削加工编程

基础知识

1. 手工编程的基本步骤

- ① 建立工件坐标系。
- ② 确定走刀轨迹。
- ③ 列出各刀具位置点(刀位点)的坐标值。
- ④ 编制与校验程序。

2. 数控车床工件坐标系的建立

- (1) G50 X _____ Z _____

在程序中建立工件坐标系,与刀具当前位置有关,刀具不动作;X、Z值分别为刀尖的起始点距工件原点的距离。

- (2) G54~G59

在机床MDI方式下设定1~6个工件坐标系,然后用G54~G59指令选择对应工件坐标系,与刀具当前所在位置无关。

提示:实际编程时,一般单件加工及小批量生产时多采用G50建立工件坐标系,大批量生产时采用G54~G59建立工件坐标系,具体区别及应用可参考相关资料。为了讲述的方便,本书如无特殊说明均采用G50建立工件坐标系。

3. 关于车削加工编程的几点说明

① X、Z为该刀位点在工件坐标系中的绝对坐标值;而U、W为该刀位点相对于前一刀位点的相对坐标值。

② 数控车削加工编程时,X、U、I均采用直径尺寸编程。

③ 大部分机床默认使用脉冲当量为单位,而加上小数点后的值被认为是尺寸,单位为mm。

④ 由于指令的续效性,若本程序段中相应的准备功能字(除00组之外的其他G指令)及其他功能字与前一程序段相同时,本程序段可以省略相应指令。

注意:本书为了讲述的直观性,如无特殊说明均不做省略处理。