

普通高等教育机械设计制造及其自动化系列教材

# 数控编程与加工技术

主编 韩军 常瑞丽



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育机械设计制造及其自动化系列教材

# 数控编程与加工技术

韩 军 常瑞丽 主 编

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书从企业对编程人员的实际需求出发, 不仅强调数控编程基础的学习, 还重视编程技术的全面性。书中的实例从简单零件加工过渡到复杂零件加工, 每一个实例都通过仿真加工系统实验验证; 突出实用性, 取材新颖, 图文结合, 概念清楚准确, 叙述层次分明, 插图清晰易懂, 汇集了许多编程技术和经验。

本书共分为7章: 第1章数控编程基础、第2章基本指令、第3章数控车削编程与加工、第4章数控铣削编程与加工、第5章宏程序编程、第6章自动编程、第7章仿真加工技术。

本书适合作为高等院校机械设计制造及其自动化、机械电子工程、模具设计与制造、机电一体化、计算机辅助设计与制造及相关专业教学用书, 也可以作为相关工程技术人员用书、企业培训用书等。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目(CIP)数据

数控编程与加工技术 / 韩军, 常瑞丽主编. --北京:  
北京理工大学出版社, 2022.5(2022.6重印)

ISBN 978-7-5763-1307-9

I. ①数… II. ①韩… ②常… III. ①数控机床-程序设计 ②数控机床-加工 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2022)第072654号

---

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68944723(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 13.5

字 数 / 317千字

版 次 / 2022年5月第1版 2022年6月第2次印刷

定 价 / 39.80元

责任编辑 / 江 立

文案编辑 / 李 硕

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 李志强

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

# 前言

本书以数控编程和加工技术为主线，旨在培养学生数控编程基础知识，提高其编程能力及编程技术的全面性。从结构体系上讲，本书包括数控编程基础(第1章、第2章)、手工编程(第3章、第4章)、宏程序编程(第5章)、自动编程(第6章)及仿真加工技术(第7章)。

数控编程基础(第1章、第2章)主要讲解数控编程的基础知识及常用编程指令的使用方法和注意事项。每一条编程指令都通过实例进行讲解，图文并茂。

手工编程(第3章、第4章)则是在编程基础的学习之后，教学生如何分析零件图、制作加工工艺文件、手写程序。每一道例题都从工厂企业实际加工出发，考虑粗加工、半精加工、精加工。

宏程序编程(第5章)主要以仅依靠G代码无法实现编程的非圆曲线曲面为对象，讲解宏程序编程的编程方法。选择的实例均来自企业的实际项目。

自动编程(第6章)主要向学生讲解工艺、形面复杂零件的编程，该类零件无法依靠手工编程完成，而必须借助于自动编程技术。

仿真加工技术(第7章)用于验证手工编程或自动编程所得程序是否正确，并从机床安全角度考虑，向学生讲解仿真加工系统的构建。

全书每一道例题及练习题均配有仿真加工视频，向学生展示加工过程的完整情况，帮助学生理解程序的内容；每一章开头均有章前导读，帮助学生快速了解本章主要内容；每一道例题均从实际加工出发，考虑到粗加工、半精加工、精加工。

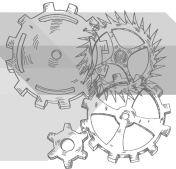
本书由内蒙古科技大学韩军、常瑞丽主编，其中第3章、第4章、第5章、第6章、第7章由韩军编写完成；第1章、第2章由常瑞丽编写完成。编写过程中，编者得到了熊凤生、李贞杰、姚晟、曹龙凯等研究生的大力支持与帮助，并参考了大量国内外书籍、期刊及资料，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在疏漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

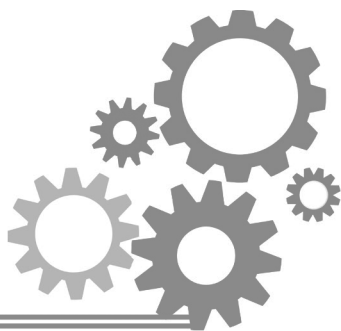
2022年1月

<b>第 1 章 数控编程基础</b> .....	(1)
1.1 数控编程流程及方法 .....	(1)
1.2 坐标系统 .....	(5)
1.3 数控编程程序及程序段格式 .....	(9)
1.4 主要功能指令 .....	(11)
1.5 数控加工主要内容 .....	(15)
思考与练习题 .....	(18)
<b>第 2 章 基本指令</b> .....	(19)
2.1 常用准备功能(G)指令 .....	(20)
2.2 车削常用指令 .....	(30)
2.3 铣削常用指令 .....	(42)
2.4 孔加工固定循环指令 .....	(45)
思考与练习题 .....	(52)
<b>第 3 章 数控车削编程与加工</b> .....	(55)
3.1 数控车削基础 .....	(56)
3.2 数控车削加工工艺 .....	(57)
3.3 阶梯轴数控车削编程与加工 .....	(65)
3.4 轴类零件环形槽数控车削编程与加工 .....	(74)
3.5 螺纹数控车削编程与加工 .....	(79)
3.6 盘套类零件数控车削编程与加工 .....	(86)
思考与练习题 .....	(92)
<b>第 4 章 数控铣削编程与加工</b> .....	(94)
4.1 数控铣削基础 .....	(94)
4.2 数控铣削加工工艺 .....	(97)
4.3 凸台轮廓零件数控铣削编程与加工 .....	(104)
4.4 型腔类零件数控铣削编程与加工 .....	(109)
4.5 槽类零件数控铣削编程与加工 .....	(115)
4.6 孔类零件数控铣削编程与加工 .....	(117)
4.7 综合类零件数控铣削编程与加工 .....	(125)
思考与练习题 .....	(129)



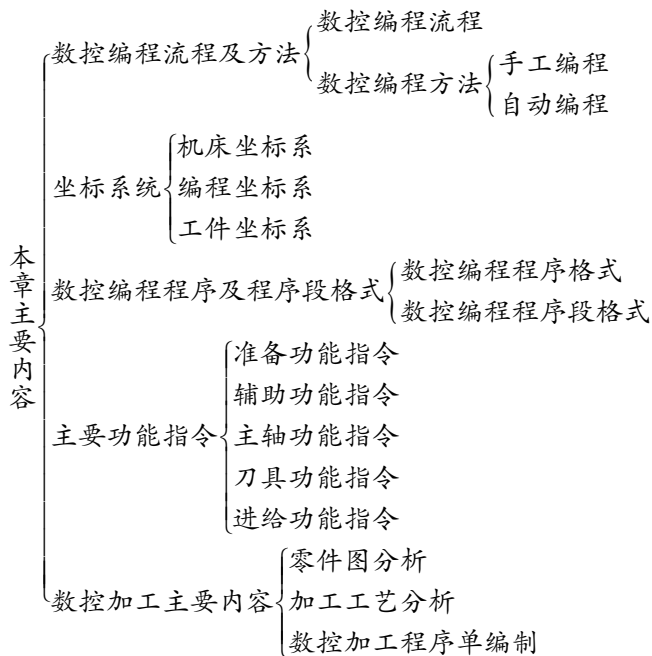
<b>第5章 宏程序编程</b> .....	(132)
5.1 宏程序编程基础 .....	(132)
5.2 数控车削宏程序编程 .....	(138)
5.3 数控铣削宏程序编程 .....	(143)
5.4 孔加工宏程序编程 .....	(147)
思考与练习题 .....	(153)
<b>第6章 自动编程</b> .....	(155)
6.1 车削自动编程 .....	(155)
6.2 铣削自动编程 .....	(169)
思考与练习题 .....	(189)
<b>第7章 仿真加工技术</b> .....	(191)
7.1 车削仿真加工 .....	(192)
7.2 铣削仿真加工 .....	(200)
思考与练习题 .....	(208)
<b>参考文献</b> .....	(209)

# 第1章 数控编程基础



## 章前导学

通过本章的学习，学生应掌握数控编程的基础内容。



## 1.1 数控编程流程及方法

数控编程是将零件加工的工艺顺序、运动轨迹与方向、工艺参数(如主轴转速、进给量、背吃刀量等)以及辅助动作(如换刀、变速、切削液开关等)，按动作顺序，用数控机床的数控装置所规定的代码和程序格式，编制成加工程序，再将程序输送给数控装置，从而控制数控机床自动加工的过程。

### 1.1.1 数控编程流程

一般来讲，数控编程流程的主要内容包括：分析零件结构尺寸及精度要求、数控加工工艺分析及制订、数值计算、编制数控程序、仿真加工、数控程序输入数控机床、程序校验与试切等。数控编程流程如图 1-1 所示。

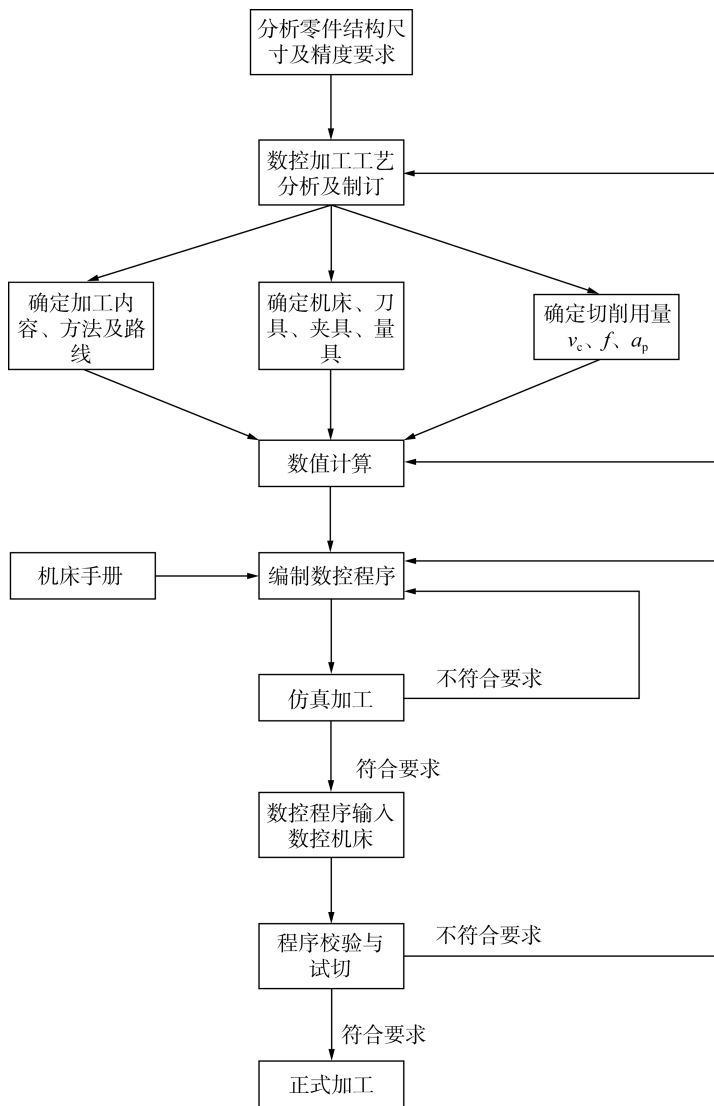
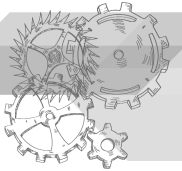


图 1-1 数控编程流程

#### 1. 分析零件结构尺寸及精度要求

首先要分析零件的材料、形状、尺寸、精度、批量、毛坯形状和热处理要求等，以便确定该零件是否适合在数控机床上加工，或适合在哪种数控机床上加工。同时，要明确加工的内容和要求，如哪些面需要加工，哪些面不需要加工。



## 2. 数控加工工艺分析及制订

在分析零件的基础上,进行工艺分析,确定零件的加工方法(如采用的工装夹具、装夹定位方法)、加工路线(如对刀点、换刀点、进给路线)及切削用量(如主轴转速、进给速度和背吃刀量)等工艺参数。数控加工工艺分析与制订是数控编程的前提和依据,而数控编程就是将数控加工工艺内容程序化的过程。制订数控加工工艺时,要合理地选择加工方案,确定加工顺序、加工路线、装夹方式、刀具及切削参数等;同时,还要考虑所用数控机床的指令功能,充分发挥机床的效能;尽量缩短加工路线,正确地选择对刀点、换刀点,减少换刀次数,并使数值计算方便;合理选取起刀点、切入点和切入方式,保证切入过程平稳;避免刀具与非加工面的干涉,保证加工过程安全可靠等。

## 3. 数值计算

根据零件图上的几何尺寸、确定的工艺路线及设定的坐标系,计算零件粗、精加工运动的轨迹,得到刀位数据。对于形状比较简单的零件(如由直线和圆弧组成的零件)的轮廓加工,要计算出几何元素的起点、终点、圆弧的圆心、两几何元素的交点或切点的坐标值,这种数值计算因计算量小通常由人工完成。对于形状比较复杂的零件(如由非圆曲线、曲面组成的零件),需要用直线段或圆弧段逼近,根据加工精度的要求计算出节点坐标值,这种数值计算一般要用计算机来完成。

## 4. 编制数控程序

根据加工路线、切削用量、刀具号码、刀具补偿量、机床辅助动作及刀具运动轨迹,按照数控系统使用的指令代码和程序段的格式编写零件加工的程序单。

## 5. 仿真加工

程序编写完成后正式投入使用前,一般要进行仿真加工,数控仿真加工包括几何仿真与物理仿真。几何仿真用于检验数控加工程序是否有过切或欠切,可用几何图形、图像或动画的方式显示加工过程,从而检验零件的最终几何形状是否符合要求,同时也可以检查数控加工过程中刀具、刀柄等与工件、夹具等是否存在碰撞干涉。物理仿真通过仿真切削过程中的力、温度等物理量,可以对加工过程中的受力状态、热力耦合、残余应力、刀具磨损等进行分析,从而为加工过程控制、切削参数优化等提供参考,并可以对加工后的工件变形与质量进行分析。

## 6. 数控程序输入数控机床

把编制好的程序单上的内容记录在控制介质上,通过手工输入或通信传输送入数控机床。简单程序可直接通过键盘输入,但务必保证输入的正确性。

## 7. 程序校验与试切

经过仿真加工后的数控程序输入数控机床后,必须经过校验和试切才能正式使用。校验的方法是直接将控制介质上的内容输入数控系统中,让机床空运行,以检查机床的运动轨迹是否正确。在有 CRT 图形显示的数控机床上,用模拟刀具与工件切削过程的方法进行检验

更为方便，但这些方法只能检验运动轨迹是否正确，不能检验被加工零件的加工精度。因此，必须要首件试切，当发现首件加工精度不符合要求时，分析误差产生的原因，找出问题所在，并加以修正，直至试切达到零件图纸加工精度的要求为止。

### 1.1.2 数控编程方法

数控编程方法一般分为手工编程和自动编程两种。

#### 1. 手工编程

手工编程流程如图 1-2 所示。手工编程从分析零件图样、确定加工工艺过程、数值计算、编写零件加工程序单、制作控制介质到程序校验都是人工完成。它要求编程人员不仅要熟悉数控指令及编程规则，而且还要具备数控加工工艺知识和数值计算能力。对于加工形状简单、计算量小、程序段数不多的零件，采用手工编程较容易，而且经济、及时。对于形状复杂的零件，特别是具有非圆曲线及曲面组成的零件，用手工编程就有一定困难，出错的概率增大，有时甚至无法编出程序，必须用自动编程的方法编制程序。

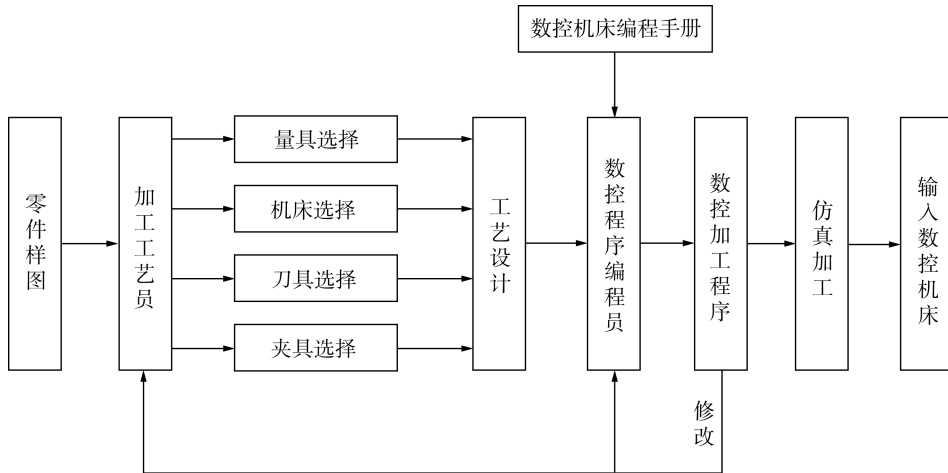


图 1-2 手工编程流程

#### 2. 自动编程

自动编程流程如图 1-3 所示。自动编程是利用计算机专用软件来编制数控加工程序。编程人员只需根据零件图样的要求，使用数控语言，由计算机自动地进行数值计算及后置处理，编写出零件加工程序单，加工程序通过直接通信的方式送入数控机床，指挥机床工作。自动编程使得一些计算烦琐、手工编程困难或无法编出的程序能够顺利地完，适用于复杂零件的程序编制。目前运用较为广泛的自动编程软件有 UG、PRO/E、Mastercam、Powermill 等。

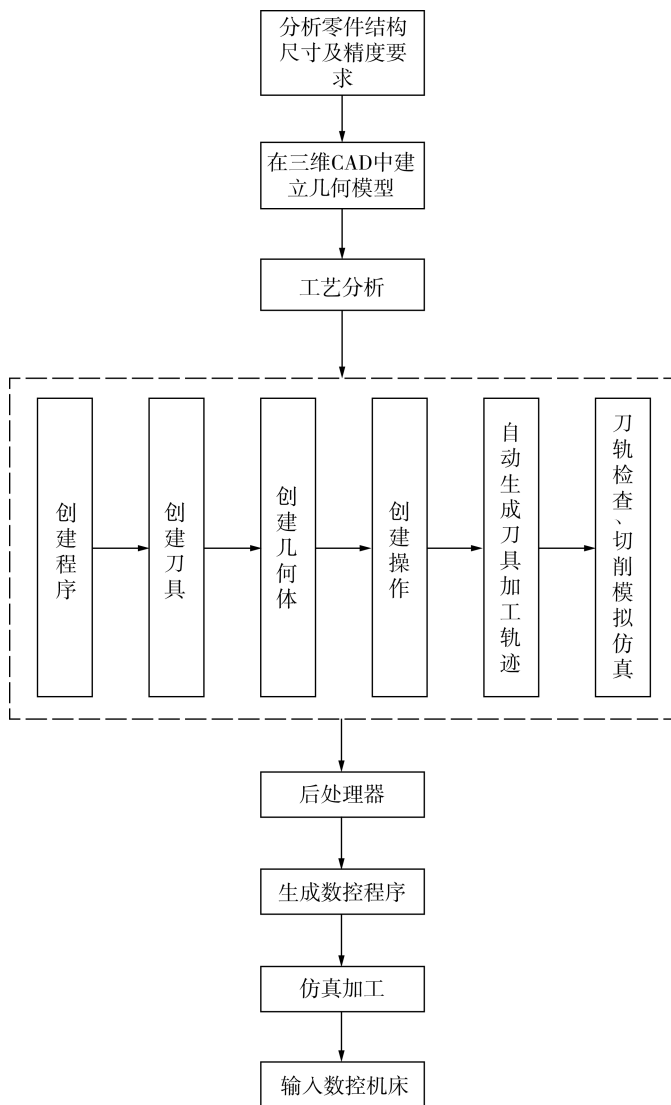
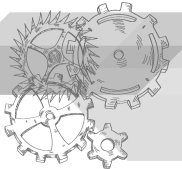


图 1-3 自动编程流程

## 1.2 坐标系统

### 1.2.1 机床坐标系

机床坐标系是数控机床安装调试时便设定好的固定坐标系，设有固定的坐标原点，用户不能更改。图 1-4 所示的右手直角笛卡尔坐标系，大拇指的方向为  $X$  轴的正方向，食指的方向为  $Y$  轴的正方向，中指的方向为  $Z$  轴的正方向。绕着  $X$  轴旋转的是  $A$  轴，根据右手大拇指指向  $X$  轴的正方向，弯曲的四指就是旋转轴的正方向。同理，绕着  $Y$  轴旋转的是  $B$  轴，绕着  $Z$  轴旋转的是  $C$  轴。

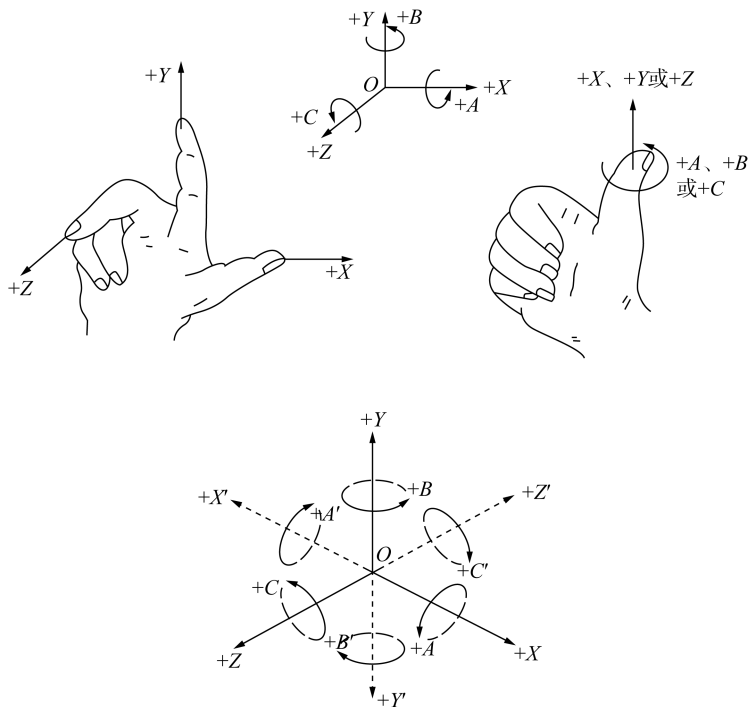


图 1-4 右手直角笛卡尔坐标系

在确定机床坐标轴时，一般先确定 Z 轴，然后确定 X 轴，最后确定其他轴，具体确定方法如表 1-1 所示。几种典型机床的坐标系如图 1-5 所示。

表 1-1 坐标轴确定方法

坐标轴类别	说明
Z 轴	与主轴轴线平行的坐标轴即为 Z 轴，与主轴轴线平行且刀具远离工件的方向为 +Z 方向。如果机床上有几个主轴，则选一垂直于工件装夹卡面的主轴作为主要的主轴
X 轴	X 轴是水平的、平行于工件的装夹卡面且垂直于 Z 轴。对于工件旋转的机床(如车床)，X 轴的方向是在工件的径向上，且远离旋转中心的是 +X 方向。对于刀具旋转的机床(铣床)，若 Z 轴是垂直的，当从刀具向立柱看时，X 轴正方向指向右，若 Z 轴是水平的，当从主轴向工件方向看时，X 轴正方向指向右
Y 轴	Y 轴垂直于 X、Z 轴，Y 轴的正方向根据 X 和 Z 轴的正方向，按右手直角坐标系来判断(普通数控车床没有 Y 轴方向的移动)
旋转运动 A、B 和 C 轴	A、B 和 C 相应地表示其轴线平行于 X、Y 和 Z 轴的旋转运动。A、B 和 C 轴的正方向按照右手螺旋定则的方式确定

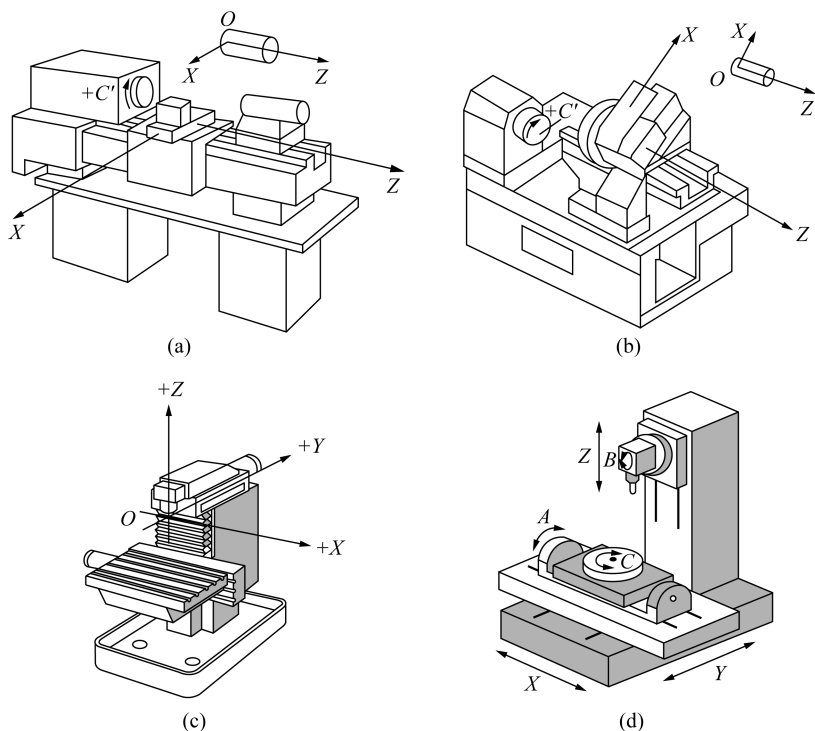
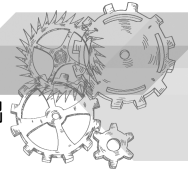


图 1-5 几种典型机床的坐标系

(a) 前置刀架数控车床; (b) 后置刀架数控车床; (c) 三轴数控铣床; (d) 六轴加工中心

## 1.2.2 编程坐标系

编程坐标系是编程人员根据零件图样及加工工艺等在图纸上建立的坐标系,在此坐标系下完成程序编制工作。在确定编程坐标系时,坐标轴方向要与机床坐标系的坐标轴方向一致。编程原点应尽量选择在设计基准或工艺基准上。如图 1-6 所示,数控车削工件时编程原点一般选在轴线的右端面(图 1-6(a)),数控铣削工件时编程原点一般选在工件上表面或下表面正中(图 1-6(b))。

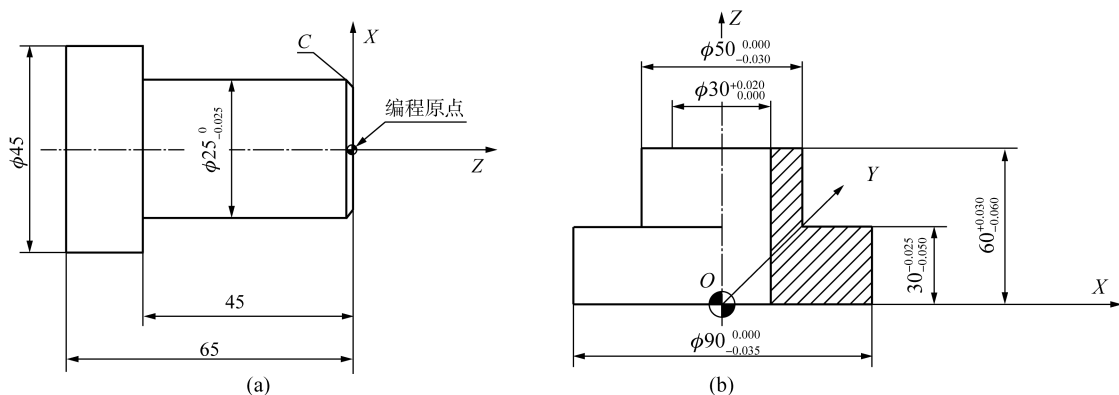


图 1-6 编程坐标系

(a) 车削编程坐标系; (b) 铣削编程坐标系

### 1.2.3 工件坐标系

机床坐标系的建立保证了刀具在机床上的正确运动，编程坐标系保证了零件加工程序的编制，而实际加工中刀具的运动轨迹往往是相对被加工工件描述的，因此机床操作人员还应根据编程坐标系在工件上建立工件坐标系。工件坐标系的坐标轴应该是与机床坐标系相对应的，数控车床加工零件的工件原点一般选在工件右端面与  $Z$  轴的交点上，如图 1-7 所示；数控铣床加工零件的工件原点应选在对称中心上或工件外轮廓的某一角上，便于坐标值的计算，对于  $Z$  轴方向的原点，一般设定在工件上表面，如图 1-8 所示。工件坐标系设定好之后，在工件坐标系中执行程序使刀具相对于工件运动，加工成合格的工件。

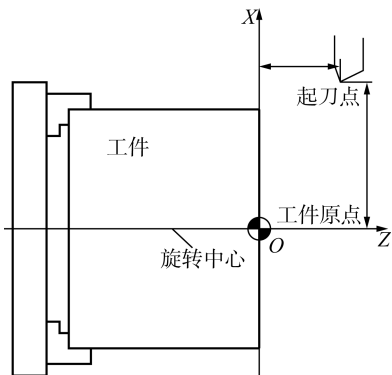


图 1-7 数控车床工件坐标系

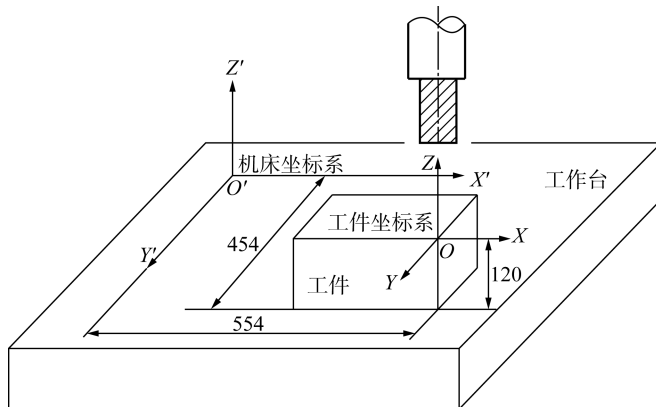


图 1-8 数控铣床工件坐标系

工件坐标系的设定方法有以下两种。

#### 1. G54 ~ G59 指令选择工件坐标系

可以在 G54 ~ G59 指令中选择一个作为当前工件坐标系，是在加工前设定好的坐标系，该方法又称零点偏置法。这 6 个工件坐标系的坐标原点在机床坐标系中的坐标值(称为零点偏置值)必须在程序运行前，从“零点偏置”界面输入。一般用于需要建立不止一个工件坐标系的场合。选择好工件坐标系后，若更换刀具，则结合刀具长度补偿指令变换  $Z$  向坐标即可，不必更换工件坐标系。

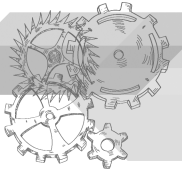
#### 2. G92 (G50) 指令设置工件坐标系

用 G92 (G50) 指令设置工件坐标系的格式如下：

G50 X\_ Z\_ ; (数控车床)

G92 X\_ Y\_ Z\_ ; (数控铣床，加工中心)

两种坐标系都是在程序中设定的坐标系， $XYZ$  的坐标值为刀位点在工件坐标系中的当前(初始)位置。G92 指令一般为数控铣床及加工中心设定工件坐标系，G50 指令为数控车床设定工件坐标系。使用该指令工件坐标系的原点可设定在相对于刀具起始点的某一符合加工要求的空间点上。G92 对刀具的起始点有严格要求，若刀具当前点不在 G92 (G50) 所设定的起始点处，则加工原点与程序原点不一致，加工出的产品就会有误差或报废，甚至出现危险。因此，执行该指令时，刀具当前点必须恰好在对刀点上，即 G92 (G50) 所指定的工件坐标系坐标值上。在执行对刀操作找到工件坐标原点后，还需多一步定位刀具至程序起始点的操



作，相对前一种工件坐标系设定方法较麻烦。

需要补充说明的是如果是大批量加工，夹具位置在机床上相对固定，则可以使用 G54 ~ G59 选择工件坐标系。在工件坐标系设定页面中设定好每个坐标系原点在机床坐标系中的位置，直接使用相应代码调用即可（如 G54 就是 1# 工件坐标系）。但要注意这 6 个 G 代码是模态 G 代码，而 G54 是开机后的默认值，也就是说开机后默认使用的就是 G54 所代表的工件坐标系。单件或小批量加工，由于几乎每次加工的工件坐标系都不一样，因此 G54 ~ G59 指令用起来反而烦琐，这时通常使用 G92 指令。

## 1.3 数控编程程序及程序段格式

### 1.3.1 数控编程程序格式

数控加工程序是由若干程序段构成的。程序段则是按照一定顺序排列、能使数控机床完成某特定动作的一组指令。而每个指令都是由地址字符和数字所组成，如 G01 表示直线插补指令、M03 表示主轴顺时针旋转指令、X80.0 表示 X 向的位移、F300 表示刀具进给量等。依靠这些指令，使刀具按直线或圆弧运动，控制主轴的旋转、启停，切削液的开关，自动换刀装置和工作台自动交换装置的动作等。若干程序段组成一个加工零件的完整程序：

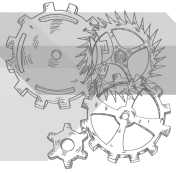
```
O100;                                本段及以下为准备程序段内容
N001 G50 X150 Z200;
N002 M04 S600 M07 T0101;
N003 G42 G00 X76 Z46.;
N004 G01 X74 F0.2;                    本段及以下为加工程序段内容
N005 Z38 58;
N006 G02 X90 Z12 R23;
N007 X118 Z12 R43;
N008 G01 X119;
N009 G40 G00 X150 Z200 M09;          本段及以下为结束程序段内容
N010 M05;
N011 M30;
```

一个完整的程序必须由三部分组成，即准备程序段、加工程序段和结束程序段。

#### 1) 准备程序段

准备程序段是程序的准备部分，必须位于加工程序段的前面，一般包括以下内容：

- (1) 程序号，不同的数控系统程序号书写有所不同，如 FUNAC 系统采用字母 O 加若干位数字，SIEMENS 系统采用 % 加若干位数字，有的数控系统可以没有程序号；
- (2) 确定尺寸编程输入方式 G90(绝对尺寸)或 G91(增量尺寸)；
- (3) 工件坐标系的建立 G92 或 G54 ~ G59 中的任一个；
- (4) 刀具选取 T\_ 或 T\_ D\_；



- (5) 主轴转速与旋转方向 S\_、M03(正转)或 M04(反转);
- (6) 打开切削液 M07 或 M08, 两种不同性质切削液;
- (7) 刀具快速定位 G00 X\_ Y\_ Z\_; 按照系统设定的速度运动;
- (8) 用 G41/G42 指令建立刀具半径补偿方式;
- (9) 用 G43/G44 指令建立刀具长度补偿方式。

## 2) 加工程序段

加工程序段是根据具体要加工零件的加工工艺, 按刀具切削点位轨迹编写的程序段。

## 3) 结束程序段

结束程序段一般包括以下内容:

- (1) 刀具快速回退到程序起点;
- (2) 主轴停转 M05;
- (3) 切削液关闭 M09;
- (4) 取消刀具补偿 G40 或 G49;
- (5) 程序结束代码 M02(光标停在程序末尾)或 M30(光标返回程序头位置)。

## 1.3.2 数控编程程序段格式

程序段是由地址、符号、数字等组成的。其中, 地址由有特定意义的字母表示; 符号为数字前面的正负号, 正号可以省略。在常用的数控系统中, 程序段格式一般如下:

N\_ G\_ X\_ Y\_ Z\_ A\_ B\_ C\_ I\_ J\_ K\_(或者 R\_)T\_ D\_(或者 H\_)S\_ M\_ F\_;

N 表示程序段的顺序号, 如 N010, 有的数控系统可以省略程序段的顺序号。

G 表示准备功能指令, 一般范围是 G00 ~ G99, 但有的数控系统不限于该范围。主要是控制刀具的走刀方式、补偿方式及加工环境的设定等, 是最重要的部分。

X、Y、Z、A、B、C 为刀具的位移数据, 未发生改变的坐标分量可省略。

I、J、K 为圆弧的圆心相对于圆弧起点的增量坐标值, 与 G90 和 G91 方式无关。R 表示圆弧的半径, 当圆弧大于 180°时, R 用负值表示。注意: 在程序中, R 与 I、J、K 只能取其中一种, 当用 R 表示圆弧半径时, 则不能用 I、J、K 表示圆心的相对位置, 反之亦然。R 不能表示整圆切削, 整圆切削只能用 I、J、K 编程, 因为经过同一点, 半径相同的圆有无数个。

T 表示所选用的刀具, 范围是 T00 ~ T99。其中, T00 表示空刀, T01 ~ T99 表示刀具在刀具库中的编号。其常与 M06 配合使用, 表示换刀操作。有的控制系统 T 后面有 4 位数字, 其前两位表示刀具的编号, 后两位表示刀具的补偿地址。

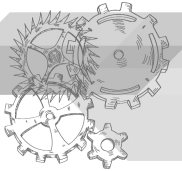
H 或 D 表示刀具的补偿地址, 在地址中存放的是刀具半径补偿量或刀具长度补偿量。

S 表示主轴转速指令, 用整数表示, 单位是 r/mm 或 m/min。

M 表示辅助功能指令, 主要作用是控制机床或系统的辅助动作, 如机床主轴的启停、切削液的开关、主轴的旋转方向、子程序结束等。

F 表示刀具进给指令, 单位为 mm/min 或 mm/r。

; 表示程序段结束的标志符, 数控系统不同, 结束标志符也不尽相同, 有的数控系统是直接以〈Enter〉键表示程序段的结束。



## 1.4 主要功能指令

### 1.4.1 准备功能指令

准备功能指令又称 G 代码指令, 是使数控机床准备好某种运动方式的指令, 如快速定位、直线插补、圆弧插补、刀具补偿、固定循环等。G 代码由地址 G 及其后的两位数字组成, 有 G00 ~ G99 共 100 种, 有的数控系统不限于该范围。G 代码指令有模态(续效)指令与非模态指令(非续效)之分, 模态指令一旦被执行, 则一直有效, 直到被同组的其他指令注销为止; 非模态指令只在所使用的本程序段中有效, 程序段结束时, 该指令功能自动被取消。不同的数控系统, G 代码的功能可能会有所不同, 表 1-2 为 FANUC 系统和 SIEMENS 系统常用的准备功能指令。具体操作时, 编程人员应以数控机床配置的数控系统说明书为准。

表 1-2 常用准备功能指令

G 代码	FANUC 系统	SIEMENS 系统
G00	快速定位	快速定位
G01	直线插补(切削进给)	直线插补(切削进给)
G02	圆弧插补(顺时针)	圆弧插补(顺时针)
G03	圆弧插补(逆时针)	圆弧插补(逆时针)
G04	暂停	暂停
G17	XY 平面选择	XY 平面选择
G18	ZX 平面选择	ZX 平面选择
G19	YZ 平面选择	YZ 平面选择
G32	螺纹切削	—
G33	—	恒螺距螺纹切削
G40	刀具补偿注销	刀具补偿注销
G41	刀具补偿——左	刀具补偿——左
G42	刀具补偿——右	刀具补偿——右
G43	刀具长度补偿——正	—
G44	刀具长度补偿——负	—
G49	刀具长度补偿注销	—
G50	主轴最高转速限制	—
G54 ~ G59	工件坐标系设定	零点偏置
G65	宏程序调用	—
G70	精加工循环	英制