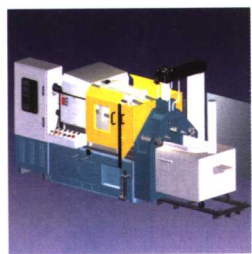


21

世纪高职高专系列规划教材·机电类



主编 嵇宁

数控加工编程与操作

SHUKONG JIAGONG BIANCHENG YU CAOZUO



西北大学出版社
NORTHWEST UNIVERSITY PRESS

数控加工编程与操作

SHUKONGJIAGONGBIANCHENGYUCAOZUO

主 编 嵇 宁

副主编 陈 荷 杨晓平

西北大学出版社

【内容提要】 全书共分为 10 章,主要介绍了数控加工的基本知识、数控车床编程、数控车床操作、数控铣床编程、数控铣床操作、数控加工中心编程、数控加工中心操作、数控线切割编程、数控线切割操作及自动编程。全书从培养数控加工应用型人才的目的出发,强调理论联系实际,注重实用性与可操作性,将每一种数控机床的编程方法与操作方法紧密结合,使读者能更容易地了解并掌握数控加工技术。

本书可作为高职高专院校和中等专业学校数控加工技术专业、机制专业和机电专业的教学用书,也可供从事相关工作的技术人员和数控机床操作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工编程与操作/嵇宁主编. —西安:西北大学出版社,2005. 8

ISBN 7-5604-2019-2

I. 数... II. 嵇... III. 数控机床 - 程序设计 - 高等学校 - 教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 083428 号

书 名 数控加工编程与操作

主 编 嵇 宁

出版发行 西北大学出版社

通信地址 西安市太白北路 229 号 邮编: 710069 电话: 029 - 88302590

经 销 新华书店经销

印 刷 陕西向阳印务有限公司

开 本 787mm × 960mm 1/16

印 张 15. 75

字 数 260 千字

版 次 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5604-2019-2/TH · 13

定 价 24. 00 元

前言

本书是高职高专数控加工技术专业教材之一。本着适应现代技术发展、培养数控应用型人才宗旨,突出实用性和可操作性,其特点是:编程、操作合二为一。全书详细介绍了数控加工基本知识、数控车床的编程方法和操作方法、数控铣床的编程方法和操作方法、数控加工中心的编程方法和操作方法、数控线切割的编程方法和操作方法以及自动编程的方法。

通过本书的学习,可以掌握各种数控机床的编程技术,了解数控机床的基本操作过程,配合实践练习,可掌握数控机床的基本操作方法。本书比较详细的介绍了目前使用比较广泛的图形编程软件,阐述了其基本编程方法,通过学习,可以掌握基本的自动编程技能。

本书编写分工为:第一章由陕西科技大学职业技术学院惠烨编写,第二、三章由西安航空职业技术学院陈荷编写,第四、五章由西安理工大学高等技术学院王荪馨编写,第六、七章由陕西国防工业职业技术学院杨晓平编写,第八、九、十章由西安航空技术高等专科学校嵇宁编写。嵇宁担任本书主编,陈荷、杨晓平担任副主编。

在本书的编写过程中,得到了许多老师的关心、支持和帮助,西安理工大学高等技术学院关雄飞,西安航空技术高等专科学校王彩霞,对本书提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,经验不足,书中的缺点、错误难免,恳请读者批评指正。

编 者

2005 年 3 月

目 录

第1章 数控加工基本知识	/1
1.1 基本概念	/1
1.2 工艺分析方法	/12
1.3 数值计算	/18
1.4 程序与指令	/23
习题1	/33
第2章 数控车床编程	/34
2.1 数控车床的结构特点	/34
2.2 基本功能指令	/37
2.3 各种循环指令的用法	/45
2.4 子程序	/57
2.5 编程举例	/58
习题2	/61
第3章 数控车床操作	/64
3.1 车床介绍	/64
3.2 基本操作与程序输入	/67
3.3 工件坐标系建立	/71
3.4 运行加工	/75
习题3	/77
第4章 数控铣床编程	/79
4.1 数控铣床特点	/79
4.2 编程指令	/81
4.3 刀补功能	/94

4.4 钻孔固定循环指令	/100
4.5 子程序	/108
4.6 其他编程功能	/112
4.7 编程举例	/116
习题4	/122
第5章 数控铣床的操作	/124
5.1 铣床结构介绍	/124
5.2 程序输入	/130
5.3 建立工件坐标系	/132
5.4 刀补的建立	/139
5.5 运行程序	/142
习题5	/144
第6章 数控加工中心编程	/145
6.1 加工中心特点	/145
6.2 加工中心编程	/150
6.3 编程举例	/155
习题6	/160
第7章 数控加工中心操作	/162
7.1 装刀	/162
7.2 加工中应注意的问题	/164
7.3 加工示例	/166
习题7	/170
第8章 数控线切割编程	/172

8.1 线切割加工原理	/172
8.2 线切割加工的工艺分析	/177
8.3 线切割程序编制	/184
习题 8	/192
第 9 章 数控线切割机床操作	/193
9.1 线切割机床	/193
9.2 工件装夹	/198
9.3 程序的输入与切割加工	/201
9.4 线切割实例——零件图与工艺分析	/204
习题 9	/206
第 10 章 自动编程	/208
10.1 自动编程原理	/208
10.2 Mastercam	/214
10.3 CAXA 制造工程师	/227
习题 10	/240
参考文献	/243

第1章 数控加工基本知识

1.1 基本概念

随着科学技术和社会生产的不断发展和市场竞争的日趋激烈,机械制造领域发生了巨大的变化,机械产品的结构越来越合理,其性能、质量、生产率和精度日趋提高,因此对加工机械产品的生产设备的性能、精度和自动化提出了更高的要求。

在机械产品中,单件和小批量产品占到整个产品数量的70%~80%。由于这类产品的生产批量小、品种多,一般都采用通用机床加工。当产品改型时,加工所用的机床与工艺装备均需作相应的变换和调整,而且通用机床的自动化程度不高,基本上由人工操作,难于提高生产效率和保证产品质量。要实现这类产品生产的自动化成为机械制造业中长期未能解决的难题。

大批量生产的产品,为了解决高产优质的问题,多采用专用机床、组合机床、专用自动化机床以及专用自动生产线和自动化车间进行生产。但是应用这些专用生产设备,生产周期长,产品改型不易,因而使新产品的开发周期增长,生产设备使用的柔性很差。

现代机械产品的一些关键零部件,如造船、航天、航空、机床及国防部门的产品零件,往往都精密复杂,加工批量小,改型频繁,显然不能在专用机床或组合机床上加工。而借助靠模和仿形机床,或者借助划线和样板用手工操作的方法来加工,加工精度和生产效率受到很大的限制。特别对空间的复杂曲线曲面,在普通机床上根本无法实现加工。

为了很好的满足以上要求,柔性好、精度高、生产率高的数控机床,就是为适应多品种、小批量生产的社会需求,以及复杂形状零件的高精度高效率加工而产生和发展。目前,数控机床和数控加工技术得到迅速发展,数控加工技术的应用也从军工产业扩展到汽车、家电产品等各个生产领域。

1.1.1 数控加工的基本过程

在普通机床上加工零件时,操作者是按照工艺设计人员事先制订好的工艺规程进行加工的。工艺规程中规定了零件加工的工艺路线、工序的内容、刀具的选择、切削用量等内容。实际操作时,机床的启动和停止、主轴转速的改变、进给速度和进给方向的变化等,都是由操作者手工操纵的。由于受操作者的操作水平等因素的影响,零件加工质量的稳定性很难保证。

在数控机床上加工零件则与在普通机床上的方式不同,在进行加工之前,编程人员首先要编写加工程序,加工程序中不但包括零件加工的工艺路线、工序的内容、刀具的选择、切削用量等内容,而且要把加工过程中原来由操作者操纵的机床启动和停止、主轴转速的改变、进给速度和进给方向的变化、刀具及机床各部件的移动、动作的先后顺序等要求,按照规定的数控代码编写在程序中,数控系统根据输入的指令,进行编译、运算和逻辑处理,输出指令信号,控制数控机床各部分进行按照规定的位移和顺序动作,自动地进行加工。因此,编写数控加工程序比制订普通机床的加工工艺规程要复杂和细致得多,但由于数控机床是按编制好的程序自动加工的,不受操作者操作水平的影响,所以能够保证零件稳定的质量和很高的加工精度。

1.1.2 数控机床的分类

数控机床的种类很多,通常按照下面四种方法进行分类。

1. 按加工工艺类型分类

(1)金属切削类数控机床 指采用车、铣、钻、镗、磨、刨等各种切削工艺的数控机床。这类机床包括数控车、铣、钻、镗及磨床等普通数控机床,而且还包括带有刀库和自动换刀装置的数控加工中心。

(2)金属成形类数控机床 指采用挤、压、冲、拉等成形工艺的数控机床,如数控冲床、数控折弯机、数控弯管机、数控回转头压力机等。

(3)数控特种加工机床 主要有数控电火花穿孔机、数控线切割机床、数控激光加工机床等。

(4)其他类型的数控机床 如数控三坐标测量机、数控火焰切割机等。

2. 按控制的运动轨迹分类

(1)点位控制数控机床 这类机床能实现刀具、工作台等移动部件从一点到另

一点的精确定位,而对两点间移动轨迹和移动速度没有严格要求,并且在移动过程中不进行任何加工。因为这类机床最重要的性能指标是保证两点间的定位精度,并要求快速点定位,以减少空行程时间,一般采用先快速移动,当接近定位点位置时,再以低速准确移动到定位点,以保证定位精度。这类数控机床有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床等。

(2) 点位直线控制数控机床 简称直线控制数控机床。这类机床不仅要控制刀具或工作台由一个位置点到另一个位置点的精确移动,还要控制刀具以给定的速度沿着与坐标轴平行方向进行直线切削加工。这类机床有简易数控车床和简易数控铣床等。

(3) 轮廓或连续控制数控机床 这类机床的控制系统可以同时两个或两个以上坐标轴进行连续相关的控制,不仅能控制运动部件的起点与终点,还可以控制其加工过程中运动轨迹及轨迹上每一点的速度和位移,因而可以用于加工二维曲线曲面和空间曲线曲面。属于这类型的机床有数控车床、数控铣床及加工中心等。

3. 按伺服系统控制方式分类

(1) 开环控制数控机床 开环控制是指伺服系统不带检测反馈装置的控制方式。这类控制中,CNC 装置输出的指令脉冲经驱动电路的功率放大,驱动步进电机转动,再经传动机构带动工作台移动,其控制框图如图 1.1 所示。



图 1.1 数控机床开环控制框图

开环控制的数控机床结构较简单、成本较低、调试方便、维修简单,但受步进电机的步距精度和工作频率及传动机构的传动精度影响,控制精度比较低,难于实现高精度的位置控制。一般适用于中、小型经济型数控机床。

(2) 闭环控制数控机床 这类数控机床带有位置检测反馈装置,位置检测装置装在机床工作台上,检测工作台的实际位移值并及时反馈至 CNC 装置中与位移指令值进行比较,根据两者的差值进行控制。其控制框图如图 1.2 所示。

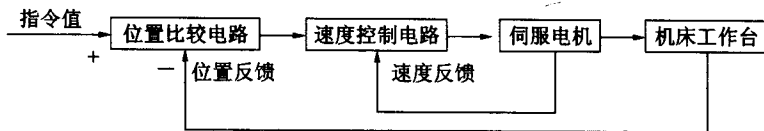


图 1.2 数控机床闭环控制框图

闭环控制数控机床由于把机床床身和运动部件纳入了位置检测装置的检测反馈环中,可以消除由于传动部件制造、装配所引起的误差,因而可获得很高的定位精度,速度也更快。但由于这类数控机床伺服系统的设计、调试和维修较困难,成本高,一般适用于精度要求很高的数控机床。如数控精密镗铣床、数控超精密车床等。

(3)半闭环控制数控机床 这类数控机床将检测装置不是安装在机床工作台上,而是安装在伺服电机端部或传动丝杆端部,因而不是直接检测工作台的位移,而是通过光电码盘等角位移检测装置,检测它们的角位移和转速并反馈到数控装置,由角位移间接推算出工作台的位移和移动速度,由于反馈环内没有包括工作台,故称为半闭环控制数控机床。其控制框图如图 1.3 所示。

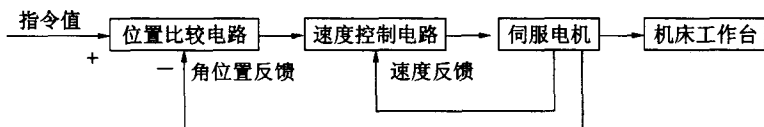


图 1.3 数控机床半闭环控制框图

这种伺服系统介于开环和闭环之间,精度虽不如闭环系统高,但造价较低,可以获得比开环系统更高的精度,调试比较方便,因此半闭环控制方式在中等精度以上的数控机床中得到了广泛应用。

4. 按控制系统功能水平分类

按控制系统的主要技术参数、功能指标和关键部件的功能水平来分,数控机床可分为低、中、高三档。这种分类方式,在不同的时期划分标准有所不同。就目前的发展水平来看,这三个档次的划分大体如下:

(1)低档数控机床 一般采用 8 位 CPU 为主 CPU,伺服系统多采用开环、步进电机驱动,两轴联动,分辨率为 $10\mu\text{m}$,进给速度为 $8 \sim 15\text{m/min}$,一般只有简单的数码管或简单的 CRT 显示,无通信能力。我国目前提到的经济型数控就属于低档数控,主要用于车床、线切割机床及旧机床改造等。

(2)中档数控机床 一般采用 16 位或 32 位 CPU 为主 CPU,伺服进给采用半闭环的交、直流伺服系统,三至四轴联动,分辨率为 $1\mu\text{m}$,进给速度为 $15 \sim 24\text{m/min}$,有较齐全的 CRT 显示,不仅有字符,而且有二维图形、人机对话、状态和自诊断功能,通信采用 RS-232C 或 DNC(Direct Numerical Control 直接数控)接口。

(3)高档数控机床 一般采用 32 位或以上 CPU 为主 CPU,伺服进给采用闭环的交、直流伺服系统,五轴以上联动,分辨率为 $0.1\mu\text{m}$,进给速度为 $15 \sim 100\text{m/min}$,

高档 CRT 显示,可以实现三维图形显示、图形编程等功能,通信采用 MAP(Manufacturing Automation Protocol 制造自动化协议)接口,具有联网功能。

1.1.3 数控加工技术的发展

数控加工技术是目前 CAD/CAPP/CAM 系统中最关键的环节之一,在实现设计加工自动化、提高加工精度和加工质量、缩短产品研制周期等方面发挥着重要作用。数控机床最早产生于 20 世纪 50 年代初,1952 年美国帕森斯公司和麻省理工学院伺服机构研究室研制出世界上第一台试验性的三坐标数控立铣床,该机床控制装置采用电子管元件和硬件连接电路。1954 年生产出了第一台工业用的数控机床,1955 年类似产品投产了一百台。这些数控机床出现使得数控加工技术在复杂曲面零件加工中发挥了很大作用,但由于技术上和价格上的原因,当时仅局限于航空工业使用。

随着电子技术的不断发展和进步,数控机床的控制系统先后经历了电子管、晶体管、集成电路、微型计算机和基于 PC-NC 的智能数控系统等不同时代;同时,数控机床也得到了快速发展,产品不断更新换代,品种不断增多,数控机床从铣床、车床、镗床、磨床、齿轮加工机床、电加工机床等发展到几乎所有加工机床品种;从单功能数控机床到加工中心、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)到计算机集成制造系统(CIMS),数控机床已经成为组成现代机械制造生产系统,实现计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助检测(CAT)等生产过程自动化的基本生产设备;随着数控机床的快速发展,数控加工技术也得到迅速发展,从金属切削加工发展到特种加工技术、测量等多种加工及加工辅助技术。数控加工技术的应用也从航空业、军工产业扩展到汽车、家电产品等机械制造的各个生产领域。

我国研制数控机床从 1958 年开始,上世纪 60 年代末,已研制出一些晶体管式数控线切割机床、数控铣床,自改革开放以来,“七五”期间诞生了一批数控产品,取得了长足的发展。此后,采取自主开发中、高档数控系统与购买国外先进数控系统相结合的方针,我国数控机床生产和使用水平均取得了很大的提高。目前,我国生产的数控机床产品已覆盖了车、铣、镗、磨、齿轮加工、线切割加工、电火花加工以及加工中心、数控弯管机、数控雕刻机等机床,并在有些企业实施了 FMC, FMS, CIMS 等制造自动化技术,数控加工技术覆盖了机械制造的各个领域,进入了实用阶段。

随着现代制造技术对数控加工技术提出的更高的要求,数控加工技术及其装备

发展趋势主要体现在以下几个方面:

(1) 高速度、高精度、高可靠性 要提高加工效率,首先必须提高切削和进给速度,要确保加工质量,必须提高机床部件运动轨迹的精度,而可靠性则是上述目标的基本保证。

①高速度。数控机床的高速化发展,可充分发挥现代刀具材料的性能,不但可以大幅度提高加工效率、降低加工成本,而且还可提高零件表面的加工质量和精度,对制造业实现高效、优质、低成本生产有广泛的适用性。欧、美、日各国开发应用新一代高速数控机床中,高速主轴单元(转速 $15000 \sim 100000 \text{ r/min}$)、高速进给运动部件(快移速度 $60 \sim 120 \text{ m/min}$,切削进给速度高达 60 m/min)、高性能数控和伺服系统以及数控工具系统都出现了新的突破,达到了新的技术水平。

②高精度。新材料及新零件的出现,更高精度要求的提出等都需要超精密加工工艺,发展新型超精密加工机床,完善现代超精密加工技术,以适应现代科技的发展。普通级数控机床的加工精度已由 $\pm 10 \mu\text{m}$ 提高到 $\pm 5 \mu\text{m}$,精密级加工中心的加工精度则从 $\pm (3 \sim 5) \mu\text{m}$,提高到 $\pm (1 \sim 1.5) \mu\text{m}$,超精密加工精度可达亚微米级。

③高可靠性。是指数控系统的可靠性要高于被控设备的可靠性在一个数量级以上,当前国外数控装置的 MTBF(无故障运行时间)值已达 6000 小时以上,驱动装置达 30000 小时以上。

(2) 智能化、柔性化 智能化的内容包括在数控系统中的各个方面,如采用自适应控制(AC)技术能调节加工过程中所测得的工作状态特性,使切削加工达到最佳状态;如智能化的自动编程,智能化的人机界面等,可以简化编程、简化操作;如智能诊断、智能监控,可以方便系统的诊断及维修等。

柔性化技术是先进制造领域的基础技术,数控机床向柔性自动化系统发展的趋势是:从数控单机向 FMC(柔性制造单元)、FMS(柔性制造系统)、CIMS(计算机集成制造系统)的方向发展,数控机床及其构成的柔性制造系统能方便地与 CAD, CAPP, CAM 连接,使得数控加工技术向信息集成方向发展。

1.1.4 数控系统简介

目前,在我国用的数控系统主要有德国、日本等国外的数控系统及国产的几种数控系统,国外的数控系统主要有德国西门子公司生产的 SINUMERIK 系列系统,日本的发那科公司生产的 FANUC 系列数控系统等,国外产品占据着中高档数控系统

市场的绝大部分份额。我国的数控技术从“六五”到“九五”近 20 年的发展,初步形成了自己的数控产业,主要有华中数控、航天数控、广州数控等公司生产的系列国产数控系统,建立了具有中国自主知识产权的数控系统,经过这些年来的发展,有了较大的改观。产品的性能和可靠性有了较大的提高,它们逐渐被用户认可,在市场上站住了脚,曾经经济型数控系统基本上是国产数控系统一统天下。

目前,国产系统通过“九五”的攻关,初步完成以 PC 为平台的数控系统框架,提高了数控系统的可靠性指标,解决了多坐标联动的技术难题。从过去的三坐标联动达到了最多可达八坐标联动,打破了国外对我国的技术“限制”,逐步进入中高档数控机床的市场。而且中国巨大的经济型数控机床的市场,也吸引了国外厂商,西门子公司推出的用于经济型数控的 SINUMERIK802S 数控系统,三菱电机推出的低价位数控系统加配套伺服驱动,都进一步冲击着国产数控系统市场。随着国外经济型数控系统的进入,国产经济型数控系统的垄断局面已被打破。

1.1.5 数控机床常用的基本知识

1. 插补

一个零件的轮廓外形,实际上大多数是由直线、圆弧等简单几何元素组成的。即使有一些复杂的曲线、曲面,经过适当简化处理后,也可用直线、圆弧去逼近、拟合,达到规定的精度要求。

数控加工,是数控装置根据程序来控制刀具和工作台运动,加工出所需的零件轮廓。零件的加工程序中,一般都提供零件上几何要素的起点、终点坐标,圆心坐标,圆弧半径,顺时针、逆时针走向等,同时还给出进给速度和刀具参数。数控装置根据程序中提供的数据信息,通过系统内规定的运算,按一定的插补计算方法,产生各轴的基本坐标位移值,以此逼近、拟合加工对象的轮廓轨迹。

实际上,在数控加工中,机床刀具的最小移动量是一个脉冲当量。刀具的运动轨迹是折线,而不是光滑的曲线。刀具不能严格地沿着要求加工的曲线运动,只能用折线轨迹逼近所要加工的曲线。机床的数控系统根据一定的方法确定刀具运动轨迹的过程就称为插补。插补的任务就是根据进给速度的要求,在轮廓起点和终点之间计算出若干个中间点的坐标值。每个中间点计算精度又影响到整个数控系统的加工精度,计算所需的时间直接影响系统的控制速度,所以插补算法对整个 CNC 系统的性能指标至关重要。实现插补运算的装置叫插补器。

目前常用的插补算法可分为两类,脉冲增量插补和数字增量插补。

脉冲增量插补常用的插补方法有逐点比较法、数字积分法等方法。这类插补算法的特点是每次插补的结束仅产生一个行程增量,以一个个脉冲信号的形式输出给各个坐标轴,驱动各坐标轴的电机运动。一般适用于以步进电机为驱动装置的开环数控系统。

数字增量插补又称数据采样插补,常用的插补方法有直线函数法、扩展数字积分法等方法。这类插补算法的特点是插补运算分为粗插补和精插补两步进行,粗插补先用若干条相等长度的微小直线段逼近规定曲线轨迹,精插补则是在已经算出的每个微小直线段的基础上,再进一步进行脉冲增量插补。一般适用于闭环、半闭环以直流或交流伺服电机驱动的系统。

不同的插补方法轨迹也有所区别,如图 1.4 分别为逐点比较法和数字积分法插补直线 OA 的轨迹比较示例。

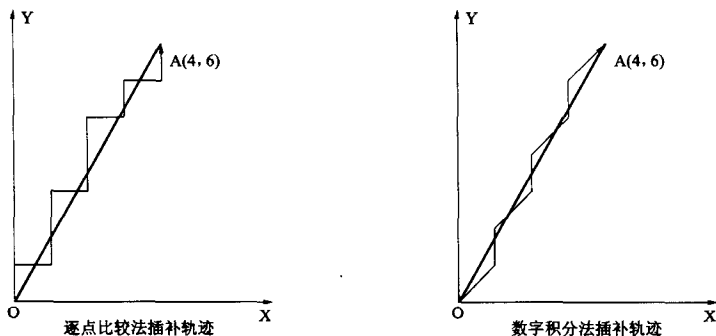


图 1.4 插补轨迹比较

2. 数控机床的坐标系

建立机床坐标系是为了确定刀具或工件在机床中的位置,统一规定数控机床坐标系中各坐标轴的名称及其正负方向,可以简化程序编制的工作和保证程序通用性,这对于数控加工及编程是非常重要的。我国在 JB3051—82 中对数控机床的坐标轴和运动方向制定了统一的规定,采用右手笛卡儿直角坐标系为标准坐标系,如图 1.5 所示,基本坐标轴为 X、Y、Z 直角坐标,相对应的每个坐标轴的旋转运动坐标为 A、B、C,并规定增大刀具与工件之间距离的方向为坐标正方向。坐标系三坐标轴 X、Y、Z 及其正方向用右手定则判断,A、B、C 的正向相应地为在 X、Y、Z 坐标正方向上用右手螺旋法则判断。机床的运动是指刀具和工件之间的相对运动,在数控机床

坐标轴的命名中,都是假定工件是静止的,刀具相对于工件运动的原则。

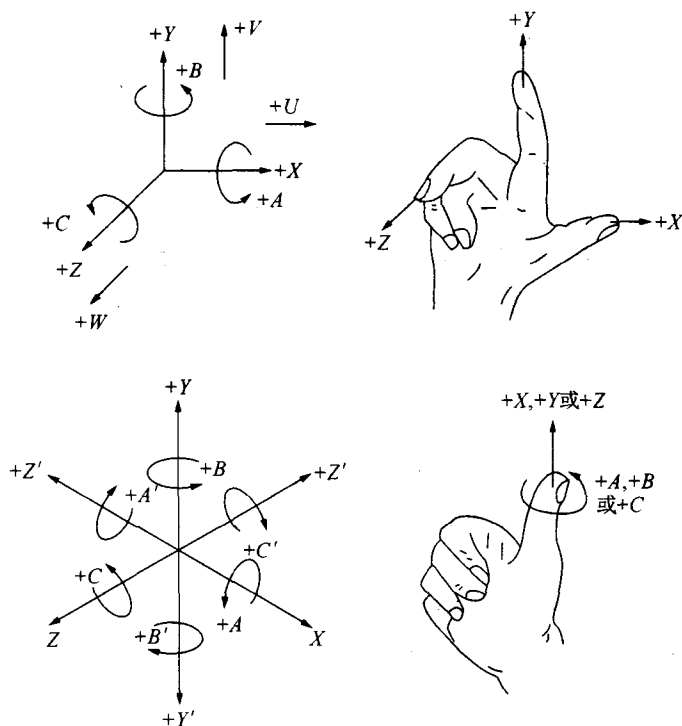


图 1.5 右手笛卡尔直角坐标系

(1) Z 轴 以平行于主轴的坐标轴为 Z 轴。如果机床有多个主轴,则选尽可能垂直于工件装夹面的主要轴为 Z 轴。如果机床没有主轴,则 Z 轴垂直于工件装夹面。Z 轴的正方向定义为增大工件和刀具之间距离的方向。

(2) X 轴 以水平的、平行于工件装夹面的坐标轴为 X 轴。X 轴的正方向规定为:对刀具旋转的机床(如铣床、镗床),如果 Z 轴水平,由主轴向工件看时, +X 的方向指向右方;Z 轴垂直,由主轴向立柱看时, +X 的方向指向右方;如果是双立柱,则由主轴向左侧立柱看时, +X 的方向指向右方。对工件旋转的机床(如车床), +X 的方向是刀具离开工件旋转中心的方向。

(3) Y 轴 利用右手定则根据 X 和 Z 轴坐标确定 Y 轴及其方向。

在 X, Y, Z 坐标系外,如果另有第二组、第三组平行于他们的坐标系,则分别制定为 U, V, W 和 P, Q, R, 如图 1.5 所示。

(4) 机床坐标系、机床原点和机床参考点 机床坐标系是机床固有的坐标系,机床坐标系的原点称为机床原点,它是机床上的一个固定的点,其位置是由机床设计和制造单位确定的,在机床说明书上均有规定,用户不允许随意改变。

机床参考点是机床制造商在机床上用行程开关设置的一个位置,机床参考点与机床原点之间的相对位置是一个已知固定的值,在机床出厂之前由机床制造厂家精密测量确定。在数控机床接通电源时并不知道机床零点,为了在机床工作时建立机床坐标系,通常都要先做返回参考点操作,可以根据机床参考点在机床坐标系中的坐标值,间接确定机床原点的位置,CNC 就确定了机床坐标系。

(5) 工件坐标系、工件原点 工件坐标系是编程人员在编程时选择工件上的某一点作为坐标原点(工件原点),建立的一个新的坐标系。工件原点也称程序原点,是为了编程时尺寸计算方便任意选择的,它的选择尽量要满足编程简单,尺寸换算少等条件。

(6) 绝对坐标和增量(相对)坐标 在工件坐标系的使用中,有绝对坐标和增量坐标两种方式。

绝对坐标是指坐标系内所有点的坐标值都从坐标原点开始标注或计量,这种坐标值称为绝对坐标。在图 1.6 中,A,B 两点的绝对坐标值分别为: $X_A=20$, $Y_A=20$, $X_B=60$, $Y_B=50$ 。

增量坐标是指坐标系内后一点的坐标是以前一点为零开始标注或计量,这种坐标值称为增量坐标。如图 1.6 中,A,B 两点的增量坐标值分别为: $X_A=20$, $Y_A=20$, $X_B=40$, $Y_B=30$ 。

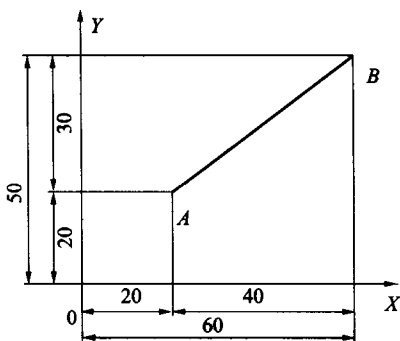


图 1.6 绝对坐标与增量坐标

3. 刀具补偿

(1) 刀位点 刀位点是在编程时用来表示刀具位置的特征点,也是对刀和加工的基准点,数控加工程序控制刀具的运动轨迹,实际上是控制刀位点的运动轨迹。

不同的刀具的刀位点不同。对于尖头车刀和镗刀来说,刀位点在刀尖;对于端铣刀、立铣刀和钻头来说,刀位点是指它们的底面中心。

(2) 对刀点 对刀点是加工零件时,刀具相对于零件运动的起点。一般数控加工程序是从这一点开始执行的,所以对刀点也称为起刀点。