

新世纪高职高专教改项目成果教材

数控编程与操作

王志平 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》(教高[2000]3 号，以下简称《计划》)。《计划》的目标是：“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位、作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面，重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时，为了贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》(教高[2000]2 号)的精神，教育部高等教育司决定从 2000 年起，在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院(以下简称高职高专院校)中广泛开展专业教学改革试点工作，目标是：在全国高职高专院校中，遴选若干专业点，进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点，经过几年的努力，力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业，推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来，各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力，在高职高专教育人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践，取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广，从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量，我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨，并从中遴选出了一批较为成熟的成果，组织编写了一批“新世纪高职高专教改项目成果”教材。这些教材结合教改项目成果，反映了最新的教学改革方向，很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2003 年 5 月

前 言

本书是根据教育部最新制定的高等职业教育的培养目标和规格的有关文件精神 and 职业技术学院“数控编程与操作”的教学基本要求编写的。

本书根据高等职业教育培养生产一线的高素质劳动者和中级专门人才的目标,对数控编程知识体系进行了整体优化,选取数控编程与操作中最基本的概念及大量编程实例,以满足教学要求为基础,用通俗易懂、少而精的内容增强学生学习的信心,激发学习的兴趣。以能力培养为主线,通过典型数控机床编程与操作将各部分教学内容有机联系、渗透和互相贯通,通过强调数控编程技术和数控机床的操作等较实用的基本知识,体现实用性及广泛适用性。为开拓学生的视野,满足不同经济发展程度地区或部分优秀学生学习的需要,本书增加了自动编程简介等新技术的介绍。

本书共 82 学时,建议课时分配如下:

序号	内 容	课时	课时分配	
			讲课	实验
1	数控机床概述	4	2	2
2	数控加工工艺分析及编程基础	12	10	2
3	数控车床编程	10	10	
4	数控车床操作	10	4	6
5	数控铣床编程	10	10	
6	数控铣床操作	10	4	6
7	加工中心编程	10	10	
8	加工中心操作	10	4	6
9	自动编程简介	4	2	2
	机动	2	2	
	合计	82	58	24

参加本书编写的有常州轻工职业技术学院王志平(第一、七章)、常州轻工职业技术学院王荣兴(第二、六章)、邢台职业技术学院崔向群(第三章)、常州轻工职业技术学院刘建明(第四章)、四川工商职业技术学院陈思义(第五、九章)、烟台职业学院李义德(第八章),王志平任主编。

在编写过程中得到了常州轻工职业技术学院和常州高压电力设备厂的大力支持,常州轻工职业技术学院的壮兵兵、徐伟参加了部分书稿的编写和加工程序的调试工作,编者在此一并感谢。

由于编者水平有限,谬误欠妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2003 年 5 月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)82028899 转 6897 (010)82086060

传 真：(010)82086060

E - mail : dd@hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打读者服务部电话：(010)64054588

目 录

第一章 数控机床概述	1
第一节 数控机床的组成、工作原理和特点	1
第二节 数控机床的分类	3
第三节 数控机床的发展	6
思考题	7
第二章 数控加工工艺分析及编程基础	8
第一节 数控机床的坐标系	8
第二节 工件装夹方法及工件原点的确定	11
第三节 工序的划分及加工路线的确定	13
第四节 刀具和切削用量的选择	16
第五节 数值计算方法	22
第六节 手工编程基础	23
第七节 工艺文件的编制方法	27
思考题	31
第三章 数控车床编程	33
第一节 数控车床编程的特点和基础	33
第二节 数控车床编程的方法	40
第三节 数控车床编程的实例	57
思考题	59
第四章 数控车床操作	61
第一节 SINUMERIK-802C 操作面板	61
第二节 数控车床操作的基本知识	64
第三节 对刀	66
第四节 零件程序的管理和通讯	72
第五节 程序的运行	76
第六节 紧急情况的处理和关机	79
思考题	81
第五章 数控铣床编程	83
第一节 数控铣床编程的特点和基础	83
第二节 数控铣床编程的方法	86

目 录

第三节 数控铣床编程的实例·····	102
思考题·····	111
第六章 数控铣床操作·····	113
第一节 数控铣床的组成及操作面板·····	113
第二节 数控铣床的基本操作·····	118
第三节 数控铣床的对刀与程序传输设置·····	126
思考题·····	137
第七章 加工中心编程·····	138
第一节 加工中心编程的特点和基础·····	138
第二节 加工中心的编程方法·····	148
第三节 加工中心编程的实例·····	156
思考题·····	160
第八章 加工中心操作·····	162
第一节 SINUMERIK-810D系统的操作面板·····	162
第二节 加工中心操作的基本知识·····	165
第三节 对刀·····	168
第四节 零件程序的管理和通讯·····	176
第五节 程序的运行·····	182
第六节 紧急情况的处理和关机·····	184
思考题·····	186
第九章 自动编程简介·····	187
第一节 概述·····	187
第二节 常用的自动编程软件·····	189
思考题·····	191
参考文献·····	192

第一章 数控机床概述

数字控制(Numerical Control)技术,简称为数控(NC)技术,是指用数字指令来控制机器的动作。采用数控技术的控制系统称为数控系统。采用专用或通用计算机及控制软件来实现数控功能的数控系统称为计算机数控(CNC)系统。装备了数控系统的机床称为数控机床。

第一节 数控机床的组成、工作原理和特点

一、数控机床的组成及工作原理

数控机床通常由程序载体、输入装置、数控装置、伺服系统、位置反馈系统和机床组成,如图 1-1 所示。

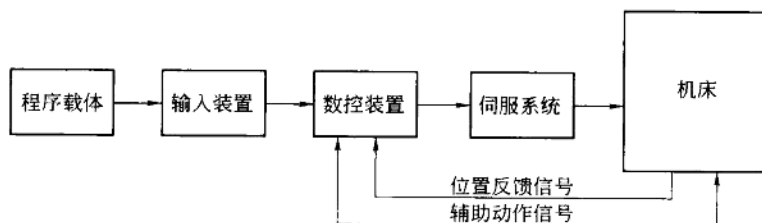


图 1-1 数控机床的组成

1. 程序载体

数控机床是按照编程人员编制的工件加工程序运行的。在工件加工程序中,包括机床上刀具和工件的相对运动轨迹、工艺参数(走刀量、主轴转速等)和辅助运动等。通常编程人员将工件加工程序以一定的格式和代码存储在一种载体上,如穿孔纸带、录音磁带、软磁盘或硬盘等,通过数控机床的输入装置,将程序信息输入到数控装置内。

2. 输入装置

输入装置的作用是将程序载体内有关加工的信息读入数控装置。根据程序载体的不同,输入装置可以是光电阅读机、录音机或软盘驱动器等。

数控机床还可以不用任何程序载体,通过数控机床操作面板上的键盘,用手工将工件加工程序输入数控装置;或者将存储在计算机硬盘上的工件加工程序传送到数控装置。

3. 数控装置

数控装置是数控机床的核心。它根据输入的程序和数据,完成数值计算、逻辑判断、输入输出控制等。数控装置一般由专用(或通用)计算机、输入输出接口板及可编程序控制器等组成。可编程序控制器主要用于对数控机床辅助功能、主轴转速功能和刀具功能的控制。

4. 伺服系统

伺服系统包括伺服控制线路、功率放大线路、伺服电动机等执行装置,它接收数控装置发来的各种动作命令,驱动数控机床进给传动系统的运动。它的伺服精度和动态响应是影响数控机床的加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。

5. 位置反馈系统

位置反馈系统的作用是通过位置传感器将伺服电动机的角位移或数控机床执行机构的直线位移转换成电信号,输送给数控装置,使之与指令信号进行比较,并由数控装置发出指令,纠正所产生的误差,使数控机床按工件加工程序要求的进给位置和速度完成加工。

6. 机床

机床包括:主传动系统、进给系统以及辅助装置等。对于数控加工中心,还有存放刀具的刀库、自动换刀装置(ATC)和自动托盘交换装置等。与传统的机床相比,数控机床的结构强度、刚度和抗振性,传动系统和刀具系统的部件结构,操作机构等方面都发生了很大的变化,其目的是为了满足不同数控技术的要求和充分发挥数控机床的效能。

二、数控机床的特点

1. 数控机床的优点

(1) 对加工对象改型的适应性强。这为单件、小批零件加工及试制新产品提供了极大的便利。

(2) 加工精度高。数控机床的自动加工方式避免了生产者的人为操作误差,同一批加工零件的尺寸一致性好,产品合格率高,加工质量稳定。

(3) 加工生产率高。数控机床通常不需要专用的工夹具,因而可省去工夹具的设计和制造时间,与普通机床相比,生产率可提高2~3倍。

(4) 减轻了操作者的劳动强度。操作者不需要进行繁重的重复性手工操作。

(5) 能加工复杂型面。数控机床可以加工普通机床难以加工的复杂型面零件。

(6) 有利于生产管理的现代化。用数控机床加工零件,能精确地估算零件的加工工时,有助于精确编制生产进度表,有利于生产管理的现代化。

(7) 可向更高级的制造系统发展。数控机床是计算机辅助制造(CAM)的初级阶段,也

是 CAM 发展的基础。

2. 数控机床的不足之处

- (1) 提高了起始阶段的投资。
- (2) 增加了电子设备的维护。
- (3) 对操作人员的技术水平要求较高。

3. 适合数控机床加工的零件

- (1) 多品种小批量零件。
- (2) 几何形状复杂的零件。
- (3) 需要频繁改型的零件。
- (4) 贵重的、不允许报废的关键零件。
- (5) 必须严格控制公差的零件。

第二节 数控机床的分类

数控机床的种类很多,常见的分类有四种。

一、按工艺用途分类

(1) 普通数控机床 这类数控机床和传统的通用机床一样,有车、铣、钻、镗、磨床等,而且每一类里又有很多品种。普通数控机床的工艺性能和通用机床相似,所不同的是它们能自动加工具有复杂形状的零件。图 1-2 为数控车床的外形图,图 1-3 为数控铣床的外形图。

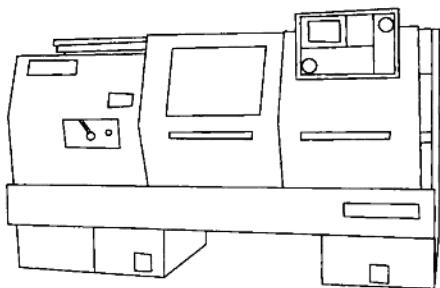


图 1-2 全功能数控车床的外形示意图

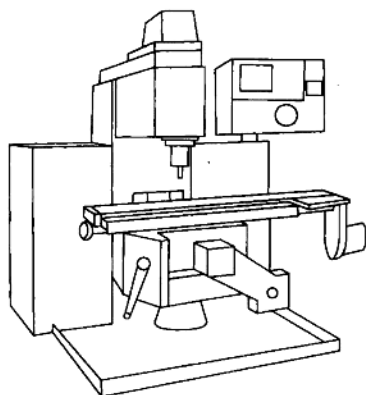


图 1-3 立式数控铣床的外形示意图

(2) 加工中心机床 这是一种在普通数控机床上加装了刀库和自动换刀装置而构成的数控机床。它和普通数控机床的区别是:工件经一次装夹后,数控装置就能控制机床自动地

更换刀具,连续地对工件各加工面进行铣(车)、镗、钻、铰及攻丝等工序加工,图 1-4 为加工中心的外形图。

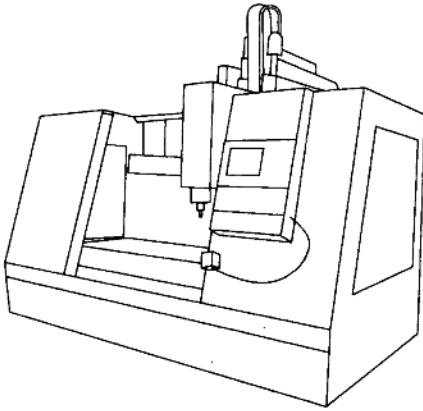


图 1-4 立式加工中心的外形示意图

(3) 多坐标数控机床 有些复杂形状的零件,用三坐标的数控机床还是无法加工,如螺旋桨、飞机机翼曲面以及其他复杂零件的加工等,都需要三个以上坐标的合成运动才能加工出所需的形状。多坐标的数控机床,其特点是数控装置控制的轴数较多,机床结构也比较复杂,坐标轴数的多少通常取决于加工零件的复杂程度和工艺要求。现在常用的有四个、五个、六个坐标的数控机床。

(4) 数控特种加工机床 如数控线切割机、数控电火花加工机床、数控激光切割机床等。

二、按运动方式分类

(1) 点位控制数控机床 数控装置只控制刀具从一点到另一点的准确定位。在移动过程中不进行加工,对两点间的移动速度及运动轨迹没有严格的要求。这类数控机床主要有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲剪床等。

(2) 直线控制数控机床 数控装置除了控制点与点之间的准确位置以外,还要保证两点之间移动的轨迹是一条直线,而且对移动的速度也要进行控制,以便适应随工艺因素变化的不同需要。这类数控机床主要有简易数控车床、数控镗铣床等。

(3) 轮廓控制数控机床 数控装置能对两个或两个以上运动坐标的位移及速度进行连续相关的控制,使合成的平面或空间的运动轨迹能满足加工的要求。由于需要精确地同时控制两个或更多的坐标运动,数据处理的速度比点位控制可能高出 1 000 倍,所以,机床的计算机一般要求具有较高速度的运算和信息处理能力。这类数控机床主要有数控铣床、数控车床等。

随着数控装置的发展,要增加轮廓控制功能,只需增加插补运算软件即可,这几乎不带来成本的提高。因此,除少数专用的数控机床(如数控钻床、冲床等)以外,现代的数控机床都具有轮廓控制功能。

三、按伺服系统的控制方式分类

(1) 开环控制系统的数控机床 开环控制系统的数控机床通常不带位置检测元件,使用功率步进电动机作为执行元件。数控装置每发出一个指令脉冲,经驱动电路功率放大后,就驱动步进电动机旋转一个角度,再由传动机构带动工作台移动。图 1-5 是一个典型的开环控制系统。

开环控制系统的数控机床受步进电动机的步距精度和传动机构的传动精度的影响,难

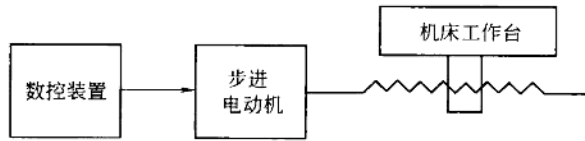


图 1-5 开环控制系统

于实现高精度加工。但由于系统结构简单、成本较低、技术容易掌握,所以目前仍有应用。普通机床的数控化改造大多采用开环控制系统。

(2) 闭环控制系统的数控机床 闭环控制系统的数控机床是按闭环原理工作的。图 1-6 为典型的闭环控制系统。数控装置将位移指令信号与位置检测元件测得的工作台实际位置反馈信号随时进行比较,根据其差值及指令进给速度的要求,按一定的规律进行转换后,得到进给伺服系统的速度指令信号。此外还利用与伺服驱动电动机同轴刚性连接的测速元器件,随时实测驱动电动机的转速,得到速度反馈信号,将它与速度指令信号相比较,得到速度误差信号,对驱动电动机的转速随时进行校正。利用上述的位置控制和速度控制的两个回路,可以获得比开环伺服系统精度更高、速度更快、驱动功率更大的特性指标。从图 1-6 中可以看到,闭环系统的位置检测元件安装在执行部件上,用以实测执行部件的位置或位移量。

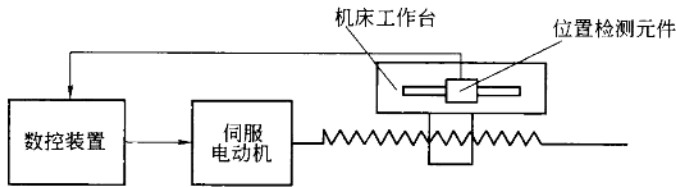


图 1-6 闭环控制系统

(3) 半闭环控制系统的数控机床 如果将位置检测元件安装在驱动电动机的端部,或安装在传动丝杠端部,间接测量执行部件的实际位置或位移,就是半闭环控制系统。图 1-7 为半闭环控制系统。它可以获得比开环系统更高的精度,但它的位移精度比闭环系统的要低。由于位置检测元件安装方便、调试容易,现在大多数数控机床都采用半闭环控制系统。

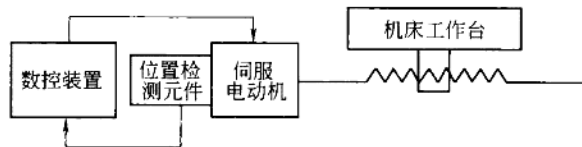


图 1-7 半闭环控制系统

四、按功能分类

(1) 经济型数控机床 经济型数控机床大多指采用开环控制系统的数控机床,其功能简单,价格便宜,适用于自动化程度和加工精度要求不高的场合。

(2) 标准型数控机床 这类数控机床的功能较全,价格适中,应用较广。标准型数控机床亦可称为全功能数控机床。

(3) 多功能型数控机床 这类数控机床的功能齐全,价格较贵。加工复杂零件的大中型机床及柔性制造系统、计算机集成制造系统中使用的数控机床一般为多功能型。

第三节 数控机床的发展

一、高速化和高精度化

提高机床生产效率的核心是更快的速度和更可靠的性能,就是有效缩短工件的加工周期。缩短加工周期可从两条途径入手。一是提高切削速度。目前,机床主轴转速普遍提高,数控车床和车削中心的主轴转速都在 8 000 r/min 以上,加工中心的主轴转速一般都在 15 000~20 000 r/min,还有 40 000 r/min 和 60 000 r/min 的。同样,进给速度也有大幅提高,可达 20 m/min,甚至 60 m/min。随着速度的提高,机床的结构刚性和动态特性都有相应的改进,高速切削工艺应用普遍。二是减少非加工时间。因为在零件加工过程中有大量的时间消耗在工件搬运、上下料、安装调整、换刀和主轴的升、降速上。复合功能的机床是近年来发展很快的机种,其核心是在一台机床上要完成车、铣、钻、镗、攻丝、铰孔和扩孔等多种操作工序。

现代数控机床在提高加工速度的同时,也在进行高精度化。目前已有分辨率为 1 nm 的数控系统,为实现高速化和高精度化,伺服系统广泛使用如下技术:

(1) 伺服电动机的位置环、速度环的控制实现数字化,以达到对电动机的高速、高精度控制。

(2) 采用现代控制理论,减少滞后量,提高跟随精度。

(3) 采用高分辨率的位置编码器。现代高分辨率位置编码器绝对位置的测量可达 163 840 脉冲/r。

(4) 实现多种补偿功能,提高数控机床的加工精度和动态特性。

二、提高系统的可靠性

现代数控机床已大量使用高集成度和高质量的硬件,大大降低了数控机床的故障率。此外,现代数控系统还具有人工智能的故障诊断功能,对潜在的和发生的故障发出警报,提示解决方法。

三、编程自动化

自动编程就是利用计算机完成数控机床程序编制工作。按输入方式的不同,自动编程

系统分为语言输入方式和图形输入方式。图形输入方式用图形输入设备及图形菜单将零件图形信息直接输入计算机并在屏幕上显示出来,再做进一步处理,最终得到加工程序。由于图形输入方式操作简单、直观,是数控编程的发展方向。现代数控系统一般是多 CPU 的,这样,在加工上一种零件的同时,可平行地编制下一种零件的程序。

四、基于 PC 平台的开放型数控系统

数控系统的发展一直落后于计算机的发展,人们一直在致力于缩短两者在发展中的差距。针对封闭型、专用数控所带来的不同的编程语言,五花八门的人机界面,多种操作系统,无共同性,无标准接口等,人们提出了向标准化、规范化的方向发展,设计开放型数控系统的问题。例如,美国的 NGC 和 OMAC 计划,欧共体的 OSACA 计划和日本的 OSEC 计划等。其核心是制定开放型体系结构规范,发展开放型数控系统。进入 20 世纪 90 年代之后,随着通用 PC 机的发展和普及,特别是开放型计算机的发展,数控系统的设计发生了历史性的变化,将嵌入式和开放型结合在一起,比较好地解决了数控系统的设计问题。它利用通用 PC 机的体系结构,并以此为基础设计新一代嵌入式的数控系统,使 PC 机既有通用 PC 机的通用性,又有数控产品所要求的专用性。

利用通用 PC 机设计新一代开放型数控系统,基本上有两种典型的结构:一种为 PC+NC,例如美国 Autocon、CINCINNATI MILACRON 的 2100;德国 Siemens 的 840D;意大利 Fidia 的 M30;我国航天数控集团的航天 I 型 CASNUC911TC/MC、中国科学院沈阳计算技术研究所的 8540 和北航海尔软件有限公司的 CAXA 等。它们将通用 PC 机与 NC 连接在一起构成前后台结构,形成多机、多过程数控系统。另一种为 PC-based,例如美国 Fadal,德国 IBH,日本朋立,我国航天数控集团、珠峰公司、华中科技大学和南京航空航天大学等都有这种结构的产品,它们将数控专用模板插到通用 PC 机中构成数控系统。这两种不同结构的开放型数控系统,是在一套数控专用模板的基础上,通过充分利用通用 PC 机的软硬件资源实现的。

思考题

- 1-1 什么是数控机床?
- 1-2 数控机床有哪些优点和不足之处?
- 1-3 数控机床多用于什么场合?
- 1-4 数控机床由哪些部分组成?
- 1-5 数控机床有哪些分类方式?
- 1-6 点位控制、直线控制和轮廓控制的最主要区别是什么?
- 1-7 开环、闭环和半闭环控制系统由哪些部分组成?它们的工作原理是怎样的?
- 1-8 数控机床的发展方向是什么?
- 1-9 开放型数控系统的特点是什么?

第二章 数控加工工艺分析及编程基础

数控机床加工工件时,由机床按照事先编好的加工程序自动地进行加工。所以在编制程序过程中,必须全面考虑加工过程、刀具的选用、零件的尺寸与形状精度及表面粗糙度,即进行加工工艺分析。只有经过良好的工艺分析及制订合理的加工工艺,才能加工出合格的零件。

第一节 数控机床的坐标系

一、坐标轴的命名

在数控机床中统一规定采用右手直角笛卡儿坐标系进行坐标轴的命名,如图 2-1 所示。图中大拇指的指向为 X 轴的正方向,食指指向为 Y 轴的正方向,中指指向为 Z 轴的正方向。A、B、C 表示绕 X、Y、Z 的轴线或与 X、Y、Z 轴线相平行的轴的转向。

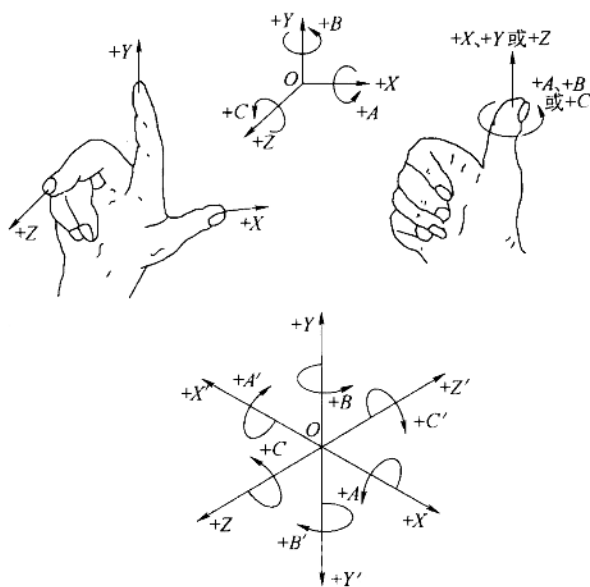


图 2-1 数控机床的坐标系

1. 坐标轴的命名规定

(1) 坐标系中的各个坐标轴与机床的主要导轨相平行。

(2) 机床在加工过程中不论是刀具移动,还是被加工工件移动,都一律假定被加工工件相对静止不动,而刀具在移动,并规定刀具远离工件的运动方向为坐标轴的正方向。

(3) 如果把刀具看作相对静止不动,工件移动,那么在坐标轴的字母上加“'”,如 X' 、 Y' 、 Z' 等。

(4) 机床主轴旋转运动的正方向用右手螺旋定则确定。

2. 机床坐标系的确定方法

确定机床坐标轴时,一般先确定 Z 轴,再确定 X 轴和 Y 轴。

(1) Z 轴 一般选取产生切削力的轴线方向作为 Z 轴方向。对于有主轴的机床,如图 2-2 所示的卧式车床和如图 2-3 所示的立式升降台铣床等,则以机床主轴轴线方向作为 Z 轴方向。对于没有主轴的机床,如图 2-4 所示的牛头刨床,数控龙门刨床等,则规定垂直于装夹面的坐标轴为 Z 轴。同时规定刀具远离工件的方向作为 Z 轴的正方向。

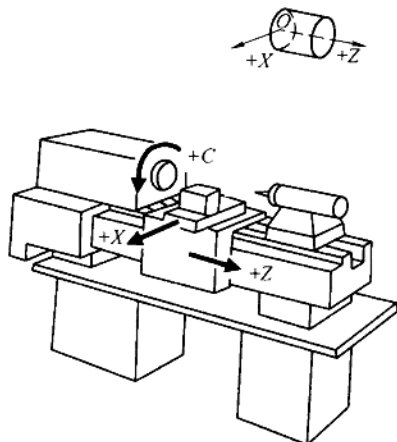


图 2-2 卧式车床示意图

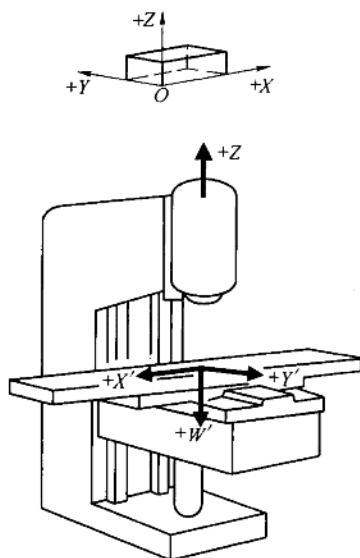


图 2-3 立式升降台铣床示意图

(2) X 轴 X 轴位于与工件装夹面相平行的水平面内。

对于机床主轴带动工件旋转的机床,如图 2-2 所示的车床等, X 轴的方向在工件的径向并平行于横向拖板,刀具离开工件旋转中心的方向是 X 轴的正方向。

对于机床主轴带动刀具旋转的机床,如铣床、钻床、镗床等。若 Z 轴是水平的,则从刀具(主轴)向工件看, X 轴的正方向指向右边,如图 2-5 所示的卧式升降台铣床。如果 Z 轴是竖直的,则从刀具(主轴)向立柱看, X 轴的正方向指向右边,如图 2-3 所示。

对于无主轴的机床,如刨床(见图 2-4)等,则选定主要切削方向为 X 轴正方向。

(3) Y 轴 Y 轴方向根据已选定的 Z 、 X 轴按右手直角笛卡儿坐标系来确定。

(4) A 、 B 、 C 的转向 选定 X 、 Y 、 Z 坐标轴后,根据右手螺旋定则来确定 A 、 B 、 C 三个转动的正方向。

(5) 附加坐标 如果机床在基本的直角坐标系 X 、 Y 、 Z 外,另有轴线平行于它们的坐标系,则附加的直角坐标系指定为 U 、 V 、 W 和 P 、 Q 、 R 。

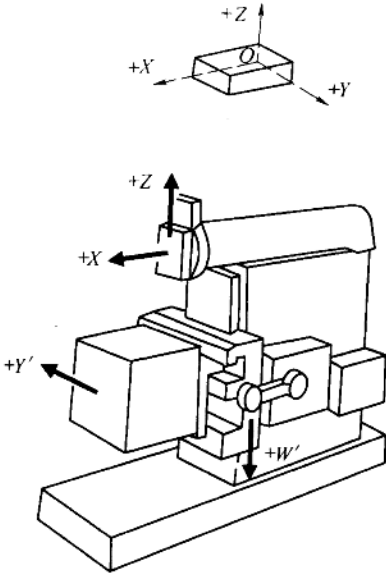


图 2-4 牛头刨床示意图

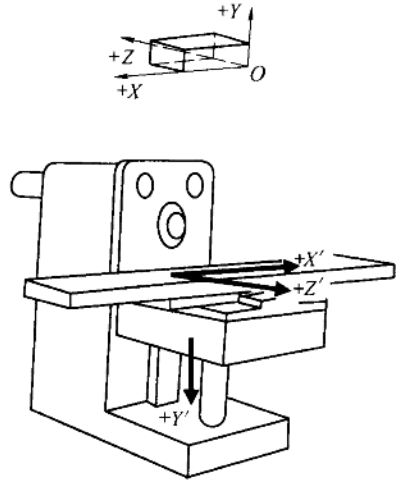


图 2-5 卧式升降台铣床示意图

二、机床坐标系与工件坐标系

1. 机床坐标系与机床原点、机床参考点

机床坐标系是机床上固有的坐标系,并设有固定的坐标原点,就是机床原点,又称机械原点,即 $x = 0$ 、 $y = 0$ 、 $z = 0$ 的点。对某一具体机床来说,这点是机床上固定的点。

机床参考点是机床坐标系中一个固定不变的极限点,其固定位置由各轴向的机械挡块来确定。一般数控机床开机后,用控制面板上的“手动返回参考点”按钮使刀具或工作台退

离到该点。对数控铣床、加工中心而言,机床参考点与机床原点重合;对数控车床而言,机床参考点是指车刀退离主轴卡盘后端面和旋转中心线最远的某一固定点。机床参考点在数控机床制造厂产品出厂时,就已经调好并记录在机床使用说明书中供用户编程使用,一般情况下,不允许随意变动。

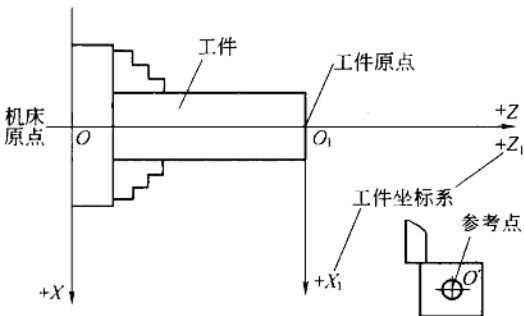


图 2-6 数控车床的机床原点、工件原点和机床参考点

数控车床的机床坐标系形式如图 2-6 所示。对 LK-40 数控车床而言,机床原

点 O 取在卡盘后端面与旋转中心线的交点之处,而机床参考点 O' 在机床坐标系中的坐标为: $x(\phi\alpha) = 100 \text{ mm}$, $z(\beta) = 300 \text{ mm}$ 。

2. 工件坐标系与工件原点

编程时,为了编程方便,需要在零件图样上选定一个适当的基准点,并以这个基准点作为坐标系的原点,建立一个新的坐标系,此坐标系称为工件坐标系(或编程坐标系)。工件坐标系的原点称为工件原点(见图 2-6)。工件原点是人为设定的,设定的依据是既要符合图样尺寸的标注习惯,又要便于编程。

三、绝对尺寸(绝对坐标)与增量尺寸(增量坐标)

运动轨迹移动量的指令有绝对尺寸指令和增量尺寸指令两种。

所有坐标系的坐标值均从坐标原点计量的坐标系,称为绝对坐标系。其移动的尺寸称为绝对尺寸(绝对坐标),所用的编程指令称为绝对尺寸指令。图 2-7 中,从 A 点运动到 B 点,其绝对尺寸指令为: $X40 \quad Y70$ 。

运动轨迹的终点坐标是相对于起点计量的坐标系,称为增量坐标系(或相对坐标系)。其移动的尺寸称为增量尺寸(增量坐标),所用的编程指令称为增量尺寸指令。图 2-7 中,从 A 点运动到 B 点,其增量尺寸指令为: $X-60 \quad Y40$ 。其中负号表示 B 点在 A 点的负向。

在编程时可根据需要,从计算、编程方便等因素考虑,选用相应的坐标尺寸,但必须给定相应的指令。

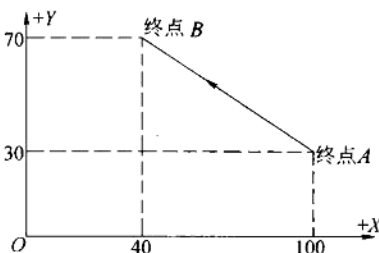


图 2-7 绝对尺寸和增量尺寸

第二节 工件装夹方法及工件原点的确定

在数控机床上加工工件时,为保证加工精度,必须先使工件在机床上占据一个正确的位置,即定位,然后将其夹紧。这种定位与夹紧的过程称为工件的装夹。用于装夹工件的工艺装备就是机床夹具。

一、工件的装夹及夹具的选择

1. 工件的装夹

数控机床上被加工工件的安装方法与普通机床一样,也要合理地选择定位基准和夹紧方案。在安装工件前,必须要考虑以下原则:

(1) 应尽量减少装夹次数,力争一次装夹后能加工出全部待加工面。