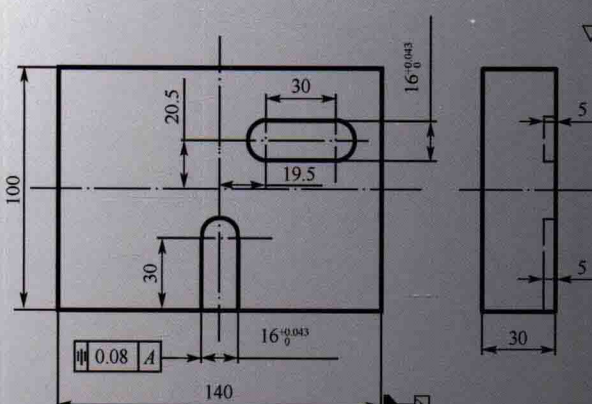


JIAGONG ZHONGXIN BIANCHENG
YU LINGJIAN JIAGONG JISHU

加工中心编程 与零件加工技术

张亚力 康彪 主编
董雪峰 徐崇坤 副主编



化学工业出版社

JIAGONG ZHONGXIN BIANCHENG
YU LINGJIAN JIAGONG JISHU

加工中心编程 与零件加工技术

张亚力 康 彪 主 编
董雪峰 徐崇琿 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

加工中心编程与零件加工技术 / 张亚力, 康彪主编.
北京: 化学工业出版社, 2016.1
ISBN 978-7-122-25126-8

I. ①加… II. ①张… ②康… III. ①数控机床加工
中心-程序设计②数控机床加工中心-零部件-加工
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 212575 号

责任编辑: 王 焯
责任校对: 吴 静

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 410 千字 2016 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

前言

本书第一版《数控铣床/加工中心编程与零件加工》经过修订，第二版更为全面地采用行动导向的教学思想，以零件加工为主体，以典型工作任务为载体，系统地介绍了加工中心、数控铣削编程基础和基本理论，并在最后一个情境重点介绍了 CAD/CAM 编程的思路与方法，并引出多轴加工的生产理念。书中每个情境都通过 2~3 个具体的工作任务去实施，每个典型任务的实施过程就是一个完整行动的学习过程。通过一个完整行动的学习过程，可以帮助学员掌握加工中心编程的基本知识、方法技巧及操作技能，并且可以培养学员的专业技术分析能力及解决问题能力、生产意识及产品质量意识。

本书共分 11 个情境，内容包括：加工中心操作入门、加工中心加工工艺分析、加工中心编程入门、平面铣削编程与加工、圆弧程序编制与加工、零件轮廓铣削编程与加工、模具型腔零件编程与加工、槽类零件编程与加工、孔类零件编程与加工、变量编程与零件加工、计算机辅助编程。

本书可以作为职业技术学院数控技术应用专业和机械制造专业的教学用书，也可供相近专业的师生和从事相关工作的工程技术人员作参考用书。

本书由北方机电工业学校张亚力、康彪主编，北方机电工业学校董雪峰和张家口市农机安全监理所徐崇珅副主编。北方机电工业学校孙宏巍、任士明和张家口机械工业学校李玉安、华北机电工业学校赵静参与编写部分内容。其中，张亚力编写情境 1~3、情境 11；康彪、董雪峰编写情境 4、情境 5、情境 10；徐崇珅、孙宏巍编写情境 6、情境 7；任士明、李玉安、赵静编写情境 8、情境 9。

本书由张亚力和崔培雪负责统稿。

限于编者的水平和经验，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目录

情境1 加工中心操作入门

任务1 加工中心操作基本步骤	8
任务2 加工中心机床面板	15
任务3 加工中心工件的定位与安装	18
任务4 加工中心对刀	30

情境2 加工中心加工工艺分析

任务1 加工中心刀具选择	47
任务2 制定平面凸轮零件的数控铣削加工工序	55
任务3 制定端盖零件的加工中心加工工艺	58
任务4 制定柱面凸轮零件数控综合加工工艺	60

情境3 加工中心编程入门

任务1 直线沟槽铣削	76
任务2 加工中心多刀加工程序	78

情境4 平面铣削编程与加工

任务1 平面铣削加工	90
任务2 台阶面铣削加工	92

情境5 圆弧零件程序编制与加工

任务1 圆弧沟槽加工	104
任务2 祥云图案加工	106

情境6 零件轮廓铣削编程与加工

任务1 外轮廓编程与加工	120
任务2 内轮廓编程与加工	123

情境7 模具型腔零件编程与加工

任务1 凸模零件加工	135
任务2 凹模零件加工	141

情境8 槽类零件编程与加工

任务1 封闭槽与开放槽加工	155
任务2 燕尾槽加工	159

情境 9 孔类零件编程与加工

任务 1 钻孔	177
任务 2 孔系零件的加工	179
任务 3 镗孔	182
任务 4 螺纹孔加工	185

情境 10 变量编程与零件加工

任务 1 相邻面加工 R 角类零件程序编制	198
任务 2 椭圆凹腔曲面加工	201
任务 3 空间波浪曲面的加工	204

情境 11 计算机辅助编程

任务 1 转盘编程与加工	214
任务 2 螺旋桨皮带轮编程与加工	222

参考文献

加工中心操作入门

【引言】

加工中心是数控机床中典型的机电一体化高技术产品，同时又是先进制造技术不可缺少的工艺设备。多轴、复合、高速、高精是当代数控机床的发展方向。作为工程技术人员，掌握加工中心的基本操作及数控技术的有关知识，为今后胜任不同职业和不同岗位上的专业技术及具备突出的工程实践能力奠定坚实的基础。本情境介绍了四个具体的任务：任务 1 为加工中心操作的基本步骤，通过机床的基本过程，我们引出加工中心的基本知识；任务 2 为加工中心机床操作面板，以 FANUC 0i-MB 系统为例，通过该任务的实施，熟悉机床面板操作及各功能键使用；任务 3 为加工中心工件的定位与安装，通过该任务介绍在加工中心上加工工件时工件定位与安装的特点和应注意的问题；任务 4 是具体介绍加工中心上工件的对刀操作，通过该任务的完成，理解加工中心上工件坐标系的确定及对刀方法。

【目标】

学习加工中心机床的基本知识；掌握加工中心的组成与原理；熟悉加工中心配置的常用数控系统；掌握加工中心机床基本操作步骤；掌握工件的定位与安装；掌握在加工中心上如何快速设定工件坐标系。

知识准备

1. 加工中心

(1) 加工中心的概述

加工中心（见图 1-1）除了能控制 X 、 Y 、 Z 三轴外，一般还有数控分度头、回转工作台（如图 1-2 所示）或可自动转角度的主轴箱（如图 1-3 所示），实现绕 X 、 Y 、 Z 转动的 A 、 B 、 C 轴，从而使工件一次装夹后，自动完成多个平面或多个角度位置的多工序加工。

(2) 加工中心的分类

加工中心发展至今已有 40 多年的历史，通过生产厂家不断改进、完善和创新，其品种规格已非常齐全，但目前尚无统一的分类方法。习惯分类方法大致有两种：一种是按工艺用途进行分类，大致可分镗铣加工中心、钻削加工中心、车削加工中心、激光加工中心、复合加工中心和钣金加工中心等；另一种是结合工艺用途，按机床结构和总体布局进行分类，这里仅从结构上对其做一介绍。

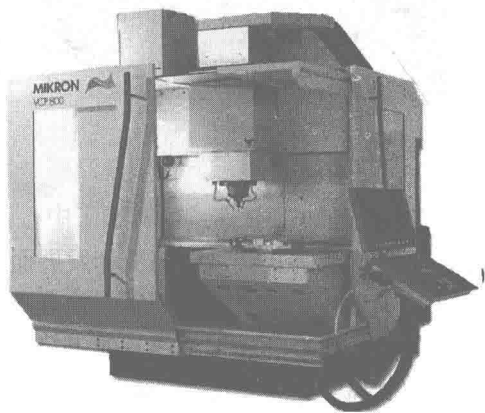
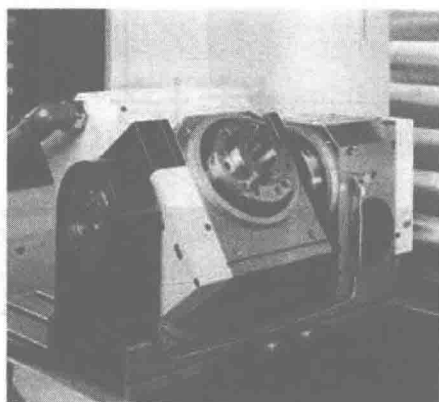
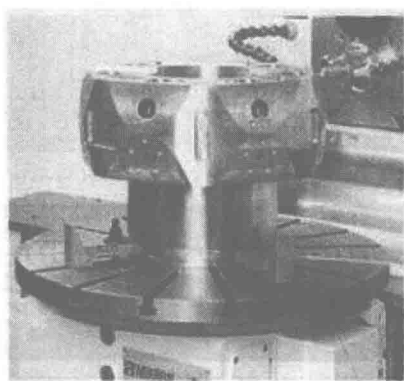


图 1-1 加工中心



(a) 数控分度头



(b) 数控回转工作台

图 1-2 数控转轴

① 立式加工中心 立式加工中心是指机床主轴轴线垂直于水平面设置的加工中心。这类加工中心多从立式铣床或立式坐标镗床演变过来的，它的加工范围基本与立式铣床相同，它可以用来加工零件的顶部和四周侧面。对顶部加工时，可以完成各种复杂工序的复合加工。对工件四周只能完成轮廓铣削加工，如图 1-4 所示。

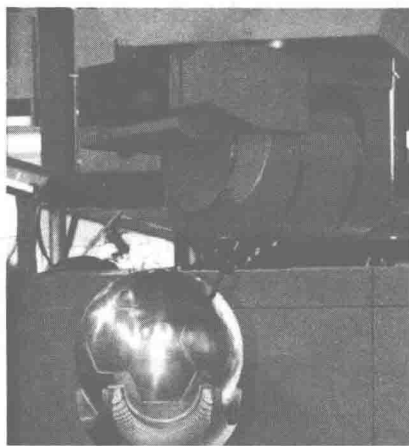


图 1-3 可转角度的主轴箱

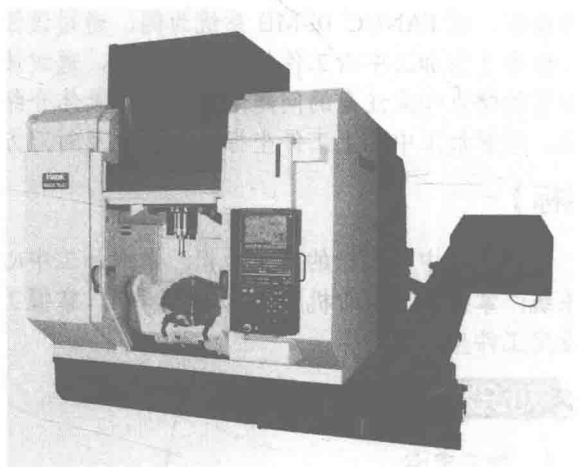


图 1-4 立式加工中心

② 卧式加工中心 卧式加工中心是指机床主轴成水平布置的加工中心。这类加工中心是从卧式铣床或卧式镗床演变和发展而来的，它的加工范围基本与立式卧铣（或卧镗）相同。卧式加工中心通常都配有回转工作台或分度转台，所以它可以用来完成箱体零件的四周或圆周面上的各种复杂的加工工序，对于箱体顶部只能用圆柱铣刀进行侧铣。回转工作台称为第 4 轴或 C 轴，通常配有第 4 轴的卧式加工中心都可以实现 4 轴联动，加工复杂曲面，如图 1-5 所示。

③ 大型加工中心 大型加工中心是指从卧式落地镗铣床或大型龙门铣床演变和发展而来的加工中心。由卧式落地镗铣床为基型的大型卧式加工中心，其回转工作台或固定工作台都是独立的大型部件，安装在加工中心正面，机床完成 3 个方向的运动，回转工作台完成回转运动。这类加工中心的特点是工件大而笨重，机床运动行程长，配置固定工作台或分度工作台的居多，配置回转工作台的较少，如图 1-6 所示。

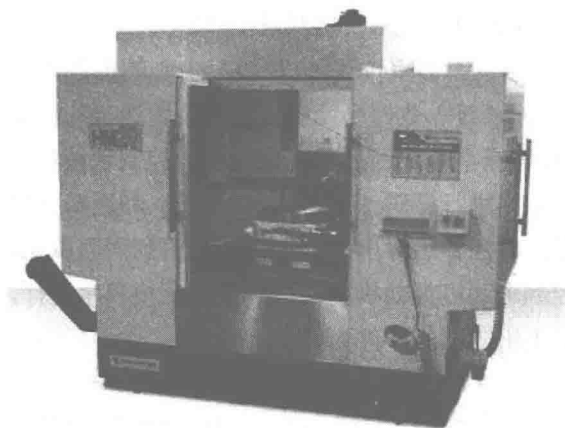


图 1-5 卧式加工中心

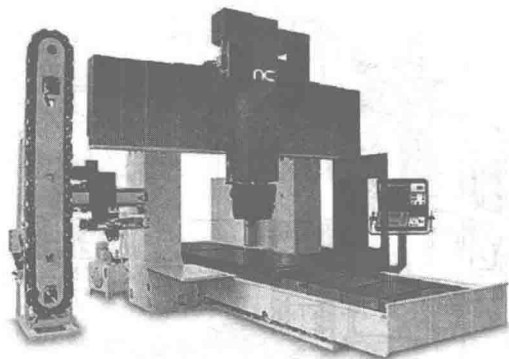


图 1-6 大型龙门 5 面加工中心

④ 车削加工中心 车削加工中心是以轴类零件和回转体零件为加工对象，在数控车床的基础上发展起来的。机床配有刀库，一般还配有 C 轴，除能完成轴类零件和回转体零件的车、镗、钻、车螺纹和攻螺纹之外，还能完成铣削加工和对零件的周边孔进行钻孔和攻螺纹等多工序的复合加工。这类车削加工中心多数是采用转塔式动力刀库作为刀库，如图 1-7 所示。还有的是采用链式刀库，通过机械手进行刀具交换。

⑤ 柔性加工单元 柔性加工单元 (FMC) 是加工中心配上工件托盘库及托盘自动交换装置的加工设备，是可以进行多品种混合加工的加工中心。它是从加工中心或车削中心发展而来的，是具有更高性能的加工中心。它可以一周之内连续 120h 不停地运转，按既定的加工程序加工不同零件、不同工序。柔性加工单元有箱体类、回转体类、多轴组合式柔性加工单元之分，如图 1-8 所示。



图 1-7 车削加工中心转塔式动力刀库

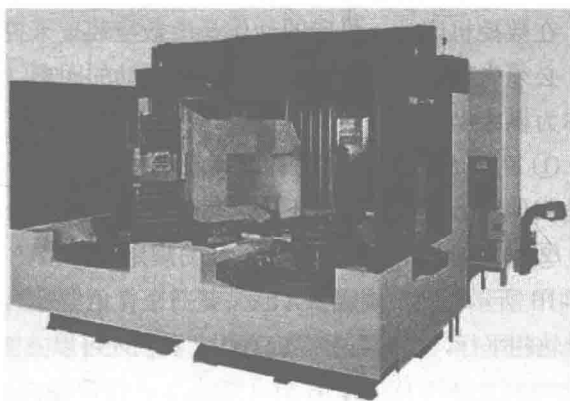


图 1-8 柔性加工单元

2. 加工中心常用数控系统

(1) 加工中心组成

一台加工中心是由机床 (机械部分) 和控制系统 (电气部分) 两部分所组成。机床是加工中心的主体，控制系统是加工的核心。

加工中心的机械部分通常由三大基础部件 (床身、立柱和工作台) 和主轴部件、刀具存储自动交换系统 (ATC) 及其他辅助功能部件组成。有的加工中心还具有托盘 (工作台) 自动交换系统 (APC)。如图 1-9 所示为立式加工中心组成部件示意图。

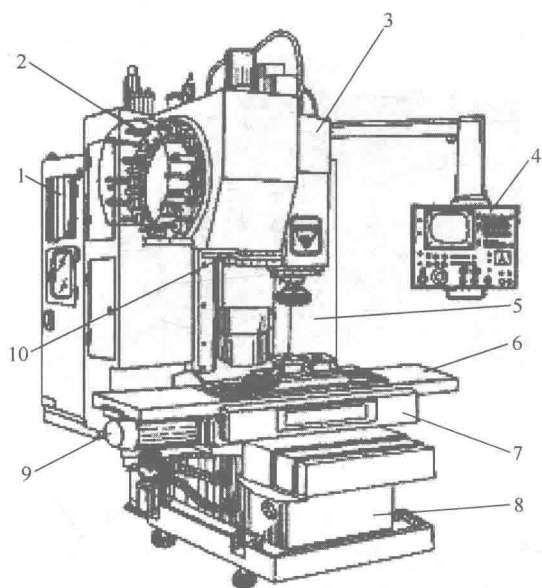


图 1-9 立式加工中心组成部件

- 1—数控装置；2—刀库；3—主轴箱；4—控制面板；5—立柱；
6—工作台；7—滑枕；8—床身；9—X 向伺服电机；
10—换刀机器人手

(2) 加工中心常用数控系统

数控 (CNC) 系统是加工中心的控制指挥中心。CNC 数控系统根据输入装置送来的信息 (程序或指令), 经过数控装置中的控制软件和逻辑电路进行译码、运算 (插补运算) 和逻辑处理后, 将插补运算出的位置数据输出到伺服单元, 控制电动机带动执行机构, 使机床按程序运行, 加工出需要的零件。

加工中心配置的数控系统不同, 其功能和性能差异很大。目前, 国外数控产品中, 常见的有: 发那科 (日本) FANUC 0iD、FANUC 18i、FANUC 31i; 西门子 (德国) 系统 SIEMENS 820DSL、SIEMENS 840D; 三菱 (日本) MITSUBISHI, 如 EZMotion-NC E68M; 海德汉 (德国) HEIDENHAIN Itnc530 等数控系统和相关产品在数控机床行业占有率较高。国产数控产品中, 华中数控系统如 HNC-210BM、广州数控系统如 GSK983M 的市场占有率也在逐年提高。

3. 数控机床坐标系统

为了编程时描述机床的运动、简化程序的编制以及保证记录数据的互换性, 数控机床的坐标和运动方向均已标准化。

(1) 数控机床的标准坐标系的规定

在数控机床上, 机床的动作是由数控装置来控制的, 为了确定机床上的成形运动和辅助运动, 必须先确定机床上运动的方向和运动的距离, 这就需要一个坐标系才能实现, 这个坐标系就称为机床坐标系。

① 刀具相对于静止工件而运动的原则 这一原则使编程人员能在不知道是刀具移近工件还是工件移近刀具的情况下, 就可依据零件图样, 确定机床的加工过程。

② 标准坐标 (机床坐标) 系的规定 标准的机床坐标系采用右手笛卡儿直角坐标系, 如图 1-10 所示。图中规定了 X、Y、Z 三个直角坐标轴的方向, 这个坐标系的各个坐标轴与机床的主要导轨相平行。根据右手螺旋方法, 我们还可以方便确定出 A、B、C 三个旋转坐标轴及方向。

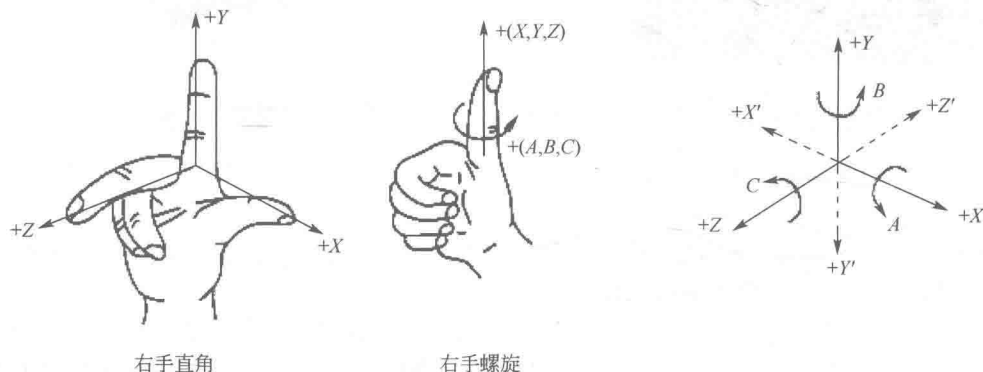


图 1-10 右手笛卡儿直角坐标系

(2) 机床坐标系与坐标轴运动方向的确定

① 数控机床坐标系的作用 数控机床坐标系是机床固有的坐标系，它是为了确定工件在机床中的位置，机床运动部件特殊位置及运动范围，即描述机床运动，产生数据信息而建立的几何坐标系。通过机床坐标系的建立，可确定机床位置关系，获得所需的相关数据。

② 坐标轴运动方向的确定 机床的某一运动部件的运动正方向规定为增大工件与刀具之间距离的方向。

a. Z 轴确定 Z 坐标轴的运动由传递切削力的主轴决定，与主轴平行的标准坐标轴为 Z 坐标轴，其正方向为增加刀具和工件之间距离的方向。对于车床是主轴带动工件旋转，如图 1-11 所示，主轴轴线方向为 Z 轴方向；对于数控铣床，铣刀的旋转轴线为 Z 轴，刀具远离工件的方向为 Z 轴的正方向。立式铣床向上的方向为 Z 轴正方向，如图 1-12 所示；卧式铣床，背对着主轴轴线的方向（指向机床的方向）为 Z 轴正方向，如图 1-13 所示。对于没有主轴的机床（刨床），则以装卡工件的工作台面相垂直的直线作为 Z 轴方向。若机床有几个主轴，可选择垂直于工件装夹面的主要轴为主轴，并以它确定 Z 坐标轴。

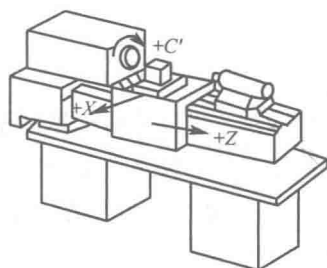


图 1-11 卧式车床

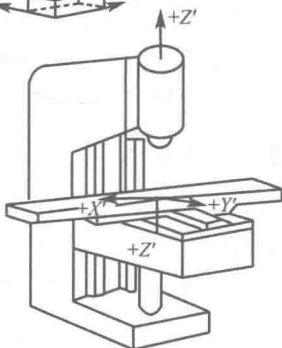
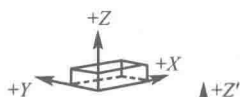


图 1-12 立式铣床

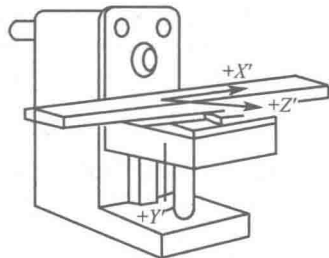


图 1-13 卧式铣床

b. X 坐标轴 X 坐标轴的运动是水平的，它平行于工件装夹面，是刀具或工件定位平面内的运动的主要坐标。主轴（ Z 轴）带刀具旋转的数控机床，对于立式数控铣床，单立柱时，当由主轴（刀具）向立柱看时， X 坐标轴的正方向指向右方，如图 1-12 所示；对于双立柱的龙门铣床，当由主轴（刀具）向左侧立柱看时， X 坐标轴的正方向指向右方，如图 1-14 所示；对于卧式数控铣床，当由主轴（刀具）向工件看时， X 坐标轴的正方向指向右方，如图 1-13 所示。

c. Y 坐标轴 根据 X 、 Z 坐标轴，按照右手直角笛卡儿坐标系确定。

d. 旋转坐标轴 旋转运动 A 、 B 、 C 相应地表示其轴线平行于 X 、 Y 、 Z 的旋转运动，其正方向按照右旋螺纹旋转的方向，如图 1-15 所示。

e. 附加运动 如果在 X 、 Y 、 Z 主要坐标轴外，还有平行于它们的直线运动坐标轴，可分别指定 U 、 V 、 W 。如还有第三组运动，则分别指定为 P 、 Q 、 R 。

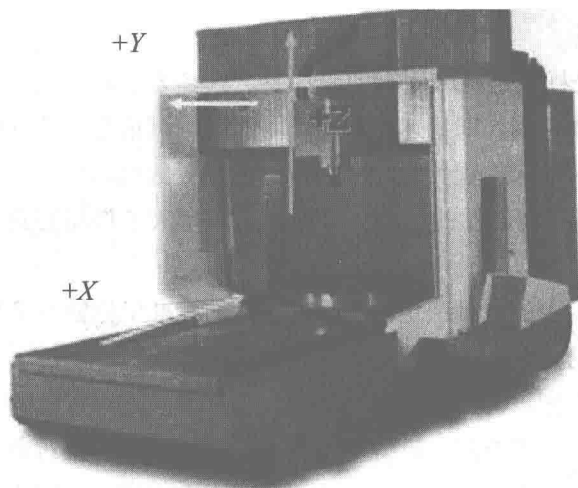


图 1-14 龙门数控铣床

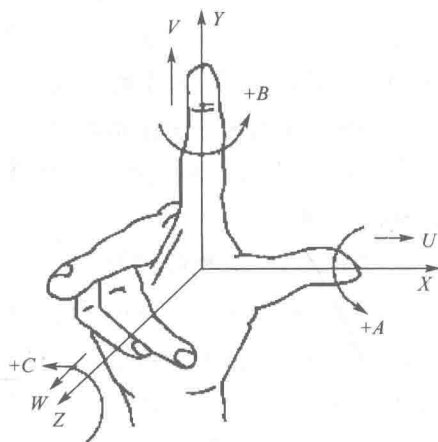


图 1-15 右手笛卡儿直角坐标系

重要提示



对于移动部分是工件而不是刀具的机床，必须将前面所介绍的移动部分是刀具的各项规定，在理论上作相反的安排。此时，用带“'”的字母表示工件正向运动，如 X' 、 Y' 、 Z' 表示工件相对于刀具正向运动的指令， $+X$ 、 $+Y$ 、 $+Z$ 表示刀具对于工件正向运动的指令，两者所表示的运动方向恰好相反，如图 1-12 所示。

③ 卧式 5 轴加工中心坐标系如图 1-16 所示。

④ 工件坐标系 编程人员在编程时设定的坐标系，就是工件坐标系，也称为编程坐标系。工件坐标系坐标轴的确定与机床坐标系坐标轴方向一致。机床坐标系是建立工件坐标系的基础。

数控机床坐标系是进行设计和加工的基础，但是利用机床坐标系进行数控编程却不方便，因此应该在工件上设置一个工件坐标系来进行编程，然后在进行加工时，通过一些特定的方法测量出工件坐标系零点（一般用 W 来表示）在机床坐标系里的坐标值，并把这个值输入到数控系统中，这样就可以建立起工件坐标系与机床坐标系之间的关系，如图 1-17 所示。

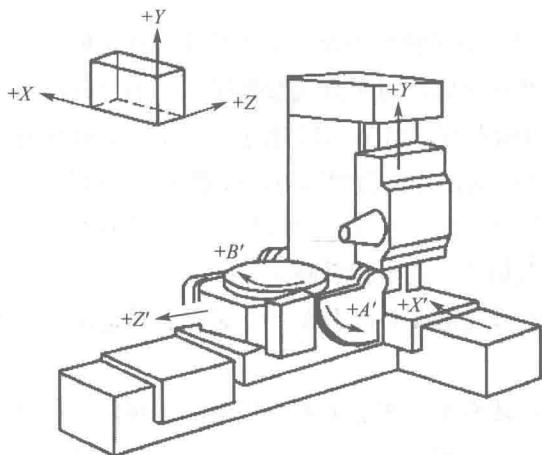


图 1-16 5 轴联动的卧式加工中心的坐标系

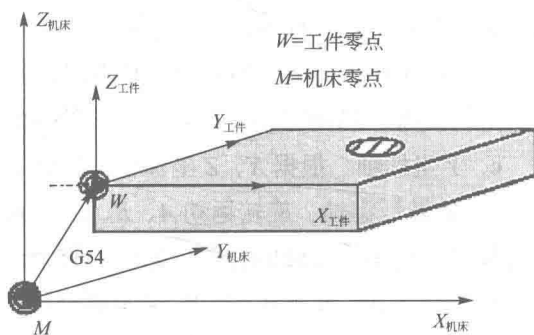


图 1-17 机床坐标系与工件坐标系之间的关系

⑤ 数控机床上有关的点

a. 机床原点 机床原点是指在机床上设置的一个固定点，即机床坐标系原点。它在机床装配、调试时就已确定下来，是数控机床进行加工运动的基准参考点。一般取在机床运动方向的最远点。在数控铣床上，机床原点一般取在 X、Y、Z 三个直线坐标轴正方向的极限位置上，如图 1-18 所示。

b. 机床参考点 机床参考点不同于机床原点。机床参考点是机床制造商在机床上借助行程开关设置的一个物理位置，该点至机床原点在其进给坐标轴方向上的距离在机床出厂时已准确确定，使用时可通过“寻找操作”方式确认。它与机床原点的相对位置是固定的。有的机床参考点与机床原点重合。数控铣床机床参考点如图 1-19 所示。有的数控机床可以设置多个参考点，其中第一参考点与机床参考点一致，第二、第三和第四参考点与第一参考点的距离利用参数事先设置。

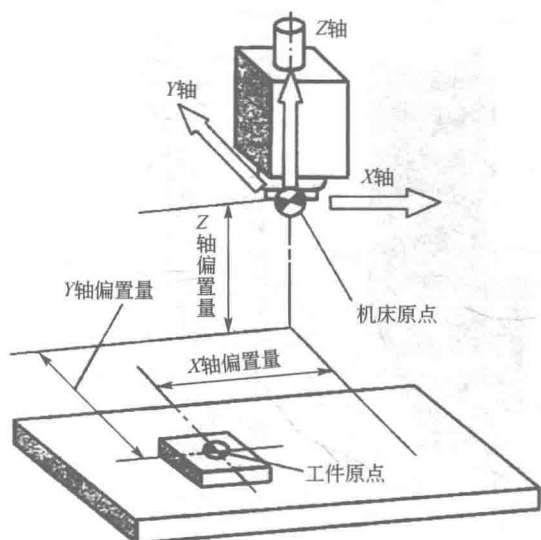


图 1-18 机床原点与工件原点

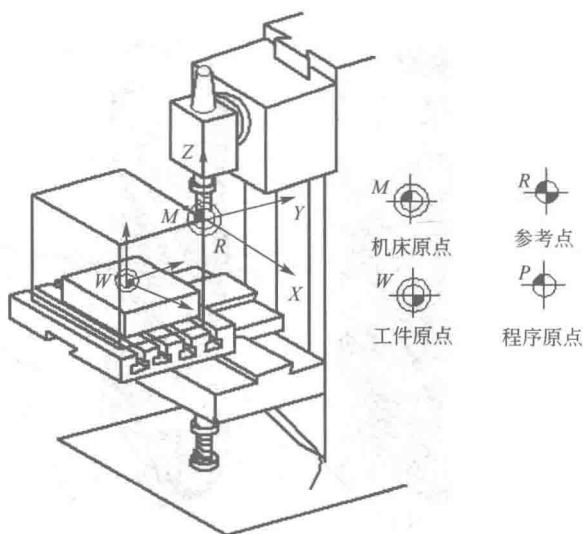


图 1-19 立式铣床机床参考点

机床原点与机床参考点关系：

机床参考点相对于机床原点的值是一个可设定的参数值。它由机床厂家测量并输入至数控系统中，用户不得改变。当执行返回参考点的工作完成后，机床显示器面板即显示出机床参考点在机床坐标系中的坐标值，此表明机床坐标系已经建立。参考点一般被设在机床运动正方向的最远点附近。

机床原点实际上是通过返回（或称寻找）机床参考点来确定的。机床参考点对机床原点的坐标是已知值，即可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，如图 1-20 所示。

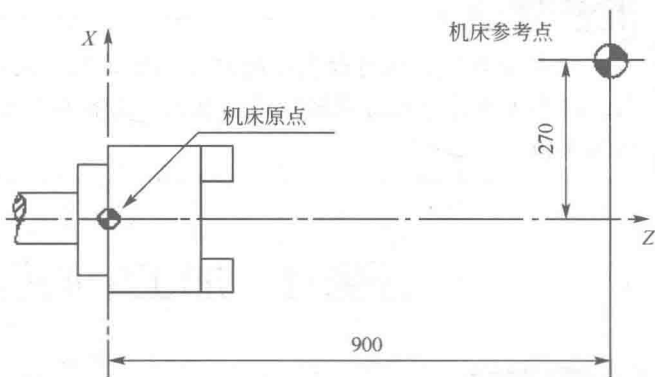


图 1-20 车床的机床参考点

重要提示



回零操作(回参考点)就是建立机床坐标系。机床返回了第一参考点位置也就知道了该坐标轴的零点位置。机床接通电源后必须先进行机动或手动返回第一参考点,否则不能进行其他操作。

c. 工件坐标系原点 在工件坐标系上,确定工件轮廓的编程和计算原点,称为工件坐标系原点,简称工件原点,亦称编程原点,如图 1-18 所示。

d. 刀位点 刀位点是指编制数控加工程序时用以确定刀具位置的基准点。如图 1-21 所示,圆柱铣刀的刀位点是刀具中心线与刀具底面的交点;球头铣刀的刀位点是球头的球心点或球头顶点;车刀的刀位点是刀尖或刀尖圆弧中心;钻头的刀位点是钻头顶点。

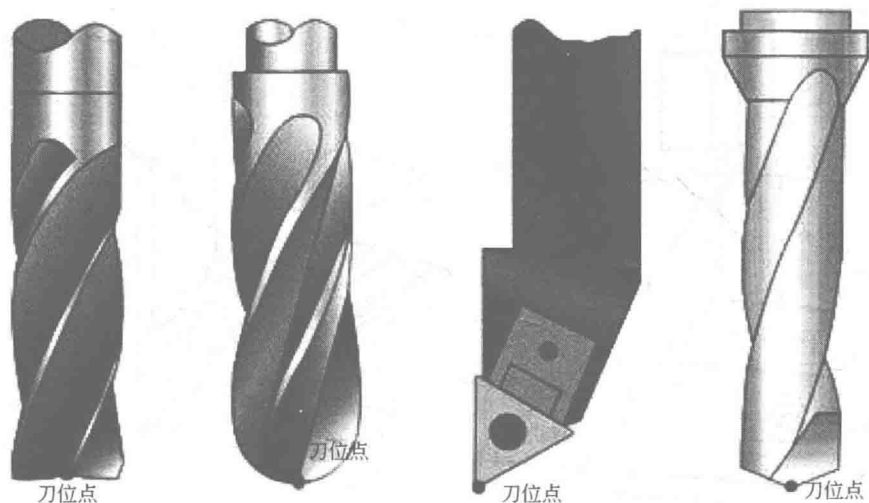


图 1-21 刀具刀位点

重要提示



对参考点为正向行程极限的机床而言,工作区内的刀位点在机床坐标系的坐标均为负值;对参考点为负向行程极限的轴来说,正常工作区内的点在机床坐标系中该轴对应的坐标均为正值。

任务 1 加工中心操作基本步骤



任务描述

以沈阳机床厂型号为 VMC850E 立式加工中心(如图 1-22 所示)为例,数控系统是:FANUC Oi MC,完成数控机床的基本操作。

任务分析

由于不同型号的立式加工中心的机床结构、数控系统以及操作面板的差异，操作方法有所差别，但是机床的基本操作原理、操作步骤是相同的。现以配有 FANUC 0i MC 数控系统的 VMC850E 型立式加工中心为例，介绍加工中心的基本操作方法和步骤。

任务实施

1. 操作准备

(1) 观察机床

VMC850E 立式加工中心，是一台无机器人换刀方式的加工中心。该机床的操作面板竖直挂在床身右前方。

(2) 认识操作面板

加工中心的操作面板由数控系统的控制面板和机床操作面板两部分组成。如图 1-23 所示，数控系统的控制面板包括手动数据输入键盘（MDI）和显示屏（CRT）；如图 1-24 所示，机床操作面板包括各种操作开关及按钮。

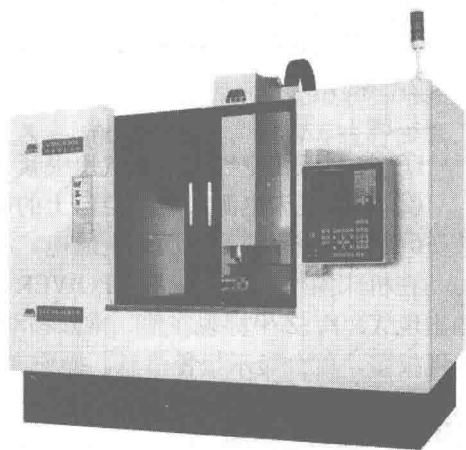


图 1-22 VMC850E 立式加工中心



图 1-23 FANUC 0i MC 数控系统加工中心控制面板

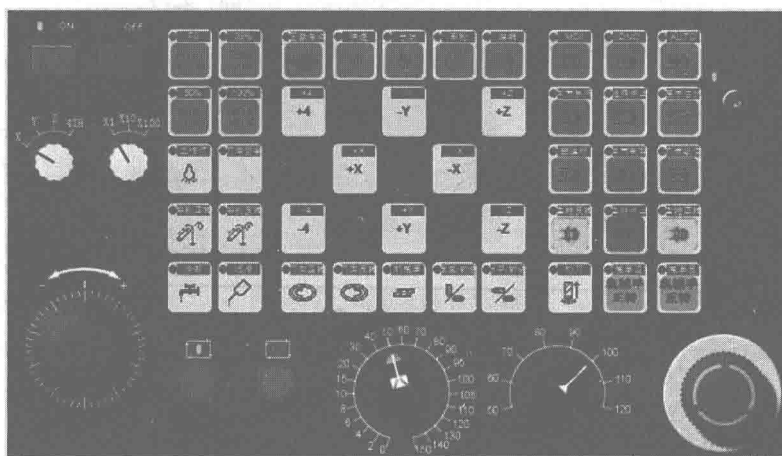


图 1-24 沈阳机床操作面板

(3) 检查 CNC 机床

油量是否足够、系统内气压是否正常（气压夹紧）、机床外观及周围检查等。

2. 操作步骤

步骤 1：开机。

- ① 打开压缩空气阀门（气压夹紧）。
- ② 接通机床电源（电源柜门上的电源）。
- ③ 给数控系统及伺服系统通电。

在机床操作面板上按下“POWER ON”按钮。通电后在 CRT 上将显示出固定显示页面，如出现 X、Y、Z 坐标现在值、乘除移动值、主轴转速、刀具进给速度等一些信息。如果通电后出现报警，就会显示报警信息。操作者首先要处理报警信息。

重要提示

通电后，在显示位置屏幕或者报警屏幕之前，请不要操作系统，有些键是用来维护保养或者特殊用途的。如果它们被按下后，会发生意想不到的结果。

- ④ 松开急停按钮（EMERGENCY）。
- ⑤ 待系统正常启动后，可启动控制按钮。

步骤 2：回零。

① 手动返回参考点 也称机床回零，就是用手动操作方法使各坐标轴回到参考点（回零）。实际上回零是使刀具回到机床坐标系的原点，以消除因停机带入的误差，建立新的机械坐标系。

在回零操作前，一是要确认急停按钮已复位；二是检查机床锁定开关、Z 轴锁定开关均在已断开的位置。

手动回零操作步骤如下。

- a. 按下方式选择开关的参考点返回开关，直至回零指示灯 ZRN 亮。
- b. 为降低移动速度，旋转快速移动倍率选择开关在低倍率区。
- c. 按下轴和方向的选择开关，选择要回参考点的轴和方向。持续按下带有“+”号的坐标键，如先按下“+Z”键，直到 Z 轴返回参考点，参考点指示灯亮。如果在相应的参数中进行设置，刀具也可以沿着三个轴同时返回参考点。

② 刀具返回参考点过程 机床上操作面板的返回参考点开关接通时，刀具按照各轴的参数 ZMI 中指定的方向移动。首先刀具以快速移动速度移动到减速点，然后以 FL 速度移动到参考点。如图 1-25 所示，快速移动的速度和 FL 速度在参数中指定。

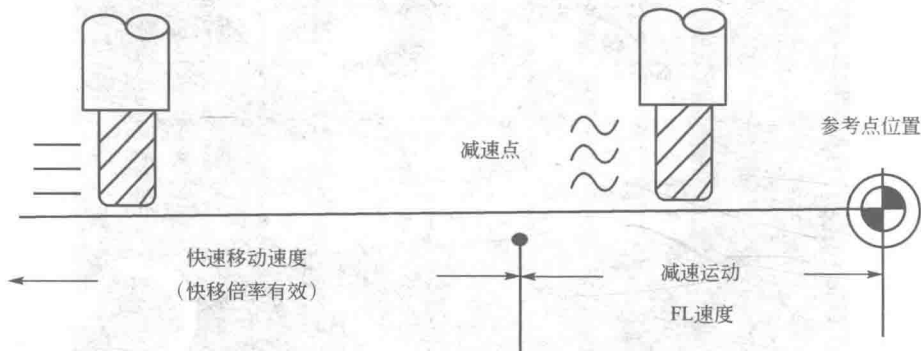


图 1-25 刀具返回参考点示意图

重要提示

原则上，每一轴无论在任何位置，都可以回零。但当回零撞块离回零开关太近（ $<50\text{mm}$ ）时，应采取手动方式移动坐标轴，将各轴移至距离机床原点 100mm 以上，然后再进行回零。

步骤 3：工件的定位与夹紧。

工件的定位与夹紧是机床进行加工前的重要工作之一。合理地选择工件的定位基准和夹紧方式是工件安装的关键，工件安装的好坏直接影响工件的加工精度。

零件在不同的生产条件下加工时，可能有不同的定位装夹方法，那么，在加工中心上加工工件，一般可以归纳为直接定位装夹和利用夹具定位装夹两大类。直接定位装夹指利用机床附件（压板、螺栓等）结合划针和百分表即可完成，如图 1-26 所示。利用夹具定位装夹一般是指利用专门为某些（某个）零件设计和制造的夹具对零件实施定位夹紧。如图 1-27 所示，利用组合夹具夹紧工件 4，完成工件上孔的加工。

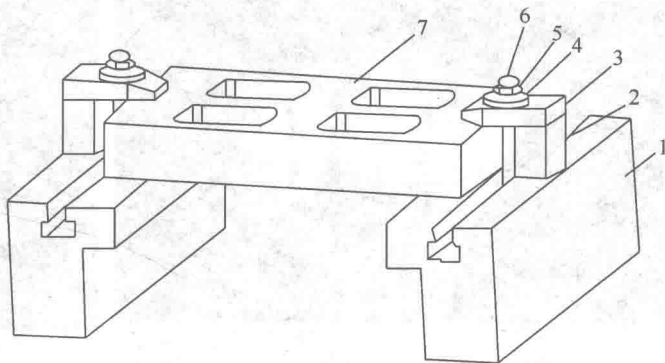


图 1-26 工作台直接定位夹紧

1—工作台；2—垫块；3—压板；4—垫片；5—螺母；6—螺栓；7—工件

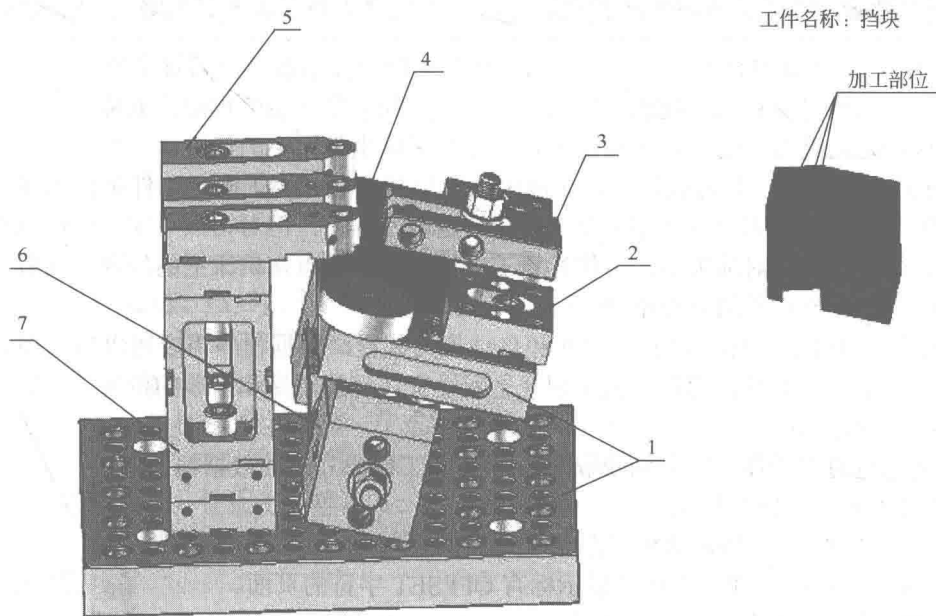


图 1-27 通用夹具装夹工件

1—基础件；2—支承定位件；3—压板；4—工件；5—钻模板；6—转角垫板；7—空心支承

本次任务立式加工中心采用通用虎钳夹紧工件。

① 将平口虎钳清理干净装在干净的工作台上，通过百分表找正、找平虎钳，再将工件装正在虎钳上。