

职业院校数控类示范专业教改规划新教材



数控加工工艺 与绘图

SHUKONG
JIAGONG GONGYI
YU HUITU

(数控车部分)

唐萍 李智勇 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

职业院校数控类示范专业教改规划

数控加工工艺与绘图

(数控车部分)

唐萍 李智勇 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书采用任务驱动方式编写,内容包括五大模块,分别是数控加工的基础知识(基础内容模块)、数控加工工艺、CAXA 数控车 2008 软件的应用、数控模拟仿真加工、CAD 绘图。其中包括 15 个学习任务,每个任务都通过一个典型零件的完整加工过程进行阐述,每个任务在理论阐述中都穿插一个或多个知识点作为重点教学内容。在模块开始部分设有综述内容作为本模块学习的基础,以学习够用为原则合理分布理论知识体系,每个学习任务的教学都采用一体化的方式。

本书采用华中世纪星 HNC-21T 数控系统为载体,进行数控编程和仿真加工。

本书既可作为中等职业技术学校数控加工相关专业的学生参加国家职业技能鉴定等级考试培训使用,也可作为数控车床技术工人的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺与绘图:数控车部分 / 唐萍, 李智勇
主编. —北京:国防工业出版社, 2012. 7
ISBN 978-7-118-08193-0

I. ①数... II. ①唐... ②李... III. ①数控机床-车床-加工工艺 ②数控机床-车床-机械制图-计算机制图-AutoCAD 软件 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 130590 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 276 千字

2012 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 20.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《职业院校数控类示范专业教改规划新教材》 编委会

主 任 陈 宏

副 主 任 曾凡扬 官荣华

编 委 王 勇 李习伟 刘伦富 邬京生
(按姓氏笔画为序)

牟利民 张道平 张 丽 吴美凤

杜正培 陈爱民 杨 啸 杨品齐

侯守军 唐 萍 贾 俊 蒋景耘

彭习楚 程阔华 蔡继红 熊 强

本书编委会名单

主 编 唐 萍 李智勇

副 主 编 许选明 王玉梅 闵 玲

参 编 陈爱民 徐云宏 刘汉华

董刚军 姚雨平

前 言

《数控加工工艺及绘图》借鉴了国内职业教育先进教学模式,采用任务驱动的方式组织编写,可实现课堂→多媒体(或模拟室)→实习生产车间三点为交叉网络的理论与实践一体化的教学,体现了“工学结合”的教学模式。在编写的过程中借鉴了兄弟学校数控专业教学经验,结合了我校这几年教学改革的试验及学校的实验、实训条件,在理论体系、组织结构、阐述方法等方面均作了一些改进。

教材内容包括五大模块,模块一是数控加工的基础知识,这是一个基础内容模块,介绍了数控车床的组成及加工原理、数控车床的加工特点及加工过程、数控车床的坐标系、数控程序结构、代码及指令、数控车床的对刀;模块二是数控加工工艺,包括5个学习任务,分别是零件图样的分析及加工方法的选择、加工顺序及进给路线的确定、数控切削刀具的选择及安装、切削用量的选择与数控加工工序卡片的编制、工件的定位与装夹;模块三是CAXA数控车软件的应用,包括五个学习任务,分别是外轮廓的造型与加工、外径槽的造型与加工、螺纹的造型与加工、端面槽的造型与加工;模块四是数控模拟仿真加工,包括一个学习任务即台阶螺纹轴的仿真加工;模块五是CAD绘图,包括5个学习任务,分别是创建个人使用的图形样板、绘制和编辑平面图形、尺寸标注和图块的应用、剖视图的绘制和图案的填充、打印设置。每个任务都通过一个典型零件的完整加工过程进行阐述,每个任务在理论阐述中都穿插一个或多个知识点作为重点教学内容。

本书由国家首批中等职业教育改革发展示范学校湖北信息工程学校领衔主编,充分体现了中等职业教育示范学校建设中课程体系改革与教材建设的新理念和新成果,本教材以培养学生自学能力为主,以使其综合掌握数控专业各方面的知识,不断提高解决问题和分析问题的能力。在技能培养方面以数控加工实践能力为主,工艺、绘图与编程能力为辅。编写时力求表述简洁易懂,步骤清晰明了,便于初学者学习使用。

在本书编写的过程中,编者注重企业调研,广泛征求企业工程技术人员的意见,得到了中国特种飞行器研究所多名工程师的指导,在此表示衷心的感谢。

本书由唐萍、李智勇主编,许选明、王玉梅、闵玲为副主编,陈爱民、徐云宏、刘汉华、董刚军、姚雨平参编,唐萍策划和统稿。

由于编者水平有限,经验不足,书中错误和遗漏难以避免,敬请广大读者、教师及学员批评指正。

编 者

2012年5月

目 录

模块一 数控加工的基础知识	1
第一节 数控车床的组成及工作原理	1
第二节 数控车床的坐标系	5
第三节 数控程序结构、代码及应用的指令	8
第四节 数控车床的对刀	11
第五节 数控车床加工技术	13
【思考与练习】	16
模块二 数控加工工艺	18
任务一 螺纹轴的加工——零件图分析及加工方法的选择	21
任务二 轴承套的加工——加工顺序及进给路线的确定	28
任务三 多功能轴的加工——切削用量的选择及数控加工工序卡的编制	38
任务四 复杂轴类零件的加工——数控切削刀具的选择及安装	47
任务五 锥孔螺母套的加工——工件的定位与装夹	63
模块三 CAXA 数控车 2008 软件的应用	74
任务六 跳棋模型的加工——外轮廓的造型与加工	82
任务七 T 型槽的加工——外径槽的造型与加工	95
任务八 手柄模型的加工——螺纹的造型与加工	101
任务九 曲面罩的加工——端面槽与内轮廓的造型与加工	109
模块四 数控模拟仿真加工	120
任务十 台阶螺纹轴的仿真加工	132
模块五 CAD 绘图	137
任务十一 制作图形样板——创建个人使用的图形样板	137
任务十二 支架的绘制——绘制和编辑平面图形	147
任务十三 螺纹轴的绘制——尺寸标注和图块的应用	160
任务十四 轴套的绘制——剖视图的绘制和图案的填充	173
任务十五 典型车削零件的绘制和输出——打印设置	180
参考文献	186

模块一 数控加工的基础知识

【学习目标】

- (1) 初步掌握数控车床的基本结构和原理。
- (2) 熟悉数控车床各部分的名称及作用。
- (3) 熟悉数控车床的加工特点及加工过程。
- (4) 掌握机床坐标系、编程坐标系、工作坐标系的概念及对刀建立方法。

第一节 数控车床的组成及工作原理

数控车床又称 CNC 车床,是利用计算机数字控制(Computerized Numerical Control, CNC)的车床。普通车床要靠手工操作来完成各种切削加工,而数控车床则是将编好的加工程序输入到数控系统中,由数控系统通过车床 X、Z 轴的伺服电动机控制车床运动部件的动作顺序、移动量和进给速度,再配以对主轴转速和方向的控制,从而加工出各种形状的轴类、盘类零件。因此数控车床是目前使用较广泛的数控机床。

一、数控机床的组成及各部分的功能

数控车床一般由输入/输出设备、数控装置、伺服单元、驱动装置(或称执行单元)、可编程控制器(PLC)、辅助控制装置、机床主体及检测装置组成。图1-1所示是数控机床的组成框图,其中除机床主体之外的部分称为 CNC 系统。

1. 输入/输出装置

输入装置的作用是将程序载体上的数控代码传送并存入数控装置内。目前,数控机床的输入装置有键盘、磁盘驱动器、光电阅读机等,其相应的程序载体为磁盘。

各种类型数控机床中最直观的输出装置是显示器,有 CRT 显示器或彩色液晶显示器两种。输出装置的作用:数控系统通过显示器为操作人员提供必要的信息。显示的信息是正在编辑的程序、坐标值、报警信号等。

因此,输入/输出装置是机床数控系统和操作人员进行信息交流所必须具备的交互设备。

2. 数控装置

数控装置(或称计算机数控装置)是计算机数控系统的核心,它接收输入装置送来的脉冲信号。信号通过数控装置的系统软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后,输出各种信号和指令,控制机床的各个部分,使其进行规定的、有序的动作。这些控制信号中最基本的信号是经插补运算决定的各坐标轴(即作进给运动的各执行部件)的进给速度、进给方向和位移量指令(送到伺服驱动系统驱动执行部件作进给运动),其他还有主轴的

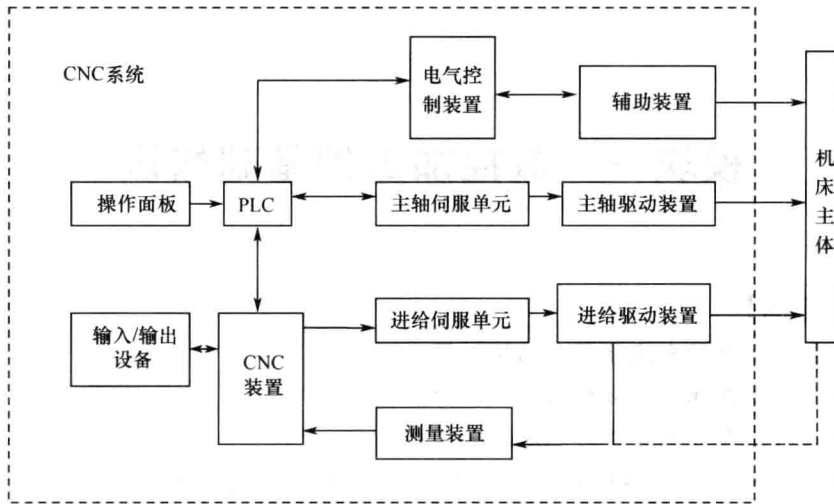


图 1-1 数控机床的组成

变速、换向和启停信号,选择和交换刀具的刀具指令信号,控制冷却液、润滑油启停信号,工件和机床部件松开、夹紧信号,分度工作台转位的辅助指令信号等。

数控装置主要包括微处理器(CPU)、存储器、局部总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统的其他组成部分联系的接口等。

数控装置的作用是接收由加工程序等送来的各种信息,并经处理和分配后,向驱动机构发出执行的命令。在执行过程中,其驱动、检测等机构同时将有关信息反馈给数控装置,经处理后,发出新的执行命令。

3. 伺服单元

伺服单元接收来自数控装置的速度和位移指令。这些指令经变换和放大后通过驱动装置转变成执行部件进给的速度、方向和位移。因此,伺服单元是数控装置与机床主体的联系环节,它把来自数控装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。根据接收指令的不同,伺服单元有脉冲式单元和模拟式单元之分。伺服单元就其系统而言又有开环系统、半闭环系统和闭环系统之分,其工作原理亦有差别。

4. 驱动装置

驱动装置把经过放大的指令信号变为机械运动,通过机械连接部件驱动机床工作台,使工作台精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动,加工出形状、尺寸与精度都符合要求的零件。和伺服单元相对应,驱动装置有步进电动机、交流伺服电动机等。

伺服单元和驱动装置可合称为伺服驱动系统,它是机床工作的动力装置,用以实施计算机数控装置的指令,所以,伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分。从某种意义上说,数控机床的功能主要取决于数控装置,而数控机床的性能主要取决于伺服驱动系统。

5. 可编程控制器

可编程控制器亦称可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。

数控机床的控制是通过 CNC 和 PLC 的谐调配合来完成的。其中 CNC 主要完成与数字运算和管理有关的功能,如零件程序的编辑、插补运算、译码、位置伺服控制等。PLC 主

要完成与逻辑运算有关的一些动作,而没有轨迹上的具体要求。它接收 CNC 的控制代码 M(辅助功能)、S(主轴转速)、T(选刀、换刀)等顺序动作信息,对顺序动作信息进行译码,转换成对应的控制信号,控制辅助装置完成机床相应的开关动作,如工件的装夹、刀具的更换、冷却液的开关等一些辅助动作。它还接收机床操作面板的指令,一方面直接控制机床的动作,另一方面将一部分指令送到数控装置,用于加工过程的控制。

数控机床的 PLC 一般分为两类,一类是内装型,将 CNC 和 PLC 综合起来设计,即 PLC 是 CNC 装置的一部分;另一类是独立型 PLC。

6. 检测装置

检测装置的作用是通过测量装置将机床移动的实际位置、速度参数检测出来,转换成电信号,并反馈到 CNC 装置中,使 CNC 能随时判断机床的实际位置、速度是否与指令一致,并发出相应指令,纠正所产生的误差。测量装置安装在数控机床的工作台或丝杠上,相当于普通机床的刻度盘或人的眼睛。

7. 辅助控制装置

辅助控制装置包括刀库的转位换刀,在加工中心上还有工件自动交换、工件自动夹紧和放松机构,液压泵、冷却泵等控制接口电路,电路含有的换向阀电磁铁、接触器等强电气元件。现代数控机床可采用可编程控制器进行控制,所以辅助装置的控制电路变得十分简单。

8. 机床主体

机床主体是机械结构的实体,与普通机床相比,它的整体布局、外观造型、传动机构、工具系统、操作机构都发生了很大的变化。

(1) 主传动系统:采用高性能主传动及主轴部件,具有传递功率大、刚度高、抗振性好及热变形小的优点。

(2) 床身及导轨:数控车床的车身除了采用传统的铸造床身外,也有采用加强钢筋或钢板焊接等结构,以减轻其结构重量,提高其刚度。

数控车床床身上的导轨结构有传统的滑动导轨(金属导轨),也有新型的滑动导轨(贴塑导轨)。贴塑导轨的摩擦系数小,耐磨性、耐腐蚀性及吸振性好,润滑条件优越。在如图 1-2 所示倾斜床身的导轨基体上粘贴塑料面后,切屑不易在导轨面上堆积,减轻了清除切屑的工作。

(3) 机械传动机构:除了部分主轴箱内的齿轮传动等机构外,数控车床已在原普通车床传动链的基础上,进行了大幅度的简化,如取消了挂轮箱、进给箱、滑板箱及绝大部分传动机构,而仅保留了纵、横进给的螺纹传动机构(一般采用滚珠丝杠螺母副),并在驱动电动机至丝杠间增设了(少数车床未增设)可消除其侧隙的齿轮副,以保证传递运动精度高。

(4) 刀架:刀架是自动转位刀架的简称,它是数控车床普遍采用的一种最简单的自动换刀设备。由于自动转位刀架上的各种刀具不能按加工要求自动进行装、卸,故它只能属于自动换刀系统中的初级形式,不能实现真正意义上的自动换刀。

刀架的基本结构形式如图 1-3 和图 1-4 所示。



图 1-2 倾斜床身

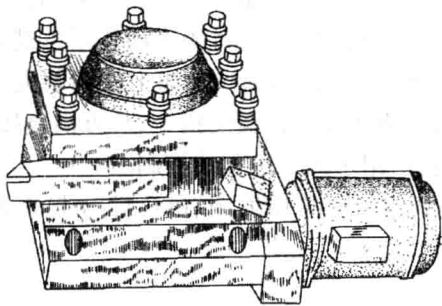


图 1-3 四工位刀架



图 1-4 转塔式刀架

在数控车床上,刀架转换刀具的过程是:接受转换指令→松开夹紧机构→分度转位→粗定位→精定位→锁紧→发出动作完成后的回答信号。其驱动刀架工作的动力有电力和液压两类。

(5) 外形:采用全封闭的罩壳,以保证加工的安全性。

二、数控车床的特点与应用

与卧式车床加工相比,数控车床加工具有如下特点:

(1) 具有较高的柔性。这是数控机床最大的特点。它适用于零件频繁更换、单件和小批量生产、新产品的开发及分期(定期或不定期)进行的轮番生产,因为它与普通机床相比,不必制造和更换许多工具、夹具,不需要经常重新调整机床,缩短了加工周期,也节省了大量工艺装备的费用。

(2) 自动化程度高。在数控车床上加工零件时,除了手工装卸零件和更换刀具的工作外,全部加工过程都可由数控车床自动完成,大大减轻了工人的劳动强度,改善了劳动条件。

(3) 加工零件的精度高,质量稳定。由于数控车床本身的定位精度和重复定位精度都很高,很容易保证零件尺寸的一致性。零件的加工是数控车床上按程序自动完成的,避免了技术工人的操作误差,不但可以获得较高的精度,而且质量稳定。

(4) 能够加工复杂零件。数控车床能够加工许多普通车床难以完成或无法完成的复杂零件,如二次曲线、椭圆等曲线构成曲面的加工。

(5) 生产效率高。因为数控车床自动化程度高,具有自动换刀和其他辅助操作自动化等功能,而且工序较为集中。同时在加工中可采用较大的切削用量,有效减少了加工中的切削时间,极大地提高了生产效率,缩短了生产周期。

(6) 利于实现生产管理现代化。数控车床的加工是以标准代码为控制信息来实现的,因此,易于实现加工信息的标准化,目前已将计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)系统有机地结合起来,它已成为先进制造技术的基础。

(7) 不足之处主要表现在:要求操作者技术水平高,数控车床价格高,加工成本高,技术复杂,对加工编程要求高,加工中难以调整,维修困难等。

数控车床的主要加工适用范围如下:

(1) 形状复杂、加工精度较高,特别是较为复杂的回转曲线等方面的零件。

- (2) 产品更换频繁、生产周期要求短的场所。
- (3) 小批量生产的零件。
- (4) 价值较高的零件。

第二节 数控车床的坐标系

一、数控车床坐标轴及运动方向的确定

为了准确地描述机床运动,简化编制程序的方法和保证程序的通用性,数控机床的坐标轴和运动的方向均已标准化。

目前我国执行的数控行业标准 JB/T 3051—1999《数控机床—坐标和运动方向的命名》,与国际标准 ISO 841 等效。

1. 机床坐标轴

标准的坐标系采用右手直角笛卡儿坐标系,如图 1-5 所示。

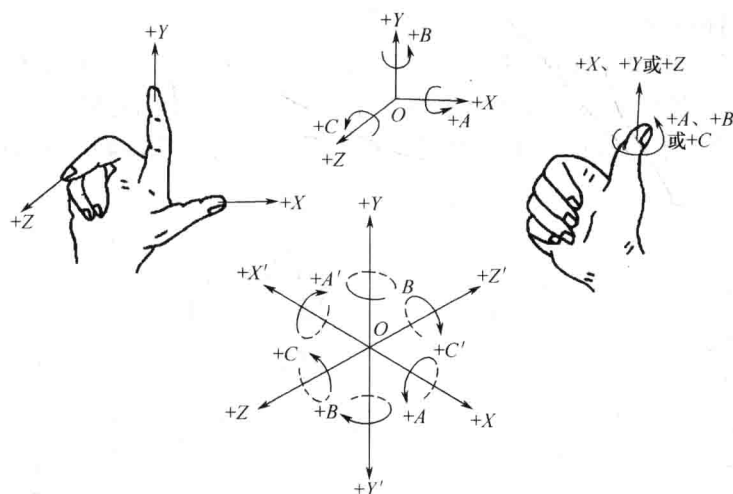


图 1-5 右手直角笛卡儿坐标系

图中大拇指的指向为 X 轴的正方向,食指指向 Y 轴的正方向,中指指向 Z 轴的正方向。 X 、 Y 、 Z 坐标轴也称基本线性坐标轴。围绕 X 、 Y 、 Z 轴旋转的圆周进给坐标轴分别用 A 、 B 、 C 表示,根据右手螺旋定则,以大拇指指向 $+X$ 、 $+Y$ 、 $+Z$ 方向,则食指、中指等的指向是圆周运动的 $+A$ 、 $+B$ 、 $+C$ 方向。

在基本线性坐标轴 X 、 Y 、 Z 之外的附加线性坐标轴,指定为 U 、 V 、 W 。这些附加坐标轴的运动方向,可按决定基本坐标轴运动方向的方法来确定。

2. 运动方向的确定

JB/T 3051—1999 中规定:机床的某一运动部件的运动正方向是增大工件与刀具之间距离的方向。

数控机床的进给运动,有的由主轴带动刀具运动来实现,有的由工作台带着工件运动来实现。上述坐标轴正方向是假定工件不动,刀具相对工件做进给运动的方向,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,就可根据零件图样确定机床的加工过程。

机床坐标轴的方向取决于机床的类型和各组成部分的布局。图 1-6 给出了卧式车床的标准坐标系。

(1) Z 坐标的运动由传递切削力的主轴决定,与主轴轴线平行的坐标轴即为 Z 坐标。 Z 坐标的正方向为增大工件与刀具之间距离的方向。

(2) 在有回转工件的机床上,如车床、磨床等, X 坐标的方向在工件的径向上,且平行于横滑座。刀具离开工件旋转中心的方向为 X 轴正方向。

(3) 旋转方向 C 表示主轴的正转方向。

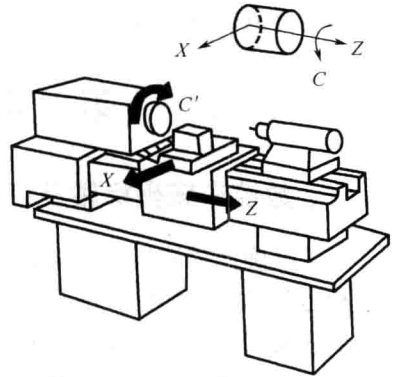


图 1-6 车床坐标轴及其方向

二、机床坐标系、机床原点和机床参考点

1. 机床坐标系、机床原点

机床坐标系是机床固有的坐标系,机床坐标原点称为机床原点或机床零点。在机床经过设计、制造和调整,这个原点便被确定下来,它是机床上固定的一个点,一般禁止操作者变动。数控车床一般将机床原点定义在卡盘后端与主轴旋转中心的交点上,如图 1-7 中的 O 点。

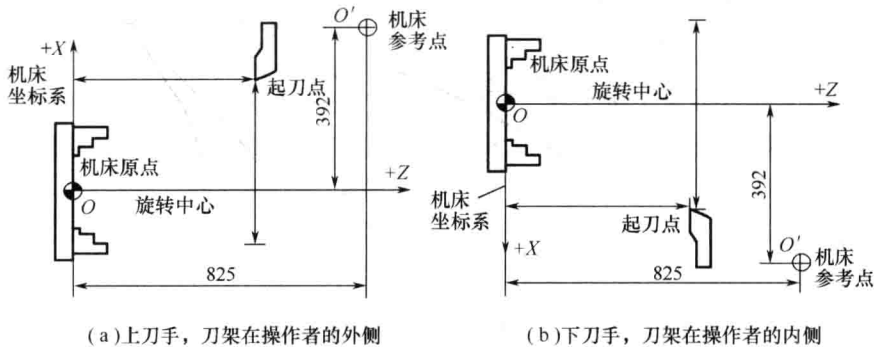


图 1-7 数控车床机床坐标系的建立

机床坐标系一般有两种建立方法。第一种坐标系建立的方法： X 轴的正方向朝上建立,如图 1-7(a)所示,适用于斜床身和平床身斜滑板(斜导轨)的卧式数控车床,这种类型的数控车床刀架处于操作者的外侧,称为后置刀架(俗称上刀手),这样的结构形式便于观察刀具的切削过程,切屑容易排除,后置空间大,可以设计更多工位的刀架,一般全功能的数控车床都设计为这种刀架。第二种 X 轴的正方向朝下建立,如图 1-7(b)所示,适用于平床身(水平导轨)卧式数控车床,这种类型的数控车床刀架处于操作者的内侧,称为前置刀架(俗称下刀手),与传统卧式车床刀架的布置形式一样,使用四工位的电动刀架。

2. 机床参考点

数控装置通电时并不知道机床原点的位置,为了正确地在机床工作时建立机床坐标

系,通常在每个坐标轴的移动范围内(一般在 X 轴和 Z 轴的正向最大行程处)设置一个机床参考点(测量起点),如图1-7中的 O' 点。它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,与机床原点的相对位置是固定的,且在机床出厂之前由机床制造商精密测量确定,并输入到数控系统中,用户不得改动。机床启动时,通常要进行机动或手动回参考点,即数控车床通电后,必须首先使各轴均返回各自参考点,通过机床参考点间接确定机床原点的位置,这样就建立了机床坐标系。机床参考点可与机床原点重合,也可以不重合。

当返回参考点的工作完成后,显示器即显示出机床参考点在机床坐标系中的坐标值,此时表明机床坐标系已经建立。许多数控机床在执行返回参考点操作后,即对系统中的计数器“清零”,所以返回参考点后,屏幕上显示的机床坐标值为 X_0 、 Z_0 。

三、编程坐标系和编程原点

编程坐标系是人为设定的坐标系,既要便于计算,又要便于编程。一般先找出图样上加工基准的要求,在满足工艺和精度要求下,确定编程原点。编程人员选择工件图样上的某一已知点为原点(也称程序原点),建立一个新的坐标系,称为编程坐标系。

四、工件坐标系、工件原点、对刀点和换刀点

1. 工件坐标系、工件原点

编程坐标系只是在图样上建立,数控车床系统并不认识编程者设定的坐标系,那么通过操作者对刀等方式将编程坐标系的原点移到数控车床上,此时在数控车床上建立的坐标系称为工件坐标系。其原点一般选择在主轴中心线与工件左端或右端面的交点上,如图1-8所示。工件坐标系一旦建立便一直有效,直到被新的工件坐标系取代。

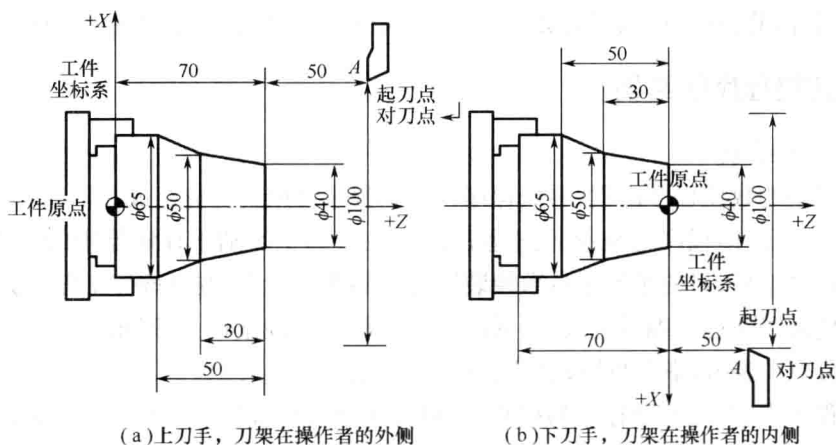


图1-8 工件坐标系及工件原点

设定工件坐标系就是以工件原点为坐标原点,确定刀具起始点的坐标值。工件坐标系设定后,CRT屏幕上显示的是车刀刀尖相对工件原点的坐标值。编程时,工件的各尺寸坐标都是相对工件原点而言的,因此,数控车床的工件原点也是编程时的程序原点。

2. 对刀点

对刀点是数控加工中刀具相对于工件运动的起点,是零件程序加工的起始点,所以也称程序起点。对刀点可设在工件上并与工件原点重合,也可设在工件外任何便于对刀处,但该点与工件原点之间必须有确定的坐标联系。对刀点不影响加工程序的编制,在选择时,应尽量将对刀点选在零件的设计基准和工艺基准上,这样引起的加工误差小;而且还应考虑对刀时便于观察,方便对刀。一般情况下,对刀点既是加工程序的起点,也是加工程序执行的终点。

数控车床编程时,设置工件坐标系的指令有 G92、G54 ~ G59、T 指令。操作时,首先应确定零件的加工原点,以建立准确的工件坐标系;其次要考虑多把刀具的不同尺寸对加工的影响。这些都需要通过对刀来解决,对刀的方法参见第五节。

3. 换刀点

换刀点是指车床刀架转位换刀时所在的位置。换刀点的位置可以是固定的,也可以是任意一点。它的设定是以刀架转位时不碰撞工件和机床上其他部件为原则。

第三节 数控程序结构、代码及应用的指令

一、数控编程中的有关规定

为了规范数控加工程序指令及格式等方面内容,满足设计、制造、维修和普及的需要,国际上通用两种数控编程标准:国际标准化组织(ISO)标准,美国电子工程协会(EIA)标准。

由于各个数控机床生产厂家所用的标准尚未完全统一,其所用的代码、指令及其含义不完全相同,因此,在数控编程时必须按所用数控机床编程手册中的规定进行。

二、数控程序的结构

1. 程序的组成

一个完整的数控程序由程序号、程序内容和程序结束 3 部分组成。

(1) 程序号,即程序的编号,位于程序的开头。为了区别于存储器中的程序,每个程序都要有程序编号,目的是便于从数控装置的存储器中检索,调出该加工程序。程序号由程序编号地址码和程序编号组成,不同的数控系统程序地址码是不同的,如 FANUC 系统用英文字母“O”表示,华中数控系统用“%”符号表示。

(2) 程序内容,是整个程序的核心,它由若干个程序段组成,每个程序段由一个或多个指令字组成,它表示数控机床要完成的全部动作。

(3) 程序结束指令可以用 M02 或 M30,一般要求单列一段来结束整个程序。

一个完整的程序结构如表 1-1 所列。

2. 程序段格式

程序段格式通常有“字-地址”程序段格式、使用分隔符的程序段格式和固定程序段格式,最常用的为“字-地址”程序段格式。

表 1-1 程序的组成

数控程序	程序说明	
% 0001	程序号	
N01 G50 X100 Z100	程序段	程序内容
N02 G00 X28 Z2 S800 M03	程序段	
N03 G01 X28 Z0 F200	程序段	
N04 G01 X-1	程序段	
N05 G00 X100 Z100	程序段	
N06 M30	程序段	程序结束

“字 - 地址”程序段格式由语句号字、数据字和程序段结束符组成,各字后有地址,字的排列顺序要求不严格,数据的位数可多可少。

(1) 语句号字:用以识别程序段的编号,由地址码 N 和后面的若干位数字组成。

(2) 数据字:由准备功能字 G、辅助功能字 M、尺寸字、进给功能字 F、刀具功能字 T、主轴转速功能字 S 等组成。

(3) 程序段结束符:写在每一程序段后,表示程序结束。当用 EIA 标准代码时,结束符为“CR”;用 ISO 标准代码时,结束符为“NL”;还有的用符号“:”、“*”、“;”表示;有的直接回车即可。

三、数控程序基本代码

1. 准备功能 G 代码

准备功能 G 代码由地址字 G 及二位数字表示,它主要用来规定刀具和工件的相对运动轨迹、机床坐标系、坐标平面、刀具补偿、坐标偏置等多种加工操作。具体的 G 指令如表 1-2 所列。

G 指令根据功能的不同分成若干组,其中 00 组的 G 功能称非模态 G 功能,指令只在所规定的程序段中有效,程序段结束时被注销。其余组的称模态 G 功能,这些功能一旦被执行,则一直有效,直到被同一组的 G 功能注销为止。模态 G 功能组中包含一个默认 G 功能(表 1-2 中带有☆记号的 G 功能),通电时将初始化该功能。

2. 辅助功能 M 代码

辅助功能用地址字 M 及二位数字表示,它主要用于机床加工操作时的工艺性指令。辅助功能 M 代码包括 CNC 内定的 M 代码和 PLC 设定的 M 代码。

CNC 内定的 M 代码用于控制零件程序的走向,是 CNC 内定的辅助功能,不由机床制造商设计决定,也就是说,与 PLC 程序无关。CNC 内定的 M 代码如表 1-3 所列。

其余 M 代码用于机床各种辅助功能的开关动作,其功能不由 CNC 内定,而是由 PLC 程序指定,所以有可能因机床制造厂不同而有差异(表 1-4 内为标准 PLC 指定的功能),具体使用时请参考机床说明书。如果机床生产厂家放权用户可编写 PLC,那么可根据需要自行编写相关 M 代码,实现不同的功能。

表 1-2 华中世纪星准备功能 G 指令代码

G 指令	组号	功能	G 指令	组号	功能
G00	01	快速定位	G56	11	工件坐标系设定
☆G01		直线插补	G57		工件坐标系设定
G02		顺时针方向圆弧插补	G58		工件坐标系设定
G03		逆时针方向圆弧插补	G59		工件坐标系设定
G04	00	暂停指令	G71	06	内外径粗车复合循环
G20	08	英制单位设定	G72		端面粗车复合循环
☆G21		米制单位设定	G73		闭环车削复合循环
G28	00	从中间点返回参考点	G76		螺纹车削复合循环
G29		从参考点返回	G80	内外径车削固定循环	
G32	01	螺纹车削	G81	01	端面车削固定循环
☆G36	16	直径编程	G82		螺纹车削固定循环
G37		半径编程	☆G90	13	绝对值编程
☆G40	09	刀具半径补偿取消	G91		增量值编程
G41		刀具半径左补偿	G92	00	工件坐标系设定
G42		刀具半径右补偿	☆G94	14	每分钟进给
G53	00	机床坐标系选择	G95		每转进给
☆G54	11	工件坐标系设定	G96	16	恒线速度控制
G55		工件坐标系设定	☆G97		取消恒线速度控制

表 1-3 CNC 内定的 M 代码

代码	模态	功能说明
M00	非模态	程序停止
M02	非模态	程序结束
M30	非模态	程序结束并返回到程序起点
M98	非模态	调用子程序
M99	非模态	子程序结束

表 1-4 PLC 设定的辅助功能

代码	模态	功能说明
M03	模态	主轴正转启动
M04	模态	主轴反转启动
M05	模态	主轴停止转动
M07	模态	切削液打开
M08	模态	切削液打开
M09	模态	切削液停止

3. 主轴功能 S 指令

主轴功能 S 指令用来控制主轴转速,用地址字 S 及其后的数字表示主轴速度,有 G97 恒转速(单位为 r/min)和 G96 恒线速度(单位为 m/min)两种指令方式。

数控车床的加工形式为工件旋转,一般使用 G96 恒线速度指令方式;数控铣床和加工中心的加工形式为刀具旋转,一般使用 G97 恒转速指令方式。S 指令只是设定主轴转速的大小,S 所编程的主轴转速可以借助机床控制面板上的主轴倍率开关进行调节;S 指令不会使主轴回转,必须有 M03(主轴正转)或 M04(主轴反转)指令时,主轴才开始旋转。

4. 进给功能 F 指令

进给功能 F 指令表示工件被加工时刀具相对工件的合成进给速度,用地址字 F 及其后的数字表示,F 的单位取决于 G94 每分钟进给量(单位为 mm/min)或 G95 每转进给量(单位为 mm/r)。

使用下式可以实现每转进给量与每分钟进给量的转化:

$$v_f = n \cdot f$$

式中 v_f ——刀具每分钟的进给量(mm/min);

n ——车床主轴的转速(r/min);

f ——刀具每转的进给量(mm/r)。

5. 刀具功能 T 指令

刀具功能 T 指令由地址符 T 和其后的数字组成,所以又称 T 功能或 T 指令,用于指定加工中所用刀具的刀号及刀具自动补偿时的编组号。其自动补偿的内容有刀具对刀后的刀位偏差、刀具长度及刀具半径补偿。

刀具功能指令的后续数字多为两位或四位数。如某车床所用加工程序中的功能指令代码为 T0101,前两位数字表示刀具号为 1 号刀具,后两位数字表示该刀具自动补偿的编组号为第 1 组,也称刀补号。执行该指令时,刀架上的 1 号刀具应自动转位到达加工位置,并实行第 1 组刀位偏差补偿。

第四节 数控车床的对刀

机床坐标系是机床唯一的基准,所以必须要弄清楚程序原点在机床坐标系中的位置。通常在零件加工前需要进行对刀操作,对刀的目的是确定工件坐标系原点在机床坐标系中的位置。只有通过刀在机床坐标系中建立合适的工件坐标系,才能实现零件的正确加工。

华中世纪星车床数控系统 HNC-21/22T 有很多种对刀方法,可以用 G54 ~ G59、G92 指令对刀,也可以用 T 指令对刀。

一、用 G54 ~ G59 指令对刀

G54 ~ G59 指令对刀方式通过对刀直接输入工件原点在机床坐标系中的坐标值。

程序调用格式:G54、G55、G56、G57、G58、G59