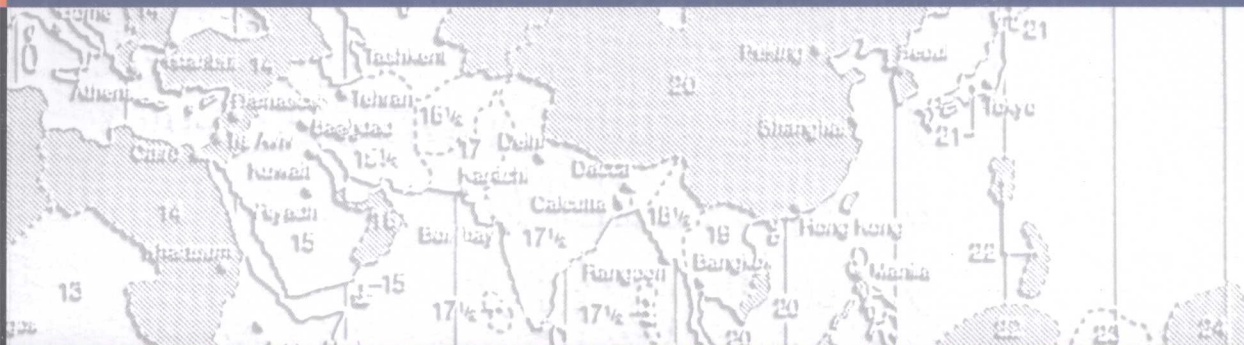




卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材



数控加工工艺与编程

(数控车部分)

NUMERICAL CONTROL PROCESSING
CRAFT AND PROGRAMMING
(NUMERICAL CONTROL VEHICLE PART)

主 编 闫华明 杨善迎
副主编 徐晓峰 李承浩



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材

Numerical Control Processing Craft and Programming

数控加工工艺与编程

(Numerical Control Vehicle Part)

(数控车部分)

主 编 闫华明 杨善迎
副主编 徐晓峰 李承浩
参 编 付振山

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书采用任务驱动方式编写,包括三大学习情境,分别是数控编程、数控加工工艺、数控加工。其中包括 20 个学习任务,每个学习任务均是完成一个典型零件的编程加工,并都穿插一个或多个知识点作为重点教学内容。在每个学习情境开始部分设有情境综述内容作为本情境学习的基础,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理论实践一体化方式。

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。

本书可作为高职高专机电类有关数控机械加工制造及模具设计专业的应用教材,也可作为数控技能鉴定的培训学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺与编程(数控车部分)/闫华明,杨善迎主
编. —天津:天津大学出版社,2009. 2

(卓越系列)

21 世纪高职高专精品规划教材

ISBN 978-7-5618-2916-5

I. 数… II. ①闫…②杨… III. ①数控机床:车床-
加工工艺-高等学校:技术学校-教材②数控机床:车床-
程序设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 004464 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 169mm×239mm

印 张 19

字 数 405 千

版 次 2009 年 2 月第 1 版

印 次 2009 年 2 月第 1 次

印 数 1-3 000

定 价 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

教材改革是国家示范性高等职业院校建设项目中的一项重要建设任务,本书依照教育部高职高专教材改革发展要求,借鉴和吸收德国等国家的先进教育理念,采用任务驱动的方式组织编写,可实现理论与实践一体化教学,体现“工学结合”的教学模式。

教材内容主要包括三大学习情境,共计 20 个学习任务。其中学习情境一是数控编程,包括三部分,分别是手动编程 8 个学习任务、自动编程 4 个学习任务、宏程序 1 个学习任务;学习情境二是数控加工工艺,包括 4 个学习任务;学习情境三是数控加工,包括两部分,分别是仿真加工 1 个学习任务,实际操作加工 2 个学习任务。每个学习任务就是一个典型零件完整的加工过程,每个任务在理论阐述中都穿插着一个或多个知识点作为重点教学内容。

教材内容由浅入深、逐步过渡,将不同知识点融入不同的任务中,通过多任务的学习,实现由单一的知识体系到综合、多领域的知识体系的有机结合,实现由单一的理论学习到理论与实践一体化的教学改革。

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,工艺与编程能力为辅。

通过学习本课程使学生能够较全面地掌握数控工艺知识和数控机床编程技巧,熟练编制出符合加工工艺过程的程序,并完成工件的装卡定位到加工出合格的零件。

总之,将技能和知识有机结合,符合高职高专“工学结合”人才培养模式的指导思想,本书坚持结构层次递进,语言表述尽量浅显易懂,以符合读者的认知规律。

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,华东数控设备有限公司梁勇工程师以及光威渔具有限公司副总张立军工程师都给予很大帮助,同时也得到华中设备有限公司多名工程师的指导,在此表示衷心的感谢。

本书由闫华明、杨善迎主编,徐晓峰、李承浩为副主编,付振山参编,闫华明策划和统稿。

由于编者水平所限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者批评、指正。

编者

2009 年 1 月

目 录

学习情境一 数控编程	1
一、数控编程简介	1
(一)数控程序的编制	1
(二)数控坐标系	6
任务一 螺栓的加工——G01 (G00)、G32/G33	10
任务二 杯盖的加工——G02、G03	17
任务三 简易塞规的加工——G90、G92、G94	24
任务四 钢印模的加工——G40、G41、G42	34
任务五 多槽轴的加工——M98、M99	43
任务六 台阶螺纹轴的加工——G71、G76	48
任务七 轧辊的加工——G72	54
任务八 酒杯的加工——G73	59
二、自动编程简介	63
(一)编程软件概述	63
(二)CAXA 数控车 XP 软件介绍	65
任务九 跳棋模型的加工——外轮廓的造型与加工	71
任务十 轴套的加工——孔的造型与加工	85
任务十一 把手的加工——槽的造型与加工	100
任务十二 螺纹轴的加工——螺纹的造型与加工	111
三、宏程序	121
(一)A类宏程序	122
(二)B类宏程序	127
任务十三 椭圆手柄的加工	130
学习情境二 数控加工工艺	139
(一)数控加工工艺的特点	139
(二)数控加工工艺的内容	140
(三)数控加工工艺分析	141
任务十四 螺纹轴的加工——零件图分析及加工方法选择	142
任务十五 轴承套的加工——加工顺序及进给路线的确定	150
任务十六 多功能轴的加工——数控加工工序卡的编制	160
任务十七 台式钻床手把的加工——数控切削刀具的选择	169

学习情境三 数控加工	187
一、数控模拟仿真加工	187
(一)数控加工仿真系统	187
(二)数控加工仿真系统的基本功能	187
(三)数控仿真软件的操作	188
任务十八 台阶轴的仿真加工	202
二、数控机床操作加工	205
(一)数控机床概述	206
(二)数控机床操作步骤	209
(三)数控机床手动操作	211
(四)数控机床数据设置	216
(五)数控程序输入与文件管理	221
(六)数控程序运行	232
(七)数控机床网络与通信功能	240
(八)数控机床显示功能	248
任务十九 手柄的加工——刀具的选择、刃磨与安装	257
任务二十 锥孔螺母套的加工——工件的找正、装夹	261
附录 数控车工职业标准	268
一、职业概况	268
二、基本要求	270
三、工作要求	271
附表 1 华中世纪星 HNC-21T 准备功能一览表	279
附表 2 FANUC 0i 系统数控车床 G 指令代码表	281
附表 3 FANUC 0i 系统数控机床 M 指令代码表	283
附表 4 SIEMENS 802S 数控系统 G 指令代码表	284
附表 5 SIEMENS 802S 数控系统其他指令代码表	287
附表 6 SIEMENS 802S 数控系统 M 指令代码表	294
参考文献	295

学习情境一 数控编程

一、数控编程简介

知识要点

- 数控程序编制的内容、规则及方法。
- 坐标系的种类及建立方法。



(一) 数控程序的编制

1. 数控程序编制的内容及步骤

用数控机床加工零件时,首先对零件进行加工工艺分析,以确定加工方法、加工工艺路线,正确地选择数控机床刀具和装夹方法;然后按照加工工艺的要求,根据所用数控机床规定的指令代码及程序格式,将刀具的运动轨迹、位移量、切削参数以及辅助功能编写成加工程序单,传送或输入到数控装置中,从而指挥机床加工零件。具体包括以下步骤。

(1)在编制数控加工程序前,应首先了解数控程序编制的主要工作内容、程序编制的工作步骤、每一步应遵循的工作原则等,最终才能获得满足要求的数控程序。

内容包括:对零件图样进行分析,明确加工的内容和要求;确定加工方案;选择适合的数控机床;选择或设计刀具和夹具;确定合理的走刀路线及选择合理的切削用量等。这一工作要求编程人员能够对零件图样的技术特性、几何形状、尺寸及工艺要求进行分析,并结合数控机床使用的基础知识,如数控机床的规格、性能、数控系统的功能等,确定加工方法和加工路线。

(2)数学处理。在确定工艺方案后,就需要根据零件的几何尺寸、加工路线等,计算刀具中心运动轨迹,以获得刀位数据。数控系统一般均具有直线插补与圆弧插补功能,对于加工由圆弧和直线组成的较简单的平面零件,只需要计算出零件轮廓上相邻几何元素交点或切点的坐标值,得出各几何元素的起点、终点、圆弧的圆心坐标值等,就能满足编程要求。当零件的几何形状与控制系统的插补功能不一致时,就需要进行较复杂的数值计算,一般需要使用计算机辅助计算,否则难以完成。

(3)编写零件加工程序。在完成上述工艺处理及数值计算工作后,即可编写零件

加工程序。程序编制人员使用数控系统的程序指令,按照规定的程序格式,逐段编写加工程序。程序编制人员应对数控机床的功能、程序指令及代码十分熟悉,才能编写出正确的加工程序。

(4)程序检查。将编写好的加工程序输入数控系统,就可控制数控机床的加工工作。一般在正式加工前,要对程序进行检验。通常可采用机床空运转的方式来检查机床动作和运动轨迹的正确性,以检验程序。在具有图形模拟显示功能的数控机床上,可通过显示走刀轨迹或模拟刀具对工件的切削过程,对程序进行检查。对于形状复杂和要求高的零件,也可采用铝件、塑料或石蜡等易切材料进行试切来检验程序。通过检查试件,不仅可确认程序是否正确,还可知道加工精度是否符合要求。若能采用与被加工零件材料相同的材料进行试切,则更能反映实际加工效果,当发现加工的零件不符合加工技术要求时,可修改程序或采取尺寸补偿等措施。

简单地说,数控编程就是从零件图纸到获得数控加工程序的全部工作过程,如图 1.1 所示。

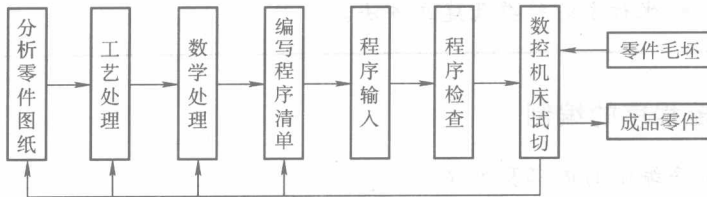


图 1.1 数控程序编制的内容及步骤

2. 数控程序编制的方法

数控加工程序的编制方法主要有 2 种:手工编程和自动编程。

1) 手工编程

一般对几何形状不太复杂的零件、所需的加工程序不长、计算比较简单,用手工编程比较合适。手工编程的特点是耗费时间较长,容易出现错误,无法胜任复杂形状零件的编程。

2) 自动编程

自动编程就是利用计算机专用软件编制数控加工程序的过程。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繁琐、手工编程困难或无法编出的程序能够顺利地完

3. 数控编程有关规则

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,国际上通用的 2 种数控编程标准分别是国际标准化组织(ISO)标准和美国电子工程协会(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。

目前,数控系统中常用的代码有 ISO 代码和 EIA 代码。

4. 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。程序号为程序的开始部分,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) 程序主体。程序主体由若干个程序段组成,表示数控机床要完成的全部动作。每个程序段由一个或多个指令字组成。

(3) 程序结束。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。

例如,一个标准的数控程序如下所示:

O4321;

N010 T0101;

N020 M03 S800;

N030 G00 X60.0 Z5.0;

N040 X45.0;

N050 G01 Z-20.0 F120;

N060 X60.0;

N070 G00 X100.0 Z100.0;

N080 M05;

N090 M30;

O4321;	程序号
N010 T0101;	程序内容
N020 M03 S800;	
N030 G00 X60.0 Z5.0;	
N040 X45.0;	
N050 G01 Z-20.0 F120;	
N060 X60.0;	
N070 G00 X100.0 Z100.0;	
N080 M05;	
N090 M30;	程序结束

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。

“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。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。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。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”或“LF”;还有的用符号“:”“*”“;”表示;有的直接回车即可。

例如,“字—地址”程序段格式为:

N _ G _ X _ Y _ Z _ F _ S _ T _
 顺序号 准备功能 坐标值 进给功能 主轴转速功能 刀具功能
 M _ LF(或;)

辅助功能 结束代码

5. 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。

G 代码有 2 种:模态代码和非模态代码。模态代码又称为续效代码,一旦在一个程序段中指定,便保持到以后程序段中出现同组的另一代码时才失效,同组的任意 2 个 G 代码不能同时出现在一个程序段中;非模态代码只在所出现的程序段内有效。

华中世纪星数控系统的准备功能 G 代码如表 1.1 所示。

表 1.1 准备功能一览表

G 代码	组	功能	参数	G 代码	组	功能	参数
G00	01	快速定位	X,Z	G58	11	零点偏置	
* G01		直线插补	X,Z,F	G59			
G02		顺时针圆弧插补	X,Z,I,K,R,F	G65	06	宏程序简单调用	P,A~Z
G03		逆时针圆弧插补		G71		内/外径切削复合循环	X,Z,U,W, C,P,Q, R,E
G04	暂停	P	G72	端面切削复合循环			
G20	08	英寸输入		G73		闭环切削复合循环	
* G21		毫米输入		G76	螺纹切削复合循环		
G28	00	返回到参考点	X,Z	* G80	01	内/外径切削固定循环	X,Z,I,K, C,P,R,E
G29		由参考点返回		G81		端面切削固定循环	
G32	01	螺纹切削	X,Z,R,E,P,F	G82		螺纹切削固定循环	
* G40	09	刀尖半径补偿取消		* G90	13	绝对值编程	
G41		刀尖半径左补偿	D	G91		增量值编程	
G42		刀尖半径右补偿		G92	00	工件坐标系设定	X,Z
G52	00	局部坐标系设定	X,Z	* G94	14	每分钟进给	
* G54	11	零点偏置		G95		每转进给	
G55				* G36	16	直径编程	
G56				G37		半径编程	
G57							

注:①00 组中的 G 代码是非模态的,其他组的 G 代码是模态的。

② * 标记者为缺省值。

2) 辅助功能 M 代码

辅助功能用地地址字 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。

表 1.2 为华中世纪星数控系统的 M 代码功能表。

表 1.2 M 代码及功能

代码	模态	功能说明	代码	模态	功能说明
M00	非模态	程序停止	M03	模态	主轴正转启动
M02	非模态	程序结束	M04	模态	主轴反转启动
M30	非模态	程序结束并返回程序起点	* M05	模态	主轴停止转动
			M06	非模态	换刀
M98	非模态	调用子程序	M07	模态	切削液打开
M99	非模态	子程序结束	* 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修调;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:

$$f_m = f_r \times S$$

式中, f_m —— 每分钟的进给量(mm/min);

f_r —— 每转进给量(mm/r);

S —— 主轴转速(r/min)。

6. 数控程序编制中的数值计算

(1) 基点:各几何元素间的联结点称为基点。相邻基点间只能是一个几何元素。

(2) 节点:由直线段或圆弧之外的其他曲线构成的轮廓曲线,按数控系统插补功能的要求,在满足允许的编程误差的条件下,用若干直线段或圆弧逼近给定的曲线,逼近线段的交点或切点称为节点。

零件轮廓上节点坐标的计算一般有两种方法:手工计算和计算机辅助计算。手工计算时间长且容易出错,而利用 AutoCAD、CAXA 等绘图软件按 1:1 比例绘制零件图形后则很容易获得节点的准确坐标。

(二) 数控坐标系

1. 数控车床坐标系的确定原则

(1) 刀具相对静止工件运动的原则。

(2) 机床坐标系中 X、Y、Z 坐标轴的相互关系用右手笛卡尔直角坐标系决定, 见图 1.2 所示。根据右手螺旋法则, 可以确定 A、B、C 3 个旋转坐标的方向。

(3) 坐标轴的确定: Z 轴是平行于主轴轴线的坐标轴; X 轴在与 Z 轴垂直的平面内, 即平行于工件的装夹平面。

(4) 增大刀具与工件距离的方向为各坐标轴的正方向, 如图 1.3 所示为后置刀架数控车床的坐标系。

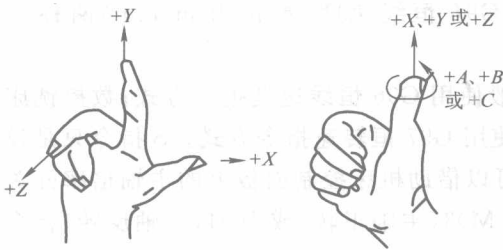


图 1.2 右手笛卡尔直角坐标系

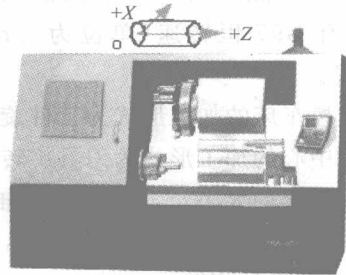


图 1.3 数控车床坐标系

2. 数控坐标系种类

1) 机床坐标系

机床坐标系是机床上固有的坐标系, 确定机床的运动方向和移动距离。机床坐标系的原点也称为机床原点或机床零点。机床原点在机床一经设计和制造调整后便被确定下来, 是一个固定的点, 一般设在卡盘前端面或卡盘后端面的中心。

机床坐标系是通过操作手动返回参考点, 以机床参考点为基准点来设定的。机床参考点通常设置在车床 X、Z 轴正向极限位置上, 该点对机床原点的坐标是一个已知的定值, 也就是说, 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, 如图 1.4 所示。

2) 工件坐标系

工件坐标系是编程人员在编程时使用的。编程人员以工件图纸上的某一固定点为原点而建立的坐标系称为工件坐标系, 也称为编程坐标系, 如图 1.5 所示。所有的编程尺寸都是按工件坐标系中的尺寸确定的。

从理论上讲, 工件坐标系的原点选在工件上任何一点都可以, 但这可能带来繁琐的计算问题, 增添编程的困难。为了计算方便, 简化编程, 通常把工件坐标系的原点选在工件的回转中心上, 具体位置可考虑设置在工件的左端面或右端面上, 尽可能使

编程基准与设计基准、定位基准重合。

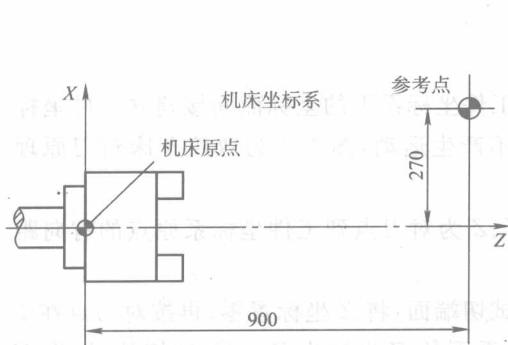


图 1.4 机床坐标系

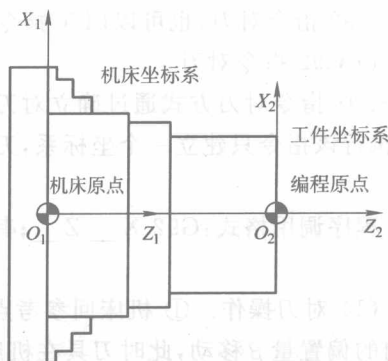


图 1.5 工件坐标系

3) 局部坐标系

在工件坐标系中编程时,工件坐标系内设有子坐标系,这样比较有利于编程,这个子坐标系称为局部坐标系。各局部坐标系的原点为各工件坐标系中的位置,一旦坐标系被设定,则程序中绝对值方式的移动指令将变为局部坐标系中的坐标值。要变更局部坐标时,同样可在工件坐标系中指定新的局部坐标系原点的位置来实现,如图 1.6 所示。

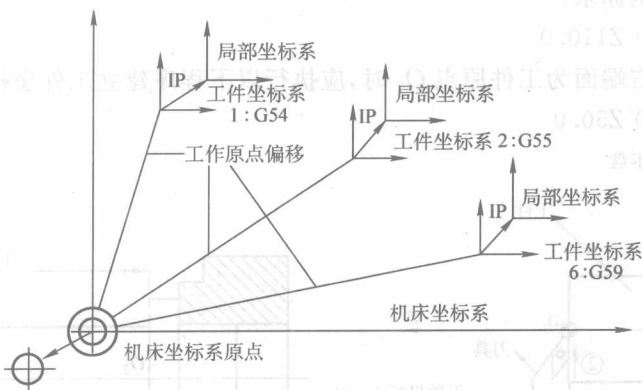


图 1.6 局部坐标系

3. 坐标系的建立

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。只有通过对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。

1) G92 指令对刀

G92 指令对刀方式通过确立对刀点在工件坐标系下的坐标而间接建立工件坐标系, 执行该指令只建立一个坐标系, 刀具并不产生运动, 图 1.7 为数控车床对刀原理图。

程序调用格式: G92 X__ Z__; 其中, X、Z 为对刀点到工件坐标系原点的有向距离。

(1) 对刀操作。① 机床回参考点; ② 试切端面: 将 Z 坐标置零, 再按对刀点在 Z 方向的偏置量 β 移动, 此时刀具在机床坐标系下的 Z 坐标为 $Z_{机}$; ③ 试切外径: 将 X 坐标置零, 测量工件外径, 再按对刀点在 X 方向的偏置量 α 移动, 此时刀具在机床坐标系下的 X 坐标为 $X_{机}$ 。④ 将刀具移动到对刀点, 即工件坐标系 (α, β) 处。

(2) 工件坐标系建立。用 G92 X α Z β 语句建立工件坐标系, 工件原点即为 A 点。

(3) 原理分析。通过对刀操作, 准确地将刀移动到工件坐标系 B (α, β) 点处, 加工时, 系统一旦执行 G92 X α Z β 指令, 便会自动计算出工件原点在机床坐标系下的坐标值为 $x_0 = x_{机} - \alpha$, $z_0 = z_{机} - \beta$, 从而找到工件原点 A, 建立工件坐标系, 系统便控制刀具在此坐标系中按程序进行加工。

例如图 1.8 所示坐标系的设定, 当以工件左端面为工件原点 O_2 时, 应执行以下程序建立工件坐标系:

```
G92 X50.0 Z110.0
```

当以工件右端面为工件原点 O_1 时, 应执行以下程序建立工件坐标系:

```
G92 X50.0 Z50.0
```

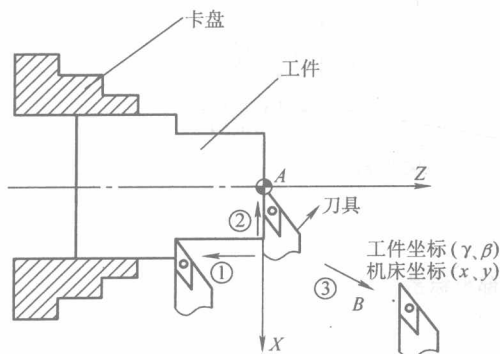


图 1.7 数控车床对刀原理图

①试切外径; ②试切端面; ③将刀移动到对刀点 B 点

2) 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。

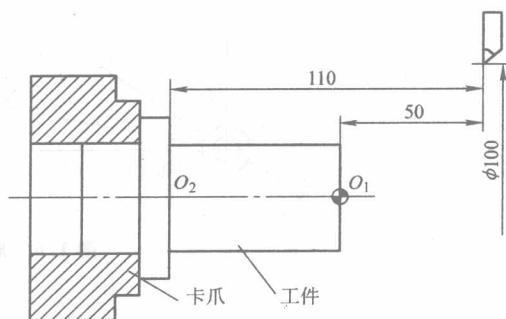


图 1.8 G92 设定工件坐标系

程序调用格式： $\left. \begin{matrix} G54 \\ G55 \\ G56 \\ G57 \\ G58 \\ G59 \end{matrix} \right\}$ ，程序中直接调用 G54~G59。

(1) 对刀操作。① 机床回参考点；② 试切端面：切完端面后，刀具不能进行 Z 方向的移动，然后读取刀具在 Z 方向的机床坐标值 $Z_{机}$ ；③ 试切外径：切完外径后，刀具不能进行 X 方向的移动，然后测量外径 X_D ，并读取刀具在 X 方向的机床坐标值 $X_{机}$ 。

(2) 工件坐标系建立。在 MDI 方式下，选择“坐标系”G54~G59 中的一个坐标系，输入 X，回车，输入 Z，回车。其中， $X = X_{机} - X_D$ ， $Z = Z_{机}$ 。

(3) 原理分析。通过对刀操作，准确地知道工件坐标系原点在机床坐标系中的坐标，系统一旦执行 G54~G59 指令，便知道工件原点在机床坐标系中的坐标值，从而找到工件原点，建立工件坐标系。

例如，图 1.9 所示，使用工件坐标系编程，要求刀具从当前点移动到 A 点，再从 A 点移动到 B 点。

程序如下。

G54 G00 G90 X40. Z30.；使用 G54 坐标系，刀具从当前点移动到 A 点

G59；使用 G59 坐标系

G00 X30. Z30.；刀具从 A 点移动到 B 点

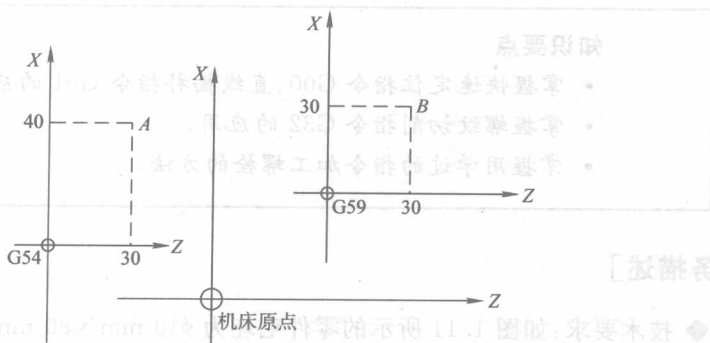


图 1.9 G54~G59 工件坐标系编程

3) T 指令对刀

T 指令对刀方式用在多把车刀对刀的情况下，即对每把刀分别对刀，最终建立相同的工件坐标系，图 1.10 为多把车刀对刀刀具布置图，现假设刀架上有 4 把车刀。

程序调用格式：T ____；

T 指令其后跟 4 位数字，前 2 位表示选择的刀具号，后 2 位表示刀具补偿号。

(1) 对刀操作。① 机床回参考点；② 用第一把车刀试切端面，测得刀尖到工件端

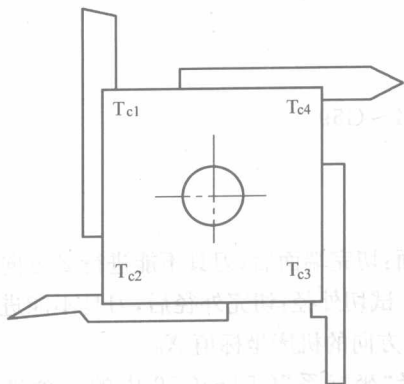


图 1.10 多把车刀对刀具布置图

面的长度 L_1 (因为试切端面, $L_1 = 0$), 此时刀具在机床坐标系下的 Z 坐标值为 $Z_{机1}$; 再试切外径, 测得工件的外径为 Φ_1 , 此时刀具在机床坐标系下的 X 坐标值为 $X_{机1}$; 然后将 L_1 和 Φ_1 存入刀偏表中与第一把车刀 T01 对应的行内; ③ 再用同样的方法对其余 3 把车刀。

(2) 工件坐标系建立。如果调用第 i 把车刀, 则用 T0i0i ($i=1, 2, 3, 4$) 指令建立工件坐标系, 例如要调用第一把车刀, 则用 T0101 指令建立工件坐标系。

(3) 原理分析。先以第一把车刀的对刀来分析, 通过对刀操作, 准确测量出试切的长度 L_1 和外径 Φ_1 , 实际加工时, 系统一旦执行 T0101 指令, 便自动计算出第一把车刀的工件原点在机床坐标系下的坐标为

$$X_1 = X_{机1} - \Phi_1, Z_1 = Z_{机1} - L_1 = Z_{机1}$$

从而找到第一把刀的工件原点 A, 建立工件坐标系, 其余 3 把车刀的对刀原理和上述相同。

任务一 螺栓的加工——G01(G00)、G32/G33

知识要点

- 掌握快速定位指令 G00、直线插补指令 G01 的应用。
- 掌握螺纹切削指令 G32 的应用。
- 掌握用学过的指令加工螺栓的方法。



[任务描述]

◆ 技术要求: 如图 1.11 所示的零件毛坯为 $\phi 40 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ 的棒料, 材料为 45 号钢, 刀具 T01 为主偏角 90° 的外圆车刀, T02 为 60° 的螺纹车刀, T03 为宽度 3 mm 的切断刀。

◆ 分析: 采用 G01 直线插补指令加工 $\phi 20 \text{ mm}$ 外圆, 采用 G32 螺纹切削指令加工 $M20 \times 2.5 \text{ mm}$ 的外螺纹, 最后采用 G01 指令对零件进行切断。

[理论阐述]

1. 快速定位指令 G00

◆ 格式: G00 X(U)___Z(W)___;

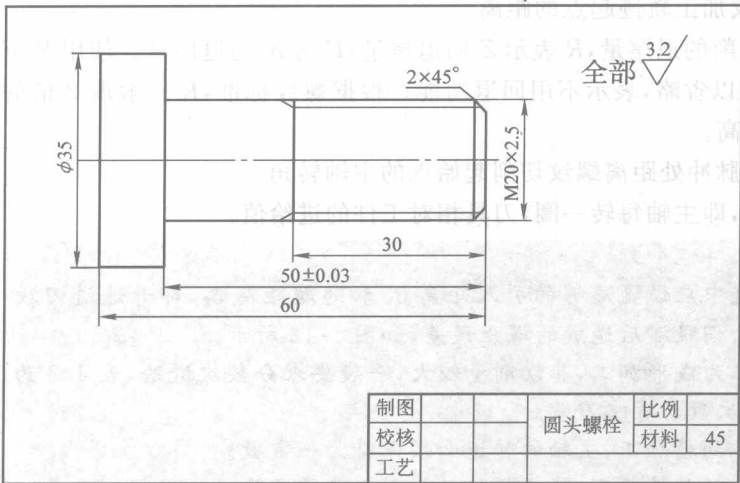


图 1.11 圆头螺栓零件图

◆ 功能: 执行 G00 指令时, 刀具相对工件以各轴预先设定的速度, 从当前位置快速移动到程序段指令的定位目标点。

◆ 说明:

(1) X、Z 为绝对编程时, 快速定位终点在工件坐标系中的坐标; U、W 为增量编程时, 快速定位终点相对起点的位移量。

(2) G00 指令中的快速移动速度由机床参数快速进给速度对各轴分别设定, 不能用合成速度 F 规定。

(3) G00 指令一般用于加工前的快速定位或加工后的快速退刀。

注意: 执行 G00 指令, 其合成轨迹不一定是一条直线, 编程时需要注意, 以免刀具与工件发生碰撞, 可以先将 X 轴移到安全位置, 再执行 G00 指令。

2. 直线插补指令 G01

◆ 格式: G01 X(U)___ Z(W)___ F___。

◆ 功能: 执行 G01 指令时, 刀具以联动的方式, 按 F 规定的合成速度, 从当前位置按线性路线移动到程序段指令指定的终点位置。

◆ 说明: X、Z 为绝对编程时, 快速定位终点在工件坐标系中的坐标; U、W 为增量编程时, 快速定位终点相对起点的位移量; F 为合成进给速度。

3. 螺纹切削指令 G32

◆ 格式: G32 X(U)___ Z(W)___ R___ E___ P___ F___;

◆ 功能: 执行 G32 指令时, 刀具可以加工圆柱螺纹及等螺距的锥螺纹、端面螺纹。

◆ 说明:

(1) X、Z 为绝对编程时, 螺纹加工轨迹终点的坐标值; U、W 为增量编程时, 螺纹