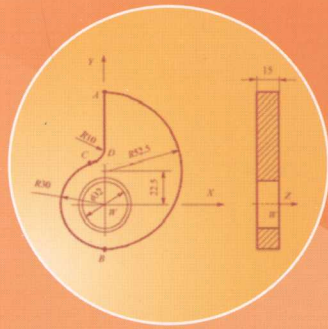
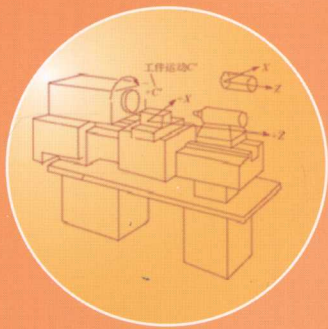
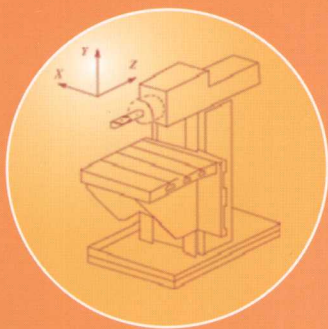


跟我学西门子

徐衡 编著

(SINUMERIK)

数控系统 手工编程



市场上数控加工图书很多，但能真正体恤初学者学习体验的却很少。

- 要么蜻蜓点水、欲言又止，让读者隔靴搔痒，感觉不解渴；
- 要么知识过深、语言生涩，让读者百思不得其解；
- 要么东拼西凑、知识不系统不完整，让读者只见树木不见森林；
- 要么过大过全、不突出重点，让读者学习效率大打折扣；
- 要么知识陈旧、机型和系统不典型，让读者的学习不能与时俱进；
- 要么只重知识、不重技能，让读者学完只能纸上谈兵。

本书从读者的学习体验出发，精耕细作，为读者提供一套完美数控加工学习的解决方案。



化学工业出版社

跟我学西门子

徐衡 编著

(SINUMERIK)

数控系统 手工编程 <<<



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

跟我学西门子 (SINUMERIK) 数控系统手工编程 / 徐衡编著. —北京: 化学工业出版社, 2014.4

ISBN 978-7-122-19725-2

I. ①跟… II. ①徐… III. ①数控机床-程序设计
IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 023209 号

责任编辑: 王 焯

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 边 涛

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: 化学工业出版社印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 353 千字 2014 年 4 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

前言

SINUMERIK

数控机械加具有较的技术性，本书是为学习数控加工的初学者、数控机床操作工、数控程序员编写的，旨在普及、提高数控加工技术。本书中心内容是西门子（SINUMERIK）数控系统加工程序的手工编程，涵盖了数控车床、数控铣床和加工中心机床程序的编制，数控机床的操作，数控加工工艺参数的选择，典型加工实例等数控加工知识。

学习数控机械加工的基础是掌握数控手工编程，只有掌握了手工编程，才能操作数控机床，完成对工件的数控加工。本书从提升数控车床、数控铣床和加工中心操作工的岗位能力出发，详细阐述数控手工编程知识，围绕程序应用讲述数控机床操作方法。为方便读者学习，结合加工实例把数控编程、数控机床操作、加工工艺等知识进行综合介绍，使读者在数控加工应用中学习数控知识。

本书是集理论和实践于一体的实用型技术书籍，书中内容由浅入深，照顾了初学者的学习需要，可作为初学者学习数控技术的入门书籍。书中加工实例选自生产实际，对从事数控加工工作有很好的参考价值，适合正在从事数控加工的技术工人、数控程序员学习提高之用。

本书由徐衡编著，编写过程中李超、周光宇、栾敏、关颖、田春霞、段晓旭、赵宏立、孙红雨、杨海、汤振宁、赵玉伟、郎敬喜、徐光远、关崎炜、朱新宇、张元军、刘艳林、王丹、李宝岭、刘艳华等对本书的编写提供了很多帮助，在此表示感谢。

由于作者时间和水平所限，书中难免有疏漏之处，恳请读者予以指正。

编著者

目 录

SINUMERIK

第 1 章 数控编程基础

1.1 数控机床入门	1
1.1.1 数控机床与数控系统	1
1.1.2 数控机床加工过程	3
1.1.3 数控加工程序	3
1.1.4 数控机床坐标系	3
1.2 西门子 (SINUMERIK) 系统手工编程概述	6
1.2.1 手工编制零件加工程序步骤	6
1.2.2 数控程序组成	9
1.2.3 程序段格式	11
1.2.4 常用 M 代码说明	12
1.2.5 数字单位英制与公制的转换	13
1.2.6 平面选择指令 G17、G18、G19	13
1.2.7 DIN 标准代码与 ISO 标准代码	13

第 2 章 西门子 (SINUMERIK) 系统数控车削程序编制

2.1 数控车床编程基础	16
2.1.1 数控车床坐标系	16
2.1.2 工件坐标系及工件零点	18
2.1.3 工件坐标系与机床坐标系的关系	18
2.1.4 设定工件坐标系	19
2.1.5 直径编程与半径编程	20
2.1.6 绝对尺寸与增量尺寸 G90、G91、AC、IC	20
2.2 数控车床直线与圆弧运行编程	22
2.2.1 快速直线移动 G0	22
2.2.2 进给率 F	22
2.2.3 直线插补指令 G1	23
2.2.4 圆弧进给 G2、G3	24
2.2.5 通过中间点进行圆弧插补 CIP	27
2.2.6 切线过渡圆弧 CT	27
2.2.7 倒圆、倒角	28
2.2.8 返回固定点 G75	30

2.2.9	回参考点运行 G74	30
2.2.10	暂停指令 G04	31
2.3	刀具补偿	31
2.3.1	刀具补偿和刀具补偿号 D	31
2.3.2	调用刀具补偿指令	32
2.3.3	刀具补偿存储内容	34
2.3.4	刀具半径补偿	34
2.4	程序跳转	38
2.4.1	程序跳转	38
2.4.2	绝对程序跳转	38
2.4.3	有条件程序跳转	38
2.4.4	程序跳转例题	40
2.5	子程序	40
2.5.1	什么是子程序	40
2.5.2	子程序名称	41
2.5.3	调用子程序	41
2.5.4	子程序嵌套	41
2.6	循环指令	42
2.6.1	循环概述	42
2.6.2	切割循环 CYCLE92	43
2.6.3	切槽循环 CYCLE93	46
2.6.4	退刀槽(形状 E 和 F)循环 CYCLE94	52
2.6.5	轮廓切削循环,带底切 CYCLE95	54
2.7	轴类件的螺纹车削	63
2.7.1	等螺距螺纹切削指令 G33	63
2.7.2	G33 的可编程导入和导出行程 DITS、DITE	65
2.7.3	变螺距的螺纹切削 G34、G35	66
2.7.4	螺纹退刀槽循环 CYCLE96	67
2.7.5	螺纹切削循环 CYCLE99	69

第 3 章 西门子 (SINUMERIK) 系统数控车床操作

3.1	西门子 (SINUMERIK) 数控系统操作界面	74
3.1.1	数控车床操作部分组成	74
3.1.2	数控系统操作面板 (PPU)	75
3.1.3	机床控制面板 (MCP)	77
3.2	跟我学看懂屏幕显示内容及屏面切换	79
3.2.1	数控系统屏幕窗口布局	79
3.2.2	从状态区域中洞悉数控系统 (CNC) 当前状态	80
3.2.3	应用区域显示内容	81
3.2.4	提示和软键区域	82
3.2.5	窗口布局综述	83

3.3 跟我学 SINUMERIK 808 数控车床手动操作	83
3.3.1 开机与关机.....	83
3.3.2 手动回参考点.....	84
3.3.3 用按键手动移动刀架(手动连续进给 JOG).....	85
3.3.4 在 JOG 窗口(图 3-20)上软键的操作(打开 JOG 的子窗口).....	86
3.3.5 用手轮移动刀架(手摇脉冲发生器 HANDLE 进给).....	88
3.3.6 手动输入程序并自动运行(MDA 模式运行).....	89
3.4 跟我学参数设置(当前操作区为“参数”)	90
3.4.1 跟我学配置刀具.....	90
3.4.2 跟我学输入和确定零点偏移.....	97
3.4.3 设定编程数据.....	100
3.5 跟我学创建、运行加工程序	100
3.5.1 编写加工程序.....	101
3.5.2 在机床上创建数控程序.....	101
3.5.3 装夹工件,测量法存储刀具补偿值.....	103
3.5.4 运行程序进行自动加工.....	104

第 4 章 西门子(SINUMERIK)系统数控车削编程与加工实例

4.1 数控车削加工工艺简介	107
4.1.1 工件装夹.....	107
4.1.2 车削加工方案.....	107
4.1.3 车削切削用量的选择.....	108
4.1.4 数控车床加工步骤.....	109
4.2 车削轴件典型表面编程与创建程序操作	109
4.2.1 工艺要点.....	109
4.2.2 加工程序.....	111
4.2.3 配置刀具,对刀.....	112
4.2.4 模拟运行程序、调试程序.....	112
4.2.5 运行程序(自动加工).....	115
4.3 车削工件内轮廓	115
4.3.1 工艺要点.....	116
4.3.2 加工程序.....	116
4.4 工件的粗、精车加工	117
4.4.1 工艺要点.....	117
4.4.2 加工程序.....	118
4.5 组合件车削	120
4.5.1 加工工艺概述.....	120
4.5.2 刀具选择.....	122
4.5.3 数控加工工序卡.....	122
4.5.4 工件 2 加工程序.....	123
4.5.5 工件 1 加工程序.....	125

5.1 西门子数控系统镗铣加工程序概述	128
5.1.1 数控铣床、加工中心机床坐标系	128
5.1.2 工件坐标系与程序原点	129
5.1.3 工件坐标系与机床坐标系的关系	129
5.1.4 用 G54~G59 设定工件坐标系	130
5.1.5 绝对尺寸与增量尺寸 G90、G91、AC、IC	132
5.1.6 极坐标	132
5.2 镗铣刀具位移指令	133
5.2.1 快速定位指令 G0 (模态)	133
5.2.2 直线插补指令 G1 (模态)	134
5.2.3 圆弧插补 G2/G3 (模态)	136
5.2.4 切线过渡圆弧 CT	140
5.2.5 螺旋线插补 G2/G3 TURN	141
5.2.6 倒圆、倒角	141
5.2.7 暂停时间 G4	142
5.2.8 返回固定点 G75	143
5.2.9 返回参考点指令 G75	143
5.3 零件加工程序包含的基本内容	143
5.3.1 刀具沿 Z 轴切入工件	143
5.3.2 跟我学直线、圆弧切削编程	145
5.3.3 程序结构	147
5.4 刀具偏置	148
5.4.1 刀具号与刀具补偿号	148
5.4.2 刀具半径补偿 G40、G41、G42	151
5.4.3 拐角特性 G450、G451	153
5.4.4 执行半径补偿程序刀具动作过程	154
5.4.5 半径补偿编程举例	155
5.4.6 刀具半径补偿功能的应用	156
5.5 钻削循环	157
5.5.1 钻削循环概述	157
5.5.2 定中心钻削循环 CYCLE81	159
5.5.3 钻削、镗平面钻削循环 CYCLE82	160
5.5.4 深孔钻削循环 CYCLE83	162
5.5.5 “模态调用”的应用	165
5.5.6 其他钻削循环指令	165
5.6 加工孔的图循环	166
5.6.1 成排孔图循环 HOLES1	166
5.6.2 圆弧排孔图循环 HOLES2	168
5.6.3 任意位置孔图循环 CYCLE802	169

5.6.4	在图循环中参数 R 应用	170
5.7	铣削循环	171
5.7.1	铣削循环概述	171
5.7.2	平面铣削 CYCLE71	172
5.7.3	轮廓铣削 CYCLE72	174
5.7.4	铣削矩形腔(凹槽)循环 POCKET3	181
5.7.5	铣削圆形腔(环形凹槽)循环 POCKET4	184

第 6 章 西门子 (SINUMERIK) 系统数控铣床及加工中心操作

6.1	西门子 (SINUMERIK) 系统数控铣床操作界面	187
6.1.1	数控铣床操作部分	187
6.1.2	数控系统操作面板 (PPU)	187
6.1.3	数控铣床机床控制面板 (MCP)	188
6.1.4	屏幕显示内容及屏面切换	189
6.2	跟我学 SINUMERIK 810 数控铣床操作	189
6.2.1	开机与回参考点	189
6.2.2	手动进给	190
6.2.3	手动 JOG 模式可以完成的操作	190
6.2.4	用手轮移动刀架(手摇脉冲发生器进给)	193
6.2.5	手动输入程序并自动运行(MDA 模式运行)	194
6.3	跟我学配置刀具(当前操作区为“参数”)	194
6.3.1	创建新刀具	195
6.3.2	创建新刀沿, 删除刀沿	196
6.3.3	刀具表数据存入操作	197
6.3.4	用“测量刀具”输入刀具偏置值(手动)	198
6.4	跟我学配置工件(当前操作区为“参数”)	201
6.4.1	输入和修改零点偏置值	201
6.4.2	用“测量工件”存入零点偏移值	201

第 7 章 西门子 (SINUMERIK) 系统数控镗铣加工实例

7.1	分析零件图	207
7.2	确定加工工艺	208
7.3	编程(加工程序)	208
7.4	检验程序	209
7.5	装夹工件	211
7.6	设置工件坐标系原点(对刀)	212
7.7	自动加工试切削	212
7.8	测量并修调尺寸	212

参考文献	213
------	-----

第1章

数控编程基础

1.1 数控机床入门

1.1.1 数控机床与数控系统

数控机床是由程序控制的自动化加工设备，由两个基本部分组成，即数控系统和机床本体（光机），如图 1-1 所示。

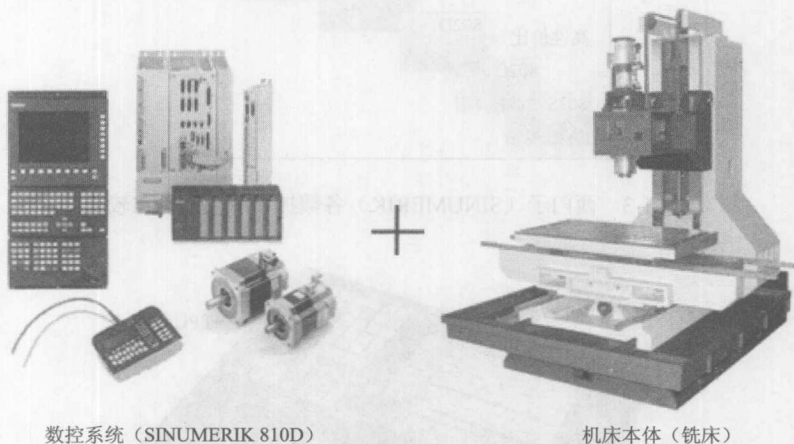


图 1-1 数控机床的组成

数控机床的智能指挥系统称为数控系统，数控系统由数控控制器、伺服驱动装置和电机组成，例如 SINUMERIK 802D 数控系统如图 1-2 所示。目前国产自主研发的数控系统有华中理工大学的华中 I 型系统、华中 II 型系统，中科院沈阳计算机所的蓝天一型系统，北京航天机床数控集团的航天一型系统等，此外我国市场应用较多的还有西门子系统、FANUC 系

统等。

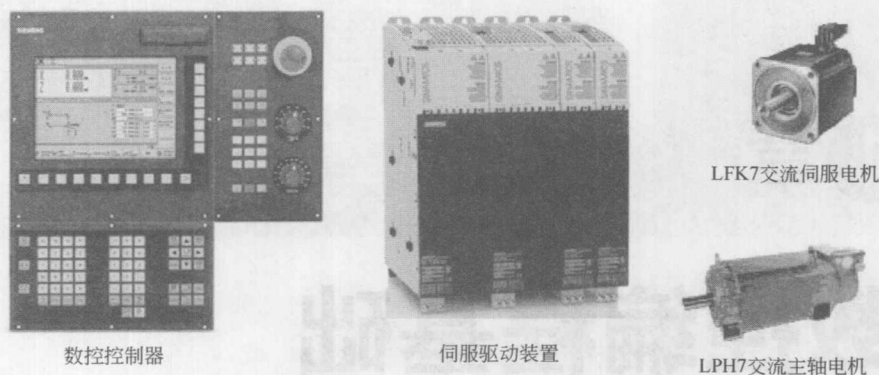


图 1-2 SINUMERIK 802D 数控系统组成

西门子数控系统是最早进入我国市场的数控系统之一，目前在中国市场使用广泛的西门子系统有 SINUMERIK 802S/C、SINUMERIK 802D、SINUMERIK 810D 和 SINUMERIK 840D。其中西门子 802S/C 系统是普及型数控系统，西门子 840D 属于高端系统，802D 系统是 840D 系统的简化版，拥有大部分 840D 的数控功能，它们之间的性能和价格比较如图 1-3 所示。西门子于 2012 年推出的新款普及型数控控制器 SINUMERIK 808D，如图 1-4 所示。这款控制器适用于普及型数控车削和数控铣削，具有结构紧凑、坚固耐用，操作简单，有利于提高机床加工精度和加工效率。



图 1-3 西门子 (SINUMERIK) 各数控系统的性价比比较



图 1-4 SINUMERIK 808D 数控控制器

机床本体也称做数控机床光机，是数控机床的机械部分。有些数控机床还装备了特殊的部件，如回转工作台、刀库、自动换刀装置和托盘自动交换装置等。

1.1.2 数控机床加工过程

数控机床加工过程如图 1-5 所示，即

- ① 对加工对象（零件图样）工艺分析，确定切削加工过程。
- ② 根据加工过程用规定代码编写零件加工程序。
- ③ 把加工程序输入数控机床，经过数控系统处理，发出指令，控制机床切削加工。
- ④ 加工出符合要求的零件。

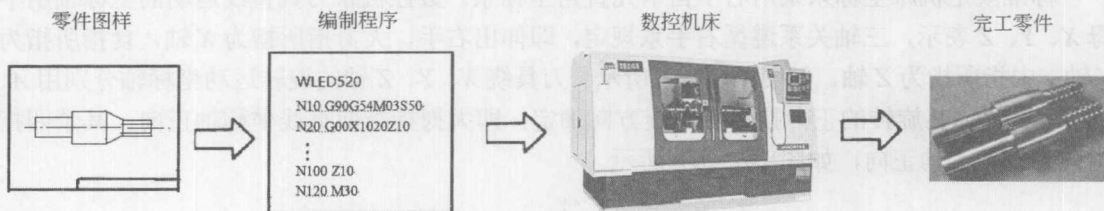


图 1-5 数控机床加工过程

1.1.3 数控加工程序

数控机床由加工程序控制工件的加工过程，数控加工的核心是编制加工程序，程序用规定数控编程语言表达加工中所需要的工艺信息和刀具轨迹。为使数控程序通用化，实现不同数控系统程序数据的互换，数控程序的格式有一系列国际标准，我国相应的国家标准与国际标准基本一致。

有两种编程方法：手工编程和自动编程。手工编程是由人工依据程序指令编制加工程序，自动编程是利用专用编程软件，由计算机生成零件程序，常用自动编程软件有：CAXA 制造工程师、UG、ProE 等。本书介绍手工编程。

西门子数控系统加工功能强，本书介绍西门子数控系统手工编程，由于该系统符合国际标准，从而确保了机床与坐标程序之间的兼容性。该系统具有简体中文界面，窗口式操作界面方便操作人员的使用。西门子编程语言基本通用多种西门子数控控制器，在不同的西门子数控控制器上仅有很小差别。SINUMERIK 808D 数控控制器具有以下特点。

- ① 使用 JOG 手动操作，支持 T/S/M 功能以及带图形辅助的刀具和工件的测量，方便建立刀具补偿。
 - ② 带图形支持的工艺循环编辑界面和轮廓计算器。
 - ③ 在前面板设有 USB 接口，可用于传输零件程序、刀具数据等加工数据，传输和执行加工程序。
 - ④ 可运行西门子手工编程语言，同时兼容 ISO 编程语言，方便不同习惯的机床操作者。
- 本书以控制器 SINUMERIK 808D 为基础，介绍西门子手工编程。

1.1.4 数控机床坐标系

加工程中记录的刀具轨迹，需要依据坐标系，数控坐标系分为数控机床坐标系和工件

坐标系,其中数控机床坐标系是生产厂家在数控机床上设定的坐标系,工件坐标系又称为编程坐标系,就是编程所使用的坐标系。

对于数控机床坐标系的坐标轴和运动方向规定已标准化,我国相应的标准与 ISO 国际标准等效,其基本规定如下。

(1) 刀具相对工件运动的原则——工件相对静止,刀具运动

标准规定工件静止,刀具运动,刀具远离工件方向为坐标轴正向。由于规定工件是静止的,数控程序中纪录的走刀路线是刀具的运动路线,这样编程人员不用考虑机床上是工件运动,还是刀具运动,只要依据零件图样,就可确定刀具的走刀路线。

(2) 机床坐标系的规定

标准规定机床坐标系采用右手笛卡儿直角坐标系。数控机床刀具直线运动的坐标轴用字母 X 、 Y 、 Z 表示,三轴关系遵循右手系规定,即伸出右手,大拇指所指为 X 轴,食指所指为 Y 轴,中指所指为 Z 轴,如图 1-6 (a) 所示。刀具绕 X 、 Y 、 Z 轴的旋转运动坐标轴分别用 A 、 B 、 C 表示,其旋转的正向按右手螺旋方向确定,即大拇指指向直线坐标轴正向,其余四指指向为旋转运动正向,如图 1-6 (b) 所示。

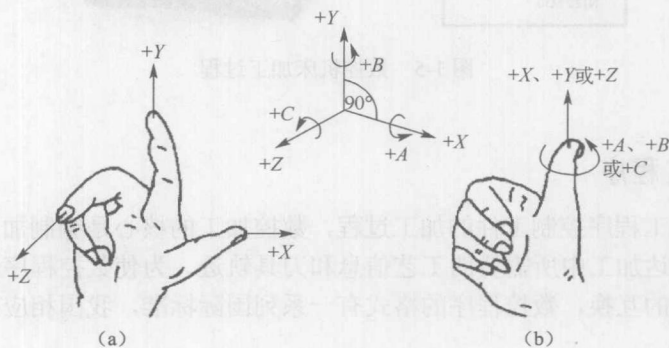


图 1-6 数控机床的坐标系

(3) 机床坐标轴的规定

机床坐标系的坐标轴与机床导轨平行。判断机床坐标轴的顺序是首先定 Z 轴,然后定 X 轴,最后根据右手法则定 Y 轴。刀具运动时坐标轴符号规定如下。

① Z 轴。数控机床的 Z 轴与机床主轴平行,刀具远离工件的方向为 Z 轴正向。对于镗铣类机床,机床主运动是刀具回转,钻入工件方向为 Z 轴的负方向,退出工件的方向为 Z 轴的正方向,如图 1-7、图 1-8 所示。

② X 轴。 X 轴一般是水平、平行于工件装夹面,对于立式数控镗铣床 (Z 轴是垂直的) 的,从主轴向立柱的方向看,右侧为 X 轴正向,如图 1-7 所示。对于卧式镗铣床 (Z 轴是水平的),沿刀具主轴后端向工件看,右侧为 X 轴正向,如图 1-8 所示。

③ Y 轴。根据 X 轴和 Z 轴,按右手系法则确定 Y 轴的正方向。

④ A 、 B 、 C 坐标轴。 A 、 B 、 C 是旋转坐标轴,其旋转轴线分别平行于 X 、 Y 、 Z 坐标轴,旋转运动正向,按右手螺旋法则确定,如图 1-6 (b) 所示。

(4) 工件运动时坐标轴的符号

如果数控机床实体上刀具不运动,而是工件运动,这时在机床上表示工件运动的坐标轴

符号为：在相应的坐标轴字母上加撇（'）表示，即 X 、 Y 、 Z 、 A 、 B 、 C 轴分别表示为 X' 、 Y' 、 Z' 、 A' 、 B' 、 C' 。代撇字母表示工件运动，工件运动的正向与刀具运动坐标轴的正向相反。例如数控车床坐标系中 C' 轴，如图 1-9 所示。

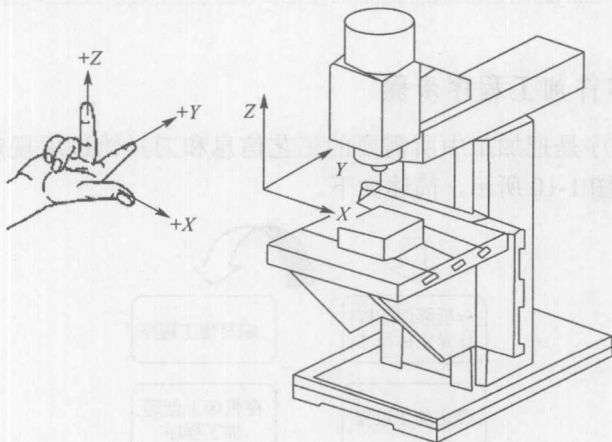


图 1-7 立式铣床坐标系

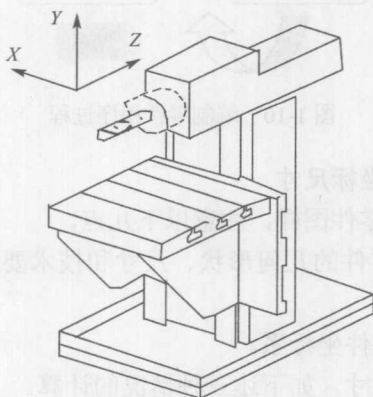


图 1-8 卧式铣床坐标系

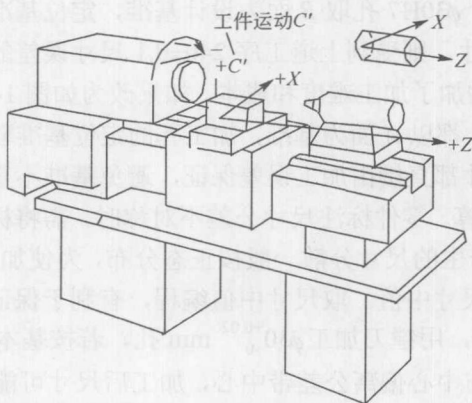


图 1-9 车床坐标系中的 C' 轴

1.2 西门子 (SINUMERIK) 系统手工编程概述

1.2.1 手工编制零件加工程序步骤

编制零件加工程序是把加工中所需要的工艺信息和刀具轨迹用规定的数控编程语言表达出来。编程过程如图 1-10 所示, 简述如下。



图 1-10 编制零件程序过程

(1) 分析零件图样, 计算坐标尺寸

数控加工前, 应认真分析零件图样, 注意以下几点。

① 明确加工任务。确认零件的几何形状、尺寸和技术要求, 本工序加工表面和对加工质量的要求。

② 确定工件零点, 画出工件坐标系。

③ 计算可能缺少的坐标尺寸, 如下述三种情况的计算。

a. 零件设计图样中几何要素的定位尺寸基准应尽量选同一表面, 避免基准不重合误差的影响。如图 1-11 所示零件图样, 零件的 A 、 B 两面均为孔系的设计基准, 加工孔时如采用 A 面定位, 而 $\phi 50H7$ 孔和两个 $\phi 30H7$ 孔取 B 面为设计基准, 定位基准与设计基准不重合, 欲保证 70 ± 0.08 和 110 ± 0.05 尺寸, 则受到上道工序 240 ± 0.1 尺寸误差的影响, 为保证精度需要压缩 240 尺寸的公差, 致使增加了加工难度和成本。如果改为如图 1-12 所示标注孔位置的设计尺寸, 各孔位置的设计尺寸都以 A 面为基准, 加工孔的定位基准取 A 面, 使定位基准与设计基准重合, 各孔的设计尺寸都直接由加工误差保证, 避免基准不重合误差的影响。

b. 标注尺寸中值的换算。零件标注尺寸公差不对称时, 需将标注尺寸换算成中值作为编程尺寸。因为由加工误差产生的尺寸分散一般按正态分布, 为使加工误差分布在公差范围内, 编程尺寸应该采用零件的尺寸中值。取尺寸中值编程, 有利于保证加工精度。

例如图 1-13 (a) 所示, 用镗刀加工 $\phi 30_{0}^{+0.02}$ mm 孔, 若按基本尺寸 30 mm 编程, 因存在加工误差, 且加工误差分布中心偏离公差带中心, 加工后尺寸可能小于 $\phi 30$ mm, 产生废品的概率如图 1-13 (b) 所示。而取尺寸的中值编程, 即对于尺寸 $\phi 30_{0}^{+0.02}$ mm 取中值 30.01 mm,

由于加工后误差分布中心与公差带中心重合，误差相对于尺寸中值对称分布，如图 1-13 (c) 所示，加工后尺寸在公差范围的概率大，容易保证加工精度。

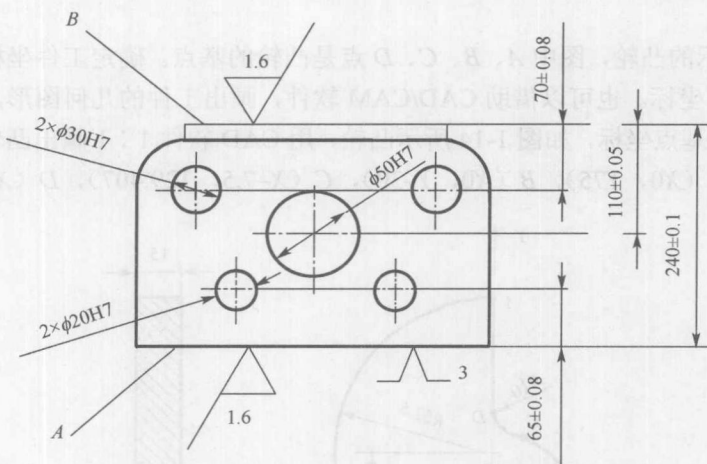


图 1-11 孔 ($\phi 50$ 与 $2 \times \phi 30$) 的定位基准与设计基准不重合

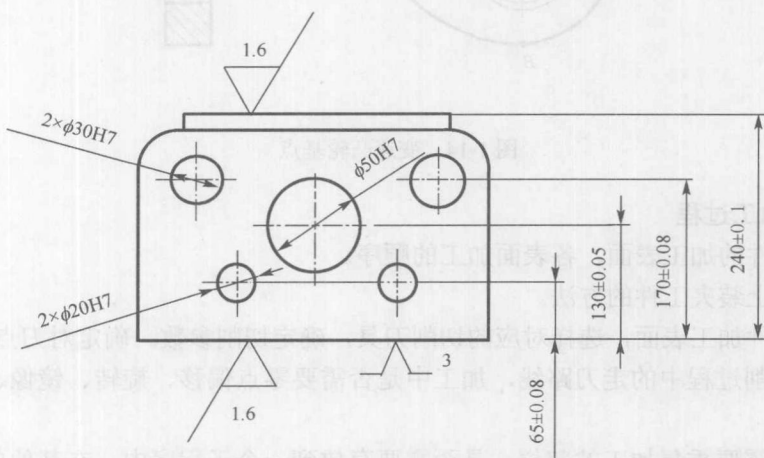
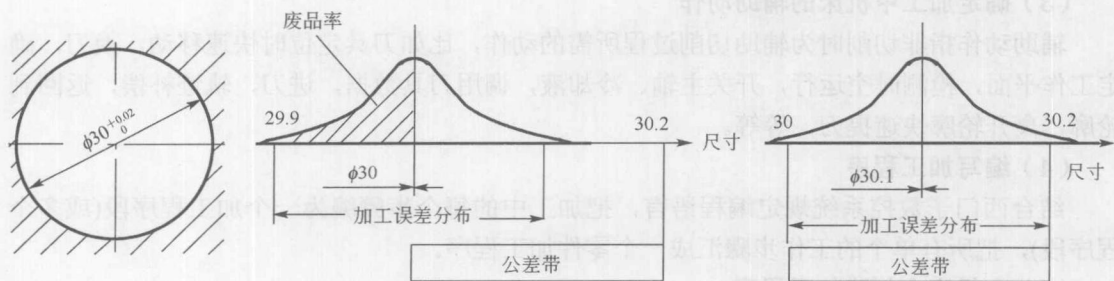


图 1-12 修改孔的定位尺寸使定位基准与设计基准重合



(a) 孔设计尺寸

(b) 用基本尺寸编程

(c) 用尺寸中值编程

图 1-13 用尺寸中值编程

c. 基点计算。数控加工是按照零件的几何图形分段进行的,需要对零件的几何图形按几何元素分段,几何元素之间的基点(交点)、切点及圆心坐标等进行数值计算,以供编程时使用。

如图 1-14 所示的凸轮,图中 A 、 B 、 C 、 D 点是凸轮的基点。确定工件坐标系后,可用几何方法计算出基点坐标。也可以借助 CAD/CAM 软件,画出工件的几何图形,通过软件查询功能,查出所需的基点坐标,如图 1-14 所示凸轮,用 CAD 软件 1:1 画出凸轮图形,在图上可查询基点坐标 $A(X0, Y75)$, $B(X0, Y-30)$, $C(X-7.5, Y29.407)$, $D(X0, Y38.73)$ 。

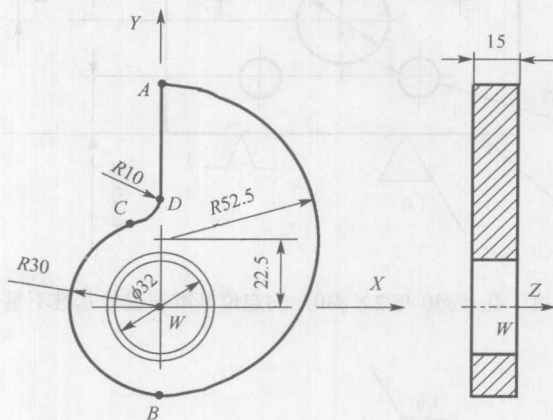


图 1-14 变速凸轮基点

(2) 确定加工过程

- ① 确定工件的加工表面,各表面加工的顺序。
- ② 在机床上装夹工件的方法。
- ③ 根据工件加工表面,选择对应的切削刀具,确定切削参数。确定对刀点和换刀点。
- ④ 每一切削过程中的走刀路线,加工中是否需要零点偏移、旋转、镜像、比例尺(框架型式)。
- ⑤ 工件上需要重复加工的部位,是否需要存放到一个子程序中。在其他的零件程序或者子程序中是否有当前工件可以使用的部件轮廓。

⑥ 编制加工操作顺序。

(3) 确定加工中机床的辅助动作

辅助动作指非切削时为辅助切削过程所需的动作,比如刀具定位时快速移动,换刀,确定工作平面,检测时空运行,开关主轴、冷却液,调用刀具数据,进刀,轨迹补偿,返回到轮廓,离开轮廓快速提刀,等等。

(4) 编写加工程序

结合西门子数控系统规定编程语言,把加工中的每个步骤编为一个加工程序段(或多个程序段),把所有单个的工作步骤汇成一个零件加工程序。

(5) 在机床上创建加工程序

在机床上可以操作数控系统键盘输入加工程序,此外还可以采用纸带、软盘、通信等手段输入程序。西门子数控系统一般备有 V24 接口,单台数控机床通过 V24 接口与计算机连接,