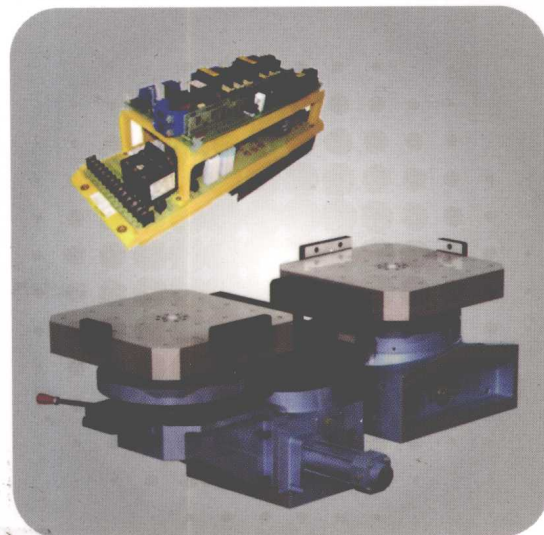
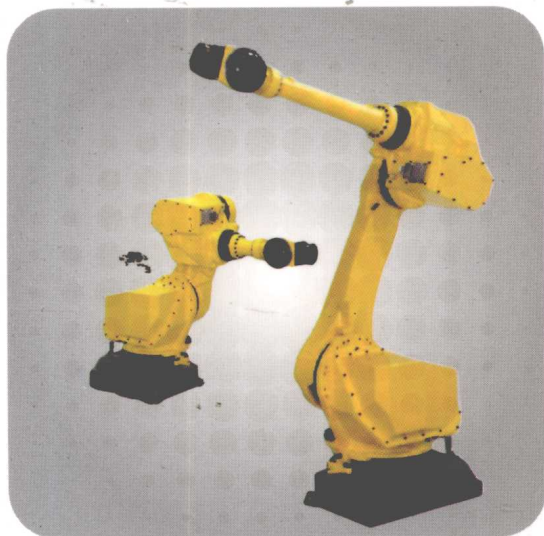




附光盘



吕斌杰 孙智俊 赵 汶 编著

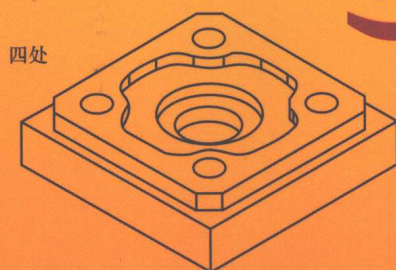
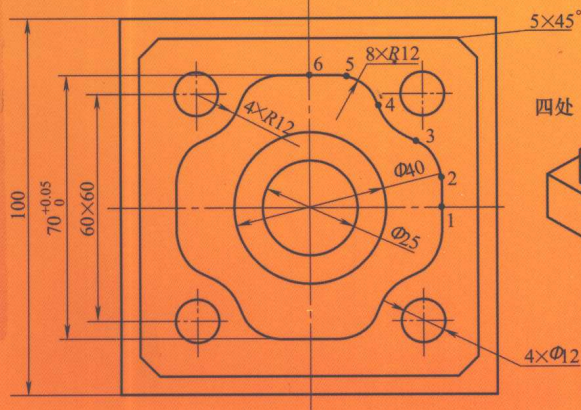


数控加工中心

(FANUC、SIEMENS 系统)

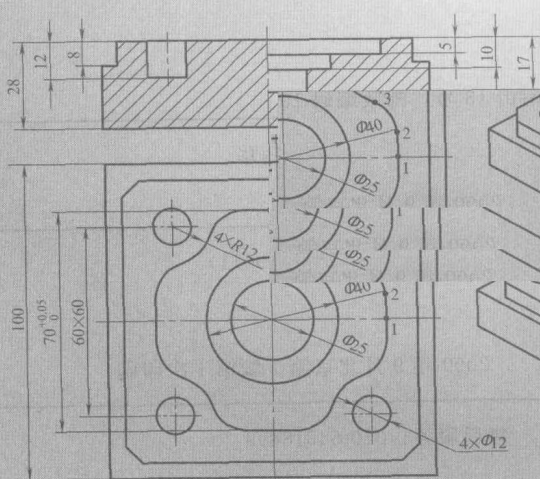
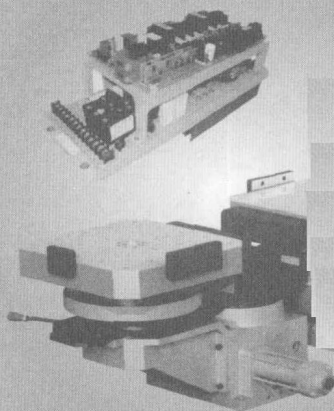
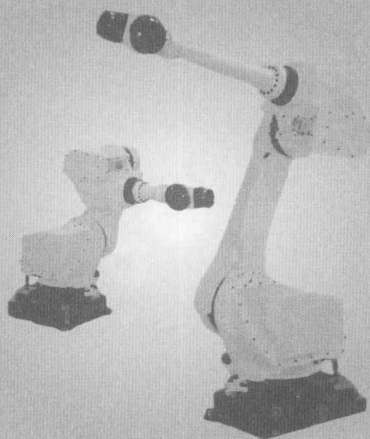
编程实例精粹

BIANCHENG SHILI JINGCUI



化学工业出版社

吕斌杰 孙智俊 赵 汶 编著



编程实例精粹

BIANCHENG SHILIJINGCUI

数控加工中心 (FANUC、SIEMENS系统)



化学工业出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控加工中心 (FANUC、SIEMENS 系统) 编程实例精粹/吕斌杰, 孙智俊, 赵汶编著. —北京: 化学工业出版社, 2009.7

ISBN 978-7-122-05783-9

I. 数… II. ①吕…②孙…③赵… III. 数控机床加工中心-程序设计 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 083304 号

责任编辑: 王 烨
责任校对: 吴 静

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 20 字数 516 千字 2009 年 9 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

数控加工是机械制造业中的先进加工技术,在企业生产中,数控机床的使用已经非常广泛。目前,随着国内数控机床用量的剧增,急需培养一大批能够熟练掌握现代数控机床编程、操作和维护的应用型高级技术人才。

虽然许多职业学校都相继开展了数控技工的培训,但由于课程课时有限、培训内容单一(主要是理论)以及学生实践和提高的机会少,学生们还只是处于初级数控技工的水平,离企业需要的高级数控技工的能力还有一定的差距。编者结合自身多年的实际工作经验编写了本书,在简要介绍操作和指令的基础上,突出对编程技巧和应用实例的讲解,加强了技术性和实用性。

全书共包括3大部分,主要内容如下。

第1部分为数控加工中心基础(第1~3章),依次概要介绍了FANUC、SIEMENS数控系统程序编制指令、加工中心工艺分析、调试与常用工具,引导读者入门。通过本部分学习,读者可以了解数控加工中心的编程指令、工艺分析与辅助工具。

第2部分为加工中心编程实例(第4~9章),针对应用最广的FANUC、SIEMENS数控系统,按照入门实例—提高实例—经典实例,这样循序渐进的形式,通过学习目标与要领、工艺分析与实现过程、参考代码与注释的讲授方式,详细介绍了加工中心技术以及实际编程应用。学习完本部分,读者可以举一反三,掌握各类零件的加工编程流程以及运用技巧。

第3部分为加工中心自动加工(第10~12章),重点介绍了MasterCAM、UG自动编程软件特点与实际加工案例。读者通过学习,将丰富自己的加工中心编程技术,完善加工编程能力。

本书主要具备以下一些特色。

(1) 以应用为核心,技术先进实用;同时总结了许多加工经验与技巧,帮助读者解决加工中遇见的各种问题,快速入门与提高。

(2) 加工实例典型丰富、由简到难、深入浅出,全部取自于一线实践,代表性和指导性强,方便读者学懂学透、举一反三。

(3) 本书所配光盘内容丰富,包括书中所有实例的素材文件和自动编程视频演示,方便读者使用。

本书适合广大数控技工初中级读者使用,同时也可作为高职高专院校相关专业学生以及社会相关培训班学员的理想教材。

本书由吕斌杰、孙智俊、赵汶编著。另外,王骏、唐清善、邱宝良、周克足、刘斌、李永怀、李宁宇、黄小欢、严剑忠、黄小宽等在资料的收集、整理和技术支持方面做了大量工作,在此一并向他们表示感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,欢迎广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 篇 数控加工中心基础

第 1 章 数控加工中心程序编制基础	2
1.1 FANUC 系统加工中心程序编制基础	2
1.1.1 插补功能指令	2
1.1.2 固定循环指令	10
1.1.3 其他指令	15
1.2 SIEMENS 系统数控加工中心编程基础	18
1.2.1 平面选择: G17、G18、G19	19
1.2.2 绝对和增量位置数据 G90、G91	20
1.2.3 公制尺寸/英制尺寸: G71, G70	20
1.2.4 可设定的零点偏置: G54~G59	21
1.2.5 辅助功能——M 指令	22
1.2.6 主轴转速功能——S 指令	24
1.2.7 进给功能——F 指令	24
1.2.8 快速线性移动: G0	25
1.2.9 直线插补指令: G1	25
1.2.10 圆弧插补指令: G2、G3	26
1.2.11 倒角和倒圆指令	27
第 2 章 加工中心工艺分析	29
2.1 加工中心的工艺特点	29
2.2 加工中心的工艺路线设计	30
2.3 加工中心的工步设计	31
2.4 工件的定位与装夹	31
2.5 加工中心刀具系统	34
2.6 加工方法的选择	34
2.7 加工路线和切削用量的确定	35
2.7.1 加工路线的确定	35
2.7.2 切削用量的确定	38
2.8 加工中心工艺规程的制定	38
2.8.1 数控加工工艺内容的选择	39
2.8.2 数控加工工艺路线的设计	39
第 3 章 加工中心调试与常用工具	48
3.1 加工中心调试	48
3.1.1 通电试车	48
3.1.2 加工中心精度和功能的调试	49
3.1.3 机床试运行	50
3.1.4 加工中心的检测验收	51

3.2 加工中心常用工具	53
3.2.1 加工中心夹具	53
3.2.2 常规数控刀具刀柄	55
3.2.3 模块化刀柄刀具	60
3.2.4 HSK 刀柄	62
3.2.5 刀具的预调	65

第2篇 FANUC 系统加工中心实例

第4章 FANUC 系统加工中心入门实例	68
4.1 实例1——矩形板	68
4.1.1 学习目标及要领	68
4.1.2 工、量、刀具清单	69
4.1.3 工艺分析及具体过程	69
4.1.4 参考程序与注释	70
4.2 实例2——六方板	71
4.2.1 学习目标及要领	71
4.2.2 工、量、刀具清单	72
4.2.3 工艺分析及具体过程	73
4.2.4 参考程序与注释	73
4.3 实例3——键槽板零件	75
4.3.1 学习目标及要领	75
4.3.2 工、量、刀具清单	75
4.3.3 工艺分析及具体过程	75
4.3.4 参考程序与注释	77
4.4 实例4——圆弧键槽板零件	78
4.4.1 学习目标及要领	78
4.4.2 工、量、刀具清单	79
4.4.3 工艺分析及具体过程	80
4.4.4 参考程序与注释	81
4.5 实例5——旋转方板零件	83
4.5.1 学习目标及要领	83
4.5.2 工、量、刀具清单	83
4.5.3 工艺分析及具体过程	83
4.5.4 参考程序与注释	85
4.6 实例6——异形板零件	86
4.6.1 学习目标及要领	86
4.6.2 工、量、刀具清单	87
4.6.3 工艺分析及具体过程	87
4.6.4 参考程序与注释	89
4.7 实例7——三圆旋转件零件	91
4.7.1 学习目标及要领	91
4.7.2 工、量、刀具清单	92
4.7.3 工艺分析及具体过程	92

4.7.4 参考程序与注释	93
4.8 实例 8——对称圆弧板零件	94
4.8.1 学习目标及要领	94
4.8.2 工、量、刀具清单	95
4.8.3 工艺分析及具体过程	95
4.8.4 参考程序与注释	97
第 5 章 FANUC 系统加工中心提高实例	100
5.1 实例 1——排孔	100
5.1.1 学习目标及要领	100
5.1.2 工、量、刀具清单	101
5.1.3 工艺分析及具体过程	101
5.1.4 参考程序与注释	102
5.2 实例 2——圆周孔	104
5.2.1 学习目标及要领	104
5.2.2 工、量、刀具清单	104
5.2.3 工艺分析及具体过程	105
5.2.4 参考程序与注释	106
5.3 实例 3——铣半球	108
5.3.1 学习目标及要领	108
5.3.2 工、量、刀具清单	109
5.3.3 工艺分析及具体过程	109
5.3.4 参考程序与注释	110
5.4 实例 4——椭圆板	110
5.4.1 学习目标及要领	110
5.4.2 工、量、刀具清单	111
5.4.3 工艺分析及具体过程	112
5.4.4 参考程序与注释	113
第 6 章 FANUC 系统加工中心经典实例	116
6.1 实例 1——型腔槽板	116
6.1.1 学习目标及要领	117
6.1.2 工、量、刀具清单	117
6.1.3 工艺分析及具体过程	117
6.1.4 参考程序与注释	118
6.2 实例 2——十字凸板	121
6.2.1 学习目标及要领	121
6.2.2 工、量、刀具清单	121
6.2.3 工艺分析及具体过程	122
6.2.4 参考程序与注释	123
6.3 实例 3——泵体端盖底板	125
6.3.1 学习目标及要领	125
6.3.2 工、量、刀具清单	126
6.3.3 工艺分析及具体过程	127
6.3.4 参考程序与注释	128

6.4 实例4——连杆模板	132
6.4.1 学习目标及要领	132
6.4.2 工、量、刀具清单	132
6.4.3 工艺分析及具体过程	134
6.4.4 参考程序与注释	135

第3篇 SIEMENS 系统加工中心实例

第7章 SIEMENS 系统加工中心入门实例	140
7.1 实例1——简单凸模零件的加工	140
7.1.1 学习目标与要领	140
7.1.2 工、量、刀具清单	141
7.1.3 工艺分析与加工设置	141
7.1.4 程序清单与注释	143
7.2 实例2——槽轮板的加工	145
7.2.1 学习目标与要领	145
7.2.2 工、量、刀具清单	146
7.2.3 工艺分析与加工设置	146
7.2.4 程序清单与注释	147
7.3 实例3——十字凹型板的加工	149
7.3.1 学习目标与要领	149
7.3.2 工、量、刀具清单	151
7.3.3 工艺分析与加工设置	151
7.3.4 程序清单与注释	152
7.4 实例4——薄壁件的加工	155
7.4.1 学习目标与要领	155
7.4.2 工、量、刀具清单	156
7.4.3 工艺分析与加工设置	157
7.4.4 程序清单与注释	157
7.5 实例5——带中心孔的凸模加工	160
7.5.1 学习目标与要领	161
7.5.2 工、量、刀具清单	161
7.5.3 工艺分析与加工设置	161
7.5.4 程序清单与注释	162
7.6 实例6——五边形的加工	163
7.6.1 学习目标与要领	163
7.6.2 工、量、刀具清单	163
7.6.3 工艺分析与加工设置	164
7.6.4 程序清单与注释	164
7.7 实例7——对称模加工	166
7.7.1 学习目标与要领	166
7.7.2 工、量、刀具清单	166
7.7.3 工艺分析与加工设置	167
7.7.4 程序清单与注释	167

7.8 实例 8——矩形槽加工	169
7.8.1 学习目标与要领	169
7.8.2 工、量、刀具清单	170
7.8.3 工艺分析与加工设置	170
7.8.4 程序清单与注释	170
第 8 章 SIEMENS 系统加工中心提高实例	172
8.1 实例 1——对称凹模的加工	172
8.1.1 学习目标与要领	172
8.1.2 工、量、刀具清单	173
8.1.3 工艺分析	173
8.1.4 程序清单与注释	174
8.2 实例 2——马氏盘的加工	176
8.2.1 学习目标与要领	176
8.2.2 工、量、刀具清单	177
8.2.3 工艺分析	177
8.2.4 程序清单与注释	178
8.3 实例 3——复杂凸模的加工	181
8.3.1 学习目标与要领	182
8.3.2 工、量、刀具清单	182
8.3.3 工艺分析	182
8.3.4 程序清单与注释	183
8.4 实例 4——凹凸模配合件加工	192
8.4.1 学习目标与要领	192
8.4.2 工、量、刀具清单	192
8.4.3 工艺分析	193
8.4.4 程序清单与注释	194
第 9 章 SIEMENS 系统加工中心经典实例	203
9.1 实例 1——平面型腔类零件的加工	203
9.1.1 学习目标与注意事项	203
9.1.2 工、量、刀具清单	204
9.1.3 工艺分析与加工方案	204
9.1.4 程序编制与注释	205
9.2 实例 2——盘类零件的加工	207
9.2.1 学习目标与注意事项	207
9.2.2 工、量、刀具清单	208
9.2.3 工艺分析与加工方案	208
9.2.4 程序编制与注释	210
9.3 实例 3——箱体类零件的加工	216
9.3.1 学习目标与注意事项	217
9.3.2 工、量、刀具清单	218
9.3.3 工艺分析与加工方案	219
9.3.4 程序编制与注释	221

第4篇 自动加工编程

第10章 CAM自动编程基础	228
10.1 自动编程特点与发展	228
10.1.1 自动编程的特点	228
10.1.2 自动编程的应用发展	228
10.2 自动编程的工作原理	229
10.3 自动编程的环境要求	231
10.4 自动编程的分类	232
10.5 CAM编程软件简介	233
第11章 MasterCAM自动编程实例	236
11.1 MasterCAM V9 数控加工基础	236
11.1.1 MasterCAM V9 数控加工方式特点	236
11.1.2 MasterCAM V9 数控加工的操作设置	237
11.1.3 MasterCAM V9 数控加工的用户环境	238
11.2 MasterCAM V9 数控加工的一般流程	245
11.2.1 工作设置	245
11.2.2 操作管理	247
11.3 MasterCAM 自动编程实例——铣削半圆弧凹槽	248
11.3.1 实例分析	249
11.3.2 绘制三维实体	249
11.3.3 工作设置	250
11.3.4 实体外形铣削	250
11.3.5 实体面铣削	252
11.3.6 实体挖槽加工	252
11.3.7 钻孔	254
11.3.8 旋转刀具路径	256
11.3.9 后期处理	258
第12章 UG NX自动编程实例	259
12.1 UG NX4 数控加工模块介绍	259
12.1.1 UG NX4 数控加工方式及特点	259
12.1.2 UG NX 4 加工环境的设置	261
12.1.3 UG NX4 加工主要工具条	261
12.1.4 UG NX4 操作导航器的应用	263
12.2 UG NX 数控加工的一般流程	263
12.2.1 生成数控程序的步骤	264
12.2.2 加工前的准备工作	266
12.2.3 创建几何体	267
12.2.4 创建刀具	271
12.2.5 创建加工方法	275
12.2.6 创建程序组	278
12.2.7 创建操作	279
12.3 UG NX 编程实例——型芯模具型腔加工	279

12.3.1	实例分析	279
12.3.2	设计流程与加工方案	280
12.3.3	打开文件并进入加工模块	281
12.3.4	创建刀具	281
12.3.5	创建几何体	282
12.3.6	型腔粗加工	285
12.3.7	表面精加工	290
12.3.8	半精加工 CAV_SEMI_FIN1	292
12.3.9	半精加工 CAV_SEMI_FIN2	295
12.3.10	精加工	296
附录 A	FANUC 0i 系统 G 代码和 M 代码	300
附录 B	SIEMENS 802S/C 系统指令表	302
参考文献		307

第1章 数控加工中心程序编制基础

第2章 加工中心工艺分析

第3章 加工中心调试与常用工具

第1篇

数控加工中心基础

SHUKONG JIAGONG
ZHONGXIN JICHU

第1章

数控加工中心程序编制基础

在数控加工中心的编程中，用户可以通过系统指定的一些标准指令对机床进行动作控制，如主轴的正反转、自动换刀、进给速度的快慢以及各种走刀路线的控制等。熟悉数控加工中心程序编制技术，是用户进行数控加工的基础。本章将分别对 FANUC 和 SIEMENS 系统加工中心程序编制指令与使用进行具体介绍。

1.1 FANUC 系统加工中心程序编制基础

FANUC 系统加工中心程序编制包括插补功能指令、固定循环指令以及其他一些指令，下面一一叙述。

1.1.1 插补功能指令

(1) 平面选择：G17、G18、G19

① 指令格式：G17

G18

G19

② 指令功能 分别用来指定程序段中刀具的圆弧插补平面和刀具半径补偿平面。

③ 指令说明

- a. G17 表示选择 XY 加工平面；
- b. G18 表示选择 ZX 加工平面；
- c. G19 表示选择 YZ 加工平面（如图 1-1 所示）。

④ 应用举例

例如，加工如图 1-2 所示零件，当铣削圆弧面 1 时，就在 XY 平面内进行圆弧插补，应选用 G17；当铣削圆弧面 2 时，应在 YZ 平面内加工，选用 G19。

立式三轴加工中心大都在 X、Y 平面内加工，参数一般都将数控系统开机默认 G17 状态，故 G17 在正常情况下可以省略不写。

(2) 英制尺寸/公制尺寸指令

① 指令格式：G20

G21

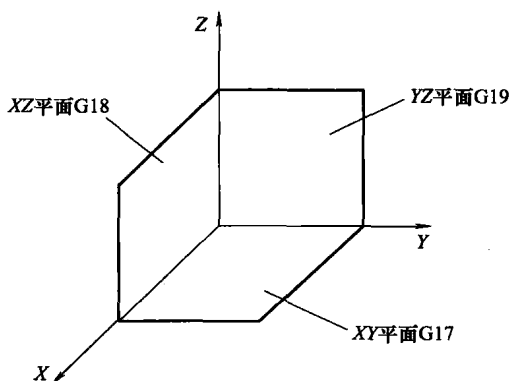


图 1-1 加工平面的选定

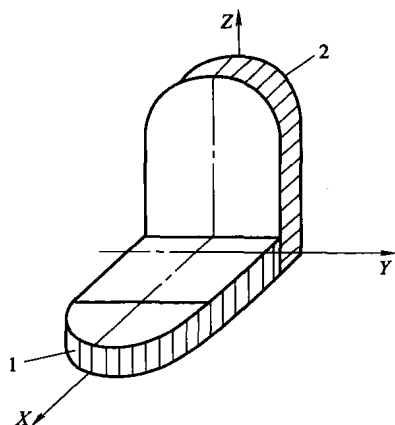


图 1-2 平面选择举例

② 指令功能 数控系统可根据所设定的状态，利用代码把所有的几何值转换为公制尺寸或英制尺寸，同样进给率 F 的单位也分别为 mm/min (in/min) 或 mm/r (in/r)。

③ 指令说明

a. G20 英制输入

b. G21 公制输入

该 G 代码必须要在设定坐标系之前，在程序中用独立程序段指定。一般机床出厂时，将公制输入 G21 设定为参数缺省状态。

公制与英制单位的换算关系为：

$$1\text{mm} \approx 0.0394\text{in}$$

$$1\text{in} \approx 25.4\text{mm}$$

④ 注意事项

a. 在程序的执行过程中，不能在 G20 和 G21 指令之间切换。

b. 当英制输入 (G20) 切换到公制 (G21) 或进行相互切换时，刀具补偿值必须根据最小输入增量单位在加工前设定（当机床参数 No. 5006 #0 为 1 时，刀具补偿值会自动转换而不必重新设定）。

(3) 绝对值编程与增量值编程

① 指令格式：G90

G91

② 指令功能 G90 和 G91 指令分别对应着绝对位置数据输入和增量位置数据输入。

③ 指令说明 G90 绝对值编程

G91 增量值编程

当使用 G90 绝对值编程时，不管零件的坐标点在什么位置，该坐标点的 X 、 Y 、 Z 都是以坐标系的坐标原点为基准去计算。坐标的正负方向可以通过象限的正负方向去判断。

当使用 G91 增量值编程时，移动指令的坐标值 X 、 Y 、 Z 都是以上一个坐标终点为基准来计算的，也可以通俗的理解为刀具在这个移动动作中移动的距离。正负判定：当前点到终点的方向与坐标轴同向取正，反向则为负。

④ 应用举例

例如图 1-3 所示，刀具以 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 的走刀顺序快速移动，使用绝对坐标与增量坐标方式编程。

增量方式编程为:

G90 G54 G0 X0 Y0 Z0; 刀具定位到编程原点

G91 G00 X20. Y10.; 从编程原点→A点

X20. Y20.; 从A点→B点

X20.; 从B点→C点

X-40 Y-20; 从C点→A点

绝对坐标编程为:

G90 G54 G0 X0 Y0 Z0; 刀具定位到编程原点

X20. Y10.; 刀具快速移动到A点

X40. Y30.; 从A点→B点

X60.; 从B点→C点

X20. Y10.; 从C点→A点

(4) 快速点定位 G00

① 指令格式: G00 X__Y__Z__;

② 指令功能 使刀具以点位控制的方式从刀具起始点快速移动到目标位置。

③ 指令说明 在G00的编程格式中X__Y__Z__分别表示目标点的坐标值。G00的移动速度由机床参数设定,在机床操作面板上有一个快速修调倍率能够对移动速度进行百分比缩放。

④ 注意事项

a. 因G00的移动速度非常快(根据机床的档次和性能不同,最高的G00速度也不尽相同,但一般普通中档机床也都会在每分钟十几米以上),所以G00不能参与工件的切削加工,这是初学者经常会出现的加工事故,希望读者注意。

b. G00的运动轨迹不一定是两点一线,而有可能是一条折线(是直线插补定位还是非直线插补定位,由参数No.1401第1位设置)。所以我们在定位时要考虑刀具在移动过程中是否会与工件、夹具干涉,我们可采用三轴不同段编程的方法去避免这种情况的发生。即

刀具从上往下移动时:

编程格式: G00 X__Y__;

Z__;

刀具从下往上移动时:

编程格式: Z__;

G00 X__Y__;

即刀具从上往下时,先在XY平面内定位,然后Z轴再下降或下刀;刀具从下往上时,Z轴先上提,然后再在XY平面内定位。

⑤ 应用举例

例如图1-4所示,刀具从A点快速移动至B点,使用绝对坐标与增量坐标方式编程。

增量坐标方式: G91 G00 X30. Y20.;

绝对坐标方式: G90 G00 X40. Y30.;

(5) 直线插补 G01

① 指令格式: G01 X__Y__Z__F__;

② 指令功能 使刀具按进给指定的速度从当前点运动到指定点。

③ 指令说明 G01指令后的坐标值为直线的终点值坐标,G01与格式里面的每一个字母都是模态代码。

(6) 圆弧插补指令 G02、G03

① 指令格式: $\left\{ \begin{matrix} G02 \\ G03 \end{matrix} \right\} X_Y_Z_ \left\{ \begin{matrix} R_ \\ I_J_K_ \end{matrix} \right\} F_;$

② 指令功能 圆弧插补指令命令刀具在指定平面内按给定的进给速度F做圆弧运动,

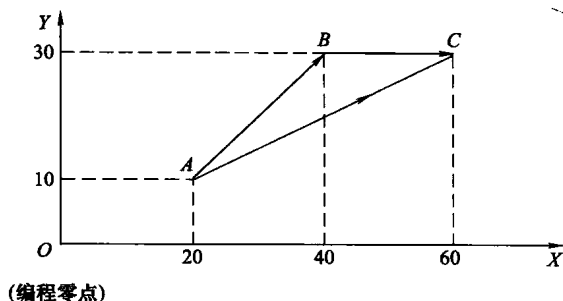


图 1-3 使用绝对坐标与增量坐标方式编程

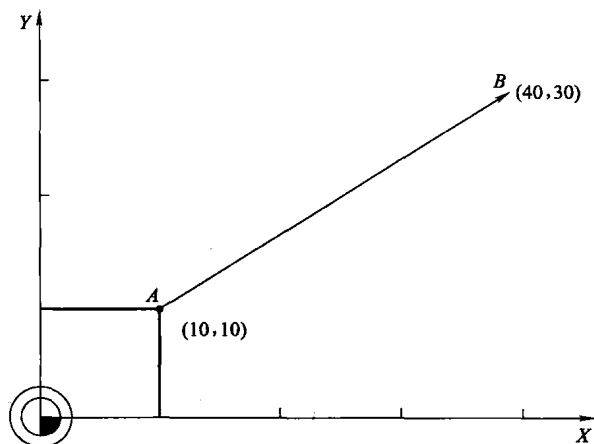


图 1-4 快速点定位 G00

切削出圆弧轮廓。

③ 指令说明

a. G02、G03 的判断 圆弧插补指令分为顺时针圆弧插补指令 (G02) 和逆时针圆弧插补指令 (G03)。判断方法为：沿着刀具的进给方向，圆弧段为顺时针的为 G02，逆时针则为 G03；如图 1-5 所示，刀具以 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ 顺序进给加工时，BC 圆弧段因为是顺时针，故是 G02；CD 圆弧段则为逆时针，故为 G03；假使现在进给方向从 $D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ 这样的进给路线，那么两圆弧的顺逆都将颠倒一下，所以在判断时必须牢记沿进给方向去综合判断。

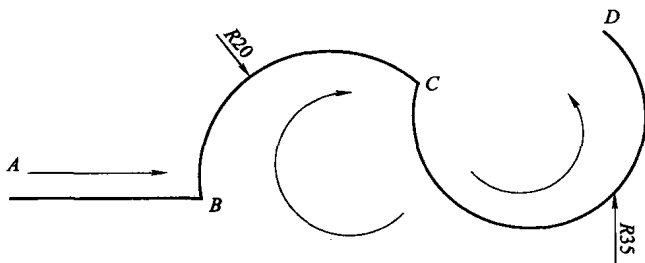


图 1-5 G02、G03 的判断

b. G02/G03 的编程格式

i. 用圆弧半径编程

$$\begin{cases} \text{G02} \\ \text{G03} \end{cases} \text{X} _ \text{Y} _ \text{Z} _ \text{R} _ \text{F} _ ;$$

这种格式在平时的圆弧编程中最为常见，也较容易理解，只需按格式指定圆弧的终点和圆弧半径 R 即可。格式中的 R 有正负之分，当圆弧小于等于半圆 (180°) 时取 $+R$ ，“+”在编程中可以省略不写；当圆弧大于半圆 (180°) 小于整圆 (360°) 时 R 应写为 “ $-R$ ”。

应用举例：

如图 1-5 所示，各点坐标为 $A(0, 0)$ 、 $B(20, 0)$ 、 $C(40, 20)$ 、 $D(55, 30)$ 。轮廓的参考程序如下：

```
G90 G54 G0 X0 Y0 M03 S800;    定位到 A 点
G01 X20. F200;                从 A 点进给移动到 B 点
G02 X40. Y20. R20. ;          走圆弧 BC
```

G03 X55. Y30. R-35.; 走圆弧 CD

注意：圆弧半径 R 编程不能加工整圆。

ii. 用 I、J、K 编程

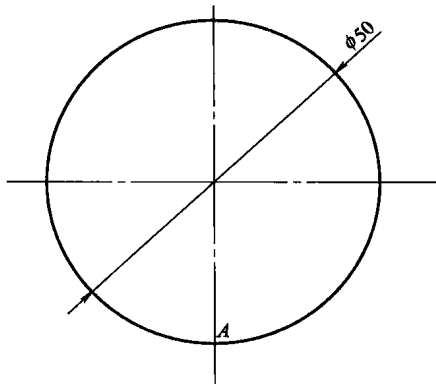


图 1-6 所示的圆弧型腔

$$\begin{cases} G02 \\ G03 \end{cases} X_Y_Z_I_J_K_F_;$$

这种编程方法一般用于整圆加工。

在格式中的 I、J、K 分别为 X、Y、Z 方向相对于圆心之间的距离（矢量），X 方向用 I 表示，Y 方向用 J 表示，Z 方向用 K 表示（但在 G17 平面上编程 K 均为 0）。I、J、K 的正负可以这样去判断：刀具停留在轴的负方向，往正方向进给，也就是与坐标轴同向，那么就取正值，反之则为负。

应用举例：

加工如图 1-6 所示的圆弧型腔，参考程序如下。

O001;

N10 G90 G54 G0 X0 Y0 Z30. M03 S800;

N20 Z3.;

N30 G01 Z-5. F100;

N40 Y-25. F200;

N50 G02 J25.;

N60 G01 X0 Y0;

N70 G0 Z30.;

N80 M30;

刀具快速定位到圆的中心点，

刀具接近工件表面

下刀

刀具移动到圆弧的起点处 A 点

因加工整圆时起点等于终点值坐标，故 X、Y 值可以省略不写。又因刀具是移动到 Y 轴线上，圆弧的起点 A 点相对于圆心距离是 25，而且是刀具停在 Y 轴的负方向上，往正方向走，所以是 J25。

刀具进给移回到圆心点，必须使用 G01，因为圆的中间部分还有残料

快速抬刀

程序结束并返回到程序头

小技巧：在加工整圆时，一般把刀具定位到中心点，下刀后移动到 X 轴或 Y 轴的轴线上，这样就有一根轴是 0，便于编程。

(7) 刀具半径补偿指令 G41、G42、G40

① 指令格式：G01 (G00) $\begin{cases} G41 \\ G42 \end{cases} X_Y_D_ (F_);$

...

...

G40 G01 (G00) X_Y_ (F_);

② 指令功能 使用了刀具半径补偿后，编程时不需再计算刀具中心的运动轨迹，只需按零件轮廓编程。操作时还可以用同一个加工程序，通过改变刀具半径的偏移量，对零件轮廓进行粗、精加工。

③ 指令说明

a. G41 为刀具半径左补偿，定义为假设工件不动，沿着刀具运动（进给）方向向前看，刀具在零件左侧的刀具半径补偿，如图 1-7 所示；G42 为刀具半径右补偿，定义为假设工件