

高职高专机电及电气类“十三五”规划教材

数控铣床编程与操作

▶ 主编 王 新 金 江 马廷洪



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高职高专机电及电气类“十三五”规划教材

数控铣床编程与操作

主 编 王 新 金 江 马廷洪

副主编 陈佰江 牟清举 艾建军

内 容 简 介

本书是重庆职业教育课程改革的系列理论研究和实践成果之一。本书以工作过程为导向,以国家职业标准中级数控铣工考核要求为基本依据,共设立了18个项目,介绍了数控铣床基本知识及基本操作、平面图形零件加工、孔加工、轮廓加工、凹槽加工及综合加工等内容。

本书以源于企业数控加工的各类零件为载体,以完成零件加工的工作任务为主线,将工作任务设置为不同的项目,按照由易到难的顺序编排,力求引起读者的学习兴趣。本书将目前广泛使用的国产华中世纪星数控系统与FANUC 0i系统在指令、功能和编程方面做对比介绍,有利于读者对不同加工系统加工指令的区别、运用、理解和记忆,提高学习效果。在内容的编辑中将加工工艺、刀具、切削用量等理论知识和实践知识紧密联系,力求突出数控编程与机床操作两方面技能的结合。

本书为高职高专机电类专业教材,也可作为中职学校相关专业教材,还可作为培训机构和企业的培训教材及相关技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床编程与操作/王新,金江,马廷洪主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2016.3

ISBN 978-7-5606-3850-8

I. ① 数… II. ① 王… ② 金… ③ 马… III. ① 数控机床—铣床—程序设计 ② 数控机床—铣床—操作 IV. ① TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 206536 号

策 划 王 飞 刘小莉

责任编辑 马武装

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2016年3月第1版 2016年3月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 13

字 数 303千字

印 数 1~2000册

定 价 26.00元

ISBN 978-7-5606-3850-8/TG

XDUP 4142001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

本书根据教育部教高[2006]16号《关于全面提高高等职业教育质量的若干意见》和《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》的指导思想,打破传统学科体系的束缚,以工作过程为导向,采用项目式教学的方式组织教学内容。在项目教学中,学习过程是一个人人参与的创造实践活动,注重的不是最终的结果,而是完成项目的过程。学生在项目实践过程中,理解和把握课程要求的知识和技能,体验创新的艰辛与乐趣,培养分析问题和解决问题的思想和方法。因此,项目实践对于培养学生良好的沟通与协作能力有着积极的意义,同时也可以极大地提高学生的就业能力。

本书以培养学生的数控加工技能为核心,以国家职业标准中级数控铣工考核要求为基本依据,采用了项目的形式编写,内容包含了数控铣床的基本知识项目、基本操作项目和零件加工共18个教学项目。项目主要来源于企业的典型案例,由简单到复杂、由单一到综合。学生通过学习训练,不仅能够掌握数控编程知识,而且还能够掌握零件数控加工工艺、程序编制和加工操作的方法。本书将目前使用广泛的华中世纪星数控系统与FANUC Oi系统同时对比介绍,有利于学生理解和记忆,提高学习效率。

本书由重庆科创职业学院王新、金江、马廷洪任主编,陈佰江、牟清举、艾建军任副主编。其中项目一至项目四和项目十八由王新编写,项目五和项目六由牟清举编写,项目七和项目十七由艾建军编写,项目八至项目十由马廷洪编写,项目十一至项目十四由金江编写,项目十五和项目十六由陈佰江编写。全书由王新统稿。

本书是针对高职高专数控技术专业、模具专业、机械制造专业及机电一体化专业等机电类专业编写的教材,也可作为中职学校相关专业教材,还可作为培训机构和企业的培训教材及相关技术人员的参考书。

本书为“西部职业教育教材建设及师资培训项目”,课题名称“工作过程系统化的高职机械自动化专业立体化教学体系建设与研究”的部分研究成果,课题批准号XBZJ059;同时本书也是“重庆科创职业学院校级教改项目”部分研究成果,项目名称“工作过程系统化的高职机械自动化专业立体化教学体系建设与研究”,项目编号14KC01。

尽管在编写过程中付出了很大努力,但由于编者水平所限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正,以便修订时改进。

编 者

2015年10月

目 录

项目一 数控铣床(加工中心)编程基础	1
任务目标与导入	1
知识点一 数控铣床(加工中心)编程基础知识	1
知识点二 数控铣床(加工中心)刀具的选择	8
思考题	11
项目二 数控机床的基本操作	12
任务目标与导入	12
知识点一 FANUC 0i 系统数控铣床(加工中心)的基本操作	12
知识点二 华中世纪星数控系统数控铣床(加工中心)的基本操作	24
知识点三 安全操作与日常维护及保养规程	38
思考题	38
项目三 直线图形零件加工	39
任务目标与导入	39
相关知识	40
任务实施	42
评价与总结	47
思考题	48
项目四 圆弧图形零件加工	50
任务目标与导入	50
相关知识	51
任务实施	54
评价与总结	57
思考题	58
项目五 一般形状平面图形零件加工	60
任务目标与导入	60
相关知识	61
任务实施	62
评价与总结	64
思考题	66
项目六 盲孔零件加工	67
任务目标与导入	67

相关知识	68
任务实施	75
评价与总结	77
思考题	78
项目七 通孔零件加工	79
任务目标与导入	79
相关知识	80
任务实施	83
评价与总结	85
思考题	86
项目八 镗孔零件加工	88
任务目标与导入	88
相关知识	89
任务实施	93
评价与总结	97
思考题	99
项目九 内螺纹零件加工	100
任务目标与导入	100
相关知识	101
任务实施	104
评价与总结	107
思考题	108
项目十 子程序调用零件加工	109
任务目标与导入	109
相关知识	110
任务实施	112
评价与总结	115
思考题	116
项目十一 平面外轮廓零件加工	117
任务目标与导入	117
相关知识	118
任务实施	120
评价与总结	124
思考题	126

项目十二 平面内轮廓零件加工	127
任务目标与导入	127
相关知识	128
任务实施	129
评价与总结	133
思考题	135
项目十三 轮廓综合类零件加工	136
任务目标与导入	136
相关知识	137
任务实施	138
评价与总结	141
思考题	142
项目十四 键槽零件加工	144
任务目标与导入	144
相关知识	145
任务实施	146
评价与总结	149
思考题	151
项目十五 圆弧旋转槽零件加工	152
任务目标与导入	152
相关知识	153
任务实施	155
评价与总结	157
思考题	159
项目十六 镜像零件加工	160
任务目标与导入	160
相关知识	161
任务实施	162
评价与总结	165
思考题	166
项目十七 缩放零件加工	168
任务目标与导入	168
相关知识	169
任务实施	170

1.1 评价与总结	174
1.2 思考题	175
2.1 项目十八 腔槽综合类零件加工	176
2.1.1 任务目标与导入	176
2.1.2 相关知识	177
任务实施	190
2.2 评价与总结	194
2.3 思考题	195
参考文献	199
附录1	
附录2	
附录3	
附录4	
附录5	
附录6	
附录7	
附录8	
附录9	
附录10	
附录11	
附录12	
附录13	
附录14	
附录15	
附录16	
附录17	
附录18	
附录19	
附录20	
附录21	
附录22	
附录23	
附录24	
附录25	
附录26	
附录27	
附录28	
附录29	
附录30	
附录31	
附录32	
附录33	
附录34	
附录35	
附录36	
附录37	
附录38	
附录39	
附录40	
附录41	
附录42	
附录43	
附录44	
附录45	
附录46	
附录47	
附录48	
附录49	
附录50	
附录51	
附录52	
附录53	
附录54	
附录55	
附录56	
附录57	
附录58	
附录59	
附录60	
附录61	
附录62	
附录63	
附录64	
附录65	
附录66	
附录67	
附录68	
附录69	
附录70	
附录71	
附录72	
附录73	
附录74	
附录75	
附录76	
附录77	
附录78	
附录79	
附录80	
附录81	
附录82	
附录83	
附录84	
附录85	
附录86	
附录87	
附录88	
附录89	
附录90	
附录91	
附录92	
附录93	
附录94	
附录95	
附录96	
附录97	
附录98	
附录99	
附录100	

项目一 数控铣床(加工中心)编程基础



任务目标与导入

一、任务目标

1. 知识目标

- (1) 了解数控编程的基本知识;
- (2) 掌握程序文件命名的格式;
- (3) 掌握功能指令的运用。

2. 技能目标

- (1) 熟练运用数控编程的基本知识;
- (2) 掌握程序文件命名的格式;
- (3) 能够运用功能指令。

二、任务导入

数控机床所使用的数控系统很多,数控程序的编制要符合数控系统的编程规则,编程人员要编制出满足现场加工要求的数控程序,需要熟悉诸多专业知识,包括编程及操作、工艺、夹具、刀具、机床等。本章以华中世纪星数控系统为例介绍数控编程的基础知识。

知识点一 数控铣床(加工中心)编程基础知识

一、数控机床坐标

零件程序是由数控装置专用编程语言书写的一系列指令组成的(应用得最广泛的是国际标准化组织规定的 ISO 码)。数控装置将零件程序转化为对机床的控制动作。

1. 机床坐标轴

为简化编程和保证程序的通用性,对数控机床的坐标轴和方向命名制定了统一的标准,规定直线进给坐标轴用 X、Y、Z 表示,常称基本坐标轴。X、Y、Z 坐标轴的相互关系用右手定则确定,如图 1-1 所示,大拇指的指向为 X 轴的正方向,食指指向为 Y 轴的正方向,中指指向为 Z 轴的正方向。

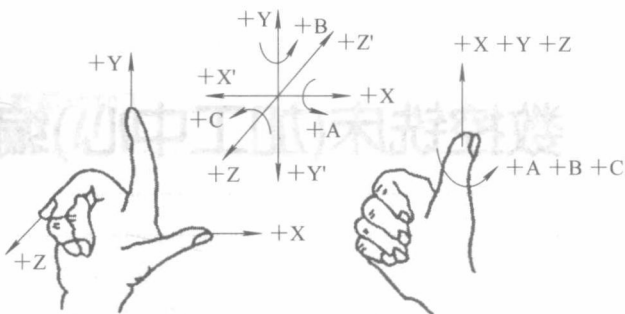


图 1-1 机床坐标轴

围绕 X、Y、Z 轴旋转的圆周进给坐标轴分别用 A、B、C 表示，根据右手定则，如图 1-1 所示，以大拇指指向+X、+Y、+Z 方向，则食指、中指等的指向是圆周进给运动的+A、+B、+C 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，刀具相对于工件做进给运动的方向。如果是工件移动则用加“'”的字母表示，按相对运动的关系，工件运动的正方向恰好与刀具运动的正方向相反，即有：

$$+X = -X' , +Y = -Y' , +Z = -Z'$$

$$+A = -A' , +B = -B' , +C = -C'$$

同样，两者运动的负方向也彼此相反。

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。对卧式铣床而言，Z 轴与主轴轴线重合，刀具远离工件的方向为正方向(+Z)，X 轴垂直于 Z 轴，并平行于工件的装卡面；如果为单立柱铣床，面对刀具主轴向立柱方向看，其右运动的方向为 X 轴的正方向(+X)，Y 轴可根据已选定的 X 轴和 Z 轴按右手定则来确定，如图 1-2 所示。

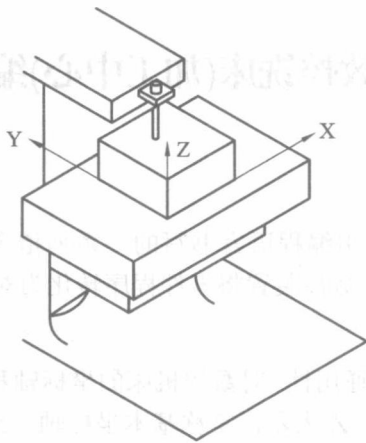


图 1-2 数控铣床坐标轴及其方向

2. 机床坐标系、机床零点和机床参考点

机床坐标系是机床固有的坐标系,机床坐标系的原点称为机床原点或机床零点。机床在经过设计、制造和调整,这个原点便被确定下来,它是固定的点。

数控装置上电时并不知道机床零点,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设置一个机床参考点(测量起点),机床启动时,通常要进行机动或手动回参考点,以建立机床坐标系。

机床参考点可以与机床零点重合,也可以不重合,通过参数指定机床参考点到机床零点的距离。

机床回到了参考点位置,也就知道了该坐标轴的零点位置,找到所有坐标轴的参考点,CNC(数控机床)就建立起了机床坐标系。

机床坐标轴的机械行程是由最大和最小限位开关来限定的。机床坐标轴的有效行程范围是由软件限位来界定的,其值由制造商定义。机床零点(M)、机床参考点(R)以及工件原点(W)如图 1-3 所示。

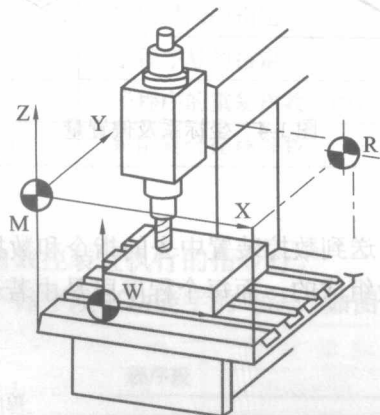


图 1-3 机床零点(M)、机床参考点(R)以及工件原点(W)

3. 工件坐标系、程序原点和对刀点

工件坐标系是编程人员在编程时使用的,编程人员选择工件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,称为工件坐标系。工件坐标系一旦建立便一直有效,直到被新的工件坐标系所取代。

工件坐标系原点的选择要尽量满足编程简单、尺寸换算少、引起的加工误差小等条件。一般情况下,程序原点应选在尺寸标注的基准或定位基准上。对铣床编程而言,工件坐标系原点一般选在工件轴线与工件的前端面、后端面、卡爪前端的交点上。

对刀点是零件程序加工的起始点,对刀的目的是确定程序原点在机床坐标系中的位置,对刀点可与程序原点重合,也可在任何便于对刀之处,但该点与程序原点之间必须有确定的坐标联系。

可以通过 CNC 将相对于程序原点的任意点的坐标转换为相对于机床零点的坐标。

在编程时要设定工件坐标系,设定方法有两种。

(1) 用 G92 的方法:由程序指令,用 G92 后续数值设定工件坐标系。

(2) 用 G54~G59 的方法: 预先由 MDI 功能设定 6 个工件坐标系; 根据程序指令 G54~G59, 选择使用哪个工件坐标系。

使用 G54 指令, 在加工前, 要确定程序原点在机床坐标系中的坐标值, 并预先设置在“坐标系”功能表中。

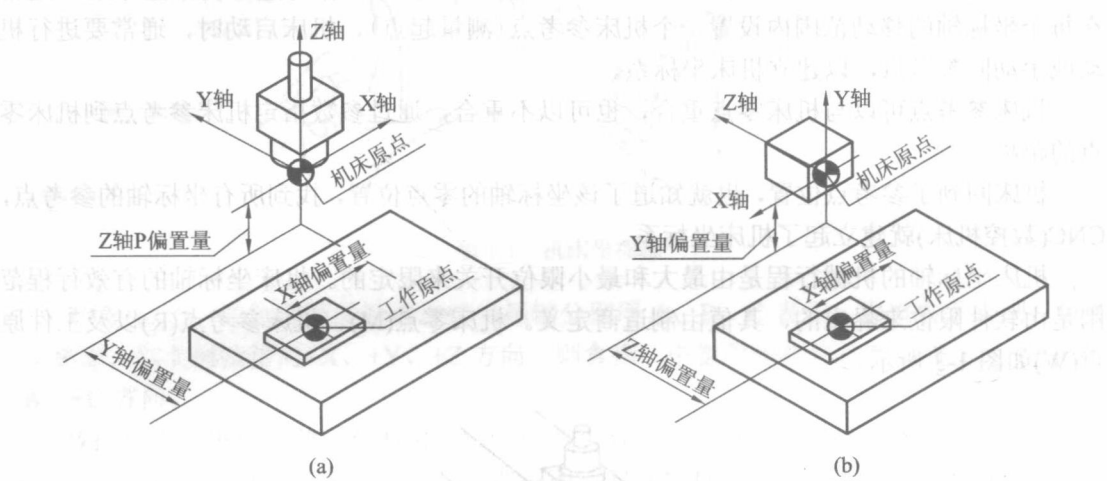


图 1-4 坐标系及偏置量

4. 零件程序的结构

一个零件程序是一组被传送到数控装置中去的指令和数据。它是由遵循一定结构、句法和格式规则的若干个程序段组成的, 而每个程序段是由若干个指令字组成的, 如图 1-5 所示。

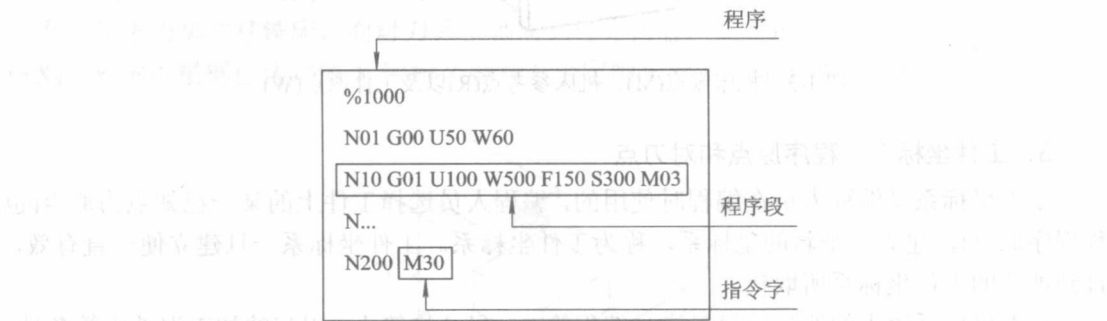


图 1-5 程序结构

5. 指令字的格式

一个指令字是由地址符(指令字符)和带符号(如定义尺寸的字)或不带符号(如准备功能字 G 代码)的数字数据组成的。

程序段中不同的指令字符及其后续数值确定了每个指令字的含义。在数控程序段中包含的主要指令字符如表 1-1 所示。

表 1-1 指令字符一览表

机 能	地址符	意 义
零件程序号	%	程序编号%1~%4294967295
程序段号	N	程序段编号 N0~N4294967295
准备机能	G	指令动作方式(直线、圆弧等) G00~G99
尺寸字	X, Y, Z	坐标轴的移动命令 ±99999.999
	R	圆弧的半径, 固定循环的参数
	I, J, K	圆心相对于起点的坐标, 固定循环的参数
进给速度	F	进给速度的指定 F0~F24000
主轴机能	S	主轴旋转速度的指定 S0~S9999
刀具机能	T	刀具编号的指定 T0~T99
辅助机能	M	机床开/关控制的指定 M0~M99
补偿号	D	刀具半径补偿号的指定 00~99
暂停	P, X	暂停时间的指定 秒
程序号的指定	P	子程序号的指定 P1~P4294967295
重复次数	L	子程序的重复次数, 固定循环的重复次数 L1~L32767
参数	P, Q, R	铣削复合循环参数

6. 程序段的格式

一个程序段定义一个将由数控装置执行的指令行。
程序段的格式定义了每个程序段中功能字的句法, 如图 1-6 所示。

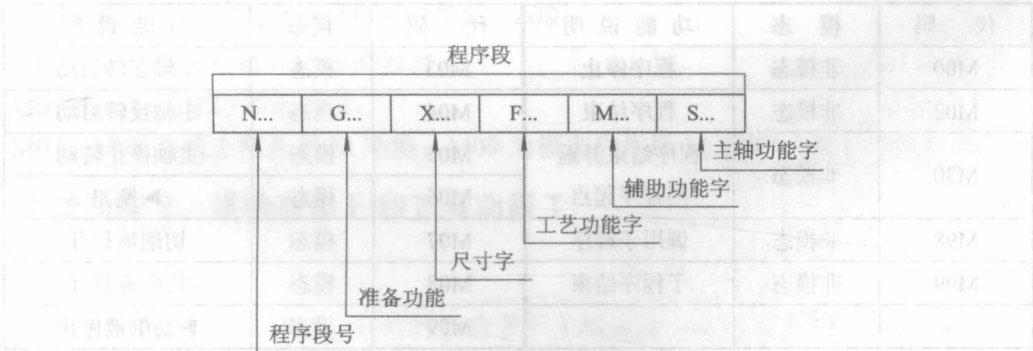


图 1-6 程序段格式

7. 程序的一般结构

一个零件程序必须包括起始符和结束符。

零件程序是按程序段的输入顺序执行的, 而不是按程序段号的顺序执行的, 但书写程序时, 建议按升序书写程序段号。

华中世纪星数控装置 HNC-21M 的程序结构:

程序起始符: %(或 O)符, %(或 O)后跟程序号;

程序结束：M02 或 M30；

注释符：括号“()”内或分号“;”后的内容为注释文字。

8. 程序的文件名

CNC 装置可以装入许多程序文件，以磁盘文件的方式读写。文件名格式为(有别于 DOS 的其他文件名)：

O××××(地址 O 后面必须有四位数字或字母)

系统通过调用文件名来调用程序，进行加工或编辑。

二、辅助功能 M 代码

辅助功能由地址字 M 和其后的一或两位数字组成，主要用于控制零件程序的走向，以及机床各种辅助功能的开关动作。

M 功能有非模态 M 功能和模态 M 功能两种形式。

非模态 M 功能(当段有效代码)：只在书写了该代码的程序段中有效；

模态 M 功能(续效代码)：一组可相互注销的 M 功能，这些功能在被同一组的另一个功能注销前一直有效。

模态 M 功能组中包含一个缺省功能(见表 1-2)，系统上电时将被初始化为该功能。

另外，M 功能还可分为前作用 M 功能和后作用 M 功能两类。

前作用 M 功能：在程序段编制的轴运动之前执行；

后作用 M 功能：在程序段编制的轴运动之后执行。

华中世纪星 HNC-21M 数控装置 M 指令功能如表 1-2 所示(标记▶者为缺省值)。

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	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	M08	模态	切削液打开
			M09	模态	▶切削液停止

其中：M00、M02、M30、M98、M99 用于控制零件程序的走向，是 CNC 内定的辅助功能，不由机床制造商决定，也就是说，与 PLC 程序无关。

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(表内为标准 PLC 指定的功能)，请使用者参考机床说明书。

1. 程序暂停 M00

当 CNC 执行到 M00 指令时，将暂停执行当前程序，以方便操作者进行刀具更换和工件的尺寸测量、工件调头、手动变速等操作。

暂停时,机床的进给停止,而全部现存的模态信息保持不变,欲继续执行后续程序,重按操作面板上的“循环启动”键。

M00 为非模态后作用 M 功能。

2. 程序结束 M02

M02 一般放在主程序的最后一个程序段中。

当 CNC 执行到 M02 指令时,机床的主轴、进给、冷却液全部停止,加工结束。

使用 M02 的程序结束后,若要重新执行该程序,就得重新调用该程序,或在自动加工子菜单下按子菜单“F4”键(请参考 HNC-21M 操作说明书),然后再按操作面板上的“循环启动”键。

M02 为非模态后作用 M 功能。

3. 程序结束并返回到零件程序起点 M30

M30 和 M02 功能基本相同,只是 M30 指令还兼有控制返回到零件程序起点(%)的作用。

使用 M30 的程序结束后,若要重新执行该程序,只需再次按操作面板上的“循环启动”键。

4. 主轴控制指令 M03、M04、M05

M03 启动主轴以程序中编制的主轴速度顺时针方向(从 Z 轴正向朝 Z 轴负向看)旋转。

M04 启动主轴以程序中编制的主轴速度逆时针方向旋转。

M05 使主轴停止旋转。

M03、M04 为模态前作用 M 功能;M05 为模态后作用 M 功能,M05 为缺省功能。

M03、M04、M05 可相互注销。

5. 冷却液打开、停止指令 M07、M08、M09

M07、M08 指令将打开冷却液管道。

M09 指令将关闭冷却液管道。

M07、M08 为模态前作用 M 功能;M09 为模态后作用 M 功能,M09 为缺省功能。

三、主轴功能 S、进给功能 F 和刀具功能 T

1. 主轴功能 S

主轴功能 S 控制主轴转速,其后的数值表示主轴速度,单位为转/每分钟(r/min)。

S 是模态指令,S 功能只有在主轴速度可调节时有效。

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。

2. 进给功能 F

F 指令表示工件被加工时刀具相对于工件的合成进给速度,F 的单位取决于 G94(每分钟进给量(mm/min))或 G95(主轴每转一转刀具的进给量(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 为每分钟的进给量(mm/min); f_r 为每转进给量(mm/r);S 为主轴转数(r/min)。

工作在 G01、G02 或 G03 方式下,编程的 F 一直有效,直到被新的 F 值所取代,而工

作在 G00、G60 方式下,快速定位的速度是各轴的最高速度,与所编 F 无关。

借助机床控制面板上的倍率按键, F 可在一定范围内进行倍率修调。当执行攻丝循环 G84、螺纹切削 G33 时,倍率开关失效,进给倍率固定在 100%。

3. 刀具功能 T

T 代码用于选刀,其后的四位数字分别表示选择的刀具号和刀具补偿号。T 代码与刀具的关系是由机床制造厂规定的,请参考机床的说明书。

在加工中心上执行 T 指令,刀库转动选择所需的刀具,然后等待,直到 M06 指令作用时自动完成换刀。

T 指令为非模态指令。

4. 准备功能 G

准备功能 G 指令由 G 与其后一或二位数值组成,它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 功能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,其余组的称模态 G 功能。

非模态 G 功能:只在所规定的程序段中有效,程序段结束时被注销。

模态 G 功能:一组可相互注销的 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 功能组中包含一个缺省 G 功能,上电时将被初始化为该功能。

没有共同地址符的不同组 G 代码可以放在同一程序段中,而且与顺序无关。例如, G90、G17 可与 G01 放在同一程序段。

知识点二 数控铣床(加工中心)刀具的选择

一、数控铣削刀具基本知识

1. 数控铣削常用刀具

铣刀的分类方式很多,根据铣刀结构形式不同,通常可以把数控铣刀分为立铣刀、面铣刀(也叫端铣刀)、鼓形铣刀和成形铣刀。

1) 立铣刀

立铣刀是数控铣床上应用较多的一种铣刀,主要分为通用立铣刀、键槽立铣刀和球头立铣刀。

(1) 通用立铣刀。该铣刀主切削刃分布在铣刀的圆柱面上,且顶端面中心有顶尖孔,副切削刃分布在铣刀的顶端面上,因此铣削时一般不能沿铣刀轴向进给,只能沿铣刀径向做进给运动。粗齿铣刀齿数为 3~6 个,适用于粗加工;细齿铣刀齿数为 5~10 个,适用于半精加工,直径范围为 2~80 mm,柄部有直柄、莫氏锥柄等形式,如图 1-7 所示。通用立铣刀应用较广,但切削效率低,主要用于平面轮廓零件的加工。

(2) 键槽立铣刀。该铣刀主要用于立式铣床上加工圆头封闭键槽等, 铣刀外形和端面立铣刀相似, 但端面无顶尖孔, 端面刀齿从外圆直至轴心, 且螺旋角较小, 增强了端面刀齿强度。端面刀齿上的切削刃为主切削刃, 圆柱面上的切削刃为副切削刃。加工键槽时, 每次先沿铣刀轴向进给较小的量, 然后再沿径向进给, 这样反复多次, 就可完成键槽的加工, 如图 1-8 所示。

(3) 球头立铣刀。该铣刀的端面不是平面, 而是带切削刃的球面, 刀体形状有圆柱形和圆锥形两种, 又分为整体式和机夹式。球头铣刀主要用于模具的曲面铣削加工, 加工时一般采用三坐标联动, 铣削时不仅能沿铣刀轴向进给, 也能沿铣刀径向进给, 刀具与工件的接触往往为一点, 可加工出各种形状复杂的成形表面, 如图 1-9 所示。

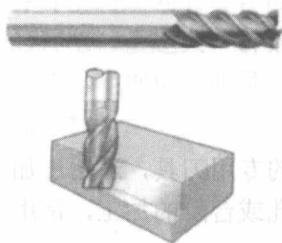


图 1-7 通用立铣刀

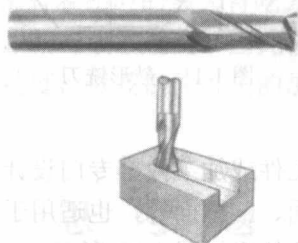


图 1-8 键槽立铣刀

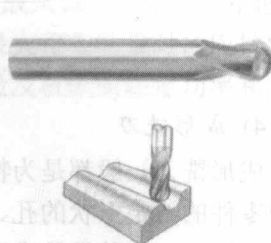


图 1-9 球头立铣刀

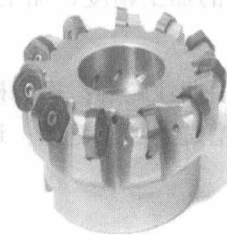
2) 面铣刀

面铣刀的圆周表面和端面上都有切削刃, 端部切削刃为副切削刃, 多制成套式镶齿结构和刀片机夹可转位结构, 可分为 II 型面铣刀、 45° 面铣刀与 90° 面铣刀三种形式。由于面铣刀具有重量轻、容屑空间大, 排屑流畅、切削轻快、通用性好等特点, 因此可以用于粗加工也可以用于精加工。

(1) II 型面铣刀。该铣刀刀具的每个刀齿均有一个较大圆角半径, 具备类似球头铣刀的切削功能, 可多次转位, 切削刃强度高, 铣削效率高。随切深不同, 其主偏角和切屑负载均会变化, 切屑很薄, 适合于螺旋差补铣、坡走铣和曲面铣等, 如图 1-10(a)所示。

(2) 45° 面铣刀。该铣刀为一般加工首选, 背向力大, 约等于进给力, 适用于各种面铣加工及倒角加工, 如图 1-10(b)所示。

(3) 90° 面铣刀。由于刀轴向方向的力很小, 适用于薄壁零件的面铣、方肩侧壁铣削, 也可以用于一些开槽加工; 进给力等于切削力, 进给抗力大, 易振动, 要求机床具有较大功率和刚性, 如图 1-10(c)所示。



(a) II 型面铣刀

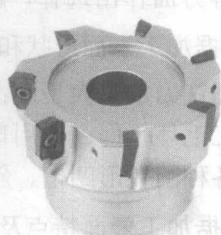
(b) 45° 面铣刀(c) 90° 面铣刀

图 1-10 面铣刀