

© 高职高专机电类教材

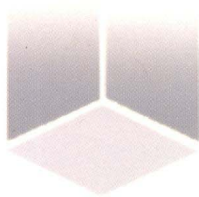
SHUKONGJIAGONG
BIANCHENGJISHU

数控加工 编程技术

杨显宏 主编
敬代和 主审



电子科技大学出版社



高职高专机电类教材

数控加工编程技术

杨显宏 主编

敬代和 主审

电子科技大学出版社

内 容 提 要

全书共分为七章,第一章介绍了数控机床加工程序编制基础;第二章介绍了数控车床的程序编制;第三章介绍了数控铣床与铣削中心的编程;第四章介绍了用户宏程序;第五章介绍了数控电火花线切割机床的程序编制;第六章介绍了数控冲加工及其编程;第七章介绍了自动编程。

本书可作为高职高专院校、中等职业技术学校的数控技术等机械类相关专业的教材,也可作为工程技术人员自修用书,还可作为数控机床编程、工艺及操作人员的理论指导和技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工编程技术 / 杨显宏主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2006.7
ISBN 7-81114-166-3

I. 数… II. 杨… III. 数控机床-程序设计-高等学校-教材
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 068505 号

高职高专机电类教材 数控加工编程技术

杨显宏 主编
敬代和 主审

出 版: 电子科技大学出版社 (成都建设北路二段四号 邮编: 610054)
责任编辑: 吴艳玲 郝 茜
发 行: 新华书店经销
印 刷: 成都蜀通印务有限责任公司
开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 14.75 字数: 360 千字
版 次: 2006 年 7 月第一版
印 次: 2006 年 7 月第一次印刷
书 号: ISBN 7-81114-166-3/TP·40
定 价: 26.00 元

前 言

现代数控技术的发展日新月异，新结构、新技术不断涌现，普及率越来越广，同时 CAD / CAM 技术广泛地应用于制造业中，制造业的科技工作者和工程技术人员对数控加工编程技术的需求越来越大。我们借鉴国内外的先进资料和经验，结合多年来的教学实践编著了这本书。

本书在编写上本着“实际”、“实用”、“实效”的原则，突出基本概念、基本方法和基本训练，力求做到结构合理、内容充实、文字精练。本书共分为七章，包括三部分内容：第一部分为数控机床加工程序编制的基础内容，第二部分为数控车削与铣削等常用数控机床加工程序编制的相关内容，第三部分为数控机床的宏程序与自动编程。

本书可作为高职高专院校、中等职业技术学校的数控技术等机械类相关专业的教材，也可作为工程技术人员自修用书，还可作为数控机床编程、工艺及操作人员的理论指导和技术参考书。

本书由四川信息职业技术学院杨显宏担任主编，并编写了第三章、第七章，尹存涛编写了第一章，钟如全编写了第二章，张竞荣编写了第四章，鲁淑叶编写了第五章，周玉丰编写了第六章。高级工程师敬代和任主审。本教材编写时参阅了有关院校、工厂、科研单位的教材、资料和文献，在此谨致谢意。

限于编者的水平和学识，书中定有不少缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

2006年1月

目 录

第一章 数控机床加工程序编制基础	1
第一节 数控程序编制的概念	1
一、数控程序编制的定义和方法	1
二、字符与代码	4
三、字与字的功能类别	5
四、程序段格式	12
第二节 数控机床的坐标系	13
一、坐标系及运动方向	13
二、坐标系的原点	17
三、绝对坐标系和增量坐标系	19
第三节 数控加工的工艺设计	19
一、数控加工工艺内容的选择	20
二、数控加工工艺性分析	20
三、数控加工工艺路线的设计	21
四、数控加工工序的设计	22
五、数控加工专用技术文件的编写	26
第四节 程序编制中的数学处理	28
一、选择原点、换算尺寸	28
二、基点与节点	29
三、非圆曲线的逼近处理	30
四、程序编制中的误差	31
练习与思考	33
第二章 数控车床的程序编制	34
第一节 数控车床程序编制的基础	34
一、数控车床的主要功能	34
二、工艺装备特点	34
三、对刀	35
第二节 数控车床程序编制的基本方法	37
一、F 功能	37
二、T 功能	37

三、M 功能	37
四、G 功能	38
第三节 单一固定循环指令	40
第四节 复合形固定循环	43
第五节 螺纹切削	48
第六节 刀尖圆弧半径补偿及子程序的应用	54
一、刀尖圆弧半径补偿	54
二、子程序的应用	56
第七节 典型零件的程序编制	58
一、根据零件图样要求、毛坯情况, 确定工艺方案及加工路线	58
二、选择机床设备	58
三、选择刀具	58
四、确定切削用量	59
五、确定工件坐标系、对刀点和换刀点	59
六、编写程序	59
练习与思考题	60
第三章 数控铣床与铣削中心的编程	64
第一节 数控铣床程序编制的基础	64
一、数控铣床的主要功能及加工对象	64
二、数控铣床工艺装备的特点	65
三、数控铣削工艺性分析	67
四、编程时应注意的问题	70
第二节 数控铣削程序编制的基本方法	73
一、FANUC-0 _i -Mate-MC 系统简述	73
二、基本编程指令的应用	76
第三节 子程序的应用	90
一、子程序的基本概念	90
二、子程序的调用——M98	90
第四节 固定循环功能	93
一、固定循环的基本概念	93
二、固定循环的编程格式	94
三、常用孔加工的固定循环	95
第五节 比例缩放与坐标系旋转功能	101
一、图形比例指令——G50、G51	101
二、坐标系旋转功能——G68、G69	105
第六节 刀具偏置功能	107

一、刀具偏置的指令.....	107
二、刀具偏置注意事项.....	108
三、刀具偏置的应用.....	110
四、偏置量的设定.....	112
第七节 螺旋线切削与螺纹加工.....	113
一、螺旋线插补.....	113
二、假想轴切削.....	114
三、等导程螺纹切削 (G33).....	115
第八节 极坐标编程与柱面坐标编程.....	116
一、极坐标编程.....	116
二、极坐标插补 (G12.1、G13.1).....	117
三、柱面坐标编程 (G07.1 (G07)).....	119
第九节 典型零件的程序编制.....	121
一、平面凸轮的数控铣削工艺分析及程序编制.....	121
二、壳体零件加工的编程.....	125
练习与思考.....	128
第四章 用户宏程序.....	133
第一节 用户宏程序概述.....	133
一、概念.....	133
二、变量及变量的使用方法.....	135
三、变量的种类.....	136
第二节 A类型的用户宏程序.....	137
一、宏指令 G65.....	137
二、宏指令的应用.....	141
第三节 B类型的用户宏程序.....	145
一、调用指令.....	145
二、控制指令.....	147
三、刀具补偿量的读取.....	147
四、运算指令.....	147
五、圆周点阵孔群的加工.....	148
六、直线点阵孔群的加工.....	149
七、网式点阵孔群加工.....	150
练习与思考.....	153
第五章 数控电火花线切割机床的程序编制.....	154
第一节 数控电火花线切割机床加工原理与特点.....	154
一、数控电火花线切割加工原理.....	154

二、控电火花线切割加工特点	154
第二节 编程前的工艺准备	155
一、数控电火花线切割机床简介	155
二、数控线切割编程中的工艺处理	157
第三节 手工编制程序	161
一、3B 指令编程	161
二、G 代码编程	166
第四节 自动编制程序	174
练习与思考	177
第六章 数控冲压加工及其编程	178
第一节 数控冲床	178
一、数控冲床的特点	178
二、数控冲床的结构	178
第二节 数控冲床的操作	180
一、电源的接通	180
二、电源切断	180
三、急停操作	180
四、加工前的准备	181
五、数控冲床加工操作顺序	181
第三节 数控冲床的编程	181
一、冲孔加工工艺特点	181
二、重要编程指令	182
三、各种加工形状的计算方法及编程指令的用法	182
第四节 应用 CAD/CAM 软件进行编程	195
练习与思考	200
第七章 自动编程	201
第一节 自动编程概述	201
一、自动编程的基本原理	201
二、自动编程的主要特点	202
三、自动编程的分类	203
第二节 CAD/CAM 集成数控编程系统的应用	207
一、熟悉系统的功能与使用方法	207
二、分析加工零件	208
三、对待加工表面及其约束面进行几何造型	208
四、确定工艺步骤并选择合适的刀具	208

五、刀具轨迹生成及刀具轨迹编辑.....	209
六、刀具轨迹验证.....	209
七、后置处理.....	209
第三节 MasterCAM 系统的应用.....	209
一、二维零件数控加工编程.....	209
二、三维加工编程.....	214
第四节 CimatronE 系统的应用.....	217
一、二维零件数控加工编程.....	218
二、三维数控加工编程.....	221
三、图形交互自动编程的基本步骤.....	223
练习与思考.....	224
参考文献.....	226

第一章 数控机床加工程序编制基础

数控机床是严格按照从外部输入的程序来自动地对工件进行加工的。为了与数控系统的内部程序（系统软件）及自动编程用的零件程序相区别，我们把从外部输入的直接用于加工的程序称为数控加工程序，简称为数控程序，它是机床数控系统的应用软件。假设加工如图 1-1 所示的零件，厚度为 5mm，其程序样本如下所示：

```
O1012
G54 G90 G00 Z50
M03 S800
G00 X-50 Y0
Z3
G01 Z-5 F100
G42 X-10 H01
X60 F300
G03 X80 Y20 R20
X40 Y60 R40
G01 X0 Y40
Y-10
G40 Y-40
Z3
G00 Z40
M05
M30
```

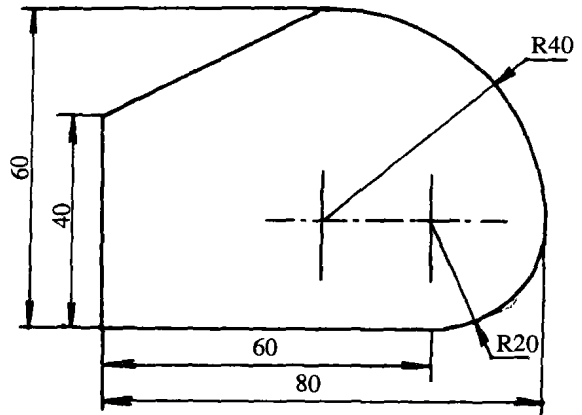


图 1-1 平面轮廓图

第一节 数控程序编制的概念

一、数控程序编制的定义和方法

（一）程序编制的定义

数控机床是按照事先编制好的数控程序自动地对工件进行加工的高效自动化设备。理想的数控程序不仅应该保证能加工出符合图样要求的合格工件，还应该使数控机床的功能得到合理的应用与充分的发挥，以使数控机床能安全、可靠、高效地工作。

在程序编制以前，编程人员应了解所用数控机床的规格、性能、数控系统所具备的功能及编程指令格式等。编制程序时，需要先对零件图样中的信息，包括技术要求、几何形状、

尺寸及工艺要求进行分析,确定加工方法和加工路线,再进行数值计算,获得刀具中心运动轨迹的位置数据。然后,按数控机床数控系统采用的代码和程序格式,将工件的尺寸、刀具运动中心轨迹、位移量、切削参数(主轴转速、切削进给量、背吃刀量等)以及辅助功能(换刀、主轴的正转与反转、切削液的开与关等)编制成数控加工程序。在大部分情况下,要将加工程序记录在加工程序的控制介质(简称控制介质)上。常见的控制介质有磁盘、磁带、穿孔带、网络设备等,其中磁带和穿孔纸带当前已基本淘汰。通过控制介质可将零件加工程序输入数控系统,由数控系统控制数控机床自动地进行加工。数控机床的加工过程如图 1-2 所示。

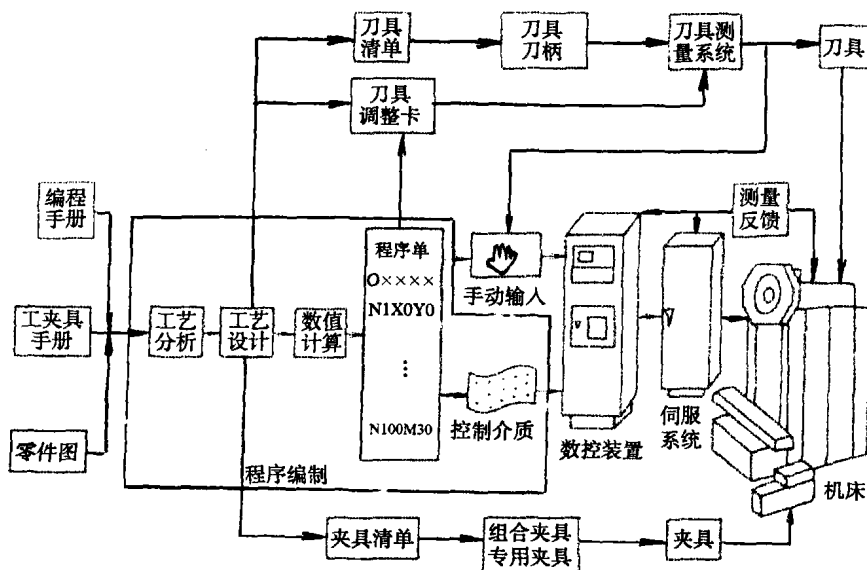


图 1-2 数控机床的加工过程

因此,数控机床的程序编制主要包括:分析零件图样、工艺处理、数学处理、编写程序清单、制作控制介质及程序检验。因此数控程序的编制过程也就是指由分析零件图样到程序检验的全部过程,如图 1-3 所示。

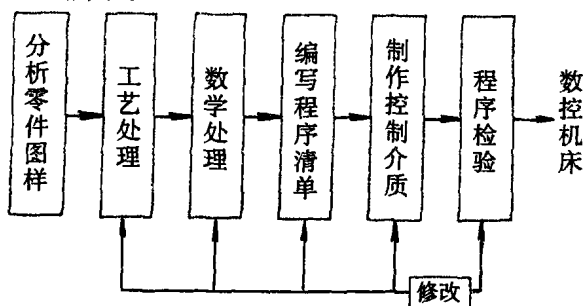


图 1-3 数控机床程序的编制过程

(二) 数控机床程序编制的具体步骤与要求

1. 分析零件图样和制定工艺方案

这一步骤的内容包括: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;选择合适的数控机床;选择、设计刀具和夹具;确定合理的走刀路线及切削用量等。制定工艺方案中涉及的许多问题,我们将在第三节中详细介绍。

2. 数学处理

在确定了工艺方案后,下一步需要根据零件的几何尺寸、加工路线,计算刀具中心运动轨迹,以获得刀位数据。一般的数控系统均具有直线插补与圆弧插补的功能,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的交点或切点的坐标值。如果数控系统无刀具半径补偿功能,还应该根据刀具半径计算刀具运动的中心轨迹。对于较复杂的零件或零件的几何形状无法采用控制系统的插补功能来实现时,就需要进行较复杂的数值计算。例如对非圆曲线(如渐开线、阿基米德螺旋线等)需要用直线段或圆弧段来逼近,在满足加工精度的条件下,计算出曲线各节点的坐标值。对于列表曲线、空间曲面的程序编制,其数学处理更为复杂,一般需要使用计算机辅助计算,否则难以完成。

3. 编写零件加工程序单及程序检验

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单。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,逐段编写零件加工程序。程序编制人员应对数控机床的性能、程序指令及加工工艺非常熟悉,才能编写出正确的加工程序。

程序编写好之后,需将它存放在控制介质上,然后输入数控系统,控制数控机床工作。一般来说,正式加工之前,要对程序进行检验。对于平面零件可用笔代替刀具,以坐标纸代替工件进行空运转画图,通过检查机床动作和运动轨迹的正确性来检验程序。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。对于复杂的零件,需要采用铝件、塑料或石蜡等易切材料进行试切。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。若能采用与被加工工件材质相同的材料进行试切,则更能反映实际加工效果。当发现工件不符合加工技术要求时,需要修改程序或采取尺寸补偿等措施。

(三) 数控机床程序编制的方法

数控程序编制的方法有两种:手工编制程序与自动编制程序。

手工编程是指主要由人来完成数控机床程序编制各个阶段的工作。当被加工零件形状不十分复杂和程序较短时,都可以采用手工编程的方法。手工编程的框图如图 1-4 所示。

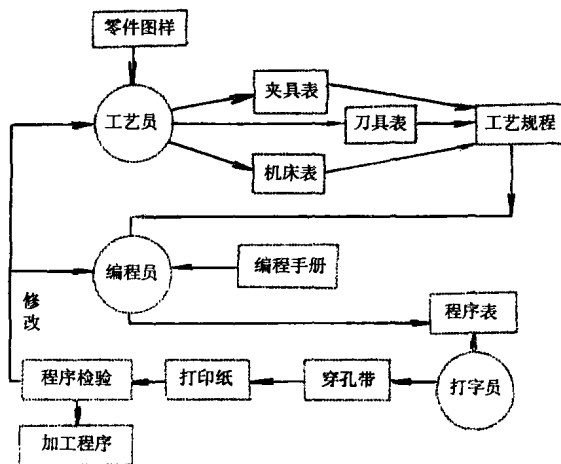


图 1-4 手工编程框图

对于几何形状不太复杂的零件,所需要的加工程序不长,计算也比较简单,出错机会较

少,这时用手工编程既经济又及时,因而手工编程仍被广泛地应用于形状简单的点位加工及平面轮廓加工中。但对于一些复杂零件,特别是具有非圆曲线的表面,或者零件的几何元素并不复杂,但程序量很大的零件(如一个零件上有许多个孔或平面轮廓由许多段圆弧组成),或当铣削轮廓时,数控系统不具备刀具半径自动补偿功能,而只能以刀具中心的运动轨迹进行编程等特殊情况,由于计算相当繁琐且程序量大,手工编程就难以胜任,即使能够编出程序来,往往耗费很长时间,而且容易出现错误。据国外统计,当采用手工编程时,一个零件的编程时间与在机床上实际加工时间之比,平均约为 30:1,而数控机床不能开动的原因中有 20%~30%是由于加工程序编制困难,编程所用时间较长,造成机床停机。因此,为了缩短生产周期,提高数控机床的利用率,有效地解决各种模具及复杂零件的加工问题,采用手工编制程序已不能满足要求,而必须利用 CAM(计算机辅助制造)技术,采用“自动编制程序”的办法。

使用计算机(或编程机)进行数控机床程序编制工作,即在编程的各项工作中,除拟订工艺方案仍主要依靠人工进行外,其余的工作,包括数学处理、编写程序单、制作控制介质和程序校验等各项工作均由计算机自动完成,这一过程就称为计算机自动编程。

采用计算机自动编程时,程序编制人员只需根据零件图样和工艺要求,使用自动编程语言编写出一个较简短的零件加工源程序,并将其输入到计算机中,计算机自动地进行处理,计算出刀具中心运动轨迹,编出零件加工程序并自动地制作出穿孔纸带。由于计算机可自动绘出零件图形和走刀轨迹,因此程序编制人员可及时检查程序是否正确,需要时可及时修改,以获得正确的程序。又由于计算机自动编程代替程序编制人员完成了繁琐的数值计算工作,并省去了书写程序单及制作控制介质的工作量,因而可将编程效率提高几十倍乃至上百倍,同时解决了手工编程无法解决的许多复杂零件的编程难题。

按输入方式的不同,自动编制程序可分为语言数控自动编程、图形数控自动编程和语音数控自动编程等等。

语言自动编程指加工零件的几何尺寸、工艺要求、切削参数及辅助信息等是用数控语言编写成源程序后,输入到计算机中,再由计算机进一步处理得到零件加工程序单。

图形数控自动编程是指用图形输入设备(如数字化仪)及图形菜单将零件图形信息直接输入计算机并在荧光屏上显示出来,再进一步处理,最终得到加工程序及控制介质。

语音数控自动编程是采用语音识别器,将操作者发出的加工指令声音转变为加工程序。

按程序编制系统与数控系统紧密性的不同,自动编程又分为离线程序编制和在线程序编制。与数控系统相脱离的程序编制系统为离线程序编制系统,该种系统可为多台数控机床编制程序,其功能往往多而强,程序编制时不占用机床工作时间。随着数控技术的不断发展,数控系统不仅可用于控制机床,还可用于自动编制程序。有的数控装置具有会话型编程功能,就是将离线编程机的许多功能移植到了数控系统。

二、字符与代码

字符是一个关于信息交换的术语,它的定义是:用来组织、控制或表示数据的一些符号,如数字、字母、标点符号、数学运算符等。字符是机器能进行存储或传送的记号。字符也是我们所要研究的加工程序的最小组成单位。常规加工程序用的字符分四类:第一类是文字,它由 26 个英文字母组成;第二类是数字和小数点,它由 0~9 共 10 个数字及一个小数点组成;第三类是符号,由正号(+)和负号(-)组成;第四类是功能字符,它由程序开始(结束)符、程序段结束符、跳过任选程序段符、机床控制暂停符、机床控制恢复符等组成。

国际上广泛采用两种字符标准编码,即 ISO (International Standardization Organization) 国际标准化组织标准和 EIA (Electronic Industries Association) 美国电子工业协会标准,它们分别称为 ISO 代码和 EIA 代码。

三、字与字的功能类别

字是程序字的简称,在这里它是机床数字控制的专用术语。它的定义是:一套有规定次序的字符,可以作为一个信息单元存储、传递和操作,如 X2500 就是一个“字”。一个字所含的字符个数叫做字长。常规加工程序中的字都是由一个英文字母与随后的若干位十进制数字组成。这个英文字母称为地址符。地址符与后续数字间可加正、负号。程序字按其功能的不同可分为 7 种类型,它们分别称为顺序号字、准备功能字、尺寸字、进给功能字、主轴转速功能字、刀具功能字和辅助功能字。

(一) 顺序号字

它也叫程序段号或程序段序号。顺序号位于程序段之首,它的地址符是 N,后续数字一般 2~4 位。顺序号可以用在主程序、子程序和宏程序中。

1. 顺序号的作用

首先顺序号可用于对程序的校验和检索修改。其次在加工轨迹图的几何节点处标上相应程序段的顺序号,就可直观地检查程序。顺序号还可作为条件转向的目标。更重要的是,标注了程序段号的程序可以进行程序段的复归操作,这是指操作可以回到程序的(运行)中断处重新开始,或加工从程序的中途开始的操作。

2. 顺序号的使用规则

数字部分应为正整数,一般最小顺序号是 N1。顺序号的数字可以不连续,也不一定从小到大顺序排列,如第一段用 N1、第二段用 N20、第三段用 N10。对于整个程序,可以每个程序段都设顺序号,也可以只在部分程序段中设顺序号,还可在整个程序中全不设顺序号。一般都将第一程序段冠以 N10,以后以间隔 10 递增的方法设置顺序号。这样,在调试程序时如需要在 N10 与 N20 之间加入两个程序段,就可以用 N11、N12,从而程序段依然按序排列,方便检索。

应注意的是,数控程序中的顺序号与计算机高级语言程序中的标号是有本质区别的。在计算机高级语言中,每条语句的开头都有标号。从表面看,顺序号和标号很相似:它们都位于程序语句之首,只是标号为纯数字,顺序号开头还有个地址符 N。事实上,数控加工中的顺序号与高级语言中的标号有着本质的不同。对于高级语言,计算机在一般情况下,总是按标号从小到大的顺序执行,这里的一般情况是指中间没有转向语句的时候。从小到大,数字不一定要连续。即使没有按标号从小到大顺序写入,当输入计算机后,解释系统也会把语句按从小到大的顺序整理好、排列好,执行时按序进行。数控加工程序用的不是高级语言,它的顺序号与执行的顺序无关。第一,数控装置的解释程序内没有整理程序段次序的内容,程序段在存储器内以输入的先后顺序排列,而不管各程序段有无顺序号和顺序号的大小;第二,执行时严格按信息在存储器内的排列顺序一段一段地依次执行。也就是说,执行的先后次序与程序段中的顺序号无关。由此可见,高级语言中的标号实质上是计算机的执行顺序号,而数控加工程序中的顺序号实际上是程序段的名称。

(二) 准备功能字

准备功能字的地址符是 G,所以又称 G 功能或 G 指令。它的定义是执行机床或控制系统

某种功能的一种命令。准备功能字中的后续数字大多为两位正整数（包括 00）。不少机床此处的前置“0”允许省略，所以见到数字是一位时，实际是两位的简写，如 G4，实际是 G04。随着数控机床功能的增加，G00~G99 已不够用，所以有些数控系统的 G 功能字中的后续数字已经使用三位数。依据 ISO1056—1975（E）国际标准，国内制订 JB 3208—83 部颁标准，其中规定了 G 功能字的功能含义。我国现有的中、高档数控系统大部分是从日本、德国、美国等国进口的，它们的 G 指令字的功能相差甚大。即使是国内生产的数控系统，也没有完全按这个部颁标准来规定 G 指令字的含义。现将日本 FANUC、德国 SIEMENS 和 A-B 公司生产的数控系统的 G 指令功能含义与 JB 3208—83 对比列成表 1-1。从表 1-1 中可以看出，目前国际上实际使用的 G 功能字，其标准化程度较低，只有 G01~G04、G17~G19、G40~G42 的含义在各系统中基本相同；G90~G92、G94~G97 的含义在多数系统内相同。有些数控系统规定可使用几套 G 指令。这说明，在编程时必须遵照机床数控系统说明书编制程序。

表 1-1 G 功能字含义对照表

G 功能字	中国部颁标准	日本 FANUC	德国 SIEMENS	华中数控
	JB3208-1983 规定	0i-MC 系统	810 系统	世纪星
G00	点定位	点定位	点定位	快速点定位
G01	直线插补	直线插补	直线插补	直线插补
G02	顺时针圆弧插补	顺时针圆弧插补	顺时针圆弧插补	顺时针圆弧插补
G03	逆时针圆弧插补	逆时针圆弧插补	逆时针圆弧插补	逆时针圆弧插补
G04	暂停	暂停	暂停	暂停
G05	不指定	—	—	
G06	抛物线插补	—	—	
G07	不指定	圆柱插补	—	虚轴指定
G08	加速	—	—	
G09	减速	—	—	准停校验
G10	不指定	可编程数据输入	同步	
G11	不指定	可编程数据输入方式取消	—	
G12	不指定	极坐标插补方式		
G13	不指定	极坐标插补方式取消		
G14-G16	不指定	—	—	
G17	XY 平面选择	XY 平面选择	—	XY 平面选择
G18	ZX 平面选择	ZX 平面选择	—	ZX 平面选择
G19	YZ 平面选择	YZ 平面选择	—	YZ 平面选择
G20	不指定	英制输入	—	英制输入
G21	不指定	公制输入	—	公制输入
G22	不指定	存储行程检测功能有效	—	脉冲当量
G23	不指定	存储行程检测功能无效	—	—

续表

G24	不指定	—	—	镜像开
G25	不指定	—	—	镜像关
G26	不指定	—	—	—
G27	不指定	参考点返回检验	—	—
G28	不指定	自动返回参考点	—	返回参考点
G29	不指定	从参考点移出	—	由参考点返回
G30-G31	不指定	—	—	—
G32	不指定	—	—	—
G33	等螺距螺纹切削	螺纹切削	铣等螺距螺纹切削	螺纹切削
G34	增螺距螺纹切削	—	铣增螺距螺纹切削	—
G35	减螺距螺纹切削	—	铣减螺距螺纹切削	—
G36-G39	永不指定	—	—	—
G40	刀具补偿偏置注销	刀具补偿偏置注销	刀具补偿偏置注销	刀具补偿偏置注销
G41	刀具补偿-左	刀具半径补偿-左	刀具半径补偿-左	刀具半径补偿-左
G42	刀具补偿-右	刀具半径补偿-右	刀具半径补偿-右	刀具半径补偿-右
G43	刀具偏置-正	正向长度补偿	—	刀具长度正向补偿
G44	刀具偏置-负	负向长度补偿	—	刀具长度负向补偿
G45	刀具偏置+/+	工具位置补偿(+)	—	—
G46	刀具偏置+/-	工具位置补偿(-)	—	—
G47	刀具偏置-/-	工具位置2倍补偿(+)	—	—
G48	刀具偏置-/+	工具位置2倍补偿(-)	—	—
G49	刀具偏置0/+	取消长度补偿	—	刀具长度补偿取消
G50	刀具偏置0/-	取消比例缩放	—	缩放关
G51	刀具偏置+/0	比例缩放	—	缩放开
G52	刀具偏置-/0	局部坐标系设定	—	局部坐标系设定
G53	直线偏移注销	机床坐标系选择	附加零点偏置	直接机床坐标系编程
G54	直线偏移 X	工件坐标系 1 选择	零点偏置 1	工件坐标系 1 选择
G55	直线偏移 Y	工件坐标系 2 选择	零点偏置 2	工件坐标系 2 选择
G56	直线偏移 Z	工件坐标系 3 选择	零点偏置 3	工件坐标系 3 选择
G57	直线偏移 XY	工件坐标系 4 选择	零点偏置 4	工件坐标系 4 选择
G58	直线偏移 XZ	工件坐标系 5 选择	—	工件坐标系 5 选择
G59	直线偏移 YZ	工件坐标系 6 选择	—	工件坐标系 6 选择
G60	准确定位 1 (精)	单方向定位	准停	单方向定位
G61	准确定位 2 (中)	准确停止模式	—	精确停止校验方式

续表

G62	快速定位(粗)	自动转角速率调整模式	—	—
G63	攻螺纹	攻螺纹	—	—
G64	不指定	切削模式	—	连续方式
G65	不指定	用户宏指令命令	—	宏指令调用
G66-G67	不指定	—	—	—
G68	刀具偏置, 内角	坐标系旋转	—	旋转变换
G69	刀具偏置, 外角	坐标系旋转 取消	—	旋转取消
G70	英制输入	—	英制	—
G71	公制输入	—	公制	—
G72	不指定	—	—	—
G73	不指定	分级进给钻削循环	—	深孔钻削循环
G74	回原点	反攻螺纹循环	—	进攻丝循环
G75	不指定	—	—	—
G76	不指定	精镗循环	—	精镗循环
G77-G79	不指定	—	—	—
G80	固定循环注销	固定循环注销	固定循环注销	固定循环取消
G81-G89	固定循环	孔加工固定循环	孔加工固定循环	孔加工固定循环
G90	绝对尺寸	绝对尺寸	绝对尺寸	绝对尺寸
G91	增量尺寸	增量尺寸	增量尺寸	增量尺寸
G92	预置寄存	工件坐标系设定	主轴转速极限	工件坐标系设定
G93	时间倒数进给率	—	—	—
G94	每分钟进给	每分钟进给	每分钟进给	每分钟进给
G95	主轴每转进给	—	每转进给	每转进给
G96	恒线速度	—	恒线速度	—
G97	主轴每分钟转数	—	注销 96	—
G98	不指定	固定循环中退到起始点	—	固定循环中退到起始点
G99	不指定	固定循环中退到 R 点	—	固定循环中退到 R 点

(三) 尺寸字

尺寸字也叫尺寸指令。尺寸字在程序段中主要用来确定机床上刀具运动到达的坐标位置, 执行暂停时间等的指令也列入其中。地址符用得较多的有三组: 第一组是 X、Y、Z、U、V、W、P、Q、R, 主要是用于表示到达点的直线坐标尺寸, 有些地址(例如 X)还可用在 G04 之后指定暂停时间; 第二组是 A、B、C、D、E, 主要用来指令到达点的角度坐标; 第三组是 I、J、K, 主要用来表示零件圆弧轮廓圆心点的坐标尺寸。尺寸字中地址符的使用虽然有一定规律, 但是各系统往往还有一些差别。例如 FANUC 系统中还可以用 P 表示暂停时