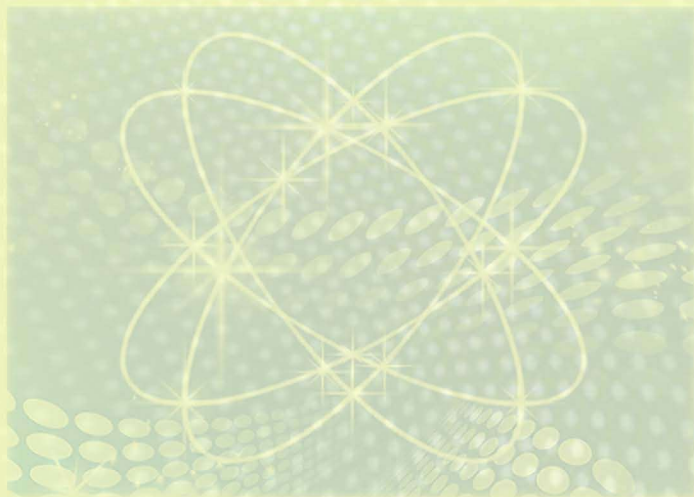


数控编程技能训练 项目教程

主 编 张小新 汪晓菲 刘定军

副主编 杨宗发 王俊 罗根云 何民



北京理工大学出版社

全国高职高专“十二五”创新型规划教材

数控编程技能训练 项目教程

主 编 张小新 汪晓菲 刘定军
副主编 杨宗发 王 俊 罗根云 何 民

图书在版编目 (CIP) 数据

数控编程技能训练项目教程 / 张小新, 汪晓菲, 刘定军主编. — 北京: 北京理工大学出版社, 2014. 12

ISBN 978 - 7 - 5640 - 9919 - 0

I. ①数… II. ①张… ②汪… ③刘… III. ①数控机床 - 程序设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 253050 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京富达印务有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 407 千字

版 次 / 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

定 价 / 39.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武



Qianyan

前言 >>>>>

《数控编程技能训练项目教程》参照上饶市职业学校国家示范校特色人才培养课程体系改革要求，尊重职业教育的基本规律，以合作企业（江西福事特液压有限公司）的实际零件为教学案例，并在讲述实际零件的基础上对教学内容进行再整合，整合出几个典型的零件作为教学项目，学生完成一个项目的学习，就能加工一类零件，给学习者以足够的成就感。同时项目之间的联系除基本指令格式外，可以独立查阅和学习，因此，本书适合职业院校学生、行业从业者学习使用。

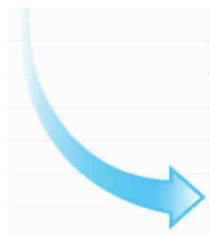
本书分数控车床和数控铣床两部分，教材从基本的机床结构、数控加工工艺入手，以阶梯轴为项目切入点，串联了内外轮廓加工项目和内外螺纹项目，并以企业典型零件结束了数控车床编程基本能力的学习，以非圆曲线编程项目作为数控车床编程的提高内容。

在数控铣床部分，教材以斯沃仿真软件为例，开篇直接讲述数控铣床的基本操作方法，包括对刀、设置刀具补偿、程序编写和读取程序自动加工等几个部分。考虑学生已经有数控车床编程基础，数控铣床的基本能力以手动编程为中心任务，安排了直线图形零件加工、圆弧图形零件加工，并以钻孔、铣孔加工结束了数控铣床基本技能的学习。数控铣床部分以运用UG软件进行自动编程作为铣床编程的提高内容。

考虑教学成本，采用了仿真软件作为教学工具，教学过程可以在多媒体和机房实施，但是机床实际操作加工也是不能少的。当前，数控编程已经步入了较高的技术水平，在数控车床编程方面，已经成熟的采用了CAXA等软件。对于数控铣床编程，手动编程通常是学习之用，用手动编程，几乎不能解决实际生产加工问题。因此，本书最后一部分内容讲述了自动编程的知识，希望学生能进一步学习，掌握更好的编程技术。

数控车床内容由汪晓菲老师、刘定军老师编写，数控铣床部分内容由张小新老师编写，教材在编写过程中得到了江西福事特液压有限公司的大力支持，书中内容排版工作得到了杨宗发、王俊老师的大力支持，程序校对工作得到了罗根云和何民老师的帮助的校对，在此表示衷心的感谢。由于编者能力有限，书中可能存在不完善的地方，欢迎广大读者使用后提出批评和指导意见。

编者



目 录

数控车床部分

项目一 数控车床的操作..... 3	二、知识准备 33
任务一 数控车床认识与操作..... 3	三、方案设计 42
一、任务导入..... 3	四、任务实施 43
二、知识准备..... 4	五、任务考核 44
三、方案设计 11	六、拓展练习 45
四、任务实施 11	
五、任务考核 15	项目三 阶梯轴的加工 47
六、拓展练习 15	任务一 外圆、台阶与端面的
任务二 数控车削加工仿真 16	加工 47
一、任务导入 16	一、任务导入 47
二、知识准备 17	二、知识准备 48
三、方案设计 22	三、方案设计 53
四、任务实施 22	四、任务实施 53
五、任务考核 25	五、任务考核 54
六、拓展练习 25	六、拓展练习 54
	任务二 外圆锥面的加工 55
项目二 数控车削加工工艺基础 27	一、任务导入 55
任务一 工件与刀具的安装 27	二、知识准备 56
一、任务导入 27	三、方案设计 59
二、知识准备 27	四、任务实施 60
三、方案设计 31	五、任务考核 62
四、任务实施 31	六、拓展练习 62
五、任务考核 32	
六、拓展练习 32	项目四 轮廓线的加工 63
任务二 数控车削加工工艺分析 ... 33	任务一 外轮廓的加工 63
一、任务导入 33	一、任务导入 63
	二、知识准备 64
	三、方案设计 65
	四、任务实施 66

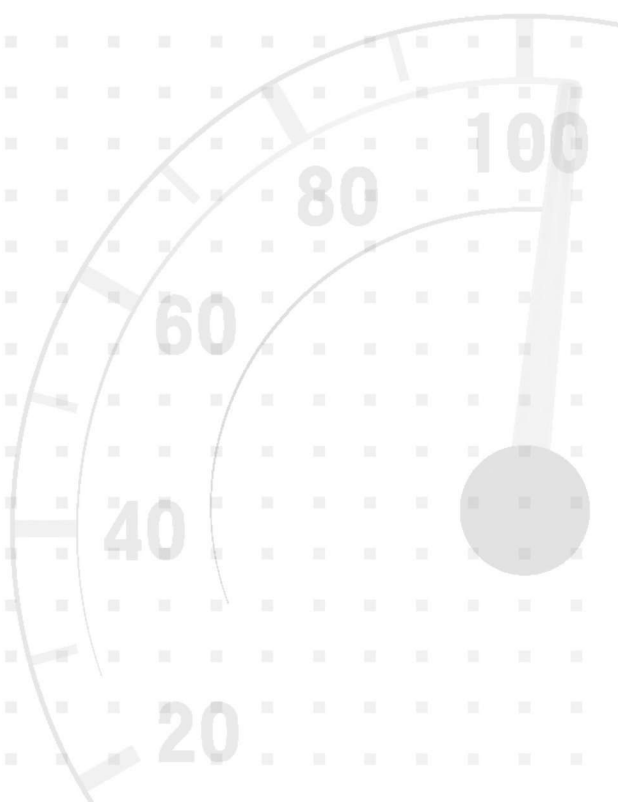
五、任务考核	67	五、任务考核	113
六、拓展练习	68	六、拓展练习	114
任务二 内轮廓的加工	68	项目六 典型零件的加工	115
一、任务导入	68	任务一 矿用接头的加工	115
二、知识准备	69	一、任务导入	115
三、方案设计	75	二、知识准备	115
四、任务实施	75	三、方案设计	117
五、任务考核	77	四、任务实施	119
六、拓展练习	77	五、任务考核	123
任务三 仿形零件的加工	78	六、拓展练习	123
一、任务导入	78	任务二 软管接头芯的加工	125
二、知识准备	78	一、任务导入	125
三、方案设计	79	二、知识准备	127
四、任务实施	80	三、方案设计	129
五、任务考核	80	四、任务实施	130
六、拓展练习	80	五、任务考核	135
任务四 套类零件的加工	81	六、拓展练习	135
一、任务导入	81	项目七 非圆曲线加工	145
二、知识准备	82	一、任务导入	145
三、方案设计	88	二、知识准备	146
四、任务实施	89	三、方案设计	155
五、任务考核	91	四、任务实施	155
六、拓展练习	92	五、任务考核	156
项目五 螺纹的加工	96	六、拓展练习	156
任务一 外螺纹的加工	96		
一、任务导入	96		
二、知识准备	97		
三、方案设计	105		
四、任务实施	106		
五、任务考核	108		
六、拓展练习	108		
任务二 内螺纹的加工	110		
一、任务导入	110		
二、知识准备	110		
三、方案设计	111		
四、任务实施	112		

数控铣床部分

项目一 数控铣床基本操作	165
任务一 机床开机、MDI 操作与程序 输入与编辑	165
一、任务导入	165
二、知识准备	166
三、方案设计	174
四、任务实施	174
五、任务考核	179

六、拓展练习·····	179	一、任务导入·····	226
任务二 建立工件坐标系与对刀		二、知识准备·····	226
验证·····	180	三、方案设计·····	231
一、任务导入·····	180	四、任务实施·····	231
二、知识准备·····	180	五、任务考核·····	232
三、方案设计·····	185	六、拓展练习·····	232
四、任务实施·····	185	任务三 钻孔·····	232
五、任务考核·····	191	一、任务导入·····	232
六、拓展练习·····	191	二、知识准备·····	233
任务三 程序自动加工·····	191	三、方案设计·····	239
一、任务导入·····	191	四、任务实施·····	243
二、知识准备·····	192	五、任务考核·····	244
三、方案设计·····	200	六、拓展练习·····	244
四、任务实施·····	200	任务四 铣孔·····	245
五、任务考核·····	201	一、任务导入·····	245
六、拓展练习·····	201	二、知识准备·····	246
任务四 刀具补偿·····	201	三、方案设计·····	248
一、任务导入·····	201	四、任务实施·····	252
二、知识准备·····	203	五、任务考核·····	253
三、方案设计·····	209	六、拓展练习·····	254
四、任务实施·····	209		
五、任务考核·····	212	项目三 数控铣床自动编程·····	255
六、拓展练习·····	212	任务一 认识和了解自动编程	
项目二 手动编程·····	215	软件·····	255
任务一 直线图形加工·····	215	一、任务导入·····	256
一、任务导入·····	215	二、知识准备·····	256
二、知识准备·····	216	三、方案设计·····	259
三、方案设计·····	223	四、任务实施·····	262
四、任务实施·····	223	五、任务考核·····	270
五、任务考核·····	225	六、拓展练习·····	271
六、拓展练习·····	225		
任务二 圆弧图形加工·····	226	参考文献·····	272

数控车床部分



项目一 数控车床的操作

任务一 数控车床认识与操作

一、任务导入

（一）任务描述

输入加工图 1-1-1 所示轴类零件的加工程序（见表 1-1-1），通过程序的输入与零件加工，学习 FANUC 数控系统数控车床的相关操作及零件的检验方法。

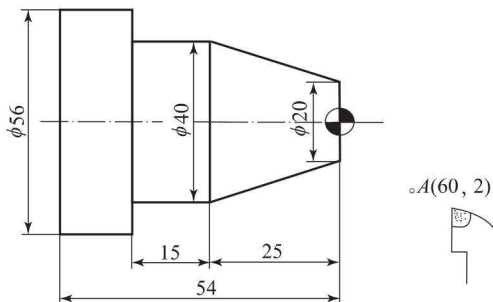


图 1-1-1 轴

表 1-1-1 轴的加工程序

程 序	说 明
O1011	程序名
T0101	换第一把刀
M03 S800	主轴正转，转速为 800 r/min
G00 X60 Z2 M08	快速定位到 G71 固定循环起点 (60, 2)，开切削液
G71 U3 R1	设定 G71 粗加工时的背吃刀量和退刀量
G71 P10 Q20 U0.5 W0 F0.3	调用 N10 ~ N20 程序段进行粗加工
N10 G00 X20 Z2	快速定位到 (20, 2) 点

续表

程 序	说 明
G01 X20 Z0 F0.1	把刀具定位到工件的工件原点
X40 Z-25	车锥面
Z-40	车外圆 $\phi 40$ mm
X56	车端面
N20 Z-56	车外圆 $\phi 56$ mm
G70 P10 Q20	使用 G70 调用 N10 ~ N20 程序段进行精加工
G00 X100 Z100 M09	刀具快速退出, 关切削液
M30	程序结束

尺寸公差按 IT12 来加工, 表面粗糙度为 $6.3\ \mu\text{m}$ 。

(二) 知识目标

- (1) 了解数控车床的结构、组成、分类及适用对象。
- (2) 熟悉 FANUC 系统数控车床控制面板各按键的功能与用途。
- (3) 熟悉数控车床坐标系。
- (4) 掌握数控车床常用操作步骤。
- (5) 掌握加工程序的校验方法。

(三) 能力目标

- (1) 会操作典型数控系统的数控车床, 完成零件加工的相关操作。
- (2) 会正确安装刀具与工件。
- (3) 掌握数控车床一把刀的对刀操作。

二、知识准备

(一) 数控车床概述

目前, 数控车床是使用比较广泛的数控机床, 主要用于轴类、盘类等回转体零件的加工, 内外圆柱面、锥面、圆弧面及螺纹等的切削加工, 切槽、钻孔、扩孔及铰孔加工, 复杂形状零件的加工。

数控车床一般由主轴箱、卡盘、操作面板、刀架、滑板、床身、照明灯、尾座等组成, 如图 1-1-2 所示。

1. 数控车床分类

1) 按数控车床主轴位置分类

(1) 立式数控车床。

立式数控车床的主轴垂直于水平面, 并有一个直径很大的圆形工作台, 供装夹工件用。这类数控车床主要用于加工径向尺寸较大、轴向尺寸较小的大型复杂零件, 如图 1-1-3 所示。

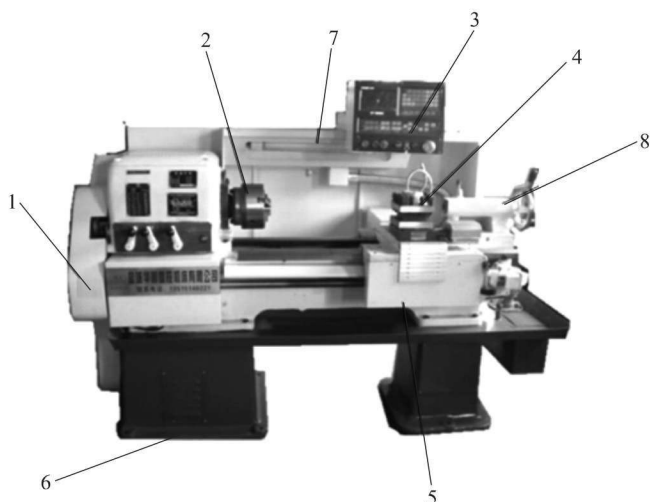


图 1-1-2 数控车床结构

1—主轴箱；2—卡盘；3—操作面板；4—刀架；5—滑板；6—床身；7—照明灯；8—尾座

(2) 卧式数控车床。

卧式数控车床的主轴轴线处于水平位置，它的床身和导轨有多种布局形式，是应用最广泛的数控车床，如图 1-1-4 所示。



图 1-1-3 立式数控车床



图 1-1-4 卧式数控车床

2) 按加工零件的基本类型分类

(1) 卡盘式数控车床。

这类数控车床未设置尾座，主要适用于车削盘类（含短轴类）零件，其夹紧方式多为电动液压控制。

(2) 顶尖式数控车床。

这类数控车床设置有普通尾座或数控尾座，主要适合车削较长的轴类零件及直径不太大的盘、套类零件。

3) 按刀架数量分类

(1) 单刀架数控车床。

普通数控车床一般都配置有各种形式的单刀架，如四刀位卧式回转刀架、多工位转塔式自动转位刀架等。

(2) 双刀架数控车床。

这类数控车床中，双刀架的配置可以是平行交错结构，也可以是同轨垂直交错结构。

4) 按数控车床的档次分类

(1) 简易数控车床。

属于低档数控车床，采用开环控制进给。使用步进电动机和单片机对卧式车床的进给系统进行改造就得到简易型数控车床。因此，这类数控车床的加工精度不高，适用于要求不高的回转类零件的车削加工。

(2) 经济型数控车床。

属于中档数控车床，多采用开环或半闭环控制。

(3) 全功能数控车床。

属于高档数控车床，一般采用后置转塔式刀架，可装刀具数量较多，车床采用倾斜床身结构，便于排屑，数控系统的功能较多，可靠性较好。

(4) 车削中心。

除具有数控车削加工功能外，车削中心还采用了动力刀架，并可在刀架上安装铣刀等回转刀具，该刀架具备动力回转功能。其次，车削中心还具有 C 轴功能。当动力刀具启用后，主轴旋转运动成为进给运动，刀具旋转变成了主运动。车削中心容量一般较大，部分车削中心还带有刀库和自动换刀装置，如图 1-1-5 所示。



图 1-1-5 车削中心

(二) FANUC 0iT 系统数控车床操作面板

1. 数控车床控制面板结构 (见图 1-1-6)

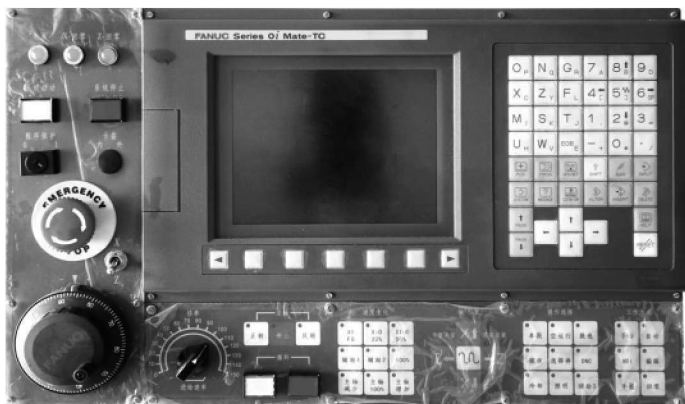


图 1-1-6 FANUC 0iT 系统 CKA6136 型数控车床控制面板布局

2. 机床控制面板

FANUC 0iT 系统 CKA6136 型数控车床的机床控制面板如图 1-1-7 所示, 各按键的功能及说明见表 1-1-2。



图 1-1-7 FANUC 0iT CKA6136 型数控车床的机床控制面板

表 1-1-2 机床控制面板功能说明

序号	名称	键	功能说明
1	循环	白色: 循环启动	自动运行启动
		红色: 进给保持	暂停进给, 按“循环启动”键后可以恢复自动运行
2	工作方式	手动	手动控制机床进给等
		自动	按程序进行自动加工
		MDI	手动数据输入, 用于 MDI 运行
		编辑	对程序进行编辑
		手摇	利用手轮控制机床进给
3	主轴	正转	主轴正转
		停止	主轴停止转动
		反转	主轴反转
4	操作选择	单段	在自动工作方式, 执行一个程序段后自动停止
		空运行	程序中的 F 代码无效, 滑板以快移速度移动
		跳选	开头有“\”符号(跳选符)的程序段被跳过不执行
		锁住	滑板被锁住
		选择停	程序在执行到有 M01 的程序段后暂停, 按“循环启动”键后可以恢复自动运行
		回零	机床返回参考点
		冷却	打开或关闭冷却液
		照明	打开或关闭照明灯
		DNC	未定义



续表

序号	名称	键	功能说明
5	速度变化	F0	自动运行状态、手动快移时速度变化（以系统设定的快移速度为基础）
		25%	
		50%	
		100%	
		× 1	手轮转动一格，滑板移动 0.001 mm
		× 10	手轮转动一格，滑板移动 0.01 mm
		× 100	手轮转动一格，滑板移动 0.1 mm
		辅助 1	未定义
		辅助 2	未定义
		主轴减少	主轴以低于设定转速运转
		主轴 100%	主轴以设定转速运转
		主轴增加	主轴以高于设定转速运转
6	轴/位置	- X	沿 X 轴负向移动
		+ X	沿 X 轴正向移动
		- Z	沿 Z 轴负向移动
		+ Z	沿 Z 轴正向移动
			沿所选轴快速移动
7	系统启停	白色: 系统启动	机床数控系统通电
		红色: 系统停止	机床数控系统断电
8	急停	红色 (圆形)	出现异常情况时按下此键机床立即停止工作，沿指针方向旋转自动弹出
9	手轮	手轮	沿顺时针方向旋转表示沿轴负向进给，沿逆时针方向旋转表示沿轴正向进给
10	程序保护	程序保护 1	1 位置可以进行程序的编辑、存储
		程序保护 0	0 位置存储器中的程序不能改变
11	指示灯	电源	电源指示灯亮，机床接通电源
		X - 回零	X - 回零指示灯亮，完成 X 方向回零
		Z - 回零	Z - 回零指示灯亮，完成 Z 方向回零
12	倍率	进给速率	在自动运行状态下，由 F 代码指定的进给速度可以用此开关调整，为 0% ~ 150%。车螺纹时此开关无效

3. MDI 面板介绍

1) 数控系统控制面板 (MDI 面板)

MDI 面板由一个单色 7.2 寸 LCD 显示器和一个 MDI 键盘构成, 如图 1-1-8 所示。MDI 键盘的布局如图 1-1-9 所示, MDI 面板各按键的功能见表 1-1-3。



图 1-1-8 MDI 面板

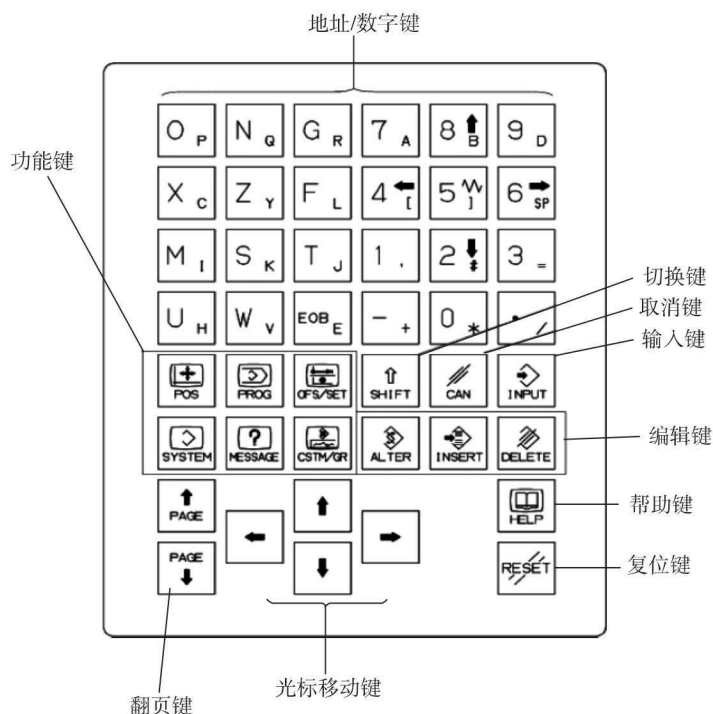
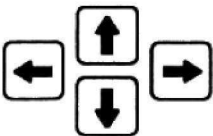


图 1-1-9 MDI 键盘的布局



表 1-1-3 MDI 键盘上各按键的名称和功能

序号	名 称	说 明
1	复位键 	按此键可使 CNC 复位, 用以消除报警等
2	帮助键 	按此键用来显示如何操作机床, 如 MDI 键的操作, 可在 CNC 发生报警时提供报警的详细信息 (帮助功能)
3	软键	根据使用场合, 软键有各种功能。软键功能显示在屏幕的底部
4	地址/数字键 	按这些键可输入字母、数字以及其他字符
5	换挡键 	在有些键的上面有两个字符, 按“SHIFT”键来选择字符。当一个特殊字符“^”在屏幕上显示时, 表示键右下角的字符可以输入
6	输入键 	用于输入刀具补偿等参数
7	取消键 	按此键可删除已输入到键的输入缓冲器的最后一个字符或符号
8	编辑键 	编辑程序时用这些键:  : 替换  : 插入  : 删除
9	功能键 	用于切换各种功能显示画面
10	光标移动键 	四个不同的光标移动键
11	翻页键 	 : 在屏幕上朝前翻一页  : 在屏幕上朝后翻一页