



国产数控系统应用技术丛书



北京航天数控系统 应用技术手册

BEIJING HANGTIAN SHUKONG XITONG
YINGYONG JISHU SHOUC

主 编 张志云
副主编 王宏娜 何伟丽
主 审 杜瑞芳 陈光进



国产数控系统应用技术丛书

北京航天数控系统应用技术手册

主 编 张志云
副主编 王宏娜 何伟丽
主 审 杜瑞芳 陈光进

常州大学图书馆
藏书章

华中科技大学出版社
中国·武汉



内 容 简 介

本书分为六章,以北京航天数控系统有限公司的典型车床、铣床为例,详细介绍了数控车床、铣床的操作方法、编程基础和指令、联调以及维护与维修等内容。通过案例和图文结合的表现形式,详细阐述了整个数控系统使用及工件加工的过程。

图书在版编目(CIP)数据

北京航天数控系统应用技术手册/张志云主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.11
(国产数控系统应用技术丛书)
ISBN 978-7-5680-3313-8

I. ①北… II. ①张… III. ①数控机床-维修-高等学校-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 198802 号

北京航天数控系统应用技术手册

张志云 主编

Beijing Hangtian Shukong Xitong Yingyong Jishu Shouce

策划编辑:俞道凯

责任编辑:罗 雪

封面设计:原色设计

责任校对:何 欢

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉三月禾文化传播有限公司

印 刷:武汉华工鑫宏印务有限公司

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:13

字 数:276 千字

版 次:2017 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:39.80 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前言

QIANYAN

目前,随着电子元器件、计算机、信息和自动控制等技术的进步,数控技术在机械工业中的应用也越来越普遍,已成为传统机械制造工业提升改造和实现自动化、柔性化、集成化生产的重要手段和标志。数控机床是机电一体化的典型产品,是机械工业发展的基础,掌握数控系统及数控机床的原理及应用尤为重要。

本书共分为六章,以北京航天数控系统有限公司的典型车床、铣床为例,详细阐述了数控车床系统及数控铣床系统的各部件功能及作用,加工程序编制的基础知识及常用的编程指令,机床数控系统的电气连接、系统与伺服参数设置、PLC设计、电气控制电路设计实例,机床在使用过程中常见的故障及故障分析等。本书致力于让读者全方位了解数控车床及数控铣床的相关基础知识,掌握应用技能。

由于时间仓促和编者水平有限,书中疏漏和错误在所难免,恳请专家及读者批评指正,以便进一步修改。

编者

2017年10月

目录

MULU

第1章 数控系统车床与铣床操作	(1)
1.1 车床与铣床系统操作部分	(1)
1.1.1 显示装置	(2)
1.1.2 常用键盘按键及其功能	(2)
1.1.3 常用面板按钮及其功能	(2)
1.1.4 手持单元	(4)
1.2 软件操作界面	(5)
1.2.1 软件操作界面	(5)
1.2.2 数控系统菜单结构	(6)
1.3 数控系统开、关机及返回参考点	(7)
1.3.1 开机步骤	(7)
1.3.2 返回机床参考点	(7)
1.3.3 关机步骤	(8)
1.4 手动控制	(8)
1.4.1 手动连续进给	(8)
1.4.2 手动增量进给	(9)
1.4.3 手轮方式进给(手持器方式)	(9)
1.5 工作参数设置	(10)
1.5.1 工件坐标系的设置	(10)
1.5.2 车床的刀具补偿设置	(10)
1.5.3 串口参数设置	(11)
1.6 程序调入、管理及运行	(13)
1.6.1 程序的调入	(13)
1.6.2 程序的管理	(14)
1.6.3 程序的运行	(15)
1.7 显示	(16)
1.7.1 程序显示	(16)
1.7.2 图形方式显示	(17)
1.7.3 PLC 显示	(18)
1.8 机床参数设置	(20)
1.8.1 参数的查看与修改	(20)

1.8.2	设置参数	(21)
1.8.3	参数的输入、输出	(23)
1.8.4	退出参数管理	(23)
第2章	数控系统加工程序编制的基础	(24)
2.1	数控编程概述	(24)
2.1.1	数控编程的定义	(24)
2.1.2	数控编程的内容与步骤	(24)
2.1.3	数控编程的分类	(25)
2.2	数控机床的坐标系	(26)
2.2.1	机床坐标轴的命名与方向	(26)
2.2.2	机床坐标轴方位和方向的确定	(26)
2.2.3	机床坐标系、机床零点(机械原点)、机床参考点	(27)
2.2.4	工件坐标系与程序原点	(28)
2.3	数控加工工艺基础	(28)
2.3.1	数控机床的选择	(28)
2.3.2	数控铣削加工的主要对象	(28)
2.3.3	数控车削加工的主要对象	(29)
2.3.4	数控铣削加工工艺的特点	(30)
2.3.5	数控车削加工工艺的特点	(30)
2.3.6	数控机床加工工艺的主要内容	(30)
2.4	数控加工程序的格式与组成	(31)
2.4.1	程序段与程序字	(31)
2.4.2	小数点	(32)
2.4.3	最大指令值	(33)
2.4.4	程序名	(33)
2.4.5	顺序号	(33)
2.5	铣削工件的工艺分析	(34)
2.5.1	数控铣削加工部位及内容的选择和确定	(34)
2.5.2	数控铣削加工工件的工艺性分析	(34)
第3章	数控铣床与铣削中心的编程	(36)
3.1	概述	(36)
3.1.1	数控机床操作流程	(36)
3.2	准备功能(G代码)	(36)
3.3	辅助功能(M代码)	(39)
3.3.1	M代码的含义	(39)
3.3.2	M代码的选用	(40)
3.4	主轴功能、进给功能和刀具功能	(40)
3.4.1	主轴功能	(40)

3.4.2	进给功能	(41)
3.4.3	刀具功能	(41)
3.5	有关坐标系和坐标指令的 G 代码	(42)
3.5.1	使用 G92 设定工件坐标系	(42)
3.5.2	使用 G54~G59 设定工件坐标系	(42)
3.5.3	使用 G52 设定工件坐标系	(44)
3.5.4	使用程序指令变更工件坐标系	(44)
3.6	有关单位设定的 G 代码	(45)
3.6.1	绝对坐标值	(45)
3.6.2	增量坐标值	(46)
3.7	进给控制指令 G 代码	(46)
3.7.1	定位指令(G00)	(46)
3.7.2	直线插补指令(G01)	(46)
3.7.3	圆弧插补指令(G02、G03)	(47)
3.7.4	平面与凹槽工件加工	(50)
3.8	刀具补偿功能 G 代码	(51)
3.8.1	刀具半径补偿	(51)
3.8.2	刀具长度补偿指令(G43、G44、G49)	(54)
3.8.3	利用刀具半径补偿加工工件	(54)
3.8.4	利用刀具长度补偿加工工件	(55)
3.9	简化编程指令 G 代码	(56)
3.9.1	缩放功能指令(G50、G51)	(56)
3.9.2	旋转功能指令(G68、G69)	(57)
3.9.3	加工实例	(58)
3.10	其他功能指令	(59)
3.10.1	暂停指令(G04)	(59)
3.10.2	程序段拐角处的速度控制指令(G09、G61、G64)	(60)
3.10.3	自动返回参考点指令(G28、G29)	(61)
3.11	固定循环 G 指令	(62)
3.11.1	固定循环简述	(62)
3.11.2	数据给出方式(G90、G91)	(64)
3.11.3	返回动作(G98、G99)	(64)
3.11.4	固定循环功能(G73、G80~G89)	(64)
3.11.5	孔加工实例	(72)
第 4 章 数控车床与车削中心的编程		(74)
4.1	概述	(74)
4.1.1	数控机床操作流程	(74)
4.1.2	插补	(76)

4.1.3	进给	(78)
4.1.4	工件图纸和刀具运动	(78)
4.1.5	刀具移动指令的表示方法	(81)
4.1.6	主轴速度功能	(83)
4.1.7	刀具功能	(83)
4.1.8	辅助功能	(83)
4.1.9	程序结构	(83)
4.1.10	刀具长度补偿功能	(84)
4.1.11	行程检查	(84)
4.2	工件加工程序	(85)
4.3	准备功能(G 代码)	(85)
4.4	辅助功能(M 代码)	(87)
4.5	主轴功能、进给功能和刀具功能	(87)
4.5.1	主轴功能	(87)
4.5.2	进给功能	(87)
4.5.3	刀具功能	(88)
4.6	坐标系的设定	(88)
4.7	进给控制指令	(89)
4.7.1	绝对值指令和增量值指令	(89)
4.7.2	进给控制指令 G 代码	(89)
4.8	C 刀具圆弧半径指令	(96)
4.9	简单循环指令	(102)
4.9.1	粗车循环(G71)	(102)
4.9.2	平端面粗车循环(G72)	(106)
4.9.3	复合型固定循环实例	(109)
第 5 章 数控系统的联调说明		(112)
5.1	数控系统的基本组成及控制方式	(112)
5.1.1	开环控制	(112)
5.1.2	闭环控制	(112)
5.1.3	半闭环控制	(113)
5.2	CASNUC 2000 系列数控装置性能	(113)
5.2.1	系统功能组成(见表 5-1)	(114)
5.2.2	功率数据(见表 5-2)	(114)
5.3	CASNUC 2000 系列数控装置接口说明	(115)
5.3.1	2000TA 车床数控系统的接口说明	(115)
5.3.2	2000MA 铣床数控系统接口定义说明	(120)
5.4	伺服驱动器的接口说明	(122)
5.5	数控装置的连接	(125)

5.5.1	注意事项	(125)
5.5.2	供电与接地	(126)
5.5.3	CASNUC 2000 系列数控装置的连接	(126)
5.6	数控装置的参数设置	(127)
5.6.1	数控装置的参数设置	(128)
5.6.2	伺服驱动单元的参数设置	(130)
5.7	数控系统 PLC 调试	(134)
5.7.1	PLC 显示	(134)
5.7.2	PLC 信息	(134)
5.7.3	切换 PLC 显示内容	(135)
5.7.4	查看 PLC 输入点状态	(135)
5.7.5	查看 PLC 输出点状态	(136)
5.7.6	PLC 软件的更新	(137)
5.7.7	PLC 的基本功能	(138)
5.8	数控系统运行与调整	(138)
5.8.1	运行前检查	(138)
5.8.2	试运行	(139)
5.8.3	机床连接调试	(140)
5.8.4	机床误差补偿	(142)
5.9	航天数控 2000 系列数控装置的安装尺寸	(144)
5.10	航天数控系统装置强电连接示意图	(147)
第 6 章 数控系统的维护与维修		(151)
6.1	故障与故障分析	(151)
6.1.1	故障记录	(151)
6.1.2	故障分类	(152)
6.1.3	故障诊断的基本方法	(153)
6.1.4	故障排除的基本方法	(153)
6.1.5	案例分析	(154)
6.2	数控系统类常见故障	(160)
6.2.1	数控装置简介	(160)
6.2.2	数控装置报警信息(见表 6-2)	(160)
6.2.3	工件加工程序语法及编程错误(见表 6-3)	(163)
6.2.4	PLC 报警检测(见表 6-4)	(164)
6.2.5	数控系统类常见故障	(165)
6.3	数控伺服电动机类常见故障	(165)
6.4	伺服驱动器类常见故障	(166)
6.5	回参考点类常见故障	(166)
6.5.1	回参考点的两种方式	(166)

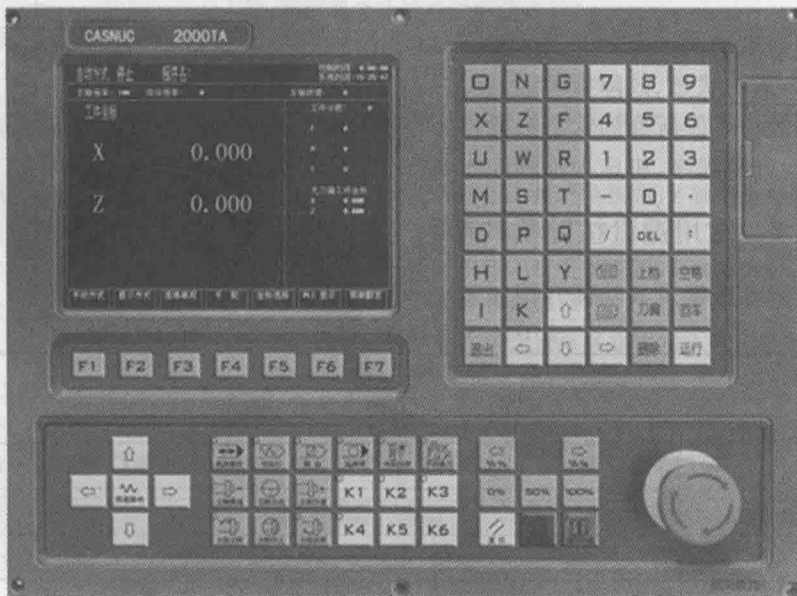
6.5.2	回参考点故障	(167)
6.5.3	总结	(169)
6.6	刀架刀库类常见故障	(169)
6.6.1	刀库及换刀机械手的常见故障和维护	(169)
6.6.2	刀库及换刀机械手的维护要点	(169)
6.6.3	刀库常见的故障(见表 6-8)	(170)
6.6.4	换刀机械手的常见故障(见表 6-9)	(170)
6.7	立式加工中心 PLC 刀库报警分析	(170)
6.8	加工类常见故障	(172)
6.9	数控系统电磁干扰及防护	(172)
6.9.1	电磁干扰三要素	(172)
6.9.2	电磁干扰源及其引入数控系统的主要途径	(173)
6.9.3	抗干扰措施	(174)
附录 A	CASNUC 2000MA 数控系统参数表	(176)
A.1	A 参数(A1~A96)	(176)
A.2	C 参数(C1~C96)	(179)
A.3	D 参数(D1~D288)	(180)
A.4	E 参数(E1~E288)	(182)
A.5	G 参数(G1~G48)	(185)
附录 B	CASNUC 2000TA 数控系统参数表	(186)
B.1	A 参数	(186)
B.2	B 参数(螺距补偿参数)	(188)
B.3	C 参数(字节参数)	(188)
B.4	D 参数(D1~D288)	(189)
B.5	F 参数(F1~F288)	(192)
B.6	刀偏参数	(194)
附录 C	PLC 机床输入输出定义表	(195)
C.1	2000TA 系统机床输入输出定义表	(195)
C.2	2000MA 系统机床输入输出定义表	(197)
参考文献		(198)

第1章 数控系统车床与铣床操作 >>>>>

1.1 车床与铣床系统操作部分

数控系统(CNC)的操作部分是操作人员与数控系统进行交互的工具。一方面,操作人员可以通过它对数控机床(系统)进行操作、编程、调试,对系统及机床参数进行设定和修改;另一方面,操作人员可以通过它查看数控机床(系统)的运行状态。

操作部分主要由显示装置、键盘(指与计算机(PC)键盘兼容的数控键盘)、机床面板、手持单元等部分组成。图 1-1 所示为北京航天数控系统有限公司 CASNUC 2000TA 和 2000MA 数控系统的操作面板。



(a)

图 1-1 2000TA 和 2000MA 数控系统的操作面板

(a) 2000TA (b) 2000MA



(b)

续图 1-1

1.1.1 显示装置

操作面板的左上部分为 8.0 英寸(1 英寸约为 2.54 厘米)彩色液晶显示屏,用于菜单显示,系统状态、故障报警的显示,加工轨迹的图形显示。

根据数控系统所处的状态和操作命令的不同,显示的信息可以是正在编辑的程序、正在运行的程序、机床坐标轴的指令、实际坐标值、故障报警信号等。

1.1.2 常用键盘按键及其功能

常用键盘按键及其功能介绍如表 1-1 所示。

表 1-1 常用键盘按键及其功能

键盘按键	功 能
【退出】	一般用于返回或放弃
【F7】	一般用于菜单翻页。在当前屏不能发现需要的菜单时,可按【F7】键进行菜单翻页
【删除】	一般用于删除
【回车】	一般用于确认或输入

1.1.3 常用面板按钮及其功能

常用面板按钮及其功能介绍如表 1-2 所示。

表 1-2 常用面板按钮及其功能

面板按钮	是否带有指示灯	功 能
	带灯按钮	按下该按钮,按钮上的指示灯点亮,则机床进给轴不能移动,但坐标显示和机床运动时一样,并且 M、S、T 功能都执行。此功能用于程序校验
	带灯按钮	在程序运行前,按下该按钮,按钮上的指示灯点亮,则机床不管程序中指定的进给速度,以内部定义的速度执行程序,且 M、S、T 功能不执行
	带灯按钮	在程序运行前,按下该按钮,则加工程序中含有“/”的程序将被跳过(即该开关有效时,不执行有“/”的程序)
	带灯按钮	在机床自动运行中,按下该按钮(梯形需将该按钮的状态传给 CNC),可以使自动运行暂时停止。机床呈如下状态:机床在移动时,进给减速停止;执行暂停中,暂停结束后停止;正在执行 M、S、T 功能时,M、S、T 功能完成后停止。再按一次该按钮,退出“暂停”状态,程序继续执行
	带灯按钮	按下该按钮,按钮上的指示灯点亮,冷却电动机启动;再按一下该按钮,指示灯灭,冷却电动机停止
	带灯按钮	按下该按钮,则刀架旋转,完成一次换刀动作
	不带灯按钮	按下该按钮,则系统取消剩余运动,取消辅助功能(M、S、T),刀具偏移,并返回各操作方式初始状态。如果在运行中进行复位,则伺服电动机减速后停止
	不带灯按钮	X 轴手动正向进给按钮。按下该按钮,X 轴沿坐标轴正方向运动。运动速度由倍率开关确定
	不带灯按钮	X 轴手动负向进给按钮。按下该按钮,X 轴沿坐标轴负方向运动。运动速度由倍率开关确定
	不带灯按钮	Z 轴手动正向进给按钮。按下该按钮,Z 轴沿坐标轴正方向运动。运动速度由倍率开关确定
	不带灯按钮	Z 轴手动负向进给按钮。按下该按钮,Z 轴沿坐标轴负方向运动。运动速度由倍率开关确定
	不带灯按钮	手动快速进给按钮。该按钮与 X 轴手动正向进给按钮、X 轴手动负向进给按钮、Z 轴手动正向进给按钮、Z 轴手动负向进给按钮同时使用,使机床按照参数设定的速度运动
	带灯按钮	按下该按钮,按钮上的指示灯点亮,同时主轴沿逆时针方向旋转
	带灯按钮	按下该按钮,按钮上的指示灯点亮,同时主轴沿顺时针方向旋转
	不带灯按钮	按下该按钮,主轴减速停止,并且“主轴正转”或“主轴反转”指示灯灭
	不带灯按钮	按下该按钮,主轴倍率以 10% 的间隔下降,主轴倍率最小值为 50%

续表

面板按钮	是否带有指示灯	功 能
	不带灯按钮	按下该按钮,主轴沿逆时针方向旋转,主轴速度由当前的 S 值确定
	不带灯按钮	按下该按钮,主轴倍率以 10% 的间隔上升,主轴倍率最大值为 120%
	用户自定义带灯按钮 (K5、K6 不带灯)	可以按照用户要求定义为相应的功能
	带灯按钮	循环启动
	带灯按钮	循环停止
	不带灯按钮	进给倍率降按钮,按下该按钮,进给倍率减少,进给倍率的调整范围是 0%~150%
	不带灯按钮	进给倍率升按钮,按下该按钮,进给倍率增加,进给倍率的调整范围是 0%~150%
	不带灯按钮	进给倍率 0% 按钮,按下该按钮,进给倍率为 0%
	不带灯按钮	进给倍率 50% 按钮,按下该按钮,进给倍率为 50%
	不带灯按钮	进给倍率 100% 按钮,按下该按钮,进给倍率为 100%

1.1.4 手持单元

手持单元用于以手摇方式实现坐标轴的增量进给。

手持单元的坐标轴选择波段开关置于“X”“Y”“Z”挡时,按下控制面板上的增量按钮,指示灯亮,系统处于手摇进给方式。

以手摇进给 X 轴为例,步骤如下:

- (1) 手持单元的坐标轴选择波段开关置于“X”挡。
- (2) 手动顺时针(逆时针)旋转手持单元的摇柄一格,X 轴将正向(负向)移动一个单位增量值。

手摇进给的增量值由手持单元的增量倍率开关控制,二者的对应关系如表 1-3 所示。

表 1-3 手摇进给的增量值与增量倍率开关位置的对应关系

增量倍率开关位置	×1	×10	×100
增量值/mm	0.001	0.01	0.1

1.2 软件操作界面

1.2.1 软件操作界面

北京航天数控系统上电后,液晶显示屏将显示 2000MA 数控系统的软件操作界面,如图 1-2 所示。其界面由如下几个部分组成。

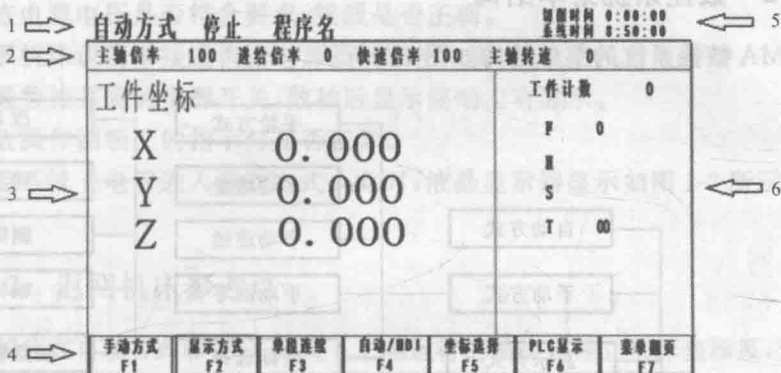


图 1-2 2000MA 数控系统的软件操作界面

1. 当前运行方式、系统运行状态及程序名

运行方式:显示当前有效的运行方式,例如自动方式、单段方式、手动方式等。

运行状态:通过显示“运行”或“停止”,表明机床当前的状态。“运行”一般表示当前加工程序正在运行或正在手动操作机床运行,其余情况显示“停止”。

程序名:当前正在调用的加工程序名称。

2. 倍率及主轴转速

主轴倍率:当前主轴倍率值(百分值)。

进给倍率:当前进给倍率值(百分值)。

快速倍率:当前快速倍率值(百分值)。

主轴转速:当前主轴实际转速。配用主轴编码器并填写“主轴编码器线数”(D12 参数)时会显示主轴的实际转速,没有主轴编码器时不会显示主轴的实际转速。

3. 显示区

坐标显示区:在图 1-1 所示的状态下,可以通过【F5】按键选择显示工件坐标、相对坐标、机床坐标、反馈脉冲等,开机默认显示工件坐标。

程序显示区:位于坐标显示区下方,显示当前有效程序的 5 行内容。

4. 菜单命令条

通过【F1】~【F7】按键选择相应功能,完成系统的菜单操作。

5. 系统时间及切削时间

系统时间:相当于计算机中的时间显示。其显示格式为“时:分:秒”。

切削时间:自动执行程序所用的时间,在开机时清零,或在启动程序时重新开始计时。其显示格式为“时:分:秒”。

6. 辅助功能显示

工件计数:程序自动执行,每完成一次,工件计数加 1。

F:当前进给速度,单位:毫米/分(mm/min)。

M、S、T:显示最后执行的辅助功能代码。

1.2.2 数控系统菜单结构

2000MA 数控系统的菜单结构如图 1-3 所示。

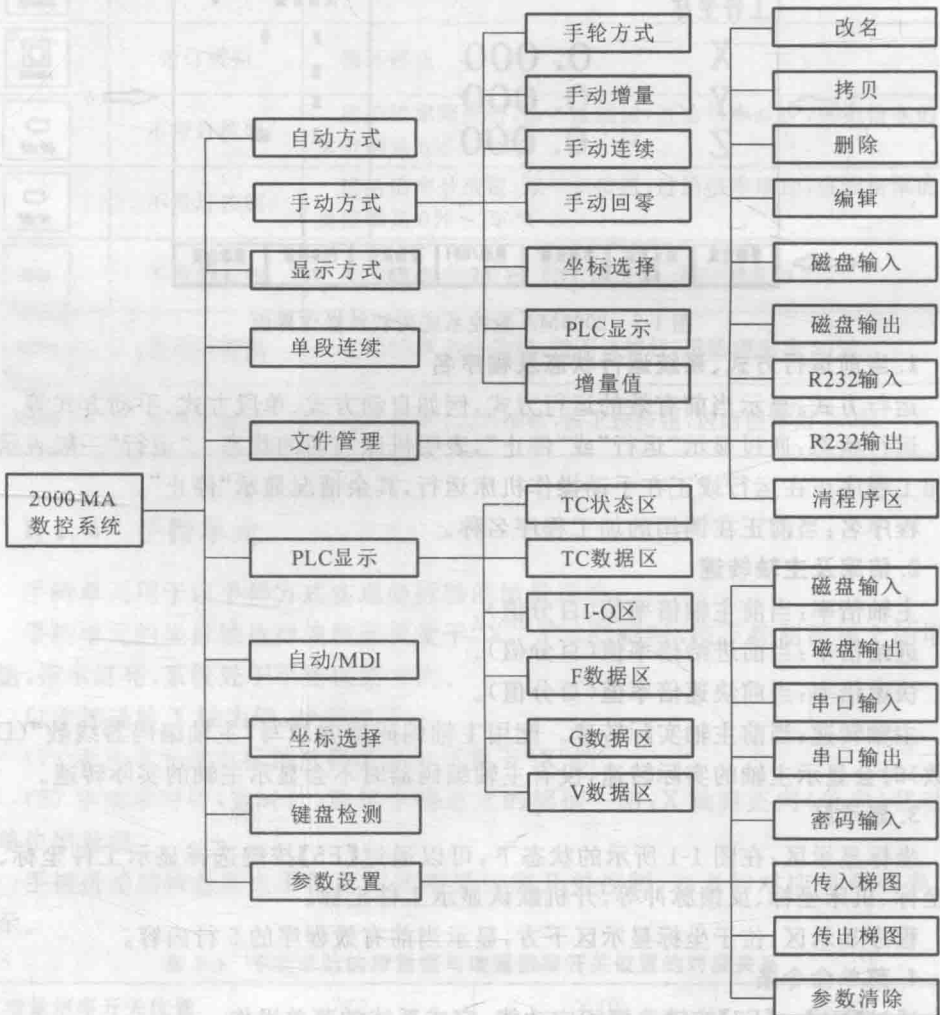


图 1-3 2000MA 数控系统的菜单结构

1.3 数控系统开、关机及返回参考点

1.3.1 开机步骤

数控系统的开机步骤如下:

- 检查伺服柜及机床相关部位的开门断电装置是否处于正常关闭状态。
- 检查电源电压是否符合要求,接线是否正确。
- 按照机床说明书接通机床电源及伺服柜电源,伺服柜风扇应转动。
- 接通数控系统的电源开关,数秒后显示终端应有显示。
- 检查操作面板上的指示灯是否正常。
- 数控系统上电后进入自动方式。此时,液晶显示器显示如图 1-2 所示的软件操作界面。

1.3.2 返回机床参考点

数控机床在自动方式和 MDI 方式下正确运行的前提是建立机床坐标系,为此,当数控系统接通电源、复位后,应进行机床各轴手动返回参考点的操作(也可称为回零点)。

此外,在数控系统断电、再次接通电源后,超程报警解除以后,以及解除“急停”按钮以后,均需要进行再次回参考点操作,以建立正确的机床坐标系。

1. 回参考点的方向设置

在手动方式状态下按【F4】键,进入手动回零状态。回零后系统显示的是 G54 设置的坐标值。

北京航天数控系统可以根据用户的需求来设置正向回零(即回零方向为正向)和负向回零(即回零方向为负向),回零方向的选择通过 A89 参数来设置。“A”代表机床参数,每一个参数为八位,从右至左定义为 D0~D7。

D0 位为 X 轴回零方向,设置成“0”为正向回零,设置成“1”为负向回零。

D1 位为 Y 轴回零方向,设置成“0”为正向回零,设置成“1”为负向回零。

D2 位为 Z 轴回零方向,设置成“0”为正向回零,设置成“1”为负向回零。

2. 回参考点的操作步骤

数控机床返回参考点的操作步骤如下。

(1) 如果 A89 参数设置为正向回零,回零前应确认机床工作台处于机床零点的负方向位置;如果 A89 参数设置为负向回零,回零前应确认机床工作台处于机床零点的正方向位置。

(2) 选择适当的速度倍率。

(3) 在图 1-4 所示的状态下,按【+X】、【+Y】、【+Z】按钮选择相应轴进行手动回零操作。此时被选定轴的轴号加反显,机床对应的轴进行回零动作。系统每次只