



图解数控机床

故障诊断

徐衡 编著



TUJIE

SHUKONG

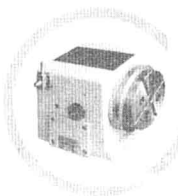
JICHUANG

GUZHANG

ZHENDUAN



化学工业出版社



图解数控机床 故障诊断

徐衡 编著

TUJIE

SHUKONG

JICHUANG

GUZHANG

ZHENDUAN



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解数控机床故障诊断/徐衡编著. —北京: 化学工业出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-122-13549-0

I. 图… II. 徐… III. 数控机床-故障诊断-图解
IV. TG659-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 027327 号

责任编辑: 王 烨

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 徐贞珍

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 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 383 千字 2012 年 6 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

FOREWORD

前言

我国数控机床行业正处于高速成长期，社会急需数控机床维修技术人才，本书从数控机床维修工作的岗位技能出发，着眼于数控维修基本技能，以维修操作技能为导向，介绍了数控机床维修中需要的数控系统参数的设定、程序数据的传输等。围绕数控机床故障诊断，介绍了故障分析与处理的过程，阐述数控系统的硬件、可编程机床控制器（PLC/PMC）、伺服系统以及机床机械结构的维护与维修，探讨了数控系统故障报警及其处理措施等。

生产现场中所使用的数控机床、数控系统种类繁多，但是数控机床维修技术在本质上是相同的，对不同数控机床的故障诊断在思路上是雷同的。本书重点论述配置FANUC数控系统的数控机床故障诊断，掌握了一种数控系统故障诊断技术，可采用类比、借鉴方法，诊断配置其他类型数控系统数控机床的故障。

本书结合编者多年维修工作实践，所选内容着重于实用性和维修操作技能，尽量减少理论论述，力求内容深入浅出，并以图解的形式讲述，图文并茂，使其可读性强，可操作性强。本书是数控机床维修与操作人员的参考资料，也可作为数控技术专业类学生教材和参考书。

本书由徐衡编著。关颖、田春霞、孙红雨、王雷、赵明久、李超、周光宇、段晓旭、李文杰、栾敏、杨海、汤振宇、赵玉伟、郎敬喜、刘丽华、徐光远、关崎炜、朱宇新、张元军等为本书编写提供了帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，本书的疏漏及不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2011. 12

欢迎订购化工社数控专业图书

书 名	定价	书 号
数控编程手册 [美]彼得·斯密德 著	128.00	11629
实用数控技术丛书—数控技术英语(第二版)	29.00	02167
实用数控技术丛书—数控加工工艺(第二版)	29.00	01999
实用数控技术丛书—数控编程技术——手工编程(第二版)	29.00	02192
实用数控技术丛书—数控原理与数控机床(第二版)	26.00	01952
现代数控机床(第二版)	39.00	10555
数控机床机械结构与电气控制	29.00	10099
数控手工编程技术及实例详解—FANUC 系统	49.00	12994
数控手工编程技术及实例详解—西门子系统	48.00	12918
数控车床编程与零件加工(理实一体化编写模式)	39.00	13087
数控铣床/加工中心编程与零件加工(理实一体化编写模式)	39.00	11685
牛工教你学数控机床维修(FANUC 系统)	58.00	11963
牛工教你学数控机床维修(SIEMENS 系统)	58.00	13835
国家职业技能鉴定培训教材——数控机床操作工基础(中、高级)	22.00	03997
国家职业技能鉴定培训教材——数控车床操作工(中、高级)	25.00	03581
国家职业技能鉴定培训教材——数控铣床操作工(中、高级)	28.00	04618
国家职业技能鉴定培训教材——数控加工中心操作工(中、高级)	22.00	03998
国家职业技能鉴定培训教材——数控机床装调维修工(中、高级)	32.00	08397
国家职业技能鉴定培训教材——数控机床装调维修工(技师/高级技师)	39.00	09233
全国高职高专工作过程导向规划教材——数控加工自动编程(Mastercam)	39.00	05711
全国高职高专工作过程导向规划教材——数控机床维护与故障诊断	28.00	05710
数控车工入门与提高	29.00	12176
数控铣工(加工中心操作工)入门与提高	29.00	12144
从技工到技师考证一本通——数控车工全技师培训教程	68.00	05147
从技工到技师考证一本通——数控铣工/加工中心操作工全技师培训教程	68.00	05428
FANUC 系统数控车床培训教程(含 1CD)	42.00	9233
FANUC 系统数控铣床和加工中心培训教程(含 1CD)	42.00	9225
PowerMILL10.0 数控高速加工技术与典型实例	48.00	09745
UG NX6.0 数控高速加工技术与典型实例	39.00	09440
UG NX6 数控五轴加工实例教程	35.00	06038
Mastercam X3 数控五轴加工实例教程	35.00	06161
数控车床(FANUC、SIEMENS 系统)编程实例精粹	39.00	09437
数控铣床(FANUC、SIEMENS 系统)编程实例精粹	42.00	09438
数控加工中心(FANUC、SIEMENS 系统)编程实例精粹	48.00	05783
数控电加工编程与操作(第二版)	49.00	13370
数控电火花加工培训教程	49.00	02913
数控电火花线切割加工技术培训教程	46.00	03010
数控电火花成形加工技术培训教程	38.00	06747

续表

书 名	定价	书 号
数控宏程序实例教程(FANUC、SIEMENS、华中)	29.00	07345
轻松掌握 FANUC 宏程序—编程技巧与实例精解	46.00	10102
数控宏编程手册	36.00	08333
FANUC 数控系统用户宏程序与编程技巧(附光盘)	38.00	00479
FANUC 0i 系列数控系统连接调试与维修诊断	68.00	06887
FANUC 数控系统故障诊断与典型案例分析	28.00	06129
数控系统参数应用技巧	28.00	04244
数控机床故障诊断与维修速查手册	58.00	03791
数控机床与维修	29.00	03583
数控机床系统应用及维护 200 问	29.00	02685
图解数控机床故障诊断	58.00	13549
数控加工工作手册	26.00	00316
数控加工与编程(原著第二版)	45.00	7142
数控编程速查手册	46.00	02733
实用数控机床技术手册	76.00	00876
数控机床系统设计(第二版)	39.00	10445
数控机床设计实践指南	28.00	01617
数控机床选用指南	58.00	08396
Mastercam X2 数控编程入门与实训	35.00	03223
MasterCAM 数控自动编程与机床加工视频教程(附光盘)	48.00	03951
MasterCAM X 数控加工自动编程入门与技巧 100 例(附 DVD)	39.00	04607
MasterCAM 数控加工自动编程范例教程(附书附光盘)	28.00	00930
数控加工中心加工工艺与技巧	39.00	04041
数控加工中心加工技巧与实例	39.00	07537
零起点就业直通车——数控车工	13.00	07731
数控车工入门	26.00	13649
数控铣床和加工中心操作工入门	29.00	13648
数控车削编程与加工	26.00	03162
数控铣削编程与加工	25.00	00456
数控自动编程参数设置技巧(附光盘)	36.00	06050
图解数控车工基本操作技能	15.00	08028
数控车床编程训练图集	39.00	06142

以上图书由**化学工业出版社 机械分社**出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

购书咨询:010—64518888 (传真:010—64519686)

编辑:010—64519272; wangye@cip.com.cn

CONTENTS

目录

第 1 章

数控机床故障诊断基础

1.1 数控机床组成	2
1.1.1 数控机床加工过程	2
1.1.2 数控机床组成	2
1.2 数控机床故障及诊断	7
1.2.1 数控机床故障	7
1.2.2 数控机床发生故障时的处理	8
1.2.3 故障诊断的基本方法	10
1.2.4 数控机床故障诊断原则	13
1.3 数控机床故障诊断常用器具	14
1.3.1 万用表	14
1.3.2 示波器	16
1.3.3 PLC 编程器	16
1.3.4 逻辑测试笔和脉冲信号发生器	17
1.3.5 数字转速表	18
1.3.6 相序表	18
1.3.7 集成电路测试仪	19
1.3.8 短路追踪仪	19
1.3.9 逻辑分析仪	20
1.3.10 维修工具	20
1.4 数控机床基本信息显示操作	21
1.4.1 屏面显示内容	21
1.4.2 屏面中显示的数控系统 (CNC) 当前状态信息	21
1.4.3 显示屏面的切换	22
1.4.4 在屏面上显示刀具的位置	23
1.4.5 在屏面上显示程序运行状态	25
思考题	27

第2章

数控电气柜(强电柜)故障诊断

2.1 数控机床电气柜电路	30
2.1.1 FANUC Oi/Oi Mate-TC 系统强电柜内基本元件及其功能	30
2.1.2 电控柜中导线和电缆的选择	32
2.1.3 配线技术	33
2.2 数控机床的动力电源、控制电源	33
2.2.1 动力电源和控制电源供电概况	33
2.2.2 伺服系统的供电	34
2.2.3 主轴变频器的供电	35
2.2.4 开关电源(DC 24V)	35
2.3 强电柜元器件之间的连接及其故障诊断	37
2.3.1 系统启动与停止的原理	37
2.3.2 主轴的正反转控制	38
2.3.3 刀架换位与锁紧	38
2.3.4 通电前线路检查	38
2.3.5 系统通电	39
2.3.6 系统断电	40
思考题	40

第3章

数控系统硬件故障诊断

3.1 数控系统硬件配置	42
3.1.1 数控系统硬件组成	42
3.1.2 控制单元组成	43
3.1.3 在画幕上显示数控系统的印制电路板和软件的构成	45
3.1.4 FAUNC Oi/Oi Mate 控制单元接口	47
3.1.5 FANUC Oi 数控系统连接	52
3.1.6 集成电路芯片故障诊断	56
3.2 FAUNC Oi-C/Oi Mate-C 数控机床功能模块连接操作	60
3.2.1 硬件安装和连接	60
3.2.2 系统与外围设备的连接	61
3.2.3 系统与主轴变频器的连接	61

3.2.4	系统与伺服放大器的连接	62
3.2.5	系统电源的连接	63
3.2.6	系统的通电	63
3.3	更换系统硬件操作	65
3.3.1	更换单元模块的注意事项	65
3.3.2	更换主板操作	65
3.3.3	更换模块操作	66
3.3.4	更换电池操作	67
3.3.5	更换控制单元的风扇操作	69
3.3.6	更换熔断丝操作	70
3.3.7	更换 LCD 的灯管	71
3.4	数控系统的干扰	74
3.4.1	常见的干扰源	74
3.4.2	抗干扰措施	75
3.4.3	干扰所引起的故障诊断	78
	思考题	79

第 4 章

数控系统软件故障诊断

4.1	数控系统软件	82
4.1.1	数控系统软件组成	82
4.1.2	机床数据分类与存储	83
4.1.3	数据备份与数据恢复	83
4.1.4	用屏面显示本机系统软件的操作	84
4.2	MDI 键盘设定机床参数	84
4.2.1	参数用途与分类	84
4.2.2	显示参数屏面操作	86
4.2.3	用 MDI 键盘设定参数	87
4.2.4	设定数控机床基本功能参数操作	90
4.2.5	参数在维修中的使用	91
4.3	由引导屏面进行数据备份与恢复	92
4.3.1	数据备份操作（把系统文件、用户文件读到快闪存储卡中）	92
4.3.2	数据恢复操作（把快闪存储卡上的文件写入 CNC 的 S-RAM 上）	94
4.3.3	C-F 存储卡格式化（MEMORY CARD FORMAT）	95
4.3.4	引导屏面备份数据注意事项	95

4.4 通过通信方式保存和恢复数据	96
4.4.1 数控系统通信	96
4.4.2 数控系统与 PC 计算机通信所需参数设定	96
4.4.3 由系统与计算机通信输入/输出参数	98
4.4.4 由系统与计算机通信输入/输出零件程序	99
4.4.5 由系统与计算机通信输入/输出螺距误差补偿数据	99
4.4.6 CNC 系统与计算机通信应注意的问题	101
4.4.7 数控系统与计算机数据传输过程中常见故障	101
4.5 设定丝杠螺距误差补偿	102
4.5.1 丝杠螺距误差补偿原理	102
4.5.2 丝杠螺距误差补偿使用的参数	102
4.5.3 丝杠螺距误差补偿实例	102
4.5.4 丝杠螺距误差补偿操作演练	103
思考题	105

○ 第 5 章

数控系统 PLC (PMC) 故障诊断

5.1 PLC 图形程序	108
5.1.1 数控机床中 PLC (PMC) 用途	108
5.1.2 PMC 梯形图程序	109
5.1.3 PMC 梯形图符号	110
5.1.4 FANUC 0i 系统 PMC 与外部信息的交换	111
5.1.5 PMC 用户程序结构及周期	113
5.1.6 PMC 编程示例	113
5.2 PMC 屏面的操作	116
5.2.1 PMC 诊断屏面	116
5.2.2 显示 PMC 基本菜单屏面	117
5.2.3 操作梯形图程序 (PMCLAD)	119
5.2.4 PMC 诊断屏面 (PMCDGN)	127
5.2.5 PMC 参数屏面 (PMCPRM)	129
5.3 利用 PLC (PMC) 诊断数控机床故障	134
5.3.1 通过 PMC 查找故障的方法	134
5.3.2 FANUC 0i 外围 I/O 信号地址	134
5.3.3 FANUC 0i-C 车床电动刀架控制原理	135
5.3.4 手动换刀故障诊断	137

5.3.5 运行自动换刀故障诊断	138
5.3.6 由换刀定时参数引发换刀故障	139
5.3.7 手动点动故障	141
5.3.8 超程及超程复位	142
思考题	144

第 6 章

进给伺服系统故障诊断

6.1 数控机床伺服系统	148
6.1.1 伺服系统用途	148
6.1.2 伺服系统按驱动元件分类	148
6.1.3 伺服系统的反馈和控制方式	149
6.1.4 闭环伺服系统原理	152
6.1.5 交流伺服系统硬件	153
6.2 数字式伺服参数初始化设定与参数调整	158
6.2.1 设定伺服参数应该考虑的问题	158
6.2.2 伺服参数的初始化设定	158
6.2.3 通过调整参数屏蔽伺服轴	162
6.2.4 发生误差过大报警时的相关参数	163
6.2.5 调整全闭环振荡和跟踪精度相关的参数	164
6.2.6 用参数把全闭环改为半闭环	165
6.3 进给伺服系统报警故障的分析与处理	165
6.3.1 屏显伺服调整屏面报警故障的诊断	165
6.3.2 屏显系统发生“400”报警（伺服过热）	167
6.3.3 系统发生“401”报警（伺服不能就绪报警）	167
6.3.4 系统发生“411”报警（伺服移动误差过大）	168
6.3.5 系统发生“410”报警（伺服停止误差过大）	169
6.3.6 伺服反馈断线报警（445、446、447 号报警）	169
6.3.7 伺服参数设定异常报警（407~423 号报警）	170
6.4 机床回参考点故障诊断	170
6.4.1 机床参考点	170
6.4.2 增量（挡块）方式参考点位置确定	171
6.4.3 绝对（无挡块）方式参考点位置确定	173
6.4.4 返回参考点常见故障	175
6.5 位置检测装置及全闭环系统连接	178

6.5.1	光栅尺	178
6.5.2	脉冲编码器	181
6.5.3	感应同步器	184
6.5.4	旋转变压器	184
6.5.5	磁栅尺	184
6.5.6	FANUC Oi-C/Oi Mate-C 全闭环的连接	185
6.5.7	直线光栅尺的连接	186
6.5.8	全闭环相关的参数	187
6.6	绝对编码器有关故障	187
6.6.1	绝对编码器不良故障 (301~305 号报警)	187
6.6.2	绝对编码器的电池电压低 (306~308 号报警)	188
6.6.3	α 串行脉冲编码器异常 (350 号报警)	188
6.6.4	α 串行脉冲编码器通信异常 (351 号报警)	189
	思考题	189

○ 第 7 章

数控机床主轴驱动系统故障诊断

7.1	数控机床主轴驱动系统概述	192
7.1.1	数控机床主轴驱动	192
7.1.2	主轴驱动系统应用	192
7.2	数字交流主轴伺服系统	192
7.2.1	数字 (串行) 交流主轴伺服系统	192
7.2.2	FANUC Oi 系统串行主轴与主板的连接	193
7.2.3	串行主轴系统运行性能的调整	194
7.2.4	机床主轴及主轴编码器的安装与故障诊断	199
7.2.5	数字式交流主轴伺服系统的故障诊断	200
7.3	模拟交流主轴系统的故障诊断	202
7.3.1	模拟交流主轴伺服系统	202
7.3.2	交流主轴 (模拟接口) 伺服系统的控制概况	203
7.3.3	模拟交流主轴伺服系统模拟电压 (D/A 转换器) 的调整	203
7.4	变频器 FR-S520S-K-R1 及其在数控机床上的应用	205
7.4.1	变频器 FR-S520S-K-R	205
7.4.2	变频器周围配套设备的基本构成	206
7.4.3	变频器 FR-S520S 的连接	206
7.4.4	变频器的操作面板	210

7.4.5 变频器的基本操作	210
7.4.6 三菱变频器的功能参数	210
7.4.7 在数控机床上使用变频器操作面板修改变频器参数操作练习	212
思考题	212

● 第 8 章

数控机床机械结构故障诊断

8.1 数控机床精度检验	216
8.1.1 数控机床机械结构特点	216
8.1.2 机床几何精度	216
8.1.3 机床定位精度	219
8.1.4 机床切削精度	221
8.1.5 数控机床精度检验操作	223
8.2 数控机床主传动机械结构维护与维修	225
8.2.1 数控机床主传动	225
8.2.2 数控车床主轴部件的结构	225
8.2.3 数控镗铣类机床的主轴部件典型结构	227
8.2.4 数控机床电主轴	228
8.2.5 主轴的辅助功能	228
8.2.6 机床主传动经常性维护	232
8.2.7 垂直安装主轴（重力轴）电动机拆卸时应注意的问题	232
8.2.8 主传动故障诊断	233
8.3 进给系统机械传动结构维修	234
8.3.1 数控机床进给传动	234
8.3.2 滚珠丝杠螺母副调整与维护	234
8.3.3 消除传动齿轮间隙	238
8.3.4 导轨副调整与维护	241
8.4 换刀装置及其故障诊断	249
8.4.1 换刀装置	249
8.4.2 刀库与换刀机械手的故障诊断	252
8.4.3 刀库与换刀机械手的维护要点	252
8.4.4 换刀装置故障诊断实例	252
思考题	253

第 9 章

数控系统故障报警与诊断

9.1 单元模块（或电路板）报警灯报警	256
9.1.1 通电后屏幕不显示	256
9.1.2 电源单元（PSM）的 LED 和七段显示管报警	257
9.1.3 主轴单元（SPM）LED 和七段显示管报警	259
9.1.4 伺服放大器单元（SVM）上 LED 和七段显示管报警	263
9.2 系统屏显报警	266
9.2.1 系统屏显报警号	266
9.2.2 ROM 奇偶检验错误报警（900 号报警）	267
9.2.3 DRAM 奇偶检验错误报警（910 号、911 号报警）	267
9.2.4 SRAM 奇偶检验错误（912 号、913 号报警）	267
9.2.5 监控电路或 RAM 奇偶检验错误（920 号、921 号报警）	268
9.2.6 控制侧过热报警（700 号报警）	269
9.2.7 CPU 发生错误（930 号报警）	269
9.2.8 PMC 系统报警（950 报警）	269
9.2.9 24V 输入电源异常（960 号报警）	270
9.2.10 在 PMC 模块内发生了 RAM 奇偶错误或者 NMI（970 报警）	270
9.2.11 SLC 内 NMI 报警（971 号报警）	270
9.3 手动进给故障诊断	270
9.3.1 屏幕界面的位置显示和实际刀具全都不能运动	270
9.3.2 屏幕显示了机床坐标值的变化，但应该移动的轴不动作	273
9.3.3 机床不能运行手动连续进给（JOG）	274
9.3.4 机床不能进行手轮运行	275
9.4 机床不能自动运行故障诊断	277
9.4.1 循环启动灯不亮时，机床不能自动运行	277
9.4.2 启动灯亮，但是机床不能自动运行	278
9.4.3 坐标轴只在快速进给定位（G00）时不动作	282
9.4.4 坐标轴仅在切削进给（非 G00）时不动作	283
9.4.5 自动运行启动信号关断（OFF）	283

参考文献	286
------------	-----

第 1 章

数控机床故障诊断 基础

- 1.1 数控机床组成 / 2
- 1.2 数控机床故障及诊断 / 7
- 1.3 数控机床故障诊断常用器具 / 14
- 1.4 数控机床基本信息显示操作 / 21

1.1 数控机床组成

1.1.1 数控机床加工过程

数控机床是采用数字信号控制机床运动及其加工过程的机床。数控机床加工过程如图 1-1 所示,即首先根据零件图样编写零件加工程序,加工程序是用数字化代码记录的加工信息,然后把加工程序输入数控系统,经过数控系统的译码、运算,发出指令,自动控制机床上的刀具与工件之间相对运动,从而加工出符合要求的零件。

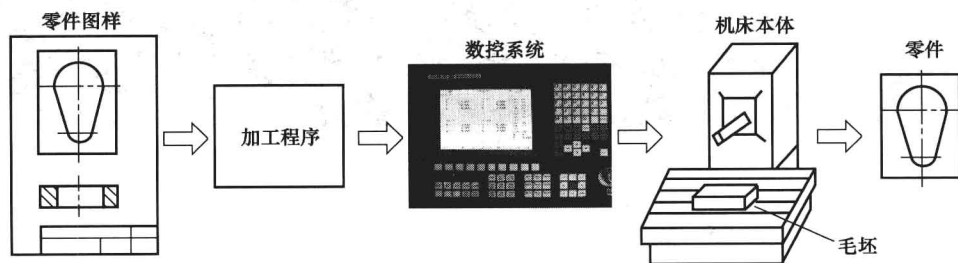


图 1-1 数控机床加工过程

1.1.2 数控机床组成

数控机床由数控装置、伺服驱动装置、机床本体和其他辅助装置等部分组成,如

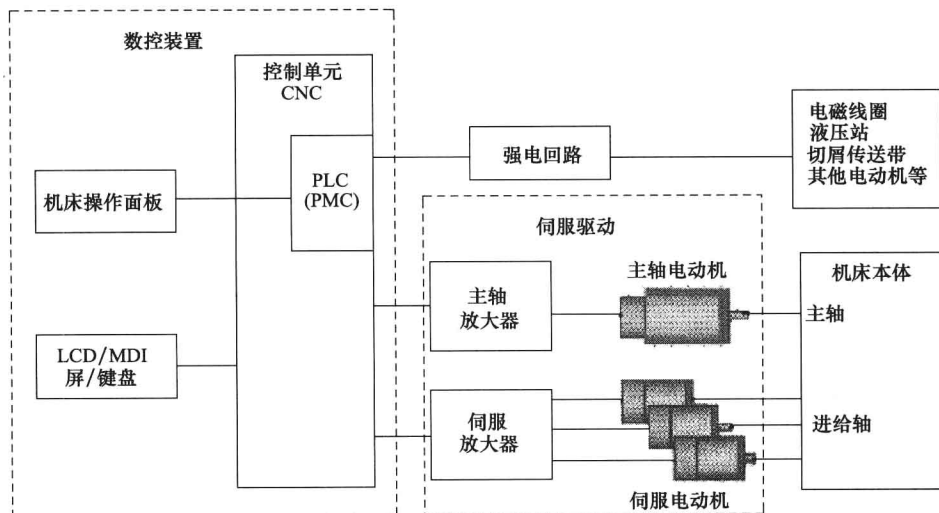


图 1-2 数控机床的组成

图 1-2 所示。各组成部分简要说明如下。

(1) 数控装置

数控装置主要由数控专用计算机 (CNC) 和可编程序控制器 PLC (FANUC 系统中记作 PMC) 组成, 其中计算机用于控制刀具运动和系统管理等, 如零件程序译码、插补运算、刀具运动的速度、位置控制等; 而 PLC 用于控制系统的开关量信号, 如程序代码中的 M (辅助功能)、S (主轴转速)、T (选刀、换刀), 以及工件的装夹、刀具的更换、冷却液的开关等信号。数控装置如图 1-3 所示。

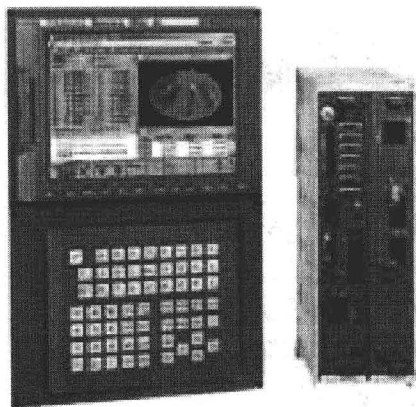
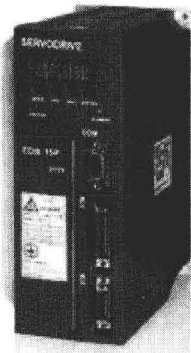


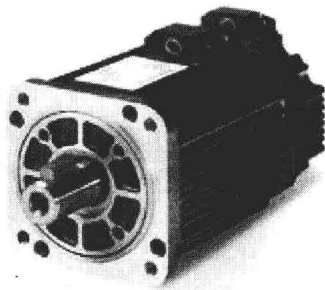
图 1-3 数控装置

(2) 伺服驱动装置

伺服驱动装置是数控装置与机床本体的联系环节, 它把来自数控装置的微弱指令信号放大成大功率电流, 用于驱动伺服电动机, 实现主轴运动控制和数控机床进给运动控制。伺服驱动装置由伺服放大器、执行元件 (伺服电动机) 以及位置检测装置组成, 如图 1-4 所示。伺服单元分为主轴驱动单元和进给驱动单元。



(a) 伺服放大器



(b) 伺服电动机

图 1-4 伺服驱动装置

(3) 数控系统

通常把数控装置和伺服驱动装置合称为数控系统。目前我国常用的数控系统有: