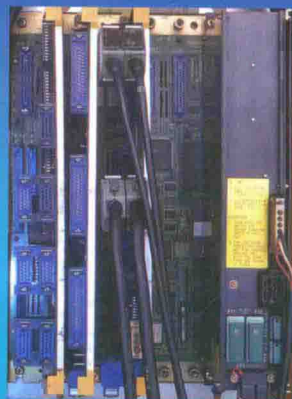


图解·一学就会系列

图解数控机床维修

从菜鸟到高手

牛志斌 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



图解·一学就会系列

图解数控机床维修

——从菜鸟到高手

主 编 牛志斌

副主编 周小军 沈建华

机 械 工 业 出 版 社

本书以实物图片形式介绍了西门子 810T/M 系列数控系统、810D/840D 系列数控系统, FANUC 0C 系列数控系统、0iC 系列数控系统, 西门子 611A 系列和 611D 系列伺服与主轴系统, FANUC α 系列和 αi 系列伺服和主轴装置的构成, 通过大量的现场图片介绍了数控系统的软件、硬件、PLC (PMC) 系统 (包括机床侧)、进给伺服系统和主轴系统的故障维修过程, 并融入数控机床的维修理念、维修方法和维修技巧的介绍, 具有很强的实用性和操作性。

本书是作者二十多年数控机床现场故障维修经验的总结和提炼, 可供现场数控机床维修人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解数控机床维修: 从菜鸟到高手/牛志斌主编.

—北京: 机械工业出版社, 2015.3

(图解·一学就会系列)

ISBN 978-7-111-49466-9

I. ①图… II. ①牛… III. ①数控机床—维修—图解

IV. ①TG659-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 038467 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 周国萍 责任编辑: 周国萍 臧弋心

版式设计: 霍永明 责任校对: 樊钟英

封面设计: 路恩中 责任印制: 乔宇

唐山丰电印务有限公司印刷

2015 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·18.5 印张·456 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-49466-9

定价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

随着国民经济的快速发展,数控机床的应用越来越广泛。数控机床具有自动化程度高、加工柔性好、精度高等诸多优点,是现代化机械加工行业必不可缺的加工设备。

数控机床由于采用了数控系统作为机床的控制核心,可以实现自动化操作,降低了机床操作人员的劳动强度,同时也可以加工形状非常复杂和精度非常高的机械零件。而数控系统采用的是先进的计算机技术、微电子技术、伺服控制技术及自动控制技术,使数控机床实现了机、电、液一体化,技术先进、构成复杂,具有很强的功能,但也使数控机床的故障率比普通机床的故障率要高得多,维修难度也加大很多。

随着数控机床应用的普及,对数控机床的利用率要求越来越高,它一方面要求数控机床的可靠性要高,另一方面对数控机床维修人员技能的要求也越来越高。所以数控机床维修人员不但要有丰厚的理论基础,还要有快速发现问题、解决问题的能力和实践经验。

本书通过实物图片对数控系统、伺服系统、主轴系统的构成进行了系统介绍,使读者在感性认识的同时,也对系统的构成有了更深的理性认识。本书还通过大量的现场图片,重点介绍了数控机床故障的维修方法和维修过程,使读者犹如亲临实境,便于理解和掌握。

本书是作者二十多年数控机床维修经验的系统总结,一些故障的维修方法和维修技巧是在维修实践中摸索出来的,具有很强的借鉴价值。

全书由牛志斌任主编,周小军、沈建华任副主编,赵春洋、潘波、韦刚、刘德伟、关伟时、林飞龙、滕儒文、王雪梅、杨春生、刘辉、杨秋晓、李晓峰、王延春、周福林、王宇、杨守贵、赵长伟、吴云峰、王洪海、吴国刚参加编写。

在本书的编写过程中,参考了很多数控机床维修方面的书籍,在此表示感谢。

由于作者水平、经验和掌握的资料有限,书中难免有不尽如人意的地方,欢迎数控机床维修行业的朋友批评指正,以求共同提高。

编 者

目 录

前言

第 1 章 西门子数控系统	1
1.1 西门子 810T/M 数控系统	1
1.1.1 系统简介	1
1.1.2 西门子 810T/M 系统的控制结构	2
1.1.3 西门子 810T/M 数控系统硬件的基本构成	3
1.1.4 西门子 810T/M 数控系统软件的基本构成	9
1.1.5 西门子 810T/M 数控系统的数据备份	10
1.1.6 西门子 810T/M 数控系统的软件报警功能	13
1.1.7 西门子 810T/M 系统硬件报警功能	16
1.2 西门子 840D 数控系统	17
1.2.1 西门子 840D 数控系统硬件的基本构成	17
1.2.2 西门子 840D 数控系统软件的基本构成	18
1.2.3 西门子 840D 系统的 NCU 模块	19
1.2.4 西门子 840D 系统 NCU 模块上的数码显示器与指示灯的含义	21
1.2.5 西门子 840D 系统 NCU 模块上开关和按钮的作用	22
1.2.6 西门子 840D 系统的 MMC103 模块	22
1.2.7 西门子 840D 系统的 MCP	24
1.2.8 西门子 PCU 操作面板控制单元	26
1.2.9 西门子 840D 系统的系列备份方法	27
1.2.10 西门子 840D 系统系列备份的恢复	28
1.2.11 西门子 840D 系统 PCU50.3 的硬盘备份方法	30
1.2.12 西门子 840D 系统报警与检修	36
第 2 章 FANUC 数控系统	38
2.1 FANUC 0C 数控系统	38
2.1.1 系统介绍	38
2.1.2 FANUC 0C 系统的基本配置	38
2.1.3 FANUC 0C 数控系统硬件的连接	42

2.1.4 FANUC 0C 数控系统报警与故障诊断	44
2.2 FANUC 0iC 数控系统	45
2.2.1 FANUC 0iC 数控系统的基本构成	45
2.2.2 FANUC 0iC 数控系统的内部连接	50
2.2.3 FANUC 0iC 数控系统报警与故障诊断	51
第3章 数控系统故障的维修	54
3.1 数控系统软故障的维修	54
3.2 数控系统硬件故障的维修	70
3.3 数控系统自动断电故障的维修	92
3.4 数控系统不能启动故障的维修	96
3.5 数控系统报警故障的维修	98
第4章 数控机床机床侧故障的维修	109
4.1 数控机床与 PLC 的关系	109
4.1.1 PLC 的概念	109
4.1.2 PLC 与数控系统的连接方式	110
4.2 数控机床机床侧故障报警机理	112
4.2.1 西门子 810T/M 系统机床侧报警的产生机理	113
4.2.2 西门子 840D 系统机床侧报警的产生机理	115
4.2.3 FANUC 0C 系统机床侧报警产生机理	115
4.2.4 FANUC 0iC 系统机床侧 PMC 报警产生机理	118
4.3 数控机床机床侧故障的维修	119
4.3.1 利用报警信息维修机床侧故障	120
4.3.2 利用数控系统 PLC (PMC) 状态显示功能维修机床侧故障	127
4.3.3 利用梯形图维修机床侧故障	135
4.3.4 机床侧无报警时故障的维修	142
4.3.5 利用 PLC (PMC) 梯形图在线监控诊断、维修机床侧故障	147
4.4 数控机床机械故障的维修	157
第5章 数控机床的加工程序与机床数据	163
5.1 数控机床加工程序	163
5.1.1 数控机床加工程序的构成	163
5.1.2 数控机床 G 指令	165
5.1.3 数控机床的 M 指令	166

5.2 数控机床加工程序不执行故障的维修	171
5.2.1 数控机床加工程序不执行的原因分类	171
5.2.2 数控机床加工程序不执行故障的维修实例	172
5.2.3 数控机床关于 M 指令故障的维修	173
5.2.4 机床故障引起数控机床加工程序不执行故障的维修	176
5.3 利用机床数据维修数控机床故障	179
第 6 章 数控机床的进给伺服系统	189
6.1 概述	189
6.1.1 数控机床进给伺服系统的功能与作用	189
6.1.2 数控机床进给伺服系统的构成	189
6.2 西门子 611A 交流进给伺服系统	190
6.2.1 西门子 611A 交流进给伺服系统的构成	190
6.2.2 西门子 611A 进给伺服系统的连接	191
6.2.3 西门子 611A 系列伺服系统的参数设定与调整	196
6.2.4 西门子 611A 系列伺服系统的故障检修	198
6.2.5 西门子 611A 进给伺服系统故障的维修实例	201
6.3 西门子 611D 数字进给伺服系统	206
6.3.1 西门子 611D 数字进给伺服系统的构成	206
6.3.2 西门子 611D 数字伺服系统的电源模块的接口	208
6.3.3 西门子 611D 数字伺服驱动模块的接口	209
6.3.4 西门子 611D 数字进给伺服系统的连接	212
6.3.5 西门子 611D 数字进给伺服系统故障的检修	214
6.3.6 西门子 611D 数字进给伺服系统故障的维修实例	216
6.4 FANUC α 系列交流数字进给伺服系统	224
6.4.1 FANUC α 系列交流数字进给伺服系统的构成	224
6.4.2 FANUC α 系列交流数字进给伺服系统的连接	225
6.4.3 FANUC α 系列交流数字进给伺服系统故障的检修	226
6.4.4 FANUC α 系列交流数字进给伺服系统故障的维修	228
6.5 数控机床进给伺服系统其他故障的维修	231
第 7 章 数控机床参考点与故障维修	240
7.1 数控机床参考点的概念	240
7.2 数控机床返回参考点的方式	240

7.2.1 自动识别返回参考点的方向	240
7.2.2 不自动识别返回参考点方向	242
7.3 数控机床返回参考点的机床数据与信号综述	243
7.3.1 西门子 810T/M 系统与返回参考点相关的机床数据和信号	243
7.3.2 西门子 840D/810D 系统与返回参考点相关的机床数据和信号	244
7.3.3 FANUC 0C 系统返回参考点相关参数与信号	246
7.3.4 FANUC 0iC 系统返回参考点相关参数与信号	247
7.4 数控机床返回参考点故障的维修	248
第 8 章 数控机床的主轴控制系统	259
8.1 数控机床的主轴控制系统	259
8.1.1 数控机床主轴分类	259
8.1.2 数控机床主轴的调速方式	260
8.1.3 数控机床主轴系统的常见故障	260
8.2 西门子 611A 主轴驱动系统	261
8.2.1 西门子 611A 主轴驱动系统的基本构成	261
8.2.2 西门子 611A 主轴驱动系统的连接	262
8.2.3 西门子 611A 主轴驱动系统的报警显示信息	264
8.3 FANUC α 系列主轴驱动系统	265
8.3.1 FANUC α 系列主轴驱动系统的构成	265
8.3.2 FANUC α 系列主轴控制系统的报警显示信息	265
8.4 数控机床主轴系统故障的维修	269
参考文献	287

第 1 章

西门子数控系统

1.1 西门子 810T/M 数控系统

1.1.1 系统简介

西门子 810T/M 系统是德国西门子公司 20 世纪 80 年代中期推出的中档数控系统。其后的十几年中，西门子公司相继推出的 810T/M 系列产品有 GA1、GA2、GA3 三种型号，表 1-1 为西门子 810T/M 系统三种型号的区别。西门子 810T/M 系统功能强，使用方便，硬件采用模块化结构，系统便于维修，并且体积小，整体体积仅与一台 14 in[⊖]电视机相当。由于西门子 810T/M 系统功能强大、构成简单，因此得到了广泛应用。图 1-1 所示是带有集成面板的西门子 810M 系统的正面图片。

表 1-1 西门子 810T/M 系统三种型号的区别

系统\功能	种 类	控制轴数	联动轴数	PLC扩展	NC存储器容量
810 (GA1)	T, M	3	2~3	小型EU	32KB
810 (GA2)	T, M, G	4	3	小型EU	64KB
810 (GA3)	T, M, G, N	5	3	大型EU	128KB



图 1-1 西门子 810M 系统显示器与操作面板图片

⊖ 1in=0.0254m。

西门子 810T/M 系统按功能又可分为车床用的 810T 系统,铣床及加工中心用的 810M 系统,磨床用的 810G 系统以及冲床用的 810N 系统等。

西门子 810T/M 系统具有如下特点:

1) 主 CPU 采用 80186 通道式结构的 CNC 装置,有主通道和辅助通道,两个通道以同一方式工作,通道由 PLC 控制同步。

2) 可控制 2~5 个坐标轴,实现 3 轴插补联动,基本插补功能有:任意两坐标的直线和圆弧插补,任意三坐标的螺旋线和直线插补。插补范围为 $\pm 99\text{m}$ 。

3) 可通过屏幕对话、图形功能、5 个软键和软键菜单进行操作和加工程序编制;又可以用图形模拟来调试程序,直接在数控系统上完成全部加工程序的编制;还可采用极坐标编程、圆弧半径直接编程以及轮廓描述编程(蓝图编程)。

4) 诊断功能完善,系统有内部安全监控、轮廓监控、主轴监控和接口诊断等功能模块。在屏幕上除了显示数据外,还显示系统报警、PLC 报警和 PLC 操作信息,以及 PLC 输入、输出、标志位等的实时状态。

5) 采用系统集成式 PLC,没有单独 PLC 的 CPU 模块,简化了系统。PLC 最大 128 点输入/64 点输出,用户程序容量为 12KB。小型扩展控制箱(EU)可安装 SINUMERIK I/O 模块,也可选用 SIMATIC U 系列模块和 WF725/WF726 定位模块。

6) 在自动加工的同时,可以输入程序以缩短停机时间。数据和程序的输入输出可通过两个 RS232C(V24)接口或 20mA 电流环(TTY)接口来进行。

1.1.2 西门子 810T/M 系统的控制结构

西门子 810T/M 系统控制结构框图如图 1-2 所示。NC 执行加工程序,控制伺服轴的运行,并通过接口与 PLC 交换信息;PLC 执行 STEP5 用户程序,通过接口控制机床动作,并检测到位信号,实时与 NC 交换信息。

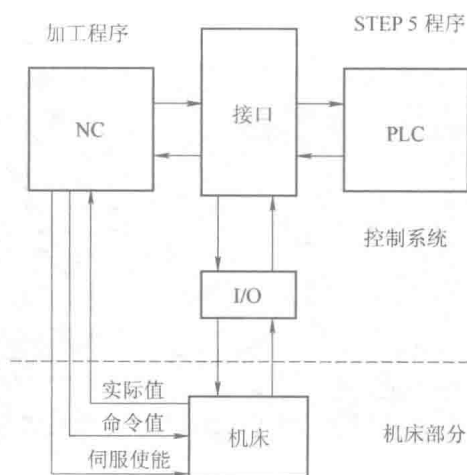


图 1-2 西门子 810T/M 系统控制结构框图

1.1.3 西门子 810T/M 数控系统硬件的基本构成

西门子 810T/M 系统的硬件采用模块化结构，主要由 CPU 模块、位置控制模块、系统程序存储器模块、文字处理模块、接口模块、电源模块、CRT 显示器及操作面板等组成。

西门子 810T/M 系统的硬件结构紧凑，整体体积仅与一台 14 in 电视机相当。图 1-3 所示是带有集成面板的西门子 810M 系统面板的正面实物图片，图 1-4 所示为该系统的背面实物图片。

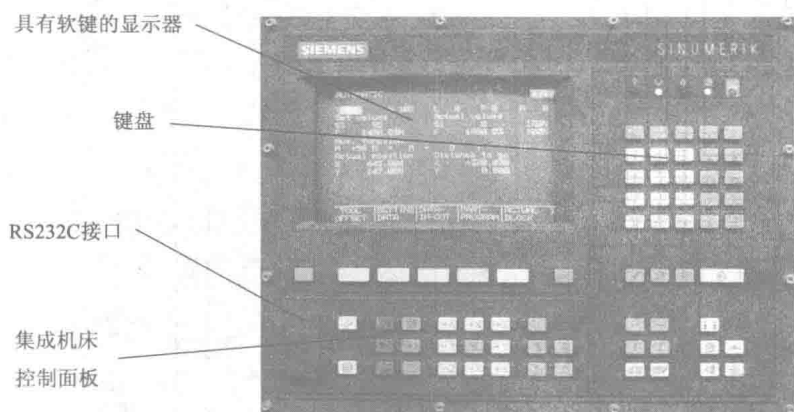


图 1-3 带有集成面板的西门子 810M 系统的面板正面实物图片

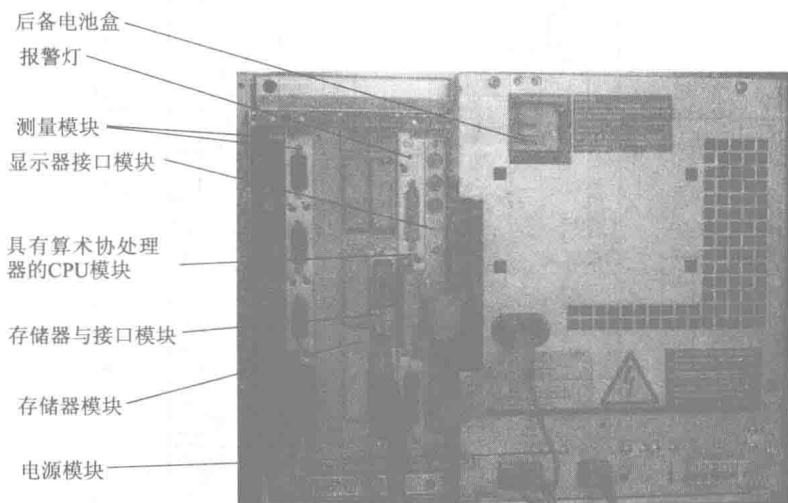


图 1-4 西门子 810T/M 系统背面实物图片

西门子 810T/M 系统主要部件原理连接框图如图 1-5 所示，系统主要硬件构成模块如下：

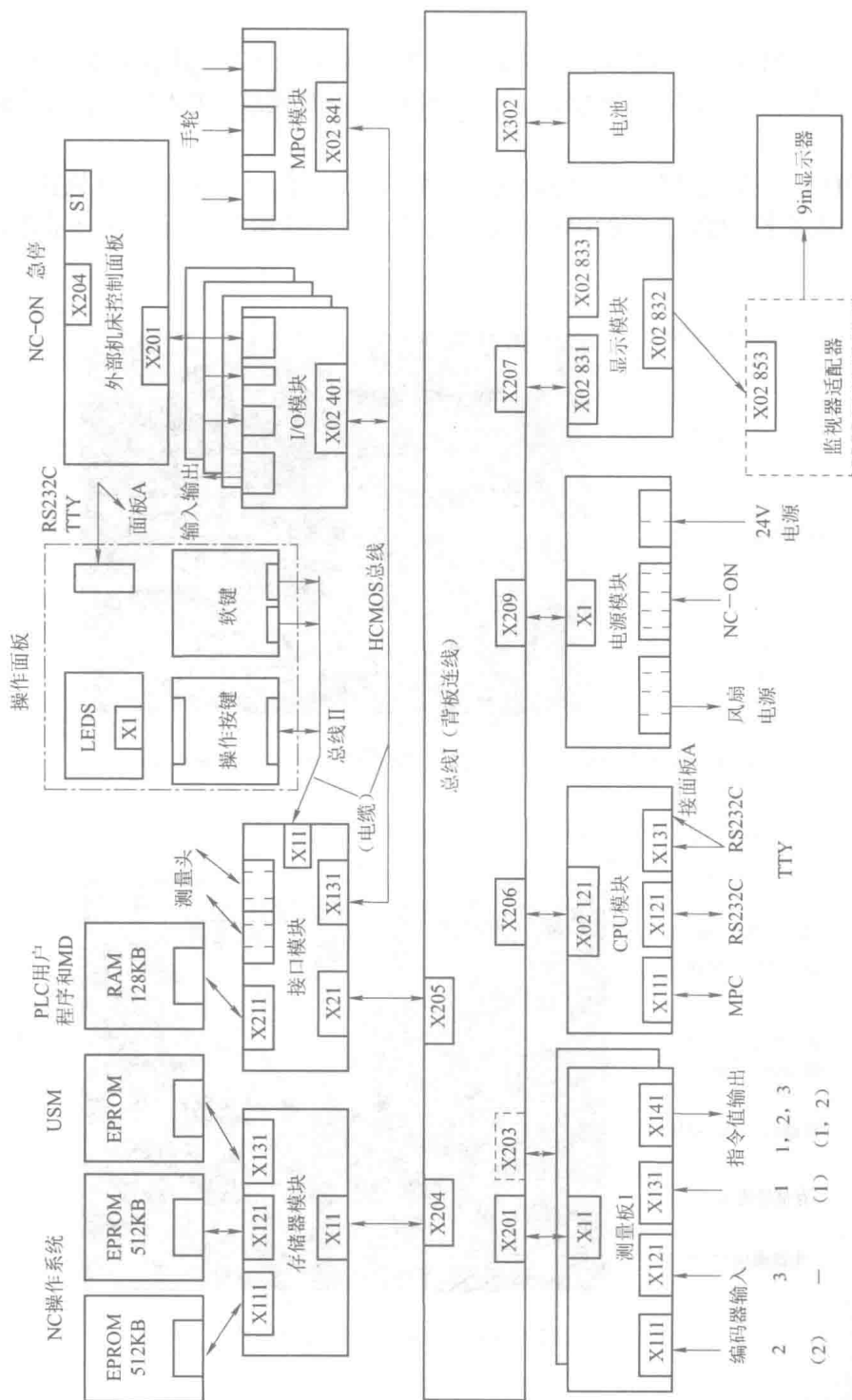


图 1-5 西门子 810T/M 系统主要部件原理连接框图

1. 带协处理器的 CPU 模块

带协处理器的 CPU 模块（6FX1138-5BB××）是数控系统的核心。该模块主要包括 NC 和 PLC 共用的 CPU、实际值寄存器、工件程序存储器、引导指令输入器（启动芯片）以及两个串行通信接口。系统只有一个中央处理器（INTEL 80186），为 NC 和 PLC 所共用，既节约了制造成本，又简化了系统结构。

该模块带有一个报警指示灯和 X111、X121、X131 三个接口。其中，X111 为 PLC 输入输出扩展接口，通过 EU 模块与 PLC 的输入输出模块相连；X121 为串口一，通过电缆连接到面板上；X131 为串口二。图 1-6 所示是西门子 810T/M 系统 GA3 系列 CPU 模块 6FX1138-5BB04 的实物图。图 1-7 所示是西门子 810T/M 系统 GA2 系列 CPU 模块 6FX1132-8BB01 的实物图。

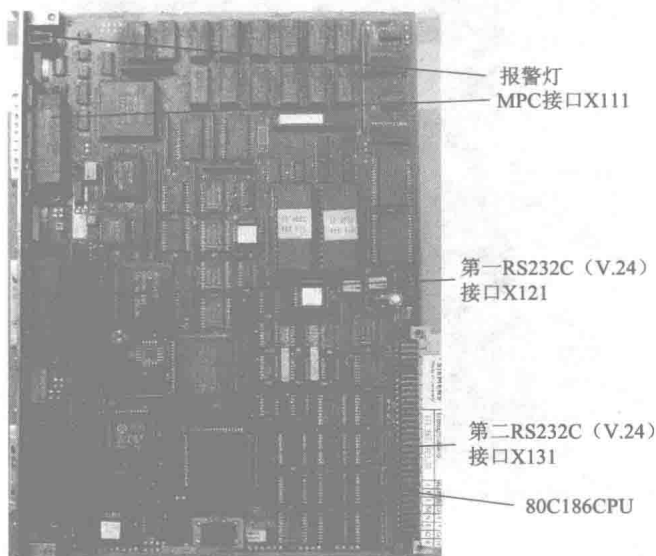


图 1-6 西门子 810T/M 系统 GA3 系列 CPU 模块 6FX1138-5BB04

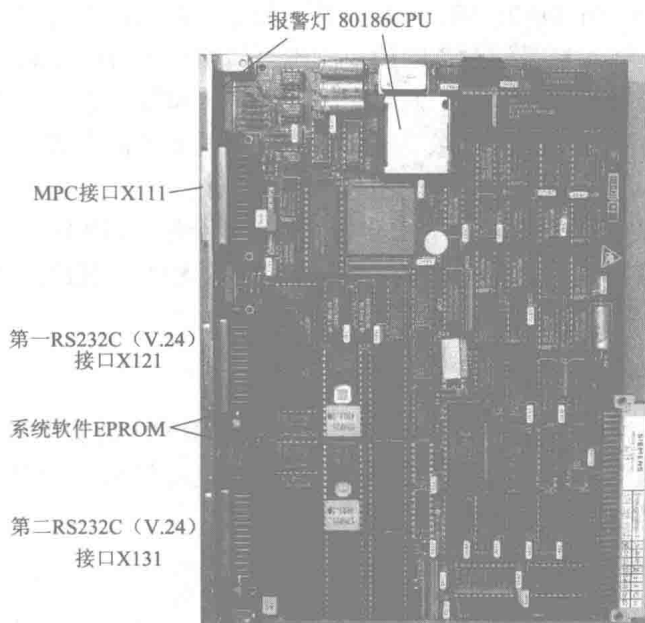


图 1-7 西门子 810T/M 系统 GA2 系列 CPU 模块 6FX1132-8BB01

2. 系统存储器模块

系统存储器模块（6FX1120-7BA××或 6FX1128-1BA××）的主要功能是插接系统存储器子模块（EPROM）。该模块可插接机床预先存储内容的 UMS EPROM 子模块。6FX1128-1BAXX 模块还可带有 32KB 静态随机存储器（SRAM）作为工件程序存储器的扩展。图 1-8 所示为存储器模块 6FX1128-1BA00 的实物图，插槽 1 和插槽 2 可以不插子模块，插槽 3 插 UMS 子模块。

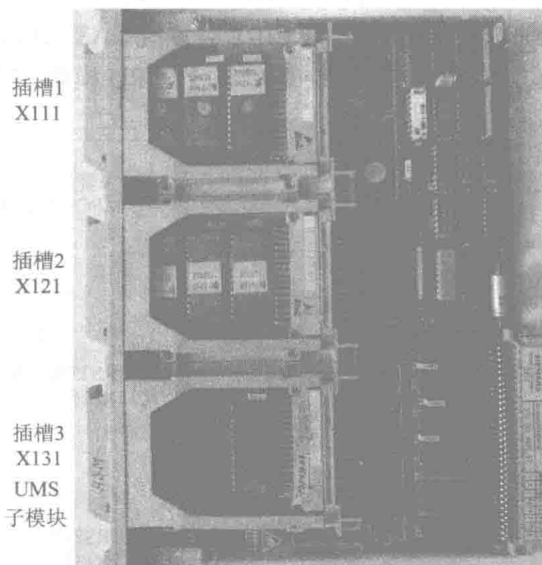


图 1-8 西门子 810T/M 系统存储器模块 6FX1128-1BA00

3. 位置测量控制模块

位置测量控制模块（6FX1121-4BA××）是数控系统对机床的进给轴和主轴实现位置反馈闭环控制的接口。它将数控系统对各轴的控制指令模拟量（-10~10V，2mA）及相应轴的调节释放信号送到对应的伺服单元，同时对每个控制轴的位置反馈信号进行拾取、监控、计数和缓冲，通过总线送到 CPU 模块的实际值寄存器。系统要求的位置反馈元件是数字式的增量位移传感器，通常为脉冲编码器或者光栅尺。

一个测量模块可以控制 3 个伺服回路，该模块共有 4 个接口，图 1-9 所示是西门子 810T/M 系统位置测量控制模块 6FX1121-4BA01 的实物图，接口 X111、X121、X131 连接 3 路位置反馈信号，接口 X141 发出 3 路指令信号和使能信号。

4. 存储器与 PLC 接口模块（6FX1121-2BA××）

如图 1-10 所示为存储器与 PLC 接口模块 6FX1121-4BA03 的实物图，该模块上面的插槽可以插接系统存储器模块，接口 X111 可以连接两路快速测量头，X131 接口可以连接 PLC 输入输出接口模块或者手轮控制模块。

5. 文字、图形处理器模块

文字、图形处理器模块（6FX1126-1AA××）的主要功能是进行文字和图形的显示处理，

输出高分辨率的隔行扫描信号，提供给 CRT 显示器的适配单元，实物图如图 1-11 所示。

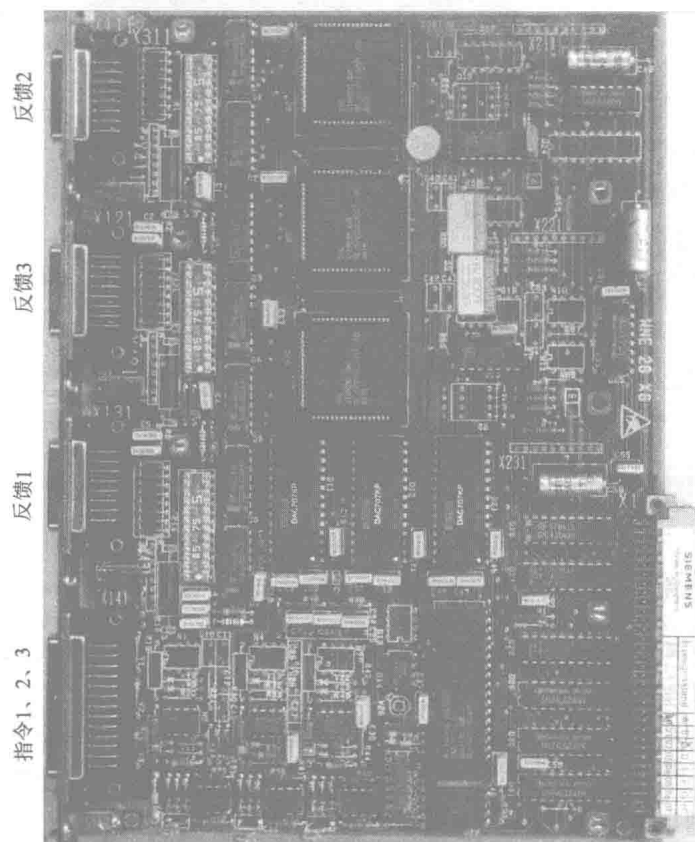


图 1-9 西门子 810T/M 系统位置测量控制模块 6FX1121-4BA01

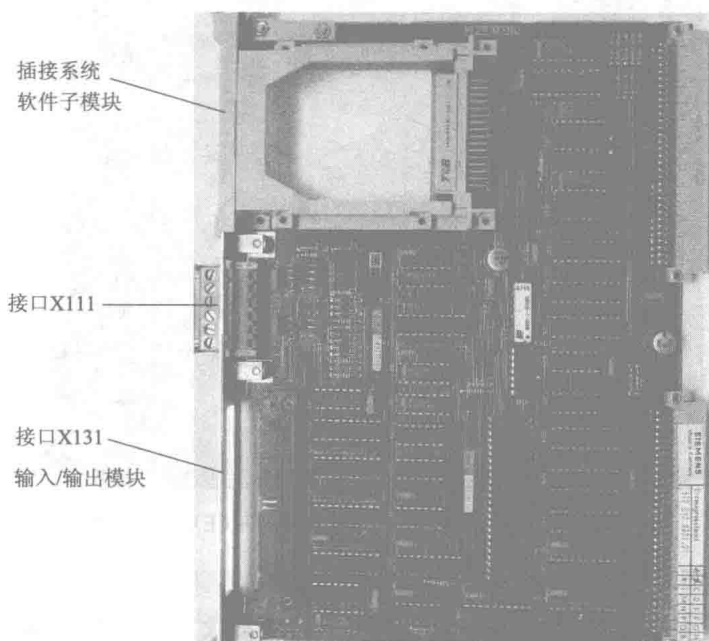


图 1-10 西门子 810T/M 系统存储器与 PLC 接口模块 6FX1121-4BA03

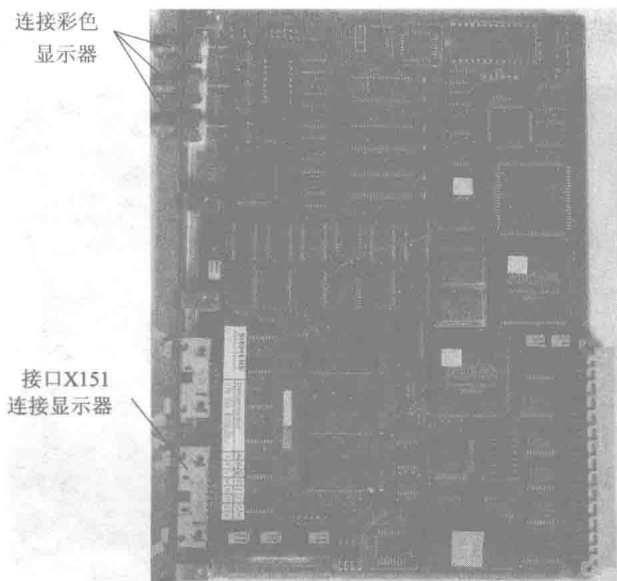


图 1-11 文字、图形处理器模块（显示器接口模块）

6. 电源模块

电源模块（6EV3055-0AC/0BC/0DC）包括电源启动逻辑控制、输入滤波、开关式稳压电源（24V/5V）及风扇监控等。

西门子 810T/M 系统电源模块要求输入电源为 DC24V，可通过使能端子控制电源启动工作。图 1-12 所示是西门子 810T/M 系统电源模块 6EV3055-0DC 的实物图，如果将电源模块的使能端子短接，通以 24V 直流电压后，电源模块就可以直接启动工作。

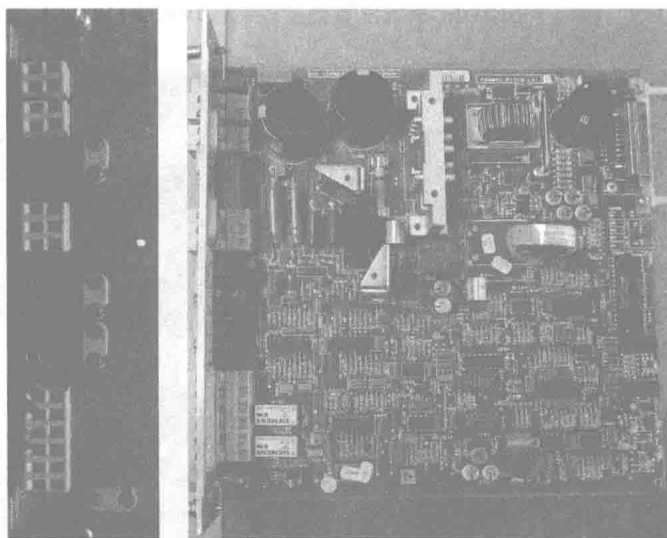


图 1-12 西门子 810T/M 系统电源模块 6EV3055-0DC

7. 监视器控制单元

监视器控制单元是监视器的一部分，通过接口连接到文字图形处理器模块，其上的电位器可调节监视器的亮度、对比度、聚焦等参数。

8. 监视器

西门子 810T/M 系统一般采用 9in 单色显示器，用于实现人机会话。

9. I/O 子模块

I/O 子模块 (6FX1124-6AA××) 主要作为 PLC 的输入/输出开关量接口，可连接多点接口信号，如 6FX1124-6AA01 可连接 64 路的 24V 输入信号，24 路 DC24V、400mA 的输出信号，这些信号短路时分别有 3 个 LED 指示短路报警，报警的输出位地址见表 1-2。另外还有 8 路 DC24V、100mA 的输出信号，这 8 路输出信号没有短路保护。图 1-13 所示是西门子 810T/M 系统模块 6FX1124-6AA01 的示意图，通过开关 S1、S2 设定模块地址（参见图 1-14），地址设定见表 1-3。

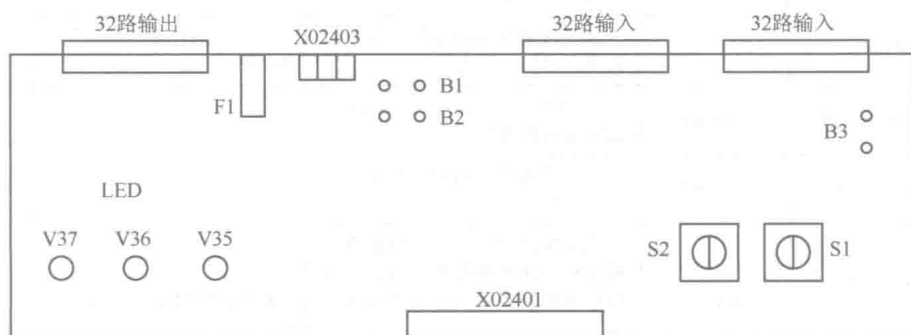


图 1-13 西门子 810T/M 系统 PLC I/O 模块 6FX1124-6AA01 的示意图

表 1-2 西门子 810T/M 系统 I/O 模块 LED 与输出位对应表

红色LED	V37	V36	V35	无LED
第一模块	QB0	QB1	QB2	QB3
第二模块	QB4	QB5	QB6	QB7
第三模块	QB8	QB9	QB10	QB11
第四模块	QB12	QB13	QB14	QB15
最大电流	400mA	400mA	400mA	100mA

表 1-3 开关 S1/S2 的地址设定

	第一模块	第二模块	第三模块	第四模块
S1	0	1	2	3
S2	0	1	2	3

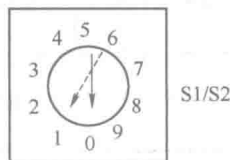


图 1-14 PLC 接口模块 S1/S2 开关图

1.1.4 西门子 810T/M 数控系统软件的基本构成

使用西门子 810T/M 系统的数控机床软件可分为启动软件、NC 和 PLC 系统软件、PLC 用户软件、机床数据、参数设置文件、工件程序等，详见表 1-4。其中，Ⅱ、Ⅲ类程序、数据是针对具体机床的，存储在 NC 系统的随机存储器中，这些存储器在机床断电时是受