

数控系统调整 与维修实训

王兹宜 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书由上海汽车工业教育基金资助出版

数控系统调整与维修实训

王兹宜 编著



机械工业出版社

本书内容由“西门子篇”和“发那科篇”两部分组成。“西门子篇”以西门子的 840D 和 810D 系统为代表,内容包括:西门子数控系统的概述、系统硬件连接及故障诊断、机床参数及调整、西门子 S7-300 PLC 及 STEP7 的诊断和数控机床基本功能分析及维修等;而“发那科篇”则以发那科的 0i 和 2i 系统为代表,内容包括:发那科系统的概述、系统的硬件连接、机床参数及调整、发那科可编程机床控制器和数控系统的维修等。每章后面都有大量的实训思考题、实训实验题和实训考核题;每篇结束还有期末实训考试题。通过对本书的学习和实训,使学员能诊断、排除数控机床的故障。

本书可供数控技术专业高级工、技师、高级技师以及从事数控调整与维修的人员阅读。也可作为高职高专学校数控专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控系统调整与维修实训/王兹宜编著. —北京:机械工业出版社, 2008.8

ISBN 978-7-111-24769-2

I. 数… II. 王… III. ①数控机床-数控系统-调试②数控机床-数控系统-维修 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 115918 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:孔 劲 责任编辑:吕德齐 版式设计:霍永明

责任校对:申春香 封面设计:王伟光 责任印制:邓 博

北京四季青印刷厂印刷(三河市兴旺装订厂装订)

2008 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.75 印张·437 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-24769-2

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379772

封面无防伪标均为盗版

前言

本书由“西门子篇”和“发那科篇”两部分组成,“西门子篇”以西门子的 840D 和 810D 系统为代表,内容包括:西门子数控系统的概述、系统硬件连接及故障诊断、机床参数及调整、西门子 S7-300PLC 及 STEP7 的诊断和数控机床基本功能分析及维修;而“发那科篇”则以发那科 Oi 和 21i 系统为代表,内容包括:发那科系统的概述、系统的硬件连接、机床参数及调整、发那科可编程机床控制器和数控系统的维修。全书每章后面都有大量的实训思考题、实训实验题和实训考核题,每部分结束都有 A、B、C 三套实训考试题。通过本课程的学习和实训,使学生能通过数控机床面板上的菜单、各模块上的指示灯、PLC 或 PMC 程序及报警号的综合分析,并结合对数控机床的基本功能的掌握来诊断数控机床的故障,而且能通过机床参数的重新设置来调整和排除相关的故障,以达到基础的维修目的;同时,也可很好地锻炼学员的实践动手和解决问题的能力;还可以通过考核题和考试题来检查教学效果。

数控机床在我国以至全世界都有广泛的应用。数控系统是数控机床的核心,目前国内数控系统主要采用西门子和发那科两家公司的产品。现实生产中,生产单位现场数控机床的调整和维修问题十分频繁,而数控机床由于调整和维修问题而带来的维修费用和停产损失一直是生产单位十分头痛和无法承受的大问题,生产单位迫切希望培训单位能积极地帮助解决该问题。数控的培训包括操作、编程、调整和维修,前两部分主要是对工人的培训,后两部分主要是对高级工和工程技术人员的培训。本书主要针对的是后者,适用的对象包括大、专院校数控技术专业师生,数控技术专业高级工、技师和高级技师;机加工生产操作调整技师(汽车行业特有工种);从事数控调整与维修岗位的工程技术人员;数控调整与维修竞赛赛前培训人员。

本书的实训内容考虑到安全性和可操作性,是围绕西门子数控系统教学模拟机和发那科数控系统教学模拟机编写的。

书中的第 1 篇第 4 章由谢爱琴和王发华编写,第 2 篇第 9 章由林燕玲、谢尔舫编写,全书由王兹宜主编。在编写过程中,负责书中文字和图表工作的编辑,提出了许多宝贵的意见,作出了辛勤的努力,在此深表感谢!

由于编者的水平和经验有限,教材中难免有不当之处,请读者批评指正,来信可寄邮箱:Wangziyixxx@Sina.com。

目 录

前言

第 1 篇 西门子篇

第 1 章 系统概述	3
1.1 操作面板和机床控制面板	3
1.2 面板操作键简介	4
1.3 屏幕的分布	9
1.4 菜单简介	10
实训	14
第 2 章 系统硬件连接及故障诊断	17
2.1 电源模块	17
2.2 NCU 模块	21
2.3 驱动模块	25
2.4 MMC103 和 MCP	26
2.5 OPI 和 MPI 通信	29
2.6 面板控制单元和操作面板	31
2.7 伺服电动机和直线电动机	32
2.8 系统硬件故障分析	34
2.9 典型的系统连接	35
实训	38
第 3 章 机床参数及调整	40
3.1 区域和分类	41
3.2 机床参数的分析	42
3.3 机床参数的处理	45
3.4 重要的机床参数	48
3.5 驱动和电动机的机床参数的特殊 处理	51

实训	53
第 4 章 西门子 S7-300 PLC 和 Step7 的 诊断功能	55
4.1 S7-300 系统组成	55
4.2 Step 7 的基本指令	59
4.3 Step 7 的功能指令	67
4.4 Step 7 的程序转移指令	73
4.5 Step 7 程序的模块化和结构化	75
4.6 Step 7 的诊断功能	77
4.7 PLC 的备份和恢复	80
实训	81
第 5 章 数控机床的基本功能 分析及维修	85
5.1 机床轴的基本配置	85
5.2 机床 MCP、PLC、NCK 和 MMC 的 通信	90
5.3 机床回参考点和急停	94
5.4 机床精度匹配	97
5.5 机床数据的备份和恢复	99
5.6 机床轴的位置和速度方向监控	104
5.7 机床 PLC 用户报警文本的制作	106
实训	110
期末实训考试题	113

第 2 篇 发那科篇

第 6 章 系统概述	120
6.1 手动数据输入面板	120
6.2 系统操作一览表	123
6.3 与系统维修有关的操作区域	128
实训	134
第 7 章 系统的硬件连接	135
7.1 Oi-M 硬件概述	137

7.2 控制单元	138
7.3 系统的 I/O	144
7.4 发那科电动机和编码器	151
7.5 供电、急停和制动电路	152
7.6 21 i-M 的硬件连接	154
实训	160
第 8 章 机床参数及调整	161

8.1 机床参数的操作	162	实训	216
8.2 机床参数的设置和调整	167	第 10 章 数控系统的维修	219
8.3 回零的机床参数设置和调整	178	10.1 系统的备份和恢复功能	219
实训	180	10.2 系统提供的故障分析功能	223
第 9 章 发那科可编程机床控制器	182	10.3 各模块的 LED 显示功能	235
9.1 概述	182	实训	245
9.2 PMC 的操作	186	期末实训考试题	248
9.3 PMC 的常用指令	190	附录	251
9.4 CNC 和 PMC 的接口信号	203	附录 A 840D PLC 程序	251
9.5 PMC 主要画面介绍	206	附录 B PMC 程序	255
9.6 PMC 的以太网通信	214		

第1篇 西门子篇

现代西门子数控系统具有代表性的产品是 802D、810D 和 840D。

Sinumerik 802D 是具有高性价比的全数字数控系统，它把 CNC（计算机数字控制）、PLC（可编程序控制器）、HMI（人机界面）和通信任务都综合在单个组件的超薄控制面板 PCU（面板控制单元）内，显示器采用 TFT（薄膜工艺）的液晶屏，并配有 PCMCIA（个人计算机存储卡国际协会）存储卡接口和 PP72/48 的 I/O 接口，驱动采用了 Simodrive 611UE 的数字伺服系统，相互的通信使用了工业现场总线（Profibus）技术。Sinumerik 802D 采用数字方式可以最多控制 4 个进给轴和 1 个主轴或 3 个进给轴、1 个主轴、一个辅助主轴（C 轴）及 1 个通道。作为一个选件，主轴也能够通过一个模拟接口连接变频器控制的交流电动机。802D 是西门子经济型 CNC 系统 802S/802C 的换代产品。

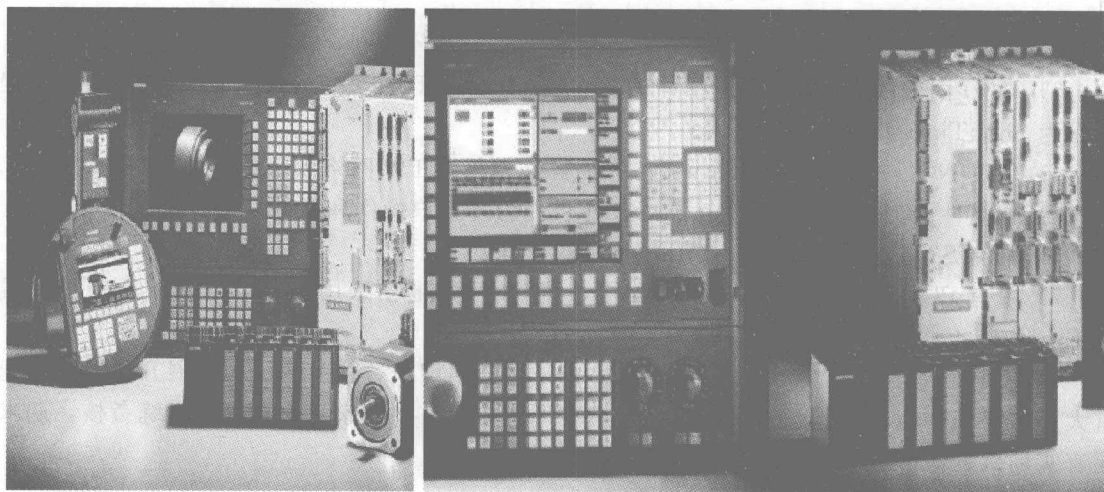


图 1 西门子 840D 和 810D 数控系统

Sinumerik 810D 把 CNC、PLC 的控制和通信任务以及 3 轴集成数字驱动综合在一块 CCU（紧凑控制单元）模块中。最新的 Sinumerik 810D 强力线的 CCU3 最多可以控制 6 个轴，其中 2 个主轴。工作方式组为一个，通道最多 2 个。内置高性能的 S7-300 的 PLC 进行顺序控制，I/O 模块可扩展到 384 个数字的输入/输出。CCU3 从软件版本 6 以上开始，和 Sinumerik 840D 同步，可以用于西门子工业现场总线。810D 是西门子中档数控系统 810M/810T 的换代产品。

Sinumerik 840D 控制采用 32 位的微处理器，实现 CNC 连续轨迹控制，将 CNC、PLC 控制和通信工作集成在 NCU（数控单元）模块中。Sinumerik 840D 最多提供 10 个工作方式组、10 个通道、31 个轴，以及 5 轴加工的软件包。PLC 控制也采用功能强大的 S7-300，并兼容 CPU315-2DP，I/O 模块可扩展到 2048 个数字输入/输出，经 Profibus-DP 连接分布式机床的输入输出。840D 是西门子高档的数控产品，也是高档 840C 的换代产品。

840D/810D 的操作部件可使用原来的 MMC103, 这是一个带标准硬盘, 装有 MS-WINDOWS 操作系统, 具有 2 个 RS232C (V24) 通信口、键盘接口、多点接口、打印接口、视频接口、软驱和 PCI/ISA 适配器的人机通信界面 (MMC, Machine Communication)。

配合新的 Sinumerik 840D Powerline 的推出, 西门子已使用新的 OP (操作面板) 配置新的 PCU, 取代了原来的 MMC, 并配有网口, 实现网络功能。

840D 和 810D, 在硬件上有所不同, 但差别不很大; 在软件方面, 即机床参数设置和 PLC 程序以及面板操作和菜单都较相似, 而且又分属于西门子数控的高、中档产品, 很具有代表性, 因此本篇将以这两种系统为例, 介绍其面板的操作和菜单、硬件连接与故障、机床参数与调整、PLC 程序与诊断, 以及数控机床基本功能与维修, 以帮助读者掌握其性能, 以达到能够操作、诊断、排除故障和维修的基本目的。

西门子在 2005 年推出了欧洲版的 Sinumerik solution line 新的数控系统, 它包括: Sinumerik 802D sl、840Di sl 和 840D sl 系统。这些系统具有如下的创新:

- 1) 具有 SINAMICS S120 格式的 NCU 710/NCU 720/NCU 730, DRIVE-CLiQ 驱动接口。
- 2) 集成在 NCU 中达 6 轴的驱动控制。
- 3) HMI 内嵌的或集成在 NCU 中的 ShopMill/ShopTurn 编程, 其中 ManualTurn 编程可作为 ShopTurn 编程的一个选项。
- 4) 每个 NCU 中有一个 Ethernet 口作为操作面板, 工厂网络和服务使用。
- 5) 在高性能的 PCU 中有 2 个 Ethernet 口作为多用户操作和网络之用。
- 6) 具有 SW 选项的 “License Key” (授权管理)。
- 7) 带有 PCU 或 TCU 的 OP 操作面板, 与 NCU 的通信采用了 Profibus 工业现场总线或 Ethernet 工业以太网。

考虑到安全和可操作性, 本篇的实训内容是围绕西门子数控教学模拟机展开的。后面配有大量的实训题和思考题, 而且每章都附有实训考核题, 供大家消化理解和训练考核, 期末还有实训试题, 可检查自己的学习效果。

第1章 系统概述

学习目标

- 1) 熟悉面板上各键的作用。
- 2) 了解 Machine、Parameter 和 Program 三个主菜单。
- 3) 掌握 Service、Diagnosis、Start _ UP 三个主菜单的使用。

内容提要

- 1) 操作面板和机床控制面板。
- 2) 面板操作键简介。
- 3) 屏幕的分布。
- 4) 菜单简介。
- 5) 实训。

1.1 操作面板和机床控制面板

840D 和 810D 通过电脑数字控制系统的操作面板和机床控制面板，可以开发、修改和执行零件程序，进行手动控制、零件程序和数据的输入和输出，编辑程序和机床的数据，报警和服务的显示。

下面以 OP031 操作面板为例来说明它的结构，如图 1.1 所示。

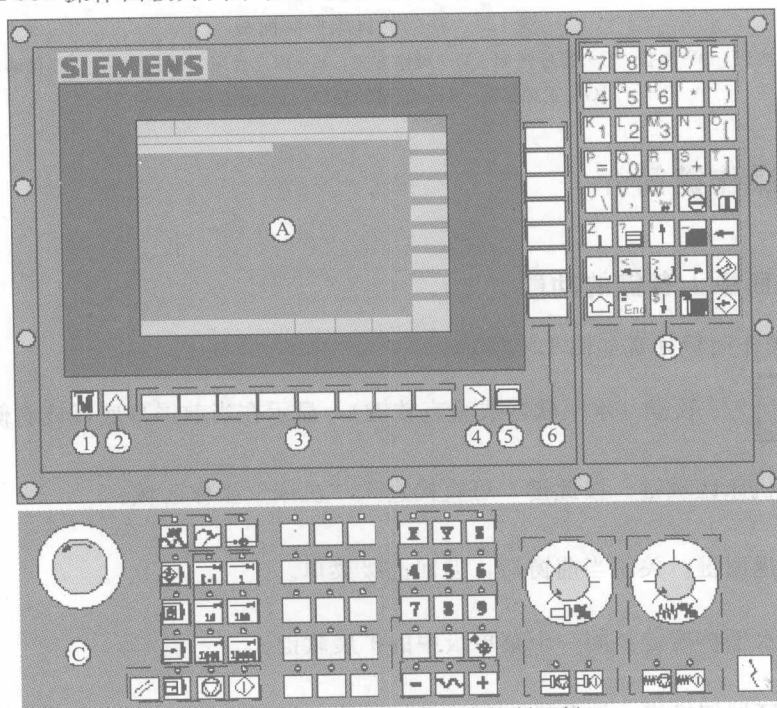


图 1.1 操作面板和机床控制面板

A—显示区 B—字母/数值键、编辑键和光标 C—机床控制面板

1—机床区域键 2—返回键 3—水平软键 4—菜单扩展键 5—区域切换键 6—垂直软键

机床控制面板的作用是控制机床的运动，可以使用西门子的标准机床控制面板，也可使用机床生产厂配置的机床控制面板。机床控制面板又简称 MCP (Machine Control Panel)，图 1.2、图 1.3 分别是西门子标准的车床和铣床的机床控制面板。

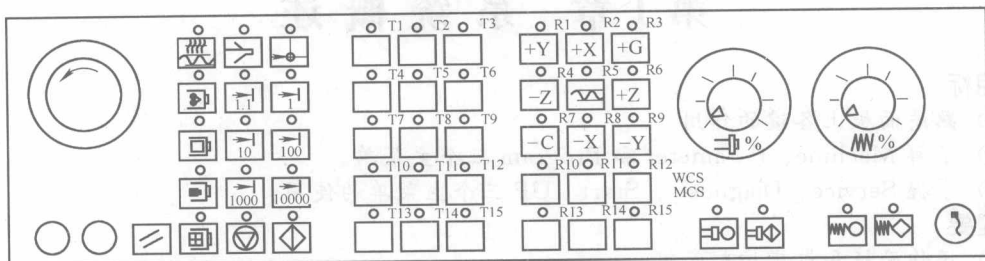


图 1.2 车床的机床控制面板

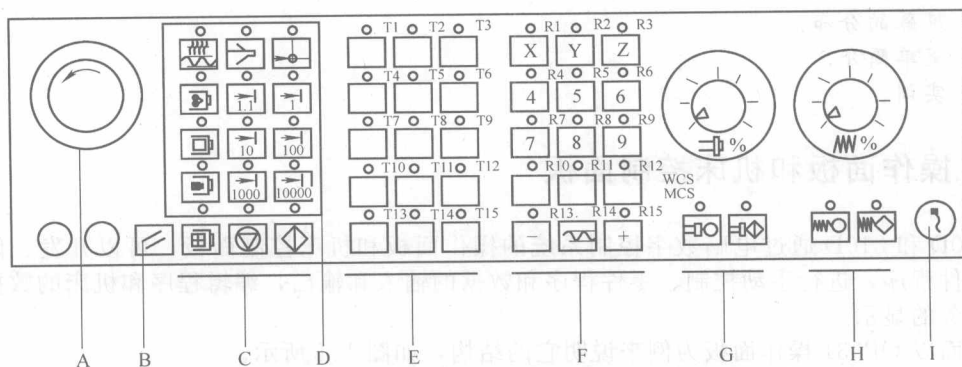


图 1.3 铣床的机床控制面板

A—急停按钮 B—复位 C—程序控制 D—操作方式 E—用户自定义键 F—带快速移动的方向键
G—主轴控制 H—进给轴控制 I—钥匙开关

1.2 面板操作键简介

1.2.1 操作面板上各键的功能

OP010C 操作面板外观如图 1.4 所示。



——软键（水平软键或垂直软键），显示在当前屏幕底行或右侧。



——机床区域键。按此键，可直接进入“机床”操作区域。



——返回键。关闭当前窗口，返回上级菜单。



——水平扩展键。同一个菜单级中的扩展软键。



——区域切换键。按此键，可从任何操作区域返回到主菜单。主菜单包括：机床、参数、程序、服务、诊断和启动。

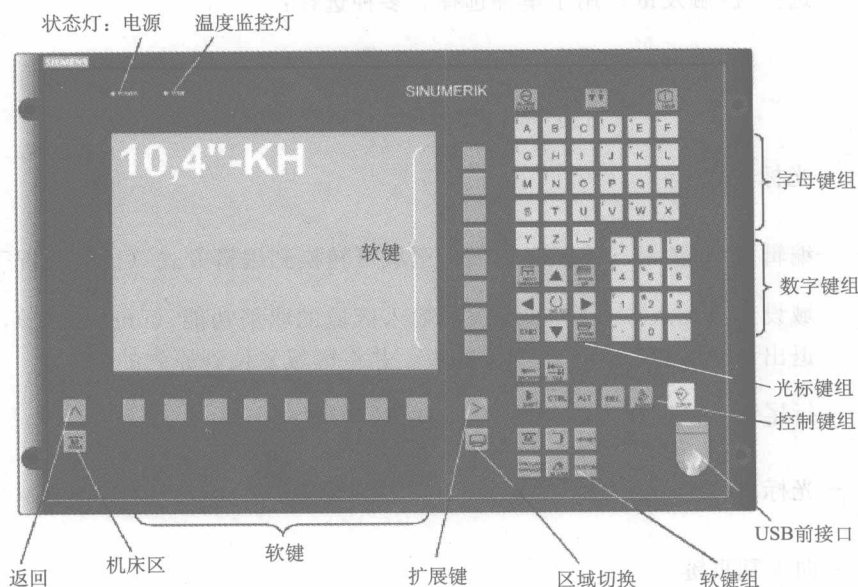


图 1.4 OP010C 操作面板外观



——上移键。具有两种功能：①按一次上移键：当按下字符键时，该键上行的字符（除光标键外）就被输出，因此又称“一次移动”。②按两次上移键，能连续输出字符键上的字符，因此称“永久移动”。



——通道切换键。如果同时有几个通道，则可在它们之间切换。



——报警确认键。



——帮助键。按下此键，显示与当前状态有关的帮助信息及文本（如交互式编程、诊断、PLC、报警信息）。诊断行中显示的“i”，说明该功能有效。



——窗口选择键。若屏幕上显示多个窗口，使用该键可以激活下一个窗口（该窗口边框发亮），键盘输入只能在激活窗口内进行。



——光标上移键。



——向下翻页键。用此键，可逐页快速浏览窗口内的信息。



——退格（删除）键，从右向左删除字符。



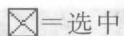
——空格键。



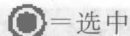
——光标左移键。



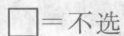
——选择键/触发键。用于单种选择、多种选择：



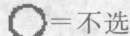
=选中



=选中



=不选



=不选



——光标右移键。



——编辑键/取消键。①图表和输入区域可转换到编辑方式（这种情况下，输入区域设置为插入方式）。②图表和输入区域的取消功能（undo 功能），当用此键退出一个区域时，不保存该数值，并将区域复位到原先的值。



——行尾键。该键把光标移动到输入区域的行尾。



——光标下移键。



——向上翻页键。



——输入键：①接受一个被编辑的值；②打开/关闭一个目录；③打开文件。

1.2.2 机床控制面板各键的功能

1. 急停



——急停按钮。紧急状态下（如危害人身安全、损害机床、刀具、工件时），按下红色按钮，急停功能会用最大的制动力矩停止驱动系统。

2. 操作方式



——点动操作方式（JOG）：通过以下的方法执行轴运动：①使用方向键使轴点动或连续移动；②使用方向键或手轮使轴步进移动；③回零。



——手动数据输入方式（MDA, Manual Data Input）：通过一个或几个程序段控制机床，这些程序段由操作面板输入。



——自动方式（Auto）：自动执行程序。

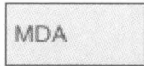


——可变进给增量（用户自己定义增量）（INC VAR），增量在“INC”中设置。

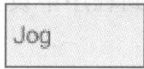


——固定进给增量（INC）：以固定的步长进给：1，10，100，1000，10000。

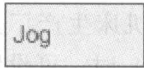
3. 机床功能



示教 (Teach In): 在 MDA 方式下, 用交互的方式建立程序。



重新定位 (REPOS): 在 JOG 方式下, 重新接近程序暂停时的轮廓。又称断点返回。



回参考点 (REF Point): 在 JOG 方式下, 回到参考点, 又称回零。

4. 进给控制



进给倍率开关, 从 0% 到 120%, 共 23 档。



进给停止 (Feed Stop) (红色按钮), 按后, 停止轴的移动, 按钮上面的 LED 灯亮。



进给启动 (Feed Start) (绿色按钮), 按后, 进给速率增加到程序中设置的值, 按钮上面的 LED 灯亮。



车床轴的选择键, 带“+”的是该轴要移动的正方向, 带“-”的则是负方向。



铣床轴的选择键。



正方向选择键。



负方向选择键。

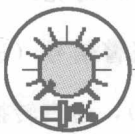


快速移动键 (Rapid), 按下这个键, 再结合“+”或“-”方向键, 使选择的轴快速移动。



机床坐标 (MCS) 和工件坐标 (WCS) 切换键, 可以在机床控制面板上按此键进行坐标切换, 也可在机床操作区域 (Machine) 使用相应的垂直软键执行。

5. 主轴控制



主轴倍率开关。



主轴停止 (Spindle Stop) (红色按钮), 按后, 主轴停止, 按钮上的 LED

灯亮。



——主轴启动 (Spindle Start) (绿色按钮), 按后, 主轴转速增加到程序中设置的值, 同时按钮上的 LED 灯亮。

6. 钥匙开关

机床控制面板的钥匙开关有 4 档位置, 分别执行 4~7 级的保护功能。机床生产厂家将开关的不同位置分配不同的功能, 在使用机床数据 (Machine Data 简称 MD) 时, 可设置对程序、数据和功能的存取权限, 以适应用户的需要。



0 位置

无钥匙

保护级 7



1 位置,

钥匙 1, 黑色

保护级 6



2 位置

钥匙 2, 绿色

保护级 5



3 位置

钥匙 3, 红色

保护级 4

最低存取权限

最高存取权限

在改变了授权后 (例如改变了钥匙开关的位置), 屏幕不会自动更新, 仅在下次刷新 (例如打开和关闭一个目录)。每次执行一个功能, 系统都要检查授权。

作为设置授权的另外的选择, 可在 “Start - up” 操作区域输入 3 个口令 (这部分下一章叙述)。如果设置了口令, 那么就与钥匙开关无关了。

7. 程序控制



——NC (数字控制) 启动 (NC Start): 按此键, 所选程序在当前光标所在的位置启动运行, 并且上面的 LED 灯亮。



——NC (数字控制) 停止 (NC Stop): 按此键, 中止当前运行的零件程序, 上面的 LED 灯就亮, 但可再按 NC 启动按钮继续执行零件程序。



——单段运行 (Single Block): 此功能允许一段一段地执行零件程序, 可以在 “Auto” 方式或 “MDA” 方式下激活该功能, 此时按钮上的 LED 灯亮。



——复位键 (Reset): 按此键, 终止当前零件程序的执行, 清除报警信号 (进行 Power on、NC Start、以及报警确认等操作也可清除报警信号), 通道转换到 “Reset” 状态: NC 控制与机床保持同步, 控制处于初始状态, 并准备运行另一个零件程序。

1.3 屏幕的分布

系统显示的屏幕分布如图 1.5 所示。

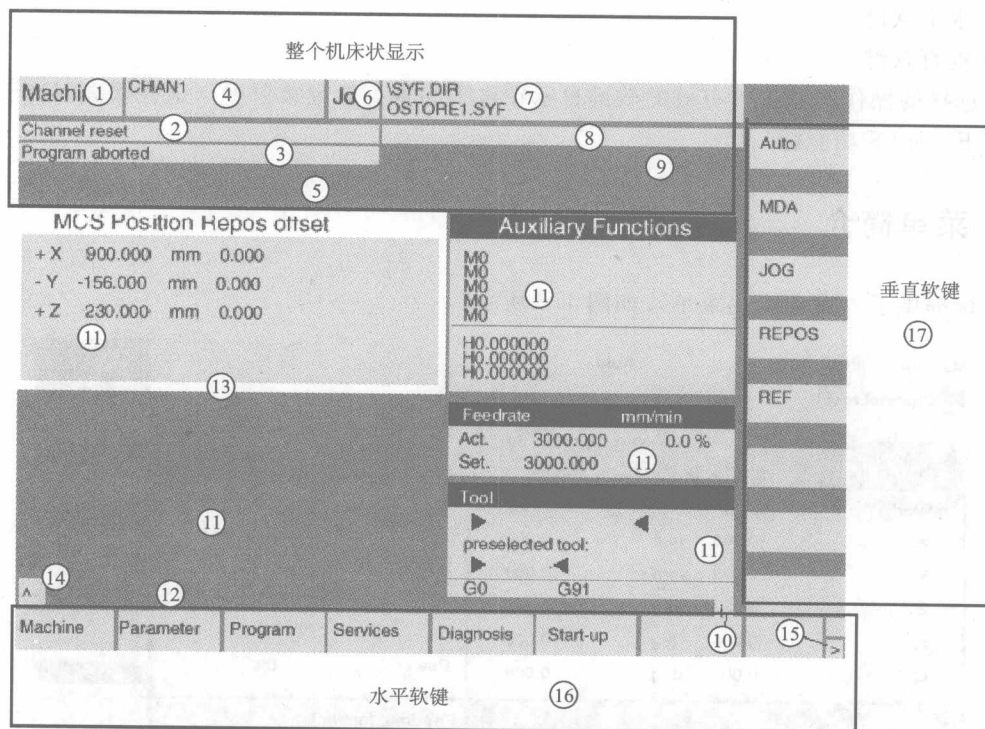


图 1.5 屏幕的分布

图 1.5 中序号所标区域说明如下。

- ① 操作区域：显示当前选择的操作区域名（机床、参数、程序、服务、诊断、启动）。
- ② 通道状态：显示当前通道状态：通道复位、通道中断、通道激活。
- ③ 程序状态：显示正在运行的零件程序的当前状态：中止、运行、停止。
- ④ 通道名称：正在运行程序所在的通道名称。
- ⑤ 报警及信息行：显示报警和信息，也可显示在零件程序中用 MSG 指令编程的信息。
- ⑥ 操作方式：显示当前选择的操作方式（如 JOG、MDA、Auto）。
- ⑦ 程序名：按 NC 启动键后运行的程序名。
- ⑧ 通道操作信息。
- ⑨ 通道状态显示。
- ⑩ 可以调用的帮助文本：i——由“i”键显示帮助信息。Λ——由“Λ”软键来返回上级菜单。>——由“>”软键来扩展水平软键条。
- ⑪ 工作窗口，NC 显示：在这里显示所选择的操作区域中的工作窗口（程序编辑）和 NC 显示（进给量、刀具）。
- ⑫ 带操作提示的对话行：在这里显示相对于选择功能的操作提示。

⑬ 聚焦：被选中的窗口用特殊的边框清楚地标识，窗口标题栏被反转显示，经操作面板输入的数值在此窗口激活。

⑭ 如果“^”软键激活，那么返回上级菜单。

⑮ 如果“>”软键激活，水平菜单扩展功能有效。

⑯ 水平软键。

⑰ 垂直软键。

在选择的操作区域中，有效的软键显示在水平和垂直软键菜单中（这些软键相当于全键盘中的 F1 到 F8 功能键）。

1.4 菜单简介

系统提供了六大功能主菜单，如图 1.6 所示。

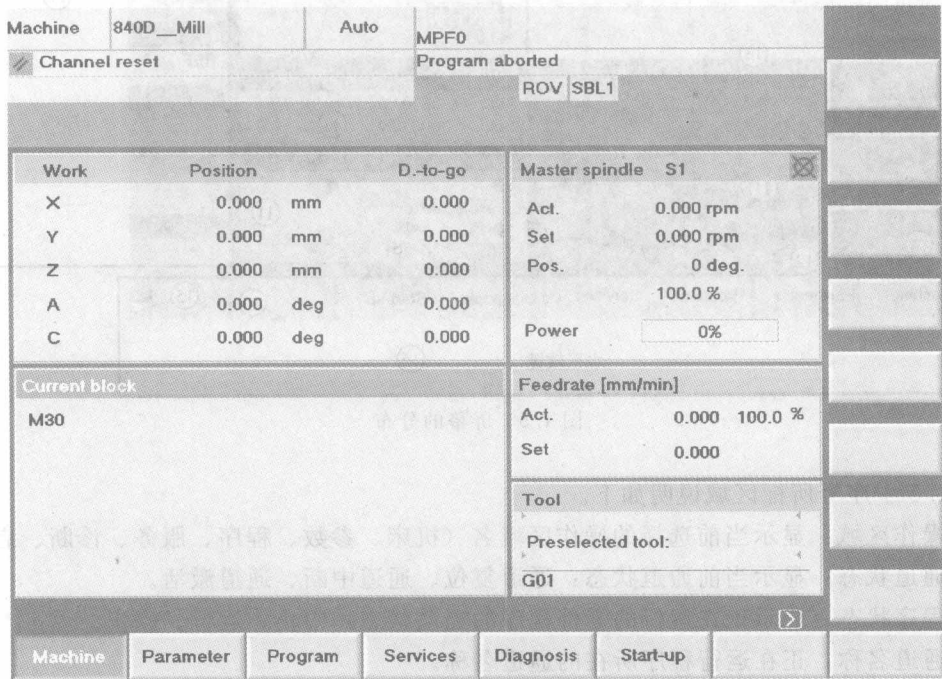


图 1.6 主菜单

1.4.1 Machine（机床操作菜单）

功能：零件程序的执行。控制方式：手动控制。

1. 机床操作区域公共菜单

- (1) G Fct. +Transf（显示当前 G 功能模式）。
- (2) Auxiliary Func.（显示当前辅助功能模式）。
- (3) Spindles（显示当前主轴功能模式）。
- (4) Axis Feedrate（显示当前轴进给功能模式）。
- (5) Zoom Act. Val.（大屏显示当前位置）。

(6) Act. Val. WCS/MCS (机床/工件坐标系切换)。

2. JOG (点动操作方式)

(1) Preset (预置零偏)。

(2) Scratch (试切对刀, 计算可设定零偏)。

(3) Handwheel (手轮)。

(4) INC (可变增量进给定义)。

(5) REPOS (重新定位功能)。

(6) REF (返回参考点功能)。

3. Auto (自动运行操作方式)

(1) Over - Store (覆盖存储)。

(2) DRF Offset (手轮重叠)。

(3) Program Control (程序运行方式控制)。

(4) Block Search (程序段搜索)。

(5) Handwheel (手轮)。

(6) Correct Program (程序修改)。

(7) Program Overview (程序浏览)。

(8) Program Sequence (程序段切换)。

4. MDA (手动数据输入运行操作方式)

(1) Program Control (程序运行方式控制)。

(2) Handwheel (手轮)。

(3) Program Sequence (显示程序段)。

(4) Editor Function (编辑器功能)。

(5) MDA File Fct. (MDA 文件功能)。

(6) Delete MDA Buffer (删除 MDA 缓冲器)。

1.4.2 Parameter (参数操作菜单)

功能: 编辑程序数据和刀具管理。

1) Tool Compens (刀具补偿)。

2) R Parameter (R 参数)。

3) Setting data (设置数据)。

4) Zero Offset (零点偏置)。

5) User data (用户数据)。

1.4.3 Program (程序操作菜单)

功能: 生成和修改零件程序。

1) Interactive Programing (交互式编程)。

2) New (新建目录/文件)。

3) Load (加载)。

4) Unload (卸载)。