



机电一体化技能型人才用书

# FANUC 数控系统实训

宋丹 黄文广 张伟中 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



机电一体化技能型人才用书

# FANUC

# 数控系统实训

宋丹 黄文广 张伟中 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书以项目驱动、任务引领方式为主线,按照系统的连接调试工作顺序、工作能力递进的原则介绍了性能稳定、操作界面友好、环境适应性强的 FANUC 数控系统。全书分系统认知项目实训和机床功能调试项目实训两部分内容,包括 9 项由简单到复杂、由基础到综合的具体工作任务,在每一个任务的最后都安排有习题、思考题,便于读者巩固所学项目。

本书内容注重实用性与时效性,可以作为高职院校相关实践类课程的培训教材,也可以作为相关工作人员自学和日常工作的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

FANUC 数控系统实训/宋丹,黄文广,张伟中编著. —北京:  
中国电力出版社, 2011. 7

机电一体化技能型人才用书

ISBN 978 - 7 - 5123 - 1910 - 3

I. ①F… II. ①宋… ②黄… ③张… III. ①数控机床 - 程序设计 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 141628 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2011 年 9 月第一版 2011 年 9 月北京第一次印刷  
787 毫米×1092 毫米 16 开本 9.25 印张 205 千字  
印数 0001—3000 册 定价 22.00 元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

随着制造业的快速发展，数控机床得到越来越广泛的应用。国内高职院校为了适应企业对数控机床安装、调试、维修的高技能人才需要，纷纷开设了相关实践类课程，其中数控系统的安装与调试是课程的核心技能。目前市面上常用的数控系统有西门子系统、FANUC 系统、三菱系统、华中数控系统等，其中 FANUC 数控系统以其性能稳定、操作界面友好、环境适应性强等诸多优点，在国内市场占有率超过其他数控系统。因此，编写组根据实际需求，联合相关公司、企业编写了本书。

在本书编写过程中，紧密结合 FANUC 公司培训内容，对 FANUC 数控系统连接、调试项目进行综合和精简，内容注重实用性与时效性；全书以项目驱动、任务引领方式为主线，按照系统的连接调试工作顺序、工作能力递进的原则组织内容，全书分系统认知项目实训和机床功能调试项目实训两部分内容，每一个训练项目都明确工作任务，任务安排由简单到复杂、由基础到综合，使能力实现螺旋式上升；本书在每一个任务、子任务的最后都安排习题、思考题，便于学生课后巩固所学项目。

本书第一篇系统认知项目实训有四个训练任务；第二篇机床功能调试项目实训有五个训练任务，其中任务三~任务五各分解为 2 个子任务。各任务参考学时如下：

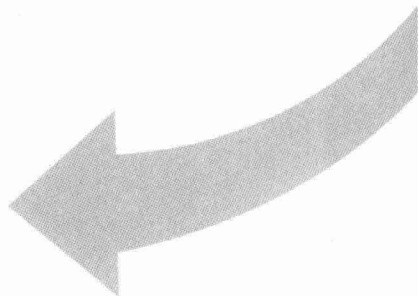
篇	任 务	任 务 内 容	参 考 学 时
系统认知 项目实训	任务一	FANUC 数控系统界面认识与基本操作	2
	任务二	FANUC 数控系统组成与硬件连接	4
	任务三	CNC 基本参数设定	6
	任务四	PMC 设定与编程	4
机床功能调试 项目实训	任务一	辅助功能调试	12
	任务二	刀架功能调试	12
	任务三	主轴功能调试	8
	任务四	进给轴功能调试	8
	任务五	机床整体功能调试	8

本书由浙江机电职业技术学院宋丹、黄文广、张伟中编著，编写过程中得到相关单位领导和技术人员的大力支持，在此表示深深的感谢！

由于编者水平和经验有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编者

2011 年 7 月



前言

第一篇 系统认知项目实训（基础性）

- 任务一 FANUC 数控系统界面认识与基本操作 ..... 2
- 任务二 FANUC 数控系统组成与硬件连接 ..... 10
- 任务三 CNC 基本参数设定 ..... 23
- 任务四 PMC 设定与编程 ..... 39

第二篇 机床功能调试项目实训

- 任务一 辅助功能调试 ..... 58
- 任务二 刀架功能调试 ..... 63
- 任务三 主轴功能调试 ..... 68
  - 子任务一 主轴的硬件连接与基本功能调试 ..... 68
  - 子任务二 模拟主轴控制器—变频器参数设置 ..... 77
- 任务四 进给轴功能调试 ..... 82
  - 子任务一 进给轴电路分析与参数设定 ..... 82
  - 子任务二 参考点设定 ..... 87
- 任务五 机床整体功能调试 ..... 93
  - 子任务一 机床整体功能测试 ..... 93
  - 子任务二 机床螺距误差及反向间隙补偿 ..... 95

- 附录 A FANUC 数控系统设备电气图纸 ..... 102
- 附录 B FANUC 数控系统 PMC 的常用功能指令 ..... 107
- 附录 C FANUC 数控系统 PMC 信号 ..... 117
- 附录 D 数据存储与恢复 ..... 137

FANUC数控系统实训

# 第一篇

## 系统认知项目实训

基础性

# 任务一

## FANUC数控系统界面认识与基本操作

### 一、学习目标

- (1) 熟悉 FANUC 数控系统界面、面板操作功能。
- (2) 能完成 FANUC 数控系统的基本操作。

### 二、工作任务

FANUC 数控系统各种工作方式的操作。

### 三、知识点介绍

CNC 画面的操作概要说明。

#### 1. 功能键

用 MDI 单元的功能键选择各功能显示画面，MDI 单元如图 1-1-1 所示。

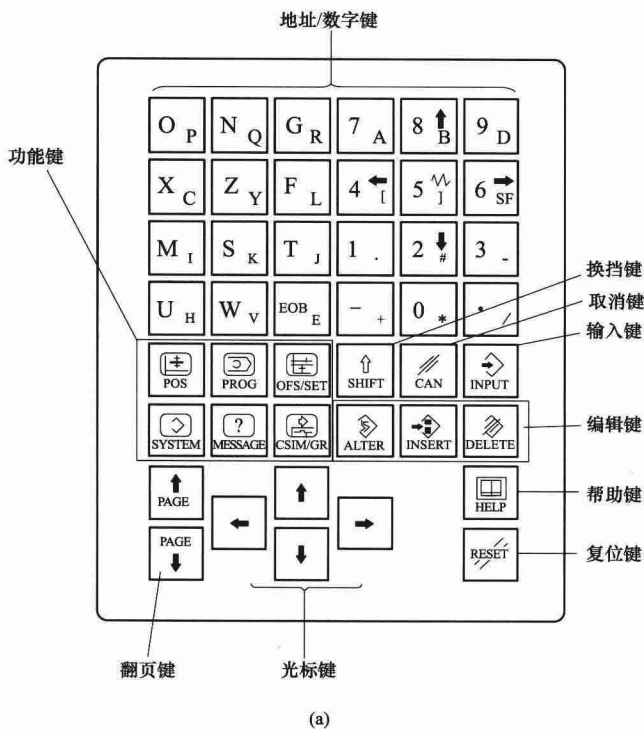


图 1-1-1 MDI 单元 (一)

(a) 横型

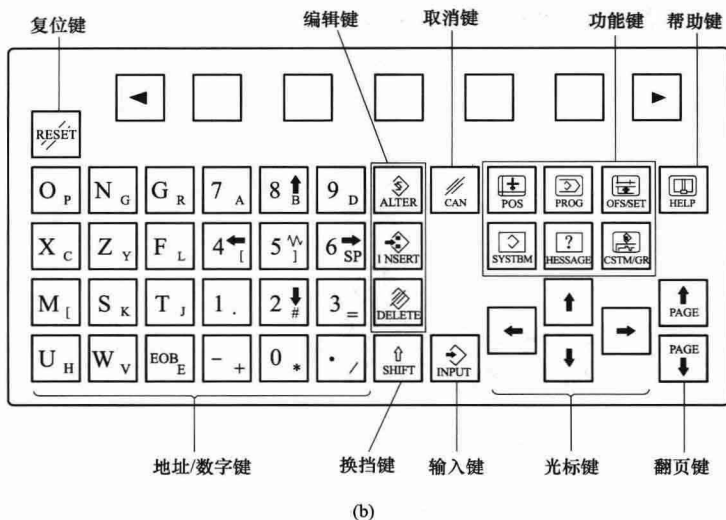


图 1-1-1 MDI 单元 (二)

(b) 竖型

功能键和主要显示内容如下：



：绝对坐标等的位置显示以及负载表显示等。



：加工程序的输入和检查。



：刀具补偿和 SETTING 画面以及用户宏变量等的显示。



：CNC 报警画面和 PMC 信息显示。



：加工程序刀具轨迹的图形模拟（选择）。



：显示用宏执行器程序制作的画面（选择）。



：CNC 参数和 PMC 等的系统信息的显示。

## 2. 软键

横排软键，8.4in 的 LCD 单元有 7 (5 + 2) 个键，10.4in 的 LCD 单元有 12 (10 + 2) 个键。10.4in 的 LCD 单元的外形如图 1-1-2 所示。

(1) “继续”（菜单继续）按键。按“继续”按键之后，将显示同组中尚未显示的菜单，如图 1-1-3 所示。

当按下“继续”按键时，使用频率高的软键菜单将最先显示。

按反方向按键，将返回上一菜单。如果连续按“继续”按键，菜单将循环显示。

(2) 软键的外形和颜色。各软键的外形和颜色的含义见表 1-1-1。



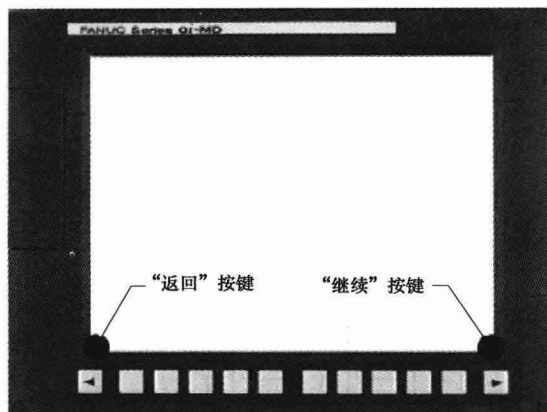


图 1-1-2 10.4in 的 LCD 单元外形



图 1-1-3 组中菜单

表 1-1-1 各软键的外形和颜色

软 键		意 义
外形		用来切换到参数画面的按键
		用来检索号码的操作按键
颜色	绿色 	按下按键之后，将显示更详细的画面。可进行更详细的画面操作选择
	黑色 	按下按键之后，显示相应的画面，可进行相关操作

例如：“系统”键是以黑色显示的，按下该键进行画面选择之后，将显示更详细的界面，如图 1-1-4 所示。按下指定的键可以显示相应的内容。

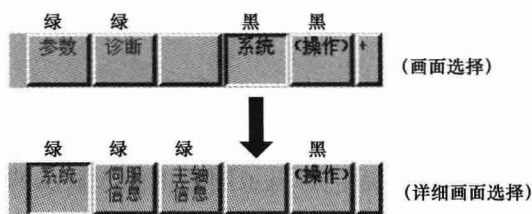


图 1-1-4 按“系统”按键操作示意

(3) 软键的层次。软键的显示分为若干层次，如图 1-1-5 所示。通过按软键，菜单依次详细变化。

在相对位置显示画面把相对坐标设定为原点（或 0）时的画面操作过程如下：

- 1) 按 键数次，选择相对位置 (RELATIVE) 显示画面。
- 2) 第一层次（画面选择）操作如图 1-1-6 所示。
- 3) 第二层次（主操作菜单）操作如图 1-1-7 所示。

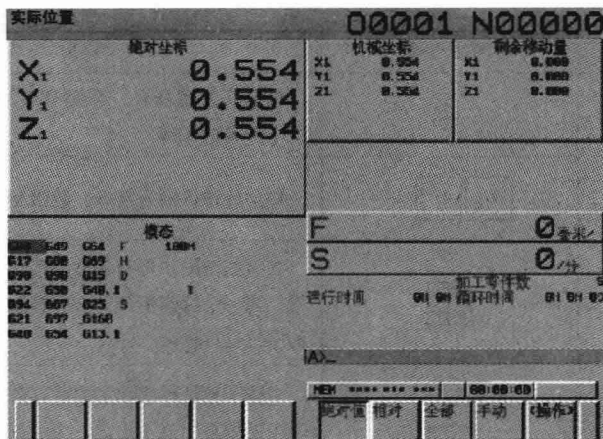


图 1-1-5 软键的层次示意



图 1-1-6 画面选择



图 1-1-7 主操作菜单

4) 第三层次（操作的执行）操作如图 1-1-8 所示。



5) 按软键左端的返回 （返回菜单）按键，回到上一层菜单画面，如图 1-1-9 所示。



图 1-1-8 操作的执行





图 1-1-9 返回上一层菜单

6) 数值、字符输入错误时，按 MDI 键盘上的  键，可以取消最后输入的一个字符。

### 3. MDI 面板上按键符号的说明

MDI 面板上按键符号说明见表 1-1-2。

表 1-1-2 MDI 面板上按键符号说明

序号	名称	图例	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）。

续表

序号	名称	图例	说明
3	软键		根据其使用场合，软键有各种功能，软键功能显示在 CRT 屏幕的底部
4	地址/数字键		按这些键可输入字母、数字及其他字符
5	换挡键		在有些键的顶部有两个字符，按（SHIFT）键来选择字符，当一个特殊字符 E 在屏幕上显示时，表达键面右下角的字符可以输入
6	输入键		当按了地址键或数字键后，数据被输入到缓冲器，并在 CRT 的屏幕上显示出来，为了把键入到输入缓冲器中的数据复制到寄存器。该键与软键的（INPUT）键的功能是相同的
7	取消键		按此键可删除输入到键的输入缓冲器的最后一个字符或符号。当显示键入缓冲器数据为 “> N001 × 100Z” 时，按  键，则字符 Z 被取消，并显示 “> N001 × 100”
8	程序编辑键		当编辑程序时使用这些按键： 替换 插入 删除
9	功能键		功能键用于切换各种功能显示画面
10	光标键		：用于将光标向右或前进方向移动，在前进方向光标按一段短的单位移动 ：用于将光标向左或倒退方向移动，在倒退方向光标按一段短的单位移动 ：用于将光标向下或前进方向移动，在前进方向光标按一段大尺寸单位移动 ：用于将光标向上或倒退方向移动，在倒退方向光标按一段大尺寸单位移动
11	翻页键		：用于在屏幕上向前翻一页 ：用于在屏幕上向后翻一页

## 4. MCP 面板上按键符号、含义

MCP 面板上按键符号、含义见表 1-1-3。

表 1-1-3 MCP 面板上按键符号、含义

按键符号	含 义
	AUTO 方式选择信号, 设定自动运行方式
	EDIT 方式选择信号, 设定程序编辑方式
	MDI 方式选择, 设定 MDI 方式
	DNC 运行方式, 设定 DNC 运行方式
	参考点返回方式选择, 返回参考点方式
	JOG 进给方式选择, 设定 JOG 进给方式
	步进进给方式选择, 设定步进进给方式
	手轮进给方式选择, 设定手轮进给方式
	手动示教 (手轮示教) 方式选择, 设定手动示教 (手轮示教) 方式
	单程序段信号, 一段一段地执行程序, 该键用来检查程序
	程序段删除 (可选程序段跳过), 自动操作中按下该按键, 跳过程序段开头带有 “/” 和 “(;)” 结束的程序段
	程序停 (只用于输出), 自动操作中用 M00 程序停止操作时, 该按键显示灯亮
	可选停, 执行程序中 M01 指令时, 停止自动操作
×1 ×10 ×100 ×1000	手轮进给倍率 1、10、100、1000 倍
X Y Z 4 5 6	手动进给轴选择, 在手动进给方式或步进进给方式下, 这些键用于选择轴
+ -	手动进给轴选择, 在手动进给方式或步进进给方式下, 这些键选择相应的轴的移动方向

续表

按键符号	含 义
	快速进给，按下此按键后，执行手动进给
	主轴正转，使主轴电动机正方向旋转
	主轴反转，使主轴电动机反方向旋转
	主轴停，使主轴电动机停转
	程序重新启动，由于刀具破损或节假日等原因自动操作停止后，程序可以从指定的程序段重新启动
	空运行，自动方式下按下此键，各轴不以编程速度而是以手动进给速度移动，此功能用于检查无工件夹时刀具的运动
	机械锁住，自动方式下按下此键，各轴不移动，只在屏幕上显示坐标轴的变化
	循环开始，自动操作开始
	循环停止，自动操作停止

#### 四、项目训练

##### 1. 回参考点操作

(1) 检查各坐标轴是否在参考点的内侧，如不在，应手动回到参考点的内侧，以避免回参考点时产生超程。

(2) 按下 MCP 面板的“回零”功能按键，屏幕显示“回参考点方式”。

(3) 分别按 +X、+Z 轴移动方向按键，使各轴返回参考点。回到参考点后，相应的指示灯点亮。记录回参考点过程中坐标轴移动方向、速度变化情况。

##### 2. 坐标轴的操作

###### (1) 手动进给方式。

1) 按 MCP 面板的 JOG 功能按键，屏幕显示“手动方式”。

2) 点动按 MCP 面板上的“+X”或“+Z”键，坐标轴向 X 或 Z 轴的正方向移动；点动按 MCP 面板上的“-X”或“-Z”键，则坐标轴向 X 或 Z 轴的负方向移动，观察屏幕显示坐标变化，记录移动速度。

3) 同时按下 MCP 面板上的轴运行键和快速移动键，坐标轴实现快速移动，记录移动速度变化情况：

###### (2) 步进进给方式。

1) 按下 MCP 面板的步进功能按键, 屏幕显示“步进方式”。

2) 选择进给倍率 ( $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1000$ ), 按 MCP 面板上的轴运行键, 观察进给量变化情况。

(3) 手轮进给方式。

1) 按下 MCP 面板的手轮功能按键, 屏幕显示“手轮方式”。

2) 选择手轮控制的坐标轴, 轻转手轮, 观察手轮转动方向、转动量与坐标轴移动方向、位移量关系。

(4) MDI 方式。

1) 按下 MCP 面板的 MDI 功能按键, 屏幕显示“MDI 方式”。

2) 输入指令“G00 Z100”, 按循环启动键执行, 观察屏幕显示坐标。

3. 超程复位操作

(1) 手动方式下一直按下 X 轴或 Z 轴的移动键, 使坐标轴超程, 屏幕显示“X、Z 正向超程 (硬限位)”故障。

(2) 在“手动方式下”按下反方向轴运行键, 使坐标轴退回正常行程范围内, 按复位键清除报警。

4. 主轴的操作

(1) MDI 方式。

1) 按下 MCP 面板的 MDI 功能按键, 屏幕显示“MDI 方式”。

2) 输入指令“M03 S800 (或 M04 S800)”, 按启动键执行, 观察主轴方向变化和速度情况。按复位键主轴停止。

(2) 手动方式。

1) 按下 MCP 面板的 JOG 功能按键, 屏幕显示“手动方式”。

2) 按 MCP 面板上的主轴正转键或反转键、停止键, 观察主轴方向变化和速度情况。

5. 换刀操作

(1) 手动方式。

1) 按下 MCP 面板的 JOG 功能按键, 屏幕显示“手动方式”。

2) 按 MCP 面板上的换刀键, 观察刀架换刀过程。

(2) MDI 方式。

1) 按下 MCP 面板的 MDI 功能按键, 屏幕显示“MDI 方式”。

2) 输入指令“T03 (或其他刀号)”, 按循环启动键执行, 观察刀架到位情况。

五、思考与练习

(1) 回参考点操作中发生超程报警的原因是什么?

(2) 手动方式中坐标轴移动的速度取决于哪些因素?

(3) MDI 方式下输入换刀指令, 按启动键刀架不动的原因是什么?

# 任务二

## FANUC 数控系统组成与硬件连接

### 一、学习目标

能认识 FANUC 数控系统各硬件模块型号规格、完成 FANUC 数控系统硬件连接

### 二、工作任务

- (1) FANUC 数控系统和各模块认识。
- (2) FANUC Oi 数控系统硬件连接。

### 三、知识点介绍

#### (一) CNC 的结构及功能

FANUC 数控系统一般由主控制系统、FANUC 驱动与反馈、PMC 与接口电路三个重要部分组成。

#### 1. 主控制系统

CNC 主控制系统可分为 FS Oi-D 和 FS Oi Mate-D 系列两种类型。FANUC Oi MD 系列 FANUC Oi-D 系统的外观如图 1-2-1 所示。

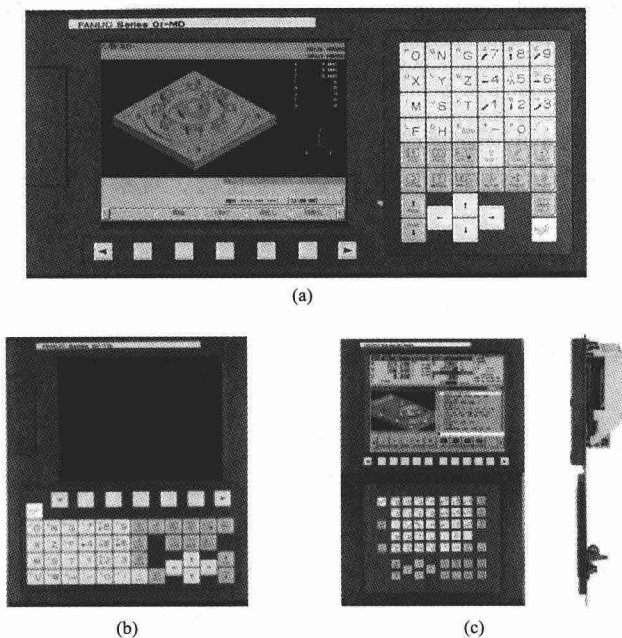


图 1-2-1 FANUC Oi-D 系统外观图

(a) 8.4in 水平安装彩色 LCD/MDI; (b) 8.4in 垂直安装彩色 LCD/MDI; (c) 10.4in 垂直安装彩色 LCD/MDI

数控系统由主 CPU、存储器、数字伺服轴控制卡、主板、显示卡、内置 PMC、LCD 显

示器、MDI 键盘等构成，0i D 系统已经把显示卡集成在主板上。

(1) 主 CPU 负责整个系统的运算、中断控制等。

(2) 存储器包括 FROM、SRAM、DRAM:

1) FROM 存放 FANUC 公司的系统软件和机床厂应用软件，主要是包含插补控制软件、数字伺服软件、PMC 控制软件、PMC 应用软件（梯形图）、网络通信控制软件、图形显示软件、加工程序等。

2) SRAM 存放机床厂及用户数据，主要包含系统参数、用户宏程序、PMC 参数、刀具补偿及工件坐标系补偿、螺距误差补偿数据等。

3) DRAM 作为工作存储器，在控制系统中起到缓存作用。

存储器板如图 1-2-2 所示。

(3) 数字伺服轴控制卡。全数字的运算以及脉宽调制已经以软件的形式打包装入 CNC 系统内 (FROM)，支撑伺服软件运行的硬件环境由 DSP 以及周边电路组成，这就是常说的轴控制卡 (简称轴卡)，如图 1-2-3 所示。

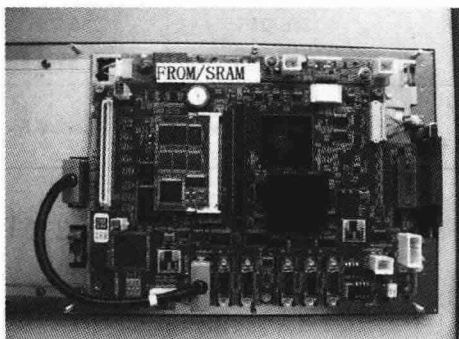


图 1-2-2 存储器板

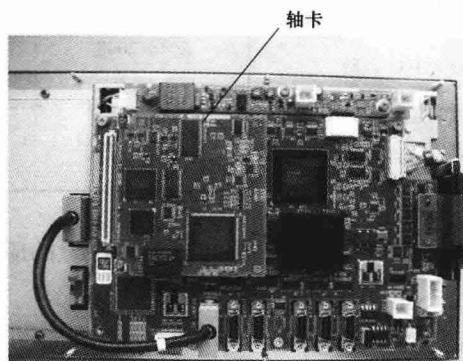


图 1-2-3 轴控制卡

(4) 主板。主板包含 CPU 外围电路、I/O Link、数字主轴电路、模拟主轴电路、RS232 数据输入输出电路、MDI 接口电路、高速输入信号、闪存卡接口电路等。

## 2. FS 0i-D 系统的主要规格

FS 0i-D 系统的主要规格见表 1-2-1。

表 1-2-1 FS 0i-D 系统的主要规格

功 能	FS 0i-MD	FS 0i-TD	FS 0i Mate-MD	FS 0i Mate-TD
最大控制轴数	8	4	4	3
		8 (双路径)		
主轴	2	2	1	1
		3 (双路径)		
最大控制通道数	1	1	1	1
		2 (双路径)		



续表

功 能	FS Oi-MD	FS Oi-TD	FS Oi Mate-MD	FS Oi Mate-TD
通道内最大控制轴数	5	4	4	3
		5（双路径）		
最大同时控制轴数	4	4	3	3
		4（双路径）		
最大程序容量	512KB A包	512KB A包	512KB	512KB
	320KB B包	320KB B包		
	2MB A包	1MB（双路径）		
PMC 规格	Oi-D PMC/L B包	Oi-D PMC/L B包	Oi-MD PMC/L	Oi Mate-D PMC/L
	Oi-D PMC A包	Oi-D PMC A包		
PMC 最大容量（步）	32 000	32 000	8000	8000
最大 I/O 点数	2048/2048	2048/2048	256/256	256/256
	（2 通道）	（2 通道）	（1 通道）	（1 通道）
应用场合	高档加工中心	高档车削 中心或车床	中低档加工 中心或铣床	中低档车床

从表 1-2-1 中可知，各种系统的应用场合各有不同，用户在进行配置时需注意以下内容：

（1）路径控制。双路径控制功能，可以实现两个刀具的独立控制。在一个自动车床上可以实现两个刀具同时加工，自动切削、车铣同时进行。双路径控制示例如图 1-2-4 所示。

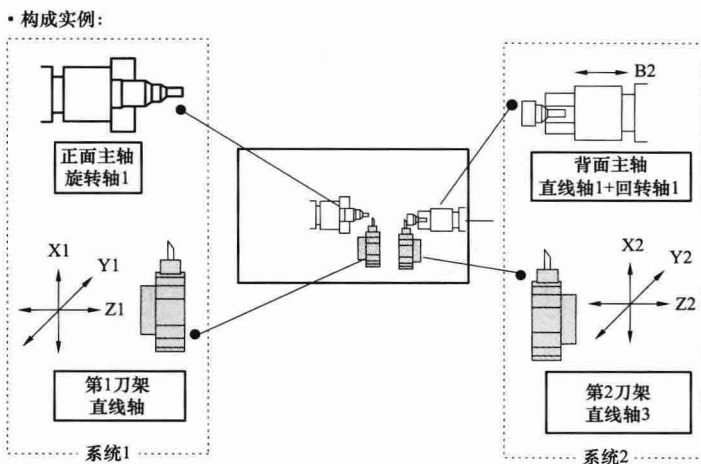


图 1-2-4 双路径控制示例

（2）轴数控制。使用的最大轴数/系统规格均需要进行选择，例如某加工中心需要 5