

FANUC 数控系统应用中心系列教材

FANUC

数控系统连接与调试

FANUC 数控系统应用中心 组编
黄文广 邵泽强 韩亚兰 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

FANUC数控系统应用中心系列教材

FANUC数控系统连接与调试

FANUC Shukong Xitong Lianjie yu Tiaoshi

FANUC数控系统应用中心 组编

黄文广 邵泽强 韩亚兰 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是教育部校企合作项目——“FANUC 数控系统应用中心”研发的相关课程系列教材之一,是由“FANUC 数控系统应用中心”组织企业技术专家及全国职业院校数控技术应用专业领域资深一线教师依据共同研发的相关课程教学与培训基本要求,并参照最新相关国家职业技能标准编写而成的。本书坚持课程教学的目标定位,体现课改新理念,创新编写风格。

本书主要内容包括:FANUC CNC 系统的组成,FANUC CNC 系统硬件连接,PMC 调试基础,FANUC CNC 系统参数设定,机床运行动作确认及调整,FANUC 数据备份及附录等。

本书可作为“FANUC 数控系统应用中心”的教学与培训用书,亦可作为职业院校数控技术应用专业和机电技术应用专业的教学用书及职业技能大赛的备赛指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

FANUC 数控系统连接与调试 / 黄广文, 邵泽强, 韩亚兰主编; FANUC 数控系统应用中心组编. —北京: 高等教育出版社, 2011.5

ISBN 978-7-04-031711-4

I. ①F… II. ①黄… ②邵… ③韩… ④F… III. ①数控机床-调试方法-中等专业学校-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 069146 号

策划编辑 陈大力 责任编辑 魏芳 封面设计 于涛
插图绘制 尹莉 责任校对 俞声佳 责任印制 韩刚

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街4号	网 址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印 刷	中原出版传媒投资控股集团 北京汇林印务有限公司	网上订购	http://www.landaco.com http://www.landaco.com.cn
开 本	889×1194 1/16	版 次	2011年5月第1版
印 张	13.5	印 次	2011年5月第1次印刷
字 数	340 000	定 价	55.00元
购书热线	010-58581118		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 31711-00

FANUC数控系统应用中心系列教材

编委会

编委会主任

- 刘 杰 教育部职业教育与成人教育司
李佳特 北京发那科机电有限公司
陈继权 亚龙科技集团

编委会成员 (以姓氏笔画为序)

- 王稼伟 无锡机电高等职业技术学校
邓志辉 陕西工业职业技术学院
卢鹏程 宁波市鄞州职业教育中心学校
冯小军 深圳职业技术学院
朱晓春 南京工程学院
许朝山 常州机电职业技术学院
孙文平 大连市轻工业学校
李宏胜 南京工程学院
李继延 北京劳动保障职业学院
沈玉良 浙江长兴县职业教育中心学校
张 耀 浙江机电职业技术学院
金文兵 浙江机电职业技术学院
顾 京 无锡职业技术学院
高 武 芜湖职业技术学院
曹根基 常州机电职业技术学院
韩二刚 石家庄市职业技术教育中心
韩亚兰 顺德梁銶琚职业技术学校
熊 熙 成都航空职业技术学院

序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》（以下简称《教育规划纲要》）明确提出要大力发展职业教育，强调职业教育要“建立健全政府主导、行业指导、企业参与的办学机制，制定促进校企合作办学法规，推进校企合作制度化”。教育部组织制定的《中等职业教育改革创新行动计划（2010—2012年）》也将“产教合作与校企一体合作办学推进计划”列为10大计划之一，并提出把产教结合、校企合作作为改革发展职业教育的基本理念和关键措施，与其他9大计划相衔接。

2011年2月18日，教育部与北京发那科机电有限公司、亚龙科技集团等多家企业签订了校企合作协议书，企业捐助金额超过1亿元人民币，主要用于数控技术应用专业领域和汽车运用与维修专业领域的设备捐赠、师资培训、教材开发及奖学金等方面的教学实践活动。这是进一步落实《教育规划纲要》，深化职业教育人才培养模式改革创新，推进职业教育产教结合、校企合作进程的一项重要举措。应该说，北京发那科机电有限公司参与这次签约活动是在新的理念下开启的又一次新的深度合作。

北京发那科机电有限公司是中日合资企业，是数控系统生产、销售与维修的国际知名企业，其产品的国内市场占有率超过50%。早在2007年，作为数控技术应用专业领域“技能型紧缺人才培养培训工程”参与单位之一，北京发那科机电有限公司就与教育部达成合作意向，与全国有条件的职业院校合作建立“FANUC数控系统应用中心”。

集团化办学是近年来校企合作实践中出现的新形式。作为牵头单位，北京发那科机电有限公司联合江苏省30多家大型装备制造企业和江苏省教育厅下属的50余家开设数控技术应用专业的职业院校组建了“江苏发那科数控职业教育集团”。集团的建立搭建了数控技术应用领域产、学、研结合和校企深度融合的平台；整合了数控技术应用专业领域职业教育和技术服务的资源；实现了优势互补，资源共享；促进了数控技术应用专业领域职业教育整体水平的提高。这种对职业教育人才培养模式改革创新的有效探索值得大力推广。

北京发那科机电有限公司在实施校企合作项目的过程中，积极与职业院校共同进行相关课程体系的构建及其配套教学资源的研究，并选择高等教育出版社作为出版系列教材的指定出版社。随着2011年“数控系统装调”项目首次纳入教育部举办的全国职业院校技能大赛，希望本套教材的出版，不但为校企合作项目提供支持，并在技能大赛上发挥重要作用。

实践证明，没有“一流的技工”，就没有“一流的产品”。行业发展靠人才，人才培养靠职教，职教改革靠行业。职业教育实施产教结合、校企合作离不开行业企业的支持，需要行业企业为职业院校提供资金、设备和人才。同时，职业院校必须强化服务行业企业的意识，为行业企业培养出更多合格人才。只有建立双方相互渗透、相互融合、相互支撑的关系，才能形成行业企业与职业教育双赢、多赢的局面。

希望本套教材的出版能够促进职业院校教学质量的提高，为国家培养培训数控技术应用专业领域技能型人才、为我国经济社会的发展做出贡献！

教育部职业教育与成人教育司

2011年3月

前 言

实行校企合作是职业教育适应经济发展的需要，是全面贯彻党的教育方针的需要，是遵循职业教育发展本身规律的需要，是有效促进学生就业的需要，是落实企业人才发展战略的需要。本书是教育部校企合作项目——“FANUC数控系统应用中心”研发的相关课程系列教材之一，是由“FANUC数控系统应用中心”组织企业技术专家及全国职业院校数控技术应用专业领域资深一线教师依据共同研发的相关课程教学与培训基本要求，并参照最新相关国家职业技能标准编写而成的。本书编写时坚持课程改革新理念，努力体现以下编写特色：

1. 内容模块化，突出应用性和实践性

本书编写时，按照FANUC数控系统应用特点，内容以FANUC数控系统的软连接调试为主，以硬连接为辅；以掌握实际操作技能为主，以理解工作原理为辅；注重专业技能的系统性和教学与培训的可操作性。

2. 企业参与把关，确保先进性和权威性

北京发那科机电有限公司的工程技术人员全程参与本书编写，书中涉及的主要技术资料均来自该公司的最新技术手册，书中案例也都取自该公司技术服务过程中遇到的典型实例。

3. 体现课改理念，创新教材编写风格

本书的编写风格适用于具有职业教育特色的“做中教、做中学”的教学模式和行动导向教学原则下的各种教学方法。操作步骤要点突出；附录资料经典详实；插图以实物图和截屏图为主，直观清晰；表格归纳合理，简洁明了；版式设计活泼新颖；彩色印刷，增强可读性。

本书共6个单元，包括14个项目，可根据教学和培训的具体情况选用。

本书由黄文广、邵泽强、韩亚兰担任主编，全书由黄文广统稿。编写分工为：单元三由浙江长兴职业教育中心学校蒋悦情和宁波市鄞州职业教育中心学校姚志刚编写；单元五项目一、项目二由顺德梁録琚职业技术学校韩亚兰、王泽春编写；单元五项目三由石家庄职业技术教育中心王玲编写；单元六、单元四项目一由无锡机电高等职业技术学校邵泽强、陈庆胜编写，其余由浙江机电职业技术学院黄文广、张伟中编写。

本书在编写过程中参考了大量的文献资料，在此向文献资料的作者致以诚挚的谢意。由于编写时间及编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年3月

目 录

单元一 FANUC CNC系统的组成	1	单元五 机床运行动作确认及调整	107
项目一 FANUC 0i-D 系统	2	项目一 机床运行动作确认	108
项目二 FANUC I/O 单元模块	15	项目二 机床参考点设定	114
单元二 FANUC CNC 系统硬件连接	23	项目三 反向间隙补偿	121
项目一 机床电源电路设计	24	项目四 螺距误差补偿	125
项目二 机床控制电路设计	34	项目五 伺服优化	130
单元三 PMC 调试基础	57	单元六 FANUC 数据备份	143
单元四 FANUC CNC 系统参数设定	71	附录	153
项目一 基本参数设定	72	附录一 案例机床电路图	154
项目二 伺服参数设定	84	附录二 CNC 与 PMC 间的信号表	189
项目三 主轴参数设定	95	附录三 PMC 常用功能命令	198
		附录四 FANUC 0i-D 系统的操作	200

单元一 FANUC CNC系统的组成

项目一 FANUC 0i-D系统

项目二 FANUC I/O单元模块

◆ 知识讲解

一、FANUC CNC控制器的结构及功能

FANUC 0i-D系统的CNC控制器可分为0i-D系列和0i Mate-D系列两种类型。FANUC 0i-D系列CNC控制器的外观如图1-1-1所示。



(a) 8.4 in 水平安装彩色 LCD/MDI



(b) 8.4 in 垂直安装 彩色 LCD/MDI (c) 10.4 in 垂直安装 彩色 LCD/MDI

图1-1-1 FANUC 0i-D系列CNC控制器的外观

0i-D系列CNC控制器由主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-C/D主控制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FLASH ROM、SRAM、DRAM。

FLASH ROM存放着FANUC公司的系统软件和机床应用软件，主要包括插补控制软件、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，如图1-1-2所示。

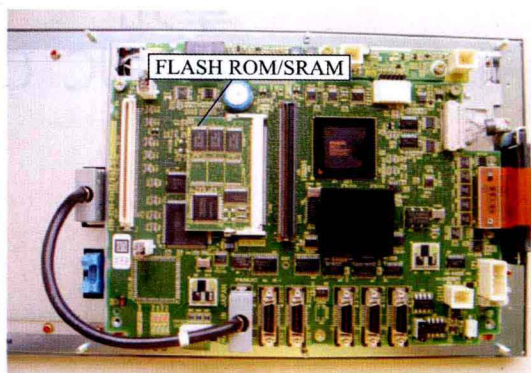


图1-1-2 存储器板

SRAM存放着机床制造商及用户数据，主要包括系统参数、用户宏程序、PMC参数、刀具补偿及工件坐标系补偿数据、螺距误差补偿数据等。

DRAM作为工作存储器，在控制系统中起缓存作用。

③ 数字伺服轴控制卡 伺服控制中的全数字的运算以及脉宽调制功能采用应用软件来完成，并打包装入CNC系统内（FLASH ROM），支撑伺服软件运行的硬件环境由DSP以及周边电路组成，这就是常说的数字伺服轴控制卡（简称轴卡），如图1-1-3所示。

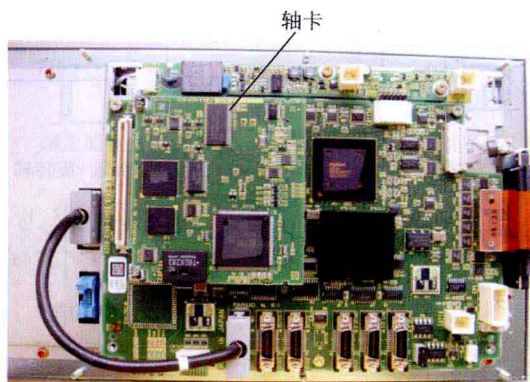


图1-1-3 轴控制卡

④ 主板 包括CPU外围电路、I/O Link、数字主轴电路、模拟主轴电路、RS-232C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。

1. FANUC 0i D CNC控制器的主要规格

FANUC 0i D CNC控制器的主要规格见表1-1-1。

表1-1-1 FANUC 0i D CNC控制器的主要规格

规格	0i-MD	0i-TD	0i Mate-MD	0i Mate-TD
最大控制轴数	8	4	4	3
		8 (双路径)		
主轴数	2	2	1	1
		3 (双路径)		
最大控制通道数	1	1	1	1
		2 (双路径)		
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	512 KB A包 320 KB B包 2 MB A包	512 KB A包 320 KB B包	512 KB	512 KB
		1 MB (双路径)		
PMC规格	0i-D PMC/L	0i-D PMC/L	0i Mate-D PMC/L	0i Mate-D PMC/L
	B包	B包		
	0i-D PMC A包	0i-D PMC A包		
PMC最大容量	32000 步	32000 步	8000 步	8000 步
最大I/O 点数	2048/2048 (2 通道)	2048/2048 (2 通道)	256/256 (1 通道)	256/256 (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

☞ 如果需要在 FANUC 0i D系统中编辑CF卡中的程序，则在配置时需要追加CF卡编辑加工程序功能。

从表1-1-1中可知，各种系列产品的应用场合各有不同，用户在进行配置时需注意以下几点。

① 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，如图1-1-4所示。

② 控制轴数 使用的最大控制轴数需要进行选择，例如某加工中心需要7轴控制，则不管其他的要求如何，只能选择0i-D系统。

③ 加工程序 各路径的加工程序是独立保存的。CNC 在各路径内分别执行各自的加

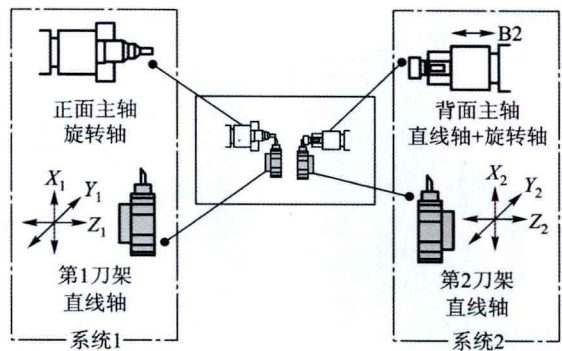


图1-1-4 双路径控制功能示例

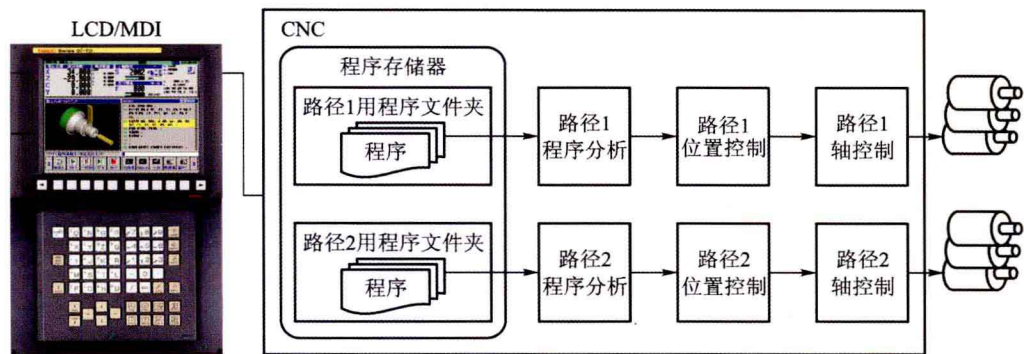


图1-1-5 加工程序处理示意

工程序，如图1-1-5所示。

④ 输入输出信号 双路径系统CNC 的所有通道用1个PMC 进行控制，如图1-1-6所示。

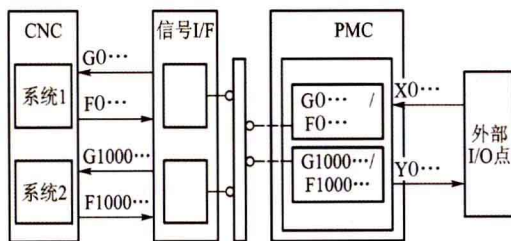


图1-1-6 双路径系统CNC用PMC控制示意

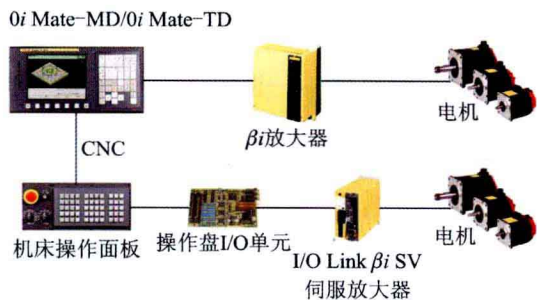
2. 常见FANUC 0i D系统配置

0i Mate-D和0i-D在系统配置上有区别，

0i Mate-D的功能是通过软件方式进行整体打包的，可以满足常规的使用，而0i-D系统配置需要根据功能来选择。常见FANUC 0i D系统配置如图1-1-7所示。



(a) 0i-MD/0i-TD系列单元配置图



(b) 0i Mate-MD/TD 系列单元配置图

图1-1-7 常见FANUC 0i D系统配置图

3. FANUC 0i D系统功能模块图

FANUC 0i D系统功能模块图如图1-1-8所示。

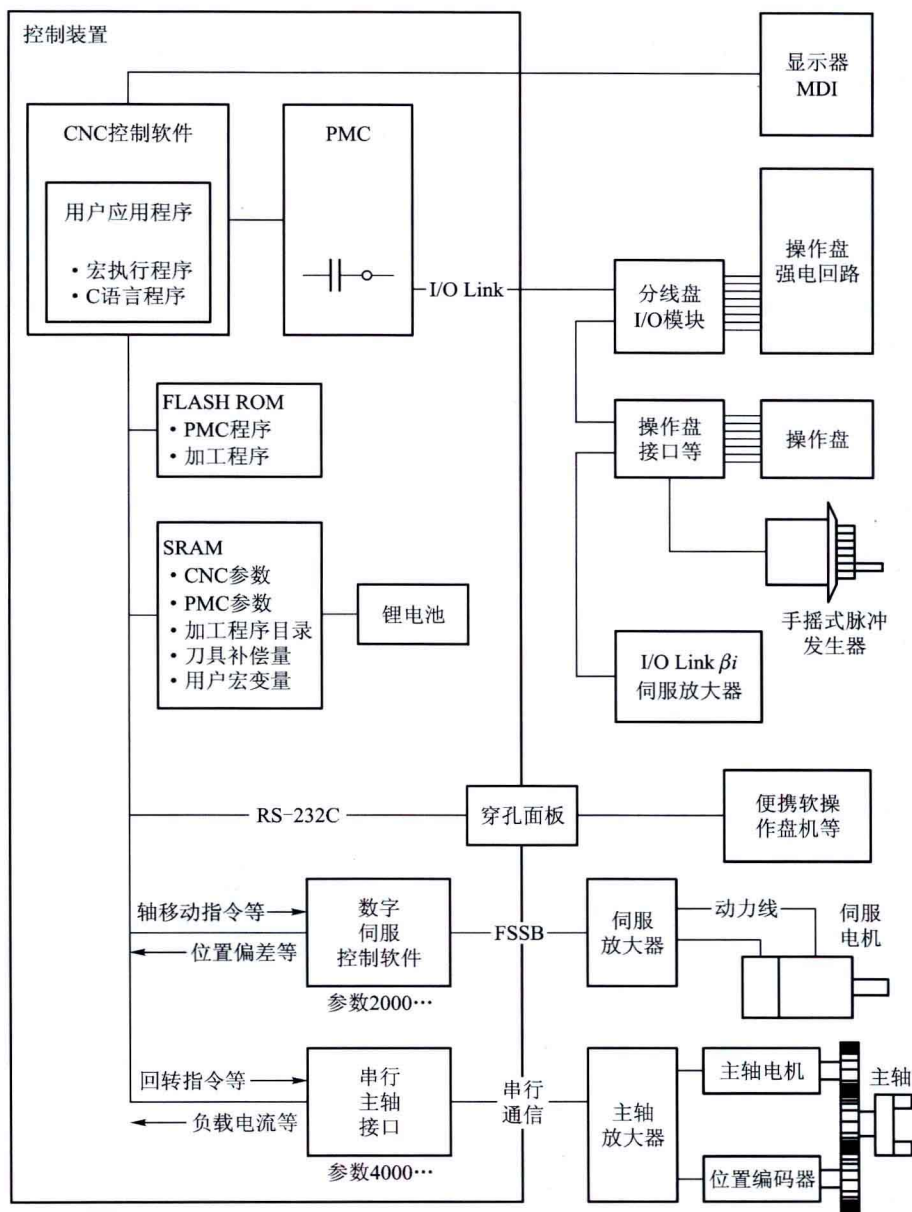


图1-1-8 FANUC 0i D系统功能模块图

① CNC 控制工作机械的位置和速度，可用于加工、搬运、印刷机的控制等，运用范围十分广泛。CNC控制软件由FANUC公司开发，于出厂前装入CNC，机床生产厂和最终用户都不能修改CNC控制软件。使用宏执行程序 and C 语言程序执行程序时，可附加专用界面和循环加工。

② PMC (Programmable Machine Controller) 主要用于机床控制，是装在CNC内部的顺序控制器。

③ 机床操作面板上的开关、指示灯和机床上的限位开关通过I/O Link 与FANUC CNC 控制器通信。根据机床规格和使用目的，由机床生产厂家编制顺序程序。

④ PMC程序和加工程序等都存在快速只读存储器FLASH ROM 中。通电时，BOOT 系统把这些程序传送到DRAM (Dynamic RAM) 中，并根据程序进行CNC 处理。断电后DRAM 中的数据全部消失。

⑤ CNC考虑到了通用性，以便能在各种机床上使用。不同的机床有不同的进给轴的最高转速和轴名称等，可以在CNC参数中进行设定。此外，用户在使用过程中设定的刀具长度及半径补偿量等，以及在机床开发完成后进行修改的数据，均被保存在SRAM内。SRAM采用锂电池作为后备电池，因此断电后，其存储的数据不会丢失。

⑥ 轴移动指令的加工程序记录在FLASH ROM中。但是加工程序目录记录在SRAM 中。

⑦ CNC控制软件读取SRAM 内的加工程序目录取出程序，并经插补处理后把轴移动指令发给数字伺服控制软件进行处理。

⑧ 数字伺服控制软件控制机床的位置、速度和电机的电流。通常1个CPU 控制4个轴。数字伺服控制软件运算的结果通过FSSB 的伺服串行通信总线送到伺服放大器。伺服放大器对伺服电机通电，驱动伺服电机回转。

⑨ 伺服电机的轴上装有编码器。由编码器把电机的移动量和转子角度送给数字伺服CPU。

⑩ 编码器有两种：断电后还能监视机床位

置的绝对式编码器、通电后检测移动量的增量式编码器。

绝对式编码器——设定参考点（参考点也称机械原点，是机床上固定的基准点）完成后，接上电源即可知道机床位置，所以机床可以立即运转。

增量式编码器——为了使得机床位置和CNC 内部的机床坐标一致，每次接通电源后，都要进行返回参考点操作。

① 手摇式脉冲发生器通过I/O Link 进行连接。

② SRAM 中存储的各种数据的输入和输出可以使用阅读机/穿孔机接口（相当于RS-232C）或者存储卡进行。

③ 使用阅读机/穿孔机接口时，为便于操作者连接或者脱开输入输出设备，应将该接口安置在机床操作面板附近，并设置名为穿孔面板的连接器。

二、FANUC 数字伺服

1. β 系列伺服放大器

β 系列伺服放大器是一种可靠性强、性价比卓越的伺服系统。该系列用于机床的进给轴和主轴。通过最新的控制功能即伺服HRV控制和主轴HRV控制，实现高速、高精度和高效率控制。

多伺服轴/主轴一体型 β SVSP伺服放大器与 β 系列伺服电机外观如图1-1-9所示，特点如下。



图1-1-9 β SVSP伺服放大器与 β 系列伺服电机外观

- ① 伺服电机进给平滑，机身设计紧凑。
- ② 编码器分辨率高（128000线/转）。
- ③ 主轴电机机身设计紧凑，基本性能卓越。
- ④ 伺服放大器可实现伺服3轴+主轴1轴或者伺服2轴+主轴1轴的一体化设计。
- ⑤ 具有最新的伺服、主轴控制和伺服调试工具SERVO GUIDE。

β iSVSP伺服放大器一般根据伺服电机和主轴电机型号来确定。选定了进给伺服电机和主轴电机后就可以通过手册查到对应的伺服放大器型号，可以参考FANUC公司的产品样本选型。下面对伺服放大器的铭牌进行说明来了解伺服放大器的具体型号参数，便于选型时识别， β iSVSP伺服放大器铭牌说明如图1-1-10所示。

铭牌	说明
	β i系列的多伺服轴/主轴一体型SVSP伺服放大器，最大输出电流X、Y轴为20 A，Z轴为40 A，主轴最大输出功率为7.5 kW
	订货号，订货时使用
	额定输入电压为交流200~240 V
	表示该伺服放大器的资料为B-65322

图1-1-10 β iSVSP伺服放大器铭牌说明

另外还有一种可以单独安装和使用的集成型伺服放大器—— β iSV伺服放大器。 β iSV伺服放大器有两种控制接口，一种是FSSB接口，另一种是I/O Link接口。FSSB接口比较常用。带FSSB接口的 β iSV伺服放大器可以用来作为基本坐标轴使用，带I/O Link接口的 β iSV伺服放大器可以用来作为I/O Link轴使用。 β iSV伺服放大器的外观如图1-1-11所示。



(a) FSSB接口 (b) I/O Link接口

图1-1-11 β iSV伺服放大器的外观

β iSV伺服放大器根据伺服电机型号来确定。选定伺服电机后，可以通过手册查到对应的伺服放大器型号，还可以参考FANUC公司的产品样本。下面对伺服放大器的铭牌进行说明来了解伺服放大器的具体型号参数，便于选型时识别， β iSV伺服放大器铭牌说明如图1-1-12所示。


铭牌	说明
	β i系列的SV伺服放大器，单轴最大输出电流为20 A
	订货号，订货时使用
	额定输入电压为三相交流200~240 V，也可以为单相交流200~240 V
	表示该伺服放大器的资料为B-65322

图1-1-12 β iSV伺服放大器铭牌说明

2. β i系列电机

(1) β i系列主轴电机

β i系列主轴电机内装的速度传感器的类型有两种，一种是不带电机一转信号的速度传

感器Mi系列；另一种是带电机一转信号的速度传感器MZi/BZi/CZi系列。若需要实现主轴准停功能，可以采用内装Mi系列速度传感器的电机，外装一个主轴一转信号装置（接近开关）来实现；也可以采用内装MZi系列速度传感器的电机实现。

电机冷却风扇的作用是为电机散热，主轴电机采用变频调速，当电机速度改变时，要求电机散热条件不变，所以电机的风扇是单独供电的。 $\beta i I$ 主轴电机与编码器外形如图1-1-13所示。 $\beta i I$ 主轴电机接口功能如图1-1-14所示。

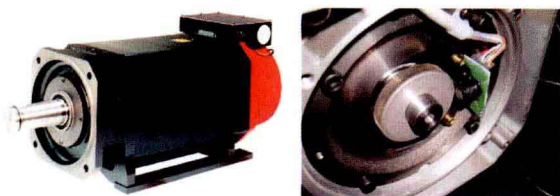


图1-1-13 $\beta i I$ 主轴电机与编码器外形

$\beta i I$ 主轴电机接口	说明
	动力电源端子
	编码器接口
	冷却风扇电机接口

图1-1-14 $\beta i I$ 主轴电机接口功能

选择主轴电机时，需要进行严密的计算后查找电机参数表，主要考虑下面几个方面的内容：

- ① 根据实际机床主轴的功能要求和切削力要求，选择电机的型号及电机的输出功率。
- ② 根据主轴定向功能的情况选择电机内装编码器的类型，即是否选择带电机一转信号的内装速度传感器。
- ③ 根据电机的冷却方式、输出轴的类型、安装方法进行选择。

下面通过一个电机铭牌来解读电机型号的含义，如图1-1-15所示。

电机铭牌	说明
	表示电机型号是 $\beta i I 3$ ，其最高转速为10 000 r/min A06B-1444-B103是电机的订货号，B103表示该电机为法兰安装，后部冷却，配置MZi速度传感器(带电机一转信号)。具体解释见B-65312资料

图1-1-15 电机铭牌及说明

(2) $\beta i s$ 系列伺服电机

$\beta i s$ 系列伺服电机是FANUC公司推出的用于普通数控机床的高速小惯量伺服电机，其外观及接口如图1-1-16所示。

伺服电机接口	说明
	动力电源接口
	抱闸端口，仅重力轴伺服电机有
	编码器接口

图1-1-16 $\beta i s$ 系列伺服电机外观及接口

$\beta i s$ 系列伺服电机的编码器需要作为绝对式编码器使用时，只需要在放大器上安装电池和设置系统参数就可以了。有一种用于重力轴上的伺服电机会有抱闸端口。

选择电机时，需要进行严密的计算后查找电机参数表，主要考虑下面几个方面的内容：

- ① 根据实际机床的进给速度、切削力、转矩要求选择。
- ② 根据是否是重力轴伺服电机选择是否需要带抱闸端口。
- ③ 绝对式编码器需要配置编码器电池。
- ④ 根据安装要求，选择安装方式、电机轴结构方式。

下面通过一个电机铭牌来解读电机型号的含义，如图1-1-17所示。

电机铭牌	说明
 <p>FANUC AC Servo Motor MODEL βIS 4/4000 MOTOR SPEC. A06B-0063-B103 No. C096E0461 DATE 2009.6 FANUC LTD MADE IN JAPAN OUTPUT 0.75kW CONT. VOLT 143 V AMP(-) 3.2 A FREQ 200 Hz SPEED 3000 min⁻¹ INSULATION F 3 PHASE WINDING CONN Y PERM MAG FIELD 200-240V INVERTER STALL TOR. 3.5 Nm AMP(-) 4.7 A MANUAL PART NUMBER B-65302</p>	<p>表示电机型号是βis4，其最高转速为4 000 r/min</p> <p>A06B-0063-B103是电机的订货号。</p> <p>B103表示该电机为法兰安装，不带抱闸。具体解释见B-65302资料</p> <p>表示电机的堵转转矩是3.5 N·m</p>

图1-1-17 电机铭牌及说明

3. *ai*系列伺服放大器

*ai*系列伺服放大器是FANUC数控系统常用的高性能伺服驱动产品，采用模块化的结构形式，由电源模块（PSM）、伺服驱动模块（SVM）、主轴驱动模块（SPM）组成。主轴驱动模块是用于控制主轴电机的模块，其结构与功能与伺服驱动模块类似。主轴驱动模块可分为200 V与400 V两大系列。实际使用中，选用200 V的居多。*ai*系列伺服放大器各模块组合连接图如图1-1-18所示。*ai*系列伺服放大器各模块接口说明如图1-1-19所示。

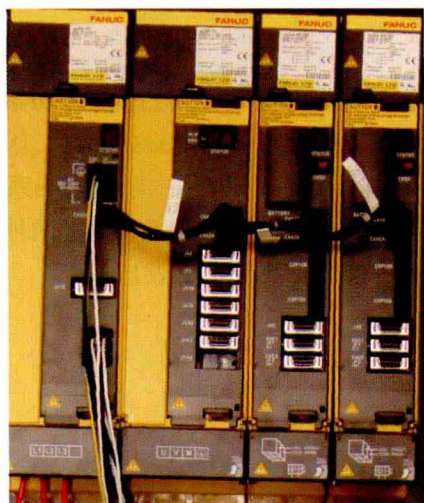
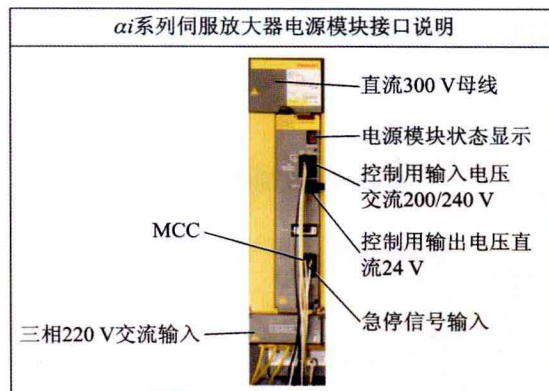
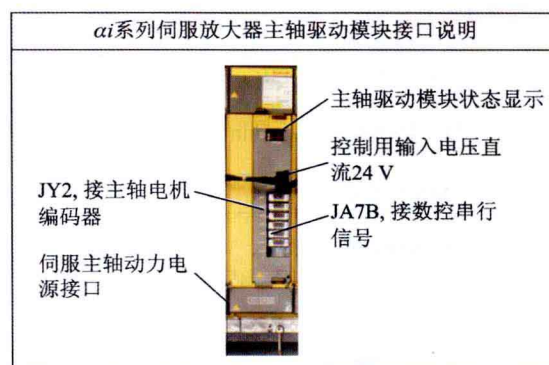


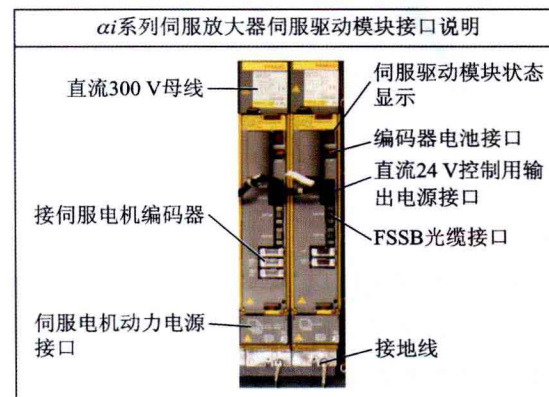
图1-1-18 *ai*系列伺服放大器各模块组合连接图



(a) 电源模块



(b) 主轴驱动模块



(c) 伺服驱动模块

图1-1-19 *ai*系列伺服放大器各模块接口说明

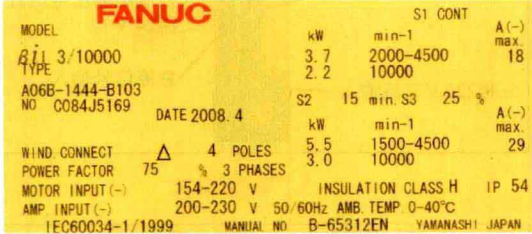
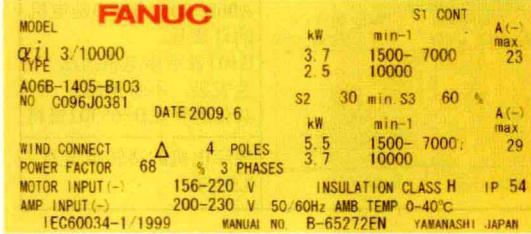
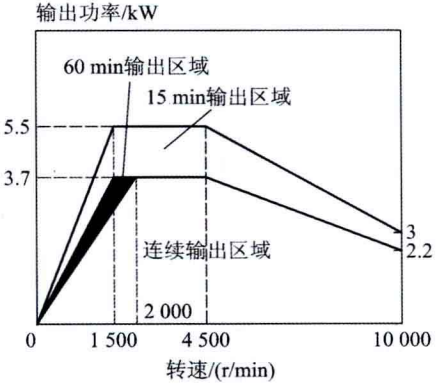
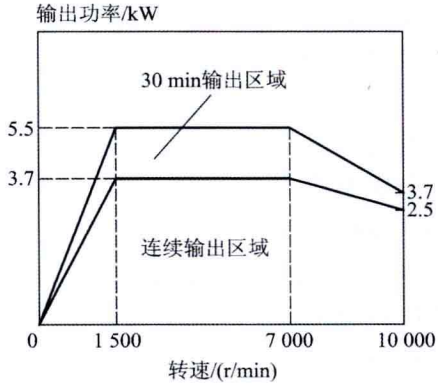
*ai*系列伺服放大器的选择基本与 β is系列伺服放大器相似，所不同的是需要清楚控制轴数，再选择伺服驱动模块、直流短路棒。其他的伺服放大器可以根据电机来选择。

4. *aiI*系列伺服主轴电机

*aiI*系列伺服主轴电机与 β iI系列伺服主轴电机在使用材料等方面有很大的不同，所以造成价

格与性能上的差异，在选择时需要综合考虑。两种伺服主轴电机的机械性能比较见表1-1-2。

表1-1-2 两种伺服主轴电机的机械性能比较

βi13/10000 伺服主轴电机		αi13/10000 伺服主轴电机	
			
额定输出功率/kW	3.7	额定输出功率/kW	3.7
额定输出最高转速/min	4500	额定输出最高转速/min	7000
			

5. αi系列伺服电机

αi系列伺服电机属于高性能电机，βi系列伺服电机属于经济型电机，由于两者在使用材料等方面有很大的不同，所以造成价格与性能上的差异，特别是在加减/速能力、高速与低速输出特

性、调速范围等方面有较大的差别。αi系列伺服电机的编码器有绝对式与增量式两种，因此在选择时需要综合考虑。其外部接口与βis系列伺服电机基本一样，这里不再重复。现将两种伺服电机的机械性能进行比较，见表1-1-3。