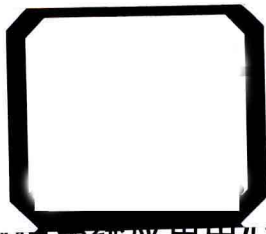


FANUC 数控系统应用中心系列教材

FANUC 数控系统维护与维修

FANUC 数控系统应用中心 组编
李宏胜 朱 强 曹锦江 主编



FANUC数控系统应用中心系列教材

FANUC数控系统维护与维修

FANUC Shukong Xitong Weihu yu Weixiu

FANUC数控系统应用中心 组编

李宏胜 朱 强 曹锦江 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:绪论,FANUC 数控系统维护与维修基本操作,FANUC 数控系统数据备份与恢复,FANUC 数控系统硬件结构及维修,FANUC 数控系统 PMC 控制及维修应用,FANUC 数控系统进给伺服及维修技术,FANUC 数控系统主轴驱动及维修技术,FANUC 数控系统常见典型故障分析与维修实例及附录。

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,还可作为从事数控机床系统维修和调试的工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

FANUC 数控系统维护与维修 / 李宏胜, 朱强, 曹锦江主编; FANUC 数控系统应用中心组编. —北京: 高等教育出版社, 2011.8

ISBN 978-7-04-031708-4

I. ①F… II. ①李… ②朱… ③曹… ④F… III. ①数控
机床—维修—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 118299 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.landrace.com
开 本	889mm×1194mm 1/16		http://www.landrace.com.cn
印 张	32.5	版 次	2011年8月第1版
字 数	810千字	印 次	2011年8月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	88.00元

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 31708-00

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”。教育部组织制定的职业教育改革创新行动计划也将“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、研结合和校企高度融合的平台；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，以FANUC数控系统为维护与维修对象，从数控系统调试、维护和维修的工程实际出发，整合FANUC数控系统涉及维护与维修的基本知识、丰富的技术资料 and 实用的现场案例，符合FANUC系统现场解决问题的技术思路，且涵盖了FANUC数控系统维护与维修所需的主要内容。

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。

本书包括绪论、7个单元和附录，含有33个项目，可根据教学和培训的具体情况选用。

本书由李宏胜、朱强、曹锦江担任主编，李宏胜统稿。编写分工为：单元一和单元二由芜湖职业技术学院朱强编写，单元三和单元四由朱强、深圳职业技术学院廖华强和南京工程学院曹锦江编写，绪论、单元五、单元六和单元七由南京工程学院李宏胜和曹锦江编写；附录由曹锦江负责编写和整理。曹锦江在统稿阶段做了大量工作。

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6月

目 录

绪 论	1
单元一 FANUC数控系统维护与维修基本操作	11
项目一 FANUC数控系统页面基本操作	12
项目二 FANUC数控系统和维护与维修有关的页面操作	20
单元二 FANUC数控系统数据备份与恢复	33
项目一 系统参数设置与修改方法	35
项目二 通过引导页面进行数据备份与恢复	39
项目三 通过数据输入/输出方式进行数据备份与恢复	46
项目四 数据自动备份操作	56
项目五 通过以太网方式进行数据备份与恢复	60
单元三 FANUC数控系统硬件结构及维修	69
项目一 FANUC 0i-D数控系统及外围连接	70
项目二 FANUC 0i-D数控系统本体结构认识	79
项目三 FANUC 0i-D数控系统启动信息和系统报警	90
项目四 FANUC数控系统硬件部件拆装	108
单元四 FANUC数控系统PMC控制及维修应用	119
项目一 I/O模块和I/O模块地址设定	120
项目二 PMC信号状态诊断与参数维护	142
项目三 PMC数据备份与恢复	152
项目四 典型PMC程序功能	165
项目五 PMC程序监控与维护	193

单元五 FANUC数控系统进给伺服及维修技术 205

项目一	FANUC伺服控制与硬件连接	206
项目二	伺服参数初始化	236
项目三	FSSB参数设置	242
项目四	伺服参数调整和诊断页面	248
项目五	伺服放大器及伺服电机维护	255
项目六	伺服系统故障诊断与维修	280

单元六 FANUC数控系统主轴驱动及维修技术 319

项目一	FANUC串行主轴控制与硬件连接	320
项目二	FANUC串行主轴参数初始化与参数设置	338
项目三	FANUC数控系统主轴诊断和维护页面	349
项目四	FANUC数控系统串行主轴控制	354
项目五	FANUC数控系统主轴放大器及主轴电机维护	373
项目六	FANUC串行主轴驱动系统故障诊断与维修	382

单元七 FANUC数控系统常见典型故障分析与维修实例 399

概述	400	
项目一	数控机床操作常见故障诊断与维修	403
项目二	数控机床返回参考点常见故障诊断与维修	417
项目三	数控机床急停和超程故障诊断与维修	430
项目四	典型综合案例	437
项目五	综合训练	446

附 录 465

附录一	FANUC 0i D数控系统常用信号	466
附录二	FANUC 0i D数控系统常用参数	470
附录三	FANUC 0i-D数控系统常见系统报警	488
附录四	FANUC 0i-D数控系统常见伺服报警	493
附录五	FANUC 0i-D数控系统常见主轴报警	499

绪 论

本部分要求理解数控机床维护与维修基础，其主要内容包括现代数控机床的制造过程、数控机床维护与维修的技术指标、数控机床维护与维修的内容、数控机床维护与维修的基本要求；了解数控机床日常维护管理；理解数控系统日常维护管理；掌握FANUC数控系统维护与维修的特点。



绪 论

❖ 知识讲解

一、数控机床维护与维修基础

数控机床是集机械、电气、液压、气压、传感器检测、加工工艺等技术为一体的精密自动化设备，能实现机械加工的高速度、高精度和高度自动化，在企业生产中占有很重要的地位。数控机床的组成框图如图0-1所示。

从图0-1可以看出，数控机床的电气部分

中CNC系统占有很大的比重。电气部分涉及机床电气、自动控制、电力电子、计算机、网络通信、精密检测等多学科的知识。机床本体部分涉及滚珠丝杠、导轨结构、齿轮、机械传动、液压、气动等多方面的机械基础知识。对维护数控机床来说，更加需要丰富的机械方面的知识，除理解机床机械方面的知识外，还需

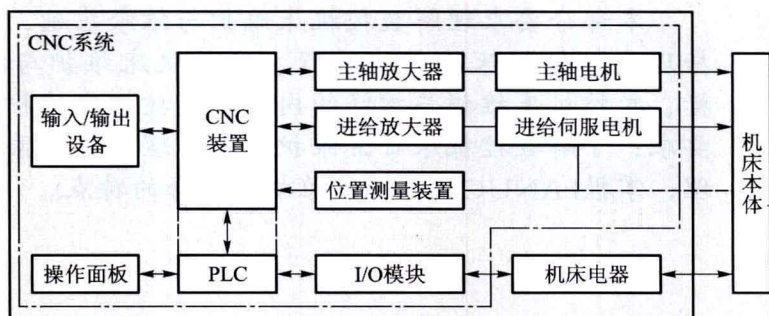


图0-1 数控机床的组成框图

要有很强的动手能力，对机床能拆能装才行。

现代数控机床的维护与维修，对维护与维修人员提出了较高的要求，维护与维修人员必须具备综合知识和很强的动手能力。

1. 现代数控机床的制造过程

现代数控机床的制造已经不是以前一条龙的自行制造，而是分工明确的。从数控系统到伺服驱动，再从机床电器到液压和气动，从电气部件到机械部件，都已经实现模块化设计和制造，专业化企业生产。机床制造厂家从提供传统的零部件的设计、生产、组装等一条龙服务，转变成数控机床的总装厂。在这种情况下机床制造厂家要想修复所有有故障的部件已经很困难，更不用说数控机床的最终使用者。

从现代数控机床的制造过程可以看出，作为维护与维修人员，其主要任务是快速分析和判断问题所在，快速更换部件，延长平均无故障时间，提高数控机床的利用率。

同样，现代数控机床的维护与维修人员也不能再秉持传统的机床维护与维修理念，而必须具备现代数控机床维护与维修理念。维护与维修人员要了解现代数控机床的制造过程，要知道维护什么，怎样维护，维修什么，怎样维修，需要什么条件才能更好地完成维护与维修工作。

2. 数控机床维护与维修的技术指标

数控机床维护与维修的基本目的就是提高数控机床的可靠性。数控机床的可靠性是指

在规定的时间内、规定的工作条件下维持数控机床无故障工作的能力。衡量数控机床可靠性的重要指标是平均无故障时间（Mean Time Between Failures, MTBF）、平均修复时间（Mean Time To Repair, MTTR）和平均有效度 A 。

平均无故障时间是指数控机床在使用中两次故障间隔的平均时间，即

$$MTBF = \frac{\text{总的工作时间}}{\text{总故障次数}}$$

平均修复时间是指数控机床从开始出现故障直到排除故障、恢复正常使用的平均时间。显然，这段时间越短越好。

平均有效度是对数控机床正常工作概率进行综合评价的指标，是指一台可维修数控机床在某一段时间内维持其性能的概率，即

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

显然，数控机床的维护与维修要做好两个方面工作：① 尽量延长平均无故障时间MTBF；② 提高数控机床的维修效率，出故障时尽快恢复使用，以尽量缩短平均修复时间MTTR，提高数控机床的使用效率。

3. 数控机床维护与维修的内容

由现代数控机床的制造过程可以看出，数控机床维护与维修的内容与传统机床维护与维修的内容不同。

数控机床维护与维修人员要理解数控机床机械和电气组成。对数控机床机械部分要知道机械结构、机械部件的规格和订货型号、部件采购渠道，有条件的应做一些易损件的备件。对数控机床电气部分要理解整个数控机床电气控制系统的控制过程，对“有形”的机床电器要有电气图纸，对“无形”的数控系统和伺服驱动系统以及可编程控制器（PLC）要理解控制过程、相关控制接口，并做好相关数据的备份工作。

传统的检测仪器已无法检查数控系统和伺服驱动系统的控制和反馈信号，现代数控机床和数控系统维修只能更多地依靠数控系统和伺

服驱动系统提供有效的维修和诊断手段。

维护与维修人员的主要任务是利用数控系统和伺服驱动系统提供的诊断工具和手段，利用计算机技术来及时准确地判断故障原因，分析问题出现在整个控制部分的哪一个区域，是机械故障还是电气故障。若是机械故障，根据“有形”的机械维修思路和经验进行维修；若是电气故障，初步定位是CNC故障、伺服驱动故障，还是PLC（PMC）故障，再根据数控系统和伺服驱动系统以及PMC提供的诊断和维修手段，尽可能缩小故障所在区域，根据电气控制系统功能模块化设计的理念，采用最快的手段，替换备件即可。

应该说，现代数控机床维护与维修的内容比传统机床维护与维修的内容增多了，要求也更高了，但因为有丰富的诊断软件和手段，维护与维修还是比较方便的。

4. 数控机床维护与维修的基本要求

（1）维护与维修人员应具备的要求

数控机床是技术密集型和知识密集型机电一体化产品，数控系统技术先进，结构复杂，通过上面介绍的维护与维修内容可以看出维护与维修工作对维护与维修人员有较高的要求，维护与维修工作的好坏，首先取决于维护与维修人员的素质，维护与维修人员必须具备以下条件。

① 强烈的责任心、良好的职业道德、严谨科学的工作作风与良好的工作习惯

数控机床是较为昂贵的自动化设备，维护与维修人员要有强烈的责任心和良好的职业道德，在每次维修和变更部件时要做好记录，使后面的维护与维修人员有据可查。

② 专业知识面广

维护与维修人员应掌握数控机床各部分的知识，了解计算机原理、电子技术、电工原理、自动控制与电力拖动、检测技术、机械传动及机械加工工艺方面的基础知识。既要懂电，又要懂机。电包括强电和弱电，机包括机械、液压和气动技术。维护与维修人员还必须经过数控技术方面的专门学习和培训，掌握

数字控制、伺服驱动及PLC的工作原理，懂得PLC编程，会应用网络技术，适应数控系统技术的发展。

③ 一定的专业英语阅读能力

数控系统的操作面板、CRT（LCD）画面显示以及与数控机床有关的技术手册大都是英文的，不懂英文就无法阅读这些重要的技术信息。

④ 勤于学习和吃苦耐劳的精神

现在数控系统的功能都很丰富，各种技术资料也很多，维护与维修人员必须静下心来，刻苦钻研技术，反复阅读，边学边干，边干边学。机械加工行业是一个相对艰苦的行业，在现场维修和检查时吃得了苦，才能真正把设备维护与维修好。

⑤ 数控机床操作技能

数控系统的维护与维修离不开对数控机床的实际操作，维护与维修人员应掌握数控机床的基本操作方法，尤其是与数控机床维护与维修有关的操作。维护与维修人员还应会编制简单的数控加工程序，能对机床进行手动和试运行操作，应会使用数控维修典型的工具、仪器和仪表等。

⑥ 对外协调和沟通能力

数控机床的维护与维修技术要求比较高，数控设备和数控系统也有各种规格型号，除了前面介绍的维护与维修人员需要具备的要求外，当需要快速维护与维修，维护与维修人员短时间内又无法解决问题时，必须具备对外协调能力，能及时找到技术外援，提供应急维护与维修帮助。要学会利用社会资源来维护与维修数控机床，这也是现代数控机床维护与维修人员必须具备的能力。

（2）技术资料

数控机床维修除了需要关键的具备维护与维修能力的人以外，还需要在修数控设备详细丰富的技术资料。

典型的数控机床应具备以下技术资料：

- ① 机床使用说明书；
- ② CNC方面的资料；

- ③ 伺服系统技术资料；
- ④ 可编程控制器方面技术资料；
- ⑤ 其他主要配套部件技术资料；
- ⑥ 维修记录；
- ⑦ 其他技术资料。

除了前面介绍的技术资料外，还有几类技术资料也是比较重要的，比如：数控机床所使用的电气部件清单、备件清单、订货号、生产厂家、数控机床参数、梯形图程序、报警文本、加工程序、常用宏程序、电气图纸等，这些都要多备几份，以防意外缺失。

二、数控机床的日常维护管理

数控机床规格不同，对其维护的要求也各不相同，但数控机床日常维护有一定共性，主要内容有：

1. 定期检查数控机床润滑系统

每天使用数控机床前，都要检查数控机床润滑系统，及时添加或更换润滑油脂或油液，使机械运动部件始终保持良好的润滑状态，降低机械磨损速度。

2. 定期检查数控机床液压和气动回路

每天使用数控机床前，都要检查数控机床液压和气动回路是否运行正常，定期进行油质化验，及时更换液压油，并定期对各润滑、液压、气压系统的过滤器或过滤网进行清洗或更换。

3. 定期检查电气部件

定期检查数控机床的电气柜各插头、插座、器件是否完好；现场的电缆和电器是否有老化现象；保持电气柜内清洁；及时更换空气过滤网，并采取干燥处理。

4. 定期检查机床超程限位功能

需要定期检查机床超程限位开关，以免操作中超程限位开关不起作用，导致机床撞坏，影响机床加工安全。

5. 定期更换存储器电池

数控机床中数控系统一般都有保存数据的RAM，为了能在电池没电前及时保存数

据，必须定期更换存储器电池。一般每年需要更换一次，更换电池一般在通电的情况下进行。

6. 定期使用备用电路板

有条件的企业一般都会准备部分备用电路板以备及时维修时使用。应该定期把备用电路板取出来，放在完整的机床里使用一段时间，再取下来保存。备用电路板应保存在防静电的袋中，注意干燥。

7. 定期进行机床水平和机械精度检查和调整

为了保持加工精度，必须对机床机械部分定期检查和检测。常规磨损能通过数控系统参数补偿的，就通过系统参数补偿；若不能通过系统参数补偿，就需要大修或项修。

8. 定期对长期不用的数控机床通电

长期不用的数控机床应放在不被阳光直射的地方。注意保持存放环境的干燥，定期通电，特别在潮湿天气里，要增加通电次数和时间，使电子元器件不致受潮。

三、数控系统的日常维护管理

数控系统日常维护是数控机床日常维护的重要内容之一。数控系统是整个数控机床的控制核心，数控系统的维护对整个数控机床的使用和维护是至关重要的。

1. 正确操作数控系统

不同厂家生产的数控机床的数控系统的具体操作有所差别。操作人员首先必须经过严格的操作培训，熟悉数控系统的操作和使用说明书。

2. 选择合适的使用环境

数控系统是电子产品，对使用环境要求比较苛刻，要注意数控系统使用的温度、湿度、振动、电源电压和电源干扰等情况。

3. 定人定时使用

数控机床的使用和维护应安排专门人员，这样人员就能更加熟悉和了解设备的特点，减少对数控设备由于生疏而产生的操作失误和维

护不当。

4. 制订日常的维护规章制度

根据数控机床和数控系统的特点制订维护规章制度，规定数控系统日常具体的维护位置、什么时间维护、怎样维护等。

5. 日常维护中尽量少打开数控机床电气柜门

机械加工车间的空气中一般都含有油雾、漂浮的灰尘甚至金属粉尘，一旦它们落在数控系统内的印制电路板或电子元器件上，就会引起元器件间绝缘电阻的下降，甚至造成电路板短路。因此，不允许随意开启电气柜门，更不允许在夏天高温时为了使电气柜散热而在加工时敞开电气柜门。

6. 定时清理数控系统的散热通风系统

现在数控系统电气柜都安装有散热通风系统。每天上班时，必须检查数控系统散热风扇是否正常工作，定期清理散热通风系统。

7. 定期检查数控系统操作面板

数控系统操作面板是操作人员每天都会使用的，难免有损坏。应定期检查按键是否有油污和按键字符是否清楚，不能马马虎虎和勉强使用。若按键字符模糊不清，很容易导致误操作。

8. 存储器电池要定期更换

数控系统一般都有保存数据的RAM，在断电以后RAM中的数据靠电池保持。操作人员要及时提醒维修人员更换存储器电池，维修人员要意更换电池的要点。

9. 注意电路板更换的类型

数控系统有些电路板中含有机床的参数和数据，在更换之前必须把有关的数据备份以后再更换。同时，必须在断电的情况下更换电路板，还要注意核对有关电路板的规格型号，以确保系统软件能正常运行。

四、FANUC数控系统及其维护与维修的特点

FANUC数控系统因性能优越、可靠性高而

得到了社会的广泛认同，是世界上使用最多的数控系统之一。FANUC数控系统及其维护与维修有其自身的特点。

1. FANUC 数控系统

国内外有很多规格和性能指标各异的数控系统，其中日本FANUC公司生产的数控系统是用户使用较多的数控系统之一。

FANUC公司先后推出0i系列、16i/18i/21i系列、Power Mate i 系列等各种规格的数控系统。它们的共同特点是：

① 数控系统硬件具有高可靠性。数控系统采用专用的LSI芯片电子组件和特殊的表面安装技术，使控制装置尺寸大为减小。

② 加工效率高。数控系统采用高速微处理器，加强PMC处理能力，对于CNC接口开发了高速的M、S、T接口，进一步缩短了执行时间，也可以通过PMC来实现坐标轴的控制。

③ 加工精度高。滚珠丝杠的螺距误差等传动链中的机械误差可通过存储型螺距误差予以校正，加工拐角轮廓时进给速度可以自动倍率。

④ 加工速度快。由于数控系统采用了多CPU方式进行分散处理，可实现高速连续切削。

⑤ 采用数字式伺服速度控制，精度高。由于数控系统采用了高分辨位置检测器和高速微处理器及软件伺服控制功能，实现了高速、高精度的伺服控制。

⑥ 软件控制功能丰富。FANUC数控系统除具有一般数控系统控制功能外，还具有刀具寿命管理、极坐标插补、圆柱插补、多边形加工等特有的控制功能，并且提供了专用的用户宏程序，从而很容易实现一些特殊的机械加工。

⑦ 具有强有力的通信功能。数控系统除一般的RS-232C接口外，又增设了具有远程缓冲的高速串行传送，从而可以实现高速的DNC操作。有的数控系统还具有网络控制功能。

常用FANUC数控系统性能规格一览表如表0-1所示。

2. FANUC 数控系统维护与维修的特点

要想维护与维修好FANUC数控系统，除具备典型数控系统的维护与维修基本知识外，还必须熟知维护与维修FANUC数控系统的具体要求。

(1) 具备维修基础知识

从表0-1可知，FANUC数控系统规格型号较多，维护与维修FANUC数控系统必须了解FANUC系列产品的典型硬件配置和CNC、PMC、机床的基本控制过程；熟悉数控设备的系统配置、硬件连接、数据备份等内容；能看懂电气设计人员设计的电气图，并能与实物相对应；能看懂电气设计人员编写的梯形图，并能修改局部梯形图；会修改系统部分参数；会更换故障部件；会机床的基本操作。维修人员需要不断地增加数控设备维护与维修感性认识和动手能力，不断积累FANUC数控系统维护与维修经验。

(2) 熟悉有关资料

FANUC数控系统资料丰富，以0i-D系统为例，与0i-D系统和伺服驱动系统有关的技术资料共30余本。维护与维修人员查阅和消化的技术资料应该与电气设计人员差不多，但是查阅和消化的深度不同，维护与维修人员的主要任务是利用系统提供的诊断手段，查阅有关资料快速判断故障所在。

维护与维修人员参考技术资料的思路是：

① 需要了解FANUC数控系统控制单元与外围设备硬件连接时，可参考FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D CONNECTION MANUAL (HARDWARE) (B-64303EN)；

② 需要了解、熟悉和操作PMC程序以及监控PMC程序状态和消化PMC具体指令时，可查阅FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D PMC梯形图编程手册 (B-64393CM) 和FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D 维修说明书 (B-64305CM) 中PMC接口部分介绍；

③ 需要了解G和F信号具体地址含义以及控制过程时，可查阅FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D连接说明书 (功

表0-1 常用FANUC数控系统性能规格一览表

系统 性能	0i-A	0i-B		0i-C		0i-D		30i/31i/ 32i
		0i Mate	0i-B	0i Mate	0i-C	0i Mate	0i-D	
控制轴数 (MAX)	4	3	4	3	5	6	8	40
串行主轴数	2	1	2	1	2	2	3	8
模拟主轴数	1	1	1	1	1	1	1	1
显示器	CRT	CRT/ LCD	CRT/ LCD	LCD	LCD	LCD	LCD	LCD
CNC与伺服 连接	电缆线	FSSB	FSSB	FSSB	FSSB	FSSB	FSSB	FSSB
输入/输出 点数	1024 /1204	96/64	1024/ 1024	240/ 160	1024/1024	256/ 256	1024/ 1024	1024/ 1024
I/O 模块 (内置/ 外置)	内置/ 外置	外置	内置/ 外置	外置	外置	外置	外置	外置
PMC软件	SA1	SA1	SA1 SB7	SA1	SA1 / SB7	PMC/L	PMC/L PMC	PMC/L PMC
通信接口	RS- 232C	RS- 232C	RS- 232C	RS- 232C	RS- 232C	RS- 232C	RS- 232C 以太网	RS- 232C 以太网
连接的伺服 系列	α 系列	β is	α is、 β is	β is	α is、 β is	β is	α is、 β is	α is、 β is

能篇) (B-64303CM-1) ;

④ 想修改与加工和操作相关的参数以及其他参数时,可查阅FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D参数说明书 (B-64310CM) ;

⑤ 想操作和调整伺服参数页面以及维修伺服部分故障时,可参考FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D启动手册 (B-64304CM-3) 内容、维修说明书 (B-64305CM) 中数字伺服和附录中伺服报警和主轴报警清单、FANUC AC SERVO MOTOR/SPINDLE MOTOR/SERVO AMPLIFIER α i SERIES维修说明书 (B-65285CM) 或 FANUC AC SERVO MOTOR/SPINDLE MOTOR/SERVO AMPLIFIER β i SERIES维修说明书 (B-65325CM) ;

⑥ 要验证机床调整后的功能是否正确以及检查故障,操作数控机床时,可查阅FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D车床系统 / 加工中心系统通用用户手册 (B-64304CM)、FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D车床系统用户手册 (B-64304CM-1) 或FANUC Series 0i-MODEL D/0i mate-MODEL D加工中心系统用户手册 (B-64304CM-2) 以及机床厂家操作手册等。

(3) 熟练掌握FANUC数控系统的机床操作要想快速修好使用FANUC数控系统的机床,必须熟练掌握FANUC数控系统的机床操作。现在很多维修人员脱离操作机床,这实际上是不利于电气维修的。

(4) 熟悉数据备份

FANUC数控系统中数据有好几种类型,

主要有系统参数数据、螺距误差补偿数据、宏程序、加工程序、刀具补偿数据、PMC参数数据、PMC程序、FLASH ROM中的数据、系统配置数据、管理器功能参数、伺服和主轴维护信息数据等。维护与维修人员必须理解各种数据的作用，哪些是加工编程使用的数据，哪些是系统数据，哪些是PMC数据，哪些是伺服和主轴维护信息数据等。能否自动备份，怎样自动备份，数据如何备份，使用什么软件或工具进行备份，维护与维修人员都需要掌握。要了解具体备份方法，维护与维修人员可以参考本书相关单元和项目。若能把一台数控机床的数据备份充分了，应该说，维护与维修人员就抓住了数控设备维护与维修的核心。

(5) 准备硬件备件

FANUC 数控系统各种数据功能的实现离不开硬件结构的支持。FANUC 数控系统硬件属于专用型系统硬件，维护与维修人员无法对现有的数控系统硬件进行芯片级维修，只能根据FANUC数控系统提供的诊断手段和工具进行模块级诊断分析，对诊断分析判断出的故障模块进行更换。虽然FANUC数控系统硬件很可靠，但难免由于使用环境的影响产生故障，处于衰退期的数控系统更容易出故障，要实现现场快速维修，就要为数控系统准备备件。如何准备数控系统的控制单元、伺服单元、I/O 模块、主轴单元硬件模块备件，维修人员可以参考本书单元三、单元四、单元五、单元六相关项目知识。

(6) 熟悉报警分类

FANUC数控系统为用户维修提供了许多报警，比如0i-C系统为用户提供了各种报警号和报警信息，主要有与编程、加工有关的报警信息；与后台编辑有关的报警信息；与绝对脉冲编码器有关的报警；与串行脉冲报警编码器有关的报警；与伺服系统有关的报警；与超程有关的报警；与刚性攻螺纹有关的报警；与串行主轴通信有关的报警；与系统报警有关的报警；与PMC有关的报警；与串行主轴本体报警和主轴错误有关的代码；与伺服放大器本体

报警有关的代码；与系统硬件本体有关的报警等。

从FANUC数控系统的报警分类可以看出，FANUC数控系统为电气维修人员提供了丰富的报警，维修过程中要充分利用系统提供的报警信息进行分析和诊断。0i-D系统也有丰富的报警号和报警信息，且为便于用户区别报警分类，在每个报警号前加了报警类别的缩写，比如与程序操作相关的报警，在报警号前加“PS”，例如：报警内容“PS0003 数位太多”。这样在显示屏上就可以很清楚地分辨出报警类型和含义。0i-D系统具体报警信息可以参见本书的单元三~单元六相关项目介绍，也可以参考维修说明书（B-64305CM）、 α i系列交流伺服电机/主轴电机/伺服放大器维修说明书（B-65285CM）或 β i系列交流伺服电机/主轴电机/伺服放大器维修说明书（B-65325CM）。

(7) 理清FANUC数控系统故障处理思路

数控机床出现故障并不可怕，关键要有故障处理的思路，下面根据FANUC数控系统推荐方法和编者维修经验进行介绍：

① 调查数控机床故障发生情况。

维修人员要在第一时间认真调查现场，了解故障发生的时间，发生的次数，以及在什么情况下发生的何种故障。

② 针对调查情况，有报警信息的，根据报警信息进行处理；没有报警信息的，必须根据本书介绍的知识以及FANUC数控系统控制过程进行分析。

③ 若维修人员由于自身条件限制，没能及时分析和判断出故障原因，可以就近或电话咨询熟悉FANUC业务的技术人员。

④ 若判断是数控系统硬件问题，可以与FANUC公司备件部门联系购买或自行处理更换该硬件；若不能确定是什么问题，维修人员必须记下数控系统的相关信息以及数控机床故障现象等，与FANUC公司联系。需要记录的数控系统相关信息如下所示。

a. FANUC数控系统名称：0i-TA/MA、0i-

TB/MB、0i Mate-TB/MB、0i-TC/MC、0i Mate-TC/MC、0i-TD/MD、0i Mate-TD/MD等；

- b. 机床制造商名称、机床的型号；
- c. CNC的序列号（在数控系统黄色罩壳上）以及版本（系统数据表）；
- d. 伺服放大器及伺服电机的规格（发生与

伺服相关的故障时）；

- e. 主轴放大器及主轴电机的规格（发生与主轴相关的故障时）。

如何辨认伺服放大器以及伺服电机和主轴放大器及主轴电机的订货号和规格，可参考单元五和单元六项目介绍。

❖ 实践考核

1. 了解FANUC数控系统规格的多样性：让学生在实验室或工厂实地数控参观FANUC数控系统控制的机床，感性了解FANUC数控系统的数控机床组成和功能。

2. 根据实地参观的情况，找出FANUC数控系统名称、CNC序列号并填写表0-2。

表0-2 FANUC数控系统信息

序号	FANUC 数控系统名称	CNC 序列号	主要特点