



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划职教师资培养资源开发项目
《机械工程》专业职教师资培养资源开发 (VTNE006)
机械工程专业职教师资培养系列教材

数控机床 故障诊断与维修

主 编 王士军 董玉梅
副主编 王 旭 王中营



科学出版社



教育部 财政部职业院校教师素质提高计划
职教师资培养资源开发项目

《机械工程》专业职教师资培养资源开发 (VTNE006)

机械工程专业职教师资培养系列教材

数控机床 故障诊断与维修

主 编 王士军 董玉梅

副主编 王旭 王中营

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是教育部、财政部机械工程专业职教师资本科培养资源开发项目(VTNE006)规划的主干核心课程教材之一。全书共三个学习情境,按简单到复杂的内容结构体系构建,遵循项目引领任务驱动的行动导向教学理念和工作过程系统化的课程开发理念编写。所选知识点和能力目标对形成中等职业学校机械工程专业教师岗位职业能力、专业能力和教学能力起到举一反三、触类旁通的促进作用。本书内容丰富,层次清晰,重点突出,重视实践技能的培养。在取材上,通过大量工程实例,力求理论联系实际运用。

本书可作为机械工程专业职教师资本科培养的教材,也可作为从事数控机床故障诊断与维修工作的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修/王士军,董玉梅主编. —北京:科学出版社, 2018.4

机械工程专业职教师资培养系列教材

ISBN 978-7-03-055828-2

I. ①数… II. ①王… ②董… III. ①数控机床-故障诊断-中等专业学校-师资培养-教材②数控机床-维修-中等专业学校-师资培养-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 300374 号

责任编辑:邓 静 张丽花 / 责任校对:郭瑞芝
责任印制:吴兆东 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京建宏印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 4 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018 年 4 月第一次印刷 印张:17 3/4

字数:420 000

定价:69.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

教育部 财政部职业院校教师素质提高计划成果系列丛书

机械工程专业职教师资培养系列教材

项目牵头单位：山东理工大学

项目负责人：王士军

项目专家指导委员会

主任：刘来泉

副主任：王宪成 郭春鸣

成员：(按姓氏笔画排列)

刁哲军	王继平	王乐夫	邓泽民	石伟平	卢双盈
汤生玲	米靖	刘正安	刘君义	孟庆国	沈希
李仲阳	李栋学	李梦卿	吴全全	张元利	张建荣
周泽扬	姜大源	郭杰忠	夏金星	徐流	徐朔
曹晔	崔世钢	韩亚兰			

丛 书 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》颁布实施以来，我国职业教育进入加快构建现代职业教育体系、全面提高技能型人才培养质量的新阶段。加快发展现代职业教育，实现职业教育改革发展新跨越，对职业学校“双师型”教师队伍建设提出了更高的要求。为此，教育部明确提出，要以推动教师专业化为引领，以加强“双师型”教师队伍建设为重点，以创新制度和机制为动力，以完善培养培训体系为保障，以实施素质提高计划为抓手，统筹规划，突出重点，改革创新，狠抓落实，切实提升职业院校教师队伍整体素质和建设水平，加快建成一支师德高尚、素质优良、技艺精湛、结构合理、专兼结合的高素质专业化的“双师型”教师队伍，为建设具有中国特色、世界水平的现代职业教育体系提供强有力的师资保障。

目前，我国共有60余所高校正在开展职教师资培养，但教师培养标准的缺失和培养课程资源的匮乏，制约了“双师型”教师培养质量的提高。为完善教师培养标准和课程体系，教育部、财政部在职业院校教师素质提高计划框架内专门设置了职教师资培养资源开发项目，中央财政划拨1.5亿元，系统开发用于本科专业职教师资培养标准、培养方案、核心课程和特色教材等系列资源。其中，包括88个专业项目、12个资格考试制度开发等公共项目。该项目由42家开设职业技术师范专业的高等学校牵头，组织近千家科研院所、职业学校、行业企业共同研发，一大批专家学者、优秀校长、一线教师、企业工程技术人员参与其中。

经过三年的努力，培养资源开发项目取得了丰硕成果。一是开发了中等职业学校88个专业(类)职教师资本科培养资源项目，内容包括专业教师标准、专业教师培养标准、评价方案，以及一系列专业课程大纲、主干课程教材及数字化资源；二是取得了6项公共基础研究成果，内容包括职教师资培养模式、国际职教师资培养、教育理论课程、质量保障体系、教学资源中心建设和学习平台开发等；三是完成了18个专业大类职教师资资格标准及认证考试标准开发。上述成果，共计800多本正式出版物。总体来说，培养资源开发项目实现了高效益：形成了一大批资源，填补了相关标准和资源的空白；凝聚了一支研发队伍，强化了教师培养的“校—企—校”协同；引领了一批高校的教学改革，带动了“双师型”教师的专业化培养。职教师资培养资源开发项目是支撑专业化培养的一项系统化、基础性工程，是加强职教师资培养培训一体化建设的关键环节，也是对职教师资培养培训基地教师专业化培养实践、教师教育研究能力的系统检阅。

自2013年项目立项开题以来，各项目承担单位、项目负责人及全体开发人员做了大量细致的工作，结合职教教师培养实践，研发出很多填补空白、体现科学性和前瞻性的成果，有力推进了“双师型”教师专门化培养向更深层次发展。同时，专家指导委员会的各位专家以及项目管理办公室的各位同志，克服了许多困难，按照教育部、财政部对项目开发工作的总体要求，为实施项目管理、研发、检查等投入了大量时间和心血，也为各个项目提供了专业的咨询和指导，有力地保障了项目实施和成果质量。在此，我们一并表示衷心的感谢。

编写委员会
2016年3月

前 言

根据教育部、财政部《关于实施中等职业学校教师素质提高计划的意见》(教职成[2006]13号),山东理工大学“数控技术”省级精品课程教学团队王士军博士主持承担了教育部、财政部机械工程专业职教师资本科培养资源开发项目(VTNE006),教学团队联合装备制造业专家、企业工程技术人员、全国中等职业学校和高职院校双师型教师、高等学校专业教师、政府管理部门、行业管理和科研等部门的专家学者成立了项目研究开发组,研究开发了机械工程专业职教师资本科培养资源开发项目规划的核心课程教材之一。

《数控机床故障诊断与维修》的内容体现了中等职业学校机械工程专业培养专业理论水平高、实践教学能力强,在教育教学中起“双师型”作用的职教师资。书中内容充分考虑中等职业学校机械工程专业毕业生的就业背景和岗位需求,行业有典型代表性的机电设备及其发展趋势、岗位技能需求、专业教师理论知识、实践技能现状和涉及的国家职业标准等;也充分考虑了该专业中等职业学校专业教师的知识能力现状,将行动导向、工作过程系统化、项目引领、任务驱动等先进的教育教学理念,理实一体化地将多门学科、多项技术和多种技能有机融合在一起。本书将内容与实际工作系统化过程的正确步骤相吻合,既体现了专业领域普遍应用的、成熟的核心技术和关键技能,又包括了本专业领域具有前瞻性的主流应用技术和关键技能,以及行业、专业发展需要的“新理论、新知识、新技术、新方法”。本书撰写到了可操作的层面,每个项目、任务后有归纳总结,使得知识点和能力目标脉络清晰,逻辑性强,对形成职业岗位能力具有举一反三、触类旁通的学习效果,便于职教师资本科生培养的教学实施和学生自学。

全书共有三个学习情境,其结构体系如图1所示。

本书的编写融入了理念、设计、内容、方法、载体、环境、评价和教学策略等要素。它既不是各种技术资料的汇编,也不是培训手册,而是包含了工作过程相关知识,体现完整工作过程,实现教、学、做一体化的教材。本书为“数控机床故障诊断与维修”课程提供了工学结合实施的整体解决方案,书中内容融汇了职教师资本科培养的职业性、专业性和师范性的特点。

本书由山东理工大学的王士军、北京联合大学的董玉梅任主编,天津职业技术师范大学附属技工学校的王旭、河南工业大学的王中营任副主编,山东理工大学的赵国勇和赵庆志、吉林省桦甸市职业教育中心的孙宏伟、烟台轻工业学校的刘炳强、滨州技师学院的尚川川等参加了教材的编写。

由于编者学识和经验有限,书中疏漏之处在所难免,恳请专家和读者批评指正。

编 者

2016年12月

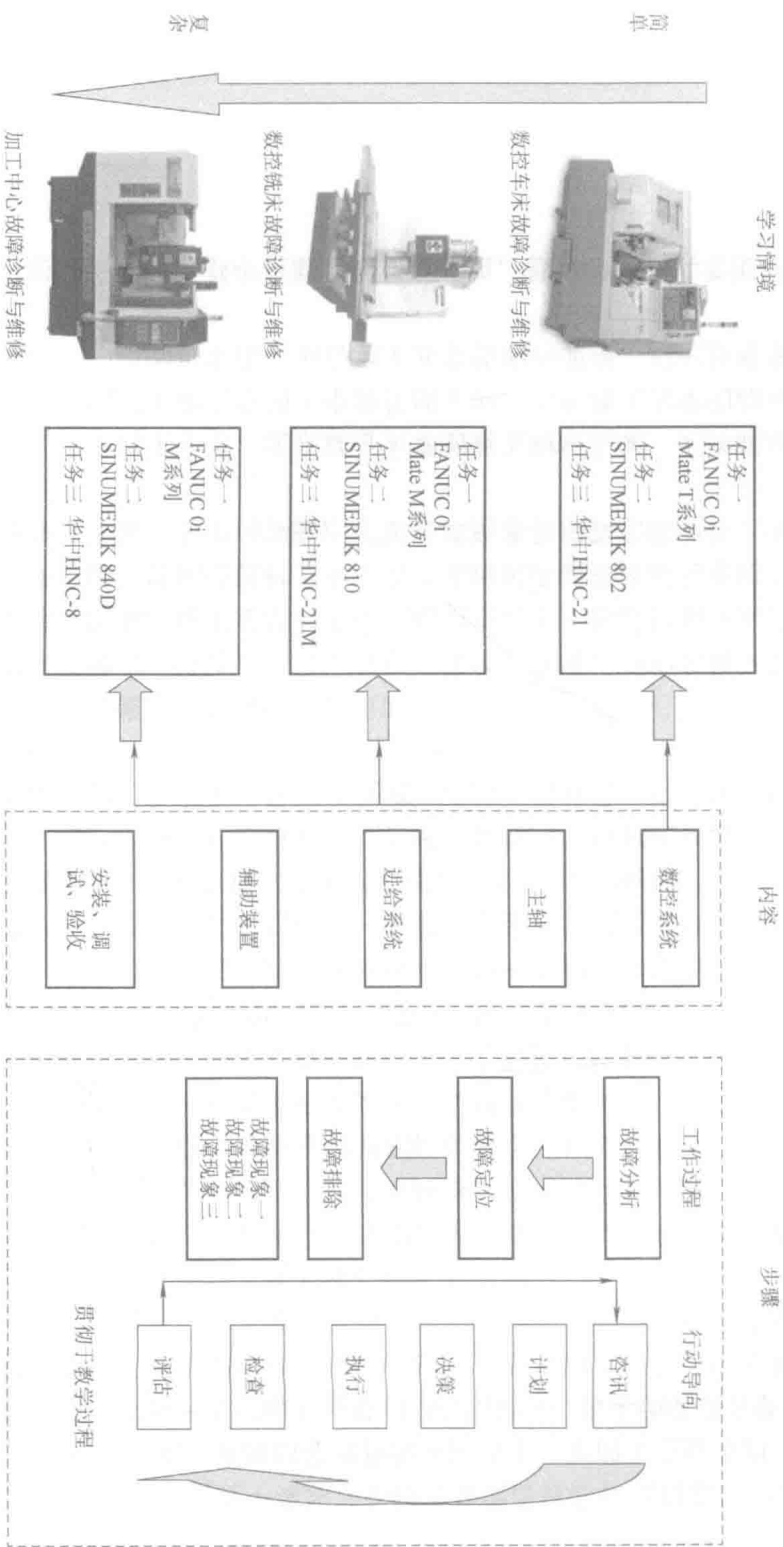


图 1 工作过程系统化课程结构体系

目 录

学习情境一 数控车床故障诊断与维修

项目(一) 数控车床数控系统故障诊断与维修	3
任务1 FANUC 0i Mate T 系列数控系统故障诊断与维修	3
任务2 SINUMERIK 802 系列数控系统故障诊断与维修	9
任务3 华中 HNC-21 数控系统故障诊断与维修	19
任务4 广州数控系统 GSK980TD 故障诊断与维修	25
项目(二) 数控车床主轴故障诊断与维修	30
任务1 数控车床主轴机械故障诊断与维修	30
任务2 数控车床变频主轴常见故障诊断与维修	35
任务3 数控车床伺服主轴常见故障诊断与维修	43
项目(三) 数控车床进给系统故障诊断与维修	50
任务1 数控车床进给系统机械故障诊断与维修	50
任务2 数控车床进给伺服系统故障诊断与维修	57
任务3 数控车床反馈装置故障与维修	65
项目(四) 数控车床辅助装置故障诊断与维修	70
任务1 数控车床刀架的故障诊断与维修	70
任务2 数控车床液压系统及排屑装置常见故障	75
项目(五) 数控车床安装、调试与验收	79
任务1 数控车床安装	79
任务2 数控车床调试	82
任务3 数控车床精度检验	84
评价标准	95
教学策略	96

学习情境二 数控铣床故障诊断与维修

项目(一) 数控铣床数控系统故障诊断与维修	99
任务1 FANUC 0i Mate M 系列数控系统故障诊断与维修	99
任务2 SINUMERIK 810 系列数控系统故障诊断与维修	105
任务3 华中数控系统 HNC-21M 故障诊断与维修	112
项目(二) 数控铣床主轴故障诊断与维修	126
任务1 数控铣床主轴机械故障诊断与维修	127
任务2 数控铣床变频主轴常见故障诊断与维修	133
任务3 数控铣床伺服主轴常见故障诊断与维修	139

项目(三) 数控铣床进给系统故障诊断与维修	144
任务1 数控铣床进给系统机械故障诊断与维修	144
任务2 数控铣床进给伺服系统故障诊断与维修	153
任务3 数控铣床进给反馈装置故障与维修	160
项目(四) 数控铣床辅助装置故障诊断与维修	166
任务1 数控铣床分度工作台和回转工作台故障诊断与维修	166
任务2 数控铣床液压、气动、排屑等常见辅助装置	177
项目(五) 数控铣床安装、调试与验收	184
任务1 数控铣床的安装	184
任务2 数控铣床调试	185
任务3 数控铣床的精度检验	186
评价标准	190
教学策略	191
学习情境三 加工中心故障诊断与维修	
项目(一) 加工中心数控系统故障诊断与维修	195
任务1 FANUC 0i M 系列数控系统故障诊断与维修	195
任务2 SINUMERIK 840 系列数控系统故障诊断与维修	200
任务3 华中 HNC-8 数控系统故障诊断与维修	205
项目(二) 加工中心主轴故障诊断与维修	220
任务1 加工中心主轴机械故障诊断与维修	220
任务2 加工中心变频主轴常见故障诊断与维修	224
任务3 加工中心伺服主轴常见故障诊断与维修	230
项目(三) 加工中心进给系统故障诊断与维修	236
任务1 加工中心进给系统机械故障诊断与维修	236
任务2 加工中心进给伺服系统故障诊断与维修	240
任务3 加工中心反馈装置故障与维修	246
项目(四) 加工中心辅助装置故障诊断与维修	250
任务1 加工中心自动换刀装置故障诊断与维修	250
任务2 加工中心液压、气动及排屑装置常见故障	259
项目(五) 加工中心安装、调试与验收	263
任务1 加工中心安装	263
任务2 加工中心调试	265
任务3 加工中心精度检验	266
评价标准	271
教学策略	272
参考文献	274



学习情境一

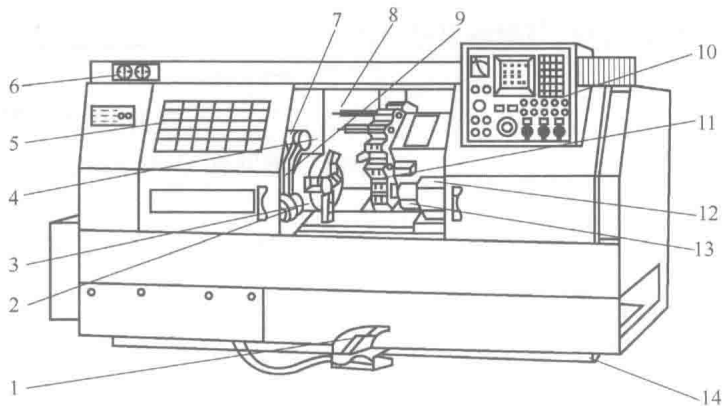
数控车床故障诊断与维修



数控车床是目前使用较为广泛的数控机床，适合加工形状复杂、加工精度要求高的轴类、盘类、套类等回转体零件，结构如图 1-1 所示。



(a) 外观图



(b) 数控车床的组成

- 1-主轴卡盘夹紧与松开踏板；2-对刀仪；3-主轴卡盘；4-主轴箱；5-机床防盗门；
- 6-液压系统压力表；7-对刀仪防护罩；8-导轨防护罩；9-对刀仪摆臂；
- 10-操作面板；11-回转刀架；12-尾座；13-倾斜滑板；14-平床身

图 1-1 数控车床

数控车床由数控系统、主轴控制系统、伺服进给系统、辅助控制装置、机床本体 5 部分组成，它们的工作关系如图 1-2 所示。

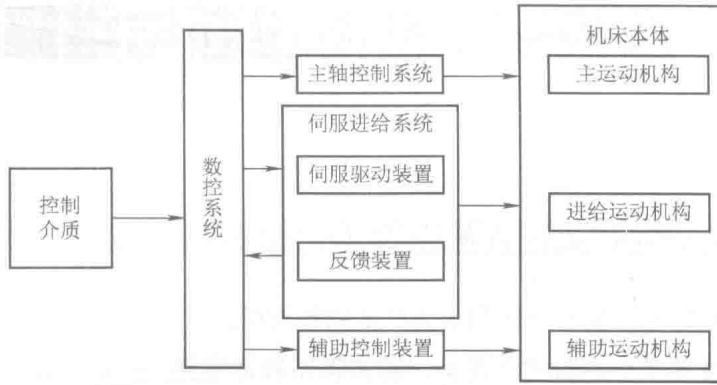


图 1-2 数控车床的组成

项目(一) 数控车床数控系统故障诊断与维修

数控车床是将编制好的加工程序输入数控系统中,由数控系统通过 X、Z 坐标轴的伺服电动机控制车床进给运动部件的动作顺序、移动量和进给速度,同时控制主轴的转速和转向。数控车床大多是两轴联动,采用的数控系统多是性价比较高的经济型数控系统。

我国常用的数控系统有日本 FANUC Oi Mate T 系列数控系统、德国西门子公司的 SIMENS 802 系列数控系统、国产华中数控系统和广州数控系统。

任务 1 FANUC Oi Mate T 系列数控系统故障诊断与维修

FANUC Oi Mate T 数控系统是可靠性强、集成度高、性价比卓越的数控系统,也是目前世界上最小的数控系统。国内数控机床生产厂家正逐步以该系列数控系统作为性能要求不高的数控车床、数控铣床的主要配置,从而取代步进电机驱动的开环数控系统。

1. 技能目标

- (1) 认识 FANUC Oi Mate T 系列数控系统的接口。
- (2) 能够读懂 FANUC Oi Mate T 系列数控系统说明书。
- (3) 能够连接数控系统与外围设备。
- (4) 能够诊断和调试 FANUC Oi Mate T 系列数控系统的故障。

2. 知识目标

- (1) 了解 FANUC Oi Mate T 系列数控系统的硬件结构。
- (2) 理解 FANUC Oi Mate T 系列数控系统软、硬件的工作过程。
- (3) 掌握 FANUC Oi Mate T 系列数控系统连接及调试方法。

3. 引导知识

1) FANUC Oi Mate T 系列系统的功能和主要特点

(1) 系统功能包为 B 包功能,具备两个计算机数字控制轴控制功能和两轴联动。系统只有基本单元扩展功能。

- (2) 具有网络功能和 USB 接口。
- (3) 可以选择变频主轴电机和交流伺服主轴电机。
- (4) 只能选择一个伺服附加轴。

2) FANUC Oi Mate T 系列系统的构成

数控系统配置如图 1-1-1 所示。

3) 系统功能连接

硬件构成如图 1-1-2 所示。

系统与其他配置设备的综合连线情况如图 1-1-3 所示。

4) FANUC Oi Mate T 系列系统的参数及设定

数控系统的参数设置完成机床结构和机床各种功能的匹配,这些参数在数控系统中按一定的功能组进行分类。例如,伺服轴参数配置数控机床的轴数,各轴伺服电机数据、速度及位置反馈元件类型及反馈元件数据,串行通信口参数对串行口进行数据传输时的波特率、停止位等进行赋值等。

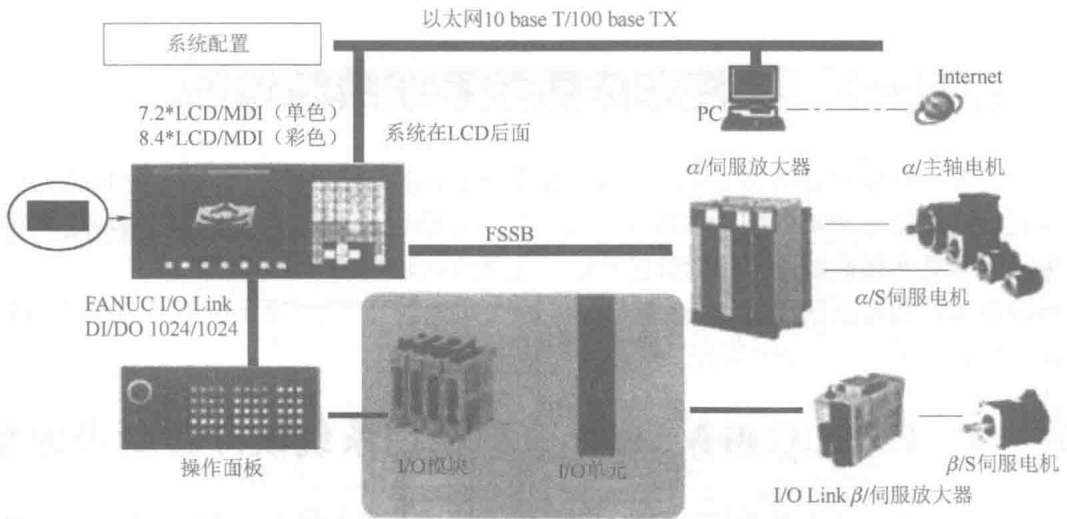


图 1-1-1 FANUC Oi Mate T 系列数控系统配置图

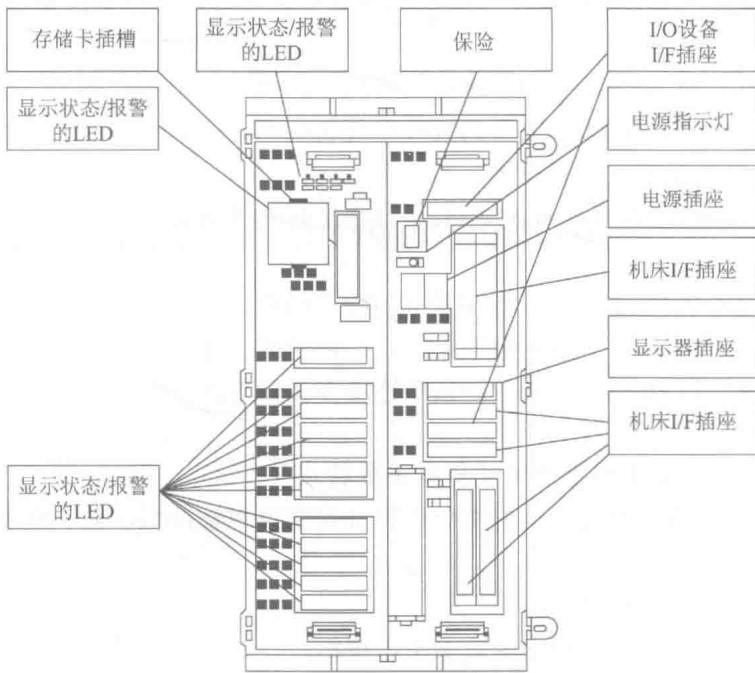


图 1-1-2 FANUC Oi Mate T 系列系统结构及功能接口

(1) 参数的显示：按 MDI 面板的【SYSTEM】键几次或一次后，再按【参数】键选择参数画面。

(2) 定位期望参数的方法：①按翻页键至期望的参数号；②使用键盘输入期望的参数号码，再按【NO.搜索】键。

(3) 参数的输入：

① 在 MDI 方式或急停状态，首先修改参数写保护设定。按【OFFSET SETTING】键，再按【SETTING】软键，修改写保护参数：PARAMETERWRITE=1。此时，系统会出现报警信息。

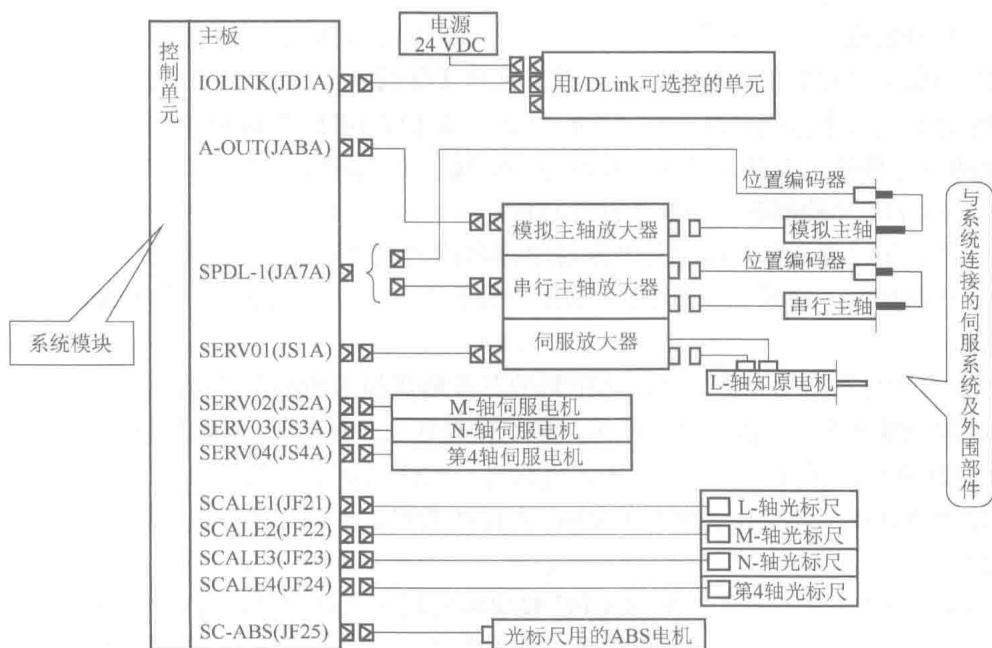


图 1-1-3 FANUC 0i Mate T 系列系统连接图

② 再进入参数显示画面，找到希望修改的参数，使用键盘输入数据，按【INPUT】键。

③ 完成设定之后，要按①的方法把参数保护设置为 0，即 PARAMETERWRITE=0，重新启动数控系统，新设置的参数生效。

(4) 参数的存储：人工抄录参数清单、使用存储卡、利用串行通信，将参数传入计算机。

4. 故障诊断与维修

【故障现象一】 一台上海第二机床厂生产的 CK6150A 数控车床，配置 FANUC 0i Mate TD 系统。开机后，系统 CRT 出现“系统没准备好”报警。观察接口 LED 灯，发现存储卡 LED 红灯亮。

(1) 故障分析 FANUC 0i Mate TD 系统在开机时先执行自检，包括各接插板、电缆接插件的情况。存储卡 LED 红灯亮，可能是存储卡接触不良造成的。

(2) 故障定位

① 检查并紧固存储卡，开机，故障依旧。

② 考虑存储卡本身故障，用备件置换的方法，将一块正常的存储卡插上，LED 红灯仍然亮，说明不是存储卡故障。

③ 故可断定是存储卡的插口电路的故障。检测插口的插脚及电路板，发现有一插孔失效。

(3) 故障排除 排除方法有两个：一是清理插孔，采用锌粉刷入孔内补救，但这一方法不保证一定奏效；二是更换或修复电路板，该方法周期长、成本高。维修时，建议先用第一种方法，最后用第二种方法。

【故障现象二】 上海第二机床厂生产的 CK6150A 数控车床，配置 FANUC 0i Mate TD 系统，开机后，屏幕显示“C-MOS PARITY(存储器奇偶校验出错)”。

(1) 故障分析 当数据从主印刷板上存放参数和程序的随机存取存储器 RAM 中读出时，检测到奇偶误差，会产生此报警号，即说明 C-MOS 芯片中有故障。

(2) 故障定位

① 将相关芯片取下。将参数写入开关置到【ON】。

② 合上机床电源的同时,按 MDI 键盘上的【DELETE】键和【RESET】键。这一操作将清除所有的参数、刀具偏移数据和程序等区域。如果屏幕仍显示“存储器奇偶校验出错”,说明不是取下芯片的问题,需继续取下芯片。

③ 再做第二项操作。报警号消除说明该芯片为故障芯片。

(3) 故障排除 这时数控系统以 1KB 存储容量运行,输入机床参数和加工程序,机床即可正常运行。

如果要恢复正常的存储容量,可用新的芯片替代找出的不良芯片。

【故障现象三】 牡丹江迈克机床制造有限公司生产的 CKS6132 数控车床,配置 FANUC Oi Mate TD 系统,开机后,系统处于死机状态,按任何键均无效。

(1) 故障分析 该现象说明机内 CNC 内部参数已混乱或丢失。

(2) 故障定位

① 卸下 PT 主系统检查,发现 CPU 模块板的指示红灯已亮,说明此故障为 CPU 模块板故障。

② 卸下 CPU 模块板检查,发现印刷电路板的集成电路芯片的管脚处有较多的粉尘和油污,插板框和本底板也是如此。

③ 进一步检查存储器模块板,也存在上述问题。

经仔细检查确定故障起因是系统的冷却风扇位置发生变化,往下压风,在冷却的同时把空间的粉尘和油雾带入系统。由于集成电路芯片管脚之间排列较密,导电的粉瓣肯定要造成电路的逻辑混乱,致使故障发生。

(3) 故障排除

① 对 CPU 模块板、存储器模块板、主底板、冷却风扇进行清洗,干燥处理。

② 用印刷板专用薄膜防护剂对 CPU 模块板、存储器模块板进行绝缘处理。

③ 因系统存储的信息已全部丢失,首先对系统进行初始化处理,然后使用编程器通过 RS-232C 接口将本机的数控系统参数、机床参数、报警文本、加工程序、PLC 程序等逐个输送到系统,机床即恢复运行。

【故障现象四】 一台数控车床配 FANUC Oi Mate TC 系统,在调试中时常出现 CRT 闪烁、发亮,没有字符出现的现象。

(1) 故障分析 分析其原因主要有:

① CRT 亮度与灰度旋钮在运输过程中出现振动。

② 系统在出厂时没有经过初始化调整。

③ 系统的主板和存储板有质量问题。

(2) 故障排除 调整 CRT 的亮度和灰度旋钮,如果没有反应,将系统进行初始化一次,同时按【RESET】键和【DELETE】键,进行系统启动,如果 CRT 仍没有正常显示,则需要更换系统的主板或存储板。

【故障现象五】 一台数控车床配 FANUC Oi Mate TC 系统,数控系统运行中断且无报警故障。

(1) 故障分析 机床自动或手动运行中断且无报警信号,一般是 CPU 控制系统异常。

(2) 故障定位 查位控板(01GN710),发现 PCB 上 LED 故障显示发光,提示位控板或 CPU 及其连接电路发生故障。经查连接电路无异常,更换位控板后故障仍存在,推断 CPU 板(01GN710)有故障。经分析,由于能正常工作几分钟,估计是板上某个元器件存在热稳定性差的问题。打开数控柜门,采用风冷散热后试机,CNC 果然能延长工作达数小时。采用测温及降温法,确诊故障部位在 CPU 板上的 ROM 存储器,集成电路型号为 MB7122E。

(3) 故障排除 更换 ROM 上热稳定性差的集成电路,故障排除。

5. 维修总结

(1) 根据设备的具体情况,采取应急修理措施,是一种满足生产急需的有效方法。

(2) 定期进行清洁保养,定期进行参数和加工程序的传输和备份。

(3) 经清洁后,仍有故障,要特别注意线路板被粉尘污染部位,可用高倍放大镜仔细观察,寻找故障点。

(4) 数控系统故障往往维修时间长、价格高,所以在维修中,一定要注意避免故障扩大,有条件的尽量在数控系统生产厂家或机床生产厂家技术人员指导下进行维修。

6. 知识拓展

1) 配置 FANUC 0i Mate T 系列数控系统数控车床的基本操作

(1) 电源接通前后的检查:在机床主电源开关接通之前,操作者需检查机床的防护门等是否关闭、卡盘的夹持方向是否正确、油标的液面位置是否符合要求及切削液的液面是否高于水泵吸入口。当检查以上各项均符合要求时,方可合上机床主电源开关,机床工作灯亮,风扇启动,润滑泵、液压泵启动。机床通电后,按下【ON】启动键,在 CRT 显示器上是否出现机床的初始位置坐标,检查机床上部的总压力表。

(2) 手动操作机床:当机床按照加工程序对工件进行自动加工时,机床的操作基本上是自动完成的,其他情况下,要靠手动来操作机床。

① 手动返回机床参考点。机床断电后,数控系统会失去对参考点的记忆,再次接通电源后,操作者必须进行返回参考点的操作。另外,当机床遇到急停信号或超程报警信号后,待故障排除、机床恢复工作时,也必须进行返回参考点的操作。

(a) 将“MOD”开关转到“ZERO RETURN”方式,当滑板上的挡块距离参考点不足 30mm 时,应首先用【JOG】按钮使滑板向参考点的负向移动,直到距离大于 30mm 时停止,然后再返回参考点。

(b) 设置“RAPID OVERRIDE”开关位置,选择返回参考点的快速移动速度。

(c) 按下正向 X 轴和 Z 轴的【JOG】按钮,使滑板在所选择的轴向自动快速移动回零。当滑板停在参考点位置时,相应轴的回零指示灯亮。同时,当滑板移到参考点附近时,会自动减速。

② 滑板手动进给操作。手动进给有两种方式:一种是用【JOG】按钮使滑板快速移动;另一种是用手摇轮移动滑板。

a. 快速移动:

(a) 将“MODE”开关置于“RAPID”方式。

(b) 用“RAPID OVERRIDE”开关选择滑板的快移速度。

(c) 按下【JOG】按钮,使刀架快速移动到预定位置。

b. 手摇轮进给:

(a) 将“MODE”开关转到“HANDLE”位置,可选择 3 个位置。

- (b) 通过“FEEDRATE OVERRID”开关选择手摇轮每转动一格滑板的移动量。
- (c) 选择要移动方向的坐标轴。
- (d) 转动手摇轮, 使刀架按指定的方向快速移动。
- ③ 主轴的操作。主轴的操作主要包括主轴的启动与停止和主轴的点动。
 - a. 主轴的启动与停止:
 - (a) 将“MODE”开关置于手动方式中的任意位置。
 - (b) 用主轴功能中的“FWD-RVS”开关确定主轴的旋转方向。在“FWD”位置主轴正转, 在“RVS”位置主轴反转。
 - (c) 旋转主轴至低速区, 防止主轴突然加速。
 - (d) 按下【启动】按钮, 主轴正转。在主轴转动过程中, 可以通过【SPEED】旋钮改变主轴的转速, 且主轴的实际转速显示在 CRT 显示器上。
 - b. 主轴的点动: 用于使主轴旋转到便于装卸卡爪的位置或检查工件的装夹情况。
 - (a) 将“MODE”开关置于自动方式中的任意位置。
 - (b) 将主轴“FWD-RVS”开关指向所需的旋转方向。
 - (c) 按下【启动】按钮, 主轴转动, 否则主轴停止。
- ④ 刀架的转位。装卸、测量刀具的位置及测试工件等都要靠手动操作来实现刀架的转位。
 - (a) 将“MODE”开关置于手动方式中的任意位置。
 - (b) 将刀具选择开关置于指定的刀具位置。
 - (c) 按下【INDEX】按钮, 则刀盘顺时针转动到指定的刀位。
- ⑤ 手动尾座的移动, 包括尾座体的移动和尾座套筒的移动。
 - a. 尾座体的移动: 用于轴类零件加工时调整尾座的位置。
 - (a) 将“MODE”开关置于手动方式中的任意位置。
 - (b) 按下【TAIL STALK INTERLOCK】按钮, 松开尾座, 其上方的指示灯亮。
 - (c) 移动滑板带动尾座移到预定的位置。
 - (d) 再次按下【TAIL STALK INTERLOCK】按钮, 尾座被锁紧, 指示灯灭。
 - b. 尾座套筒的移动:
 - (a) 将“MODE”开关置于手动方式中的任意位置。
 - (b) 按下【QUILL】按钮, 尾座套筒带着顶尖伸出, 指示灯亮。
 - (c) 再次按下【QUILL】按钮, 套筒退回, 指示灯灭。
- ⑥ 卡盘的夹紧与松开。机床在手动操作或自动运转时, 卡盘的夹紧与松开是通过脚踏开关实现的, 操作步骤如下。
 - (a) 扳动电箱内卡盘正、反卡开关, 选择卡盘的正卡或反卡。
 - (b) 若第一次踏下开关卡盘松开, 则第二次踏下开关卡盘夹紧。

2) FANUC 0i Mate T 系列数控系统的 PLC

数控系统除了对机床各坐标轴的位置进行连续控制外, 还需要对机床主轴正反转控制与启停、工件的夹紧与松开、刀具更换、自动工作台交换、液压与气动、切削液开关、润滑等辅助工作进行顺序控制。现代数控系统均采用可编程控制器(PLC)完成。数控机床的可编程控制器还可以实现主轴的可编程机床控制器(PMC)控制、附加轴(如刀库的旋转、机械手的转臂、分度工作台的转位等)的 PMC 控制。