

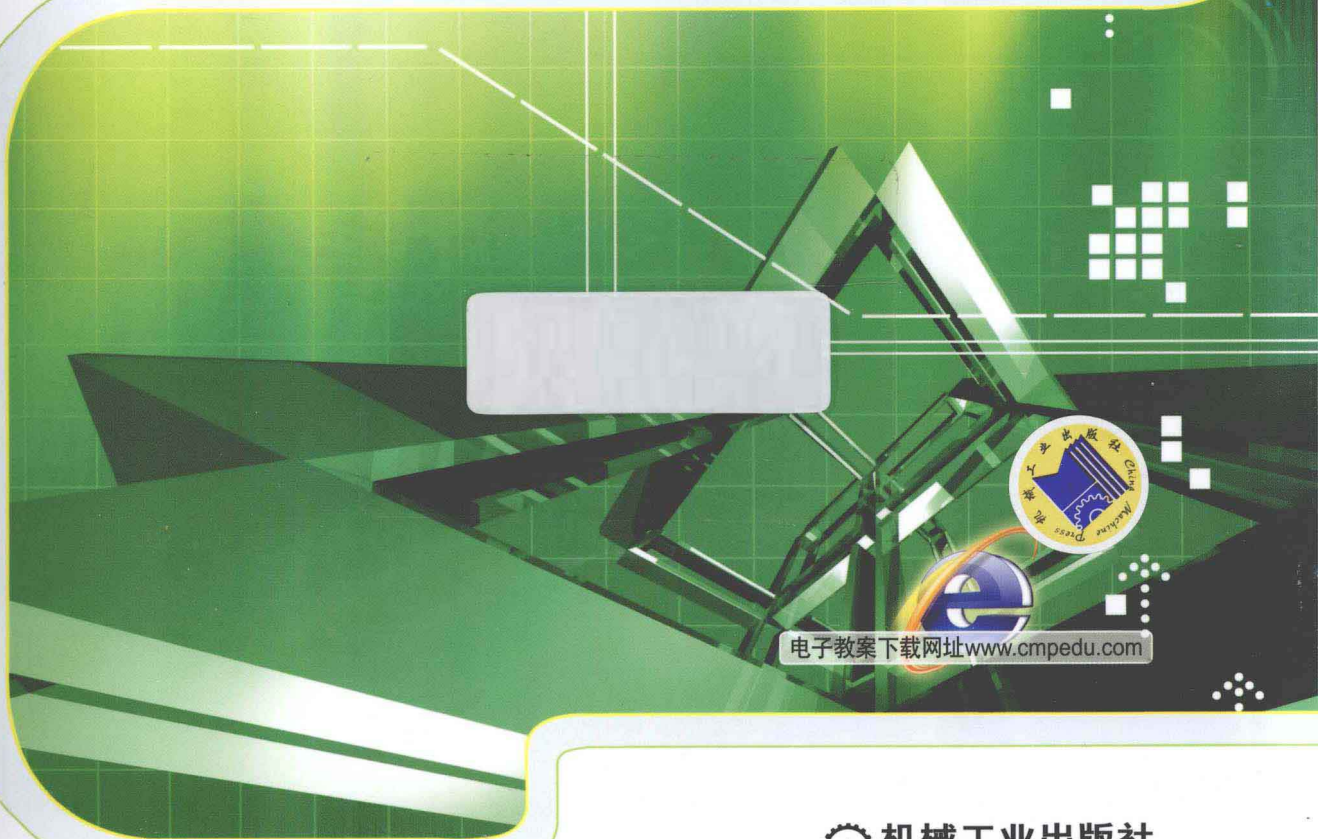


全国高等职业教育规划教材

数控机床故障 诊断与维修(FANUC)

董晓岚 主 编

朱 彤 副主编



电子教案下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

数控机床故障诊断与维修 (FANUC)

主 编 董晓岚

副主编 朱 彤

参 编 刘美娟



机械工业出版社

本书以应用最广泛的 FANUC 0i Mate-D 数控系统为例,分别介绍了数控机床故障诊断与维修准备、FANUC 0i Mate-D 数控系统的调试与维修、进给伺服系统的调试与维修、模拟主轴单元的调试与维修、FANUC PMC 系统的调试与维修诊断、数控机床典型故障诊断与维修、数控机床的验收与精度检测 7 个学习项目,深入浅出地阐述数控机床故障诊断的基础知识,全面系统地论述了数控机床故障诊断与维修的基本步骤与应用。

本书既可作为高等职业院校、大中专及职工大学数控技术专业、数控设备应用与维护专业、机电设备维修专业、机电一体化专业等的教材,也可供从事数控机床调试、维护、维修工作的工程技术人员自学参考。

本书配套授课电子课件,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修: FANUC / 董晓岚主编. —北京: 机械工业出版社, 2013.10

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-43977-6

I. ①数… II. ①董… III. ①数控机床—故障诊断—高等职业教育—教材②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(2013)第 212768 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 刘闻雨 王 荣

责任印制: 张 楠

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2013 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·12 印张·296 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-43977-6

定价: 27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材 机电类专业编委会成员名单

主 任 吴家礼

副 主 任 任建伟 张 华 陈剑鹤 韩全立 盛靖琪 谭胜富

委 员 (按姓氏笔画排序)

王启洋	王国玉	王建明	王晓东	代礼前	史新民
田林红	龙光涛	任艳君	刘靖华	刘 震	吕 汀
纪静波	何 伟	吴元凯	张 伟	李长胜	李 宏
李柏青	李晓宏	李益民	杨士伟	杨华明	杨 欣
杨显宏	陈文杰	陈志刚	陈黎敏	苑喜军	金卫国
奚小网	徐 宁	陶亦亦	曹 凤	盛定高	程时甘
韩满林					

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 郝秀凯

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近 60 所高等职业院校的骨干教师对在 2001 年出版的“面向 21 世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

当前制造业已成为国民经济的支柱产业，中国制造业的飞速发展，使得沿海发达地区成为了“世界制造工厂”。高级技工，尤其是数控机床高级技术人员严重短缺的现象已经引起了社会的广泛关注，在世界经济全球化的今天，对于一个机械制造企业，如果它不用数控机床来完成关键制造过程，那么将会失去竞争力。随着数控机床的大量使用和高性能数控系统的开发，对数控机床维修人员的素质要求越来越高，对数控机床的可利用率要求也越来越高。

本书在调研基础上，综合近几年来高等职业技术教育课程改革的经验，以提高数控机床维修人员的基本能力和素质为目标，注重分析和解决问题的方法以及思路的引导，注重理论与实践的紧密结合，专注于技术先进的、占市场份额最大的 FANUC 数控系统的应用维修。

本书体系以职业能力为导向，改变传统的学科教材的编写模式，知识结构和内容循序渐进排列，以培养学生能力为主线，实用性强。本书以“国家职业标准”为依据，按“工作过程导向”要求，以典型任务为载体，切实贯彻“管用”、“够用”、“适用”的教学指导思想，按技能层次分模块逐步加深数控机床调试与维修相关内容的学习和技能操作训练。

本书共 7 个学习项目，分别介绍了数控机床故障诊断与维修准备、FANUC 0i Mate-D 数控系统的调试与维修、进给伺服系统的调试与维修、模拟主轴单元的调试与维修、FANUC PMC 系统的调试与维修诊断、数控机床典型故障诊断与维修、数控机床的验收与精度检测等内容。

参加本书编写的有董晓岚、朱彤、刘美娟等从事数控机床故障诊断与维修教学与科研的一线教师。其中，董晓岚编写了项目 2、项目 3、项目 5、项目 6，朱彤编写了项目 1、项目 4，刘美娟编写了项目 7，全书由董晓岚统稿、定稿。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

项目 1 数控机床故障诊断与维修准备	1
任务 1.1 数控机床故障诊断和维修管理	1
1.1.1 数控机床故障产生的原因	1
1.1.2 数控机床故障排除的一般办法	3
1.1.3 数控机床维修技术资料的要求	4
任务 1.2 数控机床常用的维修工具及备件	6
1.2.1 常用的数控机床维修工具	6
1.2.2 常用的数控机床维修仪表	8
1.2.3 常用的数控机床维修仪器	10
1.2.4 常用的数控机床电气元器件	11
项目 2 FANUC 0i Mate-D 数控系统调试与维修	14
任务 2.1 FANUC 0i Mate-D 数控系统的操作	14
2.1.1 FANUC 0i Mate-D 数控系统 MDI 面板	14
2.1.2 数控系统和加工操作有关的画面	16
2.1.3 数控系统和机床维护操作有关的画面	18
任务 2.2 FANUC 0i Mate-D 数控系统的连接	22
2.2.1 FANUC 0i Mate-D 数控系统基本构成	23
2.2.2 FANUC 0i Mate-D 数控系统整体连接	24
2.2.3 FANUC 0i Mate-D 控制单元硬件连接	26
2.2.4 FANUC 0i Mate-D 控制单元接口	28
任务 2.3 FANUC 0i Mate-D 数控系统电源故障	30
2.3.1 数控系统电源的接通与切断控制	30
2.3.2 数控系统电源的故障表现及原因	31
2.3.3 显示器通电无显示故障	32
任务 2.4 FANUC 0i Mate-D 数控系统基本参数设置	33
2.4.1 数控系统参数的分类	33
2.4.2 数控系统参数的显示	34
2.4.3 数控系统参数的写入	34
2.4.4 数控系统初始参数设定	35
任务 2.5 FANUC 0i Mate-D 数控系统报警故障	38
2.5.1 FANUC 0i Mate-D 数控系统报警故障分类	38

2.5.2 典型系统报警故障诊断与维修	39
项目 3 进给伺服系统的调试与维修	43
任务 3.1 FANUC βi 系列伺服单元的连接	43
3.1.1 数控机床进给伺服系统	43
3.1.2 FANUC βi 系列伺服系统构成	44
3.1.3 FANUC βi 系列伺服单元的连接	44
3.1.4 FANUC βi 系列伺服单元接口	46
任务 3.2 进给伺服系统初始化参数设定	48
3.2.1 数控系统采样周期伺服系统控制流程	48
3.2.2 进给伺服系统参数初始化设定	48
3.2.3 进给伺服系统参数初始化设定步骤	50
任务 3.3 进给伺服系统调整与优化设置	56
3.3.1 进给伺服系统参数调整画面	56
3.3.2 FANUC 0i Mate-D 数控系统常用伺服系统调整参数	57
3.3.3 FANUC 0i Mate-D 数控系统与误差相关的伺服参数	57
3.3.4 进给伺服系统快速进给钟形加/减速控制	59
3.3.5 手动进给的加/减速时间控制	60
任务 3.4 进给伺服系统伺服通道 FSSB 设定	62
3.4.1 FANUC FSSB 伺服通道设定	62
3.4.2 常见 FSSB 设定报警	64
任务 3.5 进给伺服系统诊断与报警故障	65
3.5.1 进给伺服系统自动运行诊断	66
3.5.2 数控系统伺服系统控制诊断	69
3.5.3 进给伺服系统的常见故障	70
3.5.4 伺服系统 VRDY-OFF 报警 (SV401 报警) 故障	71
任务 3.6 数控机床返回参考点故障	74
3.6.1 数控机床返回参考点 (REF) 动作	74
3.6.2 减速挡块方式返回参考点	75
3.6.3 手动方式返回参考点信号与参数	75
3.6.4 减速挡块的长度与栅格微调参考点设定	77
3.6.5 返回参考点相关的信号与参数	77
3.6.6 返回参考点的故障诊断思路	79
3.6.7 返回参考点常见故障案例	80
3.6.8 报警 PS0090 (返回参考点位置异常) 故障	81
项目 4 模拟主轴单元的调试与维修	84
任务 4.1 三菱 FR-S500 通用变频器的连接	84
4.1.1 通用变频器	84
4.1.2 三菱 FR-S500 变频器电源及强电接线端子	85

4.1.3	三菱 FR-S500 变频器弱电控制接线端子	85
4.1.4	三菱 FR-S500 变频器标准接线图	85
4.1.5	主轴电气回路的组成	87
任务 4.2	模拟主轴变频器与数控系统参数设定	88
4.2.1	数控机床主轴控制方式	88
4.2.2	数控系统主轴参数设定	88
4.2.3	三菱 FR-S500 变频器操作面板操作	89
4.2.4	三菱 FR-S500 变频器基本参数设定	90
任务 4.3	主轴驱动系统电动机转速异常故障	91
4.3.1	主轴驱动系统常见故障	92
4.3.2	变频器的常见故障	92
4.3.3	主轴电动机常见故障	93
项目 5	FANUC PMC 系统的调试与维修诊断	94
任务 5.1	FANUC 系统 PMC 画面操作	94
5.1.1	FANUC PMC	94
5.1.2	FANUC PMC 各操作画面	94
任务 5.2	FANUC PMC 地址分配与顺序程序编写	101
5.2.1	FANUC PMC 信号通道	101
5.2.2	FANUC PMC I/O 接口装置类型	102
5.2.3	FANUC PMC I/O Link 总线地址分配	103
5.2.4	FANUC PMC 顺序程序编制的流程	105
5.2.5	FANUC PMC 2 级顺序程序	107
5.2.6	FANUC PMC 常用的 PMC 逻辑	107
任务 5.3	FANUC 数控系统 PMC 参数设定	110
5.3.1	PMC 诊断画面参数设定	110
5.3.2	PMC 梯形图监控画面设定	112
5.3.3	PMC 梯形图搜索触点或线圈	115
5.3.4	PMC 非易性参数设定	116
任务 5.4	FANUC LADDER-III 软件的使用	117
5.4.1	FANUC LADDER-III 软件	117
5.4.2	FANUC LADDER-III 软件的操作	117
5.4.3	FANUC LADDER-III 软件在线联机监测	122
项目 6	数控机床典型故障诊断与维修	125
任务 6.1	急停、超程与存储行程检测故障	125
6.1.1	数控机床急停功能	125
6.1.2	急停控制接口回路	126
6.1.3	数控机床硬件超程检测功能	127
6.1.4	数控机床存储行程检测 1 功能	128

任务 6.2	工作方式选择故障	131
6.2.1	数控机床工作方式选择开关	131
6.2.2	数控机床工作方式选择的相关信号	132
6.2.3	工作方式选择功能 PMC 控制梯形图	133
6.2.4	数控机床工作方式选择接口电路	134
任务 6.3	手动运行故障	136
6.3.1	手动运行方式	136
6.3.2	手动运行方式相关的信号	136
6.3.3	手动运行方式相关的参数	137
6.3.4	手动进给接口电路	138
任务 6.4	手轮运行故障	140
6.4.1	手轮运行方式	140
6.4.2	手轮运行方式相关的信号	141
6.4.3	手轮运行方式相关的参数	142
6.4.4	手轮运行方式接口电路	143
任务 6.5	自动运行功能故障	144
6.5.1	自动运行方式相关的控制按钮	145
6.5.2	自动运行功能相关的信号	145
6.5.3	自动运行功能相关的参数	147
6.5.4	自动运行功能故障的诊断步骤	148
任务 6.6	数控车床自动换刀架故障	150
6.6.1	手动运行方式下电动刀架动作过程	150
6.6.2	手动运行方式下刀架换刀 PMC 程序	151
6.6.3	自动运行方式下电动刀架的动作过程	153
任务 6.7	数控系统数据传输与备份	158
6.7.1	RS232 串行通信电缆数据传输与备份	158
6.7.2	RS232 串行通信数据传输与备份步骤	159
6.7.3	CF 存储卡数据传输与备份	160
项目 7	数控机床的验收与精度检测	162
任务 7.1	数控机床的安装调试与验收	162
7.1.1	数控机床本体的安装	162
7.1.2	数控系统的连接	163
7.1.3	数控机床通电试验	163
7.1.4	数控机床的安装调整	164
7.1.5	加工中心换刀装置运行	164
7.1.6	数控机床试运行	164
7.1.7	数控机床的验收	165
任务 7.2	数控机床几何精度检测	166

7.2.1 数控车床几何精度的检测	166
7.2.2 数控铣床几何精度的检测	171
任务 7.3 数控机床定位精度检测与螺距补偿	176
7.3.1 数控机床定位精度、重复定位精度	176
7.3.2 数控机床螺距误差补偿和反向间隙补偿	178
7.3.3 有关螺距误差补偿的系统参数	179
参考文献	181

项目 1 数控机床故障诊断与维修准备

学习目的

数控机床（Computer Numerical Control, CNC）综合应用了计算机技术、自动控制技术、精密测量技术和机床设计等先进技术，是典型机电一体化产品，控制系统复杂，对于不同的故障有不同的诊断与维修方法，对维修人员素质、维修资料的准备、维修仪器的使用等方面提出了比普通机床更高的要求。合格的维修工具是进行数控机床维修的必备条件，对它们各方面的要求较普通机床都要高一些，同时根据需要，维修工具的种类也不尽相同。

任务 1.1 数控机床故障诊断和维修管理

任务目的 1. 理解数控机床故障产生的规律。

2. 熟悉数控机床故障排除的方法。

实验设备 FANUC 0i Mate-D 系统数控铣床实训台。

实验项目 1. 熟悉数控机床故障维修所需的技术资料。

2. 学习与交流所掌握的数控机床维修技术资料。

工作过程知识

1.1.1 数控机床故障产生的原因

1. 机床性能或状态

数控机床在使用过程中，其性能或状态随着使用时间的推移而逐步下降，呈现如图 1-1 所示的曲线。很多故障发生前会有一些预兆，即所谓潜在故障，其可识别的物理参数表明一种功能性故障即将发生。功能性故障表明机床丧失了规定的性能标准。

图 1-1 中， P 点表示性能已经恶化，并发展到可识别潜在故障的程度，这可能是金属疲劳的一个裂纹，将导致零件折断；可能是振动，表明即将发生轴承故障；可能是一个过热点，表明电动机将损坏；也可能是一个齿轮齿面过多的磨损等。 F 点表示潜在故障已变成功能故障，即它已质变到损坏的程度。 $P-F$ 间隔就是从潜在故障的显露到转变为功能性故障的时间间隔，各种故障的 $P-F$ 间隔差别很大，从几秒到几年。突发故障的 $P-F$ 间隔就很短，而较长的间隔意味着有更多的时间来预防功能性故障的发生，此时如果积极主动地寻找潜在故障的物理参数，采取新的预防技术，就能避免功能性故障，争得较长的使用时间。

2. 机械磨损故障

数控机床在使用过程中，由于运动机件相互摩擦，表面产生刮削、研磨，加上化学物质的侵蚀，就会造成磨损。磨损过程大致分为如下 3 个阶段。

(1) 初期磨损阶段

多发生于新设备启用初期, 主要特征是摩擦表面的凸峰、氧化皮、脱炭层很快被磨去, 使摩擦表面更加贴合, 这一过程时间不长, 而且对机床有益, 通常称为“跑合”, 如图 1-2 中的 Oa 段。

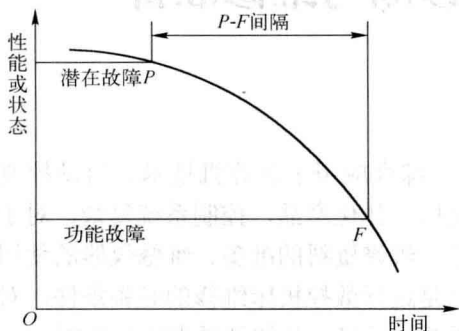


图 1-1 机床性能或状态曲线

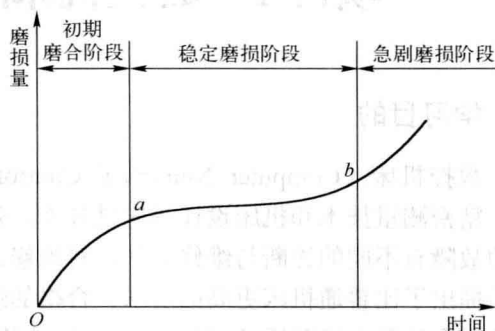


图 1-2 典型磨损过程

(2) 稳定磨损阶段

由于跑合的结果, 使运动表面工作在耐磨层, 而且相互贴合, 接触面积增加, 单位接触面上的应力减小, 因而磨损增加缓慢, 可以持续很长时间, 如图 1-2 所示的 ab 段。

(3) 急剧磨损阶段

随着磨损逐渐积累, 零件表面抗磨层的磨耗超过极限程度, 磨损速率急剧上升。理论上将正常磨损的终点作为合理磨损的极限。根据磨损规律, 数控机床的修理应安排在稳定磨损终点 b 为宜。这时, 既能充分利用原零件性能, 又能防止急剧磨损出现。修理也可稍有提前, 以预防急剧磨损, 但不可拖后。若使机床带病工作, 则势必带来更大的损坏, 造成不必要的经济损失。在正常情况下, 到达 b 点的时间一般为 7~10 年。

3. 数控机床故障率曲线

与一般设备相同, 数控机床的故障率随时间变化的规律可用图 1-3 所示的浴盆曲线 (也称为失效率曲线) 表示。整个使用寿命期, 根据数控机床的故障频率大致分为 3 个阶段, 即早期故障期、偶发故障期和耗损故障期。

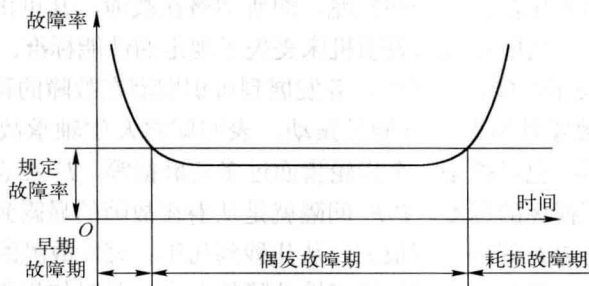


图 1-3 数控机床故障率随时间变化的规律 (浴盆曲线)

(1) 早期故障期

这个时期数控机床故障率高, 但随着使用时间的增加, 故障率迅速下降。这段时间的长短, 随产品、系统的设计与制造质量而异, 约为 10 个月。数控机床使用初期之所以故障频

繁，原因大致如下。

1) 机械部分：机床虽然在出厂前进行过磨合，但时间较短，而且主要是对主轴和导轨进行磨合。由于零件的加工表面存在着微观和宏观的几何形状误差，部件的装配可能存在误差，因而，在机床使用初期会产生较大的磨合磨损，使设备相对运动部件之间产生较大的间隙，导致故障的发生。

2) 电气部分：数控机床的控制系统使用了大量的电子元器件，这些元器件虽然在制造厂家经过了严格的筛选和整机性能测试，但在实际运行时，由于电路的发热，交变负荷、浪涌电流及反电动势的冲击，性能较差的某些元器件经不住考验，因电流冲击或电压击穿而失效，或特性曲线发生变化，从而导致整个系统不能正常工作。

3) 液压部分：由于出厂后运输及安装阶段的时间较长，使得液压系统中某些部位长时间无油，气缸中润滑油干涸，而油雾润滑又不可能立即起作用，造成液压缸或气缸可能产生锈蚀。此外，新安装的空气管道若清洗不干净，一些杂物和水分也可能进入系统，造成液压、气动部分的初期故障。除此之外，还有元器件、材料等原因也会造成早期故障，这个时期一般在保修期以内。因此，购回数控机床后，应尽快使用，使早期故障尽量地发生在保修期内。

(2) 偶发故障期

数控机床在经历了初期的各种老化、磨合和调整，开始进入相对稳定的偶发故障期，即正常运行期。正常运行期约为 7~10 年。在这个阶段，数控机床故障率低而且相对稳定，近似常数。偶发故障是由于偶然因素引起的。

(3) 耗损故障期

耗损故障期出现在数控机床使用的后期，其特点是故障率随着运行时间的增加而升高。出现这种现象的基本原因是数控机床的零部件及电子元器件经过长时间的运行，由于疲劳、磨损、老化等，使用寿命已接近完结，从而处于频发故障状态。

1.1.2 数控机床故障排除的一般办法

1. 直观检查

通过故障发生时的各种光、声、味等异常现象的观察，认真查看系统的各个部分，将故障范围缩小到一个模块或一个印制电路板。

例 1 数控机床加工过程中，突然出现停机。打开数控柜，发现主电路短路跳断，经仔细观察，最后发现 Y 轴电动机动力线外皮被硬物划伤，损伤处碰到机床外壳，造成断路器跳断。更换 Y 轴动力线后，合上断路器，机床立即恢复正常。

2. 自诊断功能的使用

数控系统的自诊断功能已成为衡量数控系统性能特性的重要指标。数控系统的自诊断功能随时监视数控系统的工作状态，一旦发生异常情况，立即在 CRT 上显示报警信息或用二极管指示故障的起因。这是维修中最有效的一种方法。

例 2 TH5660 立式加工中心的故障显示：“Y03 伺服放大器未安装”，这表明伺服放大器有关的元器件没有连接好或损坏。经检查，故障原因是 X 轴的反馈插头松了，相当于电动机与伺服单元未连接，所以一开机就出现了上述故障。

3. 功能程序测试法

功能程序测试法就是将数控系统的常用功能和特殊功能用手工编程或自动编程的方法，

编制成一个功能测试程序，送入数控系统，然后让数控系统运行这个程序，借以检查机床执行这些功能的准确性和可靠性，从而判断出故障发生的可能原因。

例 3 采用 FANUC 6M 系统的一台加工中心，在对工件进行曲线加工时出现爬行现象。用自编的功能测试程序进行测试发现，机床能顺利地完完成各项预定动作，说明数控系统工作正常。于是对所用曲线加工程序进行检查，发现在编程时采用了 G61 指令，即每加工一段，传感元件都要让机床停止下来进行检查，从而使机床出现爬行现象。将 G61 指令用 G64 指令代替后，爬行现象就消除了。

4. 交换法

交换法就是在分析出故障大致起因的情况下，利用备用的印制电路板、模块、集成电路芯片或元器件替换有疑点的部分，从而尽量缩小故障范围。

例 4 某数控设备在调试时，X 轴运行有抖动现象，并且 X 轴电动机有发热现象，初步怀疑为 X 轴模块故障。将 Y 轴伺服模块与 X 轴伺服模块调换后，Y 轴抖动，这说明原 X 轴伺服模块损坏。换上备用模块后，故障排除。

5. 原理分析法

根据数控机床组成原理，从逻辑上分析各点的逻辑电平和特征参数，从系统各部件的工作原理着手进行分析和判断，确定故障部位的维修方法。当然，运用这种方法，要求维修人员对整个系统或每个部件的工作原理都要有清楚、深刻的了解，才可能对故障部位进行定位。

例 5 数控机床 QCK040 有一次 X 轴进给失控，无论是点动还是程序进给，导轨一旦移动起来就不能停下，直到按下“紧急停止”按钮为止。根据数控系统位置控制的基本原理，可以确定故障出现在 X 轴的位置环上，并很可能是由于位置反馈信号丢失，这样，当数控装置给出进给量的指令位置时，反馈的实际位置始终为零，位置误差始终不能消除，导致机床进给的失控。更换 X 轴编码器后，故障排除。

6. 参数检查法

数控系统发生故障时，应及时核对系统参数，系统参数的变化会直接影响到机床的性能，甚至使机床不能正常工作，出现故障。参数通常存放在磁泡存储器或由电池保持的 CMOS RAM 中，一旦外界干扰或电池电压不足，会使系统参数丢失或发生变化而引起混乱现象。通过核对、调整参数，就能排除故障。

1.1.3 数控机床维修技术资料的要求

技术资料是数控机床故障诊断与维修的指南，在维修工作中起着至关重要的作用。借助于技术资料可以大大提高维修工作的效率与维修的准确性。一般来说，对于重大的数控机床故障维修，在理想状态下，应具备以下技术资料。

(1) 数控机床使用说明书

它是由机床生产厂家编制并随机床提供的随机资料。数控机床使用说明书通常包括以下与维修有关的内容。

- 1) 机床的操作过程和步骤。
- 2) 机床主要机械传动系统及主要部件的结构原理示意图。
- 3) 机床的液压、气动、润滑系统图。
- 4) 机床安装和调整的方法与步骤。

5) 机床电气控制原理图。

6) 机床使用的特殊功能及其说明等。

(2) 数控系统的操作、编程说明书(或使用手册)

它是由数控系统生产厂家编制的数控系统使用手册,通常包括以下内容。

1) 数控系统的面板说明。

2) 数控系统的具体操作步骤,包括手动、自动、试运行等方式的操作步骤,以及程序、参数等的输入、编辑、设置和显示方法。

3) 加工程序以及输入格式,程序的编制方法,各指令的基本格式以及所代表的意义等。

(3) PLC 程序

它是机床生产厂家根据机床的具体控制要求设计、编制的机床控制软件。PLC 程序中包含了机床动作的执行过程,以及执行动作所需的条件,它表明了指令信号、检测元件与执行元件之间的全部逻辑关系。借助 PLC 程序,维修人员可以迅速找到故障原因,它是数控机床维修过程中使用最多、最重要的资料。FANUC、SIEMENS 系统利用数控系统的显示器可以直接对 PLC 程序进行动态检测和观察,它为维修提供了极大的便利,因此,在维修中一定要熟练掌握这方面的操作和使用技能。

(4) 机床参数清单

它是由机床生产厂家根据机床的实际情况,对数控系统进行的设置与调整。机床参数是系统与机床之间的“桥梁”,它不仅直接决定了系统的配置和功能,而且也关系到机床的动、静态性能和精度,因此也是维修机床的重要依据与参考。在维修时,应随时参考系统机床参数的设置情况来调整、维修机床。特别是在更换数控系统模块时,一定要记录机床的原始设置参数,以便机床功能的恢复。

(5) 数控系统的连接说明书、维修说明书、参数说明书

该资料由数控系统生产厂家编制,通常只提供给机床生产厂家作为设计资料。系统的连接说明书、功能说明书包含比电气原理图更为详细的系统各部分之间的连接要求与说明。参数说明书包含机床参数的说明。维修说明书包含机床报警的显示及处理方法,以及系统的连接图等。它是维修数控系统与操作机床中必须参考的技术资料之一。

(6) 伺服驱动系统、主轴驱动系统的使用说明书

它是伺服系统及主轴驱动系统的原理与连接说明书,主要包括伺服、主轴的状态显示与报警显示、驱动器的调试、设定要点,信号、电压、电流的测试点,驱动器设置的参数及意义等方面的内容,可供伺服驱动系统、主轴驱动系统维修参考。

(7) PLC 使用与编程说明

它是机床中所使用的外置或内置式 PLC 的使用、编程说明书。通过 PLC 的说明书,维修人员可以通过 PLC 的功能与指令说明,分析、理解 PLC 程序,并由此详细了解、分析机床的动作过程、动作条件、动作顺序以及各信号之间的逻辑关系,必要时还可以对 PLC 程序进行部分修改。

(8) 机床主要配套功能部件的说明书与资料

在数控机床上往往会使用较多功能部件,如数控转台、自动换刀装置、润滑与冷却系统、排屑器等。这些功能部件的生产厂家一般都提供了较完整的使用说明书,机床生产厂家

应将其提供给用户，以便功能部件发生故障时参考。

工作任务报告

查阅资料，完成汇总报告：阐述在数控机床发生故障时一般的维修步骤。

任务 1.2 数控机床常用的维修工具及备件

任务目的 1. 认识数控机床常用维修工具的作用与使用方法。

2. 实践电气元器件的选型与使用。

实验设备 FANUC 0i Mate-D 系统数控铣床实训台。

实验项目 1. 常用机械检修工具的测量与使用。

2. 常用电气元器件的控制电路连接。

工作过程知识

1.2.1 常用的数控机床维修工具

1. 机械拆卸及装配工具

1) 单头钩形扳手。它主要分为固定式和调节式两种，可用于扳动在圆周方向上开有直槽或孔的圆螺母。

2) 端面带槽或孔的圆螺母扳手。它主要分为套筒式扳手和双销叉形扳手。

3) 弹性挡圈拆装钳（如图 1-4 所示）。它可分为轴用弹性挡圈拆装钳和孔用弹性挡圈拆装钳。

4) 弹性锤。它可分为木槌和铜锤。

5) 拉带锥度平键工具。它可分为冲击式拉锥度平键工具和抵拉式拉锥度平键工具。

6) 拉带内螺纹的小轴、圆锥销工具（俗称拔销器）。

7) 拉卸工具。拆装在轴上的滚动轴承、带轮式联轴器等零件时，常用拉卸工具。拉卸工具常分为螺杆式及液压式两类，螺杆式拉卸工具分为两爪、三爪和铰链式。

8) 拉开口销扳手和销子冲头。

2. 机械检修工具

1) 尺。它分为平尺、刀口尺（如图 1-5 所示）和直角尺（如图 1-6 所示）。

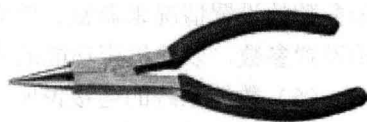


图 1-4 弹性挡圈拆装钳



图 1-5 刀口尺

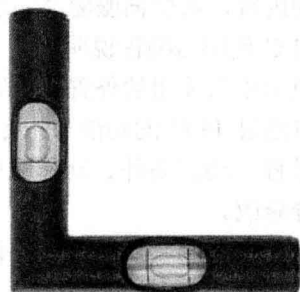


图 1-6 90° 角尺（水平仪）