



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业



数控机床 故障诊断与维修 (第2版)

	蒋建强	主 编
周 文	吴新腾	副主编
	芮延年	主 审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业

数控机床故障诊断与维修

(第 2 版)

蒋建强 主 编

周 文 副主编
吴新腾

芮延年 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书重点介绍了日本发那科、三菱、德国西门子、国产华中数控和广州数控系统数控机床的结构特点和工作原理,通过对常见故障特点和发生原因的分析,在理论知识与实践相结合的情况下能用数控机床中常用的检测技术与方法去分析故障和排除故障。

本书按数控系统来进行分类,内容主要包括国产南京 SKY 系统、国产广州 GSK 系统、国产华中数控系统、日本 FANUC 系统、德国 SINUMERIK 系统和其他数控的故障诊断与维修技术。

本书可作为高等职业院校机电一体化、数控技术、机械设计与制造、模具设计与制造、汽车制造与装配技术、数控设备应用与维护专业的专业课教材,也可供工厂数控机床专业维修人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修/蒋建强主编. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2007. 12
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业

ISBN 978-7-121-05536-2

I. 数… II. 蒋… III. ①数控机床—故障诊断—高等学校:技术学校—教材 ②数控机床—维修—高等学校:技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 189395 号

责任编辑:陈晓明 特约编辑:高文勇

印 刷:北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:21.25 字数:544 千字

印 次:2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材（第 2 版）

出版说明

2002 年 10 月,电子工业出版社组织 90 余所高职院校的优秀教师编写了“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”4 个专业的高职教材,从 2003 年 7 月第 1 本教材问世截至 2004 年 10 月,已经出版了 70 余种。时至今日已有 2 年多的教材使用时间,这批教材的大部分得到使用者的好评。随着教育的不断深入及社会用人单位对高职毕业生的更高要求,为使教材更好地适应高职毕业生的就业、使教材有益于培养高职毕业生的生产实践技能,2005 年 7 月,我们在杭州组织召开了教材研讨会,针对上述 4 个专业的大部分教材的内容的修订听取了到会老师的意见,明确了修订教材的编写思路和编写原则,确定了修订版教材的编写人员,计划在 2006 年底~2007 年上半年基本出版齐全修订版教材。为便于读者区分,这批修订版教材均标明“(第 2 版)”。教材的丛书名仍沿用“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”。

第 2 版教材的主要特点如下:

1. 内容更加突出“实用性、技能性、应用性”。
2. 实训内容的选择以技能为要素。
3. 适当拓展了教材的广度,其目的是为方便不同学校、不同专业的学生选用。
4. 专业课以目前企业主要设备为主线进行讲解。
5. 习题尽量避免问答式、叙述式,而多为技能型、解决问题型。
6. 配备电子教案,以便于老师教学和学术交流。

我们的初衷是希望第 2 版教材的问世能够弥补第 1 版教材的不足,使其内容更加贴近企业用人的需求,更加有利于学生就业,让学生能够真正掌握一些实际的生产技能。同时,我们亦深知:高等职业教育的改革不能一蹴而就,编写出适合高职教育的教材也是一个渐进的过程。我们期待和全国高职院校的老师们一同努力,不断改进创新,为出版真正适合高职教育的好教材尽力。

在组织高职电子信息类教材的编写全过程近 4 年的时间内,我们结交了全国的许多优秀教师,他们的人品德行、人格魅力、学识水平平均达到很高的水准。与他们的交往让我们受益匪浅,并且给我们以启迪:学校确是藏龙卧虎之地。我们愿意继续结交新的朋友,目的只有一个,那就是共同为高等职业教育的发展贡献我们大家的力量,在这个目标下达到学校、老师、出版社多赢。

我们亦衷心欢迎各高职院校有意愿、有能力的老师参加我们的教材编写。具体专业范围如下:

机电一体化技术,电气自动化技术,数控技术,模具技术,应用电子技术,通信技术。

电子工业出版社高等职业教育教材事业部

2006 年 3 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”
编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院	广州大学科技贸易技术学院
江西信息应用职业技术学院	湖北孝感职业技术学院
江西蓝天职业技术学院	江西工业工程职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院	四川工程职业技术学院
保定职业技术学院	广东轻工职业技术学院
安徽职业技术学院	西安理工大学
杭州中策职业学校	辽宁大学高职学院
黄石高等专科学校	天津职业大学
天津职业技术师范学院	天津大学机械电子学院
福建工程学院	九江职业技术学院
湖北汽车工业学院	包头职业技术学院
广州铁路职业技术学院	北京轻工职业技术学院
台州职业技术学院	黄冈职业技术学院
重庆工业高等专科学校	郑州工业高等专科学校
济宁职业技术学院	泉州黎明职业大学
四川工商职业技术学院	浙江财经学院信息学院
吉林交通职业技术学院	南京理工大学高等职业技术学院
连云港职业技术学院	南京金陵科技学院
天津滨海职业技术学院	无锡职业技术学院
杭州职业技术学院	西安科技学院
重庆职业技术学院	西安电子科技大学
重庆工业职业技术学院	河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院

南京化工职业技术学院

湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院

江西渝州科技职业学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

漯河职业技术学院

太原电力高等专科学校

苏州经贸职业技术学院

金华职业技术学院

河南职业技术师范学院

新乡师范高等专科学校

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院

浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校

深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院

湖南信息职业技术学院

江西交通职业技术学院

沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院

温州大学

广东肇庆学院

湖南铁道职业技术学院

宁波高等专科学校

南京工业职业技术学院

浙江水利水电专科学校

成都航空职业技术学院

吉林工业职业技术学院

上海新侨职业技术学院

天津渤海职业技术学院

驻马店师范专科学校

郑州华信职业技术学院

浙江交通职业技术学院

广州今明科技有限公司

前 言

中国经济的发展加快了新兴工业化的发展速度。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才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，一个机械制造企业，如果不用数控机床完成自己的关键制造过程，将不会有任何竞争力。随着数控机床的大量使用和高性能的数控系统的开发，对数控机床维修人员的素质要求越来越高，也对数控机床的可利用率要求越来越高。当机床出现故障后，要求尽快排除，但由于数控技术是一门新兴技术，很多维修人员对这项技术还很陌生。

本书是根据教育部数控技术专业指导委员会制定的《数控机床故障诊断与维修》教学大纲组织编写的。《数控机床故障诊断与维修》是数控技术、机电一体化、机械设计与制造、模具设计与制造、汽车制造与装配技术、数控设备应用与维护专业的一门实践性极强的课程，它以培养现代化企业需要的高素质中、高级数控机床维修人才为目标，重点突出了对数控机床维修人员基本技能的培养和训练。

为了充分发挥数控机床的使用效率，首先必须对数控机床进行正确的日常维护，保证它的开动率，这就对数控机床提出了稳定性和可靠性的要求。全书体系以职业能力导向，改变传统的学科教材的编写模式，知识结构和内容按数控系统来讲述，进行循序渐进式的排列，以培养学生能力为主线，实用性强。

本书按数控系统进行分类，内容主要包括国产南京 SKY 系统、国产广州 GSK 系统、国产华中数控系统、日本 FANUC 系统、德国 SINUMERIK 系统和其他数控系统的故障诊断与维修技术。

书中举有丰富的范例，具有可读性。本书可作为高职高专数控技术、机电一体化、数控技术、机械设计与制造、模具设计与制造、汽车制造与装配技术、数控设备应用与维护及相关专业的教材及数控机床维修短期培训班的培训教材。全书语言通俗易懂，技术资料规范符合国家标准。

本书由苏州经贸职业技术学院蒋建强主编，苏州经贸职业技术学院周文和常州机电职业技术学院吴新腾为副主编，苏州大学教授芮延年为主审，其中第 1 章由周文编写，第 5 章由吴新腾编写，第 2、3、4、6、7、8 章由蒋建强编写。在编写过程中参阅了国内外同行的教材、资料与文献，参加本书编写和提供资料的老师有吴子安、陶秋良、胡明清、沈良生、江继贤、马立、王利锋、魏娜、董虎胜、杜玉湘、李友节等，在此谨致谢意。由于编者水平有限，节中难免有错误和不当之处，殷切希望读者予以批评指正。

编 者

2007 年 8 月

目 录

第 1 章 数控机床故障诊断与维修概述	(1)
1.1 数控机床故障诊断与维修的意义	(1)
1.1.1 数控机床故障诊断与维修的必要性	(1)
1.1.2 数控机床维修的技术指标	(1)
1.2 数控机床故障诊断与维修的基本要求	(2)
1.2.1 故障诊断与维修工作的基本条件	(2)
1.2.2 预防性维护	(3)
1.2.3 数控设备的管理	(5)
1.3 数控机床故障诊断的类型与特点	(6)
1.3.1 数控机床故障诊断的特点	(6)
1.3.2 数控机床常见电气故障类型与特点	(7)
1.3.3 数控机床常见机械故障类型与特点	(8)
1.3.4 数控系统的故障规律	(11)
1.3.5 其他故障	(12)
1.4 数控机床故障诊断与维修方法	(12)
1.4.1 诊断流程	(12)
1.4.2 数控机床故障诊断与维修的常规方法	(13)
1.4.3 数控机床故障诊断与维修的先进方法	(15)
1.5 数控机床的安装调试	(16)
1.5.1 安装的环境要求	(16)
1.5.2 数控车床的安装	(16)
1.5.3 数控铣床的安装	(17)
1.5.4 加工中心的安装	(17)
1.5.5 数控机床的调试	(18)
1.5.6 通电试车前的检查和调整	(21)
1.6 数控机床精度要求、检测方法和验收	(23)
1.6.1 数控机床检测的新标准	(23)
1.6.2 数控机床常见精度要求及传统检测方法	(23)
1.6.3 数控机床的精度要求及先进的检测方法	(24)
1.6.4 数控车床验收	(25)
1.6.5 数控铣床的验收	(27)
1.6.6 加工中心的验收	(27)
1.6.7 机床精度的验收	(28)
1.7 数控机床维修工技术等级标准 (试行)	(29)
1.7.1 中级数控机床维修工	(30)

1.7.2	高级数控机床维修工	(30)
1.7.3	工作实例	(31)
习题 1	(31)
第 2 章	国产 SKY 系统数控机床的故障诊断与维修	(32)
2.1	国产 SKY 数控系统概述	(32)
2.2	SKY2000 数控系统的故障诊断与维修	(33)
2.2.1	SKY2000 数控系统概述	(33)
2.2.2	硬件故障	(34)
2.2.3	软件故障	(40)
2.2.4	外部故障	(40)
2.3	SKY2000 系统数控车床的维护与保养	(41)
2.4	SKY2000 数控铣床故障诊断与维修	(42)
2.4.1	铣床的维修及保养	(42)
2.5	南京 SKY 系统数控机床机械故障诊断与维修	(43)
2.5.1	主轴部件故障诊断与维修	(43)
2.5.2	进给系统的结构及维修	(46)
2.5.3	导轨副的结构及维修	(48)
2.6	SKY 2000 数控系统计算机设备故障诊断与维修	(55)
2.6.1	计算机软件保护系统的使用说明	(55)
2.6.2	计算机软件系统及数控系统的恢复	(59)
2.6.3	利用计算机 F:\system 目录下备份的系统源文件进行恢复	(59)
2.6.4	利用系统镜像备份文件 F:\sys-bak\system.gho 恢复系统	(62)
2.7	计算机硬件故障排除的基本方法	(65)
习题 2	(66)
第 3 章	国产广州 GSK 系统数控机床的故障诊断与维修	(67)
3.1	广州 GSK 系统数控机床概述	(67)
3.1.1	GSK 980T 数控车床概述	(67)
3.1.2	GSK990M 数控铣床概述	(69)
3.1.3	GSK 990Mi 加工中心概述	(70)
3.2	广州 GSK 980T 数控系统连接	(71)
3.2.1	GSK 980T 数控系统连接框图	(71)
3.2.2	各部件的连接	(72)
3.3	机床调试	(75)
3.4	GSK 980T 数控系统诊断表	(77)
3.4.1	DI/DO 诊断信息	(77)
3.4.2	系统信号	(78)
3.5	GSK 980T 数控系统报警表	(81)
3.6	GSK 990Mi 数控系统宏指令编程的故障诊断	(83)
3.7	广州 GSK 系统数控机床的故障诊断与维修	(92)

3.7.1	刀架类故障诊断与维修	(92)
3.7.2	主轴类故障判断维修	(95)
3.7.3	系统显示类故障判断维修	(97)
3.7.4	螺纹加工类故障判断维修	(99)
3.7.5	系统类故障判断维修	(100)
3.7.6	驱动类故障判断维修	(101)
3.7.7	指令控制类故障	(106)
3.7.8	其他类故障	(107)
	习题 3	(108)
第 4 章	华中系统数控机床的故障诊断与维修	(109)
4.1	华中网络数控系统简介	(109)
4.2	华中“世纪星”数控系统	(110)
4.3	华中 I 型数控系统	(111)
4.3.1	华中 I 型数控系统硬件	(111)
4.3.2	华中 I 型数控系统软件结构	(113)
4.3.3	NCBIOS 提供给上层软件的接口	(115)
4.4	华中系统数控机床的故障分类	(115)
4.4.1	常见故障及其分类	(115)
4.4.2	故障分析的基本方法	(117)
4.5	华中系统数控机床的维修步骤	(118)
4.5.1	故障记录	(118)
4.5.2	维修前的检查	(119)
4.5.3	故障诊断的基本方法	(120)
4.6	华中数控系统的维修	(120)
4.6.1	加工运行故障	(120)
4.6.2	加工运行中故障分析	(122)
4.6.3	华中数控系统的在线故障诊断系统	(123)
4.6.4	软件环境设置故障	(123)
4.7	华中数控系统的其他故障诊断与维修	(127)
4.8	华中数控系统的数控机床软件补偿原理	(130)
4.8.1	步距规测量定位精度的方法	(131)
4.8.2	补偿实例	(133)
	习题 4	(138)
第 5 章	FANUC 数控系统的故障诊断与维修	(139)
5.1	FANUC 数控系统简介	(139)
5.1.1	FANUC 系统的数控装置	(139)
5.2	FANUC 数控系统常见故障分析	(140)
5.3	FANUC 数控系统故障诊断	(142)
5.3.1	FANUC 系统共性故障分析及维修	(142)

5.3.2	FANUC 0 系统故障分析及维修	(156)
5.3.2	FANUC 系统的维修工具和技术资料	(166)
5.4	FANUC 系统的数控机床机械故障诊断与维修	(168)
习题 5	(181)
第 6 章	SINUMERIK 数控系统的故障诊断与维修	(182)
6.1	SINUMERIK 数控系统的数控装置简介	(182)
6.2	SINUMERIK 810T/M 的维修	(185)
6.2.1	SINUMERIK 810T/M 的结构	(185)
6.2.2	SINUMERIK 810T/M 常见故障及排除方法	(187)
6.3	SINUMERIK 810GA3 系统的故障诊断与维修	(191)
6.4	SINUMERIK 850 数控系统的故障诊断与维修	(199)
6.5	SINUMERIK 系统输入/输出 (I/O)、PLC 的故障诊断	(203)
6.5.1	利用 PLC 进行数控机床的故障检测	(203)
6.5.2	数控机床输入/输出 (I/O) 控制的故障诊断	(205)
6.5.3	数控机床 PLC 故障诊断	(209)
6.6	SINUMERIK 数控机床的故障分析	(215)
6.6.1	SINUMERIK 的 NC 系统故障	(215)
6.6.2	SINUMERIK 伺服系统故障	(216)
6.6.3	SINUMERIK 外部故障	(217)
6.6.4	数控机床机械故障的诊断与维修	(218)
6.6.5	SINUMERIK 802S/802C 系统的故障诊断与维修	(221)
习题 6	(222)
第 7 章	其他系统数控机床的故障诊断与维修	(224)
7.1	数控系统常见故障的分析方法	(224)
7.2	数控系统的故障诊断	(225)
7.3	其他系统数控机床的故障诊断与维修	(226)
7.4	数控机床机械故障诊断方法	(227)
7.4.1	实用诊断技术的应用	(228)
7.4.2	机床异响的诊断	(230)
7.4.3	现代诊断技术的应用	(232)
7.4.4	典型机械部件的维护与诊断	(234)
7.5	加工中心参考点及其故障诊断	(238)
7.5.1	机床原点	(239)
7.5.2	机床回原点的方法	(239)
7.5.3	回原点故障现象及诊断	(241)
7.5.4	回原点故障实例	(242)
7.6	西班牙 FAGOR 数控系统	(243)
7.6.1	FAGOR 数控系统概况	(243)
7.6.2	FAGOR 8025 数控系统的维修	(244)

7.6.3	FAGOR8025 数控系统故障实例	(246)
7.7	JWK 系列经济型数控机床的常见故障诊断与维修	(248)
7.7.1	概述	(248)
7.7.2	JWK 常见故障及维护	(251)
7.8	法道 (Fadal) 数控机床的故障诊断与维修	(254)
7.8.1	法道 (Fadal) 立式加工中心的保养和精度调整	(254)
7.8.2	法道 (Fadal) 数控机床维修和润滑	(256)
7.8.3	法道 (Fadal) 机床旋转工作台 VH-65 反向间隙调整	(257)
7.6.4	法道 (Fadal) 机床直流、交流伺服系统故障诊断与维修	(260)
7.9	其他系统数控机床的故障诊断与维修实例	(263)
	习题 7	(267)
第 8 章	数控电火花线切割机床的故障诊断与维修	(268)
8.1	数控电火花线切割机床概述	(268)
8.2	数控电火花线切割加工的使用规则	(271)
8.2.1	数控电火花线切割加工的安全技术规程	(271)
8.2.2	数控电火花线切割机床的交流稳压电源使用方法	(272)
8.3	电火花线切割机床常见故障的排除方法	(273)
8.3.1	线切割断丝的原因及排除方法	(273)
8.4	导轮工作精度对线切割加工精度的影响	(276)
8.4.1	导轮工作精度对线切割加工精度的影响	(276)
8.4.2	导轮径向圆跳动对加工尺寸的影响	(276)
8.4.3	导轮轴向窜动对加工尺寸的影响	(276)
8.4.4	提高导轮运动精度的途径	(277)
8.5	电火花线切割机的疑难故障及其原因分析	(278)
8.6	数控电火花线切割机床数控系统故障诊断与维修	(279)
8.6.1	CNC 系统故障实例与诊断	(279)
8.6.2	脉冲电源系统故障实例与诊断	(284)
8.6.3	其他机电故障实例与诊断	(286)
8.7	数控电火花线切割机床常见的电气故障	(288)
8.8	DK77 系列数控线切割机床的故障诊断与维修	(291)
	习题 8	(292)
附录 1	FANUC 其他系统故障分析及维修	(293)
附录 2	广州 GSK 数控系统参数一览表	(316)
	参考文献	(327)

第 1 章 数控机床故障诊断与维修概述

内容提要与学习要求

本章主要讲述了数控机床故障诊断与维修的技术指标、基本要求、类型和特点；故障诊断与维修的常规方法和先进方法；数控机床的安装调试、精度要求、检测方法和验收标准。

主要技能训练目标：

- (1) 了解数控机床的日常维护、保养方法，熟悉提高机床使用寿命的措施。
- (2) 掌握数控机床故障诊断的目测法、通电法、仪器测量法、接口信号检查法、备件替换法等常规方法，熟悉数控机床故障诊断的先进方法。
- (3) 熟悉数控机床安装调试的性能指标和检测精度指标。
- (4) 掌握数控机床维修工技术等级标准。

1.1 数控机床故障诊断与维修的意义

随着电子技术和自动化技术的发展，数控技术的应用越来越广泛。以微处理器为基础，以大规模集成电路为标志的数控设备，已在我国批量生产、大量引进和推广应用，它们给机械制造业的发展创造了条件，并带来很大的效益。但同时，由于它们的先进性、复杂性和智能化高的特点，在维修理论、技术和手段上都发生了飞跃的变化。

1.1.1 数控机床故障诊断与维修的必要性

数控维修技术不仅是保障正常运行的前提，对数控技术的发展和完善也起到了巨大的推动作用，因此，目前它已经成为一门专门的学科。

另外任何一台数控设备都是一种过程控制设备，这就要求它在实时控制的每一时刻都准确无误地工作。任何部分的故障与失效，都会使机床停机，从而造成生产停顿。因而对数控系统这样原理复杂、结构精密的装置进行维修就显得十分必要了。在许多行业中，花费了几十万到上千万美元引进的数控机床，这些设备均处于关键的工作岗位，若在出现故障后不及时维修和排除故障，就会造成较大的经济损失。

我们现有的维修状况和水平，与国外进口设备的设计与制造技术水平还存在很大的差距。造成差距的原因在于：人员素质较差、缺乏数字测试分析手段、数控机床故障诊断与维修的综合判断能力和测试分析技术等有待提高等等。

1.1.2 数控机床维修的技术指标

要发挥数控机床的效率，就要求机床开动率高，这对数控机床提出了可靠性的要求。衡量可靠性的主要指标是平均无故障工作时间 MTBF (Mean Time Between Failure)，平均无故

障工作时间是指设备在一个比较长的使用过程中，两次故障间隔的平均时间如下式所示。

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

当数控设备发生了故障，需要及时排除，从开始排除故障直到数控设备能正常使用所需要的时间称为平均修复时间 MTTR (Mean Time To Repair)，反映了数控设备的可维修性，衡量数控机床的可靠性和可维修性的指标是平均有效度 A，其计算方法如下式所示。

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

平均有效度是指可维修的设备在某一段时间内维持其性能的概率，这是一个小于 1 的正数，数控机床故障的平均修复时间越短，则 A 就越接近 1，那么数控机床的使用性能就越好。

数控机床的故障诊断与维修是数控机床使用过程中重要的组成部分，也是目前制约数控机床发挥作用的因素之一，所以学习数控机床故障诊断与维修的技术和方法有重要的意义。数控机床的生产企业加强数控机床的故障诊断与维修的力量，可以提高数控机床的质量，有利于数控机床的推广和使用；数控机床的使用单位培养掌握数控机床的故障诊断与维修的技术人员，有利于提高数控机床的使用率；随着数控机床的推广和使用，培养更多的掌握数控机床故障诊断与维修的高素质人才的任务也越来越迫切。

1.2 数控机床故障诊断与维修的基本要求

数控机床的身价从几十万元到上千万元，一般都是企业中关键产品和关键工序的关键设备；一旦故障停机，其影响和损失往往很大。但是，人们对这样的设备往往更多地是看重其效能，不仅对合理地使用不够重视，更对其保养及维修工作关注太少，日常不重视保养与维修工作，对保养与维修工作条件的创造和投入不够，故障出现临时抱佛脚的现象很是普遍。因此，为了充分发挥数控机床的效益，一定要重视维修工作，创造出良好的维修条件。

1.2.1 故障诊断与维修工作的基本条件

数控机床故障诊断与维修工作的快速性、优质性关键取决于维修人员的素质条件、物质条件、工作环境和维修前的准备工作。

1. 人员条件

(1) 首先是有高度的责任心和良好的职业道德。

(2) 知识面要广。要学习并基本掌握有关数控机床机械结构和电气控制的各学科知识，如计算机技术、模拟与数字电路技术、自动控制与拖动理论、控制技术、数控加工工艺和机械传动技术。

(3) 应经过良好的技术培训。数控技术基础理论的学习，尤其是针对具体数控机床的技术培训，首先是参加相关的培训班和机床安装现场的实际培训，然后向有经验的维修人员学习，而更重要的是自学。

(4) 勇于实践。要积极投入数控机床的维修与操作的工作中去，在不断的实践中提高分析能力和动手能力。

(5) 掌握科学的方法。要做好维修工作光有热情是不够的，还必须在长期的学习和实践中总结提高，从中提炼出分析问题、解决问题科学的方法。

(6) 学习并掌握各种电气维修中常用的仪器、仪表和工具。

(7) 掌握一门外语，特别是英语，起码应做到能看懂技术资料。

(8) 掌握各种常用（尤其是现场）的测试仪器、仪表和各种工具。

2. 物质条件

(1) 准备好常用备品、配件。

(2) 随时可以得到微电子器件的实际支援或供应。

(3) 必要的维修工具、仪器、仪表、接线、微机，最好配有笔记本电脑并装有必要的维修软件，用以支援设备调试。

(4) 完整的资料、手册、线路图、维修说明书（包括 CNC 操作说明书）、接口的调整与诊断说明书、驱动说明书、PLC 说明书（包括 PLC 用户程序单）和元器件表格等。

3. 工作环境

良好的工作环境是提高数控机床可靠性的必要条件，数控机床的环境要求是综合性的。

(1) 数控机床需要有稳定的机床基础，否则数控机床的精度无法保证。精密数控机床有恒温要求，普通数控机床没有恒温要求，但是环境温度过高会引起故障率的增加。

(2) 由于数控机床本身所使用的电子元器件有工作温度的限制，电子元器件的工作温度一般要求在 $40^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 以下，室温达到 35°C 时，使用中的数控机床计算机数控（CNC）装置内和电气柜内的温度可以达到 40°C 左右，其内部的元器件很可能不能正常工作。

(3) 数控机床的工作车间要保持空气流通和干净，灰尘、油雾和金属粉末会使得元器件之间的绝缘电阻下降或短路，造成元器件损坏。

(4) 潮湿的环境会使印刷电路板、元器件、接插件、床身、电气柜、机床防护罩锈蚀，造成接触不良、控制失灵和机床的机械精度降低。

(5) 电网供电要满足数控机床正常运行所需总容量的要求，电压波动不能超过 $\pm 10\%$ ，否则要损坏电子元器件。

(6) 为了安全和减少干扰，数控机床要有接地线；接地点要可靠，应该与车间接地网相连或者单独制作接地装置，接地电阻要小于 $4\Omega\sim 7\Omega$ 。

(7) 数控机床的 CNC 装置、伺服驱动系统的抗干扰能力是有限度的，强电磁干扰会导致数控系统失控，所以数控机床要远离焊机、大型吊车和产生强电磁干扰的设备。

4. 维修前的准备

尽快地获取现场信息、现场情况和故障信息。如数控机床的进给与主轴驱动型号、报警指示或故障现象、现场有无备件等。据此预先分析可能出现的故障原因与部位，而后在出发到现场之前，准备好有关的技术资料、维修服务工具和仪器备件等，做到心中有数。

1.2.2 预防性维护

顾名思义，所谓预防性维修，就是要注意把有可能造成设备故障和出了故障后难以解决

的因素排除在故障发生之前，预防性维护的目的是为了降低故障率，其工作内容主要包括下列几方面的工作。

1. 从维修角度看数控设备的选型

在设备的选型调研中，除了设备的可用性参数外，其可维修性参数应包含：设备的先进性、可靠性和可维修性技术指标。先进性是指设备必须具备时代发展水平的技术含量；可靠性是指设备的平均无故障时间、平均故障率，尤其是控制系统是否通过国家权威机构的质检考核等；可维修性是指其是否便于维修，是否有较好的备件市场购买空间，各种维修的技术资料是否齐全，是否有良好的售后服务、维修技术能力是否具备和设备性能价格比是否合理等。这里特别要注意图纸资料的完整性、备份系统盘、PLC 程序软件、系统传输软件、传送手段和操作口令等，缺一不可。对使用单位的技术培训不能走过场，这些都必须在定货合同中加以注明和认真实施，否则将对以后的工作带来后患。另外，如果不是特殊情况，尽量选用同一家的同一系列的数控系统，这样，对备件、图纸、资料、编程和操作都有好处，同时也有利于设备的管理和维修。

2. 人员安排

为每台数控机床分配专门的操作人员、工艺人员和维修人员，所有人员都要不断地努力提高自己的业务技术水平。

3. 正确地使用设备

针对每台机床的具体性能和加工对象制定操作规程，建立工作档案和维修档案，管理者要经常检查、总结和改进。

数控设备的正确使用是减少设备故障、延长使用寿命的关键，它在预防性维修中占有很重要的地位，据统计，有三分之一的故障是人为造成的，而且一般性维护（如注油、清洗和检查等）是由操作者进行的，解决的方法是：强调设备管理、使用和维护意识，加强技术培训，提高操作人员素质，使他们尽快掌握机床性能，严格执行设备操作规程和维护保养规程，保证设备运行在合理的工作状态之中。

4. 坚持设备运行中的巡回检查

根据数控设备的先进性、复杂性和智能化高的特点，使得它的维护、保养工作比普通设备复杂且要求高的多，维修人员应通过经常性的巡回检查，如 CNC 系统的排风扇运行情况，机柜、电机是否发热，是否有异常声音或有异味，压力表指示是否正常，各管路及接头有无泄漏、润滑状况是否良好等，积极做好故障和事故预防，若发现异常应及时解决，只有这样才有可能把故障消灭在萌芽状态之中，从而可以减少或避免损失。

5. 日常保养

对每台数控机床都应建立日常维护保养计划，包括保养内容（如坐标轴传动系统的润滑、磨损情况、主轴润滑、油路、水气路、各项温度控制、平衡系统、冷却系统、传动带的松紧、继电器、接触器触头清洁、各插头、接线端是否松动和电气柜通风状况等等）及各功能部件和元器件的保养周期（每日、每月、半年或不定期）。

6. 提高利用率

数控机床如果较长时间闲置不用,当需要使用时,机床的各运动环节会由于油脂凝固、灰尘甚至生锈而影响其静、动态传动性能,降低机床精度,油路系统的堵塞更是麻烦;从电气方面来看,由于一台数控机床的整个电气控制系统硬件是由数以万计的电子元器件组成的,它们的性能和寿命具有很大离散性,从宏观来看分三个阶段:在第一年基本上处于“磨合”阶段,在该阶段故障率呈下降趋势,如果在这期间不断开动机床则会较快完成“磨合”任务,而且也可充分利用第一年的维修期;第二阶段为有效寿命阶段,也就是充分发挥效能的阶段,在合理使用和良好的日常维护保养条件下,机床正常运转至少可在五年以上;第三阶段为系统寿命衰老阶段,电气硬件故障会逐渐增多,数控系统的使用寿命平均在8~10年左右。

因此,在没有加工任务的一段时间内,最好在较低速度下空运行机床,至少也要经常给数控系统通电,甚至每天都应通电。

1.2.3 数控设备的管理

1. 数控设备的管理模式

数控设备的使用情况直接影响着企业的生产效率和经济效益,而管理方式又直接决定着数控设备的使用,可见数控设备的管理是十分重要的,在数控设备少,类型单一时,要形成数控设备管理、使用和维修三位一体的封闭形管理模式。随着生产的发展,越来越多的设备使用了数控技术,因此,上述的管理模式就难以适用了,所以,可采用数控设备使用及数控工艺归车间负责,管理和维修归机动部门负责的现代化管理模式。

2. 数控设备的基础管理和技术管理

对于企业来说,数控机床的拥有是企业现代化的标志,最大限度地利用数控设备,对企业效益是十分有益的,企业不能只注意设备的利用率和最佳功能,还必须重视设备的保养与维修,它是企业生产的“先行官”,直接影响数控设备能否长期正常运转的关键,为保持数控设备处于完好的技术状态,使其充分发挥效用,应重视设备基础管理和技术管理工作。

(1) 健全维修机构。设立数控设备维修室,承担全部数控设备的管理和维修工作,由具有丰富经验的老技师和具有很强专业知识、责任心的机械、电气工程师组成,由数控设备维修员,专门负责数控设备日常维护工作。

(2) 制定和健全规章制度。针对数控机床的特点,逐步制定相应的管理制度,例如数控设备管理制度、数控设备的安全操作规程、数控设备的操作使用规程、数控设备的维修制度、数控设备的技术管理办法、数控设备的维修保养规程、数控设备的电气和机械维修技术人员的职责范围、数控设备电气和机械维修工人的职责范围等,只有这样,才能使设备管理更加规范化和系统化。

(3) 建立完善的维修档案。建立数控设备维护档案及交接班记录,将数控设备的运行情况及故障情况详细记录,特别是对设备发生故障的时间、部位、原因、解决方法和解决过程予以详细的记录和存档,以便在今后的操作及维修工作中参考和借鉴。

(4) 建立基础管理信息库。建立数控设备信息库,详细描述数控设备基本特征,提供设备能力的基础数据,以作为今后数控设备的管理、应用、产品加工、设备调整和维修的参考