



新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

· 机电一体化技术专业

数控机床故障 诊断与维修

· 吴国经 主 编

· 杨中力 蒋建强 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

数控机床故障诊断与维修

吴国经 主 编

杨中力 副主编
蒋建强

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是由多年来从事数控机床实践教学的专家依据其在数控机床管理、维修、改造方面的丰富实际经验编写而成的。本书从介绍数控机床各部件的工作原理、结构特点出发,从故障诊断理论、诊断方法入手,详细地分析、讲解多种数控机床故障诊断维修的基本方法,针对常用的 FANUC 及 SIEMENS 公司的数控设备,分别详细介绍其机械本体和电气控制设备的基本故障诊断和维修方法,并对一些带有普遍性的故障和对出现故障后如何排除的方法给出思路。本书是一本从理论到实践,再从实践到理论较全面介绍数控机床故障诊断和维修的书。本书能帮助读者快速诊断和排除故障,从而使数控机床的停机时间大大缩短,延长其平均无故障时间,充分发挥数控机床应有的效益。

本书可作为高等职业技术学院数控技术应用专业或相关专业进行工程教学和工程训练的指导教材,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/吴国经主编. —北京:电子工业出版社, 2004.5

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·机电一体化技术专业

ISBN 7-5053-9817-2

I.数… II.吴… 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(2004)第 028899 号

责任编辑:洪国芬

印 刷:北京京科印刷有限公司

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

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:18 字数:460 千字

印 次:2004 年 5 月第 1 次印刷

印 数:6 000 册 定价:23.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分。其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型人才。近年来，高等职业教育发展迅猛，其宏观规模发生了历史性变化。为适应我国社会进步和经济发展的需要，高等职业教育的教学模式、教学方法需要不断改革，高职教材也必须与之相适应，进行重新调整与定位，突出自身的特色。为此，在国家教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下，电子工业出版社在全国范围内筹建成立“全国高职高专教育教材建设领导小组”，下设“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”等专业的多个编委会。各专业编委会成员由电子信息战线辛勤耕耘、功绩卓著的专家、教授、高工和富有高职教学经验的一线优秀教师组成。

2002年10月，“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”等四个专业的编委会精心组织全国范围内的优秀一线教师编写了《新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材》60余种。这批教材的主要特点是：

1. 在编写方法上打破了以往教材过于注重“系统性”的倾向，摒弃了一些一般内容和烦琐的数学推导，采用阶跃式、有选择的编写模式，强调实践和实践属性，精炼理论，突出实用技能，内容体系更加合理；

2. 注重现实社会发展和就业需求，以培养职业岗位群的综合能力为目标，充实训练模块的内容，强化应用，有针对性地培养学生较强的职业技能；

3. 教材内容的设置有利于扩展学生的思维空间和学生的自主学习；着力于培养和提高学生的综合素质，使学生具有较强的创新能力，促进学生的个性发展；

4. 教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法，具有超前性、先进性。

首批教材共有60余种，将于2003年8月陆续出版。所有参加教材编写的高职院校都有一个共同的愿望：希望通过教材建设领导小组、编委会和全体作者的共同努力，使这批教材在编写指导思想、编写内容和编写方法上具有新意，突出高等职业教育的特点，满足高职学生学习和就业的需要。

高等职业教育改革与教材建设是一项长期的任务，不会一蹴而就，而是要经历一个发展过程。这批高职教材的问世，还有许多不尽人意之处。随着教育的不断深化，我国经济和科学技术的不断发展，高职教材的改革与开发将长期与之相伴而行。在教育部和信息产业部的指导和帮助下，我们将一如既往地依靠本行业的专家，与科研、教学第一线的教研人员紧密联系，加强合作，与时俱进，不断开拓，逐步完善各类专业课教材、专业基础课教材、实训指导书、电子教案、电子课件及配套教材，为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社高职高专教育教材事业部的全体成员殷切地希望全国高职高专院校的教师们能够踊跃投稿，提出选题建议，并对已出版的教材从多方面提出修改建议。除以上四个专业外，我们还设立了“计算机技术”、“电子商务”、“物流管理”、“会计类”、“金融类”、“环保类”等专业的编委会。我们衷心欢迎更多的志士仁人加入到各个编委会中来。

电子工业出版社的全体员工将竭诚为教育服务，为高等职业教育战线的广大师生服务。

全国高职高专教育教材建设领导小组
电子工业出版社

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

苏州工商职业技术学院

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

前 言

中国经济正加快向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。特别是随着我国加入 WTO 之后，国外大型企业的进入带进了大量的数控机床，国内企业生产水平的提升和产品的升级换代，也购置和改造了大量的数控加工设备。数控技术的广泛使用，迅速提高了生产效率和产品质量，同时也大幅度降低了生产成本。但是由于我国原有的经济基础和生产力水平的制约，使得社会的认知度和职业技术教育的准备明显不足，从而导致数控应用型人才严重短缺。“高薪难聘高素质的数控技工”，尤其是数控设备维修和数控编程技术人员更为紧缺，成为全社会普遍关注的热点问题，已引起中央领导、教育部、劳动与社会保障部的高度重视。

教育部等六部委在数控技术应用领域技能型紧缺人才培养指导方案中推出了一系列专业核心课程与训练项目，其中数控机床维修技术专业的教材也较为紧缺。为此，全国高职高专课程开发指导委员会组织全国高职高专院校，于 2001 年~2003 年先后召开多次会议，成立了各专业专门课开发小组，确定了各专业的教材体系和课程结构框架。本书是根据专门课开发指导委员会确定的《数控机床故障诊断与维修技术》课程基本要求，从该课程的高职高专教育目标及知识、能力和素质结构要求出发，按照该课程的教材编写大纲而编写的。

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。本书正是从数控机床的实用性故障诊断与维修技术角度出发，介绍了数控机床安装、调试及验收，数控机床的维护，典型数控系统的硬件结构、接口、参数、PLC 及伺服控制系统，数控机床机械故障诊断，数控系统常用故障诊断仪器及故障诊断，数控设备维修技术等内容。

本书可作为高职高专院校数控技术应用专业及相关专业进行工程教学和工程训练的指导教材，也可供工厂数控机床专业维修人员参考。

本书由常州轻工职业技术学院吴国经主编和统稿，第 1、2、6 章由苏州经贸职业技术学院蒋建强编写，第 3、4、5 章由天津中德职业技术学院杨中力编写，第 7 章由天津中德职业技术学院王悦编写。全书由王志平主审。本书编写过程中得到了袁峰、王荣兴、杨劲松、姚庆文、丁辉、杨文新、蒋正炎、吴征等专家们的帮助，同时还得到了天津中德职业技术学院院长李大卫、院长助理吕景泉和常州轻工职业技术学院、苏州经贸职业技术学院的有关人士的支持，在此一并表示衷心感谢！

限于编者的水平和经验，书中难免会有错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者
2004 年 3 月



Contents

第 1 章 数控机床故障诊断与维修的基本概念	(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 其他故障	(10)
1.4 数控机床故障诊断与维修方法	(11)
1.4.1 数控机床故障诊断与维修的常规方法	(11)
1.4.2 数控机床故障诊断与维修的先进方法	(12)
1.5 数控机床的安装调试	(13)
1.5.1 安装的环境要求	(14)
1.5.2 数控车床的安装	(14)
1.5.3 数控铣床的安装	(14)
1.5.4 加工中心的安装	(15)
1.5.5 数控机床的调试	(15)
1.6 数控机床精度要求、检测方法和验收	(18)
1.6.1 数控机床检测的新标准	(19)
1.6.2 数控机床常见精度要求及传统检测方法	(19)
1.6.3 数控机床常见精度要求及先进的检测方法	(19)
1.6.4 数控车床验收	(22)
1.6.5 数控铣床的验收	(23)
1.6.6 加工中心的验收	(23)
本章小结	(24)
思考题和习题 1	(25)



第 2 章 数控系统的维护与管理	(26)
2.1 常用数控系统简介	(26)
2.1.1 FANUC 系统的数控装置	(26)
2.1.2 SIEMENS 系统的数控装置	(27)
2.1.3 SKY 系统的数控装置	(28)
2.2 数控系统的常见故障分析	(30)
2.3 FANUC 数控系统的故障诊断	(31)
2.4 SIEMENS 数控系统的故障诊断与维修	(45)
2.4.1 SIN810 GA3 系统的故障诊断与维修	(46)
2.4.2 SIN850 系统的故障诊断与维修	(53)
2.5 SKY2000 系统的主要故障及维修	(57)
2.5.1 硬件故障	(57)
2.5.2 软件故障	(62)
2.5.3 外部故障	(63)
2.6 数控系统的维护与保养	(63)
2.6.1 概述	(63)
2.6.2 正确操作和使用	(64)
2.6.3 数控系统的日常维护及保养	(64)
2.6.4 数控系统长期不使用时的维护及保养	(64)
2.6.5 数控系统故障检测和维修工具	(64)
本章小结	(66)
思考题和习题 2	(66)
第 3 章 典型数控系统的硬件结构	(68)
3.1 概述	(68)
3.1.1 常见数控厂家的数控产品	(68)
3.1.2 数控系统的功能	(72)
3.1.3 数控系统的组成及各部分的作用	(74)
3.2 FANUC-0C 系统的硬件	(75)
3.2.1 系统的特点及主要功能	(75)
3.2.2 系统的结构及各部分的功能	(77)
3.2.3 伺服单元的结构及工作原理	(80)
3.2.4 主轴单元的工作原理及结构	(87)
3.3 SIEMENS SIN840C 系统的硬件	(89)
3.3.1 系统的特点及主要功能	(89)
3.3.2 系统的结构及各部分的功能	(90)
3.3.3 系统的连接	(92)
3.3.4 SIMDRIVE611A 伺服单元的结构及工作原理	(93)
本章小结	(97)
思考题和习题 3	(99)



第 4 章 典型数控系统的参数、接口及 PLC	(100)
4.1 概述	(100)
4.1.1 数控机床的参数	(100)
4.1.2 接口的作用	(100)
4.1.3 PLC 在数控机床的作用	(101)
4.2 FANUC-0C 的参数、接口	(101)
4.2.1 FANUC-0C 系统的启动过程	(101)
4.2.2 参数	(102)
4.2.3 参数的保持及备份	(108)
4.2.4 接口信号	(108)
4.2.5 PMC 语言及编程	(111)
4.2.6 系统报警分类	(140)
4.2.7 系统故障分析和恢复	(141)
本章小结	(152)
思考题和习题 4	(152)
第 5 章 数控机床的故障诊断及维修技术	(153)
5.1 概述	(153)
5.1.1 故障的分类	(153)
5.1.2 故障的诊断原则	(155)
5.1.3 故障的诊断步骤	(156)
5.1.4 故障的诊断方法	(157)
5.2 利用 PLC 进行数控机床的故障检测	(157)
5.2.1 与 PLC 有关的故障的特点	(158)
5.2.2 与 PLC 有关故障检测的思路和方法	(158)
5.3 系统的故障诊断及维修技术	(162)
5.3.1 系统维修的基础	(162)
5.3.2 数控系统的软件故障及维修	(164)
5.3.3 系统的硬件及维修	(165)
5.3.4 实例分析	(170)
5.4 伺服系统的故障及维修技术	(176)
5.4.1 伺服系统的工作原理	(177)
5.4.2 进给伺服的故障及诊断	(177)
5.4.3 主轴伺服的故障及诊断	(181)
5.4.4 实例分析	(182)
5.5 检测装置的故障及诊断	(184)
5.5.1 检测元件工作原理 (直线光栅测量装置)	(184)
5.5.2 位置检测元件的维护	(186)
5.5.3 位置检测元件的故障诊断及实例分析	(187)
本章小结	(189)



思考题和习题 5	(189)
第 6 章 数控机床机械结构的故障诊断与维修	(190)
6.1 数控机床机械结构及机械故障类型	(190)
6.1.1 数控机床机械结构的基本组成	(190)
6.1.2 数控机床的机械故障及其分类	(191)
6.2 FANUC 系统的数控机床机械故障诊断与维修	(191)
6.3 SIEMENS 系统的数控机床机械故障诊断与维修	(201)
6.4 南京 SKY 系统的数控机床机械故障诊断与维修	(204)
6.5 其他数控机床机械故障诊断与维修	(205)
本章小结	(207)
思考题和习题 6	(207)
第 7 章 数控机床故障诊断与维修实例	(209)
7.1 数控车床故障分析与排除	(209)
7.1.1 CNC 系统故障维修实例	(209)
7.1.2 伺服系统故障维修实例	(212)
7.1.3 主轴系统故障维修实例	(215)
7.1.4 刀架系统故障维修实例	(218)
7.2 数控铣床故障诊断与维修	(222)
7.2.1 CNC 系统故障实例与诊断	(222)
7.2.2 伺服系统故障维修实例	(223)
7.2.3 主轴系统故障实例	(226)
7.3 加工中心故障诊断与维修	(227)
7.3.1 CNC 系统故障维修实例	(227)
7.3.2 伺服系统故障维修实例	(228)
7.3.3 工作台故障维修实例	(232)
7.3.4 主轴系统故障维修实例	(234)
7.3.5 刀库机械手部分故障实例诊断	(236)
7.4 柔性加工系统故障分析与排除	(243)
7.4.1 概述	(243)
7.4.2 刀具流支持系统	(245)
7.4.3 输送设备	(247)
本章小结	(251)
思考题和习题 7	(252)
附录 A FANUC 0 系统故障报警含义速查表	(253)
附录 B FANUC 系统 PMC 信号及其诊断地址表	(262)
附录 C FANUC 0 系统故障分析及维修表	(265)
参考文献	(276)

第 1 章 数控机床故障诊断与维修的基本概念



内容提要

本章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。

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数控机床正常运行的前提，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，即：

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

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:

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

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，因此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。数控机床的生产厂商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，我们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，当然还包括 1.1 节的数控基本知识。

(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，而更重要且更长的时间是自学。

(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、解决问题的科学方法。

(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元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) 完整资料、手册、线路图、维修说明书、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 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下，室温达到 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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) 潮湿的环境会使印制电路板、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 $4\sim 7\ \Omega$ 。

(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括：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。对使用方的技术培训不能走过场，这些都必须要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非常重要的地位，据统计，有 1/3 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，加强业务、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得多。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一大烦事;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3个阶段:在一年之内基本上处于所谓“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,而且也可充分利用一年的维修期;第2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5年以上;第3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,管理和维修归设备管理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的实力体现,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”,是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的日常维护工作。

(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依据。

(5) 加强数控设备的验收:为确保新设备的质量,应加强设备安装调试和验收工作,尤其是设备验收这一环节,要制定严格的把关措施,对照合同、技术协议、国际和国内有关标准及验收大纲规定的项目逐项检查。验收内容包括:出厂时的预收(在制造厂组装质量监检),设备开箱前包装检查、开箱后零部件外观、数量的检查,对配套的各种资料、使用手册、维修手册、附件说明书、系统软件及说明书等仔细核对妥善保管,特别对系统软件要予以备份。这样,对今后设备附加功能的开发和机床的保养及维修带来方便。

1.3 数控机床故障诊断的类型与特点

我国从事数控机床电气设计、应用与维修技术工作的工程技术人员数以万计,然而由于此项技术的复杂性、多样性和多变性以及一些客观环境因素的制约,在数控机床的机械维修技术和电气维修技术方面还没有形成一套成熟的、完整的理论体系。当今控制理论与自动化技术的高速发展,尤其是微电子技术和计算机技术的日新月异,使得数控技术也在同步飞速发展,数控系统结构形式上的开放化和性能上的多样化、复杂化、高智能化,不仅对其应用从观念到实践带来了巨大变化,也对其维理论、技术和手段上带来了很大的变化。

1.3.1 数控机床故障诊断的特点

传统的机床,从电气设备来看,不过是一些触点控制、继电器接触器电路,从控制上来看,多数是时间、行程、电流等控制方法,我国从20世纪50年代起,维修人员比较熟悉了对这些设备的维修,其维修手段多半是螺丝刀、扳子、钳子,最多再加上一块万用表,就已经足够了。

1. 数控设备维修的特点

数控设备的维修则大不相同,首先要懂得计算机如何修理,PLC如何查找故障,如何利用NC和PLC的诊断系统来查找故障,也就是如何充分利用NC和PLC提供的故障信息来查找故障,主要是如何去查找这些信息,了解面板操作。只能通过反复研读操作说明,弄清如何操作(虽然各个数控系统的工作大致相同,但在操作细节上还有很多不同),去体会操作的含义,查到故障信息。

出现了故障,如何查出故障的原因,这是困难的,见到过很多维修人员就是“瞎换板”,为什么说是“瞎换板”呢?就是没有搞清楚问题是怎么回事,也没有分析清楚故障原因,就认为是硬件故障。举一个例子,某厂的一台数控车床,加工时出现刀痕,动力员进行维修、换板,甚至整个控制箱全换了,也没修好,实际上是主轴轴承坏了,这个问题的查找只不过是1h(小时)就可以解决的问题。

2. 数控系统的维修

数控系统的核心是计算机,计算机的维修问题主要是判断集成电路片的好坏,要有专门的测量仪器,但在实际工作中,遇到大量问题是通过简单的电压、电阻的测量就可以判断它是好还是坏,这就要求维修人员对集成电路板的特性有所了解。当然,也可用一些简单易做的小