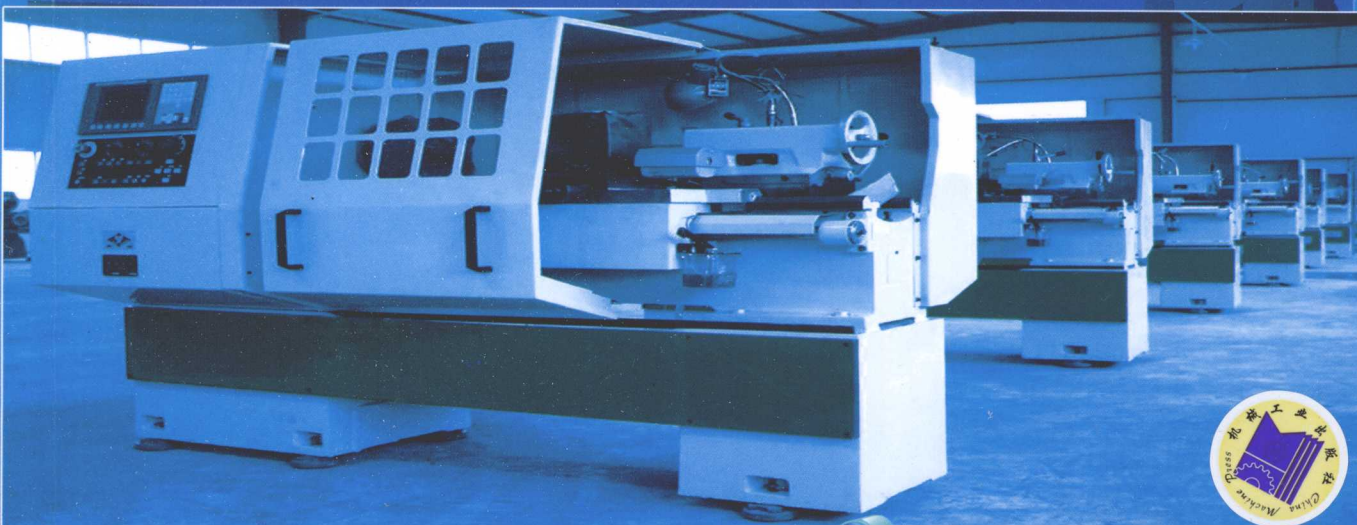


职业技术学院规划教材

SHUKONG JICHUANG GUSHANG
ZHENDUAN YU WEIXIU

数控机床故障 诊断与维修

邓三鹏 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书可索取教学课件,
请联系: jinacmp@163.com
QQ: 815130813



本书是由多年从事数控机床维修教学的一线教师依据其在数控机床管理、维修、改造、技能鉴定和竞赛方面的丰富经验,结合数控机床装调维修工职业资格标准编写而成的。全书共分八章,按照数控机床故障诊断与维修的基础知识、数控机床机械结构、数控系统、主传动系统、进给伺服系统、PLC 等部件的故障诊断与维修、数控机床维修实例和实验等几个部分来讲述。每章都有配套的思考题供读者选用。

本书内容全面综合,充分体现了理论知识以“必需、够用”的特点,突出应用能力和创新素质的培养,从理论到实践,再从实践到理论,较全面地介绍了数控机床故障诊断和维修。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,充分发挥其应有的效益。

本书是职业技术学院规划教材,可作为数控类、机械制造类、模具类、机电一体化类专业用教材;也可作为各类数控技术的培训教材;还可作为从事数控机床操作、编程、设计和维修等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/邓三鹏主编. —北京:机械工业出版社, 2009.8
职业技术学院规划教材
ISBN 978-7-111-27930-3

I. 数... II. 邓... 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(2009)第 132725 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:吉 玲(E-mail: jiling@mail.machineinfo.gov.cn)
责任编辑:阎洪庆
责任印制:杨 曦
唐山丰电印务有限公司印刷
2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·18 印张·431 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-27930-3
定价:34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379768
封面无防伪标均为盗版

前 言

2008年,我国连续第七年成为世界机床第一消费国、第一进口国、第三生产国,机床出口跃居世界第六。我国已成为机床消费和制造大国,机床行业产品门类齐全,为国民经济建设和国防建设提供了大量基础工艺装备,为我国企业装备现代化做出了重要贡献。在国民经济平稳快速增长的大背景下,我国机床行业将持续快速发展。数控机床已成为机械制造业的主流装备,如何才能充分发挥其加工优势,达到其技术性能,确保其能够正常工作是摆在众多用户面前的现实问题。数控机床是集机、电、液、气、光于一体的现代机电设备,具有技术密集和知识密集的特点,及时准确地进行诊断与维修是一件很复杂的工作。

本书编写人员多年从事数控机床维修专业的教学、科研和相关工种的鉴定和竞赛工作,教学成果“创建机械维修与检测技术教育专业,培养高层次数控机床故障诊断与维修人才”获2009年天津市教学成果二等奖,依据他们在数控机床管理、维修、改造和培训方面的丰富经验,全面贯彻数控机床装调维修工职业资格国家标准,坚持“理论先进,注重实践,操作性强,学以致用”的原则编写了本书。建议学时为64学时,其中实验学时为12学时,多媒体课件可在机械工业出版社网站(<http://www.cmpbook.com/index.php?id=176>)下载。本书具有如下特点:

1) 体系结构全面系统:在编写的过程查阅了大量的资料,覆盖了数控机床的机电结构和常见故障的处理,论述翔实。

2) 内容实用、操作性强:以“必需,够用为度”的原则精选内容,先剖析基本原理,后针对具体实例进行分析,使学生达到触类旁通,举一反三的效果。

3) 理论实践紧密结合:结合教学中的经验,教材始终保持理论实践紧密结合的特点,每章都分析具体实例,并开发出6个实验,通过理论讲解—实例分析—实验的过程,学生可以较好地掌握数控机床故障诊断及维修技术。

本书由邓三鹏、柏占伟统稿。参与本书编写工作的有天津工程师范学院邓三鹏(第1、2、4、7、8章)、石秀敏(第3、5、6章)、襄樊技师学院周先芳(第5、8章),天津市轻工职业技术学校刘玥(第1章),重庆工程职业技术学院柏占伟(第2章),宁波市鄞州职业教育中心学校李国庆、孟凯(第3章),浙江省长兴职业技术教育中心学校柏灵飞、盖延忠、谷兴详(第4章),广东省肇庆市科技中等职业学校张利(第3、4章)和内蒙古自治区赤峰交通职业技术学院鲍树国(第7章),漯河市高级技工学校张宝平,李佳(第8章)。

本书得到了“高档数控机床与基础制造装备”国家科技重大专项课题“数控机床故障预警诊断及基于功能部件的可重构监测诊断系统”(2009ZX04014-101)和天津工程师范学院科研发展基金重点课题“数控机床主轴故障诊断及预测技术研究”(KJ2008029)的资助。在编写过程中得到了天津工程师范学院的数控机床故障诊断与维修教研室、工程实训中心(国家级实验教学示范中心)和天津市高速切削与精密加工重点实验室的大力支持和帮助,在此深表谢意。本书承蒙天津大学的章青教授和天津工程师范学院孙爽教授细心审阅,提出许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在不妥之处，恳请同行专家和读者们不吝赐教，多加批评指正，联系邮箱：sanpeng@yeah.net。

编 者

目 录

前言

第1章 概述	1
1.1 数控机床故障诊断与维修的意义	1
1.2 数控机床的可靠性	1
1.3 数控机床故障的分类	3
1.4 数控机床的安装调试	4
1.4.1 数控机床的初步安装内容	4
1.4.2 电线连接	4
1.4.3 数控机床调试与性能检验	5
1.5 数控机床的日常维修	7
1.5.1 数控机床维护与保养的点检管理	7
1.5.2 数控系统的日常维护	9
1.5.3 数控机床维修常用工具	9
1.5.4 数控机床故障诊断与维修常用仪表	10
1.5.5 数控机床故障诊断与维修常用仪器	11
1.5.6 诊断用技术资料	14
1.6 对数控机床维修人员的要求	14
1.7 数控机床诊断与维修的一般步骤	15
思考题	18
第2章 数控机床机械结构的故障诊断与维修	19
2.1 数控机床机械结构的主要组成	19
2.2 数控机床的主传动系统	20
2.2.1 主轴变速方式	20
2.2.2 主轴部件	24
2.2.3 主轴部件的支承	25
2.2.4 主轴的材料和热处理	28
2.2.5 主轴的润滑与冷却	28
2.2.6 主轴部件的维修	29
2.2.7 主传动链的维修	30
2.2.8 主传动系统常见故障及排除方法	30
2.3 数控机床的进给传动系统	32
2.3.1 滚珠丝杠螺母副	32
2.3.2 导轨滑块副	36

2.3.3	静压蜗杆-蜗轮条传动	40
2.3.4	进给传动系统常见故障诊断及维修	42
2.4	自动换刀装置	43
2.4.1	排刀式刀架	43
2.4.2	经济型数控车床方刀架	44
2.4.3	一般转塔回转刀架	46
2.4.4	刀库的形式	46
2.4.5	刀库的故障	50
2.4.6	换刀机械手故障	50
2.4.7	加工中心自动换刀装置控制及常见故障分析	51
2.5	回转工作台	55
2.5.1	齿盘式分度工作台	55
2.5.2	数控回转运动工作台	57
2.5.3	回转工作台的常见故障及排除方法	59
2.6	数控机床的液压与气动装置	60
2.6.1	数控机床上典型的液压回路分析	60
2.6.2	数控机床液压回路常见故障及维修	68
2.6.3	数控机床上典型的气压回路分析	70
2.6.4	数控机床气压回路常见故障及维修	75
	思考题	77
第3章	数控系统故障诊断与维修	78
3.1	FANUC 数控系统概述	78
3.2	FANUC 数控系统结构	79
3.2.1	FANUC Series 0i/FANUC Series 0i Mate 系统操作及功能	80
3.2.2	FANUC 0i C 和 FANUC 0i Mate C 系统性能比较	82
3.2.3	FANUC 0i Mate C 系统组成	84
3.3	FANUC 数控系统参数配置	85
3.4	FANUC 数控系统故障诊断与维护	88
3.4.1	FANUC 0i 常见报警及处理方法	88
3.4.2	故障实例分析	91
3.5	FANUC 数控系统数据备份及恢复	93
3.5.1	使用存储卡进行数据备份和恢复	93
3.5.2	使用外接 PC 进行数据的备份与恢复	95
3.6	国产数控系统概述	101
3.6.1	国产数控系统发展概况	101
3.6.2	国产数控系统介绍	101
3.6.3	国产数控系统组成	105
3.7	国产数控系统参数配置及维护	111

3.7.1 参数设置操作	111
3.7.2 国产数控系统软件系统故障诊断与维修	114
3.8 数控系统故障诊断及维修方法	118
3.8.1 装置自诊断法	118
3.8.2 常规检查法	120
3.8.3 机、液、电综合分析法	121
3.8.4 备件替换法	121
3.8.5 电路板参数测试对比法	122
3.8.6 更新建立法	122
3.8.7 升温、降温法	122
3.8.8 拉偏电源法	122
3.8.9 分段优选法	122
3.8.10 功能程序测试法	123
3.8.11 参数检查法	123
3.8.12 隔离法	123
3.8.13 接口状态显示诊断法	123
3.8.14 测量比较法	124
3.8.15 利用系统的自诊断功能判断法	124
3.8.16 逻辑电路追踪法(原理分析法)	124
3.8.17 用可编程序控制器进行 PLC 中断状态分析法	124
3.9 国产数控系统数据备份及恢复	125
3.9.1 RS232 串行通信	125
3.9.2 系统参数的备份及恢复	127
思考题	128
第 4 章 数控机床主传动系统的故障诊断与维修	130
4.1 概述	130
4.1.1 数控机床对主轴控制的要求	130
4.1.2 主轴驱动装置的特点	131
4.2 高速电主轴	132
4.2.1 高速电主轴的结构	132
4.2.2 冷却润滑技术	133
4.2.3 高速精密轴承	135
4.2.4 电主轴的动平衡	136
4.2.5 刀具的夹紧	136
4.3 主轴准停	137
4.3.1 概述	137
4.3.2 机械准停	137
4.3.3 电气准停控制	137

4.4 主轴与进给轴的关联控制	140
4.4.1 脉冲编码器	140
4.4.2 主轴旋转与轴向进给的关联控制	141
4.4.3 主轴旋转与径向进给的关联控制	141
4.5 FANUC 主轴驱动系统的故障诊断与维修	142
4.5.1 FANUC 主轴驱动系统概述	142
4.5.2 FANUC 系统模拟量主轴驱动装置与维修	143
4.5.3 FANUC 系列串行数字主轴驱动系统与维护	150
4.6 华中主轴驱动系统的故障诊断与维修	160
4.6.1 华中数控主轴驱动系统	160
4.6.2 华中数控主轴驱动系统的故障诊断与维修	166
思考题	169
第 5 章 数控机床进给伺服系统故障诊断与维修	170
5.1 概述	170
5.1.1 开环位置伺服系统	170
5.1.2 半闭环位置伺服系统	171
5.1.3 全闭环位置伺服系统	171
5.1.4 混合闭环位置伺服系统	172
5.2 FANUC 进给系统的故障诊断与维护	172
5.2.1 FANUC 进给伺服系统的分类(见表 5-1)	173
5.2.2 FANUC 交流伺服系统连接	174
5.2.3 FANUC 进给伺服系统的常见故障分析	181
5.3 FANUC 伺服系统参数的设定	184
5.3.1 伺服参数设定	184
5.3.2 伺服参数初始化	185
5.4 华中数控进给系统的故障诊断与维护	186
5.4.1 华中数控开环进给系统	186
5.4.2 华中数控进给伺服系统概述	188
5.4.3 华中数控交流伺服系统的故障诊断	196
5.4.4 华中数控伺服系统的维护	199
5.5 位置检测装置的故障诊断与维修	199
5.5.1 数控机床对位置检测装置的要求	199
5.5.2 位置检测装置的分类	200
5.5.3 常用位置检测元件	201
5.5.4 检测器件的常见故障及维修	207
思考题	208
第 6 章 数控机床 PLC 技术	209

6.1	PLC 在数控机床中的应用	209
6.2	FANUC 系统 PMC 编程技术	211
6.2.1	PMC 程序执行顺序	211
6.2.2	PMC 编址	212
6.2.3	PMC 基本指令	213
6.2.4	PMC 功能指令	213
6.2.5	数控机床 PMC 屏幕画面功能	221
6.2.6	使用 LADDER 软件编辑数控机床梯形图	223
6.3	华中数控系统 PLC 技术	227
6.3.1	华中数控 PLC 的结构	227
6.3.2	华中数控 PLC 的软件结构及运行原理	228
6.3.3	华中数控 PLC 程序的编写及其编译	229
6.3.4	华中数控 PLC 程序的安装	231
6.3.5	车床标准 PLC 系统	231
6.4	PLC 控制模块的故障诊断方法	234
6.4.1	PLC 故障的表现形式	234
6.4.2	PLC 控制模块的故障诊断方法与实例	234
	思考题	239
第 7 章	数控机床故障诊断与维修实例	240
7.1	数控机床机械结构故障诊断及维修实例	240
7.2	数控系统故障诊断与维修实例	247
7.3	进给伺服系统故障诊断与维修实例	250
7.4	PLC 故障诊断与维修实例	256
第 8 章	实验	258
8.1	数控机床几何精度的检测	258
8.1.1	实验目的	258
8.1.2	实验内容	258
8.1.3	实验方法及步骤	258
8.1.4	实验报告	261
8.2	FANUC 0i C/0i mate C 数控系统的基本连接	262
8.2.1	实验目的	262
8.2.2	实验设备	262
8.2.3	实验必备知识	263
8.2.4	实验内容	265
8.2.5	实验步骤	265
	思考题	266
8.3	机床参数的设置	266

8.3.1 实验目的	266
8.3.2 实验设备	266
8.3.3 实验必备知识	266
8.3.4 实验内容	268
8.3.5 实验步骤	268
思考题	269
8.4 机床主轴及主轴编码器的安装与故障诊断	269
8.4.1 实验目的	269
8.4.2 实验设备	269
8.4.3 实验必备知识	269
8.4.4 实验内容	270
8.4.5 实验步骤	270
思考题	271
8.5 伺服驱动单元的调试和故障诊断	271
8.5.1 实验目的	271
8.5.2 实验设备	271
8.5.3 实验必备知识	271
8.5.4 实验内容	273
8.5.5 实验步骤	273
思考题	275
8.6 PLC 编程练习实验	275
8.6.1 实验目的	275
8.6.2 实验设备	275
8.6.3 实验必备知识	275
8.6.4 实验内容	276
8.6.5 实验步骤	276
思考题	277
参考文献	278

第1章 概述

1.1 数控机床故障诊断与维修的意义

我国自改革开放以来引进了不少先进的设备,这些设备对我国的技术人员来说是耳目一新的,其特点是以大规模集成电路为主的数字控制设备,其功能强、生产效率高,但是构造及控制复杂,尤其是电控部分。因此,在维修的理论、方法、手段上都应有很大的飞跃。

数控机床是集机、电、液、气、光一体化的现代技术装备,它与传统的机械装备相比,内容上虽然也包括机械、电气、液压与气动方面的故障,但就其维修的重点来说,则是侧重于电子系统、机械、气动乃至光学等方面的交叉点上。由于数控系统的种类繁多、结构各异、形式多变,给测试和监控带来了许多困难。

数控系统完全或部分丧失了系统规定的功能就称为故障。所谓系统故障诊断技术,就是在系统运行中或基本不拆卸的情况下,即可掌握系统先行状态的信息,查明产生故障部位和原因,或预知系统的异常和故障的动向,采取必要的措施和对策的技术。诊断的目的就是要确定故障的原因和部位,以便维修人员或操作人员尽快地进行故障的修复。

与普通机床相比较,数控机床不仅具有零件加工精度高、生产效率高、产品质量稳定、自动化程度高的特点,而且它还可以完成普通机床难以完成,或根本不能加工的复杂曲面的零件加工,因而数控机床在机械制造业中的地位显得愈来愈重要。在机械制造业中,数控机床的档次和拥有量,是反映一个企业制造能力的重要标志。

我们应当认识到:在企业生产中,数控机床能否达到加工精度高、产品质量稳定、提高生产效率的目标,这不仅取决于机床本身的精度和性能,很大程度上也与操作者在生产中能否正确地对数控机床进行维护保养和使用密切相关。

我们还应当注意到:数控机床维修的概念,不能单纯地理解成数控系统或者是数控机床的机械部分和其他部分在发生故障时,仅仅依靠维修人员排除故障和及时修复,使数控机床能够尽早地投入使用就可以了,还应包括正确使用和日常保养等工作。

综上所述,只有坚持做好数控机床的日常维护、保养工作,才可以延长元器件的使用寿命,延长机械部件的磨损周期,防止意外恶性事故的发生,争取数控机床长时间稳定工作;也才能充分发挥数控机床的加工优势,达到数控机床的技术性能,确保数控机床能够正常工作。因此,无论是对数控机床的操作者,还是对数控机床的维修人员来说,数控机床的维护与保养就显得非常重要,我们必须高度重视。

1.2 数控机床的可靠性

数控机床和数控系统的发展趋势是高性能、多功能、高精度、高柔性及高可靠性。提高数控机床及其系统可靠性不仅是当前的迫切任务,也是高技术产业 FMS、CIMS 能否立足及

发展的关键要素。数控机床除了具有高精度、高效率和高技术的要求之外，还应该具有高可靠性。数控机床能否发挥其高性能、高精度、高效率并取得良好效益，关键也取决于其可靠性。

可靠性是指在规定的工作条件（环境温度、湿度、使用条件及使用方法等）下，产品执行其功能长时间稳定工作而不发生故障的能力。可靠性研究结果表明，任何产品的可靠性都符合图 1-1 所示的曲线变化规律（俗称“浴盆曲线”），从中可看到故障多发生在初始区（磨合期）和老化区，数控机床部件可靠性的提高和有效的维护、保养会使稳定区的时间延长。

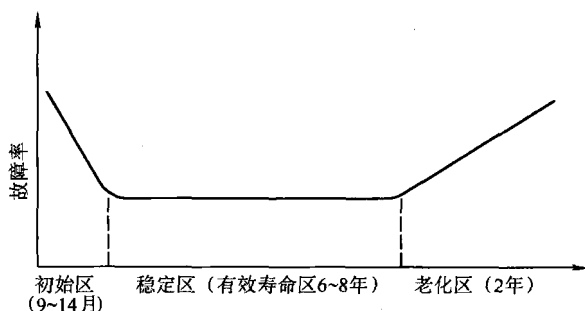


图 1-1 故障率随时间变化的曲线

衡量可靠性常用的标准有如下几个：

1. 平均无故障时间（Mean Time Between Failure, MTBF）

平均无故障时间是指可修复产品的相邻两次故障间，系统能正常工作时间的平均值。我国“机床数字控制系统通用技术条件”中规定，用 MTBF 衡量数控产品的可靠性，要求数控系统 MTBF 不低于 3 000h。现在 CNC 系统的可靠性指标已达 30 余年（10 年前为 10 000h）。有些国家采用其他指标作为衡量数控系统可靠性的指标，这个值越长越好。

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

2. 平均修复时间（Mean Time To Repair, MTTR）

平均修复时间是指数控系统在寿命范围内，从出现故障开始维修到能正常工作所用的平均修复时间。这个值越小，表明维修速度越快。

$$MTTR = \frac{\text{累计修复时间}}{\text{维修次数}}$$

3. 有效度 A

有效度是指一台可维修的数控机床在某一段时间内，维持其性能的概率。 A 小于 1，但越接近 1 越好，它是衡量数控机床的可靠性和可维修性的指标。

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

影响数控机床可靠性的因素，包括设计、包装、运输、安装、使用等全过程，使用时影响可靠性的指标如表 1-1 所示。

表 1-1 影响数控机床（使用时）可靠性的因素

因 素	要 求	措 施
电网质量	1) 电压应在规定的误差范围之内 2) 频率为 (50 ± 1) Hz 3) 数控机床接地电阻符合要求 以上三项要平衡	1) 数控机床专线供电 2) 使用稳压电源
安装环境	无粉尘、无太阳直射, 湿度、温度符合要求	建立专门的数控车间
操作者	1) 岗位培训 2) 取得上岗资格证 3) 严格按操作规程操作	1) 进行岗位培训 2) 严禁无证上岗 3) 制定详细的、可执行的操作规程
日常维护	按照“机床使用说明书”进行日常的维护和保养	制定切实可行的维护保养制度

1.3 数控机床故障的分类

数控机床全部或部分丧失了系统规定的功能就称为故障。数控机床的故障是多种多样的, 可以从不同角度对其进行分类:

1. 从故障的起因分类

从故障的起因来看, 数控系统故障分为关联性和非关联性故障。非关联性故障是指与数控系统本身的结构和制造无关的故障。故障的发生是由诸如运输、安装、撞击等外部因素人为造成的。关联性故障是指由于数控系统设计、结构或性能等缺陷造成的故障。关联性故障又分为固有性故障和随机性故障。固有性故障是指一旦满足某种条件, 如温度、振动等条件, 就出现故障。随机性故障是指在完全相同的外界条件下, 故障有时发生或不发生的情况。一般随机性故障由于存在着较大的偶然性, 给故障的诊断和排除带来了较大的困难。

2. 从故障的时间分类

从故障出现的时间上看, 数控系统故障又分为随机故障和有规则故障。随机故障发生时间是随机的; 有规则故障是指故障的发生有一定的规律性。

3. 从故障的发生状态分类

从故障发生的状态来看, 数控系统故障又分为突然故障和渐变故障。突然故障是指数控系统在正常使用过程中, 事先并无任何故障征兆出现, 而突然出现的故障。突然故障的例子有: 因机器使用不当或出现超负荷而引起的零件折断; 因设备各项参数达到极限而引起的零件变形和断裂等。渐变故障是指数控系统在发生故障前的某一时期内, 已经出现故障的征兆, 但此时(或在消除系统报警后), 数控机床还能够正常使用, 并不影响加工出的产品质量。渐变故障与材料的磨损、腐蚀、疲劳及蠕变等过程有密切的关系。

4. 按故障的影响程度分类

从故障的影响程度来看, 数控系统故障分为完全失效故障和部分失效故障。完全失效故障是指数控机床出现故障后, 不能进行工件正常加工, 只有等到故障排除后, 数控机床才能恢复正常工作。部分失效是指数控机床丧失了某种或部分系统功能, 而数控机床在不使用该部分功能的情况下, 仍然能够正常加工工件, 这种故障就是部分失效故障。

5. 按故障的严重程度分类

从故障出现的严重程度来看, 数控系统故障又分为危险性故障和安全性故障。危险性故障是指数控系统发生故障时, 机床安全保护系统在需要动作时因故障失去保护作用, 造成了人身伤亡或机床故障。安全性故障是指机床安全保护系统在不需要动作时发生动作, 引起机床不能起动。

6. 按故障的性质分类

从故障发生的性质上看, 数控系统故障又分为软件故障、硬件故障和干扰故障三种。其中, 软件故障是指由程序编制错误、机床操作失误、参数设定不正确等引起的故障。软件故障可通过认真消化、理解随机资料, 掌握正确的操作方法和编程方法, 就可避免和消除。硬件故障是指由 CNC 电子元器件、润滑系统、换刀系统、限位机构、机床本体等硬件因素造成的故障。干扰故障则表现为内部干扰和外部干扰, 是指由于系统工艺、线路设计、电源地线配置不当等, 以及工作环境的恶劣变化而产生的。

1.4 数控机床的安装调试

数控机床运到工厂后, 必须通过安装、调试和验收合格后, 才能投入正常的生产。故数控机床的安装、调试和验收是机床使用前期的一个重要环节。

数控机床在出厂前, 已经对机床进行了各项必要的检验, 检验合格后才能出厂。对于大、中型数控机床, 由于机床的体积较大, 运输不方便, 必须解体后分别运输, 运到用户处后再重新组装和调试。对于小型机床, 在运输的过程中无须对机床进行解体, 故机床的安装、调试和验收工作相对来讲比较简单。机床运到用户处后, 进行简单的连线、机床水平调整和试切后, 就可正式投入使用, 所需的工具也比较简单。下面就介绍一下小型数控机床的安装、调试和验收要求。

1.4.1 数控机床的初步安装内容

- 1) 根据机床的要求, 选择合适的位置摆放机床。
- 2) 阅读机床的资料, 以保证正确使用数控机床。

1.4.2 电线连接

这部分内容主要是机床的总电源连接, 这个步骤虽然简单, 但若做得不好, 会引起不必要的麻烦, 甚至会产生严重的后果, 下面介绍一下电源连接时的注意事项:

1) 输入电源电压和频率的确认。目前我国的电网供电为: 三相交流 380V, 单相 220V。国产机床一般是采用三相 380V、频率 50Hz 供电, 而有部分进口机床不是采用三相交流 380V、频率 50Hz 供电, 这些机床自身都已配有电源变压器, 用户可根据要求进行相应的选择; 下一步就是检查电源电压是否符合机床的要求和机床附近有无能影响电源电压大型波动的设备, 若电压波动过大或有大型设备, 应加装稳压器。电源供电电压波动大会产生电气干扰, 影响机床的稳定性。

2) 电源相序的确认。当相序接错时, 有可能使控制单元的熔丝熔断。检查相序用相序表测量, 当相序表顺时针旋转, 相序正确; 反之则错误, 这时只要将 U、V、W 三相中任意两

根电源线对调即可。

1.4.3 数控机床调试与性能检验

完成上述的电源连接,再参照机床使用说明书,给机床各部件加润滑油。接着就可以进行机床调试,可按以下几个步骤进行:

1. 机床几何精度的调试

在机床摆放粗调整的基础上,还要对机床进行进一步的微调,主要是精调机床床身的水平,找正水平后移动机床各部件,观察各部件在全行程内机床水平的变化,并相应调整机床,保证机床的几何精度在允许范围之内。

2. 机床的基本性能检验

(1) 机床/系统参数的调整

这可根据机床的性能和特点去调整。

- ① 各进给轴快速移动速度和进给速度参数调整。
- ② 各进给轴加、减速常数的调整。
- ③ 主轴控制参数调整。
- ④ 换刀装置的参数调整。
- ⑤ 其他辅助装置的参数调整,如液压系统、气压系统。

(2) 主轴功能

① 手动操作:选择低、中、高三档转速,主轴连续进行五次正转/反转的起动、停止,检验其动作的灵活性和可靠性,同时检查负载表上的功率显示是否符合要求。

② 手动数据输入方式(MDI):使主轴由低速开始,逐步提高到允许的最高速度。检查转速是否正常,一般允许误差不能超过机床上所示转速的 $\pm 10\%$,在检查主轴转速的同时,观察主轴噪声、振动、温升是否正常,机床的总噪声不能超过 80dB。

③ 主轴准停:连续操作五次以上,检查其动作的灵活性和可靠性。

(3) 各进给轴检查

① 手动操作:对各进给轴,低、中、高挡进给和快速移动,移动比例是否正确,在移动时是否平稳、顺畅,有无杂音的存在。

② 手动数据输入方式(MDI):通过 G00 和 G01 指令功能,检测快速移动和各进给速度。

(4) 换刀装置的检查

检查换刀装置在手动和自动换刀的过程中是否灵活、牢固。

(5) 限位、机械零点检查

① 检查机床的软硬限位的可靠性:软限位一般由系统参数来确定;硬限位是通过行程开关来确定,一般在各进给轴极限位置,因此,行程开关的可靠性就决定了硬限位的可靠性。

② 回机械零点的检查:用回原点方式,检查各进给轴回原点的准确性和可靠性。

(6) 其他辅助装置检查:如液压系统、气压系统、冷却系统、照明电路等的工作是否正常。

3. 数控机床稳定性检验

数控机床的稳定性也是体现数控机床性能的重要指标。若一台数控机床不能保持长时间稳定工作,加工精度在加工过程中不断变化,同时要不断测量工件、修改尺寸,就会造成加

工效率下降，体现不出数控机床的优点。为了全面地检查机床功能及工作可靠性，数控机床在安装调试后，应在一定负载或空载下进行较长一段时间的自动运行考验。自动运行的时间，国家标准 GB/T9061—2006 中规定：

自动、半自动和数控机床可在全部功能下模拟工作状态作不切削连续空运转试验，其连续运转时间应符合表 1-2 的规定。连续运转试验过程中不应发生故障，如出现异常或故障，在查明原因进行调整或排除后，应重新开始试验。试验时，自动循环应包括所有功能和全部工作范围，各次自动循环之间的休止时间不应大于 1min。

表 1-2 机床全功能模拟连续空运转试验时间

机床控制形式		连续运转时间/h
机械控制		4
电、液控制		8
数字控制	联动轴数<3	36
	联动轴数≥3	48

4. 机床的精度检验

(1) 机床的几何精度检验

机床的几何精度是综合反映该设备的关键机械零部件和组装后的几何形状误差。数控机床的基本性能检验与普通机床的检验方法差不多，使用的检测工具和方法也相似，每一项都要独立检验，但要求更高。所使用的检测工具精度必须比所检测的精度高一级。其检测项目主要有：

- ① X、Y、Z 轴的相互垂直度。
- ② 主轴回转轴线对工作台面的平行度。
- ③ 主轴在 Z 轴方向移动的直线度。
- ④ 主轴轴向及径向圆跳动。

(2) 机床的定位精度检验

数控机床的定位精度是测量机床各坐标轴在数控系统控制下所能达到的位置精度。根据实测的定位精度数值判断机床是否合格，其内容有：

- ① 各进给轴直线运动精度。
- ② 直线运动重复定位精度。
- ③ 直线运动轴机械回零点的返回精度。
- ④ 刀架回转精度。

(3) 机床的切削精度检验

机床的切削精度检验，又称为动态精度检验，其实质是对机床的几何精度和定位精度在切削时的综合检验。其内容可分为单项切削精度检验和综合试件检验。

① 单项切削精度检验：包括直线切削精度、平面切削精度、圆弧的圆度、圆柱度、尾座套筒轴线对溜板移动的平行度、螺纹检测等。

② 综合试件检验：根据单项切削精度检验的内容，设计一个具有包括大部分单项切削内容的工件进行试切加工，来确定机床的切削精度。

数控机床安装、调试合格后，一定要把 NC 机床参数、PLC 机床参数、PLC 程序进行备份和保存。可以保存电子文件，也可打印出来，以便维修时使用。具体的保存和备份方法详见第 3 章。

1.5 数控机床的日常维修

1.5.1 数控机床维护与保养的点检管理

由于数控机床集机、电、液、气等技术为一体，所以对它的维护要有科学的管理，有目的地制定出相应的规章制度。对维护过程中发现的故障隐患应及时清除，避免停机待修，延长设备平均无故障时间，增加机床的利用率。开展点检是数控机床维护的有效办法。

以点检为基础的设备维修，是在日本引进美国的预防维修制度的基础上发展起来的一种点检管理制度。点检就是按有关维护文件的规定，对设备进行定点、定时的检查和维护。其优点是可以把出现的故障和性能的劣化消灭在萌芽状态，防止过修或欠修；缺点是定期点检工作量大。这种在设备运行阶段以点检为核心的现代维修管理体系，能达到降低故障率和维修费用，提高维修效率的目的。

我国自20世纪80年代初引进日本的设备点检定修制，把设备操作者、维修人员和技术人员有机地组织起来，按照规定的检查标准和技术要求，对设备可能出现问题的部位，进行定点、定时、定人、定期、定法、定量地检查、维修和管理，保证了设备持续、稳定地运行，促进了生产发展和经营效益的提高。

数控机床的点检是开展状态监测和故障诊断工作的基础，主要包括下列内容：

1) 定点：首先要确定一台数控机床有多少个维护点，科学地分析这台设备，找准可能发生故障的部位。只要把这些维护点“看住”，有了故障就会及时发现。

2) 定标：对每个维护点要逐个制定标准，例如间隙、温度、压力、流量、松紧度等，都要有明确的数量标准，只要不超过规定标准就不算故障。

3) 定期：多长时间检查一次，要定出检查周期。有的点可能每班要检查几次，有的点可能一个月或者几个月检查一次，要根据具体情况确定。

4) 定项：每个维护点检查哪些项目也要有明确规定。每个点可能要检查一项，也可能检查几项。

5) 定人：由谁进行检查，是操作者、维修人员还是技术人员，应根据检查的部位和技术精度要求，落实到人。

6) 定法：怎样检查也要有规定，如是人工观察还是用仪器测量，是采用普通仪器还是精密仪器。

7) 检查：检查的环境、步骤要有规定，是在生产运行中检查还是停机检查；是解体检查还是不解体检查。

8) 记录：检查要详细做记录，并按规定格式填写清楚。要填写检查数据及其与规定标准的差值、判定印象、处理意见，检查者签名并注明检查时间。

9) 处理：检查中能处理和调整的要及时处理和调整，并将处理结果进行记录。没有能力或者没有条件处理的，要及时报告有关人员安排处理，但任何人、任何时间处理都要填写处理记录。

10) 分析：检查记录和处理记录都要定期进行系统分析。找出薄弱“维护点”，即故障率高的点或损失大的环节，提出意见，交设计人员进行改进设计。