

内 容 提 要

本书详细介绍了数控机床的机械系统、数控系统、伺服系统、电气系统和可编程序控制器等部分的故障诊断及其维修方法，最后介绍了数控机床故障诊断和维修实例。

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，通过大量实例的介绍，从机床整体及机、电、液、气各个方面，体现数控机床故障诊断及维护的思路、方法和手段。

本书可作为高等职业教育、大中专及职大数控技术应用专业、机电一体化专业的教材，也可作为从事数控机床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/李任江,李奇涵主编. —
长春:东北师范大学出版社,2006.12
ISBN 7-5602-4467-X

I. 数... II. ①李...②李... III. ①数控机床—
故障诊断 ②数控机床—维修 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 108727 号

责任编辑:王宏志 封面设计:宋超
责任校对:曲颖 责任印制:张允豪

东北师范大学出版社出版发行
长春市人民大街 5268 号 (130024)
电话:0431—5687213 5691263
传真:0431—5691969

网址: <http://www.nenup.com>

电子函件: sdcbs@mail.jl.cn

广告许可证:吉工商广字 2200004001001 号

东北师范大学出版社激光照排中心制版
制版热线:0431—5680137 0431—5693036 转 2098
印装

2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:10.75 字数:251 千

印数:0 001—3 000 册

定价:13.50 元

如发现印装质量问题,影响阅读,可直接与承印厂联系调换

前 言

现代数控技术集机械制造技术、自动控制技术、液压气动技术、传感器检测技术、信息处理技术、电子技术和网络通讯技术于一体，是现代制造技术的基础。随着数控技术的不断发展，数控机床的应用范围越来越广，目前，数控技术已成为现代制造领域不可缺少的技术和手段，并已创造出巨大的经济效益和社会效益。

数控机床故障诊断和维修是一门综合性技术，相关技术人才的培养，成为当前高等教育和职业教育的当务之急。为满足实际教学的需要，编者结合长期教学所积累的实践经验，编写了这本教材。

本书以数控原理为理论基础，数控机床机械系统、数控系统、伺服系统、电气系统、可编程序控制器、故障诊断和维修实例等章节为主线，力求使读者通过学习，了解和掌握数控机床故障诊断的原理及维修方法，并具有一定的数控机床电气控制设计创新能力。

本书第1章、第2章由李奇涵编写，第3章由李任江、王立威编写，第4章和第5章由李任江编写，第6章由李奇涵、王立威编写。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏或差错，恳请读者批评指正。

本书在编写过程中参考了相关文献资料，在此特向这些文献资料的作者表示感谢。

本书由长春工业大学程凯教授主审。

编 者

2006年5月

目 录

第 1 章 数控机床故障诊断与维修技术基础	1
1.1 数控机床故障诊断与维修的意义	1
1.2 数控机床故障的分类与特点	2
1.3 数控机床故障诊断与维修的基本条件	4
1.4 数控机床维修基本过程	9
1.5 数控诊断技术的最新发展	18
第 2 章 数控机床机械系统故障诊断与维修	23
2.1 数控机床机械系统	23
2.2 数控机床机械系统故障诊断方法	28
2.3 数控机床主传动系统及主轴部件的故障诊断与维修	33
2.4 数控机床进给系统故障诊断与维修	37
2.5 数控机床导轨副故障诊断与维修	45
2.6 数控机床刀库与自动换刀装置故障诊断与维修	50
2.7 数控机床液压与气动系统装置故障诊断与维修	55
第 3 章 数控机床数控系统故障诊断与维修	62
3.1 数控机床数控系统概述	62
3.2 CNC 系统硬件故障诊断与维修	67
3.3 CNC 系统软件故障诊断与维修	76
第 4 章 数控机床伺服系统故障诊断与维修	80
4.1 数控机床伺服系统概述	80
4.2 主轴伺服系统故障诊断与维修	82

4.3	进给伺服系统故障诊断与维修	96
4.4	位置检测装置故障诊断与维修	112
第5章	数控机床电气系统及可编程序控制器故障诊断与维修	120
5.1	数控机床电气系统维修	120
5.2	数控机床的抗干扰	123
5.3	数控机床可编程序控制器 (PLC) 故障诊断	137
第6章	数控机床故障诊断与维修实例	149
6.1	数控机床机械系统故障诊断与维修实例	149
6.2	数控机床数控系统故障诊断与维修实例	152
6.3	数控机床伺服系统故障诊断与维修实例	156
6.4	数控机床电器与 PLC 故障诊断与维修实例	158
参考文献	162

第 1 章

数控机床故障诊断与维修技术基础

本章主要介绍数控机床故障诊断与维修技术的基础知识，包括故障诊断与维修的意义，故障的特点与分类，维修的基本条件、基本思路、基本步骤，故障诊断的常用方法和诊断技术的发展趋势等，通过学习应重点掌握数控机床故障诊断与维修的思路与方法。

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机床，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，并带来巨大效益。同时，由于数控机床的先进性和高智能化的特点，故障呈现复杂性和多样性，这也促使诊断与维修理论、技术和手段上都发生了显著变化。

1.1.1 数控机床故障诊断与维修的必要性

在机械加工行业中，数控机床处于关键的工作岗位，是一种过程控制设备，若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。为此，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。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，它已成为一门专门的学科。

我国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。

1.1.2 数控系统的可靠性

数控机床除了具有高精度、高效率和高技术等要求外，还应具有高可靠性。衡量可

可靠性的标准为平均无故障时间 MTBF (mean time between failures)。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的时间的平均值。

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

平均修复时间 MTTR (mean time to restore) 是指数控系统从出现故障到能正常工作所用的平均修复时间。

$$\text{MTTR}=\text{总故障停机时间}/\text{总故障次数}$$

由于数控机床免不了出现故障,这就要求排除故障的修理时间越短越好。用平均有效度 A 来衡量,其计算方法如下:

$$A=\text{MTTR}/(\text{MTBF}+\text{MTTR})$$

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,要求数控系统的 MTBF 不低于 3000 h。现在 CNC 系统的可靠性指标已达 30 余年。

有些国家采用其他指标作为衡量数控系统可靠性的指标,如日本 FANUC 公司的 CNC 系统采用月平均故障率作为可靠性的主要指标。

1.2 数控机床故障的分类与特点

数控机床是一种复杂的机电一体化设备,其故障发生的原因一般都比较复杂,这给故障诊断和排除带来不少困难。为了便于故障的分析和处理,本节按故障发生的部位、故障性质及故障原因等对常见故障作如下分类。

1.2.1 按数控机床发生故障的部件分类

1. 机床本体故障

机床的机床本体部分,主要包括机械、润滑、冷却、排屑、液压、气动与防护装置。因机械安装、调试及操作使用不当等原因引起的机械传动故障和导轨副摩擦过大故障通常表现为传动噪声大,加工精度差,运行阻力大等。例如,传动链的挠性联轴器松动,齿轮、丝杠与轴承缺油,导轨塞铁调整不当,导轨润滑不良以及数控系统参数设置不当等原因均可造成以上故障。

尤其应引起重视的是,机床各部位标明的注油点(注油控)须定时、定量加注润滑油(脂),这是机床各传动链正常运行的保证。

另外,液压、润滑与气动系统的故障主要表现在管路阻塞或密封不良,造成数控机床无法正常工作。

2. 电气故障

电气故障分弱电故障与强电故障。

弱电部分主要指 CNC 装置、PLC 控制器、CRT 显示器、伺服单元以及输入/输出装置等电子电路,这部分又有硬件故障与软件故障之分。硬件故障主要是指上述各装置的印制电路板上的集成电路芯片、分立元件、接插件以及外部连接组件等发生的故障。常见

的软件故障有加工程序出错、系统程序和参数的改变或丢失、计算机的运算出错等。

强电故障是指继电器、接触器、开关、熔断器、电源变压器、电磁铁、行程开关等元器件，及其组成的电路发生故障。这一部分的故障十分常见，必须引起足够的重视。

1.2.2 按数控机床发生故障的性质分类

1. 系统性故障

系统性故障通常指只要满足一定的条件或超过某一设定，工作中的数控机床必然会发生故障。这一类故障现象极为常见。例如，液压系统的压力值随着液压回路过滤器的阻塞而降至某一设定参数时，必然会发生液压系统故障报警，使数控机床断电停机。又如，润滑、冷却或液压等系统由于管路泄漏引起游标下降到某一限值，必然会发生液位报警，使数控机床停机。再如，数控机床在加工中因切削用量过大达到某一限值时，必然会发生过载或超温报警，导致数控系统迅速停机。

因此，正确使用与精心维护数控机床是杜绝或避免这类系统性故障的切实保障。

2. 随机性故障

随机性故障，通常指数控机床在同样的条件下工作时偶然发生的一次或两次故障。有的文献上称此为“软故障”。由于此类故障在条件相同的状态下偶然发生一两次，因此，随机性故障的原因分析与故障诊断较其他故障困难得多。一般而言，这类故障的发生往往与安装质量、组件排列、参数设定、元器件品质、操作失误、维护不当以及工作环境影响等诸因素有关。例如，接插件与连接组件因疏忽未加锁定，印制电路板上的元器件松动变形或焊点虚脱，继电器触点、各类开关触点因污染锈蚀，以及直流电刷接触不良等造成的接触不可靠等。另外，工作环境温度过高或过低，湿度过大，电源波动与机械振动，有害粉尘与气体污染等原因均可引发此类偶然性故障。

因此，加强数控系统的维护检查，确保电柜门的密封，严防工业粉尘及有害气体的侵袭等，均可避免此类故障的发生。

1.2.3 按数控机床发生故障的原因分类

1. 数控机床自身故障

这类故障是由数控机床自身原因引起的，与外部使用环境条件无关。数控机床所发生的大多数故障均属此类故障，但应区别并非由机床本身而是由外部原因造成的某些故障。

2. 数控机床外部故障

这类故障是由外部原因造成的。例如，数控机床的供电电压过低，电压波动过大，电压相序不对或三相电压不平衡，环境温度过高，有害气体、潮气、粉尘侵入数控系统，外来振动和干扰，如电焊机所产生的电火花干扰等均有可能使数控机床发生故障。还有人为因素造成的故障，如操作不当，手动进给过快造成超程报警，自动切削进给过快造成过载报警。又如，由于操作人员不按时按量给机床机械传动系统加注润滑油，易造成传动噪声或导轨摩擦系数过大而使工作台进给超载。据有关资料统计，首次使用数控机床或由技能不熟练的工人来操作数控机床，在使用的第一年内，由操作不当所造成的外部故障要占1/3以上。

除上述常见故障分类外，还可按故障发生时有无破坏性分为破坏性故障和非破坏性

故障等。

1.2.4 数控机床故障诊断与维修的特点

按照数控机床故障频率的高低，数控机床整个使用寿命期大致可分为 3 个阶段，如图 1-1 所示。

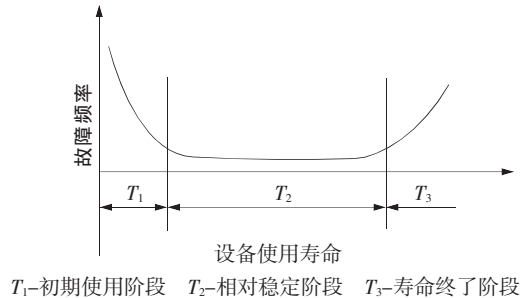


图 1-1 设备使用寿命—故障频率曲线

1. 初始使用阶段

从整机安装调试后，开始运行半年至一年期间，故障频率较高，一般无规律可循。在这个时期，电气、液压和气动系统故障频率约占整个初始使用期故障的 90%，为此，要加强对机床的监控，作好记录，定期对机床进行机电调整，以保证各种运行参数处在数控机床故障诊断与维修技术规范之内。

2. 相对稳定运行阶段

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正常运行期，此时各类元器件器质性的故障较为少见，但不排除偶发性故障的产生，所以，在这个时期内要坚持做好设备运行记录，以备排除故障时参考。另外，要坚持每隔 6 个月对设备作一次机电综合检测和复检，这个时期内，机、电故障发生的概率近乎相等，且大多数可以排除。相对稳定运行期较长，一般定为 7~10 年。

3. 寿命终了阶段

机床进入寿命终了期后，各类元器件开始加速磨损和老化，故障频率开始逐年递增，故障性质属于渐发性和器质性的。例如，橡胶件的老化，轴衬和液压缸的磨损，限位开关接触灵敏度以及某些电子元器件品质开始下降等，大多数渐发性故障具有规律性，在这个时期内，同样要坚持做好设备运行记录，发生的故障大多数是可以排除的。

由于数控机床属于技术密集型和知识密集型设备，因此，对它的维护和故障诊断，既有常规的方法和手段，又有专门的技术和检测手段。故障诊断时不能单纯地从机械方面或电气方面来考虑，而必须综合地、全方位地加以考虑。

1.3 数控机床故障诊断与维修的基本条件

数控机床是一种综合应用计算机技术、自动控制技术、精密测量技术和机床设计理论等先进技术的典型机电一体化产品，其控制系统复杂，价格昂贵。因此，数控机床对

维修人员的素质, 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。

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。

1.3.1 人员条件

数控机床是复杂的现代加工设备, 要求维修人员既要有全面的理论与实践技能, 又要有较高的职业素质。

(1) 首先是要有高度的责任心和良好的职业道德。

(2) 知识面要广。由于数控设备工作原理的复杂性, 其机、电、液、仪各个部件的结构关系既互相联系又互相制约。为了正确判断和及时排除各种故障, 要求维修人员既要全面熟悉机床各个部件的工作原理、相互关系及有关特性, 又要对机、电、液、仪各个具体部件的结构、性能特点等有较全面的了解。

(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, 但更重要且更长的时间是自学。

(4) 勇于实践。要积极投入到数控机床的维修与操作中去, 在不断地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, 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。

1.3.2 必要的技术资料

寻找故障的准确性和寻求较好的维修效果取决于维修人员对数控系统的熟悉程度和运用技术资料的熟练程度。所以, 数控机床维修人员应认真整理和阅读有关数控系统的重要技术资料。对于数控机床重大故障的维修, 还应具备以下技术资料。

1. 数控机床使用说明书

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

(1) 机床的操作过程与步骤。

(2) 机床电气控制原理图。

(3) 机床主要传动系统以及主要部件的结构原理示意图。

(4) 机床安装和调整的方法与步骤。

(5) 机床的液压、气动、润滑系统图。

(6) 机床使用的特殊功能及其说明等。

2. 数控系统方面的资料

应有数控装置安装、使用(包括编程)、操作和维修方面的技术说明书, 其中包括以下与维修有关的内容:

- (1) 数控装置操作面板布置及其操作。
- (2) 数控装置内部各电路板的技术要点及其外部连接图。
- (3) 系统参数的意义及其设定方法。
- (4) 数控装置的自诊断功能和报警清单。
- (5) 数控装置接口的分配及含义等。

通过上述资料, 维修人员可了解 CNC 原理框图、结构布置、各电路板的作用, 板上发光管指示的意义; 可通过面板对数控系统进行各种操作, 进行自诊断检测, 检查和修改参数并能做出备份; 能熟练地通过报警信息确定故障范围, 对数控系统提供的维修检测点进行测试, 充分利用随机的系统诊断功能。

3. PLC 的资料

PLC 的资料是根据机床的具体控制要求设计、编制的机床辅助动作控制软件。在 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。

另外, 在一些高档的数控系统(如国内的华中数控“世纪星”系列、国外的 FUNAC 数控系统、SIEMENS 数控系统)中, 利用数控系统的显示器可以直接对 PLC 程序的中间寄存器状态点进行动态监测和观察, 为维修提供了极大的便利。因此, 在维修中一定要熟悉、掌握这方面的操作和使用技能。

PLC 的资料一般包括如下内容:

- (1) PLC 装置及其编程器的连接、编程、操作方面的技术说明书。
- (2) PLC 用户程序清单或梯形图。
- (3) I/O 地址及意义清单。
- (4) 报警文本及 PLC 的外部连接图。

4. 伺服单元的资料

伺服单元的资料包括进给伺服驱动系统和主轴伺服单元的原理、连接、调整和维修方面的技术说明书, 其中包括如下内容:

- (1) 电气原理框图和接线图。
- (2) 所有报警显示信息以及重要的调整点和测试点。
- (3) 各伺服单元参数的意义和设置。

维修人员应掌握伺服单元的原理, 熟悉其连接。能从单元板上的故障指示发光管的状态和显示屏上显示的报警号确定故障范围, 测试关键点的波形和状态并能作出比较, 检查和调整伺服参数, 对伺服系统进行优化。

5. 主要配套部分的资料

在数控机床上往往会使用较多的功能部件, 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, 以便当功能部件发生故障时作为维修的参考。

6. 维修记录

维修记录是维修人员对机床维修过程的记录与维修的总结。维修人员应对每一步的维修情况作详细的记录, 而不管当时的判断是否正确。这样不仅有助于今后的维修, 而且有助于维修人员经验的总结与提高。

7. 其他

有关元器件方面的技术资料也是必不可少的,如数控设备所用的元器件清单、备件清单,以及各种通用的元器件手册。维修人员应熟悉各种常用的元器件和一些专用元器件的生产厂家及订货编号,以便一旦需要,就能较快地查阅到有关元器件的功能、参数及代用型号。

以上都是在理想情况下应具备的技术资料,但在实际中往往难以做到。因此,在必要时,数控机床维修人员应通过现场测绘、平时积累等方法完善和整理有关技术资料。

1.3.3 必要的维修器具与备件

合格的维修工具是进行数控机床维修的必备条件。数控机床是精密设备,对于不同的故障,需要的维修工具亦不尽相同。下面介绍常用的维修器具与备件。

1. 常用测量仪器、仪表

(1) 万用表

数控设备的维修涉及弱电和强电,万用表不但可用于测量电压、电流、电阻值,还可用于判断极管、三极管、晶闸管、电解电容等元器件的好坏,并测量三极管的放大倍数和电容值。

(2) 示波器

示波器用于检测信号的动态波形,如脉冲编码器,光栅的输出波形,伺服驱动,主轴驱动单元的各级输入、输出波形等,还可用于检测开关电源,显示器的垂直、水平震荡与扫描电路的波形等。用于维修数控机床的示波器通常选用频带宽为10~100 MHz的双通道示波器。

(3) 数字转速表

数字转速表用于测量与调整主轴的转速,以及调整数控系统及驱动器的参数,它可以使编程的理想主轴转速与实际主轴转速相符,是主轴维修与调整的测量工具之一。

(4) 相序表

相序表主要用于测量三相电源的相序,是进给伺服驱动与主轴驱动维修的必要测量工具之一。

(5) 常用的长度测量工具

长度测量工具(如千分表、百分表等)用于测量机床移动的距离、反向间隙值等。通过长度测量,可以大致判断机床的定位精度、重复定位精度、加工精度等。根据测量值可以调整数控系统的电子齿轮比、反向间隙等主要参数,用以恢复机床精度。它是机械部件维修、测量的主要检测工具之一。

(6) PLC 编程器

不少数控系统的PLC控制器必须使用专用的编程器才能对其进行编程、调试、监控和检查。例如,SIEMENS的PG710,PG750和PG865,OMRON的GPC01~GPC04和PRO-13~PRO-27等。这些编程器可以对PLC程序进行编辑和修改,监视输入和输出状态及定时器、移位寄存器的变化值,并可在运行状态下修改定时器和计数器的设定值,可强制内部输出,对定时器、计数器和位移寄存器进行置位和复位等。有些带图形功能的编程器还可显示PLC梯形图。

(7) IC 测试仪

IC 测试仪可用来离线快速测试集成电路的好坏,当数控系统进行芯片级维修时,它是必须的仪器。

(8) 逻辑分析仪和脉冲信号笔

这是专门用于测量和显示多路数字信号的测试仪器,通常分为 8 个、16 个和 64 个通道,即可同时显示 8 个、16 个或 64 个逻辑方波信号。显示连续波形的通用示波器不同,逻辑分析仪显示的是各被测点的逻辑电平,二进制编码或存储器的内容。

2. 常用维修器具

(1) 电烙铁

这是最常用的焊接工具,一般应采用 30 W 左右的尖头、带接地保护线的内热式电烙铁,最好使用恒温式电烙铁。

(2) 吸锡器

常用的是便携式手动吸锡器,也可采用电动吸锡器。

(3) 扁平集成电路拔放台

这是用于 SMD 片状元件、扁平集成电路的热风拆焊工作台,可换多种喷嘴,并可防静电。

(4) 旋具类工具

配备规格齐全的一字和十字螺丝刀各一套。旋具宜采用树脂或塑料手柄为宜。为了方便伺服驱动器的调整与装卸,还应配备无感螺丝刀与梅花形六角旋具各一套。

(5) 钳类工具

常用的有平头钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、压线钳、镊子等。

(6) 扳手类工具

大小活动扳手,各种尺寸的内、外六角扳手等各一套。

(7) 化学用品

松香、纯酒精、清洁触点用喷剂、润滑油等。

(8) 其他

剪刀、刷子、吹尘器、清洗盘、卷尺等。

3. 常用备件

对于数控系统的维修,备品、备件是一个必不可少的物质条件。若无备件可调换,则“巧妇难为无米之炊”。如果维修人员手头上备有一些电路板的话,将给排除故障带来许多方便。采用电路板交换法,通常可以快速判断出一些疑难故障发生在哪块电路板上。

配置数控系统的备件要根据实际情况来处理。通常一些易损的电气元器件,如各种规格的熔断器、保险丝、开关、电刷,还有易出故障的大功率模块和印刷电路板等,均是应当配备的。

1.3.4 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 40~45℃ 以下，室温达到 35℃ 时，使用中的数控机床计算机数控装置内和电气柜内的温度可达 40℃ 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±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 4~7Ω。

(7) 数控机床的计算机数控装置、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。

1.3.5 维修前的准备

要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。

1.4 数控机床维修基本过程

1.4.1 数控机床故障排除的思路

数控系统的型号颇多，产生故障的原因往往比较复杂，下面介绍故障处理的思路。

1. 确认故障现象，调查故障现场，充分掌握故障信息

当数控机床发生故障时，维护维修人员对故障的确认是很有必要的，维护维修人员也不要急于动手，盲目处理，特别是在操作使用人员不熟悉机床的情况下尤为重要。此时，不应该也不能让非专业人士随意开动机床，特别是出现故障后的机床，以免故障进一步扩大。

首先要查看故障记录，向操作人员询问故障出现的全过程；其次，在确认通电对数控系统无危险的情况下，再通电亲自观察。特别要注意主要故障信息，包括数控系统有何异常及 CRT 显示的报警内容等，具体如下：

- (1) 在故障发生时，报警号和报警提示是什么？有哪些指示灯和发光管报警？
- (2) 如无报警，数控系统处于何种工作状态？数控系统的工作方式和诊断结果如何？
- (3) 故障发生在哪个程序段？执行何种指令？故障发生前进行了何种操作？
- (4) 故障发生时，进给速度是多少？机床轴处于什么位置？与指令值的误差量有多大？

(5) 以前是否发生过类似故障? 现场有无异常现象? 故障能否重复发生?

(6) 观察数控系统的外观、内部各部分是否有异常之处。

2. 罗列可能造成故障的诸多因素

数控设备上出现同一种故障的原因可能是多种多样的, 有机械、机床电气和控制系统等各方面的因素, 因此, 在分析时要把有关的因素都罗列出来。例如, 发现机床 X 和 Y 两坐标直线插补加工斜面时, 加工面上出现均匀条纹, 造成此现象的因素可能是:

(1) X 或 Y 轴控制进给速度信号波动较大。

(2) X 或 Y 轴在进给运动时有爬行现象。

(3) X 或 Y 导轨的镶条过紧, 阻尼太大或导轨防护板摩擦力较大。

(4) 位置检测元件与伺服电动机连接有偏心误差, 传动中忽松忽紧。

(5) 电动机联轴器有松动或与丝杆连接误差过大。

(6) 伺服电动机工作不正常等。

3. 逐步找出故障产生的原因

根据故障现象罗列出许多因素后, 找出确切因素才能排除故障。因此, 必须对各因素优化选择和综合判断。综合判断需要有该机床的完整技术档案, 包括维修记录及必要的测试手段和工具仪器, 确定最有可能的因素, 然后通过必要的试验逐一寻找确定。

分析故障原因时应注意以下两个方面:

(1) 思路一定要开阔, 无论是数控系统、强电部分, 还是机械、液压、气压传动等, 要将有可能引起故障的原因及每一种解决的方法全列出来, 进行综合判断和筛选。

(2) 在对故障进行深入分析的基础上, 预测故障原因并拟定检查的内容、步骤和方法, 制定故障排除方案。

4. 检测故障, 逐级定位故障部位

根据预测的故障原因和预先确定的排除方案, 用试验的方法进行验证, 逐级来定位故障部位, 最终找出发生故障的真正部位。为了准确、快速地定位故障, 应遵循“先方案后操作”等原则。

5. 故障的排除

根据故障部位及发生故障的准确原因, 应采用合理的故障排除方法, 高效、高质量地修复数控机床, 尽快让数控机床投入生产。

6. 解决故障后资料的整理

故障排除后, 应迅速恢复机床现场, 并做好相关资料的整理工作, 以便提高自己的业务水平, 方便机床的后续维护和维修。

1.4.2 故障排除应遵循的原则

在检测故障的过程中, 应充分利用数控系统的自诊断功能, 如系统的开机诊断、运行诊断及 PLC 的监控功能等, 根据需要随时检测有关部分的工作状态和接口信息, 同时还应灵活应用数控系统故障检查的一些行之有效的方法, 如交换法、隔离法等。

另外, 在检测、排除故障中还应掌握以下若干原则。

1. 先方案后操作

维护维修人员碰到机床故障后, 应先静下心来, 考虑好解决方案后再动手。维修人员本身要做到先静后动, 不可盲目动手, 应先询问机床操作人员故障发生的过程及状态,

阅读机床说明书和图样资料后，方可动手查找和处理故障。如果盲目碰这敲那，连此断彼，往往徒劳无功，甚至破坏现场，导致误判，或者引入新的故障甚至导致更严重的后果。

2. 先检查后通电

确定方案后，对有故障的机床要秉承“先静后动”的原则，先在机床断电的静止状态下，通过观察、测试、分析，确认为非恶性循环性故障或非破坏性故障后，方可给机床通电；在运行的工况下，进行动态地观察、检验和测试，查找故障。对恶性的破坏性故障，必须先排除危险后方可通电，在运行的工况下进行动态诊断。

3. 先软件后硬件

当发生故障的机床通电后，应先检查数控系统的软件工作是否正常。有些故障可能是软件的参数丢失，或者是操作人员的使用方式、操作方法不当造成的。切忌一上来就大拆大卸，以免造成更严重的后果。

4. 先外部后内部

数控机床是机械、液压、电气等一体化的机床，故其故障必然要从机械、液压、电气这三个方面综合反映出来。在检修数控机床时，要求维修人员遵循“先外部后内部”的原则，即当数控机床发生故障后，维修人员应先采用望、闻、听、问等方法，由外向内逐一进行检查。例如，在数控机床中，外部的行程开关、按钮开关、液压气动元件的连接部位，印制电路板插头座、边缘接插件与外部或相互之间的连接部位，电控柜插座或端子板这些机电设备之间的连接部位，因其接触不良造成信号传递失真造成数控机床故障的重要因素。此外，由于在工业环境中，温度、湿度变化较大，油污或粉尘对元件及线路板的污染和机械振动等，都会对信号传送通道的接插件部位产生严重影响。在检修中要重视这些因素，首先检查这些部位就可以迅速排除较多的故障。另外，尽量避免随意启封、拆卸。不适当的大拆大卸，往往会扩大故障，使数控机床丧失精度，降低性能。

5. 先机械后电气

由于数控机床是一种自动化程度高且技术较复杂的先进的机械加工设备，一般来讲，机械故障较易察觉，而数控系统故障的诊断难度要大些。“先机械后电气”的原则就是指在数控机床的检修中，首先检查机械部分是否正常，行程开关是否灵活，气动液压部分是否正常等。从经验来看，大部分数控机床的故障是由机械动作失灵引起的。所以，在故障检修之前应首先逐一排除机械性的故障，这样可以达到事半功倍的效果。

6. 先公用后专用

公用性的问题往往会影响到全局，而专用性的问题只影响局部。例如，数控机床的几个进给轴都不能运动时，应先检查各轴公用的 CNC，PLC，电源，液压等部分并排除故障，然后再设法解决某轴的局部问题。再如，电网或主电源故障是全局性的，因此一般应首先检查电源部分，看看保险丝是否正常，直流电压输出是否正常等。总之，只有先解决影响面大的主要矛盾，局部的、次要的矛盾才有可能迎刃而解。

7. 先简单后复杂

当出现多种故障相互交织掩盖且一时无从下手时，应先解决容易的问题，后解决难度较大的问题。常常在解决简单故障的过程中，难度大的问题也可能变得容易，或者在排除简易故障时受到启发，对复杂故障的认识更为清晰，从而也就有了解决的办法。

8. 先一般后特殊

在排除某一故障时，要先考虑最常见的可能原因，然后再分析很少发生的特殊原因。

例如,当数控车床Z轴回零不准时,常常是由降速挡块位置变动造成的。一旦出现这一故障,应先检查该挡块位置。在排除这一故障常见的可能性之后,再检查脉冲编码器及位置控制等其他环节。

总之,在数控机床出现故障后,要视故障的难易程度以及故障是否属于常见性故障,合理采用不同的分析问题和解决问题的方法。

1.4.3 数控机床维修的基本步骤

1. 故障记录

数控机床发生故障时,操作人员应首先停止机床,保护现场,然后对故障进行尽可能详细地记录,并及时通知维修人员。故障的记录可为维修人员排除故障提供第一手材料。记录内容应包括以下几个方面。

(1) 故障发生时的情况记录

需要记录的具体内容如下:

- ① 发生故障的机床型号,采用的控制系统型号,系统的软件版本号;
- ② 发生故障的部位以及故障的现象,如有异常声音、烟、异味等;
- ③ 故障发生时数控系统所处的操作方式,如 AUTO/SINGLE (自动/单段方式)、MDI (手动数据输入方式)、STEP (步进方式)、HANDLE (手轮方式)、JOG (手动方式)、HOME (回零方式)等;
- ④ 若故障发生在自动方式下,则应记录故障发生时的加工程序号,出现故障的程序段号,加工时采用的刀具号以及刀具的位置等;
- ⑤ 若故障发生在精度超差或轮廓误差过大时,则应记录被加工工件号,并保留不合格工件;
- ⑥ 在发生故障时,若系统有报警显示,则应记录报警显示情况与报警号;
- ⑦ 通过诊断画面,记录机床故障时所处的工作状态(如数控系统是否在执行M, S, T等功能,数控系统是否进入暂停状态或是急停状态,数控系统坐标轴是否处于“互锁”状态,进给倍率是否为0%等);
- ⑧ 记录故障发生时各坐标轴的位置跟随误差值;
- ⑨ 记录故障发生时各坐标轴的移动速度,移动方向,主轴转速、转向等数据。

(2) 故障发生的频繁程度记录

需要记录的具体内容如下:

- ① 故障发生的时间与周期,如机床是否一直存在故障,若为随机故障,则一天发生几次,是否频繁发生;
- ② 故障发生时的环境情况(如是否总是在用电高峰期发生),故障发生时(如雷击后),周围其他机械设备的工作情况如何;
- ③ 若为加工工件时发生的故障,则应记录加工同类工件时发生故障的概率;
- ④ 检查故障是否与“进给速度”、“换刀方式”或“螺纹切削”等特殊动作有关。

(3) 故障的规律性记录

需要记录的具体内容如下:

- ① 在不危及人身安全和设备安全的情况下,是否可以重现故障现象;

② 检查故障是否与机床的外界因素有关；

③ 如果是在执行某固定程序段时出现故障，则可利用 MDI 方式单独执行该程序段，检查是否还存在同样的故障；

④ 若机床故障与机床动作有关，在可能的情况下，应在手动方式下执行该动作，检查是否也有同样的故障；

⑤ 机床是否发生过同样的故障，周围的数控机床是否也发生同一故障等。

(4) 故障的外界条件记录

需要记录的具体内容如下：

① 发生故障时，周围环境温度是否超过允许温度，是否有局部高温存在；

② 故障发生时，周围是否有强烈的振动源存在；

③ 故障发生时，数控系统是否受到阳光的直射；

④ 故障发生时，电气柜内是否有切削液、润滑油、水的进入等；

⑤ 故障发生时，输入电压是否超过了数控系统允许的波动范围；

⑥ 故障发生时，车间内或线路上是否有使用大电流的设备正在进行启、制动；

⑦ 故障发生时，机床附近是否存在高频机械（如吊车、焊机等）强电磁干扰源；

⑧ 故障发生时，附近是否正在安装、修理、调试机床、电气和数控系统。

2. 维修前的检查

维修人员在维修故障前，应根据故障现象与故障记录，认真对照数控系统与机床使用说明书进行各项检查，以便确认故障的原因。这些检查包括以下几个方面。

(1) 数控机床的工作状况检查

需要记录的具体内容如下：

① 数控机床的调整状况如何，工作条件是否符合要求；

② 加工时所使用的刀具是否符合要求，切削参数的选择是否合理、正确；

③ 自动换刀时，坐标轴是否到达换刀位置，程序中是否设置了刀具偏移量；

④ 数控系统的刀具补偿量等参数设定是否正确；

⑤ 数控系统坐标轴的间隙补偿量是否正确；

⑥ 数控系统的设定参数（包括坐标旋转、比例缩放因子、镜像轴、编程尺寸单位选择等）是否正确；

⑦ 数控系统的工作坐标系的“零点偏置值”设置是否正确；

⑧ 工件安装是否合理，测量手段与方法是否正确、合理；

⑨ 机械零件是否存在因温度、加工而产生变形的现象等。

(2) 数控机床运转情况检查

需要记录的具体内容如下：

① 数控机床在自动运转过程中是否改变或调整过操作方式，是否插入了手动操作；

② 数控机床是否处于正常加工状态，工作台、夹具等装置是否处于正常工作位置；

③ 数控机床操作面板上的按钮、开关位置是否正确，数控机床是否处于锁住状态，倍率开关是否设定为“0”；

④ 数控机床各操作面板上、数控系统上的“急停”按钮是否处于急停状态；

⑤ 电气柜内的熔断器是否有熔断现象，自动开关、断路器是否有跳闸现象；