



实用数控机床维修技巧丛书

数控铣床故障诊断 与维修技巧

陈宇晓 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



实用数控机床维修技巧丛书

数控铣床故障诊断 与维修技巧

陈宇晓 编著



机械工业出版社

本书以数控加工设备中最具代表性的数控铣床为例,从故障诊断与维修的基础与方法入手,详细论述了数控铣床硬件与软件故障的维修实例与技巧。在硬件方面重点论述了机械故障与电气控制故障,在软件方面重点论述了编程故障与参数故障。

本书结构层次分明、内容新颖翔实,附有大量的实例,突出了实用性。

本书适于制造业基层技术人员、中高级技术工人及机电类大中专学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床故障诊断与维修技巧/陈宇晓编著. —北京:
机械工业出版社, 2005.8

(实用数控机床维修技巧丛书)

ISBN 7-111-17352-X

I. 数… II. 陈… III. ①数控机床: 铣床-故障
诊断②数控机床: 铣床-维修 IV. TG547.027

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 103119 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: 周国萍

责任编辑: 赵晓峰 版式设计: 霍永明 责任校对: 吴美英

封面设计: 陈 沛 责任印制: 洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·8.5 印张·243 千字

0 001—4 000 册

定价: 22.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

我国加入世界贸易组织后，为了增强竞争能力，制造企业开始广泛使用数控技术，从而导致对数控机床的操作、编程及维修人员的大量需求。随着数控机床的更新换代，只会单纯操作的“蓝领层”人才已不能很好地适应生产的发展，企业对既会操作又会编程及维修的人才需求大增。本书针对目前数控机床维修类书籍中基础内容论述过多、同操作编程类书籍重复过多的现状，以数控设备中最典型的数控铣床为例，从故障诊断与维修方法入手，试图建立全新的数控铣床维修图书的层次结构。

本书可作为制造企业基层技术人员、中高级技术工人的参考用书，也可作为机电类大中专学生的教学用书。

本书由宁波职业技术学院陈宇晓副教授编著。书中的电路图根据相应产品的电路图绘制。不足之处，恳请读者批评指正。

作者

目 录

前言

第1章 数控铣床的故障诊断与维修基础	1
1.1 数控加工原理	1
1.2 数控铣床的特点	2
1.3 数控铣床的结构	2
1.3.1 机械部分	2
1.3.2 电气部分	3
1.3.3 数控部分	6
1.4 数控铣床常用的数控系统简介	6
1.4.1 日本 FANUC 系统	7
1.4.2 德国 SIEMENS 系统	7
1.4.3 法国 NUM 系统	7
1.4.4 美国 A-B 系统 (Allen-Brodley 系统)	8
1.4.5 日本 MITSUBISHI 系统 (三菱系统)	8
1.4.6 西班牙 FAGOR 系统	8
1.4.7 广州系统	8
1.4.8 华中系统	9
1.4.9 其他系统	9
第2章 数控铣床的故障诊断与维修方法	10
2.1 数控铣床的故障诊断方法	10
2.1.1 直观法	10
2.1.2 资料分析法	10
2.1.3 故障征兆分析法	11
2.1.4 专家系统法	13

2.1.5	自诊断法	13
2.1.6	备板置换法	15
2.1.7	敲击法	15
2.1.8	仪器测量比较法	15
2.2	数控铣床的维修方法	24
2.2.1	参数恢复法	24
2.2.2	换件法	26
2.2.3	修复法	27
第3章	数控铣床硬件故障的维修实例及技巧	31
3.1	机械故障的维修实例及技巧	31
3.1.1	数控铣床主轴故障的维修实例	31
3.1.2	数控铣床主轴故障的维修技巧	42
3.1.3	数控铣床滚珠丝杠副故障的维修实例	43
3.1.4	数控铣床滚珠丝杠副故障的维修技巧	46
3.1.5	数控铣床导轨故障的维修实例	47
3.1.6	数控铣床导轨故障的维修技巧	49
3.2	电控故障的维修实例及技巧	51
3.2.1	数控系统故障的维修实例	51
3.2.2	FANUC 数控系统的维修	62
3.2.3	SIEMENS 数控系统的维修	85
3.2.4	日本三菱公司数控系统的维修	103
3.2.5	西班牙 FAGOR 数控系统的维修	110
3.2.6	法国 NUM 数控系统的维修	114
3.2.7	美国 ACRAMATIC 数控系统的维修	121
3.2.8	数控系统故障的维修技巧	135
3.2.9	电源故障的维修实例	137
3.2.10	FANUC 系统电源模块的维修	143
3.2.11	SIEMENS 系统电源模块的维修	152
3.2.12	电源故障的维修技巧	154
3.2.13	伺服系统故障的维修实例	158
3.2.14	FANUC 伺服系统的维修	173

3.2.15 SIEMENS 伺服系统的维修	182
3.2.16 伺服系统故障的维修技巧	189
第4章 数控铣床软件故障的维修实例及技巧	197
4.1 编程故障的维修实例及技巧	197
4.1.1 编程故障的维修实例	197
4.1.2 编程故障的维修技巧	203
4.1.3 刀补故障的维修实例	208
4.1.4 刀补故障的维修技巧	213
4.2 参数故障的维修实例及技巧	217
4.2.1 参数故障的维修实例	217
4.2.2 参数故障的维修技巧	221
附录 英汉对照常用数控铣床维修词汇	247
参考文献	264

第 1 章 数控铣床的故障诊断与维修基础

1.1 数控加工原理

在数控机床上,工件加工的全过程是由数字指令控制的,在加工前要用指定的数字代码按照工件图样编制出程序,制成控制介质,输入到数控机床中,使之按指令自动工作。尽管零件的形状千变万化,但大多数由直线和圆弧组成,而各种复杂的曲线,也可以由直线或圆弧近似替代。数控机床的加工方法就是利用逼近轮廓的方法,即插补法来加工工件的。它既可加工出直线和圆弧,也可加工出各种复杂的曲面。加工工件空间轮廓线时,可由数控机床上的溜板沿 X 、 Y 、 Z 三个坐标方向上运动的合成完成。数控机床工作时,数控装置每发出一个进给脉冲,工作台就移动一个相应的距离,这个距离称为脉冲当量。其值一般为 $0.01\text{mm}/\text{脉冲}$,精度要求高的机床为 $0.001\text{mm}/\text{脉冲}$ 。根据数控加工的原理,可知数控机床的构成框图如图 1-1 所示。

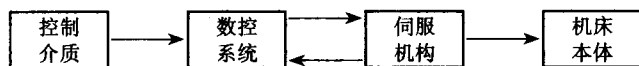


图 1-1 数控机床的构成框图

图中数控系统通常由一台专用微型计算机构成,它接受输入的控制信号代码,经过输入、缓存、译码、寄存、运算和存储等过程,转变成控制指令实现直接控制;或通过可编程序逻辑控制器(PLC)对伺服驱动系统进行控制。伺服机构包括驱动和执行两大部分。它接受数控系统插补生成的进给脉冲信号,经过放大的伺服驱动装置,实现机床运动。伺服驱动装置包括主轴驱动单元(主要控制主轴的速度)、进给驱动单元(主要控制进给速度和位置)、主轴电动机及进给电动机等。电动机中,目前主要有直流伺服电动机和交流伺服电动机,且

交流伺服电动机正逐步取代直流伺服电动机。数控机床的本体则采用了高性能的主轴、滚珠丝杠副及直线滚动导轨等高效传动部件,同时其结构具有较高的刚度、阻尼精度及耐磨性,且热变形较小。

1.2 数控铣床的特点

数控铣床是一种用途十分广泛的机床,主要用于各种较复杂的平面、曲面和壳体类零件的加工,如各类凸轮、模具、连杆、叶片、螺旋桨和箱体等零件的铣削加工,同时还可以进行钻、扩、铰、绞、攻螺纹、镗孔等加工。对于加工箱体、型腔、模具等零件,同规格的数控铣床和加工中心均能满足基本加工要求,但两种机床的价格相差近一半(不包括气源、刀库等配套费用)。所以在上述零件的加工中,只有需要非常频繁地更换刀具的工艺才选用加工中心,固定一把刀具长时间铣削的,选用数控铣床。目前很多加工中心都在作数控铣床使用。另外,数控车床能加工的零件普通车床往往也能加工,但数控铣床能加工的零件普通铣床大多不能加工,故在既有轴类零件又有箱体、型腔类零件的综合机加工企业中,应优先选用数控铣床。

1.3 数控铣床的结构

典型的数控铣床一般由三大部分组成,即机械部分、电气部分及数控部分。现以典型的数控铣床 XK5025 为例,对这三部分分别进行介绍。

1.3.1 机械部分

机械部分又分为六大部分,即床身、铣头、工作台、横向进给部件、升降台部件以及冷却润滑系统。

1. 床身

内部加强筋布置合理,具有良好的刚性,底座上设有四个调节螺栓,便于机床调整水平,冷却液储液池设在床身内部。

2. 铣头

由有级变速箱和铣头两个部件组成。铣头主轴支承在高精度轴承上,保证主轴具有高回转精度和良好的刚性。主轴装有快速换刀螺

母,前端锥孔采用 ISO30[#] 锥度。主轴采用机械无级变速,调节范围宽、传动平稳、操作方便。制动机构能使主轴迅速制动,节省辅助时间。制动时通过制动手柄,撑开止动环使主轴立即制动。起动主电动机时,应注意松开主轴制动手柄。铣头部件还装有伺服电动机,内齿带轮、滚珠丝杠副及主轴套筒,它们形成垂向(Z向)进给传动链,使主轴作垂直方向直线运动。

3. 工作台

工作台与床鞍支承在升降台较宽的水平导轨上,工作台的纵向进给是由安装在工作台右端的伺服电动机驱动的,通过内齿带轮带动精密滚珠丝杠副,从而使工作台获得纵向进给。工作台左端装上手轮和刻度盘,以便进给手动操作。床鞍的导轨面均采用了 TURCITE-B 贴塑面,提高了导轨的耐磨性、运动的平稳性和精度的保持性,消除了低速爬行现象。

4. 横向进给部分

在升降台前方装有交流伺服电动机,驱动床鞍作横向进给运动,其工作原理与工作台纵向进给相同。另外,在横向滚珠丝杠前端还装有进给手轮,可实现手动进给。

5. 升降台

在其左侧装有锁紧手柄,它的前端装有长手柄可带动锥齿轮及升降台丝杠旋转,从而获得升降台的升降运动。

6. 冷却、润滑部分

冷却部分由切削液泵、出液管、回液管、开关及喷嘴等组成。切削液泵安装在机床底座的内腔里,将切削液从底座内储液池泵至出液管,再经喷嘴喷出,对切削区进行冷却。润滑部分采用机动润滑方式,用润滑油泵通过分油器对主轴套筒、导轨及滚珠丝杠进行润滑,以提高机床的使用寿命。

1.3.2 电气部分

电气部分分为强电与弱电。强电控制主轴、泵、润滑系统。弱电控制伺服单元,进而控制伺服电动机编码器。数控铣床的电气控制如

图 1-2 所示。它采用三相 380V 交流电源供电，由空气开关控制机床总电源的通断。空气开关还同时受钥匙开关和开门断电开关的保护控制，使机床只有在钥匙打开和电气箱关闭的情况下才能通电。数控铣床用变频器控制主轴电动机，主轴的转速由两部分控制组合而成，一部分由变频器对转速进行无级调速，另一部分由机械手柄和带轮进行有级调速。强电电路由主电路、控制电路、交流回路等三部分组成。主电路为下列部件供电：伺服单元主回路，伺服单元控制回路，主轴

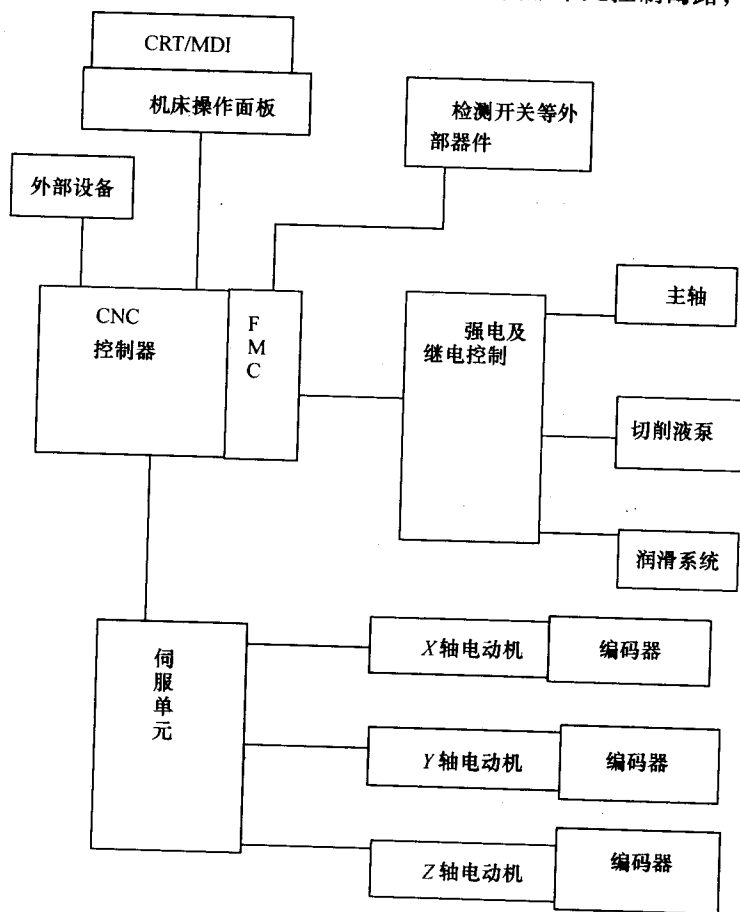


图 1-2 数控铣床的电气控制图

1.3.3 数控部分

该部分在控制电路中采用了 32 位高速微处理器及大规模集成电路和半导体存储器, 实现了高速度、高可靠性的目标。CNC 主印制电路板、电源板、输入/输出接口板全部安装在一块基板上, 使之与机床的强电箱易于组合。系统内还配有强力 PMC, 实现了机械加工的高速化及机床强电电路的简化。该系统在 CRT 画面上可编辑和显示梯形图, 便于故障监视和维修。本部分还设有 RS232 通信口与外设计计算机进行联机, 在联机时要注意外设计计算机与数控系统要有同一接地点, 并保证可靠接地。通信电缆两端须装有光电隔离部件, 以分别保护数控系统和外设计计算机、数控部分的结构框图如图 1-3 所示。

1.4 数控铣床常用的数控系统简介

数控铣床上应用的数控系统种类、规格极其繁多。进口系统主要有日本 FANUC、MITSUBISHI, 德国 SIEMENS, 法国 NUM, 美国 A-B, 西班牙 FAGOR, 意大利 FIDIA 等。国产系统主要有广州系统, 华中系统、航天系统、辽宁蓝天系统、南京大方系统、北方凯奇系统、清华系统、KND 系统等。每家公司都有一系列各种规格的产品。选择数控系统的基本原则是性能价格比高, 使用维修方便, 系统的市场寿命长, 因此不能片面追求高水平、新系统, 而应该以满足主机性能为主, 对系统性能和价格等作综合分析来选用合适的系统。应逐渐减少对传统封闭体系结构的数控系统或 PC 嵌入 NC 结构的数控系统的选用, 因为这类系统的功能扩展、改变和维修都必须借助于系统供应商。应尽可能选用 NC 嵌入 PC 结构或 SOFT 结构的开放式数控系统, 这类系统的 CNC 软件全部装在计算机中, 而硬件部分仅是计算机与伺服驱动和外部 I/O 之间的标准化通用接口。就像计算机上可以安装各种品牌的声卡、显卡和对应的驱动程序一样, 用户可以在 Windows NT 平台上, 利用开放的 CNC 软硬件环境开发所需的功能, 构成各种类型的数控系统。以上介绍了数控铣床上采用的数控系统概况, 现具体介绍几种常用的数控系统。

1.4.1 日本 FANUC 系统

FANUC 系统是目前最成功的 CNC 系统之一，具有高可靠性及完整的质量控制体系，故障率低、操作简便，易于对故障的诊断和维修，且性能价格比高，产品应用范围广。系统采用面板式装配内装式 PLC，有适用于多种用途的外部设备及各种语言显示。FANUC 系统目前在我国市场上的占有率是最高的，现有 OD 系列、OC 系列、Power Mate 系列、Oi 系列及 F10-18 系列等。目前 FANUC 正在积极推进 CNC 装置向用户开放的功能。

1.4.2 德国 SIEMENS 系统

SIEMENS 公司是欧洲生产数控系统的主要厂家，目前推出的控制系统主要有 880D、850D、840D、810D、840C、802S、802C 及 802D 等系列。SIEMENS 系统采用多层印制电路板的模块化结构，用户可选择不同模块组合来满足各自机床的要求。系统在硬件上配有多种软件，具有与上一级计算机通信的功能，易于进入柔性制造系统。系统具有人机对话功能及强大的远程诊断功能，同时还具有很强的扩展性。

1.4.3 法国 NUM 系统

该系统主要有 1020、1040、1050 及 1060 系列。考虑到数控系统和外部的联系方便，NUM 系统把与外界联系的所有功能模块做成可插接的小模块，便于用户将来的维护，具体分为轴模块、光纤处理模块、内存模块和电源模块等。NUM 系统的轴模块与其他数控系统不同，它的轴模块连接此轴的所有信息（如编码器、速度信号、回零开关），通过地址译码来区分每个轴。如果机床的轴有问题，可以通过直接把轴模块上的插头对换，就能很快地查出问题的所在（系统内部或外部问题）。NUM 系统具有丰富的 PLC 和 CNC 交换信息量。它具有非常大的交换空间和非常多的相互信息，通过 PLC 可以读取和修改 CNC 的几乎所有信息，是所有系统中交换信息最多的数控系统。

1.4.4 美国 A-B 系统 (Allen-Brodley 系统)

该系统主要有 8200、8400 系列。系统采用模块结构可扩展性好, 备有 AMP (可调整机床参数) 的特殊服务软件, 使 CNC 装置更加灵活, 更便于操作使用。它对每个轴建立定标表, 便于调整机床精度。该系统带有内装的 PLC, 同时具有良好的柔性, 便于进入 FMS 及 CIMS。

1.4.5 日本 MITSUBISHI 系统 (三菱系统)

该系统内藏 64 位 RISC CPU, 配合数字化交流伺服及主轴驱动装置, 具有平滑高增益 (SHG) 控制功能。多轴 (6 个伺服轴, 4 个辅助轴, 2 个主轴)、双系统控制, 无需增加 NC 硬件。该系统具有强大的自诊断功能, 能对加工程序格式错误进行显示。它还能对操作错误进行报警, 能显示急停及自动运转停止的原因。

1.4.6 西班牙 FAGOR 系统

该系统稳定可靠, 具有微机自动编程系统, Windows 窗口操作、全参数编程, 界面友好易懂, 有强大的预先处理能力。该系统还有高档傻瓜式 CNC 功能, 这种 CNC 无需任何编程知识, 交互式的图形界面, 使编程直观, 容易。FAGOR 系统的数显表及其光栅尺、编码器质量较好, 作为世界第二大数显表及光栅尺制造商, 这些元件为数控系统的可靠性提供了保障。高档的 FAGOR 系统具有三维立体图、连续数字化仿形、刀具寿命管理、用户页面自定义和逻辑分析仪等标准功能。

1.4.7 广州系统

该系统为目前应用最广的国产系统, 采用高速微处理器、超大规模可编程门阵列芯片, 液晶画面、中文显示, 高速切削螺纹倒角退尾, 具有电子齿轮功能, 控制精度高。该系统性能价格比较高, 在中、低档机床中具有优势。目前在长江三角洲、珠江三角洲地区应用

较广。

1.4.8 华中系统

该系统具有以通用工控机为核心的开放式体系结构，可充分利用 PC 机的软硬件资源，二次开发容易，系统易于维护和更新换代。目前数控铣床上采用的华中系统为 HNC-21M 世纪星系统，该系统是华中 I 型数控系统的改进型，它结构紧凑、集成度高，已被指定为首届全国数控技能大赛的推荐系统。

1.4.9 其他系统

目前国内所用的进口系统还有日本的大隈系统、大森系统，美国的 ACRAMATIC 系统等。国产系统还有 KND（凯恩帝）系统、航天系统、辽宁蓝天系统、南京大方系统（JWK）、北京凯奇系统、清华系统、上海开通系统（KT）、浙江凯达系统（KENT）、辽宁精机系统（IJ）以及常州电机厂系统等。

第2章 数控铣床的故障诊断与维修方法

2.1 数控铣床的故障诊断方法

2.1.1 直观法

通过形貌、声音、颜色、气味等的变化来诊断。它有以下几种方法。

1. 看

用肉眼仔细检查有无熔丝烧断、器件烧坏以及断路等问题，观察机械部分传动轴是否弯曲、晃动等。

2. 听

听数控机床因故障而产生的各种异常声响，如电气部分中的电源变压器、阻抗器和电抗器等，因为铁心松动、锈蚀等原因引起铁片振动的吱吱声；继电器、接触器等因磁回路间隙过大等原因引起的嗡嗡声；机械的摩擦声、振动声和撞击声等。

3. 触摸

触摸温升，人类手指的触觉是很灵敏的，能相当可靠地判断各种异常的温升；轻微振动也可用手感鉴别；肉眼看不清的伤痕和波纹，若用手指去触摸可以很容易感觉出来。另外 CNC 系统的虚焊或接触不良，可通过用绝缘物轻轻敲打可疑部位再配合触摸法来诊断。

4. 嗅

嗅因剧烈摩擦或电气元件绝缘破损短路而产生的烟味、焦糊味等，可较好地判断故障。

2.1.2 资料分析法

通过查阅技术档案资料找规律、查原因，从而判定故障所在。所