



数控加工设备控制系统维修技术大全编委会 编

数控加工设备控制系统 维修技术大全

SHUKONG JIAGONG SHEBEI KONGZHI XITONG WEIXIU JISHU DAQUAN



数控加工设备控制系统维修技术大全

数控加工设备控制系统维修技术大全编委会 编

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书汇集了 100 多位从事数控加工设备控制系统专职维修工程师多年积累的维修实践经验,总结了国内现有种类进口和国产数控加工设备控制系统发生故障的现象、原因和处理方法,列举了维修实例 600 多例,可供维修技术人员借鉴,并可从中得到启发和拓展对故障分析处理方法的思路,避免维修过程出现差错而造成损失。

本书既是数控加工设备维修技术人员的参考书,也可作为数控系统维修人员的培训教材。

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

数控加工设备控制系统维修技术大全/数控加工设备控制系统维修技术大全编委会编. —北京:电子工业出版社, 2006.9

ISBN 7-121-03029-2

I. 数… II. 数… III. 数控机床—加工—设备—控制系统—维修
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 092242 号

责任编辑:刘志红 李骏带

印 刷:北京蓝海印刷有限公司

装 订:北京蓝海印刷有限公司

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

开 本:700×1000 1/16 印张:59.5 字数:1032 千字

印 次:2006 年 9 月第 1 次印刷

定 价:89.00 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,联系电话:(010) 68279077; 邮购电话:(010) 88254888。

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

服务热线:(010) 88258888。

前 言

随着国内工业的快速发展，数控机床的数量和品种以前所未有的速度在增加，数控系统“维修难”已越来越成为影响数控加工设备有效使用的突出问题。

近十年来，国内用户新增了大量的数控加工设备，数控系统更新换代的产品很多，其维修方法和故障诊断技术也不断丰富和提高，国内现有的数控维修类图书远远不能满足广大数控系统维修技术人员的需要。为此，数控加工设备控制系统维修技术大全编委会组织国内 100 多位长期从事数控加工设备控制系统维修的工程技术人员，根据其多年维修数控系统的心得和体会，在全面总结各类数控加工设备控制系统维修经验的基础上，编撰成《数控加工设备控制系统维修技术大全》，以帮助数控加工设备相关技术人员破解数控维修难关，加快解决国内数控系统“维修难”的问题。

本书不但包括了目前国内常用的几十个数控系统，而且维修实例多达 600 余例，这些内容是 100 多位技术人员在多年大量维修实践中的经验总结。相信本书的出版对数控加工设备相关的技术人员维修和排除数控系统的故障有许多启示和帮助。

本书既是数控加工设备的维修、设计、调试人员的实用技术参

考书，也可作为各类数控加工设备维修人员的培训教材，并可供大专院校相关专业作为教学参考。

由于时间仓促，书中不当之处，请各位读者批评指正。

编委会

2006年7月

目 录

第 1 篇 数控系统的维修方法和要领	1
第 1 章 维修的基本要求和故障常规处理方法	3
1 维修的基本要求	3
2 常见故障分类	11
3 故障的常规处理方法	15
第 2 章 预防性维护方法	18
1 预防性维护的重要性	18
2 预防性维护工作的主要内容	18
第 3 章 常用的故障自诊断技术	21
1 开机自诊断	21
2 运行自诊断	23
3 脱机诊断	28
第 4 章 常用的故障检查方法	30
1 功能程序测试法	30
2 参数检查法	31
3 交换法	32
4 备板置换法	33
5 隔离法	35
6 直观法	35
7 升降温法	37
8 敲击法	37
9 对比法	38
10 原理分析法	38
第 5 章 常用的片级维修方法	41
1 外观法	42
2 电源检查法	42

3 静态测量法	45
4 动态测量法	47
5 在线测试法	48
6 汇编语言测试法	55
7 模拟台测试法	60
第2篇 典型数控系统的维修技术	63
第6章 日本 FANUC 公司数控装置	65
1 日本 FANUC 公司数控装置概述	65
2 有关维护的一般概念	84
3 故障诊断技术	89
4 典型数控系统的故障分析	99
5 故障诊断实例	109
6 FANUC 系统出错代码速查	124
7 直流进给伺服系统维修技术	179
8 交流进给伺服系统维修技术	198
9 直流主轴伺服系统维修技术	227
10 交流主轴伺服系统维修技术	235
第7章 西门子数控系统的维修技术	262
1 西门子 3 系统的维修	262
2 西门子 8 系统维修技术探讨	270
3 西门子 810/820 故障分析及排除	283
4 西门子 850/880 系统的维修	293
5 西门子 805 系统的维修	301
6 西门子 840C 系统的维修	303
7 西门子 840D 系统维修	315
8 西门子可编程序控制器的维修经验介绍	320
9 西门子交流驱动的维修经验简介	323
第8章 美国 ACRAMATIC 数控系统	327
1 ACRAMATIC 数控系统概述	327
2 A900 数控装置	328
3 A950 数控装置	353

第 9 章 西班牙 FAGOR 数控系统	377
1 FAGOR 数控系统概述	377
2 FAGOR 数控系统的维修	383
3 FAGOR 数控系统故障实例分析	395
第 10 章 日本三菱电机公司数控系统	401
1 日本三菱电机公司数控装置性能	401
2 典型数控系统的故障分析	408
3 故障诊断实例	413
4 典型的合作系统—MAZATROL CAM—2 系统	416
5 日本三菱公司进给伺服系统	422
6 日本三菱公司主轴伺服系统	454
第 11 章 法国 NUM 数控系统	478
1 NUM 公司产品简介	478
2 NUM1020/1040/1060 CNC 的体系结构	478
3 NUM1020/1040/1060 CNC 的特点	479
4 故障诊断	480
5 故障信息说明	480
第 12 章 上海开通数控系统	488
1 MTC 系列数控系统的基本性能	488
2 MTC 数控系统的结构	488
3 MTC 系列数控系统常见故障与维修	490
4 配置 MTC 系列数控机床常见故障与维修	496
5 KT 系列经济型数控系统的基本性能	500
6 KT 系列经济型数控系统的常见故障与维修	502
7 KT590 系列数控系统概述	503
8 KT590 系列数控系统常见故障分析及排除	506
9 配置 KT590 系列数控机床常见故障与维修	508
10 KT270 系列全数字交流伺服驱动系统概述	513
11 KT270 系列全数字交流伺服驱动系统常见故障分析及排除	514
12 一些有关信息	516
第 13 章 LJ-02T 数控系统	520
1 总体结构	520
2 功能板介绍及故障分析	520

3 数控系统的保养与维护	525
第 14 章 JWK 系列经济型数控的常见故障分析	527
1 概述	527
2 常见故障及维护	530
第 15 章 常州电机电器总厂数控系统	535
1 CCS-8 数控系统	535
2 BKC2-001 数控系统	540
3 BKC2-008 数控系统	544
第 16 章 HEIDENHAIN 位置检测单元	548
1 概述	548
2 光栅测量系统的工作原理	549
3 在隔离 CNC 位置环故障方面的应用	561
第 3 篇 机床数控系统维修实例	563
第 17 章 数控车床	565
1 CNC 系统故障实例与诊断	565
2 伺服系统故障实例与诊断	592
3 主轴系统故障实例与诊断	609
4 刀架系统的故障实例与诊断	613
5 其他部位故障实例与诊断	628
第 18 章 数控铣床	635
1 CNC 系统故障实例与诊断	635
2 伺服系统故障实例与诊断	661
3 主轴系统故障实例与诊断	694
4 工作台系统故障实例与诊断	709
5 液压、气动系统故障实例与诊断	715
6 其他类型故障实例与诊断	719
第 19 章 加工中心	750
1 CNC 系统故障实例与诊断	750
2 伺服系统故障实例与诊断	766
3 刀库、机械手部分故障实例与诊断	785
4 工作台部分故障实例与诊断	814
5 主轴系统故障实例与诊断	835

第 20 章 数控镗铣床	858
1 伺服系统故障实例与诊断	858
2 主轴系统故障实例与诊断	872
3 其他部分故障实例与诊断	880
第 21 章 数控电加工机床	890
1 概述	890
2 CNC 系统故障实例与诊断	890
3 脉冲电源系统故障实例与诊断	896
4 其他机电故障实例与诊断	899
第 22 章 其他数控加工设备	904
1 数控磨床故障实例与诊断	904
2 其他数控加工设备的故障实例与诊断	916
附录	928

第 1 篇

数控系统的维修方法 和要领

第 1 章 维修的基本要求和故障 常规处理方法

1 维修的基本要求

1.1 对维修人员的素质要求

数控设备是技术密集型和知识密集型机电一体化产品，其技术先进、结构复杂、价格昂贵，在生产上往往起着关键作用，因此对维修人员有较高的要求。维修工作做得好坏，首先取决于维修人员的素质，他们必须具备以下条件：

①专业知识面广。具有中专以上文化程度，掌握或了解计算机原理、电子技术、电工原理、自动控制与电力拖动、检测技术、机械传动及机加工工艺方面的基础知识。既要懂电、又要懂机。电包括强电和弱电；机包括机械、液压和气动技术。维修人员还必须经过数控技术方面的专门学习和培训，掌握数字控制、伺服驱动及 PLC 的工作原理，懂得 NC 和 PLC 编程。

②具有专业英语阅读能力。数控系统的操作面板、CRT 显示屏以及随机技术手册大都用英文表示，不懂英文就无法阅读这些重要的技术资料，无法通过人机对话，操作数控系统，甚至不识报警提示的含义。对照英文翻字典翻译资料，虽可解决一些问题，但会增加宝贵的停机修理时间。所以，一个称职的数控维修人员必须努力培养自己的英语阅读能力。

③勤于学习，善于分析。数控维修人员应该是一个勤于学习的人，他们不仅要有较广的知识面，而且需要对数控系统有深入的了解。要读懂厚厚几大本数控系统技术资料并不是一件轻而易举的事，必须刻苦钻研，反复阅读，边干边学，才能真正掌握。数控系统型号多、更新快，不同制造厂，不同型号的系统往往差别很大。一个能熟练维修 FANUC 数控系统的人不见得会熟练排除 SIEMENS 系统所发生的故障，其原因就在于此。当前数控技术正随着计算机技

术的迅速发展而发展,通用计算机上使用的硬件、软件如软盘、硬盘,人机对话系统越来越广泛地应用于新的数控系统,与传统的数控系统的差别日益增大,即使对于经验丰富的老维修人员来说,也有不断学习的要求。

数控维修人员需要有一个善于分析的头脑。数控系统故障现象千奇百怪,各不相同,其起因往往不是简而易见的,它涉及电、机、液、气各种技术。就数控系统而言,机内成千上万只元器件都有损坏的可能,要在这样众多的元器件中找到损坏的那一只,要有由表及里、去伪存真的本领,在这里对众多的故障原因和现象作出正确的分析判断是至关重要的。

④有较强的动手能力和实验技能。数控系统的修理离不开实际操作,维修人员应会动手对数控系统进行操作,查看报警信息,检查、修改参数,调用自诊断功能,进行 PLC 接口检查;应会编制简单的典型加工程序,对机床进行手动和试运行操作;应会使用维修所必需的工具、仪表和仪器。

对数控维修人员来说,胆大心细,既敢于动手,又细心有条理是非常重要的。只有敢于动手,才能深入理解系统原理、故障机理,才能一步步缩小故障范围、找到故障原因。所谓“心细”,就是在动手检修时,要先熟悉情况、后动手,不盲目蛮干;在动手过程中要稳、要准。

1.2 必要的维修用器具

1.2.1 测量仪器、仪表

(1) 万用表 数控设备的维修涉及弱电和强电领域,最好配备指针式和数字式万用表各一个。指针式万用表除用于测量强电回路之外,还用于判断二极管、三极管、晶闸管、电解电容等元器件的好坏,测量集成电路引脚的静态电阻值。数字式万用表可用来正确测量电压、电流、电阻值,还可测量三极管的放大倍数和电容值。它还有一个蜂鸣器档,可测量电路的通断,判断印制电路的走向。

(2) 逻辑测试笔和脉冲信号笔 这两种笔形仪器体积小,价格低,对以数字电路为主体的数控系统的现场故障检查,十分适用、方便。一般使用 TTL 和 CMOS 逻辑电平通用型。

逻辑测试笔可测试电路是处于高电平还是低电平,或是不高不低的浮空电平,判断脉冲的极性是正脉冲还是负脉冲,输出的脉冲是连续的还是单个脉冲,还可大概估计脉冲的占空比和频率范围。

脉冲发生笔则可出发单脉冲或连续脉冲、发正脉冲或负脉冲,它和逻辑测

试笔配合使用,就能对电路的输入和输出的逻辑关系进行测试。

(3) 示波器 数控系统修理通常选用频带宽度为 10 ~ 100MHz 范围内的双通道示波器。它不仅可以测量电平、脉冲上下沿、脉宽、周期、频率等参数,还可以进行两信号的相位和电平幅度的比较。常用来观察主开关电源的振荡波形,直流电源或测速发电机输出的纹波,伺服系统的超调、振荡波形。用来检查、调整纸带阅读机的光电放大器的输出波形,还可检查 CRT 电路的垂直、水平振荡和扫描波形、视放电路的视频信号等。

(4) 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。这类编程器型号不少,如 SIEMENS 的 PG710、PG750、PG685,OMRON 的 GPC01 ~ GPC04、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。在运行状态下修改定时器和计数器的设置值,可强制内部输出,对定时器、计数器和移位寄存器进行置位和复位等。带有图形功能的编程器还可显示 PLC 梯形图。

(5) IC 测试仪 这类测试仪可离线快速测试集成电路的好坏,在数控系统进行片级维修时是必要的仪器。它按测试的常用中、小规模数字芯片,大规模数字芯片和模拟芯片分类。国内常用的有台湾河洛公司生产的 PRUFER - 20 型手持式常用数字芯片测试仪,可测试 TTL74、CMOS40、CMOS45、DRAM41、DRAM44 等系列、引脚在 20 个以内的数字芯片。

英国 ABI 电子公司的 PT3000 型手持式 40 脚数字芯片测试仪,除可测试上述常用系列芯片外,还可测试 PROM、EPROM、DRAM、SRAM 多种存储器芯片,以及测试 TTL75、ULNZ、8Z、DS88、Z80、8T、MC68、86/82 等系列外围接口和微处理器芯片。

PT3200 型模拟芯片测试仪是 ABI 公司的另一种产品,可测试各种运放、比较器、光电耦合器模拟多路开关、转换阵列、D/A、A/D 转换器、基准源、电压调节器以及一些特殊电路。

上述两种 PT 型 IC 测试仪,体积和一般数字式万用表差不多,还可使用机内电池,使用十分方便,可测试数控系统修理中所遇到的大多数集成电路,对维修人员十分有用,但价格比较昂贵。

台湾河洛公司的 ALL - 03 或 07 型通用编程器也是国内维修人员常用的测试、编程仪器,它需和计算机连接,可对各种 EPROM、E²PROM 以及 GAL 等可编程逻辑芯片烧制程序。也可测试 TTL、CMOS 等通用系列芯片。

(6) IC 在线测试仪 这是一种使用通用微型计算机技术的新型数字集成

电路在线测试仪器。它的主要特点是能够对焊接在电路板上的芯片直接进行功能、状态和外特性测试,确认其逻辑功能是否失效。它所针对的是每个器件的型号以及该型号器件应具备的全部逻辑功能,而不管这个器件应用在何种电路中。因此,它可以检查各种电路板,而且无需图样资料或了解其工作原理,为缺乏图样而使维修工作无从下手的数控维修人员提供了一种有效的手段,目前它在国内的应用日益广泛。

维修常用的在线测试仪原理有两种:一种是使用反驱动原理,在被测集成电路的输入脚上强行瞬时注入强大的电流,使被测集成电路处于规定的工作状态,采集集成电路输出电平,与存储于电脑测试程序中的正常电平相比较,从而确定被测集成电路的性能是否正常。采用这一原理的在线测试仪有:美国 SHLUMBERGER 公司生产的 S635 型,国产超能 TL4040 型等。反驱动作用的时间较短,一般限制在 25ms 以内,故不会对器件产生不利的影响。S635 型有智能驱动功能,可以根据被测集成电路的性能,自动控制反驱动电流强度,在电脑中存有三千多种集成电路的测试程序,是一种功能较强的通用在线测试仪。另一种是使用符合比较的原理,用电子开关切换、比较被测集成电路和标准集成电路的输出状态,用符合逻辑判断被测集成电路的好坏。标准集成电路实质就是与被测集成电路同型号的好的集成电路,通过专用测试装置与被测集成电路处于并联状态。用这一原理的在线测试仪有美国 FLUKE 公司的 900 在线测试仪等。另外还有用针床法和探针法的在线测试仪,它们都必须要有线路图,并预知各测试点的波形,预先做大量工作,编好专用的测试诊断程序,故只适用于批量生产的场合。

目前国内使用较多的 IC 在线测试仪,进口的有新加坡的创能 BW4040EX,国产的有北京天龙电子工程公司的超能 TL4040,两者性能接近,都具有以下主要测试功能:

1) 中小规模数字芯片的在线功能测试 也称 ICFT 测试,可测 TTL74/75、CMOS4000、DRAM/SRAM 等芯片,是其在线测试的主要功能。

2) 芯片出脚状态及连接情况测试 可自动测出地线脚、 V_{cc} 、浮空脚及相连脚,并可存盘记录。当芯片损坏后,相应管脚状态往往会发生变化,如击穿造成信号脚与电源短路而使引脚连线关系发生变化,因此只要和原先正常时所存的记录相比较,就会发现故障所在。当在线功能测试隔离失效时,这种测试可进一步提高查找故障的命中率。

3) VI 特性测试 由测试仪产生一个扫描电压,加到被测的芯片出脚(或电路焊接点)上,同时记录其电流变化,从而获得被测点的动态响应阻抗曲

线。通常芯片的损坏 90% 都是端口损坏，端口一旦损坏必然改变它的 VI 曲线，因此只要和正常时所存的 VI 特性记录相比较，就可找出故障。这种测试对任何芯片及分离元件都是有效的，特别是对模拟器件来说，损坏后往往造成端口特性阻抗发生明显变化，因此更容易判别器件的好坏。

4) LSI 分析测试 它指的是 40 脚以下、双列直插式封装的大规模集成电路，如 8255、8031、Z80 等芯片的分析测试。由于 LSI 芯片功能十分复杂，又有多重使用方式，因此采用专用语言来描述其功能，并分成许多子测试，每个子测试只测一项功能。在测试前必须先用一块好的电路板事先对 LSI 进行学习测试。

目前，上述在线测试系统还不能保证被测电路在任何情况下都与相连的电路隔离成功，如 74373、244、245 等总线芯片，由于其输出挂在总线上，存在着总线竞争。还有板上振荡电路影响、异步连接等，造成在线测试的测量结果不是 100% 正确。通常，经在线测试通过的 IC 一定是好的，测试通不过的不一定是坏的。经验表明，采用在线功能测试确定坏的中小规模芯片的准确率约为 70%。对一些在线测试失败的芯片，还需要做进一步检查，确定其是否真坏。如将该集成电路从印制电路板上拆下，再用在线测试仪离线测试，最终确定其好坏。

以上介绍的几种数字集成芯片离线或在线测试仪器，由于仅检测芯片的功能是否失效，不进行一些电参数（比如频响、延迟、扇出系数、温漂等）的测试，所以这些参数变化引起的故障也无法检测出来。

(7) 短路追踪仪 短路是电气维修中经常碰到的故障现象，如果使用万用表寻找短路点往往很费劲。如遇到电路中某个元器件击穿短路，由于在两条连线之间可能并接有多个元器件，用万用表测量出哪一个元器件短路比较困难。再如对于变压器绕组局部轻微短路的故障，一般万用表测量也无能为力，而采用短路故障追踪仪可以快速地找出印制电路板上的任何短路点，如焊锡短路、总线短路、电源短路、多层线路板短路、芯片及电解电容内部短路、非完全短路等。

创能 CB-2000 型短路追踪仪是比较常见的一种仪器。它采用微电阻测量、微电压测量和电流流向追踪三种方式寻找短路点。三种方式可单独使用，也可以互相验证，共同确定一个短路点。

(8) 逻辑分析仪 它是专门用于测量和显示多路数字信号的测试仪器，通常分 8、16、64 个通道，即可同时显示 8 个、16 个或 64 个逻辑方波信号。和显示连续波形的通用示波器不同，逻辑分析仪显示各被测点的逻辑电平，二进