

数控设备维修工 操作技法与实例

S HUKONG SHEBEI WEIXIUGONG
CAOZUO JIFA YU SHILI

徐 峰 主编

- 专业知识与操作技能相结合
- 突出典型实例
- 增加技巧、禁忌与注意事项

长三角国家高技能人才培养中心特别推荐
21 世纪技术工人操作技法与实例丛书

数控设备维修工操作技法与实例

徐 峰 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

数控设备维修工操作技法与实例 / 徐峰主编. — 上海 : 上海科学技术出版社, 2010. 9
(21世纪技术工人操作技法与实例丛书)
ISBN 978-7-5478-0337-0

I. ①数… II. ①徐… III. ①数控机床—维修—基本知识 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第110013号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

新华书店上海发行所经销

上海宝山译文印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张: 7.875

字数: 200千字

2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷

ISBN 978-7-5478-0337-0/TM·9

定价: 24.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题
重质量问题请向工厂联系调换



内容提要

本书以介绍实用技能为主,图文并茂,简明实用,着重介绍各种数控设备维修工必须掌握的专业知识与操作技能,以及一些成熟的实践经验,将专业知识与操作技能有机地融于一起,力求解决生产中的实际问题;并以典型数控机床维修事件为例,详细介绍操作技能、操作禁忌及注意事项,供技术工人参考借鉴,突出实用性、针对性和可操作性。具体内容介绍了数控机床的结构特点、安装调试、维护保养、故障诊断及维修技术,并具体讲解了典型数控机床的维修实例及技巧,体系新颖,内容详实。

本书可作为职业技能培训机构及企业内训的配套教材,也可作为职业院校学生的教学实践和技术人员的参考书。

“21 世纪技术工人操作技法与 实例丛书”编写委员会

丛书主编：徐 峰

编写人员：王吉华 夏祖印 任志俊 刘春玲 邱立功 陈忠民
张能武 周斌兴 黄 芸 楚宜民 马建民 王元龙
刘述芳 陶荣伟 薛国祥 张道霞 杨光明 唐亚鸣

前言

随着国民经济和现代科学技术的迅猛发展,我国数控设备维修工的设计、制造、运行和控制技术发生了深刻的变革,一大批新原理、新材料、新结构、新工艺、新技术、新性能的产品得到广泛开发和应用,新的应用和新的需求同时也推动着数控设备维修工技术本身的迅速发展。面对新的形势,广大从事电气工程技术工作的人员迫切需要知识更新,特别是学习和掌握与新的应用领域有关的新技能。为此,我们组织编写了《数控设备维修工操作技法与实例》。

本书以介绍实用技能为主,图文并茂,简明实用,着重介绍各种数控设备维修工必须掌握的专业知识与操作技能,以及一些成熟的实践经验,将专业知识与操作技能有机地融于一起,力求解决生产中的实际问题;并以典型实际数控设备维修工为例,详细介绍操作技能、操作禁忌及注意事项,供各相应工种技术工人参考借鉴,突出实用性、针对性和可操作性。具体内容涉及数控机床的结构特点、安装调试、维护保养、故障诊断及维修技术,并具体讲解了典型数控机床的维修实例及技巧,体系新颖,内容详实。本书可作为职业技能培训机构及企业内训的配套教材,也可作为职业院校学生的教学实践和技术人员的参考书。相信本套丛书的出版对我国高技能人才的培养将起到积极的推动作用。

本书由长三角国家高技能人才培养中心组织编写,徐峰同志为主编。该书在编写过程中参考了大量的图书出版物和企业培训资料,在此向上述作者和有关企业表示衷心的感谢和崇高敬意!

由于本书涉及的范围非常广泛,编写时间较短,限于编者水平,难免有不足和错误之处,敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一部分 数控设备维修基础知识	1
第一节 数控设备维修的概述	1
一、数控设备的可靠性	1
二、数控设备的故障规律及分类	3
三、维修人员的素质要求	4
四、维修时的技术资料要求	6
第二节 数控设备故障诊断技术	8
一、数控设备故障诊断的基本原则	8
二、数控设备常见故障分类	10
三、数控设备故障的自诊断技术	13
四、数控设备故障常规诊断方法	16
五、数控设备故障诊断的干扰及排除	20
第三节 现场维修技术	26
一、现场维修的工作步骤	26
二、现场维修的操作实施	29
三、现场维修的注意事项	31
第四节 数控设备的维护	34
一、数控设备的操作规程	35
二、数控设备的使用注意事项	37
三、数控设备的维护	38
第五节 数控设备维修工具要求	41
一、数控设备维修常用仪表与仪器	41
二、数控设备维修常用工具	46

三、数控设备维修常用备件	47
第二部分 数控设备维修基本操作	49
第一节 数控设备机械故障的诊断与维修	49
一、数控设备机械结构及故障类型	49
二、数控设备机械故障的诊断	50
三、主轴部件的维护与诊断	52
四、滚珠丝杠螺母副的维护与诊断	58
五、导轨副的维护与诊断	62
六、换刀装置的维护与诊断	68
七、液压与气压系统的维护与故障诊断	72
第二节 数控设备强电故障诊断与维修	79
一、电气原理图的分析方法与步骤	79
二、电源类故障的诊断与维修	84
三、元件故障的诊断与维修	85
四、线路故障的诊断及维修	89
第三节 数控系统故障诊断与维修	89
一、数控系统软件故障与排除	89
二、数控系统硬件故障诊断与维修	92
三、数控系统参数故障诊断与维修	102
四、数控系统常见故障诊断与维修	105
五、PLC 控制模块故障的诊断	113
第四节 主轴驱动系统故障诊断与维修	115
一、常见主轴伺服系统故障与诊断	115
二、直流主轴伺服系统故障诊断与维修	117
三、交流主轴伺服系统故障诊断	123
四、主轴通用变频器故障诊断	127
第五节 进给伺服驱动系统故障诊断与维护	132
一、常见的进给伺服系统故障	132
二、SIEMENS 系统直流进给伺服系统的故障与维护	134
三、FANUC 系统交流进给伺服系统的故障与维护	141
四、位置检测装置的维护	150

第三部分 数控设备故障检修操作实例	153
第一节 机械故障检修操作实例	153
一、主传动系统故障检修操作实例	153
二、滚珠丝杠副故障检修操作实例	158
三、导轨副故障检修操作实例	159
四、换刀装置故障检修操作实例	162
五、液压系统故障检修操作实例	167
六、气压系统故障检修操作实例	175
第二节 数控设备强电故障检修操作实例	178
一、电源电路故障检修操作实例	178
二、继电器接触器故障检修操作实例	182
三、强电故障检修操作实例	183
第三节 数控系统故障检修操作实例	185
一、系统硬件故障检修操作实例	185
二、系统参数故障检修操作实例	189
三、常见系统故障检修操作实例	193
四、PLC 故障检修操作实例	203
第四节 主轴驱动系统故障检修实例	212
一、SIEMENS 主轴驱动系统故障检修操作实例	212
二、FANUC 主轴驱动故障检修操作实例	219
三、变频器故障检修操作实例	223
第五节 伺服驱动系统故障检修操作实例	225
一、SIEMENS 直流伺服驱动故障检修操作实例	225
二、SIEMENS 交流伺服驱动故障检修操作实例	229
三、位置检测装置故障检修操作实例	237

第一部分 数控设备维修基础知识

第一节 数控设备维修的概述

一、数控设备的可靠性

可靠性是指设备在规定时间、规定条件以及使用条件下完成规定功能的可能性。

所谓规定时间,是指设备的经济寿命期。所谓规定条件,是指使用条件或环境条件。使用条件包括使用方法、使用频次(连续使用、间歇使用)、使用者的操作技术水平与维修方法等,环境条件则包括温度、湿度、震动等。所谓规定功能,是指设备的预期功能,即设备所应实现的使用目的。

1. 衡量可靠性的指标

衡量可靠性的主要指标有以下几种:

(1) 平均修复时间 $MTBF$

它是指一台数控设备在使用中两次故障间隔的平均时间。

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

显然,在总工作时间一定的前提下,总故障次数越少,平均无故障时间 $MTBF$ 就越长。

(2) 平均修复时间 $MTTR$

它是指数控设备从出现故障至恢复使用所用的平均修复时间。显然,要求这段时间越短越好。

(3) 有效度 A

它是从可靠度和可维修度方面对数控设备的正常工作概率进行综合评价的指标,也是指一台可维修的机床,在某一段时间内维持其性能的概率。

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

显然,有效度是一个小于1的数,这个数越接近于1,说明其有效度越高。

2. 影响可靠性的因素

出厂后,影响数控设备可靠性的因素有以下几个方面:

(1) 电网质量

供数控设备使用的电源电压应在规定的误差范围 $-15\% \sim +10\%$ 之内,频率为 (50 ± 1) Hz,力求三相负载平衡。接地电阻(不是变电所的接地电阻,而是数控设备所在地的接地电阻)要符合供电标准。

(2) 安装环境

数控设备 CNC 系统(计算机数控系统)对环境是有一定要求的,安装时应远离震动源、污染源,不应有直接的强日光照射,通风应良好,温差不应过大。一般数控设备都标定使用温度和保存温度,应该按规定执行。

(3) 操作者水平

人为因素也是造成故障产生的原因,数控设备的操作者应该经过专门的培训,取得职业资格证书后方可上机操作,否则可能造成机床的损坏甚至危及人身安全,这样的教训已经不少,应牢记。

(4) 日常维护

日常维护可保持数控设备在良好的状态下运行,延长机床的寿命。同时还可及时发现隐患并排除,以免造成重大损失。

(5) 设备的动态保存

如果一台数控设备由于某种原因导致其不能连续工作,在停机期间最好不要切断电源。如停机时间较长,应定时(一周或两周)通电空运行,避免机床各部件出现不良现象,从而延长机床寿命。

二、数控设备的故障规律及分类

1. 数控设备故障规律

与一般设备相同,数控设备的故障率随时间变化的规律可用如图 1-1 所示的浴盆曲线(或称故障率曲线)表示。在整个使用寿命期内,数控设备的故障频度大致可分为三个阶段,即早期故障期、偶发故障期及耗损故障期。

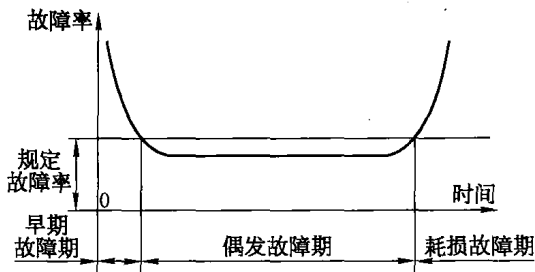


图 1-1 浴盆曲线

(1) 早期故障期(初期使用故障期)

早期故障期出现的故障与设计、制造和装配及元器件的质量有关,一般早期故障频率较高,且随着使用时间的增加而迅速下降。这段时间的长短随产品、系统设计与制造质量而异,一般为半年至一年。数控设备使用初期之所以故障频繁,原因大致如下:

① 机械部分。机床虽然在出厂前进行过磨合,但时间较短,而且主要是对主轴和导轨进行磨合。由于零件的加工表面存在着微观和宏观的几何形状偏差,部件的装配可能存在误差,因而,在机床使用初期会产生较大的磨合磨损,使设备相对运动部件之间产生较大的间隙,导致故障的发生。

② 电气部分。数控机床的控制系统使用了大量的电子元器件,这些元器件虽然在制造厂经过了严格的筛选和整机考机处理,但在实际运行时,由于电路的发热、交变负荷、浪涌电流及反电动势的冲击,性能较差的某些元器件经不住考验,会因电流冲击或电压击穿而失效,或特性曲线发生变化,从而导致整个系统不能正常工作。

③ 液压部分。由于出厂后运输及安装阶段的时间较长,使得液压系统中某些部位长时间无油,气缸中润滑油干涸,而油雾润滑又不能立即起作用,造成油缸或气缸产生锈蚀。此外,新安装的气管道若清洗不干净,一些杂物和水分也可能进入系统,造成液压气动部分的初期故障。

(2) 偶发故障期(相对稳定运行期)

设备在经历了初期阶段各种电气元件的老化,机械零件的磨合和调整,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。

在此期间,一方面要不断提高使用与管理水平,让数控设备创造更高的价值;另一方面,要进行良好的保养,并适时维修,尽量避免大故障的发生,以延长机床的使用寿命。

相对稳定运行期较长一般为 10 年左右,此阶段故障率低而且相对稳定,故障率近似常数。

(3) 耗损故障期(寿命终了期)

在此阶段,设备的各类元器件开始加速磨损和老化,故障率随机床运转时间的增加而增高,故障多由于年久失修和磨损产生,例如橡胶件的老化,限位开关接触灵敏度降低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,在这个时期内所发生的故障大多数是可以排除的,因此,要坚持做好设备运行记录,以避免故障发生。

三、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的机电一体化产品,其技术先进、结构复杂、价格昂贵,因此对维修人员有较高要求,除了熟悉维修数控设备的故障检测仪器、仪表外,还应具备以下素质:

1. 掌握多学科知识

由于数控机床是一种集机械、电气、液压、气动等技术于一体的加工设备,组成机床的各部分之间具有密切的联系,其中任何一部分发生故障都会影响其他部分的正常工作,因此,它要求数控机床维修人员要掌握机械、液压气动、电气、计算机等多学科的基础理论知识,而且要有丰富的经验与广博的知识,熟悉数控机床的知识,能迅速找出故障原

因。此外,维修时需要某些电路与零件进行现场测绘,作为维修人员还应当具备一定的电气控制线路的测绘能力。

2. 善思慎行

数控机床既有硬件又有软件,其结构复杂,各部分之间的联系紧密,有时故障所反映出的现象不一定是产生故障的原因,作为维修人员应根据机床的故障现象分析故障的原因,这就要求维修人员善于思考,能透过现象看本质,迅速解决问题。切忌草率下结论,擅自更换元器件,以免造成更大的故障。

3. 重视积累

平时积累的经验在很大程度上决定了数控机床的维修速度,维修人员遇到过的问题、解决过的故障越多,其维修经验也就越丰富。数控机床虽然种类繁多,系统各异,但其基本的工作过程与原理却是相同的。因此,维修人员在解决了某故障以后,应对维修过程及处理方法进行及时总结、归纳,形成书面记录,以供今后同类故障维修时参考。特别是对自己一时难以解决、最终由同行技术人员或专家维修解决的问题,更应细心观察,认真记录。如此日积月累,时间一长,经验多了,知识丰富了,最终能成为维修的专家。

4. 勤于学习

数控机床,尤其是数控系统,其说明书内容通常较多,有操作、编程、连接、安装调试、维修等各方面的手册,功能说明,以及 PLC 编程等。这些手册、资料内容很多,要全面掌握系统的全部内容需要很长时间,因此维修人员要善于学习,时时学习,储备的知识多了,维修时便有了思路,并能提高维修的速度及质量。事实上,如果对某个数控机床的所有资料都掌握了,那么维修的水平会得到很大的提高。

5. 具备一定的英语阅读能力

目前数控系统进口的较多,其配套的说明书、资料往往是英文的,即使不是英文的,数控系统中的许多术语大都是英语的简写,良好的英语水平对这些术语的记忆理解会有很大的提高,况且数控系统的报警文本显示亦以英文居多。为了能迅速根据系统的提示与机床说明书中所提供信息,确认故障原因,加快维修进程,作为一个维修人员,最好能具备专业外语的阅读能力,提高外语水平,以便更好地分析、处理问题。

同时,系统的许多技术知识与英语有关。因此,学习英语是提高数控知识的有效途径。

6. 能熟练操作机床

这是数控维修人员的基本要求。在维修过程中,维修人员通常要进入一般操作者无法进行的特殊操作方式,如进行机床参数的设定与调整,通过计算机以及软件进行联机调试,利用 PLC 编程器监控等。此外,为了分析判断故障原因,维修过程中往往还需要编制相应的加工程序,对机床进行必要的运行试验与工件的试切削。因此,从某种意义上说,一个高水平的维修人员,其操作机床的水平应比操作人员更高,运用编程指令的能力应比编程人员更强。

7. 具有较强的动手能力

动手能力是维修人员必须具备的能力。尤其对于维修数控机床这种精密的设备,维修时必须明确的目的、完整的思路和细致的操作。动手前应仔细思考、观察,找准入手点,动手过程中要做好记录,尤其对于电气元件的安装位置、导线号、机床参数、调整值等都必须做好明显的标记,以便恢复。

四、维修时的技术资料要求

维修人员应在平时认真整理和阅读有关数控系统技术资料,以便维修时熟练运用技术资料,快速排除故障,数控设备维修所需的技术资料有以下几种:

1. 数控机床使用说明书

它是由机床生产厂家编制并随机床提供的随机资料。通常包括以下与维修有关的内容:

- ① 机床电气控制原理图。
- ② 机床主要机械传动系统及主要部件的结构原理示意图。
- ③ 机床的液压、气动、润滑系统图。
- ④ 机床安装和调整的方法与步骤。
- ⑤ 机床的操作过程和步骤。

2. 数控系统的操作、编程说明书

它是由数控系统生产厂家编制的数控系统使用手册,通常包括以

下内容:

① 数控系统的面板说明。

② 数控系统的具体操作步骤,包括手动、自动、点动等方式的操作步骤,以及程序、参数等的输入、编辑、设置和显示方法。

③ 加工程序以及输入格式、程序的编制方法、各指令的基本格式以及所代表的意义等。

3. 数控系统维修说明书

它包括系统调试、维修用的大量信息,如“机床参数”的说明、报警的显示及处理方法以及系统的连接图等,是维修数控系统与操作机床中必须参考的技术资料之一。

4. PLC 程序清单

它是机床厂根据机床的具体控制要求设计、编制的机床控制软件。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,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。借助 PLC 程序,维修人员可以迅速找到故障原因,它是数控机床维修过程中使用最多、最重要的资料。

在某些系统(如 FANUC 系统、SIEMENS802D 等)中,利用数控系统的显示器可以直接对 PLC 程序进行动态检测和观察,为维修提供了极大的便利。因此,在维修中一定要熟练掌握这方面的操作和使用技能。

5. 机床参数清单

它是由机床生产厂根据机床的实际情况对数控系统进行的设置与调整。机床参数是系统与机床之间的“桥梁”,它不仅直接决定了系统的配置和功能,而且也关系到机床的动、静态性能和精度,因此也是维修机床的重要依据与参考。在维修时,应随时参考系统“机床参数”的设置情况来调整、维修机床;特别是在更换数控系统模块时,一定要记录机床的原始设置参数,以便机床功能的恢复。

6. 数控系统的连接说明、功能说明书

该资料由数控系统生产厂家编制通常只提供给机床生产厂家作为设计资料。维修人员可以从机床生产厂家或系统生产、销售部门获得。

系统的连接说明、功能说明书不仅包含了比电气原理图更为详细的系统各部分之间连接要求与说明,而且还包括了原理图中未反映的

信号功能描述,是维修数控系统,尤其是检查电气接线时的重要参考资料。

7. 伺服驱动系统、主轴驱动系统使用说明书

它是伺服系统及主轴驱动系统的原理与连接说明书,主要包括伺服系统和主轴的状态显示与报警显示、驱动器的调试、设定要点,信号、电压、电流的测试点,驱动器设置的参数及意义等方面的内容,可供伺服驱动系统、主轴驱动系统维修时参考。

8. PLC 使用与编程说明

它是机床中所使用的外置或内置式 PLC 的使用、编程说明书。通过 PLC 说明书,维修人员可以根据 PLC 的功能与指令说明分析并理解 PLC 程序,并由此详细了解、分析机床的动作过程、动作条件、动作顺序以及各信号之间的逻辑关系,必要时还可以对 PLC 程序进行部分修改。

9. 机床主要配套功能部件的说明书与资料

在数控机床上往往会使用较多功能部件如数控转台装置、自动换刀装置、润滑与冷却系统等。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,以便发生故障时进行参考。

以上都是在理想情况下应具备的技术资料,但是实际维修时往往难以做到这一点。因此在必要时,维修人员应通过现场测绘、平时积累等方法完善、整理有关技术资料。

第二节 数控设备故障诊断技术

一、数控设备故障诊断的基本原则

1. 先外部后内部

数控机床是机、电、液、气一体化设备,其故障的诊断也要从这些方面入手进行检查,即当数控机床发生故障后,维修人员应采用直观法,由外向内进行检查。如按钮开关、外部行程开关、液压气动元件以及印刷电路板插头座及相互之间的连接部位、电器柜插座或端子排等,因其