

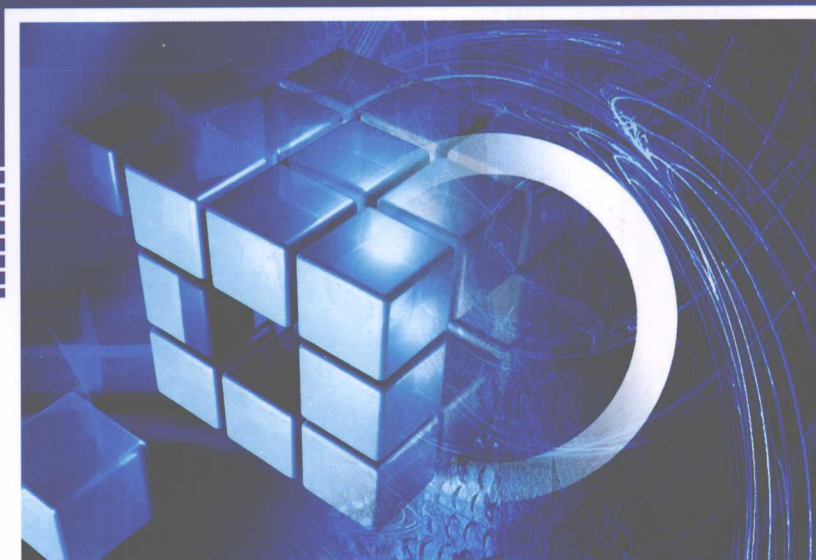


21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

数控机床故障诊断与维修

shukongjichuangguzhangzhenduanyuweixiu

■ 主 编 陈超山 王大红
■ 副主编 陈胜裕 梁 云



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

数控机床故障诊断与维修

陈超山 王大红 主 编
陈胜裕 梁 云 副主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是根据高等学校的教学要求,结合当前数控机床维修技术的发展和企业对数控维修人员的需求编写。全书包括数控机床故障诊断与维修、数控铣床故障诊断与维修和加工中心故障诊断与维修,共3篇15章,设置了系统不能工作故障诊断与维修、主轴不能启动故障诊断与维修、换刀异常故障诊断与维修、伺服进给系统异常故障诊断与维修、辅助装置故障诊断与维修、输入/输出信号异常的故障诊断与维修、主轴驱动系统故障诊断与维修、回参考点故障诊断与维修、不能存储数据和程序故障诊断与维修、数控系统产生报警故障诊断与维修和刀库换刀异常故障诊断与维修等共11个学习情境。本书力求做到紧密联系实际,内容深入浅出,学习层次分明,重视实践技能的培养。

本书可作为高等学校机电类等相关专业的教材,也可作为企业数控机床维修管理人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修/陈超山,王大红主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.2

ISBN 978-7-5640-3054-4

I. ①数… II. ①陈… ②王… III. ①数控机床—故障诊断—高等学校—教材②数控机床—维修—高等学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 020872 号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市南阳印刷有限公司

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/22.5

字 数/421千字

版 次/2010年2月第1版 2010年2月第1次印刷

印 数/1~1500册

定 价/39.00元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

随着我国制造业的快速发展,数控机床在各行各业的应用越来越广泛,同时数控设备的维修也成为一个问题,这就要求我们必须做好维修人才的培养。由于数控机床具有先进性、复杂性和智能化高的特点,特别是近几年数控系统不断更新换代,维修理论、技术和手段都发生了巨大变化,使机械制造业对数控机床维修人员的需求越来越突出,而目前综合性数控维修人员奇缺。学校是培养数控机床维修人才的主要场所,而有一本深入浅出的数控机床故障诊断与维修教材,无疑会对学校进行数控维修人才方面的培养起到事半功倍的效果。

数控机床维修人才的培养是一个系统工程,因为数控机床是高度复杂的机电一体化设备,一方面它涉及机械、电气、计算机、电子等综合知识,另一方面,数控机床的维修还需要较强的动手能力和正确的维修思路。数控机床的维修总体上来说主要有数控装置、检测装置、可编程控制器、伺服及机械等部分,同时又牵涉参数设置、电气连接、控制原理分析等内容。从数控机床实际故障的发生情况看,机械故障的诊断相对比较容易,但其维修关键在于维修人员的经验和钳工技能,电气故障的诊断相对比较复杂,关键在于熟悉系统参数设置、电气连接、控制原理分析等内容。本书主要以数控机床电气部分的维修展开,为数控机床的电气维修提供必要的理论知识、故障诊断思路及维修方法。

数控机床的种类繁多,但其控制原理却大同小异。就数控系统来讲,国内系统在企业中以广州数控居多,国外系统则以 FANUC 和西门子公司的产品居多。就数控机床来讲,主要以数控车床、数控铣床和加工中心为代表。因此本书以数控车床(配广州数控系统)、数控铣床(配发那科数控系统)、加工中心(配西门子数控系统)进行编写,培养学生从“会一种数控机床的维修到会多种数控机床的维修,会一种数控系统的维修到会多种数控系统的维修”这样一个渐进的过程,同时也符合学生掌握知识从简单到复杂的认知规律。

本书在编写过程中,充分考虑到数控维修技术的学习特点,从选材内容到实例分析都作了精心的安排,力求做到内容深入浅出,学习层次分明,重视实践技能的培养。

本书由陈超山和王大红任主编,陈胜裕和梁云任副主编,其中陈超山编写第2章、第13章和第14章,王大红编写绪论、第10章和第11章,陈胜裕编写第8章、第9章和附表4,梁云编写第4章和第5章,黄应勇编写第1章和第7章,黄朝辉编写第3章和附表2,覃日强编写第12章和附表1,梁正智编写第6章和附表3,全书由陈超山负责统稿。

本书由林若森教授和赖玉活高级工程师主审,在编写过程中得到了柳州市数

控机床研究所、柳州钢铁集团公司等企业的支持，同时在编写过程中参阅了有关院校、企业、科研部门的一些教材、资料和文献，得到了有关专家、学者的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

限于编者的水平和时间，书中难免有不当和疏漏之处，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论	1
0.1 数控机床故障诊断与维修的意义	1
0.1.1 数控机床故障诊断与维修的必要性	1
0.1.2 数控机床的技术指标	1
0.2 数控机床故障诊断与维修的基本要求	2
0.2.1 维修人员基本素质的要求	2
0.2.2 技术资料的要求	4
0.2.3 维修工具及备件的要求	5
0.3 数控机床故障诊断原则和方法	7
0.3.1 数控机床故障诊断原则	7
0.3.2 数控机床的故障分析与诊断方法	8
0.4 数控机床故障诊断与维修的基本步骤	12
0.4.1 故障记录	12
0.4.2 现场检查	13
0.4.3 故障诊断与综合分析	15
0.4.4 故障排除	15
0.5 数控机床维护保养的知识	16
0.5.1 消除干扰是数控机床维护的重要内容	16
0.5.2 正确使用设备	18
0.5.3 积极实施预防性维护	18
0.5.4 数控机床的常规检查	18
练习与思考题	21

第一篇 数控车床故障诊断与维修

第1章 数控车床概述	25
1.1 数控车床的工艺范围	25
1.2 数控车床分类	25

1.3 数控车床的组成及布局	27
1.4 数控车床的电气控制	28
练习与思考题	34
第2章 学习情境一 系统不能工作故障诊断与维修	35
2.1 数控系统概述	35
2.1.1 数控系统的基本概念	35
2.1.2 数控系统的组成	35
2.1.3 机床数控系统的工作过程	36
2.1.4 数控系统的分类	38
2.1.5 数控系统的发展趋势	40
2.2 广州 GSK980TD 数控系统	42
2.2.1 GSK980TD 数控系统简介	42
2.2.2 GSK980TD 连接	45
2.3 数控系统的具体电路控制	47
2.3.1 数控系统电源连接控制	47
2.3.2 数控系统上电控制	48
2.4 系统不能正常工作故障诊断与维修实例分析	49
2.4.1 典型故障分析	49
2.4.2 其他故障分析	50
练习与思考题	52
第3章 学习情境二 主轴不能启动故障诊断与维修	53
3.1 主轴驱动系统	53
3.1.1 主传动系统	53
3.1.2 数控机床对主轴驱动的要求	53
3.1.3 主轴编码器	54
3.2 主轴接口连接与控制	58
3.2.1 主轴编码器和变频器接口	58
3.2.2 主轴变频器	59
3.2.3 主要控制参数	61
3.3 数控车床主轴的具体电路控制	64
3.4 主轴不能启动故障诊断与维修实例分析	65
3.4.1 典型故障分析	65
3.4.2 其他故障分析	66
练习与思考题	67

第4章 学习情境三 换刀异常故障诊断与维修	68
4.1 刀架的结构及控制	68
4.1.1 刀架的作用、结构及工作原理	68
4.1.2 刀架接口与控制	69
4.1.3 数控系统刀架参数	71
4.2 刀架的具体控制电路	73
4.3 数控车床刀架常见故障维修实例	75
4.3.1 典型故障分析	75
4.3.2 其他故障分析	76
练习与思考题	80
第5章 学习情境四 伺服进给系统异常故障诊断与维修	81
5.1 概述	81
5.1.1 进给伺服系统的作用及其分类	81
5.1.2 数控机床对进给伺服系统的要求	81
5.1.3 电气伺服驱动系统	82
5.1.4 进给伺服系统的开环、闭环与半闭环控制	83
5.1.5 数控机床进给系统机械结构的要求	84
5.2 进给连接与控制	84
5.2.1 GSK980TD 数控系统驱动器和手轮接口	84
5.2.2 DA98 驱动器	85
5.2.3 数控系统进给参数	91
5.3 数控车床伺服进给的具体电路控制	92
5.4 伺服进给系统异常故障诊断与维修实例分析	93
5.4.1 伺服驱动系统故障处理的一般方法	93
5.4.2 伺服进给系统故障维修实例	95
练习与思考题	98
第6章 学习情境五 辅助装置故障诊断与维修	99
6.1 数控车床的辅助装置	99
6.1.1 数控车床的润滑系统	99
6.1.2 数控车床的冷却系统	101
6.1.3 主轴自动换挡控制	103
6.2 辅助装置接口与控制	104
6.2.1 辅助装置接口	104
6.2.2 辅助装置相关参数	105
6.3 辅助装置的具体控制电路	108
6.3.1 液压尾座电气控制	108

6.3.2 液压卡盘电气控制	109
6.4 辅助装置的常见故障维修实例	110
6.4.1 典型故障分析	110
6.4.2 数控机床的日常维护	111
练习与思考题	112

第二篇 数控铣床故障诊断与维修

第7章 数控铣床概述	115
7.1 数控铣床的工艺范围	115
7.2 数控铣床的分类	115
7.3 数控铣床的组成	117
7.4 数控铣床的布局	118
7.5 数控铣床的电路分析	119
练习与思考题	122
第8章 学习情境六 输入/输出信号异常的故障诊断与维修	124
8.1 数控系统输入、输出接口概述	124
8.2 FANUC 系统介绍	124
8.2.1 FANUC 公司数控系统的产品特点	124
8.2.2 几种典型 FANUC 数控系统的组成及特点	126
8.3 FANUC Oi Mate-MC 数控系统的面板操作	144
8.3.1 基本面板操作	144
8.3.2 系统菜单	148
8.4 FANUC 系统 PMC 介绍	149
8.4.1 PMC 的性能及规格	149
8.4.2 内装 I/O 卡和 I/O Link 地址分配	150
8.4.3 PMC 信号组成	152
8.4.4 FANUC 系统 PMC 的功能指令	156
8.5 VMC650 数控铣床的输入、输出电路分析	165
8.5.1 输入、输出信号及程序	165
8.5.2 故障案例分析	166
练习与思考题	167
第9章 学习情境七 主轴驱动系统故障诊断与维修	168
9.1 主轴驱动系统概述	168
9.2 不同类型主轴系统的特点和使用范围	169
9.3 FANUC 主轴驱动系统介绍	171

9.4 主轴电动机驱动方式	173
9.5 主轴准停控制	175
9.6 VMC650 交流伺服主轴驱动系统电路分析	178
9.7 主轴伺服系统常见故障及诊断方法	181
练习与思考题	188
第10章 学习情境八 回参考点故障诊断与维修	189
10.1 回参考点作用及操作	189
10.2 回参考点的原理	189
10.3 VMC650 数控铣床的回参考点电路	191
10.4 数控机床回参考点故障诊断与分析	191
10.5 回参考点故障案例	195
练习与思考题	197
第11章 学习情境九 不能存储数据和程序故障诊断与维修	198
11.1 BOOT 系统介绍	198
11.2 存储卡作用	199
11.3 存储卡存储数据的操作	199
11.4 利用计算机对系统参数的备份与恢复	203
11.5 不能正常存储数据和程序的故障分析	207
练习与思考题	208

第三篇 加工中心故障诊断与维修

第12章 加工中心概述	211
12.1 加工中心的工艺范围	211
12.2 加工中心的分类	211
12.3 加工中心的组成和布局	213
12.4 加工中心的电气控制	214
练习与思考题	219
第13章 学习情境十 数控系统产生报警故障诊断与维修	220
13.1 SINUMERIK 数控系统	220
13.1.1 SINUMERIK 数控系统简介	220
13.1.2 SINUMERIK 802D 系统连接	222
13.2 SINUMERIK 802D 系统电气要求	227
13.2.1 供电要求	227
13.2.2 电气设计要求	228
13.2.3 接地要求	228

13.2.4 系统通电	229
13.3 SINUMERIK 802D 开机调试	230
13.3.1 调试步骤与要求	230
13.3.2 调试工具软件	231
13.3.3 SINUMERIK 802D 的调试	235
13.4 SINUMERIK 802D 报警诊断	240
13.4.1 报警信息介绍	240
13.4.2 报警说明	242
13.5 加工中心常见故障分析	248
练习与思考题	256
第14章 学习情境十一 刀库换刀异常故障诊断与维修	257
14.1 加工中心刀库	257
14.1.1 概述	257
14.1.2 刀具的选择方式	257
14.1.3 刀具的编码与识别	258
14.1.4 常用刀库	261
14.2 斗笠式刀库	262
14.2.1 斗笠式刀库的主要装置	262
14.2.2 斗笠式刀库的动作与控制	264
14.3 常见故障分析	267
14.3.1 斗笠式刀库换刀过程常见故障分析	267
14.3.2 其他加工中心刀库换刀过程常见故障分析	269
练习与思考题	269
附表1 GSK980TD 参数表	270
附表2 GSK980TD 报警表	282
附表3 FANUC -0i MC 参数表	290
附表4 FANUC -0i MC 报警表	309
参考文献	348

绪 论

0.1 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设备已在我国批量生产、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,并带来很大的效益。但同时,由于它们的先进性、复杂性和智能高的特点,其维修理论、技术和手段都发生了很大的变化。

0.1.1 数控机床故障诊断与维修的必要性

数控维修技术不仅是保障正常运行的前提,对数控技术的发展和完善也起到了巨大的推动作用,因此,目前它已经成为一门专门的学科。

另外,任何一台数控设备都是一种过程控制设备,这就是要求它在实时控制的每一时刻都准确无误地工作。任何部分的故障与失效,都会使机床停机,从而造成生产停顿。因而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。在许多行业中,花费了几十万到上千万美元引进的数控机床,这些设备均处于关键的工作岗位,若在出现故障后不能及时维修和排除故障,就会造成较大的经济损失。

我们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是存在很大的差距。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等有待提高等。

0.1.2 数控机床的技术指标

要发挥数控机床的效率,就要求机床开动率高,这对数控机床提出了可靠性的要求。衡量可靠性的主要指标是平均无故障工作时间 MTBF (Mean Time Between Failure)。平均无故障工作时间是指设备在一个比较长的使用过程中,两次故障间隔的平均时间如下式所示:

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

当数控设备发生了故障,需要及时排除,从开始排除故障直到数控设备能正常使用所需要的时间称为平均修复时间 MTTR (Mean Time To Repair),反映了数控设备的可维修性,衡量数控机床的可靠性和可维修性的指标是平均有效度 A,其计算方法如下式所示:

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

平均有效度是指可维修的设备在某一段时间内维持其性能的概率，这是一个小于1的正数，数控机床故障的平均修复时间越短，则A就越接近1，那么数控机床的使用性能就越好。

数控机床的故障诊断与维修是数控机床使用过程中重要的组成部分，也是目前制约数控机床发挥作用的因素之一，所以学习数控机床故障诊断与维修的技术和方法有重要的意义。数控机床的生产企业加强数控机床的故障诊断与维修的力量，可以提高数控机床的质量，有利于数控机床的推广和使用；数控机床的使用单位培养掌握数控机床的故障诊断与维修的技术人员，有利于提高数控机床的使用率；随着数控机床的推广和使用，培养更多的掌握数控机床故障诊断与维修的高素质人才的任务也越来越迫切。

0.2 数控机床故障诊断与维修的基本要求

数控机床是一种综合应用了计算机控制技术、自动控制技术、精密测量技术和机床设计等先进技术的机电一体化产品，其控制系统复杂、价格昂贵，因此它对维修人员的素质、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，这些要求主要包括以下几个方面。

0.2.1 维修人员基本素质的要求

维修人员的素质与维修水平直接决定着效率和效果，为了迅速、准确判断故障原因，并进行及时有效的处理，作为数控机床的维修人员应具备以下方面的基本条件：

(1) 掌握多学科知识。由于数控机床是集机械、电气、液压、气动等于一体的加工设备，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。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，维修时为了对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却不一定是生产故障的原因，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，能透过现象看到本质，迅速地解决问题，切忌草率下结论，擅自更换元器件，以便造成更大的故障。

(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参考。特别是对自己一时难以解决、最终由同行及其他人员或专家维修解决的问题,更应该细心观察,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、维修手册、功能说明、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,因此对维修人员来讲,要善于学习,时时学习,储备的知识多了,维修时便有了思路,提高了维修的速度及质量。事实上,如果对某个数控机床的所有资料学习明白了,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。目前数控机床进口的较多,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,最好能具备专业英语的阅读能力,提高英语水平,以便分析、处理问题。同时,系统的许多技术知识与英语有关。因此,提高英语水平,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样精密、关键的设备,动手必须有明确的目的、完整的思路、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、调整值等必须做好明显的标记,以便恢复。

在系统维修时应特别注意:数控系统中的某些板子和模块是需要电池保持参数的,对于这些板子和模块切忌随便插拔;更不可以在不了解元器件作用的情况下随意调换数控系统、伺服驱动等部件中的器件,不能任意调整电位器,不能任意改变设定参数,以避免产生更严重的后果。

0.2.2 技术资料的要求

技术资料是维修的指南，它在维修工作中起着至关重要的作用。借助于技术资料可以大大提高维修工作的效率与维修的准确性。一般来说，对于重大的数控机床故障维修，在理想状态下，应具备以下资料：

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。机床使用说明书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

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，它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，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。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，它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、静态性能和静度，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原理与连接说明书，主要包括伺服、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、主轴驱动系统维修参考。

8. PLC 使用与编程说明

它是机床中所使用的外置式 PLC 的使用、编程说明书。通过 PLC 的说明书，维修人员可以通过 PLC 的功能与指令说明、分析、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、自动换刀装置、润滑与冷却系统等。这些功能部件，其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。

0.2.3 维修工具及备件的要求

合格的维修工具是进行数控机床维修的必备条件，数控机床精密设备，它对各方面的要求较普通机床高。不同的故障，所需要的维修工具亦不尽相同。作为常用的工具主要有以下几类：

1. 常用仪表类

(1) 万用表。数控设备的维修涉及弱电和强电领域，最好配备机械式和数字式万用表各一个。机械式万用表除用于测量强电回路之外，还用于判断晶闸

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,还可测量晶体管的放大倍数和电容值。数字式万用表在测试二极管、晶体管的好坏上是非常简洁的,会有效地提高维修速度。

(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。脉冲信号笔则可发单脉冲或连续脉冲,发正脉冲和负脉冲,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) 数字转速表。转速表用于测量与调整主轴的转速,通过测量主轴实际转速,以及调整系统及驱动器的参数,可以使编程的主轴转速理论值与实际主轴转速值相符,它是主轴维修与调整的测量工具之一。

(4) 示波器。示波器用来检测信号的动态波形如脉冲编码器、测速机、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,数控系统维修通常用频带宽度为 10 ~ 100 MHz 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。

(5) 常用的长度测量工具。长度测量工具(如:千分表、百分表等)用于测量机床移动距离、反向间隙值等。通过测量,可以大致判断机床的定位精度、重复定位精度、加工精度等,是机械部件维修测量的主要检测工具之一。

(6) 相序表。相序表主要用于测量三相电源的相序,它是主轴驱动维修的必要测量工具之一。

有条件的还可以准备以下仪器:

(1) IC 在线测试仪。它的主要特点是能对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,无须图样资料或了解其工作原理。

(2) 短路追踪仪。可以迅速地找出电路板上任何短路点,如焊锡短路、总线短路、电源短路、多层电路板短路、芯片及电解电容短路等。

(3) 逻辑分析仪。可检查数字电路的逻辑关系是否正确,信号传输中是否有竞争和干扰,它可以同时显示 8 个、16 个或 64 个逻辑方波信号。

(4) IC 测试仪。可以离线快速测试集成电路的好坏。

2. 常用工具类

(1) 电烙铁。它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。