

SHUKONG JICHUANG



数控机床

维修技术与典型实例

—SIEMENS 810/802系统

龚仲华 孙毅 史建成 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

数控机床维修技术 与典型实例

——SIEMENS 810/802 系统

龚仲华
孙毅 编著
史建成

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床维修技术与典型实例. SIEMENS 810/802 系统/龚仲华, 孙毅, 史建成编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2006.1

ISBN 7-115-14194-0

I. 数... II. ①龚...②孙...③史... III. 数控机床—维修 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 142268 号

内 容 提 要

本书以数控机床常用的典型系统——SIEMENS 810/802 系统为例, 以其 CNC、伺服驱动和主轴驱动系统为主线, 深入浅出地介绍了数控机床的工作原理、连接信号、设定参数、调整方法、故障诊断步骤及维修措施, 并通过精选来自一线的典型故障实例, 详细介绍了故障分析与处理的过程。

本书内容全面, 具有系统性、综合性和实用性, 既可供研究单位和企业从事数控机床维修、调试、设计、使用的各类工程技术人员参考, 又可作为各类高等学校相关专业的参考教材。

数控机床维修技术与典型实例—— SIEMENS 810/802 系统

◆ 编 著 龚仲华 孙 毅 史建成

责任编辑 付方明

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 22

字数: 546 千字

2006 年 1 月第 1 版

印数: 1—6 000 册

2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14194-0/TN · 2644

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

随着科学技术的迅速发展,数控机床以其高效、高精度以及加工灵活可变的特点,在各行各业得到了越来越广泛的应用,并已成为企业保证产品质量、提高生产效率的关键设备之一。

通过科学的方法和行之有效的措施,迅速判别故障发生的原因,随时解决出现的问题,既是保证数控机床安全、可靠运行,提高使用效率的关键,也是当前数控机床在使用过程中亟待解决的问题之一。

本书对 SIEMENS 810/802 数控系统以及与之配套的直流伺服驱动、交流模拟/数字伺服驱动、步进驱动、直流主轴驱动、交流模拟/数字主轴驱动以及主轴定位控制的工作原理、连接信号、设定参数、调整方法、诊断步骤与维修措施等方面作了较完整的阐述。全部实例均来自编者的亲身经历或生产一线,选材典型、全面、实用。本书在编写过程中力求深入浅出地对数控机床故障诊断的基本理论与方法进行阐述,全面系统地对故障维修的基本措施与步骤进行叙述,具体详细地对故障分析与处理过程进行介绍,旨在提高数控机床维修工作的快速性与针对性,克服盲目性与片面性,以期达到多、快、好、省的维修效果。

本书是《数控机床维修技术与典型实例——FANUC 6/0 系统》(已出版)的姊妹篇,旨在满足广大读者的阅读、学习需求,帮助大家更好地完成工作,提高维修技术。全书分上下两篇,共 11 章。第 1 章为维修基础;2~6 章为上篇,介绍了配套 SIEMENS 810/820 系统的数控机床维修技术与典型实例,内容包括 CNC 的基本检查与测试、CNC 故障诊断与维修、6RA26 系列直流伺服驱动、610 系列/611A 系列交流模拟伺服驱动的维修、650 系列/611A 系列交流数字主轴驱动的维修、810 系统故障维修实例等;7~11 章为下篇,介绍了配套 SIEMENS 802S/C/D 系统的数控机床维修技术与实例,内容包括 CNC 的基本检查与测试、CNC 故障诊断与维修、STEPDRIVE C/C⁺步进驱动、Baseline 系列交流模拟伺服驱动、611U/Ue 系列数字伺服驱动的维修、802S/C/D 系统故障维修实例等。其中,第 1~6 章、第 9~11 章由龚仲华编写,第 7、8 章由孙毅、史建成编写。

为提高本书的实用性,书中除原理介绍部分的原理图采用国家标准外,其他测绘、引用部分的插图所采用的图形符号、元器件标记均与实际系统完全对应。

本书既可供研究单位、企业从事数控机床的维修、调试、设计、使用的各类工程技术人员参考,又可作为各类高等学校相关专业的参考教材。

本书编写过程中参考了 SIEMENS 公司的部分技术资料,并且得到了该公司技术人员的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点与错误,殷切期望广大读者批评、指正,以进一步提高本书的质量。

编著者

目 录

第 1 章 维修基础	1
1.1 数控机床的基本概念	1
1.1.1 数控技术与数控机床	1
1.1.2 数控机床及其组成	2
1.2 数控机床维修的基本要求	4
1.2.1 技术资料的要求	5
1.2.2 工具及备件的要求	6
1.3 数控机床维修的基本方法	8
1.3.1 维修前的检查	8
1.3.2 故障分析的基本方法	9
1.3.3 CNC 的故障自诊断	10

上篇 810/820 系统维修技术与实例

第 2 章 CNC 的检查与测试	15
2.1 810 系统的技术特点与结构	15
2.1.1 810 系统的技术特点	15
2.1.2 810 系统的结构与连接	15
2.2 CNC 的基本检查	20
2.2.1 CNC 的常规检查	20
2.2.2 CNC 的电源检查	21
2.2.3 CNC 的设定检查	22
2.3 I/O 信号的诊断	24
2.3.1 I/O 信号的组成与检查	25
2.3.2 I/O 信号说明	26
2.4 参数的设定与调整	32
2.4.1 参数的组成与检查	32
2.4.2 参数的设定与调整	37
第 3 章 CNC 故障诊断与维修	48
3.1 根据 CNC 报警的故障诊断与维修	48
3.1.1 810 系统常见报警及处理	48
3.1.2 810 系统报警总览表	53
3.2 无报警显示的故障诊断与维修	57
3.2.1 根据指示灯状态的故障诊断与维修	57
3.2.2 CNC 模块故障的诊断	59
3.2.3 CNC 的数据保护与初始化	62

3.3 故障的综合分析与处理	64
3.3.1 手动操作不能进行	64
3.3.2 手轮操作不能进行	66
3.3.3 同步进给不能进行	66
3.3.4 自动工作不能进行	67
3.3.5 主轴旋转不正常	68
3.3.6 回参考点位置不正确	69
3.4 电源模块的原理与维修	71
第4章 伺服驱动系统的维修	73
4.1 6RA26 系列直流伺服驱动	74
4.1.1 6RA26 系列伺服驱动的结构与连接	74
4.1.2 直流伺服驱动器的设定与调整	76
4.1.3 直流伺服驱动器的故障诊断与维修	77
4.1.4 直流伺服电机的故障诊断与维修	80
4.1.5 直流伺服驱动系统的综合调试	83
4.2 610 系列交流模拟伺服驱动	84
4.2.1 610 系列伺服驱动器的结构与原理	84
4.2.2 610 系列伺服驱动器的连接	87
4.2.3 610 系列伺服驱动器的设定与调整	92
4.2.4 610 系列伺服驱动的故障综合诊断与维修	94
4.3 611A 系列交流模拟伺服驱动	97
4.3.1 611A 系列伺服驱动的结构与组成	97
4.3.2 611A 伺服驱动的连接	99
4.3.3 611A 伺服驱动的设定与调整	103
4.3.4 611A 系列伺服驱动的故障综合诊断与维修	107
第5章 主轴驱动系统的维修	110
5.1 650 系列主轴驱动	110
5.1.1 650 系列主轴驱动的原理与结构	110
5.1.2 650 系列主轴驱动的连接	114
5.1.3 650 系列主轴驱动的设定与调整	118
5.1.4 650 主轴驱动故障诊断与维修	122
5.2 611A 系列主轴驱动	130
5.2.1 611A 系列主轴驱动的结构与连接	130
5.2.2 611A 系列主轴驱动的故障诊断与维修	135
第6章 810 系统故障维修实例	139
6.1 CNC 故障维修实例	139
6.1.1 CNC 不能正常工作的故障维修	139
6.1.2 手动、回参考点不正常的故障维修	143
6.1.3 软件引起的故障维修	148
6.1.4 自动运行不正常的故障维修	151

6.2 伺服驱动故障维修实例	154
6.2.1 直流伺服驱动故障维修	154
6.2.2 交流伺服驱动故障维修	157
6.3 主轴驱动系统故障维修实例	162
6.3.1 650 主轴驱动故障维修	162
6.3.2 611A 主轴驱动故障维修	166
6.3.3 主轴定位故障维修	168
6.4 机械部件故障维修实例	169
6.4.1 进给系统故障维修	169
6.4.2 主轴系统故障维修	172
6.4.3 自动换刀故障维修	173

下篇 802 系统维修技术与实例

第 7 章 SIEMENS 802S/C 系统维修技术	176
7.1 技术特点与基本结构连接	176
7.1.1 SIEMENS 802 系列系统的技术特点与基本结构	176
7.1.2 SIEMENS 802S/C 的基本结构与连接	180
7.2 根据报警显示的故障维修	188
7.2.1 NCK 报警的处理	188
7.2.2 PLC 报警处理	199
7.2.3 SIEMENS 802S/C 报警总览	200
7.3 机床参数的设定与调整	208
第 8 章 802D 系统维修技术	214
8.1 技术特点与基本结构连接	214
8.1.1 技术特点	214
8.1.2 基本结构与部件说明	214
8.1.3 系统的连接	216
8.2 CNC 调整与设定	220
8.2.1 CNC 的调试	220
8.2.2 机床参数	223
8.3 根据报警显示的故障的维修	229
8.3.1 基本报警说明	230
8.3.2 常见报警总览	234
8.3.3 故障的综合分析与处理	245
8.4 无报警显示的故障的维修	247
8.4.1 根据报警指示灯状态的故障维修	247
8.4.2 根据 I/O 信号状态的故障维修	248
第 9 章 802 步进驱动与交流模拟伺服驱动的维修	250
9.1 STEPDRIVE C/C ⁺ 步进驱动	250

9.1.1 STEPDRIVE C/C ⁺ 步进驱动的结构与组成	250
9.1.2 STEPDRIVE C/C ⁺ 步进驱动的连接	253
9.1.3 STEPDRIVE C/C ⁺ 步进驱动的调整与维修	256
9.2 Baseline 系列交流伺服驱动	257
9.2.1 Baseline 系列伺服驱动的结构与组成	257
9.2.2 Baseline 伺服驱动的连接	260
9.2.3 Baseline 伺服驱动的调整	265
9.2.4 Baseline 系列伺服驱动的故障综合诊断与维修	267
第 10 章 611U/Je 交流数字伺服驱动的维修	269
10.1 611U/Je 系列驱动的结构与组成	269
10.1.1 611U/Je 驱动的结构与特点	269
10.1.2 611U/Je 系列驱动的基本组成	271
10.2 611Ue 系列驱动器的连接	275
10.2.1 电源模块的连接	275
10.2.2 驱动模块的连接	277
10.3 611U 系列驱动的连接	284
10.4 611U/Je 系列驱动的设定与调整	288
10.4.1 611U/Je 系列驱动的设定与调整	288
10.4.2 611U/Je 常用的设定与调整参数说明	291
10.4.3 611U/Je 常用的设定与调整步骤	293
10.4.4 611U/Je 驱动模块、电机、编码器代码	293
10.4.5 利用 Simo ComU 软件的优化	296
10.5 611U/Je 系列驱动的故障诊断与维修	297
10.5.1 611U/Je 驱动器的状态显示	297
10.5.2 611U/Je 驱动器常见故障的排除	298
10.5.3 611U/Je 驱动器报警总览	299
第 11 章 802 系统故障维修实例	308
11.1 802 系统的基本调试步骤	308
11.1.1 驱动器的设定与安装	308
11.1.2 CNC 的初始化	309
11.1.3 基本机床数据的设定	311
11.2 802C/S 系统故障维修实例	315
11.2.1 开机常见故障维修	315
11.2.2 常见位置监控故障维修	319
11.2.3 常见设定调整故障维修	322
11.2.4 主轴与换刀故障维修	325
11.2.5 操作、编程类故障维修	329
11.3 802D 系统故障维修实例	331
11.3.1 I/O 模块故障维修	332
11.3.2 干扰类故障维修	333

11.3.3 操作、编程类故障维修	335
11.3.4 驱动器故障维修	336
11.4 机械部件故障维修实例	337
11.4.1 安装调试故障维修	337
11.4.2 部件干涉、损坏故障维修	339

第1章 维修基础

1.1 数控机床的基本概念

1.1.1 数控技术与数控机床

数控技术, 简称数控 (Numerical Control—NC) 是利用数字化信息对机械运动及加工过程进行控制的一种方法。由于现代数控都采用了计算机进行控制, 因此, 也可以称为计算机数控 (Computerized Numerical Control—CNC)。

为了对机械运动及加工过程进行数字化信息控制, 必须具备相应的硬件和软件。用来实现数字化信息控制的硬件和软件的整体称为数控系统 (Numerical Control System), 数控系统的核心是数控装置 (Numerical Controller)。

采用数控技术进行控制的机床, 称为数控机床 (NC 机床)。它是一种综合应用了计算机技术、自动控制技术、精密测量技术和机床设计等先进技术的典型机电一体化产品, 是现代制造技术的基础。机床控制也是数控技术应用最早、最广泛的领域, 因此, 数控机床的水平代表了当前数控技术的性能、水平和发展方向。

数控机床种类繁多, 有钻铣镗类、车削类、磨削类、电加工类、锻压类、激光加工类和其他特殊用途的专用数控机床等等, 凡是采用了数控技术进行控制的机床统称 NC 机床。

带有自动刀具交换装置 (Automatic Tool Changer—ATC) 的数控机床 (带有回转刀架的数控车床除外) 称为加工中心 (Machine Center—MC)。它通过刀具的自动交换, 可以一次装、夹完成多工序的加工, 实现了工序的集中和工艺的复合。从而缩短了辅助加工时间, 提高了机床的效率, 减少了零件安装、定位次数, 提高了加工精度。加工中心是目前数控机床中产量最大、应用最广的数控机床。

在加工中心的基础上, 通过增加多工作台 (托盘) 自动交换装置 (Auto Pallet Changer—APC) 以及其他相关装置而组成的加工单元称为柔性加工单元 (Flexible Manufacturing Cell—FMC)。FMC 不仅实现了工序的集中和工艺的复合, 而且通过工作台 (托盘) 的自动交换和较完善的自动检测、监控功能, 可以进行一定时间的无人化加工, 从而进一步提高了设备的加工效率。FMC 既是柔性制造系统的基础, 又可以作为独立的自动化加工设备使用, 因此其发展速度较快。

在 FMC 和加工中心的基础上, 通过增加物流系统、工业机器人以及相关设备, 并由中央控制系统进行集中、统一控制和管理, 这样的制造系统称为柔性制造系统 (Flexible Manufacturing System—FMS)。FMS 不仅可以进行长时间的无人化, 而且可以实现多品种零件的全部加工或部件装配, 实现了车间制造过程的自动化, 它是一种高度自动化的先进制造系统。

随着科学技术的发展,为了适应市场需求多变的形势,对现代制造业来说,不仅需要发展车间制造过程的自动化,而且要实现从市场预测、生产决策、产品设计、产品制造直到产品销售的全面自动化。将这些要求综合,构成的完整的生产制造系统,称为计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System—CIMS)。CIMS 将一个工厂的生产、经营活动进行了有机的集成,实现了更高效益、更高柔性的智能化生产,是当今自动化制造技术发展的最高阶段。

1.1.2 数控机床及其组成

1. 数控系统的基本组成

数控系统是所有数控设备的核心。数控系统的主要控制对象是坐标轴的位移(包括移动速度、方向、位置等),其控制信息主要来源于数控加工或运动控制程序。因此,作为数控系统的最基本组成应包括:程序的输入/输出装置、数控装置、伺服驱动这三部分。

(1) 输入/输出装置

输入/输出装置的作用是进行数控加工或运动控制程序、加工与控制数据、机床参数以及坐标轴位置、检测开关的状态等数据的输入/输出。键盘和显示器是任何数控设备都必备的最基本输入/输出装置。此外,根据数控系统的不同,还可以配光电阅读机、磁带机或软盘驱动器等。作为外围设备,计算机是目前常用的输入/输出装置之一。

(2) 数控装置

数控装置是数控系统的核心。它由输入/输出接口线路、控制器、运算器和存储器等部分组成。数控装置的作用是将输入装置输入的数据,通过内部的逻辑电路或控制软件进行编译、运算和处理,并输出各种信息和指令,以控制机床的各部分进行规定的动作。

在这些控制信息和指令中,最基本的是坐标轴的进给速度、进给方向和进给位移量指令,它经插补运算后生成,提供给伺服驱动,经驱动器放大,最终控制坐标轴的位移。它直接决定了刀具或坐标轴的移动轨迹。

此外,根据系统和设备的不同,在数控机床上,还可能有主轴的转速、转向和起、停指令,刀具的选择和交换指令,冷却、润滑装置的起、停指令,工件的松开、夹紧指令,工作台的分度等辅助指令。在基本的数控系统中,它们是通过接口,以信号的形式提供外部辅助控制装置,由辅助控制装置对以上信号进行必要的编译和逻辑运算,放大后驱动相应的执行元件,带动机床机械部件、液压气动等辅助装置完成指令规定的动作。

NC 与 CNC 分别是数控(Numerical Control)与计算机数控(Computerized Numerical Control)的常用英文缩写。由于现代数控都采用了计算机控制,因此,可以认为 NC 和 CNC 的含义完全等同。在工程应用上,使用场合的不同,NC(CNC)通常有三种不同的含义:在广义上代表一种控制技术——数控技术;在狭义上代表一种控制系统的实体——数控系统;此外,还可以代表一种具体的控制装置——数控装置。

(3) 伺服驱动

伺服驱动通常由伺服放大器(也称驱动器、伺服单元)和执行机构等部分组成。在数控机床上,目前一般都采用交流伺服电动机作为执行机构;在先进的高速加工机床上,已经开始使用直线电机。另外,在 20 世纪 80 年代以前生产的数控机床上,也有采用直流伺服电机的情况;对于简易数控机床,步进电机也可以作为执行元件。伺服放大器的形式决定于执行

元件，它必须与驱动电机配套使用。

SV 是伺服驱动（Servo Drive，简称伺服）的常用英文缩写。按日本 JIS 标准规定的术语，它是“以物体的位置、方向、状态等作为控制量，追踪目标值的任意变化的控制机构”。简言之，它是一种能够自动跟随目标位置等物理量的控制装置。

在数控机床上，伺服驱动的作用主要有两个方面：一是使坐标轴按照数控装置给定的速度运行；二是使坐标轴按照数控装置给定的位置定位。

伺服驱动的控制对象通常是机床坐标轴的位移和速度；执行机构是伺服电机或步进电机；对输入指令信号进行控制和功率放大的部分常称为伺服放大器（也称驱动器、放大器、伺服单元等），它是伺服驱动的核心。

伺服驱动不仅可以和数控装置配套使用，还可以单独作为一个位置（速度）随动系统使用，故也常称为伺服系统。在早期的数控系统上，位置控制部分一般与 CNC 制作成一体，伺服驱动只进行速度控制，因此，伺服驱动又常被称为速度控制单元。

（4）其他

随着数控技术的发展和机床性能水平的提高，为了满足不同机床的控制要求，常用的、较为先进的数控系统，一般都带有内部可编程控制器作为机床的辅助控制装置。

可编程序控制器（Programmable Controller）英文缩写为 PC。随着个人计算机的日益普及，为了避免和个人计算机（也称 PC 机）混淆，在数控机床上，一般都将可编程序控制器称为可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller—PLC）或可编程序机床控制器（Programmable Machine Controller—PMC），因此，在数控机床上 PC、PLC、PMC 具有完全相同的含义。

PLC 具有响应快，性能可靠，使用方便，编程和调试容易等特点，并可直接驱动部分机床电器，因此，被广泛用来作为数控设备的辅助控制装置。目前，大多数数控系统都带有内部 PLC，用于处理数控机床的辅助指令，从而大大简化了机床的辅助控制装置。此外，在很多场合，通过 PLC 的轴控制模块、定位模块等特殊功能模块，还可以直接利用 PLC，实现点位控制、直线控制以及简单的轮廓控制，组成数控专用机床或数控生产线。

此外，在金属切削机床上，主轴驱动装置也可以成为数控系统的一个部分；在闭环数控机床上，测量检测装置也是数控系统必不可少的。对于先进的数控系统，有时甚至采用计算机作为系统的人机界面和数据的管理、输入/输出设备，从而使数控系统的功能更强、性能更完善。

总之，数控系统的组成决定于控制系统的性能和设备的具体控制要求，其配置和组成具有很大的区别，除加工程序的输入/输出装置、数控装置、伺服驱动这三个最基本的组成部分外，还可能有更多的控制装置。

2. 数控机床的基本组成

数控机床是最典型的数控设备。为了了解数控机床的基本组成，首先需要分析数控机床加工零件的工作过程。在数控机床上，为了进行零件的加工，可以按如下步骤进行：

- ① 根据被加工零件的图样与工艺方案，用规定的代码和程序格式，将刀具的移动轨迹、加工工艺过程、工艺参数、切削用量等编写成数控系统能够识别的指令形式，即编写加工程序。
- ② 将所编写的加工程序输入数控装置。
- ③ 数控装置对输入的程序（代码）进行译码、运算处理，并向各坐标轴的伺服驱动装

置和辅助机能控制装置发出相应的控制信号，以控制机床各部件的运动。

④ 在运动过程中，数控系统需要随时检测机床的坐标轴位置、行程开关的状态等，并与程序的要求相比较，以决定下一步动作，直到加工出合格的零件。

⑤ 操作者可以随时对机床的加工情况、工作状态进行观察、检查，必要时还需要对机床动作和加工程序进行调整，以保证机床安全、可靠地运行。

由此可知，作为数控机床的基本组成，它应包括：输入/输出装置、数控装置、伺服驱动和反馈装置、辅助控制装置以及机床本体等部分，如图 1-1.1 所示。

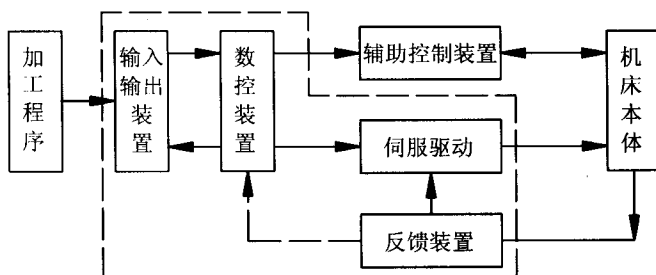


图 1-1.1 数控机床的组成

反馈装置是闭环（半闭环）数控机床的检测环节，其作用是检测数控机床坐标轴的实际位置和移动速度，并反馈到数控装置或伺服驱动中，构成闭环调节系统。检测装置的安装、检测信号反馈的位置，决定于数控系统的结构型式，伺服电机内装式脉冲编码器、测速机以及直线光栅都是 NC 机床常用的检测器件。

由于先进的伺服都采用了数字式伺服驱动技术（称为数字伺服），伺服驱动和数控装置间一般都采用总线进行连接，反馈信号在大多数场合都是与伺服驱动进行连接，并通过总线传送到数控装置的。只有在少数场合或采用模拟量控制的伺服驱动（称为模拟伺服）时，反馈装置才需要直接和数控装置进行连接。

辅助控制装置的主要作用是根据数控装置输出主轴的转速、转向和启停指令，刀具的选择和交换指令，冷却、润滑装置的启停指令，工件和机床部件的松开、夹紧工作台转位等辅助指令所提供的信号，以及机床上检测开关的状态等信号，将其进行必要的编译、逻辑运算和放大后驱动相应的执行元件，带动机床机械部件、液压气动等辅助装置完成指令规定的动作。它通常由 PLC 和强电控制回路构成，PLC 在结构上可以与 CNC 一体化（内置式的 PLC），也可以是相对独立（外置式的 PLC）的。

机床本体与传统的机床基本相同，也是由主传动系统、进给传动系统、床身、工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等部分组成。但为了满足数控的要求，充分发挥机床性能，它在总体布局、外观造型、传动系统结构、刀具系统以及操作性能方面都已发生了很大的变化。

1.2 数控机床维修的基本要求

数控机床是一种综合应用了计算机、自动控制、精密测量和机床设计等先进技术的典型

机电一体化产品，其控制系统复杂、价格昂贵，因此不仅要求维修人员有较高的素质，而且还对维修资料、维修仪器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。

1.2.1 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，对于较大规模的数控机床故障维修，在理想状态下，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随机资料。机床使用说明书通常包括以下与维修有关内容：

- ① 机床的操作过程和步骤；
- 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 机床电气控制原理图；
- ⑥ 机床使用的特殊功能及其说明等。

(2) 数控系统的操作、编程说明书

数控系统的操作、编程说明书（或使用手册）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、试运行等方式的操作步骤，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。
- 在部分系统中，它还可能包括系统调试、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、系统的连接图等等。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。

(3) PLC 程序清单

PLC 程序清单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，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、使用技能。

(4) 机床参数清单

机床参数清单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，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。

(5) 数控系统的连接说明、功能说明

数控系统的连接说明、功能说明书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。

(6) 伺服驱动系统、主轴驱动系统的使用说明书

伺服驱动系统、主轴驱动系统的使用说明书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、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，可供维修伺服驱动系统、主轴驱动系统时参考。

(7) PLC 使用与编程说明

PLC 使用与编程说明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 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。

(8) 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，以便功能部件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，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。

(9) 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。维修人员应对自己所进行的每一个维修步骤都进行详细的记录，不管当时的判断是否正确，这样不仅有助于今后进一步维修，而且也有助于维修人员的经验总结与水平提高。

1.2.2 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。数控机床是精密设备，它对各方面的要求较普通机床高，不同的故障，所需要的维修工具也不尽相同。常用的仪表、工具主要有以下几类。

(1) 常用仪表类

1) 数字万用表 数字万用表可用于大部分电气参数的准确测量，判别电气元件的性能好坏。维修数控机床，对数字表的基本测量范围以及精度要求一般如下：

- ① 交流电压：200mV~700V，200mV 挡的分辨率应不低于 100 μ V；
- ② 直流电压：200mV~1000V，200mV 挡的分辨率应不低于 100 μ V；
- ③ 交流电流：200 μ A~20A，200 μ A 挡的分辨率应不低于 0.1 μ A；

- ④ 直流电流: $20\mu\text{A}\sim 20\text{A}$, $20\mu\text{A}$ 挡的分辨率应不低于 $0.01\mu\text{A}$;
- ⑤ 电阻: $200\Omega\sim 200\text{M}\Omega$, 200Ω 挡的分辨率应不低于 0.1Ω ;
- ⑥ 电容: $2\text{nF}\sim 20\mu\text{F}$, 2nF 挡的分辨率一般应不低于 1pF ;
- ⑦ 晶体管: h_{FE} 为 $0\sim 1000$;
- ⑧ 具有二极管测试与蜂鸣器功能。

2) 数字转速表 转速表用于测量和调整主轴的转速。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仪表之一。

3) 示波器 示波器用于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; 其次还可以用于检测开关电源以及显示器的垂直、水平震荡与扫描电路的波形等。数控机床维修用的示波器通常选用频带宽为 $10\sim 100\text{MHz}$ 的双通道示波器。

4) 相序表 相序表主要用于测量三相电源的相序, 它是直流伺服驱动、主轴驱动维修的必要测量仪表之一。

5) 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。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, 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。

(2) 常用的备件

维修数控机床所涉及的元器件、零件众多, 备用的元器件不可能全部准备充分、齐全, 但是, 若维修人员准备一些最为常见的易损元器件, 可以给维修带来很大的方便, 有助于迅速解决问题, 这些元器件包括:

- 1) 常用的二极管类(如 IN4007、IN1004、IN4148、IS953 等);
- 2) 各种规格的电阻(规格应齐全)、常用的电位器($1\text{k}\Omega$ 、 $2\text{k}\Omega$ 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $47\text{k}\Omega$ 等);
- 3) 常用的晶体三极管类(如 2S719、2SC1983、2SA6395、2SC1152、BCY59 等);
- 4) 常用的集成电路, 主要有:
 - ① 运放类, 如 LM319、LM339、LM311、LM348、LM301、LM308、LM158、LM324、LM393、RC455、RC747、 $\mu\text{A}747$ 、LF353、4858、1458、NE5514、NE5512、TLC374 等;
 - ② 集成稳压源类, 如: 7805、7812、7815、7915、LM317、LM337、14315、17815 等;
 - ③ 光耦器件类, 如: TLP521、TLP500、TLP512、SFH6001、SFH610、4N26、4N37、PC601、PC401 等;
 - ④ 线驱动放大器/接收器类, 如: 75113、75115、75116、55114、54125、74125、74425、54265、MC3487 等;
 - ⑤ D/A 转换器类, 如: AD767、HA17008、DAC0800、DAC707、DAC767、DAC1020 等;
 - ⑥ 输出驱动类, 如: ULN2803、ULN2003、ULN2002、FT5461、DIA050000 等;
 - ⑦ 模拟开关类, 如: DG200、DG201、DG211 等。

由于以上元器件与系统的外部输入/输出电路、电源等易损部件有关, 在连接不当、外部短路等情况下, 比较容易引起损坏。专业维修人员一般均应准备一部分, 以便随时进行更换。

5) 常用规格的熔断器及熔芯。

1.3 数控机床维修的基本方法

1.3.1 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，认真对照系统、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：

(1) 机床的工作状况检查

- ① 机床的调整状况如何？机床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？切削参数选择是否合理、正确？
- ③ 自动换刀时，坐标轴是否到达了换刀位置？程序中是否设置了刀具偏移量？
- ④ 系统的刀具补偿量等参数设定是否正确？
- ⑤ 系统的坐标轴的间隙补偿量是否正确？
- ⑥ 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 系统的工件坐标系位置，“零点偏置值”的设置是否正确？

- ⑧ 工件安装是否合理？测量手段、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？

(2) 机床运转情况检查

- ① 在机床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 机床侧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 机床操作面板上的按钮、开关位置是否正确？机床是否处于锁住状态？倍率开关是否设定为“0”？

- ④ 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？自动开关、断路器是否有跳闸？

- ⑥ 机床操作面板上的方式选择开关位置是否正确？进给保持按钮是否被按下？

(3) 机床和系统之间连接情况的检查

- ① 检查电缆是否有破损，电缆拐弯处是否有破裂、损伤现象？

- ② 电源线与信号线布置是否合理？电缆连接是否正确、可靠？

- ③ 机床电源进线是否可靠接地？接地线的规格是否符合要求？

④ 信号屏蔽线的接地是否正确？端子上接线是否牢固、可靠？系统接地线是否连接可靠？

- ⑤ 继电器、电磁铁以及电动机等电磁部件是否装有噪声抑制器？

(4) CNC 装置的外观检查

① 是否在电气柜门打开的状态下运行数控系统？有无切削液或切削粉末进入柜内？空气过滤器清洁状况是否良好？

- ② 电气柜内部的风扇、热交换器等部件的工作是否正常？

- ③ 电气柜内部系统、驱动器的模块、印制电路板是否有灰尘、金属粉末等污染？

- ④ 在使用纸带阅读机的场合，纸带阅读机是否有污物？阅读机上的制动电磁铁动作是