

FANUC



系统实用技术丛书

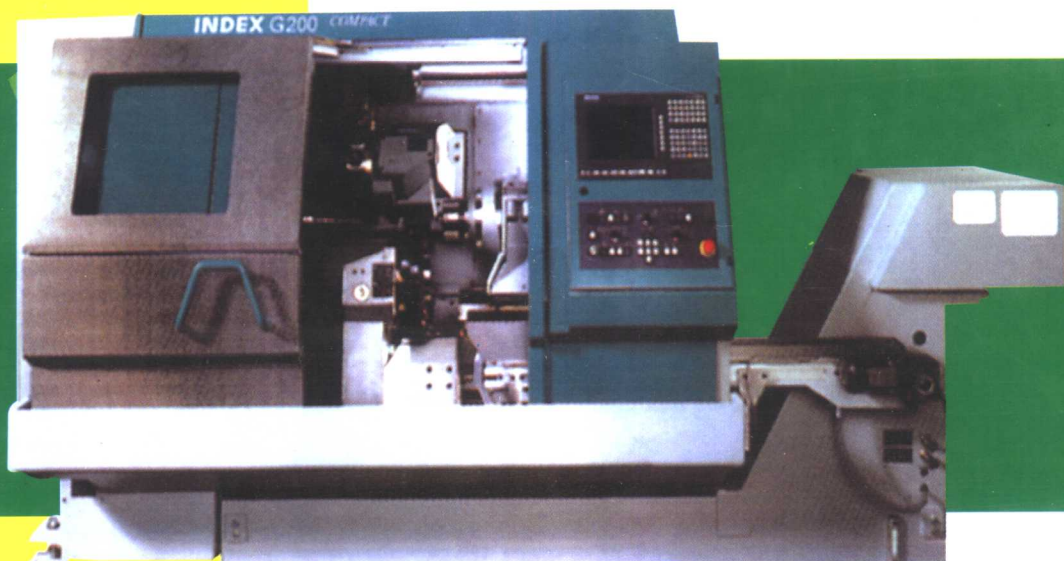
数控机床维修

S H U K O N G

徐衡/编著

J I C H U A N G

W E I X I U



2.7

辽宁科学技术出版社

FANUC系统实用技术丛书

数控机床维修

徐 衡/编著

辽宁科学技术出版社

· 沈阳 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床维修/徐衡编著. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2005.1

(FANUC 系统实用技术丛书)

ISBN 7-5381-4223-1

I. 数… II. 徐… III. 数控机床—维修 IV
.TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 080953 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳市第二印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 185mm × 260mm

印 张: 15.25

字 数: 330 千字

印 数: 1 ~ 5000

出版时间: 2005 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2005 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本 王正飞

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 张丽萍

定 价: 28.00 元

编辑部电话: 024-23284372

联系电话: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502 23284357

E-mail: lkzzb@mail.lnpgc.com.cn

http://www.lnkj.com.cn

序

中国制造业飞速发展。同时,高级技工,尤其是数控机床高级人才严重短缺的现象已经引起了社会的广泛关注。通过调研我们发现,所有机械工厂的主管和技术人员都已经认识到数控机床在加工精度、自动化程度、生产效率、劳动强度等各方面都有普通机床无法比拟的优越性。在 21 世纪的今天,一个机械制造企业,如果不用数控机床完成自己的关键制造过程,将不会有任何竞争力。数控系统是数控产品的核心,使用数控产品的关键也自然是熟悉并掌握它的数控系统。在现有的数控系统中,FANUC 系统凭借其高可靠性及完整的质量控制体系已成为最成功的 CNC 系统之一。我国数控机床中配备最多的数控系统也是 FANUC 系统。这也意味着 FANUC 系统在我国拥有最广泛的使用者。图书要为读者服务,于是,我们策划出版了这套“FANUC 系统实用技术丛书”。

本套丛书目前出版四种,分别是《数控机床维修》、《数控铣床加工中心》、《数控车床》、《数控加工实例》。本套丛书的编写队伍经过了严格的筛选,都是具有多年专业教学经验的职业技术教师与生产一线的工人技师。他们经常为一些数控方面的培训班授课,了解并掌握一线工人最需要的知识,同时很多人本身就具有相当丰富的实践经验。本套丛书可以说是编者多年教学与实践经验的一个总结。本套丛书体现了以下几个特点。

1. 在素材的组织上,突出了实用的特点,搜集了大量的相关权威资料并加以细致的整理,力求让读者能够在最短的时间内掌握最有用的技巧。

2. 在写作风格上,语言通俗易懂,尽最大可能把复杂的知识用平白的语言叙述出来,使读者更加容易接受。

3. 由于是实用技术图书,因此在编写过程中精选了大量的实例,使读者可以很容易地与自己的工作实践相结合。

4. 图文并茂,为了更清楚地说明内容,同时也为了节省读者的宝贵时间,书中选配了大量的图片,这样既可以提高阅读效率,又使读者接受起来更加容易。

本套丛书可以作为从事数控技术工作人员的参考书,帮助制造业技术工人更新知识、提高职业技能,也可以作为高职、高专数控专业和其他机电专业的培训教材。

“FANUC 系统实用技术丛书”仅仅是我们数控方面选题的一个组成部分,随着调研的深入,会有更多实用性的数控技术图书与读者见面。我们同时也十分希望读者朋友能够将您对这个领域图书的想法和意见反馈给我们,您的意见就是对我们最大的支持和帮助。我们希望与读者共同努力,在数控领域多出精品图书,为您的工作提供更多更好的帮助。

前 言

数控机床是一种高科技的机电一体化设备，目前装备 FANUC 数控系统的数控机床在国内应用非常广泛，如何维护好这些设备，使它正常服务于工业生产，充分发挥数控机床的经济效益，是维修人员的首要任务。本书是针对数控机床维修人员而编写的，所有的内容均是从维修角度出发，以最终达到帮助读者熟悉数控机床维修领域知识，掌握 FANUC 数控系统的维修技术，完成维修任务为目的。由于在数控设备的维修工作中缺少相关的图样与资料是常见的困难，本书力图弥补这一缺憾，精选出实用的维修数控机床适用的参考资料，供读者弄懂数控设备的基本原理及维修工作中参考，以方便于实际的维修数控机床工作。

本书介绍了 FANUC 公司数控产品的性能和数控设备的主要组成部分，对工厂中常见的 FANUC 系列数控系统的工作原理作了论述及分析。书中依据数控机床的产品说明书，结合生产实践，介绍了维修数控机床所必需的机床操作方法；阐述数控系统的硬件、参数、可编程机床控制器（PMC）、伺服系统以及机床机械结构的维护；详细阐述维修 FANUC 系统数控机床的方法和步骤；深入探讨了数控机床故障诊断、报警的处理方法及系统数据的输入、输出；对机床硬件的安装测试及维修进行了探讨。

本书以满足维修工作的实用性为目的，对原理进行深入浅出的论述，对故障诊断和处理进行按步骤的详细介绍，给读者提供了按图索骥、解决数控机床故障的方法。所以说本书是数控维修工作中必备的参考资料，可作为资料查阅，更可作为从事数控机床维修技术人员的进修学习使用，也可作为数控技术专业及机械类、电子类学生的教材和参考书。

本书由徐衡主编。孙红雨编写了第七章，其余章节由徐衡编写。

本书在编写过程中，参考了在数控技术方面的诸多论述、教材和数控机床维修手册，本书编者对参考文献中的各位作者深表谢意。编写过程中，赵福成、李超、奕敏、钱珊、王素艳、张武荣、周玮、赵宏立、段晓旭、刘艳华、王唤林、郭佳、焦洪钧、刘东风、李保岭、刘延林等同志提供了大量的建议和帮助，在此表示感谢。

编 者

目 录

第一章 数控机床维修基础	1
第一节 数控机床维修概述	1
一、数控机床工作原理及组成	1
二、FANUC 数控系统简介	3
三、数控机床故障诊断及维护的特点	7
四、数控机床常见故障的分类	7
五、维修人员应具备的基础知识和技能	9
六、维修所需的技术资料和技术准备	10
第二节 数控机床的维护保养	12
一、CNC 装置维修的安全规范	12
二、数控机床故障诊断及维护的内容	13
三、数控机床的维护	15
第三节 数控系统的故障诊断方法	18
一、故障的追踪方法	18
二、直观法	19
三、自诊断功能法	20
四、参数检查法	22
五、功能程序测试法	24
六、交换法	25
七、转移法	26
八、测量比较法	26
九、敲击法	26
十、局部升温法	26
十一、原理分析法	27
第二章 FANUC 系统硬件及其更换	29
第一节 FANUC 系统硬件配置	29
一、数控装置硬件结构	29
二、数控装置各组成单元名称与位置	32
三、RS-232C 串行口及数据通讯	32
第二节 硬件故障检查与分析	34
一、常规检查	34
二、故障现象分析法	35

三、面板显示与指示灯显示分析法	35
四、系统分析法	36
五、信号追踪法	37
六、静态测量法	38
七、动态测量法	38
第三节 FANUC Oi 系列控制单元更换方法	38
一、更换印制电路板的方法	38
二、更换模块的方法	39
三、更换控制部分 (CNC) 电源单元的保险	40
四、更换电池的方法	40
五、更换控制单元的风扇电机	42
六、液晶显示器 (LCD) 的调整	43
第四节 数控机床的抗干扰	44
一、常见的干扰源	44
二、抗干扰的措施	45
第三章 与 FANUC Oi 数控系统维修有关的操作	50
第一节 FANUC Oi 数控系统操作面板	50
一、数控系统操作面板 (CRT/MDI 面板)	50
二、机床操作面板	52
第二节 数控机床基本操作	56
一、手动操作	56
二、MDI (手动数据输入) 操作	57
三、安全操作	57
四、自动加工操作	58
五、数控机床操作一览	58
第三节 与维修工作相关的屏幕 (CRT) 界面	61
一、数控机床电源的通断与数控系统的构成	61
二、报警功能	64
三、自诊断屏幕检查系统	66
四、数控系统 (CNC) 状态显示	68
第四节 数据输入/输出	70
一、数据输入/输出操作所需参数的设定方法	71
二、CNC 数据输入/输出操作	72
三、在 ALL IO 界面上数据的输入、输出	73
第四章 主轴伺服驱动系统维修	78
第一节 主轴驱动系统故障与诊断概述	78
一、FANUC 系列主轴驱动系统应用	78
二、主轴伺服系统的故障形式及诊断方法	79

第二节 直流主轴驱动系统维护与故障诊断	81
一、直流主轴伺服系统工作原理	81
二、FANUC 直流主轴伺服系统的特点	84
三、主轴伺服系统使用注意事项及日常维护	84
四、直流主轴伺服系统可能出现的故障及其排除	86
第三节 FANUC 交流主轴伺服系统	87
一、交流主轴伺服系统特点	88
二、交流 (AC) 主轴伺服系统工作原理	88
三、串行接口 AC 主轴伺服系统	89
四、模拟接口交流主轴伺服系统的控制概况	94
第四节 交流主轴伺服系统的故障诊断与排除	96
一、交流串行接口数字主轴伺服系统的故障诊断与排除	96
二、模拟式主轴伺服系统的故障诊断与排除	98
三、主轴系统故障实例与诊断	100
第五章 进给伺服系统维护与维修	102
第一节 FANUC 直流进给伺服系统故障诊断	102
一、直流伺服电动机的定期维护与检查	102
二、晶闸管整流方式 SCR 速度控制系统故障及其排除方法	103
三、PWM 速度控制系统故障及其排除方法	108
第二节 FANUC 交流进给伺服系统	115
一、模拟式交流进给伺服系统简介	117
二、FANUC 数字式交流进给伺服系统简介	118
三、交流伺服电动机的维护	119
四、进给伺服系统的性能确认及调整	120
五、FANUC 数字式交流伺服调整	123
六、返回参考点位置的调整	126
七、伺服系统故障诊断实例	129
第三节 位置检测装置故障及诊断	130
一、故障形式	130
二、位置检测元件的维护	130
三、位置检测装置的故障诊断	132
第六章 FANUC 数控系统 PMC 故障诊断	134
第一节 数控机床 PMC 的功能	134
一、PMC 与外部信息的交换	134
二、数控机床 PMC 的功能	137
第二节 屏幕上的 PMC 界面与操作	138
一、PMC 内装调试功能	138
二、PMC 界面的显示方法	138

三、动态显示梯形图顺序程序 (PMCLAD 界面)	139
四、PMC 的诊断界面 (PMCDGN 界面)	143
五、PMC 参数界面 (PMCPRM 界面)	147
第三节 数控机床 PMC 控制的故障诊断	148
一、通过 PMC 查找故障的方法	149
二、通过 PMC 查找故障实例	149
三、FANUC Oi 系列数控系统中各种操作方式中的信号一览表	154
第七章 数控机床机械结构故障诊断及维护	156
第一节 主传动机械结构维修	156
一、主传动机械结构的维护特点	156
二、机床主传动经常性维护	159
三、主传动故障诊断	160
第二节 进给机械传动结构维修	161
一、滚珠丝杠螺母副调整与维护	161
二、传动齿轮间隙消除调整	164
三、导轨副调整与维护	166
第三节 换刀装置维护与故障诊断	169
一、概述	169
二、刀库与换刀机械手的维护要点	170
三、刀库与换刀机械手的故障诊断	170
四、换刀装置故障诊断实例	170
第四节 其他辅助装置故障	174
一、液压系统	174
二、气动系统	178
三、润滑系统	180
四、冷却系统	180
五、排屑装置	181
第八章 数控装置及伺服系统故障处理	182
第一节 通电后屏幕不显示故障	182
一、显示部件系统有问题	182
二、CNC 系统有问题	183
第二节 手动进给故障的处理	183
一、机床的手动、自动功能均不能执行	183
二、机床不能运行手动连续进给 (JOG)	187
三、机床不能进行手轮运行	188
第三节 机床不能自动运行故障处理	190
一、循环启动灯不亮时, 机床不能启动自动运行故障查找	190
一、启动灯亮, 但是机床不能自动运行的故障查找	191

三、自动运行启动信号关断 (OFF)	196
第九章 系统报警处理	198
第一节 阅读机/穿孔机接口故障 (8587 号报警)	198
一、阅读机/穿孔机接口出现故障的原因	198
二、阅读机/穿孔机接口故障分析处理	198
第二节 机床返回参考点有关的故障 (90、300 号报警)	201
一、机床不能返回参考点	201
二、返回参考点位置异常 (90 号报警)	202
三、系统要求返回参考点 (300 号报警)	204
第三节 绝对编码器有关故障 (301 ~ 308、350、351 号报警)	205
一、绝对编码器不良故障 (301 ~ 305 号报警)	205
二、绝对编码器的电池电压低 (306 ~ 308 号报警)	205
三、 α 串行脉冲编码器异常 (350 号报警)	205
四、 α 串行脉冲编码器通讯异常 (351 号报警)	206
第四节 与奇偶检验错误有关的故障 (900、910 ~ 913、920 号报警)	207
一、ROM 奇偶检验错误报警 (900 号报警)	207
二、DRAM 奇偶检验错误报警 (910、911 号报警)	207
三、SRAM 奇偶检验错误 (912、913 号报警)	207
四、监控电路或 RAM 奇偶检验错误 (920、921 号报警)	208
五、伺服模块安装不良报警 (924 号报警)	209
第五节 其他报警故障	209
一、控制侧过热报警 (700 号报警)	209
二、CPU 发生错误 (930 号报警)	209
三、PMC 系统报警 (950 号报警)	210
四、24V 输入电源异常 (960 号报警)	210
五、在 PMC 控制模块内发生了 RAM 奇偶错误或者 NMI (970 号报警)	210
六、SLC 内 NMI 报警 (971 号报警)	210
七、发生了不明原因的 NMI 报警 (973 号报警)	210
附录 CNC 报警一览表	211
参考文献	233

第一章 数控机床维修基础

第一节 数控机床维修概述

数控机床是一种自动化程度较高、结构较复杂的先进加工设备，是一种典型的机电一体化产品，能实现机械加工的高速度、高精度和高度自动化，在企业生产中往往占有重要的地位。所以如何搞好数控机床的维修管理工作，使其发挥应有的效率，直接关系到企业生产的经济利益。

具体来说，维修管理工作应包括设备管理、维护保养及故障修理，并且这三者又是紧密相关、互相制约的，也就是说做好日常维护保养和设备管理工作，不仅可大大减小其设备故障的发生，同时也可以为发生故障时及时诊断、修复提供应有的方便和必要的条件。本书主要介绍数控机床的维护保养和故障修理。

一、数控机床工作原理及组成

1. 数控机床的工作原理

数控机床是采用了数控技术的机床，即是用数字信号控制机床运动及其加工过程。根据国际信息处理联盟（International Federation of Information processing, IFIP）第五委员会给出的定义：数控机床（Numerically Controlled Machine Tool）是一个装有程序控制系统的机床，该系统能够逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序。具体地说，将刀具移动轨迹等加工信息用数字化的代码记录在程序介质上，然后输入数控系统，经过译码、运算，发出指令，自动控制机床上的刀具与工件之间相对运动，从而加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件，这种机床即为数控机床。

2. 数控机床的组成

数控机床一般由输入输出设备、CNC 装置、伺服单元、驱动装置（或称执行机构）、可编程控制器（PLC）及电气控制装置、辅助装置、机床本体及测量装置组成。图 1-1 是数控机床的组成框图。

（1）输入和输出装置。

输入和输出装置是机床数控系统和操作人员进行信息交流、实现人机对话的交互设备。

输入装置的作用是将程序载体上的数控代码变成相应的电脉冲信号，传送并存入数控装置内。目前，数控机床的输入装置有键盘、磁盘驱动器、光电阅读机等，其相应的程序载体为磁盘、穿孔纸带。输出装置是显示器，有 CRT 显示器或彩色液晶显示器两种。输出装置的作用是：数控系统通过显示器为操作人员提供必要的信息。显示的信息可以是正在编辑的程序、坐标值以及报警信号等。

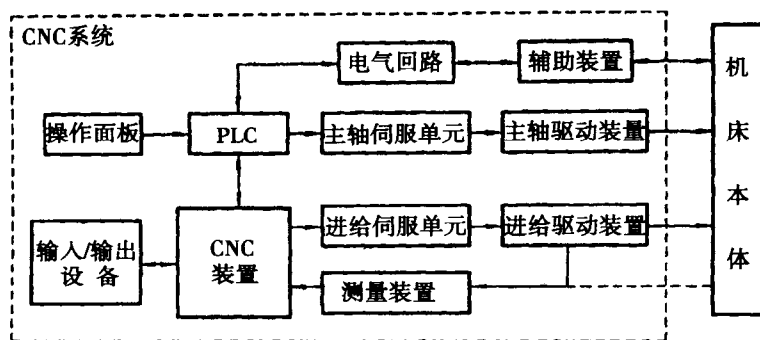


图 1-1 数控机床的组成

(2) 数控装置（或称计算机数控装置）。

数控装置是计算机数控系统的核心，是由硬件和软件两部分组成的。它接受的是输入装置送来的脉冲信号，信号经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种信号和指令，控制机床的各个部分，使其进行规定的、有序的动作。这些控制信号中最基本的信号是各坐标轴（即做进给运动的各执行部件）的进给速度、进给方向和位移量指令（送到伺服驱动系统驱动执行部件做进给运动），还有主轴的变速、换向和启停信号，选择和交换刀具的刀具指令信号，控制冷却液、润滑油启停、工件和机床部件松开、夹紧、分度工作合转位的辅助指令信号等。

数控装置主要包括微处理器（CPU）、存储器、局部总线、外围逻辑电路以及与 CNC 系统其他组成部分联系的接口等。

(3) 可编程控制器（PLC 或称 PMC）。

在 FANUC 系统中专门用于控制机床的 PLC，记作 PMC，称为可编程机床控制器。数控机床通过 CNC 和 PMC 的共同作用来完成控制功能，其中 CNC 主要完成与数字运算和管理等有关的功能，如零件程序的编辑、插补运算、译码、刀具运动的位置伺服控制等。而 PMC 主要完成与逻辑运算有关的一些动作，它接收 CNC 的控制代码 M(辅助功能)、S(主轴转速)、T(选刀、换刀)等开关量动作信息，对开关量动作信息进行译码，转换成对应的控制信号，控制辅助装置完成机床相应的开关动作，如工件的装夹、刀具的更换、冷却液的开关等。它还接收机床操作面板的指令，一方面直接控制机床的动作（如手动操作机床），另一方面将一部分指令送往数控装置，用于加工过程的控制。

(4) 伺服单元。

伺服单元接收来自数控装置的速度和位移指令。这些指令经伺服单元变换和放大后，通过驱动装置转变成机床进给运动的速度、方向和位移。因此，伺服单元是数控装置与机床本体的联系环节，它把来自于数控装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。伺服单元分为主轴单元和进给单元等，伺服单元就其系统而言又有开环系统、半闭环系统和闭环系统之分。

(5) 驱动装置。

驱动装置把经过伺服单元放大的指令信号变为机械运动,通过机械连接部件驱动机床工作台,使工作台精确定位或按规定的轨迹做严格的相对运动,加工出形状、尺寸与精度符合要求的零件。目前常用的驱动装置有直流伺服电机和交流伺服电机,且交流伺服电机正逐渐取代直流伺服电机。

伺服单元和驱动装置合称为伺服驱动系统,它是机床工作的动力装置,计算机数控装置的指令要靠伺服驱动系统付诸实施,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(主要是进给系统的速度控制和位置控制)。伺服驱动系统是数控机床的重要组成部分。从某种意义上说,数控机床的功能主要取决于数控装置,而数控机床的性能主要取决于伺服驱动系统。

(6) 机床本体。

机床本体即数控机床的机械部件,包括主运动部件、进给运动执行部件(工作台、拖板及其传动部件)和支承部件(床身、立柱等),还包括具有冷却、润滑、转位和夹紧等功能的辅助装置。加工中心类的数控机床还有存放刀具的刀库、交换刀具的机械手等部件,数控机床机械部件的组成与普通机床相似,由于数控机床的高速度、高精度、大切削用量和连续加工的要求,其机械部件在精度、刚度、抗振性等方面的要求更高。

此外,为保证数控机床功能的充分发挥,还有一些辅助系统,如冷却、润滑、液压(或气动)、排屑、防护系统等。

二、FANUC 数控系统简介

FANUC 公司是专门从事生产数控装置及工业机器人的著名厂家,该公司自 20 世纪 50 年代末期生产数控系统以来,陆续生产了 40 多个系列的数控系统,特别是 20 世纪 70 年代中期开发出 FS5、FS7 系统以后,所生产的数控系统都是 CNC 结构的。20 世纪 80 年代, FANUC 公司生产的较有代表性的数控系统是 F6 和 F11。目前,主要产品有 F0 和 F15 系列。FANUC 数控系统结构、性能特点综述如下。

(1) F6 系列采用大板结构,上面插有电源模块、存储器板等小板。该 CNC 系列为多微处理器控制系统,其 CNC、PMC 和图形显示等硬件所用的 CPU 均为 8086。

(2) F11 系列主板也是采用大板结构,它也是一种多微处理器控制系统,其 CPU 为 68000。

在控制线路中采用下列专用大规模集成电路: BAC (总线仲裁控制器)、IOC (输入输出控制器)、MB87103 (位置控制芯片)、OPC (操作面板控制器)以及 SSU (系统支持单元)。在系统中还采用了 4M 位大容量磁泡存储器、大容量 I/O 模块、A/D 和 D/A 模块以及 ATC (自动刀具交换装置)和 APC (自动托盘交换装置)控制用定位模块。CNC 系统和操作面板、I/O 单元之间采用光缆连接,从而使连接简单,抗干扰能力提高。

(3) F15 系列是一种模块化、多总线结构的微处理器控制系统,也被称为 AI (人工智能)CNC,其 CPU 采用 32 位的 68020。F15 系列中有 F15-MA、F15-TA、F15-TF、F15-TTA 及 F15-TTF 等规格,它们具有下述特点:

①在插补功能上除了具有直线、圆弧、螺旋线插补外,还具有假想轴插补、极坐标插补、圆柱面插补、指数函数插补、渐开线插补及样条插补等多种;

②在补偿功能方面,具有螺距误差补偿、丝杠反向间隙补偿、坡度补偿、线性度补偿以及各种刀具补偿;

③在切削进给加/减速功能方面,具有插补前直线加/减速、插补后直线加/减速以及插补后钟形加/减速等多种加/减速功能;

④在故障诊断方面引进了专家系统,即采用了人工智能查找故障原因。

(4) F0/F00/F0-Mate 系列。这是目前在中国市场上销售量最大的一种系统,它采用了高速 32 位微处理器的高性能 CNC。F0 系列有多种规格。其中 F0-MD 和 F0-TD 是在 F0-MA 及 F0-TA 的基础上简化而成的,所以大家也称它为简易型数控系统。由于它们价格较低,所以被大量用于数控车床及数控铣床。F0 系列数控系统具有下述特点:

①本系统是一种小型高精度、高性能的软件固定型 CNC。这不仅提高了系统可靠性,还提高了系统的性能价格比;

②为了便于系统的维修,内部具备多种自诊断功能,并能分类显示 CNC 内部状态。一旦发生故障,报警指示灯立即发亮,并使 CNC 停止工作。同时在 CRT 上可分类显示出故障详细内容。在 CRT 显示器上,可显示出从 CNC 输出或向 CNC 输入的接通、关断信号,通过 MDI (手动数据输入),能以“位”为单位接通、关断从 CNC 输出的接通、关断信号;

③可用 CRT 显示检查数控系统的快速进给速度、加/减速时间常数等各种参数设定值;

④由于采用了高速微处理器的数字式交流伺服系统,无漂移影响,实现了高速、高精度的控制。

下面介绍 BEIJING-FANUC 0 系统的 CNC 单元硬件结构。北京发那科机电有限公司向 FANUC 公司购买印制板组装生产 CNC 单元。BEIJING-FANUC 0 系统采用了许多由富士通公司制造的高度集成的专用功能芯片,其 BEIJING-FANUC 0 系统的 CNC 单元为大板结构。基本配置有主印制电路板 (PCB)、存储器板、I/O 板、伺服轴控制板和数控电源板。

各板插在主板上,与 CPU 的总线相连。

①主板。主 CPU 在该板上。主 CPU 用于系统主控,原来用 80386,后来改用 80486/DX2。

此外,显示的 CRT 控制也集成在该板上。

②存储器板。该板上有:

系统的控制软件 ROM (共 5 片)。系统可控制车床 (O-T 系统)、铣床 (镗床、钻床) 及加工中心 (O-M 系统)、磨床 (O-G 系统)、冲床 (O-P 系统)。不同类型的机床,系统软件不同;

伺服控制软件 ROM 1 片;

PMC-L 的 ROM 芯片 2 片,用于存储机床的强电控制逻辑程序;

RAM 芯片,用于寄存 CPU 的中间运算数据,根据需要安装;

CMOS RAM,用于存储系统和机床参数,零件加工程序。根据用户要求配置,最大可为 128 KB。CMOS RAM 与 4.5V 电池相连,关机时也可保存信息。

③I/O板。该板是CNC单元与机床强电柜的接口。接收或输出24V直流信号,由PMC实施输入输出控制。I/O点数可根据机床的复杂程度选择。标准配置为104个输入点,72个输出点。

④进给伺服控制板。BEIJING-FANUC0系统全部用数字式交流伺服控制。其控制板装在CNC单元内,插在主板上,即CNC单元与进给伺服为一体化设计。伺服板上有两个CPU(TMS320),用于伺服的数字控制。每个CPU控制两个轴,一块板可控制4个轴。该板接受主CPU分配的伺服控制指令,输出6个相位各差60°的脉宽调制信号(每轴),加于各轴的伺服驱动器的功率放大器上。

0-D系统为4轴(最大配置)控制,4轴联动,只用一块伺服板。0-C最多可控制6个轴,控制6个轴时需两块板。

⑤电源。主要提供5V和24V直流电源。5V直流电源用于各板的供电,24V直流电源用于单元内继电器控制。

除上述这些板外,还有图形控制板、PMC-M板、远程缓冲器(REMOTE BUFFER)板。用户可根据要求选订这些板。

(5) F-20系列是继0系列之后开发的系统,适合于一般的数控铣床和车床。它的特点是:具有高效的手动操作能力,在手动方式下具有引导功能,能用手轮操作加工圆弧、斜线,而且能将手轮操作的过程存储和再生。这将大大提高批量加工能力。另外,数控程序也很容易用示教功能建立起来,在示教画面直接操作,能很快编制出简单加工程序。

(6) F-16/18系列及F-160/180系列是专门为工厂自动化设计的数控系统,是目前国际上工艺与性能最先进的数控系统之一,在我国应用的较新规格相应数控系统是FOi-A系列。它们具有以下特点。

①采用超大规模集成电路。系统的开发与微机芯片发展同步,采用了超大规模集成芯片,如CPU为80486,66MHz主频,机床强电的控制程序和零件加工程序存储在存储芯片和存储器卡中。用户可方便地修改、调整PMC程序,并省去了EPROM的写入设备。加工程序、系统参数、机床参数均可存入存储卡,更换与操作极为方便。为了提高系统的运行速度和处理能力,采用了64位的RISC芯片,与80486并行运行。伺服进给使用了32位数字信号处理器,除了通用芯片外,FANUC公司还开发了专用超大规模逻辑电路的芯片。如:地址译码和锁存,位置反馈信号的处理,细插补、位置误差的比较与误差的脉宽调制,串行数值信号的处理与数据传送,电子手轮信号的处理等20余种,大大地提高了系统的可靠性,缩小了系统的体积。

②立体化、高密度的元件安装。上面提到的超大规模集成芯片均为表面安装方式,而且全部元件均采用立体化的安装方式(这是日本FANUC公司的专利技术)。印制线路板除主板外,均按物理功能分成小模板,根据用户的要求和系统的规模分别插在主板上,方便系统扩展和维修,简化了系统的总体设计。

③采用超薄型液晶显示器。它是一个213.36mm(8.4in)或241.3mm(9.5in)彩色液晶显示器。可以说是色彩丰富、清晰度高、小型化的显示器,非常适于图形显示。

④可靠性高。数控系统所用的元件,全部经过严格的耐老化试验和筛选。印制线路板上的元件、部件的插装、焊接及系统组装全部自动化。产品经温升、高压、欠压等检

验处理, 产品出厂前还经过高温连续运行试验, 因此产品质量可靠。

⑤系统功能强。这表现在两个方面:

高速、高精度。系统采用了 64 位的 RISC 处理器, 与 80486 协调工作, 大大提高了数据的处理能力。另外, 也提高了系统的分辨率 (可达 $0.1\mu\text{m}$)。系统具有超前预测控制功能, 可实现微小程序段 (即距离移动) 的连续轮廓的高速加工, 且加工误差小, 适合于复杂的立体型面的模具加工;

有多种特殊曲线的插补功能。如: 渐开线、抛物线、指数函数曲线、圆弧螺纹、多头螺纹、变螺距螺纹、锥螺纹、端面螺纹、柱面体型槽、极坐标插补等, 并有多种固定加工循环。

⑥系统内可以集成通用微机板。可使用 MS-DOS 和 WINDOWS 操作系统, 可共享 IBM 微机的应用软件。在此基础上, FANUC 公司还开发了 MMC 人机会话功能, 方便了系统的操作、诊断与维修; 系统具有操作历史和报警历史的记忆与显示, 伺服波形图的显示, 还有 Help 功能, 该功能实际上是一个用于系统维护的专家系统, 当出现报警和故障时, 提示操作和维修人员应采用的处理措施。

⑦高速 PMC。该 PMC 基本指令的执行时间为每步 $0.1\mu\text{s}$, 梯形图最高可达 24000 步。它由一个独立的 32 位微处理器处理, 可直接在系统的操作面板上编制梯形图, 也可用 PC 机 (如 IBM) 编制, 然后通过串行口在 CNC 系统上调试 PMC 程序。调好的程序不必用 EPROM 写入器写入, 可直接存入闪存存储器中, 另外, 也可用 C 语言写 PMC 程序。FANUC 公司还在此系统上开发了显示 PMC 程序的流程图软件。

⑧多种在机编程方法。如菜单编程、图形会话编程 (Super CAP)、符号图形编程 (Symbolic CAP) 以及示教编程。

⑨高精度、智能型数字式交流伺服系统的应用。新型的交流伺服电动机具有体积小、转矩/惯量比大、加速快、磁极结构特殊以及运行平稳的特点。伺服电动机即使在极低转速下, 满负荷运行, 转速脉动率也小于 1%, 而伺服单元的伺服控制采用单独的 32 位数字信号处理器控制, 根据现代控制理论, 设计成具有预测控制、前馈控制、控制观测器、电子式电流最佳控制 (即 HRV 控制) 等功能。位置脉冲编码器为每转 65536 个脉冲, 可用增量式或绝对式位置编码器, 还可实现双位置环反馈。

⑩智能型高效率数字式交流主轴系统的应用。采用 α 系列的主轴电动机, 它具有输出功率大、恒功率范围宽以及加速快等特点。控制系统采用 32 位高速信号处理器控制, 通过高速串行接口与 CNC 交换数据。它实际上也是一个位置闭环控制系统, 除能调节转速外, 还可实现主轴径向的任意位置定位, C 轴的轮廓控制, 双主轴的精确同步, 并具有非正常负载的检测功能, 可检测出刀具的折断、磨损和加工中的负载故障。

⑪联网功能。F-16/18 系统既可单机运行, 也可通过接口与个人计算机相连, 由计算机控制加工, 实现信息传递。该系统还可通过 I/O Link (串行口) 接入多种设备, 如机器人、运动控制器、强电设备等, 组成柔性线的基本单元。另外, 经 DNC1 或 DNC2 接口可与 Cell Controller 连接, 也可接以太网, 由主机控制, 实现车间的自动化。FANUC 公司自动化工厂已有多条柔性线在运行, 用于自己产品的生产。

而 F-160/180 系列是在 F-16/18 系列的基础上开发出来的, 它提供了一个开放系统接口, 如与 IBM PC 兼容功能, 便于用户实现具有个性化的功能。

三、数控机床故障诊断及维护的特点

按照数控机床产生故障频率的高低,数控机床的整个使用寿命期大致可分为三个阶段,即初始使用故障期、相对稳定运行期以及寿命终了期。

1. 初始使用故障期

从整机安装调试后,开始运行半年至一年期间,故障频率较高,一般无规律可寻。从机械角度看,在这段时期里,主机虽然经过了试生产磨合,但由于零件的加工表面还存在着微观和宏观的几何形状偏差,在完全磨合前,表面还较粗糙;部件在装配中还存在着形位误差,在机床使用初期可能引起较大的磨合磨损,使机床相对运动部件之间产生过大间隙。另外,由于新的混凝土地基的内应力还未平衡和稳定,也使机床产生某些精度偏差。从电气角度看,数控机床控制系统及执行部件使用大量的电子电力器件,这些元件和装置在制造厂虽然经过严格筛选和整机考机等处理,但在实际运行时,由于交变负荷及电路开、关的瞬时“浪涌”电流和反电动势等的冲击,使某些元器件经受不起初期冲击,因电流或电压击穿而失效,致使整个设备出现故障。一般来说,在这个时期,电气、液压和气动系统故障发生率较高,为此,要加强对机床的监测,定期对机床进行机电调整,以保证设备各种运行参数处于技术规范之内。

2. 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后,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,所以,在这个时期内要坚持做好设备运行记录,以备排除故障时参考。同时,要坚持每隔6个月对设备做一次机电综合检测和校核。这个时期内,机电故障发生率小,且大多数可以排除。相对稳定运行期较长,一般为7~10年。

3. 寿命终了期

机床进入寿命终了期后,各类元器件开始加速磨损和老化,故障率开始逐年递增,故障性质属于渐发性和器质性的。例如橡胶件的老化,轴衬和液压缸的磨损,限位开关接触灵敏度以及某些电子元器件品质因素开始下降等,大多数渐发性故障具有规律性,在这个时期内,同样要坚持做好设备运行记录,所发生的故障大多数是可以排除的。

由于数控机床属于技术密集型和知识密集型的设备,因此,对它的维护和故障诊断,既有常规的方法和手段,又有专门的技术和检测手段。故障诊断时往往不能单纯地从机械方面或电气方面来考虑,而必须进行综合全面地分析。

四、数控机床常见故障的分类

数控机床发生故障的原因很复杂,为方便分析和处理故障,按故障性质及故障原因等对常见故障大致分为以下几类。

1. 机械故障与电气故障

数控机床常见的机械故障主要有:机械传动故障与导轨运动摩擦过大。故障表现为传动噪声大,加工精度差,运行阻力大。例如:轴向传动链的挠性联轴器松动,齿轮、丝杠与轴承缺油,导轨塞铁调整不当,导轨润滑不良以及系统参数设置不当等原因均可