



■ 全国中等职业技术学校数控加工专业教材 ■

QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO SHUKONG JIAGONG ZHUANYE JIAOCAI

数控机床电气控制系统 及其故障诊断与维修



中国劳动保障出版社

全国中等职业技术学校数控加工专业教材

数控机床电气控制系统及 其故障诊断与维修

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气控制系统及其故障诊断与维修/韩鸿鸾主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2008

全国中等职业技术学校数控加工专业教材

ISBN 978-7-5045-7011-6

I. 数… II. 韩… III. ①数控机床-电气控制系统-故障诊断-专业学校-教材②数控机床-电气控制系统-故障修复-专业学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 084068 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.25 印张 521 千字

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

定价: 34.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

随着数控加工技术迅速发展和普及,企业对数控加工技能人才的知识和能力结构以及相应的职业教育和培训提出了更高、更新的要求。为适应这一形势,更好地满足全国中等职业技术学校数控加工专业教学的需要,我们根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《数控加工专业教学计划与教学大纲》,在广泛调研的基础上,组织行业专家、职业教育研究人员、学校一线教师共同开发了中等职业技术学校数控加工专业教材。

本套教材主要包括:《数控加工工艺编程与操作(FANUC系统车床分册)》《数控加工工艺编程与操作(FANUC系统铣床与加工中心分册)》《数控加工工艺编程与操作(SIEMENS系统车床分册)》《数控加工工艺编程与操作(SIEMENS系统铣床与加工中心分册)》《数控加工工艺编程与操作(国产数控系统车床分册)》《数控加工工艺编程与操作(国产数控系统铣床与加工中心分册)》《CAD/CAM基础与实训(CAXA)》《CAD/CAM基础与实训(Mastercam)》《数控机床机械系统及其故障诊断与维修》《数控机床电气控制系统及其故障诊断与维修》《模具结构与制造》等。

在本套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下几个原则:

在教材体系构建方面,充分考虑各个学校教学条件和设备选型的差异,力求满足学校对数控系统和仿真软件的个性化需求。如针对数控加工工艺教学,按照车床、铣床(加工中心)两个系列,分别编写适合FANUC、SIEMENS和国产数控系统教学的6本教材;针对仿真教学,选取CAXA和Mastercam两种最常用的软件分别编写《CAD/CAM基础与实训(CAXA)》《CAD/CAM基础与实训(Mastercam)》。此外,考虑到各校在专业课程设置上会有某些差异,我们还开发了《数控机床机械系统及其故障诊断与维修》和《数控机床电气控制系统及其故障诊断与维修》,为学校拓展数控加工专业课程设置创造了条件。

在教材编写模式方面,力求反映先进的教学理念,突出理论实训一体化教学的原则。根据任务驱动的先进教学理念,对教材内容进行重组,以典型零件的生产为载体,有机融入理论知识和操作技能。同时,在教材中尽可能多地采用图片、照片以及步骤清晰的操作流程,这样既再现了工作岗位的情境,又激发了学生的学习兴趣。

在教材内容安排方面,根据国家职业标准《数控车工》《数控铣工》《加工中心操作工》《数控机床装调维修工》,以及企业对数控加工人员的岗位要求,以够用实用为度,删除“繁

难偏旧”的理论知识，加大技能训练环节教学内容的编写力度。

在教材配套和服务方面，力求满足教师和学生需求。6本编程教材均配有练习指导，并按照应知和应会两部分内容编写，一方面梳理知识，提供更多的例题解析，另一方面设计了大量练习，帮助学生复习巩固所学知识。此外，教材中涉及的程序均制作成素材包，可以从中国劳动社会保障出版社网站 www.class.com.cn 下载。

本套教材的编写得到江苏、浙江、广东、山东、四川、河南、河北、福建等省劳动和社会保障厅及有关学校的大力支持，在此我们表示诚挚的谢意。

《数控机床电气控制系统及其故障诊断与维修》是为配合学校开展数控机床维修教学开发的专业教材，主要包括：数控机床的维修与维修管理、数控机床 PLC 及强电部分的故障诊断与维修、伺服系统故障诊断与维修、数控系统的故障诊断与维修、检测系统的故障诊断与维修等。全书以理论先进、内容实用、应用可操作为原则，结构清晰完整，图文配合紧密，利教便学。

本书由韩鸿鸾主编，孙明旗、姜义、宋吉红、李传伟、崔兆华、李长军参加编写；叶伯生主审。

劳动和社会保障部教材办公室

2008年3月

《数控机床电气控制系统及其故障诊断与维修》

参 考 学 时

章节内容	总学时	讲授	训练
第一章 数控机床的维修与维修管理	18	12	6
第一节 数控机床的维修管理		1	
第二节 数控机床的故障与可靠性		2	
第三节 数控机床的故障诊断		3	
第四节 数控机床的修理		2	
第五节 数控机床维修常用的工具与仪器		4	6
第二章 数控机床 PLC 及强电部分的故障诊断与维修	66	28	38
第一节 概述		1	
第二节 数控机床用 PLC 指令简介		3	
第三节 PLC 在数控机床的应用		10	6
第四节 FANUC 系统上 PMC 的故障诊断与维修		4	10
第五节 SIEMENS 系统上 PLC 的故障诊断与维修		4	10
第六节 其他数控系统中 PLC 的应用		2	4
第七节 数控机床强电电路的分析		2	8
第八节 数控机床的抗干扰技术		2	
第三章 伺服系统故障诊断与维修	56	20	36
第一节 伺服系统简介		2	
第二节 FANUC 主轴伺服系统		4	4
第三节 FANUC 进给伺服系统		5	4
第四节 FANUC 伺服系统故障诊断与排除实例		1	10
第五节 SIEMENS 主轴伺服系统		4	4
第六节 SIEMENS 进给伺服系统		3	4
第七节 SIEMENS 伺服系统故障诊断与排除实例		1	10
第四章 数控系统的故障诊断与维修	40	16	24
第一节 数控系统简介		2	
第二节 FANUC 数控系统的硬件及其故障维修		2	4
第三节 SIEMENS 数控系统的硬件及其故障维修		2	4
第四节 华中数控系统的硬件及其故障维修		2	4
第五节 FANUC 系统的软件及其故障维修		4	4
第六节 SIEMENS 数控系统的软件及其故障维修		2	4
第七节 华中数控系统的软件及其故障维修		2	4
第五章 检测系统的故障诊断与维修	20	8	12
第一节 概述		1	
第二节 常用检测元件		3	4
第三节 检测系统的故障诊断与排除		4	8
总计	200	84	116

目 录

第一章 数控机床的维修与维修管理	(1)
第一节 数控机床的维修管理.....	(1)
第二节 数控机床的故障与可靠性.....	(5)
第三节 数控机床的故障诊断.....	(12)
第四节 数控机床的修理.....	(29)
第五节 数控机床维修常用的工具与仪器.....	(38)
思考与练习.....	(57)
第二章 数控机床 PLC 及强电部分的故障诊断与维修	(58)
第一节 概述.....	(58)
第二节 数控机床用 PLC 指令简介	(61)
第三节 PLC 在数控机床的应用	(70)
第四节 FANUC 系统上 PMC 的故障诊断与维修	(96)
第五节 SIEMENS 系统上 PLC 的故障诊断与维修	(116)
第六节 其他数控系统中 PLC 的应用	(133)
第七节 数控机床强电电路的分析.....	(139)
第八节 数控机床的抗干扰技术.....	(149)
思考与练习.....	(157)
第三章 伺服系统故障诊断与维修	(159)
第一节 伺服系统简介.....	(159)
第二节 FANUC 主轴伺服系统.....	(163)
第三节 FANUC 进给伺服系统.....	(179)
第四节 FANUC 伺服系统故障诊断与排除实例.....	(212)
第五节 SIEMENS 主轴伺服系统	(217)
第六节 SIEMENS 进给伺服系统	(229)

第七节 SIEMENS 伺服系统故障诊断与排除实例	(241)
思考与练习	(243)
第四章 数控系统的故障诊断与维修	(244)
第一节 数控系统简介	(244)
第二节 FANUC 数控系统的硬件及其故障维修	(254)
第三节 SIEMENS 数控系统的硬件及其故障维修	(274)
第四节 华中数控系统的硬件及其故障维修	(282)
第五节 FANUC 系统的软件及其故障维修	(294)
第六节 SIEMENS 数控系统的软件及其故障维修	(322)
第七节 华中数控系统的软件及其故障维修	(329)
思考与练习	(341)
第五章 检测系统的故障诊断与维修	(342)
第一节 概述	(342)
第二节 常用检测元件	(343)
第三节 检测系统的故障诊断与排除	(352)
思考与练习	(363)

第一章 数控机床的维修与维修管理

第一节 数控机床的维修管理

数控机床是现代化企业进行生产的一种重要物质基础，是完成生产过程的重要技术手段。就目前的使用情况而言，数控机床的维修率仍然居高不下，即便美国等使用情况较好的国家，其平均无故障时间也仅六成左右，即有四成左右的时间是维修或闲置。造成需要维修的原因是多方面的，其中由使用问题引起的居多。因此，强化管理是关键。“防”与“治”的结合是解决“使用难、维修难”的唯一途径。

一、数控机床的管理

一个企业为了提高生产能力，不仅需要拥有先进的技术装备，同时对装备也要合理地使用、维护、保养和及时地检修，保持其良好的技术状态，才能达到充分发挥效率、增加生产量的目的。数控机床在使用中随着时间的推移，电子器件的老化和机械部件的疲劳也随之加重，设备故障有可能接踵而来。因而数控机床的修理工作量也随之加大，设备维修的费用在生产支出中可能就要增加。随着现代化程度的提高，各种数控机床的结构越来越复杂，操作与维修的难度也随之提高，维修的技术要求、维修工作量、维修费用都会随着提高。因此，必须不断改善数控机床管理工作，合理配置、正确使用、精心保养和及时修理，才能延长有效使用时间，减少停机，以获得良好的经济效益，体现先进技术的经济意义。

1. 数控机床管理的任务及内容

数控机床的管理要规范化、系统化并具有可操作性。数控机床管理工作的任务概括为“三好”，即“管好、用好、修好”。

(1) 管好数控机床 企业经营者必须管好本单位所拥有的数控机床，即掌握数控机床的数量、质量及其变动情况，合理配置数控机床。严格执行关于设备的移装、调拨、借用、出租、封存、报废、改装及更新的有关管理制度，保证财产的完整齐全，保持其完好和价值。操作工必须管好自己使用的机床，未经上级批准不准他人使用，杜绝无证操作现象。

(2) 用好数控机床 企业管理者应教育本部门工人正确使用和精心维护数控机床，安排生产时应根据机床的能力，不得有超性能和拼设备之类的短期化行为。操作工必须严格遵守操作维护规程，不超负荷使用及采取不文明的操作方法，认真进行日常保养，使数控机床保持“整齐、清洁、润滑、安全”。

(3) 修好数控机床 车间安排生产时应考虑和预留计划维修时间，防止带病运行。操作工要配合维修工修好设备，及时排除故障。要贯彻“预防为主，养为基础”的原则，实行计

划预防修理制度。广泛采用新技术、新工艺，保证修理质量，缩短停机时间，降低修理费用，提高数控机床的各项技术经济指标。

数控机床管理工作的主要内容可以归纳为：正确使用、计划预修、搞好日常管理等。

2. 数控机床使用的初期管理

(1) 使用初期管理的含义

数控机床使用初期管理是指数控机床在安装试运转后投产到稳定生产这一时期（一般约半年左右）对机床的调整、保养、维护、状态监测、故障诊断，以及操作、维修人员的培训教育，维修技术信息的收集、处理等全部管理工作。其目的是：

1) 使安装投产的数控机床能尽早达到正常稳定的良好技术状态，满足生产产品质量和效率的要求。

2) 通过生产验证可及时发现数控机床从规划、选型、安装、调试至使用初期出现的各种问题，尤其是对数控机床本身的设计、制造中的缺陷和问题，通过信息反馈，以促进数控机床设计、制造质量的提高和改进数控机床选型、购置工作，并为今后的数控机床规划决策提供可靠依据。

(2) 使用初期管理的主要内容

1) 做好初期使用中的调试，以达到原设计预期功能。

2) 对操作、维修工人进行使用维修技术的培训。

3) 观察机床使用初期运行状态的变化，做好记录与分析。

4) 查看机床结构、传动装置、操纵控制系统的稳定性和可靠性。

5) 跟踪加工质量、性能是否能达到设计规范和工艺要求。

6) 考核机床对生产的适用性和生产效率情况。

7) 考核机床的安全防护装置及能耗情况。

8) 对初期发生故障部位、次数、原因及故障间隔期进行记录分析。

9) 要求使用部门做好实际开动台时、使用条件、零部件损伤和失效的记录，对典型故障和零部件的失效进行分析，提出对策。

10) 对发现机床原设计或制造的缺陷，采取改善维修的措施。

11) 对使用初期的费用、效果，进行技术经济分析和评价。

12) 将使用初期所收集的信息及分析结果向有关部门反馈。

数控机床使用部门及其维修单位，对新投产的机床要做好使用初期运行情况记录，填写使用初期信息反馈记录表，送交设备管理部门，并由设备管理部门根据信息反馈和现场核查作出设备使用初期技术状态鉴定表，按照设计、制造、选型、购置、安装调试等方面分别向有关部门反馈，以改进今后的工作。

3. 数控机床的使用要求

(1) 技术培训

为了正确合理地使用数控机床，操作工在独立使用设备前，必须经过对数控机床应有、必要的基本知识和技术理论及操作技能的培训，并且在熟练技师指导下，实际上机训练，达到一定的熟练程度。同时要参加国家职业资格考核鉴定，经过鉴定合格并取得资格证后，

方能独立操作所使用数控机床。严禁无证上岗操作。

技术培训、考核的内容包括：数控机床的结构性能、工作原理、传动装置，数控系统技术特性、金属加工技术规范、操作规程、安全操作要领、维护保养事项、安全防护措施、故障处理原则等。

(2) 实行定人定机持证操作

数控机床必须由经考核合格持职业资格证书的操作工担任操作，严格实行定人定机和岗位责任制，以确保正确使用数控机床和落实日常维护工作。多人操作的数控机床应实行机长负责制，由机长对使用和维护工作负责。公用数控机床应由企业管理者指定专人负责维护保管。数控机床定人定机名单由使用部门提出，报设备管理部门审批，签发操作证；精、大、稀、关键设备定人定机名单，设备部门审核报企业管理者批准后签发。定人定机名单批准后，不得随意变动。对技术熟练能掌握多种数控机床操作技术的工人，经考试合格可签发操作多种数控机床的操作证。

(3) 建立使用数控机床的岗位责任制

1) 数控机床操作工必须严格按“数控机床操作维护规程”“四项要求”“五项纪律”的规定正确使用与精心维护设备。

2) 实行日常点检，认真记录。做到班前正确润滑设备；班中注意运转情况；班后清扫擦拭设备，保持清洁，涂油防锈。

3) 在做到“三好”要求下，练好“四会”基本功，搞好日常维护和定期维护工作；配合维修工人检查修理自己操作的设备；保管好设备附件和工具，并参加数控机床修后验收工作。

4) 认真执行交接班制度，填写好交接班及运行记录。

5) 发生设备事故时，立即切断电源，保持现场，及时向生产工长和车间机械员（师）报告，听候处理。分析事故时应如实说明经过。对违反操作规程等造成的事故应负直接责任。

(4) 建立交接班制度

连续生产和多班制生产的设备必须实行交接班制度。交班人除完成设备日常维护作业外，必须把设备运行情况和发现的问题，详细记录在“交接班簿”上，并主动向接班人介绍清楚，双方当面检查，在交接班簿上签字。接班人如发现异常或情况不明，记录不清时，可拒绝接班。如交接不清，设备在接班后发生问题，由接班人负责。

企业对在用设备均需设“交接班簿”，不准涂改撕毁。区域维修部（站）和机械员（师）应及时收集分析，掌握交接班执行情况和数控机床技术状态信息，为数控机床状态管理提供资料。

(5) 操作工使用数控机床的基本功和操作纪律

1) 数控机床操作工“四会”基本功

①会使用 操作工应先学习数控机床操作规程，熟悉设备结构性能、传动装置，懂得加工工艺和工装工具在数控机床上的正确使用。

②会维护 能正确执行数控机床维护和润滑规定，按时清扫，保持设备清洁完好。

③会检查 了解设备易损零件部位,知道完好检查项目、标准和方法,并能按规定进行日常检查。

④会排除故障 熟悉设备特点,能鉴别设备正常与异常现象,懂得其零部件拆装注意事项,会做一般故障调整或协同维修人员进行排除。

2) 维护使用数控机床的“四项要求”

①整齐 工具、工件、附件摆放整齐,设备零部件及安全防护装置齐全,线路管道完整。

②清洁 设备内外清洁,无“黄袍”,各滑动面、丝杠、齿条、齿轮无油污,无损伤;各部位不漏油、漏水、漏气,铁屑清扫干净。

③润滑 按时加油、换油,油质符合要求;油枪、油壶、油杯、油嘴齐全,油毡、油线清洁,油窗明亮,油路畅通。

④安全 实行定人定机制度,遵守操作维护规程,合理使用,注意观察运行情况,不出安全事故。

3) 数控机床操作工的“五项纪律”

①凭操作证使用设备,遵守安全操作维护规程。

②经常保持机床整洁,按规定加油,保证合理润滑。

③遵守交接班制度。

④管好工具、附件,不得遗失。

⑤发现异常情况,立即通知有关人员检查处理。

二、数控机床的维修管理

1. 选择合理的维修方式

设备维修方式可以分为事后维修、预防维修、改善维修、预知维修或状态维修等。如果从修理费用、停产损失、维修组织和维修效果等方面衡量,每一种维修方式都有它的优点和不足。选择最佳的维修方式,可用最少的费用取得最好的修理效果。按规定进行日常维护、保养,可大大降低故障率。

2. 建立专业维修组织和维修协作

有些企业的数控机床一旦出现故障,就去请国外的专家上门维修,不但加重了企业负担,还延误了生产。因此,有一定数量数控机床的企业,应建立专业化的维修机构,如数控设备维修站或维修中心。这些机构应由具有机电一体化知识及较高素质的人员负责,维修人员应由电气工程师、机械工程师、机修钳工、电工和数控机床操作人员组成,企业领导应保护维修人员的积极性,提供业务培训的条件,保持维修人员队伍的稳定。为了更好地开展工作,对维修站、维修中心配备必要的技术手册、工具器具及测试仪器。

目前,国内拥有的数控机床千差万别,它们的硬件、软件配置不尽相同,数控系统几乎包括了世界上所有类型,这就给维修带来了很大的困难。建立维修协作网,特别是尽量与使用同类数控机床的单位建立友好联系,在资料的收集、备件的调剂、维修经验的交流、人员的相互支援上互通有无,取长补短,大力协作,这对数控机床的使用和维修能起到很好的推

动作用。

3. 备件国产化

进口数控机床维修服务及备件供应不及时,向国外购买备件价格贵,渠道不畅通。因此,除建立一些备件服务中心外,使备件国产化是非常重要的。

三、数控机床的保养

正确合理地使用数控机床,是数控机床管理工作的重要环节。数控机床的技术性能、工作效率、服务期限、维修费用与数控机床是否正确使用有密切的关系。正确地使用数控机床,还有助于发挥设备技术性能,延长两次修理的间隔,延长设备使用寿命,减少每次修理的劳动量,从而降低修理成本,提高数控机床的有效使用时间和使用效果。

操作工除了应正确合理地使用数控机床之外,还必须认真、精心保养数控机床。数控机床在使用过程中,由于程序故障、电气故障、机械磨损或化学腐蚀等原因,不可避免地出现工作不正常现象。例如松动、声响异常等。为了防止磨损过快、故障扩大,必须在日常操作中进行保养。

保养的内容主要有清洗、除尘、防腐及调整等工作,为此,应供给操作工必要的技术文件(如操作规程、保养事项与指示图表等),配备必要的测量仪表与工具。数控机床上应安装防护、防潮、防腐、防尘、防振、降温装置与过载保护装置,为数控机床正常工作,创造良好的工作条件。

为了加强保养,可以制定各种保养制度,根据不同的生产特点,可以对不同类别的数控机床规定适宜的保养制度。但是,无论制定何种保养制度,均应正确规定各种保养等级的工作范围和内容,尤其应区别“保养”与“修理”的界限。否则,容易造成保养与修理的脱节或重复,或者由于范围过宽,内容过多,实际承担了属于修理范围的工作量,难以长期坚持,容易流于形式,而且带来定额管理上与计划管理的诸多不便。

一般来说,保养的主要任务在于为数控机床创造良好的工作条件。保养作业项目不多,简单易行。保养部位大多在数控机床外表,不必解体,可以在不停机、不影响运转的情况下完成,不必专门安排保养时间,每次保养作业所耗物资也很有限。

保养还是一种减少数控机床故障、延缓磨损的保护性措施,但通过保养作业,并不能消除数控机床的磨损损坏,不具有恢复数控机床原有效能的职能。

第二节 数控机床的故障与可靠性

一、数控机床的故障

数控机床的故障是指数控机床丧失了规定的功能,它包括机械系统、数控系统和伺服系统等方面的故障。

数控机床是高度机电一体化的设备,它与传统的机械设备相比,内容上虽然也包括机

械、电气、液压与气动方面的故障，但数控机床的故障诊断和维修侧重于电子系统、机械、气动乃至光学等方面装置的交接点上。由于数控系统种类繁多，结构各异，形式多变，给测试和监控带来了许多困难。

二、数控机床故障产生的规律

与一般设备相同，数控机床的故障率随时间变化的规律可用图 1—1 所示的浴盆曲线（也称失效率曲线）表示。整个使用寿命期，根据数控机床的故障频率大致分为 3 个阶段，即早期故障期、偶发故障期和耗损故障期。

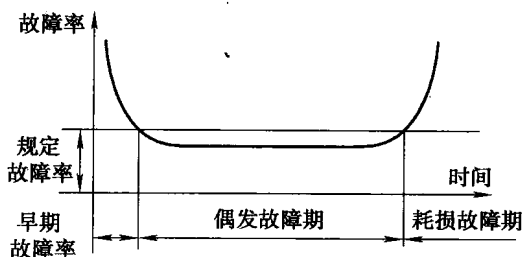


图 1—1 数控机床故障规律（浴盆曲线）

1. 早期故障期

这个时期数控机床故障率高，但随着使用时间的增加迅速下降。这段时间的长短，随产品、系统的设计与制造质量而异，约为 10 个月。数控机床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的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、浪涌电流及反电势的冲击等，使性能较差的某些元器件经不住考验，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，而油雾润滑又不可能立即起作用，造成油缸或气缸可能产生锈蚀。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

数控机床在经历了初期的各种老化、磨合和调整，开始进入相对稳定的偶发故障期——正常运行期。正常运行期约为 7~10 年左右。在这个阶段，故障率低而且相对稳定，近似常数。偶发故障是由于偶然因素引起的。

3. 耗损故障期

耗损故障期出现在数控机床使用的后期；其特点是故障率随着运行时间的增加而升高。出现这种现象的基本原因是数控机床的零部件及电子元器件经过长时间的运行，由于疲劳、磨损、老化等原因，使用寿命已接近完结，从而处于频发故障状态。

三、数控机床故障的分类

1. 按数控机床发生故障的部件分类

(1) 主机故障

数控机床的主机部分主要包括机械、润滑、冷却、排屑、液压、气动与防护等装置。常见的主机故障有：因机械安装、调试及操作使用不当等原因引起的机械传动故障或导轨运动摩擦过大的故障。其表现为传动噪声大，加工精度差，运行有阻力。例如：轴向传动链的挠性联轴器松动，齿轮、丝杠与轴承缺油，导轨镶条调整不当，导轨润滑不良以及系统参数设置不当等原因均可造成以上故障。尤其应引起重视的是，机床各部位标明的注油点（注油孔）须定时、定量加注润滑油（剂），这是机床各传动链正常运行的保证。

另外，液压、润滑与气动系统的故障现象主要是管路阻塞和密封不良，因此，数控机床更应加强治理和根除三漏现象的发生。

(2) 电气故障

电气故障分弱电故障与强电故障。

弱电故障主要指 CNC 装置、PLC 控制器、CRT 显示器以及伺服单元、输入和输出装置等电子电路发生的故障，这部分又有硬件故障与软件故障之分。

硬件故障主要是指上述各装置的印制电路板上的集成电路芯片、分立元件、接插件以及外部连接组件等发生的故障；常见的软件故障有：加工程序出错、系统程序和参数的改变或丢失、计算机运算出错等。

强电故障是指断路器、接触器、继电器、开关、熔断器、电源变压器，电动机、电磁铁、行程开关等电气元件及其所组成的电路发生的故障。这部分的故障特别常见，必须引起足够的重视。

2. 按数控机床发生的故障性质分类

(1) 系统性故障

系统性故障，通常是指只要满足一定的条件或超过某一设定的限度，工作中的数控机床必然会发生故障。这一类故障现象极为常见。例如：液压系统的压力值随着液压回路滤清器的阻塞而降到某一设定参数时，必然会发生液压报警，使系统断电停机；又如：润滑系统由于管路泄漏引起油标下降到使用限值时，必然会发生液位报警，使机床停机；再如：机床加工中因切削量过大达到某一限值时，必然会发生过载或超温报警，致使系统迅速停机。因此，正确地使用与精心维护是杜绝或避免这类系统性故障发生的切实保障。

(2) 随机性故障

随机性故障，通常是指数控机床在同样的条件下工作时偶然发生一次或两次的故障，又称为“软故障”。由于此类故障在各种条件相同的状态下只偶然发生一两次，因此，随机性故障的原因分析与故障诊断较其他故障困难得多。一般而言，这类故障的发生往往与安装质

量、组件排列、参数设定、元器件品质、操作失误与维护不当,以及工作环境影响等诸因素有关。例如:接插件与连接组件因疏忽未加锁定,印制电路板上的元器件松动变形或焊点虚脱,继电器触点、各类开关触头因污染锈蚀以及直流电动机碳刷不良等所造成的接触不可靠等。另外,工作环境温度过高或过低、湿度过大、电源波动与机械振动、有害粉尘与气体污染等原因均可引发此类偶然性故障。因此,加强数控系统的维护检查,确保电气箱门的密封,严防工业粉尘及有害气体的侵袭等,均能避免此类故障隐患的发生。

3. 按故障产生时有无破坏性分类

(1) 破坏性故障

1) 故障产生时会对机床和操作人员造成伤害,导致机床损坏或人身伤害。

2) 有些破坏性故障是人为造成的。

3) 维修人员进行故障诊断时,决不允许重现故障,只能根据现场人员的介绍,经过检查来分析,排除故障。

4) 这类故障的排除技术难度较大且有一定风险,故维修人员应非常慎重。

(2) 非破坏性故障

1) 大多数的故障属于此类故障,这种故障往往通过“清零”即可消除。

2) 维修人员可以重现此类故障,通过现象进行分析、判断。

4. 按故障发生在硬件或软件分类

(1) 软件故障

分为程序编制错误与参数设置不正确两种。它们的特点是:

1) 故障排除比较容易,只要认真检查程序和修改参数就可以解决。

2) 参数的修改要慎重,一定要搞清参数的含义以及与其相关的其他参数,方可改动,否则,顾此失彼还会带来更大的麻烦。

(2) 硬件故障

1) 指只有更换已损坏的器件才能排除的故障,这类故障也称“死故障”。

2) 比较常见的是输入/输出接口损坏,功放元件得不到指令信号而丧失功能。解决方法只有更换接口板与修改 PLC 程序两种。

5. 按故障发生后有无报警显示分类

(1) 有报警显示的故障

这类故障又分为硬件报警显示与软件报警显示两种。

1) 硬件报警显示故障 硬件报警显示通常是指各单元装置上的警示灯(一般由 LED 发光管或小型指示灯组成)的指示。在数控系统中有许多用以指示故障部位的警示灯,如控制操作面板、位置控制印制线路板,伺服控制单元、主轴单元、电源单元等部位,以及光电阅读机、穿孔机等外设装置上常设有这类警示灯。一旦数控系统的这些警示灯指示故障状态后,借助相应部位上的警示灯,均可大致分析判断出故障发生的部位与性质,无疑给故障分析诊断带来极大方便。因此,维修人员日常维护和排除故障时应认真检查这些警示灯的状态是否正常。

2) 软件报警显示故障 软件报警显示通常是指 CRT 显示器上显示出来的报警号和报

警信息。由于数控系统具有自诊断功能,一旦检测到故障,即按故障的级别进行处理,同时在 CRT 上以报警号形式显示该故障信息。这类报警显示常见的有:存储器警示、过热警示、伺服系统警示、运动轴超程警示、程序出错警示、主轴警示、过载警示以及断线警示等。软件报警显示少则几十种,多则上百种,这无疑为故障判断和排除提供了极大的帮助。

上述软件报警有来自 CNC 的,也有来自 PLC 的。前者为数控部分的故障报警,可通过所显示的报警号,对照维修手册中有关 CNC 故障报警信息及原因方面的内容,来确定可能产生该故障的原因。后者,PLC 报警显示由 PLC 的报警信息文本所提供,大多数属于机床侧的故障报警,可通过所显示的报警号,对照维修手册中有关 PLC 故障报警信息、PLC 接口说明以及 PLC 程序等内容,检查 PLC 有关接口和内部继电器状态,确定该故障所产生的原因。通常,PLC 报警发生的可能性要比 CNC 报警高得多。

(2) 无报警显示的故障 这类故障发生时无任何硬件或软件的报警显示,因此,分析诊断难度较大。例如:机床通电后,在手动方式或自动方式运行 X 轴时出现爬行现象,无任何报警显示;又如机床在自动方式运行时突然停止,而 CRT 显示器上无任何报警显示;还有在运行机床某轴时发生异常声响,一般也无故障报警显示等。一些早期的数控系统由于自诊断功能不强,尚未采用 PLC 控制器,无 PLC 报警信息文本,出现无报警显示的故障情况会更多一些。对于无报警显示故障,通常要具体情况具体分析,要根据故障发生的前后变化状态进行分析判断。例如:上述 X 轴在运行时出现爬行现象,首先判断是数控部分故障还是伺服部分故障。具体做法是:在手摇脉冲进给方式中,可均匀地旋转手摇脉冲发生器,同时分别观察、比较 CRT 显示器上 Y 轴、Z 轴与 X 轴进给数字的变化速率。通常,如数控部分正常,一个轴的上述变化速率应基本相同,从而可确定爬行故障是 X 轴的伺服部分或是机械传动所造成。

6. 按故障发生的原因分类

(1) 数控机床自身故障

这类故障的发生是由于数控机床自身的原因引起的,与外部使用环境条件无关。数控机床所发生的绝大多数故障均属此类故障,但也应区别有些故障并非本身而是外部原因所造成。

(2) 数控机床外部故障

这类故障是由于外部原因造成的。例如:数控机床的供电电压过低,波动过大,相序不对或三相电压不平衡;周围的环境温度过高,有害气体、潮气、粉尘侵入;外来振动和干扰,如电焊机所产生的电火花干扰等均有可能使数控机床发生故障。还有人为因素所造成的故障,如操作不当,手动进给过快造成超程报警,自动切削进给过快造成过载报警,又如操作人员不按时按量给机床机械传动系统加注润滑油,易造成传动噪声或导轨摩擦系数过大,而使工作台进给电动机超载。

除上述常见故障分类外,还可按故障发生时有无破坏性来分,可分为破坏性故障和非破坏性故障;按故障发生的部位分,可分为数控装置故障,进给伺服系统故障、主轴系统故障及刀架、刀库、工作台故障等。

7. 按故障发生过程分类

从故障发生的过程来看,数控机床的故障又分为突然故障和渐变故障。