

高等职业教育“十二五”规划教材
机电设备维修与管理专业

数控机床故障诊断 与维修

崔永波 主 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材
机电设备维修与管理专业

数控机床故障诊断与维修

主 编 崔永波
副主编 徐 慧 赵宏立
参 编 伊雪菲
主 审 王育忠



机械工业出版社

本书由数控机床故障诊断与维修基本知识、数控机床典型机械结构和数控机床电气控制三个模块组成,以“项目引领,任务驱动”的教学模式来组织编写体例。每个任务都包含任务学习目标、任务实施过程和理论技能要点等环节,在强调实践性和技能性的同时注重理论知识拓展。在详细阐述数控机床故障诊断与维修的基本知识和典型机械结构以及数控机床电气控制原理的同时,强调数控机床的维修维护知识和技能。数控机床电气控制模块主要讲述了三个国内外主流数控系统——华中世纪星数控系统、FANUC 数控系统和 SINUMERIK 802D 数控系统的原理、PLC、I/O 接口及其综合连接等知识和技能。

本书可作为高职高专院校机电设备维修与管理、机械制造与自动化、数控技术等专业的理论和实训课程的教材,也可作为数控设备装调维修工职业资格鉴定的培训教材以及数控加工编程技术人员参考用书。

本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 注册后下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话:010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修/崔永波主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 2

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-34799-6

I. ①数… II. ①崔… III. ①数控机床—故障诊断—高等职业教育—教材 ②数控机床—维修—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 013720 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:刘良超 责任编辑:刘良超

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·13.5 印张·332 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-34799-6

定价:26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据高职高专人才培养规格以及机械制造与自动化、数控技术等专业毕业生就业岗位（群）的技能要求而编写的。

本书由数控机床故障诊断与维修基本知识、数控机床典型机械结构和数控机床电气控制三个模块组成，以“项目引领，任务驱动”的教学模式来组织编写体例。每个任务都包含任务学习目标、任务实施过程和理论技能要点等环节，在强调实践性和技能性的同时注重理论知识拓展。在详细阐述数控机床故障诊断与维修的基本知识和典型机械结构以及数控机床电气控制原理的同时，强调数控机床的维修维护知识和技能。数控机床电气控制模块主要讲述了三个国内外主流数控系统——华中世纪星数控系统、FANUC 数控系统和 SINUMERIK 802D 数控系统的原理、PLC、I/O 接口及其综合连接等知识和技能。

本书具有如下鲜明特色：

- 1) 以职业能力培养为宗旨，强调知识、技能、方法。
- 2) 全书由数控机床故障诊断与维修基本知识、数控机床典型机械结构和数控机床电气控制三个模块组成，知识脉络清晰，便于读者有选择地学习。
- 3) 采用任务驱动教学模式，注重实践性和技能的培养，在完成任务的同时，进行理论和技能要点的总结，保证知识的扎实性。
- 4) 数控机床电气控制内容涵盖国内外主流数控系统，内容广泛，方便教学单位根据实际条件组织教学。

本书将知识和技能、理论和实际有机结合，符合“工学结合、理实一体”的人才培养模式，全书内容层次递进、深入浅出，符合认知规律。

本书由营口职业技术学院崔永波担任主编并负责统稿，辽宁省交通高等专科学校徐慧和沈阳职业技术学院赵宏立担任副主编，辽宁装备制造职业技术学院伊雪菲担任参编。具体编写分工为：崔永波编写模块一、模块二和模块三的项目二；徐慧编写模块三的项目一；赵宏立、伊雪菲编写模块三的项目三。营口职业技术学院王育忠对全书作了认真的审定，提出了很多宝贵意见。

由于编者水平有限，错误和疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

本书配有电子课件，凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 注册后下载。咨询邮箱：cmpgaozhi@sina.com。咨询电话：010-88379375。

编 者

目 录

前言

模块一 数控机床故障诊断与维修基本

知识 1

项目一 数控机床维修的基本概念 1

项目二 数控机床维护与保养 2

项目三 数控机床的安装与调试 7

项目四 数控机床的验收 10

项目五 数控机床的故障特点与分类 13

项目六 数控系统的故障诊断方法 15

思考题 17

模块二 数控机床典型机械结构 18

项目一 数控机床的组成 18

任务 FA-40M 型加工中心整机拆卸与

装配 19

项目二 主轴结构 22

任务 主轴结构认知及其装配 22

项目三 进给装置 25

任务 进给装置认知及其拆装 26

项目四 自动换刀装置 28

任务 刀库装置认知及其装配 29

思考题 31

模块三 数控机床电气控制 32

项目一 华中世纪星 HNC-21/22 数控系

统原理 32

任务一 华中世纪星 HNC-21/22 数控

装置及接口认知 32

思考题 43

任务二 华中世纪星 HNC-21/22 进给

驱动控制的实现 43

思考题 49

任务三 华中世纪星 HNC-21/22 主轴

控制的实现 49

思考题 59

任务四 华中世纪星 HNC-21/22 参数

设置、修改及备份方法 59

思考题 73

任务五 PLC 在华中世纪星 HNC-21/22

数控系统中的应用 73

思考题 78

项目二 FANUC 数控系统原理 78

任务一 FANUC 数控系统综合连接 78

思考题 81

任务二 FANUC 系统参数设置 82

思考题 87

任务三 机床 I/O 接口的连接与地址

分配的操作 87

思考题 93

任务四 PMC 屏幕界面功能的应用 93

思考题 108

任务五 监控界面和报警信息的应用 108

思考题 117

任务六 数据备份和恢复 117

思考题 122

项目三 SINUMERIK 802D 数控系统的

应用 122

任务一 SINUMERIK 802D 数控系统

硬件连接 122

思考题 128

任务二 SINUMERIK 802D 数控系统

调试 129

思考题 132

任务三 SINUMERIK 802D 数控系统

的操作 132

思考题 144

任务四 SINUMERIK 802D 数据设置

与调整方法 144

思考题	155	控制及故障诊断	176
任务五 SINUMERIK 802D 数据备份		思考题	182
与恢复	155	任务八 SINUMERIK 802D 数控机床	
思考题	160	故障报警与维修	183
任务六 SINUMERIK 802D 驱动系统	160	思考题	209
思考题	176	参考文献	210
任务七 SINUMERIK 802D PLC 典型			

模块一 数控机床故障诊断与维修基本知识

项目一 数控机床维修的基本概念

1. 可靠性

可靠性是体现产品耐用和可靠程度的一种性能，它是在设计时赋予产品的。可靠性的定义是：产品在规定的条件下和规定的时间内，完成规定功能的能力。所谓“规定的条件”是指设计时考虑的环境条件（如温度、压力、湿度、振动、大气腐蚀等）、负荷条件（载荷、电压、电流等）、工作方式（连续工作或断续工作）、运输条件、存储条件及使用维护条件等。不同条件下数控机床的可靠性是不同的。数控机床对上述各种条件的适应性越强，则其可靠性越好。可靠性还是一项时间性质量标准。人们都希望数控机床能够长时间地保持规定的功能，但是随着时间的推移，数控机床的可靠性将越来越低，数控机床只能在某一时限范围内是可靠的，不可能永远可靠。因此数控机床在设计时应规定其时间性指标。

数控机床的可靠性与“规定的功能”有着极密切的联系。“规定的功能”是指数控机床的性能指标，这里所说的“规定功能的完成”是指若干功能的全体，而不是其中一部分。数控机床的可靠性又分为固有可靠性、使用可靠性和环境可靠性三个方面。固有可靠性是指数控机床在设计、制造之后所具有的可靠性。使用可靠性是数控机床在使用和维修过程中表现出来的可靠性。环境可靠性是数控机床在周围环境的影响下所具有的可靠性。固有可靠性是数控机床所能达到的可靠性的最高水平。由于各种因素的影响，数控机床的使用可靠性与其固有可靠性之间会有很大的差距。

2. 衡量可靠性的几个指标

（1）平均无故障时间（Mean Time Between Failures，简称 MTBF） 平均无故障时间是指可修复产品在两次故障之间能正常工作的时间的平均值，也就是产品在寿命范围内总工作时间与总故障次数的比，该时间越长越好。

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

（2）平均修复时间（Mean Time To Restore，简称 MTTR） 平均修复时间是指数控机床在寿命范围内，每次从出现故障开始维修，直至能正常工作所用的平均时间，该时间越短越好。

$$MTTR = \frac{\text{累计修复时间}}{\text{修复次数}}$$

（3）有效度 A 有效度是指一台可维修的数控机床在某一段时间内，维持其性能的概率， A 小于 1，越接近 1 越好。

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

3. 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，数控机床的故障与传统的机械设备故障相比，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。

项目二 数控机床维护与保养

我们知道，数控机床是一种综合应用了计算机技术、自动控制技术、自动检测技术和精密机械设计和制造等先进技术的高新技术产物，是技术密集度及自动化程度都很高的、典型的机电一体化产品。与普通机床相比较，数控机床不仅具有零件加工精度高、生产效率高、产品质量稳定、自动化程度极高的特点，而且它还可以完成普通机床难以完成或根本不能加工的复杂曲面的零件加工，因而数控机床在机械制造业中的地位显得越来越重要。我们甚至可以这样说：在机械制造业中，数控机床的档次和拥有量，是反映一个企业制造能力的重要标志。但是，我们应当清醒地认识到，在企业生产中，数控机床能否达到加工精度高、产品质量稳定、提高生产效率的目标，不仅取决于机床本身的精度和性能，在很大程度上也与操作者在生产中能否正确地对数控机床进行使用和维护保养密切相关。

我们还应当注意到，数控机床维修的概念，不能单纯地理解为在数控系统或者数控机床的机械部分和其他部分在发生故障时，维修人员及时排除和修复，使其尽早投入使用即可，数控机床维修还应包括正确使用和日常保养等工作。

综上所述，只有坚持做好对机床的日常维护保养工作，才可以延长元器件的使用寿命，延长机械部件的磨损周期，防止意外恶性事故的发生，充分发挥数控机床的加工优势，达到数控机床的技术性能，确保数控机床能够正常工作，因此，这无论是对数控机床的操作者，还是对数控机床的维修人员来说，数控机床的维护与保养就显得非常重要，必须高度重视。

1. 数控机床维护与保养的基本要求

我们懂得了数控机床的维护与保养的目的和意义后，还必须明确其基本要求。主要包括：

1) 在思想上要高度重视数控机床的维护与保养工作，数控机床的操作者更应如此，不能只管操作，而忽视对数控机床的日常维护与保养。

2) 提高操作人员的综合素质。数控机床比普通机床的使用难度要大，因为数控机床是典型的机电一体化产品，它牵涉的知识面较宽，即操作者应具有机械、电气、液压、气动等更宽广的专业知识；此外，由于其电气控制系统中的 CNC 系统升级、更新换代比较快，如果不能定期参加专业理论培训学习，则不能熟练掌握新的 CNC 系统应用。为此，必须对数控操作人员进行培训，使其对机床原理、性能、润滑部位及其方式有较系统的了解，为更好地使用机床奠定基础。同时在数控机床的使用与管理方面，制定一系列切合实际、行之有效

的措施。

3) 要为数控机床创造一个良好的使用环境。由于数控机床中含有大量的电子元件,阳光直接照射、潮湿、粉尘、振动等环境因素均可使电子元件受到腐蚀、损坏或造成元件间的短路,引起机床运行不正常。为此,对数控机床的使用环境应做到保持清洁、干燥、恒温和无振动,电源应保持稳压,一般只允许 $\pm 10\%$ 波动。

4) 严格遵循正确的操作规程。无论是什么类型的数控机床,都有一套自己的操作规程,这既是保证操作人员人身安全的重要措施之一,也是保证设备安全的重要措施。因此,操作人员必须按照操作规程正确操作(例如机床在第一次使用或长期没有运行而需要再次开机时,应先空转几分钟),并要特别注意使用中开机、关机的顺序和注意事项。

5) 在使用中,要尽可能提高数控机床的开动率。对于新购置的数控机床应尽快投入使用,设备在使用初期故障率相对来说会大一些,用户应在保修期内充分利用机床,使其薄弱环节尽早暴露出来,以便在保修期内得以解决。在生产任务不足时,也不能长期空闲停机,要定期通电,每次空运行1h左右,利用机床运行时的发热量来去除或降低机内的湿度。

6) 机床在使用中不可避免地会出现一些故障,此时操作者要冷静对待,不可盲目处理,以免产生更为严重的后果,要注意保留现场,待维修人员来后如实说明故障前后的情况,并参与问题分析,尽早排除故障。故障若属于操作原因,操作人员要及时吸取经验教训,避免下次犯同样的错误。

7) 除了对数控机床的日常维护外,还必须制定并且严格执行数控机床管理的规章制度。规章制度主要包括定人、定岗和定责任的“三定”制度,定期检查制度,规范的交接班制度等。这也是数控机床管理、维护与保养的主要内容。

2. 数控机床维护与保养的点检管理

由于数控机床集机械、电气、液压、气动等技术为一体,所以对它的维护要有科学的管理,有目的地制定出相应的规章制度。对维护过程中发现的故障隐患应及时清除,避免停机待修,从而延长设备平均无故障时间,增加机床的利用率。开展点检是数控机床维护的有效办法。以点检为基础的设备维修,是日本在引进美国的预防维修制的基础上发展起来的一种点检管理制度。点检就是按有关维护文件的规定,对设备进行定点、定时的检查和维护。其优点是可以把出现的故障和性能的劣化消灭在萌芽状态,防止过修或欠修,缺点是定期点检工作量大。这种在设备运行阶段以点检为核心的现代维修管理体系,能达到降低故障率和维修费用,提高维修效率的目的。

我国自20世纪80年代初引进日本的设备点检定修制,把设备操作者、维修人员和技术管理人员有机地组织起来,按照规定的检查标准和技术要求,对设备可能出现问题的部位,定人、定点、定标、定期、定项、定法地进行检查、维修和管理,保证了设备持续、稳定地运行,促进了生产发展和经营效益的提高。数控机床的点检,是开展状态监测和故障诊断工作的基础,主要包括下列内容:

1) 定点。首先要确定一台数控机床有多少个维护点,科学地分析这台设备,找准可能发生故障的部位。只要把这些维护点“看住”,有了故障就能够及时发现。

2) 定标。对每个维护点要逐个制定标准,例如间隙、温度、压力、流量、松紧度等,都要有明确的量化标准,只要不超过规定标准就不算故障。

3) 定期。多长时间检查一次,要定出检查周期。有的点可能每班要检查几次,有的点可能一个或几个月检查一次,周期长短要根据具体情况确定。

4) 定项。每个维护点检查哪些项目也要有明确规定。有的点可能检查一项,有的点可能检查几项。

5) 定人。由谁进行检查,是操作人员、维修人员还是技术人员,应根据检查部位和技术精度要求,落实到人。

6) 定法。怎样检查也要有规定,是人工观察还是用仪器测量,是采用普通仪器还是精密仪器,要明确规定。

7) 检查。检查的环境、步骤要有规定,是在生产运行中检查还是停机检查,是解体检查还是不解体检查,要明确规定。

8) 记。检查结果要详细记录,并按规定格式填写清楚。要填写检查数据及其与规定标准的差值、判定印象、处理意见,检查者要签名并注明检查时间。

9) 处理。检查中能处理和调整的要及时处理和调整,并将处理结果记入处理记录。没有能力或没有条件处理的,要及时报告有关人员,安排处理。但任何人、任何时间处理都要填写处理记录。

10) 分析。检查记录和处理记录都要定期进行系统分析,找出薄弱“维护点”,即故障率高的点或损失大的环节,提出意见,交由设计人员进行改进设计。

从点检的要求和内容上看,点检可分为专职点检、日常点检和生产点检三个层次。

1) 专职点检。负责对机床的关键部位和重要部位按周期进行重点点检和设备状态监测,做好诊断记录,分析维修结果,提出改善设备维护管理的建议。

2) 日常点检。负责对机床的一般部位进行点检,检查和处理机床在运行过程中出现的故障。

3) 生产点检。负责对生产运行中的数控机床进行点检,并负责润滑、紧固等工作。

点检作为一项工作制度必须认真执行并持之以恒,这样才能保证数控机床的正常运行。

3. 数控机床维护与保养的内容

预防性维护的关键是加强日常保养,主要的保养工作有下列内容:

1) 日检。其主要项目包括液压系统、主轴润滑系统、导轨润滑系统、冷却系统、气压系统的检查。日检就是根据各系统的正常情况来加以检查。例如,当进行主轴润滑系统的过程检测时,电源灯应亮,液压泵应正常运转,若电源灯不亮,则应保持主轴停止状态,与机械工程师联系,进行维修。

2) 周检。其主要项目包括机床零件、主轴润滑系统的检查,特别是对机床零件,要清除切屑,进行外部杂物清扫。

3) 月检。主要是对电源和空气干燥器进行检查。电源电压在正常情况下额定电压为180~220V,频率为50Hz,如有异常,要对其进行测量、调整。空气干燥器应该每月拆检一次,然后进行清洗、装配。

4) 季检。季检应该主要从机床床身、液压系统、主轴润滑系统三方面进行检查。例如,对机床床身进行检查时,主要看机床精度、机床水平是否符合手册中的要求,如有问题,应马上和机械工程师联系。对液压系统和主轴润滑系统进行检查时,如有问题,应分别

更换新油，并对其进行清洗。

5) 半年检。半年后，应该对机床的液压系统、主轴润滑系统以及各进给伺服系统进行检查，如出现毛病，应及时处理，更换新油，然后进行清洗工作。

4. 机械部分的维护与保养

数控机床机械部分的维护与保养主要包括对机床主轴部件、进给传动机构、导轨等部分的维护与保养。

(1) 主轴部件的维护与保养 主轴部件是数控机床机械部分中的重要组成部件，主要由主轴、轴承、主轴准停装置、自动夹紧和切屑清除装置组成。数控机床主轴部件的润滑、冷却与密封是机床使用和维护过程中值得重视的几个问题。

1) 良好的润滑效果，可以降低轴承的工作温度和延长使用寿命，为此，在操作使用中要注意：低速时，采用油脂、油液循环润滑方式；高速时，采用油雾、油气润滑方式。但是，在采用油脂润滑时，主轴轴承的封入量通常为轴承空间容积的 10%，切忌随意填满，因为油脂过多，会加剧主轴发热。对于油液循环润滑，在操作使用中要做到每天检查主轴润滑恒温油箱，看油量是否充足，如果油量不够，则应及时添加润滑油；同时要注意检查润滑油温度范围是否合适。

为了保证主轴有良好的润滑，减少摩擦发热，同时又能把主轴组件的热量带走，通常采用循环式润滑系统，用液压泵强力供油润滑，使用油温控制器控制油箱油液温度。高档数控机床主轴轴承采用了高级油脂封存方式润滑，每加一次油脂可以使用 7~10 年。新型的润滑冷却方式不但要降低轴承温升，还要减小轴承内外圈的温差，以保证主轴热变形小。

常见主轴润滑方式有两种，油气润滑方式近似于油雾润滑方式，但油雾润滑方式是连续供给油雾，而油气润滑则是定时定量地把油雾送进轴承空隙中，这样既实现了油雾润滑，又避免了油雾太多而污染周围空气。喷注润滑方式是用较大流量的恒温油（每个轴承 3~4L/min）喷注到主轴轴承，以达到润滑、冷却的目的。这里较大流量喷注的油必须靠排油泵强制排油，而不是自然回流。同时，还要采用专用的大容量高精度恒温油箱，油温变动控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

2) 主轴部件的冷却措施主要是减少轴承发热，有效控制热源。

3) 主轴部件的密封不仅要防止灰尘、屑末和切削液进入主轴部件，还要防止润滑油的泄漏。主轴部件的密封有接触式密封和非接触式密封。对于采用油毡圈和耐油橡胶密封圈的接触式密封，要注意检查其老化和破损情况；对于非接触式密封，为了防止泄漏，并保证回油能够尽快排掉，要保证回油孔的通畅。

综上所述，在数控机床的使用和维护过程中必须高度重视主轴部件的润滑、冷却与密封问题，并且仔细做好这方面的工作。

(2) 进给传动机构的维护与保养 进给传动机构的机电部件主要有：伺服电动机及检测元件、减速机构、滚珠丝杠螺母副、丝杠轴承、运动部件（工作台、主轴箱、立柱等）。这里主要对滚珠丝杠螺母副的维护与保养问题加以说明。

1) 滚珠丝杠螺母副轴向间隙的调整。滚珠丝杠螺母副除了对本身单一方向的进给运动精度有要求外，对轴向间隙也有严格的要求，以保证反向传动精度。因此，在操作使用中要注意对由于丝杠螺母副的磨损而导致的轴向间隙进行调整并消除。

2) 滚珠丝杠螺母副的密封与润滑的日常检查。这是在操作使用中要特别注意的问题。对于丝杠螺母的密封,就是要注意检查密封圈和防护套,以防止灰尘和杂质进入滚珠丝杠螺母副。对于丝杠螺母的润滑,如果采用油脂,则定期润滑;如果采用润滑油,则要注意经常通过注油孔注油。

(3) 机床导轨的维护与保养 机床导轨的维护与保养主要是导轨的润滑和防护。

1) 导轨的润滑。导轨润滑的目的是减少摩擦阻力和摩擦磨损,以避免低速爬行和降低高温时的温升。因此导轨的润滑很重要。对于滑动导轨,采用润滑油润滑;而滚动导轨,则润滑油润滑或者润滑脂润滑均可。数控机床常用的润滑油的牌号有:L-AN10、15、32、42、68。导轨的油润滑一般采用自动润滑,在操作使用中要注意检查自动润滑系统中的分流阀,如果它发生故障则会造成导轨不能自动润滑。此外,必须做到每天检查导轨润滑油箱油量,如果油量不够,则应及时添加润滑油;同时要注意检查润滑油泵是否能够定时起动和停止,并且要注意检查定时起动时是否能够提供润滑油。

2) 导轨的防护。在操作使用中要注意防止切屑、磨粒或者切削液散落在导轨面上,否则会引起导轨的磨损加剧、擦伤和锈蚀。为此,要注意导轨防护装置的日常检查,以保证导轨的防护。

(4) 回转工作台的维护与保养 数控机床的圆周进给运动一般由回转工作台来实现,对于加工中心,回转工作台已成为一个不可缺少的部件。因此,在操作使用中要注意严格按照回转工作台的使用说明书要求和操作规程正确操作使用。特别注意回转工作台传动机构和导轨的润滑。

5. 数控装置的日常维护与保养

数控系统是数控机床电气控制系统的核心。每台机床的数控系统在运行一定时间后,某些元器件难免出现一些损坏或者故障。为了尽可能地延长元器件的使用寿命,防止各种故障,特别是恶性事故的发生,就必须对数控系统进行日常的维护与保养。其主要内容主要包括数控系统的使用检查和数控系统的日常维护。

CNC 系统的日常维护主要包括以下几方面:

1) 严格制定并且执行 CNC 系统的日常维护的规章制度。根据不同数控机床的性能特点,严格制定其 CNC 系统的日常维护的规章制度,并且在使用和操作中要严格执行。

2) 应尽量少开数控柜门和强电柜的门。因为,在机械加工车间的空气中往往含有油雾、尘埃,它们一旦落入数控系统的印制电路板或者电气元件上,容易引起元器件的绝缘电阻下降,甚至导致电路板或者电气元件的损坏。所以,在工作中应尽量少开数控柜门和强电柜的门。

3) 定时清理数控装置的散热通风系统,以防止数控装置过热。散热通风系统是防止数控装置过热的重要装置。为此,应每天检查数控柜上各个冷却风扇运转是否正常,每半年或者一季度检查一次风道过滤器是否有堵塞现象,如果有,则应及时清理。

4) 注意 CNC 系统的输入/输出装置的定期维护。

5) 定期检查和更换直流电动机的电刷。20 世纪 80 年代生产的数控机床,大多数采用直流伺服电动机,这就存在电刷磨损问题,为此对于直流伺服电动机需要定期检查和更换其电刷。

6) 经常监视 CNC 装置用的电网电压。CNC 系统对工作电网电压有严格的要求。例如 FANUC 公司生产的 CNC 系统, 允许电网电压在额定值的 85% ~ 110% 的范围内波动, 否则会造成 CNC 系统不能正常工作, 甚至会引起 CNC 系统内部电子元件的损坏。为此要经常检测电网电压, 并将其稳定在允许范围之内。

项目三 数控机床的安装与调试

数控机床安装调试质量的优劣直接影响数控机床平均无故障工作时间, 较佳的安装调试质量可减少数控机床使用过程中的故障停机时间和维修成本。

1. 数控机床机械零部件的安装调试注意事项

(1) 主轴轴承的安装调试注意事项

1) 单个轴承的安装调试。装配时尽可能使主轴定位内孔与主轴轴径的偏心量和轴承内圈与滚道的偏心量接近, 并使其方向相反, 这样可使装配后的偏心量减小。

2) 两个轴承的安装调试。两支承的主轴轴承安装时, 应使前、后两支撑轴承的偏心量方向相同, 并适当选择偏心距的大小。前轴承的精度应比后轴承的精度高一个等级, 以使装配后主轴部件的前端定位表面的偏心量最小。在维修机床拆卸主轴轴承时, 因原生产厂家已调整好轴承的偏心位置, 所以要在拆卸前做好圆周方向位置记号, 保证重新装配后轴承与主轴的原相对位置不变, 减少对主轴部件的影响。

过盈配合的轴承装配时需采用热装或冷装工艺方法进行安装, 不要蛮力敲砸, 以免在安装过程中损坏轴承, 影响机床性能。

(2) 滚珠丝杠螺母副的安装调试注意事项 滚珠丝杠螺母副仅用于承受轴向负荷。径向力、弯矩会使滚珠丝杠螺母副产生附加表面接触应力等不良负荷, 从而可能造成丝杠的永久性损坏。因此, 滚珠丝杠螺母副安装到机床时, 应注意:

1) 滚珠螺母应在有效行程内运动, 必须在行程两端配置限位, 避免螺母越程脱离丝杠轴, 而使滚珠脱落。

2) 由于滚珠丝杠螺母副传动效率高, 不能自锁, 在用于垂直方向传动时, 如部件重量未加平衡, 必须防止传动停止或电动机失电后因部件自重而产生的逆传动。防止逆传动方法有蜗杆传动、电动制动器等。

3) 丝杠的轴线必须和与之配套导轨的轴线平行, 机床两端轴承座的中心与螺母座的中心必须三点成一线。

4) 滚珠丝杠螺母副安装到机床时, 不要将螺母从丝杠轴上卸下来。如必须卸下来时, 要使用辅助套, 否则装卸时滚珠有可能脱落。

5) 螺母装入螺母座安装孔时, 要避免撞击和偏心。

6) 为防止切屑进入, 磨损滚珠丝杠螺母副, 可加装防护装置, 如褶皱保护罩、螺旋钢带保护套等, 将丝杠轴完全保护起来。另外, 浮尘多时可在丝杠螺母两端增加防尘圈。

(3) 直线滚动导轨安装调试注意事项

1) 安装时轻拿轻放, 避免磕碰导致影响导轨的直线精度。

2) 不允许将滑块拆离导轨或超过行程又推回去。若因安装困难, 需要拆下滑块时, 需

使用引导轨。

3) 直线滚动导轨成对使用时, 分主、副导轨副, 首先安装主导轨副, 设置导轨的基准侧面与安装台阶的基准侧面紧密相贴, 紧固安装螺栓, 然后再以主导轨副为基准, 找正安装副导轨副。找正是指使两根导轨副的平行度和平面度精度要求达标。最后, 依次拧紧滑块的紧固螺栓。

2. 数控机床液压系统的安装调试注意事项

由于液压传动平稳, 便于实现频繁平稳的换向以及可以获得较大的力和力矩, 在较大范围内可以实现无级变速, 所以在数控机床的主轴内刀具自动夹紧与松开、主轴变速、换刀机械手、工作台交换、工作台分度等机构中得到了广泛应用。

液压系统安装调试时应注意:

- 1) 在液压元件安装前, 需对全部元件进行清洗。
- 2) 在液压元件安装全过程中要特别注意保持元件洁净, 防止异物进入液压系统, 造成液压系统故障。
- 3) 液压泵进出油口管路切勿接错, 泵、缸、阀等元件的密封件要正确安装。
- 4) 液压系统管路连接完毕后, 要做好各管路的就位固定, 管路中不允许有死弯。
- 5) 加油前, 整个系统必须清洗干净, 液压油需过滤后才能加入油箱。注意新旧油不可混用, 因为旧油中含有大量的固体颗粒、水分、胶质等杂质。
- 6) 调试过程中要观察系统中泵、缸、阀等元件工作是否正常, 有无泄漏, 油压、油温、油位是否在允许值范围内。

3. 数控机床气动系统的安装调试注意事项

气动装置的气源容易获得, 机床可以不必再单独配备动力源, 装置结构简单, 工作介质不污染环境, 工作速度快, 动作频率高, 适合于频繁起动的辅助工作。它在过载时也比较安全, 不易发生过载损坏机件等事故。气动系统在数控机床的主轴内刀具自动夹紧与松开、主轴锥孔切屑的清理、刀库卸刀、机床防护门的自动开关、交换工作台自动吹屑清理定位基准面等机构中得到了广泛应用。

气动系统安装调试时应注意:

- 1) 安装前应对元件进行清洗, 必要时要进行密封试验。
- 2) 各类阀体上的箭头方向或标记, 要符合气流流动方向。
- 3) 动密封圈不要装得太紧, 尤其是 U 形密封圈, 否则阻力太大。
- 4) 移动缸的中心线与负载作用力的中心线要同心, 否则引起侧向力, 使密封件加速磨损, 活塞杆弯曲。
- 5) 系统压力要调整适当, 一般为 0.6 MPa。
- 6) 气动三联件应工作正常。

4. 数控机床数控系统的安装调试注意事项

数控系统信号电缆的连接包括数控装置与 MDI/CRT 单元、电气柜、机床控制面板、主轴伺服单元、进给伺服单元、检测装置反馈信号线的连接等, 这些连接必须符合随机提供的

连接手册的规定。

数控系统安装调试时应注意：

1) 数控机床地线的连接十分重要，良好的接地不仅对设备和人身的安全十分重要，同时能减少电气干扰，保证机床的正常运行。地线一般都采用辐射式接地法，即数控系统电气柜中的信号地、框架地、机床地等连接到公共接地点上，公共接地点再与大地相连。数控系统电气柜与强电柜之间的接地电缆要足够粗。

2) 在机床通电前，根据电路图、按照各模块的电路连接，依次检查线路和各元器件的连接。重点检查变压器的初次级；开关电源的接线；继电器、接触器的线圈和触点的接线位置等。

3) 在断电情况下进行如下检测：三相电源对地电阻测量、相间电阻的测量；单相电源对地电阻的测量；24V 直流电源的对地电阻，两极电阻的测量。如果发现问题，在未解决之前，严禁机床通电试验。

4) 数控机床在通电之前要使用相序表检查三相总开关上口引入电源线相序是否正确，还要将伺服电动机与机械负载脱开，否则一旦伺服电动机电源线相序接错，会出现“飞车”故障，极易产生机械碰撞损坏机床。应在接通电源的同时，做好按压急停按钮的准备。

5) 在电气检查未发现问题的情况下，依次按下列顺序进行通电检测：三线电源总开关的接通，检查电源是否正常，观察电压表，电源指示灯；依次接通各断路器，检查电压；检查开关电源（AC220V 转变为 DC24V）的入线及输出电压。如果发现问题，在未解决之前，严禁下一步试验。

6) 若正常可进行数控起动，观察数控系统的现象。一切正常后可输入机床系统参数、伺服系统参数，传入 PLC 程序。关闭机床，然后将伺服电动机与机械负载连接，进行机械与电气联调。

5. 数控机床的机电联调注意事项

在数控机床通电正常后，进行机械与电气联调时应注意：

1) 先 JOG 方式下，进行各坐标轴正、反向点动操作，待动作正确无误，再在 AUTO 方式下试运行简单程序。

2) 主轴和进给轴试运行，应先低速后高速，并进行正、反向试验。

3) 先按下超程保护开关，验证其保护作用的可靠性，然后再进行慢速的超程试验，验证超程撞块安装的正确性。

4) 待手动动作正确后，再完成各轴返回参考点操作。各轴返回参考点前应反向远离参考点一段距离，不要在参考点附近返回参考点，以免找不到参考点。

5) 进行选刀试验时，先调空刀号，观察换刀动作正确与否，待正确无误后再交换真刀。

6) 自行编制一个工件加工程序，尽可能多地包括各种功能指令和辅助功能指令，位移尺寸以机床最大行程为限。同时进行程序的增加、删除和修改操作。最后，运行该程序观察机床工作是否正常。

6. 数控机床安装环境注意事项

(1) 工作环境的要求 为了保持稳定的数控机床加工精度,工作环境必须满足以下几个条件:

1) 稳定的机床基础,做机床基础时一定要保证基础表面平整。若基础表面不平整,会为机床调整增加不必要的麻烦。在做机床基础的同时可预埋好各种管道。

2) 适宜的环境温度,一般为 $10 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

3) 空气流通、无尘、无油雾和金属粉末。

4) 适宜的湿度,不潮湿。

5) 电网满足数控机床正常运行所需总容量的要求,电压波动范围为 $85\% \sim 110\%$ 。

6) 良好的接地,接地电阻小于 $4 \sim 7\Omega$ 。

7) 抗干扰,远离强电磁干扰,如焊机、大型吊车、高中频设备等。

8) 远离振动源。高精度数控机床做基础时,要有防振槽,防振槽中一定要填充砂子或炉灰。

(2) 数控机床就位时注意事项 按照工艺布局图,选择好机床在车间内安装位置,然后按照机床厂家提供的机床基础图和外形图,按 1:1 比例进行现场实际放线工作,在车间地面上画出机床基础和外形轮廓。检查机床与周边设备、走道、设施等有无干涉,并注意天车行程极限。若有干涉需将机床移位再重新放线,直至无干涉为止。

项目四 数控机床的验收

机床的正确安装和调试是保证用好机床,充分发挥其效益的首要条件。数控机床是高精度的机床,由于安装和调试的失误,往往造成精度的丧失,故障率的增加,因而应对其高度重视。在机床加工出现质量问题时,很有可能是机床出现了精度故障,因此精度的检测也就显得十分重要。机床的精度一般包括机床的静态几何精度、动态的位置精度及加工时的工作精度。

1. 数控机床的安装

(1) 开箱 机床到达后,首先应进行开箱检查,查看外观有无损伤,在确保运输无损伤的情况下,按照附件箱所列的装箱清单一一清点各物件,若有不合格的地方应及时通知供货厂商。根据开箱的情况,如有安装地脚螺栓及基础要求的机床,应按照机床安装说明书上的要求浇筑混凝土基础及放好地脚螺栓,做好电源出线孔、机床接地等。一般机床都会配备调整垫铁以调整机床水平。

(2) 机床落位与连接 将机床落到位后,确保每个垫铁都不悬空,然后按照机床使用说明书的要求进行连接,包括冷却箱、排屑车等的连接;去掉为防止运输过程中各防护罩移动的锁紧螺钉;松开(铣床、加工中心机床)主轴箱与配重的锁紧螺杆;松开各移动轴止动卡片(为防止运输过程中产生移动所设)等。连接好电源线,以便机床上电调试。

2. 数控机床的调试

(1) 通电试车 将系统上电,在移动各运动轴前,用干净棉纱将机床表面的防锈油擦拭干净,没有自动润滑站的要加上润滑油,然后依次测试各种手动功能,移动各个轴,确保各个轴状态正常。

(2) 水平调整 一般数控机床的绝对水平调整在 $0.04\text{mm}/1000\text{mm}$ 的范围之内。对于车床,除了水平和不扭曲达到要求外,还应进行导轨直线度的调整,确保导轨的直线度为凸的合格水平。对于铣床、加工中心机床,应确保运动水平(工作台导轨不扭曲)也在合格范围内。水平调整合格后,才可以进行机床的试运行。

3. 数控机床的检测与验收

(1) 检测与验收的工具 几何精度的检测,主要用的工具和量具有平尺、带锥柄的检验棒、顶尖、角尺、精密水平仪、百分表、千分表、杠杆表、磁力表座等;位置精度检测主要用的仪器和量具是激光干涉仪及量块;加工精度的检验主要用千分尺及三坐标测量仪等。机床运行时测试噪声可以用噪声仪,机床的温升测试可以用点温计或红外热像仪。外观测试用的设备主要有光电光泽度仪等。

(2) 噪声、温升及外观的检测与验收 主要检测机床油漆的表面质量,包括油漆有无损伤、油漆色差和流挂及油漆的光泽度等,一般要求反光率 $\geq 72\%$ 。将机床起动,检查其运行的噪声情况,一般不允许超过 83dB 。机床不得有渗油、渗水、漏气现象。检查主轴运行温度稳定后的温升情况,一般其温度最高不超过 70°C ,温升不超过 32°C 。

(3) 几何精度的检测与验收 数控机床种类繁多,每一类数控机床都有其精度标准,应按照其精度标准检测验收。现以常用的数控车床、数控铣床为例,说明其几何精度的检测方法。

1) 数控车床几何精度的检测。根据数控车床的加工特点及使用范围,要求其加工零件外圆的圆度误差和圆柱度误差、加工平面的平面度误差在要求的公差范围内;对位置精度也要达到一定的公差等级,以保证被加工零件的尺寸精度和形状公差。因此,数控车床的每个部件均有相应的精度要求。

2) 数控铣床几何精度的检测。数控铣钻床 ZJK7532A 的三个基本直线运动轴构成了空间直角坐标系的三个坐标轴,因此三个坐标应该互相垂直。铣床几何精度均围绕着“垂直”和“平行”展开。

3) 工作精度的验收。机床的质量好与坏,其最终的考核还是看该机床加工零件的质量如何,一般来讲,当机床加工精度与标准存在一定范围的偏差时,以该机床的加工精度为准。

(4) 定位精度测量工具和方法 定位精度和重复定位精度的测量仪器有激光干涉仪、线纹尺、步距规。其中用步距规测量定位精度因其操作简单而在批量生产中被广泛采用。无论采用哪种测量仪器,其在全行程上的测量点数不应少于 5 点,测量间距按下式确定:

$$P_i = i \cdot P + k$$

式中, P 为测量间距; k 在不同目标位置取不同的值,以获得全测量行程上各目标位置的不均匀间隔,以保证周期误差被充分采样。