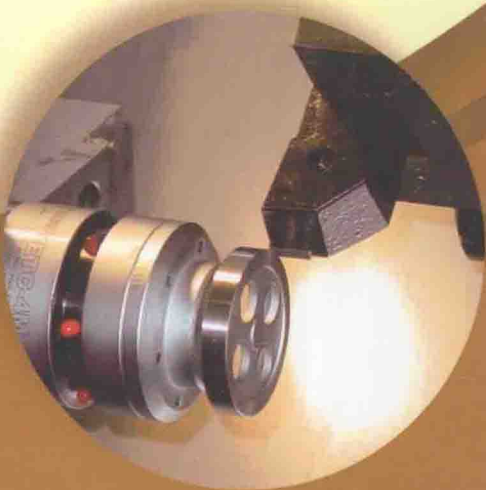




高等职业教育“十二五”规划教材
数控技术应用专业系列

数控机床故障诊断与维修

● 主编 李英 李淑廷



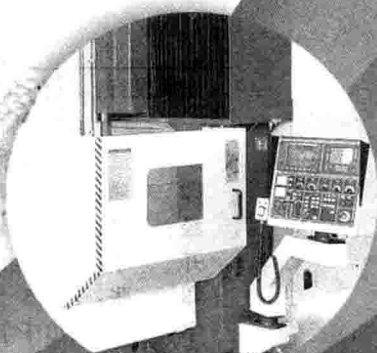
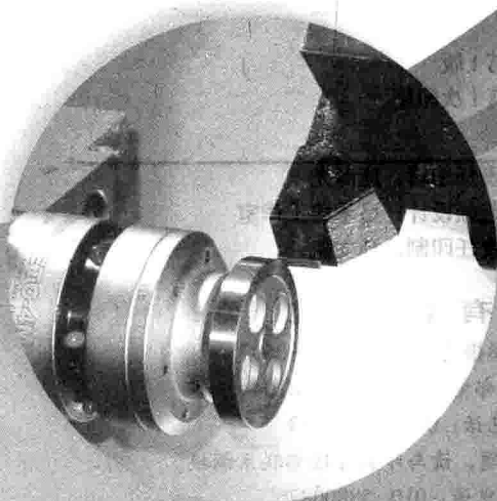
北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

十一五

高等职业教育“十二五”规划教材
数控技术应用专业系列

数控机床故障诊断与维修

● 主编 李英 李淑廷



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断与维修 / 李英, 李淑延主编. —北京: 北京师范大学出版社, 2011.2

高等职业教育“十二五”规划教材·数控应用技术专业系列

ISBN 978-7-303-11943-1

I. ①数… II. ①李…②李… III. ①数控机床-故障诊断-高等学校: 技术学校-教材②数控机床-维修-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TC659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 248531 号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印刷: 北京京师印务有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 184 mm × 260 mm

印张: 11.75

字数: 270 千字

版次: 2011 年 2 月第 1 版

印次: 2011 年 2 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

策划编辑: 庞海龙 责任编辑: 庞海龙

美术编辑: 高霞 装帧设计: 弓禾碧工作室

责任校对: 李茵 责任印制: 孙文凯

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

出版说明

为贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高〔2006〕16号)文件精神,“十二五”期间,北京师范大学出版社将组织出版高等职业教育“十二五”系列规划教材。在组织教材编写的过程中,我们始终坚持科学发展观,紧紧围绕高等职业教育的培养目标,从满足社会发展对高素质劳动者和技能型人才的需求出发,坚持以就业为导向,以能力为本位,以学生为中心,以工作过程为导向的课程改革与教材建设理念,着力打造反映教学改革最新精神的职业教育教材。为此,我们邀请了全国职业教育的专家、有关高职院校的骨干教师,共同编写了本套系列规划教材。

经过众多专家、老师的努力,本套教材在教材体系、内容组织、图文表现等各方面都有所创新与发展,形成了鲜明的编写风格:

1. 目标驱动。关注的焦点放在通过任务的完成所获得的成果上面。通过成果的获得,激发学生学习的兴趣,激励学生勇于探索,不断进步。

2. 任务引领。每个项目分为若干个子任务,在任务的完成中学习相关知识、技能,实现学生的全面发展。

3. 学生为本。教材的设计以学生为中心,在教材组织的各个环节突出学生的主体地位,引导学生明确,应该怎么做、做到什么程度。

4. 图文并茂。考虑到高等职业学院学生的心理和生理特点,本套教材尽量采用图形化、表格化和步骤化的呈现方式,便于学生学习。

5. 立体化开发。在组织教材编写的过程中,配套研发相应的电子教案、课件、实训指导材料等,以便教师授课和学生学习使用。

当然,任何事物的发展都有一个过程,职业教育的改革与发展也有一个过程,同样,我们组织出版的本套系列规划教材也需要在教学实践的过程中不断完善,因此,衷心希望各位读者能提出宝贵的意见和建议,并积极参与到我们进一步的教材研发中来,共同为我国的职业教育教学改革和教材建设的作出贡献。

北京师范大学出版社职教分社

内容简介

本书在参阅了大量资料的基础上，结合编者多年实践和教学经验编写而成。本书从数控机床的安装调试及验收入手，在介绍了数控机床故障诊断与维修的概念、原则及技术方法的基础上，以应用最广泛的 FANUC、SINUMERIK 数控系统为例，详细介绍了数控系统硬件的结构及其连接、数控系统的软件结构以及数控机床主传动系统、进给传动系统、回转工作台、自动换刀装置等机械结构，并通过大量实例，重点介绍了数控机床各部分常见故障以及数控机床一些典型故障的诊断与维修方法、处理手段，以提高读者解决实际问题的能力。

本书可作为高等职业院校数控技术应用专业及相关专业的学习用书，也可供从事数控机床维修工作的工程技术人员参考。

前

言

数控机床故障诊断与维修课程是高职高专数控技术应用专业的一门专业课。

数控机床是综合应用了计算机数字控制技术、精密测量技术、可编程控制技术、伺服控制技术、机械传动技术及液压气动技术等多种先进技术的机电一体化产品，以其在高精度、高效率、柔性化等诸多方面的优良特性，在加工领域已获得了广泛使用，是现代制造技术中不可或缺的生产工具。数控机床的故障诊断与维修是数控机床使用过程中必须要面对的问题，也是目前制约数控机床发挥作用的重要因素之一，因此对数控机床的使用、维护和维修人员的培养提出了迫切的要求。

本教材是为适应近几年高职高专教育快速的发展态势和办学特点而编写的，具有适时的先进性和较好的教学适用性，教材的主要特点是：在结构设计上，采用“项目驱动”模式，共由六个项目组成，项目按照机床的主要组成部分为主线来设计，项目内设任务，项目和任务按照由易到难的顺序递进；在内容选择上，以岗位需求和职业能力为依据，以工作任务为中心，先从介绍数控机床的各部分构成和原理的理论知识入手，再辅以必要的维修技术及方法，最后解决以工作任务为载体的故障诊断与维修的实践问题。

本教材由六个项目组成，具体内容包括：数控机床的安装调试及验收、数控机床故障诊断与维修基础、典型数控系统的硬件结构及其故障诊断维修、典型数控系统的软件结构及其故障的诊断维修、数控机床机械部件的结构及其故障的诊断与维修、数控机床典型故障的诊断与维修。全书系统地介绍了数控机床故障诊断与维修的方法和手段，内容涵盖了数控机床的安装调试、电气、机械等各个组成部分，通过一系列的实例分析，突出了解决实际问题的方法、能力，充分体现了“教、学、做”一体化的教学理念。

本教材由李英、李淑廷主编，参加编写的还包括吴修彬、孙贵斌。具体编写分工如下：李英编写项目三、项目四；李淑廷编写项目五、项目六；吴修彬编写项目一；孙贵斌编写项目二。本书由莱芜职业技术学院孙召瑞教授审阅，他提出了许多宝贵意见和建议；同时本书在编写过程中还得到了课题组陈军、李世班和王婧老师的大力支持和帮助，编者在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，书中难免有错误和不当之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

项目 1 数控机床的安装调试及验收	1
任务 1 数控机床的安装调试	1
任务 2 数控机床的验收	8
任务 3 数控车床精度检测实训	16
思考题	21
项目 2 数控机床故障诊断与维修基础	22
任务 1 数控机床故障诊断与维修的意义及基本要求	22
任务 2 数控机床故障诊断与维修的原则和一般方法	27
思考题	34
项目 3 典型数控系统的硬件结构及其故障的诊断维修	35
任务 1 典型数控系统简介	35
任务 2 FANUC 0i-C 系统的硬件连接	43
任务 3 SINUMERIK 840D 系统的硬件结构	54
任务 4 伺服系统的结构及其故障的诊断维修	62
任务 5 位置检测装置的工作原理及其故障诊断维修	73
思考题	78
项目 4 典型数控系统的软件结构及其故障的诊断维修	80
任务 1 FANUC 0i-C 系统的参数	80
任务 2 FANUC 0i-C 系统 PLC	89
任务 3 数控机床 PLC 控制的故障诊断维修	102
任务 4 FANUC 0i-C 系统报警分类及故障排除	107
任务 5 SINUMERIK 840D 软件结构	116
思考题	122
项目 5 数控机床机械部件的结构及其故障诊断维修	123
任务 1 主传动系统的结构及其故障诊断维修	123
任务 2 进给传动系统的结构及其故障诊断维修	134

任务 3 回转工作台的结构及其故障诊断维修	142
任务 4 自动换刀装置的结构及其故障诊断与维修	148
思考题	155
项目 6 数控机床典型故障的诊断与维修	156
任务 1 数控系统电源故障的诊断与维修	156
任务 2 数控机床常见操作类故障的诊断与维修	162
任务 3 数控机床回参考点故障的诊断与维修	167
任务 4 数控系统显示类故障的诊断与维修	174
思考题	177
主要参考文献	178

数控机床的安装调试及验收



知识目标

- (1) 了解数控机床安装调试内容。
- (2) 理解数控机床验收的知识和内容。
- (3) 掌握机床精度验收的一般方法。



技能目标

- (1) 能正确地完成数控机床的安装调试过程。
- (2) 能正确使用仪器仪表进行机床的精度验收。

任务 MISSION

数控机床的安装调试



任务目标

- (1) 了解数控机床从订购至交付使用的过程。
- (2) 了解数控机床安装的知识及一般步骤。
- (3) 能正确完成数控机床安装调试过程。



工作任务

1. 任务分析

数控机床安装调试内容包括初就位组装、系统的连接和调整、通电试车、机床精度和功能调试、机床的试运行。数控机床安装调试的目的是使数控机床达到出厂时的各项性能指标。对于小型数控机床，这项工作比较简单，机床到位，固定好地脚螺栓后，就可以连接机床总电源线，调整机床水平；对于大中型数控机床，安装调试就比较复杂，因为大中型设备一般都是解体后分别装箱运输的，所以运到用户后要先进行组装再调试。

2. 实践操作

- 1) 数控机床的安装。
- 2) 数控机床的调试。

理论知识

1. 数控机床的结构组成与工作过程

(1) 数控机床组成与结构

数控机床一般由输入、输出装置、数控装置、可编程控制器、伺服系统、检测反馈装置和机床主机等组成，如图 1-1-1 所示。

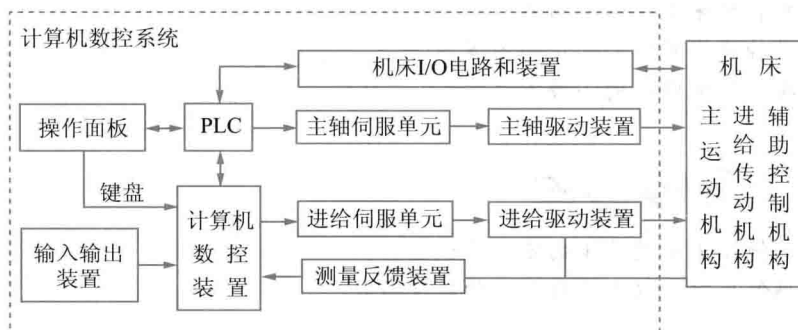


图 1-1-1 数控机床的组成

1) 输入输出装置。输入装置可将不同加工信息传递于计算机。在数控机床产生的初期，输入装置为穿孔纸带，现已趋于淘汰；目前，使用键盘、磁盘等，大大方便了信息输入工作。

输出装置可输出内部工作参数(含机床正常、理想工作状态下的原始参数，故障诊断参数等)，一般在机床刚工作状态时输出这些参数作为记录保存，待工作一段时间后，再将输出与原始资料作比较、对照，可帮助判断机床工作是否维持正常。

2) 数控装置。数控装置包括硬件和软件两部分。系统软件由管理软件和控制软件组成。管理软件系指零件加工程序的输入、输出、系统的显示功能和诊断；控制软件则包括译码处理、刀具补偿、插补运算、位置控制和速度控制。

3) 伺服驱动系统。伺服驱动系统包括伺服控制线路、功率放大线路和伺服电机等执行装置。它接收计算机数控装置发来的各种动作命令，驱动受控设备运动。

4) 测量反馈装置。测量反馈装置是闭环(半闭环)数控机床的检测环节，其作用是通过现代化的测量元件：脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅、磁尺和激光测量仪等，将执行元件(例如，刀架等)或工作台等的实际位移的速度和位移量检测出来，反馈回伺服驱动装置或数控装置，并补偿进给的速度或执行机构的运动误差，以达到提高运动机构精度的目的。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形式。伺服内装式脉冲编码器、测速机以及直线光栅等都是较常用的检测部件。

5) 机床的机械部件。机床的机械部件包括主运动部件、进给运动执行部件——拖板、传动部件和床身立柱等支撑部件。此外还有冷却、润滑、排屑、转位和夹紧等辅助装置。

(2) 数控机床的分类

数控机床的种类很多，一般可以按以下几种方式来划分，见表 1-1-1。

表 1-1-1 数控机床的分类方式

分类方式	包括内容
按运动轨迹分类	点位控制数控机床、直线控制数控机床、轮廓切削(连续轨迹)控制数控机床
按联动轴数分类	2 轴联动数控机床、2.5 轴联动数控机床、3 轴联动数控机床、多轴联动数控机床
按工艺类型分类	金属切削类数控机床、金属成型类数控机床、特种加工、其他类型数控机床
按伺服类型分类	开环、闭环和半闭环控制数控机床、混合环伺服系统数控机床
按数控装置功能水平分类	低档、中档、高档数控机床

2. 数控机床的选用

在当前机械制造业中，随着数控设备和各相关配套技术的发展，企业越来越多地选用数控机床，以提高企业机床设备数控化率及企业的生产能力和产品竞争力。但是如何从品种繁多、价格昂贵的设备中选择适用的设备，是企业十分关心的问题。在选择数控机床时应考虑以下 3 方面的问题。

(1) 数控机床投资考虑

从提高机床设备数控化率的途径来说，它可分为购置新的整台数控机床和进行机床数控改造两大方案。它与企业现有设备状况、技术力量、经济实力等有关。比如对于一些老企业，由于设备役龄年限较长，如果采用全部报废更新，需要大量的投资。这时可以通过对部分机床进行大修，恢复其机械精度，再配上合适的数控系统及其他有关附件，使其成为能满足产品加工要求的数控机床。这样做只需花较少的钱，达到数控自动加工的要求，同时通过机床数控改造，也可较好地培养和增强企业自身对数控机床维修与设备管理的技术力量。

对于购置新的整台数控机床，目前按价格和功能比又可分为经济型和全功能型两大类。一般经济型数控机床价格为普通机床的 2~6 倍，而高档的全功能型数控机床要高达十几倍。因此，要考虑合理化投资背景。

在购置新机床前应拟出在计划购置的机床上要加工零件的种类表，同时回答：①机床的工作空间应当多大；②机床必须配备哪些装置和具备哪些性能(驱动功率、刀具数目、控制方式、精度、专用附件)；③每年有多少时间利用这台机床？此外，还应制定“期望性工件种类表”，这是按计划需要在购买的机床上加工的全部工件清单。根据这些工件预期的年产量和每件的加工时间，算出机床每年使用的台时数。这些数据是这台机床能否充分利用的指标之一，同时也是以后经济计算的依据。

(2) 数控机床类型的选择

根据所加工零件的几何形状选用相应的数控机床进行加工，以发挥数控机床的效率和特点。如加工形状比较复杂的轴类零件和由复杂回转曲线形成的模具内型腔时，应选择数控车床；加工箱体、箱盖、平面凸轮、样板、形状复杂的平面或立体零件以及模具的内外型腔等，应选择立式镗铣床或立式加工中心；加工复杂的箱体类零件、泵体、阀体、壳体等，可选择卧式加工中心或卧式镗铣床；加工各种复杂的曲线、曲面、叶轮、模具等，可选用多坐标联动的卧式加工中心。

(3) 机床精度的选择

所选择的数控机床应能满足零件的加工精度要求。在满足精度要求的前提下，应尽量选用一般的数控机床，以降低成本。

1) 数控系统的选择。所选择的数控机床的数控系统应能满足加工的需要。一般数控系统生产厂家对系统的评价往往是具备基本功能的系统很便宜，而用户所特定选择的功能却较贵，所以要根据加工要求和机床性能的需要来选择。另外，在选择数控系统时，应尽量选用企业内已有的数控机床中相同类型的数控系统，这将对今后的操作、编程、维修等都带来较大的方便。

2) 机床大小的选择。所选用数控机床的加工范围应能满足零件的需要。数控机床的主参数及尺寸参数应满足加工需要。如最大圆弧直径，各坐标方面的行程距离，工作台面的尺寸等是否满足安放工件和夹具的需要及加工要求。

3) 自动换刀装置(ATC)的选择。ATC是加工中心、车削中心和带交换冲头数控冲床的基本特征。尤其是加工中心，ATC的投资往往占整机的30%~50%。因此，用户应十分重视ATC的工作质量和刀库储存量，ATC的工作质量主要表现为换刀时间和故障率。

经验表明，加工中心故障中有50%以上与ATC有关。因此用户应在满足使用要求的前提下，尽量选用结构简单和可靠性高的ATC，以降低整机的价格。

实践知识

1. 数控机床的安装

数控机床的安装一般包括基础施工、机床拆箱、吊装就位、连接组装以及试车调试等工作。数控机床安装时应严格按产品说明书的要求进行。

(1) 对数控机床地基和环境的准备

在与制造厂签订购置数控机床的合同后，即可向制造厂索取机床安装地基图、安装技术要求及整机电用量等有关接机准备的资料。小型数控机床，只对地坪有一定的要求，不用地脚螺钉紧固，只用支钉或减振垫来调整机床使其处于水平状态。中、大型机床(或精密机床)需要做地基，并用地脚螺钉紧固，精密机床还要在地基周围做防振沟。

机床安装水平的调平应该符合以下要求：

1) 机床应以床身导轨作为安装水平的检验基础，并用水平仪和桥板或专用检具在床身导轨两端、接缝处和立柱连接处按导轨纵向和横向进行测量。

2) 应将水平仪按床身的纵向和横向，放在工作台上或溜板上，并移动工作台或溜板，在规定的位置进行测量。

3) 应以机床的工作台或溜板为安装水平检验的基础，并用水平仪按机床纵向和横向放置在工作台或溜板上进行测量，但工作台或溜板不应移动位置。

4) 应以水平仪在床身导轨纵向等距离移动测量，并将水平仪读数依次排列在坐标纸上画垂直平面内直线度偏差曲线，其安装水平应以偏差曲线两端点连线的斜率作为该机床的纵向安装水平。横向应以横向水平仪的读数值计。

5) 应以水平仪在设备技术文件规定的位置上进行测量。

电网电压的波动应控制在 $-15\% \sim +10\%$ 之间,否则应调整电网电压或配置交流稳压器。数控机床应远离各种干扰源,如电焊机,高频、中频热处理设备和一些高压或大电流易产生火花的设备,与其距离要大于500m左右。数控机床不要安装在太阳直射到的地方,环境温度、湿度应符合说明书的规定。绝对不能安装在有粉尘产生的车间里。

(2) 开箱验收

数控设备到位后,设备管理部门要及时组织设备管理人员、设备安装人员以及各采购员等开箱检查,如果是进口设备,还须有进口商务代理海关商检人员等。检验的主要内容是:

- 1) 装箱单;
- 2) 校对应有的随机操作、维修说明书、图样资料、合格证等技术文件;
- 3) 按合同规定,对照装箱单清点附件、备件、工具的数量、规格及完好状况;
- 4) 检查主机、数控柜、操作台等有无明显碰撞损伤、变形、受潮、锈蚀等,并填写“设备开箱验收登记卡”后存档。

开箱验收如果发现货物损坏或遗漏,应及时与有关部门或外商联系解决。尤其是进口设备,应注意索赔期限。

(3) 数控机床的初始就位

使用制造商提供的专用起吊工具(如不需要专用工具,应采用钢丝绳按照说明书的规定部位吊装),把组成机床的各大部件分别在地基上就位。就位时,垫铁、调整垫板和地脚螺栓等也应相应对号入座。

(4) 机床各部件的组装连接

机床各部件组装连接前,首先做好各部件外表清洁工作,并除去各部件安装连接表面、导轨和运动面上的防锈涂料,然后再把机床各部件组装连接成整机。当组装连接时,需要将立柱、数控装置柜、电气柜等装在床身上;刀库机械手需要装在立柱上、床身上装上加长床身等,均要使用机床原来的定位销、定位块和其他定位元件,使各部件的安装位置恢复到机床拆卸前的状态,以利于下一步的精度调试。

各部件组装完毕后,再进行电缆、油管和气管的连接。机床说明书有电器接线图和液、气压管路图,可以根据这些图把有关电缆和管道接头按标记对应接好。连接时应注意整洁和可靠地接触及密封,并注意检查有无松动和损坏。电缆线头插入后,一定要拧紧紧固螺钉,保证接触可靠。油管、气管在连接过程中,要特别防止污物从接口中进入管路,造成整个液压系统故障;管路连接时,所有管接头都必须对正拧紧。否则在试车时,往往由于一根管子渗漏,造成需要拆下一批管子,返修工作量很大。电缆和油管全部连接完毕后,还应做好各缆线及管子的就位固定、防护罩壳的安装工作,以保证机床的外观整洁。

2. 数控系统的连接

(1) 数控系统开箱检查

首先,应仔细检查系统本体和与之配套的进给速度控制单元及伺服电动机、主轴控制单元及主轴电动机。检查它们的包装是否完整无损,实物和订单是否相符。此外,还须检查数控柜台内插接件有无松动,接触是否良好。

(2) 外部电缆的连接

外部电缆连接是指数控装置与外部 CRT/MDI 单元、强电柜、机床操作面板、进给伺服电动机动力线与反馈线、主轴电动机动力线与反馈信号线的连接以及与手摇脉冲发生器等连接,应使上述连接符合随机提供的连接手册的规定。最后还应进行地线连接,地线应采用辐射式接地法,即将数控柜中的信号地、强电地、机床地等连接到公共接地点上,公共接地点再与大地相连。数控柜与强电柜之间的接地电缆的截面积要在 5.5mm^2 以上。公共接地点与大地接触要好,接地电阻一般要求小于 $4\sim 7\Omega$ 。

(3) 电源线的连接

电源线的连接是指数控柜电源变压器输入电缆的连接和伺服变压器绕组抽头的连接。要注意国外机床生产厂家变压器有多个抽头,连接时必须根据我国供电的具体情况,正确地连接。

(4) 接通数控柜电源并检查输出电压是否正常

接通数控柜电源以前,先将电动机动力线断开,这样可使数控系统工作时机床不引起运动。但是,应根据维修说明书对速度控制单元做一些必要的设定,以避免因电动机动力线断开而报警。然后再接通电源,首先检查数控柜台各个风扇是否旋转,并借此确认电源是否接通。再检查各印制线路板上的电压是否正常,各种直流电压是否在允许的波动范围内。

1) 输入电源电压和频率的确认。我国供电制式是交流 380V , 三相; 交流 220V , 单相; 频率为 50Hz 。而有些国家的供电制式与我国不同。例如日本, 交流三相的线电压是 190V , 单相是 110V , 频率是 60Hz 。他们出口的设备为了满足各国不同的供电情况, 一般都配有电源变压器。变压器上有多个抽头供用户选择使用。电路板上设有 $50/60\text{Hz}$ 频率转换开关。所以, 对于进口的数控设备或数控系统, 调整前一定要先读懂随机说明书, 通电前要仔细检查输入电源电压是否正确, 频率开关是否已置于“ 50Hz ”位置。

2) 电源电压波动范围的确认。一般数控系统允许的电压波动范围为额定值的 $85\%\sim 110\%$, 而欧美的一些系统要求更高一些。如果电源电压波动范围超过数控系统的要求, 就必须配备交流稳压电源, 否则影响数控机床的精度和稳定性。

3) 输入电源电压相序的确认。目前, 数控机床的进给控制单元和主轴控制单元的供电电源, 大都采用晶闸管控制元件, 如果相序不对, 接通电源, 可能使进给控制单元的输入熔丝烧断。

4) 确认直流电源输出端是否对地短路。如有短路必须排除, 否则会烧坏直流稳压电源单元。

5) 接通数控柜电源, 检查各输出电压。电压波动太大会影响系统工作的稳定性。

6) 检查各熔断器的质量和规格是否符合要求, 以保护设备安全。

(5) 确认数控系统与机床的接口

现代的数控系统一般都具有自诊断功能, 在 CRT 画面上可以显示出数控系统与机床接口以及数控系统内部的状态。在带有可编程控制器(PLC)时, 一般可根据厂家提供的梯形图说明书(内含诊断地址表), 通过自诊断画面确认数控系统与机床之间的接口信号状态是否正确。

(6) 参数的设定

整机组进的数控机床, 出厂时, 都随机附有一份参数表(有的还附有一份参数纸带或磁

带)。调整时,必须对照参数表进行一次核对,使机床具有最佳工作性能。一般可通过按压 MDI/CRT 单元上的“PARAM”(参数)键来进行。如果参数有不符,可按照机床维修说明书提供的方法进行设定和修改。

通过以上步骤,数控系统调整完毕。此时,可切断数控系统电源,连接电动机的动力线,恢复报警设定,准备通电试车。

3. 开机调试

机床调试前,应按说明书要求给机床润滑油油箱、润滑点灌注规定的油液和油脂,用煤油清洗液压油箱及滤油器并灌入规定牌号的液压油,接通外界输入气源。

(1) 通电试车

机床通电试车一般先对各部件分别供电,再做全面供电试验。通电后首先观察有无报警故障,然后用手动方式陆续启动各部件,并检查安全装置是否起作用,能否正常工作,能否达到额定的工作指标。例如启动液压系统时,检查液压泵电动机转向,系统压力是否可以形成,液压元件能否正常工作,有无异常噪声,有无油路渗漏以及液压系统冷却装置是否正常工作;数控系统通电后有无异常报警;系统急停、清除复位按钮能否起作用;检查机床各转动和移动是否正常等。应按照机床说明书,检查机床主要部件的功能是否正常、齐全,使机床各部件都能操作、运动。接下来调整机床的床身水平,粗调机床的主要几何精度,再调整重新组装的主要运动部件与主机的相对位置,如机械手、刀库与主机换刀位置的校正,APC 托盘站与机床工作台交换位置的找正等。这些工作完成后,就可以用快干水泥灌注主机和各附件的地脚螺栓,整个预留孔灌平,等水泥完全干涸以后,就可以进行下一步工作了。

在数控系统与机床联机通电时,虽然数控系统已经确认工作正常,无任何报警,但为了预防万一,应在接通电源的同时,做好按压急停按钮的准备,以便随时切断电源。在检查机床各轴的运转情况时,用手动连续进给移动各轴,通过数字显示器 CRT 或 DPL 的显示值检查机床部件移动方向是否正确。如方向相反,则应将电动机动力线及检测信号线反接才行。然后检查各轴移动距离是否与移动指令相符,如不相符,应检查有关指令、反馈参数及位置控制环增益,丝杠螺距设置等参数设定是否正确。随后,再用手动进给,以低速移动各轴,并使它们碰到超越开关,以检查超程限位是否有效,数控系统是否在超程时发出报警。

最后,还应进行一次返回基准点动作。机床基准是以后机床进行加工的程序基准位置,因此,必须检查有无返回基准点功能以及每次返回基准点的位置是否完全一致。

(2) 机床精度和功能的调试

1) 机床精度调整。机床精度调整主要包括精调机床床身的水平和机床几何精度。机床地基固化后,利用地脚螺栓和调整垫铁精调机床床身的水平,对普通机床,水平仪读数不超过 $0.04\text{mm}/1000\text{mm}$,对于高精度机床,水平仪读数不超过 $0.02\text{mm}/1000\text{mm}$ 。然后移动床身上各移动部件(如立柱、床鞍和工作台等),在各坐标全行程内观察记录机床水平的变化情况,并调整相应的机床几何精度,使之达到允差范围。小型机床床身为一体,刚性好,调整比较容易。大、中型机床床身大多是多点垫铁支撑,为了不使床身产生额外的扭曲变形,要求在床身自由状态下调整水平,各支撑垫铁全部起作用后,再压紧地脚螺栓。这样可保持床身精调后长期工作的稳定性,提高几何精度的保持性。一般机床出厂前都经过精度检验,只要质

量稳定,用户按上述要求调整后,机床就能达到出厂前的精度。

2)机床功能调试。机床功能调试是指机床试车调整后,检查和调试机床各项功能的过程。调试前,首先应检查机床的数控系统及可编程控制器的设定参数是否与随机表中的数据一致。其次试验各主要操作功能、安全措施、运行行程及常用指令执行情况等,如手动操作方式、点动方式、编辑方式(EDIT)、数据输入方式(MDI)、自动运行方式(MEMOTY)、行程的极限保护(软件和硬件保护)以及主轴挂挡指令和各级转速指令等是否正确无误。最后检查机床辅助功能及附件的工作是否正常,如机床照明灯、冷却防护罩和各种护板是否齐全;切削液箱加满切削液后,试验喷管能否喷切削液,在使用冷却防护罩时是否外漏;排屑器能否正常工作;主轴箱恒温箱是否起作用及选择刀具管理功能和接触式测头能否正常工作等。

对于带刀库的数控加工中心,还应调整机械手的位置。调整时,让机床自动运行到刀具交换位置,以手动操作方式调整装刀机械手和卸刀机械手对主轴的相对位置,调整后紧固调整螺钉和刀库地脚螺钉,然后装上几把接近允许质量的刀柄,进行多次从刀库到主轴位置的自动交换,以动作正确、不撞击和不掉刀为合格。

(3)机床试运行。数控机床在带有一定负载条件下,经过较长时间的自动运行,比较全面地检查机床功能及工作可靠性,进行数控机床的试运行。试运行的时间,一般采用每天运行8h,连续运行2~3d;或运行24h,连续运行1~2d。

任务 2

数控机床的验收



任务目标

- (1)理解数控机床验收知识和验收内容。
- (2)掌握数控机床精度验收常用工具的使用方法。
- (3)掌握机床精度验收的一般方法。



工作任务

1. 任务分析

数控机床的验收除了对机床的性能检验外,还必须对机床的几何精度、位置精度及工作精度做全面检验,只有这样才能保证机床的工作性能。数控机床的验收是和安装调试工作同步进行的,机床开箱验收和外观检查合格后才能进行安装,机床的试运行就是机床性能及数控功能检验的过程。对于一般的机床用户,机床验收工作主要是根据机床出厂验收技术资料上规定的验收条件以及实际能够提供的检测手段,来部分或全部地测定机床验收资料上的各项技术指标。

2. 实践操作

- (1)数控机床的性能检验。
- (2)数控机床的精度验收。

理论知识

1. 数控机床验收的必要性

数控机床是现代制造技术的基础装备,随着数控机床的广泛应用与普及,机床的验收工作越来越受到重视,但很多用户对数控机床的验收还存在着偏差。新机检验的主要目的是为了判别机床是否符合其技术指标,判别机床能否按照预定的目标精密地加工零件。在许多时候,新机验收都是通过加工一个有代表性的典型零件决定机床能否通过验收。当该机床是用于专门加工某一种零件时,这种验收方法是可以接受的。但是对于更具有通用性的数控机床,这种切削零件的检验方法显然得不能提供足够信息来精确地判断机床的整体精度指标。只有通过机床的几何精度和位置精度进行检验,才能反映出机床本身的制造精度。在这两项精度检验合格的基础上,再进行零件加工检验,以此来考核机床的加工性能。对于安置在生产线上的新机,还需通过对工序能力和生产节拍的考核来评判机床的工作能力。但是,在实际检验工作中,往往有很多的用户在新机验收时都忽视了对机床精度的检验,他们以为新机在出厂时已做过检验,在使用现场安装只需调一下机床的水平,只要试加工零件经检验合格就认为机床通过验收。这些用户往往忽视了以下几方面的问题:

- 1) 新机通过运输环节到达现场,由于运输过程中产生的振动和变形,其水平基准与出厂检验时的状态已完全两样,此时机床的几何精度与其在出厂检验时的精度产生偏差。
- 2) 即使不计运输环节的影响,机床水平的调整也会对相关的几何精度项目产生影响。
- 3) 由于位置精度的检测元件如编码器、光栅等是直接安装在机床的丝杠和床身上,几何精度的调整会对其产生一定的影响。
- 4) 由检验所得到的位置精度偏差,还可直接通过数控机床的误差补偿软件及时进行调整,从而改善机床的位置精度。
- 5) 气压、温度、湿度等外部条件发生改变,也会对位置精度产生影响。
- 6) 由检验所得到的位置精度偏差,还可直接通过数控机床的误差补偿软件及时进行调整,从而改善机床的位置精度。

检验新机床时仅采用考核试加工零件精度的方法来判别机床的整体质量,并以此作为验收的唯一标准是远远不够的,必须对机床的几何精度、位置精度及工作精度做全面的检验,只有这样才能保证机床的工作性能,否则就会影响设备的安装和使用,造成较大的经济损失。

在数控机床到达用户方,完成初次的调试验收工作后,也并不意味着调试工作的彻底结束。在实际的生产企业中,常常采用这样的设备管理方法:安装调试完成后,设备投入生产加工中,只有等到设备加工精度达不到最初的要求时,才停工进行相应的调试。这样很多企业无法接受这样的停工的损失,所以在日常的工作中也可以按照“六自由度测量的快速机床误差评估”方法解决这个问题,大量减少测试时间,这样小车间也可以提前控制加工过程,最终通向零故障以及更少对事后检查的依赖。

六自由度测量的快速机床误差评估方法是测量系统一次安装调试后,可同时测量六个数控机床精度项目的误差值,与传统的单一精度项目测量方法相比,可大大缩短仪器的装调、检测时间。