



高等职业技术教育机电类专业规划教材



高等  
职业技术教育

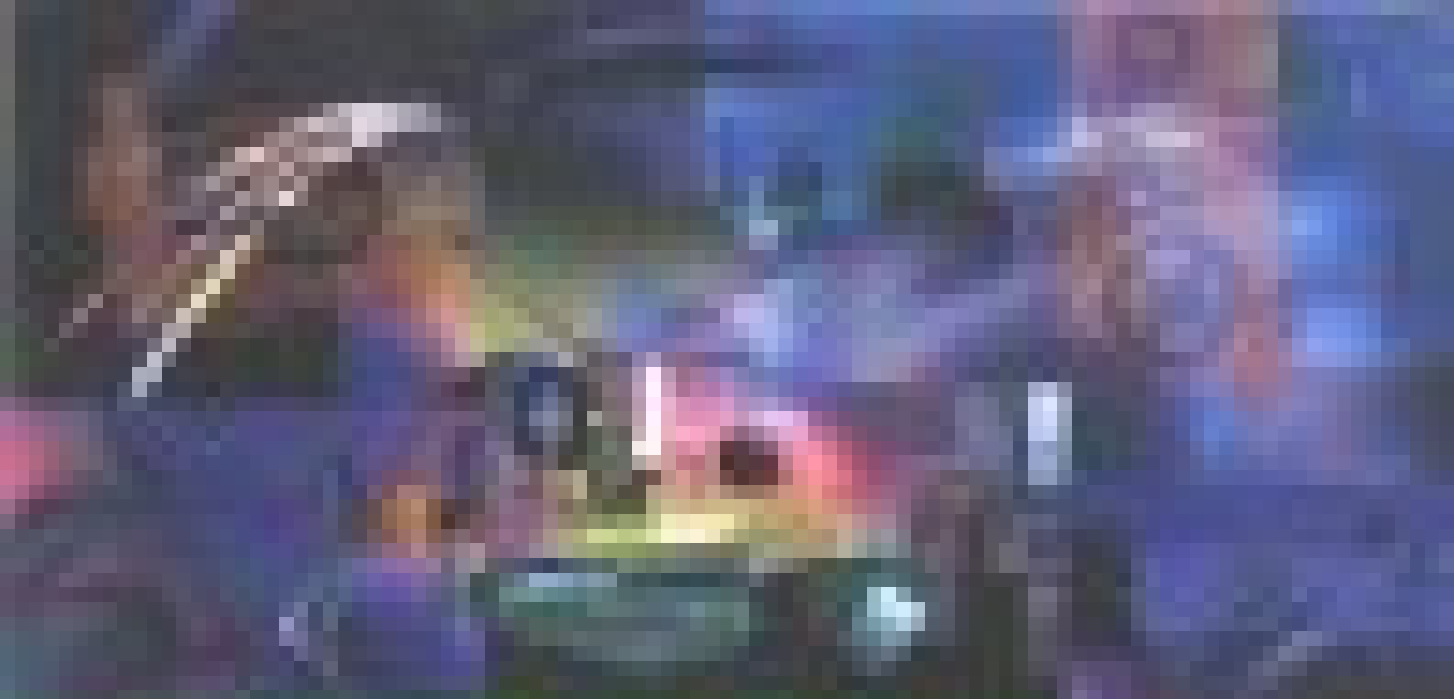
# 数控机床 故障诊断及维护

高等职业技术教育机电类专业教材编委会 组编

王侃夫 主编



机械工业出版社  
China Machine Press



# 数控机床 故障诊断及维护

机械工业出版社 机械工业出版社 机械工业出版社 机械工业出版社

机械工业出版社



高等职业技术教育机电类专业规划教材

# 数控机床故障诊断及维护

高等职业技术教育机电类专业教材编委会 组编

主编 王侃夫

参编 马金河

陈建新

主审 黄晓宇



机械工业出版社

本书是高等职业技术教育机电类专业规划教材之一。本书详细介绍了机床数控系统、主轴和进给伺服系统的机械及电气驱动、数控机床 PLC 控制的故障诊断及维护的方法和要求。对数控机床的验收与调试也作了较详细的介绍。

本书内容丰富,层次清晰,重点突出,重视实践技能的培养。在取材上,通过大量实例的介绍,从机床整体及机、电、液、气各个方面,体现数控机床故障诊断及维护的思路、方法和手段。每章所附的大量思考题与习题也可作为正文内容的补充,以拓展解决实际问题的能力。

本书可作为高等职业教育、大中专及职大数控技术应用专业、机电一体化专业的教材,也可作为从事数控机床工作的工程技术人员的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

数控机床故障诊断及维护/王侃夫主编.-北京:机械工业出版社,2000.5  
高等职业技术教育机电类专业规划教材  
ISBN 7-111-07605-2

I. 数… II. 王… III. ①数控机床-故障诊断-高等教育:技术教育-教材②数控机床-维修-高等教育:技术教育-教材  
IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 55670 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
责任编辑:贡克勤 版式设计:张世琴 责任校对:张佳  
封面设计:姚毅 责任印制:路琳  
成都新华印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行  
2000 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷  
787mm × 1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> · 11.5 印张 · 275 千字  
0 001 - 6 000 册  
定价:16.50 元  
凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

## 高等职业技术教育机电类专业教材编委会

|        |              |     |     |
|--------|--------------|-----|-----|
| 名誉主任委员 | 严雪怡 刘际远      |     |     |
| 主任委员   | 上海机电技术高等专科学校 | 孙兴旺 | 副校长 |
| 副主任委员  | 福建高级工业专门学校   | 黄森彬 | 副校长 |
|        | 南京机械高等专科学校   | 左健民 | 副校长 |
|        | 陕西工业职业技术学院   | 翟 轰 | 校 长 |
|        | 湘潭机电高等专科学校   | 曾家驹 | 副校长 |
|        | 包头职业技术学院     | 李俊梅 | 副校长 |
|        | 无锡职业技术学院     | 韩亚平 | 调研员 |
|        | 浙江机电职工大学     | 管 平 | 副校长 |
|        | 机械工业出版社教材编辑室 | 林 松 | 副主任 |
|        | (排名不分先后)     |     |     |
| 委员单位   | 邢台职业技术学院     |     |     |
|        | 湖南工业职业技术学院   |     |     |
|        | (等 26 所院校)   |     |     |

## 序

职业教育指受教育者获得某种职业或生产劳动的职业道德、知识和技能的教育。机电行业的职业技术教育是培养在生产一线的技术、管理和运行人员，他们主要从事成熟的技术和管理规范的应用与运作。随着社会经济的发展和科学技术的进步，生产领域的技术含量在不断提高。用人单位要求生产一线的技术、管理和运行人员的知识与能力结构与之适应。行业发展的要求促使职业技术教育的高层次——高等职业教育蓬勃成长。

高职教育与高等工程专科、中专教育培养的人才属同一类型，都是技术型人才，毕业生将就业于技术含量不同的用人单位。高等职业教育的专业设置必须适应地区经济与行业的需求。高等职业教育是能力本位教育，应以职业分析入手，按岗位群职业能力来确定课程设置与各种活动。

机械工业出版社出版了大量的本科、高工专、中专教材，其中有相当一批教材符合高等职业教育的需求，具有很强的职业教育特色，在此基础上这次又推出了机械类、电气类、数控类三个高职专业的高职教材。

专门课程的开发应遵循适当综合化与适当实施化。综合化有利于破除原来各种课程的学科化倾向，删除与岗位群职业能力关系不大的内容，有利于删除一些陈旧的内容，增添与岗位群能力所需要的新技术、新知识，如微电子技术、计算机技术等。实施化是课程内容要按培养工艺实施与运行人员的职业能力来阐述，将必要的知识支撑点溶于能力培养的过程中，注重实践性教学，注重探索教学模式以达到满意的教学效果。

本教材倾注了众多编写人员的心血，他们为探索我国电机行业高职教育作出可贵的尝试。今后还要依靠广大教师在实践中不断改进，不断完善，为创建我国的职业技术教育体系而奋斗。

赵克松

## 前 言

本书是机械工业出版社计划出版的五年制高等职业技术教育数控类专业系列教材之一，是根据1997年10月于福建高级工业专门学校制定通过的教学大纲编写的。

数控机床故障诊断及维护是数控机床调试和使用过程中很重要的组成部分，是目前制约数控机床发挥正常作用的因素之一。随着数控机床越来越多的推广和使用，对数控机床的故障诊断和维护人员提出了越来越高的要求。

本书根据编者的实践和教学经验，系统地介绍了数控机床故障诊断及维护的方法和手段，内容含盖了数控机床的各个组成部分，通过一系列的实例介绍，突出解决实际问题的具体方法，强调了实际应用。

本书可作为高等职业教育、大中专及职大数控技术应用专业、机电一体化专业的教材，也可作为从事数控机床工作的工程技术人员的参考书。

本书由王侃夫(绪论、第一章、第二章、第四章、第五章、第六章和第七章)、马金河(第三章)、陈建新(第八章)编写。王侃夫任主编。

本书由黄晓宇担任主审。1999年6月在上海召开了本教材的审稿会。参加审稿会的有：熊光华、顾京、蒋忠理、唐兹民、杨军辉等。

在编写本书过程中得到了上海开通数控公司陆军、上海重型机器厂王海虹、上海第一机床厂黄裕华、上海第二机床厂董明、上海三菱电梯有限公司柏雷等同志的热情帮助和指正，上海电机技术高等专科学校的梁森老师对本书提出了很多宝贵意见，该校的机床数控实验室、CAD/CAM实训基地为本书中的有关数据进行了验证，同时该校的汪焯老师对书稿的编辑做了大量的工作，编者在此一并致谢。

限于编者的水平，书中定有许多错误与不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

1999年8月

# 目 录

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 序                              |     |
| 前言                             |     |
| 绪论                             | 1   |
| 思考题与习题                         | 6   |
| <b>第一章 数控机床维护及数控</b>           |     |
| <b>系统故障诊断</b>                  | 7   |
| 第一节 数控机床维护                     | 7   |
| 第二节 故障处理                       | 11  |
| 第三节 数控系统故障诊断的方法                | 13  |
| 第四节 电源维护及故障诊断                  | 15  |
| 第五节 数控机床的抗干扰                   | 18  |
| 思考题与习题                         | 22  |
| <b>第二章 数控机床精度及性能检验</b>         | 23  |
| 第一节 精度检验                       | 23  |
| 第二节 机床性能及数控功能检验                | 34  |
| 第三节 数控系统的验收                    | 36  |
| 思考题与习题                         | 38  |
| <b>第三章 数控机床机械结构故障</b>          |     |
| <b>诊断及维护</b>                   | 40  |
| 第一节 数控机床机械故障                   |     |
| 诊断的方法                          | 40  |
| 第二节 主轴部件                       | 47  |
| 第三节 滚珠丝杠螺母副                    | 50  |
| 第四节 导轨副                        | 52  |
| 第五节 刀库及换刀装置                    | 55  |
| 第六节 液压与气压传动系统                  | 56  |
| 思考题与习题                         | 59  |
| <b>第四章 数控系统操作功能</b>            | 62  |
| 第一节 SIEMENS 数控系统操作面板           | 62  |
| 第二节 FANUC 0 数控系统操作面板           | 67  |
| 第三节 三菱 MELDAS 50 数控            |     |
| 系统诊断页面                         | 70  |
| 第四节 数控机床回参考点的                  |     |
| 故障诊断                           | 71  |
| 思考题与习题                         | 77  |
| <b>第五章 伺服系统故障诊断</b>            | 79  |
| 第一节 主轴驱动系统                     | 79  |
| 第二节 进给伺服系统                     | 94  |
| 第三节 位置检测装置                     | 111 |
| 第四节 伺服系统参数                     | 116 |
| 思考题与习题                         | 123 |
| <b>第六章 数控机床输入/输出(I/O)</b>      |     |
| <b>控制的故障诊断</b>                 | 127 |
| 第一节 数控机床 PLC 的功能               | 127 |
| 第二节 PLC 输入/输出元件                | 129 |
| 第三节 数控机床 PLC 控制的               |     |
| 故障诊断                           | 137 |
| 思考题与习题                         | 144 |
| <b>第七章 SINUMERIK 810 数控系统的</b> |     |
| <b>故障诊断及维护</b>                 | 148 |
| 第一节 系统组成及特点                    | 148 |
| 第二节 故障诊断及维护特点                  | 153 |
| <b>第八章 数控机床故障诊断及</b>           |     |
| <b>维修实例</b>                    | 159 |
| 第一节 数控系统故障诊断                   | 159 |
| 第二节 进给传动链故障诊断                  | 160 |
| 第三节 加工中心主轴变速                   |     |
| 齿轮挂档故障诊断                       | 161 |
| 第四节 柔性加工单元 APC 的               |     |
| 故障诊断                           | 163 |
| 第五节 数控机床润滑系统的                  |     |
| 故障诊断                           | 165 |
| 第六节 SINUMERIK 850 接口           |     |
| 信号故障诊断                         | 167 |
| 第七节 加工中心的故障诊断及维修               | 170 |
| <b>参考文献</b>                    | 176 |



## 绪 论

数控机床的故障诊断及维护在内容、手段和方法上与传统机床的故障诊断及维护有很大的区别。学习和掌握数控机床故障诊断及维护的技术,已越来越引起相关企业和工程技术人员的关注。数控机床故障诊断及维护已成为正确使用数控机床的关键因素之一。

### 一、数控机床故障诊断及维护的目的

数控机床是机电一体化在机械加工领域中的典型产品,它是将电子电力、自动化控制、电机、检测、计算机、机床、液压、气动和加工工艺等技术集中于一体的自动化设备,具有高精度、高效率和高适应性的特点。要发挥数控机床的高效益,就要保证它的开动率,这就对数控机床提出了稳定性和可靠性的要求,衡量该要求的指标是平均无故障时间 MTBF,即为两次故障间隔的时间;同时,当设备出了故障后,要求排除故障的修理时间 MTTR 越短越好,所以衡量上述要求的另一个指标是平均有效度 A:

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

为了提高 MTBF,降低 MTTR,一方面要加强日常维护,延长无故障的时间;另一方面当出现故障后,要尽快诊断出故障的原因并加以修复。如果用人来比喻的话,就是平时要注意保养,避免生病;生病后,要及时就医,诊断出病因,对症下药,尽快康复。

现代化的设备需要现代化和科学化的管理,数控机床的综合性和复杂性决定了数控机床的故障诊断及维护有自身的方法和特点,掌握好这些方法,可以保证数控机床稳定可靠地运行。特别是对柔性制造系统(FMS),任何一台数控机床出故障都会影响到整条生产线的运行,其经济损失是相当大的,因此快速诊断出故障原因和加强日常维护就显得很重要了。

### 二、数控机床故障诊断及维护的内容

数控机床由机床本体(包括液压、气动和润滑装置等)和电气控制系统两大部分组成。就机床本体而言,由于机械部件处于运动摩擦过程中,因此,对它的维护就显得特别重要,如主轴箱的冷却和润滑,导轨副和丝杠螺母副的间隙调整、润滑及支承的预紧,液压和气动装置的压力和流量调整等。

电气控制系统由数控系统、伺服系统、机床电器柜(也称强电柜)及操作面板等组成。图 0-1 所示为某数控机床的配置。

数控系统与机床及机床电器设备之间的接口有四个部分:

#### 1. 驱动电路

主要指与坐标轴进给驱动和主轴驱动的连接电路。

#### 2. 位置反馈电路

指数控系统与位置检测装置之间的连接电路。

#### 3. 电源及保护电路

电源及保护电路由数控机床强电线路中的电源控制电路构成。强电线路由电源变压器、控制变压器、各种断路器、保护开关、接触器、熔断器等连接而成,以便为交流电动机(如

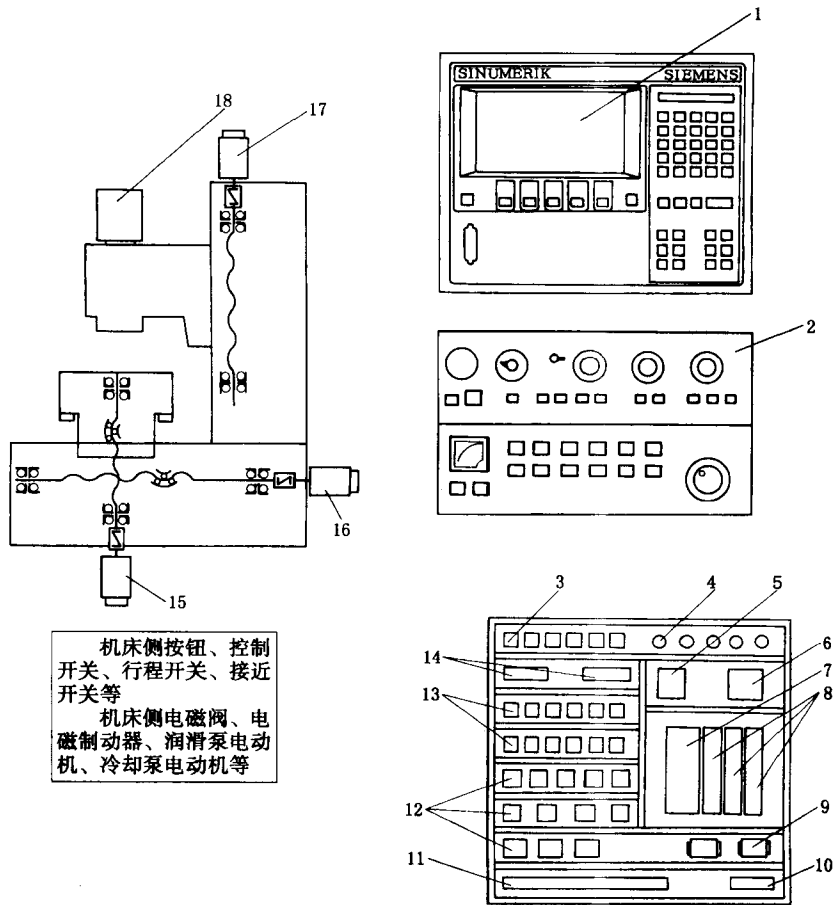


图 0-1 数控机床配置

- 1—数控系统及面板 2—机床操作面板 3—断路器 QF  
4—熔断器 FU 5—电源开关 6—稳压电源 7—主轴驱动装置  
8—X、Y、Z 轴进给驱动装置 9—变压器 10—接地板  
11—接线端子板 XT 12—接触器 KM 13—中间继电器 KA  
14—I/O 输入输出端子板 XT 15—带编码器的 X 轴伺服电动机  
16—带编码器的 Y 轴伺服电动机 17—带编码器及  
电磁制动器的 Z 轴伺服电动机 18—主电动机

液压泵电动机、冷却泵电动机及润滑油泵电动机等)、电磁铁、离合器和电磁阀等功率执行元件供电。

#### 4. 开/关信号连接电路

开/关信号是数控系统与机床之间的输入/输出控制信号。输入/输出信号在数控系统和机床之间的传送通过 I/O 接口进行。数控系统中各种信号均可用机床数据位“1”或“0”来表示。数控系统通过对输入开关量的处理，向 I/O 接口输出各种控制命令，控制强电线路的动作。

数控机床从电气角度看，最明显的特征就是用电气驱动替代了普通机床的机械传动，相

应的主运动和进给运动由主轴电动机和伺服电动机执行完成，而电动机的驱动必须有相应的驱动装置及电源配置。由于受切削状态、温度及各种干扰因素的影响，使伺服性能、电气参数发生变化或电气元件失效，从而引起故障。

可编程控制器替代了普通机床强电柜中大部分的机床电器，从而实现对主轴、进给、换刀、润滑、冷却、液压和气动等系统的逻辑控制。特别要注意的是机床上各部位上的按钮、行程开关、接近开关及继电器、电磁阀等机床电器开关，因为这些开关信号作为可编程控制器的输入和输出控制，开关的可靠性将直接影响到机床能否正确执行动作，这类故障是数控机床最常见的故障。

数控机床最终是以位置控制为目的的，所以，位置检测装置维护的好坏将直接影响到机床的运动精度和定位精度。

因此，电气系统的故障诊断及维护，内容多，涉及面广，是维护和故障诊断的重点部分。

就数控系统来说，80年代中期以前，由于当时CPU的性能低，采用硬件要比软件快得多，所以硬件品质的高低，就决定了当时数控系统品质的高低。由于微电子技术的迅猛发展和微机进入数控系统，在数控系统性能水平方面，已由硬件竞争转到软件竞争。数控系统类似计算机产品，将外购的电子元件焊(贴)到印制电路板上成为板、卡级产品，由多块板、卡通过接插件等连接，再连接外设就成为系统级最终产品。其关键技术如元器件筛选、印制电路板、焊接和贴附、生产过程及最终产品的检验和整机的考机等都极大地提高了数控系统的可靠性。有资料表明：数控机床操作、保养和调整不当占整个故障的57%，伺服系统、电源及电气控制部分的故障占整个故障的37.5%，而数控系统的故障只占5.5%。

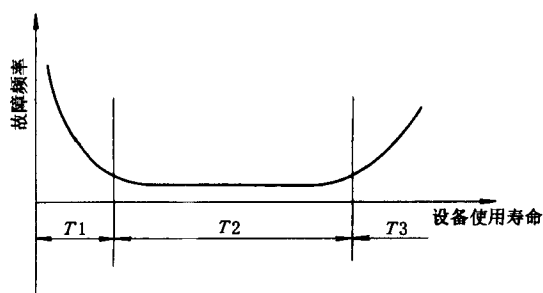


图 0-2 设备使用寿命-故障频率曲线

T1—初始使用期 T2—相对稳定期 T3—寿命终了期

### 三、数控机床故障诊断及维护的特点

按照数控机床故障频率的高低，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，如图 0-2 所示。

#### 1. 初始使用期

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，新的混凝土地基的内应力还未平衡和稳定，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考验，因电流或电压击穿而失效，致使整个设备出现故障。总之，在这个时期，电气、液压和气动系统故障频率约占整个初始使

用期故障的 90%，为此，要加强对机床的监测，勤记录，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

设备在经历了初期的各种老化、磨合和调整，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。另外，要坚持每隔 6 个月对设备作一次机电综合检测和复校，这个时期内，机电故障发生的概率近乎相等，且大多数可以排除。相对稳定运行期较长，一般定为 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，故障频率开始逐年递增，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，而必须加以综合，全方位地加以考虑。

**例 0-1** 某数控机床进给时出现伺服电动机电流过大的报警。综合产生过电流报警的因素为：

### 1. 进给传动链

- 1) 滚珠丝杠螺母副预紧过大。
- 2) 导轨副预紧过大。

### 2. 润滑

导轨润滑不良，如润滑系统的定量定时泵不正常、供油压力不在正常的范围内及滤油网堵塞等。

### 3. 切削状况

切削用量过大，如进给速度或切削深度过大等。

### 4. 电气传动

- 1) 伺服电动机故障，如永久磁钢退磁、热敏电阻灵敏度下降等。
- 2) 伺服驱动装置故障，如主电路短路等。

**例 0-2** 某数控机床的坐标轴在正、反向进给时产生振动。综合故障因素为：

- 1) 导轨副和滚珠丝杠螺母副的配合间隙过大。
- 2) 伺服电动机和丝杠的联轴器松动。

3) 电气参数，如加减速度时间设定过小，使伺服系统在换向时产生超调，从而引起机床振动。

**例 0-3** 某数控铣床 X-Y 两轴联动加工平面轮廓时，零件表面出现条纹。综合故障因素为：

- 1) X 轴进给速度控制信号波动较大。
- 2) Y 轴进给速度控制信号波动较大。
- 3) X 或 Y 轴在进给运动时有爬行现象。

- 4) X 或 Y 轴导轨副预紧过大及导轨防护板摩擦力较大。
- 5) 检测装置有故障, 使速度或位置反馈信号不稳定。
- 6) 伺服电动机运行不正常。
- 7) 伺服电动机和丝杠的联轴器有松动, 传动忽松忽紧。
- 8) 系统参数如位置环增益设置不当等。

**例 0-4** 某加工中心通过机床操作面板上的按钮进行人工换刀, 当按下按钮后, 无换刀动作。综合故障因素为:

- 1) 按钮失灵, 使 I/O 单元无信号输入。
- 2) I/O 单元有故障, 无信号输出。
- 3) 继电器、接触器失灵。
- 4) 液压或气动系统故障, 如压力不足、电磁阀故障等。
- 5) 行程开关或接近开关失灵, 换刀动作中断。

由此可见, 数控机床故障具有综合性和复杂性的特点, 引起数控机床故障的因素是多方面的, 有时, 故障现象是电气方面的, 但引起的原因是机械方面的; 反之, 故障现象是机械方面的, 但故障原因是电气方面的, 或两者皆而有之。所以, 要根据故障的现象和原因, 采用合适的诊断方法和诊断用仪器仪表, 作出正确的判断。

#### 四、数控机床诊断技术的发展

##### 1. 通信诊断

通信诊断也称远距离诊断或“海外诊断”。用户只需把 CNC 系统中的专用“通信接口”连接到普通电话线上, 维修中心的专用通信诊断计算机的“数据电话”也连接到电话线路上。由通信诊断计算机向各用户 CNC 系统发送诊断程序, 并将测试数据送回诊断计算机进行分析并得出结论, 最后又将诊断结论和处理方法通知用户。SIEMENS 公司生产的数控系统就具有这种诊断功能。通信诊断不仅用于故障发生之后对数控系统进行诊断, 而且还可用作用户的定期预防性诊断, 只需按预定的时间对机床作一系列试运行检查, 将检查数据通过电话线送入维修中心的计算机进行分析处理, 维修人员不必亲临现场, 就可发现系统可能出现的故障隐患。

##### 2. 自修复系统

自修复系统就是在系统内设置备用模块, 在数控系统的软件中装有自修复程序。当软件在运行时一旦发现某一个模块有故障时, 系统一方面将故障信息显示在 CRT 上, 同时自动寻找是否有备用模块, 若有备用模块, 系统能自动使故障模块脱机而接通备用模块, 从而使系统较快地进入正常工作状态。Cincinnati-Milacron 公司生产的 950CNC 系统就采用了这种自修复技术。

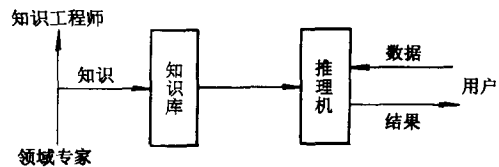


图 0-3 人工智能专家系统

##### 3. 人工智能(AI)专家故障诊断系统

专家系统是一个或一组能在某些特定领域内, 应用大量的专家知识和推理方法求解复杂问题的一种人工智能计算机程序。人工智能专家系统如图 0-3 所示。

专家系统主要包括两大部分, 即知识库和推理机。其中知识库中存放着求解问题所需的知识, 推理机负责使用知识库中的知识去解决实际问题。知识库的建造需要知识工程师和领

域专家相互合作把领域专家的知识和经验整理出来，并用系统的知识方法存放在知识库中。当解决问题时，用户为系统提供一些已知数据，就可从系统处获得专家水平的结论。从数控机床故障诊断的内容看，故障诊断专家系统用于故障监测、故障分析和决策处理三个方面。在 FANUC 15 系统中，已将专家故障诊断系统用于故障诊断。在使用时，操作者以简单的会话问答方式，通过数控系统上的 MDI/CRT 操作，就能如同专家亲临现场一样，诊断出系统的故障。

#### 4. 人工神经网络诊断

人工神经网络，简称神经网络，是人们对人脑思维研究的基础上，用数学方法将其简化、抽象并模拟，能反映人脑基本功能特性的一种并行分布处理连接网络模型。由于神经网络具有联想、容错、记忆、自适应、自学习和处理复杂多模式故障的优点，是数控机床故障诊断新的发展途径。将神经网络和专家系统结合起来，发挥两者各自的优点，更有助于数控机床的故障诊断。

#### 五、数控机床故障诊断与维护对人员的要求

提高数控机床的开动率，缩短故障诊断的时间，维护及维修人员是关键。

对维护及维修人员的要求如下：

1) 维护及维修人员应熟练掌握数控机床的操作技能，熟悉编程工作，了解数控系统的基本工作原理与结构组成，这对判断是操作不当或编程不当造成的故障十分必要。

2) 维护及维修人员必须详细熟读数控机床有关的各种说明书，了解有关规格、操作说明、维修说明，以及系统的性能、结构布局、电缆连接、电气原理图和机床梯形图(PLC 程序)等，实地观察机床的运行状态，使实物和资料相对应，做到心中有数。

3) 维护及维修人员除会使用传统的仪器仪表工具外，还应具备使用多通道示波器、逻辑分析仪和频谱分析仪等现代化、智能化仪器的技能。

4) 维护及维修人员要提高工作能力和效率，必须借鉴他人的经验，从中获得有益的启发。在完成一次故障诊断及排除故障过程后，应对诊断排故障工作进行回顾和总结，分析能否有更快、更好的解决方法，一个有代表性的诊断检修捷径是从“重复故障”中总结出来的，因此，维护及维修人员在经过一定的实践阶段后，对一定的故障形式就很熟悉，那么，以后不需要很多测试就能识别故障症状。

5) 做好故障诊断及维护记录，分析故障产生的原因及排故障方法，归类存档，为以后的故障诊断提供技术数据。

#### 思考题与习题

1. 数控机床故障诊断及维护的目的是什么？
2. 数控机床故障诊断及维护的特点是什么？
3. 从数控机床组成来看，数控机床故障诊断及维护有哪些内容？
4. 某台数控机床在运行时，主轴箱产生异常噪声，请从电气控制和机械传动的角度，罗列出产生异常噪声的因素。
5. 根据绪论中图 0-1，请说明：
  - 1) 数控机床电气控制柜有什么特点？
  - 2) 机床侧的行程开关和电磁阀等元器件分布在机床什么部位？

# 第一章 数控机床维护及数控系统故障诊断

不同种类的数控机床虽然在结构和控制上有所区别，但在机床维护、故障处理及故障诊断等方面有它们的共性。熟悉和掌握维护和故障诊断的方法、所用工具和有关资料，对提高维护质量和故障诊断效率是很有帮助的。

数控机床的电源配置较一般机床复杂，也是故障易发生的部位。熟悉数控机床电源配置的组成、电源供给对象、电源故障诊断及维护是保证数控机床正常运行的前提条件。

数控机床运行过程中另一个不可忽视的因素是干扰问题。了解干扰的因素及影响，加强抗干扰的措施，有助于数控机床稳定可靠地运行。

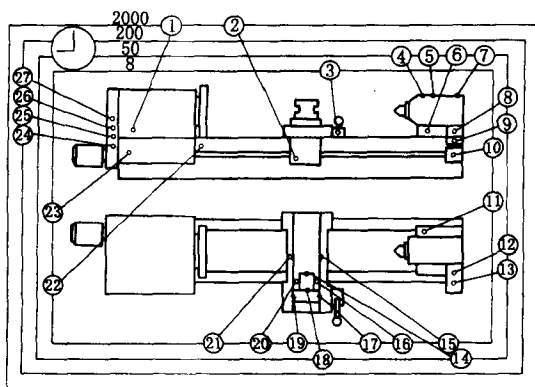
## 第一节 数控机床维护

对数控机床进行维护保养的目的就是要延长机械部件的磨损周期，延长元器件的使用寿命，保证机床长时间稳定可靠地运行。

### 一、点检

由于数控机床集机、电、液、气等技术为一体，所以对它的维护要有科学的管理，有计划、有目的制定相应的规章制度。对维护过程中发现的故障隐患应及时加以清除，避免停机待修，从而延长平均无故障时间，增加机床的开动率。点检就是按有关维护文件的规定，对数控机床进行定点、定时的检查和维护。表 1-1 为某加工中心的维护点检表，图 1-1 为某数控车床的润滑示意图，表示了该车床需润滑的部位、润滑的时间间隔、润滑材料及润滑方式等。

图 1-1a 中，编号①~⑦为该车床需润滑的部位，左上角数据 8、50、200 及 2000 为润滑间隔时间(h)，图 1-1b 所示为每个润滑部位的润滑方法和材料。



| 润滑部位编号              | ①   | ②   | ③   | ④~⑭ | ⑮~⑳ |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 润滑方法                |     |     |     |     |     |
| 润滑油牌号               | N46 | N46 | N46 | N46 | 油脂  |
| 过滤精度/ $\mu\text{m}$ | 65  | 15  | 5   | 65  | —   |

图 1-1 数控车床润滑示意图

a) 润滑部位及间隔时间 b) 润滑方法及材料

从点检的要求和内容上看，点检可分为专检点检、日常点检和生产点检三个层次，图 1-2 为数控机床点检维修过程示意图。

### 1. 专检点检

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与故障诊断，制定点检计划，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。

表 1-1 加工中心维护点检表

| 序号 | 检查周期 | 检查部位              | 检查要求                                   |
|----|------|-------------------|--|
| 1  | 每天   | 导轨润滑油箱            | 检查油标、油量，及时添加润滑油，润滑泵能定时启动打油及停止          |
| 2  | 每天   | X、Y、Z 轴向导轨面       | 清除切屑及脏物，检查润滑油是否充分，导轨面有无划伤损坏            |
| 3  | 每天   | 压缩空气气源压力          | 检查气动控制系统压力是否在正常范围                      |
| 4  | 每天   | 气源自动分水滤气器和自动空气干燥器 | 及时清理分水器中滤出的水分，保证自动空气干燥器工作正常            |
| 5  | 每天   | 气液转换器和增压器油面       | 发现油面不够时及时补足油                           |
| 6  | 每天   | 主轴润滑恒温油箱          | 工作正常，油量充足并调节温度范围                       |
| 7  | 每天   | 机床液压系统            | 油箱、液压泵无异常噪声，压力表指示正常，管路及各接头无泄漏，工作油面高度正常 |
| 8  | 每天   | 液压平衡系统            | 平衡压力指示正常，快速移动时平衡阀工作正常                  |
| 9  | 每天   | CNC 的输入/输出单元      | 如光电阅读机清洁，机械结构润滑良好                      |
| 10 | 每天   | 各种电气柜散热通风装置       | 各电柜冷却风扇工作正常，风道过滤网无堵塞                   |
| 11 | 每天   | 各种防护装置            | 导轨、机床防护罩等应无松动、泄漏                       |
| 12 | 每半年  | 滚珠丝杠              | 清洗丝杠上旧的润滑脂，涂上新油脂                       |
| 13 | 每半年  | 液压油路              | 清洗溢流阀、减压阀、滤油器，清洗油箱箱底，更换或过滤液压油          |
| 14 | 每半年  | 主轴润滑恒温油箱          | 清洗过滤器，更换润滑脂                            |
| 15 | 每年   | 检查并更换直流伺服电动机碳刷    | 检查换向器表面，吹净碳粉，去除毛刺，更换长度过短的电刷，并应跑合后才能使用  |
| 16 | 每年   | 润滑油压泵、滤油器清洗       | 清理润滑油池底，更换滤油器                          |
| 17 | 不定期  | 检查各轴导轨上镶条、压滚轮松紧状态 | 按机床说明书调整                               |
| 18 | 不定期  | 冷却水箱              | 检查液面高度，切削液太脏时需更换并清理水箱底部，经常清洗过滤器        |
| 19 | 不定期  | 排屑器               | 经常清理切屑，检查有无卡住等                         |
| 20 | 不定期  | 清理废油池             | 及时取走滤油池中废油，以免外溢                        |
| 21 | 不定期  | 调整主轴驱动带松紧         | 按机床说明书调整                               |

## 2. 日常点检

负责对机床的一般部位进行点检，处理和检查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。

表 1-2 为某企业数控机床点检卡，供参考。

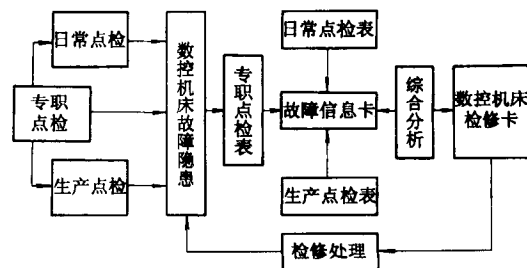


图 1-2 数控机床点检维修过程示意图



表 1-2 数控机床点检卡

| 设备编号 _____ 型号 _____ |   | 年 月 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|---------------------|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 内容                  | 点 检 内 容                                       | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |  |
| 1                   | 检查电源电压是否正常<br>(380V ± 38V)                    |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 2                   | 检查气源压力及过滤器<br>情况,并及时放水                        |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 3                   | 检查液压油位、冷却液<br>位是否达标                           |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 4                   | 检查液压泵启动后,主<br>液压回路油压是否正常                      |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 5                   | 检查机床润滑系统工作<br>是否正常                            |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 6                   | 检查冷却液回收过滤网<br>是否有堵塞现象                         |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 7                   | 轴间找正过程中,各轴<br>向运动是否有异常                        |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 8                   | 机构找正过程中,主轴<br>定位、换刀动作、轴孔吹<br>屑、防护门动作是否有正<br>常 |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 9                   | 主轴孔内、刀链刀套内<br>有无铁屑                            |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 10                  | 机床附件及罩壳和周围<br>场地是否有异常和渗漏现<br>象                |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
| 备 注                 |   |     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |

## 二、数控系统日常维护

### 1. 机床电气柜的散热通风

通常安装于电柜门上的热交换器或轴流风扇,能对电控柜的内外进行空气循环,促使电控柜内的发热装置或元器件,如驱动装置等进行散热。应定期检查控制柜上的热交换器或轴流风扇的工作状况,风道是否堵塞,否则会引起柜内温度过高而使系统不能可靠运行,甚至引起过热报警。

### 2. 尽量少开电气控制柜门

加工车间飘浮的灰尘、油雾和金属粉末落在电气柜上容易造成元器件间绝缘电阻下降,从而出现故障。因此,除了定期维护和维修外,平时应尽量少开电气控制柜门。