

检测元件是数控机床伺服系统的重要组成部分，它起着检测各控制轴的位移和速度的作用，它把检测到的信号反馈回去，构成闭环系统。测量方式可分为直接测量和间接测量：直接测量就是对机床的直线位移采用直线型检测元件测量，直接测量常用的检测元件一般包括：直线感应同步器、计量光栅、磁尺激光干涉仪。间接测量就是对机床的直线位移采用回转型检测元件测量，间接测量常用的检测元件一般包括：脉冲编码器、旋转变压器、圆感应同步器、圆光栅和圆磁栅。

当机床出现如下故障现象时，应考虑是否是由检测元件的故障引起的：

#### 1. 机械振荡（加 / 减速时）：

（1）脉冲编码器出现故障，此时检查速度单元上的反馈线端子电压是否在某几点电压下降，如有下降表明脉冲编码器不良，更换编码器。

（2）脉冲编码器十字联轴节可能损坏，导致轴转速与检测到的速度不同步，更换联轴节。

（3）测速发电机出现故障，修复，更换测速机。

#### 2. 机械暴走（飞车）：

在检查位置控制单元和速度控制单元的情况下，应检查：

（1）脉冲编码器接线是否错误，检查编码器接线是否为正反馈，A 相和 B 相是否接反。

（2）脉冲编码器联轴节是否损坏，更换联轴节。

（3）检查测速发电机端子是否接反和励磁信号线是否接错。

#### 3. 主轴不能定向或定向不到位：

在检查定向控制电路设置和调整，检查定向板，主轴控制印刷电路板调整的同时，应检查位置检测器（编码器）是否不良，此时测编码器输出波形，正常波形如下：

#### 4. 坐标轴振动进给：

在检查电动机线圈是否短路，机械进给丝杠同电机的连接是否良好，检查整个伺服系统是否稳定的情况下，检查脉冲编码是否良好、联轴节联接是否平稳可靠、测速机是否可靠。

5. NC 报警中因程序错误，操作错误引起的报警。如 FAUNUC 6ME 系统的 NC 报警 090.091。出现 NC 报警，有可能是主电路故障和进给速度太低引起。同时，还有可能是：

(1) 脉冲编码器不良。

(2) 脉冲编码器电源电压太低，（此时调整电源电压的 15V，使主电路板的 +5V 端子上的电压值在 4.95—5.10V 内）。

(3) 没有输入脉冲编码器的一转信号而不能正常执行参考点返回。

6. 伺服系统的报警号：如 FAUNUC 6ME 系统的伺服报警：416、426、436、446、456。SIEMENS 880 系统的伺服报警：1364 SIEMENS 8 系统的伺服报警：114、104 等。当出现如上报警号时，有可能是：

(1) 轴脉冲编码器反馈信号断线，短路和信号丢失，用示波器测 A 相、B 相一转信号。

(2) 编码器内部受到污染、太脏、信号无法正确接收。

我厂现有数控设备 15 台，其中，西门子 8 系统加工中心一台，西门子 880 系统加工中心二台，数控切割机四台，IRB2000 焊接机器人三台，CNCJ—800X8100 数控折弯机一台，FAUNUC 6 系统加工中心一台，普通数控车床三台，从 91 年使用第一台 YBM-90N 西门子 8 系统加工中心开始至今，从使用过程中出现的故障来看，检测元件出现的故障占了很大比例：下面就几具典型故障作一个分析。

故障一：脉冲编码器光电盘划分，导致工作台定位不准。

故障现象：芬兰 VMC800 SIMES 880 立式加工中心的工作台为双工作台，通过交换工作台完成两工件加工，工作台靠鼠盘定位，鼠牙盘等分 360 个齿，每个齿对应 1° 工作台靠油缸上下运动实现工作的离合，通过伺服电机拉动同步齿形带，带动工作台旋转通过脉冲编

码器来检测工作台的旋转角度和定位，工作台在 96 年 8 月份出现定位故障，工作台不能正确参考点，每次定位错误不管自动还是手动都相差几个角度，角度数，有时  $1^{\circ}$ ，有时  $2^{\circ}$ ，但是工作台如果分别正转几个角度如  $30^{\circ}$ 、 $60^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$ ，再相应的反转  $30^{\circ}$ 、 $60^{\circ}$ 、 $90^{\circ}$  时，定位准确，出现定位错误时，CRT 出现 NC 228\*报警显示。

故障分析：查询 228\*报警内容为：M19 选择无效，即：M19 定位程序在运行时没有完成，当时我们认为是 M19 定位程序和有关的 NC MD 有错，但是检查程序和数据正常，经分析有可能是下面几种原因引起工作台定位错误：（1）同步齿形带损坏，导致工作台实际转数与检测到的数值不符；（2）编码器联轴节损坏；（3）测量电路不良导致定位错误。

故障解决：根据以上原因，我们对同步齿形带和编码器联轴节，进行检查，发现一切正常，排除上述原因后，我们判断极有可能是测量电路不良引起的故障，本机床是由 RAC 2: 2-200 驱动模块，驱动交流伺服电机构成 S1 轴，由 6Fx1 121-4BA 测量模块与一个 1024 脉冲的光电脉冲编码器组成 NC 测量电路，在工作台定位出现故障时，检查工作台定位 PLC 图，PLC 图人板 4AI-C8 上输入点 E9.3、E9.4、E9.5、E9.6、E9.7 是工作台在旋转联结定位的相关点，输出板 4AI-C5 上 A2.2、A2.3、A2.4、A2.5、A2.6 是相应的输出点，检查这几个点，工作状态正常，从 PLC 图上无法判断故障原因，于是我们检查测量电路模块 6Fx1, 121-4BA 无报警显示正常。在工作台定位的过程中，用示波器测量编码器的反馈信号，判定编码器出现故障。于是我们拆下编码器，拆下其外壳，发现其光电盘与底下的指示光栅距离大近，旋转时产生摩擦，光电盘里圈不透光部分被摩擦划了一个透光圆环，导致产生不良脉冲信号，经更换编码器问题解决，现在考虑当初的报警没有显示测量电路故障，是因为编码器光电盘还没有完全损坏，是一个随机性故障，CNC 无法真实的显示真正的报警内容，因此数控设备的报警并不能完全彻底的说明故障原因，需要更加深入地进行分析。

故障二：脉冲编码器 A 相信号错误导致轴运动产生振动。

故障现象：FAUNUC 6ME 系统双面加工中心 96 年 10 月份 X 向在运动的过程中产生振动，并且在 CRT 上出现 NC416 报警。

故障分析：根据故障现象，我们分析引起故障的原因可能有以下几种。（1）速度控制单元出现故障；（2）位置检测电路不良；（3）脉冲编码器反馈电缆的连线和连接不良；（4）脉冲编码器不良；（5）机床数据是否正确；（6）伺服电机及测速机故障。

故障解决：针对上述分析出的原因，对速度控制单元、主电路板、脉冲编码器反馈电缆的连接和连线进行检查，发现一切正常，机床数据正常，然后将电动机与机械部分脱开，用手转动电动机，观察 713 号诊断状态，713 诊断内容为：713.3 为 X 轴脉冲编码器反馈信号，如果断线，此位为 1。713.2 为 X 轴编码器反馈一转信号。713.1 为 X 轴脉冲编码器 B 相反馈信号。713.0 为 X 轴脉冲编码器 A 相反馈信号。713.2、713.1、713.0 正常时电动机转动应为“0”、“1”不断变化，在转动电动机时，发现 713.0 信号只为“0”不变“1”，我们又用示波器检测脉冲编码器的 A 相、B 相和一转信号，发现 A 相信号不正常，因此通过上述检查可判定调轴脉冲编码器不良，经更换新编码器，故障解决。

故障三：测速发电机的励磁绕组线引起控制轴振动的故障。

故障现象：从芬兰引进的 IRB2000 机器人 98 年 10 份出现故障，启动机器人，机器人在导轨（第七轴）上不运行，并有强烈振动，在控制器上出现 506 1407 和 509 237 报警。

故障分析：5006 1407 报警内容为：（1）机器人在第七轴运行时遇到障碍；（2）驱动电机超载，电磁刹车没有松开；（3）驱动电机通过电流，但不能正确换向；（4）驱动电机没有通过电流。509 237 报警内容为：第七轴的测速发电机不良，测速机断路。

故障解决：根据故障现象和报警内容，我们对驱动系统进行检查，驱动电机为交流伺服电机，型号为 NAC093A-O-WS-3-C / 110-B-1，驱动板为 DSQC236B，该系统的检测为测速发电机和脉冲编码器对速度和位置进行检测控制，首先我们检查各连接电缆的连线，接头和

驱动板都正常，然后我们又检查强电电路，经检查发现控制驱动电机电磁刹车的时间继电器有一触点断线，焊好后，重新启动，时间继电器虽然工作正常，但是电机仍不能运行，报警仍未消除，随后我们把电机与机械部分脱开，只接通刹车电源，用手转动电机，电机不动，同时测量刹车线圈，发现线圈烧损，经修复刹车故障解除，506 1407 报警消除，但是 509 237 报警仍未消除，机器人运行仍有振动，于是我们测量测速发电机励磁绕组，发现绕组断线，因绕组线为 0.2mm，线太细并且断掉好几根，修复难度太大，修复无望，于是我们向 ABB 公司定货，经更换测速发电机，故障解除。

故障四：脉冲编码器受油污染，导致轴定位故障。

故障现象：SIEMENS 880 卧式加工中心工作台 98 年 10 月份在旋转定位过程中出现故障，运行中断，CRT 出现报警号：1364 报警内容为 1364 ORD 4B2 measuing System Dirty 即测量系统受污染。

故障解决：根据故障报警内容，我们先拆下检测线路板和反馈电缆接头，用酒精清洗其灰尘和油污，起动工作台，故障没消除，随后我们又拆下检测工作台位置的脉冲编码器，发现里面充满了大量机械油，原来有一通入编码器的压缩空气气路，压缩空气能把进入编码器的灰尘吹出，起到清洁编码器的作用，这些机械油是由气路通气时，因压缩空气不洁净，由压缩空气带进来的，我们用汽油把这些油污洗干净，并提高压缩空气质量，重新安装好编码器后，起动工作台，故障消除。

故障五：闭环电路检测信号线折断，导致控制轴运行故障。

故障现象：SIEMENS 8 系统卧式加工中心有一次正在工作过程中，机床突然停止运行，CRT 出现 NC 报警 104，关断电源重新起动，报警消除，机床恢复正常，然而工作不久，又出现上述故障，如此反复。

故障分析及解决：查询 NC 104 报警，内容为：X 轴测量闭环电缆折断短路，信号丢失，

不正确的门槛信号不正确的频率信号，本机床的 X、Y、Z 三轴采用光栅尺对机床位移进行位置检测，进行反馈控制形成一个闭环系统。

根据故障现象和报警，我们先检查读数头和光栅尺，光栅尺密封良好，里面洁净，读数头和光栅尺没有受到油污和灰尘污染，并且读数头和光栅尺正常，随后我们又检查差动放大器和测量线路板，经检查未发现不良现象，经过这些工作后，我们把重点放在反馈电缆上，测量反馈端子，发现 13 号线电压不稳，停电后测量 13 号线，发现有较大电阻，经仔细检查，发现此线在 X 向随导轨运动的一段有一处将要折断，似接非接，造成反馈值不稳，偏离其实际值，导致电机失步，经对断线重新接线，起动机床，故障消除。

故障六：脉冲编码器感应光电盘损伤导致加工件加工尺寸误差。

故障现象：CNC 862 数控 20 车床 X 向切削零件时尺寸出现误差，达到 0.30mm / 250mm，CRT 无报警显示。

故障解决：本机床的 X、Z 轴为伺服单元控制直流伺服电机驱动，用光电脉冲编码器作为位置检测，据分析造成加工尺寸误差的原因一般为：（1）X 向滚珠丝杠与丝母副存在比较大的间隙或电机与丝杠相连接的轴承受损，导致实行行程与检测到的尺寸出现误差；（2）测量电路不良。

根据上述分析，经检查发现丝杠与丝母间隙正常，轴承也无不良现象，测量电路的电缆连线 and 接头良好，最后我们用示波器检查编码器的检测信号，波形不正常。于是我们拆下编码器，打开其外壳，发现光电盘不透光部分不知什么原因出现三个透明点致使检测信号出现误差，更换编码器，问题解决，因为 CNC 862 系统的自诊断功能不是特别强，因此在出现这样的故障时，机床不停机，也无 NC 报警显示：

还有几次因检测元件不良造成的设备故障，在此就不一一列述。

检测元件是一种极其精密和容易受损的器件，一定要从下面几个方面注意，进行正确的

使用和维护保养。

1. 不能受到强烈振动和摩擦以免损伤代码板，不能受到灰尘油污的污染，以免影响正常信号的输出。
2. 工作环境周围温度不能超标，额定电源电压一定要满足，以便于集成电路片子的正常工作。
3. 要保证反馈线电阻，电容的正常，保证正常信号的传输。
4. 防止外部电源、噪声干扰，要保证屏蔽良好，以免影响反馈信号。
5. 安装方式要正确，如编码器联接轴要同心对正，防止轴超出允许的载重量，以保证其性能的正常。

总之，在数控设备的故障中，检测元件的故障比例是比较高的，只要正确的使用并加强维护保养，对出现的问题进行深入分析，就一定能降低故障率，并能迅速解决故障，保证设备的正常运行

### 数控系统的常见故障分析

根据数控系统的构成，工作原理和特点，结合我们在维修中的经验，将常见的故障部位及故障现象分析如下。

(1) 位置环 这是数控系统发出控制指令，并与位置检测系统的反馈值相比较，进一步完成控制任务的关键环节。它具有很高的工作频度，并与外设相联接，所以容易发生故障。

常见的故障有：①位控环报警：可能是测量回路开路；测量系统损坏，位控单元内部损坏。②不发指令就运动，可能是漂移过高，正反馈，位控单元故障；测量元件损坏。③测量元件故障，一般表现为无反馈值；机床回不了基准点；高速时漏脉冲产生报警可能的原因是光栅或读头脏了；光栅坏了。

(2) 伺服驱动系统 伺服驱动系统与电源电网，机械系统等相关联，而且在工作中一



直处于频繁的启动和运行状态，因而这也是故障较多的部分。

其主要故障有：①系统损坏。一般由于网络电压波动太大，或电压冲击造成。我国大部分地区电网质量不好，会给机床带来电压超限，尤其是瞬间超限，如无专门的电压监控仪，则很难测到，在查找故障原因时，要加以注意，还有一些是由于特殊原因造成的损坏。如华北某厂由于雷击中工厂变电站并窜入电网而造成多台机床伺服系统损坏。②无控制指令，而电机高速运转。这种故障的原因是速度环开环或正反馈。如在东北某厂，引进的西德 WOTAN 公司转子铣床在调试中，机床 X 轴在无指令的情况下，高速运转，经分析我们认为正反馈造成的。因为系统零点漂移，在正反馈情况下，就会迅速累加使电机在高速下运转，而我们按标签检查线路后完全正确，机床厂技术人员认为不可能接错，在充分分析与检测后我们将反馈线反接，结果机床运转正常。机床厂技术人员不得不承认德方工作失误。还有一例子，我们在天津某厂培训讲学时，应厂方要求对他们厂一台自进厂后一直无法正常工作的精密磨床进行维修，其故障是：机床一启动电机就运转，而且越来越快，直至最高转速。我们分析认为是由于速度环开路，系统漂移无法抑制造成。经检查其原因是速度反馈线接到了地线上造成。③加工时工件表面达不到要求，走圆弧插补轴换向时出现凸台，或电机低速爬行或振动，这类故障一般是由于伺服系统调整不当，各轴增益系统不相等或与电机匹配不合适引起，解决办法是进行最佳化调节。④保险烧断，或电机过热，以至烧坏，这类故障一般是机械负载过大或卡死。

(3) 电源部分 电源是维持系统正常工作的能源支持部分，它失效或故障的直接结果是造成系统的停机或毁坏整个系统。一般在欧美国家，这类问题比较少，在设计上这方面的因素考虑的不多，但在中国由于电源波动较大，质量差，还隐藏有如高频脉冲这一类的干扰，加上人为的因素（如突然拉闸断电等）。这些原因可造成电源故障监控或损坏。另外，数控系统部分运行数据，设定数据以及加工程序等一般存贮在 RAM 存贮器内，系统断电后，靠



电源的后备蓄电池或锂电池来保持。因而，停机时间比较长，拔插电源或存储器都可能造成数据丢失，使系统不能运行。

(4) 可编程序控制器逻辑接口 数控系统的逻辑控制，如刀库管理，液压启动等，主要由 PLC 来实现，要完成这些控制就必须采集各控制点的状态信息，如断路器，伺服阀，指示灯等。因而它与外界种类繁多的各种信号源和执行元件相连接，变化频繁，所以发生故障的可能性就比较多，而且故障类型亦千变万化。

(5) 其他 由于环境条件，如干扰，温度，湿度超过允许范围，操作不当，参数设定不当，亦可能造成停机或故障。有一工厂的数控设备，开机后不久便失去数控准备好信号，系统无法工作，经检查发现机体温度很高，原因是通气过滤网已堵死，引起温度传感器动作，更换滤网后，系统正常工作。不按操作规程拔插线路板，或无静电防护措施等，都可能造成停机故障甚至毁坏系统。

一般在数控系统的设计、使用和维修中，必须考虑对经常出现故障的部位给予报警，报警电路工作后，一方面在屏幕或操作面板上给出报警信息，另一方面发出保护性中断指令，使系统停止工作，以便查清故障和进行维修。

### 3.3 故障排除方法

(1) 初始化复位法 一般情况下，由于瞬时故障引起的系统报警，可用硬件复位或开关系统电源依次来清除故障，若系统工作存储器由于掉电，拔插线路板或电池欠压造成混乱，则必须对系统进行初始化清除，清除前应注意作好数据拷贝记录，若初始化后故障仍无法排除，则进行硬件诊断。

(2) 参数更改，程序更正法 系统参数是确定系统功能的依据，参数设定错误就可能

造成系统的故障或某功能无效。例如，在哈尔滨某厂转子铣床上采用了测量循环系统，这一功能要求有一个背景存贮器，调试时发现这一功能无法实现。检查发现确定背景存贮器存在的数据位没有设定，经设定后该功能正常。有时由于用户程序错误亦可造成故障停机，对此可以采用系统的块搜索功能进行检查，改正所有错误，以确保其正常运行。

(3) 调节，最佳化调整法 调节是一种最简单易行的办法。通过对电位计的调节，修正系统故障。如某军工厂维修中，其系统显示器画面混乱，经调节后正常。在山东某厂，其主轴在启动和制动时发生皮带打滑，原因是其主轴负载转矩大，而驱动装置的斜升时间设定过小，经调节后正常。

最佳化调整是系统地对伺服驱动系统与被拖动的机械系统实现最佳匹配的综合调节方法，其办法很简单，用一台多线记录仪或具有存贮功能的双踪示波器，分别观察指令和速度反馈或电流反馈的响应关系。通过调节速度调节器的比例系数和积分时间，来使伺服系统达到即有较高的动态响应特性，而又不振荡的最佳工作状态。在现场没有示波器或记录仪的情况下，根据经验，即调节使电机起振，然后向反向慢慢调节，直到消除震荡即可。

(4) 备件替换法 用好的备件替换诊断出坏的线路板，并做相应的初始化启动，使机床迅速投入正常运转，然后将坏板修理或返修，这是目前最常用的排故办法。

(5) 改善电源质量法 目前一般采用稳压电源，来改善电源波动。对于高频干扰可以采用电容滤波法，通过这些预防性措施来减少电源板的故障。

(6) 维修信息跟踪法 一些大的制造公司根据实际工作中由于设计缺陷造成的偶然故障，不断修改和完善系统软件或硬件。这些修改以维修信息的形式不断提供给维修人员。以此做为故障排除的依据，可正确彻底地排除故障。

### 3.4 维修中应注意的事项

(1) 从整机上取出某块线路板时，应注意记录其相对应的位置，连接的电缆号，对于

固定安装的线路板，还应按前后取下相应的压接部件及螺钉作记录。拆卸下的压件及螺钉应放在专门的盒内，以免丢失，装配后，盒内的东西应全部用上，否则装配不完整。

(2) 电烙铁应放在顺手的前方，远离维修线路板。烙铁头应作适当的修整，以适应集成电路的焊接，并避免焊接时碰伤别的元器件。

(3) 测量线路间的阻值时，应断电源，测阻值时应红黑表笔互换测量两次，以阻值大的为参考值。

(4) 线路板上大多刷有阻焊膜，因此测量时应找到相应的焊点作为测试点，不要铲除焊膜，有的板子全部刷有绝缘层，则只有在焊点处用刀片刮开绝缘层。

(5) 不应随意切断印刷线路。有的维修人员具有一定的家电维修经验，习惯断线检查，但数控设备上的线路板大多是双面金属孔板或多层孔化板，印刷线路细而密，一旦切断不易焊接，且切线时易切断相邻的线，再则有的点，在切断某一根线时，并不能使其和线路脱离，需要同时切断几根线才行。

应随意拆换元器件。有的维修人员在没有确定故障元件的情况下只是凭感觉那一个元件坏了，就立即拆换，这样误判率较高，拆下的元件人为损坏率也较高。

(7) 拆卸元件时应使用吸锡器及吸锡绳，切忌硬取。同一焊盘不应长时间加热及重复拆卸，以免损坏焊盘。

(8) 更换新的器件，其引脚应作适当的处理，焊接中不应使用酸性焊油。

(9) 记录线路上的开关，跳线位置，不应随意改变。进行两极以上的对照检查时，或互换元器件时注意标记各板上的元件，以免错乱，致使好板亦不能工作。

(10) 查清线路板的电源配置及种类，根据检查的需要，可分别供电或全部供电。应注意高压，有的线路板直接接入高压，或板内有高压发生器，需适当绝缘，操作时应特别注意。

## 伺服进给系统故障维修 31 例

### 例 42

#### 2. 伺服电动机故障的维修

故障现象：一台配套 SINUMERIK 810T 系统的数控车床，一次刀塔出现故障，转动不到位，刀塔转动时，出现 6016 号报警“SLIDE POWER PACK NO OPERATION”。

分析及处理过程：根据工作原理和故障现象进行分析，刀塔转动是由伺服电动机驱动的，电动机一起动，伺服单元就产生过载报警，切断伺服电源，并反馈给 NC 系统，显示 6016 报警。检查机械部分，更换伺服单元都没有解决问题。更换伺服电动机后，故障被排除。

### 例 423. 位置反馈板故障的维修

故障现象：一台采用直流伺服系统的美国数控磨床，E 轴运动时产生“EAXIS EXECESS FOLLOWING ERROR”报警。

分析及处理过程：观察故障发生过程，在起动车轴时，E 轴开始运动，CRT 上显示 E 轴数值变化，当数值变到 14 时，突然跳变到 471，分析确认为反馈部分存在问题。更换位置反馈板后，故障消除。

### 例 424. 反馈电缆折断的故障维修

故障现象：一台数控磨床，E 轴修整器失控，E 轴能回参考点，但设定在自动或半自动修整时，运动速度极快，直到撞到极限开关。

分析及处理过程：观察发生故障的过程，发现撞极限开关时，其显示的坐标值远小于实际值，故确认是位置反馈的问题。但更换反馈板和编码器都未能解决问题。后仔细研究发现，E 轴修整器是由 Z 轴带动运动的，一般回参考点时，E 轴都在 Z 轴的一侧，而修整时，E 轴修整器被 Z 轴带到中间。为此我们做了这样的试验，将 E 轴修整器移到 Z 轴中间，然后回参考点，这时回参考点也出现失控现象，为此断定由于 E 轴修整器经常往复运动，导致 E 轴反馈电缆折断，而使接触不良。找出断点，焊接并采取防折措施后，故障消除。

#### 例 425. SIEMENS 系统 Profibus 总线报警的故障维修

故障现象：一台配套 SIEMENS SINUMERIK 802D 系统的四轴四联动的数控铣床，开机后有时会出现 380500Profibus-DP：驱动 A1(有时是 X、Y 或 Z)出错。但关机片刻后重新开机，机床又可以正常工作。

分析及处理过程：因为该报警时有时无，维修时经过数次开关机试验机床无异常，于是检查总线、总线插头，确认连接牢固、正确，接地可靠。但数日后，故障重新出现；仔细检查 611UE 驱动报警显示为“E-B280”，故障原因为电流检测错误，测量驱动器的输入电压，发现实际输入电压为 406V。重新调节变压器的输出电压，机床恢复正常，报警从此不再出现。

#### 例 426. 换刀故障的维修

故障现象：一台数控铣床发生打刀事故，按急停按钮后，换上新刀，但工作台不旋转。

分析及处理过程：通过 PLC 梯形图分析，发现其换刀过程不正确，计算机认为换刀过程没有结束，不能进行其他操作。因此，按正确程序重新换刀后，机床恢复正常。

#### 例 427. 机床过载报警的故障维修

故障现象：某配套 FANUC-0M 系统的数控立式加工中心，在加工中经常出现过载报警，报警号为 434，表现形式为 Z 轴电动机电流过大，电动机发热，停上 40min 左右报警消失，接着再工作一阵，又出现同类报警。

分析及处理过程：经检查电气伺服系统无故障，估计是负载过重带不动造成。

为了区分是电气故障还是机械故障，将 Z 轴电动机拆下与机械脱开，再运行时该故障不再出现。由此确认为机械丝杠或运动部位过紧造成。调整 Z 轴丝杠防松螺母后，效果不明显，后来又调整 Z 轴导轨镶条，机床负载明显减轻，该故障消除。

#### 例 428. 电动机联轴器松动的故障维修

故障现象：一台数控车床，加工零件时，常出现径向尺寸忽大忽小的故障。

分析及处理过程：检查控制系统及加工程序均正常，然后检查传动链中电动机与丝杠的联接处，发现电动机联轴器紧固螺钉松动，使得电动机轴与丝杠产生相对运动。由于半闭环系统的位置检测器件在电动机侧，丝杠的实际转动量无法检测，从而导致零件尺寸不稳定：紧固电动机联轴器后故障消除。

#### 例 429. 压力开关损坏的故障维修

故障现象：某配套 SIEMENS 840C 系统的加工中心，一次开机后 B 轴不能运动。

分析及处理过程：经检查，B 轴电磁阀已动作，但 PLC 显示 B 轴未放松，故判断压力开关有问题。拆下后经检查，发现该开关触点损坏；换一个压力开关后，故障消除。

#### 例 430. B 轴伺服报警的故障维修

故障现象：一台配套 OKUMA OSP700，型号为 XHAD765 的数控机床，加工中 B 轴出现伺服报警 ALARMA：“SVP 速度指令超限，B 轴 11F9FD76”。

分析及处理过程：按复位后，报警消除。分析报警内容，估计转台阻力大或是速度反馈有问题。将快速进给倍率开关拨到 10%，MDI 方式下转动 B 轴，B 轴上升后，抖动一下立即报警，同时有机械冲击声，感觉是 B 轴转不动，怀疑转台上升未到位或是机械卡滞，或是 B 轴电气有问题。MDI 方式下执行 M20、M21 指令升起、落下转台，查 PLC 数据 IAXBUI 在转台上升后能亮显，用尺检查转台上升的高度值正常，不应存在上下鼠齿盘未完全脱开的问题；再打开护板及转台侧盖查电动机插头和传动蜗轮蜗杆，在拉 B 轴电动机电缆时，发现 B 轴电动机三相电缆磨破，有一根电缆断裂。将电缆修复后开机，B 轴运转恢复正常。

#### 例 431. 转台报警的故障维修

故障现象：一台配套 OKUMA OSP700，型号为 XHAD765 的数控机床，早上开机后转台转位后下落时显示“2870 旋转工作台夹紧检测器异常”，同时工作台上升到旋转准备位置。

分析及处理过程：复位后，报警清除。根据报警内容应查转台夹紧开关，由于转台转位前是正常的，根据经验，笔者怀疑其准确性。在 MDI 方式下执行 M20 工作台夹紧指令，工作台下落后又报警上升，经仔细观察，发现工作台下落缓慢，故怀疑下落时间超时而报警；让两



个人站在工作台上，再执行 M20 指令，工作台落下明显加快、不再报警，证实了判断。

该转台设计为上升时，液压缸压缩转台夹紧弹簧将转台顶起，夹紧时靠弹簧力将液压缸内油挤出，压紧工作台液压缸堵塞节流，弹簧力变小，油粘度增大等均会导致油流速变慢而引起转台下落超时。让机床热机 10min，其间连续执行 M20、M21 指令，等液压油温上升后再转转台正常。由于天气转冷，液压油随温度下降变稠，液压缸中油不能及时排出，造成超时报警。

#### 例 432. 转台回零不准的故障维修

故障现象：一台配套 FANUC OMC，型号为 XH754 的数控机床，转台回零不准，回零后工作台歪斜。

分析及处理过程：出现这种故障一般是由于转台回零开关不良、行程压块松动或开关松动。关机后将转台侧盖打开，用手压行程开关正常，查行程压块正常，查开关座正常，估计行程开关压合断开点变化。将开关座向正确方向调整小段距离后开机，故障消除。

#### 例 433. 转台分度不良的故障维修

故障现象：一台配套 FANUC OMC，型号为 XH754 的数控机床，转台分度后落下时错动明显，声音大。

分析及处理过程：转台分度后落下时错动明显，说明转台分度位置与鼠齿盘定位位置相差较大；如果回零时位置同时也有错动，则可调节第 4 轴栅格偏移量(参数 0511)来解决；如果转台传动有间隙，则可调节第 4 轴间隙补偿(参数 0538)；如果机械螺距有误差，则相应调整第

4 轴螺补。本例中发现转台回零后也有错动，调整 0511 数值后解决。

#### 例 434. X 轴振荡的故障维修

故障现象：一台配套 FANUC OMC，型号为 XH754 的数控机床，加工中 X 轴负载有时突然上升到 80%，同时 X 轴电动机嗡嗡作响；有时又正常。

分析及处理过程：现场观察发现 X 轴电动机嗡嗡作响的频率较低，故判断 X 轴发生低频振荡。发生振荡的原因有：

- 1)轴位置环增益不合适。
- 2)机械部分间隙大，传动链刚性差，有卡滞。
- 3)负载惯量较大。

经查 X 轴位置增益未变，负载也正常，经询问，操作工介绍此机床由于一直进行重切削加工，X 轴间隙较大，刚进行过间隙补偿。经查 X 轴间隙补偿参数 0535，发现设定值为 250，用百分表测得 X 轴实际间隙为 0.22，看来多补了；直至将设定值改为 200 后，X 轴振荡才消除。注：X 轴这么大间隙，要想提高加工精度，只有消除机械间隙。

#### 例 435. X 轴间隙太大的故障维修

故障现象：一台配套 FANUC OMC，型号为 XH754 的数控机床，X 轴间隙太大。

分析及处理过程：X 轴间隙由联轴器间隙、轴承间隙、丝杠间隙、机械弹性间隙等组成。拆下 X 轴护板，停电关机，用手握住丝杠，来回转动，感觉自由转角较大，有较大间隙；调整 X 轴丝杠轴承间隙，拧紧螺母将其调紧也没有改善，故怀疑丝杠螺母有问题。将丝杠螺母与工作台松脱，检查，并未发现间隙；再打开轴承座法兰，检查丝杠轴承，发现两角接触

轴承(背靠背)内圈已调紧到一起，正常情况下应有间隙，说明该对轴承间隙已无调整余地。

按该轴承外径，车一厚 1mm 的小圆环垫在该对轴承外径中间，减去原间隙，这样该对轴承内圈就有 0.8mm 左右的间隙调整裕量。安装后将轴承背紧螺母适当调紧，将参数 0535 置 0，用百分表测 X 轴间隙为 0.02mm，再将参数 0535 设为 15，测 X 轴间隙为 0.01mm，X 轴间隙得以消除。

#### 例 436. X 轴编码器报警的故障维修

故障现象：一台配套 FANUC OMC，型号为 XH754 的数控机床，加工中出现 319 号报警。

分析及处理过程：查维修手册，提示故障原因为 X 轴脉冲编码器异常或通信错误，查诊断号 760，发现其多位置位，维修手册提示为脉冲编码器不良或反馈电缆不良。先检测 X 轴编码器电缆插头 M185 正常，故判断是 X 轴串行编码器有问题。为确认，在电柜内将 M184 与 M194、M185 与 M195 及相应电动机三相驱动线进行交换，发现故障报警变为 339，故障变为 Z 轴，证实 X 轴编码器不良。更换后，故障排除。

#### 例 437. 超程报警的故障维修

故障现象：一台配套 FANUC OMC，型号为 XH754 的数控机床，X 轴回零时产生超程报警“OVER TRAVEL-X”。

分析及处理过程：检查发现 X 轴报警时离行程极限相差甚远，而显示器显示的 X 坐标超过了 X 轴范围，故确认是软限位超程报警。查参数 0704 正常，断电，按住 P 键同时接通 NC 电源，在系统在对软限位不作检查的情况下完成回零；亦可将 0704 改为-99999999 后回零，

若没问题，再将其改回原值即可；还可按 P 键和 CAN 键开机以消除报警。

#### 例 438~例 439. 进给轴报警的故障维修

例 438. 故障现象：一台配套 FAGOR 8025MG，型号为 XK5038-1 的数控机床，X 轴报警，显示器显示“Xaxis not ready”。

分析及处理过程：送电起动机床，正向移动 X 轴，无报警；负向移动机床，报警出现。打开 X 轴右侧导轨护板，发现护板内部有许多切屑，估计由切屑卡死引起。将护板拆下清洗，并清除内部切屑，安装护板后开机，机床正常。

例 439. 故障现象：一台配套 FAGOR 8025MG，型号为 XK5038-1 的数控机床，X 轴报警，显示器显示“X axis not ready”。

分析及处理过程：停电半小时后起动机床，无报警；机床空运行时正常，但刚切削加工即报警，故怀疑 X 轴伺服驱动单元有问题。打开电柜检查 X 轴伺服单元，发现 X 轴有一个输出端子发黑，怀疑氧化造成接触不良。停电半小时后(伺服单元内有大容量电容，让其将电放掉，以防触电和损坏)用砂纸将 X 轴端子打光，拧紧后开机试切削，故障消除。

#### 例 440. 进给轴漂移的故障维修

故障现象：一台配套 FAGOR 8025MG，型号为 XK5038-1 的数控机床，工件铣削精度超差，镗孔失圆。

分析及处理过程：查已加工件，发现误差出现在横向，纵向正常；而横向加工对应 X 轴，

故怀疑 X 轴有问题。手动移动 X 轴，发现 X 轴定位后位置坐标示值在 0.05 范围波动，而正常波动为 0.001，同时 X 轴电动机有轻微嗡嗡声，估计 X 轴漂移。打开电柜，在 X 驱动单元上找到标志为 drift 的电位器，仔细调节，使 X 轴示值波动回复到 0.001。再进行加工，精度恢复正常。

#### 例 441. 进给轴频繁报警的故障维修

故障现象：一台配套 FAGOR 8025MG，型号为 XK5038-1 的数控机床，机床频繁出现进给轴报警，多则一天一次，少则 5~6 天一次，停机断电半小时后开机又正常。

分析及处理过程：根据故障现象，判断电气接触有问题。先查供电，将机床停下用万用表测伺服电源 BUG 电压正常，+24V 供电正常；再查控制线路，CNC 到 PLC、到 X 轴伺服单元电缆接触良好，X 轴伺服到 X 轴电动机电缆正常；测电动机亦无断路、短路、发热现象，故确认电气无问题。再查机械传动，用手拧 X 轴丝杠，转动轻松、灵活，无阻滞、卡死现象，则判断机械应该没问题。鉴于伺服断电半小时后开机又正常，有时几天不报警，故判断伺服及电动机不应有大问题，检查陷入困境。因任务紧，机床暂时带病工作。后加工时无意中测量一控制变压器进线 380V 电压，发现只有 290V，比正常值低 90V 左右，且不稳定；跟踪查到电柜总空气开关，测开关进线电压正常，开关出线有两线线电压偏低且波动较大；机床各轴停下时，电压又上升至 380V 左右。至此，故障根源终于找到。停电拆下总空气开关，发现有一触点烧蚀，造成接触不良。机床不加工时，总电流小，空气开关不良触点压降小，看上去供电正常，不易察觉；机床切削加工时，总电流大，不良触点压降相应增大，造成伺服单元电源不正常而报警停机。

#### 例 442. 光栅尺故障的故障维修

故障现象：某配套 SIEMENS 8M 系统的进口加工中心，出现 114#报警，手册提示为 Y 轴测量有故障，电缆损坏或信号不良。

分析及处理过程：该机测量采用海德汉直线光栅尺，根据故障内容查 Y 轴电缆正常。为判断光栅尺是否正常，将 Y 轴光栅尺插到与其能配用的光栅数显表上通电，用手转动 Y 轴丝杠，发现 Y 轴坐标不变，则说明光栅尺故障。拆下该光栅尺，发现一光电池线头脱落：重新焊接好后，通电检查，数显表显示跟随光栅变化；再将光栅尺装回机床，开机报警消除，机床恢复正常。

#### 例 443. 检测信号断线引起坐标轴故障的维修

故障现象：某配套 SIEMENS 8 系统的卧式加工中心，在工作过程中机床突然停止运行，CRT 出现 NC 报警 104；重新起动机床，报警消除，可以恢复正常，但工作不久，故障重复出现。

分析及处理过程：查询 NC 104 报警，其含义为“X 轴测量系统电缆断线”。

根据故障现象和报警，我们先检查读数头和光栅尺，光栅密封良好，里面洁净，读数头和光栅没有受到污染，并且读数头和光栅正常；随后检查测量电路板，经检查未发现不良现象，经过这些工作后，把重点放在反馈电缆上。测量反馈端子，发现 13 号线电压不稳，停电后测量 13 号线，发现有较大电阻，经仔细检查，发现此线在 X 轴运动过程中有一处断路，造成反馈值不稳，偏离其实际值。经重新接线后，机床故障消除。

#### 例 444. 快速移动时出现 414 和 410 号报警的故障维修

故障现象：某配套 FANUC 0M 系统的立式加工中心，X 轴快速移动时出现 414 和 410 号报警。

分析及处理过程：414 和 410 号报警的含义是“速度控制 OFF”和“X 轴伺服驱动异常”。

鉴于此机床在故障出现后能通过重新起动消除，但每次执行 X 轴快速移动时就报警，故初步判定故障与伺服电动机有关。检查伺服电动机电源线插头，发现存在相间短路；重新连接后，故障排除。

#### 例 445：414、401 号报警的故障维修

故障现象：一台配套 FANUC 0 系统的数控车床，开机后就出现 414、401 号报警。

分析与处理过程：FANUC 0 数控系统的 414、401 号报警属于数字伺服报警，报警的具体含义分别是“X、Z 位置测量系统出错”，“X、Z 轴伺服放大器未准备好”。向操作人员询问得知，因工厂基建，该机床刚搬至新址不久，第一次开机就出现上述状况，此前该机床工作一直很稳定，因此怀疑在搬运过程中导致电动机、驱动器等元器件的连接损坏。用万用表测量电动机各电缆的连接，经检查未发现异常。将插头插拔确认连接牢固、无错误后再开机，报警仍未解除。于是，按“SYSTEM”键进入系统自诊断功能，检查 0200 号参数，发现该参数第 6 位显示为“1”及“#6(LV)=1，参阅维修手册，提示此时为低电压报警。检查驱动器输入电压，发现无输入电压：依据电器原理图继续检查，发现空气开关 QF4 始终处于断开状态。更换新的开关，重新开机，机床恢复正常工作。

#### 例 446. FANUC 0 系统 351 号报警的故障维修



故障现象：一台配套 FANUC 0 系统的数控磨床，国庆长假后第一次开机出现 351 号报警。

分析与处理过程：FANUC 0 数控系统的 351 号报警属于数字伺服报警，该报警的含义为“串行脉冲编码器通信出现错误”。向工作人员了解情况后得知，放假前对该机床进行了维护、保养，并对电气柜进行了打扫，因此首先怀疑是工作人员在打扫过程中误碰驱动器的连接线导致该报警的产生。将驱动器的连接插头重新连接牢固后重新开机，报警解除。数日后报警又出现，再次连接驱动器插头仍无法解除报警。于是按“SYSTEM”键进入系统自诊断功能，检查 0203 参数，发现该参数第 7 位显示为“1”及“#7(DTE)=1，提示为串行脉冲编码器无响应。导致此类状况的原因有：

- 1)信号反馈电缆断线。
- 2)串行脉冲编码器的+5V 电压过低。
- 3)串行脉冲编码器出错。

检查信号反馈电缆，拆下 Z 轴信号反馈电缆插头即发现插头内有数根电线脱落。重新连接后再开机，报警解除，机床恢复正常工作。

#### 例 447. FANUC 0 系统 401 号报警的故障维修

故障现象：一台配套 FANUC 0 系统的数控磨床，开机后出现 401 号报警。

分析与处理过程：FANUC 0 数控系统的 401 号报警属于数字伺服报警，该报警的含义为“X、Z 轴伺服放大器未准备好”。遇到此类报警通常作如下检查：首先查看伺服放大器的 LED 有无显示，若有显示，则故障原因有以下 3 种可能：

- 1)伺服放大器至 Power Mate 之间的电缆断线。
- 2)伺服放大器出故障。

3)基板出故障。

若伺服放大器的 LED 无显示，则应检查伺服放大器的电源电压是否正常，电压正常则说明伺服放大器有故障：电压不正常就基本排除了伺服放大器有故障的可能，应继续检查强电电路。

根据上述排查故障的思路进行诊断，经检查发现伺服放大器的 LED 无显示，检查伺服放大器的输入电源电压，发现+24V 的输入连接线已脱落。重新连接后开机，机床恢复正常。

#### 例 448. 31 号伺服报警的故障维修

故障现象：某配套 FANUC 3MA 系统的数控铣床，在运行过程中，Z 轴产生 31 号报警。

分析及处理过程：查维修手册，31 号报警的含义为“误差寄存器的内容大于规定值”。根据 31 号报警提示，将误差定值放大，于是将 31 号报警对应的机床参数由 2000 改为 5000，然后用手摇脉冲发生器驱动 Z 轴，发现 31 号报警消除，但又产生了 32 号报警。32 号报警意为“Z 轴误差寄存器的内容超过 $\pm 32767$ ，或数模转换的命令值超出了 $-8192\sim+8191$  的范围”。为此将设定的机床参数由 5000 再改为 3000，32 号报警消除，但 31 号报警又出现，故暂无法排除故障。

误差寄存器是用来存放指令值与位置反馈值之差的，当位置检测装置或位置控制单元故障时，就会引起误差寄存器的超差，故将故障定位在位置控制上。位置控制信号可以用诊断号 800(X 轴)、801(Y 轴)和(Z 轴)来诊断。将三个诊断号调出，发现 800 号 X 轴的位置偏差在 $-1$  与 $-2$  之间变化，801 号 Y 轴的位置偏差在 $+1$  与 $-1$  之间变化，而 802 号的 Z 轴位置偏差为 0，无任何变化，说明 Z 轴位置控制有故障。为进一步定位故障是在 Z 轴控制单元还是在编码器上，采用交换法，将 Z 轴和 X 轴驱动装置和反馈信号同时互换，Z 轴和 X 轴伺服电

动机都不动；此时，诊断号 801 数值变为 0，802 数值有了变化，这说明 Z 轴控制单元没有问题，故障出在与 Z 轴伺服电动机连接的编码器上。更换新的编码器后，机床即恢复正常。

#### 例 449. 工作台爬行的故障维修

故障现象：某配套 GSK980M 系统的数控磨床，在进行多次维修和长时间不用后，发现 Y 轴在运动过程中有明显的爬行。

分析及处理过程：经检查，发现当手轮移动 Y 轴 0.1mm 时，工作台连续移动 0.7mm 左右后再以另一种速度缓慢移动至 0.1mm，因此可能是由于移动速度太快或工作台阻力太大引起故障。调整机床导轨镶条并减小工作台移动速度，故障未排除。在多次运行后发现每次工作台慢速移动的距离都差不多，因此打开参数页面，发现 029 号参数(Y 轴直线加减速时间常数)为 600，而对于步进电动机来说一般设定为 450。修改后再试，故障排除。

#### 例 450. 失步现象的故障维修

故障现象：某配套 GSK980M 系统的数控机床，在自动或手动运行时，X 轴经常产生失步现象。

分析及处理过程：本机床配置为 GSK980M+步进驱动。失步是步进电动机传动特点之一，当阻力或速度超过某一固定值时，步进电动机传动常会产生失步现象。因此，降低 X 轴移动速度重新运行，发现在某一位置仍会产生失步。排除该原因后进一步检查导轨与工作台的工作阻力，加大液压泵的供油压力，使工作台处于悬浮状态，试验后发现故障依然存在。断电后卸下同步带轮，手动旋转滚珠丝杠；发现在某一点处阻力稍大，拆下滚珠丝杠请生产厂

维修，发现在丝杠螺母中有一粒滚珠受损。更换滚珠重新装配后，故障排除。

#### 例 451. 410 号报警的故障维修

故障现象：某配套 FANUC PM0 系统的数控机床，开机后出现 410 号报警。

分析及处理过程：该报警的含义为“停止时的位置偏差量超过了 1829 号参数设定值”。检查机床参数，发现设定正确。进一步检查发现，用户在出现故障前曾经移动过第四轴转台，造成了电动机动力线连接不良，重新连接后，故障排除。

#### 例 452. FANUC PM0 090 号报警的故障维修

故障现象：某配套 FANUC PM0 的系统数控机床，在回参考点时发生 090 号报警。

分析及处理过程：该机床为专用数控机床，调试时发现只要 X 轴执行回参考点动作，CNC 就出现 090 报警。FANUC PM0 出现 090 报警可能的原因有：起始位置离参考点太近；回参考点速度太低等。在排除以上原因后，机床故障仍然存在。利用诊断参数检查 DGNX1.4 信号，发现 X 轴在正常位置(参考点挡铁未压上时)信号为“0”，但电气原理图规定该信号应为“1”，由此可知故障原因。更改连接线后，重新执行返回参考点动作，机床恢复正常，故障排除。

## 维修与排故技术

### 一.电气故障

#### 1.分类

数控机床的电气故障可按故障的性质、表象、原因或后果等分类。

(1)以故障发生的部位，分为硬件故障和软件故障。硬件故障是指电子、电器件、印制电路板、电线电缆、接插件等的不正常状态甚至损坏，这是需要修理甚至更换才可排除的故障。而软件故障一般是指 PLC 逻辑控制程序中产生的故障，需要输入或修改某些数据甚至修改 PLC 程序方可排除的故障。零件加工程序故障也属于软件故障。最严重的软件故障则是数控系统软件的缺损甚至丢失，这就只有与生产厂商或其服务机构联系解决了。

(2)以故障出现时有无指示，分为有诊断指示故障和无诊断指示故障。当今的数控系统都设计有完美的自诊断程序，实时监控整个系统的软、硬件性能，一旦发现故障则会立即报警或者还有简要文字说明在屏幕上显示出来，结合系统配备的诊断手册不仅可以找到故障发生的原因、部位，而且还有排除的方法提示。机床制造者也会针对具体机床设计有相关的故障指示及诊断说明书。上述这两部分有诊断指示的故障加上各电气装置上的各类指示灯使得绝大多数电气故障的排除较为容易。无诊断指示的故障一部分是上述两种诊断程序的不完整性所致(如开关不闭合、接插松动等)。这类故障则要靠对产生故障前的工作过程和故障现象及后果，并依靠维修人员对机床的熟悉程度和技术水平加以分析、排除。

(3)以故障出现时有无破坏性，分为破坏性故障和非破坏性故障。对于破坏性故障，损坏工件甚至机床的故障，维修时不允许重演，这时只能根据产生故障时的现象进行相应的

检查、分析来排除之，技术难度较高且有一定风险。如果可能会损坏工件，则可卸下工件，试着重现故障过程，但应十分小心。

(4)以故障出现的或然性，分为系统性故障和随机性故障。系统性故障是指只要满足一定的条件则一定会产生的确定的故障；而随机性故障是指在相同的条件下偶尔发生的故障，这类故障的分析较为困难，通常多与机床机械结构的局部松动错位、部分电气工件特性漂移或可靠性降低、电气装置内部温度过高有关。此类故障的分析需经反复试验、综合判断才可能排除。

(5)以机床的运动品质特性来衡量，则是机床运动特性下降的故障。在这种情况下，机床虽能正常运转却加工不出合格的工件。例如机床定位精度超差、反向死区过大、坐标运行不平稳等。这类故障必须使用检测仪器确诊产生误差的机、电环节，然后通过对机械传动系统、数控系统和伺服系统的最佳化调整来排除。

此处故障的分类是为了便于故障的分析排除，而一种故障的产生往往是多种类型的混合，这就要求维修人员具体分析，参照上述分类采取相应的分析、排除法。

## 2.故障的调查与分析

这是排故的第一阶段，是非常关键的阶段，主要应作好下列工作：

①询问调查 在接到机床现场出现故障要求排除的信息时，首先应要求操作者尽量保持现场故障状态，不做任何处理，这样有利于迅速精确地分析故障原因。同时仔细询问故障指示情况、故障表象及故障产生的背景情况，依此做出初步判断，以便确定现场排故所应携带的工具、仪表、图纸资料、备件等，减少往返时间。

②现场检查 到达现场后，首先要验证操作者提供的各种情况的准确性、完整性，从而

核实初步判断的准确度。由于操作者的水平，对故障状况描述不清甚至完全不准确的情况不乏其例，因此到现场后仍然不要急于动手处理，重新仔细调查各种情况，以免破坏了现场，使排故增加难度。

③故障分析 根据已知的故障状况按上节所述故障分类办法分析故障类型，从而确定排故原则。由于大多数故障是有指示的，所以一般情况下，对照机床配套的数控系统诊断手册和使用说明书，可以列出产生该故障的多种可能的原因。

④确定原因 对多种可能的原因进行排查从中找出本次故障的真正原因，这时对维修人员是一种对该机床熟悉程度、知识水平、实践经验和分析判断能力的综合考验。

⑤排故准备 有的故障的排除方法可能很简单，有些故障则往往较复杂，需要做一系列的准备工作，例如工具仪表的准备、局部的拆卸、零部件的修理，元器件的采购甚至排故计划步骤的制定等等。

数控机床电气系统故障的调查、分析与诊断的过程也就是故障的排除过程，一旦查明了原因，故障也就几乎等于排除了。因此故障分析诊断的方法也就变得十分重要了。下面把电气故障的常用诊断方法综列于下。

(1)直观检查法 这是故障分析之初必用的方法，就是利用感官的检查。

①询问 向故障现场人员仔细询问故障产生的过程、故障表象及故障后果，并且在整个分析判断过程中可能要多次询问。

②目视 总体查看机床各部分工作状态是否处于正常状态(例如各坐标轴位置、主轴状态、刀库、机械手位置等)，各电控装置(如数控系统、温控装置、润滑装置等)有无报警指示，局部查看



有无保险烧燬，元器件烧焦、开裂、电线电缆脱落，各操作元件位置正确与否等等。

③触摸 在整机断电条件下可以通过触摸各主要电路板的安装状况、各插头座的插接状况、各功率及信号导线(如伺服与电机接触器接线)的联接状况等来发现可能出现故障原因。

④通电 这是指为了检查有无冒烟、打火、有无异常声音、气味以及触摸有无过热电动机和元件存在而通电，一旦发现立即断电分析。

(2)仪器检查法 使用常规电工仪表，对各组交、直流电源电压，对相关直流及脉冲信号等进行测量

，从中找寻可能的故障。例如用万用表检查各电源情况，及对某些电路板上设置的相关信号状态测量点的测量，用示波器观察相关的脉动信号的幅值、相位甚至有无，用 PLC 编程器查找 PLC 程序中的故障部位及原因等。

### (3)信号与报警指示分析法

①硬件报警指示 这是指包括数控系统、伺服系统在内的各电子、电器装置上的各种状态和故障指示灯，结合指示灯状态和相应功能说明便可获知指示内容及故障原因与排除方法。

②软件报警指示 如前所述的系统软件、PLC 程序与加工程序中的故障通常都设有报警显示，依据显示的报警号对照相应的诊断说明手册便可获知可能的故障原因及故障排除方法。

(4)接口状态检查法 现代数控系统多将 PLC 集成于其中，而 CNC 与 PLC 之间则以一系列接口信号形式相互通讯联接。有些故障是与接口信号错误或丢失相关的，这些接口信号有的可以在相应的接口板和输入/输出板上有指示灯显示，有的可以通过简单操作在 CRT 屏幕上显示，而所有的接口信号都可以用 PLC 编程器调出。这种检查方法要求维修人员既要熟悉本机床的接口信号，又要熟悉 PLC 编程器的应用。

(5)参数调整法 数控系统、PLC 及伺服驱动系统都设置许多可修改的参数以适应不同机床、不同工作状态的要求。这些参数不仅能使各电气系统与具体机床相匹配,而且更是使机床各项功能达到最佳化所必需的。因此,任何参数的变化(尤其是模拟量参数)甚至丢失都是不允许的;而随机床的长期运行所引起的机械或电气性能的变化会打破最初的匹配状态和最佳化状态。此类故障多指故障分类一节中后一类故障,需要重新调整相关的一个或多个参数方可排除。这种方法对维修人员的要求是很高的,不仅要对具体系统主要参数十分了解,既知晓其地址熟悉其作用,而且要有较丰富的电气调试经验。

(6)备件置换法 当故障分析结果集中于某一印制电路板上时,由于电路集成度的不断扩大而要把故障落实于其上某一区域乃至某一元件是十分困难的,为了缩短停机时间,在有相同备件的情况下可以先将备件换上,然后再去检查修复故障板。备件板的更换要注意以下问题。

①更换任何备件都必须在断电情况下进行。

②许多印制电路板上都有一些开关或短路棒的设定以匹配实际需要,因此在更换备件板上一定要记录下原有的开关位置和设定状态,并将新板作好同样的设定,否则会产生报警而不能工作。

③某些印制电路板的更换还需在更换后进行某些特定操作以完成其中软件与参数的建立。这一点需要仔细阅读相应电路板的使用说明。

④有些印制电路板是不能轻易拔出的,例如含有工作存储器的板,或者备用电池板,它会丢失有用的参数或者程序。必须更换时也必须遵照有关说明操作。

鉴于以上条件,在拔出旧板更换新板之前一定要先仔细阅读相关资料,看懂要求和操作步骤之后再动手,以免造成更大的故障。

(7)交叉换位法 当发现故障板或者不能确定是否故障板而又没有备件的情况下,可以将系统中相同或相兼容的两个板互换检查,例如两个坐标的指令板或伺服板的交换从中判断故障板或故障部位。这种交叉换位法应特别注意,不仅硬件接线的正确交换,还要将一系列相应的参数交换,否则不仅达不到目的,反而会产生新的故障造成思维的混乱,一定要事先考虑周全,设计好软、硬件交换方案,准确无误再行交换检查。

(8)特殊处理法 当今的数控系统已进入 PC 基、开放化的发展阶段,其中软件含量越来越丰富,有系统软件、机床制造者软件、甚至还有使用者自己的软件,由于软件逻辑的设计中不可避免的一些问题,会使得有些故障状态无从分析,例如死机现象。对于这种故障现象则可以采取特殊手段来处理,比如整机断电,稍作停顿后再开机,有时则可能将故障消除。维修人员可以在自己的长期实践中摸索其规律或者其他有效的方法。

### 3.电气维修与故障的排除

这是排故的第二阶段,是实施阶段。

如前所述,电气故障的分析过程也就是故障的排除过程,因此电气故障的一些常用排除方法 在上一节的分析方法中已综合介绍过了,本节则列举几个常见电气故障做一简要介绍,供维修者参考。

(1)电源 电源是维修系统乃至整个机床正常工作的能量来源,它的失效或者故障轻者会丢失数据、造成停机。重者会毁坏系统局部甚至全部。西方国家由于电力充足,电网质量高,因此其电气系统的电源设计考虑较少,这对于我国有较大波动和高次谐波的电力供电网来说就略显

不足，再加上某些人为的因素，难免出现由电源而引起的故障。我们在设计数控机床的供电系统时应尽量做到：

- ①提供独立的配电箱而不与其他设备串用。
- ②电网供电质量较差的地区应配备三相交流稳压装置。
- ③电源始端有良好的接地。
- ④进入数控机床的三相电源应采用三相五线制，中线(N)与接地(PE)严格分开。
- ⑤电柜内电器件的布局和交、直流电线的敷设要相互隔离。

## (2)数控系统位置环故障

①位置环报警。可能是位置测量回路开路；测量元件损坏；位置控制建立的接口信号不存在等。

②坐标轴在没有指令的情况下产生运动。可能是漂移过大；位置环或速度环接成正反馈；反馈接线开路；测量元件损坏。

(3)机床坐标找不到零点。可能是零方向在远离零点；编码器损坏或接线开路；光栅零点标记移位；回零减速开关失灵。

(4)机床动态特性变差，工件加工质量下降，甚至在一定速度下机床发生振动。这其中有很大一种可能是机械传动系统间隙过大甚至磨损严重或者导轨润滑不充分甚至磨损造成的；对于电气控制系统来说则可能是速度环、位置环和相关参数已不在最佳匹配状态，应在机械故障基本排除后重新进行最佳化调整。

(5)偶发性停机故障。这里有两种可能的情况：一种情况是如前所述的相关软件设计中的问题造成在某些特定的操作与功能运行组合下的停机故障，一般情况下机床断电后重新通电便会消失；另一种情况是由环境条件引起的，如强力干扰(电网或周边设备)、温度过高、

湿度过大等。这种环境因素往往被

人们所忽视，例如南方地区将机床置于普通厂房甚至靠近敞开的大门附近，电柜长时间开门运行，附近有大量产生粉尘、金属屑或水雾的设备等等。这些因素不仅会造成故障，严重的还会损坏系统与机床，务必注意改善。

## 二.工程机械故障的排除及维修

工程机械故障 85%以上是由磨损产生的。解决零部件的磨损，除了采用优良的材料，选择先进的制造工艺、设计合理的机械结构外，最重要的一点就是保证机械的合理润滑，还需要操作人员的细心操作等。对于工程机械，一要尽可能减少零部件的磨损，预防故障的产生；二要灵活运用修理方法，不断探索和研究新的维修方法，野外工程机械维修，由于有配件、材料、吊装设备等的困难，要求维修人员充分发挥聪明才智来尽快解除故障。

### 1.保证机械的合理润滑

工程机械的故障 50%以上是由润滑不良引起的。由于工程机械各零部件配合的精密性，良好的润滑可以保持其正常的工作间隙和适宜的工作温度，防止灰尘等杂质进入机械内部，从而降低零件的磨损速度，减少机械故障。正确合理的润滑是减少机械故障的有效措施之一。为此，一是要合理使用润滑剂，根据机械结构的不同，选用不同的润滑剂类别，按照环境和季节的不同，选择合适的润滑剂牌号。不可任意替代，更不可使用伪劣产品；二是要经常检查润滑剂的数量和质量，数量不足要补充，质量不佳要及时更换。

### 2.细心合理的操作机械

作为机械操作人员，启动机械前均应检查冷却液及机油是否够，不足要及时补充后再启动机械。机械启动后要进入低速预热阶段，待冷却液及机油达到规定温度后，再开始工作，严禁低温下进行超负荷运转。操作人员在机械运行中，要经常检查各种温度表的数值，发现问题及时解决后再工作。在操作工程机械施工时，要注意不能在超过机械所能承受的最大负

荷下工作，要均匀加减油门，保证机械处于较为平稳的负荷变动，防止发动机、工作装置的大起大落，降低机械的磨损，减少故障的产生。

### 三.维修排故后的总结提高工作

对数控机床电气故障进行维修和分析排除后的总结与提高工作是排故的第三阶段，也是十分重要的阶段，应引起足够重视。

总结提高工作的主要内容包括：

①详细记录从故障的发生、分析判断到排除全过程中出现的各种问题，采取的各种措施，涉及到的

相关电路图、相关参数和相关软件，其间错误分析和排故方法也应记录并记录其无效的原因。

除填入维

修档案外，内容较多者还要另文详细书写。

②有条件的维修人员应该从较典型的故障排除实践中找出常有普遍意义的内容作为研究课题 进行理

论性探讨，写出论文，从而达到提高的目的。特别是在有些故障的排除中并未经由认真地分析判断

而是带有一定地偶然性排除了故障，这种情况下的事后总结研究就更加必要。

③总结故障排除过程中所需要的各类图样、文字资料，若有不足应事后想办法补齐，而且在 随后的

日子里研读，以备将来之需。

④从排故过程中发现自己欠缺的知识，制定学习计划，力争尽快补课。

⑤找出工具、仪表、备件之不足，条件允许时补齐。