

## 使机床精度突然降低的原因分析

### 一、造成加工精度异常故障的原因

造成加工精度异常故障的原因隐蔽性强，诊断难度比较大，归纳出五个主要原因：机床进给单位被改动或

变化；机床各个轴的零点偏置异常；轴向的反向间隙异常；电机运行状态异常，即电气及控制部分异常；机械

故障，如丝杠，轴承，轴联轴器等部件。另外加工程序的编制，刀具的选择及人为因素，也可能导致加工精度异

常。

### 二、数控机床故障诊断原则

1. 先外部后内部数控机床是集机械，液压，电气为一体的机床，故其故障的发生也会由这三者综合反映出

来。维修人员应先由外向内逐一进行排查，尽量避免随意地启封，拆卸，否则会扩大故障，使机床丧失精度，

降低性能。

2. 先机械后电气一般来说，机械故障较易发觉，而数控系统故障的诊断则难度较大些。在故障检修之前，

首先注意排除机械性的故障，往往可达到事半功倍的效果。

3. 先静后动先在机床断电的静止状态下，通过了解，观察，测试，分析，确认为非破坏性故障后，方可给

机床通电；在运行工况下，进行动态的观察，检验和测试，查找故障。而对破坏性故障，必须先排除危险后，

方可通电。

4. 先简单后复杂当出现多种故障互相交织掩盖，一时无从下手时，应先解决容易的问题，后解决难度较大

的问题。往往简单问题解决后，难度大的问题也可能变得容易。

### 三、数控机床故障诊断方法

1. 直观法：（望闻问切）问-机床的故障现象，加工状况等；看-CRT 报警信息，报警指示灯，电容器等元件

变形烟熏烧焦，保护器脱扣等；听-异常声响；闻-电气元件焦糊味及其它异味；摸-发热，振动，接触不良等。

2. 参数检查法: 参数通常是存放在 RAM 中, 有时电池电压不足, 系统长期不通电或外部干扰都会使参数丢失或混乱, 应根据故障特征, 检查和校对有关参数。

3. 隔离法: 一些故障, 难以区分是数控部分, 还是伺服系统或机械部分造成的, 常采用隔离法。

4. 同类对调法用同功能的备用板替换被怀疑有故障的模板, 或将功能相同的模板或单元相互交换。

5. 功能程序测试法将 G, M, S, T, 功能的全部指令编写一些小程序, 在诊断故障时运行这些程序, 即可判断功能的缺失。

#### 四、加工精度异常故障诊断和处理实例

##### 1. 机械故障导致加工精度异常

故障现象: 一台 SV-1000 立式加工中心, 采用 Frank 系统。在加工连杆模具过程中, 忽然发现 Z 轴进给异常, 造成至少 1mm 的切削误差量 (Z 方向过切)。

故障诊断: 调查中了解到, 故障是忽然发生的。机床在点动, 在手动输入数据方式操作下各个轴运行正常, 且回参考点正常, 无任何报警提示, 电气控制部分硬故障的可能性排除。应主要对以下几个方面逐一进行检查。检查机床精度异常时正在运行的加工程序段, 特别是刀具长度补偿, 加工坐标系 (G54-G59) 的校对和计算。在点动方式下, 反复运动 Z 轴, 经过视, 触, 听, 对其运动状态诊断, 发现 Z 向运动噪音异常, 特别是快速点动, 噪音更加明显。由此判断, 机械方面可能存在隐患。检查机床 Z 轴精度。用手摇脉冲发生器移动 Z 轴, (将其倍率定为  $1 \times 100$  的挡位, 即每变化一步, 电机进给 0.1mm), 配合百分表观察 Z 轴的运动情况。在单向运动保持正常后作为起始点的正向运动, 脉冲器每变化一步, 机床 Z 轴运动的实际距离  $d=d_1=d_2=d_3=\dots=0.1\text{mm}$ , 说明电机运行良好, 定位精度也良好。而返回机床实际运动位移的变化上, 可以分为四个阶段: (1) 机床运动距离  $d_1 > d = 0.1\text{mm}$  (斜率大于 1); (2) 表现出为  $d_1 = 0.1\text{mm} > d_2 > d_3$  (斜率小于 1); (3) 机床机构实际没移动, 表现出最标准的反向间隙; (4) 机床运动距离与脉冲器经定数值相等 (斜率等于 1), 恢复到机床的正常运动。无论怎样对反向间隙进行补偿, 其表现出的特征是: 除了 (3) 阶段补偿外, 其他各段变化依然存在, 特别是 (1) 阶段严重影响到机床的加工精度。补偿中发现, 间隙补偿越大, (1) 阶段移动的距离也越大。

分析上述检查认为存在几点可能原因: 一是电机有异常, 二是机械方面有故障, 三是丝杠存在间隙。为了进一步诊断故障, 将电机和丝杠完全脱开, 分别对电机和机械部分进行检查。检查结果是电机运行正常; 在对机械部分诊断中发现, 用手盘动丝杠时, 返回运动初始有很大的空感。而正常情况下, 应该能感觉到轴承有序而平滑的移动。

故障处理: 经过拆卸检查发现该轴承确实受损, 且有滚珠脱落。更换后机床恢复正常。

## 2. 控制逻辑不妥导致加工精度异常

故障现象：一台上海机床厂家生产的加工中心，系统是 Frank. 加工过程中，发现该机床 X 轴精度异常，精

度误差最小为 0.008mm，最大为 1.2mm。故障诊断：检查中，机床已经按照要求设置了 G54 工件坐标系。在手动

输入数据方式操作下，以 G54 坐标系运行一段程序即“G00G90G54X60.0Y70.0F150;M30;”，待机床运行结束后显

示器上显示的机械坐标值为（X 轴）“-1025.243”，记录下该数值。然后在手动方式下，将机床点动到其他任意

位置，再次在手动输入数据方式操作下运行刚才的程序段，待机床停止后，发现此时机床坐标数值显示为

“-1024.891”，同上一次执行后的数值比较相差了 0.352mm。按照同样的方法，将 X 轴点动移动到不同的位置，反

复执行该程序段，而显示器上显示的数值都有所不同（不稳定）。用百分表对 X 轴进行仔细检查，发现机械位

置实际误差同数字显示出来的误差基本一致，从而认为故障原因为 X 轴重复定位误差过大。对 X 轴的反向间隙

及定位精度进行检查，重新补偿其误差值，结果起不到任何作用。因此怀疑光栅尺及系统参数等有问题。但为

什么产生如此大的误差，却又未出现相应的报警信息进一步检查发现，此轴为垂直方向的轴，当 X 轴松开时主

轴箱向下掉，造成了误差。

故障处理：对机床的 PLC 逻辑控制程序做了修改，即在 X 轴松开时，先把 X 轴使能加载，再把 X 轴松开；

而在 X 轴夹紧时，先把 X 轴夹紧后，再把使能去掉。调整后机床故障得以解决。

## 3. 机床位置问题导致加工精度异常

故障现象：一台杭州产的立式数控铣床，配备北京 KND-10M 系统。在点动或加工过程中，发现 Z 轴异常。

故障诊断：检查发现，Z 轴上下移动不均匀且有噪声，且存在一定间隙。电机启动时，在点动方式下 Z 轴

向上运动存在不稳定的噪声及受力不均匀，且感觉电机抖动比较厉害；而向下运动时，就没有抖动得这么明显；

停止时不抖动，在加工过程中表现得比较明显。分析认为，故障原因有三点：一是丝杠反向间隙很大；二是 Z 轴电机工作异常；三是皮带轮受损至受力不均。但有一个问题要注意的是，停止时不抖动，上下运动不均匀，所以电机工作异常这个问题可以排除。因此先对机械部分诊断，在诊断测试过程中没有发现异常，在公差之内。利用排除法则，余下的只有皮带问题了，在检测皮带时，发觉这条皮带刚换不久，但在细心检测皮带时，发现皮带内侧出现不同程度的受损，很明显是受力不均所致，是什么原因造成的呢在诊断中发现电机放置有问题，即装夹的角度位置不对称造成受力不均。

故障处理：只要将电机重装，对准角度，测量好距离（电机与 Z 轴的轴承），皮带两边（长度）要均匀。这样，Z 轴上下移动不均匀且有噪声及抖动现象就消除了，Z 轴加工恢复正常。

#### 4. 系统参数未优化，电机运行异常

导致加工精度异常系统参数主要包括机床进给单位，零点偏置，反向间隙等。例如 Frank 数控系统，其进给单位有公制和英制两种。在机床修理过程中对于局部处理，常常影响到零点偏置和间隙的变化，故障处理完毕后应作适时的调整和修改；另一方面，由于机械磨损严重或连接位松动也可能造成参数实测值的变化，需要对参数做相应的修改才能满足机床加工精度的要求。

故障现象：一台杭州产的立式数控铣床，配备北京 KND-10M 系统。在加工过程中，发现 X 轴精度异常。

故障诊断：检查发现 X 轴存在一定间隙，且电机启动时存在不稳定的现象。用手触摸 X 轴电机时感觉电机拉动比较厉害，停止时拉动不明显，尤其是点动方式下比较明显。分析认为，故障原因有两点：一是丝杠反间隙很大；二是 X 轴电机工作异常。

故障处理：利用 KND-10M 系统的参数功能，对电机进行调试。首先对存在的间隙进行补偿，再调整伺服系统参数及脉冲抑制功能参数，X 轴电机的抖动消除，机床加工精度恢复正常。