FANUC 双位置检测功能在数控加工中心上的应用

上海通用东岳动力总成有限公司 （264006） 郭 兴

随着我国高精数控加工中心的应用领域不断扩大，大规模、高精加工的数控技术给机械制造业带来了革命性的提升，但同时也带来了越来越多的技术难题。例如，光栅尺丢脉冲导致加工尺寸偏移，FANUC 伺服放大器模块失效导致加工尺寸偏移等。本文通过介绍数控加工中心光栅尺测量链路丢脉冲导致批量工废问题的解决方法，给大家呈现一种类似问题的有效的解决途径。

1. 背景介绍

统计动力总成车间 2010 年至今历次工废问题，其中光栅尺测量链路丢脉冲这一问题，占了 67%。按照工废数量划分，这一比例占到了 75%。因这一问题的爆发，隐蔽性较强，排查难度大，且一旦发生，影响面广，在目前汽车业大批量生产的背景下，这一问题，所带来的质量风险极大。亟待维修推出一种更加主动的控制方法。

2. 技术分析以及双位置检测功能的引入

（1）技术分析：从技术角度来讲，机床加工尺寸超差的原因很多，如图 1 所示。而实际应用中，正如上面提到的一样，测量系统造成的尺寸超差占了一大部分。

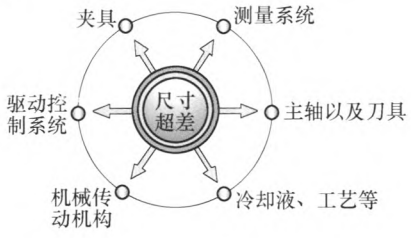


图 1

下面通过图 2 说明丢脉冲为什么会造成机床加工尺寸偏移。

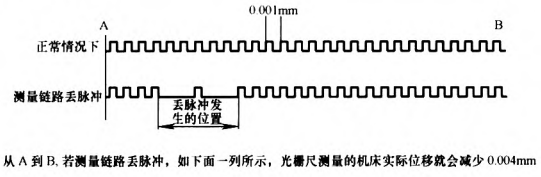


图 2

（2）双位置检测功能的引入：双位置检测的原理是在传统的全闭环控制系统里，光栅尺作为位置环控制，编码器作为速度环控制。当位置环链路某个环节失效时，例如：电缆磨损、光栅尺脏和动尺螺栓松动等，系统没有及时的识别，就会导致加工尺寸偏移。

双位置检测指的是：在位置控制过程中，系统同时接收编码器和光栅尺的位置反馈，分别放入两个脉冲寄存器中，当两个脉冲寄存器的值偏差超过一定范围，即报警。这样，当同样的丢脉冲问题发生时，编码器和光栅尺的位置反馈脉冲数将发生偏差，超过一定范围，系统会报警。最大限度的避免类似超差问题的发生。

还是以上面的例子说明双位置检测的原理。如图 3 所示。

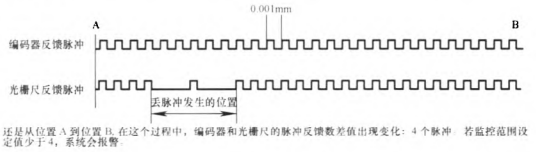


图 3

详细的控制框图，如图 4 所示。

图 4 解读如下：闭环（光栅尺测量链路）误差寄存器与半闭环（编码器测量链路）误差寄存器实

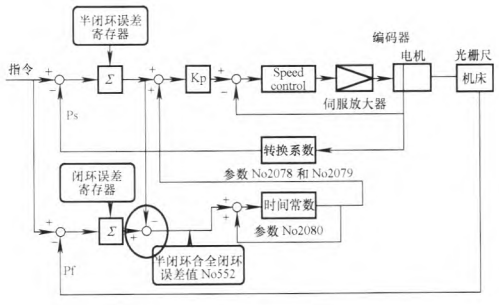


图 4

时进行比较，差值放在诊断号 No. 552 中，当诊断号 No. 552 中的值超过参数 P2118 设定值，即报警 421。

3. 双位置检测功能引入后的功效

（1）双位置检测功能的添加：以 *Y* 轴为例说明，设置参数：

2019#7（DPFB）：开通双位置检测功能 = 1

2078：双位置检测转换因数（分子） = 4

2079：双位置检测转换因数（分母） = 50

解释：

$$\text{双位置检测因数} = \frac{\text{电动机一转，全闭环测量系统（光栅尺）反馈的脉冲数}}{1\,000\,000}$$

举例说明：例如 αi 脉冲编码器，电动机一转机床移动的距离是：10 mm/r，编码器分辨率是：1 μm/脉冲，则：

$$\frac{P2078}{P2079} = \frac{10 \times 1\,000}{1\,000\,000} = \frac{1}{100}$$

2080：双位置检测一阶延时常数（ms）

= 0

备注：若该参数设定为 0，相当于系统一直工作在全闭环模式下；若该参数设定为：32767，相当于系统一直工作在半闭环模式下。

2081：双位置检测的零点振幅（一般为零，但因振荡可适当调高）

= 0

这个参数是用来消除丝杠反向间隙对双位置检测功能的影响而设立的。初始设定为 0，若双位置检测功能无法正常工作，再逐步提高该参数的设定值。

2118：双位置检测误差设定

= 800

2202#4（DUALOW）：是否进行零幅判断（0：仅在设定值 = 0 时进行）（1：利用设定值进行判断）

= 1

2203#2（CRPI）：是否使用电流环路 1/2 PI 功能（0：使用）（1：不使用）

= 0

2205#4（HDIS）：分离式检测器硬件断线时停止距离缩短功能（0：无效）（1：有效）

= 0

2206#4（HBSF）：将反向间隙补偿值，螺距误差补偿值

1：同时累加到全闭环端与半闭环端

0：根据以往参数（No. 2010 series 16i 选择并累加）

= 0

2010#4（HBPE）：将螺距误差补偿值累加到：0：全闭环端

1：半闭环端〈 = 标准设定的误差计数器

= 0

2010#5（HBBL）：将反向间隙补偿值累加到：1：全闭环端

0：半闭环端〈 = 标准设定

= 1

9954#7：显示诊断 550 - 553

= 1

备注：①P2078 和 P2079 的设定是最关键的，也是最复杂的。设定不合适，会导致机床误报警、抖动等异常现象。因此，设定此参数之前，务必认真阅读手册，并严格按照手册要求，慎重处理机床产生的一切不良反映。②考虑到机床控制精度的要求，参数 2080 的设定为 0，保持全过程的闭环控制。

（2）试验情况介绍：拆下光栅尺动尺与机床的固定螺栓，低倍率手动 JOG 移动机床，同时观察 DNG 552 里的值不断增大，当增大到 201 时，机床报警 421，说明功能生效。

功能验证：在试验台上试验成功后，陆续将该功能在现场设备上实现，在实际操作过程中，需特别注意如下环节：①P2118 中设定的值先从小设起，空运转，若报警，逐渐提高设定值，直到不报警为止，然后，放大 200% 作为最终设定值，输入 P2118 中；FANUC 推荐的计算方法如下

$$\frac{P1821 \times \text{误差水平}}{\text{丝杆螺距}} = \frac{80\,000 \times 0.1 \times 1\,000}{20\,000} = 400$$

即把计算结果 400 放大两倍，计入 P2118 中，作为设定值。②参数设定完成后，必须进行质量验证，保证 CMM 测量结果都 OK 后，才可生产。③该功能会影响到机床加工节拍，因此，改造完成后，必须比较节拍在改造前后的变化，是否在可控范围内。根据之前的经验，将参数 P2080 = 0，可以有效解决

汽车座椅钣金件成形工艺性分析

陕西凌云电器集团有限公司 （宝鸡 721006） 贺慧清 安保新

1. 冲裁件结构分析

冲裁件材料为 Q235，料厚 2 mm，含碳量适中，综合性能较好，强度、塑性和焊接等性能得到较好的匹配，用途非常广泛。冲裁件零件如图 1 所示。

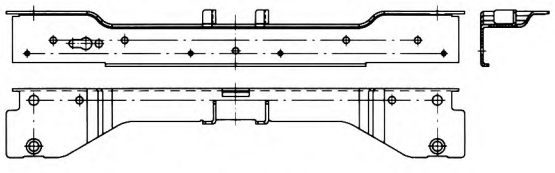


图 1 冲裁件零件图

从图 1 可以看出，该冲裁件有以下结构特点：

（1）冲裁件左、右成形，弯曲形状及尺寸以中心对称。

（2）主视图上左、右两边孔也基本呈对称状，只是左边多了 2 个孔（特形孔及特形孔右边的 1 个孔）。

（3）俯视图左、右两边孔及压台孔呈完全对称状。

（4）冲裁件上、下两边呈典型的不对称状。一边是复杂的曲面成形，深度达 42 mm；而另一边却是简单的折弯，高度仅为 6 mm。

从图 1 可以看出，该冲裁件是一个较为复杂的零件，必需通过冲孔模→落料模→成形模→切断模→压台模→折弯模等一系列冲压工艺手段才能完成零件的成形。因此，合理的工艺方案的设计，即零件的展开排样→冲孔→落料→成形→切断→压台→折弯等一系列冲裁、成形工艺顺序的安排，不仅影响冲裁件的质量，而且对模具的寿命和生产效率都有着非常大的影响。

2. 方案确定

首先，对该冲裁件进行展开，如图 2 所示。

从冲裁件的展开图可以看出，仅从冲孔、落料、压台和侧耳成形方面，该冲裁件的上下不对称性都

该问题，但是为了确保万一，改造前后，还是要验证节拍是否有影响。④机床出现 421 报警后，必须彻查导致报警的原因，不可断电消报警后，继续生产，且，断电上电后，误差寄存器里的值会消失，即断电上电会导致该功能之前捕捉的偏差量消失。因此，对待断电上电消报警的行为，必须认真评估考量。即便原因无法短时间内找到，也要进行报警前后工件的质量验证，确保产品质量没有问题，且后期采取措施，密切跟踪设备质量表现。

4. 结语

针对光栅尺丢脉冲问题，最新的串行光栅尺本身都具备一定的防错功能。例如奇偶校验等，但是，却无法实现全失效模式的防错。为了达到这个目的，之前我们也尝试过很多其他方法，如 RENISHAW 探针防错、光栅尺测量工具定期检查光栅尺等，但鉴于光栅尺丢脉冲故障无规律、隐蔽性强等，最终都没有很好的解决光栅尺失效问题导致的批量工废问题。

FANUC 双位置检测功能，其开发的初衷是：解决机床机械刚性引发的机床抖动问题。即：当快速移动时，机床位置控制采用半闭环控制，当需要精确定位时，采用全闭环控制。通过评估和引入双位置检测功能，可以全方位、全程监控机床各环节的机械和电气性能，捕捉可能造成批量质量风险的因素，提前预警，避免质量风险的发生。通过近一年多的运行情况看，这一功能抓出了多起丝杠、光栅尺失效的机床问题，类似原因导致尺寸超差问题，也再无出现，为企业做出高质量的产品，发挥了巨大的作用。**MW**

（收稿日期：20140412）