

FANUC系统功能在插齿机防碰撞方面的应用

■ 常州豪爵铃木摩托车有限公司 （江苏 213133） 张 明

■ 宜昌长机科技有限责任公司 （湖北 443000） 张 伟 黄 帅

摘要：本文利用FANUC系统提供的位置开关、轴互锁等安全功能，解决了插齿机在加工中常出现的机械碰撞问题。

1. 插齿机中存在的碰撞

插齿机作为一种传统的齿轮制造设备，主要由3个数控轴组成：立柱的前后进给运动（X轴）、工作台的分度运动（C1轴）和刀具的分度运动（C2轴）（见图1）。根据加工零件的特点还可以增加提拉轴（Z轴）和尾座等辅助部件。这些辅助部件使机

床结构变得更加复杂，同时也增加了的碰撞可能性。

轴类零件的加工，一般都需要增加尾座。尾座不仅可以实现工件定位，还可以在自动上下料等结构中实现零件进出工位的传送。由于尾座增加在工作台上面，因此尾座的上升、下降就存在和立柱的前后运动发生碰撞的

可能性：一种是当尾座没有下降到底时，立柱前进；另一种是当立柱在最前端时，尾座上升。这两种碰撞情况在调试现场都出现过，且对机床的几何精度和稳定性造成了很大的影响，在自动上下料结构中，表现得尤为突出。

针对深孔内齿、双联齿等特殊工件的加工，我公司自主研发

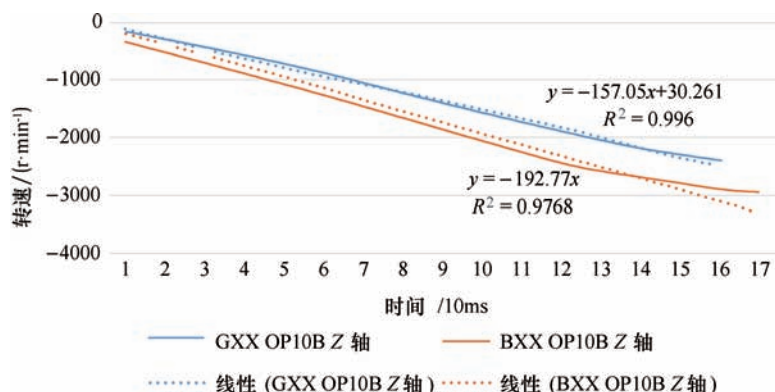


图 8

最后一个应用是节能减排方面，通过对伺服启动参数的再优化和标定，可以指导设备供应商

选择合适的启动参数，使加工效率和能耗得到最优化的组合。

透过上面的案例，笔者仅

就iMonitor在故障预知方面的应用做了简单介绍。今后笔者会继续选取典型案例，详细介绍iMonitor在能耗和节拍改善方面的实际应用。

在设备精益化管理这条路上，互联网技术和大数据分析已经为我们呈现出了更加开阔的格局和更加多变的方式方法，互联网技术+设备管理的工作模式必将颠覆传统的设备管理模式，给设备管理带来全面革新。**MW**

（收稿日期：20151220）

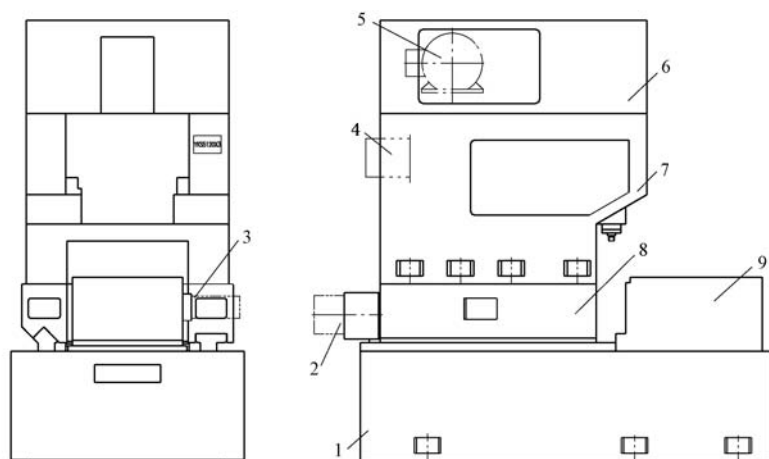


图1 通用插齿机的基本结构

1.床身 2.径向进给电动机 3.工作台圆周进给电动机 4.刀具圆周进给电动机
5.主电动机 6.驱动箱 7.主柱 8.中床身 9.工作台

了具有提拉功能的T系列机床。由于此类机床的加工特点，在立柱快进和快退的时候，必须保证提拉轴（Z轴）处于安全位置，这样才能保证刀具不与工件发生碰撞。

对于部分工件的内齿加工，由于零件装夹的特殊性，立柱进刀时，必须从工作台的固定位置才能进入，否则刀具就会与工装相碰撞，此时必须要求工作台能准停。

2. 插齿机机械碰撞的解决思路

从上述分析可以看出，插齿机目前存在3种主要碰撞类型：轴类零件的尾座碰撞、提拉系列的Z轴碰撞和特殊工装的刀具碰撞。这些碰撞的产生都是由于两个运动轴的相对位置关系不合理，即某一轴不该移动的情况下发生了移动。所以，首先要控制轴移动的条件。

对于旋转轴的运动通常都是没有条件限制的。若旋转范围受限（无法360°旋转），那么旋

转方向一般也是受限的。若要进行绝对值定位，就必须比较当前位置和目标位置，判定出旋转方向，然后计算出具体旋转角度。否则刀具和工作台的旋向就无法保证与加工时的动作一致。

对于直线轴的运动，最基本的就是机械硬限位和软限位，也有根据用户要求增加死限位的。这些限位能够控制轴在某个范围内运动。除此之外，如果要控制轴在不满足某些条件就不能移动，可以使用FANUC系统提供的轴互锁功能。

3. 插齿机尾座碰撞的解决思路

在尾座碰撞控制和Z轴碰撞控制方面，主要使用不同轴向的互锁信号。正向轴互锁信号为“G132.0~G132.4”，负向轴互锁信号为“G134.0~G134.4”。这些信号可以对每个轴应用不同轴向的互锁，当其成为“1”时，CNC对所指令的轴向应用互锁，但是在自动运行中的情况下，则所有轴成为停止状态。这样，

当轴移动条件不满足时，无论在哪种工作方式，轴都不能发生移动，从而避免碰撞的发生。

在移动轴的条件判定方面。由于目前尾座多为液压控制，故其位置的确定还只能借助外部接近开关来实现，通过开关的到位信号来确认尾座是否处于安全位置。对于伺服轴，FANUC系统则提供了位置开关功能，即控制轴的机械坐标值处于参数所指定的范围内时，会输出一些开关量信号。这些信号通知由参数“No.6910~No.6925”指定控制轴的机械坐标值处在由参数“No.6930~No.6945，No.6950~No.6965”所指定的范围内。这样就可以准确地确定伺服轴的位置了，从而能够把轴移动的条件很灵活地转为PMC信号，用于安全保护的处理。

通过位置开关和外部接近开关的检测信号，结合轴的互锁功能，基本上可以避免机械碰撞。但是接近开关的错误动作或移动轴零点的更换都会对这些检测信号造成很大的影响，所以除了上述防碰措施外，还需结合FANUC系统特点，使用异常负载检测报警功能，并根据负载的异常变化做出合理的应对措施，以最大程度地减小故障危害。

异常负载检测报警功能是指当负载转矩值比参数中所设定的值更大时，使电动机停止或使电动机朝着与前进方向相反的方向返回，相当于按照参数中所设定的返回量，CNC输出报警（使电动机朝着与前进方向相反的方向返回的功能只对伺服电动机有效）。

4. 尾座碰撞控制实现方法

首先,根据尾座和插齿机机型特点,增加尾座安全位置开关。目前多用尾座下限位开关代替,即当立柱在最前端时,尾座下降到与之不干涉的位置。此信号用于立柱前进(X轴负向进给)的轴互锁信号,其PMC程序如图2所示。

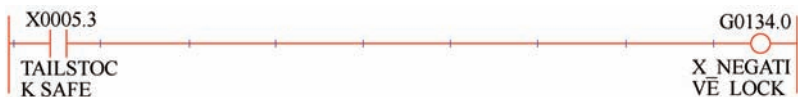


图2 立柱互锁的PMC程序

其参数设定如下:

3003#3:0 (使不同的轴互锁信号有效)

3003#4:0 (不同的轴互锁信号在手动运行和自动运行下都有效)

其次,根据尾座和机床零点,设定X轴位置开关。即确定尾座顺利上升和下降时,设定X轴的安全区域,并通过此信号的反馈来控制尾座的上升和下降动作是否能够执行。由于此参与零点密切相关,更改零点后,必须重新设定相关参数。位置开关控制尾座上升下降的PMC程序如图3所示。

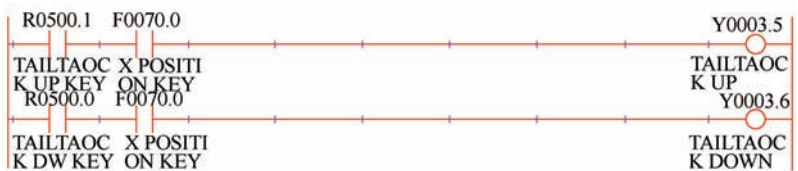


图3 位置开关控制尾座上升下降的PMC程序

其参数设定如下:

6910:1 (执行第1位置开关功能的控制轴为第1轴:X轴)

6930: (第1位置开关动作范围的最大值)

6950: (第1位置开关动作范围的最小值)

最后,设定X轴异常负载检测报警。由于立柱前进的互锁信号是取自尾座的安全位置,且该信号大多来自外部接近开关,其稳定性和准确性受开关性能的影响较大,发生误动作的可能性也较多。故对于立柱前进(X轴进给)增加异常负载报警,其PMC程序如图4所示。

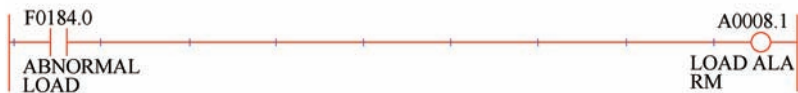


图4 异常负载报警的PMC程序

其参数设定如下:

1804#5:0 (在检测到异常负载的情况下,使所有轴停止,并发出伺服报警)

1880:200 (异常负载检测报警计时器)

2015#5:1 (向检测板输出推定负载转矩值)

2016#0:1 (各轴的负载检测功能有效)

2050:3559 (速度控制观测器)

2051:3329 (速度控制观测器)

2104: (异常负载检测报警极限值)

2200#3:1 (切削/快速移动时异常负载检测功能有效)

综上所述,机床的部分运动存在碰撞的可能性,故在机床控制系统设计和调试时,可以从以下几个方面考虑,充分利用CNC提供的一系列功能来保证各个动作的合理性和安全性:①使用系统位置开关或外部检测信号来确定每个轴的安全移动范围,并作为相关轴的移动互锁信号。②对于每个伺服轴,设定异常负载检测报警功能,并根据机床特点设定合适的负载阈值。③借助用户报警、操作说明等途径进行安全操作的规范和推广。

5. 结语

FANUC系统提供的位置开关、轴互锁、异常负载检测和异常回退等安全功能,对机床的安全设计提供了很大的帮助。在系统的使用开发方面,应该进行更多、更深入的使用和推广。**MW**

(收稿日期:20151229)

专家点评

本文所介绍的内容在实际过程中经常遇到,但没有很好的方法解决。本文提出的解决方法,可为实际生产过程提供一定的借鉴。