

FANUC系统HRV3控制功能技术在模具加工中的应用

■ 青海华鼎装备制造有限公司（西宁 810000） 王宝宇

摘要：本文针对FANUC有关HRV3控制功能技术的应用分析，通过该功能的技术特点、系统参数设置、应用实例等内容阐述，并在FANUC SERVO GUIDER软件控制中的实践应用，取得了良好效果。

加工中心在模具加工过程中由于模具加工的微小线段的不规则，导致相邻加工路径的速度不均，其结果是由于伺服的延迟效应而导致表面光泽度及刀痕的出现。FANUC系统0i系列CNC的伺服因为使用了HRV3控制功能，改善了电流回路的响应，因此可使速度回路和位置回路设定较高而稳定的增益值，可提高模具加工的精度、表面质量和加工速度。

现以我公司机床型号为XH716、系统型号为FANUC-0i-MD、伺服电动机型号为 $\alpha 22/30/22/3000is$ 为例，从FANUC系统HRV3控制功能技术的特点、系统参数设置、利用SERVO GUIDE软件进行参数调整等内容进行阐述，不对之处敬请指正。

1. FANUC系统HRV3控制功能技术特点

(1) HRV3控制功能在高速运行或稳定旋转时，削减了死区电流，所以减少了电动机的热损耗。

(2) 对于 α 系列电动机，使用HRV3控制功能后，使电动机在低速到中速区内的转矩特性得到改善。

(3) 在高速加工时减小了电流环的延迟，所以对于电动机高速旋转时速度环的电流特性也得到提高，当电机工作在1 500转以上的高速加工时，加工工件形状有明显的改善。

(4) 对强负载切削OVC的报警极限的改善。

2. 系统参数设置

参数值的设定直接影响着系统性能的发挥，这就要求我们在实际应用过程中，通过不断的试验来优化参数以求找到最优参数的设定方法。通过不断的积累，既可以提高自己也可以提高系统的性能。

正确设置与HRV3控制、加减速、减小形状误差相关参数（前馈等），以XH716机型为例参数设置如表1～表3所示：

3. 调试过程

使用FANUC SERVO GUIDE

表1 HRV3参数

2334	150	高速HRV 电流控制时 电流环增益倍率（切削）
2335	200	高速HRV 电流控制时 电流环增益倍率（切削）

表2 减小形状误差相关参数（前馈等）的设定

2003#5	1	背隙加速有效
2005#1	1	前馈有效
2013#0	1	HRV3有效
2006#4	1	在速度反馈中 使用最新的反馈数据
2009#7	1	背隙加速停止有效
2016#3	1	停止时比例增益倍率 可变有效
2017#7	1	速度环比例项高速 处理功能有效
2048	100	背隙加速量
2069	150	速度前馈系数
2071	20	背隙加速有效的时间
2082	5	背隙加速停止量

表3 加减速的参数

1602#6	1	插补后加减速为直线型
1603#7	1	插补前加减速为铃型（bell）
1620	100	各轴快速直线型加减速 时间常数(ms)
1621	50	各轴快速铃型加减速 时间常数T2(ms)

软件，可以非常方便的对伺服轴和串行主轴等进行调整，从而获

取稳定的机床运行特性，确保模具高速和高精度的加工要求。

(1) 使用SERVO GUIDE 检测四方带1/4 圆弧误差，结果如下：

由于速度环增益 ($v_g=250$) 设定较低，所以，从直线到圆弧的过渡有突起（图1中每格为 $25\mu\text{m}$ ，突起很小，不影响精度）。注：速度和位置增益，插补后时间常数，圆弧半径减速等参数都会影响这个轮廓误差。

(2) 通过SERVO GUIDE 检测各个轴直线运动的TCMD及速度波形，确定伺服的速度增益为250/250/250（%），波形如图2、图3所示（红色线代表：速度增益；蓝色线代表：加减速常数）。

如果加减速时间常数太小或

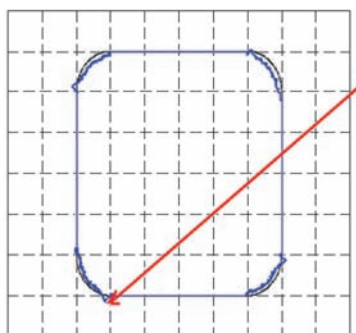


图 1

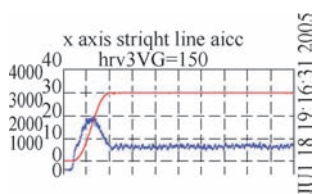


图2 X轴直线运动波形

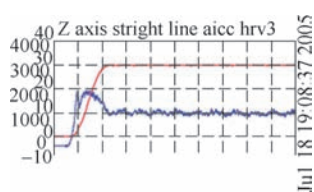


图3 Z轴直线运动波形

者增益设定太高，则会在图4中出现波形变化（变陡或者变粗），好的波形为：在加减速的地方电流波形平滑过渡，而在直线部分从头到尾幅度应该相同，如果逐渐变粗，表示增益太高。

(3) 通过SERVO GUIDE 测量X-Y圆弧运动的误差波形如图5、图6所示。圆大小的问题，引起的原因主要是伺服滞后所带来的加工形状误差，在系统侧可以使用前馈功能、适当设定较小插补后时间常数等方法，改善伺服滞后所引起的加工形状误差。

4. 试切加工

使用SERVO GUIDE 生成加工程序，通过PCMCIA 接口进行DNC 加工，使用相同的进给速度

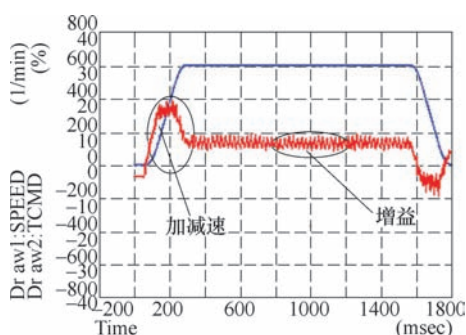


图4 伺服轴直线移动波形显示

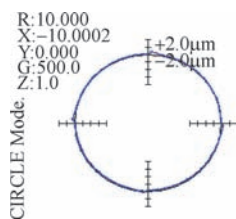


图5 参数调整后前

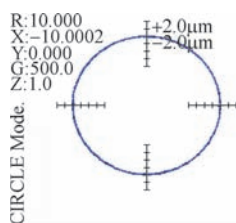


图6 参数调整后

和倍率，结果进行比较。

试件：在矩形（梯形）表面上加工一个弧形凹面和一个弧形凸面，材料为铜66X43， 45° 角往返进刀。 $R3\text{mm}$ 球形刀，F2500/S3800，加工时间约15min。

图7试件利用HRV3功能控制和SERVO GUIDE调试之后加工试件，精度及表面粗糙度符合要求，粗糙度及精度都稍好，速度稍快（加工时间为14min5s）。图8为未调试前参数加工试件，表面刀纹及圆弧与直线交界处粗糙（加工时间为16min36s）。

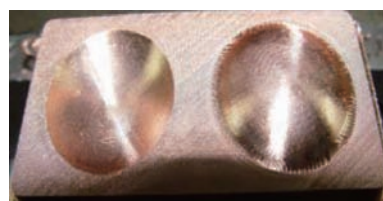


图 7



图 8

通过以上两个试件对比，可以看出，使用FANUC系统0i系列加工的表面粗糙度、精度和速度都比较接近，而在应用HRV3功能控制以及使用SERVO GUIDE进行参数调试之后的精度和粗糙度都较好，速度也稍快（速度可以根据实际工件需要进行调整）。

参考文献：

[1] 杨进民. FANUC数控铣床的参数调试[J]. 机床与液压, 2011 (14): 52-54.

MW (收稿日期: 20160511)