在铼钠克数控系统上实现高光亮高精度模具加工

■ 上海铼钠克数控科技股份有限公司 （200231） 李 立

摘要： 本文介绍了铼钠克数控系统的优势，以及重点介绍了该系统在模具加工方面的优势等。

1. 铼钠克数控系统与市场上通用数控系统的区别

铼钠克数控系统十多年前起源于日本知名公司，对于高速高精度加工有着深入的研究开发。系统在加工上能实现尖利的锐角，与真实工件完全一致，在拐角的地方会实现自动加减速。可以实现表面光亮度与加工时间及尺寸形状精度三者的兼而有之。

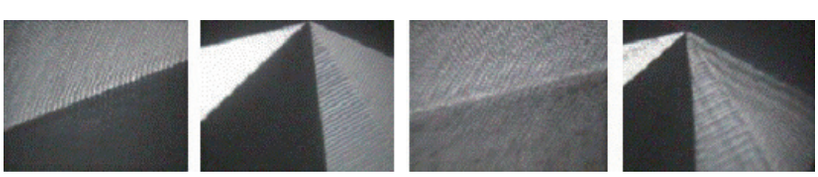
市场上通用经济性数控系统对于工件的尺寸形状精度过于忽略，只追求表面的光亮度或只追求加工时间。工件加工出来的真实形状与电脑3D图实际相差较多，不能三者统一（见图1）。

2. CAM编程公差

要实现高速高精度加工，CAM编程很重要。在编程时一定要设置非常小的几何公差。基本的设置情况如图2～图4所示。

3. 机床的类型与刀柄及刀具

要实现高光高精加工，请选择好的机床。三轴线轨或直线电动机，主轴转速需要平稳无振动，最好是20 000转左右的电主轴。当然，如果是大切削量的开粗加工，可以使用机械主轴，小余量的精加工推荐电主轴（见图5）。



（a）G-SPEED系统在高速加工下棱角仍保证尖锐效果　　（b）其他系统棱角明显钝化

图 1

图2 Mastercam公差设置

加工的刀柄需要做动平衡，推荐使用烧结式刀柄或套筒式板手刀柄。刀具安装于刀柄后，需要打刀具的偏摆，最好控制在6μm以下。

同时，需要挑选主轴转速最为平衡，无振动的主轴转速，要避开主轴的共振点。

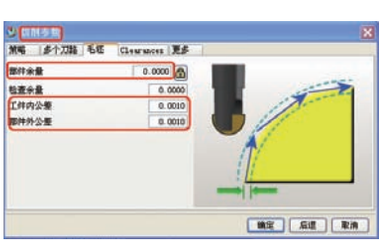


图3 UG公差设置

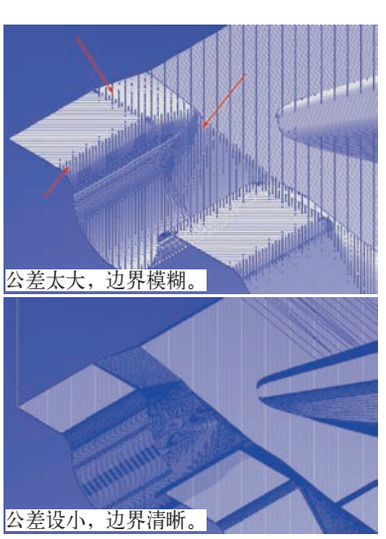


图 4

刀具规格按照夹套夹持精度等级分为高精度刀柄和普通刀柄，如表1、表2和图6所示（加工真实的跳动精度=主轴内锥回转精度（2μm）+刀柄跳动精度+刀具回转精度）。

模具的材料一般都经过调质处理，硬度非常高。最硬时，可能达到50HRC以上。因此，对应的铣削刀具一定要是耐磨的超硬刀具才行（见图7～图9）。

图9a中，在右上角时，刀具新的，光亮。到红色范围内，特别是最后的左下角，刀具磨损后表面极差。图9b中，由于刀具轻微磨损，整个表面接近完美。

4. 加工切削参数条件

加工时刀具的切削参数要合理。刀具的转速S与切削速度F要匹配。

主轴转速一般根据切削速度来计算，其公式为

$$n=1\,000V_c/\pi d,$$

式中，d为刀具直径（mm）V_c为切削速度（m/min）。

切削速度的选择与刀具的耐用度密切相关，当工件材料、刀具材料和结构确定后，切削速度就成为影响刀具耐用度的最主要因素，过低或过高的切削速度都会使刀具耐用度急剧下降。在模具加工，尤其是模具的精加工时，应尽量避免中途换刀，以得到较高的加工质量，因此应结合刀具耐用度认真选择切削速度。但在上面的公司中要注意的是，d为刀具直径是指刀具的有效切削直径，而非刀具的直接直径，

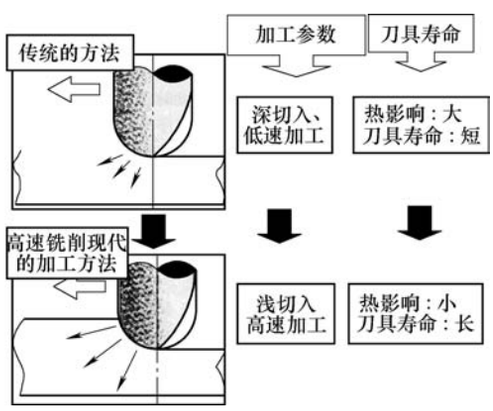


图　5

表1　高精度刀柄和普通刀柄

	高精度刀柄精度/μm	产品类系	夹持方式
高精度刀柄	3	欧洲、日本	弹簧式、油压式、烧结式
普通刀柄	5～10	中国台湾、中国大陆	弹簧式、直筒式、侧固式

表 2

夹套等级	跳动精度（MAXμm）	
	夹套口	前端
AA级	1	3

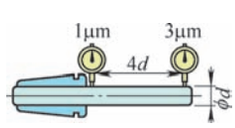
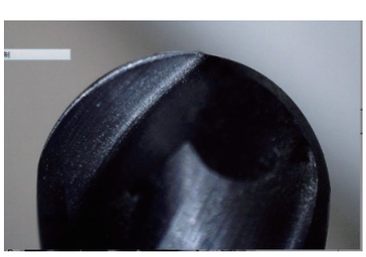
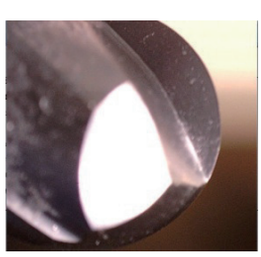


图　6

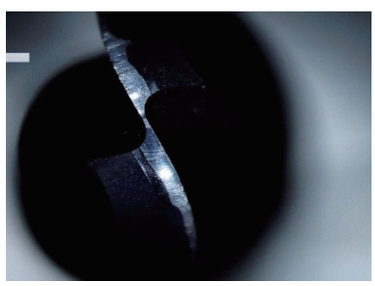


（a）普通刀具（磨损严重）

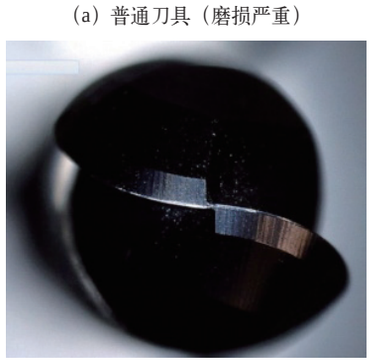


（b）超硬刀具（轻微磨损）

图7　加工后侧边



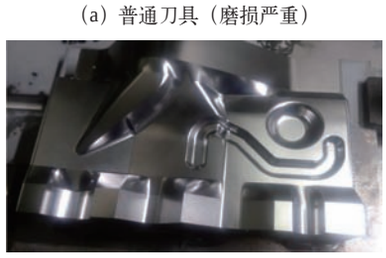
（a）普通刀具（磨损严重）



（b）超硬刀具（轻微磨损）

图8　加工后顶端

（a）普通刀具（磨损严重）



（b）超硬刀具（轻微磨损）

图9　加工的模具表面

只有当使用不带R的平底刀时，d才为刀具的直接直径。V_c为切削速度，而非时间切削进给速度F值，即V_c不等于F。

进给速度的选择直接影响着模具零件的加工精度和表面粗糙度，其计算公式为$F=nzf$，式中n为主轴转速（r/min），z为铣刀齿数，f为每齿进给量（mm/齿）。每齿进给量的选取取决于工件材料的力学性能、刀具材料和铣刀结构。

工件的硬度和强度越高，每齿进给量越小；硬质合金铣刀比同类高速钢铣刀每齿进给量要高；当加工精度和表面粗糙度要求较高时，应选择较低的进给量；刀具切入进给速度应小于切削进给速度。进给速度F是数控机床切削用量中的重要参数，主要根据零件的加工精度和表面粗糙度要求以及刀具、工件的材料性质选取，最大的进给速度还受机床刚度和进给系统的性能限制。

可以使用锑钠克系统上加工参数进行推算，如图10及表3所示。

图　10

5. 高速高精加工参数选用

图11是模具加工时推荐使用的高速高精参数，可以直接在编辑画面插入高速高精加工参数（见图12）。

6. 伺服性能参数

要加工好的模具，机床各轴的伺服性能一定要调好，包括各轴的刚性值及各轴间的真圆度。

图　12

轴的刚性参考值是看各轴的跟随误差，如果相同类型的机床，有一台的跟随误差非常大，则表明机械刚性太弱，需要增强。

如果在轴的移动过程中，或机床停在一些特殊位置时发生啸叫，则表明刚性太强，需要降低。

如果有工程师在现场，也可请工程师作专业的曲线分析（见图13）。

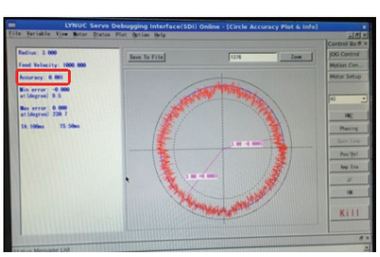


图13　各轴的真圆度分析（对于小机床，希望在0.01mm以下）

7. 加工切削的环境

加工时机床不能有太剧烈的振动。冷却方式采取多管对冲较好，冷却液一定要冲到刀尖，推荐两根水管对冲。水溶性切削液或是油性切削液都可以，但一定要流量大，有冲击力。

表　3

F、S合适时，线速度不超过200m/min，每刃进给量不超过0.10mm	F进给太快，导致每刃进给量太大	主轴转速S太高，导致切削线速度超过200 m/min以上

图　11

参考文献：

[1] 刘胜勇. 实用数控加工手册[M]. 北京：机械工业出版社，2015.

MW（收稿日期：20160503）