

# 模具高效率粗加工用刀具及高品位精加工刀具方案

■ 黛杰公司供稿

在竞争日益激烈的当下，生产现场制造周期、品质和性能的要求越来越高，特别是在模具行业中，各企业都力图用更短的制造周期生产出更高品质的模具。因此，有效活用机夹式圆角刀具、加大切削步距、缩短加工时间不失为提升核心竞争力的强有力手段。同时，随着CAM性能的提高，机夹式圆角刀的NC程序更容易编制，有效活用机夹式圆角刀具来替代球头刀的加工环境业已具备。

本文着重介绍可大幅度提高加工效率、最适合余量不均匀工件的粗加工用高效率圆角刀“万

达圆角”WDR（见图1）及实现高品质表面粗糙度、高精度的精加工用圆角端铣刀“极亮镜面圆角”GRM（见图2）。

## “万达圆角”WDR

（1）“万达圆角”WDR的



图1 “万达圆角” WDR

开发目的及特点。使用机夹式球头刀要提高效率只有靠单纯地加大切深量或进给速度，而这在实际加工中势必会产生较大切削阻力，很难实现高效率加工。“万达圆角”WDR在降低切削阻力的同时，可加大切削步距，并且比拥有同样R角机夹式球头刀的刀体的刚性更高，可有效抑制加工中产生的振动，实现真正意义上

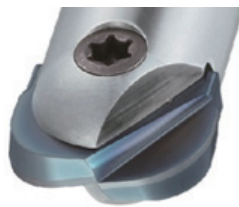


图2 “极亮镜面圆角” GRM

发挥。客户工件的表面质量得到了极大改善，刀具寿命长达3h，生产效率得到大幅提升，每年预计能为客户节省92h的生产时间。客户对这样的结果非常满意，将来会把大量的整硬铣刀替换为CoroMill 390-07刀具。

## 成功经验带来更多机会

青岛当地一家非常重要的家电模具客户正在寻找新的经济性解决方案来完成淬硬模具的粗

铣，这与台州客户的应用有很多共同之处。山特维克可乐满青岛办公室销售工程师穆新刚与本区域技术经理徐传富经过多次考察比较，最终也为客户推荐了CoroMill 390-07加GC1130新材质刀片的方案，并对切削参数做了进一步的优化。

试切结果令人惊喜，客户的生产效率提升了20%，刀具寿命比整硬铣刀延长了25%，预计每年能给客户节省25 000元的生产成本。客户当即决定采购CoroMill 390-07铣刀进行批量验证。

制造业是中国国民经济的支柱性产业，模具行业是现代精密制造的重要配套产业。随着CoroMill 390-07铣刀在模具行业中应用经验的不断积累，使用GC1130新材质刀片的CoroMill 390-07可转位立铣刀将在市场上拓展出一片更加广阔的空间。MW

（收稿日期：20160516）

的高效率粗加工（见图3）。

采用完整R角刀片：刀片采用完整圆角（R10mm）。通过圆弧切削刃的有效利用，提高了刀片的刃口强度，最适合铸件等表面余量不均匀或凹凸面较大的复杂形状工件加工，最大切深可达18mm。刀片形状有带断屑槽YDMT1505100ZER及无断屑槽YDMW1505100ZTR两种，应对从钢件到铸铁等各种切削性不同的被加工材料。

防止刀片转动：“万达圆角”WDR刀片的紧固方法与传统双压紧方式不同，采用的是单螺钉快速锁紧式。同时，刀片底部及刀座上设计有2副防转键，不仅防止了刀片在加工中发生转动的问题，还提高了刀片紧固刚性（见图4）。并且，快速锁紧式单螺钉构造提高了加工型腔时的排屑性能，还提高了更换刀片的操作便利性。

“万达圆角”WDR的刀片材质采用了新PVD涂层的JC7560及JC8118。JC7560是兼顾了耐热龟裂性、耐崩刃性、耐磨损性的最新一代涂层材质。从一般软料到35HRC左右的预硬钢的超重切削

均可进行长寿命加工。

另外，JC8118在传统万能材质JC5118的基础上，灵活运用JC8000涂层的耐磨损性，同时提高基材与涂层之间的耐剥离性，从而实现了长寿命的粗加工。在实验室的环境下，其寿命提高了2倍以上。

因此，JC8118既可应对一般软料的超重切削，也可进行50HRC的高硬度材料及铸铁类材料的粗加工。

（2）“万达圆角”WDR的切削性能。以下为“万达圆角”WDR加工中碳钢（53钢）的寿命测试结果。

加工机床为BT50立式加工中心，刀盘型号：WDR-4063R（ $\phi 63\text{mm} \times 4\text{N}$ ），刀片型号：YDMT1505100ZER，刀片材质：JC7560。

加工参数： $V_c=180\text{m/min}$ ， $f_z=0.7\text{mm/t}$ ， $a_p=3\text{mm}$ ， $a_e=40\text{mm}$ ，逆铣、顺铣，风冷，装1片刀片试验切削。

图5为传统材质JC8050及新材质JC7560与D公司类似圆角刀盘的寿命比较。传统材质JC8050的切削80m、D公司类似刀盘的切削60m，即产生热龟裂导致磨损加快，寿命短。而新材质JC7560的切削80m之后，后刀面最大磨

损量未超过0.2mm，仍可继续使用。

（3）“万达圆角”WDR的加工案例。图6介绍改善加工效率、延长刀具寿命的汽车冲压模具（被加工材料：FC250）粗加工事例。与现用A公司类似产品相比、每单位时间切屑去除量提高了约1.4倍。加工2h后，刀片微小正常磨损，仍可继续使用。

## “极亮镜面圆角”GRM

（1）“极亮镜面圆角”GRM的开发目的及特点。在加工起伏较小的平坦模具、使用球头刀时，中心切削刃部加工的面容易出现因低速、排屑困难等因素造成刃口小缺损，导致模具加工面整体品位下降。“极亮镜面圆角”GRM型完全可以防止此类问题，是一款能让整个加工面的品位提高、加工精度和表面光亮度极好的高精度机夹式镜面圆角铣刀。

仿形加工用圆角刀片：刀片直径备有 $\phi 16\text{mm}$ 、 $\phi 20\text{mm}$ 、 $\phi 25\text{mm}$ 、 $\phi 30\text{mm}$ 共4种。刀片圆角标准配备 $\phi 16/R5\text{mm}$ 、 $\phi 20/R6\text{mm}$ 、 $\phi 25/R8\text{mm}$ 、 $\phi 30/R10\text{mm}$ ，在传统圆角刀的基础上采用更大圆角，即使是起伏大的三维仿形加工亦可应对。

缩短打磨工序的时间：“极亮镜面圆角”GRM不像球头刀是使用中心刃切削的，所以实际切削速度不会出现下降现象，能加工出良好的、光亮的精加工面，缩短甚至于可取消打磨工序。

低转速机也可高精度高效率加工：实际加工中，球头刀中心切削刃部的实际切削速度往往为

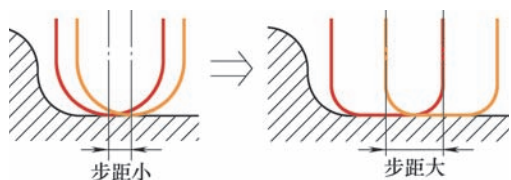


图3 传统球头刀及“万达圆角”WDR的比较

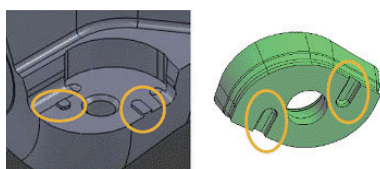


图4 刀片底部及刀座部的防转键

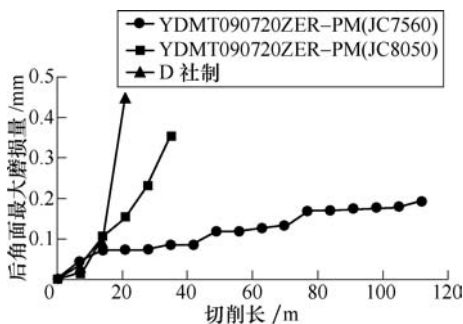


图5 万达圆角的寿命比较（53钢）

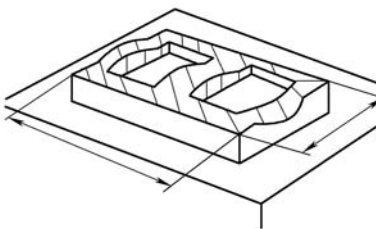
|      |          |                             |                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 加工工件 | 工件       | 冲压模具                        | A 公司刀盘 ( $\phi 63 \times 4N$ )<br>$n=640\text{min}^{-1}$ , $V_f=2\,500\text{mm/min}$<br>$f_z=0.98\text{mm/t}$ , $a_p=3\text{mm}$ , $a_e=20\sim 40\text{mm}$<br>刀具寿命: 1~1.5h(崩刃)<br>每单位时间切屑排出量: $150\sim 300\text{cm}^3/\text{min}$ |
|      | 材料       | 铸铁 (FC250)                  |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 热处理      | —                           |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 硬度       | —                           |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 刀具   | 刀具型号     | WDR-4063R                   |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 刀片型号     | YDMW1505100ZTR (JC7560)     |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 刀具直径     | 63mm                        |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 刃数       | 4N                          |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 加工参数 | 工序       | 粗加工                         |                                                                                                                                                   |
|      | 切削速度     | 770m/min                    |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      |          | $150\text{min}^{-1}$        |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 进给速度     | 3 600mm/min                 |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      |          | 1.2mm/t                     |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 切深 $a_p$ | 3mm                         |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 切宽 $a_e$ | 20~40mm                     |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 切屑排出量    | 216~432cm <sup>3</sup> /min |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 冷却方式     | DRY                         |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 使用机床     | 龙门 M/C                      |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 结果   | 悬长       | —mm                         |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 刀具寿命     | 2h                          |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 刀片状态     | 正常磨损                        |                                                                                                                                                                                                                                    |
| 评价   | 刀片状态     | 正常磨损                        |                                                                                                                                                                                                                                    |
|      | 评价       | 仍可继续使用                      |                                                                                                                                                                                                                                    |

图6 “万达圆角” WDR的高效率加工案例

0, 即使主轴再怎么高速旋转, 实际的切削速度都无法提高。而不使用中心切削刃的“极亮镜面圆角” GRM, 即使转速较低, 实际切削点的速度也不低, 完全可以用来改善精加工面, 所以, 在低转速机床上亦能实现模具的高精度精加工。

另外, 与球头刀相比, 可大步距加工, 提高加工效率。

综上所述, 即使不是最先进的高速机, 传统的低速机也能高精度且高效率地完成精加工。

采用耐磨损性优良的新 PVD 涂层 DH102: “极亮镜面圆角” GRM 刀片材质有针对一般钢用的 PVD 涂层材质 JC8015、铸铁高速加工用的 CBN 材质 JBN245 以及新 PVD 涂层材质 DH102。

DH102 为创新概念 PVD 涂层、DH 超硬涂层 (DIJET HARD COATING) 与高硬度材专用超微粒硬质合金组合, 适合于 60HRC 及以上高硬度材料的高速加工。

此涂层最大的特点是同时由强化耐磨损性的高硬度膜, 与基材有着强密着性的结合膜以及耐高温的抗氧化膜等多种纳米级多

层膜交互结合而成。

(2) “极亮镜面圆角” GRM 的切削性能。 以下是使用 “极亮镜面圆角” GRM 加工工具钢 (SKD11 60HRC), 与球头刀的加工面比较的结果。加工机床为 HSK40 立式加工中心。

刀体型号: MBN-200-M10 ( $\phi 20\text{mm}$  “镜面球头” 可换式魔头), 硬质合金杆: MSN-M10-20-S20C (顽固到底)。

刀片型号: GRM-200-R60 ( $\phi 20\text{mm}$ , 圆角 R6mm), 刀片材质: DH102。

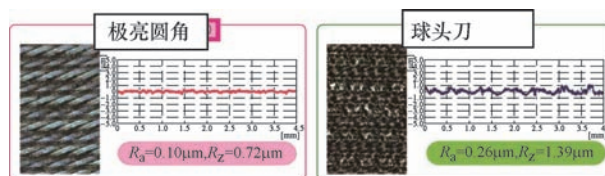


图7 GRM及球头刀的加工面比较 (SKD11 60HRC)

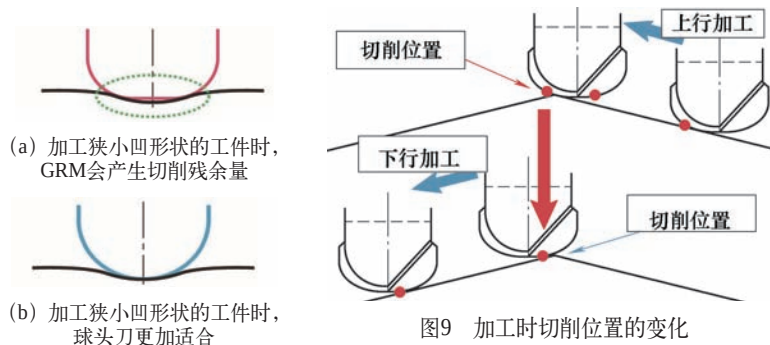


图9 加工时切削位置的变化

图8 产生残余量的工件

加工参数:  $n=5\,000\text{min/r}$ ,  $V_c=314\text{m/min}$ ,  $V_f=3\,000\text{mm/min}$ ,  $f_z=0.3\text{mm/t}$ ,  $a_p=0.1\text{mm}$ ,  $a_e=0.4\text{mm}$ , 逆铣、顺铣, 风冷, 悬长=50mm。

切削测试结果: 球头刀的加工面表面粗糙度值为  $R_a=0.26\mu\text{m}$  ( $R_z=1.39\mu\text{m}$ ), GRM 为  $R_a=0.10\mu\text{m}$  ( $R_z=0.72\mu\text{m}$ ), 加工面良好 (见图7)。

(3) “极亮镜面圆角” GRM 在使用上的注意事项: 当加工比刀具直径狭小的形状时, 会产生切削残余量 (见图8)。

上行加工和下行加工的部分, 表面外观会有些许差异, 根据机床的精度, 在转接处会留下不同程度的印迹, 加工精度无问题 (见图9)。

## 结语

通过上述介绍, 可以看到使用这两款刀具完全可以提高加工效率及加工品质, 可以运用转速较低的设备来加工出极其光亮的产品, 更进一步地提高产品核心竞争力。

MW (收稿日期: 20160511)