【编者按】数控刀具技术发展日新月异，在快速发展的中国市场，世界刀具巨头和本土刀具制造企业推出成千上万种数控刀具新品。对于刀具用户来说，如何从厚厚的刀具样本、浩如烟海的刀具型号中缩小范围，进而选出真正切合企业实际需求的数控刀具，并非一件容易的事情。我们在三届切削刀具用户调查中，都收到读者大量的关于“目前市场上刀具相关的书籍，多数长于理论指导，缺乏真正指导企业选刀、用刀的工具书”的反馈。因此金属加工杂志社与哈尔滨理工大学决定组织力量编写《数控刀具选用指南》，在介绍金属切削基本原理、刀具选用基本原则，帮助读者构建完整的金属切削知识体系的同时，还分门别类精心筛选由刀具厂家提供的数控刀具产品资料和各领域的整体解决方案。为了使更多读者了解本书的主要内容，本书的主要编著者之一——哈尔滨理工大学精选本书的相关内容，形成一系列刀具选用文章，供大家参考，如果想全面了解本书的具体内容，请大家到当当、京东、亚马逊或金属加工专业网店（淘宝网搜索“数控刀具选用指南”）购买本书。

温馨提示：用手机扫描二维码，即可到京东商城购买《数控刀具选购指南》！

模具加工中刀具的选用

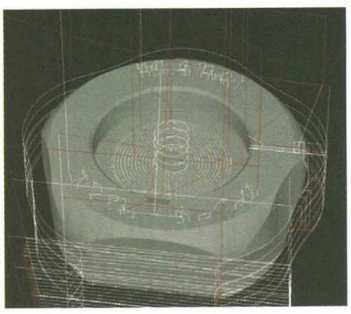
哈尔滨理工大学 （黑龙江 150000） 冯慧泽 岳彩旭 刘献礼 翟元盛

模具工业在装备制造业中的地位与作用是众所周知的，模具工业技术水平的高低已经成为衡量一个国家制造业水平的重要标志。在现代机械制造业中，模具工业已成为一个非常重要的行业，许多新产品的开发和生产，在很大程度上依赖于模具制造技术，特别是在汽车、轻工、电子和航天等行业中尤显重要。尤其是在发展迅速的今天，产品款式的更新速度加快。这就要求制造的模具具有精度高、效率高、寿命长和成本低的特点。而在模具型腔数控加工中，刀具的选择直接影响着模具零件的加工质量、加工效率和加工成本（见图1），因此正确选择刀具对模具加工有着重要的意义。应对模具加工的加工时间、加工成本和加工质量，研究了对模具型腔加工的工艺规划中的刀具选择问题，提出了根据模具材料、曲

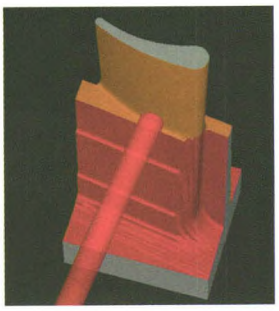
以便在加工开始前发现程序中存在不正确或不完整的信息。改进后的TNC数控系统的3D仿真图形非常真实，任何尺寸的工件都可旋转。TNC 640在同一个图形中仿真铣削和车削加工。为进行测试运行，需要定义毛坯，也就是说一个未加工的工件。对于铣削，通常是简单的立方体。现在也能显示车削的零件：圆柱，管和旋转对称的工件毛坯。现在能仿真程序中的车削加工，与铣削的3D图形是同一个图形。

允许用户根据需要调整该图形。刀具和刀具路径也能显示。显示的毛坯框提供有用信息。为帮助用户查看立体图，TNC 640用线条显示工件棱边。还能使工件及/或刀具变成透明色，或用颜色显示加工面。图形用鼠标或用软键控制，与CAD系统使用方法类似。可以旋转，平移或缩放图形，高清晰度地显示局部情况。03版软件主要加入了功能安全特性。**MW**

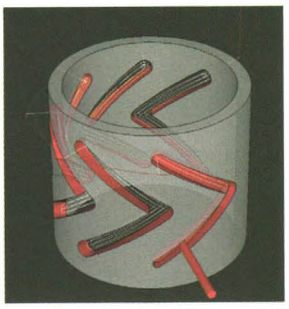
（收稿日期：20140611）



3D高清晰度图形显示—现在也支持



不同刀具的加工用不同的颜色显示



圆柱形零件圆周面加工的颜色



图1　各种类型的模具铣刀

率曲面及结构尺寸进行模具型腔粗加工、半精加工和精加工刀具选择的基本原则与方法。

模具加工刀具选用的基本原则

一般情况下，数控加工刀具的选择是在数控编程的人机交互状态下进行的。应根据模具材料、模具曲面曲率、模具结构尺寸以及其他相关因素正确选用刀具。模具加工主要是对型腔的加工，一般用数控铣销的加工方法，通常包括粗加工、半精加工和精加工等工序。粗加工的原则就是尽最大可能高效率地去除多余的金属，因而尽可能选择大尺寸的刀具。但刀具尺寸过大，可能导致未加工体积的增多，这就不能直接进行精加工，而需要先进行半精加工。半精加工的任务主要是去除粗加工遗留下来的台阶，而精加工则主要保证零件的尺寸及表面质量，达到使用标准。

在模具铣削加工中，常用的铣削刀具有平端立铣刀、圆角立铣刀、球头铣刀和锥度铣刀，如图1所示各种模具铣刀。刀具类型的选择取决于数控加工的工序类型及模具型腔的几何形状。比如，粗加工中，为提高加工效率，适当选用大直径平头铣刀；而在精加工中，主要为了保证加工的精度，则一般选取球头铣刀。同时，当模具型腔具有同一拔模斜度时，可使用成型铣刀。刀具几何参数的选择会对切削及刀具的寿命产生巨大的影响，也是我们应予以高度重视的部分。在铣削过程中，铣刀的磨损主要发生在后刀面上，采用较大的后角可以减少磨损。当采用较大的负前角时，可适当增加后角。

总体来说，刀具选择基本原则是：安装调整方便，刚性好，耐用度和精度高。在满足加工要求的前提下，尽量选择较短的刀柄，以提高加工系统整体的刚性。

根据被加工模具材料选择刀具

根据模具的应用领域与加工方式的类型，采用相应的模具材料，来应对不同的生产需求，如图2所示各种模具材料样件。对于汽车行业应用的大型覆盖件模具，这种模具要求具有较高的硬度、较高的耐磨性等，一般采用冷作模具钢。对于用作热挤压用模具，要求这种模具具有良好的高温强度和韧性，一般采用热作模具钢。根据被加工模具材料进行刀具选择的原则及注意事项：

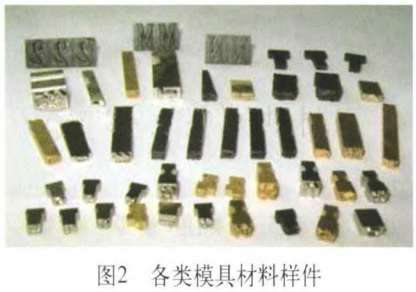


图2　各类模具材料样件

（1）对于一般硬度不是很高的材料（如注塑模具材料等），粗加工时采用的刀具为圆角立铣刀或平端立铣刀，采用小切削深度、大跨距的加工方式加工。精加工一般采用整体硬质合金球形刀、硬质合金机夹刀具或圆鼻刀。

（2）加工中心粗加工宜选用平端立铣刀，精加工时宜选用球形刀，这是因为球刀的刀具的刀刃与工件接触的0～90°范围内给出比较连续的切削力变化，这不仅对加工质量有利，而且会使刀具寿命大大延长，加工的连续性以及表面粗糙度质量比平端立铣刀好。

（3）对于铸铝模具的粗加工一般采用高速钢立铣刀，采用小切削量、大跨距的方式加工。精加工一般采用球形刀，铸铝有良好的的机械加工性能，在半精加工和精加工时，应选择球刀高转速小进刀量，以得到较好的表面质量。

（4）由于在模具加工中，凹凸表面同时在一个模具存在，因此在选择模具的刀具时，粗加工一般选择圆角立铣刀或平端立铣刀，半精加工和精加工则选用不同直径球形刀。

根据模具曲面曲率选择刀具

在进行模具曲面加工时，由于模具表面曲率（见图3轿车覆盖件模具上的不同曲率）变化较大，且球头铣刀的尖端部分切削速度为零，因此，为保

证加工精度，切削行距一般取得很密，故球头铣刀常用于曲面的精加工。而平头铣刀在表面加工质量和切削效率方面都优于球头铣刀。再有在曲率较大的曲面留下的切削余量也较多，给半精加工或精加工的刀具造成过大的切削负荷，使用较大直径的刀具会在零件轮廓拐角处留下更多的余量，这往往是精加工过程中出现切削力的急剧变化而使铣削刀具损坏的直接原因。根据模具曲面曲率的大小进行刀具选择的原则及注意事项：

（1）在比较复杂的模具加工中，由于各种曲面的曲率不同，在粗加工时，一般选用大直径的平头铣刀或圆角铣刀，精加工时，尤其是在拐角加工时，应选用半径小于拐角处圆角半径的刀具并以圆弧插补的方式进行加工，这样可以避免采用直线插补方式而出现的过切现象。

（2）在粗加工完成后，一般要进行半精加工，用半径小于或等于被加工零件上的内轮廓圆角半径的刀具进行加工。因此，只要在保证不过切的前提下，无论是曲面的粗加工还是精加工，都应优先选择平头铣刀。

（3）刀具的使用寿命和精度与刀具价格关系极大，必须引起注意的是，在大多数情况下，选择好的刀具虽然增加了刀具成本，但由此带来的加工质量和加工效率的提高，则可以使整个加工成本大大降低。

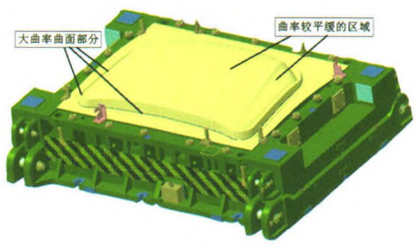


图3　轿车覆盖件模具

根据模具结构尺寸选择刀具

选取刀具时，要使刀具的尺寸与被加工模具的表面尺寸相适应，如汽车冲压模具尺寸较大（见图4），而一般注塑模具尺寸较小（见图5）。模具型腔一般包含多个类型的自由曲面，因此在加工时一般不能选择一把刀具完成整个零件的加工。无论是粗加工还是精加工，在保证加工质量的前提下，应尽可能选择大直径的刀具，因为刀具直径越小，加工路径越长，从而造成加工效率降低，同时刀具的磨损也会造成加工质量的明显差异。根据模具结构尺寸进行刀具选择的原则：

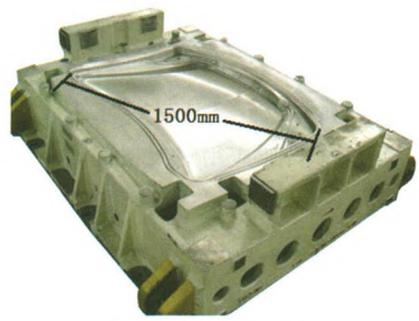


图4　汽车发动机盖冲压模具

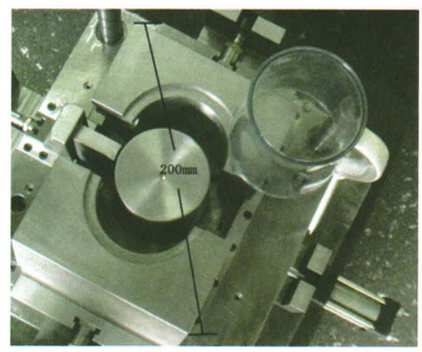


图5　水杯注塑模具

（1）平面零件周边轮廓的加工，常采用立铣刀。

（2）铣削平面时，应选硬质合金刀片铣刀。

（3）加工凸台、凹槽时，选高速钢立铣刀。

（4）加工毛坯表面或粗加工孔时，可选取镶硬质合金刀片的玉米铣刀。

（5）对一些立体型面和变斜角轮廓外形的加工，常采用球头铣刀、环形铣刀、锥形铣刀和盘形铣刀。

结语

刀具选择通常包括刀具类型和刀具尺寸。应根据被加工模具的特征，如模具材料、曲面形状和结构尺寸进行合理选择。适合一个加工对象的刀具通常有多种，一种刀具又可完成不同的加工任务，所以仅考虑满足基本加工要求的刀具选择是较容易的。但是，刀具选择通常和一定的优化目标相联系，如最大切削效率、最少加工时间、最低加工成本及最长使用寿命等。刀具选择的合理与否，关系到模具的加工精度、加工效率和刀具的使用寿命。此外，刀具还应根据被加工模具的几何形状特性、材料的机械加工性能、走刀路径、切削余量及现存刀具规格等进行综合考虑。**MW**

（收稿日期：20140423）