

刀具

航空难加工材料的特性及加工方法

由于全球工业技术的不断发展，各个领域对一些重要零部件材料的机械性能和力学性能的要求也在不断地提高，特别是航空领域。随着航空产品的不断升级，尤其是各种难加工材料的使用，迫使对金属切削刀具及技术提出了更高的要求，难加工材料在各个领域的应用会越来越多。

文 | 刘宝莉，宝鸡 212 厂 赵晓强，Stellram

由于机械零部件设计力求体积紧凑、负重减小等，使得当今大量零部件的结构异形化、形状复杂化、型面多样化。高科技新型

难加工材料（图 1）的不断推出，虽然满足了机械零部件的高刚性、高强度、高密度、重量轻和体积小等设计要求，但同时也给后续的可

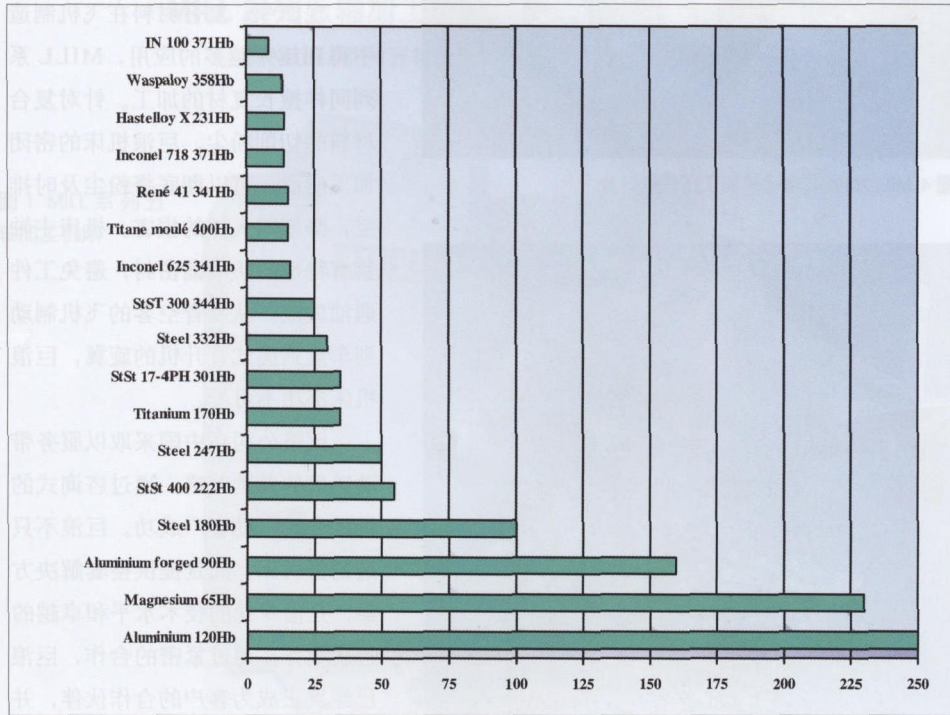


图 1 各类材料的难加工系数

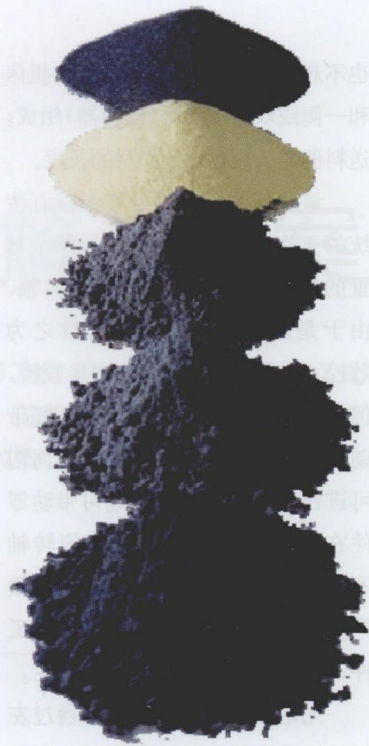


图 2 1 μm 的颗粒比例 98% 以上的乌合金粉末

加工性带来了新的难题。如果仍然采用传统材料的加工工艺、加工方法和加工刀具，无论是在加工效率、加工质量还是刀具成本上都会大打折扣。众所周知，在金属切削加工中，切削刀具与被加工零件材料之间是相互矛盾的，新的材料需要有更新的刀具和更新的方法来实现对其高效的加工。为了应对和适应机械领域难加工材料的不断增多和对其加工性能、加工效率和加工精度等方面的要求，目前全球刀具行业都在不断的改进刀片基体、几何角度、涂层技术和加工方法，以满足难加工材料零件的高效加工要求，尤其是在航空航天领域。

合理的刀具选型和优化的加工方法，对于提高加工效率和延长刀具寿命非常重要，特别是在加工难加工材料航空零部件时更为重要。一种高品质的难加工材料刀具，必须具备超细晶粒刀具基体、锋利的切削角度、强壮的切削刃口、耐热的表面涂层等（图 2）。根据以往加工难加工材料的应用经验，加工

方法和参数的合理选择，对于加工这类难加工材料非常重要，使用特殊的加工技巧对于提高加工效率、延长刀具寿命是很有效的。无论采用哪种加工方法，其目的是为了最大限度的降低切削部位的刀尖和零件被加工区域的温度，防止被加工零件表面硬化和刀尖温度过高，增加散热区域、控制切削力。如采用摆线走刀和大进给铣削等方法均能提高其加工效率，延长刀具寿命。

首先，充分的冷却、适当的加工线速度、有效的断屑、合理的刀具包角对于控制刀尖温度非常有效。对于同时具有内冷却的 CNC 机床和刀具，应该尽量使用最利于降温的内冷却功能，以便使强有力的水压水流带走大量的切削热，确保加工区域保持在一定的温度范围内。即使没有内冷却功能的机加工设备，也建议使用外传内冷却刀柄，同时增强冷却压力，改善冷却效果。

其次，适当地控制刀具的切削力和切削速度，也是降低加工区域温度、延长刀具寿命最有效的方法之一。通常加工难加工材料一般均采用精磨的刀具刃口、较小的切削深度和切削宽度（图 3）。根据不同的难加工材料、零件结构和加工设备等因素，选用合理的切削线速度非常重要。在通常加工中镍基合

金应控制在 20 ~ 50 m/min，钛合金应控制在 30 ~ 110 m/min，PH 不锈钢应控制在 50 ~ 120 m/min。

第三，对于同样的机床和零件，加工难加工材料的方法会大大影响刀具的加工效率和刀具寿命。无论是采用摆线加工、螺旋插补和大进给铣削方式，其目的都是降低切削力、减小切削区温度。摆线切入法可最大限度减小切削区，使得刀具的实际切削包角最小，延长刀具每齿的散热时间；螺旋插补使得每齿切削量相对均匀，特别是在拐角处最为明显；大进给切削方式，以小的切深、大的进给有效地减小了切削力，使得加工中产生最小的切削热，加工区域温度最低。

第四，保证加工中断屑，也是控制温升的有效途径。一般在金属加工中大量的切削热产生在切屑上，有效地断屑会使加工中产生的大量切削热被切屑带走。通常情况下，在加工中不希望有长的切屑产生。对于难加工材料的加工更应该注意，特别是对于粗加工工序，在整个加工系统刚性允许的情况下，应尽量使其在整个加工过程中产生断屑，尽量采用逆铣方式，使形成的铁屑由厚变薄，并且铁屑形状为“9”字形、“6”字形或“C”字形（图 4）。



图 4 对于粗加工工序，在整个加工系统刚性允许的情况下，应尽量使其在整个加工过程中产生断屑，尽量采用逆铣方式，使形成的铁屑由厚变薄，并且铁屑形状为“9”字形、“6”字形或“C”字形

第五，加工中保持适当的有效刀具包角，使得刀具的每一个有效加工齿能够最大限度地保证最长冷却时间。加工中保持适当、合理的刀具有效包角，非常有利于提高难加工材料的切削效率、延长刀具加工寿命，对于加工难加工材料零件极为重要。刀具有效包角，反映到切削参数上与切削深度 A_p 和切削宽度 A_e 以及刀具直径 D 有着直接的关系。特别是在加工难加工材料时，应尽量避免满刀切削。在实际加工中，刀具的切削包角每增大一倍，刀具寿命会减少约 30%。

总之，难加工材料零部件必须具有高硬度、高强度、高韧性和高耐磨性，对于具有这些特性的新型难加工材料，其机加工性能差、加工难度大、加工效率低、刀具成本高。这样一来难加工材料零部件对机加工刀具提出了更高的要求。为了不断满足难加工材料行业的需要，Stellram 公司开发、研制、生产了专门用于加工难加工材料航空零部件的各种刀具，其高科技、高性能、超微晶粒硬质合金粉末的生产手段有着独特优势。[MM]

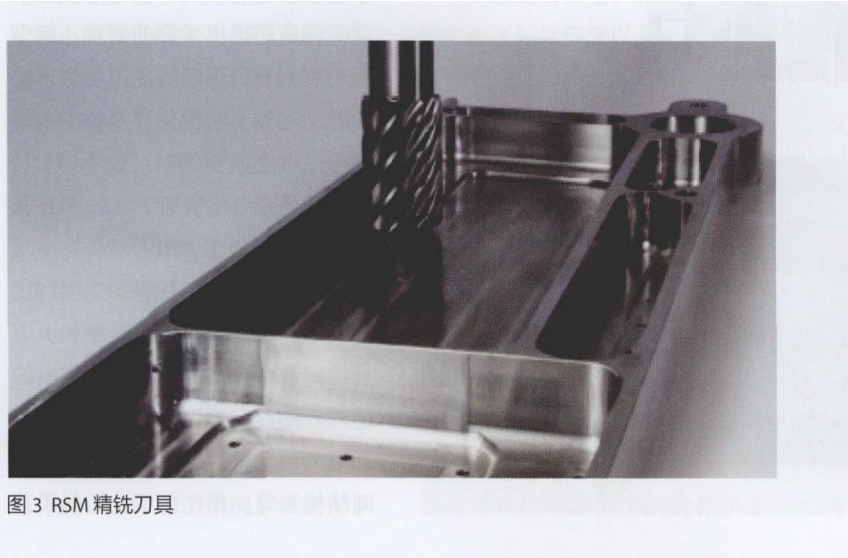


图 3 RSM 精铣刀具