

航空难加工材料特点 及其特殊加工方法

Features and Special Processing Method for Difficult-to-Cut
Material in Aviation Industry

美国 ATI Stellram 刀具公司 赵晓强



赵晓强

机械工艺及设备专业毕业。先后从事过普通机加工工艺编制、工艺现场施工和数控加工中心的操作、编程以及数控加工工艺的制订工作。曾多次出国培训、进修数控加工刀具管理、工艺优化和数控加工的生产线现场流程管理。在国内外机械制造专业杂志发表过多篇关于数控加工工艺和刀具方面的成果论文。现任美国ATI集团Stellram公司上海代表处销售销售代表。

随着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(如强度、硬度、

航空产品的不断升级,尤其是各种难加工材料的使用,对金属切削刀具及技术提出了更高的要求,难加工材料在人类各个领域的应用会越来越广泛。由于机械零部件设计具有力求体积紧凑、负重减小等要求,使得当今大量零部件的结构怪异、形状复杂、型面多样。

耐热性、抗磨性、抗拉强度和抗压强度等)的要求也在不断提高,特别是航空领域。航空产品的不断升级,尤其是各种难加工材料的使用,对金属切削刀具及技术提出了更高的要求,难加工材料在人类各个领域的应用越来越广泛。由于机械零部件设计具有力求体积紧凑、负重减小等要求,使得当今大量零部件的结构怪异、形状复杂、型面多样。高科技新型难加工材料的不断推出,虽然满足了机械零部件的高刚性、高强度、高密度和重量轻、体积小等设计要求,但是同时给后续的机械制造可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,无论是在加工效率还是加工

质量上都会大打折扣,且无法保证较低的加工成本。

众所周知,金属切削加工中,切削刀具与被加工零件材料之间是相互对立而又相互联系的,如果任何一方有了新的突破和创新,就会迫使另外一方获得更新的发展。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加工。为了应对和适应机械领域难加工材料不断增多的状况并满足对其加工性能、加工效率和加工精度等方面的要求,目前全球刀具界都在不断改进各自的刀片基体、几何角度、涂层技术和难加工材料的加工方法,以满足难加工材料零件的高效加工的要求,这在航空航天领域显得更为紧迫。

ATI Stellram 高性能刀具

美国 ATI Stellram 刀具公司正是借助了 ATI 集团（美国冶联科技国际集团公司）的内部难加工材料研发、生产等优势，在集团内部兄弟公司开发新型难加工材料的同时，专业致力于加工难加工材料刀具的研制，力求实现刀具基体材质、切削槽型和表面涂层的创新和加工方法的优化，使其加工难加工材料刀具时无论是在加工效率还是在性价比上，始终处于世界难加工材料刀具行列的最前沿。ATI Stellram 高性能和性价比新型难加工材料刀具，已成为难加工材料零件加工的首选刀具品牌，同时为难加工材料高效加工技术的不断发展做出了应有的贡献。

合理的加工方法和参数选择

合理的刀具选型和优化的加工方法对于提高加工效率、延长刀具寿命非常重要，在加工难加工材料航空零部件时更为重要。

一种优秀的难加工材料刀具，必须具备超细晶粒刀具基体（ $1\mu\text{m}$ 的颗粒比例 98% 以上）、锋利的切削角度、强壮的切削刃口、耐热的表面涂层和不同于一般材料的切削加工方法等有利于降低加工区域温度和快速散热的有效因素。

根据以往加工难加工材料的实际经验，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，其目的都是为了最大限度地降低加工切削部位的刀尖和零件的温度，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、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。

(1) 充分的冷却、适当的加工线速度、有效的断屑以及合理的刀具包

角对于对于控制刀尖温度非常有效。首先，对于同时具有内冷却的 CNC 机床和刀具，应该尽可能地使用最利于降温的内冷却功能，以便使强有力的高压水流带走大量的切削热，确保加工区域在一定的温度范围。其次，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，改善其冷却效果。

(2) 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均采用周边修磨的正型刀片，较低的加工切削线速度以及较小的切削深度和切削宽度。根据不同的难加工材料、零件结构和加工设备等因素，在加工中，一般镍基合金的切削速度应控制在 $20\sim 50\text{m}/\text{min}$ ；钛合金的切削速度应控制在 $40\sim 100\text{m}/\text{min}$ ；PH 不锈钢的切削速度应控制在 $70\sim 120\text{m}/\text{min}$ 。

(3) 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，还是大进给铣削方式，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。

(4) 保证加工中断屑，也是控制温升的有效途径。在金属加工中，大量的切削热一般产生在切屑上，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，在加工中不希望产生长的切屑。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，尽可能地使其在整个加工过程中产生断屑。建议尽可能地采用逆铣方式，使形成的铁屑优厚变薄，并且铁屑形状为“9”字形、“6”字形或“C”字形。

(5) 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_c 有着直接的关系。特别要注意的是，在加工这类难加工材料时，尽可能地避免满刀切削（即刀具的有效切入包角等于 180° ）。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 30% 左右（根据不同品牌的刀具和被加工的难加工材料不同）。

结束语

总之，难加工材料零部件具有高硬度、高强度、高韧性和高耐磨性，而具有这些特性的新型难加工材料零部件，其机械加工性能差、加工难度大、加工效率低、刀具成本高，这样就对机械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，作为专业化企业的 ATI Stellram 刀具公司，不断创新，力求发展，借助 ATI 集团内部各企业开发、研制、生产航空零部件用难加工材料和高科技、高性能、超微晶粒硬质合金粉末的生产手段等独特优势，与 ATI Stellram 具有上百年加工航空难加工材料零部件历史的专业刀具制造技术有机结合，研制和开发出了多种适合现代新型难加工材料的金属切削刀具和特有的加工方法，使 ATI Stellram 刀具在全球同行业加工难加工材料方面占有强势的领先地位。（责编 淡蓝）