

刀具

伊斯卡为油气工业提供前沿解决方案

现代化的历史进程促使全球对能源的需求急剧增长，今天的能源消耗大约是 200 年前的 25 倍。据最新的人口研究预计，到 2050 年，全球人口将达 90 亿，这意味着人口将比当前人口多出大约 25%。国际能源署（IEA）预计到 2035 年，为满足全球对能源的需求，平均每年 1.6 万亿美元的前所未有的投资是非常必要的，在研发及制造技术方面进行大规模投资对保持长期的竞争优势是至关重要的。

文 | 伊斯卡刀具国际贸易（上海）有限公司

勘探与生产公司，以下称之为 E&P 公司，以各国政府持续需求为驱动力，专注于深水及超深水油气储量的勘探及开采，这些深水及超深水项目持续推动着技术走向更前沿。潜在的投资者和跨国能源公司预见其上游产业将迎来长期投资。对当今勘探与生产而言，最重要也最具挑战性的尖端技术应用于深水领域，一旦成功就为大幅增加世界上已探明的石油储量带来绝佳的契机。随着勘探拓展到更深的水域，面对环境，本具的尖端性，本地基础设施支持最小化等方面的挑战，凸显出了更高的技术及经济性的要求。

海洋勘探越来越深意味着前所未有的技术挑战。应用于如此恶劣环境下的设备，必须采用前沿技术及先进的工程技术进行精心设计。对伊斯卡的刀具工程师而言，面对着因诸如不锈钢、双相不锈钢、超级合金、Inconel 铬镍铁合金及钛合金等难加工材料加工需求的快速增长所带来的挑

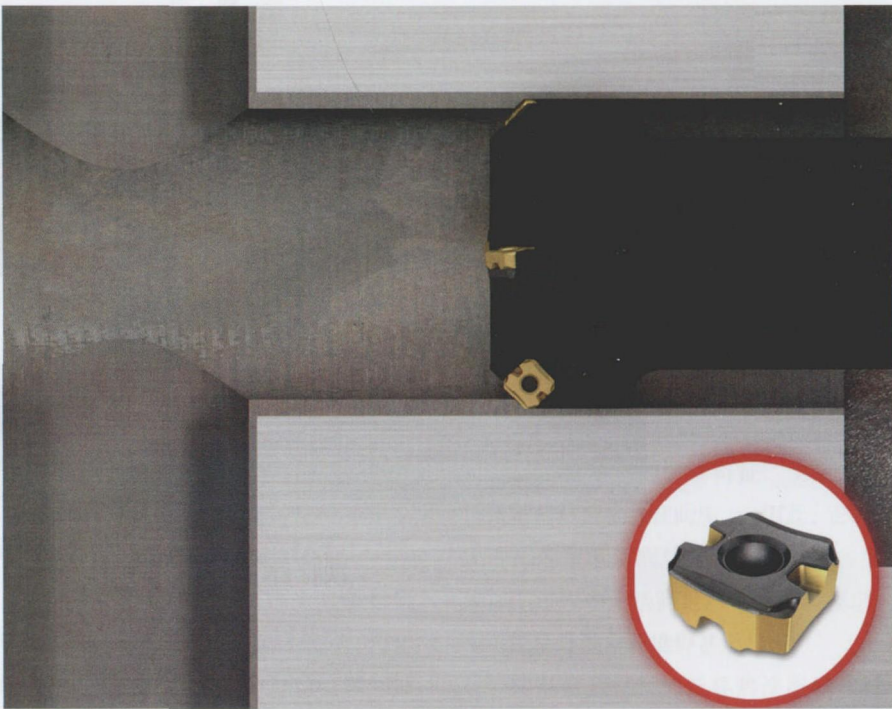


图 1 专为加工高温合金而研制的 ISO 系列 SNMG 432-EM-R 硬质合金刀片

战。源于在许多酸碱溶液及含氯溶液环境中的机械性能及耐腐蚀性能，这一些昂贵的难加工材料被广泛应用于离岸工程项目。

选择合适的切削参数及刀具

不过，切削刀具的供应商通常将这些非标准材料归类为耐高温合金。一般而言，相对于耐热合金，中碳钢更易于切削，所以他们将刀具的重点研究方向定位于耐热合金的切削技术及切削参数上。要达到优化切削参数及选刀方案的目的，充分考虑被加工材料的性能乃至性能对加工的影响是非常重要的。一般而言，为选择合适的切削参数及刀具，需评估以下4种主要物理性能：抗拉强度、硬度、延展性及导热性。

为配合深海工程对安全密封及环境法规的要求，E&P公司将选择足以胜任的设备以耐受腐蚀环境，经受高压及高温。例如，Inconel 718就因其适合且出色的耐腐蚀特性而被上游勘探公司所广泛采用。镍基超级合金因奥氏体金相组织而具有高的抗拉强度及屈服强度，满足了极限环境下的高安全可靠需求。

此外，加工Inconel 718的主要问题是处理刀片切削刃处的非常高的切削温度，这源于被加工材料中的磨粒（镍含量高达50%~55%，铬含量达17%~21%）所导致的高磨损率、崩刃、沟槽磨损，刀片破损。Inconel 718对残留应力具有冶金敏感性，且切削加工过程会产生加工硬化，这使得即便在低的切削速度下，刀片切削刃都可能产生高的塑性变形，进而大幅降低刀具的预期寿命。

伊斯卡作为全球最先进的金属切削刀具公司之一，已成功研制出合金牌号IC806，旨在提升超级合金的加工效率。采用结合了超细晶粒硬质基体、薄的PVD涂层以及涂层后处理技术的新涂层牌号，能收获大幅提高的刀具寿命及更高的加工可靠性。

加工高温合金不仅仅意味着挑选合适的基体及涂层，还意味着选择正确的切削刀具及几何形状。例如，通常在井架上完成镍基合金油井管的加工，井架是已完成的油气井上用的组件。必须采用硬质合金刀具加工井架内壁相对薄的

镍基层。加工过程通常被称之为粗镗，除了苛刻的安装夹持外，刀具大悬伸，加工余量不均匀，断续切削等也为加工增加了困难。以上不利因素常常引起振动，导致刀具寿命因此而缩短。因而，镍基合金油井管加工过程成为了制造过程的瓶颈，最终导致加工费用居高不下。

对于伊斯卡的应用工程师而言解决方案是明晰的，对于这一应用，他们推荐采用专为加工高温合金而研制的ISO系列SNMG 432-EM-R硬质合金刀片。采用此刀片加工的一大重要特征是非刀尖圆角加工，而是以45°主偏角加工。这有效减少了沟槽磨损，一并提高了切削速度及进给量，且同时收获了高的刀具寿命。

通过对刀片锋利切削刃进行细微的刃口处理使之得到强固，加以13°前角设计，使得刀片在加工诸如镍基合金这类难加工材料时可实现6 mm的大切削深度。

刀具冷却系统

然而，不管是刀片涂层还是断屑槽都无法确保加工高温合金时的高效率，因为好的切屑控制是难以企及的。

正如前面所提及的，加工高温合金的过程会产生大量切削热。通过冷却液可有效减少切削热，降低了切屑的延展性使之易于折断。事实上，在高温合金的加工中基本摒弃了外冷却方式，而是采用了贯穿主轴与刀具的内冷却方式。

当今的CNC数控机床一般都标配了常规的冷却系统，可以提供低压冷却。然而，在加工高温合金时，产生的切削温度远远高于冷却液的沸点，这使得冷却液在抵达切削区域前就蒸发为蒸汽，使得切削刃受到热冲击，进而对刀片寿命造成负面影响。

高压冷却系统能对冷却液进行加压，通过小的冷却喷口为切削区域带来足够的冷却液流量，克服了切削区域切削温度太高的障碍。在高压的作用下，通过冷却喷嘴的冷却液具有非常高的速度。



图2 高压及超高压冷却刀具系统

随之而来的效果是显而易见的，作用于切屑的冲击力非常大，切削温度明显降低，保护切削刃免于受到热冲击，确保了硬质合金刀片寿命的提高，工件表面质量高。伊斯卡的JHP系统正是应用于车削中心、立式车床及多任务机床的高压冷却系统的一个实例。

伊斯卡，作为金属切削的领袖企业，正是最早应市场需求而设计并提供高压及超高压冷却刀具系统的供应商之一。

采用JHP高压冷却系统易于获得小切屑，不再因切屑缠绕于工件或夹具而频繁停机。额外的特点或者说是优点提升了生产率，削减了昂贵的加工成本。现已证实，在加工不锈钢及高温合金时通过采用高压冷却，能实现刀具寿命及切屑控制的大幅提升。对当今油气工业而言，伊斯卡新一代高压冷却刀具在提升生产率方面是不可或缺的。

孔加工刀具

当油气工业用户对生产效率进行评估时，伊斯卡孔加工系列因涵盖孔径及孔深范围宽、效率高，被证实为最值得推荐的解决方案之一。

举例说明，束魔变色龙枪钻（SUMOGUN）是当前市场上仅有的一款带两个有效切削刃的夹持可换刀头的枪钻。相比于传统的焊接式枪钻，采用束魔变色龙枪钻使得生产率明显提升。每个束魔变色龙枪钻钻杆可夹持

一定直径范围内的标准束魔变色龙钻(SUMOCHAM)刀头。根据加工的 ISO 材料的不同,可选择不同几何形体的刀头。束魔变色龙枪钻的刀头可实现现在机更换,这意味着不必因更换刀头从机床上取下枪钻。与市场上的大多数传统枪钻相比,束魔变色龙枪钻带两个直排屑槽,夹持标准束魔变色龙钻头,能以高得多的进给率钻削深孔。

新型束魔变色龙枪钻可夹持不同刀头,能根据被加工材料及应用的不同而灵活应用。通过采用聚酰胺塑料扳手可轻松实现刀头的装卸。

标准模块式束魔变色龙枪钻的驱动杆也是模块式的,这是其另一特点。这款革新的枪钻尾端为螺纹连接式,可连接于不同类型及规格的标准驱动杆。

新型标准束魔变色龙枪钻直径范围为 14 ~ 25 mm,夹持标准束魔变色龙钻头。每种直径的枪钻均提供两款排屑槽长度,分别为 400 mm 及 800 mm,可应用于标准卧式铣削中心、卧式车床、多任务机床及专机。所有钻杆均经镀镍处理,使得排屑更容易且更流畅。

对于油气工业的大直径钻削应用,采用伊斯卡的复合变色龙钻(COMBICHAM)系列是大幅提升生产能力及效率的最佳方案之一。这种新型模块式枪钻系列直径范围为 26 ~ 50 mm,钻深可达 $5 \times D$ 。复合变色龙钻(COMBICHAM)夹持一个束魔变色龙钻(SUMOCHAM)刀头,两片标准的带修光刃的精密磨制方刀片 SOGX/SOGT,刀片规格因钻径大小而不同,采用了领先科技的束魔合金牌号 IC808(PVD 涂层)。源于全效率设计,钻头可实现高速进给钻削,能获得高的钻削效率、高精度及高的被加工表面质量。

型腔加工刀具

建议在油气工业深孔钻削零部件的深腔加工中,坚持选用可靠的刀具以确保刚性,刀具寿命,重复定位精度、高精度并优化刀具寿命。

比如将伊斯卡最先进的加工技



图 3 复合变色龙钻 (COMBICHAM) 系列是大幅提升生产能力及效率的最佳方案之一

术整合于一体的“多合一”整体硬质合金立铣刀 EFP。该铣刀集伊斯卡飞碟铣刀 (FEEDMILL)、分屑槽铣刀 (CHIP SPLITTER) 及防振降噪铣刀 (CHATTERFREE) 这三种革新的立铣刀的优点于一身,携最前沿设计为一体,用于型腔铣时具有出色的优势。EFP 整体硬质合金飞碟铣刀凭借其大圆弧切削刃的结构,在 0.3 ~ 1.0 mm 的切削深度下能实现高达 0.5 mm/齿的每齿进给。随之而来的是采用此刀具能显著缩短加工周期,由此为工厂带来生产率的提升。

独特的切削刃结构使得切削载荷轴向指向机床主轴,这使得即便在大悬伸加工中,也具有高的加工稳定性,实现高的进给率。此独特的特点使得其在高温合金的型腔及凹腔加工中,具有高的金属去除率。在型腔加工中,相比于其余粗加工立铣刀,这款带分屑槽切削刃的立铣刀加工的侧壁更平整,被加工表面粗糙度更高。分屑槽铣刀的排屑槽还结合了防振降噪(CHATTERFREE)不等齿距设计,使得切削力分布更佳,是快速去除大余量解决方案。

此独特的整体硬质合金立铣刀直径范围为 6 ~ 20 mm,具有 4 个或 5 个切削刃。合金牌号为 IC903,该牌号为在超细晶粒基体上进行前沿的 AL-TEC 涂层,兼具出色的耐磨性及韧性。

当油气工业的零部件夹持于带 ISO40/CAT40/BT40 柄部接口的低功率机床时,采用 EFP 整体硬质合金立铣刀也可实现高效加工。

深水工程与日俱增

毫无疑问,石油、天然气工业通过各种途径关联着我们生命中的每一天:为我们的汽车加油;为我们的家庭供暖;为我们的食材烹煮。油气工业为全球 69 亿人口带来他们日常所需能源的 60%,另外 40% 的能量来自于煤、核电、水力发电,以及诸如风电、潮汐能发电乃至类似于柴火这样的生物质能这类“可再生能源”。全球对能源的需求仍在持续增长,尤其是像中国、印度这样的发展中国家;与此同时,油气工业仍在继续探寻新能源。一些位于具有挑战性区域的油气逐渐被发现,例如深水、北极以及一些有政治纷争的地区。

为满足全球范围内对能源需求的快速增长,政府部门颁发了越来越多的深水钻探许可证。源于对深水油气的勘探及抽取有空前增长的预期,E&P 公司预见离岸工程将迎来强劲的增长。

今天,尽管典型的深水工程水深范围为 1500 ~ 2000 m,但水深达 7000 m 的超深水工程数量同样在持续增加。在深水的不利环境下,为遵循苛刻条件下的安全法则,需要巨大的投入来获得特制的设备及特殊材料。

完整的解决方案

为应对上述挑战,保持生产加工的经济性,伊斯卡研制了革新而前沿的刀具,用于加工能胜任深水不利环境的特殊材料。越来越多的差异化需求,驱动伊斯卡走上了一条革新之路,研制新产品,提供前沿的刀具解决方案,并已印制出完整的解决方案单行本,同时通过强大的全球营销网络保障每一位客户得到技术支持及后勤、物流支持。伊斯卡,致力于为绿色环保的环境创建解决方案。[MW]