

刀具

高品质刀具 为加工效率保驾护航

航天工业已经是一个国家综合国力的集中体现。北京星航机电装备有限公司在承担国防装备研制与制造的过程中，采用了一批先进的刀具产品，成功解决了难加工材料带来的加工困难，而且将整体加工效率提升了 20%，对于高品质刀具带来的众多好处，受用至今。

文 | 瓦尔特（无锡）公司

成立于 1960 年的北京星航机电装备有限公司（以下简称“星航机电”）以国防防务产品的研制与生产任务为主业，先后承担了国家多个重点防务产品的研制生产任务，填补了我国国防装备领域的多项空白。

刀具 关键在于使用寿命

航天工业被称作是制造业金字塔的塔尖，作为其中的一个分支，国防装备制造行业同样被作为高科技产业，更是一个国家综合国力的集中体现和重要标志。



图 1 在星航机电的所有加工任务中，钛合金的使用占有比较高的比例，多为飞航产品的框架类以及回转类零部件

随着科技的发展，国防装备对材料轻量化及特殊性能（如隐身性）的要求也在不断提高，因此，其中的零部件采用钛合金、复合材料等难加工材料的比例越来越大，由此也引发了很多加工难题。

在星航机电的所有加工任务中，钛合金的使用占有比较高的比例，多为飞航产品的框架类以及回转类零部件（图 1）。“我们与瓦尔特的合作要追溯到 2005 年，自从有了这个型号以来，就开始使用瓦尔特的刀具产品，合作已经近十年。”星航机电专门负责刀具加工的工艺员杨

宏宇先生回忆说。星航机电的钛合金框架类产品规格并不大，毛坯件类似机翼形状，扁平，有正反两面需要进行型面加工，而且为了减轻产品质量，上面有很多减重设计的沟槽，零件中间部分也基本都是为了减重的镂空设计。“该零件的工艺流程并不复杂。”杨宏宇先生介绍说，“毛坯件首先交给钳工划线，因为零件

的特殊形状，无法装卡，所以之后的步骤是加工零件的卡头，然后是粗铣加工零件正反面、稳定化，然后进行精划线、卡头精加工以及精加工上下两面。”

从热处理开始，算上所有工艺步骤，这样一个钛合金的零件加工周期约在 60h，其中，金属加工部分的时间大概在 40h，加工这样一个工件共使用三个瓦尔特的球头刀片。“从我们的使用经验来看，瓦尔特的刀具寿命是最长的，我们曾与若干的进口刀片做过对比，瓦尔特的球头刀在同等转速和进给的情况下，刀具的使用寿命最长，表现最佳（图 2）。”杨宏宇先生很明确的指出，虽然钛合金导热性差，会致使刀具磨损加快，但瓦尔特的一把刀，可以实现粗加工时的使用寿命是 4h，精加工达到 8h，而其他厂家达不到这个标准。

目前，星航机电使用的瓦尔特刀具产品是 P3204-D16 WSM36 球头刀片，配 F2139 球头刀杆。瓦尔特仿形精铣刀 F2139 是用于型腔精加工的高精度刀具，极其精准的四面磨制刀片有各种切削材质和槽型可供选择，确保最佳工件表面质量；专用于切削难加工材料的槽型和

涂层技术，延长了刀具使用寿命。另外，对称的刀体结构满足了高速切削加工的要求。现在瓦尔特也为这款铣刀配备了整体硬质合金刀杆，在长悬伸时起到减震作用。基于以上条件，刀具能与规定的加工条件完美匹配。星航机电使用的WSM36刀片是瓦尔特技术改进后的新材质，这种材质的基体材料为超细硬质合金晶粒，刀片涂层底层为TiAlN材质，提高了抗后刀面磨损能力，中间为PVD γ - Al_2O_3 涂层，提高了塑性变形和微小崩刃抵抗能力，表层装饰涂层为ZrN，整个涂层的厚度只有4~5 μm ，以确保切削刃口的锋利。到目前为止，该产品已经在星航机电钛合金零件的加工中服役了十年，其突出的刀具使用寿命是征服星航机电的关键。

加工效率提升的基石

在星航机电的所有零件中，除了比例比较大的钛合金之外，铝合金的比例也达到了40%。这些铝合金零件多为薄壁、深腔类零件，相比较钛合金来说，铝合金本身导热性好，硬度也不高，因此加工相对容易一些，对刀具的要求也相对低一些。星航机电在加工铝合金零件时，需要刀具具有高强度、高韧性的特点，这里用到的硬质合金刀具会比较多。除此之外，就是对加工效率有明确的要求。星航机电技术中心项目主管姜涛博士介绍说：“因为现在装备的研发周期越来越短，这就需要制造水平得到相应提升，尤其对加工效率的要求标准更高。”通过对瓦尔特刀具的使用，星航机电铝合金部件的加工效率整体提高了20%，效率的提高还将整体加工成本降低不少，给星航机电的产品制造带来了极大的益处。

采用瓦尔特刀具产品加工的铝合金部件的形状类似长方形，但是里面由很多个大小不一的型腔，型腔的深度一般在100 ~ 120mm。因此，加工中刀具的硬度、耐磨性、抗冲击性和振动都是需要考虑的因素。这些型腔多为标准的长方形，在与瓦尔特合作之前，加工车间

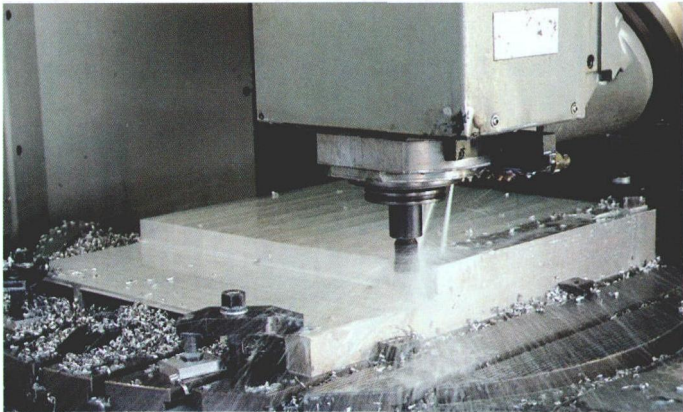


图2 在使用瓦尔特刀具产品的10年间，星航曾与若干的进口刀片做过对比，瓦尔特的球头刀在同等转速和进给的情况下，刀具的使用寿命最长，表现最佳

在加工型腔拐角处时经常会遇到断刀现象，因为型腔的深度较大，刀具振动容易引发断刀，而且拐角部位是R8的圆角，拐角角度大概在90°。而在使用了瓦尔特的铣刀之后，这一状况得到了极大改善，不仅消除了振动，表面加工质量也大为提高。因此，瓦尔特是星航机电最早合作的刀具厂家，而且这一合作就持续了十年。

合作空间巨大

目前，在星航机电的加工车间中，还有很多类型的难加工材料，比如高温合金、钨镍铁等。星航机电数控加工车间技术负责人丁国智先生介绍说，高温合金占比现在已经达到了15%，其加工效率的提升亟待解决。“因为产品需要，现在我们加工的一些小型的舱体类零件都是高温合金制成的，高温合金的导热性非常差，仅是钛合金导热性的七分之一，可见其机加工的难度。”杨宏宇先生表示。这种加工会造成刀具的快速急剧磨损，所以刀具能否进行加工是第一步，然后需要考虑刀具加工这样的部件时的使用寿命，接下来才会考虑刀具的加工效率。“现在我们使用一把刀加工高温合金基本能使用20min，如果能找到持续加工1h以上的刀具，那将极大的改善我们的加工现状，整体加工成本也会减少很多。”杨宏宇先生认为这是目前困扰他的最大的难题。

刀具在星航机电的加工中起到了至关重要的作用，原来某些部件仅一道工

序就需要加工半个月左右，在高品质刀具的介入下，现在这种情况已基本杜绝。当然，这种改善不是仅依靠高品质的刀具产品就能够实现的，还包括刀具供应商提供的前期服务，比如刀具选型的建议以及工艺流程的改善。在所有相关因素中，杨宏宇先生认为最重要的是刀具信息的沟通以及产品的试用，“这个环节是非常关键的，我们要使用最新的刀具牌号，但首先要知道刀具供应商做了何种优化。另外就是刀具的试用，有新的刀具推出，我们希望能第一时间拿到试用。”

其实对于这些问题，瓦尔特已经给出了很好的解决方案，比如全新的品牌瓦尔特-全向（Walter Multiply）。这是一种总体服务理念，刀具管理是一个重要的部分。而刀具管理系统的一个重要组件是瓦尔特的刀具管理软件（TMS），从中可以清晰地图示出当前的库存量、单个刀具更换周期以及准确的刀具消耗量。它还能记录每把刀具的具体动向，从刀具接收到安装至机床上，其中也包括装配刀具。另一个益处是通过配置成本中心、工作人员、班次以及项目，轻触一下按钮就能够在TMS中进行清查。这样，用户毫不费力就能关注项目所产生的实际刀具成本。刀具管理系统的个性化服务组件，包括刀具供应系统、供应管理、“每零件成本”解决方案以及库存量优化都可以根据客户的个人需求进行定制。在不远的未来，用户只需要输入所要加工零件的基本结构特征以及材料，软件就能够自动为用户进行配刀，这与星航机电的想法正好吻合。[1][2]