刀具

以技术为起点，以服务赢市场

发动机是汽车的核心零部件，结构复杂，机加工难点较多。为确保产品质量，瑞庆公司的发动机生产线采用了大量的先进制造工艺、精良的制造装备和先进高效的刀具，为企业的长期可持续发展做好了充分的技术储备。凭借着优异的性能与稳定的产品质量，瑞庆公司在业界赢得了良好的声誉，吸引了国际用户的瞩目，目前年销往日本及美国的发动机产品达 3 万台以上。

文 | 瓦尔特（无锡）有限公司

位于河南省焦作市的瑞庆汽车发动机技术有限公司（简称“瑞庆公司”）是奇瑞汽车继开封基地后在河南实施的又一重大项目，主要从事小排量汽车发动机的研发及生产经营。瑞庆公司生产的小排量发动机是奇瑞汽车自主研发、拥有完全自主知识产权的经典发动机产品，目前市场保有量达 150 万台以上。瑞庆公司一期项目共有 3 条发动机生产线，目前生产 272、372、372A、472 和 472WF 五大系列汽油、柴油发动机，一期生产纲领 44 万台。其发动机产品除了用于奇瑞轿车与开瑞微车外，还独立供应摩托车及非道路用车制造商。

先进刀具助力效率提升

在汽车发动机的大批量生产中，刀具费用虽然只占很小的比例，但其对整个加工效率的影响却非常之大。在生产过程中，瑞庆公司对于刀具的选用给予了高度的重视，瑞庆公司副总经理郭万山先生的观点非常明确：“在生产过程中，生产工时及生产稼动率影响着生产效率，刀具的性价比将直接影响刀具加工成本。为了提高生产效率、降低生产成本，我们在选用刀具时严格遵循优选耐用度高、切削效率高及使用成本低的原则。”为了确保发动机生产线的高效生产和稳定性，瑞庆公司与国际知名刀具制造商瓦尔特展开了紧密合作。

图 1 瑞庆公司的发动机生产线采用了大量的先进制造工艺、精良的制造装备和先进高效的刀具，为企业的长期可持续发展做好了充分的技术储备

图 2 发动机是汽车的核心零部件，其特点是结构复杂，机加工难点较多

在发动机箱体类零件的加工中，瑞庆公司大量采用了瓦尔特的硬质合金面铣刀和非标镗刀类刀具。据郭万山先生介绍，在实际生产中，瓦尔特刀具具有较高的切削速度，应用其刀具切削参数可提高 20%，加工时间缩短 10%，单台生产成本可降低 15%，生产成本得到了有效控制，生产效率大大提高。瓦尔特硬质合金粗加工面铣刀去除材料能力强、易排屑且寿命高，加工灰铸铁切削线速度可达 250 m/min，进给

量 0.25 mm/z。精加工面铣刀具可达到很高的切削线速度（305 m/min），进给量 0.2 mm/z，切削速度快，并能得到较好的表面加工质量，实现表面粗糙度 Ra ≤ 1.6 μm。

在发动机缸体的加工中，瑞庆公司使用瓦尔特 F4045 型新铣刀盘和配套刀片后，令刀具加工耐用度提高了一倍多，如 472 缸体线精铣前后端面刀具 T8005 寿命由切削 80 件提高到 200 件，不仅减少了换刀次数，提高了加工效率，而且产品质量较原 F2146 旧型刀具也有了很大的提升。在瓦尔特汽车行业专家刑胜华看来，提高铸铁零件面铣加工效率，降低成本还有很大的潜力可挖。其中带有中等齿距的铸铁专用铣刀 Xtra.tec® 七角刀片铣刀 F4045，刀片形状为七边形，采用 45° 主偏角设计。刀片为负型刀片，可以两面使用，每个刀片具有 14 个有效切削刃。和其他所有 Xtra · tec® 系列刀具一样，主切削刃具有正型的几何设计。因此，F4045 同样具有了 Xtra · tec® 系列刀具的典型特征，切削轻快，机床功率消耗低。而另一款 F4045 标准品直径范围从 63 ~ 200 mm，密齿设计，非常适合铸铁加工。粗加工缸体锁口面铣刀密齿设计刀盘最大切深 4 mm，这个深度普遍适用于汽车及相关行业铸铁零件的毛坯余量。“该铣刀最显著的结构特点是刀片采用楔块锁紧的方式，确保可转位刀片精确而可靠的固定在刀片槽内。通过操作锁紧螺钉，楔块自动离开夹紧面，从而可以轻松自如地更换刀片。”瓦尔特刑胜华补充介绍说。

干切技术性能卓越

随着环境意识的增强，人们逐渐意识到切削液给环境所带来的影响。干式切削作为一种新型的绿色制造技术，不仅能避免切削液对环境的污染，而且能大幅度降低产品的生产成本，成为金属切削加工的发展方向之一。作为行业领先刀具制造商，瓦尔特顺应切削技术的发展趋势，陆续推出了同样适用于干式切削的刀具产品。

湿式切削可以保证加工面的表面质量，干式切削可以有效的提升加工效率。在瑞庆公司，粗加工发动机箱体前、后端面以及顶、底面的工艺采用的是干式切削工艺，使用 F4033 新型刀具进行干式切削后，刀具耐用度较原来提高了 30%，减少了换刀时间，有效提高了生产效率，降低了生产成本。特别值得一提的是，瓦尔特的面铣刀片采用百层镀层 (每层厚度为 50 ~ 100 nm) 技术，镀层刀片能有效阻滞微裂纹的扩展，增加刀具的使用寿命，提高加工产品的工艺质量。

刑胜华认为，作为绿色加工的干式切削方式，其刀具技术的研究方向主要还是在涂层和刀具结构上。为了将原来切削液的作用逐步淡化甚至取消，刀具涂层的耐热和耐磨性必须有很大的提高。要提高加工效率，结构上就必须利于断屑、排屑和散热，只有这样，干式切削才能发挥最大的作用，真正做到环保、经济且高效。瓦尔特的银虎刀具涂层是同时适合干式切削和湿式切削的经典技术，其使用独创的 CVD 涂层技术并结合了 PVD 涂层的特点，做到了既锋利又耐热，并且耐磨损。

赢得信任，赢得市场

在国内主流发动机制造企业，PCD 刀具、陶瓷刀具和复合加工刀具应用广泛，例如缸体曲轴孔支撑镗技术，缸盖进排气导管和座圈的复合镗铰技术，缸体、缸盖接合面的高速切削技术，缸体缸孔粗精镗技术和出砂孔粗精镗技术，不仅可以提高产品的表面质量，而且可以将加工效率提高 50% 以上（CBN 刀片切削线速度可达 780 m/min），给生产企业带来了巨大的经济效益。

然而，从瓦尔特的角度来看，刀具本身的先进性固然重要，但对于用户来讲更重要的是，这款刀具能给他们带来足够的经济效益和可持续发展的空间。对于如何帮助客户提升效率，刑胜华表示，在为客户提供非标刀具时，首先要对客户有充分的了解。其次，对先进技术的运用，一定要建立在客户现有的基础上，将其现有价值最大化，因此，先进的不一定就是适用的。

“瓦尔特会根据我们实际加工的零件材质、表面质量要求及加工余量、机床和夹具状态，本着高效、低成本的原则，帮助我们选用合适的刀片类型及切削参数。在瑞庆公司的实际生产中使用的瓦尔特非标镗刀种类非常多，这不仅反映了瓦尔特刀具种类的丰富，同时也充分印证了其在非标刀具研发方面的强劲实力。MM

图 3 使用瓦尔特的 F4033 粗铣缸体下结合面，刀具耐用度较原来提高了 30%