



刀具

减振刀具的创新发展

现代减振工具系统起源于挪威特隆赫姆的一家制钉厂，该工厂自 1967 年开始研发和制造减振刀杆，并为公司（即 Teeness 公司）的经营方向发生重大变化播下了一颗种子，其后，通过与山特维克可乐满的通力合作，开发出了首款 Silent Tools 减振刀具。

文 | SANDVIK Coromant

在早期的机加工过程中，由于加工作业时刀具出现振动颤抖，常导致加工性能无法到达最佳水平，零件质量、噪声过高、刀具使用寿命短以及加工废品等问题。60 年代，Teeness(TNS) 公司开始研究切削刃产生振动的根源、性质和处理方法，并证实，振动可看成是切削刀具的可变挠

曲，如果无挠曲，也就无所谓振动。刀具振动是由动态切削力引起的，只要有动态切削力，振动就会持续存在，即使在表面看起来连续的切削中，切削力也会发生快速微小的变化。当时，消除加工振动的主要方式是增加装刀的静态刚度、降低作用在刀具上的切削力以及增加动态刚度。正是出于

对后者的考虑，TNS 通过使用被动的动态减振器，形成了别具一格的新思路。

这种思路是基于刀杆内处于流体里的弹簧悬挂重物的振动，设计了额外的重物在切削频力的刺激下自振，相对于切削过程中产生的不同于镗刀杆的频率振动，形成一种中和效应。减振效应因

图 1 Silent Tools 阻尼接杆



此产生，加工过程中的振动不能全部消除，但可通过抑制刀具在可接受的极限范围内而减至最低。创造性理念正是基于这种原理，在 TNS 的工程师们不断探索创新的过程中，制造出了满足工作需要的镗杆。然而，在研发成果转化时却遇到了严峻的挑战——刀具是否适销对路、应用领域和经销渠道都是未知数。

在几年的研发成果转化后，TNS 接触到了瑞典处于世界领先的切削刀具制造商，寻求合作的机会。山特维克可乐满当时正在潜心研发大多数金属切削的可转位刀片，并看好 TNS 理念的巨大潜力，同时指出了减振镗杆的研发方向。1973 年，可乐满刀具程序采用了这种理念。

首批山特维克可乐满 TNS 减振镗杆共有三种直径规格：32 mm、40 mm 和 50 mm，长度分别为 450 mm、550 mm 和 700 mm，均用于无故障加工，悬伸可达十倍直径。这些镗杆的刀头可互换和快速调整，并且可使用不同类型的刀架和可转位刀片。新型设计包括一块浸入特种油中

由弹簧悬挂的、质量为中等到重型的合金块。特种油从加工过程产生的振动中吸收能量，并将能量转换成被油吸收的热量。合金块的惯量可通过镗杆上的调整螺钉设定，从而设定振动频率，改变弹簧悬架的张力，达到最佳的减振效果。镗杆还设有内冷系统，有助于排屑。

随后，山特维克可乐满 TNS 又推出了短式镗杆，使用的悬伸长度为直径的七倍。这种镗杆的优势是不需要调整，便可达到优化的减振效果。这种设计是一个深度的创新，通过减振装置的设置，覆盖了镗杆悬伸范围内所有可能的振动频率。采用再创新技术，使得减振刀具的使用更加便捷，同时可节省装刀时间。

在多任务机床和铣床中，有多种不同型号和悬伸量的减振刀具也正在变得越来越重要。从 70 年代开始，为了解决各种不同行业的复杂应用，作为标准刀具或先进的订制镗杆的减振刀具的开发一直在不断发展。时至今日，减振单元已经可以与锯齿型锁定的刀板组合使用，这是特别为航空工业和能源工业开发的，它可以切削更深而复杂的沟槽，而且常常是用于难以加工的材料上。

现在，Silent Tools 减振刀具产品范围包括最大直径到 250 mm 的标准刀具，最大镗杆的直径为 450 mm，具有 10 倍直径的悬伸，重量达 7 t。加工中心上使用的 CoroBore 系列中，减振刀具在旋转刀具应用中用得越来越多。在车削中心上，减振刀具的快换装置也越来越多地被应用，如使用可乐满 Capto



图 3 阻尼镗刀杆

C10 连口时，快换装置就具有很大的优势。此时，镗杆不容易卸下，当镗杆在转塔上的情况下，就难于执行其他工序。每次安装大的镗杆需平均费时 40 min，而使用快换装置，只需要 5 min。近期，山特维克可乐满与大型铣车机床的制造商一起推出了用于大直径减振镗杆的解决方案。所涉及到的工序是钛合金零件的内孔车削。镗杆是订制的，能达到 176 mm 直径的深处，非支撑部分长度达到 2300 mm。此外，还在镗杆前面装有自动换刀装置。为了保证操作安全性，需要使切屑易于排出，因此，镗杆还装配了提供超高压冷却液的喷嘴，以确保将冷却液喷射到切削刃处，以利于切屑轻松排出。

如今，创新的并已获专利的减振系统被全球认为是最先进的技术。尽管与最初的概念相比已有很大的不同和发展，但是，刀具减振仍然可以说是基于重质量，由专门设计在特殊液体中的橡胶弹簧支撑的原理。这是对动态振动本质的研发以及数十年解决刀具可达深度的实践应用的结果，这一点使得山特维克可乐满的 Silent Tools 减振刀具从最初解决振动问题的工具到现在，已经成为提高生产效率的一种有效方案。MM



图 2 重载镗刀接杆