



长悬伸切削刀具的创新减振技术

Innovations Have Dampened Vibrations in Long Cutting Tools

山特维克可乐满

迄今,据我们所知,现代减振工具系统,起源于挪威特隆赫姆的一家制钉厂。该工厂从19世纪开始从事制造业,一直生产钉子和相关产品多年,可是在1967年,开始研发和制造减振刀杆,却为公司(即后来的Teeness)今后经营方向发生重大变化播下了一颗种子。

思路决定出路,Teeness富有创造力和想象力的工程师们清楚意识到振动问题的严重性(特别是内孔车削的振动),于是想方设法将自己的想法付诸实践。通过与山特维克可乐满通力合作,然后接二连三的创新不断,开发出了世界上独一无二的Silent Tools减振刀具。

20世纪60年代,Teeness开始潜心研究几十年,找出切削刀产生振动的根源、性质和处理方法。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、增加动态刚度。正是处于后者的考虑,Teeness通过使用被动的动态减振器,形成了别具一格的新思路。

这种思路是基于刀具杆(本文系指镗杆)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:减振效应因此产生,加工过程中的振动不能全部消除,但是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Teeness的工程师们的不断探索创新的过程中,制造出了满足工作需要的镗杆。但是,正是在研发成果转化时遇到了严峻的挑战——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,Teeness接触到邻国瑞典的当时处于世界领先的切削刀具制造商,寻求是否有合作的机会。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刀具,看好Teeness(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。经过一段时间以后,减振工具系统深受青睐,在全世界得到广泛应用。

首批山特维克可乐满TNS减振镗杆共有3种直径规格:32mm、40mm和50mm,长度分别为450mm、550mm和700mm——用于无故障加工,悬伸可达10倍直径。这些镗杆的刀头可互换,可快速调整,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。特种油从加工过产生的振动中吸收能量,并将能量转换成被吸收的热量。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。

到1980年时,山特维克可乐满TNS推出了短式镗杆,使用的悬伸长度为直径的7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,使减振刀具的使用更简单容易,同时可节省装刀时间。

接下来使用了山特维克可乐满



重载镗刀接杆570-4C

行业领先的刀具材料——硬质合金，不仅仅用作切削刃，同时还用作增加刀具静态刚度的镗杆套筒（静态刚度是钢的 2.5 倍）。减振镗杆的悬伸可加长至直径的 12 倍。而且也意味着有大量旋转刀具可以使用减振刀杆。把不可能变成可能，一切皆有可能——使用硬质合金的高切削参数指日可待。由于减振刀具破解了世界难题，所以被广泛认可和接受。

从 20 世纪 80 年代开始，由于科技进步，多种制造行业遇到的零件都需要深孔加工，有时候这种加工还相当复杂。例如航空工业、能源行业、模具行业就有大量加工难度大而要求特别严格的复杂孔洞或腔室。同时，通用工程行业、汽车制造业和机床制造行业也有很多制造商选择减振刀具，解决其他刀具无法解决的问题。这种独具特色的减振理念用于标准刀具已经有 10 多年的历史，同时还用于订制的刀具，适合各种特殊的机床、零件和加工。

20 世纪 90 年代，随着油气行业快速发展，需要大量的深孔加工零件。平身车床获得了重生，部分车床销往石油国家。这些车床刚性更大，装备更精良，能加工石油勘探件的深孔。我们研制了多种专用减振镗杆（580 型），直径范围 80~300 mm，最适合镗杆长度是 10 倍孔径的粗加工和精加工，特殊场合可达到 15 倍孔径。这些镗杆需要通过径向调整螺钉用手动精调，并且装有可互换的刀头。还可采用直径最大、重量大约 3t 的硬质合金增强型镗杆。这些镗杆为多种恶劣加工作业提供了解决方案，同时还缩短了石油设备零件的交货时间。

对于斜身 CNC 车床，开发了预调式减振镗杆（570 型）的标准程序，直径范围 16~100 mm。这些镗杆装有小巧轻质的切削单元，更换方便，通过锯齿型联轴节，安装十分牢固。短杆和长杆都有，分别可达 7~10 倍

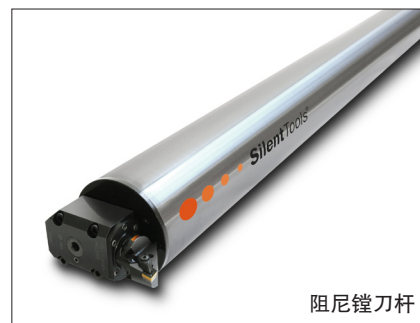
直径。采用这些镗杆的解决方案特别高效、使用非常方便，可适合各种不同的内孔车削加工，同时还专门用于不同行业的多种不同应用。这些镗杆是当今减振刀具减振程序的先行者，刀杆包括传统的圆柱式接柄、或 Coromant Capto 接口、刀杆前端 CoroTurn SL 和 QC 用于刀头的快速更换，用于内孔车削、开槽和螺纹加工。为了实现更好的加工经济性，车床的刀具快换功能越来越被视为一种重要途径，并且减振镗杆已经成为刀具大家庭的重要一员。

振动是铣削和镗削所使用的旋转刀具所需要解决的问题。现在，由 Sandvik Teeness 开发的 Silent Tools 减振刀具已经有了适合需要长刀具悬伸加工领域的解决方案，已经为这些与单点车削有较多不同的方法的特殊要求，专门开发了一系列的不同长度的接柄以及可换头刀具。在该解决方案中，铣削刀具或镗削刀具可以采用更高的切削参数，提供了更好的加工结果以及更长和更安全的刀具寿命。包括了 Silent Tools 减振接杆在内的刀具组件是解决方案的一部分。目前已经开发出来了减振系统，它可以直接植入到某些长柄铣刀中，例如立铣刀。

在多任务机床和铣车机床中，有多种不同型号和悬伸的减振刀具也正在变得越来越重要。从 20 世纪 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中，也包括了机床制造商的解决方案。时至今日，减振单元已经可以与锯齿型锁定（Serration Locking）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，而且常常是用于难加工材料上。

现在，Silent Tools 减振刀具产品范围包括最大直径到 250mm 的标准刀具。最大镗杆的直径为 450mm，

具有 10 倍直径的悬伸，重量达 7t。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，例如当使用可乐满 Capto C10 接口时，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。不是每次都要安装上大的镗杆，而是使用快换装置即可通过更换切削头轻松完成。每次安装大的镗杆需平均费时 40min，而使用快换装置，只需要 5min，也可以安装自动换刀装置。



阻尼镗刀杆

最近，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最先进的解决方案。所牵涉的工序是长的钛合金零件的内孔车削。镗杆是订制的，它能达到 13 倍 176 mm 的直径深处，非支撑部分长度达到 2300 mm。此外，还必须要有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（ $350 \times 10^5 \text{Pa}$ ）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。

Silent Tools 减振刀具是目前减振刀具中全球领先的品牌。自 2008 年以来，位于挪威的 Sandvik Teeness 成为山特维克可乐满减振加工的全球能力中心，主要从事研究、概念开发、订制和标准刀具的设计以及应用支持。如今，创新的、已获专利的减振系统被全球公认为是最先进的技术。（责编 良辰）