

技术文章

2015年5月

切断和切槽： 21世纪如何实现更高的性能、 更优的质量、更长的刀具寿命

面临切断和切槽挑战的生产工程师，需要在生产效率、质量和刀具寿命等各方面优于同类产品的可靠刀具。为确保满足这类市场需求，山特维克可乐满持续投入了数十年时间和大量资源进行研究、开发和测试切断和切槽技术。我们与客户展开研究合作，着眼于最终用户利益，开发每一种技术。下文旨在分享我们这些年来所积累的一些知识，它们代表了切断和切槽的最新尖端技术，并提供了最佳应用方法以供参考。

40年丰富经验

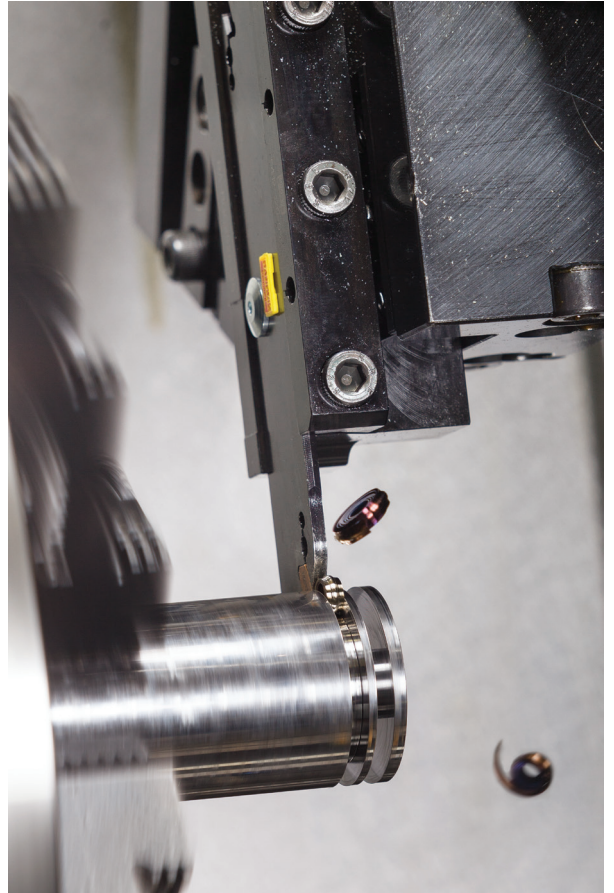
山特维克可乐满40年来致力于推动切断和切槽技术进步，并取得了突出成绩。公司早在1973年便推出了T-Max®，这是当时此类工序的首个可转位刀片概念。之后十年，Q-Cut®可转位刀片切断和切槽刀具系列在业内站稳了脚跟。20世纪90年代，公司又推出了山特维克可乐满CoroCut®概念，该概念至今依旧是公司产品的核心。21世纪前十年，公司针对小型零件推出了CoroCut MB和CoroCut XS，并在2014年发布了全新CoroCut QD，这是一款针对长悬伸切断和深槽加工的山特维克可乐满旗舰产品。

解决加工挑战 依靠CoroCut QD

解决长悬伸加工挑战

尽可能减小刀具悬伸是所有切断和切槽工序的主要考虑因素。但切断大直径棒料时，长悬伸不可避免，比如如果需要伸至超过副主轴。这意味着刀具必须弥补该工序的不稳定性，发挥安全可靠的加工能力。我们根据这一市场需求开发出CoroCut QD，它是一种由刀片、刀柄和独家即插即用冷却液接杆组成的切断刀具系统。用户借助这一系统可放心地执行切断和切槽工序。

我们早在开发阶段就深入研究了客户的不同需求。除加工安全性（比如硬度、强度和卓越的切屑控制）外，还需重点确保长刀具寿命、易用性、高表面质量和高生产效率，以降低单次切削加工成本。另外还有一个明确的方向，就是开发易于选择而又品种齐全的产品系列，尽可能全面地涵盖各种应用、机床和材料。





狭窄刀板的挑战

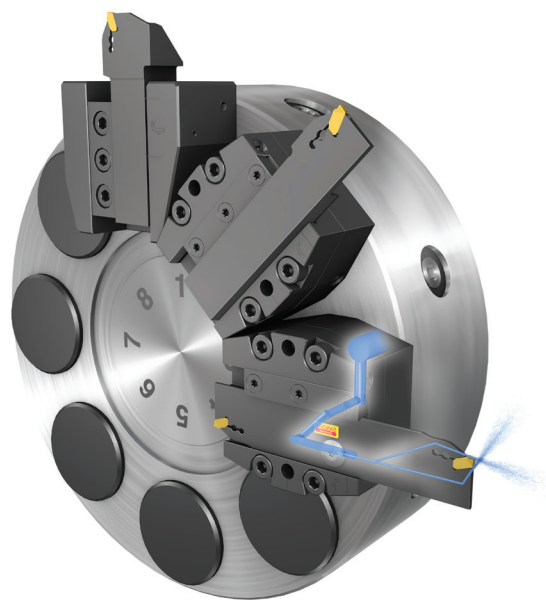
切断和深槽加工是令大多数操作员感到紧张的工序。超薄刀片和刀柄加上高转速和硬材料，常常使操作员对机床望而却步，其实大可不必如此。在切断工序中必须使用相对较窄的刀板以避免材料浪费，但问题是，多窄的刀板才没有安全风险且不会限制性能？CoroCut QD在刀板宽度与性能能力之间确立了新的平衡，这在一定程度上得益于刀板材料的开发，其中，经过改进的刀片切削作用以及更好的定位和支撑是重要的特点。

刀板采用的新型合金工具钢有明显更高的抗疲劳强度（提高12%）、抗弯强度以及更好的刀片固定特性。刀片定位设计的质量在其中发挥着重要的作用，QD导轨接口可确保全新水平的精度和可靠性。刀板与刀片之间的接口最低可达到2 mm刀板宽度。

提高速度和延长刀具寿命

如果在棒料供给车削中心、纵切车床和多轴自动装置上使用刀板进行切断，CoroCut QD则是加工直径38-160 mm棒料的首选。对于外圆切槽，2-8 mm宽度的刀板可加工15-80 mm的切槽深度。所有刀具均提供上方和下方内冷却液，并提供高精度冷却液（HPC）系统。上方冷却液确保良好的切屑控制，下方冷却液则延长刀具寿命，其他所有同类系统均未将此技术作为标准提供。

重要的是，操作员还可通过HPC提高表面速度，提高幅度通常为30-50%。因此，在相同的进给条件下，刀片与工件的接触时间更短，因此每个刃口可加工的零件更多。然而，HPC的最大优势是能够延长刀具寿命。根据200项与竞争对手的对比测试，使用CoroCut QD可将刀具寿命平均延长80%。在实际中，客户使用此系统替代之前的系统后，刀具寿命通常可增至2至3倍（甚至4倍），尤其是加工钛基和镍基耐热合金之类的特殊材料。



刀具非常关键

切断工序有3个进刀阶段：

切断大部分棒料的长期阶段（主要阶段）；临近切削结束的阶段；以及快达到中心线的短期阶段。对刀片而言，切削刃强度、抗积屑瘤（BUE）特性和涂层的耐磨性都是关键因素。但是，在主全面进刀期间，还必须实现适用于高切削速度和进给的刀片材质性能。

我们已开发出具有适用于所有材料的全新槽型的切断和深槽加工专用刀片，包括根据需要断屑的能力以及增强表面质量的Wiper（修光刃）切削刃。刀片的设计也可确保对作为CoroCut QD概念组成部分应用的高精度冷却液射流进行最佳利用。这有助于确保高水平的切屑控制以便高效排屑，同时产生更低的切削力。刀片拥有专门开发的通道作为槽型的一部分，以确保冷却液达切削刃的正确位置以及切屑成形部位上。该产品系列采用经过改进的刀片材质，其中，我们对涂层附着力和刃线安全性进行了重点开发，以更好地应对切断进刀的所有阶段。

重要的是，该槽型旨在将切屑“折叠”，使其比所加工的凹槽更窄，以便顺利排出。几乎所有机床操作员都可以描述切断和切槽时产生切屑堵塞的恐怖情形，这会造成刀具和工件损坏。这款最新刀具具有较高刃线安全性，可提供各种材质，满足所有工件材料的要求。我们提供3种PVD材质（GC1105、GC1125和GC1145）、2种CVD材质（GC1135和GC4325，采用Inveio™技术）和1种未涂层材质（H13A）。在槽型方面，我们提供5种用于切断的槽型（-CF、-CM、-CR、-CO和-CL）、2种用于可车削的槽型（-TF和-TM）以及2种Wiper（修光刃）刀片（-CF和-TF）。



P	 GC4325 -CF	 GC4325 -CM	 GC1135 -CR	 GC1135 -CM	 GC1135 -CR	 GC4325 -CR	 GC1125 -TF
P	 GC1125 -CL	 GC1125 -CL	 GC1135 -CR	 GC1135 -CM	 GC1135 -CR	 GC4325 -CL	 GC1125 -TM
M	 GC1125 -CM	 GC1125 -CM	 GC1135 -CM	 GC1145 -CM	 GC1145 -CM	 GC1135 -TF	 GC1135 -TF
K	 GC4325 -CM	 GC4325 -CM	 GC1135 -CR	 GC1135 -CR	 GC1135 -CR	 GC4325 -CR	 GC1125 -TM
N	 H13A -CO	 H13A -CO	 H13A -CM	 H13A -CM	 H13A -CM	 H13A -TF	 H13A -TF
S	 GC1105 -CO	 GC1105 -CO	 GC1145 -CM	 GC1145 -CM	 GC1145 -CM	 GC1105 -TF	 GC1105 -TF

选择刀片

始终优先选择山特维克可乐满推荐的首选材质。根据指导说明，较硬的基质和较厚的涂层可提高耐磨和耐高温能力，但是较薄的涂层具有更好的附着力（切断至中心时避免剥落非常重要）。如果要延长刀具寿命，应确保应用所有“提示和技巧”，然后选择一个较硬的材质和/或具有较厚涂层的材质。始终优先选择推荐的切削速度和材料进给率。根据经验，使用内冷却液后，切削速度 v_c 的增大情况为：10 bar时 v_c 增大10%；30 bar时 v_c 增大30%；70 bar时 v_c 增大50%。

在槽型方面，“较硬”并且较强劲的断屑槽可使切屑较短，但会缩短刀具寿命，而正向且轻型的切削槽型通常可延长刀具寿命。这些槽型也提供有弯曲或直线切削刃，可根据深槽或浅槽需求提供不同的切屑成形能力。如果需要非常高的表面质量，则应选择Wiper（修光刃）槽型。

易于使用

更换磨损的刀片时，无需使用扭力扳手。我们没有采用传统的螺钉夹紧（拧紧不足或过度），而是在CoroCut QD上部署了创新型夹紧解决方案。这利用简单的快拆扳手保护整个流程，确保每次都能提供正确的夹紧力。此外，独特的顶部和底部导轨刀片座可确保稳定而精确的刀片定位。

优化的FEM模拟的刀座角度可将刀片倾斜 20° ，以便更好地吸收切削力。结果，当开始切削时，主切削力朝下，从而确保流程的固有稳定性和安全性。

适应成功的新形势

作为确保正确换刀和装夹的一项安全因素，易于使用的工具系统大幅缩短了机床停机时间，因此在加工中变得越来越受欢迎。

出于这种考虑，山特维克可乐满开发了即插即用接杆以确保简单、快速的冷却液连接。产品类别包含用于在车削中心中连接刀柄和切断刀板的最常用机床接口，以及用于纵切机床的QS™挡块。

稳定的内圆切槽

由于对CoroTurn® SL刀板产品系列进行了补充，CoroCut QD概念的最新进展可对内圆深槽进行可靠加工。这种增强的加工灵活性得益于CoroTurn SL接口的模块性，这一特性可确保根据特定应用优化刀具装配。

内圆切槽需要稳定性和确保最小振动的刀具解决方案。出于这种考虑，由于现在可以使用Silent Tools™减振镗杆确保无振动的长悬伸加工，这就为CoroCut QD刀具上的稳定夹紧机构提供了支持。对于石油和天然气行业常见的管状零件加工来说，这不啻为天大的喜讯，因为它可实现高加工安全性的内圆深槽加工。

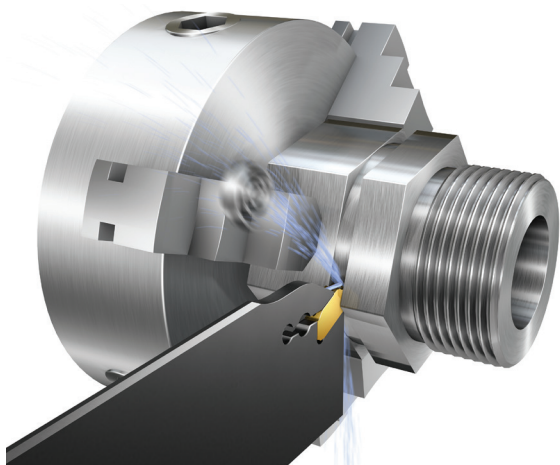
对于使用CoroTurn SL刀板的内圆切槽，锯齿锁 (SL) 接口极为坚固，用户只需较小的接杆和切削头库存便可创建多种不同的刀具组合。CoroTurn SL切削头的最大切削深度为40 mm。



应用成功案例

关于CoroCut QD的客户成功案例数不胜数。例如，以较高切削参数和减少25%的切削宽度切断不锈钢管时，与客户之前部署的切断系统相比，CoroCut QD将刀具寿命延长106%，同时缩短了生产节拍。另一个例子是一个淋浴龙头加工工艺，切断一个直径45 mm的不锈钢棒料时，刀具寿命延长283%。这意味着机床可以运行更长时间，进而促进自动化生产。

对于加工工业的零件，CoroCut QD能够加工的客户零件数量是竞争对手系统的两倍以上。该工序包括使用冷却液乳化液切断 直径70 mm、硬度195 HB的不锈钢棒料。使用QD可使切削速度从90 m/min增大至100 m/min，并且进给从0.07 mm/rev增加至0.1 mm/rev。此外，刀具寿命为100



件产品，而竞争对手系统只能加工45件产品，相当于寿命延长了122%。

为汽车阀切断一个直径46 mm的不锈钢棒料 (320 HB) 时，其效果同样令人印象深刻。使用CoroCut QD和内冷乳化液可使切削速度从85 m/min增大至105 m/min，并且进给从0.15 mm/rev增加至0.17 mm/rev。此外，使用CoroCut QD的刀具寿命为220件产品，而竞争对手系统只能加工120件产品，提高83%。

另一个客户有段时间遇到了刀具寿命不可预测和生产效率不足等方面的问题，而CoroCut QD解决这些问题的效果非常显著。问题的一个关键方面是，所用的刀具只有外冷却液。由此产生了切屑控制问题，且在切断过程中需要停顿，从而延缓加工过程。通过换用CoroCut QD，该客户加工的直径54 mm不锈钢泵接杆数量是之前切断刀具的4倍，同时提高了切削速度。通过采用高精度内冷却液，切屑控制大大改进，从而消除了停顿循环的需求。总计 每年可节约客户34小时的生产时间 并将生产效率提升43%。

最佳实践提示和技巧

切断、切槽和端面切槽

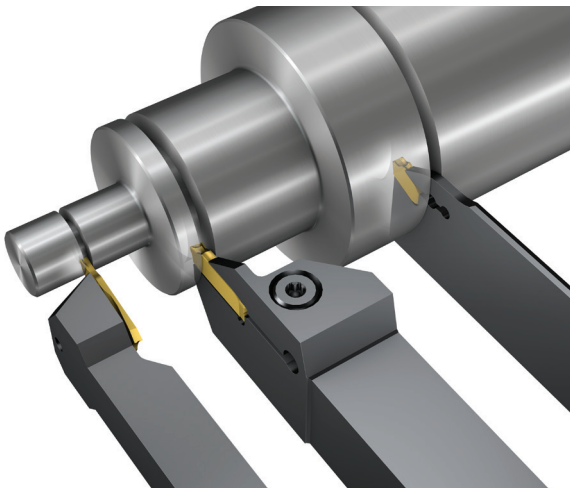
成功切断

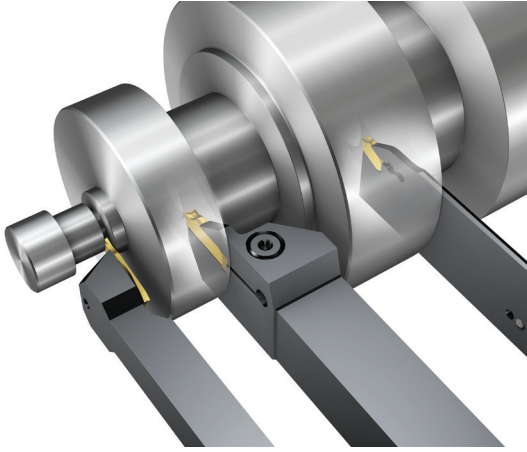
首先，始终确保悬伸尽可能短（最大为刀片宽度的8-10倍）以提高稳定性。其次，选择宽度较窄的刀片可节省材料。其他提示和技巧包括检查中心高度以确保在 ± 0.1 mm范围内，这样可确保最佳性能的切削 - 低于中心将增大飞边尺寸，而高于中心将加快侧面磨损。但是，加工长悬伸时，最好将切削刃设置为高于中心0.1 mm以补偿向下弯曲。

大约在部件掉落之前的2 mm处，始终将进给率最多减少75%，因为这样会减小切削力并大幅延长刀具寿命。此外，当机床到达转速限制时应关闭冷却液以避免BUE，尤其在加工不锈钢工件时 - 转速限制通常在速度降低至低于100 m/min时发生。此外，为了避免破裂，切勿进给超过中心点，在还差0.5 mm时就停止进给（部件会在自身重量及长度作用下掉落）。如果使用副主轴，则在中心前停止，并用子夹头将零件拉掉。

使用精确冷却和高压冷却将会产生不同的影响，具体取决于工件材料。当加工具有低导热性的材料（比如某些不锈钢、钛合金和耐热合金）时，高压冷却液供应能带来最佳的加工效果。高压冷却液还对低碳钢、铝和双相不锈钢等粘性材料（其中的切屑控制也是一个问题）产生较大影响。最新喷嘴技术可帮助将射流精确引向正确位置，而且在专用刀片槽型的帮助下，可改进切削参数、刀具寿命和切屑控制。简言之，保持喷向切屑/刀具接口的射流呈平行层状是成功应用高压冷却液的秘诀。

对于无毛刺切断，技巧是使用带有前角的右手型或左手型精磨刀片。提供多个前角：在CF、CM和CR槽型中为 5° ；在CS槽型中为 10° 和 15° 。值得注意的是，尽管大前角可以减少毛刺，但也许无法进行直线切削，并可能导致较差的表面质量和较短的刀具寿命，甚至导致零件报废。因此，建议始终使用尽可能小的前角。要减少内部产生的毛刺，请使用专用于预切断和倒角加工的CoroTurn XS刀片。





成功的切槽

在可能情况下, 单步切槽始终是最经济且生产率高的切槽方法。但是, 当需要进行宽槽加工或轴肩之间的车削时, 最常见的生产方法是多步切槽、插车或坡走铣。三种方法均为粗加工工序, 随后必须执行一道单独的精加工工序。使用以下经验法则: 如果槽的宽度小于深度, 则使用多步切槽法。此处, 最后切削的剩余环将小于刀片宽度, 并可在进给率提高30-50%的情况下加工。首选槽型为-GM。

如果槽的宽度大于深度, 则选择插车, 此时首选槽型为-TF和-RM。但是, 不要对着肩部进给。

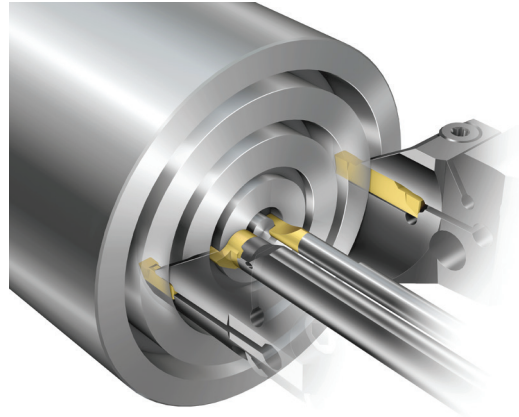
对于细长部件, 坡走铣是最佳部署方法, 因为由于径向切削力和凹槽磨损最小, 从而可提供最佳切屑控制。首选槽型为-RO和-RM。

为了避免在执行完工切削时出现尺寸偏差, 采用的切削深度应大于刀尖圆弧半径。此处可以部署车削槽型 (比如TF), 也可以部署仿形切削槽型 (比如槽较大的-RM)。建议的轴向和径向切削深度为0.5至1.0 mm。

成功的端面切槽

始终从最大直径处开始向内加工。此外, 使用与槽匹配的最大直径的刀具。这是因为直径越大的刀具弯曲程度越小, 因而越稳定; 并且直径越大, 切屑成形越简单且越稳定。另一个提示和技巧是, 加工宽槽时, 使用侧面车削而不是重叠切削, 因为这样可改进切屑控制。

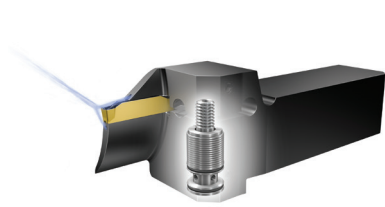
尽管-TF槽型是端面切槽的首选, 但是如果槽宽要求紧密公差, 则建议使用精磨-GF槽型。在材质方面, 采用Inveio™技术的GC4325是钢件和铸铁应用的首选, 而GC1125和



GC2135分别是稳定和 unstable 工况下加工不锈钢的最佳之选。类似地, 对耐热合金进行端面切槽时, GC1105 (稳定工况) 和GC1145 (不稳定工况) 是最佳材质。

CoroCut系列

刀具适用于任何切断和切槽工序



CoroCut 1-2

正如其名称所示, CoroCut 1-2刀具配有一条或两条切削刃, 并且专为6-38 mm较小直径的棒料而设计。该系统 (也适用于端面切槽) 基于已获专利的导轨和V形刀座打造而成, 与长刀片搭配可获得卓越的稳定性。在最近的开发中, CoroCut 1-2已更新为采用弹簧夹紧技术。这不仅提高了稳定性, 还免去了对传统螺钉夹紧使用扭力扳手时所需的操作员判断。

坚固的刀具材料 (抗疲劳合金)、高刚性和高效的切屑控制确保使用CoroCut 1-2时可以提高进给率。实际上, 纵向车削试验证实, 新型弹簧夹紧能够在保持偏斜不变的情况下将进给率最多提高27%。这是因为使用弹簧夹紧时的偏斜比使用螺钉夹紧时的偏斜要小2.7倍。与QD类似, CoroCut 1-2在所有刀具上都提供上方和下方冷却液。CoroCut 1-2系统包括700多种标准刀片, 并且适用于所有材料类型。



CoroCut XS

CoroCut XS是一种在纵切机床中精密加工细长零件的切向安装系统。该系统用于外圆切断、切槽、车削、背车和螺纹切削等应用场合, 其非常锋利的切削刃在低进给情况下效果最佳。该系统的优点包括具有高精度以及可对各种不同宽度的刀片进行轻松转位。

CoroTurn XS

CoroTurn XS专为直径小至4.2 mm的内圆加工而设计, 是一种需要精确刀片定位的精密系统。CoroTurn XS提供高压冷却液, 也适用于端面切槽工序。种类齐全的接杆可以满足大多数纵切机床的要求。

CoroCut系列

刀具适用于任何切断和切槽工序



CoroCut 3

CoroCut 3 (3条切削刃) 是一种专用于浅槽切断和簧环槽切槽的经济型解决方案,在大批量生产中可提供良好的成本效益。在某些情况下,通过使用CoroCut 3减小刀片宽度,可以节省几公里长的材料。0.5至3.18 mm的切槽宽度可用于制造深达6.4 mm的槽。对于切断工序,该系统适用于小于12 mm的直径,而切断宽度可小至1 mm。



CoroCut MB

CoroCut MB是适用于内圆切槽和预切断的高精度系统。锋利的切削刃配合较薄的涂层,再结合刀具本身的稳定性,使其成为无振动内圆加工的理想之选 (即使是长悬伸加工)。

数字化支持工具

使用在线刀具建立网站 (www.tool-builder.com) 可以快速轻松地选择带有即插即用冷却液的模块化刀具系统, 从而帮助用户找到适合切断和切槽应用并且所需工作量最少的切削刀具和接杆组合。通过易于使用的界面, 观察者可以选择相关应用、机床接口和其他变量, 然后可得到最适合应用的刀具和接杆。用户将看到装夹流程的三维渲染, 并可在山特维克可乐满网站上获得订购商品的直接链接。该应用程序可在智能手机、平板电脑、MAC和PC上运行, 极大地简化了选择流程。

山特维克可乐满网站还提供丰富的信息。只需点击产品标签, 便可在“车削刀具”标题下看到关于切断和切槽系统的列表。网站访客可以点击所需刀具以了解产品详情、成功案例和分类信息。

详细的切断和切槽产品目录位于名为“样本与指南”的山特维克可乐满电子资料库中, 可供您离线/在线查找和订购刀具, 您也可以登录www.sandvik.coromant.com/publications下载“样本与指南” App。

山特维克可乐满FirstChoice刀具可以推荐针对具体应用需求的专用刀具, 并给出了关于如何开始使用的建议。刀具请参见

www.sandvik.coromant.com/firstchoice。

结论

凭借为客户解决加工难题, 提供切断和切槽解决方案方面的累累硕果, 山特维克可乐满有力证明了自己是切断切槽技术的全球领导者。搭配全面的支持网络, 山特维克可乐满的切断和切槽刀具让客户能够游刃有余地开展加工生产。简言之, 卓越的生产效率、质量和刀具寿命可确保获得竞争优势, 这在如今竞争异常激烈的全球市场上是一个至关重要的因素。

山特维克可乐满

山特维克可乐满是世界领先的金属切削刀具供应商, 同时也是刀具解决方案和专业加工知识的提供者。通过在研发中的大量投资, 我们不断开发出独特的创新产品, 并与客户一起制定出一个新的生产效率标准。我们的客户群覆盖了全世界汽车、航空航天和能源等行业的各大制造企业。山特维克可乐满在全球拥有超过8000名员工, 业务遍布130多个国家和地区。山特维克是全球工业集团, 我们隶属于集团旗下的山特维克机械加工事业部门。

编辑咨询联系方式

联系人: Nikki Stokes - 欧洲、中东和非洲地区公关及广告负责人
电话: +44 (0) 121 504 5422
电子邮件: nikki.stokes@sandvik.com

www.sandvik.coromant.com

