



一切削加工的优势技术能力

智能地 加工复合材料

行业专用

复合材料



高科技切削。

在复合材料中，碳纤维合成材料 (CFRP) 最出名。CFRP 是核心技术材料，应用于对重量比强度和刚度要求高的场合：例如车辆制造、运动器械制造或航空航天业。在飞机制造中，CFRP 的特性可以提高飞机飞行距离并降低能耗。另外，由于刚度高，飞机可以承受更高的机舱压力。CFRP 出色的耐蚀性允许机舱内具有较高的空气湿度，长距离飞行的乘客尤其看重这一点。另外，CFRP 对保养和维护没有要求。

然而，切削 CFRP 却很困难，需要克服分层和毛刺危险。对于耐磨纤维，传统切削刀具无法胜任加工工作。特殊复合材料 (层叠材料)，如 CFRP 和钛，由于其材料特性相互矛盾，进一步提高了加工难度。

作为有着多年经验的整体刀具服务供应商，我们向您提供针对 CFRP 和类似材料的合适的切削解决方案。在此，我们以航空航天业的应用为例，向您展示我们针对复合材料开发的高科技钻头。我们的专家期待着您提出新的课题。请联系我们！

PCD VEIN 技术

瓦尔特 PCD Vein 刀具在 CFRP 和钛材料钻孔时具有更高的切削速度和出色的尺寸精度，同时将磨损降到

最低。在这些刀具上，工作部分是一个烧结了 PCD Vein 的硬质合金头。硬质合金头焊接在刀柄上，槽

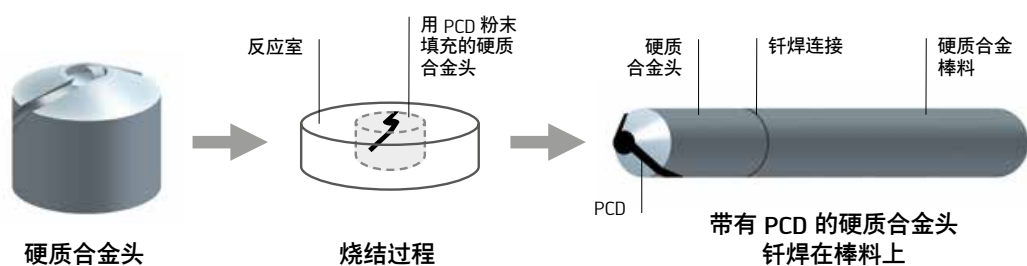
型精确研磨。这样就为要求严苛的加工任务制造出了高科技刀具。

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)

PCD Vein 铆钉孔钻

PCD Vein* 在 1500 °C 和 60 000 bar 的条件下烧结而成，使得这款铆钉孔钻成为钛材料加工的高科技刀具，不仅具有最佳切削参数，而且不会形成毛边和毛刺。

* Vein = “静脉”的英文。



AFT1P 130° 钻尖角

槽型适用于由纤维复合材料和金属组成的层叠材料。槽型为钛材料进行了优化，集成有内冷孔，用于乳化液和 MQL 冷却加工。

修磨：2-3 次



AF3P 125°/90° 钻尖角

槽型特别适用于单向纤维和分层风险高的其他纤维材料，也可用于多向纤维或织物。

修磨：2-4 次



AFE1P E 型钻尖

槽型适用于曲面 CFRP 工件、较薄的材料和芳纶纤维。该刀具也可以作为 AF3P 槽型的备选方案。

修磨：1-2 次

CFRP 飞机机身

加工 CFRP 机身外壳及其部件时，需要使用 CNC 控制的平面铆接设备、Flextrack 线性输送系统、机械

手以及钻孔进给单元和手动钻孔设备。瓦尔特为每一种应用提供正确的切削刀具，无论是采用 MQL 润

滑、干式切削还是乳化液。进行 CFRP 加工时，我们采用 PCD 刀具和金刚石涂层的整体硬质合金刀

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) 阶梯铆钉孔钻 AF1D，用于窗框加工



阶梯铆钉孔钻可以用于带有 C 型卡箍来定位的钻孔进给单元。直接采用一次钻孔工艺就可以加工出倒角孔，节约时间。金刚石涂层明显提高刀具使用寿命。



手动钻孔设备
手动钻加工



DFU
(钻孔进给单元)
使用恒定切削参数
钻孔



机械手
CNC 钻加工，机床、
夹具和工件系统具
有适度稳定性



平面铆接设备/
加工中心
CNC 钻加工

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) PCD Vein 铆钉孔钻 AF3P，用于轴向和横向接缝处铆钉孔



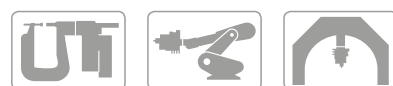
瓦尔特 PCD Vein 技术代表更长使用寿命，在同等钻孔质量情况下可进行多次 100% 修磨。PCD 切削材质的优势在于磨损均匀且缓慢。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) 铆钉孔钻 AF1D，用于轴向和横向接缝处铆钉孔



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) 铆钉孔钻 AF1D 带有金刚石涂层，无引导尖，提供与带引导阶梯时相同的特性，但由于进刀距离和退刀距离更短，可缩短加工时间。

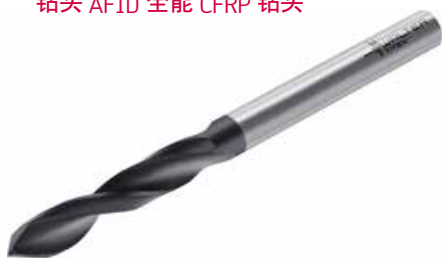


具。这些刀具材质使用寿命长，钻孔质量高。硬质合金基材和金刚石涂层完美匹配，具有最佳涂层附着

力。使用寿命长，而工艺可靠性是我们关注的焦点。钻孔质量、加工

速度和经济性之间的关系可以视加工任务而进行个性化调整。

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
钻头 AF1D 全能 CFRP 钻头



AF1D 槽型带有金刚石涂层，适于在单向和多向碳纤维复合材料上钻孔。在使用钻孔进给单元时，该槽型凭借自定心功能确保出色的圆度和尺寸精度。



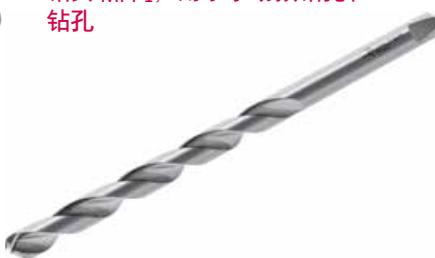
瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
钻头 AFF1D，用于普通加工条件



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) AFF1D 钻头带有四个切削刃和金刚石涂层，专门为不稳定的装夹条件而开发，特别适用于机械手应用。使用寿命长，在加工编织的铜无纺布时钻孔出口无须返工。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
钻头 MFF1，用于手动预钻孔和
钻孔



这款蒂泰克斯钻头为镰刀形槽型，钻孔干净利落无毛刺。借助定心尖可将刀具精确定位。是手动钻孔设备应用的理想刀具。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
钻头 MFA1，用于手动扩孔



MFA1 带有三个切削刃，特别适用于手动扩孔。由于三条刀带最佳分布，钻头即使在困难的技术条件下也能钻出尺寸精确的孔。



飞机机身层叠材料

层叠材料至少由两种不同特性的材料组成。常用的复材和金属层叠材料是 CFRP 和钛或 CFRP 和铝。尽管

材料特性不同，但必须确保在整个刀具寿命内钻出的孔都能尺寸精确。这对刀具开发来说是一个挑

战。CFRP 是一种非常耐磨的材料，切削刃很快就会变钝。而钛是一种坚韧的材料，导热能力特别低。如

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
阶梯钻 AFT4A，用于机体夹子
钻孔



该刀具是专门为钻孔进给单元的应用而开发的。抛光排屑槽和光滑耐热的 ACN 涂层 (氮化铬铝涂层) 确保切屑去除性能最佳。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
PCD Vein 铆钉孔钻 AFT1P，
用于机体外板钻孔



PCD Vein 切削刃上的内冷孔和保护倒棱确保在加工 CFRP-钛复合材料时实现最佳切削参数。切削速度快，加工 CFRP 时几乎无毛边，加工钛时很少形成毛刺，因此这款刀具是此类加工的首选。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
扩孔钻 MFT2，用于 CFRP-钛
钻孔



这款扩孔钻为左旋，将切屑向前推出预钻的孔。如果钻孔顺序为 CFRP+钛，则钛屑不会损坏 CFRP。如果钻孔顺序相反，则建议使用右旋刀具。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
阶梯钻 MFA4，用于 CFRP-铝钻孔



这款刀具用于手动钻孔或扩孔。四条刃带使得刀具十分稳定，副排屑槽可在铝材干式钻孔时避免出现冷焊现象。



果在 CFRP-钛材料上钻孔，磨损变钝的切削刃在 CFRP 材料上很容易产生分层和毛刺，而在钛材料上又会

生成额外的摩擦热量。因此，根据任务不同，瓦尔特使用耐磨的 PCD Vein 刀具和整体硬质合金刀具以及

带涂层的整体硬质合金刀具。另外，还开发并提供经过优化的槽型，以实现最佳加工效果。

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
钻头 AFT3A，用于层叠材料



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
A3366 钻头成熟的槽型带有用于层叠材料加工的内冷孔、抛光排屑槽和 ACN 涂层，可实现很高的进给率。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
阶梯钻 AFT1N，用于加强肋夹子
钻孔

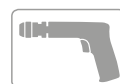
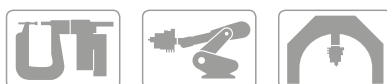


NHC 涂层 (碳化钽涂层) 的硬度为 5000 HV，可延缓磨损。光滑的涂层可减少积屑瘤。另外，钻头的四个切削刃明显提高了刀具的使用寿命。

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
钻头 MFT1，用于手动预钻孔



一款可靠的瓦尔特刀具，用于手动钻孔设备在层叠材料上预钻孔。适用于 CFRP、钛和铝层叠材料的小直径钻孔。



飞机机翼层叠材料

飞机机翼包含由 CFRP、钛、铝和不锈钢组成的复合材料以及各种夹心材料如铝蜂窝板。此外，复合材料

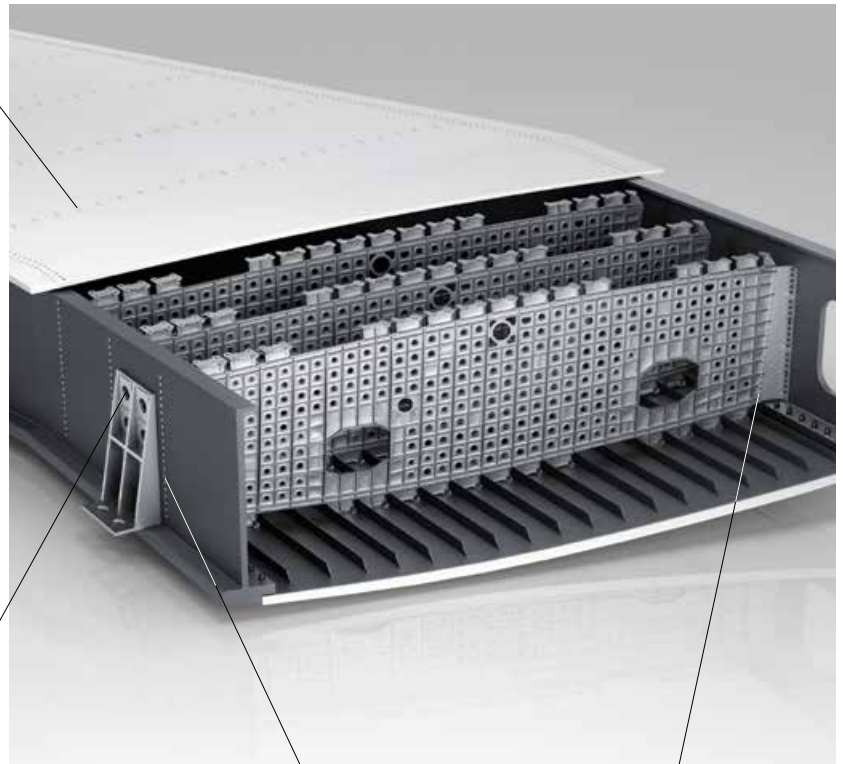
的材料厚度也大不相同。前缘缝翼外板只有几毫米，而中央翼盒则有 15 倍孔径那么厚。

孔的直径与机身相比变化更大，直径可超过 30 毫米。

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) PCD Vein 铆钉孔钻 AFA1P，用于飞机翼板加强肋



AFA1P 的槽型专为 CFRP-铝层叠材料开发。锋利的切削刃和用于 MQL 或湿式加工的内冷功能将毛刺风险降到最低，即使加工镀铂的纯铝也毫无问题。



瓦尔特 (Walter) B4017 Point Drill，用于一次性钻孔



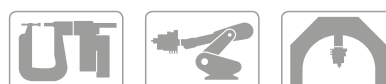
适用于 CFRP-铝的一次性钻孔。孔径 12–38 mm 经济的解决方案。成熟的 Xtra-tec® Point Drill 刀体配备优化的钻尖，实现最大过程可靠性，而附加刃带能降低钻孔公差。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) 钻头 AFA1N，用于翼梁加强肋



AFA1N 的四个切削刃可延长金属复合层叠材料加工的使用寿命并降低毛刺的形成。另外，非金属的 NHC 涂层 (碳化钨涂层) 可减少积屑瘤。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) 阶梯钻 MFA5，用于手动扩孔



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) MFA5 是为 CFRP-铝复合材料和铝-铝复合材料的扩孔而设计的。刀具的螺旋角较小，从而降低钻头退出时的速度。



垂直尾翼层叠材料

垂直尾翼的制造无论在材料上还是在孔径上都与翼盒结构相类似。垂直尾翼与机翼或机身一样，都是承受动态负荷并与安全相关的工件，

这类工件的钻孔公差非常小，加工时的工艺可靠性和工件的质量居于首要地位。

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) 钻头 AFT2：16 x D_C 钻头，用于 CFRP-钛



蒂泰克斯钻头 AFT2 是一款 16 x D_C 的刀具，适用于较深的预钻孔。可以用这款刀具加工 CFRP 和钛材料以及不锈钢。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) 阶梯钻 AFT1A，用于钛-钢层叠材料



该刀具是专门为钻孔进给单元的应用而开发的。抛光排屑槽和光滑耐热的 ACN 涂层确保最佳的切屑去除性能。



瓦尔特-普瑞特 (Walter Prototyp) ConeFit* 倒角钻，用于钛、钢和铝



这款倒角钻的导向头有助于刀具定位和保持原孔与倒角孔对中。这款刀具现在提供 Z = 2 或 Z = 3 两种规格，可节约成本地加工自 10 mm 起的倒角孔。

* 可与全部 ConeFit 刀杆产品系列组合。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex) 阶梯钻 MFA4，用于 CFRP-铝



这款刀具用于手动钻孔或扩孔。四条刃带使得刀具十分稳定，副排屑槽可在铝材干式钻孔时避免出现冷焊现象。



切削参数和刀具尺寸

切削参数表包含复合材料加工的起始值。这些应用中的很多是一次成型应用，需要匹配的切削参数和刀

具。为了提高钻孔质量，可以提高切削速度并降低进给。但低进给和高切削速度会缩短刀具的使用寿

命。建议一步步地摸索最佳切削参数，以便在钻孔质量与刀具寿命之间达到平衡。

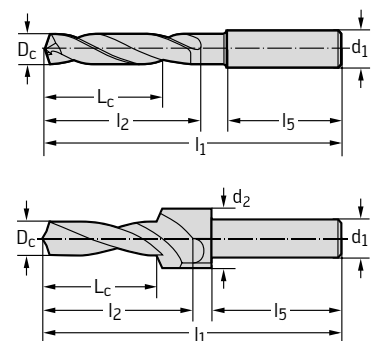
	槽型	材料	CFRP UD (单向)	CFRP MD (多向)	带碳纤维的 热塑性塑料	CFRP-铝	CFRP-钛 铝-钛
		加工	干式	干式	干式	MQL	MQL
PCD Vein	AF3P	vc [m/min] f [mm]	100 – 300 0,04 – 0,08	100 – 300 0,04 – 0,12	100 – 300 0,04 – 0,20	-	-
	AFE1P	vc [m/min] f [mm]	80 – 200 0,04 – 0,08	80 – 200 0,04 – 0,10	80 – 200 0,04 – 0,15	-	-
	AFA1P	vc [m/min] f [mm]	80 – 200 0,04 – 0,08	80 – 200 0,04 – 0,10	80 – 200 0,04 – 0,15	80 – 200 0,04 – 0,10	-
	AFT1P	vc [m/min] f [mm]	80 – 180 0,04 – 0,08	80 – 180 0,04 – 0,10	80 – 180 0,04 – 0,15	-	10 – 25 0,05 – 0,06
带或不带各种涂层的硬质合金	AF1D / AFF1D	vc [m/min] f [mm]	80 – 200 0,04 – 0,08	80 – 200 0,04 – 0,12	80 – 200 0,04 – 0,20	-	-
	AFA1N	vc [m/min] f [mm]	80 – 160 0,04 – 0,08	80 – 160 0,04 – 0,12	80 – 160 0,04 – 0,20	30 – 90 0,07	-
	B4017 带 P6004 可转位 刀片	vc [m/min] f [mm]	60 – 100 0,03 – 0,05	60 – 100 0,03 – 0,06	60 – 100 0,04 – 0,10	10 – 100 0,04 – 0,30	-
	AFT1N / AFT1A	vc [m/min] f [mm]	60 – 140 0,04 – 0,08	60 – 140 0,04 – 0,10	60 – 140 0,04 – 0,20	-	10 – 20 0,07
	AFT2	vc [m/min] f [mm]	-	-	-	-	10 – 20 0,05 – 0,10
	AFT3A	vc [m/min] f [mm]	80 – 120 0,04 – 0,06	80 – 120 0,04 – 0,08	80 – 120 0,04 – 0,12	-	10 – 20 0,05 – 0,13
	AFT4A	vc [m/min] f [mm]	60 – 120 0,04 – 0,07	60 – 120 0,04 – 0,09	60 – 120 0,04 – 0,15	-	10 – 20 0,05 – 0,10
	ConeFit 倒角钻	vc [m/min] f [mm]	-	-	-	20 – 100 0,08 – 0,20	20 – 60 0,08 – 0,10
	VFA1A / VFT1A	vc [m/min] f [mm]	30 – 60 0,03 – 0,075	30 – 60 0,03 – 0,075	30 – 60 0,03 – 0,075	30 0,075	15 0,075
	MFF1	vc [m/min]	15 – 60	15 – 60	15 – 60	-	-
	MFA1 / MFA4 / MFA5	vc [m/min]	-	-	-	5 – 45	-
	MFT1/MFT2	vc [m/min]	-	-	-	5 – 45	5 – 15

提示：在层叠材料上钻孔时，使用 CFRP-铝或 CFRP-钛、铝-钛各栏中的参数。如需在不同材料之间更改参数，纤维材料使用 CFRP 参数，铝使用 CFRP-铝参数，钛使用 CFRP-钛参数。

类型		D _C [mm]	d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	l ₁ [mm]	l ₂ [mm]
硬质合金钻头	不带内冷	2,5 – 25	≤ 25	-	≤ 300	≤ 15 x d / 150
	带内冷	4,0 – 25	≤ 25	-	≤ 300	≤ 15 x d / 150
PCD Vein 钻头	不带内冷	2,5 – 12,8	≤ 16	-	≤ 170	≤ 10 x d / 100
	带内冷	4,7 – 12,8	≤ 16	-	≤ 170	≤ 10 x d / 100
硬质合金 铆钉孔钻	不带内冷	2,5 – 21	≤ 25	≤ 2,5 x d ₁ *	≤ 300	≤ 15 x d / 250
	带内冷	4,0 – 21	≤ 25	≤ 2,5 x d ₁ *	≤ 300	≤ 15 x d / 250
PCD Vein 铆钉孔钻	不带内冷	4,0 – 10	≤ 16	≤ 2,5 x d ₁	≤ 170	≤ 10 x d / 100
	带内冷	4,7 – 10	≤ 16	≤ 2,5 x d ₁	≤ 170	≤ 10 x d / 100

* 钻头前后直径差异系数在带三个切削刃的刀具上仅为 1.4 x d₁
在 MFT2 和 AFT2 上无法做成阶梯钻

l₅ > 20 mm ; L_C = l₂ – 5 mm

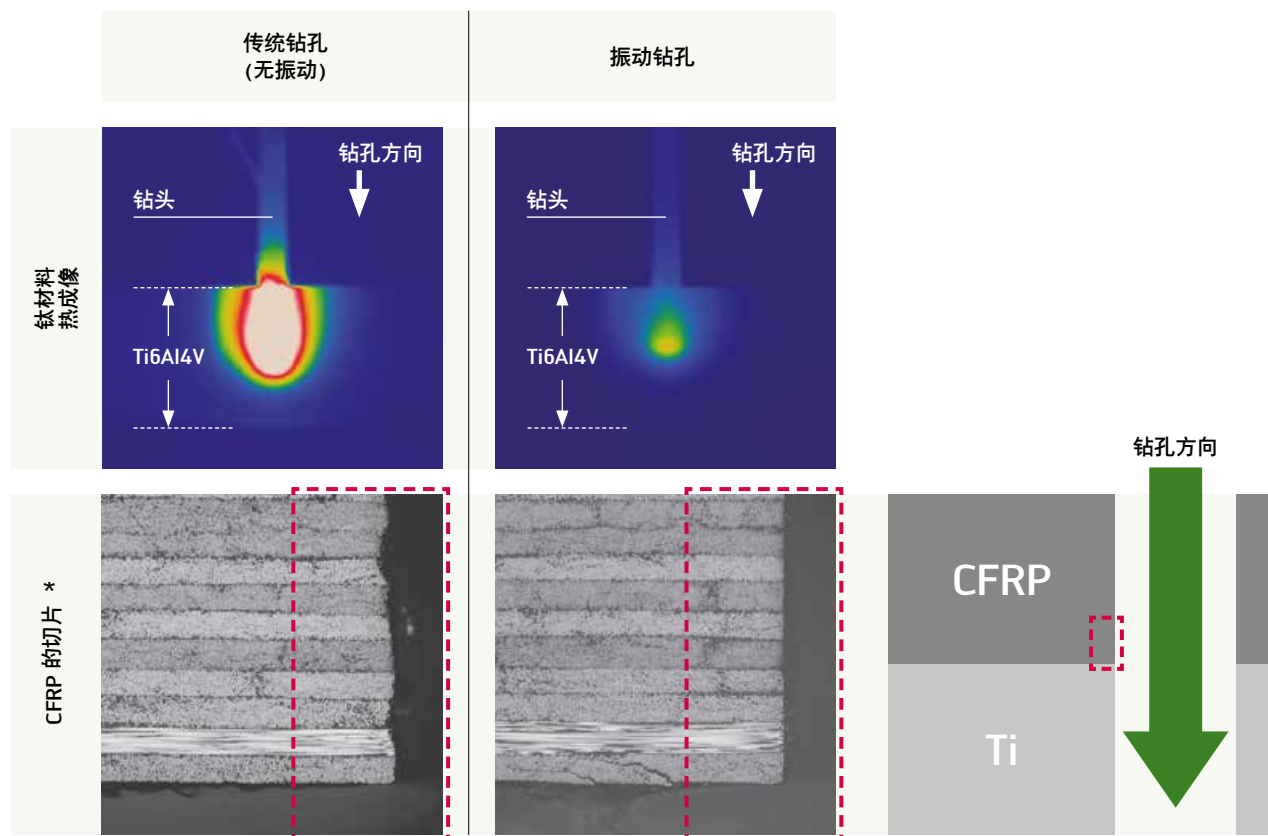


振动钻孔技术

要加工层叠材料，特别是 CFRP-钛复合材料，建议采用振动钻孔。此时，钻头朝着进给方向附加一个脉

冲。脉冲相当于一个正弦波，同时刀刃始终保持切削状态。在正弦波的波谷，当进给值最小时，进行控

制性断屑。短切屑能够降低加工中的温度，提高整个孔的表面质量和尺寸精度。



*图片来源：IWT Bremen

瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
阶梯振动钻头 VFA1A



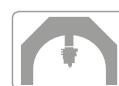
这款阶梯振动钻头特别适用于 C 型卡箍钻孔进给单元。槽型以及可选的涂层为振动钻孔工艺进行了调整，以实现最佳工作结果。



瓦尔特-蒂泰克斯 (Walter Titex)
振动钻头 VFA1A



这款振动钻头用于在加工中心和平面铆接设备上进行可靠地操作。适用于材料厚度大且公差要求高的 CFRP-钛复合材料。



Headquarter

Global Headquarter

Walter AG, Tübingen – Germany

Asia Pacific Headquarter

Walter Asia Pacific, Shanghai – China

www.walter-tools.com

Walter Wuxi Co. Ltd.

中国江苏省无锡市新区新畅南路 3 号

邮编：214028

电话：+86 (510) 82419399

电子邮箱：service.cn@walter-tools.com

Walter AG Singapore Pte. Ltd.

+65 6773 6180, service.sg@walter-tools.com

