Hypertherm®

厚金属切割技术

HPR400XD™ 和 HPR800XD™ 等离子切割系统

白皮书

简介

与切割较薄的金属相比，使用等离子技术成功切割厚金属需要更优秀的技能和技术。从边缘开始切割到完全切断零件从而完成整个切割的过程中，都可能需要用到本文所述的厚金属切割技术。

注: 除非另有说明，否则，在本文中，厚金属是指厚度为 5 英寸到 6.25 英寸（125 mm 到 160 mm）的不锈钢和铝。本文详述的技术是针对 304L 不锈钢开发的。本白皮书编制过程中所使用的材料均采用美制单位。文中列出的公制换算值仅供参考。

本文介绍了为 HPR800XD 开发的厚金属切割技术，此技术有助于解决厚金属切割中等离子弧滞后角较大的问题。本文还介绍了成功穿孔厚达 4 英寸 (100 mm) 的不锈钢和 3 英寸 (75 mm) 铝材所需遵守的时序和工艺顺序。本文可分为以下四个部分：

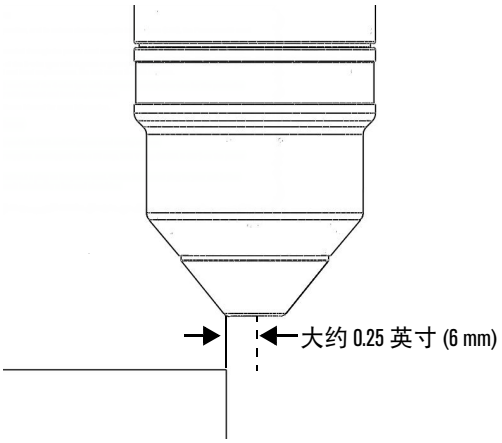
- 厚金属切割技术概览 要地介绍了针对切割厚金属时从开始切割到完成切割整个过程中滞后角较大这一问题的各种解决方法。
- 适用于厚不锈钢切割的 “ 狗腿 ” 引出线技术细节详细介绍了一种特殊的引出线技术 （称为 “ 狗腿 ” 引出线或锐角引出线），利用该技术，您可以完全切断厚达 6.25 英寸 (160 mm) 的不锈钢。
- 静态穿孔 （最高可穿透厚度为 3 英寸的不锈钢和铝）介绍了对 3 英寸 (75 mm) 不锈钢和铝进行静态穿孔所需遵守的时序和工艺顺序。
- 移动穿孔技术 （最高可穿透厚达 4 英寸的不锈钢）介绍了针对厚不锈钢开发的移动穿孔技术，该技术对 HPR800XD 和 HPR400XD 均适用。通过结合使用此技术与 PowerPierce® 强力穿孔技术，可使 HPR800XD 的穿孔能力提升到 4 英寸 (100 mm)，使 HPR400XD 的穿孔能力提升到 3 英寸 (75 mm)。

边缘起弧

定位

要使熔化的金属从厚材料的主体上掉下来，正确地定位割炬很重要，如果是从粗糙的边缘开始切割，这一点尤为重要。建议将割炬高度设置为切割表中所列的切割高度，在《HPR800XD 使用手册》（806509 [Auto Gas] 或 806499 [Manual Gas]）的 “ 操作 ” 一节中可以找到切割表。将割炬中心线置于距离工件边缘 0.25 英寸 (6 mm) 处。工件边缘应与保护帽直径大致对齐，如 图 1 所示。

图 1 – 边缘起弧的割炬定位



移动（或穿孔）延时

必须使用充分的移动延时，以使等离子弧在开始移动之前有足够的时间熔化大部分边缘。《HPR800XD 使用手册》中列出了针对 800 A 厚金属切割建议的移动延时。这些延时可能需要根据您的具体应用进行调整。

初始切割速度（引入速度）

在以正常切割速度进行切割之前，至少在切割第 1 英寸 (25 mm) 时应使用较低的切割速度。建议的初始切割速度应为正常切割速度的 75%。

转角切割

在切割厚金属时，由于等离子弧的拖尾 （底部部分）很大，因此，可能需要考虑一些特殊的转角切割问题。如果未使用任何技术，切割边缘 （尤其是切口底部附近区域）的形状可能会被破坏。建议使用以下方法之一：

- 对转角倒圆角
- 转角延时
- 转角减速

对转角倒圆角

保持边缘形状的方法之一是对 90 度或更小的转角进行倒圆角处理。通常来说，倒圆角的半径应等于或大于割缝值（以大于后者为佳）。

转角延时

在转角处暂停移动约 1 秒钟，以使等离子弧的尾部能够 “ 跟上 ” 切割。

转角减速

在进入转角之前大约 1 英寸 (25 mm) 处，将切割速度减小为正常切割速度的 75%。将切割速度保持为正常切割速度的 75%，直至越过转角大约 1 英寸 (25 mm) 之后，才开始恢复正常切割速度。

完成切割

要完全切断厚度为 5 英寸 (125 mm) 或以上的金属，可能必须使用以下技术之一。否则，等离子弧在从金属边缘退出时可能会跳到切口的最底部或进入割缝，导致未能完全切断工件。

从材料边缘处退出（引出速度）

如果切割过程中等离子弧需要从材料边缘处退出（如 图 2 所示），则在切割最后 1 英寸 (25 mm) 时应使用较低的切割速度。建议的收尾切割速度应为正常切割速度的 75%。**切割床必须继续移动至切割板边缘以外。**

图 2 – 从材料边缘处退出时的引出速度



外轮廓零件切割 （“ 狗腿 ” 或锐角引出线）

可以使用 “ 狗腿 ”（或锐角）引出线技术重新引导等离子弧的尾部，使熔化的金属流入切口的剩余部分 （亦称 “ 断点 ”），从而完成切割 （参阅 图 3 和 图 4）。

1. 遵循前面列出的边缘起弧、引入线和转角切割建议。
2. 切割零件的外轮廓并接近引出线。
3. 3. 在等离子弧即将突破割缝时，以 115% 的切割速度将切割方向变更大约 120 度，从而切入余料骨架。
4. 4. 在引出线区段继续切割大约 1.25 英寸 (32 mm) – 熔化的金属将从切割件中流入余料骨架，熔化断点，从而完成切割并使零件 “ 掉落 ”。

本文 “ 适用于厚不锈钢切割的 “ 狗腿 ” 引出线技术细节 ” 一节中详细介绍了 “ 狗腿 ” 引出线技术。

图 3 – “ 狗腿 ” 引出线编程切割路径示例

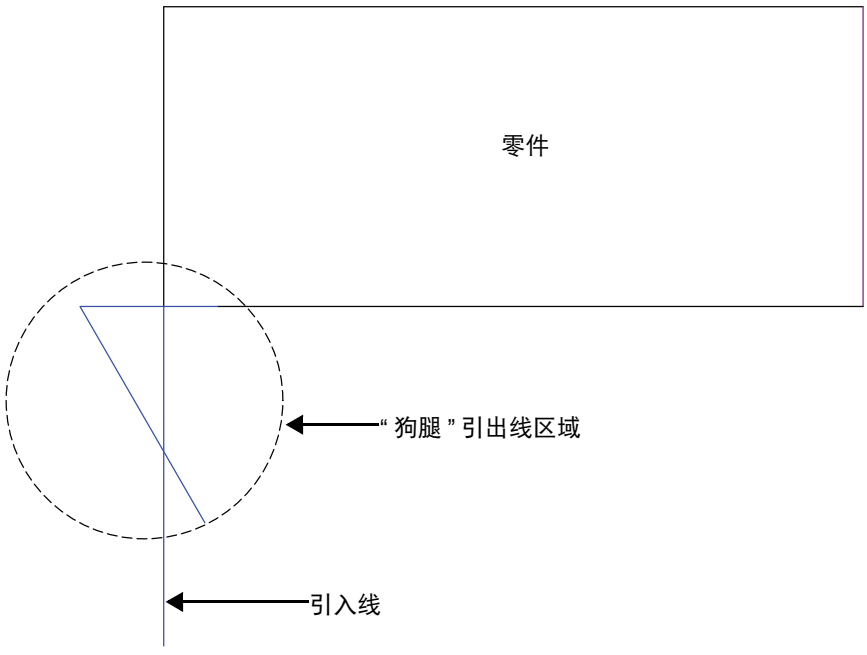
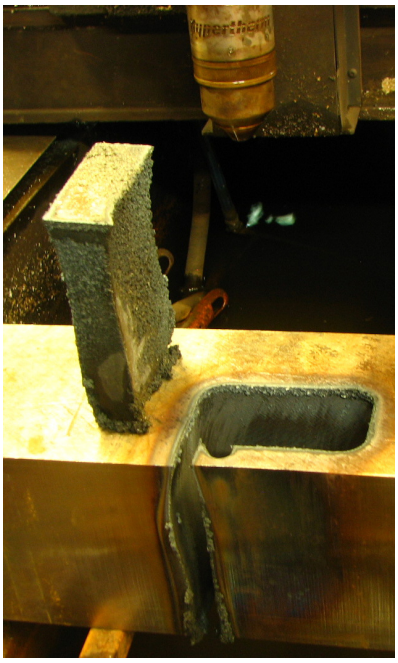


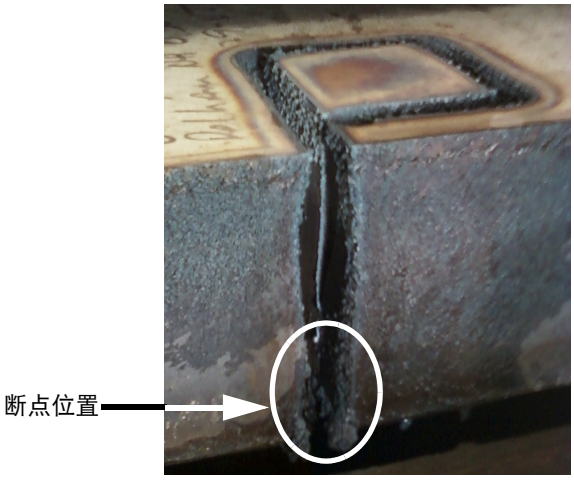
图 4 – “ 掉落 ” 的 6 英寸 (150 mm) 外轮廓切割零件



适用于厚不锈钢切割的“狗腿”引出线技术细节

切割厚材料时，要想完全切断零件，正确的引出线设定非常关键，在引出线进入引入线的位置（如 图 5 所示），一个小小的断点都可能使零件连在余料骨架上。

图 5 – 厚不锈钢轮廓切割的“断点”示例



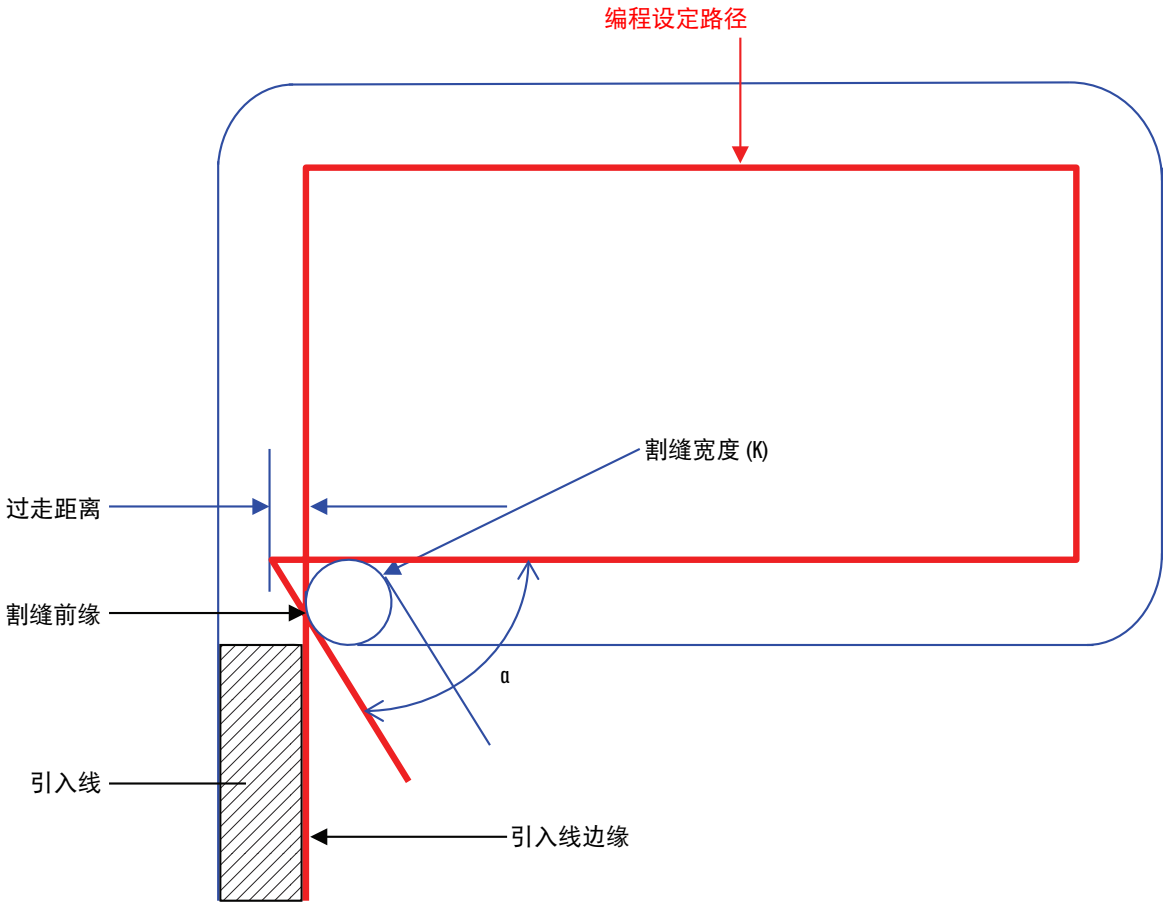
出现断点的原因可能是：等离子弧的拖尾很大，熔化的材料未能从割缝中完全流出，电压不足以在与割炬相距如此远时仍然维持等离子弧连接。同样由于电压不足，对于某些最厚的材料，等离子弧可能无法穿过割缝，即使等离子弧已经转移到割缝的另一端，等离子弧的尾部也很可能会直接从断点上方跳过。

为切割厚不锈钢而开发的“狗腿”方法可以将等离子弧的尾部聚集到切口的断点区域，从而化废为宝。在割缝前缘与引入线边缘相接处（且电压达到变压器临界值之前），切割路径会改变方向，而与余料骨架之间构成锐角（60 度的效果很好，参阅 图 6）。这样可使等离子弧转移到余料骨架上，从而降低电压，使熔化的材料向断点方向掉落并继而熔断断点。

过走

为使割缝前缘进入引入线边缘 （在启用割缝补偿功能的情况下），编程设定的路径必须过走一段距离 （参阅 图 6）。

图 6 - 过走的定义



过走距离可根据以下等式计算得出：

$$过走 = K\left(\frac{1}{2\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)} - \frac{1}{2} + 校\right)$$

此处：*K* 代表割缝， *α* 代表角度，*校正*是指为确保等离子弧穿透引入线区域所必须追加的因数。对于厚度为 5 – 6.25 英寸 (125–160 mm) 的材料，*校正*因数的值如 *表 1* 中所示 .

表 1 – 校正因数

厚度	割缝	*校对因数*
5 英寸 (125 mm)	0.530 英寸 (13.43 mm)	0.30
6 英寸 (150 mm)	0.680 英寸 (17.27 mm)	0.25
6.25 英寸 (160 mm)	0.700 英寸 (17.78 mm)	0.25

举个例子，对于 6 英寸的厚度，如果 *α* = 60°，则过走距离值为

K(0.866-0.5+0.25) = 0.68(0.616) = 0.419 *英寸*。

第一段和几何限制

在开发 “ 狗腿 ” 方法的过程中，发现一个几何限制问题，该问题会导致 CNC 控制器提示 “ 割缝太大 ” 消息。此限制与接近 “ 狗腿 ”60- 度转角的第一段的长度有关（第 图 7 页 7 中以绿色标出第一段）。然而，从根本上讲，第一段的长度必须足够长，至少要确保割缝右侧进入此区段。对于 6 英寸 (150 mm) 的厚度，第一段的长度至少为 0.589 英寸 (14.96 mm) 或者

$$\text{第一段} = \frac{K}{2\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$$

此处， *K* 代表割缝， *α* 代表角度。

假设角度为 60 度，那么，第一段的长度不得小于：

- 对于 5 英寸 (125 mm) 不锈钢，按 0.530 英寸 (13.46 mm) 的割缝计算，应为 0.459 英寸 (11.66 mm)
- 对于 6.25 英寸 (160 mm) 不锈钢，按 0.700 英寸 (17.78 mm) 的割缝计算，应为 0.607 英寸 (15.42 mm)

建议使用大于最短长度的值，以便可以细微调整割缝值（用于调节零件尺寸），而不会导致 “ 割缝太大 ” 这样的几何错误。

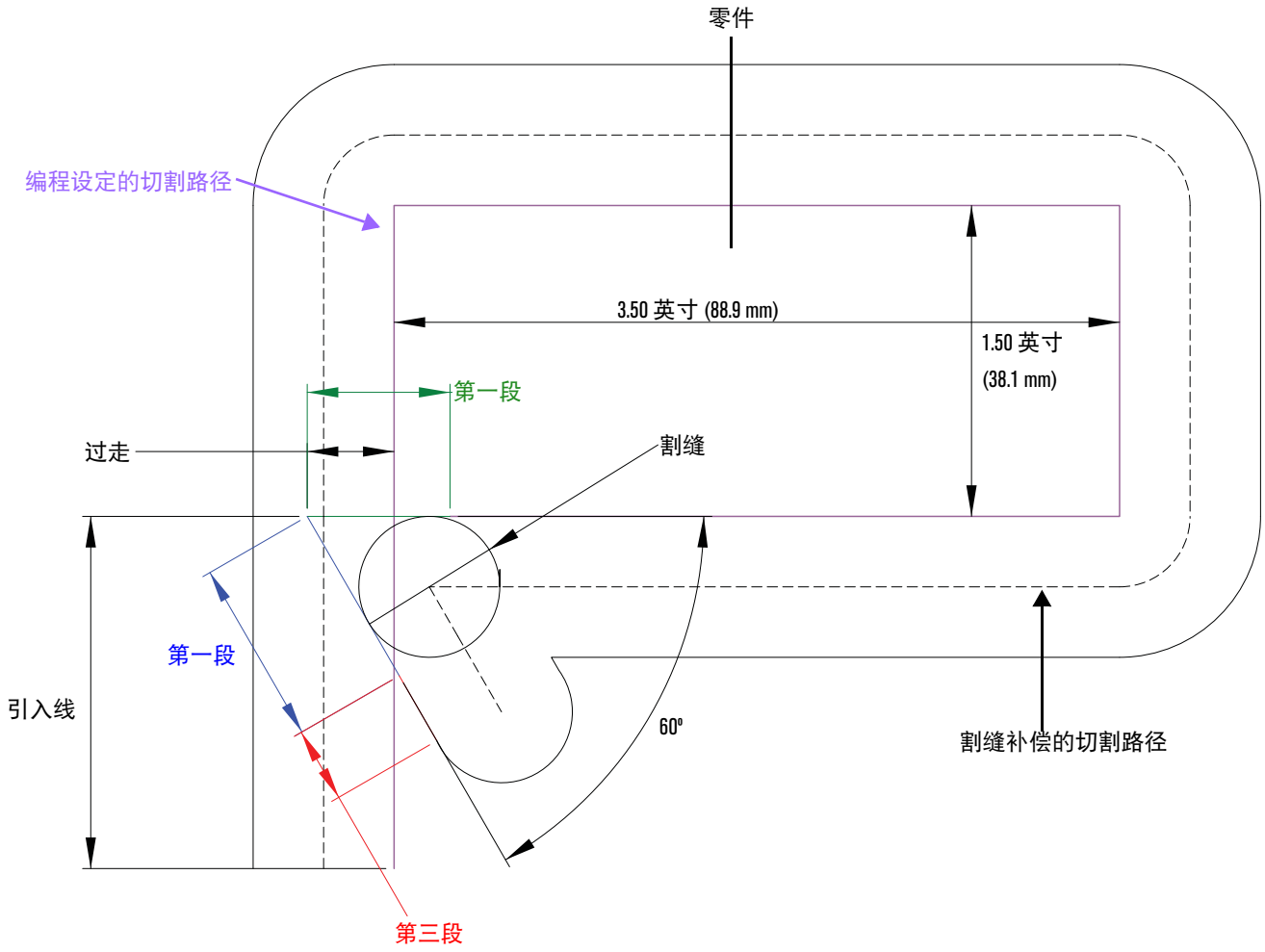
第二段和第三段

研究发现，提高第二段的速度有助于大幅缩短等离子弧重新连接到割缝另一端所需的时间，从而最大程度地减少了任何电压浪涌。因此，对于第二段，进给速率应提升至切割速度的 400%，在此之后，在切割第三段期间，进给速率应降低至切割速率的 115%。移动穿孔的最后一段 （也就是第三段）是断点最终熔断的地方。*表 2* 和 图 7 中归纳了厚度为 5 英寸 (125 mm)、 6 英寸 (150 mm) 和 6.25 英寸 (160 mm) 的不锈钢所适用的参数。

表 2 – 厚度为 5 英寸 (125 mm)、 6 英寸 (150 mm) 和 6.25 英寸 (160 mm) 的不锈钢所适用的 " 狗腿 " 参数

厚度	引入线长度	割缝	角度	进给速率等于切割速度时计算出的第一段最短长度	过走长度	进给速率为切割速度的 400% 时的第二段长度	进给速率为切割速度的 115% 时的第三段长度
5 英寸 (125 mm)	1.5 英寸 (38 mm)	0.530 英寸 (13.46 mm)	60°	⩾ 0.459 英寸 (⩾ 11.66 mm)	0.353 英寸 (8.97 mm)	0.720 英寸 (18.29 mm)	0.307 英寸 (7.80 mm)
6 英寸 (150 mm)	1.75 英寸 (45 mm)	0.680 英寸 (17.27 mm)	60°	⩾ 0.589 英寸 (⩾ 14.96 mm)	0.419 英寸 (10.64 mm)	0.888 英寸 (22.56 mm)	0.362 英寸 (9.19 mm)
6.25 英寸 (160 mm)	1.75 英寸 (45 mm)	0.700 英寸 (17.78 mm)	60°	⩾ 0.607 英寸 (⩾ 15.42 mm)	0.431 英寸 (10.95 mm)	0.911 英寸 (23.14 mm)	0.334 英寸 (8.48 mm)

图 7 - " 狗腿 " （锐角）引出线几何图



静态穿孔（最高可穿透厚度为 3 英寸的不锈钢和铝）

在过去，要对厚度超过 2 英寸 (50 mm) 的金属材料穿孔一直是个难题。如今，由于 HPR800XD 中引入了 PowerPierce 强力穿孔技术，对厚达 3 英寸 (75 mm) 的不锈钢和铝进行穿孔都已变得轻而易举。**割炬升降体必须能够使用弧转移高度、穿孔高度和切割高度设定。**

穿孔控制（或穿孔完成）信号

穿孔操作期间的大量保护气流有助于：

- 清除金属熔池，使熔化的金属远离穿孔清除金属熔池，使熔化的金属远离穿孔
- 使熔渣偏离割炬
- 冷却保护帽

对于 HPRXD 电源，正常的气体操作可在感应到弧转移之后立即将等离子气体和保护气体从预流状态切换为切割流状态。 HPRXD 电源中引入了一个“ 穿孔控制 ”信号，打开该信号时，将会延迟保护气流从预流到切割流的切换，直至此穿孔延时到期为止。

对于任何 HPRXD 工艺，如果其保护气预流的设定值高于保护气切割流的设定值，则必须打开 (ON) 穿孔控制信号。相反，对于任何 HPRXD 工艺，如果其保护气预流的设定值低于保护气切割流的设定值，则必须关闭 (OFF) 穿孔控制信号。**对于 600 A 和 800 A 工艺，必须关闭 (OFF) 穿孔控制信号。**对于任何 HPRXD 工艺，如果其保护气预流的设定值等于保护气切割流的设定值，则是打开还是关闭穿孔控制信号都无关紧要。

初始定位

将割炬置于穿孔位置上方并指示割炬升降体执行初始定位程序。请参阅 9 中的时序图 (图 8)。

移动至弧转移高度

将割炬移动到切割表中所列出的弧转移高度 （由工艺和材料厚度决定）。

注：在《HPR800XD 使用手册》的“ 操作 ”一节中可以找到切割表。

开始弧转移

启动弧点火序列。电弧将从割炬延伸并转移到切割板的表面。

将割炬从切割板上拉回到穿孔高度

在弧转移之后，立即将割炬移动到切割表中所列出的弧转移高度。

让等离子弧穿透材料

使割炬保持静止不动，持续时长等于切割表中所列出的穿孔延时。必须等到等离子弧先完全穿透切割板之后，方可开始移动割炬。有时，可能需要根据材料类型和割炬中各个易损件的状况对穿孔延时作出某些必要的调整。

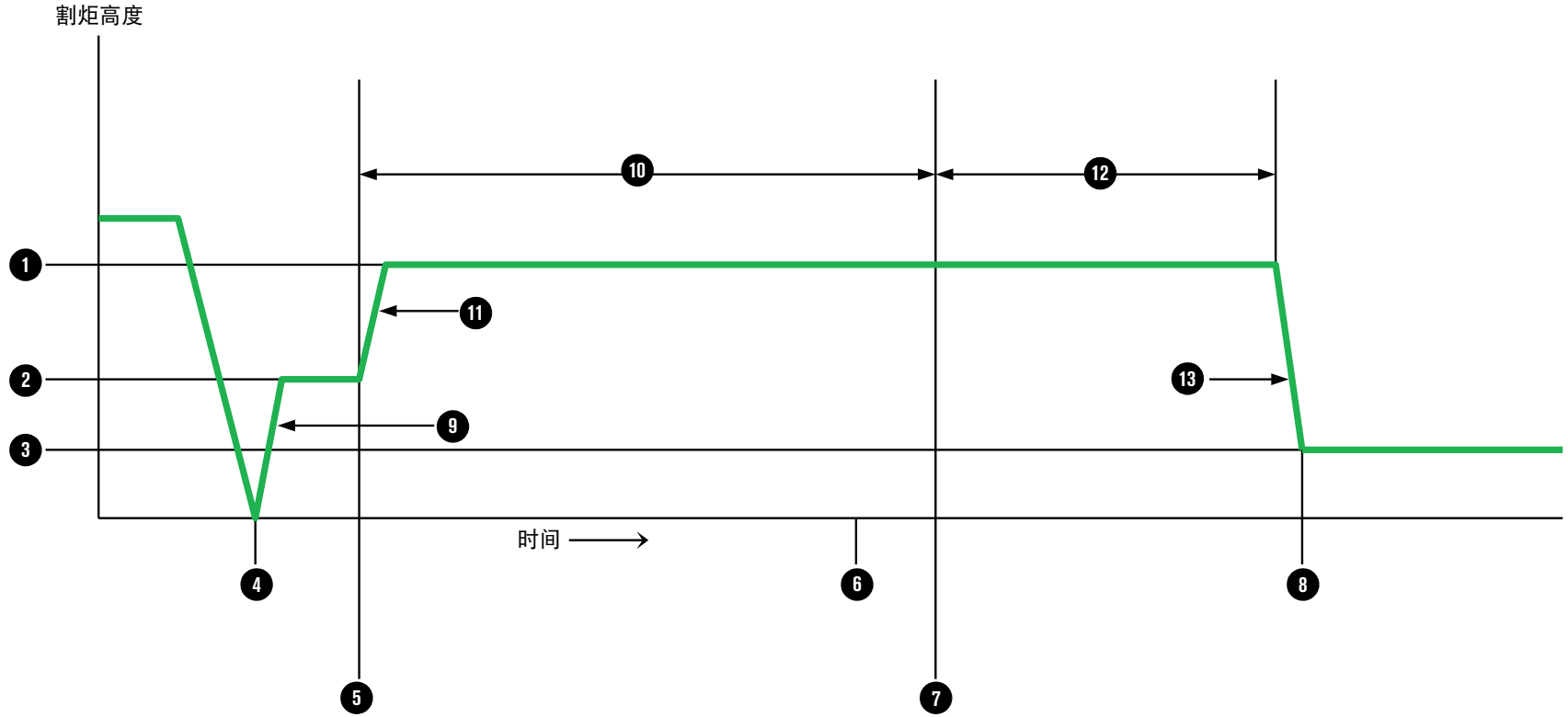
开始移动割炬使之进入零件引入线区域

将割炬保持在穿孔高度，开始移动割炬使之进入零件引入线区域。在割炬从引入线区域中移出之前，将割炬降低到切割高度。尽管引入线的长度可能不尽相同，但一般来说，为确保在开始切割之前完成熔池清理，引入线的长度应等于材料厚度。

切割零件

最后，完成零件轮廓切割。

图 8 - 静态穿孔时序图



1	穿孔高度	6	等离子弧穿透切割板	11	移动至穿孔高度
2	弧转移高度	7	开始移动	12	引入线
3	切割高度	8	在开始轮廓切割之前，割炬降至切割高度	13	移动至切割高度
4	初始定位	9	移动至弧转移高度		
5	弧转移，保护气流从预流变为切割流	10	穿孔延时		

移动穿孔技术（最高可穿透厚达 4 英寸的不锈钢）

通过采用一种名为 “ 移动穿孔 ” 的技术，可以提升穿孔能力。通过结合使用此技术与 PowerPierce® 强力穿孔技术，可使 HPR800XD 的不锈钢穿孔能力提升到 4 英寸 (100 mm)，使 HPR400XD 的不锈钢穿孔能力提升到 3 英寸 (75 mm)。

割炬升降体必须能够使用弧转移高度、穿孔高度和切割高度设定，同时还应支持切割高度和自动电压控制 (AVC) 延时。切割床和控制器必须能够在弧转移时移动割炬。海宝的 EDGE® Pro 控制器 （运行 Phoenix™ 9.72 或更高版本）、Sensor™ THC 或 ArcGlide® 升降体以及 ProNest® 套料软件均支持该技术并为其提供有关参数设定。

基本介绍

多年来，为了确保等离子系统穿透厚切割板，而不必借助于诸如钻孔之类的其他工序，等离子操作工一直采用一种名为 “ 移动穿孔 ”（亦称为行进穿孔或飞行穿孔）的技术。

本文介绍的移动穿孔方法通过结合使用割炬升降体定位、切割床运动和等离子电流渐变技术，实现相对较短的穿孔引入线距离，从而使熔化的材料能够向侧边流动并偏离割炬。与此同时，该方法还会使割炬尽可能远离熔化的材料，同时还能维持 HPRXD 电源所能持续提供的弧压。

该过程主要由穿孔期间的组合移动组成，组合移动的目的是在切割板上形成一个凹槽，随后，可以使用此凹槽作为熔化材料的疏散通道，使熔化材料能够从逐渐加深的穿孔 “ 凹坑 ” 中排出。熔化的材料会沿着与切割床运动方向相反的方向而被引导至割炬侧边，其中大部分都将沉积在切割板表面上。一旦等离子弧穿透切割板，即可使用标准设定进行切割作业。

局限性以及对设备和安全构成的危害

若未采取适当的预防措施，使用这种技术所产生的 “ 鸡尾 ” 状熔化材料和热气体可能导致人员受伤，引发火灾或设备受损。您可能需要使用保护装置来保护操作工，同时防止熔化的材料接触任何易燃材料 （等离子切割作业期间应当远离易燃材料）。应当计划移动穿孔的方向，使熔化的材料不会被导流到升降体、台架、相邻割炬、控制器或其他敏感设备上。

注： 本文中给出的移动穿孔参数是针对仅进行直线运动的情形而设计的。

切割板上积聚的熔化材料可能会妨碍后续切割路径，因此，您可能需要仔细计划切割路径，使之绕开熔渣堆，或者停止切割工艺 （在等离子弧穿透切割板之后），以便从切割板上刮除熔渣堆。

升降体和切割床运动序列

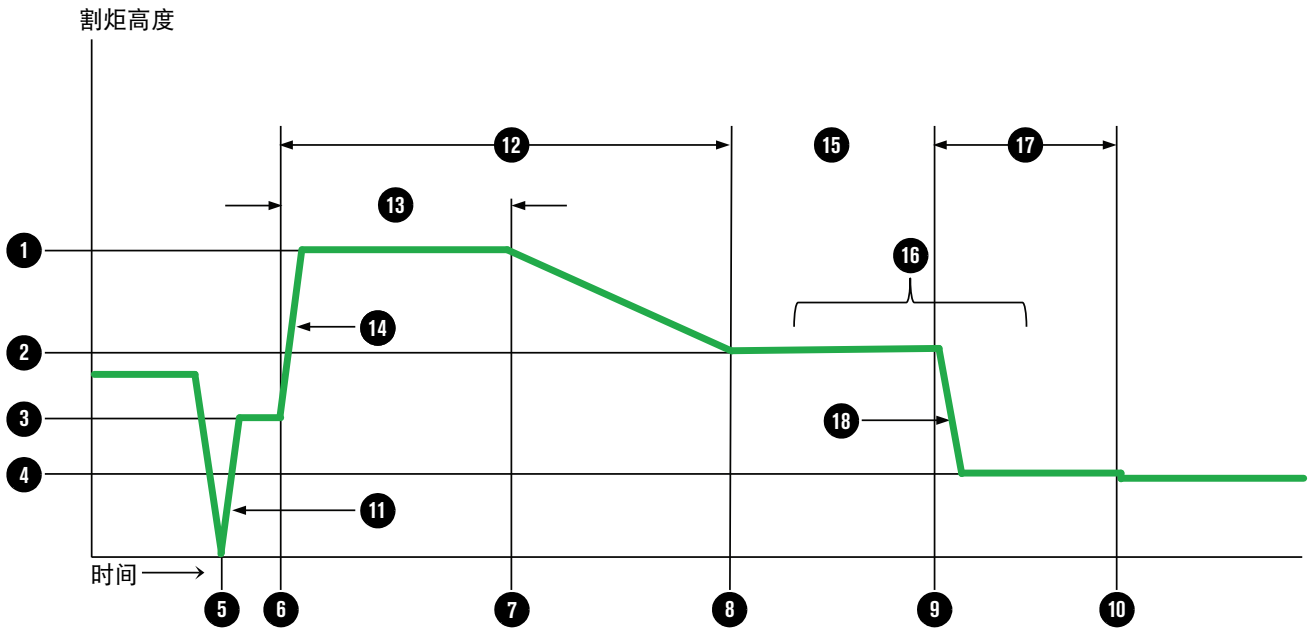
在移动穿孔期间，系统将同时控制割炬高度和切割床运动，以获得最佳的厚切割板穿孔能力。“ 升降体运动序列 ” 和 “ 切割床运动序列 ” 中详细介绍了典型的穿孔工艺。

升降体运动序列

有关以下序列的说明，请参考 图 9。

1. 执行初始定位，将割炬移动至**弧转移高度**。
2. 割炬启动，弧转移到工件上；电流开始渐升。
3. 弧转移之后，割炬快速移动至**穿孔高度**，切割床以嵌入的 “ F ” 代码中设定的第一速度开始运动。（请参阅第 12 页中的 “ 切割床运动序列 ”。）
4. 割炬维持在**穿孔高度**，直至**移动延时** （总穿孔延时的百分比）到期为止。
5. 当移动延时到期后，割炬将移动至**穿孔结束高度**。按照时序设定，当**穿孔延时**到期后，割炬应移动到穿孔结束高度。
6. 割炬将保持在穿孔结束高度，保持时长等于切割高度延时。当切割高度延时到期时，割炬将移动到切割高度并保持在此高度，直至移动穿孔 **(MP) AVC** 延时到期为止。
7. 当 **MP AVC** 延时到期后，即会开始弧压控制。
8. 零件轮廓切割最终完成。

图 9 - 移动穿孔割炬高度时序图



1 穿孔高度

2 穿孔结束高度

3 弧转移高度

4 切割高度

5 初始定位

6 弧转移，开始移动，保护气流从预流变为切割流（如果预流低于切割流的话）

7 割炬开始下降，直至穿孔结束高度

8 当穿孔延时到期时，割炬到达穿孔结束高度

9 当切割高度延时到期时，割炬降低到切割高度

10 移动穿孔 AVC 延时到期后，开始切割之前，即会开始 AVC

11 移动至弧转移高度

12 穿孔延时

13 移动延时

14 移动至穿孔高度

15 切割高度延时

16 等离子弧在此区域穿透切割板

17 移动穿孔 AVC 延时

18 移动至切割高度

切割床运动序列

有关以下序列的说明，请参考 图 10。

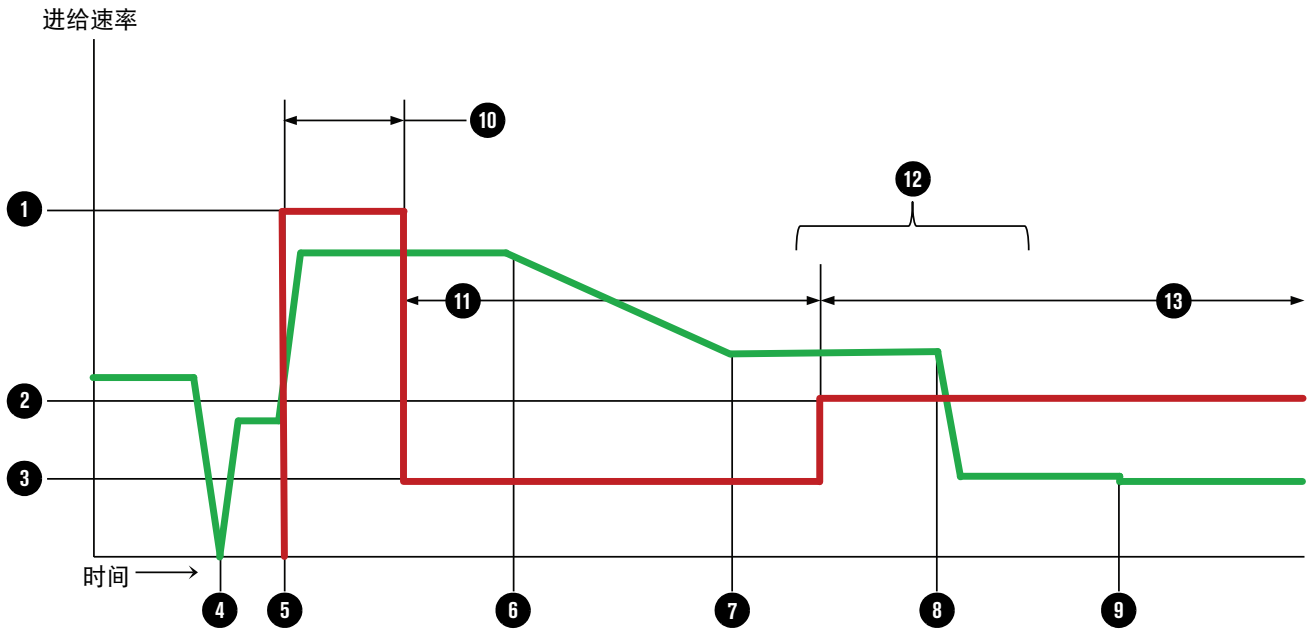
1 弧转移之后，切割床即会以快速气刨速度（第一个“ F ”代码）开始第一段运动，运动距离为建立疏散通道 （或凹槽）所必需的区段长度。

2 切割床的第二段运动以过渡速度（第二个“ F ”代码）开始，运动距离为穿透切割板所必需的区段长度。

3 切割床的第三段运动以编程设定的**切割速度**开始。切割床将以此速度 （第三个“ F ”代码）完成切割作业的剩余部分。

4 零件轮廓切割最终完成。

图 10 - 移动穿孔切割床运动时序图



1 气刨速度
2 切割速度
3 爬行或过渡速度
4 初始定位
5 弧转移，开始移动，保护气流从预流变为切割流（如果预流低于切割流的话）
6 割炬开始下降，直至穿孔结束高度
7 当穿孔延时到期时，割炬到达穿孔结束高度
8 当切割高度延时到期时，割炬降低到切割高度
9 移动穿孔 AVC 延时到期后，开始切割之前，即会开始 AVC
10 建立疏散通道
11 在熔化材料通过凹槽疏散的同时，仍会继续穿透切割板
12 等离子弧在此区域穿透切割板
13 当等离子弧穿透切割板时，变为切割速度

嵌入的零件程序参数

如果您使用的是 EDGE Pro 控制器，请使用以下参数清单来控制移动穿孔 (MP) 序列。

表 3 – 嵌入的移动穿孔 (MP) 零件程序参数

参数名称	嵌入的程序代码	说明
MP 进给速率 1 - 快速气刨	F45 G01 X0 Y1	速度 = 45 ipm (1143 mm/m) 移动 1 英寸 (25 mm) Y 轴
MP 进给速率 2 - 过渡速度	F20 G01 X0 Y0.5	速度 = 20 ipm (508 mm/m) 移动 0.5 英寸 (13 mm) Y 轴
MP 进给速率 3 - 切割速度	F10 G01 X0 Y2.5	速度 = 10 ipm (254 mm/m) 移动 2.5 英寸 (65 mm) Y 轴
弧转移高度因数	G59 V604 F300	弧转移高度 = 切割高度的 300%
穿孔延时	G59 V601 F8.0	总穿孔延时 = 8.0 秒
移动延时 （升降体）	G59 V610 F50	移动延时百分比 = 移动延时的 50%
穿孔高度因数	G59 V602 F500	穿孔高度 = 切割高度的 500%
穿孔结束高度因数	G59 V611 F250	穿孔结束高度 = 切割高度的 250%
切割高度延时	G59 V605 F3.0	切割高度延时 = 3.0 秒
切割高度	G59 V603 F0.25	切割高度 = 0.25 英寸 (6 mm)
移动穿孔 AVC 延时	M51T15	移动穿孔 AVC 延时 = 4 秒 （M51T 的值等于移动穿孔 AVC 延时、切割高度延时和穿孔延时之和）

厚不锈钢移动穿孔参数

下表列出的移动穿孔参数 （包括美制和公制）是针对厚度不超过 4 英寸 (100 mm) 的不锈钢穿孔而开发的。

表 4 – 厚不锈钢移动穿孔 (MP) 参数 – 英制

工艺	厚度（英寸）	速度 1 (ipm)	速度 2 (ipm)	速度 3 (ipm)	第 1 段（英寸）	第 2 段（英寸）	第 3 段（英寸）	弧转移高度因数（切割高度百分比）	穿孔延时（秒）	移动延时百分比（穿孔延时百分比）	穿孔高度因数（切割高度百分比）	穿孔结束 高度因数（切割高度百分比）	切割高度延时（秒）	切割高度（英寸）	移动穿孔 AVC 延时（秒）
800 A H35/ 氮气	4	40	6	11	2	1	1.5	150	6	50	475	275	8	0.5	2
400 A H35-氮气 / 氮气	3	45	20	10	0.998	0.417	2.5	300	8	50	500	250	3	0.25	4
400 A H35- 氮气 / 氮气	2	45	15	20	0.75	0.417	1.5	300	4.8	50	500	250	0.5	0.25	5.7

表 5 – 厚不锈钢移动穿孔 (MP) 参数 – 公制

工艺	厚度 (mm)	速度 1 (mm/m)	速度 2 (mm/m)	速度 3 (mm/m)	第 1 段 (mm)	第 2 段 (mm)	第 3 段 (mm)	弧转移高度因数（切割高度百分比）	穿孔延时（秒）	移动延时百分比（穿孔延时百分比）	穿孔高度因数（切割高度百分比）	穿孔结束 高度因数（切割高度百分比）	切割高度延时（秒）	切割高度 (mm)	移动穿孔 AVC 延时（秒）
800 A H35/ 氮气	100	1016	152	279	50.8	25.4	38.1	150	6	50	475	275	8	12.7	2
400 A H35- 氮气 / 氮气	75	1143	508	254	25.3	10.6	63.5	300	8	50	500	250	3	6.4	4
400 A H35- 氮气 / 氮气	50	1143	381	508	19.1	10.6	38.1	300	4.8	50	500	250	0.5	6.4	5.7

适用于 400 A - 3 英寸 (75-mm) 不锈钢穿孔的 EDGE Pro 代码示例

以下代码示例来自 Hypertherm EDGE Pro CNC 控制器，其假定使用美制单位 （英寸），用于举例说明如何通过代码以 400 A 的工艺电流对 3 英寸 (75-mm) 不锈钢板进行移动穿孔。

G99 X1 Y180 I0 J0	
G20	（选择美制单位 [英寸]）
G91	（增量编程模式）
G43X0.265	（割缝值 = 0.265 英寸）
G41	（启用左侧割缝补偿）
G59 V502 F35	（等离子割炬 / 易损件类型）
G59 V503 F2	（材料类型）
G59 V504 F400	（电流设定）
G59 V505 F23	（等离子气 / 保护气类型）
G59 V507 F58	（材料厚度）
G59 V600 F202	（电弧电压）
G59 V601 F8	（穿孔延时）
G59 V602 F500	（穿孔高度因数）
G59 V603 F0.25	（切割高度）
G59 V604 F300	（弧转移高度因数）
G59 V605 F3	（切割高度延时）
G59 V610 F50	（移动延时 = 50%）
G59 V611 F250	（穿孔结束高度 = 250%）
M07	（等离子启动）
M51T15	（移动穿孔 AVC 延时 = 4） （增加穿孔延时、切割高度延时和 AVC 延时）
F45	（气刨速度）
G01 X0 Y.9975	（直线运动）
F20	（爬行速度）
G01 X0 Y.4166	（直线运动）
F10	（切割速度）
G01 X0 Y2.5	（直线运动）
M08	（等离子停止）
G40	（禁用割缝补偿）
M02	（程序结束）

www.hypertherm.com

HPRXD, PowerPierce, EDGE Pro, Phoenix, Sensor THC, ArcGlide THC, ProNest, 和 Hypertherm （海宝）均是 Hypertherm Inc. 的商标，可能已在美国和 / 或其他国家 / 地区注册。所有其他商标均为各自所有者的财产。

在海宝的价值观体系中，努力降低对环境造成的影响是其长期不变的核心内容之一。这对我们以及我们客户的成功具有非常重要的意义。更好地关爱环境是我们不断努力的方向，也是我们高度重视的一项流程。

© 6/2014 Hypertherm Inc. 修订版本 2

807859　简体中文 / Simplified Chinese

Hypertherm® 海宝

Cut with confidence®