Hypertherm®

移动穿孔技术

HPR400XD™ 和 HPR800XD™ 等离子切割系统

白皮书

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 1。

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 3 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。

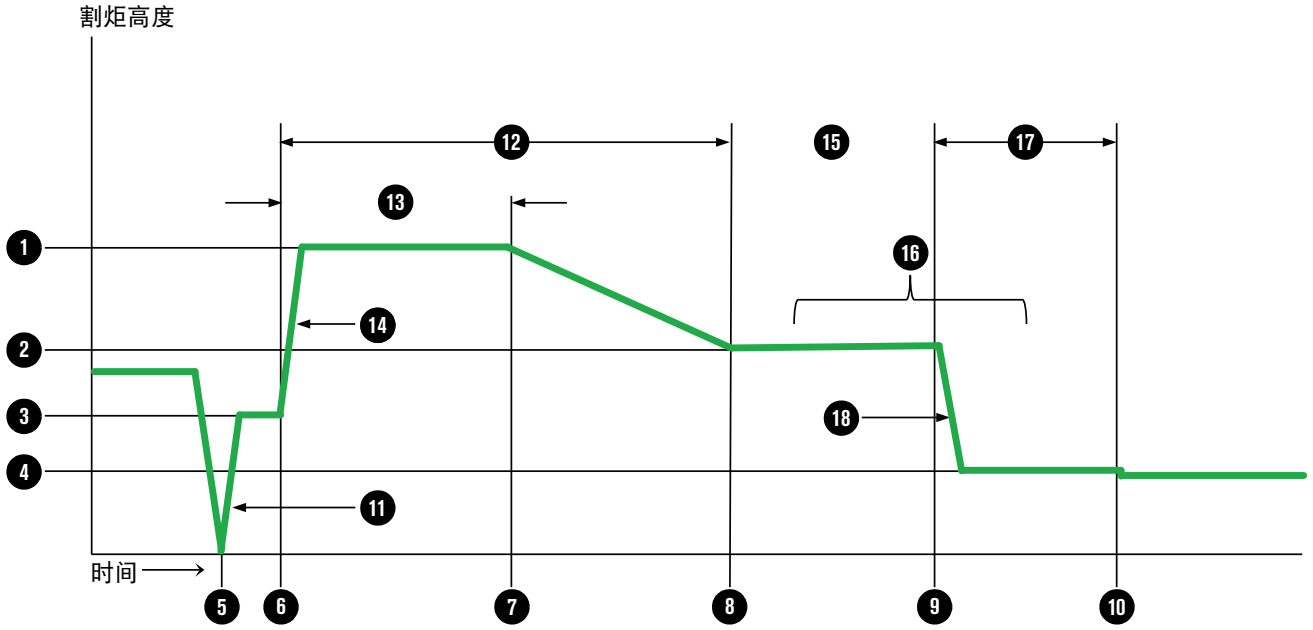
5 当移动延时到期后，割炬将移动至**穿孔结束高度**。按照时序设定，当**穿孔延时**到期后，割炬应移动到穿孔结束高度。

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 1 - 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 2。

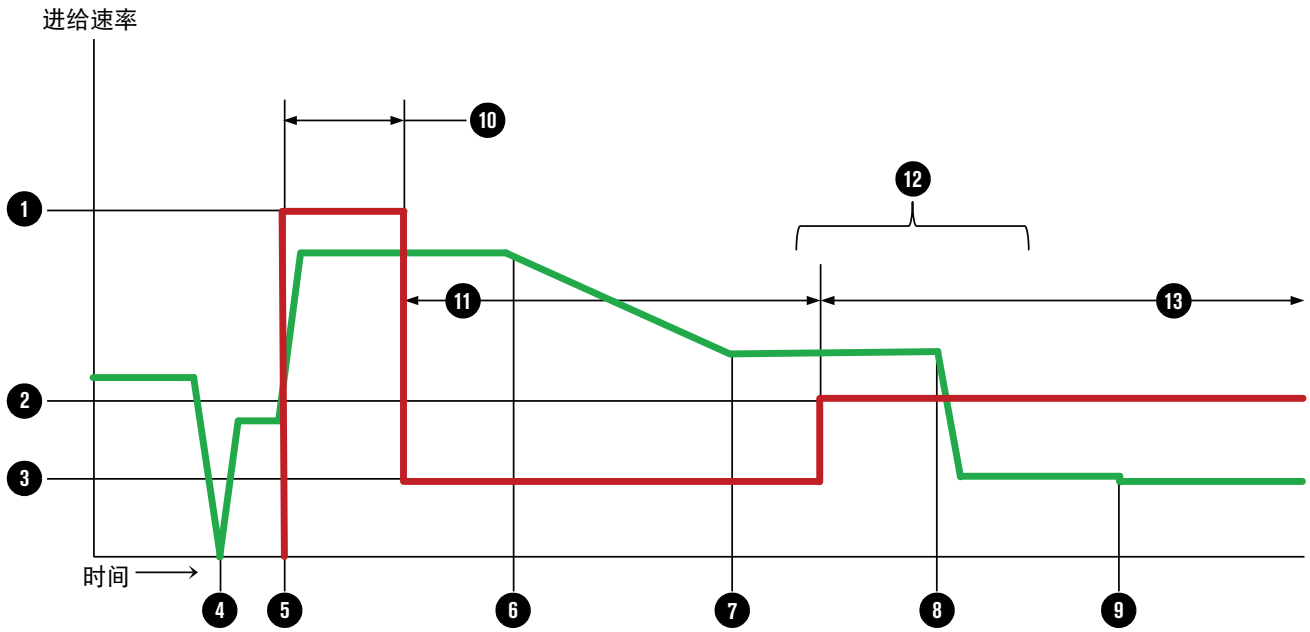
1 弧转移之后，切割床即会以快速气刨速度（第一个“ F ”代码）开始第一段运动，运动距离为建立疏散通道 （或凹槽）所必需的区段长度。

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 2 - 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 1 – 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 2 – 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 3 – 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。

© 7/2014 Hypertherm Inc. 修订版本 1

807849　简体中文 / Simplified Chinese

Hypertherm® 海宝

Cut with confidence®