



论等离子坡口切割中工艺参数的重要性

汪宏亮

【摘要】 本文通过对等离子切割过程中坡口切割工艺的分析，介绍了美国海宝公司的等离子切割工艺和数控技术的优势，很好的提升了等离子坡口切割的效率。

关键词： 坡口切割；等离子；美国海宝

在等离子切割中，绝大部分的切割件需要二次加工成坡口再进行后续焊接。近年来，越来越多的用户考虑用等离子直接切坡口，这样可以极大地节省人工、场地，提高效率和自动化水平。

数控等离子坡口切割是板材切割自动化领域一项难度较高的技术。本文结合美国海宝多年从事等离子坡口切割工艺和数控技术开发的经验，将在实践中总结的几个关键点在这里跟大家分享。

1. 实测的坡口切割工艺参数是基础

在普通的直切中，工件尺寸基本由切割机床的精度来保证，主要与切割厚度相关，其他电流、速度、高度、割缝和弧压等参数较为标准简单。

坡口切割看上去只是将割枪倾斜，而事实上，这一变化已然从直切的二维平面切割，跃升到了三维立体切割。各工艺参数的关系也就成几何级数的复杂起

来。以切割高度为例，直切中，切割高度不正确，可能只会让产品的切割面品质较差，工件尺寸基本一致。

而在图1的坡口切割中，割枪高度的变化会直接导致工件尺寸剧变，从而切出大量废品。

其他的十多种工艺参数也是如此，不能像直切那些凭经验估计，业内很多等离子坡口切割机，由于没有切割参数，最终只能沦为普通直切机使用，这样的案例，比比皆是。

美国海宝几十年如一日的坡口切割工艺开发，通过海量试切，涵盖不同厚度、不同角度及

不同坡口类型，得到了完备精准的坡口切割参数，如图2所示。

2. “活”的坡口切割工艺参数是关键

(1) 角度和尺寸的微调 工艺要求10mm钢板，实际板厚9.7mm，此时的参数微调功能显得尤为重要。海宝的坡口参数数据库是一个开放的表格（见图3），特别贴心地加入了两列绿色的手动微调的输入窗口。切割时只需输入简单数值，就能自动生成新的切割参数，而且会自动加载到切割代码中。

(2) 快速增加新的留根 对于最实用Y形坡口，钝边的厚度

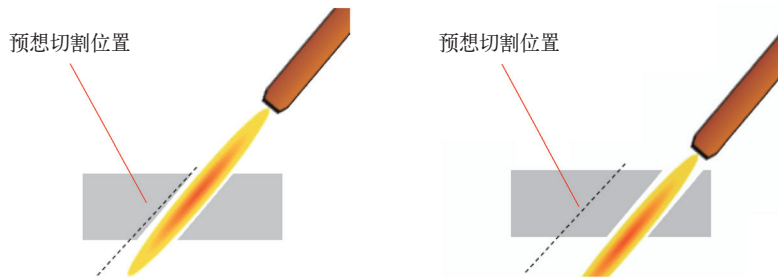


图 1

通常是一个严格的要求,但已有的坡口数据不可能包含所有尺寸的钝边要求,如图4所示黄色参数。

260A切割20mm碳钢，30°
的坡口，钝边高度有4mm、7mm

和10mm可选，而客户的要求是8mm，怎么办？使用海宝坡口切割工艺表，只需要把7mm这行数据复制-粘贴，把7mm改成8mm，就能生成所需的新的参数（见图5），以图5中红色格为

例，这是切割速度，由于留根相对于原始的7mm多了1mm，上边削得略薄，所以它自动生成了相对快的速度参数。

(3) 海宝是如何把数据“变活”，做到可微调，可繁殖 其秘密在于海宝将所有的参数进行深入分析，将其拟合成了函数公式，内置到了数据库中，复制和调整都能自动计算出新的参数。

3. 参数自适应硬件偏差是“王道”

有了参数，有了公式，已然高大上，可是现实不容乐观。也许你也有过这样的经历，刚过一周或一个月，操作工就报告说枪撞偏了，或者枪被顶松了；抑或坡口头硬件磨损了，这时你会发现切出的工件尺寸有误差，辛苦调出来的参数全废了，真是万花坠地人孤寂，苍天雨中泣的悲催。

其实原因很简单，硬件的变化会引起枪尖旋转中心的偏移（见图6），海宝给这个点起了一个专业的名称：枪尖旋转轴心点（TPL），它是其他众多参数的基准，一旦有偏移，会引起工件尺寸剧变，导致废件。

找出这个病根，使用海宝定制的TPL测试工具（见图7），重新测算出现场新的TPL数值。

这个TPL数值其实一直在图8



图 2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	mm		°		<div><div>Hypertherm</div><div>Cut with confidence</div></div>										<div><div>Redded Hypertherm Patented True Hole® Technology</div></div>											
2	Key				<div><div>Step 1: Insert the minimum clearance values (recommended clearance: 2mm ~ 4mm), TPL value, and max TPL angle. See "Geometry Definitions" sheet for graphics.</div></div>																					
3	Land or Cut value				<div><div>Step 2: Insert the minimum clearance values (recommended clearance: 2mm ~ 4mm), TPL value, and max TPL angle. See "Geometry Definitions" sheet for graphics.</div></div>																					
4	Half angle																									
5	Front Bevel Lead Line																									
6					Process Parameters										Part											
7	材料		目标参数		引入线进给率				角度调整		尺寸调整		切屑类型													
8	Material	Thickness	Class	Target Bevel Angle	Rev. of Type	Rev. of Angle	Land Distance	Lead-in Feed	Feed Rate	Feed Rate	Korf	Calculate	Manual Angle Adjustment	Manual Angle Adjustment	Manual Process Compensation	Process Compensation	Cut. Rate Type	Cut. Rate	Cut. Rate	Cut. Rate	Cut. Rate	Cut. Rate	Cut. Rate	Cut. Rate	Cut. Rate	
9	MS	50.000	40&45p OZ&U (True Bevel)	17.5	v	-18			762	644	6.89	-0.428		-0.428		4.062	35	100	400	2	44	1				
3993	MS	50.000	40&45p OZ&U (True Bevel)	17.5	v	-15			762	674	7.03	-0.401		-0.401		3.509	35	100	400	2	44	1				
3994	MS	50.000	40&45p OZ&U (True Bevel)	17.5	v	-45	25.00	762								6.796	35	100	400	2	44	1				

图 3

		Material	Thickness s	Class	Target Bevel Angle	Bevel Type	Bevel Angle	Land Dimension	Leadin Feedrate	Rase Feedrate	Frondeat e	Korf	Calculated Angle Adjustment	Manual Angle Adjustment	Angle Adjustment	Manual Process Compensation	Process Compensation
8																	
2646	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	30	y	-30	10.00		2170	1403	5.60	0.832		0.832		6.072
2647	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	27.5	y	-27.5	10.00		2170	1445	5.51	0.924		0.924		5.901
2648	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	22.5	y	-22.5	10.00		2170	1509	5.27	0.564		0.564		4.669
2649	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	45	y	-45	7.00		2170	1287	2.42	0.725		0.725		2.745
2650	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	37.5	y	-37.5	7.00		2170	1027	2.34	0.343		0.343		2.007
2651	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	30	y	-30	7.00		2170	1158	5.55	0.024		-0.024		6.181
2652	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	27.5	y	-27.5	7.00		2170	1194	5.36	0.131		-0.131		5.802
2653	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	22.5	y	-22.5	7.00		2170	1251	0.55	-0.023		0.023		5.016
2654	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	45	y	-45	4.00		2170	724	7.35	1.260		1.260		6.273
2655	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	37.5	y	-37.5	4.00		2170	756	6.74	0.018		-0.018		6.761
2656	MS	20.000	260Amp	O2/Air [True Bevel]	30	y	-30	4.00		2170	820	8.75	-0.519		-0.519		7.274

图 4

	Material	Thickness	Class	Target Bevel Angle	Bevel Type	Bevel Angle	Land Dimension	Lead In Feedrate	Base Feedrate	Feedrate	Knife	Calculated Angle Adjustment	Manual Angle Adjustment	Angle Adjustment	Manual Process Compensation
8															
2687	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	30	y	-30	10.00		2170	1403	5.60	0.832			0.832
2688	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	27.5	y	-27.5	10.00		2170	1445	5.51	0.924			0.924
2689	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	22.5	y	-22.5	10.00		2170	1509	5.27	0.564			0.564
2690	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	45	y	-45	7.00		2170	886	7.42	0.425			0.425
2691	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	37.5	y	-37.5	7.00		2170	1027	6.34	-0.943			-0.943
2692	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	30	y	-30	8.00		2170	1223	5.55	0.024			0.024
2693	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	27.5	y	-27.5	8.00		2170	1318	5.35	0.030			0.030
2694	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	27.5	y	-27.5	7.00		2170	1194	5.36	0.131			0.131
2695	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	22.5	y	-22.5	7.00		2170	1251	5.05	-0.023			-0.023
2696	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	45	y	-45	4.00		2170	724	7.35	1.260			1.260
2697	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	37.5	y	-37.5	4.00		2170	826	6.74	-0.018			-0.018
2698	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	30	y	-30	4.00		2170	920	5.75	-0.519			-0.519
2699	MS	20.000	260Amp 02/Air [True Bevel] (True)	22.5	y	-22.5	4.00		2170	948	5.48	-0.501			-0.501

图 5

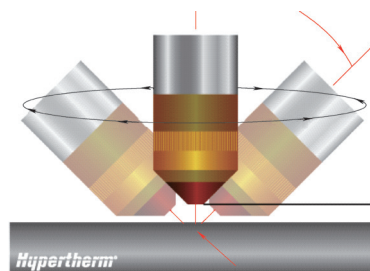


图 6



镍基合金埋弧焊焊剂的研制

李亚军 杨飞 李欣雨 蒋勇

【摘要】 研制了一种埋弧焊烧结焊剂CHF207，渣系为 $\text{CaF}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--MnO}_2$ ，碱度约为2.2，可用于镍基合金，如镍铬合金、镍铬铁合金和镍铁铬合金的焊接。使用该焊剂配套焊丝CHW-NiCr-3 (ERNiCr-3) 在镍基合金Incoloy825上焊接，工艺性能优良，熔敷金属化学成分满足要求，力学性能优异，耐晶间腐蚀性能好。同时，研制的焊材性能达到了国外同类产品水平，可替代进口焊材。

关键词： 镍基合金；埋弧焊；烧结焊剂

1. 概述

镍基合金是一种镍含量大于50%的工程合金，在高温和低温条件下，具有较高的强度、良好的抗氧化和耐腐蚀能力。自20世纪30年代后问世以来，相继出现了Inconel600、601和Incoloy800、801、825等多种牌号镍基合金，广泛应用于管道、石油化工、航天、核反应堆等领域。

国内镍基合金埋弧焊接材料主要依赖进口，如美国的SMC、TECHALLOY、LINCOLN，瑞

典的ESAB等。进口该类焊材成本高，价格昂贵，采购周期长，给我国的建造企业或单位带来了沉重负担。国内这类焊接材料研究起步晚，相关的应用和报道相对较少。因此，成功研制镍基合金如镍铬合金 (UNS N06075、N07080)、镍铬铁合金 (UNS N06600、N06601)、镍铁铬合金 (UNS N08800、N08825) 的配套埋弧焊材CHF207/CHW-NiCr-3，可缓解我国长期依赖进口的现状，减轻工业建设的负担。

2. 烧结焊剂CHF207的研制

(1) 焊剂CHF207渣系和碱度设计 镍基合金在焊接过程中，通常出现两种情况：①液态镍能够溶解大量的 H_2 、 O_2 和CO气体，在冷凝期溶解度迅速下降，造成气孔和氢脆；同时会在晶界上形成低熔点共晶体Ni-NiO，产生脆性相，降低焊缝金属低温韧性。②液态Ni与P和S的亲合力比较强，容易在晶界上形成低熔点共晶化合物 $\text{Ni}_3\text{S}_2\text{--Ni}$ 和 $\text{Ni}_3\text{P--Ni}$ ，降低焊缝金属强度并且导致结晶裂纹。因此，焊剂

基金项目：四川省科技支撑计划项目 (2015GZ0062)。

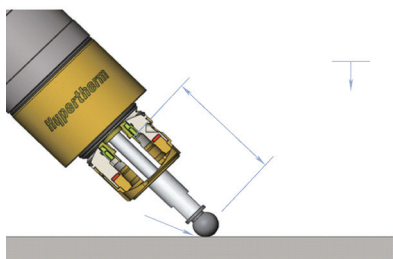


图 7

Key		Hypertherm				
Land or I Cut value		80Amp	130Amp	200Amp	260Amp	400Amp
Half angle		2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Over Bevel Head Lin		71.0				
		48.3				

图 8

海宝坡口参数表格里，当然也在公式里，只要改变它，所有的参

数自动修正，满血复活，王者归来。

4. 结语

数控等离子坡口切割技术需要我们不断去实践，美国海宝愿助力您提高生产效率，提高自动化水平，智造未来。

作者简介：汪宏亮，海宝中国。