

团 体 标 准

T/CSNAME 086—2024

中国造船工程学会

等离子弧气刨工艺要求

Craft requirements for plasma arc gouging

程 序 文 件

2024 - 12 - 28 发布

2025 - 03 - 28 实施

中国造船工程学会 发 布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：中国船舶集团青岛北海造船有限公司、中国造船工程学会。

本文件主要起草人：徐雁飞、丁鲁明、陈国良、潘宝石、刘冰、赵玫佳、段欣、曹林、郝金凤。



等离子弧气刨工艺要求

1 范围

本文件规定了等离子弧气刨（以下简称气刨）的人员、环境、气体、设备、操作流程、质量控制、刨后清理、检验和安全防护的要求。

本文件适用于碳钢、铸钢、低合金钢、不锈钢、铝及铝合金的等离子弧手工和自动气刨工艺。灰口铸铁、球墨铸铁、铜及铜合金、钛及钛合金、镍及镍合金等材料可参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 3375 焊接术语
- GB/T 3864 工业氮
- GB/T 13277.1 压缩空气 第1部分：污染物净化等级
- GB/T 13279 一般用固定的往复式空气压缩机
- GB/T 13928 微型往复式空气压缩机
- GB 15579.7 弧焊设备 第7部分：焊炬（枪）
- CB 3910 船舶焊接与切割安全
- CB 4270 船舶修造企业明火作业安全规程
- HG/T 5897 焊接用混合气体 氢气/氩气
- JB/T 2751 等离子弧切割机
- JB/T 7438 热切割设备 空气等离子弧切割机
- 应急管理部，特种作业人员安全技术培训考核管理规定，2015

3 术语和定义

GB/T 3375界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

- 3.1
等离子弧气刨机 plasma arc gouger
产生等离子弧作用在金属表面形成液态熔池，依靠压缩气体吹走熔融金属从而形成沟槽及坡口的设备。
- 3.2
等离子弧气刨枪 plasma gouging torch
在气刨工艺过程中，能够提供维持等离子弧所需电流、气体、冷却液等必要条件的装置。
- 3.3
等离子弧喷嘴 plasma tip
安装在气刨枪上具有压缩孔以压缩等离子气流的部件。
- 3.4
基准距离 reference distance
等离子弧喷嘴与工件平面距离，见图1。
- 3.5
气刨夹角 inclination of gouging torch
等离子弧喷嘴轴线与工件平面的夹角，见图1。

3.6

侧摆角 deviation of gouging torch

气刨枪与气刨推进方向的夹角，见图1。

3.7

气刨推进方向 progress direction of gouging

等离子弧沿气刨长度增长的移动方向，见图1。

3.8

行进速度 travel speed

气刨设备沿气刨推进方向的前进的速度。

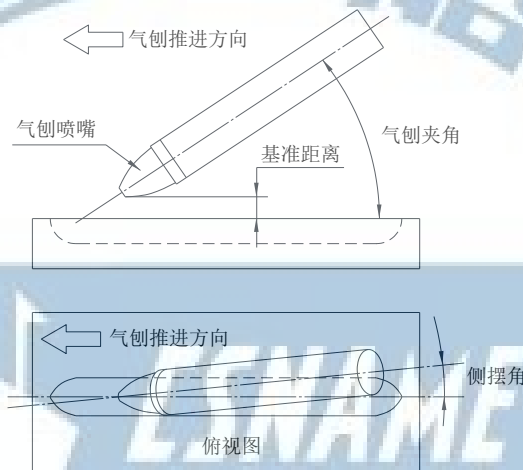


图1 基本参数示意图

4 一般要求

4.1 人员

4.1.1 从事等离子弧气刨工作的气刨工应根据《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》进行培训，并获得从业资格证。

4.1.2 气刨工上岗前应熟悉有关图样和施工工艺。

4.1.3 气刨工作业应穿戴好安全防护用品，并带齐配备的工具。

4.2 环境

4.2.1 作业环境应符合以下要求：

a) 采用空气冷却型设备时周围空气温度范围为 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ ，采用水冷却设备时周围空气温度范围为 $5^{\circ}\text{C}\sim40^{\circ}\text{C}$ ；

b) 空气相对湿度不大于90%；

c) 作业场所风速不大于2 m/s，否则需加防风装置；

d) 雪天不应露天进行气刨作业，

4.2.2 气刨工作场所应具备有效通风条件。

4.3 设备

4.3.1 等离子弧气刨机

4.3.1.1 等离子弧气刨机应符合 JB/T 2751 和 JB/T 7438 中的要求。

4.3.1.2 等离子弧气刨机一般由等离子电源、冷却水箱、高频引弧箱、连接电缆、气管、水管及气刨枪等组成，这些组成部分还应满足下列要求：

- a) 等离子电源应能保证规范参数并便于调节，负载时能保证气刨过程的稳定，所用的电流、电压表应检定合格并在有效期内，等离子电源安放的倾斜度不应超过 10°，等离子电源机壳应用导线接地；
- b) 连接电缆的截面与长度，应保证供电回路动力线压降小于额定电压的 5%，次级回路导线压降小于工作电压的 10%；
- c) 供电电压波形应为正弦波，供电电压的波动不超过其额定值的±10%，三相供电电压的不平衡率不大于 5%；
- d) 气刨枪应满足气刨工艺对外壳绝缘性能、导电性能和使用性能的要求；
- e) 与气刨枪相配套的瓷嘴、等离子弧喷嘴、电极等易耗配件及气刨枪的型号应匹配，并符合 GB 15579.7 要求。

4.3.1.3 等离子弧气刨机应放在通风、避雨雪的地方。

4.3.2 等离子弧气刨用空气压缩机

4.3.2.1 等离子弧气刨用空气压缩机应符合 GB/T 13279 和 GB/T 13928 的要求，使用的仪表应检定合格并在有效期内。

4.3.2.2 气刨机压缩空气质量应符合 GB/T 13277.1 的要求，氮气质量应符合 GB/T 3864 的要求，氢氩混合气质量应符合 HG/T 5897 的要求。

5 工艺要求

5.1 材料预热

对气刨工序有预热要求的材料，气刨前应按相应的预热要求进行预热。

5.2 喷嘴与工件位置

5.2.1 气刨夹角不应超出 30°~45°。

5.2.2 基准距离调整趋势参见表 1。

5.3 气刨参数

5.3.1 根据气刨剖面尺寸的不同，推荐气刨参数表 1。

5.3.2 气刨工可根据表 2 气刨参数对气刨剖面的影响，调整气刨参数以达到所需求气刨剖面尺寸。气刨剖面示意图见图 2。

5.3.3 侧摆角角度应不超过 5°。

表1 等离子弧气刨参数

气刨电流 A	喷嘴孔径 mm	气体压力 MPa	气体流量 L/min	基准距离 mm	气刨夹角 °	行进速度 mm/min	深度 mm	宽度 mm		
180	3.0	0.4	140	6	35	750	9.1	13.2		
						1000	8.1	11.4		
						1250	6.1	11.6		
					40	750	9.8	11.5		
						1000	8.6	9.8		
						1250	7.0	9.7		
160					35	500	8.2	13.1		
						750	6.6	11.9		
						1000	5.3	11.2		
						1250	4.9	9.8		
						40	750	8.8	10.2	
							1000	6.8	11.4	
	1250	5.8	9.8							
	170	3.0	0.4	140		5	35	750	6.9	12.1
								1000	5.6	11.5

气刨电流 A	喷嘴孔径 mm	气体压力 MPa	气体流量 L/min	基准距离 mm	气刨夹角 °	行进速度 mm/min	深度 mm	宽度 mm
150	3.0	0.4	135	4	40	1250	5.2	10.1
						750	9.1	10.5
						1000	9.1	11.7
						1250	6.1	10.1
					35	750	6.3	11.6
						1000	5.0	10.9
						1250	4.6	9.5
						750	8.5	9.9
					40	1000	6.5	11.1
						1250	5.5	9.5
						750	6.2	11.5
						1000	4.9	10.8
150	3.0	0.4	135	4	35	1250	4.5	9.4
						750	8.4	9.8
						1000	6.4	11.0
						1250	5.4	9.4
140	2.5	0.4	130	3	40	750	8.7	10.1
						1000	6.7	11.3
						1250	5.7	9.7
						750	8.8	10.2
140	2.5	0.4	130	3	35	1000	6.8	11.4
						1250	5.8	9.8
						750	8.0	12.6
						1000	6.7	12.0
120	2.0	0.4	120	3	35	1250	5.7	10.1
						1000	5.8	10.8
						1250	4.9	9.3
						1000	5.0	9.5
120	2.0	0.4	120	3	40	1250	4.5	8.4
						1000	6.3	8.7
						750	8.5	9.9
						1250	5.7	8.1

注：侧摆角角度为0°。

表2 气刨参数对气刨剖面的影响

气刨参数		气刨剖面	
		宽度	深度
行进速度	+	-	-
	-	+	+
基准距离	+	+	-
	-	-	+
气刨夹角	+	-	+
	-	+	-
气刨电流	+	+	+
	-	-	-
喷嘴孔径	+	+	-
	-	-	+

注：++增大，--减小。

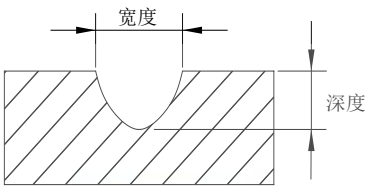


图2 气刨剖面示意图

5.4 气体选择

材料为碳钢时，优先选用空气作为气刨用气体；材料为不锈钢、铝及铝合金时，优先选用氢/氩混合气作为气刨用气体。具体选择可参考表3。

表3 气刨用气体推荐

气体种类	材料		
	碳钢	不锈钢	铝及铝合金
空气	优选	较优	不推荐
氮气	较优	较优	不推荐
氢/氩混合气 ^a	较优	优选	优选
^a 氢气含量≤35%			

5.5 刨削

- 5.5.1 刨削消除裂纹时，应先将裂纹两端刨去，然后连续刨削直至彻底去除裂纹。
- 5.5.2 刨削消除缺陷时，应从焊缝表面进行，当缺陷清除深度达到三分之二板厚，缺陷仍未清除干净时，应停止清除工作，先将该面焊满，然后再从另一面清除缺陷。
- 5.5.3 刨平凸出于基材表面的焊缝或拆除结构时，不应损伤基材表面，至少保留 2 mm 焊缝高度，然后采用其它机械方法将焊缝去除。

5.6 刨后清理

刨后应彻底清除坡口及其两侧边缘的氧化物、熔渣和金属粉末等杂物，必要时采用砂轮打磨坡口及其两侧边缘。

5.7 检查

- 5.7.1 刨后检查坡口面粗糙度，主要构件焊缝应不大于 0.40 mm，次要构件应不大于焊缝 0.80 mm。
- 5.7.2 刨后检查坡口面气刨缺口，舫 0.6 倍船长区域内的外板、强力甲板对接焊缝应小于 2.0 mm，其他区域、结构及角焊缝应小于 3.0 mm。如不满足要求，应采用砂轮或焊补修整缺口。

6 安全要求

- 6.1.1 气刨操作安全要求应按 CB 3910 的要求进行。
- 6.1.2 采用氢/氩混合气时，用气安全应按 CB 4270 的要求进行。