

ICS 47.020.01
U 06
备案号: 9842-2002



中华人民共和国船舶行业标准

CB/T 3947—2001

气电自动立焊工艺要求

Technical requirements for automatic vertical-up electrogas welding

2001—11—15 发布

2002—02—01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

前 言

气电自动立焊是一种高效、先进的焊接方法，目前已普遍应用于船体结构中舷侧外板、隔舱壁等立向位置的对接焊。先进的焊接方法和技术，必须辅以完善的工艺措施和技术条件，才能充分发挥其优势。根据船舶行业长期的实践经验，为使气电自动立焊工艺更趋规范化，特制订本标准。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是提示的附录。

本标准由中国船舶工业集团公司提出。

本标准由全国海洋船标准化技术委员会造船工艺分技术委员会归口。

本标准起草单位：沪东造船厂、中国船舶工业综合技术经济研究院。

本标准主要起草人：岑 越、武 晶、付春红。

气电自动立焊工艺要求

1 范围

本标准规定了气电自动立焊的焊接设备、焊接材料及辅助材料、作业环境、坡口形式及装配、焊接工艺和焊缝质量控制及焊接故障排除。

本标准适用于板厚不超过 32 mm 的以 CO_2 为保护气体、焊接位置为垂直的单道对接气电自动立焊，也适用于钢板相对于水平面的倾角大于 45° 位置的焊接。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 6052-1993 工业液体二氧化碳

CB/T 3715-1995 陶质焊接衬垫

3 焊接设备

气电自动立焊设备主要由焊接小车、精密磁性导轨、电气控制箱、摆动机构、焊枪以及水冷铜滑块等组成，并配以 CO_2 焊接电源、送丝机构、冷却水循环装置以及保护气体供气设施等。

4 焊接材料及辅助材料

焊接材料及辅助材料包括焊丝、衬垫及保护气体等。

4.1 焊丝采用专用 CO_2 药芯焊丝。

4.2 衬垫采用专用陶质衬垫，其质量应符合 CB/T 3715 的要求；也可以采用水冷式铜衬垫。

4.3 保护气体应选用纯度 99.5% 以上、水分含量小于 0.05% 的 CO_2 气体，其质量应符合 GB/T 6052 中 I 类或 II 类一级的要求。

5 作业环境

5.1 气电自动立焊应在风速小于 3 m/s 的环境下进行。如果在焊接过程中遇到刮风或下雨，应对焊接作业区域采取有效的防风、防雨措施或停止作业。

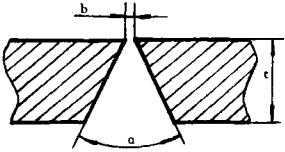
5.2 焊接作业环境温度低于 0°C 时，应对焊件进行适当的预热。

6 坡口形式及装配

6.1 坡口形式

气电自动立焊采用单面 V 形坡口，坡口角度和根部间隙由板厚决定，见表 1。

表1 坡口形式及尺寸

板厚 t mm	坡口角度 α ($^\circ$)	根部间隙 b mm	坡口形式
9~<12	55^{+5}_0	6^{+3}_{-1}	
12~<15	50^{+5}_0	6^{+3}_{-1}	
15~<18	45^{+5}_0	5^{+3}_{-1}	
18~<23	40^{+5}_0	5^{+3}_{-1}	
23~<26	35^{+4}_0	5^{+3}_{-1}	
26~<29	30^{+4}_0	5^{+3}_{-1}	
29~≤32	25^{+4}_0	5^{+3}_{-1}	

6.2 装配

6.2.1 装配时,应在坡口反面的钢板上装焊II型定位板,板厚为10 mm~16 mm,形状尺寸见图1,定位板装配间距一般为350 mm。

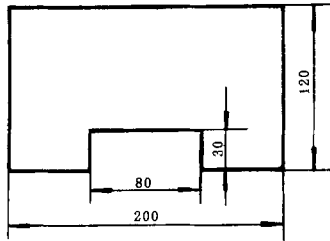


图1 II型板尺寸

6.2.2 对接接头装配错边量不应超过1 mm。

6.2.3 两块钢板的厚度差超过3 mm时,应将厚板削斜至与薄板齐平,削斜宽度一般为厚度差的四倍,即 $L=4(t_1-t_2)$,见图2。

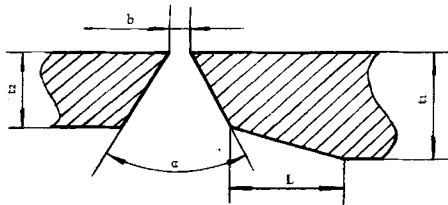


图2 接头削斜示意图

7 焊接

7.1 焊前清理

7.1.1 钢板坡口面及坡口边缘每侧至少 30 mm 范围内,应用砂轮打磨,清除切割残渣、装配马脚、飞溅物以及横向焊缝余高等妨碍焊接过程正常进行的障碍物。

7.1.2 应清除坡口内的水、油、杂质等污物。

7.2 焊前检查

7.2.1 检查电气接线及各按钮的动作是否正常。

7.2.2 检查循环水流、水箱水位是否正常,当环境温度低于 0℃时,应在水箱中加入防冻剂。

7.2.3 检查 CO₂ 气体的储量是否满足整条焊缝的需求。

7.2.4 检查焊丝的储备量,要确保整条焊缝的焊接。焊丝应随用随拆封,防止受潮,不得使用已经受潮或生锈的焊丝。

7.2.5 陶质衬垫应随用随拆封,防止受潮。对已经受潮的陶质衬垫,应经 200~250℃保温 1 h 的焙烘后方可使用。

7.2.6 焊接前应定期对升降机进行安全运行检查。焊工应遵守有关登高作业安全操作规程。

7.3 焊接准备

7.3.1 在焊接坡口反面安装陶质衬垫,陶质衬垫成型槽中心线应与坡口宽度的中心对正。每根陶质衬垫应至少使用两个斜楔加以固定,使陶质衬垫紧贴于钢板。应防止用力过大导致陶瓷衬垫破碎。各陶质衬垫之间应连接紧密无缝隙。

7.3.2 将导轨安置于接缝一侧,并与接缝保持平行。上下导轨之间连接应无缝隙,并用螺钉拧紧,整条导轨的顶端应与工件可靠连接固定,以防止导轨意外脱落。导轨安装前必须清除钢板及磁铁表面的灰尘和脏物。

7.3.3 在焊接坡口正面安放水冷铜滑块,铜滑块的成型槽位置应与坡口正面对正,成型槽宽度必须与坡口正面宽度相匹配,见表 2。铜滑块应保持通气孔清洁、成型槽光滑,且与被焊件顶紧,力度适中。

表2 铜滑块成型槽宽度 mm

坡口宽度	成型槽宽度
17	20
18~21	24
22~25	28
26~29	32
30	36

7.3.4 按图 3 规定调整焊枪角度及位置,并注意以下几点:

- a) 调整焊枪角度 α , 使其在垂直焊接时,与工件表面呈 5°~15° 夹角。倾斜立焊时,焊枪角度应相应增大,一般以焊丝尽可能垂直于熔池液面为宜;
- b) 调整焊枪高度,使导电嘴顶端与铜滑块上保护气体输出口下沿的垂直距离 h 控制在 20mm~30 mm。
- c) 调整焊丝落点位置,使焊丝落点从板厚中心部位略向坡口正面偏移,使之处于坡口截面的重心位置。

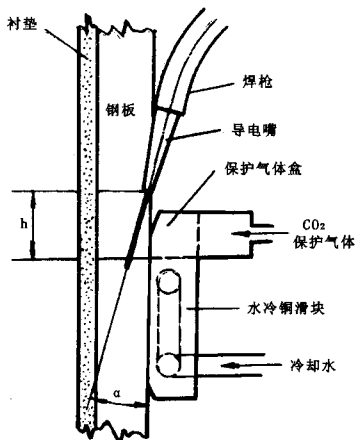


图3 焊枪位置示意图

7.3.5 若厚板焊接需要焊丝摆动时，则需预先设置好摆动机构的摆幅和两端停留时间。

7.3.6 检查 CO₂ 气体管路是否通畅，将 CO₂ 气体流量调至 25 L/min~35 L/min。

7.3.7 检查冷却水循环管路是否通畅，冷水水流量不小于 2 L/min。

7.4 焊接操作

7.4.1 接通水、气、电开关，将焊接小车调整到焊缝起始点。

7.4.2 将电弧电压电位器、焊接电流电位器、焊丝伸出长度控制器调至设定位置后，按动启动按钮，开始焊接后及时对电弧电压、焊接电流、焊丝落点等进行修正，待熔池液面升至离保护气体出口 5 mm~10 mm 时再启动自动行走按钮；若需焊丝摆动，再打开摆动机构开关，使焊丝沿板厚方向往复摆动。

7.4.3 焊接过程中，应注意以下几点：

- 观察焊丝落点位置和正反面焊缝热量分布情况，若有异常应及时修正焊接规范，并通过机械装置调整电弧位置；
- 观察铜滑块的中心位置；
- 控制熔池液面，使其保持离保护气体出口 5 mm~10 mm；
- 用绝缘棒随时清除铜滑块保护气体盒里的飞溅物。

7.4.4 焊接停止时，按停止按钮（同时停止摆动），小车行走和送丝即停止，电弧熄灭。待熔池凝固后，再松开铜滑块。

7.4.5 焊接结束后，先断开焊接小车的控制电源开关和焊接电源开关，再切断水、气、水泵电源等。

7.5 焊接规范

7.5.1 实施焊接前应进行工艺试验，并制定详细的焊接工艺规程。

7.5.2 气电自动立焊的焊接规范主要有焊接电流、电弧电压、焊丝伸出长度、焊接速度、焊丝角度、焊丝摆动频率及摆幅等。焊丝直径为 1.6 mm 的焊接规范见附录 A（提示的附录）。

8 焊缝质量控制及焊接故障排除

- 8.1 焊接完工后，应对焊缝正、反面进行外观检查。焊缝表面应成型均匀、致密，平滑地向母材过渡，无裂纹和过大的余高，不应有焊瘤、弧坑和咬边等缺陷存在。
- 8.2 焊缝的内部质量可采用射线探伤、超声波探伤等方法进行无损检测。
- 8.3 焊接缺陷的常见类型、产生原因及预防措施见附录 B（提示的附录）。
- 8.4 焊接过程中故障的产生原因及排除方法见附录 C（提示的附录）。

附录 A
(提示的附录)
焊接规范的选取

气电自动立焊焊接规范参数的选取对焊缝成型及质量有很大影响。本工艺的焊接规范参数主要有焊接电源、电弧电压、焊接速度、焊丝伸出长度、焊丝摆动频率及摆幅等。焊丝伸出长度应控制在25 mm~35 mm范围内，其它焊接规范则取决于被焊工件的厚度及焊接位置。对于选用直径为1.6 mm的焊丝进行的气电自动立焊可按表A1推荐的规范执行。

表 A1 焊接规范

钢板厚度 mm	焊接规范			焊丝摆动参数 ²⁾		
	焊接电流 A	电弧电压 V	焊接速度 ¹⁾ cm/min	摆幅 mm	停留时间 s	
					正面	反面
9	330~350	33~35	13.0	—	—	—
12			11.5	—	—	—
14	350~370	35~37	10.0	5	1.2	0.3
16	360~380	36~38	9.0	6		
18			8.5	7		
20			8.0	8		
22			7.0	9		
24			6.0	10		
26			6.0	11		
28	37~39	37~39	5.3	13	0.8	0.4
30			5.3	15		
32			4.9	17		

注：
1) 焊接速度由电弧传感器控制，自动生成，只可实测不可单独设定。
2) 对于板厚在24 mm以下的垂直对接焊，也可不用摆动器。

附录 B
(提示的附录)

焊接缺陷的产生原因及预防措施

气电自动立焊焊接缺陷产生的根本原因在于执行工艺不当,常见的焊接缺陷的产生原因及预防措施见表B1。

表 B1 焊接缺陷的产生原因及预防措施

故障种类	产生原因	排除方法
熔化不良	1 电压太低、间隙太宽,相对于坡口截面电弧能量不足。 2 焊丝伸出长度太长,焊接速度太快,导致输出热量不足。 3 电弧方向偏移。 4 坡口间隙太窄,或坡口边缘上有切割凹槽。 5 焊丝落点与衬垫距离太长、太短或偏向一侧	1 适当升高电压或减小装配间隙。 2 缩短焊丝伸出长度。 3 调节电弧点和方向。 4 增加间隙,控制气割引起的高低不平和凹槽小于2mm。 5 将焊丝落点调到合适位置。
焊缝宽度不均匀	1 电弧电压波动。 2 焊丝送丝不正常,如焊丝给送阻力太大,导向管弯曲太大。 3 坡口间隙急剧波动。	1 消除波动原因,使电压保持稳定。 2 更换导电嘴,调节送丝滚轮,导向管弯曲半径必须大于300mm。 3 坡口间隙必须在公差范围内,防止间隙急剧波动。
焊瘤	1 铜滑块的成形槽太宽或衬垫的中心偏移。 2 衬垫未紧固在工件上。 3 熔深不够,即达不到衬垫和坡口宽度尺寸。	1 使用成型槽尺寸与坡口宽度相匹配的铜滑块,衬垫中心必须与坡口反面中心线相吻合。 2 加强衬垫的紧固,使之紧贴被焊工件。 3 重新调整焊接规范,选择合适的电流、电压以及摆动位置等。
咬边	1 铜滑块成型槽太窄。 2 铜滑块的中心偏移。 3 母材熔化量太多。 4 焊丝落点与衬垫距离太短或偏向一侧。	1 使用有适当成型槽宽度的铜滑块。 2 使铜滑块置于坡口中心位置。 3 降低电弧电压到适当值。 4 将焊丝落点调到合适位置。
焊缝表面粗糙	1 铜滑块成型槽表面粗糙,不平整。 2 电弧点偏离铜滑块。 3 铜滑块压紧弹簧太紧,使滑块滑动不顺畅。	1 修整铜滑块成型槽的表面平整度,或调换新的。 2 移动电弧点使之处于坡口截面的重心位置。 3 减弱铜滑块压紧弹簧的压力。
气孔	1 焊丝给送不正常。 2 电气体流量不足。 3 风速过大使气体保护不正常。 4 铜滑块上保护气体出口处被飞溅物阻塞。 5 铜滑块漏水。 6 衬垫受潮。 7 焊缝坡口表面有锈、油、油漆及潮气等。 8 焊丝生锈和受潮。	1 牢固地拧紧各连接接头,检查送丝软管是否有破损。 2 增加气体流量,使其大于25 L/min,并保持气流通畅。 3 风速大于3 m/s焊接时需采取挡风措施。 4 焊接过程中随时用绝缘棒清除气体输出口上的飞溅物。 5 修理铜滑块或调换新的。 6 衬垫受潮,必须在使用前经200℃~250℃烘干1h。 7 清除焊缝坡口表面各种污物。 8 禁止使用生锈焊丝和受潮焊丝。

附录 C

(提示的附录)

焊接过程中故障的产生原因及排除方法

气电自动焊焊接过程中发生的非焊接设备因素故障,可按表C1内容进行检查、排除。

表 C1 焊接过程中故障的产生原因及排除方法

故障种类	产生原因	排除方法
焊丝给送阻力太大或给送不足	<ol style="list-style-type: none"> 1 电嘴内孔粗糙。 2 在导电嘴端口粘有飞溅。 3 导丝软管弯曲过度。 4 送丝滚轮的压力不足。 5 送丝滚轮的滚轮槽中积有灰尘和碎屑。 6 送丝滚轮磨损。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 调换导电嘴。 2 清除飞溅或调换导电嘴。 3 改善导丝软管的弯曲状况,使其半径大于300 mm,或调换新的。 4 增大送丝滚轮的压力,但也不宜太大,否则会损坏焊丝。 5 清理滚轮槽。 6 调换新的滚轮
电弧电压不稳定	<ol style="list-style-type: none"> 1 焊丝给送不平稳。 2 送丝机构的输入电压变化剧烈,引起电弧电压波动。 3 地线连接不牢固。 4 焊接规范不正常,选用的电流、电压不能稳定匹配。 5 坡口不清洁,存在过多的不洁熔渣,引起电弧不稳定。 6 导电嘴导电不良。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 清除不平稳因素。 2 清除电源电压变化因素。 3 接牢接地线。 4 选用合理的焊接规范,使电流、电压相匹配。 5 清除坡口表面不洁物。 6 更换新导电嘴。
焊丝粘在导电嘴上	<ol style="list-style-type: none"> 1 焊丝给关失常,送丝不平稳。 2 电弧和坡口间距离过近或电弧电压太高。 3 焊丝伸出长度太短。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 消除送丝不平稳因素。 2 把电弧点移向坡口截面的重心或降低电弧电压。 3 调节焊丝伸出长度。
铜滑块移动不畅	<ol style="list-style-type: none"> 1 工件表面粗糙和铜滑块的压力弹簧太紧,使摩擦力增加。 2 铜滑块成型槽表面粗糙。 3 电弧点偏向铜滑块。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 清除工作表面锈蚀,并打磨使表面光滑,减少弹簧的压力。 2 修整铜滑块或调换新的。 3 移动电弧点使其处于坡口截面的重心位置。
铜滑块熔化	<ol style="list-style-type: none"> 1 冷却水中断或水流量太小。 2 焊丝落点太偏向铜滑块,使电弧直接位于铜滑块上。 3 焊丝端头频繁抖动。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 检查并恢复冷却水的供给,保持水流量大于2L/min。 2 使焊丝大体垂直送进熔池,把电弧发生位置移向坡口截面的重心处。 3 紧固导电嘴,缩短焊丝的伸出长度。
导轨经常移位	<ol style="list-style-type: none"> 1 磁铁表面有铁削等污物,或工件表面粗糙。 2 铜滑块的压紧弹簧太紧。 3 工件变形弯曲。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 仔细清洁磁铁表面,除去工件表面所有不平物如装配马脚等。 2 减弱压紧弹簧压力。 3 采取临时调整措施,使导轨与工件接缝线吻合。
自动行走工作不正常,熔池升得太高以致溢出	<ol style="list-style-type: none"> 1 焊丝伸出长度太短。 2 焊丝给送不稳定。 3 导电嘴端口与铜块之间距离太大,即焊炬升得太低或使用了短导电嘴。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 调整焊丝伸出长度。 2 改善焊丝给送。 3 降低焊炬高度,或采用标准长度导电嘴。
自动行走工作不正常,熔池降得太低	<ol style="list-style-type: none"> 1 焊丝伸出长度太长。 2 导电嘴端口与铜滑块之间的距离太小,即焊炬压得太低或使用了长导电嘴。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 调整焊丝伸出长度。 2 升高焊炬高度,或采用标准长度导电嘴。