

管子焊接工艺规范

1 范围

本规范规定了 CO₂ 气体保护焊和钨极氩弧焊用于管子焊接的焊接前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验。

本规范适用于管子与管子、管子与附件之间的对接和角接接头，焊接时，可采用纯 CO₂ 气体或 CO₂+Ar 混合气体的 CO₂ 半自动或自动焊接，也可采用钨极氩弧焊。焊接位置为管子水平转动位置和管子水平固定位置。

2 规范性引用文件

Q/SWS 42-010-2003 焊缝返修通用工艺规范

3 焊接前准备

3.1 CO₂ 半自动或自动焊焊丝选用，见表 1。

表 1 CO₂ 半自动或自动焊焊丝选用

母材材质	焊丝牌号	规格 (mm)	
碳钢管	H08Mn2SiA、DW-100	φ 0.8	
	TWE-711、YJ502	φ 1.0	
	KFY-712C	φ 1.2	
不锈钢管	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti	φ 1.0 φ 1.2
	316L	316L(实芯)	
		316L(药芯)	
	317L	317L(实芯)	
317L(药芯)			

3.2 钨极氩弧焊焊丝的选用，见表 2。

表 2 钨极氩弧焊焊丝的选用

母材材质		焊丝牌号	规格 (mm)
碳钢管		J50	Φ 1.6 Φ 2.4
不锈钢管	1Cr18Ni9Ti	1Cr18Ni9Ti (棒状)	
	316L	316L (棒状)	
	317L	317L (棒状)	

3.3 保护气体

无论是 CO₂ 半自动或自动焊所用的 CO₂ 气体、CO₂+Ar 混合气体，还是钨极氩弧焊所用的纯 Ar 气体，均应符合气体质量使用标准，其纯度达 99.9 %。

3.4 焊接设备

使用的焊机应严格进行定期检测维修，确保良好的操作性能。

3.5 焊接坡口

3.5.1 壁厚 $t \leq 2\text{mm}$ 时，管子对接拼缝均不开坡口焊接，见图 1。



图 1

3.5.2 壁厚 $t > 2\text{mm}$ 的管子对接拼缝，均应开坡口，见图 2。

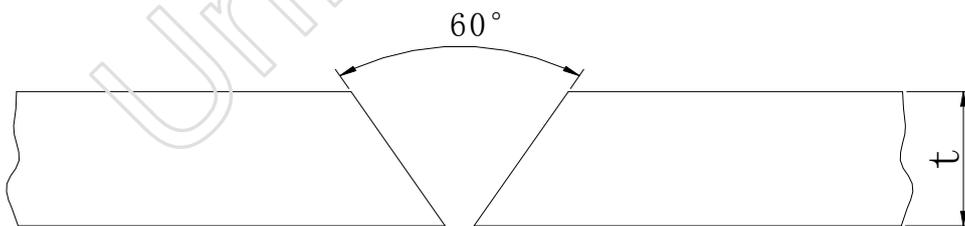


图 2

3.6 焊前清洁

3.6.1 焊工必须对焊缝坡口面和坡口两侧各宽 20mm 范围内（角接焊缝在焊接面两侧各宽 20mm 范围内）作清理，并去除油、锈等污物。

3.6.2 对于碳钢管的锈蚀，应用钢刷打磨除锈。不锈钢管应用丙酮进行清理。

3.6.3 坡口加工残留毛刺应除去，并应重新清理。

4 人员

凡从事该工艺焊接的焊工，必须经过船级社资格认可考试，考试合格并经船级社认可后，方能参与相应等级项目的焊接。

5 工艺要求

5.1 装配要求

5.1.1 装配工在安装管子对接时，首先要检查管子接口同心度，防止安装错边。

5.1.2 管子对接定位可选用定位“马”固定，或在焊缝内作定位焊固定。

5.1.3 装配间隙，见表 3。

表 3 装配间隙

管子规格 (管子直径 ϕ ，壁厚 t)	坡口型式	间隙 (mm)
$t \leq 2$ (ϕ 无限制)	I 型	1.6~2
$\phi \leq 90$ 或 $2 < t \leq 4$	V 型	2~2.4
$\phi \geq 90$ 或 $t > 4$	V 型	2.4~3

5.2 对于要求单面焊双面成型的管子拼缝，焊前，有色金属管内应充氩气保护，并采用钨极氩弧焊（TIG 焊）打底。

5.3 船上安装要求单面焊双面成型的管子拼缝，因无法进行充气保护，焊接中应仔细观察熔池，以确保背面焊缝质量。对于不锈钢管，焊后，管内要作钝化处理。

5.4 焊接参数

为确保管子的焊接质量，焊接时应参照表 4 的焊接参数进行。

表 4 焊接参数

焊接方法	管子规格 (mm) (直径 Φ 壁厚 t)	层数	焊丝 直径 (mm)	钨棒 直径 (mm)	焊接 电流 (A)	电弧 电压 (V)	气体流量 (L/MIN)	
							焊接 气流 量	保 护 气 流 量
CO ₂ 半 自 动 或 自 动 焊	t ≤ 2 (Φ 不限 制)	1	0.8 1.0	—	70~130	16~21	15~20	—
	$\Phi \leq 90$ 或 2 < t < 4	1	1.0 1.2		90~150	18~22		
		2			70~130	16~21		
	$\Phi > 90$ 或 t ≥ 4	1	1.0 1.2		90~150	18~22		
		2			100~160	18~24		
		3						
钨 极 氩 弧 焊	t ≤ 2 (Φ 不限 制)	1	1.6	2.4	45	11	12	4
	$\Phi \leq 90$ 或 2 < t < 4	1	2.4		50~55	13~14	15	5
		2			45~50	12~13		
		3			55~60	13~14		
	$\Phi > 90$ 或 t ≥ 4	1	1.6		50~60	14~15	16	6
		2						
3		2.4						

6 工艺过程

6.1 焊前充气

焊前先用铝铂胶带对所焊管子接缝两端面及坡口面封住(对于较长管子可采用海绵、泡沫、可溶纸等工具做成堵板, 设置于距焊缝 150mm~200mm 的两侧, 造成一个气室), 管子一端充氩气, 管子另一端开一个约 5mm 的小孔排气, 等管

子内空气排尽并被氩气充满后，方可开始焊接。

6.2 焊接过程

焊接时，先撕开坡口面上的铝铂胶带，长约（30~40）mm，焊一段后，再撕开一段。不得将坡口面上的铝铂胶带全部撕完后再焊。焊接过程中，必须始终对管内充氩保护。

6.3 滞后充气

焊接结束停留数分钟后，再停止充气保护。对于多层焊的中间层和盖面层，无论采用何种方法焊接，必须全过程处于管内充气保护，持续至整个接头焊接结束。

6.4 对于要求为深熔焊不作射线探伤要求的管子拼缝，如：二级管的拼缝焊接打底层可直接选用 CO₂ 气体保护焊。而要求射线探伤的管子拼缝，打底层必须采用钨极氩弧焊，中间层及盖面层可采用 CO₂ 气体保护焊或钨极氩弧焊焊接。

6.5 操作要领

6.5.1 CO₂ 气体保护焊操作要领

6.5.1.1 焊接中，焊枪角度后仰 15° ~20°，焊丝伸出长度为（10~15）mm，见图 3。

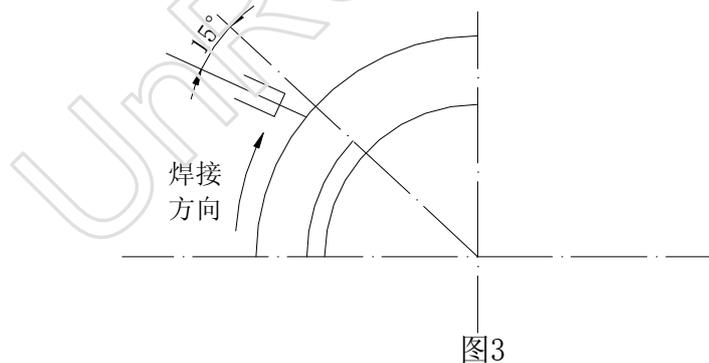


图3

6.5.1.2 当采用横向摆动运条方法时，摆动幅度稍大于根部间隙或前一层焊缝两趾端，并略作停顿，以保证根部及两趾间熔透。

6.5.1.3 中途熄弧时，必须用砂轮将弧坑打磨成圆滑过渡，再引弧继续焊接。当焊缝与定位焊相接时，必须将定位焊去除，然后再引弧焊接。

6.5.2 钨极氩弧焊操作要领

6.5.2.1 对于水平转动管子对接的焊接，引弧可选在垂直位置与焊接方向相反 10

° ~20° 区域内引弧（即 1~2 点钟位置），见图 4。

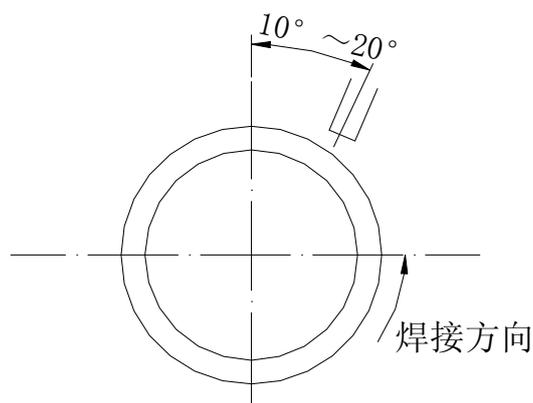


图4

6.5.2.2 对于水平固定管子对接的焊接，引弧应选在仰脸部偏左或偏右 10mm 处引弧（顺时针焊接，引弧点在约 5 点钟位置。逆时针焊接，引弧点在约 7 点钟位置），见图 5。

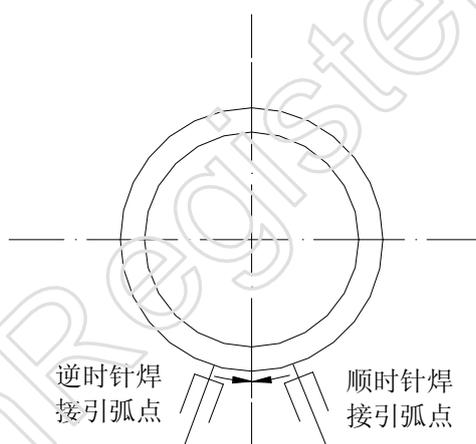


图5

6.5.2.3 引弧必须引在坡口内，不得在坡口处管壁表面随意引弧。

6.5.2.4 对于每个点的位置，在施焊过程中，始终沿圆周方向进行变化着。焊接采用半击穿法。加以焊丝，以滴状形式使焊丝溶化的熔滴溶于熔孔中形成熔池，填充焊丝端点始终在熔池内，焊炬要匀速移动。

6.5.2.5 当焊接熄弧后重新引弧时，引弧点应在弧坑后面重叠焊缝（5~10）mm 处引弧，电弧引然后，焊炬在引弧处停留（5~10）秒，以获得与焊缝同宽明亮、湿润的焊缝，随后向焊接方向运弧，直至移动至弧坑根部出现熔孔时，方可填充焊丝

6.5.2.6 焊接结束后，应借助焊机上的电流衰减装置，逐渐减小焊接电流，从而

使熔池逐渐变小，熄弧后，氩气在收弧处延时保护，直至熔池冷凝，焊炬方可移开。

7 检验

7.1 焊接结束后，焊工必须对自己所焊部位的焊缝表面敲清飞溅，并仔细检查所焊的焊缝表面是否存在焊接缺陷，如有缺陷存在，需采用砂轮剔除缺陷，修补完整后方可提交验收。

7.2 管子表面焊缝的外观检查，应按该船对管子焊接表面质量验收要求执行。

7.3 管子焊缝的内在质量，应按不同管系工艺要求进行一定比例 X 光拍片检查，评片标准按该船对管子焊接拍片评片标准执行。

7.4 当焊缝内部经 X 光探伤后有超标准的缺陷存在时，必须进行修复。返修工艺按 Q/SWS 42-010-2003《焊缝返修通用工艺规范》执行。

7.5 焊接缺陷修复，应选用砂轮或机械的方法将缺陷部位剔除，重新进行焊接，并再进行 X 光探伤检查。当焊接缺陷有延伸可能时，检查员在原拍片部位两端有权加片检查。

7.6 当管子焊接结束后须进行密性试验检查的焊缝如有渗漏，则必须停止密性试验，找出渗漏部位，用砂轮或机械的方法，剔除渗漏处的焊缝，重新焊接，并再次进行密性试验检查，直至渗漏消失。
