



伊萨，  
您最值得信赖的  
造船及海洋平台焊接  
合作伙伴





随着全球工业现代化的不断发展，世界修建船舶及海洋平台的能力也日益提高。从最开始的船舶修造开始至今，伊萨致力于造船行业已有100多年的历史，为全世界的经销商及客户提供焊接材料、焊接设备、焊接自动化及切割系统等一系列解决方案，这几乎囊括了整个造船及海洋平台焊接领域的所有产品。随着日益更新的制造需求，伊萨不断引进技术、改良产品，以优质的服务得到了客户的广泛好评，在业界享有盛誉，并在竞争中处于领先地位。

伊萨以努力成为寻求专业焊接与切割方案的客户的全球首选合作伙伴为理念，以给客户在焊接切割领域的应用提供性价比最高的解决方案为目标，依靠专业研发团队保证高质高效。

## 选择伊萨的理由:

- 伊萨在造船及海洋平台领域可为客户提供全系列的焊接材料，焊接设备以及切割自动化产品及解决方案。
- 我们已经获得了ISO 14001全球认证。ISO 14001是环境管理体系的国际标准，而伊萨是唯一少数几个在各个领域，全方位获得此认证的国际性企业。这对于造船及海洋平台行业操作环境要求来说非常重要。
- 焊材均按照要求通过了欧盟的CE认证。
- 焊材均按照要求通过了所需船级社认证。其中包括：GL、LR、TÜV、DNV、CCS、BV、ABS、CE、DB等。
- 在LNG/LPG、核潜艇等高端领域，伊萨可提供优质的解决方案。
- 伊萨可提供造船及海洋平台专用焊接设备及送丝系统等解决方案。
- 伊萨拥有强大的全球业绩供货清单。

## 伊萨在造船及海洋平台行业的应用:

作为造船及海洋平台行业焊接与切割解决方案的全面供应商，伊萨在全球的业绩令人瞩目，目前已有客户包括：欧洲Kvaerner公司，Mc Dermott公司，大连船厂、南通熔盛重工、扬帆造船集团、宁波满祥船厂、南京紫金山造船厂、新时代造船厂、振华港机，赤湾胜宝旺等。

# 伊萨海洋平台行业专用焊材系列

	标准等级	气体
<b>焊条</b>		
碳钢		
Filarc 56S	EN ISO 2560-A E 42 5 B 1 2 H5 SFA/AWS A5.1 E7016-1	
OK 48.08	EN ISO 2560-A E 46 5 1Ni B 32 H5 SFA/AWS A5.5 E7018-G	
Filarc 76S	EN ISO 2560-A E 46 6 Mn1Ni B 32 H5 SFA/AWS A5.5 E7018-G	
Filarc 75S	EN ISO 2560-A E 46 6 2NiB 32 H5 SFA/AWS A5.5 E8018-C1	
Filarc 88S	EN ISO 2560-A E 50 6 Mn1Ni B 12 H5 SFA/AWS A5.5 E8016-G	
Filarc 98S	EN 757 E 55 6 Mn1NiMo B T 42 H5 SFA/AWS A5.5 E9018-G	
Filarc 108	SFA/AWS A5.5 E10018-M	
Filarc 118	EN 757 E 69 5 Mn2NiMo B 42 H5 SFA/AWS A5.5 E11018-M	
Pipeweld 6010 PLUS	EN ISO 2560-A E 38 2 C 21 SFA/AWS A5.1 E6010	
Pipeweld 7010-P1	EN ISO 2560-A E 42 2 C 21 SFA/AWS A5.5 E7010-P1	
Pipeweld 8010-P1	EN ISO 2560-A E 46 3 1Ni C 21 SFA/AWS A5.5 E8010-P1	
Pipeweld 9010-P1	EN ISO 2560-A E 50 2 1NiMo C 21 SFA/AWS A5.5 E9010-P1	
OK 53.70	EN ISO 2560-A E42 5 B 12 H5 SFA/AWS A5.1 E7016-1 GOST 9467-75 E50A	
OK 55.00	EN ISO 2560-A E 46 5 B 32 H5 SFA/AWS A5.1 E7018-1H4 R	
OK 74.70	EN ISO 2560-A E 50 4 Z B 42 H5 SFA/AWS A5.5 E8018-G	
不锈钢及镍基		
OK 68.17	EN 1600 E 13 4 R 3 2 EN 14700 E Fe7 SFA/AWS A5.4 E410NiMo-16	
OK 68.25	EN 1600 E 13 4 B 4 2 EN 14700 E Fe7 SFA/AWS A5.4 E410NiMo-15	
ESAB 308L	SFA/AWS A5.4 E308L-16	
ESAB 316L	EN 12072 G19 12 3 L SFA/AWS A5.9 ER316L	M12, M13 M12, M13
OK 64.30	EN 1600 E 19 13 4 N L R 3 2 SFA/AWS A5.4 E317L-17	
OK 67.15	EN 1600 E 25 20 B 2 2 SFA/AWS A5.4 E310-15	
OK 69.33	EN 1600 E 20 25 5 Cu N L R 3 2 SFA/AWS A5.4 E385-16	
OK 67.55	EN 1600 E 22 9 3 N L B 2 2 SFA/AWS A5.4 E2209-15	
OK 68.55	EN 1600 E 25 9 4 N L B 4 2 SFA/AWS A5.4 E2594-15	
OK 92.45	EN ISO 14172 E Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) SFA/AWS A5.11 ENiCrMo-3	
OK 92.59	EN ISO 14172 E Ni 6059 (NiCr23Mo16) SFA/AWS A5.11 ENiCrMo-13	
OK 94.35	ECuNi	

	标准等级	气体
<b>实芯焊丝</b>		
实芯不锈钢/镍基TIG焊丝		
OK Tigrod 308L	EN ISO 14343 W 19 9 L SFA/AWS A5.9 ER308L	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Tigrod 308LSi	EN ISO 14343 W 19 9 Lsi SFA/AWS A5.9 ER308LSi	
OK Tigrod 318Si	EN ISO 14343 W 19 12 3 NbSi	I1
OK Tigrod 2209	EN ISO 14343 W 22 9 3 NL SFA/AWS A5.9 ER2209	Ar/ArN2 Ar/ArN3
OK Tigrod 2509	EN ISO 14343 W 25 9 4 NL	Ar/ArN2
OK Tigrod 19.40	SFA/AWS A5.7 ERCuAl-A1 EN 14640 S Cu 6100 (CuAl8)	Ar Ar
OK Tigrod 19.49	EN 14640 S Cu 7158 (CuNi30) SFA/AWS A5.7 ERCuNi	Ar Ar
OK Tigrod 19.72	SFA/AWS A5.16 ERTi-2	
OK Tigrod 19.81	EN ISO 18274 S Ni 6059 (NiCr23Mo16) SFA/AWS A5.14 ERNiCrMo-13	Ar/M11He Ar/M11He
OK Tigrod 19.82	EN ISO 18274 S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) SFA/AWS A5.14 ERNiCrMo-3	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Tigrod 19.93	SFA/AWS A5.14 ERNiCu-7 DIN 1736 Schweissstab SG-NiCu30MnTi, W.nr 2.4377	Ar/M11He Ar/M11He Ar/M11He
Aristorod 13.26	EN ISO 14341-A G 42 0 C G0 EN ISO 14341-A G 46 4 M G0	M21, C1 M21, C1
Aristorod 13.13	EN 12534 G 55 3 M Mn3NiCrMo	M21
实芯MIG铝焊丝		
OK Autrod 4043	EN ISO 18273 S Al 4043 (AlSi5) EN ISO 18273 S Al 4043A (AlSi5(A)) SFA/AWS A5.10 ER4043	Ar - HeAr Ar - HeAr Ar - HeAr
OK Autrod 5183	EN ISO 18273 S Al 5183 (AlMg4,5Mn0,7(A)) SFA/AWS A5.10 ER5183	Ar - HeAr Ar - HeAr
OK Autrod 5356	EN ISO 18273 S Al 5356 (AlMg5Cr(A)) SFA/AWS A5.10 ER5356	Ar - HeAr Ar - HeAr
OK Autrod 5554	EN ISO 18273 S Al 5554 (AlMg2,7Mn) SFA/AWS A5.10 ER5554	Ar - HeAr Ar - HeAr
OK Autrod 5556	EN ISO 18273 S Al 5556A (AlMg5Mn) SFA/AWS A5.10 ER5556	Ar - HeAr Ar - HeAr
实芯不锈钢MAG焊丝		
OK Autrod 410NiMo	EN ISO 14343 G 13 4	M12, M13
OK Autrod 308L	EN ISO 14343 S 19 9 L SFA/AWS A5.9 ER308L	
OK Autrod 308LSi	EN ISO 14343 G 19 9 LSi SFA/AWS A5.9 ER308LSi	M12, M13 M12, M13
OK Autrod 309L	EN 1600 E 23 12 L R 3 2 SFA/AWS A5.4 E309L-16	
OK Autrod 309LSi	EN ISO 14343 G 23 12 LSi SFA/AWS A5.9 ER309LSi	M12, M13 M12, M13
OK Autrod 316L	EN 12072 G19 12 3 L SFA/AWS A5.9 ER316L	M12, M13 M12, M13
OK Autrod 316LSi	EN ISO 14343 G 19 12 3 LSi SFA/AWS A5.9 ER316 LSi	M12, M13 M12, M13
OK Autrod 385	EN ISO 14343 G 20 25 5 CuL SFA/AWS A5.9 ER385	M12/M13 M12/M13
OK Autrod 2209	EN ISO 14343 G 22 9 3 NL SFA/AWS A5.9 ER2209	M12/M13 M12/M13

	标准等级	气体
OK Autrod 2509	EN ISO 14343 G 25 9 4 NL SFA/AWS A5.9 ER2594	M12/M13 M12/M13
OK Autrod 19.81	EN ISO 18274 S Ni 6059 (NiCr23Mo16) SFA/AWS A5.14 ERNiCrMo-13	Ar/M11He Ar/M11He
OK Autrod 19.82	EN ISO 18274 S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) SFA/AWS A5.14 ERNiCrMo-3	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Autrod 19.93	EN ISO 18274 S Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti) SFA/AWS A5.14 ERNiCu-7	Ar/M11He Ar/M11He
<b>实芯TIG铝焊丝</b>		
OK Tigrod 4043	EN ISO 18273 S Al 4043 (AlSi5) EN ISO 18273 S Al 4043A (AlSi5(A)) SFA/AWS A5.10 R4043	Ar -HeAr Ar -HeAr Ar -HeAr
OK Tigrod 5183	EN ISO 18273 S Al 5183(AlMg4,5Mn0,7(A)) SFA/AWS A5.10 R5183	Ar -HeAr Ar -HeAr
OK Tigrod 5356	EN ISO 18273 S Al 5356 (AlMg5Cr(A)) SFA/AWS A5.10 R5356	Ar -HeAr Ar -HeAr
OK Tigrod 5554	EN ISO 18273 S Al 5554 (AlMg2,7Mn) SFA/AWS A5.10 R5554	Ar -HeAr Ar -HeAr
OK Tigrod 5556	EN ISO 18273 S Al 5556A (AlMg5Mn) SFA/AWS A5.10 R5556	Ar -HeAr Ar -HeAr
<b>药芯焊丝</b>		
<b>碳钢药芯焊丝</b>		
Dual Shield 7100LH	E71T-1C	CO <sub>2</sub> (C1)
ESAB 71T	SFA/AWS A5.20 E71T-9C H8	C1
Filarc PZ6114S	EN ISO 17632-A T 46 4 P C 1 H5 SFA/AWS A5.20 E71T-1CJ H4	CO <sub>2</sub> (C1) CO <sub>2</sub> (C1)
DS II 81K2	E81T1-K2J	CO <sub>2</sub> (C1)
Filarc PZ6116S	EN ISO 17632-A T 46 6 1.5Ni P C 1 H5 SFA/AWS A5.29 E81T1-K2 JH4	CO <sub>2</sub> (C1) CO <sub>2</sub> (C1)
Filarc PZ6138S-SR	EN ISO 17632-A T 46 6 1Ni P C 1 H5 SFA/AWS A5.29 E81T1-Ni1C J	C1 C1
Tubrod 15.19	SFA/AWS A5.29 E81T1-Ni1M	M21
Dual Shield 62	EN 12535 T 62 4 Z P M 2 H5 SFA/AWS A5.29 E101T1-G	M21
Tubrod 15.09	EN ISO 18276-A T 69 4 2NiMo P M 2 H5 SFA/AWS A5.29 E111T1-K3MJ-H4	M21 M21
<b>不锈钢药芯焊丝</b>		
Shield Bright 410NiMo	AWS A5.22 E410NiMoT1-1/T1-4	M21
Cryo-Shield 308L	AWS A5.22 E308LT1-1/T1-4	M21
OK Tubrod 14.20	EN 12073 T 19 9 L P M 2 SFA/AWS A5.22 E308LT1-4	C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.21	EN 12073 T 19 12 3 L P M 2 SFA/AWS A5.22 E316LT1-4	C1/M21 C1/M21
Shield Bright 317L	AWS A5.22 E317LT1-1/T1-4	M21
OK Tubrod 14.27	EN 12073 T 22 9 3 N L P C 2 EN 12073 T 22 9 3 N L P M 2 SFA/AWS A5.22 E2209T1-1 SFA/AWS A5.22 E2209T1-4	C1/M21 C1/M21 C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.28	SFA/AWS A5.22 E2553T1-G	M21
OK Tubrod 14.30	E308LT0-1/0-4	C1/M21
OK Tubrod 14.31	EN 12073 T 19 12 3 L R M 3 SFA/AWS A5.22 E316LT0-1 SFA/AWS A5.22 E316LT0-4	C1/M21 C1/M21 C1/M21
Shield Bright 317LX-TRA	AWS A5.22 E317LT0-1/T0-4	C1/M21

	标准等级	气体
OK Tubrod 14.22	EN 12073 T 23 12 L P C 2 EN 12073 T 23 12 L P M 2 SFA/AWS A5.22 E309LT1-4	C1/M21 C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.32	EN 12073 T 23 12 L R M 3 SFA/AWS A5.22 E309LT0-1 SFA/AWS A5.22 E309LT0-4	C1/M21 C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.33	EN 12073 T 23 12 2 L R M 3 SFA/AWS A5.22 E309LMoT0-1 SFA/AWS A5.22 E309LMoT0-4	C1/M21 C1/M21 C1/M21
Shield Bright 312	AWS A5.22 E312T1-1/T1-4	C1/M21
OK Tubrod 14.37	EN 12073 T 22 9 3 N L R C 3 EN 12073 T 22 9 3 N L R M 3 SFA/AWS A5.22 E2209T0-1 SFA/AWS A5.22 E2209T0-4	C1/M21 C1/M21 C1/M21 C1/M21
<b>埋弧焊材</b>		
埋弧焊剂/碳钢实芯焊丝		
OK Flux10.62/OK Autrod 12.22	EN 756 S 38 5 FB S2Si SFA/AWS A5.17 F7A8-EM12K	
OK Flux10.62/OK Autrod 12.32	EN 756 S 46 6 FB S3Si SFA/AWS A5.17 F7A8-EH12K	
OK Flux10.62/OK Autrod 12.44	EN 756 S 46 4 FB S2Mo SFA/AWS A5.23 F8A6-EA2-A2	
OK Flux10.62/OK Autrod 13.24	EN 756 S 50 6 FB S0 SFA/AWS A5.23 F8A10-EG-G	
OK Flux10.62/OK Autrod 13.27	EN 756 S 46 7 FB S2Ni2 SFA/AWS A5.23 F8A10-ENi2-Ni2	
OK Flux10.62/OK Autrod 13.40	EN 14295 S 62 6 FB S3Ni1Mo SFA/AWS A5.23 F10A8-EG-F3	
OK Flux10.62/OK Autrod 13.43	EN 14295 S 69 6 FB S3Ni2,5CrMo SFA/AWS A5.23 F11A8-EG-G	
OK Flux10.62/OK Tubrod 15.00S	SFA/AWS A5.17 F7A5-EC1	
OK Flux10.62/OK Tubrod 15.24S	SFA/AWS A5.23 F8A6-EC-G	
OK Flux10.62/OK Tubrod 15.25S	SFA/AWS A5.23 F7A8-EC-Ni2	
埋弧不锈钢焊丝/焊剂		
OK Autrod 308L / OK 10.92		
OK Autrod 308L / OK 10.93		
OK Autrod 317L/OK Flux10.92		
OK Autrod 317L/OK Flux10.93		
OK Autrod 309L / OK 10.93		
OK Autrod 2209/OK Flux10.93		
OK Autrod 2509/OK Flux10.94		

# 伊萨造船行业专用焊材系列

	标准等级	产品等级	低温冲击	钢材等级	电流极性	气体
<b>焊条</b>						
碳钢						
OK 46.00	EN ISO 2560-A E 38 0 RC 11 SFA/AWS A5.1 E6013	2 2	-20 -20	B,D B,D	AC/DC+(-) AC/DC+(-)	
OK 48.04	EN ISO 2560-A E 42 4 B 32 H5 SFA/AWS A5.1 E7018	3Y 3Y	-45 -40	EH32 - EH36 EH32 - EH36	AC/DC+(-) AC/DC+(-)	
OK 53.05	EN ISO 2560-A E 42 4 B 22 H10 SFA/AWS A5.1 E7016	3Y 3Y	-40	EH32 - EH36 EH32 - EH36	DC+(-) DC+(-)	
OK 53.68	EN 499 E 42 5 B 12 H5 SFA/AWS A5.1 E7016-1	4Y 4Y	-50	FH32 - FH36 FH32 - FH36	AC/DC+(-) AC/DC+(-)	
OK 55.00	EN ISO 2560-A E 46 5 B 32 H5 SFA/AWS A5.1 E7018-1H4 R	4Y 4Y	-50 -45	FH32 - FH36 FH32 - FH36	AC/ DC + AC/ DC +	
OK Femax 33.60	EN ISO 2560-A E 42 0 RR 53 SFA/AWS A5.1 E7024	2 2	-20	B,D B,D	AC/DC+(-) AC/DC+(-)	
OK Femax 33.30	EN ISO 2560-A E 42 0 RR 53 SFA/AWS A5.1 E7024	2 2	-20	B,D B,D	AC/DC+(-) AC/DC+(-)	
OK Femax 38.48	EN ISO 2560-A E 42 3 RB 53 H10 SFA/AWS A5.1 E7028	3Y 3Y	-40	EH32-EH36 EH32-EH36	AC/ DC +(-) AC/ DC +(-)	
OK Femax 38.65	EN ISO 2560-A E 42 4 B 73 H5 SFA/AWS A5.1 E7028	3Y 3Y	-60	EH32-EH36 EH32-EH36	AC/DC+ AC/DC+	
OK 48.08	EN ISO 2560-A E 46 5 1Ni B 32 H5 SFA/AWS A5.5 E7018-G	4Y40 4Y40	-60	EH40 (LT-EH40) EH40 (LT-EH40)	AC/DC+(-) AC/DC+(-)	
OK 73.08	EN ISO 2560-A E 46 5 Z B 32 SFA/AWS A5.5 E8018-G	3Y 3Y	-50	EH36 EH36	AC/DC+(-) AC/DC+(-)	
OK 73.68	EN ISO 2560-A E 46 6 2Ni B 32 H5 SFA/AWS A5.5 E8018-C1	5Y40 5Y40	-60 -60	FH-40 (LT-FH40) FH-40 (LT-FH40)	AC/DC+ AC/DC+	
不锈钢及镍基						
ESAB 308L	SFA/AWS A5.4 E308L-16		-60		AC/DC+	
ESAB 309L	EN 1600 E 23 12 LR 32 SFA/AWS A5.4 E309L-16				AC/DC+ AC/DC+	
ESAB 316L	SFA/AWS A5.4 E316L-16 JIS Z 3221 D316L-16				AC/DC+ AC/DC+	
OK 61.35	EN 1600 E 19 9 L B 2 2 SFA/AWS A5.4 E308L-15		-196 -196		DC+ DC+	
OK 63.35	EN 1600 E 19 12 3 L B 2 2 SFA/AWS A5.4 E316L-15		-120 -196		DC+ DC+	
OK 63.85	EN 1600 E 19 12 3 Nb B 4 2 SFA/AWS A5.4 E318-15		-120		DC+ DC+	
OK 64.30	EN 1600 E 19 13 4 N L R 3 2 SFA/AWS A5.4 E317L-17		20		AC/DC+ AC/DC+	
OK 69.33	EN 1600 E 20 25 5 Cu N L R 3 2 SFA/AWS A5.4 E385-16		-140		AC/DC+ AC/DC+	
OK 67.55	EN 1600 E 22 9 3 N L B 2 2 SFA/AWS A5.4 E2209-15		-60		DC+ DC+	
OK 68.53	EN 1600 E 25 9 4 N L R 3 2 SFA/AWS A5.4 E2594-16		-40		AC/DC+ AC/DC+	
OK 92.05	SFA/AWS A5.11 ENi-1 DIN 1736 EL-NiTi3				DC+ DC+	
OK 92.45	EN ISO 14172 E Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) SFA/AWS A5.11 ENiCrMo-3		-196		DC+ DC+	
OK 92.59	EN ISO 14172 E Ni 6059 (NiCr23Mo16) SFA/AWS A5.11 ENiCrMo-13		-196 -196		DC+ DC+	
OK 92.86	EN ISO 14172 E Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti) SFA/AWS A5.11 ENiCu-7		-196		DC+ DC+	

	标准等级	产品等级	低温冲击	钢材等级	电流极性	气体
<b>实芯焊丝</b>						
实芯不锈钢/ 镍基TIG焊丝						
OK Tigrod 308L	EN ISO 14343 W 19 9 L SFA/AWS A5.9 ER308L		-196		DC- DC-	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Tigrod 308LSi	EN ISO 14343 W 19 9 Lsi SFA/AWS A5.9 ER308LSi		-196		DC- DC-	
OK Tigrod 309L	EN ISO 14343 W 23 12 L SFA/AWS A5.9 ER309L		-110		DC- DC-	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Tigrod 309LSi	EN ISO 14343 W 23 12 Lsi SFA/AWS A5.9 ER309LSi		-110		DC- DC-	
OK Tigrod 316L	EN ISO 14343 W 19 12 3 L SFA/AWS A5.9 ER316L		-196		DC- DC-	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Tigrod 316LSi	EN ISO 14343 W 19 12 3 Lsi SFA/AWS A5.9 ER316LSi		-196		DC- DC-	
OK Tigrod 317L	EN 12072 W 18 15 3 L SFA/AWS A5.9 ER317L		-196		DC- DC-	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Tigrod 385	EN ISO 14343 W 20 25 5 CuL SFA/AWS A5.9 ER385		-20		DC- DC-	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Tigrod 2209	EN ISO 14343 W 22 9 3 NL SFA/AWS A5.9 ER2209		-60		DC- DC-	Ar/ArN2 Ar/ArN3
OK Tigrod 2509	EN ISO 14343 W 25 9 4 NL		-40		DC-	Ar/ArN2
OK Tigrod 19.40	EN 14640 S Cu 6100 (CuAl8) SFA/AWS A5.7 ERCuAl-A1					Ar Ar
OK Tigrod 19.49	EN 14640 S Cu 7158 (CuNi30) SFA/AWS A5.7 ERCuNi					Ar Ar
OK Tigrod 19.72	SFA/AWS A5.16 ERTi-2		20			
OK Tigrod 19.81	EN ISO 18274 S Ni 6059 (NiCr23Mo16) SFA/AWS A5.14 ERNiCrMo-13		-110		DC- DC-	Ar/M11He Ar/M11He
OK Tigrod 19.82	EN ISO 18274 S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) SFA/AWS A5.14 ERNiCrMo-3		-196		DC- DC-	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Tigrod 19.92	EN ISO 18274 S Ni 2061 (NiTi3) SFA/AWS A5.14 ERNi-1		20		DC- DC-	
OK Tigrod 19.93	SFA/AWS A5.14 ERNiCu-7 DIN 1736 Schweissstab SG-NiCu30MnTi, W.nr 2.4377				DC- DC-	Ar/M11He Ar/M12He
实芯碳钢MAG焊丝						
Aristorod 12.50	ER70S-6	3Y	-20	EH32-EH36		CO <sub>2</sub> (C1)
ESAB 70S-6	ER70S-6	3Y	-20	EH32-EH36		CO <sub>2</sub> (C1)
Aristorod 12.58	EN 440 G 35 2 C G2Si EN 440 G 38 3 M G2Si	3Y	-20 -30	EH32-EH36		CO <sub>2</sub> (C1) CO <sub>2</sub> (C1)
实芯碳钢TIG焊丝						
OK Tigrod 12.60	EN ISO 636-A W 38 3 W2Si	3Y	-30	EH32-EH36		CO <sub>2</sub> (C1)
OK Tigrod 12.64	EN ISO 636-A W 46 3 W4Si1	3Y	-30	EH32-EH36		CO <sub>2</sub> (C1)
实芯MIG铝焊丝						
OK Autrod 4043	EN ISO 18273 S Al 4043 (AlSi5) EN ISO 18273 S Al 4043A (AlSi5(A)) SFA/AWS A5.10 ER4043					Ar - HeAr Ar - HeAr Ar - HeAr
OK Autrod 5183	EN ISO 18273 S Al 5183(AlMg4,5Mn0,7(A)) SFA/AWS A5.10 ER5183		20			Ar - HeAr Ar - HeAr
OK Autrod 5356	EN ISO 18273 S Al 5356 (AlMg5Cr(A)) SFA/AWS A5.10 ER5356					Ar - HeAr Ar - HeAr
OK Autrod 5554	EN ISO 18273 S Al 5554 (AlMg2,7Mn) SFA/AWS A5.10 ER5554		20			Ar - HeAr Ar - HeAr
OK Autrod 5556	EN ISO 18273 S Al 5556A (AlMg5Mn) SFA/AWS A5.10 ER5556					Ar - HeAr Ar - HeAr

	标准等级	产品等级	低温冲击	钢材等级	电流极性	气体
OK Autrod 308L	EN ISO 14343 S 19 9 L SFA/AWS A5.9 ER308L				DC+ DC+	M12/M13 M12/M13
OK Autrod 308LSi	EN ISO 14343 G 19 9 Lsi SFA/AWS A5.9 ER308LSi		-196		DC+ DC+	
OK Autrod 309L	EN ISO 14343 G 23 12 L SFA/AWS A5.9 ER309L				DC+ DC+	M12/M13
OK Autrod 309LSi	EN ISO 14343 G 23 12 Lsi SFA/AWS A5.9 ER309LSi		-110		DC+ DC+	
OK Autrod 316L	EN 12072 G19 12 3 L SFA/AWS A5.9 ER316L				DC+ DC+	M12/M13 M12/M13
OK Autrod 316LSi	EN ISO 14343 G 19 12 3 Lsi SFA/AWS A5.9 ER316LSi					
OK Autrod 385	EN ISO 14343 G 20 25 5 CuL SFA/AWS A5.9 ER385		20		DC+ DC+	M12/M13 M12/M13
OK Autrod 2209	EN ISO 14343 G 22 9 3 NL SFA/AWS A5.9 ER2209		-60		DC+ DC+	M12/M13 M12/M13
OK Autrod 2509	EN ISO 14343 G 25 9 4 NL SFA/AWS A5.9 ER2594		-40		DC+ DC+	M12/M13 M12/M13
OK Autrod 19.81	EN ISO 18274 S Ni 6059 (NiCr23Mo16) SFA/AWS A5.14 ERNiCrMo-13		-110		DC+ DC+	Ar/M11He Ar/M11He
OK Autrod 19.82	EN ISO 18274 S Ni 6625 (NiCr22Mo9Nb) SFA/AWS A5.14 ERNiCrMo-3		-196		DC+ DC+	Ar/ArHe Ar/ArHe
OK Autrod 19.92	EN ISO 18274 S Ni 2061 (NiTi3) SFA/AWS A5.14 ERNi-1		20		DC+ DC+	
OK Autrod 19.93	EN ISO 18274 S Ni 4060 (NiCu30Mn3Ti) SFA/AWS A5.14 ERNiCu-7				DC+ DC+	Ar/M11He Ar/M11He
<b>实芯TIG铝焊丝</b>						
OK Tigrod 4043	EN ISO 18273 S Al 4043 (AlSi5) EN ISO 18273 S Al 4043A (AlSi5(A)) SFA/AWS A5.10 R4043					Ar -HeAr Ar -HeAr Ar -HeAr
OK Tigrod 5183	EN ISO 18273 S Al 5183 (AlMg4,5Mn0,7(A)) SFA/AWS A5.10 R5183		20			Ar -HeAr Ar -HeAr
OK Tigrod 5356	EN ISO 18273 S Al 5356 (AlMg5Cr(A)) SFA/AWS A5.10 R5356					Ar -HeAr Ar -HeAr
OK Tigrod 5554	EN ISO 18273 S Al 5554 (AlMg2,7Mn) SFA/AWS A5.10 R5554					Ar -HeAr Ar -HeAr
OK Tigrod 5556	EN ISO 18273 S Al 5556A (AlMg5Mn) SFA/AWS A5.10 R5556		20			Ar -HeAr Ar -HeAr
<b>药芯焊丝</b>						
<b>碳钢药芯焊丝</b>						
ESAB 71T	SFA/AWS A5.20 E71T-9C H8		-30		DC+	C1
Dual Shield 7100	E71T-1C	2Y H10	0	DH32-DH36		CO <sub>2</sub> (C1)
Dual Shield 7100LH	EN ISO 17632-A T 42 2 P C 1 H5		-20			CO <sub>2</sub> (C1)
	EN ISO 17632-A T 46 2 P M 1 H10 SFA/AWS A5.20 E71T-1C SFA/AWS A5.20 E71T-1M	3Y H5	-20	EH32-EH36		CO <sub>2</sub> (C1) CO <sub>2</sub> (C1) CO <sub>2</sub> (C1)
DS II 81K2	E81T1-K2J	4Y40 H5	-40	EH40 (LT-EH40)		CO <sub>2</sub> (C1)
Filarc PZ6116S	EN ISO 17632-A T 46 6 1.5Ni P C 1 H5 SFA/AWS A5.29 E81T1-K2 JH4	5Y42 H5 5Y42 H5		FH42,NV2-4/4-4 FH42,NV2-4/4-4		CO <sub>2</sub> (C1) CO <sub>2</sub> (C1)
Coreweld 111 ULTRA	E70T-1/9C	3Y H10	-29	EH32-EH36		CO <sub>2</sub> (C1)
Tubrod 15.19	SFA/AWS A5.29 E81T1-Ni1M		-50		DC+	M21
Filarc PZ6114S	EN ISO 17632-A T 46 4 P C 1 H5 SFA/AWS A5.20 E71T-1CJ H4	4Y40H5 4Y40H5	-40	EH40 EH40		CO <sub>2</sub> (C1) CO <sub>2</sub> (C1)
VERTOMAX 2MG	EG70T-Ni1	2Y	0	DH32-DH36		CO <sub>2</sub> (C1)
PZ 6137EG	SFA/AWS A5.26 EG72T-Ni1	3Y40	-29	DH40		CO <sub>2</sub> (C1)
OK Tubrod 15.30	EN 14700 T Fe12		-196		DC+	M13
	EN ISO 17633-A T 19 9 L M M 2		-196		DC+	M14
OK Tubrod 15.31	EN ISO 17633-A T 19 12 3 L M M 2		-196		DC+	M13

	标准等级	产品等级	低温冲击	钢材等级	电流极性	气体
OK Tubrod 15.37	EN 14700 T Fe11 SFA/AWS A5.9 EC2209 EN ISO 17633-A T 22 9 3 N L M M 2		-50		DC+ DC+ DC+	M14 M13 M14
OK Tubrod 14.20	EN 12073 T 19 9 L P M 2 SFA/AWS A5.22 E308LT1-4		-101		DC+ DC+	C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.21	EN 12073 T 19 12 3 L P M 2 SFA/AWS A5.22 E316LT1-4		-101		DC+ DC+	C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.22	EN 12073 T 23 12 L P C 2 EN 12073 T 23 12 L P M 2 SFA/AWS A5.22 E309LT1-4		-60 -60		DC+ DC+ DC+	C1/M21 C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.27	EN 12073 T 22 9 3 N L P C 2 EN 12073 T 22 9 3 N L P M 2 SFA/AWS A5.22 E2209T1-1 SFA/AWS A5.22 E2209T1-4		-20 -20 -20		DC+ DC+ DC+ DC+	C1/M21 C1/M21 C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.28	SFA/AWS A5.22 E2553T1-G		-46		DC+	M21
OK Tubrod 14.30	E308LT0-1/0-4				DC+	C1/M21
OK Tubrod 14.31	EN 12073 T 19 12 3 L R M 3 SFA/AWS A5.22 E316LT0-1 SFA/AWS A5.22 E316LT0-4				DC+ DC+ DC+	C1/M21 C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.32	EN 12073 T 23 12 L R M 3 SFA/AWS A5.22 E309LT0-1 SFA/AWS A5.22 E309LT0-4				DC+ DC+ DC+	C1/M21 C1/M21 C1/M21
OK Tubrod 14.37	EN 12073 T 22 9 3 N L R C 3 EN 12073 T 22 9 3 N L R M 3 SFA/AWS A5.22 E2209T0-1 SFA/AWS A5.22 E2209T0-4		-40 -40 -40		DC+ DC+ DC+ DC+	C1/M21 C1/M21 C1/M21 C1/M21
<b>埋弧焊材</b>						
埋弧碳钢实芯焊丝 焊剂						
OK Autrod 12.10/ OK Flux 10.71	EN 756 S 35 4 AB S1 SFA/AWS A5.17 F6A4-EL12	3M 3M	-40 -40	A,B,D & E A,B,D & E	AC/DC+ AC/DC+	
OK Autrod 12.22/ OK Flux 10.71	EN 756 S 38 4 AB S2Si SFA/AWS A5.17 F7A5-EM12K	4Y40M 4Y40M	-40 -46	EH40 (LT-EH40) EH40 (LT-EH40)	AC/DC+ AC/DC+	
OK Autrod 12.24/ OK Flux 10.71	EN 756 S 46 2 AB S2Mo SFA/AWS A5.23 F8A2-EA2-A4	3YTM 3YTM	-40 -29	EH32-EH36 EH32-EH36	AC/DC+ AC/DC+	
OK Autrod 12.32/ OK Flux 10.71	EN 756 S 46 4 AB S3Si SFA/AWS A5.17 F7A5-EH12K	4Y42 4Y42	-40 -46	EH42 EH42	AC/DC+ AC/DC+	
OK Autrod 12.34/ OK Flux 10.71	EN 756 S 50 3 AB S3Mo SFA/AWS A5.23 F8A4-EA4-A3	3Y46TM 3Y46TM	-40 -40	DH46 DH46	AC/DC+ AC/DC+	
OK Autrod 12.22/ OK Flux 10.62	EN 756 S 38 5 FB S2Si SFA/AWS A5.17 F7A8-EM12K	3YM 3YM	-62 -62	EH32-EH36 EH32-EH36	AC/DC+ AC/DC+	
OK Autrod 12.32/ OK Flux 10.62	EN 756 S 46 6 FB S3Si SFA/AWS A5.17 F7A8-EH12K	4Y42 4Y42	-60 -62	Eh42 Eh42	AC/DC+ AC/DC+	
OK Tubrod 15.00S/ OK Flux 10.62	SFA/AWS A5.17 F7A5-EC1 (OK Flux 10.62)		-40			
OK Tubrod 14.00S/ OK Flux 10.71	EN 756 S 42 2 AB T3 SFA/AWS A5.17 F7A2-EC1		-20			
OK Tubrod 15.00S/ OK Flux 10.71	EN 756 S 42 4 AB T3 SFA/AWS A5.17 F7A4-EC1		-40			
OK Autrod 308L/ OK 10.92			-196			
OK Autrod 308L/ OK 10.93			-196			
OK Autrod 309L/ OK 10.93			-196			
OK Autrod 316L/ OK 10.92			-70			
OK Autrod 316L/ OK 10.93			-196			
OK Autrod 2209/ OK 10.93			-60			
OK Autrod 2509/ OK 10.94			-60			

## Heerema挑战巨型平台

伊萨低氢焊材技术对安全、高效的焊接起到了至关重要的作用

与以往相比，Tombua landana油气平台具有更厚、更重和更小公差的特点。这本质上是对 Heerema Vissingen的一次挑战。-这个问题通过巧妙的逻辑和精确的操作获得解决，并被获得验证的焊接解决方案所支持。

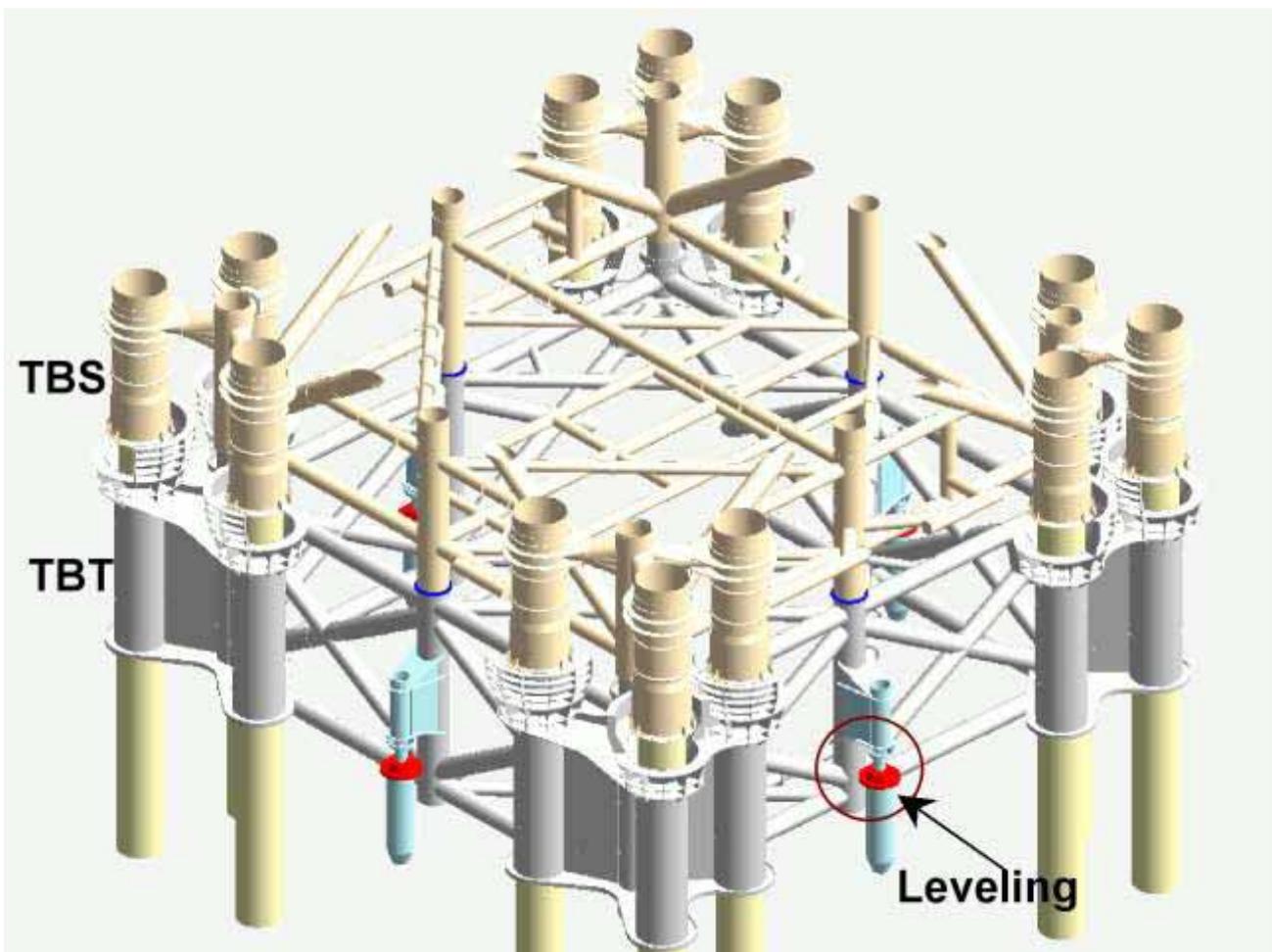


图1 塔基TBT(灰色)，塔底部分TBS(棕色)和基桩

## Heerema制造集团

Heerema是一个名字，不需要解释，尤其是对油气行业的Svetsaren读者。对于油气行业中大型复杂结构的制造，它是一个较大的全球运营的企业之一。自从十九世纪六十年代初期，在北海发现石油和天然气以来，他就活跃于海上开采业，并在技术发展现状下的工程、制造和项目管理方面享有盛誉。

HFG在荷兰（Vlissingen和Zwijndrecht）和英国哈特尔普尔（Hartlepool）拥有许多工厂。对于室内施工，所有工厂都装备了大型配件预先制造和组装大厅，并且能够同时处理多个大型项目。

HFG是 Heerema集团的一部分，和负责运输的 Heerema海运承包公司（HMC）、能源行业工程服务公司 INTEC进行海上设施的安装和拆除。HFG工程部是 HFG的一个附属机构，办公地址在新奥尔良和休斯敦，擅长于岸上和海上设施的设计。

所有的Heerema公司具有一个完整的管理体系，遵守ISO 9001:2000（质量管理体系）、ISO 14001:2004（环境管理体系）和OHSAS 18001:1999（职业安全卫生管理体系）。

## Tombua Landana

塔基的表面积40m×40m，高24m，重3000吨。它包括12主基桩，共重9500吨，2007年12月完工并船运到安哥拉。

图1显示了TBT的示意图。主要构件包括群桩套筒、联排结构和调平千斤顶。在这篇文章中没有显示但在后文要讨论的是起吊轴颈，与HMC专用驳船一起使用进行双起重机起吊。

群桩套筒是组成TBT的基础。它们引导12根基桩沿着它们进入海床。在几乎400m深的水中安装190m的长基桩，至关重要的事是群桩套筒顶部的圆锥口。圆锥口抓住基桩，放入套筒内，然后开始打桩。

保留所有基桩的一部分长度超过群桩套筒，塔基部分—塔的较低部分—安装在它们上面，并确保安全。

联排结构是一个厚钢管网络结构，它们连接四个群桩套筒形成一个刚性结构。四个调平千斤顶安装在联排结构的中部圆柱上，可以准确地调整平台的水平位置。调平千斤顶上的垫片桩放在海床上的调平桩上，通过向上或向下调节平台达到水平目的。

整个Tombua Landana工程具有非常窄的结构公差范围，在几乎400m深的水下，底层结构安装在彼此的顶部。

TBT也具有严格的尺寸公差，其精度要求是常规海上设备制造要求的三倍。而且，它是塔的第一部分，所有的目光都集中于Heerema。两位韩国大宇的代表和两位Chevron代表监督项目进展并定期进行检查。

## 钢种、力学性能要求和预热温度

根据卡宾达海湾石油公司发布的“通用规范1.14结构钢及其他材料”规范采供钢种。在这个规范里，材料类型分为I、I-x、II-x、III、IV和V七个等级。

I型材料用于要求断裂临界的结构和管状接头容器，II型材料用于断裂会对结构造成威胁的结构和容器，III、IV和V用于非关键的部件。提供了每种材料的分类等级。

Heerema Vissingen采购了不同类型的钢板，根据EN10225 Grad 355（热力控轧）和API 2MT1，覆盖了I型和II型材料的要求，满足了特殊的结构要求，如沿厚度方向的性能。所有主要的钢材从德国的Dilinger Huttewerke公司采购。

根据卡宾达通用规范1.15结构焊接及检测，建立焊缝接头力学性能要求。所有的焊接工艺评定要求进行焊缝和热影响区的夏比V型冲击试验（CNV）。缺口的位置在焊缝中心线、熔合线和熔合线+2mm的位置。对于I型和II型材料，当厚度超过或等于63mm（2.5"），最厚的钢板采用最高的预热温度焊接，且层间温度不受控制，焊接工艺评定要求做焊缝和热影响区的CTOD断裂韧性试验。

表1给出了CNV和CTOD的要求，另外焊缝区的硬度不能超过HV10 325。

在这样的结构中，涉及到厚板，必须防止氢致裂纹（冷裂纹）。这在钢板采购时必须考虑淬硬性。卡宾达通用规范1.14结构钢及其他材料规定了最大碳当量Pcm为0.23。

焊接时采用低氢焊材并且预热可有效防止冷裂纹出现。对于预热温度和层间温度，卡宾达通用规范1.15参考了AWS D1.1规范。

对于I型和II型钢材，根据AWS规范中的表3.2可以获得表2的预热和层间温度工艺。

表1 | I型和II型钢焊接工艺评定力学性能要求

型号	CVN		CTOD	
	最小平均值	单个最小值	厚度	最小值
I	34J-40°C	27J-40°C	<76mm(3" )	0.25mm/-10°C
			>76mm(3" )	0.38mm/-10°C
II	34J-18°C	27J-18°C	<76mm(3" )	0.25mm/-10°C
			>76mm(3" )	0.38mm/-10°C

表2 预热和层间温度

厚度	预热温度	层间温度
< 38mm	10°	< 200°
38-65	65°	< 200°
> 65	110°	< 200°

### 焊接方法和焊接材料

通常，海上制造采用厚钢板和厚钢管，进行全位置焊接。某些接头可能处于平焊位置，但是在一些复杂的结构中存在于许多人工作业，如平台千斤顶上的节点。Heerema Vlissingen主要采用了以下三种焊接方法：

- 用于全位置焊接的药芯电弧焊；
- 厚板对接平焊位置采用埋弧焊（SAW）；
- 难于靠近的焊接位置采用手工电弧焊SMAW（MMA）；

焊材根据力学性能、生产率以及非常重要的低氢特性进行选择。

#### 药芯电弧焊

对于手工定位焊接，Heerema Vlissingen几乎只使用直径1.2mm的FILARC PZ6138焊丝（FILARC是伊萨焊材中一个产品的名字），该焊丝是一种全位置金红石药芯焊丝，焊接时需要采用Ar/CO<sub>2</sub>混合气体保护。该焊丝含有0.9%的镍和极少的钛-硼合金，因此温度低于-60°C时仍具有良好的冲击韧性，温度在-15°C时具有良好的CTOD值。

使用这种焊丝，所有焊缝金属的性能满足Heerema这些年进行的所有工程项目的要求。另外，在全位置焊接时它提供的熔敷速率（100%DC下，3-4kg/h）无法被其他任何人工过程所替代。它是一个非常友好的焊接工，在自由飞溅喷射电弧模式下，可在越过可用焊接参数范围之外进行操作。根部焊道可采用陶瓷衬垫。

对于Heerema Vlissingen，当选择FILARC Pz6138焊丝时，其至关重要是伊萨能够提供每批焊丝低氢试验结果，与EN规范氢的等级H5一致。结合无限的保存期和提取的最小湿度，确信它们是最好的焊丝。

Heerema Vlissingen也使用FILARC PZ6125焊丝的一种碱性焊丝，可以在不使用陶瓷衬垫的条件下焊接根部焊道。



## 埋弧焊

对于埋弧焊，Heerema Vlissingen选择了一种非传统的焊剂/焊丝组合：ESAB OK Flux 10.47/OK Tubrod 15.24S- $\Phi$  4.0mm一种熔炼焊剂和碱性药芯焊丝的组合。

由于较差的力学性能，熔炼焊剂和普通焊丝一起使用的方法从未受到具有苛刻制造条件的欢迎。尽管它们具有一些优点，但是对于海上设备制造最重要的是它们必须完全防潮（见图2），而且使用时不需要再烘焙。和碱性药芯焊丝一起使用其力学性能胜于碱性烧结焊接，这个组合达到的力学性能如下：

- 屈服强度：510MPa
- 延伸率：29%
- CVN：-50°C下106J
- CTOD：-10°C下0.95mm  
( Heerema得出在-29°C下 > 0.25mm )

这将允许Heerema Vlissingen直接从包装中取出焊剂不需要再烘焙就可以使用，极大地简化了焊剂在现场的处理。对于Tombua Landana工程，焊接工艺评定必须在要求的温度下进行，满足力学性能要求。

另一个优点就是药芯焊丝的熔敷速率远远高于碱性焊接和普通焊丝组合的熔敷速率，焊接层数更少，生产率提高30%左右，这对于任何制造都是一个很受欢迎的（见图2）。

由于焊剂的玻璃本性，其晶粒强度远远高于全碱性烧结焊接的晶粒强度。这将不会造成断裂，没有粉尘，因此可以改进重复使用。

## 手工电弧焊

FILARC 76S通常用于点焊和接头的第一道打底。碱性交流/直接手工电焊条在温度低于-60°C时具有良好的冲击韧性，在AW和SR条件下进行CTOD试验。当MMA被规定可用于海上设备制造时，FILARC 76S具有多年累积的大量跟踪记录。FILARC 76S具有低氢，低吸湿性。提供给Heerema Vlissingen的焊材产品采用真空包装。

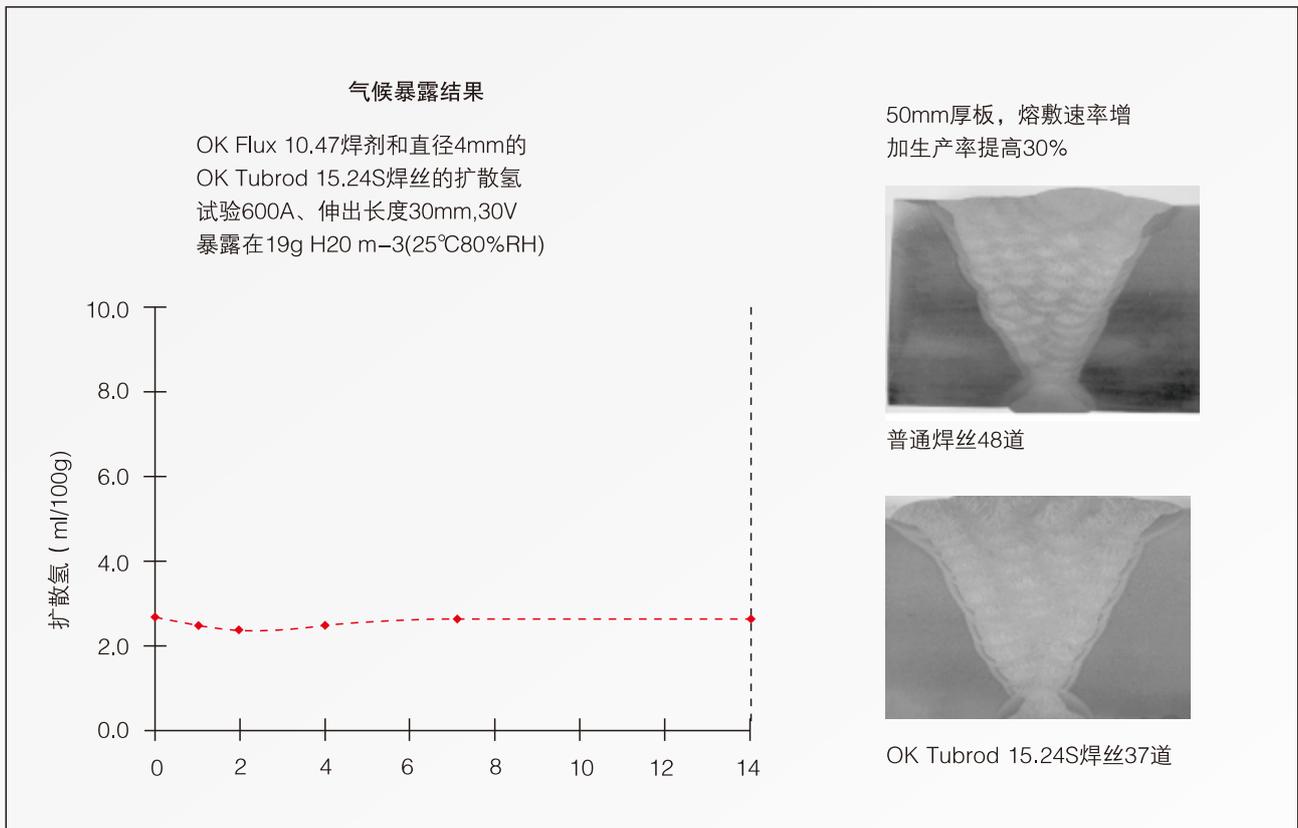


表3 用于Tombua Landana中的低氢焊材

伊萨焊材	EN分装	AWS分装
FILARC PZ6125	758:T 42 6 1 Ni B M 1H5	5.29:E71T-5G
FILARC PZ6138	758:T 42 5 1 Ni P M 1H5	5.29:E81T/-Ni1MJ H4
OK Flux 10.47/OK Tubrod 15.24S	EN:S 46 5 AB T3Ni1(AW)	5.23F8A4-EC-G(AW)
FILARC 76S	499:E42 6 Mn1Ni B 32 H5	5.5:E7018-G

### 群桩套筒中的主要焊接应用

图3显示了一个群桩套筒的制造及主要部件。引导基础桩的部分群桩套筒和基础桩在Roermond由Sif Goup bv预先制造。圆锥形在桩捕捉器在预先制造时采用埋弧焊进行环焊缝连接。Heerema Vlissingen完成捕捉器和加强板之间的连接（见图4）。这涉及到许多全焊透的对接接头和角接接头，采用手工气体保护焊，焊丝采用FILARC PZ6138。如果可能，根部焊道采用陶瓷衬垫。

桩套筒与剪切板的连接焊缝是一个对称的双面K型接头，厚度51mm（坡口角度40°，根部间隙5mm，钝边尺寸1mm），采用埋弧焊进行焊接，焊剂为OK Flux 10.47，焊丝为OK Tubrod 15.24S，焊接小车是ESAB A2。全熔透焊缝的打底使用PZ6125，背面采用陶瓷衬垫，对于较厚的板打底采用PZ6138。在这个阶段，结构能够借助反砢码的帮助在辊道上翻转，以便于采用埋弧焊进行双面焊接。

当两对喷丸除锈并喷漆的桩套筒和剪切板与主腿连接之后，结构将不能再在翻转。这是采用埋弧焊进行平焊位置的焊接，气体保护焊进行仰焊（打底采用气体保护焊，背面带衬垫）。准备2/3-1/3的K型坡口，以便大部分接头采用高效的埋弧焊进行平焊，剩下的1/3进行仰焊，焊丝采用FILARC PZ6138金红石药芯焊丝。

当群桩套筒中的第三块剪切板和最后一个桩套筒与主腿连接时，接头的位置是横向垂直的，坡口形式为对称的K型接头，采用气体保护焊进行焊接，焊丝为FILARC PZ6138。

上联板和下联板的连接采用手工气体保护焊。所有位置的坡口为全熔透的X型和K型坡口，焊丝为FILARC PZ6138（根部焊道采用陶瓷衬垫）。



图3 群桩套筒的制作



图4 套筒与基桩捕捉器的气体保护焊



图5 剪切板与柱套筒之间的埋弧焊



图6 焊前联排建构在制造场地的布置—一种精确的工作

### 联排结构的TKY型坡口

联排结构是一个厚钢管网络结构，在室内或室外事先造好，然后与四个群桩套筒连接。在制造场地的布置说明了尺寸精度的要求（见图6）。

左右两个圆柱不是结构的部分，其尺寸和群桩套筒的主腿尺寸相同，焊前必须准确的设置联排结构的尺寸。允许偏差较小，水平方向  $\pm 1/4"$ （6mm），垂直方向  $1/8"$ （3mm）。在联排结构最后连接到群桩套筒的主腿之前，平台的制造也要求同样的工艺，见图7。

如图7所示，所有位置的节点（TKY型）采用气体保护焊接，使用PZ6125焊丝打底，PZ6138焊丝填充。图8显示了起吊耳轴中TKY型坡口的气体保护焊。起吊耳轴系上起重索，在安装的时候可以起吊平台。耳轴的部分焊接采用埋弧焊，焊剂为OK Flux10.47，焊丝为Tubrod 15.24S，见图9。



图7 平台的制造。  
联排结构在连接到群桩套筒中的对接销（背景可见）之前，必须在临时圆柱的帮助下精确的定位



图8 起吊耳轴的气体保护焊



图9 起吊耳轴的埋弧焊

## 基桩

基桩由Sif Group bv预先制造，长度83–93m。为了达到170–190m，基桩之间采用气体保护焊进行焊接（见图10和图11），焊丝此采用PZ6138，焊接设备为ESAB Railtrac，坡口的形式为不对称的X型坡口，大部分在外部采用自动焊接，内部采用手工垂直向上焊接，根部使用陶瓷衬垫。去掉装配板之后，大多数焊接从外面进行自动焊接，从6点到12点位置进行垂直向上焊接。焊接参数由操作人员根据几个时钟进行调整。



图10 收缩箔制成的焊接帐篷保护焊接区域一面风吹雨淋

## 尺寸控制和焊后工作

常规的海上设施制造，如安装在甲板和工作设备顶部的套筒具有严格的尺寸控制要求，但对于Tombua Landana项目，其尺寸控制更加严格。三个底层结构分别由三个不同的车间生产，要想在400m深的水下正好配合的安装在彼此的顶部，这对尺寸控制的要求非常高，几乎是常规要求的3倍。

群桩套筒和联排结构以及超级结构的组装也同样具有严格的尺寸控制要求。为了说明焊接时的尺寸控制及其含义，我们回到群桩套筒的制造过程，（见图12）。

这个图显示了完整的群桩套筒以及套筒中心线到主腿中心线之间的距离（5172.5mm和5173mm）。最大允许偏差3mm。套筒之间在X、Y和Z方向的小偏差是允许的，关键要求是尺寸控制，其它所有的一切也要求尺寸控制。

联板的制造和K型坡口必须完全符合要求，从而确保套筒和主腿与联板之间K型坡口的根部间隙不变。

事实上这很难达到。根部间隙总是会出现或大或小偏差，这必须在间隙小的地方进行打磨，在间隙大的地方通过堆焊及打磨进行修正—这将花费很多时间。

测量由三方人员完成：Heerema Vlissingen、Passe-Partout（独立承包商）Chevron，他们根据已协商测量原则独立工作。Chevron负责最后的测量和汇报。

另一项费时的工作是焊缝表面C等级和A等级的打磨，打磨采用氧化铝砂轮。

拉杆和引锭腿之间（联排结构的中部）以及拉杆和群桩套筒的主腿之间的TKY型接头需要进行C等级打磨，去除焊趾处的超标的凸面和凹槽。焊趾的打磨必须达到直径1mm焊丝不能穿过砂轮和钢板之间的间隙（见图13）。

下联板和群桩套筒的主腿的连接焊缝双面K型接头必须进行A等级打磨。A等级打磨意味着将焊缝轮廓打磨到理论上的半径。使用半径45mm的模板进行检测，不允许出现纸夹大小的间隙。四个主腿的每一个主腿打磨的焊缝长度是 $2 \times 11.5\text{m}$ 。

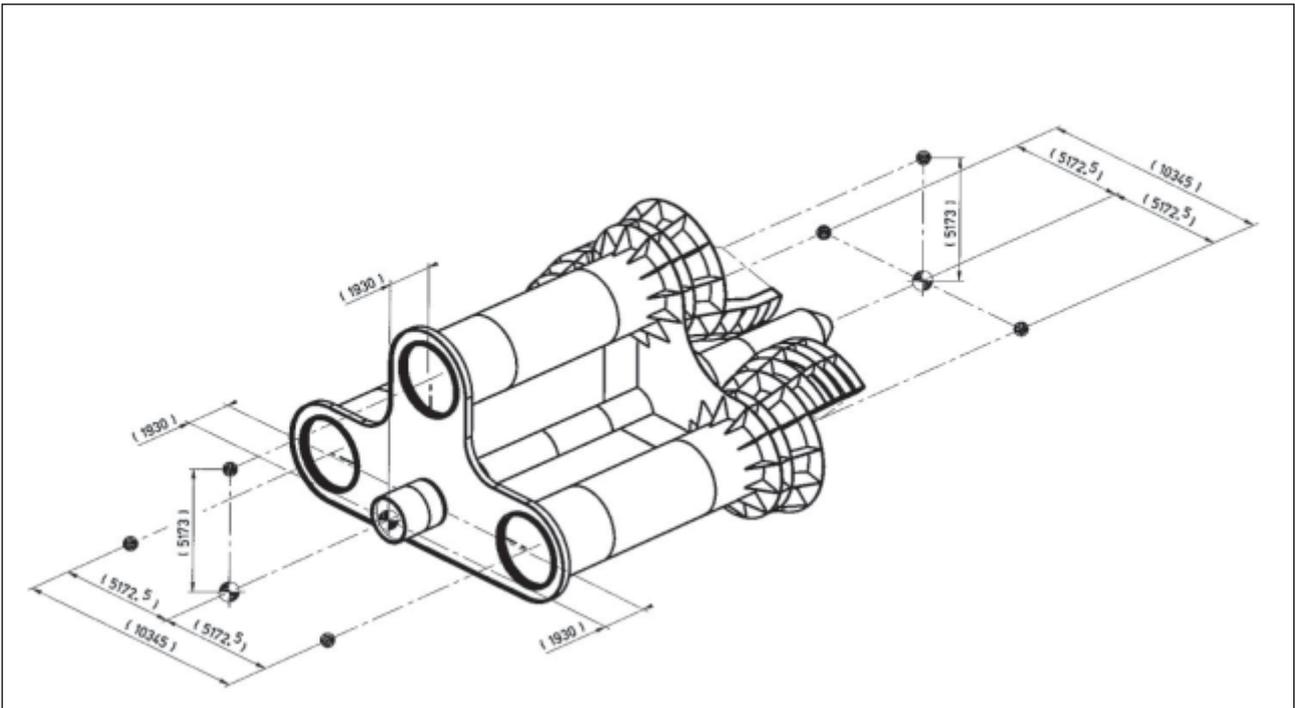


图12 群桩套筒的尺寸控制

## 结论

Heerema Vlissingen曾经承担的项目中，Tombua Landana是最具挑战性的工程之一。在没有前人经验借鉴的条件下，要求仔细的现场布置和较高的精度。公司在商定的交付期限内完成了该项目，本期Svetsaren期刊出版的同时，其姊妹公司HMC将运输和安装474m高的Tombua Landana油气平台。

安全是首要的。在如此艰苦的条件下为了提高安全性，Heerema Vlissingen加入了Chevron的安全程序Incident and Injury Free (IIF)，Chevron将针对个人的发展，为员工进行车间培训。对于焊接解决方案，Heerema Vlissingen主要依靠伊萨的低氢焊材技术，伊萨能够满足Heerema Vlissingen各方面的要求，包括质量管理体系、环境管理体系和职业安全卫生管理体系。ESAB通过了ISO9001和ISO4001规范的认证。

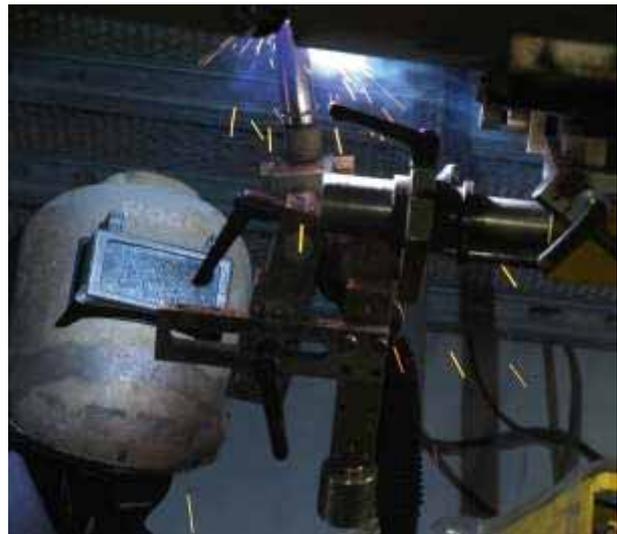


图11 使用ESAB Raltrac和FILARC进行垂直向上焊接

这篇文章的最后一句话应该是感谢Heerema Vlissingen的焊工，感谢他们在预热温度和层间温度如此之高，工作条件如此艰苦的条件下，依然完成了艰巨的工作。

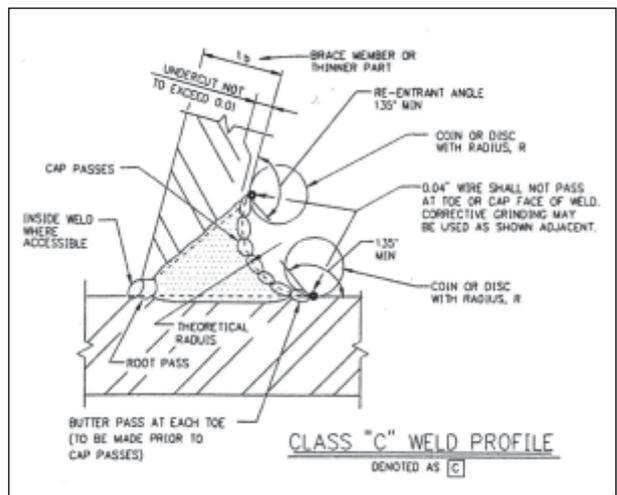


图13 TKY型焊缝的C等级打磨-去除焊趾处的凸面和凹槽

# 世界焊接切割技术和系统的领先者

伊萨的焊接切割技术一直处于行业最前沿。在一百多年不断改进产品和工艺的过程中，我们经营的每一项业务都面临着技术发展的挑战。

## 质量和环境标准

我们一贯注重质量和环境。伊萨全球范围内的所有制造工厂都已通过环境管理体系新ISO 14001标准，世界上只有少数几家跨国公司能够满足此条件。

在伊萨，质量是一个永恒的过程，它在我们全球所有的生产线和工厂里都处于核心地位。

通过跨国生产、当地代表机构和独立的代理商网络，伊萨将优质的产品和无与伦比的材料和工艺方面的专业技术与经验带给世界各地的客户。

**如您需要了解更多关于伊萨的信息，请联系我们或登陆伊萨网站：**

**[www.esab.com.cn](http://www.esab.com.cn)**



ESAB 全球销售与技术支持中心



伊萨焊接切割器材（上海）有限公司  
ESAB Welding and Cutting Products (Shanghai) Co Ltd.  
产品咨询热线 800 820 8115  
电话（021）2326 3000  
传真（021）6566 6622  
网址 [www.esab.com.cn](http://www.esab.com.cn)  
电子邮箱 [Welding@esab.cn](mailto:Welding@esab.cn)