

Wind Towers



风力塔架

WELDING CONSUMABLES
IN INDUSTRY



www.tientai.com



对于风力发电，

天泰在焊材方面提供一流的质量和专业的焊接服务。



风力发电行业的重要性

风力发电是指利用风力发电机组直接将风能转化为电能的发电方式。在风能的各种利用形式中，风力发电是风能利用的主要形式，也是目前可再生能源中技术最成熟、最具有规模化开发条件和商业化发展前景的发电方式之一。故发展可再生能源已成为全球趋势。

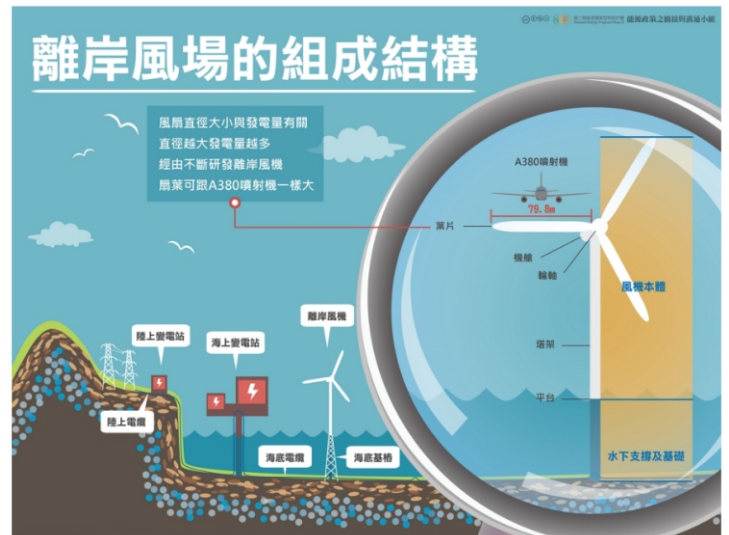
1. 风力发电的原理

风力发电总共分为两个阶段，风能转为机械能，机械能再转为电。风机简单来说就是由气体流动性能良好的叶片装在转轴上所组成，风机藉由空气的气动力作用转动叶片，带动转轴在线圈里快速的转动，利用电磁原理，产生了电力，再经由电缆传至终端用电场所。



2. 离岸风场的组成结构

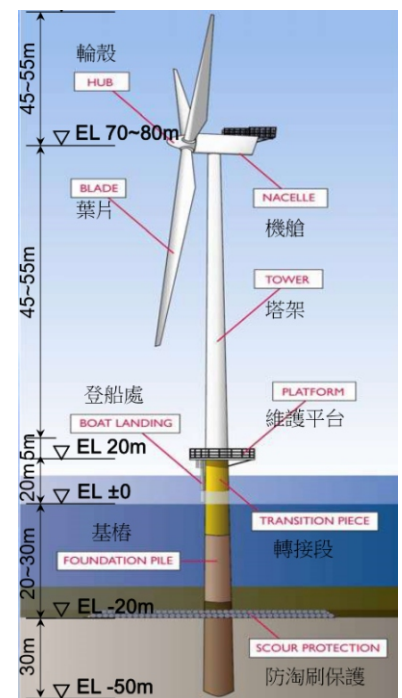
离岸风场主要由离岸风机、海底基桩、连结件、海上变电站、海底电缆、陆上电缆以及陆上变电站等硬件构成。离岸风场所产生的电力将会透过海上变电站收集且升压之后，经由海底电缆传输至陆上电缆，最后并联至台电于各地的陆上变电站。其中的风机基本上可分为机舱、轮轴、叶片、塔架、平台及水下支撑基础结构，经由不断的发展一台离岸风机的扇叶已可跟一台A380喷射机一样大。



3. 离岸风力机组主要构件

离岸风力机主要构件主要由塔架、叶片、机壳、工作平台、发电机组和水下基础等组成。而一般离岸风力发电机按安装位置的海水深度和海底地质状况设计选择合适水下基础结构。

基礎型式	重力式 Gravity	單樁式 Monopile	三樁式 Tripile	吸筒式 Suction	三腳管式 Tripod	套管式 Jacket	浮動式 Floating
海床地質強度需求	最高	較高	較高	最高	較低	較低	無
較適水深	0~25m	0~25m	20~40m	0~25m	20~50m	20~50m	>80m

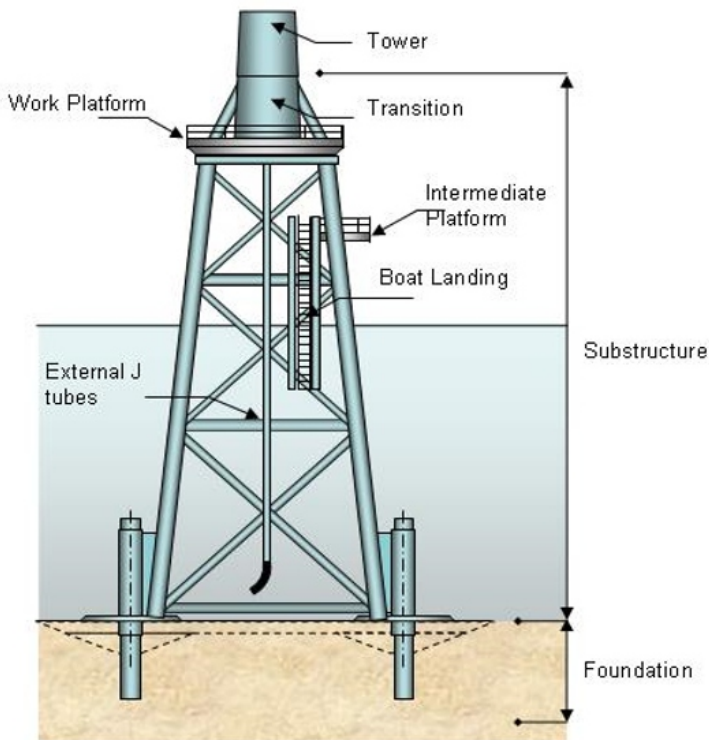
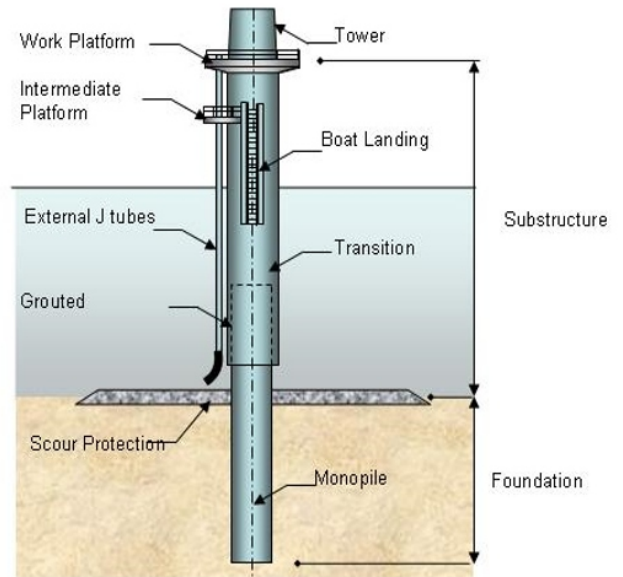


4. 目前常见水下基础之介绍

单桩式(Monopile)-欧洲主流的水下基础低成本方案，可适用于岩层且地震影响较轻微之水下基础结构。

使用大直径(4~6M)的单一空心钢桩贯入土中，提供侧向与垂直向承载力。

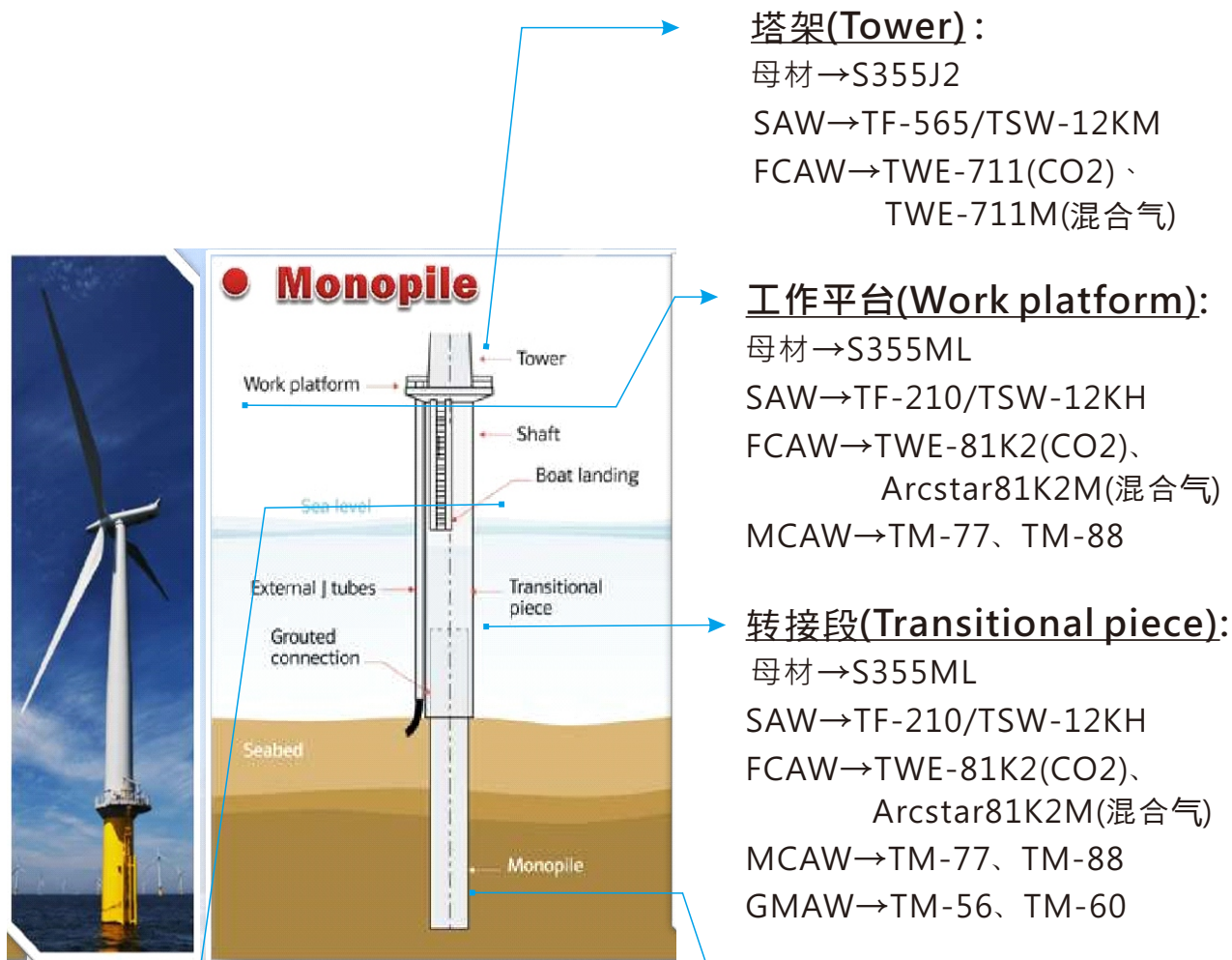
目前为现阶段离岸风场最常用的方式，优点是简单、快速，节省安装与制造费用，缺点是结构劲度较差，结构自然频率易与风机频率相近，且没有结构冗余度(redundancy)，增加设计困难度。



导管式(Jacket)-拥有较复杂的truss结构，故其制造较费工，成本亦相对较高，但其拥有较佳的稳定度，适合软弱泥土质地盘及较活跃的地震带使用水下基础结构。利用圆管制造的桁架结构，优点是高结构劲度，并增加冗余度，适用于深度较深的海床，缺点是钢管节点间复杂的焊接工序，使得制造成本大幅提高，且安装需顾虑四支桩的精度，增加施工困难度。同时节点容易受疲劳效应影响，需费心设计。套筒式由于昂贵的造价，目前仅占离岸风电的2%左右，但随着水深逐渐增加，采用案例将逐渐增加。

5.建议之焊接材料

不同风力塔架型式与各部位建议之焊接材料：



塔架(Tower):

母材→S355J2
SAW→TF-565/TSW-12KM
FCAW→TWE-711(CO₂)、
TWE-711M(混合气)

工作平台(Work platform):

母材→S355ML
SAW→TF-210/TSW-12KH
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88

转接段(Transitional piece):

母材→S355ML
SAW→TF-210/TSW-12KH
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88
GMAW→TM-56、TM-60

登船系统(Boating landing):

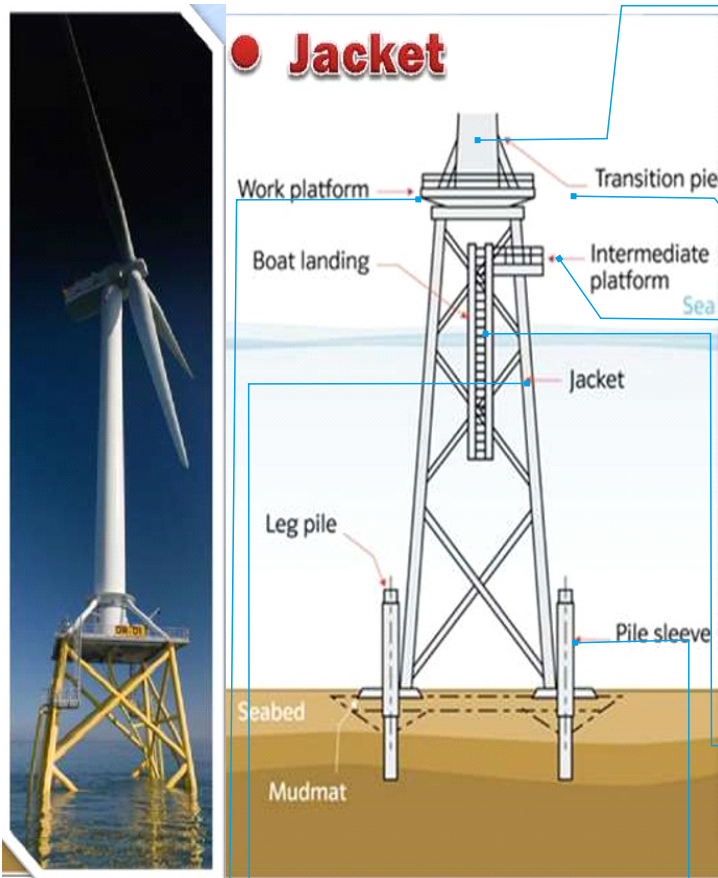
母材→S355J2
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88

单管桩(Monopile):

母材→S355ML、S460ML
SAW→TF-210/TSW-12KH
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88
GMAW→TM-56、TM-60

5.建议之焊接材料

不同风力塔架型式与各部位建议之焊接材料：



塔架(Tower)：

母材→S355J2
SAW→TF-565/TSW-12KM
FCAW→TWE-711(CO₂)、
TWE-711M(混合气)

转接段(Transitional piece)：

母材→S355ML
SAW→TF-210/TSW-12KH
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88
GMAW→TM-56、TM-60

登船系统(Boating landing)：

母材→S355J2
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88

工作平台(Work platform)：

母材→S355ML
SAW→TF-210/TSW-12KH
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88

内部平台(Internal Platforms)：

母材→S355ML、S355J2
SAW→TF-210/TSW-12KH
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88

导管架(Jacket)：

母材→S355ML、S355J2
SAW→TF-210/TSW-12KH
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88

樁套(Pile sleeve)：

母材→S355ML
SAW→TF-210/TSW-12KH
FCAW→TWE-81K2(CO₂)、
Arcstar81K2M(混合气)
MCAW→TM-77、TM-88

附件一常见母材及规范

依据EN 10025-04'

品名	抗拉强度 Mpa	降伏强度 Mpa	冲击值要求	
			温度 ℃	IV(J)min
S355J0	470~630	355	0	27
S355J2			-20	27
S355N			-20	40
S355NL			-50	27
S355M			-20	40
S355ML			-50	27
S420N	520~680	420	-20	40
S420NL			-50	27
S420M			-20	40
S420ML			-50	27
S460N	550~720	460	-20	40
S460NL			-50	27
S460M			-20	40
S460ML			-50	27

附件二 风力塔架母材与焊材选用明细

母材种类	抗拉强度 (Mpa)	降伏强度 (Mpa)	冲击值要求		焊接方式及匹配焊材					
			温度 (°C)	IV(J)	GMAW	GTAW	SMAW	MCAW	FCAW	SAW
S355J0	470~630	355	0	27	TM-56	TGA-56	TLH-581	TM-77	TWE-711 TWE-711M	TF-565+TSW-12KM
S355J2			-20	27	TM-56	TGA-56	TLH-581	TM-77	TWE-711 TWE-711M TWE-711Ni Arcstar711Ni	TF-565+TSW-12KM
S355N			-20	40	TM-56	TGA-56	TLH-581	TM-77	TWE-711 TWE-711M TWE-711Ni Arcstar711Ni	TF-565+TSW-12KM
S355NL			-50	27	TM-60	TGA-80Ni1	TN-28	TM-88	Arcstar T12	TF-210+TSW-12KH
S355M			-50	40	TM-56	TGA-56	TLH-581	TM-77	TWE-711 TWE-711M	TF-565+TSW-12KM
S355ML			-20	27	TM-60	TGA-80Ni1	TN-28	TM-88	Arcstar T12	TF-210+TSW-12KH
S420N	520~680	420	-50	40	TM-56	TGA-56	TLH-581	TM-88	TWE-811Ni11	TF-565+TSW-60G
S420NL			-20	27	TM-60	TGA-80Ni1	TN-28	TM-88	TWE-81K2 Arcstar81K2M	TF-210+TSW-12KH
S420M			-20	40	TM-56	TGA-56	TLH-581	TM-88	TWE-811Ni1	TF-565+TSW-60G
S420ML			-50	27	TM-60	TGA-80Ni1	TN-28	TM-88	TWE-81K2 Arcstar81K2M	TF-210+TSW-12KH
S460N	550~720	460	-20	40	TM-56	TGA-56	TN-28	TM-88	TWE-811Ni1	TF-565+TSW-60G
S460NL			-50	27	TM-60	TGA-80Ni1	TN-28	TM-88	TWE-81K2 Arcstar81K2M	TF-210+TSW-E40
S460M			-20	40	TM-56	TGA-56	TN-28	TM-88	TWE-811Ni1	TF-565+TSW-60G
S460ML			-50	27	TM-60	TGA-80Ni1	TN-28	TM-88	TWE-81K2 Arcstar81K2M	TF-210+TSW-E40

附件三 焊材相关规范

焊接方式	焊材品名	AWS 规范	EN ISO	机械性能			
				YP	TS	EL	IV
SMAW	TLH-581	A5.1 E7018-1 H4	EN ISO 2560-A E46 4 B 1 2 H5	>460	550-620	33	-45°C>100J
	TN-28	A5.5 E8018-C1	EN ISO 2560-A-E 46 6 2Ni B 1 2 H5	>500	580-630	30	-60°C>60J
GMAW	TM-56	A5.18 ER70S-6	EN ISO 14341-A-G 42 3 C1 3Si1 H5	>420	520-550	30	-30°C>800J
	TM-60	A5.28 ER80S-G	EN ISO 14341-A-G 46 6 Z H5	>460	580-620	28	-60°C>60J
GTAW	TGA-56	A5.18 ER70S-6	EN ISO 14341-A-G 42 3 3Si1	>460	560-600	32	-30°C>200J
	TGA-80Ni1	A5.28 ER80S-Ni1	-	>460	560-620	25	-50°C>100J
FCAW	TWE-711	A5.20 E71T-1C	EN ISO 17632-A-T 46 2 P C1 1H10	>460	550-620	30	-30°C>70J
	TWE-711M	A5.20 E71T-1M	EN ISO 17632-A-T 46 3 P M21 1 H10	>460	580-610	29	-30°C>50J
	TWE-711Ni	A5.20 E71T-1CJ	EN ISO 17632-A-T 42 4 P C1 1 H10	>420	540-580	31	-40°C>70J
	ArcStar 711NiM	A5.20 E71T-1MJ	EN ISO 17632-A-T 42 4 P M21 1 H10	>420	540-600	30	-40°C>50J
	ArcStar T12	A5.20 E71T-1CJ/12CJ	EN ISO 17632-A-T 42 4 P C1 1 H5	>460	520-600	30	-40°C>100J
	TWE-811Ni1	A5.29 E81T1-Ni1C	EN ISO 17632-A-T 46 3 1Ni P C1 1 H10	>500	580-630	30	-30°C>100J
	TWE-81K2	A5.29 E81T1-K2C	EN ISO 17632-A-T 46 6 1.5Ni P C1 1	>500	600-650	28	-60°C>70J
	ArcStar 81K2M	A5.29 E81T1-K2M	EN ISO 17632-A-T 46 6 1.5Ni P M21 1 H5	>500	600-650	28	-60°C>80J
MCAW	TM-77	A5.18 E70C-6M	EN ISO 17632-A-T 46 4M M21 3 H5	>420	520-600	28	-40°C>80J
	TM-88	A5.28 E80C-Ni1	EN ISO 17632-A-T 50 6 1Ni M M1 H5	>500	570-690	28	-60°C>80J
SAW	TF-565+TSW-12KM	A5.17 F7A2-EM12K	ENISO 14174 S A AB 1 68 AC H5 ENISO 14171-A 42 3 AB S2Si	>420	520-600	33	-30°C>80J
	TF-565+TSW-60G	AWS A5.23 F8A2-EG-G	ENISO 14174 S A AB 1 68 AC H5 ENISO 14171-A 46 3 AB SZ	>460	570-620	29	-30°C>60J
	TF-210+TSW-12KH	A5.17 F7A8/P8 EH12K	ENISO 14174 S A FB 1 55 AC H5 ENISO 14171-A 42 6 FB S3Si	>420	520-580	33	-60°C>80J
	TF-210+TSW-E40	A5.23 F8A8/P8-EG-G	ENISO 14174 S A FB 1 55 AC H5 ENISO 14171-A 46 6 FB SZ	>500	600-640	29	-60°C>80J

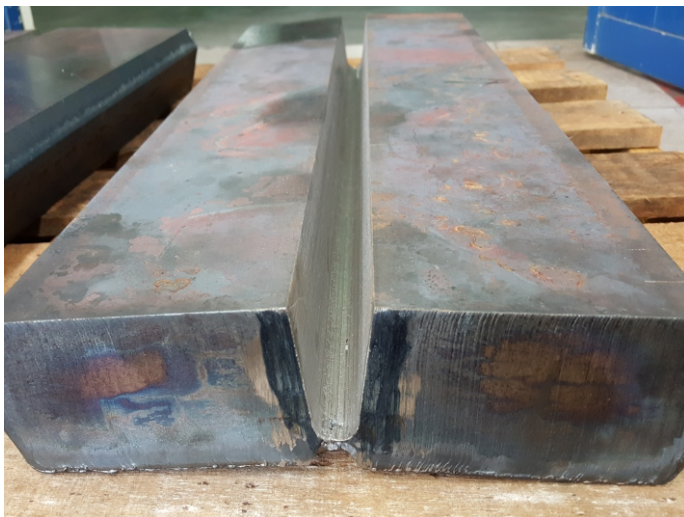
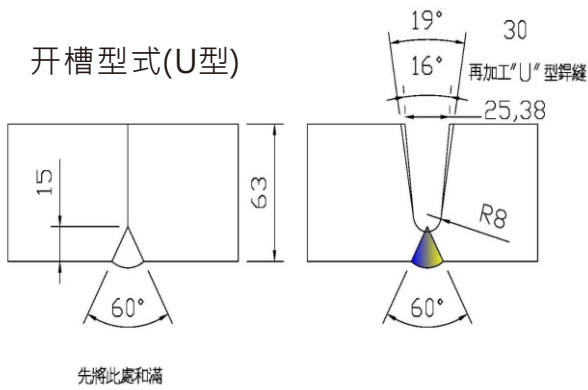
附件四 焊材相关认证

焊接方式	焊材品名	产品认证			CTOD	备注
		CE	DNV, GL	其他		
SMAW	TLH-581			ABS	0°C(0.36mm)	
	TN-28	V	5YH10	BV, NK		PWHT 605°Cx1hr
GMAW	TM-56					
	TM-60	V	IVYMSH5			
GTAW	TGA-56	V		ABS, LR		
	TGA-80Ni1					
FCAW	TWE-711	V	IIIYMSH10	ABS, BV, CR, D NVGL, LR, NK		-40°C > 47J
	TWE-711M	V	IIIYMSH10	ABS, LR		
	TWE-711Ni	V	IVYMSH10	ABS, BV, LR, NK		
	ArcStar 711NiM					
	ArcStar T12	V				PWHT -45°C > 70J
	TWE-811Ni1					-40°C > 47J
	TWE-81K2	V	VY46MSH5	LR, NK		
	ArcStar 81K2M	V	VY46MSH5			
MCAW	TM-77	V		LR		
	TM-88	V	VY46MSH5			
SAW	TF-565+TSW-12KM		IIIYMH5	ABS, BV		
	TF-565+TSW-60G					
	TF-210+TSW-12KH	V	VY42MH5	ABS, NK	-10°C (1.24mm)	
	TF-210+TSW-E40	V		ABS		

风力发电焊接技术介绍-SAW窄缝焊(TF-210 / TSW-12KH)

SAW窄缝焊焊接技术已发展多年且广泛应用于各式行业，使用窄缝焊双极焊接技术，可减少焊材消耗量与焊接完成时间，明显增加生产效率，TF-210 是一种碱性烧结型焊药,它适用于直流、交流两用单极及双极焊接，应用于窄缝焊(Narrow gap)焊接时，具有良好的焊道外观和操控性，稳定的冶金焊药特性，于多层潜弧焊接时，具有良好的低温冲击韧性，CTOD在-10 °C亦有优异的测试值，可适用于海洋平台、风力发电等行业应用。

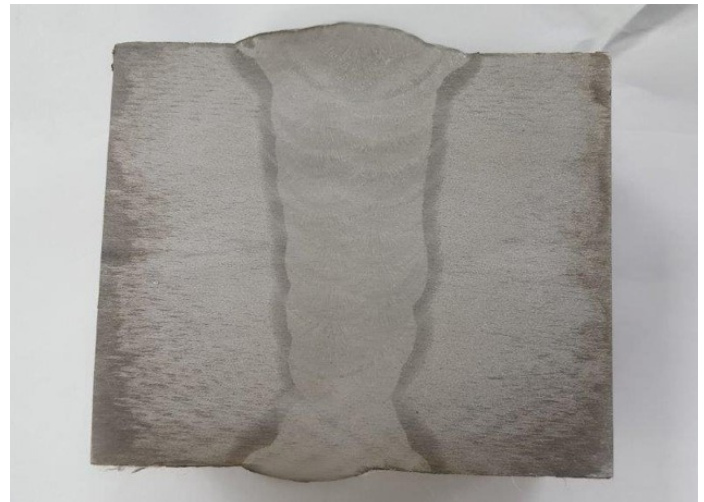
窄缝焊专门使用导嘴



开槽型式(U型)



TF-210+TSW-12KH焊道外观



焊道巨观

风力塔架焊接设备-Pro Heat 35、Continuum 500

Pro Heat 35 (感应式加热器)

感应电源配有内置温度控制器，它可提供手动程序设计或基于温度的程序设计。手动程序设计即一般空冷式感应加热器，可用于设置功率电平和持续时间，因为零件被加热到温度并拆下加热装置，可应用于温度400°F(204°C)的工件预热。而基于温度的程序设计为一般水冷式感应加热器，可用于预热、氢气烘烤或高达1450°F(788°C)的热处理工件。



Continuum 500 焊机

Continuum 500为新一代先进的工业焊接解决方案，可通过焊接质量、易用性和系统灵活性来提高生产效率，可用于一般MIG、FCAW焊接方式，焊机内设多元化焊接模式可用于不同行业应用。

焊机焊接模式特性:

- Accu-Pulse: 用于广泛适用于全位置厚板焊接，比一般MIG焊接更有较高的熔填率。
- Versa-Pulse: 特别适用于厚度小于6mm薄板的全位置焊接与较低入热量。
- High deposition MIG: 具有最高熔填量焊接模式，但仅限于平焊位置。
- RMD: 适合于间隙填充、管件打底低入热量焊接。

基本焊接方式: MIG、FCAW







TW 美商伊利諾工具公司旗下知名品牌



本型录所载之产品相关数据系经精密实验与测试所得，产品实际应用前请与本公司之业务人员联系，以确保产品之使用结果与效能

PRINTED:08.2019