

大国重材系列八：灌浆料，潜海寻风

2022 年 07 月 18 日

► **套筒灌浆是海风施工的重要环节。**海上风机海平面以下的支撑柱，多采用套筒灌浆工艺，起到支撑叶片旋转、稳固海床的作用。根据《Design of Offshore Wind Turbine Structures》的定义：灌浆连接是由两个同心管状部分组成的结构连接件，外部和内部管之间的环形区域被填充灌浆。**灌浆施工过程中，使用的风电灌浆料是一种经高性能聚合物改性的水泥基灌浆材料，采用多种无机添加剂，因技术壁垒高企，行业格局较为集中，产品单价估计超过 5000 元/吨，但与海风相比，陆上风电机组所处的自然环境较为温和，对材料的性能要求、用量不高，技术门槛较低，竞争较为充分，产品单价约为 2000 元/吨左右。因此，重点研究对象为海风灌浆料。**

► **海风灌浆料工作环境复杂，施工应用中有严格要求。**灌浆料对风电基础起到受力缓冲作用的同时，还要保证结构安全和稳定性。灌浆连接部分不仅需要承担机自身叶片和风机自身旋转以及塔桶造成的负载，**还要承受来自于环境的波浪力、潮流力、船舶撞击力等，需要解决防潮水、防海浪、软弱地基、海水腐蚀、快速施工等一系列问题，因此在材料选择、制备工艺、设备要求、施工质量等方面都具备严格的要求，供应商需要通过认证，例如 CCSC 认证。**

► **海风灌浆料市场空间取决于风电前景。**根据 GWEC 预测，2021-2026 年，全球风电装机容量 CAGR 将保持在 6.6%，到 2026 年提升至 128.8GW，其中海上风电占比将达到 24.4%。**我们预测，到 2026 年全球海风灌浆料需求达到 59 万吨，对应 29.4 亿元市场空间，中国市场空间为 14.7 亿元。**

► **技术壁垒高企，格局较为集中，静待国产替代。**由于国外的技术封锁，**风电灌浆料的主要市场份额由外资龙头德国巴斯夫(Basf)、瑞士西卡(Sika)、丹麦迪西脱(Densit)占据。**但近年来，国内企业技术突破、产品开始投入应用，目前已有部分国产产品，具备较高性价比、较为完善的售后服务网络，可对标进口产品性能。例如，中交港湾、苏博特是国产灌浆料的代表性企业。

(1) **苏博特**是国内首家，通过中国船级社 CCSC 认证的海风灌浆料供应商，产品应用于福建南日岛、福建平海湾、中水电如东等海上风电项目，西华豫能陆上风电，南海某油气平台等大型项目建设，公司已与三峡新能源、中广核新能源、国家能源龙源集团等央企建立长期的战略合作关系。

(2) **中交港湾**是国内海上风电灌浆行业的专业服务商，UHPG-120 型导管架灌浆料产品打破国外垄断，填补国内空白。2020 年 5 款产品获得中国船级社 CCSC 产品认证。

► **风险提示：**风电装机量不及预期；技术竞争风险；疫情的不确定性。

推荐

维持评级



分析师：李阳

执业证号：S0100521110008

邮箱：liyanyang_yj@mszq.com

相关研究

1. 建材周观点 20220605：继续监测地产销售信号，淡季稳增长仍看政策催化
2. 建材周观点 20220529：复工复产核心周开启，6 月看好稳增长回归
3. 建材周观点 20220522：5 月 LPR 超预期下调，基建+地产将交汇于建材
4. 建材行业点评：建材是地产链的核心环节
5. 建材周观点 20220515：复商复市+复工复产，优先开工端

重点公司盈利预测、估值与评级

代码	简称	股价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			评级
			2021A	2022E	2023E	2021A	2022E	2023E	
603916.SH	苏博特	20.45	1.27	1.69	2.16	16	12	9	推荐

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022 年 7 月 15 日收盘价；）

目 录

1 什么是风电灌浆料？	3
2 风电灌浆料的市场空间	5
2.1 风电前景是决定性因素	5
2.2 海风灌浆料市场空间测算	8
3 风电灌浆料的行业格局	9
3.1 第一个阶段：外资主导	9
3.2 第二个阶段：国产替代具备潜质	13
3.3 苏博特、中交港湾，填补国产空白	15
4 风险提示	20
插图目录	21
表格目录	21

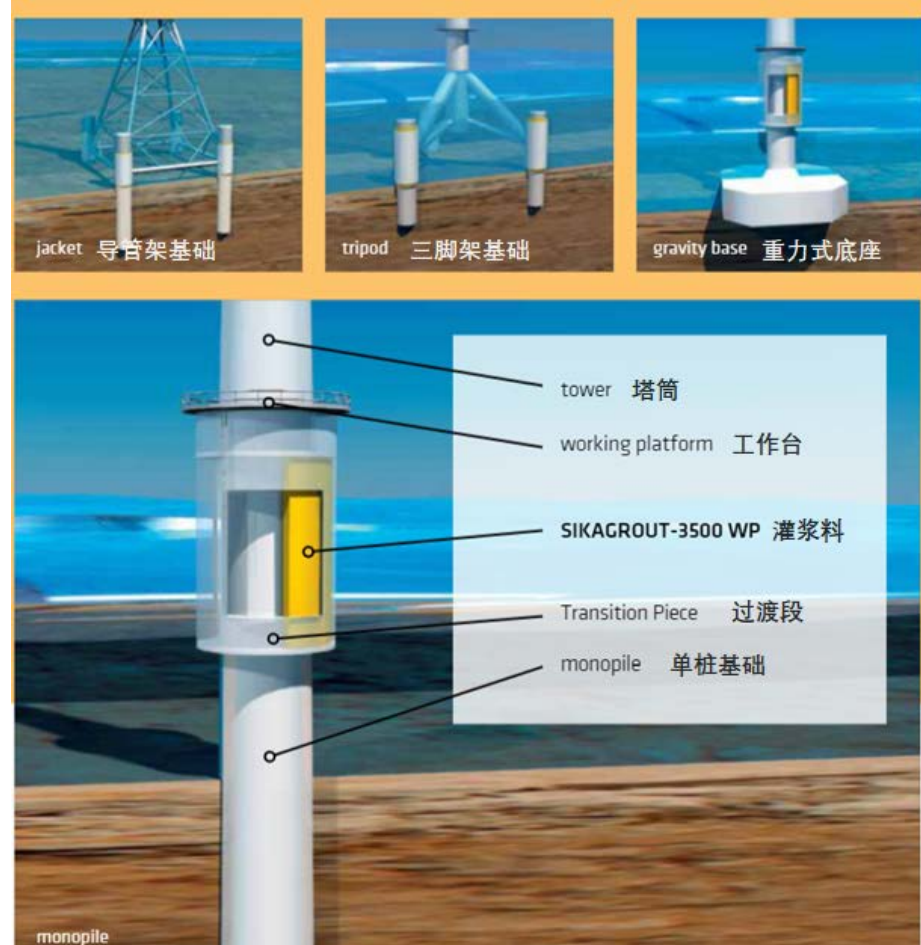
1 什么是风电灌浆料？

什么是风电灌浆料？

以海风为例，海上风机的立柱和叶片位于海平面以上，海平面以下的支撑柱则多采用套筒灌浆工艺，起到支撑叶片旋转、稳固海床的作用。根据《Design of Offshore Wind Turbine Structures》的定义：**灌浆连接是由两个同心管状部分组成的结构连接件，外部和内部管之间的环形区域被填充灌浆**。风电灌浆料是一种高性能聚合物改性的水泥基灌浆材料，采用多种无机添加剂，常被用于海上风机灌浆连接施工。

陆上风机灌浆料生产厂家较多，竞争较为激烈。与海上风机相比，陆上风电机组所处的自然环境较为温和，对材料的性能要求、用量不高，技术门槛较低，竞争较为充分，产品单价较低，约为 2000 元/吨左右。根据《一种高性能风电机组基础灌浆料配制试验研究》，目前国内生产灌浆料的商家达几百家，年产量近百万吨。

图 1：海上风机基础结构图解



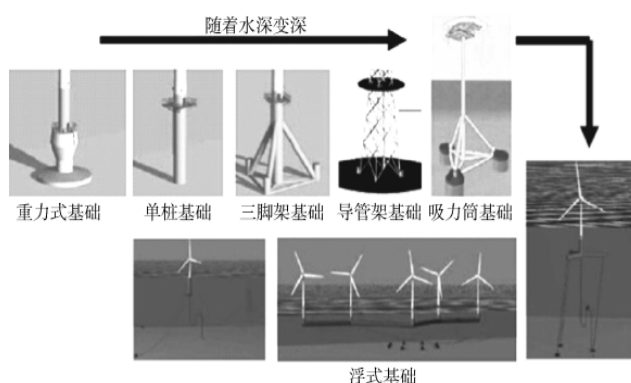
资料来源：Sika 官网，民生证券研究院

海上风机主要形式可分为桩基础、重力式基础、吸力桶基础和浮式基础等，其中，单桩、多桩导管架、高桩承台基础等是桩基础最常用的形式。

导管架基础，由于重量轻、海床地质条件适应性好、稳定性好、适合较深海域，广泛应用于欧洲海上风电场，是海上风机塔筒与水下桩基的重要连接段。

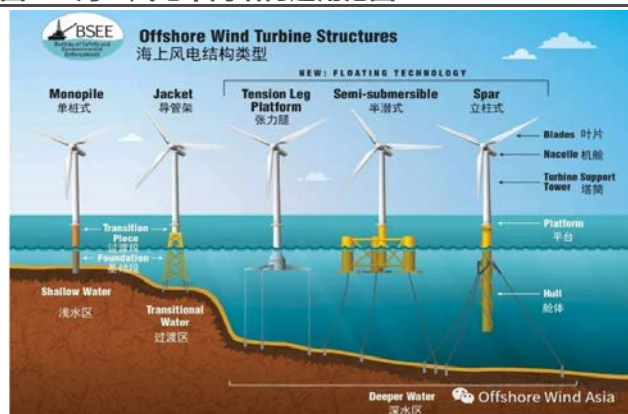
灌浆连接是导管架结构的关键部分，决定导管架整体的稳定性。灌浆连接可以减少焊接结构带来的应力集中和疲劳，起调平作用，是海上风机支撑结构与桩基础连接的典型方法，灌浆连接段是海风导管架基础结构承上启下的关键部位。因此，灌浆质量直接影响到导管架的整体稳定性能、安全性能。

图 2：海上风机基础形式



资料来源：《海上风电机组基础灌浆技术应用与发展》，民生证券研究院

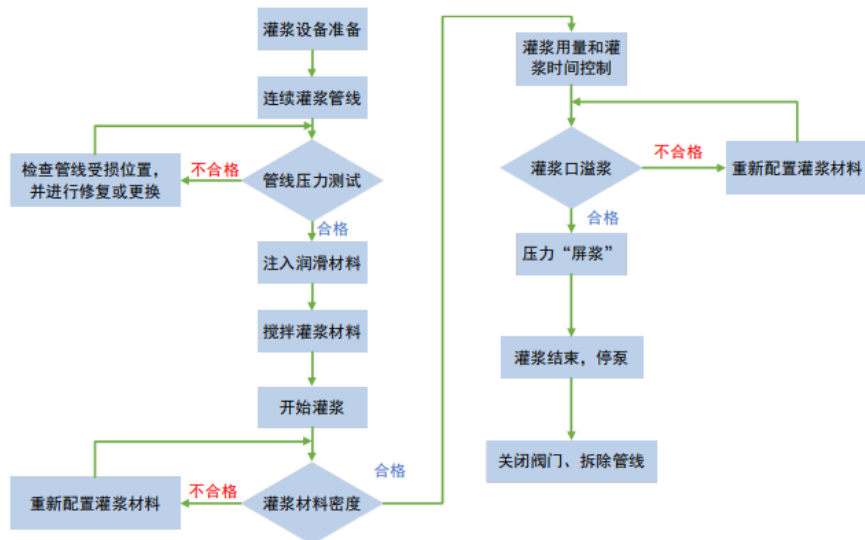
图 3：海上风电不同结构适用范围



资料来源：Offshore Wind Asia，民生证券研究院

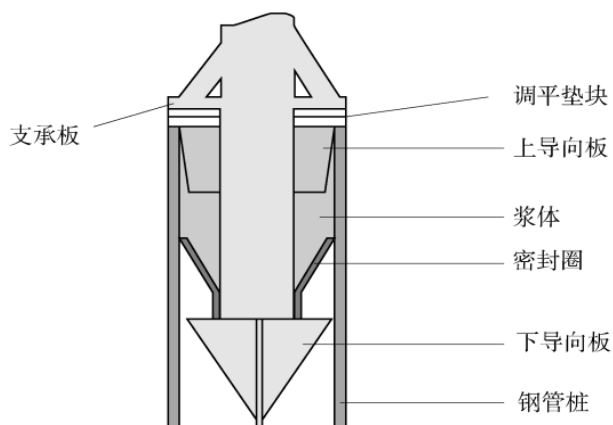
海上风电导管架基础，多采用先桩法导管架基础，步骤分为沉桩作业→安装导管架→灌浆连接，采用泵送压浆的方式将灌浆料自下而上灌注到海平面以下的连接段。对于灌浆材料而言，则需要具备较强的可靠性、安全性和耐久性，在保证较高强度的同时，还要维持较高的流动黏稠性和高度稳定性。

图 4：海上风电导管架灌浆程序



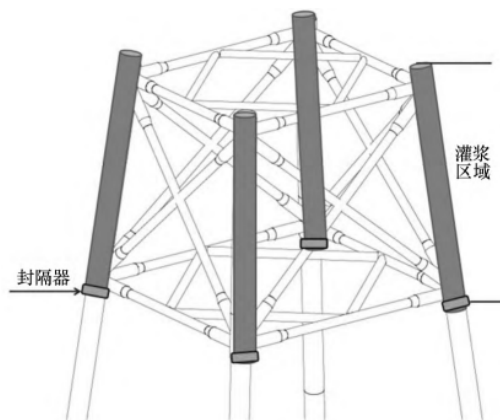
资料来源：《海上风电导管架结构与桩基灌浆连接施工探讨》黎富浩著，民生证券研究院

图 5：先桩法导管架基础灌浆连接段示意图



资料来源：《海上风电机组基础灌浆技术应用与发展》元国凯著，民生证券研究院

图 6：导管架灌浆施工区域示意图



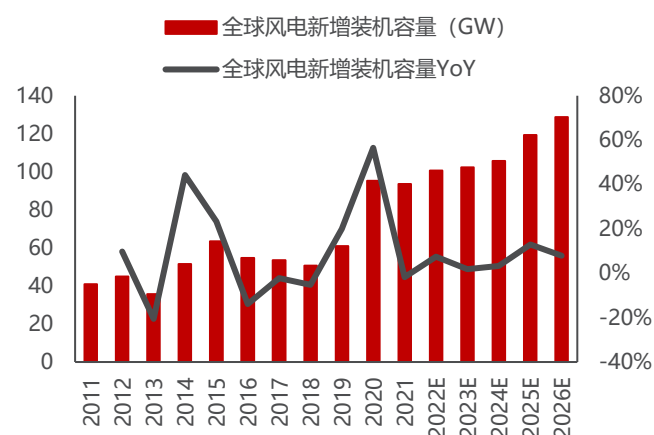
资料来源：《海上风电导管架结构与桩基灌浆连接施工工艺》王大鹏著，民生证券研究院

2 风电灌浆料的市场空间

2.1 风电前景是决定性因素

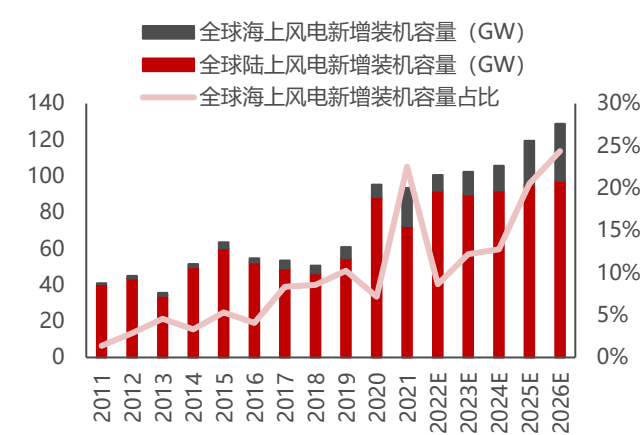
全球风电装机容量持续提升，海上风电结构性优化。2011-2021 年全球风电装机容量从 40.9GW 提升至 93.6GW，10 年 CAGR 达 8.62%；其中，海上风电装机容量占比从 1.4%提升 21.1pct 至 22.5%。根据 GWEC 预测，2021-2026 年，全球风电装机容量 CAGR 将保持在 6.6%，到 2026 年提升至 128.8GW，其中海上风电占比将达到 24.4%。

图 7：全球风电新增装机容量变化



资料来源：GWEC，民生证券研究院

图 8：全球新增海上风电占比提升



资料来源：GWEC，民生证券研究院

欧洲新增风电装机创历史新高。2021 年，欧洲新增风电装机 17.4GW，同比 +17.6%，创年度新增纪录，风电累计装机容量 207GW。其中，海上风电 2021 年新增装机 3.3GW，占比 19.5% ($3.3/17.4=19\%$)，累计装机容量为 28GW，占比 13.5% ($28/207=13.5\%$)。

图 9：欧洲每年风电新增装机量变化

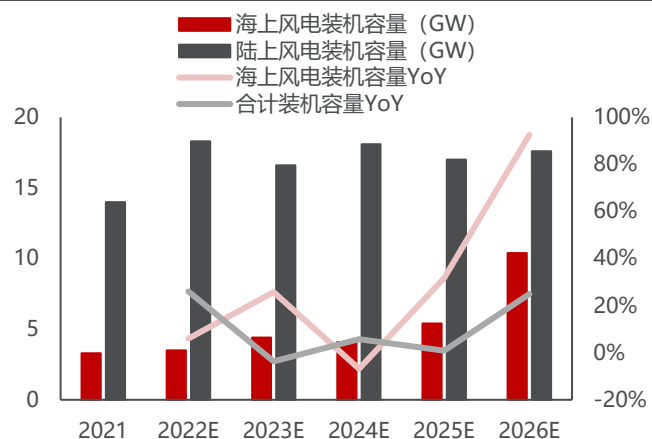


资料来源：WindEurope，民生证券研究院

欧洲各国加速布局海风装机进程。由于天然气、电价的急剧上涨，欧洲各国为摆脱对俄罗斯的能源制约，计划上规模建设海上风场。2022 年 5 月，丹麦、德国、比利时与荷兰的政府在“北海海上风电峰会”共同签署联合声明文件，计划将北海打造成欧洲的“绿电中心”，承诺到 2050 年，四国的海上风电装机增加 10 倍，从目前的 16GW 提高至 150GW，其中，到 2030 年达到 65GW。

未来 5 年欧洲海风装机年复合增长率预计达 14.8%。根据欧洲风能协会 (WindEurope) 发布的《欧洲风能：2021 年统计与 2022-2026 年展望》(Wind energy in Europe: 2021 Statistics and the outlook for 2022-2026), 2022-2026 年, 欧洲预计新增风电装机 116GW, 其中, 海上风电合计新增装机 27.9GW (占比约 24%), 对应 5 年分别新增海上风电装机容量 3.5GW、4.4GW、4.1GW、5.4GW、10.4GW, 年均新增 5.6GW, 较 2021 年的海上风电年新增装机量提升 65%。按国家来看, 2022-2026 年海风装机新增方面, 英国增装机容量 10.8GW、德国 (5.4GW)、荷兰 (4.3GW)、法国 (3.3GW)、丹麦 (1.3GW)、波兰 (0.7GW)、爱尔兰 (0.6GW)、意大利 (0.5GW) 和比利时 (0.5GW)。

图 10: 2022-2026 年欧洲预计新增风电装机



资料来源: WindEurope, 民生证券研究院

图 11: 2022-2026 年欧洲分国家新增海风装机量计划

Country	ONSHORE INSTALLATIONS 2022-2026	OFFSHORE INSTALLATIONS 2022-2026	CUMULATIVE ONSHORE 2026	CUMULATIVE OFFSHORE 2026
Germany	19.7 GW	5.4 GW	71.5 GW	13.1 GW
UK	4.4 GW	10.8 GW	18.3 GW	23.5 GW
France	8.9 GW	3.3 GW	27.6 GW	3.3 GW
Spain	10 GW	0.3 GW	35.7 GW	0.3 GW
Sweden	7.5 GW	0 GW	19.2 GW	0.2 GW
Finland	5.8 GW	0 GW	9 GW	0.1 GW
Turkey	5.6 GW	0 GW	16.3 GW	0 GW
Netherlands	1.2 GW	4.3 GW	6 GW	7.3 GW
Poland	3.5 GW	0.7 GW	9.8 GW	0.7 GW
Italy	2.8 GW	0.5 GW	13.5 GW	0.5 GW
Russia	2.7 GW	0 GW	4.7 GW	0 GW
Ireland	2 GW	0.6 GW	6.2 GW	0.6 GW
Ukraine	2.2 GW	0 GW	3.9 GW	0 GW
Austria	2.1 GW	0 GW	5.2 GW	0 GW
Greece	1.9 GW	0 GW	6.2 GW	0 GW
Denmark	0.6 GW	1.3 GW	4.9 GW	3.5 GW
Belgium	1.1 GW	0.5 GW	3.7 GW	2.8 GW
Others	6.1 GW	0.1 GW	23.6 GW	0.1 GW

资料来源: WindEurope, 民生证券研究院

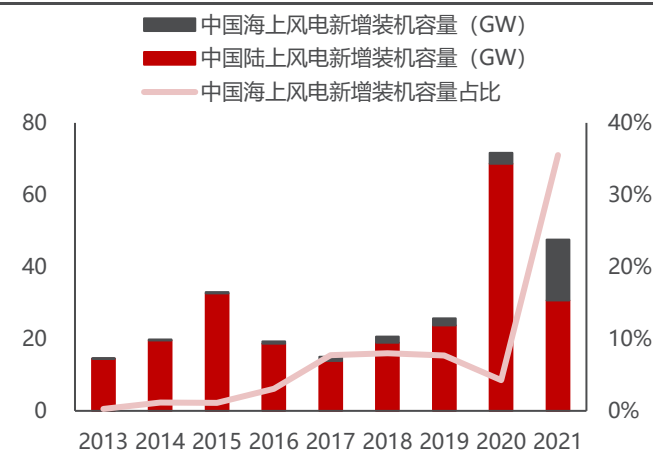
2013-2021 年, 国内风电新增装机容量从 14.5GW 增长至 47.6GW, 8 年 CAGR 达 16.02%, 其中新增海风占比从 0.3% 提升至 35.5%, 增速超过全球。

陆风“抢装潮”: 新增海风装机量占比呈现稳步提升, 但 2020 年大幅下降, 主因 2020 年是陆风最后的补贴年限, 带来陆风抢装潮, 2020 年同比增长 189%, 2021 年高位回落。

海风“抢装潮”: 2021 年是海风补贴电价最后一年, 全年海风新增装机量达 16.9GW, 同比增长 452.3%, 海风累计装机规模 26.4GW, 居世界第一。

图 12：中国风电新增装机容量变化


资料来源：GWEC，国家能源局，民生证券研究院

图 13：中国海上风电占比提升趋势明显


资料来源：GWEC，国家能源局，民生证券研究院

2.2 海风灌浆料市场空间测算

根据我们的测算，到 2026 年全球海风灌浆料需求量达到 59 万吨，对应 29.4 亿元市场空间，中国市场空间为 14.7 亿元。

(1) 假设 2026 年全球海风装机量 31.4GW（见前文），中国装机量按占比 50% 测算为 15.7GW（不考虑 2021 年海风“抢装潮”影响，2020 年中国海风新增装机占全球比重为 45%，2026 年假设提升至 50%）；

(2) 考虑自然环境及施工类型不同，单个海上风电机组使用灌浆料 50-100 吨，取平均值 75 吨/个；

(3) 假设单个海风机组装机量平均值 4MW，每 GW 海风装机量对应 250 个机组；

(4) 国产厂家海风灌浆料价格为外资企业的 80%（即 5000 元/吨）左右，测算得到 2026 年全球、中国海风灌浆料市场空间分别为 29.4 亿元、14.7 亿元。

表 1：中国风电灌浆料市场空间测算

	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E
全球海上风电新增装机容量(GW)	6.852	21.106	8.7	12.5	13.5	24.5	31.4
对应海风机组数量(个)	/	/	2175	3125	3375	6125	7850
单海风机组使用风电灌浆料重量(吨/个)	/	/	75	75	75	75	75
全球海风灌浆料需求量(万吨)	/	/	16.3	23.4	25.3	45.9	58.9
全球海风灌浆料市场空间(亿元)	/	/	8.2	11.7	12.7	23.0	29.4
中国海上风电新增装机容量(GW)	3.1	16.9	4.0	5.9	6.5	12.0	15.7
中国占全球装机量比重	45%	80%	46%	47%	48%	49%	50%
中国海风灌浆料市场空间(亿元)	/	/	3.8	5.5	6.1	11.3	14.7

资料来源：GWEC，国家能源局，民生证券研究院测算

3 风电灌浆料的行业格局

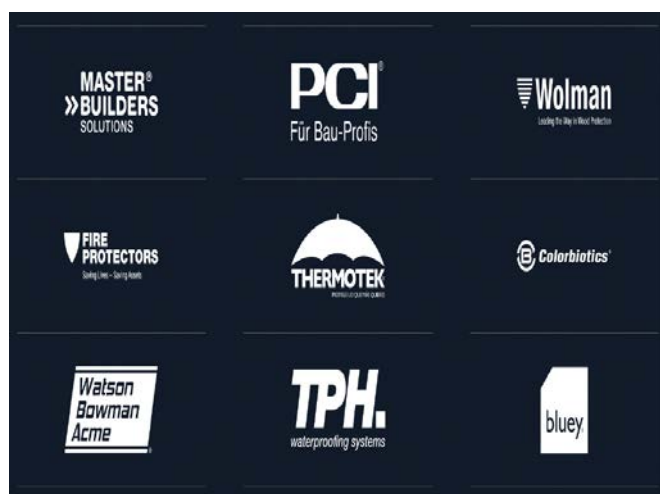
3.1 第一个阶段：外资主导

海上复杂环境带来更严格的灌浆料要求。灌浆连接部分不仅要承担风机自身叶片、风机自身旋转以及塔筒造成的负载，还要承受来自环境的波浪力、潮流力、船舶撞击力，需要解决防潮水、防海浪、软弱地基、海水腐蚀、快速施工等问题，因此，在材料选择、制备工艺、设备要求、施工质量方面，都具备更严格的要求。

技术壁垒高，供应较为集中。灌浆料的特点包括：大流动性、抗离析可靠性和稳定性、高早期强度、高最终强度、高弹性模量、高体积稳定性、高抗疲劳性能、低水化热等。由于国外技术封锁，导管架灌浆连接技术无法直接引入中国，主要市场份额由外资龙头德国巴斯夫(Basf)、瑞士西卡(Sika)、丹麦迪西脱(Densit)占据。

- 2020 年 10 月，巴斯夫化学建材被 Lone Star（孤星基金）收购后，正式变更为迈伯仕集团 (MBCC Group)，总部位于德国曼海姆，旗下的主品牌包括 Master Builders Solutions®、PCI®、Thermotek®, Wolman®, Colorbiotics® 和 Watson Bowman Acme®, 业务聚焦建筑系统、外加剂系统领域，覆盖 60 多个国家，在全球建立 130 多个生产工厂。其中，Master Builders Solutions 主要提供高性能地板、混凝土修复和保护、高性能灌浆等产品，为建筑施工、地下工程，地坪、维护、修复和翻新项目提供材料和解决方案。

图 14：MBCC 集团主要品牌



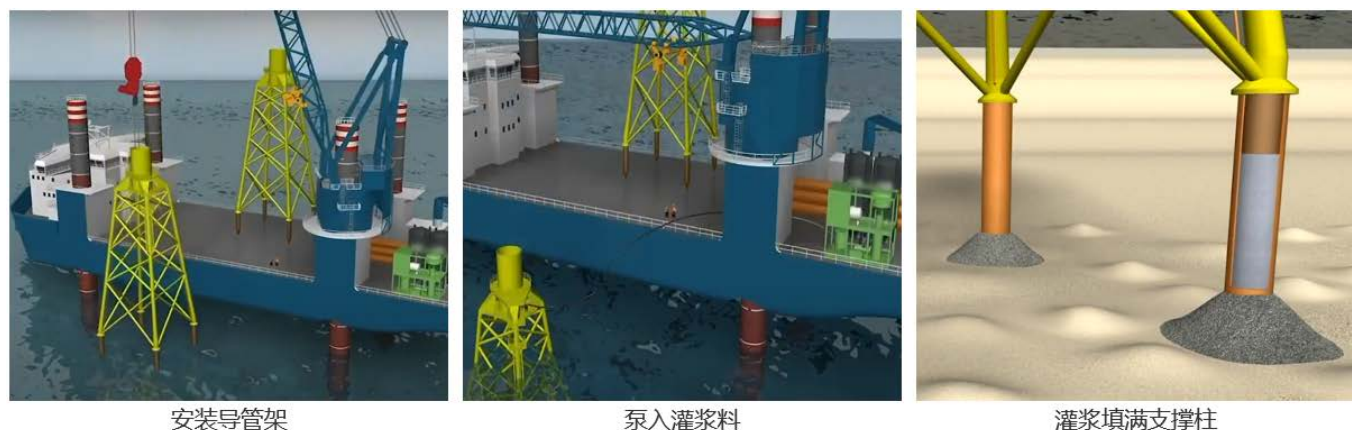
资料来源：MBCC 集团官网，民生证券研究院

图 15：巴斯夫 Masterflow 9800 产品优势

Features	Advantages	Benefits
Grouting rate ≥ 20 m³/h	- Faster grouting - Shorter weather windows	- Reduction of overall installation cost - Time saving
Rapid strength development	Reduced risk of early age cycling	- Cost and time saving - Save and durable installation
Bulk material	No crane use, no lifting nor moving objects, no warehouse at quay side	- Improved safety during operations - Cost optimization
Continuous grouting process in closed circuit	- Less overage nor dust formation - Grouting independent of heavy rain	- Clean operations - Lower cost for grouting works
Siloed material and use of Recirculating Jet Mixer (RJM)	- Simplified grouting equipment and procedures - No open top containers - Reduced working area for grouting	Optimized deck layout potentially allowing for additional foundation
Extremely low autogenous shrinkage	- Volume stable - Lower modulus of elasticity: less brittle grout - Less stiff grouted connection	Reduced maintenance costs
High fatigue resistance	Resistant to dynamic loads	Excellent durability and long term security
Validated by industry experts; and independently and extensively tested	- Certified quality - Full process control	- Secure installation - Improved risk assessment
Controlled material quality	- Factory blended material, with extensive control on incoming and final goods - Stabilized formulation; no segregation during transport and storage - Low heat of hydration	Optimized product quality – even under challenging offshore installation

资料来源：BASF 官网，民生证券研究院

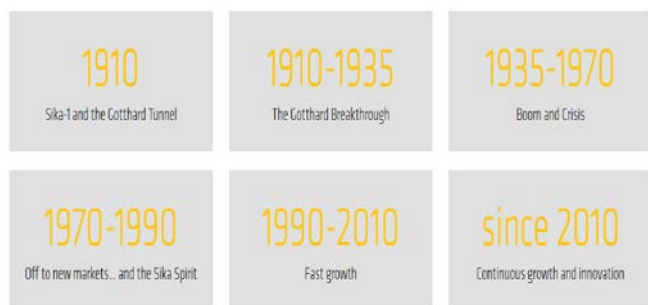
图 16：巴斯夫导管架灌浆施工流程



资料来源：BASF 官网，民生证券研究院

- **西卡成立于 1910 年，聚焦特殊化学品领域**，产品涵盖混凝土外加剂、防水卷材、防水涂料、涂料、加固与修补材料、密封胶以等，广泛应用于建筑、汽车等领域。2021 年 11 月，西卡以 52 亿欧元收购前巴斯夫建筑化工公司迈伯仕集团，提升西卡在建筑领域的地位，预计在 2022H2 正式接管 MBCC 集团。

图 17：西卡发展历程



资料来源：西卡官网，民生证券研究院

图 18：西卡 SikaGrout-3620 产品技术指标

TECHNICAL INFORMATION				
Compressive strength				
Characteristic compressive strength at 28 days				
Sample Size	+2 °C	+20 °C	(EN 12390-3)	
Prism (40 mm × 40 mm × 160 mm)	~85 MPa	~90 MPa		
Cube (75 mm)	~80 MPa	~90 MPa		
Cylinder (150 × 300 mm)	~80 MPa	~85 MPa		
Compressive strength				
Time	+2 °C	+20 °C	(EN 12390 in 75 mm cubes)	
1 day	-	~40 MPa		
3 days	~45 MPa	~75 MPa		
7 days	~65 MPa	~85 MPa		
28 days	~80 MPa	~100 MPa		
Modulus of elasticity in compression				
~30 GPa			(ASTM C469)	
Tensile strength in flexure				
Time	+2 °C	+20 °C	(EN 196-1)	
1 day	-	~7 MPa		
3 days	~6 MPa	~10 MPa		
7 days	~10 MPa	~12 MPa		
28 days	~13 MPa	~13 MPa		
Shrinkage				
Class SKVM 0			(DASTb Guideline)	
Autogenous shrinkage < 0,35 mm/m			(ASTM C1698)	
Bleeding				
No bleeding according to ASTM C940				

资料来源：Sika 官网，民生证券研究院

- **丹麦 Densit 成立于 1983 年，专注于近海和陆上基础灌浆**，主要产品包括高性能灌浆料，广泛用于风能、船舶、石油和天然气等多个行业。2007 年，Densit 品牌被美国 ITW Performance Polymers 收购。公司的 Ducorit 产品是一种可泵送的超高性能胶凝材料，专为海上灌浆而开发，通过添加石英砂或铝土

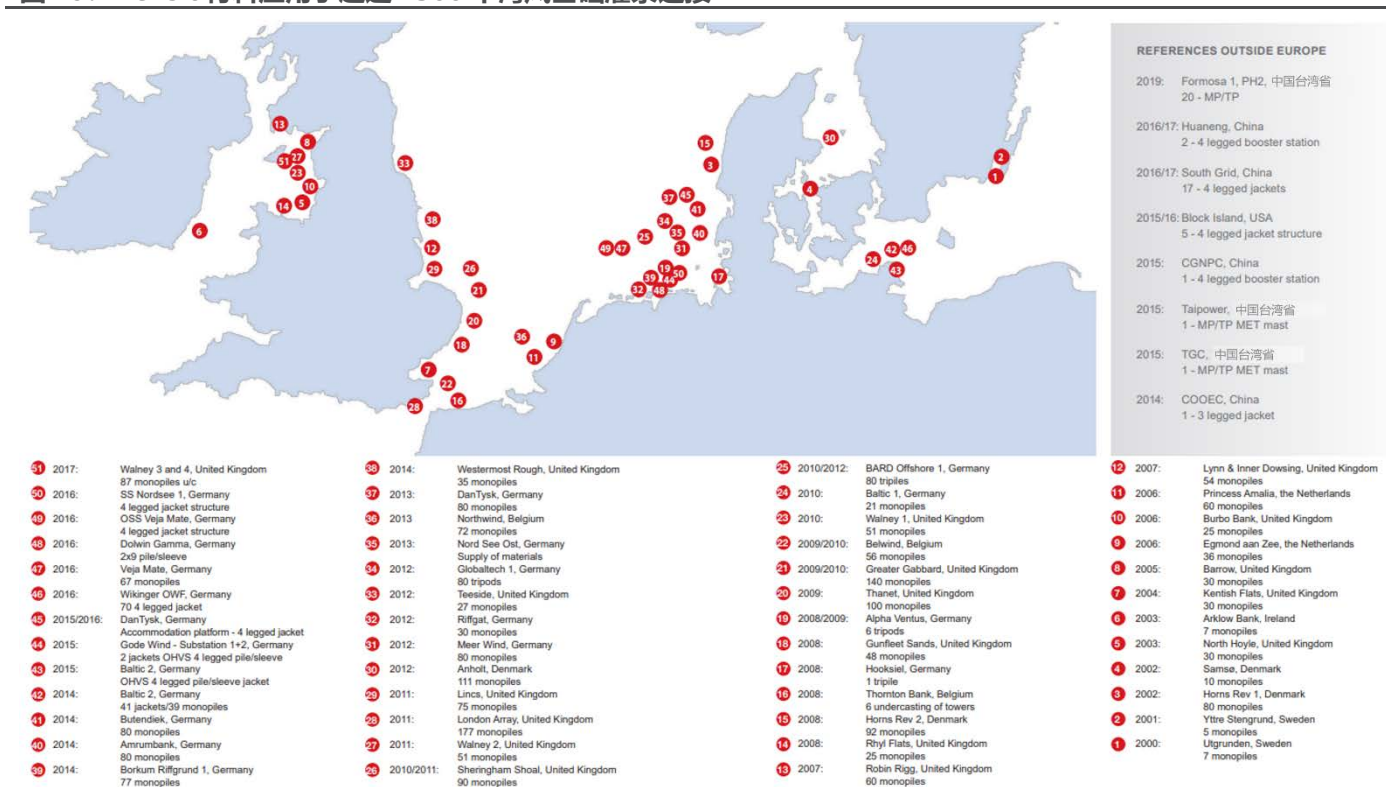
矿等，产品被分为五个种类：S1、S2、S5R、S5 和 D4，具备较高的强度和出色的疲劳性能、快速固化能力、有限收缩特性。

图 19: Densit 主要产品 DUCORIT 化学性质

PROPERTIES	DUCORIT® D4	DUCORIT® S5	DUCORIT® S5 _R	DUCORIT® S2	DUCORIT® S1
Compressive strength f_c - MPa/psi	200 / 29,000	130 / 18,850	130 / 18,850	120 / 17,500	110 / 16,000
Static modulus of elasticity E_c - GPa/ksi	70 / 10,000	55 / 8,000	55 / 8,000	47 / 6,800	35 / 5,000
Dynamic modulus of elasticity E_d - GPa/ksi	88 / 12,800	60 / 8,700	60 / 8,700	48 / 6,975	37 / 5,400
Tensile strength f_t - MPa/psi	10 / 1,500	7 / 1,000	7 / 1,000	6 / 870	5 / 725
Flexural strength f_{ct} - MPa/psi	23.5 / 3,400	18 / 2,600	18 / 2,600	11 / 1,450	13.5 / 2,000
Density ρ - kg/m ³	2740	2440	2382	2350	2250
Poisson's ratio ν	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19
Consistence class ¹⁾	a2	a2	a2	a1	-
Compressive Strength class ³⁾	C170/185	C100/115	C110/125	C90/105	C80/95
Compressive Strength class (24h) ¹⁾	Class A	Class B	Class A	Class A	Class A
Shrinkage ¹⁾ es,m,91	SKVB I (0,413 ‰)	SKVB 0 (0,559 ‰)	SKVB 0 (-)	SKVB 0 (0,576 ‰)	-
Shrinkage ¹⁾ es,i,91	SKVB I (0,421 ‰)	SKVB 0 (0,567 ‰)	SKVB 0 (-)	SKVB 0 (0,579 ‰)	-

资料来源：Densit 官网，民生证券研究院

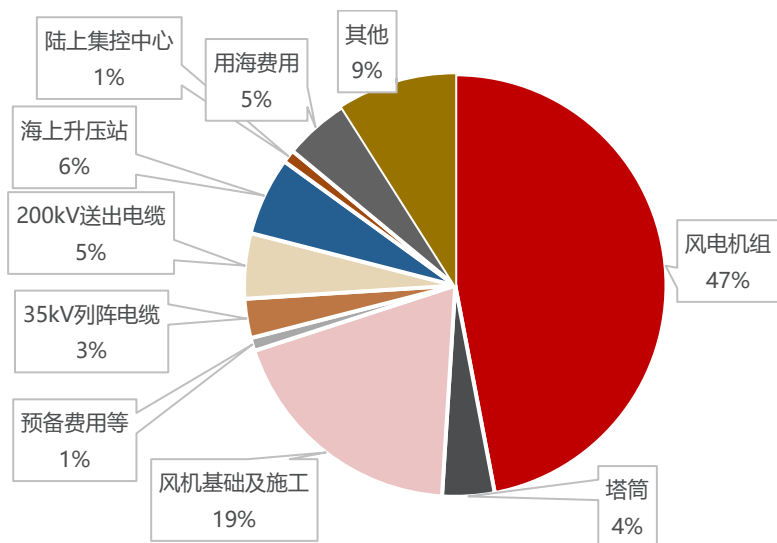
图 20: Densit 材料应用于超过 2500 个海风基础灌浆连接



资料来源：Densit 官网，民生证券研究院

根据全国能源信息平台数据，2021 年国内海上风电典型造价约为 16000 元 /KW-18000 元/kW，其中，海上风电机组及塔筒的造价占比最高，达到 51%；其次是风机基础及施工，占比达到 19%，约为 3040 元/kW-3420 元/kW。

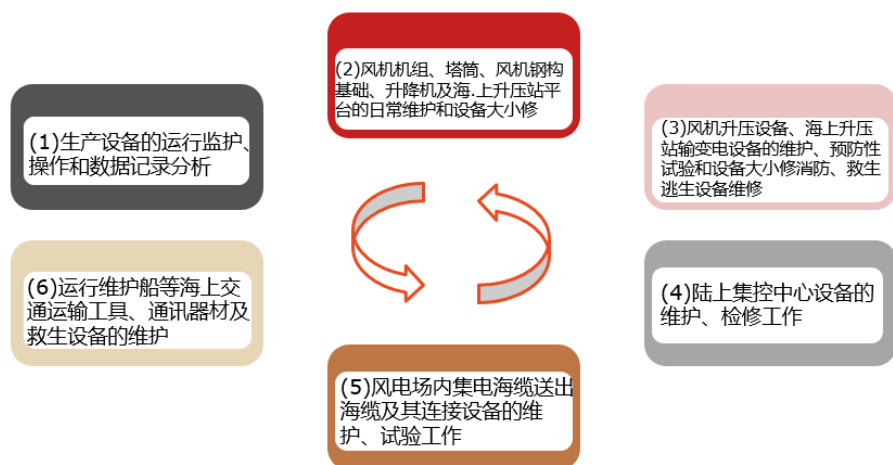
图 21：海上风电造价构成（2021）



资料来源：全国能源信息平台，民生证券研究院

与陆上风电相比，海上风电运维难度较高、成本更高。海上风电机组运行条件较为恶劣，设备故障率较陆风更高，发生故障后需要进行海上作业，包括运维人员布置、设备补充、船只供应等，不但需要支付昂贵费用，还受海上风速、风向、潮汐等气候条件影响。此外，海风机组发生故障甚至停机后，必须等待适合的气候条件才能进行海上作业维修，被迫延长风电机组的停机时间，造成更大的发电量损失。根据 2020 年发布的《浅谈海上风电场运维成本管控》中对海风运维数据的统计分析，海风运维成本是陆上风电的 2 倍，在度电成本中占比高达 25%-40%。

图 22：海上风电运维工作内容



资料来源：龙源电力官网，民生证券研究院

表 2：海上风电主要运维难点

特点	具体内容
自然条件差	制约出海主要是由于台风、大雾及海浪等原因造成其航行时间缩短，这一原因使得海上运维风电管理与陆地风电运维相同，不合理的出海分布时间占其总出海作业的 89% 以上，因其作业的年均时间多集中在 4~9 月份，总出海时间约为 155d。
盐雾腐蚀	海上的特点即是高湿度、高盐分，容易溶蚀基础平台与相关设备，因此，把控设备防腐等级，采用防腐设备，以防腐工作的有效开展为前提，使风机内部散热系统的合理性与标准性得到保证，但会增加设备采购及运维成本
风电机组故障率高，维修工作量大	国内尝试建造的海上风电项目，使用国产机组大多为陆上机组经适应海上环境改造而成，缺乏足够试验经验，使用的风机受盐雾腐蚀、台风、海浪等恶劣环境影响，电气元件、螺栓等易损件失效加快，机械和电气系统故障率大幅提升，直接导致了出海次数、备件消耗等增加，随之带来故障检修成本的上升
可达性差，海上作业时间短	海上天气对船只的出航及海上作业都有较大的影响，导致海上运维时间具有不确定性，影响风电机组的发电量。同时海上风电运维交通工具以船舶或直升机为主，用于大部件吊装、运维人员及运维工具的运输等，且运输费用远高于陆上
故障抢修成本高	在风电机组抢修维护的过程中，涉及风电机组大部件更换，需要运用运输船舶、起重船舶以及专用工程设备，维护价格居高不下。特别是涉及输电海底电缆故障情况，涉及海底电缆故障点排查测距、故障段海缆打捞、故障段海缆抢修及试验等环节，除受海上天气因素影响外，故障海缆抢修恢复时间较长，涉及调用船机设备，费用高，同时导致风电机组停运时间长，严重影响发电量

资料来源：《浅谈海上风电场运维成本管控》，民生证券研究院

3.2 第二个阶段：国产替代具备潜质

与陆风相比，海风基础灌浆的材料要求更高、施工特殊，例如，要求海风灌浆料无粗骨料、无纤维增强和常温养护，并且风机基础灌浆材料需要具备大流动性、高早期强度、高最终强度、水下不分散、高耐久性高抗疲劳等性能。

根据 2021 年发布的《超高强水泥基灌浆材料力学性能尺寸效应》，国内海风项目起步较晚，灌浆材料市场被少数国外大的厂家垄断，材料采购、技术支持、售后服务均受限，风机基础灌浆料仍主要依赖进口，成本较高。**对大部分国内企业而言，海上风机基础高强灌浆料研发和制备尚处在起步阶段**，适用于海上海洋工程的超高强灌浆料寥寥无几，有相关工程应用经验的更少，研发设计大多参照国外品牌材料的性能、标准，而国内外关注灌浆料的要求规范存在差异，力学性能试验方法及试件尺寸均有所不同。

但近年来，国内企业技术突破、产品开始投入应用，目前已有部分国产产品，具备较高性价比、较为完善的售后服务网络，可对标进口产品性能。例如，中交港湾、苏博特是国产灌浆料的代表性企业。

海风灌浆料供应商一般需要获得技术认证，例如苏博特是国内首家，通过中国船级社 CCSC 认证的海风灌浆料供应商。CCSC 标志认证，是中国船级社质量认证

有限公司开展的产品认证业务之一，用加施 CCSC 标志的方式，表明产品符合相关的质量、安全、性能等认证要求，认证范围涉及新能源设施设备（如风力发电机组、光伏发电组件、电化学储能、海洋能、制氢等）、交通设施设备、机械设备、电力设备、电器、电子产品、纺织品、建材等 100 多种产品。CCSC 标志认证重点关注：安全、性能等直接反映产品质量和影响消费者人身和财产安全的指标，旨在保护消费者利益，促进提高产品质量，降低国际贸易壁垒。

表 3：现行有效的部分 CCSC 认证规则

大类	文件编号	文件名称
新能源产品认证	TR08082	风电用水泥基灌浆材料产品认证实施专用规则
	PCR-01003	小型垂直轴风力发电机组专用规则
	TR08084	海上风电用交流金属封闭开关设备产品认证实施专用规则
	TS08004	风力发电机组 塔筒免爬器产品技术规范
交通产品认证	PCR-25002	汽车喷漆漆房专用规则
	PCR-GD006	轨道交通车辆车体产品认证实施专用规则
	TR08093	道路用沥青产品认证实施专用规则
通用产品认证	PCR-01001	牵引电动机专用要求 1.0 版
	PCR-15002	圆锯片基体专用规则
	TR08912	聚乙烯绝缘同轴电缆产品认证专用实施规则

资料来源：中国船级社官网，民生证券研究院

船检认证/认可/检验是指船级社根据国际惯例和其船舶入级与建造规范, 对于船舶, 海上设施和集装箱所用的产品, 实施在认可的基础上进行检验发证的制度。中国船级社认证根据船级社 2018 年《产品检验规则》，**有关程序和要求包括一个途径，两个原则，两种认可，四种检验，四种证书。**

表 4：中国船级社认证程序和要求（2018 年）

概括	程序和要求	具体内容
一个途径	指申请船级社检验的途径	由于管理上的需要，船级社各分支机构是按地区区域分工的。产品需要船级社检验发证时，除特殊情况外，一般是按产品生产厂所在地区由有关的船级社机构受理。故申请船级社对产品进行检验发证的途径只有一个，即向主管该产品生产厂所在地区业务的船级社机构提出申请，只有这个机构接受该申请。
两个原则	指船级社对产品进行检验发证的两个原则	①对于直接用于船舶，海上设施，集装箱的主要材料，设备，部件，必须进行检验发证。②对于间接用于船舶，海上设施，集装箱的主要产品，即生产上述 1 项产品用的重要材料，配套件及零部件等也需要进行检验发证。

两种认可	型式认可	是对产品的定型设计所给予的认可。即船级社通过对产品图纸及技术文件进行审查和对产品样品进行型式试验, 经确认满足规定要求后所给予的认可。其有效期一般为四年。对于标准化或系列化的设备, 需要办理型式认可。
	工厂认可	是对工厂生产满足规定要求的产品的条件和能力所给予的认可。即船级社通过对工厂提交的资料进行审查, 并在工业化生产条件下抽取样品, 经认可试验满足规定要求, 且生产设施, 质量控制手段令船级社满意后所给予的认可。其有效期一般为 4 年。对于材料或材料制品, 一般需要办理工厂认可。
四种检验	制造检验	属于认可后的检验方法,也是船级社主要采用的方法, 即在产品或产品厂取得认可的基础上,对于每次供货或日常生产的船用产品(即供入船级社级或受船级社监督检验的船舶,海上设施和集装箱所使用的产品,或客户在订单中要求有船级社证书的产品)进行有关的试验, 检验和/或质量记录审查,以确认其制造质量是否满足既定要求。对于具体产品采用哪种认可后的检验方法, 需要船级社根据产品的制造情况, 产品用途, 有关的风险程度以及产品厂的质量保证能力进行综合考虑后决定。检验时, 某些在认可时已做过的特殊试验, 如环境条件试验, 耐久试验等, 可以免做。
	出厂检验	
	不定期检验	
	个别检验	是特殊情况下的方法, 只能有限制地使用并需经特别考虑。

资料来源: 船级社《产品检验规则》, 民生证券研究院

3.3 苏博特、中交港湾, 填补国产空白

(1) 苏博特积极拓展风电灌浆领域。2019 年 5 月, 苏博特“高强风电灌浆料的开发及应用”科技成果顺利通过鉴定(江苏省土木建筑学会在南京组织召开课题成果鉴定会), 公司研发出下落高度 1.5m 条件下、28 天水陆强度比 $\geq 70\%$ 的水下抗分散高强灌浆料, 常温下 28 天抗压强度大于 140MPa 超高强风电灌浆料, 具有低粘度、自密实、高弹模、无收缩、高抗疲劳和高耐久的技术特性。

苏博特自主研发的 JGM-SP 风电基础灌浆料系列产品, 解决流动性调控、力学性能提升、变形性能调控、耐久性提升、水下抗分散等技术难题, 形成自 80MPa~200MPa 的完善产品系列, 具有自流找平、高强耐久、微膨胀填充、对钢材无锈蚀等特点, 可广泛用于陆地、潮间带及海上风电场风机、升压站等具有高强、高耐久要求的设备基础安装工程的灌浆和调平。

苏博特是国内首家, 通过中国船级社 CCSC 认证的海风灌浆料供应商, 产品应用于福建南日岛、福建平海湾、中水电如东等海上风电项目, 西华豫能陆上风电, 南海某油气平台等大型项目建设, 公司已与三峡新能源、中广核新能源、国家能源龙源集团等央企建立长期的战略合作关系。

表 5：苏博特主要灌浆料产品

产品系列	图示	特点	适用范围
JGM-SP101 型 风机基础灌浆料		抗压强度超过 80MPa，具有自流找平、 高强耐久、微膨胀填充、对钢材无锈蚀等 优点	广泛适用于陆地、潮间带及近海风电场风机、 升压站等基础的灌浆和调平，同时也适用于其 它有高强、高耐久要求的设备基础安装工程
JGM-SP201 型 风机基础灌浆料		抗压强度超过 120MPa，可有效保障风机 在风力、水力等荷载作用下的安全承载。 具有自流平、高强、微膨胀、高耐久性 及对钢材无锈蚀等优点	广泛适用于各类海上风电场风机、升压站等基 础的灌浆连接和调平工程

资料来源：公司官网，民生证券研究院

苏博特的风机基础灌浆料，被广泛应用于国内众多有代表性的海风工程。例如，2017 年苏博特完成，福建南日岛 400MW 大型海上风电工程的全球首台Ⅲ型单桩嵌岩桩水下灌浆；2020 年苏博特完成 30 米水深福能三川平海湾 F 区 200MW 海上风电场项目中的、全球最大直径嵌岩单桩首桩灌浆工作。

图 23：龙源莆田南日岛海上风电场



资料来源：公司官网，民生证券研究院

图 24：福能三川平海湾 F 区海上风电场灌浆施工



资料来源：公司官网，民生证券研究院

投资建议：持续关注①高性能减水剂产能增量、毛利率改善，②功能性材料打开第二增长曲线，③稳增长从预期走向验证。我们预计 2022-24 年归母净利为 7.11、9.07、11.19 亿，7 月 15 日股价对应 PE 分别为 12X、9X、8X，维持“推荐”评级。

风险提示：基建、市政项目推进不及预期；新材料应用进程不及预期；原材料价格大幅波动的风险。

表 6：苏博特盈利预测与财务指标

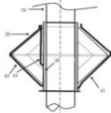
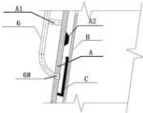
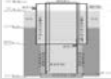
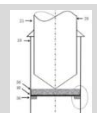
项目/年度	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	4,522	5,629	6,865	8,290
增长率（%）	23.8	24.5	22.0	20.8
归属母公司股东净利润（百万元）	533	711	907	1,119
增长率（%）	20.9	33.4	27.6	23.4
每股收益（元）	1.27	1.69	2.16	2.66
PE	16	12	9	8
PB	2.0	1.8	1.5	1.3

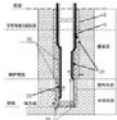
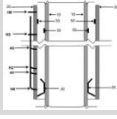
资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2022 年 7 月 15 日收盘价）

(2) 中交港湾（上海）科技有限公司，创立于 2016 年，是中交上海三航科学研究院有限公司的全资子公司。公司以海上风电导管架灌浆连接技术为基础，创立优固特®品牌的 UHPG、SKG、SPG 和 KLG 等多个系列专利产品，提供海上风电灌浆系列及其配套专用设备、特种施工，是国内海上风电灌浆行业的专业服务商。

公司拥有十余套海上风电灌浆专用设备，掌握负压筒基础回填灌浆、高桩承台锚栓高强灌浆、植入桩嵌岩水下灌浆，以及各类风电基础导管架水下灌浆等专业技术。2019 年，中交港湾发布“海上风电导管架灌浆料产品开发与导管架灌浆施工技术”，在“2019 中国海上风电工程技术大会”中获得优秀工程施工奖。目前，中交港湾掌握十余项灌浆料相关专利。

表 7：中交港湾部分灌浆技术相关专利

序号	名称	图片	申请公布日	专利号/申请公布号
1	一种大直径单桩基础抗冰锥灌浆系统及施工方法		2019-06-11	CN201910268049.8
2	一种用于植入型嵌岩单桩的缓凝型抗水分散灌浆材料	/	2019-05-03	CN109704684A
3	一种后桩法导管架水下灌浆管线系统及灌浆封堵方法		2019-02-01	CN109295980A
4	一种植入型大直径嵌岩单桩灌浆系统及施工方法		2019-01-15	CN109208589A
5	一种海上风电导管架灌浆材料及其施工方法	/	2014-08-27	CN104003681A
6	一种“后桩法”斜桩嵌岩导管架嵌岩段灌浆封堵系统		2021-07-06	CN113073653A
7	一种低密度灌浆材料及制备方法	/	2021-06-08	CN112919869A
8	一种先桩法内插式导管架灌浆封堵系统		2020-08-28	CN111593733A

9	一种先桩法导管架植入式嵌岩桩嵌岩段灌浆管系统		2020-05-19	CN111172988A
10	先桩法直桩外套式导管架水下灌浆施工系统及施工方法		2019-09-17	CN110241826A
11	一种大直径单桩钢管桩内插过渡段灌浆施工系统及方法		2019-08-27	CN110172995A

资料来源：国家知识产权局，民生证券研究院

中交港湾 UHPG-120 型导管架灌浆料产品打破国外垄断，填补国内空白。

2020 年 12 月 3 日，优固特品牌 UHPG-125、UHPG-130、UHPG-140、KLG-X、SPG-II 系列产品，获得中国船级社 CCSC 产品认证，获得专利 5 项，参编标准 3 项，获得交通部一级工法 1 项。截至 2021 年 9 月，优固特产品累计销量超过 5 万吨。

图 25：优固特部分产品的船级社认证证书



资料来源：中交港湾官网，民生证券研究院

表 8：中交港湾主要灌浆料产品种类

产品系列	特点	适用范围	施工案例
UHPG-125/-130/-140 导管架灌浆材料	大流动性、高早强、超高强、高耐久性、无收缩和高抗疲劳性能，具有优异的施工性能和力学性能	适用于海上风电基础单桩、三桩、四桩以及多桩导管架结构的灌浆连接	 UHPG-120灌浆产品在中广核阳江南鹏岛海风项目应用
KLG-X 风电基础锚栓灌浆材料	大流动性、高最终强度、微膨胀性和早期强度高的性能，可施工厚度为 10mm-300mm	适用于风电基础灌浆及关键设备底座、底板和柱脚灌浆等	
SPG-II 植入桩嵌岩灌浆材	可操作时间长、大流动性、微膨胀性、高强、粘聚性好和抗水下分散性等性能，专为嵌岩桩灌浆设计	可用于钢管桩与嵌岩段的孔隙灌浆	 中铁大桥局粤电B标海风项目导管架植入嵌岩桩灌浆

资料来源：中交三航港湾院公众号，民生证券研究院

表 9：中交港湾自主研发 UHPG 导管架灌浆料与国外海上风电导管架灌浆材料性能

材料名称		BASF	Densit	Densit	Nautic	Nautic	三航科研院
型号		MF9500	S5W	S1W	Nax™Q110	Nax™Q140	UHPG-120
表观密度/(kg·m ⁻³)		2440	2250	2250	2360	2450	2374
流动度/mm	初始	/	/	/	300	280	≥290
	30min	/	/	/	/	/	≥260
	60min	/	/	/	/	/	≥230
泌水率/%	24h	0	0	0	0	0	0
抗压强度/MPa	1d	≥60	≥65	≥55	50	65	≥55
	3d	≥95	/	/	73	85	≥85
	7d	≥120	/	/	90	105	≥100
	28d	≥135	130	110	110	140	≥120
抗折强度/MPa	28d	≥15	18	13.5	19	21	≥15
弹性模量/GPa	28d	50.0	50	35	36	48	≥45

资料来源：《海上风电导管架灌浆原型试验研究》，民生证券研究院

4 风险提示

1) 风电装机量不及预期。若未来的风电相关政策落地延后或推进不及预期，可能带来行业整体规模下降的风险。

2) 技术竞争风险。若未来主流外资企业推出新产品，加大与国内品牌的竞争力度，可能会影响相关企业经营情况。

3) 疫情的不确定性。国内外疫情出现不利变化，可能影响整体经济环境，对公司经营带来不利影响。

插图目录

图 1: 海上风机基础结构图解	3
图 2: 海上风机基础形式	4
图 3: 海上风电不同结构适用范围	4
图 4: 海上风电导管架灌浆程序	5
图 5: 先桩法导管架基础灌浆连接段示意图	5
图 6: 导管架灌浆施工区域示意图	5
图 7: 全球风电新增装机容量变化	6
图 8: 全球新增海上风电占比提升	6
图 9: 欧洲每年风电新增装机量变化	6
图 10: 2022-2026 年欧洲预计新增风电装机	7
图 11: 2022-2026 年欧洲分国家新增海风装机量计划	7
图 12: 中国风电新增装机容量变化	8
图 13: 中国海上风电占比提升趋势明显	8
图 14: MBCC 集团主要品牌	9
图 15: 巴斯夫 Masterflow 9800 产品优势	9
图 16: 巴斯夫导管架灌浆施工流程	10
图 17: 西卡发展历程	10
图 18: 西卡 SikaGrout-3620 产品技术指标	10
图 19: Densit 主要产品 DUCORIT 化学性质	11
图 20: Densit 材料应用于超过 2500 个海风基础灌浆连接	11
图 21: 海上风电造价构成 (2021)	12
图 22: 海上风电运维工作内容	12
图 23: 龙源莆田南日岛海上风电场	16
图 24: 福能三川平海湾 F 区海上风电场灌浆施工	16
图 25: 优固特部分产品的船级社认证证书	18

表格目录

重点公司盈利预测、估值与评级	1
表 1: 中国风电灌浆料市场空间测算	8
表 2: 海上风电主要运维难点	13
表 3: 现行有效的部分 CCSC 认证规则	14
表 4: 中国船级社认证程序和要求 (2018 年)	14
表 5: 苏博特主要灌浆料产品	16
表 6: 苏博特盈利预测与财务指标	17
表 7: 中交港湾部分灌浆技术相关专利	17
表 8: 中交港湾主要灌浆料产品种类	19
表 9: 中交港湾自主研发 UHPG 导管架灌浆料与国外海上风电导管架灌浆材料性能	19

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
	中性	相对基准指数涨幅 -5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
公司评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅 -5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅 -5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代个人的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：广东省深圳市深南东路 5016 号京基一百大厦 A 座 6701-01 单元； 518001