

上纬NEWS

2019年 第33期



我们的愿景：

成为绿能、环保与安全领域，
受尊重的材料及能源开发公司，
进而成为全球知名品牌

OUR VISION:

Swancor commits to be a respected company
in green energy, environmental protection
and safety fields, and becomes a global brand.



上緯國際投資控股股份有限公司
SWANCOR HOLDING CO., LTD.

上纬新材料科技股份有限公司
SWANCOR ADVANCED MATERIALS CO., LTD.

上海市松江区松胜路618号
电话: +86 21 5774 6183
传真: +86 21 5774 6177
shanghai@swancor.com.cn

上纬(天津)风电材料有限公司
SWANCOR (TIANJIN) WINE BLADE MATERIALS CO., LTD.

天津经济技术开发区汉沽现代产业区彩云街6号
电话: +86 22 5991 6567
传真: +86 22 5991 6568
tianjin@swancor.com.cn

上纬兴业股份有限公司
SWANCOR HIGHPOLYMER CO.,LTD.

台湾南投市南岗工业区工业南六路9号
电话: +886 49 225 5420
传真: +886 49 225 1534
nantou@swancor.com.tw

上纬(江苏)新材料有限公司
SWANCOR (JIANGSU) NEW MATERIALS CO.,LTD.

江苏省盐城市阜宁县高新产业园纬二路27号
电话: +86 515 8788 6518
传真: +86 515 8788 6015

上纬(马)有限公司
SWANCOR IND (M) SDN. BHD.

PTD 4910, Jalan Rumbia 5, Kawasan Perindustrian
Tanjung Langsat, Mukim Sungai Tiram,
81700 Pasir Gudang, Johor, Malaysia
电话: +607 255 6605
传真: +607 255 7562
johor@swancor.com



www.swancor.com





CONTENTS

目录

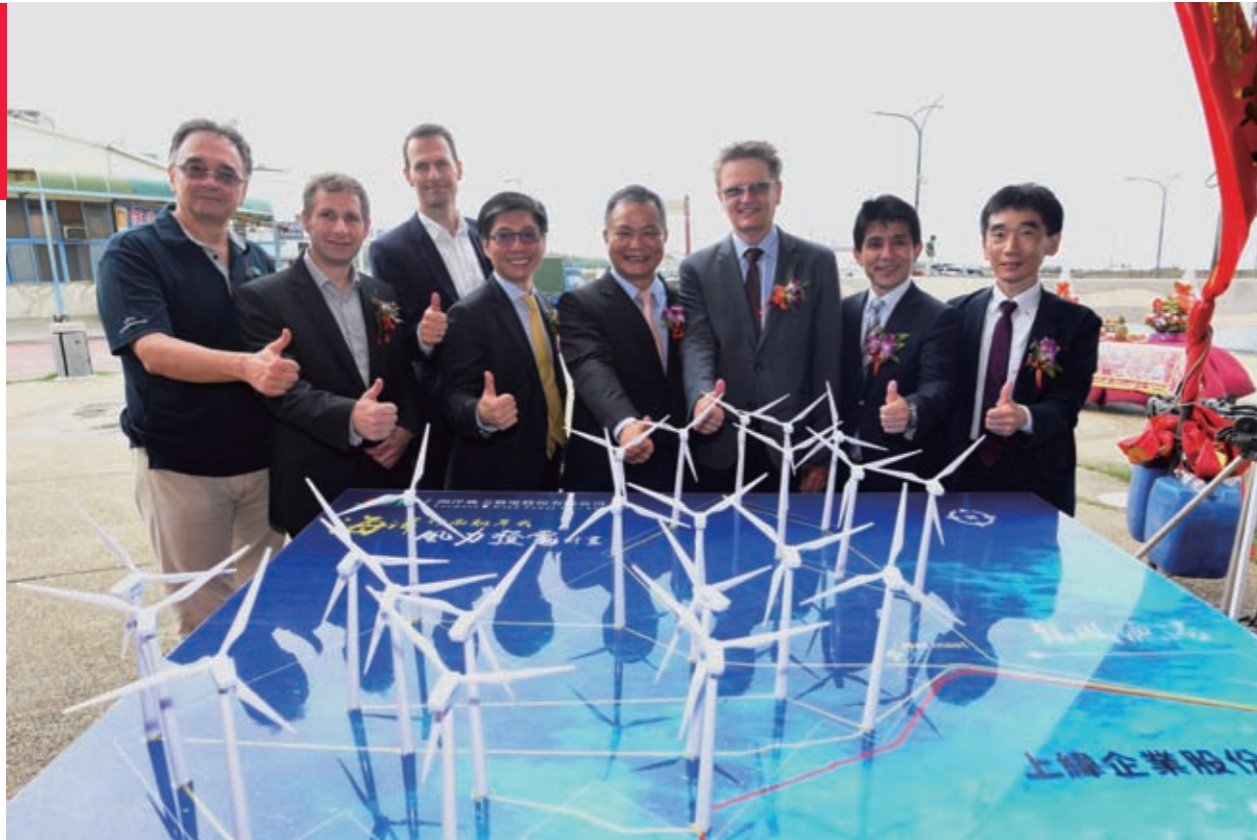
上纬扩大东南亚布局 上纬(马)有限公司生产基地隆重开幕	01
海洋风电第二阶段首支风机成功安装	02
西门子歌美飒使用上纬树脂材料完成首批海上风机叶片制造——将供给台湾海洋风电第二阶段项目使用	03
2019 法国巴黎 JEC 展会	04
中国国际复合材料工业技术展览会 & “上纬杯”全国大学生复合材料设计与制作大赛	05
初心、爱心、责任心 ——上纬公益活动年	06
环境友好型无苯乙烯乙烯基酯树脂	07
大叶片用高韧胶粘剂 SWANCOR 2535 系列	10
海上风电大型叶片灌注树脂技术介绍	15

上纬扩大东南亚布局 上纬(马)有限公司生产基地隆重开幕

上纬子公司上纬(马)有限公司于2019年3月21日开幕,这是上纬公司在东南亚设立的第一个环保耐蚀材料生产据点,为立足海外市场的重要里程碑。开幕典礼嘉宾云集,马来西亚台湾商会柔佛分会、金风科技、大连化工及东南亚各国经销商等重要合作伙伴共襄盛举。

上纬(马)有限公司厂区面积约8,000平方米,主要产品为环保耐蚀材料,设计年产能可为7,000吨,已于3月完成试生产,日后东南亚市场主要将由马来西亚生产基地供货,并逐步拓展至其他海外市场,以提供更有竞争力的服务。





海洋风电第二阶段首支风机成功安装

海洋风电（HAIYANG）第二阶段于 2019 年 7 月 24 日在台湾苗栗外海成功安装首支风机。

此叶片使用树脂为上纬台湾南投工厂生产，供应西门子歌美飒在丹麦制造风机叶片，此首支采用本土化树脂的风机叶片已于 7 月 24 日成功完成安装。海洋风电第二阶段风力发电机为西门子歌美飒 6MW 机组，风机叶片每支长 75 米，该



风机安装作业使用自升式平台船 Seajacks Zaratan 支撑于海床，升起平台后将预先组装的风机塔筒吊至基桩上承接风机的转接段，后续再陆续进行机舱及叶片安装作业。

海洋风电（HAIYANG）包含两阶段，第一阶段容量 8MW，两支风机已于 2016 年 10 月安装完毕并于 2017 年 4 月开始商转。第二阶段容量 120MW，共 20 支风机，地点位于台湾苗栗县外海约 2-6 公里处，预计 2019 年年底完工并联发电，完工后总发电容量 128MW，每年可供应 12.8 万户家庭使用。

西门子歌美飒使用上纬树脂材料完成首批海上风机叶片制造 将供给台湾海洋风电第二阶段项目使用



照片由西门子歌美飒提供

上纬与西门子歌美飒于 2018 年签署合作备忘录，为积极实现台湾风机材料本土化，不到一年的时间，双方接续签署海洋风电第二阶段风机叶片树脂的供应合约。不仅如此，上纬及西门子歌美飒在 2018 年底时再达成另一重要里程碑，开始使用台湾生产的树脂完成首批海上风机叶片制造，上纬也成为其亚洲首家海上风电发电机组用树脂材料供货商。

西门子歌美飒为全球海上风电机组主要供货商之一，上纬积极争取其于亚洲地区的风电材料需求。除此之外，上纬也积极进行各国际风机大厂的风电树脂材料及风电碳纤维复合材料认证。

上纬兼具国际风电大厂叶片材料供货商及海上风电开发商双重角色，除持续推动树脂材料及碳纤维复合材料于风电叶片应用，促成风机材料本土化之外，将如期完成海洋风电及海能风电台湾首二座风场建置，并持续投入台湾海上风电运维本土化。

上纬董事长蔡朝阳表示：“我们很荣幸成为西门子歌美飒的国际供货商，并为台湾首家供应其海上风力机组材料的本土厂商，而制造的叶片将安装于上纬主导开发的海洋风电第二阶段风力机组。未来将持续争取其台湾及全球市场的合作机会。”

西门子歌美飒亚太地区海上风电总经理 Niels Steenberg 表示：“我们在 2019 年初就提早导入本土化内容，使用上纬提供的树脂原料铸造首批海上风电叶片，将本土化付诸于实际行动。”

上纬新能源是上纬投控全资子公司，自 2013 年以来一直从事海上风电的开发，目前共有三座风场。海洋风电（HAIYANG）总装置容量为 128MW，第一阶段 8MW 风机已于 2017 年商转，第二阶段 120MW 将于 2019 年施工完成；海能风电（HAINENG），总装置容量为 376MW，预计 2020 年完工；海鼎风电（HAIDING），总装置容量约为 2,000MW。

西门子歌美飒（SGRE）在全球拥有 2,300 多台运作中的海上风机，总装机量超过 11GW。SGRE 的经验可追溯到 1991 年，当时它建立了全球第一个海上风力发电厂。由于注重安全和创新，SGRE 不断致力减低海上风电的能源成本。

2019 法国巴黎 JEC 展会



2019年3月12-14日，一年一度欧洲最重要的复合材料展——JEC COMPOSITES 展会在巴黎北维会展中心隆重召开。在短短3天的会展期间，共计接待35,000多名观众，1,200多家参展公司。同期进行了多场学术会议和世界著名行业公司的技术分享会。本届JEC展的热搜词是：环保、碳纤、汽车轻量化和航空运输。

上纬连续多年参加JEC展会，在本届展会上接待了来自欧洲，北美，南美，中东和亚洲的新

老客户，看到了复材新的发展方向，也学习了同业的发展理念和行业趋势。

今年上纬与塑料注射成型产业的模流分析软件系统的领军企业科盛科技股份有限公司 Moldex3D 强强联手，优势互补。上纬也始终秉持“品质至上、诚信为纬、创新致胜、勤俭兴利”的核心价值观理念，达成“成为绿能、环保与安全领域受尊重的化学材料公司，进而成为全球知名品牌”的宏伟愿景。



中国国际复合材料工业技术展览会 & “上纬杯”全国大学生复合材料设计与制作大赛

2018年9月5-7日，“第24届中国国际复合材料工业技术展览会”于上海世博展览馆隆重举办。上纬新材料科技股份有限公司全新推出应用于风电大梁的碳纤维复合材料产品，并一如既往的秉承“Green Energy & Environmental Protection & Safety”的绿能、环保与安全理念，继续诠释“复合材料专家”的风采。

同期9月5-6日，“上纬杯”第四届全国大学生复合材料设计与制作大赛在上海世博展览馆成功举办，9月6日下午举行了隆重的颁奖仪式。大赛以“热塑性碳纤维复合材料压缩板簧”为主题，吸引了25所高校的45支队伍参赛，比赛现场人气爆棚，异常激烈。这

次大赛新增了应用创意奖，为激励参赛学生对材料进行开放性创意思考，提出热塑碳纤维复合材料未来可能的应用领域及制件产品的设计理念与实物。

今年，在第25届中国国际复材展同期，“上纬杯”第五届全国大学生复合材料设计与制作大赛将继续成为展会现场人气最旺的活动之一，今年大赛以“复合材料吸能柱”为比赛内容，将吸引约30所高校、70支队伍参赛。上纬作为大赛的主要赞助单位，相信通过“上纬杯”能给参赛大学生一个很好的交流与竞技平台，学以致用，更切身体验和理解复合材料的设计理念。

——上纬公益活动年

企业良好的经营离不开良好的社会环境，捐资助学也是企业回馈社会的一种形式，只有让企业利益与社会整体利益相融合，让企业的社会价值体现在社会责任中，企业才能获得长足发展。

上纬注意到偏远地区学校物资严重缺乏，每年投入资金用于资助这些中小学。2018-2019年初，上纬员工代表远赴福建省龙岩市上杭县、安徽省淮南市凤台县、安徽省宣城市泾县、安徽省宿州市灵璧县、山西省霍州市大张镇、河南省沈丘县赵德镇等6所学校，为这些当地偏远小学的孩子带去了所需的教

学物资和学习用品。为了培养更多更优秀的复材行业人才，推进行业发展，上纬公司持续多年设立上纬奖学金。2018年底，上纬先后到武汉理工大学、南京工业大学、河北工业



大学、四川大学和盐城工学院进行了颁奖活动并颁发上纬奖学金给优秀大学生。这些大学每年都为社会输出了大量复材行业的优秀人才，上纬也希望获得奖学金的优秀学生用心体会，传承捐赠的接力棒，奉献社会、回报他人。

初心、
爱心、
责任心



环境友好型无苯乙烯乙烯基酯树脂

1. 前言



环氧改性乙烯基酯树脂是20世纪60年代发展起来的重防腐用树脂，主要是环氧树脂和含有不饱和双键的一元羧酸加成聚合，如丙烯酸、甲基丙烯酸，再采用含不饱和双键的活性单体如苯乙烯稀释，最终得到乙烯基酯树脂产品。由于其分子主链结构为环氧树脂，同时其工艺特性与不饱和聚酯树脂相似，因此其结合环氧树脂和不饱和聚酯树脂两者的长处，具有优异机械特性和操作性，同时由于其独特的分子结构其耐腐蚀要优于上述两种树脂，因此其在重防腐领域有其不可替代的作用。

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》，防治环境污染，改善环境质量，加强对VOCs无组织排放的控制和管理，制定了《挥发性有机物无组织排放控制标准》GB 37822-2019，标准对新

建项目2019年7月1日执行，对既有项目2020年1月1日执行。标准规定了VOCs物料储存无组织排放控制要求、VOCs物料转移和输送无组织排放控制要求、工艺过程VOCs无组织排放控制要求、设备与管线组件VOCs泄漏控制要求、敞开液面VOCs无组织排放控制要求，以及VOCs无组织排放废气收集处理系统要求、企业厂区内及周边污染监控要求。开发一种不含苯乙烯，其机械特性、耐热性、耐化学品腐蚀性能、工艺特性等可以媲美传统乙烯基酯树脂的环境友好型产品，迫在眉睫。上纬公司根据行业所需，采用含环氧树脂作为分子主链与甲基丙烯酸加成反应，采用低毒低挥发新型活性单体进行稀释，制备环保无苯乙烯双酚A型乙烯基酯树脂产品SWANCOR SF901和阻燃型无苯乙烯乙烯基酯树脂产品SWANCOR SF905。两者除SWANCOR SF905具备阻燃特性外，其它性能基本一致。以下以SWANCOR SF905为例进行性能描述。

2. 产品性能

2.1 产品液体性能

表 1. SWANCOR SF905 液体性能

项目	规格
外观	棕黄色透明液体
固含量 ^{*1}	58.0±1.0%
粘度 ^{*2}	800±100cps
胶化时间 ^{*3}	20±10min
保存期限	9个月(25℃以下)

*1 135℃ × 1h, 烘箱

*2 LVT#3-60rpm, 25℃

*3 6% 辛酸钴: 0.5%, DMA: 0.6%, MEKP: 1.2%, 25℃ (水浴)

2.2 浇铸体性能 (4mm 纯树脂浇铸板) *4

表 2. SWANCOR SF905 浇铸体性能

项目	规格	标准
拉伸强度	60-70 MPa	ISO 527-2 \ GB/T 2567
拉伸模量	3.7-4.2GPa	ISO 527-2 \ GB/T 2567
断裂伸长率	2.0-4.0%	ISO 527-2 \ GB/T 2567
弯曲强度	108-125MPa	ISO 178 \ GB/T 2567
弯曲模量	4.0-4.5GPa	ISO 178 \ GB/T 2567
热变形温度	110-115°C	ISO 75 \ GB/T 1634
Barcol硬度	50-60	GB/T 3854
氧指数	≥ 27%	GB/T 8924-2005

*4 后硬化条件: 试片于室温成型 24h 后, 以 105°C 后硬化处理 2 小时。

2.3 产品燃点和闪点

表 3. SWANCOR SF905 燃点及闪点

项目	检测值	标准
闪点 (闭杯)	111°C	GB/T 5208-2008
燃点	138°C	ASTM D92-16b

3. 结果与讨论

3.1 VOC 挥发性及气味性

该体系树脂中分子量最小最易挥发的活性单体其饱和蒸气压约 50Pa/25°C; 传统稀释单体苯乙烯饱和蒸气压 853Pa/25°C, 通过饱和蒸气压上对比可以得出在相同室温条件下 SWANCOR SF905 其 VOC 的挥发量比传统乙烯基酯树脂低 18 倍左右, 因此使用该体系树脂在开放环境下施工 VOC 的排放将大大降低, 且新型单体气味比苯乙烯低很多, 只有淡淡酯类味道, 操作人员在味道感官上更容易接受。

3.2 气干性

乙烯基酯树脂固化机理与不饱和聚酯树脂相似是自由基固化, 采用过氧化物作为引发剂, 钴盐作为促进剂, 两者接触后进行氧化还原反应并产出游离自由基, 该自由基可以进攻树脂中双键和单体中双键进行交联反应, 进而使树脂固化。

空气中氧气与树脂中酚类抑制剂结合后会产生自由基捕捉剂, 抑制树脂固化。对传统乙烯基酯树脂来讲, 其单体为活性较高的苯乙烯, 在使用时当树脂涂层较厚, 固化放热充足时其表面基本无发黏的情况, 表干时间为 2-4 个小时。当采用新型稀释单体时, 一般选用分子量较大丙烯

酸酯类, 其活性与苯乙烯相比要低很多, 因此仅替换苯乙烯这样制备出的树脂其表干性会很差, 甚至出现一直黏手的情况。

目前报道出提高气干性的方法基本有三类: (1) 采用薄膜类制品进行覆盖, 隔离空气; (2) 采用蜡液类物质, 添加到树脂中, 固化时蜡液会浮到树脂表面起到隔离空气作用; (3) 在树脂结构中引入气干性基团, 如烯丙基醚、烯丁基醚等含有碳正离子基团, 会吸附氧气并产生活性自由基。当然还有其它方式, 如表层涂覆不惧氧气其它涂料, 表层加入光引剂等方式, 但第三种方式综合效果最好。我们采用气干基团接支到环氧主链改善树脂空干性, 虽然该体系树脂在气干性上还是与传统苯乙烯稀释的乙烯基酯树脂有一定差距, 但通过与一些玻璃钢设备及防腐工程单位沟通该表干时间不会对施工产生影响。

3.3 耐化学品性

对 SWANCOR SF905 (以下简写 SF905) 进行耐化学品腐蚀性测试, 并以国外同级品作为对比, 主要根据目标客户相似腐蚀介质条件进行设定, 分别对 RC & 甲醇 & 乙醇溶液 (甲苯: 异辛烷: 甲醇: 乙醇 = 40:40:10:10, 体积比, 38°C)、20% 盐酸 (45°C) 两种溶剂进行耐腐蚀性浸泡实验。

从质量、巴氏硬度、弯曲强度三方面考量了材料的耐腐蚀性, 详细结果见下述两表。

从表 4 耐有机溶剂结果看, 浸泡 14 天后 SF905 吸附小分子后溶胀质量增加相对较少, 硬度保留率还有 80.36% 时竞品仅剩 23.64%, SF905 浸泡后弯曲强度保留

率为 97.26%, 竞品仅剩 35.12%, 由此可见相对国外同级品来讲 SF905 耐有机小分子溶剂腐蚀性优势明显。从表 5 耐酸性介质结果看, SF905 与国外同级品相比略有优势。综合来讲 SF905 在抗有机小分子和常见酸腐蚀的性能上均有不错表现, 在涉及到相似腐蚀介质时更安全更持久。

表 4. SWANCOR SF905 耐 RC & 甲醇 & 乙醇溶液结果

树脂	浸泡时间 /d	0	2	7	14
SF905	质量 (g)	4.67	4.69	4.71	4.74
	保留率 (%)	100.00	100.47	100.94	101.55
国外同级品	质量 (g)	5.63	5.71	5.80	5.93
	保留率 (%)	100.00	101.48	103.11	105.37
SF905	硬度	56	53	47	45
	保留率 (%)	100.00	94.64	83.93	80.36
国外同级品	硬度	55	37	26	13
	保留率 (%)	100.00	67.27	47.27	23.64
SF905	弯曲强度 (Mpa)	87.80	125.85	97.87	85.39
	保留率 (%)	100.00	143.34	111.47	97.26
国外同级品	弯曲强度 (Mpa)	114.21	109.12	76.61	40.11
	保留率 (%)	100.00	95.54	67.08	35.12

表 5. SWANCOR SF905 耐 20% 盐酸结果

树脂	浸泡时间 /d	0	4	11	18	26
SF905	质量 (g)	4.29	4.30	4.31	4.32	4.33
	保留率 (%)	100.00	100.41	100.64	100.7	100.89
国外同级品	质量 (g)	10.25	10.27	10.301	10.31	10.33
	保留率 (%)	100.00	100.25	100.5	100.6	100.82
SF905	硬度	50	49	51	43	47
	保留率 (%)	100.00	98.00	102.00	86.00	94.00
国外同级品	硬度	52	49	50	44	44
	保留率 (%)	100.00	94.23	96.15	84.62	84.62
SF905	弯曲强度 (Mpa)	101.22	117.09	79.25	99.16	94.88
	保留率 (%)	100.00	115.68	78.29	97.96	93.74
国外同级品	弯曲强度 (Mpa)	104.16	110.61	88.93	85.41	96.19
	保留率 (%)	100.00	106.19	85.38	82.00	92.35

4. 总结

绿色环保型乙烯基酯树脂具有粘度适中、机械性能优异、工艺性好、气干性佳, 且在耐有机小分子溶剂和常见酸腐蚀上有着不错抗性, 可以作为传统苯乙烯稀释型乙烯基酯树脂替代品, 在更注重环保、安全、健康的未来玻璃钢行业发展中起到打破国家环保政策限制, 助力行业继续发展的作用。

大叶片用高韧胶粘剂 SWANCOR 2535 系列

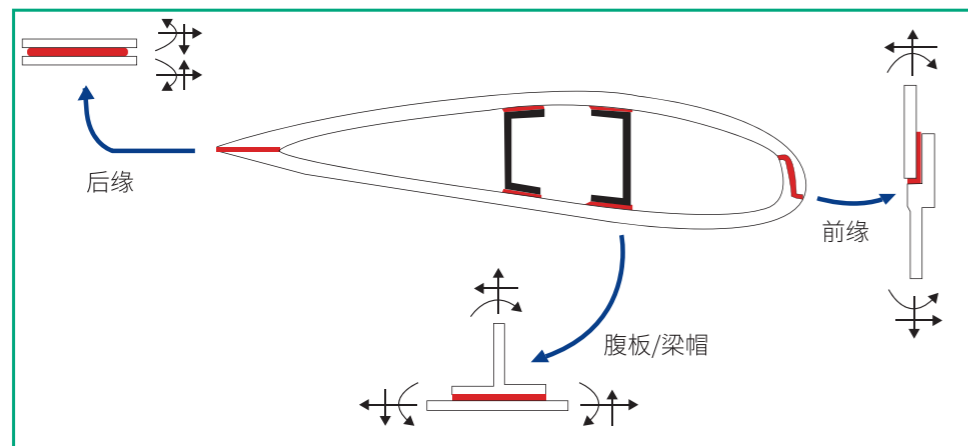
一、前言

风能作为一种取之不尽、用之不竭的可再生清洁能源备受关注。根据全球风能理事会最新数据显示：截止 2018 年，全球风电累计装机容量已达到 591GW，其中海上风电总装机容量为 23GW，约占累计装机总容量的 4%。总装机容量稳步增长，单机装机容量也在逐步增加，这就要求叶片尺寸越做越大。作为叶片制造重要材料的胶粘剂，对其可操作时间和韧性要求也越来越高。为了满足叶片大型化需求，上纬

公司秉承创新致胜的理念，同时结合客户的使用需求，在现有批量使用 SWANCOR 2532 系列产品的基础上，推出 SWANCOR 2535 系列产品：SWANCOR 2535-A/BS 和 SWANCOR 2535-A/BL。这两款高韧性低密度环氧胶粘剂，特别适合大叶型和海上叶片使用，它不仅有较长的可操作时间，其中高韧性意味着抗疲劳性能优异，叶片有更长的使用年限，低密度意味着叶片可以减重，达到整体降本增效的目的。

叶片用胶粘剂主要用于壳体前后缘粘接以及腹板与壳体大梁交接处粘接。除了提供壳体之间的粘接外，还要承受风机运行过程中产生的应力

(其承受的应力模式如图 1 所示)，故胶粘剂粘接特性的好坏直接影响到叶片的使用寿命，下面介绍 SWANCOR 2535 系列产品主要特性：



图片出自：Composite materials for wind turbine blades: issues and challenges

图 1: 叶片胶粘剂受力示意图



二、SWANCOR 2535 系列产品简介

SWANCOR 2535 系列为双组份环氧胶粘剂，主剂为 SWANCOR 2535-A，固化剂为 SWANCOR 2535-BL 和 SWANCOR 2535-BS，客户可根据不同的操作时间需求搭配不同固化剂（其中 SWANCOR 2535-BL 具有更长的可操作时间）。

SWANCOR 2535 系列产品除具有可操作时间长、高韧性、低密度特性外，其使用过程中也表现出了出色的触变及抗流挂特性，特别是在现场模具高温情况下，胶粘剂涂胶后不变形、不流挂，能够为客户提供良好的工艺操作性。下面是 SWANCOR 2535 系列产品的特性数据：

● 基本性能

表 1: 基本性能数据表

	SWANCOR 2535-A	SWANCOR 2535-BS	SWANCOR 2535-BL
产品分类	环氧树脂主剂	标准型固化剂	慢速型固化剂
外观	黄色膏状	蓝色膏状	蓝色膏状
粘度 (Pa.s)@100 1/s	20~60	10~30	10~30
固化后密度 (g/cm ³)	-	<1.2	<1.2
配比 (重量比)	100:45		

● 较低的固化密度

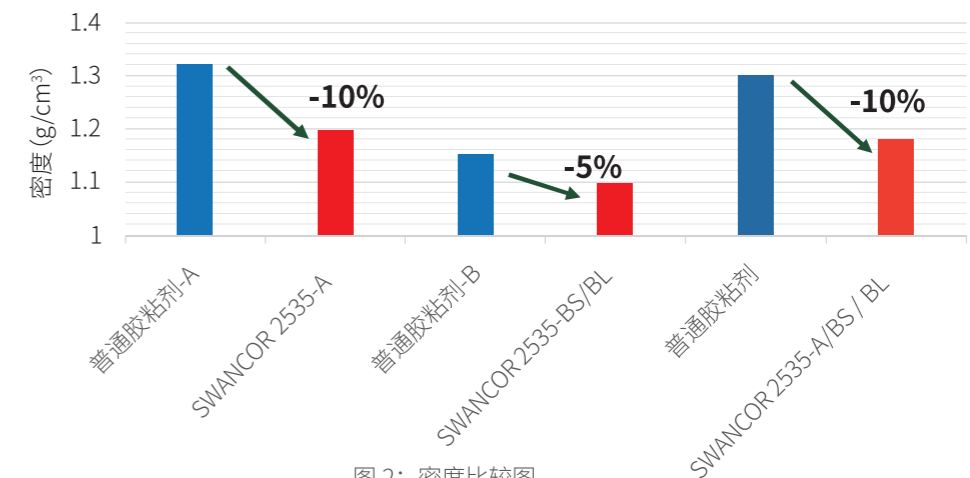


图 2: 密度比较图

SWANCOR 2535 固化后密度小于 1.2cm³，较普通胶粘剂密度降低约 10%。（固化条件：70°C × 8hrs）

● 较长的放热峰时间及较低的放热峰温度

表 2: 100g 60%RH 放热数据表

	SWANCOR 2535-A/BS		SWANCOR 2535-A/BL	
环境温度 (°C)	30	25	30	25
放热峰时间 (mins)	140~160	180~200	170~210	300~400
放热峰温度 (°C)	~50	~35	~40	~30

● 可操作时间测试

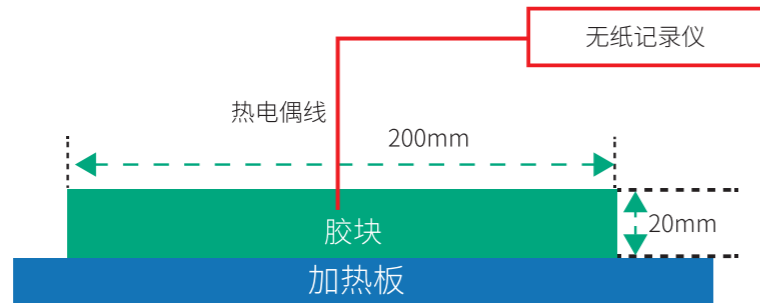


图 3: 操作示意图

表 3: 可操作时间数据表

测试条件	SWANCOR 2535-A/BS	SWANCOR 2535-A/BL
测试条件	加热板: 35°C 环境温度: 28~32°C	
胶块中心放热峰温度 (°C)	47	44
胶块中心放热峰时间 (min)	130	150
可操作时间 (min)	~120	~140

SWANCOR 2535 较长的操作时间和较低的放热峰温度完全能够满足现场操作需求。

● 优异的拉剪性能

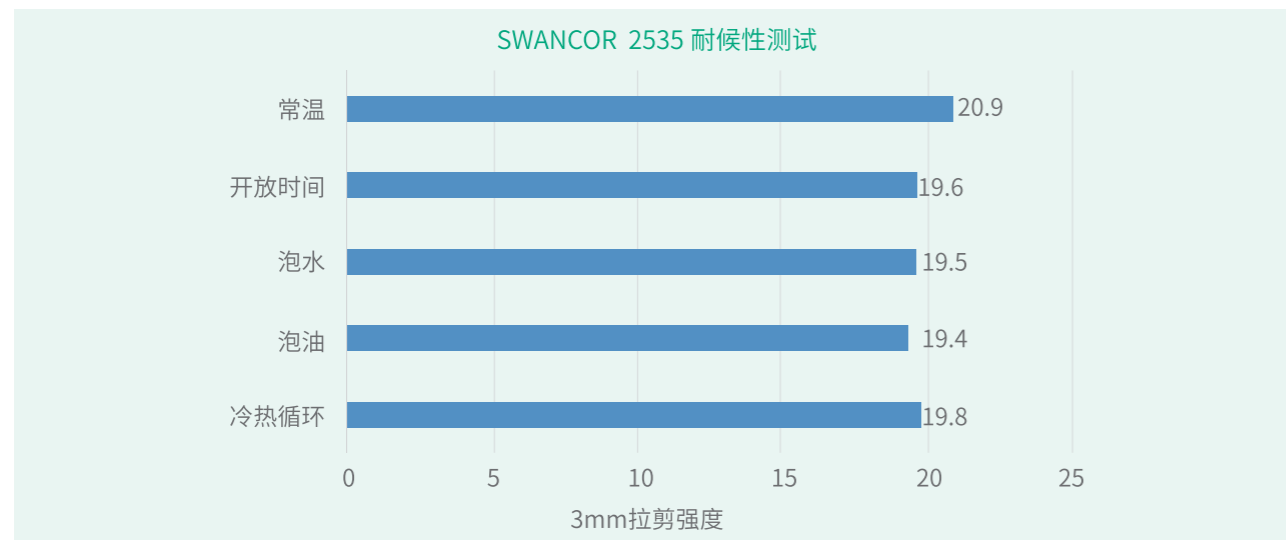


图 4: 拉剪强度对比图

测试条件: 1、开放时间: 28°C、90%RH、90min
2、泡水、泡油: 50°C × 240h
3、冷热循环: 90°C ~ -40°C、45%-99%RH

由图可知: SWANCOR 2535 无论泡水、泡油, 还是冷热循环, 其拉剪强度保留率均高达 90% 以上。

● 高韧性 (较长延伸率)

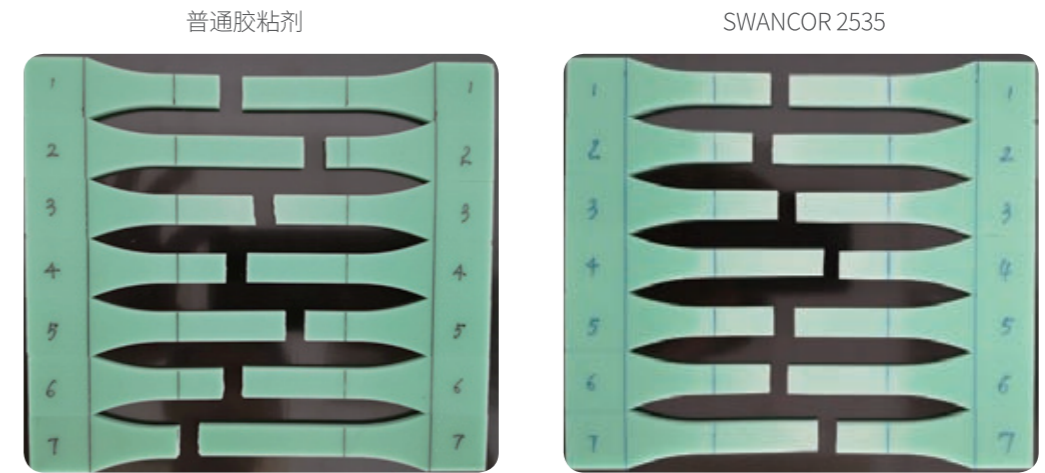
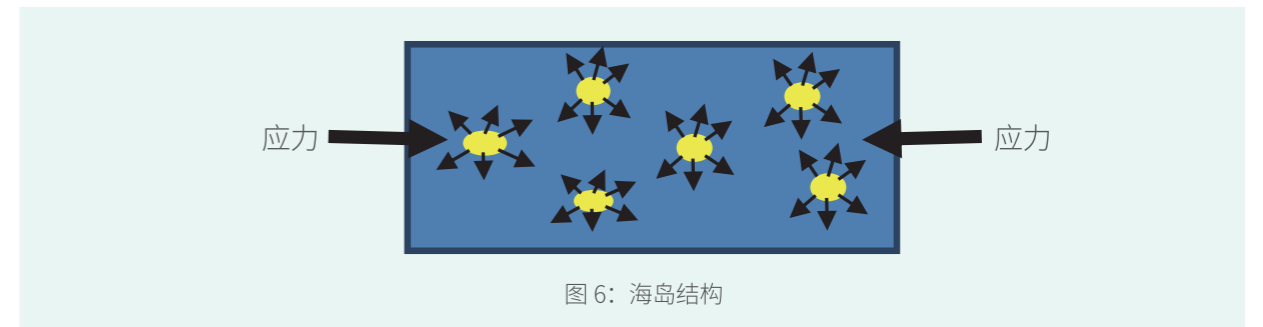


图 5: 拉伸试样比较



普通胶粘剂断裂延伸率为 2~3%，SWANCOR 2535 经过增韧后，使得环氧树脂连续相中形成“海岛结构”，能够有效分散应力，拉伸试样断裂界面附近出现应力发白现象，使得其断裂延伸率大于 7%，断裂延伸率增幅高达 200%，表现出优异的柔韧性。

● 高韧性 (优异的疲劳性能)

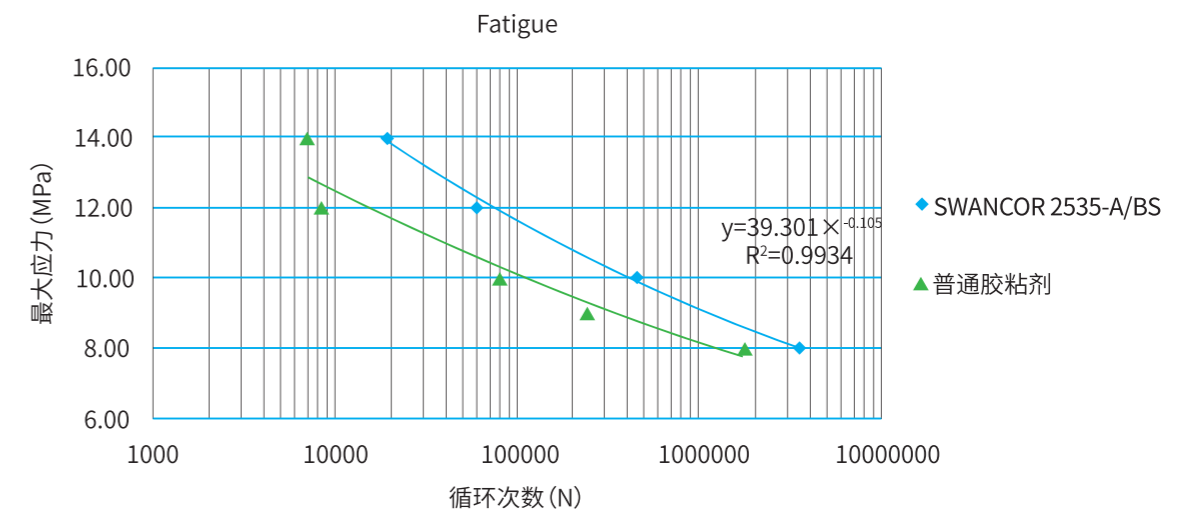


图 7: 疲劳曲线图

SWANCOR 2535 与普通胶粘剂相比，在相同应力幅下，能够承受更多的循环次数，耐疲劳性好，表明 SWANCOR 2535 能更有效的分散叶片运行中产生的应力并保持更好的粘接质量，有助于提高叶片使用寿命。

● 优异的抗流挂性能

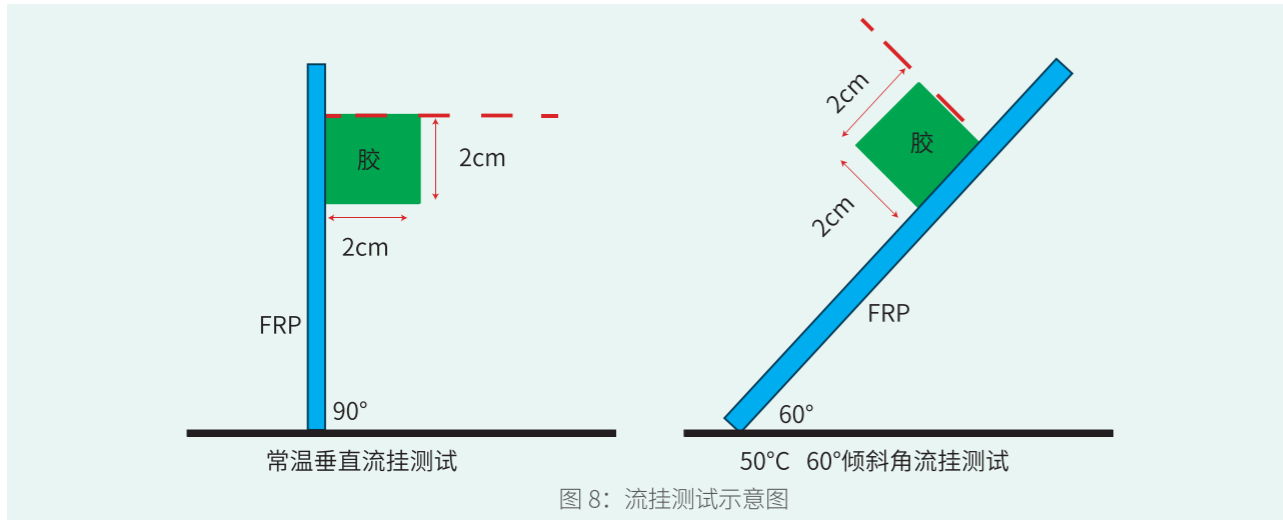


图 8：流挂测试示意图

常温流挂、高温流挂均能满足客户现场使用偏移量小于 2mm 的要求。

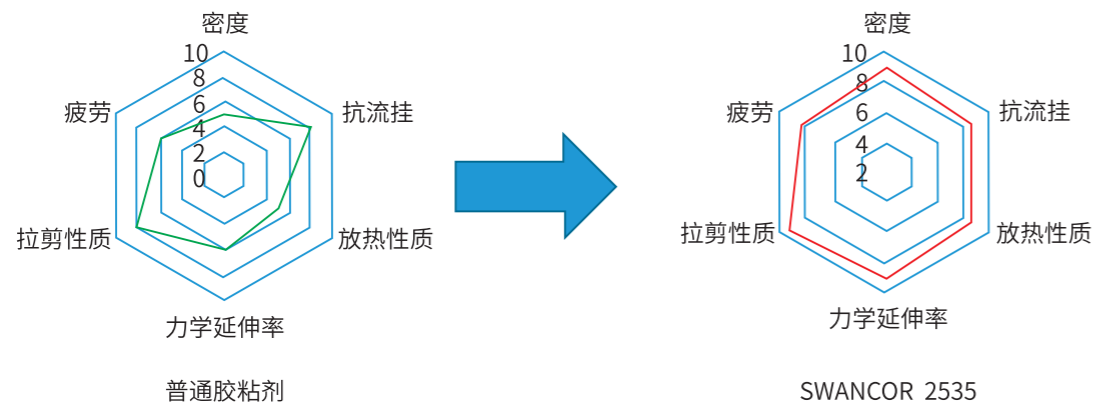


图 9：性能对比雷达图

海上风电大型叶片灌注树脂技术介绍

一、前言

风力发电因在运转中具有零碳排放的优势且在制造过程中污染较低，在最近几年内风力发电于能源中的占比显著的增加，根据全球风能协会于 2018 年全球新增风电装机容量为 51.3GW，其中陆上风电容量较上年同期下降 3.9%至 46.8GW，海上风电装机容量较 2017 年微增 0.5%至 4.49GW，累计的海上风电装机容量达到 23GW。由于

风力发电有上述的好处且因全球陆上风电风场开发也趋于饱和，现在各风场开发商逐渐将重心从陆上风电风场开发转移到海上风电风场。

海上风场有别于传统陆上风场开发，海上风场的施工环境及运作环境也较复杂及严苛，对于产品的质量要求性更高，再加上海上风场的施工成本与操作及运维成本都比陆上风场较高，所以海上风机也逐渐往大发电量的机型作演进，风力发电机组发电效率公式如下所示。

$$\text{Wind Power } P_w = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

Density [kg/m³]
 Small changes with elevation & temperature.

Area [m²]
 Squared effect of changes in radius.

Velocity [m/s]
 Cubic effect of changes in wind speed.

引用出处：<http://windpowernejikata.blogspot.com/>

依据上述公式，可以很明显的看出风力机组发电量是与空气密度、扫风面积及风速相关。扫风面积为扫风半径是 2 次方关系，风力机组发电量是跟叶片长度明显相关。欧洲现行的风机发电量以 4.8MW 级以上为主流，而亚洲风机发电量主要介于 3~4 MW。

随着风力发电机组发电量也往大型化迈进，叶片的长度也随之增加。目前主流的陆上风机叶片介于 55-70 米，海上风机叶片则是介于 70-85 米之间。叶片的大型化对于原材料的需求也愈来愈高。



三、结论



通过以上比较可以看出，SWANCOR 2535 系列产品综合性能较普通胶粘剂更加突出，更适用于大叶型和海上叶片使用。

二、SWANCOR 2519-1A/BS 产品简介

上纬所开发的 SWANCOR 2519-1A/BS 为适用于海上风电大型叶片用的灌注树脂，根据海上大型叶片灌注操作需求及对叶片整体叶片性能指标进行设计，能满足大型叶片灌注时的操作需求及优异的叶片成品灌注质量。

以下为 SWANCOR 2519-1A/BS 产品特色介绍：

1. 低混合粘度，易与玻纤进行浸润

SWANCOR 2519-1A/BS 具有比常规灌注更低的混合粘度，25°C下混合粘度低于 200 cps。较低的混合粘度在灌注大型叶片中，能表现更好的玻纤浸润效果。

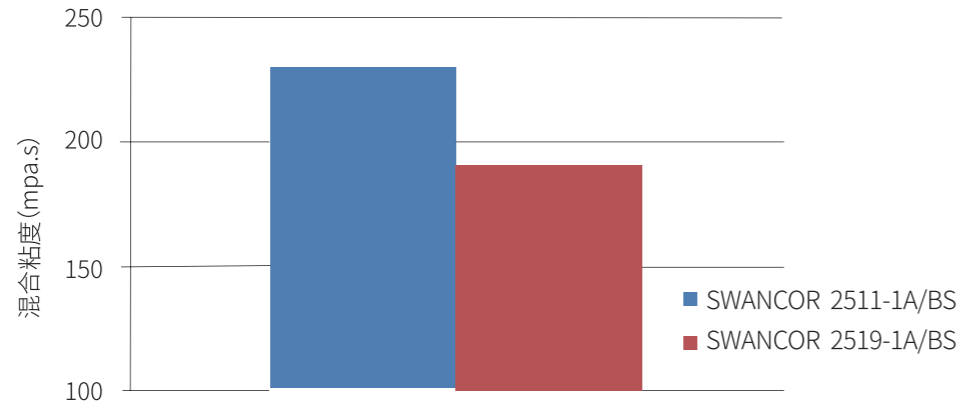


图 1 25°C混合粘度曲线

2. 更长的粘度增长时间，适合大型叶片灌注

SWANCOR 2519-1A/BS 特别针对大型叶片灌注时会面对到的问题，灌注操作时间，进行了特别的设计。

SWANCOR 2519-1A/BS 具有比常规的灌注树脂更长的操作时间区块，约增长 25% 的操作时间，可以完全契合现场灌注大型叶片所趋的灌注时间需求。

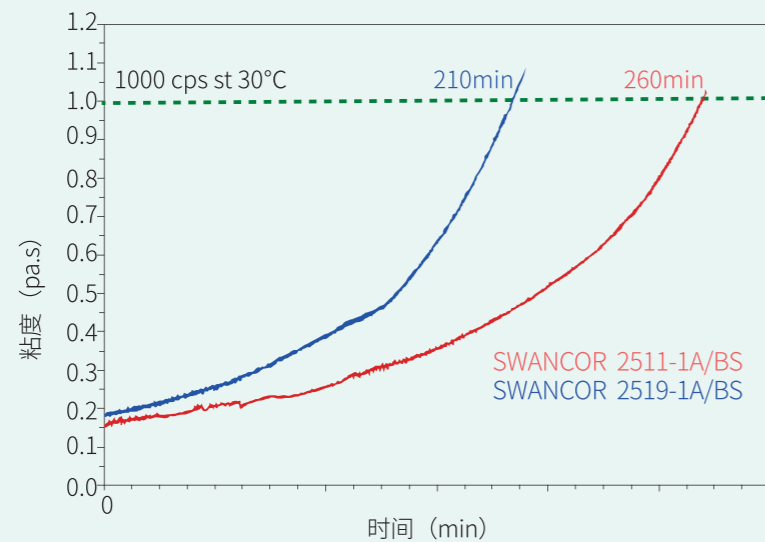


图 2 30°C粘度增粘时间曲线

3. 快速建立 Tg 特性，能有效缩短叶片生产周期

SWANCOR 2519-1A/BS 在降低混合粘度及延长灌注

区间的特性外，也具有更快的 Tg 建立速度，可以有效缩短叶片制造时间，有效提高生产效率。

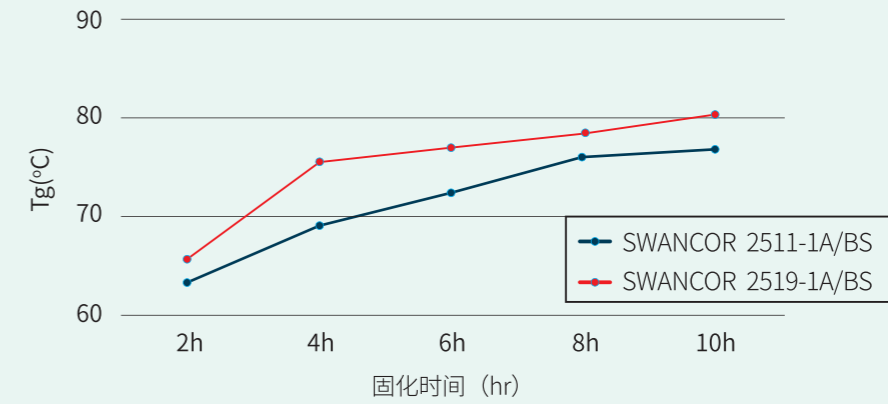


图 3 70°C Tg 建立曲线

三、结论

SWANCOR 2519-1A/BS 为海上大型叶片灌注树脂产品，产品特色如下：

1. 低混合粘度，易与玻纤进行浸润
2. 更长的粘度增长时间，适合大型叶片灌注
3. 快速建立 Tg 特性，能有效缩短叶片生产周期

除了上述这三项这些特色外，SWANCOR 2519-1A/BS 并具有优异的机械性质与疲劳特性。SWANCOR 2519-1A/BS 已经通过 Siemens Gamesa Renewable Energy 认证，用来制作 75 米的海上风机叶片，而且这些风机将被使用在台湾的第一个海上风电场 - 海洋风电中。



图片由海洋风电提供