



实验人员在操作防水透气测试仪器。企业供图

静电纺丝技术作为制备纳米纤维的关键方法，其原理是通过高压静电场将纺丝液转化为纤维，该技术凭借其独特优势，在相关领域备受瞩目。将其应用于服装，可以实现防风防雨、透气透湿等“黑科技”功能。近日，青岛表面能量科技集团（以下简称“表面能量”）的“功能纳米纤维材料低碳产业化成套技术装备创制与应用”项目，凭借突破性技术与产业化价值，成功荣获中国纺织工业联合会（以下简称“中纺联”）科技进步二等奖。该项技术目前已应用于国内外多个知名服装品牌。

## 从1到N

# 青企攻克静电纺丝技术产业化难题

历时4年从实验室走向服装、医疗等多领域，定义新材料更多可能

### >>>攻坚克难，技术走出实验室

目前，每年有上千篇关于静电纺纳米纤维技术的论文发表，但这些研究大多集中于理论研究，未能真正实现产业化。从实验室走向工厂生产线，其间存在一条需要跨越的颠覆性鸿沟，这精准点明了技术转化的核心难题。在实验室中，静电纺纳米纤维生产设备通常仅配备几十到几百个纺丝喷头，所生产的纳米纤维膜幅宽狭小，极大限制了其应用场景。而产业化生产的要求则更为严苛：必须实现纳米纤维膜的大幅宽、大规模连续稳定生产，同时满足低成本、高质量的标准。

为攻克这一难题，表面能量历经4年技术攻坚，最终在纳米纤维宏量生产领域实现了关键性突破。宏量生产特指通过工业化技术实现的大规模、连续且稳定的批量生产方式，其核心难点在于多喷头协同工作的稳定性。与实验室的少量喷头不同，表面能量自主研发的纳米纤维宏量生产设备每条产线均配备一万多个喷头。如何让这上万根纺丝针同时喷射且互不干扰，成为了技术攻关的核心。

### >>>万针协同，产能攀上新台阶

当上万根针同时纺丝时，针与针之间会产生强烈的电场干扰，极易导致纳米纤维成型不良，进而影响纳米纤维膜的性能。更具挑战性的是，这项技术在国内并无先例可循，国际上纳米纤维材料的规模化生产也鲜有成功案例。因此，从生产设备的设计制造到生产工厂的整体规划，每一个环节都需要科研团队从零开始摸索。

没有现成的经验可借鉴，科研团队只能“摸着石头过河”，甚至在多数时候“没有石头可摸”。团队在实验室里反复钻研行业前沿论文，不断调整工艺关键参数，喷头数量也从最初的几十个、几百个、几千个，逐步迭代至一万个的规模。经过无数次的试验与优化，团队最终攻克了万针级连续稳定生产的行业难题，成功研发出纳米纤维宏量生产设备及核心工艺，不仅填补了国内该领域的技术空白，更实现了显著的产能突破——公司生产的纳米纤维膜幅宽可达1.6米至1.8米。表面能量已规划12条生产线，整体年产能约2000万米至3000万米。现阶段，已有4条纳米纤维生产线正式投产，主要聚焦服装用（年产能600万米）与产业用（年产能1000万米）纳米纤维材料的生产，剩余8条规划生产线将根据订单需求逐步投入运行。

除了影响纳米纤维膜的性能。更具挑战性的是，这项技术在国内并无先例可循，国际上纳米纤维材料的规模化生产也鲜有成功案例。因此，从生产设备的设计制造到生产工厂的整体规划，每一个环节都需要科研团队从零开始摸索。

### >>>跨界应用，产品赋能多领域

近日，记者来到高新区的青岛表面能量科技集团。在该公司的展厅内，陈列着多家运用

了静电纺丝技术的成品样衣。因为在服装中嵌入了薄薄的一层纳米膜，服装在实现防风、防雨等功能的同时，还兼顾了舒适的体感和时尚的外观。

表面能量市场部门负责人李锐拿出了三张薄膜进行对比：普通的TPU膜手感较为坚硬，但纳米膜摸上去却十分柔软。李锐介绍，运用了纳米膜的服装在保证防风防雨性能的同时，也有着更好的透气性。表面能量自主研发的静电纺丝制备的纳米纤维膜，名为Surforce®纳米膜，是由纳米纤维交错堆叠而成，其纤维直径可达纳米级别。

除了在服装领域有广泛应用，纳米膜还在消费电子、医疗等领域潜力巨大。据介绍，用Surforce®纳米膜制作的创可贴产品具备高透气、高透湿、防水隔菌、弹性柔软四大优势。其可以在长时间使用时没有闷热感，撕下不泛白；能有效阻止外部细菌感染，日常洗手、洗澡等场景都能应用；且非常柔软贴肤，即使活动或弯曲手指也能与皮肤紧密贴合，不紧绷不束缚，减少与伤口间的摩擦和压力，减少伤口刺激，创造更加适宜的愈合环境。

此外，Surforce®纳米膜滤芯凭借其比表面积大、孔隙率高、纤维分布均匀、透气性高等特点，可广泛应用于空气净化、工业过滤、能源存储、航空材料以及美容护肤等多个领域。

青岛晚报/观海新闻/掌上青岛记者 李沛

## 盘古智能取得众城石化控制权

润滑产业链垂直整合取得关键进展，助推国产化替代进程

本报12月21日讯 12月17日，青岛盘古智能制造股份有限公司（以下简称“盘古智能”）发布公告，宣布已完成对长沙众城石油化工有限公司的股权收购及控制权取得的工商变更登记。此次交易标志着盘古智能在润滑产业链垂直整合战略布局中迈出关键一步，也为推动中国润滑油脂行业的国产化替代进程注入了新动力。

公告显示，盘古智能以自有资金2464.2万元收购了众城石化董事长李布尔持有的370万股股份，占众城石化股份总数的11.97%。收购完成后，盘古智能持有众城石化的股份比例由35.34%上升至47.31%，成为其第一大股东。同时，众城石化董事会由5名董事组成，其中3名由盘古智能提名，占董事会半数以上席位。至此，盘古智能已正式取得众城石化的控制权，众城石化将成为其控股子公司并纳入合并报表范围。

盘古智能是一家专注于集中润滑系统、液压系统及核心部件研发、制造与销售的企业，于2023年7月在深交所创业板上市。公司产品广泛应用于风力发电、工程机械、轨道交通、港口机械等领域，在风电细分市场占有超过60%，处于行业领先地位。盘古智能与金风科技、远景能源、卡特彼勒、徐工集团、中国中车、青岛港、广州港、三一港机等国内外知名企业建立了长期稳定的合作关系。

众城石化成立于2003年，由原湖南省长沙石油厂主业改制而成，拥有近50年的润滑油、脂生产历史。公司具备170多个品种的中高档润

滑油、脂及精细化工产品的生产能力，年产能3万余吨，是中南地区规模较大、技术先进的润滑油脂生产基地之一，现为中国润滑油协会常务理事单位。众城石化的“众城”“三湘”牌系列润滑油、脂及精细化工产品在中南地区享有良好声誉，广泛应用于钢铁、冶金、汽车、机械制造、矿山、化肥、纺织、建筑等多个行业。

自2012年成立以来，盘古智能始终坚持自主创新，突破国外技术垄断。经过13年发展，公司已从润滑系统制造商成长为行业领军企业，累计服务超10万台风电装备，业务覆盖全球。公司先后获评国家高新技术企业、山东省瞪羚企业、国家专精特新“小巨人”企业等称号，体现了其在技术创新与市场拓展方面的突出成果。

青岛晚报/观海新闻/掌上青岛记者 李沛