



## 无污染、原料来源广泛、可生物降解

# 蛋白纤维：用边角料做出绿色好面料

◎本报记者 李禾

我国蛋白纤维产业稳步发展，品种齐全，在新技术研发及产业化方面不断取得突破。功能化、绿色化已经成为蛋白纤维发展的重要方向。近日，中国科学院大学材料科学与光电技术学院研究员苏娟娟团队制备出一类具有良好的抗冰能

力和低温机械性能的耐冻蛋白纤维。与传统纤维形成鲜明对比的是，该蛋白纤维即使在零下20摄氏度至零下40摄氏度，也能保持高刚度和韧性。

苏娟娟等人的研究只是我国蛋白纤维创新发展的冰山一角，由于蛋白纤维具有绿色无污染、原料来源广泛、可生物降解等优点，并能有效解决石油基化学纤维对石油类化学品的过度依赖，因此这些年在我国发展迅速。

## 废弃物变身纺织新材料

根据原料来源不同，化学纤维可分为石油基化学纤维和生物基化学纤维两大类。蛋白纤维属于生物基化学纤维，由蛋白质和纺丝的边角料混合，或接枝到其他高分子纺丝或复合纺丝上制成。目前，蛋白纤维的品种主要有大豆蛋白纤维、牛奶蛋白纤维、蝉蛹蛋白纤维、皮革胶原蛋白纤维、羊毛蛋白纤维、桑蚕丝蛋白纤维等。

我国是蛋白纤维生产品种覆盖面较广的国家之一。大豆蛋白纤维、牛奶蛋白纤维、羊毛蛋白纤维、桑蚕丝蛋白纤维等都已经应用在高档服装、家居服饰、家纺用品等领域。比如蚕蛹蛋白

纤维，是以抽丝后的蚕蛹为原料，提取蚕蛹蛋白，对其进行化学改性，制成蛋白质纺丝液，并与粘胶纺丝液共混纺丝制成的。又如羊毛蛋白纤维，以皮毛下脚料为原料，制备出蛋白含量约3%的蛋白液，然后加入粘胶纤维等纤维素材料中制成。用羊毛蛋白纤维生产的面料手感柔软、具有真丝般的光泽、透气性好、抗静电。

蚕蛹蛋白纤维、羊毛蛋白纤维等原料均来自生产的下脚料。可再生资源的综合利用与现代纤维加工技术的融合实现了蛋白纤维生产的“变废为宝”。

## 蛋白纤维研发不断取得新进展

目前，新的蛋白纤维及其生产技术也正不断取得新进展。

比如文章开头提到的苏娟娟团队研发的耐冻蛋白纤维，是将两种类型的抗冻蛋白，即来自海鲑鱼的Ⅲ型抗冻蛋白(T3AFP)和来自雪蚤的富含甘氨酸的抗冻蛋白(SnAFP)，嵌合在高度有序的蛋白结构中得到的。

就像是“防冻剂”，抗冻蛋白能够结合小冰晶，并抑制冰晶生长，进而保护细胞和血液在冰点下不结冰，并进行正常代谢，保证海鲑鱼在极地环境、雪蚤在厚厚的积雪下能正常生存。在新研发的耐冻蛋白纤维中，抗冻蛋白能捕获水分子或冰晶等，进而为蛋白质

纤维提供“保护层”，提高了纤维的抗冻性。据测试，在零下40摄氏度的低温下，耐冻蛋白纤维中的冰结晶受到抑制，纤维更光滑、截面上的皱纹更少，因此也保持了较高的低温刚度和韧性，以及良好的机械稳定性，这使得用蛋白纤维制造具有出色抗冻性能的纺织品成为可能，比如在南极洲使用的绳索或北极极地服装、航空服等。

又如，恒天海龙股份有限公司等研发的一种新型多功能动物蛋白再生纤维素纤维，其原料来自动物的毛。上海帕兰朵纺织科技发展有限公司副总经理、教授级高级工程师方国平说，由于纤维的横截面呈C形中空，形状的饱

满率和圆滑度好，从而使纤维具有了独特的截面形态。这种截面形态使得多功能动物蛋白再生纤维素纤维在微观结构上，实现了纤维素和蛋白质共存共融，使这款动物蛋白再生纤维素纤维具有了其他纤维不具备的多功能特性，

比如良好的透气性和抗静电性，以及优异的吸湿发热性等。再配合独特的纺纱技术、织造技术和定型技术等，使该纤维技术成本和生产成本大幅下降，由此生产的纱线和针织面料与同类产品相比，性价比更高。

## 生物基化学纤维发展势头强劲

随着石油资源的日益枯竭和棉花种植面积的不断减少，包括蛋白纤维在内的生物基化学纤维，显现出强劲的发展势头。原料的可再生、廉价、低污染、资源丰富等属性，使生物基化学纤维具备极大的可持续发展性，也成为棉纤维和涤纶、腈纶、锦纶等化学纤维强有力的伙伴。

国家发改委产业协调司原巡视员贺燕丽说，生物基化学纤维与人体亲和，具有抑菌、阻燃、生物降解等特性，发展生物基化学纤维具有重要意义。

“十三五”以来，我国生物基化学纤维产业快速发展，关键技术不断取得突破，产业规模较快增长，一批具有产业实力和技术开发能力的企业进入了生物基化学纤维及原料领域。我国初步形成了生物基纤维素纤维、生物基合成纤维、海洋生物基纤维及蛋白纤维的产业体系。工信部、国家发改委联合印发的《关于化

工工业高质量发展的指导意见》提出，到2025年，我国生物基化学纤维和可降解纤维材料产量年均增长20%以上。

贺燕丽认为，当前生物基化学纤维还存在一些问题，比如多数品种的产能规模偏小、产品成本偏高竞争力不强等。

不过，中国化学纤维工业协会总经济师、生物基化学纤维及原料分会秘书长李增俊说，随着技术不断发展，公众对生物基化学纤维产品的功能和价值认识不断深入，其产能规模偏小、产品成本偏高等问题将会逐步得到解决。

贺燕丽表示，“十四五”期间，我国应努力提高生物基化学纤维原料的自给率和多元化水平，提高重点生物基化学纤维品种的规模化和工艺装备的自动化水平，大力降低生产成本。在开拓下游纺织品的应用领域取得实际成效。

# 输电杆塔用上了新型高强铝合金材料

## 为解决山区塔材运输、施工、维护难题探索出一条新路

◎本报记者 李禾

输电杆塔是保证电力供给的重要设备之一。常规的输电铁塔由钢材建造，需要用热镀锌的方式进行防腐。在镀锌过程中，会排放废气、废水和锌渣等，污染环境。而且钢材密度较大，往往较为粗笨，给运输以及安装等带来了不便。

中国电力科学研究院牵头承担的国家电网有限公司总部管理科技项目“高强铝合金输电杆塔设计加工技术及标准化研究”近日通过专家验收。中国电力科学研究院开展了国内首套自立式铝合金杆塔的真型试验。其试验塔采用项目研发的7A21和7A41高强铝合金材料，并采用中国电力科学研究院新研发的新型YT截面型材。试验结果表明，铝合金杆塔结构设计合理、加工工艺可靠，新型截面承力性能优秀且兼顾防坠落功能，成功验证了铝合金材料在输电杆塔中的应用的技术可行性。

该项目研发的7A21和7A41，属于7系铝合金。根据化学元素成分不同，铝合金共分为9个系列。1系又称“纯铝”，含铝达99%之上，2系是以铜为基本合金元素的铝合金，3系是以锰为基本合金元素的铝合金，4系以硅为主，5系以镁为主，6系以镁和硅为主，7系以锌、镁和铜为主，8系以锂为主，9系是一种预留合金。



7系铝合金属于可热处理强化合金，固溶处理后有较高的强度和可塑性，并有良好的低温强度。7系铝合金早期主要应用于航空航天领域，因此被称为“航空铝”。由于其综合性能优良，如今正逐步应用在高端电子、汽车、轨道交通、工业等领域。

7A21和7A41是我国自主研发的两个中高强度的7系铝合金，它们克服了一般的7系铝合金耐腐蚀性弱等缺点。中国电力科学研

该项目研发的7A21、7A41质量轻，密度仅为钢材的1/3，强度高，屈服强度达到440兆帕。采用7A21、7A41制造的高强铝合金杆塔，实现了降低塔重和免镀锌，为解决山区塔材运输、施工和维护困难，以及降低镀锌污染等探索出了一条新路。

究院输变电工程研究所高级工程师耿景都说，这两个铝合金材料的主要创新之处在于，一是通过合金成分的设计和优化，达到可替代钢材的力学性能强度；二是实现了铝合金在线热处理，缩短了生产周期及加工效率，并在一定程度上降低了加工成本；三是开发了铝合金专用的多组热处理机制，使材料具有优良的组织结构。

铝是比较活泼的金属，能够和各种气体发生

反应，因此熔炼、淬火和冷却过程直接影响着铝合金的质量。传统的合金淬火工艺主要采用离线淬火方式，但这种方式消耗的能量较多、工艺较为复杂。在线热处理在机器上连续完成淬火、矫直等工序，不需要重新加热，在很大程度上减少了生产时间，提升了整体生产效率；而且不需要吊运中间制品等，因而产品长度不易受到吊运和淬火炉等影响，降低了工人劳动强度，减少了废料等损失。7A21和7A41实现了在线热处理，这使得其更具有优越性。

该项目研发的7A21、7A41质量轻，密度仅为钢材的1/3，强度高，屈服强度达到440兆帕，与输电铁塔常用的Q420高强钢的屈服强度属于同级别。采用7A21、7A41制造的高强铝合金杆塔，实现了降低塔重和免镀锌，为解决山区塔材运输、施工和维护困难问题，以及降低镀锌污染等探索出了一条新路。该铝合金还可替代钢材等材料，拓宽7系铝合金的应用范围，为新能源汽车、高端电子、电力通讯等行业开辟了新的材料替代方案。

随着新技术和新工艺不断发展，耿景都说，目前，7系铝合金产品在各个领域的应用已越来越广泛，但应用较广的7系铝合金产品主要还是强度在500兆帕以内的中高强7系铝合金。600兆帕及以上强度的超高强7系铝合金仍应用得较少。未来，铝合金的超高强度与耐腐蚀性能之间的矛盾，大规模铸锭制备、挤压成型以及热处理工艺还有待突破。

## 寻材问料

### 高性能纳米硬质合金

### 规模化制备关键技术成功产业化

科技日报讯(记者俞慧友)近日，科技日报记者从湖南湘江新区(长沙高新区)获悉，由中国工程院院士黄伯云领衔，中南大学、清华大学、湖南博云东方粉末冶金有限公司、深圳精匠云创科技有限公司、沃尔夫切割技术(太仓)有限公司等校企的科研人员组成的联合科研团队，经多年持续研究攻克了高性能纳米硬质合金规模化制备及应用关键技术，并在该园区成功实现了产业化。日前，经国际权威机构英国国家物理实验室检测，该高性能纳米硬质合金的主要成分碳化钨的平均晶粒尺寸仅0.11微米，硬度可达到2060HV30(HV30为硬度单位)，抗弯强度达到5710兆帕。

高性能纳米硬质合金具有高硬度、高强度和高耐磨性，是可用于高效率、高精度的钻孔、切削、铣削等高端加工技术领域的先进材料。高性能纳米硬质合金制成的刀具可提升航空航天、汽车、电子等制造领域的精密加工水平。

据悉，该团队构建了硬质合金热力学及热物性科学数据库等，实现了高性能纳米硬质合金系列材料的大批量生产。三年时间，通过高性能纳米硬质合金材料及刀具制造，湖南博云东方粉末冶金有限公司、深圳精匠云创科技有限公司和沃尔夫切割技术(太仓)有限公司累计获得直接经济效益36.5亿元。按高性能纳米硬质合金刀具较普通刀具加工效率提升5%测算，高性能纳米硬质合金刀具每年可产生约120亿元的间接经济效益。

目前，该类新材料已成功应用于印刷线路板、航空行业轻质高强复合材料、高温合金、钛合金等难加工材料的高效精密加工中，提高了刀具加工效率，降低了加工成本。

### 向国外高精细高强度产品看齐

### 做出“中国造”高端镀锡圆铜线

◎本报记者 张景阳 通讯员 李宝乐

近日，科技日报记者在包头稀土高新区采访时获悉，包头震雄铜业有限公司(以下简称震雄铜业)技术研发团队与国内知名科研院所开展合作，充分利用包头的稀土资源优势，以发达国家0.04毫米以下高精细铜合金丝材料为对标对象，全面开展“超纯稀土在铜及铜合金中的应用技术项目”。

据介绍，该项目产品的量产，将打破我国高精细、高强度铜合金导体材料依赖进口的局面，特别是镀锡56/0.285毫米低电阻光伏用高导电芯合金线的成功自主研发，将极大助力我国现代电子工业领域和新能源领域的发展。

作为国内外铜线加工企业的重要产品和铜线产品中一个大类别，镀锡圆铜线及绞线约占铜线产品总产量的10%。

业内人士介绍，长期以来，由于我国绝大部分的镀锡圆铜线加工企业生产条件无法满足高端产品生产要求，因此我国镀锡圆铜线产品大多为普通国标产品。

近几年，随着我国经济发展速度不断加快，特别是新能源产业快速崛起，市场对高端镀锡高导电芯线的需求居高不下，造成了该类铜丝供给不平衡，与此同时也倒逼企业开始进行自我革新和技术攻关。

在此背景下，震雄铜业依托中国科学院长春应用化学研究所稀土资源利用国家重点实验室和中国科学院包头稀土研发中心的强大技术优势，找准短板，确立攻关目标，开展核心技术攻关。

“我们结合市场现状，凭借以往成功研发经验，决定研制一种新型镀锡圆铜线，此产品线径范围为0.25—0.50毫米，研发核心目的是在保证镀锡圆铜线高纯度的前提下，使其性能优于同类国标产品，在电阻率方面更要取得重大突破，解决电阻率与抗拉强度不能兼顾的行业共性难题。”震雄铜业副总经理杨崇伟告诉记者。

“技术攻关团队从加强高纯度原材料的使用、拔高产品性能方面入手，优化铜拉丝工业助剂性能、提升拉丝效率，采用自主研发新设备，实现了产品的高纯、高精、低阻，产品性能有了质的飞跃。”震雄铜业总经理董德付说。

在原料使用上，镀锡圆铜线采用A级阴极铜为原材料，生产出纯度99.99%以上的无氧铜杆，并以无氧铜为基材，采用纯度在99.90%以上的锡作为浸染材料，对铜丝进行镀锡加工。

该研发团队技术人员说：“在拉丝工艺过程中加入了我们自主研发的优质二氧化钛铜拉丝油，避免铜丝拉伸过程中张力断线以及因冷却不到位产生铜刺和裂片。”

“改进后的工艺使铜丝的单丝直径从0.30毫米降低至0.285毫米，56条单丝绞合后，导线截面积达到3.57平方毫米，低于4平方毫米的国家标准。”杨崇伟介绍。

### 稀土让羽绒服自带“热循环”

◎本报记者 张景阳 通讯员 李宝乐 李璐

近日，安踏炽热科技羽绒服系列搭载来自稀土研究院天津分院的稀土热返技术全面上市。该系列羽绒服印花里布由稀土红外蓄热剂为原料制备。

众所周知，人体热传递的途径包括蒸发、热传导、热对流和热辐射。其中，热辐射占人体热能传递量的40%—60%，是人体热量最主要的流失途径。在制备保暖衣物时，通常会选择减少人体与环境的热传导，进而达到保持体温、抵御寒冷的目的。

通过科学验证，34摄氏度时人体皮肤的热辐射主要分布在7—14微米的远红外波段。稀土红外蓄热剂中的稀土纳米粒子可以吸收人体辐射出的远红外线，并以94%的发射率高效发射回人体皮肤表面，面料与人体形成热循环效应，防止热量流失，利用热返科技，提高保暖性，锁住热量，抵御寒冷。天津宝钢稀土研究院稀土纺织材料研发中心主任时文婧介绍，以稀土红外蓄热剂为原料制备羽绒服的印花里布，其辐照升温达国家纺织品辐照温升标准的2.5倍。

随着国内消费理念的不断变革与材料制备方法、织造技术、纺织品后整理技术的不断发展，具有多功能性的纺织产品越来越受到消费者的欢迎，纺织产品由单一功能向多功能复合化转变已成为必然趋势。稀土元素具有丰富的电子层结构和优异的光学特性，是工业生产中必不可少的“维生素”。这次炽热系列羽绒服产品的面世也打开了稀土在纺织品领域应用的新篇章。