

“三聚氰胺辅助法制备高性能碳纳米材料”通过钴催化下热解三聚氰胺在碳纳米纤维表面原位生长碳纳米管,产物较多且与纤维形成力学性能较好的复合材料,可在催化、涂层和结构材料等多领域广泛应用。

变“废”为宝 三聚氰胺辅助法可制备高性能碳纳米材料

在我国,应该没有第二种有机化合物像三聚氰胺一样“出名”了。2008年毒奶粉事件让三聚氰胺一夜之间臭名昭著,以至于众多企业为了让市场接受,在长达7年乃至更长的时间里,对“三聚氰胺”这个名字避而远之。

实际上,三聚氰胺是一种化工产业原料,具有耐高温、阻燃、防溅、防热辐射等特点,通常作为阻燃材料被广泛应用于耐火、防火织物,滤材,衣着面料,航空和建筑材料等领域。

其实只要用对了地方,昔日的“毒奶粉”也能变成“宝贝”。西安交通大学副教授张垠和四川大学副教授韩锐合作研发的“三聚氰胺辅助法生长高性能碳纳米材料”,让三聚氰胺在新的位置上,发挥了更高的应用价值,不仅能够增加电池负极材料性能,还有望在纺织业等制造业领域“大显身手”。

实现碳纳米管在碳纤维上三维生长

“这源于一次偶然的实验。”谈起研发初衷,张垠陷入回忆。几年前,张垠和他的团队参加了浙江省关于“石墨和硅”的研究,结题后留下许多开放性问题,开发电池负极材料便是其中之一。

利用静电纺丝技术制备的碳纳米纤维材料是一种“柔软”的框架材料,具有提高电极电容量和耐用性能的作用,这也是张垠团队最初设想的理想负极材料。在之后的开发过程中,考虑到碳纳米管良好的力学性能和导电性,团队“突发奇想”,能不能在静电纺丝上生长一些碳纳米管,进一步提高负极材料性能。

在查阅大量文献后,张垠发现,常用的制备方法所使用的碳源为甲烷、乙炔,成本高能消耗大。“三聚氰胺成本低,含碳量相对比较丰富,我们就想做一个尝试,没想到成功了。”

张垠团队利用静电纺丝所制备的纳米纤维为碳基体,与一定量的三聚氰胺在不同温度下进行共烧

保温处理,通过铁、钴等催化剂的添加,以及铝的保护氛围,最终获得了具有高掺杂度和优异性能的碳纳米管-纤维复合材料。研究表明,处理后的碳纳米管均匀地生长在了碳纤维表面,形成了复杂的多孔三维网络结构,而该方法被张垠和韩锐命名为“三聚氰胺辅助法”。

与传统的一维碳纳米管相比,三聚氰胺辅助法制备的碳纳米管可在纳米纤维表面三维生长,这意味着其具有更优异的导热、导电性能。“因为它是在主生长方向的侧向同时发生了生长,比如原本只是在x轴方向排列生长,现在y轴、z轴也有一些复发生长,那我们的导热和导电也能够从三个方向上同时进行。”韩锐解释道。

此外,三聚氰胺辅助法制备碳纳米管具有一定的普适性,它可以在不同材料、不同物质形状上实现碳纳米管的生长。“以前可能没有办法在一些固定的原料上生长碳纳米管,但通过这个方法,我们先把碳纤维加进去,碳纳米管就能够在这个材料上进行生长了。”张垠说,用三聚氰胺辅助法制备的碳

纳米管,是在碳纤维材料表面进行原位均匀生长的,因此这突破了相对固定的应用限制,具有更多可能性。

在多个领域表现出广阔的应用前景

“这个‘未来’的材料应用面非常广阔。”当聊到这一科技成果时,张垠侃侃而谈,对未来的发展充满了信心。

目前,张垠和韩锐已经在电池领域的应用上取得了实验成功。根据数据测试显示,以三聚氰胺辅助法制备的碳纳米材料,可以将电池的循环和倍率性能提升30%~50%。

“电池在放电的过程中,负极材料或者正极材料,有一个膨胀效应,即电池在运作供电的时候,电离子进入后会发生膨胀,流出后又会发生收缩,时间久了后,膨胀或者收缩对材料的影响就会变成不可逆,而体积的不可逆是电池每次循环容量减少的主要原因之一。”张垠说,他们合作制备的电池负极材料,质地更柔软,具备良好的力学性能,可以延缓不可逆的发生。“比如一个电池

的容量是1000毫安时每克,发生几次循环后,就降到800、600,但加入我们新制备的碳纳米复合材料后,就能够维持在800,相当于减缓了下降的速率,电池的使用时间就可以获得延长。”

据了解,目前已有电池领域相关企业和张垠、韩锐取得联系,正在准备洽谈合作事宜。此外,也有纺织企业联系到他们,希望他们能够帮其实现衣物的智能化。

三聚氰胺法制备的碳纳米材料,除具备优异的力学性能、导电性外,还具有保温隔热的作用。纺织企业联系到张垠和韩锐,希望他们能够在衣服里加入这个材料,看能否制作出一些新型的具有传感性能的智能衣服。对此,张垠表示虽然目前还没有做出特别好的样本,但已取得了一些突破,从理论上来说是完全可行的。

要实现衣服智能化,就需要在衣服上进行布线,支持电流流动。张垠认为,他们可以通过控制碳纳米管定向生长,从而根据需要,提高衣服某一处的导电性,实现衣服的智能感知、温度显示、温度调节

等作用。尽管目前张垠和韩锐针对该领域的应用还处于探索阶段,但他们已胸有成竹。

不只是电池、纺织业,张垠表示,未来的市场是巨大的,储能、环保、催化以及一些碳支持材料等领域也将有所涉及。“我们可以根据具体的应用来设计材料,应用的领域将会更广阔。”

张垠和韩锐表示,接下来将继续推进和企业的洽谈工作,推动成果转化,同时也将继续扩展“三聚氰胺辅助法生长高性能碳纳米材料”的应用价值,最终实现规模化应用。

目前,“三聚氰胺辅助法生长高性能碳纳米材料”已在“天府科技云”平台“抛售”,“科服保姆”也帮其对接了相关领域企业以促进双方合作。张垠和韩锐希望能够以此次“科创会”为契机,进一步提高项目关注度,加强和企业交流沟通,让成果从实验室成功走向生产线,让科技成果的应用价值实现最大化。(杨晓慧)

四川长晏科技有限公司总经理晏敏皓带领团队开创性地研发出针对不同放射性核素的高选择性萃取分子,与此同时合成出环保、耐酸碱及耐辐照性能优异的多孔树脂骨架颗粒,通过独特的工艺技术将两者结合后得到全新的复合功能材料——萃取分离树脂。该树脂材料独特的交联结构设计使其具有更高的性能稳定性、更好地耐酸碱及耐辐照能力,其合成生产工艺路线使其在性价比方面具有显著优势。

放射性核废物如何安全高效处置

长晏科技给出“卡脖子”难题答案

2022年12月上旬,乌克兰国家科学院外籍院士、四川省海外高层次人才“百人计划”入选者、西南科技大学“环境友好能源材料国家重点实验室”国际研究中心主任、中国科技城绵阳市“千英百团军民融合高层次创新人才”、四川长晏科技有限公司总经理晏敏皓,受邀参加第二十届中国西部海外高新科技人才洽谈会开幕式暨天府论坛,广大海外英才领科技之先、引创新潮流,抢抓机遇、乘势而上,在融入中国特别是西部地区高质量发展和现代化建设中尽展优势所长,续写了精彩华章。

今日,他带领团队研发的放射性核素高效萃取材料,将在第二届“科创会”上重点推介。这是晏敏皓团队拥有自主知识产权、全国产化研发生产的自主创新系列材料,经中国工程物理研究院、

中核集团等多家单位多次热实验验证,证明该材料可以实现国产化替代并逐步工程化应用推广。该项目在2022年进行了科技成果评价,经多位院士、专家评审,认为其达到国际先进水平。

“国外一款同类产品的价格卖得比黄金还贵,在国内也是一家独大,主要原因在于我国在核废物处理处置新材料的基础与应用研究上缺乏自主核心关键技术和工程化应用装备,导致放射性核废物处理处置领域的核心材料长期以来依赖进口,因此供需不平衡,价格居高不下,这也是我国受制于人的‘卡脖子’问题。”晏敏皓希望,自己可以在相关领域做好产品国产化替代工作,打破该领域长期依赖进口产品的被动地位。同时他认为,自己作为“环境友好能源材料国家重点实验室”国际研究中心负责人,具备对接国际先进成果、掌握核心技术的优势,如果能将这一优势转化为我国自主创新的具体产品,可以为国家作出更多实实在在的贡献。

经过不懈努力,晏敏皓将希望变成了现实,现在他不仅是高校科研团队的负责人,还是科技公司总



晏敏皓进行实验

经理兼核心技术负责人。

其实,晏敏皓并非天生的梦想家,能取得今日的成就,称得上是凤凰涅槃。作为一个在“两弹城”长大的孩子,他自小就深受中国工程物理研究院老一辈科学家的熏陶,但回忆自己从小学到大学的学生履历,却搜寻不出特别的回忆。转机萌发于毕业后的一段时光,当时教育专业毕业的他被分配到中学教授物理学科,工作了一段时间后,他才后知后觉地发现了自己心之所向,

渴望自己能在所学专业领域继续深造。这个想法得到了父母的大力支持,随后,他毅然放弃学校稳定职位,只身前往法国求学。

初到法国,语言不通、学习模式不同、生活成本过高,一个个具体的现实问题困扰着他。他举例说,法国上课没有教材,他只能上课认真做笔记,用录音笔记录老师讲课内容,放学回家后再重新学习。努力让他取得了优异的成绩,

也得到了同学们的尊重。七年留学生涯,他克服了常人难以想象的重重困难,学习到了先进的材料学知识,也塑造了更为坚强宏大的精神世界。

这一次毕业后,他获得了法国原子能委员会的高薪职位,但为了回报桑梓,他引进法国尖端科研人才到家乡绵阳,共同开展环境修复新材料的研究,尤其是核废物处理处置新材料的基础与应用研究。

“科研不是‘阳春白雪’,而是‘下里巴人’,做得好不好不在于发表论文的数量,而是真正的把研究成果转化为实际产品,为国家作出贡献,为人民群众服务。”谈及科研初心,晏敏皓坚定自己的想法。

过去几年里,晏敏皓带领研发团队针对放射性废液尤其是高放废液处理中的痛点与难点,开创性地研发出针对不同放射性核素的高选择性萃取分子,与此同时合成出环保、耐酸碱及耐辐照性能优异的多孔树脂骨架颗粒,通过独特的工艺技术将两者结合后得到全新的复合功能材料——

萃取分离树脂。该树脂材料独特的交联结构设计使其具有更高的性能稳定性、更好地耐酸碱及耐辐照能力,其合成生产工艺路线使其在性价比方面具有显著优势。能够满足核工业、核医疗针对各种放射性核素的萃取分离需求,真正实现自主可控的全流程国产化批量生产。

2021年,该产品在中国工程物理研究院、中核集团等国家重点单位逐步应用。2022年7月,晏敏皓团队针对民用市场开发的医疗辐射防护手套也顺利上市,该手套可避免介入手术中辐射对医护人员的手部造成的累积伤害。目前,该团队已研发出4大类30余款产品,在放射性核废物的安全处理与处置领域解决了不少问题。

对于即将参加的第二届“科创会”,晏敏皓表示十分期待,他希望公司的产品可以在大会上顺利推介,让市场检验他们的科研成果。

(董沙沙)