



李坚, 辽宁阜新, 中国工程院院士, 国际木材科学院院士。现任东北林业大学教授, 长期致力于木材学、木材保护学和生物质复合材料的教学与科学研究, 尤其是木材阻燃与防护技术、新型木质基复合材料与木材功能性改良技术、木材低碳高效加工与利用系列技术的研究。

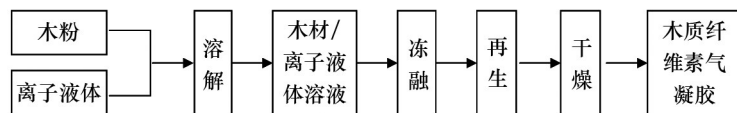
卷首语 Foreword

科技导报 2014, 32(4/5)

木质纤维素气凝胶及纳米纤丝化纤维素

21世纪,世界普遍关注的科学技术发展的重要焦点之一就是新型材料的创生。我国林木资源短缺,木质废弃物、木材加工剩余物、废旧木制品的高效再加工和循环利用,具有十分重要的意义,并且符合循环经济的发展趋势,即组成“资源-产品-再生资源”的物质反复和循环流动。木质废弃物、木材加工剩余物、废旧木制品的高效再加工和循环利用不仅可以缓解木材供需矛盾,更重要的意义在于,将这些资源量巨大的废弃物通过科学的加工,形成新的产品或材料,有利于原本储存的碳素进一步重新固定、封存,以保持减排低碳,减少温室效应,保护人们赖以生存的生态环境。

木质纤维素气凝胶的研究和开发迈出了木材剩余物高效再加工和循环利用中关键的一步,它是将木材中所有组分包括纤维素、半纤维素和木质素等不需经过分离和化学处理,而通过溶解、冻融和干燥工艺制备的一种新型木质纤维素基材料。通过长期大量的试验,本团队以木粉为原料,采用冻融法制备成功木质纤维素气凝胶,其工艺流程为:



木质纤维素气凝胶材料不仅充分利用了生物质材料中的各种组分,而且依据气凝胶所具有的特殊性能,诸如极低的密度、极大的比表面积和极高的绝缘性等,可被广泛应用于组织工程、控释系统、血液净化、传感器、废水处理、色谱分析、生物医药等领域,还可在高效可充电电池、超级电容器、催化剂及载体、化妆品、气体过滤和超级高效隔热隔声材等有广阔的应用前景。

纳米纤丝化纤维素(nanofibrillated cellulose)具有卓越的光学性能、机械性能和结构性能,在组织工程、纳米复合材料、纳米器件中有非常广泛的用途。事实上,木材细胞壁中的纤维素微纤丝(植物学术语)就是一种自然界中取之不尽的高性能纳米纤维化纤维素。木材中的纳米纤丝化纤维素,不但具有很高的长径比,还具有木材天然的可再生性、可循环性和可生物降解性。

20世纪70年代末,美国的Sandberg等人使用高压匀质机从木材纸浆中分离出一种高长径比的纳米纤维素,其直径约为20nm,这是纳米纤丝化纤维素第一次正式露面。最初的研究者将纳米纤丝化纤维素称为微纤化纤维素(microfibrillated cellulose),直到现在很多学术文献和商业宣传仍在使用。但这让人感到困惑,因为这些纤维的直径并不是微米级的。受此影响,许多文献中也将此类材料称为纤维素微纤丝(cellulose microfibrils),但这个名词还是一个植物学的术语,在植物学中有特定的含义。根据人们对纳米材料的定义(某一维度的尺寸小于100nm,即为纳米材料),这种直径2~100nm、长度达数微米的纤维素材料更宜命名为纳米纤丝化纤维素。其纳米纤丝化纤维素的制备方法主要有:

① 机械法:采用高强度冲击、振动或高压精磨处理进行纤维素分离而得到径级为纳米尺度的纤维素纤丝;主要包括高压冲击法、高压乳化法、精磨/胶磨法、高速剪切法、冷冻压碎法、超声波法和高压匀质处理等。

② 化学法与机械法结合处理:先采用化学法预处理,脱除细胞壁物质中的半纤维素和木质素,然后在饱水状态下利用高强度精磨机进行处理。

迄今,国内外研究者对纳米纤丝化纤维素的制备方法仍在进行着诸多尝试。旨在寻求一种简便、快捷和无污染、低成本的方法以制备出长径比高、结晶度高和网络交联密度高的纳米纤丝化纤维素,以供高附加值的工业化利用。

自纳米纤丝化纤维素出现以来,科研工作者们对这种新兴纳米材料的应用做了大量探索工作。目前纳米纤丝化纤维素主要在食品、化妆品中作为增强相在许多聚合物基体中有着广泛的应用。此外,一些科研工作者还将纳米纤丝化纤维素与一些导电聚合物如聚吡咯复合制备可折叠的导电薄膜材料及柔性电极材料,从而拓宽了纳米纤丝化纤维素的用途,提高了纤维素的附加值,也为高值化发展新型纳米纤丝化纤维复合材料提供了科研思路。

当前,对于木质纤维素气凝胶、纳米纤丝化纤维素的研究已成为国内外研究重点。特别是木质纤维素气凝胶制备中的全组分利用及其层级结构调控,纳米纤丝化纤维素的拆解机制等更备受关注。如何高值化开发利用木质纤维素,气凝胶及纳米纤丝化纤维素将是未来一段时间研究的重点,而研制和开发这些新兴的生物质纤维素基材料对于促进我国生物质纳米材料发展及相关学科协同创新具有深远的影响和重要的战略意义。对此,我国学者更应该创新思维,辛勤耕读,快马加鞭,奋力占据世界该领域研究的学术高地。

(东北林业大学, 哈尔滨 150040)

(责任编辑 李娜)