

利用 LiCl/DMAc 溶解体系制造绿色纤维素包装薄膜

作者：高珊珊、王建清

【内容提要】LiCl/DMAc 制膜工艺工序简单，生产过程完全是物理过程，降低了化学原料使用量和能量的消耗，所用溶剂 LiCl/DMAc 的生化毒性是良性的，不会导致变异，且 99.5%~99.7%能回收，可循环使用，不污染环境。此外，还可通过改变以下工艺参数制得不同阻隔性能的纤维素包装薄膜。

纤维素，其本身无毒，抗水性强，制成的纤维素薄膜废弃后可在自然界中很快被生物降解为 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O，对环境无污染。工业上生产纤维素薄膜的传统方法为粘胶法，这种方法生产的纤维素薄膜（俗称“赛璐玢”）价格偏高、耐撕裂性差、坚固性不强包装安全，应用受到一定的限制，而且，其生产过程中还产生大量有毒废气、废液，严重污染环境。近年来，经研究发现扫描，LiCl/DMAc（氯化锂/N,N-二甲基乙酰胺）能很好地溶解纤维素，得到成膜性能良好的纤维素溶液，生成的纤维素薄膜在透明度、透气性、透水性、强度、化学稳定性等性能都较赛璐玢有很大提高，可广泛应用于食品、医药、服装的包装上检测系统及仪器，而且整个生产过程无污染，是一种很有发展前景的绿色高分子材料。

#### 纤维素在 LiCl/DMAc 中的溶解机理

纤维素的分子结构如图 1 所示。它是由 D-吡喃式葡萄糖基（即脱水葡萄糖）通过 β-1, 4 糖苷键相互连接起来的线型高聚物。大分子中的每个葡萄糖基环均含有 3 个醇羟基，使纤维素分子间以及分子内具有极强的氢键作用，从而导致纤维素不溶于普通溶剂图像处理，难以被直接利用。

性高的 N 原子和 O 原子。由于 N 原子和 O 原子含有孤对电子，因此易与具有空轨道的原子形成配位键。当 DMAc 与 LiCl 作用时，具有同时形成 Li-O 键与 Li-N 键的可能（从两者键能大小分析，产生 Li-O 的可能性大于 Li-N）。由于 Li-O 配位键生成的同时，生成 Li+(DMAc)<sub>x</sub> 大阳离子上海电气，使 Li 与 Cl 之间的电荷分布发生变化，其中 Cl 带有更多的负电荷，从而增强了进攻纤维素羟基上的氢的能力，使纤维素与 LiCl/DMAc 之间形成强烈的氢键作用，从而使纤维素以大分子形式存在色序，形成溶液。其溶解机理如图 2 所示。

#### LiCl/DMAc 制膜工艺及特点

用 LiCl/DMAc 来制取纤维素薄膜的工艺流程如图 3 所示。

##### （1）原料

该工艺中纤维素原浆粕可以使用木浆或棉浆，要求杂质含量低，分子量分布窄。

##### （2）纤维素的活化

纤维素活化的目的是削弱分子间的作用力，破坏纤维素的微细结构，使纤维素易于溶解在 LiCl/DMAc 体系中。其方法有 4 种。

①通过冷凝氨气将液氨加入到已知重量的纤维素中过度包装，同时将液氨缓慢蒸发 1 小时，再将 NH<sub>3</sub> 排除。

②将纤维素原浆粕加入 DMAc 中，在 160℃油浴中加热 30 分钟以活化纤维素，然后压榨、低温烘干。

③将纤维素原浆粕加入 DMAc 中，在 DMAc 中加入少量 CoCl<sub>2</sub> 或 KMnO<sub>4</sub> 经营管理，然后在 160℃油浴中加热 30 分钟以活化纤维素，然后压缩，不需要烘干。

④使纤维素在 NaOH 溶液中溶胀后，分别用 H<sub>2</sub>O、CH<sub>3</sub>OH 与 DMAc 洗涤，然后低温烘干。

### (3) 纤维素的溶解

先将 LiCl·H<sub>2</sub>O 在真空烘箱中抽真空烘干。准确称取一定量 LiCl 在 DMAc 中完全溶解后凸印，加入活化后的纤维素原浆粕，在 100℃ 下加热搅拌一定时间，至凝胶状为止。在室温下放置即溶解成透明的溶液。

### (4) 薄膜的成型方法

薄膜的用途不同，其成型方法也不同。对于包装用薄膜来说，目前国内外使用的方法是挤出成型法 CTP 在中国，且都是湿法成型。主要的工艺过程是溶解后的纤维素溶液经过滤后加热至 80~100℃，再经过脱泡、加压、吹气，然后输送至吹膜机吹膜。进入吹膜机后，先经一段空气间隙进入凝固浴（清水）中凝固，在空气间隙中可以通过改变拉伸速率和吹胀比来得到不同性能的双向拉伸薄膜。在凝固浴中色序，薄膜经过卷绕辊折为平幅膜，之后再经过水洗、后处理、干燥等工艺而最终成型。

简单，生产过程完全是物理过程，降低了化学原料使用量和能量的消耗，所用溶剂 LiCl/DMAc 的生化毒性是良性的扫描，不会导致变异，且 99.5%~99.7% 能回收，可以循环使用，不污染环境。此外，生产过程中爱色丽，还可通过改变以下工艺参数制得不同阻隔性能的纤维素包装薄膜，如调节纤维素原浆粕的种类与浓度、管状薄膜的拉伸比和吹胀比、凝固浴的温度、增塑剂的种类等。薄膜厚度也可在 5~100 μm 的范围内依据不同用途加以控制。

### LiCl/DMAc 纤维素包装薄膜的应用

食品包装的透气性在延长食品保存期或保持新鲜度方面具有重要的作用。利用 LiCl/DMAc 溶解体系制造的纤维素包装薄膜具有良好的透气性，可以防止因蔬菜、水果、肉肠等呼吸性食品代谢产生的 CO<sub>2</sub> 滞留在包装袋内，引起食品的发酵和腐败，可用于制作水果、糖果、糕点、药品等的包装材料。用该薄膜做成的果套可保护水果免遭虫害和鸟害包装设计，还可防止农药与水果直接接触，保证水果的品味，对水果和环境都没有污染。此外，纤维素薄膜具有可降解性，大大减少了对环境造成的“白色污染”知识产权，为绿色环保包装行业的发展带来巨大机遇。