

## 微生物催化法生产丙烯酰胺技术

**1. 概况:**丙烯酰胺是一种不饱和酰胺，其单体为无色透明片状结晶，沸点 125℃ (3325Pa)，熔点 84~85℃，密度 1.122g/cm<sup>3</sup>。能溶于水、乙醇、乙醚、丙酮、氯仿，不溶于苯及庚烷中，在酸碱环境中可水解成丙烯酸。丙烯酰胺单体在室温下很稳定，但当处于熔点或以上温度、氧化条件以及在紫外线的作用下很容易发生聚合反应。当加热使其溶解时，丙烯酰胺释放出强烈的腐蚀性气体和氮的氧化物类化合物。

目前世界上大多数国家 50%以上的丙烯腈用于生产腈纶纤维，我国则占 80%以上。近年来世界腈纶市场一直处于萎靡状态，国内腈纶装置相继停产，丙烯腈的出路成为炼油行业的一大问题。在此背景下，开发丙烯酰胺等丙烯腈的下游产品已成为当前提高石化产业精细化程度的战略任务。

聚丙烯酰胺是丙烯酰胺的聚合物，目前国内的最大消费市场是石油开采，约占消费量的 70%左右。水处理是国内聚丙烯酰胺的第二大消费领域，约占消费总量的 9%左右，但远不及发达国家的 80%，而高品质丙烯酰胺是生产高质量聚丙烯酰胺的保证。

目前掌握微生物法丙烯酰胺生产技术的国家只有中国、日本、俄罗斯以及韩国 4 个国家。其中，我国的生产技术水平已经领先国际。采用国内技术生产的产品不但性能好，酶活力高于国外水平，而且由于采用了游离细胞分离后耦合技术，工艺也较国外更为简单，能耗更少。目前我国已攻克了各种工程放大技术，微生物法丙烯酰胺总产量已居世界第一，拥有了 10 万吨/年的最大单套装置产能。

从长远来看，微生物法肯定会取代化学法，这只是时间的问题。从产品纯度上看，化学法丙烯酰胺中含有微量铜离子和其他金属离子，反应活性受到一定的影响。微生物法丙烯酰胺则不存在这个问题，反应活性非常高，而反应活性决定了用丙烯酰胺做衍生物的反应速度和产率。由于产品纯度高，因而聚合度高，特别适合于生产“三次采油”用聚丙烯酰胺。另外，从成本上看，仅原料消耗一项，微生物法就具有很大优势，丙烯腈单耗为 0.76 吨/吨，而化学法为 0.82 吨 /吨。特别是万吨级以上规模，其成本优势将更加明显。

据统计，2008 年我国微生物法丙烯酰胺产量约占丙烯酰胺总量的 43%。

微生物法工艺，因具有高选择性、高活性和高效率，且产生“三废”少等优点，自问世以来一直备受青睐。与传统化学法工艺相比，产品纯度高，无铜离子，铁离子极少，对生产分子量分布比较均匀的高分子量聚丙烯酰胺特别适用，主要用于制造水溶性高分子聚合物，用于石油开采、洗煤、造纸、纺织、污水处理、冶金、制糖、建筑、医药及农业等行业。丙烯酰胺晶体还用于生产各种均聚、共聚及改性的聚丙烯酰胺，又广泛用于医药、染料、涂料及日用化工等行业。

丙烯酰胺单体要在不同领域中得到应用，就必须制成相应的聚合物。采油用聚合物的生产相对简单，在废水处理、造纸等领域中应用则复杂一些，而我国在这方面的技术仍是薄弱环节。目前国内各生产厂家都是在现有经验的基础上进行聚合

生产，至今没有一个专门的部门对聚合物性质进行系统的研究，因此，我国在聚合物品种的研究上需要加大投入。

## 2. 技术及产品质量指标:

### 2.1 技术指标:

1、菌种的丙烯腈水合酶活力（实验室） $\geq 2500$  万单位/毫升. 小时。

装置上丙烯腈水合酶活力 $\geq 1500$  万单位/毫升. 小时。

（酶活力的定义：1 毫升发酵液在  $28^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}=7$ , 反应系统电导率 $\leq 5\text{us/cm}$  的条件下，每小时转化生成 1 微克丙烯酰胺为 1 单位）。

2、丙烯腈的转化率 $\geq 99.99\%$ 。

3、丙烯腈催化反应工艺单耗 $\leq 0.75$  吨 AN/吨 AM。

4、催化反应完成时，反应液中丙烯酰胺浓度 $\geq 35\%$ 。

5、离子交换工段，丙烯酰胺工艺总收率 $\geq 95\%$ 。

### 2.2 晶体产品质量指标

外观与性状		白色结晶体
丙烯酰胺含量 %	$\geq$	98
色度		0
PH 值		7-8

阻聚剂含量 mg/kg	≤	10
电导率	≤	20
不含杂质		