

第一章 概述

1.1 丙烯酰胺的简介

丙烯酰胺是一种有机化合物，别名 AM；纯品为白色结晶固体，易溶于水、甲醇、乙醇、丙醇，稍溶于乙酸乙酯、氯仿，微溶于苯，在酸碱环境中可水解成丙烯酸。职业性接触主要见于丙烯酰胺生产和树脂、黏合剂等的合成，在地下建筑、改良土壤、油漆、造纸及服装加工等行业也有接触机会。日常生活中，丙烯酰胺可见于吸烟、经高温加工处理的淀粉食品及饮用水中。

[毒性]

丙烯酰胺属中等毒类，对眼睛和皮肤有一定的刺激作用，可经皮肤、呼吸道和消化道吸收，在体内有蓄积作用，主要影响神经系统，急性中毒十分罕见。密切大量接触可出现亚急性中毒，中毒者表现为嗜睡、小脑功能障碍以及感觉运动型多发性周围神经病。长期低浓度接触可引起慢性中毒，中毒者出现头痛、头晕、疲劳、嗜睡、手指刺痛、麻木感，还可伴有两手掌发红、脱屑，手掌、足心多汗，进一步发展可出现四肢无力、肌肉疼痛以及小脑功能障碍等。

丙烯酰胺慢性毒性作用最引人关注的是它的致癌性。丙烯酰胺具有致突变作用，可引起哺乳动物体细胞和生殖细胞的基因突变和染色体异常。动物试验研究发现，丙烯酰胺可致大鼠多种器官肿瘤，如乳腺、甲状腺、睾丸、肾上腺、中枢神经、口腔、子宫、脑下垂体肿瘤等。但目前还没有充足的人群流行病学证据表明，食物摄入丙烯酰胺与人类某种肿瘤的发生有明显相关性。国际癌症研究机构（IARC）对其致癌性进行了评价，将丙烯酰胺列为 2 类致癌物（2A），即人类可能致癌物。其主要依据为，丙烯酰胺在动物和人体均可代谢转化为致癌活性代谢产物环氧丙酰胺。

1.2 丙烯酰胺生产工艺简介

1.2.1 传统方法

硫酸水合法先使丙烯腈于 100℃ 以下水解成丙烯酰胺硫酸盐，再中和得丙烯酰胺(AM)。初期通过丙烯酰胺均聚制得了非离子型聚丙烯酰胺，产品比较单一。不久开发了用碱部分水解(后水解法)的阴离子型聚硫酸水合法先使丙烯腈于 100℃ 以下水解成丙烯酰胺硫酸盐，再中和得丙烯酰胺。

铜催化水合法采用丙烯腈在铜基催化剂存在下经水合反应来制备丙烯酰胺，所述方法

包括使反应体系中出现一个分子中具有活性亚甲基基团和酸性基团的化合物或其盐，然后使该含有丙烯酰胺的溶液与弱碱性或中度碱性的阴离子交换树脂接触。在上述水合反应中，杂质的生成得到抑制，而催化剂活性却不受任何影响，所得丙烯酰胺可用来制造分子量高并且水溶性好的絮凝剂。

铜催化水合法也可将丙烯腈至少通过两个纯化步骤来处理，首先使丙烯腈与强酸性阳离子交换树脂接触，然后与具有伯氨基或仲氨基的树脂或与活性炭接触。最后在铜基催化剂存在下使所得到的丙烯腈经过水合反应。即使采用一般品质的丙烯腈，该方法也能制出高品质的丙烯酰胺，并能进一步制出具有良好水溶性的聚丙烯酰胺。

铜催化水合法的缺点是需要回收丙烯腈以及分离铜，费资源和能源；同时副反应较多，不容易控制，产品纯度不高。

1.2.2 微生物法

微生物法将丙烯腈、水和固定化生物催化剂调配成水合溶液，在催化反应后分离出废催化剂就可得到丙烯酰胺产品。与传统的铜催化水合法相比，其特点是：在常温常压下反应，设备简单，操作安全；单程转化率极高，无需分离回收未反应丙烯腈；酶的特异性使选择性极高，无副反应。采用 J-1 菌种时，反应温度为 5-15℃，PH 值为 7-8，反应区丙烯腈浓度为 1%-2%。丙烯腈转化率为 99.99%，丙烯酰胺选择性为 99.98%，反应器出口丙烯酰胺浓度接近 50%；失活的酶催化剂排出系统外的量小于产品的 0.1%；无需铜分离工段，无需离子交换处理，使分离精制操作大为简化；产品浓度高，无需提浓操作，整个过程操作简便，设备投资少，生产经济效益高，利于小规模生产。

微生物法有以下几种具体工艺技术：

(1) 应用膜技术的微生物法。

该方法包含的工序有微生物菌体培养、菌体重悬液的制备、用游离菌体作生物催化剂进行丙烯腈水合反应、分离反应所得的丙烯酰胺水合液。其特征是用微滤膜来洗涤净化发酵液中的菌体以制备菌体重悬液，用超滤膜来分离丙烯酰胺水合液及生物杂质。采用该工艺生产丙烯酰胺可以明显提高生产效率和菌体利用率，同时水合液产品中的生物杂质含量降低，得到的丙烯酰胺质量好、纯度高。

(2) 微生物连续催化法。

该法通过发酵生产含有脲水合酶的丙酸棒杆菌或其诱变株细胞，然后用游离细胞法或固定化细胞法催化丙烯脲水合成丙烯酰胺，然后处理，得到高纯度的丙烯酰胺。

(3) 使用经丙烯酸水溶液洗涤的微生物催化剂。

该法先用丙烯酸水溶液洗涤微生物催化剂，然后将经洗涤的微生物催化剂用于转化反应来制备丙烯酰胺。

1.3 丙烯酰胺的性能与应用

1.3.1 主要性能

无色或淡兰色透明液体，易溶于水、丙酮、乙醇、和三氯甲烷，微溶于甲苯，不溶于苯和庚烷，有毒。该单体对皮肤有一定的刺激作用，其水溶液容易被皮肤吸收。

丙烯酰胺（Acrylamide）作为商品有两种形态：水溶液和晶体，其中晶体无色透明，沸点 125℃，熔点 84~85℃，能溶于水、乙醇、乙醚、丙酮、氯仿，不溶于苯及庚烷中。在室温下很稳定，但当处于熔点以上温度、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，释放出强烈的腐蚀性气体和氮氧化物。

1.3.2 主要用途

丙烯酰胺是一种不饱和酰胺，大量用于制造水溶性聚合物——聚丙烯酰胺类共聚物；少量用于使亲油性聚合物形成透水的亲水中心，以增加粘合力，提高软化点和抗溶剂性；还有少部分用作乙烯基聚合物的交联剂。

PAM 是一种线性的水溶液聚合物，它是水溶性聚合物中应用最为广泛的品种之一，由于 PAM 分子结构的主链上带有酰胺基，因此，PAM 不仅具有一系列衍生物，而且具有多样性，如絮凝性、增粘性、表面活性等。它的这些特性已在石油开采、水处理、造纸、纺织、洗煤、印染等行业得到广泛应用。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/825133032233011201>