



# 关于聚丙烯酰胺工艺设计

# 结构框架

前言

第一章 概述

第二章 原料、产品的  
物理及化学性质

第三章 生产流程简述

第四章 工艺计算及主  
要设备选型

结论

参考文献

致谢

# 一、概述

PAM在结构上最基本的特点是：（1）分子链具有柔顺性和分子形状的易变性。（2）分子链上有与丙烯酰胺单元数目相同的侧基——酰胺基，而酰胺基具有高极性、易形成氢键和高反应活性。这些结构特点赋予了PAM许多极有价值的应用性能。酰胺基的高极性使PAM具有良好的亲水性和水溶性，其水凝胶亲水而不溶与水；柔顺的长链使PAM水溶液具有高粘性和良好的流变性能；酰胺基极易与水或含有-OH基团的物质（天然纤维、蛋白质、土壤和矿物等）形成氢键，产生很强的吸附作用；酰胺基的高反应活性可使PAM衍生出很多变性产物，拓宽了他们的应用范围。

据美国咨询公司TranTech公司分析，2009年全球PAM生产能力为91万吨/年，美国、日本、欧洲是聚丙烯酰胺主要的生产和消费地，生产能力约占世界总能力的85%。其中25%在西欧。

我国PAM产品的开发起步较晚，1962年上海天原化工厂建成第一套PAM生产装置，生产水溶胶产品。1995年，国内PAM生产厂家有60多家，其中多数为规模较小的乡镇企业，技术水平低，产品分子量低，一般为500~800万，难以满足消费者对高分子量产品的需要。1995年底，大庆石油管理局从法国SNF公司引进的5万t/aPAM生产装置投产，生产高分子量产品（分子量为1500万），特别是近几年，胜利油田以及法国SNF公司在我国泰兴所建企业相继建成投产，使我国PAM的生产能力和生产水平有了大幅度提高，产品质量符合油田注入聚合物驱采技术的要求。

## 二、原料、产品的物理及化学性质

2.1 主要原料有丙烯酰胺、纯水、引发剂。

① 丙烯酰胺：分子量：71.08；形态：片状晶体；密度：1.22kg/L；熔点84.5℃；沸点：125℃；蒸汽压： $9.33 \times 10^{-5}$ Pa；蒸汽密度：2.46（空气=1）；聚合热：81.51kJ/mol；闪点138℃；平衡含水量：1.7(g水/kg干PAM)。

② 水：密度：998.1kg/批；比焓：209.3kJ/mol；比热容： $4.74 \times 10^3$  J/(kg.K)；热导率： $64.8 \times 10^2$  W/(m.K)；黏度： $549.4 \times 10^6$  Pa.s；表面张力： $676.9 \times 10^4$  N/m。

③ 引发剂：白色柱状或粉状结晶，易燃；熔点105℃；不溶于水，遇热分解放出氮气和有机氰化物。

### 2.2 PAM物理及化学性质

#### 2.2.1 PAM的结构

PAM在结构上最基本的特点是：（1）分子链具有柔顺性和分子形状的易变性。（2）分子链上有与聚丙烯酰胺单元数目相同的侧基—酰胺基，而酰胺基具有极高的极性、易形成氢键和高反应活性。

#### 2.2.2 PAM的物理性质

密度：1.302g/cm<sup>3</sup>；临界表面张力：35~40mN/m；玻璃化温度：188℃；软化温度：210℃。

#### 2.2.3 PAM的性能

PAM具有良好的亲水性和水溶性，其水凝胶亲水而不溶于水；高黏性和良好的流变调节性；酰胺基极易与水或含有一OH基团的物质形成氢键，产生很强的吸附作用；酰胺基的高反应活性可使PAM衍生出很多变性产物。

# 三、 生产 流程 简述

3.1 工艺路线的确定

3.2 生产流程简述

3.3 车间概况

3.4 车间组成

3.5 生产制度

3.6 安全防护措施

3.1根据产物结构，从自由基聚合、阴离子聚合、阳离子聚合、配位聚合等反应机理中确定选择出自由基聚合，同时考虑自由基聚合所用原料、引发剂、传热、物料输送、产物溶解、操作方式等方面综合考虑选择水溶液聚合实施方法。该工艺路线包括了自由基形成和链增长过程；由于水溶剂存在要考虑水分的干燥。要获得阴离子型聚合物须进行碱性NaOH水解；操作方式为连续操作。

3.2具体流程工艺如下：

丙烯腈+(水催化剂/水) → 合 → 聚丙烯酰胺粗品 → 闪蒸 → 精制 → 精聚丙烯酰胺

在反应完成后生成的聚丙烯酰胺胶块经切割、造粒、干燥、粉碎，最终制得聚丙烯酰胺产品。

3.3主原料：单体——丙烯酰胺；溶剂——水；引发剂——偶氮二异丁腈。

生产原理：采用水溶液均聚的方法，使聚丙烯酰胺、水和引发剂等在配料罐中配料，泵至聚合釜进行水溶液聚合。制得粘稠胶液，再通过研磨、水解、研磨、干燥、筛分获得最终产品。

3.4车间设备采用露天与厂房内布置相结合原则。其中罐区、尾气烟囱，空气过滤采用露天布置，其他全部采用厂房内布置。

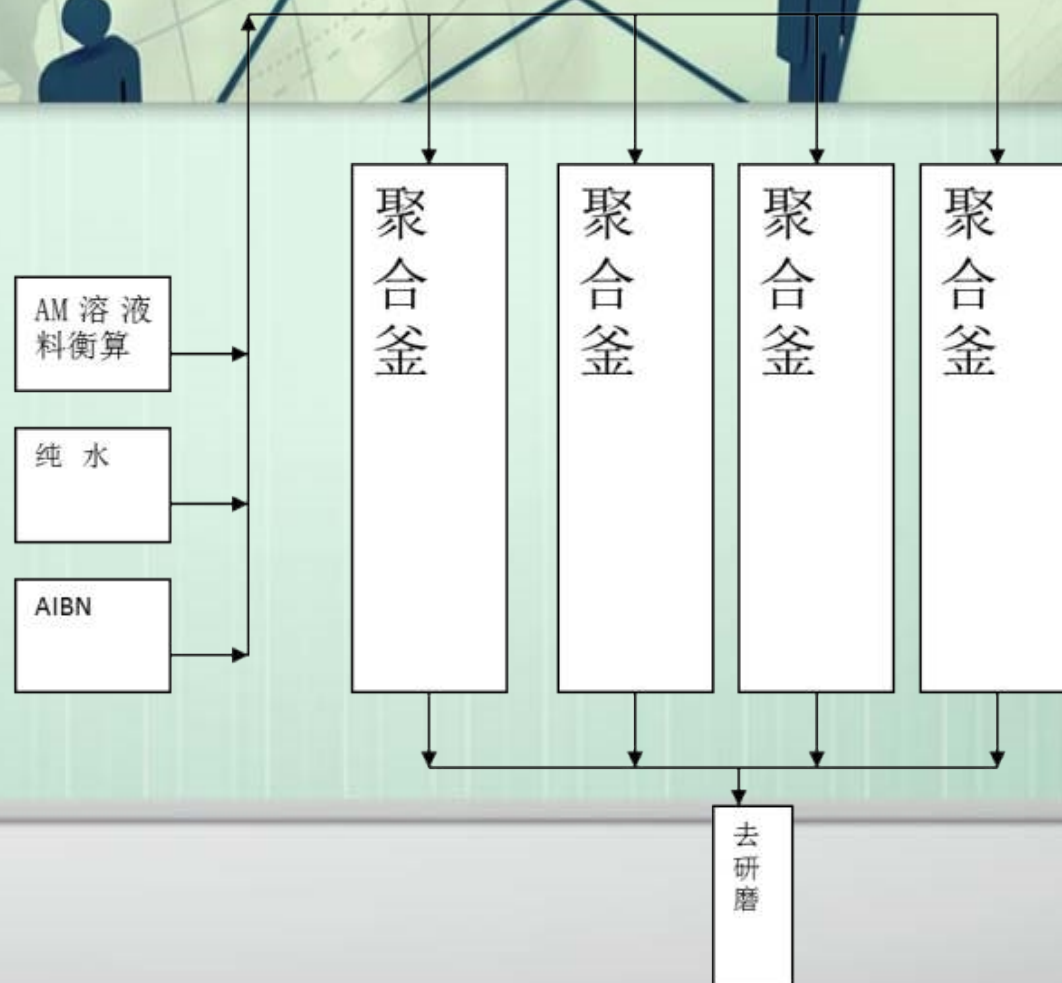
3.5全装置以班为单位，每班工作6小时，每6小时为一批。

考虑装置的大修，采用年开工时为350天。

全装置主要采用连续操作方式，局部采用间歇操作方式。

# 第四章 工艺计算及主要设备选型

聚合釜物料衡算图如下所示



每批产胶量

$$20000 \times 1000 \div 1400 = 1.42 \times 10^4 \text{ kg/批}$$

需 30% 的 AM 溶液

$$1.42 \times 10^4 \div 30\% = 4.73 \times 10^4 \text{ kg/批}$$

按 90% 转化率计算 30% 的 AM 溶液及纯 AM 的需求量

$$\text{AM 溶液 } 4.73 \times 10^4 \div 90\% = 5.25 \times 10^4 \text{ kg/批}$$

$$\text{纯 AM : } 1.42 \times 10^4 \div 90\% = 1.57 \times 10^4 \text{ kg/批}$$

未反应 AM 单体的量

$$5.25 \times 10^4 - 4.73 \times 10^4 = 0.52 \times 10^4 \text{ kg/批}$$

随 25% 的 AM 溶液带入的水量

$$0.52 \times 10^4 \times (1 - 30\%) = 0.36 \times 10^4 \text{ kg/批}$$

设引发剂在聚合时全部反应, AIBN 用量

$$1.42 \times 10^4 \times 4 \times 10^{-5} = 5.68 \times 10^{-3} \text{ kg/批}$$

配料后溶液浓度为 25%, 故纯水加入量

$$(1.42 \times 10^4 \div 90\%) \div 0.25 \times 0.75 - 0.36 \times 10^4 = 4.35 \times 10^4 \text{ kg/批}$$

$$\text{出水量: } 0.36 \times 10^4 + 4.35 \times 10^4 = 4.71 \times 10^4 \text{ kg/批}$$



一次研磨物料衡算列表4-2如下

组 分		kg/批	t/d	t/a
进  料	PAM	$1.42 \times 10^4$	$5.68 \times 10^1$	$1.98 \times 10^4$
	AM	$0.52 \times 10^4$	$2.08 \times 10^1$	$7.28 \times 10^3$
	水	$4.71 \times 10^4$	$1.88 \times 10^2$	$6.59 \times 10^4$
	合计	$6.65 \times 10^4$	$2.65 \times 10^2$	$9.29 \times 10^4$
出  料	PAM	$1.41 \times 10^4$	56.4	$1.97 \times 10^4$
	AM	$0.51 \times 10^4$	20.4	$0.71 \times 10^4$
	水	$4.70 \times 10^4$	188	$6.58 \times 10^4$
	合计	$6.62 \times 10^4$	264.8	$9.26 \times 10^4$
总 损 失		$3 \times 10^2$	$1.2 \times 10^3$	$4.2 \times 10^4$

计算过程如下

#### 4.1.4 一次研磨物料衡算（损失率：0.1%）

该段总损失

$$6.65 \times 10^4 \times 0.1\% = 6.65 \times 10^1 \text{kg/批}$$

其中损失：

$$\text{PAM} \quad 1.42 \times 10^4 \times 0.1\% = 1.42 \times 10^1 \text{kg/批}$$

$$\text{AM} \quad 0.52 \times 10^4 \times 0.1\% = 0.52 \times 10^1 \text{kg/批}$$

$$\text{水} \quad 4.71 \times 10^4 \times 0.1\% = 4.71 \times 10^1 \text{kg/批}$$

获得：

$$\text{PAM} \quad 1.42 \times 10^4 - 1.42 \times 10^1 = 1.41 \times 10^4 \text{kg/批}$$

$$\text{AM} \quad 0.52 \times 10^4 - 0.52 \times 10^1 = 0.51 \times 10^4 \text{kg/批}$$

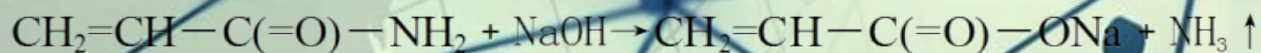
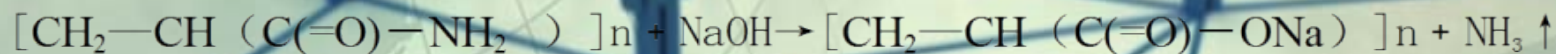
$$\text{水} \quad 4.71 \times 10^4 - 4.71 \times 10^1 = 4.70 \times 10^4 \text{kg/批}$$

水解工段物料衡算列表4-3如下：

组	分	kg/批	t/d	t/a
进	PAM	$1.41 \times 10^4$	56.4	$1.97 \times 10^4$
	AM	$0.51 \times 10^4$	20.4	$0.71 \times 10^4$
	水	$4.70 \times 10^4$	188	$6.58 \times 10^4$
	NaOH	$5.67 \times 10^3$	226.8	$0.79 \times 10^4$
	合计	$7.57 \times 10^4$	302.8	$10.59 \times 10^4$
出	PAM	$1.05 \times 10^4$	42	$1.47 \times 10^4$
	AM <sup>-</sup>	$0.67 \times 10^4$	26.8	$0.93 \times 10^4$
	水	$4.98 \times 10^4$	199.2	$6.97 \times 10^4$
	PAM <sup>-</sup>	$0.46 \times 10^4$	18.4	$0.64 \times 10^4$
	NH <sub>3</sub>	$4.11 \times 10^3$	16.44	$5.75 \times 10^4$
	合计	$7.57 \times 10^4$	301.6	$1.05 \times 10^4$

计算过程如下：

水解方程式如下：



PAM 平均水解度 25%，NaOH 原料浓度 50%，AM 全部与 NaOH 反应，NaOH 全部反应，  
则有：

$$\text{PAM}^- 1.41 \times 10^4 \times 25\% \times (94.08/71.08) = 0.46 \times 10^4 \text{kg/批}$$

$$\text{PAM} 1.41 \times 10^4 \times 75\% = 1.05 \times 10^4 \text{kg/批}$$

$$\text{AM}^- 0.51 \times 10^4 \times (94.08/71.08) = 0.67 \times 10^4 \text{ kg/批}$$

消耗 NaOH 溶液

$$\{(1.05 \times 10^4 / 71.08) + (0.67 \times 10^4 / 71.08)\} \times 40 = 5.67 \times 10^3 \text{kg/批}$$

产生  $\text{NH}_3$

$$\{(1.05 \times 10^4 / 71.08) + (0.67 \times 10^4 / 71.08)\} \times 17 = 4.11 \times 10^3 \text{kg/批}$$

产生水

$$5.67 \times 10^3 \times 50\% = 2.83 \times 10^3 \text{kg/批}$$

得总水

$$4.70 \times 10^4 + 2.83 \times 10^3 = 4.98 \times 10^4 \text{kg/批}$$

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/976051054122010240>