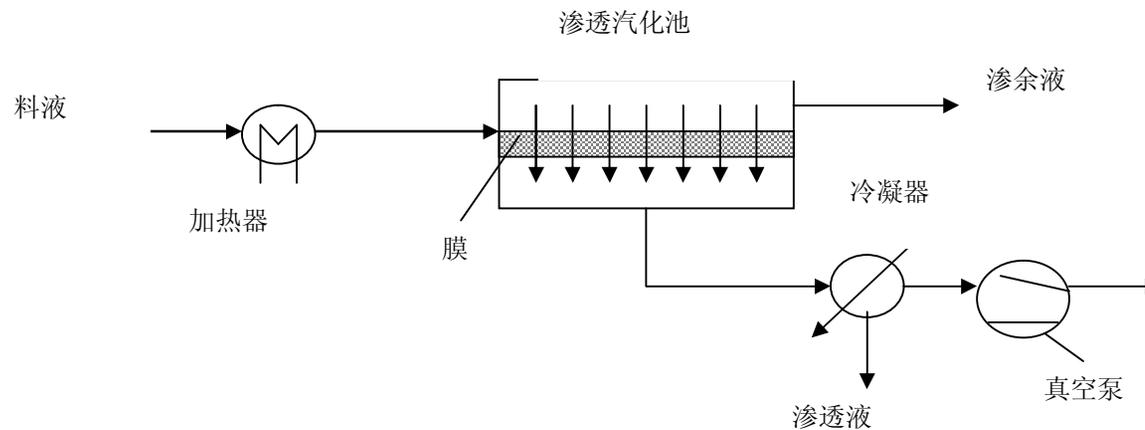


渗透汽化

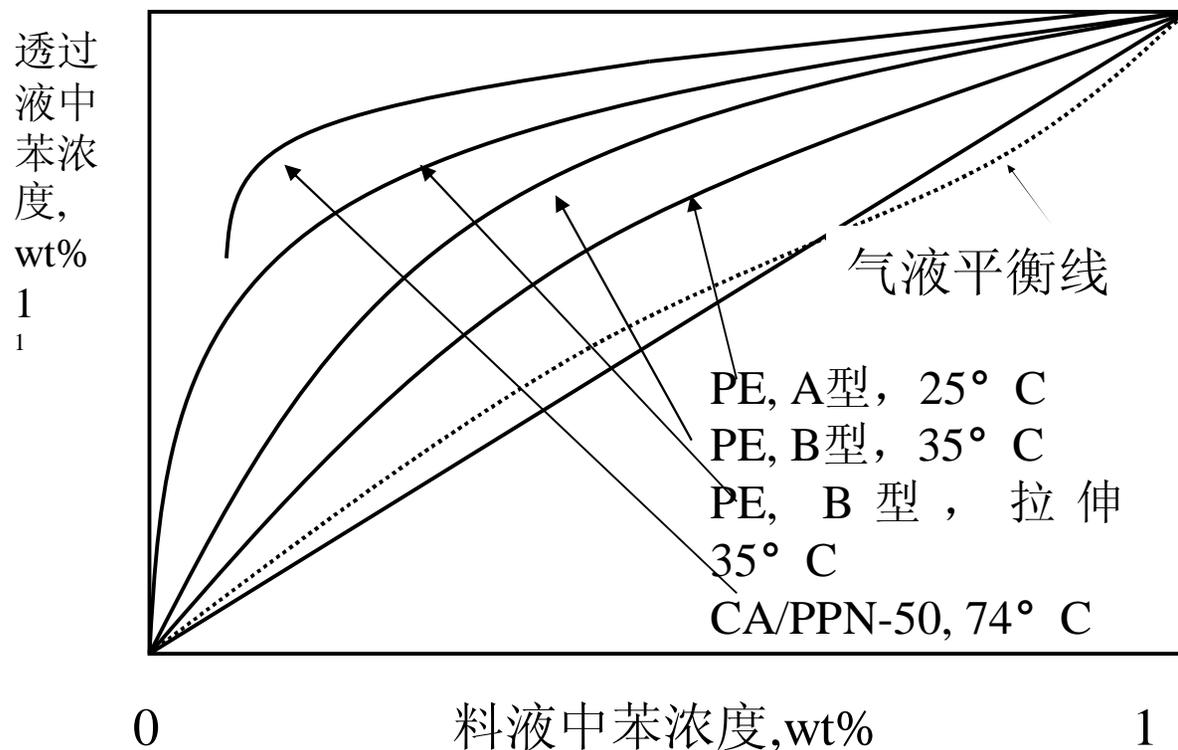
渗透汽化 (pervaporation, 即permeation—vaporation, 简称PV), 最先由 Kober于本世纪初提出, 是近年来发展比较迅速的一种膜技术, 它是利用膜对液体混合物中各组份的溶解性不同, 及各组份在膜中的扩散速度不同从而达到分离目的。原则上适用于一切液体混合物的分离, 具有一次性分离度高、设备简单、无污染、低能耗等优点, 尤其是对于共沸或近沸的混合体系的分离、纯化具有特别的优势, 是最有希望取代精馏过程的膜分离技术。

渗透汽化原理



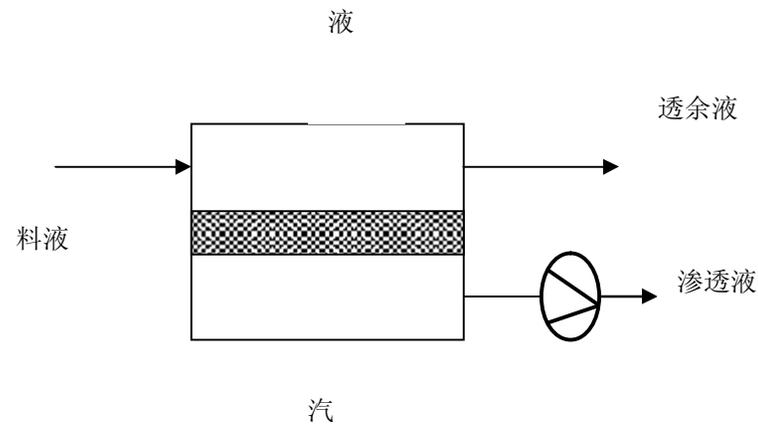
渗透汽化是一个既有质量又有热量通过膜的传递过程，离开膜的物料温度和浓度都与原加入料液不同。渗透汽化一般用均质膜或复合膜，起分离作用的活性层为表面极薄的均质膜，分离机理通常用溶解—扩散模型来描述。

苯-环己烷的渗透汽化与气液平衡分离比较



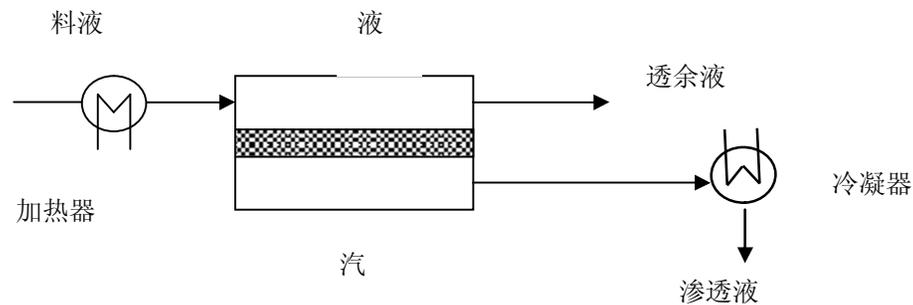
渗透汽化分类 - 真空渗透汽化

膜透过侧用真空泵抽真空，以造成膜两侧组分的分压差，该法简单，传质推动力大，适合实验室操作。



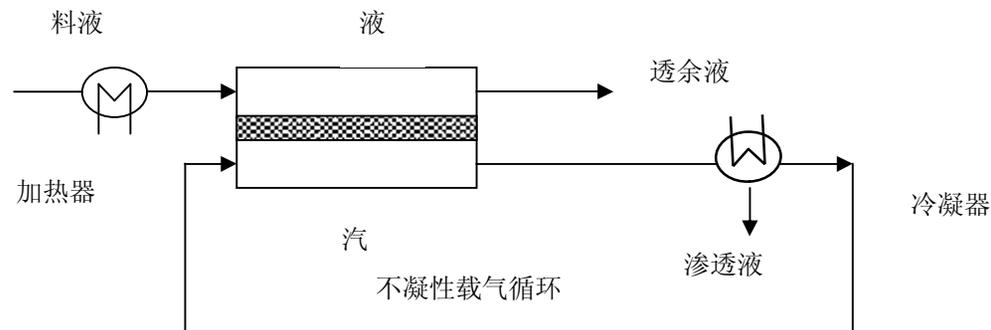
渗透汽化分类 - 热渗透汽化

通过料液侧加热或透过侧冷凝的方法，形成膜两侧组分的蒸汽压差，传质推动力比真空渗透汽化小，工业上常与真空渗透汽化联合使用。



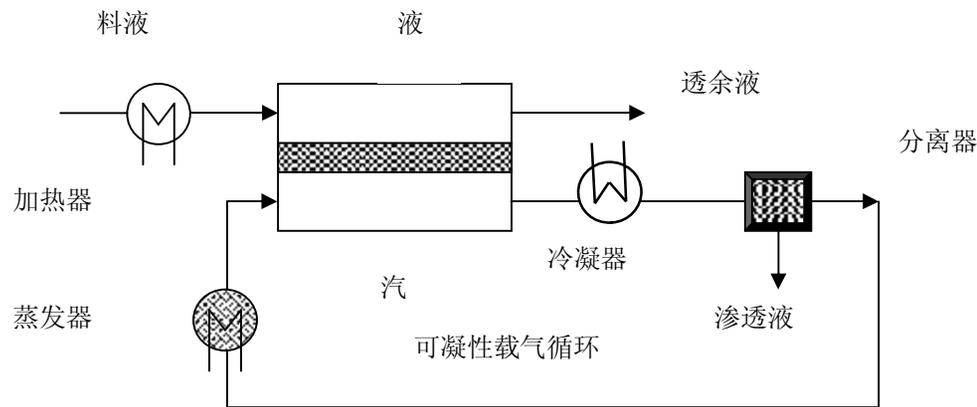
渗透汽化分类 - 不凝性载气吹扫渗透汽化

用不凝性载气吹扫膜的透过侧，带走渗透组分，吹扫气冷凝回收透过组分，载气循环使用，若不需回收透过组分，载气可直接放空。



渗透汽化分类 - 可凝性载气吹扫渗透汽化

当透过组分与水不互溶时，可用低压水蒸汽为吹扫气，冷凝后水与透过组分分层，水进行蒸发重新使用。该法适用于从水中脱除低浓度有机溶剂。此外，当透过组分在水中有一定的溶解度是时，可将透过物冷凝分相，含溶剂的水循环回入料液槽；也可采用两个冷凝器对透过液进行部分冷凝以提高透过组分的浓度。



渗透汽化分类 - 载体促进渗透汽化

为了增加透过组分的传质速率和选择性，将载体固定在渗透汽化膜的自由端，待分离组分在膜表面与载体发生选择性络合反应，于膜内形成络合物，由于载体被链固定，络合物在平衡位置上振动，使络合态的待分离组分转移到第二个未发生络合的载体，形成新的络合物，依此类推，直至待分离组分传递到膜的另一侧而被分离出来。这种渗透汽化主要在膜上作了改进，流程可以是上述的任何一种，甚至可用液体进行夹带，推动力除了分压差外，还有浓度差，分离选择性较高。

渗透汽化的应用

- 自1982年生产无水乙醇的PV工业装置在巴西建成投产以来，至今在世界上已经建立了100多套PV的工业装置，90%是GFT公司提供的膜和技术；
- 浙江大学也建成了110m²，年产无水酒精500吨的工业装置；
- 清华大学也完成了完成苯脱水、C6溶剂油脱水的中试，并已在广州建成处理量为2000吨/年异丙醇脱水装置，将含异丙醇89%（wt）的溶剂浓缩至99.5%（wt）

应用领域-水/有机液体体系的分离

包括有机溶剂(如乙醇、甲醇、异丙醇、丙酮、丁醇、二氧六环、四氢呋喃、甘油等)中少量水份的脱除, 和水中少量有机液(如三氯甲烷、二氯乙烷)的去除。前者一般采用分子中带有亲水性基团、又经轻度交联的高分子或聚电解质形成的水优先透过膜(如交联聚乙烯醇膜、磺化聚乙烯膜等); 后者则采用疏水性高分子形成的有机液优先透过膜(如硅橡胶、聚酯膜等)。最近几年来, 在水中脱除少量有机物方面取得了较大进展, 特别用于食品和饮料工业中回收和浓缩芳香物质方面, 进行了大量的研究和应用的探索, 取得了新的进展, 为PV技术开辟了新的应用领域。

应用领域-有机液 /有机液混合物的分离

- 涉及的有机液混合体系主要有 :芳香烃 /链烷烃 (入苯-正己烷)、侧链烃/正链烃 (如异辛烷/正己烷)、链烯烃/链烷烃 (如戊烯/戊烷)、异构混合物 (二甲苯异构体)、烃类氯化物/烃类 (如氯仿/正己烷) 以及芳香烃 /醇、醇 /醚 /烃类化合物、环己酮 /环己醇 /环己烷等。这些体系均为石化工业中重要的共沸或近沸体系。目前已开发的有机混合液分离膜材质如芳香聚酰胺、聚乙烯、壳聚糖等都具有抑制有机液溶胀的结构特征,如主链刚性、交联、微相分离等结构,从而使膜具有较好的选择分离性和性能稳定性。

应用领域-渗透汽化与其他过程集成

在酯化反应中，可以利用 PV 过程将反应产物中的水不断脱除，达到提高反应速度和反应转化率的目的，并可避免由于水的存在而使催化剂失活；在二甲基脲的合成中，利用 PV 技术可及时除去水份，从而达到减少 CO_2 的损失和碳酸钠废水的产生；在发酵法制乙醇及制乳酸中利用 PV 可使产物与底物分离，促进生化反应的进行。PV 与精馏集成的例子包括：羧酸酯生产中分离羧酸酯/羧酸/醇恒沸物，二甲基碳酸酯生产中分离二甲基碳酸酯/甲醇恒沸物，无水乙醇生产中分离乙醇/水恒沸物，甲基叔丁基醚生产中分离醇/醚/C4 恒沸物等。