# 乙醇纯化过程的化学工程分析

来源：网络 作者：雪海孤独 更新时间：2023-12-25

*> 摘 要：乙醇是太阳能的一种表现形式，在整个自然界这个大系统中，乙醇的整个生产和消费过程可形成无污染和非常清洁的闭路循环过程，永恒再生，永不枯竭。本文对乙醇纯化过程经行了化学工程的分析，介绍了乙醇纯化的化学工程问题和纯化方法，并对未来乙...*

> 摘 要：乙醇是太阳能的一种表现形式，在整个自然界这个大系统中，乙醇的整个生产和消费过程可形成无污染和非常清洁的闭路循环过程，永恒再生，永不枯竭。本文对乙醇纯化过程经行了化学工程的分析，介绍了乙醇纯化的化学工程问题和纯化方法，并对未来乙醇纯化进行了预测。

> 关键词：乙醇;纯化;化学工程

目前乙醇的工业制造已经十分成熟。例如以淀粉类和糖类作为发酵原材料，采用微生物法发酵生产乙醇是一项成熟的技术。另外，用木纤维素材料包括秸秆等农业废弃物，城市固体废弃物、办公废纸、杂草、锯末等以及市政废水中的固体部分等进行乙醇生产的研究也已经有很多相关的文献和材料。本文简单介绍了乙醇的发酵工艺，着重对于乙醇的纯化过程经行了化学工程分析。

> 1.乙醇发酵工艺简介

发酵方式有直接发酵法、间接发酵法、混合菌种发酵、同步糖化发酵法(SSF法)、非等温同步糖化发酵法和固定化细胞发酵法(NSSF法)。这里只介绍典型的SSF法和NSSF法。

SSF法：当纤维素生物质作为原料的时候，纤维素酶对于纤维素生物质的水解被水解产物葡萄糖和纤维二糖所抑制，从而发展了同步糖化发酵法。同步糖化发酵法是将酶水解和乙醇发酵结合起来，在同一发酵罐中进行，而且因发酵罐内的纤维素水解速度远低于葡萄糖消耗速度，从而使葡萄糖的浓度保持很低。乙醇对于纤维素酶的抑制作用不如纤维二糖和葡萄糖的抑制作用大，所以水解的同时将糖转化成乙醇会为动力学方面创造有利条件，并且会提高纤维素酶的效率。

NSSF法：ZHANGWEN WU 等于1998 年提出了利用非等温同步发酵法(NSSF法)生产乙醇的工艺流程。这个工艺流程包含一个水解塔和一个发酵罐，不含酵母细胞的流体在两者之间循环。该设计使水解和发酵可在各自最佳的温度下进行，可消除水解产物对酶的抑制作用，但显然也增加了流程的复杂化。

> 2.乙醇纯化的化学工程分析

传统的从发酵液中分离乙醇-水混合液一般分两步：先用普通精馏方法得到质量分数为92.4%的乙醇，再用共沸精馏、萃取精馏、液液萃取、吸附或其它方法得到无水乙醇。但是，但由于溶液较高的蒸发热，精馏在操作过程中需要很高的能耗;并且随着原料中乙醇浓度的提高，精馏塔中回流比必须相应地提高，进一步提高了成本。

新型的乙醇纯化方法包括萃取法、超临界流体法和渗透蒸发膜分离法。萃取法使用多种溶剂从低含量乙醇的水溶液中萃取乙醇，但其所使用溶剂大多具有毒性容易造成环境污染。超临界二氧化碳和乙烷作溶剂分离乙醇-水溶液，由于乙醇在气相相对较低的溶解性，超临界流体法被认为是一种较好的方法。而NaA-沸石膜蒸发分离乙醇-水，120 ℃下可生产530 L/h 浓度高于99.8%的乙醇。这部分的工艺几乎等同于化学工程的分离工艺技术，而这些化工分离工程技术趋于成熟，因而可完全加以应用。

采用吸附脱水分离乙醇-水共沸物也是研究热点，无机吸附剂如分子筛、氯化锂、硅胶已成功应用于发酵乙醇工业。然而对吸附床的流场特性及放大规律认识还不是很清楚，这方面仍需要进一步研究。生物吸附剂，如谷粒、淀粉和纤维素以其良好的吸附性能、高的乙醇收率，引起人们的关注。科学家研究了使用生物吸附剂进行乙醇脱水研究，结果表明淀粉和纤维素可选择性的吸附水蒸气，可得到高于质量分数为99.5%的乙醇。另外实验研究了使用玉米粉作为固定床吸附剂打破乙醇-水的共沸点，然后再经流化床重生。研究结果表明，影响吸附量的因素包括蒸汽流过固定床表面的速度、床层温度、玉米粉的粒径分布，玉米粉对水的吸附能力为0.14～0.025 g水/g吸附剂。

另一方面，传统的分离经历了几十年的研究和发展，技术上已经比较成熟，但并不意味着它们不再发展，无论在理论上、设备的结构和效率上，仍在不断有所创新，目前呈现出分离与反应过程耦(增加化学作用对分离过程的影响)、分离过程的集成以及多场耦合等趋势。一种新的乙醇除水技术路线，采用了反应+精馏同时进行的方式除去乙醇-水共沸物中的水。

> 3.存在问题及相关措施

科学家在泡罩塔中研究了加入乙酸钾萃取精馏乙醇-水共沸物的过程，结果表明加入少量的乙酸钾即可消除共沸点。CaCl2 的加盐萃取精馏过程与使用苯、戊烷、二乙酯的共沸精馏过程和使用乙二醇和汽油的萃取精馏过程，结果表明以CaCl2为盐的加盐萃取精馏过程优于其它技术。从降低能耗角度而言，加盐萃取精馏更适用于从发酵液中制得无水乙醇;与只用乙二醇的萃取精馏相比，溶剂比减少了75%～80%，塔板数大幅度减少，能耗显著下降，然而加盐萃取精馏中盐的加入，不可避免导致对设备的腐蚀，盐有时会从溶剂中析出，使管道堵塞，这都是目前亟待解决的问题。

乙醇纯化过程中，各种单元操作的模拟，其分离过程的耦合可以采用商品化的流程模拟软件(如Aspen Plus，Pro Ⅱ等)。然而这些商品化模拟软件在进行过程设计时，一般采用二步法。而采用该种方法设计操作困难，耗时耗力，各种单元操作方式通常依靠经验决定，不属于真正意义上的过程合成或集成。在乙醇的纯化中，工程模拟的重点在于根据指定条件对各种单元操作和分离流程耦合筛选。这就要涉及到人工智能方面的理论，无疑当采用专家系统后，计算机本身就是一个经验丰富的工程师，它能够根据人设定的要求(目标函数)，自动选择合适的流程组合，而不在需要工程师去依靠经验来选择流程、确定工艺了。这方面的研究对于进一步优化乙醇分离无疑是十分有利的，具有重要意义。

> 4.总结

采用化学工程学的理论及方法研究燃料乙醇生物反应工程的规律、工程放大及流程创新将是一种主要趋势。采用人工智能研究流程优化组合分析工程策略，发展新型分离提纯设备等，都是目前急需研究的内容，是乙醇领域的难点和热点问题。

> 参考文献

[1] Hristov H，Mann R，Lossev V，et al.A 3-Danalysis of gas-liquid mixing，mass transfer and bioreaction in a stirred bio-reactor[J]. Trans.IChemE，Part C，202\_，79：232-241.

[2] Zahradnik J，Mann R，Fialova M，et al.Anetworks-of- zones analysis of mixing and mass transfer in three industrial bioreactors[J].Chemical Engineering Science，202\_，56：485-492.

[3] Lee F M，Pahl R H. Solvent screening study and conceptual extractive distillation process to produce anhydrous ethanol from fermentation broth[J]. Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.，1985，24：168-172.

本DOCX文档由 www.zciku.com/中词库网 生成，海量范文文档任你选，，为你的工作锦上添花,祝你一臂之力！