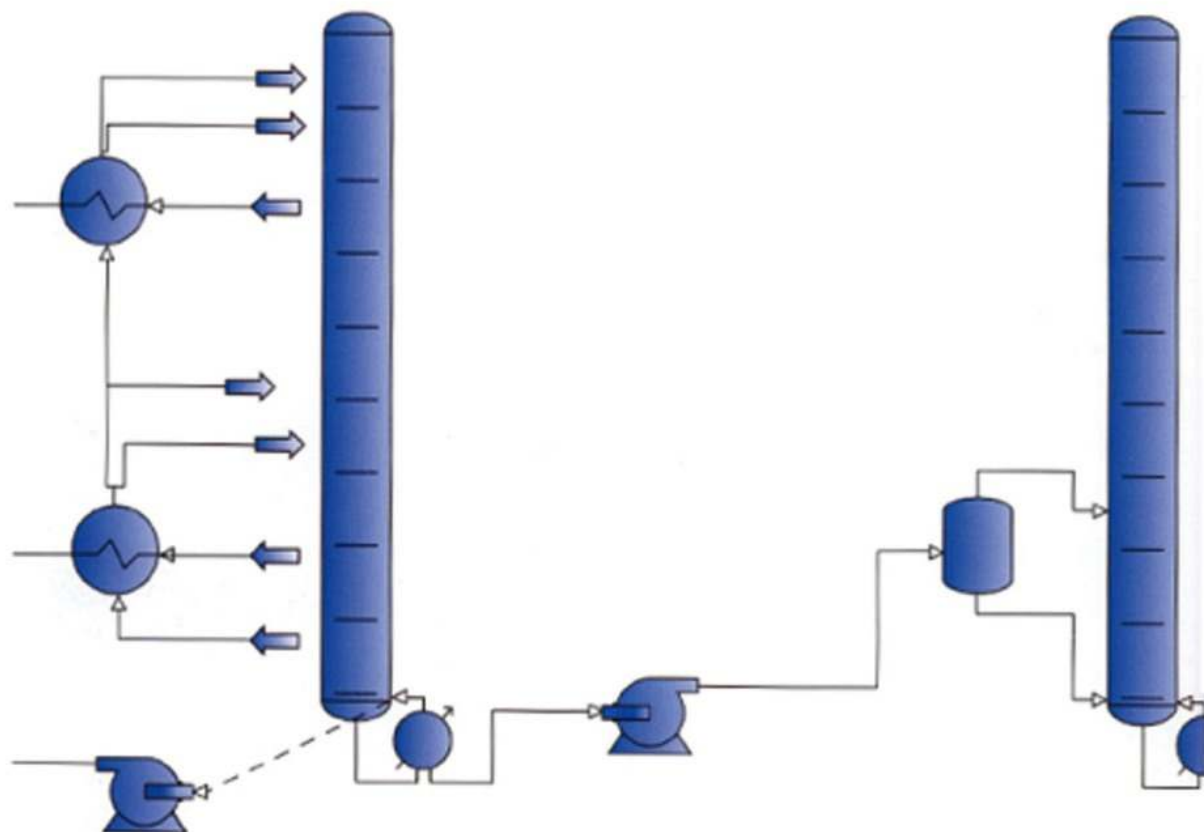


# 现有产品的 新生产方法 有成本效益的乙醇胺生产法

PETER FÄSSLER  
 苏尔寿化工  
 AUREO CELEGHIN  
 CELEGHIN

苏尔寿化工在乙醇胺技术领域已有30多年的经验。其经验包括：为现存工厂的现代化提供全面的工程技术服务，为工厂制造主要部件，比如精馏塔内件(图1)。苏尔寿化工和位于美国德克萨斯州休斯顿的Celeghin咨询公司合作创造性地发明了新型乙醇胺技术方案，该方案优化了产品质量和流程的弹性，同时又减少了生产过程中的能源消耗。整个方案减少了与乙醇胺生产有关的投资和运营成本。



► 乙醇胺是易燃的、有腐蚀性的、由氨(NH<sub>3</sub>)和环氧乙烷(EO)反应生成的无色液体。乙醇胺在很多年以前就被发现了，它是许多重要产品配方的主要成分，比如化妆品、个人卫生品、农产品、木材化学防腐、肥皂、洗涤剂、气体净化。它们也可用于制造非离子洗涤剂、乳化剂、肥皂、乳化漆、抛光剂和清洁剂。

### 弹性乙醇胺生产技术

有三种乙醇胺：一乙醇胺(MEA)、二乙醇胺(DEA)和三乙醇胺(TEA)。一乙醇胺、二乙醇胺或三乙醇胺的形成取决于氨分子是跟1、2还是3乙撑氧分子(图2)反应。不同于传统的乙醇胺生产技术，其经常受到乙醇胺生产中氨的比率限制，弹性苏尔寿化工方案提供了增加最终产品产量的方法。最终混合物的成分可根据需求而变化的原材料所占的比率而决定。比方说，氨的比率越大，所形成的一乙醇胺越多(图3)。苏尔寿化工工艺能够使氨和乙醇胺比率达到或超过6:1，并且能够在生产最少容量的三乙醇胺的同时向客户提供高水平的一乙醇胺或二乙醇胺(图4)。

### 更低的成本

用于生产乙醇胺的水的容量能够不断变化：如果在整个生产过程中水的容量都很少，那么有必要让反应过程在高压下进行——导致高投资成本。这些反应消耗较低的能量。为节约投资成本，应在低压下使用容量更多的水，但是相关的能量消耗会相应增多。苏尔寿化工提供的新乙醇胺技术方案结合了高压氨方法的优点和低压加工的长处。此加工允许在相对低压的条件下进行反应，并结合了很先进的热集成技术，这节约了整体的支出费用。

苏尔寿化工的水回收系统采用的是能量集成的概念，将脱水器和氨汽提塔热连接起来，并将干燥塔的尺寸最小化。因此，即使在氨和乙醇胺得比率达到或超过6:1时，它仍然能够让工厂经济地运行。此外，水作为催化剂出现在合成乙醇胺中确保反应装备的合理和经济。水的使用最有效地控制了反应系统的温度的升高并允许减小反应器的体积。此举可以降低和调整平均温度，将减小会使最终乙醇胺的质量下降的副作用。

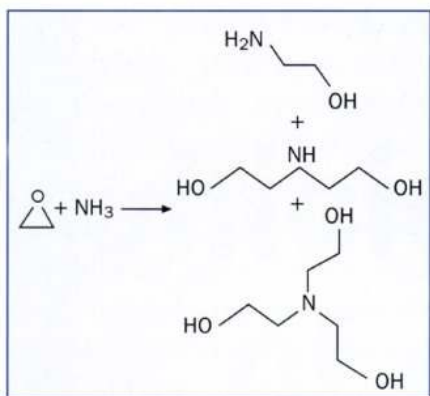
### 氨回收

在生产乙醇胺的过程中节约能源的关键在于总吸氨塔的设计和操作系统。氨汽提塔通过将其顶部之气体输送到氨塔的底部结合起来。换言之，两座塔是直接连接起来的。另外，来自主水蒸馏塔上面的水蒸汽可以作为氨汽提塔再沸器的热源使用。

注水蒸馏塔顶端的压力受塔底所能承受的最大温度的限制。因此，氨吸收器、氨汽提塔及主水蒸馏塔的境界运行环境基本上是固定的。在设计中，唯一有弹性的地方在于塔运行条件、塔内件和换热器的选择。

1 中国吉林乙醇胺生产工厂





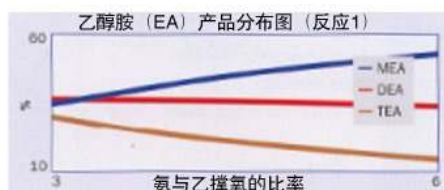
2 一、二和三乙醇胺是由氨和乙撑氧反应生成的

苏尔寿化工已经增加了氨吸收器、氨气提塔及水蒸馏塔飞热量和能量集成。作为热工艺整合技术的直接产物，改进过的加工所需的能源同高压方法（图5）所需的能源相当。

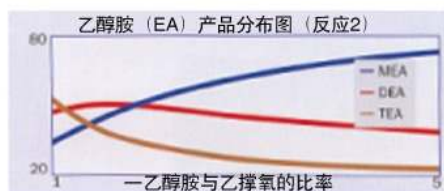
氨吸收器中氨的浓度的增加是热工艺整合的直接产物，并对能源消费总量产生了重要影响。氨吸收器的运行压力越高，氨的浓度就越大。氨的含量越大，系统中所需处理的水就越少。因为水通过蒸发必须重新返回到系统中去。氨的浓度每增加一个百分点就能节省大约1.5%到2%的能源——按绝对价值计算，这是一笔很大的缩减。

可以控制氨的浓度，允许对反应环中的残余氨进行高效而经济的回收。回收过程要在压力较低条件下进行，以确保氨的汽提在低温下进行，从而能够减少产品可能出现的降级并使设备的腐蚀降至最低。

苏尔寿化工工艺所允许的高氨浓度进一步减小了氨汽提塔和氨吸收器的大小，还消除了需要外部热源的辅助再沸器的必要。这些特点极大地降低了投资费用。



3 生产的一乙醇胺(MEA)、二乙醇胺(DEA)和三乙醇胺(TEA)的比率可通过改变催化剂的比率而变化



4 第二次反应要求生产出更高水平的二乙醇胺

## 一个显著优势

乙醇胺为热敏性化学品，分离时必须格外小心。温度越高(相应的压力)，乙醇胺的颜色就越深。但颜色是决定其质量和价格的最重要特征；物质的颜色越浅，其市价越高。苏尔寿化工使用高效的填料、合理设计精馏系统，使所需填料体积降低，让塔能够在较低温下运行，而且停留时间分布很短，乙醇胺在良好的分离条件下改善了其颜色，并减少了其对塔底部的腐蚀。

## 无需循环乙醇胺之改进生产

生产出的乙醇胺通常需再返回到总反应系统中起，以调整所需的一乙醇胺(MEA)、二乙醇胺(DEA)和三乙醇胺(TEA)的比率。如果此类反应调整反应是在主反应器中进行的，再循环不仅要消耗更多的能源，也需要更长的停留时间，还会造成改变颜色和腐蚀来降低产品的质量。苏尔寿化工的理念解决了与再循环和排除重复加工步骤有关的问题，从而减少了工厂的总停留时间，降低恶能源消耗。

## 避免产品“压力”

产品“压力”指的是产品降解和塔底部发生碳化的倾向。可以通过研究温度曲线图和塔底构造使产品压力最小化，这会导致更少的产品变质。在可能的最低温度下顺利生产并能够将副反应，比如颜色变深，控制在一定范围内。

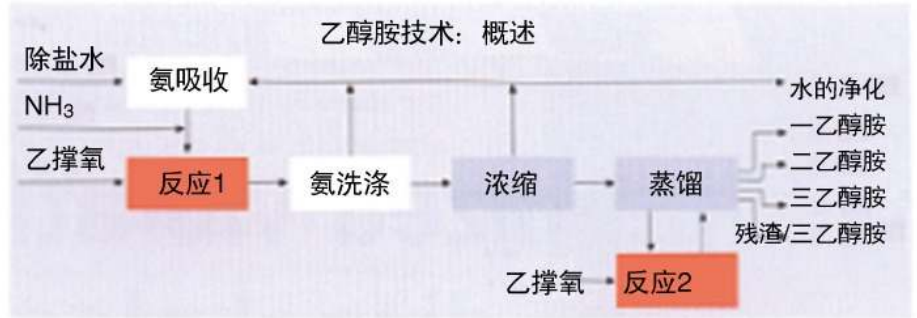
产品“压力”与热产品的停留时间直接相关，与热产品(见盒子)密切相关。苏尔寿化工的乙醇胺生产加工有效地运用了产品“压力”的理念，以确保在塔底最妥善地处理热产品。

### 产品压力

$A \times (\text{停留时间})^T$   
其中：

- ▶ 停留时间指一般塔底产物分子停留在塔底的几分钟的时间。
- ▶ T指塔底热气流的绝对温度。
- ▶ A是比例系数

## 5 苏尔寿化工为乙醇胺的生产提供了全面、弹性的方案



### 提纯

乙醇胺的合成和净化是一个相对复杂的过程，因为饲料中细小的杂质液流、内部再循环液流、工艺整合及每个成分的反应（包括副反应），决定了最终产品的质量。

### 整合法

能够对整个装置提供全面的整合法是成功地设计的先决条件。因而，苏尔寿和Celeghin将在整个过程模拟进行了一体化用该模拟已通过整合已有的专项技术，按照真实装置的操作记录和性能特征，进行了系统地改善。这种全面模拟工具非常精密，能够为热集成和新装置的设计提供令人满意的详细资料并可作为产品生产过程改进分析的有力工具。任何和生产能力和产品分配有关的调整，都可以以相对快的速度和高可靠性完成。

另外，无用副产品和卡在循环处理工艺中的进料杂质产品可以被检测出来，并通过在特定位置进行排放。

目前市场只有少数企业能提供这种复杂的乙醇胺设计工艺，而苏尔寿以其丰富的经验和可以满足市场不同需求的能力成为可依赖的伙伴。 ◀

- ▶ 联系方式  
苏尔寿化工公司  
Peter Fässler  
Sulzer-Allee 48  
8404 Winterthur  
瑞士  
电话 +41 52 262 37 29  
传真 +41 52 262 00 64  
电子邮件  
E-mail: peter.faessler@sulzer.com