

碳酸二甲酯生产节能分析与实践

一、问题的提出

- 1、化学工业是国民经济的重要支柱产业和原材料工业主要经济指标居全国工业各行业之首
- 2、化学工业与能源关系密切：煤、石油、天然气等既是燃料又是原料，两项加起来占产品成本的 25—40%
- 3、化学工业是工业部门中第一用能大户
- 4、化工和炼油工业是国民经济中能耗最大的加工业，约占全国工业能耗的 25%
- 5、分离工程能耗占到化工和炼油总能耗的 40%，蒸馏占分离总能耗的 50—70%
- 6、碳酸二甲酯生产基本上所有的能耗全部为蒸馏分离过程使用，碳酸二甲酯生产能耗约占两个（碳酸二甲酯、丙二醇）产品成本的 7—14%

二、节能的紧迫性和重大意义

- 1、目前，我国化学工业主要产品能源单耗比国际先进水平高 40%，原因：能源结构、生产规模、技术、管理水平
- 2、第一次全国经济普查数据显示：2004 年我国的 GDP 占世界份额只有 4%，而我国消费的煤和石油却分别占全世界消费总量的 31% 和 7.4%。化学工业能源利用率仅为美国和日本的 50% 左右，说明我国能源利用率低，能源问题已经成为我国经济发展所面临的严峻问题，合理有效地利用能源是国民

经济持续、快速、健康发展的重要保证

原因：自然条件、经济体制、经济因素、技术水平、管理水平、政策导向、社会因素

3、化学工业能源消耗量和构成

| 年份 | 原煤/万吨 | 焦炭 / 万吨 | 原油 / 万吨 | 重油 / 万吨 | 天然 气/亿 立方 米 | 电力 / 亿千瓦 时 |
|------|----------|---------|---------|---------|-------------|------------|
| 2009 | 16694.50 | 2008.74 | 3226.42 | 1000.26 | 167.82 | 2269.83 |
| 2010 | 15772.46 | 2114.78 | 3219.68 | 1015.68 | 180.64 | 2408.00 |
| 2011 | 14829.08 | 2122.98 | 3646.74 | 993.32 | 191.00 | 2582.98 |
| 2012 | 15565.30 | 2340.80 | 3754.02 | 1030.94 | 204.04 | 2928.46 |

4、我国的能源结构和储量

| | 原煤（亿 吨） | 原油（亿 吨） | 天然气（亿 立方米） | 水能（亿千 瓦时） |
|------------|-----------|---------|------------|-----------|
| 总资源量 | 50592.20 | 1000 | 381400 | 59221.8 |
| 世界总量 | 1195748.4 | 51172.8 | 79330827.1 | 413095 |
| 我国占世 界比（%） | 4.7 | 2.0 | 0.5 | 14.3 |
| 探明量（可 | 10077 | 160 | 20606 | 19233 |

| | | | | |
|-----|--|--|--|--|
| 开发) | | | | |
|-----|--|--|--|--|

中国石油可开采年限 15 年

中国煤炭可开采年限 100 年

世界煤炭、石油、天然气可开采年限分别为 162、40、65 年

5、环境污染：工业生产的主要污染物为化学需氧量和二氧化硫排放量，中国工业的化学需氧量约占总量的 40%，二氧化硫排放量约占总量的 85%

6、碳酸二甲酯生产过程中能源消耗占产品成本比重较大，万元 GDP 能源消耗约 1.00—2.00 吨标煤。 2006 年我国万元 GDP 能源消耗为 1.21 吨标准煤，这是我国单位 GDP 能耗 2003 年以来的首次下降，同比下降了 1.23%，而年初预定的目标是下降 4% 左右。由此可见，有些企业碳酸二甲酯能源消耗超过国家平均值很多

结论：生产节能可以节省国家战略资源、有效降低环境污染、降低企业产品成本，对国家、企业、社会具有十分重要的意义。对于碳酸二甲酯生产企业的生存和可持续发展具有深远影响。

三、化工生产节能方法概述

1、化工工艺技术节能

反应节能：催化剂（80-90% 化学工艺使用催化剂，可使转化率、选择性大幅提高、反应温度、压力更加温和从而达到节能明显）、反应工程热效应（合理利用反应热效应可以降低

能耗)

分离节能：机械分离、传质分离（精馏、吸收、结晶、吸附、离子交换、膜分离等）

每一类方法又包含多种方法，依据工艺要求选择合适的方法可以有效降低能耗

2、工艺设备节能

热泵、新型塔盘、新型填料、间壁精馏塔、超重力旋转填料床、蒸发式冷凝器等

每类设备都有其特有的节能方式

3、能量集成节能

合理配置工艺流程、系统工程中能量分级利用和综合利用、回收利用好低位热能

4、控制节能

仪表自动控制优化、准确控制工艺参数

采用最佳回流比（控制产品质量）、选择最佳操作压力、选择最佳进料位置、选择最佳进料状态、

5、系统强化节能

化工过程强化的发展主要包括技术和设备

设备：多功能反应器、超重力旋转填料床、微波反应器、静态混合反应器、热耦合精馏塔、新型塔板、膜反高效填料、新型反应器、新型热交换器等

技术：反应精馏耦合技术、超重力强化技术、膜技术、微波化工技术、离子液体技术、非传统过程、脉动燃烧干燥技术、整体催化技术等

四、蒸馏过程节能分析

节能方案的分类及其节能效果

| 序号 | 节能方案 | 节能效果 |
|-----|------------------|---|
| 第一类 | 投资费用少或不需要投资的节能技术 | 节能约 10% |
| 1 | 操作压力 | 减低操作压力可以减小回流比，节能效果显著 |
| 2 | 进料板位置 | 修正进料板位置，可以节约 1.7% 的能耗，大部分塔通过变换进料位置，可不投资取得节能效果 |
| 3 | 回流比 | 所需能量一半取决于回流比，采用最佳回流比可以节约 20% 以上的能耗 |
| 4 | 进料状态 | 进料状态是重要参数，加热进料能降低再沸器的负荷，如果采用全蒸汽进料可以减低费用 37% |
| 5 | 塔的维护 | 检修和清理塔板或填料的腐蚀、结垢和堵塞等不良状态，也能取得节 |

| | | |
|-----|-------------|---|
| | | 能效果 |
| 6 | 产品规格 | 降低产品规格要求，可以节约 10% 以上能耗 |
| 第二类 | 需中等投资的节能技术 | 投资额从几万到几十万元左右，可以降低能耗约 20%，投资可在一两年内收回 |
| 1 | 塔板改造 | 增加塔板数 10—20%、冷凝器负荷可降低 5—19%，采用高效率、低阻力的塔板和填料，可以达到减小回流比、减低热能的质量要求 |
| 2 | 保温绝热 | 采用适合的保温绝热层，可以减少能量损失，减低再沸器负荷 |
| 3 | 废热回收 | 回收塔底产品和产品蒸汽中的显热，预热进料或其它流股，达到能量回收的效果 |
| 第三类 | 需要较大投资的节能技术 | 投资 1000—2000 万元，可降低能耗 90%，投资可在 1—3 年收回 |
| 1 | 二级冷凝 | 热回收增加 75%，需要 0.6 年收回投资 |
| 2 | 中间再沸器和冷凝器 | 设备费用增加 5%，操作费用减少 10% 以上 |
| 3 | 先进的仪器和 | 可以严格控制产品质量、减小回流 |

| | | |
|---|------|-----------------------------|
| | 控制系统 | 比、节约能耗 8—10%，1 年收回投资 |
| 4 | 热泵 | 减少能量消耗 88%，1.2—2.1 年收回投资 |
| 5 | 多效精馏 | 两台塔串联可以降低 47% 的能耗，1.9 年收回投资 |

1、蒸馏过程节能的基本方法

根据蒸馏系统节能原理即充分合理降低有效能损失，节能方法分为四类：

①、减少精馏过程的热损失

如加强设备的保温或保冷；减少换热介质的泄漏

②、精馏过程热能的充分回收利用

如充分回收利用蒸馏过程中物流的部分显热和潜热，提高进料温度和热状况参数，可降低再沸器热负荷

③、减少精馏过程本身对能量的需求

如优化操作条件，最佳回流比、最佳操作压力及适宜的进料位置、改进塔的控制系

统，采用符合节能要求的新型塔板和高

效填料

④、提高精馏系统的热力学效率

如采用热泵精馏（补偿或消耗机械功，迫使热量从低温物体流向高温物体）、增设中间再沸器和冷凝器（降低塔内热传递的不可逆性）、多效精馏（梯级用能、提高

内热传递的不可逆性）、多效精馏（梯级用能、提高

内热传递的不可逆性）、多效精馏（梯级用能、提高

内热传递的不可逆性）、多效精馏（梯级用能、提高

热力学效率)等

2、蒸馏过程节能技术

①加强监控、优化操作

包括回流比、操作压力、进料位置、进料状态的优化

②热泵精馏技术

③增设中间再沸器和中间冷凝器

④多塔差压精馏技术

⑤多效蒸馏技术

⑥热耦精馏技术

⑦采用新型、高效、低耗设备降低能耗

⑧流程节能

⑨系统节能

五、碳酸二甲酯生产节能实例

1、反应精馏的应用 (T1)

2、多塔差压精馏应用(T4、T3、T1)

3、高效填料应用

4、系统节能的应用

5、高效换热器的应用

6、蒸发式冷凝器的应用