

# 高效离子液体催化剂催化尿素与丙二醇制取碳酸丙烯酯

唐山好誉科技开发有限公司 杨光

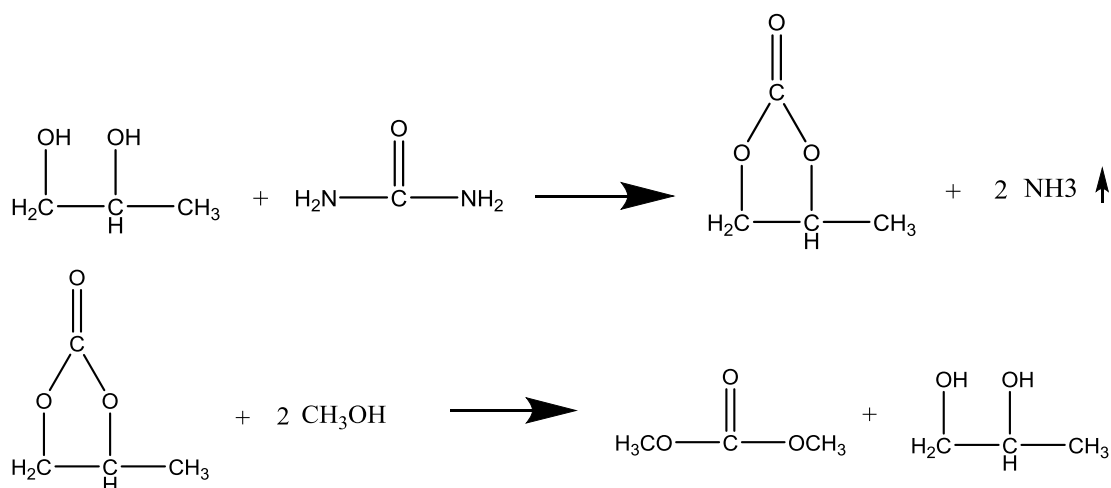
## 引言

碳酸丙烯酯是一种优良的极性溶剂，主要用于高分子工业、气体分离工艺及电化学；特别是用来吸收天然气、合成氨原料气中的二氧化碳，在锂离子电池中采用碳酸丙烯酯作电解液可使石墨阳极得到保护，还可用作增塑剂、纺丝溶剂、烯烴和芳烴萃取剂等；在中国国内碳酸丙烯酯主要用来作为生产绿色化学品碳酸二甲酯的原料。碳酸丙烯酯合成方法主要有光气法、酯交换法、环氧丙烷与二氧化碳加成法及尿素醇解法。光气法由于使用剧毒物质，已逐渐被淘汰；甲醇氧化羟基化法对设备腐蚀严重；二氧化碳与环氧丙烷加成法为国内主要生产方法，但原料环氧丙烷受石油行业的限制，且后续酯交换法生产碳酸二甲酯时副产 1, 2-丙二醇受市场行情的约束，发展受限。

尿素醇解法合成碳酸丙烯酯所用的原料尿素廉价易得，消耗生产碳酸二甲酯副产的 1, 2-丙二醇，解决 1, 2-丙二醇制约碳酸二甲酯发展问题，是具有竞争力的清洁非石油路线。而在该工艺中，催化剂的回收利用成为了研究的热点。经过多年研究，我公司发现了一种离子液催化剂很好的解决了催化剂回收困难和催化剂析出、老化等难题。

## 实验部分

### 反应方程式



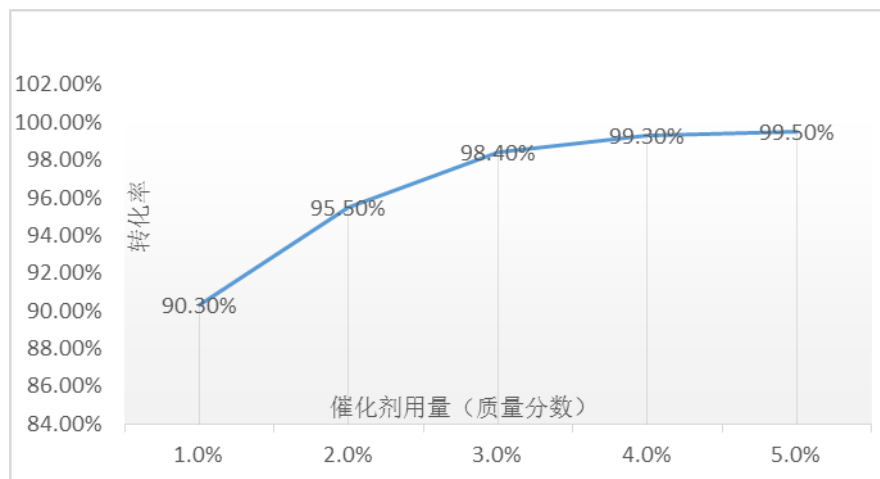
在反应器内按一定比例，先加入丙二醇液体，开启加热升温，然后开启真空泵。当温度大于 50℃后加入一定分量的尿素，并开启搅拌，继续加热直到一定温度，按比例加入一定量的催

化剂。然后用气相色谱仪对反应液进行浓度分析，然后称重计算。

## 1. 正交数据分析

### 1) 催化剂含量的影响

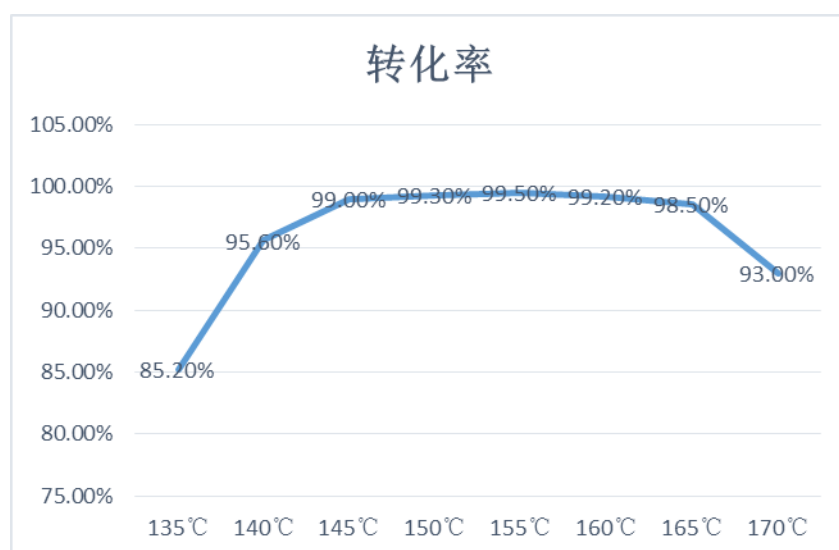
其余实验步骤不变，在压力 5kpa A，温度为 150℃，反应时间 40 分钟，催化剂含量对反应的影响：



通过上表可以发现，在压力 5kpa A 时，温度为 140℃，反应时间 40 分钟，催化剂的用量在 1%-3% 时，催化剂的用量增加对反应转化率影响非常大，而催化剂含量在 3%-5% 时，随着催化剂的浓度增加，转化率变化很小，所以由图可知催化剂的最佳浓度为 4%。

### 2) 温度的影响

其余实验步骤不变，在压力 5kpa A，催化剂含量为 4%，反应时间 40 分钟，反应温度对反应的影响：

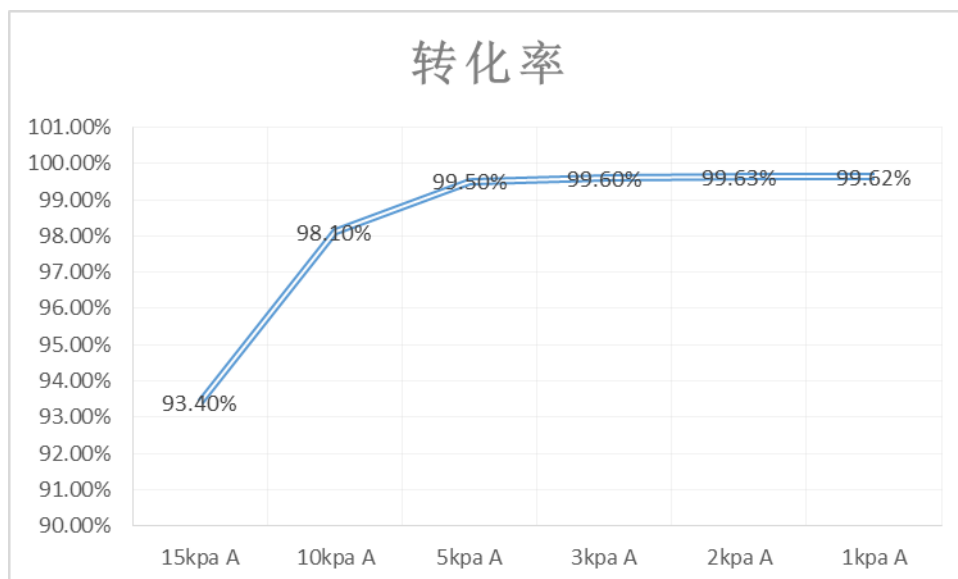


由上图可知，在 135℃-145℃ 时，随这温度的升高，反应的转化率会随之迅速增大，当

温度在 145℃-160℃时，转化率随温度的变化几乎不变，所以这个温度区间是最适合反应的温度区间。160 摄氏度以后随着温度的升高反应转化率反而随之降低。

### 3) 压力的影响

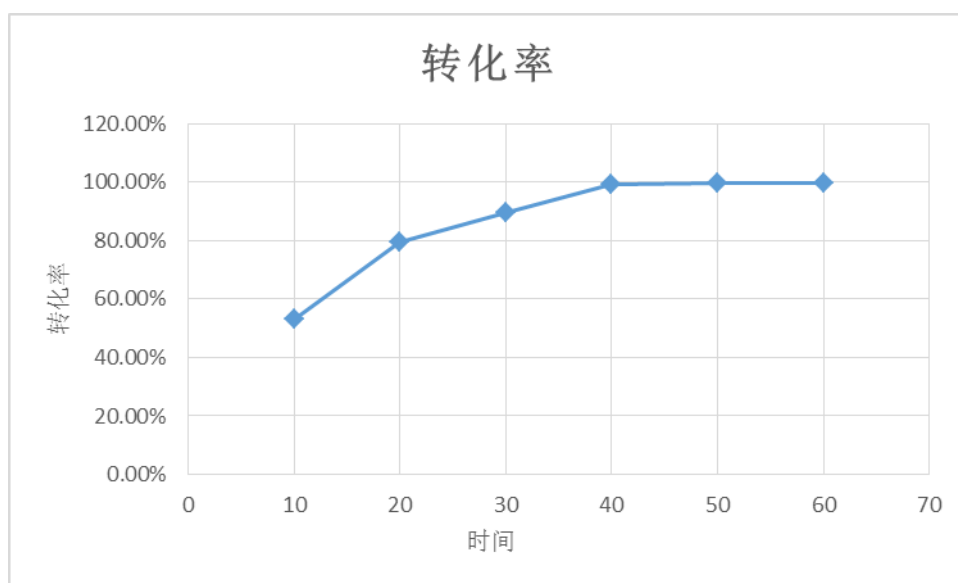
其余实验步骤不变，在反应温度为 155℃，催化剂含量为 4%，反应时间 40 分钟，压力对反应的影响：



由上图可知，压力在 15kpa A—5kpa A 时，随着压力的增长温度，反应的转化率会随之迅速增长，当压力低于 5kpa A 以后随着压力的降低，转化率基本变化不大。所以选择最适宜反应的压力为 3kpa A—5kpa A。

### 4) 反应时间的影响

其余实验步骤不变，在反应温度为 155℃，催化剂含量为 4%，压力为 3kpa A—5kpa A，反应时间对转化率的影响：



由上图可知，在 10-40 分钟时，反应的转化率随着时间的变化，转化率提高明显，当反应时间超过 40 分钟以后，转化率基本不变，由此可知，最佳反应时间为 40 分钟。

## 2. 数据分析

经过上述试验，发现使用此种催化剂的最佳条件为

|       | 高效离子液体催化剂     |
|-------|---------------|
| 反应温度  | 145°C-160°C   |
| 反应压力  | 3kpa A—5kpa A |
| 催化剂用量 | 4%            |
| 反应时间  | 40 分          |

百次试验后的，催化剂状态分析

|                 | 高效离子液体催化剂       |
|-----------------|-----------------|
| 回收后的催化剂外观       | 无明显变化           |
| 回收后的催化剂活性       | 催化反应转化率可以达到 97% |
| 回收后的催化剂对产品色度的影响 | 无               |
| 催化剂在反应液中是否产生析出  | 否               |
| 催化剂对设备有无腐蚀      | 无               |

所以可知，此种催化剂活性高，老化速度慢，对反应影响小，适合应用于尿素与丙二醇制取碳酸丙烯酯的工艺中。

本离子液体催化剂催化合成碳酸丙烯酯的优点：

- 1) 由于催化剂属于均相催化剂，使得与反应液混合更均匀，催化活性高。
- 2) 催化剂溶解稳定，不容易在反应液中析出。
- 3) 催化剂可以回收利用，且催化活性高，老化速度慢，减低生产成本。

## 结论：

此种高效离子液具有很好的催化效果，反复使用无析出，老化速度慢，且很容易从反应液中分离，适合用于工业生产，并且尿素法生产碳酸丙烯酯进而生产碳酸二甲酯并没有副产品丙二醇，在大规模的工业生产中具有很大的优势。综上所述，高效离子液体催化剂催化尿素与丙二醇制取碳酸丙烯酯的工艺有效的解决了催化剂易析出、老化，催化剂分离困难的问题。