# 多过程耦合的能量转化-传输-耗散规律及协同优化

以在有机合成、电子产品加工、燃料添加等领域具有广泛用途的碳酸酯合成为研究对象，根据目前尿素醇解法制备碳酸酯虽然有效利用了醇类与尿素资源，但过程需较高温度和压力，反应条件苛刻，能耗高且收率较低的特点，研究并开发以离子液体、金属氧化物等为催化剂，以丙二醇、乙二醇等为循环剂，以多聚磷酸为吸收剂的碳酸酯合成的反应分离多单元耦合的节能制备新过程。

研究如何通过在系统中引入第三组分，改变反应路径，将吉布斯自由能较高的醇解反应，分成吉布斯自由能较低的两步进行，即尿素先与丙二醇或乙二醇反应生成碳酸丙（乙）烯酯与氨，而后，碳酸丙（乙）烯酯再与甲（乙）醇进行酯交换生成碳酸酯和丙二醇或乙二醇；同时研究如何通过将反应生成的氨气，碳酸酯从体系中及时移出，达到进一步突破热力学限制，打破反应平衡，提高目的产品收率的目的。研究催化剂种类、丙二醇或乙二醇尿素摩尔比、甲醇或乙醇尿素摩尔比、反应温度、催化剂添加量、吸收剂的添加量，对目标产品收率的影响，得出优化的反应工艺条件。

通过对上述低品位含能物质（醇）转化为高品位含能物质（酯）的复杂多相反应与分离耦合过程的分析，明确了含能物质品位提升过程强化的机理及策略。明确了如何通过反应吸收，反应萃取、反应精馏等多单元耦合操作而促进反应过程的进行；如何实现能量优化利用与物质的高效转化而最终获得过程强化，实现过程节能的科学策略。