

碳酸二甲酯工艺优化研究与下游产品开发



唐山好誉科技开发有限公司
杜鹏举



碳酸二甲酯工艺优化研究与下游产品开发

目录

1

DMC行业现状

3

DMC工艺催化剂研究

5

一缩二丙二醇产品开发

2

DMC工艺节能研究

4

碳酸二丁酯产品开发

6

碳酸甲乙酯工艺优化

PART

1

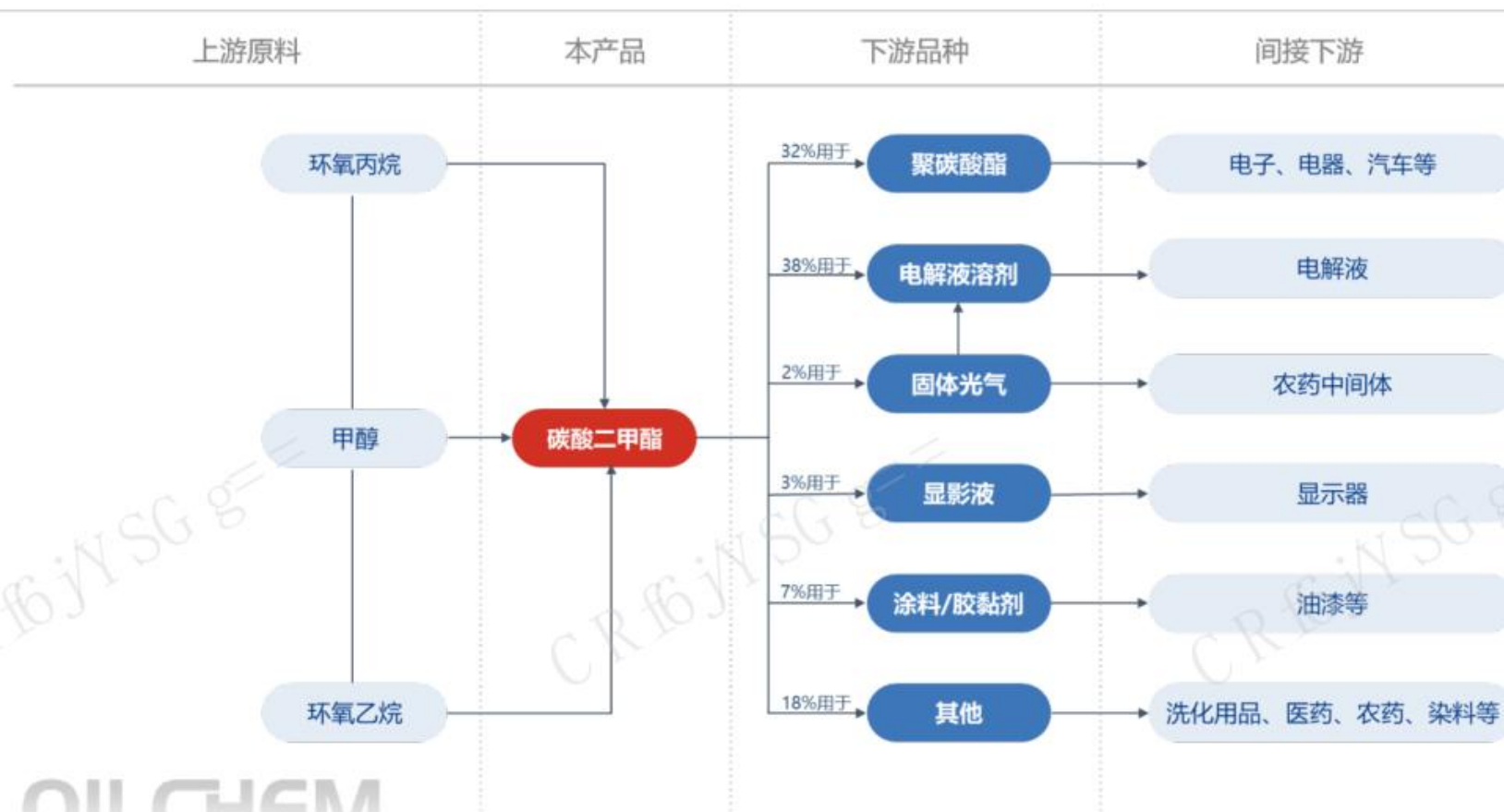
DMC行业现状

乘风破浪

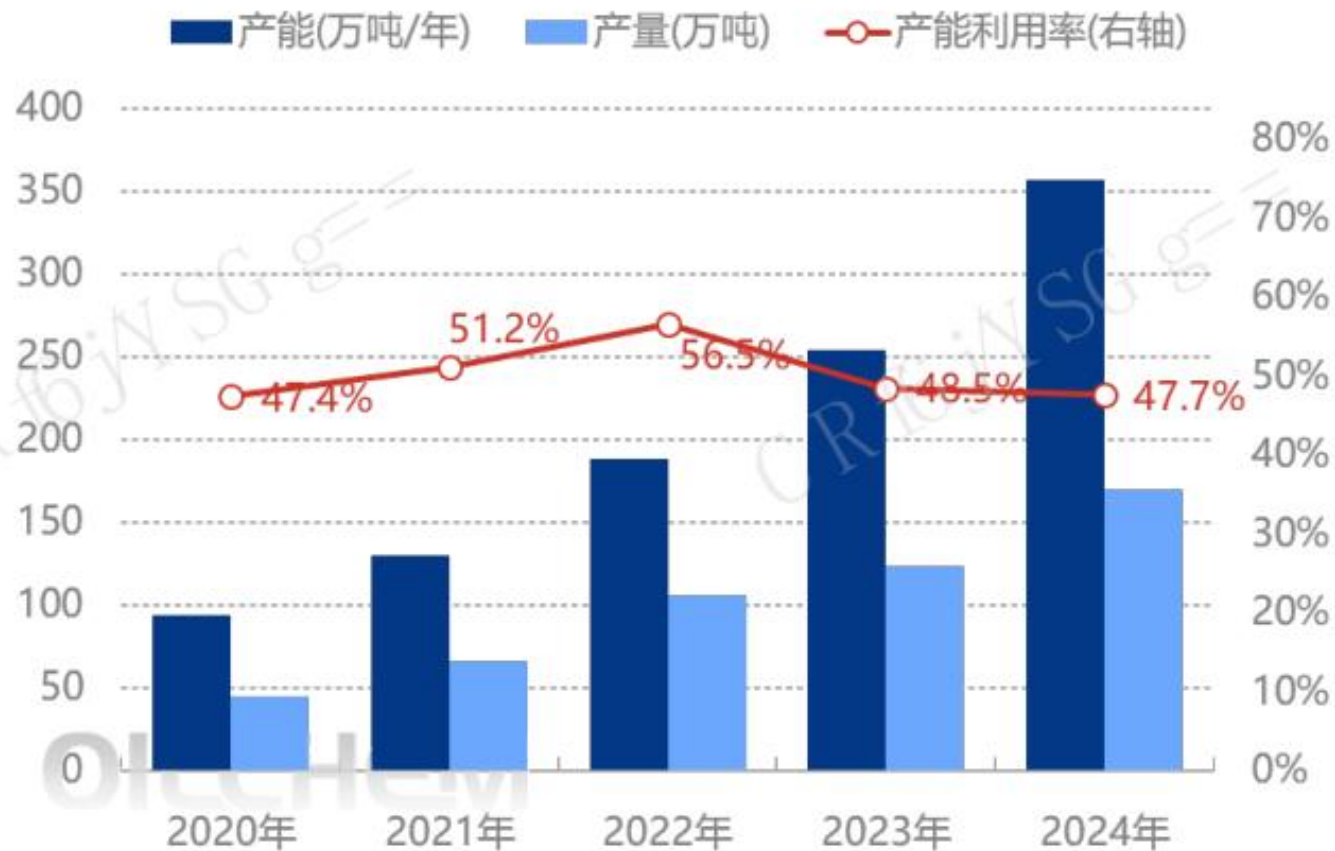


碳酸二甲酯（DMC）是一种重要的有机合成中间体，具有低毒、环保性能优异、用途广泛等特点，广泛应用于农药、医药、涂料、塑料等行业。在聚碳酸酯（PC）的生产中，碳酸二甲酯是非光气法合成的重要原料。碳酸二甲酯还可用作锂离子电池电解液溶剂，随着新能源汽车和储能行业的高速发展，电池级碳酸二甲酯的需求量将持续增长。

酯交换法碳酸二甲酯产业链上下游结构图



- 截至2024年，碳酸二甲酯全国年产能已达到356.5万吨。
- 碳酸二甲酯产量由44.5万吨增长至170.0万吨，增幅282%。



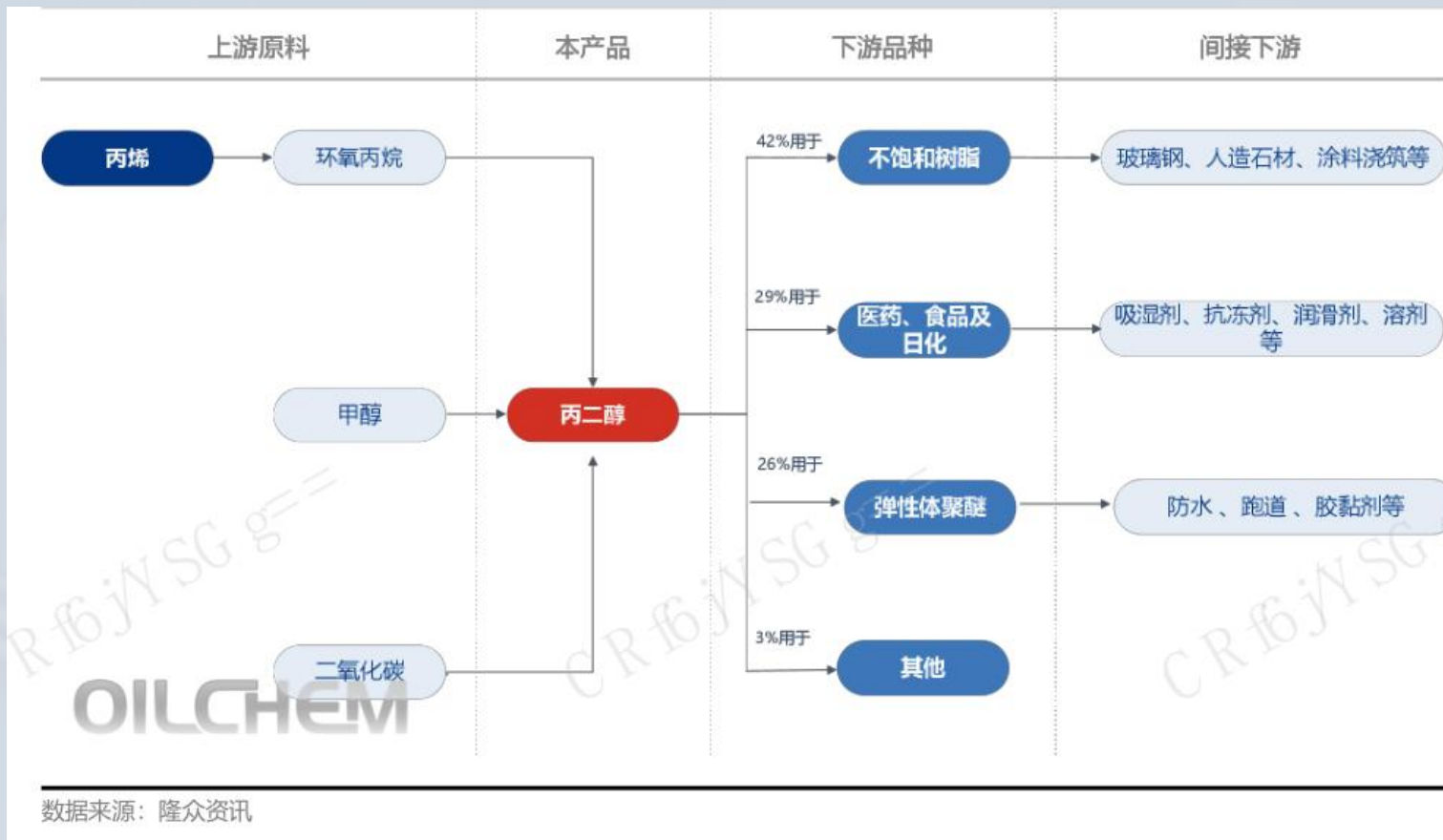
数据来源：隆众资讯

2020-2022年，碳酸二甲酯均价由5558元/吨上涨至12867元/吨，涨幅132%，年均复合增长率23%。年均价格自2020年持续上涨，在2022年因阶段性供应过剩出现下跌，2023-2024年产能不断增加，供应过剩的局面再次加深。



数据来源：隆众资讯

1,2-丙二醇是一种有机化合物，常态下为无色粘稠液体，近乎无味，细闻微甜。丙二醇可用作不饱和和聚酯树脂的原料，在化妆品、牙膏和香皂中可与甘油或山梨醇配合用作润湿剂。在染发剂中用作调湿、匀发剂，也用作防冻剂，还用于玻璃纸、增塑剂和制药工业。

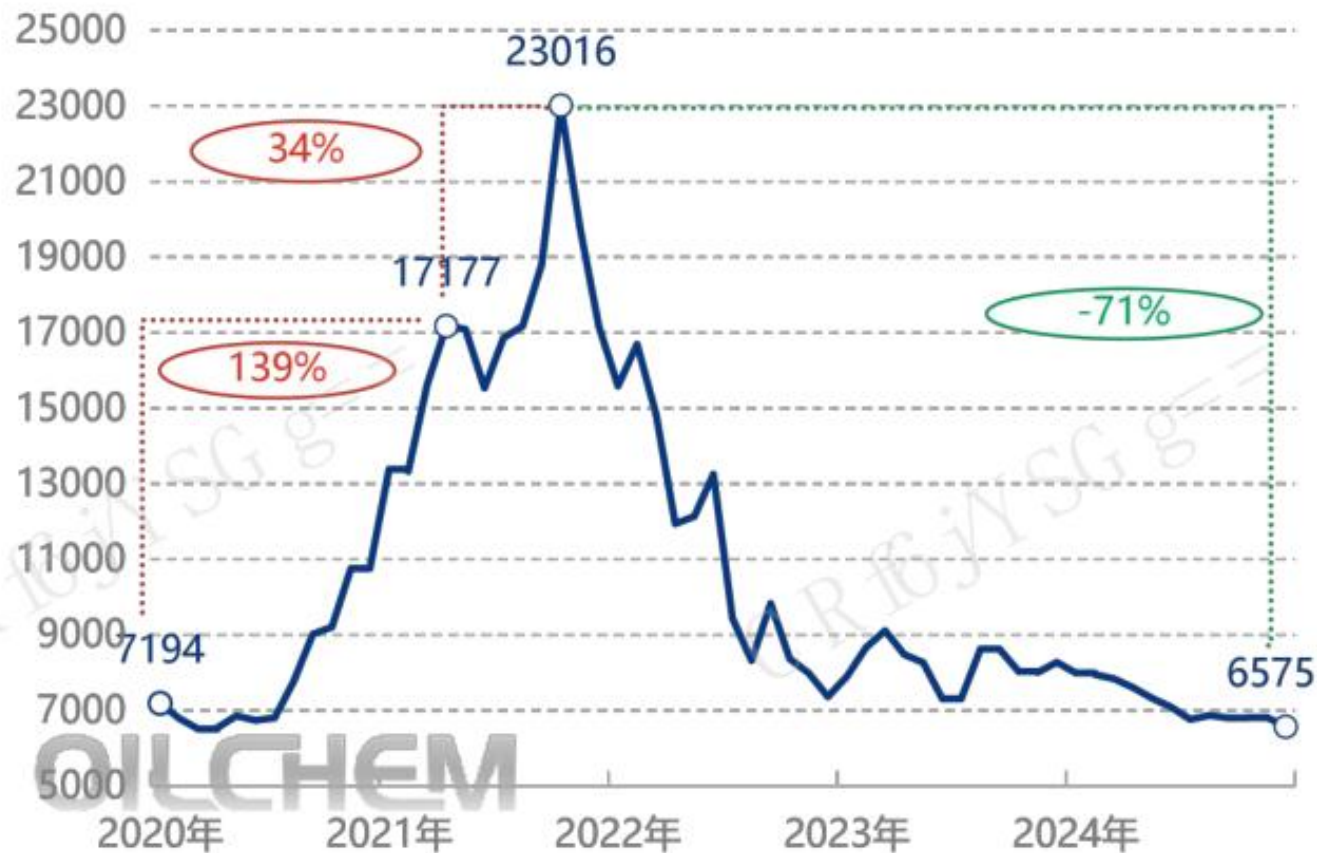




DMC行业现状

项目	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	五年复合增长率
丙二醇产能	46.4	46.4	66.4	84.4	120.4	26.9%
丙二醇产量	34.6	33.7	43.2	49.3	62.5	15.9%
丙二醇产能利用率	75%	73%	65%	58%	52%	-8.7%
进口量	8.6	7	6.4	6.55	6.5	-6.8%
总供应量	43.2	40.7	49.6	55.85	69.0	12.4%
出口量	12.9	13.9	20.1	20.54	24.9	17.9%
下游实际消费量	27	30	31.7	34.9	37.1	8.3%
总消费量	39.8	43.9	51.8	55.44	62.0	11.7%
年度供需差	3.3	-3.2	-2.2	0.41	7.0	-

2020-2024年，丙二醇均价由7194元/吨涨至17177元/吨，涨幅达到139%，市场价格涨势十足，2021年继续上涨至23016元/吨高点，然后受供需失衡影响再跌至6575元/吨，跌幅为71%。年均价格由2020年持续上涨至2021年底，2022年开始走势震荡下行。



数据来源：隆众资讯



DMC行业现状

2020-2024年，国内乙二醇进入一轮持续时间较长的扩能周期，新增产能共计投放1741万吨，累计增长157%，年均复合增速达20.9%，截至2024年，乙二醇全国年产能已达到2860.1万吨，产能的快速增长，使得乙二醇的经济效益大幅降低，供需平衡长期依靠乙二醇低开工率得以维持。

数据维度	数据名称	2023 年	2024 年	变化率	数据解读
主流市场	华东现货	4085	4593	12.4% ↑	原料价格走强新增投产推迟，行业供需格局转暖，年内乙二醇价格走强，均价环比明显抬升
主流外盘	CFR 中国	489	538	9.8% ↑	
成本毛利	成本	4714	4929	3% ↑	乙二醇供应增长落后于下游消费增长，且进口总量下滑明显，产业内供需从累库变为去库，行业利润有所修复，虽整体仍旧亏损但幅度环比改善明显。
	利润	-692.12	-445	34% ↑	
供 应	乙二醇产能	2809.1	2844.1	1% ↑	炼化一体化与煤化工新增双双进入投产尾声期。2024 年新增产能只有一套，产量增量多来自于 2023 年新投装置。进口量因中东及美国装置开工的减量，整体进口呈现明显的压缩。
	乙二醇产量	1644	1868	14% ↑	
	乙二醇产能利用率	56.4%	59.7%	3 个百分点 ↑	
	进口量	714.8	655	-8% ↓	
	总供应	2358.8	2523	7% ↑	
需 求	出口量	10.17	17.1	67%	下游聚酯增速相对稳健，聚酯依旧是消费增长的主力。
	当量消费量	2198	2594	18% ↑	
	总需求	2208	2611	18% ↑	
港口库存	期初库存	91.75	104.4	--	港口周转速度提升，港口库存较去年下沉明显。
	期末库存	106.8	39.7	--	
供需平衡	年度供需差	150.6	-88.7	--	消费整体多于供应，年度供需差去库

备注：当量消费量为用产品直接下游产量数据结合原料单耗折算所得

单位：价格、价差、成本、利润单位为元/吨；供应、需求、库存数据单位统一为万吨；产能单位为万吨/年

数据来源：隆众资讯



PART

2

DMC工艺节能研究

乘风破浪

装置间热耦合
利用不同装置设备能级差换热，热能二次、三次利用，减少热能消耗

设备优化
选用安全性高，符合工艺改进要求的设备，大大降低了标煤消耗

工艺优化
调整工艺设计，在其他消耗不变的情况下，蒸汽消耗减半

控制优化
根据物性和经验，选择更适合一体化装置的控制方案，使各装置间联动更合理

无热泵DMC工艺系统集成

2.5MPaG蒸汽消耗

2.3t/tDMC

1.0MPaG蒸汽消耗

1.2t/tDMC

电耗

150kwh/tDMC

注：以上消耗DMC计，EC/PC和EG/PG能耗视为0



增加热泵后的工艺系统集成

2.5MPaG蒸汽消耗

1.1t/tDMC

1.0MPaG蒸汽消耗

0.9t/tDMC

电耗

430kwh/tDMC

注： 以上消耗DMC计， EC/PC和EG/PG能耗视为0



PART

3

DMC工艺催化剂研究

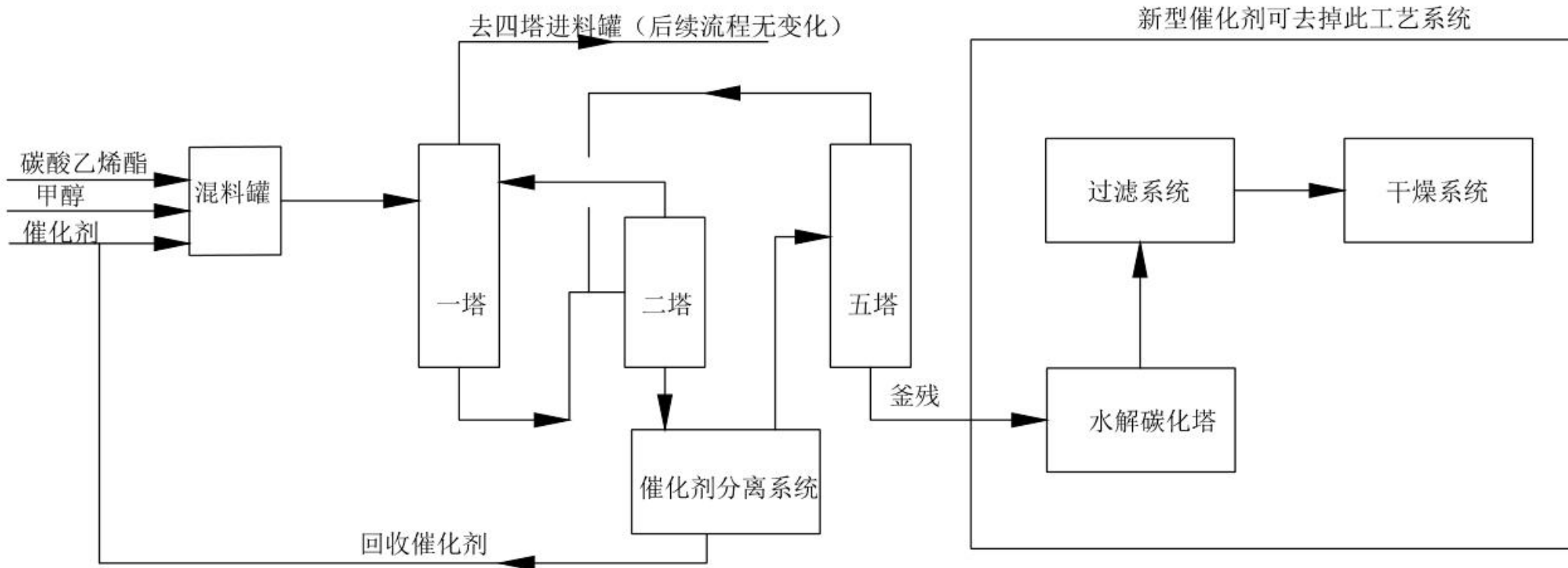
乘风破浪



EC酯交换法生产DMC催化剂优缺点对比：

项目	甲醇钠	离子液体催化剂
EC转化率	高	高
使用率	单次使用	可重复使用
运行成本	58元/t DMC	不高于用甲醇钠运行成本
设备投资	大	小
后续处理	需水解、碳化、过滤、干燥处理	少量残液焚烧即可
残液量	30kg/t DMC	4.5kg/t DMC

工艺流程对比





DMC工艺催化剂研究

经济效益核算：

项目	单价	甲醇钠	离子液体催化剂	更换后经济效益
CO2用量	200元	960t/a	/	19.2万元/年
催化剂	4500元	4000t/a	/	1160万元/年
	30000元	/	600t/a	-1800万元/年
残液回收乙二醇	4000元	/	5100t/a	2040万元/年
总计	1419.2万元/年			

注：1、甲醇钠后续处理工艺中，设备维护、人员、水电等费用不计；
2、甲醇钠中含70%甲醇，甲醇按2300元/t计；
3、以上数据以20万吨/年碳酸二甲酯装置计。



PART

4

碳酸二丁酯产品开发

乘风破浪

碳酸二丁酯（简称DBC），分子式： $C_9H_{18}O_3$ ，主要用途如下：

一. 高性能涂料与油墨

1. **慢干溶剂**：沸点高（ $207-209^{\circ}\text{C}$ ），挥发速度慢，用于汽车修补漆、船舶漆、工业烤漆等，改善流平性、减少橘皮纹。
2. **强溶解力**：可溶解硝基纤维素、丙烯酸树脂、环氧树脂等，替代甲苯、二甲苯等毒性溶剂。
3. **环保优势**：相比传统芳烃溶剂，毒性更低（非致癌物），符合环保涂料趋势。

二. 电子化学品清洗剂

1. 用于精密电路板、半导体元件的清洗，去除助焊剂残留、油脂等，因**低残留、低腐蚀性**且对塑料兼容性好。

三. 锂离子电池电解液添加剂

1. 作为共溶剂或添加剂（用量较少），可能提升电解液以下性能：
 - ✓改善低温放电能力（ -20°C 以下）
 - ✓抑制高温胀气（提升高温稳定性）
 - ✓增强电极界面成膜性

DBC反应过程





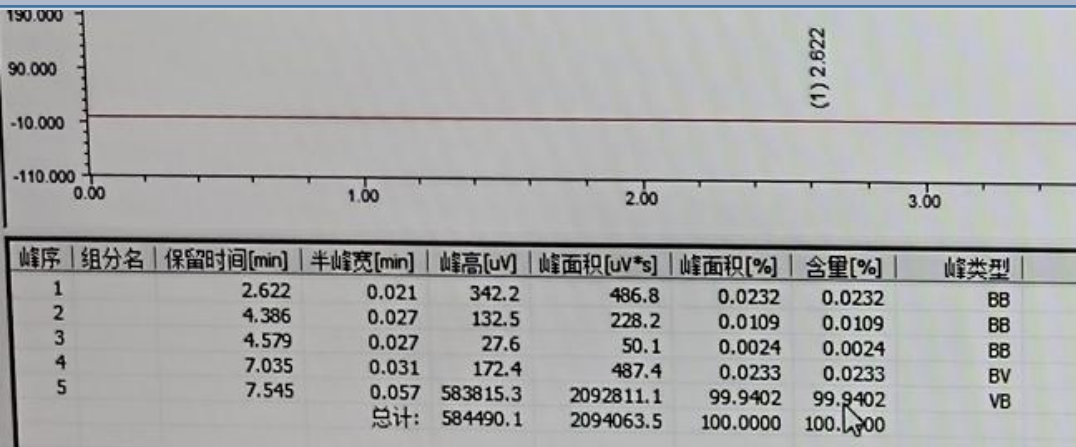
碳酸二丁酯市场价格

含量 $\geq 99\%$	——	15000元/吨
含量 $\geq 99.5\%$	——	20000元/吨
含量 $\geq 99.9\%$	——	35000元/吨
含量 $\geq 99.99\%$	——	80000元/吨

创新共赢 好誉远扬



碳酸二丁酯产品开发



峰序	组分名	保留时间[min]	半峰宽[min]	峰高[uV]	峰面积[uV*s]	峰面积[%]	含量[%]	峰类型
1		2.626	0.030	178.6	353.0	0.0241	0.0241	BB
2		4.397	0.029	56.5	106.7	0.0073	0.0073	BB
3		4.591	0.031	18.6	36.4	0.0025	0.0025	BB
4		7.030	0.030	156.1	300.5	0.0205	0.0205	BB
5		7.382	0.037	25.2	56.4	0.0038	0.0038	BV
6		7.518	0.050	467049.9	1465556.0	99.9418	99.9418	VB
总计:				467484.9	1466409.0	100.0000	100.0000	

峰序	组分名	保留时间[min]	半峰宽[min]	峰高[uV]	峰面积[uV*s]	峰面积[%]	含量[%]	峰类型
1		2.622	0.021	291.3	402.9	0.0234	0.0234	BB
2		4.381	0.026	84.5	142.3	0.0083	0.0083	BB
3		4.573	0.027	23.0	42.2	0.0024	0.0024	BB
4		7.005	0.029	157.1	294.3	0.0171	0.0171	BB
5		7.355	0.037	27.7	65.4	0.0038	0.0038	BV
6		7.501	0.052	526487.7	1721643.2	99.9450	99.9450	VB
总计:				527071.4	1722590.3	100.0000	100.0000	



碳酸二丁酯产品开发

碳酸二丁酯成本

项目	消耗 (t/tDBC)	价格(元/t)	成本 (元)
正丁醇	0.877	9100	7980.7
碳酸二甲酯	0.543	3600	1954.8
蒸汽	3.5	230	805
电耗	32kwh	0.7	22.4
副产甲醇	0.365	2200	-803
水、气等消耗			180
汇总			10139.9



碳酸二丁酯产品开发

经济效益核算

- 3000吨/年DBC装置投资预计2500万元
- 主装置占地30m × 50m
- 产品价格35000元/吨计
- 消耗成本10150元/吨
- 毛利润=7455万元/年
- 预计回收周期4个月



PART

5

一缩二丙二醇产品开发

乘风破浪



一缩二丙二醇产品开发

一缩二丙二醇（简称**DPG**），分子式 $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_3$ ，主要用途包括：

- 化妆品：作为保湿剂、乳化剂和增稠剂，广泛应用于护肤品和化妆品中。
- 香料：用于高品质香料的生产。
- 工业溶剂：作为低品质要求的工业溶剂，广泛用于涂料、油墨和胶粘剂中。
- 食品添加剂：在食品中作为添加剂使用。
- 抗冻剂和防腐剂：用于制冷系统、食品和药品中。

这些用途使得一缩二丙二醇在多个行业中成为重要的化学助剂。



DPG反应过程



分子量	58.07	76.1	134.17
-----	-------	------	--------



分子量	134.17	58.07	192.2
-----	--------	-------	-------

HGT5799-2021 《一缩二丙二醇产品标准》

表 1 技术指标

项 目	工业型	香精香料型
色度/Hazen 单位 (铂-钴色号)	≤ 20	≤ 10
相对密度 (d_4^{20})	1.020 0~1.025 0	1.020 0~1.025 0
一缩二丙二醇 ^a , w/%	≥ 99.5	≥ 99.7
一缩二丙二醇异构体 A, w/%	报告	报告
一缩二丙二醇异构体 B, w/%	报告	报告
一缩二丙二醇异构体 B', w/%	报告	报告
一缩二丙二醇异构体 C, w/%	报告	报告
丙二醇, w/%	≤ 0.2	≤ 0.2
二缩三丙二醇 ^b , w/%	≤ 0.1	≤ 0.1
酸度 (以乙酸计), w/%	$\leq 0.003 0$	$\leq 0.003 0$
水分, w/%	≤ 0.20	≤ 0.10
铁/(mg/kg)	≤ 1	≤ 1
^a 一缩二丙二醇含量为其同分异构体含量之和。 ^b 二缩三丙二醇含量为其同分异构体含量之和。		



一缩二丙二醇产品开发

	DPG/%	DPG-A/%	DPG-B/%	DPG-B' /%	DPG-C/%	DPG-B' /DPG/%
实验产品	99.83	23.52	26.06	29.94	19.68	30.17
对比一	99.68	37.16	21.70	27.63	13.19	27.72
对比二	99.60	21.66	25.95	30.29	21.70	30.41
对比三	98.40	27.61	23.15	26.61	20.91	27.04
对比四	98.88	40.73	20.89	25.20	12.06	25.49
对比五	99.63	85.49	5.52	8.02	0.60	8.05

注：DPG-B' 比例影响一缩二丙二醇结晶温度，决定是否达到香料香精级



一缩二丙二醇成本

项目	消耗 (t/tDBC)	价格(元/t)	成本 (元)
环氧丙烷	0.647	7600	4917.2
丙二醇	0.722	6000	4332
蒸汽	2.2	230	506
电耗	620kwh	0.7	434
副产二缩三丙二醇	0.3	8800	-2640
水、气等消耗			152.4
汇总			7701.6



经济效益核算

- 100000吨/年DPG装置投资预计24000万元
- 主装置占地70m×50m
- 产品价格11500元/吨计
- 消耗成本7700元/吨
- 毛利润=38000万元/年
- 预计回收周期7.6个月



PART

6

碳酸甲乙酯工艺优化

乘风破浪



碳酸甲乙酯工艺优化

主流工艺

目前主流工艺需要六套塔系统生产电子级EMC和DEC产品，生产的EMC和DEC产品比例固定，如需要调整产品比例需要增加反歧化反应系统，所需流程更长，能耗更高。

我司技术

我司工艺技术只需四套塔系统生产电子级EMC和DEC产品，生产的EMC和DEC比例随意调配，如只生产EMC或者DEC产品，只需要三套塔系统，大大缩短工艺流程，减少投资占地、节省能耗等优势明显。



碳酸甲乙酯工艺优化

项目	主流工艺	我司技术
蒸汽消耗	4t	2.5t
水消耗	5t	3t
电耗	80kwh	35kwh

每吨产品能耗成本差=1.5×200+2×10+55×0.7=358.2元

催化剂对比

名称	成本	优缺点
甲醇钠甲醇溶液	46.40元/ 吨碳酸甲乙酯产品	催化剂分离后处理繁琐；甲醇钠废物列入危险废物范畴后，处理成本大大增加；产品比例固定为碳酸甲乙酯与碳酸二乙酯比例为3:1，市场弹性小。
固载型催化剂	80元/ 吨碳酸甲乙酯产品	一次性投资大，运行周期2年需停车更换，产生固废。
新型离子液体	40元/ 吨碳酸甲乙酯产品	收率高，成本低，催化剂运行周期长，补充（更换）容易，可长期连续稳定生产，催化剂处理方便，可根据市场情况调整产品比例。



唐山好誉科技开发有限公司

欢迎大家讨论交流

网址：<http://www.tshykj.com.cn>

地址：河北省唐山市路北区中环广场商务楼905室

电话：15830546750