



道特化工

TECHNOLOGY DOCUMENT
技术报告书

密 级：公开

30kt/a 醇酯十二



道特化工科技有限责任公司

DOT CHEMICAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT INC.

吉林市龙潭区龙北路 90 号 邮编: 132021

电话: 0432-63989213 传真: 63989282

E-mail: dot_chem@163.com

醇酯十二项目

30kt/a 醇酯十二的连续生产工艺技术

1. 总论

本项目的技术核心是由异丁醛为初始原料，生产 2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇单异丁酸酯（商品名称：醇酯十二）的连续化生产技术。

项目的工艺技术开发过程工业化目的明确，采用了相比于国内装置更为先进的技术机理理念，综合技术水平看齐世界先进。具有工艺流程简单，控制手段先进，产品质量优异，综合成本消耗低的技术特点。

1.1. 醇酯十二

1.1.1. 醇酯十二 物化性质概述

醇酯十二化学名称：2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇单异丁酸酯。

英文名称：2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol monoisobutyrate 简称：CS-12。

醇酯十二主要物化性质见表 1-1。

表 1-1 醇酯十二物化性质

性 质	规格
外 观	无色透明液体，无不溶物
分子式	C ₁₂ H ₂₄ O ₃
分子量	216.3
密度(20/20℃)	0.945-0.955
可溶性(20℃.wt%.在水中)	不溶
蒸发速度(醋酸丁酯-1)	0.002
折射率(20℃)	1.4423
蒸气压(20℃、mmHg 柱)	0.013
最低初沸点(℃，沸程 760mmHg 柱)	255
最高干点(℃，沸程 760mmHg 柱)	260.5
凝固点(℃)	-50
克利弗德开杯式闪点(℃)	120

1.1.2. 醇酯十二的主要用途

醇酯十二（CS-12）是一种高沸点，低冰点的非水溶性二元醇酯，它本身无毒，与多种溶剂均有非常好的相溶性，是普遍公认的绿色溶剂。醇酯十二是水性乳胶类聚合物的强溶剂且水解稳定性能高，适用范围广，但其主要功效是用于水性乳胶漆的成膜，是一种非常理想的成膜助剂，主要表现在以下几个方面。

1) 可以降低水性漆的最低成膜温度

醇酯十二有突出的溶剂作用，也就是具有极强的聚结能力。在使用少量的情况下，可以有效地降低水性漆的最低成膜温度(MFT)，可以扩大使用高玻璃化温度类聚合物的水性漆在不同环境温度下的使用范围。

2) 可以促进水性漆成膜

醇酯十二与其它成膜助剂相比较，水溶性小，且容易被乳胶离子吸收，可以直接接触，更易于对胶粒的溶胀；醇酯十二的挥发速度低，成膜前保留在水性漆涂层中，溶剂作用不会受到水的挥发影响，成膜的单釜连续性好；而其又具有适宜的挥发度，

在水性漆成膜后短时间内完全挥发掉，不会影响水性漆配方设计所预期的硬度和光泽，如表 1-2。

表 1-2 原材料规格

成膜助剂	水解稳定性	水解性	挥发率	凝固点
苯甲醇	差	3.8	0.09	-15.3
乙二醇单丁醚	好	100	0.06	-76
醇酯十二	好	0.2	0.002	-50

3) 改善水性漆漆膜性能

由于其成膜温度低，且具有溶剂的作用，用醇酯十二做成膜助剂的水性漆，乳胶粒子成膜时结合更加紧密、连续，能形成平滑、均匀的漆膜，具有优异的流平性和抗挂性；加入了醇酯十二的水性漆在恶劣的温度和湿度条件下形成的漆膜良好，改善了树脂颗粒之间的聚结，从而降低了涂层对水蒸气的透过性，涂层干燥后收缩引起的基料树脂之间的应力松弛改善了涂层对底材的附着性，从而使胶粒更加紧密的结合，涂膜的机械强度有所提高，使涂膜能够抗断裂和抗完全剥离，进一步增强其耐候性和耐擦洗性能；醇酯十二具有助成膜以及改善水性漆中颜料稳定性和均匀性的作用，使湿膜具有均匀一致的色泽，不易龟裂，展色性好。

4) 制漆稳定性

以醇酯十二为成膜助剂的水性漆，经试验证明对乳胶漆（包括高 PH 值的丙烯酸乳胶漆）贮存稳定性没有不良影响，具有制漆贮存稳定性；在常规用量时，具有良好的冻融稳定性；由于其水解性很稳定几乎不受乳胶漆中碱性的影响，因此具有制漆稳定性。

醇酯十二有助于各种商品乳液的成膜，有效降低其最低成膜温度，已作为一种绿色新型涂料涂膜成型助剂得到广泛应用。此外，醇酯十二还可被用作增塑剂和高沸点溶剂。

与普通成膜助剂相比，醇酯十二有诸多优点：树脂相溶性好、用量少、成膜温度低、膜流平性、展色性好、凝固点低、水解稳定性好、毒性低。

2014年，全球醇酯十二成膜助剂用量约为15万吨左右，其中伊士曼全球销量约10万吨，润泰化学股份有限公司约2万吨，江苏德纳化学股份有限公司3万吨，其他如日本、欧洲厂家等销量共计约2万吨左右，其它小品牌销售整体量约为1万吨左右。同时宜兴中港精细化工有限公司也在生产醇酯十二。2016年中国醇酯十二的需求量为8万吨左右。

2. 生产规模、产品方案及工艺流程

2.1. 生产装置概述

2.1.1. 建筑规模

本装置年运行时数 8000 小时。本装置的公称生产能力为 30kt/a 醇酯十二。

2.1.2. 装置构成

本项目装置组成包括醇酯十二合成单元、精制单元及辅助生产设施等部分。

装置组成详见表 2-1。

表 2-1 装置构成一览表

序号	单元编号	单元名称	备注
一、醇酯十二生产装置			
1	100#	醇酯十二合成单元	新建
2	200#	酸化单元	新建
3	300#	醛回收单元	新建
4	400#	精制单元	新建
5	500#	辅助单元	新建
二、罐区			
1	600#	罐区及灌装、产成品库房	新建
三、辅助生产设施			
1		车间综合楼(含控制室、配电室、办公室等)	新建

2.2. 产品方案

本装置生产产品为醇酯十二。

产品方案详见表 2-2。

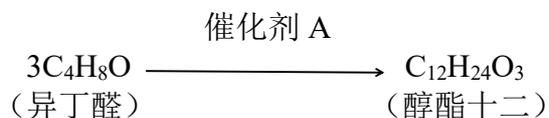
表 2-2 主要产品规格和数量表

序号	产品名称	含量	备注
1	醇酯十二	≥99.5% (m/m)	
2			

副产品为异丁酸、异丁酸异丁酯、异丁酸钠、2,2,4-三甲基-1,3-戊二醇。

2.3. 反应机理及工艺流程

2.3.1. 反应机理



2.3.2. 工艺流程

本项目采用一步法合成醇酯十二。

该工艺特点如下：

- a. 副反应少，杂质含量低，产品质量品质好，产品市场附加值高。
- b. 异丁醛全程综合收率高，产品单位生产成本低。
- c. 生产过程连续，易于操作控制，自动化水平高。
- d. 整个系统具有较高的安全性能。

该技术综合消耗低、副反应少、产品质量稳定、反应条件温和，该工艺技术在同行业中处于领先地位，达到国外同类装置技术水平。

2.3.3. 工艺流程简述

2.3.3.1. 醇酯十二合成单元

来自储罐的异丁醛与液体缩合催化剂 A 定量送到装置中。

在醇酯十二反应器中，异丁醛在特定的温度和压力条件以及液体缩合催化剂 A 的催化作用下，进行缩醛反应生成醇酯十二（CS-12）。

2.3.3.2. 酸化单元

2.3.3.3. 醛回收单元

来自醇酯十二合成单元的物料进入醛回收塔中。

醛回收塔塔顶馏出物主要是异丁醛和少量水、微量异丁醇，冷凝的液体返回至醇酯十二合成反应器的进料管线中继续参与反应。

塔底物料主要含有醇酯十二，通过泵将其送至水洗罐进行水洗。水洗后的油相中主要为醇酯十二和少量异丁醛、异丁醇、异丁酸异丁酯、TMPD、TXIB、水、副产物，通过泵将其送至 TMPD 塔；水洗后的水相中主要为水和微量有机物，通过泵将其送至污水处理或焚烧炉。

2.3.3.4. 精制单元

2.3.3.4.1. TMPD 塔

来自水洗罐的油相进入到 TMPD 塔中。

TMPD 塔塔顶流出物主要是水、异丁醛、异丁醇、异丁酸异丁酯和少量 TMPD、副产物。冷凝的液体送入焚烧炉焚烧。侧线采出主要是 TMPD 和少量水、醇酯十二、副产物，送至 TMPD 储罐或返回到 TXIB 反应器。

塔底物料主要含有醇酯十二、TXIB 和少量 TMPD、副产物，通过泵将其送至醇酯十二塔中。

2.3.3.4.2. 醇酯十二塔

来自 TMPD 塔塔釜物料进入到醇酯十二塔中。

醇酯十二塔塔顶流出物主要是醇酯十二。冷凝的液体送入醇酯十二储罐。

塔底物料主要含有重组分副产物，通过泵将其送至焚烧炉。

3. 原料要求、消耗及“三废”排放

3.1. 原料要求

本项目生产所需主要原料、用量及规格见表 3-1。

表 3-1 主要原料数量表

序号	名称	单位	数量	质量标准	来源	备注
1	异丁醛	t/a	34200	99.4%		
2	催化剂 A	t/a	1200			
3	助剂	t/a	1500	98%		

3.2. 装置消耗

3.2.1. 原料消耗

原料消耗详见表 3-2。

表 3-2 原料消耗表

序号	原料名称	规格	数量	单位
1	异丁醛 IBA	99.4%	1.14	(t/t)
2	催化剂 A	——	0.04	(t/t)
3	助剂	98%	0.05	(t/t)

3.2.2. 公用工程消耗

公用工程消耗详见表 3-3。

表 3-3 公用工程消耗表

序号	名称	规格	数量	单位
1	循环水	33°C 0.5MPa	180	t/t
2	蒸汽	2.0MPa	4	t/t
3	仪表空气	0.5MPa	80	Nm ³ /t
4	动力电	380V	200	kwh/t

3.3. 工艺装置“三废”排放

本项目生产过程中“三废”排放见表 3-4。

表 3-4 “三废”排放表

排放名称	排放点	排放量 (Nm ³ /h)	有害物浓度 (ppm)	排放去向	备注
合成尾气	反应器	≤150.0	≤10	焚烧炉	
废水	水洗罐	≤0.3 t/h	≤6000	生化处理	
废水	异丁酸回收塔	≤0.3 t/h	≤6000	生化处理	
废液	分层罐	≤0.2 t/h		焚烧炉	
废液	TMPD 塔	≤0.5 t/h		焚烧炉	
废液	醇酯十二塔	≤0.3 t/h		焚烧炉	

4. 工艺设备技术方案

4.1. 工艺装置概述

本项目生产装置工艺设备共 61 台（套）。各类型设备见设备汇总表 4-1。

根据设备接触物料情况，设备材质主要采用不锈钢，部分使用碳钢等材质。

表 4-1 设备汇总表

序号	设备类型	设备台数	重量 (t)	备注
1	机 泵	40		
2	反应器	1		
3	塔	5		
4	萃取塔	1		
5	搅拌釜	1		
6	换热设备	13		
7	贮 罐			
8	其 它			
	合 计	61		

5. 装置占地

装置区内建、构筑物占地面积及建筑面积见表 5-1。

表 5-1 建、构筑物建筑面积和占地面积一览表

序号	名 称	建筑面积 (m ²)	占地面积 (m ²)	备注
1	生产装置框架		1500	
2	罐区及仓库		800	
	合 计		2300	

6. 装置定员

装置定员不考虑行政管理人员，设备维修维护人员。

装置定员见表 6-1。

表 6-1 装置定员表

岗位名称	班次	每班定员	合计
车间主任			1
工艺技术员	2	1	2
设备仪表技术员	1	1	1
安全员	1	1	1
分析工	4	2	8
值班长	4	1	4
操作工	4	4	16
总计			33

7. 经济性评价

7.1. 销售收入

本项目年生产醇酯十二 30,000 吨，醇酯十二每吨售价 1.5 万元，年销售收入 45000 万元（不含税为 38461 万元）。

7.2. 装置消耗定额及成本测算

计算基准：价格不含税

7.2.1. 原料消耗

原料消耗详见表 7-1。

表 7-1 原料消耗定额一览表

序号	原料名称	原料规格	消耗定额	单位	单价	单位	成本小计 (元/吨)
1	异丁醛 IBA	99.4%	1.14	(t/t)	6300	元/吨	7182
2	催化剂 A	——	0.04	(t/t)	3600	元/吨	144
3	助剂	98%	0.05	(t/t)	428	元/吨	21.4
	合计						7347.4

7.2.2. 公用工程消耗

公用工程消耗详见表 7-2。

表 7-2 公用工程消耗定额一览表

序号	名称	规格	单位	数量	单价 (元/吨)	成本小计 (元/吨)
1	循环水	33°C 0.5MPa	t/t	180	0.2	36
2	蒸汽	2.0MPa	t/t	4	180	720
3	仪表空气	0.5MPa	Nm ³ /t	80	0.1 元/m ³	8
4	动力电	380V	kwh/t	200	0.85 元/kwh	170
	合计					934

以上数据为装置设计值，装置生产达产后综合指标应低于表中数据。

7.2.3. 产品工厂成本

产品成本表见表 7-3。

表 7-3 产品成本表

序号	项 目	单位成本 (元/吨)	年成本 (万元/年)	备 注
1	原材料成本	7347.4	22042.2	
2	公用工程消耗	934	2802	水、电、汽
3	人工工资	77	231	70000 元/人年,33 人
4	折旧费	174	522	固定资产投资的 10%
5	大修费	52.2	156.6	
6	企业管理费	150	450	
7	总成本	8734.6	26203.8	

管理性成本由厂方控制，目前不在受控范围之内。

8. 利润与收益

8.1. 装置概算

30kt/a 醇酯十二装置总概算见表 8-1。

表 8-1 30kt/a 醇酯十二装置总概算表

序号	工程及费用名称	估算价格 (万元)	备注
1	设备购置费	3500	
2	构筑物及土建	400	
3	仪表及配电	450	
4	安装及运杂费	360	
5	保温及防腐	200	
6	不可预见费用	300	
	总投资	5210	

项目总投资估算 5210 万元。由于全装置基本为 304、316 甚至更高的材质，装置的建设造价受钢材市场价格影响很大。

8.2. 利润收益

本项目利润与收益见表 8-2。

表 8-2 利润收益表

序号	项目	数值 (万元)	备注
1	销售收入	38461	
2	总成本	26203.8	
3	税金及其它	2426.94	
4	销售利润	12257.2	

从经济性评价分析可知，项目经济性较好。

9. 项目可行性判定

本项目为 30kt/a 醇酯十二生产项目。

本项目采用一步法合成醇酯十二的全连续工艺技术。

该工艺技术开发过程工业化目的明确，采用了相比于国内装置更为先进的技术机理理念，综合技术水平看齐世界先进。具有工艺流程简单，控制手段先进，产品质量优异，综合成本消耗低的技术特点。同时本项目具有良好的经济效益，所以本项目可行。

项目名称：30kt/a 醇酯十二生产技术

报告名称：项目概述报告

存档编号：

密 级：公开

报告执笔：

校 对：

审 核：

研究单位：吉林市道特化工科技有限责任公司

完成时间：2017 年 5 月 11 日