

# 6000t/a 高活性聚异丁烯项目经济技术分析

孙文艳, 杨 斌, 宋晓轩

(兰州石化三叶公司, 甘肃 兰州 730060)

**摘要:**介绍了国内高活性聚异丁烯市场现状及制造商布局,通过经济技术测评,提出在精细化工厂区建设 6000t/a 高活性聚异丁烯生产装置;由于三叶公司紧靠全国最大的润滑油添加剂制造商兰州陆博润添加剂公司,项目具有明显的供应链区位优势 and 产品的“扎堆效应”。

**关键词:**聚异丁烯;经济技术;分析

**中图分类号:** TQ325.3

## 1 项目背景及投资意义

由于高活性聚异丁烯(HRAP)在发动机气缸内燃烧后不产生残渣,不会产生蓝色烟雾,不含氯,燃烧时不会生成对环境有害的二噁英。因此,用 HRAP 合成的丁二酰亚胺无灰分散添加剂不但大量用于调制中、高档轿车润滑油,而且非常适合单独用于二冲程发动机油,开发前景十分看好<sup>[1]</sup>。三叶公司紧靠全国最大的润滑油添加剂制造商之一:兰州陆博润添加剂公司,具有明显的供应链区位优势 and 产品的“扎堆效应”。因此,利用已停产的增黏剂车间生产场地做局部改

造,开发有较高附加值的 6000t/a 高活性聚异丁烯是正当其时的。

## 2 国内外市场分析

### 2.1 国内市场

国内最早生产聚异丁烯的厂家有兰炼添加剂厂等四家公司<sup>[2]</sup>。进入 2000 年以后,锦州精联润滑油添加剂有限公司等先后建成万吨级聚异丁烯装置并投产。中石油集团公司“十一五”期间,吉化精细化学品有限公司高活性聚异丁烯生产装置扩建到 3 万 t/a。使我国聚异丁烯生产迅速上了一个新台阶,见表 1。

表 1 近年以来国内 PIB 生产厂家的变化情况

公司	产能(万 t/a)	技术来源	品种	备注
锦州精炼公司	3.0	Exxon	高活性	(李报告为低活性)
兰州路博润公司	1.0	兰炼	低活性	
新疆新峰公司	0.5		低活性	
大庆石化公司		大庆	高活性	正扩产到 1.0 万 t
吉化院试验厂	0.6	吉化	高活性	正扩产到 5.0 万 t
杭州顺达公司	0.5		高活性	正扩产到 1.0 万 t
潍坊滨海石化公司	0.5	香港	高活性	在建
安庆石化公司	2.0	吉化	高活性	拟建
洛阳石化公司	0.5		高活性	拟建
合计				14.5 万 t

来自网上的资料显示,上述项目假如能按期实施,我国低分子量聚异丁烯总生产能力将达到 14.5 万 t/a。20008 年一个重要的特征是,低活性聚异丁烯产量在迅速萎缩;高活性聚异丁烯需求量在快速增长。至 2010 年低活性聚异丁烯市场突然供不应求,究其原因国内矿山和道路建设飞速发展,乳化炸药需求量随即高涨所致。

在未来几年内,我国汽车行业将会持续发展。目前国内聚异丁烯丁二酰亚胺润滑油无灰添加剂的总产量仅为 3 万 t/a,而消费量却达到了 9 ~ 15 万 t/a,并以每年 8.7% 的速度在增长。国内聚异丁烯消费量现在也是连年攀升。2002 年时将近 3 万 t,2004 年上升到 4 万 t 左右。2005 年国内聚异丁烯总消费量达到 4.5 万 t,2006 年已超过 6 万 t,如图 1 所示。

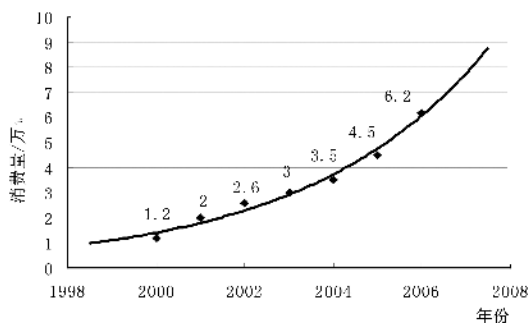


图1 近几年 HRPB 消费量增长趋势

## 2.2 国外市场分析

2003年以前,国内聚异丁烯进口量一直徘徊在7000t/a左右,但在2004年就大幅增长到10000t以上。进口的主要是以高纯异丁烯为原料生产的中高分子量高活性聚异丁烯,来源于德国、韩国、法国、日本、比利时等;中国出口主要是以混合C4馏分为原料生产的低分子量聚异丁烯,附加值较低,主要流向新加坡、印度、印度尼西亚等;2000年以来聚异丁烯进出口量变化趋势如图2所示。

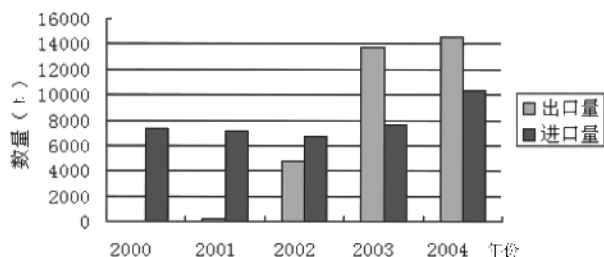


图2 近几年聚异丁烯及出口情况趋势

中美合资兰州陆博润添加剂公司可消费5000t/a高活性聚异丁烯丁二酰亚胺无灰剂,自国外进口在天津调成复合剂,销售给华北地区的中高档润滑油厂家。我们可依靠润滑油中心,通过合作研发,采用先低活性后高活性战略,在兰州陆博润的旁边建一套6000t/a高活性聚异丁烯及100万t/a丁

二酰亚胺无灰剂生产装置,其采购成本必然降至最低。调制的复合添加剂在国内是有较强竞争力的;由于产品的“扎堆”效应,其他添加剂采购商必然也会光顾到我们的低活性聚异丁烯和无灰剂,因此销售会处于主动的态势。

## 3 开发技术的有利条件

兰州润滑油研发中心付兴国课题组,利用大庆提供的高端基烯烃聚异丁烯中试样品,完成了合成无氯无灰分散剂的小试研究。由于没有工业样品,合成无氯无灰分散剂的中试研究工作现无法开展。至2010年7月,乌石化新峰公司方面负责的工作没有任何进展。仅采用中油二建设计院图纸做了6000t/a普通低分子聚异丁烯装置改造;催化剂仍沿用三氯化铝<sup>[3]</sup>。到目前为止,我们检索到国家专利局已受理的聚异丁烯合成工艺专利有23项<sup>[4]</sup>。

笔者建议购买环球工程兰州公司现成的300万t/a聚异丁烯生产装置工艺设计包;联合兰州润滑油中心,在兰州石油化工公司支持下,向中石油集团公司申请项目贷款,比较容易得到批复。或者采用兰州润滑油中心做异丁烯聚合评价数据,中油二建设计院(李长春/颜千红)改进工艺包,在增黏剂车间做局部改造,先生产普通聚异丁烯外销,可短时间内收回投资完成项目开发。

## 4 产品方案

### 4.1 产品品种及规格和产量

由于生产聚异丁烯丁二酰亚胺无灰分散剂和聚异丁烯醇胺汽油清净剂,所需的高活性聚异丁烯中 $\alpha$ -烯烃含量必须达到85%,分子量分布应小于1.5,平均分子量为1000NMR,这是3个关键指标。故设计产品质量分析标准,见表2。

表2 高活性聚异丁烯主要推荐质量指标

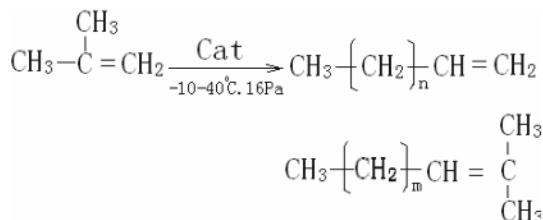
项目	质量指标	试验方法	
分子量	M	1000	GPC
分子量分布	不大于	1.5	GPC
$\alpha$ -烯烃含量(%)	不小于	85	GC
水分(%)	不大于	0.03	GB/T260
机械杂质(%)	不大于	0.03	GB/T511
闪点(开口)( $^{\circ}$ C)	不小于	210	GB/T267及附录
100黏度(cst)	不小于	220	ASTM D445
氯含量(mg/kg)	不大于	1	AAS
氟含量(mg/kg)	不大于	2	AAS
钠含量(mg/kg)	不大于	1	AAS

## 4.2 副产品品种

根据现有资料测算,用兰州石化三叶公司高纯度异丁烯催化聚合 HPIB 工艺,总收率在 98% 以上,约占 1.8% 的己烷类低聚物做烧火油外销;约占 0.2% 未参加反应的异丁烯循环使用,不向外界排放。

## 5 产品制造工艺路线

### 5.1 高活性聚异丁烯反应方程式



### 5.2 工艺流程(如图 3 所示)

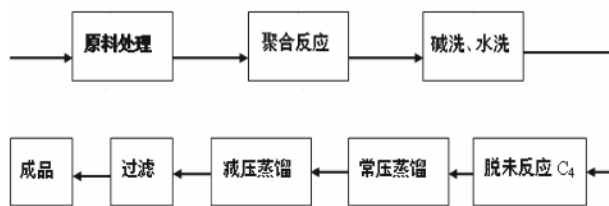


图 3 高活性聚异丁烯聚合工艺流程

## 6 设备方案

在原增黏剂装置界区内可利用的厂房及设备是,操作室、六具不锈钢储罐及一具精馏塔,除此之外,主框架及乙炔系统等全部拆除。据此估算固定资产投资,见表 3。

表 3 6000t/a 聚异丁烯生产装置建设投资估算

序号	设备名称	规格	数量	估价	合计
1	装置主框架、办公楼	10m × 30m	3 层	100	100
2	仪表、DCS 系统	200 点	1	200	200
3	氨制冷系统	3 台冷冻机组	1	200	200
4	流化床反应器	全不锈钢	2	150	300
5	分馏塔(再沸器)	φ 1m × 15m/16mmRo	1	150	150
6	碱洗塔(填料)	φ 1.6m × 10m/16mmRo	1	50	50
7	水洗塔(填料)	φ 1.6m × 10m/16mmRo	1	50	50
8	换热器	A3F	5	20	100
9	原料罐	50m <sup>3</sup> (0.5kPa) A3F	2	40	80
10	成品罐(外加热器)	1000m <sup>3</sup> /A3	3	30	90
11	低聚物罐	1000m <sup>3</sup> /A3	1	30	30
12	液体碱罐	100m <sup>3</sup> /A3	1	20	20
13	催化剂配料罐及管件	5m <sup>3</sup> 搪瓷釜	1	6	6
14	板框式过滤机	12m <sup>2</sup>	1	3	3
15	机泵		18	※	100
16	阀门、管线、配件	30%			444
	小计				1923
17	其他资产费用				300
	小计				2223
18	工艺安装费	30%			667
	合计				2890

## 7 项目建设条件

### 7.1 选择原增黏剂装置生产场地有得天独厚的区域优势

由于场地面积足够大,可以增大高活性聚异丁烯及其丁二酰亚胺无灰添加剂储罐数量。

### 7.2 厂址现有工业用水,配电条件等情况保持良好

生产过程属于甲级防火、二类防爆作业保护范畴,生产安全距离规范。现有消防系统可利用,消防

通道、运输道路畅通。本装置的地理优势是职工上下班方便,便于企业管理。

### 7.3 现有废水排放系统接石化工公司方便

三氟化硼、烷基氯化铝体系在聚异丁烯生产过程中不产生废渣。生产中的废水(含少量硼酸)可送到污水厂处理;产生的废气(异丁烯、己烷等)可以回收利用;废液可作为燃料。

## 8 经济效益评估

### 8.1 产品成本和费用测算

根据 2010 年 7 月百度网和《中国化工信息》查阅有关原材料价格资料,和兰州石化动力价格资料

为依据,以 6000 t/a HRPIB 设计产量为计算依据,测算工厂成本见表 4。

表 4 6000t/a 高活性聚异丁烯工厂成本估算

名称	单耗吨(吨产品)	单价(元/t)	价值(元)	说明
原材料	异丁稀	1.12	12000.00	15052
	三氯化硼	0.02	3000	60
	溶剂苯	0.06	6500	390
	小计			15502
辅助材料	电	220(度)	0.57	125.4
	蒸汽	2.000	83.00	166
	燃料	0.070	2800	196
	工业水	90.000	0.29	26.1
	氮气			100.0
	小计			613.5
加工费	税收	2000		
	人工工资	50 人 × 5000 元/人 × 12 ÷ 6000t		400.00
	车间经费			200.00
	企管费	劳务、维修、折旧等		350.00
	污水排放费	50m <sup>3</sup> × 1.31 元/t		65.5
	销售费			500.00
	其他	财务费等		155.0
	小计			3670.5
合计			12704	

根据表 4 测算纯利润为:

$$1. 6000 \text{ 万元/t} - 1. 2704 \text{ 万元/t} = 0. 3296 \text{ 万元/t}$$

## 8.2 财务评价

销售收入:

$$1. 6 \text{ 万元/t} \times 6000 \text{ t/a} = 9400 \text{ 万元/年}$$

税收总额以 14% 为基数计算如下:

$$1. 6000 \text{ 元/t} \times 14\% = 2240. 00 \text{ 元/t}$$

财务现金流量(销售周期以 3 个月计;年生产时间以 10 个月计):

$$1. 2704 \text{ 万元/t} \times 3 \text{ 月/季} \times 6000 \text{ t/a} \div 10 \text{ 月} \\ = 2287 \text{ 万元/季}$$

总资产投资回收期(含建设费):

$$2890 \text{ 万元} \div (0. 3296 \text{ 万元/t} \times 6000 \text{ t/a}) \approx 1. 5 \text{ 年}$$

## 9 结论

购买环球工程兰州公司现有的 3000t/a 聚异丁烯生产装置工艺设计包;利用已停产的增黏剂生产场地做局部改造;联合中石油兰州润滑油中心共同开发项目,固定资产总投资应为 3000 万元。

### 参考文献:

- [1] 蔡平,孙旭辉,郭双龙. 高活性聚异丁烯的生产技术及其市场前景[J]. 弹性体,2004,14(3):72-76.
- [2] 李永安. 聚异丁烯项目调查报告[Z]. 红叶公司内部资料,2003.
- [3] 周月华,陈志明. 聚异丁烯胺汽油清净剂的合成过程[J]. 化工时刊,2004,18(8):39-42.
- [4] 宋晓轩. 国内 PIB 申请专利情况调研报告[Z]. 红叶公司内部资料,2007.