

第七章 粘度指数改进剂

Viscosity Index Improver (VII)

T6 × ×

第一节 概述

- 轴承特性因数 $C = \eta N/P$
- 润滑时需要润滑油有足够的粘度。油品的粘温性质对油品的使用有重要的影响。
- 粘温性：粘度随温度变化的程度。
- 粘温性好：粘度随温度的变化小，反之称粘温性差。
- 发动机润滑油要求粘温性要好。原因：低温起动和高温润滑的要求。

$$\frac{L-U}{L-H} \times 100$$

- 描述润滑油粘温性的指标有：粘度指数（VI）

- VI=0~100时
$$VI = \frac{L-U}{L-H} \times 100$$

- VI>100时
$$VI = \frac{10^N - 1}{0.00715} + 100$$

N=
$$\frac{\log H - \log U}{\log Y}$$

- U— 试样在40℃条件下的运动粘度，mm²/S
- Y— 试样在100℃条件下的运动粘度，mm²/S
- H— 与试样在100℃运动粘度相同，粘度指数为100的H标准油在40℃下的运动粘度，mm²/S
- L— 与试样在100℃运动粘度相同，粘度指数为0的L标准油在40℃下的运动粘度，mm²/S

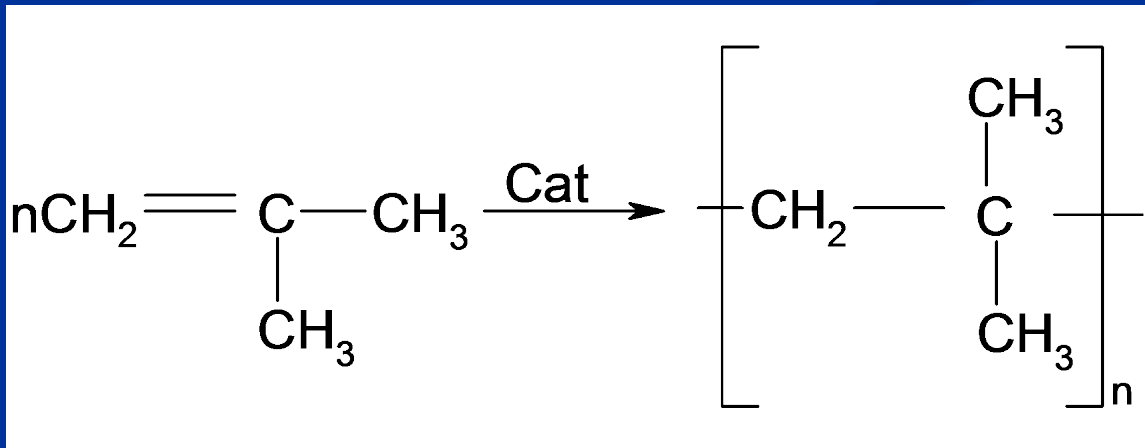
- 为改进润滑油的粘温性，提高粘度指数，早在30年代即开始在液压油、火炮齿轮油中添加高分子物质。
- VI改进剂主要用于配置多级油——冬、夏通用油。即在粘度较低的基础油中除添加一般改善其使用性能的添加剂外，再添加少量的VII，使其达到预定级别的发动机油，也叫稠化机油。
-

- 发动机油的粘度分类标准：SAE J300 粘度分类标准。
- 冬用油：0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W. 规定了低温粘度，边界泵送温度，倾点，100℃最小粘度。
- 夏用油：20, 30, 40, 50, 60. 规定了100℃最小和最大粘度范围。
- 多级油：5W/20, 5W/30, 10W/30, 10W/40, 15W/40
- VII还用于航空液压油，齿轮油，自动变速机油，减震油等。使用量逐年增加，用途越来越多。

- 使用粘度指数改进剂（VII）可获得以下效益：
- 改善粘温性能：粘度适合，可满足低温起动，高温润滑的要求。
- 省油：与同粘度级别的单级油相比，润滑油消耗可降低27%，燃料消耗可降低3~5%。
- 简化油品，实现油品通用化。
- 降低磨损：比单级油显著降低轴承磨损。

第二节 粘度指数改进剂的种类和性能

- 一、聚异丁烯 (PIB)
- T603, 用裂解C₄作原料, 用AlCl₃或Al(i-C₄H₉)₃作催化剂。低温聚合, 精制得产品。
- M=0.5~6万 (数均)



- PIB是用的最早的粘度指数改进剂，用于内燃机油的PIB分子量在5万左右。用于液压油和齿轮油的分子量在1万左右。
- PIB有优异的剪切稳定性和热氧化安定性，但低温性能较差。低温下粘度大，不能用于配置低温粘度级别（5W/30及以下）和大跨度的多级油。
- 目前PIB被OCP和PMA所代替。

■ 二、聚甲基丙烯酸酯（PMA）

■ T602，用不同碳数的甲基丙烯酸酯单体为原料聚合而得。

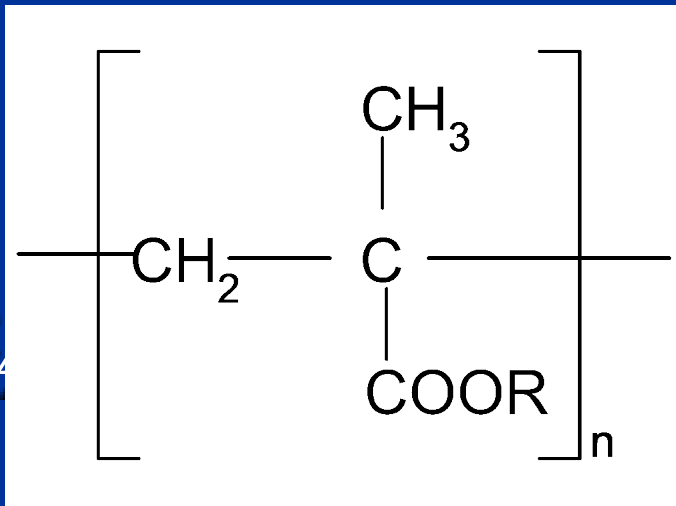
■ M=2~150万 有效含量：40~50%

■ 用量：0.5~1.0%（干）

■

■

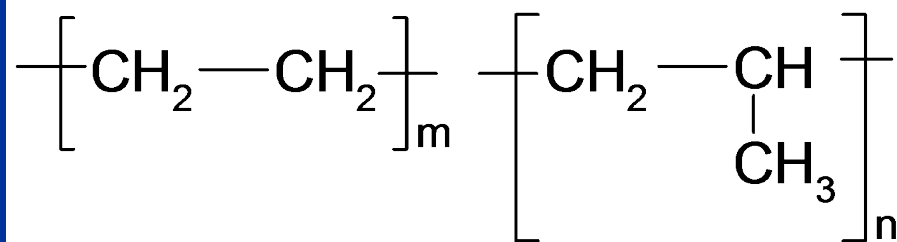
R=C₂



- R的结构对PMA的性能有较大的影响，通过改善R基的平均碳数和碳数分布，分子量。可以得到一系列用于不同目的增粘剂，增粘-降凝剂或降凝剂。
- 作为单一的VII，R的平均碳数为8~10。由低碳醇和高碳醇混合而成。这样得到的聚合物油溶性好，并能提供良好的粘温性能。作为增粘降凝双效剂，R的平均碳数为12~14，以C₁₄最好。若同时具有增粘、降凝、分散作用，需引入第三组分的含氮极性化合物。

- 用于内燃机油的PMA， $M=15$ 万左右
- 用于降凝剂的PMA， $M=10$ 万
- 用于液压油、齿轮油， $M=2\sim 3$ 万
- PMA的低温性能好，氧化安定性好，改进粘度指数性能好，抗剪切性能差。
- PMA使用与配置：高级汽油机油，数控液压油，自动传动液。

- 三、乙烯-丙烯共聚物（OCP）
- OCP，又叫乙丙胶，是70年代发展起来的，价格适中，是目前世界上用的最多的一个品种。
- 国内目前主要有：T611(兰化产)；T612(6.5)，T612A(8.5)，T613(11.5)，T614(13.5)，干剂含量不同（茂名石化产）。

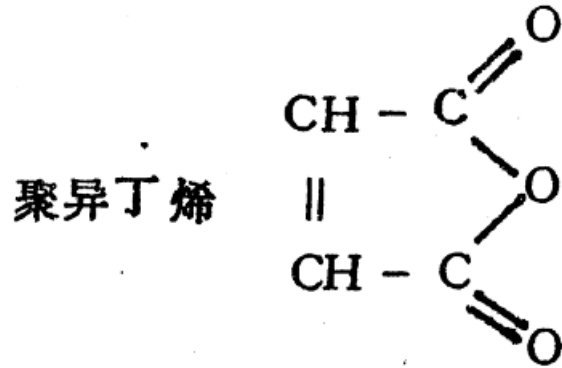


- T611, 增粘能力好, 热稳定性好, 用于各种发动机油。
- T612, T612A , 具有高增粘能力, 好的剪切稳定性和热稳定性, 用于中高档汽油机油。
- T613, T614具有高增粘能力, 好的剪切稳定性和热稳定性, 适于调制中高档内燃机油及对剪切稳定性要求高的油品, 主要用于柴油机油。
- OCP的增粘能力与剪切稳定性好, 低温性能差一些。若配置低粘度的多级油, 最好与酯型降凝剂复合来改善其低温性能。
- 用量: 0.5-1.5% (干剂) 。

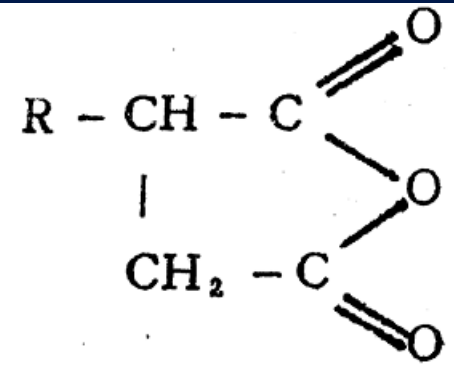
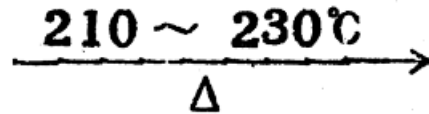
- OCP分子中乙烯含量过高，粘度指数较高，聚合物结晶度增加，产品油溶性变差，低温易形成凝胶。丙烯含量过高使聚合物侧链增多，主链上碳数减少，使增粘能力降低，氧化安定性变坏。一般乙烯含量40~50%的OCP为无定形的高聚物。目前国际上要求剪切稳定性指数SSI为25%，为达此要求，需降低OCP分子量，而增粘能力也相对下降，加入量就会增加，不仅使清净性变差，低温性能也变坏。为达到该目标，80年代国际上研究出半结晶型OCP，在改善剪切稳定性的同时也改进了增粘能力和低温性能。这种半结晶OCP广泛用于国外基础油中。但不适合中国大庆原油生产的含蜡量高的基础油，还干扰T803的使用。

- 具有增粘/分散性能的分散型乙丙共聚物 DOCP (Dispersant OCP)，具分散功能，可降低分散剂的使用。国外SF、CE以上级别的油中，特别强调用DOCP，可降低总剂量。DOCP的合成使用马来酸酐与乙丙胶接枝反应，然后胺化。即将生产丁二酰亚胺的聚异丁烯用OCP代替。

清淨分散剂的合成

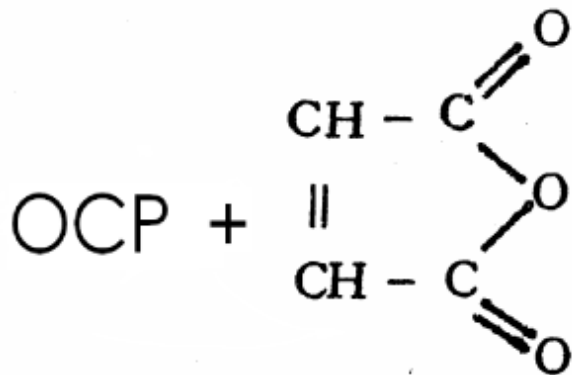


(分子量 1000 左右)

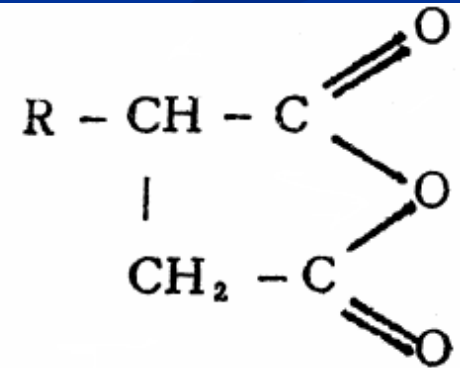
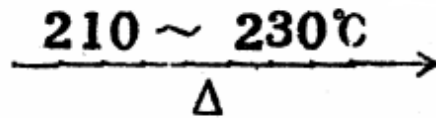


烯基丁二酸酐

DOCP的合成

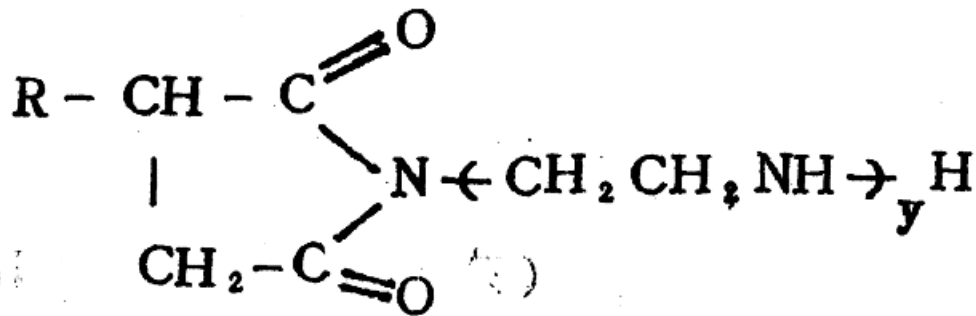
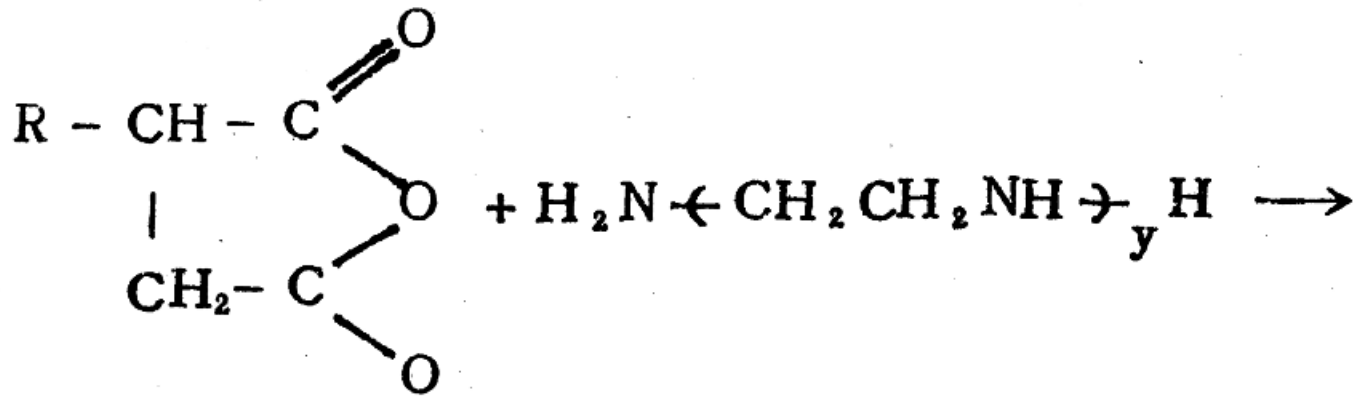


(分子量 1000 左右)



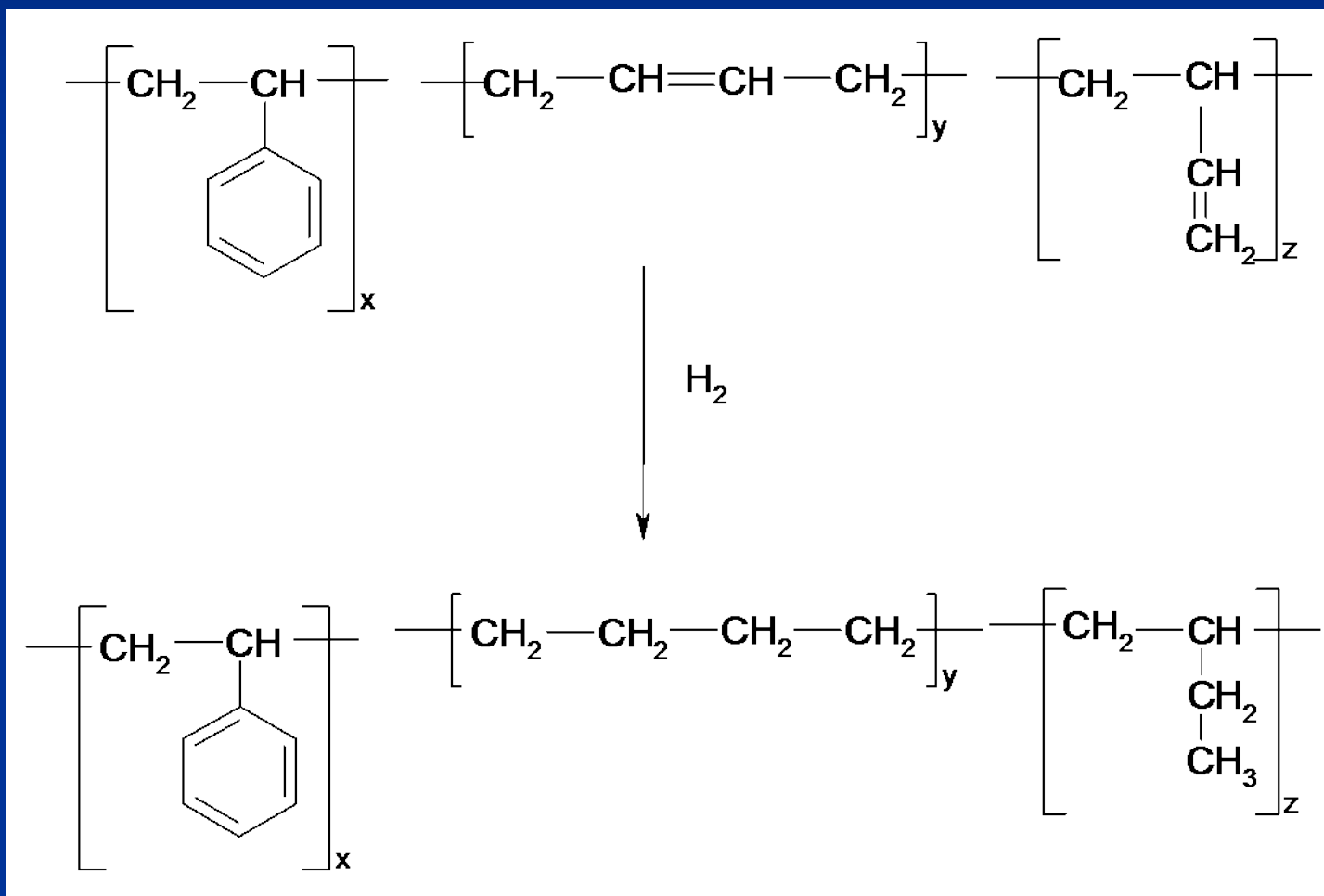
烯基丁二酸酐

胺化



单丁二酰亚胺

- 四、氢化苯乙烯-双烯共聚合物 (HSD)
- 双烯有丁二烯、异戊二烯。



- 以仲丁基锂作引发剂可得共聚物。用单体对引发剂的比例来控制分子量和分子量分布。加氢催化剂为环烷酸镍和三乙基铝，加氢的目的是改进其氧化安定性。
- 苯乙烯-双烯共聚物可以是无规共聚（加无规剂四氢呋喃），也可通过锂系催化剂生成的活性聚合物制成嵌段共聚物。共聚物中苯乙烯含量不超过25%。
- 无规共聚：A B B A A B A B B B A B B A
- 嵌段共聚：A A A A A A B B B B B B B B
- 星形共聚：A-B-X-(-A-B-)_n
- 其中：A----苯乙烯； B----双烯； X----偶合剂

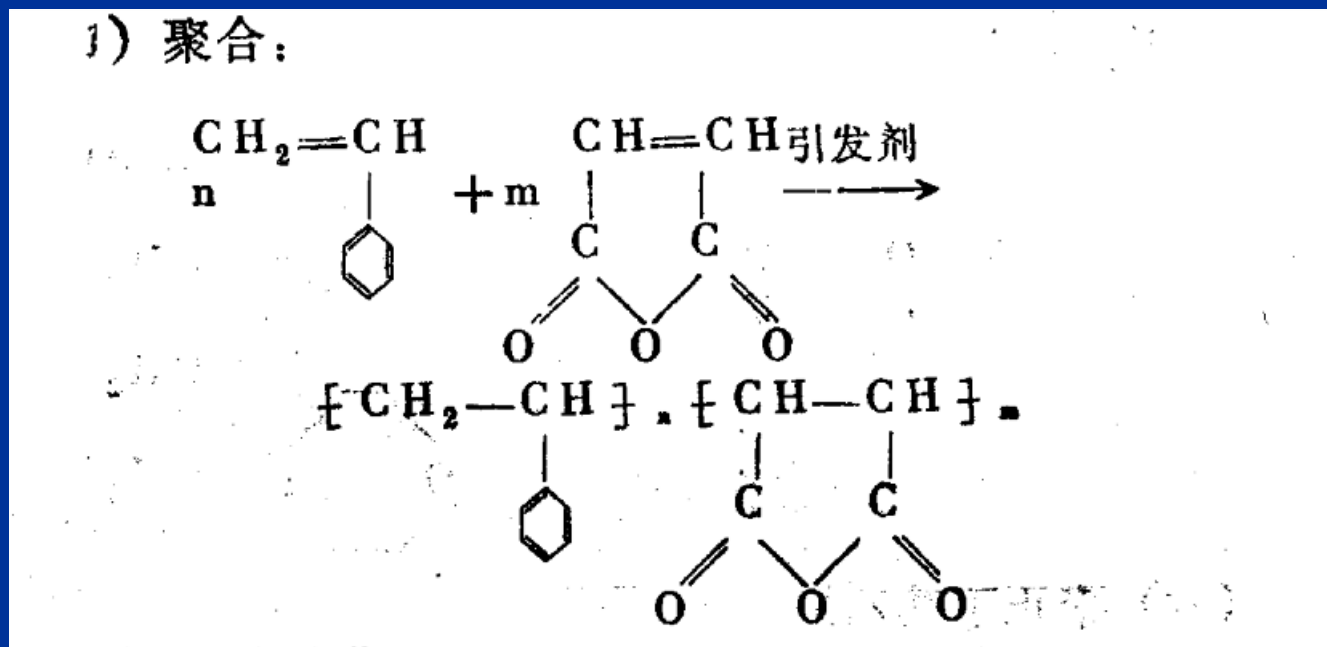
- $M=5\sim 10$ 万
- 具有分散功能的HSD正在研发中，没有工业化的产品。
- HSD抗剪切性能优异。增粘能力也很好，低温性较差。
- 如乙丙胶剪切稳定性指数 $SSI=25\%$ ，HSD只有25%、15%、10%（SSI 越小越好）。
- HSD对含蜡基础油和降凝剂没有影响。国外Lubrizol 和Infineum生产，国内无此产品。

- HSD的增粘能力强，使用HSD可以减少添加剂的用量，如以SSI为25%的无定型OCP的增粘能力为100%，则半结晶型OCP为138%，而Shell公司开发的星形聚合物SV260高达173%，这就意味着SV260比相同剪切稳定性的无定型OCP的增粘能力高出70%，即用量只有OCP的60%。
- 下表列出配制10W/40的汽油机油，用SG级复合剂，100℃粘度相同，相同的CCS（低温动力粘度），不同粘度指数改进剂用量的比较。

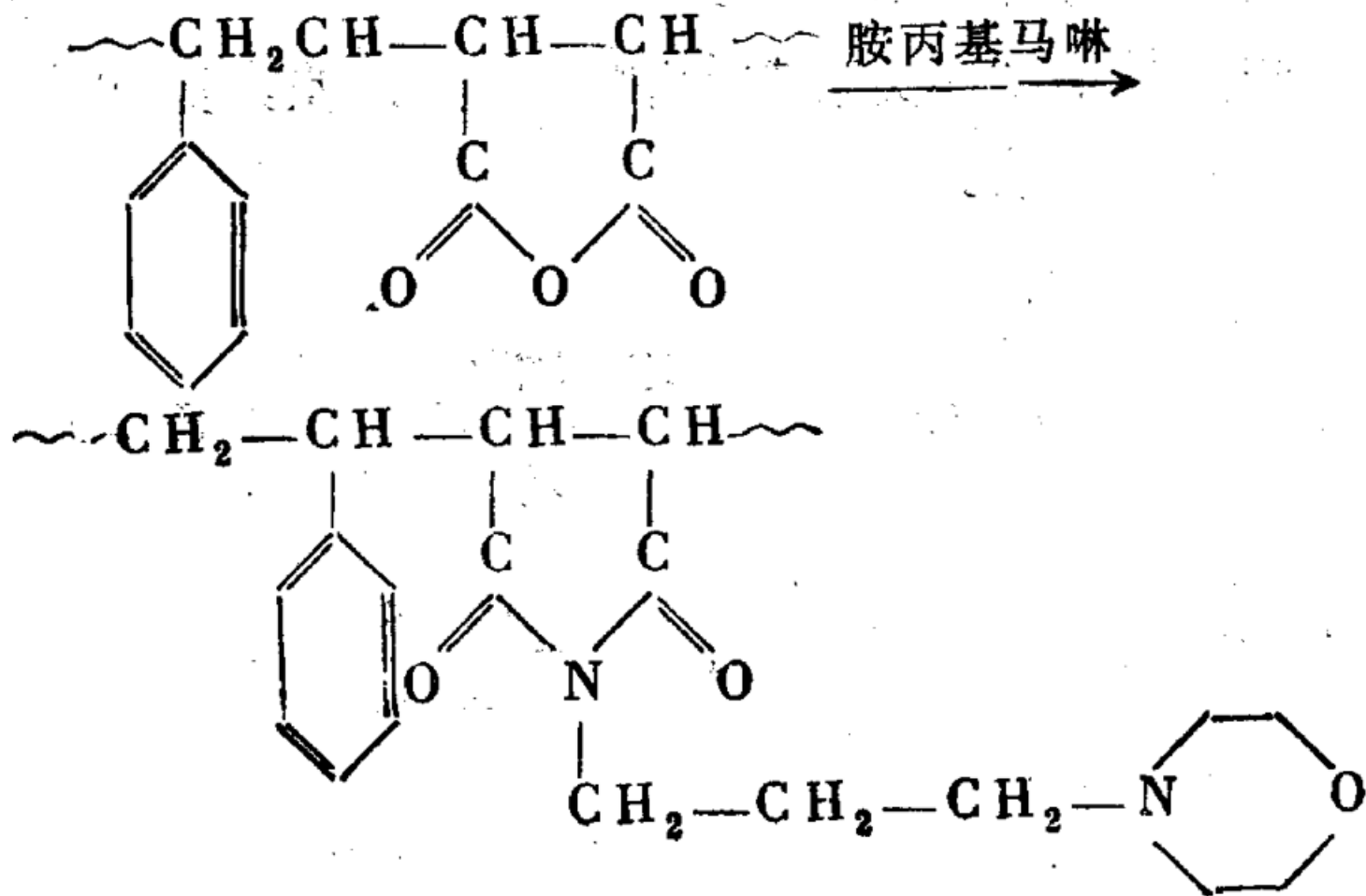
不同粘度指数改进剂用量的比较

干胶名称	无定型OCP	无定型OCP	半结晶型OCP	SV260 (星状)	SV250 (星状)	SV150 (嵌段)
干胶用量	0.92	1.18	0.96	0.74	0.98	1.08
SSI	39	29	24	25	15	10

- 五、苯乙烯聚酯
- 苯乙烯聚酯 (Styrene Polyester) 是Lubrizol公司生产的具有一定分散性的酯型粘度指数改进剂，低温性能较好，剪切稳定性较差，增粘能力也不好。
- 合成方法：

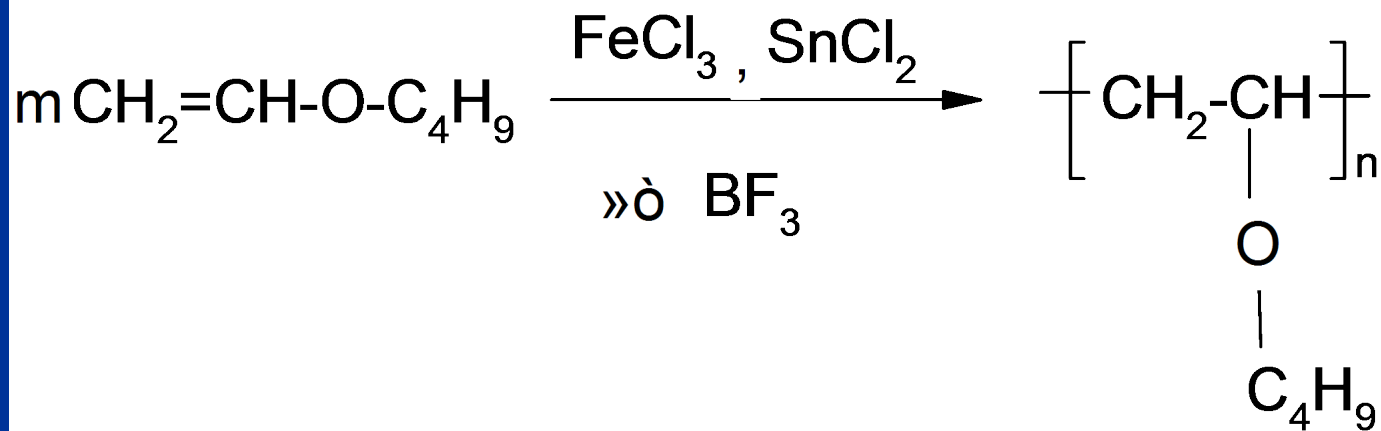
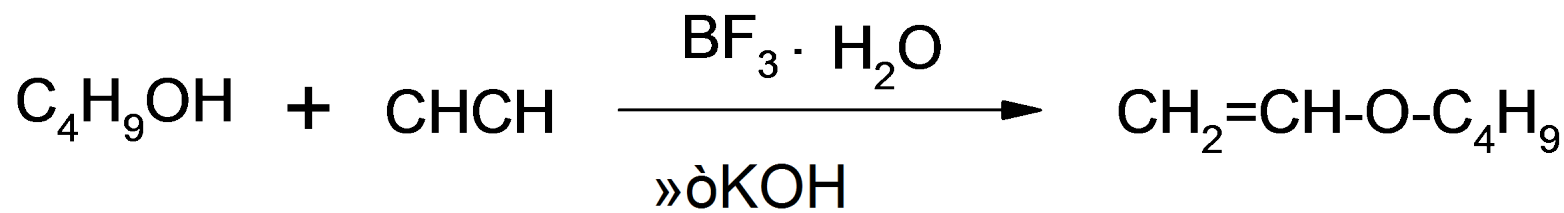


2) 部分胺化:



- 六、聚正丁基乙烯基醚（T601）
- 聚正丁基乙烯基醚（T601），又名维尼波尔，分子量约1万左右，剪切稳定性和低温性能较好，热稳定性和增粘能力较差，适用于液压油中，不适用于内燃机油中，前苏联生产。国内60年代生产，现在用量较少。

■ 合成方法:



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/416041211103010120>