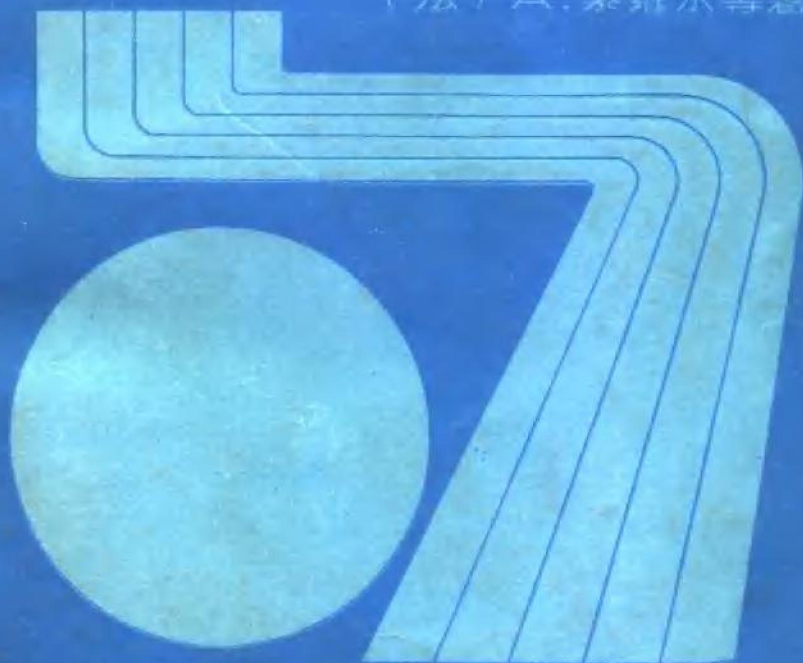


# 炼油和石油化工过程 可行性研究

(法) A. 索维尔等著



轻工业出版社

# 炼油和石油化工过程 可行性研究

〔法〕 A. 索维尔等著

李雅琴 傅天存 高敦仁 李家栋 译

程之光 郑世耀 校

烃加工出版社

**Manual of Economic Analysis  
of Chemical Processes  
Feasibility Studies in Refinery  
and Petrochemical Processes  
A. Chauvel等  
McGraw-Hill, Inc., 1981**

\*

**炼油和石油化工过程可行性研究**

〔法〕 A. 索维尔等著

李雅琴 傅天存 高敦仁 李家栋 译

程之光 郑世耀 校

烃加工出版社出版

妙峰山印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

850×1168毫米 32开本 13<sup>7</sup>/<sub>8</sub>印张 368千字 印1—3,000

1985年10月北京第1版 1985年10月北京第1次印刷

书号: 15391.19 定价: 3.55元

## 内 容 提 要

本书主要介绍炼油和石油化工过程的可行性研究。这个课题对于设计、建设、运转、经营一个新项目进行技术经济分析，研究最佳的技术经济指标，是非常必要的。本书是法国石油研究院在积累从科研到工业发展的经验的基础上，将其可行性研究中有关的资料汇集起来编写而成。全书分两部分。第一部分介绍了经济计算的原理，包括市场分析、统计和经济评价步骤，以及成本估算等；第二部分叙述了怎样把这些原则应用在工业和科研项目中。为便于读者实际使用，书中列举了应用例子，并在附录中提供了进行成本估算所需的设备选型和确定大小及价格的各种方法。

本书原文为法文，中译本系由英译本转译而成。

本书是一部指南性手册，可供从事炼油和石油化工过程可行性研究的专业人员参考和借鉴；对炼油和石油化工部门从事科研和设计等工作的技术人员也有一定的参考价值。

## 前 言

通过技术和经济分析，可对一个新工厂的前景提出具体的看法。如果这一工厂采用新技术，则这一研究不仅涉及负责工厂设计、建设和运转的工程公司和经营公司，并且涉及发明和开发新技术的机构。

进行一个新项目（新工厂、新工艺或新产品）的技术和经济分析时，如能对数据、基本假设和计算结果有一个全面的理解，则分析结果就能更准确地显示这一新项目的潜力。评价的内容应包括技术对比、新购设备的操作可行性、产品性质和为购置及维护设备所需的财政支出。另外，工业环境的要求也经常改变；所以为了检查以往的分析结果和提高预测的准确性，而进行新的分析时，应不断地把这类改变考虑进去。

评价一个生产项目时，必须首先考查工厂在其整个使用期限内的经济关系；例如必须预测原料和公用工程的供应情况，以及产品的市场。其次是确定技术路线——所需设备的类型和大小，它们的价格、效率、能耗和操作所需的工作动力。整个技术研究工作往往需要不同的专业部门来进行，工作重点根据项目的发展而转移；最后由工程和建设承包者，根据它们与委托单位之间的合同要求而绘制的工程图纸，订出“控制估算”来。

在评价的最后阶段，则根据选定的获利最优的操作准则，把经济预测和技术估算结合在一起，用来指导最后的决策。

本书中，在汇集常规的经济评价方法时，著者试图指出计算中各个不同方面的相对重要性，以及它们是否在不同程度上直接与过程技术本身有关、与产品性质有关、或者与公司的财政状况和经营方法有关。

据此，在本书的第一部分介绍了经济计算的原理，包括市场

分析、统计和经济评价步骤，以及成本估算等；在第二部分里叙述了怎样把这些原则应用在工业和科研项目中去。此外，在附录中提供了进行成本估算所需的设备选型和确定大小及价格的各种方法。

书中的全部计算都采用法国法郎作为共同基准，但为了读者的方便，在必要的地方都换算成美元（换算见图4-6）。所有的货币都是按进行研究的年份的价值，并以该年作为基准。我们无法对货币贬值的效应进行长期预测。采用浮动法郎的计算方法（即把现金流转校正到某年度的币值）所得结果太不确切，因而对评价一个项目没有任何使用意义。

书中的单位、公式和计算表格中的有关计算常数都采用公制（见附录十三）\*，这样，美国的分析工作者和工程师们可用公制单位，而不用美国惯用的单位作为计算时的参考。因此，书中的吨或其代号t乃是指公吨，即1,000公斤(2,200磅)。

---

\* 我们没有把cheval—vapeur (cv) 翻译成相当的英制单位，马力。但由于1 cv实际等于0.986马力，所以在估算中两者可通用。

# 目 录

前言

## 第一篇 经济评价的原理

第一章 市场研究	2
第一节 原料的可得程度	2
第二节 估计产品的可能价格	4
第三节 销售量的估计	9
第四节 结语	16
例一 苯的市场	16
一、调查研究的安排	16
二、结论	24
第二章 经济计算的要素	25
第一节 投资	25
第二节 固定费用	32
第三节 可变费用	42
第四节 劳务	46
第五节 操作费用和运转费用	47
第六节 工程项目的盈利性研究	48
例二 计算从C <sub>8</sub> 芳烃混合物中分离各个芳烃的利润	66
一、问题的提出	66
二、问题的解答	71
第三章 投资费用	75
第一节 投资的结构	75
第二节 估算方法的准确度	78
第三节 保持费用数据随时价而变动	80

第四节	厂址的影响	91
第五节	现有的估算方法	94
例三	应用费用指数法计算一个异丙基苯工厂的现 值投资	121
	一、问题的提出	121
	二、解答	122
<b>第二篇 应用：主要类型工业项目的估算</b>		
第四章	工业项目的费用估算	127
第一节	工业项目费用估算的特点	127
第二节	经济指标的选择	132
第三节	盈利性的计算	133
例四	对一个甲醛工厂的投资、操作费用和盈利性的 计算	168
	一、问题	168
	二、答案	169
例五	生产异丙基苯的界区内投资	172
	一、问题	172
	二、答案	173
第五章	科学研究项目的评价	179
第一节	目的和基础数据	179
第二节	评价研究项目的顺序	188
第三节	评价结果的分析	190
例六	对生产庚烯科研项目的盈利性计算	192
	一、问题	192
	二、评价的详细内容	199
附录		216
附录一	工艺设计估算：压力容器	217
	一、确定板式塔的大小	217
	二、填料塔计算	228



三、罐的尺寸 .....	235
四、求压力容器的价格 .....	237
附录二 工艺设计估算：反应器 .....	251
一、求反应器的大小 .....	251
二、求反应器的价格 .....	258
附录三 工艺设计估算：换热器 .....	261
一、管壳式换热器 .....	261
二、空气冷却器 .....	280
附录四 工艺设计估算：泵和压缩机 .....	287
一、泵 .....	287
二、压缩机 .....	297
附录五 工艺设计估算：驱动器 .....	310
一、电动机 .....	310
二、汽轮机 .....	315
附录六 工艺设计估算：加热炉 .....	317
一、加热炉的一般特性 .....	317
二、求加热炉的价格 .....	317
附录七 工艺设计估算：蒸汽喷射泵 .....	320
一、蒸汽喷射泵的计算 .....	320
二、求喷射泵的价格 .....	326
附录八 工艺设计估算：特殊设备 .....	327
一、选择干燥器和求其大小及价格 .....	327
二、结晶器 .....	334
三、蒸发器 .....	338
四、过滤机 .....	341
五、离心机 .....	344
六、破碎机和研磨机 .....	348
七、旋风分离器 .....	348
八、振动筛 .....	352
九、运输机 .....	355

十、仪表 .....	355
附录九 工艺设计估算：公用工程 .....	357
一、公用工程生产单元 .....	357
二、公用工程的分配 .....	363
三、其他系统工程 .....	364
附录十 工艺设计估算：储罐 .....	366
一、常压罐 .....	366
二、耐压储罐 .....	369
附录十一 工艺设计估算：反应热 .....	371
一、有机化合物的生成焓 .....	371
二、无机化合物的生成焓 .....	374
附录十二 常用表 .....	381
附录十三 各种设备的计算表格 .....	405
参考文献 .....	421

# 第一篇

## 经济评价的原理

---

# 第一章 市场研究

在对一个生产项目进行经济评价以前，必需对所得产品的市场展望有一定了解。制造一种产品首先须购进各种原料和化学品，然后把产品销售出去以获得利润，所以一方面要了解原料的供应情况及其售价，而另一方面要估计用户购买产品的偿付能力。因此应经常注意到原料和产品的可供数量与价格之间的关系。

## 第一节 原料的可得程度

原料的数量与价格关系可用下述含有多参数的例子来阐明。设有一家公司想在法国建设一座以丁烯-2为原料的工厂。丁烯-2的来源有如下四条途径：

- a. 向一家现有工厂购买；
- b. 从催化裂化的 $C_4$ 馏分中分离得到；
- c. 从生产乙烯与丙烯的蒸汽裂解所产的 $C_4$ 馏分中分离得到；
- d. 由正丁烷催化脱氢得到。

第一条途径是假设可从一家工厂取得其剩余量，丁烯-2的价格由其主要用途所规定。后二条途径是取自现有工厂的副产品，而最后一条途径需要建设一个新工厂。每一条途径各有其自己的约束条件。

如果决定购进丁烯-2，就须在原料价格中加上运输费用。如果使用 $C_4$ 馏分，则应在催化裂化或蒸汽裂解装置上添加丁烯-2的分离装置。如果采用催化脱氢，则要考虑正丁烷（由炼厂或天然气田来）的供应问题。

事实上单一的原料来源是不够的，必须准备有两个以上的来

源。因此对每一个来源既要考虑其成本，同时还要考虑其供应限量。

此外，从催化裂化和蒸汽裂解得到的C<sub>4</sub>馏分中丁烯-2含量各不相同，如表1-1所示，含量百分率变动范围在10~22%，所

表 1-1 C<sub>4</sub> 馏分的典型组成，重量%

化 合 物	来自生产乙烯的 蒸汽裂解装置	来自蒸汽裂解装置 并经过丁二烯抽提	来自炼油厂 催化裂化装置
C <sub>3</sub> 烃	—	—	2.3
正丁烷	1.3	2.1	16.0
异丁烷	0.3	0.5	25.1
丁烯-1	16.5	26.2	13.3
丁烯-2	10.0	15.9	22.1
异丁烯	34.2	54.2	20.0
1, 3-丁二烯	37.7	1.1	0.4
C <sub>5</sub> <sup>+</sup>	—	—	0.8
对装置进料的收率(重量%)	9.5—10.3	5—8	8—10

以它们的分离成本也各不相同。

为了便于把许多个别情况连系起来，可将原料的数量以价格作为函数来进行分类，并把价格最低的来源列在最前面。因此，丁烯-2在某一特定地点的供应情况可能如下：

可提供的量 $Q_1 = 20,000$ 吨/年， 价格 $P_1 = 560$ 法郎/吨；

可提供的量 $Q_2 = 20,000$ 吨/年， 价格 $P_2 = 680$ 法郎/吨；

可提供的量 $Q_3 = 10,000$ 吨/年， 价格 $P_3 = 720$ 法郎/吨；

可提供的量 $Q_4 = 40,000$ 吨/年， 价格 $P_4 = 1,000$ 法郎/吨。

各种情况的价格中都包括：

原始材料（C<sub>4</sub>馏分或正丁烷）的费用；

分离和提纯的费用；

从产地到用户的运费。

根据这些价格可以画出价格对数量的曲线（图1-1），并可求

出平均价格  $P_m$ 。

$$P_m = \frac{\sum Q_i P_i}{\sum Q_i}$$

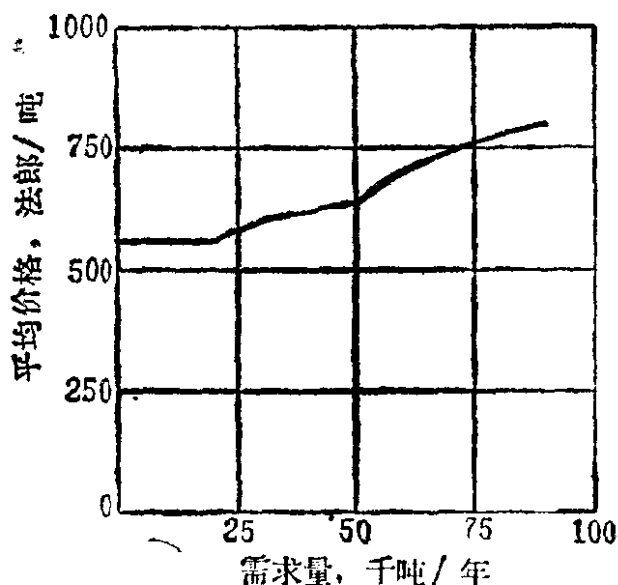


图 1-1 工厂的消耗量对丁烯-2 价格的影响

从这些数据可以得到不同数量原料的相应价格，从而可推算出丁烯-2转化装置经济上的最佳点。

如果能够把购进的几个  $C_4$  馏分集中到一个地点，在此情况下把丁烯-2 分离装置搞得大一些是有利的，因为这样可以得到较低的平均价格（假如这一设计工厂的产品销售是不成问题的）。

如果厂址不被限死，则选择最佳厂址时应把原料费用因素考虑进去。从理论上来说，处理这样的问题应列出许多方程式，利用计算机求得其最优解。但在化学工业中这种情况是很少有的，因工厂的位置往往取决于原有的设施或要照顾到临近港口、公路、铁路或输送管道等的特殊方便。

在认真分析原料的来源时，必须向生产厂家和运输部门询价，并估计其运输费用。

## 第二节 估计产品的可能价格

估计一种产品的市场时，所用的分析方法就与上节的分析方法有很大不同。本节的目的是测定一种产品能被市场所吸收的数量。知道了这一数量，就有可能确定新建装置的规模。然而，市场的吸收量取决于产品的售价，这又可分为两种情况：一种对象是老产品；另一种对象是新产品。

## 一、老产品

一种已广泛使用并拥有很多用户合同的老产品，虽然它的价格在某一段时间内，可能会有一些敏感性变化，但它的价格毕竟是可知的，而且相对地不受生产数量变化的影响。由于新装置总要在3~5年后才能投产，所以在经济评价中应预测这种老产品的未来价格。这是一件很细致的工作，即使预测近期价格变化的趋向及变化率也是一件不易的事。

图1-2和图1-3表示了美国某些化学品的过去价格变化。这些

图反映了由于大多数有机化学品的市场需求量稳步上升，并通过工厂规模的扩大与生产方法的改进，使操作成本不断下降，于是它们的价格也随之不断下降。有些经济学家为此稳步上升的市场趋势提出了外推的规律。例如有人认为如销售量增加一倍或二倍，价格约下降2/3。另一方法绘出从价格开始下降起，亦即从工厂开始提高生产效率

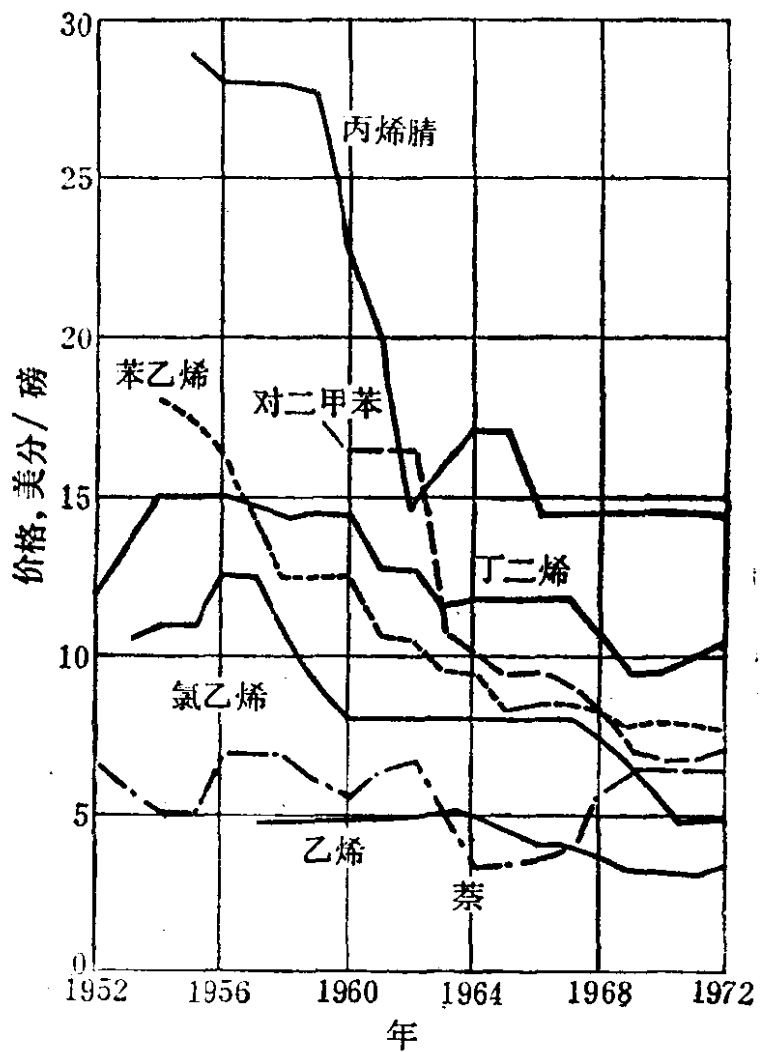


图 1-2 美国几种化学品的价格变化史

起，产品价格的变化图。图1-4表示了有机化学品价格的平稳下降，而且经过十五年后价格下降了50%以上。

不审慎的估计会使价格的外推得到谬误的结果，所以使用外

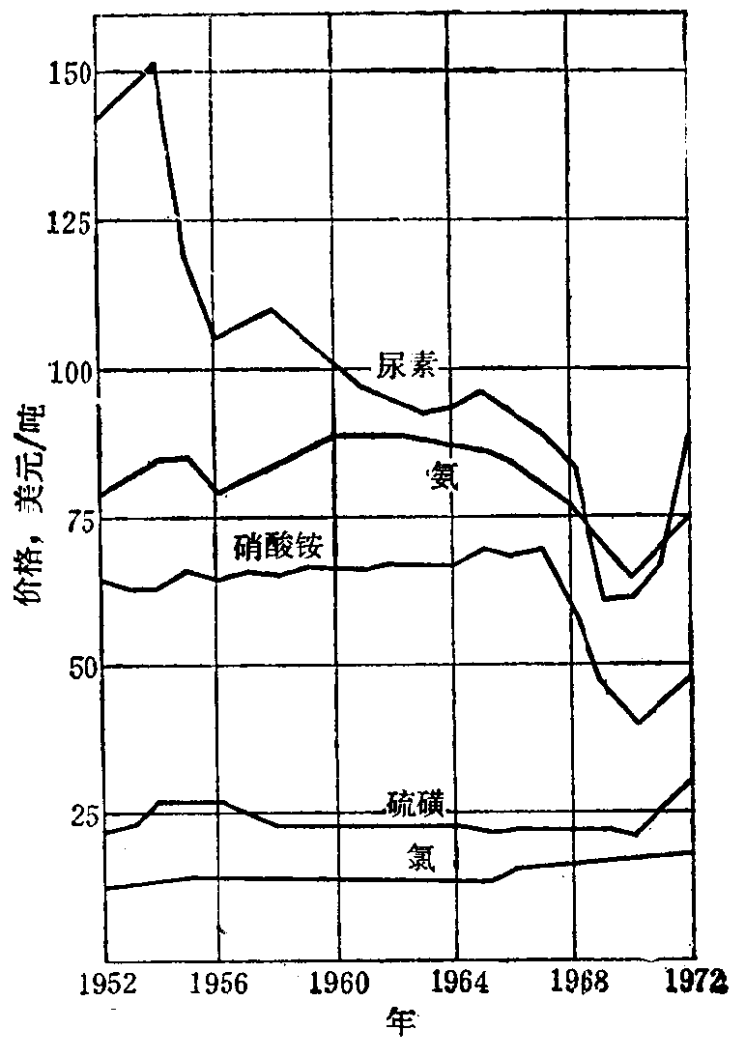


图 1-3 美国几种化学品的价格变化史

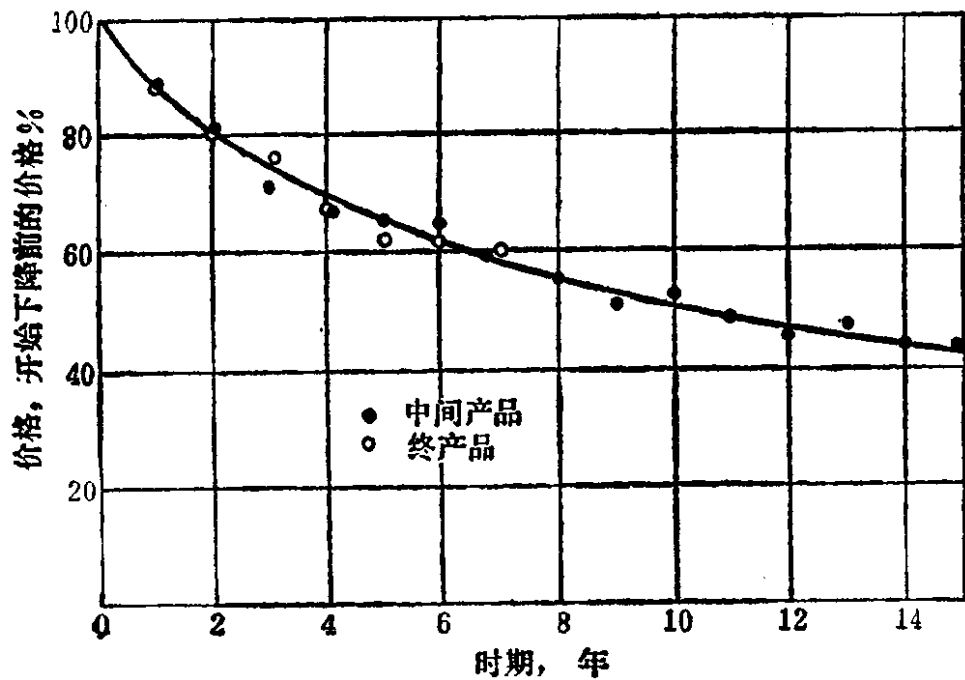


图 1-4 美国由于生产成本下降而形成的化学品价格趋势



推方法时需要对此产品进行深入的了解，需要了解的一些问题有如下几个：

a.对实际产量与已有的生产能力加以比较。如果生产能力大于需求量很多，这部分过剩的生产能力会导致价格平稳或甚至会激起价格下降；

b.决定目前最低价格的现有工厂边际利润；

c.生产成本中可预见的变化（如劳务费、能源费、冷却水费等增加）；

d.经济的总趋势（如生产力增长、通货膨胀等）。

由于没有可靠的方法来预测产品的价格，为了确保投资能得到利润起见，采用最为不利的情况是明智的。

## 二、新产品

一种新产品必须打入一个已经由其他按质定价的老产品建立的市场。一个建立起的市场（如塑料、橡胶等）往往可由每一产品的价格与销售量之间的关系来表示。如果新产品在一组产品中以优良的性能著称，则它就能与这一组中的其他产品竞争，而它的价格就可决定其市场的大小。

然而这种情况是很少见的，因每一种产品总具有某些使之容易被应用的独特性能。例如一种聚合物可能具有比同类产品更易制造的优点，或者它具有非常优异的性能而可以取代如木材或金属等材料，于是它就有可能开辟一个新市场。因此，应该对一个新产品进入的实际市场进行很慎重的研究，而不应仅对一部分由价格规定的市场进行了解。

这种细致研究可能得出产品在有关市场中的截然不同价格。假如有一种新产品可以与下列几种材料进行竞争：

a.实验室用的玻璃器皿；

b.制造医疗注射器的塑料；

c.瓷盘；

d.透明平板玻璃。

又假设上述用途在某一工业地区的特定区域市场中有下述销