

石化企业

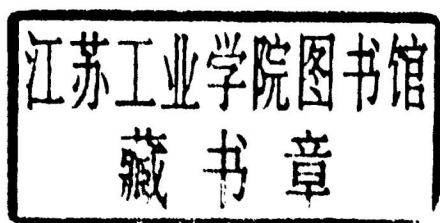


# 系统工程应用



中国石化总公司长炼企业管理协会  
湖南大学系统工程管理科学研究所

石化企业  
系统工程应用



中国石化总公司长炼企业管理协会  
湖南大学系统工程管理科学研究所

一九八四年十二月

# 序

当前，世界范围的新技术革命浪潮正在兴起。这“浪潮”将对每个国家、每个地区、每个单位，乃至每个家庭和每个人都有影响。党和国家领导人对此十分重视，作过许多重要指示，一再强调要不失机遇，“面向现代化，面向世界，面向未来”，迎接新技术革命的挑战。

新技术革命的挑战，不仅在科技领域，也包括经营管理领域，核心是提高经济效益。要在这场经济上、政治上的竞争中立于不败之地，借鉴经济技术发达国家的现代经营管理方法和经验，充分地发挥社会主义制度的优越性，有效地研究和开发新技术，生产现代化，管理现代化，就显得越来越迫切了。

管理现代化是开创社会主义现代化建设新局面的一项重要任务，是企业经营管理的发展趋势和必然要求，也是提高效率和效益、增强竞争能力的必要手段。我国人口多，底子薄，加上种种历史原因，科学技术和管理水平都要比发达国家落后好多年。要在较短的时间内取得较高的经济效益，缩短与先进国家的差距，学习、引进先进技术（包括管理技术），推行现代化管理势在必行。当然，我们所说的学习不是照搬照抄外国的东西，而是要根据我国国情，按照“以我为主，博采众长，融合提炼，自成一家”的原则，吸取人家的长处。所谓现代化管理离我们太远、外国“月亮”总比我国圆的形而上学、唯心主义的学习方法和模糊认识都在克服之列。

随着新技术革命的兴起，市场竞争必将愈来愈激烈。市场竞争的特点之一是产品的使用功能和产品质量问题，即所谓“物美价廉”。要使产品功能多、质量好，又物美价廉，取决于设计、制造者的科学技术水平。但是，光有先进的技术装备，没有与之相适应的先进管理方法和手段，仍然达不到预期的目的。简言之，就是先进的科学技术要有先进的管理方法，才能发挥其应有作用。这些显而易见的道理已逐渐被人们所承认。

伴随着科学技术的发展，人类在改造自然、改造社会的进程中，不断创造、发明了许多行之有效的管理技术和方法，当代正在迅速发展的系统工程就是其中之一。

系统工程是一门跨学科的泛学科，它把自然科学、社会科学中某些思想、理论、方法、策略和手段等，根据总体功能需要将系统中各要素综合有机地联系起来，把人们的生产、科研或经济活动有效地组织起来，应用数学方法和电子计算机等工具，对系统的构成要素、组织结构、信息交换和反馈控制等功能进行分析、设计、制造和服务，从而达到最优设计、最优控制和最优管理目标。

系统工程四十年代起源于美国，六十年代逐步被世界各国采用。我国推行、应用系统工程时间不长，但已受到普遍的重视和欢迎。著名科学家钱学森同志谈到系统工程重要作用时说：系统工程是一次伟大的革命，大约不亚于一百二十年前那次工业革命。它可以改造自然，改造、提高社会生产力，改造、提高国防力量，改造各种社会活动，改造国家的行政、法制等。一句话，可以改造全人类。

企业管理系统工程是系统工程的一个分支，它以系统工程的基本理论和方法，对企业管理系统进行最优规划、最优管理、最优控制的一门综合性的组织管理技术，目的是使企业获取最佳经济效益。

近年来，我们长岭炼油厂在强化传统管理的同时，推行和应用系统工程也进行了一些尝试，取得了可喜的成绩，并积累了一定的实践经验，使我厂管理素质不断提高，经济效益越来越好。但总的来说，与国家的要求和形势发展的需要尚有一定差距，不少问题仍在探索之中。

鉴于为了更好地与各单位相互交流学习体会和摸索有我国特色的现代化企业管理途径，我厂企业管理协会与湖南大学系统工程管理科学研究所共同编印了这本《石化企业系统工程应用》。书中的例子很不全面，而且还有不够完善的地方，有待于进一步修改和提高。

系统工程是一大门类技术的总称，可应用的范围很广，不但能用于工程、科研、企业、经济、军事、环境等部门，还能用于社会、教育、农业、交通运输、行政等领域。因此，我们愿意同各行各业一道，大胆实践，勇于探讨，为推行、应用系统工程科学作出应有的贡献。

**编 者**

一九八四年十二月

# 目 录

序

- 经济技术指标值的几种预测方法……………曾建国 (1)
- 需求、预测系统的数学模型分析……………熊昭琳 (13)
- 运用系统预测技术掌握市场发展趋势, 制定最佳产  
销方案……………徐兴明 (33)
- 试用回归预测技术预测一九八五年全厂利润情况…曾平建 (38)
- 催化剂分厂一九八五年销售量与利润的预测……………马禄才 (49)
- 大型成套设备系统可靠性的预测分析……………姜彦博 左晓芳 (60)
- 运用“量、本、利”方法分析我厂提高经济效益的  
途径……………周芳富 熊恢绪 吕国骅 (79)
- 系统工程在炼油厂生产经营中的几个应用实例……………阮力 (92)
- 决策与信息……………喻国英 (103)
- 产品开发过程中的决策分析与经济分析……………姜彦博 (108)
- 经济信息与经营决策……………龙鹏武 (127)
- 价值工程与科研决策……………马瑞祥 (136)
- 油品车间卸油状况分析……………吴观清 (142)
- 质量保证体系的理论与实践……………易华 唐湛 (148)
- 运用现代化管理方法, 扩大优质品生产, 提高企业  
经济效益……………刘海 (164)
- 搞好全面质量管理, 提高水质合格率……………朱来庭 (192)
- 陆运油品出厂质量保证体系的作用及其今后努力方  
向……………钟登琼 (200)

|   |          |       |
|---|----------|-------|
| 质量保证体系中的质量成本·····                                   | 易华 李硕 唐湛 | (207) |
| 从价值工程的角度看计量仪表的选用·····                               | 朱炳兴      | (215) |
| 用设备综合工程学的观点与方法分析我分厂411*、<br>412* 机泵的现状 & 更新问题 ····· | 王锡成      | (222) |
| 环形拉力器的价值分析·····                                     | 王怀社      | (228) |
| 应用优选法快速确定炼油厂污水溶液的最佳波长·····                          | 梁远文      | (246) |
| “c p”问题及其在管理系统中的应用·····                             | 苏衡彦      | (249) |
| 企业科技人员结构的系统分析·····                                  | 宣家骥      | (259) |

# 经济技术指标值的 几种预测方法

曾建国

在生产管理过程中，如何处理大量的错综复杂的数据，从中揭示某种随机变量的运动规律，是人们普遍关心的问题。本文试从生产经营管理的实际出发，运用现代管理技术，对成本和能耗指标的预测方法进行探讨，力求预测的科学性，以达到提高工作效率的目的。

在计划管理过程中，人们对下月（或明年）的经济技术指标值的预测，通常采用的方法是：根据上级主管部门下达的指标，结合本单位的生产实际，参考上月或去年同期的实际完成值，综合制订出下月计划指标。考虑指标订的是否合理，有无科学依据，其趋势怎样。无可靠性保证，将会给管理工作带来不便，从而影响最优化方案的决策速度。

运用数理统计工具来处理数据，既结合了常规方法的长处，又较好地弥补了短处，能使企业管理受益不浅。

## 一、成本预测

成本预测工作，首先要确定成本的函数关系式。然而在实际工作中，函数关系式是不容易建立的。因为影响总成本变化的因



素很多，诸如加工量、材料费、车间经费、设备折旧费、预提费等。怎样抓住主要影响因素，建立函数关系式？这是成本管理人员所关心的问题。

我们知道，总成本等于固定成本加变动成本，其固定成本不随生产量的变化而改变，变动成本是随生产量而变化的。因此，生产量的改变是影响总成本的主要因素。

假设总成本 $y$ 是生产加工量 $x$ 的函数，那么，建立了 $y = f(x)$ 方

表一 储动分厂月成本资料

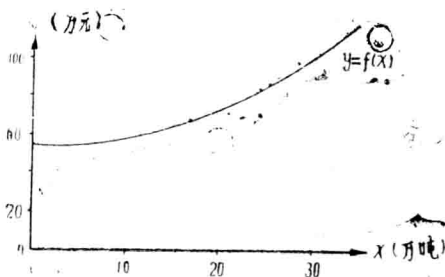
| 年  | 月  | 项 目     |         |
|----|----|---------|---------|
|    |    | 总成本 (元) | 出厂量 (吨) |
| 83 | 8  | 961632  | 284993  |
|    | 9  | 690854  | 225034  |
|    | 10 | 686386  | 243964  |
|    | 11 | 677287  | 176350  |
| 84 | 1  | 699900  | 211740  |
|    | 2  | 692000  | 245482  |
|    | 3  | 938400  | 261993  |
|    | 4  | 937900  | 239569  |
|    | 5  | 906900  | 262879  |
|    | 6  | 825600  | 247007  |
|    | 7  | 851900  | 256426  |

程式，就可以方便地描述它们之间的关系。

下面以我厂储运分厂的实际成本为例。

下表一为83年8月至84年7月的总成本和出厂量的数据，其中固定成本约为54万元。

根据表一中提供的数据作散点图，令总成本为  $y$ ，出厂量为  $x$ ，其总成本分布状况见图一。



图一中， $y = f(x)$  表现为一种非线性增长的趋向。根据已知条件，将固定成本数据标在  $y$  轴上，然后按诸点的运动趋向描出一条近似的曲线。

### 1. 经验公式法

设这条近似曲线可以用  $y = f(x)$  来描述，那么由  $y = f(x)$  得到的一系列  $y$  值 ( $y_1, y_2, \dots, y_n$ )，就可以近似地描述点子的运动状态。

因为曲线趋势近似于指数曲线的运动轨迹，且图形与  $y = ae^{bx}$  的曲线图形相似，故选用这个经验公式来描述点子的分布状况，即曲线方程式

$$y = f(x) = ae^{bx}, \text{ 且 } \begin{cases} a > 0 \\ b > 0 \\ x \geq 0 \end{cases}$$

上式曲线方程中，当  $x \rightarrow 0$  时， $y = f(x) = a$ ，所以  $a$  就是固定成本。

对曲线方程式取自然对数，则  $\ln y = \ln a + bx$

所以 
$$b = \frac{\ln y - \ln a}{x} \quad (1)$$

将 (1) 式取极限，则 
$$\lim_{x \rightarrow 0} b = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln y - \ln a}{x}$$

因为  $x \rightarrow 0$  时， $y = a$

因此 
$$\lim_{x \rightarrow 0} b = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln y - \ln a}{x} = \frac{1}{y} \quad (2)$$

又因  $y = a$ ，且  $a = 54$ ，代入 (2) 式解得

$$b = \frac{1}{54} = 0.01852$$

所以 曲线方程式  $y = 54e^{0.01852x}$

若需知道总成本的变化率，那么只需将对数方程式  $\ln y = \ln a + bx$  求导数，则曲线的平均斜率，就是总成本的平均变化率。

所以 总成本变化率  $= \ln y' = (\ln a + bx)'$

即 
$$\frac{1}{y} dy = b dx$$

所以 
$$dy/dx = by \quad (3)$$

(3) 式就是总成本的平均变化率公式，即边际成本公式。

## 2. 回归分析法

一般情况下，如工资费用、固定资产费用，人们很容易把这两种费用划为固定成本。但是有些费用，是很难将它区分为固定成本还是变动成本，并且把各种费用一笔一笔地按这两种成本归类，工作起来既麻烦、又容易出错。利用回归分析法就能很好地解决这一问题。

例如，我们就上例中已取得经验公式的基础上，令对数方程

$\ln y = \ln a + bx$  中的  $\ln y = y'$ ,  $\ln a = a'$ , 则曲线方程可化为线性方程式  $y' = a' + bx$  来求解, 从而得到  $a'$ 、 $b$  的近似值。

下面对表一中的数据作技术处理。见表二。

表二

| 项目       | y        | x        | ln y    | $x^2$     | $x \ln y$ | $\ln^2 y$ |
|----------|----------|----------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 1        | 96.1632  | 28.4993  | 4.566   | 812.2001  | 130.1291  | 20.8484   |
| 2        | 69.0854  | 22.5034  | 4.2353  | 506.403   | 95.3096   | 17.9378   |
| 3        | 68.6386  | 24.3964  | 4.2289  | 595.1843  | 103.1688  | 17.8836   |
| 4        | 67.7287  | 17.635   | 4.2155  | 310.9932  | 74.3405   | 17.7704   |
| 5        | 69.99    | 21.174   | 4.2484  | 448.3383  | 89.9546   | 18.0489   |
| 6        | 69.2     | 24.5482  | 4.237   | 602.6141  | 104.0107  | 17.9522   |
| 7        | 93.84    | 26.1993  | 4.5416  | 686.4033  | 118.9865  | 20.6216   |
| 8        | 93.79    | 23.9569  | 4.5411  | 573.933   | 108.7897  | 20.6261   |
| 9        | 90.69    | 26.2879  | 4.5074  | 691.0537  | 118.4913  | 20.3167   |
| 10       | 82.56    | 24.7007  | 4.4135  | 610.1246  | 109.0172  | 19.7571   |
| 11       | 85.19    | 25.6426  | 4.4449  | 657.5429  | 113.9775  | 19.479    |
| $\Sigma$ | 886.8759 | 265.5437 | 48.1796 | 6494.8006 | 1166.1755 | 211.2417  |

由表二得出,  $\bar{x} = 24.1403$ ,  $\bar{x}^2 = 582.7541$ ,  $\bar{y}' = (\overline{\ln y}) = 4.38$ 。

根据一元线性回归方程式  $\hat{y} = a + bx$  的  $a$ 、 $b$  值的求解公式。

$$\begin{cases} a = \bar{y} - b\bar{x} & a' = \bar{y}' - b\bar{x} \quad (a) \\ b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} & b = \frac{\sum xy' - n\bar{x}\bar{y}'}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \quad (b) \end{cases}$$

元素换元后

解回归方程之前，首先要计算相关系数，检验随机变量  $y$  和  $x$  是否相关，若相关，方可解方程；反之，则应寻找另一种求解途径。

### (1) 相关系数 $r$ 检验

由相关系数计算公式 
$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

得 
$$r = \frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum x_i^2 - n\bar{x}^2)(\sum y_i^2 - n\bar{y}^2)}} \quad (4)$$

(4) 式中，令  $y_i' = y_i$ ， $\bar{y}' = \bar{y}$ ，那么将所需数据代入 (4) 式。

得 
$$r = \frac{1166.1755 - 11 \times 24.1403 \times 4.38}{\sqrt{(6494.8006 - 11 \times 582.7541)(211.2417 - 11 \times 19.1844)}} = 0.7292$$

查相关系数检验表，当自由度为  $11 - 2 = 9$ 、 $\alpha = 0.05$  时，查得  $r_{01} = 0.602$ ； $\alpha = 0.01$  时，查得  $r_{02} = 0.735$ 。所以

$$\begin{cases} r > r_{01} & (y \text{ 与 } x \text{ 相关, 有 } 95\% \text{ 的把握}) \\ r > r_{02} & (99\% \text{ 的前提下, 相关不显著}) \end{cases}$$

由于  $r > r_{01}$ ，可见在  $\alpha = 0.05$  的前提下， $y$  与  $x$  显著相关。

### (2) 解回归方程式

将所需数据代入 (b) 式得

$$b = \frac{1166.1755 - 11 \times 24.1403 \times 4.38}{6494.8006 - 11 \times 582.7541} = 0.03664$$

再将  $b$  值代入 (a) 式得

$$a' = 4.38 - 0.03664 \times 24.1403 = 3.495$$

所以  $\hat{y}' = 3.495 + 0.03664x$  (5)

又因  $a' = \ln a$ , 因此  $a = e^{3.495}$ , 即  $a = 32.9645$

所以 曲线方程式  $y = 32.9645e^{0.03664x}$ 。

利用 (5) 式, 还可对全年成本完成情况建立控制图, 实行成本预控, 使总成本以 95% 的把握进入控制状态。

### 3. 加权平均法

加权平均法是在基础数据较少时, 为对下月预测值作出最快的决策, 而被人们通常所采用的方法。其方法, 对预测值的前三个月的数据, 要求分别任意地规定其权值, 然后加以平均, 从而得到下月的预测值。

$$\text{加权平均法公式 } y_4 = \frac{m_3 y_3 + m_2 y_2 + m_1 y_1}{m_3 + m_2 + m_1}$$

式中:  $y_4$ ——下月的预测值;  $y_3$ 、 $y_2$ 、 $y_1$ ——依次为本月、上月、再上月的实际数据;  $m_3$ 、 $m_2$ 、 $m_1$ ——为随意给定的权值, 且权值  $m_3 > m_2 > m_1$ 。

例如: 我厂储运分厂的月成本数据, 在 7、6、5 月, 分别为 85.19、82.56、90.69 万元, 现用加权平均公式预测 8 月份的生产成本。

首先规定权值  $m_3$ 、 $m_2$ 、 $m_1$  分别为 3、2、1, 根据公式解得

$$y = \frac{3 \times 85.19 + 2 \times 82.56 + 1 \times 90.69}{3 + 2 + 1} = 85.2291 \text{ (万元)}$$

运用加权平均法进行预测计算, 虽说简便, 但只适用于近期预测。

### 4. 数学期望法

当出厂量  $x$  为某一确定值时, 总成本  $y$  的预测值可能是  $y_1$ 、

$y_2 \cdots y_n$ ，其  $y$  就是人们经常提到的一种称为连续型的随机变量，它可能取的数值充满某一有限或无限的区间。

根据经验，从图一中分析，在生产平稳的条件下，当 8 月份的计划出厂量  $x$  为 24.8877 万吨时， $y$  的取值区间可能在 74~93.79 万元之间。在这个区间内，每个数值被取到的概率应是相等的，那么总成本  $y$  的预测值必须服从均匀分布。同理，单位成本  $\frac{y}{x}$  也服从均匀分布。

根据连续型随机变量的数学期望公式，

$$E(\xi) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) f(x) dx$$

得到 8 月份单位成本的数学期望为

$$\begin{aligned} E(\xi) &= \frac{1}{(93.79 - 74)} \int_{74}^{93.79} \frac{y}{24.8877} dy \\ &= \frac{(93.79)^2 - (74)^2}{(93.79 - 74) \times 24.8877 \times 2} \\ &= 3.37 \text{ (元/吨)}. \end{aligned}$$

数学期望法只描述了随机变量取值的期望（均值）。但仅知道这一点还不够。随机变量的取值如何在均值周围变化，它们的分散程度怎么样，这也是我们所关心的问题。

下面求随机变量的取值范围。

根据方差公式  $D(\xi) = E(\xi^2) - E^2(\xi)$ ，先求  $E(\xi^2)$

$$\begin{aligned} E(\xi^2) &= \frac{1}{93.74 - 74} \int_{74}^{93.79} \left(\frac{y}{24.8877}\right)^2 dy \\ &= \frac{(93.79)^3 - (74)^3}{(93.79 - 74) \times (24.8877)^2 \times 3} \\ &= 11.416 \end{aligned}$$

因为  $E^2(\xi) = (3.37)^2 = 11.363$

故  $D(\xi) = 11.416 - 11.363 = 0.053$

所以 均方差  $\sqrt{D(\xi)} = \sqrt{0.053} = 0.23$

所以单位成本的取值范围为  $(3.37 + 0.23, 3.37 - 0.23)$ ，  
即随机变量的取值在  $(3.6, 3.14)$  之间。

故 8 月份的总成本预测值的取值范围为  $(3.6 \times 24,8877, 3.14 \times 24,8877)$

即  $(89,5957, 78,1474)$ 。

### 5. 预测方法的比较

下面将 4 种预测值进行比较，列表如下：

表三

| 项<br>目<br>数<br>据<br>方<br>法 | 预 测 值       |             |      | 总成本波动范围        |
|----------------------------|-------------|-------------|------|----------------|
|                            | 出厂量<br>(万吨) | 总成本<br>(万元) | 单位成本 |                |
| 经验公式                       | 24.8877     | 85.6187     | 3.44 | 83.608~80.4497 |
| 回归分析                       | "           | 82.0512     | 3.30 |                |
| 加权平均                       | "           | 85.2291     | 3.42 |                |
| 数学期望                       | "           | 83.8715     | 3.37 |                |

8 月份实际出厂量为 24.7688 万吨，实际总成本为 88.8925 万元。

根据表三中提供的数根结合实际成本完成情况分析如下：

#### (1) 数学期望法

把波动范围的上限作为计划总成本指标的上限来考虑，是比较切合实际的，因为这个指标一旦被突破，则表示企业的经营管理未达到期望水平。所以用上限值乘以计划降低率作为计划指



标，可以促进企业的经营管理水平自觉地进入期望的范围，从而提高整个企业的经济效益。

波动范围内的下限值是衡量企业在此条件下，经营管理达到期望时的最好水平，其总成本最低，经济效益最大。亦可认为，是在此条件不变的前提下，企业努力挖掘潜力，其总成本有降低趋势时的极限值。

### （2）经验公式法和加权平均法

运用这两种方法计算得到的预测值，可以作为企业的总成本计划指标。根据历史资料数据，若生产平稳，成本影响因素无多大变化，其指标是可以完成的。因此，计划部门或成本管理人员根据经验公式作计划预测时，可结合期望波动的范围来考虑。同时还应考虑近期成本完成情况。这样，通过多种方法的考虑得到的预测值，其可靠性和科学性才有保证。

### （3）回归分析法

回归分析得到的预测值，可作为力争指标值。利用控制图对成本实行全面控制，充分调动各职能部门的积极性，一旦发现潜在的问题，应立刻采取行动校正偏差，使之能够按照计划行动，保证总成本完成值在计划控制范围内，从而达到提高企业经营管理水平的目的。

## 二、能耗预测

目前国际上把节约能源列为“第五个常规能源”，与煤炭、石油、天然气、水电汽等四大常规能源并列。这充分说明了节约能源在国民经济发展中的地位和作用是十分重要的。因此，开展能耗预测分析，以提高能源利用率，是企业能耗管理的主要内容之一。

下面以我厂精馏分厂的实例进行探讨，表四为80年~84年的每月能耗数据。