高等学校规划教材

MeiKuang Qiye Xiandai Guanli Anli

巩维才　穆忻普　主编　　聂　锐　副主编

煤矿企业现代管理案例

中国矿业大学出版社

高等学校规划教材
煤矿企业现代管理案例

高等学校规划教材

煤矿企业现代管理案例

主　编：巩维才　穆忻普
副主编：聂　锐

中国矿业大学出版社

(苏)新登字第 010 号

内 容 提 要

《煤矿企业现代管理案例》一书包括：预测与决策、量本利分析、线性规划、目标规划、价值工程、目标管理与目标成本、正交试验、系统工程与图论、全面质量管理、模糊数学、网络计划技术及技术经济分析等现代化管理方法在煤矿企业中的应用案例。为了方便读者，我们对每种现代化管理方法的基本原理作了简要叙述，在每章后边附有案例思考题。

本书可供高等院校管理专业师生教学参考，也可供现场管理干部自学参考。

高等学校规划教材

煤矿企业现代管理案例

主编　巩维才　穆忻普

副主编　聂　锐

中国矿业大学出版社出版

新华书店经销　中国矿业大学印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16　　印张 19　　字数 457 千字

1993 年 3 月第一版　1993 年 3 月第一次印刷

印数 1—3000 册

ISBN7-81021-746-1

F・113　　定价：4.90 元

前　　言

“案例教学”是理论联系实际、启发、开拓学生思路的一种行之有效的教学方法。为了满足煤炭系统高等学校和中等专业学校案例教学的需要，我们编写了《煤矿企业现代管理案例》。

本书中的“案例”集中在对现代管理方法的应用。为了让读者更好地掌握各种现代管理方法的基本理论，在每章第一节对该章所用方法作简单介绍。本书在编写过程中参考了部分本科生和研究生的毕业论文，现场同志为本书的编写提供了大量资料，尤其是铜川矿务局霍世昌局长还亲自参加了部分案例的编写工作，在此一并致谢。另外，对编写过程中取用和缩写了一些公开发表过的实例，书中已予以注明。

本书第一、五章由聂锐编写；第二章由李新建、巩维才编写；第三章由庞国钊、霍世昌编写；第四、十一章由巩维才编写；第六至十、十二章由穆忻普、闻玉环编写。全书由巩维才、穆忻普总纂、整理。

由于作者水平所限，书中缺点与错误难免，敬请读者提出宝贵意见。

作者

1992.3

目　　录

第一章　经营预测与决策

第一节　经营预测的基本原理及方法

一、经营预测

1. *经营预测的原理*

经营预测是对企业未来生产经营状况的发展趋势进行估计和判断。按预测事件的结果表现为对事物(企业)的发展作出方向性或是定量上的描述。它可分为定性预测和定量预测两类。定性预测是依据一定的经济理论,对预测事件的因果关系作出解释和分析,通过逻辑思维,推断事件的未来趋向;定量预测则是在数学理论指导下,利用统计数据,通过一定数学模型反映事件发展变化的规律性,并把预测结果用数据描述出来。

回归分析是企业生产经营活动中最常用的方法之一,其目的在于求取具有因果关系的若干变量之间的关系。根据企业生产经营活动中客观存在常有的因果关系,可分别选用一元线性回归、一元非线性回归和多元线性回归。

1) 一元线性回归

设 x 与 y 分别为自变量和因变量。其统计样本数据为 $x_1,x_2,\cdots,x_n$ n 个数据,对应因变量为 $y_1,y_2,\cdots,y_n$ n 个数据。其散点图如图 1-1。

x 和 y 之间的关系可精确地表示为

$$y_i = b_0 + bx_i + u_i(x_i) \quad (i = 1,2,\cdots n)$$

式中 y_i 和 x_i 两个变量之间的关系常常要受到一些因素的影响,式中 $u_i(x_i)$ 表示这种影响的大小,称之为干扰量。b_0、b_1 为回归系数或参数,它决定了回归线的状态。运用一元线性回归模型时,用 $\hat{y}_i=b_0+b_1x_i$ 近似地表示:

$$y_i = b_0 + b_1x_i + u_i(x_i)$$

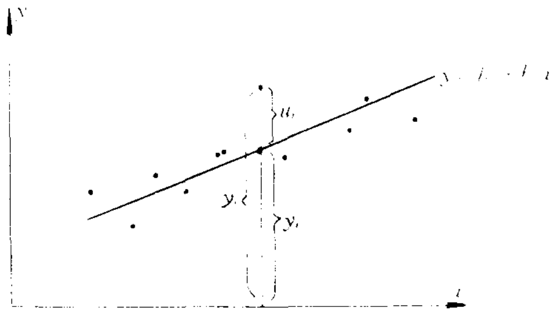

图 1-1　$x-y$ 散点图

其误差为的平方和为

$$\sum_{i=1}^{n} u_i^2(x_i) = Q = \sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^{n}(y_i-b_0-b_1x_i)^2$$

为使回归模型误差最小,则分别对参数 b_0,b_1 求偏导,并令其为零:

$$\frac{\partial Q}{\partial b_0} = -2\sum_{i=1}^{n}(y_i - b_0 - b_1x_i) = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial b_1} = -2\sum_{i=1}^{n}(y_i - b_0 - b_1 x_i)x_i = 0$$

移项整理为

$$\begin{cases} nb_0 + b_1 \sum\limits_{i=1}^{n} x_i = \sum\limits_{i=1}^{n} y_i \\ b_0 \sum\limits_{i=1}^{n} x_i + b_1 \sum\limits_{i=1}^{n} x_i^2 = \sum\limits_{i=1}^{n} x_i y_i \end{cases}$$

联立方程求解 b_0、b_1，得

$$b_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i - b_1\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i\right) = \bar{y} - b_1\bar{x}$$

$$b_1 = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} x_i y_i - \frac{1}{n}\left(\sum\limits_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum\limits_{i=1}^{n} y_i\right)}{\sum\limits_{i=1}^{n} x_i^2 - \frac{1}{n}\left(\sum\limits_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

2）一元非线性回归

直接对非线性方程回归比较困难，一般是设法将非线性方程作线性处理后，再用一元线性回归的方法确定回归的参数。

如 x 和 y 变量之间存在指数函数关系，可用取对数的办法使其线性化。即设

$$y = De^{b}1x$$

等式两边取对数得

$$\ln y = \ln D + b_1 x$$

令 $Y=\ln y, b_0=\ln D$，则有线性方程：

$$Y = b_0 + b_1 x$$

这便可进行一元线性回归计算回归参数 b_0, b_1。

其 x 和 y 有如下关系，即

$$y = b_0 + \frac{b_1}{x}$$

可令 $\frac{1}{x}=X, y=Y$ 则

$$Y = b_0 + b_1 X$$

其他一些非线性方程，均可以通过适当地变换，使其成为一元线性方程进行回归。

3）多元线性回归

若因变量 y 与若干个自变量 x_1、$x_2, \cdots, x_n$ 存在线性关系，即

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \cdots + b_n x_n$$

每个 x_i 均有 m 个统计样本值$(x_{i1}, x_{i2}, \cdots, x_{im})y$ 有 $y_1, y_2, \cdots, y_m m$ 个统计样本值。则可以将上式写成矩阵式：

$$\mathrm{Y} = \mathrm{XB} + \mathrm{U}$$

式中 U 为干扰向量，为回归系数的向量。

$$\mathrm{U} = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_m \end{bmatrix} \qquad \mathrm{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix}$$

$$
B=\begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \qquad X=\begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & & \cdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}
$$

用 Y＝XB 近似表示 Y＝XB＋U，有以下运算：

$$X^TY=X^TXB$$

$$(X^TX)^{-1}XY=(X^TX)^{-1}(X^TX)B$$

则
$$B=(X^TX)^{-1}(X^TX)$$

即通过矩阵运算便可确定回归参数 $b_0,b_1,\cdots,b_n$。

由上可见，只要给定一个(或多个)自变量 x 和因变量 y 的一组数据，都可以用回归方法得到一个具体的回归方程，即预测模型。那么，这回归方程在多大程度上反映了 x 和 y 的关系或说用该数学模型进行预测时，可靠性如何？在数学上需进行检验。

4) 检验方法

(1) 相关性检验。对于一元线性回归方程，x 与 y 的线性相关性、可用相关系数 γ 反映，其计算公式为

$$\gamma=\frac{L_{xy}}{\sqrt{L_{xx}L_{yy}}}$$

式中
$$L_{xy}=\sum_{i=1}^{n}x_iy_i-\frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}x_i)(\sum_{i=1}^{n}y_i)$$

$$L_{xx}=\sum_{i=1}^{n}x_i^2-\frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}x_i)^2$$

$$L_{yy}=\sum_{i=1}^{n}y_i^2-\frac{1}{n}(\sum_{i=1}^{n}y_i)^2$$

相关系数 γ 的绝对值越接近 1，说明回归方程中 xy 的线性关系强；否则，线性关系弱。用相关性较大的回归方程作为预测模型，其预测结果较准确。反之，预测结果不准确。

对于一元非线性回归方程，x 与 y 的相关性系数 R 的计算式为

$$R=\sqrt{1-\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\hat{y})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}}$$

对于多元线性回归方程，若干自变量 x 与 y 之间的相关性系数 R 的计算式为

$$R=\sqrt{\frac{B^TX^TY-n\bar{Y}^2}{Y^TY-n\bar{Y}^2}}$$

(2) t 检验。t 检验主要是检验自变量是否有显著影响，就是能否以 x 的变化来解释 y 的变化。对一元线性回归方程，t 检验的计算公式为

$$t=\frac{b_1}{s_{b_1}}$$

式中
$$S_{b1}=\sqrt{\frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\hat{u}_i^2}{\sum_{i=1}^{n}x_i^2-n\bar{x}^2}}$$

计算出 t 值后，查 t 分布表（一般设 $\alpha=0.05$，即在 95%的置信区间），当计算值大于表中相应的值时，即为显著的，否则，为非显著的，需重新选择自变量。

对于一元非线性回归方程，t 检验的计算公式为

$$t=|\hat{b}|\sqrt{\frac{(n-2)\cdot\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2-\hat{b}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}}$$

式中 n——统计样本个数；

$\hat{b}$——回归方程参数；

2——变量个数。

对于多元线性回归方程，t 检验的计算公式为（设有两个自变量）

$$t_{b1}=\frac{b_1}{\sqrt{C_{11}S^2}}$$

$$t_{b2}=\frac{b_2}{\sqrt{C_{22}S^2}}$$

式中

$$S^2=\frac{Y^TY-B^TX^TY}{n-P-1}$$

C_{ii}为矩阵$(X^TX)^{-1}$主对角线第 i 次。

2. 经营预测的步骤

进行经营预测，特别是定量预测，应遵循一定的预测步骤：

第一步，确定预测目的。预测目的决定预测对象、内容、时间以及预测方法的选择。

第二步，收集整理资料。将与预测有关的历史统计资料数据尽量收集齐全，并对其进行分析、整理、综合、取舍等。

第三步，建立数量经济模型。根据分析，运用一定的数学方法，建立起预测对象和有关因素之间的预测模型。

第四步，估计参数。利用数据资料，采用数学运算（如回归分析法运算），估计模型中各参数的具体值，从而确定具体的预测模型。

第五步，验证所建模型的正确性。一般可采用试验或数学证明两种，以验证预测结果的可靠性。否则需加以修正。

第六步，进行预测。用经过验证并修正后完善的数学模型，按要求进行实际预测。

3. 预测方法的应用范围及条件

预测作为一门技术，具有广泛的应用范围，在企业生产经营活动中，它几乎可应用于各个领域。从预测内容上看，可进行市场需求预测，价格预测，成本预测，劳动生产率预测，生产能力预测，产量预测，固定资产流动资金、劳动力、生产技术等变化发展趋势的预测。从预测时间上看，可进行短期、中期、长期等预测。

在使用各种预测方法时，特别是定量预测，应注意各种方法的使用条件。如运用回归分析法时，应具有真实、充足的统计数据，而且数据的变化的规律性较强；同时，应注意这种方法的预测周期，一般不宜过长；还应注意定量计算与定性分析相结合，对计算结果根据多变的实际情况加以适当地修正。

第二节 案　　例

［案例 1－1］利用回归分析法确定矿井的原煤成本

一、应用条件

某煤炭工业公司对所属 32 对矿井利用回归分析法确定不同矿井合理的原煤吨煤成本。由于该公司 32 对矿井在自然条件、生产技术、劳动力结构不同，因此，矿井的各项消耗性指标也不相同。即在不同自然条件、生产技术和劳动力结构指标的情况下，寻求对应的吨煤成本指标。为寻求这个关系，首先将矿井的自然条件、生产技术与劳动力结构予以量化，据此确定该公司 32 对矿井的自然条件指标、生产技术指标、劳动力结构指标。运用专家评价法和综合评分法，对上述 3 大类指标进行综合评价，并计算出各矿井的综合评价值。由此得出表 1-1。

表 1-1

矿井代号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
矿井综合评价值，(x)	49.08	60.87	52.21	43.43	47.04	48.99	41.10	69.04	34.86
原煤吨煤成本	59.89	82.66	50.39	45.48	44.21	55.65	39.12	83.79	34.03

矿井代号	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
矿井综合评价值，(x)	32.96	41.17	34.96	31.27	41.08	30.22	31.08	19.29	24.27	25.29	22.73
原煤吨煤成本	33.45	40.44	26.22	27.36	35.80	28.37	27.08	22.49	23.93	28.85	27.41

矿井代号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
矿井综合评价值，(x)	28.25	34.75	28.47	24.77	43.64	19.06	35.72	32.95	40.33	35.50	47.37	34.79
原煤吨煤成本	27.03	32.28	30.90	23.30	34.25	26.21	33.05	25.34	33.49	29.25	44.23	32.39

根据该表数据可作出原煤成本与评价值之间的散点图，见图 1-2。

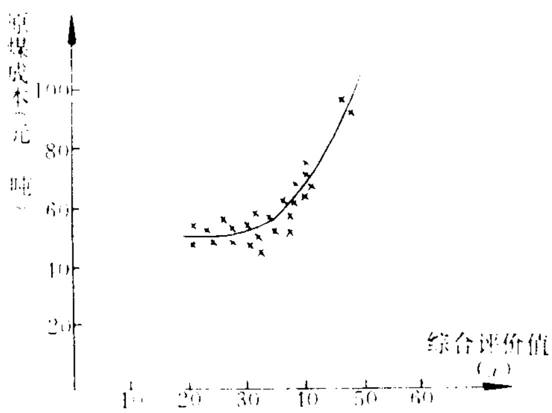

图 1-2　原煤与综合价值关系图

由于散点图图象的分布呈二次曲线变化，所以可以分别考虑以指数曲线和抛物线作为回归方程。

二、应用步骤

（一）用指数函数回归

1. 指数函数模型为

$$\tilde{y} = \hat{D}e^{\hat{b}x}$$

将上式取自然对数得

$$\ln\tilde{y} = \ln\hat{D} + \hat{b}x$$

令　$\tilde{y}=\ln\tilde{y}$　$\hat{a}=\ln\hat{D}$ 则得

$$\tilde{y} = \hat{a} + \hat{b}x$$

2. 确定常数 $\hat{a}$、$\hat{b}$

由一元线性回归分析可知：

$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b}\bar{x}$$

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^{m}(x_i y_i - m\bar{x}\bar{y})}{\sum_{i=1}^{m}x_i^2 - m\bar{x}^2} = \frac{\sum_{i=1}^{m}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{m}(x_i - \bar{x})^2}$$

式中：$\bar{x}=\frac{\sum_{i=1}^{m}x_i}{m}$， $\bar{y}=\frac{\sum_{i=1}^{m}y_i}{m}$， m(样本数)=32

列表计算 x^2,y^2,见表 1-2。

表 1-2

矿井代号	矿井综合评价值 x	吨煤成本对数 $\ln(Y)=y$	x^2	y	xy
1	49.08	4.01	1606.41	16.04	160.72
2	60.87	4.41	3705.16	19.49	268.44
3	52.21	3.92	2725.88	15.36	204.66
4	43.43	3.82	1886.16	14.57	165.90
5	47.04	3.79	2212.76	14.36	178.28
6	48.99	4.02	2400.02	16.15	196.94
7	41.10	3.67	1689.21	13.44	150.84
8	69.14	4.43	4780.34	19.61	306.29
9	34.86	3.53	1217.31	12.44	123.06
10	32.96	3.51	1086.36	12.32	115.69
11	41.17	3.70	1694.97	13.69	152.33
12	34.96	3.27	1222.20	10.67	103.50
13	31.27	3.31	977.81	10.95	114.32
14	41.08	3.58	1687.57	12.80	147.07
15	30.22	3.35	913.25	11.19	101.24
16	31.08	3.30	965.97	10.88	102.56
17	19.29	3.11	372.10	9.69	59.99
18	24.27	3.18	589.03	10.08	77.18
19	25.29	3.36	639.58	11.30	84.97
20	22.73	3.31	516.65	10.96	75.24
21	28.25	3.30	798.06	10.87	93.23
22	34.75	3.47	1207.56	12.07	120.58
23	28.47	3.43	810.54	11.77	97.65
24	24.77	3.15	613.55	9.91	78.03
25	43.64	3.53	1904.45	12.49	154.05
26	19.06	3.27	363.28	10.67	62.33
27	35.72	3.50	1275.92	12.24	125.02

矿井代号	矿井综合评价值 x	吨煤成本对数 $\ln(Y)=y$	x^2	y	xy
28	32.95	3.23	1085.70	10.45	106.43
29	40.33	3.51	1626.51	12.33	14[illegible].56
30	35.50	3.38	1260.25	11.40	11[illegible].99
31	47.37	3.80	2243.92	14.36	180.01
32	34.79	3.48	1210.34	12.10	12[illegible].07
Σ	1177.67	113.63	47288.85	406.93	4289.15

通过计算求得参数 $\hat{a}$,$\hat{b}$：

$$\hat{b} = \frac{107.32}{3948} = 0.02718$$

$$\hat{a} = 3.55 - 0.02718 = 2.55$$

则 $\tilde{y}=2.55+0.02718x$,取反对数得：

$\tilde{y}=12.642e^{0.02718x}$

3. **显著性检验**

取 $\alpha=0.05$(95%置信度)

$$t = |\hat{b}| \sqrt{\frac{(m-2) \cdot \sum_{i=1}^{m}(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{m}(y_i - \bar{y})^2 - \hat{b}^2 \sum_{i=1}^{m}(x_i - \bar{x})^2}}$$

$$= 0.02718 \times \sqrt{\frac{(32-2) \times (3948.02)^2}{3.44 - 0.02718^2 \times 3948.02}} = 12.93$$

查表得：

$$t_{\frac{\alpha}{2}}(m - \alpha) = t_{0.025}(30) = 2.0423 \ll t = 12.93$$

即回归的效果是显著的。其相关系数为

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^{m}(y_i - \tilde{y})^2}{\sum_{i=1}^{m}(y_i - \bar{y})^2}} = 0.940$$

其相关系数接近于 1,回归效果较好。

(二) 用抛物线回归

1. **抛物线数学模型为**

$$\tilde{y} = \hat{b}x^2 + \hat{a}$$

令 $z=x^2$ 则

$\tilde{y}=\hat{b}z+\hat{a}$

同上述方法确定参数 $\hat{b}$,$\hat{a}$ 式一样,得表 1-3。

表 1-3

矿井代号	$z(x)^2$	y	z^2	y^2	zy
1	2408.85	54.89	5802558.3	3012.9	132221.8
2	3705.16	82.66	13728210.6	6832.7	306268.5
3	2725.88	50.39	7430421.8	2539.2	137157.1
4	1886.16	45.48	3557599.5	2068.4	85782.6
5	2212.76	44.21	4896306.8	1954.5	97826.1
6	2400.02	55.65	5760096	3096.9	133561.1
7	1689.21	39.12	2853430.4	1530.4	66081.9
8	4780.34	83.79	1481843.6	702.08	400544.7
9	1217.31	34.03	1180178.1	1158.	41425.1
10	1086.36	33.45	2872923.3	1118.9	36338.7
11	1694.97	40.44	1493772.8	1635.4	68544.6
12	1222.20	26.22	956112.4	687.5	32046.1
13	977.81	27.36	2847892.5	748.6	76752.9
14	1687.57	35.80	834025.6	1281.6	60415
15	913.25	28.37	933098	804.9	25908.9
16	965.97	27.08	2285165.5	733.3	26158.5
17	372.10	22.49	1138458.4	505.8	8368.5
18	589.03	23.93	346956.3	572.6	14095.5
19	639.58	28.85	409062.6	832.3	18451.9
20	516.65	29.41	226927.2	715.3	14161.4
21	798.06	27.03	636899.8	730.6	21571.6
22	1207.56	32.28	1458201.2	1042	38980
23	801.54	30.9	642466.4	954.8	24767.6
24	613.55	23.3	376443.6	542.9	14295.7
25	1904.45	34.25	3626929.8	1173.1	65227.4
26	363.28	26.21	131972.4	687	9521.6
27	275.92	33.05	76131.8	1092.3	9119.2
28	1085.70	25.34	1178744.5	642.1	27511.6
29	1626.51	33.49	264534.8	1121.6	54471.8
30	1260.25	29.25	1588230.1	855.6	36862.2
31	2243.92	44.23	5035177	1956.3	9248.6
32	1210.34	32.39	1464922.9	1049.1	39202.9
Σ	48091.29	1183.34	99503179	50733.4	2173091.[illegible]

由表 1-3 计算出 $\hat{b}$、$\hat{a}$ 值为

$$\hat{b} = 0.014495745$$

$$\hat{a} = 15.19$$

得线性回归方程式为

$$\tilde{y} = 15.19 + 0.01452$$

则 $\tilde{y}=15.19+0.0145x^2$

2. 显著性检验

取 $\alpha=0.05$(95%的置信度)

$$t = 0.0145\sqrt{\frac{30 \times 27229048.34}{6974.23 - 0.0145^2 \times 27229048.34}}$$
$$= 11.73$$

查表得 $t_{\frac{\alpha}{2}}(m-2)=t_{0.025}(30)=2.0423 \ll t=11.73$,回归效果显著。相关系数为

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^{m}(y_i - \tilde{y})^2}{\sum_{i=1}^{m}(y_i - \bar{y})^2}} = 0.955$$

三、结论

从回归显著性检验看,采用抛物线方程回归比指数曲线方程回归相关系数 R 明显提高,因此采用抛物线方程回归更为合理。通过此方程可以确定在不同自然状态、生产技术、劳动力结构条件下(用综合评价值反映)原煤的吨煤成本,并根据各矿井的情况随时加以调整。

[案例 1—2] 应用线性回归法预测掘进进尺

一、应用条件

某矿可采煤层系薄煤层,1987 年开拓进尺完成计划的 104%,总进尺完成计划的 101%,但三个煤量的可采期却没达到计划要求。见表 1-4。

表 1-4

项目	开拓煤量 可采期	准备煤量 可采期	回采煤量 可采期
1987 年计划	3.26 年	13.16 月	9.67 月
1987 年实际	2.71 年	10.86 月	4.24 月

为使掘进进尺的预测符合实际,运用线性回归法对 1988 年的掘进进尺进行预测。

二、应用步骤

1. 列出 1976～1987 年掘进进尺和原煤产量的统计数据见表 1-6,据以绘制散点图(略),由散点图可以看出两者成线性关系。设 y 为掘进总进尺,x 为原煤产量,a 和 b 为固定参数。则掘进进尺和原煤产量可用一元线性回归方程式表示:

$$y = a + bx$$

2. 列出 1976～1987 年掘进进尺和原煤产量的计算数据。见表 1-6。

3. 列出一元线性回归方程。

由表 1-6 可知,数据数 $n=12$,按最小二乘法计算 a,b 参数。

$$b = \frac{L_{xy}}{L_{xx}} = \frac{n\Sigma xy - \Sigma x \cdot \Sigma y}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} = \frac{12 \times 1455.63 - 632.39 \times 26.92}{12 \times 34122 - (632.39)^2}$$

$$= \frac{36.9684}{795.57} = 0.0465$$

$$a = \frac{\Sigma y - b \cdot \Sigma x}{n} = \frac{26.92 - 0.0465 \times 632.39}{12}$$

$$= -0.2072$$

由此得出的回归方程为

$$y = -0.2072 + 0.0465x$$

表 1-6

序号	年度	原煤产量 x（万 t）	掘进进尺 y（万 m）	计算数据		
				x^2	xy	y^2
1	1976	50.39	1.82	2539	91.71	3.31
2	1977	50.10	1.85	2511	93.61	3.42
3	1978	56.18	1.97	3156	110.67	3.88
4	1979	27.4	1.24	751	33.98	1.54
5	1980	51.67	2.04	2670	105.41	4.16
6	1981	55.58	2.05	3089	113.94	4.20
7	1982	54.18	2.31	2935	125.16	5.34
8	1983	58.48	2.63	3420	153.80	6.92
9	1984	60.09	2.64	3611	158.64	6.97
10	1985	57.15	3.05	3266	174.31	9.30
11	1986	56.00	2.67	3136	149.52	7.13
12	1987	54.67	2.65	2989	144.88	7.03
	Σ	632.39	26.92	34122	1455.63	63.19

4. 用相关系数法检验 x 与 y 的相关程度。

(1) 根据相关系数的公式，求其相关系数：

$$\gamma = \frac{L_{xy}}{\sqrt{L_{xx}L_{yy}}} = \frac{\Sigma xy - \frac{1}{n}\Sigma x\Sigma y}{\sqrt{\left[\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}\right] \cdot \left[\Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}\right]}}$$

$$= \frac{1455.63 - \frac{1}{12} \times 632.39 \times 26.92}{\sqrt{\left[34122 - \frac{(632.39)^2}{12}\right] \cdot \left[63.19 - \frac{(26.92)^2}{12}\right]}}$$

$$= \frac{36.9684}{47.1930} = 0.783$$

(2) 给定 $\alpha = 0.01$，自由度 $n-2=12-2=10$

查《相关系数检验表》，得 γ 临界值为

$$\gamma_{临} = 0.708$$

$$r = 0.783 > \gamma_{临} = 0.708$$