

高等学校教学用书

计算机 JISUANJI 地质制图及应用 DIZHI ZHITU JI YINGYONG

吕国祥 张 瀛 编著



电子科技大学出版社

013058813

P285.1-39

04

高等学校教学用书

计算机地质制图及应用

吕国祥 张 瀛 编 著



电子科技大学出版社



北航

C1665180

P285.1-39

04

018820810

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机地质制图及应用 / 吕国祥, 张瀛编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2013.1

ISBN 978-7-5647-1409-3

I. 计… II. ①吕… ②张… III. 地质图—计算机制图—绘图软件 IV. ①P285.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 316469 号

高等学校教学用书

计算机地质制图及应用

吕国祥 张 瀛 编 著

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 万晓桐

责任编辑: 万晓桐

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 河北永清县晔盛亚胶印有限公司

成品尺寸: 170mm×240mm 印张 16 字数 320 千字

版 次: 2013 年 4 月第一版

印 次: 2013 年 4 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-1409-3

定 价: 48.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83201495。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

当前,石油地质学研究正不断地走向量化、精细化、精准化,需要更清晰而准确的图件去展示、去描绘我们所研究的地质现象,地质绘图工作在整个研究过程中是及其重要的,所以石油高校的地质专业都开设了计算机制图课程。

在石油地质研究工作中,绘制地质图件的工作往往烦琐而工作量巨大,如果软件选择不恰当或者操作不熟练,往往使绘制工作苦不堪言。所以熟练的掌握各类地质绘图软件,对于石油地质工作者有巨大的帮助。

本书中,笔者优选了当前石油地质研究工作中常用和流行的几种绘图软件:Surfer 8.0, GeoMap 3.2, Gxplorer, ResForm, 通过深入浅出地讲解这些软件的使用,让大家掌握地质绘图的基本方法,提高工作效率。第1章和第2章则是介绍与其相关的一些基础知识。

本书既可作为石油高校相关专业的教科书,也可作为石油地质工作者的参考书。

本书共有6个章节组成,包括:

第1章 相关分析

第2章 回归分析

第3章 Surfer 8.0 绘图软件的使用

第4章 Geomap 绘图软件的使用

第5章 Gxplorer 软件的使用

第6章 ResForm 软件的使用

限于作者的工作经验和学术水平,本书的缺点和错误在所难免,望读者斧正。

编 者

目 录

第 1 章 相关分析	1
1.1 相关关系的确定	1
1.2 相关系数的计算	2
1.3 相关系数的显著性检验	3
1.4 利用 Excel 进行相关分析	5
第 2 章 回归分析	7
2.1 一元线性回归	7
2.1.1 回归系数的确定	7
2.1.2 回归方程的显著性检验	9
2.1.3 用回归方程进行预测	10
2.1.4 化非线性为线性的问题	11
2.2 多元线性回归分析	14
2.2.1 多元线性回归方程的求法	14
2.2.2 多元线性回归方程的显著性检验	18
2.2.3 利用回归方程进行预测	20
2.3 利用 Excel 进行回归分析	23
第 3 章 Surfer 8.0 绘图软件的使用	26
3.1 软件运行环境及特点	26
3.2 软件界面及命令菜单	27
3.2.1 文件菜单 (F)	27
3.2.2 编辑菜单 (E)	28
3.2.3 视图菜单 (V)	28
3.2.4 绘制菜单 (D)	28
3.2.5 排列菜单 (A)	28
3.2.6 网格菜单 (G)	29
3.2.7 地图菜单 (M)	30
3.2.8 窗口菜单 (W)	30
3.2.9 帮助菜单 (H)	30
3.3 Surfer 软件的数据格式	30

3.3.1	数据格式	30
3.3.2	建立数据文件	31
3.4	井位坐标图的绘制	32
3.4.1	建立张贴图	32
3.4.2	建立分类张贴图	34
3.5	等值线图的绘制	35
3.5.1	数据文件的网格化	35
3.5.2	绘制和设置等值线	37
3.6	图件的覆盖与拆解	43
3.7	“白化 blank”作图及 bln 文件	44
3.7.1	bln 文件的数据格式	45
3.7.2	bln 文件的建立	46
3.7.3	“白化 blank”作图	47
3.8	Surfer8.0 插值方法简介	49
第 4 章	Geomap 绘图软件的使用	53
4.1	软件介绍	53
4.2	GeoMap3.2 初始运行界面简介	53
4.3	新建一个 GeoMap 图册	56
4.4	GeoMap 图册存储结构	57
4.5	建立一个新图件	58
4.5.1	建立方法	58
4.5.2	“图件信息”的各项参数说明	59
4.5.3	“编图信息”的各项参数说明	60
4.6	绘制新图件的方法	60
4.6.1	底图清绘法	60
4.6.2	自行绘制法	61
4.7	加载底图与定义定位点	61
4.7.1	加载底图	61
4.7.2	定义定位点	62
4.7.3	定义定位点的原则	63
4.8	建立图件的相关图层	64
4.9	半自动矢量追踪	65
4.10	自行制图	66
4.10.1	文字	66
4.10.2	符号	67

4.10.3	图例	69
4.10.4	比例尺	71
4.10.5	刻度轴	74
4.10.6	方向标	77
4.10.7	井位	79
4.10.8	地名	83
4.10.9	等值线	85
4.10.10	曲线	87
4.10.11	断层线	89
4.10.12	面	91
4.10.13	矩形	92
4.10.14	线段	94
4.10.15	自定义形状	95
4.10.16	图框	97
4.10.17	岩性剖面	102
4.10.18	测井曲线	107
4.10.19	井旁标记	109
4.10.20	井旁曲线	111
4.10.21	井旁文字	113
4.10.22	地震测线	115
4.10.23	工区	116
4.11	新图件的保存	117
4.11.1	保存图册和图件	117
4.11.2	关闭 GeoMap 图	118
4.12	外部数据文件	120
4.12.1	GeoMap 的外部交换数据类型	120
4.12.2	外部文本文件类型	120
4.13	外部文本格式文件	120
4.13.1	普通点	120
4.13.2	普通文字	121
4.13.3	普通曲线	121
4.13.4	普通面	121
4.13.5	复合数据	122
4.13.6	井位	122
4.13.7	地名	123

4.13.7	勘探区块	123
4.13.8	地震测线	123
4.13.9	地震工区	124
4.13.10	测井曲线的文本格式	124
4.14	图形输出	125
4.14.1	设置输出范围	125
4.14.2	输出 Windows 元文件*.emf	129
4.14.3	输出位图	129
4.14.5	图元数据输出	130
第 5 章	Gxplorer 软件的使用	136
5.1	Gxplorer 概述	136
5.1.1	系统主界面	136
5.1.2	系统工具条	137
5.2	创建平面图	138
5.3	数据加载	139
5.3.1	加载井位数据	139
5.3.2	加载测井数据	144
5.3.3	加载地层数据	149
5.3.4	加载砂层数据	153
5.4	井位图	153
5.4.1	创建井位图	153
5.4.2	设置井位属性	155
5.5	等值线图	155
5.5.1	创建等值图	155
5.5.2	创建等值线	156
5.5.3	加载数据	157
5.5.4	网格化	158
5.5.5	等值线的生成与编辑	160
5.5.6	控制点及控制线	166
5.5.7	控制点操作	167
5.5.8	控制线操作	169
5.6	栅状图	169
5.6.1	创建栅状图	169
5.6.2	选择井	170
5.6.3	添加图道	173

5.6.4	选择作图段	173
5.6.5	建立连接关系	176
第 6 章	ResForm 软件的使用	179
6.1	ResForm 概述	180
6.1.1	ResForm GeoOffice 启动	180
6.1.2	窗口的基本组成	180
6.1.3	标准工具条	181
6.1.4	绘图工具条	181
6.2	建立工区	181
6.2.1	新建无数据服务的工区	182
6.2.2	新建基于数据服务的工区	183
6.2.3	打开本地工区	184
6.3	配置数据服务	185
6.3.1	新建数据服务	185
6.3.2	测试数据服务	185
6.3.3	保存数据服务	186
6.4	数据管理	186
6.4.1	新建油气田/区块信息	186
6.4.2	编辑油气田/区块信息	186
6.4.3	数据加载方法	187
6.4.4	添加井位数据	188
6.4.5	加载井数据	188
6.5	建立单井图	194
6.5.1	新建文档	194
6.5.2	加载图道数据	195
6.5.3	保存文档模版	197
6.5.4	应用模版形成单井剖面	197
6.6	建立地层对比图	198
6.6.1	建立地层对比格架	198
6.6.2	连接地层	204
6.6.3	连接砂层组、油层组和储层组等	206
6.6.4	地层拉平对比	208
6.6.5	拖动井对比	209
6.7	建立油藏剖面图	210
6.7.1	新建剖面图	210

6.7.2	直井剖面模式与斜井剖面模式	211
6.7.3	在剖面图中连层	214
6.7.4	在剖面图中层拉平	217
6.7.5	连层设置	219
6.7.6	断层设置	229
附表 1	标准正态分布表	232
附表 2	t 分布	234
附表 3	χ^2 分布表	235
附表 4	F 分布表	237
附表 5	检验相关系数 $p = \alpha$ 的临界值 (r_α) 表	243
参考文献		244

第1章 相关分析

在生产实际和科学研究中,我们经常要进行统计分析和研究工作,常常会遇到各种不同的变量,但归纳起来这些变量分为数学变量和随机变量两类,而变量之间的关系分为确定性关系和相关关系。

1. 确定性关系

确定性关系也称为函数关系,是指变量之间存在着一种严格的对应关系,当一种现象确定时,相联系的另一种现象会随之确定,把这种关系用函数 $y=f(x)$ 表示,其中 x 称为自变量, y 称为因变量。如圆的面积与半径之间的关系: $s=\pi r^2$ 以及匀速直线运动的距离同速度和时间的关系: $L=vt$ 等,具有这种关系的变量称为数学变量。

2. 相关关系

相关关系是指变量之间确实存在着关系,但不是严格对应的依存关系,而是一种不确定的依存关系,当一种现象发生变化时,会引起另一种现象的变化,当一种现象确定时,另一种现象不会随之完全确定。如居民的收入和储蓄之间的关系,岩石的孔隙度和渗透率之间的关系等,这些变量是相互联系和相互制约的,它们之间存在着一定的关系,称为相关关系。具有相关关系的变量称为随机变量。

1.1 相关关系的确定

变量之间是否存在相关关系?关系是否密切?是线性相关还是非线性相关?要回答这个问题,最简单的办法是绘制变量散点分布图。设 $x_i, y_i (i=1, 2, \dots, n)$ 是从总体中抽取的一个样本,以 x 为横坐标, y 为纵坐标,将 $x_i, y_i (i=1, 2, \dots, n)$ 绘制在直角坐标系中,由散点分布图大致可以看出相关关系的形式、密切程度和方向。图 1.1 是几种常见的散点图的形式。

当 y 随着 x 的增大而增大称为正相关,当 y 随着 x 的增大而减小称为负相关,点越是分布在直线附近关系越密切。

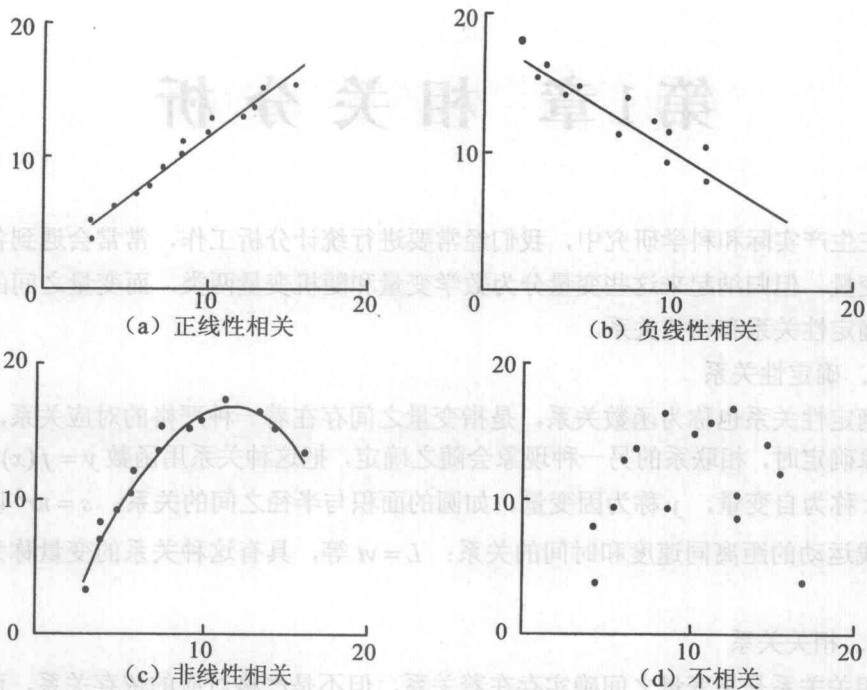


图 1-1

1.2 相关系数的计算

由散点分布图大致可以看出相关关系的形式、密切程度和方向，当不能定量表示变量之间的相关关系，相关系数是确切表示变量之间相关关系密切程度的指标。最常用的相关系数是英国统计学家卡尔·皮尔逊（Karl Pearson）提出的相关系数，该相关系数是在线性相关条件下衡量两个变量之间相关关系密切程度的指标。公式如下

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1.1)$$

式中 s_{xy} 表示变量 x 和 y 的样本协方差； s_x 和 s_y 表示变量 x 和变量 y 样本标准差， $\bar{x}$ 和 $\bar{y}$ 表示变量 x 和变量 y 的样本平均值。其中

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

上式经过简化后还可以表示为

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{L_{xy}}{\sqrt{L_{xx}L_{yy}}} = \frac{L_{xy}}{L_x L_y} \quad (1.2)$$

其中

$$L_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}), \quad L_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad L_y = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

(1.2) 式进一步可以简化为

$$r = \frac{L_{xy}}{L_x L_y} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2) \cdot (\sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2)}} \quad (1.3)$$

相关系数有如下特点:

- ① 相关系数的取值范围在 $-1 \sim +1$ 之间, 即 $-1 \leq r \leq 1$ 。
- ② 当 $r > 0$ 时, 表明变量之间呈正相关, 当 $r < 0$ 时, 表明变量之间呈负相关。
- ③ 相关系数的绝对值越接近于 1, 说明两个变量之间的相关关系越强, 越接近于 0 说明相关关系越弱, 当 $|r| = 1$ 时, 说明两个变量之间的关系属于确定性关系, 当 $|r| = 0$ 时说明两个变量之间完全没有线性相关关系, 但并不说明两个变量之间不存在其他非线性相关关系。

1.3 相关系数的显著性检验

相关系数虽然可以反映两个变量之间关系的密切程度, 但由于相关系数是由样本资料出发计算得出的, 同一总体的不同样本可以算出不同的相关系数, 到底哪一个能代表总体的相关程度呢? 因此有必要对相关系数的显著性进行检验, 常用的有以下两种检验法:

1. 相关系数检验法

设总体的相关系数为 ρ , 检验相关系数是否显著实际上是检验假设 $H_0: \rho = 0$ 是否成立。给定信度 (检验水平) α , 根据自由度为 $f = n - 2$ 查相关系数表得 $r_\alpha(n - 2)$, 当 $|r| > r_\alpha(n - 2)$ 时拒绝原假设, 认为相关系数显著, 否则接受原假设, 认为相关系数不显著。

2. t 检验法

设总体的相关系数为 ρ , 检验假设 $H_0: \rho = 0$, 可以证明, 当假设 $H_0: \rho = 0$ 成立时, 统计量

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \sim t(n-2)$$

即服从自由度为 $n-2$ 的 t 分布。所以给定信度 α ，根据自由度为 $f=n-2$ 查 t 分布表得 $t_{\alpha/2}(n-2)$ ，当 $|t| > t_{\alpha/2}(n-2)$ 时拒绝原假设，认为相关系数显著，否则认为相关系数不显著。

例1. 从某碳酸盐储层中取得 20 个样品，测得孔隙度 ($\Phi\%$) 和渗透率 (10^{-3}MD) 数据如表 1-1 所示，试计算渗透率和孔隙度之间的相关系数并进行显著性检验。

表 1-1

Φ	2.55	3.07	2.92	10.06	11.21	11.93	12	12.93	12.68	10.42
k	0.012	0.002	0.0015	0.107	0.247	0.317	0.241	0.312	0.443	0.138
Φ	14.96	13.9	10.91	9.1	7.23	6.88	9.16	4.86	3.73	4.21
k	0.62	0.51	0.143	0.145	0.169	0.247	0.307	0.0346	0.0007	0.0008

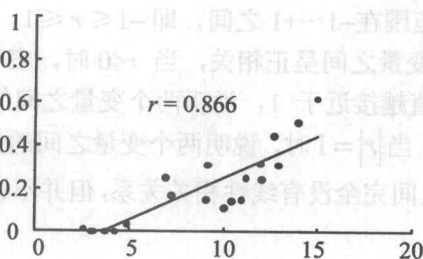


图 1-1

解：从散点图可以看出渗透率随孔隙度的增大而增大，呈正相关分布，根据计算相关系数的公式

$$r = \frac{L_{xy}}{L_x L_y} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2) \cdot (\sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2)}}$$

1. 首先算出两个变量的平均值

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} \varphi_i = 8.7355 \quad \bar{k} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} k_i = 0.19988$$

然后算出

$$L_{\varphi k} = \sum_{i=1}^{20} \varphi_i k_i - 20\bar{\varphi}\bar{k} = 11.87986 \quad L_{\varphi} = \sqrt{\sum_{i=1}^{20} \varphi_i^2 - 20\bar{\varphi}^2} = 17.48228$$

$$L_k = \sqrt{\sum_{i=1}^{20} k_i^2 - 20\bar{k}^2} = 0.7847$$

相关系数 r 为

$$r = \frac{L_{\phi k}}{L_{\phi} L_k} = \frac{11.87986}{17.48228 \times 0.7847} = 0.866$$

2. 对相关系数进行显著性检验

给定信度 $\alpha=0.05$, 对于自由度 $f=n-2=18$ 查相关系数检验表得

$$r_{0.05}(18) = 0.4438,$$

而算出的相关系数 $r = 0.866 > r_{0.05}(18) = 0.4438$, 所以可以认为孔隙度与渗透率之间线性相关是显著的。

1.4 利用 Excel 进行相关分析

在 Microsoft Excel 中, 可以利用数据分析宏的相关功能进行相关分析并算出相关系数, 具体步骤如下:

(1) 启动 Excel, 录入数据。打开“工具”菜单, 点击“数据分析”宏中的“相关系数”, 如图 1-2 所示。

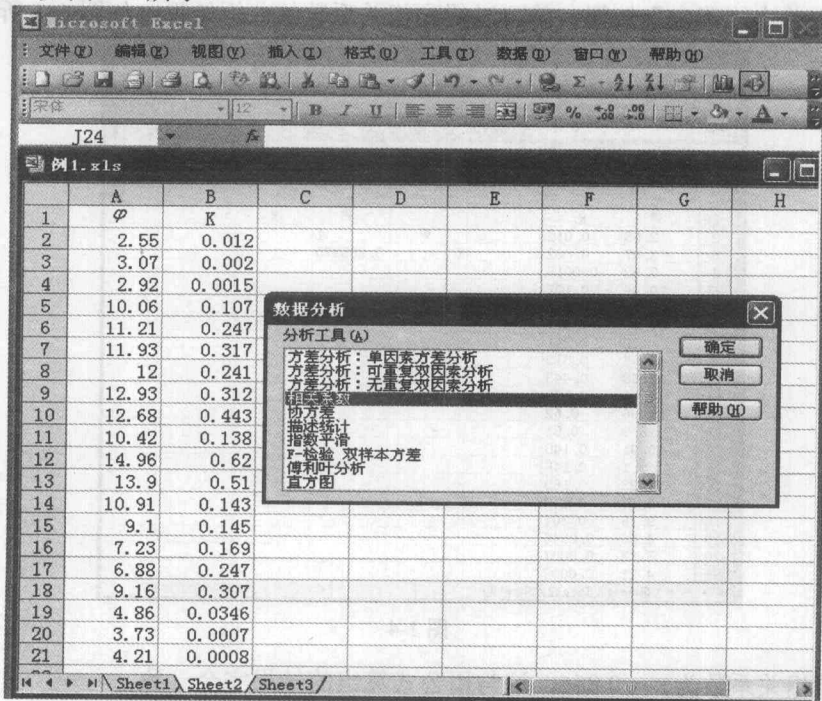


图 1-2

(2) 单击“确定”按钮后，在“输入区域”中输入数据所在单元格区域“A1:B21”，选择“标志位于第一行”，输入“输出区域”为 D1 单元格，如图 1-3 所示。

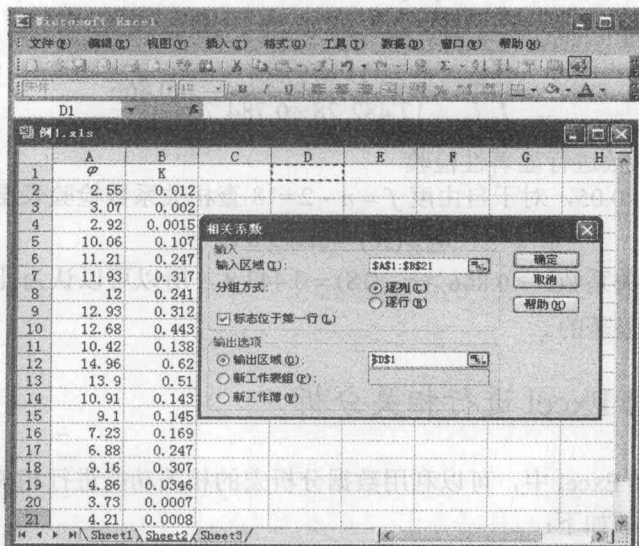


图 1-3

(3) 单击“确定”按钮，就可以得到相关系数的分析结果，如图 1-4 所示。

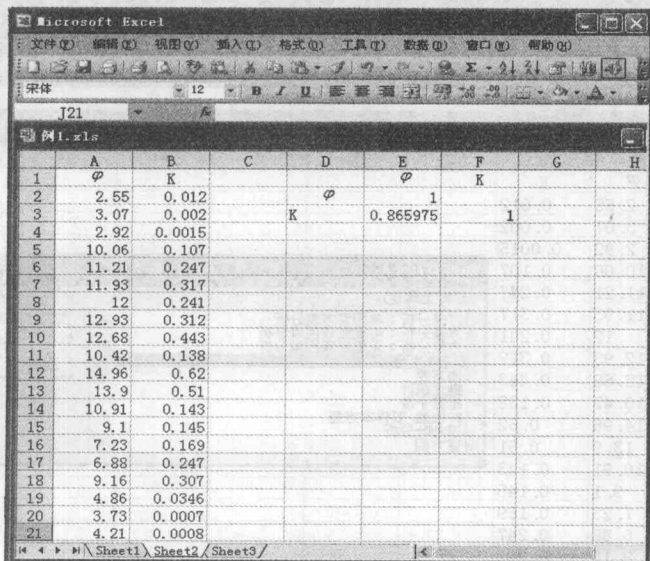


图 1-4

所得相关系数为 $r = 0.866$ ，这与用公式算出的结果完全一致。

第2章 回归分析

相关分析是研究两个变量之间关系密切程度及方向的一种方法,其结果用相关系数 r 表示,回归分析也是研究变量之间的相关关系的一种统计分析方法。

回归分析的主要任务是在大量试验与观察数据的基础上,进行分析研究,以找出它们之间的内在规律。以后,我们把这种变量之间的相关关系称为回归关系。有关回归关系的计算方法和理论称为回归分析。回归分析的内容很多,主要解决以下几个方面的问题:

1. 对于具有相关关系的变量,找出它们之间的数学表达式。
2. 根据一个或几个相对而言较易测定或控制的变量值,来预测或控制另一个变量的取值,并确定这种预测的精度。
3. 在共同影响某个特定变量的许多变量(因素)之间找出哪些是主要因素,哪些是次要因素,以及这些因素之间有什么关系,从而提供解决问题的方法。

2.1 一元线性回归

2.1.1 回归系数的确定

设 $x_i, y_i (i=1, 2, \dots, n)$ 是从总体中抽取的一个样本,称为观测值,若它们之间存在着线性关系,则线性表达式为

$$\hat{y} = a + bx \quad (2.1)$$

式中 a 、 b 是待确定的参数,称为待定系数。在方程(2.1)中,任给一组数 a 、 b ,便可得到平面上的一条直线,当 a 、 b 取各种可能的值时,便可得到许许多多的直线,但究竟用哪一条直线来表示它们之间的关系最好呢?这就需要确定一个标准,一个常用的标准就是“最小二乘”原理。

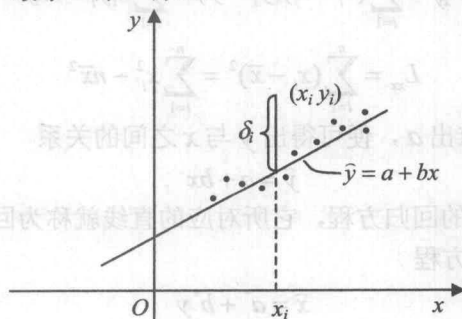


图 2-1