

现代管理数学方法 案例集

徐海燕 朱建军 赵士南 编著



科学出版社

现代管理数学方法案例集

徐海燕 朱建军 赵士南 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以实用性和可操作性为导向,系统介绍现代化管理中常用的系统软件及实际应用案例。全书共5章:第1、2章详细介绍统计学、运筹学和决策领域常用的软件工具(SPSS、MATLAB、LINGO、WinQSB、DEAP等),特别增加了博弈论软件(Gambit)和冲突分析图模型软件(GMCR II、NUAAGMCR)的相关介绍,操作步骤详细、简单易学;第3~5章分别介绍统计学、运筹学和决策领域的实际应用案例,涵盖了航空、物流、零售、制造业等各个行业,内容丰富、实用性强。

本书既可作为高等院校管理科学与工程、工商管理、项目管理等专业的本科生、研究生及MBA的专业教材,也可作为企业和社会管理人员的实践指南。

图书在版编目(CIP)数据

现代管理数学方法案例集 / 徐海燕, 朱建军, 赵士南编著. —北京: 科学出版社, 2019.3

ISBN 978-7-03-058198-3

I. ①现… II. ①徐… ②朱… ③赵… III. ①管理学-数学-案例 IV. ①C931.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第149995号

责任编辑: 方小丽 / 责任校对: 郑金红
责任印制: 张 伟 / 封面设计: 蓝正设计

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2019年3月第一次印刷 印张: 16 1/2

字数: 396 000

定价: 78.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)



《现代管理数学方法》涵盖了统计学、运筹学和决策分析领域常用的理论模型和方法，但在数据处理、模型求解和决策分析方面仍需花费大量的时间与精力，亟须利用功能强大的专业软件进行辅助计算。因此，我们又编写了一本配套教材《现代管理数学方法案例集》，重点介绍统计学、运筹学和决策分析领域常用的软件和实际案例，引导大家学会使用专业的系统软件以大幅提高决策分析的效率，并通过案例学习进一步巩固所学的理论和方法。与其他同类教材相比，本书主要具有以下两个特色。

(1) 涵盖了统计学、运筹学和决策分析领域的常用软件，特别增加了博弈论软件(Gambit)和冲突分析图模型软件(GMCR II、NUAAGMCR)的相关内容。给出了软件使用的详细步骤和操作界面，思路清晰、简单易学，很大程度上降低了软件学习的门槛。

(2) 从航空、物流、零售、制造业等领域中提炼出了大量的实际案例，内容丰富、实用性强。本书还提供了翔实的案例分析思路、模型构造及软件求解过程，充分体现了从数据分析、模型构建、模型求解到最后决策制定的一整套现代管理数学方法。

围绕上面的两个特色，本书主要内容可以划分为软件介绍和案例分析两个部分。

软件介绍(第1、2章):该部分主要介绍统计学、运筹学和决策分析领域常用的系统软件。其中，统计学常用的数据分析工具包括 Excel、SPSS、MINITAB 和 EViews;运筹学常用的建模优化工具包括 Excel、LINGO、WinQSB、AHP、DEAP 和 MATLAB;决策分析常用的工具包括 GTM、GAMBIT、GMCR II 和 NUAAGMCR。这些软件工具极大地提高了数据处理、模型求解及决策分析的效率。

案例分析(第3~5章):该部分主要介绍统计学、运筹学和决策分析领域的实际应用案例，很多案例都是从实际生活中提炼出来的，如经济发展与环境质量协调度研究、华润苏果公司的选址问题、南京烟草公司存储模式研究、英国脱欧博弈模型、加拿大 Elmira 环境污染冲突模型等。统计学案例包括主成分分析、回归分析和聚类分析三方面内容;根据内容深浅，运筹学案例被划分为初等运筹学案例(线性规划、运输模型、选址模型、最小费用最大流、网络优化模型、存储模型)和高等运筹学案例(排队论和动态规划);决策分析案例则主要涵盖 AHP、DEA、TOPSIS、博弈论及冲突分析图模型理论等。

本书中的很多案例素材来自于所指导本科生及研究生的学术成果，作者在本书的编写过程中也从国内外同类专业教材中获得了一定的启发，在此表示衷心的感谢！

由于作者水平和时间有限，书中难免存在一些不足之处，恳请广大读者批评指正。

徐海燕

2018年10月



第 1 章	
	统计学常用软件 1
	1.1 Excel 1
	1.2 SPSS 8
	1.3 MINITAB 20
	1.4 EViews 25
第 2 章	
	运筹与决策常用软件 36
	2.1 运筹学常用软件 36
	2.2 决策常用软件 66
第 3 章	
	统计分析案例 83
	3.1 主成分分析案例：经济发展与环境质量协调度研究 83
	3.2 回归分析案例 91
	3.3 聚类分析案例 118
第 4 章	
	运筹学案例 125
	4.1 初等运筹学案例 125
	4.2 高等运筹学案例 177

第5章

决策理论案例	192
5.1 AHP 案例：基于 AHP 的环境污染指标体系与风险评价	192
5.2 基于 DEA-Malmquist 指数法的粮食生产效率分析——以江苏省为例	204
5.3 DEA 案例：基于 DEA 模型的江苏省财政支出效率评价研究	218
5.4 TOPSIS 案例：全球背景下江苏省财政收入风险评估	232
5.5 经典博弈案例：英国脱欧	248
5.6 冲突分析图模型案例：Elmira 冲突	252
参考文献	256

1.1 Excel

Excel 是微软办公套装软件的一个重要的组成部分，它可以进行各种数据的处理、统计分析和辅助决策操作，广泛地应用于管理、统计、财经、金融等众多领域。Excel 的统计分析功能体现在四个方面：分析工具库、公式与函数、图表功能和 VBA 编程。

Excel 专门提供了一组数据分析工具，只需为每一个分析工具提供必要的数据和参数，该工具就会输出相应的结果。分析工具库使 Excel 具备了专业统计分析软件的某些功能，包括描述统计分析、相关与回归分析、直方图、时间序列分析、抽样工具、假设检验等，具体内容如图 1.1.1 所示。

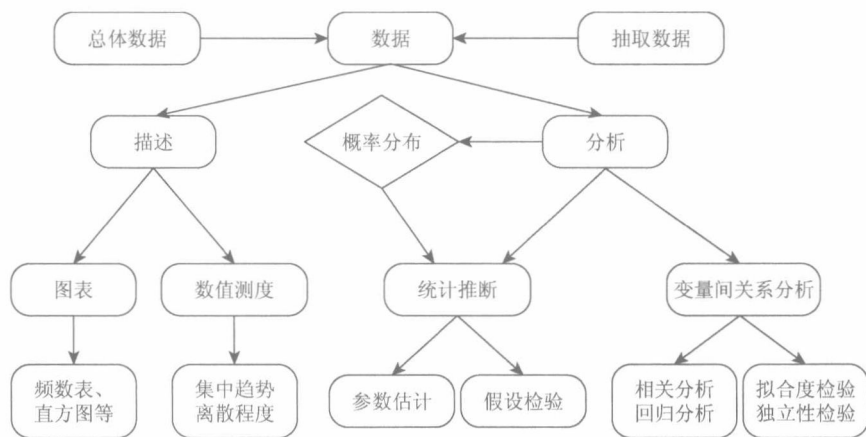


图 1.1.1 Excel 统计功能

1. 加载 Excel 数据分析宏程序

具体操作如下：以 Microsoft Excel 2013 为例，在菜单栏中执行“文件”→“选项”→“加载项”→“转到”命令，在可用加载宏对话框中勾选“分析工具库”及“分析工具库-VBA”，并单击“确定”按钮，如图 1.1.2 所示。“数据分析”宏程序加载后（图 1.1.3），会在 Excel 的“数据”菜单里出现“数据分析”的命令选项。

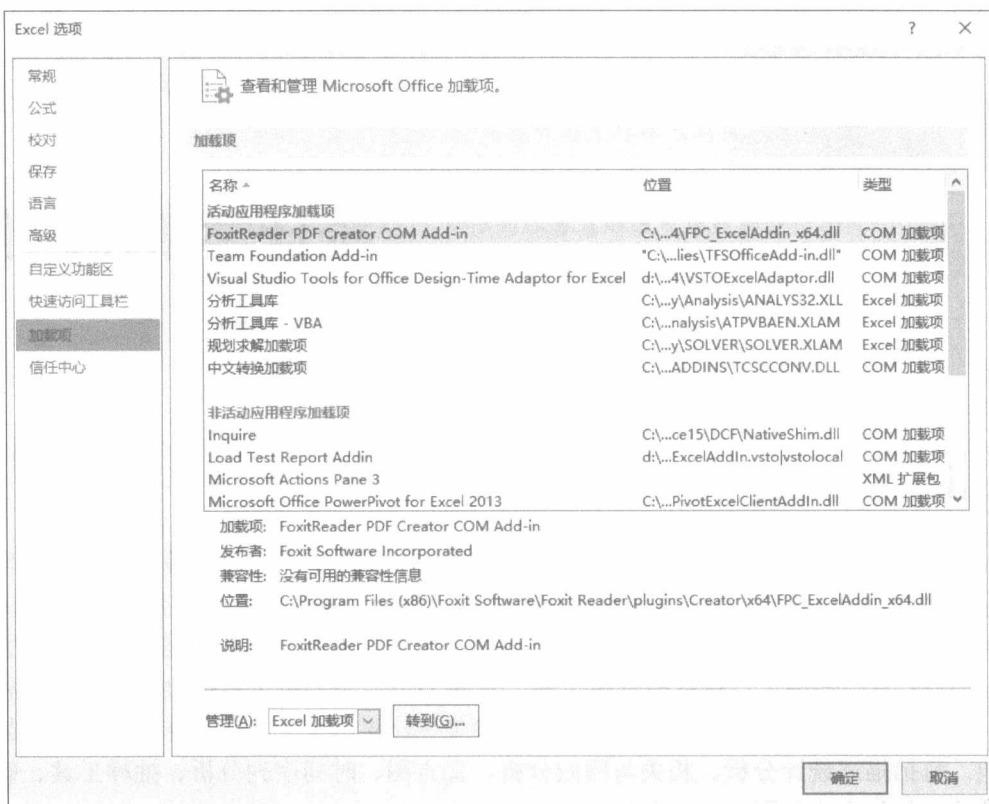


图 1.1.2 加载项

完成了 Excel “数据分析” 宏程序的加载后，执行数据菜单中的“数据分析”命令，即会弹出 Excel 的“数据分析”对话框，如图 1.1.4 所示。在整个分析工具宏程序库中设有各种数据处理分析的工具宏程序，包括用于进行描述统计的描述统计和直方图等分析工具宏，也包括可以进行推断统计分析的方差分析、相关和回归分析、统计推断和检验以及时间序列指数平滑法等分析工具宏。

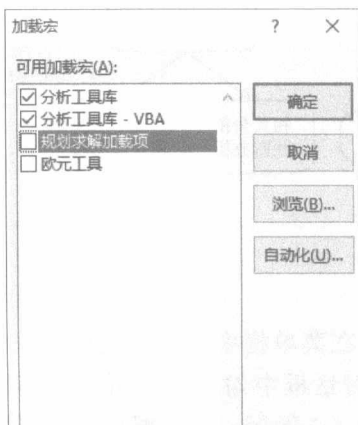


图 1.1.3 Excel 功能模块加载

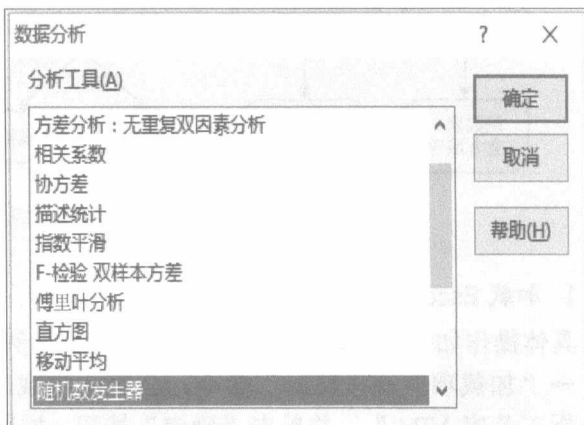


图 1.1.4 “数据分析”对话框

2. Excel 的统计函数

在 Excel 提供的函数中，有 76 个统计函数，如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 Excel 中统计函数及其功能

函数	功能
AVEDEV	返回一组数据与其均值的绝对偏差的平均值
AVERAGE	计算参数的算术平均数
AVERAGEA	返回所有参数的平均值
BETADIST	返回累积 beta 分布的概率密度
BETAINV	计算 beta 分布累积函数的反函数值
BINOMDIST	返回一元二次项分布的概率
CHIDIST	计算单尾 chi-squared 的概率值
CHIINV	计算单尾 chi-squared 分布的反函数值
CHITEST	计算独立检验的结果
CONHDENCE	返回总体平均值的置信区间
CORREL	计算两个数组的相关系数
COUNT	计算指定范围或数组里含有数字的个数
COUNTA	计算参数清单里含有非空白数据的个数
COVAR	计算协方差，即每对数据点的偏差乘积的平均数
CRITBINOM	返回使累积二项式分布大于等于临界值的最小值
DEVSQ	返回数据点与各自样本均值偏差的平方和
EXPONDIST	返回指数分布函数
FDIST	计算 F 概率分布
FINV	计算 F 概率分布的反函数值
FISHER	计算数值的 Fisher 变换
FISHERINV	计算 Fisher 变换函数的反函数值
FORECAST	根据已知的 x 和 y 数组的线性回归预测 x 值
FREQUENCY	以一垂直数组计算频率的分布
FTEST	返回 F 检验结果的值
GAMMADIST	返回伽马分布函数
GAMMAINV	计算伽马累积分布的反函数值
GAMMALN	计算伽马函数的自然对数
GEOMEAN	返回一正数数组或数值区域的几何平均数
GROWTH	根据给定的数据预测指数增长值
HARMEAN	计算一组数据的调和平均数
HYPGEOMDIST	返回超几何分布
INTERCEPT	计算因变量和自变量的线性回归线的截距值

续表

函数	功能
KURT	计算一组数据的峰值
LARGE (Array, K)	返回数据集 Array 中第 K 个最大的数值
LINEST	返回一线性回归方程的参数
LOGEST	计算描述指数曲线预测公式的参数
LOGINV	计算 x 的对数正态分布累积函数的反函数值
LOGNORMDIST	计算 x 的对数正态分布的累积函数
MAX	返回一组参数中的最大值, 忽略逻辑值及文本字符
MAXA	返回一组参数中的最大值, 不忽略逻辑值和字符串符
MEDIAN	计算一组参数的中间值
MIN	返回一组参数中的最小值, 忽略逻辑值及文本字符
MINA	返回一组参数中的最小值, 不忽略逻辑值和字符串
MODE	返回一组数据或数据区域中出现频率最高的数
NEGBINOMDIST	返回负二项式分布
NORMDIST	返回给定平均值和标准差的正态分布的累积函数
NORMINV	对于指定的均值和标准差, 计算其正态分布累积函数的反函数值
NORMSDIST	返回标准正态分布函数值
NORMSINV	返回标准正态分布的区间点
PEARSON	计算皮尔逊 (Pearson) 积矩法的相关系数
PERCENTILE	返回数组的 K 百分比数值点
PERCENTRANK	返回特定数值在一组数中的百分比排位
PERMUT	计算从给定元素数目的集合中选取若干元素的排列数
POISSON	计算泊松概率分布
PROB	计算落在概率中上下值之间的相对概率
QUARTILE	返回一组数据的四分位点
RANK	计算某数字在指定范围中的排序等级
RSQ	返回给定数据点的 Pearson 积矩法相关系数的平方
SKEW	计算一个分布的偏斜度
SLOPE	计算直线回归的斜率
SMALL (Array, K)	返回数据集 Array 中第 K 个最小的数值
STANDARDIZE	计算一个标准化正态分布的概率值
STDEV	根据某样本估计出标准差
STDEVP	将参数序列视为总体本身, 返回其总体标准差
STEYX	返回回归中每个由 x 预测 y 值的标准误差
TDIST	计算 Student- t 分布值
TINV	计算指定自由度和双尾概率的 Student- t 分布的区间点

续表

函数	功能
TREND	返回一条线性回归拟合线的一组纵坐标值（Y 值）
TRIMMEAN	计算数组内部的平均值
TTEST	计算 Student- <i>t</i> 检验的概率值
VAR	根据抽样样本，计算方差估计值及逻辑值文字将省略
VARA	根据抽样样本，计算方差估计值
VARP	根据整个总体本身，计算方差文字及逻辑值省略不计
VARPA	根据整个总体，计算方差
WEIBULL	计算 Weibull 分布值
ZTEST	计算 <i>z</i> 检验的双尾 <i>P</i> 值

在 Excel 运行过程中调用统计函数主要采用两种方法。第一种是在工作簿的单元格中直接输入等号及统计函数的函数名称，然后在有关的参数选项中填入正确的参数，即可得到计算结果。第二种是利用粘贴函数按钮调用，单击粘贴函数快捷按钮，或执行“公式”→“插入函数”命令（图 1.1.5），即会弹出一个 Excel 函数选择表。

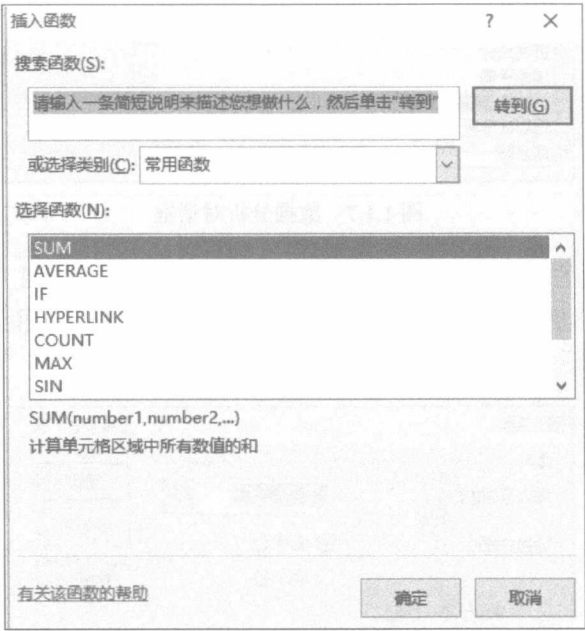


图 1.1.5 插入函数

3. 应用举例：相关与回归分析

1) 相关分析

利用 Excel 中数据分析功能可以计算相关系数。下面的促销投入与销售收入数据为例（图 1.1.6），计算促销投入与销售收入的相关系数。

	A	B	C
1	月份	促销投入(万)	销售收入(万)
2	1	0.3	16
3	2	0.4	18
4	3	0.6	19
5	4	0.7	20
6	5	0.8	22
7	6	0.9	23
8	7	1	25
9	8	0.8	24
10	9	0.6	22
11	10	0.5	20
12	11	0.6	24
13	12	0.5	23

图 1.1.6 促销投入与销售收入

步骤 1: 完成数据输入之后, 执行菜单栏中的“数据”→“数据分析”命令, 在弹出的数据分析对话框中选择“相关系数”, 并单击“确定”按钮, 如图 1.1.7 所示。

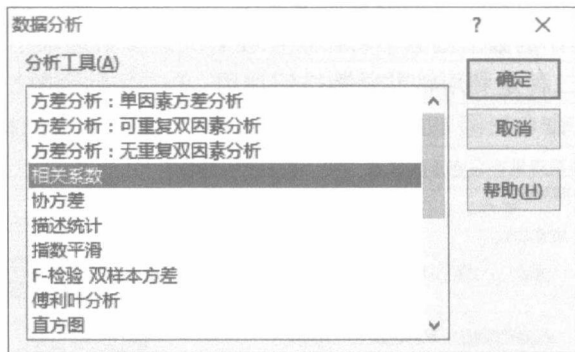


图 1.1.7 数据分析对话框

步骤 2: 在弹出的“相关系数”对话框中进行参数设置, 如图 1.1.8 所示。确定输入区域和输出区域。然后单击“确定”按钮, 就可以得到促销投入和销售收入的相关系数矩阵, 如图 1.1.9 所示。

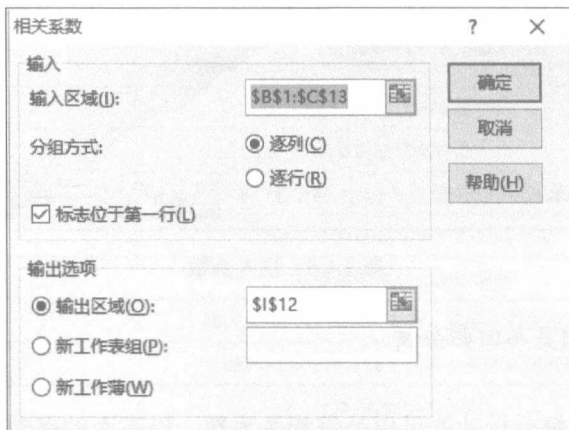


图 1.1.8 相关系数参数设置

	促销投入（万）	销售收入（万）
促销投入（万）	1	
销售收入（万）	0.760043243	1

图 1.1.9 相关系数矩阵

2) 回归分析

步骤 1：完成数据输入之后，执行菜单栏中的“数据”→“数据分析”命令，在弹出的数据分析对话框中选择“回归”，并单击“确定”按钮，如图 1.1.10 所示。

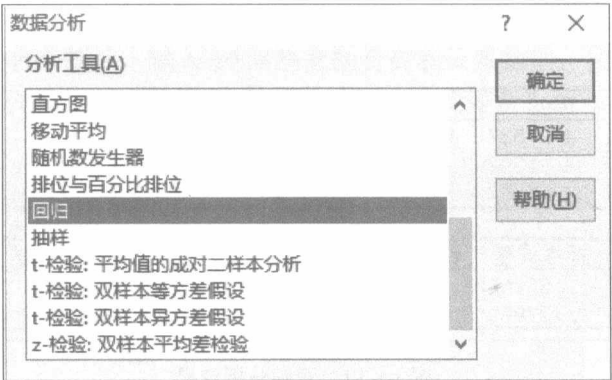


图 1.1.10 回归分析选项

步骤 2：单击“确定”按钮后，会弹出回归分析的对话框，进行参数设置，如图 1.1.11 所示。在“Y 值输入区域”中，输入“C2:C13”，“X 值输入区域”中输入“B2:B13”，

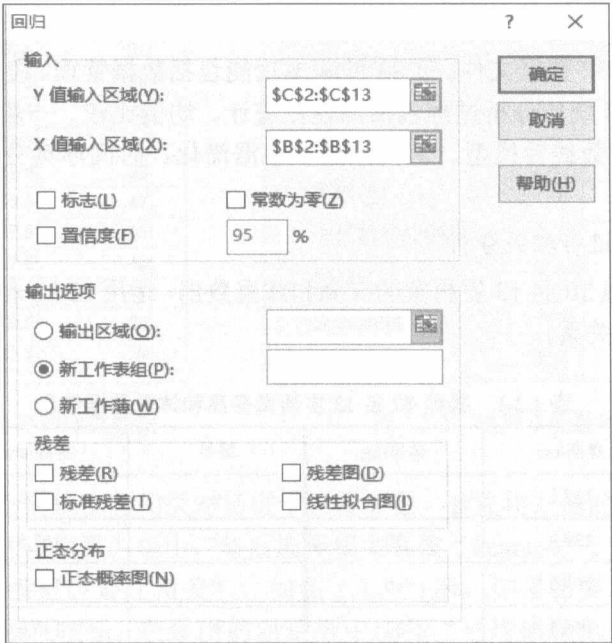


图 1.1.11 回归分析参数设置

输出选项默认“新工作表组”，单击“确定”按钮，得到回归分析的结果，如图 1.1.12 所示。由计算结果可知，回归模型为 $\hat{Y}=14.86+10.09X$ 。

SUMMARY OUTPUT					
回归统计					
Multiple	0.760043				
R Square	0.577666				
Adjusted	0.535432				
标准误差	1.868501				
观测值	12				
方差分析					
	df	SS	MS	F	Significance F
回归分析	1	47.7537	47.7537	13.67793	0.00412
残差	10	34.91297	3.491297		
总计	11	82.66667			
	Coefficient	标准误差	t Stat	P-value	Lower 95%Upper 95%下限 95.0%上限 95.0%
Intercept	14.85968	1.83163	8.112817	1.04E-05	10.77855 18.94081 10.77855 18.94081
X Variabl	10.08881	2.727909	3.698368	0.00412	4.010651 16.16697 4.010651 16.16697

图 1.1.12 回归分析结果

1.2 SPSS

SPSS (statistical product and service solutions) 为 IBM 公司推出的一系列用于统计学分析运算、数据挖掘、预测分析和决策支持任务的软件产品及相关服务的总称。它集数据录入、整理、分析功能于一身，分析结果清晰、直观、易学易用，而且可以直接读取 Excel 及 DBF 数据文件。SPSS 的基本功能包括数据管理、统计分析、图表分析、输出管理等。SPSS 统计分析过程包括描述性统计、均值比较、一般线性模型、相关分析、回归分析、对数线性模型、聚类分析、数据简化、时间序列分析、多重响应等几大类。

1. 利用 SPSS 进行相关分析

表 1.2.1 是某地 20 名 13 岁男童的身高和体重数据，运用 SPSS 相关分析功能来分析身高与体重的相关关系。

表 1.2.1 某地 20 名 13 岁男童身高和体重数据信息

编号	身高/cm	体重/kg	编号	身高/cm	体重/kg
1	135.1	32	6	167.8	36
2	139.9	30	7	167.8	42
3	163.6	46	8	149.7	31
4	146.5	34	9	145.0	33
5	156.2	37	10	148.5	37

续表

编号	身高/cm	体重/kg	编号	身高/cm	体重/kg
11	165.5	50	16	147.6	41
12	135.0	28	17	157.5	43
13	153.3	41	18	155.1	45
14	152.0	32	19	160.5	38
15	160.5	47	20	143.0	32

- 步骤 1：打开 SPSS 软件，输入 20 名男童的身高和体重数据，如图 1.2.1 所示。
- 步骤 2：执行菜单栏中的“分析”→“相关”→“双变量”命令，如图 1.2.2 所示。

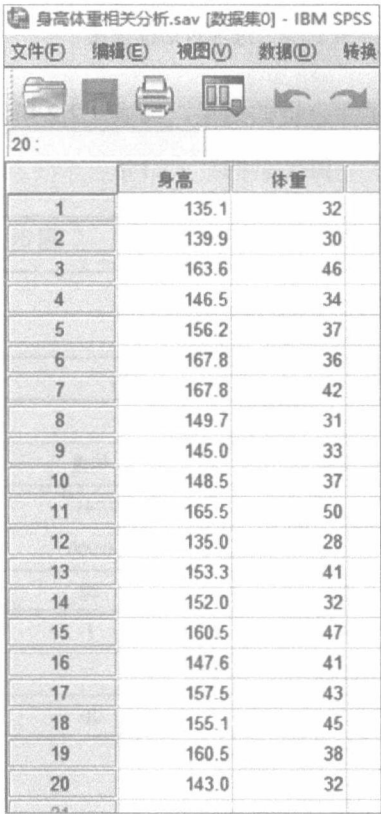


图 1.2.1 输入身高和体重数据



图 1.2.2 选择双变量相关分析

步骤 3：在弹出的双变量相关对话框中设置参数。首先将左侧的两个变量（身高和体重）添加到右侧的“变量”框中，然后选择相关系数“Pearson”，显著性检测“双尾检验”，并勾选“标记显著性相关”，如图 1.2.3 所示。如果需要对原始数据进行统计描述，单击“选项”按钮，在弹出的对话框中选择“平均值和标准差”，如图 1.2.4 所示。

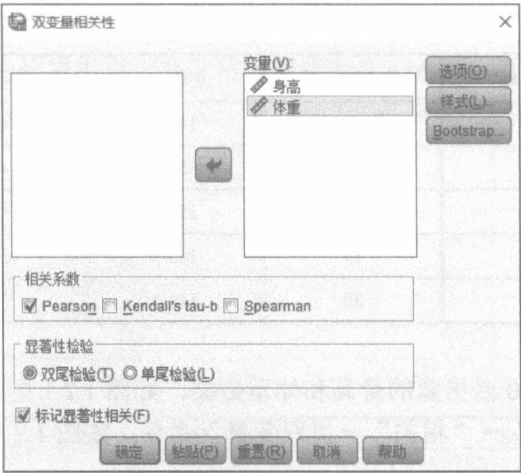


图 1.2.3 双变量相关分析参数设置

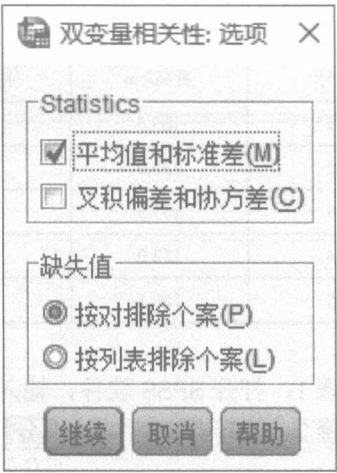


图 1.2.4 选项对话框设置

步骤 4：单击“确定”按钮，得到相关分析和描述性分析的结果，如表 1.2.2 所示。

表 1.2.2 分析结果

描述统计分析结果			
指标	平均值	标准偏差	N
身高	152.505	10.0861	20
体重	37.75	6.340	20
相关性分析结果			
指标		身高	体重
身高	Pearson 相关性	1	0.741**
	显著性（双尾）		0.000
	N	20	20
体重	Pearson 相关性	0.741**	1
	显著性（双尾）	0.000	
	N	20	20

** 在置信度（双测）为 0.01 时，相关性是显著的；N 表示样本容量。

从表 1.2.2 的相关性分析结果可以看出，体重和身高之间的 Pearson 相关系数为 0.741，即 $r = 0.741$ ，表示体重与身高呈正相关关系，且两变量是显著相关的。

2. 利用 SPSS 进行回归分析

下面仍以上述 20 名 13 岁男童的身高与体重数据为例，阐述 SPSS 软件进行线性回归分析的过程。

步骤 1：在 SPSS 软件中输入要进行回归分析的数据，然后执行“图形”→“旧对话框”→“散点/点状”命令，如图 1.2.5 所示。绘制散点图，判断身高与体重之间