

高等学校教材

工程数学 新编统计学教程

同济大学数学系 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本教程以统计为主线,在体例上作了较大改变,围绕处理统计问题的阶段展开课程内容的陈述。概率只是作为统计基础理论知识的“角色”,其所占教学学时大为下降,使得本课程能有足够的时间向学生展开主要的统计方法,并通过练习熟悉和运用。

本书介绍了统计学的基本概念、原理和方法,强调直观性,突出统计思想的阐述。全书由数据的整理和描述、抽样推断和抽样分布、参数点估计、区间估计、假设检验等内容组成,可供工科、理科非数学专业本科生以及 MBA、工程硕士作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程数学·新编统计学教程/同济大学数学系编. —北京:高等教育出版社, 2008.5

ISBN 978-7-04-023900-3

I. 工… II. 同… III. ①工程数学-高等学校-教材
②数理统计-高等学校-教材 IV. TB11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 041859 号

策划编辑 王强 责任编辑 李华英 封面设计 于涛 责任绘图 吴文信
版式设计 陆瑞红 责任校对 美国萍 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京印刷一厂

开 本 787×960 1/16
印 张 12.5
字 数 230 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008 年 5 月第 1 版
印 次 2008 年 5 月第 1 次印刷
定 价 20.10 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 23900-00

前 言

概率论与数理统计对我国高校的绝大多数理工科及管理专业而言都是一门重要的基础课。在进入 21 世纪的今天,随着科技的飞速发展和进步,众多理工科专业的人才培养的知识结构发生了不少变化,突出表现在对应用统计方法和应用统计软件的需求。为了适应这种变化,需要对现有的课程内容作适当改革。

本着这一精神,本书的编写在内容和体例上作了较大的变动,即将以往以概率为主的体例,变为以统计为主线,围绕处理统计问题的不同阶段展开课程内容。概率只是作为统计基础理论知识的“角色”,其篇幅在整个八章中只占两章,使得学生有足够的时间学习主要的统计方法,并通过练习熟悉和运用这些方法。这种变动只是一种尝试,希望能起到抛砖引玉的作用(这里要提及的是,文科的概率统计课程已有了不少令人耳目一新的好教材)。

本教程着眼于介绍统计学科的基本概念、基本原理和基本方法,但又不拘泥于数学论述和推导。强调直观性和应用背景,注重可读性,突出统计思想是本书的一个特点。

本教程鼓励学生应用统计软件和计算机来解决统计问题。我们的学生在正确掌握统计方法的基础上,使用统计软件和计算机可以极大地节约计算时间,便捷地得到最终结果。本教程配有大量例题和习题,希望学生通过练习,熟练掌握应用统计软件和计算机分析统计案例和解题的方法。

我们在每一章都有一节专讲“Excel 在本章中的应用”。本教程还同步制作了一个教学辅导光盘,含有大量

II 前言

案例的软件处理演示以及这些案例的 Excel 文档，这样便于读者直接应用 Excel，熟悉 Excel 的操作及使用规范。同时光盘中载有本书的全部习题，可以方便地将习题数据复制到 Excel 文件，再进行统计计算。希望读者在辅导光盘的帮助下，能学会使用统计软件，提高应用统计软件的兴趣。

本教程的绝大部分内容（打*号的除外），可以在一个学期（每周三学时）的教学计划中完成。有条件的院校可适当选择部分打*号内容进行教学。

本教程的编写分工如下：第一章、第二章、第五章以及每一章案例的软件处理和最后一节“Excel 在本章中的应用”由钱志坚同志执笔；第三章、第四章由蒋凤瑛同志执笔，第六章、第七章、第八章由柴根象同志执笔。全书的文字部分由柴根象同志统稿，光盘由钱志坚同志设计、监制。

本书的出版得到了高等教育出版社及王强、李华英等同志的大力支持和帮助，我系的廖洒丽、徐子婷同志进行了部分文字的录入及图表制作，丁梦然同志进行了多媒体的配音制作，在此一并致谢。

由于作者学识和阅历有限，书中错漏及不当之处在所难免，敬请各位同行及读者不吝赐教。

编者

2007年12月

目 录

第一章 概述	1
§ 1.1 引言	1
1.1.1 什么是统计	1
1.1.2 统计方法的特点	2
§ 1.2 随机现象及其统计规律性	3
1.2.1 随机试验和随机现象	3
1.2.2 随机性和规律性	3
§ 1.3 统计学中的基本概念	4
1.3.1 概率——不确定性的度量	4
1.3.2 变量	4
1.3.3 总体和样本	5
§ 1.4 常用统计软件简介	5
1.4.1 计算机应用的意义	5
1.4.2 常用统计软件简介	6
1.4.3 本教材使用的统计软件——Excel 介绍	7
§ 1.5 Excel 在本章中的应用	11
1.5.1 Excel 基本用法介绍	11
1.5.2 Excel 中的函数和宏	11
习题 1	11
第二章 数据的描述	13
§ 2.1 引言	13
§ 2.2 简单随机抽样	13
§ 2.3 数据的简单整理	14
2.3.1 统计量	15
2.3.2 统计图形	15
§ 2.4 数据的概括	19

2.4.1	刻画数据中心位置的数字特征	19
2.4.2	刻画数据分散度的数字特征	21
2.4.3	一些数字特征的基本性质	23
2.4.4	分位点和盒形图	24
§ 2.5	Excel 在本章中的应用	26
2.5.1	随机数发生器宏	26
2.5.2	直方图宏	26
2.5.3	盒形图	27
习题 2	28
第三章 概率的规则		32
§ 3.1	事件的关系和运算	32
3.1.1	样本空间	32
3.1.2	事件的关系	33
3.1.3	事件的运算	33
§ 3.2	得到概率的方法	34
3.2.1	相对频率方法	34
3.2.2	古典概型的概率计算	35
§ 3.3	概率的性质	36
§ 3.4	条件概率与 Bayes 公式	38
3.4.1	条件概率	38
3.4.2	乘法规则	39
3.4.3	独立性	40
3.4.4	Bayes 公式	41
习题 3	43
第四章 随机变量及其分布		46
§ 4.1	离散型随机变量及其分布	47
4.1.1	离散型随机变量的分布律	47
4.1.2	常用离散型分布	48
§ 4.2	随机变量的分布函数	51
§ 4.3	连续型随机变量及其分布	53
4.3.1	连续型随机变量的概率密度函数	53
4.3.2	常用的连续型随机变量	54
§ 4.4	多维随机变量的概念	58

10	§ 4.5 随机变量的数字特征	59
10	4.5.1 数学期望	59
20	4.5.2 方差	63
20	4.5.3 协方差和相关系数	65
20	§ 4.6 独立随机变量和的收敛性	65
30	4.6.1 切比雪夫不等式	66
20	4.6.2 独立随机变量和的收敛性	66
20	4.6.3 中心极限定理	67
30	§ 4.7 Excel 在本章中的应用	68
30	4.7.1 离散型随机变量分布律计算	68
30	4.7.2 连续型随机变量分布函数计算	69
30	习题 4	70
第五章 统计估计		74
100	§ 5.1 抽样分布	74
100	5.1.1 χ^2 分布	74
100	5.1.2 t 分布	75
100	5.1.3 F 分布	75
100	§ 5.2 正态总体下的抽样分布	76
100	§ 5.3 点估计方法	77
100	5.3.1 矩法	78
100	5.3.2 极大似然法	79
100	§ 5.4 置信区间	82
100	5.4.1 一个正态总体的情形	83
100	5.4.2 两个正态总体的情形	84
100	§ 5.5 Excel 在本章中的应用	86
100	5.5.1 统计三大分布计算	86
100	5.5.2 单正态总体置信区间计算	86
100	5.5.3 双正态总体置信区间计算	86
100	习题 5	87
第六章 假设检验		89
100	§ 6.1 假设检验的基本思想	89
100	6.1.1 检验问题的提出	89
100	6.1.2 原假设和备选假设	90

02	6.1.3	否定论证与实际推断原理	91
02	6.1.4	p 值	91
00	6.1.5	统计显著性	92
20	6.1.6	两类错误概率	93
00	§ 6.2	单正态总体的显著性检验	93
00	6.2.1	显著性水平检验法	94
00	6.2.2	检验的一般步骤	95
70	6.2.3	单正态总体均值检验	95
80	6.2.4	单正态总体方差检验	97
80	§ 6.3	双正态总体的检验	98
00	6.3.1	方差已知时对均值差的检验 (Z 检验)	98
07	6.3.2	方差未知但相等时对均值差的检验 (t 检验)	99
47	* 6.3.3	方差未知时对均值差的检验 (可分离方差检验)	99
47	* 6.3.4	等方差和均值差的检验	100
47	§ 6.4	非正态总体的检验	102
25	6.4.1	大样本检验	102
25	* 6.4.2	指数分布的参数检验	103
07	* § 6.5	χ^2 拟合优度检验	104
07	6.5.1	χ^2 拟合优度检验	104
85	6.5.2	列联表独立性检验	107
07	§ 6.6	Excel 在本章中的应用	109
28	6.6.1	单样本 Z 检验和 t 检验	109
28	6.6.2	双样本 t 检验	110
48	6.6.3	双样本等方差检验	110
08	6.6.4	χ^2 拟合优度检验	110
08	6.6.5	列联表独立性检验	110
08	习题 6		110
08	第七章	方差分析	114
78	§ 7.1	问题的提出及基本假定	114
08	§ 7.2	单因素方差分析	115
03	7.2.1	方差分析的基本思想	115
03	7.2.2	单因素方差分析	118
03	* 7.2.3	多重比较	120
00	§ 7.3	双因素方差分析	121

7.3.1	无交互作用的双因素方差分析	121
7.3.2	有交互作用的双因素方差分析	123
§ 7.4	Excel 在本章中的应用	126
7.4.1	单因素方差分析	127
7.4.2	无交互作用的双因素方差分析	127
7.4.3	有交互作用的双因素方差分析	127
习题 7		127
第八章 回归分析和相关分析		130
* § 8.1	相关分析	130
8.1.1	相关系数	130
8.1.2	相关性检验	132
§ 8.2	一元线性回归分析	132
8.2.1	基本假定	133
8.2.2	最小二乘回归	133
§ 8.3	一元线性回归的检验和置信推断	136
8.3.1	R^2 —— 回归模型拟合程度的指标	136
8.3.2	回归系数的显著性检验	137
8.3.3	回归系数的置信推断	142
* § 8.4	预测	143
8.4.1	对给定 x 对应的 y 值的预测区间	143
8.4.2	对给定 x, y 的条件平均 $E(y x)$ 的预测区间	145
* § 8.5	多元线性回归	146
8.5.1	模型的设定	146
8.5.2	建模	147
8.5.3	模型诊断	148
* § 8.6	非线性回归	152
§ 8.7	Excel 在本章中的应用	156
8.7.1	散点图和相关系数	156
8.7.2	一元线性回归	157
8.7.3	多元回归分析	157
8.7.4	非线性回归分析	157
习题 8		157

附表一	泊松分布表	161
-----	-------	-----

附表二	标准正态分布表	164
附表三	χ^2 分布的分位数值表	166
附表四	t 分布的分位数值表	168
附表五	F 分布的分位数值表	170
附表六	多重比较的 Turkey-Kramer 程序标准 变程 q_α 表	173
习题答案	177
参考书目	186

第一章

概 述

年份	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	项目
15.52	10.37	10.37	10.37	10.37	行 业 交 流
15.89	10.34	10.34	10.34	10.34	行 业 主 体
10.73	9.27	9.27	9.27	9.27	行 业 商 联

§ 1.1 引 言

1.1.1 什么是统计

统计是用来处理和分析数据的，而数据是由数字组成的，但它不仅仅是单纯的数字。数据是有内容的数字。例如 135 这个数字本身并没有什么含义，但如果这是一个病人在某天测量血压时得到的收缩压的数值（单位：mmHg），则会引起医生的关注，须对病人进一步观察和诊断。因此数字，配合上下文的内容，再结合有关知识可以提供有效的信息。统计就是从数据中提炼出信息，并做出分析和推断。下面是一些例子。

例 1.1 美国的一家电视专栏访问一位孩子得白血病的母亲，他们恰巧住在高压电线附近。主持人提出这样一个问题：白血病与暴露在高压线所产生的磁场有无显著关系？为此美国国家癌症研究中心花费五年时间和 500 万美元进行统计调查，得出的结论是调查的数据不支持白血病与高压线磁场之间有相关关系。

例 1.2 某社区拟建一所养老院，服务对象为满足一定条件的 65 岁以上的老人，在预算规划时需知道当地居民的预期寿命。为解决这个问题，收集了近十年 65 岁以上老人的死亡资料，并由此得到预期寿命的估计。

例 1.3 有大学老师说，“在网上修课的学生，比在教室里修课的学生表现好”；某媒体报道说，“关于就业的调查报告显示，受教育多的人比受教育少的挣的钱要多”。关于这些说法你如何评论？

例 1.4 股票价格是经常波动的，而且有时股价的波动是非理性的。表 1.1 是中国 A 股市场中三个银行股四天的收盘价（单位：元）。

表 1.1 股票价格

名称 \ 时间	2002-9-2	2002-11-29	2002-12-26	2003-1-2
浦发银行	12.52	10.37	9.62	9.25
民生银行	12.89	10.94	9.83	8.90
招商银行	10.79	9.21	8.47	8.06

从以上数据你能否比较这三个银行股在这一时间段内的走势的强弱？

上面这些都是统计应用的例子，由于统计学的应用领域十分广泛，类似的例子不胜枚举。在解决这些例子中所涉及的问题和使用的方法都将在本书中介绍。与此同时，我们还可以看到，解决统计问题是同收集数据、分析数据联系在一起。可以这样说，统计就是使用有效的方法收集数据、分析数据以及基于数据作出结论的一门方法论学科。

1.1.2 统计方法的特点

从前面的讨论可以看出：统计数据是统计研究的出发点，又是统计方法加以实施的载体，而且也是推断结论的唯一实证依据。因此可以说，“一切由数据说话”是统计方法的第一个、也是最重要的特点。

统计方法的第二个特点是：统计分析的结果常常会出错，而且这种错误并非由于方法的误用所引起的，分析结论也会告诉你出错的机会是多少。例如每天的天气预报。当它报告一个结果：明天是晴或是雨时，也会告诉你明天晴的机会是多少。天气预报虽然可能会出错，但谁又会怀疑天气预报的科学性和重要性呢？

统计方法的第三个特点是：统计方法研究和揭示现象之间的数量关系表现层面上的相关关系，但不一定是因果关系（也许，试验型数据的统计分析会有例外，因为有可能通过实验来严格控制其他的潜在因素）。下面是一个例子。

例 1.5 吸烟与肺癌。

吸烟有害健康，这一现象已得到社会的广泛认同。这里也有统计分析所起的作用。但是吸烟和患癌症之间是否存在因果关系，依然是一个引起争议的问题。

1917 年《不列颠医学杂志》上有一项统计分析报告，指出吸烟与肺癌有很强的相关性。这引起人们的极大关注。然而经过四五十年的努力，仍然没有确实的证据表明吸烟和肺癌有因果关系。

统计方法的第四个特点是，使用归纳推理，即选取适合观察结果的假设，

由特殊推向一般. 统计数据是作为全体研究对象的一部分观察值, 选定一组假设或设定一种模型下, 基于数据要推断整个研究对象的情况, 因此统计推理是归纳推理. 统计方法的这一特点使得统计有广泛的应用, 特别是当有些检验或测试方法具有破坏性时. 例如元件的寿命试验, 只能采用部分元件做试验, 以推断整批元件寿命的情形; 又如大多数社会调查涉及面广, 不可能采用普查的方法. 而且有一些调查有很强的时效性 (如电视栏目的收视率调查), 从经济有效的角度考虑, 使用统计方法是恰当的选择.

§ 1.2 随机现象及其统计规律性

1.2.1 随机试验和随机现象

在科学研究和社会生活中, 常常要在给定的条件下进行试验或观察, 例如在闹市区的某个街口, 在一个给定时间段内观察交通堵塞现象. 通称试验和观察为试验. 如果每次试验将会发生什么结果是事先无法预知的, 则称这种试验为随机试验. 在交通堵塞试验中, 事先无法预知是否堵塞以及堵塞次数是多少, 因而是随机试验. 与随机试验相伴的现象称之为随机现象.

下面是随机试验和随机现象的一些例子.

例 1.6 投掷一枚均匀骰子, 观察出现朝上一面的点子数, 则可能的结果可以是 1 点, 2 点, \dots , 6 点中的一个.

例 1.7 在一批量很大的同型号产品中, 随机抽取 n 件, 观察抽到的 n 个产品中的次品数, 则可能结果是次品数为 0 件, 1 件, \dots , n 件中的一个.

例 1.8 观察某地明天的天气是下雨还是晴天.

与随机现象不同的另一类现象称之为定常现象. 例如我们在一次熟知的化学、物理试验中看到的现象, 即在一定的条件下, 按某种物理或化学定理表明的那样, 必定会发生某种结果的现象. 然而可以这样说, 在自然界和社会科学领域, 能用物理、化学定律等解释的定常现象毕竟是少数. 人类到现在为止所能认识的现象中, 大量的还是随机现象.

1.2.2 随机性和规律性

前面一段已指出, 在随机试验中, 涉及的一些事情是无法预先知道会发生什么结果的, 称这种事情为随机事件. 而随机事件具有其结果的不可预测的特性称之为随机性, 或不确定性. 例如, 在一种新型节能灯的寿命试验中, 通常所关心的“产品是合格品”这一事情是随机事件, 它的发生与否是随机的. 在日常生活中具有随机性的事件可以说比比皆是, 但是真正要把握它并不容易.

例如重复投掷一枚均匀硬币六次，观察出现的面，得到以下三种结果：

(1) 正反正正反反；(2) 反反反正正正；(3) 正反反反反反。

在人们的潜意识中，由于硬币的均匀性，似乎正反面应该交替出现，因此认为结果(1)是随机的，而结果(2)、(3)很不随机。但事实上，我们通过本课程的学习，可以知道：事件(1)、(2)、(3)出现的机会都是一样多，因此没有哪一个结果比其他的结果的随机性多一点或少一点。

随机事件具有不确定性，然而将随机试验中发生的诸多随机事件放在一起加以研究时，它们就会表现出惊人的规律性，例如在投掷硬币试验中，投掷100次，正面可能出现44次，也可能出现52次，但随着投掷次数的增加，则正面出现的次数与投掷总次数的比值是稳定的，这就是随机性中的规律性。

不确定性和随机性是统计这门学科的研究对象的最重要的特性。近代统计学大师 C. R. Rao 曾说过，统计学就是围绕不确定性的驾驭而发展起来的。通过对看起来是随机的现象进行统计分析推动人们将随机性归纳于可能的规律性中，这是统计思想的重要体现。

§ 1.3 统计学中的基本概念

1.3.1 概率——不确定性的度量

概率是统计学中的一个最基本的概念，它是随机事件发生的可能性大小，是不确定性的一种度量，概率总是介于0到1之间的一个数。概率为0表明这一事件几乎不可能发生；而概率为1，则表明该事件几乎必然发生。统计学能从数据中得出有用的结论，可以说都是基于概率这个基本概念。事实上统计学的绝大部分陈述都要涉及概率。例如在往后的课程学习中会见到这样的例子，某项新药疗效的比较试验，由于随机性的缘故，两组试验（一组使用新药，一组使用安慰剂）数据总有差别，但是当这种差别很大，且发生这样大的差别的概率很小时，我们会得出新药是有效的结论。

1.3.2 变量

我们称统计的每个研究对象为个体，人们对个体所关心的“特征”则为变量。下面是某校统计课程一份成绩记录的部分资料：

学生姓名	专业	学 分	成 绩
刘明	力学	3	优
王祥	计算机	3	良
李晓燕	财会	2.5	优
赵伟	文学	2.5	及格

修课的学生就是个体，而对于每个学生观察他们的所属专业，该课程的学分及成绩这样三个“特征”，因而有三个变量。注意到这三个变量只有学分这个变量是取数值的形式，而其余二个变量为非数值变量。对于非数值变量可以用计数或百分比使之数值化。例如表示性别的变量可以用计数 0 与 1 来区分女性和男性。数值就是变量的观察值。

由于统计中的研究对象有随机性，因而也称统计中的变量为随机变量。在统计中，一旦选定一个变量，就表示你要观察或度量个体的某个特征。变量选择的恰当与否是很重要的，它是能够得到好的统计数据的前提。若选得不正确，可能导致花了大钱而取得的数据几乎无用。

1.3.3 总体和样本

总体是研究对象的全体，它是由一个一个的个体组成的。样本则是总体的一部分，或更确切地说，样本是部分个体的特征值的观察值。我们总是从样本中获取信息，以对总体作出结论，下面是一个例子。

例 1.9 民意调查.

一些新闻机构或媒体常常要举办民意调查，探询人们对某些公共议题的意见，此处变量即人们对相关问题的回答。一个典型的民意调查，其总体和样本可能是以下状况：

总体：18 岁以上的居民。

样本：从总体中挑选出，可能对职业的分布有些要求，其人数在几十到几百人之间。调查方式可以是电话访谈，也可以是座谈，比如他们对某个公共议题的态度，从而得到赞成和反对的百分比。样本提供了总体的信息。

在统计中，一般要求样本具有这样的性质：即总体中每个个体都有同等机会被包含在样本中，称这样的样本为随机样本。

§ 1.4 常用统计软件简介

1.4.1 计算机应用的意义

随着经济的不断发展，社会各方面统计信息的需求量迅猛成长，对信息的质量、传递速度的要求也越来越高。建立在手工操作基础上的原有统计方法已经不能适应这种需求，必须运用现代化的计算工具，来改革和完善统计方法。计算机在统计中应用时间不长，但已经显示出新技术的强大生命力，统计数据处理中广泛采用计算机技术是统计工作的必然趋势。

计算机具有运算速度快、存储量大、逻辑功能强、自动化程度高、保存信

息时间长、提取信息方便等特点。在统计数据中,它不仅能有效地、快捷地处理数据,还可以完成统计资料的分类、抄录、制表等繁重的工作。统计信息的整理、存储、传送、计算、检索和出版等全过程都可以由计算机自动完成,从而把广大统计人员从繁琐的统计数据手工处理中解放出来,把主要精力放在从事深入的调查研究和分析工作中去。

1.4.2 常用统计软件简介

目前计算机上比较成熟的统计软件层出不穷,各有其应用范围。一个好的统计软件应该具有以下特性:

1. 可用性:一个软件如果能为用户提供良好的用户界面,灵活的处理方式和简明的语句或命令;
2. 强大的数据管理能力:好的软件如 SAS、SPSS 等的数据库管理功能已近似大众化的数据库软件;
3. 文件管理能力;
4. 统计分析能力:统计分析是统计软件的核心。好的统计分析方法的计算机程序的数量和种类,决定了数据处理的深度容量。

尽管统计软件种类繁多,但按照上述要求,能具有这些特点的常用的也就是六七种。其中主要有 SAS、BMDP、SPSS 等。这几种软件或具有上节所述的全部性能,或在某一方面有独到之处。另外,这几种软件配有详细而容易检索的说明书,遇到问题查阅一下就可以基本解决。特别值得一提的是这几种软件经过几十年来众多用户在不同机型上使用的考验,在用户之间建立了广泛的交流,开发者投入了大量的人力与物力进行维护和更新,使得它们的功能越来越强,使用越来越方便,性能趋于完善。

(i) SAS

SAS 是英文 Statistical Analysis System 的缩写,翻译成汉语是统计分析系统,最初由美国北卡罗来纳州立大学两名研究生开始研制,1976 年他们创立 SAS 公司,至 2003 年全球员工总数已近万人。SAS 统计软件采用按年租用计费制,年租金收入近 12 亿美元。SAS 系统具有十分完备的数据访问、数据管理、数据分析功能。

在国际上,SAS 被誉为数据统计分析的标准软件。SAS 系统是一个模块组合式结构的软件系统,共有三十多个功能模块。除统计分析外,还有制图、计量经济分析和预测、矩阵运算、质量控制、线性规划、决策和新药的临床试验等功能。从 SAS 现有的功能模块及发展趋势看,把它说成综合性的信息处理系统并不过分。SAS 是用汇编语言编写而成的,通常使用 SAS 需要编写程序,比较适合统计专业人员使用,对于非统计专业人员来说,学习 SAS 相对比较困难。