



卫生部“十一五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会规划教材

全国高等学校教材 • 供药学类专业用

医药数理统计方法

第4版

主 编 高祖新

副主编 刘艳杰 张丕德



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

卫生部“十一五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会规划教材
全国高等学校教材
供药学类专业用

医药数理统计方法

第 4 版

主 编 高祖新

副主编 刘艳杰 张丕德

编 者 (以姓氏笔画为序)

刘启贵 (大连医科大学)

刘艳杰 (沈阳药科大学)

闵心畅 (四川大学)

张丕德 (广东药学院)

何俏军 (浙江大学药学院)

高祖新 (中国药科大学)

袁兆康 (南昌大学)

韩可勤 (中国药科大学)

人 民 卫 生 出 版 社

· 图书在版编目(CIP)数据

医药数理统计方法/高祖新主编. —4版. —北京:人民
卫生出版社, 2007. 8.

ISBN 978-7-117-08926-5

I. 医... II. 高... III. 数理统计-应用-医药学-
高等学校-教材 IV. R311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 100834 号

本书本印次封底贴有防伪标,请注意识别。

医药数理统计方法

第 4 版

主 编: 高祖新

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.25

字 数: 482 千字

版 次: 1987 年 10 月第 1 版 2007 年 8 月第 4 版第 24 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-08926-5/R·8927

定 价: 31.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

卫生部“十一五”规划教材

全国高等学校药学类专业第六轮规划教材

出版说明

全国高等学校药学类专业本科卫生部规划教材是我国最权威的药学类专业教材,于1979年出版第一版,1987年、1993年、1998年、2003年进行了四次修订,并于2003年出版了第五轮规划教材。该套教材曾为全国高等学校药学类专业唯一一套统编教材,后更名为规划教材,其具有较高的权威性和一流的水平,为我国高等教育培养大批的药学专业人才发挥了重要作用。近年来我国药学教育事业快速发展,开办药学及相关专业的院校数量已由上世纪90年代的几十所发展到现在三百多所,办学规模和水平在不断提高;同时很多学校根据自身特点,尝试新的教学方法,药学教育逐渐向多元化发展。为适应新时期我国高等药学教育改革和发展,做好药学类专业本科教材的组织规划和质量把关工作,全国高等学校药学专业教材第三届评审委员会围绕药学专业第五轮教材使用情况、药学教育现状、新时期药学领域人才结构等多个主题,进行了广泛、深入地调研活动,并对调研结果进行了反复、细致的分析论证。根据药学专业教材评审委员会的意见和调研、论证的结果,全国高等医药教材建设研究会、卫生部教材办公室决定组织全国专家于2006年夏季开始对第五轮教材进行修订。

药学类专业第六轮规划教材的编写修订,坚持紧扣药学类专业本科教育培养目标,以教育部新的药学教育纲要为基础,以国家食品药品监督管理局执业药师资格准入为指导,按卫生部等相关部委行业用人要求,强调培养目标与用人要求相结合,进一步提高教材水平和质量。同时,针对学生实验、自修、复习考试等需要,紧扣主干教材内容编写、修订了相应的学习指导与习题集、实验指导等配套教材25种。

全国高等学校药学类专业第六轮规划教材编写工作严格按照卫生部教材办公室“931”质量控制体系进行。经过全国各院校的推荐,全国高等学校药学专业第三届教材评审委员会遴选,卫生部教材办公室最终确定了主干教材与配套教材主编、副主编和编者。在卫生部教材办公室的组织和严格管理,以及在全国高等学校药学专业第三届教材评审委员会的指导下,各门教材主编、编者同心协力,积极参加主编人会议、编写会议和定稿会议,始终贯彻会议精神,克服各种困难,以对我国高等药学教育事业高度负责的态度认真编写教材,保证教材的质量和水平,并达到人民卫生出版社“齐、清、定”的交稿要求。经过1年多的努力,全国高等学校药学类专业第六轮规划教材即将出版,并向全国公开发行。

该套教材供全国高等学校药学及相关专业教学使用。全套教材中主干教材共29

种,其中修订 25 种,新组织编写 4 种;其中 22 种为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(用星号表示);配套教材 25 种,其中 2 种为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。2007 年初,在卫生部的领导下,由卫生部教材办公室组织,全国高等医药教材建设研究会进行了卫生部“十一五”规划教材评审工作,本套教材及其配套教材全部入选卫生部“十一五”规划教材。

全套教材书目如下:

- | | | |
|--------------------------|-----|-----------------|
| ★1. 药理学(第 2 版) | 毕开顺 | 沈阳药科大学 |
| 2. 高等数学(第 4 版) | 顾作林 | 河北医科大学 |
| 高等数学学习指导与习题集 | 顾作林 | 河北医科大学 |
| 3. 医药数理统计方法(第 4 版) | 高祖新 | 中国药科大学 |
| 医药数理统计方法学习指导与习题集 | 高祖新 | 中国药科大学 |
| ★4. 物理学(第 5 版) | 王 铭 | 北京大学医学部 |
| 物理学学习指导与习题集 | 王 铭 | 北京大学医学部 |
| ★5. 物理化学(第 6 版) | 侯新朴 | 北京大学药学院 |
| 物理化学学习指导与习题集(第 2 版) | 李三鸣 | 沈阳药科大学 |
| 物理化学实验指导(双语) | 崔黎丽 | 第二军医大学 |
| ★6. 无机化学(第 5 版) | 张天蓝 | 北京大学药学院 |
| 无机化学学习指导与习题集(第 2 版) | 姜凤超 | 华中科技大学同济药学院 |
| ★7. 分析化学(第 6 版) | 李发美 | 沈阳药科大学 |
| ★ 分析化学学习指导与习题集(第 2 版) | 李发美 | 沈阳药科大学 |
| ★ 分析化学实验指导(第 2 版) | 李发美 | 沈阳药科大学 |
| ★8. 有机化学(第 6 版) | 倪沛洲 | 中国药科大学 |
| 有机化学学习指导与习题集(第 2 版) | 陆 涛 | 中国药科大学 |
| 9. 人体解剖生理学(第 5 版) | 岳利民 | 四川大学华西基础医学与法医学院 |
| | 崔慧先 | 河北医科大学 |
| ★10. 微生物学与免疫学(第 6 版) | 沈关心 | 华中科技大学同济医学院 |
| 微生物学与免疫学习题集 | 谭 政 | 华中科技大学同济医学院 |
| ★11. 生物化学(第 6 版) | 吴梧桐 | 中国药科大学 |
| 生物化学学习指导与习题集 | 欧 瑜 | 中国药科大学 |
| 生物化学实验指导 | 刘 煜 | 中国药科大学 |
| ★12. 药理学(第 6 版) | 李 端 | 复旦大学药学院 |
| 药理学学习指导 | 程能能 | 复旦大学药学院 |
| 药理学实验指导 | 章蕴毅 | 复旦大学药学院 |

- | | | |
|-----------------------|------|-----------------|
| ★13. 药物分析(第6版) | 刘文英 | 中国药科大学 |
| ★14. 药用植物学(第5版) | 郑汉臣 | 第二军医大学 |
| 药用植物学实验指导 | 潘胜利 | 复旦大学药学院 |
| ★15. 生药学(第5版) | 蔡少青 | 北京大学药学院 |
| 生药学实验指导 | 刘塔斯 | 湖南中医药大学 |
| ★16. 药物毒理学(第2版) | 楼宜嘉 | 浙江大学药学院 |
| ★17. 临床药物治疗学(第2版) | 姜远英 | 第二军医大学 |
| ★18. 药物化学(第6版) | 郑 虎 | 四川大学华西药学院 |
| 药物化学学习指导与习题集(第2版) | 徐 正 | 四川大学华西药学院 |
| ★19. 药剂学(第6版) | 崔福德 | 沈阳药科大学 |
| 药剂学学习指导与习题集 | 崔福德 | 沈阳药科大学 |
| 药剂学实验指导(第2版) | 崔福德 | 沈阳药科大学 |
| ★20. 天然药物化学(第5版) | 吴立军 | 沈阳药科大学 |
| 天然药物化学实验指导(第2版) | 裴月湖 | 沈阳药科大学 |
| 天然药物化学习题集(第2版) | 吴继洲 | 华中科技大学同济药
学院 |
| 21. 中医药学概论(第6版) | 王 建 | 成都中医药大学 |
| 中医药学概论学习指导与习题集 | 王 建 | 成都中医药大学 |
| ★22. 药事管理学(第4版) | 吴 蓬 | 四川大学华西药学院 |
| 药事管理学学习指导与习题集 | 杨世民 | 西安交通大学医学院 |
| ★23. 药学生物学(第3版) | 杨世民 | 西安交通大学医学院 |
| ★24. 生物药剂学与药物动力学(第3版) | 史济平 | 复旦大学药学院 |
| 生物药剂学与药物动力学学习指导与习题集 | 梁文权 | 浙江大学药学院 |
| ★25. 药学英语(上、下册)(第3版) | 梁文权 | 浙江大学药学院 |
| 药学英语学习指导 | 胡廷熹 | 中国药科大学 |
| ★26. 药物设计学 | 胡廷熹 | 中国药科大学 |
| 27. 制药工程原理与设备 | 徐文方 | 山东大学药学院 |
| 28. 生物制药工艺学 | 王志祥 | 中国药科大学 |
| 29. 生物技术制药 | 何建勇 | 沈阳药科大学 |
| | 周 珮 | 复旦大学药学院 |

全国高等医药教材建设研究会

卫生部教材办公室

2007年6月1日

全国高等学校药学专业教材 第三届评审委员会名单

- 主任委员 郑 虎 四川大学华西药学院
- 副主任委员 毕开顺 沈阳药科大学
姚文兵 中国药科大学
- 委 员 (以姓氏笔画为序)
- 刘俊义 北京大学药学院
- 吴梧桐 中国药科大学
- 吴继洲 华中科技大学同济药学院
- 吴满平 复旦大学药学院
- 张志荣 四川大学华西药学院
- 张淑芳 中国执业药师协会, 国家食品药品监督管理总局执业药师资格认证中心
- 杨世民 西安交通大学医学院
- 姜远英 第二军医大学
- 徐文方 山东大学药学院
- 郭 姣 广东药学院
- 曾 苏 浙江大学药学院
- 潘卫三 沈阳药科大学
- 秘 书 徐 正 四川大学华西药学院

前 言

为顺应我国高等医药教育的改革和发展,作为全国高等医药教材建设研究会、卫生部教材办公室规划的第六轮药学专业教材之一,本书以“夯实数理统计学科基础,强化药学专业应用背景,增加统计软件应用训练”为编写指导方针,在总结本教材前几版的经验基础上,汲取其他医药统计教材的营养和特色,对医药数理统计方法一书进行全新编著。即在保持数理统计学科系统性前提下,强调统计理论与医药实际的结合,反映学科发展成果和与时俱进的时代特征,突出对医药专业学生的针对性和统计软件应用的实用性,体现“学以致用”的教学目的性。

本书的主要特色为:

1. 编写既考虑到数理统计学科知识结构的科学性和系统性,又结合医药领域对统计应用的具体要求和特点,同时针对医药本科学生的接受能力和要求,适当选取教材内容的深度和广度。所选内容涵盖医药应用领域的数据处理;统计应用所必需的概率论基础;数理统计的基本原理、基本概念和基本知识;常用统计推断和统计分析方法、统计软件的实际操作应用等。

2. 全书改变了以往医药数理统计教材先概率后统计的传统结构,而是以统计数据处理和统计分析应用为主线,融概率论于统计原理与应用之中,注重统计方法思想和实际药学应用的阐述,并结合医药应用实例和背景,说明统计方法的特点、应用条件和场合等,同时增加非常实用的统计软件应用操作的训练,从而形成以统计原理、统计方法及统计软件应用为主体并面向医药实际应用的内容体系。编写内容系统全面,深入浅出;概念阐述清晰,用例典型实用,写作力求简明流畅,通俗易懂。

3. 增加计算机应用的统计技能训练。在 21 世纪信息化时代的今天,现代医药数据处理和统计分析与应用更是密不可分。根据目前计算机应用日益普及的特点和医药专业学生计算机学习的基础,本教材选用最为普及的 Excel 软件的统计模块来进行统计软件应用的教学,在每章最后一节给出 Excel 软件对应概率统计功能操作应用的具体详实指导,同时辅之以上机训练题,以帮助学生真正提高其运用统计工具进行医药统计分析的实用能力和创新能力,达到“学以致用”的目的。

为了使读者更扎实地掌握医药数理统计的知识和方法,更好地培养其分析和解决问题的能力,也为了便于教与学,我们还编写出版了配套教材《医药数理统计方法学习指导与习题集》。该配套教材精选了综合性典型例题,并对教材全部习题进行详解分析,为读者提供极为有效的兼具基础性和技巧性的解题指导。同时还列出了各章简明的教学目的要求,以内容提要简表形式对教材的核心内容进行高度概括,提供包括

填充题和选择题题型的思考与练习，并附有综合测试试卷及答案等，为帮助学生消化、巩固所学内容，提高其学习效率和成绩提供便利。

本书的编著，得到人民卫生出版社、编委所在单位和有关专家的支持和帮助，并参考了大量的教材和文献，在此表示衷心的感谢。本书虽经反复认真修订和字斟句酌的审核统稿后定稿，但由于编写时间和水平有限，书中疏漏和不妥之处在所难免，恳请各位专家、读者批评指正。

编 者

2007年6月

目 录

第一章 数据的描述和整理	1
第一节 数据的类型和整理	2
一、数据的分类	2
二、数据的统计整理和图示	4
三、常用统计软件简介	8
第二节 数据分布特征的统计描述	8
一、数据分布集中趋势的描述	8
二、数据分布离散程度的描述	11
三、数据分布形状的描述	16
第三节 数据的直观描述：统计图表	17
一、统计图	17
二、统计表	21
第四节 数据整理与统计作图的 Excel 应用	23
一、Excel 数据分析程序的安装	23
二、用 Excel 进行统计作图	24
三、用 Excel 生成频数分布表与直方图	25
四、用 Excel 计算常用统计量	27
习题一	29
上机训练题	29
第二章 随机事件与概率	30
第一节 随机事件及其概率	30
一、随机试验和随机事件	30
二、事件之间的关系及运算	31
三、事件的概率	34
第二节 概率的性质及运算法则	36
一、概率公理化定义	36
二、概率的加法定理	37
三、条件概率和乘法定理	38
第三节 全概率公式与逆概率公式	41
一、全概率公式	41
二、逆概率公式	43
习题二	44

第三章 随机变量及其分布	46
第一节 随机变量及其概率分布	47
一、离散型随机变量的分布	47
二、随机变量的分布函数	48
三、连续型随机变量的分布	50
第二节 随机变量的数字特征	53
一、数学期望	53
二、方差与标准差	57
三、矩	60
第三节 常用离散型随机变量分布	60
一、二项分布	60
二、泊松分布	64
三、超几何分布	66
第四节 常用连续型随机变量分布	66
一、正态分布	66
二、对数正态分布	73
三、韦布尔分布	74
四、指数分布	74
第五节 随机变量函数的分布	75
一、离散型随机变量函数的分布	76
二、连续型随机变量函数的分布	77
第六节 随机向量	78
一、二维随机向量及其分布	78
二、随机变量的独立性	83
三、协方差和相关系数	84
第七节 中心极限定理	87
一、大数定律	87
二、中心极限定理	88
第八节 常用分布概率计算的 Excel 应用	91
一、用 Excel 计算二项分布	91
二、用 Excel 计算泊松分布	93
三、用 Excel 计算正态分布	93
四、用 Excel 计算指数分布	96
习题三	97
上机训练题	100
第四章 抽样分布	101
第一节 数理统计基本概念	101
一、总体与样本	101

二、统计量	102
第二节 抽样分布	104
一、样本均值的分布	104
二、 χ^2 分布	105
三、 t 分布	107
四、 F 分布	108
第三节 χ^2 分布、 t 分布和 F 分布的 Excel 应用	110
一、用 Excel 计算 χ^2 分布	110
二、用 Excel 计算 t 分布	111
三、用 Excel 计算 F 分布	113
习题四	114
上机训练题	115
第五章 参数估计	116
第一节 参数的点估计	116
一、矩估计法	116
二、最大似然估计法	118
三、估计量的判别标准	119
第二节 正态总体参数的区间估计	122
一、区间估计的概念	122
二、正态总体均值的区间估计	122
三、正态总体方差的区间估计	125
第三节 二项分布和泊松分布参数的区间估计	126
一、大样本正态近似法	126
二、小样本精确估计法	130
第四节 总体参数置信区间的 Excel 应用	130
一、用 Excel 求正态总体均值的置信区间	130
二、用 Excel 求正态总体方差的置信区间	133
习题五	134
上机训练题	135
第六章 参数假设检验	136
第一节 假设检验的基本概念	136
一、假设检验问题及基本原理	136
二、假设检验的一般步骤	138
三、两类错误	138
第二节 单个正态总体参数的假设检验	139
一、方差已知时正态总体均值的 u 检验	139
二、方差未知时正态总体均值的 t 检验	142

三、配对比较总体均值的 t 检验	144
四、正态总体方差的 χ^2 检验	145
第三节 两个正态总体参数的假设检验	147
一、两个总体方差比较的 F 检验	147
二、两个总体均值比较的 t 检验	149
第四节 非正态总体参数的假设检验	152
一、总体均值的假设检验	152
二、总体率的假设检验	154
第五节 参数假设检验的 Excel 应用	157
一、用 Excel 进行单个正态总体的参数检验	157
二、用 Excel 进行两个正态总体的参数检验	161
习题六	164
上机训练题	166
第七章 非参数假设检验	167
第一节 χ^2 拟合优度检验	167
一、 χ^2 拟合优度检验的思想与步骤	167
二、 χ^2 拟合优度检验的应用举例	168
第二节 列联表的 χ^2 检验	170
一、列联表的 χ^2 独立性检验	171
二、样本(总体)率比较的列联表 χ^2 检验	174
第三节 秩和检验	176
一、配对比较的符号秩和检验	176
二、两样本比较的秩和检验	178
三、多样本总体比较的秩和检验	180
第四节 列联表 χ^2 检验的 Excel 应用	182
习题七	183
上机训练题	186
第八章 方差分析	187
第一节 单因素方差分析	187
一、方差分析的原理和方法	187
二、方差分析的步骤与实例	191
第二节 多重比较	194
一、Tukey 法	194
二、Scheffé 法	196
第三节 两因素方差分析	197
一、无重复试验的两因素方差分析	197

二、有重复试验的两因素方差分析	201
第四节 交叉设计的方差分析	205
一、交叉设计	205
二、交叉设计的方差分析	206
第五节 方差分析的 Excel 运用	208
一、用 Excel 进行单因素方差分析	208
二、用 Excel 进行两因素方差分析	210
习题八	211
上机训练题	213
第九章 相关分析与回归分析	214
第一节 相关分析	214
一、散点图	214
二、相关关系与样本相关系数	215
三、等级相关分析	219
第二节 一元线性回归分析	220
一、回归的统计模型	221
二、用最小二乘法建立回归方程	222
三、回归方程的显著性检验	223
四、用回归方程进行预测和控制	228
五、相关与回归分析时的注意事项	230
六、一元拟线性回归分析	231
第三节 多元线性回归分析	233
一、多元线性回归方程的建立	233
二、多元线性回归方程的显著性检验	236
三、偏回归系数的假设检验	237
第四节 相关分析与回归分析的 Excel 应用	239
一、用 Excel 制作散点图	239
二、用 Excel 计算相关系数	242
三、用 Excel 进行一元线性回归分析	243
四、用 Excel 进行多元线性回归分析	245
习题九	247
上机训练题	249
第十章 试验设计	250
第一节 正交试验设计	251
一、正交表	251
二、正交试验设计的直观分析法	252
三、考虑交互作用的正交试验设计	254

四、正交试验的方差分析法	257
五、多指标正交试验设计分析方法	262
第二节 均匀试验设计	264
一、均匀设计表和均匀设计	265
二、均匀设计试验结果分析	266
三、均匀设计应用举例	267
习题十	269
常用统计表	272
附表 1 二项分布表	272
附表 2 泊松分布表	275
附表 3 标准正态分布表	277
附表 4 标准正态分布的双侧临界值表	278
附表 5 χ^2 分布表	279
附表 6 t 分布表	280
附表 7 F 分布表	281
附表 8 二项分布参数 p 的置信区间表	285
附表 9 泊松分布参数 λ 的置信区间表	289
附表 10 $\varphi = 2\arcsin \sqrt{\rho}$ 数值表	290
附表 11 配对比较符号秩和检验用 T 界值表	292
附表 12 两样本比较秩和检验用 T 界值表	293
附表 13 三样本比较秩和检验用 H 界值表	294
附表 14 多重比较中的 q 表	295
附表 15 多重比较中的 S 表	297
附表 16 检验相关系数 $\rho = 0$ 的临界值表	299
附表 17 Spearman 等级相关系数的临界值表	300
附表 18 正交表	301
附表 19 均匀设计表与使用表	308
附录 习题参考答案	311
参考文献	318
中英文索引	320

第一章 数据的描述和整理

概率论(probability)是研究随机现象数量规律的数学学科,而数理统计(mathematical statistics)则是以概率论为基础,通过对随机现象观察数据的收集整理和分析推断来研究其统计规律的学科。统计作为一种社会实践活动由来已久,最早可追溯到中国古代的钱粮户口统计和西方国家的人口普查统计。在日常生活中,统计既可以指统计数据的搜集活动,即统计工作;也可以指统计活动的结果,即统计数据;还可指分析统计数据的方法和技术,即统计学。

统计学(statistics)是关于研究对象的数据资料进行搜集、整理、分析和解释,以显示其总体特征和统计规律性的科学。在英文中,“Statistics”以单数名词出现时表示统计学,而以复数名词出现时则表示统计数据或资料。可见,统计学与统计数据是密不可分的,其主要内容包括:①数据搜集,也就是取得统计数据,这是进行统计分析的基础;②数据整理,即用图表等形式来展示数据特征,使数据更加系统化、条理化,从而便于统计分析;③数据分析,则是利用描述统计和推断统计等统计方法来研究数据,是统计学的核心;④数据解释,就是对统计分析结果进行说明和应用。

虽然人类的统计实践活动可以追溯到远古的原始社会,但是将统计实践上升到理论加以总结和概括,使之成为一门系统的学科——统计学,则距今只有300多年的历史。最初的统计方法是随着社会政治和经济需要而逐步得到发展的,直到18世纪概率论被引进之后,统计学才逐渐形成一门成熟的学科。17世纪中叶,法国数学家帕斯卡(B. Pascal, 1623 ~ 1662)和费马(P. Fermat, 1601 ~ 1665)等对赌徒Méré提出的赌局问题的解决,开创了概率论研究的新纪元。1662年,格朗特(J. Graunt)基于伦敦死亡人数资料的研究所进行的死亡率推算,是历史上最早出现的统计推断。而最先将古典概率论引进统计学领域的是法国天文学家、数学家拉普拉斯(P. S. Laplace, 1749 ~ 1827),他提出了研究随机现象的分析方法,完善了古典概率论的结构,并阐明了统计学大数法则,进行了大样本推断的尝试。比利时统计学家凯特勒(A. Quetelet, 1796 ~ 1874)发现了大量随机现象的统计规律性,并开创性地应用许多统计方法完成了统计学和概率论的结合,被认为是数理统计学的创始人。此后,以概率论为基础的统计理论和方法被称为数理统计。从19世纪中叶到20世纪中叶,数理统计得到蓬勃发展并逐渐达到成熟。德国的大地测量学者赫尔梅特(F. Helmert, 1843 ~ 1917)在1876年研究正态总体的样本方差时,发现了 χ^2 分布(卡方分布);英国生物学家高尔顿(F. Galton, 1822 ~ 1911)在生物遗传学中提出了回归、相关概念,创立了回归分析法。数理统计学的奠基人之一、

英国统计学家皮尔逊(K. Pearson, 1857 ~ 1936)进一步发展了回归与相关的理论,提出了总体、标准差、正态曲线等重要术语和矩估计法、 χ^2 拟合优度检验法,并创建了生物统计学;英国统计学家戈塞特(W. S. Gosset, 1876 ~ 1937)于1908年导出了 t 统计量的精确分布—— t 分布,建立了“小样本理论”;而英国统计学派的代表人物费歇尔(R. Fisher, 1890 ~ 1962)系统地发展了抽样分布理论,建立了以最大似然估计法为中心的估计理论,首创了试验设计法并提出方差分析法,对现代数理统计的形成和发展作出了极大的贡献。其后波兰统计学家奈曼(J. Neyman, 1894 ~ 1981)等在20世纪30年代提出了似然比检验,并建立了置信区间理论;美国统计学家沃尔德(A. Wald, 1902 ~ 1950)所建立的序贯分析和统计决策理论,开创了数理统计学的新局面。

随着自然科学和社会经济的进步和发展,数理统计在理论上不断完善与成熟,应用上日益广泛和深入。特别是随着电子计算机的应用和普及,统计数据的处理能力大为增强,以往受计算能力限制的数理统计有关理论和方法,其处理实际问题的能力也得到了空前提高。数理统计已成为研究自然现象和社会经济现象数量特征的极为有力的工具,并逐步渗透到各个学科领域,形成了许多边缘学科,如:信息论、决策论、排队论、可靠性理论、自动控制、质量管理、生物统计、医药统计、社会统计、水文统计、统计物理学、计量经济学、计量心理学等,成为现代科学发展的一个重要标志。而在药学领域,无论是新药研制、药物鉴定、药理分析、试验设计,还是药政管理、处方筛选、医药信息等各个方面,都需要进行大量的数据资料的整理和分析。因此,有关医药数理统计的知识、方法和必要的统计技能训练,是每个医药科技工作者必不可少的专门知识和技能,学习和掌握医药数理统计对于正确有效地利用数据资料进行医药领域的研究和实践具有极为重要的意义。

第一节 数据的类型和整理

一、数据的分类

数据(data)是对客观事物计量的结果。例如,对药品质量的计量可得到药品是正品或次品的数据;对药物在试验对象血液中含量的计量可得到血液浓度数据等等。统计数据是利用统计方法进行分析的基础。

(一) 数据的类型

由于对事物计量的精确程度不同,得到数据的类型也有所不同,需用不同的统计分析方法进行分析处理。在实际统计应用中,对应于不同的计量尺度,数据可分为定类数据(或名义数据、计数数据)、定序数据(或有序数据、等级数据)和数值型数据(或计量数据)等三种类型。

(1) **定类数据**(categorical data 或名义数据 nominal data、计数数据 count data):是对事物按照其属性进行分类或分组的计量结果,其数据表现为文字型的无序类别,可以进行每一类别出现频数的计算,但不能进行排序和加减乘除的数学运算。例如:人的性别分为男、女两类,人的血型分为O型、A型、B型和AB型四类,均属于定类数据。

(2) **定序数据**(ordinal data 或有序数据、等级数据 rank data):是对事物之间等级