



卫生部“十二五”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

供预防医学类专业用

卫生统计学

第7版

主 编 方积乾 副主编 徐勇勇 陈峰



人民卫生出版社

PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE

卫生部“十二五”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
供预防医学类专业用

卫生统计学

第 7 版

主 编 方积乾

副主编 徐勇勇 陈 峰

编 者 (按姓氏笔画排序)

马 骏	天津医科大学	张菊英	四川大学
王 彤	山西医科大学	陈 峰	南京医科大学
王 静	安徽医科大学	易 东	第三军医大学
王心旺	广州医学院	郝元涛	中山大学
王学梅	内蒙古医科大学	钟晓妮	重庆医科大学
方 亚	厦门大学	邵艳晖	广东药学院
方积乾	中山大学	施学忠	郑州大学
石武祥	广西桂林医学院	贺 佳	第二军医大学
刘美娜	哈尔滨医科大学	钱 聪	中国医科大学
宇传华	武汉大学	徐勇勇	第四军医大学
李晓梅	昆明医科大学	郭秀花	首都医科大学
杨土保	中南大学	郭忠琴	宁夏医科大学
吴少敏	中山大学	郭淑霞	石河子大学
余红梅	山西医科大学	陶育纯	吉林大学
张晋昕	中山大学	康晓平	北京大学

秘书 吴少敏 中山大学

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

卫生统计学/方积乾主编. —7版. —北京: 人民卫生出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-117-16196-1

I. ①卫… II. ①方… III. ①卫生统计-医学院校-教材 IV. ①R195.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第157873号

门户网: www.pmph.com	出版物查询、网上书店
卫人网: www.ipmph.com	护士、医师、药师、中医师、卫生资格考试培训

版权所有, 侵权必究!

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

卫生统计学 第7版

主 编: 方积乾

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里19号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷: 北京市安泰印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 32

字 数: 779千字

版 次: 1978年12月第1版 2012年8月第7版第48次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-16196-1/R·16197

定价(含光盘): 53.00元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社销售中心联系退换)

全国高等学校预防医学专业第七轮 卫生部规划教材出版说明

全国高等学校预防医学专业第六轮规划教材，自2007年出版以来，经过几年的教学实践，得到广大师生的普遍好评。近年来，随着转化医学和整合医学概念的出现，对传统的预防医学教育模式也提出了变革的需求，为了更好地体现传统和新发公共卫生问题的现状，预防医学和公共卫生领域的发展，并反映国内外新的理论与技术，使教材的理论与实践更加紧密地结合，2011年3月，全国高等学校预防医学专业教材评审委员会四届二次会议暨预防医学专业第七轮规划教材主编人会议在北京召开。会议确定第七轮教材仍为16个品种，并强调第七轮教材仍然必须坚持“三基、五性、三特定”的基本要求，并希望本轮教材内容要立足于反映培养新时代学生的需要，满足社会对人才培养的需要，以及预防医学专业学生学习的需要，既要注意教材的系统性与完整性，也提倡突出重点，消减一般内容的作法，体现出各章的不均衡性与重要性，较好地处理“系统、完整与突出重点、割舍一般内容”之间的关系。全套教材提倡整体优化，并编写配套教材和实用的配套光盘，以适应预防医学教育和教学改革的需要。

本套教材均为卫生部“十二五”规划教材，全套教材将于2012年秋季前全部出版。

全国高等学校预防医学专业第七轮 卫生部规划教材目录

1. 卫生统计学 第7版

主编：方积乾 副主编：徐勇勇 陈峰

2. 流行病学 第7版

主审：李立明 主编：詹思延 副主编：叶冬青 谭红专

3. 卫生化学 第7版

主编：郭爱民 杜晓燕 副主编：毋福海 和彦苓

4. 职业卫生与职业医学 第7版

主编：孙贵范 副主编：邬堂春 牛侨

5. 环境卫生学 第7版

主编：杨克敌 副主编：郑玉建

6. 营养与食品卫生学 第7版

主编：孙长颢 副主编：凌文华 黄国伟

7. 儿童少年卫生学 第7版

主编：季成叶 副主编：陶芳标 武丽杰

8. 毒理学基础 第6版

主审：庄志雄 主编：王心如 副主编：孙志伟 陈雯

9. 卫生微生物学 第5版

主编：张朝武 副主编：邱景富

10. 社会医学 第4版

主编：李鲁 副主编：吴群红

11. 卫生事业管理学 第3版

主编：梁万年 副主编：饶克勤 王亚东

12. 卫生经济学 第3版

主编：程晓明 副主编：罗五金 刘国祥

13. 卫生法律制度与监督学 第3版

主编：樊立华 副主编：刘金宝

14. 健康教育学 第2版

主编：马骁 副主编：姜润生 张竞超

15. 卫生信息管理学 第3版

主编：罗爱静 副主编：王伟

16. 社会医疗保险学 第3版

主编：卢祖洵 副主编：汪凯 郑建中

全国高等学校预防医学专业第四届 教材评审委员会名单

名誉主任委员：陈学敏（华中科技大学）

主任委员：李立明（北京协和医学院）

副主任委员：孙贵范（中国医科大学）

王心如（南京医科大学）

委员：姜庆五（复旦大学）

胡永华（北京大学）

凌文华（中山大学）

孙振球（中南大学）

梁万年（卫生部）

马 骁（四川大学）

金泰虞（复旦大学）

郑玉建（新疆医科大学）

武丽杰（哈尔滨医科大学）

郭爱民（首都医科大学）

季成叶（北京大学）

吕姿之（北京大学）

牛 侨（山西医科大学）

邬堂春（华中科技大学）

陈 坤（浙江大学）

颜 虹（西安交通大学）

吴逸明（郑州大学）

孙长颢（哈尔滨医科大学）

浦跃朴（东南大学）

孟庆跃（山东大学）

谭红专（中南大学）

陶芳标（安徽医科大学）

曹 佳（第三军医大学）

庄志雄（深圳市疾病预防控制中心）

刘开泰（中国疾病预防控制中心）

汪 华（江苏省疾病预防控制中心）

潘先海（海南省疾病预防控制中心）

秘 书：詹思延（北京大学）

作为高等教育“十一五”国家级规划教材,《卫生统计学》第6版于2008年春出版。与第5版相比,第6版更加注重学生实践能力的培养,进一步提升了“计算机实验”的实践性,加重了“案例讨论”的挑战性,增添了“中英文结果报告”,并附以“统计报告的自查清单”。和第5版一样,第6版受到广大读者的青睐,除预防医学和卫生管理专业用于本科教育外,还被列为国家执业医师资格考试和医学、生命科学许多领域研究生入学考试的重要参考书。

为了及时吸取广大师生使用此书的丰富经验,持续推动教学改革,在全国高等医药教材建设研究会鼓励之下,我们于2011年4月底启动了第7版的编写。本次修订的指导思想是群策群力,吐故纳新,精心凝练,引领教改。经过两次面对面的会议和频繁的邮件群发与讨论,历时一年的努力,与第6版相比,我们终于又进步了。

进步之一,统计学的三个模块更清晰。在编写过程中,第7版具有强烈的模块意识。第一个模块是医学统计学基础,包括统计描述、概率分布以及参数估计、假设检验和方差分析基础;第二个模块是相关与回归,包括各种关联、线性回归、logistic回归和Cox比例风险模型;第三个模块是统计设计与分析,包括两类医学研究的设计与分析、寿命表和meta分析。

进步之二,研究设计的地位得到加强。第7版精心打造了富有特色的第十三~十六章。第十三章是医学研究统计设计的总论;第十四章专论实验研究;第十五章专论临床试验;第十六章专论观察性研究。

进步之三,为满足各类设计模式的需要,“样本量的估算”应有尽有。不论比较性还是关联性研究、干预性还是观察性研究,结局是定量还是定性变量,单因素还是多因素分析,我们都提供了样本量估算的方法、程序和实例,并标以“*”号,为教学和科研提供参考。

进步之四,拓展性阅读材料更加丰富。本书的附录增加了三项内容。一是常用统计学定理的简要证明,为知其然又欲知其所以然的师生而备;二是除SAS外原有的附录一增加了EpiData简介,方便现场调查资料的数据管理;三是以国际标准更新原有的附录二,提供了2010版本随机对照试验的CONSORT statement、2007版本观察性研究的STROBE statement和2009版本meta分析的PRISMA statement等三个统计学指南的网站地址,有兴趣的读者可自行下载。

如此进步当归功于我们的全体编委。他们全是教学能手、科研精英,编委会上,众说纷纭,足智多谋,网上讨论,畅所欲言。他们个个都是忙人,日理万机,有的甚至身在国外,但无一视本书的编写为负担。集体智慧一旦凝成顶层设计,每个局部都闪闪发光;每章初稿虽很快形成,为了前呼后应、整体完美,作者们不惜割舍、无私奉献,以数倍的时

间和精力，精雕细琢、一改再改。在群英之中，特别需要提到的是王彤和陶育纯两位编者，前者自告奋勇撰写了关于常用统计学定理简要证明的附录，后者额外承担了统计工具表的“审计”，发现并更正了不少“历史性”错误。这次新增的徐勇勇、陈峰两位副主编，善于捕捉问题、发现漏洞，有他们帮助盯住细节，本人省心不少。

医药卫生事业的发展对统计学的要求日益高涨，新的统计方法层出不穷，作为教材，我们在做“加法”的同时，的确也做了一些“减法”，确保不增加学生负担。虽然内容丰富，但我们并不主张每章都要学，也不认为每节都要老师教；各校可以视必要与可行精心选择和安排。我们不必一口气向学生灌输全书内容，建议分两个学期各 50 学时进行；基础课阶段教第一模块，专业课阶段教第二、三模块。不论学时数多或少，除理论课外，计算机实验和案例讨论切不可怠慢；中英文表达可以自学，并落实在课外作业中。

重庆医科大学和桂林医学院的同行们热情承担了两次编写会议的琐碎事务，使我们无牵无挂，“宾至如归”。在编委会之外，王睿、王玖和刘清海等老师在正文和附录中的“客串”，许多研究生在程序运转、习题试答和校对纠错中的参与，大大充实了本书的“人力资源”。谨代表编写组向所有热情襄助者表示衷心致谢。

方积乾

2012 年 5 月，广州

第一章 绪论	1
第一节 医学中统计思维的进化	1
第二节 统计学与公共卫生互相推动	4
第三节 统计学的若干概念	6
第四节 目标与方法	9
第二章 定量变量的统计描述	11
第一节 频率分布表与频率分布图	11
第二节 描述平均水平的统计指标	15
第三节 描述变异程度的统计指标	19
第四节 描述分布形态的统计指标	22
第五节 统计表和统计图	23
第六节 统计内容的报告与中英文表达	26
第七节 案例讨论	27
第八节 计算机实验	29
第九节 小结	30
第三章 定性变量的统计描述	33
第一节 定性变量的频率分布	33
第二节 常用相对数指标	36
第三节 医学人口统计常用指标	39
第四节 疾病统计常用指标	44
第五节 粗率的标准化法	46
第六节 动态数列及其指标	49
第七节 定性变量统计图	53
第八节 中英文结果报告	54
第九节 案例讨论	55
第十节 计算机实验	56
第十一节 小结	60
第四章 常用概率分布	63
第一节 二项分布	63

第二节 Poisson 分布	67
第三节 正态分布	70
第四节 中英文结果报告	78
第五节 案例讨论	78
第六节 计算机实验	79
第七节 小结	82
第五章 参数估计基础	84
第一节 抽样分布与抽样误差	84
第二节 t 分布	91
第三节 总体均数及总体概率的估计	93
第四节 中英文结果报告	96
第五节 案例讨论	97
第六节 计算机实验	97
第七节 小结	101
第六章 假设检验基础	103
第一节 假设检验的概念与原理	103
第二节 t 检验	105
第三节 二项分布与 Poisson 分布资料的 z 检验	112
第四节 假设检验与区间估计的关系	116
第五节 假设检验的功效	118
* 第六节 正态性检验	121
第七节 中英文结果报告	122
第八节 案例讨论	123
第九节 计算机实验	123
第十节 小结	126
第七章 方差分析基础	129
第一节 方差分析的基本思想	129
第二节 方差分析的步骤	131
第三节 多个样本均数的两两比较	134
第四节 方差分析的前提条件和数据变换	138
第五节 中英文结果报告	142
第六节 案例讨论	142
第七节 计算机实验	144
第八节 小结	147

第八章 χ^2 检验	150
第一节 独立样本四格表资料的 χ^2 检验	150
第二节 多个独立样本 $R \times C$ 列联表资料的 χ^2 检验	154
第三节 配对设计资料的 χ^2 检验	156
第四节 列联表资料的确切概率法	160
第五节 χ^2 检验用于拟合优度检验	162
第六节 中英文结果报告	164
第七节 案例讨论	165
第八节 计算机实验	166
第九节 小结	169
第九章 基于秩次的非参数检验	172
第一节 配对设计资料的符号秩和检验	172
第二节 两组独立样本比较的秩和检验	174
第三节 多组独立样本比较的秩和检验	178
第四节 随机区组设计资料的秩和检验	180
第五节 多个样本间的多重比较	182
第六节 中英文结果报告	185
第七节 案例讨论	185
第八节 计算机实验	186
第九节 小结	190
第十章 两变量关联性分析	194
第一节 线性相关	194
第二节 秩相关	200
第三节 分类变量的关联性分析	201
第四节 中英文结果报告	209
第五节 案例讨论	210
第六节 计算机实验	212
第七节 小结	214
第十一章 简单线性回归	217
第一节 线性回归	217
第二节 线性回归的应用	224
第三节 残差分析	227
第四节 非线性回归	228
第五节 中英文结果报告	231
第六节 案例讨论	231

第七节 计算机实验	233
第八节 小结	235
第十二章 多重线性回归与相关	238
第一节 多重线性回归的概念及其统计描述	238
第二节 多重线性回归的假设检验	240
第三节 复相关系数与偏相关系数	241
第四节 自变量筛选	245
* 第五节 多重线性回归的应用	248
第六节 中英文结果报告	257
第七节 案例讨论	257
第八节 计算机实验	260
第九节 小结	262
第十三章 医学研究的统计学设计	266
第一节 统计设计的基本要素	266
第二节 统计设计的基本原则	271
第三节 误差来源及其控制方法	274
第四节 资料统计分析	276
第五节 中英文结果报告	278
第六节 案例讨论	279
第七节 计算机实验	280
第八节 小结	283
第十四章 实验研究的设计与分析	285
第一节 实验设计中的对照设置和随机分组方法	285
第二节 常用实验设计方案与统计分析	287
* 第三节 样本含量的估算	296
第四节 中英文结果报告	300
第五节 案例讨论	301
第六节 计算机实验	301
第七节 小结	305
第十五章 临床试验设计与分析	310
第一节 临床试验概述	310
第二节 临床试验设计的原则	312
第三节 临床试验设计的基本类型	314
第四节 统计分析计划	318

第五节	临床试验中的三种试验类型	321
第六节	样本量估算	325
第七节	中英文结果报告	326
第八节	案例讨论	327
第九节	计算机实验	328
第十节	小结	330
第十六章	观察性研究的实施与分析	333
第一节	观察性研究概述	333
第二节	横断面研究的实施与分析	334
第三节	病例-对照研究的实施与分析	342
第四节	队列研究的实施与分析	351
第五节	中英文结果报告	358
第六节	案例讨论	360
第七节	计算机实验	362
第八节	小结	365
第十七章	寿命表	369
第一节	基本概念	369
第二节	简略现时寿命表的编制	371
第三节	去死因寿命表的编制	373
第四节	健康期望寿命表的编制	376
第五节	寿命表有关指标及其分析	379
第六节	其他相关指标简介	382
第七节	中英文结果报告	383
第八节	案例讨论	383
第九节	计算机实验	384
第十节	小结	387
第十八章	logistic 回归分析	390
第一节	logistic 回归模型	390
第二节	logistic 回归的参数估计及假设检验	392
第三节	条件 logistic 回归模型	397
第四节	logistic 回归的样本含量估算	399
第五节	logistic 回归的应用及注意的问题	401
第六节	中英文结果报告	402
第七节	案例讨论	403
第八节	计算机实验	404

第九节 小结	405
第十九章 生存分析	410
第一节 生存分析基本概念	410
第二节 生存曲线的估计	412
第三节 生存曲线的比较	417
第四节 Cox 回归	420
第五节 中英文结果报告	426
第六节 案例讨论	427
第七节 计算机实验	429
第八节 小结	432
第二十章 meta 分析	434
第一节 meta 分析概述	434
第二节 meta 分析的统计方法	437
第三节 meta 分析的偏倚	445
第四节 中英文结果报告	447
第五节 案例讨论	448
第六节 计算机实验	449
第七节 小结	454
附录	456
附录一 软件简介（见随书光盘）	456
附录 1-1 SAS 简介	456
附录 1-2 EpiData 简介	456
附录二 统计学指南（见随书光盘）	457
附录 2-1 CONSORT statement 的清单和流程图	457
附录 2-2 STROBE statement 的清单	457
附录 2-3 PRISMA statement 的清单和流程图	457
附录三 统计用表	458
附录四 重要定理证明（见随书光盘）	484
中英文名词对照索引	485

第一章

绪 论

什么是统计学 (statistics)? 权威词典说, 它是 “a branch of mathematics dealing with the collection, analysis, interpretation, and presentation of masses of numerical data.” (*Webster's International Dictionary*)。流行病学词典更认为它是 “The science and art of collecting, summarizing, and analyzing data that are subject to random variation.” (John M. Last, *A Dictionary of Epidemiology*, 4th ed, 2001)。总之, 统计学是一门处理数据中变异性的科学与艺术, 内容包括收集、分析、解释和表达数据, 目的是求得可靠的结果。

现在, 生物医学实验、临床试验、流行病学调查和公共卫生管理都要寻求统计学家的合作。医学科研基金申请要求有统计学家参与合作, 计划书必须包含详尽的统计设计与分析; 新药开发和报批必须依法执行统计学准则, 递交统计学报告; 公共卫生项目的确立和验收, 必须基于抽样调查的数据和完善的评价体系; 医学杂志发布统计学指南, 邀请统计学家审稿, 严控论文的统计学缺陷。总之, 统计学思维和方法学已经渗透到医学研究和卫生决策之中。

第一节 医学中统计思维的进化

医学研究者们普遍赏识统计思维及其应用, 这是统计学经过近 200 年进化并与医学科学不断磨合的结果。

一、Laplace 的远见与 Louis 的实践

早在美国独立战争和法国大革命时期, 法国数学家 Pierre-Simon Laplace (1749—1827) 认为 “概率论 (probability theory) 可以应用于整个人类知识系统, 因为发现真理的主要方法是以概率为基础的”。这位被誉为 “法国的牛顿” 的数学家曾经预言: “医疗是概率论应用的一个重要领域”; “随着观察数的增多, 有效的治疗方法会充分地显示出来”。

杰出的医生 Philippe Pinel (1745—1826) 说, 可以通过清点产生良好反应的次数来确定一种治疗的效果; 若成功率较高, 便认为是有效的。他甚至宣称, 应用概率计算, 医学才能成为一门真正的科学。

此后, 另一位杰出的临床医生 Pierre-Charles-Alexandre Louis (1787—1872) 审慎地评价了当时流行的放血疗法。他观察了 52 例重伤寒病员, 39 例放了血, 平均生存时间是 25.5 天, 而没有放血者的平均生存时间却是 28 天; 88 例恢复期伤寒病员中, 62 例放了血, 平均带病期是 32 天, 而没放血者的平均带病期是 31 天。Louis 还研究了放血治疗肺