



国家卫生和计划生育委员会“十三五”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

Health Statistics

第 8 版

主 编 李晓松

副主编 陈 峰

郝元涛

刘美娜



PREVENTIVE
MEDICINE



人民卫生出版社



国家卫生和计划生育委员会“十三五”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

Health Statistics

第 8 版

主 编 李晓松

副主编 陈 峰 郝元涛 刘美娜

编 者 (按姓氏笔画排序)

于石成 中国疾病预防控制中心
马 骏 天津医科大学
马晓光 浙江大学
王 彤 山西医科大学
王学梅 内蒙古医科大学
王锡玲 复旦大学
方 亚 厦门大学
尹 平 华中科技大学
邓 丹 重庆医科大学
毕育学 西安交通大学
刘红波 中国医科大学
刘美娜 哈尔滨医科大学
宇传华 武汉大学
李晓松 四川大学
杨士保 中南大学

张菊英 四川大学
张维拓 上海交通大学
陈 峰 南京医科大学
陈炳为 东南大学
欧春泉 南方医科大学
易 东 第三军医大学
郝元涛 中山大学
贺 佳 第二军医大学
夏结来 第四军医大学
高 培 北京大学
郭秀花 首都医科大学
陶育纯 吉林大学
黄高明 广西医科大学
曹明芹 新疆医科大学
薛付忠 山东大学

编写秘书

赵 星 四川大学



人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

卫生统计学/李晓松主编.—8版.—北京:人民卫生出版社,
2017

全国高等学校预防医学专业第八轮规划教材

ISBN 978-7-117-24666-8

I. ①卫… II. ①李… 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(2017)第145569号

人卫智网 www.ipmph.com 医学教育、学术、考试、健康,
购书智慧智能综合服务平台
人卫官网 www.pmph.com 人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

卫生统计学
第8版

主 编:李晓松

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:010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷:北京机工印刷厂

经 销:新华书店

开 本:850×1168 1/16 印张:28

字 数:659千字

版 次:1978年12月第1版 2017年8月第8版

2017年8月第8版第1次印刷(总第53次印刷)

标准书号:ISBN 978-7-117-24666-8/R·24667

定 价:65.00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市场营销中心联系退换)

全国高等学校预防医学专业第八轮规划教材修订说明

我国的公共卫生与预防医学教育是现代医学教育的一个组成部分，并在教学实践中逐步形成了中国公共卫生与预防医学教育的特点。现代公共卫生与预防医学教育强调“干中学”（learning by doing）这一主动学习、终身学习的教育理念，因此公共卫生和预防医学教材的建设与发展也必须始终坚持和围绕这一理念。

1978年，在原卫生部的指导下，人民卫生出版社启动了我国本科预防医学专业第一轮规划教材，组织了全国高等院校的知名专家和教师共同编写，于1981年全部出版。首轮教材共有7个品种，包括《卫生统计学》《流行病学》《分析化学》《劳动卫生与职业病学》《环境卫生学》《营养与食品卫生学》《儿童少年卫生学》，奠定了我国本科预防医学专业教育的规范化模式。

此后，随着预防医学专业的发展和人才培养需求的变化，进行了多轮教材的修订与出版工作，并于1990年成立了全国高等学校预防医学专业第一届教材评审委员会，至今已经是第四届。为了满足各院校教学的实际需求，规划教材的品种也随之进一步丰富。第二轮规划教材增加《卫生毒理学基础》《卫生微生物学》，第四轮增加《社会医学》，第五轮增加《卫生事业管理学》《卫生经济学》《卫生法规与监督学》《健康教育学》《卫生信息管理学》和《社会医疗保险学》，第六轮、第七轮延续了16种理论教材的框架。由此，经过30余年的不断完善和补充，基本形成了一套完整、科学的教材体系。

为了深入贯彻教育部《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》和国家卫生和计划生育委员会《国家医药卫生中长期人才发展规划（2011—2020年）》，通过对全国高等院校第七轮规划教材近四年来教学实际情况的调研和反馈，经研究决定，于2015年启动预防医学专业第八轮规划教材的修订，并作为国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材的重点规划品种。本套教材在第四届教材评审委员会的指导下，增加《公共卫生与预防医学导论》，有助于学生了解学科历史，熟悉学科课程设置，明确专业研究方向，为专业课程的学习奠定基础。

预防医学专业第八轮规划教材的修订和编写特点如下：

1. 坚持教材顶层设计 教材的修订工作是在教育部、国家卫生和计划生育委员会的领导和支持下，由全国高等学校预防医学专业教材评审委员会审定，专家、教授把关，全国各医学院校知名专家、教授编写，人民卫生出版社高质量出版的精品教材。

2. 坚持教材编写原则 教材编写修订工作始终坚持按照教育部培养目标、国家卫生和计划生育委员会行业要求和社会用人需求，在全国进行科学调研的基础上，借鉴国内外医学培养模式和教材建设经验，充分研究论证本专业人才素质要求、学科体系构成、课程体系设置和教材体系规

划后，制定科学、统一的编写原则。

3. 坚持教材编写要求 教材编写遵循教育模式的改革、教学方式的优化和教材体系的建设，坚持科学整合课程、淡化学科意识、实现整体优化、注重系统科学。本轮教材修订之初，在全国高等院校进行了广泛而深入的调研，总结和汲取了前七轮教材的编写经验和成果，对院校反馈意见和建议比较集中的教材进行了较大程度的修改和完善。在教材编写过程中，始终强调本科教材“三基”“五性”“三特定”的编写要求，进一步调整结构、优化图表、精炼文字，以确保教材编写质量，打造精品教材。

4. 坚持教材创新发展 本轮教材从启动编写伊始，采用了“融合教材”的编写模式，即将纸质教材内容与数字教材内容及智育内容、富媒体资源、智慧平台、智能服务相结合的，以纸质为基本载体，与互联网平台有机融合的立体教材和新兴服务，形成针对本专业和学科的终身教育解决方案。教师和学生都可以通过使用移动设备扫描“二维码”的方式，在平台上获得为每本教材量身创作的富媒体资源，包括教学课件、章末思考题解答思路、丰富的教学案例以及多种类型的富媒体资源，实现学生自主学习、终身学习、移动学习的教育目标。

5. 坚持教材立体建设 从第五轮教材修订开始，尝试编写和出版了服务于教学与考核的配套教材，之后每轮教材修订时根据需要不断扩充和完善。本轮教材共有 10 种理论教材配有《学习指导与习题集》、《实习指导》或《实验指导》类配套教材，供教师授课、学生学习和复习参考。

第八轮预防医学专业规划教材系列共 17 种，将于 2017 年 8 月全部出版发行，融合教材的全部数字资源也将同步上线，供秋季教学使用；其他配套教材将于 2018 年秋季陆续出版完成。

希望全国广大院校在使用过程中能够多提宝贵意见，反馈使用信息，以逐步修改和完善教材内容，提高教材质量，为第九轮教材的修订工作建言献策。

全国高等学校预防医学专业第八轮规划教材目录

1. 公共卫生与预防医学导论

主编：李立明 副主编：叶冬青 毛宗福

2. 卫生统计学 第8版

主编：李晓松 副主编：陈峰 郝元涛 刘美娜

3. 流行病学 第8版

主审：李立明 主编：詹思延 副主编：叶冬青 谭红专

4. 卫生化学 第8版

主编：康维钧 副主编：和彦苓 毋福海 李娟 黄沛力

5. 职业卫生与职业医学 第8版

主审：孙贵范 主编：邬堂春 副主编：牛侨 周志俊 朱启星 陈杰

6. 环境卫生学 第8版

主编：杨克敌 副主编：郑玉建 郭新彪 张志勇

7. 营养与食品卫生学 第8版

主编：孙长颢 副主编：凌文华 黄国伟 刘烈刚 李颖

8. 儿童少年卫生学 第8版

主编：陶芳标 副主编：武丽杰 马军 张欣

9. 毒理学基础 第7版

主审：王心如 主编：孙志伟 副主编：陈雯 周建伟 张文昌

10. 卫生微生物学 第6版

主编：曲章义 副主编：邱景富 王金桃 申元英

11. 社会医学 第5版

主编：李鲁 副主编：吴群红 郭清 邹宇华

12. 卫生事业管理学 第4版

主编：梁万年 副主编：胡志 王亚东

13. 卫生经济学 第4版

主编：陈文 副主编：刘国祥 江启成 李士雪

14. 卫生法律制度与监督学 第4版

主编：樊立华 副主编：刘金宝 张冬梅

15. 健康教育学 第3版

主编：傅华 副主编：施榕 张竞超 王丽敏

16. 卫生信息管理学 第4版

主编：罗爱静 副主编：王伟 胡西厚 马路

17. 医疗保险学 第4版

主编：卢祖洵 副主编：高广颖 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 北京大学

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

凌文华 中山大学

梁万年 国家卫生和计划生育委员会

金泰虞 复旦大学

武丽杰 哈尔滨医科大学

季成叶 北京大学

牛 侨 山西医科大学

陈 坤 浙江大学

吴逸明 郑州大学

浦跃朴 东南大学

谭红专 中南大学

曹 佳 第三军医大学

刘开泰 中国疾病预防控制中心

潘先海 海南省疾病预防控制中心

胡永华 北京大学

孙振球 中南大学

马 骁 四川大学

郑玉建 新疆医科大学

郭爱民 首都医科大学

吕姿之 北京大学

邬堂春 华中科技大学

颜 虹 西安交通大学

孙长颢 哈尔滨医科大学

孟庆跃 山东大学

陶芳标 安徽医科大学

庄志雄 深圳市疾病预防控制中心

汪 华 江苏省卫生和计划生育委员会

秘书：詹思延 北京大学

主编简介



李晓松

教授、博士生导师。四川大学华西公共卫生学院院长、华西第四医院院长；英国皇家统计学会 Fellow、国际生物统计学会中国分会（IBS-China）副理事长、中国卫生信息学会卫生统计学教育专委会主任委员、中华预防医学会公共卫生教育分会候任主任委员、全国医学专业学位研究生教指委委员、教育部公共卫生与预防医学专业教指委委员、全国医学考试专家指导委员会公共卫生专业副主任委员。 *Biostatistics & Epidemiology* 杂志副主编、《中国卫生统计》副主编、《现代预防医学》杂志主编、《中华预防医学》杂志编委；全国高等学校医学研究生规划教材《统计方法在医学科研的应用》主编。

长期从事卫生统计学教学和科研工作。主讲本科生和研究生卫生统计学、多元统计分析方法、分类资料统计分析和多水平统计模型等课程；主要研究领域为统计方法及其在传染病和慢性病流行病学研究的应用；负责国家重点研发计划项目、国家自然科学基金面上项目和海外青年学者合作研究基金项目、国家科技重大专项课题、国家卫生公益行业科研专项项目及 WHO 和 UNICEF 等项目，培养硕士和博士 70 余名；近 5 年发表包括 *Lancet*、*Environment International*、*Statistics in Medicine* 在内的 SCI 论文 30 余篇，出版学术专著近 10 部；曾获国家级和部省级教学成果奖，2015 年荣获“全国优秀科技工作者”奖章。

副主编简介



陈峰

南京医科大学生物统计学教授。现任中国卫生信息学会（原中国卫生统计学会）统计理论与方法专业委员会主任委员，国际生物统计学会中国分会(IBM-China)副理事长，中国临床试验统计学组(CCTS working group)组长，《中国卫生统计》杂志副主编。主要从事非独立数据、生物医学高维数据、临床试验评价和分析中的统计理论与方法。发表和联合发表论文 260 余篇。主编、共同主编教材 6 部，其中《医用多元统计分析方法》获教育部推荐研究生教材。



郝元涛

教授，博士生导师。中山大学公共卫生学院院长，中国卫生信息学会卫生统计学教育专业委员会副主任委员，中华预防医学会卫生统计专业委员会常务理事。国际及国内多部学术期刊审稿人及编委，近五年先后主持了国家科技重大专项、国家自然科学基金、美国中华医学基金会(CMB)等研究项目。

在中山大学从事教学工作近 20 年，负责医学统计及流行病学多门相关课程的中、英文教学，主编及参编国内外相关教材近 20 部，荣获“中山大学校级教学名师”称号。研究领域包括与健康有关的生存质量的测定方法与应用，传染病监测数据统计分析方法与应用，公共卫生教育与改革等。负责的 Medical Statistics 课程获批教育部来华留学英语授课品牌课程，主要参与的“医学统计学”课程获批国家级精品课程、国家双语教学示范课程。



刘美娜

教授，博士生导师。哈尔滨医科大学卫生统计学教研室副主任，中国卫生信息学会医学统计教育专业委员会常委，中国卫生信息学会理论与方法专业委员会委员，中华医学会公共卫生学会委员。

自 1984 年从事教学工作以来，承担多轨道的医学统计学、卫生统计学、卫生管理统计及软件应用课程的教学任务，授课风格活泼、形式新颖，深受学生的好评。目前主要研究方向为疾病的治疗质量评价、疾病诊断的生物标志物筛选学研究、生物标本数据库的建立及数据分析技术。现主持国家自然科学基金、国家重大专项子课题、省自然科学基金重点等项目。已发表学术论文近 80 篇，其中 SCI 收录 30 余篇；主编、副主编全国规划教材共 4 部，参编全国规划教材 15 部。

前 言

1978年我国改革开放元年，原华西医科大学杨树勤教授主编并由人民卫生出版社出版发行了我国第1版全国统编教材《卫生统计学》，之后经过两次修订改版形成第2版和第3版，原华西医科大学倪宗瓚教授主编第4版，中山大学方积乾教授主编第5版、第6版和第7版。近40年来，三位卫生统计学前辈以及各版编委为我国卫生统计学教材建设作出了持续不懈的努力，培养了一大批卫生统计学专业人员，为公共卫生与预防医学专业人员奠定了坚实的卫生统计学基础，对于推动我国卫生统计学学科建设和发展作出了卓越的贡献。

随着信息技术的迅猛发展，人类社会已经快速进入所谓大数据时代，统计学在大数据时代面临前所未有的机遇与挑战。与此同时，全球和中国卫生治理体系与结构正经历深刻变革，公共卫生面临前所未有的挑战，公共卫生教育教学改革和人才培养也面临重大挑战。在这一大背景下，本版教材编委秉持传承与创新的精神，对于《卫生统计学》（第8版）教材建设和改革进行了积极的探索与尝试。

本版教材编写的指导思想和基本原则是：①坚持以“学生为中心”的教育教学理念，按照全国高等学校预防医学专业第四届教材评审委员会的要求，力争将教材建设成为好学、好用、好教的“三好”教材；②调整篇章结构以使思想更加清晰、逻辑更加严密、重点更加突出；③更加突出数据在统计学的核心地位；④更加突出统计思想和统计思维，尤其是统计推断核心思想的培养；⑤更加突出统计模拟技术在抽象理论教学中的形象化作用；⑥更加突出公共卫生与预防医学专业特色；⑦适度增加前沿内容；⑧适度压缩教材篇幅。

本版教材的主要特色是：①以认识数据开篇并将数据置于统计学的核心地位，较为系统地梳理了认识数据的逻辑，包括数据分布的描述、数据关联的探索以及数据如何产生的重要性。希望学生养成良好的统计分析思维和习惯，即在进行统计推断前对样本数据本身具有一个清晰透彻的认知和理解，避免陷入统计推断技术细节而忽略样本数据本身的特征与规律。②重点强化统计思想和统计思维的培养，通过简单例子与朴实语言相结合，将抽象的抽样分布概念和统计推断理论变得生动形象，阐释清楚数理统计核心思想尤其是统计推断核心思想。同时，本版教材将置信区间估计与假设检验的关系明确为两个并列的统计推断策略。③较为系统地梳理统计学及卫生统计学的发展历程与重要事件、简要呈现现代统计学前沿进展、面临的机遇与挑战、展望统计学发展前景。④力图体现定位明确、内容优化、重点突出、循序渐进、通俗易懂、便于自学的特色与风

格。⑤利用现代信息技术体现数字融合教材特色，与本教材高度相关的部分内容被置于互联网并将网址以二维码形式嵌入本教材相应位置，内容包括目前4种主流统计软件（SPSS、R、STATA、SAS）的具体操作技术、本教材所有例题与习题的4种软件操作解答和答案等。⑥配套教材《卫生统计学学习指导与习题集》给出了4种软件的数据导入和基本的数据预处理技术。

本教材适合于公共卫生与预防医学类专业包括预防医学、卫生检验与检疫、营养与食品卫生学、卫生管理专业本科生使用，也适合于临床医学、基础医学、口腔医学、护理和药学等专业各年制本科生使用。本教材也可供研究生、公共卫生专业人员、临床医生以及相关领域科研工作者参考使用。

本教材编写过程中，得到了人民卫生出版社、四川大学和天津医科大学公共卫生学院的大力支持。四川大学华西公共卫生学院流行病与卫生统计学系教师殷菲、刘元元、蒋敏、张韬、马越和博士研究生肖雄仔细阅读了部分初稿并提出了许多宝贵的修订意见，博士研究生孟琼、陈飞、郭冰、谯治蛟查阅了大量国内外相关资料，硕士研究生崔岩、吴芸芸、周婷、王楠、张雪、邱建青、陈诗琪、伯贞艳、杜春霖、马婧、刘孟昀、杜旭东、马原林、甄丽丽、罗佳伟以及四川大学华西公共卫生学院2016级预防医学专业全体同学对本教材的编辑排版、例题计算和结果复核等付出了大量艰辛的劳动，在此一并致以衷心的感谢。本教材大部分例子来源于大骨节病研究实例数据，这是李群伟教授及其团队在西藏地区历时10余年艰辛研究工作的重要数据，谨向李群伟教授及其研究团队致以特别的敬意和感谢。

本教材编写过程中，虽经全体编委和参与人员的共同努力和反复修改，但限于编者水平加之时间仓促，难免存有疏漏、缺陷乃至谬误，欢迎广大读者批评指正，以便再版时进一步修订和完善。



2017年1月

目 录

1 绪论

第一篇 认识数据

8 第一章 数据分布的描述

第一节 频数分布表与直方图	8
第二节 集中位置	12
第三节 变异程度	18
第四节 箱式图	21
第五节 数据核查与离群值	24
第六节 分类变量的常用统计图	27

32 第二章 数据关联的探索

第一节 数据的关联	32
第二节 散点图	32
第三节 相关	35
第四节 回归现象	39
第五节 相关与回归的陷阱	45
第六节 分类变量的相关	50
第七节 关联与因果	54

58 第三章 数据的产生

第一节 数据的来源	58
第二节 随机对照试验	60
第三节 简单随机抽样	62
第四节 样本的可靠性与代表性	64
第五节 伦理问题	69

第二篇 概率与推断基础

74 第四章 基本概率理论

第一节 概率	74
第二节 概率分布	81
第三节 蒙特卡罗模拟	102

110 第五章 统计量的抽样分布

第一节 样本率的抽样分布	110
第二节 样本均数的抽样分布	118

125 第六章 统计推断

第一节 置信区间估计	125
第二节 假设检验	130
第三节 检验效能与基于决策的推断	139

第三篇 常用推断方法

148 第七章 基本情形的参数推断

第一节 单个总体均数	148
第二节 两个总体均数	154
第三节 两个总体方差	160
第四节 单个总体率	163
第五节 两个总体率	167

174 第八章 多个均数比较的方差分析

第一节 完全随机设计的方差分析	174
第二节 随机区组设计的方差分析	181
第三节 多个样本均数间的多重比较	185

189 第九章 分类变量的 χ^2 检验

第一节 χ^2 检验的基本思想	189
----------------------	-----

第二节	率的比较	192
第三节	独立性检验	200
第四节	拟合优度检验	203
第五节	确切概率法	205

209 第十章 基于秩的非参数检验

第一节	配对样本的比较	209
第二节	两组独立样本的比较	213
第三节	多组独立样本的比较	220

224 第十一章 直线相关与回归的推断

第一节	直线相关系数的统计推断	224
第二节	直线回归的统计推断	226

235 第十二章 生存分析

第一节	基本概念与主要内容	235
第二节	生存曲线的估计	239
第三节	生存曲线的比较	244

249 第十三章 多重回归分析简介

第一节	多重线性回归	249
第二节	logistic 回归	256
第三节	Cox 回归	261

第四篇 统计设计与卫生统计常用指标

270 第十四章 调查研究设计

第一节	调查设计的基本内容	270
第二节	基本的概率抽样方法及其样本量估计	276
第三节	非概率抽样方法	285
第四节	数据质量评价指标	287

290 第十五章 实验研究设计

第一节	实验设计的基本内容与原则	290
第二节	常用的设计类型及其样本量估计	296
第三节	其他试验设计	303

309 第十六章 卫生统计常用指标

第一节	人口特征统计指标	309
第二节	疾病统计指标	316
第三节	死亡统计指标	320
第四节	卫生服务及资源统计指标	323
第五节	动态数列及其指标	326
第六节	率的标准化	328

333 第十七章 寿命表

第一节	寿命表的概念与计算方法	333
第二节	简略现时寿命表	336
第三节	去死因寿命表	338
第四节	健康期望寿命表	341
第五节	寿命表相关指标的分析与应用	344
第六节	伤残调整寿命年及模型寿命表	347

第五篇 发展历程与展望

352 第十八章 卫生统计学的发展

第一节	卫生统计学发展简史	352
第二节	现状与未来	362

364 第十九章 贝叶斯统计简介

第一节	贝叶斯学派与频率学派的区别与联系	364
第二节	贝叶斯公式	366
第三节	贝叶斯推断	368
第四节	先验分布	370

375 第二十章 数据分析的其他内容

第一节	非独立数据问题	375
-----	---------------	-----

第二节 集合数据问题	381
第三节 大数据问题	384

387 习题

404 推荐阅读

405 附录 统计用表

附表 1 标准正态分布界值表	405
附表 2 二项分布表	406
附表 3 t 界值表	408
附表 4 F 界值表	409
附表 5 二项分布概率 π 的置信区间	414
附表 6 q 界值表 (Newman-Keuls 法用)	418
附表 7 Dunnett-t 检验 q' 界值表 (双侧)	419
附表 8 χ^2 分布临界值表	420
附表 9 r 临界值表 (Pearson 相关系数检验用)	421
附表 10 r_s 界值表 (Spearman 相关系数检验用)	422
附表 11 随机数字表	423
附表 12 Ψ 界值表 (多个样本均数比较时所需样本例数的 估计用 $\alpha = 0.05, \beta = 0.10$)	424

425 中英文名词对照索引