



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

# 卫生化学

Sanitary Chemistry

第 8 版

主 编 康维钧

副主编 和彦苓 毋福海  
李 娟 黄沛力

非  
外  
借



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

# 卫生化学

## Sanitary Chemistry

第 8 版

主 编 康维钧

副主编 和彦苓 毋福海 李 娟 黄沛力

编 者 (以姓氏笔画为序)

王学生 华北理工大学

牛凌梅 河北医科大学

毋福海 广东药科大学

吕 斌 华中科技大学同济医学院

闫宏远 河北大学

许 茜 东南大学

李 娟 吉林大学

杨胜园 南华大学

吴拥军 郑州大学

张加玲 山西医科大学

和彦苓 包头医学院

姜 泓 中国医科大学

顾海鹰 南通大学

黄沛力 首都医科大学

崔 蓉 北京大学

康维钧 河北医科大学

曾红燕 四川大学

潘洪志 哈尔滨医科大学

学术秘书

牛凌梅 (兼)

图书在版编目(CIP)数据

卫生化学/康维钧主编.—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 978-7-117-24321-6

I. ①卫… II. ①康… III. ①卫生学-分析化学-高等学校-  
教材 IV. ①R113

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 090662 号

人卫智网 [www.ipmph.com](http://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](http://www.pmph.com) 人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

卫生化学  
第 8 版

主 编:康维钧  
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](mailto:pmph@pmph.com)  
购书热线:010-59787592 010-59787584 010-65264830  
印 刷:三河市宏达印刷有限公司(胜利)  
经 销:新华书店  
开 本:850×1168 1/16 印张:22  
字 数:517 千字  
版 次:1980 年 11 月第 1 版 2017 年 6 月第 8 版  
2017 年 6 月第 8 版第 1 次印刷(总第 38 次印刷)  
标准书号:ISBN 978-7-117-24321-6/R·24322  
定 价:53.00 元  
打击盗版举报电话:010-59787491 E-mail: [WQ@pmph.com](mailto: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



康维钧

教授，博士研究生导师。现任河北医科大学公共卫生学院卫生检验学教研室主任，享受河北省政府特殊津贴专家。兼任全国高等医药院校国家卫生与计划生育委员会卫生检验与检疫专业规划教材评审委员会副主任委员、中国检验检疫学会理事、中国毒理学会理事、河北省检验检疫学会理事长、河北省毒理学会副理事长、河北省化学会理事、河北省预防医学会理事、河北省法医学会理事等。曾获“河北省高等学校中青年骨干教师”“河北省优秀教师”和“河北省三育人先进个人”称号。

从事卫生化学、分析化学和水质理化检验教学和科研工作三十余年。主编国家卫生和计划生育委员会规划教材《卫生化学实验》和《水质理化检验》，副主编和参编规划教材 8 部及大型工具书《现代卫生化学》。长期从事与健康相关物质卫生检验新方法和法医毒物分析研究，近年来主要开展超常态过渡金属化合物氧化鲁米诺化学发光机制及卫生检测新方法建立及在预防医学中应用研究。主持国家自然科学基金面上项目和河北省自然科学基金课题各 2 项。在国内外学术期刊公开发表科研论文 80 余篇。获河北省科技进步二等奖 1 项和河北省医学科技进步一等奖 1 项。

## 副主编简介



和彦苓

教授，现任包头医学院党委书记。中华预防医学会卫生检验专业委员会卫生检验与卫生化学教育学组副主任委员，全国高等学校卫生检验与检疫专业国家卫生和计划生育委员会规划教材评审委员会副主任委员，全国高等医药院校预防医学专业教材建设指导委员会委员。

从事卫生化学、仪器分析及卫生检验的教学和科研工作34年。主要研究方向是食品、药物、环境样品和生物材料中有关物质的检验及相关因素分析研究和实验室的建设与管理。主持和参与省部级及以上科研项目二十余项，获内蒙古自治区科技进步奖。主编国家卫生和计划生育委员会规划教材《实验室安全与管理》，副主编“十二五”国家级规划教材《卫生化学》等多部教材。



毋福海

教授，现任广东药科大学卫生检验与卫生化学系主任。广东省精品资源共享课“卫生化学”课程负责人，广东药科大学“劳动卫生与环境卫生学”重点学科带头人。为全国卫生化学教育学组委员会主任委员，全国高等学校卫生检验专业规划教材评审委员会委员，广东省化学会理事，广东省化工学会高校化学化工专业委员会常务理事。

从事卫生检验教学和科研工作二十多年。获广东省自然科学一等奖1项，广东省高等教育教学成果二等奖1项，主编《分析化学》《现代卫生化学》《空气理化检验》等教材。曾获全国优秀教师、广东省教学名师、南粤优秀教师奖等荣誉称号。

## 副主编简介



李娟

教授，博士生导师。现任吉林大学公共卫生学院院长，兼任中华预防医学会公共卫生教育分会理事、吉林省预防医学会副会长、吉林省预防医学会卫生检验专业委员会副主任委员等职务，并获得吉林省长白山学者、吉林省第十三批有突出贡献的中青年专业技术人才、“医学教育贡献奖”先进个人等荣誉称号。

从事公共卫生与预防医学教育教学、科学研究及管理工作的三十余年，积累了丰富的教学和研究经验，培养了大批公共卫生事业人才。近年来主要从事传染病防控、环境有害因子检测及安全性评价等研究工作。主持国家“十一五”科技重大专项、国家自然科学基金面上项目、国家973项目子课题、吉林省科技厅重点项目、世界银行贷款项目等多个项目的研究工作。发表研究论文100余篇，其中SCI检索论文50余篇；申请发明专利10项，其中授权专利4项；获省部级以上科研成果奖6项；主编、参编国家规划教材和论著8部。



黄沛力

教授，博士生导师。现任中国检验检疫学会理事，中国环境诱变剂学会活性氧生物学效应专业委员会委员，中国环境诱变剂学会致癌专业委员会委员，国家重点研发计划项目评审专家，国家自然科学基金评审专家。

长期从事医学院校卫生化学、分析化学、仪器分析等教学工作，主编和参编国家规划教材10余部，获得北京市教育教学成果二等奖。主要从事环境污染物与超细颗粒物的检测技术及其相关毒性机制研究，先后参与国家“863”项目、国家自然科学基金重点项目有关研究工作，主持了国家自然科学基金面上项目和北京市教委科技计划面上项目等20余项。发表学术论文100余篇，其中SCI收录论文20余篇。

## 前 言

根据全国高等学校预防医学专业教材评审委员会的决定,从2016年4月起开始组织编写全国高等学校预防医学专业第八轮国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材。2016年4月在北京召开了全国高等学校预防医学专业教材评审委员会暨第八轮教材编写主编人会议,明确了本轮教材编写的指导思想和编写原则。2016年5月13日在河北医科大学召开了《卫生化学》第8版教材及配套教材全体编者会议,来自全国22所高等院校的44位教师参加了会议。会议期间,经过编者认真反复讨论,确立本次教材修订的指导思想和编写大纲,继续坚持“三基”(基本理论、基本知识和基本技能)、“五性”(思想性、科学性、启发性、先进性和适应性)、“三特定”(特定目标、特定对象、特定限制)的原则。修订中密切结合高等医学教育改革中提出的培养创新性人才的需求,在内容上注重知识体系的系统性,并且紧密结合预防医学和公共卫生的实际工作需求,理论联系实际。同时增加了数字融合教材,便于学生在线学习。同年10月在承德市召开了定稿会,各编者根据此次会议讨论的意见修改后统一编排定稿。

本版教材修订的主要内容包括:①绪论部分增加了“我国卫生化学发展简史”,使读者在学习教材的初始阶段,能对我国卫生化学的发展有全面的了解;②为了增加方法的应用性,更好地结合实际,第三章删除了“相关与回归分析、多元校正、优化方法、数据平滑”等内容,增加了“简单比较法、析因、正交、均匀、单纯形式试验设计”等内容;③电化学分析法部分新增了“电位滴定法”“极谱分析法”“库仑分析法”等内容;④色谱分析法部分增加了“色谱-质谱图谱库简介”等内容;⑤结合当今发展前沿及应用的新技术,将上版教材中的“免疫分析法”与“超临界流体”“微流控芯片技术”合并,作为本书新增章节,对其给予了具体的介绍。全书共19章,主要内容包括三部分:①卫生分析中常用的光谱分析方法、电化学分析方法和色谱分析方法,此外还有质谱法和常用快速检验方法;②样品的采集、保存和预处理方法;③分析数据的处理和分析工作的质量保证。

根据编者学校的推荐,本版教材保留了第7版教材的9位编者,新增加的9位编者均为从事多年《卫生化学》教学的中青年骨干教师,其中40岁以下编者3人,新老编者结合保证了教材的创新性和延续性。

本教材适用于预防医学本科(五年制)学生,可作为本专业研究生及指导教师的参考书,也可作为卫生检验人员和其他专业仪器分析课程参考教材。

本教材在编写过程中得到了河北医科大学领导和公共卫生学院领导的大力支持，为编写会议的顺利召开提供了人力、物力的保证，同时河北医科大学公共卫生学院卫生检验学教研室全体教师和其他院校同仁对本书的修订提供了许多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

限于编者学识水平和实践经验所限，书中不当之处，恳请读者批评斧正。

康维钧

2017年1月

# 目 录

## 1 第一章 绪论

- 一、卫生化学的性质、任务和作用 ..... 1
- 二、卫生化学主要内容与特点 ..... 2
- 三、卫生分析的一般过程 ..... 3
- 四、卫生化学的发展趋势 ..... 3

## 6 第二章 样品的采集与处理

- 第一节 样品的采集和保存 ..... 6
  - 一、样品采集的原则 ..... 6
  - 二、样品采集方法简介 ..... 7
  - 三、样品的保存 ..... 11
- 第二节 样品预处理 ..... 12
  - 一、样品预处理的目的是 ..... 12
  - 二、样品溶液的制备 ..... 12
  - 三、干扰成分的分离和被测物的富集 ..... 14

## 25 第三章 分析数据处理与分析工作质量保证

- 第一节 误差的分类与来源 ..... 25
  - 一、系统误差 ..... 25
  - 二、随机误差 ..... 25
  - 三、误差的传递 ..... 27
- 第二节 准确度与精密度 ..... 28
  - 一、准确度与误差 ..... 28
  - 二、精密度与偏差 ..... 28
  - 三、准确度与精密度的关系 ..... 29
- 第三节 分析数据的处理 ..... 29
  - 一、有效数字及其运算规则 ..... 30
  - 二、可疑数据的取舍 ..... 31

三、分析数据的假设检验 .....	32
四、分析结果的表示 .....	34
第四节 卫生分析工作的质量保证 .....	35
一、质量控制 .....	35
二、质量评价 .....	39
第五节 卫生分析过程中化学计量学方法的应用 .....	41
一、简单比较法 .....	42
二、析因试验设计 .....	42
三、正交试验设计 .....	43
四、均匀试验设计 .....	44
五、单纯形试验设计 .....	45

## 47 第四章 紫外-可见分光光度法

第一节 概述 .....	47
一、电磁辐射与电磁波谱 .....	47
二、光谱分析法 .....	48
第二节 基本原理 .....	48
一、紫外-可见吸收光谱的形成 .....	48
二、紫外-可见吸收光谱与分子结构的关系 .....	49
三、光的吸收定律 .....	50
第三节 紫外-可见分光光度计 .....	51
一、分光光度计的主要部件 .....	52
二、分光光度计的类型 .....	54
第四节 分析条件的选择 .....	56
一、显色反应条件的选择 .....	56
二、测量条件的选择 .....	58
第五节 定性及定量分析 .....	59
一、定性分析 .....	59
二、定量分析 .....	60
三、应用示例 .....	62

## 64 第五章 分子荧光分析法

第一节 基本原理 .....	64
一、分子荧光的产生 .....	64

二、 荧光物质的激发光谱和荧光光谱 .....	65
三、 荧光与分子结构的关系 .....	67
四、 影响荧光强度的外部因素 .....	68
第二节 定性和定量分析 .....	69
一、 定性分析 .....	69
二、 定量分析 .....	70
第三节 荧光分析仪器 .....	71
一、 光源 .....	71
二、 分光系统 .....	71
三、 样品池 .....	72
四、 检测器 .....	72
五、 记录与显示装置 .....	72
第四节 荧光分析法应用 .....	72
一、 无机化合物的分析 .....	72
二、 有机化合物的分析 .....	73
三、 应用示例 .....	73
第五节 荧光分析法新技术简介 .....	73

## 75 第六章 原子吸收分光光度法

第一节 基本原理 .....	75
一、 原子吸收光谱的产生 .....	75
二、 谱线轮廓及谱线宽度 .....	76
三、 原子吸收值与原子浓度的关系 .....	77
第二节 原子吸收分光光度计 .....	78
一、 仪器的基本结构 .....	78
二、 仪器的类型 .....	84
第三节 原子吸收分光光度法实验技术 .....	85
一、 干扰及其消除 .....	85
二、 分析条件的选择 .....	88
三、 定量分析 .....	90
四、 应用示例 .....	92

## 94 第七章 原子荧光光谱法

第一节 基本原理 .....	94
----------------	----

一、原子荧光光谱的产生 .....	94
二、原子荧光光谱的类型 .....	94
三、荧光量子效率及荧光猝灭 .....	96
四、原子荧光强度与待测物浓度的关系 .....	97
第二节 原子荧光光谱仪 .....	97
一、仪器基本结构 .....	97
二、仪器类型 .....	99
第三节 原子荧光分析法实验技术 .....	100
一、氢化物发生-原子荧光光谱法 .....	101
二、原子荧光光谱的联用技术 .....	102
三、原子荧光分析中的干扰和消除 .....	103
四、应用示例 .....	104

## 106 第八章 原子发射光谱法

第一节 基本原理 .....	106
一、原子发射光谱的产生 .....	106
二、原子谱线强度与待测物浓度的关系 .....	107
第二节 电感耦合等离子体发射光谱仪 .....	107
一、仪器基本结构 .....	107
二、仪器类型 .....	110
第三节 原子发射光谱法实验技术及应用 .....	111
一、ICP 光谱法分析条件选择 .....	111
二、电感耦合等离子体质谱仪 .....	112
三、应用示例 .....	114

## 116 第九章 电位分析法

第一节 电位分析法基础 .....	116
一、化学电池 .....	116
二、电池电动势和电极电位 .....	117
三、能斯特方程 .....	119
四、液接电位和盐桥 .....	120
第二节 电位分析法原理和离子选择性电极 .....	121
一、电位分析法原理 .....	121
二、离子选择性电极 .....	124