



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

供麻醉学专业用

麻醉设备学

Anesthesia Equipment

第4版

主 编 连庆泉

副主编 贾晋太 朱 涛 王晓斌



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





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 麻 醉 学 专 业 用

麻醉设备学

第4版

Anesthesia Equipment

主 编 连庆泉

副 主 编 贾晋太 朱 涛 王晓斌

编 委 (以姓氏笔画为序)

王晓斌 (西南医科大学)

冯 霞 (中山大学附属第一医院)

朱 涛 (四川大学华西医院)

阮肖晖 (温州医科大学)

连庆泉 (温州医科大学)

赵仁宏 (潍坊医学院)

贾志勇 (山西省肿瘤医院)

贾晋太 (长治医学院)

徐 洁 (徐州医科大学)

郭 雷 (哈尔滨医科大学)

魏新川 (四川省人民医院)

编写秘书 袁开明 (温州医科大学)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

麻醉设备学/连庆泉主编.—4版.—北京:人民
卫生出版社,2016

全国高等学校麻醉学专业第四轮规划教材
ISBN 978-7-117-22633-2

I. ①麻… II. ①连… III. ①麻醉器-医学院校-
教材 IV. ①TH777

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 094493 号

人卫社官网 www.pmph.com 出版物查询, 在线购书
人卫医学网 www.ipmph.com 医学考试辅导, 医学数
据库服务, 医学教育资
源, 大众健康资讯

版权所有, 侵权必究!

麻醉设备学
第 4 版

主 编: 连庆泉

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: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 19

字 数: 511 千字

版 次: 2000 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 4 版

2017 年 5 月第 4 版第 2 次印刷 (总第 18 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-22633-2/R · 22634

定 价: 48.00 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)

全国高等学校麻醉学专业规划教材,是国家教育部《面向 21 世纪麻醉学专业课程体系和教学内容改革研究》课题的重要组成部分,2000 年、2005 年和 2011 年分别出版了第一轮、第二轮和第三轮,为我国麻醉学的发展作出了重要贡献。为适应我国高等医学教育改革的发展和需要,在广泛听取前三版教材编写及使用意见的基础上,2015 年 4 月,全国高等学校麻醉学专业第四届教材编审委员会成立,讨论并确立本科麻醉学专业本轮教材种类及编委遴选条件等。全国一大批优秀的中青年专家、学者、教授继承和发扬了老一辈的光荣传统,以严谨治学的科学态度 and 无私奉献的敬业精神,积极参与本套教材的修订与编写工作,并紧密结合专业培养目标、高等医学教育教学改革的需要,借鉴国内外医学教育的经验和成果,不断创新编写思路和编写模式,不断完善表达形式和内容,不断追求提升编写水平和质量,努力实现将每一部教材打造成精品的追求,以达到为专业人才的培养贡献力量的目的。

第四轮教材的修订和编写特点如下:

1. 在广泛听取全国读者的意见,深入调研教师与学生的反映与建议基础上,总结并汲取前三轮教材的编写经验和成果,进行了大量的修改和完善。在充分体现科学性、权威性的基础上,科学整合课程,实现整体优化,淡化学科意识,注重系统科学。全体编委互相学习,取长补短,通盘考虑教材在全国范围的代表性和适用性。
2. 依然坚持教材编写“三基、五性、三特定”的原则。
3. 内容的深度和广度严格控制在教学大纲要求的范畴,精练文字,压缩字数,力求更适合广大学校的教学要求,减轻学生的负担。
4. 为适应数字化和立体化教学的实际需求,本套规划教材除全部配有网络增值服务外,还同步启动编写了具有大量多媒体素材的规划数字教材,以及与理论教材配套的《学习指导与习题集》,形成共 7 部 21 种教材及配套教材的完整体系,以更多样化的表现形式,帮助教师和学生更好地学习麻醉学专业知识。

本套规划教材将于 2016 年 6 月全部出版发行,规划数字教材将于 2016 年 9 月陆续出版发行。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,为第五轮教材的修订工作建言献策。

全国高等学校麻醉学专业规划数字教材出版说明

为适应高等医学教育事业信息化、数字化步伐,进一步满足院校教育改革需求和新时期麻醉学专业人才培养需要,全国高等学校麻醉学专业第四届教材编审委员会和人民卫生出版社在充分调研论证的基础上,在全国高等学校麻醉学专业第四轮规划教材建设同时启动首套麻醉学专业规划数字教材建设。全套教材共7种,以第四轮规划教材为蓝本,借助互联网技术,依托人卫数字平台,整合富媒体资源和教学应用,打造麻醉学专业数字教材,构建我国麻醉学专业全媒体教材体系。

本套数字教材于2015年7月31日召开了主编人会,会议确定了在充分发挥纸质教材优势的基础上,利用新媒体手段高质量打造首套麻醉学专业数字教材。全部纸质教材编写团队均参与数字教材编写,并适当补充懂技术、有资源的专家加入编写队伍,组成数字教材编写团队。2015年年底,全套教材均召开了编写会,确定了数字教材的编写重点与方向,各教材主编认真把握教材规划,全体编委高度重视数字教材建设,确保数字教材编写的质量。

本套数字教材具有以下特点:

1. 坚持“三基、五性、三特定”的编写原则,发挥数字教材优势,服务于教育部培养目标和国家卫生计生委用人需求,并紧密结合麻醉学专业教学需要与特点,借鉴国内外医学教育的经验特点,创新编写思路及表达形式,力求为学生基础知识掌握与临床操作能力培养创造条件。

2. 创新媒体形式,融合图片、视频、动画、音频等多种富媒体形式,使教材完成从纸质向全媒体转变。全新的数字教材支持个人电脑、平板电脑、手机等多种终端,在满足一般的阅读学习需求外,还可实现检索、测评、云笔记、班级管理等功能。

3. 数字教材可不断地优化及更新。数字教材具有数字产品的优势,支持内容的更新发布和平台功能的优化升级,期望紧跟时代的发展,为广大读者提供更加优质的服务及用户体验。

全国高等学校麻醉学专业规划数字教材在编写出版的过程中得到了广大医学院校专家及教师的鼎力支持,在此表示由衷的感谢!希望全国广大院校和读者在使用过程中及时反馈宝贵的使用体验及建议,并分享教学或学习中的应用情况,以便于我们进一步更新完善教材内容和服务模式。

国家级医学数字教材

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划数字教材

全国高等学校本科麻醉学专业规划数字教材

麻醉设备学

Anesthesia Equipment

主 编 连庆泉 李恩有

副主编 贾晋太 朱 涛 王晓斌 赵仁宏 阮肖晖

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 磊 (长治医学院)

王晓斌 (西南医科大学)

冯 霞 (中山大学附属第一医院)

朱 涛 (四川大学华西医院)

齐敦益 (徐州医科大学)

阮肖晖 (温州医科大学)

李 悦 (哈尔滨医科大学)

李兴旺 (温州医科大学)

李恩有 (哈尔滨医科大学)

连庆泉 (温州医科大学)

吴刚明 (西南医科大学)

范应元 (潍坊医学院)

赵仁宏 (潍坊医学院)

贾志勇 (山西省肿瘤医院)

贾晋太 (长治医学院)

徐 洁 (徐州医科大学)

郭 雷 (哈尔滨医科大学)

魏新川 (四川省人民医院)

编写秘书 袁开明 (温州医科大学)

全国高等学校麻醉学专业第四届教材编审委员会

顾问 曾因明（徐州医科大学附属医院）

主任委员 邓小明（第二军医大学长海医院）

副主任委员 王国林（天津医科大学）

（以姓氏笔画为序）李文志（哈尔滨医科大学附属第二医院）

姚尚龙（华中科技大学同济医学院附属协和医院）

委员 王天龙（首都医科大学宣武医院）

古妙宁（南方医科大学南方医院）

左云霞（四川大学华西医院）

杨拔贤（北京大学人民医院）

郭政（山西医科大学）

郭曲练（中南大学湘雅医院）

曹君利（徐州医科大学）

董海龙（第四军医大学附属西京医院）

喻田（遵义医学院）

主任秘书 余喜亚（第二军医大学长海医院）

全国高等学校麻醉学专业第四轮规划教材目录

规划教材目录

序号	书名	主编	副主编
1	麻醉解剖学(第4版)	张励才	曹焕军 马坚妹
2	麻醉生理学(第4版)	罗自强 闵 苏	曹 红 刘菊英 张 阳
3	麻醉药理学(第4版)	喻 田 王国林	俞卫锋 杨宝学 张 野
4	麻醉设备学(第4版)	连庆泉	贾晋太 朱 涛 王晓斌
5	临床麻醉学(第4版)	郭曲练 姚尚龙	衡新华 王英伟 高 鸿
6	危重病医学(第4版)	邓小明 李文志	袁世茨 赵国庆 缪长虹
7	疼痛诊疗学(第4版)	郭 政 王国年	熊源长 曹君利 蒋宗滨

规划数字教材目录

序号	书名	主编	副主编
1	麻醉解剖学	张励才 曹焕军	马坚妹 宋焱峰 赵志英 马 宇
2	麻醉生理学	罗自强 闵 苏	曹 红 刘菊英 张 阳 汪萌芽 顾尔伟 张良清
3	麻醉药理学	王国林 喻 田	李 军 张马忠 董海龙
4	麻醉设备学	连庆泉 李恩有	贾晋太 朱 涛 王晓斌 赵仁宏 阮肖晖
5	临床麻醉学	郭曲练 姚尚龙 于布为	王英伟 高 鸿 郑 宏 赵 晶 戚思华
6	危重病医学	李文志 袁世茨 邓小明	赵国庆 缪长虹 刘克玄 于泳浩 张 蕊 思永玉
7	疼痛诊疗学	郭 政 傅志俭	熊源长 曹君利 蒋宗滨 冯 艺

学习指导与习题集目录

序号	书名	主编	副主编
1	麻醉解剖学学习指导与习题集(第3版)	张励才	赵小贞 王红军
2	麻醉生理学学习指导与习题集	闵 苏 张 阳 罗自强	曹 红 刘菊英 王凤斌
3	麻醉药理学学习指导与习题集	喻 田 王国林	俞卫锋 杨宝学 张 野
4	麻醉设备学学习指导与习题集	连庆泉 李恩有	贾晋太 朱 涛 王晓斌 赵仁宏 阮肖晖
5	临床麻醉学学习指导与习题集	郭曲练 姚尚龙 刘金东	郑 宏 李金宝 戚思华
6	危重病医学学习指导与习题集	李文志 朱科明 于泳浩	刘敬臣 思永玉 徐道妙
7	疼痛诊疗学学习指导与习题集	王国年 曹君利 郭 政	杨建新 王祥瑞 袁红斌



连庆泉

主任医师、教授,博士生导师。温州医科大学附属第二医院、育英儿童医院院长,麻醉系主任,浙江省麻醉学重点实验室主任,温州医科大学疼痛研究所常务副所长、麻醉神经与内分泌研究所所长、环境毒理与健康研究所副所长、生殖生物医学研究院副院长,温州医科大学-伯明翰大学麻醉、危重病和创伤临床研究中心中方主任,温州医科大学磁共振脑功能研究所中方所长。

兼任中华医学会麻醉学分会常务委员(小儿麻醉学组组长)、中国医师协会麻醉学医师分会常务委员、浙江省医学会麻醉学分会主委、疼痛学会副主委等。担任《中华麻醉学杂志》、《温州医科大学学报》常务编委,*Pediatric Anesthesia*、《国际麻醉学与复苏杂志》《临床麻醉学杂志》等数家专业杂志编委。入选为温州医科大学中青年学科带头人、浙江省高校中青年学科带头人、温州医科大学教学名师、温州市拔尖人才、瓯越名医。

主要研究方向为小儿麻醉、器官保护、疼痛基础和临床、药物的成瘾和环境毒理。已主持完成或正在完成国家自然科学基金课题3项、省部课题8项(其中重大重点项目4项)、厅市级课题13项。以第一获奖人获省科技进步二等奖、三等奖各1项,市厅级科研奖项6项。作为主编、副主编的著作9部,参编著作11部。至今已发表论文278篇,其中SCI收录38篇,国家核心杂志90篇。



贾晋太

医学博士,主任医师、教授,硕士生导师。山西医师协会麻醉学分会副会长,长治医学院麻醉学系主任。近年来主要从事吸入麻醉自动化控制理论与临床应用研究。国内较早开发了吸入麻醉药生理隔室药代动力学模型。优化了药物静脉靶浓度输注的控制算法,设计完成了靶浓度控制注射泵。实现了药物相互作用反应曲面模型在静脉麻醉中应用。参与完成了低流量自适应预测控制和血压模糊控制麻醉系统的研制和开发。主持和参与省部级科研项目3项,获国家教育部中国高校科技进步二等奖1项和黑龙江省科技进步二等奖1项。



朱涛

主任医师、教授,博士生导师,四川大学华西医院麻醉科副主任,主要负责麻醉学住院医师培训。现为四川省医师协会麻醉学医师分会候任会长及中华麻醉学会青年委员会副主任委员,担任《中华医学英文版》《中华麻醉学杂志》及《临床麻醉学杂志》等的编委。主要从事普外科手术、肝移植手术和手术室外的麻醉处理及相关的临床科研及管理工作。目前负责科室的住院医师培训,承担5年制、8年制及留学生的教学工作,主讲课程为麻醉学绪论及全身麻醉,作为负责人或主研人参加国内外研究项目多项,发表SCI论文20余篇。曾获国家科技进步二等奖、四川省科技进步二等奖、成都市科技进步二等奖。



王晓斌

教授,研究生导师,西南医科大学临床医学院麻醉系主任,麻醉科主任,中华医学会麻醉学专业委员会委员、中国麻醉学教育组常务理事、四川省医学会麻醉学专业委员会副主任委员,《国际麻醉学与复苏杂志》杂志通讯编委,现主持研究国家自然科学基金项目2项,省部级课题2项,以第一作者或通讯作者在国内外专业期刊上发表学术论文30余篇,其中SCI期刊论文10余篇,获省政府科技进步三等奖1项,市科技进步二等奖1项。

《麻醉设备学》是根据麻醉学专业(本科)课程体系编写的卫生部规划教材。根据全国高等学校麻醉学专业第四届教材编审委员会精神,在前三版教材的基础上进行了系统的修订。很多专家教授为此课程的创立和发展作出了巨大贡献,包括我国麻醉学专业教育先驱郑方教授和范从源教授,以及前版主编赵嘉训教授和编者王阿明、王常松、季永和徐康清等教授,在此一并致谢。

本书仍坚持前版的编写指导思想,对教材内容进行了适当的增删或更改。麻醉设备学是医学和工程学相结合的学科,考虑到大多数学生缺乏相关工程理论基础,故对本教材全书的逻辑结构进行了适当的调整。比如先介绍“医学仪器基础知识”,再按设备类别逐章介绍。对教材中难懂、难教的大量内容进行了改写;删除了一些过时的、不恰当的及与其他教材重复过多的内容;删除了人工气道管理器械部分内容及麻醉信息管理系统;将相关检验设备合并编写为“床旁检验设备”。与时俱进,本教材增加了“脑氧饱和度监测”和“心室辅助装置”等新内容。也考虑到麻醉学科的范畴包括疼痛诊疗,所以增加了“疼痛诊疗设备”这一章节。

麻醉设备学在迅速发展,一些新设备逐渐引入临床使用,但考虑到篇幅所限和设备成熟度还欠完善,暂时没有纳入本版教材,有待再版适当采纳。本教材可供麻醉学专业本科生、研究生和接受规范化培训住院医师以及麻醉学相关临床工程人员等参考使用。受编者知识水平的限制,内容编写和修辞编辑方面仍难以做到严谨完善。本教材中的不当之处,敬请使用者和同道提出宝贵意见。

本书在修订过程中,得到温州医科大学、哈尔滨医科大学、长治医学院、西南医科大学、四川大学华西医院、潍坊医学院、中山大学附属第一医院、山西省肿瘤医院和徐州医科大学等参编单位的大力支持,特此表示衷心的感谢。

连庆泉

2016年5月

第一章	绪论	1
	一、麻醉设备学与麻醉学及生物医学工程学	1
	二、麻醉设备与医疗设备	2
	三、学习麻醉设备学的意义和方法	2
第二章	医学仪器基础知识	4
	第一节 电子电路与传感器的基本知识	4
	一、模拟电路	4
	二、数字电路	8
	三、传感器	9
	第二节 医学仪器的基本知识	10
	一、医学仪器的基本组成	10
	二、医学仪器的主要技术指标	11
	三、医疗器械的分类	12
第三章	呼吸功能监测仪器	13
	第一节 通气频率监测	13
	第二节 气道压监测	14
	一、U形管水柱压力计	14
	二、机械压力表	15
	三、压力传感器	15
	第三节 通气量监测	17
	一、流速检测	17
	二、流量检测	19
	第四节 呼吸功能监测仪	21
	第五节 脉搏氧饱和度监测仪	25
	一、血氧饱和度检测原理	25
	二、血氧饱和度监护	25

	三、脉搏波容积图	26
	第六节 脑氧饱和度监测	27
第四章	循环功能监测仪器	29
	第一节 心电监测	29
	一、心电图	29
	二、心电导联及电极	31
	三、心电图监护仪	33
	四、心电监护	35
	第二节 血压监测	36
	一、无创血压检测原理	36
	二、有创血压检测	38
	三、动脉血压监护	40
	第三节 心排血量监测	40
	一、无创性心排血量检测原理	40
	二、有创心排血量检测原理	42
	第四节 床旁监护仪的组成和工作原理	45
	一、床旁监护仪的基本组成与工作原理	45
	二、中央监护系统简介	45
第五章	麻醉深度监测仪器	47
	第一节 麻醉深度监测仪器概述	47
	第二节 脑电图	47
	一、脑电图的基本概念及脑电导联	47
	二、常规脑电图的测量和分析	48
	第三节 脑电功率谱监测	50
	一、脑电功率谱监测原理	50
	二、脑电功率谱指标及其临床应用	51
	第四节 脑电双频谱指数监测	52

	一、脑电双频谱分析原理	52
	二、脑电双频谱指数及其临床应用	53
	第五节 听觉诱发电位监测	54
	一、听觉诱发电位监测原理	54
	二、听觉诱发电位指数及其临床应用	55
	第六节 脑电熵指数监测	57
	一、脑电熵指数监测原理	57
	二、脑电熵指数的临床应用	57
第六章	肌松监测仪器	58
	第一节 肌松监测仪概述	58
	第二节 神经刺激器	58
	一、电刺激参数	59
	二、电刺激方式	60
	三、刺激电极	64
	第三节 肌松监测仪检测原理	64
	一、EMG 型肌松监测仪	64
	二、MMG 型肌松监测仪	65
	三、AMG 型肌松监测仪	65
	四、PMG 型肌松监测仪	66
第七章	超声诊断仪器	67
	第一节 超声成像的原理	67
	一、超声波的物理基础	67
	二、超声探头	68
	三、超声成像	69
	四、超声多普勒成像	72
	第二节 经食管超声心动图	75
	一、经食管超声的基本设备	75
	二、经食管超声的基本检查技术	75

第八章

第三节	超声仪器引导下的麻醉操作技术	78
一、	超声引导下的神经阻滞技术	78
二、	周围神经成像技术	80
三、	超声引导下中心静脉和动脉穿刺置管	82

医学气体监测仪器 84

第一节	检测气体的采集	84
-----	---------	----

第二节	气体检测技术	85
-----	--------	----

一、	电化学分析技术	85
二、	顺磁分析技术	86
三、	红外线分析技术	87
四、	其他气体分析技术	89

第三节	医学气体监测的影响因素	92
-----	-------------	----

一、	气样采集方法	92
二、	海拔和大气压	92
三、	水蒸气	93
四、	仪器漂移	94
五、	其他临床因素的影响	94

第四节	医学气体监测仪器的校准	94
-----	-------------	----

一、	仪器校准的一般程序	95
二、	常用标准气体的配制方法	95

第九章

床旁检验设备 97

第一节	血气电解质酸碱分析仪	97
-----	------------	----

一、	酸碱分析仪	97
二、	湿式血气分析仪	99
三、	干式血气分析仪	103
四、	电解质分析仪	105

第二节	凝血弹性描记仪	107
-----	---------	-----

一、	凝血弹性描记仪的原理	107
二、	凝血弹性描记仪的参数与意义	107

	三、凝血弹性描记仪图形的分析	108
第十章	麻醉喉镜和光导纤维内镜	110
	第一节 麻醉喉镜	110
	一、直接喉镜	111
	二、间接喉镜	111
	第二节 光导纤维内镜	112
第十一章	麻醉机	114
	第一节 麻醉机的组成	114
	一、麻醉机的气路元件	114
	二、麻醉机的工作流程	115
	三、麻醉机的功能单元	116
	第二节 供气系统	117
	一、麻醉机的气源	117
	二、麻醉机的气源供应方式	118
	三、储气钢瓶	119
	四、压力调节器	120
	五、氧气供应故障报警	122
	六、低氧压氧化亚氮安全切断阀	123
	七、麻醉机氧气供应错误的防范	123
	第三节 流量控制系统	126
	一、流量控制阀和流量计	126
	二、氧化亚氮-氧气的比例流量调节	129
	三、快速充氧开关	130
	四、新鲜气体出口和防逆活瓣	131
	第四节 麻醉蒸发器	131
	一、麻醉蒸发器相关基础理论	131
	二、可变旁路蒸发器工作原理	134
	三、影响蒸发器输出浓度的因素	136
	四、典型蒸发器介绍	139