



卫生部“十二五”规划教材

全国高等医药教材建设研究会“十二五”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3版

主编 赵嘉训



人民卫生出版社

卫生部“十二五”规划教材
全国高等医药教材建设研究会“十二五”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3版

主 编 赵嘉训

副 主 编 连庆泉 李恩有 贾晋太

编委会成员 (以姓氏笔画为序)

王阿明 (徐州医学院)	连庆泉 (温州医学院)
王常松 (哈尔滨医科大学)	赵嘉训 (山西省肿瘤医院)
阮肖晖 (温州医学院)	贾志勇 (山西省肿瘤医院)
李恩有 (哈尔滨医科大学)	贾晋太 (长治医学院第一临床学院)
季 永 (徐州医学院)	徐康清 (中山大学附属第一医院)

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

麻醉设备学 / 赵嘉训主编. —3 版. —北京: 人民卫生出版社, 2011.8

ISBN 978-7-117-14704-0

I. ①麻… II. ①赵… 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(2011)第 151395 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。

麻醉设备学

第 3 版

主 编: 赵嘉训

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: 三河市双峰印刷装订有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22

字 数: 548 千字

版 次: 2000 年 6 月第 1 版 2011 年 8 月第 3 版第 9 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-14704-0/R·14705

定 价: 34.00 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)

全国高等学校麻醉学专业教材

第三轮出版说明

全国高等学校麻醉学专业教材是国家教育部《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 年和 2005 年分别出版了第一轮和第二轮,为我国麻醉学的发展做出了重要贡献。为适应我国高等医学教育改革和发展的需要,在广泛听取前两版教材编写及使用意见的基础上,2009 年 2 月全国高等学校麻醉学专业第三届教材编审委员会成立,并对全国高等学校麻醉学专业教材进行修订。全国一大批优秀的中青年专家、学者、教授以严谨治学的科学态度和无私奉献的敬业精神,继承和发扬了老一辈的光荣传统,积极参与本套教材的建设和修订工作,并紧密结合专业培养目标、高等医学教育教学改革的需要和以人为本构建和谐社会的需求,借鉴国内外医学教育教学的经验和成果,不断创新编写思路和编写模式,不断完善表达形式和内容,不断地提升编写水平和质量,努力实践将每一部教材打造成精品的追求。

第三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,总结并汲取了前两轮教材的编写经验和成果,尤其是对一些不足之处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,更考虑其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,以更适合广大学校的教学要求,减轻学生的负担。

全国高等学校麻醉学专业 第三届编审委员会名单

主任委员	曾因明（徐州医学院）
副主任委员	邓小明（第二军医大学）
（以下以姓氏笔划为序）	
	刘 进（四川大学华西医院）
	姚尚龙（华中科技大学同济医学院）
委 员	王国林（天津医科大学）
	古妙宁（南方医科大学）
	李文志（哈尔滨医科大学）
	张励才（徐州医学院）
	杨拔贤（北京大学第一人民医院）
	郭 政（山西医科大学）
	郭曲练（中南大学湘雅医学院）
	类维富（山东大学附属齐鲁医院）
	熊利泽（第四军医大学）

全国高等学校麻醉学专业教材

第三轮目录

麻醉解剖学(第3版)	主编	张励才	副主编	张建一	邓兆宏	
麻醉生理学(第3版)	主编	罗自强 谭秀娟	副主编	闵 苏	曹 红	刘菊英
麻醉药理学(第3版)	主编	戴体俊 喻 田	副主编	唐显玲	俞卫锋	李 军
麻醉设备学(第3版)	主编	赵嘉训	副主编	连庆泉	李恩有	贾晋太
临床麻醉学(第3版)	主编	郭曲练 姚尚龙	副主编	王国林	王志萍	衡新华
危重病医学(第3版)	主编	邓小明 李文志	副主编	刘功俭	袁世荧	
疼痛诊疗学(第3版)	主编	谭冠先	副主编	郑宝森	傅志俭	王国年

再 版 前 言

《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。这门教材的前身是1990年出版的《麻醉物理学》,2000年改版为《麻醉设备学》,至今已有20年教学历史。我国麻醉学专业教育先驱工作者郑方教授、范从源教授为创立和发展这门课程作出了奠基性业绩,在此谨致衷心的感谢。

为适应形势发展,本教材(第3版)编委进行了适当调整。由哈尔滨、徐州、太原、长治、温州和广州6个参编单位10位教授组成,平均年龄50岁以下,其中博士7人,硕士2人,为本教材的修订水平提供了保证。

教材编写内容比较第2版《麻醉设备学》略有拓宽,增加了电解质、酸碱、血气监测、凝血监测、超声监测和麻醉信息管理等与麻醉科工作内涵相关的设备内容。

吸取前两版的教学经验,针对医学生缺乏理工科基础知识的特点,删繁就简,避免高深理论和复杂公式内容。强调科普化、形象化教学和图示讲解,强调基本定义、概念和可操作性内容介绍,以能适应医学生的知识结构和接受能力,增加本教材的实用性。

医疗设备原理含有大量的工程理论,属于理工科院校的基础教学内容,比如电工学、电子学、电路设计、机械制造、机械制图、机械工程学、材料工程学、信息工程学等。没有相关工程理论基础的医学生面对高科技医疗设备,知识结构与教学实践的巨大反差,是医疗设备教材难写、难教、难懂的主要弊结。医学生学习工程基础课程的必要性和可行性依然是需要探讨的课题。受编者知识水平和文学修养所限,面临新课程、新技术和新理论的挑战,教学过程中还会遇到许多未知的问题,内容编写和修辞编辑方面难以做到严谨完善,存在的缺点与不当之处,敬请广大读者批评指正。

本教材修订工作中,得到各参编单位领导的深切关注,特别是哈尔滨医科大学附属第一医院、温州医学院、长治医学院为本教材的编委会、审稿会和定稿会给予了大力支持,在此致以深深地感谢。

北京谊安医疗系统股份有限公司李长缨,哈尔滨医科大学附属第一医院宋佳玮、孙波,山西省肿瘤医院李国华、贺萍,浙江工业大学吕月米,山西省人民医院蒋蕊等同志在本教材修订的采编、校对和制图工作中付出了辛勤劳动,在此一并致谢。

《麻醉设备学》第3版编委会

2011年7月

目 录

第一章 绪论	1
一、麻醉学的发展和麻醉设备学	1
二、麻醉设备学的研究对象和任务	2
三、学习麻醉设备学的方法	2
第二章 体温监测仪器	3
第一节 医用电子监测仪器概述	3
一、医用电子监测仪器的基本构成	3
二、医用电子仪器的主要技术指标	9
第二节 温度测量的基本原理和方法	10
一、玻璃温度计测温法	11
二、热敏电阻测温法	11
三、辐射测温法	12
四、化学测温法	13
第三节 体温监测仪器	14
一、基于热敏电阻的电子体温监测仪	14
二、红外辐射体温测量仪	14
第三章 呼吸功能监测仪器	17
第一节 概述	17
第二节 通气频率监测	20
第三节 气道压监测	21
一、U形管水柱压力计	21
二、机械压力表	21
三、压力传感器	22
四、小气道闭合压($P_{0.1}$)监测	24
五、内源性呼气末正压监测	25
第四节 通气量监测	25
一、流速测量	25
二、流量监测	27
第五节 旁流式肺通气监测仪器	29

第六节 脉搏氧监测仪器	33
第四章 循环功能监测仪器	36
第一节 心电监测仪器	36
一、心电图产生原理	36
二、心电图的导联	38
三、心电图监护系统	40
四、心电监测仪工作原理	41
第二节 血压监测仪器	43
一、无创血压监测	43
二、有创血压监测	46
第三节 血流量监测仪器	47
一、超声多普勒血流计	47
二、光纤多普勒血流计	48
三、电磁血流计	48
四、热传导式血流计	49
第四节 心排血量监测仪器	50
一、无创性心排血量测定	50
二、有创心排血量测定	52
第五节 脉搏波容积图	55
第五章 麻醉深度监测仪器	57
第一节 脑电信号分析基础	57
一、傅里叶变换与频谱分析	58
二、功率谱	60
三、诱发电位	60
四、叠加法	61
五、脑电的非线性动力学分析与熵	61
第二节 脑电功率谱	62
一、脑电功率谱监测原理	62
二、脑电功率谱指标	63
三、脑电功率谱分析的应用	64
第三节 脑电双频谱指数	64
一、脑电双频谱分析原理	64
二、脑电双频谱指数	65
三、脑电双频谱分析的应用	65
第四节 听觉诱发电位监测	66
一、诱发电位信号处理	66
二、听觉诱发电位监测	68

三、听觉诱发电位指数	69
四、听觉诱发电位的临床应用	69
第五节 脑电熵指数监测	71
一、监测原理	71
二、监测参数	71
第六节 监测中的注意事项	72
一、EEG 监测的影响因素	72
二、诱发电位监测的影响因素	73
三、熵指数监测中的注意事项	74
第六章 肌松监测仪器	75
第一节 肌松监测基本原理	75
一、电刺激参数	75
二、电刺激方式	76
第二节 EMG 型肌松监测仪	80
第三节 MMG 型肌松监测仪	81
一、直接监测肌肉收缩力型肌松监测仪	81
二、加速度肌松监测仪	82
第四节 肌松监测中的注意事项	84
一、适当选用刺激方法,注意不同刺激方法间的相互影响	84
二、注意人-机的正确、有效连接	84
三、注意参照值校准时机的影响	85
四、注意温度的变化对检测结果的影响	85
五、注意减少其他干扰因素	86
第七章 超声诊断仪器	87
第一节 超声成像的原理	87
一、超声波的物理基础	87
二、超声探头	88
三、超声成像	89
四、超声多普勒成像	92
第二节 经食管超声心动图	95
一、经食管超声的基本设备	95
二、经食管超声的基本检查技术	95
第三节 超声仪器引导下的麻醉操作技术	99
一、超声引导下的神经阻滞技术	99
二、周围神经成像技术	100
三、超声引导下中心静脉和动脉穿刺置管	103
第八章 医学气体监测仪器	105
第一节 检测气体的采集	105

第二节 气体检测技术	106
一、电化学分析技术	106
二、顺磁分析技术	107
三、红外线分析技术	108
四、其他气体分析技术	110
第三节 医学气体监测的影响因素	113
一、气样采集方法	113
二、海拔高度和大气压	114
三、水蒸气	114
四、仪器漂移	115
五、其他临床因素的影响	115
第四节 医学气体监测仪器的校准	116
一、仪器校准的一般程序	116
二、常用标准气体的配制方法	116
第九章 血液电解质、酸碱和血气监测仪器	118
第一节 电解质分析仪	118
一、基本原理	118
二、电解质分析仪的分类与结构	119
三、电解质分析仪的常见故障与维修	120
第二节 酸碱分析仪	121
第三节 血气分析仪	123
一、湿式血气分析仪	123
二、干式血气分析仪	127
三、血气分析仪应用的注意事项	129
第十章 凝血功能监测仪器	132
第一节 自动血凝分析仪	132
一、分析方法与原理	132
二、自动血凝分析仪的临床应用	134
三、自动血凝分析仪的进展	134
第二节 凝血弹性描记仪	135
一、凝血弹性描记仪的原理	135
二、凝血弹性描记仪的参数与意义	135
三、凝血弹性描记仪的图形分析	136
第三节 Sonoclot 分析仪	137
一、Sonoclot 分析仪的工作原理	137
二、Sonoclot 分析仪的图形分析	138
第十一章 人工气道管理器械	139
第一节 面罩和鼻罩	139

一、面罩	139
二、鼻罩	140
第二节 通气道	140
一、口咽通气道	140
二、鼻咽通气道	141
三、喉罩	141
四、喉管	142
五、食管气管联合导管	143
第三节 气管内导管	143
一、气管导管	143
二、特殊气管导管	145
三、气管切开导管	146
第四节 支气管内导管	147
一、支气管导管	147
二、支气管堵塞导管	147
三、双腔支气管导管	148
第五节 麻醉喉镜和光导纤维内镜	149
一、麻醉喉镜	149
二、气管插管光导纤维内镜	152
第六节 气道管理辅助器械	152
一、气管导尿管芯	152
二、牙垫和吸痰管	153
三、喷雾器	154
四、插管钳	155
五、舌钳和开口器	155
第十二章 麻醉机	157
第一节 麻醉机的组成	157
一、麻醉机的气路元件	157
二、麻醉机的工作流程	158
三、麻醉机的功能单元	159
第二节 供气系统	160
一、麻醉机的气源	160
二、麻醉机的气源供应方式	161
三、储气钢瓶	162
四、压力调节器	163
五、氧气供应故障报警	166
六、低氧压氧化亚氮安全切断阀	166
七、麻醉机氧气供应错误的防范	167
第三节 流量控制系统	169

一、流量控制阀和流量计	169
二、氧化亚氮-氧气的比例流量调节	172
三、快速充氧开关	174
四、新鲜气体出口和防逆活瓣	174
第四节 麻醉蒸发器	175
一、麻醉蒸发器相关基础理论	175
二、可变旁路蒸发器工作原理	178
三、影响蒸发器输出浓度的因素	179
四、典型蒸发器介绍	183
第五节 麻醉回路	187
一、麻醉回路的基本概念	187
二、开放装置	189
三、无复吸入活瓣回路	190
四、气流冲洗式回路	191
五、化学吸收回路	197
第六节 麻醉废气清除系统	202
一、吸附式麻醉废气清除系统	202
二、无动力麻醉废气排放系统	203
三、动力麻醉废气排放系统	204
第七节 麻醉机的用前检查	206
一、麻醉机用前检查程序	206
二、麻醉安全管理要求和麻醉前检查指南	207
三、麻醉机用前检查的有关问题	208
第十三章 通气机	212
第一节 机械通气的基本概念	212
一、通气机的定义	212
二、通气功能和通气模式	212
三、通气机的组成	213
四、间歇正压通气周期	214
五、通气机的分类	214
第二节 动力系统	216
一、通气机的气源	216
二、通气机的电源	217
第三节 控制系统	218
一、机械控制原理	219
二、电磁阀控制通气原理	222
三、电磁阀辅助通气原理	223
四、电动风箱控制通气原理	225
五、电动风机辅助通气原理	226

第四节 输气系统	227
一、压力输气系统	227
二、容量输气系统	230
三、持续气流输气系统	231
第五节 通气机的输出气路	233
一、通气机的常规呼吸气路	233
二、麻醉通气机输出气路	237
三、麻醉通气机的用前检查	240
第六节 通气机安全监控系统	241
一、通气机报警的分类	241
二、通气机安全报警的基本原理	242
三、通气机报警的应对原则	243
四、常见通气机报警功能和处置原则	243
第七节 常用通气机功能和通气模式	245
一、通气机功能	245
二、常用通气模式	248
 第十四章 医用输注设备	 254
第一节 概述	254
第二节 医用输注泵的驱动	255
一、步进电机的工作原理	255
二、步进电机的驱动方法	256
第三节 输液泵的工作原理及操作注意事项	256
一、输液泵的工作原理	256
二、输液泵的操作注意事项	257
第四节 微量注射泵的工作原理及操作注意事项	258
一、微量注射泵的工作原理	258
二、微量注射泵的操作注意事项	259
第五节 患者自控镇痛泵	260
一、患者自控镇痛泵的基本结构	260
二、患者自控镇痛泵的功能	261
第六节 目标浓度控制微量注射泵	261
一、目标浓度控制微量注射泵的工作原理	262
二、目标浓度控制的计算方法	262
三、目标浓度控制输注设备的前景	264
 第十五章 体外辅助循环设备	 266
第一节 人工心肺机	266
一、血泵基本工作原理	266
二、氧合器的基本原理	268

三、热交换系统	270
四、血液回收与过滤系统	271
第二节 体外膜肺氧合	272
一、体外膜肺氧合的原理和方法	272
二、体外膜肺的主要设备及管道	273
第三节 主动脉内球囊反搏	275
一、主动脉内球囊反搏的工作原理	275
二、主动脉内球囊反搏装置的构造	276
第十六章 血液净化和血液回收设备	279
第一节 血液净化概述	279
一、血液净化过程中的物理学知识	279
二、血液净化的类型	280
三、血液过滤器的结构	281
第二节 连续性血液净化	282
一、连续性血液净化系统的组成	282
二、连续性血液净化的临床功能	284
第三节 自体血回收设备	287
一、回收式自体输血方法的分类	287
二、自体血回收机结构	287
三、自体血回收机运行原理与操作程序	290
第十七章 围术期保温设备	292
第一节 围术期体温管理基本概念	292
第二节 术中保温设备	294
一、红外辐射加温仪	294
二、压缩热空气对流毯	295
第十八章 麻醉信息管理系统	296
第一节 AIMS 的概念及功能	296
一、AIMS 的概念	296
二、AIMS 的功能	297
第二节 AIMS 的构成及技术要求	298
一、AIMS 的构成	298
二、AIMS 的技术要求	299
第三节 AIMS 的建立与注意事项	300
一、AIMS 的建立	300
二、建立 AIMS 的注意事项	303
第四节 AIMS 面临的挑战及其未来研发	304
一、AIMS 的不足及面临的挑战	304

二、AIMS 的未来研发	305
第十九章 医疗设备安全管理	306
第一节 医疗器械安全管理概述	306
一、医疗器械安全管理的法规和组织	306
二、医疗器械安全应用的风险因素	306
三、医疗器械安全管理的实施	308
第二节 电气安全	311
一、电气安全的概念	311
二、供电系统概述	312
三、电气事故及预防	314
第三节 麻醉设备保养和消毒	318
一、麻醉设备的保养	318
二、麻醉设备的消毒	319
第四节 一次性医疗器械的安全管理	320
参考文献	322
索引	326

《麻醉设备学》是麻醉学专业(本科)的基础课程之一,属于麻醉学与理工学科相互渗透、相互交叉的边缘学科。这门课程的研究对象是与临床麻醉和急救医学相关的治疗设备和监测仪器。教学对象是麻醉学专业医学生,同时也可以作为麻醉科住院医师培训和麻醉科工程技术人员的参考教材。

一、麻醉学的发展和麻醉设备学

20 世纪 50 年代以来,世界医学发生了巨大变革,突出表现在自然科学技术的进步渗透到了生命科学的各个领域;各种新型医疗器械正在不断改变着医务人员的劳动方式和劳动质量。麻醉学科也不例外地卷入到了这场进步的洪流中。最重要的标志是麻醉从一门专业技能升迁成为一个具有强大生命力的学科。专业作为一种行业,人们在其中以某种技能为他人服务,并将专业知识传授他人。任何专业都不能仅靠服务为生。学科是专业高度发展的结果,集中体现在该专业的知识体系。这种知识体系是一种能够不断引导、激励并凝聚专业同道的智慧集约。当代麻醉学科的进步主要表现在麻醉设备和麻醉药物不断推陈出新,安全监测水平不断提高,干预技术不断创新,麻醉基础理论在更高层面上不断引申。正是这种不断探究未来的知识体系构成了麻醉学科吸引众多有识之士的魅力;正是这种时代的驱动,麻醉科已经跻身临床一级科室,并已成为医院里设备固定资产数量最多最大的临床科室。劳动工具越来越先进,高科技含量越来越大,这种进步也带来了挑战。一些调查显示,医护人员缺乏设备知识是许多麻醉并发症和死亡事故的重要原因。这样的事件主要见于以下几种情况:①未能在使用前检出设备故障,以致在使用中危害患者;②设备使用中发生故障,未能及时发现并排除,造成患者人身损害;③使用方法不正确,造成不良后果;④在患者需要时未能发挥设备性能进行有效医学干预,造成患者失去救治机会;⑤监测仪器发出错误信息,导致错误的医疗决策。这些与设备相关的意外情况往往具有突发性和灾难性。轻者造成慌乱,重者危害患者。如同军人要熟悉武器,工程师要熟悉生产设备一样,麻醉医师应该掌握设备知识,才能提前确定所用设备的功能是否正常,并能在设备发生故障时保持清醒的头脑。

1990 年在[郑方]和范从源等老前辈的努力下《麻醉物理学》脱颖而出,竖起了我国临床医学学生学习工程理论的第一块里程碑。2000 年改版为“教育部面向 21 世纪课程教材”《麻醉设备学》。20 年教学经历和相继问世的《医学影像设备学》等同类教材充分肯定了这一教育实践的科学性和必要性。