



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

供医学影像学专业用

医学影像设备学

Equipments of Medical Imaging

第 **4** 版

主 编 韩丰谈

副主编 李 彪 李林枫 李晓原



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



网络
增值服务
ONLINE SERVICES



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
供医学影像学专业用

医学影像设备学

Equipments of Medical Imaging

第4版

主 编 韩丰谈

副 主 编 李 彪 李林枫 李晓原

编 委 (以姓氏笔画为序)

曲保忠 (吉林医药学院)

李敬玉 (河北医科大学)

朱险峰 (牡丹江医学院)

何乐民 (泰山医学院)

刘燕茹 (包头医学院)

赵雁鸣 (哈尔滨医科大学附属第二医院)

李 彪 (上海交通大学医学院)

姚旭峰 (上海理工大学)

李义兵 (湖北科技学院)

唐鹤菡 (四川大学)

李林枫 (天津医科大学)

韩丰谈 (泰山医学院)

李哲旭 (上海健康医学院)

廖永贵 (福建莆田学院)

李晓原 (中山大学中山医学院)

编写秘书 何乐民 (兼)

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

医学影像设备学/韩丰谈主编.—4版.—北京:人民
卫生出版社,2016

本科医学影像学专业第四轮规划教材

ISBN 978-7-117-23514-3

I. ①医… II. ①韩… III. ①影象诊断-医疗器械-
医学院校-教材 IV. ①R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 244893 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!

医学影像设备学
第 4 版

主 编: 韩丰谈

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: 北京汇林印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/16 印张: 20

字 数: 591 千字

版 次: 2000 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 4 版
2016 年 11 月第 4 版第 1 次印刷(总第 23 次印刷)

标准书号: ISBN 978-7-117-23514-3/R·23515

定 价: 58.00 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)

全国高等学校医学影像学专业第四轮规划教材修订说明

医学影像学专业本科教育始于1984年,32年来我国的医学影像学高等教育进行了以教学内容和课程体系改革为重点的教学改革,并取得了阶段性成果。教材是教学内容的载体,不仅要反映学科的最新进展,而且还要生动地体现教育思想和观念的更新。教育教学改革的成果最终要体现在教材中并通过教材加以推广,这就要求教材建设应与教育教学改革相一致。落实学校教育要把提高素质、传授知识、培养能力融为一体,推动教学方法改革,确立在教师主导下学生在教学过程中的主体地位,努力提高教育教学质量。因此,在当前教育教学改革不断深入的形势下,努力抓好教材建设势在必行。

一、我国高等医学影像学教育教材建设历史回顾

1. 自编教材 1984年,在医学影像学专业建立之初,教材多根据各学校教学需要编写,其中《放射学》《X线物理》《X线解剖学》在国内影响甚广,成为当时教材的基础版本。由于当时办医学影像学(原为放射学)专业的学校较少,年招生人数不足200人,因此教材多为学校自编,油印,印刷质量不高,但也基本满足当时教学的需要。

2. 协编教材 1989年,随着创办医学影像专业的学校增加,由当时办医学影像专业最早的天津医科大学发起,哈尔滨医科大学、中国医科大学、川北医学院、泰山医学院、牡丹江医学院等学校联合举办了第一次全国医学影像学专业(放射学专业)校际会议。经协商,由以上几所院校联合国内著名的放射学家共同编写本专业和专业基础课的部分教材。教材编写过程中,在介绍学科的基础知识、基本理论、基本技能的基础上,注重了授课与学习的特点和内容的更新,较自编教材有了很大进步,基本满足了当时的教学需要。

3. 规划教材 1999年,全国高等医学教育学会医学影像学分会成立后,由学会组织国内相关院校进行了关于教材问题的专题会议,在当年成立了高等医药院校医学影像学专业教材评审委员会,组织编写面向21世纪医学影像学专业规划教材。

2000年,由人民卫生出版社组织编写并出版了国内首套7部供医学影像学专业使用的统编教材,包括《人体断面解剖学》《医学影像物理学》《医学电子学基础》《医学影像设备学》《医学影像检查技术学》《医学影像诊断学》《介入放射学》。

2005年,第二轮修订教材出版,增加了《影像核医学》《肿瘤放射治疗学》,使整套教材增加到9部。同时期,我国设立医学影像专业的学校也由20所增加到40所,学生人数不断增长。

2010年,第三轮修订教材完成编写和出版,增加了《医学超声影像学》,使该套教材达到10部。此外,根据实际教学需要,将《人体断面解剖学》进行了系统性的修改,更新为《人体断面与影像解剖学》。这10年间,全球医学影像学发展极为迅猛,学科内容进一步扩增,我国设立医学影像专业的学校也增加到80所,年招生人数超过1万人。

前三轮规划教材凝结了众多医学教育者的经验和心血,为我国的高等医学影像学教育作出了重要贡献。第三轮教材中的《医学影像检查技术学》《医学影像诊断学》《介入放射学》《影像核医学》

《肿瘤放射治疗学》还被评为普通高等教育“十二五”国家级规划教材，充分肯定了本套教材的编写质量。

二、第四轮医学影像学专业规划教材编写特色

面对社会的进步和科学技术的发展，医学影像学高等教育的教学呈现出四个方面的特点，即现代科学技术和医学教学融合、出现跨学科教学、学生参与教学过程的主动学习以及重视教育结果和质量。教材的编写应密切结合我国目前医学教学改革的总体要求，密切结合医学影像学的发展对人才培养的要求，因此，全国高等学校医学影像学专业第三届教材评审委员会和人民卫生出版社在充分调研论证的基础上，决定从2015年开始启动医学影像学专业规划教材第四轮的修订工作。

第四轮规划教材的编写特色如下：

第一，立足人才培养，促进教材整体发展 教材建设不仅要符合现代化的教育理念，更要注重体现对学生素质教育、实践能力和创新意识的培养，要与医学影像学学科建设和课程建设紧密结合，服务于教学改革，充分反映教学改革和学科发展的最新成果。坚持以本专业人才培养目标为教材编写的基础，打造成“教师好教”“学生好学”的经典教材。

第二，加强顶层设计，创新教材建设机制 教材编写坚持遵循整套教材顶层设计、科学整合课程、实现整体优化的编写要求；鼓励实践教材建设，满足实践教学需要。在理论教材方面，《人体断面与影像解剖学》书名再次论证，进一步优化为《人体断层影像解剖学》；在实验教材方面，根据教学实际需要，增加《医学电子学基础实验》；在学习指导与习题集方面，将全部理论教材品种配齐相应的《学习指导与习题集》；在数字出版方面，全部理论教材品种都配套编写了相应的网络增值服务，并与理论教材同步出版发行。

第三，坚持编写原则，确保教材编写质量 坚持贯彻落实人民卫生出版社在规划教材编写中通过实践传承的“三基、五性、三特定”的编写原则：“三基”即基本知识、基本理论、基本技能；“五性”即思想性、科学性、创新性、启发性、先进性；“三特定”即特定对象、特定要求、特定限制。精练文字，控制字数，同一教材和相关教材的内容不重复，相关知识点具有连续性，内容的深度和广度严格控制在教学大纲要求的范畴，力求更适合广大学校的教学要求，减轻学生负担。

本套规划教材将于2016年11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，为下一轮教材的修订工作建言献策。

全国高等学校医学影像学专业第三届教材评审委员会

主任委员

张云亭（天津医科大学）

副主任委员

郭启勇（中国医科大学）

黄 钢（上海健康医学院）

申宝忠（哈尔滨医科大学）

滕皋军（东南大学医学院）

委员(以姓氏笔画为序)

于春水（天津医科大学）

王志刚（重庆医科大学）

王振常（首都医科大学）

刘林祥（泰山医学院）

杜 勇（川北医学院）

杨建勇（中山大学）

吴恩福（温州医科大学）

张 辉（山西医科大学）

金龙云（牡丹江医学院）

徐文坚（青岛大学医学院）

韩 萍（华中科技大学同济医学院）

秘书

张雪君（天津医科大学）

全国高等学校医学影像学专业第四轮规划教材目录

规划教材

序号	书名	主编	副主编
1	人体断层影像解剖学(第4版)	王振宇 徐文坚	张雪君 付升旗 徐海波
2	医学影像物理学(第4版)	吉 强 洪 洋	周志尊 童家明 谢晋东
3	医学电子学基础(第4版)	鲁 雯 郭明霞	王晨光 周英君
4	医学影像设备学(第4版)	韩丰谈	李 彪 李林枫 李晓原
5	医学影像检查技术学(第4版)	于兹喜 郑可国	余建明 于铁链 张修石
6	医学影像诊断学(第4版)	韩 萍 于春水	余永强 王振常 刘林祥 高剑波
7	介入放射学(第4版)	郭启勇	滕皋军 杨建勇 郑传胜
8	影像核医学与分子影像(第3版)	黄 钢 申宝忠	陈 跃 李亚明 王全师 兰晓莉
9	肿瘤放射治疗学(第3版)	徐向英 曲雅勤	伍 钢 李国文 杜 勇
10	医学超声影像学(第2版)	姜玉新 冉海涛	田家玮 胡 兵 周晓东

配套教材

序号	书名	主编
1	人体断层影像解剖学实验指导(第2版)	徐 飞 徐文坚
2	医学影像物理学实验(第4版)	仇 惠 张瑞兰
3	医用放射防护学(第2版)	洪 洋 谢晋东
4	医学电子学基础实验	王晨光 周英君
5	影像核医学与分子影像图谱(第2版)	王全师 黄 钢

学习指导与习题集

序号	书名	主编
1	人体断层影像解剖学学习指导与习题集(第2版)	付升旗 王振宇
2	医学影像物理学学习指导与习题集(第3版)	童家明 吉 强
3	医学电子学基础学习指导与习题集(第2版)	郭明霞 鲁 雯
4	医学影像设备学学习指导与习题集(第2版)	韩丰谈
5	医学影像检查技术学学习指导与习题集(第2版)	郑可国 于兹喜
6	医学影像诊断学学习指导与习题集(第2版)	于春水 韩 萍
7	介入放射学学习指导与习题集	郭启勇
8	影像核医学与分子影像学习指导与习题集(第2版)	陈 跃 黄 钢
9	肿瘤放射治疗学学习指导与习题集(第2版)	徐向英
10	医学超声影像学学习指导与习题集	冉海涛



韩丰谈

男，1965年7月出生。教授，硕士生导师，中共党员。全国专业标准化技术委员会、第七届全国医用X射线技委会委员、泰山医学院放射学院设备学教研室主任。

从事高校教学工作30年，历任原卫生部和国家卫计委“十一五”“十二五”“十三五”国家级规划教材《医学影像设备学》主编（本科用），主编人民卫生出版社高等医药院校教材9部，副主编1部，参编2部。山东省省级“精品课程”《医学影像设备学》负责人、主讲教师。山东省省级“优质课程群”《医学影像设备学》负责人、主讲教师。山东省省级“实验示范中心”主讲教师。山东省省级成人教育“特色课程”《医学影像设备学》负责人。先后为本科生讲授过《医学影像物理学》《电工学》《模拟电子技术》《数字电子技术》《医学影像设备学》《医学影像设备安装与维修学》等多门课程。在国家级核心期刊上公开发表论文20余篇；荣获山东省省级高等教育教学成果二等奖1项，三等奖1项；山东高等学校优秀科研成果三等奖1项；校级一等奖3项；荣获泰山医学院优秀教师称号。



李彪

男，1963年10月生于上海。教授，主任医师，博士生导师，上海交通大学医学院附属瑞金医院核医学科主任。目前任上海市核医学分会副主任委员，上海市核学会放射和治疗专业副主任委员，中国核学会理事等。任中华核医学杂志，中国医学影像学杂志等编委。

从事教学工作29年，获上海第二医科大学及瑞金医院优秀教师，培养博士、硕士20余名。研究方向为分子核医学的基础研究和临床应用。承担了国家自然科学基金6项，上海市优秀学科带头人、上海市启明星计划等20余项课题。论文被SCI收录40余篇。获上海市科技进步三等奖4项，上海市医学科技二等奖1项及其他奖项。



李林枫

男，1963年5月生于河北省邯郸市。现任天津医科大学医学影像学院影像技术教研室主任职务。

从事教学工作至今28年。承担过影像七年制、影像诊断、影像技术、影像技术专科、以及医学影像高职高专等专业的“医学影像设备学”“核磁共振成像原理”“医学影像设备管理”“PACS和远程放射学”“医学成像原理”“放射防护学”“医学影像设备安装与维修”的理论教学与部分实验教学工作。主编1部、参编多部人民卫生出版社规划教材，副主编1部天津市规划教材，参编1部协编教材。在各级学术刊物上发表学术论文多篇，获得国家专利1项。



李晓原

男，1965年4月生。中山大学中山医学院生物医学工程系副教授，硕士生导师，现任广东省生物物理学会理事。曾任中国医学物理学会理事、中国医学物理学会医学生物物理专业委员会副主任委员、《中国医学物理学杂志》编委。

从事教学工作至今31年。主要从事医学院学生的“医学物理学”“医学影像物理学”“医学影像设备学”“医用传感器”等课程的教学及相关研究工作。参加编写人民卫生出版社出版的《医学影像设备学》(第2、3版)、《医学物理学》等教材12部，在国内外杂志发表学术论文70余篇。

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，供医学影像学专业使用的《医学影像设备学》（第4版）是在第1~3版教材使用情况的基础上，由国内部分医学院校和附属医院的医学影像设备专家共同编写而成。

在分析总结前3版教材使用情况的基础上，继续贯彻“三基”（基本理论、基本知识和基本技能）、“五性”（思想性、科学性、先进性、启发性和适用性）和“三特定”（特定的对象、特定的要求和特定的时限）的指导思想和原则，根据专业培养目标的要求，结合教学和临床实践，编写中力求简明扼要、条理清楚、层次分明，以介绍医学影像设备的基本结构、基本工作原理、性能参数、质量控制为重点，尽可能结合医学影像设备的发展现状，对第3版教材进行修订。

全书共分九章，第一章简要介绍了医学影像设备学的研究对象、重要性、发展历程、分类和应用特点，使学生了解该领域的历史和现状；第二章至第八章分别介绍了X线机、CT、MRI、超声和核医学等成像设备的基本结构、基本工作原理、性能参数、质量控制等；第九章介绍了图像存储与传输系统和远程放射学系统。为了提高学生的基本技能，本书附录中精选了9个实验，供各校选用。

在本书的编写过程中，第3版主编徐跃教授提出了许多建设性、指导性意见，上海交通大学医学院的郭睿副教授对本书的编写付出了大量的心血，在此一并表示衷心地感谢！

由于作者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者给予批评指正，以便再版时改进和提高。

韩丰谈

2016年7月

第一章 概论

1

第一节 概述	1
一、研究对象	1
二、重要性	1
第二节 发展历程	1
一、X线机的发展	2
二、CT设备的发展	3
三、MRI设备的发展	5
四、US成像设备的发展	6
五、核医学成像设备的发展	7
六、现代医学影像设备体系的建立	8
第三节 各种医学影像设备的应用特点	8
一、X线设备	9
二、MRI设备	9
三、US成像设备	9
四、核医学成像设备	10
五、热成像设备	11
六、医用内镜	12
七、医学影像治疗设备	13

第二章 X线发生装置

16

第一节 X线管	16
一、固定阳极X线管	16
二、旋转阳极X线管	19
三、特殊X线管	20
四、特性与参数	23
五、管套	27
六、X线管冷却	28
第二节 高压发生器	28
一、高压变压器	29
二、高压元器件	32
第三节 控制台	35
一、对电路的基本要求	35
二、基本电路	35
三、单元电路简介	36

第三章 诊断 X 线机

46

第一节 概述	46
一、组成	46
二、发展历程	46
三、分类	48
四、胃肠 X 线机	48
五、摄影 X 线机	52
六、其他专用 X 线机	62
七、成像辅助装置	66
第二节 工频 X 线机	70
一、常规 X 线机	70
二、程控 X 线机	73
第三节 高频 X 线机	76
一、概述	76
二、直流逆变电源	79
三、高频 X 线机举例	81
四、闭环控制	83
第四节 医用 X 线电视系统	84
一、概述	84
二、影像增强器	85
三、电视基础	87
四、CCD 摄像机	89
五、自动亮度控制	91
六、医用显示器	93

第四章 数字 X 线设备

100

第一节 概述	100
第二节 计算机 X 线摄影设备	100
一、分类、基本结构	100
二、影像板	101
三、读取装置	102
四、计算机图像处理	103
五、图像存储装置	105
六、评价标准	105
七、使用注意事项和保养	106
第三节 数字 X 线摄影设备	107
一、构成	107
二、分类	107
三、工作原理	108
四、注意事项	110

五、CR 与 DR 的比较	111
第四节 数字减影血管造影设备	112
一、基本结构	112
二、影响图像质量的因素	112
三、对 X 线机的要求	113
四、X 线管及探测器支撑装置	114
五、导管床	115
六、高压注射器	115
七、数字系统	116
八、DSA 系统的特殊功能	119
九、图像质量参数及检测	120
十、日常维护与保养	120

第五章 X 线计算机体层成像设备

122

第一节 概述	122
一、发展简史	122
二、发展趋势	125
第二节 成像系统	127
一、投影数据获取装置	127
二、计算机和图像重建系统	137
第三节 螺旋 CT	140
一、特点	140
二、螺旋扫描装置	142
三、多层螺旋 CT	147
第四节 CT 设备的质量保证	152
一、质量保证参数	152
二、影响图像质量的因素	158
三、伪影	159

第六章 磁共振成像设备

163

第一节 概述	163
一、发展简史	163
二、特点	165
三、组成及工作原理	166
第二节 主磁体系统	167
一、主磁体的性能指标	168
二、永磁型磁体	170
三、超导型磁体	171
四、匀场技术	173
五、磁屏蔽	174

第三节 梯度磁场系统	175
一、梯度磁场的产生	175
二、梯度磁场线圈	176
三、技术参数	178
第四节 射频系统	179
一、射频线圈的种类	180
二、发射线圈与发射通道	181
三、接收线圈与接收通道	186
第五节 计算机系统	188
一、梯度磁场的控制	189
二、射频脉冲的控制	189
三、图像重建	190
四、图像显示	190
第六节 磁共振成像设备质量保证	190
一、MRI 设备质量保证主要参数	191
二、磁共振成像设备性能检测模体	192
三、磁共振成像伪影	192

第七章 超声成像设备

195

第一节 概述	195
一、发展简史	195
二、分类	195
三、医用超声成像技术	198
第二节 B 超基本结构与工作原理	200
一、医用超声探头	200
二、模拟 B 超	210
三、全数字 B 超	214
第三节 超声多普勒成像	220
一、超声多普勒技术	220
二、多普勒频移信号的显示	221
三、超声多普勒成像系统	222
第四节 超声成像新技术	224
一、三维成像技术	224
二、谐波成像技术	227
三、介入性成像技术	230
四、组织弹性成像技术	233

第八章 核医学成像设备

237

第一节 概述	237
一、发展简史	237

二、分类及应用特点	237
第二节 核医学成像设备的基本部件	239
一、基本构成与工作原理	239
二、准直器	241
三、闪烁晶体	243
第三节 单光子发射型计算机体层扫描仪	243
一、基本结构与工作原理	243
二、探测器	243
三、机架	245
四、扫描床	246
五、控制台和计算机	246
六、外围设备	247
第四节 正电子发射型计算机体层扫描仪	247
一、基本结构与工作原理	247
二、探测器	249
三、机架	250
四、计算机和网络系统	250
第五节 双模式分子影像技术和设备	250
一、SPECT/CT 设备	250
二、PET/CT 设备	251
三、PET/MRI 设备	251

第九章 图像存储与传输系统

254

第一节 概述	254
一、发展简史与发展趋势	254
二、主要功能	255
三、分类	256
第二节 数字图像和通信标准	256
一、应用范围和领域	257
二、主要内容	257
三、文件格式	259
四、网络结构	259
五、接口与通信	261
第三节 应用	262
一、医院信息系统简介	262
二、全院级 PACS 的规划和建设	265
三、HIS 与 RIS、PACS 的完全融合	269
四、远程放射学系统	273

附录 实验

276

实验一 X 线管检查与实验	276
实验二 三相全波整流电路的工作特性	276
实验三 倍压整流电路的工作特性	280
实验四 单相全波整流电路的工作特性	282
实验五 数字 X 线摄影 (DR) 的操作与图像处理功能	284
实验六 CT 设备的使用操作	286
实验七 参观医院 MRI 设备	287
实验八 全数字 B 型超声诊断仪基本设置和操作	288
实验九 SPECT 的使用操作	293

推荐阅读

295

中英文名词对照索引

296

现代化的医院,必须通过医学影像设备才能充分发挥其社会效益和经济效益。培养具有一定理论基础和实践技能的医学影像学人才,是医学教育的重要任务之一。“医学影像设备学”就是为完成这一任务而开设的专业基础课程。《医学影像设备学》立足于《医学影像物理学》《医学电子学基础》,服务于《医学影像检查技术学》《医学影像诊断学》。本章简要叙述了医学影像设备的研究对象、发展历程、成像方法及应用特点。

第一节 概述

一、研究对象

“医学影像设备学”的研究对象是医学影像设备。医学影像设备是指利用专门成像机制,以非介入方式获取人体(活体)内部组织形态或(和)功能影像的设备。广义地讲,凡是能够为医生提供人体(活体)组织、器官影像的仪器、机器和设备及与之配套的机械装置和辅助装置都属于医学影像设备。

医学影像设备主要包括:①X线设备:如X线机(X-ray machine)、X线计算机体层摄影(X-ray computed tomography, X-CT)设备,简称CT;②磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)设备,简称MRI;③超声(ultrasound, US)成像设备;④核医学成像设备,如单光子发射计算机体层成像(single photon emission computed tomography, SPECT)设备与正电子发射体层成像(position emission tomography, PET)设备。另外,由各种探测器和计算机构成的计算机X线摄影(computed radiography, CR)、数字X线摄影(digital radiography, DR)、数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)等成像装置和作为数字图像显示终端的显示器(监视器)、印制照片的激光相机,都属于医学影像设备。介入放射学设备和立体定向设备都是在图像的引导下实施诊断或治疗,也属于医学影像设备。热成像仪、医用内镜等也能为医生提供所需要的影像,也属于医学影像设备。

二、重要性

通过医学影像设备可获得受检者组织、器官相应的影像,使医生了解受检者体内病变的部位、范围、形状及与周围器官的关系等信息,扩展了医生的感官;有的设备还能观察脏器功能的改变,对诊断疾病具有至关重要的作用。利用各种成像机制所获取的影像相互印证,提高了诊断正确率。影像诊断已成为临床诊断的重要依据,医学影像设备的装备条件可在一定程度上体现医院的诊疗水平。

医学影像设备的发展促进了医学的发展,改变了医生传统的工作方式。特别是图像后处理技术的发展,使医生在手术前即可见到与手术中所见基本相同的病人体内病变的三维结构、状态,据此可事先制订适当的手术方案,提高了手术成功率,缩短了手术时间。医学影像设备已成为医生不可缺少的“眼睛”,是实施精准医疗的前提,是医用手术机器人得以实施的基础。

(韩丰谈)

第二节 发展历程

1895年11月8日,伦琴在做阴极射线管高压放电实验时,发现了一种肉眼看不见、但具有很强穿透能力、能使某些物质发出荧光和使胶片感光的未知射线,称为X射线,简称X线。并利用X线为其夫人