



中等职业教育卫生部规划教材
全国中等卫生职业教育教材评审委员会审定

全国中等卫生职业学校教材

供医学影像技术专业用

X线摄影化学及暗室技术

主 编 吕文国



人民卫生出版社

全国中等卫生职业学校教材

供医学影像技术专业用

X 线摄影化学及暗室技术

主 编 吕文国

编 者(以姓氏笔画为序)

吕文国 山东省莱阳卫生学校

宋少娟 山东省医学影像研究所

胡 岗 湖北省卫生学校

顾德泉 上海职工医学院

秘 书 刘建成 山东省莱阳卫生学校

人 民 卫 生 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

X线摄影化学及暗室技术/吕文国主编. —北京:
人民卫生出版社, 2003
ISBN 7-117-05298-8

I. X... II. 吕... III. X射线检照技术
IV. R814.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 102248 号

X线摄影化学及暗室技术

主 编: 吕 文 国

出版发行: 人民卫生出版社 (中继线 67616688)

地 址: (100078) 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)

E - mail: [pmph@pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 7.5

字 数: 158 千字

版 次: 2003年1月第1版 2003年1月第1版第1次印刷

标准书号: ISBN 7-117-05298-8/R·5299

定 价: 8.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

0332405

全国中等卫生职业教育教材评审委员会

顾问 祁国明
主任委员 孟祥珍
副主任委员 夏泽民、姜渭强
委员 (以姓氏笔画为序)
王玉玲 王 辉 王锦倩 邓步华 兰文恒
孙兆文 李常应 巫向前 吴德全 陈明非
金东旭 罗 刚 赵汉英 姜 辉 梅国建
熊云新 廖福义
秘书长 张 苇

中等职业教育卫生部规划教材编写说明

为了贯彻中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定，落实面向 21 世纪教育振兴行动计划中提出的职业教育改革规划，卫生职业教育教学指导委员会根据我国城乡卫生事业发展对中等卫生专门人才的需要，依据教育部有关文件精神，对“中等职业学校专业目录”中规定的医药卫生类 11 个专业编制了指导性教学计划与教学大纲。根据卫生部的部署，由卫生部教材办公室统一编辑、出版了医药卫生类 11 个专业的教学计划和教学大纲，按照新的教学计划和教学大纲的要求组织全国中等卫生学校的力量，编写了“中等职业教育卫生部规划教材”，这套教材共 111 种，将于 2001 年秋季开始陆续供各中等卫生学校使用，2002 年底全部出版。

这套教材全面贯彻素质教育的思想，从社会发展对高素质和中、初级卫生技术专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新能力和实践能力的培养，既继承了 1994 年卫生部颁发的专业教学计划的科学、严谨、强化专业培养目标的优势，又充分考虑到社会发展、科技进步和终身教育的需要，贯彻了以全面素质为基础，以能力为本位的职教观念。为了保证“中等职业教育卫生部规划教材”的编写质量，2001 年 4 月成立了“全国中等卫生职业教育教材评审委员会”，在今后教材的规划、组织、编写、管理、使用、培训、评审等工作中起参谋、纽带作用。

希望各校师生在使用“中等职业教育卫生部规划教材”的过程中，注意总结经验，及时提出修改意见及建议，使其质量不断完善和提高。

卫生部教材办公室

2001 年 6 月

中等职业教育卫生部规划教材品种

- | | |
|----------------------|--------------|
| 01. 《语文 (上册)》 | 主 编: 郭常安 |
| 02. 《语文 (下册)》 | 副主编: 刘重光 |
| 03. 《英语 (上册)》 | 主 编: 郭常安 |
| 04. 《英语 (中册)》 | 副主编: 刘重光 |
| 05. 《英语 (下册)》 | 主 编: 梁遇清 |
| 06. 《数学 (上册)》 | 副主编: 孙国棣 |
| 07. 《数学 (下册)》 | 主 编: 梁遇清 |
| 08. 《物理》 | 副主编: 孙国棣 |
| * 09. 《化学》 | 主 编: 梁遇清 |
| 10. 《计算机应用基础》 | 副主编: 孙国棣 |
| * 11. 《正常人体学基础》 | 主 编: 秦兆里 |
| * 12. 《解剖生理学基础》 | 副主编: 秦玉明 |
| * 13. 《病原微生物学与免疫学基础》 | 主 编: 秦兆里 |
| * 14. 《病理学基础》 | 副主编: 秦玉明 |
| * 15. 《药理学基础 (一)》 | 主 编: 刘发武 |
| * 16. 《心理学基础》 | 主 编: 张锦楠 |
| * 17. 《护理概论》 | 主 编: 刘书铭 |
| * 18. 《护理技术》 | 主 编: 刘英林 |
| * 19. 《临床护理 (上册)》 | 副主编: 刘桂萍、欧阳槐 |
| | 主 编: 彭 波 |
| | 副主编: 江 红、王汝信 |
| | 主 编: 姚秀滨 |
| | 主 编: 丁运良 |
| | 副主编: 王志敏 |
| | 主 编: 王开贞 |
| | 主 编: 陆 斐 |
| | 主 编: 李晓松 |
| | 主 编: 马如娅 |
| | 副主编: 鲍曼玲 |
| | 主 编: 夏泉源 |
| | 副主编: 党世民、蔡小红 |
| | 阎国钢 |

- * 20. 《临床护理 (下册)》
主 编: 夏泉源
副主编: 辛琼芝、张静芬
- * 21. 《社区保健》
主 编: 陈锦治
副主编: 黄惟清
- * 22. 《遗传与优生》
主 编: 康晓慧
- * 23. 《产科学基础》
主 编: 宋秀莲
副主编: 任新贞、谢 玲
- * 24. 《妇婴保健》
主 编: 倪必群
- 25. 《药理学基础 (二)》
主 编: 范志刚
- 26. 《中医学基础》
主 编: 廖福义
- 27. 《常用诊疗技术》
主 编: 于三新
副主编: 常唐喜
- 28. 《疾病概要 (一)》
主 编: 闫立安
副主编: 王志瑶
- * 29. 《疾病概要 (二)》
主 编: 任光圆
副主编: 戴 琳
- 30. 《康复医学概论》
主 编: 李茂松
- 31. 《健康教育》
主 编: 肖敬民
- 32. 《预防医学》
主 编: 陈树芳
副主编: 张兆丰
- 33. 《保健学基础》
主 编: 李胜利
副主编: 卢玉清
- 34. 《急救知识与技术》
主 编: 谢天麟
- 35. 《康复功能评定》
主 编: 章 稼
- 36. 《康复治疗技术》
主 编: 梁和平
副主编: 刘海霞
- 37. 《康复护理技术》
主 编: 王瑞敏
- 38. 《疾病康复学》
主 编: 李忠泰
副主编: 李贵川
- * 39. 《有机化学》
主 编: 曾崇理
- * 40. 《分析化学》
主 编: 李锡霞
- * 41. 《寄生虫学检验技术》
主 编: 尹燕双
- * 42. 《免疫学检验技术》
主 编: 鲜尽红
- * 43. 《微生物学检验技术》
主 编: 郭积燕
副主编: 董 奇
- * 44. 《临床检验》
主 编: 赵桂芝
副主编: 何建学、黄斌伦
- * 45. 《生物化学检验技术》
主 编: 沈岳奋
副主编: 费敬文

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| * 46. 《卫生理化检验技术》 | 主 编：梁 康
副主编：何玉兰、章汉宁 |
| * 47. 《病理学检验技术》 | 主 编：姜元庆
副主编：马 越 |
| 48. 《无机化学》 | 主 编：刁凤兰 |
| 49. 《生物化学》 | 主 编：程 伟 |
| 50. 《组织胚胎学》 | 主 编：赵 明 |
| 51. 《免疫组织化学和分子生物学常用实验技术》 | 主 编：王学民、田乃增 |
| 52. 《临床病理诊断基础》 | 主 编：陈家让 |
| 53. 《口腔解剖生理学基础》 | 主 编：李华方
副主编：谢善培 |
| 54. 《口腔疾病概要》 | 主 编：李葛洪 |
| 55. 《口腔修复材料学基础》 | 主 编：杨家瑞 |
| * 56. 《天然药物化学》 | 主 编：王 宁 |
| * 57. 《药物化学》 | 主 编：唐跃平 |
| * 58. 《天然药物学基础》 | 主 编：李建民
副主编：张荣霖 |
| * 59. 《药理学基础》 | 主 编：姚 宏
副主编：吴尊民 |
| * 60. 《药事管理》 | 主 编：张乃正 |
| * 61. 《药物分析化学》 | 主 编：李培阳
副主编：吴凯莹 |
| * 62. 《药剂学基础》 | 主 编：陈明非
副主编：方士英 |
| * 63. 《药品经营与管理》 | 主 编：张钦德 |
| 64. 《会计学基础》 | 主 编：王富阶 |
| 65. 《药品市场学》 | 主 编：钟明炼 |
| 66. 《电工学基础》 | 主 编：傅定芳 |
| 67. 《常用制剂设备》 | 主 编：高 宏 |
| 68. 《药物合成反应》 | 主 编：牛彦辉 |
| 69. 《工业微生物》 | 主 编：吕瑞芳 |
| 70. 《可摘义齿修复工艺技术》 | 主 编：姚江武
副主编：解岩红 |
| 71. 《固定义齿修复工艺技术》 | 主 编：林雪峰
副主编：杨向东 |
| 72. 《口腔正畸工艺技术》 | 主 编：杜维成 |
| 73. 《口腔医学美学》 | 主 编：肖 云 |
| 74. 《口腔预防保健》 | 主 编：马 涛 |
| 75. 《人际沟通》 | 主 编：黄力毅 |

- | | |
|------------------------|--------------|
| 76. 《眼科疾病基础》 | 主 编: 孟祥珍 |
| 77. 《眼镜光学基础》 | 主 编: 戴臣侠 |
| 78. 《电工与电子技术》 | 主 编: 赵笑畏 |
| | 副主编: 王立普 |
| 79. 《X 线物理与防护》 | 主 编: 李迅茹 |
| 80. 《人体解剖生理学基础 (影像专业)》 | 主 编: 高明灿 |
| | 副主编: 夏武宪 |
| 81. 《医用 X 线机构造和维修》 | 主 编: 王德华 |
| | 副主编: 程远大 |
| 82. 《X 线摄影化学与暗室技术》 | 主 编: 吕文国 |
| 83. 《影像技术学》 | 主 编: 李 萌 |
| | 副主编: 陈本佳 |
| 84. 《影像诊断学》 | 主 编: 赵汉英 |
| | 副主编: 王学强 |
| 85. 《模拟电子技术学》 | 主 编: 朱小芳 |
| 86. 《超声诊断学》 | 主 编: 夏国园 |
| | 副主编: 于三新 |
| 87. 《心电图诊断学》 | 主 编: 刘士生 |
| | 副主编: 刘昌权 |
| 88. 《细胞生物学及细胞培养技术》 | 主 编: 张丽华 |
| 89. 《生物药物基础》 | 主 编: 陈树君 |
| 90. 《实验动物学基础及技术》 | 主 编: 白 蓉 |
| 91. 《免疫学与生物技术》 | 主 编: 胡圣尧 |
| 92. 《微生物学与生物技术》 | 主 编: 庠 伟 |
| | 副主编: 夏和先 |
| 93. 《生物化学与生物技术》 | 主 编: 李宗根 |
| | 副主编: 黄 平 |
| 94. 《生物制品基础及技术》 | 主 编: 朱 威 |
| | 副主编: 段巧玲、徐闻清 |
| 95. 《输血与血型基础》 | 主 编: 董 芳 |
| 96. 《生物药物制剂工艺》 | 主 编: 邓才彬 |
| 97. 《实验室管理与质量控制》 | 主 编: 冯仁丰 |
| 98. 《社区卫生管理》 | 主 编: 常唐喜 |
| 99. 《卫生统计》 | 主 编: 韩 敏 |
| | 副主编: 钟 实 |
| 100. 《流行病学概论》 | 主 编: 周海婴 |
| 101. 《医学信息检索》 | 主 编: 李一杰 |
| 102. 《卫生信息管理》 | 主 编: 梁玉涛 |
| | 副主编: 蒋 琬 |

- | | |
|--------------------|---------|
| #103. 《护理礼仪》 | 主 编：刘桂英 |
| #104. 《医学专业英语（上册）》 | 主 编：刘国全 |
| | 副主编：王 霞 |
| #105. 《医学专业英语（下册）》 | 主 编：刘国全 |
| | 副主编：王 霞 |
| #106. 《美育》 | 主 编：朱 红 |
| #107. 《营养与膳食指导》 | 主 编：洪安琪 |
| #108. 《就业与创业指导》 | 主 编：温树甲 |
| #109. 《卫生法规》 | 主 编：钱丽荣 |
| #110. 《医学伦理学》 | 主 编：刘邦武 |
| #111. 《社会学基础》 | 主 编：李建光 |

注：标*为教育部规划、审定的中等职业教育国家规划教材

标#为必选课教材

前 言

《X线摄影化学与暗室技术》是为全国中等卫生职业教育三年制医学影像技术专业编写的卫生部规划教材。教材是依据2001年6月卫生行业教育教学指导委员会编制的《中等职业学校医药卫生类专业教学计划和教学大纲》，为培养与我国社会主义现代化建设要求相适应、德智体全面发展、具有综合能力、在第一线工作的高素质中、初级医学影像技术专门人才而编写。教学时数为57学时。

由于本版教材较前一版的教学时数压缩了约1/5，因此，在维持教学内容基本不变的前提下，文字和插图都做了一定的精减，章节也做了适当的调整，由原来的14章调整到10章。其中，将原来的“显影”、“定影”、“水洗与干燥”等内容合并为“感光材料的化学成像处理”。

本教材增设了“激光打印技术”一章，便于学生掌握先进设备的有关技术知识，为适应实际工作打下良好的基础。

本书在编写过程中，注意本专业的特点，力图培养和训练学生学会自学、善于思考，既重视基础理论的学习，又重视基本实验技能的训练，不断增强创新、获取信息及终身学习的能力。

从教学改革的角度出发，本书努力做到融传授知识、能力培养、提高素质为一体，为此各编委根据自己多年教学实践经验和社会的需要，坚持体现“三基”、“五性”、“三特点”的原则，对编写提纲和编写计划进行了认真讨论，分工编写。初稿结束后又进行集体讨论，最后主编定稿。

由于编者水平和经验有限，教材内容肯定有不足之处，敬请使用教材的广大师生及读者不吝指正，以便再版时修改，使之不断完善。

吕文国

2002年9月

目 录

第一章 绪论	1
一、摄影简史	1
二、X线摄影成像的意义	1
三、X线摄影成像的基本过程	1
四、X线摄影化学与暗室技术的学习方法	2
第二章 暗室及常用器材	3
第一节 暗室的设计要求	3
一、暗室设计	3
二、暗室布局	4
三、暗室照明	4
第二节 暗室常用器材简介	5
一、胶片冲洗设备	5
二、工作用具	7
第三章 医用感光材料	9
第一节 医用感光材料的分类及结构	9
一、医用感光材料的分类	9
二、医用感光材料的结构	11
第二节 X线胶片的制造过程简介	15
第四章 增感屏	17
第一节 增感屏的分类与结构	17
一、增感屏的分类	17
二、增感屏的结构	18
第二节 增感屏的性能及测试	19
一、增感屏的性能	19
二、增感屏性能的测试	23
第三节 增感屏使用注意事项	24
一、裱贴及屏片密着试验	24
二、使用注意事项	24
第五章 感光原理及潜影	25
第一节 光及光化学的有关概念	25
一、光化学概念	25

二、光化学反应中的光能作用	25
第二节 潜影	26
一、感光过程	26
二、潜影的实质及作用	26
第六章 感光材料的化学成像处理	29
第一节 显影	29
一、显影的目的及原理	29
二、显影液的组成及作用	30
三、显影效果及影响因素	37
第二节 定影	42
一、定影的目的及原理	42
二、定影液的组成及作用	43
三、定影效果及影响因素	45
第三节 水洗与干燥	49
一、水洗	49
二、干燥	51
第四节 自动洗片机	51
一、自动洗片机的结构	52
二、自动洗片机的应用与管理	54
第五节 暗室的基本操作	56
一、基本操作技术	56
二、X线照片的整理与保管	58
第七章 感光测定及像质评价	62
第一节 感光测定有关概念	62
一、感光测定	62
二、曝光量	62
三、光学密度	62
第二节 胶片特性曲线	63
一、定义	63
二、组成	64
三、制作方法	64
第三节 感光测定	65
一、种类和方法	65
二、测定仪器	66
三、特性值的测定	67
第四节 像质评价	69
一、对比度	69
二、宽容度	70
三、感光度	70

四、胶片的粒度	70
五、分辨率	71
六、清晰度	71
七、胶片的调制传递功能	72
八、胶片的吸收光谱	72
第八章 激光打印成像技术	75
第一节 湿式激光打印机	75
一、基本结构与工作原理	75
二、激光打印机的性能	77
第二节 医用干式打印机	78
一、基本结构与工作原理	78
二、医用干式胶片	79
第三节 激光打印机的维护	80
第九章 普通摄影及印像技术	82
第一节 普通摄影	82
一、摄影基础知识	82
二、摄影基本技术	84
第二节 数码照相机	87
一、数字摄影系统	87
二、数码照相机的工作原理	88
第三节 幻灯片的制作	89
第四节 医学影像照片的复制	90
一、成像原理	90
二、复制胶片的特点	91
三、专用复印机及其类型	91
四、操作方法	91
第十章 暗室质量管理	93
第一节 暗室质量管理简介	93
一、开展暗室质量管理的意义	93
二、质量管理的基本概念	93
第二节 暗室质量管理的要求	93
一、暗室环境与照明	94
二、显影液、定影液	94
三、水洗	95
四、自动洗片机	95
五、感光材料	96
六、日常工作管理	97

附录 实验指导 98

实验一 暗室布局及常用设备的使用 98

实验二 暗室安全灯测试 98

实验三 医用感光材料感色性的实验 100

实验四 屏胶系统匹配效果的分析 100

实验五 增感屏增感因数的测试 101

实验六 显影液的配制 101

实验七 定影液的配制 102

实验八 胶片的手工冲洗 102

实验九 自动洗片机的使用..... 103

实验十 胶片特性曲线的制作（一） 103

实验十一 胶片特性曲线的制作（二） 104

实验十二 X线胶片感光特性值的测定 104

实验十三 数码相机的使用..... 105

实验十四 幻灯片的制作 106

实验十五 X线照片的复制..... 106

第一章 绪 论

X 线摄影化学是研究应用 X 线胶片记录 X 线及 X 线激发的荧光光化学反应的科学。

暗室技术是在暗室中将一张已曝光的 X 线胶片，经过一系列处理，形成一张有清晰影像的 X 线照片的工作过程。

掌握 X 线摄影化学的有关理论，熟练地进行暗室操作，为临床提供具有丰富信息的优质 X 线照片，是学习本门课程的主要目的。

一、摄影简史

绝大多数的感光材料是由银盐组成的。早在 1727 年德国人 J·舒尔茨就发现了银盐吸收光能变黑的光化学反应。法国的 J·M·达盖尔于 1839 年用汞蒸气显影碘化银干板上的潜影，用硫代硫酸钠对未曝光的部分进行冲洗并获得成功。X 线的发现者伦琴，于 1895 年 12 月 22 日利用 X 线成功地摄取了其夫人手骨骼像。1913 年美国伊斯曼·柯达公司研制成软片一两面涂有感光乳剂的胶片。20 世纪 70 年代初，一种新型 X 线胶片，X 线 T 颗粒胶片又被美国柯达公司成功生产出，它与稀土增感屏相匹配，使 X 线照片影像质量有了很大的提高。

曝光后的 X 线胶片在暗室中需经一定的处理才能成为有可见影像的照片。全过程所需时间较长，其中，显影一般为 5min，定影大约是 20min，水洗应在 30min 以上。1948 年，第一台吊挂式自动洗片机问世，加快了胶片冲洗速度。半个多世纪以来，自动洗片机逐渐完善，不仅缩短了胶片暗室处理的时间，而且进一步提高了照片影像质量。

二、X 线摄影成像的意义

X 线的发现和能使感光材料感光成像，在人类科学历史上具有极其重要的意义，为自然科学和医学的发展及研究开辟了一条崭新的道路。X 线发现后三个月，维也纳一家医院首先用它协助外科手术。X 线照片能记录被检体的信息影像，又能长久保存，一个多世纪以来，不仅被广泛地应用在医学诊断和治疗上，成为医疗卫生工作中不可缺少的重要手段，而且在物质结构分析、工业探伤等方面都发挥了巨大作用。

三、X 线摄影成像的基本过程

X 线摄影是将具有穿透力的 X 线照射人体，由于人体组织器官的密度不同，吸收 X 线的多少也不同，经过人体后的 X 线，载有被检体的信息，这些肉眼看不到的影像信息必须通过各种传递系统，在胶片上形成银的潜影分布，再经暗室处理，成为有诊断价值的光学密度的影像。

四、X 线摄影化学与暗室技术的学习方法

首先是掌握 X 线摄影化学与暗室技术的基本理论、基本知识及基本技能，学习时要做到理论与实践相结合。通过课堂学习，弄通必须的摄影化学的理论知识，明了暗室操作技术的要点。其次是上好实验课，通过实验，验证所学理论，增加感性认识，增强自己动手的能力。第三是重视医院实习。实习阶段是在理论指导下的实际操作，是学习过程中的重要环节，由此，进一步加深对有关理论的理解和记忆，同时，积累经验，不断提高暗室技术操作水平。

(吕文国)