




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

• 供眼视光学专业用 •

# 眼视光器械学

第2版

主 编 / 吕 帆

 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 供眼视光学专业用

# 眼视光器械学

第2版

主 编 吕 帆

副 主 编 徐国兴 兰长骏

编 者 (以姓氏笔画为序)

兰长骏(川北医学院附属医院)

吕 帆(温州医学院眼视光学院)

朱德喜(温州医学院眼视光学院)

施明光(温州医学院附属第二医院)

徐国兴(福建医科大学附属第一医院)

戴旭峰(浙江省眼科医院)

编写秘书 乐融融(温州医学院眼视光学院)

人 民 卫 生 出 版 社

## 图书在版编目(CIP)数据

眼视光器械学/吕帆主编.—2版.—北京:人民卫生出版社,2011.8

ISBN 978-7-117-14540-4

I. ①眼… II. ①吕… III. ①眼病-医疗器械-医学院校-教材 IV. ①TH786

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第124961号

门户网: <a href="http://www.pmph.com">www.pmph.com</a> 出版物查询、网上书店
卫人网: <a href="http://www.ipmph.com">www.ipmph.com</a> 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。

## 眼视光器械学 第2版

主 编:吕 帆

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:010-67605754 010-65264830

010-59787586 010-59787592

印 刷:北京市安泰印刷厂

经 销:新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:17

字 数:424千字

版 次:2004年8月第1版 2011年8月第2版第5次印刷

标准书号:ISBN 978-7-117-14540-4/R·14541

定 价:27.00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销售中心联系退换)

# 第二轮规划教材修订说明

普通高等教育“十五”国家级规划教材、全国高等学校眼视光学专业卫生部规划教材是我国第一套供眼视光学专业本科使用的教材,其出版对于我国眼视光学高等教育以及眼视光学专业的发展具有重要的、里程碑式的意义,为我国眼视光学高级人才的培养做出了历史性的巨大的贡献。出版7年来,眼视光学理论和临床研究迅速发展,新理念、新技术、新器材层出不穷,国内眼视光学的教育无论在规模,还是在教育模式上都在发生巨大的变革,在不断借鉴国外眼视光教育经验并与国际接轨的过程中,逐渐形成了具有中国特色的眼视光学教育模式与人才培养模式,建立了独具特色的眼视光学教育体系,这都对第二轮教材的修订工作提供了巨大的推动力与挑战。全国一大批长期耕耘于眼视光学教学、科研与临床第一线的专家、学者为本套教材的编写者、使用者,在总结第一轮教材不足的基础上,在国内广大医学院校的支持下,共同参与、完成了本次大规模的修订工作,力争使本套教材的内容分类更加科学、系统,结构更加合理,更为成熟、完善、新颖,并独具专业特色。

本次修订特点如下:

1. 在全国广泛深入调研、走访的基础上,汇总、分析各种渠道反馈的信息,以及专家的意见与建议,总结并汲取第一轮教材的编写与教学应用经验,对第二轮教材评审委员会进行了改选,对教材中的一些不足之处进行了有针对性的修改与完善,在充分体现科学性、权威性、专业性的基础上,也考虑到了全国范围的代表性与适用性;

2. 在第一轮的基础上,结合眼视光学教学的现状、发展趋势与国内外教学经验,合理设置课程,有效整合“医学”和“理学”各自的优势,力争将眼科学和视光学有机地结合在一起,并强调本套教材的眼视光学专业特色;

3. 对上一轮教材中存在的交叉、重复的内容进行了整体性的合理规划,力争予以明确界定与说明,对部分难以界定的内容,编写时注重了编写角度与侧

重点的差异；

4. 适应教学的需求,进一步实现教材的系列化建设,部分教材配有《实训指导》,且与教材同期出版；

5. 在尽量不增加学生负担的前提下,提高印刷装帧质量,根据学科需要与教材实际编写情况,部分教材改为彩色印刷,以提升教材的质量与可读性；

6. 依然坚持教材编写的“三基、五性、三特定”的原则；

7. 在保证学科体系完整性的前提下,突出教材的实用性,力求文字精练、篇幅适当,以适应眼视光学教育的特点与需求。

第二轮教材共 13 本。将第一轮教材中《眼视光影像学》的内容整合到相关的教材中,不再单独编写；新增《斜视弱视学》,并将原有的《双眼视觉学》中有关斜视弱视的内容移至该教材中；新增《眼视光应用光学》。本套教材均为卫生部“十二五”规划教材。

---

---

## 第二轮教材目录

---

---

- |                   |        |
|-------------------|--------|
| 1. 眼镜学(第2版)       | 主编 瞿佳  |
| 2. 眼视光器械学(第2版)    | 主编 吕帆  |
| 3. 眼视光学理论和方法(第2版) | 主编 瞿佳  |
| 4. 接触镜学(第2版)      | 主编 吕帆  |
| 5. 双眼视觉学(第2版)     | 主编 王光霁 |
| 6. 眼科学基础(第2版)     | 主编 刘祖国 |
| 7. 低视光学(第2版)      | 主编 徐亮  |
| 8. 眼病学(第2版)       | 主编 褚仁远 |
| 9. 屈光手术学(第2版)     | 主编 王勤美 |
| 10. 视觉神经生理学(第2版)  | 主编 刘晓玲 |
| 11. 眼视光公共卫生学(第2版) | 主编 赵家良 |
| 12. 斜视弱视学         | 主编 赵堪兴 |
| 13. 眼视光应用光学       | 主编 姚进  |

## 全国高等学校眼视光学专业

# 第二届教材评审委员会

主任委员	瞿佳	温州医学院
副主任委员	赵家良	北京协和医学院
	赵堪兴	天津医科大学
委员	(以姓氏笔画为序)	
	兰长骏	川北医学院
	刘陇黔	四川大学
	刘祖国	厦门大学医学院
	吕帆	温州医学院
	毕宏生	山东中医药大学
	何伟	辽宁何氏医学院
	余敏斌	中山大学
	李筱荣	天津医科大学
	赵家良	北京协和医学院
	赵堪兴	天津医科大学
	徐亮	首都医科大学
	徐国兴	福建医科大学
	袁援生	昆明医学院
	崔浩	哈尔滨医科大学
	褚仁远	复旦大学
	瞿佳	温州医学院
秘书	胡亮	温州医学院

---

# 前 言

---

眼睛虽小,但却极其精致、微妙和复杂,具有复合光学系统结构,执行着对外物折射成像的功能;同时又拥有完整的生物特性,与全身其他器官同步,进行着活跃的生物活动。由于眼睛的独特结构和功能特点,需要许多特殊的器械和设备进行检测、诊断和治疗。近年来,越来越多的眼视光医疗器械相继问世并不断发展,形成相对完善的眼科领域医疗器械系统,因此《眼视光器械学》作为一门相对独立的课程也应运而生。2004年,我们出版了首部《眼视光器械学》,相继在各高等院校作为教材和参考用书,受到欢迎,亦在医院住院医师培训、医院眼科特检、视光门诊等专业部门得到广泛应用。

眼视光器械日新月异,有关器械方面的研究成果也都以成熟的形式迅速进入临床,这就对本教材的撰写提出了挑战。本教材力图通过对各种眼视光常用器械的基本原理和基本结构进行分析,让学生理解器械结构、仪器参数与使用功能之间的关系,做到对器械知其然更知其所以然,知根知底,举一反三。

针对首版在各高校和临床应用后的反馈,本版在修缮了相关内容的时候,根据教学需要和临床器械的发展,有针对性地丰富了现代眼视光技术的内容,主要有:增加了“光学相干断层扫描仪”和“眼球像差测量设备”的独立章节;重新书写了“视觉电生理检测仪器”章节;对相对传统稳定发展的设备,如裂隙灯、验光设备、眼压、眼底、视野检查等,主要在文字精练、图片示意清晰、机制表达准确等细节方面下工夫,较首版在表述形式上更浅显易懂,但在结构和机制阐述上更显严谨,突出器械学的特色。

本书的撰写、修订和出版得到了人民卫生出版社的大力支持,也得到了各编者所在单位的帮助。本书秘书乐融融及其秘书组成员连燕等不仅收集资料、梳理文字,同时绘制完成本书大量插图。此外,郭健、谢茂松、陈茹茹、李明、苏彬彬、林丹丹等一批青年医师也为本书校对、整理工作付出了大量努力。感谢王建华教授为本书第十章提供的图片。本书的完成凝聚了众多人的智慧和心血,在此无法一一列举,谨在此书出版发行之际表达我们诚挚的谢意。

吕 帆

2011年1月



---

---

# 目 录

---

---

<b>第一章 绪论</b> .....	1
一、人眼与诊疗设备技术特性.....	1
二、眼视光仪器的基本光学系统.....	2
三、眼视光器械的分类.....	5
四、现代眼视光器械的发展特点.....	6
<b>第二章 裂隙灯显微镜及其常用附属仪器</b> .....	8
<b>第一节 裂隙灯显微镜工作原理及使用方法</b> .....	9
一、基本结构和光学原理.....	9
二、照明系统.....	10
三、显微系统.....	11
四、显微系统和照明系统的机械连接.....	12
五、裂隙灯显微镜使用的基本原则.....	12
六、维护与保养事项.....	14
<b>第二节 裂隙灯显微镜常用附属仪器</b> .....	14
一、房角镜.....	14
二、角膜厚度计.....	17
三、激光光凝装置.....	18
四、视网膜视力计.....	19
<b>第三节 裂隙灯显微镜数字化图像系统</b> .....	21
一、基本结构和原理.....	21
二、图像的筛选和分析处理.....	22
<b>第三章 角膜形态测量有关仪器</b> .....	24
<b>第一节 角膜盘和照相角膜镜</b> .....	25
<b>第二节 角膜曲率计</b> .....	25
一、角膜曲率计的原理.....	25
二、散光.....	27
三、一位和二位角膜曲率计.....	28
四、角膜的测量区域问题.....	28

五、角膜曲率计上的屈光刻度换算 .....	29
六、角膜曲率计的设计类型 .....	29
七、扩大角膜曲率计的测量范围 .....	32
<b>第三节 角膜地形分析系统 .....</b>	<b>32</b>
一、计算机辅助角膜地形图分析系统 .....	33
二、Orbscan 角膜地形图系统 .....	36
三、Pentacam 眼前节测量及分析系统 .....	37
四、前节 OCT 分析系统 .....	38
<b>第四章 验光及眼屈光检测仪器 .....</b>	<b>39</b>
<b>第一节 检影镜 .....</b>	<b>39</b>
一、检影镜结构 .....	40
二、检影法原理 .....	41
三、概念的理解 .....	42
四、检影镜的操作基本过程 .....	44
五、与提高检影镜精确度有关的仪器参数 .....	45
六、检影法的误差 .....	46
<b>第二节 验光仪 .....</b>	<b>47</b>
一、主观验光仪 .....	47
二、客观验光仪 .....	50
三、红外线验光仪 .....	53
<b>第三节 摄影验光器械 .....</b>	<b>56</b>
一、摄影验光的分类及器械特点 .....	56
二、摄影验光的光学原理 .....	59
三、摄影验光的优点 .....	62
<b>第四节 综合验光仪 .....</b>	<b>63</b>
一、综合验光仪构成和特点 .....	64
二、远距视标投影系统 .....	66
<b>第五章 眼底检测仪器 .....</b>	<b>69</b>
<b>第一节 检眼镜 .....</b>	<b>69</b>
一、直接检眼镜 .....	69
二、间接检眼镜 .....	73
三、检眼镜的放大作用 .....	75
四、检眼镜的视场 .....	78
<b>第二节 与裂隙灯合并使用的间接检眼镜 .....</b>	<b>81</b>
一、观察视网膜的非接触式镜片 .....	81
二、接触式检眼镜 .....	82
<b>第三节 眼底照相机 .....</b>	<b>82</b>
照明系统 .....	84

第四节 激光扫描检眼镜 .....	89
一、激光扫描检眼镜的优点 .....	90
二、激光扫描检眼镜的缺点 .....	91
第五节 偏振激光扫描仪 .....	92
第六节 立体视盘分析仪 .....	92
第六章 眼压计 .....	95
第一节 眼压测量原理 .....	95
第二节 眼压计的种类 .....	96
一、Goldmann 压平眼压计 .....	97
二、Perkins 压平眼压计 .....	98
三、Mackay-Marg 压平眼压计 .....	98
四、Tono-Pen 压平眼压计 .....	99
五、气动式压平眼压计 .....	100
六、Maklakoff 压平眼压计 .....	100
七、非接触眼压计 .....	101
八、Schiotz 压陷式眼压计 .....	101
九、动态轮廓眼压计 .....	103
第三节 影响眼压的相关因素 .....	104
一、影响眼压测量值的因素 .....	104
二、影响眼压的因素 .....	105
第七章 视野计 .....	108
第一节 视野检查的原理和方法 .....	108
一、视野检查的原理 .....	108
二、视野检查的方法 .....	109
第二节 视野计的种类 .....	113
一、平面视野计 .....	113
二、弧形视野计 .....	113
三、Amsler 方格 .....	113
四、Goldmann 视野计 .....	114
五、Fridmann 视野分析仪 .....	114
六、自动视野计 .....	115
第三节 影响视野检查结果的因素 .....	117
一、患者方面的影响因素 .....	117
二、视野计方面的影响因素 .....	117
三、操作者方面的影响因素 .....	117
第四节 自动视野计检查结果的分析 .....	118
一、可靠性指标 .....	118
二、检查结果的显示方式 .....	119

三、视野检查结果的分析	119
<b>第八章 眼镜片镜度检测与仪器</b>	<b>123</b>
<b>第一节 后顶点度的定义与概念</b>	<b>123</b>
<b>第二节 镜度计</b>	<b>124</b>
一、仪器外形结构和功能	124
二、镜度计的光学原理和刻度	125
<b>第三节 眼镜片和角膜接触镜曲率仪</b>	<b>128</b>
一、弧矢高测量法	128
二、模板比较法	129
三、角膜曲率计法	130
<b>第四节 眼镜片和隐形镜片的厚度仪</b>	<b>130</b>
一、厚度卡	130
二、镜片厚度计	130
三、改良式毫米表	130
<b>第五节 角膜接触镜其他检测及仪器</b>	<b>131</b>
一、角膜接触镜片表面质量检测	131
二、镜片直径和弧矢高的检测	132
三、含水量检测仪	133
四、边缘检测仪器	133
<b>第九章 眼科超声仪器</b>	<b>135</b>
<b>第一节 眼科超声诊断的发展简史</b>	<b>135</b>
<b>第二节 超声波概述</b>	<b>136</b>
<b>第三节 超声波的物理性质</b>	<b>137</b>
一、波长、频率、声速	137
二、超声波的衰减	137
三、超声波的反射和折射	138
四、超声波的散射	140
五、超声波的衍射	140
六、超声波的干涉	140
七、超声波的多普勒效应	140
<b>第四节 超声波的声场特性</b>	<b>141</b>
<b>第五节 超声诊断仪的分辨力</b>	<b>142</b>
一、纵向分辨力	142
二、横向分辨力	143
三、空间分辨力	143
四、时间分辨力	143
五、图像分辨力	143
<b>第六节 声学参数</b>	<b>143</b>

一、声速 .....	143
二、密度 .....	143
三、阻抗 .....	144
四、界面 .....	145
<b>第七节 眼用超声仪器的主要组成部分</b> .....	145
<b>第八节 超声诊断操作程序与检查方法</b> .....	146
一、仪器使用的条件与环境 .....	146
二、B 超仪的操作程序 .....	146
<b>第九节 超声检查图像的描述与术语</b> .....	147
一、回声强度的命名 .....	147
二、回声分布 .....	147
三、回声形态的命名 .....	147
四、特殊征象的描述 .....	147
五、图像分析内容与方法 .....	147
<b>第十节 眼部疾病的超声检查</b> .....	149
一、检查方法 .....	149
二、正常眼部超声图像 .....	149
三、眼球超声测量方法 .....	151
四、眼部常见病的超声图像 .....	151
<b>第十一节 超声生物显微镜</b> .....	153
一、超声生物显微镜的成像原理及性能特征 .....	154
二、正常眼前段超声 .....	154
三、超声生物显微镜的用途 .....	155
<b>第十章 光学相干断层扫描仪</b> .....	157
<b>第一节 OCT 的工作原理</b> .....	158
一、生物组织的光学特性 .....	158
二、迈克耳逊干涉原理 .....	159
三、OCT 的系统结构和功能 .....	159
四、OCT 的成像特性 .....	161
五、OCT 与其他成像技术的比较 .....	165
<b>第二节 眼前段 OCT</b> .....	165
一、眼前段 OCT 的成像和显示方法 .....	165
二、眼前段 OCT 的图像分析 .....	166
<b>第三节 眼后段 OCT</b> .....	169
一、眼后段 OCT 的成像和显示方法 .....	169
二、眼后段 OCT 的图像分析 .....	170
<b>第十一章 视觉电生理检测仪器</b> .....	173
<b>第一节 视网膜电图</b> .....	174

一、闪光视网膜电图	174
二、图形视网膜电图	178
三、多焦视网膜电图	180
<b>第二节 眼电图</b>	<b>183</b>
一、检测原理	183
二、检测仪器	183
三、记录方法	184
四、临床应用	184
<b>第三节 视觉诱发电位</b>	<b>185</b>
一、视觉诱发电位分类	185
二、刺激及记录设备	186
三、记录方法	187
四、临床应用	188
<b>第十二章 眼用激光</b>	<b>190</b>
<b>第一节 激光基本原理及技术</b>	<b>190</b>
一、光的本性	190
二、原子的能级结构	190
三、光与原子的相互作用	190
四、粒子数反转	191
五、激光发射的条件	192
<b>第二节 激光器基本结构</b>	<b>192</b>
一、激励源	192
二、工作物质	193
三、光学谐振腔	193
<b>第三节 激光束特性</b>	<b>193</b>
一、方向性强	193
二、单色性好	194
三、相干性高	194
四、功率密度大	194
<b>第四节 激光对眼组织的作用</b>	<b>194</b>
一、激光生物作用分类	194
二、激光生物作用机制	194
三、光凝和光切机制	195
四、对激光的安全防护措施	195
<b>第五节 眼科激光检测仪</b>	<b>196</b>
一、检查眼底病变的激光检测仪	196
二、预测早期白内障的激光检测仪	196
三、激光散斑验光仪	196

四、激光干涉测定视网膜视力仪 .....	197
五、激光扫描眼底电视机 .....	197
六、激光多普勒眼底血流测量仪 .....	199
<b>第六节 眼科激光治疗仪</b> .....	200
一、眼科激光治疗仪的激光特点 .....	200
二、眼科激光治疗常用的激光器 .....	200
<b>第七节 准分子激光系统及其技术</b> .....	204
一、准分子激光系统的治疗原理 .....	204
二、准分子激光系统的构成 .....	204
三、准分子激光系统的不同激光扫描形式 .....	205
四、现代准分子激光应用的特征 .....	205
五、准分子激光系统的前景 .....	206
<b>第十三章 双眼视觉测量及视觉训练仪器</b> .....	207
<b>第一节 同视机</b> .....	207
一、同视机的基本结构和原理 .....	207
二、同视机的附件 .....	211
三、同视机的临床应用 .....	216
<b>第二节 调节训练相关仪器</b> .....	218
一、推进训练相关设备 .....	218
二、Brock 线 .....	218
三、双眼镜片反转拍 .....	219
四、单眼镜片反转拍 .....	220
五、远距/近距移动训练(Hart 表) .....	220
<b>第三节 融像训练相关仪器</b> .....	221
一、Brewster 立体镜 .....	221
二、斜隔板实体镜 .....	223
三、Wheatstone 立体镜 .....	224
四、Aperture-rule 训练仪 .....	225
五、立体图片 .....	226
六、电视训练片 .....	227
七、融像卡片 .....	228
八、随机点双眼视训练软件 .....	228
<b>第十四章 波前像差检测仪器</b> .....	231
<b>第一节 波前像差概述</b> .....	231
一、像差概述 .....	231
二、Zernike 多项式 .....	233
三、波前像差的临床意义 .....	234
<b>第二节 全眼波前像差检测</b> .....	236

---

一、Shack-Hartmann 波前像差分析仪 .....	237
二、Tscherning 波前像差分析仪 .....	239
三、Tracey 波前像差仪 .....	239
四、OPD-Scan 波前像差仪 .....	240
五、主观型像差仪 .....	240
<b>第三节 角膜像差检测</b> .....	241
一、角膜像差的测量及其原理 .....	241
二、角膜形态的测量以及角膜像差的计算 .....	241
<b>附录 1 角膜曲率换算表</b> .....	244
<b>附录 2 角膜曲率增大范围换算表</b> .....	245
<b>参考文献</b> .....	248
<b>中英文对照索引</b> .....	249



---

# 第一章 绪 论

---

眼睛是人体重要的生物器官,又是获取外界信息的光学器官,对人眼进行检查和各种参数测量不仅直接反映人眼健康与否、对外界信息的接受情况,还能表达人眼与身体其他器官的健康关系。

临床医疗方面,对疾病的诊治依赖于各种检测和治疗设备,眼睛也不例外,眼视光学器械就是专用于人眼的医疗设备,主要包含检测和诊治的医疗器械及其相关配套技术服务系统。由于人眼是具备生物器官和光学器官双重特性的组织,与之相关的设备形成了颇具特色的医疗技术体系。

## 一、人眼与诊疗设备技术特性

眼睛是结构和功能奇妙的器官,在狭小的空间里面,几乎蕴藏了人体所有组织成分和细微结构,同时它还是一个无比强大的精密光学仪器,执行着摄像功能和信息分析传送功能。人类眼睛的这些奇妙特征对相关诊治器械设计业提出了更高的要求,使得相关临床新技术和新设备的研发与应用在一定程度上更具挑战。

人眼的最大特点是“细小、深邃、精密”。由于眼球体积小,结构又非常精密,层层递进,因此高放大倍率、高分辨率的显微镜系统,加上优质并安全的照明系统成为眼科设备设计的常规理念。

眼睛的另一大特点是“透明”。泪膜、角膜、晶状体、玻璃体直至视网膜,这些眼球的组成部分既是“光学镜头”,又是生物组织。透明生物组织构成的光学镜头将外界物体清晰成像,其间各个“光学镜头”的屈光力、形态、厚度、组织结构等多重指标需要检测,因此依据几何光学和物理光学基础设计的屈光检查设备、眼光学成像质量、光学界面形态检测设备等成为该领域的独特设备或产品。另外,在医学其他领域广泛应用技术,如超声、磁共振、电生理等技术,在眼视光器械领域也得到充分应用,并更趋精细化、精致化和安全化。

通常临床上对人眼的检测或治疗都是在人体感知的情况下进行,检测或诊疗过程中人眼一直处于“动”的状态,如何在“动”中捕获真实并可重复的影像,如建立测量和分析的参考点,或者在动态中把握好治疗的准确性,如准分子角膜切削的中心定位和切削稳定性等,成为眼视光器械设计的重点。因此,较多设备的研发把准确固视、定位追踪等作为重要技术指标,电脑科技及数字化技术的发展,大大提高了仪器的灵敏度和准确度,极大提升了仪器的临床效应。

人体各组织都非常精细而柔弱,眼睛尤其如此。眼睛表面神经丰富、各界面结构致密、眼底感光细胞敏感,任何外力,包括强光或有害射线,都可能对眼睛造成损伤。因此,与眼睛检测、诊治有关的设备安全性能指标要求非常高,在方式上尽可能达到“非侵犯性”,即设备