



# 实用视光学基础

## General Practical Optometry

主编 杨云东 刘玉军  
杨 峰 冀向宁

天津科学技术出版社

# 实用视光学基础 手 册

主 编:杨云东 刘玉军

杨 峰 冀向宁

天津科学技术出版社

图书在版编目 ( CIP )

实用视光学基础 / 杨云东等主编. — 天津:

天津科学技术出版社, 2011.4

ISBN 978-7-5308-6199-8

I. ①实… II. ①杨… III. ①. 视觉功能 - 眼科检查 R770.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 056712 号

责任编辑: 李荔薇

责任印刷: 王莹

天津科学技术出版社出版

出版人: 蔡颢

天津市西康路 35 号 邮编: 300051

电话: (022) 23332390 (编辑室) 23332393 (发行部)

网址: [www.tjkjbs.com.cn](http://www.tjkjbs.com.cn)

新华书店经销

沧州市彩之源彩印有限公司印刷

开本 850 × 1194 1/32 印张 11 字数 256000

2011 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定价: 36.00 元

## 编委会名单

主 编:杨云东 刘玉军

杨 峰 冀向宁

副主编:(排名不分先后)

杨立东 张 歆 李 京

董振环 周畅达 曹美容

董宪岗 韩 霞 张怀东

冯雪艳 王志学 张晓红

仇伟涛 杨洪岗 徐 芳

王远怀

审 阅:徐 深 贾洪强 陈忠飞

# 前 言

视光学因人们的需求走进大学殿堂是在上世纪初,对于中国来说,是在1985年前后才有这方面的需求,此后,我国平均以每年增加一个高等学府创办视光学专业的速度迅猛向前发展。

然而,近几十年来中国内地的眼科住院医师并未将检影验光列入训练内容,很少使用验光仪,自动验光仪替代了检影,对于角膜接触镜的性能及应用并不精通,影响了眼科诊断的准确性,因此,视光学是眼科学不可分割的一部分。

年轻一代的眼镜工作者,多数是在实践中学习的视光学知识。整个领域中专业知识和技能相对滞后。我们根据多年的工作经验,并在参考了大量国内外专业书籍及文献的基础之上,总结编写了这本实用视光学基础,旨在规范眼视光学检查方法、验配方法、检测方法和护理方法等,向广大临床眼科医生、视光医师和各级从事相关专业工作的人员介绍眼视光学工作程序。读者也可以根据自己的需要选阅其中的相关内容,参考临床实际操作方法。我们希望本书能带给每一位读者轻松、准确和可靠的帮助,力求使阅读本书的读者在眼视光学检查验配方面有所受益。

由于本书编者水平有限,错误和疏漏在所难免,诚恳希望专家和有关读者批评指正。

编者

2011.3.16

# 光学基础目录

|          |                |      |
|----------|----------------|------|
| (8E)     |                |      |
| (8E)     |                |      |
| (04)     | 第一章 物理光学       |      |
| 第一节 光学基础 |                | (1)  |
| (12)     | 一、光的本质         | (1)  |
| (22)     | 二、波动光学         | (2)  |
| (40)     | 三、量子光学         | (3)  |
|          | 四、光的反射         | (6)  |
| (60)     | 五、光的折射         | (7)  |
| (60)     | 第二节 眼镜光学       | (8)  |
| (10)     | 一、屈光度的概念       | (8)  |
| (60)     | 二、球面透镜         | (8)  |
| (70)     | 三、柱面透镜         | (13) |
| (11)     | 四、棱镜           | (15) |
| (15)     | 五、几何像差理论       | (17) |
| (15)     |                |      |
| (15)     | 第二章 眼科基础       |      |
| (15)     | 第一节 眼球的解剖和生理结构 | (22) |
| (25)     | 一、眼球及眼球内容物     | (22) |
| (25)     | 二、眼的附属器        | (24) |
| (25)     | 三、视路           | (25) |
|          | 第二节 眼部生理光学     | (26) |
| (87)     | 一、眼球的屈光介质      | (26) |
| (87)     | 二、模型眼和简略眼      | (28) |
| (82)     | 三、视力和视角        | (30) |
| (18)     | 四、形觉           | (31) |
| (18)     | 五、光觉           | (33) |
| (28)     | 六、色觉           | (33) |

|             |      |
|-------------|------|
| 七、立体视觉      | (36) |
| 第三节 视光学相关眼病 | (38) |

|             |      |
|-------------|------|
| 一、眼表疾病      | (38) |
| 二、白内障       | (46) |
| (1) 三、青光眼   | (51) |
| (1) 四、眼底病   | (59) |
| (5) 五、中毒性弱视 | (64) |
| (E) 六、中毒性弱视 | (64) |

### 第三章 屈光不正

|                 |      |
|-----------------|------|
| 第一节 近视眼         | (66) |
| (7) 一、概述        | (66) |
| (8) 二、近视眼分类     | (67) |
| (8) 三、近视眼的形成    | (68) |
| (8) 四、临床特征      | (70) |
| (13) 五、假性近视     | (71) |
| (21) 六、真性近视     | (72) |
| (71) 七、近视眼的预防   | (72) |
| 八、近视的矫正方法       | (73) |
| (55) 九、假性近视的防治法 | (75) |
| (55) 十、正确配戴镜方法  | (75) |

|             |      |
|-------------|------|
| 第二节 远视眼     | (76) |
| (55) 一、概述   | (76) |
| (59) 二、病因   | (77) |
| (59) 三、发病机制 | (78) |
| (85) 四、临床表现 | (78) |
| (0E) 五、诊断   | (80) |
| (1E) 六、辅助检查 | (81) |
| (8E) 七、治疗   | (81) |

|         |      |
|---------|------|
| 第三节 散光眼 | (85) |
|---------|------|

|                  |       |
|------------------|-------|
| 一、概述             | (85)  |
| 二、病因             | (85)  |
| 三、分类             | (85)  |
| 四、临床表现           | (86)  |
| 五、辅助检查           | (87)  |
| 六、诊断治疗           | (87)  |
| 七、预防             | (89)  |
| 第四节 屈光参差         | (89)  |
| 一、屈光参差类型         | (89)  |
| 二、屈光参差危害         | (90)  |
| 三、屈光参差病因         | (90)  |
| 四、屈光参差配镜矫正应遵循的原则 | (90)  |
| <b>第四章 验光学</b>   |       |
| 第一节 客观验光         | (92)  |
| 一、电脑验光仪          | (92)  |
| 二、检影验光           | (95)  |
| 三、角膜曲率计的应用       | (101) |
| 第二节 主观眼光         | (102) |
| 一、插片法            | (102) |
| 二、散光表检查          | (103) |
| 三、双色试验           | (105) |
| 四、交叉柱镜           | (106) |
| 五、雾视法            | (108) |
| 六、裂隙片和针孔镜        | (109) |
| 七、综合验光仪          | (109) |
| 第三节 特殊病人的验光      | (115) |
| 一、儿童             | (115) |
| 二、白内障患者          | (116) |

|                               |         |
|-------------------------------|---------|
| 第四节 配镜处方处理原则 .....            | (117)   |
| (28)一、等效球镜度和处方书写 .....        | (117)   |
| (28)二、近视眼配镜处方原则 .....         | (120)   |
| (08)三、远视眼配镜处方原则 .....         | (121)   |
| (78)四、散光眼的配镜处方原则 .....        | (121)   |
| (78)五、屈光参数的配镜原则 .....         | (122)   |
| (08) .....                    | 第五章 老视  |
| 第一节 老视的定义及其发生 .....           | (123)   |
| 第二节 年龄与调节 .....               | (123)   |
| 第三节 其他与老视出现相关的因素 .....        | (124)   |
| 第四节 老视的发病机制 .....             | (125)   |
| 第五节 老视的临床表现 .....             | (127)   |
| 第六节 老视的验光检查 .....             | (128)   |
| (50)一、初步确定加光度数方法 .....        | (128)   |
| (50)二、精确近附加 .....             | (131)   |
| (20)三、综合阐述老视阅读附加度数的验配程序 ..... | (132)   |
| 第七节 老视的治疗 .....               | (134)   |
| (50)一、框架眼镜 .....              | (134)   |
| (50)二、配戴角膜接触镜 .....           | (136)   |
| (00)三、手术治疗 .....              | (137)   |
| (20) .....                    | 第六章 低视力 |
| 第一节 概述 .....                  | (142)   |
| (80)一、低视力的定义 .....            | (142)   |
| (00)二、低视力的分级 .....            | (144)   |
| (00)三、低视力的流行病学概况 .....        | (145)   |
| 第二节 低视力的病因 .....              | (146)   |
| 第三节 低视力的检测 .....              | (150)   |
| (01)一、低视力门诊 .....             | (150)   |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 二、低视力的眼科检查 .....      | (151) |
| 第四节 低视力的验配 .....      | (159) |
| 一、助视器 .....           | (159) |
| 二、常见低视力眼病的助视器处方 ..... | (163) |
| 第五节 低视力的治疗 .....      | (167) |
| <b>第七章 特殊视功能检测</b>    |       |
| 第一节 对比敏感度视力 .....     | (169) |
| 一、对比敏感度(CS)测定原理 ..... | (169) |
| 二、对比敏感度视力的检查 .....    | (172) |
| 第二节 光觉 .....          | (175) |
| 一、暗适应与明适应 .....       | (175) |
| 二、暗适应曲线 .....         | (177) |
| 三、视觉适应 .....          | (177) |
| 四、影响视觉适应的视网膜疾病 .....  | (178) |
| 第三节 色觉 .....          | (179) |
| 一、颜色的属性和色觉的三变量性 ..... | (180) |
| 二、色觉理论 .....          | (181) |
| 三、色觉障碍 .....          | (183) |
| 四、色觉检查 .....          | (185) |
| 第四节 视野 .....          | (187) |
| 一、视野的定义 .....         | (187) |
| 二、视野的解剖生理基础 .....     | (188) |
| 三、视野检查原理以及方法 .....    | (188) |
| <b>第八章 双眼视功能</b>      |       |
| 第一部分 调节 .....         | (196) |
| 第一节 调节的机理 .....       | (197) |
| 第二节 物理调节和生理调节 .....   | (199) |
| 第三节 调节的范围和程度 .....    | (199) |

|       |                                 |       |
|-------|---------------------------------|-------|
| (121) | 第四节 调节时的联动现象 .....              | (201) |
| (921) | 第五节 调节的测定 .....                 | (202) |
| (921) | 第六节 调节功能异常 .....                | (204) |
|       | <b>第二部分 集合</b> .....            | (210) |
| (701) | 第一节 集合近点的测定 .....               | (210) |
|       | 第二节 调节与集合的联动关系 .....            | (212) |
| (901) | 第三节 比较性调节 .....                 | (213) |
| (901) | 第四节 比较性集合 .....                 | (214) |
| (125) | 第五节 调节性集合与调节的比值( $AC/A$ ) ..... | (216) |
| (125) | 第六节 集合功能异常 .....                | (218) |
|       | <b>第三部分 双眼视觉</b> .....          | (224) |
| (771) | 第一节 概述 .....                    | (224) |
| (771) | 第二节 双眼单视与立体视 .....              | (226) |
| (871) | 第三节 双眼立体视 .....                 | (231) |
| (971) | 第四节 形成单眼立体视觉的因素 .....           | (231) |
| (180) | 第五节 立体视觉的检查 .....               | (233) |
| (181) | 第六节 双眼视的临床检查 .....              | (237) |
|       | <b>第四部分 斜视</b> .....            | (246) |
| (281) | 第一节 斜视的定义及分类 .....              | (246) |
| (781) | 第二节 斜视的原因 .....                 | (247) |
| (781) | 第三节 斜视常规检查法及诊断 .....            | (248) |
| (881) | 第四节 斜视的治疗 .....                 | (250) |
|       | <b>第五部分 弱视</b> .....            | (251) |
|       | 第一节 弱视的定义及发病机制 .....            | (251) |
| (901) | 第二节 弱视的治疗时期及分类 .....            | (256) |
| (971) | 第三节 弱视的临床表现 .....               | (258) |
| (901) | 第四节 弱视的检查和诊断 .....              | (259) |
| (901) | 第五节 弱视的治疗和预防 .....              | (260) |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| 第六节 关于弱视的一些常见问题 .....         | (262) |
| <b>第九章 眼视光相关设备及检查方法</b> ..... |       |
| 第一节 视力表和灯箱 .....              | (264) |
| 第二节 试镜架和镜片箱 .....             | (270) |
| 第三节 裂隙灯显微镜 .....              | (270) |
| 第四节 角膜曲率计 .....               | (276) |
| 第五节 超声角膜测厚仪 .....             | (281) |
| 第六节 角膜地形图仪 .....              | (282) |
| 第七节 眼压计 .....                 | (283) |
| 第八节 视觉电生理检查 .....             | (287) |
| 第九节 波前像差仪 .....               | (289) |
| <b>第十章 框架眼镜</b> .....         |       |
| 第一节 概述 .....                  | (291) |
| 第二节 眼镜片的设计 .....              | (296) |
| 一、球面和非球面 .....                | (296) |
| 二、镜片材质与镜片屈光度之间的关系 .....       | (300) |
| 三、渐变多焦点镜片的屈光循环设计 .....        | (302) |
| 第三节 镜片材料及表面处理 .....           | (305) |
| 一、镜片材料的种类 .....               | (305) |
| 二、镜片表面的加膜处理 .....             | (308) |
| 三、镜片染色和光致变色镜片 .....           | (310) |
| 第四节 光学棱镜和移心 .....             | (314) |
| 一、光学棱镜 .....                  | (314) |
| 二、棱镜的合成与分解 .....              | (317) |
| 三、移心的测量 .....                 | (320) |
| 四、差异棱镜效果 .....                | (324) |
| 第五节 镜架的设计 .....               | (325) |
| 一、材料简介 .....                  | (325) |

|              |       |
|--------------|-------|
| 二、镜架设计 ..... | (329) |
|--------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| 三、镜架和美学 ..... | (330) |
|---------------|-------|

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 第六节 框架眼镜的调校 ..... | (332) |
|-------------------|-------|

|            |       |
|------------|-------|
| 一、概述 ..... | (332) |
|------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| 二、校配的项目 ..... | (334) |
|---------------|-------|

|               |       |
|---------------|-------|
| 三、校配的方法 ..... | (336) |
|---------------|-------|

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第十一章 渐变多焦点眼镜 ..... | (341) |
|--------------------|-------|

|                  |       |
|------------------|-------|
| 第一节 渐变镜的特点 ..... | (341) |
|------------------|-------|

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 第二节 渐变多焦点眼镜的设计 ..... | (341) |
|----------------------|-------|

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 第三节 渐变多焦点眼镜的验配 ..... | (345) |
|----------------------|-------|

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 第四节 配戴不适常见问题及原因 ..... | (352) |
|-----------------------|-------|

## 第十二章 角膜接触镜

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 第一节 接触镜的基础概念和原理 ..... | (357) |
|-----------------------|-------|

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第二节 角膜接触镜的设计 ..... | (365) |
|--------------------|-------|

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第三节 角膜接触镜与氧气 ..... | (367) |
|--------------------|-------|

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 第四节 接触镜光学 ..... | (369) |
|-----------------|-------|

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 第五节 软镜的规范验配 ..... | (371) |
|-------------------|-------|

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 第六节 RGP 镜片的规范验配 ..... | (384) |
|-----------------------|-------|

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 第七节 角膜接触镜矫正散光 ..... | (392) |
|---------------------|-------|

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第八节 接触镜的特殊应用 ..... | (402) |
|--------------------|-------|

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 第九节 角膜塑形镜 ..... | (414) |
|-----------------|-------|

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 第十节 与接触镜配戴相关的并发症及处理 ..... | (421) |
|---------------------------|-------|

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 第十三章 屈光不正的治疗 ..... | (421) |
|--------------------|-------|

|                |       |
|----------------|-------|
| 第一节 手术矫正 ..... | (454) |
|----------------|-------|

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 第二节 角膜塑形镜 ..... | (460) |
|-----------------|-------|

|                  |       |
|------------------|-------|
| 第三节 其他治疗方法 ..... | (460) |
|------------------|-------|

# 第一章 物理光学

## 第一节 光学基础

### 一、光的本质

300年前,牛顿根据他长期研究的结果,认为光由粒子组成。虽然与牛顿同时期的荷兰科学家海更斯(Huyghens)的实验,证明光由光波组成,但因牛顿名气很大,科学界没有重视海更斯的学说。1810年,杨多马(Thomas Young)发现,光穿过两条狭缝会发生干涉现象。光的这种衍射现象强烈地支持光是波的理论,但那时光波性质仍未被充分认同。1864年数学家马克威尔(Clerk Maxwell)从理论上证明光是一种电磁波;1887年,赫兹(Hertz)在实验室中成功地用震荡电路放射出电磁波,证实了马克威尔的理论。此后,欧洲大陆的科学家才接受了光的电磁理论,牛顿的光粒子学说被认为是错误的,光波学说高于一切。

到19世纪末期,光电效应的发现又对光波学说提出挑战。当光撞击一个金属面时,会把金属面的电子打击出来,这叫光电效应。电子流的强弱,取决于入射光的强弱和波长。当入射光的波长大于某一个值时,则无论怎么增强光的强度,也不能产生电流。光电效应只能用粒子学说来解释。因为光子的能量与它的震动频率成正比,只有频率大于某个值的光子,才有足够的能量击打电子,使之脱离金属面而形成电流。同时,入射光越强,表示入射的光子越多,打击所产生的自由电子也越多,故电流越强。所以,光电效应与光波理论不符。

1900年,蒲朗克(Max Plank)推出量子光学。这种认为光是由量子(Quanta)组成的理论,才解释了光电效应。于是,人们对光的认识又翻了个儿。到底光是粒子还是波,这个问题至今仍未解决。现在科学家承认光有两重性,既是粒子又是波。光的反射和折射既可用粒子学说,也可用波动学说来解释;光的衍射现象只能用波动学说来解释;光电效应则只能用粒子学说来解释。

## 二、波动光学

以波动理论研究光的传播及光与物质相互作用的光学分支。17 世纪,胡克和惠更斯创立了光的波动说。惠更斯曾利用波前概念正确解释了光的反射定律、折射定律和晶体中的双折射现象。这一时期,人们还发现了一些与光的波动性有关的光学现象,例如格里马尔迪首先发现光遇障碍物时将偏离直线传播,他把此现象起名为“衍射”。胡克和 R.玻意耳分别观察到现称之为牛顿环的干涉现象。这些发现成为波动光学发展史的起点。17 世纪以后的一百多年间,光的微粒说一直占统治地位,波动说则不为多数人所接受,直到进入 19 世纪后,光的波动理论才得到迅速发展。

1800 年,T.杨提出了反对微粒说的几条论据,首次提出干涉这一术语,并分析了水波和声波叠加后产生的干涉现象。杨于 1801 年最先用双缝演示了光的干涉现象,第一次提出波长概念,并成功地测量了光波波长。他还用干涉原理解释了白光照射下薄膜呈现的颜色。1809 年 E.L.马吕斯发现了反射时的偏振现象,随后菲涅耳和阿拉戈利用杨氏实验装置完成了线偏振光的叠加实验,杨和菲涅耳借助于光为横波的假设成功地解释了这个实验。1815 年,菲涅耳建立了惠更斯-菲涅耳原理,他用此原理计算了各种类型的孔和直边的衍射图样,令人信服地解释了衍射现象。1818 年关于阿拉戈斑的争论更加强了菲涅耳衍射理论的地位。至此,用光的波动理论解释光的干涉、衍射和偏振等现象时均获得了巨大成功,从而牢固地确立了波动理论的地位。

19 世纪 60 年代,麦克斯韦建立了统一电磁场理论,预言了电磁波的存在并给出了电磁波的波速公式。随后赫兹用实验方法产生了电磁波。光与电磁现象的一致性使人们确信光是电磁波的一种,光的古典波动理论与电磁理论融成了一体,产生了光的电磁理论。把电磁理论应用于晶体,对光在晶体中的传播规律给出了严格而圆满的解释。19 世纪末,洛伦兹创立了电子论,他把物质的宏观性质归结为构成物质的电子的集体行为,电磁波的作用使带电粒子产生受迫振动并产生次级电磁波,根据这一模型解释了光的吸收、色散和散射等分子光学现象。这种经典的电磁理论并非十全十

美,因在关于光与物质相互作用的问题上涉及微观粒子的行为,必须用量子理论才能得到彻底的解决。

波动光学的研究成果使人们对光的本性的认识得到了深化。在应用领域,以干涉原理为基础的干涉计量术为人们提供了精密测量和检验的手段,其精度提高到前所未有的程度;衍射理论指出了提高光学仪器分辨本领的途径;衍射光栅已成为分离光谱线以进行光谱分析的重要色散元件;各种偏振器件和仪器用来对岩矿晶体进行检验和测量,等等。所有这些构成了应用光学的主要内容。

20世纪50年代开始,特别在激光器问世后,波动光学又派出傅里叶光学、纤维光学和非线性光学等新分支,大大地扩展了波动光学的研究和应用范围。

### 三、量子光学

到了19世纪,特别在光的电磁理论建立后,在解释光的反射、折射、干涉、衍射和偏振等与光的传播有关的现象时,光的波动理论取得了完全的成功。19世纪末和20世纪初发现了黑体辐射规律和光电效应等另一类光学现象,在解释这些涉及光的产生及光与物质相互作用的现象时,旧的波动理论遇到了无法克服的困难。1900年,M.普朗克为解决黑体辐射规律问题提出了能量子假设,并得到了黑体辐射的普朗克公式,很好地解释了黑体辐射规律。1905年,阿尔伯特·爱因斯坦提出了光子假设,成功地解释了光电效应。阿尔伯特·爱因斯坦认为光子不仅具有能量,而且与普通实物粒子一样具有质量和动量。1923年,康普顿利用光子与自由电子的弹性碰撞过程解释了X射线的散射实验。与此同时,各种光谱仪的普遍使用促进了光谱学的发展,通过原子光谱来探索原子内部的结构及其发光机制导致了量子力学的建立。所有这一切为量子光学奠定了基础。

20世纪60年代激光的问世大大地推动了量子光学的发展,在激光理论中建立了半经典理论和全量子理论。半经典理论把物质看成是遵守量子力学规律的粒子集合体,而激光光场则遵守经典的麦克斯韦电磁方程组。此理论能较好地解决有关激光与物质相

相互作用的许多问题,但不能解释与辐射场量子化有关的现象,例如激光的相干统计性和物质的自发辐射行为等。在全量子理论中,把激光场看成是量子化了的光子群,这种理论体系能对辐射场的量子涨落现象以及涉及激光与物质相互作用的各种现象给予严格而全面的描述。对激光的产生机理,包括对自发辐射和受激辐射更详细的研究,以及对激光的传输、检测和统计性等的研究是目前量子光学的主要研究课题。

众所周知,光的量子学说最初是由 Einstein 于 1905 年在研究光电效应现象时提出来的。必须指出的是,光量子学说的提出,成功的解释了光电效应现象的实验结果,促进了光电检测理论、光电检测技术和光电检测器件等学科领域的飞速发展;因此,从这个意义上讲,爱因斯坦是光电检测理论之父。不仅如此,光量子学说的提出最终导致了量子光学的建立,所以说它是量子光学发展的源头和起点;因此,从这个意义上讲,爱因斯坦是量子光学的先驱和创始人。尤为重要的是,爱因斯坦在其光量子学说中所提出的有关光量子这一概念,几经发展形成了当今的光子这一概念,最终导致光子学理论的建立,并由此带动了光子技术、光子工程和光子产业的迅猛发展;可见,光量子学说是光子学、光子技术、光子工程和光子产业的发端;因此,从这个意义上讲,爱因斯坦是光子学、光子技术、光子工程和光子产业的先导。除此而外,爱因斯坦在研究二能级系统的黑体辐射问题时曾提出了受激辐射、受激吸收和自发辐射这三个概念,并形式的引入了爱因斯坦受激辐射系数、受激吸收系数和自发辐射系数这三个系数等等;特别是受激辐射这一概念的提出,最终导致了激光器的发明、激光的出现和激光理论的诞生,直至形成了当今的激光技术、激光工程和激光产业;因此,从这个意义上讲,爱因斯坦本人是当之无愧的激光之父和激光理论的先驱。

从 1906 年到 1959 年的这 50 多年时间内,有关光的量子理论的研究工作虽然也曾取得过许多重要成就,但就其总体发展而言,仍然是比较缓慢的。其最明显特征就是光的量子理论尚未形成完整的理论体系。自 1960 年国际上诞生第一台红宝石激光器以来,