临床新技术著作系列

国家级继续教育参考用书

主　　编　王康孙
副 主 编　叶　纹
　　王　玲
　　廉井财

眼科激光新技术

YANKE JIGUANG XINJISHU

上海第二医科大学附属瑞金医院
继续医学教育丛书

人民军医出版社
People's Military Medical Publisher

北　京

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目(CIP)数据

眼科激光新技术/王康孙主编. —北京:人民军医出版社,2002.3
ISBN 7-80157-394-3

Ⅰ.**眼…** Ⅱ.**王…** Ⅲ.**眼病—激光疗法** Ⅳ.R770.5

中国版本图书馆 CIP **数据核字**(2001)**第** 080577 **号**

人民军医出版社出版
(**北京市复兴路** 22 **号甲** 3 **号**)
(**邮政编码**:100842 **电话**:68222916)
人民军医出版社激光照排中心排版
北京天宇星印刷厂印刷
春园装订厂装订
新华书店总店北京发行所发行

*

开本:787×1092mm 1/16 · **印张**:12.25 · **彩页** 1 **面** · **字数**:262 **千字**
2002 **年** 3 **月第** 1 **版** (**北京**)**第** 1 **次印刷**

印数:0001～4500 **定价**:27.00 **元**

(**购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换**)

内 容 提 要

本书是以介绍眼科激光临床新技术为主的临床参考书，是国家级继续教育系列参考书之一。本书共 8 章，分别介绍激光医学基础、眼后节激光应用、眼后节的光凝治疗、眼后节新技术检查与治疗、青光眼的激光治疗、白内障手术的新进展及其并发症的防治、激光屈光手术、羊膜移植用于眼球表面重建等。

本书是在现代临床医学迅速发展，医生需要不断学习新理论、掌握新技术、接受高层次继续教育的形势下，由著名的上海瑞金医院长期从事医教研工作、有学术特长的多位专家、教授编写而成。本书注重基础理论知识的介绍，紧密结合临床工作实际，反映了本学科的发展前沿。内容新颖、实用性强，可供从事本专科以及相关学科工作的临床医生、研究生参考。

责任编辑　姚　磊

前　言

我们向眼科医学教学、科研工作者和临床医师推荐这本参考读物——《眼科激光新技术》。

20 世纪 60 年代问世的激光技术，是具有划时代意义的科技新成就。在激光技术与现代医学结合形成的新兴医学学科——激光医学中，眼科是结合最早、最成熟的学科之一。激光对眼科的促进作用远胜于其他医学专业，这主要是因为眼球是人体的光学器官，激光产生光能可以直接进入眼球的绝大部分组织。以光治“光”，为过去认为难治甚至不能治的多种眼病提供了全新的诊断和治疗手段。激光在我国眼科的应用已广泛开展。

本书为国家级继续医学教育项目而编写，共有 8 章，分别介绍激光医学基础、眼后节激光应用、眼后节的光凝治疗、眼后节新技术检查与治疗、青光眼的激光治疗、白内障手术的新进展及其并发症的预防与治疗、激光屈光手术、羊膜移植用于眼球表面重建等。以进一步普及和提高激光医学为前提，力争在理论和实际的结合上进行比较完整和充分的阐述，尽可能涵盖近年来国内外激光医学基础理论和临床研究的新成果，全面体现先进性、科学性和实用性，是当前我国眼科激光医学继续教育的比较合适和实用的参考书。

参与本书编写的专家、学者，在眼科激光医学方面都有相当的学术理论造诣和丰富的临床经验。特别是编著过程中得到一批国内知名眼科老专家的关心和大力支持。他们亲自撰写的高质量章节，大大为本书增光添彩。这些章节是：上海复旦大学附属眼耳鼻喉科医院王文吉教授的《玻璃体手术治疗增殖性糖尿病视网膜病变》，广州中山医科大学中山眼科中心高汝龙教授的《特发性黄斑裂孔的治疗》与《光学相干断层成像检查的临床意义》，吴德正教授的《多焦视网膜电图和多焦视诱发电位的临床应用》，上海市第一人民医院张皙教授的《无晶体眼和人工晶体眼的视网膜脱离》。这里，特向各位老专家致以崇高敬意，由衷感谢他们将自己的宝贵经验奉献给读者。

科学发展日新月异，知识更新永无止境。限于编者水平和编写时间仓促，本书对当今最新的有些专题尚未涉及或阐述不够充分，敬希读者谅解并请指正。另外，本书各章作者署名均按所著文章先后次序排列，特此说明。

王康孙

于上海第二医科大学附属瑞金医院

序

《临床新技术著作系列·瑞金医院继续医学教育丛书》即将结集付梓，特略为数语，以为序。

现代医学数百年来的发展，是与各个历史时期的社会、文化、生产和科技等条件密切相关的，尤其是伴随20世纪后叶发生的高新技术革命，包括医学在内的各项科学都大大扩展了工作领域。新的理论、设备、技术和药物不断涌现，大量新的研究途径和治疗方法也不断拓展，并通过科学实践证实、充实和发展了不少假说和学说。当前，随着社会经济的持续发展，人口平均寿命和健康水平有了很大提高，疾病谱和病因谱都有了很大变化；医疗制度的不断完善和健全，新型医患关系的建立等等，均对医疗服务质量和医学发展提供了新的机遇和挑战。如何将临床发现的问题，用科学实验、研究和总结的方法加以探索提高，使医学理论进一步深化；同时将基础研究的新成果尽快应用于临床；并及时更新和拓广知识结构，是终日被繁重临床工作所困的医师面临的现实问题。继续医学教育不失为解决这一矛盾的有效对策，其以学习新知识、新理论、新技术和新方法为目标，旨在不断提高在职医务人员的专业工作能力和业务水平，以适应医学科学的发展，在当前医疗市场业已形成的激烈竞争的形势下立于不败之地。

在将我院建设成为国家级继续医学教育基地和多次成功举办各类国家级继续教育学习班的实践中，我们深感继续医学教育的重要性与提高教学质量的紧迫感。目前此类教育的形式和途径以短期培训为主，存在学员人数多、学习时间短、课程编排紧、边远地区人员往来有困难和所用教材良莠不齐等情况。有鉴于此，本院组织了一大批既有扎实理论基础，又有丰富临床经验的学者，其中许多是在各自领域内造诣甚深的知名专家和学科带头人，倾其所学，出版了这套丛书，祈能为我国的继续医学教育工作提供一套有价值的参考资料。

在本套丛书的内容编排上，既有白血病、内分泌学、胃肠道肿瘤、骨关节疾病等瑞金医院的传统优势学科，又纳入了基因诊断、营养支持、微创外科和放射诊断学等呈现蓬勃发展之势的新兴学科；既有手术操作和各专科（专病）诊疗规范等临床经验总结，又有分子生物学和免疫学技术等高新科技的实践指导和进展介绍；兼收各自领域的经典理论和国内外最新研究成果，并蓄作者自身的临床实践经验和前景展望，充分体现了覆盖面广、内容新、介绍全、立意高、可读性强等编写特色，在一定程度上也反映了瑞金医院医、教、研工作的全貌。

鉴于本套丛书内容颇为庞大，涉及领域广泛，参编人员众多，其中欠缺错误之处也在所难免，尚祈各界同仁不吝指正，以容再版时更正，使之不断改进提高。

李宏为　朱正纲

需要全本请访问 www.ertongbook.com

主编单位简介

上海第二医科大学附属瑞金医院

瑞金医院原名广慈医院，创建于 1907 年，是一所隶属于上海第二医科大学的三级甲等综合性教学医院。医院现有病床近 1600 张，工作人员 3240 名，其中具有高级技术职称的专业人员 367 人，包括中国工程院院士王振义教授和中国科学院院士陈竺教授等一大批国内外享有很高知名度的医学专家。医院设有 32 个临床科室，9 个医技科室、6 个市级研究所（包括内分泌学、血液学、消化外科学、伤骨科学、灼伤学、高血压）、10 个实验室（包括卫生部及上海市人类基因组研究重点实验室、卫生部内分泌与代谢病重点实验室、国家人类基因组南方研究中心、上海市人类基因组研究中心、上海市中西医结合防治骨关节病损实验室、上海市中西医结合骨折专病医疗协作中心等）、7 个卫生部临床药理基地专业点（消化外科、心血管内科、内分泌科、血液科、烧伤科、伤骨科、高血压科），1 个国家教委重点学科（内分泌科），4 个上海市教委重点学科（内分泌科、消化外科、灼伤科、骨科），3 个上海市医学领先学科（肾脏内科、消化外科、血液科）。瑞金医院拥有一批知名的临床科室，诸如血液科、内分泌科、高血压科、心血管科、肾脏科、消化内科、外科、烧伤科、伤骨科、儿科、放射科等。整体医疗水平不断提高，20 世纪 50 年代成功地抢救严重烧伤病人邱才康，在大面积烧伤治疗方面始终处于世界先进行列；70 年代率先在国内开展心脏、肝脏等器官移植手术；进入 90 年代，在白血病诱导分化治疗及分子生物学研究领域取得了重大进展。此外，在心导管介入治疗、胃肠道癌肿外科综合治疗、急性坏死性胰腺炎、微创手术、骨关节置换、关节镜手术、糖尿病诊断、眼科的激光治疗、多维影像诊断等领域均取得了国内领先或先进水平。

瑞金医院医学院是上海第二医科大学最大的临床教学基地，医学院设临床医学系、医院检验系、高级护理系和高级护理培训中心，每年承担医学系、检验系、高护系等历届近千名医学生的临床理论课与见、实习教学任务。每年约有 280 名不同学制学生毕业，并接受 30 余名各国留学生和大批夜大学、高级医师进修班及来自全国各地医院的进修学员的临床教学任务。1997 年以来，继续医学教育已成为瑞金医院临床教学工作的重要组成部分，我们共举办 123 项国家级、23 项上海市级继续医学教育项目，近 6400 名学员参加，达到了学习交流临床医学新知识、新理论、新技术和新方法的目的。

在科研方面，医院近 10 年获得各类科研项目 200 余项、国际科研项目 23 项，加之自身的配套科研投入（近 3 年 1800 万元），累计科研经费 1.9 亿元。科研项目中包括了国家自然科学基金重大项目、重点项目、面上项目、国家科委 863 项目、S863 项目、973 项目、攀登计划、国家“八五”攻关项目、“九五”攻

关项目、卫生部科研项目、国家教委留学生基金项目、上海市级科研项目等重大项目。医院拥有硕士生点 31 个、博士生点 15 个、博士后流动站专业点 15 个,有硕士生导师 186 名,博士生导师 45 名。医院的科研技术人才在国家杰出人才基金、国家教育跨世纪人才培养基金、上海市启明星计划、启明星后计划、上海市曙光计划、上海市卫生系统百名跨世纪优秀学科带头人计划中占有大量的份额。医院在国内外发表的学术论文总数 5500 余篇,据中国科技信息研究中心论文学术榜的统计结果,医院及个人学术论文的排名始终在全国的前十名以内,2000 年在 SCI 上医院个人发表论文的被引用次数最高为第二名。近十年中,医院共获国际专利 128 项,占全国各行各业专业总数的三分之一。获国家、卫生部、市级科研成果 174 项、专家奖 7 项,另获国际奖 9 项,如:美国灼伤协会伊文思奖,意大利惠特克国际烧伤奖,美国凯特林癌症奖,瑞士布鲁巴赫癌症研究奖,法国卢瓦茨奖和祺诺台尔杜加奖等。

瑞金医院积极开展对外交流与协作,每年接待来访外宾 1000 余人次。每年派往英国、日本、法国、比利时、澳大利亚、加拿大、美国、意大利、香港等 10 多个国家和地区留学、讲学及合作科研的人员有 120 人次,与美国、法国、日本、香港等国家和地区的一些大学、医学院、医院有密切联系,建立的科研合作包括:法国癌症基金会项目、法国血液血管研究所项目、法国科学研究中心 P. Marche 项目、美国 WAXMAN 癌症研究基金会项目、欧共体项目、日本文部省科学研究项目、日本横滨市立大学医学部项目、加拿大 Humet 项目、英国皇家癌症研究基金会项目、香港中文大学项目等;医院与 30 多个国家和地区有学术交流,曾举办了数十次大型学术活动,这些活动扩大了国际学术交流,也促进了医学新技术的发展。

在改革开放的大好形势下,在全国同行的关心与支持下,瑞金医院始终坚持“团结、严谨、求实、创新”的瑞金精神,“以病人为中心”的办院方针和“质量建院、人才立院、科教兴院”的办院宗旨,连续多年荣获全国卫生系统先进集体、全国创建精神文明行业先进集体、全国百佳医院和上海市文明单位等多个荣誉称号。瑞金医院将为在“十五”期间成为与国际大都市相匹配,具有国际先进水平的设施完善、管理现代、技术一流、服务优良的综合临床医疗、教学、科研中心而进一步努力。

编审委员会名单

学 术 顾 问

（以姓氏笔画为序）

王振义　史济湘　朱大成　李国衡　张圣道　陈　竺
陈家伦　林言箴　徐家裕　徐德隆　龚兰生　董德长

主 任 委 员

李宏为

副主任委员

朱正纲　沈卫峰　于金德　陈生弟

委　　员

（以姓氏笔画为序）

王康孙　王鸿利　邓伟吾　叶　纹　江　浩　江石湖
朱鼎良　杨伟宗　杨庆铭　吴云林　沈　霞　沈志祥
陈　楠　陈凤生　陈克敏　陈舜年　陈赛娟　陆志檬
罗　敏　罗邦尧　侍　庆　周霞秋　倪语星　高　颖
曹伟新　黄绍光

编辑工作小组

杜晓凤　沈以刚

编 著 者 名 单

主　编　王康孙

副主编　叶　纹　王　玲　廉井财

编　委　（以姓氏笔画为序）

王　玲　王文吉　王康孙　叶　纹　孙　昕　孙　悦

孙静芬　齐艳华　朱彩红　张士胜　张　晢　吴德正

邹海东　钟一声　高汝龙　秦家楠　廉井财

主编、副主编简介

王康孙　女，教授、博士生导师。上海第二医科大学附属瑞金医院眼科中心主任、中华医学会上海眼科学会委员、中国光学学会激光医学学会常务委员、中华医学会激光医学学会常务委员，国际屈光手术学会国际理事。先后培养博士后 1 名，博士研究生 8 名，硕士研究生 20 名。

专业特长为激光治疗眼病。1973 年及 1976 年先后与有关单位合作研制出国内第一台氩激光治疗机和脉冲染料激光治疗机。1987 年后，围绕激光屈光性角膜手术治疗近视眼这一专题进行系列研究。先后发表论文及专著 100 余篇。承担和完成数项国家自然科学基金、上海市科学技术发展基金及国家科技部攻关项目等研究课题，多次获得国家级科技攻关奖、发明奖和上海市科技进步奖。

**　**　**　**　**　**　**　**　**

叶纹　女，教授、硕士生导师。上海第二医科大学附属瑞金医院眼科主任，中华医学会上海眼科学会白内障学组副组长。

1985 年上海第二医科大学（附属新华医院）眼科学研究生毕业。1990 年曾在日本藤田保健大学眼科学习白内障超声乳化手术，1993 年至 1996 年在美国波士顿大学眼科病理实验室进行博士后研究工作，作有关青光眼形态学方面的基础研究。叶纹医师长期从事青光眼发病机制及其治疗的研究，近年来又开展白内障超声乳化及激光屈光性角膜手术的医、教、研工作。主持及参加上海市科委的多项课题；发表论文 20 余篇。

王玲　女，教授，硕士生导师。上海第二医科大学附属瑞金医院眼科副主任。中华医学会上海眼科学会电生理组成员，中华医学会上海眼科学会眼底病组秘书，上海市激光学会理事，美国眼科医师学会会员。

1983 年获上海第二医科大学附属瑞金医院眼科硕士学位，1994 年获瑞典 Karolinska 皇家医学院眼科医学博士学位。1995 年 3 月至 1997 年 5 月于瑞典 Umeá 大学为眼科博士后，从事临床及实验室眼科电生理工作。1998 年 3 月至 1998 年 5 月，应邀于瑞典 Umeá 大学眼科参加合作课题“背景光照明对视网膜电流图振荡电位的影响”的研究工作。培养硕士研究生 4 名。

专长激光治疗眼底病及视觉电生理的临床应用及基础研究。曾在国内外发表专著及论文 20 余篇。7 次参加国际眼科学术会议，并在会上做论文交流。

**　**　**　**　**　**　**　**　**

廉井财　男，副教授，硕士生导师。中华医学会眼科分会会员；美国眼科学会会员；国际屈光手术学会国际理事；上海市激光医学学会委员。

1995 年获上海第二医科大学博士学位。多年来一直从事眼科及眼科激光的基础与临床研究。掌握各种眼病的诊断和治疗。激光屈光角膜手术为其特色，目前已用准分子激光治疗各种屈光不正数千例。参与包括国家自然科学基金在内的研究课题 5 项。发表论文、综述和译文等 20 余篇。参编著作 7 部。参加国内国际会议 10 余次，并有论文宣读。曾获得省科技进步二等奖，上海市科技进步三等奖。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

第 1 章　激光医学基础 …… (1)
第一节　激光原理 …… (1)
第二节　激光生物效应 …… (秦家楠　王康孙)(4)

第 2 章　眼后节的激光应用 …… (7)
第一节　近代临床应用的激光光凝固器类型 …… (7)
第二节　光凝程序 …… (10)
第三节　光凝固的应用 …… (11)
第四节　眼后节光凝的作用机制 …… (王康孙)(14)

第 3 章　眼后节的光凝治疗 …… (17)
第一节　视网膜裂孔、变性及脱离 …… (17)
第二节　糖尿病性视网膜病变 …… (20)
第三节　糖尿病性黄斑水肿 …… (23)
第四节　玻璃体手术治疗增殖性糖尿病性视网膜病变 …… (26)
第五节　年龄相关性黄斑变性 …… (31)
第六节　视网膜静脉阻塞 …… (41)
第七节　周边视网膜新生血管形成 …… (44)
第八节　眼底血管病变 …… (47)
第九节　中心性浆液性脉络膜视网膜病变 …… (51)
第十节　眼后节激光治疗的并发症及处理
…… (王康孙　王文吉　王　玲　朱彩红　张士胜)(53)

第 4 章　眼后节检查与治疗新技术 …… (58)
第一节　吲哚菁绿血管造影 …… (58)

第二节 特发性黄斑裂孔的治疗 …… (62)
第三节 光学相干断层成像检查的临床意义 …… (65)
第四节 多焦视网膜电图及临床应用 …… (68)
第五节 多焦视诱发电位及临床应用
…… (王 玲 高汝龙 吴德正)(74)

第5章 青光眼的激光治疗 …… (78)
第一节 激光虹膜切除治疗闭角型青光眼 …… (78)
第二节 激光小梁成形术治疗原发性开角型青光眼
…… (王康孙 孙静芬 叶 纹)(83)

第6章 白内障手术的新进展及其并发症的预防和治疗
…… (88)
第一节 激光乳化白内障吸出术 …… (88)
第二节 角膜屈光术后白内障摘除术的人工晶体度数测算 …… (90)
第三节 白内障术后后囊膜混浊的形成及其影响因素 …… (93)
第四节 激光治疗后发障及人工晶体前膜 …… (99)
第五节 无晶体眼和人工晶体眼的孔源性视网膜脱离
(叶 纹 王康孙 王 玲 孙 悦 张 晢 邹海东)
…… (105)

第7章 激光屈光手术 …… (116)
第一节 屈光手术的定义和分类…… (116)
第二节 角膜的解剖和生理…… (117)
第三节 手术病人的检查和评估…… (121)
第四节 角膜地形图在屈光手术中的应用…… (125)
第五节 PRK 治疗屈光不正 …… (129)
第六节 LASIK 治疗屈光不正 …… (144)
第七节 Ho：YAG 激光热角膜成形术…… (159)
第八节 屈光手术后角膜伤口愈合及药物影响
…… (廉井财 齐艳华 孙 昕)(165)

第8章 羊膜移植用于眼球表面重建
…… (钟一声 叶 纹 王康孙)(170)

第 1 章

激光医学基础

第一节 激 光 原 理

激光对眼科的促进作用远大于任何其他医学专业，主要由于光线能进入眼球的绝大部分结构，而不引起损伤，因而在现代眼科学中，激光有着广泛而不同的治疗及诊断用途。

一、激 光 机 制

激光原文称为 [illegible] 是受激发射引起光放大（[illegible]）的缩略语。激光一词由 [illegible] 提出，爱因斯坦于 [illegible] 年在理论上预测的受激发射是激光成为可能的基本物理过程。然而很多年来，一直认为基于受激发射的光源是不现实的。

[illegible] 世纪 [illegible] 年代，[illegible] 第一个用受激发射产生微波（无线电波），并证明了用受激发射产生电磁辐射的可能性。这一事实肯定以后，有许多研究组开始寻找用受激发射产生较短波长的电磁辐射，如可见光，[illegible] 年 [illegible] 制作了第一台激光器——红宝石激光器。

根据量子力学，光具有粒子（光子）光波的二重性，每一光子有一个特征频率，其能量与频率成正比，因而，蓝光光子比红光光子能量大。

浅近地说，原子就像一个小型的太阳系，负电荷绕正电荷的核进行轨道运转。然而，在太阳系中每一个停留都在一个稳定的轨道中；在原子中，电子可以在不同轨道间跳跃，称为跃迁。不仅如此，太阳系中的停留在理论上可以有任何能量，但是电子轨道的能量是严格地限定于个别能级。

光子和原子之间的相互作用有 [illegible] 种基本方式，电子可以吸收一个路过的光子到一个

较高能级的轨道，然而吸收只能在光子能量恰好等于 圆个电子轨道之间的能量差，光子被低能量电子所吸收后，光子消失，产生一个较高能量的电子。

在自发发射过程中，一个高能态的电子自发地进入较低能态产生一个光子，产生的光子能量等于 圆个电子轨道的能量差。自发发射中，从一个高能量电子开始产生一个光子及低能量电子。

自发发射是一个随机过程，在任何时刻，高能状态电子会跌入低能态，发射一个光子。一般地说，在高能态的电子只能维持几纳秒（灶择时间即产生发射；某些状态是暂时稳定的，称暂稳态，在这种状态中的电子平均可维持几毫秒（皂择时间然后产生发射。

在受激发射中，有一个光子经过高能电子附近，光子激励了这一电子，使之发放光子并跌入较低状态，该激励光子的能量必须为 圆个电子轨道之间的能差，因此受激发射开始时是一个光子及一个高能电子，后来分为 圆个光子及低能电子。

受激发射是随机过程。路过光子激励电子跌落并发射一个光子，最为重要的是，激励光子与发放出的光子的频率与相位完全相同。换言之，圆个光子是相干的。图 员噪噪说明了这 猿个过程，即吸收、自发发射及受激发射。

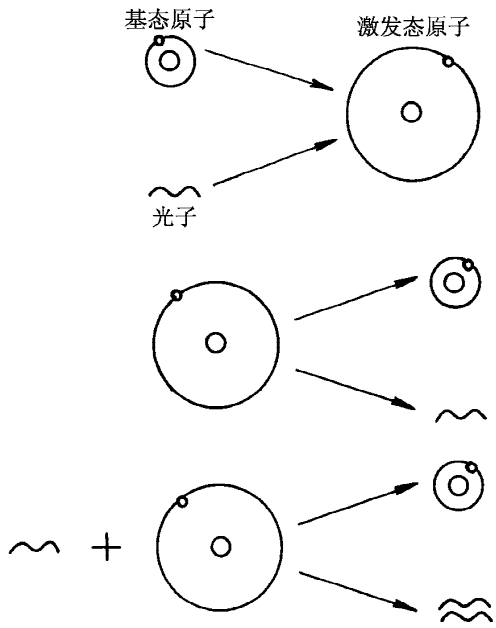


图 员噪噪摇激光物理学

基态原子吸收光子后生成激发态原子（上）；激发态原子返回到基态原子时，释放一个光子（中）；一个光子与一个激发态原子相互作用可产生一个基态原子和两个光子（下）（摘自 [illegible]

产生光有许多方法，但受激发射是惟一产生相干光的方法，所有其他方法产生的是非相干光。然而，仅仅 的输出就需要至少 次的受激发射，必须克服许多技术问题以使数以万亿计电子同时进入受激发射。理论上预测受激发射到现实可行的激光光源花了大半个世纪。

二、气 体 激 光

临床眼科中最广泛应用的是气体激光，工作气体的原子如氩或氪被封在圆柱形管中称为激光腔。在任何高于绝对零度的温度，有些气体原子内含高能态电子，然而，在任何自然情况下，低能态电子数量总是超过较高能级轨道中电子的数量。结果是，某一高能电子产生自发发射，产生一个标准频率的光子引起受激发射，如果这个光子遇上了另一个高能电子，受激发射就产生，但是更为可能的是，光子先遇到低能电子而被吸收掉。

要维持大量受激发射，高能状态的电子数目必须多于低能态电子的数目，这一条件称为粒子数反转。要产生气体激光的粒子数反转，气体由腔外的强大光源或放电所泵浦，将电子泵入高能状态。

一旦达到了粒子数反转，这一状态还必须维持下去，仅仅电子上升到高能轨道是不够的，绝大部分高能态在几纳秒内由于自发发射而减少，产生的光是非相干性的，然而，当电子被泵入暂稳态时，粒子数反转状态可维持较长时间，大多数电子在高级暂稳态时，自发发射产生光子就可能产生受激发射而不被吸收掉，受激发射产生的 个相干光子就以连锁反应的方式继续产生更多的受激发射。

为了维持受激发射的连锁反应，在腔的两端放置反射镜。一面镜子是全反射，另一面是不完全反射，从腔中出去的绝大部分相干光被返回以产生更多的受激发射，从不完全反射镜中透过的比较少量的光即是激光光束，如此排列的反射镜称为共振（谐振）腔（图 ）。

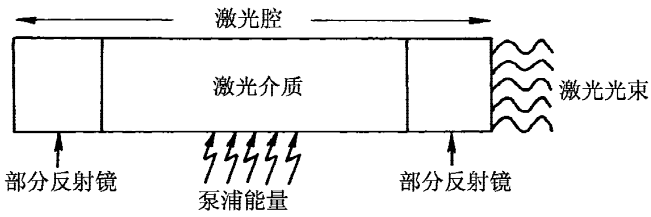


图 激光器基本结构

激光介质吸收泵浦源能量后产生粒子数反转及受激发射，这种连锁反应通过激光腔内的反射镜得以放大，所产生的电子由激光腔右侧以激光光束的形式发出（摘自

三、光的反射与光波长

激光器发光可以是连续的,也可以是脉冲的。脉冲激光产生少量能量,但能量集中在一个非常短促的时间内,因此每一个脉冲有很大的功率(功率是单位时间内的能量)。连续操作的可将较多能量送到靶组织,但需要相当长的时间,因此功率较低。连续激光器可以对输出到靶组织的能量较多地加以控制,可以用一个遮光器设置一个特定的曝光时间,也可以由手术医师直接控制照光时间,绝大部分的临床应用不需要高功率(约[illegible]),因此绝大部分临床激光器都是连续操作的,但 [illegible]郸激光及准分子激光例外,它们是脉冲的。

激光器能产生的光波波长数目相当有限,所产生的波长决定于工作物质,例如,氪离子有一个暂稳态在电子下降到较低能量时,产生 [illegible]的光(相当于红光),使用不同的状态,氪离子可以产生几个其他的波长,但是功率低。

氩离子产生 [illegible]及 [illegible]的波长,分别相当于蓝[illegible]及绿光,大部分市场上的氩激光器可让医师选择绿色或者蓝[illegible]的混合光。

有 [illegible]种方法可增加可用波长的数目,在谐波发生中,将激光穿过一个光学非线性晶体,光穿过任何介质时,有少量的光被吸收,线性吸收的意义是指光强加倍时,被吸收的能量也加倍,在非线性介质中,强度加倍,吸收并不加倍,而可能增加,也许是 [illegible]倍或更多。

激光使这种晶体不但在激光频率上振动,也在较高频率,正好是激光器整倍数上振动,这些较高频率称为谐波。现已经找到一个非线性晶体可有效地将 [illegible]郸激光器的 [illegible]输出倍频为 [illegible]光。另一个方法是用有机染料产生更多的波长。由于有机染料的化学结构可提供很多能量相差不多的轨道,于是可提供很多不同的波长,染料激光可调谐到所要求的波长,因而临床医师可以选择操作所需的最佳波长,然而染料激光器的效率是最低的,并且价格昂贵,不易被临床所采纳。

摇摇第二节摇激光生物效应

摇摇所用激光的波长以及功率不同,对靶组织产生的效应也不同(表 [illegible])。

表 [illegible]摇激光生物效应的类型

类摇型	反摇摇摇摇摇应
光 化 学	吸收紫外线及可见光导致化学键的形成或破坏
热	吸收激光能量,使温度上升 [illegible]~[illegible],致吸收的组织光凝(变性)
气摇摇化	吸收可见光或红外线能量后,当水温上升超过沸点,造成微爆炸
光学击穿	匝开关 [illegible]郸激光的红外线由于等离子体产生的冲击波造成物理性的瓦解组织

一、光化学效应

当组织吸收紫外线或可见光后,可引起化学键的形成或破坏发生光化学效应。吸收

需要全本请访问 www.ertongbook.com