

皮肤科激光治疗学

Laser Dermatology

(第2版)

原著 David J. Goldberg

主译 黄威

主审 姜中蓉

 Springer



北京大学医学出版社

皮肤科激光治疗学

Laser Dermatology

(第2版)

原 著 David J.Goldberg

主 译 黄 威(中山医科大学《家庭医生》整形美容医院皮肤美容与修
复中心主任 / 苏州爱思特美容医院皮肤美容科主任)

主 审 姜中蓉(深圳远东妇儿科医院医疗美容科主任)

副 主 译 林 燕(山东省皮肤病医院激光美容科主治医师)

李冬花(南京医科大学友谊整形外科医院皮肤美容科主治医师)

张金侠(南京明基医院皮肤科主治医师)

田鹏飞(重庆艺星整形美容医院院长)

陶 卫(重庆当代整形美容医院副院长)

屈新华(苏州屈新华皮肤诊所院长)

张悦迪(苏州爱思特美容医院主治医师)

张 越(河北省秦皇岛市山海关人民医院整形科主治医师)

北京大学医学出版社
Peking University Medical Press

图书在版编目 (CIP) 数据

皮肤科激光治疗学: 第2版 / (美) 大卫·戈德堡 (David J. Goldberg) 原著; 黄威译. —北京: 北京大学医学出版社, 2016.8

书名原文: Laser Dermatology (second edition)
ISBN 978-7-5659-1447-8

I . ①皮… II . ①大… ②黄… III . ①皮肤病—激光疗法 IV .
① R751.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 179982 号

北京市版权局著作权合同登记号: 图字: 01-2016-5040

Translation from English language edition:

Laser Dermatology

by David J. Goldberg

Copyright © 2013 Springer Berlin Heidelberg

Springer Berlin Heidelberg is a part of Springer Science+Business Media

All Rights Reserved

Simplified Chinese translation Copyright © 2016 by Peking University Medical Press.
All Rights Reserved.

皮肤科激光治疗学 (第 2 版)

主 译: 黄 威

出版发行: 北京大学医学出版社

地 址: (100191) 北京市海淀区学院路 38 号 北京大学医学部院内

电 话: 发行部 010-82802230 ; 图书邮购 010-82802495

网 址: <http://www.pumppress.com.cn>

E - mail: booksale@bjmu.edu.cn

印 刷: 中煤 (北京) 印务有限公司

经 销: 新华书店

责任编辑: 李 娜 责任校对: 金彤文 责任印制: 李 啸

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 9.5 字数: 225 千字

版 次: 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5659-1447-8

定 价: 95.00 元

版权所有, 违者必究

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)

皮肤科激光治疗学

Laser Dermatology

(第2版)

注 意

本书所涉及的药物适应证、副作用、疗程剂量和用法，在实践中可能会有所变化。读者应仔细阅读药品外包装上厂家提供的用药信息。作者、编辑、出版者或发行者对因使用本书内容所造成的错误、疏忽或其他任何后果均不承担责任，并对本书内容的准确性不做公开的或非公开的保证。作者、编辑、出版者或发行者对由本书引起的任何人身伤害或财产损失不承担任何法律责任。

出版者

主译简介



黄威，毕业于同济医科大学临床医学专业，现为中山医科大学《家庭医生》整形美容医院皮肤美容与修复中心主任、苏州爱思特美容医院皮肤美容科主任，主要开展激光美容、微针美塑、化学换肤、微整形注射和皮肤美容外科等皮肤医疗美容项目。

译者前言

这是我主译的第二本译作，并有幸邀请姜中蓉主任审阅书稿。我很感谢许多人：首先要感谢和我一起努力翻译的伙伴们，作为我最好的战友和同志，你们在工作 and 家庭之外能完成这本专业著作的翻译是很不容易的；要感谢中国医学科学院皮肤病研究所的周展超、林彤、方方、吴信峰等老师，你们是将我带进皮肤美容医学领域的良师益友，你们的教导和鼓励使我成长；要感谢南京医科大学的车敦发教授，一直帮助和引导我学习和上进；要感谢刘永洪、周敏、罗文、屈新华、陶卫、周杰、常东晖、李娜，还有许多肝胆相照、同修共进的好朋友们，在此就不一一列举姓名了；感谢中山医科大学《家庭医生》整形美容医院和苏州爱思特美容医院的领导和同事们，有你们方方面面的理解和支持，我才完成了这项工作；最后，感谢我的家人们，你们是我真正的力量源泉。

这本书在国外已经出版若干年了，第1版在中国没有译本。受北京大学医学出版社李娜编辑的邀请，我和我的伙伴们一起翻译了第2版，希望国内的同行们能有所参考借鉴。有几点需要说明下：首先，欧美人种的皮肤性质与东亚人种是有很大差别的，对于许多具体的治疗参数切不可生搬硬套；他们的审美观念和皮肤健康认识与国内求美者也有很大不同，因此不能单单停留在光电仪器的使用上。其次，关于许多初学者热衷询问的治疗参数问题，我认为不妨借用传统中医学的一个理念——“辨证施治”，以此来强调整体观和个性化治疗。再次，本书中有一些名词的翻译可能会与其他书籍有所不同，主要是与译者的理论水平和知识积累不够有关，请大家理解。比如“lasers and light sources”直接译为“激光光电”，“vascular lasers”直接译为“血管性激光”，国内有这样的译法，但似乎还没有得到统一的认可，不妨姑且先这样使用，我们会同时做中英文标注。

有一句并非客套的老话必须真诚地说出来：囿于学识能力，我们的译作难免有错误和不准确，欢迎广大同行老师和读者朋友们批评和指正，我们原本就是一直在学习中的。

黄 威

2016年6月于姑苏

原著前言

25年来,光电美容医学取得了令人惊叹的飞速发展。《皮肤科激光治疗学》第1版出版快10年了。这些年,新技术不断涌现,应用领域不断扩大。本书介绍了激光和其他光电技术的最新进展。前面的章节由欧洲和北美的权威专家重新编写。随后的章节中,我们介绍了一些激光医学新内容,包括激光安全、血管性皮肤病、色素性皮肤病与文身、激光脱毛、剥脱性和非剥脱性点阵激光治疗等。

每个章节会先介绍主要内容,随后由此展开,依次详细讲解这一类皮肤病、当前常用的光电治疗、适应证、禁忌证等内容。各章节作者均提供了一份治疗同意书和个体化治疗方案。

众所周知,只有先熟悉激光光电设备,才能使用好这些设备。激光物理学基础知识同样非常重要。对于患者,激光的安全防护、尽量降低风险的重要性不亚于治疗效果。请仔细阅读本书第1章的内容,有助于更安全地使用激光治疗各种皮肤病。

激光现在可治疗多种皮肤病。脉冲染料激光治疗血管性皮肤病是根据选择性光热作用原理,这是一个贯穿于皮肤病激光治疗学的物理学概念。各种激光中,脉冲染料激光治疗鲜红斑痣最有效,但治疗后的紫癜反应对外观的负面影响,导致了部分患者难以接受。脉冲染料激光也可治疗面部和腿部静脉毛细血管扩张。以血管为靶基的激光,还可治疗银屑病、疣和瘢痕等其他皮肤病。第2章介绍了激光治疗血管性皮肤病的最新进展。

正确的诊断是治疗色素性皮肤病的必要前提。对于某些色素性皮肤病,激光可能是唯一有效的治疗方法。Q-开关激光可用于去除文身。与专业性文身相比,非专业性和外伤性文身更容易去除。彩绘性文身应谨慎对待。色素痣的治疗仍存在争议,但值得探索。第3章介绍了激光治疗色素性皮肤病和文身的最新进展。

许多种激光可使毛发发生永久性改变。各种脱毛激光器的差别,在于不同的波长、脉冲持续时间、最高能量密度值、光斑大小、传送系统、附带的冷却系统等。对于深肤色脱毛患者,带冷却系统的Nd:YAG激光是目前最安全的选择。不过,临床上还是会经常见到一些并发症。激光脱除无色素毛发仍然有待探索。第4章介绍了激光脱毛的最新进展。

剥脱性和非剥脱性点阵激光换肤治疗可改善皮肤光老化。剥脱性点阵激光治疗后创伤更明显,但疗效更持久。非剥脱性点阵激光对皮肤的改善更温和,但往往需要多次治疗。非剥脱性可见光可减少面部红血丝和表皮色斑。中红外光可有效改善皮肤质地和肤色。第5章介绍了剥脱性和非剥脱性点阵激光换肤治疗的最新进展。

激光光电技术越来越广泛地用于治疗皮肤病。外用氨基酮戊酸（ALA）加辅助光源疗法（ALA and adjunct light-source therapy, ALA-PDT）是一种行之有效的光动力疗法，用于治疗日光性角化病和浅表非黑素瘤性皮肤癌。现在，ALA 联合各种血管性激光、红蓝光或者强脉冲光，也被用来改善皮肤光老化。光动力疗法（PDT）可有效治疗寻常性痤疮。新的激光光电技术不断出现，用来治疗银屑病、白癜风、继发性色素沉着、色素减退性妊娠纹等皮肤病。第 6 章介绍了光动力疗法治疗皮肤病的新进展。

David J. Goldberg 博士

目 录

第 1 章 激光学基本原理和安全防护	1
第 2 章 激光治疗血管性皮肤病	13
第 3 章 激光治疗色素性皮肤病	41
第 4 章 激光脱毛	65
第 5 章 剥脱性与非剥脱性点阵激光换肤治疗	89
第 6 章 激光光电治疗皮肤病	107

第 1 章 激光学基本原理和安全防护

Holly H. Hare Ronald G. Wheeland 著

要点

- 只有先熟悉激光光电设备，才能使用好这些设备。
- 激光物理学基础知识对于安全有效的治疗非常关键。
- 对于患者，激光的安全防护和规避风险的重要性不亚于治疗效果。

概述

光是什么？

光是一种非常复杂的能量传送系统，由波粒二重性的光子（photon）组成。按照波长大小的顺序排列成电磁波谱（electro-magnetic spectrum, EMS）。波长（wavelength）是两个连续的波谷或波峰之间的距离，单位为米（meter）。在电磁波谱中的可见光范围内，激光的颜色由其波长决定。光的频率（frequency）是指每秒内通过某个位点的波峰或波谷数量。光的波长和频率呈反比。因此，光的波长越短，频率越高，光量子的能量越高；而光的波长越长，频率越低，光量子的能量越低。

光最早用于医疗是什么时候？

大约在公元前 4000 年，古埃及就有使用光疗的最早记录。当时外用香菜或其他含补骨脂素的草药等光敏性物质后照射日光，用来治疗白癜风，这是一种被认为是自身免疫功能紊乱导致的色素减退性皮肤病。19 世纪的欧洲，用日光来治疗皮肤结核。随后到了 1961 年，Cincinnati 大学的皮肤病学家 Leon Goldman 医生第一次使用红宝石激光去除文身和色斑。Leon Goldman 医生长期致力于推广医学领域的激光应用，并参与筹建了“美国激光外科医学学会”（American Society for Laser Medicine and Surgery, ASLMS），因此被称为“激光外科医学之父”（Goldman 等，1963 年）。自此，各个学科的临床医师们不断拓宽医用激光的应用范围。如今，激光诊断和治疗技术被广泛用于许多学科领域（Wheeland，1995 年）。

谁发明了激光？

1917 年，Albert Einstein 教授在《关于辐射的量子理论》（The Quantum Theory of Radiation）一文中发表了制造激光器所必要的理论和公式。在这篇论文里，他描述了

在自发释放和受激释放时带有电磁能量的原子和分子间的相互作用。他应用热力学原理后得出结论，受激释放能量应该是存在的。然而直到1959年，Charles H. Townes和Arthur L. Schawlow医师按照上述原理研制出第一台仪器，即MASER (Microwave Amplification through the Stimulated Emission of Radiation) (译者注：国内有译作“微波激射器”或“微波量子放大器”)。1960年，Theodore H. Maiman博士研制出红宝石激光，这是世界上第一台真正意义上的激光。随着1961年氦氖激光的研制成功，多个激光相继问世，包括1962年的氦离子激光、1964年的二氧化碳和Nd: YAG激光、1966年的可调染料激光、1975年的准分子激光、1981年的铜蒸气激光、1982年的金蒸汽激光，还有后来的翠绿宝石激光、脉冲染料激光、钕激光、钬激光、钛激光、LED激光和钛宝石激光等。此外，已有的激光不断改进和创新，Q-开关红宝石激光、Q-开关Nd: YAG激光、Q-开关翠绿宝石激光、二氧化碳点阵激光、带动态冷却的脉冲染料激光等被开发出来。

什么是激光?

激光的英文“LASER”是Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation的缩写，即“受激发射并放大的光”。所以说，激光既是一种治疗手段，也是一个放大的物理过程(表1.1)。这个词组中最后一个单词“radiation”(译者注：可译作“辐射”或“发射”)，常让人联想到肿瘤科放射治疗的高能量电离辐射而让人心生恐惧。其实，这个单词是用来描述激光是以“发射”的形式在空间传播。目前所有被批准使用的医用激光器都不具有对人体组织的电离效应，即没有肿瘤科放射治疗的辐射风险，人们大可

放心。

各种激光器均由4个主要部分组成，包括激光介质(通常是固态、液态或气态介质)；环绕激光介质和包容放大过程的光学共振腔；激励介质原子产生反转的电源或“泵”；将激光准确地传递到终点的传送系统(通常是光纤或铰接臂加镜像节点)。

通常根据光学共振腔内的激光介质命名激光器(表1.2)。气体激光器包括氩激光、铜蒸气激光、氦氖激光、氦激光和二氧化碳激光等。最常见的液体激光器是脉冲染料激光，其内有罗丹明液体染料(rhodamine dye)。固体激光器包括红宝石激光、钕：钇铝石榴石(Nd: YAG)激光、翠绿宝石激光、钕激光和半导体激光等。各种不同波长、脉宽和能量特点的激光可治疗各种临床疾病。

激励源(电源或“泵”)是激光器中必不可少的组成部分，能激励电子并产生粒子数反转(Arndt)。这个过程可由直流电源来完成，也可利用另外一种光源照射(如氩激光)、射频、闪光灯中的白光照射，甚至是化学反应(极少)中化学键结合或断裂释放的能量(如氢氟化物激光，hydrogen-fluoride laser)。

要了解激光的产生原理，必须先回顾原子的结构。所有的原子都有一个稳定结构，由位于原子中心的原子核和一些电子组成。这些电子围绕着原子核的中心运动，分别占据各自的能级轨道(图1.1)。当原子被动地吸收一个光量子后，外层轨道的电子会短暂地跃迁到能级更高的轨道，这是一种不稳定的状态(图1.2)。这种状态只能维持很短的时间，当原子迅速自动释放出光量子后，电子随即返回正常的低能级内轨道，从而恢复到稳定的静态(resting configuration)(图1.3)。正常情况下，这种随机无序的自发吸收和释放光量子能量产生的光都是非相干光。

表 1.1 激光术语

吸收 (absorption): 通过物质间相互作用, 将辐射能转换成另一种形式的能 (通常是热能) 的过程。

基团 (chromophore): 能选择性吸收光的机体靶组织。

相干性 (coherence): 激光在时间和空间的高度统一性。

平行性 (collimation): 激光几乎不发生散射和汇聚, 而是平行地传播。

电磁辐射 (electromagnetic radiation): 由空间共同移送的电能量和磁能量所组成, 而该能量是由不同波长的电磁波所产生的。

能量 (energy): 功率 (瓦, W) 乘以脉冲持续时间 (秒, s), 单位为焦耳 (J)。

消光深度 (extinction length): 光穿透被侧物质的一定深度时, 98% 的光能被吸收, 这个特定的深度即消光深度。

焦点 (focus): 激光能量最高的空间位点。

局灶性光热作用 (fractional photothermolysis): 将一定数量的激光小光束柱状作用于皮肤, 形成一些不连续的热变性区域, 即所谓“微治疗区”, 而各个区域之间保留健康皮肤。

辐照度 (irradiance) (功率密度, power density): 单位面积的皮肤表面吸收到的激光功率, 单位为瓦/厘米² (watts/cm²)。

焦耳 (joule): 能量单位, 等于 1 瓦 × 秒。

激光 (laser): 是由激光器发出的单一波长或者单一颜色的窄谱光, 具有高度一致性和相干性, 是“light amplification by the stimulated emission of radiation” (受激发射并放大的光) 的缩写。

激光介质 (laser medium): 能产生激光的固体、液体或气体物质, 它提供的电子可从不稳定的高能级轨道回迁到低能级轨道, 同时发出精准的单色相干光。

米 (meter): 参照氪 (86 Kr) 的谱线制订的长度单位, 可分为毫米 (millimeters, 10⁻³ M)、微米 (micrometers, 10⁻⁶ M) 和纳米 (nanometers, 10⁻⁹ M)。

单一性 (monochromatic): 经过光学腔发出的激光只有单一的波长。

光学泵浦激光 (optically pumped laser): 外部能量源以光的形式提供能量, 激励电子发出的激光。

光声效应 (photoacoustic effect): Q-开关激光在活体组织上破坏黑色素和文身颜色颗粒时产生快速移动的波的能力。

普克尔斯盒 (Pockels cell, 国内也有译作“普克尔盒”): 是一种由晶体组成的电光调制器。通过对外加电场的控制, 普克尔斯盒可快速打开或者关闭, 从而使激光能量在光学腔内大量聚集, 然后在极短的时间内以单一脉冲的形式高能量发射出去。

离子数反转 (population inversion): 激光光学腔 (谐振器) 中不稳定的高能态原子数量远远超过正常的静态原子时的分布状态。

功率 (power): 单位时间内激光发射的能量。

功率密度 (power density, 又称“辐照度”, irradiance): 单位面积的激光功率, 单位为瓦/厘米² (W/cm²)。

泵浦 (pump): 通过电、光、射频或化学反应等方式激励激光介质。

Q-开关 (Q-switch): 是一种光学装置 (普克尔斯盒), 可以存储和释放从激光光学腔发射出来的激光能量。

反射系数 (reflectance): 某个介质反射光能占接受光能的比例。

散射 (scattering): 机体组织对激光能量不确定的吸收, 可对生物系统造成弥散性影响。

选择性光热效应 (selective photothermolysis): 根据不同靶组织的吸收特性, 选择性使用不同波长、脉宽和能量密度等参数。

热弛豫时间 (thermal relaxation time): 机体靶组织吸收激光能量后, 向周围组织发生热传导, 温度降低 50% 所需要的时间。

光调作用 (thermodulation): 低强度光可调节某些细胞活性, 但不造成机体损伤的作用。

传输通道 (transmission): 激光通过生物组织而不产生任何影响。

当外部的能量源，以光、电、微波甚至是化学反应的形式，给激光腔内的激光介质提供能量，使静态的原子受到激励，电子跃

表 1.2 激光的类型

名称	类型	波长 (nm)
ArFl	准分子	193
KrCl	准分子	222
KrFl	准分子	248
XeCl	准分子	308
XeFl	准分子	351
氩激光	气体	488 和 514
铜蒸气激光	气体	511 和 578
氦激光	气体	521 ~ 530
倍频 YAG 激光	固体	532
脉冲染料激光	液体	577 ~ 595
氦-氖激光	气体	632
红宝石激光	固体	694
翠绿宝石激光	固体	755
半导体激光	固体	800
Nd:YAG 激光	固体	1064 和 1320
半导体激光	固体	1450
钕玻璃激光	固体	1540
Er:YAG 激光	固体	2940
二氧化碳激光	气体	10 600

迁到不稳定的能级更高的外层轨道。当越来越多的原子进入这种不稳定的高能态，其数量远远超过处于正常静态的原子时，这种光放大后必然出现的分布状态被称为“粒子数反转”(population inversion)(图 1.4)。

激光经过光学腔或谐振腔时被放大。谐振腔通常是一个封闭的腔，腔内的光在两端反射镜之间来回反射很多次，并被放大到一定强度。经过这个吸收和释放光能的复杂过程，形成高能量的激光束，随后通过部分反

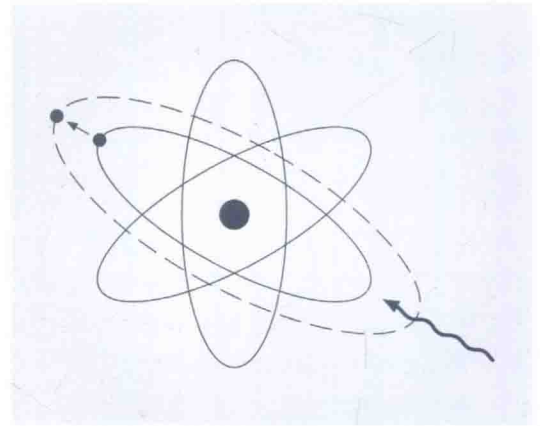


图 1.2 电子被激励后跃迁到不稳定的能级更高的轨道上

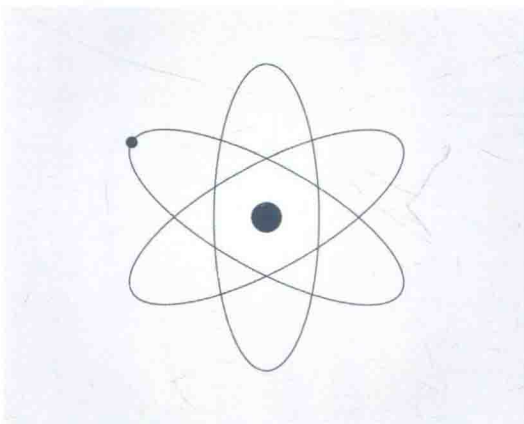


图 1.1 常态下，原子核位于中央，电子在原子核周围的稳定轨道上

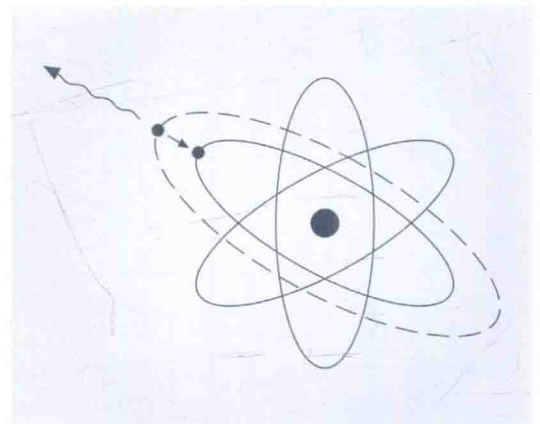


图 1.3 受激电子快速回迁到正常的轨道，恢复静态

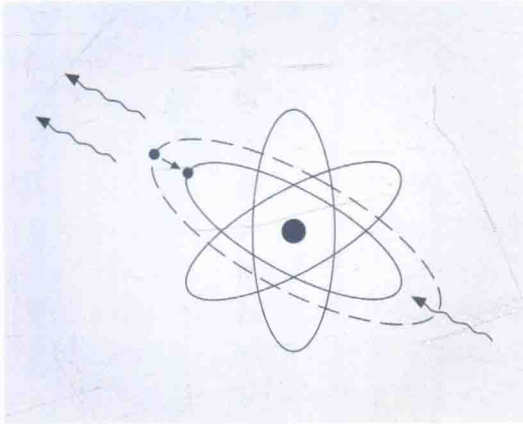


图 1.4 受到能量激励的两个光子被释放，同时电子回迁到正常轨道

射镜的小空隙中输出（译者注：所谓光学谐振腔，实际是在激光器两端，面对面地装上两块反射率很高的镜子。一块光几乎全反射，另一块光大部分反射、少量透射出去，激光可透过后者而输出。被反射回到工作介质的光，继续诱发新的受激辐射，光被放大。因此，光在谐振腔中来回振荡，造成连锁反应，雪崩似地获得放大，形成高能量的激光，从部分反射镜子一端输出）。这样形成的激光束具有三种特性，使其通过光纤或铰接臂传送到目的地。

激光有哪些特性？

激光具有三种特性：一是单色性（monochromatic），激光是单一波长的单色光源；二是相干性（coherence），激光在时间和空间上具有高度统一性，在同一空间内传播是一致的；三是平行性（collimation），激光是平行地发射，即使传播很远的距离，几乎不发生弥散。

什么是辐照率和能量密度？

在使用激光治疗各种皮肤病之前，必须先学会调整激光的几个参数（Fuller）。其中两个很重要的参数是辐照率（irradiance, Ir）和能量密度（energy fluence, EF）。辐照率也称为功率密度（power density），决定了激光的磨削、气化、凝固机体组织的能力，单位是 W/cm^2 。可根据以下公式计算：

$$\text{辐照率 (Ir)} = \frac{\text{激光输出功率 (W)} \times 100}{\pi \times \text{光斑半径}^2}$$

能量密度是激光单个脉冲传递的能量，单位是 J/cm^2 。可根据以下公式计算：

$$\text{能量密度 (EF)} = \frac{\text{激光输出功率 (W)} \times \text{作用时间 (S)}}{\pi \times \text{光斑半径}^2}$$

辐照率和能量密度数值越大，治疗强度越高。一般来说，激光切削组织需要高辐照率，而激光凝固组织只需要低辐照率。

当前使用的技术

激光与机体组织如何相互作用？

要在种类众多的激光中如何择其最佳，必须先熟悉激光与生物组织之间的相互作用。激光的生物效应与波长有着函数关系。首先，激光被机体组织吸收是产生生物效应的前提。吸收（absorption）实际上是激光与机体组织之间相互作用时，将辐射能（光能）转换为不同形式的能（通常是热能）的过程。如果激光照射皮肤时被完全反射或透射，而没有任何吸收，也就不存在任何的生物效应了。如果激光被皮肤内靶组织（target）或基团（chromophore）不规则地吸收，那么只会

导致不确定的生物效应。只有当激光被皮肤内某一类组分高度吸收时,才会产生一个特定的生物效应。事情看起来难以捉摸,但是实际上皮肤主要吸收激光的组分只有三个:黑色素(melanin)、血红蛋白(hemoglobin)和细胞内外的水。目前已经明确这些基团的吸收光谱。厂家按照上述原理开发出各种激光器,发射不同颜色和波长的激光,被皮肤内基团选择性地吸收,同时尽量减少对周围正常组织的损伤。

1983年,哈佛威尔曼医学光学实验室(the Harvard Wellman Laboratories of Photomedicine)的R. Rox Anderson博士和John A. Parrish博士发表了最新的研究成果——“选择性光热作用”(selective photothermolysis, SPTL)。这个理论最初用来解释激光治疗儿童鲜红斑痣的作用机制。脉冲染料激光特别针对儿童鲜红斑痣,成为第一个“实用性”(ground up)的激光治疗。后来又研制出许多激光器,可有效治疗文身、色斑、多毛等皮肤病。选择性光热作用定义为:选择性热损伤治疗部位的靶组织,同时尽量减少对周围非靶组织的损伤,即通过选择特定波长的激光,被特定的靶组织基团(specific targeted chromophore)吸收,而避免造成周围组织的损伤。还有一个重要的名词是“热弛豫时间”(the thermal relaxation time, TRT),即靶组织吸收激光能量后散热所需要的时间。因此,在特定的脉冲持续时间内传送特定的能量,才能实现选择性光热作用。大多数情况下,靶目标组织的体积大小决定了热弛豫时间,也决定了最合适的脉冲持续时间。

什么是Q-开关激光?

“Q装置”是一种测量经过谐振腔内光能损耗的工具(Goldman等,1965年)。因此,“Q装置”可用来测定激光的性能,“Q”

高意味着损耗低,而“Q”低意味着损耗高。

“Q-开关”(Q-switch)是一类脉宽极短(5~20 ns)、功率高(5~10 MW)、最高能量达4 J的激光仪器。除了前文所述的基本配置(图1.5),Q-开关激光的光学谐振腔内另加入一个由偏振器(polarizer)和普克尔斯盒(pockels cell)组成的快门。普克尔斯盒是一种透明晶体电光元件。当加入外电场时,普克尔盒能使激光经过的偏振器旋转。普克尔盒和偏光镜结合起来即是“Q-开关”。当普克尔盒被加上外电场时,激光在光学谐振腔内停留(图1.6)。当电源关闭时,高能量的激光在瞬间内释放出来(图1.7)。目前常用的Q-开关激光包括红宝石激光、ND:YAG激光和翠绿宝石激光。

Q-开关激光特有的性能使其可有效地治疗文身和良性色素性皮肤病(Goldman等,1967年)。瞬间释放的激光能量被局限在皮肤组织内,对文身色料颗粒和黑色素加热。含有色料颗粒或黑色素的细胞被加热后,细胞内产生空泡,随后破裂成为碎片,最终由巨噬细胞吞噬和清除。临床上,去除文身通常需要4~8次治疗,每次间隔6~8周;许多良性色素性皮肤病只需要1~2次

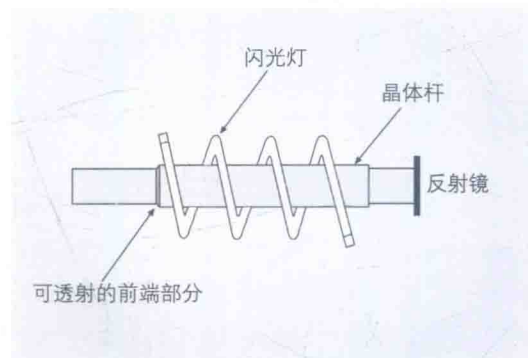


图1.5 图示为固体激光内的一种经典设计:中心为晶体杆,周围环绕着闪光灯,激光从光学谐振腔的一端输出,见于红宝石激光、ND:YAG激光或翠绿宝石激光等

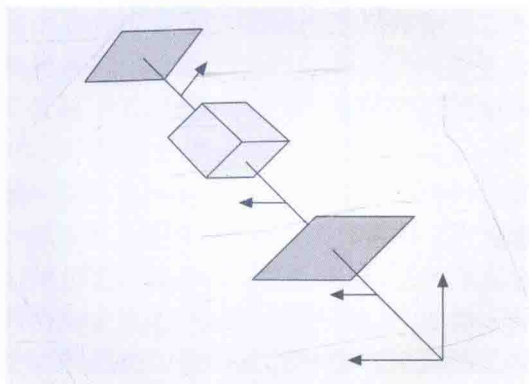


图 1.6 Q-开关激光器内有一个普克尔盒，在电场下时是不透明的，此时激光在光学谐振腔内停留

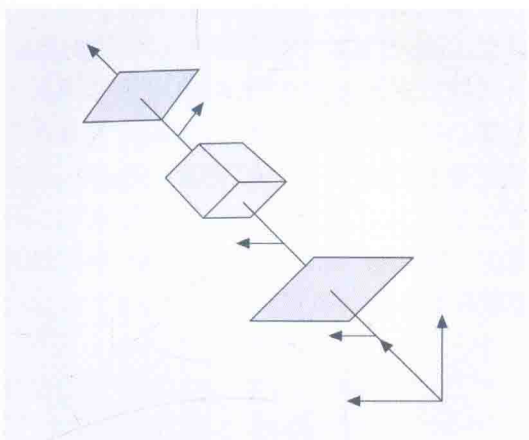


图 1.7 当不在电场下时，普克尔盒是透明的，高能激光瞬时输出

治疗，每次间隔 6~8 周。Q-开关激光能准确地作用于细胞内亚细胞结构和色素颗粒，减少了不必要的损伤，很大程度上降低了发生瘢痕和皮肤质地改变的风险。选择性光热作用最初是应用于鲜红斑痣皮损的细小血管，而对文身和良性色素性皮肤病的成功治疗，说明了它还能准确、有效地解决更多的问题。

什么是光动力疗法？

光动力疗法 (photodynamic therapy, PDT) 是一种联合应用光敏剂和光源的治疗技术。常用的光敏剂是 5-氨基乙酰丙酸 (ALA) 或其衍生物 5-氨基酮戊酸甲酯 (MAL)。局部外涂后，它们均被表皮细胞 (尤其是代谢活跃的细胞) 吸收。ALA 或 MAL 在细胞内会转化为具有光敏性的原卟啉 IX (protoporphyrin IX)。当暴露在光照下，原卟啉 IX 吸收光能后激发为单线态 (singlet state) 原卟啉 IX。随后的能量转移过程中，氧被激发为能破坏细胞膜的单线态氧。这种生化反应主要在表皮和皮肤附属器内发生，并不涉及真皮，可能是因为进入真皮内的光敏剂药量或光量子太少。PDT 可使用多种光源，如发光半导体 (红蓝光)、氩氦激光、金蒸气激光、脉冲染料激光、强脉冲光等。PDT 最早用来治疗日化性角化病，后来发现也可用来治疗浅表基底细胞癌 (basal cell carcinoma, BCC)、Bowen 病 (原位鳞状细胞癌)、某些痤疮、酒渣鼻、皮肤日光性老化等 (Butani, Goldberg)。

适应证

血管性皮肤病

目前，脉冲染料激光最常用于治疗多种血管性皮肤病 (Garden 和 Geronemus, 1990 年)。在早期治疗婴幼儿鲜红斑痣的基础上，一些参数设置被调整，脉宽和波长更长，治疗的血管更深、更粗，并且添加了表皮冷却装置。激光治疗前先行喷雾式或接触式冷却，能减少疼痛，同时也降低了激光到达更深的血管过程中损伤表皮的潜在风险。激光治疗后的冷却降温进一步减少了多余的热损伤。现在治疗儿童和成人鲜红斑痣、下肢表