

不同类型激光器在医疗领域的应用分析

强脉冲光皮肤治疗系统

强脉冲光系统严格来说不是一种激光器系统，应该属于一种强光源系统，采用专利的强脉冲光技术，输出波段为 560—1200nm，能量密度为 20~48 j/cm²，脉宽 2~7ms，光斑尺寸为 8×34mm，可安全无创清除面部各种色素性和血管性斑块，同时刺激胶原组织增生，恢复皮肤弹性，使得面部皮肤得到整体提升，重新焕发出健康的青春风采。

CO₂ 激光器系统

CO₂ 激光几乎被生物组织在表 200μm 所吸收，因而在皮肤科、整形美容科被广泛应用。CO₂ 激光的模式质量或模式结构决定了光束质量，对于美容应用而言，单模（又称基模 TEM₀₀）的 CO₂ 激光是最佳选择，其具有的最小光斑和最大能量与多模的激光相比，除可以应用于表皮性治疗外，还可以用于组织切割、切除和表皮磨削，在美容科发挥着巨大作用。

红宝石激光器

红宝石激光器是最早应用于医疗上的激光器。红宝石激光器波长为 694.3nm 的可见红光，多为脉冲工作方式，脉冲频率为 1.2 赫兹或单个脉冲，光斑直径为 3~6mm，导光臂或光纤传输。这种波长的激光最不易被氧合血红蛋白吸收，血红蛋白对它的吸收率也较低，仅有 11~15%，而黑色素对其吸收率较高，吸收系数约为 11~12 左右，尤其适用于各种色素性疾病。临床常用其长脉冲模式（脉宽 1.2ms，能量密度 10~40j/cm²），深入皮肤真皮层，破坏毛囊，永久性去除身体多余毛发；调 Q 模式（脉宽 25~40ms，峰值功率在几十兆瓦以上），使黑色素细胞大量吸热，并在超脉冲波的作用下破裂分解，可有效治疗蓝、黑和绿色文身及各种良性色素性病变。

翠绿宝石激光器

翠绿宝石激光器，波长为 755nm，特长脉冲输出，脉宽为 2~40ms，组织能量密度可高达 50 j/cm²，单个光斑直径为 5mm、7mm、10mm，重复效率：1~5 个脉冲/秒，光纤传输或关节臂传输，可用于去除身体多余毛发。经 Q 开关调制后，可用于去除文身及各种良性色素性病变。其作用原理和效果与红宝石类似。

另一种调 Q 方式的翠绿宝石激光，输出波长为 752nm，组织能量密度为 10 j/cm²，脉宽为 45~75ns，脉冲频率为单个脉冲或 1、2、5、10hz，光斑直径为 1.4mm±0.1mm，利用其超脉冲的瞬间巨大能量可使色素细胞破裂分解，用于治疗多种颜色的专业和业余文身及良性色素性病变，如表浅的褐色斑、老年斑、雀斑及深层的太田痣、错误文身、文眉等。

Nd: YAG 激光器

Nd: YAG 激光器是医学中用得较多的激光器，它的转换率高，输出功率大，单根晶体工作时输出功率可达百瓦，比 CO₂ 气体激光止血及凝固效果好，故在医学上常用来做手术刀，广泛应用于普外科、耳鼻喉科、泌尿科和骨科及整形科经皮椎间盘手术等，切割血管丰富的组织，大大减少出血。Nd: YAG 激光脉冲能量大，不易被水和血红蛋白吸收，故穿透组织较深。

Nd: YAG 激光器激光波长为 1.064nm，可通过石英光纤传输，使用方便。输出方式有连续、脉冲和重复脉冲，末端功率为 1~100w。Nd: YAG 激光器采用调 Q 技术后，其峰值

功率可达连续输出的 40~100 倍，形成巨脉冲，具有高强度低能量的特点，可通过机械作用和强电场，选择性地使一些吸收热能的小颗粒（文身墨、黑色素等），骤然受热而发生破损，不损伤周围组织，对深层的蓝、黑色素性病变，如太田痣、错误文身、文眉等疗效显著。

倍频 Nd: YAG 激光器

Nd: YAG 激光器采用倍频技术可输出 532nm 的绿色激光，即倍频 Nd: YAG 激光，光斑直径 2~6mm，能量密度为 5~12j/cm²。虽然血管中的氧合血红蛋白对波长为 532nm 的光的吸收次于 585nm 的光，但可选择 532nm 波长激光适当脉宽对血管性病变组织进行治疗。由于其穿透较浅，因而一般仅限于对较浅的血管性病变进行治疗。另外，倍频 Nd: YAG 激光也可广泛应用于胃出血、血管瘤的治疗及显微外科手术，对于由红的染料颗粒所引起的文身、文唇等人为的皮肤色素变异亦具有一定的治疗效果。

黑色素细胞对 532nm 的激光的吸收较强，加之皮肤组织对该波长的散射较强，照射在皮肤上的 532nm 激光能量被局限在皮肤表皮层，采用调 Q 技术后，可对表浅型黑色素细胞增生，如咖啡斑、老年斑、雀斑等达到较好的治疗效果。

脉冲染料激光器

脉冲染料激光器是液体激光器的一种，以染料为工作物质，如罗丹明 6g 等，溶剂有乙醇、苯类、水及其他物质。最大特点是其输出波长在一定范围内连续可调，所以称为可调谐激光器。医学上常用的可调谐染料激光器有 N2 激光泵浦可调谐染料激光器，和 Nd: YAG 激光泵浦可调谐染料激光器。

染料激光波长分布在紫外光（321nm）到近红外光（1.3μm）的波段内，由于输出激光的中心随腔长、染料浓度及腔镜反射率的变化而变化，这就便于使用各种方法改变和控制染料激光器输出激光的中心波长，从而得到波长连续可调的激光。连续染料激光器的输出功率为几百毫瓦至几十瓦，脉冲器件每脉冲输出能量从零点几焦耳到几个焦耳，用光栅或多个棱镜调谐能达到的变线宽度为 10-5μm 数量级。

目前，临床常用的脉冲染料激光，其波长分别为 532、577、585、590、595、600nm 等，采用两种脉宽（450 和 1500ns），多种光斑直径（3mm、5mm、7mm、10mm 和 3×5mm），临床主要用于治疗多种血管性病变。

半导体激光器

半导体激光器的工作物质有砷化钾（gaas），砷化镓（inas），铟化镓（insn），铝化镓（gaalas）等，输出波长大都在可见光的长波到近红外之间，医用最短的有 650nm（常用作瞄准光），常见的波长有 810nm，980nm 等，不同种类的半导体激光器输出功率差别较大：双异质结条形激光器连续输出功率为数百毫瓦，脉冲输出可达几十瓦；激光列阵器件连续输出功率可达百瓦级，脉冲输出达千瓦级；可调谐激光器连续输出功率为零点几毫瓦，脉冲峰值功率可达几十瓦。

较常用的 810nm 半导体激光器功率为 0.5~25~60w，治疗模式为 0.1~9.9s 单脉冲、重复脉冲及连续输出，采用 400、600、1000nm 接触式及非接触式光纤和探头传输，汽化效果较 1064nm 快三倍，同时兼具良好的止血效果，术中术后出血少，术中光束对神经和组织没有电刺激，产生烟雾少，病人损失少，出血少，疼痛轻，愈合快，并发症少，住院时间短，另外配以多种内径的光纤可方便与任何一种内窥镜匹配，在开放手术中也可灵活应用。

半导体激光器电光转换率高（30%），没有多余的热量产生，从而避免了传统灯泵浦激光和气体激光器所需的庞大水冷系统，因此体积精巧，重量轻。同时，它也没有传统激光的闪光灯、晶体棒等高压、高热易损元件，因而寿命较长，一般半导体芯片的寿命可达 100 万小时，具有操作方便，机动灵活，耗电少，效率高等优点。

由于半导体激光器的谐振腔短，所以产生激光的方向性较差，发散角较大。此外，因其能极复杂，所以产生激光的谱线较宽，单色性较差。

铒激光器

铒激光是一种固体脉冲激光，波长为 294nm，处于光谱中人眼看不见的红外区，激光脉冲频率为 1~20hz，能量密度为 5j/ cm²~20j/ cm²，最大脉冲能量为 1.5j。铒激光具有独特的生物组织作用特性，其波长恰好位于水的最高吸收峰值，由于皮肤中 70%以上的成分是水，因此皮肤组织对铒激光具有极强的吸收能力。当铒激光脉冲作用在皮肤上时，激光能量迅速被组织吸收，引起浅层皮肤的快速升温，导致组织的瞬间汽化分离和精密剥脱。每个激光脉冲汽化组织的深度仅为 10~20μm，而激光的热损伤也限定在 10~20μm 的范围内，适合于去除手部、颈部和面部浅表、细小和较深的皱纹，同时对皮肤色素性疾病和毛发移植亦有理想的疗效。其独特的作用效果使术后色素沉着被控制在最小程序，尤其适合于较黑的和东方人的皮肤种类。