

超脉冲 C02 激光器在医疗中的应用

骆应防

深圳大通激光有限公司

C02 激光手术采用自由光束 C02 激光器，通常都是采用光束与皮肤组织非接触的方式，比常规手术提供了更多便利的条件，包括减少机械损伤，增加周围组织被保护等，并且更易保持无菌手术，与其他激光手术相比，C02 激光手术刀具有切割能力强，组织吸收系数大，组织穿透浓度较小（约 0.23mm），手术时不易伤及动脉血管等，使得连续 C02 激光被大量用于外科手术临床治疗。

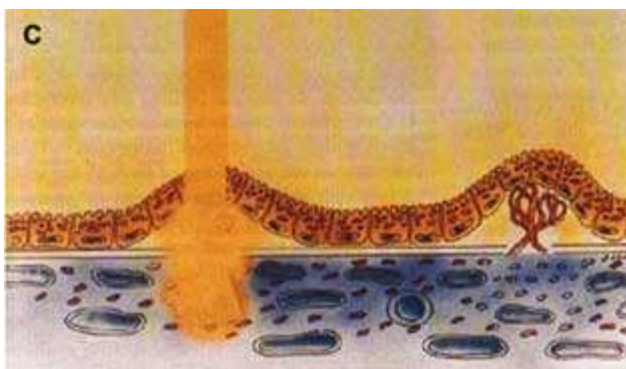


图 1 皮肤与激光的相互作用

但是连续 C02 在临床上对组织的损伤属非选择性的，手术治疗后常常伴随着皮肤疤痕等副作用。对病灶进行的切割或气化时也有不同程度地损伤正常组织，因而不能适用于有较高要求的手术治疗，这种情况严重地限制了 C02 激光在医疗中的进一步应用。

1983 年，Aderson 和 Parrish 提出“选择性光热作用”原理，以进行激光的无损伤治疗。这一原理的要点是：当激光通过正常组织到达病变靶组织时，应使靶组织对激光的吸收系数大于正常组织，其反差愈大愈好，以便在激光破坏靶组织时，不伤及正常组织；靶组织的热弛豫时间(thermal relaxation time 即 TRT)应大于激光的脉冲宽度或作用时间，使靶组织在激光加热过程中，来不及将热量向周围正常组织扩散，以保护周围正常组织。

基于“选择性光热作用”原理，90 年代后出现了以超脉冲 C02 激光治疗机为代表的高能量脉冲医疗设备，并得到成功应用，使得要求较高的应用领域得到突破性进展，特别是激光美容方面独占鳌头。发展前景十分广阔。

超脉冲 C02 激光器采用先进的脉冲技术和 PWM 电源控制技术，不仅能在极短时间内提高了激光输出的峰值功率，向靶组织提供足够的能量，而且可以通过 PWM 信号精确控制每个脉冲的

宽度和脉冲重复频率。通过计算靶组织的热弛豫时间，控制脉冲宽度可实现最佳手术效果。如毛细血管的热弛豫时间约为 $10\ \mu\text{s}$ ，要求脉宽小于 $10\ \mu\text{s}$ ；皮肤组织的热弛豫时间大致为 $1\ \text{ms}$ ，要求做皮肤磨削除皱的激光仪的脉宽小于 $1\ \text{ms}$ 。现代激光仪与 10 余年前的激光仪的最大区别正是在于对脉宽的精确控制，这是现代激光治疗安全性的根本保证。

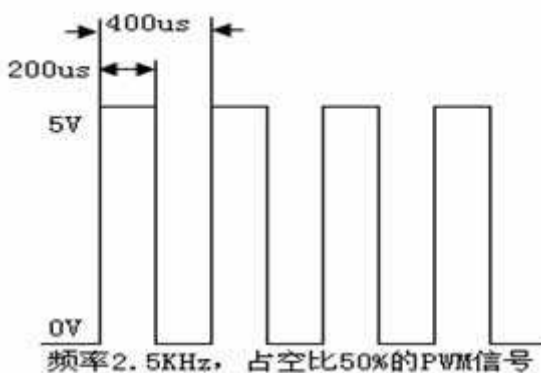


图 2 PWM 信号示意图

超脉冲 CO₂ 激光治疗机不但有连续 CO₂ 激光手术刀的共同特点，还具有本身的优点，可输出高能量高重复频率的的脉冲激光，可满足“激光选择性光热作用”的操作要求，可以迅速有效地去除病变靶组织，最大限度地减少激光对正常组织的损伤，大大提高了医学临床的准确性和安全性。临床实践证明，在进行同一种手术时脉冲激光所使用的激光功率要比连续激光低得多，因而由激光手术引起的组织反应较轻，对周围组织的损伤小，也缩短了手术时间，治疗时产生烟雾少，视野清晰。



图 3 皮肤再生术

超脉冲 CO₂ 激光已广泛应用于耳鼻喉科 (Otorhinolaryngology)，妇科医学 (Gynecology)，神经外科 (Neurosurgery)，一般手术 (General Surgery)，美容学 (Aesthetics)。微桥点阵



治疗 (Bridge Therapy) 技术推出者 Lumenis 医疗激光公司已经研究并生产了各种 CO₂ 激光治疗仪, 像 NovaPulse Series 可用于耳鼻喉科和美容应用, 其他还有波兰的 CTL 公司生产的 MODEL CTL1401 是一款手术仪, 日本 NANO LASER 的 GL-III 可用于口腔科的 CO₂ 激光治疗仪, 目前国内已有 5 个国家级激光技术研究中心, 十几个产品研发机构, 至少有 150~160 家公司在生产及销售激光器和激光配套产品 (2005 年数据)。医疗激光设备生产企业主要集中在上海, 武汉, 长春, 北京, 成都等城市或是周边地区。例如拥有 CO₂ 激光治疗技术的上海激光研究所, 上海嘉定光电仪器有限公司, 广州市激光技术应用研究所 (不列出全部, 排名不分主次) 等。中国的激光技术与西方相比水平并不低, 且中国有 13 亿人口, 故激光医疗器械的潜在需求巨大, 今后 10 年, 我国激光医疗器械市场将迎来一个新的繁荣期, 超脉冲 CO₂ 激光将在这一大浪中起举足轻重的地位。