

激 光 电 源 回 顾 评 述

激光功率的提高向电源制造者提出了困难的任务。

在某些方面，遗憾的是低压低电流电源（如象大学里电子工程实验室所见到的普通实验电源）在整个激光领域还不能找到很多的应用。首先，要是给大多数激光器供电的电源简单得多的话，那么几乎任何可能的激光器使用者都能从架子上拿起一个基本的电源并使它的激光器很快就能运转。其次，降低电源的成本是激光器总成本少得多的部分。在另一方面，维修激光电源的小公司在众多的电源行业中也会减少。

然而它有一个争论点。在激光领域中，欧姆和克希霍夫定律并不都是普遍适用的。很多类型的激光器，涉及到将电能转变成气体动能（包括光泵浦激光介质的泵浦闪光灯），在能量驱使下气体的电特性根本不是简单线性特性。所以，用来驱动激光器电源的改进设备是复杂的，并不是意想不到的。

与激光器类型的某些简单分类方法不同，很难将所使用的各种电源与激光器相比较，因为半导体二极管激光器是直接调制的，这些器件的激励器是电源和调制器的组合装置，因此它们不包括这一类电源。

氮 氩 激 光 器 的 电 源

所有类型的激光器仅有氮氩激光器才可称为标准电源的产品。原因很清楚，过去大约十多年氮氩激光器已经在普通结构上进行了改进。

典型的氮氩激光管（不管谁生产的）在一端是阴极而另一端为阳极，输出功率与管子的长度成正比。因此对一定输出功率的管子的要求是相类似的，它需要从电源得到7~10kW的功率来触发这种管子；一旦放电开始，管中的气体电阻显著减小，因此，电源电压多半是在1400至2800V就能维持激光振荡。低功率氮氩激光管（据说小于2mW）的电源产生的起动电压8kV。大功率氮氩激光管的电源产生的起动电压为10~12kV。

在应用领域的另一方面，包括局部网络，电话用户的分布及短距离传输，其情况还不明朗。需要解决的问题是短波长还是长波长，激光器还是发光二极管，光纤的尺寸和几何形状以及多模光纤还是单模光纤。尚须看看是否单模光纤的发展使其自身进入传输领域，在那里每户用户可用单模光纤连接起来。

译自 Laser Focus/Electro-Optics, 1984 (Sep), P.103,110,112.

晓 晨 译 叶 茂 校

一旦激光器运转，电源的输出电压将在几百伏范围变化(功率较大的氮氖管，电压较高)以保持电源输出电流恒定在大约几毫安。电源的平稳输出电压经激光管的镇流电阻器下降。制造厂对激光管的工作电压通常选择115V交流或12V直流。

Aeroteck公司的LSS系列的氮氖激光管电源是配用在该公司的OEM激光管上的，额定的电流稳定值为 $\pm 0.5\%$ 。如果没有要求，3.5s NCDRH接通延迟电路是可以取消的。这种器件的矩形尺寸大约为4.5×2.5in (7×10×4cm)。

Barr & Stroud公司的EL103型氮氖激光器电源，将用于相干、休斯、光谱物理等公司几个领域的氮氖激光器，它可直接使用，也可以采用适当的镇流电阻器。激光器的工作电流是由改变功率变换级同步校准的稳定反馈以保持输出电流等于标准电流。

休斯飞机公司有一系列的电源适合用于它的氮氖激光管系列，也对OEM的激光管应用很方便。430系列电源的各种型号，配用休斯LF、LF和LC系列激光器。这些电源在特定的输出电压范围内都有很稳定的输出电流，典型的波动值在 $\pm 0.05\text{mA}$ 范围内。5000型电源系列既可用于OEM的激光管，也可在实验室使用，它可产生0.5~7 mW的光输出。这种系列的电源前面板上有普通的锁定控制按钮，而且比430系列的各个型号尺寸稍大。

Laser Drive公司生产了几种系列的氮氖激光电源，每种只有少数的工厂装置选用，因此，实际上任何氮氖管都可以选用。100系列的型号输入12V直流，而300系列则输入115/230V交流，两种系列的转换效率都大于85%，图1示出了Laser Drive公司的314S型电源的方块图。

LSR-Tronic公司生产的H-N12型电源用于小型氮氖激光管，电源重量仅有0.1 lb，直径为0.875in，长3.125in，输入直流电压为9~14V，输出功率为4.5W。

象休斯公司一样，Melles Groit公司也制出了一类配在它自己的激光管系列的电源。的确，LPM系列的各型号电源对Melles Groit公司的激光管编了对应号码以便使用。因为使用大多数的氮氖激光电源是典型的，这种由墙上插头电源工作的装置比其12V直流电源装置有利于降低激光光束的波动性。装置价格大约为120~180美元。

Power Technology公司的L23系列氮氖激光器电源，12V直流工作。L40和L90系列，交流电压115V或230V工作，有几百种结构供选择。因为氮氖激光电源的竞争对手很多，所以Power Technology公司的电源使用开关控制技术，以便产生80%或更高的效率。这通常

意味着该系统的设计师不需要为电源考虑散热片。

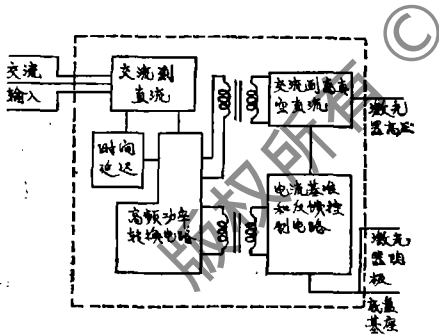


图1 氮氖激光器电源产品特性方块图

离子激光器

离子激光器的长度几乎与氮氖激光器差不多，可以认为元件制造商在这里开辟的市场也会一样好，然而，并不如此。

直到大约三年前，氦激光器大约有两千小时的寿命。相对来说，没有几家初始设备厂家

在使用氩激光器。管子替换（而最近更多的是新产品）是为了延长激光器的实用寿命周期。因此，几乎没有兴趣来发展管子设计的标准型式。的确，今天各种不同的管子结构和工作参数基本都没有一个“标准”。

但是，由于气冷氩离子激光器的发展，在最近几年可能会推进管子设计的标准化。如果这样，离子激光电源市场也会迅速出现。

小型CO₂激光器的电源

低功率CO₂激光器的出现，激发了一些电源原设备厂家市场。但是，其中大部分提供这些电源的公司，仍是为自己制造的激光器使用。

对低功率、放电激励的CO₂激光器，功率调节要求完全类似于氩氖激光器。主要的区别是起动电压和维持电压稍高些。起动时大约要15~20kV，维持激光振荡时稍低点。这种差异以及缓慢增加的工作电流，致使功率损耗是氩氖电源的2~3倍。

Del电子设备公司最近正在研制一种120W小型（12kV，10mA）用于封离式CO₂激光器的电源。这些电源起动电压为17~25kV，工作电压为6~12kV。Del公司正打算把限流电阻的阻值做得更小以改进CO₂激光器系统的效率。

Edinburgh仪器公司提供了四种CO₂激光器电源。每种电源都可以供该公司的一种或多种CO₂激光器使用。因为Edinburgh仪器公司的激光器是一种相当大功率的实验室装置（在PL4型，每路超过20W），电源大小约有办公桌那样大。这种类型可以认为是“小型”CO₂激光器电源大小的上限。

费兰蒂公司生产了一类适合于它用的发射功率为1~30W的放电激励和射频激励波导CO₂激光器。射频激励激光器电源大小约有一本书大，产生的射频功率为70~100W。

Power Technology公司制造了用于波导CO₂激光器的三种类型电源（L29，L94和L89）和四种用于其他小型CO₂激光器的电源，每种输出电流范围在2.5~25mA之间，电压则在2~18kV。这些电源的重量和耗电大约都为典型的氩氖激光电源（体积约为3×6×22cm，重约0.7kg）的两倍。

Ultva Lasertech公司是另一家出售CO₂激光电源的制造厂。该公司有三种型号电源，每种的有效电流稳定在±0.2mA（均方根），电流为3~9mA。输出电压可高达25kV，这些电源尺寸为50×33×20cm，重量为20~27kg，耗电为200~300W。

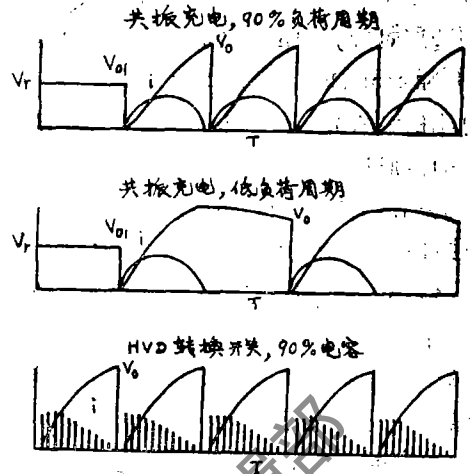


图2 共振充电的典型电压和电流波形。上图表示理想的共振充电器，充电器的频率刚好小于脉冲重复频率。中图表示，如果重复频率比共振频率明显低时的电压降。下图表示，Candela公司HVD系列的放电图形

$V_r = V$ 容器， $V_0 = V$ 输出，
 $V_{01} =$ 第一次发射的V输出，
 $i =$ 放电电流， $T =$ 时间

电 容 器 放 电 电 源

通常，用来驱动激光器的电能储备在电容器内。在有些情况下，可以包括对激光器进行光泵浦触发的闪光灯。在另一些情况，充了电的电容器直接在气体激光介质中放电。

在一种简单的应用中，假若你要发射激光，就要对电容器充电。一个未充电的电容器，对于电源的输出电路就象短路一样。因此，一个几乎充足了电的电容器有很高的阻抗。你立即就会有这样一个问题，即使电阻的功率损耗显著，但通过电阻网络对电容器充电的强迫技术也许会更有效些。

但是，一旦你开始认为电容器进行了重复放电，即使是最适当的重复频率，情况也变得较困难。此时，你必须考虑寄生电容和电感，谐振频率和充电速度。这就是共振充电迟早有用的那些领域。对于有效的运转，必须改变充电频率使之与触发速率密切匹配好。如果实现了这点，充电系统将稍小于假设的触发速率充电（图2上部）。

触发的可变重复率是可取的，如果你被固定的充电频率难住，就会很容易发生象图2中部所示的那些不合乎要求的效应。一种较坏的情况是，如果重复频率低于线频，变压器和电感器就要做得很大而且成本昂贵。要解决这个问题可以包括使用开关电源，其工作频率大约在10kHz范围（从而减小了变压器和充电电感器的尺寸），但是在电容器放电时，将会产生严重的电磁干扰。为此，必须仔细的将电路屏蔽起来。

让我们来考虑更复杂的情况，假若电容器没有被触发，而且没有电抗负载（象未激励的气体）。除此之外，还有先前所提到的所有问题，此时你必须考虑衰减、电压和电流反向损坏电路，以及对操作者的危险。

应用激光电子学公司的152型是一种共振变换器脉冲充电装置，它能产生输出电压高达40kV，充电速率可达每秒1500J。体积约22×20×40cm，重约15kg。较大的302型充电速率可达3000J/s。

Candela's公司HVD系列共振变换器电源有16种不同的工作范围，输出电压从2.5~40kV，其充电速率高达2000J/s，所有的标准的产品装在7in标准的导轨架上。

Ceta公司生产一系列能够适用在高达120kV和高达2kW标准型的高压开关。这些开关的特点：一般都可以调制40%的输出范围，其输出波动小于1%。高密度的包装技术使电源功率与重量比可高达100W/lb。

Del Electronics公司生产了好几种激光用的电源，用于电容充电的RIU系列已能够输出电压高达90kV。关于这种产品系列目前的发展是要使电源输出功率增大到10kW的水平。

Glassman高压公司制造用在研究与发展应用的各种类型的射频-振荡高压电源，EG，LG，WG和PG系列能有效输出电压高达100kV，其电流为1~10mA。

Hartley测量公司有200多种不同型号的高压电源，从相当小的电源范围到作一般应用的如425系列以及大型电源的如（装4个设备导轨）322系列，它们大多数都为用户提供了几种安全保险设备。

Hipotronics公司有几十种各种型号的高功率和低功率高压电源，输出电压为300kV，输出电流大于100mA，功率输出50kW。能用闸流晶体管调节器、消弧电路高能放电螺线管和特殊控制功能的器件来改进这种装置。

（下转第32页）

两个方面入手，提出以下三种方法，以供参考。

1. 两级发射天线法

在球面镜发射天线（称第Ⅰ级发射天线）之后，再加一级由柱面镜和物镜组成的发射天线（称第Ⅱ级发射天线）。由第Ⅰ级发射天线射出的（束散不均匀的）激光束，再经第Ⅱ级发射天线后，在较大方向上的束散获得了进一步的压缩，而在较小方向上的束散保持不变，从而达到改善束散均匀性的目的。这种方法，光学结构比较复杂，并对整个发射天线的体积、重量、成本等都会产生影响。

2. 正交柱面镜法

利用两个（或两组）焦距不等，主截面相互垂直并且它们的两个焦点（如 F_1' 和 F_2' ）互相重合的柱面镜组合结构，来作砷化镓激光器的发射天线，从原理上讲是可行的。在两个主截面内的相对孔径都很小的情况下，经这种发射天线后，束散可压缩得很小，在各个方向上的束散也比较均匀。但在相对孔径较大的情况下，这种发射天线的实际应用就受到一定的限制，这种限制来自使用要求，光学设计，光学加工，成本等诸方面。

3. 激光器发光区成中心对称法

这种方法仍然采用球面发射天线，只是对激光器提出要求。从理想情况出发，发光区域的形状，越接近以某点为中心对称越好；从现实情况出发，采用列阵型砷化镓激光器也能获得改善束散均匀性的效果。

通过以上分析，从发射天线讲，要使砷化镓激光经过它以后，不仅束散大小符合要求，而且还要求束散在各个方向上比较均匀，最好采用非球面透镜。但非球面透镜的采用，往往要受到不少因素的限制，如加工成本、推广通用方面，又远不如球面镜优越。鉴于目前砷化镓激光器价格不贵，采用列阵型激光器与球面镜发射天线相配，或许是简单有效的方法之一。

由于受种种条件所限，对于难免出现的不当之处，望读者给予指正。最后，对积极参与了束散验证实验，并对实验提供了宝贵意见的卿荣生、王正兴等同志，以及参与了单程探测距离实验的冯家宝、李晓川、周兴安等同志表示衷心的感谢。

（上接第26页）

XMR's 3200系列电源在125V, 250V, 1kV, 2kV, 5kV和10kV六个电压档都可以输出3kW功率。其基本电路是可控硅开关系列共振电路，电路上有4个可控硅而不是两个可控硅和两个二极管。这种强迫整流技术避免了封锁并增加了可靠性。电源可与控制器开联做成叠层（多达32层）。这些电源的特点是有一种简单的接口设计，这种设计就可将它们改装用在许多激光系统。这种电源对使用者安全性大并有可行的电路保护选择。

摘译自 Laser & Applications, Dec. 1984, P. 53~58.

邹声荣 译 张承铨 校