**RF CO2激光电源类别与原理**

时间：2011-06-01 20:37:52 来源： 作者：

**1引言**

　　自1973年第一台射频（RF）波导激光器问世至今已26年多。最初是将线圈绕在波导上，实现了RF激励波导激光器的发光。它首次显示了低电压激励的优越性。那时，还有许多不完善的地方。存在的主要缺点是：放电不均匀，耦合效率差、线圈电感太大，限制RF频率的提高，只能在几MHz以下工作等。

　　尽管已有26年多的研制、使用历史，但当前它仍处于发展与改进阶段。其总的研制方向是：降低成本、增长寿命、提高输出功率和效率、减小体积和质量，改进可靠性，提高各项性能指标，以适应各种用途的需要。

　　RFCO2激光器工作频率按ISM规定为27～40MHz；其主要分类如下所述：

　　（1）按输出方式分

　　1）连续输出；

　　2）脉冲输出——调制频率高达1MHz；

　　3）Q开关输出——电光调Q与声光调Q。

　　（2）按谐振腔的工作分

　　1）波导腔——孔径D=1～3mm；

　　2）自由空间腔——孔径D=4～6mm。

　　（3）按激励极性分

　　1）单相；

　　2）反相。

　　（4）按腔体结构分

　　1）单腔；

　　2）多腔；

　　（a）折叠腔：V型——2折；Z型——3折；X型——4折。

　　（b）列阵腔：短肩列阵；交错列阵。

　　（c）积木式：并联—2腔；三角组联—3腔。

　　3）大面积放电

　　（a）平板型，（b）同心环型。

　　（5）按均恒电感分布方式分

　　1）准电感谐振技术—用于低电容激光头；

　　2）平行分布电感谐振技术—用于高电容激光

　　头。

　　（6）按谐振腔材料分

　　1）陶瓷—金属混合型；2）全陶瓷型；3）全金属型。

　　（7）按冷却方式分

　　1）空气冷却；2）水冷却。

　　（8）按封装方式分

　　1）封离型；2）流动型。

　　谐振腔的材料一般为：金属—Al。陶瓷—BeO，BN、AIN、Al2O3等。

**2技术条件**

　　用于CO2激光器的典型工作气体内含有：二氧化碳、氮、氦和氙。氮气和氦气有利于放电的均匀性。氙气对RF放电激光器的功率和效率具有积极影响。添加5％氙气可使功率提高24％。

　　通常单模结构器件，单位长度注入的连续（射频）激励功率限于2～6W/cm，转换效率为10％～20％，对激光电源的一般要求为：稳定可靠、维修方便、效率高、尺寸小、成本低。

　　具体技术条件如下：

　　输入参数：交流输入电压220V；交流输入电流1.5A；开关电源输出直流电压30V,电流8A。

　　RF电源：输入功率160W；工作频率40MHz；输出波形正弦波；带宽△f±3MHz；效率70％。

　　调制器：脉冲调制频率0～100kHz方波连续可调；占空比连续可调；幅度调制度100％。

**3原理电路**

　　RFCO2激光电源由5部分组成［1］，如图1所示。

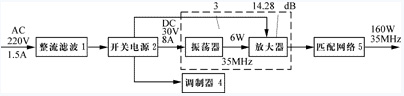


图1 RF CO2激光器电源原理框图

　　图1中第1部分为整流滤波电路，采用全波桥式整流与电容滤波将220V交流变为311V平滑直流。第2部分为开关电源，将311V直流变为100kHz脉冲电流，再经电容、电感滤波后变为30V、8A直流。第3部分包括由振荡器与放大器两部分组成的RF电路（如虚线框内所示）。将输入直流经晶振变为40MHz，6W射频。再经14.28dB增益的放大器，放大后输出为40MHz，160W。第4部分为脉冲工作的调制器。第5部分为匹配网络。

　　本文将重点介绍第3部分和第4部分。电路如图2所示。振荡器由晶体管V2、电感线圈L1、电容器C5、C7、电阻R11、R12、石英晶体振荡器G等组成。晶体振荡电路产生6W、40MHz正弦振荡波，经3：1传输线变压器T，推动推挽功率放大器。推挽功率放大器由晶体管V3、V4，电感L3、L2，电阻器R13、R14、R15，电容器C9、C10和变压器T组成D类电流开关推挽放大器，两个晶体管轮流导通。为了追求小型化，提高效率是关键，因而采用D类电流开关推挽放大器是一种必然结果。这一点可由下述工作过程的分析清楚地看出。

　　当晶体管导通时，C极电流的基波分量为最大，回路中点电压也等于最大值Umax，在中心点处的电压平均值等于电源电压。因此（当UCC≈30V时），

　　由此得出：

　　Umax=（π/2）（UCC－UCS）＋UCS （2）

　　C极回路两端交流电压峰值为：

　　UCmax=2（Umax－UCS）=π（Ucc－Ucs） （3）

　　基波分量振幅为：（2/π）ICC，因而回路产生基频电压振幅为：

　　UCmax=（2/π）ICCR （5）

　　将（3）式代入（5）式即得：

　　ICC=πUCmax/2R=（π2/2R）（UCC－UCS） （6）

　　则输出功率：

　　P0=U2Cmax/2R=（π2/2R）（UCC－UCS）2 （7）

　　DC输出功率：

　　PDC=ICC.UCC=（π2/2R）（UCC－UCS）UCC （8）

　　C极耗散功率：

　　PC=PDC－P0=（π2/2R）（UCC－UCS）UCS （9）

　　由此得出C极效率：

　　ηC=P0/PDC=（UCC－UCS）/UCC （10）

　　可见，晶体管饱和压降UCS越小、效率ηC则越高，若

　　UCS→0，则ηC→100％，这是D类电流开关推挽放大电路的优点，为此设计时应注意尽量选取饱和压降低的功率晶体管。

　　脉冲工作由图1中第4部分调制器控制。调制器的原理电路见图2，它以IC1与IC2为主体，组成幅度键控调制器，属于数字信号调幅的线性调制器［3］。连续工作时，将图2中S开关置于OFF关断位置。脉冲工作时，将S开关置于ON接通位置。脉冲调制的工作过程是：利用一个矩形脉冲序列的基带信号对振荡器晶体管V2的振荡幅度进行控制。由控制振荡电路的起振与停振达到调制的目的。由电位器RP4控制调制频率，由RP7控制脉冲宽度。所以，调制频率与调制脉宽皆可作到连续可调。

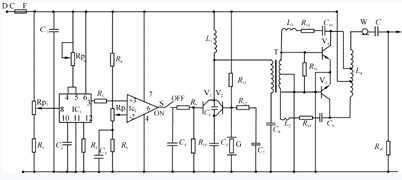


图2RF电路原理图

　　第5部分是阻抗匹配网络。负载阻抗匹配的目的是消除不匹配负载的反射。方法是引入电抗性元件（电容、电感或传输线）。人为地产生一个或数个反射波。使它与原来不匹配负载产生的反射波相互抵消。使激光器的输入阻抗与RF电源的输出阻抗互为共轭复数。匹配网络一般分为两种，一种是集总参数匹配网络，其主要形式有L型、T型、π型等［3］。这种匹配网络的主要缺点是：插入耗损大、噪声大、体积大。另一种是分布参数匹配网络，是1/4波长传输线，这就克服了上述集总参数匹配网络的缺点。它的理论关系比较简单。由传输线任一点上的电压和电流方程即可方便地导出下列1/4波长（或1/4波长奇数倍）阻抗交换方式为：　Z0=（10）

　　式中Z1——电源输出的阻抗；

　　Z2——激光器输入的阻抗；

　　Z0——1/4传输线的特性阻抗。

　　1/4传输线采用SYV－50－3电缆。它一端接电源，另一端接激光头。该RF电源如作积木式结构应用，同时可满足输出激光30W，60W等激光器的需要。

**4结束语**

　　最后是关于激光头的准电感谐振技术。为了使输入射频沿激光器长度，电压分布均匀，加入一对电感并联在谐振腔上下电极之间。这样，由于电感负导纳的补偿作用，使激光器沿长度上的驻波比大大下降，失配角小于9°，理论计算结果电压不均匀度小于3％。