

器件与技术

研究用磁流体振荡器作为光激励器电源

M. L. 叶 贵

将火箭发动机和炸药用作泵浦轻便的高能脉冲光激励器的电源,可能会起重要的作用。这种光激励器可能应用于导弹和卫星的测距系统、高强度的坚固的通讯系统、自动引导装置,甚至可能用于破坏或所谓死光系统中。

军方正在寻求一种能够产生脉冲峰值功率从 25 兆瓦到 10 亿瓦以上,并且能运载的光激励器电源。所要求的脉冲时间和占空因数*(重复频率)将取决于特殊的应用。

目前的光激励器系统一般由 60 周的电源供电,转换为直流电压后集中地储能在电容器组中。利用一个电流成型线圈或网络与电容器对闪光灯放电的阻抗匹配,闪光灯泵浦光激励器晶体。

对于大功率、高占空因数的系统,电容器的体积和电压的建立时间大到难以置信的程度。而且,对于偏僻地区的工作,所要求的主电源可能是不合用的,或经济上是不能实现的。

因此,军方正在投资研究用火箭发动机和炸药驱动的磁流体振荡器代替目前用以泵浦光激励器的高压电源、电容器组以及成型网络。

从事这方面工作的是磁流体研究公司,这是矿山炸药公司的一个分公司。该公司正在研究用炸药和火箭发动机驱动的磁流体振荡器。这家公司还在研究光激励器的核泵浦以及用爆炸式脉冲发生器的激波直接光泵(不用闪光灯)。

据空军的研究合同,磁流体公司由矿山炸药公司资助,最近实现了用 450 克 C_4 成分炸药驱动的 6×8 吋磁流体通道(振荡器)的一个实验,炸药由具有很高导电系数的硝酸铯点火。这台振荡器产生峰值功率为 300 兆瓦、持续时间为 200 微秒,或能量为 60,000 焦耳的一个脉冲。振荡器发出的能量供给一个同轴闪光灯,用以泵浦一个直径为 12 毫米、长度为 30 毫米的掺钕玻璃光激励器棒。

目前,该公司科学家们正计划实现峰值功率为 10 亿瓦,持续时间到 1 毫秒,或能量为 1 百万焦耳脉冲的实验,磁铁及蓄电池电源工作在它的最高设计水平 3.5 韦伯/平方米。在早期

* 占空因数等于脉冲时间乘脉冲的重复频率——译注。

进行的一系列实验中，磁铁减少到 2.8 韦伯/平方米进行操作。

在用炸药驱动的磁流体振荡器的实验中，该公司的科学家们利用一个火焰反射器保护磁铁表面不受炸药火焰的破坏。通道本身用迈勒(Mylor)膜片密封，并在每次发射前要抽空到 10 托。通道中的一个电极与外部的压力容器接地，而另一个电极在通道壁的端部附近用绝缘物与外壳绝缘，电流从电极穿过通道壁流到外面的负载上。

该公司的科学家们利用不同种类和数目的闪光灯串联或并联，使负载阻抗与振荡器的阻抗匹配，来代替用电流成型网络匹配振荡器阻抗与闪光灯阻抗的办法。

按照该公司科学家的 10 次发射试验报告说，侧壁和电极都能经受住多次点火，一套侧壁和电极曾连续发射过五次。

在最近进行的一系列实验中，把炸药作成 1 吋厚度的矩形装药，安装在人造萤光树脂中，中间隔着一层对火焰反射器真空密封的隔层，在前表面点火。一般的发射程序是，要把人造萤光树脂隔层和磁流体通道抽空，同轴闪光灯也要抽空，并且每次发射前都要充纯氩气。然后给磁铁供电，并用放在人造萤光树脂隔层外部的平面波发生器使炸药装药爆炸。

磁流体通道机械能转换为电能的转换效率约为 25%，而由炸药的化学能转换为输出电能的总转换效率约为 1%。进一步的研制工作是期望转换效率得到改善，从而减小系统的体积和降低价格，这就会使炸药驱动的磁流体振荡器与一般的电源产生有力的竞争。该公司认为，一百万焦耳系统的造价将为 150,000 美元。

目前的发展

即使在目前发展阶段，该公司的科学家们也坚信，对于光激励器的泵浦电源来说，炸药驱动的磁流体振荡器与一般的电容器组比较，具有一些显著的优点：简单，功率密度高，可以运载，准备迅速，反应快，能够多次发射以及在一定限度内很容易改变脉冲长度和峰值功率。

该系统能够随时处于准备状态，并且利用超导或类似的永久磁铁，反应时间可达几微秒。就体积大小而论，他们认为，该装置能产生比一般电容器组的电源装置大得多的功率，因此非常容易运送。

增加所用炸药的数量和通道的截面面积，可以增加输出功率。增加通道长度，能增加脉冲的持续时间，有可能达到 2 毫秒。军方的兴趣显然是想在单个脉冲中获得尽可能高的峰值功率，而对于各种不同的应用来说，直流脉冲的持续时间范围从几毫微秒到几分(尚有射频脉冲)。该公司的科学家们目前认为，炸药驱动的磁流体振荡器脉冲的实际上限是 1 毫秒。也有可能突破到 2 毫秒以上。但该公司认为，对于持续时间更长的脉冲，它必须由炸药改用固液混合的火箭推进剂，仍旧用增加导电系数的方法进行点火。

联合航空公司的联合技术中心(UTC)是从事这一领域工作的另一家公司。根据陆军研究合同，该中心致力于用液体燃料火箭发动机驱动的磁流体振荡器方面的研究。在试验初期，该单位的科学家们使用了一个小型烧氧气的液体燃料发动机和一个固体树脂玻璃燃料的火药柱，铍点火剂是在此火药柱内均匀分布的，这台示范装置的输出功率约为 1 瓦。

该中心的科学家们目前正在研制钾点火的树脂玻璃燃料的火药柱，在他们克服了目前装

置所存在的缺陷以后，将进展到一个极高温度的推进剂系统。他们想在最近的三、四个月内制造一台能够产生脉冲功率 50~100 瓩的液体燃料火箭发动机驱动磁流体振荡器。在这以后，该公司的科学家们将突破 25 兆瓦的功率。他们相信，利用一台液体燃料的发动机或一台直径为 120 吋的固体燃料发动机都能在磁流体通道内产生 1,000 兆瓦的功率。

该中心正在研制的脉冲持续时间范围从 1 毫秒到 1 分。公司的科学家们声称，增加固体燃料火药柱的垂直壁厚，就可达到更长的持续时间，但是目前的主要兴趣显然是毫秒范围的脉冲宽度。

他们至今的工作仍然是处于初期的研究阶段，已经成功地验证了这种可能性，即使在高温，快速响应时间以及重复频率也能安全工作。他们的液体燃料发动机持续时间可达 60 秒。据说，每 20 秒钟能够十分可靠地重复这种脉冲。

公司的科学家们确信，他们将来一定会得到高于 1% 的化学能转换为电能的总转换效率。

阿夫科公司的报告

阿夫科公司已经成为在氧气和煤油燃料发动机驱动磁流体振荡器研究领域内的先驱者之一。报告说，它现在对光激射器和雷达应用的短脉冲、大功率的振荡器已经不感兴趣了。

该公司在麻省哈威希尔(Haverhill)展出了自己的振荡器，持续时间到 1 分，总功率 31.3 兆瓦，净功率 23.6 兆瓦——差额等于磁铁消耗的功率。

该公司现在正在为阿诺德工程发展中心制造一台 20 兆瓦的振荡器。这台装置将用于低压风洞的供电，并且还准备用作一台大装置的标准。



工程师 A. L. 赫茨曼(左)和物理博士 J. J. 阿尔伯特观察联合技术中心的磁流体研究计划中所使用的小型液体燃料火箭发动机的石墨喷嘴(在手上)。图中前面的柱状物是火箭发动机的石墨混合器(左)和混合器燃烧室的襯套。该中心的科学家们想在最近的三、四个月内制造一台能够产生脉冲功率 50~100 瓩的液体燃料火箭发动机驱动磁流体振荡器。

译自 A. W. & S. T., 1965, 82, №26, 85~87 (王明常译 向立人校)