

激光技术在航天领域的应用 ——激光火箭推进

王 军

武 文 远

(解放军理工大学工程兵学院研究生二队 南京 210007) (解放军理工大学理学院 南京 210007)

自 1960 年,美国人梅曼研制成功世界上第一台激光器—红宝石激光器,到现在已 40 多年了,随着激光技术的不断发展,新型激光器不断研制成功,激光技术已广泛应用于军事、通讯、医疗、计算机等各个领域。激光具有高度的单色性、方向性、相干性、瞬时性和高亮度等特性,这些特性使激光具有远距离传输能力,使人们想到利用激光束作为动力把卫星送入太空。激光推进器是激光技术和航空航天技术同时得到较大发展后,于 20 世纪 70 年代初提出出来的一种全新的推进方式。

1. 激光火箭推进的优点

现在的无线电技术已经顺利实现了地球与空间飞行器之间的通信,而相干辐射的激光与微波相比具有波长短、衍射损失小等特点。这种高方向性和高相干性的激光辐射的传输距离比微波远得多,如果能与信息以无线电波传输的方式一样,将能量以激光的形式传递出去,传输给火箭发动机作为动力,那么航空航天飞行器就可以不必要自己携带燃料而靠地面或者空间轨道上的激光器供给能源,把卫星等有效载荷送入空间预定轨道,即可实现激光推进。与传统的化学燃料火箭发动机相比,激光火箭推进器具有许多潜在的优势。

第一、实际发射的价格低。由于激光火箭发动机基本上不用自己携带燃料,所以激光火箭上所携带的中性推进剂或气体介质只有化学燃料火箭推进剂的 1/10,使激光火箭本身的成本降低;并且可以简化和减少地面发射场上许多昂贵的附属设备。

第二、安全可靠。由于激光器不在火箭上,使火箭上的发动机结构变得十分简单,提高了发射的可靠性;发射以前不需要像化学燃料火箭那样复杂的准备工作,并且可以减少火箭推进剂加注时产生的废气污染。

第三、可以高频次地进行发射。

14 卷 6 期(总 84 期)

第四、由于这种激光火箭的能量几乎全部由外界提供,所以实用的有效载荷可达它的发射重量的 10% ~ 30%,而传统的化学燃料火箭的有效载荷与发射重量之比仅为 0.10% ~ 0.20%,这就可以大大提高有效载荷量。

2. 激光推进火箭的基本原理

激光是一种相干性、单色性、方向性和强度均极高的辐射能量源。激光推进火箭的基本原理是将激光能量经过远距离传输来加热火箭发动机中的中性推进剂或气体介质,激光加热使发动机内部温度急剧上升,形成高温、高压气体或等离子体,然后从发动机喷管中喷射出来,从而产生推力。如图 1 所示。

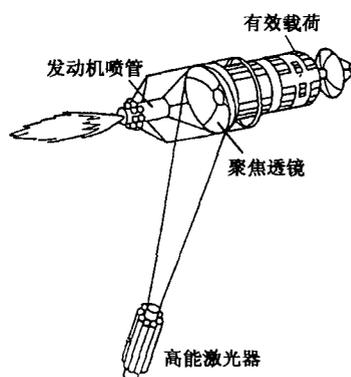
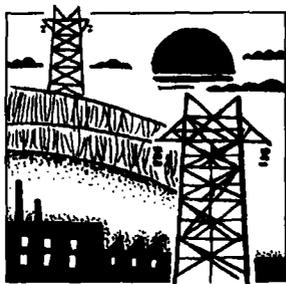


图 1

激光推进火箭发动机采用吸气式循环发动机。激光推进火箭上携带有少量中性推进剂,以便在高空时,大气密度稀薄时代替空气继续工作。与运载火箭分开的设在地面的强激光器将功率几十兆瓦的强激光束射向火箭;在火箭中心部分的舱罩外,围绕着一圈初级透镜,透镜表面有一组特殊的定位器接收激光束。初级透镜的下部是一组二级透镜,每一件二级透镜都能将反射光束汇聚在一组三级透镜上,然后三级透镜依次射出直径为 2cm 的激光束,射向柱形喷管,使那里的气体介质在骤然间被加热到约 4000℃ 的高温,使气体分子电离,形成等离子区,



高压直流远距离输电

司德平

王新绍

(平顶山市一中 河南 467001) (叶县高级中学 河南 467200)

现代远距离输电工程中并存着高压交流输电和高压直流输电两种方式。现行高中物理第二册第111页指出：“实际(交流)输电线路中，导线的电感和电容的影响也会引起很大的电压损失。要彻底解决这个问题就要用直流高压输电”。但是，现行高中物理教科书主要介绍了高压交流远距离输电，而没有详细介绍高压直流远距离输电。因此，本文就介绍高压直流远距离输电，供大家参考。

1. 输电方式的变迁

人类历史上最早的输电方式是从直流输电开始的。1874年，在俄国彼得堡第一次实现了直流输电，当时的输电电压仅100V。之后，美国爱迪生电灯公司在美国发展了一整套为白炽灯供电的直流发电配电系统，先用120V，后改用240V供电。随着直流发电机制造技术的提高，到1885年，直流输电电压已提高到6kV。但要进一步提高大功率直流发电机的额定电压，存在着绝缘等一系列技术困难。又因不能直接给直流电升压，使得输电距离受到极大的限制，不能满足输送容量增长和输电距离增加的要求。

19世纪80年代末发明了三相交流发电机和变压器，特别是发明了结构简单、运行可靠、价格便宜的异步(感应)电动机，使交流电的应用得到进一步的发展。1891年，世界上第一个三相交流发电站在德国劳风竣工，以30kV高压向法兰克福输电。由于

交流高压输电比低压直流输电电能损失小得多，美国威斯汀豪斯公司积极推广使用交流电，短时间内输电技术从直流输电转为发展交流输电。但是，随着电力系统的迅速扩大，输电功率和输电距离的进一步增加，交流输电遇到了一系列不可克服的技术困难。

20世纪30年代，大功率换流器(整流和逆变)的研究成功，为高压直流输电解决了技术困难。直流输电作为解决输电技术困难的方向之一，又重新受到人们的重视。这样，解决远距离输电的出路又戏剧性地转向了直流输电。1933年，美国通用电器公司为布尔德坝枢纽工程设计出高压直流输电装置；1954年，从瑞典本土到果特兰岛，建起了世界上第一条远距离高压直流输电工程；1977年，我国在上海市建成了第一条31kV直流输电工业性试验线路。我国超高压直流输电工程，有从葛洲坝至上海的500kV线路和青海龙羊峡至北京的输电工程。另外还有，20世纪80年代开始在舟山建造的100kV直流跨海输电试验工程。

2. 交流输电遇到的技术困难与直流输电的优点

2.1 输电线的感抗

交流输电线不但有电阻，而且还有电感。较细的导线，电阻的作用超过电感。在输电功率大，输电导线横截面积超过 95mm^2 的情况下，对50Hz的交流

1.85毫微秒输出1万焦耳的能量，可将气体介质加热成1万电子伏特的等离子体，结果压力急剧升高到几百个大气压，发生微型爆炸，产生冲击波，由此产生的反作用力，把火箭推向高空，最终把载荷送入预定轨道。

3. 激光推进火箭的发展趋势

总之，激光推进火箭虽然在世界上已提出20多年了，许多国家也进行了一些研究和试验，但对于航空航天技术仍然是一个全新的概念，真正实现激光

火箭推进在技术上还有许多难题。例如：如何加工耐高压耐冲击的大尺寸激光透镜、强激光的大气传输、高温等离子体如何控制等等。但是与传统的化学火箭相比，无论在技术上还是在经济上激光火箭都好有着显著的优势。美国宇航局的激光阿波罗计划，日本航空宇宙技术研究所与大阪府立大学联合进行的激光推进模型船的试验获得成功，都标志着激光火箭推进具有辉煌的前景。