

从战略防御转向战区防御的激光武器

任国光

(中国工程物理研究院应用物理所,北京,100088)

摘要: 本文主要评述了随着国际战略格局的变化,美国调整星球大战计划后,强激光武器的发展动向。

关键词: 强激光武器 战区防御

The laser weapons of shifting from strategic defense to theatre defense

Ren Guoguang

(Institute of Applied Physics, CAEP)

Abstract: This article mainly reviews the developing trend of powerful laser weapons after US adjusts the "Star War" to suit the changes of current strategic international situation.

Key words: powerful laser weapons theatre defense

一、阿斯平宣布“星战时代结束”的意义何在?

美国国防部长阿斯平 1993 年 5 月 13 日宣布,将把战略防御的重点从空间防御导弹系统转向地基弹道防御系统,主要的目的是防御冷战后的新威胁:“携带常规或非常规弹头的飞毛腿型导弹,并把战略防御计划改名为弹道导弹防御计划^[1]”。随着计划的名称和重点的改变,阿斯平宣布“星球大战时代”结束。同时阿斯平还宣布将继续研究天基武器,并保持弹道导弹防御计划 1994 财政年度的预算不变,仍为 38 亿美元^[2]。

依照美国对未来一段时间内可能面临的实际威胁的分析,克林顿政府主张把弹道导弹防御的重点放在更加务实的目标上。首先是研制能击落短程弹道导弹的新一代武器,部署战区导弹防御系统,保护美国的海外军队和盟国。其次是发展对付远程导弹的陆基国家防御系统,保卫美国本土免遭有限的洲际弹道导弹的攻击。第三是研究未来的先进防御技术,确保美国在这一领域的领先地位和保留在未来需要时部署更有效系统的选择。

克林顿政府对反导计划项目优先次序的选择是人们预料之中的事,在布什执政期间已开始了这种转变。1983 年里根政府制定战略防御计划的最初目的是要摧毁苏联数千枚核导弹的攻击,随着苏联的演变和解体,甚至连战略防御计划的支持者也看到了它的主要目标应转向用

于防御有限攻击,这一新概念在布什 1991 年的国情咨文和 1991 年国会通过的导弹防御法令中得到了确认。海湾战争中伊拉克发射了飞毛腿导弹,使美国认为第三世界国家的导弹已构成现实的威胁,加上“爱国者”反导导弹获得成功,这就加速了战略防御计划的重点转向技术上相对比较成熟的地基防御系统,特别是战区防御武器,而把智能卵石拦截弹、强激光等高新技术武器列入研究计划。

那么阿斯平宣布“星球大战时代”结束,到底预示着有什么重大变化呢?采用弹道导弹防御计划这一新名称,反映了克林顿政府将把美国在冷战后面临的新威胁放在最重要的位置,当然它也意味着把共和党人里根的“战略防御计划”变成了民主党人克林顿的“弹道导弹防御计划”。除此之外,恐怕唯一的重大变化要算该计划将不再向国防部长汇报工作,而是向负责采购的副部长汇报工作。这也就是说导弹防御计划将从研究技术转向研制和采购作战系统。阿斯平宣布“星球大战时代”结束可能意味着空间的军备竞赛结束,至于是否能削减导弹防御计划的经费还要走着瞧,因为要部署作战系统经费就少不了。

在战略防御计划中,激光武器技术的研究工作取得了许多重大进展,但要研制和部署一个能对付洲际弹道导弹攻击的激光武器系统仍很遥远,而且目前也没有这样的需求,因此它作为长期项目将缩小为一个小规模的研究计划。由于经费所限,项目将收缩。今后可能主要支持输出功率已达兆瓦的 Alpha 化学激光器,同时将强调阶段成果的中间应用。小型自由电子激光器将用于外科手术和制造千兆比特的计算机芯片,实验室 X 光激光器将用于生物活细胞全息照相和金属板印刷术。作为长期研究计划,国防部正在考虑是否把包括智能卵石拦截弹和定向能武器在内的后续技术移交给国防部高级研究计划局^[3]。

二、美国各军种和弹道导弹防御局大力发展战区和战术激光武器

苏联解体结束了世界格局的两极体制,新的世界战略格局正在向多极发展。各国相继开始了重大的军事调整,强调对付局部战争。随着战略防御的重点开始向战区防御转移,激光武器也将从战略应用转向战区和战术应用。为了应付未来的高技术局部战争,美国海陆空三军,以及国防部弹道导弹防御局和高级研究计划局都在加紧发展战区激光反导武器,战术激光防空武器和致盲武器。

1. 战区激光反导武器

美国中央情报局局长伍尔西估计^[4],目前至少有 12 个国家拥有弹道导弹。至少 25 个国家可能已有或正在发展核、生物和化学武器。因此携带大规模毁灭性弹头的弹道导弹将是最大的威胁。美国空军和战略防御计划局已于去年开展了机载激光武器研究计划^[5]。同时美国陆军也在代号为“防御者之光”的计划里研究高空无人机载激光武器技术^[6]。空军今年制定了机载激光武器的演示计划,打算于 90 年代末建造和演示用于战场的机载激光系统样机,它能摧毁处在助推段的敌方弹道导弹。空军将在 1994 年 1 月前签定两个相互竞争的合同,分别进行概念设计。在评审之后,将于 1996 年选择两个设计之一,进行先进技术演示计划,它将验证在 120~3000km 距离内捕获、跟踪和杀伤助推段弹道导弹所需的各项技术,最后作打靶试验^[7]。此项耗资 8 亿美元、为期 8 年的计划目前已进入了关键的发展阶段。

空军将导弹防御研究重点转向机载激光武器,是星球大战计划激光武器发展方向上具有重大意义的变化。因为从当前的国际形势和美国的国防预算来看,SDIO 已不可能支持大型的

战略激光武器计划,强激光武器的未来可能要取决于较快地实现不那么昂贵的有效系统,尽早进入战场。从当前的军事需求、技术可行性和所需经费来看,机载激光武器将是首要的选择。同时,空军和陆军对机载激光感兴趣,可能是使强激光从实验室走向战场的关键一步。

机载激光武器将利用激光近零的作战时间和射程远的特点,击落处在助推段的战术弹道导弹(如飞毛腿式的导弹),从而确保弹头内的放射性、化学和生物成分落在发射方的国土内。另外早期命中导弹还能使集束式弹头,在其子母弹释放之前就被击落。据该计划负责人介绍,重 45t 的数兆瓦激光器及其辅助设备将由宽体飞机载至 12km 的高空巡航,在敌方战术弹道导弹发射后 1min 内将其击落。初期的激光射程为 100km,最终将达到 400~500km。机载激光武器中的最大难题是大气湍流引起激光束畸变和研制小型大功率激光器。在空军的计划中考虑了四种激光器,但计划的第一阶段(100km 射程)将采用化学氧碘激光器^[8]。而陆军的无人机载方案将以研制二极管泵浦的固体激光器为基础^[9],这种新型激光器除具有效率高、寿命长、光束质量好的优点外,其波长短和体积小、重量轻、耐冲击和振动的特点,在激光武器的应用中具有特别重要的意义。关系到机载激光武器成败的关键技术是能否使激光束水平穿过大气而不会发散或严重畸变。尽管空军从去年到今年初进行的多次飞行试验结果表明,大气湍流对激光传输的影响没有预料的那么严重^[10],但还有许多更深入的工作要做。当然无人机载方案由于飞行高度更高,大气更稀薄,激光的杀伤力将更加有效。空军和 SDIO 的高级官员认为利用 SDI 几年来在激光研究方面取得的进展和近 20 年来空军机载激光实验室的成果,有可能在 90 年代末进行机载激光武器的全面演示试验。

由于军用卫星在海湾战争中的重大作用,而且到 2000 年可能将有高达 30 个国家有卫星侦察能力,空军领导认为没有对付敌人卫星的能力,美国就不可能在 21 世纪的冲突中保护他的部队。因此空军制定了一种战略,投资支持用于控制空间的几种先进武器,空军承认他们还在研究地基激光反卫星武器^[11]。空军一直在研究地基系统的激光器,跟瞄技术、大气补偿和信标技术,今年夏天在柯特兰空军基地星火靶场开始运行的 3.5m 口径望远镜将是世界上最大的低轨卫星跟踪装置,它装有能补偿大气湍流的自适应光学元件阵列^[12]。如果它与一台有足够功率的激光器相配合,就能构成中等功率反卫星武器的基础,它随时可以在较短的时间里发展成武器系统。空军的这项计划被认为是他们支持控制空间的最明显的信号。发展地基激光反卫星武器除了技术和经费问题之外,最大的障碍来自政治方面。

2. 舰载反导激光武器

由于目前已有 40 多个国家拥有反舰导弹,这对海军舰只的威胁大大增加了。特别像反舰巡航导弹这样的掠海飞行的机动导弹,使得军舰的火炮失去作用,且大大降低了自卫导弹系统的效能,而对海军水面舰只构成了严重威胁。激光武器是美国海军迅速发展的舰只自卫计划的一部分。美国 TRW 公司建议把改进的中红外高级化学激光器安装在军舰的 5in 口径火炮内,用来摧毁高级反舰导弹,目前正在研究进行舰载高能激光武器系统演示试验的可能性^[13],但由于成本太高(约 5 亿美元)还未被采纳。现在海军正在研究比较便宜的杀伤传感器的通用激光器,他们希望用舰载火炮发射激光装置,使反舰导弹的光学传感器致盲。目前正在波音公司研制的两种致盲激光器,将在 1995~1996 年进行海上试验^[14]。

3. 战术激光防空武器

海湾战争中,多国部队大量使用了巡航导弹、精确制导空地导弹、辐射导弹和隐形飞机,取得了很好的作战效果。这些武器的使用,极大地提高了空袭的隐蔽性、突然性和准确性。这些

具有低空、高速、准确和隐身技术的武器,对防空武器提出了反应时间短、应变能力强、抗电磁干扰等苛刻的要求。而激光防空武器所具有的独特优点,使它有可能成为 21 世纪的重要防空武器之一。

TRW 公司准备为陆军研制一种全新的防空武器,用来摧毁敌方飞机、巡航导弹和无人驾驶飞行器。去年 10 月陆军与 TRW 公司签订了耗资 16.8 万美元、历时 9 个月的合同,评估激光防空系统的可行性。TRW 的研究成果建议,利用战略防御计划的技术研制新的激光防空系统。这一称为“通用区域防御综合反导激光系统”,将把一台中等功率的激光器安装在重型军车上,它发射的激光束能摧毁 15km 远处的目标^[15]。

激光防空系统有潜力,特别令军方感兴趣的是它的反应速度快和作战效费比高(每发仅 3000 美元,而被毁导弹至少每枚数十万美元)。当然激光武器的效能要受到天气和地形(山脉和森林)的影响。防空激光武器的两大难题是,如何把激光武器安装在机动车辆上和恶劣的气候条件下如何操纵激光武器。

另外空军也在发展微波武器和等离子体武器,用来攻击或损坏空中目标^[16]。

4. 反传感器激光武器

美国国防部 1992 年的报告“21 世纪陆军的战略技术”认为,反传感器激光武器特别有前途^[17]。美国各兵种一直在研究使光学传感器和军人致盲的激光器,有些系统已能用于战场。在海湾战争中,美国陆军运了两台“鲑鱼”反传感器激光器到中东,但由于战争结束太快而没有用上。陆军目前还在研制重仅 10kg 的便携式反传感器激光器。可能最有代表性的是美国国防部高级研究计划局正在发展国防部 90 年代中期到末期的战术激光武器,所用固体板条激光器的能量为 10J,重复频率 10Hz,重 160kg,体积 0.15m³。可用来损伤传感器,直升飞机和飞机,以及致盲敌方士兵,这种战术激光武器将在明年进行演示试验^[18]。美国国会已建议把它提供给美国三军使用。作为 21 世纪的战术激光武器,可能将采用二极管泵浦的固体激光器,利弗莫尔实验室研制的这种新型激光器平均输出功率已达 1000W。

三、结束语

激光武器能在瞬间将大量的能量射向目标,提供了一种崭新的杀伤机制,具有使军事能力产生真正突破的潜力,有可能成为 21 世纪的武器。尽管发展大型激光武器系统还有一些技术问题要解决,但看来美国不会放松战区激光武器和战术激光武器的研究活动。同时随着高技术武器装备的发展,激光技术已渗透到各个军事领域,特别是激光制导、激光测距和目标指示、激光雷达和激光通信。激光制导炸弹在海湾战争中的重大作用,更是举世皆知。可以认为,激光技术和激光武器在未来高技术战争中的广泛应用,将使常规战争发生革命性变化。

参 考 文 献

- 1 Opall B. Defense News, May 17~23, 1993, 1
- 2 Aerospace Daily, May 14, 1993, 275
- 3 Finnegan P. Defense News, May 10~16, 1993, 3
- 4 Kranthammer C. The Washington Post, May 21, 1993
- 5 Polsky D. Defense News, April 27~May 3, 1992, 1
- 6 Henderson B. AW & ST, July 20, 1992, 24

Ⅱ B型 LBO 光参量振荡器

韦春龙* 范琦康 邱文法

(浙江大学光科系, 杭州, 310027)

摘要: 本文报导 0.532 μm 波长泵浦的 Ⅱ B型 LBO 光参量振荡器的运转特性。在简并点附近, 获得 <3.5nm 的输出线宽, 效率约为 1.8%, 并对所得结果进行了讨论。

关键词: LiB₃O₆; 光参量振荡器

Type Ⅱ B LBO optical parametric oscillator

Wei Chunlong, Fan Qikang, Qiu Wenfa

(Dep. of Opt. Engineering, Zhejiang University)

Abstract: A type Ⅱ B LBO OPO pumped by SHG of a Nd : YAG laser is successfully operated. The linewidth of less than 3.5 nm and energy conversion efficiency as high as 1.8% are obtained at about degeneracy point. The results are discussed.

Key words: LBO OPO

* 现工作单位, 上海科技大学无线电系; 邮编 201800。

- 7 Inside The Pentagon, July 22, 1993; 3
- 8 Aerospace Daily, May 5, 1992; 197
- 9 Josephlovece J. Defense Week, January 4, 1993; 3
- 10 任国光. 激光与红外, 1993; 23(4); 2
- 11 Scott W. AW & ST, March 22, 1993; 56
- 12 Hudson N. Space News, April 26~May 2, 1993; 10
- 13 Higgins T. L F World, January 1993; 17
- 14 Ferrira D, Marcell F. Naval Engineers Journal, May 1993; 105
- 15 Holzer R. Defense News, April 26~May 2, 1993; 3
- 16 Muradlan A. Defense News, June 21~27, 1993
- 17 Defense News, October 5~11, 1992; 43
- 18 Hecht J, New Scientist, 1992; (8); 27

* * *
作者简介: 任国光, 男, 1938年5月出生。研究员。现从事强激光技术发展研究工作。

收稿日期: 1993-10-20