

美国机载激光器研发近期进展情况及未来前景

陈 黎

(中国航空工业发展研究中心,北京 100012)

摘 要:机载激光器(ABL)是目前美国研发的各种定向能武器中较为成熟的一种。到2010年,ABL项目已经进入了实际拦截试验阶段。本文首先回顾了2010年内ABL的各次拦截试验情况,然后对ABL项目通过这些试验所取得的主要成绩进行了简单总结,并对该项目当前面临的主要问题进行了分析,最后简要介绍了ABL项目的现状及其未来前景。

关键词:机载激光器;机载激光试验台;化学氧碘激光器;定向能武器;弹道导弹防御

中图分类号:TJ955

文献标识码:A

Development status and prospects of American airborne laser

CHEN Li

(Aviation Industry Development Research Center of China, Beijing 100012, China)

Abstract: The airborne laser(ABL,ALTB)is one of the most mature of the various directed energy weapons(DEW)which U. S. is developing. From the beginning of 2010,ABL program has entered a new stage in which several actual intercept tests is scheduled to be conducted. This article firstly review the three actual intercept tests which have been conducted in 2010. Subsequently,we briefed the achievements that the ABL program has acquired from these tests, and analyzed the main problems that the ABL program are facing in present. Finally,we talked about the current status and prospect of the ABL program.

Key words: ABL;ALTB;COIL;DEW;BMD

1 引 言

ABL是以波音公司为主承包商、诺斯罗普·格鲁门公司和洛克希德·马丁公司为分承包商的工业团队,与美国防部导弹防御局(MDA)合作发展的用于拦截助推段弹道导弹的高能化学机载激光武器系统。该项目于1996年11月正式启动,到2008年底实现了全系统集成,随后于2009年进行了系统耐飞性测试、飞行中低功率出光、飞行中高功率出光等一系列试验。到2010年ABL项目进入实际拦截试验阶段,目前已进行了三次拦截试验对ABL的各项作战功能进行测试验证^[1-3]。

2 2010年ABL各次拦截试验情况回顾

在2010年内,ABL除了平时进行的各种日常测试外,还在加利福尼亚州中部穆谷角(Point Mugu)美国海军空战中心武器系统分部的海上靶场上空进

行了三次重要的实际拦截试验,其中首次试验获得了成功,后两次均告失败。在这几次试验中,ABL在拦截弹道导弹时的典型作战过程是:ABL载机(编号YAL-1A,是一架经过特殊改装的波音747-400F飞机)先利用机上的红外传感器探测处于助推段的导弹,随即发射一束低能激光跟踪目标,之后再发射第二束低能激光进行测算并补偿大气扰动,最后发射兆瓦级高能激光照射导弹,直至其关键结构损坏并最终在空中解体,若顺利的话整个过程将为时不到两分钟^[1,4-5]。以下为2010年内ABL各次拦截试验的具体情况。

2010年2月12日,ABL进行了首次助推段弹

作者简介:陈 黎(1972-),男,高级工程师,硕士,主要研究方向为军用飞机及机载武器发展。E-mail:cl1872@sina.com

收稿日期:2010-11-22;**修订日期:**2010-12-09

道导弹拦截试验。此次试验的射程为 50 mil (约 80 km), 其拦截目标是 1 h 之内接连发射的两枚短程弹道导弹靶弹 (其中一枚为液体燃料, 另一枚为固体燃料)。在试验中, ABL 首先顺利地摧毁了处于助推段的液体燃料导弹靶弹, 随后又成功地探测、捕获到了同样处于助推段的固体燃料导弹靶弹, 并对其进行了高能激光照射。但是在靶弹被摧毁之前, 由于系统出现异常导致激光器自行关闭, 中断了对目标的照射。ABL 系统随后很快就重新恢复到准备就绪状态, 但并没有做再次照射进而摧毁目标的尝试。尽管这样, 按照相关的测试标准, 美国导弹防御局仍判定整个试验达到了预期目的^[3-4]。

2010 年 9 月 1 日, ABL 进行了第二次拦截试验。此次试验原计划在 8 月初进行, 但是因为靶弹、跟踪系统软件、跟踪摄像冷却系统和热旁路真空管等相继出现技术问题, 致使试验前后共被推迟了 4 次。此次试验的射程与 2 月 12 日进行的那次相比增大了一倍, 达到 100 mil (约 160 km), 其靶弹是一枚液体燃料火箭。在试验中, ABL 虽然成功地对靶弹进行了探测、跟踪和高能激光照射, 但是因为激光束控制软件出现故障, 致使高能激光束偏离了瞄准点中心, 最终拦截试验失败^[6-8]。

2010 年 10 月 21 日, ABL 进行了第三次拦截试验。此次试验射程与 2 月 12 日进行的那次一样, 又退回到 50 mil (约 80 km), 其靶弹是一枚固体燃料火箭。试验中, 尽管 ABL 上的红外传感器成功捕获到了靶弹的尾焰并且一直对其保持跟踪, 但是 ABL 没能随后转入到主动跟踪状态, 因此没有发射高能激光束以摧毁目标, 拦截试验宣告失败。截止至本文发稿日, 美国导弹防御局仍然没有正式公布此次试验失败的原因, 只是初步判断可能是系统内某个真空管发生了故障从而导致 ABL 没能转入主动跟踪状态^[9]。

3 2010 年 ABL 项目取得的主要成绩

2010 年 ABL 进行的三次拦截试验中, 以 2 月 12 日进行的那次试验意义最为重大。该次试验是 ABL 系统首次在飞行中使用高能激光拦截助推段靶弹, 并且实现了在较短时间内接连拦截两个目标, 这表明 ABL 样机研制工作已接近成熟, 不仅为今后的实用化发展打下了坚实的基础, 其雄厚的技术储备也可以转用于其他高能激光武器系统的发展。因此此次试验的成功, 对 ABL 项目甚至美国航宇工业界来说都具有里程碑式的意义, 其亮点主要表现在以下几个方面。

3.1 ABL 首次击落能模拟“典型威胁”目标特性的靶弹

就在此次试验前不久的 2 月 3 日, ABL 曾首次进行了飞行中使用高能激光摧毁探空火箭的试验, 尽管该火箭与 2 月 12 日试验中未能摧毁的那枚靶弹相似, 也采用了固体燃料, 但美国导弹防御局发言人称这种火箭并不能完全反映弹道导弹的特性。而在 2 月 12 日拦截试验中使用的两枚液体/固体燃料短程弹道导弹靶弹, 更能代表 ABL 设计中需要对付的“典型威胁”, 如: 原苏联研制的“飞毛腿”(Scud) 战术弹道导弹以及美国眼中的部分“流氓国家”在其基础上发展而来的各种改型导弹。通过此次试验, 证实了 ABL 发射的激光束对毁伤液体和固体燃料两种类型的弹道导弹同样有效, 只不过后者所需的照射时间更长一些^[5]。

3.2 ABL 首次成功实现助推段导弹拦截

美国一直对助推段导弹拦截怀有浓厚兴趣, 这主要是因为处于助推段的弹道导弹飞行速度较慢、发动机尾焰红外特征信号强因而易被探测拦截, 而且一旦拦截成功, 被击落的导弹残骸碎片以至其战斗部 (包括可能携带的核、生、化弹头) 都将落在敌国境内, 不会给己方带来任何附带损伤。然而要实现助推段拦截, 不仅要求在极短时间内 (通常为 1 ~ 5 min) 对敌方刚刚发射升空的导弹进行有效预警、探测、跟踪, 而且要求己方拦截武器的部署地点尽可能靠近敌方导弹发射阵地, 这无论在技术上还是战术上都具有极大难度。此次试验成功验证了 ABL 在飞行中拦截助推段弹道导弹的能力, 证明美国多年以来在该领域内的努力已经初见成效。

3.3 初步验证了 ABL 系统的多目标攻击能力

ABL 依靠能量高度集中的激光束杀伤目标, 与传统武器相比具有以下特点: 激光以光速传播, 目标与之相比基本可视静止状态, 射击时无需考虑提前量; 激光束质量近于零, 射击时几乎不产生后坐力, 可通过控制反射镜快速改变射击方向。因此 ABL 在反导作战中具有反应时间短、火力转移迅速的优势, 可在短时间内对来自不同方向的多个目标实施拦截, 这在此次试验中得到初步验证: ABL 在 1 h 内对两枚部署于不同地点、发射自不同平台、燃料类型也不相同的靶弹进行了拦截。美国导弹防御局也就此指出, 此次拦截试验的成功表明美军“有能力同时打击敌方发射的多枚弹道导弹”^[5]。若按原来的 ABL 计划方案, 在战时实行多架飞机编队部署, ABL 系统对付多目标攻击的能力还将进一步成

倍增加。

3.4 初步验证了 ABL 系统的持续作战能力

ABL 采用的化学氧-碘 (COIL) 激光器利用过氧化氢、氧和碘的化学反应产生激光,一次加注燃料后可多次重复使用。目前 ABL 飞机每次出航可携带化学燃料 14 t 左右,足以保证 40 次发射(每次持续 3~5 s)。若按原计划方案在战时实行 5 架飞机编队部署,整个机群携带的燃料将足够进行 200 次激光发射。在此次试验中,当第一枚靶弹拦截成功后,ABL 飞机没经着陆加油或补充化学燃料就可以飞往另一空域拦截第二枚靶弹,对其持续作战能力进行了初步验证。尤其值得注意的是,据美国导弹防御局局长帕特里克·奥莱利 (Patrick O'Reilly) 中将透露,此次试验显示 ABL 在摧毁液体燃料导弹时,激光照射目标所需的时间比原来预计的要短 50% 左右^[5],这意味着 ABL 飞机在一次出航中携带相同数量的燃料可以拦截更多的导弹,因此其持续作战能力远比以前外界预计的要强。

4 ABL 项目今后面临的主要问题

ABL 项目自启动以来就一直饱受争议,历经数次修订调整,进度一拖再拖,尽管目前已经进入武器系统集成试验阶段并多次进行了实际拦截试验,但其前景依然很不明朗,要真正达到实用化阶段还有相当长的路要走。从目前情况来看,ABL 项目今后面临的问题将主要集中在以下三个方面。

4.1 技术尚未完全成熟,近期难以实战部署

ABL 项目一向以技术难度大而著称,研发过程中面临着众多技术挑战。尽管经过多年努力,尤其是 2010 年 2 月 12 日试验的成功,表明这些技术难题正逐步得到解决,甚至在某些关键领域内已取得重大突破,但总的来说 ABL 技术还远远谈不上成熟。根据美国政府问责办公室 (GAO) 2010 年 3 月发布的评估报告,ABL 所涉及的七项关键技术(包括:六模块激光器、导弹跟踪、大气补偿、透射光学器件、光学镀膜、抖动控制和高能激光束管理)没有一项是“完全成熟”的^[10]。不仅如此,ABL 自身的技术特点也导致其在目前情况下要投入实战部署仍存在不少困难,这包括:

目前 ABL 系统采用的化学氧-碘激光器结构复杂、体积庞大,只有大型飞机才能容纳,因此要将其投入实战部署要求战区附近有适合波音 747 这类大型民用飞机起降并具备其维修保障能力的大型机场^[5];

ABL 进行反导作战时的实际拦截距离目前在

美国防部和工业界之间仍存在不同的说法,但即使按理想情况下的最大射程计算也相当有限(对固体和液体燃料导弹分别为 300 km 和 600 km,目前远远没有达到),这不仅导致 ABL 飞机在战时必须靠前部署因而危及自身安全,而且增加了在覆盖相同区域时所需要的飞机数量。美国防部长盖茨曾为此特地指出,目前射程的 ABL 系统无法有效对付潜在导弹威胁,除非“将 ABL 化学激光器的功率再提高 20~30 倍”^[5];

即使在维护适当的情况下,ABL 在注一次激光化学燃料后至多能维持两周时间,这期间即使没有使用,下一次执行任务时也得重新加注燃料,这导致 ABL 后勤保障相当昂贵而复杂,机场必须建有专门的激光化学燃料配制及贮存设施^[5];

鉴于上述原因,与目前已经相对较为成熟的中段和末段反导相比,高能激光助推段反导的作战概念在美国内仍面临多方质疑,在美国防部 2010 年 2 月 1 日发布的《弹道导弹防御评估报告》(BMDR)中也认为 ABL 的作战概念“定义不明确”^[11]。

4.2 研发、采购及使用成本昂贵,经济上难以承受

ABL 项目耗资巨大,研发费用连年上涨,迄今为止仅仅制造了一架原型机用于测试,但在该项目上的投入已经超过了 50 亿美元,几乎是原计划(约 11 亿美元)的 5 倍。按照美国政府问责办公室 2009 年初的评估,要按原定计划完成 ABL 项目,其研发成本最终将会超过 80 亿美元^[10]。

美国军方预测,ABL 投产后每制造一架飞机将需 2 年以上时间,耗资达 10~15 亿美元^[5]。届时在美空军最昂贵武器装备排名中,ABL 将仅次于 B-2A“幽灵”隐身轰炸机而位居第二。此外,ABL 对大型机场及化学燃料配制/贮存设施的特殊需求也将导致服役后的后勤保障费用剧增^[5]。由于 ABL 自身防护力薄弱,在战时还需要同时部署战斗机以保证其安全,这更增加了使用成本。若考虑到战时的具体任务需求(如:战区是否需要 24 h 不间断覆盖?)、执勤时间(如:是 7 d,30 d,90 d 甚至一年?)和作战对象(如:敌国大小、强弱?是否需同时对付多个国家?)^[5]等因素,届时需要部署的飞机数量将远远超过当初计划采购的 7 架,由此带来的成本费用还将会在上述基础上成倍增加。

盖茨在批评 ABL 项目时曾指出,要有效对付来自伊朗的导弹威胁,“需要沿伊朗边界部署 10~20 架 ABL 飞机,每架飞机除了 15 亿美元的采购费外,每年的使用维护费用也将高达 1 亿美元”^[5]。若要

用 ABL 来全面防范国土面积更大、军事实力更强的敌对国家,其费用将更是天文数字。显然,这对于正日益强调武器装备经济可承受性的美国军方来说实在是勉为其难。

4.3 战场生存力低,高威胁环境下的实战价值有限

由于 ABL 射程有限,加上敌方导弹发射阵地通常距边界有一定纵深,要充分发挥 ABL 的作战效能必须将其尽可能靠前部署(按照美国军方原来的设想,战时 ABL 飞机将被部署在距前线 90 km 的己方一侧),届时其战场生存力将面临严峻考验。因为 ABL 载机是由民用波音 747 飞机改装而来,速度慢,机动性差,机体庞大,目标信号特征明显,对于现代防空武器来说显然是极好的空中目标。尤其是在各种远程甚至超远程空空/地空导弹(如俄罗斯研制的 KS-172/R-37 空空导弹、S-400/S-500 地空导弹最大射程均达 400 km 左右)不断涌现的今天,敌方甚至无须考虑突防就可在其安全纵深内对 ABL 实施打击,因此 ABL 即使得到严密保护(如战斗机护航)也难以保证自身安全。不仅如此,若要对付射程较远、可在敌国腹地发射的弹道导弹,ABL 飞机还将不得不在敌方领土纵深上空长时间巡航飞行,其作战难度更是可想而知^[12-13]。

因此总的来说,ABL 在对付美国军方所谓的“典型威胁”时应该有一定的实用价值,但在对付有着较大国土纵深和较强军事实力的大国发射的远程导弹时其作用可能相当有限。

5 ABL 项目现状及未来前景

美国导弹防御局曾一度计划分批采购 7 架 ABL 飞机用于实战部署^[14],但是由于前面所述 ABL 项目近年来严重超支、进度严重滞后、实战价值令人生疑等原因,以国防部长盖茨为代表的相当部分美国政府官员并不看好该项目,奥巴马政府在 2009 年 4 月 6 日公布的 2010 财年国防预算案中对 ABL 项目做了重大调整:取消第二架原型机的制造采购,仅保留首架原型机继续进行相关技术研发与测试,项目本身也由原来的采办项目转为“机载激光试验台”(ALTB)技术演示验证项目^[1,3-4]。目前 ABL 项目团队人员已经由两年前的 1200 人缩减到 300 人左右,项目经费也相继由 2009 财年的 4 亿美元、2010 财年的 1.87 亿美元下降到 2011 财年的约 1 亿美元。此外,美国导弹防御局还正在考虑将 ABL 飞机转用于国防研究与工程署负责的“国家激光器试验台”(NLTP)项目,除了进一步进行 ABL 系统测试外,也将用作其他激光武器系统的演示验证平台。

与此同时,美国军方也已经开始将研究重点转向体积更小、质量更轻并且效率更高的新型激光器,尤其是固体激光器。美国国防部官顶层科学家、国防研究与工程办公室主任扎卡里·莱姆尼奥斯(Zachary Lemnios)于 2010 年 8 月明确表示,比 ABL 外形尺寸更小、可以安装在小型空中平台上的激光器才更有实用价值,并透露一种功率为数十至数百千瓦的固体激光器将会在今后 6~8 个月内面世^[15]。就在同月,美国空军科学研究办公室项目主管霍华德·索洛斯伯格(Howard Schlossberg)也做了类似表示,他声称美国工业界将会很快推出一种用于取代 ABL 化学激光器的新型激光器,目前已经开始探讨如何将功率为 100 kW 的固体激光器安装在飞机上^[16]。不仅如此,目前美国防预先计划研究局(DAPAR)、空军和导弹防御局等部门还正在从事包括“二极管泵浦碱性气体激光系统”(DPALS)在内的多种新型定向能武器的预研工作,若进展顺利的话,不排除将来也会转为弹道导弹防御武器研发项目。

正是由于以上原因,尽管 ABL 在目前美国研发的各种高能激光武器中相对最为成熟因而在美国军方和政界仍有不少支持者,还因 2 月 12 日的试验成功获得了美国国防部 4000 万美元的追加经费支持,但该项目的未来走向目前还难以定论。

参考文献:

- [1] Airborne laser testbed (ALTB) [J/OL]. 美国《全球安全》, [2010-10]. <http://www.globalsecurity.com>.
- [2] John A Tirpak. The airborne laser narrows its beam [J/OL]. Air Force Magazine, 2006, 12 [2010-10].
- [3] Fact Sheet. The airborne laser test bed [Z/OL]. U. S. Missile Defense Agency, 2010, 2 [2010-10].
- [4] Abl Kills Fast. But experiences misalignment [Z/OL]. 美国《航空周刊与空间技术》, 2010-02-23 [2010-10]. <http://www.aviationweek.com>.
- [5] Thomas Duffy. What's next for airborne laser [J/OL]. Air Force Magazine, 2010, 4 [2010-10].
- [6] Tuesday's airborne laser test at twice the range [J/OL]. 美国《空军杂志》, 2010-08-17 [2010-10]. <http://www.airforce-magazine.com>.
- [7] Pentagon poised for next airborne laser test [J/OL]. 美国《空军杂志》, 2010-08-18 [2010-10]. <http://www.airforce-magazine.com>.
- [8] Airborne laser nears next shootdown attempt [J/OL]. 美国《空军杂志》, 2010-09-17 [2010-10]. <http://www.airforce-magazine.com>.

- www. airforce-magazine. com.
- [9] Anomaly mars airborne laser test [J/OL]. 美国《空军杂志》, 2010 - 10 - 25 [2010 - 10]. <http://www. airforce-magazine. com>.
- [10] Defense acquisitions assessments of selected weapon programs [Z/OL]. United States Government Accountability Office, 2010, 3 [2010 - 10].
- [11] Ballistic missile defense review [Z/OL]. U. S. Department of Defense, 2010, 2 [2010 - 10].
- [12] Ren Guoguang, Huang Yunian. Developing status and future of airborne laser weapon [J]. Laser & Infrared, 2005, 35 (5) : 309 - 314. (in Chinese)
任国光, 黄裕年. 机载激光武器的发展现状与未来 [J]. 激光与红外, 2005, 35 (5) : 309 - 314.
- [13] Yuan Tianbao, Shi Yanxia, Jiang Na. Analysis of america airborne laser combat capability [J]. Infrared and Laser Engineering, 2007, 36 (Supplement) : 71 - 74. (in Chinese)
袁天保, 石艳霞, 姜娜. 美国机载激光武器作战能力分析 [J]. 红外与激光工程, 2007, 36 (增刊) : 71 - 74.
- [14] Xu Dawei. The develops analysis of the america laser weapon [J]. Laser & Infrared, 2008, 38 (12) : 1183 - 1187. (in Chinese)
徐大伟. 美国激光武器的发展与分析 [J]. 激光与红外, 2008, 38 (12) : 1183 - 1187.
- [15] Mini Me' version of airborne laser [J/OL]. 美国《空军杂志》, 2010 - 08 - 20 [2010 - 10]. <http://www. airforce-magazine. com>.
- [16] Finding a Replacement for ABL [J/OL]. 美国《空军杂志》, 2010 - 08 - 12 [2010 - 10]. <http://www. airforce-magazine. com>.