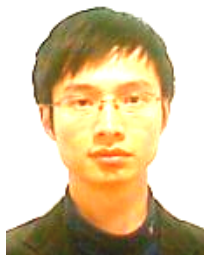


综述

世界防空反导武器系统发展综述

汤元平

(北京机械设备研究所, 北京 100854)



摘要: 介绍了世界各国防空反导武器系统近期的发展动向, 并据此总结了这些防空反导武器系统在发展过程中体现出的一些特点与趋势。不久的将来, 来自空中的威胁会越来越大, 防空反导武器也必将获得更大的发展。

关键词: 防空; 反导; 导弹防御; 综述

Overview of Development of World's Air Defense and Antimissile Weapon Systems

Tang Yuanping

(Beijing Mechanical Equipment Institute, Beijing 100854)

Abstracts: This paper colligates different kinds of published information, introduces the recent development of world's air defense and antimissile weapon systems. Based on upwards analyse, it summarizes several characteristics and trends that emerge in the development of the air defense and antimissile weapon systems. In the near future, air defense and antimissile weapon will certainly get greater developments as more and more threats come from the air.

Key words: air defense; antimissile; missile defense; overview

1 引言

尽管美国的“星球大战”计划于1993年5月被取消, 但在其基础上发展起来的导弹防御系统经过10余年的发展, 已经具备了较强的反导和反卫能力, 俨然已是一个新版的“星球大战”。而随着弹道导弹技术的扩散, 防空反导技术在近几年成为了一个热点, 其它国家在美国的示范效应下, 纷纷着手建设本国的导弹防御系统, 并取得了较大的进展。

2 各国防空反导武器系统发展动态

2.1 美国

美国拥有全球最雄厚的财力和最强大的技术能力, 致力于构建一个多层次、全方位、覆盖全球的

导弹防御系统, 谋求反导的“绝对安全”。美国在2002年12月16日的“国家安全政策指令”文件中正式将“战区导弹防御(TMD)”和“国家导弹防御(NMD)”的名称取消, 统称为导弹防御, 并将其分成末段防御、中段防御和助推段防御。各型武器在“指挥、控制、战斗管理和通信系统”(C2BMC)的支持下分别负责各段的防御, 形成一体化、多层次的弹道导弹防御系统。末段防御, 包括“爱国者”先进能力3(PAC-3)和末段高空区域防御(THAAD); 中段防御, 包括陆基中段防御(GMD)和“宙斯盾”导弹防御(Aegis BMD); 助推段防御, 包括机载激光(ABL)、动能拦截器(KEI)和空基助推段动能拦截。图1为美国各型武器的导弹防御区域图。

2.1.1 “爱国者”先进能力3(PAC-3)

作者简介: 汤元平(1981-), 馆员, 信息管理与信息系统专业; 研究方向: 图书情报、防空反导技术。

收稿日期: 2010-02-01

PAC-3 系统是美国导弹防御系统的重要组成部分,主要用于对高度在 40km 以下的弹道导弹飞行末段进行拦截。作为一种陆基末段防空反导系统,PAC-3 系统的性能获得了各国的认可,目前已经被日本、德国和沙特阿拉伯等多个国家选为本国防空反导的中坚力量。

鉴于 PAC-3 导弹的优良性能,洛克希德·马丁公司正在积极研制 PAC-3 导弹的空射型和舰载型。洛克希德·马丁公司在 2008 年初完成了一项长达一年的可行性研究,该研究项目受美国海军委托,论证了 PAC-3 导弹集成在“宙斯盾”军舰上的作战能力。

按照洛克希德·马丁公司一位工程师的说法,PAC-3 导弹只需要进行几处小的改动就可以用于海军舰艇。PAC-3 的 ERINT1 拦截弹长 4.635m,弹径 0.255m,起飞重量 304kg,完全适装于 MK41 发射系统。洛·马公司的 SCL 发射单元可实现 4 联装改进型“海麻雀”导弹(ESSM)一起装入 MK41 发射单元的一个发射箱内,ESSM 的弹径为 0.254m,几乎与 PAC-3 的 ERINT1 拦截弹相同,因此有理由推测,PAC-3 导弹将以 4 联装占用一个 MK41 发射箱的形式集成到“宙斯盾”系统中,提供强大的海基中低空反导能力。

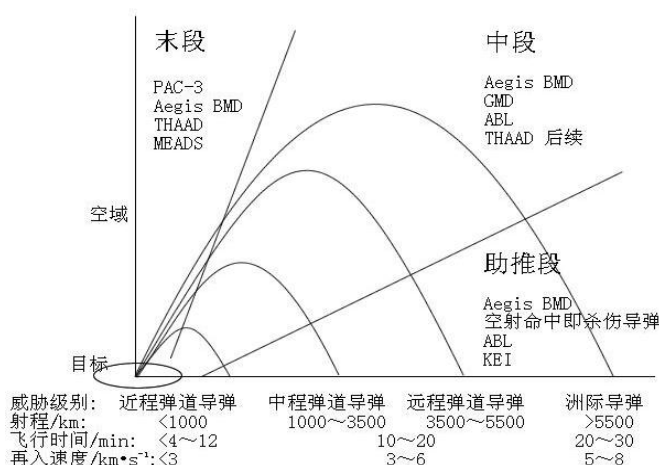


图 1 美国各型武器的导弹防御区域图

2.1.2 末段高空区域防御 (THAAD)

THAAD 设计用于保卫美国军队、盟国军队、人口密集区以及关键基础设施免受中近程弹道导弹威胁。THAAD 由火控与通信系统、拦截器、发射器以及一套雷达组成,拦截器利用碰撞杀伤技术摧毁目标,拦截高度 40~150km,即大气层的高层和外大气层的底层,这一高度实际是射程 3500km 以内弹道导弹的飞行中段,是 3500km 以上洲际弹道导弹的飞行末段。2008 年 5 月 28 日,首批 THAAD 武器系统入役美国陆军。首批部署 24 枚 THAAD 拦截器、3 个 THAAD 发射器、1 套 THAAD 火控系统和 1 套雷达。

美国导弹防御局(MDA)2010 财年的预算将从 2009 财年的 90 亿美元消减至 78 亿美元,不少项目都被停止或消减经费,而 THAAD 的预算则稳中有升,增加到了 11 亿美元。这充分说明了 THAAD 在目前美国导弹防御体系中的重要地位。

2.1.3 陆基中段防御 (GMD)

GMD 系统由部署在范登堡和阿拉斯加格里利堡地下发射井内的拦截弹以及雷达、各种传感器、指控设施、通信终端和光纤通信网络组成。美国导弹防御局于 2008 年 12 月 5 日成功进行了一次导弹防御拦截试验。试验中,一枚远程弹道导弹从阿拉斯加卡迪亚克试验场发射,操作人员从范登堡空军基地发射了一枚拦截弹拦截这枚目标导弹。拦截弹飞向目标导弹时,接收到了来自 GMD 火控系统的目标数据,火控系统收集并整合了来自 4 个传感器的数据(这 4 个传感器分别是位于太平洋的“宙斯盾”远程监视与跟踪系统,暂时驻扎在阿拉斯加的 AN/TPY-2 雷达,位于比尔空军基地的经过升级的预警雷达和位于太平洋的海基 X 波段雷达)。拦截弹飞入太空后,释放了其大气层外杀伤器,杀伤器跟踪、拦截并摧毁了目标弹头。这是美国进行的首次远程弹道导弹防御系统试验。试验证实 GMD 系统能够防御远程弹道导弹。

美国导弹防御局前局长奥柏林曾表示,GMD 系统能够对抗弹道导弹的袭击,但美国在经济上只能

承受部署一套系统,因此常在试验配置和作战配置之间举棋不定。这个问题近期有了进展。波音公司在2009年完成了范登堡空军基地的GMD系统第2个拦截试验地下井的建造。新的地下发射井虽然被称为试验井,但拥有可以配置为试验用或战术作战使用的独特功能,为使用提供了更大的灵活性。

2.1.4 海基中段防御

以“标准-3”(SM-3)导弹为核心的海基“宙斯盾”导弹防御系统提供了对弹道导弹的海基中段防御能力。相对于陆基中段防御系统的拦截弹固定在地下发射井中,海基中段防御的最大优势在于SM-3导弹可通过海军舰艇实现全球公海的移动部署,因此在美国的导弹防御系统中占有十分重要的地位。

近年,美国的海基中段防御能力发展迅速。2007年11月,美国导弹防御局(MDA)与美海军在夏威夷考艾岛海岸外联合进行了“命中即摧毁”拦截试验,两枚SM-3导弹同时拦截并摧毁了两个短程弹道导弹靶标。2008年2月,“伊利湖”号“宙斯盾”巡洋舰发射的一枚针对卫星拦截而改装的SM-3 Block I 导弹,在距离地面247km的高度成功拦截了一颗速度超过27000km/h的失控间谍卫星。2009年7月,美国太平洋舰队与美国导弹防御局一起在海上成功进行了最近一次“宙斯盾”弹道导弹防御系统试验。一枚SM-3 Block I A 导弹在大约161km的高空拦截了一颗短程弹道导弹。这是“宙斯盾”弹道导弹防御系统在23次海上发射中第19次成功进行的拦截。

试验的接连成功极大地鼓舞了美国对SM-3导弹的信心。一方面,与日本合作研制SM-3 Block II 导弹,其弹径将扩大到0.534m,弹长8.1m,拦截高度提升到500km。这一高度基本可对洲际弹道导弹和卫星实现拦截。另一方面,积极开发SM-3导弹的陆基版,导弹防御局执行主任大卫·阿尔特韦格表示,可能从2010年开始研制SM-3导弹陆基型号,计划在2014年部署。

2.1.5 标准-6(SM-6)

目前,美国海军舰艇防空的主力是“标准-2 Block III B”,射程约120km,无法满足远程防空的需求。因此,“标准-6”导弹应运而生。“标准-6”也称为“增程主动导弹”(ERAM),是一个运用现有技术的混合体,采用了“标准-2 Block IV”的弹体和AIM-120C7的弹头导引头,包括助推段在内的弹体总长度6.55m,主弹体直径0.34m,下级助推火箭直径0.53m,总重量1500kg,飞行速度3.5Ma,最大

射高33km,最大射程240km(也有媒体称最大射程为320~400km)。“标准-6”导弹依靠美国“网络中心战”概念发展起来的“协同作战能力”(CEC)系统,扩大了防空的距离和防御的目标类型,其最大的特点是可实现超地平线攻击巡航导弹等低空飞行目标。

美国海军在2008年至2009年间,成功完成了四次发射试验,研制工作进展顺利。“标准-6”预计将于2011年部署,是标准系列导弹中单一型号发展时间最短的,这主要归功于充分利用了现有技术和商业技术的发展模式。

2.1.6 动能拦截器(KEI)

诺斯罗普·格鲁曼公司领导研制的动能拦截器(KEI)装有最新的大加速度助推器,是一个可全球部署的移动导弹防御系统,能够在中程和洲际弹道导弹飞行的助推段到中段将其摧毁。然而,由于奥巴马政府导弹防御战略的调整,2009年6月,导弹防御局正式取消了动能拦截器项目,原因是能力有限、体积过大、成本过高且无法上舰。预计KEI在美国导弹防御体系中的地位将逐步由陆基SM-3取代。在被取消前,KEI项目已经完成了飞行试验之前90%的测试工作。诺·格公司正在积极呼吁五角大楼继续进行助推器飞行试验,以便将相关技术用于其它系统。

2.1.7 机载激光器(ABL)

机载激光器(ABL)是美国导弹防御系统助推段防御的重要组成部分,用于在敌人的弹道导弹发射后很短时间内对其进行识别、追踪和拦截,它可在海拔高于云层的区域定位和追踪助推段的导弹,然后精确指示和发射高能激光在离导弹发射区域很近的地方进行拦截。ABL系统所具有的速度、精确度以及杀伤力使它也可以执行其他任务,包括摧毁空空导弹、巡航导弹、面空导弹等。

2009年8月18日,美国导弹防御局与波音公司等单位,首次进行了ABL兆瓦级化学氧碘激光器(COIL)的发射飞行试验,为即将到来的ABL摧毁导弹试验奠定了坚实的基础。按照计划,导弹防御局将在2009年晚些时候对机载激光器拦截助推段弹道导弹的性能进行演示验证,并在之后转入第2套系统的设计。然而受导弹防御局预算缩减的影响,由于“经济可承受性和技术问题”,政府消减了预算,只计划购买一架机载激光飞行器。

2.2 俄罗斯

在美国大力发展导弹防御系统的压力下,俄罗斯正在大力推进S-500地空导弹防御系统的研制。S-

500 作为新一代地空导弹防御系统,其拦截范围预计可扩展到 600km,同时拦截 10 个目标,能够摧毁射程 3500km 以内的弹道导弹目标。

尽管军方很重视,但前些年社会动荡导致俄罗斯军事技术实力下降是不争的事实。据称,俄罗斯现役的 S-400 防空系统实际无法达到其宣称的 400km 的拦截范围。2009 年 12 月初,俄空军总司令泽林上将对 S-500 研制工作的进展表示不满意,他希望金刚石-安泰集团公司将工作能力再增加 1 倍,甚至是 2 倍。随后,金刚石-安泰集团公司总经理宣称,俄罗斯将在 2015 年前构建统一防空导弹系统,制造 S-500 防空导弹系统。为此,将扩大生产能力,建立两个新工厂生产防空导弹和地面防空武器。

2.3 印度

近年,印度的经济和军事技术实力逐步增长,而其雄心则加倍膨胀。印度国防研究与发展组织(DRDO)官员萨拉斯瓦特在 2007 年底时称,到 2010 年印度将开发出一套印度版的导弹防御系统,这套系统能够探测、拦截和摧毁来自任何国家的中程和洲际弹道导弹。

印度导弹防御系统目前处于其研制计划的第一阶段,前三次测试全部成功。2006 年 11 月,印度试射“大地-2”PAD 型导弹,在 40km 的高空成功击落一枚来袭导弹,这是印度自主研制的导弹防御系统的拦截试验首次成功。2007 年 12 月 6 日,印度的“先进防空导弹”(AAD)在 15km 的高空拦截了一枚“大地”近程弹道导弹。2009 年 3 月 6 日,印度的一枚两级外大气层拦截弹在 80km 高空成功拦截了一枚“敌方”导弹。印度计划在 2011 年前完成第一阶段的所有测试,所有弹道导弹防御构件都将就位。印度官员宣称,新型系统到 2011 年具备初始作战能力。如进展顺利,第二阶段最早能从 2014 年开始运行。印度还计划获得天基监视能力,印度希望有能力击落射程 5000km 的来袭洲际弹道导弹。

尽管印度在短时间内连续取得了试验成功,但印度工业部门的基础和技术能力实际无法达到政府和军方的要求,其导弹防御系统的很多关键部件必须通过进口。比如, AAD 系统采用了法国“马斯特”-A 多功能三坐标雷达, AAD 拦截弹是在以色列的帮助下开发的, PAD 系统采用以色列的“绿松”远程跟踪雷达。印度目前还在和美国展开关于出售导弹防御系统的初步谈判。DRDO 官员萨拉斯瓦特也表示,印度导弹防御系统的跟踪与火控雷达由印度国防研究与发展组织同以色列和法国合作开发。

在发展导弹防御系统方面,印度目前拥有诸如政府支持、国际合作伙伴多等很多优势,但要实现“能够探测、拦截和摧毁来自任何国家的中程和洲际弹道导弹”还有很长的路要走。

2.4 以色列

以色列的“箭”武器系统是世界上第一个实战部署的弹道导弹防御系统。目前部署的是中程“箭”-2 陆基 ABM 导弹,辅以“爱国者”导弹进行点式防御。

以色列航空工业公司(IAI)是“箭”武器系统的主承包商,波音公司负责提供几种“箭”-2 拦截组件,包括 Section II 电子装配(航空制导子系统部分)、鼻锥、拦截系统容器、电气子系统和发动机壳体。以色列飞机工业公司在以色列负责系统集成和最后拦截系统组装。在 2009 年 4 月 7 日进行的国家导弹防御系统试验中,“箭”-2 拦截系统成功击落了弹道导弹靶标。

此外,以色列飞机工业公司正在研制一枚创新型“箭”-3 导弹,目标是拦截并摧毁远程弹道导弹。“箭”-3 外大气层拦截器是一枚以“碰撞杀伤”技术为基础的两级拦截器,该拦截器无缝地集成在“箭”式武器系统上,并补充了目前和未来“箭”-2 导弹的模块,可以执行综合作战任务。美国政府也公布了继续为“箭”式武器系统项目,特别是“箭”-3 系统投资的计划。

2.5 跨国合作

2.5.1 中程增程型防空系统(MEADS)

中程增程型防空系统(MEADS)由美国洛克希德·马丁公司、MBDA 公司意大利分公司和德国 LFK 公司进行联合研制,用于机动部队及其他重要前沿设施的防空反导。它配备有 PAC-3 MSE “导弹组件增强”型导弹,一个火力单元包括 3~6 辆发射车(每辆发射车可携带 8~12 枚导弹)、3 辆装填车、1~2 个车载战术作战中心,1~2 部多功能火控雷达和 1 部超高频搜索雷达。

MEADS 作为新型防空导弹系统,采用了全新的设计理念和发展思路,具有以下特点:

a. 开放的体系结构。支持网络化分布式作战,宽带即插即用通信网络和通用型防空反导标准接口使其可随时集成其它的传感器和武器;

b. 杀伤能力强。系统采用最新型的 PAC-3 MSE 导弹,具有很强的杀伤能力;

c. 快速部署和战术机动能力。MEADS 的导弹发射装置可安装在一个 5t 的轮式车上,可用 C-130 和 A400M 运输机空运部署。在战地前沿,系统能够快

速转移跟上快速机动中的部队。其机动性相对“爱国者”系统有很大的提高。但如何在保证系统性能不降低的前提下实现机动性是 MEADS 目前面临的最大技术问题。

2009年7月, MEADS 成功完成了所有主要组件的关键设计评审, 计划在 2010 年 8 月完成最终系统级关键设计评审任务。美国方面评估, 目前 MEADS 的 6 项关键技术中的发射装置和 PAC-3 MSE 导弹两项处于成熟的水平, 雷达中低噪音、汇流环与制冷系统这三项技术接近成熟水平, 而火控雷达中的 T/R 模块的技术还有待改进。预计在 2012 年进行首次飞行试验时, 这些关键技术将会基本成熟。

2.5.2 主防空导弹系统 (PAAMS)

2009年1月28日, 英、法、意三国联合研制的用于装备英国皇家海军 45 型驱逐舰“勇敢”号的主防空导弹系统 (PAAMS) 正式更名为“海毒蛇”防空系统。该系统源自“未来防空导弹系统” (FSAF), 采用了“阿斯特-15”和“阿斯特-30”分别负责近程和中远程防空。“阿斯特-30”导弹目前正在改进中, Block2 型可从“席尔瓦”或 MK41 发射系统内发射, 预计在 2020 年达到实用化。

3 技术发展特点与趋势

目前, 各国普遍开始重视导弹防御, 防空反导技术近年的发展速度很快, 并呈现出以下特点与趋势。

政治因素影响技术发展。包括防空反导在内的国防科学技术, 其发展与国家安全息息相关, 很大程度上将受到国家战略需求的影响。符合国家战略需求的技术往往能获得广阔的发展空间。美国导弹防御系统的发展几经波折却始终是美国政府的重点发展对象, 根本原因就是它能够拦截弹道导弹这一对美国本土威胁最大的武器。

导弹防御系统继续向一体化、网络化、分布式发展。洛·马公司负责的 C2BMC 系统体现了这一趋势。C2BMC 系统是美国导弹防御系统网络化作战的核心, 通过探测器、武器和指挥中心的组合和匹配, 扩大探测和交战能力, 比各个武器系统单独作战所实现的效能大得多, 目前能够支持全球 17 个时区内真实的军事行动。与此同时, 俄罗斯等国家也提出了要建设一体化防御系统。

技术的延续性。从“星球大战”计划到国家导弹防御系统和战区导弹防御系统, 再到导弹防御系

统, 美国导弹防御系统的战略定位与侧重点是不断变化的, 但是其中的技术却是一脉相承。“星球大战”计划早已被取消, 但其计划中的定向能武器、天基武器、预警探测系统等众多技术都仍旧在不断地发展。

技术的通用性。美国导弹防御系统中的 GMD、KEI、SM-3、THAAD、PAC-3 都采用了动能拦截方式, 各种动能拦截器的技术方案虽然不相同, 但其基本原理是类似的, 技术上有很大的通用性。SM-6 导弹的成功也是综合利用了多项现有技术的结果。而 MEADS 作为一个新研制的武器系统, 将直接配装 PAC-3 MSE 导弹。

跨国合作。跨国合作存在技术保密、合作矛盾、利益分配等问题, 但研发过程中发挥各方技术特长、分摊研发成本的优势是巨大的。目前, 美日、美以、美德、英法意等各国之间都有合作研发的防空反导项目。现有的“拉姆”、改进型“海麻雀”等型号都是成功的跨国合作范例。“标准-3 II”导弹、MEADS 等先进的在研武器都采用了合作研发的模式, 充分说明了跨国合作是一条可行的武器研发途径。

4 结束语

进攻和防御是战场上永恒的一对矛盾, 在相互制约的同时更促进了相互的发展。在可预见的未来, 来自空中的威胁会越来越大, 防空反导武器也必将获得更大的发展。

参考文献

- 1 陈兢, 辜璐. 美德意联合打造下一代新型防空导弹系统. 现代军事, 2009, 5: 62~65
- 2 戴延. 美海军防空武器的新里程碑“标准 6”. 舰船知识, 2008, 7: 53~57
- 3 施荣, 赵飞. 从反卫星试验看美国海基中段导弹防御系统发展. 现代军事, 2008, 4: 21~24
- 4 http://www.raytheon.com/capabilities/rtnwcm/groups/rms/documents/content/rtn_rms_ps_sm3_datasheet.pdf
- 5 http://www.lockheedmartin.com/data/assets/ms2/pdf/Single_Cell_Launcher_brochure.pdf
- 6 http://www.boeing.com/defense-space/military/abl/files/DD_Boeing.pdf
- 7 <http://boeing.mediaroom.com/index.php?s=43&item=799>
- 8 http://www.boeing.com/defense-space/space/arrow/docs/Arrow_overview.pdf