

2015年度世界航天防务 装备与技术发展报告

北京航天情报与信息研究所 编著



中国原子能出版社
China Atomic Energy Press

2015 年度世界航天防务 装备与技术发展报告

北京航天情报与信息研究所 编著

中国原子能出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

2015 年度世界航天防务装备与技术发展报告 / 北京
航天情报与信息研究所编著. —北京: 中国原子能出版
社, 2016. 3

ISBN 978-7-5022-7158-9

I. ①2… II. ①北… III. ①导弹-研究报告-世界
-2014 IV. ①TJ76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 047234 号

内 容 简 介

本书系统介绍了 2015 年度世界导弹武器装备与军用航天装备的最新进展, 重点分析了精确制导、预警探测等航天防务关键技术与微系统、现实增强等国防前沿技术的发展动向, 以及导弹武器市场与世界商业航天发展态势, 详细解读了美国亚太地区导弹防御合作、俄罗斯战略弹道导弹发展等热点问题。有助于从事相关领域的研究与管理人员, 以及有关高等院校师生和广大军事爱好者掌握 2015 年度世界航天防务领域的最新动向。

2015 年度世界航天防务装备与技术发展报告

出版发行 中国原子能出版社 (北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 左浚茹

装帧设计 赵 杰

责任校对 冯莲凤

责任印制 潘玉玲

印 刷 北京九州迅驰传媒文化有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 25.375

字 数 329 千字

版 次 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-7158-9 定 价 168.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn>

E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-68452845

版权所有 侵权必究

《2015 年度世界航天防务装备与技术发展报告》

编审委员会

主 任	席 青				
副主任	曹建中	张海峰	张 鹏	段彦君	李晓红
委 员	马 晴	东 玲	辜 璐	张 岩	赵晓霞
	王大勇	周 嘉	孙琳琳	吴宝梁	杨 莉
	张 晶	王鑫馨	张丽平	董潇潇	

《2015 年度世界航天防务装备与技术发展报告》

编写人员

主 编	贾晨阳	张梦滢			
编写人员	高雁翎	周智伟	张保庆	朱风云	郭彦江
	赵 飞	陈 兢	周 伟	谭立忠	雷朝阳
	陈雅萍	王庆国	韦萍兰	吴 勤	王 静
	徐春庆				

前 言

近年来，世界军事技术与武器装备发展日新月异，主要军事强国一方面持续发展国防关键技术，加快新型武器装备的发展与部署；另一方面积极探索前沿技术，推进下一代武器装备的论证与研究。航天防务作为关系国家安全的重大战略领域，更加受到世界主要军事大国关注，近期更呈现出许多值得关注的新动向。

一是导弹攻防对抗日趋激烈，弹道导弹生存与突防能力不断增强，中远程精确打击手段不断丰富，导弹防御体系不断完善；二是空间安全问题日趋复杂，主要航天国家不断强化进入空间、利用空间与控制空间能力，频繁开展多项技术验证；三是航天防务关键技术、战略前沿技术、基础性颠覆性技术不断取得重大突破，并呈现交叉融合特征；四是大型军工企业持续进行业务调整与改革，实施多项举措聚焦关键领域，不断提升自身能力与竞争力。

为及时反映世界航天防务装备与技术发展的最新动向，北京航天情报与信息研究所组织编写了《2015 年度世界航天防务装备与技术发展报告》。本书回顾和总结了 2015 年度世界航天防务装备与技术的总体发展情况，对相关领域的部分重大、热点问题进行了深入的分析。

《2015 年度世界航天防务装备与技术发展报告》分为装备篇、技术篇、产业篇、专题篇四部分。其中，装备篇系统介绍了世界主要军事国家导弹武器装备与军用航天装备的新进展；技术篇重点分析了精确制导、指控与网络化作战、预警探测等航天防务关键技术以及微系统、现实增强、人工智能等国防前沿技术的发展动向；产业篇详细解析了导弹武器市场、世界商业航天、国外军工企业的发展现状与趋势；专题篇选取了美国亚太地区导弹防御合作、俄罗斯战略弹道导弹发展、现实增强技术应用等 16 个热点问题进行了深入分析。

本书内容丰富、资料翔实、特色鲜明，具有一定参考价值。世界

航天防务装备与技术发展涉及内容众多、技术复杂，许多问题还有待深入研究。本书存在的诸多不足之处，敬请广大读者给予批评指正。本书还参考了国内外同行及相关研究机构的数据和资料，在此致以衷心的感谢。希望本书的出版能够为相关管理部门与科研人员把握世界航天防务装备与技术发展动向提供帮助。

北京航天情报与信息研究所

2016年3月

目 录

装 备 篇

第一章 导弹武器装备	003
第一节 2015 年世界防空反导装备发展综述	003
第二节 2015 年世界弹道导弹发展综述	016
第三节 2015 年世界飞航导弹发展综述	023
第二章 军用航天装备	036
第一节 2015 年世界运载火箭发展综述	036
第二节 2015 年世界军用卫星发展综述	046
第三节 2015 年世界空间对抗装备发展综述	060

技 术 篇

第三章 航天防务关键技术	077
第一节 精确制导技术	077
第二节 军用建模与仿真技术	087
第三节 指控与网络化作战技术	093
第四节 预警探测技术	101
第五节 材料与工艺技术	113
第六节 先进制造技术	126
第四章 国防前沿技术	135
第一节 微系统技术	135
第二节 现实增强技术	145

第三节	人工智能技术	152
第四节	定向能武器技术	159
第五节	军用生物技术	168
第六节	量子信息技术	177

产 业 篇

第五章	导弹武器市场	193
第一节	打击导弹	193
第二节	地空导弹	205
第三节	反舰导弹	214
第四节	反坦克导弹	221
第五节	空空导弹	229
第六章	世界商业航天	237
第七章	国外军工企业	245

专 题 篇

美国国家制造创新网络体系发展与启示	259
美国亚太地区导弹防御合作相关情况分析	266
“宙斯盾”系统防空反导能力发展分析	272
美国陆军一体化防空反导发展思路与途径及影响分析	283
俄罗斯多举措推进空天防御体系建设	291
俄罗斯战略弹道导弹发展分析	303
前沿技术对精确制导技术发展的影响	311
美国导弹防御先进技术及其发展思路分析	318
“天基红外系统”发展分析	327
美国导弹防御远程识别雷达方案选择分析	333
美国联合环境下试验与鉴定技术发展及重大计划分析	340

美国战术导弹半实物仿真设施发展分析 349

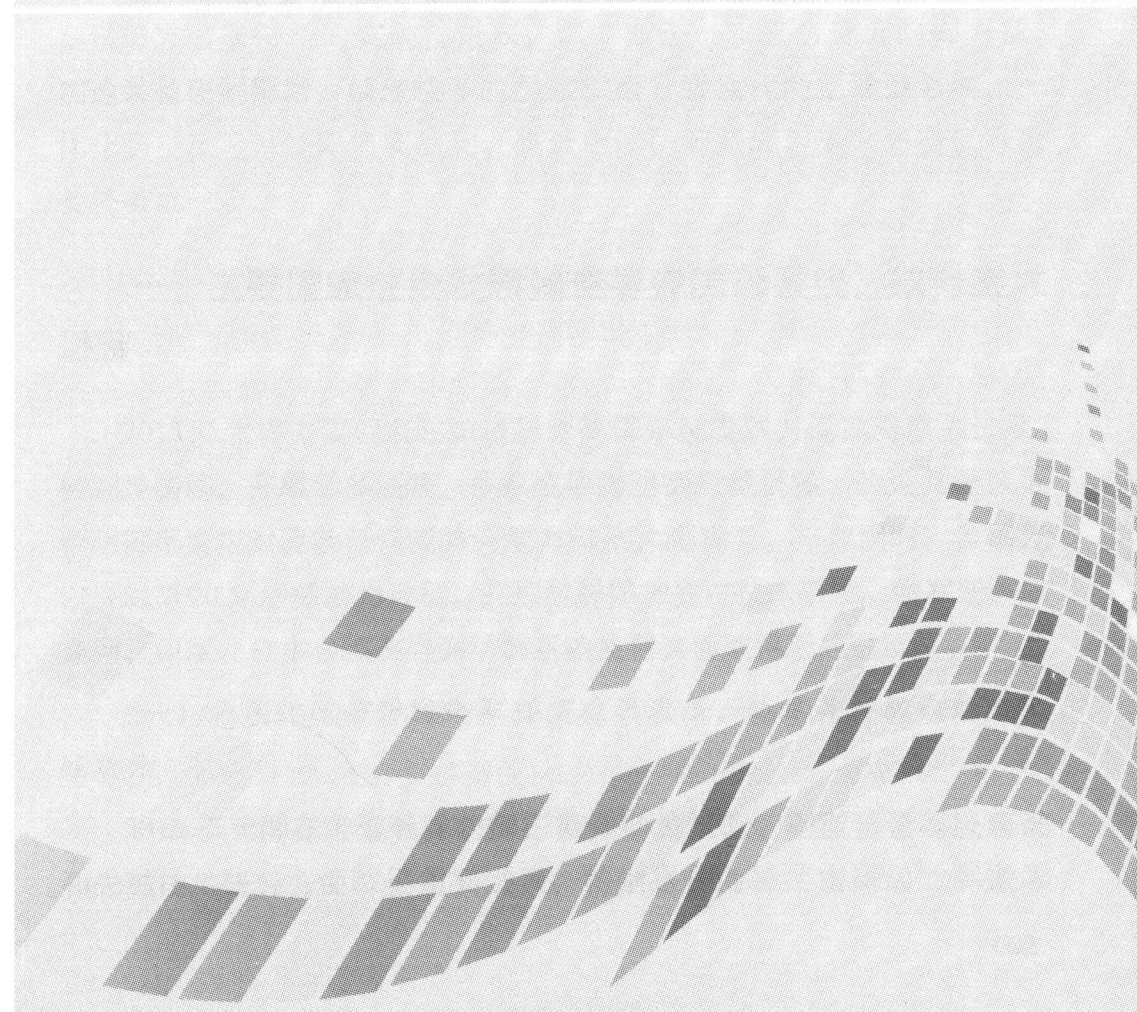
美国研发 THAAD-ER 拦截弹应对高超声速目标威胁 363

以数据空间为依托的现实增强技术及军事应用 368

美国无人自主技术发展及应用 377

国外反无人机技术发展分析 384

装 备 篇



第一章 导弹武器装备

第一节 2015 年世界防空反导装备发展综述

2015 年世界防空反导呈现加速发展态势。美国在弹道导弹防御研制试验方面取得新的突破性进展，俄罗斯进一步整合空天防御力量、加速装备研制部署，越来越多的国家积极升级换代防空导弹系统，一体化防空反导系统即将实战化，临近空间防御将成为未来防空反导主要任务之一。

一、主要国家继续发展弹道导弹防御系统，取得重大进展

2015 年世界主要国家在弹道导弹防御系统发展方面取得重大进展。特别是美国，开展了多场景、多系统导弹防御拦截试验，验证其地区导弹防御系统应对复杂目标威胁的能力得到大幅提升。与此同时，美国还以应对 2020 年后威胁为目标，开展导弹防御先进技术研发。俄罗斯、以色列、印度、日本也都在导弹防御系统发展方面取得新的进展。

（一）美国弹道导弹防御取得突破性进展，地区导弹防御能力大幅提升

2015 年美国在弹道导弹防御拦截弹研发试验、新型预警系统建设和先进技术研究方面取得重要进展，特别是在海基“宙斯盾”弹道导

弹防御系统发展方面取得突破，成为美国提升亚太和欧洲地区导弹防御能力、巩固战略优势的有力支撑。

1. “宙斯盾”系统试验成功，有效支撑美地区导弹防御能力提升

2015 年美国密集试验“宙斯盾”系统和“标准-3”“标准-6”导弹，共进行了 5 次拦截弹道导弹和巡航导弹试验，验证了“宙斯盾”系统防御中近程弹道导弹和巡航导弹能力、与“末段高层区域防御”（THAAD）系统分层拦截能力以及海军防空反导一体化（NIFC-CA）作战能力。“宙斯盾”系统试验成功凸显了该系统已具备反弹道导弹和巡航导弹实战技术能力，进一步表明美国正在通过快速提升“宙斯盾”系统能力，加快提升欧洲和亚太 2 个地区导弹防御能力，支撑其全球一体化导弹防御整体作战能力形成和实现全球发展战略。

2. 末段导弹防御系统取得突破性进展

美国末段导弹防御系统技术已成熟，正在不断改进发展，在拦截目标类型、拦截区域方面取得新进展，特别是大幅提升防御巡航导弹和弹道导弹系统间的连通性。

“标准-6”成功拦截近程弹道导弹，有效提升海基末段导弹防御能力。为增强海基末段导弹防御能力，美国对“标准-6”导弹进行改进。改进型称为“标准-6”Dual 1，加装了一个功能更强的新型处理器，可跟踪、识别和拦截处于下降段的弹道导弹弹头，还可拦截巡航导弹。在 2015 年 7 月底进行“多任务作战”（MMW）拦截试验中，“标准-6”导弹首次成功拦截近程弹道导弹，结束了美国长期以来海基末段导弹防御临时依靠“标准-2”导弹并未形成有效作战能力的状况。“标准-6”Dual 1 将于 2016 年初服役，其后续改进型“标准-6”Dual 2 将于 2018 年服役。

发展增程型 THAAD 系统，提升防御新型威胁能力。2015 年洛克希德·马丁公司宣布正在开展增程型“末段高层区域防御系统”（THAAD-ER）方案设计，弥补“爱国者-3”系统与“宙斯盾”导弹

防御系统之间形成的防御空隙，同时应对即将出现的高超声速目标。THAAD-ER 导弹在 THAAD 拦截弹基础上加装了一级直径为 535 毫米的助推器，有效增加了拦截弹的射程和作战高度。THAAD 系统的发射装置载弹数由 8 枚减至 5 枚。美陆军计划至少部署 6 个 THAAD 导弹连，2015 年交付第 5 个 THAAD 导弹连和第 100 枚 THAAD 拦截弹。

“爱国者-3”系统能力大幅提升。2015 年“爱国者-3”系统在 3 个方面取得重大进展。一是通过试验验证了“爱国者-3”MSE 导弹可靠性，陆军开始接收首批导弹。该型导弹是“爱国者-3”导弹的改进型，动力装置采用更大尺寸的双推力火箭发动机，拦截距离增至 40 km。二是“爱国者-3”导弹在 11 月进行的试验中成功拦截巡航导弹，表明“爱国者-3”系统在已具备末段低层导弹防御能力的基础上，借助陆军“一体化防空反导作战指挥系统”（IBCS）扩展多任务能力，形成防御巡航导弹能力。三是“爱国者-3”系统雷达升级工作进展顺利即将投产。雷声公司采用基于氮化镓的有源固态相控阵技术对“爱国者”雷达主阵列进行升级，2016 年将进行演示验证。升级后的雷达可提供 360°探测跟踪能力，使“爱国者”系统具备同时防御多个方向攻击的能力。

3. 积极推进在亚太部署 THAAD，持续扩大该地区导弹防御部署规模

美国继续扩大其在亚太地区导弹防御部署规模，重点增加拦截力量。一是以朝鲜导弹对韩国构成威胁为由，多次敦促韩国同意其在韩境内部署 THAAD；积极推进日本引进 THAAD，日本防卫相已于 2015 年 11 月首次表示考虑引进。二是决定在关岛永久部署 THAAD 系统。三是增派 2 艘“宙斯盾”BMD 舰赴驻日美军基地。四是促进美、日、韩三国实现导弹防御三边合作。美国上述举措将对亚太地区战略力量平衡产生重大影响。

4. 在欧洲部署导弹防御系统取得阶段性重大进展

2015 年美国在欧洲部署导弹防御系统在 3 个方面取得阶段性重大

进展。一是首次在欧洲进行导弹防御实弹拦截试验，实现了与北约国家导弹防御的协同作战。2015 年 10 月 20 日，美国、加拿大、法国、德国等 9 国在“海上防御论坛”框架下举行了一体化防空反导演习，搭载“宙斯盾”系统的美海军“罗斯”号驱逐舰发射一枚“标准-3” Block 1A 拦截弹，成功拦截了近程弹道导弹。与此同时，承担防空任务的美海军“苏利文”号驱逐舰发射 2 枚“标准-2”导弹，拦截了来袭的 2 枚反舰巡航导弹。美国、加拿大、意大利、荷兰、挪威和西班牙 6 国提供了护卫舰和驱逐舰，美国和英国提供了航母，德国则向联合特遣队增派了兵力。成员国护卫舰也在演习中使用了“紫菀-30”防空导弹。荷兰及西班牙的护卫舰跟踪了目标的位置并向“罗斯”号驱逐舰传送了提示信息。美国以实际行动兑现了通过“宙斯盾”战舰和罗马尼亚海岸基地与盟友一道防御欧洲的承诺。

二是陆基“宙斯盾”系统首次拦截试验成功。12 月初，在代号为“作战飞行试验-02”（FTO-02）中，美国空军 C-17 运输机在夏威夷群岛西南部海域上空发射了一枚中程弹道导弹靶弹，工作在前置模式下的 AN/TPY-2 雷达探测到靶弹后将数据传送至“指挥控制与作战管理通信”（C2BMC）系统。陆基“宙斯盾”系统从 C2BMC 系统获取了相关数据，使用 AN/SPY-1 雷达成功跟踪、捕获目标，并生成了拦截方案。随后，陆基“宙斯盾”系统发射了一枚“标准-3” Block 1B 拦截弹，成功摧毁目标。此次试验成功标志着陆基“宙斯盾”系统成功实现从海基向陆基的移植，验证了陆基“宙斯盾”系统使用外部传感器数据进行“远程发射”的能力。未来，“宙斯盾”系统将与分布在陆、海、空、天的多个系统协同作战，实现由“远程发射”到“远程交战”。

三是“宙斯盾”导弹防御系统完成在欧洲部署。4 艘搭载“宙斯盾”导弹防御系统的舰船在西班牙部署完毕。12 月 18 日导弹防御局宣布，在罗马尼亚部署陆基“宙斯盾”系统工作完成，将开始进行一

系列技术测试，2016 年夏正式投入使用。

5. 高度重视探索先进技术，提升未来导弹防御能力

2015 年美国加强在远程识别雷达、新一代动能杀伤器、高能激光拦截器等领域开展技术探索研究，解决导弹防御中目标识别和对先进弹道导弹高效拦截能力不足等问题。

在预警探测系统方面，国防部宣布 2020 年前在阿拉斯加州部署远程识别雷达，用作“地基中段防御”（GMD）系统传感器，持续跟踪和识别从太平洋地区射向美国的弹道导弹。在拦截技术方面，重点开发可提高现有导弹防御系统拦截武器效能、提高可靠性的新一代动能杀伤器技术，启动了“重新设计杀伤器”“通用杀伤器”“多目标杀伤器”等多项研发计划。其中，“重新设计杀伤器”首飞试验将在 2018 年进行；“多目标杀伤器”概念验证原型机研发合同已于 8 月份分别授予波音公司、洛克希德·马丁公司和雷声公司。

6. 天基红外系统取得新进展

美国“天基红外系统”（SBIRS）近期取得多项新进展。5 月，第 4 颗“天基红外系统”大椭圆轨道（HEO-4）卫星载荷完成制造，将搭载至一颗秘密卫星上发射。于 2014 年发射升空的 HEO-3 卫星成功完成在轨校验。6 月 9 日，空军宣布启用由洛克希德·马丁公司研制的升级版的 A2100 卫星平台，作为第 5 颗和第 6 颗“天基红外系统”地球同步轨道卫星（GEO-5、GEO-6）的平台，提高预警卫星的性能和抗干扰能力，降低发射费用。升级版 A2100 卫星平台可使两颗卫星采用“肩并肩”构型发射，降低卫星质量，减小卫星宽度，在轨期间能够进行重编程以消除干扰。

正在建造的第 4 颗“天基红外系统”（SBIRS）地球同步轨道导弹预警卫星（GEO-4）将于 2016 年发射，先于已完成建造的第 3 颗（GEO-3）发射。由于空军调整发射计划，GEO-3 卫星将于 2017 年 9 月后发射。

（二）俄罗斯重点发展弹道导弹防御预警与拦截系统

1. 俄罗斯试验近程反导系统

2015 年 6 月 9 日，俄罗斯宣布成功试验近程反导系统，系统在指定时间成功拦截了模拟目标。本次试验旨在确认反导系统的特性以及空天防御部队的作战能力。2015 年，俄罗斯继续加快发展导弹防御系统，生产防空反导导弹数量是去年同期的 3 倍。俄罗斯国防部已向国防工业部门下令要求增加 200% 防空反导导弹产量，以大幅提升俄罗斯新成立的空天军的战斗力。

2. 成功发射首颗新一代预警卫星

首颗新一代早期预警卫星“统一空间系统”（EKS-1）于 11 月 17 日成功发射。该卫星在飞行 24 小时进入椭圆轨道，大约在近地点 1 000 千米，远地点 70 580 千米，倾角 63.4°。EKS-1 卫星编号为“宇宙-2510”，是俄罗斯计划部署的新型早期预警卫星星座的第 1 颗星，将取代“眼睛”系列预警卫星。

3. 进行地基反卫星试验

2015 年 11 月 18 日，俄罗斯进行了导弹反卫星试验。该导弹称为 Nudol，作为导弹防御系统的一部分发展，本次试验是该导弹 3 次飞行试验中的首次成功试验。由于该系统使用固定雷达，限制了其反卫星能力，只能击中经过莫斯科上空的卫星。

（三）以色列全面升级导弹防御系统

以色列以构建 4 层拦截的导弹防御系统为目标，全面升级导弹防御系统。2015 年“箭-3”系统和“大卫投石器”系统研制试验取得新进展，由“铁穹”“大卫投石器”“箭-2”“箭-3”系统构成的 4 层拦截的弹道导弹防御系统即将形成，实现对来袭弹道导弹的多次拦截。

1. “箭-3”系统拦截试验首获成功

2015 年 12 月 10 日，以色列和美国成功进行了“箭-3”导弹防御