

世界国防科技年度发展报告 (2016)

陆战领域科技 发展报告

中国兵器工业集团第二一〇研究所



世界国防科技年度发展报告 (2016)

陆战领域科技发展报告

LU ZHAN LING YU KE JI FA ZHAN BAO GAO

中国兵器工业集团第二一〇研究所

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

陆战领域科技发展报告/中国兵器工业集团第二一〇

研究所编. —北京: 国防工业出版社, 2017. 4

(世界国防科技年度发展报告. 2016)

ISBN 978-7-118-11275-7

I. ①陆… II. ①中… III. ①陆地战争—科技发展—

研究报告—世界—2016 IV. ①E151

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 055230 号

陆战领域科技发展报告

编 者 中国兵器工业集团第二一〇研究所

责任编辑 汪淳 郝刚

出版发行 国防工业出版社

地 址 北京市海淀区紫竹院南路 23 号 100048

印 刷 北京龙世杰印刷有限公司

开 本 710 × 1000 1/16

印 张 10 $\frac{3}{4}$

字 数 119 千字

版 印 次 2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定 价 65.00 元

《世界国防科技年度发展报告》

(2016)

编委会

主 任 刘林山

委 员 (按姓氏笔画排序)

卜爱民	王 逢	尹丽波	卢新来
史文洁	吕 彬	朱德成	刘 建
刘秉瑞	杨志军	李 晨	李天春
李邦清	李成刚	李晓东	何 涛
何文忠	谷满仓	宋志国	张英远
陈 余	陈永新	陈军文	陈信平
罗 飞	赵士禄	赵武文	赵相安
赵晓虎	胡仕友	胡明春	胡跃虎
真 溱	夏晓东	原 普	柴小丽
高 原	席 青	景永奇	曾 明
楼财义	熊新平	潘启龙	戴全辉

《陆战领域科技发展报告》

编辑部

主 编 沈 卫

副 主 编 陈永新 王 磊

编 辑 (按姓氏笔画排序)

王 勇 王 磊 王治超 王建波

王建峰 王敬念 朱 丹 刘 婧

李 静 李稚琼 宋 乐 郝 悦

柏席峰 鲍亚红

《陆战领域科技发展报告》

审稿人员（按姓氏笔画排序）

于子平 李 强 陈 龙 郑 斌
高 原

撰稿人员（按姓氏笔画排序）

于 洋 王 勇 王 磊 王昌强
王治超 王建波 王建峰 王桂芝
王敬念 朱 丹 刘 婧 杨晓菡
李 静 李雅琼 宋 乐 范夕萍
郝 悦 胡 杨 胡阳旭 柏席峰
贾喜花 鲍亚红

编写说明

军事力量的深层次较量是国防科技的博弈，强大的军队必然以强大的科技实力为后盾。纵观当今世界发展态势，新一轮科技革命、产业革命、军事革命加速推进，战略优势地位对技术突破的依赖度明显加深，军事强国着眼争夺未来军事斗争的战略主动权，高度重视推进高投入、高风险、高回报的前沿科技创新。为帮助对国防科技感兴趣的广大读者全面、深入了解世界国防科技发展的最新动向，我们秉承开放、协同、融合、共享的理念，共同编撰了《世界国防科技年度发展报告》（2016）。

《世界国防科技年度发展报告》（2016）由综合动向分析、重要专题分析和附录三部分构成。旨在通过深入分析国防科技发展重大热点问题，形成一批具有参考使用价值的研究成果，希冀能为促进自身发展、实现创新超越提供借鉴，发挥科技信息工作“服务创新、支撑管理、引领发展”的积极作用。

由于编写时间仓促，且受信息来源、研究经验和编写能力所限，疏漏和不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

中国国防科技信息中心

2017年3月

前 言

陆战技术主要是指支撑陆战装备和作战人员更好地发挥作战能力的技术，主要涉及陆战力量的机动能力、打击能力、生存能力、信息能力、自主能力以及人效增强等方面。

本书针对 2016 年陆战领域科技发展情况，从以上几个方面进行了总体评述；对坦克装甲车辆技术、火炮技术、弹箭技术、陆战无人系统技术、轻武器技术、陆战装备光电技术、陆战装备电子信息技术、火炸药技术以及陆战装备材料技术等相关技术进行了分领域评述。

借助专家力量筛选出陆战技术领域有重要影响意义的专题，并开展深入研究。这些专题涉及人工智能、网络作战力量建设、仿生机器人、自主无人系统、卫星资源利用、毁伤效应可调战斗部、可穿戴外骨骼、石墨烯等。

最后，附录以大事记形式对 2016 年陆战领域科技发展的重大事件按时间顺序进行了记录。

本报告得到了中国兵器科学研究院陈龙，中国国防科技信息中心李向阳、王三勇、马建龙等多位专家的悉心指导。

编者

2017 年 3 月

目 录

综合动向分析

2016 年陆战领域科技发展综述	3
2016 年坦克装甲车辆技术发展综述	16
2016 年火炮技术发展综述	23
2016 年弹箭技术发展综述	31
2016 年陆战无人系统技术发展综述	38
2016 年轻武器技术发展综述	44
2016 年陆战装备光电技术发展综述	51
2016 年陆战装备电子信息技术发展综述	58
2016 年火炸药技术发展综述	66
2016 年陆战装备材料技术发展综述	70

重要专题分析

欧美国防机构积极开展技术监视/水平扫描活动	79
美国陆军加强网络作战力量建设	88
国外人工智能技术发展态势分析	93
仿生机器人成为无人系统发展新亮点	99

自主无人系统颠覆未来装备发展和作战模式	105
国外利用卫星系统提高陆军装备信息化水平	110
毁伤效应可调战斗部即将进入实用阶段	115
可穿戴外骨骼将为未来士兵装备带来革命性进步	123
美欧全模块化柔性弹药发展分析	130
国外重视军用车辆动力技术发展	137
石墨烯技术突破提升陆战探测与信息化水平	143

附录

2016 年陆战领域科技发展大事记	149
-------------------------	-----

ZONGHE
DONGXIANGFENXI

综合动向分析

2016 年陆战领域科技发展综述

陆战技术主要是指支撑陆战装备和作战人员更好地发挥作战能力的技术，主要涉及陆战力量的机动能力、打击能力、生存能力、信息能力、自主能力以及人效增强等方面。2016 年，陆战领域科技发展的总体情况如下。

一、机动能力：动力传动技术注重创新发展，材料新成果推动平台轻量化技术进步

高效的推进系统是提高陆战平台机动能力的关键。对打击能力和生存能力的追求在一定程度上增加了平台的重量，通过材料技术实现轻量化是提高机动能力的重要手段。

（一）开展新型动力概念和基础理论研究，优化发动机性能

FEV 北美公司开发“高性能四冲程发动机”概念，满足或超过美国军方“先进战车发动机”项目的特定需求。“高性能四冲程发动机”采用双涡轮增压器，旋转惯量低，瞬态性能好，共轨系统采用独立的单体泵提供高压燃油，气门机构可调节，部分负荷时可让 6 个汽缸中的 3 个停止工作

以提高燃油经济性。

阿凯提斯动力公司开发创新型对置活塞压燃式汽油机，满足当前和未来的成本效率以及低排放标准的要求。汽油机采用灵活的吸气和扫气结构，低负荷时也能提供稳定燃烧所需的高温，燃料效率比尺寸较小的涡轮增压直喷汽油机提高 50%。

美国陆军实验室进行共轨喷油器和液压致动电控单体喷油器对比研究，以期优化燃油效率和功率输出，降低有害排放。实验发现，机油温度对单体喷油器系统的喷油量有显著影响；共轨喷油器对喷油量的控制精度是单体喷油器的 4 倍。

（二）重视新型动力传动系统研发，满足特定需求

乌克兰开发新型 6TD 系列主战坦克动力系统，可用于现有主战坦克升级或配装新型主战坦克。6TD 系列 1103 千瓦柴油机采用直接燃油喷射系统、顶部喷射式冷却系统等技术，可使主战坦克在 55℃ 的高温环境下工作并降低热特征信号；空气过滤效率高达 99.8%，适于沙漠行驶。

德国采埃孚公司推出“全寿命经济型越野”新型 7 速自动变速箱，主要用于中型和重型特种越野车辆。新型 7 速自动变速箱可根据路况自动换挡，换挡时无动力中断；传动比范围较大，车辆爬坡能力和燃油消耗得到显著改善；与新型液力变矩器匹配，可提高车辆加速性能和行驶平顺性；电控装置直接安装在变速箱上，通过标准化 CAN 总线接口与车辆其他系统进行通信。

（三）轻量化材料研发成果显著，推动地面平台减重

美国北卡罗莱纳州立大学在熔融的不锈钢基体中嵌入空心钢球，制成一种复合金属泡沫装甲材料，比现有车辆金属装甲材料密度更低，强度更高，可为装甲减重 20%。抗弹性能测试中，总厚度约 2.5 厘米的装甲能抵

御速度为 850 米/秒的穿甲弹冲击。

美国西北太平洋国家实验室采用低成本工艺，通过优化热处理过程和纳米结构调节机制，制备出性能更好的钛合金 Ti185。该材料拉伸强度接近 1700 兆帕，约为现有车用钢的 2 倍，比现有钛合金的强度高 10% ~ 15%，重量降低 50%。当前，钛合金 Ti185 的价格仍高于钢，但在强度—价格比方面有优势，是车辆轻质部件的理想材料。

二、打击能力：常规发射技术与新技术研发并行，炸药与可调战斗部技术发展活跃

陆战装备打击能力不一味强调远准狠，而是着力改进现有发射技术，研发新技术，以适当的毁伤效果精确地打击目标。

（一）发射技术发展保持活跃，常规技术改进与新技术研发并行

美国陆军启动 M777ER 项目，拟通过技术改进和身管加长使 M777A2 牵引榴弹炮射程提高 2 倍，推出的 XM907 样炮身管加长了 1.82 米，达到 52 倍口径。为解决 M109A7 自行榴弹炮的最大射速问题，美国陆军明确了不同射击条件下的射速需求，在项目进入大批量生产阶段前对该炮进行了有压力射击条件下的测试。

美国 AM 通用公司推出新型“鹰眼”105 毫米轻型自行榴弹炮。该炮采用 33 倍口径身管，最大射速为 8 发/分钟，持续射速为 3 发/分钟。俄罗斯将研制 2S35“联盟”-SV-KSh 轮式自行榴弹炮，最大射速超过 10 发/分钟，有效射程超过 40 千米，可携带大约 70 发 152 毫米炮弹；集成有创新的身管冷却系统，射速超过德国 PzH2000 和美国 M109A6/M109A7 等。

美国陆军考虑将“闪电”电磁导轨炮用于陆基防空，对其进行的实弹

射击试验验证了弹丸及关键部件能够在 30000g 高过载和强电磁发射条件下正常发射，发射前后及弹丸进入稳定飞行的数秒时间内，所有制导电子组件均达到预期性能。俄罗斯在研的一款电磁导轨炮完成首次测试，试验中电磁导轨炮发射了 1.5 克重的炮弹，炮口初速达到 11 千米/秒。

（二）炸药与可调战斗部成为热点技术，追求毁伤效果及其可控性

美国陆军开发并优化粒状 IMX - 104 炸药的大规模淤浆包覆生产工艺，将提高粒状 IMX - 104 炸药品质，实现低成本量产，为部队提供性能优良的不敏感炸药，主要用于装填 M795 和 XM1128 炮弹；启动在 BLU - 111 系列 500 磅通用炸弹中装填含铝 IMX - 101 炸药的研究，开发相关工艺参数，低成本 IMX - 101 量产后，每年将为美国陆军节约 280 万美元。

美国国防威胁降低局提出研发高燃烧效率自破裂结构含能材料，该活性结构材料受爆炸冲击后自行破裂，可形成按一定规律分布的能快速燃烧的微米或亚微米级燃料颗粒或液滴。新开发的活性材料适合用作弹药壳体，将有效提高弹药毁伤效能。

美国创新防务公司设计的一种新型钻地导弹，装填多个以串联方式排列的聚能装药战斗部，在某一方向上连续起爆冲击岩石或混凝土，以爆炸方式开孔，可以形成孔径更大、深度更深的孔洞。用一枚内装 20 个直径 30 厘米聚能装药战斗部的钻地导弹，可开出 60 米深的孔洞，供后续导弹钻入目标内部。

德国 TDW 公司研发出毁伤半径可调战斗部技术，综合应用战斗部和引信技术，提供 3 ~ 5 种可选战斗部输出模式，毁伤威力可在 10% ~ 100% 范围内调节。作战人员可根据选定目标调节战斗部的爆炸当量，控制毁伤效应和威力，最大限度地降低对友军的误伤和附带毁伤。

三、生存能力：平台主动防护技术是发展重点，材料技术助力生存能力提升，反微/小型无人机技术蓬勃发展

传统防护措施已无法抵御不断出现的新威胁形式和不断发展的高致命威胁，新的反制技术手段相继出现，以确保陆战力量的生存能力。

（一）主动防护技术发展日臻成熟，有效提高生存能力

俄罗斯“阿玛塔”主战坦克装备“阿富汗石”主动防护系统，不再依靠车辆四周安装的小型雷达探测来袭威胁，而是借助新型紫外探测器跟踪火箭弹留下的电离空气踪迹中的紫外光子，不仅能够探测火箭弹，而且可以评估弹丸速度和弹道，向主动防护系统提供成功拦截威胁所需的数据，显著提高主动防护系统的效率，从而增强战车生存力。

英国主动综合防护系统研究项目拟在现有的商用系统评估与技术基础上进行研发，首先用于“挑战者”2主战坦克、“阿贾克斯”和“武士”装甲战车。项目包括三个并行内容：“美杜莎”技术评估，对具备6级技术成熟度现有的商用主动防护系统进行评估；“伊卡洛斯”技术演示，开发一个体系架构，为模块化主动综合防护系统在车辆编队中的运用提供支撑；开发研发与仿真用基础软件包。

（二）装甲和隐身材料技术成果丰富，其应用受到关注

美国南加州大学研发出新型非晶钢 SAM2X5-630，整个非晶基体分散着亚微米大小的析晶，维氏硬度达到16吉帕，弹性极限约为此前报道的非晶合金弹性极限的1.5倍，是车辆装甲的理想材料；加州大学洛杉矶分校开发出新型镁基复合材料，基体为Mg₂Zn镁合金，增强体为均匀致密分散的碳化硅纳米颗粒，材料的屈服强度达到710兆帕，杨氏模量达到86吉帕，