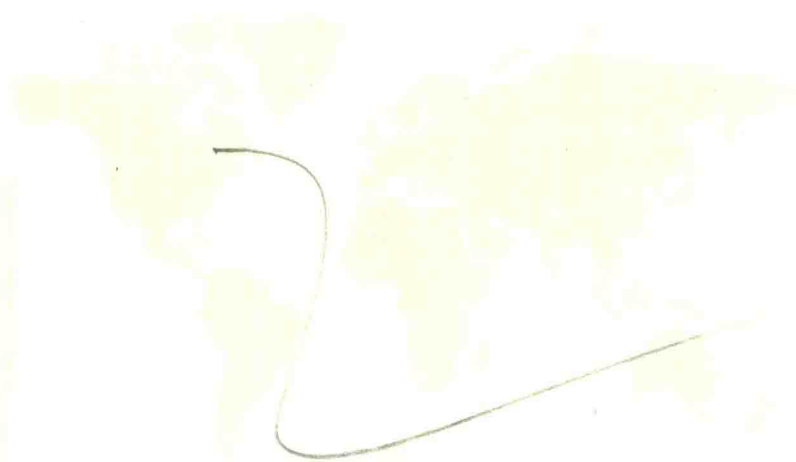


世界国防科技年度发展报告 (2017)

先进制造领域科技发展报告

中国兵器工业集团第二一〇研究所



国防工业出版社
National Defense Industry Press

世界国防科技年度发展报告 (2017)

先进制造领域科技发展报告

XIAN JIN ZHI ZAO 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

先进制造领域科技发展报告 / 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, 2018. 4
(世界国防科技年度发展报告. 2017)

ISBN 978-7-118-11628-1

I. ①先… II. ①中… III. ①国防工业—科技发展—
研究报告—世界—2017 IV. ①TJ

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 101765 号

先进制造领域科技发展报告

编 者 中国兵器工业集团第二一〇研究所
责任编辑 汪淳 王鑫
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 13¼
字 数 150 千字
版 印 次 2018 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
定 价 79.00 元

世界国防科技年度发展报告（2017）

国防科技发展报告（综合卷）

国防科技管理领域发展报告

战略威慑与打击领域科技发展报告

陆战领域科技发展报告

海战领域科技发展报告

空战领域科技发展报告

航天领域科技发展报告

网络空间与电子战领域科技发展报告

信息系统领域科技发展报告

后勤保障领域科技发展报告

精确制导武器领域科技发展报告

先进防御领域科技发展报告

自主系统与人工智能领域科技发展报告

国防生物与医学领域科技发展报告

先进材料领域科技发展报告

★ 先进制造领域科技发展报告

军用电子元器件领域科技发展报告

军用建模仿真领域发展报告

试验鉴定领域发展报告

国防工业出版社
《世界国防科技年度发展报告》
出版工作小组

组长

许西安 郝 刚

副组长

王 鑫

成员

(按姓氏笔画排序)

王 鑫 王晓军 许西安
苏向颖 杜媛媛 汪 淳
张新娟 郝 刚 徐 辉

责任编辑

汪 淳 王 鑫

责任校对

苏向颖

封面设计

王晓军

《世界国防科技年度发展报告》 (2017)

编委会

主 任 刘林山

委 员 (按姓氏笔画排序)

卜爱民	王东根	尹丽波	卢新来
史文洁	吕 彬	朱德成	刘 建
刘秉瑞	杨 新	杨志军	李 晨
李天春	李邦清	李成刚	李向阳
李红军	李杏军	李晓东	李啸龙
肖 琳	肖 愚	吴亚林	吴振锋
何 涛	何文忠	谷满仓	宋朱刚
宋志国	张 龙	张英远	张建民
陈 余	陈 锐	陈永新	陈军文
陈信平	庞国荣	赵士禄	赵武文
赵相安	赵晓虎	胡仕友	胡明春
胡跃虎	原 普	柴小丽	高 原
景永奇	熊新平	潘启龙	戴全辉

《先进制造领域科技发展报告》

编辑部

主 编 高彬彬

副主编 苟桂枝

编 辑 (按姓氏笔画排序)

朱 丹 祁 萌 李良琦 李晓红

陈胜军 胡晓睿 段 婕 徐 可

徐 林 郭 洋 商 飞 董晋华

《先进制造领域科技发展报告》

审稿人员

李志强 毛 明 史秉能 单忠德
郭德伦 杨宏青 高 原 李向阳
李宏伟 王大森 王克鸿

撰稿人员（按姓氏笔画排序）

王 班 朱 丹 刘亚威 刘骄剑
祁 萌 孙红俊 李仲铀 李良琦
李晓红 陈胜军 苟桂枝 胡晓睿
段 婕 徐 可 高彬彬 商 飞
董姗姗 董晋华 韩 野

编写说明

当前，世界新一轮科技革命和军事革命加速推进，科技创新正成为重塑世界格局、创造人类未来的主导力量，以人工智能、大数据、云计算、网络信息、生物交叉，以及新材料、新能源等为代表的前沿科技迅猛发展，为军队战斗力带来巨大增值空间。因此，军事强国都高度重视战略前沿技术和基础科技的布局、投入和研发，以期通过发展先进科学技术来赢得未来军事斗争的战略主动权。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，组织国内科技信息研究机构的有关力量，围绕主要国家国防科技综合发展和重点领域发展态势开展密切跟踪和分析，并在此基础上共同编撰了《世界国防科技年度发展报告》(2017)。

《世界国防科技年度发展报告》(2017)由综合动向分析、重要专题分析和附录三部分构成。旨在通过持续跟踪研究世界国防科技各领域发展态势，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，希冀能为实现创新超越提供有力的科技信息支撑，发挥“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。

军事科学院军事科学信息研究中心

2018年4月

前 言

先进制造技术是衡量一个国家综合实力和科技发展水平的重要标志，国防先进制造技术对确保武器装备产品质量、缩短研制生产周期、降低制造维护成本、提高战技性能指标具有重大影响，因此，世界各国高度重视国防先进制造技术进步，近年来获得迅速发展。密切跟踪世界国防先进制造技术发展态势，深入研判国防先进制造技术热点问题，把握时代脉搏，选准突破方向，对于促进我国国防科技创新、对标国际先进水平、推动制造技术进步、实现武器装备更新换代和跨越发展具有重要意义。

为及时、准确地了解 2017 年国外先进制造技术的发展进步，我们组织相关力量，遴选具有重大现实或潜在影响意义的领域和专题开展系统分析研究，形成了《先进制造领域科技发展报告》。全书包括综合动向分析、重要专题分析、附录三个部分。综合动向分析部分，一是对 2017 年先进制造技术发展战略和技术领域总体发展趋势进行分析研判，二是围绕先进设计、智能制造、增材制造、微纳与精密制造、生物与仿生制造 5 个技术领域进行系统归纳；重要专题分析部分，针对 16 个重点问题和热点技术展开深入研究；附录部分，按时间顺序梳理了 2017 年先进制造领域科技发展大事记。

本书在统一编撰思路的指导下，集中优势领域相关单位共同完成。在报告编撰过程中，得到了军事科学院军事科学信息研究中心史秉能研究员、李向阳研究员，中国航空制造技术研究院李志强研究员、郭德伦研究员，中国兵器工

业集团第二一〇研究所毛明研究员，中国机械科学研究总院单忠德研究员，中国航天科工集团第三研究院 159 厂杨宏青研究员，中国兵器工业集团 618 厂李宏伟研究员，中国兵器工业集团第五十二研究所王大森研究员及南京理工大学王克鸿教授等专家的指导和帮助，在此致以敬意与衷心感谢。

限于编著人员水平有限，错误和疏漏之处在所难免，敬请批评指正。

编者

2018 年 3 月

目 录

综合动向分析

2017 年先进制造领域科技发展综述	3
2017 年先进设计技术发展综述	12
2017 年智能制造发展综述	20
2017 年增材制造技术发展综述	29
2017 年微纳与精密制造技术发展综述	42
2017 年生物与仿生制造技术发展综述	50

重要专题分析

美国国防部制造技术规划实施 60 年成就与特点分析	61
DARPA 发展新型设计技术	69
数字线索助力美国空军航空装备生命周期决策	76
美国国防部先进机器人制造创新机构分析	82
机器人技术应用提升航空制造自动化水平	89
3D 打印技术加速步入海军军事应用	97
美国陆军积极推进战地按需制造技术研究	102
激光金属增材制造技术取得突破	108

碳纤维复合材料 3D 打印技术发展现状分析 119

4D 打印技术发展分析 125

纳米压印光刻工艺推动三维纳米元件量产实用化 134

美国先进材料连接与成形技术未来发展路线图分析 143

搅拌摩擦焊技术在美、欧航天领域应用分析 152

复合材料自动铺放成形技术发展现状分析 159

NASA 太空制造技术发展分析 167

军工高端制造装备发展现状分析 175

附录

2017 年先进制造领域科技发展大事记 185

综合动向分析

2017 年先进制造领域科技发展综述

先进制造技术是衡量一个国家综合实力和科技发展水平的重要标志，是在传统制造的基础上，不断吸收机械、电子、信息、材料、能源和现代管理技术等方面的最新成果，取得理想技术经济社会效益的制造技术的总称；其综合应用于产品设计、制造、检测、管理、使用、服务等制造活动全过程，以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产，提高对动态多变市场的适应能力和竞争能力。国防先进制造技术还对确保武器装备产品质量、缩短研制生产周期、降低制造维护成本、提高战技性能指标具有重大影响，因此，世界各国从战略高度重视发展国防先进制造技术。2017 年，美、英等军事强国，通过多种举措，大力推动国防先进制造技术创新发展，先进设计、智能制造、增材制造、微纳与精密制造、生物与仿生制造等领域都取得重要进展。

一、加强先进制造技术领域的战略规划和顶层设计

英、美等国通过相关战略规划及顶层设计，推动先进制造技术创新

发展。

(1) 英国制定“新工业战略”，加大科研与创新投资。1月，英国发布“新工业战略”，旨在通过加大对科研与创新的投资等十大措施，加强政府干预，提高生产力和振兴工业生产，促进经济发展。在先进制造科技领域，研发与创新投资重点支持机器人、制造工艺和新型材料、生物技术以及高性能计算、高级建模等技术。10月，英国发布《国家增材制造战略(2018—2025)》，拟以增材制造为突破口，解决脱欧的经济挑战，从国家层面做出统一战略部署，有目标、有步骤地推动增材制造技术发展，解决增材制造商业化应用程度不高的问题，拟将英国发展成增材制造全球领导者。

(2) 美国制定先进工艺技术和智能制造发展路线图。6月，由美国国家标准与技术研究院支持、400余家企业参与、爱迪生焊接研究所牵头编制的《先进材料连接与成形技术路线图》发布，明确了未来7年材料连接与成形技术领域的8项研发投资重点。8月，美国清洁能源智能制造创新机构发布2017—2018技术路线图，围绕商业实践、使能技术、智能制造平台建设和人员培养4个领域，分别从战略目标、研发投资重点和近期行动计划3个层面进行全面规划，以推动智能制造技术在工业界的广泛应用，使智能制造成为推动美国制造企业不断改进并可持续发展的动力。

(3) 日本加强先进制造基础研究，提升先进制造竞争力。6月，日本发布《科学技术创新综合战略2017》，确定了2017—2018年采取的重点措施，加强机器人、器件、材料/纳米等技术的基础研发，重点开发“新型制造系统”等核心系统。同月，日本发布《2017年制造业白皮书》，详述应对第四次工业革命的策略以及日本制造业改革的方向，以提升日本先进制造竞争力。