

海军新军事变革丛书

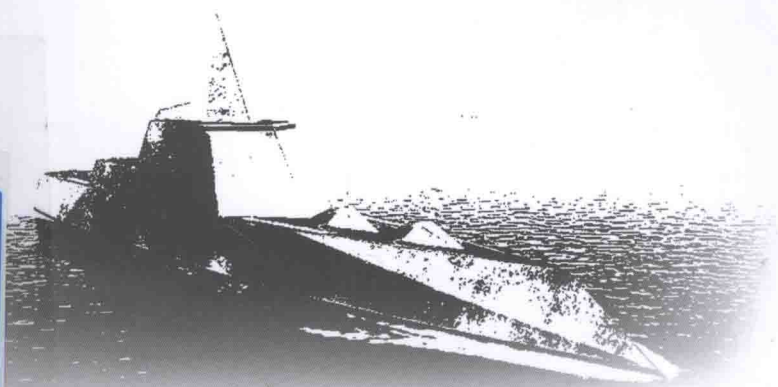


总策划：魏 刚 主 编：马伟明

隐身战舰技术

[英] Christopher Lavers 著

卢晓平 赵鹏伟 谢 扬 译
陈 霞 主审



STEALTH WARSHIP
TECHNOLOGY



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

海军新军事变革丛书

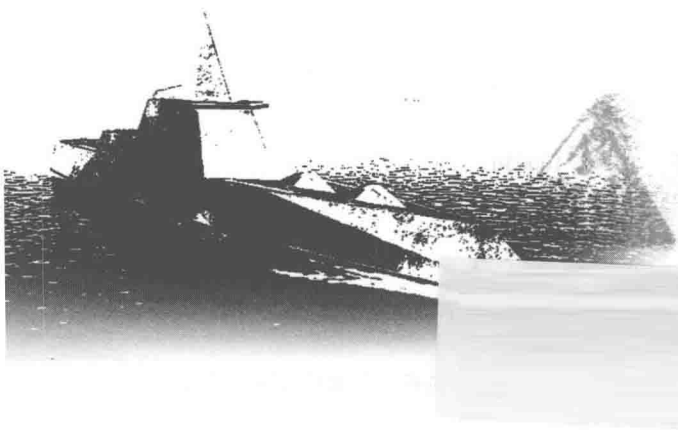
总策划：魏 刚 主 编：马伟明



隐身战舰技术

[英] Christopher Lavers 著

卢晓平 赵鹏伟 谢 扬 译
陈 霞 主审



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

Text Copyright © Christopher Lavers 2012

This translation of Reeds Vol 14: Stealth Warship Technology is published by Publishing House of Electronics Industry-Beijing Media Electronic Information Co., Ltd by arrangement with Bloomsbury Publishing Plc.

本书中文简体字版专有出版权由 Bloomsbury Publishing Plc. 正式授权, 由电子工业出版社出版, 未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2014-1825

图书在版编目(CIP)数据

隐身战舰技术 / (英) 拉弗斯 (Lavers, C.) 著; 卢晓平等译. —北京: 电子工业出版社, 2014.11

(海军新军事变革丛书)

书名原文: Stealth warship technology

ISBN 978-7-121-24323-3

I. ①隐… II. ①拉… ②卢… III. ①隐身舰船 IV. ①E925.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 210625 号

策划编辑: 张 毅

责任编辑: 夏平飞 特约编辑: 郭茂威

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 720×1000 1/16 印张: 14.25 字数: 204 千字

版 次: 2014 年 11 月第 1 版

印 次: 2014 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 55.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

海军新军事变革丛书

丛书总策划 魏 刚

编委会主任 马伟明

编委会副主任 敖 然 高敬东 李 安 李敬辉
赵晓哲 曹跃云

常务副主任 贲可荣

编委会委员 (以姓氏笔画为序)

王公宝 王永斌 王德石 卢晓平

朱 锡 邢焕革 邱志明 宋裕农

何 琳 吴晓锋 张永祥 张明敏

张晓晖 张晓锋 郁 军 侯向阳

高 俊 夏惠诚 鲁 明 察 豪

蔡志明 黎 放

选题指导 鞠新春 唐宗礼 胡 颀 裴晓黎

胡 波 邹时禧 顾 健 徐 勇

出版策划 卢 强 吴 源 张 毅

隐身战舰技术

主审 陈 霞

主译 卢晓平 赵鹏伟 谢 扬

翻译 程航涛 韩玉超 江 杰 倪忠德

顾 健 孙 欣 朱 进

《海军新军事变革丛书》第二批总序

当今世界，国际战略格局正在发生深刻变化。传统安全和非传统安全威胁因素相互交织，霸权主义、强权政治有新的表现，恐怖主义、极端主义、民族分裂主义此起彼伏，和平与发展的车轮在坎坷的道路上艰难前行。

发端于 20 世纪 70 年代的世界新军事变革，从酝酿、产生到发展，经历了近四十年由量变到质变的过程。海湾战争、科索沃战争、阿富汗战争，以及伊拉克战争这几场高技术条件下的局部战争确定了世界新军事变革的发展轨迹和基本走向，展现了未来信息化战争的主体框架。这场新军事变革就是一场由信息技术推动，以创新发展信息化的武器装备体系、军队编制体制和军事理论为主要内容的世界性军事变革。

世界军事变革大势促使军队改革步伐加快。世界范围的军事变革正在加速推进，这是人类军事史上具有划时代意义的深刻变革。美国凭借其超强的经济和科技实力，加快部队结构重组和理论创新，大力研发信息化武器装备，积极构建数字化战场与数字化部队。目前正大力深化军事转型建设，通过发展航空航天作战力量等四十多项措施，进一步提高军队信息化程度和一体化联盟作战能力。俄军也以压缩规模、优化结构、组建航天军、争夺制天权等为重点，全面推行军事改革，着力恢复其强国强军地位。英、法、德等欧洲国家和日、印等亚洲大国，则分别推出军队现代化纲领，努力发展最先进的军事科技，谋求建立独立自主的信息化防务力量。

世界新军事变革的发展趋势：在人才素质方面，加速由简单操作型向复合知识型转化；在军事技术方面，加速由军事工程革命向军事信息革命转化；在武器装备方面，加速由机械化装备向信息化装备过渡；在战争形态方面，

加速由机械化战争向信息化战争转变；在作战理论方面，正在酝酿着全方位突破；在军事组织体制方面，正朝着小型化、一体化、多能化的方向发展。此外诸如战争本质、军事文化、军事法规等方面都在悄然发生变化。

胡锦涛主席指出：“我们要加强对世界新军事变革的研究，把握趋势、揭示规律，采取措施、积极应对，不断加强国防和军队现代化建设，为全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化提供可靠的安全保障。”今天的人民海军正承担着完成机械化和信息化建设的双重历史任务，时不我待，形势逼人，必须顺应潮流，乘势而上，积极推进中国特色军事变革，努力实现国防和军队现代化建设跨越式发展。

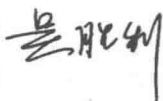
信息时代的人民海军，责无旁贷地肩负着国家利益拓展、保卫领土完整的历史重任，我们只有以大胆创新和求真务实的精神全面推进军事技术、武器装备、作战理论、体制编制、人才培养等方面的变革，才能赶上时代的步伐，逐步缩小与西方强国之间的差距，最终完成信息化军队建设的重大任务，打赢未来的信息化战争。

根据海军现代化建设的实际需求，2004年9月以来，海军装备部与海军工程大学以高度的政治责任感和思想敏锐性，组织部分学术造诣深、研究水平高的专家学者，翻译出版了“海军新军事变革丛书”。丛书着重介绍和阐释世界新军事变革的“新”和“变”。力求讲清世界新军事变革进入质变阶段后的新变化、新情况，讲清信息化战争与机械化战争、信息化军队建设与机械化军队建设在各个领域的区别和发展。其中2004年至今陆续出版的第一批系列丛书集中介绍了信息技术及其应用，出版以来深受广大读者好评。为更好地满足读者的需求，丛书编委会出版了第二批系列丛书。与第一批系列丛书相比，更加关注武器装备、军事思想、战争形态、军队建设编制等全局性问题，更加关注大型水面舰艇、新型潜艇、作战飞机、远射程导弹等新一代武器装备，是第一批系列丛书的发展深化。

丛书编委会和参加翻译的同志投入了很大精力，付出了辛勤劳动，取得了很好的成果。相信第二批系列丛书的出版为深入学习领会军委国防和军队建设思想、了解和研究世界新军事变革提供有益的辅助材料和参考读物，在加速推进中国特色军事变革的伟大实践中发挥应有的作用。

中央军委委员

海军司令员



2009年7月15日

译者序

“乐意学习，消化吸收，不要盲从。”

原著是隐身战舰技术领域新出的一本学术专著，该书深入浅出，将有关隐身战舰技术的起源、发展过程、现状和未来趋势结合起来，着重从电磁场、舰船构型、材料以及总体技术的角度介绍和探讨隐身战舰技术。特别值得一提的是，该书不仅内容丰富，专业性强，而且注重理论与实际相结合，引用了大量军事及与军事相关的实际案例，从而增强了可读性，也使该书具有重要的理论价值和现实意义。

关于作者

原著作者 Christopher Lavers, 是英国皇家海军学院(Britannia Royal Naval College) 舰船与海洋专业的教师, 1989 年在英国埃克塞特大学物理系获博士学位。他从 1993 年开始在英国皇家海军学院任教“海上运输与遥感遥测”(Mairitime and Remote Sensing) 相关方向的课程, 是该校雷达和电信方向的学科主题内容专家 (Subject Matter Expert, SME, Radar and Telecommunications), 也是英国物理研究所 (Institute of Physics) 环境物理研究委员会 (Environmental Physics Committee) 的成员; 自 1988 年以来, 发表了 200 多篇学术论文。Christopher Lavers 在舰船电磁场领域具有很深的造诣, 2009 年 11 月, 他出版了学术专著 *Basic Electrotechnology for Marine Engineers* (《舰船工程师用基础电工学》)。 *Stealth Warship Technology* (《隐身战舰技术》) 是作者 2008 年至 2012 年历时 4 年完成的学术专著, 2012 年 11 月由英国安德

鲁·纳伯格联合国际有限公司出版,显示出他在工程材料(含隐身材料)、舰船总体技术和海军军事等领域也有颇深的研究。

自2007年以来,Christopher Lavers作为物理学研究者,从电磁场、复合材料、超材料和舰船总体设计的角度,致力于隐身战舰技术研究;2008年4月24日,在BBC4台“材料世界”(Material World)节目发表“隐身战舰技术”专题讲话。出版学术专著 *Stealth Warship Technology*, 应该是他从事隐身战舰技术研究的成果之一。近年来,Christopher Lavers 致力于“转剑为犁”的研究,即军用技术转为民用的研究,如光学与生物学集成传感器的研究、隐身技术的民用、野生动物的热成像、高分辨率卫星图像用于人道主义灾难的监测和预防等方面的研究。

内容简评

该书从三个方面探讨隐身战舰技术,一是从电磁场等多种物理场信号探测和控制的角度探讨隐身技术的原理、方法和技术;二是探讨与舰船隐身技术密切相关的隐身材料和隐身“超材料”;三是以舰船平台总体技术的眼光讨论隐身战舰技术,将隐身性视为舰船平台总体设计的重要性能。该书具有如下特点:①兼顾知识基础系统性和学术前沿性;②兼顾学术水平和工程实用价值或工程应用前景;③将当前现状、发展历史和未来趋势联系起来;④兼顾专业深入和科技普及推广。

首先,该书从监测、信号和信号截面减小等方面展开讨论。监测涵盖雷达、红外非成像目标探测系统,以及新近发展的光学、热成像探测系统;信号和信号截面减小本质上就是使舰船目标更难被探测到,即从另一个角度考虑信号监测与处理的问题,当然它也涉及船体外形的“微观几何”特性和建造材料(包括涂敷材料)特性。这方面的内容,从军事应用上说,是电子战和电子对抗的基础;也可以理解为属于电磁场等物理场和信号处理的基础学科。作者从这些角度展开讨论,既简要介绍了基本的概念和原理,也探讨了

相关的技术、方法和学术前沿，还回溯了有关的发展历史，穿插记载了诸多的历史事件和实际案例，从而使这组内容丰富充实，系统而完整，具有启迪和趣味性。在这组内容中，还提出了未来舰船平台信号截面对所有威胁频带都接近最佳响应的设想；提及的主动 RAM (Radazbsorbent Material, 雷达波吸收材料) 技术也颇具吸引力：“它是一个非常大的外表皮‘活耳朵’，用来监听远距离搜索雷达的脉冲特性，然后再发射异相低振幅脉冲来消除敌方的雷达回波；这种外‘表皮’能够对所处环境变化产生反应”；另外，作者还预期“卫星可视化图像（包括近红外、雷达和热频带的可视化图像）跟踪舰船”在 10 年后有可能更普遍应用，这些提法是具有前瞻性的。从事船舶与海洋工程技术、物理学和数学等基础学科相关工作的读者都会用到这些内容。

另外，该书从工程材料和当代材料科学发展前沿展开讨论。对传统的雷达波吸收材料 (RAM) 及其原理进行了详细介绍，如多重 RAM 层材料、“铁球”漆材料，黄金或透明铟锡氧化物材料的应用，“索尔兹伯里屏”的原理，消减窄带和宽带信号特性的权衡措施等。该书还介绍了传统的玻璃钢、碳纤维等复合材料在隐身战舰技术领域的应用前景，较详细地介绍了光学与生物学集成的纳米材料、光子带隙概念，雷达波超材料和光学超材料的突破性概念及其在未来隐身战舰技术中的应用前景，提出了自适应隐身（主动隐身）技术的概念和等离子体隐身技术的设想，这些内容属于当代材料科学发展前沿，具有前瞻性，有些提法甚至超出了隐身战舰技术范畴。这些内容对从事隐身战舰技术、材料科学和（军舰用）材料研制的工程技术人员都具有启迪意义，对物理学研究者也具有重要参考价值。

该书还多以舰船总体技术的眼光著述，如第 7、第 8 章详细地介绍了已建成和正在建造的全隐身战舰或较多顾及隐身性的战舰平台，附录中较详细地列出了重要战舰的总体性能的资料，这些内容可以归入舰船总体设计技术的范畴，属于计入隐身性或以隐身性为主的舰船总体设计技术。从这个意义上说，这组内容也超出隐身技术本身而呈现了当代战舰设计的理念，对从事舰船隐身和舰船总体设计的工程技术人员都有重要的参考价值。

对军事指挥专业的读者以及军事爱好者，该书也值得一读。书中引用了许多军事或与军事密切相关的实际案例，具有浓厚的军味。字里行间，呈现出战火纷飞、硝烟弥漫。例如，第一次世界大战期间，在浩瀚的北大西洋，盟军舰船遭受德国 U 型潜艇严重打击，而到第一次世界大战末盟军舰船视觉迷惑伪装获得成功，采用视觉迷惑的舰船击沉率下降到 1%。第二次世界大战期间，在战斗激烈而具有战略重要性的英国战场，英国飞机利用雷达（起初称为“链站”）及其配套规程准确导航，截击德国轰炸机，终成为纳粹入侵英国计划破产的原因之一，大大增强了英国反击的决心，使第二次世界大战出现转折点；伪装网在“北非盟军”战役中部署成功，与诱饵充气坦克一道蒙骗隆美尔、误导德国军队；诺曼底登陆“D-日”，“金属干扰带”的使用使守卫德军误判海上盟军的意图。第二次世界大战后，1956 年美国 U2 高空侦察机首次飞越苏联上空，后续飞行中 U2 被击落，飞行员加里·鲍尔斯被俘。20 世纪 70 年代冷战期间，美国洛克希德的“臭鼬工作组”加紧了为美国中央情报局研制隐身战机，于 1984 年研制出隐身战机“黑鸟”S-R71，该机型拥有飞行速度可超过 Ma3 的独特优势，一旦敌方地空导弹发射后被探测，可直接加速到超过导弹的飞行速度，保持了世界上最快的人员操纵飞机记录；还是美国洛克希德的“臭鼬工作组”，在 70 年代末，开展了全隐身飞机的研究，在两架“海弗蓝”全隐身样机试飞后，于 1981 年研制出了全隐身战机“夜鹰”F-117 战机，隐身战机的雷达波“微观几何”构型是在隐身飞机的启迪下发展起来的。1989 年 12 月，两架 F-117 战机在巴拿马参加了废黜诺列加的行动，而在 1991 年的“沙漠风暴行动”之中，F-117A “夜鹰”隐身战机仅占攻击兵力的 2%，却投下了 40% 的炸弹。然而，在 1999 年 3 月北约对塞尔维亚轰炸期间，F-117A 战机却被击落坠毁，塞尔维亚军方在俄罗斯情报人员的帮助下得知 F-117A 战机坠落，迅速集结于飞机残骸区域搜寻飞机的残存部分，目的是分析第一代隐身飞机材料频率响应特性，找出规律和响应特性弱点，使 F-117A 战机更易于探测。2000 年 10 月，美国“阿利·伯克”级驱逐舰“科尔”号（USS Cole）成为恐怖分子攻击目标而遭受毁坏，

导致 17 名舰员死亡，另有 39 人受伤，这是重型武器装备的高技术舰船平台在恐怖分子相对轻型的威胁面前显示出脆弱性的典型案例。较早的还有，在 19 世纪哥本哈根战役中，纳尔逊的指挥官海德帕克先生当时认为丹麦舰队的火力太强，发信号给他要求中断行动，传说纳尔逊一边将望远镜放在假眼上，一边向旗号官说“我只有一只眼，我有时有权失明，我真的没有看到那个信号”，纳尔逊这种“将在外军令有所不受”的行为后来竟得到认可。更早的还有《古希腊神话》、《旧约圣经》中记载的战例，当然也有近年科幻电影中的战例。书中呈现出的这种战火硝烟场景也是译者所期望的看点之一，它提醒人们注意到这个世界还不够太平！

启示

时至今日，国内科技水平与发达国家相比还有大的差距，我认为原因之一是在引进国外先进科技时消化吸收不够，将该专著翻译、介绍给国内相关领域的读者旨在消化吸收国际先进科学技术。在翻译过程中，译者也需对原著内容消化吸收，科技著作的翻译需以准确（忠实原著）为前提，所以科技著作翻译首先是一个学习与研究的过程。无论是“直译”还是突破“直译”，要使译文表达得既准确又符合中文习惯，科技著作的翻译必定是一个再创作过程。因此，科技译著首先应消除语言障碍，帮助读者准确而快速地理解原文，进而帮助读者消化吸收先进科学技术。

另需指出，Christopher Lavers 虽然是隐身战舰技术的专家，但对该方向的研究和发展并不是一味鼓励，而是在一定程度上“泼冷水”。例如，第 8 章最后一段提到，“隐身的成本迅速增加到不能接受的高度，可能危及一个国家的整体国防预算”；“单独依赖隐身性不是一个有吸引力的选择，当隐身性与其他发生冲突时更是如此。然而，隐身性在未来将意味着什么当然是未知的，从‘隐身’的定义来说，它也不打算让人知晓！”在“结语”中还进一步提到“从事隐身战舰和大型战舰采办的总成本通常在研制开始”就需严

格限制：“需采取一定程度的限制措施，避免一次性地引入太多没有测试过的新技术，也要避免出现‘集成’某项新技术本身又带来新的麻烦。”这种多方着想、循序渐进、顾及军品成本的提法是否具有启迪意义？

基于以上想法，提出对该书内容抱着“乐意学习，消化吸收，不要盲从”的态度。再广泛一些说，在引进国外科技时，都应该在消化吸收方面多下工夫，抱着“乐意学习，消化吸收，不要盲从”的态度，这就要求杜绝“急功近利”。另外，该书内容广博而且专业性强，但作者能够深入浅出且融会贯通地将这些内容汇集于一本篇幅并不庞大的学术专著中，仿佛与读者谈话交流，娓娓道来，写这种书需要学识渊博、基础坚实并经过多年潜心研究，这也不是“急功近利”者能够做到的。在这些方面该书及其作者是否也有值得学习、借鉴之处？

该书有几处提到中国，都属于学术讨论，故原文照译，未作技术处理。原文还有几处存在明显的“印刷错误”或“笔误”，抱着消化吸收的想法，译者纠正了这类错误。最后，该书涉及的知识面非常广泛，由于本人学识有限，译著可能存在不足，恳请读者批评指正。

卢晓平

2014年2月10日

致 谢

我首先感谢以下人员对完成本书提供的帮助：John Mc Crae 先生同意我使用 45 型驱逐舰 HMS “勇敢”号在不同建造阶段的影像图片；美国佛罗里达州·那不勒斯“作战指数”有限责任公司的网络经营人（Combat Index Webmaster, LLC, Naples, Florida, USA）Andrew Valente 先生提供档案中影像图片的检索路径；瑞典考库姆（Kockums）制造公司的 Kjell Göthe 先生提供“维斯比”号隐身轻型护卫舰的影像图片和大量该级舰的资料。

我还要感谢印度金奈 MPS 公司的编辑组，他们对稿件进行了细致的校对和副本编辑。还要感谢 BBC 4 台的“材料世界”（Material World）组 2008 年 4 月 24 日给我现场畅谈隐身概念话题的机会，这种谈论最先将我引上撰写本书之路；还要感谢“物理研究所”（Institute of Physics）和“材料研究所”（Institute of Materials），在 2008—2009 年间，两者都发表了早期“隐身”方面的细节。

另外，感谢我的家人给我的鼓励，也要反过来鼓励他们：Helena 在条件不好的墨西哥城工作，Sam 取得了“Ten Tors”金奖（Ten Tors Gold）并在坦桑尼亚任教，Sara-Kate 对我给予了热情的关怀，Matt 富有才华的申请材料以及引领我参加足球运动，Ben 对学习和故事的爱好，为每天我与他们难得的共处时光感谢他们！你们的评价和热心使我的生活更有意义。感谢我父母在我小时候对我的鼓励和教诲，即使当我的老师认为我不会读书时，他们仍相信我能学会读书。最后，要特别感谢我的夫人安妮，她给了我耐心的鼓励，她是我人生中的真爱。

对你们全体和每一个人我要说：感谢您！

Christopher Lavers

目 录

绪论	1
第 1 章 雷达波隐身	7
1.1 早期雷达波隐身	12
1.2 SR-71 侦察机	14
1.3 隐身性量度	17
1.4 最大探测距离和雷达波反射截面	19
1.5 隐身措施	25
练习与思考题	33
参考文献	34
第 2 章 可见的过去	35
2.1 迷惑伪装和第一次世界大战	35
2.2 伪装溯源	42
练习与思考题	55
参考文献	56
第 3 章 不可见的未来	58
3.1 雷达波超材料	60
3.2 光学超材料	65
练习与思考题	69
参考文献	70
第 4 章 红外线	71

4.1 红外热的消减	71
4.2 强光信号构成	76
4.3 红外发射定律	82
练习与思考题	84
参考文献	85
第5章 磁信号	86
5.1 磁隐身	86
5.2 消磁船体	90
练习与思考题	98
参考文献	99
第6章 声的威胁和其他信号	100
6.1 噪声	100
6.2 各种环境因素	102
6.3 主动声呐	103
6.4 被动声呐	104
6.5 声呐比较	105
6.6 空泡	107
6.7 未来的声技术	108
6.8 生物发光	109
6.9 船迹效应	110
6.10 极低频信号	113
6.11 可能的未来信号截面	114
6.12 仿生设计	115
6.13 发射控制策略	116
练习与思考题	117
参考文献	117