

“十三五”国家重点出版物出版规划项目



载人航天出版工程

总 主 编：周建平
总 策 划：邓宁丰



 Springer

美国航天服

U.S. Spacesuits

[美] 肯内斯·托马斯 著
哈罗德·麦克曼 舒承东 译



中国宇航出版社

“十三五”国家重点出版物出版规划项目



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLISHING FUND PROJECT

载人航天出版工程

总主编：周建平
总策划：邓宁丰

美国航天服

U. S. Spacesuits

[美] 肯内斯·托马斯 著
哈罗德·麦克曼
舒承东 译



中国宇航出版社

· 北京 ·

Translation from the English language edition:
US Spacesuits by Kenneth S. Thomas and Harold J. McMann
© Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 2006
Praxis Publishing Ltd. is part of Springer Science+Business Media
All Rights Reserved

本书中文简体字版由著作权人授权中国宇航出版社独家出版发行, 未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

著作权合同登记号: 图字: 01-2017-4689 号

版权所有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

美国航天服 / (美) 肯内斯·托马斯, (美) 哈罗德·
· 麦克曼著; 舒承东译. —北京: 中国宇航出版社,
2017.7

书名原文: US spacesuits

ISBN 978-7-5159-1364-3

I. ①美… II. ①肯… ②哈… ③舒… III. ①宇宙服
—基本知识 IV. ①V445.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 178636 号

责任编辑 侯丽平

封面设计 宇星文化

出版
发行

中国宇航出版社

社址 北京市阜成路 8 号
(010)60286808

邮编 100830
(010)68768548

网址 www.caphbook.com

经销 新华书店

发行部 (010)60286888
(010)60286887

(010)68371900
(010)60286804(传真)

零售店 读者服务部
(010)68371105

承印 北京画中国画印刷有限公司

版次 2017 年 7 月第 1 版

2017 年 7 月第 1 次印刷

规格 880 × 1230

开本 1/32

印张 18

字数 492 千字

书号 ISBN 978-7-5159-1364-3

定价 128.00 元

本书如有印装质量问题, 可与发行部联系调换

《载人航天出版工程》总序

中国载人航天工程自 1992 年立项以来，已经走过了 20 多年的发展历程。经过载人航天工程全体研制人员的锐意创新、刻苦攻关、顽强拼搏，共发射了 10 艘神舟飞船和 1 个目标飞行器，完成了从无人飞行到载人飞行、从一人一天到多人多天、从舱内实验到出舱活动、从自动交会对接到人控交会对接、从单船飞行到组合体飞行等一系列技术跨越，拥有了可靠的载人天地往返运输的能力，实现了中华民族的千年飞天梦想，使中国成为世界上第三个独立掌握载人航天技术的国家。我国载人航天工程作为高科技领域最具代表性的科技实践活动之一，承载了中国人民期盼国家富强、民族复兴的伟大梦想，彰显了中华民族探索未知世界、发现科学真理的不懈追求，体现了不畏艰辛、大力协同的精神风貌。航天梦是中国梦的重要组成部分，载人航天事业的成就，充分展示了伟大的中国道路、中国精神、中国力量，坚定了全国各族人民实现中华民族伟大复兴中国梦的决心和信心。

载人航天工程是十分复杂的大系统工程，既有赖于国家的整体科学技术发展水平，也起到了影响、促进和推动着科学技术进步的重要作用。载人航天技术的发展，涉及系统工程管理，自动控制技术，计算机技术，动力技术，材料和结构技术，环控生保技术，通信、遥感及测控技术，以及天文学、物理学、化学、生命科学、力学、地球科学和空间科学等诸多科学技术领域。在我国综合国力不断增强的今天，载人航天工程对促进中国科学技术的发展起到了积极的推动作用，是中国建设创新型国家的标志性工程之一。

我国航天事业已经进入了承前启后、继往开来、加速发展的关键时期。我国载人航天工程已经完成了三步走战略的第一步和第二

步第一阶段的研制和飞行任务，突破了载人天地往返、空间出舱和空间交会对接技术，建立了比较完善的载人航天研发技术体系，形成了完整配套的研制、生产、试验能力。现在，我们正在进行空间站工程的研制工作。2020年前后，我国将建造由20吨级舱段为基本模块构成的空间站，这将使我国载人航天工程进入一个新的发展阶段。建造具有中国特色和时代特征的中国空间站，和平开发和利用太空，为人类文明发展和进步做出新的贡献，是我们航天人肩负的责任和历史使命。要实现这一宏伟目标，无论是在科学技术方面，还是在工程组织方面，都对我们提出了新的挑战。

以图书为代表的文献资料既是载人航天工程的经验总结，也是后续任务研发的重要支撑。为了顺利实施这项国家重大科技工程，实现我国载人航天三步走的战略目标，我们必须充分总结实践成果，并充分借鉴国际同行的经验，形成具有系统性、前瞻性和实用性的，具有中国特色的理论与实践相结合的载人航天工程知识文献体系。

《载人航天出版工程》的编辑和出版就是要致力于建设这样的知识文献体系。书目的选择是在广泛听取参与我国载人航天工程的专业领域的专家意见和建议的基础上确定的，其中专著内容涉及我国载人航天科研生产的最新技术成果，译著源于世界著名的出版机构，力图反映载人航天工程相关技术领域的当前水平和发展方向。

《载人航天出版工程》凝结了国内外载人航天专家学者的智慧和成果，具有较强的工程实用性和技术前瞻性，既可作为从事载人航天工程科研、生产、试验工作的参考用书，亦可供相关专业领域人员学习借鉴。期望这套丛书有助于载人航天工程的顺利实施，有利于中国航天事业的进一步发展，有益于航天科技领域的人才培养，为促进航天科技发展、建设创新型国家做出贡献。



2013年10月

撰稿人

比尔·艾里^{1,2}是 ILC 多佛公司（位于美国特拉华州弗雷德里卡）的实验室经理兼公司历史学家/博物馆馆长。

丹·巴里^{1,2}是大卫·克拉克公司的副总裁兼研发总监。

杰克·巴兹克^{1,2}是大卫·克拉克公司的执行副总裁，自 1961 年以来一直支持压力服的开发、生产及现场操作活动。

大卫·克拉克公司^{1,2}位于美国马萨诸塞州伍斯特，是 X-1 到 X-15 火箭飞机、双子座计划以及所有航天飞机乘员逃生服的压力服供应商。

比尔·埃尔金斯¹在先后成为 Aerotherm 公司和生命保障系统公司的创始人之前，曾先后担任利顿公司和艾雷赛奇（AiResearch）公司的航天服工程师。

帕布罗·德莱昂²是一名航空工程师，同时也是德莱昂技术公司的创始人兼所有者。此外他还在北达科他大学（UND）太空研究系担任主要研究员，负责研究载人航天飞行组件。

丹尼斯·吉列姆^{1,2}是一名航空工程师、压力服历史学家兼顾问。

克里斯·吉尔曼²是全球特效公司（Global Effects）的共同创立者兼首席执行官，同时也是轨道旅行用品公司（Orbital Outfitters）的长期航天服爱好者/发明家兼首席设计师。

汉胜公司^{1,2}位于美国康涅狄格州温莎洛克斯，是阿波罗和航天飞机舱外活动装置便携式生命保障系统的承包商。

加里·哈里斯^{1,2}是一名作家兼高空航天服历史学家及航天服压力服设计师，有 35 年的生命保障工程从业经验。

安迪·霍夫曼¹在阿波罗航天计划之初是一名工程师，退休之前

一直担任汉胜公司的执行副总裁，如今是一名工程师顾问。

霍尼韦尔公司位于美国加利福尼亚州托伦斯分部¹，连同艾雷赛奇公司和联合信号公司，为双子星和天空实验室航天服系统舱外生命保障系统的供应商。

伊伯拉尔家族¹，早期压力服的先驱。

ILC 多佛公司^{1,2}，位于美国特拉华州弗雷德里卡，该公司是阿波罗、天空实验室和航天飞机舱外活动装置的压力服供应商。

约瑟夫·科文博士¹是一位受人尊敬的医生，具有 22 年美国航空航天局航天员职业生涯，作家，退役海军上校，怀尔实验室生命科学部总裁。

道格·朗崔¹是一名来自位于美国俄亥俄州赖特-帕特森空军基地的美国空军博物馆的历史学家/研究员。

凯思琳·路易斯博士²是美国国家航空航天博物馆航天历史部的专家，负责阿波罗计划和俄罗斯航天文物。

尼古拉·莫伊谢耶夫²是俄罗斯星辰科学研究所的前首席设计师和项目经理、俄罗斯航天服供应商、航天服企业家，还是终极前沿设计公司的联合创始人。

斯托里·马斯格雷夫博士¹是一位受人尊敬的资深航天员，具有 30 年美国航空航天局航天员职业生涯，并获得数学、商业、化学、医学、生理学和文学学位。

英格玛·斯库格博士^{1,2}是一名职业航空工程师，历史学家，前道尼尔公司/欧洲航天局欧洲航天服系统负责人，《俄罗斯航天服》的合作作者，国际宇航科学院成员。

史密森学会国家航空航天博物馆^{1,2}，航天历史部，位于美国华盛顿。

泰德·萨瑟恩²与莫伊谢耶夫组队在美国航空航天局 2009 年航天员手套竞赛中获得了第二名（贡献了美国材料和工艺知识），后来联合创立了终极前沿设计公司。

威廉·斯派克尼¹是舱外活动装置子系统负责人，在美国航空航

天局有 26 年的工程师生涯。

美国空军博物馆¹，研究部，美国俄亥俄州赖特-帕特森空军基地。

保罗·韦伯博士¹是美国俄亥俄州韦伯联合公司的创始人，还是（机械反压服）航天服的制作者。

迪克·怀尔德¹是一名职业工程师，支持阿波罗登月舱和航天飞机舱外活动装置。

阿曼达·杨¹退休前一直是美国国家航空航天博物馆航天历史部的阿波罗航天服专家。

注：1—第一版撰稿人，2—第二版撰稿人。

序

肯·托马斯和乔·麦克曼合作完成了这部关于航天服、太空行走、生命保障系统以及逃生系统的巨著。《美国航天服》以史为轴，内容丰富，系统准确，图文并茂，并且具有很强的可读性。

作为一名航天员，在过去 30 年时间里我一直投身于航天飞行以及航天服的研发工作，我的生活被航天飞行相关的一切所占据。我曾参加阿波罗和天空实验室系统的训练；我也曾帮助设计过天空实验室的舱外活动（EVA）程序，并在 6 次天空实验室舱外行走任务中担任太空舱通讯员（capcom）；我还曾和两位作者一起开发并测试过航天飞机航天服、逃生系统，以及所有的太空行走设备。在与唐纳德·彼得森一起完成的舱外活动中，我成为首位在太空测试材料的航天员，并作为太空行走领导者完成了哈勃太空望远镜的初期维修工作。借助本书，我得以重新体验过去 30 年在航天飞行中的多种经历，并获得新的见解和认识。

本书是对历史准确而详细的再现。它是一部全面的编年史，但又不仅限于此。它不仅向我们描述了事件，还让我们了解到事件的经过和缘由。它讲述了硬件以及实现的过程，更为重要的是，它还指出了本可以发生却未能实现的选择。它让我们认识到历史是一个渐进的过程，并阐述了这一过程中发挥作用的选择和研发体系。虽然本书是对过去的回顾，但也能将读者带入未来，读者可以沿着本书铺筑的历史轨迹发现未来的发展趋势。

作者以航天服的工作环境作为开篇——太空环境是什么样的，硬件在太空中运行必须具备的相关条件是什么。这是一个明智之举，亦合乎逻辑，对于读者来说不会还有更为合适的选择。于是，环境

成为了其他所有相关事物的参考基准，就研发过程而言更是如此。除了硬件之外，作者还讨论了生理学以及不同的设计规范导致的生理学结果。

本书的主题无疑是硬件，更确切地说，它讲述了美国太空行走活动的历史。它以年表的方式描述并分析了美国的所有舱外活动，以及在此过程中硬件的目的与作用。

本书将文字、图片、表格及索引有机地组织在一起，流畅的语言、清晰的照片、简明扼要的图表、准确的索引以及丰富的参考文献，这些都有助于读者消化、理解书中的大量材料。

本书只可能由这些作者创作——他们日复一日地专注于航天服的开发和操作细节，他们将身心和灵魂都投入到了业务和硬件之中。我与乔·麦克曼共事 30 年，我们曾经一起工作、挥洒汗水，一起庆祝胜利，一起承受失败和灾难。本书是对那些付出所有、全力以赴的人们的纪念。

斯托里·马斯格雷夫

前言

20 世纪 60 年代初，作为一名年轻的海军飞行员，最让我激动的事情莫过于穿着全压服驾驶 F-4H 鬼怪战斗机在天空飞行，那时它是海军最新型、最棒的 2 马赫战斗机。我们升空后，爬升到 35 000 英尺（1 英尺=0.304 8 m）的高空，启动加力燃烧室，加速到两倍的声速，然后使机头形成大约 60° 的角，继续向上拉升。在升至大约 65 000 英尺的高空时，加力燃烧室静了下来（没有足够的氧气），飞到 80 000 英尺时，我们已经到达想要达到的高度，战斗机从勉强超声速状态降到了 200 英里/小时，因此我们调转机头以避免发动机停机。在一个晴朗的日子，我们飞到距弗吉尼亚州诺福克东岸数英里处，向北我可以看到纽约，向南我可以看到佛罗里达，那真是令人心惊的时刻。

此时，我们故意地释放了座舱压力。古德里奇公司制造的 Mark IV 全压服立刻充气膨胀起来（谢天谢地！），当时我就坐在前弹射座椅内。压力服的活动性还行，我可以用手指来控制操纵杆，保持鬼怪战斗机的机翼平衡，直到我们再次降到 35 000 英尺以下，稠密的空气涌入座舱内，压力服上的夹具逐渐松开。由于我们的燃料已经不多，于是立刻返回奥希安纳海军航空基地。

我觉得这次的压力服还不错。它发挥了自己的作用，保障了我们的生命，并且直到飞机降落之前都在持续运行。不过就是活动性和可视性不是太好，穿衣服的时候也有些痛苦，虽然温暖，但在座舱内仍显得庞大笨重。尽管如此，我们仍然珍视它提供的保护作用，确认这种飞行服采用了尖端的压力服技术。为了开发一种足以将人类送上月球的航天服，NASA 的工程师和各家航空航天公司必须经

历这一阶段。航天服是实现航天飞行的惊人创造之一。

载人航天器是一个小世界，这个小世界必须包含地球上人类赖以维持生存和工作的所有东西，例如适宜温度和压力下不含污染物的空气、水、食物，以及工作、睡眠和通信需要的全套配置。航天服也是一个小小世界，虽然相对较小，但是几近完整。航天服必须能在数小时内起到保护和维持航天员的作用，同时允许航天员在太空的真空和极端温度环境里观察、行走以及活动。航天服必须非常可靠，能应对几乎每一次可能的故障情况。航天服还必须轻便紧凑，便于月球旅行中携带。此外，航天服甚至还要能携带少量的食物和水。对某些任务而言，这一点几乎是无法实现的；而对很多任务来说，这样做甚至还是危险的。我仍清楚地记得，NASA的一些管理者是不愿意让乘员穿上航天服进行舱外活动的，除非绝对必要。20世纪60年代初，因开发这些航天服而遭到责难的人们当然无法预料航天服会遇到什么问题，以及他们是否能获得成功。

本书描述了航天服和开发航天服的人们所取得的巨大成功。有关航天服的历史是本书最棒的部分之一，其中回顾了最早时期为了保护在高空飞行的飞机和热气球内的飞行员所付出的努力，唤起了人们对威利·波斯特和斯科特·克罗兹菲尔德这样一些旧日的名字的记忆和敬意。接着，本书以生动的细节描述了飞机压力服发展成为登月航天服，以及航天飞机航天服的艰难历程。

部分读者会和我一样从头到尾通读本书。另一些读者则会将本书当作教科书，参考其中的工程突破和经验教训，并会因此成为更棒的工程师。读者能从书中了解到材料磨损和破坏的速度有多快，还能知道航天服在肩部宽度（能保证3名乘员并排坐在阿波罗指令舱内）与活动性之间的优化权衡，如何冷却身穿航天服的人员体温，以及如果风扇发生故障或者航天服的压力层因微陨石体而破有小洞（不用考虑大洞），需要多少额外的氧气才能使航天员返回载人飞船等问题。读者还可以从书中知晓解决所有这些问题并最终制造出从未在工作时发生故障的航天服的工程师姓名（未提及的人当然还有

很多)。

当我 1965 年加入 NASA 时，很幸运地被任命为一名监控航天服开发过程的航天员。我不仅因此获得了与 NASA、汉密尔顿标准公司、国际橡胶公司、大卫·克拉克公司以及其他公司年轻有为的工程师相识的机会，还能看着他们工作，并能依次在实验室、高空模拟室以及最终在太空中测试他们的研发成果。在我一生中从未如此开心过。我还结识了那些才能、奉献精神以及研发成果至今都让我敬佩的人物。我希望我们能重新聚到一起，为开发出可漫游火星丘陵和山谷的航天服而共同奋斗。

约瑟夫·科文

致 谢

我们发现，汇编美国航天服的历史是一项艰巨任务。在过去的几十年里，超过一打的政府和工业组织中有数以千计的人员参与其中。尽管有人可能认为，讲述美国航天服的开发历程只需要相对简单地审阅组织文档即可，实际情况却正好相反。一项计划结束后，官方文档一般不会保存超过7年，而参与各个项目的人员的个人记录也往往支离破碎，很难获得。有关阿波罗航天服的大部分早期文档都被加密，而解密、保留和储存这些文档的成本很高，并且也很难为此找到合理的理由。此外，航天工业领域的业务重组、组织合并以及转型也都导致了记录的遗失。而死亡造成关键人物不可避免的损失，也使我们失去了重要的信息来源。

然而，多亏许多在过去和现在从事航天服研发的成员们的奉献精神 and 组织纪律性，才得以存留大量的官方和个人信息供我们使用。通过借鉴上述供稿人和参考文献来源，我们试图尽可能准确、公正地论述美国航天服历史。

作者希望向过去和现在从事航天服系统研发的所有人员表示感谢，感谢他们所作出的贡献和献身精神。正是他们的自我牺牲，才成就了当今的航天服。

这里还需要感谢两位航天服专著的前驱者。20世纪60年代后期，劳埃德·马伦著有一本书，这是关于这一主题的首个很出色的尝试。而莉连·科兹洛斯基在美国国家航空航天博物馆工作期间，意识到航天服的历史正在流失，因此试图通过撰写一本有意义的书来记住历史。这两位先驱者都对前述多名供稿人以及本书的一名作者产生了影响。

本书参考了以前的大量文献，作者在此希望感谢 Bill Ayrey^{2,3}、Earl Bahl²、Bob Balinskas²、Dan Barry²、Jack Bassick²、Jim

Clougherty²、Charlie Flugel²、Dennis Gilliam、John Granahan²、Dave Graziosi²、Gary Harris³、Bob Herman²、Andy Hoffman、Arthur Iberall 家族²、Tom Iles²、Jack Kelly²、Joseph Kerwin 医学博士¹、Joe Kosmo¹、Lillian Kozloski³、Doug Lantry³、Bill Maas²、Michael Marroni²、Jim McBarron II¹、Dan McFarlin²、Stroy Musgrave 博士¹、Bill Rademakers²、Mike Reddig²、Kevin Rusnak³、Tom Sanzone²、Ray Shuey²、Dave Slack²、A. Ingemar Skoog 博士²、Hubert C. Vykukal¹、Paul Webb 医学博士²、Walter Wiecheteck 医学博士²、Dick Wilde² 以及 Amanda Young³。

作者还希望向来自史学、技术和组织等领域的评审人员（按英文字母顺序排列）表示感谢：Bill Ayrey^{2,3}、Jack Bassick²、大卫·克拉克公司⁴、William Elkins²、Dennis Gilliam³、古德里奇公司⁴、Walt Grin²、汉胜公司⁴、Gary Harris^{2,3}、Andy Hoffman²、霍尼韦尔公司⁴、ILC 公司⁴、Joseph Kosmo¹、Pascal Lee 博士²、James W. McBarron II¹、美国航空航天局、美国国家航空航天博物馆（Cathleen Lewis 博士³、Valeric Neal 博士³ 以及 Amanda Young³）、Louis Parker¹、Mike Rouen¹、Joe Schmitt¹、A. Ingemar Skoog 博士^{2,3}、Dave Slack²、Hubert C. Vykukal¹、Bruce Webbon¹ 以及 Dick Wilde²。没有他们的支持，书稿的质量无疑会逊色不少。

作者在此还想向所有以任何方式为本书中插图作过贡献的人员表示感谢。作者尤其感谢下述各位（按英文字母顺序排列）给予的帮助：大卫·克拉克公司、William Elkins、Brand Griffin、汉胜公司、Gary Harris、霍尼韦尔公司、Iberall 家族、ILC 公司、Pascal Lee 博士、美国航空航天局、A. Ingemar Skoog、史密森学会国家航空航天博物馆、美国马里兰大学、美国空军博物馆以及 Paul Webb 博士。

最后，作者要感谢上述所有人的家人，没有他们的理解和宽容，就不会有本书的诞生。

注：1—NASA 航天服系统人员；2—承包商航天服系统人员；3—历史学家或博物馆专家；4—航天服系统组织。

编者注

和那些无数次试图向公众解释这一主题的人们一样，我们（本书作者）也承认这一过程确实存在困难。本书的创作目的，就在于引导读者进入航天服的世界。

航天服属于一种系统，能保障航天员的生命，并允许他们有效地执行任务。此系统包括一套压力服组件，能在保持一定气压的同时实现个人活动性；一套生命保障系统，能使航天员在封闭的大气环境中得以生存。凭借支持发射、返回以及降落后营救活动的舱内航天服，载人飞船可提供基本的生命保障。此类航天服系统通常还带有备份生命保障装备，以应对独立于飞船的活动，提高航天员的生存能力。舱外航天服则可以允许人类在飞船之外工作或探索。此类航天服可通过脐带从飞船获得生命保障，或者通过航天服的自带系统自主满足生命保障需求，由此可以脱离束缚，获得更大的活动范围和自由度。

在过去的四分之一世纪，美国太空行走式航天服在右肩处缝有一个非常特别的臂章。臂章为蓝底，上有一名像达·芬奇的人物穿着航天服。现今蓝底上又多了五颗星，这五颗星分别代表美国舱外活动的里程碑事件。它们是：

- 双子星 4 号—爱德华·怀特，美国首次舱外活动。
- 阿波罗 11 号—尼尔·阿姆斯特朗和巴兹·奥尔德林，首次月球舱外活动。
- 天空实验室 2 号—约瑟夫·科文和皮特·康拉德，挽救了天空实验室的维修舱外活动。
- STS-6 任务（第六次航天飞机任务）—斯托里·马斯格雷夫

和唐纳德·彼得森，首次航天飞机舱外活动。

• STS-104/ISS 7A 任务—迈克·格恩哈特和吉姆·雷利，国际空间站发起的首次舱外活动

本书的序和前言分别由斯托里·马斯格雷夫博士和约瑟夫·科文医学博士撰写。上文的美国舱外活动之星名单中提到了这两位先生，因而我们很荣幸能获得他们的支持。

本书中大部分插图都由 NASA 原创或美国空军资助的活动提供。很多照片现在已不能再用，只有存留原底片的照片还可以使用。致谢部分提到了向我们提供所用副本的人员或组织。未给出说明部分的插图都是由托马斯·雷迪制作，他向我们详细描述了航天服模型，展示了航天服系统层层的设计演变，以及不同航天服特征之间的对比。如果没有他的艺术创造，我们就只能借助粗糙的设计草图或者单调、毫无生机、不完整或幸存的破旧人工制品照片来了解一些模型。

航天服的世界有其特有的语言，包括与其他学科共享的技术术语以及下一部分会提到的航天服特定缩写。首字母缩略词是指出于书写方便及避免乏味或单调地重复谈论主题而对较长术语进行的缩写形式。大多数首字母缩略词都是按照一连串字母发音。例如，舱外生命保障系统 (ELSS)、舱外活动装置 (EMU)、舱外活动 (EVA)、舱内活动 (IVA)、生命保障系统 (LSS) 以及压力服组件 (PSA)。然而，还有一些首字母缩略词是按单词发音。本书用到的此类缩略词有 BLSS (be - les)、ESA (e - sa)、EWA (e - va)、FIDOE (fidoe)、HUT (hut)、IMLSS (im - les)、JAXA (jax - a)、LEVA (le - va)、MAG (mag)、MOL (mol)、NASA (nasa)、NASDA (nasda)、PLSS (pliss)、PRE (pre)、SAFER (safer)、SUT (sut)、WETF (wet - ef) 以及 WIF (wiff)。

本书采用美式英语书写。尽管对于美国读者来说，这个声明可能会略显怪异，但实际上本书是由通常出版标准英式英语书籍的英国图书分部出版发行的。这两种英语在拼写和传统方面都存在差异，