

China Manufacturing 2025

中国制造2025大众读本

丛书总主编 褚君浩
丛书副总主编 王喜文 朱运海

海洋工程装备 及高技术船舶

周忠海 李正宝 编著

这是一套工业技术科普读物
相比于知识性科普读物
它更有助于养成的是
读者的产业思维和经营意识

如果说
知识科普读物有助于读者蓄知广智
那么
工业技术科普读物则助力于读者行远多识



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

China Manufacturing 2025

中国制造2025大众读本


丛书总主编 褚君浩

丛书副总主编 王喜文 朱运海

海洋工程装备 及高技术船舶

周忠海 李正宝 编著

大学图书馆
藏书章

 山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

海洋工程装备及高技术船舶 / 周忠海, 李正宝编著.
— 济南: 山东科学技术出版社, 2018.4
(中国制造 2025 大众读本)
ISBN 978-7-5331-9228-0

I. ①海… II. ①周… ②李… III. ①海洋工程—工程设备—制造业—工业发展—中国 ②造船工业—工业发展—中国 IV. ①F426.474

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 004810 号

中国制造 2025 大众读本

海洋工程装备及高技术船舶

周忠海 李正宝 编著

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路16号

邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印 刷 者: 山东新华印务有限责任公司

地址: 济南市世纪大道 2366 号

邮编: 250104 电话: (0531) 82079112

开本: 720 mm × 1020 mm 1/16

印张: 16.5

字数: 264 千

印数: 1-3000

版次: 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-9228-0

定价: 68.80 元



褚君浩，丛书总主编，中国科学院院士，中国科学院上海技术物理研究所研究员，华东师范大学教授，九三学社中央科普工作委员会主任，上海市科普作家协会终身名誉理事长。主要从事红外物理、窄禁带半导体以及铁电薄膜的材料器件物理的应用基础研究，发表学术论文 500 余篇，出版《窄禁带半导体物理学》等中英文专著 3 部。获国家自然科学基金 3 次、部委级自然科学奖或科技进步奖 10 次。2012 年获上海“科普杰出人物奖”；2015 年被评为十佳全国优秀科技工作者；2017 年获得首届全国创新争先奖章。



王喜文，丛书副总主编，工学博士，博士后，高级工程师，九三学社中央科技专门委员会委员、中央促进技术创新工作委员会委员。1998 年 8 月起在北京第一机床厂工作过两年，后为日本开发 10 年计算机软件。2009 年 8 月至 2017 年 12 月在工业和信息化部国际经济技术合作中心工作，历任信息部副主任、主任，电子商务研究所所长，中国智造与工业 4.0 研究所所长。



朱运海，丛书副总主编，双博士，博士后，硕士生导师，山东省科学院自动化研究所所长，山东省经济和信息化发展研究院副理事长。致力于智能制造与智慧城市应用技术研究，主持和参与国家重大专项十余项；参与编绘《国家 1:100 万地貌图图集》1 部，参与编译《地理学方法》译著 1 部；授权软件著作权 2 项，发表学术论文 30 余篇，获省科技进步三等奖 1 项。

科学指导

陈学庚（中国工程院院士，农业机械设计制造专家）

俞建勇（中国工程院院士，纺织材料专家）

施仲衡（中国工程院院士，地下铁道专家）

钱 锋（中国工程院院士，工业过程智能控制专家）

甄永苏（中国工程院院士，微生物与生物技术药学、肿瘤药理学
领域专家）

编著委员会

主 任

褚君浩（中国科学院院士，九三学社中央科普工作委员会主任）

副主任

孟安明（中国科学院院士，九三学社中央科技专门委员会主任）

白宗文（山东科学技术出版社副社长）

成 员（按姓名笔画排序）

王东伟 王吉星 王传栋 王喜文 王旖旎 石 忠 朱运海

汤华波 负 强 李正宝 李向东 杨正泽 邹 迎 沈 江

尚书旗 周忠海 周思凡 郑 佳 段崇刚 徐 曼 凌沛学

丛书序言

科学技术的进步和普及是社会进步的重要内在动力。《中国制造 2025 大众读本》丛书生动解读和传播中国制造强国建设第一个十年纲领性文件《中国制造 2025》及其技术路线图提及的科学技术，是一套值得大众阅读的科普好书。

习近平总书记在 2016 年“科技三会”上指出：“科技创新、科学普及是实现创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。没有全民科学素质普遍提高，就难以建立起宏大的高素质创新大军，难以实现科技成果快速转化。”本丛书编写的目的就在于通过科学普及，让大众都能消化吸收和运用扩展“中国制造 2025”的科技内涵，从而能够在实现创新型国家建设中更好地发挥才智。

目前，我们已经有一些科普网站从事科学传播工作，也有很多普及科学的广播和电视节目、报刊和图书，其内容或是对科学趣味性的发掘，或是对科学之美的展现，或是对读者阅读兴趣的引领，主要是科学知识的普及与传播，侧重于全民科学知识的积累。这为提高全民科学素养奠定了扎实的基础。与此同时，如何进一步传播从知识到技术的转化，以促进产业和经济发展，是需要广大科技工作者尤其是致力于科学普及创作的科技工作者深入思考并身体力行的。

就图书领域来说，由上海市科普作家协会组织编撰、由我担任总主编的国家出版基金项目《战略性新兴产业科普读本》（8 卷本，上海科学技术文献出版社 2014 年出版），已经试着打破传统科普读物那种纯粹以知识普及为主的固有模式，将科普与国家政策、产业发展、科技创新以及社会发展大势紧密融合，从而帮助人们形成产业意识并投入其中，吹响人们“科技行动”的

号角。

但是，当时并未意识到科普与国家政策、产业发展等的结合将会开创一个全新的科普读物门类——工业技术科普读物。这次，由九三学社中央科普工作委员会和科技专门委员会成员组织编撰、山东科学技术出版社出版的《中国制造 2025 大众读本》丛书，从国家政策的顶层设计、产业行业的发展轨迹和科学技术的知识内涵等方面，对我国制造强国建设的第一个十年纲领性文件《中国制造 2025》及其技术路线图进行了多方位、全视角、普及化的解读，是对工业技术科普读物内涵的又一次深入发掘，标志着我国原创科普图书创作的一种新模式、新品种、新门类的诞生，将为广大科普爱好者奉上全新的知识盛宴。

工业技术科普的最大亮点，是打破了传统科普读物纯粹的知识普及为主的固有模式，将科普与国家政策、产业发展、科技创新以及社会发展大势紧密融合，体现了科普创作服务于国民经济建设的宗旨，可作为领导干部和公务员的决策参考、可为企业家和相关产业科研人员提供研发启迪、可使学生及普通读者获得具有现实应用意义的新知。^①

中国制造 2025 具有鲜明的时代特征。“互联网+”时代，信息技术与各项实体技术深度融合，工业行业的重重围墙不断被突破，“互联网+”以巨大的资源聚合力和创新驱动推动着全球工业格局重塑。“互联网+”以其特有的跨界融合、资源聚合和整合传播力，深刻地改变了人们理解和体验现代科技文明的方式和习惯。以“开放、共享、协作、参与”的互联网精神扎实开展工业技术科普，切实构筑我国工业强国建设的公民科学素质根基，迫在眉睫。^②

中国制造 2025 的核心是创新驱动。习近平总书记多次对中国制造转型升级做出重要论述。李克强总理从政府层面扎实推进中国制造 2025，努力推动形成我国经济发展的新动能。2017 年 6 月 12 日新华社发表标题为《习近平

① 佚名. 科普爱好者的“盛宴” “战略性新兴产业科普读本”丛书亮相 [NOL]. 人民网-上海频道 [2014-08-12]. <http://sh.people.com.cn/n/2014/0812/c134768-21965506.html>

② 张义忠. “互联网+”时代亟须工业科普 [N]. 中国科学报, 2015-09-28.

重新定义中国制造》的评论员文章，再次将世界的目光吸引到“中国制造”上来^③。文章中归纳出，中国制造，当以创新为灵魂，当以品质为生命，当以人才为根本。现在，在比较挑剔的外国消费者眼里，中国产品的质量也已今非昔比，但我们也应清醒地认识到，中国制造走以质取胜的发展道路仅仅开了个头，人们还多用老眼光来看“中国造”。改变人们的“老眼光”，既要立足于行，使“质量第一”成为从企业到消费者普遍参与的社会行动；也要大力宣传，展现我们在制造业方面“强”的部分，激发人们的自豪和认同。横向对比，“德国制造”之所以长盛不衰，与其拥有大量一流技术工人、发达的职业技术教育分不开。从我国现实看，制约中国制造转型升级的一个瓶颈就是人才短板。建设制造强国，需要培养和造就一支数量充足、结构合理、素质优良、充满活力的制造业人才队伍，为实现中国制造“三步走”战略目标奠定坚实人才基础。相比技术的研发、产品的创新，这一过程更加需要定力和耐心，也更加呼唤企业界、教育界和政府部门等各方的共同努力，其基础在于改变人们对于制造业“傻大笨粗”的老印象、从事制造业“低人一等”的老观念，吸引更多的优秀人才到制造行业中创新创业，就业乐业。《中国制造 2025 大众读本》的策划，正是基于这个信念，从“工业技术普及”的角度，采用科普图书生动活泼的笔触，为产业现状、工业技术倾注各领域专业人士的情感，用带有温度的呈现形式展现出我国制造业的现状和未来。内容架构上，从纵向（历史）的角度展现各领域产业行业的传承与发展，从横向（国际）的角度展现各领域产业行业所取得的成绩以及与世界先进水平的差距。

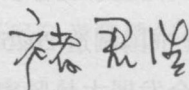
《中国制造 2025 大众读本》丛书，与国家政策、产业发展、科技创新以及社会发展大势紧密融合，体现科普创作服务国民经济建设的宗旨。丛书共分十册，总论《中国制造 2025 曙光：智能·绿色·融合·创新》结合 2015 年国务院印发的《中国制造 2025》文本，全面剖析我国制造业的新阶段、新形势和新环境，准确分析面临的挑战和任务。其余九册分别围绕新一代信息技术产业、高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术

^③ 辛识平. 习近平重新定义中国制造 [N]. 新华社 [2017-06-12]. http://news.xinhuanet.com/2017-06/12/c_1121130716.htm

船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、农机装备、新材料、生物医药与高性能医疗器械等《中国制造 2025》要突破发展的九大重点领域（《中国制造 2025》提及的是十大领域，其中电力装备对应的分册暂不出版）进行科普解读，系统介绍每个领域产业行业的发展历程、发展路径、技术方向、发展目标以及和社会经济发展的关联。编写中，突出“掌握规律—技术发明—产业应用”的发展脉络和思想，体现所涉及技术、产品知识产权的“自主”和“创新”。内容选取，参照又不拘泥于国家制造强国建设战略咨询委员会发布的《〈中国制造 2025〉重点领域技术路线图》，既阐明我国制造业“大而不强”的现状态势以及“从大变强”的意愿和做法，帮助读者“认清家底儿”，又重点展现我们在制造业方面“强且领跑”的部分，激发读者的认同和自信。

本丛书编写团队，由我担任总主编，工信部中国智造与工业 4.0 研究所原所长王喜文博士和山东省科学院自动化研究所所长朱运海博士具体协调组织，作者以九三学社中央科技委委员为主，既有工信部、科技部下属科研院所以及山东省科学院的青年才俊，又有北京市交通委、中国中车的技术大拿，还有中国科协的首席科学传播专家，更有泰山学者、山东省科学技术最高奖获得者，他们的专业性和对于科技传播和科普创作的热忱，决定了本丛书是一套既有科技含量又有温度的工业技术科普读物。

希望本书有益于深化大众对《中国制造 2025》的全面认识。



（中国科学院院士，中国科学院上海技术物理研究所研究员，
华东师范大学教授，九三学社中央科普工作委员会主任 褚君浩）

序 言

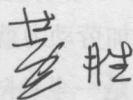
这是一本系统全面介绍我国海洋工程装备和高技术船舶的书籍，本书内容广泛，资料丰富，紧密围绕着未来十年海洋工程装备和高技术船舶发展方向与重点，针对海洋资源开发装备、海洋空间资源开发装备、综合试验检测平台、高技术船舶、核心配套设备五个方面，就相关概念，关键技术，发展现状、未来趋势等进行了深度的介绍。本书作者在海洋工程技术领域具有 20 多年的从业经验，经历了我国海洋工程装备及高技术船舶从弱到强，从无到有的发展历程，对海洋工程装备和高技术船舶的发展有着深刻的理解。海洋工程装备是开发、利用和保护海洋所使用的各类装备的总称，是海洋经济发展的前提和基础；高技术船舶具有技术复杂度高、价值量高的特点，是推动我国造船产业转型升级的重要方向。海洋工程装备和高技术船舶处于海洋装备产业链的核心环节，推动海洋工程装备和高技术船舶发展，是促进我国船舶工业结构调整转型升级、加快我国世界造船强国建设步伐的必然要求，对维护国家海洋权益、加快海洋开发、保障战略运输安全、促进国民经济持续增长、增加劳动力就业具有重要意义。

我国是一个负陆面海、陆海兼备的大国，提高海洋开发、控制和综合管理能力，事关经济社会长远发展和国家安全的大局。海洋与陆地的一个根本区别是海上的一切活动必须依托相应的装备，人类对海洋的探索与开发都是伴随着包括造船技术、海洋工程技术在内的装备技术的进步而不断深化的。经略海洋，必须装备先行。党的十九大报告明确提出了加快建设海洋强国，《中国制造 2025》也指出，海洋工程装备和高技术船舶领域将大力发展深海探测、资源开发利用、海上作业保障装备及其关键系统和专用设备。随着我国海洋强国建设进程向前推进，综合实力不断上升，逐渐建立起了自主可控

的装备体系，掌握了一些海洋工程装备和高技术船舶等高端装备的自主研发能力。目前，我国正在大力推进南海开发进程以及海上丝绸之路建设，对海上基础设施建设、资源开发、空间开发等相关装备的需求更为急迫，也对我国高端海洋装备的发展提出了更高的要求。

在过去的五年间，我国海洋科技取得了一系列突出成果，为建设海洋强国奠定了物质和技术基础，现在到了全面建设海洋强国的时候了。未来十年，我国船舶工业应紧紧围绕海洋强国战略和建设世界造船强国的宏伟目标，充分发挥市场机制作用，顺应世界造船竞争和船舶科技发展的新趋势，强化创新驱动，以结构调整、转型升级为主线，以海洋工程装备和高技术船舶产品及其配套设备自主化、品牌化为主攻方向，以推进数字化网络化智能化制造为突破口，不断提高产业发展的层次、质量和效益。力争到2025年成为世界海洋工程装备和高技术船舶领先国家，实现船舶工业由大到强的质的飞跃。

在我国加快建设海洋强国的战略指导下，本书的编写和出版将有助于从事海洋工程装备及高技术船舶的相关人员全面了解我国海洋工程装备和高技术船舶的发展历史和趋势以及在我国经济社会中的重要意义，激励更多的人投身于建设海洋强国的伟大事业中，增强广大海洋工程装备及高技术船舶领域相关人员发展我国海洋工程装备和高技术船舶的紧迫感、责任感和使命感，激励我们共同努力，为把我国建设成为海洋强国而努力奋斗！



(中国海洋大学工程学院教授，博士生导师，
海洋工程系主任 董胜)

前 言

在人类开发、利用和保护海洋资源及海上运输的活动中，海洋工程装备及高技术船舶是必不可少的载体和手段，是海洋经济发展的前提和基础。海洋工程装备和高技术船舶处于海洋装备产业链的核心环节，推动海洋工程装备和高技术船舶发展，是促进我国船舶工业结构调整转型升级、加快我国世界造船强国建设步伐的必然要求，对维护国家海洋权益、加快海洋开发、保障战略运输安全、促进国民经济持续增长、增加劳动力就业具有重要意义。

本书聚焦解读《中国制造 2025》规划之海洋工程装备及高技术船舶领域，从重点产品、关键零部件、关键共性技术等角度介绍了高技术海洋工程装备、船舶的现状及未来的发展趋势。

本书从 12 个方面分别介绍了有关深海资源、构成物、现象与特征等资料及数据的采集、分析和显示技术，以及研发的相关装备；世界深海油气资源开发技术的发展特点和趋势及主要的深海油气资源开采装备；深海采矿系统的技术方案及其关键技术和深海矿产资源岩芯探测取样技术与装备；海洋可再生能源的类别及发电技术和各种各样的海洋能发电装备；深海空间站的组成部分及配套设备，展望了深海空间站的发展前景；海洋大型浮式结构物的特点和设计、研究，以及所面临的关键问题；海上试验场国内外的技术现状，从国家战略需求角度点明了海上试验场的重要意义以及国际化海上试验场区建设总体构想；数值水池的概念、建设的主要内容及意义；水下生产系统的各个组成部分及关键设备的构成；动力定位系统、单点系泊系统等海工装备专用设备；LPG 船和 LNG 船、豪华邮轮、极地船舶、新能源船舶、智能船舶等高技术船舶；船舶常规动力装置现状及常规动力装置的发展趋势，我国船用柴油机产业的发展情况。

本书在编写和出版过程中,得到了山东省科学院海洋仪器仪表研究所各级领导的支持和鼓励,特别对长期以来共同从事海洋工程装备及船舶设计工作的同事给予编者的鼎力帮助,这里一并表示感谢。同时,对书中引用文献的作者深表敬意。

由于海洋工程装备及高技术船舶领域涉及的知识面既广又深,而编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者批评指正。

目 录

深海探测技术及装备	1
深海探测技术	2
深海浮标技术	4
海洋遥感技术	7
水声技术	10
深潜器技术	12
大型深水物探船关键技术研究	14
深海油气资源开发技术及装备	18
深海油气资源开发技术	19
自升式钻井平台	22
半潜式钻井平台	24
张力腿平台	26
单柱式 (Spar) 生产平台	27
浮式生产系统 (FPSO) 技术	28
深水钻井船	30
海上供应船	32
铺管船	39

深海矿产资源开发技术及装备	48
深海矿产资源开发技术	49
深海采矿系统的技术方案	52
深海采矿系统的关键技术	54
深海矿产资源岩芯探测取样技术与装备	59
海洋可再生能源开发装备	70
主要的海洋可再生能源	71
潮汐能开发技术	74
潮流能开发技术及装备	76
波浪能发电技术	84
海洋温差能发电技术	91
盐差能发电技术	94
深海空间站	100
概述	102
载人自主航行	108
水下钻井	117
平台水下安装	124
海洋大型浮式结构物	128
概述	129
新概念超大型浮式海基规划与设计	132
消波堤	143
模块连接方式	147

海上试验场	153
国内外试验场技术发展现状	154
国家战略需求分析	156
国际化海上试验场区建设总体构想	160
潮流能、波浪能海上试验与测试场	165
试验场架构设计	169
数值水池	171
概述	172
数值水池顶层技术设计	184
船模数值水池的顶层设计	188
造波	192
水下生产系统及关键设备	196
水下采油树	197
管汇及连接设备	200
水下控制及脐带缆系统	202
其他设备	204
海工装备专用设备	205
动力定位系统	206
单点系泊系统	215
高技术船舶	220
LPG 船和 LNG 船	221
豪华邮轮	225
极地船舶	229

新能源船舶	233
智能船舶	237
动力系统	239
概述	240
船舶常规动力装置的类型	240
船舶动力装置的发展趋势	242
低迷船市下船用柴油机的发展	244
我国船用柴油机产业的发展情况	245
船用低速机产品及技术发展趋势	246
参考文献	247