

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

先进轨道 交通装备

邹迎 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

先进轨道 交通装备

邹 迎 编著



山东科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

先进轨道交通装备 / 邹迎编著. — 济南 : 山东科学技术出版社, 2018.4

(中国制造 2025 大众读本)

ISBN 978-7-5331-9229-7

I . ①先… II . ①邹… III . ①轨道交通—交通设施—制造业—工业发展—中国 IV . ① F426.47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 004599 号

中国制造 2025 大众读本

先进轨道交通装备

邹 迎 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: 17.5

字数: 280 千

印数: 1-3000

版次: 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-9229-7

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。获国家自然科学奖 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 贡 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[N/OL].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。

褚君浩

（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

当今世界，面临着第四次工业革命浪潮和世界制造业格局的重大调整。欧美国家推行“再工业化”战略，美国发布先进制造业伙伴计划、创新网络计划，德国发布工业 4.0 计划，日本发展机器人产业，英国发布英国制造 2050 计划等。我国于 2015 年 5 月正式发布《中国制造 2025》文件，将先进轨道交通装备作为优势和战略产业，力争到 2025 年达到国际先进水平。

我国轨道交通装备制造业是创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展的典型代表，是我国高端装备制造领域自主创新程度最高、国际创新竞争力最强的行业之一，高速铁路已达到世界领先水平。而作为轨道交通装备的重要分支，城市轨道交通装备与先进国家相比，还有不小的差距，主要表现在：关键零部件还要依赖进口，技术创新主要是模仿、借鉴。我国城市轨道交通装备的发展水平还有很大的提升空间。

城市轨道交通装备主要包括车辆制造、牵引供电、通信信号、运营调度、机电设备、网络控制等多个系统，产业链长，辐射面广，可以带动多个行业的发展，车辆制造、电气设备、电子通信系统等是受益的主要行业。我国城市轨道交通装备制造要以国家实施的中国制造强国战略、“一带一路”倡议为契机，紧紧抓住技术演进和产业发展的机遇，坚持创新驱动，实现由制造大国到制造强国的升级。

随着社会经济的快速发展，资源紧缺、污染严重等问题突出，道路交通拥堵、排放及噪声污染等问题越来越受到关注。未来城市轨道交通将更加安全、高效、绿色及智能，发展模式也由单一、封闭制式向互联互通、可持续、多制式的方向转变。

本书聚焦城市轨道交通装备领域，全面总结我国城市轨道交通装备的发

展现状，展示世界城市轨道交通装备的最新进展，既有理论分析，又有工程实践，内容丰富，科学翔实，以工业技术科普的形式编写，可读性强！希望本书的出版，有助于人们对城市轨道交通装备领域的深入认识，为城市轨道交通装备领域吸引更多的人才。

施仲衡

（中国工程院院士，地下铁道专家 施仲衡）

前 言

本书是工业技术科普丛书《中国制造 2025 大众读本》的重要组成部分。

城市轨道交通是大中城市的动脉，具有安全、快捷、舒适、准时、环保、全天候、大运量的综合运输优势，对提高城市居民出行质量、缓解大中城市道路拥堵状况、减轻城市空气雾霾污染、降低能源消耗和节能减排，具有重要的推动作用。城市轨道交通的效能正逐步被大中城市政府、各界人士广泛认识与重视，我国城市轨道交通已进入前所未有的良好发展阶段。目前，我国已成为世界上城市轨道交通在建规模最大、通车里程最长、制式种类最全的国家之一。

城市轨道交通装备是城市轨道交通的基础。城市轨道交通的快速发展及宏大的发展规划，意味着城市轨道交通装备强大的牵引力及行业巨大的商机。

城市轨道交通装备是除建设工程之外，还包括城轨车辆、通信信号、控制中心、机电设备、无人驾驶等多专业的综合工程。城市轨道交通提供的舒适、安全、人性化的乘车环境和快捷、准时、全天候、可预期的交通服务，都离不开城市轨道交通装备各专业的可靠性能、分工协作和高效集成。到 2025 年，我国将从制造大国成为制造强国，轨道交通装备尤其是城市轨道交通装备技术集成能力将大幅提高，关键零部件将全部国产化，关键技术拥有自主知识产权，并在新材料、新能源、智能化、人性化城市轨道交通装备方面进行技术突破，引领城市轨道交通装备的发展方向。

城市轨道交通装备技术范围广，专业种类多，国内现有专业书籍、教材大都体现单一专业，尚没有全方位、全体系介绍城市轨道交通装备的科学普及图书。为了使读者全面了解城市轨道交通装备及技术，我们组织北京市交通委、中国中车、北京市轨道交通行业设计建设等单位的多位专家编写本书，

重点介绍了城市轨道交通装备中城轨车辆、通信信号、控制中心、机电设备、无人驾驶等专业的发展历程、主要技术原理、国内现有的技术水平及国外发展的技术状态，并列明了本领域到 2025 年的发展方向和需要攻克的技术难关。

本书由九三学社中央科技委员会委员、城市轨道交通全自动运行系统与
安全监控北京市重点实验室学术委员会顾问委员、教授级高工邹迎牵头组织、
统筹，新世纪百千万人才工程国家级人选、国务院政府特殊津贴获得者、中国
中车北京二七车辆有限公司教授级高工张四梅等人编写。编写分工如下：北
京市轨道交通设计研究院梅棋编写第一部分，邹迎、张四梅编写第二部分，
北京市轨道交通设计研究院肖衍编写第三部分，北京市轨道交通设计研究院
张东编写第四部分，北京市轨道交通设计研究院李欣编写第五部分，中交铁
道设计研究总院有限公司卢佳编写第六部分，邹迎、肖衍编写第七部分。

本书内容深入浅出，图文并茂，既有技术分析，也有实施案例，使读者
全面了解城市轨道交通装备的真正魅力，可供各级城市轨道交通主管部门决
策参考，城市轨道交通建设、运营管理部门及城市轨道交通装备设计、制造
企业的管理人员和工程技术人员工作学习参考，可供城市轨道交通相关专业
的大、中专学生学习参考，也可作为关心、支持城市轨道交通事业的社会各
界人士了解城市轨道交通行业的窗口。

本书在编写过程中，得到了北京市交通委、北京市轨道交通设计研究院、
中国中车下属各公司、北京控股磁悬浮技术发展有限公司、北京市轨道交通
建设管理公司、中交铁道设计研究总院有限公司等单位的大力支持，也得到
了很多行业同仁和同事的鼎力相助，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者学识及精力水平有限，加之轨道交通的发展速度迅猛，书中难免
会有不当甚至错讹，敬请读者批评指正，并反馈给我们，以便再版时订正。

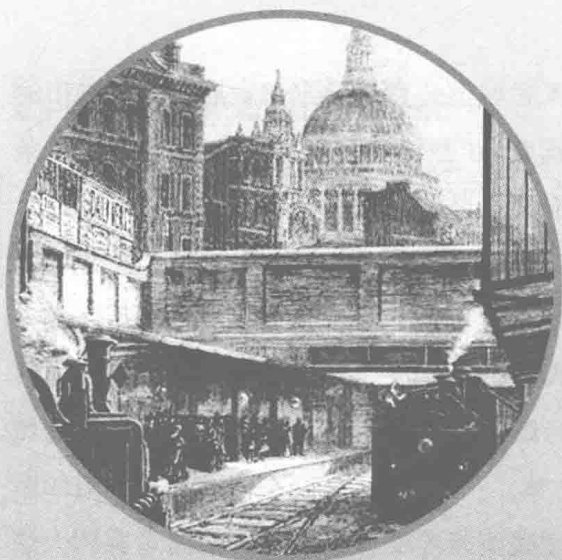
编著者

2018 年 1 月

目 录

百年城市轨道交通	1
城市轨道交通技术	3
城市轨道交通的昨天	8
城市轨道交通装备的今天和明天	13
 城市轨道交通之车辆	21
运行魅力	22
家族种类	24
技术奥秘	52
光明前景	95
 城市轨道交通之通信与信号	102
嘴巴、耳朵和眼睛——通信系统	103
中枢神经——信号系统	110
 城市轨道交通之机电设备系统	138
动力源泉——供电系统	139
呼吸系统——通风空调系统	141
水世界——给水与排水系统	153
站台卫士——站台门系统	161

不吃饭的售票员——自动售检票系统	165
城市轨道交通之控制中心	171
探秘	172
架构与组成	184
指挥官——线路控制中心	187
总指挥——线网控制中心	195
未来的最强大脑——展望	202
城市轨道交通之全自动驾驶	203
走近全自动驾驶	204
全自动驾驶成长史	205
全自动驾驶的风采	211
全自动驾驶博览	220
全自动驾驶奥秘	236
全自动驾驶的未来	243
城市轨道交通之低碳生活	245
城市轨道交通为何要节能	246
能耗账单——能耗分析	247
大家一起来低碳——节能技术	248
低碳未来——节能展望	261
参考文献	263
后 记	265



百年城市轨道交通

引言

城市轨道交通历史源于铁路技术和城市公交的融合和发展,随着城市的兴起、扩展而兴衰。在铁路商业化运营 30 多年之后的 1863 年,建成了一条起自帕丁顿站、终至法灵顿站的地下铁道,线路全长 6.4 km。这就是世界上的第一条城市轨道交通线。

随着时间的推移,城市越来越大,上班、上学、休闲、购物等距离越来越远,生活的节奏越来越快,解决人群出行就成为一项难题。以通勤化(准时、定点、快捷、大运量)、近零污染、耗能低、占用城市道路资源少的城市轨道交通可能是目前最佳的解决方案。

现在,各种制式的城市轨道交通线路延伸在城市的各个交通走廊和人流节点上;作为城市轨道交通主要制式的地铁在地下穿梭,快速大规模地转移乘客;轻轨在城市的高架桥上运行,既是交通动脉,也是城市的风景线;现代有轨电车作为地铁和轻轨两种交通方式的补充,有效地解决了“小区级”的乘客出行交通难题;市域(区域)快线衔接都市中心与周边的边缘集团,它的快速通勤延伸了中心城的影响和辐射能力。TOD 模式已开始越来越影响城市乃至区域的发展,城市轨道交通的巨大需求和市场已成为国家的重要战略新兴产业,诸如全自动驾驶、互联网+等新技术推动高端装备制造业的发展和运营服务水平的提高,既是城市轨道交通的升级,也是国家装备产业及相关行业的发展希望之所在。