

5G行业应用丛书

中国电子信息产业发展研究院 出品

5G 商用

打造高速智能 应用场景

潘文 辛鹏骏 彭健 等著

驶入5G航道 致胜未来10年

倪光南

中国工程院院士

邬贺铨

中国工程院院士

周宏仁

国家信息化专家咨询
委员会常务副主任

杨军

加拿大工程院院士

王建宙

中国移动原董事长

李正茂

中国电信总经理

共同推荐



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

5G行业应用丛书

5G商用

打造高速智能应用场景

潘文 辛鹏骏 彭健 等著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

5G商用：打造高速智能应用场景 / 潘文等著. --
北京：人民邮电出版社，2020.3（2020.6重印）
（5G行业应用丛书）
ISBN 978-7-115-53383-8

I. ①5… II. ①潘… III. ①无线电通信—移动通信—
通信技术 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第010924号

内 容 提 要

2019年6月6日，工业和信息化部向中国移动、中国联通、中国电信、中国广电四家运营商正式颁发了5G商用牌照，这标志着我国迈入5G商用元年；11月1日，三大运营商5G移动通信套餐生效，我国5G正式商用。

本书在介绍移动通信系统从第一代至今的总体发展过程的基础上，重点介绍了5G的标准演进、全球5G的研发和商用进展，详细论述了我国5G的研发和网络部署情况、产业发展、商用模式等。而且，作为首次系统性地阐述我国5G产业生态建设情况的图书，本书以丰富的数据和鲜活的案例介绍了5G将给社会带来的巨大变革。此外，作者在书中还对5G时代的未来走向发表了见解。

本书适合政府、企业、科研机构工作人员，以及对5G行业应用感兴趣的人员阅读。

◆ 著 潘文 辛鹏骏 彭健 等

责任编辑 张国才

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京七彩京通数码快印有限公司印刷

◆ 开本：700×1000 1/16

印张：15.5

2020年3月第1版

字数：150千字

2020年6月北京第3次印刷

定价：69.00元

读者服务热线：(010)81055656 印装质量热线：(010)81055316

反盗版热线：(010)81055315

广告经营许可证：京东市监广登字20170147号

作者简介

潘文

工信部中国电子信息产业发展研究院无线电管理研究所所长、工学博士、高级工程师；

长期致力于信息技术、信息产业及信息化发展规划、政策与方案研究，擅长产业发展路径分析，在5G应用、卫星通信、大数据、人工智能、两化融合、数字经济、智慧城市等领域有较深厚的研究经验；

作为负责人，参加了工信部、网信办、发改委、科技部、公安部等多个部委的重大课题。



辛鹏骏

通信产业报社总编辑、美国丹佛大学访问学者；

于1996年加入中国电子报，从事通信产业一线采访；

于2002年加入通信产业报，专注通信产业的产业分析与宣传报道；

长期关注、研究通信产业发展的技术逻辑与演进机理，见证了中国通信产业自1996年以来的发展、变革与创新；

参与、策划、主持了通信产业若干重大事件的解读与影响力报道，撰写了大量产业分析与评论，倡导践行“新闻推动产业”理念。



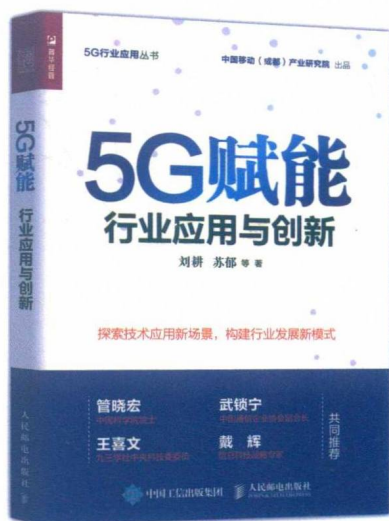
彭健

工信部中国电子信息产业发展研究院无线电管理研究所副所长、工学博士；

主要从事频谱资源管理、网信管理政策法规及无线技术和产业的研究，对5G、物联网、云计算、大数据、人工智能、智能制造等ICT技术及其产业生态有较深的认识和趋势性把握。



延伸阅读



关注普华公众号，好书不断，福利连连：

1. 好书周周送
2. 精选推荐书单
3. 精彩内容抢先读
4. 获赠作者签名本
5. 其他意外惊喜



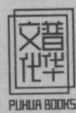
关注微博，收获更多：@普华文化（新浪微博）

策划：徐 亭 王晓东

读者热线：010-81055656

封面设计：





我
们
一
起
解
决
问
题

推荐序一

2019年6月6日，在全国上下的期待之中，工业和信息化部（简称“工信部”）向中国移动、中国联通、中国电信、中国广电四家运营商正式颁发了5G商用牌照，这标志着我国迈入5G商用元年。10月31日，2019年中国国际信息通信展览会正式开幕。在开幕式上，工信部信息通信发展司司长、新闻发言人闻库表示：“让我们一起开启5G商用新进程。”2019年11月1日，三大运营商5G移动通信套餐生效，我国5G正式商用。

本书成书于我国5G商用元年。与以往介绍5G技术的专著不同，本书重点对未来5G应用场景进行了描绘。5G网络具有大带宽、低时延、高可靠、广覆盖等“天然”特性，结合人工智能、移动边缘计算、端到端网络切片、无人机等技术，在VR/AR、超高清视频、车联网、无人机、智能制造、电力、医疗、智慧城市等领域有着广阔的应用前景。5G与垂直行业的无缝融合应用必将带来个人用户及行业用户体验的巨大变革。

书中概括了5G商用的发展规律：一是5G商用首先从eMBB类场景开始，逐渐向uRLLC和mMTC类场景渗透；二是未来5G商用的主要市场将面向垂直行业，跨界融合是5G的“必修课”；三是5G商用时间与



网络部署进度、垂直行业发展情况、国家政策推动密不可分；四是 5G 商用中 VR/AR、超高清视频、网联无人机等是基础型应用，其他商用场景多是以上三者的叠加态。总之，未来将会有更多的创新方式为我国 5G 发展提供新思路。

5G 不是单纯的技术更新换代，其价值一方面在于它将与多种垂直行业应用深度融合，在增强现有业务能力的同时催生更多新业态；另一方面在于其跨领域、全方位的行业渗透将充分释放数字应用对经济社会发展的变革性作用，持续创造新动能，助推数字经济高质量发展。

5G 正在见证我国通信产业的巨大变革，而本书则见证了 5G 发展历程、路线和未来的机遇。我希望本书能够让更多人了解 5G，了解我国 5G，了解我国信息通信产业的昨天、今天和明天。我期待越来越多的人能够加入我国 5G 产业创新，将 5G 引领的变革与自己的工作、学习、生活等各个方面充分融合起来，主动迎接 5G 创新，探索无穷的新应用、新模式、新机遇，利用 5G 技术和应用不断满足人类对美好数字生活的向往。

是为序！

倪光南

中国工程院院士



推荐序二

2019年，国际移动通信标准化组织3GPP基本完成了5G的标准制定，全球不少国家先后启动了5G商用。2019年6月6日，我国工信部发放了四张5G商用牌照；11月1日，我国三家电信运营商宣布5G商用套餐正式上线。

从1G到5G，基本上按照10年一代的节奏发展，每一代支持用户速率的能力都有显著提升。但在性能上，5G更关注高可靠低时延和广覆盖大连接，与4G相比有数量级的改进，以便支持5G从面向消费者扩展到面向产业与智慧城市的应用。作为高技术产业的代表以及其对经济社会的潜在影响，5G已经超越其宽带无线传输技术的内涵。与前几代移动通信技术相比，5G更受到政府、企业与社会大众的关注。

5G商用仅仅是网络建设与应用创新的开始，边缘计算、网络切片、网络功能虚拟化和基于服务的网络体系等需要经受大规模网络与海量数据的考验。5G是面向车联网、工业互联网与物联网等需求而设计的，虽然与4G相比它已有很大改进，但未必满足产业的各种需要。如何在保证为各类业务提供满意的个性化服务的同时，以合理的成本实现网络资源优



化利用，仍然是严峻的挑战。增强移动宽带能力与降低单位流量资费的矛盾，将推动以用户价值为中心的商业模式变革。5G 的商用呼唤移动通信运营商、设备供应商、内容服务商和垂直行业应用企业有更多的技术创新，也期待政府主管部门营造更好的发展环境，希望广大用户给予更多关注与支持。

本书回顾了移动通信的发展历程，简述了 5G 发展的需求与背景，解释了 5G 的标准与关键技术，介绍了全球的 5G 商用情况，重点说明了我国 5G 网络建设、产业发展、行业应用的现状、面临的挑战及发展趋势。本书以丰富的实例深度描绘了我国 5G 产业与应用的发展前景，可以帮助读者从多维度全景了解 5G 产业生态。本书内容全面、逻辑清晰、场景翔实，适合通信行业技术人员、垂直行业信息化部门从业者和产业政策制定者，以及对 5G 应用感兴趣的各界人士阅读。

邬贺铨

中国工程院院士

推荐序三

自 20 世纪 80 年代以来，移动通信从 1G、2G、3G、4G 到现在发展中的 5G，基本上以 10 年为周期进行迭代。技术的推陈出新，持续加快信息产业的升级，不断推动经济社会的繁荣发展。如今，移动通信已成为连接人类社会不可或缺的基础设施。4G 之前的移动通信主要聚焦于以人为中心的个人消费市场，5G 则以更快的传输速度、超低的时延、更低功耗及海量连接等特点引领很多行业实现革命性的技术突破，移动通信的消费主体将从个体消费者向垂直行业和细分领域全面辐射。特别是 5G 在与人工智能、大数据、云计算、边缘计算等新一代信息技术融合创新后，能够进一步赋能工业、医疗、交通、传媒、智慧城市及政务管理等垂直行业，更好地满足物联网的海量连接和信息采集与交互的需求，以及各行业间深度融合的要求，从而实现从万物互联到万物智联的飞跃。

当前，各国都已经意识到发展 5G 的战略意义，全球很多国家及地区都在积极投资和部署 5G 网络，力争在 5G 技术和行业应用上取得先发优势。从目前来看，中国、美国、韩国和日本在 5G 网络建设及商用方面表现抢眼，欧洲的芬兰、德国、英国、法国也在积极部署。2019 年 6 月 6



日，工信部正式向中国移动、中国联通、中国电信、中国广电发放了 5G 商用牌照，意味着我国 5G 正式进入商用元年。10 月 31 日，工信部相关领导在 2019 年中国国际信息通信展览会开幕论坛上宣布 5G 商用正式启动，这标志着我国的 5G 商用进入了发展的快车道。在国家和地方政策的大力支持下，我国在 5G 网络建设、5G 商用进程、5G 与行业融合等方面都已经取得了阶段性的成果，有了很多成功的实施案例。

在这样一个时间节点上，《5G 商用》一书全面梳理了移动通信的发展历史，阐述了 5G 的内涵、意义和 5G 标准的演进历程，从全球和国内视角分析了 5G 研发与商用进展，介绍了我国 5G 产业发展的总体态势以及我国 5G 与垂直行业的融合应用情况，最后提出了我国 5G 时代存在的问题、面临的挑战以及未来发展趋势。该书逻辑严密、结构合理、层次清晰、内容丰富翔实，不仅能让普通读者很容易了解 5G 的概念、内涵、应用、产业等多个方面，更可以为各级政府和产业界人士在布局 5G 发展的决策中提供重要参考。

杨军

加拿大工程院院士



推荐序四

对于 5G 而言，2020 年是一个非常特殊的年份。因为中国乃至全球的运营商都把这一年作为 5G 大规模商用的时间节点。换句话说，从这一年开始，5G 从一个小圈子热议的话题逐渐变成了一个人人都能使用的新技术。

如何使用 5G？相信在各种理论性文章里，很多人都畅谈过；在大大小小的展会上，信息通信企业也都展示过。但是，大多数应用并没有真正落地，因为缺乏让这些应用落地的场景。

事实上，在 2019 年初，5G 的境遇与当年 3G 刚刚商用的时候非常相似。2000 年，欧洲一些国家的运营商已经获得了 3G 牌照，但是并不知道 3G 究竟有什么用，一直到 2007 年 iPhone 和其他智能手机推出后才发现原来 3G 可以上网，可以带来很多应用。于是，各种应用便在随后的几年时间里陆续爆发，使 3G 成为一个改变社会生活的划时代的通信技术。之后的 4G 让智能终端的优势继续发扬光大，并催生了移动互联网和很多新的产业业态和经济模式。

那么，3G 和 4G 的发展经验会给刚刚到来的 5G 时代带来哪些新的启



示呢？我认为一个新技术可以催生一场新的应用革命，给予创业者新的发展机会。正因此，5G 作为一种新的生产力，需要人们创造性地使用，以便满足当下及未来的需求。

与 4G 相比，5G 需求变化最先出现的地方是 C 端用户，这从 3GPP 制定 5G 标准的路径和节奏可见一斑。2019 年 6 月，3GPP 正式冻结了 R15 版本。这个版本规范了 eMBB 和 uRLLC 两大场景，前者满足的是大带宽的需求，后者满足的是低时延的需求。目前在 C 端，4K/8K 视频、VR/AR 游戏是上述需求的两种体现，被视作 5G 最先爆发的应用场景，而承载这些应用场景的主要是移动终端。所以，为了进一步满足这些应用，移动终端也要发生变化。

首先在屏幕方面，4K/8K 视频需要更大的手机屏幕才能体现其价值，而在 7 英寸、8 英寸，甚至更大尺寸屏幕的手机出现之后，需要将其折叠起来才能方便人们携带和使用，所以下一个划时代的手机很可能是从显示屏开始。其次，4K/8K 视频、VR/AR 游戏都是非常耗电的应用，但是 5G 来了，手机电池的问题依然没有解决，这就造成了智能手机续航时间缩短而充电时间依然很长的问题。所以在 5G 时代，手机电池技术需要突破。最后，操作系统将会发生变化。目前，iOS 和安卓是移动终端最常用的操作系统。不过，它们都是很多年前基于桌面系统开发的，对传感器、照相机甚至实时处理能力的支持都不够好。而在移动终端中，操作系统非常重要、非常关键。因此，5G 是我们介入操作系统的最好机会，我们不是弯道超车，而是直道超车。

如果认为 5G 仅应用于 C 端，那就有些狭隘了。在 5G 标准制定路线

图中，2020年6月，3GPP要冻结R16版本。这个版本是5G第二阶段标准，能够满足3GPP对5G技术定义的所有要求，主要支持面向垂直行业的应用和整体系统的提升，能够支持mMTC和uRLLC两大应用场景。显而易见，这两大应用场景更多对应的是B端应用。这也是“4G改变生活，5G改变社会”结论的源头，因为与消费市场相比，行业应用市场对数字化和信息化的渴望程度更高，能催生更多的实际需求，甚至部分行业的5G应用是从0到1、从无到有的。对于应用开发者而言，这些都是新的机遇。

从C端到B端，5G应用将进入深水区。目前，3GPP已确定R16后续演进版本R17的冻结日期。该版本将对mMTC场景进行优化，并可能会支持增强MEC（边缘计算）功能，为典型的MEC应用场景提供部署指南。这将给5G增加很多新功能和元素，进而提供给行业应用开发者更多的新机会。

当然，5G技术仅仅是一个工具，如何利用好这个工具，让它为生产助力，而非成为阻力，将是一个更具挑战性的课题。这样的反面案例有很多，如移动支付。其实在支付宝、微信进入移动支付领域之前，运营商就设想过用手机来支付，当时首选的技术分别是NFC（近场通信技术）和RFID（无线射频识别）。尽管这两种技术都非常优秀，用来做支付也很有效，但是这两种技术需要商家提供读卡机，更需要厂商为手机终端安装相应的功能模块，这样就提高了这些技术的使用门槛，增加了移动支付的推广难度。后来，二维码用于移动支付开始在互联网公司兴起。这种技术相对简单，不需要增加额外的硬件成本支出，且非常实用，于是就很快

推广开来，成为移动支付走进寻常百姓家的助力。由此可见，对于开发人员来说，并不是哪个技术最先进就用哪个，而是应该选择最适合市场需要的、最容易推广的技术。

5G 网络部署正在逐步完善，接下来如何让这张先进的网络助力社会发展将是摆在决策者和开发者面前最重要的课题。对于决策者，我的建议是为这张网络的运行提供更加便捷的条件和实惠的政策，优化市场环境，让建设者们有更宽裕的条件去建设和优化这张网络，降低网络的使用成本，吸引更多用户使用它。对于开发者，我的建议是顺应市场需求，开发出更好的、更容易推广的 5G 应用，帮助更多行业用户更轻松地转型升级，提升生产效率和管理水平，进而推动整个社会的数字经济发展。

如今已经进入 5G 时代，5G 对于社会的重要意义早已得到了各方共识，希望电信运营商、设备制造商、互联网企业以及广大创新创业者抓住这个机会，为人民的美好生活增添光彩，为制造强国、网络强国做出更大的贡献。

王建宙

中国移动原董事长

自序

从2019年6月6日发牌到10月31日宣布商用，我国用最快的时间完成了从4G时代到5G时代的转变。截至2019年末，全国部署5G基站突破13万个，签约用户超过300万个，5G手机的出货量也开始井喷，仅11月出货量就突破500万部。可见，我国5G迭代的速度比以往各代都来得更快。

在我国5G转型的进程中，《5G商用》就要与读者见面了，这本书承载了工信部中国电子信息产业发展研究院对我国5G发展的关注。区别于我国5G的发展速度，本书的创作却是一项“慢活”。慢工出细活，我们希望它是一本值得阅读的书。即使如此，在与读者见面之际，我们依然心怀忐忑：当下关于5G的图书已经汗牛充栋，我们要表达什么？

这不是一本介绍5G技术的书，介绍5G技术的书在很多年前已经开始出版；这也不是一本介绍通信行业5G建设的书，因为我们都不是工程师。我们把本书定位在5G商用，就是要明确地指出，5G不仅仅是一场通信网络的技术迭代，更是一场数字社会的商业变革。从一开始定义，5G就是为更广泛场景的数字化生存而造。5G不止于通信，也不止于技