

5G+

5G如何改变社会

李正茂 王晓云 张同须 等著



中信出版集团

5G+

5G如何改变社会

李正茂 王晓云 张同须 等 著

图书在版编目(CIP)数据

5G+: 5G 如何改变社会 / 李正茂等著. -- 北京:
中信出版社, 2019.8 (2019.9 重印)
ISBN 978-7-5217-0816-5

I. ① 5… II. ① 李… III. ① 移动通信—通信技术—
产业发展—研究—中国 IV. ① F426.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 140864 号

5G+——5G 如何改变社会

著 者: 李正茂 等

出版发行: 中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

承 印 者: 北京通州皇家印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印 张: 25.75 字 数: 323 千字

版 次: 2019 年 8 月第 1 版 印 次: 2019 年 9 月第 2 次印刷

广告经营许可证: 京朝工商广字第 8087 号

书 号: ISBN 978-7-5217-0816-5

定 价: 69.00 元

版权所有·侵权必究

如有印刷、装订问题, 本公司负责调换。

服务热线: 400-600-8099

投稿邮箱: author@citicpub.com

编委会

主 编

李正茂

副主编

王晓云 张同须

编 委

段晓东	杨 光	丁海煜	张 昊	于 江
邓 伟	黄 实	王 路	施 磊	陈 卓
高天瑶	孙 滔	刘 强	付 乔	高艳福
王艺儒	董 静			

当今时代，人们的生活已经因为移动互联网的发展发生了根本性的改变，这背后的推动力量是移动通信网络持续不断的创新和发展。中国移动在 4G（第四代移动通信技术）时代建设了全球最大的 4G 网络，提供了覆盖最广、体验最佳的移动宽带，铸就了中国在全球移动通信的领先优势。我们早在建设 4G 之初就已经开始规划 5G（第五代移动通信技术）。5G 已不仅仅是通信行业的热词，更是整个社会关注的焦点。政府、社会和企业都对 5G 寄予了极高的期望。当前，我们所面临的内外部形势正在发生深刻的变化，可以总结为“4 个加速转变”，即经济从高速增长向高质量发展加速转变，信息通信技术从助力经济发展的基础动力向引领经济发展的核心引擎加速转变，基础电信业务从规模经营向基于规模的价值经营加速转变，信息通信市场从“要素”竞争向“要素+能力”竞争加速转变。5G 已经超越了单纯的移动通信的范畴，正在成为引领科技创新、实现产业升级、发展数字经济、拉动社会投资、促进经济繁荣的新引擎，在推动经济高质量发展中发挥越来越重要的作用。

作为全球网络规模最大、用户数量最多、品牌价值领先的电信运营企业，中国移动始终坚持将科技创新作为创建世界一流企业的关键动力，在推动中国移动通信从 1G（第一代移动通信技术）空白到 2G（第二代移动通信技术）跟随，从 3G（第三代移动通信技术）突破到 4G 并跑，乃至 5G 继往开来的发展过程中发挥了重要作用。在 3G 和 4G 时

代，中国移动通过建设运营3G TD-SCDMA^①，促进中国信息通信业首次构建完整产业体系，并推动中国主导的4G TD-LTE^②国际标准走向全球、规模应用。面向5G，中国移动在5G需求的提出、5G国际标准的制定、5G关键技术的引领、5G端到端产业的构建、5G对赋能各行业的开拓等方面都做出了突出的贡献。例如，中国移动在国际标准组织中牵头数十个5G关键标准项目，居全球电信运营企业首位，牵头的5G网络架构标准成为首个中国公司主导制定的全球新一代移动通信网络架构。另外，中国移动在17个城市开展5G规模试验和应用示范，面向全球成立5G联合创新中心，创新近百个5G应用场景，让更多人享受到信息通信技术发展带来的福祉。

当今世界，以互联网和通信为代表的信息技术已逐渐成为推动人类发展的核心基础。近年来依托大数据、云计算、人工智能等技术的发展，人类社会正从信息时代跨入智能时代，开始第四次工业革命，这一切驱动人类社会迈向发展新纪元。不同于以往的移动通信系统，5G超越了移动通信的范畴，成为第四次工业革命的技术基石。5G将与大数据、云计算、人工智能等信息技术紧密协同，连接万物，聚合平台，赋能产业，在人类科技和社会发展中发挥出更大的作用。在推动5G和相关产业向前发展的过程中，我们深入思考了5G的技术实质和发展规律，逐渐形成了以“5G+”为核心理念的5G行动计划，我们也借这本书向业界和全社会阐述中国移动在“5G+”方面的思考。

中国移动的“5G+”包含4方面内涵。第一，“5G+4G”。中国移动大力推动5G与4G技术共享、资源共享、覆盖协同、业务协同，加快建设覆盖广泛、技术先进、品质优良的全球最大规模的5G精品网络。我们

① TD-SCDMA，即时分同步的码分多址技术，是第三代移动通信系统三大国际标准之一。——编者注

② TD-LTE，即分时期长期演进，是3GPP（第三代移动通信合作计划）组织制定的国际标准。——编者注

依托2.6GHz^①与4.9GHz双频协同优势，打造立体化、智慧化、高性能的5G网络，并面向SA（独立组网）基于NFV/SDN（网络功能虚拟化/软件定义网络）构建云网融合的领先基础设施，提升端到端的5G网络能力和服务能力。第二，“5G+AICDE^②”。中国移动持续推动5G与人工智能、物联网、云计算、大数据、边缘计算等新兴信息技术深度融合、系统创新，打造以5G为核心的泛在智能基础设施，构建连接与智能融合服务能力、产业物联专网切片服务能力、一站式云网融合服务能力、安全可信的大数据服务能力、电信级边缘云服务能力五大核心能力，形成5G与AICDE各领域相互融通、深度融合的格局。第三，“5G+Ecology（生态）”。中国移动联合社会各方力量，全面构建资源共享、生态共生、互利共赢、融通发展的5G开放型新生态体系。我们通过推动终端成熟、开展应用创新和打造精品内容推进5G产业合作，以基础服务、使能服务、专属服务等模式为基础携手合作伙伴共创5G新时代。第四，“5G+X”。应用是根本，通过上述三个“+”，我们真正实现“5G+X”，X就是指在各个行业的各种应用。中国移动通过加速推动5G在包括工业、农业、交通、能源、医疗等多个行业更广范围的应用，进一步促进产业数字化，实现更大的综合效益。通过实施“5G+”计划，中国移动使5G真正成为社会信息流动的主动脉、产业转型升级的加速器、数字社会建设的新基石。

致敬来时路，整装再出发。面向未来，中国移动将以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的路线方针政策，落实中央重大决策部署，履行央企政治责任、经济责任、社会责任，为网络强国建设、经济社会发展和人民美好生活做出新的贡献。中国移动将以“三个成为”为目标，深化改革创新，着力培育具有全球竞争力的世

① 1GHz=10⁹Hz。——编者注

② AICDE是指人工智能（AI）、物联网（IoT）、云计算（Cloud Computing）、大数据（Big Data）和边缘计算（Edge Computing）。——编者注

界一流企业。在新一轮信息通信技术和产业变革中，中国移动将把握机遇，加快转变发展方式，加快推进 5G 商用部署，深入实施“5G+”计划，构建基于规模的“融合、融通、融智”价值经营体系，为激发经济增长新动能、创造社会发展新机遇、提供数字生活新体验、助力产业转型升级和经济高质量发展，更好地满足人类社会对美好数字生活的需要，为信息通信技术惠及全人类贡献中国移动的智慧和力量。

为了让公众更好地了解“5G+”，让产业更全面地把握“5G+”，让各行业更深入地融入“5G+”，中国移动的同事们撰写了这本书。这本书基于作者们数十年来对移动通信技术的深度参与和对移动通信发展规律的全面把握，从 5G 的前世和今生入手，系统性地提炼出了“5G+”的“新平台、新战略、新机遇，新技术、新架构、新生态，新体验、新动能、新模式”，进而介绍了全球各行各业推动和应用 5G 所做的工作，逻辑清晰，内容翔实，使读者能够很容易地了解“5G+”的由来、概念、内涵、实现、行动等各个方面，非常值得一读。同时这本书也是中国移动首次对“5G+”计划的一次系统、深入、全面的阐述，对于推动中国乃至全球 5G 产业的进步和发展具有重要的指导意义。

中国移动通信集团有限公司党组书记、董事长 杨杰

2019 年是全球 5G 启航之年。中央经济工作会议要求，“加快 5G 商用步伐”，这是党中央、国务院着眼全局、审时度势做出的重大决策部署，也是赋予移动通信行业的重大使命责任。

不久之前，工业和信息化部（以下简称“工信部”）向中国电信、中国移动、中国联通、中国广电发放 5G 商用牌照，正式拉开了中国 5G 商用发展的序幕。加快 5G 商用步伐意义重大。据中国信息通信研究院（以下简称“中国信通院”）预测，2020—2025 年，中国 5G 发展将直接带动经济总产出 10.6 万亿元，直接创造经济增加值 3.3 万亿元，创造直接就业岗位超过 300 万个。加快 5G 商用步伐，将给中国移动通信产业发展带来新机遇，为培育打造新动能、促进国民经济高质量发展、增强国家综合竞争实力提供强有力的支撑。

5G 对中国数字经济发展具有重要的战略意义。数字经济是当前最热门的话题，也是世界各国普遍重视的战略性问题，但数字经济至今没有一个完整的定义。一般认为，数字经济是指以数字化的知识和信息为生产要素，以现代信息网络为主要载体，以信息通信技术的有效使用为效率和促进产业结构升级的重要推力，从而形成的完整、综合、融合并克服了时空限制的现代经济活动。数字经济是随着信息化技术革命的深入发展而产生的现代化经济形态，而 5G 作为信息化技术革命的最新成果，对数字经济的发展完善具有重大意义。5G 不仅有助于现代工

业数字化、现代农业数字化、现代社会管理数字化，而且能催生众多的新产业、新服务和新模式，形成改变社会生产、消费和管理的新的经济业态。

5G 的根本生命力在于行业应用，在于打造开放融合的平台服务能力。5G 和工业制造的结合，推动工业互联网发展是其中最重要的内容。5G 的超大带宽、超低时延、超多连接的新特性，边缘计算、网络切片等新能力，能够全面支撑传统制造业和服务业转型，对工业链条中的设备平台、工业流程、制造管理等都产生了极大的影响。5G 与工业互联网、车联网、智慧服务等跨界融合应用的不断涌现，必将大大推动数字化转型，构筑数字经济的基础。这些结合给 5G 自身的发展带来了巨大的空间。5G 作为具有基础性、关键性、使能性的技术，与大数据、云计算、人工智能等其他信息技术的协同发展，加速万物互联，实现万物智联，只有在与实体经济的深度融合中才能发挥最大的价值。

当前，5G 商用既面临重大历史契机，又面临风险挑战。从机遇来看，中国移动通信行业坚持企业主体与政府引导、自主创新与开放合作相结合，从标准、研发、试验、频率、应用等方面全方位推动 5G 研发和产业化，已经奠定了 5G 商用的技术优势和产业基础。从挑战来看，5G 全行业发展仍面临产业基础短板突出、融合应用程度不深、商业模式尚不清晰、能耗较大带来绿色发展问题、国际竞争日趋激烈、安全可靠有待提升等诸多挑战。此外，5G 产业在毫米波频段还相对滞后，政府应予以高度关注并适时制定相关政策引导整个产业加速发展。上述挑战需要产学研用各方协同努力、共同应对，通过创新逐步加以解决。

中国移动深刻洞察 5G 产业发展的关键，在全球率先提出“5G+”概念，并将其扩展成为“5G+”行动计划，该计划符合产业发展规律，顺应时代创新潮流，对于凝聚产业共识、促进产业发展乃至增强中国 5G 全球影响力都具有重要的理论意义和实践意义。同时，这本书由中国移动资深专家执笔，观点权威、资料翔实、可读性强，也可以成为广大人

民群众理解 5G 知识、参与 5G 发展的重要参考资料。

时代催人奋进，使命激荡人心。基础电信运营商是实现每一代通信技术产业化的中坚力量。中国移动作为基础电信领域排头兵，为中国移动通信事业实现从跟跑、并跑到领跑的历史性转变做出了不可磨灭的贡献。希望 5G 时代中国移动和全行业不忘初心、牢记使命，坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持以人民为中心的发展思想，牢固树立新发展理念，全面履行央企政治责任、经济责任和社会责任，以“5G+”行动为抓手，加强技术创新和开放合作，加快业务转型和管理提升，在助力实体经济高质量发展、满足人民日益增长的美好生活需要上实现更大作为，不断开拓企业健康发展新空间，为全球 5G 产业发展积极贡献中国智慧和方案，早日成为技术、规模、效益和品牌实力全球领先的世界一流企业。

原邮电部、信息产业部部长 吴基传

4G 在全世界范围内已经大规模商用，5G 已经成为全球移动通信新一轮信息技术变革的重点。5G 在带宽、连接、时延、可靠性等方面的指标提升，将为各行各业的数字化转型发展创造新的机会，大大改变我们的经济和社会。据估计，到 2035 年，5G 将使全球经济增长 4.6%，全球 GDP（国内生产总值）增加 7%。

如果说 1G 到 4G 是面向个人的，那么 5G 将拓展到面向产业互联网和智慧城市服务。移动互联网和产业互联网将带动我们进入一个智能社会。5G 最大的意义在于产业互联网，传统企业拥抱产业互联网之后会带来颠覆性的革命。

然而，当前 5G 仍面临技术创新、网络优化、投资回报等多重挑战。具体来说，5G 在技术标准上仍需要不断完善提升。中国在 5G 标准中必要专利方面取得领先地位，但移动通信多年来已是知识产权竞争最激烈的领域，围绕 5G 专利制高点之争不会停止，我们在 5G 网络实践中还要加大创新的力度。中国在集成电路和操作系统等方面还亟待追赶。5G 在网络优化上也面临从未尝试过的长频谱接入、无定型小区和大规模天线的布设等新问题。5G 网络建设和运营还面临投资与降费的双重压力。

中国移动作为通信业龙头引领 5G 研发和标准推进，对 5G 的技术内涵、生态发展、产业构建有着深刻理解。这本书介绍了中国移动提出的“5G+”计划，从技术和生态方面勾画了 5G 作为未来数字经济的重要支

柱，助力产业融合创新的蓝图。这本书全面深刻地诠释了中国移动“5G+”计划的时代意义，从5G技术的本源出发，着力讲述了“5G+”的核心要素，阐述了以5G为基础衍生出的一系列创新解决方案如何为我们的现代经济提供新动力，覆盖人们生活、生产和社会治理多个方面。随着5G与人工智能、5G与物联网、5G与云计算、5G与大数据、5G与边缘计算等技术的深度融合，信息技术在各行业转型升级过程中的渗透力不断加强。5G要真正发挥改变生活、助力生产的作用，离不开各行各业的协同创新。这本书后半部分讲述的能源、金融、工业等各行业案例生动地呈现了未来社会高度信息化、自动化、智能化的远景。

移动通信技术每10年一代，5G带来的不仅仅是手机网速变快，还将连接万物，与产业互联网、智慧城市结合，带动产业和社会变革。正因如此，5G在全世界已引发一场激烈的竞赛。“5G+”时代即将到来，让我们抓住机遇，跨越鸿沟，惠社会大众，争世界之先。

中国工程院院士 邬贺铨

“5G+” ——未来已来

2019年6月6日本书成稿之际，工信部正式向中国移动、中国电信、中国联通、中国广电发放5G商用牌照，中国由此正式进入5G商用元年。值得一提的是，此次没有如往常一样发布临时牌照，而是跳过5G试商用阶段，直接进入5G正式商用，相较于原先的2020年5G商用计划，中国的5G商用时间整整提前了一年。在中国5G牌照发放之前，韩国、美国、瑞士、英国已经开通了5G服务，5G正在从一个概念变成我们身边真实发生的事情。

移动通信系统历经了4代，从20世纪80年代的1G开始，基本保持了10年一代的发展规律。1G使移动通话成为可能，2G大幅降低了通话成本并引入了短信和WAP（无线应用协议），3G开始有了视频和互联网业务，4G奠定了移动互联网的根基，我们可以从中看到移动通信系统的发展始终围绕着提升以带宽和速率为核心的连接能力这条主线。到了5G，这一情况发生了一些变化，5G不再一味追求人人通信的体验速率（达到4G的10~100倍），而是更强调满足物联网、边缘计算、行业应用等多种场景的需求，相比4G只有峰值速率和移动性两项指标，国际电信联盟（ITU）定义了包括时延、连接数密度等在内的八大关键指标。同时，不同于之前4G软硬一体的网络设备形态，5G网络架构天然具

备了软件化、云化、服务化等特性，这给 5G 带来了比肩互联网的灵活性。正是这些新的变化，使 5G 得以超越连接，进一步与其他技术融合，实现对各行业的赋能，真正做到“5G 改变社会”。

中国移动在推动中国通信技术产业在“1G 空白、2G 跟随、3G 突破、4G 并跑、5G 引领”的发展过程中发挥了重要作用。基于对 5G 实质和核心价值的深刻理解，中国移动提出了“5G+”计划，我们希望通过本书向大家详细阐明中国移动在“5G+”计划方面的思考。“5G+”计划的内涵体现在 4 个方面。第一是“5G+4G”，5G 和 4G 协同，二者共同构成的网络基础设施，为客户提供数据和话音业务，是解决当前网络经营和网络性能的关键一环。第二是“5G+AICDE”，这是“5G+”行动计划的核心。通过推动“5G+AICDE”，产业空间将会变得非常巨大。第三是“5G+Ecology”，我们希望大家一起构建开放型的生态体系，充分发挥 5G 带来的生态辐射力和影响力，促进 5G 和各行各业的融通发展。第四就是通过前面三个方面，真正实现最广泛的“5G+X”，如“5G+ 智慧医疗”“5G+ 智慧校园”“5G+ 智慧交通”等，真正为经济、社会、民生带来丰富多彩的变化。

“5G+4G”：中国移动在 4G 时代建设了全球最大、质量最佳的 4G 网络，4G 基站数达到 241 万¹，4G 用户数超过 7.23 亿、每用户月均流量约为 5.7GB^①。5G 时代必须继续发挥 4G 精品网络的价值，中国移动所得的 2.6GHz 的 5G 频段紧邻 4G 频段，5G 和 4G 长期并存，不仅要求两张网络未来在业务上进行有效协同，而且要求在 5G 规模建网之初就考虑 4G 和 5G 的联合建网与高效协同，这使得在 5G 网络建设初期，中国移动得以利用原来 2.6GHz 频段的 LTE（长期演进）网络优势，实现 5G 网络的快速部署和连续部署。

“5G+AICDE”：迄今为止人类经历了机械化、电气化、信息化三次

① 1GB ≈ 10⁹B。——编者注

工业革命：蒸汽动力技术和铁路建设触发了第一次工业革命（18世纪60年代至19世纪40年代），这一时期诞生的现代工厂、城市经济及世界新阵营，引领人类进入机器生产时代；电力和内燃机的发明与应用触发了第二次工业革命（19世纪70年代至20世纪初），这一时期诞生的大规模工业生产、多样化产业结构新形态，推动人类社会迈入电气时代；电子计算机、互联网技术和空间通信技术共同触发了第三次工业革命（20世纪四五十年代至21世纪初），这一时期诞生的空前发展的社会交流、新的商业模式及大幅跃升的全要素生产率，推动人类步入信息时代。纵观人类工业革命的历史，我们发现实现工业革命越来越依靠多项技术创新的叠加式主导和浪潮式推进，越来越难以通过个别技术的突破或个别产业的增长实现，集群式技术的融合是工业革命发生的重要催化剂。今天，第三次工业革命方兴未艾，随着移动互联、大数据、人工智能、云计算、物联网、边缘计算等新技术的集体涌现，以数字化、网络化、智能化为主要特征的第四次工业革命已加速向我们袭来。要促进这些技术形成“1+1>2”的化学反应，需要一个强大的技术基座，那就是通信系统，4G依靠其大带宽可以与移动互联、大数据等某些技术形成单一化学反应，而5G由于其多场景、多指标的设计理念，可以作为桥接AICDE的技术中枢，相比4G的单一化学反应，5G带来的是规模链式反应，有效催化创新技术的体系化，从而推动新一代工业革命的浪潮。

“5G+Ecology”：从1G开始，移动通信产业就形成了自成一体的生态系统，这个生态系统包含各种各样的“物种”，如用户、电信运营商、网络设备供应商、终端设备供应商、应用服务提供商、系统集成商、内容服务提供商等。每一代移动通信系统的升级换代都伴随着一次生态系统的变迁。从1G到2G再到3G，由于通信系统能力的限制，移动通信构成的生态系统几乎是封闭的，即便有移动梦网、互联网等内容和服务的存在，也远未构成一个围绕在移动通信生态核心之外新生态的存在，因此这几次生态系统的变化最多算是量变。4G的到来迎来了生态系统的

第一次质变，大幅提升的通信速率和带宽使得在移动通信生态之上得以构建出一个移动互联网新生态，各种视频、社交、生活服务的应用百花齐放。如果说 4G 带来通信生态系统内部的一次质变，那么 5G 带来的则是通信系统及社会多行业的一次质变。5G 不同于传统的几代移动通信技术，其不再由某项业务能力或者某个典型技术特征定义，它不仅是一项具有更高速率、更大带宽、更强能力的技术，而且是一个多业务、多技术融合的网络。通过全社会的参与，5G 将与无人机、机器人、VR/AR（虚拟现实 / 增强现实）、视频等丰富多彩的垂直行业应用结合，构建 5G 生态系统。

“5G+X”：在前三个“+”的基础上，5G 具备了与社会各行各业融合协同发展的可能，5G 的赋能将深刻改变社会各行业的发展轨迹，催生智慧能源、智慧交通、视频娱乐、智慧城市、智慧工业、智慧医疗、智慧金融、智慧教育、智慧农业等。5G 与各行各业融合发展的全新模式，将全方位、深层次地创新、变革、颠覆传统的社会生产、人民生活和社会治理模式，开启泛在智能的产业互联网新时代。

尽管 5G 给了人们如此丰富的想象空间，也收获了社会的广泛关注，但 5G 从技术到产业都还有相当长的路要走，现阶段人们对 5G 应该有比较理性的认识。首先，5G 是构筑国家竞争优势和国家安全的战略必争地，是经济转型、产业升级的新引擎，国际各国都十分重视 5G，甚至不惜代价抢跑，但我们需要看到，由于 5G 普遍采用更高频段，这意味着 5G 工程需要建设更多的基站、传输、局址，资本开销大，在社会责任和经济效益方面需要做好平衡。其次，5G 与行业结合的优势特性已经被广泛宣传，政府、行业、产业都在塑造 5G 赋能行业的美好场景，部分行业应用在边缘计算、低时延通信、安全隔离等方面的特殊需求也已逐渐显现，然而当前阶段 5G 的 NSA（非独立组网）路线相比 SA 路线的成熟度高，5G 初期只能拿 NSA 作为应对市场竞争压力的手段，但 NSA 路线仅支持 eMBB（增强移动宽带）场景，其无法从根本上满足 5G 时代