



作为“技术-价值实践”的自主创新——中国移动通信产业高水平自立自强之路探析

龙占峰¹, 于晨祥², 牟焕森^{1*}

1. 北京邮电大学 经济管理学院, 北京 100876;

2. 中华人民共和国工业和信息化部 新闻宣传中心, 北京 100804

摘要: 以部门创新体系的理论视野, 提出了中国移动通信产业逐步加强技术自主创新、从“1G空白”到“5G引领”的“技术-价值实践”历史嬗变中, 创新网络中的政、产、学、研等单位起到的历史作用是不同的, 渐次经历了以政府-学研主推、政府主导和企业主体为典型特征的三个不同的部门创新体系历史发展阶段, 各个发展阶段的技术-价值导向和价值实践不同; 分析了政府、产、学、研等部门在不同的价值实践中的具体地位、所发挥的作用及其演变动因, 提出移动通信产业新形势下, 新型举国体制中的“新”部门创新体系的价值实践应然内涵。

关键词: 部门创新体系; 移动通信技术; 技术自主创新; 价值实践; 新型举国体制

中图分类号: C09; TN92

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(XXXX)XX-0001-22

引言

技术创新不仅是技术经济现象, 更是价值现象, 因而是一个“技术-价值实践”的过程。在这个过程中, 技术与价值“深度纠缠”“协同建构”, 无法单从技术经济维度进行阐释, 而必须引入“价值维度”。

自1987年, 我国引入TACS标准的第一代模拟蜂

窝移动通信系统已近40年。近40年来, 随着通信产业的部门创新体系的不断演化, 我国移动通信产业经过不懈地技术追赶, 谱写了一部“1G空白, 2G跟随, 3G突破, 4G并跑, 5G引领”的迈向高水平自立自强的创新史, 每个发展阶段都体现了“技术-价值实践”的本质要求。

习近平总书记提出, “要把增强科技创新能力摆

收稿日期: 2024-11-24; **修回日期:** 2024-12-20

基金项目: 国家社会科学基金重大课题: 技术创新哲学与中国自主创新的实践逻辑研究 (19ZDA040)

作者简介: 龙占峰 (1998—), 男, 硕士研究生, 研究方向为创新管理。

于晨祥 (1981—), 男, 硕士, 研究方向为融媒体传播创新管理。

*牟焕森 (1971—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为创新管理。E-mail: muhuansen@aliyun.com (通讯作者)

引用格式: 龙占峰, 于晨祥, 牟焕森. 作为“技术-价值实践”的自主创新——中国移动通信产业高水平自立自强之路探析[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, DOI:10.3724/j.issn.1674-4969.20240141.. CSTR: 32282.14.JES.20240141

Long Zhanfeng, Yu Chenxiang, Mou Huansen. Achieving High-Level Autonomy and Self-reliance in Mobile Communications Industry through Technological-Value Practices[J]. Journal of Engineering Studies, DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20240141.. CSTR: 32282.14.JES.20240141

到更加突出的位置，整合科技创新力量和优势资源，在科技前沿领域加快突破”^[1]。这个重要论述对提升创新体系整体价值实践效能提出总体要求，为推动创新驱动发展战略实施、加快实现高水平科技自立自强和提升价值实践水平指明了方向。在当前美国科技封锁的大环境下，如何从移动通信产业追求高水平自立自强的“技术-价值实践”中汲取经验，就成为了可以深入研究的大问题。本文将从部门创新体系的视角出发，梳理政府、产业、学术和研究机构在不同时期价值实践中的协同演变及其内在逻辑，以期揭示我国移动通信技术自主创新的制度动力与路径选择。通过对“1G空白”到“5G引领”各阶段技术-价值导向及实践效能的比较分析，以期为新形势下构建“新型举国体制”中的部门创新体系提供策略性借鉴和理论支撑。

1 创新体系研究文献回顾

构建新型举国体制，有利于促进部门创新体系内的各主体和单元相互竞争与创新，从而全面增强国家的科技能力和整体创新效率和价值。唐任伍等^[2]认为，新型举国体制与国家创新体系是“嵌入”关系而非“构成”关系，以健全新型举国体制为引领，可以构建更具效能的国家创新体系，同时国家创新体系是支撑新型举国体制落地实施的核心系统，是开展科技治理和实施创新战略的重要载体。陈劲等^[3,4]提出，国家创新体系的整体效能提升，核心在国家战略科技力量的组织模式与运行机制更新，本质上依托于面向科技创新的新型举国体制建设。部门创新体系作为国家创新体系研究的深化方向，结合移动通信产业快速技术变革的特性，更能揭示该产业的创新动态与发展路径。因此，可以通过梳理部门创新体系与新型举国体制的相关文献，结合移动通信产业发展及产学研合作内容，能更好地理解其发展历程与价值实践演进。

1.1 部门创新体系

部门创新体系（sectoral systems of innovation, SSI）是研究特定产业或部门层面上技术、组织和制度创新的框架，旨在分析部门内部和部门之间在创新

活动速度、类型及组织方式上的差异及其影响因素。作为对国家创新体系研究的深化，部门创新体系在关注国家创新体系的同时，进一步强调了部门的特殊性和跨国界的联系。根据 Malerba^[4]的定义，部门创新体系由参与产品开发、生产、技术研发和使用的企业群体构成，涵盖了市场和非市场联系的多种主体。Malerba^[5]进一步扩展了部门创新体系的概念，将非企业主体如大学和融资机构也纳入其中，并强调知识技术、主体网络、制度因素及用户需求的作用。在部门创新体系的框架中，创新被视为一个集体过程，由不同的参与主体通过相互作用来产生和交换与创新相关的信息。总体而言，部门创新体系的研究强调供给、需求、用户的互动作用以及制度因素的影响，关注部门边界的动态演化过程，从而推动了创新体系研究的深入发展^[6]。

在国内，学者们对部门创新体系的研究主要集中在技术创新与经济发展领域。贾根良等^[7]提出，不同部门的创新系统存在明显差异，强调在新技术发展和后进国追赶过程中创建战略部门创新体系的特殊重要性。孔欣欣^[8]详细界定了部门创新体系的概念，指出其与国家创新体系的区别在于研究对象和边界范围。部门创新体系主要针对具体产业的创新，与具有普适性的国家创新体系不同，它可以跨越地区、国家和全球三个维度，根据产业发展情况而定。李健英^[9]进一步丰富了部门创新体系的讨论，分析了永利公司在中国化工产业发展中的角色，阐明了永利公司通过引入海外创新资源和构建企业创新平台的方式，逐步形成了适应中国市场的部门创新体系模型。

1.2 新型举国体制

举国体制伴随着新中国的发展由来已久，并且在计划经济时期发挥着举足轻重的作用^[10]。但随着改革开放的推进和社会主义市场经济体制的建立，传统举国体制难以适应社会主义市场经济的新变化，暴露出投入与产出失衡、微观主体创新活力不足、地方政府过度竞争等问题，不利于生产力水平的进一步提高^[11]。陈劲等^[12]提出，中国社会的主要矛盾发生了根本性的转变，市场在资源配置中的角色转变为决定性作用，政府与市场在资源配置中的功能定位与作用

边界发生重大变化,对科技创新治理提出了更高要求。因此,新型举国体制应运而生。

新型举国体制的定义为:有组织地集中全国力量和资源于国家重点事业的新体制^[13-15]。相较于传统举国体制,陈劲等^{[3]4}把新型举国体制的“新”总结为三方面:一是战略目标的变化,需要完成从后发追赶向超越追赶的思维转型。二是组织逻辑的变化,强调发挥市场机制在资源调配上的灵活性,并激发社会公众的能动性 with 积极性。三是功能手段的变化,从以集中化团队聚焦单点关键核心技术或基础研究的突破,转向以体系设计保障各层级全过程环节可持续的创新产出与价值。

1.3 移动通信产业发展与产-学-研合作

张平等^[16]对移动通信的发展历史进行了梳理:第一代移动通信技术(1G)为通信技术赋予了移动能力,开启了现代移动技术的序章。随着技术的发展,第二代移动通信技术(2G)实现了从模拟到数字的转换,应用业务得到丰富。应用面的需求,促使第三代移动通信技术(3G)拓展了对移动多媒体的支持,依靠先进的码分多址技术,为用户提供了高速数据传输和广泛的带宽支持。第四代移动通信技术(4G)的核心包括多入多出和正交频分多址技术,大大提高了频谱效率和带宽支持,助力4G取得了巨大的商业价值。第五代移动通信技术(5G)则开始向垂直行业扩展,将传统的增强型移动宽带(eMBB)服务扩展到海量机器类通信(mMTC)以及超高可靠低时延通信(uRLLC)等新场景。借助大规模多入多出(massive MIMO)、毫米波(mmWave)传输和多连接(MC)技术,5G在峰值速率、用户体验速率、频谱效率、移动性、延迟、连接密度、网络能效和区域业务容量等多个方面实现了显著的性能提升和价值实现。

移动通信产业体现出下面几项独特的行业特征。
①天然垄断性:由于前期的高投入需求以及对网络基础设施建设的规模要求,形成较高的门槛。同时,其网络效应显著,用户数量越多,网络价值越大,使得用户在选择服务时具有一定的路径依赖,进一步巩固了现有企业的市场地位。目前虽有多家运营商,但也

形成了相对稳定的竞争格局,具有一定的寡头垄断特征。
②代表国家意志:移动通信作为国家重要的基础设施,受到严格监管。国家通过频谱资源管理、技术标准制定、市场准入审批等方式^[17],确保行业的健康发展。一方面,频谱资源的合理分配保证了通信的高效与稳定,技术标准的统一,推动了行业的互联互通^[18]。另一方面,国家通过政策引导,推动行业技术创新和产业升级,体现了国家对信息安全、民生福祉和经济发展的战略价值考量。
③更新换代迅速:与石油等资源稀缺性行业不同,移动通信作为技术密集型产业,其技术创新无须巨额资金投入和漫长研发周期。从2G到5G,技术升级不仅大幅提升了通信速度与质量,更不断拓展着应用场景,推动着产业价值的持续变革^[19]。例如,5G技术的出现为物联网、智能交通、工业互联网等领域的发展提供了有力支撑。新的技术标准往往会带来市场格局的变化,新进入者有可能通过技术创新在市场中占据一席之地。例如,一些新兴的虚拟运营商可能凭借独特的业务模式和技术创新,在细分市场中获得一定的份额。华为也正是抓住了技术变革与市场机遇,依托中国庞大的市场优势,通过持续创新,从跟随者跃升为全球领军者,成为技术-价值实践的全球领先企业。

有关产-学-研合作的相关研究已经积累了丰富的成果。大量文献表明,产-学-研合作在推动科技创新、提升企业竞争力以及促进经济发展等方面的价值实践具有重要作用^[20-22]。然而具体针对中国移动通信领域的产-学-研合作研究尤其从部门创新体系理论视角的研究仍然相对较为匮乏。

1.4 创新体系研究文献述评

虽然,现有文献对部门创新体系和新型举国体制进行了广泛的探讨,这些研究多在宏观层面上展开,涵盖了创新体系的构成、发展及其对国家科技和经济进步的推动作用。但这些研究往往未能针对具体行业,特别是移动通信产业来进行深入分析。

本文将聚焦中国移动通信产业从“1G空白”至“5G引领”各关键节点,选取具有代表性的技术自主创新事件,依托部门创新体系框架,划分并描绘政

府-产业-学术-科研机构在不同价值实践阶段的协同演变模式；并通过深入案例比较，剖析各主体的制度动力、互动机制与价值创造路径。以期揭示我国移动通信产业实现高水平自立自强的内在逻辑，并为新形势下构建新型举国体制中的部门创新体系提升整体技术-价值效能提供可操作的政策与理论建议。

2 中国移动通信技术自主创新价值实践发展阶段划分

围绕技术自主创新的价值实践，本研究通过收集

和分析中国移动通信产业发展的相关资料、数据及政策信息，选取政府、高校（以北京邮电大学为例，简称“北邮”）与企业（以华为技术有限公司为例，简称“华为”）的代表性事件，最终整理形成表1^[23-53]。

根据年表中重大政策布局与产业发展情况，参考已有文献^[52]，提出移动通信产业部门创新体系技术-价值实践的三个线性的发展阶段：政府-学研合力主推阶段（1979—1997年）、政府强力主导阶段（1997—2013年）、企业充分竞争主体阶段（2013年至今），如图1所示。

表1 中国移动通信产业发展中技术自主创新价值实践的代表性事件^[23-53]
Table 1 Representative events of the practice of technological independent innovation value in the development of China's mobile communications industry^[23-53]

技术发展 阶段	阶段开始的标志	我国国际 标准设立 时间点	该阶段我国 商用时间点	代表性事件		
				政府	高校(北邮为例)	企业(华为为例)
1G	1979年12月1日 世界上第一个商用的1G模拟手机网络NTT诞生于日本 ^[23]	无	1987年11月18日 从瑞典引入TACS标准的第一代模拟蜂窝移动通信系统 ^[32]	1984年,原邮电部开始对蜂窝移动通信技术进行研究,基于频段、号码等多方面的考虑,最终选择了瑞典的TACS标准。 1987年,从瑞典引入的TACS标准的第一代模拟蜂窝移动通信系统,率先在广东省建成并投入商用 ^[37]	北邮陈俊亮院士主持的智能网技术在产业化方面取得了成功,为民族产业做出了贡献 ^[53]	华为最初代理香港鸿年公司的用户交换机业务。 1989年,华为利用代销收入投入研发,推出首款机械半数字交换机PBX-JK1000。 1990年推出了阳春机型,主要面向酒店和小企业,虽价格实惠但性能有限 ^[47]
2G	1991年7月1日 GSM系统正式在欧洲开通运行 ^[24]	无	1993年9月19日 我国从欧洲引入第一个数字移动电话通信网(GSM) ^[33]	政府在模拟网初期即关注2G数字技术,并将其纳入“八五”攻关项目。但由于市场压力和研发能力有限,最终以引进成熟的GSM技术为主。 1992年,原邮电部在浙江嘉兴建成GSM试验网,次年投入商用 ^[38]	北邮无线新技术研究所(WTI)团队在2G时代研发了IS-95移动通信系统。 廖建新团队在业务领域取得突破,推出神州行、彩铃等亿级用户业务,服务超30万企业和互联网公司 ^[43]	华为自1995年启动GSM研发,1997年推出自主知识产权GSM商用系统,打破国外厂商垄断。此后持续突破,在GSMR领域取得重要进展,并于2006年以21%的全球市场份额跻身GSM市场前三强 ^[48]

续表

技术发展阶段	阶段开始的标志	我国国际标准设立时间点	该阶段我国商用时间点	代表性事件		
				政府	高校(北邮为例)	企业(华为为例)
3G	2001年10月1日 日本电信公司NTT DoCoMo率先在日本推出了基于WCDMA标准的3G网络服务,即FOMA业务 ^[25]	2000年5月 我国TD-SCDMA获批,确立为三大3G国际标准之一 ^[29]	2009年1月7日 工信部向中国移动、中国电信和中国联通发放了3G牌照 ^[34]	1998年初,政府提出要建设中国自己的标准。在政府的支持下,大唐电信与西门子合作研发TD-SCDMA技术,后成为三大国际标准之一 ^[39]	北邮李道本教授研发的LAS-CDMA技术,其频谱效率较传统CDMA提升三倍,但因与2G GSM兼容性差、升级困难及产业支持不足,最终未能推进 ^[44]	1998年华为即在全球设立研发机构,同步推进2G商用与WCDMA技术攻关。 2003年实现关键突破,推出自主ASIC基带芯片并完成R4系统商用; 2004年携全业务解决方案进军欧洲; 2008年全球3G份额达27.1%,打入北美高端市场 ^[47]
4G	2008年11月5日 LTE技术正式被国际电信联盟(ITU-R)确认为IMT-Advanced的4G标准 ^[26]	2012年1月 我国TD-LTE Advanced获批,确立为两大4G国际标准之一 ^[30]	2013年12月4日 工信部向中国移动、中国电信和中国联通发放了4G牌照 ^[35]	政府主导了“以融求进”竞争战略的评估和制定。 2007年3月政府推动成立IMT-Advanced工作组,构建4G全产业链合作平台,吸引国外企业参与中国标准的研究和产业化。 2008年3月,工信部接续IMT-Advanced工作组,推动成立TD-LTE工作组,系统催熟TD-LTE技术、产品和组网 ^[40]	北邮张平院士提出群小区理论并研制4G原型机,深度参与ITU、3GPP国际标准制定。其主导的“TD-LTE关键技术与应用”项目获2016年国家科技进步特等奖(北邮位列获奖单位第9/高校第1,张平院士排名主要完成人第5) ^[45]	华为自2004年起深度参与LTE标准研究,全面跟进从Rel-8到Rel-12所有版本的标准化工作。 2008—2013年,华为累计向3GPP提交LTE提案7402篇(通过2196篇),并联合中国移动、电信研究院等推动TDD/FDD帧结构融合,为TD-LTE-Advanced成为国际标准作出重要贡献 ^[49]
5G	2018年6月13日 3GPP 5G NR标准SA方案在3GPP第80次TSGRAN全会正式完成并发布,这标志着首个真正完整意义的国际5G标准正式出炉 ^[27]	2016年11月17日 由华为主推的Polar Code方案,成为5G控制信道eMBB场景(上行/下行)编码方案 ^[31]	2019年6月6日 工信部向中国移动、中国电信、中国联通和中国广电发布了5G牌照 ^[36]	2013年2月,政府推动成立了IMT-2020(5G)推进组,启动5G技术研发试验。在多个重要文件中,均提出要积极推进5G产业发展。在频谱路线选择时,中国政府在全球率先明确“中频先行”战略,待技术和产业链成熟时再发展毫米波技术及网络 ^[41]	北邮张平团队在5G领域取得国际突破: ①首创高频段三维信道建模,成果纳入3GPP TR38.900及ITU-R IMT-2020国际标准。 ②创新提出高密异构网融合协作与无线虚拟化机制,并完善无线传输安全理论体系 ^[45]	2009年前后,华为启动了5G的研究布局。 2016年11月,由华为主导的Polar Code成为了5G国际标准的重要组成部分。 2018年,推出了全球首个符合3GPP标准的5G商用产品和解决方案。 2022年,推进5G advanced商用、启动5.5G及F5.5G的技术验证和部署。 2023年,发布全球首个全系列5.5G产品解决方案 ^[50]

续表						
技术发展 阶段	阶段开始的标志	我国国际 标准设立 时间点	该阶段我国 商用时间点	代表性事件		
				政府	高校(北邮为例)	企业(华为为例)
6G	尚未开始 2023年6月12— 22日 国际电信联盟 (ITU)完成了 《IMT 面向2030 及未来发展的框 架和总体目标建 议书》,建议书是 6G纲领性文件, 将有利于6G全 球统一标准的形 成 ^[28]	无	无	工信部在全球率先将6GHz 频段划分用于5G/6G 系统。 2023年6月,工信部发布新版 《中华人民共和国无线电 频率划分规定》,将6425~ 7125 MHz共700 MHz频 谱全部或者部分划分用于 IMT(国际移动通信,含 5G/6G)应用。 同时,工信部发布《关于微波 通信系统频率使用规划调 整及无线电管理有关事项 的通知》,为我国未来 6G发展预留频谱 资源 ^[42]	2020年5月,北邮中国移动 研究院联合创新中心取 得了丰富的6G成果:搭 建了业界领先的6G原型 样机平台、6G基础仿真 平台、基于AI的编码传 输平台和算力网络平台, 发布6G白皮书2部。 2023年底,3GPP的第102 次全会上,北邮成为全球 唯一参与6G信道模型研 究项目的高校 ^[46]	华为在6G技术的空、天、地 互通、低延迟、高连接密 度等方面已经取得连续 突破,并联合运营商完成 了技术验证,可实现10G bit/s的下行速率以及与C 波段频谱“同站址,共覆 盖”的能力 ^[51]

在我国移动通信发展的初期,产业链不完整,企业自主研发能力极为有限。因此,国家必须通过强有力的政策引导,将高校和科研机构作为部门创新体系的核心力量,以弥补企业技术能力的不足。虽然我国的工业和科技管理体制发生了重大转变,但新的科研和开发体系并没有形成,科研体系仍然沿袭了计划经济时代的特征。政府通过制定战略性科技项目,如

“863计划”,推动技术攻关,并协调高校与科研院所的资源^[52],形成了以政府和学研为主导的创新体系,政治价值实践引导和支持经济价值实践。以1979年现代移动通信(1G)诞生,1997年中国政府开始强力主导3G国际标准的突破,分别为起点和终点,即是我国移动通信自主技术创新第一个发展阶段:政府-学研合力主推阶段(1979—1997年)。

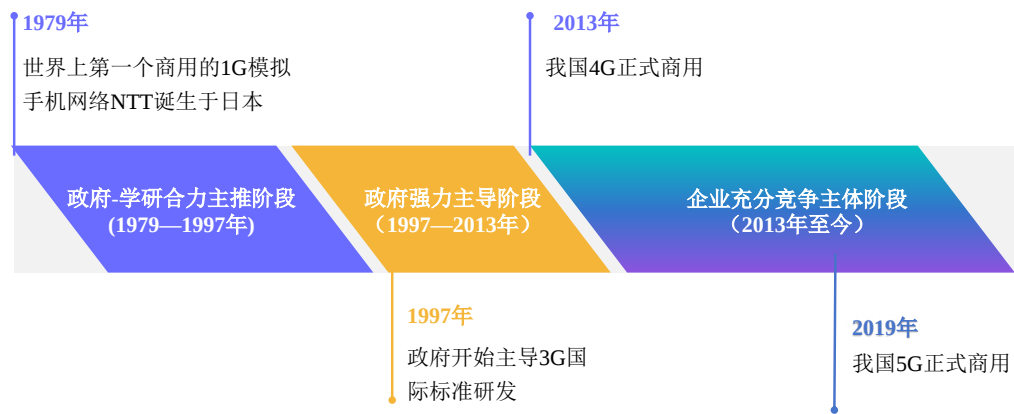


图 1 我国移动通信技术自主创新体系的三个发展阶段示意图
Figure 1 Schematic diagram of the three development stages of my country's independent innovation system for mobile communication technology

随着技术、经济和社会的发展, 政府认识到移动通信领域惠及民生、触及国家经济命脉的巨大社会价值, 开始坚持战略导向, 追求国际技术标准制高点。政府开始强力推动国内产学研各单位及跨国公司形成合力, 通过制定相关政策、规定, 推进产业联盟的成立, 进行资源整合, 全力支持中国自有的3G标准和4G标准先后成为国际标准之一。在此背景下, 政府通过强力主导和政策推动, 集中资源推动3G和4G标准的研发与制定, 形成了以国家为核心的强力主导型部门创新体系。这种体系有效地调动了国内各方资源, 形成了一个高效的创新网络, 并推动了技术的快速迭代和商业化, 实现政治价值实践和经济价值实践的密切结合。上承1997年, 直至2013年我国4G牌照发放, 即为我国移动通信自主技术创新第二个发展阶段: 政府强力主导阶段(1997—2013年)。

随着我国移动通信技术的自主研发和进步, 4G时代的中国移动通信已得到长足发展, 部分技术和标准达到世界领先。该阶段行业的部门创新体系的市场化特征愈发显著, 相比石油、电力等传统国企, 移动通信行业由于市场需求的强劲和国际竞争的激烈, 促使企业成为创新体系中的主导力量。在这一过程中, 国家通过政策引导和基础设施建设, 支持企业自主创新, 但真正的创新驱动动力源于企业对市场需求的快速响应和技术迭代的必要性。尤其在5G标准制定过程中, 政府引导与企业主导相结合, 形成了强大的创新网络, 政治价值和经济价值实践高度融合, 同时尊崇自主创新以国货为荣的文化价值实践产生重大成果。我国移动通信产业发展进入了以企业为自主创新主体的新阶段, 即第三个发展阶段: 企业充分竞争主体阶段(2013年至今)。

3 各阶段的典型自主创新案例分析

3.1 政府-学研合力主推的技术-价值实践阶段(1979—1997年)

该阶段主要基于北京邮电大学陈俊亮院士领导的智能网技术自主创新案例^[53]进行分析。依托国家重点项目支撑, 陈俊亮院士创新团队不仅在高校内部实

现了单纯技术层面的自主创新上的突破, 还在国家的大力支持下, 通过与国内外企业的合作, 推动了智能网技术的产业化, 凸显了这个阶段政府、高校(研究机构)合作在整合创新资源推动国家自主创新中的关键作用。以案例为契机, 有助于理解该阶段的价值实践。

20世纪80年代初, 改革开放刚刚起步的中国, 通信技术和通信设备都十分落后, 普通电话皆为老式机电制, 少量的程控数字交换机是用大笔外汇买进的舶来品。全国人均电话拥有量不到1%, 远远低于世界平均水平, 这已成为制约改革开放和经济发展的重要因素^[54]。国家为了改变这一局面, 体现出强烈的政治意愿和国家意志。如“863计划”新增通信主题, 国家从宏观层面推动通信行业发展的政治决策, 为行业发展指明了方向, 是国家政治价值实践的重要表现。

为了响应国家通信事业发展的需要, 从80年代初起, 陈俊亮开始从事程控数字交换系统的研究工作, 与邮电部上海第一研究所合作承担国家重点科技攻关项目——开发我国第一台DS-2000程控数字市话交换机(见图2), 实现了国产程控数字电话交换机零的突破。陈俊亮负责关键技术诊断软件的研发, 在理论上提出了数字交换系统的模型及其测试诊断算法, 设计的诊断程序独具特色, 有些指标优于国外同类产品。DS-2000程控数字市话交换机项目获得了1987年邮电部科技进步奖一等奖, 1988年国家科技



图2 我国第一台程控数字电话交换机DS-2000^[56]

Figure 2 DS-2000, Chinese first program-controlled digital telephone exchange^[56]

进步奖一等奖。DS-2000的成功研发开启了我国程控数字交换机自主研发的先河，在其示范和带领下，大型程控交换机自主研发的民族自信心高涨，呼声越来越高。1991年，解放军信息工程学院邬江兴主持研制了成功我国第一台拥有完全自主知识产权的大型数字程控交换机——HJD04（简称“04机”），比西方同类产品性能更优越。04机的研制成功，终于打破了发达国家所谓的“中国自己造不出大容量程控交换机”的预言，标志着“八国九制”长期垄断中国程控交换机市场格局的终结，使“巴统”^①于1989年对我国实施的大型程控交换机禁运制裁行动彻底流产，同时进一步树立起国人自主创新的信心和决心^[55]。正是基于政府支持、高校主持的程控数字交换机的多次自主创新技术突破，培育出华为等世界知名企业。

在当时，政府主导的DS-2000程控数字交换机的产业化并不理想，没有形成实际的生产力。20世纪年代初，国际上，在交换机的基础上提供增值服务的研究被提上日程，后来这种技术被称为智能网。从事了多年程控交换技术研究的陈俊亮，深切感受到智能网可能是充分发挥交换设备功能，提供多种应用与服务实现经济价值的有效途径。1993年，在北京邮电大学叶培大院士等学者的建议下，国家“863计划”新增了通信主题，陈俊亮院士抓住机会，在通信主题下成功申请到智能网项目，正式开启了研究和创建中国自主智能网技术的创新征程，与国外发达国家处于并跑状态。

1996年，陈院士带领团队成功自主开发出中国首套智能网系统CS1，该系统在结构、业务生成、软件可靠性，及过载控制方面的突破性进展，获得了业界的高度认可。次年，智能网首次在军用网络中得到应用，随后在邮电部的大力支持下，在民用市场广泛推广。改进优化后的CS2系统在上海成功进行了实验性试点，从而开启了中国自主创新的智能网技术的全面产业化进程^[53]。

3.1.1 授权华为，助力其发展壮大 1996年，敏锐预见到智能网产业化前景的华为公司，主动寻求与陈俊亮团队商谈技术转让合作，提出要购买智能网的知

识产权。陈俊亮接受程控数字交换机产业化不理想的教训，希望将创新成果转化，避免科研成果被搁置在实验室，决定以100万元的价格将智能网的第一版源代码以非独家技术使用权的形式转让给华为。华为公司在此基础上研发了自己的智能网系统并实现了产业化。后来，华为公司和北京邮电大学下属企业上海欣方智能系统有限公司引领了国内固定电话网上的智能网市场，占有率达到约95%，把绝大部分跨国电信设备生产商的智能网设备排除在中国市场之外。华为基于此次技术转让的助力，加快了创新步伐，得以快速拓展业务，在国内市场快速发展，增强了中国企业的市场竞争力，创造了几十亿的营收，为未来发展奠定了良好的基础。

3.1.2 上海智能网实验网工程 智能网是软件系统，必须跟相应的硬件配套使用，在当时邮电部科技司的支持下，北京邮电大学与上海贝尔公司合作，启动了产业化的进程。1996年智能网项目通过“863计划”验收后，引起了邮电部的高度关注，决定在“863”项目已有成果的基础上进一步给予支持，并决定在上海建立智能网的实验局，进行实际试用。对于致力于将自主创新成果产业化的陈俊亮来说，这无疑是他最希望得到的结果。在智能网试点应用阶段，陈俊亮团队解决了实现不同厂家交换机SSP（service switch point）互联互通、协助邮电部传输所制定标准、完成大容量高可靠智能网系统指标的三大问题。经过无数次实验和磨合，上海终于实现了智能网的商用，开始了试点放号和正式业务，并逐步实现盈利。自主创新的国产智能网的产业化大门由此开启，实现了很大的经济价值，也成为中国改革开放早期高校科研成果成功转化的典范之一。

3.1.3 创建孵化器：成立正方兴通信技术研究所 在智能网逐渐获得成功，陈俊亮团队遇到产业化过程中一个大问题：产业界愿意跟企业签合同，而不愿意跟学校签。高校想要扩大产业化，就要去做商业应用。1996年8月，为了更好地推动智能网产业化，得到学校的批准后，陈俊亮团队以华为支付的部分技术转让费申请成立了北京正方兴通信技术研究所，逐步

^① 1989年6月5日，美国总统布什宣布对中国实施五项制裁，美国国会通过20多项干涉中国内政的议案。7月，美国、法国、英国等西方七国首脑在法国巴黎召开会议，成立所谓“巴黎统筹委员会”，对我国大型程控交换机实行禁运制裁。

将其定位为孵化器, 形成科研成果在研究所完成产品研发和实验工程, 然后投资下游产业化公司, 实现上、中、下游的自然衔接。正方兴通信技术研究所有成功孵化了两个企业, 一个是与上海贝尔成立的合资公司上海欣方智能系统有限公司, 做固定通信网市场的智能网产业化; 另一个是与东方通信股份有限公司成立的合资公司杭州东信北邮信息技术有限公司, 做移动通信网市场的智能网产业化。

北京邮电大学孵化的这两个企业和华为基本占据了我国智能网市场, 极大地促进了我国通信技术的自主创新和产业升级, 有效防止了国外竞争者在关键技术领域对中国市场的垄断。邮电部对北京邮电大学陈俊亮团队的这个技术自主创新成就给予高度评价: “首次在一个完整的技术领域将国外跨国公司的电信网络大型设备完全挡在国门之外。”^[53]

与此同时, 大多数国内通信设备公司正处于原始积累时期, 以华为公司为例, 就是通过代理交换机, 获得研发资本, 进行模仿创新; 通过与北京邮电大学等高校合作, 加强自主创新, 逐渐建立市场地位。

相对而言, 该阶段技术创新的动力主要来自政府颁布的重大科技战略(如“863计划”), 高校(科研院所)申请并承担相应研发任务。通过科研成果产业化推动政府进一步支持, 推动企业获得更好的研发基础进行技术创新和开拓市场。这阶段的部门创新体系中, 政、产、学、研的互动比较松散, 缺乏战略凝聚力, 各自发力, 未能形成较强的合力从整体上提升我国移动通信技术自主创新能力。

该阶段的技术创新价值实践主要体现在政治价值引导和支持经济价值的追求。

从政治价值来看, 20世纪80年代初中国通信技术和设备落后制约发展, 国家为改变此局面, “863

计划”新增通信主题, 体现政治意愿和国家意志, 为行业发展指明方向, 提升国家在通信技术领域自主创新能力, 凸显国家主导作用。

从经济价值分析, 以陈俊亮团队为例, 积极主张产、学、研合作, 开发程控数字市话交换机, 打破国外垄断, 减少外汇支出, 奠定产业基础。产业化方面, 智能网技术成效显著, 开发出CS1并推广, 华为也借此产业化创造营收, 推动企业及国民经济增长, 推动了社会通信条件改善, 技术的突破带来基础设施水平提升, 提高人均电话拥有量, 改善国民生活质量, 促进信息交流和社会发展。总结见表2、图3。

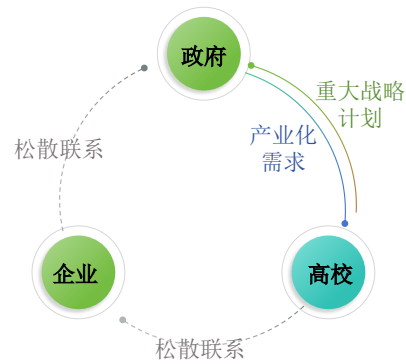


图3 政府-学研主推阶段三大主体参与度
Figure 3 Participation of the three major entities in the government-academic research promotion phase

3.2 政府强力主导的技术-价值实践阶段(1997—2013年)

随着对于移动通信创业领域的认知不断加深, 在适时研判后, 中国政府采取了积极主动的、强有力的干预措施, 不仅通过政策和资金支持, 而且通过战略性的行业重组和标准推进直接影响了技术自主创新和行业的发展方向。在这一阶段, 我国电信业经历了4

表2 政府-学研主推阶段(1979—1997年)创新主体间合作动力及创新体系特点及重点体现的价值实践
Table 2 The driving force of cooperation among innovation entities and the characteristics of the innovation system and the key value practices during the government-university-research promotion stage (1979—1997)

移动通信技术发展阶段	创新主体间合作动力	部门创新体系的特点	重点体现的价值实践
1G~2G	高校研究机构通过科研成果产业化推动政府支持, 以及推动企业更好捕捉市场信息, 促进研发和销售	产、学、研的联系松散, 未能形成合力 1+1+1<3 (如图3)	政治价值、经济价值、社会价值

次重大改革^[57]，逐步打破长期垄断和设施落后的局面，最终形成三大运营商并存的市场格局，推动了技术创新和服务提升。与此同时，我国实现了通信标准的两大突破。体现出了更进一步的政治价值实践和经济价值实践的耦合。

该阶段，本文主要选取两个案例研究，一是我国3G标准的突破，二是我国4G标准的诞生。

3.2.1 我国3G标准的突破 移动通信领域通常以标准引领，每一代标准的商用周期大约为十年。中国提出自主的3G标准，就是希望利用国际通行规则，打破现有产业格局，推动我国移动通信整体发展水平的提升。

早在1995年，邮电部电信科学技术研究院（大唐电信前身）便启动了SCDMA的研究^[58]。1997年4月，国际电信联盟（ITU）向全球发布了征集3G技术方案的通知，要求全部提案在1998年6月30日之前提交，拉开了全球范围内3G技术选择和竞争的序幕^{[59]76-79}。

1997年7月，为了征集我国的3G方案，原邮电部成立了3G无线传输技术评估协调组，由政府、企业和研究机构专家组成。在政府战略支持下，电信科学技术研究院与德国西门子股份公司合作^[60]，将其TD-CDMA技术与自主研发的SCDMA技术整合，形成TD-SCDMA标准，并于次年1月香山会议上获批成为我国3G候选标准。

在基础技术研发方面，TD-SCDMA技术的发展得到了政府的大力支持，在国内，基于TD-SCDMA的技术标准，曾经有过TD-SCDMA TSM、LAS-CDMA、TD-SCDMA LCR几种路线的竞争，比如北京邮电大学李道本教授开发的LAS-CDMA，拥有频谱效率高、容量大、抗干扰强的优势，但与现有的2G GSM网络兼容性和升级方面较为困难。经过全面评估和深入审议，由科技部、信息产业部、国家发改委最后审定，考虑到在产业支持和推广方面的问题，决定舍弃前两种方案，选择了TD-SCDMA LCR（低码片速率）的技术路线。与此同时，信息产业部也推动国内多所高校和研究机构积极开展工作，包括清华大学、国防科技大学等众多高校。许多基础研究项目得到国家基金支持，例如1997年SCDMA技术被授

予国家科技进步奖一等奖^[61-62]。

在1998年6月30日，国际电信联盟向全球征集3G标准的截止日，电信科学技术研究院代表中国将提出的TD-SCDMA标准提交至ITU。

为推动TD-SCDMA的发展，在国家支持下，电信科学技术研究院于1998年发起成立大唐电信科技产业集团，并于同年10月顺利上市，为后续研发提供了宝贵的资金。从1999年起，科技部与信息产业部持续提供资金保障，并于2000年将大唐集团确定为“863产业化基地”。在此期间，大唐电信为核心的团队不断进行技术攻关，完成了多项通信系统工程的国家任务，为TD-SCDMA标准体系的进一步完善作出了巨大贡献。

2000年5月，国际电信联盟正式宣布，将中国提交的TD-SCDMA确立为三大3G国际标准之一。这是中国首次提出完整的、拥有自主知识产权的通信系统技术，中国政府为此付出了巨大的努力，深刻体现了国家战略意志和主导作用，是实现政治价值突出而深刻的体现。

为了推动TD-SCDMA商业化的进程，仍需围绕新技术搭建全方位体系，完善芯片、智能天线等补充性技术，而这类技术的研究一般都需要巨大的资源投入，单一企业难以承担。为此，2002年10月，大唐电信联合华为、中兴等国内厂商，发起成立了“TD-SCDMA产业联盟”。后续在国家发改委、科技部和信息产业部的大力支持下，联盟成员不断增加，并相继成立了TD-SCDMA技术论坛和TD-SCDMA技术专家组等组织，同时，联盟还联合了一些高校和科研机构，初步形成了政、产、学、研合作网络^[63]。

3.2.2 我国4G标准的诞生 2004年12月，3GPP（3rd generation partnership project）正式设立了长期演进（Long Term Evolution, LTE）项目，推动国际开始对4G的研究。紧接着2005年初，大唐电信王映民博士便带领团队开展了4G标准方案的研究。

2007年左右，我国TD-SCDMA产业化专项测试得出TD-SCDMA可以大规模独立组网的结论，但面对来势汹汹的4G进程，为了国家的长远利益，信息产业部意识到我国通信行业必须兵分两路，在继续推进TD-3G的同时立即启动TD 4G的规划部署：2007

年3月,在组织TD-SCDMA扩大规模试验的同时,信息产业部决定成立4G-IMT-Advanced推进组,中国4G战略正式启动^[59]113-127。

2008年3月,工信部接续IMT-Advanced推进工作组,推动成立TD-LTE工作组,系统催熟TD-LTE技术、产品和组网。由工业和信息化部、中国移动牵头,联合中国大唐集团有限公司、华为技术有限公司,中兴通讯股份有限公司、展讯通信有限公司以及北京邮电大学,清华大学等企业、高校、研究单位联合研发,组成了TD-LTE技术标准的初始研发网络。又在“以融求进”的政府策略下,吸引国外企业参与中国标准的研究和产业化,拉动欧洲的LTE技术思想与欧洲移动通信公司合作研发,形成我国4G标准。TD-LTE原本是第三代移动通信向第四代过渡升级过程中的演进标准,作为TD-SCDMA的技术延续,基于LTE核心技术并采用时分双工(TDD)模式。与TD-SCDMA相比,TD-LTE在传输速率、延迟和频谱利用效率等方面实现了显著提升,同时在LTE架构基础上,改进了无线接入、核心网络和传输技术等关键领域。

2012年1月,在世界无线电通信大会上,我国拥有自主知识产权的TD-LTE-Advanced技术标准成功与北美技术联盟推出的WiMax2标准并驾齐驱,成为4G时代的两大主流标准之一。

作为我国主导的4G标准,TD-LTE从诞生之日起就得到了我国政府、国内运营商和制造商的广泛关注和大力支持。自2012年2月起,TD-LTE的规模实验就陆续开启,同年10月,工信部发布通知,确定了TDD方式的工作频率,使得TD-LTE获得了充足的频谱资源,有效地推进了TD-LTE产业化、商用化进程。截至2019年底,中国4G用户总数达到12.8亿户,全国建设通信基站841万个,这使得中国的4G产业发展有了坚实的用户基础,创造了巨大的经济价值。

回顾三个发展时期,该阶段明显是一个政府深度参与领导和组织技术创新的过程^[64],也是中国移动通信技术从落后到突破、并跑的关键。国家政府的主导不仅体现在政策制定和执行上,更在于通过这些政策工具,将资源集中到战略性领域,促进了技术自主

创新和产业升级。当然,该阶段政府处于“运动式”制度安排阶段,也出现了政府政策在很多时候不清晰,甚至是摇摆不定的情况^[65]。

这一阶段,企业积极参与到我国自有标准的建设之中,虽非主导,但在技术上形成了非常大的突破和支持,比如大唐对3G、4G技术的研发贡献、华为对通信设备市场的开拓。高校(研究机构)也参与了很多基础研究,起到了重要作用。

从政治价值来看,政府通过一系列举措深刻体现了其在全球通信行业的战略意图和主导地位。政府积极推动行业结构调整,打破垄断,引入市场机制。在3G和4G标准的突破与确立过程中,政府通过战略规划、资源整合以及政策引导,使得中国通信技术在全球范围内逐渐拥有了一席之地,提升了中国在全球通信行业的影响力和话语权,彰显了国家战略意志和主导作用。

从经济价值分析,在国内层面,通过政府正向引导,企业在竞争环境下,不断提升自身的技术水平和服务质量,促进了产业升级和经济增长。例如,大唐电信在3G和4G标准的研发过程中,通过政府支持和自身努力,不断发展壮大,为国内通信产业的发展做出了贡献。在全球层面,中国3G和4G标准的突破与推广,使得中国通信企业在国际市场上拥有了更大的竞争优势,推动了中国通信产品和服务的出口,为国家创造了更多的收入,促进了国民经济的增长。

相比于政府-学研主推阶段,该阶段的价值实践表现为政治和经济领域的深度交流与融合发展,尤其是通过政府主导的资源整合和政策引导,初步探索出了一条“政、产、学、研、用”紧密结合的自主创新之路,更多产业联盟成立^[66],创新体系开始形成“合力”。总结见表3和图4。

3.3 企业充分竞争主体的技术-价值实践阶段(2013年至今)

这阶段国际市场竞争不断加剧,国内企业为了求生存求发展^[67],强化自主创新内在动力,以创新参与国际市场中的充分竞争,赢得竞争优势,在部门创新体系中的主体地位不断提高和深化,发展为部门创新体系中的核心主体,尤其是华为公司。华为经过数

表 3 政府主导阶段（1997—2013 年）创新主体间合作动力及创新体系特点及重点体现的价值实践

Table 3 The driving force of cooperation among innovation entities and the characteristics of the innovation system and the key value practices in the government-led stage (1997—2013)

移动通信技术发展阶段	创新主体间合作动力	部门创新体系的特点	重点体现的价值实践
3G、4G	政府制定相关政策、规定，进行资源整合，追求技术标准制高点，主导 3G、4G 标准的中国方案。推动高校（研究机构）依托相关国家重大战略进行技术研究。推动企业参与标准建设和产业落地，加快企业发展	产业联盟开始成立 创新体系初步形成 1+1+1>3（如图 4）	政治价值和经济价值

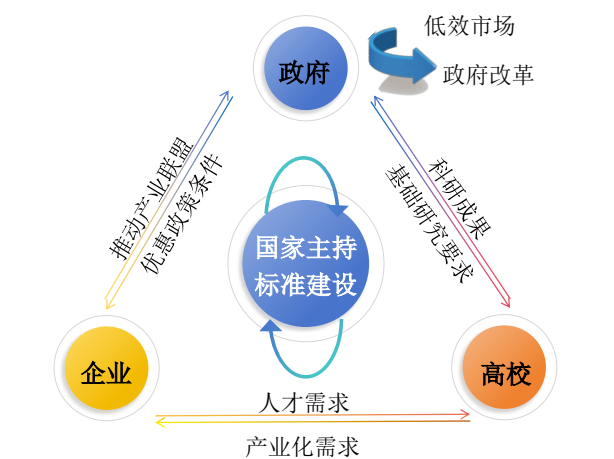


图 4 政府主导阶段三大主体参与度
Figure 4 Participation of the three major entities in the government-led stage

十年的自主创新发展，在国际上成就显著，已成为全球通信行业的巨头之一。美国打压下的华为自主创新实践不仅增强了中国在全球科技领域的竞争力，激发了部门创新体系的凝聚力，提升了国内消费者的国货自豪感和购买热情，构成移动通信行业技术自主创新价值实践的新发展阶段。因此，本文选择华为作为这一阶段的代表案例。

部门创新体系在华为的崛起过程中起到了关键作用。通过政、企、学、研的协同与政策支持，形成了技术学习和创新的正反馈机制，华为在这一体系中，凭借快速迭代的创新能力和与政府良好的合作网络，抓住市场机遇，构建了持续增长的创新轨道，逐渐确立了在高端市场的领先地位。这一创新体系的独特网络关系，助力华为在通信行业内形成了一枝独秀的局面。

3.3.1 华为早期发展 深圳华为技术有限公司创立于 1987 年，成立之初只有 6 名员工、2 万元注册资

金。华为创立初期，业务主要是代理香港公司的交换机，通过代理销售，获得了原始资本积累，并大力投入研发。1993 年，基于北京邮电大学智能网的技术转让加快研发步伐，次年华为推出代表性产品万门级大型交换设备 C&C08 机，在产品工艺、技术水平上都领先于同期的国内厂商。

在市场地位建立后，华为持续加大研发投入。

1997 年，华为开发出具有自主知识产权的 GSM 商业系统，并占据了国内市场的一席之地。华为在 GSM-R 研究上也取得较大成果，2006 年，华为在 GSM 全球市场拥有了 21% 的市场占比。

在大力推动 2G 的同时，华为在世界各地建立合作机构，开始积极研发 WCDMA 技术。2003 年，华为首次推出了具有自主知识产权的 ASIC 基带芯片，并将 R4 系统成功商业化。2004 年，华为打入欧洲市场，向国外用户提供通信服务。到 2008 年，华为的 3G 市场份额占比 27.1%，跻身全球前列，在北美高端市场也站稳了脚跟^[68]。

2009 年，华为在业界第一家发布 4G 商用解决方案；2011 年，发布业界首款 LTE FDD/TDD/UMTS/GSM/CDMA 多模数据卡 E392。在终端方面，华为通过与高通、海思、Altair 等芯片伙伴的合作，可以提供全频段、全形态的 LTE TDD 终端，是 LTE TDD 终端最主要的推动力量之一。另一方面，华为助力全球运营商进行 4G 网络部署。高速、优质地将 TD-LTE 网络在国内外建设起来。

可以看到，政府—学研主推阶段的华为，正处于发展的早期，实力较弱；政府主导阶段的华为，已经得到长足的发展，开始积极参与到 3G、4G 的标准建设、参与产业联盟组建之中，虽非主导，但积极推动。

经过厚积薄发, 华为成为通信领域部门创新体系中的充分竞争主体, 在国际市场和国内市场大放异彩, 为中国赢得技术创新竞争优势。

3.3.2 5G 时代的华为 2008 年, 土耳其科学家 Erdal Arikan 发表了一篇有关极化码 (Polar 码) 技术方案的论文。华为科学家们敏锐地意识到, 其中有可以用于 5G 编码的重要技术。于是, 华为迅速与 Erdal Arikan 进行合作, 以极化码 (Polar 码) 为基础申请了一系列专利, 并在 2009 年成立数千人的技术团队, 投入 6 亿美金启动 5G 基础研究, 开拓信道编码的新方向。

凭此机遇, 在 5G 技术方面, 华为“先发制人”, 依托国家创新体系, 积极发挥创新主体的作用, 不断攻克关键核心技术。2009 年, 华为正式启动了 5G 的研究布局。2014 年, 华为已经在全球 9 个国家设立了 5G 研发中心。

2016 年 11 月, 由华为主导的 Polar Code 成为 5G 的 3D/超高清视频等大流量移动宽带业务 (eMBB) 场景下全球两大标准之一, 是中国在 5G 移动通信技术研究和标准化上的重要进展。TD-SCDMA 是中国通信技术第一次跟上了世界的脚步。而 TD-LTE 技术的发展, 中国通信技术第一次成为世界的主流技术之

一, 但其中的核心长码编码 Turbo 码和短码咬尾卷积码, 却并非中国原创的技术。现在, 华为公司主导的 Polar 码最终打破了这个天花板, 这既是他们在基础通信领域多年精心研究的回报, 也是中国在通信技术领域综合实力不断提升的写照。

接着, 2018 年, 华为推出了全球首个符合 3GPP 标准的 5G 商用产品和解决方案。2021 年, 与 3000 个 5G 商业应用建立合作, 发布多个可复制应用场景。2022 年, 推进 5G advance 商用; 启动 5.5G 及 F5.5G 的技术验证和部署。2023 年, 完成从芯片间到节点间互联标准的统一; 发布全球首个全系列 5.5G 产品解决方案^[69], 图 5 展示了华为 5G 发展的进程。

在 5G 标准的竞争中, 专利和知识产权成为关键因素。对此华为十分重视, 据 2023 年中国信息通信研究院发布的《全球 5G 标准必要专利及标准提案研究报告 (2023 年)》^[70], 华为的有效全球专利族数量占比为 14.59%, 排名第一位; 5G 提案贡献度为 17.48%, 排名第一。

华为成长之路并非一帆风顺。随着华为在 5G 领域的实力不断壮大, 美国开始对其产生警惕, 担心华为的技术优势可能对其市场霸权地位构成威胁。2018 年至今, 美国以“国家安全”为由, 对华为实施了一

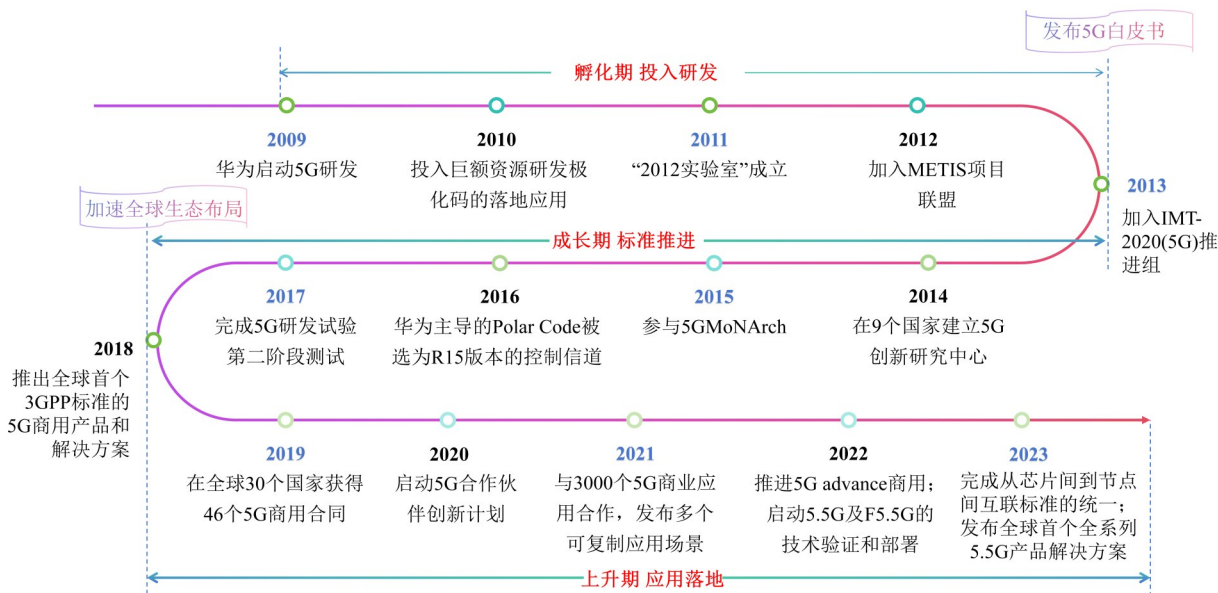


图 5 华为 5G 发展进程

Figure 5 Huawei's 5G development process

系列制裁措施。这些措施包括禁止华为设备进入美国市场、限制多国企业与华为进行技术合作、禁止芯片代工厂利用华为生产芯片、禁止华为使用美国的软件和技术来设计芯片等。被制裁使华为终端业务大受打击，虽然拥有全球第一的5G专利和芯片设计能力，但是却无法使用5G芯片。

面对美国的制裁，华为积极通过一系列举措应对以图存：（1）为了解决手机行业因为美国的制裁导致半停顿的状态，华为断腕求生。2020年11月17日，华为正式剥离出售子品牌“荣耀”。（2）合法举起专利利器，利用手上庞大的专利数量，向5G终端厂商收取一定的专利费。比如2020年2月6日，华为向美国最大的无线运营商Verizon提起诉讼，请求认定其侵犯了华为在美国授权的12项专利，必须进行赔偿。（3）华为继续加强在基础技术和半导体领域的投入，在国内投资超过70家半导体和集成电路的厂商。（4）华为积极寻求与其他国家的合作，拓展国际市场。通过加强与欧洲、亚洲等地区的合作，逐渐打破美国的封锁和打压。

在应对美国制裁过程中，中国政府积极激发通信领域部门创新体系，用实际行动对华为提供了支持，对公司层面提供了税收优惠、研发资金补贴、支持其优先参与国家重大科技项目等便利，以及推动国内市场更广泛优先地采用华为5G网络建设的产品和技术。在产业层面通过加快国内的供应链体系，减少对外部供应链的依赖，为华为提供上下游保障。同时，政府也积极在国际上发声，缓解美国对华为的制裁影响。

2023年，华为推出了搭载国产麒麟9000S芯片的新机上市，这是华为在面临美国制裁的情况下，坚持技术自主创新的一个重要成果。2024年，华为发布Pura系列手机，搭载国产麒麟9010芯片，继续巩固其在智能手机市场的地位。同时，华为继续加大终端芯片、无线网络和物联网等领域的研发投入，推动技术自主创新和业务发展。华为还以充分国际化的视野积极领导构建创新生态体系，组建任务型创新联合体，并通过与全球科技创新网络的深度融合，建立“技术飞地”和“离岸科创中心”等合作模式^[71]。

中国移动通信技术自主创新历史演化到这一发展

阶段，以华为为代表的国内企业面向激烈的国际竞争，积极承担了主动创新的角色，主动组织整合产、学、研各方优势和资源，实现了共同参与、风险共担、合作互动和利益共享^[72]。越来越多地参与组建产业联盟、科技创新决策和规划、政策和标准设定，创新实力和创新影响力得到壮大。在部门创新体系中，企业成为新技术的采用主体、新技术的研发主体、技术创新的投资主体、孵化新技术的主体^[73]，成为充分竞争主体。

这一发展阶段，政府的制度安排也由“运动式”趋于常规化和广泛化，很多产业政策的目标变得越来越宏观（非具体），对象不再面向特定的企业、大学或科研院所，工具选择体现在产业发展重点领域的确立、大型测试试验平台的牵头建设、地区间商业试用协调等。面对美国等国家的技术封锁，中国政府坚决维护企业的合法权益，并牵头解决“卡脖子”问题，比如加强我国半导体基础能力建设^[74]。高校（研究机构）则更多参与基础研究和对企业的技术辅助以及人才支持。形成了各主体围绕企业的自主创新有序贡献力量格局。

据中国信息通信研究院测算^[75]，我国5G商用五年来，直接带动经济总产出约5.6万亿元，间接带动总产出约14万亿元，有力促进了经济社会高质量发展。实现了网络基础设施全球领先、关键核心技术不断突破、数实融合应用成效凸显、安全保障体系持续完善四大成就。

在这一阶段，价值实践主要体现为政治价值实践和经济价值实践的深度耦合，文化价值实践不断深化。

经济价值实践在这一阶段尤为突出。以华为为代表的企业通过持续的自主创新和技术突破，不仅推动了5G等关键技术的商业化，还为中国和全球市场创造了巨大的经济效益。5G技术的普及不仅提升了产业链的竞争力，也直接带动了相关产业的蓬勃发展，实现了国家经济的高质量增长。与此同时，社会价值也在这一阶段得到进一步体现。技术创新增强了国家在国际科技领域的地位，还通过技术的普及和应用改善了国民生活质量，推动了智慧城市、智能交通等社会基础设施的升级。相较于前，企业充分竞争主体阶

段, 凸显了企业在部门创新体系中的核心作用。

政治价值实践在此阶段更多体现在政府从政策主导者到制度环境建设支持者的角色转变, 转变为政府对企业自主创新的常规性制度支持以及在全球竞争中的主权维护。面对美国等国家的技术封锁, 国家支持华为和其他国内企业通过自主研发和技术创新, 维持了中国通信行业的全球竞争力, 体现了国家在技术自主可控方面的战略决心与整合能力。

文化价值实践效果突出是这一发展阶段一大特征, 政、产、学、研各部门深刻认识到通过技术创新突破“卡脖子”技术封锁对于高质量发展的重要意义, 部门创新体系在美国打压华为的过程中日益形成更具凝聚力的紧密网络关系, 提升创新效率。同时, 越来越多的国内消费者被华为面对打压不屈不挠继续奋力自主创新的事迹所感动, 购买和使用华为手机成为时尚潮流, “爱国货”成为越来越多消费者的不二选择, 这种文化价值取向的深刻变化为通信业技术自主创新提供了新动力和新机遇。总结见表4和图6。

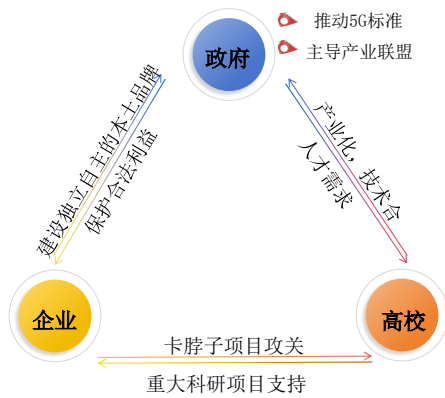


图6 企业主体阶段三大主体参与度
Figure 6 Participation of the three major entities in the enterprise entity stage

4 结论和展望

我国的移动通信部门创新体系的技术-价值实践发展经历了三个阶段: 政府-学研合力主推阶段, 政府强力主导阶段, 企业充分竞争主体阶段。

政府-学研合力主推阶段(1979—1997年), 技术-价值实践体现为政治价值实践引导和支持经济价值实践。从政治价值实践角度看, 国家为改变通信技术落后局面, 通过“863计划”等举措体现政治意愿和国家意志, 为通信行业技术创新提供资金支持和产业发展支持。从经济价值角度看, 以北京邮电大学陈俊亮院士团队自主创新为例, 其智能网技术产业化成果打破国外垄断, 推动企业及国民经济增长, 改善国民生活质量, 为国家信息化发展奠定基础。

随着国家战略的深化, 进入政府强力主导阶段(1997—2013年), 技术-价值实践侧重于政治价值和经济价值的耦合。政治价值实践上, 政府通过电信业重组改革和标准突破等举措, 体现其在全球通信行业的战略意图和主导地位, 提升中国在该领域的话语权。经济价值实践上, 国内电信业重组引入竞争机制, 提高行业效率和经济效益, 企业发展壮大; 全球层面, 中国3G和4G标准的突破与推广, 增强企业国际竞争力, 推动产品和服务出口, 促进国民经济增长。

进入5G时代, 即企业充分竞争主体阶段(2013年至今), 技术-价值实践进一步深化, 主要体现为经济价值和政治价值的深度耦合, 文化价值凸显。经济价值尤为突出, 以华为为代表的企业通过创新推动5G商业化, 带动相关产业发展, 全球范围内遥遥领先, 实现国家经济高质量增长。政治价值在此阶段体现在国家基于常规性制度建设对企业创新进行引导和

表4 企业主体阶段(2013年至今)创新主体间合作动力及创新体系特点及重点体现的价值实践

Table 4 The driving force of cooperation among innovation entities and the characteristics of the innovation system and the key value practices reflected in the enterprise subject stage (2013 to present)

移动通信技术发展阶段	创新主体间合作动力	部门创新体系的特点	重点体现的价值实践
5G—	企业创新实力得到壮大, 国际话语权提升, 也开始遭受制裁。推动国家提供制度、市场保障, 高校(研究机构)参与技术支持	追求效率、深化合作、重点攻关制约产业发展的重大技术难题 1+1+1>3 (如图6)	经济价值和社会价值

支持以及在全球竞争中的主权维护，部门创新体系跃入新质网络关系状态，确保国家战略利益实现。

这三个发展阶段的划分基本是线性的，即政、产、学、研各创新主体在部门创新体系发展的不同阶段，形成的关系网络和起到的作用是显著不同的，具有明显的异质性。为了积极应对国际形势的复杂变化，尤其在“美国优先”的口号下，美国实施单边主义，我国为了提高产业竞争力，新阶段可能会强化政府的领导功能，新举国体制就会呈现第二阶段的显著特征，进入充分发展的产学研更具融合性和竞争性的高阶网络关系构建和赋能阶段。

展望未来，移动通信业的技术自主创新价值实践，将面临更多维度的拓展与深化。依托新型举国体制的政治优势，继续完善部门创新体系，实现关键核心技术的自主可控和高水平的科技自立自强，在6G等新兴技术的发展中，提升在国际规则制定中的话语权，维护国家技术安全与民族产业主权。应继续发挥其作为经济增长引擎的作用，为国家创造更大经济价值和文化价值，同时应注重深入推动社会整体进步，包括缩小数字鸿沟、促进全民共享技术红利、提升公共服务水平等社会价值实践，深化低碳技术的研发和可持续发展模式的生态价值实践探索。

致谢

本文曾于2024年6月2日在中国科学院“自主创新的中国道路”跨学科论坛上进行报告交流，与会专家们提出了许多富有启发性的意见和建议，在此一并致谢！

参考文献

- [1] 人民网. 走过2023 | 赴地方考察,习近平反复强调这个关键词[EB/OL]. (2023-12-29)[2024-06-07]. <http://politics.people.com.cn/n1/2023/1229/c1001-40149260.html>.
People's Daily Online. After going through 2023 | Conduct field trips, Xi Jinping repeatedly emphasized this keyword[EB/OL]. (2023-12-29)[2024-06-07]. <http://politics.people.com.cn/n1/2023/1229/c1001-40149260.html>.
- [2] 唐任伍, 温馨, 武天鑫. 国家创新体系的数字化重构: 新型举国体制驱动的机理与路径[J]. 经济与管理研究, 2024, 45(1): 3-15.
Tang R W, Wen X, Wu T X. Digital reconstruction of national innovation system: Mechanisms and paths driven by a new system for mobilizing resources nationwide[J]. Research on Economics and Management, 2024, 45(1): 3-15.
- [3] 陈劲, 尹西明, 陈泰伦, 等. 有组织创新: 全面提升国家创新体系整体效能的战略与进路[J]. 中国软科学, 2024(3): 1-14.
Chen J, Yin X M, Chen T L, et al. Organized innovation: Strategy and insights on improving overall efficiency of the national innovation system[J]. China Soft Science, 2024(3): 1-14.
- [4] Malerba F. Sectoral systems of innovation and production[J]. Research Policy, 2002, 31(2): 247-264.
- [5] Malerba F. Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe[M]. New York: Cambridge University Press, 2004: 2
- [6] Rosenberg A. Technology regimes, innovation systems and evolution of the telecommunication sector: The case of Norway[C]// Knowledge and Regional Economic Development. Open Conference, Barcelona, Spain, 2005: 10.
- [7] 贾根良, 张文杰. 部门创新体系: 理论、经验及对自主创新的意义[C]//中国工业经济学会 2006 年年会暨“自主创新与创新政策”研讨会会议论文. 天津: 中国工业经济学会, 2006: 418-424.
Jia G L, Zhang W J. Sectoral innovation system: Theory, experience and significance for independent innovation[C]// Conference Papers of the 2006 Annual Conference of the Chinese Society of Industrial Economics and the Symposium on "Independent Innovation and Innovation Policy". Tianjin: Chinese Society of Industrial Economics, 2006: 418-424.
- [8] 孔欣欣. 部门创新体系: 一个影响当今产业创新政策的重要概念[J]. 科学与科学技术管理, 2008, 29(2): 76-81.
Kong X X. Sectoral innovation system: One significant concept influencing current industrial innovation policies[J]. Science of Science and Management of S & T, 2008, 29(2): 76-81.
- [9] 李健英. 部门创新体系建设中的永利模式[D]. 天津: 南开大学, 2009: 4-5.
Li J Y. Wynn model in the construction of departmental innovation system[D]. Tianjin: Nankai University, 2009: 4-5.

- [10] 苗治文, 李勇勤, 张大庆. 论举国体制的改革与发展[J]. 北京体育大学学报, 2006, 29(6): 741-743.
Miao Z W, Li Y Q, Zhang D Q. Discussion on the reform of whole-nation system[J]. Journal of Beijing Sport University, 2006, 29(6): 741-743.
- [11] 张晓兰, 金永花, 黄伟熔. 发达国家举国工程与我国举国体制的比较及启示[J]. 宏观经济管理, 2022(11): 83-90.
Zhang X L, Jin Y H, Huang W R. The comparison between and the national projects of developed countries and China's national system and its inspiration[J]. Macroeconomic Management, 2022(11): 83-90.
- [12] 陈劲, 阳镇, 朱子钦. 新型举国体制的理论逻辑、落地模式与应用场景[J]. 改革, 2021(5): 1-17.
Chen J, Yang Z, Zhu Z Q. The theoretical logic, implementation mode and application scenario of the new type of national system[J]. Reform, 2021(5): 1-17.
- [13] 潘墨涛, 朱胜姣. 中国为何构建“新型举国体制”? : 与欧盟的比较[J]. 科学学研究, 2025, 43(2): 225-237.
Pan M T, Zhu S J. Why is China building a "new national system": Comparison with the European Union[J]. Studies in Science of Science, 2025, 43(2): 225-237.
- [14] 许先春. 新型举国体制的时代特征及构建路径[J]. 马克思主义与现实, 2024(1): 11-18.
Xu X C. Features and development trajectories of the new system for nationwide resource mobilization[J]. Marxism & Reality, 2024(1): 11-18.
- [15] 何虎生. 内涵、优势、意义: 论新型举国体制的三个维度[J]. 人民论坛, 2019(32): 56-59.
He H S. Connotation, advantages and significance: On the three dimensions of the new national system[J]. People's Tribune, 2019(32): 56-59.
- [16] 张平, 牛凯, 田辉, 等. 6G移动通信技术展望[J]. 通信学报, 2019, 40(1): 141-148.
Zhang P, Niu K, Tian H, et al. Technology prospect of 6G mobile communications[J]. Journal on Communications, 2019, 40(1): 141-148.
- [17] Hong S H, Park I. SNS characteristics of mobile communication company influencing brand attitude and purchase intention[J]. Research in World Economy, 2020, 11: 82.
- [18] 张明, 王春琦. 未来移动通信系统频谱共享共存智能管控体系架构探讨[J]. 中国无线电, 2021(8): 32-34.
Zhang M, Wang C Q. Discussion of spectrum sharing and intelligent control architecture in mobile communication system in the future[J]. China Radio, 2021(8): 32-34.
- [19] 石雪梅, 陈恣. 垄断条件下的中国石化行业利润低下的原因分析[J]. 劳动保障世界, 2016(3S): 57.
Shi X M, Chen Q. Analysis on the reasons of low profit of China petrochemical industry under monopoly conditions[J]. Z, 1007-7243, 2016(3S): 57.
- [20] 何郁冰. 产学研协同创新的理论模式[J]. 科学学研究, 2012, 30(2): 165-174.
He Y B. The theoretical model of I-U-R collaborative innovation[J]. Studies in Science of Science, 2012, 30(2): 165-174.
- [21] 王毅, 吴贵生. 产学研合作中粘滞知识的成因与转移机制研究[J]. 科研管理, 2001, 22(6): 114-121.
Wang Y, Wu G S. Sticky knowledge transfer in university-industry collaboration[J]. Science Research Management, 2001, 22(6): 114-121.
- [22] 陈劲, 阳银娟. 协同创新的理论基础与内涵[J]. 科学学研究, 2012, 30(2): 161-164.
Chen J, Yang Y J. Theoretical basis and content for collaborative innovation[J]. Studies in Science of Science, 2012, 30(2): 161-164.
- [23] 雪球网. 中国通信技术崛起历程(5G前世今生)[EB/OL]. (2018-12-11)[2025-04-30]. <https://xueqiu.com/7135761617/118064905.html>.
Xueqiu.com. The rise of China's communication technology (the past and present of 5G) [EB/OL]. (2018-12-11) [2025-04-30]. <https://xueqiu.com/7135761617/118064905.html>.
- [24] 王建军. 从1G到5G:移动通信如何改变世界[M]. 北京: 中信出版社, 2021: 137-138.
Wang J Z. From 1G to 5G: How Mobile Communications Change the World[M]. Beijing: CITIC Press, 2021: 137-138.
- [25] 吉亮. 日本3G运营商的市场策略及启发[J]. 通信市场, 2003(4): 54-56.
Ji L. Market strategies and inspirations of Japanese 3G operators[J]. Communication Market, 2003(4): 54-56.
- [26] 王淑霞. LTE: 4G网络技术标准演化演进[J]. 科技创新导报, 2012, 9(31): 40-42.
Wang S X. LTE: The standardized evolution of 4G[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2012, 9(31): 40-42.
- [27] 国务院国资委新闻中心. 首个国际5G标准正式出炉[EB/OL]. (2018-06-15)[2025-04-30]. <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c9127293/content.html>.
State-owned Assets Supervision and Administration Commission of the State Council News Center. The first international 5G standard is officially released[EB/OL]. (2018-06-15) [2025-04-30]. <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588124/c9127293/content.html>.
- [28] 国际电信联盟无线电部门通过6G框架和总体目标建议书[J]. 中国无线电, 2023(6): 12.
The Radio Department of the International Telecommunication Union adopted the 6G framework and the overall goal proposal[J]. China Radio, 2023(6): 12.

- [29] 傅海阳, 金卓琳, 张青. TD-SCDMA 标准综述(2)[J]. 中兴通讯技术, 2007, 13(6): 58-61.
Fu H Y, Jin Z L, Zhang Q. Overview of TD-SCDMA standards (2)[J]. ZTE Communications, 2007, 13(6): 58-61.
- [30] 朱禹涛. TD-LTE-Advanced 国际标准历程[J]. 现代电信科技, 2011, 41(9): 18-23.
Zhu Y T. The course of TD-LTE-advanced international standardization[J]. Modern Science & Technology of Telecommunications, 2011, 41(9): 18-23.
- [31] 李兴彩, 朱先妮. 5G 产业链市场或达万亿级[J]. 经营管理者, 2016(12): 84-85.
Li X C, Zhu X N. 5G industry chain market may reach trillions of yuan[J]. Business Manager, 2016(12): 84-85.
- [32] 中国电信博物馆. 中国第一座基站为何建在这里?[EB/OL]. (2024-10-21)[2025-04-30]. http://www.chinatelecom.com.cn/expo/01/202410/t20241021_84776.html.
China Telecom Museum. Why was China's first base station built here[EB/OL]. (2024-10-21)[2025-04-30]. http://www.chinatelecom.com.cn/expo/01/202410/t20241021_84776.html.
- [33] 中国电信博物馆. 1G 到 5G, 我国移动通信发展里程碑[EB/OL]. (2019-10-12)[2025-04-30]. http://museum.chinatelecom.com.cn/yj/txkp/202107/t20210715_63084.html.
China Telecom Museum. From 1G to 5G, milestones in the development of my country's mobile communications[EB/OL]. (2019-10-12)[2025-04-30]. http://museum.chinatelecom.com.cn/yj/txkp/202107/t20210715_63084.html.
- [34] 彭春旺, 赵新胜. 3G 时代: 学习在"移动" 中"宽带" 起来[J]. 现代教育技术, 2009, 19(6): 144.
Peng C W, Zhao X S. 3G era: Learning to "broadband" in "mobile"[J]. Modern Educational Technology, 2009, 19(6): 144.
- [35] 中央政府门户网站. 工业和信息化部相关负责人解读 4G 牌照发放[EB/OL]. (2013-12-04)[2025-04-30]. https://www.gov.cn/zhuanti/2013-12/04/content_2595143.htm.
Central Government Portal. Relevant officials from the Ministry of Industry and Information Technology explain the issuance of 4G licenses[EB/OL]. (2013-12-04) [2025-04-30]. https://www.gov.cn/zhuanti/2013-12/04/content_2595143.htm.
- [36] 梅雅鑫. 5G"棋至中盘" 落子铿锵有声[J]. 通信世界, 2024(11): 6-7, 22.
Mei Y X. 5G "chess to middle plate" has a loud sound[J]. Communications World, 2024(11): 6-7, 22.
- [37] 通信世界. 建党百年 红色通信 | 我国移动通信的开端[EB/OL]. (2021-06-26) [2025-04-30]. https://baijiahao.baidu.com/s_id=1703580848360390101&wfr=spider&for=pc.
Communication World. 100th Anniversary of the Founding of the Party: Red Communications | The Beginning of my country's Mobile Communications[EB/OL]. (2021-06-26)[2025-04-30]. https://baijiahao.baidu.com/s_id=1703580848360390101&wfr=spider&for=pc.
- [38] 中国经营报. 电信业六十年 抗争技术垄断[EB/OL]. (2009-10-24)[2025-04-30]. <https://finance.sina.com.cn/roll/20091024/11106879277.shtml> from=wap.
China Business News. Telecommunications Industry: Fighting Technological Monopoly for 60 Years[EB/OL]. (2009-10-24)[2025-04-30]. <https://finance.sina.com.cn/roll/20091024/11106879277.shtml> from=wap.
- [39] 李岳青. 中国移动 3G 发展策略研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2007.
Li Y Q. China mobile developing strategies study on 3G[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2007.
- [40] 贺俊. 新兴产业赶超中的政府作用: 产业政策研究的新视角[J]. 中国社会科学, 2022(11): 105-124, 206-207.
He J. The role of government in catching up and surpassing emerging technology industries: A new perspective on industrial policy research[J]. Social Sciences in China, 2022(11): 105-124, 206-207.
- [41] 人民网. 推动 5G 与工业互联网融合发展[EB/OL]. (2019-11-30)[2025-04-30]. https://www.cac.gov.cn/2019-11/30/c_1576655443887474.htm.
People's Daily Online. Promoting the integrated development of 5G and industrial internet[EB/OL]. (2019-11-30) [2025-04-30]. https://www.cac.gov.cn/2019-11/30/c_1576655443887474.htm.
- [42] 工信部发布新版《无线电频率划分规定》率先在全球将 6GHz 频段划分用于 5G/6G 系统[J]. 中国无线电, 2023(6): 2.
The 2023 nationwide radio management meeting held in Nanjing[J]. China Radio, 2023(6): 2.
- [43] 教师司. 从 2G 到 5G, 创新无止境——北京邮电大学 WTI 教师团队先进事迹[EB/OL]. (2018-02-02)[2025-04-30]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyzt_2018n/2018_zt02/zt1802_tdzs/201802/t20180202_326415.html.
Teachers Department. From 2G to 5G, innovation is endless — the outstanding deeds of the WTI teacher team of Beijing University of Posts and Telecommunications [EB/OL]. (2018-02-02) [2025-04-30]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/jyzt_2018n/2018_zt02/zt1802_tdzs/201802/t20180202_326415.html.
- [44] 李道本. LAS-CDMA 在 3G 及后 3G 中的应用前景[J]. 移动通信, 2003, 27(7): 52-56, 70.
Li D B. Application prospect of LAS-CDMA in 3G and post-3G[J]. Mobile Communications, 2003, 27(7): 52-56, 70.
- [45] 人民日报. 中国工程院院士、北京邮电大学教授张平努力攻关通信技术四十载: 从 0 到 1 从并跑到领跑[EB/OL]. (2024-10-11) [2025-04-

- 30]. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2024-10/11/nw.D110000renmrb_20241011_1-07.htm.
People's Daily. Zhang Ping, academician of the Chinese Academy of Engineering and professor of Beijing University of Posts and Telecommunications, has worked hard on communication technology for 40 years: From 0 to 1 and from running side by side to leading the way[EB/OL]. (2024-10-11) [2025-04-30]. http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2024-10/11/nw.D110000renmrb_20241011_1-07.htm.
- [46] 北京邮电大学党委宣传部. 6G 成果上新 | 北京邮电大学-中国移动研究院联合创新中心成绩亮眼[EB/OL]. (2022-07-09) [2025-04-30]. <https://news.bupt.edu.cn/info/1012/27648.htm>.
Publicity Department of the Party Committee of Beijing University of Posts and Telecommunications. 6G achievements are new | Beijing University of Posts and Telecommunications-China Mobile Research Institute Joint Innovation Center has achieved outstanding results[EB/OL]. (2022-07-09) [2025-04-30]. <https://news.bupt.edu.cn/info/1012/27648.htm>.
- [47] 邓斌. 华为成长之路: 影响华为的 22 个关键事件[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2020.
Deng B. Becoming Huawei[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2020.
- [48] 华为在欧洲全面展示其新固网整体解决方案[J]. 通信世界, 2004(18): 43.
Huawei fully demonstrated its new fixed-line overall solution in Europe[J]. Communications World, 2004(18): 43.
- [49] 杨子韬. 从 4G 到 5G 浅谈电子商务时代通信技术对于移动网络发展的影响: 以华为为例[J]. 中国战略新兴产业, 2018(4): 98-99.
Yang Z T. From 4G to 5G, the influence of communication technology on the development of mobile network in the era of e-commerce: Taking Huawei as an example[J]. China Strategic Emerging Industry, 2018(4): 98-99.
- [50] 邵记友, 杨忠, 张骁. 领军企业创新链中联盟组合的构建机制研究: 以华为 5G 技术研发为例[J]. 管理学报, 2024, 21(4): 484-493.
Shao J Y, Yang Z, Zhang X. Research on the construction mechanism of alliance portfolio in leading enterprises' innovation chain: taking R & D process of HUAWEI 5G technology as an example[J]. Chinese Journal of Management, 2024, 21(4): 484-493.
- [51] 新闻晨报. 华为新紫光抢滩登陆 6G 市场 引领全球通信技术新篇章[EB/OL]. (2024-05-11) [2025-04-30]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1798753176152670755&wfr=spider&for=pc>.
Morning News. Huawei and Tsinghua Unigroup rush to enter the 6G market and lead a new chapter in global communication technology [EB/OL]. (2024-05-11) [2025-04-30]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1798753176152670755&wfr=spider&for=pc>.
- [52] 贺德方, 汤富强, 陈涛, 等. 国家创新体系的发展演进分析与若干思考[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(2): 241-254.
He D F, Tang F Q, Chen T, et al. Analysis and thinking on developing evolution of national innovation system[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(2): 241-254.
- [53] 牟焕森, 闫楷璐, 卢爽, 等. 引领中国程控交换机和智能网通信技术创新研究: 陈俊亮院士访谈录[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2022, 14(6): 553-564.
Mou H S, Yan K L, Lu S, et al. Leading the research of China's program-controlled switch and intelligent network communication technology innovation: An interview with academician Chen Junliang[J]. Journal of Engineering Studies, 2022, 14(6): 553-564.
- [54] 统计局网站. 新中国 60 年: 邮电通信业发展突飞猛进[EB/OL]. (2009-09-24) [2025-04-30]. https://www.gov.cn/test/2009-09/24/content_1425431.htm.
Statistics Bureau website. New China 60 years: Postal and telecommunications industry has developed by leaps and bounds[EB/OL]. (2009-09-24) [2025-04-30]. https://www.gov.cn/test/2009-09/24/content_1425431.htm.
- [55] 中国日报网. HJD04 大型数字程控交换机[EB/OL]. (2014-9-16) [2024-11-07]. https://www.chinadaily.com.cn/hqjs/yinzhi/2014-09/16/content_18607051.htm.
China Daily. HJD04 large digital program-controlled switch[EB/OL]. (2014-9-16) [2024-11-07]. https://www.chinadaily.com.cn/hqjs/yinzhi/2014-09/16/content_18607051.htm.
- [56] 人民网上海频道. 上海制造 40 年 | “有困难打 110” 市民熟知的报警电话背后, 离不开这群科技英雄的默默奉献![EB/OL]. (2018-11-16) [2025-05-02]. https://www.sohu.com/a/275875330_99959851_f=index_pagerecom_13.
People's Daily Shanghai Channel. 40 years of Shanghai manufacturing | "Call 110 if you have any difficulties" the familiar alarm number is inseparable from the silent dedication of these technological heroes! [EB/OL]. (2018-11-16) [2025-05-02]. https://www.sohu.com/a/275875330_99959851_f=index_pagerecom_13.
- [57] 何畏. 中国电信产业重组与有效竞争研究[D]. 上海: 上海社会科学院, 2011.
He W. Research on China telecom industry restructuring and effective competition[D]. Shanghai: Shanghai Academy of Social Sciences, 2011.
- [58] 田雨欣. 制度创业理论视角下移动通信行业技术标准竞争研究[D]. 太原: 山西大学, 2020.
Tian Y X. Research on technology standard battles in mobile communication industry: The perspective of institutional entrepreneurship theory[D]. Taiyuan: Shanxi University, 2020.
- [59] 邵素宏, 含光, 周圣君. 智联天下: 移动通信改变中国[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2019: 168-192.

- Shao S H, Han G, Zhou S J. Zhilian Tianxia: Mobile Communication Changed China[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2019: 168-192.
- [60] 谭劲松, 林润辉. TD-SCDMA 与电信行业标准竞争的战略选择[J]. 管理世界, 2006, 22(6): 71-84, 173.
- Tan J S, Lin R H. TD-SCDMA, and the strategic selection in the competition of standards of telecommunication industry[J]. Management World, 2006, 22(6): 71-84, 173.
- [61] 高峻峰. 政府政策对新兴技术演化的影响: 以我国 TD-SCDMA 移动通讯技术的演化为例[J]. 中国软科学, 2010(2): 25-33.
- Gao J F. The impact of technology innovation policy on the evolution of emerging technology: A case study of technology evolution of TD-SCDMA in China[J]. China Soft Science, 2010(2): 25-33.
- [62] 张三保, 陈晨, 张志学. 举国体制演进如何推动关键技术升级? : 中国 3G 到 5G 标准的案例研究[J]. 经济管理, 2022, 44(9): 27-46.
- Zhang S B, Chen C, Zhang Z X. How does the evolution of the nationwide system prompt the upgrading of key Technologies? Cases of China from 3G to 5G[J]. Business and Management Journal, 2022, 44(9): 27-46.
- [63] 周锦来, 赵晨, 林晨, 等. 科技战略导向驱动关键核心技术领域持续创新的过程机制: 以移动通信为例[J]. 中国科技论坛, 2024(4): 22-32.
- Zhou J L, Zhao C, Lin C, et al. Technology strategy-driven mechanism for sustained innovation in key core technology areas: A case study of mobile communications[J]. Forum on Science and Technology in China, 2024(4): 22-32.
- [64] 高旭东. TD-SCDMA 的成就与我国创新体系的有效性[J]. 移动通信, 2015, 39(S1): 86-88.
- Gao X D. Achievements of TD-SCDMA and effectiveness of innovation system in China[J]. Mobile Communications, 2015, 39(S1): 86-88.
- [65] 高旭东, 王舒扬, 李晓华, 等. 从“追赶周期”的视角理解我国电信设备产业的追赶与超越[J]. 创新科技, 2020, 20(8): 15-28.
- Gao X D, Wang S Y, Li X H, et al. Understanding on the catch-up and transcendence of China's telecom equipment industry from the perspective of "catch-up cycles"[J]. Innovation Science and Technology, 2020, 20(8): 15-28.
- [66] 陈培樨, 屠梅曾. 产学研技术联盟合作创新机制研究[J]. 科技进步与对策, 2007, 24(6): 37-39.
- Chen P C, Tu M Z. Research on cooperative innovation mechanism of industry-university-research technology alliance[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2007, 24(6): 37-39.
- [67] 孙萍, 张经纬. 市场导向的政产学研用协同创新模型及保障机制研究[J]. 科技进步与对策, 2014, 31(16): 17-22.
- Sun P, Zhang J W. Research on market-oriented collaborative innovation model and guarantee mechanism for politics and Industry-University-Research[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2014, 31(16): 17-22.
- [68] 侯媛媛, 刘文澜, 刘云. 中国通信产业自主创新体系国际化发展路径和影响机制研究: 以华为公司为例[J]. 科技促进发展, 2011, 7(11): 32-40.
- Hou Y Y, Liu W L, Liu Y. Research on the development path and effect mechanism of the independent innovation system internationalization of telecommunication equipment industry in China: A case study on Huawei[J]. Science & Technology for Development, 2011, 7(11): 32-40.
- [69] 韩淑慧, 汪涛. 筌路蓝缕: 合法性视角下后发企业标准赶超过程机制[J]. 科技进步与对策, 2024, 41(17): 64-75.
- Han S H, Wang T. Blazing the path through legitimacy: Process mechanisms of latecomer enterprises' standard catch-up from a legitimacy perspective[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2024, 41(17): 64-75.
- [70] 中国信息通信研究院知识产权与创新发展中心. 全球 5G 标准必要专利及标准提案研究报告(2023 年)[R]. 北京: 中国信息通信研究院知识产权与创新发展中心, 2023: 9.
- Intellectual Property and Innovation Development Center, China Academy of Information and Communications Technology. Global 5G SEPs and standard proposals research report (2023) [R]. Beijing: Intellectual Property and Innovation Development Center, China Academy of Information and Communications Technology, 2023: 9.
- [71] 许惠文. 华为科技成果转化实践[J]. 企业管理, 2023(12): 13-16.
- Xu H W. Practice of Huawei's scientific and technological achievements transformation[J]. Enterprise Management, 2023(12): 13-16.
- [72] 原长弘, 张树满. 以企业为主体的产学研协同创新: 管理框架构建[J]. 科研管理, 2019, 40(10): 184-192.
- Yuan C H, Zhang S M. IUR collaborative innovation with the enterprise as the mainstay: The construction of a management framework[J]. Science Research Management, 2019, 40(10): 184-192.
- [73] 洪银兴. 科技创新中的企业家及其创新行为: 兼论企业为主体的技术创新体系[J]. 中国工业经济, 2012(6): 83-93.
- Hong Y X. Entrepreneurs and their innovation behavior in science and technology innovation process: Enterprises as the main body of technical innovation system[J]. China Industrial Economics, 2012(6): 83-93.
- [74] 骆军委, 李树深. 加强半导体基础能力建设 点亮半导体自立自强发展的“灯塔”[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(2): 187-192.
- Luo J W, Li S S. Strengthen building of basic reach capacity for semiconductor research to light up "beacon" towards realizing the self-reliance and self-improvement of semiconductors[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(2): 187-192.
- [75] 王悦阳, 张晓. 5G 商用五年直接带动经济总产出约 5.6 万亿元[EB/OL]. (2024-06-07)[2024-11-07]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202406/content_6955987.htm.

Wang Y Y , Zhang X. The commercial use of 5G will directly drive the economy by about 5.6 trillion yuan in the past five years[EB/OL]. (2024-06-07)[2024-11-07]. https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202406/content_6955987.htm.

Achieving High-Level Autonomy and Self-reliance in Mobile Communications Industry through Technological-Value Practices

Long Zhanfeng¹, Yu Chenxiang², Mou Huansen^{1*}

1. School of Economics and Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China;
2. Publicity Center, Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China, Beijing 100804, China

Highlights

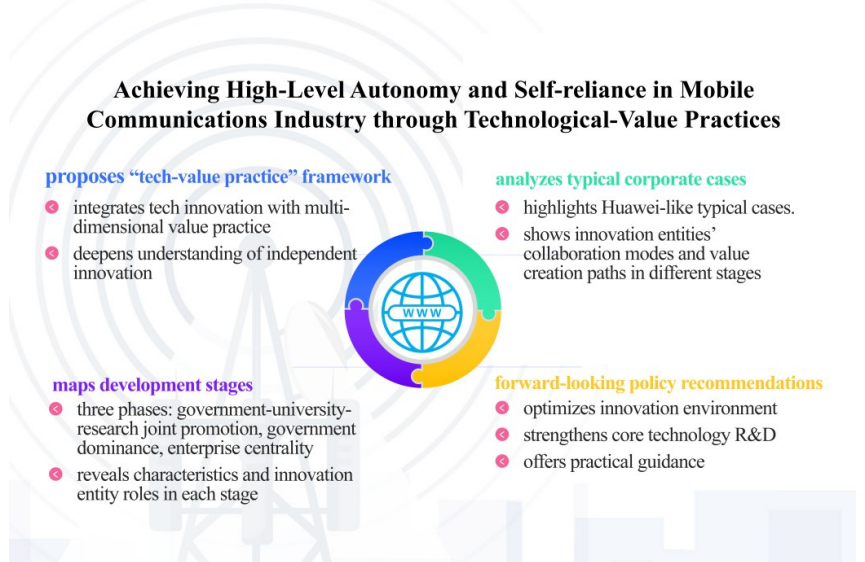
Maps out China's mobile communication progress from “1G blank” to “5G leadership” in three stages, highlighting the roles of innovation entities in each phase.

Uses Huawei-like cases to show collaboration models and value paths, offering insights for sectoral innovation under a new national system.

Proposes a “technology-value practice” framework to better understand independent innovation.

Gives policy advice for China's mobile communication industry innovation, with practical guidance.

Graphical Abstract



Abstract: In the context of rapid technological advancement and fierce global competition, the mobile communication industry has become a crucial driver for economic development and social progress. This research comprehensively explores the developmental path of China's mobile communication industry, focusing on analyzing the evolution of its technological independent innovation within the departmental innovation system, especially emphasizing the "technology-value practice".

By systematically collecting and analyzing a substantial amount of historical data, policy documents, and industry cases, this study conducts an in-depth chronological examination of the industry's development process. It meticulously examines the interactions among government policies, industry practices, academic research, and institutional support at different stages, thereby reconstructing the evolutionary trajectory of the departmental innovation system. In-depth case studies of representative enterprises and innovation projects are carried out to understand the value practices and contributions of various innovation actors. The study reveals that China's mobile communication industry has experienced three distinct historical phases in technological independent innovation. In the initial stage (1979—1997) of government-academia-research joint promotion, the government played a leading role through programs like the "863 Program". Academician Chen Junliang's team from Beijing University of Posts and Telecommunications achieved breakthroughs in program-controlled digital switching systems and intelligent network technology. The DS-2000 program-controlled digital telephone exchange was developed, and the first set of intelligent network systems was successfully created. This stage saw the emergence of innovation momentum, yet the cooperation among innovation entities remained relatively loose, with value practice primarily embodied as political value

guiding economic value. The development of relevant technologies enhanced the country's communication capabilities and promoted economic growth. During the government-dominated stage (1997—2013), the government took decisive actions. Through policy formulation, resource integration, and industry restructuring, China achieved significant breakthroughs in 3G and 4G standards. The TD-SCDMA standard became an international 3G standard, and the TD-LTE-Advanced 4G standard was successfully developed. The government's efforts not only enhanced China's influence in the global communication field but also fostered a more integrated innovation ecosystem. Value practice in this stage was characterized by the deep integration of political and economic values. Domestically, it promoted industry upgrading and economic progress; globally, it boosted the international competitiveness of Chinese enterprises.

In the current enterprise-centered stage (2013—present), enterprises, led by Huawei, have become the core of innovation. Despite facing external sanctions, Huawei has continuously increased R&D investment and achieved remarkable progress in 5G technology. It holds a leading position in 5G standard essential patents and has successfully launched 5G commercial products. The government has shifted its role to providing institutional support and helping enterprises overcome difficulties. Academic and research institutions have focused on fundamental research and talent cultivation. Value practice in this stage features the deep coupling of economic, political, and cultural values. 5G technology has driven economic development, safeguarded national sovereignty in the technology domain, and cultivated consumers' preference for domestic products.

This research innovatively presents a comprehensive and dynamic analysis framework for the departmental innovation system, enriching the understanding of the industry's innovation evolution. Policy-wise, the government should further optimize the innovation environment, combine market mechanisms with the advantages of the national system, and strengthen support for core technology research. Enterprises should continuously enhance their autonomous innovation capabilities and global influence. Academic and research institutions should intensify fundamental research and talent cultivation. This study enriches the theoretical connotations of the departmental innovation system and provides valuable practical guidance for China's mobile communication industry to achieve high-level self-reliance and innovation in the technology-value practice process.

Keywords: departmental innovation system; mobile communication; independent innovation; value practice; new nationwide system