



视角

数字化转型视角下的 5GtoB 创新路径

凌超

(中国信息通信研究院华东分院, 上海 200030)

摘要: 研究了 5GtoB 发展中的两种不同业务模式, 当前 toB 类业务更倾向于采用项目化业务模式, 而非产品化业务模式, 这将成为 5GtoB 规模化发展过程中的重要障碍。在此基础上, 对当前数字化转型浪潮中的流程创新、产品创新、服务创新 3 类创新模式进行了对比分析, 融入产品创新是 5GtoB 实现产品化、规模化发展的关键路径, 而服务创新将进一步扩大 5GtoB 的应用领域, 推动其平台化发展。

关键词: 数字化转型; 5GtoB; 过程创新; 产品创新; 服务创新

中图分类号: TN-9

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2022111

5GtoB: innovation path under the perspective of digital transformation

LING Chao

East China Branch of China Academy of Information and Communications Technology, Shanghai 200030, China

Abstract: Two different business models of 5GtoB were analyzed, the current toB business tend to adopt the project business model rather than the product business model, which will become an important obstacle in the large-scale development of 5GtoB. On this basis, three types of innovation modes in the current wave of digital transformation were analyzed, including process innovation, product innovation and service innovation, and integrating product innovation is the key path for 5GtoB to realize product business model and large-scale development, and service innovation will further expand the application field of 5GtoB and drive the development of platform.

Key words: digital transformation, 5GtoB, process innovation, product innovation, service innovation

0 引言

5G 作为新一代信息通信技术的典型代表, 已经成为支撑网络强国、数字中国、智慧社会建设的重要基础设施, 加快融入经济社会发展与人民群众生活之中。总体上看, 中国 5G 发展处于领先水平, 正在进入需要依靠自我探索与创新的“无

人区”。一方面, 中国已经建成全球最大的 5G 独立组网网络, 根据工业和信息化部(以下简称工信部)数据, 截至 2021 年上半年, 全国已开通 5G 基站 96.1 万个, 5G 终端连接数达 3.65 亿; 另一方面, 中国企业的 5G 技术创新能力也处于全球领先水平, 比如华为技术有限公司(以下简称华为)、中兴通讯股份有限公司(以下简称中兴) 5G 设备

收稿日期: 2021-11-15; 修回日期: 2022-03-10



的市场份额超过 50%，中国企业所声明的 5G 标准必要专利占比在全球范围内持续领先。特别是作为全球首批实现 5G 商用的国家之一，我国 5GtoB 创新应用已经实现了“从 0 到 1”的突破，在制造、能源、采矿、医疗、交通等垂直行业领域涌现出一批标杆示范应用项目。

但是，在快速发展的同时，我们也看到 5GtoB 正面临试点应用多、复制推广难的困境，规模化应用、产业化发展的障碍尚未突破，成熟的 5GtoB 商业模式仍未形成，从某种程度上看，5GtoB 似乎正在陷入“试点陷阱”，5G 改变社会的巨大潜能难以得到充分发挥。因此，在政策层面，促进 5G 融合应用已经成为加快 5G 发展的重要抓手，2021 年工信部等十部门正式印发《5G 应用“扬帆”行动计划（2021–2023 年）》，提出要深入推进 5G 赋能千行百业，促进形成“需求牵引供给，供给创造需求”的高水平发展模式。同时，理论界与产业界也从不同角度对此进行了讨论，有观点认为由于 5GtoB 领域需求碎片化、不清晰，缺少标准规范，各个孤立的试点主要是解决局部问题，因此实现“从 1 到 N”的突破还需要时间^[1]，还有观点认为，5GtoB 没有现成的路可走，要先从场景中找刚需，再使网络能够适应不同应用场景的需求^[2]。此外，还有更多侧重于技术视角的研究，例如，一些分析指出 5G 专网是丰富 5G 融合应用的必经之路^[3]，提出了 5GtoB 行业专网建设方案和关键技术^[4]，还有一些研究认为 5G 网络切片技术为运营商打通水平市场和垂直行业、重塑商业模式提供了支撑^[5]。而《5GtoB 如何使能千行百业》一书则从性能、效率、生态、商业等多个能力维度对 5GtoB 成功要素体系进行了综合分析^[6]。本文认为 5GtoB 实现“从 0 到 1”更多是技术创新的结果，“从 1 到 N”则不能仅依赖于技术创新，而需要更加综合、更深层次、更具颠覆性的创新，特别是与行业数字化转型深度融合的创新应用。

当前，数字化浪潮正在全球范围内引发越来越多的创新与变革。习近平总书记指出，“数字技术正以新理念、新业态、新模式全面融入人类经济、政治、文化、社会、生态文明建设各领域和全过程，给人类生产生活带来广泛而深刻的影响”。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》将“加快数字化发展，建设数字中国”作为独立篇章，明确提出加快建设数字经济、数字社会、数字政府，以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式变革。

对于千行百业之中的企业主体来说，数字化转型更是已经成为一道攸关生存与发展的“必答题”而非可有可无的“选答题”，这为 5GtoB 创新应用提供了最有利的发展机遇。根据华为技术有限公司 2020 年年度报告披露，其企业业务实现销售收入超过 1 000 亿元，同比增长 23.0%，在三大业务板块中增幅最大，并明确将此归因于行业与企业的数字化转型^[7]。从理论层面来看，著名经济学家熊彼特的创新理论指出，创新是把生产要素和生产条件的新组合引入生产体系，而发展就是执行新的组合，包括新的产品、新的方法、新的市场、新的要素、新的组织^[8]，而不是单纯的技术发明。因此，如果我们把 5GtoB 看作是一种创新驱动的发展，那么就需要跳出技术视角看 5G，基于行业数字化转型这一更加广阔的视角来探索 5GtoB 的创新路径。

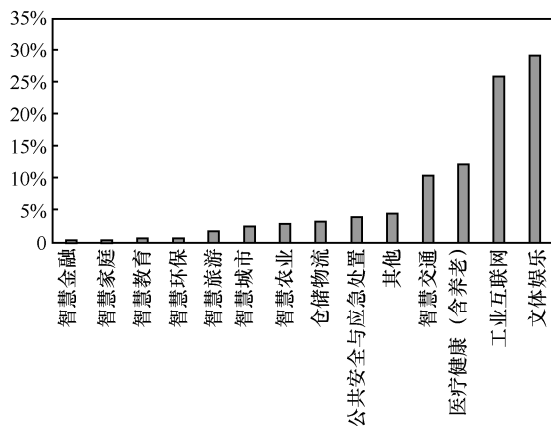
1 5GtoB 的发展与挑战

5GtoB 主要是指以 5G 技术赋能企业用户，是面向企业用户需求提供基于 5G 网络的创新服务模式，能够与传统产业转型升级广泛融合，因而被普遍认为是 5G 应用的主赛道，以及 5G 赋能经济社会发展的关键所在。

1.1 5GtoB 发展阶段

当前，5GtoB 总体仍处于导入期，并且在不断

同行业和领域的发展存在显著差异,根据中国信息通信研究院相关数据统计,截至2021年2月末,全球已开展或拟开展的5GtoB应用试验中,文体娱乐、工业互联网、医疗健康、智慧交通等行业领域占比较高,已开展应用试验的行业领域占比情况如图1所示。



数据来源:中国信息通信研究院

图1 已开展应用试验的行业领域占比情况

从国内情况看,5GtoB试点应用加速,2018–2020年“绽放杯”5G应用征集大赛参赛项目数量分别为334个、3731个和4289个,其中,来自医疗与制造两大垂直领域的项目数量最多^[9],并且有近1300个参赛项目(占比超过30%)有了较成熟的解决方案^[10]。而2021年世界5G大会行业应用创新论坛公布的我国5G十大应用案例,主要来自于工业互联网、智慧医疗健康、智慧交通等行业,再次体现出5GtoB试点应用进展的行业差异。

但是,总体上5GtoB经济效益潜力巨大但尚未显现,《中国5G发展和经济社会影响白皮书》预计2020年5G将直接带动经济总产出8109亿元,但主要来自于5G网络投资带来的设备制造商收入和用户终端设备支出(占比为76%),而5G消费应用与行业应用规模仍然相对较小,潜在经济效益尚未发挥出来^[10]。

1.2 5GtoB规模化应用的挑战

5GtoB在跳出“试点陷阱”走向规模化应用

的过程中面临诸多挑战。从技术实现的角度看,5GtoB规模化应用至少需要满足3个方面的条件:一是以5G基站为基础的5G网络覆盖,二是对5G网络有应用需求的企业业务场景挖掘,三是满足上述场景应用需求的5G终端、模组或芯片等产品规模化生产。

从网络建设看,5GtoB需要行业专网,虽然目前部分国家为垂直行业分配了5G专网频率,允许企业自建5G专网,如德国的西门子股份公司、巴伐利亚发动机制造厂股份有限公司、汉莎航空股份公司等企业已获得5G专网许可,但我国仍以虚拟专网为主^[11],产业界对于网络切片技术寄予厚望,通过网络切片将云化的网络分成不同服务能力的端到端专网,弹性配置公网资源,以满足不同垂直行业中企业用户的个性化业务需求^[12]。从规模化应用的角度看,目前5G行业专网定制化程度和部署成本依然较高,特别是为满足不同行业端到端的网络保障能力投入较大,并且缺少体现行业特征的标准体系。

从应用场景看,5GtoB在很多行业已初步完成技术验证,亟需在商业上证明自身价值,真正解决企业用户的痛点。尽管业内人士已经认识到推动5GtoB需要与行业特性相结合,将信息与通信技术(information and communications technology, ICT)与运营技术(operational technology, OT)深度融合,但应用场景碎片化、行业需求个性化导致5GtoB供给侧的非标准化,应用场景挖掘投入巨大,特别是人员投入,如华为技术有限公司成立煤矿军团以推动5G等ICT技术在煤矿业的深度应用。此外,5GtoB业务在开拓应用场景时还要面对竞争性产品,如光纤固网、Wi-Fi 6以及其他物联网技术的挑战。

从终端模组看,5GtoB亟须低成本、标准化的行业终端、模组和芯片产品,但是当前相关产品标准化程度较低、种类多样,有效需求不足,难以形成规模化量产,成本及单价仍然较



高。由于 5G 行业终端的规模化量产与 5GtoB 的规模化应用相互影响、相互促进，需要通过两端发力，才能打破当前两者之间的负向循环关系。

此外，产业生态、政策法规、网络安全等因素也会影响 5GtoB 规模化应用，本文在此不再逐一分析。总体上看，5GtoB 在发展初期面临着系统性挑战，各个影响因素之间相互关联甚至互为因果，规模化应用任重而道远。

1.3 5GtoB 业务发展逻辑

除上述挑战外，5GtoB 规模化应用还要受到其自身业务发展逻辑的影响。当前，5GtoB 业务发展逻辑往往是先设想出一个 5G 应用场景，通过对工业设备等行业终端进行个性化的技术改造，是在非 5G 的行业终端基础上嫁接 5G 功能，再探索验证 5G 应用。而从 toC 端的发展，特别是 4G 应用的发展经验来看，是先有内置 4G 通信功能的终端，再逐步形成丰富的上层应用生态，并进一步带动终端产业的规模化发展。两者之间的差异表面上是 toC 与 toB 的业务差异，但更深层次的是项目化业务模式与产品化业务模式之间的不同发展逻辑。

产品化业务模式，是以标准化的产品或服务为基础，能够形成规模效应，甚至是网络效应，从而更有可能实现平均成本随着规模增加而下降或者实现收入的指数级增长。而项目化业务模式，则往往以提供解决方案、技术外包等为主要服务，收入规模与劳动力投入之间是线性关系，难以在扩大规模时降低平均成本，更难以实现收入的指数级增长，并且容易陷入对大客户的依赖。因此，产品化与项目化业务模式在规模化发展问题上可能会形成巨大差异，产品化与项目化业务模式对比如图 2 所示。

相比较而言，toC 业务面对规模巨大而单个购买力较小的个人消费者，卖方势力较强，更加易于形成产品化业务模式；而 toB 业务面对的则是

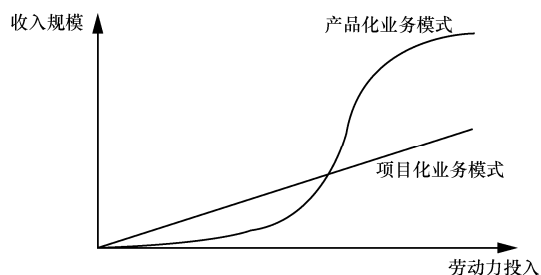


图2 产品化与项目化业务模式对比

规模较小而单个购买力较大的企业用户，买方势力较强，面对碎片化、个性化、高要求的客户需求，往往需要采用项目化业务模式。例如，在 ICT 业务领域，toC 业务更容易采用互联网服务等产品化业务模式，对消费者提供标准化服务，而 toB 业务则往往需要采用项目化业务模式，通过软件外包等形式提供个性化服务。但是，toB 并不意味着企业必然要采用项目化业务模式，也可以探索形成产品化业务模式，各类工业设备、工业软件都是产品化业务模式，关键是要找到并打通能够形成产品化业务模式的业务发展路径。

因此，从 4G 时代到 5G 时代，对于运营商以及华为、中兴等 ICT 企业而言，最大的挑战不是从 toC 转向 toB，而是从产品化业务模式转向项目化业务模式。在移动通信领域，5G 时代之前的运营商主要面向个人消费者提供标准化的移动通信网络运营服务，华为、中兴等设备企业主要面向运营商等企业客户，但提供的也是标准化的网络设备，本质上采用的都是产品化业务模式。但进入 5G 时代之后，以非标准化解决方案为代表的项目化模式仍然是目前 5GtoB 应用的主要模式。2020 年“绽放杯”5G 应用征集大赛参赛项目中，运营商参赛项目占比超过 70%，而行业 and 解决方案企业参赛数量参赛项目达到 900 个以上，增幅超过 300%^[9]。

虽然，在 5GtoB 应用试点阶段，很难有企业客户为标准化、通用型产品买单，以项目化模式提供个性化服务，是培育企业用户习惯，建立信任关系，并深度了解行业知识、领域知识所不可

或缺的必经阶段。但另一方面,也必须看到,项目化模式难以成为 5GtoB 走向规模化应用的基础支撑。以华为为例,尽管从增量上看,2020 年华为企业业务实现 23% 的增长,但是从总量上看,即使是在华为消费者业务海外收入大幅下滑的背景下,企业业务收入也仅占华为销售总收入的 11.3%^[7]。面向未来,推动 5GtoB 业务规模化发展必须探索出适应于 5GtoB 的产品化模式,否则将从根本上制约 5GtoB 的规模化应用之路。

2 数字化转型与 5GtoB 创新路径

当前,经济社会各领域数字化转型不断加速,为 5GtoB 提供了丰富的应用场景和广阔的市场空间,是 5GtoB 规模化应用的重要机遇,但从发展现状看,5G 赋能尚未涉及各行业的核心业务领域^[13],为实现 5GtoB 规模化应用,必须使 5G 深度融入行业数字化转型的创新过程之中,借助数字化浪潮的推力加快发展,特别是探索出以产品化模式为主导的 5GtoB 规模化应用之路。熊彼特将企业创新分为 5 种类型,包括新产品、新工艺、新市场、新原料和新组织,借鉴熊彼特的创新理论,本文将数字化转型带来的企业与行业创新大致分为流程创新、产品创新、服务创新 3 类,这些不同类型的创新形式为 5GtoB 应用提供了不同的创新发展路径。

2.1 路径 1: 融入流程创新的 5GtoB 应用

数字化转型带来的流程创新主要是指企业通过数字技术的创新应用,实现生产经营流程重塑,进而带动产业链、供应链的模式调整,典型代表就是工业互联网对于制造业的流程重塑,推动实现智能化生产、规模化定制、网络化协同、服务化延伸、数字化管理等变革。目前,5G+工业互联网是 5GtoB 应用的重点,也是政策关注的焦点。根据工业和信息化部数据,截至 2021 年上半年,全国“5G+工业互联网”的项目接近 1 600 个,覆盖了 20 余个国民经济重点行业和领域,已出台

《5G 应用“扬帆”行动计划(2021–2023 年)》和《工业互联网创新发展行动计划(2021–2023 年)》,围绕夯实网络基础、强化产业支撑、丰富融合应用、优化 5G 生态 4 个方面加大政策支持力度,提出到 2023 年,5G 在大型工业企业的渗透率要超过 35%,每个重点行业 5G 示范应用标杆数超过 100 个等目标。

5G+工业互联网本质上是对“如何生产”的重新定义,以降本增效提质为主要目标,典型应用包括 5G+工业控制、5G+工厂控制、5G+智能诊断维护等场景^[14],形成了一批具有示范引领作用的行业标杆。例如,三一重工园区从 2019 年实现 5G 全面覆盖后,每年可以节能 8% 甚至 10% 以上,节省费用达上亿元^[15];中兴通讯全球 5G 智能制造基地在 5G 赋能后,装配质量漏检率下降 80%,关键工序不良率下降 46%,操作人员数量减少 28%,整体周转效率提升 27%,应对市场不确定性的韧性得到增强^[16]。

但是,这些标杆应用对于 5GtoB 规模化发展尚未形成明显的带动作用,直接原因有 3 个方面:一是国内相当多的工业企业数字化基础薄弱,应用 5G+工业互联网相当于跳跃式发展,难度较大;二是运营商和 ICT 企业作为 5G+工业互联网建设主体,缺乏对行业知识的深刻认识,大多聚焦在通用性、流程性应用,并且价值主要体现在成本降低和效率提升,很少能够为企业客户带来直接和显著的收入增长;三是现有 5G+工业互联网应用大多为试点项目,参与各方不仅没有形成清晰的商业模式,甚至技术路径也尚未成熟。因此,以 5G+工业互联网等应用为代表,通过融入传统产业的流程创新,实现 5GtoB 应用的规模化发展,还需要聚焦特定行业,在深刻理解行业知识与业务逻辑的基础上,进行融合创新,特别是挖掘出更多能够直接带动收入增加和现金流入的业务场景,形成可复制、可推广的标准化技术路径与成熟商业模式。



需要指出的是,融入流程创新的 5GtoB 应用本质上仍以项目化业务模式为主,每一个项目都需要进行定制化开发、提供个性化服务,例如,对工业机器人、自动导引车(automated guided vehicle, AGV)设备、工业机器视觉等设备进行有针对性的技术改造,随着项目数量的增加,人力投入也将同步增加,仅能实现线性增长,能够实现的规模化发展程度有限。

2.2 路径 2: 融入产品创新的 5GtoB 应用

数字化转型带来的产品创新主要是指企业通过数字技术的创新应用,重新定义了产品功能和产品形态,进而带动行业的颠覆性变化,典型代表就是软件定义万物、产品智能化,如软件定义汽车、智能家居设备、智能手表等可穿戴设备。不同于流程创新改变了企业“如何生产”,产品创新是对企业“生产什么”的变革。简单而言,融入产品创新的 5GtoB 应用就是要推动内置 5G 模组与芯片的行业终端的规模化生产,实现 5G+终端向终端+5G 的升级,即终端 5G 化,再通过终端+5G 进一步推动 5G+应用。这将是 5GtoB 从项目化业务模式转向产品化业务模式,实现规模化发展的关键路径,也将成为部分业内专家提出的“5G+原生”体系^[17]的重要组成部分。

行业终端 5G 化对于 5GtoB 规模化发展有直接的促进作用,为实现行业终端 5G 化,ICT 企业可与工业机器人、AGV、工业机器视觉等生产企业合作,从产品设计之初就将 5G 功能考虑在内,正如机器设备电气化是因为内置了电动机、数控机床等设备数字化是因为内置了芯片与软件一样,将 5G 功能普遍内置于行业终端之中,才能从根本上推动 5GtoB 应用的规模化发展。当前,业界对于 5G 终端的关注主要集中于消费终端,除手机之外,还有智能家居、可穿戴设备甚至智能网联汽车等新终端,对于行业终端关注较少,但实际上,随着智能制造的大发展,行业终端智能化趋势也在加快,将为 5G 行业终端的发展提供机

遇。据统计,2013 年以来,中国智能制造领域投融资数量显著增加,2020 年的投融资总额达到 292.63 亿元,其中机器人是智能制造的热门赛道,投融资事件数量占比超过 50%,其次是工业自动化和无人驾驶^[18],而这些领域恰恰是 5G 应用的重点领域。以机器人为例,2019 年全球工业机器人市场规模达到 159.2 亿美元,中国工业机器人数量快速增长,2012–2018 年复合年均增长率(compound annual growth rate, CAGR)增速达到 52.8%,2019 年达到 187 台/万人,但仍远低于日本(364 台/万人)和韩国(855 台/万人)^[18],仍有广阔的成长空间,如果未来工业机器人都内置 5G 模组与芯片将形成 5GtoB 应用的巨大市场。再以广泛应用于质量检测等场景的工业机器视觉为例,随着 2D 视觉向 3D 视觉升级,以及深度学习算法的深入应用,对于网络和算力的要求越来越高,也将为 5GtoB 的行业终端发展提供市场机遇。

更进一步来看,行业终端 5G 化作为产品创新的一种形式,优化了产品功能和形态,提高了产品附加值,可以为企业带来直接的收入增加和现金流入,企业更有动力进行创新和转型。另一方面,行业终端 5G 化为推动“原生”的 5GtoB 创新应用提供了基础,例如,内置 5G 功能的工业设备不仅更具移动性,而且交互方式也可以更加丰富,可以集成语音、触摸、视觉等多种方式^[19],从而进一步打开创新空间,支撑在此基础之上的更多创新应用。

目前,5G 行业终端的规模化发展面临的主要挑战仍然是行业壁垒,不同行业的终端种类繁多、标准不一。未来推动融入产品创新的 5GtoB 应用,需要从通用型终端入手逐步深入特定行业,研发适合特定行业的 5G 终端、模组、芯片,并加快形成统一标准。

2.3 路径 3: 融入服务创新的 5GtoB 应用

数字化转型带来的产品创新主要是通过数字技术的创新应用,实现全生命周期的服务创新。

随着数字化转型的加快, 不仅数字技术与实体经济加速融合, 制造业与服务业也将加速融合。流程数字化与产品数字化一方面无限延伸了服务的生命周期, 使以用户为中心的全生命周期服务成为可能, 也使数据成为企业最有价值的资产, 衍生出服务种类更加丰富的产品后市场, 比如汽车的数字化使得基于使用量而定保费的保险 (usage-based insurance, UBI) 更具可行性; 另一方面, 数字化转型使得制造业的价值创造, 从基于产品提供向基于服务提供转型, 云计算、共享单车都是产品价值服务化的初期体现, 未来将有越来越多的制造业产品供给与价值创造以服务形态出现。

共享服务、远程服务、云服务等服务创新, 将进一步扩大 5GtoB 应用领域, 例如, 内置 5G 通信功能的工程机械的实时运行情况、设备健康状况等可以回传企业, 而企业则可以据此提供更加精准的售后服务和预防性维修保养, 并在发生故障时提供实时远程维修服务或指导。由于服务需要基于平台而实现, 融入服务创新的 5GtoB 应用, 也将进一步突显出 5GtoB 的平台价值。当前, 5GtoB 应用平台总体呈现出两方面问题, 一是高度定制、分散独立, 不仅工业互联网、智慧医疗、车联网等不同垂直领域有不同的平台, 甚至每一个试点案例都有独立平台。二是业界强调共性技术服务多于共性应用服务, 更多将平台定位为技术赋能而非应用服务, 例如, 基于 5GtoB 应用平台集成提供 AI 算法、三维可视化、高精地图, 但是对于 5GtoB 应用而言, 更重要的可能是与行业特有业务需求紧密关联的行业级应用服务, 如工程机械与风力发电机都存在远程监控、远程运维的应用需求, 但是却需要不同的行业知识, 这是平台服务更应关注的差异化行业应用需求。

对于运营商而言, 融入服务创新的 5GtoB 应用将会带动平台运营需求, 使得运营商可以探索通过平台运营“回归”产品化业务模式, 但是需要区别分析。其中, 产品创新带来的平台服务需

求可能会被行业企业自己所占据, 但是对于运营商而言, 不论有谁运营此类平台都将带来 5G 应用流量的增加, 因而都会使运营商获益。对于流程创新所带来的平台服务需求, 由于需要专网支撑, 运营商更有机会掌握运营权或与 ICT 企业、行业企业共同运营, 但与此同时, 定制化、个性化需求也更高, 运营商可能仍需要采用项目化业务模式。

3 结束语

当前, 规模化成为 5GtoB 应用发展面临的最大障碍, 从新技术创新应用的发展周期来看, 5GtoB 在技术路径标准化、商业模式成熟度、行业应用贴合度、行业终端性价比等方面存在的问题得到了广泛关注, 针对这些问题, 不同类型的主体都在积极探索推动 5GtoB 应用规模化发展的创新路径。

在这些问题的背后, 更深层次的一个问题是 toB 类业务在发展模式上往往更倾向于采用项目化业务模式, 而项目化业务模式只能实现线性增长, 这将从根本上限制 5GtoB 的规模化发展。但是 toB 类业务也可以探索具有规模效应, 甚至是网络效应的产品化业务模式, 从而加速规模化发展进程。千行百业的数字化转型为 5GtoB 创新应用提供了更大的发展机遇, 本文借鉴熊彼特创新理论, 将数字化转型带来的创新归纳为流程创新、产品创新、服务创新 3 种类型, 并分析探讨了在不同创新类型下, 5GtoB 如何实现规模化发展。

本文认为, 相较于融入流程创新的 5GtoB 应用, 融入产品创新的 5GtoB 应用更有利于采用产品化业务模式, 从而加快实现规模化发展, 而融入服务创新的 5GtoB 应用是否能采用产品化业务模式, 要取决于服务创新的基础是否为产品创新。

总体而言, 5GtoB 应用在实现规模化发展的过程中既面临客观障碍, 又受到业务模式的制约, 需要相关企业深入行业领域之中, 积极探索创新发展模式, 特别是找到产品化业务模式。



参考文献:

- [1] 刘启诚. 5G 实现“1 到 N”的突破需要时间[J]. 通信世界, 2021(11): 1.
LIU Q C. It takes time for 5G to achieve the breakthrough of "1 to N"[J]. Communications World, 2021(11): 1.
- [2] 胡厚崑. 5G ToB 没有现成的路可走[J]. 经理人, 2021(1): 13-15.
HU H K. 5G ToB has no ready-made way to go[J]. Manager, 2021(1): 13-15.
- [3] 梅雅鑫. 5G 专网丰富 5G 融合应用的必经之路[J]. 通信世界, 2021(7): 33-35.
MEI Y X. 5G private network is the only way to enrich 5g integration applications[J]. Communications World, 2021(7): 33-35.
- [4] 王梦晓, 方琰崑. 5G ToB 行业专网建设方案和关键技术[J]. 移动通信, 2021, 45(2): 48-52.
WANG M X, FANG Y W. 5G ToB industry private network construction solution and key technologies[J]. Mobile Communications, 2021, 45(2): 48-52.
- [5] 王晓霞, 赵慧, 崔羽飞, 等. 5G 时代运营商 2B 商业模式研究[J]. 电信科学, 2020, 36(11): 149-155.
WANG X X, ZHAO H, CUI Y F, et al. Research on B2B business model of operators in 5G era[J]. Telecommunications Science, 2020, 36(11): 149-155.
- [6] 孙鹏飞. 5GtoB 如何使能千行百业[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
SUN P F. How can 5GtoB enable thousands of industries[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2021.
- [7] 华为投资控股有限公司. 华为投资控股有限公司 2020 年年度报告[R]. 2021.
Huawei Investment Holding Co., Ltd. Annual report of Huawei Investment Holding Co., Ltd. in 2020[R]. 2021.
- [8] Joseph Alois Schumpeter. 熊彼特经济学: 全集[M]. 李慧泉, 刘霏, 译. 北京: 台海出版社, 2018.
Joseph Alois Schumpeter. Schumpeter Economics: complete works[M]. LI H, LIU P, translated. Beijing: Taihai Publishing House, 2018.
- [9] 中国信息通信研究院. 2021 年 ICT 深度观察[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
China Information and Communication Research Institute. In depth observation of ICT in 2021[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2021.
- [10] 中国信息通信研究院. 中国 5G 发展和经济社会影响白皮书[R]. 2020.
China Information and Communication Research Institute. China's 5G development and economic and social impact white paper[R]. 2020.
- [11] 胡世良. 我国 5G 专网发展的现状分析[J]. 通信世界, 2021(13): 20-22.
HU S L. Analysis on the current situation of 5G private network development in China[J]. Communications World, 2021(13): 20-22.
- [12] 肖子玉, 吕红卫, 赵存, 等. 面向垂直行业的 5G 网络规划设计方法论及产品化解决方案[J]. 电信科学, 2021, 37(6): 143-149.
XIAO Z Y, LV H W, ZHAO C, et al. Methodology of 5G network planning and design for vertical industry with product solutions[J]. Telecommunications Science, 2021, 37(6): 143-149.
- [13] 中国信息通信研究院. 中国无线经济白皮书[R]. 2021.
China Information and Communication Research Institute. China's wireless economy white paper[R]. 2021.
- [14] 骆晓, 周进. “5G+工业互联网”发展现状及展望[J]. 中国无线电, 2020(11): 28-31.
LUO X, ZHOU J. Development status and Prospect of "5G + industrial Internet"[J]. China Radio, 2020(11): 28-31.
- [15] 蔡康, 廖晓红, 谭华. “5G+原生”体系的核心理念、技术架构及战略意义[J]. 电信科学, 2020, 36(7): 1-9.
CAI K, LIAO X H, TAN H. Core idea, technical architecture and strategic significance of “5G+ native” system[J]. Telecommunications Science, 2020, 36(7): 1-9.
- [16] 中国电信集团有限公司. 揭秘: 全球瞩目的 5G 十大应用案例, 什么来头? [EB]. 2021.
China Telecom Group Co., Ltd. Uncover secrets: what are the top ten 5G application cases attracting global attention?[EB]. 2021.
- [17] 北京日报. 5G 十大应用案例公布! 工业互联网行业最亮眼[EB]. 2021.
Beijing Daily. 5Gtop ten application cases announced! Industrial Internet industry is the brightest[EB]. 2021.
- [18] 甲子光年智库团队. 2021 中国科技投资趋势报告[R]. 2021.
Jiazi Lightyear think tank team. 2021 China science and technology investment trend report[R]. 2021.
- [19] 熊美玲, 叶双贵. 5G 技术对工业产品设计的影响[J]. 艺术与设计(理论), 2019, 2(11): 84-86.
XIONG M L, YE S G. The influence of 5G technology on industrial product design[J]. Art and Design, 2019, 2(11): 84-86.

[作者简介]



凌超 (1987-), 男, 中国信息通信研究院华东分院数字经济研究总监, 主要从事 AI、5G、数字经济等数字化转型相关领域的研究工作。