

# 创新驱动背景下我国信息通信能力评价研究

陶秋燕<sup>1,2</sup>, 高腾飞<sup>1</sup>, 黄艳<sup>2</sup>

(1. 对外经济贸易大学 国际商学院, 北京 100029; 2. 北京联合大学 管理学院, 北京 100101)

**摘要:**在界定信息通信能力概念的基础上,构建了信息通信能力评价体系,并对2013—2018年我国信息通信能力进行了评价与深入探讨。研究结果表明:①在创新驱动发展战略背景下,基建能力、服务能力、创新能力是当前及未来我国信息通信能力提升的“三驾马车”;②创新能力已取代基建能力,成为我国信息通信能力持续增长的新引擎,而服务能力存在很大改进空间;③未来我国应巩固信息通信基建能力,抓实信息通信服务能力,强化信息通信创新能力。

**关键词:**科技创新;信息通信能力;综合评价

**中图分类号:**F287.7;F294.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-980X(2019)11-0074-09

2012年,党的十八大明确强调,要坚持走中国特色自主创新道路,实施创新驱动发展战略。这是一项复杂的系统工程,其本质是科技创新,而信息通信能力在科技创新中发挥着先导性、基础性和战略性的作用。2019年10月,第六届世界互联网大会信息显示,我国持续推进信息通信基础设施建设,网络性能显著提升,国家自主创新能力不断增强,互联网、大数据、人工智能、物联网、区块链、5G等新兴技术与实体经济正在深度融合,创造新的发展机遇。在此背景下,信息通信产业已经从传统的底层通信网络运营、中间层产业与信息化融合发展的范畴,更进一步向上层延伸,成为支撑数字经济的坚实基础。信息通信能力已经不再简单地是技术应用或竞争优势,而是信息社会发展、产业深度融合、企业科技创新等全层面都必须具备的能力。特别是在新常态背景下,发展动力转向创新驱动,作为科技创新中最活跃的领域,信息通信能力在创新驱动发展过程中将发挥关键作用。

信息通信能力作为无形要素,既属于前沿技术范畴,在科技创新过程中又体现为一种底层能力。信息通信能力的提升与信息通信技术的变革,既能上升为引领科技创新的拉力,又能下沉为推动经济增长的动能,还能转化为服务社会的推手。而从现有文献来看,关于信息通信能力的研究主要集中在

前沿技术、基础设施建设等方面,对其在经济社会发展、科技创新过程中所体现的服务属性尚未给予足够关注,也鲜有研究剖析创新驱动背景下信息通信能力的最新内涵,学者们的研究视角多停留在传统的信息化、信息发展水平等方面,这也造成了评价指标趋同、指标选取维度单一等问题。

因此,在现有研究的基础上,本文通过界定信息通信能力的概念与特征,构建信息通信能力评价体系,进而对我国信息通信能力做出综合评价,并指出未来的能力提升路径,对深化创新驱动发展战略,推动我国科技创新进程,促进国家创新发展和社会进步将具有积极的现实意义。

## 1 文献回顾

学界关于信息通信能力的探讨,主要经历了“技术演变—技术扩散—技术与经济增长—技术与创新—技术与社会发展”五个阶段:第一,在早期,相关研究主要集中在技术领域,从纯技术的角度分析信息通信技术的产生与演变,如无线通讯技术、信息加密技术、网络技术等<sup>[1]</sup>。第二,随着信息通信技术的变革与扩散,它在传统产业及相关领域的影响愈发凸显。为此,学者们开始关注信息通信技术对这些行业的溢出效应,并发现信息通信技术对提高工业、制造业等领域的生产率具有积极的影响<sup>[2-4]</sup>。第三,

**收稿日期:**2019-10-27

**基金项目:**国家社会科学基金重大项目“创新驱动发展战略与‘双创’研究”(2015YZZD03);国家社会科学基金项目“社会资本、知识管理与科技型小微企业成长研究”(16BGL037)

**作者简介:**陶秋燕(1965—),女,湖北应城人,博士,对外经济贸易大学国际商学院博士研究生导师,北京联合大学管理学院教授,研究方向:创新与创业管理;高腾飞(1990—),男,山东临沂人,对外经济贸易大学国际商学院博士研究生,研究方向:创新与创业管理;黄艳(1976—),女,贵州思南人,博士,北京联合大学管理学院副教授,研究方向:创新与创业管理。

随着信息通信技术在推动科技创新和国民经济发展中的作用日益加大,关于信息通信产业或技术与宏观经济和社会发展之间的关系成为研究焦点<sup>[5]</sup>。学者们发现,在国家层面信息通信产业发展对经济增长具有显著的促进作用<sup>[6-8]</sup>,这种作用又可以进一步细分为替代效应和渗透效应<sup>[9]</sup>,在地区层面信息通信技术在各地区产业分布和扩散中起到了优化配置的作用<sup>[10]</sup>。第四,2012年以后,在创新驱动发展战略的指引下,关于信息通信能力与创新的关系开始成为新的研究议题,学者们从技术创新、区域创新、企业创新、绿色创新等角度展开了丰富详实的研究<sup>[11]</sup>。例如,储伊力和储节旺<sup>[12]</sup>分析了信息通信产业对我国东、中、西部区域创新能力促进作用之间的差异,发现在东部和西部省份通过提升信息通信产业发展水平,可以明显改善当地研发优势,进而显著提升该地区技术创新能力。张三峰和魏下海<sup>[13]</sup>发现企业应用信息通信技术会提高企业创新能力,包括加快机器设备更新进度,提升生产制造的柔性化,改进企业技术结构,降低能源消耗水平等。第五,截至目前,信息通信能力与社会发展的关系是该领域的前沿议题。因为信息通信技术具备一定的通用性特征,经过不断改进和完善,可以被更加广泛的推广和应用,本质上具备一定的公共属性<sup>[14]</sup>。此外,随着宽带中国战略的深入推进,宽带网络基础设施的重要作用不断显现<sup>[15]</sup>,除了促进自身迭代创新,信息通信能力也对社会发展、其他产业活动具有不可替代的支撑作用。总之,通过五个阶段的回顾可以发现,信息通信能力已经从单一的技术范畴向更复杂多元的范畴转变,技术虽然仍是其核心要素,但也逐渐被附加了创新、服务等新的内涵。

与之截然不同,关于信息通信能力的评价研究却没有经历较大变动,依然停留在信息化水平这个研究体系内,包括国家、区域、产业、企业等细分维度。例如,在区域信息化水平评价方面,学者们从信息化基础环境、社会信息化、信息化人才、信息化发展效果、基础设施、技术应用、知识教育、企业数字化发展等方面构建了包含3~6个维度、10~20个指标的评价体系<sup>[16-17]</sup>,并对不同国家或地区的信息化发展水平等进行了评价研究。在产业信息化发展水平评价研究方面,Porat<sup>[18]</sup>首次从经济学角度考察了信息通信产业发展水平,并以信息通信产业增加值占GDP比重及信息通信产业从业人员占全部从业人员比重作为衡量信息化水平的指标。其他学者也从基础设施建设水平、科技创新能力水平、信息通信装备与资源流通、绩效水平、成长潜力等维度构建了信息产业发展水平或成长能力评价体系

等<sup>[19-20]</sup>。此外,还有部分学者从经济学或统计学的视角,通过确定信息通信产业投资额、折旧率、价格指数等指标,核算了国家或省市的信息通信资本存量,进而得出相应的国家或区域层面的全要素生产率或资本回报率<sup>[21-23]</sup>,这也为学者们提供了值得参考的评价视角。

经过对相关文献的回顾,本文发现,关于信息通信能力的评价研究显著落后于信息通信能力快速发展的实践动态,主要体现在3个方面:第一,信息通信能力已经从单纯的技术范畴演变成与科技创新、社会发展密切相关的通用能力或基础服务,而学界关于信息通信能力的评价依然停留在技术、基础设施等维度,而对创新、服务这些新趋势、新特征并未给予足够的重视。第二,由于信息通信技术及产业快速发展,特别是近年来4G/5G快速上马,6G研究都已悄然兴起,人工智能、物联网、区块链等技术潜能持续迸发,信息通信能力已经成为全方位影响经济社会的重要因素,这种快速变化的节奏让信息通信能力评价体系相对存在一定的滞后性。第三,已有成果和评价研究时间相对较早,而自创新驱动发展战略提出后,我国信息通信产业发展、技术应用情况及资源能力已经发生了很大改变,也亟需做出新的评估。特别是当前信息通信能力对国家综合实力具有战略性的促进作用,也凸显了这一研究的紧迫性和重要性,为此,有必要对创新驱动背景下我国信息通信能力进行评价研究。

## 2 我国信息通信能力评价

### 2.1 信息通信能力的概念与特征

结合前文分析,虽然学者们从多个角度对信息通信能力进行了分析,但本文认为,信息通信能力是由公共部门或私人部门提供的、可以满足不同用户信息通信需求的能力总称。它不仅包括电信企业在基站建设、宽带布局、资费设计等方面的能力,也包括各类通信设备制造商在设备制造、产品销售、运营推广等方面的能力,更包括政府部门在信息监管、网络安全、平台建设等方面的能力。而且,信息通信能力具备以下3个基本特征。

第一,具备公共属性。在传统通信时代,信息通信主要以宽带网络、移动基站等基础设施及其所衍生出的固定通信、移动通信等服务为主,通过大规模基础设施建设,让更多用户享受服务。但在创新驱动发展及宽带中国战略背景下,这一能力将具备明显的公共属性。同时,随着科技加速变革,新技术、新业态不断涌现,互联网服务、信息服务等服务的准公共属性也在不断加强,并逐步承载公共功能。

第二,具备外部经济性。一方面,以重资产运营为主的传统电信企业、设备制造企业及以增值服务等轻资产为主的互联网企业是信息通信能力的提供者、参与者及受益者;另一方面,受益于信息通信技术及产业所具有的技术溢出效应,信息通信能力也具有天然的外部经济性,这不仅使得传统电信及互联网企业受益,也会带动农业、制造业、服务业等一系列产业协同创新、联动发展。

第三,具备创新性。信息通信技术本身就是科技创新的产物,而上一代信息通信技术在扩散应用后,又会驱动其他产业或技术创新的产生,更是下一代信息通信技术迭代的基础。为此,信息通信能力本身叠加了多种创新属性,是一种兼具不同科技创新发展阶段的综合体现。它既会提升传统产业信息化水平,促进产业变革升级,也会成为驱动经济社会全面创新的核心动力。

## 2.2 信息通信能力评价指标体系的构建

由于信息通信领域快速发展的典型特征,导致

目前没有统一的信息通信能力评价标准。相对而言,具备较高权威性的是国际电信联盟发布的信息社会发展指数。但由于不同国家的信息通信产业发展状况存在差异,导致部分指标无法获取有效数据,影响了该指标在不同国家研究的适用性。为此,学者们尝试从信息通信公共服务、信息通信能力指数等方面构建了评价体系<sup>[24-25]</sup>,也有学者从研发、创新等角度提出了衡量信息通信产业或企业创新的指标<sup>[26-27]</sup>。此外,在能力评价方面,学界也从服务效率、服务质量、公众责任、公众满意度、服务投入、服务过程、服务产出、社会效益等多个维度进行过效能评价<sup>[28]</sup>。由于研究目标存在一定差异,也考虑到信息通信能力是一个包含多种因素的复杂系统,本文基于前文回顾及对各类指标体系、维度构成的分析,重点参考陶秋燕等<sup>[24]</sup>、刘成奎和徐啸<sup>[25]</sup>、郭春燕<sup>[26]</sup>的思路,从基建能力、服务能力、创新能力 3 个维度选取了 19 个相关指标,构建信息通信能力评价指标体系,具体见表 1。

表 1 信息通信能力评价指标体系

| 一级指标       | 二级指标 | 三级指标      | 四级指标                          |
|------------|------|-----------|-------------------------------|
| 信息通信能力评价体系 | 基建能力 | 基础设施建设投入  | C1 行业固定资产投资占全社会固定资产投资比重(%)    |
|            |      | 通信基础设施建设  | C2 每万人拥有光缆线路长度(km)            |
|            |      |           | C3 每万人拥有移动通信基站数(个)            |
|            |      |           | C4 每万人拥有移动电话交换机容量(户)          |
|            |      |           | C5 每万人拥有“.CN”域名数(个)           |
|            |      | 互联网基础设施建设 | C6 每万人拥有互联网宽带接入端口数(个)         |
|            |      |           | C7 国际出口带宽(Mb/s)               |
|            | 服务能力 | 服务成本      | C8 每万人从事信息传输、软件和信息技术的人数(人)    |
|            |      |           | C9 信息传输、软件和信息技术就业人员平均工资(元)    |
|            |      | 服务水平      | C10 固定宽带平均网速(Mb/s)            |
|            |      |           | C11 移动宽带普及率(%)                |
|            |      |           | C12 固定宽带普及率(%)                |
|            |      | 服务效果      | C13 行业收入规模占全国 GDP 比重(%)       |
|            |      |           | C14 城镇居民人均交通通信消费支出占可支配收入比重(%) |
|            |      |           | C15 农村居民人均交通通信消费支出占可支配收入比重(%) |
|            | 创新能力 | 创新投入      | C16 行业 R&D 经费支出(亿元)           |
|            |      |           | C17 行业 R&D 人员全时当量(人年)         |
|            |      | 创新产出      | C18 行业专利申请数(件)                |
|            |      |           | C19 行业新产品销售收入(亿元)             |

其中,基建能力主要包括基础设施建设投入、通信与互联网基础设施建设情况,从固定资产投资、光缆、基站、交换机容量、域名、互联网接入端口等方面反映信息通信的基础能力和基础作用。服务能力主要包括服务成本、服务水平及服务效果三个方面,从信息通信行业就业人员、移动和固定网络普及率、行业收入规模占比、居民消费占比等方面反映信息通信服务的广度与深度。创新能力主要包括创新投入与创新产出,从行业研发经费、研发人员投入及专利产出和新产品销售等方面反映信息通信的驱动能力

和先导作用。

## 2.3 数据来源

考虑到创新驱动战略正式提出于 2012 年底,数据来源也应具备较强的科学性与权威性,研究也应体现一定的时效性,因此,本文选取 2013—2018 年作为创新驱动背景下我国信息通信能力的评价区间。数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》《电信业统计公报与统计快报》《中国互联网络发展状况统计报告》《中国宽带普及状况报告》及全球行动通讯系统协会(GSMA)统计数据库

等。针对个别缺失数据,根据数据变化特征,通过趋势分析计算得出趋势值进行补充。

#### 2.4 计算指标权重

在确定评价体系指标权重方面,目前有层次分析法、熵值法、模糊聚类法等方法。由于评价体系指标较多,为消除指标权重确定随意性、指标排序主观性较强等问题,本文采用熵值法确定信息通信能力评价体系中各指标的权重。熵值法是一种客观赋权法,通过计算熵值来判断一个指标的随机性及无序程度,并根据各项指标的变异程度计算出各指标权重,进而为信息通信能力综合评价提供依据。具体步骤如下。

第一步,构建数据矩阵。假设数据包含  $n$  个年份,每年又有  $m$  项指标,则可构建原始矩阵  $\mathbf{X} = (x_{ij})_{m \times n}$ :

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{pmatrix}_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m; \\ j = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

其中:  $x_{ij}$  为第  $i$  个指标在第  $j$  年的数值。

第二步,对原始数据进行无量纲化处理。因为在指标选取过程中,不同指标可能存在不同量纲的现象,会导致在计算过程中因为指标单位不同而产生误差。因此,需要对原始数据做标准化处理。本文采用  $z$ -score 法进行处理:

$$x_{ij}^{*'} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{s_i}. \quad (2)$$

其中:  $\bar{x}_i$  为第  $i$  个指标的均值,  $\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}$ ;  $s_i$  为

$$\text{第 } i \text{ 个指标的标准差, } s_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}.$$

第三步,数据平移。由于标准化后  $x_{ij}^{*}$  可能出现负值的现象,为此将  $x_{ij}^{*}$  坐标平移  $a$  个单位,以消除负值的影响。其中,  $a$  是大于所有数值绝对值的最小正整数,本文设定为 2。

第四步,计算第  $i$  个指标的熵值  $e_i$ 。

$$e_i = -k \sum_{j=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}. \quad (3)$$

其中:  $k$  为常数,  $k = \frac{1}{\ln n}$ ;  $p_{ij}$  为第  $i$  个指标下第  $j$  年数据占该指标的比重,  $p_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{j=1}^m X_{ij}}, e_i \geq 0$ 。

第五步,计算第  $i$  个指标的差异系数  $g_i$ 。

$$g_i = 1 - e_i. \quad (4)$$

针对第  $i$  个指标,指标  $X_{ij}$  间差异越大,则该指标  $i$  的熵值  $e_i$  就越小,表明该指标在评价体系中的权重就越大。

第六步,计算第  $i$  个指标的权重  $w_i$ 。

$$w_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^m g_i}. \quad (5)$$

第七步,计算各指标的综合得分  $u_i$ 。

$$u_i = \sum_{j=1}^m w_i \times p_{ij}. \quad (6)$$

最终,可以得到各项指标的综合得分、熵值、差异系数及权重结果,具体见表 2。

表 2 各项指标的综合得分、熵值、差异性系数和权重

| 指标  | 2013 年 | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 熵值     | 差异系数   | 权重     |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| C1  | 0.0215 | 0.0604 | 0.1232 | 0.1443 | 0.1611 | 0.1908 | 0.9158 | 0.0842 | 0.0584 |
| C2  | 0.0366 | 0.0528 | 0.0767 | 0.1064 | 0.1442 | 0.1768 | 0.9288 | 0.0712 | 0.0495 |
| C3  | 0.0219 | 0.0616 | 0.1123 | 0.1485 | 0.1711 | 0.1818 | 0.9163 | 0.0837 | 0.0581 |
| C4  | 0.0400 | 0.0575 | 0.0692 | 0.0833 | 0.1357 | 0.1734 | 0.9329 | 0.0671 | 0.0466 |
| C5  | 0.0365 | 0.0391 | 0.1065 | 0.1598 | 0.1615 | 0.1654 | 0.9197 | 0.0803 | 0.0557 |
| C6  | 0.0339 | 0.0466 | 0.0953 | 0.1332 | 0.1499 | 0.1802 | 0.9233 | 0.0767 | 0.0533 |
| C7  | 0.0330 | 0.0523 | 0.0868 | 0.1207 | 0.1391 | 0.1832 | 0.9262 | 0.0738 | 0.0513 |
| C8  | 0.0381 | 0.0524 | 0.0756 | 0.0990 | 0.1555 | 0.1686 | 0.9293 | 0.0707 | 0.0491 |
| C9  | 0.0290 | 0.0579 | 0.0905 | 0.1209 | 0.1520 | 0.1828 | 0.9240 | 0.0760 | 0.0528 |
| C10 | 0.0446 | 0.0484 | 0.0703 | 0.0893 | 0.1273 | 0.1756 | 0.9333 | 0.0667 | 0.0463 |
| C11 | 0.0275 | 0.0594 | 0.0949 | 0.1215 | 0.1538 | 0.1845 | 0.9230 | 0.0770 | 0.0535 |
| C12 | 0.0452 | 0.0519 | 0.0586 | 0.1086 | 0.1390 | 0.1729 | 0.9308 | 0.0692 | 0.0480 |
| C13 | 0.1785 | 0.1162 | 0.0841 | 0.0745 | 0.0573 | 0.0381 | 0.9341 | 0.0659 | 0.0457 |
| C14 | 0.0056 | 0.1257 | 0.1687 | 0.2184 | 0.1203 | 0.2017 | 0.8991 | 0.1009 | 0.0700 |
| C15 | 0.0304 | 0.0542 | 0.0877 | 0.1394 | 0.1543 | 0.1771 | 0.9228 | 0.0772 | 0.0536 |
| C16 | 0.0314 | 0.0544 | 0.0876 | 0.1208 | 0.1507 | 0.1804 | 0.9249 | 0.0751 | 0.0521 |
| C17 | 0.0249 | 0.0637 | 0.0993 | 0.1226 | 0.1545 | 0.1885 | 0.9216 | 0.0784 | 0.0545 |
| C18 | 0.0340 | 0.0663 | 0.0650 | 0.1064 | 0.1561 | 0.1709 | 0.9281 | 0.0719 | 0.0499 |
| C19 | 0.0327 | 0.0535 | 0.0845 | 0.1207 | 0.1502 | 0.1789 | 0.9255 | 0.0745 | 0.0517 |

## 2.5 我国信息通信能力评价结果及分析

根据每个指标的熵权和标准化后的数据,按照式(7)进行计算,可以得出 2013—2018 年我国信息通信能力的评价结果,具体如图 1 所示。

$$I_i = \frac{\sum x_{ij}^* w_i}{\sum w_i}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

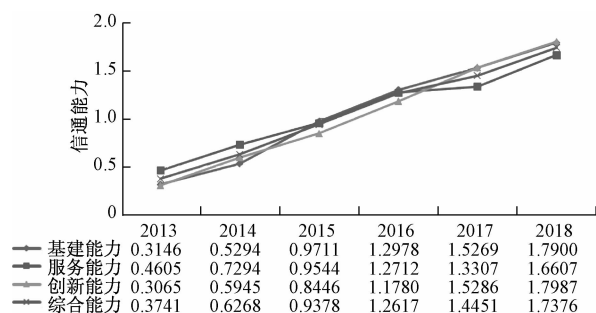


图 1 2013—2018 年我国信息通信能力评价结果

经过研究,本文发现,在创新驱动发展战略背景下,我国信息通信能力主要呈现出 4 个方面的特征。

第一,2013—2018 年间我国信息通信能力快速提升,从 0.3741 大幅增长至 1.7376。其中,2014 年环比增速最高,达到了 67%。主要原因在于 2013 年 12 月工信部正式发放 4G 牌照,结合 2012 年底提出的创新驱动战略、宽带中国战略等政策指导,4G 等基础设施建设进程突飞猛进,有力地推动了我国信息通信能力快速增长。即使在 2018 年,基础设施建设进程放缓,我国信息通信能力环比增速依然高达 20%,说明我国信息通信处于高速发展期,基建能力的复利效应正在不断释放。这一结论也与评价体系中的指标权重结果相吻合。如表 2 所示,权重相对较大的 5 个指标中有 3 个属于基建能力,说明在 2013—2018 年间我国信息通信基础设施建设投入力度较大,传统通信和互联网基础设施及相关资源得到了快速积累,并在我国信息通信能力中占据重要地位。

第二,目前,创新能力已经取代基建能力,成为我国信息通信能力持续增长的新引擎。重资产运营是信息通信行业的特征体现在图 1 中,即基建能力从 2013 年的 0.3146 大幅增长至 2016 年的 1.2978,这也是这期间我国信息通信整体能力快速增长的重要驱动源泉。但随着 4G 等基础设施布局初步完成,2017 年开始,以 4G/5G、大数据、互联网等为主的信息通信技术成为新的增长动力,并在创新驱动背景下,从前沿技术创新领域扩散至农业、制造业、服务业等领域,推动基础行业和居民消费进入

新的阶段。这也是创新能力从 2017 年开始反超基建能力(1.5286>1.5269),成为促进我国信息通信能力增长新动能的现实原因。

第三,服务能力的增长幅度相对较低,说明亟需转变信息通信服务模式。在 2013 年,服务能力为 0.4605,远高于同期的其余指标。但在 2018 年,服务能力仅增长至 1.6607,明显低于综合能力及其余两项能力,已经成为“拖后腿”现象。这一结果深刻地表明广覆盖、大规模的基础设施建设已初步完成,但信息通信服务却没有及时跟上,包括网络运营、设备维护、资费设计、功能开发、公共平台打造等方面。虽然工信部推出了电信普遍服务补偿机制、提速降费等举措,但在信息通信服务能力方面仍存在很多不足。本文认为,需要从公共服务和创新服务两个方面入手。一方面,信息通信是信息社会的基础能力,它提供的服务或产品具有一定的公共属性;因此,需要打造信息通信公共服务平台或体系,提升公共服务能力;另一方面,网络、信息、数据是科技创新的基本要素,信息通信是促进这些要素流动、融合、创新的必备能力。因此,需要强化信息通信对前沿领域、创新活动等方面的服务支撑,既要起到引领作用,又要发挥保障作用。

第四,基建能力、服务能力、创新能力“三位一体”,是当前及未来我国信息通信能力提升的“三驾马车”。从以往的评价研究可知,在评价体系中,指标权重越大,说明该指标携带的有效信息越多。而从表 2 可知,各指标权重总体差异较小,说明本文选取的指标具有一定的稳定性和全面性,综合考虑了影响信息通信能力的不同因素。同时,这也表明基建、服务、创新将是推进我国信息通信能力持续提升的三个关键方面。通过迭代式大规模信息通信基础设施建设(2G/3G/4G/5G/物联网等),不断满足社会、产业、企业、普通大众的信息通信需求,并通过技术扩散或溢出效应,加快科技创新进程,带动其他产业创新发展,推动我国信息通信能力在国家创新发展中持续发挥重要作用。

## 3 进一步讨论

前文主要在基建能力、服务能力和创新能力三个二级指标层面对我国信息通信能力进行了评价研究。现更进一步地运用灰色相对关联度分析法,从评价体系中的 8 个三级指标方面对创新驱动背景下我国信息通信能力展开分析。

灰色相对关联度法是一种分析系统中各因素变化态势关联程度的分析方法,其通过分析不同数据序列曲线形状的相似程度来判断各序列间的关联程

度,并通过排序找出主要的影响因素。由于该方法对要分析的数据分布规律没有特别的要求,因此具有极大的适用空间。为此,本文采用该方法测算我国信息通信能力三级分类指数之间的关联程度。具体步骤如下。

第一步,确定反映系统行为特征的母序列。由于基础设施建设投入指数与其余指数之间会相互影响,为探索这些指数的相关性,本文选取基础设施建设投入指数作为母序列,记为  $A_0(t)$ ,其中  $t$  为单个指标的序号。

第二步,确定子序列。将其他 7 个分类指数作为子序列,与母序列做关联比较,记为  $A_i(t)$ 。同理,在剩余计算过程中,依次选取一个分类指数作为母序列,并将剩余分类指数作为子序列。即

$$\{A_1(t), A_2(t), A_3(t), A_4(t), A_5(t)\} = \begin{Bmatrix} A_1(1), A_1(2), \dots, A_1(n) \\ A_2(1), A_2(2), \dots, A_2(n) \\ \vdots \\ A_5(1), A_5(2), \dots, A_5(n) \end{Bmatrix} \quad (8)$$

第三步,数据初值化及计算关联系数。将前文通过熵值法计算的各分类指数作为初值化数据,并按下面的公式计算关联系数:

$$\epsilon_i(t) = \frac{\min \min \Delta_i(t) + \rho \max \max \Delta_i(t)}{\Delta_i(t) + \rho \max \max \Delta_i(t)} \quad (9)$$

其中:  $\epsilon_i(t)$  为  $A_0$  与  $A_i$  第  $t$  个指标的关联系数;  $\Delta_i(t)$  为  $A_0$  与  $A_i$  在第  $t$  个指标的差值;  $\min \min \Delta_i(t)$  为  $A_0$  与  $A_i$  在第  $t$  个指标的二级最小差,即在差值的最小值中再取最小值;  $\max \max \Delta_i(t)$  为  $A_0$  与  $A_i$  在第  $t$  个指标的二级最大差,即在差值的最大值中再取最大值;  $\rho$  为分辨系数,一般  $0 < \rho < 1$ ,本文取  $\rho = 0.5$ 。

第四步,计算母序列与子序列的关联度:

$$\gamma_i = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^5 \epsilon_i(t) \quad (10)$$

通过关联度系数表与关联度矩阵  $(\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_5)$  的分析,可比较指标  $A_0(t)$  与  $A_i(t)$  的关联程度,再对其进行排序,便可找出关联程度最大和最小的因素。最终结果见表 3。

表 3 我国信息通信能力分类指数的灰色相对关联度分析结果

| 分类指数        | 基础设施建设投入指数 | 通信基础设施建设指数 | 互联网基础设施建设指数 | 服务成本指数 | 服务水平指数 | 服务效果指数 | 创新投入指数 | 创新产出指数 |
|-------------|------------|------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 基础设施建设投入指数  | 1          |            |             |        |        |        |        |        |
| 通信基础设施建设指数  | 0.6538     | 1          |             |        |        |        |        |        |
| 互联网基础设施建设指数 | 0.6623     | 0.7803     | 1           |        |        |        |        |        |
| 服务成本指数      | 0.6286     | 0.9018     | 0.7963      | 1      |        |        |        |        |
| 服务水平指数      | 0.5632     | 0.7806     | 0.7268      | 0.8214 | 1      |        |        |        |
| 服务效果指数      | 0.5245     | 0.3920     | 0.4932      | 0.3905 | 0.4194 | 1      |        |        |
| 创新投入指数      | 0.7257     | 0.8544     | 0.7845      | 0.7848 | 0.7032 | 0.8456 | 1      |        |
| 创新产出指数      | 0.6462     | 0.8857     | 0.7654      | 0.8965 | 0.8371 | 0.8264 | 0.6817 | 1      |

经过分析,本文发现,我国信息通信能力分类指数呈现出以下 4 个特征:

第一,8 个分类指数的灰色相对关联度分布在 0.3905~0.9018。一方面,通信基础设施建设指数与服务成本指数的关联度最大,为 0.9018,这与基站等传统通信基础设施建设的现实情况相吻合,说明在投入大量建设成本以后,我国信息通信基础设施日趋完善,信息通信能力的广度和深度不断拓展;另一方面,服务效果指数与服务成本指数的关联度最低,为 0.3905,这说明在创新驱动发展的时代背景下,单纯增加服务成本、服务人员并不能保证同等或预期的服务效果。用户或企业更关注产品、服务、业务、资费等方面的体验,只有持续创新产品和服务模式,提供更具性价比的资费套餐,及满足产业、企业或用户多元化需求的业务或功能,才能获得更好

的服务效果。

第二,创新投入指数、创新产出指数与其他 6 个指数的灰色关联度相对较高,总体分布在 0.7~0.9,说明信息通信领域的创新活动会对基础设施建设及信息通信服务产生较大的影响。通过持续创新,可以创造新一代信息通信技术,推动新旧动能加快转换,更会向其他产业广泛、深度渗透融合,带动更多新模式的产生。加大创新投入,提高创新产出,将信息通信创新成果应用到农业、制造、能源、交通、医疗等各个领域,能催生更多新的业态。为此,强化创新能力,特别是创新产出能力,促进其他产业在信息通信创新的基础上持续进行更广泛、更深度的创新,将是当前及未来提升我国信息通信能力的基本出发点。

第三,3 个基建类指数(基础设施建设投入指

数、通信基础设施建设指数与互联网基础设施建设指数)与其他 5 个分类指数的关联度主要分布在 0.5~0.8,说明基础设施建设是构建和强化信息通信能力的基础要素。通信及互联网设施越完善,服务水平越高,覆盖范围越广,服务效果也越好,其他行业也将会更好地利用信息通信技术开展创新。此外,与前述结果对比可知,这一结果总体小于两个创新类指数的灰色关联度结果,说明在我国信息通信能力提升过程中,创新类指数发挥的作用总体已经超过基建类指数的作用,这点与前文结果相吻合,也为其做了进一步的验证。

第四,3 个服务类指数(服务成本指数、服务水平指数、服务效果指数)与其他 5 个分类指数的关联度主要分布在 0.4~0.7,与上述结果存在一定差距。这表明信息通信服务与其他 5 类指数存在发展不协调的问题。信息通信的本质是满足产业、企业和用户对信息通信水平提升的差异化需求,而当前在这 3 个层面的服务情况仍存在很多不足。如在面向产业的信息通信服务方面,信息通信技术溢出范围主要在制造业,而对传统部门,如农业领域的影响仍有待增强<sup>[29]</sup>。在针对企业的信息通信服务方面,相关产品较为匮乏,企业信息通信服务系统及手段比较落后,多数企业信息化很少具备协同集成能力,不同企业家对信息通信能力的认知也存在差异<sup>[30]</sup>。在针对公众的信息通信服务方面,在 2016 年“提速降费”政策出台前,我国宽带、话音等服务资费处于较高水平,用户服务感知较差;同时,宽带接入速度慢、最后一公里接入难、城乡网速差异明显等问题依然存在。因此,未来信息通信服务仍有很大的提升空间。

## 4 结论及建议

自创新驱动战略提出以来,信息通信能力在科技创新中的作用愈发凸显。特别是在 5G、人工智能等新业态不断涌现的背景下,从创新视角全面认识我国信息通信能力的意义越发重要。因此,在回顾相关研究的基础上,本文澄清了信息通信能力的概念特征,运用熵值法从基建、服务、创新 3 个维度构建了信息通信能力评价体系,并测算了 2013—2018 年间我国信息通信能力,更进一步运用灰色关联度法分析了各分类指数之间的关联度水平。最终得出结论:

第一,信息通信能力是由公共部门或私人部门提供的、可以满足不同用户信息通信需求的能力总称。在创新驱动发展战略的背景下,信息通信能力不仅具有明显的创新性、外部经济性,还具有愈加加

强的公共属性。

第二,本文初步建构了信息通信能力评价体系,主要包含基建能力、服务能力和创新能力 3 个维度,并运用熵值法对我国信息通信能力进行了评估,结果显示设定的指标体系较为科学合理,能够有效反映我国信息通信能力水平。

第三,本文对创新驱动战略提出以来,即 2013—2018 年间的我国信息通信能力进行了评价,结果显示,基建能力、服务能力、创新能力是当前及未来我国信息通信能力提升的“三驾马车”;而且,创新能力已经取代基建能力,成为驱动我国信息通信能力提升的关键动力,而基建能力依然是我国信息通信能力的基础能力,但在服务能力方面,面向产业、企业或公众的信息通信服务仍有很大的提升空间。

第四,本文运用灰色关联度分析法,通过更进一步的研究发现,强化创新能力,特别是创新产出能力,将是提升我国信息通信能力的重要立足点。

结合以上结论,考虑到创新驱动战略、新一代信息通信技术、人工智能、数字经济等新业态和诸多现实因素,本文认为,未来提升我国信息通信能力需要巩固基建能力、抓实服务能力、强化创新能力。具体而言,提出如下政策建议:

第一,巩固信息通信基建能力,继续大力推进新一代信息通信基础设施建设。虽然我国信息通信产业规模较大,但信息通信产业发展时间较短、技术基础相对薄弱、自主核心技术较为稀缺、配套投资相对不足,信息通信基础设施与生产性信息服务业无法有效满足智能制造、两化融合、创新发展等多方面的要求。但基础设施又是信息社会发展的基石,完善的信息通信基础设施体系是国家创新发展的有力保障。为此,未来在创新驱动战略、宽带中国战略、5G 网络建设规划等基础上,继续完善传统通信网络基础设施,并加快新型互联网中心、数据中心、云计算中心建设,强化 IP 地址、接入端口等互联网基础资源管理,夯实信息通信产业发展基础,提升我国信息通信能力。

第二,抓实信息通信服务能力,全面提升信息通信服务水平与质量。当前,信息通信服务已从电信服务为主转向互联网服务为主的服务模式,用户需求也从基础话音、数据流量需求向云计算、大数据、物联网等更高层次需求转变。为此,应不断降低信息通信服务供给门槛,鼓励社会资本、第三方机构积极搭建信息通信平台,并借助其力量提供信息通信产品及服务,回应社会、产业、企业、大众等多层面的服务需求。同时,进一步激发不同用户的使用需求,

尤其关注针对企业用户的信息通信服务,推进信息通信通用技术、创新产品及公共服务在企业生产经营中的覆盖广度和应用深度。

第三,强化信息通信创新能力,既要推动自身创新变革,也要带动其他产业创新发展。“智能互联、开放合作”是第六届世界互联网大会的主题,5G 是热门领域之一,但基于 5G 的 AR/VR、物联网、人工智能,及在农业、工业等产业的技术应用更是各界的关注点,这些面向未来的新业态、新模式对信息通信能力提出了更高的要求。因此,未来我国既要加大信息通信创新投入,突破关键技术,也要强化创新产出,以国内巨大的市场空间为基础,实现信息通信技术创新的产业化应用。同时,开放和共享信息通信资源,加快推进技术推广与应用,全面带动农业、制造业等传统产业升级,强化相关产业基础信息能力,进而实现提升我国信息通信能力的目标。

### 参考文献

- [1] 尹丽春,殷福亮,刘则渊.中国数字信息通讯技术前沿演进的可视化研究[J].科研管理,2010,31(6):36-40.
- [2] 蒋仁爱,贾维晗.信息通信技术对中国工业行业的技术外溢效应研究[J].财贸研究,2019(2):1-16.
- [3] CHANG Y B, GURBAXANI V. The impact of IT-related spillovers on long-run productivity: an empirical analysis[J]. Information Systems Research, 2012, 23(3): 868-886.
- [4] CARDONA M, KRETSCHMER T, STROBEL T. ICT and productivity: conclusions from the empirical literature[J]. Information Economics & Policy, 2013, 25(3): 109-125.
- [5] ERUMBAN A A, DAS D K. Information and communication technology and economic growth in India[J]. Telecommunications Policy, 2016, 40(5): 412-431.
- [6] 刘湖,张家平.互联网+时代背景下 ICT 与经济增长关系的实证分析——来自中国省级面板数据研究[J].统计与信息论坛,2015,30(12):73-78.
- [7] TAKAHITO K, KAZUYUKI M. Information technology and economic growth: a comparison between Japan and Korea[J]. Seoul Journal of Economics, 2008, 21(4): 505-526.
- [8] JORGENSON D W, STIROH K J. Information technology and growth[J]. American Economic Review, 1999, 89(89): 109-115.
- [9] 蔡跃洲,张钧南.信息通信技术对中国经济增长的替代效应与渗透效应[J].经济研究,2015(12):100-114.
- [10] 李波,梁双陆.信息通信技术、信息化密度与地区产业增长——基于中国工业数据的经验研究[J].山西财经大学学报,2017,39(9):58-71.
- [11] OLLO-LÓPEZ A, ARAMENDÍA-MUNET A M E. ICT impact on competitiveness, innovation and environment[J]. Telematics & Informatics, 2012, 29(2): 204-210.
- [12] 储伊力,储节旺.信息化与技术创新的关系研究——基于东中西三大区域的比较分析[J].情报杂志,2016,35(7):61-65.
- [13] 张三峰,魏下海.信息与通信技术是否降低了企业能源消耗——来自中国制造业企业调查数据的证据[J].中国工业经济,2019,371(2):157-175.
- [14] WEBER K M, HELLER-SCHUH B, GODOE H, et al. ICT-enabled system innovations in public services: experiences from intelligent transport systems[J]. Telecommunications Policy, 2014, 38(5): 539-557.
- [15] 荆林波,马源,冯永晟,等. ICT 基础设施:投资方式与最优政策工具[J].经济研究,2013(5):47-60.
- [16] 李赫龙,王富喜.中国信息化水平测度及空间差异研究[J].情报科学,2015,32(11):95-99.
- [17] 张雪玲,焦月霞.中国数字经济发展指数及其应用初探[J].浙江社会科学,2017(4):32-40.
- [18] PORAT M U. The information economy: definition and measurement: APR-7609015[R]. Washington D C: National Science Foundation, 1977.
- [19] 李敏,陈敏,任明仑.信息产业发展水平综合评价体系研究[J].科技进步与对策,2007,24(4):124-127.
- [20] 李海超,袁文蓉.我国 ICT 产业成长能力评价研究[J].科学学与科学技术管理,2013,34(6):119-125.
- [21] 孙川.中国省际信息通信技术资本存量估算[J].统计研究,2013,30(3):35-42.
- [22] 郭鹏飞,罗玥琦.中国信息通信技术分行业资本存量的估算[J].统计与决策,2018,34(13):126-130.
- [23] NIEBEL T, SAAM M. ICT and growth: the role of rates of return and capital prices[J]. Review of Income & Wealth, 2016, 62(2): 283-310.
- [24] 陶秋燕,高腾飞,李一.信息通信公共服务:概念、内涵与评价体系[J].技术经济,2017,36(3):61-67.
- [25] 刘成奎,徐啸.信息通信能力能否增强地方财政民生回应——基于互联网等现代 ICT 的角度[J].当代财经,2018(6):40-51.
- [26] 郭春燕.我国 ICT 行业企业创新投入与产出的特征分析——基于宏观和微观双视角[J].兰州学刊,2019(1):103-122.
- [27] 袁剑锋,许治.中国 ICT 行业创新网络弹性——基于专利数据的实证研究[J].技术经济,2017,36(11):4-9,57.
- [28] JAMES O. Performance measures and democracy: information effects on citizens in field and laboratory experiments[J]. Journal of Public Administration Research & Theory, 2011, 21(3): 399-418.
- [29] 陈子凤,官建成,楼旭明,等. ICT 对国家创新系统的作用机理研究[J].管理评论,2016,28(7):85-92.
- [30] 邵文波,盛丹.信息化与中国企业就业吸纳下降之谜[J].经济研究,2017(6):120-136.



## Evaluation of Chinese Information Communication Capability under the Background of Innovation Driven

Tao Qiuyan<sup>1,2</sup>, Gao Tengfei<sup>1</sup>, Huang Yan<sup>2</sup>

(1. Business School, University of International Business and Economics, Beijing 100029, China;

2. School of Management, Beijing Union University, Beijing 100101, China)

**Abstract:** On the basis of defining the concept of information communication capacity, this paper constructed an evaluation system of information communication capacity and evaluated Chinese information communication capacity from 2013 to 2018. The results show that, in the context of innovation-driven development strategy, infrastructure capacity, service capacity, innovation capacity are the "troika" of improving Chinese information communication capacity currently and in the future, and innovation capacity has replaced infrastructure capacity to be the new engine of Chinese information communication capacity, but there is a lot of room for improvement of service capacity, then China should consolidate the information communication infrastructure capacity, grasp the information communication service capacity, strengthen the information communication innovation capacity.

**Keywords:** technological innovation; information communication capability; comprehensive evaluation

---

(上接第 63 页)

## The Influence of Authoritarian Leadership on Employee Helping Behavior: the Chain Mediating Role of Perceived Insider Status and Affective Commitment

Kang Wanzhu<sup>1</sup>, Guo Linyi<sup>1</sup>, Zhang Juncheng<sup>2</sup>, Zhang Jichang<sup>1</sup>

(1. School of Economics and Management, South China Normal University, Guangzhou 510006, China;

2. School of Business Administration, Guangzhou University, Guangzhou 510006, China)

**Abstract:** Drawing on cognitive-affective personality system theory, this paper seeks to explore the mechanism of authoritarian leadership on employee helping behavior, and carried out statistical analysis on 190 questionnaires at two stage. The results show that authoritarian leadership has a significant negative impact on employee helping behavior, perceive insider status and affective commitment play a chain mediating role in the relationship between authoritarian leadership and employee helping behavior. That is, authoritarian leadership reduces employee's affective commitment by weakening their perceived insider status, and ultimately reduces employee helping behavior.

**Keywords:** authoritarian leadership; employee helping behavior; perceived insider status; affective commitment