

中部五省与沿海发达省份信息化水平比较研究

高 华, 徐绪松

(武汉大学 经济与管理学院, 湖北 武汉 430072)

[作者简介] 高 华(1972), 女, 湖北襄樊人, 武汉大学经济与管理学院技术经济及管理研究所博士生, 讲师, 主要从事信息化与软件产业、复杂科学与管理研究; 徐绪松(1945), 女, 湖北武汉人, 武汉大学经济与管理学院技术经济及管理研究所教授, 博士生导师, 主要从事资本市场、复杂科学与管理研究。

[摘 要] 客观准确地描述地区信息化水平是制定新的发展战略的基础和前提。本文运用主成分分析法分析得出三个主成分, 第一主成分与信息技术应用水平有关, 第二主成分与人力资源储备有关, 第三主成分与经济实力和基础设施有关。综合各主成分构造的综合评价模型对中部地区与沿海发达省份信息化水平进行了对比分析, 得出结论: 中部 5 省与沿海发达省份在信息技术应用水平上存在很大差距, 但在人力资源储备方面还是具有一定优势的, 并以此为依据提出了中部 5 省提升信息化水平的对策。

[关键词] 中部 5 省; 信息化水平; 指标体系; 主成分分析

[中图分类号] F127 [文献标识码] A [文章编号] 1672-7320(2007)01-0019-06

党的十六大提出, “以信息化带动工业化, 以工业化促进信息化”, 信息化水平的高低与地区经济的发展密切相关。本文中部地区是指湖北、河南、湖南、安徽、江西, 是我国中部边界相连的 5 个省份。面对东部繁荣、西部大开发和东北振兴, 中部经济整体发展已经引起了越来越多人士的关注^[1] (第 101-105 页)。为了加快推进中部地区国民经济与社会信息化进程, 我们有必要对中部地区的信息化水平作一客观评价, 并与其他地区进行比较, 找出问题和差距, 采取相应措施提高中部地区的信息化水平, 从而带动中部地区经济的发展。因此, 本文的研究具有重要的理论与实践意义。

一、文献综述

客观准确地描述地区信息化水平是制定新的发展战略的基础和前提。目前, 关于区域信息化水平的综合评价主要存在的问题有两个: 一是信息化水平测度的综合指标体系不统一; 二是采用传统的评价方法, 如综合加权法、层次分析法、模糊评判法等, 其指标权重的确定主要依靠评价者经验进行人为判断, 主观性强。因此, 本文采用主成分分析法从众多指标中筛选出少数具有典型性、代表性的指标对中部 5 省与沿海发达省份信息化水平进行综合评价。

目前, 国外关于信息化测评指标体系主要有 6 种^[2] (第 12-13 页)^[3] (第 432-436 页), 如韩国的“信息化指数”评估体系、美国国际数据公司 (IDC) “信息社会指数评估体系”、澳大利亚的“信息经济办公室指数”评估体系、哈佛大学与世界经济论坛“网络化准备指数”评估体系、英国电子经济评估体系、俄罗斯联邦各地区信息化建设评估指标体系。这些评估体系从具体内容上看, 各有侧重点; 从评价方法上看, 基

本上都是采用加权综合法。

我国于 2001 年公布了国家信息化指标构成方案,基本上是按照指数法的思路^[4](第 636 640 页),综合了波拉特法和指数法等国际上主要的指标体系的优点,结合中国的国情,对关系到经济和社会生活的各个指标,进行了认真的分析筛选,分别按国家确定的信息化 6 要素(信息资源、信息网络、信息技术应用、信息技术和产业、信息化人才、信息化政策、法规和标准)将每个要素分解为若干项具体指标,共计 25 项。但是,上述指标体系都是针对国家层面的,并且有的指标体系过于简单,也有的指标体系过于复杂,且有些指标不便进行测算,评价方法过于主观和简单化。因此,我们有必要针对具体情况,建立区域信息化水平评价指标体系,并采用客观赋权的主成分分析法进行区域信息化水平的综合评价。

二、区域信息化水平指标体系

(一)构建原则

1. 科学性原则。指标体系的设立必须建立在科学的基础上,能充分反映地区信息化的程度,指标的定义明确,测算方法科学规范,保证评价结果的真实性与客观性。

2. 全面性原则。从衡量整个地区信息化水平角度出发,不仅仅只反映信息化水平的某一具体方面,还要注意信息化不仅是新兴产业的事,还与传统产业的发展有关。

3. 系统性原则。指标体系的设立应能综合反映区域信息化的水平,包括信息化基础设施、应用水平、人力资源、经济实力与政策保障等方面。

4. 可操作性。选择能够取得数据的指标,以便进行定量计算。

5. 可比性。所选指标要既可以纵向测算区域信息化水平,又可以横向比较各个国家和地区信息化水平的差异。

(二)区域信息化水平指标体系

根据信息化水平评价指标体系设计原则,在对国内外信息化水平评价指标体系进行广泛调研和深入分析的基础上,我们从以下 4 个方面建立指标体系,分别是经济实力与政策保障、信息化基础设施、信息技术应用水平、信息化投入资源^[5](第 51 59 页)。(见图 1)

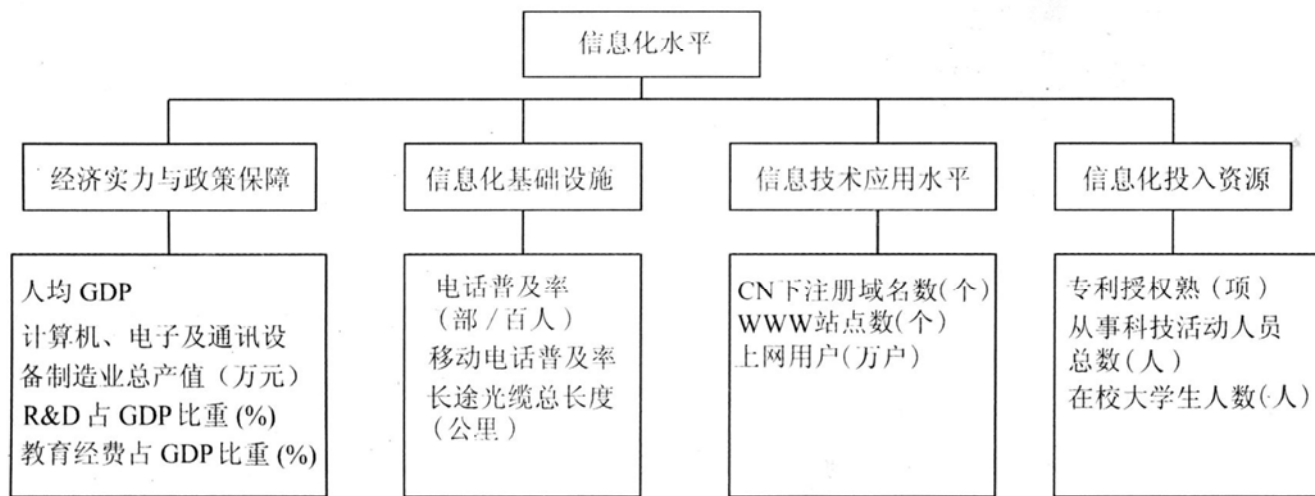


图 1 信息化水平综合评价指标体系

1. 经济实力与政策保障,共 4 个指标。分别为:人均 GDP(元/人);计算机、电子通讯及设备制造业工业总产值(万元);R&D 占 GDP 的比重(%);教育经费占 GDP 的比重(%),这 4 个指标分别用 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 表示。

2. 信息化基础设施,共 3 个指标。分别为:电话普及率(部/百人)、移动电话普及率(部/百人)、长途

光缆总长度(公里),这3个指标分别用 x_5 、 x_6 、 x_7 表示。

3. 信息技术应用水平,共3个指标。分别为:CN下注册区域名、WWW站点数、上网用户,这3个指标分别用 x_8 、 x_9 、 x_{10} 表示。

4. 投入资源:共3个指标。分别为:专利授权数、从事科技活动人数、在校大学生人数,这3个指标分别用 x_{11} 、 x_{12} 、 x_{13} 表示。

三、中部地区信息化水平主成分分析

(一)主成分分析原理

主成分分析法是利用降维的思想,通过研究指标体系的内在结构关系,把多指标转化成少数几个互相独立且包含原有指标大部分信息(80%~85%以上)综合指标的多元统计方法,其优点是它确定的权重是基于数据分析而得到的指标之间的内在结构关系,不受主观因素的影响,而且得到的主成分之间彼此独立,这使分析评价结果具有客观性和可确定性^[6](第214~216页)。

(二)主成分分析的算法步骤如下:

1. 首先求样本矩阵 $X_{n \times p}$ 各列的均值 $\bar{x}$ 和方差 S ,再利用公式 $y = \frac{x - \bar{x}}{S}$ 将样本数据矩阵的数据标准化,得标准化的样本数据矩阵 $Y_{n \times p}$ 。

2. 根据公式 $P = \frac{1}{n-1} Y^T Y$ 求得样本相关矩阵 $R_{p \times p}$ 。

3. 求相关矩阵 R 的特征值及相应的正则化的特征向量 $L_p^{(1)}$ 、 $L_p^{(2)}$ 、 $L_p^{(3)}$ 等。

由 R 的特征方程 $|R - \lambda I_p| = 0$,求得 p 个非负特征根,按大小顺序排列为 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \cdots \geq \lambda_p \geq 0$,且有 $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 \cdots + \lambda_p = p$

4. 选取主成分。决定主成分的个数是以累计方差贡献率大于85%为原则的。

5. 综合各主成分构造综合评价模型,在主成分分析的基础上,选择主成分,并以其方差贡献率为权重构造综合评价函数。

(三)数据来源

为了便于进行对比分析,我们除了选取中部5省的数据,还选择了5个沿海省份江苏、浙江、广东、福建、山东与中部5省进行对比分析。我们进行主成分分析的样本资料主要来源于中国统计年鉴(2003)、中国工业经济统计年鉴(2003)、中国科技统计年鉴(2003)。对主成分分析算法用 Matlab 语言编程计算。根据前面建立的指标体系,得原始数据见表1。

(四)计算结果及分析

依次计算出标准化矩阵 $Y_{n \times p}$ 、相关矩阵 R 及 R 的特征值、方差贡献率和累计贡献率(见表2)。由于第一、第二、第三这3个成分的特征值大于1,且累计方差贡献率达到85%,即这3个成分所包括的信息占原始变量所包含信息的85%,其余10个成分对方差影响很小,因此可以提取前3个成分作为主成分。

根据表3可以看出,第一主成分在WWW站点数、专利授权数、上网用户、CN下注册域名等指标有较大的系数,并且这些指标间系数相差不大。值得注意的是,这些指标都是反映信息技术应用水平方面的指标,这说明信息技术的应用水平对信息化总体水平的影响最大。

第二主成分在校大学生人数、从事科技活动人员总数、R&D占GDP比重等方面有较大的系数,这些指标主要反映了信息化建设在人力资源上的投入和经费的投入水平。我们知道,作为知识密集型的信息产业,其对人力资源的要求相对于传统产业是较高的,因此从事科技活动人员总数以及信息化的后备军大学生人数会对信息化水平产生重大影响。信息化同时也是资金、技术密集型产业,其对经费的投入也有较高的要求。

表 1 中部五省与长三角信息化 2002 年信息化指标表

指标	人均 GDP (元/人)	电子及通信设备制造业产值(亿元)	R&D 占 GDP 比重 (%)	教育经费占 GDP 比重 (%)	电话普及率 (部/百人)	移动电话普及率 (部/百人)	长途光缆总长度 (公里)	CN 注册域名 (个)	WWW 站点数	上网用户 (万户)	专利授权数 (项)	从事科技活动人员数 (人)	在校大学生人数 (万人)
湖北	8 319	126.70	0.96	4.63	22.57	10.28	16 205	5 473	8 567	151.8244	2 209	190 840	58.5
湖南	6 565	65.56	0.60	4.85	21.72	9.51	18 595	1 468	5 697	217.0831	2 347	103 840	41.94
河南	6 436	61.07	0.475	3.71	19.91	7.63	22 985	2 457	6 216	211.8238	2 590	143 210	72.85
江西	5 829	21.09	0.48	6.69	22.42	10.29	13 713	872	1 971	119.3187	1 044	56 124	26.63
安徽	5 817	58.58	0.72	3.28	21.03	8.53	19 062	1 824	4 568	107.3959	1 419	88 240	33
江苏	14 391	1 418.97	1.10	3.80	42.63	20.15	12 910	8 892	29 202	314.7268	7 595	328 585	70.021
浙江	16 838	443.71	0.70	4.36	61.17	31.43	15 082	6 922	31 216	318.5437	10 478	163 914	39.31
广东	15 030	4 164.42	1.33	4.42	66.31	40.90	29 455	24 666	70 192	572.1681	22 761	267 376	46.7807
福建	13 497	690.70	0.52	3.80	43.88	22.85	18 427	3 836	13 690	249.8577	4 001	67 508	19.733
山东	11 645	444.02	0.84	3.16	32.28	13.09	19 341	5 931	16 740	279.5953	7 293	243 299	58.3601

表 2 R 的特征值、方差贡献率和累计方差贡献率

主成分	特征值	方差贡献率	累计方差贡献率
1	8.4725	65.17	65.17
2	1.9223	14.79	79.96
3	1.1906	9.16	89.12

表 3 各主成分对应的特征向量

λ_1 对应的特征向量	λ_2 对应的特征向量	λ_3 对应的特征向量
0.2717	-0.0966	-0.4964
0.3221	-0.0548	-0.2191
0.2798	0.2420	0.0146
-0.0722	-0.4028	-0.0492
0.3035	-0.2358	0.2620
0.3116	-0.2682	0.1381
0.1867	0.0261	-0.7200
0.3329	-0.0004	-0.1668
0.3406	-0.0604	-0.0386
0.3337	-0.0297	-0.0627
0.3368	-0.0696	-0.0865
0.2429	0.4482	0.2358
0.0649	0.6544	0.0217

第三主成分在人均 GDP、电话普及率、移动电话普及率等方面具有较大的系数,这些指标主要反映了经济实力以及信息化基础设施方面的水平。

根据计算结果,得第一主成分

$$Y_1 = 0.2717 y_1 + 0.3221 y_2 + 0.2798 y_3 - 0.0722 y_4 + 0.3035 y_5 + 0.3116 y_6 + 0.1867 y_7 + 0.3329 y_8 + 0.3406 y_9 + 0.3337 y_{10} + 0.3368 y_{11} + 0.2429 y_{12} + 0.0649 y_{13}$$

第二主成分

$$Y_2 = -0.0966 y_1 - 0.0548 y_2 + 0.242 y_3 - 0.4028 y_4 - 0.2358 y_5 - 0.2682 y_6 + 0.0261 y_7 - 0.0004 y_8 - 0.0604 y_9 - 0.0297 y_{10} - 0.0696 y_{11} + 0.4482 y_{12} + 0.6544 y_{13}$$

第三主成分

$$Y_3 = 0.04694 y_1 - 0.2191 y_2 + 0.0146 y_3 - 0.0492 y_4 + 0.262 y_5 + 0.1381 y_6 - 0.72 y_7 - 0.1668 y_8 - 0.0386 y_9 - 0.0627 y_{10} - 0.0865 y_{11} + 0.2358 y_{12} + 0.0217 y_{13}$$

表 4 各主成分得分及其排名

第一主成分得分	排名	第二主成分得分	排名	第三主成分得分	排名
- 1. 1968	6	1. 0721	5	0. 1422	5
- 1. 9957	8	- 0. 2726	8	- 0. 6305	7
- 1. 6903	7	1. 4857	3	- 1. 1838	9
- 3. 0359	10	- 1. 8843	10	- 0. 1165	6
- 2. 2315	9	0. 1378	7	- 0. 7194	8
1. 7934	2	1. 7443	2	1. 6819	2
1. 5366	3	- 1. 3009	9	1. 7226	1
6. 9230	1	0. 6484	6	- 1. 5336	10
- 0. 4214	5	1. 7620	1	0. 4021	3
0. 3186	4	1. 4284	4	0. 2348	4

从表 4 可以看出,按照第一主成分排名,广东得分最高,其次是江苏、浙江、山东,福建在沿海省份得分是最低的,但也高于中部 5 省,而在中部 5 省中,信息化水平排名依次为湖北、河南、湖南、安徽、江西,可见中部 5 省在信息化水平尤其是信息技术应用方面远远落后于沿海发达省份。

综合各主成分构造综合评价模型,在主成分分析的基础上,选择三个主成分 Y_1 、 Y_2 和 Y_3 , 并以其方差贡献率为权数构造如下综合评价函数, $Z=0. 6517 Y_1+0. 1479 Y_2+0. 0916 Y_3$ 综合得分及排名见表 5。

表 5 综合得分及排名

排名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
省份	广东	江苏	浙江	山东	福建	湖北	河南	湖南	安徽	江西
综合得分	4. 4671	1. 5809	0. 9668	0. 4404	0. 0228	- 0. 6084	- 0. 9903	- 1. 3987	- 1. 4998	- 2. 2679

由上表可看出,最后排名与按第一主成分排名完全一致。这也说明了第一主成分在信息化水平评价中的重要性。

根据主成分分析结果可以看出,中部 5 省的信息化综合水平与沿海发达省份有着明显差距,尤其是在信息技术应用方面处于落后地位,可以说信息技术的应用水平在很大程度上决定了一个地区的信息化程度。另外,信息化水平与一个地区的经济基础与信息化基础设施有很大关联度。

然而,中部 5 省在信息化水平方面也不是没有优势,在人才资源储备方面,河南、湖北、安徽除了逊于江苏、山东外,比浙江、广东、福建沿海省份还强,说明还是有很大潜力可挖。总体来说,中部 5 省在人才资源储备方面具有一定的优势,其后续力量较强。

四、对策建议

国家对中部地区发展越来越重视,而以信息化带动工业化更是中部地区面临的机遇和挑战。中部地区应紧紧抓住政策的利好,利用自身的比较优势,提高信息化水平,带动中部地区经济的发展。

第一,努力提高信息技术应用水平。为此,政府及社会应大力进行宣传,企业要充分理解信息技术给我们的生产经营方式带来的深刻变化,积极运用信息技术开展电子商务。虽然目前电子商务量在整个商务活动中还只是极小一部分,但其潜力是无可限量的。

第二,政府的进一步支持信息化建设。信息经济的发展与经济和政策基础有密切的关系,它是信息经济发展软环境。政府和社会对信息化建设的促进作用很大程度上取决于政府和社会对信息经济所持的态度,特别是在信息经济处于初级阶段,政府对信息化建设的态度起着关键作用,这种态度可以通过政策、法规、发展战略或投资等方式来体现,其中最能量化的指标就是政府对信息化建设的投资政策。

第三,加强光电子信息产业的建设。众所周知,信息技术的开发与应用离不开信息技术基础设施的建设,而电话的普及、光纤到户等又离不开计算机、电子通讯设备制造业的物质支撑。中部 5 省尤其是

湖北在光电子信息产业建设方面在国内处于领先地位。中部应充分利用这一优势。

第四,吸引人才留在中部。前面通过分析,我们已知目前中部 5 省在人才储备方面在国内也是具有一定优势的,但要注意这只是潜在优势,还没有转化为真正的优势。虽然,中部 5 省在校大学生人数、从事科技活动人数较多,但是如果中部地区不能给这些人才提供很好的工作生活条件和发展机会,人才最终是会流失的。因此,中部地区政府应通过政策的制定,为吸引和留住人才尽最大努力。

[参 考 文 献]

- [1] 胡树华. 中部崛起的战略与政策研究[J]. 中国软科学, 2005, (5).
- [2] 张大朋, 周均清, 王 乘. 国内外信息化评估体系研究[J]. 情报杂志, 2004, (3).
- [3] 中国信息年鉴[C]. 北京: 中国信息年鉴期刊社, 2004.
- [4] 方德英. 基于国家信息化水平指数分析河南信息经济[J]. 情报学报, 2003, (5).
- [5] 薛伟贤, 冯宗宪, 王健庆. 中国网络经济水平测度指标体系设计[J]. 中国软科学, 2004, (8).
- [6] 林鸿洲, 邹懿玉. 新编统计学原理[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997.
- [7] Carr, N. G. IT doesn't matter[J]. Harvard Business Review, 2003, 81, (May): 41-50.
- [8] Hagel, J. and J. S. Brown. Your Next It Strategy[J]. Harvard Business Review, 2001, 79, (October): 105-113.
- [9] Mukhopadhyay, T. and S. Rajiv, K. Srinivasan. Information Technology Impact on Process output and Quality[J]. Management Science, 1997 43, (12): 1645-1659.
- [10] McAfee, Andrew. When too much IT Knowledge is a Dangerous Thing[J]. MIT Sloan Management Review, 2003, (Winter).
- [11] Maltz, Elliot and Vincent Chiappetta. Maximizing Value in the Digital World[J]. MIT Sloan Management Review, 2002(Spring).

(责任编辑 邹惠卿)

Comparative Study on Information Levels of Central China and Developed Coastal Provinces

GAO Hua, XU Xusong

(School of Economic & Management, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei, China)

Biographies: GAO Hua (1972), female, Lecturer, School of Economic & Management, Wuhan University, majoring in information industry and management science; XU Xusong (1945), female, Professor, School of Economic & Management, Wuhan University, majoring in management science.

Abstract: It is fundamental to evaluate information levels of central China for making the new development strategies. In this paper, the information evaluation indexes system is designed, and the principle component analysis is used to disclosed that the first factor is related to information technology application level, and the second one is related to human resource usage, the third factor is related to economic base and information infrastructure. We compare the central China with developed coastal provinces on information level and draw a conclusion: there exists much difference on information technology application between the central China and developed coastal provinces, however, central China still have some advantage on human resource usage, then the development strategies are provided.

Key words: central China; information level; index system; principle component analysis