

电信运营能力测度方法研究

刘秀新, 舒华英, 王里克
(北京邮电大学经济管理学院 北京 100876)

liuxiuxin2004@163.com

摘要: 本文针对电信运营能力测度现存的问题, 提出将熵的分析方法应用到电信管理领域的思想, 并设计了评价指标体系, 将熵测度的方法具体应到了 18 个省、市、自治区的电信运营能力的评价中, 得到了运营能力的测度值。

关键词: 电信运营能力; 测度方法; 熵值; 熵权

0 引言

随着社会经济的不断发展和社会交往的日益加剧, 特别是知识经济的来临, 电信业在国民经济中地位不断提高, 处于基础性、先导性和战略性地位, 并日益发挥着巨大的作用。

电信业的运营能力是反映电信业发展的重要尺度。对于电信管理部门而言, 如何科学有效的对各地区的运营能力情况进行测度、评价也成为日益重要的课题。电信业的运营涉及网络、业务等等众多动态、不确定性因素, 且运营系统内各因素之间、系统与环境之间存在着错综复杂的关联、相干、互动、反馈等效应。对运营能力的测度评价, 细化到具体指标层面上就演化成了复杂的系统问题。指标具有层次性、多元性, 有的指标甚至是冲突的, 同时, 信息的传递存在着不完全性, 而以往的类似问题的研究, 多采用加权和法、AHP 方法等, 这些方法本身存在较大的局限性, 对选取指标所包含的信息和质量无从体现, 使得对电信运营能力的评价存在着主观性、片面性、不确定性。本文根据电信行业自身的特点, 基于熵度量系统不确定性的特征, 提出电信运营能力熵测度方法, 并运用相应的评价方法进行了实例分析研究。

1 测度指标体系的设计

1.1 设计原则

基于电信运营系统具有上述特性, 在设计指标体系时, 应注意以下原则:

- (1) 灵敏性。要求指标能准确敏感地反映电信运营能力, 及时反映电信运营的真实状态。
- (2) 广泛性。处于不同发展水平的电信地区各有其特定的运营情况, 这就要求指标必须具有高度的概括能力, 能反映最本质最重要的特征。
- (3) 可测度。要求测度指标都有精确的数值表示, 由于目前公开的数据存在口径不统一、数据不全面等客观问题, 不得不承认实证数据的获取和分析有一定的局限性。

1.2 指标体系

依据设计原则, 同时考虑到在具体项目的实施应用时, 要确保指标数据的可得性, 我们参考权威的电信统计资料——《中国电信年鉴 2003 年版》, 根据其《全国电信“十五”计划

《2001—2005》纲要要点》及各省、自治区、直辖市电信管理局年度报告中的相关资料，并结合经济管理的知识，设计了如下的指标体系。

电信运营能力测度指标体系	经济指标	经济效益指标	业务总量 (亿元/百人)	
			业务收入 (亿元/百人)	
		固定资产投资 (亿元/百人)		
	业务发展指标	固定电话普及率 (部/百人)		
		移动电话普及率 (部/百人)		
	网络资源指标	传输网电信能力指标	长途光缆长度 (万公里/百人)	
		固定网电信能力指标	本地电话交换机容量 (万门/百人)	
			长途电话交换机容量 (万路端/百人)	
		移动通信能力指标	移动电话交换机容量 (万户/百人)	

2 电信运营能力测度方法

2.1 熵的概念及其性质

熵(Entropy)的概念源于热力学，后于 1948 年由香农[C.E.Shannon]引入信息论，现已在工程技术、社会经济等领域得到较为广泛的应用。熵是系统状态不确定性的一种度量。当系统可能处于几种不同状态，每种状态出现的概率为 P_i ($i = 1, \Lambda, n$) 时，该系统的熵定义为

$$E = -\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \quad (1)$$

熵具有下列的性质：

1) 可加性 熵具有概率性质，所以系统的熵等于各个状态的熵之和。

2) 非负性 系统处于某种状态的概率必为 P_i ， $0 \leq P_i \leq 1 (i = 1, 2, \Lambda, n)$ ，由公式 (1)

得 $E \geq 0$ 必成立，从而系统的熵是非负的。

3) 极值性 即当系统的状态概率为等概率 $P_i = \frac{1}{n} (i = 1, 2, \Lambda, n)$ 时，熵值达到最大，即

$$E_{\max} = \ln n \quad (2)$$

如果系统仅处于一种状态，且其出现概率 $P_i = 1$ ，则系统的熵等于 0，说明系统处于完全稳定，没有不确定性。

4) 对称性 在 n 一定时，熵取决于概率分布 P_i ，而系统的熵与其状态出现概率 P_i 的排列次序无关。

5) 加法性 系统 A, B 独立，系统 A 的熵为 $E(A)$ ，系统 B 的熵为 $E(B)$ ，则复合系统

AB 的联合熵 $E(AB)$ 为

$$E(AB) = E(A) + E(B) \quad (3)$$

2.2 熵学在管理工作中的应用

熵学本身表征一种非永恒、非平衡和非实体的思想观念。国内一些学者，已经把熵引入到管理领域中，认为熵是状态的刻度，把熵作为一个系统的状态函数，熵值大小标志着系统发展的阶段和层次，熵值是相对的、动态的。熵值越大，系统越不确定、越无序。事物在发展过程中具有努力争取自由的倾向，它们在无奈的约束条件下，自发的达到最复杂的、最无序的状态。对于一系统而言，系统的规模性影响其熵值的大小，在其他条件相同时，规模增大，熵值也会随之增加。元素的种类及元素间的关系也影响系统的熵值，系统元素间关系越多、越复杂、熵值也会越大。所拥有的信息量的增多，将导致系统的熵值减少。由于信息的输入可以改变熵值，对于管理者而言，可以针对具体的问题，通过政策、管理方法的实施，加以有效约束，改变系统的熵值，使系统向着理想的方向发展。现阶段，我国正处在与国际全面融合的进程中，各地区要根据自身的特点，量体裁衣，发挥各自的相对优势，使社会经济系统尽可能的向低熵方向发展。另一方面，对于电信、邮政、电力等涉及国计民生的行业，会在某种程度上出现平衡发展的需求，针对这种客观现象，并不完全是熵越低越好，要具体问题具体分析。

2.3 电信运营能力测度方法

本文拟通过测算各地电信运营能力各评价指标的熵值、熵权，探讨各地在各方面发展的整体情况、差异性；再通过各地运营整体能力参数值的测算，得到一个全局性的对各省、自治区、直辖市电信运营能力现状的评价。

根据电信运营特点及熵的特性，我们采取如下的测度方法。

- 1) 选取我们将要评价的省、自治区、直辖市 $i(i = 1, 2, \Lambda m)$
- 2) 建立评价指标体系，评价指标 $j(j = 1, 2, \Lambda n)$
- 3) 构造指标矩阵 X ，其元素 x_{ij} 为 i 地区的 j 指标水平值
- 4) 取各评价指标的极值 x_j^*

x_j^* : 若 j 为正指标, $x_j^* = \max(x_{ij})$;

若 j 为负指标, $x_j^* = \min(x_{ij})$ 。

本文中，根据所得指标数据的情况，我们取的为正指标，故以下的 x_j^* 为 $x_j^* = \max(x_{ij})$

- 5) 定义 x_{ij} 对于 x_j^* 的贴近度 D_{ij} ，表示 j 指标中，各地区指标值与 x_j^* 的比例关系

$$D_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*} \quad x_j^* = \max(x_{ij}) \quad (4)$$

得矩阵 $D = (D_{ij})_{m \times n}$

- 6) 对 D_{ij} 进行归一化、无量纲化处理

$$d_{ij} = D_{ij} / \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D_{ij} \quad (5)$$

$$\text{使得 } 0 \leq d_{ij} \leq 1, \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij} = 1$$

得矩阵 $d = (d_{ij})_{m \times n}$

- 7) 计算各评价指标的熵值, 定义指标 j 的熵值为 $e(d_j)$

$$e(d_j) = \frac{1}{\ln m} E_j = \frac{-1}{\ln m} \sum_{i=1}^m \frac{d_{ij}}{d_j} \ln \frac{d_{ij}}{d_j} \quad (6)$$

$$\text{其中 } d_j = \sum_{i=1}^m d_{ij}$$

- 8) 计算各评价指标的熵权, 定义指标 j 的熵权为 ω_j

$$\omega_j = \frac{1}{n - E_e} [1 - e(d_j)] \quad (7)$$

$$\text{式中, } E_e = \sum_{j=1}^n e(d_j), \text{ 且 } \omega_j \text{ 满足 } 0 \leq \omega_j \leq 1, \sum_{j=1}^n \omega_j = 1$$

熵值及熵权有以下特性:

- 各个被评价对象在指标 j 上的值完全相同时, 该指标的熵值将达到最大值 1, 权值为 0。一般的讲, 这意味着该指标未提供任何差异性信息, 该指标可以取消; 特殊的, 若管理者希望各个指标达到这种均衡状态, 即各评价对象完全一样, 或趋向于这种分布, 则可另做研究。
- 当各被测对象在指标 j 上的差异相差较大、该指标熵值较小、熵权较大时, 说明在该问题上, 各对象在该指标上有明显差异, 应重点考查。
- 熵权并不是评价问题中某指标的实际意义上的重要性系数, 而是在给定评价对象集后各评价指标值确定的情况下, 各指标的在竞争意义上的相对激烈程度系数。从信息角度看, 熵权代表在该问题中, 提供有差异信息量的多少程度。

- 9) 计算各地运营能力参数值, 定义地区 i 的运营能力参数为 S_i

$$S_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n [\omega_j (d_j^* - d_{ij})]^2} \quad i = 1, 2, \Lambda m \quad (8)$$

$$d_j^* = \max(d_{ij}) \quad i = 1, 2, \Lambda m$$

S_i 小的地区优于 S_i 大的地区, S_i 小的地区表明运营能力较强, 据此对各地区排序。

3 实例分析

我们按照上述的计算分析过程,根据《中国电信年鉴2003年版》、《中国统计年鉴2003年版》中的资料,对各省、自治区、直辖市电信管理局公布的电信运营能力相关数据进行了测度研究,但由于各地区统计口径尚未完全统一等客观原因,我们最终选取的研究对象为如表中显示的18个地区。

按照上述原则,我们得到数据(详见附表1、2),按照本文提出的方法处理后,又分别得到了表1、2。结合熵理论,从中我们可以得到以下有价值的结论。

表1——各指标的熵值、熵权数值表

指标名称	电信业务总量	业务收入	固定资产投资	固定电话普及率	移动电话普及率
指标熵值	0.9251	0.9018	0.932	0.955	0.9241
熵值排序	4	1	5	7	3
指标熵权	0.1330	0.1744	0.1207	0.0798	0.1348
熵权排序	4	1	5	7	3

指标名称	长途电话交换机容量	本地电话交换机容量	移动电话交换机容量	长途光缆长度
指标熵值	0.9707	0.9654	0.9418	0.9207
熵值排序	9	8	6	2
指标熵权	0.0519	0.0613	0.1033	0.1407
熵权排序	9	8	6	2

注:熵值排序,按其值从小到大的次序;熵权排序,按其值从大到小的次序。

表2——各地区运营能力排名表

省市公司名称	北京	天津	山西	内蒙古	吉林	江苏
S_i 值	0.00236	0.00429	0.00549	0.00514	0.00515	0.00521
最终排名	1	2	9	5	6	8

省市公司名称	福建	山东	河南	湖南	广西	重庆
S_i 值	0.00447	0.00564	0.00608	0.00588	0.00576	0.00564
最终排名	3	11	17	15	14	12

省市公司名称	四川	贵州	云南	甘肃	青海	宁夏
S_i 值	0.00591	0.0061	0.00565	0.00563	0.00501	0.00515
最终排名	16	18	13	10	4	7

注： S_i 的排序，按其值从小到大的次序。

(1) 整体来看，指标的熵值均在 0.9 以上，从绝对意义上来讲，说明各个指标的差异程度不是很大。这也表明了，我国电信发展的整体上是各地协调发展，没有出现某些地方电信能力极强而部分地区太落后的情况。另一方面，各指标熵值较大，也表明各地在充分发挥各自的相对优势上还有很大的潜力可挖，电信竞争无序程度较大，处在由无序向有序的进程中。

(2) 我们可以在表 1 中看到，业务收入、长途光缆长度、移动电话普及率这三个指标的熵值、熵权的排序名列三甲，相对来讲，说明这几个指标各地区水平差异较大。在附表 2 中，也可以观察到，这几个指标的数值跳跃性较大，竞争的激烈程度强。电信业务总量、固定资产投资、移动电话交换机容量的熵值、熵权的排序均居中，说明这三个指标的地区差异度较前面三个指标要小，比其余指标的地区差异度要大，竞争的激烈程度居中。长途电话交换机容量的熵值、熵权的排序在最后面，则标明各地区在该指标上变动最小，稳定性强。如果管理当局对某指标所反映的情况欲实施均衡策略，就应该通过调控手段，增大其熵值，减小其熵权；如果管理者希望某指标所反映的情况能够在各地区阶梯式发展，则可以反其道而行之。例如，在现在业务收入各地区差异较大的情况下，如果管理当局希望各地的业务收入慢慢趋近，可以通过资费政策、投资侧重点的调整等手段，使得业务收入低的地区向高收入转变，同时，该指标的熵权将会变小，熵值变大。

(3) 表 2 向我们展示了各地运营整体能力的排名情况。在我们选择的 18 个省份中，北京高居榜首，天津居其次，福建位列第三。对比附表 2，我们也可以看到，这三个地区的大多数指标值都处于较高的水平上，说明这几个地区的电信运营能力较强。运营能力的强弱是与管理水平、投资管理密切相关的，这也反映了这几个地区的整体管理水平、投资把握能力较强。广西、湖南、四川、河南、贵州排在最后几位，其整体的运营能力较差。我们发现，对于中国西部的省份，大多数的排名位于中等以后，这和我国的客观情况是吻合的。对于运营能力较弱的地区企业，应该努力向运营能力强的地区学习，分析造成整体水平不理想的具体原因，采取有效地管理、运营措施，将其运营能力提高到一个新的水平。

4 研究展望

熵评价方法，能充分考虑获得信息的多少和质量；熵权的分析为我们提供了如何选择关键性指标的方法。结合我们实际工作的需要，可根据熵权对评价指标进行调整、增减，以便做出更准确、客观的评价。同时，也可以利用熵权对某些指标评价值的精度进行调整，必要时，重新确定评价值和精度。本文将熵用于评价各地区电信运营能力，客观的反映各地的电信运营情况，为管理部门制定调整措施提供依据；同时也可以为电信企业及时合理地分析调整内部存在的不足提供数据支持。

需要指出的是，本文中的指标体系的设计中，由于关注于数据的可得性而没有过多的考虑地区的差异性；如果我们考虑了各地区的人均收入、ARPU值、网络利用率、市场占有率、投资收益率等等，将会产生有差异的结果。

本文的主要目的在于将熵分析的方法引入到电信运营管理领域。电信业是国家发展的支柱产业之一，有必要深入探讨并研究其运营能力、投资收益能力、协调发展能力等等，进而为电信业的规划、管制提供高效合理的决策支持，使得电信产业在国民经济建设中发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国信息产业部. 《中国电信年鉴2003年版》[M], 2003
- [2] 许治国. 系统科学[M].上海: 上海科技教育出版社.2001.04
- [3] 邱菀华. 管理决策与应用熵学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.1
- [4] 鲁晨光. 投资组合的熵理论和信息价值[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社
- [5] 邢棉, 李俊援, 汪时辉, 任峰. 电力企业信贷能力的熵评价研究[J]. 华北电力大学学报, 第30卷第6期,2003年11月
- [6] 郑秀慧,等. 熵权系数法在投资项目风险决策的应用[J]. 科技与管理,2000(2).
- [7] 杜纲,岳松涛. 房地产开发投资决策的熵权系数优化模型[J]. 数理统计与管理,1999.
- [8] 中华人民共和国国家统计局. 《中国统计年鉴2003》[M]. 中国统计出版社, 2003

A Research On the Measure of Telecommunications Operation Capability

Liu Xiu-xin Shu Hua-ying Wang Li-ke

(Economics and Management School of Beijing University of Posts and
Telecommunications, Beijing, 100876)

Abstract Based on the present measure problem of telecommunications operation capability, this paper applies the entropy theory to the management of telecommunications. The telecommunications operation capability index system is estimated by the entropy assessment method. Finally, its application is illustrated with 18 provinces and draws a conclusion.

Keywords telecommunications operation capability; measure; entropy value; entropy coefficients

作者简介:

刘秀新: 女, 1977—, 汉族, 河北沧州人, 北京邮电大学经济管理学院, 管理科学与管理工程专业, 博士研究生, 主要研究方向为通信管理、投资管理;

舒华英: 男, 1945—, 汉族, 陕西南郑人, 北京邮电大学经济管理学院, 教授 博士生导师, 主要研究领域专业方向是通信网优化规划、系统工程、管理信息系统。

附表1—原始数据表格

	人口(万人)	电信业务总量(亿元)	业务收入(亿元)	固定资产投资(亿元)	固定电话普及率(部/百人)	移动电话普及率(部/百人)	长途电话交换机容量(万路端)	本地电话交换机容量(万门)	移动电话交换机容量(万户)	长途光缆长度(万公里)
北京	1423	226.47	213	97.5	51.4	66.5	18.65	803.7	1076.6	0.39
天津	1007	83.55	59	24.8	31.7	30.5	11.53	410.9	357	0.18
山西	3294	99.3	79.9	43.3	17.1	12.7	13.98	646.9	527.7	1.67
内蒙古	2379	78.45	54.1	36.4	13.8	14.6	13.21	523.2	495.4	2.5
吉林	2699	107.77	75.9	44.9	19.3	17.1	20.88	712.3	664.4	1.33
江苏	7381	304.62	271.3	101.9	23.3	20.2	48.24	2218.6	2002.5	1.29
福建	3466	221.75	158.7	75.7	27.7	23	30.62	1200.3	1109.1	1.84
山东	9082	294.09	229.6	89	19.8	13.1	50.79	2312.5	1581	1.93
河南	9613	202.33	156.3	54.6	12.7	7.7	28.67	1521.2	926	2.3
湖南	6629	168.68	117.3	68.7	12.6	9.6	32.53	1060.3	839.9	1.86
广西	4822	118.39	90.3	59.31	11	9	28.07	663	571.7	2.32
重庆	3107	82.04	68.5	44.65	13.7	13.7	9.71	573.5	548.1	1.07
四川	8673	206.1	163.3	90.9	10.7	10	44.6	1226.4	1229.4	2.01
贵州	3837	71.94	43.5	35.7	7.4	6.5	13.98	393.7	389	1.4
云南	4333	118.53	83.1	56.7	10.5	11.7	21.06	702	734	2
甘肃	2593	59.08	45.3	36.7	12.9	8	11.06	466.1	359	1.81
青海	529	16.87	11.7	10.09	11.6	14.7	4.47	84.3	105.1	0.92
宁夏	572	19.94	13.3	9.5	16.6	13.1	4.48	124.8	97.8	0.56

附表 2——按每百人为基准，将附表 1 中除人口数外的各指标进行统一换算（保留 3 位小数），得到如下数据

	业务总量 (亿元/百人)	业务收入 (亿元/百人)	固定资 产投资 (亿元/ 百人)	固定电话普 及率(部/ 百人)	移动电话普 及率(部/ 百人)	长途电话交 换机容量(万 路端/百人)	本地电话交 换机容量 (万门/百 人)	移动电 话交换 机(万户 /百人)	长途 光缆 长度 (万 公里/ 百人)
北京	15.915	14.968	6.852	51.4	66.5	1.311	56.479	75.657	0.027
天津	8.297	5.859	2.463	31.7	30.5	1.145	40.804	35.452	0.018
山西	3.015	2.426	1.315	17.1	12.7	0.424	19.639	16.02	0.051
内蒙古	3.298	2.274	1.53	13.8	14.6	0.555	21.992	20.824	0.105
吉林	3.993	2.812	1.664	19.3	17.1	0.774	26.391	24.617	0.049
江苏	4.127	3.676	1.381	23.3	20.2	0.654	30.058	27.13	0.017
福建	6.398	4.579	2.184	27.7	23	0.883	34.631	31.999	0.053
山东	3.238	2.528	0.98	19.8	13.1	0.559	25.462	17.408	0.021
河南	2.105	1.626	0.568	12.7	7.7	0.298	15.824	9.633	0.024
湖南	2.545	1.769	1.036	12.6	9.6	0.491	15.995	12.67	0.028
广西	2.455	1.873	1.23	11	9	0.582	13.749	11.856	0.048
重庆	2.64	2.205	1.437	13.7	13.7	0.313	18.458	17.641	0.034
四川	2.376	1.883	1.048	10.7	10	0.514	14.14	14.175	0.023
贵州	1.875	1.134	0.93	7.4	6.5	0.364	10.261	10.138	0.036
云南	2.736	1.918	1.309	10.5	11.7	0.486	16.201	16.94	0.046
甘肃	2.278	1.747	1.415	12.9	8	0.427	17.975	13.845	0.07
青海	3.189	2.212	1.907	11.6	14.7	0.845	15.936	19.868	0.174
宁夏	3.486	2.325	1.661	16.6	13.1	0.783	21.818	17.098	0.098