

基于 DEA 的河北省钢铁产能评价研究

李立, 邢婷婷, 章静敏

(河北工业大学 经济管理学院, 天津 300400)

摘要:运用数据包络技术的 C^2R 模型和 BC^2 模型的投入导向模型,以从业人员人数、吨钢综合能耗、资产总计、主营业务成本作为投入指标,以单位工业总产值和总资产贡献率作为产出指标,对河北省近几年的钢铁产能适应性进行评价研究,结果表明:河北省钢铁产能并非持续性过剩或适合国民经济的发展,其产能会受国家或当地政府宏观政策和企业政策的影响。

关键词:数据包络技术;钢铁产业;产能适应性

中图分类号:F424.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2016)03-0024-05

我国自实行改革开放政策以来,钢铁产量连续19年位居世界第一,河北省钢铁产量连续13年位居全国第一,成为了河北省重要的战略支撑产业之一。然而钢铁行业在 market 需求的迅猛拉动下,一些企业开始过度集中的投资该行业,河北省2012年钢铁企业数量同比增长51.88%,从业人数同比增长92.43%,主营业务成本同比增长55.57%,利润同比减少16.32%,由此可知出现了投入增加而利润却减少的现象,过多的投入可能也出现了产能过剩。但是,目前如何判定产能过剩,用什么样的指标体系和方法判定产能过剩在钢铁行业还没有统一的认识,是分阶段钢铁产业过剩还是一直过剩都不能确定。因此我们需要用科学的方法和标准来研究河北省钢铁行业是否存在产能过剩,若过剩,还要分析过剩的原因和解决的措施。基于以上,本文使用DEA方法对该行业的产能适应性展开研究。

1 DEA 模型及其评价原理

1.1 DEA 模型

数据包络分析方法是一种效率研究方法,在1978年由美国Charnes^[1]和Cooper^[2]等提出,由中国人民大学魏权龄^[3]教授等引用到国内,经过多年的发展和专家的优化,已经具备了越来越多的优点,尤其适用于评价那些具有多投入、多产出的复杂生产系统。其主要优点体现在以下几点:第一,数据包络分析方法是一种评价决策单元生产效率的方法,它不需要考虑决策单

元投入和产出指标的个数,它也不需要分析和确定投入产出指标所构成的生产函数形式,所以它可以评价任何具有复杂生产关系的决策单元的整体效率、技术效率和规模效率;第二,它具有不考虑量纲的特点,即采用此方法衡量决策单元的效率不需要对设定的投入产出指标的单位进行统一;第三,数据包络分析方法不需要使用一些其他的方法对各个投入产出指标的权重进行计算,此方法中投入和产出变量的权重采用数学规划方法生成;第四,根据DEAP2.1软件的运行结果可以分析各个投入和产出要素的不足或冗余情况,并根据其结果对投入的资源重新进行合理的分配,从而优化企业资源,使每一种资源得到全面的利用。

1) C^2R 模型。令 $\epsilon > 0$ 是非阿基米德无穷小量, ϵ 是一个小于任何正数且大于零的数,考虑具有非阿基米德无穷小 ϵ 的 C^2R 模型的线性规划模型 P_ϵ 和其对偶模型 D_ϵ :

$$\begin{aligned} & \max \mu^T y_0 \\ & (P_\epsilon) \quad \text{s. t. } \omega^T x_j - \mu^T y_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ & \quad \omega^T x_0 = 1 \\ & \quad \omega \geq \epsilon \tilde{e}, \\ & \quad \mu \geq \epsilon e \\ & \min [\theta - \epsilon(\tilde{e}^T s^- + e^T s^+)] \\ & \text{s. t. } \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_0 \end{aligned}$$

收稿日期:2015-11-08

基金项目:河北省社会科学基金项目(HB10EYJ278)。

作者简介:李立(1968—),女,天津人,河北工业大学经济管理学院,教授,博士,研究方向:技术经济及管理;邢婷婷(1991—)女,河北赵县人,河北工业大学经济管理学院,硕士研究生,研究方向:技术经济及管理;章静敏(1981—)女,河北张家口人,河北工业大学经济管理学院,讲师,博士,研究方向:项目管理。

$$\begin{aligned} (D_{\epsilon}) \quad & \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_0 \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & s^+ \geq 0, \quad s^- \geq 0 \end{aligned}$$

上述两式中, $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T, j = 1, 2, \dots, n$, $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T, j = 1, 2, \dots, n$, $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T, u = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T, \theta$ 表示结果的有效性, n 表示决策单元的个数, m 和 s 分别表示输入和输出的个数, s^+ 和 s^- 分别为松弛变量。

$C^2 R$ 模型可以同时对决策单元的技术有效性和规模有效性进行评价, 当① $\theta^0 = 1$, 且 $s^{0-} = 0, s^{0+} = 0$, 决策单元 j_0 为 DEA 有效; ② $\theta^0 = 1$, 且 $s^{0-} = 0$ 或 $s^{0+} = 0$, 决策单元 j_0 为弱 DEA 有效; ③若 $\theta^0 < 1$, 决策单元 j_0 的 DEA 不是有效。

2) BC^2 模型。在模型中引入阿基米德无穷小量 ϵ , 可以得到如下的线性规划模型:

$$\begin{aligned} \max \quad & (\mu^T y_0 + \mu_0) \\ (\bar{P}_{\epsilon}) \quad & \text{s. t. } \omega^T x_j - \mu^T y_j - \mu_0 \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \omega^T x_0 = 1 \\ & \omega \geq \epsilon \tilde{e}, \mu \geq \epsilon e \end{aligned}$$

$(\bar{P}_{\epsilon})$ 的对偶规划 $(\bar{D}_{\epsilon})$ 如下:

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta - \epsilon(\tilde{e}^T s^- + e^T s^+) \\ \text{s. t. } \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^- = \theta x_0 \\ (\bar{D}_{\epsilon}) \quad & \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - s^+ = y_0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & s^+ \geq 0, s^- \geq 0, \lambda_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

BC^2 模型可以分别对纯技术效率和规模效率进行评价, 当①若 $\theta^0 = 1$, 且 $s^{0-} = 0$ 或 $s^{0+} = 0$, 则决策单元 j_0 为弱 DEA 有效; ② $\theta^0 = 1$, 并且 $s^{0-} = 0, s^{0+} = 0$, 则决策单元 j_0 为 DEA 有效。

通过对上面的 $C^2 R$ 模型和 BC^2 模型分析可知, 如果在生产活动中决策单元 j_0 在 $C^2 R$ 模型下为 DEA 有效时, 那么决策单元的技术管理和规模效益都达到了最佳水平, 即在当前的技术和规模条件下不存在产能过剩。而当在生产活动中 $C^2 R$ 模型下的 DEA 无效时, 我们需要来评价 BC^2 模型下的 DEA 是否有效, 当 DEA 有效时, 说明在生产活动中决策单元 j_0 为技术有效, 而规模无效, 即该行业由于当前的规模效益没有达到最佳水平, 出现了产能过剩。

1.2 DEA 评价产能适应性的原理

技术效率可由纯技术效率与规模效率相乘得到, 技术效率指的是在投入要素确定的情况下, 一个行业实际产出与同样投入要素下的最大产出之比, 本文认为同样投入要素下的最大产出即为生产能力, 当这个比例小于 1 的时候, 认为生产能力过大, 即出现了产能过剩。纯技术效率, 衡量企业在资源投入上是否存在无效率, 即是否存在某些投入要素的超量投入。规模效率测度企业在某一生产点与规模有效点的差距, 衡量规模经济的有效发挥程度。论文中首先利用 $C^2 R$ 模型计算出各年河北省钢铁产业的技术效率, 若技术效率为 1, 则说明现有的资源达到了最佳的利用能力, 不存在资源的浪费, 也就不存在产能过剩; 若技术效率不为 1, 那么再利用 BC^2 模型计算纯技术效率和规模效率, 分析技术效率不为 1 的原因, 并根据原因提出针对性的建议和解决措施。

2 评价指标的选择

近年来随着该行业的不断发展, 资源、环境与产业发展的矛盾也愈加明显, 资源短缺、能源高耗、环境污染等问题日益严重, 同时大量低产能、分散型中小钢铁企业的存在, 也加大了钢铁行业改造的难度, 我们已经不能仅仅用钢铁的产量和销售量的对比来衡量河北省钢铁产业是否存在产能过剩, 我们应该从整个钢铁产业的投入和产出来评价是否存在产能过剩。所以本文利用 DEA 模型的多投入和多产出的特点来评价河北省钢铁产业是否存在产能过剩, 建立的 DEA 模型中的投入和产出指标^[4-5]如下:

表 1 河北省钢铁产能评价指标

目标层	指标层		单位
河北省钢铁产能评价	输入	吨钢综合能耗	kg 标准煤/t 钢
		从业人员	万人
		主营业务成本	亿元
		资产总计	亿元
	输出	主营业务收入	亿元
		总资产贡献率	

指标的意义:

吨钢综合能耗: 钢铁行业是高能耗行业, 水、电、热等投入都有各自的单位, 所以能源投入用每个钢铁企业每生产一吨钢的综合总能耗来表示。

从业人员: 在《河北经济统计年鉴》查找的资料中每年的从业人数不同, 而钢铁行业劳动力的投入是一项重要的投入, 所以选取从业人员的数量作为一项投入指标。

主营业务成本: 钢铁行业的生产过程既复杂又长, 需要经过原材料的开采、运输、加工等才能得到成

品,而且燃料也是其主要的投入成本,所以选取主营业务成本作为一项投入指标。

资产总计:指企业自己拥有或自己能控制的以货币计量的经济资源,包括各种财产、债权和其他权利,反映产业占用社会资源的多少。

单位工业总产值:是以货币表现的工业企业在报告期内生产的工业产品总量,本文中折算为报告期的总价值。

总资产贡献率:总资产贡献率(%)=(利润总额

+税金总额+利息支出)/平均资产总额×100 %,反映企业全部资产的获利能力,是评价和考核企业盈利能力的核心指标。

3 河北省钢铁产能实证研究

3.1 数据的选择

从《河北经济年鉴》选取了 2009—2012 年规模以上行业中钢铁行业的数据,并结合建立的投入—产出指标,得到表 2 的数据。

表 2 2009—2012 投入和产出指标值

指标	2009	2010	2011	2012
从业人员(万人)	49.92	54.72	54.09	96.06
主营业务成本(亿元)	6 777.99	8 370.94	10 358.86	10 544.2
吨钢综合能耗(千克标准煤/吨)	565.43	562.49	571.81	571.55
资产总计	6 606.1	7 970.21	9 033.57	9 856.6
单位工业总产值	15.39	19.3	26.79	16.20
总资产贡献率	8.13	7.37	6.91	6.07

数据来源:《河北经济统计年鉴》。

3.2 结果分析

利用 DEAP2.1 软件作为分析工具,把各指标值输入到 EXCEL 表格中,产出在前,投入在后,保存文本后,首先运用 C²R 模型中投入导向型运行此软件,得到各年河北省钢铁产业的技术效率,如表 3 所示。

表 3 C²R 模型下河北省钢铁产业技术效率

年份	技术效率
2009	1.000
2010	0.975
2011	1.000
2012	0.793

从表 3 可知 2009 年、2011 年河北省钢铁产业技术效率均为 1,即这两年同样投入下钢铁的产出适应社会的需求,不存在产能过剩,钢铁产业的投入得到了最佳的利用,没有投入浪费;而 2010 年和 2012 年的技术效率为 0.975 和 0.793,说明出现了产能过剩的情况,且 2012 年过剩的情况要比 2010 年严重。2010 年到 2011 年的转变可能是因为国家在 2010 年 1 月 20 日对产业结构的调整,以及淘汰落后产能工作的实施,并且政府的政绩开始受到一些行业产能适

应性的影响,在这种情况下,地方政府开始加强淘汰落后产能的工作,鼓励创新,并且开始对一些技术设备落后的企业调控,于是一些小型落后的企业被淘汰。而产能由不过剩年份向过剩年份的转变可能是因为政策实施一段时间以后政府管制放松,一些技术装备落后的小企业的运营造成了过多产能的浪费。因此虽然我们知道产能过剩,但无法得知产能过剩的具体原因,因此需要利用 BC² 模型的投入导向模型进一步进行分析,运行 DEAP2.1 软件,得到表 4 的结果。

表 4 BC² 模型下河北省钢铁产业效率值

年份	技术效率	纯技术效率	规模效率
2009	1.000	1.000	1.000
2010	0.975	1.000	0.975
2011	1.000	1.000	1.000
2012	0.793	0.984	0.806

对于 2010 年的运行结果,如下所示:

Results for firm:2
Technical efficiency =1.000
Scale efficiency=0.975
PROJECTION SUMMARY:

variable		OV	RM	SM	PV
output	1	7.370	0	0	7.370
output	2	19.300	0	0	19.300
input	1	7 970.210	0	0	7 970.210
input	2	562.490	0	0	562.490
input	3	8 370.940	0	0	8 370.940
input	4	54.720	0	0	54.720

由以上可知,2010 年河北省钢铁行业的纯技术效率为 1,规模效率为 0.975,纯技术效率表示钢铁行业在同样投入要素下实现最大产出的能力,规模效率反映行业的规模是否适应社会发展与市场的需求,这说明 2010 年河北省钢铁行业从技术角度来说没有投入需要减少、没有产出需要增加,所以 2010 年河北省钢铁产能过剩是由于规模不经济导致的,而导致规模

不经济的原因可能是一些小企业存在设备的闲置,导致这些设备应有的产出不存在,而出现了产能过剩。

对于 2012 年的运行结果如下所示:

Results for firm:4
Technical efficiency=0.984
Scale efficiency=0.806
PROJECTION SUMMARY:

variable		OV	RM	SM	PV
output	1	6.070	0	1.300	7.370
output	2	16.200	0	3.100	19.300
input	1	9 856.600	-156.243	-1 730.147	7 970.210
input	2	571.550	-9.060	0	562.490
input	3	10 544.200	-167.143	-2 006.117	8 370.940
input	4	96.060	-1.523	-39.817	54.720

由以上可知,2012 年河北省钢铁产业纯技术效率为 0.984,规模效率为 0.806,出现了产能过剩。第一产出总资产贡献率产出不足,应该比现在增加 1.3 亿元,第二产出单位工业总产值也不足,应该比现在增加 3.1 亿元。而四项投入均出现了投入冗余,总资产投入冗余 $1730.147+156.243=1886.39$ 亿元,吨钢综合能耗投入冗余 9.06 千克标准煤/吨,主营业务成本投入冗余 $167.143+2006.117=2173.26$ 亿元,从业人员投入冗余 $1.523+39.817=41.34$ 万人。由具体数据的分析可知,2012 年河北省钢铁各项投入均存在严重冗余,然而却产出不足,说明投入的资源没有全部被利用,即 2012 年河北省钢铁产业出现了严重过剩。

对于钢铁产业来说,投入因素和产出因素都是决策单元可决定的,但是在投入冗余的时候产出却严重不足,其原因可能是技术落后、产业结构不完整导致的,尤其是那些小型钢铁企业,由于没有先进的生产技术,大量人力的投入集中到了体力劳动上,其实造成了一定社会资源的浪费,也增加了生产成本。资产投入冗余,可能是因为一些生产钢铁的旧设备仍在使

过 DEAP2.1 软件的计算,结果表明:河北省钢铁产能并非持续性过剩或适合国民经济的发展,其产能会受国家或当地政府宏观政策和企业政策的影响。即河北省钢铁行业的产能不是一直过剩。

针对河北省钢铁产能过剩的现状,应该从以下几个方面优化:一、提高政府机构调控机制,加大落后产能的淘汰工作,把一些生产技术落后的小企业合并到具有先进的生产技术设备和创新水平高的大企业当中。二、加快产品结构的调整,由原来单一的粗钢、钢材等品种转向高端深加工的型钢及高科技领域需要的钢产品,从而建立一套完整的河北省钢铁品种需求体系。三、加快工艺技术装备结构优化升级,采用先进的生产技术,减少人员和资源的浪费。

参考文献

[1] BANKER R D A CHARNES,W W COOPER. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in date envelopment analysis[J]. Management Science,1984(30):1078—1092.
[2] CHARNES A W COOPER. Measuring the efficiency of decision-making units[J]. European Journal of Operational Research,1978(2):429—444.
[3] 魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京:科学出版社,2004.
[4] 张启平,刘业政,刁翠霞. 面向社会经济发展水平的钢铁生产效率 DEA 动态评价[J]. 系统工程理论与实践,2012(11):2577—2584.
[5] 董晓东,骆星星,沈玉志. 基于 Malmquist 指数分解模型的钢铁产业效率研究[J]. 财会通讯,2012(11):141—143.

4 结论及建议

基于规模以上钢铁行业的数据和选定的指标,通

(下转第 31 页)

灰色预测具有在小样本数据下,可以达到较高精度要求,缺点是容易受外界干扰,随机波动性大,经累加后指数规律不明显。在算法中初始值选取,紧邻均值生成有待改进。马尔科夫链使用随机过程的状态转移行为,刚好可以弥补灰色预测的局限。残差灰色模型具有平稳过程,等均值等特点,满足马尔科夫要求,两者结合,实现优势互补。但是马尔科夫模型状态出现的频率近似有频率来计算的,所以在小样本情况下容易出现不稳定性和不确定性。因此采用多步平均法来弥补这一缺陷,实例中证明此算法可以很好提高预测精度。对状态数量确定和相对误差范围计算预测结果有待深入研究。

参考文献

[1] 杨华龙,刘金霞,郑斌. 灰色预测 GM(1,1)模型的改进及应用[J]. 数学的实践与认识,2011(23):39—46.

[2] 刘宗明,贾志绚,李兴莉. 基于灰色马尔科夫链模型的交通量预测[J]. 华东交通大学学报,2012(1):30—34.

[3] 夏耀杰,程浩忠. 基于改进灰色马尔科夫预测法的中长期负荷预测[J]. 电力需求侧管理,2015(1):21—25.

[4] 刘笑冰,陈建成,何忠伟. 基于 MGM(1,N)模型的北京创意农业发展灰色预测[J]. 中国人口. 资源与环境,2013(4):62—66.

[5] 夏秀峰,董彦军. 基于改进马尔科夫模型的航空备件需求预测[J]. 兵工自动化,2013(11):39—41,48.

Predict the Development of Creative Industries of Beijing Based on Improved GM Markov Model

LIU Hong-yan, QI Xiao-yun

(department of Economic Management, North China Electric Power University, Baoding Hebei 071003, China)

Abstract: Creative industry output is influenced by lots of surroundings factors Even the output appears a partial large distortion in some years. Through literature study, First through the gray model prediction output, then increased regularity by residual correction model(two residual accumulation), Finally, improving the forecast accuracy meet to requirements using Improved Markov chain based on residuals error correction of the gray mode, research on validation algorithms effectiveness data Of the creative industry output of Beijing for 2005—2014. The advantage of this algorithm is that s making up the small data of gray mode and randomness large, correcting distortion and improving goodness of fit.

Key words: creative Industry of Beijing; Grey model; residual error correction; improved gray Markov

(上接第 27 页)

Research on Capacity Adaptability of Steel Industry in Hebei Province Based on DEA

LI Li, XING Ting-ting, ZHANG Jing-min

(School of Economy and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300400, China)

Abstract: This paper uses C^2R model and BC^2 model of DEA about the input oriented model to study the capacity adaptability of steel industry in Hebei Province. It sees the number of employees, energy consumption per ton, total assets, main business costs as input indicators, and the unit of industrial output, total assets contribution rate as output indicators. The results show that the steel industry is not always over capacity in Hebei Province, and also does not always meet the development of national economy. The capacity adaptability of steel industry may be influenced by the policy that local government and companies make.

Key words: data envelopment analysis; steel industry; capacity adaptability