

马占新 马生昀 包斯琴高娃 著

数据包络分析及其 应用案例



科学出版社

数据包络分析及其应用案例

马占新 马生昀 包斯琴高娃 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

为了进一步推进数据包络分析(DEA)方法的应用研究,本书以数据包络分析应用为导向,主要探讨 DEA 模型及其应用问题.第 1 章综述 DEA 方法近 30 年的主要研究进展.第 2 章和第 3 章介绍基本 DEA 模型及其性质.第 4 章和第 5 章介绍广义 DEA 方法的构造思想、基本模型和灵敏度分析问题.第 6 ~ 9 章给出具有非期望输出广义 DEA 模型、基于交叉效率的广义 DEA 模型、基于面板数据的广义 DEA 模型和基于聚类分析的广义 DEA 模型及其应用.第 10 章和第 11 章分析中国商业银行效率与城市发展有效性问题.第 12 ~ 14 章对煤电联营企业的模式与效率、工业企业相对效益与总体增长状况、中国医药上市公司并购绩效进行分析.第 15 章探讨高等学校计算机实验室综合绩效评估方法.第 16 ~ 18 章探讨 DEA 方法在多指标生物信息综合分析中的应用问题.

本书可供数学系、管理系、经济系的本科生、研究生和教师使用,也适合经济、管理领域从事数据分析和评价的工作人员参考.

图书在版编目(CIP)数据

数据包络分析及其应用案例/马占新等著. —北京:科学出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-03-036776-1

I. ①数… II. ①马… III. ①包络-系统分析-数学模型 IV. ① N945.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013) 第 036513 号

责任编辑:王丽平/责任校对:钟 洋
责任印制:钱玉芬/封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 3 月第 一 版 开本: B5(720 × 1000)

2013 年 3 月第一次印刷 印张: 21 1/4

字数: 410 000

定价: **88.00 元**

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

数据包络分析 (data envelopment analysis, DEA) 是美国著名运筹学家 Charnes 等提出的一种效率评价方法, 经过 30 多年的发展现已成为管理学、经济学、系统科学等领域中一种常用而且重要的分析工具. 某些运筹学和经济学的的主要刊物, 如 *Annals of Operations Research*(1985), *European Journal of Operational Research*(1992), *Journal of Productivity Analysis*(1992), *Journal of Econometrics*(1990) 等都先后出版了 DEA 研究的特刊. 从 DEA 30 年的发展历史看, DEA 方法在经济管理学科中的应用十分广泛, 其中比较主要的方向有技术经济与技术管理、资源优化配置、绩效考评、人力资源测评、技术创新与技术进步、财务管理、银行管理、物流与供应链管理、组合与博弈、风险评估、产业结构分析、可持续发展评价等. 有关统计数据表明, 自 1978 年以来 DEA 方法的研究保持了持续、快速增长的趋势. 特别是在 2000 年以后, DEA 方法的应用迅速增长, 应用的范围也在不断扩大, 已经成为经济管理学科中的热点研究领域.

我开始对 DEA 的研究是在 1996 年, 当时我考入大连理工大学管理学院攻读博士学位, 在导师唐焕文教授的指导下开始研读 DEA 方面的文章, 并把对 DEA 的研究作为博士论文的选题方向. 尽管当时关于 DEA 的研究已经取得了众多进展, 不论 DEA 理论还是应用都获得了空前发展, 但 DEA 方法本身仍然存在着不同程度的局限性. 例如, DEA 方法仅是一种效率评价方法, DEA 方法给出的结果只是一种相对结果, DEA 有效前沿面的构造仍未走出随机化的困境等.

由于我在硕士期间的研究方向是格论和模糊数学, 从专业直觉上感到偏序集理论和 DEA 方法之间可能存在着某种必然联系, 在导师唐焕文教授和赵萃魁教授的鼓励下, 我开始探讨数据包络分析与偏好理论之间的关系, 到 2003 年为止, 我用了 8 年时间初步建立了基于偏好理论的 DEA 方法理论新体系. 通过研究发现: ①从偏序集的理论出发不仅可以刻画 DEA 有效的本质特征, 给出不同于 Charnes 和 Cooper 等的原始解释, 而且, 还可能为离散型 DEA 模型的建立找到出路. ②该理论打通了 DEA 方法与其他众多传统评价理论之间的联系. 例如, 原有的模糊综合评价方法只能评价结果的好坏, 而不能说明无效的原因, 该结果的提出为这一问题的解决找到了出路. ③由于传统 DEA 方法产生的基础是经济系统的公理体系, 所以并不一定适合非经济领域的问题. 该项研究为 DEA 方法在非经济领域中的应用找到了根据.

同时, 我开展的另一项研究是广义 DEA 方法的研究. 如果将效率评价问题比

较的对象分为群体内部单元和群体外部单元两类,那么,传统 DEA 方法能够评价的也只是第一类中的一部分问题,即它只能给出相对于优秀单元的信息,而广义 DEA 方法却可以依据任何单元集进行评价.从 1998 年起,随着对基于偏好理论的 DEA 有效性研究的深入,我逐渐发现传统 DEA 方法存在着许多局限性.例如,①在高考中,一般考生更关心自己的分数是否超过了录取线,而不是和优秀考生的差距.②在由计划经济向市场经济转型时,决策者不是看哪个企业更有效,而是要寻找按市场经济配置的改革样板进行学习.③和每个单元进行比较不仅浪费时间和资源,而且有些比较可能是没有意义的.为了解决这些问题,我在最近 10 年间将精力主要集中在广义 DEA 方法的研究,陆续提出了基于 C^2R 模型和 BC^2 模型的广义 DEA 模型 (2002)、基于 C^2WH 模型的广义 DEA 模型 (2006)、基于 C^2W 模型的广义 DEA 模型 (2009)、基于 C^2WY 模型的广义 DEA 模型 (2011)、基于面板数据的广义 DEA 模型 (2010)、基于模糊综合评判的广义 DEA 模型 (2001)、用于多属性决策单元评价的广义 DEA 模型 (2011) 等,初步建立了广义 DEA 方法的理论和方法体系.

1999~2001 年,我在哈尔滨工程大学博士后流动站期间,在戴仰山教授和任慧龙教授鼓励和帮助下,开始风险评估方面的研究,完成了博士后出站报告“综合评价与安全评估中若干模型与方法研究”,初步探讨了广义 DEA 方法在风险评估领域中的应用问题.2001 年博士后出站后,我应内蒙古大学邀请,积极投身到祖国西部建设中,有幸成为第一位到内蒙古大学从事经济管理学研究工作的博士后出站人员.2001~2012 年,我指导的博士研究生和硕士研究生先后有 32 人陆续加入到 DEA 研究队伍中.12 年间,内蒙古大学 DEA 研究团队基本形成,DEA 的研究经历了从无到有的过程,同时,还有不少教师开始关注 DEA 方法研究,陆续加入到 DEA 研究队伍中,进一步增强了内蒙古大学 DEA 研究团队的实力.这段时间我们还对联合型、竞争型与重组型组合效率评价、DEA 软件系统开发、综合 DEA 模型、基于工程效率的 DEA 有效性含义、经济系统有效性评价、DEA 方法在生物物理领域中的应用等问题进行了研究.在内蒙古大学工作的 12 年间,整个 DEA 团队不仅给我带来了学术研究与合作的快乐,同时也培养了深厚的友谊.特别是当大家热心于 DEA 的研究,并不断取得新进展的时候,我的欣慰和快乐是无法言表的.

本书以 DEA 模型和广义 DEA 模型的应用为主线,从我们以往的工作中遴选了一些和 DEA 应用有关的内容进行系统介绍,希望以此能为推动 DEA 方法的应用研究尽一份微薄之力.本书的编排和撰写主要由马占新、马生昀和包斯琴高娃完成,另外,马占英、孙娜、伊茹、贾晶莹、王丽、马雯璐、吴佳男、侯翔、李鹏等也参加了本书的工作.

第 1 章 马占新;

第 2 章 马占新,马占英;

- 第 3 章 马占新, 马生昀;
- 第 4 章 马占新;
- 第 5 章 孙娜, 马占新;
- 第 6 章 马生昀, 马占新, 王丽;
- 第 7 章 马占新, 侯翔, 包斯琴高娃;
- 第 8 章 马占新, 温秀晶, 马雯璐;
- 第 9 章 马生昀, 马占新;
- 第 10 章 马占新, 马雯璐, 马生昀;
- 第 11 章 马占新, 伊茹, 李鹏;
- 第 12 章 马占新, 贾晶莹, 马生昀;
- 第 13 章 马占英;
- 第 14 章 马占新, 吴佳男;
- 第 15 章 马占英;
- 第 16 章 包斯琴高娃;
- 第 17 章 包斯琴高娃;
- 第 18 章 包斯琴高娃.

本书第 1 章综述 DEA 方法近 30 年的主要研究进展. 第 2 章介绍基本 DEA 模型及其性质. 第 3 章对一些常用 DEA 模型进行简要介绍, 以方便读者的应用. 第 4 章从应用的角度系统介绍广义 DEA 方法的构造思想和基本模型. 第 5 章对广义 DEA 有效性及其灵敏度分析问题进行研究. 第 6 章给出具有非期望输出广义 DEA 模型及其在经济发展评价中的应用. 第 7 章给出基于交叉效率的广义 DEA 模型及其应用. 第 8 章给出基于面板数据的广义 DEA 模型及其应用. 第 9 章给出基于聚类分析的广义 DEA 模型及其应用. 第 10 章应用 Malmquist 指数 DEA 模型分析中国商业银行效率问题. 第 11 章应用 DEA 方法分析城市发展有效性问题. 第 12 章对煤电联营企业的模式与效率进行分析. 第 13 章对工业企业相对效益与总体增长状况进行分析. 第 14 章对中国医药上市公司并购绩效进行分析. 第 15 章探讨高等学校计算机实验室综合绩效评估方法. 第 16 章给出基于 DEA 的生物信息评价方法. 第 17 章和第 18 章探讨广义 DEA 方法在多指标生物信息综合分析中的应用问题.

我在研究过程中, 得到了许多前辈和朋友的大力支持. 美国著名管理运筹学家 Cooper 教授、中国人民大学魏权龄教授、内蒙古大学陈国庆教授给予我许多指导和帮助, 我在此表示深深的感谢! 同时, 也要深深感谢一直关心和支持我的同学、同事和朋友们, 他们的支持和帮助是我前进的动力. 最后, 我还要特别感谢父母和家人几十年来默默的支持和无私的帮助.

本书的出版得到了国家自然科学基金 (71261017, 70961005, 70501012) 的资助, 在此表示诚挚的感谢!

马占新

2012 年 9 月 1 日于内蒙古大学

目 录

前言

第 1 章 数据包络分析方法的研究进展	1
1.1 DEA 方法的研究进展	3
1.1.1 DEA 模型的进展	3
1.1.2 DEA 相关理论的进展	5
1.1.3 DEA 方法的应用进展	7
1.2 DEA 方法的工作步骤	11
1.2.1 明确问题阶段	11
1.2.2 建模计算阶段	11
1.2.3 分析结果阶段	12
1.3 DEA 方法研究中值得关注的几个方向	12
参考文献	13
第 2 章 基本 DEA 模型 —— C^2R 模型和 BC^2 模型	20
2.1 C^2R 模型及其性质	21
2.1.1 基于工程效率概念的 C^2R 模型	21
2.1.2 基于生产函数理论的 C^2R 模型	23
2.2 评价技术有效性的 BC^2 模型	40
参考文献	46
第 3 章 DEA 模型及其拓展	47
3.1 基于不同规模收益的 DEA 模型	47
3.1.1 基于规模收益不变的 DEA 模型	47
3.1.2 基于规模收益可变的 DEA 模型	49
3.1.3 基于规模收益非递增的 DEA 模型	50
3.1.4 基于规模收益非递减的 DEA 模型	52
3.2 带有权重约束的 DEA 模型	53
3.2.1 带有偏好锥的 DEA 模型	53
3.2.2 含有偏好信息的 DEA 模型	55
3.3 具有无穷多个决策单元的 C^2W 模型	56
3.4 综合 DEA 模型	58

3.5	超效率 DEA 模型	61
3.6	随机 DEA 模型	62
3.7	模糊 DEA 模型	63
	参考文献	64
第 4 章	基本的广义 DEA 模型	65
4.1	广义 DEA 方法提出的背景	65
4.1.1	问题提出的背景	65
4.1.2	广义 DEA 方法与传统 DEA 方法的关系	66
4.2	基本的广义 DEA 模型	67
4.2.1	满足规模收益不变的广义 DEA 模型	67
4.2.2	满足规模收益可变的广义 DEA 模型	71
4.2.3	一个综合的广义 DEA 模型	71
4.3	广义 DEA 有效性含义	76
4.4	广义 DEA 有效性的判定方法	79
4.5	基于广义数据包络面的排序方法	82
4.6	广义 DEA 方法在企业效率分析中的应用	83
	参考文献	85
第 5 章	广义 DEA 有效性及其灵敏度分析	87
5.1	广义 DEA 有效性分析	87
5.1.1	广义 DEA 有效性分类	87
5.1.2	多准则广义 DEA 有效性研究	97
5.1.3	决策单元在样本前沿面上的投影	102
5.1.4	实例分析	104
5.2	广义 DEA 有效的灵敏度分析	106
5.2.1	规模收益不变的广义 DEA 有效的灵敏度分析	106
5.2.2	规模收益可变的广义 DEA 有效的灵敏度分析	116
5.2.3	实例分析	118
	参考文献	122
第 6 章	具有非期望输出的广义 DEA 模型	123
6.1	具有非期望输出广义 DEA 模型及性质	123
6.1.1	模型的构造与有效性判定	123
6.1.2	广义 DEA 有效与 Pareto 有效的等价性分析	131
6.1.3	具有非期望输出 DEA 模型的含义与决策单元排序方法	135
6.2	内蒙古经济发展综合效率评价	135
6.2.1	内蒙古经济发展综合评价指标体系的构建	135

6.2.2 内蒙古经济发展水平的综合评价	136
参考文献	145
第 7 章 基于交叉效率的广义 DEA 模型	146
7.1 广义 DEA 交叉效率评价方法	146
7.1.1 平凡型广义 DEA 交叉效率分析方法	147
7.1.2 利众型广义 DEA 交叉效率分析方法	148
7.1.3 排他型广义 DEA 交叉效率分析方法	149
7.2 山西煤炭上市公司经济效益的实证分析	149
7.2.1 指标的选取与数据来源	150
7.2.2 山西省 2003~2008 年煤炭上市公司交叉效率的测度	150
7.2.3 山西省 2003~2008 年煤炭上市公司交叉效率分析	151
7.3 结束语	152
参考文献	152
第 8 章 基于面板数据的广义 DEA 模型	154
8.1 基于面板数据广义 DEA 模型及有效性分析	154
8.2 中国能源利用效率的测算与分析	156
8.2.1 中国能源利用效率综合指数的测评	157
8.2.2 中国各省份 1998~2007 年能源利用效率分析	159
8.3 基于面板数据的中国煤炭上市公司经济效率分析	161
8.3.1 中国煤炭上市公司经济效率测评	162
8.3.2 中国煤炭上市公司经济效率分析	163
8.4 基于面板数据的中国商业银行效率分析	165
8.4.1 中国商业银行评价指标体系的选取	165
8.4.2 中国商业银行的效率分析与比较	166
参考文献	173
第 9 章 基于聚类分析的广义 DEA 模型	175
9.1 基于聚类分析的广义 DEA 方法	176
9.2 基于模型 ($DG_{cluster}$) 的中国各省经济发展状况评价	179
9.3 基于模型 ($DG_{cluster}$) 的内蒙古盟市经济发展状况评价	183
参考文献	186
第 10 章 基于 Malmquist 指数的中国商业银行效率分析	188
10.1 基于 Malmquist 指数的银行效率研究现状	188
10.2 Malmquist 指数模型	190
10.2.1 Malmquist 指数的定义	190
10.2.2 Malmquist 指数的分解形式	192

10.2.3	Malmquist 指数及其相关概念的经济含义·····	193
10.3	中国商业银行全要素生产率分析·····	193
10.3.1	Malmquist 指数的 FGNZ 分解与 RD 分解的比较·····	194
10.3.2	中国商业银行全要素生产率及其相关指标的计算结果·····	195
10.3.3	中国商业银行 2002~2009 年全要素生产率分析·····	196
	参考文献·····	201
第 11 章	基于 DEA 的城市发展有效性分析 ·····	203
11.1	基于 DEA 的城市土地经济效率分析·····	203
11.1.1	用于城市土地经济效率分析的定量模型·····	203
11.1.2	中国城市 2007 年土地利用经济效率分析·····	205
11.2	基于 DEA 的小城镇发展可持续性评价·····	208
11.2.1	用于小城镇可持续发展综合评价的定量模型·····	209
11.2.2	呼和浩特市小城镇可持续发展综合分析·····	211
11.3	DEA 方法在城市竞争力评估中的应用·····	214
11.3.1	城市竞争力评价指标体系的确定与数据收集·····	214
11.3.2	基于主成分分析的山东省城市竞争力分析·····	215
11.3.3	基于 DEA 的山东省城市竞争力综合分析·····	218
	参考文献·····	222
第 12 章	基于 DEA 的煤电联营企业生产绩效分析 ·····	224
12.1	煤电联营企业运行状况的综合分析·····	224
12.1.1	煤电联营企业绩效评价指标体系的建立·····	224
12.1.2	用于煤电联营企业绩效评价的 DEA 方法·····	225
12.1.3	煤电联营企业运行状况的绩效分析·····	226
12.2	煤电联营企业机组运行效率分析·····	229
	参考文献·····	235
第 13 章	广义 DEA 方法与经济系统分析 ·····	236
13.1	工业企业相对效益与总体增长状况分析·····	236
13.1.1	用于工业企业经济效益有效性评估的非参数方法·····	236
13.1.2	中国西部地区工业企业经济效益分析·····	239
13.2	基于面板数据的中国省际经济运行效益研究·····	242
13.2.1	一种基于面板数据的地区经济效益评价方法·····	242
13.2.2	中国地区经济运行效益的实证分析·····	244
13.3	基于面板数据的中国省际经济业绩综合分析·····	248
13.3.1	应用面板数据分析地区经济业绩的非参数方法·····	248
13.3.2	用于地区经济业绩有效程度测评的计量模型·····	249

13.3.3 中国各省经济业绩的有效性分析	251
参考文献	254
第 14 章 中国医药上市公司并购绩效分析	255
14.1 模型的建立与数据收集	255
14.2 中国医药上市公司并购绩效分析	257
14.2.1 中国医药上市公司并购的总体绩效分析	258
14.2.2 中国医药上市公司并购的年度绩效对比分析	260
14.2.3 关联并购对医药上市公司并购绩效的影响分析	262
14.2.4 不同交易规模医药上市公司并购绩效的对比分析	264
14.3 医药上市公司并购的结论与建议	265
参考文献	266
第 15 章 高校计算机实验室综合评估与绩效管理	267
15.1 基于偏序集理论的绩效评估模型	267
15.2 权重受限的绩效评估模型	269
15.3 高等学校计算机实验室的作用与内部管理	272
15.3.1 计算机实验室在高校整体建设中的目标与定位	272
15.3.2 计算机实验室在高校教学、科研中的作用	273
15.3.3 高校计算机实验室的内部管理	274
15.4 用于计算机实验室绩效评价的定量方法	277
参考文献	279
第 16 章 基于 DEA 的生物信息评价方法	280
16.1 实验装置及实验设计	281
16.1.1 实验装置	281
16.1.2 实验设计	281
16.2 电场处理种子幼苗单项评价指标分析与计算	282
16.2.1 幼苗形态指标的量取和测定	282
16.2.2 幼苗生理生化指标的测定和计算	282
16.3 用于电场处理效果综合评价的 DEA 方法 (Elc-Pla)	283
16.3.1 用于评价电场对幼苗形态指标影响的 DEA 模型	283
16.3.2 用于评价电场对幼苗生理生化指标影响的 DEA 模型	284
16.3.3 用于生物效应——电场强度影响有效性分析的方法	285
16.4 电场对小麦种子影响的结果分析	286
16.4.1 电场对小麦种子影响的单指标分析	287
16.4.2 电场对小麦种子影响的综合分析	292
16.5 结束语	294

参考文献	295
第 17 章 广义 DEA 方法与多指标生物信息分析	296
17.1 多指标生物信息非参数综合分析技术 (MIBI-T)	296
17.1.1 个体单元的有效性测度方法	297
17.1.2 处理组与对照组单元的比较和分析方法	299
17.2 MIBI-T 方法在电场处理种子有效性分析中的应用	300
17.2.1 实验装置与方法	300
17.2.2 计算结果与分析	301
17.3 结束语	309
参考文献	309
第 18 章 基于 DEA 的电场对种子影响的时效性分析	312
18.1 用于分析电场对作物种子影响时效性的定量方法	313
18.2 应用 E-Time 方法分析电场对小麦种子影响的时效性	315
18.2.1 实验装置和方法	315
18.2.2 电场处理小麦种子的形态指标的有效性分析	315
18.2.3 不同电场不同贮存时间处理小麦种子的中心位移分析	319
18.3 结束语	322
参考文献	322
索引	325

第 1 章 数据包络分析方法的研究进展

首先,对近年来 DEA 方法的主要成果进行系统的分析和归纳,阐述它的若干重要问题的主要研究进展.其次,在 DEA 应用方面,针对实际问题复杂多样、范围极其广泛以及 DEA 模型本身种类较多等特点,给出应用 DEA 方法的具体工作步骤,并明确每个步骤上应该完成的任务.最后,提出 DEA 方法研究中值得关注的几个问题.

数据包络分析(data envelopment analysis, DEA) 是美国著名运筹学家 Charnes 等提出的一种效率评价方法^[1,2]. 它把单输入、单输出的工程效率概念推广到多输入、多输出同类决策单元(decision making unit, DMU)的有效性评价中,极大地丰富了微观经济中的生产函数理论及其应用技术,同时在避免主观因素、简化算法、减少误差等方面有着不可低估的优越性. DEA 方法一出现就以其独有的特点和优势受到了人们的关注,无论在理论研究还是在实际应用方面都得到了迅速发展,并取得了多方面的成果^[1,3], 现已成为管理科学、系统工程和决策分析、评价技术等领域中一种常用而且重要的分析工具和研究手段^[4]. 目前,国内外可以检索到的有关 DEA 的学位论文有数百篇,学术论文近万篇,特别是最近几年,DEA 的研究呈现迅速上升的趋势.

从图 1.1 和表 1.1^[5] 可见,自 1978 年以来,DEA 方法的研究保持了持续、快速增长的趋势,许多重要的成果都发表在国际著名杂志上,在经济管理学领域具有重要的地位和影响.

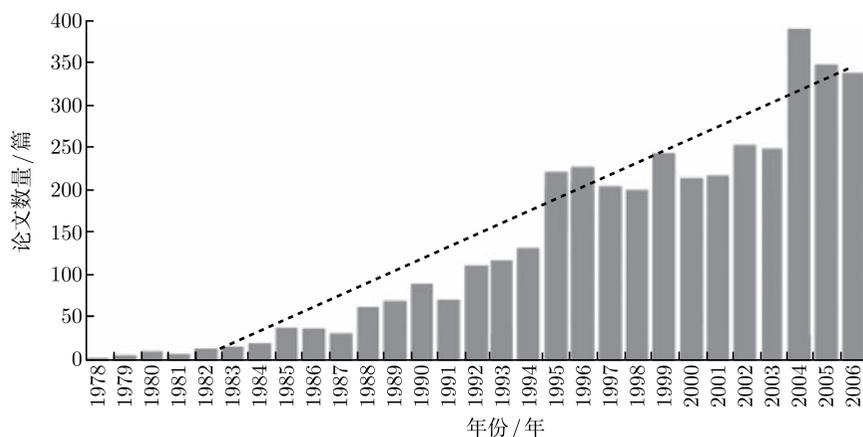


图 1.1 DEA 相关论文的发表情况

表 1.1 发表 DEA 论文数量最多的 20 种著名期刊

期刊	论文数量	占论文总量的比例/%
European Journal of Operational Research (EJOR)	373	23.0
Journal of Productivity Analysis (JPA)	242	14.9
Journal of the Operational Research Society (JORS)	164	10.1
Applied Economics	86	5.3
Annals of Operations Research	83	5.1
Management Science	83	5.1
OMEGA-International Journal of Management Science	73	4.5
Applied Mathematics and Computation	63	3.9
Socio-Economic Planning Sciences	63	3.9
International Journal of Production Economics	58	3.6
Computers and Operations Research	48	3.0
International Journal of Systems Science	41	2.5
Journal of Econometrics	37	2.3
Applied Economics Letters	35	2.2
Journal of Banking and Finance	35	2.2
Health Care Management Science	29	1.8
Journal of Medical Systems	29	1.8
Journal of Operations Research Society of Japan	28	1.7
System Engineering Theory and Practice	26	1.6
Review of Economics and Statistics	25	1.5
合计	1621	100.0

DEA 方法的研究与应用在中国的发展十分迅速. 应用中国期刊全文数据库 (<http://www.cnki.net>) 检索发现, 1986~2010 年可以检索到与 DEA 有关的中文论文近 5000 篇. 从图 1.2 可以看出, 从第一篇 DEA 论文的发表到 2009 年已经有 24 年. 如果以 8 年为一个阶段, 那么, DEA 方法的研究在中国基本上经历了如下三个阶段: ①起步阶段 (1986~1993 年); ②发展阶段 (1994~2001 年); ③繁荣阶段 (2002~2009 年).

为了便于 DEA 方法的进一步研究和应用, 本章首先对 DEA 方法研究的主要成果进行系统分析和归纳, 阐述它的若干重要问题的主要研究进展. 其次, 在 DEA 应用方面, 由于实际问题复杂多样、范围极其广泛, DEA 模型本身种类又较多, 为了能够建立合理的指标体系、选择恰当的模型并作出客观的分析, 必须先有一套正确的工作步骤, 这样才能最大限度地发挥 DEA 方法的优势, 并提供更加合理的信息. 以下在已有工作^[6]的基础上, 从系统工程^[7]的工作方法出发, 对这一问题进行了进一步分析. 最后, 由 DEA 方法的快速发展带来了 DEA 研究的许多新趋势. 目前 DEA 的应用研究十分活跃, 而如何实现 DEA 方法的理论突破成为 DEA 研究的关键. 作者在总结近年来 DEA 研究的基础上, 提出了 DEA 理论研究中值得关注的几个重要方向.

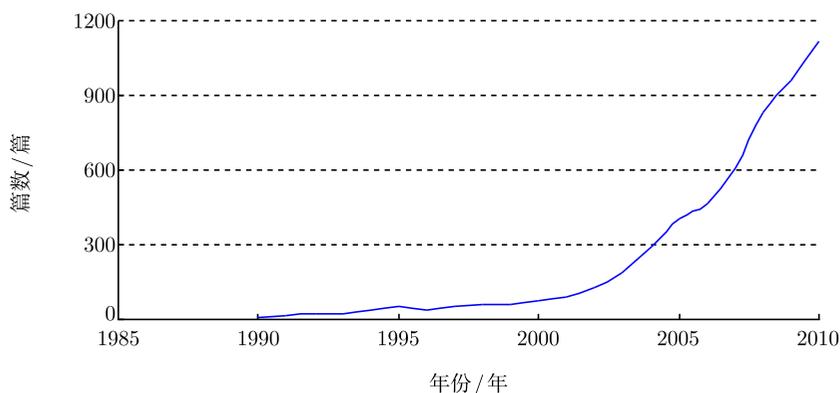


图 1.2 1986~2010 年与 DEA 有关的中文论文的发表情况

1.1 DEA 方法的研究进展

自 1978 年以来, DEA 方法发展极其迅速, 在理论和应用上均获得了多方面的进展. 这主要表现在以下三个方面.

1.1.1 DEA 模型的进展

1978 年, Charnes 等以单输入、单输出的工程效率概念为基础提出了第一个 DEA 模型—— C^2R 模型. C^2R 模型从公理化的模式出发, 刻画了生产的规模与技术有效性. 这个模型的产生不仅扩大了人们对生产理论的认识, 而且也评价多目标问题提供了有效的途径, 使得研究生产函数理论的主要技术手段由参数方法发展成为参数方法与非参数方法并重. 在此基础上, 又派生出一系列新的 DEA 模型, 主要有以下 7 种类型.

1. 适应不同规模收益的 DEA 模型

具有不同规模收益条件下的 DEA 模型的研究是 DEA 研究的一项重要内容. C^2R 模型是一个测算生产是否为规模有效与技术有效的 DEA 模型. 1984 年, Banker 等针对生产可能集中的锥性假设不成立, 给出了另一个评价生产技术相对有效的 DEA 模型—— BC^2 模型^[8,9]. 同时, Färe 和 Grosskopf 也给出了满足规模收益非递增的 DEA 模型——FG 模型^[10]. 1990 年, Seiford 和 Thrall 给出了满足规模收益非递减的 DEA 模型——ST 模型^[11]. 上述四个模型是非常经典的 DEA 模型, 它们对经济学中的规模收益评价问题构成了一个完整的体系.

2. 对权重的改进

最初的 DEA 模型对权重没有任何限制, 它实际上是选取了对被评价单元最有利的权重, 这样得出的结果可能不符合客观实际, 因而对权重加以研究是人们一直关注的问题. 1989 年, Charnes 等给出了一个含有偏好的 DEA 模型—— C^2WH 模型^[12], 这一模型通过调整锥比率的方式能够反映决策者的偏好, 从而使决策更能反映人的意愿. 由于 C^2WH 模型本身并不直观和具体, 因此, 针对不同的情况又有许多特殊形式的模型被讨论. 例如, 文献 [13] 针对权重间具有强序关系或弱序关系的情况, 给出了权重弱排序和权重严排序的 DEA 模型. 文献 [14] 根据船型设计的具体特点, 给出了用于船型设计方案有效性评价的模型.

3. 对输入输出方面的改进

最初的 DEA 模型中对所有的输入输出指标没有任何限制, 但在实际问题中它们有时是不可控的. Banker 等在 1986 年提出并研究了能处理既含有可控输入 (出) 又含有不可控输入 (出) 的 DEA 模型^[15]. 1995 年, 刘永清等又给出了要素在有限范围内变化的 DEA 模型^[16]. 1995 年, 何静针对评价单元只有输入或输出的情况进行了研究, 给出了评价只有输出 (入) 指标的模型并讨论了其相关性质^[17]. 另外, 还有人研究过使用类别变量的 DEA 模型^[18]、以序数词作为输入输出变量的 DEA 模型^[19] 等.

4. 对决策单元的改进

原始的 DEA 模型是针对决策单元有限的情况进行讨论的, 为了解决具有无限多个决策单元的评价问题, 1986 年, Charnes 等利用半无限规划理论将 C^2R 模型推广到具有无限多个决策单元的情况, 给出了 C^2W 模型^[20]. 实际上, C^2WY 模型^[21] 和 Banach 空间中的 DEA 模型^[22] 也是可处理具有无限多个决策单元的 DEA 模型.

5. 综合 DEA 模型的研究

由于适合于不同需要的 DEA 模型已提出多种, 一些新的模型还在不断涌现, 所以对每一模型的基本性质、求解方法等都分别进行讨论, 常会出现一些重复的工作, 并且也给编程和使用带来不便. 1989 年, Charnes 等给出了一个综合的 DEA 模型—— C^2WY 模型, 这一模型除包含了两个最基本的 DEA 模型外, 还包含 C^2W 模型和 C^2WH 模型. 而后, 李树根等在 1996 年给出了 Banach 空间中的 DEA 模型, 证明了有限空间中的上述模型都是 Banach 空间中的 DEA 模型的特例. 这些模型的提出对研究 DEA 模型的一般性质具有重要意义, 但 C^2WY 模型不能直接进行编程计算. 因此, 文献 [23] 给出了一个综合的 DEA 模型 (ZHDEA), 并探讨了

其求解方法. 这一模型不仅包含了多种常用的 DEA 模型, 而且还可以直接编程计算^[24], 通过确定一些参数就可以获得一些常用的模型, 给使用带来了方便.

6. DEA 模型应用空间的推广

某些系统用欧几里得空间 (欧氏空间) 表示和处理有时会遇到困难. 因此, 文献 [22] 引入了 Banach 空间的 DEA 模型, 文献 [25] 提出了基于模糊集理论的 DEA 模型. 而后, 文献 [26]~[29] 又从偏序集的角度刻画了 DEA 有效单元的本质特征, 并推广了 DEA 有效性的概念, 给出了基于偏序集理论的 DEA 方法 (SEA), 该方法不仅是应用偏序集理论对欧氏空间难于处理系统评价的一种尝试, 同时也为偏序集理论在决策分析中的应用找到一个有效途径.

7. 基于样本单元评价的 DEA 模型

如果将评价的参照集分成决策单元集和非决策单元集两类, 那么传统的 DEA 方法只能给出相对于决策单元集的信息, 而无法依据任何非决策单元集进行评价, 这使得 DEA 方法在众多评价问题中的应用受到限制. 针对传统 DEA 方法无法依据指定参考集提供评价信息的弱点, 文献 [30]~[33] 探讨了依据样本评价决策单元有效性的 DEA 模型. 从该方法出发, 可以在择优排序^[34]、风险评估^[35]、评价组合效率^[36] 等许多方面给出更为有效的分析方法. 例如, 应用该方法不仅可以将传统的 $F-N$ 曲线分析方法推广到 n 维空间, 而且可以通过构造各种风险数据包络面来划分风险区域、预测风险大小以及给出风险状况综合排序等.

此外, 还有发展 DEA 模型^[37]、动态 DEA 模型^[38] 以及考虑随机因素的 DEA 模型^[39] 等. 总之, 自 1978 年以来, 多种派生和专用的 DEA 模型相继诞生, 它们随着 DEA 方法的不断发展, 显示出越来越重要的地位, 并成为系统分析的有力工具之一.

1.1.2 DEA 相关理论的进展

DEA 理论的发展使人们对 DEA 方法的认识上升到一个新的高度. DEA 理论的进展主要表现为以下几个方面.

1. 对 DEA 有效性的研究

DEA 有效是 DEA 理论中最重要、最基本的概念. 由于它在 DEA 理论中的重要地位, 对 DEA 有效性问题的研究成果很多. 先是对 DEA 有效性的含义以及 DEA 有效单元的结构与特征的认识. 例如, 1991 年, 李树根等对 C^2R 模型和 C^2W 模型下的 DEA 有效决策单元集合的结构进行了探讨, 给出了一些理论上的结果^[40]. 而后, 文献 [41] 又把总体有效分解为规模有效、饱和有效和纯技术有效三类, 并分析了各种有效的含义. 1994 年, 冯俊文讨论了 C^2R 模型和 C^2GS^2 模型的 DEA 有

效性问题^[42], 给出了 DEA 有效及弱有效的一个充要条件, 并讨论了一些相关性质. 另外, 文献 [29] 还从偏序集的角度刻画了 DEA 有效的本质特征, 证明了 DEA 有效单元的本质就是某一个偏序集的极大元.

DEA 有效性与指标及决策单元个数之间的关系密切. 文献 [43] 对指标特性与 DEA 有效性的关系进行了探讨, 分析了评价指标增加或指标中存在线性关系时决策单元 DEA 有效性变化的规律. 文献 [44] 和文献 [45] 给出了决策单元如何只改变输出使其变为有效的计算方法. 魏权龄等分析了决策单元的变更对 DEA 有效性的影响^[46].

1989 年, 魏权龄等针对综合 DEA 模型给出了 DEA 有效决策单元集合的几个恒等式^[47], 从而使决策单元进行分组评价成为可能, 进而为大规模决策单元的评价问题找到了简化的方法. 1993 年, 吴文江等给出了寻找 DEA 有效单元的一种新方法^[48]. 针对以往对有效单元的分析较少的情况, 赵勇等^[49] 还对有效单元进行了进一步探讨. 这些工作不仅为应用 DEA 方法进行评价提供了理论依据, 同时也增强了 DEA 方法评价的能力.

2. 数据变换不变性的研究

关于数据变换不变性的研究是 DEA 理论中一个十分重要的课题, 它与决策单元的灵敏度分析、发展的 DEA 模型及改变输入输出使决策单元有效等问题有十分紧密的关系, 因而对这一问题的讨论具有十分重要的意义. 文献 [50] 指出, 当观测点较少时, 对生产函数作线性逼近显得比较粗糙. 为此, 对数据作了一些调整转换, 通过这种转换可将实际前沿生产函数的局部线性逼近改为 Cobb-Douglas 生产函数的局部逼近, 从而使得生产前沿面的逼近更能反映生产实际. 文献 [51] 探讨了文献 [50] 变换的理论依据, 得到了数据在正严格保序变换下保持 DEA 有效性不变. 在此基础上, 文献 [52] 对数据变换下 DEA 有效性问题进行了探讨, 给出了一些基于偏序集理论的变换性质. 这些结论将有助于 DEA 方法的进一步应用和拓展.

3. 灵敏度分析

DEA 方法的灵敏度分析一直是 DEA 理论中一个重要的研究课题, 尽管目前线性规划的灵敏度分析已经接近成熟, 但通常的线性规划的灵敏度分析不能直接应用于 DEA 方法的灵敏度分析中. 因此, 1985 年, Charnes 等从构造一个特殊的逆矩阵的角度出发, 研究了有效决策单元单个产出量变化时的灵敏度分析^[53]. 而后, Charnes 等又利用基础解系矩阵对加性 DEA 模型的灵敏度分析问题进行了探讨^[54]. 1994 年, 朱乔等还分析了 C^2R 模型的稳定性问题^[55]. 在这些工作的基础上, 1997 年, 何静等给出了有关决策单元为 DEA 有效 (C^2R 或 C^2GS^2) 的充要条件的两个定理, 并用它分析了 DEA 的灵敏度问题^[56]. 另外, 杨印生等还研究了带有参

数的 C²R 模型的灵敏度问题^[57].

4. DEA 方法与其他方法的比较研究

DEA 方法与其他评价方法的比较研究是一项十分引人注目的工作. 1993 年, 王应明等指出了 DEA 方法、层次分析法、模糊综合评价方法等用于评价工业经济效益的不足^[58], 在这些评价方法的基础上给出了一种新的基于权重的评价方法. 1998 年, 王宗军对主要的综合评价方法进行了分析和比较研究^[59], 分析了 DEA 方法的弱点在于应用范围仅限于一类多输入、多输出对象系统的评价, 对有效决策单元所能给出的信息太少, 同时还指出尝试将各种方法综合运用是综合评价的一个研究趋势.

5. DEA 有效的偏好性质

原有的 DEA 理论是以工程效率和生产函数理论为基础发展起来的, 文献 [26]~文献 [28] 的研究发现应用偏序集理论可以刻画 DEA 有效单元的本质特征, 对 DEA 有效给出不同于 Charnes 等的原始解释, 而且还可以深入到 DEA 理论研究的许多方面 (如研究指标性质、讨论模型关系、分析数据变换等). 文献 [29] 的研究表明, 从偏序集理论出发研究 DEA 方法与以往的研究基础和研究手段不同, 因而具有鲜明的特色和独特的优势, 并为 DEA 方法的进一步拓展提供了新的理论基础. 例如, 用偏序集理论去解释 DEA 有效性, 就不再需要输入输出指标间必须具有投入和产出关系, 同时指标数据的运算空间也由实数空间扩展到只需满足偏序关系的任何空间. 这些理论初步奠定了基于偏好关系的 DEA 方法的理论基础.

另外, 其他方面的成果还有很多, 限于篇幅, 不再一一列举.

1.1.3 DEA 方法的应用进展

DEA 方法是评价多输入、多输出同类部门 (或单位) 间相对有效性的一种重要方法. 它的第一个成功应用的案例是对为弱智儿童开设的公立学校项目的评价, 在评价过程中选取了如父母的照顾等一些不可公度的指标, 同时也选取了如自尊等一些无形的指标^[4]. DEA 方法不仅能对此问题进行评价, 而且评价结果能够反映大规模社会实验的结果. DEA 方法在实践中的成功应用, 越来越引起人们的重视, 使其在许多领域得到了发展, 特别是近年来 DEA 方法的应用呈现迅速增长的趋势, 逐渐成为经济管理学热点领域.

为了初步概括 DEA 方法在中国的应用状况, 以下应用中国期刊全文数据库围绕经济管理学中与 DEA 相关的 14 个重要关键词进行了主题检索, 得到的结果如图 1.3 所示.

从图 1.3 可以看出, DEA 方法的应用十分广泛, 涉及经济管理学科的众多研究领域. 目前, DEA 方法的研究主要集中在经济系统评价与分析、人力资源管理、技

术创新与技术进步、金融分析、财务管理、银行管理、物流与供应链管理等许多领域. 下面将对几个主要应用领域进行概述和分析.

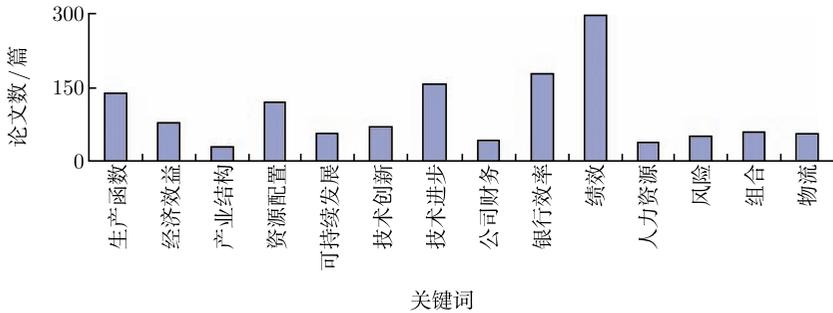


图 1.3 经济管理相关领域中 DEA 中文论文发表的数量

1. DEA 方法在刻画生产函数方面的应用

DEA 方法的产生具有深刻的经济背景, 这决定了它在经济分析领域中的重要价值. 作为评价经济系统相对效率的方法, 它与生产函数具有紧密的联系. 1988 年, 魏权龄等介绍了运用 DEA 模型建立生产函数的方法^[60], 进而证明了在单一输出的情况下, DEA 有效曲面就是生产函数曲面^[61]. 此外, DEA 方法在阶段 C-D 前沿生产函数和外沿生产函数的估计方面也有应用^[62,63]. 1998 年, 郭京福等讨论了 DEA 方法与生产函数之间的内在关联^[64], 将生产前沿参数方法与非参数方法进行了比较研究.

2. DEA 方法在经济效率评价中的应用

DEA 方法的另一个较活跃的应用领域是对效率和效益方面的研究. 用 DEA 方法研究企业经济效益是一个非常有益的课题. 1990 年, 魏权龄等应用 DEA 方法对中国纺织工业系统内的 177 个大中型棉纺织企业的经济效益进行了评价. 在此基础上, 文献 [65] 和文献 [66] 都对 DEA 方法进行了改进并应用改进的模型对工业企业经济效益问题进行了探讨. 2003 年, 文献 [67] 应用 DEA 方法评估了经济合作与开发组织的 11 个城市制造业 20 年间的生产效率, 从技术有效性的角度分析了各地区制造业的生命力.

3. DEA 方法在区域经济研究中的应用

区域经济发展在整个国民经济发展过程中有着举足轻重的作用. DEA 方法是评价经济发展有效性的一种重要方法, 1986 年, Macmillan 将 DEA 方法用于区域经济研究^[68], 并用 DEA 方法来评价中国主要省份的经济效率, 以 DEA 评价结果为基础, 对无效地区进行了分析. 文献 [69] 也应用 DEA 方法探讨了城市经济发展

状况。随后, DEA 方法在区域经济评价中的应用陆续增多。1995 年, Bannister 等用 DEA 方法测量了墨西哥不同区域制造业的效率^[70], 发现了区域效率、区域工业集中度和生产规模间的关系。文献 [71] 应用 DEA 方法成功地分析了泰国宏观经济的走势和金融危机产生的原因。文献 [72] 从偏序集理论出发对原有的理论进行了拓展, 给出了用于区域经济发展评价的纵向分析图形法。这些结论不仅对经济发展状况给出了合理评价, 而且还能分析经济有效性的变化规律、预测经济发展的趋势。

4. DEA 方法在资源配置中的应用

合理的资源配置可以大大地提高生产效率和效益。因此, 寻找最佳的资源配置, 并根据生产状况不断调整生产结构一直是管理者努力的方向。例如, 文献 [73] 和文献 [74] 曾利用 DEA 方法分析了生产单元的最小成本及最大收益, 以及投入产出的最佳组合效率问题。文献 [75] 建立了具有锥结构的资源分配模型, 并用非参数 DEA 方法进行经济分析, 得到了更为丰富的经济和管理信息。文献 [76] 在资源配置分析中提出了价格非有效、绝对冗余、相对冗余等概念。文献 [77] 和文献 [78] 从综合 DEA 模型出发对 DEA 有效与规模收益进行了比较系统的研究。

5. DEA 方法在技术进步与可持续发展中的应用

技术进步与生产函数之间关系密切, 而 DEA 方法在刻画生产函数中的重要作用使得它在评估技术进步方面更具优势。1991 年, 魏权龄等通过由 DEA 模型确定生产前沿面的途径给出了一种测算技术进步水平和技术进步速度的模型^[79]。而后, 文献 [80] 对评估技术进步的几种方法作了分析和归纳, 并借助 DEA 理论探讨了技术进步与规模报酬的关系。在可持续发展研究方面, 文献 [81] 探讨了 DEA 方法在城市可持续发展中的应用, 得出许多有意义的结论。

6. DEA 方法在绩效评估中的应用

绩效评估是管理学中的重要内容, 由于 DEA 方法不必事先确定评价指标的权重, 所以评价结果更具客观性。DEA 在该领域中的应用十分广泛, 例如, 1999 年, 崔南方等探讨了 DEA 在评估业务流程绩效、选择流程重构方案和连续改进业务流程中的应用^[82]; 文献 [83] 运用复合 DEA 方法提出了测度和评价企业知识管理绩效的方法; 文献 [84] 应用 DEA 方法对高校科研绩效进行了实证研究。

7. DEA 方法在物流与供应链管理中的应用

物流产业作为国民经济的一个重要组成部分, 它的发展水平正在成为衡量一个国家综合国力、经济运行质量与企业竞争力的重要指标。DEA 方法在物流与供应链研究领域中的应用十分广泛, 主要集中在物流企业绩效评价、物流服务提供商的

选择和评判、物流中心选址、物流配送效率、企业自营物流等许多方面。国外学者应用 DEA 方法评价物流系统的研究较早,也比较深入^[85-87]。目前,国内有关 DEA 方法在物流与供应链管理中的应用正日趋增多^[88],它的影响也在不断扩大和加深。

8. DEA 方法在银行评价中的应用

DEA 方法在商业银行评价方面的应用很多,可以检索到有关 DEA 方法在商业银行应用的中文论文就超过了 100 篇,获得了许多研究进展。例如,文献 [89] 曾结合中国内地商业银行的投入和产出的特点,建立了综合考虑银行盈利能力与风险控制能力的投入产出指标体系和中国商业银行综合效率的评价模型。文献 [90] 应用 DEA 方法对中国商业银行的技术效率进行了实证研究,并将技术效率分解为纯技术效率、规模效率、投入要素可处置度等。DEA 方法在银行方面的应用主要分布在银行的效率评价^[91-93]、收入结构与收入效率的关系研究^[94]、商业银行的技术效率与技术进步^[90]、绩效评价^[95]、商业银行的综合竞争力排名^[96] 等许多方面。

9. DEA 方法在组合有效性评价中的应用

竞争与联合问题广泛存在于经济和社会发展的各个层面,对它的研究一直是管理学和经济学研究的重点之一。对于企业而言,如何正确估计群体效率状况,如何有效判断复杂条件下的竞争环境,如何通过有效联合来达到提升自身实力、抑制竞争对手的目的,这些问题都将成为企业关注的热点。另外,激烈的竞争也有可能导导致一系列负面影响,如价格战、恶性竞争等情况的发生。对于市场的监控者而言,掌握复杂环境下的企业群落整体态势也是实现有效调控的基本前提。文献 [97]~[99] 通过把评价对象与评价参考集分离,建立了一套用于评价联合、竞争、重组有效性的非参数评估理论,这套理论对中国目前正在实施的国有企业改革、区域经济投资分析、企业战略重组、产业集群发展等许多重大问题都具有应用价值。

10. DEA 方法在风险评估领域中的应用

系统的安全性与风险性是近代可靠性工程中研究的重要课题^[100]。某些系统常常置于多种风险之下,这些风险可能涉及生命、健康、环境和财产等诸多方面,产生的原因和内部关系也十分复杂。文献 [101]~[103] 以 DEA 方法为基础,不仅提出了 N 维风险空间中的一些新概念,同时,还建立了一种基于样本评价系统风险的非参数方法。该方法不仅能对决策单元的风险状况进行排序和评价,而且还能根据被评价单元在最大风险曲面和最小风险曲面上的投影,预测风险指标增长的可能趋势、发现风险指标降低的可行方向,进而根据每种风险指标代表的具体情况采取相应的对策。这些工作不仅推广了传统的定量综合安全评估理论,同时也扩大了 DEA 方法的应用范围。另外,文献 [102] 还探讨了有关方法在舰船结构全寿命综合评估和结构设计中的应用。

总之, DEA 方法应用广泛, 成功的案例很多, 随着经济和社会的发展, DEA 方法也必将被不断地完善, 在经济建设中发挥更大的作用。

1.2 DEA 方法的工作步骤

在应用 DEA 方法进行评价时, 为获得一个比较可靠的结果需要在下面几个步骤上多次反复, 有时可能还要结合其他定性或定量方法. 这个过程可以用图 1.4 简单地表示出来。

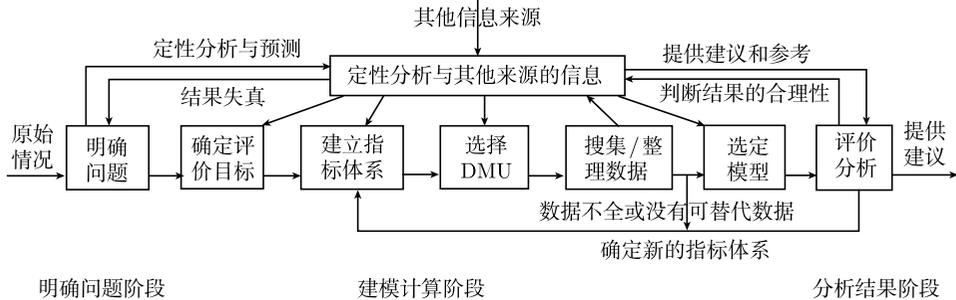


图 1.4 DEA 方法工作步骤流程图

1.2.1 明确问题阶段

为使 DEA 方法所提供的信息更具准确性和科学性, 这一阶段需要完成以下工作:

(1) 需要明确评价的目标, 并围绕评价的目标对评价的对象进行分析, 包括辨识主目标和子目标以及影响这些目标的因素, 并建立一个层次结构。

(2) 确定各种因素的性质, 如把因素分为可变的或不变的、可控的或不可控的以及主要的或次要的等。

(3) 考虑因素间可能的定性与定量关系。

(4) 由于有些决策单元是开放性的, 因此, 有时还要辨明决策单元的边界, 对决策单元的结构、层次进行分析。

(5) 对结果进行定性的分析和预测。

1.2.2 建模计算阶段

这一阶段要完成的工作如下:

(1) 建立评价指标体系. 根据第一阶段的分析结果, 确定能全面反映评价目标的指标体系, 并且把指标间的一些定性关系反映到权重的约束中. 同时, 还可以考

考虑输入输出指标体系的多样性,将每种情况下的分析结果进行比较研究,然后获得比较合理的管理信息。

(2) 选择 DMU. 选择 DMU 本质上就是确定参考集. 因此, DMU 的选取应满足以下几个基本特征,即具有相同的目标、任务、外部环境和输入输出指标. 决策单元的选取要具有一定的代表性.

(3) 收集和整理的数据具有可获得性.

(4) 根据有效性分析的目的和实际问题的背景选择适当的 DEA 模型进行计算.

1.2.3 分析结果阶段

这一阶段要完成以下工作:

(1) 在上述工作的基础上,对计算结果进行分析和比较,找出无效单元无效的原因,并提供进一步改进的途径.

(2) 根据定性的分析和预测的结果来考察评价结果的合理性. 必要时可应用 DEA 模型采取几种方案分别评价,并将结果综合分析,也可结合其他评价方法或参考其他方法提供的信息进行综合分析.

总之,在 DEA 方法的应用过程中,要根据具体情况灵活应用,深刻理解问题的本质,并深入思考模型与问题的匹配程度,切不可机械地模仿和使用. 有时为了得到比较可靠的结果,可能还需要在上面几个步骤上多次反复.

1.3 DEA 方法研究中值得关注的几个方向

DEA 方法是评价一类具有多输入、多输出单元效率的有效方法,近 30 年来得到了较大的发展,在社会发展中发挥了应有的作用. 目前,DEA 的应用研究十分活跃,而如何实现 DEA 方法的理论突破成为 DEA 研究的关键. 作者认为 DEA 方法在以下几个方面值得关注和探索.

1. DEA 方法在数据挖掘和知识发现领域中的应用

尽管许多学者已经注意到 DEA 方法在数据挖掘领域中的重要应用前景,但从目前掌握的资料来看,以往直接应用 DEA 方法探讨数据挖掘方法的论文还很少见,近几年,一些学者开始了有益尝试,已经取得了较好的进展. DEA 方法作为一种重要的数据分析和知识发现的新方法,在包括数据挖掘和知识发现在内的众多数据分析领域将会产生重要影响.

2. 考虑决策单元内部结构和外部关系的 DEA 模型研究

将决策单元内部结构和外部关系纳入 DEA 模型的构造是 DEA 研究的又一重要方向. 原有的 DEA 模型并不考虑决策单元的内部结构和外部关系,但对于许多

现实问题要求对决策单元内部的“黑箱”进行分析. 例如, 目前提出的二阶段 DEA 模型^[104]、具有多个子系统的 DEA 模型^[105] 以及网络 DEA 模型等都是针对该类问题开展的研究.

3. DEA 方法与偏序集理论

DEA 有效单元与偏序集的关系密切, 原有的 DEA 理论是以工程效率概念和生产函数理论为基础发展起来的, 但应用偏序集理论不仅可以刻画 DEA 有效单元的本质特征, 对 DEA 有效给出不同于 Charnes 等的原始解释, 而且赋予 DEA 有效性以更加广泛的含义. 从偏序集的角度研究 DEA 方法不仅能丰富 DEA 方法的理论, 而且有助于 DEA 方法的推广.

4. 基于样本单元评价的 DEA 模型

如果将评价的参照集分成决策单元集和非决策单元集两类, 那么传统的 DEA 方法只能给出相对于决策单元集的信息, 而无法依据任何非决策单元集进行评价, 这使得 DEA 方法在众多评价问题中的应用受到限制. 因此, 探讨基于样本单元评价的 DEA 模型是十分必要的.

5. DEA 方法与复杂系统研究

复杂系统评价方法的研究对经济和社会的发展意义重大, 但这同时也是一项十分艰巨的工作. 在应用 DEA 方法评价复杂系统时, 该方法既有独特的优势, 同时也存在着不足. 因此, 在这一方面进行更深入的研究, 不仅能够补充和完善现有的复杂系统评价方法, 而且有可能开辟 DEA 方法研究的新方向. 例如, 系统内部结构比较复杂、变量具有不同属性分类的 DEA 模型的研究等.

总之, DEA 方法是评价一类具有多输入多输出单元有效性的一种十分有效的方法. 30 多年来, 尽管 DEA 方法得到了较大的发展, 但 DEA 方法的研究方兴未艾, 随着研究的进一步深入, 它必将在经济管理问题的评价中发挥更大的作用.

参 考 文 献

- [1] 马占新. 数据包络分析方法的研究进展 [J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(3):42-46
- [2] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6):429-444
- [3] Cooper W W, Seiford L M, Thanassoulis E, et al. DEA and its uses in different countries[J]. European Journal of Operational Research, 2004, 154(2):337-344
- [4] 魏权龄. 评价相对有效性的 DEA 方法 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1988
- [5] Emrouznejad A, Parker B, Tavares G. Evaluation of research in efficiency and productivity: a survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA[J]. Journal of Socio-Economics Planning Science, 2008, 42(3):151-157

-
- [6] 魏权龄, 卢刚. DEA 方法与模型的应用 —— 数据包络分析 (三) [J]. 系统工程理论与实践, 1989, 3(5):67-75
- [7] 王众托. 系统工程引论 [M]. 北京: 电子工业出版社, 1991
- [8] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078-1092
- [9] Charnes A, Cooper W W, Golany B, et al. Foundations of data envelopment analysis for pareto-koopmans efficient empirical production functions[J]. Journal of Econometrics, 1985, 30(1):91-107
- [10] Färe R, Grosskopf S. A nonparametric cost approach to scale efficiency[J]. Scandinavian Journal of Economics, 1985, 87(4):594-604
- [11] Seiford L M, Thrall R M. Recent development in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis[J]. Journal of Econometrics, 1990, 46(1, 2):7-38
- [12] Charnes A, Cooper W W, Wei Q L, et al. Cone ratio data envelopment analysis and multi-objective programming[J]. International Journal of Systems Science, 1989, 20(7):1099-1118
- [13] 张景义. 一类偏好结构下的 DEA 分析方法和模型 [D]. 大连: 大连理工大学硕士学位论文, 1997
- [14] 刘寅东, 李树范, 唐焕文, 等. 船型技术经济综合评价的 DEA 方法 [J]. 大连理工大学学报, 1995, 35(6):873-878
- [15] Banker R D, Morey R C. Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs[J]. Operations Research, 1986, 34(4):513-520
- [16] 刘永清, 李光金. 要素在有限范围变化的 DEA 模型 [J]. 系统工程学报, 1995, 10(4):87-94
- [17] 何静. 只有输出 (入) 的数据包络分析及应用 [J]. 系统工程学报, 1995, 10(2): 49-55
- [18] Banker R D, Morey R. The use of categorical variables in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1986, 32(12):1613-1626
- [19] Cook W D, Kress M, Seiford L. On the use of ordinal data in data envelopment analysis[J]. Journal of the Operational Research Society, 1993, 44(2):133-140
- [20] Charnes A, Cooper W W, Wei Q L. A semi-infinite multi-criteria programming approach to data envelopment analysis with infinitely many decision making units[R]. The University of Texas at Austin, Center for Cybernetic Studies Report, CCS 551, September, 1986
- [21] Charnes A, Cooper W W, Wei Q L, et al. Compositive data envelopment analysis and multi-objective programming[R]. The University of Texas at Austin, Center for Cybernetic Studies Report, CCS 633, June 1989
- [22] 李树根, 杨印生, 郝海. Banach 空间的 DEA 模型 [C]// 东北运筹编委会, 东北工业与应用数学编委会. 东北运筹与应用数学. 大连: 大连理工大学出版社, 1996

- [23] 马占新, 唐焕文. 一个综合的 DEA 模型及其相关性质 [J]. 系统工程学报, 1999, 14(4):311-316
- [24] 马占新. 综合数据包络分析模型及其软件系统设计 [J]. 系统工程与电子技术, 2004, 26(12): 1917-1922
- [25] 杨印生, 张德俊, 李树根. 基于 Fuzzy 集理论的数据包络分析模型 [C]//王彩华, 欧进萍, 宋连天, 等. 第三届全国模糊分析设计学术会议论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 1993
- [26] 马占新, 唐焕文. DEA 有效单元的特征及 SEA 方法 [J]. 大连理工大学学报, 1999, 39(4): 577-582
- [27] 马占新, 唐焕文, 戴仰山. 偏序集理论在数据包络分析中的应用研究 [J]. 系统工程学报, 2002, 17(1):19-25
- [28] 马占新. 偏序集理论在 DEA 相关理论中的应用研究. 系统工程学报 [J], 2002, 17(3): 193-198
- [29] 马占新. 基于偏序集理论的数据包络分析方法研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(4):11-17
- [30] 马占新. 一种基于样本前沿面的综合评价方法 [J]. 内蒙古大学学报, 2002, 33(6): 606-610
- [31] 马占新, 吕喜明. 带有偏好锥的样本数据包络分析方法研究 [J]. 系统工程与电子技术, 2007, 29(8):1275-1282
- [32] 马占新, 马生昀. 基于 C^2W 模型的广义数据包络分析方法研究 [J]. 系统工程与电子技术, 2009, 31(2): 366-372
- [33] 马占新, 马生昀. 基于 C^2WY 模型的广义数据包络分析方法研究 [J]. 系统工程学报, 2011, 26(2): 251-261
- [34] 马占新. 样本数据包络面的研究与应用 [J]. 系统工程理论与实践, 2003, 23(12): 32-37,38
- [35] 马占新, 任慧龙, 戴仰山. DEA 方法在多风险事件综合评价中的应用研究 [J]. 系统工程与电子技术, 2001, 23(8):7-11
- [36] 马占新, 张海娟. 用于组合有效性综合评价的非参数方法研究 [J]. 系统工程与电子技术, 2006, 28(5): 699-703,787
- [37] 周泽昆, 陈珽. 评价管理效率的一种新方法 [J]. 系统工程, 1986, 4(4):42-49
- [38] Sengupta J K. A dynamic efficiency model using data envelopment analysis[J]. International Journal of Systems Science, 1996, 27(3):277-284
- [39] Sengupta J K. Data envelopment analysis for efficiency measurement in the stochastic case[J]. Computers and Operations Research, 1987, 14(2):117-129
- [40] 李树根, 杨印生. DEA 有效决策单元集合的结构 [J]. 吉林工业大学学报, 1991, 21(3):1-4
- [41] 朱乔, 盛昭瀚, 吴广谋. DEA 模型中的有效性问题 [J]. 东南大学学报, 1994, 24(2):78-82
- [42] 冯俊文. C^2R 和 C^2GS^2 的 DEA 有效性问题 [J]. 系统工程与电子技术, 1994, 16(7):42-51
- [43] 吴广谋, 盛昭瀚. 指标特性与 DEA 有效性的关系 [J]. 东南大学学报, 1992, 21(5):124-127
- [44] 吴文江. 只改变输出使决策单元变为 DEA 有效 [J]. 系统工程, 1995, 13(2):17-20
- [45] 吴文江. DEA 中只改变输出使决策单元变为有效的方法 [J]. 山东建材学院学报, 1996, (1):56-59

- [46] 魏权龄, 李宏余. 决策单元的变更对 DEA 有效性的影响 [J]. 北京航空航天大学学报, 1991, 17 (1):85-97
- [47] 魏权龄, 卢刚, 岳明. 关于综合 DEA 模型中的 DEA 有效决策单元集合的几个恒等式 [J]. 系统科学与数学, 1989, 9(3):282-288
- [48] 吴文江, 袁仪方. 有关寻找 DEA 有效的决策单元的方法 [J]. 系统工程学报, 1993, 8(1):80-88
- [49] 赵勇, 岳超源, 陈斑. 数据包络分析中有效单元的进一步分析 [J]. 系统工程学报, 1995, 10(4):95-100
- [50] 岳明. 用 DEA 方法确定生产函数 [J]. 数学的实践与认识, 1990, 20(4):38-46
- [51] 李纪选, 唐焕文, 李克秋. 用 DEA 方法确定生产函数的一点注记及决策单元 DEA 有效的条件 [J]. 应用基础与工程科学学报, 1996, 4(3):241-247
- [52] 马占新, 唐焕文. 关于 DEA 有效性在数据变换下的不变性 [J]. 系统工程学报, 1999, 14(2):40-45
- [53] Charnes A, Cooper W W, Lewin A Y, et al. Sensitivity and stability analysis in DEA[J]. Annals of Operations Research, 1985, 2(2):139-156
- [54] Charnes A, Neralic L. Sensitivity analysis of the additive model in DEA[J]. European Journal of Operational Research, 1990, 48(7):332-341
- [55] 朱乔, 陈遥. 数据包络分析的灵敏度研究及其应用 [J]. 系统工程学报, 1994, 9(6):46-54
- [56] 何静, 吴文江. 有关 DEA 有效性 (C^2R 或 C^2GS^2) 的定理及其在灵敏度分析中的应用 [J]. 系统工程理论与实践, 1997, 17(8):14-19
- [57] 杨印生, 王全文, 李树根. 带有参数的 C^2R 模型的灵敏度分析 [J]. 系统工程与电子技术, 1997, 19(12):59-62
- [58] 王应明, 傅国伟. 一种用于工业经济效益综合评价的模型与方法 [J]. 系统工程与电子技术, 1993, 15(3):18-21
- [59] 王宗军. 综合评价的方法、问题及其研究趋势 [J]. 管理科学学报, 1998, 1(1):74-79
- [60] 魏权龄, 胡显佑, 肖志杰. DEA 方法与前沿生产函数 [J]. 经济数学, 1988, 6(5):1-13
- [61] 魏权龄, 肖志杰. 生产函数与综合 DEA 模型 C^2WY [J]. 系统科学与数学, 1991, 11 (1):43-51
- [62] 穆东. 阶段 C-D 前沿生产函数的 DEA 估计 [J]. 系统工程, 1995, 13(5):48-51
- [63] 穆东. 外沿生产函数的 DEA 估计新方法 [J]. 山东矿业学院学报, 1995, 14(2):163-166
- [64] 郭京福, 杨德礼. 生产前沿参数方法与非参数方法的比较研究 [J]. 系统工程理论与实践, 1998, 18(11):31-35
- [65] 曲雯毓, 唐焕文, 李克秋. 工业经济效益综合评价的 DEA 方法 [J]. 系统工程与电子技术, 1998, 20(10):33-35
- [66] 冯英俊, 李成红. 全国各省市工业企业的相对效益及技术进步增长速度的测算方法及结果 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 1992, 24(4):1-12
- [67] Shestalova V. Sequential malmquist Indices of productivity growth: an application to OECD industrial activities[J]. Journal of Productivity Analysis, 2003, 19(2):211-226

- [68] Macmillan W D. The estimation and applications of multi-regional economic planning models using data environment analysis[J]. Papers of the Regional Science Association, 1986, 60:44-57
- [69] Charnes A, Cooper W W, Li S L. Using data envelopment analysis to evaluate efficiency in the economic performance of Chinese cities[J]. Socio-Economic Planning Science, 1989, 23(6):325-344
- [70] Bannistter G, Stolp C. Regional concentration and efficiency in Mexican manufacturing[J]. European Journal of Operation Research, 1995, 80(3):672-690
- [71] 周子康, 吴长风, 董昭, 等. 泰国宏观经济运行状态的综合评价 [J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(5):58-61
- [72] 马占新, 唐焕文. 宏观经济发展状况综合评价的 DEA 方法 [J]. 系统工程, 2002, 20(2):30-34
- [73] 吴文江. 收益最大 (成本最小) 问题与弱 DEA 有效性 (C^2R)[J]. 系统工程理论方法应用, 2002, 11(1):77-81
- [74] 朱乔, 陈遥. 评价输入输出最佳组合的非参数方法 [J]. 系统工程理论与实践, 1994, 14(1):69-73
- [75] 魏权龄, 韩松. 资源配置的非参数 DEA 模型 [J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(7):59-64
- [76] 莫剑芳, 叶世绮. 基于 DEA 的资源配置状况分析 [J]. 运筹与管理, 2002, 11(1): 42-45
- [77] Yu G, Wei Q L, Brockett P. A generalized data envelopment analysis model: a unification and extension of existing methods for efficiency of decision making units[J]. Annals of Operations Research, 1996, 66:47-89
- [78] Wei Q L, Yu G, Lu S J. A necessary and sufficient conditions for return to scale properties in generalized data envelopment analysis models[J]. Science in China, 2002, 45(5): 503-517
- [79] 魏权龄, Sun D B, 肖志杰. DEA 方法与技术进步评估 [J]. 系统工程学报, 1991, 6(2): 1-11
- [80] 杨仕辉. 技术进步评价比较研究 [J]. 系统工程理论与实践, 1993, 13(1):59-63
- [81] 曾珍香, 顾培亮, 张闽. DEA 方法在可持续发展中的应用 [J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(8):114-118
- [82] 崔南方, 陈荣秋, 李永平. 业务流程绩效综合评估的 DEA 方法 [J]. 华中理工大学学报, 1999, 27(4):92-94
- [83] 王军霞, 官建成. 复合 DEA 方法在测度企业知识管理绩效中的应用 [J]. 科学学研究, 2002, 20(1):84-88
- [84] 侯启娉. 基于 DEA 的研究型高校科研绩效评价应用研究 [J]. 研究与发展管理. 2005, 17(1):118-124
- [85] Clarke R L, Gourdin K N. Measuring the efficiency of the logistics process[J]. Journal of Business Logistics, 1991, 12(2):17-33