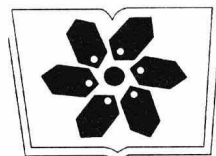


马占新 著

# 广义数据包络 分析方法



科学出版社



中国科学院科学出版基金资助出版

# 广义数据包络分析方法

马占新 著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书旨在给出一种更具广泛含义的数据包络分析方法——广义数据包络分析方法,并探讨其在自然科学与社会科学领域中的应用.主要包括作者博士后出站报告(2001)的部分内容以及作者2001~2010年的主要工作,是作者近十年主要研究工作的总结.(第1章综述了数据包络分析方法近30年的主要研究进展.第2章从构成DEA生产可能集的参照系出发,重新审视DEA理论.第3章以 $C^2R$ 模型、 $BC^2$ 模型为基础,阐述了广义DEA方法的构造思想和基本模型.第4章和第5章分别给出了带有偏好锥的广义DEA模型和具有无穷多个决策单元的广义DEA模型.第6章给出了综合的广义DEA模型.第7章给出了只有输出的广义DEA模型.第8章给出了评价多属性决策单元的广义DEA模型.第9章给出了基于模糊综合评判的广义DEA模型.第10章和第11章应用广义DEA方法给出了几种组合有效性评价和系统风险评估的方法.第12章和第13章给出了基于面板数据的广义DEA方法及应用.第14章探讨了广义DEA方法在生物信息综合分析中的应用.)

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

---

广义数据包络分析方法 / 马占新著. —北京: 科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-033420-6

I. ①广… II. ①马… III. ①包络-系统分析 IV. ①N945.12

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第013524号

---

责任编辑: 王丽平 房 阳 / 责任校对: 赵桂芬

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012年2月第一版 开本: B5 (720×1000)

2012年2月第一次印刷 印张: 22 1/2

字数: 437 000

定价: 79.00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且重要的分析工具. 某些运筹学或经济学的主要刊物, 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. 本书第 1 章系统地介绍了国内外 DEA 方法研究与应用的现状. 从 DEA 30 多年的发展历史来看, 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.

作者开始对 DEA 的研究是在 1996 年, 当时作者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, 无论 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.

由于作者硕士期间的研究方向是格论和模糊数学, 从专业直觉感到偏序集理论和 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, 作者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, 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, 如原有的模糊综合评判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,作者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,作者逐渐发现传统 DEA 方法存在着许多局限性.例如,①在高考中,一般考生更关心的是自己是否超过了录取线,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,作者在最近 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、 $BC^2$  模型的广义 DEA 模型(2002 年)、基于  $C^2WH$  模型的广义 DEA 模型(2006 年)、基于  $C^2W$  模型的广义 DEA 模型(2009 年)、基于  $C^2WY$  模型的广义 DEA 模型(2011 年)、基于面板数据的广义 DEA 模型(2010 年)、基于模糊综合评判的广义 DEA 模型(2001 年)、多属性决策单元评价的广义 DEA 模型(2011 年)等,用了大约 10 年的时间初步建立了广义 DEA 方法的理论和方法体系.

作者在哈尔滨工程大学博士后流动站期间(1999~2001 年),在戴仰山教授和任慧龙教授的鼓励和帮助下,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,作者应内蒙古大学的邀请,积极投身到祖国西部的建设中,有幸成为第一位到内蒙古大学从事经济管理学的研究工作的博士后出站人员.2001~2010 年,作者指导的博士研究生和硕士研究生先后有 28 人陆续加入到 DEA 研究队伍中.10 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,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 10 年间,整个 DEA 团队不仅给作者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,并不断取得新进展时,作者的欣慰和快乐是无法言表的.

从 1996 年开始 DEA 的研究至今,已经有 16 个年头,对 DEA 的认识也逐步得到了深入,进而发现 DEA 方法本身还存在巨大的发展空间.这主要表现在以下几个方面:

(1) 传统 DEA 产生的理论基础主要依赖于生产函数理论,目标在于构建一种与传统参数方法并重的非参数经济分析方法.因此,传统 DEA 方法参考的对象必

然是“优秀单元”(即生产前沿面). 而现实中决策者希望获得的还可能是和一般单元(如录取线)、较差单元(如可容忍的底线)、特殊的单元(如标准等)比较的信息, 而 DEA 方法无法解决这些问题.

(2) 由于 DEA 方法应用的前提是评价对象必须满足经济学的凸性、无效性、最小性等公理体系, 而许多实际问题并不一定满足经济学性质, 因此, DEA 方法本身需要一个更具广泛性的理论支持.

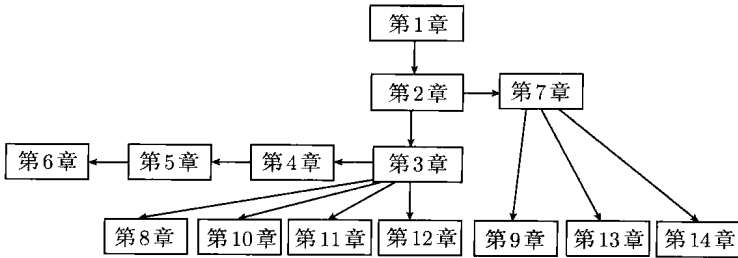
(3) 由于 DEA 生产可能集是由同类决策单元构成的, 这也导致了 DEA 方法只能评价同类单元, 无法评价非同类决策单元. 因此, 对非同类决策单元的评价是一项重要而又具有挑战性的工作.

本书以解决上述问题为基础, 旨在给出一种更具广泛含义的 DEA 方法——广义 DEA 方法, 并系统阐述广义 DEA 方法的理论和方法新体系, 希望通过与广大学者的共同努力促成 DEA 方法在自然科学与社会科学更广泛的领域上发挥作用. 本书主要取材于作者博士后出站报告“综合评价与安全评估中若干模型与方法研究”(哈尔滨工程大学, 2001 年), 以及作者在 2001~2010 年的主要工作, 其中第 15 章与包斯琴高娃老师合作完成.

为了帮助读者更好地阅读本书, 在内容安排上, 尽量保持了内容的简洁性、完整性和易读性, 几乎所有的定理都尽量采用最简单、最直接的方式进行证明. 同时, 尽量保持每个章节的独立性和完整性, 以便读者在阅读时能够更加清晰和便利.

本书是作者近 10 年主要研究工作的总结, 其中第 1 章综述了数据包络分析方法 30 年的主要研究进展, 让读者首先对 DEA 方法有一个宏观总体的认识. 第 2 章从构成 DEA 生产可能集的参照系出发, 重新审视 DEA 理论、模型和方法, 为广义 DEA 方法的提出做理论上的准备. 第 3 章以  $C^2R$  模型、 $BC^2$  模型为基础, 系统阐述了广义 DEA 方法的构造思想、基本模型和有关性质. 第 4 章和第 5 章分别给出了带有偏好锥的广义 DEA 模型和具有无穷多个决策单元的广义 DEA 模型. 第 6 章在有关模型的基础上给出了综合的广义 DEA 模型. 第 7 章从偏序集理论出发, 给出了只有输出的广义 DEA 模型. 第 8 章给出了评价多属性决策单元的广义 DEA 模型. 第 9 章研究了一种基于模糊综合评判方法的广义 DEA 模型. 第 10 章应用广义 DEA 方法给出了三类组合有效性问题的评价方法. 第 11 章应用广义 DEA 方法给出了几种用于系统风险评估的方法. 第 12 章和第 13 章给出了基于面板数据的 DEA 方法及其在经济系统分析中的应用. 第 14 章探讨了广义 DEA 方法在多指标生物信息综合分析中的应用.

本书的整体结构体系如下:



作者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给予作者许多指导和帮助, 在此表示深深的感谢! 同时, 也要深深感谢一直关心和支持作者的同学、同事和朋友们, 你们的支持和帮助是作者前进的动力. 最后, 作者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.

本书的出版得到了中国科学院科学出版基金、国家自然科学基金 (70961005, 70501012) 的资助, 在此表示深深的感谢!

作 者

2010 年 12 月于内蒙古大学

# 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 .....	10
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 基于有效样本视角下的基本 DEA 模型 .....	20
2.1 基本 DEA 模型—— $C^2R$ 模型 .....	20
2.1.1 基于工程效率概念的 DEA 模型 .....	20
2.1.2 基于生产函数理论的 DEA 模型 .....	23
2.2 评价技术有效性的 $BC^2$ 模型 .....	32
2.3 基于有效样本视角下的 DEA 有效性分析 .....	38
参考文献 .....	45
第 3 章 基本的广义 DEA 模型 .....	46
3.1 广义 DEA 方法提出的背景 .....	46
3.1.1 问题提出的背景 .....	46
3.1.2 广义 DEA 方法与传统 DEA 方法的关系 .....	47
3.2 基本的广义 DEA 模型 .....	48
3.2.1 满足规模收益不变的广义 DEA 模型 .....	48
3.2.2 满足规模收益可变的广义 DEA 模型 .....	51
3.2.3 一个综合的广义 DEA 模型 .....	52



3.3	广义 DEA 有效性含义	56
3.4	广义 DEA 有效性的判定方法	60
3.5	广义 DEA 有效与相应的 Pareto 有效之间的关系	63
3.6	样本可能集的相关性质	67
3.7	基于广义数据包络面的排序方法	73
3.8	应用广义 DEA 方法分析 DEA 有效决策单元	74
3.9	广义 DEA 方法在企业效率分析中的应用	77
	参考文献	78
<b>第 4 章</b>	<b>带有偏好锥的广义 DEA 模型</b>	<b>80</b>
4.1	带有偏好锥的广义 DEA 模型	81
4.2	带有偏好锥广义 DEA 模型的几种特殊形式	91
4.3	SCDEA 有效性与相应多目标规划非支配解之间的关系	92
4.4	SCDEA 有效性含义以及决策单元投影	95
4.5	基于 AHP 的特殊广义 DEA 模型	103
4.6	应用举例	105
	参考文献	109
<b>第 5 章</b>	<b>具有无穷多个决策单元的广义 DEA 模型</b>	<b>110</b>
5.1	基于 $C^2W$ 模型的广义 DEA 方法	111
5.1.1	样本生产可能集构造与广义 DEA 有效性的定义	111
5.1.2	基于 $C^2W$ 模型的广义 DEA 模型	113
5.2	基于 $C^2W$ 模型的广义 DEA 方法与传统 DEA 方法的关系	120
5.2.1	广义 DEA 方法与传统 DEA 方法的区别	120
5.2.2	广义 DEA 方法与传统 DEA 方法的联系	121
5.3	广义数据包络面与决策单元的投影性质	124
5.4	应用举例	131
5.5	结束语	133
	参考文献	133
<b>第 6 章</b>	<b>综合的广义 DEA 模型</b>	<b>135</b>
6.1	综合的广义 DEA 模型	136
6.1.1	样本生产可能集的构造与广义 DEA 有效性	137
6.1.2	综合的广义 DEA 模型	139
6.2	综合的广义 DEA 模型与传统 DEA 模型之间的关系	142

6.3 广义数据包络面与决策单元的投影性质	143
6.4 应用举例	156
6.5 结束语	158
参考文献	158
<b>第 7 章 只有输出的广义 DEA 模型</b>	<b>160</b>
7.1 多指标综合评价的 Sam-E 有效性含义	161
7.2 决策单元的 Sam-E 有效性度量与排序	164
7.3 决策单元的 Sam-E 有效性判定	171
7.4 决策单元的 Sam-E 无效性分析	174
7.5 中国西部地区工业企业经济效益综合评价与分析	176
7.6 结束语	182
参考文献	182
<b>第 8 章 具有多属性决策单元的广义 DEA 模型</b>	<b>184</b>
8.1 具有两种属性决策单元的有效性评价	184
8.1.1 具有两种属性决策单元的参照系构造与有效性分析	184
8.1.2 具有两种属性决策单元有效性评价的数学模型	189
8.1.3 具有两种属性决策单元的投影性质	194
8.2 多属性决策单元评价的有效性分析	195
8.2.1 多属性决策单元评价的参照系构造与有效性分析	195
8.2.2 多属性决策单元评价的数学模型	199
8.3 算例分析	204
参考文献	208
<b>第 9 章 基于模糊综合评判方法的广义 DEA 模型</b>	<b>210</b>
9.1 基于模糊综合评判方法的广义 DEA 模型	210
9.2 用于模糊综合评判结果无效原因的分析方法	215
9.3 带有权重约束的模糊 DEA 模型	217
9.4 应用举例	219
9.4.1 F-D 方法在方案评价与择优中的应用	219
9.4.2 F-D 方法在方案改进中的应用	220
9.5 结束语	221
参考文献	221

<b>第 10 章 广义 DEA 方法与组合效率分析</b> .....	222
10.1 个体联合型组合效率评价方法 .....	222
10.1.1 评价组合有效性模型及其性质 .....	223
10.1.2 评价组合有效性模型的变换性质 .....	229
10.1.3 权重受限的评价组合有效性模型 .....	230
10.1.4 组合有效性的判定方法 .....	232
10.1.5 应用举例 .....	234
10.2 集群竞争环境与竞争性组合效率评价方法 .....	235
10.2.1 竞争型组合问题描述与集群成员的效率度量 .....	236
10.2.2 基于样本评价集群竞争环境与组合效率的方法 .....	243
10.2.3 竞争环境与组合效率评价方法的应用研究 .....	248
10.3 集群重组型组合效率评价方法 .....	252
10.3.1 集群中个体成员的效率度量方法 .....	253
10.3.2 集群现状分析与整体优化方法 .....	256
10.3.3 集群重组方案有效性的分析方法 .....	259
10.3.4 重组有效性分析方法在国有企业战略重组中的应用 .....	261
10.4 结束语 .....	265
参考文献 .....	265
<b>第 11 章 广义 DEA 方法与风险评估</b> .....	267
11.1 基于经验数据评价系统风险的广义 DEA 方法 .....	267
11.1.1 基于经验数据评价的 (SPDEA) 模型 .....	268
11.1.2 (SPDEA) 模型含义及排序方法 .....	270
11.1.3 (SPDEA) 模型在风险评估中的应用 .....	275
11.1.4 应用举例 .....	275
11.2 基于极大 (极小) 风险曲面的风险评估方法 .....	278
11.2.1 极大风险与极小风险的预测 .....	278
11.2.2 基于极大风险曲面移动的排序方法 .....	283
11.2.3 应用举例 .....	288
11.3 降低风险措施有效性评价的广义 DEA 方法 .....	289
11.3.1 降低风险措施有效性评价的模型与方法 .....	290
11.3.2 降低风险措施有效性的判定模型 .....	293
11.3.3 权重受限的降低风险措施有效性分析模型 .....	298

11.3.4 应用举例	300
参考文献	301
<b>第 12 章 基于面板数据的广义 DEA 模型</b>	<b>302</b>
12.1 基于面板数据的广义 DEA 模型	302
12.2 中国能源利用效率省级数据的分析与比较	304
12.2.1 中国能源利用效率综合指数的测评	305
12.2.2 中国各地区 1998~2007 年能源利用效率分析	307
12.3 基于面板数据的中国煤炭企业经济效率分析	309
12.3.1 中国煤炭上市公司的经济效益综合指数的测评	310
12.3.2 中国煤炭上市企业 2000~2008 年经济效率分析	311
参考文献	313
<b>第 13 章 广义 DEA 方法与经济系统分析</b>	<b>315</b>
13.1 工业企业相对效益与总体增长状况分析	315
13.1.1 用于工业企业经济效益有效性评估的非参数方法	315
13.1.2 中国西部地区工业企业经济效益分析	318
13.2 基于面板数据的中国地区经济运行效益研究	321
13.2.1 一种基于面板数据的地区经济效益评价方法	321
13.2.2 中国地区经济运行效益的实证分析	323
13.3 基于面板数据的中国地区经济业绩综合分析	327
13.3.1 应用面板数据分析地区经济业绩的非参数方法	327
13.3.2 用于地区经济业绩有效程度测评的计量模型	328
13.3.3 中国各地区经济业绩的有效性分析	329
参考文献	332
<b>第 14 章 广义 DEA 方法与多指标生物信息分析</b>	<b>334</b>
14.1 多指标生物信息非参数综合分析技术 (MIBI-T)	334
14.1.1 个体单元的有效性测度方法	335
14.1.2 处理组与对照组单元的比较和分析方法	336
14.2 MIBI-T 方法在电场处理种子有效性分析中的应用	338
14.2.1 实验装置与方法	338
14.2.2 计算结果与分析	339
14.3 结束语	345
参考文献	346

<b>第 10 章 广义 DEA 方法与组合效率分析</b> .....	222
10.1 个体联合型组合效率评价方法 .....	222
10.1.1 评价组合有效性模型及其性质 .....	223
10.1.2 评价组合有效性模型的变换性质 .....	229
10.1.3 权重受限的评价组合有效性模型 .....	230
10.1.4 组合有效性的判定方法 .....	232
10.1.5 应用举例 .....	234
10.2 集群竞争环境与竞争性组合效率评价方法 .....	235
10.2.1 竞争型组合问题描述与集群成员的效率度量 .....	236
10.2.2 基于样本评价集群竞争环境与组合效率的方法 .....	243
10.2.3 竞争环境与组合效率评价方法的应用研究 .....	248
10.3 集群重组型组合效率评价方法 .....	252
10.3.1 集群中个体成员的效率度量方法 .....	253
10.3.2 集群现状分析与整体优化方法 .....	256
10.3.3 集群重组方案有效性的分析方法 .....	259
10.3.4 重组有效性分析方法在国有企业战略重组中的应用 .....	261
10.4 结束语 .....	265
参考文献 .....	265
<b>第 11 章 广义 DEA 方法与风险评估</b> .....	267
11.1 基于经验数据评价系统风险的广义 DEA 方法 .....	267
11.1.1 基于经验数据评价的 (SPDEA) 模型 .....	268
11.1.2 (SPDEA) 模型含义及排序方法 .....	270
11.1.3 (SPDEA) 模型在风险评估中的应用 .....	275
11.1.4 应用举例 .....	275
11.2 基于极大 (极小) 风险曲面的风险评估方法 .....	278
11.2.1 极大风险与极小风险的预测 .....	278
11.2.2 基于极大风险曲面移动的排序方法 .....	283
11.2.3 应用举例 .....	288
11.3 降低风险措施有效性评价的广义 DEA 方法 .....	289
11.3.1 降低风险措施有效性评价的模型与方法 .....	290
11.3.2 降低风险措施有效性的判定模型 .....	293
11.3.3 权重受限的降低风险措施有效性分析模型 .....	298

## 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了系统的分析和归纳,阐述了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,给出了应用 DEA 方法的具体工作步骤,并明确了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.本章内容主要取材于文献 [1].

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<sup>[2]</sup>. 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<sup>[1,3]</sup>,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且重要的分析工具和研究手段<sup>[4]</sup>. 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<sup>[5]</sup> 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.

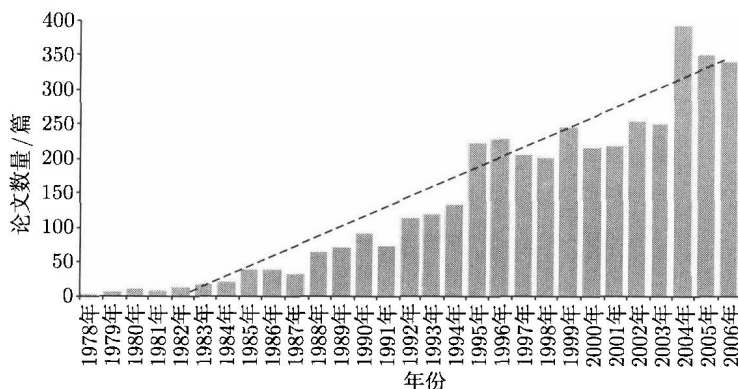


图 1.1 DEA 相关论文的发表情况

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/篇	占论文总量的比例/%
<i>European Journal of Operational Research</i>	373	23.0
<i>Journal of Productivity Analysis</i>	242	14.9
<i>Journal of the Operational Research Society</i>	164	10.1
<i>Applied Economics</i>	86	5.3
<i>Annals of Operations Research</i>	83	5.1
<i>Management Science</i>	83	5.1
<i>OMEGA—International Journal of Management Science</i>	73	4.5
<i>Applied Mathematics and Computation</i>	63	3.9
<i>Socio-Economic Planning Sciences</i>	63	3.9
<i>International Journal of Production Economics</i>	58	3.6
<i>Computer and Operations Research</i>	48	3.0
<i>International Journal of Systems Science</i>	41	2.5
<i>Journal of Econometrics</i>	37	2.3
<i>Applied Economics Letters</i>	35	2.2
<i>Journal of Banking and Finance</i>	35	2.2
<i>Health care Management Science</i>	29	1.8
<i>Journal of Medical Systems</i>	29	1.8
<i>Journal of the Operations Research Society of Japan</i>	28	1.7
<i>System Engineering Theory and Practice</i>	26	1.6
<i>Review of Economics and Statistics</i>	25	1.5
合 计	1621	100.00

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 年可以检索到和 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).

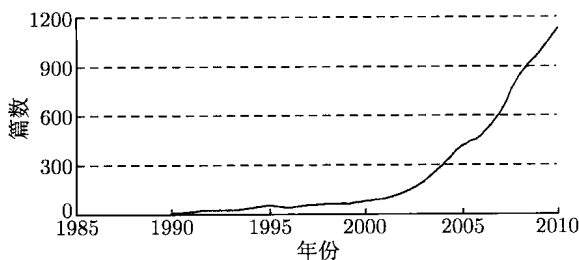


图 1.2 1986~2010 年与 DEA 有关的中文论文的发表情况

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了系统分析和归纳, 阐述了它的若干重要问题的主要研究进展. 然后, 在

DEA 应用方面, 由于实际问题复杂多样、范围极其广泛, DEA 模型本身又种类较多, 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, 必须首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<sup>[6]</sup>的基础上, 从系统工程<sup>[7]</sup>的工作方法出发, 对这一问题进行了进一步分析. 最后, 由于 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.

## 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, 而且也为评价多目标问题提供了有效途径, 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

对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.  $C^2R$  模型是一个刻画生产的规模与技术有效的 DEA 模型. 1984 年, Banker 和 Charnes 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<sup>[8,9]</sup>. 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<sup>[10]</sup>. 1990 年, Seiford 和 Thrall 给出了满足规模收益非递减的 DEA 模型——ST 模型<sup>[11]</sup>. 上述模型是非常经典的 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估单元最有利的权重, 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<sup>[12]</sup>, 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。C<sup>2</sup>WH 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 等于 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<sup>[15]</sup>。1995 年, 刘永清等又给出了要素在有限范围内变化的 DEA 模型<sup>[16]</sup>。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<sup>[17]</sup>。另外, 还有人研究过使用类别变量的 DEA 模型<sup>[18]</sup>、以序数词作为输入输出变量的 DEA 模型<sup>[19]</sup>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<sup>2</sup>R 模型推广到具有无限多个决策单元的情况, 给出了 C<sup>2</sup>W 模型<sup>[20]</sup>。实际上, C<sup>2</sup>WY 模型<sup>[21]</sup>和 Banach 空间中的 DEA 模型<sup>[22]</sup>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, 那么, 对每一模型的基本性质、求解方法等都分别进行讨论, 常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<sup>2</sup>WY 模型, 这一模型除包含了两个最基本的 DEA 模型外, 还包含 C<sup>2</sup>W 模型和 C<sup>2</sup>WH 模型。而后, 李树根等于 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 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<sup>2</sup>WY 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<sup>[24]</sup>, 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

某些系统用欧氏空间去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