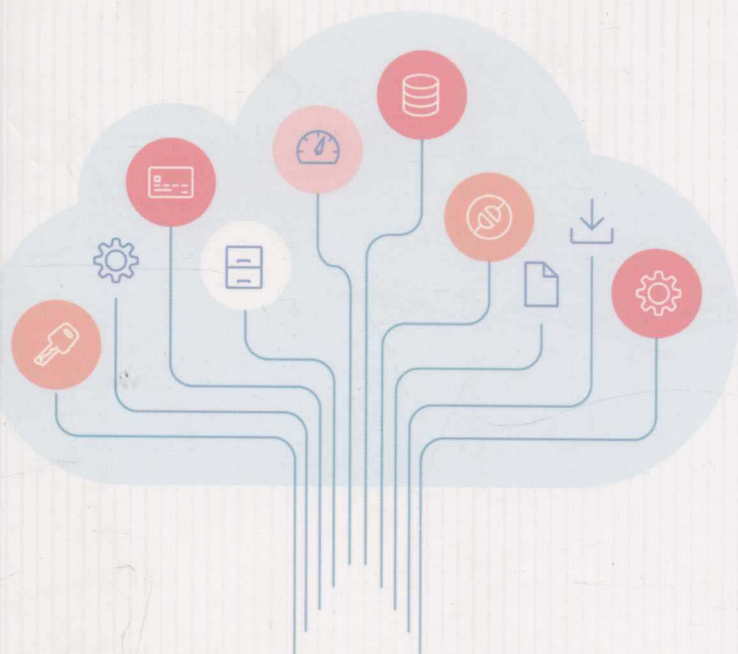


国家自然科学基金资助项目 (71201108)



Buwanquan Xinxi Zonghe Pingjia
Fangfa yu Yingyong

不完全信息综合评价 方法与应用

基于证据理论和有序加权算子的研究

姚爽 著



经济科学出版社
Economic Science Press

国家自然科学基金资助项目 (71201108)

Buwanquan Xinxi Zonghe Pingjia
Fangfa yu Yingyong

不完全信息综合评价 方法与应用

基于证据理论和有序加权算子的研究

姚爽 著

图书在版编目 (CIP) 数据

不完全信息综合评价方法与应用：基于证据理论和有序加权算子的研究/姚爽著. —北京：经济科学出版社，2015.9

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6137 - 3

I. ①不… II. ①姚… III. ①综合评价 - 研究
IV. ①F224.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 239191 号

责任编辑：李 雪

责任校对：王肖楠

责任印制：邱 天

不完全信息综合评价方法与应用

——基于证据理论和有序加权算子的研究

姚 爽 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：010 - 88191217 发行部电话：010 - 88191522

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：http://jjkxcs. tmall. com

固安华明印业有限公司印装

710 × 1000 16 开 12.75 印张 200000 字

2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6137 - 3 定价：40.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010 - 88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话：010 - 88191586)

电子邮箱：dbts@ esp. com. cn)

前 言

综合评价问题广泛存在于社会、经济、管理等各个领域，如经济效益综合评价、公司绩效评价、科研及工程项目评价、质量评价、供应商评价等，综合评价理论与方法有着广阔的应用前景。科学评价是正确决策的依据和基础，也可以说没有评价就没有决策。而评价信息的提供环节及充分程度与综合评价方法的研究是紧密相关的，也直接影响到决策结果。综合评价的实践活动也不断地使人们认识到：通常只能获得评价参数（属性权重、属性值、专家权重等）的不完全信息。因此，对综合评价问题尤其是不完全信息综合评价问题的研究具有重要的实际意义。

目前，有关不完全信息综合评价问题的研究已受到了许多学者的广泛关注，可以看到一些有价值的研究成果，然而，不完全信息综合评价问题的表现形式复杂多样，相关问题在处理方法上还缺乏一个系统的研究。证据理论在解决不完全信息综合评价问题上表现出了非凡的潜力，本书以其为主要研究方法，同时结合有序加权算子理论，对不完全信息综合评价问题的解决方法和相关应用进行探讨和研究，主要研究工作包括以下几个方面：

1. 研究不同信息形式的不完全信息综合评价问题，基

于 D-S 证据理论提出相应的分析解决方法。具体包括：(1) 以属性值评价信息缺失的多属性综合评价问题为背景，对 DS-AHP 方法进行分析研究，提出改进的模型；(2) 以有限方案子集偏好信息形式的多属性综合评价问题为背景，对 DS/AHP 方法进行分析研究和改进；(3) 以基于分布式结构信息形式的群组评价问题为背景，提出基于 ER 方法的解决模型。在已有的证据推理算法基础上，研究确定证据权重的方法。

2. 基于有序加权算子理论对不完全信息综合评价问题进行研究，探讨有序加权算子分析解决不完全信息综合评价问题的思路、方法，具体包括：(1) 对诱导有序加权算子进行拓展研究，提出基于多维诱导分量的拓展有序加权算子；(2) 对自主式评价和协商评价相结合的多属性协商综合评价问题，提出相对优势诱导和绝对优势诱导的不完全信息综合评价方法；(3) 对专家权重未知的不完全语言偏好信息综合评价问题，提出局部偏离度诱导和整体偏离度诱导的不完全信息综合评价方法。

3. 基于 D-S 证据理论，研究不完全信息综合评价问题的有序加权集结模型，具体包括：(1) 研究属性为分布式结构信息形式且权重未知的不完全信息综合评价问题，在证据理论和有序加权算子理论的基础上，定义新的诱导有序信息集结算子，对不完全信息进行有序集结；(2) 研究有限方案子集偏好信息形式且专家权重未知的不完全信息群组评价问题，基于 DS/AHP 方法与有序加权算子理论，提出基于证据距离诱导的不完全信息群组评价信息有序集结模型；(3) 研究部分属性偏好信息且成员权重未知的群体赋权问

题,基于D-S证据理论和有序加权算子理论,构建群体赋权模型,对属性偏好信息有缺失的群体赋权问题进行直接处理,通过对计算过程的推导研究,实现在计算机上程式化、高效率。

4. 研究不完全信息综合评价方法在公共支出绩效评价、区域金融生态环境评价中的应用,提出相应的分析解决方案,具体包括:(1)建立不完全信息下的动态综合评价模型,考虑属性的不完全偏好信息评价环境,属性赋权的过程中结合“差异驱动”和“功能驱动”的思想;应用时序加权算子,对动态综合评价信息进行集结;运用“时间度”的概念体现评价者对近期数据的重视程度,这样也是对动态的发展过程中绩效表现得越来越好的对象进行激励,而对表现越来越差的对象进行惩罚;通过实证研究,将所建立的模型运用到辽宁省14个地市的公共支出综合绩效评价;(2)在不完全信息综合评价环境下,建立一个专家区间赋权方法与变异系数法、诱导有序加权算子相结合的综合评价模型,用于解决区域金融生态环境评价问题;构建金融生态环境的多层次评价指标体系,结合辽宁省14个地市金融生态环境的实际进行实证研究,为辽宁金融生态环境改善及相关政策制定提供参考。

在本书的撰写过程中,许多专家、学者给予了帮助和指导,这使得本书涉及的研究工作能够顺利地开展并最终完成,在这里一并表示感谢!本书系国家自然科学基金资助项目“基于证据理论的不完全信息综合评价方法与应用研究(项目编号:71201108)”研究成果。

由于本书的作者水平有限,书中的观点尚有不成熟之

处，一些写法和叙述难免有不妥和疏漏，恳请学术同行及广大读者能够不吝赐教，给予批评和指正。

姚 爽

2015 年 8 月 18 日

目 录

第一章 绪论	1
1.1 综合评价概述	1
1.1.1 综合评价的概念	1
1.1.2 综合评价与多属性决策	2
1.1.3 综合评价研究方法	4
1.2 不完全信息综合评价	5
1.2.1 不完全信息综合评价问题的现实意义	5
1.2.2 不完全信息综合评价问题的一般描述	5
1.2.3 不完全信息综合评价问题的研究进展	10
1.2.4 不完全信息综合评价问题的研究述评	15
1.3 本书论题的提出	15
1.4 本书的研究目的、研究内容	16
1.5 本书主要章节安排	18
1.6 本书数学符号及用语的说明	20
第二章 基本理论	21
2.1 D-S 证据理论	21
2.1.1 概率的四种解释及其性质	22
2.1.2 D-S 证据理论的基本概念	23

2.1.3	D-S 证据理论的决策规则	27
2.1.4	基于 D-S 证据理论的综合评价流程图	29
2.2	有序加权算子及位置权重	30
2.2.1	有序加权平均算子	30
2.2.2	拓展的 OWA 算子	31
2.2.3	位置权向量的确定方法	33
2.3	本章小结	35
第三章	不同信息形式的不完全信息综合评价证据推理方法	37
3.1	属性值信息缺失形式的 DS-AHP 方法	37
3.1.1	问题的背景及描述	37
3.1.2	问题的解决思路	38
3.1.3	DS-AHP 的分析	39
3.1.4	DS-AHP 方法的改进	43
3.1.5	DS-AHP 方法改进效果	49
3.2	有限方案子集偏好信息形式的 DS/AHP 方法	51
3.2.1	问题的提出	51
3.2.2	DS/AHP 方法及改进	52
3.2.3	应用例	54
3.3	基于分布式结构信息形式的 ER 方法	58
3.3.1	问题的提出	58
3.3.2	基本模型	60
3.3.3	应用例	64
3.4	本章小结	67
第四章	基于诱导有序加权思想的不完全信息综合评价方法	70
4.1	基于多维诱导分量的拓展有序加权算子	70
4.1.1	问题的提出	70

4.1.2 多维诱导分量的拓展 IOWA 算子	71
4.2 相对优势诱导和绝对优势诱导的不完全信息综合评价方法	73
4.2.1 问题的提出	73
4.2.2 基于自主式协商规则的位置权向量确定模型	75
4.2.3 应用例	77
4.3 局部偏离度诱导和整体偏离度诱导的不完全信息综合评价方法	79
4.3.1 问题的提出	79
4.3.2 二元语义	80
4.3.3 基本方法	82
4.3.4 应用例	87
4.4 本章小结	89
第五章 不完全信息综合评价的诱导有序加权证据推理方法	91
5.1 期望效用诱导的不完全信息综合评价 ER 方法	91
5.1.1 问题的提出	91
5.1.2 基本知识	93
5.1.3 加权证据推理方法	96
5.1.4 加权证据推理方法的性质	100
5.1.5 期望效用为诱导分量的加权证据推理方法	101
5.1.6 应用例	103
5.2 证据距离诱导的不完全信息综合评价 DS/AHP 方法	110
5.2.1 问题的提出	110
5.2.2 基本模型	111
5.2.3 应用例	113
5.3 相似度指数诱导的部分属性偏好信息群体赋权方法	116
5.3.1 问题的提出	116

不完全信息综合评价方法与应用

5.3.2 基于证据理论的群体赋权模型	117
5.3.3 应用例	124
5.4 本章小结	127
第六章 不完全信息综合评价的应用研究	129
6.1 不完全信息动态综合评价在公共支出绩效评价 中的应用	129
6.1.1 问题的提出	129
6.1.2 基本模型	130
6.1.3 实证分析	136
6.2 不完全信息多属性综合评价在区域金融生态环 境评价中的应用	141
6.2.1 研究背景	141
6.2.2 区域金融生态环境评价指标体系	143
6.2.3 区域金融生态环境评价模型	145
6.2.4 区域金融生态环境评价实证研究 ——以辽宁省 14 个地市为例	148
6.2.5 改善金融生态环境的几点建议	157
6.3 本章小结	158
第七章 结论与展望	160
7.1 本书的主要成果及结论	160
7.2 展望	164
附录	166
附表 1 辽宁省 14 个地市 2007 年公共支出综合绩效评价 指标基本数据	166

附表 2 辽宁省 14 个地市 2008 年公共支出综合绩效评价 指标基本数据	168
附表 3 辽宁省 14 个地市 2009 年公共支出综合绩效评价 指标基本数据	169
参考文献	170

第一章

绪 论

1.1 综合评价概述

1.1.1 综合评价的概念

评价是人类社会中一项经常性的、极重要的认识活动，评价问题在社会、经济和科技活动中普遍存在。例如，人们日常生活中经常遇到如下的判断问题：同类食品中哪个品牌的好？哪个高等院校的声望高？哪家上市公司的绩效好？哪个地区发展（或建设）得好？等等。对于食品品牌的判断就要综合比较各品牌的口感、营养成分、价格等方面的差别；对于高校声望的判断就要综合考虑各高校的在校学生规模、教学质量、科研成果、校址的地理位置等方面的差别；对于上市公司绩效的判断就要综合考虑企业的财务管理、营销管理、人力资源管理与开发等方面的差别；对于国家或地区发展好坏的判断就要综合考虑经济、文化、社会、环境、生态等方面的差别。解决上述问题的过程就是一个综合评价的过程，也是一个有限方案的决策过程。

文献 [1] 认为评价 (Evaluation) 是指根据确定的目的来测定对象系统的属性, 并将这种属性变为客观定量的计值或者主观效用的行为。文献 [2] 认为综合评价 (Comprehensive Evaluation, CE) 是指对多属性体系结构描述的对象系统做出全局性、整体性的评价, 即对评价对象的全体, 根据所给的条件, 采用一定的方法给每个评价对象赋予一个评价价值 (又称评价指数), 再据此择优或排序。文献 [3] 认为评价是人们参照一定标准对客体的价值或优劣进行评判比较的一种认知过程, 同时也是一种决策过程。它是人们认识事物的重要手段之一。综合评价相对于评价而言, 区别在于评价标准的复杂性。若评价标准比较单一、明确, 可称为“单项评价”或“单指标评价”; 若评价标准比较复杂、抽象, 就属于“综合评价”或“多指标评价”。综上所述, 本书认为综合评价是指对被评价对象所进行的客观、公正、合理的全面评价。

一般来说, 构成综合评价问题的要素有: 被评价对象、评价指标、权重系数、综合评价模型、评价者。综合评价的一般步骤是: 明确评价目的; 确定被评价对象; 建立评价指标体系; 确立与各项评价指标相对应的权重系数; 选择或构造综合评价模型; 计算各被评价对象的综合评价值并进行排序或分类。^[4]

1.1.2 综合评价与多属性决策

在现代管理决策科学中, 多属性决策是一个很重要的内容, 而其与综合评价之间又有着十分紧密的联系。

决策的思想源远流长, 甚至可以说: 决策是贯穿人类文明孕育发展过程始终的。但决策一词获得崇高的地位并为学术界普遍研究探讨则始于 20 世纪 50 年代, 从统计决策理论的蓬勃发展发展到 1966 年“决策分析”的提出, 至今决策的研究与应用已经成为统计学、运筹学、经济学、心理学等学科共同发展充实的交叉学术领域。目前, 决策分

析已成为包括多准则决策、群决策、模糊决策、序贯决策及决策支持系统等诸多方向的重要学术领域,而多准则决策(Multiple Criteria Decision Making, MCDM)是决策分析中研究最为广泛的核心内容。多准则决策又分为多目标决策(Multiple Objective Decision Making, MODM)和多属性决策(Multiple Attribute Decision Making, MADM)两类^[5-6],前者为方案数有限的多准则决策,后者为方案数无限的多准则决策。

在决策理论实践发展中,赫伯特·西蒙(Herbert Simon)的研究成果具有里程碑式的意义。“1978年10月16日,瑞典皇家科学院鉴于西蒙对‘经济组织内决策程序的开创性研究’,将该年度的诺贝尔经济学奖授予西蒙”^[7]。西蒙认为,“决策不仅仅是从几个备选方案中选定一个方案的行动,而是一个过程”^[8]。他把决策行为从逻辑上展开,从认知科学的角度把决策程序划分为“信息活动”、“设计活动”、“选择活动”和“审查活动”四个阶段。西蒙关于决策程序的研究对现代管理研究影响深远。罗宾斯等^[9]将决策过程分为八个步骤:识别问题、确定决策标准、分配决策标准权重、拟定备选方案、分析方案、选择最佳方案、实施方案、评价决策效果。邢以群^[10]将决策过程分为七个步骤:察觉和分析问题,明确决策目标,制订可行方案,分析比较方案,选择满意方案,实施决策方案,监督与反馈。从决策程序来看,对多准则方案的分析评价是决策的核心问题。

文献[4]认为多属性决策与综合评价在属性信息加权集结的思想上是是一致的。如从现代科学评价的早期发展来看,艾奇沃斯(Edgeworth)在1888年英国皇家统计学会的杂志上发表的论文“考试中的统计学”中,就已经提出了对考试中的不同部分应如何加权;1913年,斯皮尔曼(Spearman)发表了“和与差的相关性”一文,讨论了不同加权的作用;此外,19世纪中后期提出的许多经典的综合指数的计算公式都反映了对多种因素进行区分并合成的思想,如拉

氏指数、派氏指数等。文献 [4] 从研究对象、目标实现、环境的性质、功能、主要原则、对象的处理几方面, 将综合评价和多属性决策进行了对比, 认为两者的最根本区别在于综合评价面向过去已发生的环境, 多属性决策面向未来尚未发生的环境; 两者均有排序、分类、选择、判别的功能, 但综合评价以排序为主, 多属性决策以择优为主; 同时, 综合评价强调公平性, 对被评价对象不可删减, 多属性决策注重可预见性, 对备选方案可以筛选删减。

综上所述, 综合评价与多属性决策在研究对象及应用范围上的差别要远远高于方法本身之间的差别, 甚至可以说, 综合评价的方法就是多属性决策的方法。本书以解决“综合评价环境”下的问题为出发点而建立新方法, 因此, 在方法的引用或论述上放松对综合评价和多属性决策区分的严格性, 以表达问题的适宜为准。

1.1.3 综合评价研究方法

迄今, 多属性决策领域已经取得了丰富的研究成果^[6,11~17]。根据评价者提供信息的环节和充分程度不同, 可将多属性决策方法做如下划分:^[6]

(1) 无偏好信息的决策方法

如乐观 (Maximax) 准则、悲观 (Maximin) 准则、可能性 (Laplace) 准则、最小机会损失 (Savage) 准则及折中系数 (Hurwicz) 准则等。

(2) 有属性偏好信息的决策方法

又可分为给定属性标准水平的方法, 如连接法、分离法; 给定属性序数偏好信息的方法, 如字典序法; 给定属性基数偏好信息的方法, 如简单加权法、层次分析法和理想点法等。

(3) 给定方案之间偏好信息的决策方法

如交互式简单加权法、理想点多维尺度法等。

近年来,又陆续出现了基于人工智能^[18]、神经网络^[19]、遗传算法^[20]、粗集理论^[21~22]、证据理论^[23~24]及有序加权算子^[25~27]的多属性决策方法。

1.2 不完全信息综合评价

1.2.1 不完全信息综合评价问题的现实意义

综合评价问题广泛存在于社会、经济、管理等各个领域,如经济效益综合评价^[28]、公司绩效评价^[29]、科研及工程项目评价^[30~31]、质量评价^[32]、供应商评价^[33]等,综合评价理论与方法有着广阔的应用前景。科学评价是正确决策的依据和基础,也可以说没有评价就没有决策,因此评价问题的研究具有十分重要的意义。

评价信息的提供环节及充分程度与综合评价方法的研究是紧密相关的,综合评价的实践活动也不断地使人们认识到:通常只能获得评价参数(属性权重、属性值、专家权重等)的不完全信息。出现这种状况的原因很可能是^[34]: a. 评价可能是在时间紧张、知识或数据缺乏的情况下做的; b. 许多属性因为反映了社会和环境的影响有时是难以确定或难以量化的; c. 评价者的注意力和信息处理能力有限,特别是在复杂和不确定环境下的数值判断能力; d. 在群体评价中,参与者的经验、知识和偏好往往不同,因此确定参数值时意见难以统一。因此,对综合评价问题尤其是不完全信息综合评价问题的研究具有重要的实际意义。

1.2.2 不完全信息综合评价问题的一般描述

由于客观事物的复杂性,以及人们思维能力、知识结构和知识水