

JIYU DUOZHIBIAO GOUJIAN ZONGHE ZHISHU DE  
PINGJIA FANGFA JIQI YINGYONG YANJIU

# 基于多指标构建综合指数的 评价方法及其应用研究

石峻驿 陶思年 蔺小奕 著



北京邮电大学出版社  
www.buptpress.com

# 基于多指标构建综合指数的 评价方法及其应用研究

石峻驿 陶思年 蔺小奕 著



北京邮电大学出版社  
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

## 内 容 简 介

本书一共包含八章的内容,其中第一~三章为理论和方法部分,第四~八章为应用部分。第一章是引言与文献综述。第二章是常用评价方法及其比较研究。第三章为三大评级机构的信用评级方法比较,作为拓展内容,介绍了国际上三大评级机构的信用评级方法,在此基础上介绍了中国的评级现状。第四章是综合承载力指数的构建及其实现,介绍了基于多指标构建综合承载力指数,并将其应用于主体功能区的划分。第五章是人口承载力测算体系的构建及其实现,主要从不同视角对人口承载力进行了测算研究。第六章是节能减排综合指数的构建及其实现,主要基于综合视角构建节能减排指标体系,并从时间序列和截面两个角度对节能减排综合指数进行了计算和分析。第七章是首都功能提升指数的构建及其实现,主要基于9个维度构建指标体系,计算首都功能提升指数。第八章是企业承诺制改革试点效果评估体系的构建及其实现,主要以山西省为例,构建了企业承诺制改革试点效果评估的指标体系,计算了综合评价指数,并对试点效果进行了显著性检验。

### 图书在版编目(CIP)数据

基于多指标构建综合指数的评价方法及其应用研究 / 石峻驿, 陶思年, 蔺小奕著. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2022. 1

ISBN 978-7-5635-6580-1

I. ①基… II. ①石… ②陶… ③蔺… III. ①企业—信用评级—研究—中国 IV. ①F832.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 267217 号

策划编辑: 彭 楠 责任编辑: 孙宏颖 封面设计: 七星博纳

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 唐山玺诚印务有限公司

开 本: 720 mm×1 000 mm 1/16

印 张: 13.25

字 数: 264 千字

版 次: 2022 年 1 月第 1 版

印 次: 2022 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-6580-1

定 价: 58.00 元

· 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

# 前 言

随着信息技术的快速发展,各行各业积累的数据量越来越多,也越来越丰富。如何充分利用这些信息,为相关部门、相关机构、相关企业的决策提供参考,是一个涉及范围广泛而且现实意义重要的问题。在现实应用中,如何科学有效地将这些丰富的多维信息进行降维处理,形成综合的单一维度信息,为决策者“拨开云雾”,洞察事物发展的规律和趋势?基于多指标构建综合指数的评价方法无疑为解决这一问题提供了一个有效的途径。

本书作者从2008年开始接触基于多指标构建综合指数的评价方法,将其应用于综合承载力指数的计算中,并将计算结果用于主体功能区划分,取得了较好的实践效果。本书第四章的主要内容曾发表于2010年第3期的《城市发展研究》,围绕着评价结果展开的讨论先后发表于2011年《人民日报》(理论版)和2012年《光明日报》(理论版)。

2011年,受北京市丰台区政府的委托,作者承担了“丰台区人口资源环境承载力研究”,重点研究了从不同视角对丰台区人口承载力水平进行测算,测算结果对于丰台区决策者及时掌握丰台区的各类资源对人口的承载力水平提供了重要参考,为制定相应的人口政策提供了科学依据。本书第五章的主要内容就是该项研究成果的一个归纳和梳理。

2011年,作者承担了国家统计局的重点项目“中国节能减排核算的理论与实践”,对中国的节能减排情况进行评估是其中的一项重要内容。我们基于时间序列数据,对中国1992—2013年的节能减排情况进行评价;基于横截面数据,对中国2012年各省区市的节能减排情况进行评价。本书第六章的主要内容就是这一研究成果的体现,该成果曾发表于2017年第4期的《宏观经济研究》。

2016年,受国家发展改革委体改所课题组的邀请,作者参与了课题“西城区首都功能提升指数研究”的研究工作,主要负责相关指数的编制和计算工作。本书第七章就是作者参与该课题,由作者负责完成的指数计算部分的内容。需要说明的

是,首都功能提升指数指标体系的构建工作以及相关数据的采集工作主要由国家发展改革委体改所以及西城区发改委来负责完成,作者仅从指数编制技术角度给予建议和指导。

2017年,受国家发展改革委体改所课题组的邀请,作者参与了“山西省投资体制改革实践与创新研究”,主要负责课题涉及的指数编制、指数计算与相关实证检验工作。本书第八章就是作者参与该课题时,由作者完成的相关内容的梳理。同样需要说明的是,企业承诺制改革试点效果评估体系、基础数据采集、相关政策建议都是由国家发展改革委体改所和山西发改委来负责完成的,作者仅从指数编制技术角度给予建议和指导。

基于多指标构建综合指数的评价方法随着问题和基础数据的变化而会有所不同,在实践应用中需要根据具体情况来进行具体方法的选择。未来,有两个方面的问题需要引起理论研究界和实践应用界的重点关注:一是基于面板数据,进行多指标综合指数编制时,在指数编制方法的选取上如何保证选取的方法能够使得指数结果从时间维度和空间维度都可比,将是一个值得探讨和注意的问题;二是对于指标比较多的情况,如何选取合适的统计方法对指标进行筛选和剔除,将是一项非常基础而又非常重要的工作。

本书的写作分工如下:第一章和第二章由陶思年和蔺小奕完成,石峻驿进行了修改;第三章由秦康和石峻驿完成,陶思年和蔺小奕进行了修改;第四~八章由石峻驿完成,陶思年和蔺小奕对表格、图表和个别文字错误进行了修改。当然,本书可能还存在种种不足,欢迎各界人士提出宝贵的批评意见。作者邮箱:jingjiszh@163.com。

# 目 录

第一章 引言与文献综述	1
一、引言	1
二、文献综述	3
(一) 综合评价方法概述	4
(二) 常用综合评价方法的发展	6
(三) 常用综合评价方法的应用	8
(四) 小结	9
第二章 常用评价方法及其比较研究	11
一、综合评价方法的一般步骤	11
(一) 明确目的,确定评价指标和评价指标体系	11
(二) 对指标进行量化	12
(三) 确定各评价指标权重	13
(四) 合成综合评价值	18
二、常用综合评价方法介绍	20
(一) 常规综合评价方法	20
(二) 多元统计综合评价方法	21
(三) 模糊综合评价方法	22
(四) Topsis 法	23
(五) 秩和比法	24
(六) 层次分析法	24
(七) 灰色系统分析法	24
(八) 数据包络分析法	25

(九) 人工神经网络法 .....	25
三、各种评价方法的综合比较 .....	26
<b>第三章 三大评级机构的信用评级方法比较 .....</b>	<b>29</b>
一、信用评价及三大机构概述 .....	29
(一) 信用评级概述 .....	29
(二) 三大评级机构的产生 .....	30
二、穆迪对金融机构的评级方法 .....	31
(一) 评级方法概述 .....	31
(二) 评级的定义、指标及方法 .....	32
(三) 案例应用 .....	33
三、标普对金融机构的评级方法 .....	34
(一) 评级方法概述 .....	34
(二) 评级的定义、指标及方法 .....	35
(三) 案例应用 .....	37
四、惠誉对金融机构的评级方法 .....	38
(一) 评级方法概述 .....	38
(二) 评级的定义、指标及方法 .....	39
(三) 案例应用 .....	40
五、三大机构评级方法的比较及中国评级现状 .....	41
(一) 穆迪评级流程与思想 .....	41
(二) 标普评级流程与思想 .....	43
(三) 惠誉评级流程与思想 .....	44
(四) 三大机构评级方法的异同 .....	45
(五) 中国信用评级现状 .....	46
<b>第四章 综合承载力指数的构建及其实现 .....</b>	<b>50</b>
一、承载力的测定方法 .....	50
(一) 单一承载力的测定 .....	50
(二) 综合承载力的测定 .....	52
(三) 承载力视角与“十一五”要求的对应关系 .....	55

二、主体功能区的划分方法 .....	56
(一) 划分单元的确定 .....	56
(二) 评价指标体系的建立与权重的确定方法 .....	57
三、综合承载力指数指标体系的构建与数据处理 .....	59
(一) 指标体系的构建 .....	59
(二) 数据预处理 .....	61
四、综合承载力指数计算的实现 .....	64
(一) 无量纲化与权重的确定 .....	64
(二) 主体功能区划分指数的计算 .....	66
五、结论与评价 .....	70
<b>第五章 人口承载力测算体系的构建及其实现 .....</b>	<b>73</b>
一、课题研究背景 .....	73
二、承载力测算方法设计与构建 .....	74
(一) 承载力测定视角分析 .....	74
(二) 承载力测定指标选择 .....	74
(三) 承载力的测算方法及原理 .....	75
三、不同视角人口承载力的测算 .....	77
(一) 基于产业结构的承载力测算 .....	77
(二) 基于房地产的承载力测算 .....	85
(三) 基于水资源的承载力测算 .....	86
(四) 基于基础设施的承载力测算 .....	88
(五) 基于公共服务的承载力测算 .....	90
(六) 基于城市化的承载力预测 .....	93
(七) 基于数量方法的常住人口测算 .....	95
四、基本结论 .....	97
<b>第六章 节能减排综合指数的构建及其实现 .....</b>	<b>100</b>
一、引言与文献综述 .....	100
二、基于综合视角的节能减排指标体系构建 .....	103
三、基于时间序列数据的中国节能减排评估 .....	108

四、基于省级截面数据的中国各地区节能减排效果评估 .....	113
五、结论与建议 .....	116
<b>第七章 首都功能提升指数的构建及其实现 .....</b>	<b>118</b>
一、引言 .....	118
二、指标体系构建与计算方法 .....	120
(一) 指标体系说明 .....	120
(二) 主要指标目标值的确定 .....	124
(三) 计算方法 .....	126
三、数据的获取方法 .....	128
(一) 数据来源与预处理 .....	128
(二) 调查数据获取方法 .....	129
四、指数的计算 .....	131
(一) 最终指标的选取 .....	131
(二) 计算结果 .....	134
五、结论与相关建议 .....	140
(一) 首都功能提升各领域情况评估 .....	140
(二) 提升首都功能的对策建议 .....	148
<b>第八章 企业承诺制改革试点效果评估体系的构建及其实现 .....</b>	<b>152</b>
一、引言 .....	152
二、企业项目承诺制无审批管理试点效果评价指标体系的构建 .....	154
(一) 评价承诺制无审批管理试点效果的主要维度 .....	154
(二) 构建改革评价指标体系的主要原则 .....	155
(三) 改革试点成效评价指标体系的构建 .....	156
三、评价与检验方法 .....	160
(一) 指标的无量纲化处理 .....	160
(二) 指标加权方法的确定 .....	161
(三) 评价指标的归并处理 .....	162
(四) 试点效果显著性 .....	162
四、评价结果分析 .....	163

---

(一) 数据采集方案设计与预处理方法 .....	163
(二) 企业通过改革试点获得收益方面的评价结果分析(A1) .....	164
(三) 企业对此次改革试点的满意度评价结果分析(A2) .....	167
(四) 政府推进改革工作成效的评价(B) .....	168
(五) 成效指数的改革前后对比 .....	170
(六) 试点效果显著性检验 .....	170
五、政策建议 .....	173
参考文献 .....	176
附录 各个计算表格结果 .....	193

# 第一章 引言与文献综述

## 一、引言

2020年3月,《中共中央 国务院关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》(以下简称《意见》)对外公布,《意见》将数据纳入了与土地、劳动力、资本、技术并列的第五大生产要素。近年来,以计算机、互联网等为代表的现代信息技术和平台持续发展,为数据的处理提供了较为便捷的方法和手段,同时,人们对于各类数据的需求也快速增长。面对错综复杂的数据环境,如何通过分类整理、制度监管等行动实现数据的合理应用,如何通过分享流动、加工处理等过程实现数据的价值展现,是目前学界和业界需要共同解决的问题。针对此类问题,在保有明确目的的情况下,将复杂数据进行高度抽象综合,实现对某一现象或问题的综合评价与正确评估,最终为决策提供依据是较为常用的且有效的手段之一,可以说,几乎任何的综合性活动都可以进行宏观或者微观的评价。实际中的许多现象往往是具有多方面的性质特征的,然而,除了少数实际意义与重要性均较为明确的可靠指标外,大多数的单一指标只能评估现象某一方面的优劣,而不能对其各个方面的性质特征进行综合性的、总括性的评价。因此在更多时候,评价者需借助一定的技术,结合定性与定量指标数据,综合考量主观与客观因素,基于构建多指标综合评价指数方法,对现象与问题进行评估。多指标综合评价指数方法能够实现被评价对象在不同时间、空间上的整体比较和排序,能够从数量上展示和说明研究对象的规模大小、内外部关系协调等特征,既可以从“度”来反映研究对象所处的相对状态,也可以从“质”来对研究领域较为统一的标准进行分析。在社会经济统计学理论界与统计实际部门的共同努力下,多指标综合评价指数方法在许多领域,尤其是在经济效益综合评价、生活质量评估等场景发挥了重要的作用。

多指标综合评价指数方法是将多个指标的数据综合起来形成一个概括性的指数,将评价结果量化,并通过指数比较以达到评价目的的一种重要技术,其重要的基础理论之一是指数理论。通过科学的理论与技术构造指数是对社会经济现象进

行描述的重要方法之一。早在 1675 年,英国学者赖斯·沃汉就已经在《货币铸造论》中以谷物、家畜、鱼类等当时重要的商品为样本,将 1950 年的价格与 1352 年的价格进行比较,编制了反映金属货币交换价值变化的指数。随着世界经济的蓬勃发展以及统计指数理论和技术的不断进步,指数的应用逐步扩展到了工业生产、社会民生、生态环境、经济体制等领域之中。指数有广义和狭义之分,广义指数通常指能够反映社会现象在不同时期的数量对比关系的相对数,狭义指数通常定义为能够综合反映由多种要素组成的经济现象在不同时间和空间条件下平均变动的相对数。指数能够用来反映复杂社会经济现象总体变动的方向与程度,分析社会经济现象在很长一段时间内的变化趋势,也可以分析各个因素对现象总体变动所带来的影响的方向与程度,同时指数能够对社会经济现象进行综合评价和测定。从其应用上看,指数既可以反映社会经济现象的整体情况,又可以反映不同行业、不同商品、不同现象等的变动情况;既可以描述历史发展状况,又可以预测外来的发展趋势;既可以用作价值排序,又可以用作价值分类。

多指标综合评价指数方法是指在衡量多维概念基本模型的基础上,将单个指标汇编为一个指数。它代表了研究者对于全套指标的总体看法,能够通过对客观现实状态的描述和评价,揭示出指标所反映现象的状态和水平,能够对可持续发展动态的趋势提供有效预警,并制定相应政策制度以进行调控,能够有效实现多指标情形下的比较。在进行多指标综合评价时,常需要基于扎实的专业知识和广泛的实际调研,其评价的开展首先需要明确研究目的,其次根据目的确定较为科学合理的评价指标与评价指标体系,并在对指标进行同向化和无量纲化等量化处理后,得到单项指标的评价值,完成以上工作后,综合评价需要对指标的权重进行确定,最终通过一定的合成方法得到综合评价值。概括地看,综合评价方法的选择受到被评价对象的外部环境、数据可得性、目的等多方面因素的影响,且无论从哪种角度对方案进行评价研究,其结果都会受到评价指标个数和被评价对象个数这两大要素的影响。总的来说,多指标综合评价指数方法常用于解决从不同侧面对客观事物的整体情况做出评价的问题,其结果通常表现为一个数量化的评价值,且评价者能够通过这一结果实现分类、比较排序、程度考察等目的,最终对实际问题的决策给予有力支持。

综合评价是深入了解和客观认识研究对象的重要手段,是对评价对象进行排序和优选的决策依据,是完善实践过程、优化管理措施的关键支撑与重要基础。建立综合指标的正确方法并不只有一种,虽然各种方法的总体思路是统一的,但是不同方法的选择会对评价结果造成影响,因此,在大多数情况下最优的评价方法是不存在的。从最初的评分评价法、功效系数法、综合指数评价法、组合指标评价法等,到后来的灰色系统评价法、模糊综合评价法、多元统计评价法、AHP(层次分析)法等,再到近几年的 DEA(数据包络分析)法、ANN(人工神经网络)法、Topsis 法等,

多指标综合评价指数方法日趋数学化、复杂化、多学科化,其具体方法的选择需要基于实际指标数据的情况。从梳理结果中可以发现,不论哪一种多指标综合评价指数方法,都包含了“量化”“加权”“合成”这3项基本要素,分别对应评价过程中指标数据的无量纲化处理、权重的设置以及指标值的综合这3个最为关键的方面。综合评价从不同角度来看可以划分为不同类型,而不同类型的综合评价具有不同的特点或应用条件,例如:从评价对象所属时间看可以分为实绩评价与预期评价;从评价对象的结构看可以分为动态评价与静态评价;从评价目标看可以分为相对评价与绝对评价;从评价结果看可以分为单纯性排序评价、价值排序评价、价值分类评价;从评价实施者看可以分为官方评价与非官方评价;从评价持续性看可以分为制度化评价与临时性评价。

随着多指标综合评价技术的日益完善,以及以中国为代表的各主要国家在经济、政治、文化、生态、社会等领域取得了较为全面的发展,多指标综合评价技术发展与应用必要性显得更为突出,这也促使了一部分具有公信力的第三方评估机构的诞生。因此本书在对多指标综合评价技术进行研究的过程中,也对穆迪、标普等第三方评价机构的一般流程与方法进行了简单研究。长期以来,基于多指标综合指数进行评价的方法被广泛应用到了经济效益、环境质量、可持续发展、现代化水平、竞争能力、生活质量、人员素质、技术水平、企业创新能力、社会发展等领域的综合评价之中。

## 二、文献综述

多指标综合评价技术发展至今,已经有了较为丰富的理论与方法,作为一项系统性和复杂性的工作,它既是人们认识事物、理解事物并影响事物的重要手段之一,也是一种管理认知过程,更是一种管理决策过程。从其技术层面来看,综合评价本质上属于交叉学科,包括综合指数、模糊数学、多元统计、灰色系统理论、决策科学、ANN、AHP、DEA、Topsis等理论与思想,而多种学科的发展又反过来对多指标综合评价技术的发展产生了重大影响。受指数构造过程及计算方法等之间存在的差异影响,不同综合评价方法对于同一问题应用所得到的结果,以及同一种方法在不同领域应用所得到的结果都会有所不同,因此,在选取方法对多指标综合指数问题进行评价或研究时,往往需要将理论与实证分析进行结合。对于基于构建多指标综合指数的评价方法及其应用,目前学术界主要从综合评价方法概述、常用综合评价方法的发展、常用综合评价方法的应用等几个方面展开研究。

## (一) 综合评价方法概述

对于多指标综合指数评价方法,由于方法众多且更新较快,目前国内外缺少较为系统、全面的整理研究。邱东教授(1991)在专著《多指标综合评价方法的系统分析》中,将多指标综合评价划分为常规多指标综合评价方法、模糊综合评价方法和多元统计方法三大方法体系,但是书中并未对综合评价指标理论、权数方法等内容进行较为详细的介绍,这也是早期对多指标综合评价方法进行系统研究的成果。伴随着多指标综合评价技术的快速发展,多种新的理论逐步被引入综合评价中,许多新的评价方法也被人们提出或改进,更多的对于综合评价方法的整理与概述也随之发表。苏为华(2000)对多指标综合指数评价方法进行了一次较为全面的整理,他一方面对传统的综合评价方法进行了归纳与比较,另一方面对1990—2000年这近10年间出现的较为流行的综合评价方法进行了简单介绍。王青华(2003)对指数法、功效系数法、最优值距离法和排队计分法4种方法进行了详细介绍,并对这4种方法的适用场合进行了比较。陈孝新(2004)将因子分析法、熵值法、层次分析法、多因素层次模糊综合评价法这4种方法用于对于同一个问题的评价,并对其综合评价结果进行了比较,得出的一系列关于方法优劣判断等方面的结论。李荣平(2004)从指标的无量纲化方法、指标权重系数的确定、指标值合成方法等综合评价的一般步骤入手,针对综合评价方法的创新和改进提出了建议。虞晓芬(2004)以权重确定方法作为划分依据,选取了较具代表性的主观赋权和客观赋权的综合评价方法进行详细介绍。陈衍泰(2004)将常用的综合评价方法分为定性评价方法、模糊数学方法、多属性决策方法、运筹学方法、系统工程方法、统计分析方法、技术经济分析方法、对话式评价方法和智能化评价方法九大类,并针对每一类方法对其方法内容、优缺点和适用对象进行了整理。彭张林(2015)将综合评价方法划分为定性评价方法、基于统计分析的评价方法、定量评价方法、基于目标规划模型的评价方法以及多方法融合的综合评价方法五大类,并对其分别进行了简单描述。王其荣(2006)、李红(2012)、张洪清(2014)、韩晓(2017)、张发明(2019)等学者也对多指标综合评价方法的基本研究内容和框架结构进行了整理与比较,并对各种方法的优点和存在的主要问题进行了具体分析。

综合评价的一般步骤主要包括确定研究目标,选取指标构建综合评价指标体系,确定各指标权重,以及合成并得到综合评价值。对于其中的一些关键技术与重要步骤,也有学者进行了较为详细的研究。

指标体系的科学性与否直接影响和决定了评价结果的可靠性与可信性,在指标的选取与指标体系构建方面,张尧庭教授(1990)提出了用逐步判别分析法、系统聚类与动态聚类法、极小广义方差法、主成分分析法、极大不相关法等数理统计方法对评价指标进行选取,并对它们的特点进行了分析。邱东教授(1991)提到了用

“条件广义方差极小原则”来选择评价指标体系,还提出了一种根据指标相关性选择“典型指标”的方法,并对用主成分分析法进行指标筛选与排序的过程中存在的问题进行了详细分析。何湘藩(1993)提出了根据“三力”建标法,将评价价值离差最大的指标体系视作最优评价指标体系,建立了最优评价指标体系及相应的最优评价模型。王庆石(1994)对“统计指标间信息重叠的消减办法”的相关问题进行了探讨,具体包括复相关系数法、多元回归法、逐步回归法、主成分分析法、因子分析法等。王铮(1988)提出了采用综合回归法(又称“综合趋优法”)建立评估指标体系,并对这一方法初始指标体系的建立、指标集的过滤、指标集的净化这3个基本部分进行了详细讨论,为接下来定性与定量相结合的指标体系构造过程提供了较为完整的示范。彭张林(2017)对综合评价指标体系的设计原则与构建流程进行了整理与研究,再次对综合评价指标体系设计的目的性、完备性、可操作性、独立性、显著性与动态性原则进行总结,并提出了指标体系构建的初步构建、初步筛选、定量筛选、合理性检验和反馈性检验“五阶段”过程模型。

在指标的权重确定方面,在已有研究成果的基础上,杨宇(2006)从指标变异程度大小、指标独立性大小、评价者主观偏好3个角度,对确定权重所用的专家评判法、层次分析法、变异系数法、熵权法、组合赋权法等进行了较为全面的介绍。章雁(2006)分别运用熵权法、加权平方和法、模糊综合评价法对企业竞争力进行评价,然后将评价结果按照一定的方法进行组合,得出不同组的综合评价价值并进行比较。程启月(2010)基于多种赋权方法的性质,提出了一种将定性分析与定量分析相结合的、将主观赋值法与客观赋值法相结合的结构熵权法。王先甲(2011)在灰色系统理论的基础上,将AHP和DEA两种方法有机结合,共同对综合指标的权重向量进行确定,进而得出方案之间的关联度,最终实现更为有效、合理的综合评价。韩小孩(2012)对基于主成分法分析的权重确定方法进行了较为详细的研究,并提出了一种无须提供多组样本数据的、基于主成分分析的权重确定方法。钟赛香(2015)对不同方法在不同参数设置下的权重值、评价值和评价排序结果的变化特征与分布规律进行了分析,并依据该变化特征与分布规律,对各种方法的“优劣比较”和最优选择进行了探讨。肖枝洪(2020)根据文献《评测指标权重确定的结构熵权法》所提出的观点对改进后的构权方法进行了实际应用,将其与传统德尔菲法的结果进行比较并对差异作出了解释。

在指标的处理方面,邱东教授(1991)在其著作中,对“无量纲化方法”与“合成方法”两大基本问题进行了全面的讨论。在系统工程理论界,也常将极差变换法、高中差变换法、低中差变换法等引入到综合评价过程中(胡祖光,1986)。糜万俊(2013)基于离差最大化要求的约束条件与假设冲突,以及离差最大化可能造成权重信息失真等问题,以属性下方案的方差为媒介,分析了无量纲化方法对属性权重影响的传导机制,并对相关方法的优化提出了建议。俞立平(2020)基于对多属性

评价值评价功能影响机制的分析方法,对自然权重与线性科技评价的影响进行了分析,并提出了评价型无量纲法。谢忠秋(2020)提出了使用 t 检验的思路,对统计综合评价中无量纲化方法进行选择,并通过案例分析对该种检验方法进行了有效检验。

## (二) 常用综合评价方法的发展

发展至今,较为常用的多指标综合评价指数方法主要包括综合指数评价法、功效系数综合评价法、多元统计综合评价法、模糊数学综合评价法、灰色系统综合评价法,以及引入 DEA、ANN、AHP 等理论的综合评价方法。值得注意的是,无论使用哪一种方法,都需要深入或持续地研究其适用条件,明确评价目的,并基于对综合评价指标体系理论、综合评价标准、综合评价保序性等基础理论问题的研究,选择易于计算、易于理解、易于发挥评价者主体意识的评价方法。

综合指数评价法是最为常规的综合评价方法,该方法依照综合评价方法的一般步骤,适用于评价问题具有明确标准,被评价对象差异不太悬殊,而且各单项评价指数的波动范围也相差不大等情形。综合指数评价法较易理解,且大部分关于综合评价方法的文献对于此类方法都会进行介绍,因此不在此处进行赘述。

功效系数综合评价法是多指标综合评价指数方法中非常重要的一部分,适用于多类别综合评价场景的评价研究,最早在 20 世纪 80 年代初期,国内开始将对于这一类方法的研究应用于经济效益综合评价领域。依照多目标决策方法,庞浩教授首先提出了将每一个指标按照“功效系数”公式进行量化,然后再采用加权几何平均法进行合成的方法(1982、1983),但是这种简单直线化的处理方法可能会导致权重的意义相反且不能处理负值,因此,庞浩教授在原有理论的基础上提出了修正的功效系数法,采用加权算术平均方法,对原本的功效系数进行线性变换,并设定其取值基点。此外,有部分认为直线型的功效系数法容易受到价格等因素影响的学者提出,应将功效系数修正为非线性的,并对指数型功效系数法(陈湛匀,1991)、对数型功效系数法(苏为华,1993)、折线型功效系数法(王晓军,1993)等问题进行了讨论。之后,王青华(2003)在文章中对改进的功效系数法的基本思路进行了分析,并从其优点与存在的主要问题两个角度进行了着重分析。

作为数理统计的重要分支,多元统计方法也常用于对多个变量进行定量统计分析,这与综合评价的目的是较为一致的,因此这类方法也被引入到了多指标综合评价的实际应用中来。从现有的研究结论来看,主成分分析法、因子分析法、判别分析法、聚类分析法、典型相关分析法、主坐标分析法等都适用于开展综合评价。邱东教授(1991)在《多指标综合评价方法的系统分析》一书中,对基于以上几种的综合评价方法进行了较为系统的讨论,包括主成分分析综合评价方法的基本思想与步骤、因子分析评价法的步骤、几种方法之间的异同点和优缺点等内容。此外,

王惠文(1996)、孟生旺(1992、1993)、李玉平(1995)等学者也对多元统计综合评价方法的有关理论问题进行了研究,并针对其中的一些常用方法及其改进意见进行了具体分析,如从权数角度(余迪意,1993)、指标重叠信息消除角度(王庆石,1994)对因子分析法的应用进行了讨论。刘贤龙(1990)、赵树宽(1993)等学者对判别分析综合评价法中的“类的划分”等技术细节提出了观点。陈述云(1995)提出了对主成分进行旋转处理。潘石柱(2006)提出了一种将 GHA (Generalized Hebbian Algorithm, 广义 Hebbian 算法)学习规则应用到主成分分析的新方法,有效地避免了在大样本数据情况下传统方法可能乏力的问题。林海明(2013)提出了主成分分析综合评价的应用条件,包括指标正向化、标准化,主成分载荷阵具有简单结构,主成分实际意义正向且与变量显著相关等。刘照德(2019)针对因子分析方法在综合评价领域的应用进行了分析,对因子分析综合评价的起因、存在的问题等进行了研究,并提出了相关领域待研究的问题。

目前多指标综合评价实践中应用较广的方法还有模糊综合评价法,与多元统计方法、功效系数法相比,模糊综合评价涉及的应用领域更广泛,且模糊综合评价本身就是模糊数学理论的重要研究内容之一,因此这一方法的发展几乎与模糊数学理论的发展同步。一些新的模糊综合评价思想被人们提出来。例如:汪培庄等学者(1985)提出了“变权综合”的思想;陈守煜教授(1994)根据自己建立的“模糊数排序新方法”提出了“优属度”的概念,并将其应用于综合评价之中;K. Kim(1990)提出了使用最优化指数来对模糊集进行排序的办法;吕昌会等(1997)则提出了一种基于三角模糊权数的模糊数排序方法;吴伟(2018)针对模糊综合评价指标赋权困难的问题,应用偏序集对模糊综合评价的方法进行表示,给出了一种更为简捷的排序方法。

另外,基于对邓聚龙教授(1990)提出的“灰色系统方法”的研究与拓展,文献根据“灰色聚类过程”对基于灰色系统白化函数的综合评价过程进行了应用(邓聚龙,2005),根据“灰色关联系数”对基于关联系数的灰色综合评价过程(罗庆成,1994)和聚类评价(模式识别)过程(赵艳林,1999)进行了应用。刘思峰(2013)对灰色关联分析模型的研究进展进行了梳理,并对该方法接下来的发展脉络进行了研究。刘勇(2017)通过灰色关联分析方法,从匹配主题的满意度、匹配方案的稳定性和公平性整体出发,构建了双边公平匹配决策多目标优化模型。

作为有限方案多目标决策分析的一种常用方法,许多学者对 Topsis 方法进行了研究,该方法由 Wang 和 Yoon(1981)在文献中首次提出。在传统 Topsis 方法的基础上,侯志东(2005)提出了基于 Hausdäuff 度量的模糊 Topsis 方法,通过模糊极大集和模糊极小集来确定模糊多属性决策问题的理想解与负理想解,再由 Hausdäuff 度量获得不同备选方案到理想解与负理想解的距离及其贴适度,根据贴适度指标对方案进行优劣排序。刘继斌(2006)在 Topsis 法中应用属性 AHM