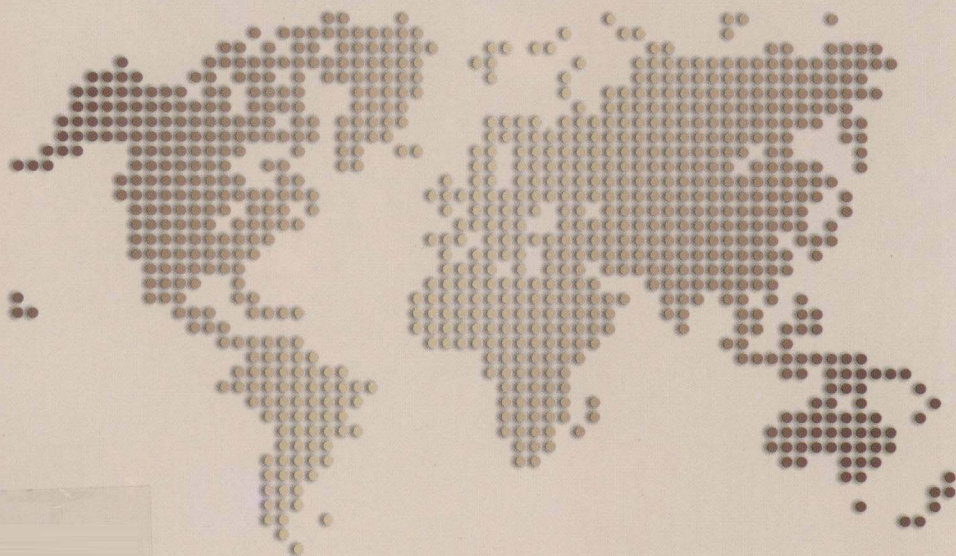


# 多源信息密度集结算 子理论及应用



易平涛 著



科学出版社

# 多源信息密度集结算子 理论及应用

易平涛 著

国家自然科学基金项目(70801013,71071031)  
东北大学工商管理学院 985 工程建设项目 资助出版

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书集中研究了“多源信息密度集结算子”的相关理论及方法。密度算子具有内在的结构性优势,它能在保持自身独特的集结特征之外,通过参数设置,组合其他经典算子的方式继承各种算子的数值特性,因而是一类具有很强“独特性及兼容性”的算子。全书主体由三大部分组成:基础理论部分主要针对实型数据形式,提出了实点型密度算子和广义实型密度算子的概念,并对密度算子的相关性质进行了分析;拓展理论部分主要介绍了三种形式的密度算子,即不确定信息型密度算子、诱导密度算子以及基于随机模拟视角的密度算子;应用部分分别从决策情境和决策效果两方面进行研究,开发了基于“竞争”、“奖惩”和“协商”三种决策情境的密度算子,另外,针对“组合评价”、“组合预测”以及“多阶段群体评价”三个问题,利用密度算子对原有的方法进行了改进或拓展。

本书内容新颖、丰富,可作为经济、管理和工业工程等专业高年级本科生、研究生的参考用书,也可供规划、评价、数据挖掘等决策部门的理论和实际工作者参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

多源信息密度集结算子理论及应用. 易平涛著. —北京:科学出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-03-034791-6

I. ①多… II. ①易… III. ①信息融合-算子-研究 IV. ①G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 125917 号

责任编辑:马 跃 / 责任校对:朱光兰  
责任印制:闫 磊 / 封面设计:蓝正设计

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>

北京九天志诚印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012 年 6 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2012 年 6 月第一次印刷 印张:14

字数:278 000

定价:56.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 作者简介



易平涛，1981年3月生，湖南永州人，2002年获沈阳航空航天大学保险工程专业工学学士学位，2005年获东北大学数量经济专业经济学硕士学位，2007年获东北大学管理科学与工程专业管理学博士学位，毕业后留校任教，2007年10月至2010年12月在东北大学控制科学与工程学科从事博士后研究，2010年1月晋升副教授，硕士生指导教师。主要研究领域为决策分析、综合评价及信息融合。近年来，在经济管理类一级学术期刊发表学术论文30余篇，承担国家自然科学基金青年科学基金项目、国家自然科学基金面上项目、中国博士后科学基金特别资助等省部级以上课题共7项，参与国家级以上课题多项，现为国家自然科学基金青年基金及自然科学基金同行评议专家，中国民主建国会辽宁省委理论研究委员会委员，中国现场统计研究会统计综合评价研究分会理事，《控制与决策》杂志审稿专家。

## 前 言

社会中的个体每天都面临着许多的判断、抉择问题，为了使每次作出的决策与个体的目标更吻合，收集信息、合理有效地加工信息并采取行动成为每个个体必须面对的挑战。可以说，个体的智慧水平在很大程度上取决于自身的决策能力，而决策能力决定着个体的发展。组织的决策是个体决策的延伸，虽然面向的问题深广程度不同，但其决策的本质却相差无几。在环境稳定的情况下，决策的准确性有赖于决策者所拥有的信息及积累的经验，而在复杂多变的情景中，决策的准确性不仅依赖于决策信息量的多寡，也取决于信息加工手段（方法）的适宜性。对于简单微小的决策问题，方案的选择通过头脑依据经验直接作出即可，而对于复杂重要的决策问题，则需要更加审慎，因而有必要借助科学有效的决策程序。管理科学中进行决策分析理论与方法的研究，一个主要的目标就是期望普通个体利用决策分析的理论工具，在面临复杂问题时也能接近或者达到专家的决策水平。

在决策中，“多方采集信息，处理信息，最终形成有效的判断”不仅是个体的自然思维过程，也是决策科学分析的基本过程。对于信息集结方式的研究是决策分析领域内一项重要且经典的研究内容，信息集结是形成决策结论前的一个关键处理环节，同时也因关联着决策过程中几乎所有的要素（涉及绝大部分信息），使得对于信息集结方式的研究无论从理论上还是从应用上都显得意义非凡。

2006年春节，作者返沈途中因“神游”而获得灵感，构思出了“多源信息密度集结算子”的基本雏形。最早产生对于密度集结算子理论研究的信念源自对“决策信息”本身的分析：决策信息内部是有隐含结构的，对于结构信息（如信息间的疏密程度、贴近关系等）的挖掘与利用将会使得信息集结的方式大为不同，集结的结果也可承载更多的过程（情景或偏好等）信息。因此，研究这种结构新颖的信息集结方法显得十分必要。

对密度集结算子及相关理论的探索成为作者近年来工作中一项较为稳定的研究内容，本书集成了该算子基础理论方面的若干研究成果。虽然安排有“拓展研究”及“应用研究”的篇章，但从研究导向及行文风格上依然偏向理论化。相较于多源信息密度集结算子理论体系的预期架构，本书依然算是初步的成果汇总，进一步的研究工作将主要聚焦于算子决策质量的实证研究、算子情景性应用、群体智慧挖掘等方面。

作者研究工作的各阶段均得到了导师郭亚军教授的悉心指导、鼓励及鞭策，

他长期致力于培育学术团队形成“自由探索、严谨求实”的文化氛围，若本书尚有一些成果，那么这些成果均得益于这种氛围下催生的研究行为。

特别感谢同门师妹、博士研究生李伟伟，作为作者当前研究工作的重要参与者，她在本书的架构设计、章节安排及内容校阅等方面付出了大量的宝贵时间，相信沉静而空灵的性格会指引她在学术研究的道路上走得更远，预祝她在博士研究生阶段取得丰硕的成果。

在此，我还要感谢我的家人长期给予我的鼓励和支持。

本书的理论成果得到了国家自然科学基金（项目批准号：70801013，71071031）的资助，专著的出版得到了东北大学工商管理学院工商管理学院 985 工程建设经费的资助，在此表示感谢！

易平涛

2012 年 4 月 1 日于沈阳南湖

# 目 录

## 前言

## 第 1 篇 绪 论

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第 1 章 多源信息密度集结算子概述 | 3  |
| 1.1 信息集结算子概述       | 3  |
| 1.1.1 信息集结的概念      | 3  |
| 1.1.2 信息集结算子的分类    | 4  |
| 1.1.3 信息集结算子简介     | 4  |
| 1.2 多源信息密度算子的提出    | 7  |
| 1.3 密度集结算子简介       | 8  |
| 1.3.1 密度算子的信息集结过程  | 8  |
| 1.3.2 密度算子的集结表达式   | 9  |
| 1.4 密度集结算子的特征      | 10 |
| 1.5 密度集结算子的研究体系    | 11 |
| 1.5.1 密度集结算子的结构安排  | 11 |
| 1.5.2 密度集结算子的理论价值  | 13 |
| 1.6 小结             | 14 |

## 第 2 篇 多源信息密度集结算子的基础研究

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第 2 章 实型密度集结算子       | 17 |
| 2.1 引言               | 17 |
| 2.2 实点型密度算子          | 17 |
| 2.2.1 一维实点型数据聚类问题及方法 | 18 |
| 2.2.2 密度加权平均中间算子     | 20 |
| 2.2.3 五种密度合成算子       | 22 |
| 2.2.4 算例分析           | 23 |
| 2.2.5 结束语            | 26 |

|       |                    |    |
|-------|--------------------|----|
| 2.3   | 广义实型密度算子           | 26 |
| 2.3.1 | 算子相关定义             | 27 |
| 2.3.2 | 数据元素的聚类            | 28 |
| 2.3.3 | 密度加权向量             | 28 |
| 2.3.4 | 广义实型密度合成算子         | 32 |
| 2.3.5 | 算子在多属性群决策中的应用      | 32 |
| 2.3.6 | 结束语                | 36 |
| 2.4   | 小结                 | 36 |
| 第3章   | 密度算子及其相关分析         | 37 |
| 3.1   | 引言                 | 37 |
| 3.2   | DWA算子和DWGA算子及其性质分析 | 37 |
| 3.2.1 | 密度中间算子             | 37 |
| 3.2.2 | 密度合成算子             | 39 |
| 3.2.3 | 密度算子的性质            | 41 |
| 3.2.4 | 算例分析               | 45 |
| 3.2.5 | 结束语                | 48 |
| 3.3   | DWHA算子及其性质分析       | 48 |
| 3.3.1 | 密度加权调和平均中间算子       | 48 |
| 3.3.2 | 调和密度算子             | 49 |
| 3.3.3 | 调和密度算子性质分析         | 51 |
| 3.3.4 | 算例分析               | 52 |
| 3.3.5 | 结束语                | 54 |
| 3.4   | 密度算子集结方式的比较分析      | 54 |
| 3.4.1 | 密度算子的集结模式          | 54 |
| 3.4.2 | 集结方式的比较分析          | 55 |
| 3.4.3 | 算例分析               | 58 |
| 3.4.4 | 结束语                | 60 |
| 3.5   | 小结                 | 61 |

### 第3篇 多源信息密度集结算子的拓展研究

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 第4章 | 不确定信息型密度算子 | 65 |
| 4.1 | 引言         | 65 |

---

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 4.2   | 区间数密度算子       | 65  |
| 4.2.1 | 区间数的聚类问题及方法   | 65  |
| 4.2.2 | 密度加权向量        | 67  |
| 4.2.3 | 区间数密度算子的定义    | 69  |
| 4.2.4 | 应用算例          | 70  |
| 4.3   | 三角模糊数密度算子     | 73  |
| 4.3.1 | 三角模糊数的聚类问题及方法 | 73  |
| 4.3.2 | 密度加权向量        | 75  |
| 4.3.3 | 三角模糊数密度算子的定义  | 76  |
| 4.3.4 | 应用算例          | 78  |
| 4.4   | 直觉模糊数密度算子     | 80  |
| 4.4.1 | 直觉模糊数的聚类问题及方法 | 81  |
| 4.4.2 | 密度加权向量        | 82  |
| 4.4.3 | 直觉模糊数密度算子的定义  | 83  |
| 4.4.4 | 应用算例          | 85  |
| 4.5   | 语言信息密度算子      | 87  |
| 4.5.1 | 语言信息及其聚类      | 87  |
| 4.5.2 | 语言信息密度算子的定义   | 90  |
| 4.5.3 | 密度加权向量        | 92  |
| 4.5.4 | 应用算例          | 93  |
| 4.6   | 二元语义信息密度算子    | 95  |
| 4.6.1 | 二元语义信息及其聚类    | 95  |
| 4.6.2 | 密度加权向量        | 97  |
| 4.6.3 | 二元语义密度算子      | 98  |
| 4.6.4 | 应用算例          | 99  |
| 4.7   | 小结            | 101 |
| 第5章   | 诱导密度算子及其分析    | 102 |
| 5.1   | 引言            | 102 |
| 5.2   | 诱导密度算子        | 102 |
| 5.2.1 | 诱导数据对的聚类分析    | 102 |
| 5.2.2 | 密度加权向量        | 103 |
| 5.2.3 | 诱导密度算子的定义     | 105 |
| 5.3   | 诱导密度算子性质分析    | 107 |

|            |                            |            |
|------------|----------------------------|------------|
| 5.4        | 算例分析 .....                 | 109        |
| 5.5        | 小结 .....                   | 110        |
| <b>第6章</b> | <b>基于随机模拟视角的密度算子</b> ..... | <b>112</b> |
| 6.1        | 引言 .....                   | 112        |
| 6.2        | 随机模拟算法简介 .....             | 112        |
| 6.2.1      | 优胜度矩阵法 .....               | 112        |
| 6.2.2      | 优胜度矩阵法在自主式评价中的应用 .....     | 117        |
| 6.2.3      | 模拟测试法 .....                | 125        |
| 6.2.4      | 模拟测试法在差异型评价法比较分析中的应用 ..... | 126        |
| 6.2.5      | 结束语 .....                  | 130        |
| 6.3        | 混合数据型密度算子 .....            | 130        |
| 6.3.1      | 混合数据的预处理 .....             | 131        |
| 6.3.2      | 随机模拟密度算子 .....             | 132        |
| 6.3.3      | 随机模拟密度算子的基本步骤 .....        | 135        |
| 6.3.4      | 模拟算例 .....                 | 135        |
| 6.3.5      | 结束语 .....                  | 138        |
| 6.4        | 残缺矩阵型密度算子 .....            | 138        |
| 6.4.1      | 问题界定及数据处理 .....            | 139        |
| 6.4.2      | 基于随机模拟视角的残缺矩阵型密度算子 .....   | 139        |
| 6.4.3      | 应用算例 .....                 | 141        |
| 6.5        | 几种信息集结算子的结构灵敏度分析 .....     | 142        |
| 6.5.1      | 常用信息集结算子简介 .....           | 142        |
| 6.5.2      | 算子结构灵敏度测度 .....            | 144        |
| 6.5.3      | 随机模拟的步骤 .....              | 145        |
| 6.5.4      | 模拟算例 .....                 | 147        |
| 6.6        | 小结 .....                   | 149        |

## 第4篇 多源信息密度集结算子的应用研究

|            |                          |            |
|------------|--------------------------|------------|
| <b>第7章</b> | <b>竞争性密度算子及其应用</b> ..... | <b>153</b> |
| 7.1        | 引言 .....                 | 153        |
| 7.2        | 带有竞争性特征的聚类方法 .....       | 153        |
| 7.3        | 竞争性密度加权向量 .....          | 154        |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| 7.4 应用算例 .....                       | 155 |
| 7.5 小结 .....                         | 157 |
| <b>第8章 带有奖惩特征的密度算子</b> .....         | 158 |
| 8.1 引言 .....                         | 158 |
| 8.2 奖惩等级系数的确定 .....                  | 158 |
| 8.2.1 等级系数的形式 .....                  | 158 |
| 8.2.2 等级系数的确定 .....                  | 160 |
| 8.3 指标权重的确定 .....                    | 161 |
| 8.4 带有奖惩特征的密度算子构建 .....              | 162 |
| 8.4.1 密度加权向量的确定 .....                | 162 |
| 8.4.2 带有奖惩特征的密度算子的定义 .....           | 163 |
| 8.5 应用算例 .....                       | 163 |
| 8.6 小结 .....                         | 165 |
| <b>第9章 基于协商视角的密度算子</b> .....         | 166 |
| 9.1 引言 .....                         | 166 |
| 9.2 组内协商模型 .....                     | 166 |
| 9.3 组间协商模型 .....                     | 168 |
| 9.4 应用算例 .....                       | 169 |
| 9.5 小结 .....                         | 171 |
| <b>第10章 密度算子在组合评价中的应用</b> .....      | 172 |
| 10.1 引言 .....                        | 172 |
| 10.2 组合评价问题描述 .....                  | 172 |
| 10.3 基于密度算子的组合评价方法 .....             | 174 |
| 10.3.1 $DWA_{For-cc}$ 算子的定义与性质 ..... | 174 |
| 10.3.2 元素分组及权向量的确定 .....             | 176 |
| 10.4 $DWA_{For-cc}$ 算子的应用步骤 .....    | 177 |
| 10.5 应用算例 .....                      | 177 |
| 10.6 小结 .....                        | 181 |
| <b>第11章 密度算子在组合预测中的应用</b> .....      | 183 |
| 11.1 引言 .....                        | 183 |
| 11.2 传统的加权算术平均组合预测方法 .....           | 183 |
| 11.3 基于密度算子的组合预测方法 .....             | 184 |
| 11.3.1 单项预测方法的聚类 .....               | 184 |

|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| 11.3.2 密度加权向量的确定 .....               | 185        |
| 11.3.3 基于密度算子的组合预测模型 .....           | 186        |
| 11.4 算例分析 .....                      | 187        |
| 11.5 小结 .....                        | 190        |
| <b>第 12 章 密度算子在多阶段群体评价中的应用 .....</b> | <b>191</b> |
| 12.1 引言 .....                        | 191        |
| 12.2 问题界定 .....                      | 191        |
| 12.3 相关权重的确定 .....                   | 192        |
| 12.3.1 专家权重系数的确定 .....               | 192        |
| 12.3.2 各阶段权重系数的确定 .....              | 193        |
| 12.4 信息集结途径分析 .....                  | 194        |
| 12.5 算例分析 .....                      | 195        |
| 12.6 小结 .....                        | 197        |

## 第 5 篇 总 结

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>第 13 章 结论与研究展望 .....</b> | <b>201</b> |
| 13.1 本书成果总结与进一步研究展望 .....   | 201        |
| 13.1.1 成果总结 .....           | 201        |
| 13.1.2 进一步研究工作展望 .....      | 202        |
| 13.2 多源信息密度算子的理论与应用展望 ..... | 203        |
| 13.2.1 理论方面 .....           | 203        |
| 13.2.2 应用方面 .....           | 203        |
| <b>参考文献 .....</b>           | <b>205</b> |

# 第 1 篇 绪 论



# 第1章 多源信息密度集结算子概述

## 1.1 信息集结算子概述

### 1.1.1 信息集结的概念

在日常生活中,经常会遇到这样的问题:甲与乙比较,谁的体重更大?同一件商品,哪个商家给出的价格更低?高考时,某学生能否考入重点高校?在组织管理中,通常也会遇到类似于以下情形的问题:在高等院校中,哪位教师的工作业绩好一些?对于风险投资商而言,哪个企业的发展前景更乐观?从宏观层面来看,哪个地区发展得既快又好?

对于“甲和乙谁的体重大”、“同一件商品哪个商家给出的价格低”这样的判断问题,因仅涉及单个指标(如体重、价格)的比较,判断起来很容易.但要预测“某学生能否考入重点高校”,则需要综合考虑该学生在日常学习过程中,各科考试成绩比较稳定的分布区间,在此基础上,求得其总成绩的分布区间;判断“哪位教师的工作业绩好一些”,则需要从教学质量、科研成果、培养学生等多个方面作出综合分析;判断“哪个企业的发展前景更乐观”,需要对企业的财务状况、市场前景、人才储备、领导管理能力等多个方面进行综合比较;判断“哪个地区发展得既快又好”,则需要从经济、社会、生态、文化等多个方面建立一套测度指标体系,并通过相关的模型或方法对各指标信息进行综合集成,从而得到可靠的评价结论.

通过以上分析可以看出,单方面(单指标)的比较问题(如体重、价格)不涉及多种信息的融合,多方面(多指标)的比较判断问题(如考试成绩、工作业绩、企业前景、地区发展),实质是对其多方面信息融合之后的综合比较.无论在日常生活中,还是在经济管理中,通常遇到的都是对多指标的比较判断问题.对于这类问题的解决,核心是“多源信息的集结”.

信息集结(或融合)是指同时利用多个不同信息片段形成一个总体结论或决策的过程,是目前各类知识系统的基本概念与方法,在图形处理、模式识别、机器学习、数据挖掘、传感器融合及多准则决策等多个领域都有着广泛的应用<sup>[1]</sup>,其中以决策分析领域最为深入.

本书主要以决策分析领域为背景,研究信息的集结问题.其中,“多属性决策”和“群决策”是决策分析中两个重要的研究方向<sup>[2~10]</sup>,其本质都是信息的集结问

题. 多属性决策通常需要将反映有限方案多方面特征的属性信息综合成单一的评价价值, 以供方案集排序或优选<sup>[1]</sup>, 而群决策是指把不同成员关于方案集中方案的偏好按某种规则集结为决策群体的一致或妥协的群体偏好序<sup>[6]</sup>.

信息集结的过程, 即多个信息片段通过一定的模型统合为一个综合集结值(或结论)的过程. 不失一般性, 对于一个信息集结算子, 通常可用一个通用的数学表达式表示为

$$y = \text{Aggreg}(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1.1)$$

其中 $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 为 $n$ 元数据组, 表示需要集结的信息片段,  $y$ 为信息的综合集结值(或集),  $\text{Aggreg}$ 为一信息集结函数.

### 1.1.2 信息集结算子的分类

由信息集结表达式(1.1)可知, 信息集结函数  $\text{Aggreg}$  可依据具体问题采取不同的集结形式. 在理论与应用中, 依据实际问题应用背景的不同, 信息集结函数  $\text{Aggreg}$  通常可采取 6 种不同的类型(即可将信息集结算子大致归为 6 类), 分别如下:

(1) 基础集结算子<sup>[1,11]</sup>. 它主要包括算术平均(AA)算子、几何平均(GA)算子、极大(Max)算子、极小(Min)算子、中位数、众数等.

(2) 基于元素功能的集结算子<sup>[2,4,10,11]</sup>. 它主要包括加权算术平均(WAA)算子、加权几何平均(WGA)算子、FWA 算子、EWAA 算子、UEWAA 算子等.

(3) 基于元素位置的集结算子<sup>[2,10~22]</sup>. 它主要包括有序加权平均(OWA)算子、有序加权几何平均(OWGA)算子、导出的有序加权平均(IOWA)算子、GOWA 算子、GIOWA 算子、WOWA 算子、T-OWA 算子、LOWA 算子及 C-OWA 算子等.

(4) 基于贴近度的集结算子<sup>[1,23~25]</sup>. 著名的 TOPSIS 法、密切值法、夹角度量法是该类中比较典型的几种集结方法, 这些方法一致体现了“向样本看齐”的思想.

(5) 通用型算子<sup>[1]</sup>. 例如, Choquet 积分、Sugeno 积分、T-模、T-余模等. 这些算子具有通用的数理结构, 诸多算子只是其参数化的特例.

(6) 组合集结算子<sup>[2,10,11]</sup>. 在基础集结算子之上, 有学者对组合信息的集结方式进行了研究, 如 S-OWA-OR 算子、S-OWA-AND 算子、CWAA 算子、HWA 算子、HLWA 算子、LHA 算子及 ULHA 算子等. 对多种算子的组合使得新算子同时继承了多种算子的集结特征, 这些组合算子往往也获得了多种算子的一个通用形式.

### 1.1.3 信息集结算子简介

在研究中, 通常将信息集结算子的基本性质区分为“数值”及“行为”两种, 如数值属性中的边界条件、连续性、交换性、单调性、对称性、二轴对称性、幂等性、补偿

性、增强性、可吸纳元素性等性质;行为属性中决策的行为性、参数可解释性、元素加权等特性. 尚无一种算子可同时具备上述所有的性质,性质上的差别使得各类算子呈现出不同的情景适用性. 下面分别针对上述6类信息集结算子中较为常用的几种,对其表达式及特征进行简单介绍.

### 1. 基础集结算子

在基础集结算子中,算术平均(AA)算子最为常见,该算子的核心思想是将所有信息(或元素)平等对待. 设待集结的数据元素的集合为 $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ,则其信息集结函数的表达式为

$$AA(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j. \quad (1.2)$$

该算子的优点是简单易用,并且具备统计上的稳定性,但其最大的不足是没有行为属性,因无法注入权重信息而使得集结值在许多需求偏好信息参与的情景中显得平庸.

### 2. 基于元素功能的集结算子

基于元素功能的集结算子为需求偏好信息参与情景提供了一种实现途径,即该算子中有权重信息的注入,决策者可通过权重表达其需求偏好. 在该类算子中,加权算术平均(WAA)算子最为常用. 对于待集结的数据元素集合 $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ,设其对应的权重向量为 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ ,其中 $w_j$ 为对 $x_j$ 重要性程度的衡量,则WAA算子的集结表达式为

$$WAA(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n w_j x_j, \quad (1.3)$$

其中 $w_j \geq 0, \sum_{j=1}^n w_j = 1$ .

WAA算子的优点很明显,即为决策者的需求偏好表达提供了实现途径,如决策者若想提升某方案(或被评价对象)的评价值,则可对其取值较大的指标赋予较大的权重;若决策者意图突出各方案(或被评价对象)之间的差异,则需对能够体现方案之间明显差异的指标赋予较大的权重. 除此之外,WAA算子还具有许多优良的性质,如置换不变性、幂等性、介值性、单调性等,因而WAA算子的应用面也极为广泛.

### 3. 基于元素位置的集结算子

在决策分析中,能很好地表达决策者的宽容、乐观、悲观、苛刻等特征是十分有用的,这些态度特征在决策中被称为“连接”或“分离”行为,常见的Max,Min算子就分别表示了分离(逻辑“或”运算)与连接(逻辑“与”运算)的行为属性,因而在群决策及不确定决策问题中得到普遍运用,但是其集结方式比较极端,信息丢失比较严重,这一不足为有序加权平均(OWA)算子的产生准备了条件. 设待集结的数据