



中青年经济学家文库
ZHONGQINGNIAN JINGJIXUEJIA WENKU

国际关系学院科研基金项目

基于Vague集的语言型 多准则决策方法

李平 / 著

Research on the Linguistic Information Multi-criteria
Decision Making Based on Vague Sets



经济科学出版社
Economic Science Press



© 封面设计：王 坦

基于Vague集的语言型 多准则决策方法

**Research on the Linguistic Information Multi-criteria
Decision Making Based on Vague Sets**

ISBN 978-7-5141-3112-3

定 价：28.00元

ISBN 978-7-5141-3112-3



9 787514 131123 >

基于 Vague 集的语言型 多准则决策方法

Research on the Linguistic Information Multi-criteria
Decision Making Based on Vague Sets

王伟平 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

基于 Vague 集的语言型多准则决策方法 / 王伟平著.

—北京: 经济科学出版社, 2013. 3

ISBN 978 - 7 - 5141 - 3112 - 3

I. ①基… II. ①王… III. ①决策学 - 研究

IV. ①C934

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 046295 号

责任编辑: 宋艳波

责任校对: 曹 力

版式设计: 代小卫

责任印制: 李 鹏

基于 Vague 集的语言型多准则决策方法

王伟平 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: 88191217 发行部电话: 88191537

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

北京京鲁创业科贸有限公司印装

710 × 1000 16 开 9.875 印张 190000 字

2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 3112 - 3 定价: 28.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 88191502)

(版权所有 翻印必究)

谨以此书献给我的父亲

前言

在实际决策中，由于受问题的复杂性、相关知识匮乏或者隐藏个人观点的需要等诸多因素的影响，决策者在对事物及其属性特征评价时往往无法或者不愿意采用精确的数值，而是代之以常用的语言形式，如“极好”、“一般”、“良好”等。近年来，这一类含有语言评价信息的语言型多准则决策问题受到越来越多的关注。Vague 集能够同时反映决策者对于某一事物在支持、反对与中立等三方面的侧重与偏好，对于表达人们关于事物认识的模糊性和不确定性上具有优势，因而将其应用到语言型多准则决策中，势必能更为充分地反映语言信息的内涵和外延。

本书研究了基于 Vague 集的决策理论与方法，结合研究成果，将其应用到语言型多准则决策问题中，并通过原有的语言型决策问题的实例加以验证其可行性和有效性。

全书共分为 8 章，大致可分为两个部分。第一部分包括第 2~4 章，研究 Vague 集的基本理论以及基于 Vague 集的决策理论与方法。第二部分包括第 5~7 章，主要针对三类语言型多准则决策问题，给出基于 Vague 集理论的决策方法。

具体章节内容如下：第 2 章研究了实数值 Vague 集之间的距离和相似性度量方法。第 3 章研究区间值 Vague 集（值）之间的距离和相似性度量。第 4 章从风险偏好的角度，提出能够反映三类不同风险偏好决策者决策倾向的风险偏好记分函数，给出了基于 Vague 集记分函数和距离的模糊多准则决策方法。第 5 章提出语言指标与 Vague 值转换的基本思路和转换表。针对属性权重为实数且属性值为语言值的多准则决策问

题,提出单人决策方法以及群决策方法。第6章针对属性权重完全未知而属性值为语言的多准则决策问题,提出确定属性权重的两种方法。第7章针对属性权重和属性值均为确定语言的多准则决策问题,提出了优先确定属性权重和优先确定属性记分值两种决策方法。在提出语言型多准则决策问题的决策方法的同时,本书选取诸多实例进行了决策分析,包括:管理信息系统的评价,不同地区投资环境竞争力的评估,企业知识管理绩效的评估,供应链核心企业伙伴选择,风险项目投资,虚拟企业伙伴选择和以及教师素质能力评估等。

本书可作为高等院校管理科学、信息科学、系统工程等专业本科生和研究生的教材,也可作为相关专业的教师,科研人员和企业管理人员的参考用书。

本书的研究出版得到了国际关系学院科研基金项目的大力资助,对此深表谢意!

衷心感谢我所参阅过的所有文献的作者,你们的工作开阔了我的视野和思路!

特别感谢经济科学出版社责任编辑宋艳波先生对本书的出版所付出的辛勤劳动!

本书的内容汇集了笔者近几年的研究成果,虽则尽力,但水平所限,差错疏漏之处在所难免,敬请各位专家和读者指正。

目 录

前 言	1
第一章 绪 论	1
一、多准则决策.....	1
二、语言型多准则决策问题的研究进展.....	3
三、Vague 集理论	8
四、本书的主要内容	12
第二章 实数值 Vague 集的距离与相似度	15
一、实数值 Vague 集的理论基础	15
二、现有的距离度量方法及分析	18
三、实数值 Vague 集距离度量的基本准则与一般方法	24
四、基于记分函数的实数值 Vague 集的相似度	29
五、基于距离的实数值 Vague 集的相似度	37
六、本章小结	44
第三章 区间值 Vague 集的距离与相似度	46
一、区间值 Vague 集的基本概念与运算	46
二、区间值 Vague 集的距离研究	48
三、基于距离的区间值 Vague 集的相似度	54
四、本章小结	57

第四章 基于 Vague 集的多准则模糊决策方法	58
一、实数值 Vague 集中现有记分函数的分析	58
二、基于风险偏好的记分函数	61
三、基于实数值 Vague 集的多准则决策方法	68
四、基于区间值 Vague 集的多准则决策方法	70
五、基于 Vague 集的三种决策方法在干部考核选拔中的实例分析	74
六、语言指标与 Vague 值的转换	78
七、本章小结	81
第五章 属性权重为实数且属性值为语言的多准则决策方法及应用	83
一、属性值为确定语言的多准则决策方法	83
二、属性值为不确定语言的多准则决策方法	93
三、本章小结	100
第六章 属性权重完全未知且属性值为语言的多准则决策方法及应用	102
一、问题描述	102
二、基于属性区分度的决策方法	102
三、基于正理想方案和距离的决策方法	110
四、本章小结	116
第七章 属性权重和属性值均为确定语言的多准则决策方法及应用	117
一、问题的描述和两种决策思路	117
二、基于 Vague 集记分函数的语言型权重的转换	118
三、优先确定权重的决策方法	119
四、优先确定属性记分值的决策方法	122
五、本章小结	127

第八章 结论与展望	129
一、主要创新点与研究成果	129
二、展望	130
参考文献	132
附件一：主要符号注释表	142
附件二：主要实例分析索引	145

图表目录

图 1-1 本书组织结构图	13
图 2-1 Vague 集示意图	16
图 2-2 Vague 集的几何解释	18
图 2-3 Vague 集的三维图形的正交投影	18
图 2-4 Vague 集的三维表示	18
图 2-5 平面区域 D_0 上的点的坐标与 Vague 值的一一对应关系	28
图 2-6 基于 Vague 值与互补 Vague 值距离之比的相似度	41
图 3-1 区间值 Vague 值的示意图	47
图 3-2 区间值 Vague 值 $\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$ 示意图, $\bar{x} \leq \bar{y} \leq \bar{z}$	52
图 4-1 区间值 Vague 值到实数值 Vague 值的转换	72
表 1-1 三种语言型多准则决策问题	12
表 2-1 待模式识别与已知模式 (例 2.6)	37
表 3-1 基于区间值 Vague 集的模式识别 (例 3.3)	56
表 4-1 不同风险偏好类型的记分函数的比较 (例 4.1)	68
表 4-2 ~ 表 4-3 为例 4.2 中的表	
表 4-2 基于风险厌恶的区间值 Vague 值的记分值	72
表 4-3 基于风险追求的区间值 Vague 值的记分值	73
表 4-4 ~ 表 4-6 为例 4.3 中的表	
表 4-4 5 位候选人关于各评价指标的属性值	74

表 4-5	5 位候选人在不同类型记分函数下的属性记分值	75
表 4-6	基于 TOPSIS 方法的决策结果	75
	表 4-7~表 4-9 为例 4.4 中的表	
表 4-7	属性值为区间值 Vague 值的评价表	77
表 4-8	表 4-7 中的区间值 Vague 值转化而成的实数值 Vague 值 及其记分值	78
表 4-9	各方案属性值到正理想方案属性值的距离	78
表 4-10	文献中用 Vague 值表示的十一级语言变量	79
表 4-11	本书中十一级语言指标与 Vague 值的转换	80
表 4-12	十一级语言指标在不同风险偏好下的记分函数值	81
	表 5-1~表 5-2 为例 5.1 中的表	
表 5-1	管理信息系统评价表(R_1)	85
表 5-2	R_1 转化为 Vague 值后对应的记分值表 S_1	85
表 5-3	各语言指标记分值的可能最大值 $S_{\max}$ 与最小值 $S_{\min}$	87
表 5-4	例 5.1 中 A_1 的各属性记分值的最值 (例 5.2)	88
	表 5-5~表 5-8 为例 5.4 中的表	
表 5-5	语言评价表 R_2	91
表 5-6	语言评价表 R_3	91
表 5-7	R_2 转化为 Vague 值后对应的记分值表 S_2	91
表 5-8	R_3 转化为 Vague 值后对应的记分值表 S_3	92
	表 5-9~表 5-11 为例 5.5 中的表	
表 5-9	投资环境竞争力语言评价表 R	95
表 5-10	在风险厌恶型记分函数 S_{RM} 下各方案的属性记分值	96
表 5-11	各方案与正理想方案在每个属性记分值上的差距	96
	表 5-12~表 5-17 为例 5.6 中的表	
表 5-12	语言评价表 $\tilde{R}_1$	98
表 5-13	语言评价表 $\tilde{R}_2$	98
表 5-14	语言评价表 $\tilde{R}_3$	98
表 5-15	$\tilde{R}_1$ 转换成 Vague 值后对应的属性记分值	99
表 5-16	$\tilde{R}_2$ 转换成 Vague 值后对应的属性记分值	99
表 5-17	$\tilde{R}_3$ 转换成 Vague 值后对应的属性记分值	99
	表 6-1~表 6-3 为例 6.1 中的表	

表 6-1	语言评估表 R	105
表 6-2	属性语言值转换为 Vague 值后对应的记分值	105
表 6-3	基于属性区分度的权重分配	106
	表 6-4 ~ 表 6-5 为例 6.2 中的表	
表 6-4	语言评估表 R	106
表 6-5	属性记分值及属性权重的确定	107
	表 6-6 ~ 表 6-12 为例 6.3 中的表	
表 6-6	语言评估表 R_1	108
表 6-7	语言评估表 R_2	108
表 6-8	语言评估表 R_3	108
表 6-9	R_1 对应的属性记分值及属性权重	109
表 6-10	R_2 对应的属性记分值及属性权重	109
表 6-11	R_3 对应的属性记分值及属性权重	109
表 6-12	各方案在评估表 R_i ($i=1, 2, 3$) 中的记分值	110
表 6-13	例 6.1 中各方案及方案集关于各属性到正理想 方案的距离 (例 6.4)	113
表 6-14	例 6.2 中各方案及方案集关于各属性到正理想 方案的距离 (例 6.5)	114
	表 6-15 ~ 表 6-18 为例 6.6 中的表	
表 6-15	例 6.3 R_1 中各方案关于各属性到正理想方案的 距离及属性权重	115
表 6-16	例 6.3 R_2 中各方案关于各属性到正理想方案的 距离及属性权重	115
表 6-17	例 6.3 R_3 中各方案关于各属性到正理想方案的 距离及属性权重	115
表 6-18	各方案到正理想方案的距离及决策权重	116
表 7-1	十一级语言指标下的语言型权重与 Vague 值的转换	118
表 7-2	十一级语言权重指标在三种风险偏好类型下对应的权重	118
	表 7-3 ~ 表 7-4 为例 7.1 中的表	
表 7-3	对潜在合作企业的语言评价表	120
表 7-4	各方案的属性记分值区间	121
表 7-5	各方案语言属性值转换为 Vague 值后对应的记分值 (例 7.2)	123
	表 7-6 ~ 表 7-12 为例 7.3 中的表	
表 7-6	语言评价表 R_1	125

表 7-7	语言评价表 R_2	125
表 7-8	语言评价表 R_3	125
表 7-9	转换成 Vague 值后 R_1 在风险中立函数 S_c 下的 属性记分值区间	126
表 7-10	转换成 Vague 值后 R_2 在风险中立函数 S_c 下的 属性记分值区间	126
表 7-11	转换成 Vague 值后 R_3 在风险中立函数 S_c 下的 属性记分值区间	127
表 7-12	各方案在各评价表中的记分值及最终记分值	127

第一章 绪 论

一、多准则决策

（一）多准则决策及其发展

作为一种重要的思维和认识活动，决策广泛存在于社会生活的各个领域。政治上重大方针的确立、军事上的指挥、医疗上的诊断、经济活动中的经营管理以及日常生活中所采纳的某一行动方案等，都是决策活动的具体表现。小至个人、大至国家乃至世界组织的领导人物，每天都会面对和处理或大或小的决策问题。

对于决策，有两种表述方式。在狭义的表述方式中，决策就是对两个以上的可行方案进行评价并排序，从中选出决策者认为是“最满意”或“最优”的方案。如我国著名学者于光远提出的“决策就是做决定”。在广义的表述方式中，决策则是一个提出问题、分析问题、拟订方案、选择方案、实施并修正方案的全过程。如以现代管理科学创始人西蒙（Herbert A. Simon）、马奇（James G. March）为代表的决策理论学派就认为“决策贯穿于管理的全过程，管理就是决策”。决策的核心是择优，即对未来活动的目标和通向目标的多种途径，做出符合客观规律的合理的抉择，寻求能获得较大效益的行动方案。

自从 20 世纪 50 年代以来，单目标（准则）最优化方法（线性规划、非线性规划、动态规划等）的巨大作用，已经得到了世界公认，并成为现代管理科学的基础。从 50 年代末期到现在，决策者和管理者面对的问题从强调效率（efficiency）到强调有效性（effectiveness）到同时满足种类繁多（其中多数是冲突）的准则（目标）——经济、政治、环境、社会、健康、美学及其他种类的准则。决策者和管理者不得不在许多的、冲突的准则（目标）之间寻求一种平衡。

近几十年来，人们日趋认识到在分析和解决某些问题时，特别是研究大系统问题时，需要同时识别和考虑多个准则。对于实际生活中广泛存在的多准则决策（Multiple Criteria Decision Making, MCDM）问题，单准则（目标）决策已经无能为力；“最优化原则”是一种理想的原则，而“满意化原则”则是一种现实的原

则。近代 MCDM 理论与技术的产生和发展,最直接的原因在于,作为科学决策的单准则(目标)数学模型忽视了客观事物普遍存在的多准则(目标)性,因而,除了简单的问题外,单准则(目标)决策很难满足个人和群体决策的要求。

多准则决策问题具备以下四个显著特点:

(1) 多个目标/多个属性。每个多准则决策问题有多个目标/多个属性。

(2) 多个准则之间通常是相互冲突的。目标间的矛盾性是指各目标间的权益是相互矛盾、相互竞争的,即如果采用一种方案去改进某一目标的值,可能会使另一目标的值变坏(或可能以牺牲其他目标值的改进为代价)。

(3) 不可公度的单位。各个目标/属性有不同的度量单位。因此,一般只能根据多个目标所产生的综合效用去估量。如果决策人不是直接采用效用函数去求解多准则决策(MCDM)问题,而是借助其他方法,也需要克服目标间不能公度的困难。

(4) 设计/选择。MCDM 问题的解,要么是设计一个最好的方案,要么是在早先规定好的若干个方案中选择最好的方案。目标间的矛盾性和不可公度性这两个特点使多准则决策问题十分复杂和困难。对此,人们还是找到了一系列处理多准则决策问题的方法。代价是放弃追求“最优解”,致力于寻求“满意解”或者在各种准则之间和各种限制之间寻求一个合理的妥协。

由于实际情况的复杂性,多准则决策问题同样具有复杂多样性。通常对于多准则决策问题的分类如下:

按决策目标分类,可分为单目标决策和多目标决策。仅有一个目标的决策称为单目标决策,有两个或两个以上目标的决策称为多目标决策。

按所涉及的决策者人数来分类。只涉及单个决策人的是一般的多准则决策问题,或称多目标决策问题,若涉及多个决策人,则称为群决策问题。

按决策时所掌握的信息的完备程度,可分为确定型决策、不确定型决策、风险型决策和模糊决策。确定型决策是指自然状态完全确定,做出的选择也是确定的。不确定型决策是指决策者对要发生结果的概率无法确定或者一无所知,只能凭借主观意向进行的决策。风险型决策是指自然状态有两种或者两种以上,各种自然状态出现的概率已知或者可以推算。模糊决策是指决策者不能精确定义的参数、概念和事件等,都被处理成某种适当的模糊集合,蕴含着一系列具有不同置信水平的可能选择。很多不确定型决策可以通过模糊决策来处理。

最常用的是按照决策问题中备选方案的数量来分类。一类是多属性决策问题,这一类决策问题中的决策变量是离散型的,备选方案数量有限,也称为有限方案多目标决策问题。解决这一类问题的核心是对各备选方案进行评价后排定各方案的优劣次序,再从中择优。另一类是多目标决策问题,这一类决策问题中的决策变量是

连续型的,即备选方案数有无限多个,也称为无限方案多目标决策问题。求解这一类问题的关键是向量优化,即数学规划问题。

(二) 语言型多准则决策

在实际的决策过程中,由于受到各种因素的影响,如决策问题本身的复杂性和模糊性、人类思维的模糊性、相关知识的匮乏、隐藏个人观点的需要等,决策者在对事物进行评价时往往无法或者不愿意以精确的数值来描述,而是以常用的语言形式给出事物或其属性的偏好信息,如“极好”、“差不多”、“较差”、“良好”等。反映到多准则决策问题中,方案的属性值以及属性权重部分或者全部以语言的形式给出,即语言型的多准则决策问题。近年来,属性权重或属性值中含有语言评价信息的决策问题受到越来越多的关注。

与属性值和属性权重都是确定数值的多准则决策问题不同,在语言型的多准则决策问题中,决策者不仅要区分方案之间的差异,同时还要考虑以语言形式给出的属性值或属性权重本身所包含的不确定性,因而更加复杂。而这一类的多准则决策问题在实践中广泛存在,如管理信息系统的评价,企业知识管理绩效的评估,投资公司进行高科技风险项目投资方案的评估,虚拟企业合作伙伴的选择,领导干部的选拔以及教师教学质量的评估等。因此,对带有语言信息的多准则决策问题的研究具有重要的理论意义和实用价值。本书所要讨论的就是这一类语言型多准则决策问题。

语言本身具有模糊性和不确定性,这决定了语言指标在本质上应视为不精确的数据,它反映了决策者对事物认识的模糊性与不确定性。因此,语言型多准则决策在本质上属于模糊多准则决策。而作为模糊集理论的拓展,由 Gau 和 Buehree 于 1993 年提出的 Vague 集理论在同时表达模糊性和不确定性上具有明显的优势。然而,受 Vague 集理论发展的限制,目前 Vague 集理论在语言型多准则决策中的应用研究还较少,研究如何利用 Vague 集更精确地反映语言信息所蕴含的不确定性以及语言指标之间的关系,将会推动 Vague 集自身理论的发展及其在决策领域中的应用。

综上所述,本书将 Vague 集理论应用到语言型多准则决策中,既是研究语言型多准则决策方法的需要,也是 Vague 集理论自身发展的需要。

二、语言型多准则决策问题的研究进展

(一) 基于不同信息集结顺序的两种决策方法

根据信息集结顺序的不同,语言型多准则决策问题的决策方法可以分为以下

两种:

第一种是以专家为主体,先决策再综合。这种方法存在两级信息集结:第一级,首先每个专家对每个方案的不同属性值进行集结,形成一个综合值,从而对方案集进行比较;第二级,可能存在多位专家对方案集进行评价,即群体多属性决策,因此需要将各专家的意见进行集结,转化为综合值。其实质是将一个多属性的群决策问题转化为若干个独裁型的多属性决策问题。

第二种是以方案为主体,先综合再决策。这种方法也存在两级信息集结:第一级,对于每一个方案的每个属性,将所有专家对该属性给出的不同属性值集结,形成一个综合值;第二级,对于每一个方案,按照一定的决策规则,给出一个综合评价,根据各方案的综合值进行排序、选优。其实质是将一个多属性的群决策问题直接转化为一个独裁型的多属性决策问题。

总体说来,这两种方法各有优劣,使用时应根据具体问题具体考虑。一般说来,第二种方法的整体精度较高,更能代表决策群体的统一意志,但可能导致问题的非线性化,从而降低计算的效率;第一种方法可以保持问题的线性性质,计算效率高,但在方案之间的差异较小时,其决策结果可能会由于计算的影响而发生逆转,导致决策的失误。目前,基于 Vague 集的多准则决策方法大都采用第二种方法即先综合再决策的方法。

(二) 现有的三类决策模型

现有的处理具有语言评价信息的多准则决策问题的模型大致可以分为三类。

第一类是基于扩展原理的近似计算模型。其特点是将语言评价信息转化为模糊数,并依据扩展原理进行模糊数的运算与分析。由于基于扩展原理的模糊算术运算会增加结果的模糊性,所以可能造成一定程度上的信息损失或扭曲。另外由于模糊数的集成结果通常还是模糊数,使用不同的模糊排序方法可能会导致方案的优先次序不同。

第二类是基于有序语言计算模型。其特点是根据语言术语集的顺序结构直接对语言符号进行运算,但进行语言计算后,其结果很难精确地对应到初始的语言评价集中,所以需要寻找一个最贴近的语言短语进行近似,这样就会产生信息的损失。

第三类是二元语义计算模型。其特点是使用二元语义表示方式及其运算算子对语言评价信息进行处理,采用这样的信息处理方式能有效避免语言评价信息集结和运算中出现的信息损失和扭曲,在计算精度和可靠度等方面明显优于其他的语言信息处理方法,但是不适合初始评价并且计算较为繁琐。