

doi:10.3969/j.issn.1007-7162.2016.03.001

# 多属性决策环境中的错误研究

黄灏然<sup>1</sup>, 郑琦<sup>2</sup>, 黄利舒<sup>1</sup>

(1. 仲恺农业工程学院 信息科学与技术学院, 广东 广州 510225; 2. 广州市海珠区第一人民医院 财务科, 广东 广州 510220)

**摘要:** 从损失规避的角度研究多属性决策问题正成为一个新的发展趋势. 错误是损失产生的根源. 针对多属性决策环境中“错误”这一问题, 首先给出错误的定义, 说明用于判断错误是否发生的规则所具备的性质; 接着分析了错误传递规律; 最后, 给出错误损失的概念, 并从属性分类的角度分析了错误产生错误损失的机理.

**关键词:** 多属性决策; 错误; 错误损失

中图分类号: N945.16; C934      文献标志码: A      文章编号: 1007-7162(2016)03-0001-05

## Error Research in Multi-attribute Decision-making Environment

Huang Hao-ran<sup>1</sup>, Zheng Qi<sup>2</sup>, Huang Li-shu<sup>1</sup>

(1. School of Information Science and Technology, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China;  
2. Finance Section, The First People's Hospital of Haizhu District of Guangzhou, Guangzhou 510220, China)

**Abstract:** The research of multi-attribute decision making from the perspective of loss aversion is becoming a new trend since error is the root of loss generated. First, for multi-attribute decision-making environment in the “error” question, the definition of error is given and the properties of the rules which are used to judge whether an error occurred are explained. Next, the error transfer laws are analyzed. And then, the concept of error-loss is given. Finally, the mechanism of error-loss arising from errors is analyzed from the view of attributive classification.

**Key words:** multi-attribute decision making; error; error-loss

### 1 文献综述与问题提出

决策活动伴随着人类的出现而出现、发展而发展,大至国家小至企业甚至个人都不断地进行各种各样的决策活动. 在这各种各样的决策活动中多属性决策是其中的重要一类,广泛地存在于人们的各项活动中,例如产品方案设计<sup>[1]</sup>、服务商选择<sup>[2]</sup>、电力系统恢复控制<sup>[3]</sup>、教育机构选择<sup>[4]</sup>等. 多属性决策是指对具有多个属性的决策方案进行排序与优选的一类决策问题<sup>[5-6]</sup>. 多属性决策和多目标决策共同组成多准则决策. 虽然直到1981年在Hwang和Yoon的推动下人们才将多属性决策问题作为多准则问题的一类进行独立讨论和处理<sup>[6-7]</sup>,但是学术界对多属性问题早已展开大量的研究.

综合已有的相关研究成果来看,从心理行为的

角度研究多属性决策问题正成为一种新的发展趋势. 例如,刘健等<sup>[8]</sup>指出在多属性决策环境中决策者往往对各个属性存在不同的心理阈值,给出满意度计算方法,并提出基于决策者主观满意度的信息集结模型;姜广田<sup>[9]</sup>提出一种考虑决策者心理行为的模糊-灰色混合型随机多属性决策方法. 损失规避是决策者最重要的心理行为特征之一,大量的实验也证明了这一结论<sup>[10-11]</sup>. 不少文献已从损失规避的角度对多属性决策问题展开研究. 例如:Fan等<sup>[12]</sup>针对决策者给出属性期望水平值的多属性决策问题,依据前景理论将属性期望值作为参照点,进而计算收益值和损失值,最后通过计算综合前景值确定方案的排序结果;Qin等<sup>[13]</sup>建立了一种基于前景理论的扩展VIKOR法用于处理区间二元语义决策环境中的多属性决策问题;张晓等<sup>[10]</sup>针对前景理论所

存在的问题,依据决策者的规避损失的心理特征,利用后悔理论通过计算感知效用值的方式来得到方案的排序结果;黄灏然等<sup>[14]</sup>利用消错理论从减少和规避错误损失的角度对风险混合型多属性决策问题展开研究。

基于上述分析可知,从损失规避的角度构建决策方法正成为多属性决策领域的一个新趋势。错误是损失产生的根源<sup>[15]</sup>,只有理清多属性决策环境中错误与损失之间的相关关系,才能更好地从损失规避的角度对多属性决策问题展开研究。虽然文献<sup>[15]</sup>研究了错误系统,文献<sup>[14]</sup>建立了基于错误损失规避的风险混合型多属性决策方法,但关于多属性决策环境中错误及错误所带来的损失(简称“错误损失”)的相关研究依然匮乏。因此,本文将对多属性决策环境中错误的概念、错误的传递规律、错误产生错误损失的机理开展研究。

## 2 多属性决策环境中错误的概念

错误可以看成是一种现象,广泛地存在于包括多属性决策活动在内的各种日常生产和生活活动中。错误总是通过各种形式伴随在人们的各种活动中,人们也总是通过总结经验等方式不断修正、减少和规避错误。较早对“错误”展开研究的文献有文清源从哲学角度提出的《错误论》,刘明详从法学角度提出的《错误论》,以及一些对故障、病例、事故、意外、灾害和失败等现象进行诊断的案例<sup>[15-16]</sup>。最早对普遍存在具有一般意义的“错误”展开研究的学者是郭开仲,他于1986年给出错误的定义。随后,他和他的团队对“错误”的相关内容展开研究,不断完善<sup>[17-18]</sup>。最终他将错误定义为“设 $U$ 是论域, $a \in U$ , $G$ 是 $U$ 上的一组确定且有资格的规则,若从 $G$ 推不出 $a$ (包括 $G$ 完全、部分或不肯定推不出等),则称 $a$ 在 $U$ 上对于规则 $G$ 是错误的”<sup>[15]</sup>。在多属性决策问题中,方案在各属性下的综合表现决定着方案的优劣。属性是考核和评价方案优劣的指标。一个方案是否发生错误,取决于这个方案在各个属性下是否发生错误。因此,方案在属性上的错误是本研究中最基本的概念。

假设 $A$ 为方案集, $a \in A$ , $C$ 为属性集, $c \in C$ ,参照文献<sup>[15]</sup>对一般系统中错误的定义,结合多属性决策问题的特征,本文将多属性决策问题中方案在属性上的错误(在不混淆的情况下简称为错误或多属性决策环境中的错误)定义如下:

**定义1** 在多属性决策问题 $M$ 中,若方案 $a$ 在

属性 $c$ 上不符合规则 $G$ 的要求,则称策略 $a$ 在属性 $c$ 上发生错误。

通俗地说多属性决策环境中的错误是指方案在属性上的表现与决策者设定的需要遵守的准则存在不一致的情况。以购房为例,某决策者购买房屋时会总价、面积、单价、户型、地段、楼龄、学位、楼层、物业服务质量、周边环境等属性有自己的要求或期望。当一套备选房源在面积上不符合决策者(购房者)的需求时,就可以认定对于决策者而言该房源在面积上发生错误。

在定义1中,规则 $G$ 就是用于判断或评价方案在属性上所表现出来情况好坏的准则。根据多属性决策问题的实际情况,规则 $G$ 可以是相关的法律法规、行业标准、决策者心理期望等。参照文献<sup>[15]</sup>,无论以何内容作为规则,在多属性决策问题中一组科学合理的规则应该至少具备以下3个性质。

(1) 确定性。这是指规则 $G$ 应该是界定清晰、表述明确、内容具体。

(2) 完整性。这是指规则 $G$ 能够判断其中任意一个方案 $a$ ( $a \in A$ )在任意一个属性 $c$ ( $c \in C$ )上是否发生错误。

(3) 科学性。这是指规则 $G$ 应该是准确、相对无误、不自相矛盾。

除了这3个性质,根据实际的决策情境的不同规则 $G$ 还可能具有模糊、可分解性及其他性质。

(4) 模糊性。这是指规则 $G$ 可能以模糊数或模糊语言的形式进行表达,这主要是源于多属性决策问题的客观复杂性和人们认识的有限性等因素。

(5) 可分解性。这是指规则 $G$ 根据实际问题,可以分解成一系列不同的子规则。

## 3 多属性决策环境中错误传递的规律

在多属性决策问题中,如果将方案看成是一个系统,那么属性就是描述这个系统的最基本要素。方案 $a$ ( $a \in A$ )在任一属性 $c$ ( $c \in C$ )上发生的错误都是导致方案 $a$ 发生错误的起源。相关性的存在是错误得以传递的根本原因。任何一个孤立的系统或元素所发生的错误都不会传递给其他系统或元素。在多属性决策问题中属性集 $C$ 中属性可能是相互独立的也可能是相关的。因此,多属性决策问题中错误传递的形式可以分为两种,如图1所示。当属性相互独立时,错误只是由属性传递给方案,如图1(a)所示;当属性相关时,错误除了从属性传递到方案外还

可能在属性间传递,如图1(b)所示.对于后一种情况,错误在属性间的传递有两种基本方式.

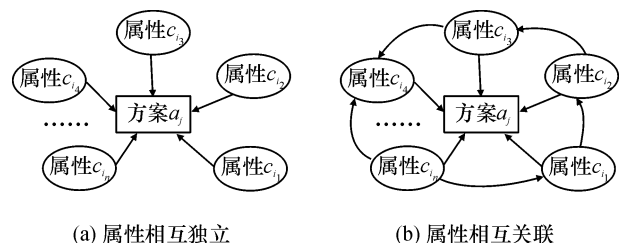


图1 错误传递关系

Fig.1 Relationship of error transfer

(1) 错误传递链. 错误传递链是指两个属性间存在一条可以表示为“ $c_{i_1} \rightarrow c_{i_2} \rightarrow \dots \rightarrow c_{i_n}$ ”(属性 $c_{i_k}$ 不重复出现)的错误有向传递通道,如图2(a)所示. 错误传递链中第一个属性发生的错误将会传递给第二属性,第二个属性会传递给第三个属性,以此类推最后属性受到倒数第二个属性的影响. 按照错误的传递关系,属性 $c_{i_k}$  ( $k \geq 3$ )除了直接受到属性 $c_{i_{k-1}}$ 的影响外,还间接受到前面 $k-2$ 个属性的间接影响. 若将属性看成一个点,将属性间错误的传递关系看成弧,那么这里的“错误传递链”跟有向图中的“初等路”是一致的.

(2) 错误传递环. 错误传递环是指多个属性间存在一条可以表示为“ $c_{i_1} \rightarrow c_{i_2} \rightarrow \dots \rightarrow c_{i_n} \rightarrow c_{i_1}$ ”的错误有向环型传递通道,如图2(c)所示. 若将属性看成一个点,将属性间错误的传递关系看成弧,那么这里的“错误传递环”跟有向图中的“初等回路”是一致的. 在错误传递环中任一属性发生的错误都将会在环中循环传递,传递的结果与环中错误传递速度的快慢、传递幅度的大小、因素错误承受能力的差异、研究的时间跨度、环境影响等因素密切相关.

在“链”和“环”的基础上又可以演变出属性间三种其他的错误传递方式:

(3) 错误传递复链. 错误传递复链是指两个属性间同时存在两条以上方向一致的错误传递路,如图2(b)所示. 错误传递复链是多条错误传递链的同向叠加. 在错误传递复链中至少有一个因素会直接影响两个或以上的因素,同时也至少存在一个因素会受到另外两个因素的影响.

(4) 错误传递复环. 错误传递复环是由多个错误传递环交叉或部分叠加出现,如图2(d)所示.

(5) 错误传递链-环. 错误传递链-环是指属性的错误传递关系中同时出现错误传递链和错误传递环,如图2(e)所示.

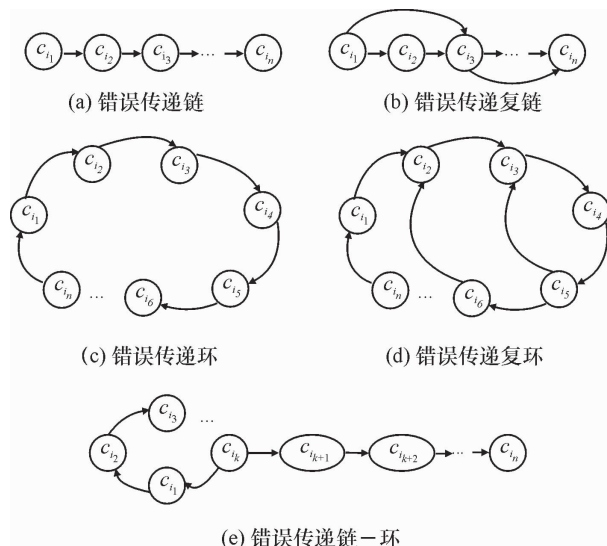


图2 错误在属性间的传递方式

Fig.2 Transfer modes of error between attributes

## 4 多属性决策环境中错误产生错误损失的机理

错误损失简单的说就是某一错误发生时所带来的或造成的损失<sup>[19]</sup>. 具体到多属性决策环境中,属性的错误损失就是属性发生错误时给方案带来的损失,具体定义如下.

**定义2** 在多属性决策问题 $M$ 中,将在各个属性上刚好满足规则 $G$ 的要求的假设方案 $a^+$ 称为多属性决策问题 $M$ 的理想目标方案.

**定义3** 在多属性决策问题 $M$ 中,将方案 $a$ 在属性 $c$ 上发生的错误导致方案 $a$ 偏离理想目标方案 $a^+$ 的程度称为属性的错误损失.

按照定义3,错误损失表现一种偏离度,这种偏离度可以表示为成本增加量、劳动力增加量、利润减少量、功能减少量等绝对差距,也可以表示为方案与理想目标的相对差距.“错误”的发生是“错误损失”产生的前提,这两者有着密切联系. 根据消错理论中错误系统和要素之间的关系<sup>[15]</sup>,从属性错误对方案的影响程度来看,属性可以分为关键型、重要型和冗余型三类基本属性.

**定义4** 在多属性决策问题 $M$ 中,若方案 $a$ 在属性 $c$ 上发生错误时方案 $a$ 将会完全偏离理想目标方案,则称属性 $c$ 为关键型属性.

根据定义4可知,当关键型属性发生错误时备选方案 $a$ 将完全偏离理想目标方案,方案 $a$ 将变为不可行方案,错误损失达到最高水平. 显然,关键型属性具有“一票否决”功能,不存在线性补偿特征<sup>[20]</sup>. 以购房为例,假如决策者(购房者)要求房源

必须具有省一级小学学位,否则不予考虑,那么“学位”这个属性就属于关键型属性.当某一房源不具备省一级小学学位时,不管该房源的总价、面积、单价、户型、地段等属性是否符合决策者的要求,决策者都不可能考虑购买该房.显然,从决策者的期望角度来看关键型属性必须严格满足相应判断规则  $g_i$  ( $g_i$  是指规则  $G$  中用于判断关键型属性是否发生错误的子规则,  $g_i \subset G$ ) 的要求.

**定义5** 在多属性决策问题  $M$  中,若方案  $a$  在属性  $c$  上发生错误时方案  $a$  将会部分偏离理想目标方案,则称属性  $c$  为重要型属性.

根据定义5可知,当重要型属性发生错误时备选方案  $a$  将部分偏离理想目标方案,错误将导致错误损失,但其他属性的改善将有助于备选方案整体水平的提高.重要型属性具有线性补偿特征.以购房为例,某房源可能在单价上不符合决策者的要求发生错误,但如果该房源在总价、面积、学位等其他属性上表现较好时,决策者仍然会考虑购买该房.显然,从决策者的期望角度来看,重要型属性应该尽量满足相应判断规则  $g_i$  ( $g_i$  是指规则  $G$  中用于判断重要型属性是否发生错误的子规则,  $g_i \subset G$ ) 的要求.

**定义6** 在多属性决策问题  $M$  中,即使方案  $a$  在属性  $c$  上发生错误也不会导致方案  $a$  偏离理想目标方案,则称属性  $c$  为冗余型属性.

根据定义6可知,当冗余型属性发生错误时不会导致选方案  $a$  偏离理想目标方案,错误没有导致错误损失.某房源所处地段不好,升值空间有限,这可以看成是一种错误.如果决策者并不考虑“地段”这个属性,即使该房源在“地段”这一属性上发生错误,也不会对决策结果(是否购买该房)带来影响.显然,从决策者的期望角度来看冗余型属性可以不满足相应判断规则  $g_r$  ( $g_r$  是指规则  $G$  中用于判断重要型属性是否发生错误的子规则,  $g_r \subset G$ ) 的要求.从简化问题、方便研究的角度看,可以将属性集  $C$  中的冗余型属性简约去掉.

综上,从决策者的期望角度来看,关键型属性必须严格满足规则要求,重要型属性应该尽量满足规则要求,冗余型属性可以不满足规则要求.

从消错决策的角度看,这三类属性是最基本的属性.以这三类属性为基础,可以演变出关键-重要型、关键-冗余型、重要-冗余型、关键-重要-冗余型及其他复合型属性.在各类复合型属性中,关键-重要型属性是最常见的一类.仍以购房为例,在购房的过程中决策者可能会对“总价”存在一个心

理阈值区间,区间上限表示决策者能够承受的最高价格,区间下限表示的是决策者的理想预算价格.当总价高于区间上限时,因为超出承担范围将会导致决策者不会购买该房;当总价低于区间下限时,满足决策者要求没有错误发生;当总价在区间上时,虽然价格高出决策者的理想预算价格(错误发生)但还在决策者的承受范围内,如果其他属性表现较好的话,决策者仍然会考虑购买该房.由于篇幅限制,其他属性不再一一举例说明,它们通常可以在并联系统中找到.

从错误损失的角度来看,当备选方案在关键型属性上发生错误时,错误损失导致最大水平,备选方案不是可行方案;当备选方案在重要型属性上发生错误时,产生错误损失,但备选方案仍是可行方案;当备选方案在冗余型属性上发生错误时,没有错误损失产生,备选方案仍是可行方案;当备选方案在复合型属性上发生错误时,根据属性的类型及错误值的大小,错误损失可能达到极限,可能为零,也可能介于这两者之间.

## 5 结语

本文分析了多属性决策问题的研究趋势,依据消错理论对多属性决策环境中的错误及相关问题进行研究.针对多属性决策环境,本文给出了错误和错误损失的概念,分析判断规则的性质,研究了错误传递的规律,初步理清错误产生错误损失的机理.研究的成果为进一步从错误损失的角度构建多属性决策方法提供支持.

## 参考文献:

- [1] 王体春,杨爱军,卜良峰.基于多属性可拓灰关联决策模型的产品方案设计[J].系统工程理论实践,2013,33(9):2321-2329.  
WANG T C, YANG A J, BU L F. Mechanism scheme design based on multi-attribute extension gray relevant optimized decision-making model[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2013, 33(9): 2321-2329.
- [2] 匡奕军,范体军,李宏余.基于多属性决策的动态外包信息服务商选择[J].系统工程理论实践,2009,29(7):77-85.  
KUANG Y J, FAN T J, LI H Y. Dynamical selection of information service providers in outsourcing based on multiple attributes decision making[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2009, 29(7): 77-85.
- [3] SUN P B, LIU Y T, QIU X Z, et al. Hybrid multiple attribute group decision-making for power system restoration[J].

- Expert Systems with Applications, 2015, 42 ( 19 ): 6795-6805.
- [4] ARZU O. Practice over the private teaching institutions selection problem in one of secondary schools with using multiple attribute decision making method of topsis [ J ]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2013, 89: 489-495.
- [5] 彭勃,叶春明. 基于不确定纯语言混合调和平均算子的多属性群决策方法 [ J ]. 中国管理科学, 2015, 23 ( 2 ): 131-138.
- PENG B, YE C M. An approach to multiple attribute group decision making based on uncertain pure linguistic hybrid harmonic averaging operator [ J ]. Chinese Journal of Management Science, 2015, 23 ( 2 ): 131-138.
- [6] 徐玖平,吴巍. 多属性决策理论与方法 [ M ]. 北京:清华大学出版社, 2006.
- [7] HWANG C L, YOON K. Multiple attribute decision making-methods and application: a State-of-the-Art survey [ M ]. New York: Springer-Verlag, 1981.
- [8] 刘健,刘思峰,马义中,等. 基于心理阈值的多属性决策问题目标调整研究 [ J ]. 中国管理科学, 2015, 23 ( 2 ): 123-130.
- LIU J, LIU S F, MA Y Z, et al. A study on revisiting multi-attribute decision targets based on psychological threshold [ J ]. Chinese Journal of Management Science, 2015, 23 ( 2 ): 123-130.
- [9] 姜广田. 考虑决策者心理行为的混合型随机多属性决策方法 [ J ]. 中国管理科学, 2014, 22 ( 6 ): 78-84.
- JIANG G T. Method for hybrid stochastic multiple attribute decision making considering decision maker's psychological behavior [ J ]. Chinese Journal of Management Science, 2014, 22 ( 6 ): 78-84.
- [10] 张晓,樊治平,陈发动. 基于后悔理论的风险型多属性决策方法 [ J ]. 系统工程理论与实践, 2013, 33 ( 9 ): 2313-2320.
- ZHANG X, FAN Z P, CHEN F D. Method for risky multiple attribute decision making based on regret theory [ J ]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2013, 33 ( 9 ): 2313-2320.
- [11] TVERSKY A, KAHNEMAN D. Advances in prospect theory: cumulative representation of uncertainty [ J ]. Journal of Risk and Uncertainty, 1992, 5 ( 4 ): 297-323.
- [12] FAN Z P, ZHANG X, CHEN F D, et al. Multiple attribute decision making considering aspiration-levels: a method based on prospect theory [ J ]. Computers & Industrial Engineering, 2013, 65 ( 2 ): 341-350.
- [13] QIN J D, LIU X W, PEDRYCZ W. An extended VIKOR method based on prospect theory for multiple attribute decision making under interval type-2 fuzzy environment [ J ]. Knowledge-Based Systems, 2015, 86: 116-130.
- [14] 黄灏然,俞守华,郭开仲. 风险型混合多属性消错决策方法 [ J ]. 运筹与管理, 2015, 24 ( 1 ): 122-128.
- HUANG H R, YU S H, GUO K Z. Method for hybrid multi-attribute error-eliminating decision-making under risk [ J ]. Operations Research and Management Science, 2015, 24 ( 1 ): 122-128.
- [15] 郭开仲. 错误系统 [ M ]. 北京:科学出版社, 2012.
- [16] 刘世勇,郭开仲,孙东川. 管理科学中的一个创新性研究——错误理论的提出、进展和展望 [ J ]. 管理学报, 2010, 7 ( 12 ): 1749-1758.
- LIU S Y, GUO K Z, SUN D C. Progress and prospect of research on theory of error-elimination—a new thrust in management science [ J ]. Chinese Journal of Management, 2010, 7 ( 12 ): 1749-1758.
- [17] 廖丽平,郭开仲,颜龙. 错误系统结构的毁灭变换研究 [ J ]. 广东工业大学学报, 2012, 29 ( 4 ): 18-21.
- LIAO L P, GUO K Z, YAN L. A study of destruction transformation of error system structures [ J ]. Journal of Guangdong University of Technology, 2012, 29 ( 4 ): 18-21.
- [18] 周小平,郭开仲. 基于错误矩阵逻辑方程的对象识别状态与真实状态转化研究 [ J ]. 广东工业大学学报, 2013, 30 ( 2 ): 13-17.
- ZHOU X P, GUO K Z. The research on the transformation of identification state into the real state based on error matrix logical equations [ J ]. Journal of Guangdong University of Technology, 2013, 30 ( 2 ): 13-17.
- [19] 黄灏然. 多属性消错决策方法研究 [ D ]. 广州:广东工业大学管理学院, 2014.
- [20] 黄灏然,吴丽莉,江尚乐. 关键型多属性消错决策方法 [ J ]. 广东工业大学学报, 2015, 32 ( 3 ): 23-27.
- HUANG H R, WU L L, JIANG S L. A key multi-attribute method for error-eliminating and decision-making [ J ]. Journal of Guangdong University of Technology, 2015, 32 ( 3 ): 23-27.