



## 矛盾问题求解的可拓智能原理

李兴森, 孙峻文, 刘仿尧, 杨振昊

引用本文:

李兴森, 孙峻文, 刘仿尧, 等. 矛盾问题求解的可拓智能原理[J]. *智能系统学报*, 2026, 21(2): 510-518.

LI Xingsen, SUN Junwen, LIU Fangyao, et al. The principle of extension intelligence for solving contradictory problems[J]. *CAAI Transactions on Intelligent Systems*, 2026, 21(2): 510-518.

在线阅读 View online: <https://dx.doi.org/10.11992/tis.202412005>

## 您可能感兴趣的其他文章

### 人工智能中的封闭性和强封闭性——现有成果的能力边界、应用条件和伦理风险

Criteria of closeness and strong closeness in artificial intelligence——limits, application conditions and ethical risks of existing technologies

智能系统学报. 2020, 15(1): 114-120 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.202001001>

### 图像情境下的数字序列逻辑学习

Number sequence logic learning in image context

智能系统学报. 2019, 14(6): 1189-1198 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201905044>

### 因素表示的信息空间与广义概率逻辑

Factorial information space and generalized probability logic

智能系统学报. 2019, 14(5): 843-852 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201810021>

### 重新找回人工智能的可解释性

Refining the interpretability of artificial intelligence

智能系统学报. 2019, 14(3): 393-412 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201810020>

### 泛逻辑学理论——机制主义人工智能理论的逻辑基础

Universal logic theory: logical foundation of mechanism-based artificial intelligence theory

智能系统学报. 2018, 13(1): 19-36 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201711033>

### 因素空间理论——机制主义人工智能理论的数学基础

Factor space-mathematical basis of mechanism based artificial intelligence theory

智能系统学报. 2018, 13(1): 37-54 <https://dx.doi.org/10.11992/tis.201711034>

DOI: 10.11992/tis.202412005

网络出版地址: <https://link.cnki.net/urlid/23.1538.TP.20260130.1523.002>

## 矛盾问题求解的可拓智能原理

李兴森<sup>1</sup>, 孙峻文<sup>2</sup>, 刘仿尧<sup>3</sup>, 杨振昊<sup>1,2</sup>

(1. 广东工业大学 可拓学与创新方法研究所, 广东 广州 510006; 2. 广东工业大学 机电工程学院, 广东 广州 510006; 3. 西南民族大学 计算机与人工智能学院, 四川 成都 610041)

**摘要:** 人类社会发展中伴随着无处不在的矛盾问题, 但目前矛盾问题处理和人工智能的研究主要解决确定性的、不矛盾的问题。文章在可拓学智能化解解决矛盾问题的研究基础上, 提出信息社会大数据环境下, 很多新型矛盾问题的产生在于主体信息维度的认知局限性, 而解决矛盾问题的关键就在于提升思考的信息维度; 论证了可拓智能解决矛盾问题的机理, 综合基元建模、共轭分析和拓展变换等方法, 通过挖掘矛盾问题中隐含的潜信息并系统性拓展来提升问题的信息维度, 进而通过变换提出化矛盾为相容的创新性解决方案; 以中国寓言故事“自相矛盾”问题为例, 通过对问题信息维度的拓展提出自圆其说的解释, 验证了可拓智能提高信息维度解决矛盾问题的有效性和实用性。

**关键词:** 人工智能; 矛盾问题处理; 可拓学; 可拓智能; 信息维度; 因素空间; 可拓集合; 基元模型

**中图分类号:** TP18; B80 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4785(2026)02-0510-09

中文引用格式: 李兴森, 孙峻文, 刘仿尧, 等. 矛盾问题求解的可拓智能原理 [J]. 智能系统学报, 2026, 21(2): 510-518.

英文引用格式: LI Xingsen, SUN Junwen, LIU Fangyao, et al. The principle of extension intelligence for solving contradictory problems[J]. CAAI transactions on intelligent systems, 2026, 21(2): 510-518.

## The principle of extension intelligence for solving contradictory problems

LI Xingsen<sup>1</sup>, SUN Junwen<sup>2</sup>, LIU Fangyao<sup>3</sup>, YANG Zhenhao<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Extenics and Innovation Methods, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China; 2. College of Electromechanical Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China; 3. College of Computer Science and Artificial Intelligence, Southwest Minzu University, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** The development of human society is accompanied by ubiquitous contradictory problems. However, the current research of artificial intelligence mainly focuses on solving deterministic and non-contradictory problems. Based on the research on intelligent processing of contradiction problems in Extenics, this paper proposes a new direction that in the digital environment of AI, the solutions to many contradiction problems lie in the extension of the limited information dimensions, and the key to solving the contradiction problems is to improve the information dimensions. Based on the theory of Extenics, we present a systematic method by basic-element modeling for the problem, and extend the dimensions of the problem by comprehensively mining the latent information related to the problem, and then obtain innovative solutions. Finally, taking the problem of “Self-Contradictory” in Chinese fables as an example, we put forward a possible explanation by extending the information dimension of the problem, and verify the effectiveness and practicability of extension intelligence to solve contradictory problems by improving the information dimensions.

**Keywords:** artificial intelligence; problem-solving; extenics; extension intelligence; information dimensions; factor space; extension set; basic-element model

社会的进步伴随着矛盾问题的产生与解决, 尤其是随着信息技术的进步, 计算能力不断提

高, 问题处理作为解决确定性问题的通用理论成为管理学、信息科学等领域的研究热点, 并逐步向智能化、模糊化迁移<sup>[1-2]</sup>。解决问题的根本挑战是综合各种知识来生成解决方案。权衡知识的多样性, 以最大限度提高拥有多样化知识的可能性和获取知识的能力是关键<sup>[3]</sup>。问题必须具备给定

收稿日期: 2024-12-05. 网络出版日期: 2026-01-30.

基金项目: 国家自然科学基金项目(72071049); 广东省自然科学基金项目(2024A1515011324).

通信作者: 李兴森. E-mail: [lixingsen@126.com](mailto:lixingsen@126.com).

状态、目标与障碍,其中给定的事实、情况或条件、目标是确定的,且通过改变给定条件将当前状态转换为目标状态时必须存在需要克服的困难,将当前状态转换为目标状态的操作过程称为问题处理<sup>[4]</sup>。而给定状态、目标和解决方案的特征往往是模糊的<sup>[5]</sup>,现实中存在大量复杂问题且一个问题往往与其他问题具有关联性,解决一个问题的同时还要思考其相关问题的变化。难以结构化的问题更普遍,其重要性和难度完全不同<sup>[6]</sup>。

专业领域解决问题的流程和策略,在其他不同领域一般没有通用性。“问题处理”研究的重点在于如何提高跨领域解决问题的通用技能。随着移动互联网、物联网与大数据技术的快速发展,动态性、不确定性和交互性环境下,问题的复杂性和求解难度不断提高,简单的目标-条件分析已经难以满足复杂问题处理的需要,人们获得知识的渠道已经不只局限于经验的积累与专业的学习,移动互联网和人工智能技术使人们在短时间内获得与问题相关的知识成为可能,显信息充足情景下利用算法生成策略已经不再困难,但在数据信息不足时如何通过系统性方法启发式智能求解仍是问题处理的难点。

人工智能的核心是数据、算法和算力,因素在人工智能系统中也是必不可少的。实现人工智能系统要充分考虑上述4方面的相互作用<sup>[7]</sup>。人工智能应是因素驱动的,而非单纯数据驱动的科学<sup>[8]</sup>。人工智能的概念形成过程涉及因素的智能识别、功能的系统实践和人的经验知识的监督学习。现有人工智能系统难以自主建立概念和知识库。人的优势在于能自主地确定对象表象和对象功能中的各种特征和划分等,能在信息不完备情况下通过思维和联想建立概念;人工智能系统的优势在于系统的对象表象感知能力,对相关信息的长期存储、运算和分析能力<sup>[9]</sup>。人选择样本一般需经过选择适合的因素,之后才涉及少量的数据计算<sup>[10]</sup>。文献<sup>[11]</sup>在大数据语境下导入信息维度概念,通过对维度和信息设计的分析,推导大数据思维与信息维度之间的关系,为信息设计的高效传递方法提供更多的思路。对维度的深刻理解,将极大驱动设计师更快地对被解释对象产生深度认知,进而引导制订更多策略。融合多角度信息进行分析具有更大的信息挖掘与应用价值<sup>[12]</sup>。高维纵向数据建模及分析也取得新的进展<sup>[13]</sup>。总结解决不确定性、非结构性难题的一些规律发现,解决开放性问题的根本途径,在于通过人机

交互对问题信息的全面挖掘实现思考维度的提高,进而实现高维信息空间下对低维问题的求解。

## 1 信息维度与问题求解策略的联系

矛盾问题的求解在于对其信息的处理,物质以信息作为基本表征,信息维度的转化贯穿问题求解的过程。类比空间维度的概念,信息的零维类似宇宙的原点,点是对象、特征或量值的单一体现,如:人、桌子、颜色、6米,0维的信息点本身没有含义,但它是含有含义的信息产生的源头。1维的信息是在0维的基础上发展而来的,0维的点与点连接为一条线段,进而形成无限延长的直线,该条直线只有长度没有其他维度,包含了点与点之间的信息以及与点相关因素的全部信息,从而构成1维的信息空间。如:(桌子,颜色,蓝色)、(人,体重,  $x$  kg)。2维的信息则是在1维的基础上向垂直方向延伸得到的平面,这个平面有长度、宽度但没有高度,两个1维直线构成2维信息空间的坐标轴,平面上所有的信息都可以通过两个1维信息的相关属性坐标的物元模型<sup>[14]</sup>来表示。如

$$M_1 = \left[ \begin{array}{ccc} \text{桌子C,} & \text{颜色,} & \text{蓝色} \\ & \text{材质,} & \text{塑料} \end{array} \right]$$

3维的信息是在2维的基础上再向高度方向延伸,构成的一个立体空间,信息中的数据在这里具备了相关关系,每一个点、线、面彼此联系<sup>[11]</sup>,该信息空间里的事物及其联系都可以用物元、事元、关系元<sup>[14]</sup>来表示,如

$$M_2 = \left[ \begin{array}{ccc} \text{桌子C,} & \text{颜色,} & \text{蓝色} \\ & \text{材质,} & \text{塑料} \\ & \text{成本,} & y \end{array} \right]$$

这些点-线-面信息的相互排列组合及其运算推论中构成了问题处理的条件集合并蕴含着问题的解集。

更高维度的信息遵循同样的规则,都由低维信息空间向新的维度方向延伸。如同空间维度一样,高维度信息空间解决低维度信息空间中的问题具有绝对优势,因此提高思考维度的根本就在于提高所获得的信息的维度。描述信息多维属性及其动态变化特征的基元(物元、事元或关系元)及其复合元的信息空间维数统称为信息维度。其核心是通过基元模型化表达,揭示信息在高维视角下的矛盾转化规律。如同空间维度一样,高维度信息空间解决低维度信息空间中的问题往往具有高屋建瓴的相对优势,产生创意以解决难题的根本途径在于提升思考的信息维度。

为进一步研究提升信息维度的机理,我们先从简单的空间维度入手,将信息维度与空间维

度的类比做初步分析并探究其关联机理,如表 1 所示。

表 1 信息维度与空间维度的类比分析  
Table 1 Comparative analysis of information dimension and spatial dimension

对比条目	1维	2维	3维	4维
代表形式	线段	平面正方形	立方体	类似立方体云
空间元素的表示	$(x)$	$(x, y)$	$(x, y, z)$	$(x, y, z, w)$
高维俯视形式	$(x, 0)$	$(x, y, 0)$	$(x, y, z, 0)$	$(x, y, z, w, 0)$
升维方法	$N$ 个点的积分	$N$ 个线段的积分	$N$ 个平面的积分	$N$ 个立方体的积分
难题示例	把点 $a$ 从线段 $AB$ 的起点 $A$ 移动到终点 $B$ 而不能经过中点 $C$	将正方形中的某点移到正方形外面,而不经正方形任意的边	—	—
高维空间的解决方案	把线段放在平面上, $a$ 点绕过 $C$ 到 $B$ 点: $a \rightarrow (x_i, y_j) \rightarrow b$	从立体空间中把点移出: $(x_m, y_n) \rightarrow (x_i, y_j, z) \rightarrow (x_i, y_j)$	—	—
基元表示	1维物元、1维事元	2维物元、2维事元、2维关系元	3维物元、3维事元、3维关系元	4维物元、4维事元、4维关系元

0 维空间可视作无。老子《道德经》言:有生于无,一生二,二生三,三生万物。解读从 0 维到 3 维的空间生成,探寻想象 4 维空间的特征,为提升信息维度提供基本理论与方法。其中,

1) 线段  $AB$  可看作  $n$  个点在同一方向的积分,表示为

$$\int_a^b 1dx = b - a, (b > a)$$

2) 面  $ABCD$  可看作  $n$  条线在平行方向的积分,表示为

$$\int_c^d \int_a^b 1dxdy = (b - a)(d - c), (b > a, d > c)$$

3) 立方体可看作  $n$  个平面在平行方向的积分,表示为

$$\int_e^f \int_c^d \int_a^b 1dxdydz = (b - a)(d - c)(f - e), (b > a, d > c, f > e)$$

特别注意的是,时间是与空间并行的维度,在 1、2、3 维空间中都有时间的存在,4 维空间的性质可通过类比与推理探究一二。

在 1 维空间下,比如只有一条线段,要把一个点从线段的起点  $A$  移到线段的终点  $B$ ,就必须经过线段的中点  $C$ ,把点从  $A$  移到  $B$  而不经中点  $C$ ,在 1 维空间下就是一个无解的难题。但在 2 维平面上,这个问题可以非常容易地解决,只要把线置于平面上,就有无数从  $A$  到  $B$  可以绕过中点  $C$  的路径。同样,在 2 维平面上,把圆点移到圆圈的外面而不经圆周上的任意一点,在 2 维空间

下也是一个无解的难题。对在光滑玻璃平面上的 一只普通蚂蚁而言,要爬到封闭圆圈的外面,必须经过圆周上的某一点,如果圆圈是有毒致命的,蚂蚁就无法爬到圆圈的外面。对蚂蚁来讲,这是一个无解的难题,但是人可以很轻松地把蚂蚁拎起来,扔到圆周的外面,不费吹灰之力,因为人是在 3 维空间里解决 2 维空间的问题。但是在 3 维空间下可以很轻松地把这一个点从圆圈中提起拿到圆圈外面,因此解决问题,核心是提高思考的维度。可拓学是通过基元建模与拓展可以提升思考的信息维度,但大量的信息维度产生以后,会产生组合爆炸,而因素空间理论可以有效地从海量数据中抽取关键因素,构建解决问题的因素空间<sup>[15-16]</sup>。

在生产管理领域,运用精益管理、六西格玛等方法使企业以更低的成本实现更高的生产质量,其核心是通过定义、测量、分析、改进、控制等 DMAIC( define, measure, analyze, improve, control)过程拓展因素和关系等信息维度来解决企业中成本与生产质量不相容的问题<sup>[17-18]</sup>。发明问题解决理论<sup>[19]</sup>通过对产品的功能、目标、可用资源和技术矛盾进行拓展研究,对物体进行物-场的建模,列举技术参数和解决冲突的规律,尽可能拓展物体的特征与功能、提升信息维度解决技术矛盾。

随着信息技术的发展,跨领域跨学科寻求通用解的方法论不断提出,基于 Web 技术的发展,谷歌 2012 年提出知识图谱的概念<sup>[20]</sup>,旨在通过知识抽取、知识表示、知识融合、知识推理将互联网上的大数据组织起来<sup>[21]</sup>,使之成为涉及各个领域

的知识库, 间接提升使用者面对问题时思考的信息维度。可拓学是用形式化模型研究事物拓展的可能性和开拓创新的规律与方法, 并用于解决矛盾问题的新学科<sup>[14,22]</sup>, 通过建立基元模型, 以物元、事元、关系元的方式表示信息的特征和量值, 再通过可拓变换和共轭分析等方式, 结合基元库中的相关知识储备提升思考问题的维度, 生成解决矛盾问题的策略<sup>[23-25]</sup>, 同时其形式化、定量化和逻辑化的模型与计算机语言高度重合, 进一步推动人工智能帮助人们提升思考维度、解决矛盾问题。李德毅院士指出, 智能涉及人类对宇宙和自身认知的根本问题, 智能是学习的能力(解释、解决预设问题的能力), 以及解释、解决现实问题的能力<sup>[26]</sup>。其中处理矛盾问题是智能的重要体现。

## 2 可拓智能提升信息维度解决矛盾问题的机理

可拓学理论是人工智能的理论基础之一, 为实现从“举百得一”到“举一拓  $n$ ”的信息智能拓展提供理论支撑<sup>[27]</sup>。可拓学通过对矛盾问题进行基元建模、拓展分析以及可拓变换与优度评价等方式, 系统性地拓展对象的特征、量值等信息, 从低维信息空间发散拓展到高维信息空间, 再通过优度评价等对信息进行收敛, 得到矛盾问题的有效解。目前已经实现初步的基元潜部特征元智能拓展功能<sup>[28]</sup>。进一步提升信息维度的主要方法包括但不限于以下几个方面。

### 2.1 构建基元模型作为信息拓展的原点

可拓学为以物元、事元、关系元的形式描述物、事、关系及其特征和量值, 面对矛盾问题时, 首先利用(对象、特征、量值)的形式化模型描述问题中相关的条件和目标信息, 物元、事元、关系元统称基元, 记为

$$B = (O, C, V) = \begin{bmatrix} O, & c_1, & v_1 \\ & c_2, & v_2 \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n, & v_n \end{bmatrix}$$

式中:  $O$  为对象,  $c_1, c_2, \dots, c_n$  表示对象  $O$  的  $n$  个特征,  $v_1, v_2, \dots, v_n$  表示特征  $c$  关于对象  $O$  的量值, 且

$$C = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix}, V = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix}$$

当基元  $B$  随着某参变量  $t$  发生变化时, 基元  $B$  就被称为动态基元, 此时表达式为

$$B(t) = (O(t), C, V(t)) = \begin{bmatrix} O(t), & c_1, & v_1(t) \\ & c_2, & v_2(t) \\ & \vdots & \vdots \\ & c_n, & v_n(t) \end{bmatrix}$$

### 2.2 以基元模型为基础进行系统性拓展

基元的拓展包括发散分析、相关分析、蕴含分析和可扩分析, 在基元建模表达的基础上通过对基元的对象、特征和量值逐一拓展, 挖掘问题包含的近似全征信息<sup>[19]</sup>。发散分析从一个基元出发, 按照如下 6 种规则进行信息维度的拓展:

1) 一对象多特征多量值的发散

$$B = (O, c, v) \dashv \{(O, c_i, v_i), i = 1, 2, \dots, n\}$$

2) 多对象一特征多量值的发散

$$B = (O, c, v) \dashv \{(O_i, c, v_i), i = 1, 2, \dots, n\}$$

3) 一对象多特征一量值的发散

$$B = (O, c, v) \dashv \{(O, c_i, v), i = 1, 2, \dots, n\}$$

4) 多对象多特征一量值的发散

$$B = (O, c, v) \dashv \{(O_i, c_i, v), i = 1, 2, \dots, n\}$$

5) 多对象一特征一量值的发散

$$B = (O, c, v) \dashv \{(O_i, c, v), i = 1, 2, \dots, n\}$$

6) 一对象一特征多量值的发散

$$B = (O, c, v) \dashv \{(O, c, v_i), i = 1, 2, \dots, n\}$$

通过发散规则, 系统性提升了基元的信息维度, 为解决问题提供充分的数据条件。

当一个基元与其他基元关于某一或某些特征的量值存在依赖关系, 则称它们为相关, 记为单向相关  $B_1 \xrightarrow{\sim} B_2$  或互为相关  $B_1 \sim B_2$ 。

相关分析建立基元与基元之间的联系, 通过形式化的方法使事物间的相互关系和相互作用的机理更可视化、形式化。

根据物、事、关系的蕴含性, 以基元为形式化工具对物、事、关系进行形式化蕴含分析, 来寻找事物之间的因果关系或充分、必要条件。在解决矛盾问题时, 可以通过蕴含分析拓展充分条件, 或利用蕴含分析变换目标, 在下位基元目标中寻求可行解。

另外, 物、事、关系往往具有可组合性、可分解性和可扩缩性, 统称为可扩性。面对矛盾问题时, 基元的可组合性意味着事物可以与其他事物结合产生新的事物来提供解决问题的可能性; 基元的可分解性意味着一个事物可以通过分解为多个新事物, 这些事物可以具有原事物不具有的特性, 同样可以从更多的角度寻求更多的解; 基元的可扩缩性意味着一个事物也可以通过扩大或缩小, 使其具备之前不具备的量值, 为问题求解提

供更系统的思路。

### 2.3 通过事物特征的共轭分析提升宏观信息维度

可拓学的共轭分析方法从物质性、系统性、动态性和对立性等角度描述了物的构成,提出了虚实、软硬、潜显、负正 4 对概念,通过对物的特征的全面分析与拓展,提升特征信息的维度,为矛盾问题转化提供宏观层面的维度拓展方法。

**实部与虚部** 构成事物的物质性部分称为物的实部,非物质性部分是虚部,同时具备物质性和非物质性的部分为虚实中介部,虚实中介部可以根据虚实的变化程度实现向虚部或实部的转化。实以为基,虚以为用,虚实结合,有助于更加全面地了解事物,通过虚实变换等解决矛盾问题。

**软部与硬部** 从事物的系统性或结构性视角,事物的各组成部分称为事物的硬部,各个组成部分之间或该事物与其他事物之间的结构关系或联系称为事物的软部,事物中连接另外两个以上组成部分的部件叫作软硬中介部。处理矛盾问题时,既要考虑事物的各组成部分,也要考虑它们之间的关系,考虑硬部与软部相互影响的整体系统。

**潜部与显部** 事物具有动态性,显化的部分称为事物的显部,潜在的部分称为潜部,两者可以相互转化,转化的临界值就是事物的潜显中介部。事物的显部有可能包含潜特征,潜部在一定条件下可以显化。有些事物的显部可能存在潜在风险,有些显部也可能包含潜特征。分析事物的潜显部就是要用动态发展的眼光看问题,判断条

件的转换趋势,才可以更好地预见问题、预防并提前创造条件解决矛盾问题。

**负部与正部** 物的对立性决定了物的特征都有正负两个方面,且对立性是相对某一特征而言的,物关于某特征取正值的部分称为正部,关于某特征取负部的部分称为负部,量值取 0 的部分称为负正中中介部。一个事物的负部、正部在某一条件下可以转化,如“变废为宝”。正视事物的负部,通过拓展分析与变换使负部从“绊脚石”变为“润滑剂”。可以为问题求解提供更多可能的策略。

### 2.4 以可拓集合理论动态提升解决问题的信息维度

康托集合理论用特征函数来描述论域中的元素是否具有某种性质,描述的是事物的确定性概念,特征函数只取 0 和 1 这两个数来描述表征对象属于某一集合或不属于该集合。模糊集合理论用隶属函数来表征论域中元素具有某种模糊性性质的程度,取值  $[0, 1]$ 。可拓集合理论描述的是事物的动态性、可变性,用  $(-\infty, +\infty)$  中的实数来描述事物具有某种性质的程度,用可拓域描述事物“是”与“非”的相互转化<sup>[25]</sup>。可拓集合将论域划分为正稳定域(保持在正域不变)、负稳定域(保持在负域不变)、正可拓域(从负域变化到正域)、负可拓域(从正域变化到负域)和零界(处在正域和负域的边界),其动态变化情况如图 1 所示。可拓集合为定量化、形式化和逻辑化解决矛盾问题提供了理论依据和新的数学工具。

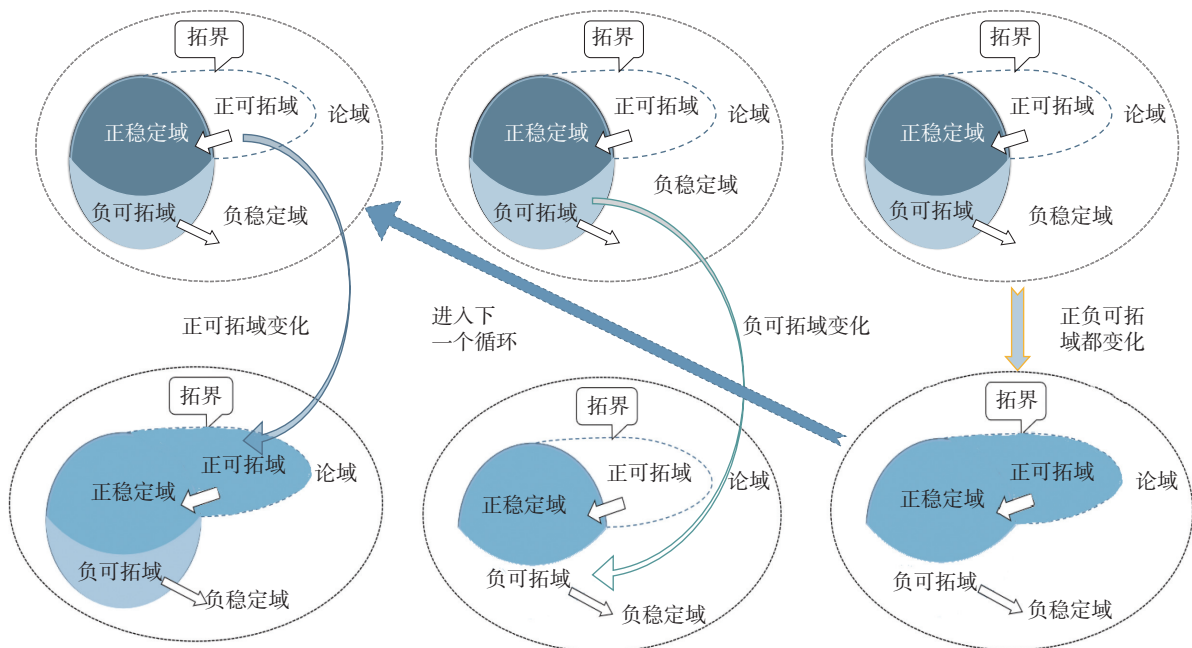


图 1 可拓集及其论域的动态变化  
Fig. 1 Extension set and its dynamic changing

根据变换对象的类型, 可以将可拓变换分为元素、准则和论域的变换。其中元素是构成集合的基本要素, 对元素的变换就是对可拓集中的基元对象、特征和量值进行变换; 准则是判断问题状态或矛盾程度的规则, 也划分了可拓集中的元素归属, 对准则实行变换就可以使原本不满足限制条件的元素转变为满足新限制条件的元素; 矛盾问题研究对象的全体叫作论域, 代表了整个矛盾问题的思考范围, 对论域实施变换, 如扩大或缩小空间范围、时间跨度, 可以跳出习惯领域的限制。通过对元素、准则和论域的变换, 可以打破传统的思维定式, 避免因为习惯思维自行为问题设置限制。可拓集合中元素、准则、论域的动态性与基元对象、特征和量值交叉, 可以提升解决问题的路径维度, 与可拓变换的 5 种基本方法交叉, 进一步提升方法的信息维度, 连同前面所述的建模、4 种拓展方法和共轭分析方法进行排列组合, 则解决矛盾问题的方法、路径有 1 000 多种可能性, 简要计算为

3(元素、准则、论域)×2(条件、目标)×3(对象、特征、量值)×4(发散、相关、蕴含、可扩)×4(虚实、软硬、正负、潜显)×5(置换、扩缩、增删、分解、复制)=1 440 种可能性

从高维信息空间俯视矛盾问题的目标和条件, 为解决矛盾问题提供系统性信息支持。第 3 章以自相矛盾的寓言故事为例解读提升信息维度的有效性。

### 3 案例分析

在战国时期, 楚国有个卖矛和盾的人, 他先夸耀自己的盾很坚硬, 说: “吾盾之坚, 物莫能陷也。”然后, 他又夸耀自己的矛很锐利, 说: “吾矛之利, 于物无不陷也。”当卖者被问及“以子之矛, 攻子之盾, 何如?”时, 卖者无言以对。问题: 如何利用现代科学知识帮卖者自圆其说?

单纯从物的层面, 只讨论矛和盾的特征与量值, 则问题无解, 通过基元建模、拓展分析提升思考的信息维度, 对用矛刺盾这件事建立事元模型, 系统性拓展出更多维度的特征与量值, 可以为解决该问题提供可行思路。类比于平面上的圆形和正方形, 看似毫无相似之处, 是完全不同的 2 类图形, 但在三维空间里, 它们可能是同一圆柱体的主视图和俯视图。此时圆形和正方形可以实现其主体一致性。下面分析自相矛盾问题自圆其说的拓展路径。

首先, 分析该问题的显信息和潜信息(暂用

“?”代替), 如表 2 所示。

表 2 自相矛盾问题的基元分析  
Table 2 Basic element analysis of the self-contradictory problem

对象	特征	量值
矛	锋利度	所有盾均可刺破
	?	
	?	
盾	坚固程度	任何矛都刺不破
	?	
	?	
刺	工具	矛
	接受对象	盾
	?	
	?	

用矛刺盾这件事除了矛和盾等显信息之外, 还必须有持矛的人和持盾的人, 时间、地点、使用方式等潜在特征。可构建初步的事元模型为

$$A_0 = \begin{bmatrix} \text{刺,} & \text{工具,} & \text{矛} \\ & \text{支配对象,} & \text{盾} \\ & \text{施动对象,} & \text{持矛者} \\ \dots & \dots & \dots \\ \text{时间,} & & t_1 \\ \text{地点,} & & p_2 \\ \text{方式,} & & a_x \\ \dots & & \dots \end{bmatrix}$$

一般人认为, “用矛刺盾”可以在任意时间、地点随便两个人采用任意的方式用卖者所售的矛刺卖者所售的盾。但卖者在说“我的盾坚固, 什么都不能击破”“我的矛锋利, 什么都可以刺破”时, 并没有明确谁持盾、谁持矛。这就为信息拓展提供了空间, 因此可以拓展出隐含的施动对象 1(持矛者)、施动对象 2(持盾者)、时间、地点、使用方式等特征, 并进行基本的可拓变换, 得到

$$A_1 = \begin{bmatrix} \text{刺,} & \text{工具,} & \text{矛}A \\ & \text{接受对象,} & \text{盾}O \\ & \text{施动对象,} & \text{any} \\ & \text{施动对象,} & \text{master} \\ \text{时间,} & & \text{any} \\ \text{地点,} & & \text{any} \\ \text{方式,} & & \text{any} \\ \text{持续时长,} & & \text{瞬间} \end{bmatrix}$$

即卖者描述“没有矛可以刺破我的盾”是指“我持这个盾的时候, 别人拿什么矛都无法刺破它”, 卖者 master 最熟悉自己卖的盾的构造和使用技巧, 因此盾在卖者手中可以不被任何矛刺破。

卖者说“没有盾是我的矛刺不破的”指的是“我使用这个矛时,无论别人用什么盾我都可以刺破它”,同样卖者懂得如何通过运用最合适的姿势获得最大的势能和加速度等来保证矛在攻击的时候发挥最大效果,因此 master 可以刺破其他人持有的任何盾。

$$A_2 = \left[ \begin{array}{lll} \text{刺,} & \text{工具,} & \text{矛A} \\ & \text{接受对象,} & \text{盾O} \\ & \text{施动对象,} & \text{master} \\ & \text{受动对象,} & \text{any} \\ & \text{时间,} & t \\ & \text{地点,} & p \\ & \text{方式,} & x \\ & \text{持续时长,} & s \end{array} \right]$$

所以当卖者被问及“以子之矛,攻子之盾,何如?”时,卖者自圆其说的一种回答是“要取决于具体情况”,视持矛者和持盾者的个人情况而定。“如果我持矛就可以刺破任何盾,我持盾就可以不被任何矛刺破!”可以想象为卖者是功夫高手,矛和盾在他手中发挥出最佳性能。卖者具有唯一性,且无法同时既拿矛又拿盾。

同理也可以拓展事元模型的时间、地点、方式等潜信息,为卖者自圆其说提供更多的解释。通过建模、拓展、变换等可拓创新生成路径,借助相关的知识或基元库,就可以准确地掌握矛盾问题的信息,并通过拓展分析、共轭分析提升该信息的维度,进而通过可拓变换寻找矛盾问题的可行解。本案例仅尝试解读提升信息维度对解决矛盾问题的作用,不用于其他场景。

大模型的幻觉(hallucination)问题是指模型生成看似合理但实际错误或虚构内容的现象,其本质是模型输出与真实信息不符或用户意图的偏离。从信息维度角度分析其根源主要有:

**维度错配** 模型在低维映射中生成与高维真相(如多模态事实)不一致的基元。例:模型将“会飞的猫”映射为(猫,飞行能力,强)。

**变换失效** 模型未能通过有效变换(如条件调整、特征替换)修正矛盾信息。

**信息维度坍塌** 大模型训练数据本质是高维信息空间(含语义、逻辑、多模态关联)的低维投影,局部变换导致某些特征丢失,模型忽略隐含维度(如上下文因果链),或者将基元或复合元错误重组。

**阈值设定偏差** 模型对“合理关联”的判定过于依赖统计概率,而非动态基元关系。如生成“莎士比亚使用 ChatGPT”时,模型未计算历史人物莎士比亚和技术工具 ChatGPT 在时间维度上的关联值。

**维度冲突未化解** 多维度特征(如“年龄真实性”与“体重合理性”)的矛盾未被变换调和。

**基元动态性缺失** 真实信息基元具有动态演化性(如事件事实更新),而模型静态训练数据无法捕捉维度间的动态变化。

解决大模型幻觉一方面研究高维信息增强与幻觉抑制技术,通过基元校验和维度补偿策略改善幻觉,如引入常识库、因果图等隐含维度扩展模型认知空间等。另一方面,可通过共轭分析将幻觉主动转化为科幻写作、艺术创作等创意。甚至有意识地主动发挥大模型的幻觉能力,开展特定领域的创意应用,实现可控幻觉生成及幻觉利用,如在艺术创作、新产品研发、废旧物品利用中,主动生成奇幻畅想。还可以利用模型幻觉暴露高维信息空间的未知维度,如发现科学假设中的逻辑漏洞等。

#### 4 结束语

矛盾问题的产生大多是条件与目标的潜在信息不匹配、不充分所导致的。相比于现有大多数人工智能理论和主要算法,可拓智能的独特之处在于不受数据样本数量的限制,可以在没有初始数据的情况下为系统性拓展潜在信息,在高维信息空间解决低维信息空间的矛盾问题提供理论与方法。

大数据与人工智能技术背景下,获取知识已经不再是处理矛盾问题的瓶颈,问题处理的难点逐渐转移到人机交互的启发式思维方法上,如何提高思考维度是解决矛盾问题的关键。思考的维度依赖于信息的维度,站在更高维的信息空间中可以轻松解决低维空间的矛盾问题。

信息的维度提升取决于能否系统、全面地获取研究对象的全部特征信息。结合大模型运用可拓学基元建模表述问题相关的物、事、关系,再借助大模型实现发散分析、相关分析、蕴含分析等拓展分析功能,拓展出对象的近似全部特征量值,结合共轭分析,从物质性、系统性、动态性和对立性层面把问题分析提高到更高维度,辩证地识别推理事物包含的各维度信息的关联,为人机交互通过元素、准则、论域的变换动态寻找问题的可行解打下充分的信息基础。

而可拓学基元模型需要在形式化表达基础上,通过计算机算法和大模型技术实现模型的语义运算和逻辑推理,在对矛盾问题描述基础上进行条件拓展的处理与运算,借助大模型拓展基元库,以人机交互的方式提升矛盾问题求解的信息

维度,为复杂问题智能化处理提供系统性的路径甚至策略。

深入研究基于可拓学的矛盾求解原理如何用数学模型、公式进行推理和运算,进一步研究可拓智能的信息拓展机理及其实现,以及信息完备性的评价,为矛盾问题智能化处理提供新的理论方法与技术手段。

## 参考文献:

- [1] HANIN V, VAN NIEUWENHOVEN C. Developing an expert and reflexive approach to problem-solving: the place of emotional knowledge and skills[J]. *Psychology*, 2018, 9(2): 280–309.
- [2] CALLAGHAN C W. Knowledge management and problem solving in real time: the role of swarm intelligence[J]. *Interdisciplinary journal of information, knowledge, and management*, 2016, 11: 177–199.
- [3] PARKER A, TIPPMANN E, KRATOCHVIL R. Accessing diverse knowledge for problem solving in the MNC: a network mobilization perspective[J]. *Global strategy journal*, 2019, 9(3): 423–452.
- [4] MAYER R E. Thinking and problem solving: an introduction to human cognition and learning[M]. Glenview, Ill: Scott-Foresman, 1977.
- [5] NEISSER U, REITMAN W R. Cognition and thought: an information processing approach[J]. *The American journal of psychology*, 1966, 79(2): 349.
- [6] SIMON H A. The structure of ill structured problems[J]. *Artificial intelligence*, 1973, 4(3/4): 181–201.
- [7] 崔铁军, 李莎莎. 人工系统中数据-因素-算力-算法作用及相互关系研究[J]. *智能系统学报*, 2022, 17(4): 772–779.  
CUI Tiejun, LI Shasha. Function and relationship of data, factor, computing power, and algorithm in the artificial system[J]. *CAAI transactions on intelligent systems*, 2022, 17(4): 772–779.
- [8] 崔铁军, 李莎莎. 基于因素驱动的东方思维人工智能理论研究[J]. *广东工业大学学报*, 2021, 38(1): 1–4.  
CUI Tiejun, LI Shasha. Research on the intelligent science theory of oriental thinking based on factor driven[J]. *Journal of Guangdong University of Technology*, 2021, 38(1): 1–4.
- [9] 崔铁军, 李莎莎. 人和人工智能系统的概念形成过程研究[J]. *智能系统学报*, 2022, 17(5): 1012–1020.  
CUI Tiejun, LI Shasha. Concept formation process of human and artificial intelligence systems[J]. *CAAI transactions on intelligent systems*, 2022, 17(5): 1012–1020.
- [10] 崔铁军, 李莎莎. 基于因素空间的人工智能样本选择策略[J]. *智能系统学报*, 2021, 16(2): 346–352.  
CUI Tiejun, LI Shasha. Sample selection strategy of artificial intelligence based on factor space[J]. *CAAI transactions on intelligent systems*, 2021, 16(2): 346–352.
- [11] 张儒赫. 大数据思维语境下的信息维度与信息设计研究[J]. *美术大观*, 2020(4): 138–141.  
ZHANG Ruhe. Research on information dimension and information design in the context of big data thinking[J]. *Art Panorama*, 2020(4): 138–141.
- [12] 段谦, 吉洋莹, 黄磊. 高维纵向数据的亚组识别方法及应用[J]. *重庆理工大学学报(自然科学)*, 2022, 36(8): 307–317.  
DUAN Qian, JI Yangying, HUANG Lei. Subgroup identification of high-dimensional longitudinal data and its application[J]. *Journal of Chongqing University of Technology(natural science)*, 2022, 36(8): 307–317.
- [13] 刘超, 梁安婷, 刘小洋, 等. 融合多角度信息和图卷积网络的社交网络节点分类模型[J]. *重庆理工大学学报(自然科学)*, 2022, 36(5): 147–160, 146.  
LIU Chao, LIANG Anting, LIU Xiaoyang, et al. Social networks node classification model based on multi-angle information fusion and graph convolutional networks[J]. *Journal of Chongqing University of Technology (natural science)*, 2022, 36(5): 147–160, 146.
- [14] 杨春燕, 蔡文, 汤龙. 可拓学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2024.
- [15] 汪培庄. 因素空间与因素库[J]. *辽宁工程技术大学学报(自然科学版)*, 2013, 32(10): 1297–1304.  
WANG Peizhuang. Factor spaces and factor data-bases[J]. *Journal of Liaoning Technical University(natural science)*, 2013, 32(10): 1297–1304.
- [16] 李兴森, 许立波, 刘海涛. 面向问题智能处理的基元-因素空间模型研究[J]. *广东工业大学学报*, 2019, 36(1): 1–9.  
LI Xingsen, XU Libo, LIU Haitao. A research on problem oriented intelligent processing model by basic-element and factor space[J]. *Journal of Guangdong University of Technology*, 2019, 36(1): 1–9.
- [17] TENNANT G. Six Sigma: SPC and TQM in manufacturing and services[M]. Aldershot: Gower Publishing Limited, 2001.
- [18] 江志斌, 周利平. 精益管理、六西格玛、约束理论等工业工程方法的系统化集成应用[J]. *工业工程与管理*, 2017, 22(2): 1–7.  
JIANG Zhibin, ZHOU Liping. Integrated application of industrial engineering methods including lean, six sigma, and theory of constraints[J]. *Industrial engineering and management*, 2017, 22(2): 1–7.
- [19] ALTSHULLER G. The innovation algorithm, TRIZ, sys-

- tematic innovation and technical creativity[M] Worcester: Technical Innovation Center, INC., 1999.
- [20] AMIT S. Introducing the knowledge graph[R]. America: Official Blog of Google, 2012.
- [21] 徐增林, 盛泳潘, 贺丽荣, 等. 知识图谱技术综述[J]. *电子科技大学学报*, 2016, 45(4): 589–606.  
XU Zenglin, SHENG Yongpan, HE Lirong, et al. Review on knowledge graph techniques[J]. *Journal of University of Electronic Science and Technology of China*, 2016, 45(4): 589–606.
- [22] 杨春燕. 可拓创新方法[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
- [23] 李兴森, 陆琳, 许立波. WSR 方法论与可拓学的对比分析及事理知识图谱模型研究[J]. *管理评论*, 2021, 33(5): 152–162.  
LI Xingsen, LU Lin, XU Libo. Research on knowledge graph model of Shili based on comparative analysis of WSR methodology and extenics[J]. *Management review*, 2021, 33(5): 152–162.
- [24] 李兴森, 洪振挺, 王昊, 等. 可拓学与知识管理交叉研究视角下的问题智能化处理[J]. *包装工程*, 2021, 42(12): 51–58.  
LI Xingsen, HONG Zhenting, WANG Hao, et al. Intelligent problem solving from the perspective of extenics and knowledge management[J]. *Packaging engineering*, 2021, 42(12): 51–58.
- [25] 蔡文. 可拓集合和不相容问题[J]. *科学探索*, 1983, 3(1): 25–29.  
CAI wen. Extension set and non-compatible problem[J]. *Science exploration*, 1983, 3(1): 25–29.
- [26] 李德毅. 论智能的困扰和释放[J]. *智能系统学报*, 2024, 19(1): 249–257.  
LI Deyi. On the puzzle and release of intelligence[J]. *CAAI transactions on intelligent systems*, 2024, 19(1): 249–257.
- [27] 杨春燕, 李兴森. 可拓学 40 年发展历程及研究进展[J]. *广东工业大学学报*, 2023, 40(6): 1–11.  
YANG Chunyan, LI Xingsen. Development and research progress of extenics over the past 40 years[J]. *Journal of Guangdong University of Technology*, 2023, 40(6): 1–11.
- [28] 张丽芳, 李兴森. 基元潜部特征元挖掘的智能方法研究[J]. *智能系统学报*, 2025, 20(2): 457–464.  
ZHANG Lifang, LI Xingsen. Research on intelligent methods for latent features mining of basic element[J]. *CAAI transactions on intelligent systems*, 2025, 20(2): 457–464.

### 作者简介:



李兴森, 教授, 中国人工智能学会理事, 中国创造学会理事。主要研究方向为可拓学与人工智能, 获国家发明专利授权 3 项, 发表学术论文 78 篇, 出版专著 3 部。E-mail: [lixingsen@126.com](mailto:lixingsen@126.com)。



孙峻文, 硕士研究生, 主要研究方向为可拓智能与质量管理。获国家发明专利授权 1 项, 发表学术论文 4 篇。E-mail: [490810037@qq.com](mailto:490810037@qq.com)。



刘仿尧, 助理研究员, 四川省科技厅“科技特派员”。获国家发明专利授权 1 项, 发表学术论文 20 余篇, 出版专著 2 部。E-mail: [fliu028@163.com](mailto:fliu028@163.com)。