

## 模型表征自然主义诠释的逻辑属性问题探究

### On the Problem of Logical Properties in the Naturalistic Interpretation of Model Representation

章航 /ZHANG Hang

(华南师范大学科学技术与社会研究院, 广东广州, 510006)  
(Institute for Science, Technology and Society, South China Normal University, Guangzhou, Guangdong, 510006)

**摘要:** 模型表征的自然主义诠释主张将模型与目标系统之间的表征关系还原为二者之间的同构或相似关系, 这种诠释导致了模型表征的逻辑属性问题: 模型表征的非对称性、非反身性与同构或相似关系的对称性、相似性之间存在矛盾。一些学者主张在模型表征的自然主义诠释中加入意向性等主观因素以克服该逻辑属性问题, 但这种做法只能消解二者的对称性与非对称性矛盾, 而无法消解反身性与非反身性矛盾。借助近年来兴起的模型工具主义观点, 本文提出了一种综合了同构或相似关系、意向性与工具属性的模型表征诠释方式, 以此克服自然主义诠释存在的逻辑属性问题。

**关键词:** 同构 相似 模型表征 非对称性 非反身性

**Abstract:** The naturalistic interpretation of model representation advocates the reduction of the representational relationship between models and target systems to an isomorphic or similar relationship. However, this interpretation leads to a logical property problem: a contradiction between the asymmetry and non-reflexive nature of model representations and the symmetry and similarity of isomorphic or similar relations. Some scholars advocate adding subjective factors such as intentionality to the naturalistic interpretation of model representations to overcome this logical property problem, but this approach can only dissolve the symmetry and asymmetry contradiction between the two, but not the reflexive and non-reflexive contradiction. With the help of the model instrumentalism viewpoint, this paper proposes a model representation interpretation that synthesizes isomorphism or similarity, intentionality and instrumental attributes to overcome the logical property problem of naturalistic interpretation.

**Key Words:** Isomorphism; Similarity; Model representation; Asymmetry; Non-reflexive

中图分类号: N031; B815.3 DOI: 10.15994/j.1000-0763.2026.05.008 CSTR: 32281.14.jdn.2026.05.008

在科学模型的哲学研究谱系中, 模型的表征主义进路一直占据着重要地位, 模型的表征主义具有本体论与认识论的双重含义。本体论意义上, 模型的表征主义将模型视作对目标系统的表征, 主张用表征来刻画模型与目标系统之间的关系。认识论意义上, 模型的表征主义认为模型之所以具有认识论价值, 即能够有效地实现对目标系统的解释、预测等认识论目标,

是因为模型具有表征功能, 它对目标系统进行了有效表征。

表征主义进路的一个重要任务是对模型的表征功能进行诠释, 回答“模型何以成为目标系统的有效表征?”这一问题。在众多讨论中, 主流的两种观点是将模型对目标系统的表征能力还原为模型与目标系统的(偏序)同构关系或相似关系, 这种还原论观点被称作模型表征

收稿日期: 2025年6月18日

作者简介: 章航(1994-)男, 湖北荆州人, 华南师范大学科学技术与社会研究院特聘副研究员, 研究方向为科学模型。  
Email: stszh@m.scnu.edu.cn

的自然主义诠释。尽管这种诠释能够有效地回答“模型何以成为对目标系统的有效表征?”这一问题,但正如苏亚雷斯(M. Suarez)指出的,表征关系的逻辑属性与同构与相似关系的逻辑属性相悖——同构与相似关系具有对称性和反身性,而表征关系具有非对称性和非反身性,因此自然主义的表征诠释是错误的。<sup>[1]</sup> 本文认为,在自然主义的表征诠释中加入建模者的意向性以及模型的工具性因素,将同构或相似关系转变为非自然主义的,可以消解表征关系与同构、相似关系之间的逻辑属性矛盾。

## 一、表征关系的两种自然主义诠释——同构与相似

表征关系的同构诠释源于理论的语义论,语义论将模型视作理论与现象之间的中介,模型一方面作为一种抽象结构,为理论中的语句集或公理集提供解释,另一方面则作为现象的直接表征:“提出一个理论就是……明确这些模型的特定部分(经验性的子结构)作为可观测现象的直接表征的候选者。”<sup>[2]</sup> 自然地,由于模型本身作为一种结构,模型与目标系统之间的表征关系应当用同构关系来进行诠释。例如范弗拉森指出:“理论表征现象只是因为它们的模型在某种意义上和那些现象‘享有同样的结构’”。<sup>[3]</sup> 也就是说,当模型的经验性子结构与现象的结构之间具有一对一的映射关系时,模型是现象的表征。

同构诠释的模型本体论立场是结构主义的。批评者认为,结构主义的模型本体论对科学实践中模型的刻画是不完整的。弗里格(R. Frigg)提出,在本体论上将模型视作一个具有物理特征的独立实体是更符合科学实践的:“科学家们经常把模型系统当作物理事物来谈论,认为模型是想象中的物理实体是很自然的事情”。<sup>[4]</sup> 将模型视作抽象结构并基于同构关系诠释表征则完全忽略了模型的物理特征。此外,弗里格认为,如果模型仅仅作为一个抽象结构,是无法对目标系统进行表征的。由于表征关系是模型与目标系统整体之间的关系,而非同构

关系所认为的结构之间的关系,要建构整体性的表征关系,“如果不将模型的非结构特征纳入考虑,这是不可能实现的”。<sup>[4]</sup>

还有学者从科学实践的角度对表征的同构诠释提出了批评。吉尔(R. Giere)指出,尽管逻辑上模型与目标系统同构关系可能成立,但现实中则不然:“以力学为例,在标准力学文献中所引用的例子中,不存在任何对于同构关系的声明。事实上,这些文本经常明确指出模型在哪些方面不能与真实系统同构”。<sup>[5]</sup> 类似地,卡特莱特(N. Cartwright)认为在模型的语义论所描绘的“理论与用以表征世界的模型之间的关系图景很难与我们所知的科学运作方式相符”,([6], p.184) 因为同构关系只要求科学家建构的模型作为理论结构的一部分与目标系统结构具有一致性,而在科学实践中,科学家对模型建构的考量远不止于对结构一致性的考量,建构一个新现象的模型是“一项难以想象的困难和创造性的活动。”([6], p.184)

上述对同构关系提出批评的学者主张使用模型与目标系统的相似关系来诠释模型的表征功能。相似诠释至少在以下几个方面优于同构诠释:1. 在相似诠释中,模型被视作是一个具有物理属性的独立实体,模型与目标系统之间的相似不局限于结构上,亦有物理属性的相似。例如韦斯伯格(M. Weisberg)指出模型与目标系统的相似关系包括属性特征与机制特征的相似。2. 相似关系作为一种程度性关系,更符合科学实践中模型评价的程度性特征——与目标系统的相似程度更高的模型即为该目标系统的更好表征。

不难看出,尽管表征关系的同构诠释与相似诠释在模型本体论立场以及表征关系是否具有程度性等问题上存在分歧,但二者对表征关系可还原性的看法是一致的:模型与目标系统之间的同构或相似关系客观存在,这种关系不随模型使用者的意图、价值判断或模型的使用场景等因素的改变而改变,表征关系可以被还原为同构或相似关系。这种表征关系诠释被称作自然主义的表征诠释。自然主义表征诠释的优点在于:一方面,它为模型的评价提供了一

条客观的标准,即模型与目标系统是否同构或其相似程度如何;另一方面,它为模型的认识论功能提供了一条还原路径,即一个模型之所以能够对目标系统作出解释或进行预测,是因为二者之间存在同构或相似关系。

## 二、自然主义表征诠释的逻辑属性问题

然而,尽管自然主义的表征诠释为模型评价与认识论功能解释提供了一条可行路径,这类表征诠释存在严重的逻辑属性问题。苏亚雷斯指出,模型表征具有非对称性(Asymmetric)和非反身性(Non-reflexive)这两个基本的逻辑属性,但自然主义的表征诠释,即主张将表征关系还原为模型与目标系统之间的同构或相似关系的诠释,无法对这两个逻辑属性作出诠释。所谓模型表征的非对称性,指的是在模型与目标系统的表征关系中,模型是对目标系统的表征,但不能反之将目标系统视作是对模型的表征,这种表征关系是不对称的。模型表征的非反身性指的是,在表征关系中,模型与目标系统均不可能同时既是表征物又是被表征物,换言之,模型不用被用于表征模型自身,目标系统也不能被用于表征目标系统自身。例如,在生态学研究,科学家使用洛特卡-沃尔泰拉方程来表征捕食者与被捕食者族群变化的动态过程。显然,这一表征关系是满足非对称性与非反身性的:族群变化的动态过程不能作为洛特卡-沃尔泰拉方程的表征,洛特卡-沃尔泰拉方程与族群变化的动态过程亦不能作为自身的表征。

然而,如果试图将表征关系还原为同构或相似关系,则会使得表征关系失去非对称性和非反身性这两个基本的逻辑属性,因为同构或相似关系恰好是具有对称性和反身性的。以相似关系为例,A与B相似必然意味着B与A相似,且两个相似关系的相似度相同;A与自身的相似关系成立,且其相似度必然大于A与其他事物的相似度。因此,如果将表征关系还原为相似关系,由于模型与目标系统的相似必然导致目标系统与模型的相似,则目标系统可以作为

模型的表征。并且,由于模型与自身、目标系统与自身的相似关系均成立,且具有最大的相似度,则模型和目标系统均可作为自身的表征,且对于自身而言,其表征能力是最强的。显然,在科学实践中,上述基于自然主义的表征诠释所推导出的关于模型与目标系统表征关系的若干命题是不成立的。

因此,由于表征关系存在非对称性与非反身性,即便承认表征关系的基础是模型与目标系统之间的同构或相似关系,将表征关系还原为同构或相似关系尝试也会引发表征逻辑属性的问题。那么,要在承认模型与目标系统之间存在同构性或相似性的基础上对表征关系作出诠释,则必然要在同构或表征诠释中纳入其他决定表征关系建构的因素,以克服其逻辑属性问题,苏亚雷斯将这一元素称为“表征力”。苏亚雷斯认为,表征力是“来源于特定的探究语境中的关系属性”,<sup>[1]</sup>A表征B不仅意味着A与B之间存在同构或相似关系,还意味着A在特定语境下具有指向B的表征力。以相似诠释为例,在加入了表征力因素后,表征关系的相似诠释是:“A表征B当且仅当(1)A与B相似(2)A的表征力指向B。”<sup>[1]</sup>显然,当表征力因素加入到表征关系的诠释当中时,表征关系的同构或相似诠释不再是一种自然主义的表征关系诠释,因为表征力“本质上涉及价值判断,无法被还原为事实”,<sup>[1]</sup>故而表征关系无法被直接还原为事实性的同构或相似关系。对于苏亚雷斯提出的表征力因素,可以进一步追问如下两个问题:第一,表征力的价值判断是怎样的?或者说,语境如何决定了模型的表征力?第二,加入表征力后的非自然主义的表征诠释能否克服自然主义表征诠释的逻辑属性问题?

## 三、语境和意向性对非对称性问题的克服

尽管苏亚雷斯强调自己谨慎地使用“方向性”而非“意向性”一词来刻画表征力属性,因为“表征力与意向状态之间的联系需要进一步分析”,但他同时承认,只有当表征物被“一些合适的有能力的且有见识的探究者”<sup>[1]</sup>有意

地作为被表征物的表征时,表征关系才能成立。这意味着,表征力的价值判断是由表征关系建构者的意向所决定的,而其意向则一定程度上取决于表征物的使用语境。

作为相似主义表征诠释的支持者,吉尔认为表征的完整形式应当是“科学家S使用X出于目的P表征现实世界的特定层面W”。<sup>[7]</sup>有学者认为,相较于经典的相似观,吉尔所提出的是一种“修正的相似观”,一种纳入了语义、语用因素的混合观点。<sup>[8]</sup>在这种相似观的表征形式下,表征关系不被还原为相似关系,而是“利用模型与现实世界特定层面的相似性”得以成立。<sup>[7]</sup>对于科学家的意图等主观因素如何在对表征的相似关系诠释中发挥作用,吉尔也给出了明确的回答:“……通过选取模型中特定的特征,这些特征随后被声明与特定的真实系统具有某种程度的相似性。正是特定相似性的存在使得以这种方式使用模型表征真实系统成为可能。”<sup>[7]</sup>总而言之,使得模型具有表征能力的模型-目标系统相似关系并不是客观的和不变的,而是一种随着模型目标系统和科学家的意图变化而变化的“指定的相似关系”。

韦斯伯格则进一步完善了这一理论,并试图对相似性进行量化。其量化框架来源于特维斯基的相似性对比解释,该解释认为两个物体的相似程度取决于二者之间共享的特征与不共享的特征。( [9], pp.143-144 ) 模型与目标系统相似关系中的特征可分为三类: 1. 模型与目标系统共同拥有的特征; 2. 模型拥有但目标系统不拥有的特征; 3. 目标系统拥有但模型不拥有的特征。第一类特征,即共享特征在全部特征中的占比越高,则模型与目标系统的相似程度越高。

何为模型与目标系统相似关系中的“特征”?在表征的同构诠释中,这个问题很容易得到回答,模型与目标系统唯一需要被比较的特征就是结构。但在相似诠释中,由于模型作为一个物理实体对目标系统进行表征,则需要对作为实体的“特征”作出界定。在韦斯伯格看来,科学家普遍会对研究目标系统的属性以及生成这些属性的底层机制进行区分,因此,

模型——目标系统相似关系中的特征也可以依据科学家的这一区分被划分为属性特征和机制特征两类,模型与目标系统的相似程度取决于二者共同拥有的属性特征与机制特征在全部特征中的占比。

在将相似性进一步还原为模型与目标系统的共同属性及机制特征在全部特征中的占比后,韦斯伯格开始考察模型表征建构的语境以及科学家的行为,并将语境和科学家的意向性加入到他所提出的“特征占比”形式的相似关系中。韦斯伯格将模型建构中科学家的主观因素称作科学家对模型的识解(Construal),它由两个部分构成:范围和指派。( [9], pp.39-41 ) 模型的范围指的是科学家在面对目标系统时,决定目标系统的哪些特征是与问题或研究目的相关且需要通过模型进行表征的,因此同一个模型的范围可能会由于研究目的的不同而有所区别。模型的指派指的是科学家在通过模型的范围明确了目标系统的哪些部分需要被模型表征后,对“目标系统的部分是如何被映射到模型的部分上的?”( [9], p.41 ) 的明确,换言之,模型的指派明确了目标系统特征是以什么样的方式被表征的。

在表征关系的相似诠释下,模型建构的过程可分为相似关系的建构和表征建构两个阶段。在第一阶段,科学家在模型与目标系统相似关系的建构阶段明确模型的范围,并在此基础上,于第二阶段,即表征建构的阶段明确模型的指派,即模型的表征方式。因此,语境与意向因素对表征关系相似诠释的自然主义问题的消解,更多地仰赖于第一阶段中科学家对模型的识解,即对模型范围的明确。这一阶段又可进一步分为两个维度:对特征的选择以及对特征的加权。

科学家对模型范围的明确的第一个维度是对特征的选择,即选择目标系统中的哪些机制特征与属性特征需要被表征。具体的研究对象——特定的目标系统系统行为或现象决定了目标系统的某些机制特征与属性特征是与该行为或现象密切相关的,而另一些特征则可以被视作是无关的。韦斯伯格强调,对特征的选择

绝不是与情境无关的，而是由“感兴趣的研究问题、研究的情境以及共同体先前的实践”所共同决定的。可以说，特征选择是科学家基于研究问题、认知目标、背景知识和已有经验等一系列因素作出的主观判断。科学家对特征的选择使得模型仅对目标系统的部分特征进行表征，在这种情况下，模型对目标系统的表征无法被还原为二者之间完整的相似关系，而只是一种“部分相似”关系，且相似部分的选择是具有主观性的。因此，在考虑到科学家对模型表征特征的选择后，表征关系相似诠释的可还原性被消去了，因其无法再被还原为模型与目标系统之间的客观属性——相似性，相似诠释不再是一种自然主义的诠释。然而，需要指出的是，对特征的选择并没有使得相似诠释的逻辑属性问题得以克服。换言之，这种“部分相似”关系仍然具有与表征关系相悖的对称性与反身性。在这种“部分相似”关系中，模型与目标系统的相似仍然等价于目标系统与模型的相似，且模型与自身、目标系统与自身具有最大的相似度，这仍然与表征关系的非对称性与非反身性相悖。

科学家对模型范围的明确的第二个维度是对模型表征特征的加权，即明确各特征的重要性。具体来说，包括明确每个特征独立的重要性，以及属性特征与机制特征之间以及共享特征与非共享特征之间的重要性差异。在自然主义的表征诠释中，模型所表征的每一个特征具有同等的重要性，但在考虑了主观因素的表征相似诠释中，不同特征的重要性存在差异，与特征选择类似，特征重要性也是语境相关的。

韦斯伯格认为，在最理想的情况下，科学家可以通过模型建构所基于的背景理论来获取关于特征重要性的信息，因为背景理论能够告诉科学家哪些机制与现象或属性是相关联的。但在许多实践案例中，背景理论是不够充分的，科学家对特征的重要性的判断可能会产生分歧。在这种情况下，特征权重的决定在某种程度上是一个经验问题，科学家可以使用手段-目标系统推理方法来决定特征的重要程度。手段-目标系统推理方法首先确定具体的研究

对象，如目标系统的特定现象或特定层次，然后通过观察和实验的方法来确定该现象或该层次中哪些特征是尤为显著的。（[9]，pp.152-154）而对于属性特征与机制特征之间以及共享特征与非共享特征之间的重要性差异的明确，则与科学家使用的模型种类及其认知目的密切相关。例如，科学家建构可能如何模型（How-possibly model）以找到能够重现目标系统属性的机制，该情况下只要求模型能够生成与目标系统一致的属性，而不要求对机制进行表征，因此属性特征被赋予高权重，而机制特征则被赋予低权重。又如，科学家建构极简模型（Minimal model）以探索唯一或极少的导致特定现象出现的首要因果机制，因此在量化极简模型的相似性关系时，科学家赋予二者的共同特征项具有高权重，且模型中不含有多余特征，即赋予非共同特征项低权重。

显然，与特征选择类似，特征加权将会使表征的相似诠释具备非还原性，科学家基于不同的使用语境及认知目的赋予特征以不同权重，表征关系因而无法被还原为客观的相似关系。那么，特征加权能否克服相似诠释的逻辑属性问题，使得相似关系具备非对称性和非反身性呢？

假定科学家要求模型尽可能不包含目标系统所不含有的特征，即模型尽可能不对目标系统进行误表征。那么反映在相似诠释的特征加权中，即目标系统拥有但模型不拥有的特征的权重应当高于模型拥有但目标系统不拥有的特征的权重。当相似关系逆转时，即目标系统作为模型的表征时，上述两类特征的权重则同样应当逆转，即模型拥有但目标系统不拥有的特征的权重应当高于目标系统拥有但模型不拥有的特征的权重。此时，目标系统与模型的相似度不等于模型与目标系统的相似度，因此，当在相似关系中加入对特征的加权后，相似关系不再具有对称性，这符合表征关系的逻辑属性。然而，相似关系在反身性这一逻辑属性上仍与表征关系相悖，因为即使不同特征的权重有所不同，与目标系统最为相似的仍是目标系统本身，以表征关系的相似诠释来看，对目标系统

的最好表征仍是目标系统本身。因此,要克服相似诠释在反身性这一逻辑属性上的问题,则必须找到一个与相似性无关的表征决定因素,近年来兴起的模型工具主义进路为这一问题的解决提供了一种可行方案。

#### 四、工具主义进路下的模型表征诠释

由于科学实践中的模型往往只与其所表征的目标系统部分同构或相似,因此模型只能被视作对目标系统的部分表征或不精确表征,这引发了一个重要的模型认识论问题:模型作为对目标系统的不精确表征,为何能够实现解释、预测等认知目标?模型的工具主义进路正是在这一问题背景下被提出的。该进路可大致分为温和工具主义和激进工具主义两类观点,前者主张将模型的表征属性与工具属性结合,为不精确表征模型的认识功能辩护。<sup>[10]</sup>后者则主张彻底抛弃模型表征,在不涉及表征的情况下说明模型何以具备认知功能。<sup>[11]</sup>本文将采用温和和工具主义的观点,说明在表征关系的相似诠释中加入对模型工具属性的考量,能够克服相似诠释的反身性问题。

温和工具主义观点的支持者不反对表征,并且承认表征的重要性。摩根(M. S. Morgan)和莫里森(M. Morrison)认为一种工具是否具有特定的认知功能取决于该工具是否包含了该认知功能所需的表征,<sup>[12]</sup>例如温度计通过水银柱的高度对温度进行表征,使我们能够获取关于温度的知识。同理,模型正因为包含了各种形式的对目标系统系统的表征,从而可以被用以实现特定认知目标。但同时,温和工具主义认为仅仅将模型作为表征是无法说明模型是如何在科学实践中实现认知功能的,将模型作为认知工具意味着认知目标的实现不仅取决于模型的有效性(Usefulness),也取决于模型的可用性(Usableness)。模型的有效性来源于模型与目标系统之间有效的表征关系,即模型表征了实现认知目标所要求的目标系统特征,而模型的可用性指的是模型作为一种工具的可交互性和可操作性等属性。正如工具主义者所说:

“只有将模型视为与科学中使用的其他具体工具同等重要的工具,我们才能充分认识到模型在推动科学知识进步方面所发挥的作用。”<sup>[13]</sup>

以气象科学中的建模实践为例,科学家常通过建构计算模拟模型来研究特定的气候现象,例如威廉森(R. B. Wilhelmson)和科伦普(J. B. Klemp)通过建构计算模拟模型研究小型积云逐步演化为巨型风暴的过程,并通过可视化的方式在计算机上展示这一过程。<sup>[14]</sup>威廉森和科伦普首先建构了一个表征云层演化动力学的数学模型,该模型由九个方程构成,其中包含动量方程,热力学方程、压强相关方程、湿度相关方程等。从表征关系的相似诠释视角看,该数学模型中的各变量精确反映了目标系统,即云层系统的属性,如云层温度、云滴和雨水的混合比例等,并且用以描述的各变量之间的关系以及随时间推移各变量的动态变化过程的方程,在威廉森和科伦普看来也是足够精准的:“因此可以认为,模型与目标系统之间具有较强的相似性,从自然主义的表征诠释来看,该模型是一个好的对风暴演化系统的表征。”

然而,以工具主义的视角来看,该模型的表征方式是存在缺陷的。威廉森和科伦普建构该模型的认识目标是模拟风暴的完整演化过程,且以可视化的方式展现,进而探究哪些环境因素对风暴的规模、方向和形态等属性具有因果关系,而由方程构成的数学模型尽管与目标系统具有较强的相似度,但却无法完成这一认知目标,原因在于模型中的动量、压强和热力学等方程均为不可求得解析解的连续偏微分方程,因此无法通过计算获得各变量随时间变化而变化的值,也就无法模拟风暴的完整演化过程。

故而,威廉森和科伦普对该模型中的偏微分方程进行了离散化处理,使用近似的有限差分函数进行替代并求解。由于离散化处理是对原连续偏微分方程的近似处理,因此该过程会导致误差的产生,尽管威廉森和科伦普采用了多种差分方案以及数值平滑的方法以减小离散化带来的误差,但不可否认的是,相较于由进行了离散化处理的方程所构成的模型,原本由

偏微分方程构成的模型与目标系统的相似度更高，其对目标系统的表征更为精确。但离散化处理使得方程组数值解的求解成为可能，即能得到系统各变量的数值随时间变化的情况，进而能够以可视化的方式展现风暴的演化过程，实现认知目标。

从上述案例可以看出，科学实践中的模型表征建构并不以表征的精确性作为唯一标准，而是以认知目标的实现为建构依据，这与前文提到表征力的价值判断包含意向因素与语境因素是一致的。工具主义强调认知目标的实现要求模型兼具有用性和可用性，在模型表征的相似诠释中，模型的有用性由模型与目标之间的共享特征所决定，而模型的可用性则更多地由模型的工具性，如可计算性、可操作性等属性所决定，由于这些属性是目标系统所不具备的，因此它们属于模型与目标系统之间的非共享特征。因此，在加入了工具主义对模型认知目标实现的可用性要求后，“特征占比”形式的表征量化的计算方式不再是模型与目标系统的共同特征在全部特征中的占比，而是共同特征及模型的工具特征（例如气候模型中的方程离散化）在全部特征中的占比。在这种情况下，对目标系统最好的表征不再必然是目标系统自身，因为目标系统本身不具备模型的工具属性，在模型工具主义观点下，模型是否具有适合于认知目标的工具属性是判断其是否作为对于目标系统的有效表征的重要标准之一，表征关系的自然主义因此被消解了，其反身性问题也由于对模型工具属性的要求而得以克服。

## 结 语

模型表征的两种经典诠释——同构诠释与相似诠释作为两种自然主义的表征诠释，主张将模型表征还原为模型与目标系统之间客观存在的关系，这种诠释方法为模型的评价提供了一条客观的标准，也为模型的认识论功能提供了一条还原路径，但正如苏亚雷斯所指出的，这种自然主义诠释存在逻辑属性问题。同构与相似关系具有对称性和反身性，而模型对目标

系统的表征关系具有非对称性与非反身性，即：被模型所表征的目标系统不能反之作为模型的表征，模型与目标系统无法作为自身的表征。

克服模型表征诠释逻辑属性问题的基础在于明确模型表征何以具有非对称性与非反身性，以此为基础，可在同构诠释与相似诠释中加入使得模型表征具有这两个逻辑属性的因素。苏亚雷斯提出通过在同构与相似诠释中加入语境与建模者的意向因素以赋予模型表征方向性，进而消解这两种诠释的自然主义特征。然而，通过对韦斯伯格的模型表征相似性量化理论的考察，本文指出，在表征的同构与相似诠释中加入对建模语境与建模者意向因素的考量只能消除这两种诠释所具有的对称性，从而克服其与模型表征非对称性之间的矛盾，但这两种诠释的反身性与模型表征的非反身性之间仍存在矛盾。对于后者的解决，本文提出可诉诸模型的工具主义进路。

模型表征具有非反身性意味着唯有在模型不与目标系统完全相同的情况下才可被视为对目标系统的有效表征，模型的工具主义进路对此提供了一种解释：模型作为一种科学实践中的认知工具，应兼具有用性和可用性。其中，模型的可用性指模型作为工具所具有的可实现性、可交互性和可操作性等属性，这些属性可能来源于对目标系统的理想化、可视化、实物化等处理方式，这使得模型必然具备与其表征的目标系统不同的属性，模型表征因此具备非反身性。基于上述分析，本文主张，在对模型表征的同构或相似诠释中加入模型的工具主义因素，结合韦斯伯格所提出的语境与意向性因素，共同构成一种非自然主义的表征诠释，即模型与目标系统之间同构或相似程度、科学家建构模型的语境与意向性、模型的工具属性三者共同决定了模型的表征能力，以此解决模型表征的逻辑属性问题。

## [参考文献]

- [1] Suárez, M. 'Scientific Representation: Against Similarity and Isomorphism'[J]. *International Studies in the Philosophy of Science*, 2003, 17(3): 225-244.
- [2] van Fraassen, B. *The Scientific Image*[M]. Oxford: Oxford

- University Press, 1980, 64.
- [3] van Fraassen, B. *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*[M]. Oxford: Oxford University Press, 2008, 247.
- [4] Frigg, R. 'Models and Fiction'[J]. *Synthese*, 2010, 172(2): 251-268.
- [5] Giere, R. *Explaining Science: A Cognitive Approach*[M]. Chicago: University of Chicago Press, 1988, 80.
- [6] Cartwright, N. *The Dappled World: A Study of the Boundaries of Science*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- [7] Giere, R. 'How Models Are Used to Represent Reality'[J]. *Philosophy of Science*, 2004, 71(5): 742-752.
- [8] 金一鑫、黄敏. 相似对于科学模型表征是必要的吗?[J]. *科学技术哲学研究*, 2025, 42(2): 7-12.
- [9] Weisberg, M. *Simulation and Similarity: Using Models to Understand the World*[M]. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- [10] Knuuttila, T. 'Imagination Extended and Embedded: Artifactual Versus Fictional Accounts of Models'[J]. *Synthese*, 2021, 198(21): 5077-5097.
- [11] de Oliveira, G. S. 'Representationalism is a Dead End'[J]. *Synthese*, 2021, 198(1): 209-235.
- [12] Morgan, M. S., Morrison, M. *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.
- [13] de Oliveira, G. S. 'Radical Artifactualism'[J]. *European Journal for Philosophy of Science*, 2022, 12(2): 36.
- [14] Wilhelmson, R. B., Klemp, J. B. 'A Three-dimensional Numerical Simulation of Splitting Severe Storms on 3 April 1964'[J]. *Journal of Atmospheric Sciences*, 1981, 38(8): 1581-1600.

[责任编辑 王巍 谭笑]

