

## On Cognitive Diversity of Scientific Representation

Wei Yidong

**Abstract:** Representation is not only a main way of knowledge presentation, but also a way of cognition, including picture, model, language, mathematical equation, diagram, and the like. Scientific representation is different from general representation, because it is a special way of cognition, and a process of innovation, too. There exist differences among a series of individual sciences, and their accounts of representation are different, all of which use an agency to represent another related thing. The process of cognition involves necessarily reality, accuracy and reliability. The diversity of representation manifests picture cognition, denotation cognition, substitution cognition, inference cognition, structure cognition, model cognition, metaphor cognition and context cognition. Picture cognition means that scientific theory is a kind of mental picture that mirrors the real world, and cognition is a process in which a scientist organizes pictures in his mind in terms of similarity between the model and the world. Denotation implies using a concept to refer to something in the world, in which the concept is a result of object abstracted by a symbol, but denotation as a representation must describe a thing with an idea. Substitution cognition means that a thing representing something else is to substitute one by another. Inference cognition states that a thing representing something else is to infer one by another, and a representation is a kind of reasoning capacity and a process of rational construction. Structuralism argues that representation is isomorphism between two things, which is a mapping relation in mathematics and correspondence of elements in set. This is a pure mathematical description. Model is an agency that connects a subject with the world, and modeling is using a model to represent indirectly the real world. Metaphor cognition is a universal way of thinking and representation, which accounts for unfamiliar thing with familiar one. Context cognition is a global- related representation, which manifests meaning in a special context including theory, language, society, culture and convention. Context as a whole carries many contents and makes new knowledge by overlying contexts. The eight ways of cognition do not end the cognitive process of scientific representation. Some new ways of cognition, such as "big date cognition", will come with the development of scientific cognition.

**Keywords:** representation; picture; model; structure; context

**Author:** Wei Yidong earned his MA and PhD in Shanxi University in 1994 and 2002. He worked as a senior visiting scholar at Department of History and Philosophy of Science, Cambridge University in 2003. During the period from 2007 to 2013, he was dean of School of Philosophy and Sociology, Shanxi University. Now he is professor and doctoral supervisor of Center of Scientific Technology and Philosophy, Shanxi University, which is one of the key research bases of the humanities and social sciences of the Ministry of Education. His main interests are in history and philosophy of science, and philosophy of cognition in the last decade. His main works include *ISIS and History of Science*; *Science in Wider Context*; *Contextualism and Reconstruction of Philosophy of Science*; *Research on the Philosophy of Cognitive Science*; *Cognition Model and Representation*. He is the chief editor of *Collection of Translations in Philosophy of Cognition*, and so on.

## 論科學表徵的認知多樣性

魏屹東



[摘要]表徵是知識呈現的主要方式，更是一種認知方式。科學表徵不同於一般表徵，是一種特殊認知方式，也是一種創新過程。認知表徵的方式有多種，包括圖像、模型、語言、數學方程、圖解等。雖然不同的學科表徵方式有差異，不同的表徵說明理論之間也存在分歧，但都是用一個中介物描述另一個相關事物。這一過程，必然涉及表徵的實在性、準確性和可靠性。表徵的認知多樣性主要體現在八個方面，即圖像認知、指代認知、替代認知、推理認知、結構認知、模型認知、隱喻認知、語境認知。圖像論認為，科學理論是一種心理圖像，是對實在世界的鏡

像式反映，認知就是根據模型與世界之間的相似性在科學家心中組織圖像的過程。指代則是用一個概念指稱某事物，概念是符號化抽象的結果；指代要成為表徵，需要用一種觀念描述一種事物。替代認知是說，一個事物表徵另一事物就是用一個替代另一個，模型就是一種假設的理想替代物。推理認知主張，一個事物表徵另一事物是根據一個推出另一個，表徵是一種推理能力，一種理性建構過程。結構主義認為，表徵是兩個事物之間的結構同構，在數學上是映射關係，集合上是元素的對應，是一種純粹數學描述。模型認知是作為中介與世界發生聯繫的，建模就是使用模型對真實世界現象所做的一種間接表徵。隱喻認知是一種普遍的思維和表徵方式，它是用一種人們熟悉的事物說明不熟悉的另一事物。語境認知是一種整體關聯表徵，是一個在特定語境中顯現意義的過程。語境是一個包括已有理論、語言、社會、文化和習俗的統一體，不僅承載了多種含義，而且通過語境疊加產生新意義，從而形成新知識。這八種認知方式並沒有窮盡科學表徵的認知過程。隨着科學認知水平的提升，新的認知方式如“大數據認知”將會出現。

[關鍵詞]表徵 圖像 模型 結構 語境

[作者簡介]魏屹東，1994年、2002年在山西大學分別獲得哲學碩士和博士學位，2003年在劍橋大學科學史與科學哲學系做高級訪問學者，2007—2013年擔任山西大學哲學社會學學院院長；現為教育部人文社會科學重點研究基地——山西大學科學技術哲學研究中心專職教授、博士生導師，主要從事科學史與科學哲學研究，近十幾年專注於認知哲學研究，代表性著作有《愛西斯與科學史》、《廣義語境中的科學》、《語境論與科學哲學的重建》、《認知科學哲學問題研究》、《認知、模型與表徵》，主編有《認知哲學譯叢》等。

所謂表徵，就是用一個事物甲描述另一個相關事物乙。在這裏，甲是表徵的中介，乙是要表徵的對象。人類要認識世界，首先要知道如何表徵世界，表徵充當了主體和客體之間的中介。這個中介，既可以是圖像、語言，也可以是模型、方程。如果缺少這些中介，科學就不會形成知識體系，人們也無從把握世界，更談不上知識的學習與傳播。但由此也帶來了一些問題：（1）甲表徵乙，是否意味着甲與乙相似或同構，或者甲指代以及替代乙，或者甲推出乙？（2）甲表徵乙，是否意味着甲準確、可靠地反映了乙的真實情況？（3）表徵是實在的還是非實在的，是否承載了語義或者內容？（4）一般表徵與科學表徵的區別是什麼？這些問題，不僅形成了關於表徵的認知多樣性問題，也形成了所謂的“科學表徵問題”<sup>①</sup>，進而產生了各種關於表徵的說明理論——圖像論、結構主義、自然主義、指代論、相似論、同構論、語義論、語用論、推理主義等。<sup>②</sup>一方面，這些說明理論是對表徵問題的不同方面的探討，本身說明表徵具有多樣性；另一方面，它們都要回答理論與世界、模型與對象、語言與現象之間的關係。例如，一個理論或者模型，如何能夠通過指出理論與數據這些抽象實體之間的關係而與現象相關？又如，如果科學準確地提供了自然（現象）的一個表徵，那麼它究竟表徵了什麼？是“實在”（*reality*）、“現象”（*phenomena*），還是“表象”（*appearance*）？再如，一般表徵是以圖像或者日常語言描述自然現象的，而科學主要是以抽象的、形式化或數學化的方式刻畫表徵對象的，這種直觀的藝術表徵與抽象的科學表徵之間是否存在共同屬性或者特徵？如果存在，是什麼？如果不存在，是什麼原因造成的？這就涉及本體論、認識論、方法論、價值論（真值問題）等——本體論要回答表徵是什麼，認識論要回答表徵是否反映了實在，方法論要回答如何表徵，價值論要回答表徵是否蘊涵了意義。也就是說，對表徵的認知不是一元的，而是多元的；不是單一的，而是多樣的；不是一維的，而是多維的。如果將表徵的認知多樣性做一概括的話，它大體有八種方式，即圖像認知、指代認知、替代認知、推理認知、結構認知、模型認知、隱喻認知、語境認知。

### 一 圖像認知：一種直觀相似

圖像論是19世紀物理學家奉行的一種表徵觀點。根據圖像論，科學理論是一種心理圖像，是對實在世界的鏡像式反映，與實在具有部分相似性。<sup>③</sup>建模過程就像拼圖識字那樣在科學家心中組織圖像，被組織的圖像可以是肖像，也可以是符號，還可以是圖表、圖解。范·弗拉森（*B. C. van Fraassen*）認為，圖像論所說的圖像包括“成像”（*imaging*）、“繪畫”（*picturing*）和“縮放比例”（*scaling*）。這些不同類型的圖像表徵的主要特徵是相似。原則上，任何事物與其他任何事物以許多方式相似，相似的有效使用一定是選擇性的。“相似的出現不是當人們問‘什麼是表徵’問題時，而是當人們陳述‘這個或者那個表徵如何表徵，它如何成功’問題時。”<sup>④</sup>因此，相似作為工具對於表徵是不充分的。即使人們認識到相似所起到的作用，它也無需是關於任何可見的或者觀察的屬性。也就是說，相似無需是屬性同一的，它可能有程度的不同，成像、繪畫、縮放比例的相似程度就是不同的。范·弗拉森按照相似度的高低，將成像、繪畫、縮放比例的相似看成一個等級結構，一種多重相似，可用“形象”（*Image*）、成像和“意象”（*imagery*）來描述。這些都是視覺形象，如伽利略（*G. Galilei, 1564—1642*）對力學現象的科學描述是一種運動學形象，文藝復興時期的繪畫藝術是一種視覺透視。

在范·弗拉森看來，圖像表徵的相似是高度有序的。例如，紙上的一組字母的空間結構可能是由那些字母表示的一組事件的時間結構，即空間結構能夠表徵時間結構，如綫段上的點可以表

① C.Callander and J.Cohen, "There is no Special Problem of Scientific Representation", *Theoria* 55 (2006): 69.

② M.Suárez, "Scientific Representation", *Philosophy Compass* 1 (2010): 91-93.

③ H.De Gegt, "Ludwig Boltzmann's Bildtheorie and Scientific Understanding", *Synthese* 119 (1999): 113-134.

④ B.C.van.Fraassen, *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective* (Oxford: Oxford University Press, 2008), 33.

示時間。用可見的表象來描述不可見事物是普遍的，但這並不排斥表象的概念，因為某個結構與一個視覺可識別的結構相似可以精確地位於結構等級上，而不是位於祇有可見事物具有的屬性的等級上。

表徵也可能是某種非存在物。利用相似的表徵可能不與任何真實事物相似，如一幅風景畫不與任何現實的風景相似。因此，說某物是一個形象、一個圖像，並不意味着它描述了現實的任何方面。在所有語境中，理解表徵的基本原理是：表徵某些不真實的形象在它們起作用的語境中具有其重要性、作用和效果<sup>①</sup>。

繪畫是利用相似的一種典型表徵，它通過透視點而與成像等其他相似表徵相區別，因此，圖畫必須是具體的和明確的。例如，“某人在花園”的陳述不包括他/她是否站、坐、臥的任何信息，而一幅某人在花園的圖畫則不能漠視這些信息。前者是抽象的，不依賴相似；後者是具象的，大多數情況下依賴相似。可以說，沒有相似性，就沒有繪畫藝術。繪畫藝術就是相似性的科學。即使一幅畫不與現實對應，它也與現實相似。

與語言描述相比，圖像是直觀的。例如，“雪是白的”這個陳述，沒有見過雪的人不能直觀地認知；如果用繪畫表達這個陳述，畫家就會用白紙的底色或者白顏色來表現，人們通過視覺就可以直接認知。即使是心理圖像，人們也能夠借經驗在心中知道“雪是白的”。因此，圖像認知主要是一種視覺認知，是一種直觀認知，雖然圖像論是依附心理學來說明的。語言描述雖然也能夠形成心理圖像，但是與真實圖像還是有差距的。人們可以在心中想像一棵樹的形象，但畢竟與真實的樹之間存在差異。也就是說，某物的真實圖像與心理圖像是不同的東西，雖然它們之間存在許多相似性。

## 二 指代認知：一種概念指稱

按照描述論，詞語與世界之間是一種指稱關係，特別是名詞表達的概念是有所指的，不論所指物是實在的還是非實在的。例如，“老虎”這種動物是指生活在森林中的貓科動物，真實存在的老虎就是“老虎”概念的指稱。又如，“孫悟空”這個概念是指小說《西遊記》中的一個人物，雖然它不是真實存在的，但是在現實世界中有“猴子”這個對應物，因而就有了指稱。小說中的虛構也是源於生活的，有相應的對應物。概念有了指稱也就有了意義。“老虎”指代老虎，僅當有老虎這種動物存在。“孫悟空”指代孫悟空，僅當在《西遊記》的語境中孫悟空存在。根據圖像論，指代算不上是表徵，因為“老虎”概念與老虎沒有任何相似性。在科學中，模型可以指代，如去氧核糖核酸（縮寫為DNA）模型指代真實基因的結構，但“DNA”模型與基因之間是相似的嗎？即使飛機模型也與真實飛機不完全相似。數學方程如愛因斯坦（A. Einstein, 1879—1955）的質能公式指代質量、能量與光速的關係嗎？顯然，說模型指代就有點牽強，說數學方程指代則是荒唐。模型描述的是要表徵客體的結構或者關係，數學方程表達的是所描述現象的關係。結構和關係是不能指代的，祇能表徵。因此，指代是概念的所指（真實指稱）或者能指（意向指稱），不是模型和方程所描述指代物。

由概念組成的陳述或者命題是沒有指代的。陳述是有意義的語句或者命題，它是描述不是指代。例如，“雪是白的”這個命題描述的是雪的白色這個屬性，而不是指代“雪”這個物質。所以說，事物的屬性祇能描述或者表徵。概念作為表徵是作為一組規則出現的。例如，“信息”這個概念，其定義或者規則有“信息是消除了的不確定性”，“信息是系統的組織程度、有序程度”，“信息是物質、能量的時空不均勻性的表現”等，這些規則一起表徵了信息概念的意義。也就是說，具有綜合意義的概念纔是表徵。

總之，單一概念是指代，如“蘋果”指代真實的蘋果；集體概念是類指代，如“水果”指代

① B. C. van Fraassen, *Scientific Representation: Paradoxes of Perspective*, 35.

一類具有相似屬性的東西。如果一個概念包含一組規則，則這個概念就是表徵，如“系統”、“基因”、“分子”等概念。指代就像人名代表某人一樣，如“秦始皇”指代歷史上曾經存在的一個叫嬴政（前259—前210）的人，“秦始皇”與嬴政之間沒有任何相似性。因此，指代就是用一個概念或者類似概念的東西指稱某事物（實在或者非實在）。它作為一種認知，是符號化抽象的結果。概念就是一個符號，符號指代某物，符號與指代物之間沒有任何相似性。如果說指代是一種表徵，那也是一種概念指稱，是用一種觀念或者一種思想指代一種事物，而不是用一事物表徵另一事物。在這個意義上，指代是任意的，人們可以用任何東西指代其他任何東西，如用桌子上的鹽瓶指代英國，用檯球指代原子，等等。因此，指代作為一種認知不是依據相似性，而是依據意向性。意向客體與用於指代的東西之間沒有任何相似性。表徵不僅僅是指代，它還要描述所指物的屬性甚至結構。指代作為一種認知是沒有問題的，但是作為一種表徵是不充分的。

### 三 替代認知：一種假設替換

指代雖然具有替代的特徵，但是指代還不是替代。指代是意向指稱，替代則是實際指稱。例如，名字指代某人，但是不能替代某人，而且一個名字可能有多個人。在表徵關係中，若甲表徵乙，根據替代說明，則是用甲替代乙。例如，原子模型是真實原子的替代物，因為真實的原子人們不能觀察到，祇能用設計的模型替代，因此，模型就是一種假設的理想替換。這種假設替換就像替身演員，替身演員與真實演員之間有相似性，也有不相似性。表徵工具甲與被表徵物乙之間也具有相似性與不相似性。替代作為表徵主要是功能上的，不是相似與同構上的。因此，替代是功能模擬，不是真實表徵。例如，電腦不表徵人腦，電腦僅是人腦的功能模擬；或者說，在功能上如計算方面電腦能夠代替人腦，但不能說電腦的結構和屬性與人腦的完全相同或者相似。在這個意義上，替代認知就是一種功能認知，而非結構和屬性認知，特別是在認知對象不可觀察的情況下。替代表徵也是一種功能表徵，祇要兩種事物在功能上相似，就可以相互替代，各種替代產品如甲醇替代汽油，人造心臟替代心臟等。但機器人替代人做一些危險的工作如深海探測，就不能說是機器人表徵了人。

數學方程不能替代要描述的對象，就像它不指代一樣，祇能刻畫關係。例如，牛頓（I. Newton, 1643—1727）的萬有引力定律刻畫了任意兩個天體之間的引力關係，而不是替代天體之間的相互作用。圖像也是描述對象，不是替代，如某人的照片不是對某人的替代。不過，圖像是根據相似性表徵的，數學方程則不是。替代可以根據相似和同構做出，也可以不根據兩者做出，它具有任意性。例如，在兒童捉熊的遊戲中，兒童用木樁替代熊，木樁與熊之間既不相似也不同構，木樁祇是一種臨時指定。

科學模型其實也是一種替代物，基於模型的推理也是一種替代推理。例如，牛頓用設想的剛體替代行星，伽利略用光滑的平板替代無摩擦的表面，哈威（W. Harvey, 1578—1657）用水泵代替心臟。再如，“黑體”概念是能夠全部吸收任何頻率的電磁波的理想物體，實際上並不存在，但可以用某種裝置近似地替代。設計一個帶有小孔的空腔，且小孔對空腔足夠小，不妨礙空腔內的平衡。通過小孔射入空腔的所有頻率的電磁波經過腔的內壁多次反射後幾乎全部被吸收，這樣就可以將空腔上的小孔近似地看成黑體。

在這個意義上，隱喻式類比就是用隱喻體替代隱喻源，如電腦隱喻是用電腦替代人腦。在表徵的意義上，作為表徵工具的中介如模型、語言、圖像、方程等就是被表徵對象的代理。人們不能直接把握現象，但是能夠通過中介這種代理來認識現象，就像在日常生活中人們常常通過中介辦事一樣，因為它更專業，如律師就是當事人的代理。

從認知的角度看，表徵工具是一種認知工具；通過這種工具，人們認識要探詢的現象。如果說勞動工具是手的替代，望遠鏡、顯微鏡是眼睛的替代，那麼認知工具就是腦的認知能力的替

代。假如沒有這種替代，科學就是不可想像的事情，科學表徵也無從談起。

#### 四 推理認知：一種理性建構

根據推理主義，甲表徵乙就是根據甲推出乙；表徵具有“力”的特徵，或者說表徵是一種推理能力。甲表徵乙，意味着由甲推知乙的屬性或者結構，是一種理性建構過程。推理是一個向量過程，由甲指向乙，相反不能成立。蘇雷茲（Mauricio Muarez Suárez）認為，表徵是有方向性和目的性的，是目標取向的，而相似和同構是雙向的，所以，相似與同構對於表徵是不充分的；而且，表徵是爲了認知，不是爲了描述。對於科學而言，探索是其本質特徵，科學表徵是認知過程，也是推理過程。一種基於模型的推理認為，科學認知是一種建立模型並通過模型進行推理的認知過程，科學理論就是通過模型推理而建立的知識體系。

以宇宙理論爲例，1917年，愛因斯坦根據廣義相對論創立第一個有物質無運動的靜態宇宙模型。這是一個封閉宇宙系統。1918年，美國天文學家沙普利（H. Shapley, 1885—1972）通過分析上百個球狀星團的空間分佈，確認銀河系的中心在人馬星座方向，並根據球狀星團中天琴型變星的光度，測定了它們的距離，推算出從太陽系到銀心的距離，提出銀河系模型，徹底否定了太陽系是宇宙中心的假說。1920年，荷蘭科學家卡普坦（J. C. Kapteyn, 1851—1922）根據恒星的密度分佈和不同銀緯的密度函數作等密度面得到銀河系的圓盤狀模型。該模型以太陽系爲中心，以銀道面爲對稱平面，中心恒星密集而邊緣稀疏。1922年，他對該模型做了修正，建立卡普坦宇宙模型。這個修正的模型由十個同心、同軸、形狀相似而有各自恒定密度的橢圓球殼層組成的銀河系。同年，蘇聯科學家弗里德曼（А. А. Фридман, 1888—1925）認為，愛因斯坦引力方程既存在靜態解，也存在兩類膨脹解和一類振動解，建立了“弗里德曼宇宙模型”。1927年，比利時科學家勒梅特（G. H. J. É. Lemaître, 1894—1966）通過求解愛因斯坦引力方程提出一個膨脹宇宙模型，認為宇宙大尺度時空將隨時間的推移而膨脹。1948年，英國科學家邦迪，H. Bondi, 1919—2005）、戈爾德（T. Gold, 1920—2004）和霍伊爾（F. Hoyle, 1915—2001）認為，宇宙的性質在大尺度時空範圍內恒定不變，不僅在空間上是均勻的和各向同性的，而且在不同時刻也完全相同；宇宙雖然在不斷膨脹，但物質可以連續不斷地從虛空中創造出來，形成新的天體和天體系統，從而保持宇宙中物質密度不變。這一假說被稱爲“穩恆態宇宙模型”。後來，伽莫夫（G. Gamov, 1904—1968）提出大爆炸宇宙學假說，認為宇宙起源於原始火球的大爆炸，今日演化着的動態宇宙是熱大爆炸的結果。這是迄今被普遍接受的宇宙模型。從愛因斯坦到伽莫夫，這些科學家不是根據理論模型（相對論）進行推理，就是根據測量的數據模型作進一步的修正，最終得出大爆炸宇宙模型。整個推理過程是圍繞模型展開的。

這個例子說明，通過模型進行推理建立科學理論，是科學家通常的做法。在基礎科學的研究中，這種推理認知是比較普遍的。不過，這種基於模型的推理與基於符號的邏輯推理是不同的。前者圍繞設計的模型展開，其中有數學計算，但無邏輯推演，其結論是事實真（依據經驗判斷）；後者依據規則如矛盾律、排中律等進行邏輯演算，其結論是邏輯真（依據規則判斷）。

#### 五 結構認知：一種結構映射

結構主義認為，表徵是兩個事物之間的結構同構。在數學上是映射關係，即 $f: A \rightarrow B$ 。映射是結構的一一對應，集合上是其中的元素的對應，是一種純粹數學描述。部分同構是弱化的同構，是指表徵的兩個集合中一部分元素對應，一部分元素不對應，實際探索中的同構大多是部分同構。表徵的結構主義是將數學結構主義用於科學實踐的結果。將數學理論用於自然科學是現代科學的常態，物理學是應用數學的典型學科，牛頓和愛因斯坦這兩個科學大師都是將數學成功地用於物理學的高手，經典力學和相對論其實就是數學物理學。因此，基於結構概念進行表徵是科

學家經常使用的方法。

結構化學與合成化學是運用幾何結構的一個典型學科。結構化學就是研究分子結構的學科，有機合成更是離不開分子結構知識。例如，凱庫勒（F. A. Kekule, 1829—1896）對苯環結構的探討，開啓了芳香族化合物的研究。分子手性（分子組成元素相同而空間結構呈現左手、右手的鏡像關係）的發現，如左旋酒石酸和右旋酒石酸的分子組成相同，由於空間結構不同而表現出光性不同，使得空間結構成爲影響化合物分子屬性的重要因素。石墨和金剛石是又一個典型的結構決定屬性的例子。這兩種物質的組成成分都是碳（C），石墨是由不同層次的碳鏈構成的，表現出滑膩感和烏黑色；金剛石是由四個碳構成的四面體結構，表現出高硬度和高透明度。由於空間結構不同，使得這兩種物質的屬性千差萬別，用途也大不相同。

晶體結構是基於幾何結構的例子。法國科學家霍伊（R. J. Haüy, 1743—1822）在《晶體結構理論》中認爲，方解石等晶體之所以有明顯的解理面，是由於晶體是由內在的一些基本單位（組成分子）依照一定規律在空間排列的實體。晶體結構的空間排列必須服從一定的對稱規律，不管其組成分子是什麼，即晶體的性質是其終極的內部週期性決定的。1830年，赫塞爾（J. F. Ch. Hessel, 1796—1872）發現晶體的宏觀對稱性，認爲晶體的對稱理論應該有宏觀對稱性與微觀對稱性之分，晶體的理想外形都是一些對稱的多面。1850年，布拉菲（A. Bravais, 1811—1863）根據對晶體對稱性的考察，提出十四種三維空間的晶格點陣<sup>①</sup>，這些晶體結構的表徵是通過幾何結構實現的。

可以說，任何物質都有結構，就連原子、分子這些幾乎不可觀察的東西也具有結構。小到原子大到宇宙，人們對它們的認知均是通過結構探討進行的。以醫學爲例，如果弄不清人體的結構，恐怕很難產生科學的醫學，現代醫學是基於科學的醫學而非經驗的醫學發展起來的。這些事實說明，結構探討對於科學研究是不可或缺的，結構認知也因此是必需的。

## 六 模型認知：一種假設推理

建模是科學探索的一種重要方式，是根據對象的屬性的人爲設計過程。而設計本身，則是一系列假設的理想過程。例如，玻爾（N. H. D. Bohr, 1885—1962）的原子定態躍遷量子模型包括五個假說：（1）能量的輻射不是以連續的方式發射或者吸收的，而是在不同定態系統之間有了轉移時纔會發生。（2）定態系統的力學平衡定律對於定態系統之間的轉移不適用。（3）若發生兩個定態系統之間的轉移時，將輻射單色光，輻射的頻率“ $\gamma$ ”與能量“E”有“ $E=h\gamma$ ”的關係。（4）帶正電的核與繞它運動的一個電子，構成有許多穩定狀態的簡單系統。在組態之間釋放出能量的電子的旋轉頻率之比爲“ $h/2\pi$ ”的整數倍。（5）任何原子系統的永恆狀態，即放出能量最多的狀態，將由在某一中心的軌道上運動的電子角動量等條件來決定。爲了描述原子在外磁場作用下的行爲，索末菲（A. R. Sommerfeld, 1868—1951）提出“空間量子化”假說，即原子中電子的軌道在空間的取向也是分立的、量子化的，由此發展了玻爾的原子理論。

在表徵關係中，模型是作爲中介與世界發生聯繫的。維斯玻格（Michael Weisberg）認爲，建模是使用模型對真實世界現象所做的一種間接理論探究。這個過程可分爲三個階段：第一階段是建立一個模型；第二階段是分析、提煉和澄清這個模型的屬性及動力學；第三階段是評價這個模型與世界的關係。如果這個模型與世界足夠相似，那麼對模型的分析也間接是對這個真實世界的屬性的分析。因此，建模是一種間接表徵，對真實世界的分析經過模型這個中介。<sup>②</sup>莫瑞遜（Margaret Morrison）和莫根（Mary S. Morgan）認爲，模型是作爲理論結構與世界之間的

① 這些晶格點陣包括：簡單三斜晶胞、簡單單斜晶胞、底心單斜晶胞、簡單正交晶胞、底心正交晶胞、六角晶胞、三角晶胞、體心正交晶胞、面心正交晶胞、簡單四方晶胞、體心四方晶胞、簡單立方晶胞、體心立方晶胞、面心立方晶胞。

② Michael Weisberg, "Who is a Modeler?" *Sci* 58 (2007): 210.

自主工具和中介<sup>①</sup>；或者說，模型是一種“替代系統”（surrogate system），一種“人造構體”（artificial constructs），其認識意義是從人工世界到真實世界的跳躍式推理，是基於一種從假設系統到真實系統的歸納跳躍；<sup>②</sup>建模本質上是通過一種延展認知系統從假設到結論的推理<sup>③</sup>。杜克耶（Steffen Ducheyne）認為，模型要成為表徵，當且僅當（1）一個人承認在模型與其目標之間存在一組共用特徵；（2）這組特徵有推理能力，並產生能夠被經驗地檢驗的結果；（3）這些結構的相應檢驗與人們的數據和人們心中的具體認知目標一致。<sup>④</sup>由這些觀點推知，模型作為認知方式是一種人工假設推理。

## 七 隱喻認知：一種比附類比

隱喻是相對於明喻而言的。明喻的表達模式是“甲像乙”，如“年輕人像早晨八九點鐘的太陽”。隱喻的表達模式是“甲是乙”，如“瑪麗是天使”。隱喻的實質在於“隱”，意味着含而不露；明喻的實質在於“明”，意味着顯而易見。係詞“是”比“像”在表達意義和意圖時更強，因此，隱喻比明喻更具表達力和解釋力。在這兩種表達方式中，甲和乙是兩類不同的事物，“年輕人與太陽”，“瑪麗與天使”類不同。在表徵的意義上，它們使用乙表徵甲。在第一個例句中，用升起的太陽表徵年輕人，而年輕人與太陽之間沒有任何相似性，它們的共性是“朝氣蓬勃”。在第二個例句中，用天使表徵瑪麗，瑪麗可能與天使在形象上很像，但隱喻說的不是表面意思，而是強調隱含意義，即瑪麗像天使一樣美麗、善良。再如，“泰森是老虎”這個隱喻，從表面上看，兩者沒有任何相似性，但泰森的兇狠程度與老虎很像。這個隱喻強調的就是泰森的兇狠。當然，這三個例子中的某些概念如天使、泰森，對於某些人可能是陌生的，祇有具有一定知識背景的人纔能理解。例如，如果不知道泰森（M. G. Tyson, 1966—2016）是美國的一位拳擊手，那就不能理解“泰森是老虎”的含義。任何一個語句，包括隱喻與明喻，如果聽者缺乏語境，是難以理解其意義的；如果說者缺乏語境，他也不能說出這些語句。這就是語境的基底和支撐作用。

隱喻作為一種認知方式是普遍存在的。日常生活中的隱喻無處不在，如“你是聖人”、“他是壞蛋”、“你是棒槌”等等。普通人都能夠理解其含義，不用做進一步說明。如果做說明就是多餘的，就失去了隱喻的“隱而不言”的功能。也就是說，隱喻是不能言明的，言明就沒有意思了。在科學實踐中，隱喻也非常普遍。例如，“電流”、“電場”等隱喻概念，用隱喻模式表達就是“電是水流”，“電是場”。隱喻運用類比將兩個不同的事物進行比較，用乙的屬性說明甲的特性。例如，用“壞蛋”說明某人是壞人，用“水流”說明電是流動的。乙是喻源，甲是喻體，即乙是表徵源，甲是被表徵的對象。

作為一種常用的認知和表徵方式，隱喻是用一種人們熟悉的事物說明不熟悉的一事物。例如，電流是人們不熟悉的，水流是人們熟悉的；人們雖然認識瑪麗，但不一定瞭解她。其實，周圍有許多人們認識的人，但不一定瞭解，所謂“知人知面不知心”。在探索未知世界時，隱喻的作用就顯得更為重要了，因為未知世界人們並不瞭解。“DNA”的結構就是通過雙螺旋樓梯說明的，原子結構就是通過人們熟悉的太陽系結構說明的。對於未知世界，人們祇能通過熟悉的事物去認知它，相反則不可能。因此，隱喻認知在探索未知的進程中具有不可替代的作用。事實上，人們將模型、圖像、方程等看成表徵工具或者中介，工具和中介本身就是認知的隱喻，因為圖像、方程等並不是通常人們看到的工具如錘子、扳手等。人們通常使用的工具是人們熟悉的，

① Margaret Morrison and Mary S. Morgan, “Models as mediating instruments”, *Models as Mediators* (Cambridge: Cambridge University Press 1999), 10-37.

② Robert Sugden, “Credible worlds: the status of theoretical models in economics”, *Journal of Economic Methodology* 1 (2000): 169-201.

③ Jaakko Kuorikoski and Aki Lehtinen, “Incredible worlds, credible results”, *Erkenntnis* 1(2009): 120.

④ Steffen Ducheyne, “Lessons from Galileo: the pragmatic model of shared characteristics of scientific representation”, *Philosophia Naturalis* 1(2006): 214-234.



正因為熟悉，所以纔能用於類比說明不熟悉的現象。科學認知也是如此，在這個意義上，科學探詢並不神秘，科學原理與科學發現往往基於簡單的生活道理。例如，相對性現象在日常生活中經常看到，如汽車相對於路面的行駛可以說是路面在動。然而，愛因斯坦提出了相對論，其他人沒有。自由落體現象每個人都見過，但伽利略發現了自由落體定律。這是“機遇偏愛有準備的頭腦”的問題。

總之，隱喻認知告訴人們，要學會向生活學習，處處留心發生在生活中的現象，善於思考，善於比較，及時總結，使用熟悉的東西描述或者表徵不熟悉的東西。這其實就是創新的實質所在。

## 八 語境認知：一種“意義”顯現

由於人是語境化的，認知必然是基於語境的，所以，脫離語境是無法做解釋的。而語境是已有知識、理論、假設的集合，是社會習俗、文化背景等的統一體。不同學科有自己的特有語境，不同時代也有自己的獨特語境。就科學而言，科學共同體就是一個語境。祇有在這個共同體內，人們纔能相互交流、相互理解，也纔有內行和外行之別。這恰恰說明，交流和理解是有語境的。

作為科學探討的認知過程也是有語境的。認知不是憑空想像的，它是依賴於特定社會習俗、文化和語言的探詢過程。語境認知就是要將某個問題的相關因素挖掘出來，科學發現就是尋求要解釋的問題的未知語境因素的過程，而解釋本身是依賴語境的。例如，“人體為什麼發燒”這個問題，有經驗的醫生會通過觀察、詢問、檢驗等手段，找到發燒的原因，然後對症下藥。這是一個溯因過程，一種溯因推理。找病因的過程和開藥方都是語境敏感的，因為這兩個過程都需要相當的醫學知識、生活常識和治療經驗等。這些就是語境因素。

語境認知的一個突出特徵是整體性，語境表徵也是如此，因為語境本身就是統一體。在科學實踐中，科學表徵是科學家為了達到某個目標使用模型等工具描述現象的過程。科學家作為使用者是有知識和能力的主體，並處於一定的共同體中；表徵工具如模型是科學家針對目標刻意設計的人造物；表徵目標是科學家專門挑選出來的研究對象，是被概念化的實體，是“人為之物”而非“自在之物”。這樣一來，使用者、工具和目標均是被概念化的實體，必然依賴語境而且受到語境制約的。具體說，使用者、工具和目標均有自己的語境，它們的語境疊加構成組合語境——這些實體相互作用形成的統一體。這種基於不同語境交叉的認知過程，也可以稱為語境疊加模型。

以哥白尼（M. Kopernik, 1473—1543）的“日心說”為例。哥白尼是“日心模型”的設計者，古希臘及中世紀形成的各種宇宙學說形成他的知識背景，他提出的七個假設<sup>①</sup>是日心模型的語境，已有的一系列概念如太陽、行星、均輪、本輪等及其運行規則（勻速圓周運動），構成了日心體系的語境。這些語境相互作用疊加，構成了日心說這個統一體。“日心說”並不完全正確，對它的修正意味着對其語境的修正，如對一些概念如“均輪”、“本輪”進行修正或者棄之不用。語境變化了，“日心說”的意義就改變了。這就是語境變換引起認知意義的變化。

顯然，認知不僅僅是一個探索過程，它也承載了某種含義，是一個在特定語境中意義顯現的過程。根據弗雷格（F. L. G. Frege, 1848—1925）的語境原則，意義是由語境決定的，需要通過語言來闡明。表徵也是一個意義顯現的過程，因而也是依賴語境的，而且表徵結果——知識，不僅僅是創造者自己知曉的，也要讓同行和大眾能夠理解，這就是知識的交流與傳播。這一過程也是語境敏感的。因為，某一知識如科學原理是有語境的，如果其他人沒有進入那種語境，就不能理解原理的意義。例如，天空中的繁星人們都能夠看到，但每個人看到的是不同的東西——天文學家看到星座，普通人看到繁星閃爍；原因在於，普通人缺乏關於星座的知識，進入不了星座的世

<sup>①</sup> 這七個假設是：（1）所有天體的軌道不存在一個共同的中心；（2）地球的中心不是宇宙的中心，僅是重力和月球軌道中心；（3）所有天體都圍繞太陽旋轉，宇宙的中心在太陽附近；（4）與恆星所在的天穹的高度相比，日地距離是微不足道的；（5）天穹本身並不運動，其周日旋轉是地球自轉的反映；（6）太陽的各種運動不是太陽本身固有的，而是地球的運動引起的；（7）行星的視順行與視逆行是地球和行星共同圍繞太陽運動的結果。

界。現代科學尤為明顯，如果不在名師指導下經過十幾年的專門學習與專業訓練，是不可能成為一名科學家的，自學的成功率幾乎為零，這已不同於牛頓時代可以通過自學成為科學家。例如，物理學家法拉第（M. Faraday, 1791—1867）主要是靠自學成才，但仍然離不開化學家戴維（H. Davy, 1778—1829）的指導。這說明，從一個語境進入另一個語境是需要經過艱苦學習的。從理論上說，學習一門外語就是從一個語境（漢語）進入另一個語境（英語/法語/德語/葡萄牙語，等等）；而祇要能夠進入這個新語境，就能夠與外國人交流和溝通。這就是語境的聚焦功能。

根據語境疊加模型，新知識的獲得是一個形成新語境的過程。例如，學生的學習過程就是學生的語境與教師的語境及所學的本體語境疊加的過程，老師的作用就是讓學生能夠進入本體語境，從而理解文本的意義。科學知識的產生，也是科學家設置或者創造新語境的過程。例如，發現一個新天體，首先要給這個天體命名，賦予其以意義，這就形成了新語境。又如，提出一個新理論，就等於產生了新語境，因為新理論的概念、假設、思想和原理顯然不同於舊理論。語境不同了，同一事物顯示的意義也就不同了。例如，光在經典力學中是直線傳播，在相對論中則可曲線傳播，這種意義的改變是新語境（相對時空）所起的作用。光的微粒子說與光的波動說分屬不同的兩個語境，但在新語境相對論中得到了統一，即波粒二象性。因此，人們可以得出結論：新語境的形成意味着新知識的產生，新知識的產生需要設置新的語境。

綜上所述，科學表徵已成為近十幾年來科學哲學中的一個重大問題，也是各種實在論與反實在論爭論的焦點。在上述表徵認知的八種方式中，前七種（圖像認知、指代認知、替代認知、推理認知、結構認知、模型認知、隱喻認知）是人們日常生活和科學活動中最為常見的，後一種語境認知則是語境論、語境實在論發展的必然結果。還有一些認知和表徵方式如基於案例的認知、基於慣例的認知、基於大數據的認知，則有待進一步挖掘。尤其是基於互聯網的“大數據”（big data）技術帶來的認知和表徵方式的變化，可能是一種新的認知方式。由於它是從海量的數據中尋找有用的信息，特點是量大（volume）、速高（velocity）、樣多（variety）、賦值（value），因而被稱為“4V”特徵，所以，就需要新處理模式纔能產生更強的決策力、洞察力和流程優化能力。從發展趨勢看，基於大數據的認知和表徵，將會在研究對象、認識方式、研究方法、評價標準等方面對現代科學產生革命性影響。

[編者註：該文係作者主持的中國社會科學基金項目“科學表徵問題研究”（12BZX018）的階段性成果。]