

# 解释、预测与科学理论的接受

翁永坤<sup>1</sup>, 朱 菁<sup>1,2</sup>

(1. 中山大学 哲学系, 广州 510275; 2. 中山大学 逻辑与认知研究所, 广州 510275)

**摘要:** 人们普遍认为能够成功预测某个现象的科学理论比仅能解释该现象的理论更有可能为真(或更应该被接受), 这种观点被称为预测主义。但有论者指出预测主义会导致严重的悖论: 对科学理论的评价和接受必须了解科学家提出该理论的动机, 而这必须有历史学家和心理学家介入才能做到, 但这似乎并不符合科学界的实际情况。通过剖析预测主义悖论产生的根源, 为预测主义背后的直觉提供认知解读, 由此可以提出消解所谓预测主义悖论的新思路。

**关键词:** 解释; 预测; 预测主义; 预测主义悖论

**中图分类号:** N031 **文献标识码:** A

## 一、引言

成功的科学理论通常具备两个功能: 一是解释(或说明)已知现象, 二是预测未知现象。通常, 在评价和接受一个理论的过程中, 预测所起的作用似乎比解释更重要, 门捷列夫元素周期律的发现就是一个典型的例子。<sup>[1]274</sup>

19世纪中叶, 面对当时已知的60多种化学元素, 化学家们就如何排列元素的问题展开了激烈的讨论, 五花八门的解释层出不穷。1871年, 门捷列夫提出了他的“排列理论”——元素周期理论。与其他化学家的理论不同的是, 在排完了已知的元素之后, 门捷列夫的元素周期表中还留有三个空缺的位置。他认为这是三种尚未被发现的新元素, 并且预测了这三种元素的性质。门捷列夫本希望藉此在激烈的争论中脱颖而出, 但是学界却一直对其理论持观望、怀疑的态度。三年之后, 门捷列夫预测的镓元素被发现——这是人类历史上首次有人成功预测新元素。又过了四年, 第二个元素钪被发现。到了1882年, 未等发现第三种元素, 伦敦皇家学会就迫不及待地给门捷列夫颁发了大卫奖章。

门捷列夫的理论解释了60多种已知元素的排列方式, 预测了三种未知的元素。虽然后者的数量

远不及前者, 但其重要性却远远大于前者。人们普遍认为, 新奇而成功的预测对于接受一个科学理论而言具有决定性的作用, 其作用大于给出成功的解释, 这样的观点被称为“预测主义”。

历史上, 预测主义拥趸无数, 但是一直到20世纪八九十年代才有哲学家开始为预测主义提供理论上的辩护。<sup>[1]</sup>随着讨论的深入, 人们发现预测主义似乎面临着一个根本性的理论困难——预测主义悖论。本文就从介绍和分析预测主义悖论出发, 讨论尝试解决或消解这一悖论的主要思路及其困境, 并提出一种新的消解方案。

## 二、预测主义悖论

如何刻画证据对理论的支持, 是科学哲学的核心问题之一。预测主义认为, 两类来源不同的证据对理论的支持有所不同。<sup>[2]5</sup>第一类证据称为预测性证据, 其来源是预测过程: 通过理论成功预测某个现象, 该现象成为了支持理论的证据。第二类证据称为解释性证据, 其来源是解释过程: 通过理论成功解释某个现象, 该现象成为了支持理论的证据。在门捷列夫的例子中, 元素镓和钪的发现是元素周期理论的预测性证据, 而60多种已知元素则是其解释性证据。预测主义者认为预测性证据能够比解

收稿日期: 2015-01-06

基金项目: 教育部哲学社会科学重大课题攻关项目“认知哲学研究”(13JZD004)。

作者简介: 翁永坤(1985—), 浙江台州人, 中山大学哲学系博士研究生, 主要研究方向: 科学哲学、生物学哲学; 朱菁(1968—), 湖南湘潭人, 中山大学逻辑与认知研究所、中山大学哲学系教授, 主要研究方向: 科学哲学、认识论、道德哲学基础。

释性证据提供更多的对于理论的支持,用条件概率形式加以表述就是:

$P(H|E_p) > P(H|E_a)$ , 其中  $H$  表示理论,  $E$  表示证据,  $p$  表示预测过程,  $a$  表示解释过程。<sup>[1]273</sup>

显然,按照预测主义的观点,要判断证据对于理论的支持程度  $P(H|E)$ ,首先是要确定  $E$  是来自于预测过程还是解释过程。如果在对  $P(H|E)$  做出判断之前只知道证据  $E$ ,而不知道  $E$  的来源,那么就可能会犯以下错误:错将  $E_p$  当成了  $E_a$ ,从而低估了  $P(H|E)$ ;或者错将  $E_a$  当成了  $E_p$ ,从而高估了  $P(H|E)$ 。那么,怎样才能确定  $E$  的来源是预测过程还是解释过程呢?预测过程和解释过程之间究竟有什么不同?

当我们说科学家用一个理论成功预测了某个现象的时候,一般包含三个意思:<sup>[3]</sup>

(1)从理论能够逻辑地推导出这个现象在一定条件下会发生。

(2)在提出理论之前并不知道会有该现象。

(3)构造理论的目的与解释该现象无关。

而当我们说科学家用一个理论解释了某个现象的时候,所指的往往是:

(1)从理论能够逻辑地推导出这个现象在一定条件下会发生。

(2)在提出理论之前就已经知道存在该现象。

(3)构造理论的目的是为了能够解释该现象。

由此可见,“理论预测了某个现象”和“理论解释了某个现象”的相同之处在于都能够从理论逻辑地推导出该现象在一定条件下会发生。不同之处在于,对于预测而言,在构造理论的过程中科学家并不知道存在该现象,构造理论的目的也不是为了解释该现象。而对于解释而言,在构造理论的过程中科学家事先已经知道了待解释的现象,并且是以解释该现象为目的来构造理论。一言蔽之,预测性证据是科学家构造理论的“意外收获”,而解释性证据则是“有意为之”。既然预测主义要求我们将证据的来源作为判断证据为理论提供多少支持的一个依据,而“来源”的不同在于科学家提出理论的动机不同,那么根据预测主义,我们要正确判断一个理论的真假,就必须完成两个步骤:首先,收集相关的证据;其次,了解科学家的动机。其中将科学家的动机作为判断理论真假的依据遭到了很多人反对,哲学家加勒特·利普林(Jarrett Leplin)就曾明确说道:“科学家的希望、期待、知识、意图,以及任何其他的东西都和他提出的理论的认识论地位无关……”。<sup>[4]54</sup>

那么,为什么将动机作为判断理论真假的依据会遭到众人的反对呢?下面我们来看一下反对者的主要论证步骤:<sup>[2]5-7</sup>

1. 预测主义认为:成功预测某个证据的理论比成功解释该证据的理论更可能为真。也就是,  $P(H|E_p) > P(H|E_a)$ 。

2. 如果前提 1 为真,并且我们想要确定  $P(H|E)$ ,那么我们需要确定  $E$  的来源是预测过程还是解释过程。

3. 预测过程和解释过程的区别在于:科学家提出理论的目的不同。

4. 由 1—3 推出:如果要确定  $P(H|E)$ ,我们就要先确定科学家提出理论的目的。

5. 确定科学家的目的需要靠历史学家和心理学家调查科学家的生活史。

6. 由 1—5 推出:如果预测主义成立,我们需要依靠历史学家和心理学家调查科学家的动机才能确定  $P(H|E)$ 。

要确定科学家提出理论的动机,科学共同体需要请历史学家和心理学家来对科学家的生活史进行调查。显然,科学共同体不愿意承认他们需要求助历史学家和心理学家才能判断科学理论的真伪。但是根据上面的论证,如果坚持预测主义,科学家就不得不接受这一点。要么放弃预测主义,要么求助于历史学家和心理学家,是为预测主义悖论。

### 三、如何消解预测主义悖论?

预测主义者要想消解悖论,可以质疑上述论证中的前提 2。前提 2 是一个蕴涵命题,只有在前件为真后件为假时,命题才为假。所以,预测主义者要论证的是:虽然  $P(H|E_p) > P(H|E_a)$ ,但是判断  $P(H)$  时,不一定要知道证据  $E$  是  $E_p$  还是  $E_a$ 。那么,预测主义者是如何论证这点的呢?

将动机作为判断  $P(H)$  的依据会导致悖论的原因在于动机的**第一人称特殊性**。要想避免悖论,需要选择一种公共可观察的判断依据来代替科学家的动机,这样在判断理论真假的时候就不必求助于历史学家和心理学家。预测主义者认为一些特殊的理论性质能够担此重任,例如:理论之间的融贯性,相较于预测成功的理论,仅仅在解释上成功的理论更有可能与背景理论、已有证据之间不融贯;<sup>[5]305</sup>理论内部的融贯性,为了解释特定的现象,解释者可能会将彼此之间缺乏逻辑联系的命题拼凑成一个

理论;<sup>[6]</sup>理论的复杂性,相较于预测成功的理论,为了解释已知现象而构造的理论,往往会过于复杂。<sup>[7]</sup>那么为什么这些性质可以代替科学家的动机呢?

科学家提出理论的过程好比是工厂生产产品的过程,理论的性质相当于产品的品质。运行良好的生产线(相当于科学家提出预测成功的理论的过程)会生产出合格的产品,出了故障的生产线(相当于科学家提出解释性理论的过程)会生产出有瑕疵的产品。产品的品质能够反映出生产线的运行情况,同理,理论的性质也能反映科学家提出理论的过程的信息。假设我们用 $f$ 表示这些性质,那么 $P(Hf)$ 就相当于 $P(H|Ea)$ ,所以我们只要根据理论是否具有性质 $f$ 就可以对 $P(H)$ 做出判断,不必知道证据 $E$ 是 $Ea$ 还是 $Ep$ 。

不过在笔者看来,预测主义者列举这些性质显得过于“无力”,因为像理论的融贯性、简单性等,至今依旧是科学哲学当中的疑难问题,对它们的理解仍是聚讼纷纭,莫衷一是。某些在预测上成功的新理论,在这些方面未必就能胜出只是在解释上获得成功的旧理论。如此一来,关于悖论的讨论就陷入了一个僵局,预测主义者不愿意将科学家的动机作为判断理论真假的依据,但是又苦于无法给出动机的替代品。要打破僵局,我们有必要更仔细地分析“预测”、“解释”等核心概念。下文将从多个角度对比预测成功的理论和解释成功的理论,在澄清造成两类理论可靠性差异的原因之后,再进一步尝试消解悖论。

#### 四、预测为何比解释更为可靠?

使得预测成功的理论比解释成功的理论更可能为真的原因主要有以下四点:

##### 1. 科学解释的多样性

科学解释的目的是帮助我们理解现象,知道什么事情会发生。但是对于什么是科学解释,从20世纪60年代争论至今,仍然没有统一的看法。最主要的观点有:演绎-律则模型、因果机制模型、统一模型,除此之外还有统计相关模型、基于模型的科学解释、基于机制的科学解释、目的论解释、科学解释的语用学进路等等。关于科学解释的理论如此之多,并且各个理论之间难分伯仲。因此,很多哲学家逐渐放弃了对于“唯一”理论的追求,转而承认在不同的领域和学科可以采用不同的科学解释模型。<sup>[8]</sup>解释模型的多样性说明我们对于科学解释的要求

是较为宽松和灵活的,相比较而言,对于科学预测的理解则简单明了得多。由一个理论做出的经验预测,如果能够经由观察和实验来检验,只有两种情况:要么符合要么不符合。尽管对于观察结果可以存在不同的诠释,甚至可以质疑实验原理与操作过程,但对于理解预测活动的本性而言,人们的意见分歧并不会太大。

##### 2. 解释的非充分决定性

证据对于科学理论的非充分决定性指的是,在给定的时间点,已有的证据不足以充分决定多个竞争的理论中哪一个是正确的。对于解释成功的理论和预测成功的理论来说,前者更容易受到非充分决定性的影响。例如,19世纪的生物学家发现不同地质时期的化石记录是不连续性的。对此,达尔文作了进化论解释:生物由进化而来,化石记录显示的不连续性是由化石保存的不完整所造成的。居维叶作了神创论解释:生物由上帝创造,化石记录显示的不连续性是上帝造物的自然结果。根据当时的化石证据,生物学家无法确定哪一个解释是正确的。但是进化论进而预测了像始祖鸟这样的过渡物种,而神创论则无法做出这样的预测。因此,仅就解释化石证据而言,进化论和神创论是一对经验等价的竞争理论,而在预测化石证据时,进化论比神创论得到了更多证据的支持。

##### 3. 动机对于解释与预测的影响力不同

解释和预测的差异在于科学家提出理论的动机有所不同。心理学研究发现,动机、目的和偏好会在一定程度上影响人们的判断、推理和决策,其影响往往是通过有偏向地采用对于证据和信息不同的认知策略来实现的。<sup>[9]480</sup>例如,在体育比赛中对于有争议的判罚,球迷往往会倾向于认为自己所支持的球队或选手应该受益。科学家在进行理论建构与评估时,也难以免俗,并不能杜绝动机和偏好所产生的影响。科学史上不乏这样的先例,科学家的个人动机、对名望的追逐、爱国主义热情等心理因素有时会左右科学家对证据与理论的看法,甚至导致造假、作弊和自欺欺人等现象。<sup>[10]viii</sup>

动机对于解释和预测的影响是不同的。对于解释来说,倾向于接受某个理论,会影响到对证据的收集和评估,而这种倾向性又会反过来使科学家更相信该理论。而对于预测而言,尽管持有不同理论和立场的科学家对预测结果的期待会有不同,但结果只可能有两种:符合或者不符合。心理学研究发现,如果动机是追求准确性(预测应属于此类),其



对心理偏向和认知策略的影响大多是恰当和正面的,而动机若是为了维护某个特定的结论,对认知策略的使用往往偏向于得出所预期的结论,而这一过程受制于能否为结论给出貌似合理的辩护和解释。<sup>[9]495</sup>由此可见,相比于预测,解释过程更容易受到动机等因素的干扰和影响。

#### 4. 特设性假说

特设性假说是为了避免核心理论被证伪而专门增加的辅助性假说。增设特设性假说,无疑属于修正基于该理论的解释过程。而在进行预测时特意增设特设性假说,以求得出某个希望得出的结论,这在科学家的科研实践中实属罕见,即便不是完全不可能出现。所以,从避免特设性假说的角度看,预测较之解释,无疑具有明显的优势。

以上分析了预测过程比解释过程更为可靠的四个主要原因。人们直觉上认为做出成功的预测对于接受科学理论而言所起的作用大于解释,上述分析可以看作是对这一直觉的认知解读,而这些分析也有助于消解预测主义悖论。对于判断一个理论是否应该被接受,预测性证据和解释性证据的份量有所不同,而解释与预测的一个关键差别在于科学家提出理论的动机不同。于是,在评价科学理论时,需要借重历史学家和心理学家来帮助判定科学家提出科学理论时的动机,而这似乎是荒谬的,由此产生了所谓预测主义悖论。其实,这一悖论之所以会产生,其根源在于对于判定科学家的动机提出了过高的要求,似乎只有借重历史学家和心理学家才能做到这一点。推测他人行为的动机,这是常识心理学的重要功能,大多数普通人在日常生活中都能胜任。即便在刑侦和司法审判中,对动机的判定具有更高的要求,在大多数情况下也无需烦劳历史学家和心理学家,凭借常识心理学也足以让人们得出合乎情理的结论。缘何在推测和判定科学家提出理论的动机时,就必须依赖历史学家和心理学家呢?

判别证据对于某个理论而言究竟是预测性的还是解释性的,其过程和标准在大多数情况下并不特别复杂和困难,科学共同体自身就能轻松解决。首先,可以依据时间发生的先后。预测性证据出现在科学家提出理论之后(是为新证据),并且是其理论推导的结果,而解释性证据出现在理论提出之前,有可能对提出或修正理论产生了影响。单从时间上的先后之别,就可以大体上判别证据的类型。其次,即便某一证据的发现早于理论的提出(是为旧证据),从证据在理论建构中所起的作用,也可以

部分判别证据的属性。如果该证据只是理论推导的结果之一,而且并非特别关键或具有普遍性的结论,在其余情况相同的条件下,这个理论较之其他将该证据视为关键性结论或唯一结论的竞争理论,应该更为优越。最后,一个理论能否在竞争中最终胜出,关键还在于能否做出新颖而准确的预测。

## 五、结 语

20 世纪前半叶,逻辑经验主义如日中天之时,大多数科学哲学家接受了对发现的脉络与辩护的脉络的二分:前者属于历史学和心理学研究的领地,而后者才是哲学反思的对象。这样一种泾渭分明的划分此后遭到汉森和库恩等人批判,科学哲学研究的面貌也由此发生了改变,从历史、社会 and 认知的角度审视科学的发展及其理论变迁,成为对科学的哲学反思不可或缺的重要维度。而所谓预测主义悖论却又让人依稀嗅到了一股陈腐的气味,无论是这一悖论产生的根源,还是部分论者提出的解悖方案,都反映出科学哲学领域对上述划分那份挥之不去的眷恋和执迷。本文为预测主义直觉提供了进一步的认知解读,说明了预测何以比解释具有更高的可靠性,进而指出所谓预测主义悖论大体上并不存在,不过是部分科学哲学家的庸人自扰而已,不必过于介怀。

#### 参考文献

- [1] Maher, P. Prediction, Accommodation, and the Logic of Discovery[C]. PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, 1988: 273-285.
- [2] Barnes, E.C. The Paradox of Predictivism [M]. Cambridge University Press, 2008.
- [3] Collins, R. Against the Epistemic Value of Prediction over Accommodation[J]. Nous, 1994, 28(2): 210-224.
- [4] Keynes, J.M. A Treatise on Probability[M]. London: Macmillan and Co, 1929.
- [5] Lange, M. The Apparent Superiority of Prediction to Accommodation as a Side Effect: A Reply to Maher [J]. The British Journal for the Philosophy of Science, 2001, 52(3): 575-588.
- [6] Hitchcock, C., & Sober, E. Prediction Versus Accommodation and the Risk of Overfitting [J]. The British Journal for the Philosophy of Science, 2004, 55(1): 1-34.
- [7] Godfrey-Smith, P. Theory and Reality: An Introduction to the Philosophy of Science[M]. University of Chicago Press, 2009.
- [8] Newton-Smith, W.H. A Companion to the Philosophy of Science[M]. Blackwell Malden, MA, 2000.

- [9] Nickerson, R.S. Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises.[J]. Review of General Psychology, 1998, 2(2): 175.

- [10] Tweney, R., M. Doherty, and C. Mynatt (eds.) . On Scientific Thinking[M]. New York: Columbia University Press , 1981.

## Explanation, Prediction, and the Acceptance of Scientific Theory

WENG Yong-kun<sup>1</sup>, ZHU Jing<sup>1,2</sup>

(1. Department of Philosophy, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275;

2. Institute of Logic and Cognition, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** Intuitively, it is widely believed that novel and successful prediction can make more contribution to the acceptance of a scientific theory than explanation. This view is called predictivism. Some philosophers argue that predictivism faces a serious problem, namely the so called paradox of predictivism: in order to assess the degree that a piece of evidence provides for theory, scientists need to figure out whether the evidence comes from prediction or explanation; but the difference between prediction and explanation lies mainly on the purpose of the scientist who has proposed the theory; so historians and psychologists need be involved to find out the scientist's purpose in assessing scientific theories, which seems apparently absurd. This article analyses the root from which this paradox arises, provides a cognitive account on why prediction is more reliable than explanation for the acceptance of scientific theory, and puts forward a suggestion on how to dissolve the seeming paradox.

**Key words:** explanation; prediction; predictivism; the paradox of predictivism

(本文责任编辑:费多益)