

科学理论的竞争与选择

Competition and Option of Scientific Theory

林定夷

(中山大学哲学系)

由于对应于同一组经验事实,可以建立起多种理论与之相适应;理论的构造,它的概念及其关系,并不是唯一地由经验决定的。因此,在科学中,为了解释同一现象范围内的事实,往往会存在多种理论相互竞争的局面。这些理论就其所构想的、存在于现象背后的实体和过程,以及它们所遵循的规律的假定来说,常常很不相同,甚至相互对立;但就它们所要覆盖的现象范围内的事实来说,这些相互对立的假说或理论很可能都能作出相当好的解释以至预言,尽管它们各自也都有自己的不足。如何评价这些假说或理论的优劣,进而从相互竞争的诸种理论中择其优者,并创造出某种更优的理论?这对于推动科学的进步,以及对于科学家在实际研究工作中成果的取得,都有着至关重要的科学方法论上的意义。

一方面,科学的发展正是通过理论的竞争与选择实现的。但这种“选择”乃是由科学家或科学家共同体进行的,是一种“人工选择”。问题是:科学家或科学家共同体在评价或选择理论时,是否存在某种合理性的标准?另一方面,合理地评价和选择理论,对科学家的实际研究工作也有不容忽视的作用,它将直接影响,甚至决定科学家研究工作的方向及其成果的取得。例如,当刻卜勒(J. Kepler 1571~1630)进入天文学研究领域的时候,至少有三种相互竞争的理论摆在他面前:当时占统治地位的托勒密体系;哥白尼体系;他的老师布拉赫·第谷因认为一些重要证据(包括他自己所进行的恒星周年视差的测定的零结果)“证伪”了哥白尼理论,而新提出来的地球在中心,太阳带着所有其他行星绕着地球转的第谷体系。在当时,这三种体系在与观测资料的符合程度上几乎不相上下。托勒密体系比较复杂,包括有许多均轮、本轮。但哥白尼体系也不太简单,为了解释资料,它同样引进了48个均轮、本轮,它的优点是在数学上比较优美,不过却与当时占统治地位的物理学理论(亚

里士多德的物理学理论)相悖。相反,托勒密体系和第谷体系与当时普遍接受的物理学理论却比较符合。应该说,刻卜勒当时面临着一种十分困难,但又十分重要的抉择。如果刻卜勒不是选择了哥白尼理论而是选择了其他理论作为他的研究纲领,那么他就不可能在如此大的程度上改进哥白尼理论,并作出他的行星运动三大定律的发现。在一定意义上,理论的选择甚至可以看作是研究工作的生命线。过去如此,今天亦复如此。

那么,如何在相互竞争的诸种理论中进行评价或选择?

—

一种与归纳主义相关联的传统观念强调一个好的、成熟的假说(或理论)应当满足如下三个基本条件:能够合理地说明原有理论所能解释的那些事实和现象;能够解释新发现的,而为原有理论所不能解释的那些事实和现象;能够明确预言尚未发现的新事实,为进一步检验假说提供可能性。这样,一种科学假说或理论对上述三个条件满足得愈好,它的科学价值就愈高;反之,则愈低。从这个意义上,上述三个条件就成了在相互竞争的理论中评价和选择理论的标准。但是,事情并不这样简单。关键在于,在上述观念中,把实验观察“事实”看成了检验理论之正确性的最终的和独立的标准。这几乎是一切经验主义认识论的一种通病。逻辑实证主义作为一种现代的经验主义的科学哲学派别,则企图从定量的意义上把上述评价理论的标准具体化。卡尔纳普等人把数理逻辑与概率论结合起来,提出了验证度函数的概念,即以一個理论被经验证实为真的概率作为评价理论的标准。逻辑实证论的努力虽然把问题的研究引向了深入,但他们的“定量”理论在原则上却是失败的。且不说他们的“定量”理论实际上并未能真正定

量,而为了“定量”往往又把证据的质的差别冲淡殆尽,更严重的还在于他们同样认为观察经验是检验理论的最终的和独立的标准,否认观察依赖于理论,并且不恰当地强调了观察陈述构成科学赖以建立的可靠的基础(至少早期的逻辑实证论是如此看)。然而,尽管经验是评价理论的重要因素,但观察经验本身决不是完全独立的。事实上,所谓“观察事实”仅仅是经过了某种理论解释以后才成为某种“事实”的。因此,离开了经验与理论,以及理论诸要素在总体上的匹配,就不可能合理地评价理论。正因为观察依赖于理论,观察同样易谬。因此,当我们评价科学假说或理论时,简单地要求假说必须不与已发现(包括新发现)的事实相矛盾,将是过于苛求而又不相宜的。事实上,当伽里略和刻卜勒高度评价哥白尼理论,并满怀信心地选择它作为自己的研究纲领时,哥白尼理论并没有能够合理地解释原有理论(托勒密理论)所能解释的许多现象。相反,它在托勒密派所提出的许多驳难证据(塔的论据、地球飞散论据、飞鸟云彩论据等)之下陷于困境。它也没有能够解释第谷新发现的恒星“无周年视差”的“观察事实”,而这个“事实”却是原有理论(托勒密理论)和后来的第谷理论能够自然地加以解释的。科学史还表明,在许多情况下,某种假说的提出,正好是因为它和某些“已发现的(包括新发现的)事实”直接相矛盾,才使它具有了更高的科学价值。门捷列夫提出元素周期律的假说就是典型的一例。当门捷列夫按照元素的原子量来安排他的周期表时,他以分析为基础,公然与当时所已知的某些“事实”相径庭,预言并修改了当时所知道的(通过实验测得的)铍、钛、钪、铀、铂、钢等元素的原子量。如果门捷列夫完全依从了当时所知道的那些“实验事实”,也就不可能有他的周期表了。相反,他的周期表的科学价值,正是通过他以预言的方式修正了当时所知道的某些“事实”,并最后被更精确的实验事实所确证而得到了加强。之所以如此,是因为科学中的“已知事实”都是“经验事实”,它本身还有精粗正误的问题。这样说,并不是认为理论不需要与经验事实相匹配,只是说,不能仅仅简单地以经验事实为准绳要求理论与之相匹配,并以此来评价理论。

与波普尔的证伪主义理论相联系的早期的简单观念认为,一个科学理论或假说的可接受性的条件是:这个理论或假说必须具有“可证伪性”而又尚未被证伪,因为一个理论或假说如果已经被证伪,它就应当被抛弃。然而如果一个理论在原则上是不可证伪的,那就意味着它不曾告诉我们自然界的任何信息,因而就不具有科学理论的性质。波普尔所说的理论的“可证伪性”,是指一个假说或

理论,它能够被逻辑上可能的一个或一组公共观察陈述(波普尔称之为“基础陈述”)所证伪,而不是指它实际上被证伪。进一步说,按照波普尔的观念,愈可证伪的理论(如果它尚未被证伪)就是愈好的理论。因为愈可证伪的理论,它所包含的信息量愈大,用波普尔自己的话来说,就是“所禁愈多,所述愈多”。因为一个理论断言得愈多,就意味着它所排除的逻辑上可能的运作方式或事件发生的方式就愈多,因而实际上自然界不以这个理论所规定的方式运作的潜在机会也愈大,因此也就愈可被证伪。然而,如果一个高度可证伪的理论竟然耐受检验而尚未被证伪,迄今为止所观察到的事实都与这个理论相一致,那就意味着这个理论包含有巨大的自然信息量。

从波普尔评价理论之优劣的可证伪性标准中,还可以得出许多值得注意的结论:

1. 理论的覆盖范围愈广它就愈可证伪,因而就将是愈好的理论。

2. 愈精确的理论是愈可证伪的理论,因而是愈好的理论。

3. 理论应当阐述得明确而清晰,必须排除那种含浑不清和模棱两可的机会主义伎俩,因为愈是阐述得明确而清晰的理论是愈可证伪的理论,而含浑不清和模棱两可的遁辞总是可以逃避证伪而在事后靠解释得以与任何“检验结果”相一致。

4. 波普尔根据这个可证伪性标准,强调了新颖预见和判决性实验的意义。

此外,波普尔还强调,一个理论在逻辑上愈是简单,它就愈可证伪。因而简单的理论比复杂的理论包含有更多的信息量,从而也就更为可取。用波普尔自己的话来说,就是:“如果知识是我们的对象,简单的陈述比不简单的陈述应获得更高的评价。因为简单的陈述告诉我们更多的东西,因为它们的经验内容是更多的,还因为它们是更可检验的”。然而,正如C.G.亨普耳所已经指出的,波普尔的这个论点是站不住脚的,实际上,并不能证明一个更加简单的假说一定是更可证伪的。诚然,理论的逻辑简单性原则,当然地应当成为评价和比较理论之优劣的标准之一。因此,我们不妨把波普尔的标准修改为:在证伪主义的理论之下,评价理论之优劣应当有两个相互补充的标准,首先是可证伪性标准,其次是逻辑简单性原则。当有两个或多个相互竞争的理论,倘若它们的可证伪性程度相当,并且都尚未被证伪,那末,其中逻辑上愈简单的理论就是愈好的理论。

按照波普尔意义下的评价理论之优劣的原则,科学的增长,理论的进步,应当向着愈来愈可证伪的方向发展。因为只有如此,它才能提供愈来愈多的内容和愈来愈丰富的信息。当旧理论被证

伪,新理论取而代之时,新理论不但必须能解释旧理论所能解释的现象,而且还要能解释旧理论不能解释或遭到反驳的现象;新理论必须比旧理论更可证伪。就此而言,波普尔的观点与传统归纳主义的见解完全相同。

波普尔证伪主义意义下的评价理论的标准虽然是有启发性的,但是,正如传统归纳主义意义下的那些标准一样,也是非常有限性的,并且实际上是很难应用的,因为它一方面只是讨论了尚未被证伪的理论之间如何评价优劣的问题,另一方面却同时强调理论一旦被证伪就应当无情地予以抛弃。但是正如拉卡托斯所指出,历史上几乎所有重要的科学理论,当它们产生之初,差不多都面临着否认它们的各种各样的反例或反常,甚至被反常的海洋所包围,而科学理论或研究纲领往往具有巨大的韧性,它能够顶住反例的压力,暂时置反例于不顾而发展自身,并在发展过程中逐步消化反例,使那些原先看来是反例的观察证据成为确证和支持证据。事实上,相互竞争着的各种理论都可能面临着某些反例,然而它们并没有因此同时被抛弃,而是继续相互竞争着并各自发展自身。如果依照波普尔的原则,一遇反例就应无情地予以摒弃,那么迄今为止科学中被公认为最佳范例的那些重要理论,就都根本不可能发展起来。应当说,它们当时没有因为存在反例而被抛弃,恰恰是科学之大幸。那么,科学理论之优劣到底应当怎样来评价和选择呢?

拉卡托斯在他的“科学研究纲领方法论”理论中考虑到了关于理论竞争和选择的较为复杂的模式。但是,拉卡托斯所提出的标准毕竟是含浑不清的。在他的理论之下,一个研究纲领面临反例不是抛弃这个研究纲领的理由,只有当一个研究纲领长时期地不能导致新现象的发现或它的预言屡遭失败而未获成功,才会使这个研究纲领退化;然而一个退化的研究纲领可以由于智巧地修改保护带而重获生机。这样一来,拉卡托斯尽管企图以区分进步的纲领和退化的纲领作为人们接受或抛弃它的理由,但是这种区分的标准显然是和时间因素有关的。问题在于:要经历多长时间的等待才能确定一个研究纲领已经退化到了不能导致新颖现象的发现了呢?这是一个难题。所以在拉卡托斯的意义下,实在没有理由可以断言一个研究纲领比另一个对立的纲领更好。拉卡托斯本人也承认:“要断定一个研究纲领什么时候便无可挽救地退化了,或什么时候两个竞争纲领中一个对另一个取得了决定性的优势,是非常困难的”。对于两个相互竞争着的研究纲领的相对价值,只有当事过境迁以后,才能以“事后明白”的方式来加以确定,用拉卡托斯自己的话来说,“人只能事后‘聪明’”。然

而,这也就是说,对于当时面临着相互竞争的两个或多个研究纲领的科学家来说,拉卡托斯的“标准”并不能为他们选择理论或研究纲领提供任何方法论上的指导。正是从这个意义上,费耶阿本德指责说,拉卡托斯的方法论只是个“口头装饰品”。在这方面,波普尔由于他的观念的明晰性,因而在某种程度上,他关于科学理论评价的见解甚至比拉卡托斯的见解更为可取。

二

在笔者看来,科学理论的评价与选择应当结合科学的目标来予以理解。笔者曾构建了“科学进步的三要素目标模型”(见《中国社会科学》1990年第1期上拙文《论科学进步的目标模型》)。根据这个模型,科学进步的总目标应是如下三项的合取,即科学理论与经验事实的匹配,包括理论在解释和预言两个方面与经验事实的匹配,而这种匹配又包括了质和量两个方面的要求;科学理论的统一性和逻辑简单性的要求;科学在总体上的实用性。所谓科学的“进步”,实际上就是向着这三个目标方向上前进;所谓科学的“方法”,就是实现这些目标的手段。根据我们对科学目标的以上理解,在相互竞争的诸种理论中,理论的可接受性标准或择优的标准应是:理论应具有高度的可证伪性、高度的似真性(Plausibility)和尽可能大的逻辑简单性。其中,可证伪性标准涉及科学理论的可检验性要求(“匹配”已意味着“检验”)和科学理论的统一性要求,它是从科学目标的这些要求中导出的;似真性标准涉及科学理论与经验事实的匹配,同时也涉及科学理论的统一性;逻辑简单性标准涉及思维经济原则或科学的美学要求,它不应象波普尔所认为的那样被简单地归结为可证伪性所派生的要求,它本身就是科学目标的一种直接体现。

不难理解,在简单证伪主义观念之下,以理论必须具有高度可证伪性同时又尚未被证伪作为理论可接受性的标志,这显然是不妥的。但是,如果把检验理论时引入的辅助性假说以及涉及初始条件和边界条件的观察性理论都纳入理论这个概念之中,那么理论的可证伪性标准却是必须坚持的。因为在这种意义下也不可证伪的理论归根结蒂将不提供任何自然信息。因此,只有愈可证伪而又具有高度似真性并具有尽可能大的逻辑简单性的理论,才是愈好的理论。

理论的似真性或似真性程度不能在归纳主义的证实(即或是概率意义上的证实)的意义上理解。因为除了现象论规律以外,我们通常是不能轻易地说一个理论被证实或多大程度上被证实的。理论所设想的关于现象背后起作用的不可观察的

基本实体和过程的假定,归根结蒂只是一些猜测。即使从心理上认为可能猜中也罢,但从逻辑上说,由于我们只能从由它所导出的检验蕴涵去对它进行检验,因而即使它的所有检验蕴涵迄今为止都被证实为真,我们也始终没有逻辑上的理由可以证明这些关于基本实体和过程的假定是真的。关于这一点,爱因斯坦曾经形象地把科学理论的探索活动比喻作“猜字谜”的游戏,人们只能通过自然界所提供的种种线索,去猜测自然界的“谜底”,使这些线索能得到合理的解释,但自然界永远不会把“谜底”袒露出来。从科学理论的检验结构与检验逻辑的分析(参见《科技导报》1992年第1期拙文《科学理论的检验》),我们不难明白,从科学理论所假定的基本实体和过程是否与自然界本体符合的意义上,我们是不能谈论一个理论是否被证实的;但是,就一个理论能够解释广泛的经验事实并能预言新现象来说,我们却能够说一个理论所假定的基本实体和过程的机制是似真的。由于对应于同一组经验事实,可以建立起多种理论与之相适应,所以科学中可能出现这样的情况:存在着相互竞争的多种理论,尽管就它们所假定的基本实体和过程而言很不相同,甚至相互对立,但它们在解释和预见现象上却可以具有几乎不相上下的似真性,并且它们的似真性可以通过修改辅助假说而继续得到提高。由此可见,当我们说到一个假说或理论是“似真的”,它的意思仅仅是说一个理论看起来象是真的,或者看起来象是有理的,而完全不涉及这个理论所假定的基本实体和过程是否与世界本体(现象背后的隐蔽客体)相符合或逼近。似真性尽管也有可能表示为某种或高或低的概率,但这个概率不表示理论关于所假定的基本实体和过程与自然界隐蔽客体的一致性意义上的真或近似的真,它仅仅表示由这些基本假定所导出的结论(解释和预言)与观察事实或观察陈述相一致或相一致的程度。我们只能在理论与观察经验以及背景理论相一致的意义上谈论一个科学理论的似真性。遵循爱因斯坦的思路,我们甚至还能够在这种意义上谈论一种科学理论是“真理”、“相对真理”或“客观真理”。但我们坚持认为(因为逻辑告诉我们),我们不能在朴素实在论的真理符合论的意义下谈论“真理”,“相对真理”或“客观真理”。因为关于后者,我们无法知道。因此,在我们所说的似真性的意义下,一个有高度似真性的理论十分可能仍然是假的。正如一件古董赝品,尽管它高度似真,却仍然是假的一样。对于科学理论(确切地说是理论的复合体),我们充其量可依据否定后件的假言推理判定其为假,但不可能通过对一个蕴涵式的后件的肯定而肯定其前件为真或为真的概率。这在逻辑上是十分明白的。

那么,如何来判断一个理论(或假说)的似真性程度呢?理论(或假说)的似真性受哪些因素的影响呢?

第一,证据的量。不难理解,一个理论在缺乏不利证据的条件下,它的似真性将因支持证据(或曰确证证据)的增加而增加。因此,似真度将是支持证据数量的单调递增函数。但是,支持证据对于一个理论的似真性提供的增量,并不都是一样的。一般说来,新的支持证据所提供的似真性的增量,将随着理论在以往所积累起来的支持证据的数量增长而减少。一个理论如果业已获得成千上万个确证事例,那末再增加一个支持证据所提供的似真性的增量,就不那么明显了。

第二,证据在假说的解释域(或定律的覆盖域)中的分布。证据的量对于提高假说的似真性固然发生影响,但重要的还在于这些证据在假说的解释域(或定律的覆盖域)中的分布。

第三,证据的质,具体说来是指证据的精确度以及它与假说符合的精确度。如果我们能通过某种观察或测量程序获得精确的证据,并且这些检验证据与假说的预言达到了精确的定量符合,那么,这些证据比起那种并非精确地获得并且与假说也并非精确地符合的证据,所提供的对于假说的似真性的增量就要大得多。因为证据的精确性提高了证据本身的确定性和它所具有的信息量,而它与假说的精确符合,又意味着必须事先从假说中导出精确的预言,而精确的预言比含浑的预言有大得多的可证伪性。这表明假说的解释和预言与自然现象是高度一致的,因而是似真的,它所提供的似真性的增量是那种粗枝大叶的“符合”所不能比拟的。

第四,假说的新颖预见被确证,对于提高假说的似真性有重大作用。当人们构思或修改一个假说来解释现象的时候,总是力图使它能蕴涵已知的各种现象,使这些已知现象成为假说的确证证据。但是如果一个假说能另外作出一些新颖预见,这些新颖预见是当时背景知识中所未知的,甚至是被与之竞争的理论所排斥的,然而实验或观察结果却竟然确证了这种新颖预见,那么,这种新颖预见的确证就能大大提高人们对于假说的似真性的信念。新颖预见被确证之所以有力,是因为这些新颖预见是高度可证伪的,然而如果它竟然被确证甚至达到了高度精确的符合,那么作出这种新颖预见的假说,就具有巨大的自然信息量,足以提高人们对它的信赖。

第五,反例的出现将影响或降低一个假说(或理论)的似真性程度,从而影响一个假说的可接受性。但是,在不同的情况下,反例对于假说的似真性,从而对于假说的可接受性的影响是不同的。如

果某个经验事实E,对于当时相互竞争着的理论A和B均构成明显反例,那么,这个反例(E)虽然会对于理论A和B的似真性给予某种不利的影响,但这种影响往往不会十分显著。在没有更好的理论代替A和B并消化E以前,并且如果A和B在其它方面优劣相当的话,E甚至不会影响人们对其中任何一种理论的可接受性。相反,在这种情况下,人们往往仅仅把E看作是理论A或B需要消化的难题,而并不把E看作是它们的反例,因而E的出现甚至并不影响它们的似真性。但是,如果相互竞争的理论A和B在其它方面优劣相当,然而新发现的证据E构成对其中的一种理论B的反例,同时又构成对另一种理论A的支持证据,那么,在这种时候,E事件的出现尽管不是在严格的意义上,然而在实用的意义上将被认为是对理论A和B的判决性实验,从而它将在较显著的程度上提高理论A的似真性并降低理论B的似真性,并将直接影响到科学家们对理论A和B的接受或拒斥。在这里,特别值得注意的是,所谓“反例”或“反常”事件对于假说的似真性之影响的严重程度,是和从假说导出那个被证伪的检验蕴涵的逻辑结构密切相关的。如果被反例所反驳的检验蕴涵是从受检假说与其它一系列辅助性假说的合取中分层次地间接导出的,那么,这种反例转嫁给其它辅助性假说的机会就要大得多,从而受检假说消化这种反例的机会也要大得多,所以这种“反例”对于受检假说的似真性的不利影响也将小得多。但是,如果某个检验蕴涵E仅仅单纯地是从某个受检假说H中直接导出,而不是从H和其它辅助性假说的合取中导出的,那么,对于这个检验蕴涵E的证伪事件如果被核实或确认,则依据重言式 $(H \rightarrow E) \wedge \bar{E} \rightarrow \bar{H}$ 将直接导致受检假说H被证伪,并构成对于H的真正的判决性的证伪实验。例如,对于“凡物体受热膨胀”这个命题,当我们一旦发现 0°C 左右的水当升温时并不膨胀,反而缩小其体积时,这个关于自然规律的假说就决定性地被证伪了。因为在这种情况下,除了拒绝接受作为反例的观察陈述以外,受检假说对于反例几乎没有任何消化能力。因此,这种反例一旦被确证或接受,假说就将致命性地被证伪,这对于假说的似真性的影响几乎是毁灭性的。

第六,估计假说的似真性时,不但应当考虑如上述那些与经验证据直接有关的因素,而且还应当考虑科学中已得到确认的其它理论对假说的支持。如果一个假说能够从已被广泛接受的、具有高度似真性的普遍性理论中获得“自上而下”的支持,也就是说,那个具有高度似真性的理论逻辑地蕴涵了这个假说,那么,这个假说即使没有任何经验证据的支持,也会被认为具有高度的似真性。而一个部分地得到了经验事实的确证,因而具有一

定程度的似真性的假说,一旦事后获得了另有独立证据的更广泛的理论从上而下的支持,也会提高它的似真性。反之,一个假说虽有观察经验的支持,但是如果它与已被接受的具有高度似真性的理论相冲突,那么这种假说连同它的支持证据的可信性,就有可能受到极为不利的影响,以致遭到某些科学家的断然拒绝。但是,因为与已被普遍接受的具有高度似真性的理论相冲突而拒斥一种新的、有一定证据的假说,必须十分谨慎,否则必将使科学活动变成一种纯粹保守的事业,使已成熟理论变成一种神圣不可侵犯的、永远不可被推翻的绝对保守主义者的教条或圣经,那无疑将会阻挡科学的进步。

在相互竞争的多种理论中,我们不能仅仅依据它们的似真性的高低来评价和选择理论,而是必须把似真性与可证伪性结合起来考虑。因为如果仅仅考虑似真性,那么象“广州明天下雨或不下雨”这样的空话或废话就将具有最高的似真性和科学上的可接受性,因为样的语句总是真的,而不管广州明天实际上天气将会怎样。但从科学的意义上,那种尽管与观察资料“符合”得很好,但可证伪性程度很低的理论决不是好的理论,因为它所提供自然信息量极小,甚至完全不提供自然信息。

当评价或选择理论的时候,理论的逻辑简单性也是应当考虑的一个因素。如果仅仅考虑可证伪性和似真性,那么科学中经验规律的集合就能满足这些要求。但是,事实上,科学追求着理论的一致性和逻辑简单性的目标。如果有两个相互竞争的理论,它们的可证伪性和似真性不相上下,那么,逻辑上简单的理论肯定是一个更优的,从而是更为可取的理论。

我们曾经指出,把科学理论诉诸经验的检验(实验、观察的检验)虽然是十分必要而且重要的,它构成自然科学研究的一个基本特点,但就这种检验活动的功能而言,我们实际上并不可能通过它而最终判定科学理论的真假;“检验”的目的实际上只是为了评价理论的好坏(比较或评价理论之优劣,以便择优而从之)(参见《科技导报》1992年第1期拙文《科学理论之检验》)。但现在,我们又进一步看到:对理论的经验检验,只是为了从一个重要方面对理论的似真性作出评价,但理论的似真性评价却不能仅仅依据于经验的检验。至于在科学活动中,对于科学理论的评价和选择,其合理性标准的视野还要宽阔得多,因为在相互竞争的多种假说或理论之间,我们并不能仅仅依据它们的似真性来评价和选择理论,而是必须把似真性与可证伪性、逻辑简单性结合起来予以考虑。

综上所述,科学中的一个好的理论应当是逻辑
(下转第52页)

太湖年产螺蛳的能力仅9万吨,捕捞量超过自然生产量44%。如今太湖的螺蛳产量比60年代减少2万吨。

2. 投饵和施肥

在一般较小的人工放养湖泊,为了提高鱼产量,也有人工投饵和施肥的,这会引入湖泊的有机污染和富营养化,从而影响湖泊的其他功能。这个问题在一些城市或城郊湖泊较为严重。

南京玄武湖是一个著名的游览湖泊,同时也是一个渔业水体。城市污水的排入携带了大量营养物质,湖泊已成为一个严重富营养型湖,湖水中叶绿素含量平均值达到90.2毫克/米³,最高为233毫克/米³,而水的透明度平均为0.24米,最低只有0.18米。尽管该湖提供了较高的渔产量,但大大影响了它的主要功能——游览。

网箱和网围养殖是强化型开发利用水产资源的一种有效方式,可以在小面积水体中取得较高的单位产量,但是剩余饵料中的有机物质和营养物质可能引起湖水的污染。

据对江苏太湖网围养殖的试验研究,1985~1988年网围养殖年产鱼量由719吨增长到4 664吨,但由于投饵,使进入湖中的总磷量由9.3吨/年增加到70.3吨/年,湖水中总磷浓度由0.028毫克/升增加到0.034毫克/升,加快了湖泊富营养化过程。

3. 引种驯化

通过引种驯化,调整群落结构,可使资源得到充分利用。但如果措施不当,也能造成不良后果。

新疆博斯腾湖从齐尔额斯河引入了贝加尔雅罗鱼(*Leuciscus leuciscus baicalensis*)时,也带进了赤鲈(*Perca fluviatilis linnaeus*)。后者是肉食性凶猛鱼类,适应性强,繁殖率高,种群增长迅速,很快在渔获物中取得优势(占78%)。由于种群太大,饵料基础不足,个体小型化,它便吞食幼鱼,抑制了其他鱼类的发展,成为开发利用该湖水生资源中的一个问题。

云南洱海边的鱼池饲养草、青、鲢、鳙鱼时,不慎随鱼苗带入了克氏鰕虎鱼(*Ctemogobius cliffordopopei*)的鱼苗,以后克氏鰕虎鱼又进入洱海,1970年其捕获量高达125万公斤,约占年产鱼量的1/4。该鱼不仅和一些土著鱼争饵料,并能吞食鱼卵,危害其他鱼类的繁衍和生长。

以上提到的与水生资源开发利用有关的主要问题,大多数已引起了注意,并采取了措施加以解决。例如围湖造田,已将一部分更适于发展渔业的围垦土地退还湖泊;工农业生产和渔业对环境的危害已经有多年的大量调查研究,提出了对策和防治措施。

对湖泊资源的利用应该采取综合规划,协调

发展的方针,在利用开发各种资源时兼顾经济、生态环境和社会效益。

1. 要根据社会、经济、自然地理和湖泊的状况,因地制宜地确定湖泊在国民经济中的主要功能和其他功能。

2. 在开发利用湖泊资源时,要统筹兼顾。发挥主要功能时应注意照顾其他功能,在发生矛盾时,其他次要功能应服从主要功能。

3. 开发利用湖泊生物资源时,应特别注意保护生物资源本身的再生产,以及保护生态环境。

(责任编辑 蔡德诚)

(上接第27页)

辑上简单的、具有高度可证伪性而又具有高度似真性的理论。把这些特征概括起来,可以说,科学中的一个好的假说或理论,应当“出于简单而归于深奥”。这里所说的“简单”,是指理论的逻辑简单性,即理论中作为逻辑出发点的初始命题数量要少;这里所谓的“深奥”,是指理论的高度可证伪性和高度似真性,即一个高度可证伪的理论耐受严峻的检验,它的解释和预言能与广泛的经验证据精确地符合。不难看出,这里所提出的评价科学理论的“三性标准”,是较能与科学中的实际情况相符合的。爱因斯坦曾经赞扬过麦克斯韦的理论,说“在它们的简单的形式下隐藏着深奥的内容”。同样地,我们将看到,按照这样的评价标准,牛顿理论和爱因斯坦相对论可以说都是这种好的假说或理论的典范。牛顿理论仅仅从三条运动定律和万有引力定律等少数基本命题和概念出发,就解释了天上地下广泛的自然现象,它具有高度的可证伪性又具有高度似真性。爱因斯坦理论是更优的理论,他的狭义相对论仅仅从两条基本命题和若干基本概念出发,不但解释了牛顿运动理论所解释的现象,而且还解释了麦克斯韦理论所解释的现象,甚至还蕴涵了从这两个理论不可能导出的其它自然现象和规律的陈述,如 $E=mc^2$ 。它具有比牛顿理论更高的可证伪性和更高的似真性。

顺便说说,上面我们在讨论科学理论的评价指标时,只考虑了理论的逻辑简单性、可证伪性和似真性这三个要素,而没有考虑科学在总体上的实用性这个与科学总目标相联系的价值因素。一是因为我们这里所讨论的是科学中局部性的具体理论的评价,不涉及科学的总体;二是因为一个具体理论如果满足了上述三个要素的要求,一般说来,它也就能为科学总体达到实用上的有效性做出贡献。

(责任编辑 孙立明)