

· 科技与社会 ·

归纳风险与价值涉入

——以毒理学研究为例

洪 秀¹,蔡 仲²

(1. 东华大学 马克思主义学院,上海 200051; 2. 南京大学 哲学系,南京 210023)

摘 要:一种普遍的、广为接受的科学与价值之间的关系为:仅认知价值在科学内核中发挥作用,非认知价值只能关涉科学的外围,如问题的选择、方法论的限制、知识的应用等。然而,归纳风险论题通过对科学中决策错误而导致的非认知后果的权衡,使得非认知价值在接受何种风险的问题上发挥着不可或缺的功能。毒理学中的相关案例试图揭示出归纳风险在科学的内在阶段,如方法的选择、证据的描述与结果的解释中的具体表现形式,进而表明非认知价值在科学内核中的合理作用。

关键词:归纳风险;非认知价值;科学内核;毒理学

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1674 - 7062(2020)05 - 0101 - 06

一 科学中的价值问题之争

二十世纪三四十年代,关于科学中的价值问题之争,逻辑经验主义内部存在着两派观点,其中,以赖欣巴哈为代表的维也纳小组右翼将价值要素从辩护的语境中剔除出去,而以纽拉特为代表的维也纳小组左翼从非充分决定性与整体主义出发,强调“辅助动机”在科学推理中的不可或缺性。具体来说,学界较熟悉的是以赖欣巴哈为代表的右翼观点,除了两种语境的划分思想,赖欣巴哈在《科学哲学的兴起》中指出知识和伦理是两种本质上完全不同的事业,“对知识的现代分析使得一种认识性的伦理学成为不可能;因为,知识并不包含任何规范成分,因此不能充当伦理学的解释”^[1]。

以纽拉特为代表的左翼观点,却并未受到学术界足够的重视。纽拉特在 1913 年发表的一篇名为“笛卡尔式的迷失的漫游者与辅助动机(关于决定

的心理学)”的文章中,阐发了辅助动机在科学活动中的作用。“迷失的漫游者”这一意象取自笛卡尔《谈谈方法》一书,其中,笛卡尔指出不同于知识领域,在实践领域中,人们常常需要在不确定的条件下做出坚定的决策。正如那些迷失在森林里的漫游者,为了找寻出路,他们只能简单地朝某个方向前进,但却无法给出这般行动的确切理由。纽拉特认为,笛卡尔的区分是错误的,如同实践行动,科学或知识也需要一些无扎实的经验基础的理由,如辅助动机。

然而,到了二十世纪五六十年代,科学中的价值问题之争却从最初两派鼎力的局势转变为右翼的独树一帜。在这种转变中,社会政治条件的突变发挥了关键性的作用。冷战、麦卡锡主义等政治氛围迫使科学哲学家避免谈及科学中的价值问题,对后者的谈论令人不安:冷战要求践行一种严格的二分法,如科学是客观的,价值是主观的,对科学中的价值问

【收稿日期】 2018 - 04 - 20

【基金项目】 东华大学中央高校基本科研业务费专项资金“归纳风险论题的源起、发展与现实指向”(20D111604); 东华大学人文社科繁荣计划项目“大科学背景下价值对科学知识生产的涉入”(116 - 10 - 0108019)

【作者简介】 洪 秀(1990 -),女,安徽芜湖人,东华大学马克思主义学院讲师,研究方向为科学技术与社会;
蔡 仲(1959 -),男,江苏涟水人,南京大学哲学系教授,研究方向为科学技术与社会。

题的探讨实则是在走一条中间路线;价值问题属于一种极为宽泛的话题,不符合科学哲学不断走向专业化、技术化的学科要求。研究主题相对集中且与政治无涉的科学哲学意象更易使科学哲学家从冷战中幸存下来。正是在上述社会条件的催化下,到了20世纪50年代末,关于价值在科学中的角色问题以及科学在社会中的地位问题等方面的争论在科学哲学中消失殆尽,一种高度形式化的科学哲学占据主导。

但即使赖欣巴哈、卡尔纳普等人的观点在科学哲学中广为流传,其狭隘的技术分析视角并未被完全接受。韦斯特·丘奇曼(West Churchman)、菲利普·弗兰克(Philip Frank)与理查德·鲁德纳(Richard Rudner)等人在继承纽拉特的社会政治旨趣的基础上,认为有必要对科学中的价值问题予以重新探讨。他们认为,社会伦理价值是科学推理的必要组成部分,对科学家而言,公共政策制定者的角色同样关键,正是这种身份凸显出了非认知价值在科学内容中的合理作用。上述论断后被亨普尔概括为归纳风险,后者旨在判断接受或拒斥理论时证据的充分性,而这种判断需依据接受或拒斥该理论的具体情境。总之,归纳风险论题是对冷战之后日渐兴起的价值无涉理想的最后控诉,是对科学中的价值问题的最后挣扎。到了20世纪60年代,科学哲学已经成为认识论的一个子系统,价值无涉理想最终以建立,以纽拉特为代表的左翼观点被遗失在历史长河之中。

故而,在主流科学哲学中,关于科学中的价值问题的一般观点为:科学应“价值无涉”,即道德、政治与其他社会价值在科学理论的辩护中不能扮演一种合法的角色。上述观点以两种区分为前提:(1)将认知与非认知价值区分开来,伦理、社会、政治、文化价值等属于非认知价值,理论内在的一致性、理论之间的融贯性、经验的准确性、简单性、解释力等属于认知价值;(2)将科学研究划分为不同阶段,如问题的选择、假说的接受、知识的应用等。这种温和的价值无涉理想对认知的诚实性予以辩护,其表明在研究项目的选择与知识的技术应用中,即使是非认知价值也同样发挥着某种直接或间接的作用;而在科学的核心阶段——基于证据对假说的评价与接受,仅认知价值发挥作用^[2]。

自20世纪90年代以来,科学中的价值问题在科学哲学中又掀起了一股讨论的热潮。科学价值无涉理想也越来越受到各个不同视角的批判。其中,

海瑟·道格拉斯(Heather Douglas)继承并延伸了丘奇曼、鲁德纳与亨普尔等人的归纳风险论题,使得非认知价值对科学内核的涉入成为可能。

二 何为归纳风险

归纳风险论题的历史发展可以划分为两个阶段。第一阶段是1948—1965年间丘奇曼、鲁德纳与亨普尔对该论题的提出与阐释。第二阶段是20世纪末道格拉斯对该论题的复兴。1948—1965年间,一系列文章探讨了价值能否作为科学研究的合理的组成部分的问题,而所有那些主张价值在科学中的合理运用的文章大多建立在归纳风险论题的基础上。在科学哲学文献中,与归纳风险相关的陈述最早出现在鲁德纳一篇名为“科学家以科学家的身份做出价值判断”的文章中。他指出,科学家在多少证据之下才能决定接受或拒斥假说,取决于一旦错误地接受或拒斥该假说之后所产生的实践或伦理后果。简言之,我们在接受任何假说之前,都必须依据错误的严重性来判断用以接受该假说的证据是否足够充分^[3]。由此,鲁德纳认为,关于错误的严重性的价值判断是假说接受与否的一个不可或缺的部分。具体来说:(1)科学推理的主要目标之一在于决定是否接受或拒斥假说。(2)关于是否接受或拒斥假说的决策应该部分地依赖于对接受某一错误的假说或拒斥某一正确的假说所付出的代价的价值判断。(3)因而,价值判断应当影响科学推理^[4]。

与鲁德纳的观点一致,丘奇曼指出对假说的接受不同于对假说的确证。确证旨在解决的是不同证据对假说的支持度的问题,即确证度问题。但该问题并不足以理解所有的科学实践,“存在着这样一些案例:尽管其中的假说具有很高的确证度,但我们并不想要接受它,因为我们畏惧某些错误选择的后果”^[5]。故而,为了对假说做出一种全面的评价,人们必须考虑接受或拒斥该假说的种种后果。

然而,鲁德纳和丘奇曼的观点遭到那些以逻辑分析为核心旨趣的科学哲学家的反对。这些反对意见可以被划分为两类:第一条批评路径由理查德·杰弗里(Richard Jeffrey)发展而来。在1956年发表的“科学假说的评价与接受”一文中,他指出:科学家不应接受或拒斥假说,而只应为假说分配概率,之后便将假说及其可能性移交给公众^[6];埃尔曼·麦克马林(Ernan McMullin)也指出:我们不应期望或要求科学家考虑错误地接受理论所引发的后果,这类问题应由那些使用科学的人来决策^[7]。第二条批评路

径以伊萨克·莱维(Isaac Levi)为代表。他指出:科学家在做出决策时,确实需要价值判断的涉入,但这里的价值仅限于内在于科学共同体的认知价值^[8]。

亨普尔从争论双方出发明确提出并概括了归纳风险论题。在“科学与人类价值”一文中,他指出,由于证据对经验理论的支持总是归纳的,因而,任何假说都不可能获得完全的确定性,即任何假说都存在着被新的证据证伪的可能性,换言之,对任何假说的接受都蕴含着一定的归纳风险。科学知识的不确定性或可错性要求人们建立假说接受的恰当规则,一种恰当的接受规则需要考虑假说的接受或拒斥所产生的所有可能结果,这些结果共涵盖以下四种可能性:第一,假说被接受为真,实际上,它也是真的。第二,假说被拒斥为假,实际上,它正是假的。第三,假说被接受为真,但实际上它却是假的。第四,假说被拒斥为假,但实际上它却是真的^[9]。前两者是科学旨在实现的目标,后两者代表着任何接受规则都包含的归纳风险。一旦接受某种错误的假说并以此行动,则会带来严重的社会、伦理后果。因而,假说接受的后果越严重,所需的相应的证据标准就越高。总之,非认知价值对接受语境的涉入,使得人们超脱纯粹认知的视角,从实践的意义对证据的充分性予以新的评价。

上文提及的20世纪60年代确立的价值无涉理想表明,非认知价值在科学中的合法角色一般被限定在三个决策点:研究问题的选择、知识的应用、方法论的限制。朗基诺认为,上述对价值在科学中的三种角色的描述符合一种外部模型^[10],即非认知价值仅涉入科学推理的外围,科学推理的内在过程全然免除了非认知价值的侵蚀。但随着科学与人类生活的日益贴近,科学的影响已经超越了纯粹知识的领地。对任何人而言,无视错误衍生的后果都是一种不负责任的行为,科学家同样有责任去思考其行为可能带来的可预见的后果^[11]。

到了20世纪末,归纳风险论题得以复兴。道格拉斯超越了亨普尔对该论题的有限诠释,将其从接受的语境拓展至科学研究的整个过程,包括方法的选择、数据的搜集与描述、结果的解释等^[12]。在上述每一个节点,人们都存在犯错的可能性,因而总是伴随着相应的后果。正如接受理论存在着归纳风险,接受方法、数据与解释同样存在着归纳风险。在科学中的价值问题上,归纳风险论题将非认知价值纳入科学的内核,从而彻底地区别于上述外部模型。继道格拉斯之后,归纳风险论题广受评论,被应用至

多个领域,如毒理学、气候科学、环境研究、性别研究等。下文主要借助毒理学中的相关案例来论述归纳风险在方法的选择、数据的描述与结果的解释中的具体表现形式,进而表明非认知价值对科学内核的涉入,从而对主流的价值无涉理想予以解构。

三 非认知价值对科学内核的涉入

在毒理学研究中,无论是对统计显著性水平的设定抑或对证据的分类,都蕴含着归纳风险,不同国家对阈值或非阈值模型的选择也是基于对不同风险(利益亏损与健康隐患)之间的权衡。上述权衡使得非认知价值成为科学内核的必要组成部分。

(一) 方法选择中的归纳风险:对统计显著性水平的设定

对于统计显著性水平的审慎选择关乎科学家愿意容忍何种类型的错误。在毒理学研究中,为了判定某种化学物质如苯是否为人类致癌物,毒理学家往往面临着假阳性或假阴性的风险。假阳性是指科学家错误地相信暴露在苯中的人群患白血病或再生障碍性贫血等恶性疾病的概率会增加,但实际上不会。假阴性是指科学家错误地相信暴露在苯中的人群患白血病或再生障碍性贫血等恶性疾病的概率不会增加,但实际上却会^[13]。

统计显著性被用来判别暴露与非暴露两种情境中受试人群在反应上是否具有显著性差异。对癌症研究而言,这种统计显著性检验尤为重要,只有当暴露人群与非暴露人群在某种化学物质的致癌率上存在显著差别时,该物质的致癌作用才会得到认可。统计显著性水平越高,对不同受试人群反应上的差异性也要求越显著。这种统计学上的严格标准则会导致假阳性发生概率的降低,相应地,假阴性的发生概率便会增加。如果人们设置较低的统计显著性标准,那么,暴露人群与非暴露人群之间在癌症发病率上的微小差异便会被视为显著性差异,进而将其归功于一定剂量的某种化学物质的作用。最终,这将会增加假阳性的可能性,降低假阴性的可能性。总之,在给定的实验条件下,科学家不可能同时最小化假阳性与假阴性的概率,科学家必须在二者间做出权衡^[14]。

从事基础研究的科学家往往偏爱较低概率的假阳性。假阳性的概率值的递减反映了科学家严谨的科学态度以及对科学进步的追求。当假阳性的概率保持较低的阈值时,阳性的结果便会以相当高的置信度被整合进人类的知识体系当中。然而,在不确

定条件下的社会决策则不同于纯科学中的决策,前者还要求考虑伦理或法律责任。因而,基础科学中最小化假阳性这一默认规则无法为政策相关的科学提供合理依据^[15]。在与政策相关的科学中,认知上的考量并不是人们唯一的关注点,上述两类错误衍生的非认知后果也是不容忽视的。

在动物研究中,对环境中普遍存在的化学物质如二噁英的潜在危害的检验,往往被用来决定该化学物质是否具有某种特殊效应,以及该化学物质与效应之间具有何种剂量反应关系。在此基础上,该结果被外推至人类,进而被用来设定与该化学物质相关的监管条例。在检验二噁英是否具有某种特殊效应时,选择过多的假阳性则意味着,二噁英会对动物造成比实际情况更为严重的伤害,这便导致对该物质的过度监管,进而使得工业部门承担过多的监管压力与经济代价;而选择过多的假阴性则意味着,二噁英会对动物造成比实际情况更为轻微的伤害,这便导致对该物质的监管不力,进而使得公众承担健康风险。依据对上述非认知后果的不同评价,科学家会偏向不同概率的假阳性与假阴性,即科学家会设置不同水平的统计显著性。

综上,为了在假阳性与假阴性之间寻求某种恰当的平衡,人们需在两种非认知后果之间进行恰当的权衡。这种权衡依赖于人们更倾向于接受何种风险:一方面,减少假阳性,可以降低商业风险,但可能损害公共健康;另一方面,减少假阴性,可以降低公共风险,但可能损害商业利益^[15]。如何在两者之间找到平衡,要求人们在具体情境中对科学研究的内在阶段进行非认知判断。

(二) 证据描述中的归纳风险:对疑似案例的分类

一旦科学家选定了某种方法开展实验,那么,随之而来的工作便是对数据的搜集与描述。在证据描述中,面对一些未曾预料的疑似案例,科学家必须做出选择,而这种选择往往蕴含着一定的归纳风险。

在二噁英是否具有致癌效应的研究中,科学家一般选择啮齿动物为实验对象,实验周期一般为两年,接近这类动物的自然生命周期。实验结束之后,组织和器官样品往往被制作成切片,毒理学家再对此进行分析与评价。1978年,理查德·科希鲍(Richard Kociba)与陶氏化学公司中的其他毒理学家发表了一项特殊研究,后者为政策制定者设定环境中可接受的二噁英水平提供了主要依据。在这项针对二噁英是否具有致癌作用的首次长期实验中,科希鲍关注的焦点是雌鼠肝癌的发病情况^[16]。病

理学家对科希鲍实验中的雌鼠肝脏切片进行了三次独立的评价,最终却得出了不同的分析结果。第一次评价是1978年由科希鲍在其相关研究中做出的。第二次评价是1980年在美国环保局的授权下由罗伯特·斯夸尔博士做出。第三次评价是在造纸工业部门的邀请下由一家私人承包公司组织的病理学家小组做出。在上述三次评价中,良性、恶性以及总体癌变肝脏的数量在三种不同的剂量水平上都呈现出一定的差异。然而,这些评价面向的是完全相同的切片,且三者都未对科希鲍实验进行重复,唯一的不同在于对老鼠的肝脏切片予以重新分类。换言之,在鼠肝切片的分类问题上,存在着显著的不确定性。这些不确定性伴随着显著的归纳风险,故而,有必要对潜在错误的后果加以评价。

如同对统计显著性水平的设置,在此案例中,病理学家需同样关注假阳性与假阴性之间的平衡问题。假定某位病理学家选择将所有的疑似案例都视为非癌变现象,那么,这种分类会导致假阳性的减少,但很有可能增加假阴性的概率,其结果便是对恶性肿瘤的低估以及相应地对风险的低估。由于科希鲍的二噁英研究在相关政策制定中至关重要,上述分类很有可能导致管制上的疏忽,公共健康也将遭受更为严重的威胁。该病理学家在选择将所有疑似案例视为非癌变时,必须预先判断上述非认知后果(公共健康的损害)是一种可接受的风险。假定另一位病理学家将所有疑似案例都视为癌变现象,那么,这种分类会导致假阴性的减少,相应地,假阳性的概率便有可能增大。尽管上述分类会促进政府部门对公共健康的保护,但它也会招致过度监管,进而导致不必要的经济损失。该病理学家在选择将所有疑似案例视为癌变时,必须预先判断上述非认知后果(经济利益的损失)是一种可接受的风险。

上述案例表明,在数据描述中同样存在着归纳风险,这类风险同样关联着非认知后果。低估或高估雌鼠肝脏切片中的癌变数量都会对有关二噁英的危险性的评估造成影响,病理学家有必要识别并且权衡不同分类决策中伴随的非认知后果。对分类系统的选择、分类系统在数据描述中的应用、对数据的取舍以及对数据可靠性的判断等决策点都存在错误的风险,因而,通过对证据描述中的归纳风险的考量,非认知价值涉入科学内核当中。

(三) 结果解释中的归纳风险:对阈值与非阈值模型的选择

在二噁英研究中,科学家之间的争论更多地集

中在对结果的解释上,尤其体现在二噁英的致癌效应是否存在阈值的问题上。基于不同剂量水平上的实验结果与背景假定,支持或反对阈值理论的论断都是可靠的。然而,无论采取何种解释,都伴随着显著的不确定性。这种不确定性衍生的后果创造出了一个具有相当大的归纳风险的决策空间。

在关于二噁英致癌效应是否具有某种阈值的论断中隐含着两种对立的背景假定:(1)有些毒理学家认为,对于任何毒性效应来说总是存在着某种阈值,“剂量决定毒性”是毒理学的基本准则之一。这条准则可追溯至16世纪毒理学之父帕拉塞尔苏斯提出的观点:所有物质都是毒物,不存在没有毒性的物质,毒物与药物之间的区别在于剂量^[17]。(2)有些毒理学家却又认为,从癌症的形成机理来看,尤其是对辐射致癌而言,根本不存在任何阈值,即在此情境下,剂量并未决定毒性,无论多么微弱的辐射,都有可能引发癌症。可诱变化学物质与辐射具有大致相同的作用方式(损坏DNA),故而,任何剂量的诱变剂都不可能是安全的。二噁英本身并不具备诱变功能,但它却是一种强有力的癌症促进剂,也就是说,二噁英本身无法促进癌症的发生,然一旦某种诱变剂进入细胞之后,这类促进剂便会大大增加癌症的发病率。

在二噁英癌症促进能力有无阈值的争论中,1978年科希鲍的实验数据发挥了核心作用。上文提及的三次独立评价的共同结论为:给定日摄入剂量为10—100ng/kg的老鼠,其肿瘤的发病率显著提升,而给定日摄入剂量为1—10ng/kg的老鼠,其肿瘤的发病率与对照组之间不存在显著差异。科学家依据不同剂量水平下的实验结果与背景假定,分别论证了阈值模型与非阈值模型的可靠性。

基于10—100ng/kg剂量水平上的实验结果,持阈值模型的科学家假定了一种新型的因果关系:老鼠肝癌的发生并非由二噁英的癌症促进作用直接引发,而是由二噁英对肝脏造成的急性毒性效应间接引发,进而导致肝细胞的死亡,并强迫肝脏进行快速细胞繁殖^[16]。在高剂量水平上,所有癌变的肝脏都呈现急性中毒现象。而在中间剂量水平上,只有8—9个癌变肝脏呈现出急性中毒现象。在最低剂量水平与对照组中,肝脏并未呈现明显的中毒迹象。如果人们认为肝中毒是一种阈值效应,且肝癌仅仅是这种毒性效应的副产品,那么,这便有理由假定二噁英的癌症促进能力存在阈值。在这种推理路径下,肝中毒停止的剂量水平正是二噁英癌症促进能力的

阈值,即在日摄入1—10ng/kg剂量水平上不存在显著的致癌风险。

持非阈值模型的科学家从统计有效性出发对1—10ng/kg剂量水平上的实验结果提出质疑。他们指出,在科希鲍实验中,每一剂量水平上的肝脏切片数均为50,如果在日摄入为1—10ng/kg剂量水平上,实验组与对照组在癌症的发病率上仅有1%的差别,那么,在一个仅有50只老鼠的样品空间中,1%致癌效应在统计学上是无法检测的,也是不可观察的。因而,所谓的“阈值”仅仅关涉人们在有限的资源中观察某种效应的能力,它表征的是人类检测水平的局限,而非二噁英致癌效应的极限。故而,科希鲍的实验结果并未提供一种可供监管者使用的有效阈值,在现实社会数百万的人口基数下,1%甚至比1%更低的致癌率也必须予以谨慎对待。

综上,导向阈值模型的背景假定包括以下内容:肝中毒很有可能是癌症的起因;二噁英的癌症促进作用很有可能是一种阈值效应。上述背景假定使得实验结果中呈现的阈值成为实际的阈值。导向非阈值模型的背景假定包括以下内容:结果的统计效力不够显著,难以有效检测阈值的存在与否;肝中毒与癌症之间的确存在某种联系,但未必是一种因果关系。对于不同背景假定与解释模型的选择,会对二噁英管制上的紧迫性造成显著影响。那些支持阈值模型的国家对环境可接受的二噁英水平的设定比那些支持非阈值模型的国家高出100倍^[18]。如果人们错误地采用某种阈值模型,现实中的管制将很可能过于宽松。如果人们错误地采用某种非阈值模型,现实中的管制将很可能过于严苛。一种可接受的剂量并非仅仅取决于阈值的存在与否,而且取决于人们愿意承担的非认知风险。

四 结语

不同于伦理、社会等非认知价值对科学外围施加的限制,上述三个案例则通过对错误的非认知后果的考量,将非认知价值纳入科学内核中。当然,这并不意味着所有内在阶段中的科学决策都需要非认知价值的参与。当不确定性微乎其微时,即错误的几率可忽略不计时,对错误后果的考量则显得无关紧要。另外,某些基础研究领域中做出的错误决策的确很难对外界造成非认知影响,非认知价值难以涉入其中。然而,在学术研究日趋商品化的现实语境下,这类研究逐渐占据边缘,国家与工业机构将大多数资助都投入应用研究或者那些具有应用潜力的

基础研究中。科学不再是一项科学家的纯粹认知事业,而是一项关乎科学家、公众、政府、企业等的伦理事业。在上述语境下,对科学研究各个阶段中的归纳风险的考量,即对各种错误选择的非认知后果的考量,便显得至关重要。

【参 考 文 献】

- [1] 赖欣巴哈. 科学哲学的兴起 [M]. 伯尼, 译. 北京: 商务印书馆, 2009: 238.
- [2] BRIGANDT I. Social values influence the adequacy conditions of scientific theories: beyond inductive risk [J]. Canadian journal of philosophy, 2015, 45(3): 329.
- [3] RUDNER R. The scientist qua scientist makes value judgments [J]. Philosophy of science, 1953, 20(1): 3.
- [4] STEEL D. Epistemic values and the argument from inductive risk [J]. Philosophy of science, 2010, 77(1): 17.
- [5] CHURCHMAN C W. Statistics, pragmatics, and induction [J]. Philosophy of science, 1948, 15(3): 249–268.
- [6] JEFFREY R C. Valuation and acceptance of scientific hypotheses [J]. Philosophy of science, 1956, 23(3): 237–246.
- [7] MCMULLIN E. Values in science [C]//ASQUITH P, NICKLES T. PSA: proceedings of the 1982 biennial meeting of the philosophy of science association, East Lansing, MI: Philosophy of Science Association, 1983: 3–28.
- [8] LEVI I. On the seriousness of mistakes [J]. Philosophy of science, 1962, 29(1): 47–65.
- [9] HEMPEL C G. Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science [M]. New York: The Free Press, 1965: 92.
- [10] LONGINO H. Science as social knowledge [M]. Princeton: Princeton University Press, 1990: 85.
- [11] BROWN M J. Values in Science beyond underdetermination and inductive risk [J]. Philosophy of science, 2013, 80(5): 6.
- [12] DOUGLAS H. Inductive risk and values in science [J]. Philosophy of science, 2000, 67(4): 564–565.
- [13] CRANOR C F. Toxic torts: science, law and the possibility of justice [M]. New York: Cambridge University Press, 2006: 100.
- [14] DOUGLAS H. Science, policy, and the value-free ideal [M]. Pittsburgh: The University of Pittsburgh Press, 2009: 118–120.
- [15] SHRADER-FRECHETTE K. Tainted: how philosophy of science can expose bad science [M]. New York: Oxford University Press, 2014: 197–202.
- [16] KOCIBA R, KEYES D, BEYER J, et al. Results of a two-year chronic toxicity and oncogenicity study of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in rats [J]. Toxicology and applied pharmacology, 1978, 46(2): 279–303.
- [17] 吉尔伯特. 生活中的毒理学 [M]. 周志俊, 顾新生, 刘江红, 等译, 上海: 上海科学技术出版社, 2013: 17.
- [18] FINKEL A M. Dioxin: are we safer now than before? [J]. Risk analysis, 1988, 8(2): 161–165.

Inductive Risk and the Permeation of Values: Taking Toxicology for Example

HONG Xiu¹, CAI Zhong²

(1. School of Marxism Studies, Donghua University, Shanghai 200051, China;

2. Department of Philosophy, Nanjing University, Nanjing 210023, China)

Abstract: A common and widely accepted relationship between science and value is that: only cognitive values play a role in the core of science; non-cognitive values relate to the periphery of science, such as the selection of problems, the restriction on methods, and the application of knowledge, etc. However, the concept of inductive risk makes non-cognitive values play an indispensable role in the question of what kind of risk should be accepted by weighing non-cognitive consequences caused by mistakes of decision-making in science. Some relative cases in toxicology attempt to reveal the specific manifestations of inductive risk in the internal stages of science, such as the choice of method, the description of evidence and the explanation of result, and then suggest the legitimate function of non-cognitive values in the core of science.

Key words: inductive risk; non-cognitive values; the core of science; toxicology

(责任编辑 许玉俊)