

doi: 10.15936/j.cnki.1008-3758.2015.04.002

# 不确定性状态下纳米技术的评估

龚超, 王国豫

(大连理工大学 人文学院, 辽宁 大连 116024)

**摘 要:** 纳米技术的发展面临着巨大的不确定性的挑战。在不确定性状态下,对纳米技术的评估面临着“科林格里奇”困境。为此,欧美学术界在传统技术评估的基础上,提出了远景评估、建构性评估及实时技术评估等三种评估方法。然而这些评估模式或者试图推测纳米技术的未来,或者着眼于从过程中控制纳米技术的发展方向,均带有一定的局限性。而基于中国哲学的面向行动的可行性评估方法,具有原位性(具体、因地制宜)、动态性(即时性、与时俱进)、整体性等方面的特征,在面对纳米技术的不确定性时,强调要与不确定性共存而不是回避或者设法控制不确定性,这对于解决“科林格里奇”困境具有一定的指导意义。

**关 键 词:** 纳米技术; 不确定性; 技术评估; 可行性

**中图分类号:** N 031

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1008-3758(2015)04-0339-05

## Technology Assessment of Nanotechnology Under Uncertainty

GONG Chao, WANG Guo-yu

(School of Humanities, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

**Abstract:** The development of nanotechnology faces great challenges of uncertainty. Under the condition of uncertainty, the assessment of nanotechnology might be confronted with Collingridge's dilemma. Based on the traditional technological assessment, scholars in Europe and USA proposed three approaches—vision assessment, constructive assessment and real-time assessment. However, such technological assessment models have their own limitations such as trying to predict the future of nanotechnology and controlling the directions of nanotechnology development. Based on the Chinese philosophy, the feasibility assessment of nanotechnology is action-oriented and characterized by in situ (acting according to circumstances), dynamics (instantaneity and advance with the times) and integrality. Faced with the uncertainty of nanotechnology, the feasibility assessment of nanotechnology emphasizes the coexistence with uncertainty rather than avoiding or controlling it, which is of significance to tackle Collingridge's dilemma.

**Key words:** nanotechnology; uncertainty; technology assessment; feasibility

收稿日期: 2015-03-10

基金项目: 国家社会科学基金重大资助项目(12&·ZD117); 国家科技部 973 计划研究资助项目(2011CB933401)。

作者简介: 龚超(1983-),男,湖南益阳人,大连理工大学博士研究生,主要从事技术伦理学、技术哲学研究; 王国豫(1962-),女,江苏盱眙人,大连理工大学教授,博士生导师,主要从事德国哲学、技术伦理学、科学技术与文化研究。

## 一、技术评估的发展与困境

技术评估是系统地评价技术方案的本质、意义、状态和价值的一种分析方法<sup>[1]</sup>。它试图通过预测技术及应用过程中可能带来的经济、社会、环境等方面的影响,使政策或决策既考虑近期利益与远期后果,也考虑经济效益与可能发生的难以逆转的社会、环境影响,从而使政府决策部门将有关技术影响的信息纳入到决策过程中<sup>[2]</sup>。

一般认为,技术预测是技术评估的最开始的形式,它是通过预测技术的发展趋势,帮助政府部门或大型公司制订有关技术的投资计划。到了 20 世纪 60 年代,随着环境污染、生态破坏等技术的负面影响的日益突出,技术评估的概念在美国应运而生<sup>[3]</sup>。1972 年,美国国会成立了技术评估办公室,该办公室第一任主任 Daddrio 认为技术评估是政府决策中的一种形式,它的目的是为政策制定者提供一个公正客观的评估<sup>[3]</sup>。在理想的情况下,它就是一个提出合理问题并获得及时且正确的反馈的系统,它能识别政策制定过程中的争论,评估不同行动过程和技术在当前所产生的影响。这种技术评估被称为传统预警式的技术评估<sup>[2]</sup>。

经过半个多世纪的发展,技术评估逐渐发展出不同的评估方法或模式。Hubig 总结了技术评估最基本的四种方法是归纳法、演绎法、模拟法和情景描述法<sup>[4]</sup>。Smits 等把技术评估分成觉察型、战略型和建构型等三种技术评估模式<sup>[5]</sup>。总的来看,技术评估传统的研究领域主要包括技术的影响和后果、技术的政策路径、技术的实施条件和技术冲突等。借助于技术评估方法,人们有意识地塑造技术的发展方向,并在技术发展的早期辨别新技术的潜能和利益,以最大程度地获得发展的机会。

然而,进入 21 世纪以来,由于以纳米技术为代表的新兴技术不确定性问题的不断显现,传统技术评估模式已经很难适应新兴技术的发展进程。纳米技术的不确定性从本体论方面来看,是由其自身的特性所决定的,如纳米技术的自组织特性或技术系统的不可预测性。从认识论方面来看,纳米技术的不确定性是指在信息、知识缺少的情况下所造成的知识缺失或可靠性缺乏。这种双重的不确定性往往导致对纳米技术的未来发展方

向难以把握。当采用目前我们所掌握的知识体系和评价规范去衡量未来的、可能的技术时,逻辑推理、经验论证等传统方法显然无法满足对纳米技术的不确定性后果进行评估的要求。即使是运用基于模拟的情景分析方法对纳米技术进行评估,也仍然是从现有的知识和规范模式出发的。然而另一方面,我们又不能等到纳米技术完全成熟、当不确定性的后果发生且不可逆转的时候再来进行评估。这就是所谓的“科林格里奇”困境:即在技术发展的早期,我们很难预料某一技术的后果,但不好的后果一旦出现,技术往往已经发展成为了整个社会和经济结构的一部分,对它的控制也变得非常困难<sup>[6]</sup>。为此,欧美学术界逐渐发展出几种新的技术评估模式:如远景评估、建构性评估和实时技术评估,试图破解在新形势下技术评估所面临的困境。

## 二、欧美纳米技术评估的三种模式

### 1. 德国:远景评估

纳米技术的远景评估(vision assessment)由德国哲学家 Grunwald 提出。远景评估是从技术的视角出发,在审视认知和可估计的方面来看待纳米技术的后果。它的中心任务是在认识论层面解构未来发展的条件,并为有关适应性和有效性的一系列伦理反思提供对象,目的是为我们提供一个开放的、认知意义上的及面向规范的对话平台。例如在专家和公众之间的沟通,在技术研发、伦理影响和规章制度等领域。远景评估的任务之一是直接面对有关未来的不同的甚至是完全分歧的景象。一方面,这种情况会在分析问题的时候出现;另一方面,直接讨论那些关于未来的分歧性的观点,阐明其各自的前提和假设。

远景评估致力于从认知和规范两个方面来对纳米技术未来的条件和结果作出说明。对于不确定未来的认识论分析,包括仔细考察纳米技术未来的结构和基础,通过制定计划、预测未来发展、构建情境等表达希望和恐惧。这种未来是我们想象出来的,也无法通过经验层面的直接观察实现。对于未来条件的认识论分析将在认知层面揭示远景的方方面面,例如知识的分量及所缺少的知识,各个不同的前提及与之联系的未来的具体情境,审视其可实现达到条件,以及涉及的各个时期。远景评估的规范性内容则包括对于未来社会的想

象、对于人类发展的预期、对于当前问题的可能性诊断、通过纳米技术可预期的发展来促进问题的解决。

远景评估的主要依据在于：第一，未来是我们当前不可避免的一部分，它们能够被构建和沟通。第二，我们不能对未来进行直接的评估，我们对未来的思考只能依据现有的知识、价值、恐惧和期待。第三，未来构建的方式及组成对于其具体内容是决定性的。最后，对于未来的评估要从细节上考虑其构建的过程和具体的组成。对于未来的认识都是一种“解构”：也就是拆散未来的各个组成，如知识、不确定性、假说、价值，以及它们组成的方式，再对其有效性和合理性进行评估<sup>[7]</sup>。

远景评估是不确定性状态下纳米技术评估的一种有益尝试，但它仍然存在着局限性。第一，远景评估预设的基本前提是技术的发展进程、社会影响、环境影响等都是可以预测的，但像纳米技术这类新兴技术的非线性特征表明，技术未来的发展是难以预见的，仅仅依靠目前我们所掌握的知识并不能解决技术发展过程中的不确定性与风险<sup>[1]</sup>。第二，在技术评估过程中，必然会带进评估主体的价值判断，这种价值的渗透性进一步限制了人们对潜在技术在社会与环境影响等方面的预见能力。在不能保证评估公正性的情况下，决策者因此也很难得到中立且客观的信息<sup>[3]</sup>。

## 2. 荷兰：建构性评估

建构性评价（constructive technology assessment）的提出最早可以追溯到20世纪80年代，反映出技术评估在其发展过程中从重视预测结果到强调参与介入的转变。荷兰特温特大学的Rip等人对建构性技术评估的定义是在技术的决策过程中尽可能多地吸引相关社会因素（利益相关者）的持续参与，以期实现在实践中技术与社会发展的最佳结合<sup>[8]</sup>。建构性技术评估认为技术发展离不开不同利益相关者的密切参与，技术发展的过程就是一个包括社会学习在内的不断反馈调整的过程。

对于纳米技术在发展过程中所面临的不确定性问题，建构性评估将纳米技术的发展看做是不同利益相关者通过相互对话和协商而实现的社会建构的结果，而且这种参与在技术发展的开始阶段就予以实施。纳米技术尚处于发展的早期，人们对它有着诸多美好的设想，但这些设想最终能否实现还处于不确定性的状态，它的社会影响更

是难以把握。针对这种困境，建构性评估采用“社会—技术情景”的方法对纳米技术在早期的政策制定、决策监管和研发等提供参考，也就是说，建构性技术评估不仅关注处于下游的社会应用阶段，更关注处于上游的政策制定阶段和中游的研发阶段，并重视这三个阶段的互动影响<sup>[9]</sup>。

纳米技术建构性评估的实施通常包括三个阶段。首先是研讨会之前的分析。根据对纳米技术发展现状的调研，从宏观、中观和微观等三个层面描绘出纳米技术“社会—技术”的演化的图景，包括政府、立法、研发等部门及公众等群体对某一项具体的纳米技术应用（如纳米粒子，纳米芯片等）的互动影响，从而对这一具体的纳米技术在未来的发展趋势、社会影响等作出预测。其次，具有社会科学背景的专家将不同的利益相关者召集起来，通过研讨会等形式共同探讨这一具体的纳米技术潜在的风险问题。这一阶段关键的步骤是辨识“社会—技术情景”中的交叉点，在交叉点处，技术的演化可能会走向不同的方向，这些交叉点就是我们反思未来的焦点，有助于我们对相关的策略进行详细讨论。最后，将讨论的成果反馈给与会的政府决策部门和科学家，以便让公众和伦理社会学家的意见能够影响纳米技术的实际发展进程。与研讨会前的分析相比，通过这种讨论我们会对技术发展过程中可能会面临的挑战有一个初步的认识，并能形成一些有价值的应对建议<sup>[9]</sup>。

建构性评估注重利益相关者在研讨会时的沟通交流，这一过程不仅包括对技术发展演化的科学推理，也受到利益相关者个体的经验、知识背景、世界观等隐性知识的影响。按照波兰尼的观点，这种知识蕴含于个人实践之中，且无法用语言表达和传授，是一种缺乏公度性和确定性的个体体认性知识<sup>[10]</sup>。此外，不同的利益相关者通常对技术有着不同的价值取向，例如技术专家更重视技术的专业问题，社会学家更重视技术的社会影响，决策者则倾向于折中的态度<sup>[3]</sup>。建构性评估所面临的难点正在于如何协调利益相关者之间的不同观点和不同的价值诉求，从而形成富有建设性的成果。

## 3. 美国：实时技术评估

2002年，美国社会学家Guston和Sarewitz提出了“实时技术评估”（real-time technology assessment）的技术评估模式。这里的实时性，主要是指从技术发展的一开始就整合科学、工程、社



会科学及政策研究。实时技术评估的前提是认为公众应该了解纳米技术的伦理、法律、社会影响,在此基础上公众往往能支持纳米技术的研究。在社会价值嵌入到技术创新时,我们能对这一过程进行观察、批评并施加影响,并形成明确的机制。

实时技术评估依赖于对知识创新的社会、道德、政治、经济等要素之间动态发展的基本理解,这种理解揭示了知识生产和应用中所包含的复杂的负载价值的选择。实时技术评估的目的是重新设计知识生产和应用,使得我们对技术的选择更加明确、对技术的发展更加了解,使技术的政策更加透明、更具解释性和参与性。实时技术评估借鉴了远景评估、建构性评估等新型技术评估模式的优点,更加重视技术的政策制定过程,一般包括以下四个方面:

一是相似案例类比。主要是通过研究过去技术创新的案例,以此来构建新兴技术与社会在未来相互影响的框架,预测社会对新的技术创新的反应。这一阶段的关键是找到合适的相似案例。二是研究方案描绘。主要是分析相关创新型公司的能力和资源,以确定某一具体纳米技术的研发趋势、主要的利益相关者及其作用等。三是交流与早期警告。主要是以研讨会、公众听证会和共识会议等多种形式了解不同利益相关者对纳米技术的认知、观念和态度。四是技术评估和选择。从科学的、伦理的、社会的、法律的和政治的等多视角出发,评估纳米技术潜在的社会影响,形成有关纳米技术的研究战略和发展目标,以实现纳米技术更大程度地满足公众的期望<sup>[11]</sup>。

实时技术评估与以纳米技术问题为导向的经验研究和动态发展相结合,旨在实现从事纳米技术研究的科学家、研发部门和公众的沟通对话,创造反映研究者和公众等不同利益相关者表达自身价值的平台。在纳米技术发展尚不确定的情形下,实时技术评估希望能预期社会技术之间的互动发展,在技术创新的早期实现更多更有效的社会学习,使得决策和评估的成果能适应更广阔的社会愿景和需求。实时技术评估的这种预期,强调让社会学家和人文学者加入到未来的社会—技术情景建构中,使得未来更具有活力且更加公正。此外,对纳米技术的情景建构的预期并不是一蹴而就的,而应该是在纳米技术的发展及其治理的过程中针对多样的选择持续性地组织不断深化的讨论<sup>[12]</sup>。

### 三、中国哲学的视角:面向行动的可行性评估

总的来看,以远景评估、建构性评估和实时技术评估为代表的针对纳米技术的评估模式都特别重视技术与社会的互动影响,通过重构和反向推断等方法来塑造技术的未来发展,强调在不确定性状态下纳米技术评估的实用性、可评估性和可认知性,强调在纳米技术发展的早期就实施技术评估,实现技术的社会控制。然而,欧美学术界所提出的这些新评估模式或者是试图推测未来技术发展的走向,或者试图控制纳米技术发展的轨迹。最重要的问题在于忽视了纳米技术的非线性特征,忽视了技术演化具有自身的内在规律。

事实上,中国哲学中关于世界是流动的、不确定的思想,对于我们评估与应对纳米技术的不确定性提供了丰富的理论资源。比如说,中国的《易经》可以被看做是一部最早的有关世界是不确定的著作。“易”的基本意义就是“变易”和“变化”,《易经》认为自然界、人类社会是变动不居的,正是由于这种变化,才促成了自然界与人类社会的发生、发展。《易经》也回答了人们如何在变化中寻求生存与发展,也就是在变化中如何行动的问题,提出“以变应变,唯变所适”。

基于中国哲学的面向行动的可行性评估,就是要通过挖掘中国哲学特别是《易经》中所蕴含的丰富思想与观念,旨在为纳米技术的发展提供一种引领性的行动框架原则,而不是基于后果的评价原则。这种可行性评估大致可以分为三个阶段:第一是原位研究。与西方哲学注重形而上的思辨不同,中国哲学更强调经验研究,尤其是对具体事务具体地点的实地考察。对于纳米技术的可行性评估,首先就是要深入到具体的纳米技术本身,通过直接经验了解纳米技术在研究和发展中存在的具体问题,分析哪些纳米技术与环境、健康、伦理、社会、法律等方面有联系。第二是及时调整与修正。中国哲学在承认知识和真理的重要性的同时,更加强调我们的行动应根据相关的情景要素进行调整与修正,也就是在特定的情景中分析相关要素要因时因事而定。例如纳米材料在生物体内和环境中的作用是一个复杂的过程,其真实状态可能与现在实验室研究中所观察的状况存在差异,因此需要对研究结果作进一步的修正

与调整。第三是审慎行动。考虑到事态发展的整体性与可变性,中国哲学更注意动态地整体地看待事物的发展变化。对于纳米技术来说,随着我们认识的深入,确定性与不确定性之间会发生转化,要求我们在实践中采取“且行且看”的策略。对变化的应对可能又会引发新的变化,需要我们动态地制定纳米技术发展的政策和规范,不走极端,全面地看待纳米技术的风险与机遇。也就是说,这种面向行动的可行性评估,具有原位性、动态性和整体性的特点<sup>[13]</sup>。原位性强调深入到具体技术发展的过程中,发展出针对纳米技术的具体的、因地制宜的指导性原则,有区别地对纳米技术进行评估。动态性意味着我们需要对纳米技术发展的现状作出即时性的评估,与时俱进,以保证评估的可控性和可修正性。整体性就是要求针对纳米技术的评估,要从长考虑,同时兼顾不同利益相关者的诉求,特别是让公众参与到纳米技术的决策中来。

具体来说,面向行动的可行性评估需要我们从不确定性出发,发展出不同层面、不同阶段、不同地区的指导性原则。即对于纳米技术中某些未来的、潜在的、概念性的问题,比如具有自组织能力且自我复制的纳米系统等和我们的现实生活还有较大差距、与现在的纳米技术发展水平也有一定距离的技术,我们可以暂时不考虑其未来的可能性问题;对于一些在现实中已经开始应用的纳米技术,比如纳米粒子对环境与人的健康的影响问题,尤其是对纳米技术工作场所的工人和在第一线的研究人员的健康问题,关系到工人的健康权利、知情权利和企业的发展之间等价值冲突,需要我们认真研究和反思。必要的时候,应该通过立法,确保暴露在纳米技术工作场所的工作人员的安全与健康;对于某些纳米技术产品可能具有风险的不确定性问题,比如防晒霜,应该本着知情同意原则,在我们没有确定它确实对人体有害之前,通过标注是否含有纳米粒子,让消费者自己权衡是否使用这一类产品。

## 四、结 语

纳米技术的不确定性给传统技术评估带来了巨大的挑战,欧美学术界所提出的远景评估、建构

性评估和实时技术评估等模式试图在纳米技术发展的早期实现对技术的控制,但对技术不确定性的完全控制在实践中往往很难实现。面向行动的可行性评估基于与不确定性共存的考量,构建了不同层面、不同阶段的框架性的指导原则。由于纳米技术涉及的领域和影响的范围都非常广泛,因此要根据所面对的不确定性问题具体分析,有区别地对待纳米产品,不可一概而论。随着更多的知识、信息及因果关系为我们所掌握,也应适时调整所采取的应对原则,以促进纳米技术的可持续发展。

## 参考文献:

- [1] Ende J V D, Mulder K, Knot M, et al. Traditional and Modern Technology Assessment: Toward a Toolkit[J]. Technological Forecasting and Social Change, 1998,58:5-21.
- [2] 邢怀滨,陈凡. 技术评估:从预警到建构的模式演变[J]. 自然辩证法通讯, 2002,24(1):38-43.
- [3] Banta D. What is Technology Assessment [J]. International Journal of Technology Assessment in Health Care, 2009,25:7-9.
- [4] 胡必希. 技术评估的方法与价值[J]. 王国豫,译. 自然辩证法研究, 2005,21(12):40-43.
- [5] Smits R, Leyten J, Hertog D. Technology Assessment and Technology Policy in Europe: New Concepts, New Goals, New Infrastructures[J]. Policy Science, 1995,28:271-299.
- [6] Collingridge D. The Social Control of Technology[M]. London: Frances Printer, 1980:11
- [7] Grunwald A. From Speculative Nanoethics to Explorative Philosophy of Nanotechnology[J]. Nanoethics, 2010,4:91-101.
- [8] Schot J, Rip A. The Past and Future of Constructive Technology Assessment [J]. Technological Forecasting and Social Change, 1997,54:252-268.
- [9] Fisher E, Selin C, Wetmore J M. Yearbook of Nanotechnology in Society: Vol. 1 [M]. Dordrecht: Springer Science+Business Media B. V., 2010:49-70.
- [10] 张雪魁. 知识、不确定性与经济理论——主流经济理论的三个替代性假设[M]. 上海:上海人民出版社, 2010:225.
- [11] Guston D, Sarewitz D. Real-time Technology Assessment [J]. Technology in Society, 2002,24:93-109.
- [12] Kaiser M, Kurath M. Governing Future Technologies [M]. Dordrecht: Springer Science + Business Media B. V., 2010:217-232.
- [13] 王国豫. 纳米技术:从可能性到可行性[J]. 哲学研究, 2011(8):97-103.

(责任编辑:李新根)