



雾霾：热话题背后的冷思考

□ 李 昕

自2011年年末以来，PM2.5这一专业术语被媒体和公众所熟知，由其呈现出的雾霾天气表象也成为公众关心的话题。似乎大家都在对雾霾进行着解读，甚至调侃。尤其2016年岁末维持一周的强“霾”天气过程（2016年12月16—21日），以及《北京市气象灾害防治条例（草案）》中将“霾”列为气象灾害，不仅引发了环境与气象专家间的激烈争论，更是引起公众和媒体沸沸扬扬的热议。面对热点话题，我们不必盲从概念，而应当以审慎的科学态度，进行客观和冷静的思考。

PM2.5的主要来源及危害

先来谈谈PM2.5（细颗粒物），这种比人头发直径的1/25还小的颗粒物主要来源有自然和人为一次排放以及二次转化生成。自然排放如火山喷发、森林自燃、风沙等；人为排放则涉及人们生产生活的方方面面，如发电、工业、农业、机动车、建筑施工和装饰喷涂等。再者，自然与人为排放的气态污染物如二氧化硫、氮氧化物、氨气、挥发性有机物等在适宜条件下经二次转化后也可形成，尤其在大气氧化性较强的情况下，PM2.5中二次转化所占比例很高，可达80%以上。随着工业化和城市化进程飞速发展，排放源也日趋多样化与复杂化，由PM2.5和臭氧作为表征的大气复合型污染特征日益凸显，同时污染治理也更具复杂性和困难性。

再来说说PM2.5的主要危害：一是对人类健康的影响，主要在于其化学组成成分、暴露时间长短、不同类型人群以及粒径大小在人体内沉积的部位不同会导致不同敏感人群呈现心脑血管、呼吸系统等多方面的疾病；二是生态环境危害，影响动植物的生长；影响全球范围的气候变化；让人们感触最深的是影响局地或区域的能见度，给人们出行造成困难。例如

2016年12月16—21日涉及142万平方公里范围区域严重的大气污染过程就是一个例证。从物理光学角度说，PM2.5中粒径0.4~1微米的粒子消光最强，换句话说，最影响大气的能见度。这一范围的粒子主要是由硫酸盐、硝酸盐、氨盐、有机物、黑碳和重金属等有害物质构成，当然还会携带细菌和病毒，危害人类健康。

雾霾天气的成因

雾霾从国家气象行业标准定义来说是两种天气现象。“雾”是指悬浮在近地层大气中的大量微细乳白色水滴或冰晶的可见集合体，按能见度划分等级。“霾”是大量极细微的干尘粒等均匀地浮游在空中，使水平能见度小于10km的空气普遍呈现混浊现象（相对湿度小于90%，排除降水、沙尘暴、扬沙、浮尘、烟幕、吹雪、雪暴等天气现象造成的视程障碍）。由于经济发展和城市化进程的加快，我国区域性“霾”日益严重的主要因素是人为排放引起的PM2.5的爆发性增长，当今的“霾”已经不是一种完全的自然现象。据气象观测表明，中国东部近地面层风速呈减弱趋势，这意味着大气自净能力将趋弱，我国东部区域“霾”天气几率会增加。

我们再来看看欧美等发达国家所走的历程，大家热议的“英国伦敦”“美国洛杉矶”“日本东京”“德国鲁尔”等烟雾污染事件，英文一般称为“smog”也就是“smoke +fog”，通常指工业区的烟和雾混合造成的又黑又浓的烟雾。我们也注意到，国外媒体或国际机构在对北京等区域强污染事件（强霾天气）报道或研究中也都使用“smog”一词，且认为我国目前能源结构与工业化进程是产生“smog”主要原因，与其历史上相同。

因此，综合看来，区域性“霾”天气主要是以人为排放为主的污染物与自然不利于扩散的气象条件（静稳天气）协同作用的结果。无论如何争论，我们都应当清醒认识到，工业化

和城市化进程是环境污染的主因之一，而且会对人们健康造成一定的危害。从国外环境治理的经验来看，无不经历长期而艰巨的历程，英、法、美等发达国家均经过了五六十年的不懈努力，目前还尚未完全解决这一问题。

漫漫治“霾”路：任重道远

2013年国务院颁布了《大气污染防治行动计划》，重点区域和省市也给出了相应的防治措施并加以实施。从近期中国工程院给出的三年大气污染防治行动评估结果可以看出：尽管全国城市的PM2.5总体呈现下降趋势，但是京津冀及周边、长三角、成渝地区的很多城市的PM2.5年均值均远超国家二级标准，甚至超出了一倍的数值，更别提与其他发达国家标准限值来进行对比了。例如北京2015年的PM2.5年均值为81微克/立方米（国家二级标准年均值为35微克/立方米），我国大气污染最为严重的10个城市，京津冀区域占有8席。

由此可见，不管“霾”是否列为气象灾害，我们都应当以客观、审慎的科学态度去认识大气污染防治工作的复杂性、长期性和艰巨性，也应当进一步正视环境质量改善现状与公众预期具有较大差距。

同时，我们还应客观审视与思考目前大气污染防治工作中的弊端，例如区域协同治理通常以合作协议方式约定各行政区的污染防治责任，存在约束性不强，落实效率不高的问题；区域内各行政区经济社会发展的不平衡，导致环境质量改善需求不尽相同，区域治理目标与标准难以统一；还未形成科学的区域特征污染物环境监测评估支撑体系，难以准确地对区域污染现状进行评估与动态监控；对区域灰霾、光化学烟雾污染等形成机理的系统性、基础性理论研究依然欠缺，以致措施针对性不强、经济成本高、环境效益难以持续等问题一直存在。

笔者根据多年环境管理工作的积累，在借鉴国外先进治理经验基础上，经过深入思考与

研究，建议应当进一步打破行政区域和各部门间的藩篱，创新大气污染防治管理体制机制，让污染治理工作更具实效性。主要应当从以下几个方面重点着力。

一是为区域协同发展与污染共同治理立法。根据区域自然资源承载力和经济社会发展现状，制定具有法律约束效力的区域协同发展空间布局战略规划，有效约束各行政区的第三产业以及城市化建设无序化发展。二是建立以可持续发展为导向的地方绩效考核激励机制，营造以经济发展、社会均衡、生态环保为原则的施政环境。制定一些经济引导政策和约束性考核指标，提高自然资源、能源利用效率。三是建立区域间财政平衡机制。通过协商，公共财政预算收入高的地方要对财政预算收入低的地方予以补贴（横向平衡），同时中央政府应加大对财政预算收入低的地方政府一般性转移支付（纵向平衡），促进整体区域内基本公共服务和社会保障均等化，推进区域经济社会均衡发展。四是完善区域生态补偿机制，加大对区域生态涵养地区的财政补贴。以中央财政补助资金为引导，各地视财力状况设立“区域环境基金”，由区域环境治理协调机构进行统一调配，用于区域基础设施建设和大型污染治理等项目，推动环境改善目标趋于一致。五是实行区域能源消耗总量和工业排放总量控制，推行区域内新增重点项目联合环评审批制度。运用市场机制，推行如二氧化硫等重点污染物跨行政区排污权交易制度。区域内火电、钢铁冶金、石油化工、水泥等行业执行统一排放限值。建立区域联合与异地交叉执法的机制，统一执法尺度，规范执法程序。六是实行区域内污染企业环境影响年度报告和诚信档案制度，不涉及国家机密的环境信息尽可能向公众公开，区域内重大项目建设、污染治理、发展规划适时召开公众听证会、征求利益相关方的意见，建立有效的公众参与监督机制。七是建立完善的科学环境评价体系。参照国际做法，可

委托有资质和科研实力的第三方机构，根据区域大气环流与污染传输路径，增设区域环境质量监测站点，尤其强化空气中PM2.5、O₃、VOCs、NH₃及相关特征污染物的监测，形成完善的区域空气质量监测体系。建立规范的、相对科学的区域污染源排放动态清单，开展年度区域环境质量和污染特征第三方的科学评价。八是建立完善的污染防治政策与措施的经济成本和环境效益科学评估机制。对区域污染防治的目标做可达性评估；对治理措施的经济成本和环境效益做评估分析。保障环境改善目标可达的科学性，保障环境治理资金使用效益的最大化。以京津冀为例，加大对河北、天津的天然气供应使用减少燃煤散烧，是否比单纯保障北京使用天然气发电获得更好的区域环境改善效果？九是进一步加强对灰霾、光化学污染等形成机理的系统性、基础性研究，为区域污染防治政策与措施的制定提供可靠科学依据。同时，强化挥发性有机物治理技术、工业锅炉和水泥行业脱硝技术、燃煤电厂除汞技术等研发。十是推行“污染者付费，专业化治理”的国际做法。在投融资、税收、立法等方面鼓励环境咨询服务公司，对区域内重点排污企业的环保设施在建设、运营中进行专业化、全过程的集中管理，实行环境污染第三方治理。十一是清楚界定各行政区区环境资源的产权和各层级的环境保护责任，系统梳理区域内生态环境资源的基础数据，搭建跨部门、跨行政区划的数据库管理平台，建立区域内环境资源破坏追责机制。

此外，要加大科普宣传，进一步提高公众环境意识的同时，引导公众正确、科学看待这一问题，使公众具有合理的社会预期。改善大气环境，减少区域强“霾”天气，人人都有一份责任与义务。须经过长期不懈的努力，才能使得我们的天更蓝，水更清，环境更美好。

科学决策

转基因技术的伦理思考

□ 刘晓青

按照乌里希·贝克的说法，我们当下正处在危机重重的风险社会之中，现代化进程中的各种负面影响正在日益显现。在遗传学领域，为了加快动植物品种的改良速度，不受物种间遗传关系限制且能进行精准操作和转移的转基因技术应运而生，解决了自然或人工基因杂交不能解决的基因改良问题，但由于技术自身的复杂性和不可预见性，现阶段人们对其运用价值充满争议，从趋之若鹜到谈虎色变，应该信任还是警惕？

作为农业大省，黑龙江态度鲜明，率先做出了依法禁止种植转基因粮食作物的规定：“本省行政区域内依法禁止种植转基因玉米、水稻、大豆等粮食作物，禁止非法生产、经营和为种植者提供转基因粮食作物种子，禁止非法生产、加工、销售、进境转基因或者含有转基因成分的食用农产品。”这充分说明转基因技术潜在地负载着一定的社会风险，对人类的生产生活产生了重要的影响，我们有必要从法律上加以严格监管，警惕其伦理风险。

技术与伦理的关系

美国哲学家西格尔在《评罗丹的规范自然主义》一文中曾这样说：“一项活动如果是合理的，其理由并不仅仅在于行动者对自己的活动在实现其目标的过程中的工具效益坚信不疑；还应另有另外两个理由，即（1）信念本身必须是合理的，（2）事先假定这项活动将会导致的结果本身也必须是合理的。”因此，转基因技术的应用及其社会作用的发挥也需要从两个方面加以考量，一方面要注重分析满足经济社会发展需求的工具、手段等，同时还要注意反思主体意愿与技术目的自身的合理性。为了体现基因的高效表达，人们试图借助转基因技术来解决社会现实困境，该项技术的深入推广和大面积使用带来了经由人的实践行为设计的人工化产品，诸如抗旱转基因玉米、高出油率转基因大豆等。这些转基因食品确实可以有效解决粮食短缺问题，以巴西和阿根廷

为例，上世纪六七十年代由于杂草原因不能种植大豆，现在依托转基因技术却成为大豆的主要出口国。此外，基因的异类移植已经超出了同类动植物基因突变的范畴，产生了许多新物种。可以说，转基因技术的问世明显以人类的需求为向度，给人们带来的好处不言而喻，让物种间的强强联合日益理想化，充分彰显了主体意愿和技术目的的合目的性。然而无论其预期目的多么合理，描绘出的生活图景多么美好，如果其运用的工具、手段超越于客观规律之上，仍是不能被广泛接受的。由于外源性基因的转入，人类对物种遗传的非自然干预已经开始打破自然界的原生状态，使得技术实践无法严格遵循自然界万物生长发育的客观规律，难以掩盖其在应用过程中的超自然性，背离了合规律性与合目的性的统一，出现了一系列问题，诸如遗传基因污染问题、食品安全、食物链的破坏、免疫力问题、抗药性问题等，人们开始担心对物种的“任意修改”会带来“生物同一性”的困惑，最终使人类陷入困境。长此以往，转基因技术越发展，自然界遭受的压力可能就会越大。

技术哲学研究的一个重要问题就是技术与伦理的关系。现代社会中，技术价值日益凸显为经济利益层面的价值，但当技术价值与伦理选择相冲突时，技术价值往往会被否定，因为人们对非自然的产品天生有着严重的忧虑和发自内心的排斥。转基因技术发展的不稳定性和不成熟性使得技术应用成果在伦理尺度上表现出不可预见性，成为风险结合体，引发了一系列伦理困惑，具体可从价值域、客体域和主体域三个维度加以分析：（1）从人类需求的价值取向来看，转基因技术的产生与发展以人类的需求为目的，而需求则可以体现价值取向，当技术应用的实际效用与人类价值取向相悖时，伦理风险便会成为不速之客。比如说，转基因食品会带来不可预见的生物突变，会在食品中产生较高水平的激素以及新的毒素，长期食用转基因食品会对人类生命健康造成潜在威胁，导致抵抗力下降，诱发感染性疾病。（2）从自然价值与环境正义的角度来看，正如罗尔斯顿所认为的，自然生态作为一个稳定的系统，

有着独特的内在价值，可以保证物质和能量输入、输出的总体平衡。然而，转基因商品的出现剥夺了自然环境参与社会实践的客观价值，容易引发同一物种的基因漂移和不同物种的基因污染问题（如物种灭绝、病毒侵袭、生物多样性衰退等），破坏了稳定的自然生态系统，打破了一人一自然一社会这一复合生态系统的有机平衡，冲击了生态系统、社会系统和经济系统之间的和谐关系，改变了自然界固有的规律，使生产者、消费者与分解者之间有序生态链出现了断裂，对生态安全构成了严重的威胁。（3）从研究主体的责任与道德来看，科研人员在求真的同时必须要有向善的价值追求，尊重各伦理主体的不同道德利益，在公正的原则上实现沟通互动。运用负责任研究与创新理论，坚持科学研究的整体性、持续性、包容性和未来性，持续满足人们在不同轴向上不同时刻的需求，实现道德伦理对科学研究的动态规约。

正确认识转基因技术

“科学研究无禁区”，针对转基因技术本身，我们必须时刻保持谨慎，既不能因其暗含的潜在风险断然抛弃，也不能因其带来的普惠福祉肆意标榜。放眼未来，社会对该项技术的关注一定要着眼于贝克提出的本质问题：“我们希望如何生活？什么是应该保留的人类的人性特征和自然的自然特征？”

首先，要正确认识转基因技术，将其视为有效的科学问题。人类在对某项技术做出选择的时候，不仅要考虑技术本身的价值，还要考虑社会政治、经济、文化、情感等诸多因素。转基因技术也不例外，自1983年世界上首例转基因作物在美国诞生，1994年延迟成熟的番茄首次在美国市场上销售以来，人们的视域从来没有离开转基因技术，除了考察该技术自身的科学价值，寻求真相之外，还在不断思考人如何在新的人工环境中认识自我、改造自我、发展自我的问题，关注社会对该技术的态度，权衡利弊，做出理性判断。

其次，要科学把握转基因技术风

险的必然性与不可控性。迄今为止，转基因实验大多以动植物为受试者，动植物的表现证据与数据报告并不能完全等价地适用于人类，故而对人类来说存在着潜在的健康风险。依据“墨菲定律”，一旦技术研究伴有未知的利益诱惑和伦理隐患，技术发展的“副现象”将不可避免，以问题意识推进负责任创新研究是我们当下能做的也是必须做的。此外，尽管转基因技术的科学研究是在可控的实验室条件下开展的，自然屏蔽了所有不可控因素，但在投入社会生产生活时，这些因素便会重新复活，加之研究者们尚未彻底理清不同基因之间相互结合的细微诱惑与潜在问题，没有科学地阐明这种非自然的基因重组会不会带来前所未有的危险和难以控制的后果。因此，人们在借助转基因技术生产工业原料与粮食作物的过程中，并不总是能与人们的现实利益和道德准则保持一致，相关的社会风险总会以不可控的方式呈现出来。与之相适应，我们必须保持科学理性与价值理性的张力，做好风险评估工作，完善管理程序，尽可能使不可控的未来表现出某种程度的可控性。

更为重要的是，未来社会，我们必须培养技术社会运行的“互体思维”，强调事物之间的交互过程，实现此物与异在物之间的相互认证，丰富社会可持续发展的本质内涵。技术发展不是唯人类中心，而是强调要尊重异己的存在，通过缓和价值冲突实现和谐共生。转基因技术的发展要充分发挥人的因素与物的因素之间的“互体思维”，明确其价值取向，实现人与自然生态之间的共存与平衡。

21世纪是生物学的世纪，转基因技术将渗透到我们生活中的每个角落。既然不可避免，那么预防性的、前瞻性的责任伦理研究就应该走在技术的前面，设立和完善专门的伦理委员会以便更好地审查和监督该技术的发展、试验、应用，使该技术的发展遵循一定的伦理原则、法律法规的约束，在实践层面更好地为人类服务，最大限度地发挥正面价值，抵消负面价值。

科技与社会

众所周知，天地间“快递运输”成本高昂，在太空中直接利用3D打印生产零部件具有省时省力等独特优势。未来，太空3D打印将成为载人空间飞行和宇宙考察的标配装备，势必引领未来太空制造新潮流。

在人类探索太空的过程中，设备和材料的地面补给是顺利完成太空任务的制约因素。从2010年开始，美国国家航空航天局就与太空制造公司开始了3D打印技术的探索工作，先后进行了微重力环境下的数百次试验。2016年3月，美国国家航空航天局将升级版的3D打印机运送到国际空间站，在太空环境中实现了更大体积和更高分辨率的打印作业。不甘落后的俄罗斯3D打印机研发团队也已经向国际空间站提交了试验申请，在进行多轮地面测试后，将筛选出一台3D打印机“黑马”送入国际空间站的俄罗斯太空舱。此外，英国伯明翰大学研制出一台能在零重力下运行的金属3D打印机，采用了独特的熔融沉积方式，功率只有1.3千瓦。

在太空3D打印领域，由我国中科院研制的国内首台太空3D打印机，已经完成了抛物线失重飞行试验，可在微重力环境下顺利完成3D打印任务。值得一提的是，我国的3D打印单批次可打印的最大零部件尺寸达到200mm×130mm，是美国国家航空航天局首台在轨3D打印机打印尺寸的2倍以上，将在我国空间站建设和后期运营维护过程中发挥重要作用。

众所周知，空间航天器的大小主要受限于运载器的大小，利用太空3D打印就可搭建太空零件制造厂，实现太空设备的太空制造。目前，科学家已经开始设计太空制造系统，将在太空中直接打印出天线、电路板等零部件和工作生活的必需品。太空3D打印将对人类太空探索事业的供给和支持方式带来巨大变革，也为空间飞行提供更加宽广的平台。

目前，3D打印技术在航空航天领域已体现出极强的应用价值和发展潜力，不仅缩短了航天产品的生产周期，降低了成本，更进一步提高了产品性能。作为一种全新的生产方式，太空3D打印制造的产品可以胜任一些传统制造工艺难以完成的工作。未来，太空3D打印技术除可用于在轨制造航天零部件外，还将与机器人系统有机组合。美国国防部高级研究计划局开展的“凤凰”项目，旨在通过拆解老旧卫星的零部件来清理各种空间垃圾，并用老旧卫星的零部件重新组装成一个全新的空间设备，太空3D打

3D打印：引领太空制造新潮流

□ 张乃千 李磊

印为此提供了一个重要的技术方案。

拥有这么多技能的太空3D打印不仅令人痴迷，而且打印过程并不复杂。航天员可以通过天地通信接收地面向上传零部件的数字化三维模型，将模型输入3D打印机机芯内部的后处理软件后，3D打印机可自动生成具体控制数据和打印操作代码，航天员只要按一下“打印”就可完成操作。因此，只要天地之间不断网，任何工具都可以由地面设计好，然后交由太空3D打印机完成源源不断的太空制造。太空3D打印技术不仅省时省力省经费，更可大幅度降低太空飞行对地面的依赖程度。相比于半年一次的太空补给，3D打印只需数小时就可以生产出需要更换的零部件。未来有了太空3D打印机，就可以在失重环境下自制所需的各类实验和维修工具以及零部件，将大幅度提升空间站实验的灵活性和维修的及时性，同时有效减少空间站各类零部件备件的种类和数量，降低空间站对地面系统的依赖，从而为人类开展星球探索提供新的动力和希望。

当代世界科技