

如何打赢净土保卫战

□ 朱利中



朱利中，中国工程院院士，环境工程专家，长期从事土壤污染物相关研究，带领团队解决了土壤修复的关键技术难题，构建了复杂有机污染场地土壤协同修复的技术体系，提升了我国污染土壤修复的技术水平，先后获得国家科技进步和自然科学奖、全国创新争先奖状等多项奖励。

2016年，国务院印发《土壤污染防治行动计划》，简称“土十条”，明确指出，到2030年，受污染耕地安全利用率达到95%以上。同年，当时的环保部等五部委联合发布《全国土壤污染状况详查总体方案》，开始对我国农用地土壤污染的面积、分布及其对农产品质量的影响展开详查。2019年1月1日，《中华人民共和国土壤污染防治法》正式施行。这一系列政策、法律的出台，全都指向土地这个我们赖以生存的基础要素。近年来，我国对土壤质量高度重视，从控制污染、加强保护到修复和利用，对土壤的保护正成为美丽中国建设的重要支撑。

多管齐下，土壤污染防治效果明显

土壤是人类赖以生存的最重要的自然资源，土壤安全是保障粮食安全、人居安全和生态环境安全，乃至经济社会发展的重要基础。土壤也是污染物的重要储库和来源，各种污染物可以通过大气的干沉降、湿沉降以及污水灌溉、废弃物的填埋等等，进入土壤。进入土壤当中的污染物，可以通过一系列物理、化学的转化（可以通过化学降解，也可以通过微生物的降解），通过地表径流污染地表水，也可以通过下渗影响地下水的的天。与此同时土壤当中的污染物可以通过挥发作用进入大气，还可以通过土壤植物系统进入农产品，影响农产品的安全。土壤当中的污染物，特别是挥发性的有机污染物，能够通过挥发作用进入建筑物的室内，影响人居安全。因此土壤污染可以对大气环境、水环境产生次生污染，也可以影响粮食安全、人居安全和生态环境安全。

土壤污染治理是一个全球性课题。在我国，从中央到地方，各级政府高度重视土壤污染的治理，各地正在加快污染土壤的修复工作。这几年我们国家在土壤环境管理、源头控制、风险控制以及污染修复等方面都取得了很好的成绩。

第一，夯实了土壤环境管理的基础。在法规、标准建设方面，《土壤污染防治行动计划》明确提出，到2030年，全国土壤环境质量稳中向好，农用地和建设用土壤环境安全得到有效保障，土壤环境风险得到全面管控。之后，全国31个省（自治区、直辖市）人民政府相继颁发了省一级的土壤污染防治工作方案。

2018年，生态环境部在原有土壤环境质量标准的基础上，公布了《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》和《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试

行）》。2019年1月《中华人民共和国土壤污染防治法》施行，湖北、广东、山东等地也出台了地方性的土壤污染防治法规，我国土壤污染防治工作实现了有法可依。与此同时，生态环境部、农业农村部、住房和城乡建设部等部门一起出台了一系列部门规章和技术指南，为我国的土壤环境管理提供了依据。

第二，初步建立了土壤环境的监测网络。2020年6月10日国务院新闻办公室举行《第二次全国污染源普查公报》发布会。与2005年第一次全国污染源普查数据同口径相比，2017年二氧化硫、化学需氧量、氮氧化物等污染物排放量比2007年分别下降了72%、46%和34%。

第三，推进了农用地污染风险管控及分类管理工作。一方面，强化了污染源头防控，实施了重金属减排工程，与此同时在农用地方面，实施了农药、化肥的零增长行动。这些措施有效地切断了污染物进入农田土壤的链条。另一方面，积极推进了农用地的分类管理，有效管控了产地和农产品的风险。

第四，全面推行建设用地的准入管理制度。设立建设用地土壤调查评估制度，发布了建设用地土壤污染风险管控和修复名录，建立了全国性污染地块的信息系统，强化土壤环境管理，防范人居环境风险。

由于国家对土壤污染防治的重视，加上科技创新的投入，这几年我国土壤污染防治取得了阶段性的成

果，全国土壤环境风险得到了有效管控。但我国土壤污染防治的任务依然非常艰巨，必须通过科技创新来支撑我国土壤污染防治攻坚战。

土壤污染防治之路未来如何走

治理污染，预防是关键。土壤污染怎么预防？我们主要关注两类土壤，一是农田土壤，二是建设用地。对农田土壤来说一方面要减施化肥和农药。要使用合格化肥，同时要使用绿色农药，从源头上防控耕地的污染。另一方面要避免污水的灌溉，尽可能减少大气干沉降、湿沉降对农田土壤的污染，从源头防控农田土壤的污染。对污染场地的防控，要关注重点行业、重点区域及重点污染物，包括有色金属矿的采选、有色金属冶炼、石油开采、石油加工、化工、焦化、电镀、制革等行业，以及工业固体废物堆存和处置场地。

建立风险管控平台，及时发现风险。我国特别需要建设一个全国性的土壤环境监测网络、一个全国性的土壤环境动态数据库和一个全国性的土壤环境信息平台。有了风险管控的平台，可以作一些风险的预测预警。比如说可以借助土地污染调查的数据，利用机器学习的方法，估算出全国土壤镉污染的允许浓度。

科技助力，确保土壤安全。我国现在对于农用地进行分类管理，用以

确保产地和农产品的安全。对于清洁或者轻污染的土壤，进行优先保护；对于中度污染的土壤，进行安全利用；对于重度污染的土壤，进行严格管控。这几年基于污染物的界面行为和生物有效性调控，开发了全过程保障农产品安全的生产技术。比方说可以在中重度重金属污染土壤上面，首先种植一些超积累植物（是指能够超量吸收重金属并将其运移到地上的植物）来修复土壤，同时再种一些低积累作物，在低积累作物中，重金属污染浓度就会大大降低。另外也可以在污染土壤上面，首先种植低积累作物，在低积累作物的根部，采用一些钝化（通过向土壤中加入化学试剂和化学材料，使其与土壤中的污染物产生吸附、氧化还原等一系列反应，降低污染物在土壤中的活性和可迁移性，从而减少农作物对污染物的吸收）技术，比如说用铁碳耦合的调控技术来同步钝化土壤当中的砷和镉，这样一来，生产的稻米都能达到安全农产品标准。

场地污染我们关注的是几类污染物，一种是重金属，还有一种是有机污染物。对人居安全影响大的实际上是有有机污染物，因为有机污染物可以通过挥发进入居民的室内，或在建筑物的室内，对人体健康产生重要影响。场地重金属污染土壤的阻控修复是在土壤当中通过加入一些碱调节土壤的pH值（酸碱度），再加一些稳定化或者固定化的试剂，把重金属在土壤当中固定下来，使它不能够迁移转

化，也就是说不能够从土壤当中跑到地表水或者地下水当中，实现修复的目标。

同一污染场地，比如说化工污染场地、农药污染场地，场地当中不同的区域，有不同的污染物，浓度也不一样，污染物的种类也不一样，用单一技术很难做到经济高效地修复污染场地。把技术组合在一起，就可以解决不同类型、不同污染场地高效修复的问题。

土壤污染防治的任务仍然非常艰巨

尽管这几年来，我国在土壤污染防治技术方面，特别是在土壤污染修复方面取得了很好的进展，但是在污染场地风险管控和修复方面还有很多问题值得关注。第一是污染场地的精准识别，也就是说针对污染场地，污染的范围有多大，污染有多深，里面



有多少污染物，它的浓度有多高，事实上到现在为止还很难进行准确的识别。科技部现在设立了专项正在逐步解决这个问题，我想今后可能会很好地解决。第二是污染场地经济高效的修复，要从现有的物理化学技术逐渐发展到绿色可持续的修复技术。第三是如何避免修复过程的环境风险。修复过程当中怎样防止各种各样的有害气体，特别是有刺激性的毒害气体污染环境，从而对人的健康产生影响，也是尚未解决的问题。第四是修复场地的安全利用。修复好的土地，要长期监管，做到安全利用。只有全面制定修复技术规范，有效管控风险，才能够实现土地资源的可持续利用。

应该说我国土壤污染防治行动计划，取得了阶段性的成果。但是从环境污染防治攻坚的全局来说，特别是从美丽中国、健康中国、生态文明建设的战略高度来说，土壤污染防治的任务还非常艰巨。

土壤污染防治的策略，应该做到依法治土、精准治土、科学治土、生态治土。我们一定要用自然生态的方法去修复污染的土壤，这样才能够做到绿色可持续修复。还要进一步完善管控体系，包括标准体系、监测网络和预测预警。进一步完善我国土壤污染的监测网络，做到数据能够共享，有效利用。再有，能不能基于大数据来预测土壤污染，同时做到预警。在管控方面，要遵从保护优先、预防为主。另外，要全面开展协同整治。这里包括多介质协同、多要素协同、多技术协同、多部门协同和制度与技术协同。现在的环境污染防治，往往是单一介质污染的防治，比如说水污染防治、土壤污染防治、大气污染防治，今后一定要开展水、土、气的多介质污染防治，才能够打赢污染防治攻坚战。一定要合理调整国土空间资源布局，特别是要进行产业转型升级来有效地防治土壤污染。

在绿色制度创新方面，要开展自然资源资产评估，实行生态GDP考核，上下游生态补偿机制，最后实现区域生态绿色一体化发展。只有生态环境保护与经济社会发展同行，才能够推进高质量发展、高水平保护、高品质生活、高效能治理。



更多精彩内容扫码看视频

加快目标导向的基础研究

取得重大突破

□ 王星

习近平总书记在党的二十大报告中指出，加快实施创新驱动发展战略，加快实现高水平科技自立自强，以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战，加快实施一批具有战略性全局性前瞻性的国家重大科技项目，增强自主创新能力。这为全面加强科技创新和基础研究指明了发展方向。充分发挥基础研究整个科学体系“源头”和所有技术问题“总机关”的作用，为实现高水平科技自立自强和加快建设世界科技强国提供坚实的科技支撑，是科技界落实党的二十大精神的重要任务。

党的十八大以来，我国基础研究在量子信息、干细胞、脑科学等前沿方向上取得一批重大原创成果。但与科技发达国家和地区相比，基础研究仍然是我国整个创新体系中的薄弱环节，尤其是在物理、化学等关键基础领域缺乏原创性理论和“大师级”战略科学家。面向新时代基础研究发展，习近平总书记提出“基础研究要勇于探索、突出原创，更要应用牵引、突破瓶颈”，要求既要重视科研人员好奇心驱动的自由探索基础研究，更要注重目标导向的基础研究，才能实现前瞻性引领性重大突破。此外，当前重大科学问题的突破越来越依赖于多学科交叉融合和协同创新，越来越依赖于有组织的科研模式，对于基于学科划分的科研而言，正在进入需要调整科研组织模式的阶段。

一是坚持“四个面向”，聚焦国家经济社会发展面临的关键核心科学问题，引导加强目标导向的基础研究。国家科技管理部门要引导科研人员加强组织凝练需求背后的科学问

题，切实摆脱问题“找不准”的困境，推进科研院所、行业部门和科技型企业的协作，尤其是要大力提升产业和企业发展中面临的实际难题转化为科学问题的能力，进而真正从源头和机理上取得原创性突破，如此方能切实解决那些“卡脖子”问题，才能有效地服务于区域创新和行业发展。新中国成立初期采取的“任务带学科”的科研组织模式，已经为目标导向的基础研究提供了探索经验。国家科技管理部门要在新形势下结合已有经验，聚集高等院校、行业部门和企业专技等在内的全国顶尖专家，精准对接国家重大科技需求，凝练需求背后的关键科学问题，共同探索突破瓶颈的科学途径，尝试建立科技战略合作和项目协同推进机制。

二是科研机构应为实现重大突破优化科研组织模式。科研院所要加强顶层设计，发挥各自学科和科研优势，注重开展有组织的科学研究。要集中优势力量，促进全链条学科交叉融合，通过择优遴选队伍协同攻克科学难题，加快形成科学高地。要及时深入研究国家自然科学基金、国家重点研发计划、国家科技重大专项等中央财政科技计划的资助部署，着力增强承担战略性全局性前瞻性基础研究科研任务的能力。与此同时，坚决避免“求全求快”的浮躁作风和为获得科研经费“简单拼盘”的做法，注重结合院所特征形成基础研究特色，做更多独树一帜、世界一流的基础研究工作。

三是国家战略科技力量为目标导向基础研究实现重大突破提供人才和团队支撑。面向目标导向的基础研究，科研人员和团队既要发挥“天马



行空”的奇妙幻想，更要增强承担急难险重任务的实力，让科学家思想充分迸发，让广大科技人才万马奔腾的同时，更要集中和整合优势科研资源，在国家重大科技攻关任务中培育自主创新的核心力量。通过“两个维度”并进的模式，才能为国家培育越来越多的具有国际领先水平的战略科学家，进而形成服务国家高质量发展的战略科技力量。

四是风清气正的科学文化和学术生态为实现重大突破提供环境保障。科技管理部门应强化引导科研诚信建设和科研伦理治理。科研院所作为科研诚信建设和科研伦理治理的“第一

方阵”和“最后一公里”，必须坚持对学术不端和违反科研伦理行为的“零容忍”态度。通过加强科研诚信建设和科研伦理治理的教育、引导和培训，让科研人员知敬畏、守底线，坚决不触碰“红线”。教育、科技管理部门要加强联动，搭建更好的平台和载体，统筹推进国家科研诚信建设和科技伦理治理。通过目标导向的基础研究，切实改善目前的科研评价体系，让科研人员心无旁骛投身科学研究，从心理和精力给科研人员进行双层解压减负。健康的学术生态和科学的评价体系，既可以增进学术民主和保障潜心研究，也可以避免急功近利

和切实包容失败。科技管理部门要引导科研院所承担主体责任，切实把时间“还”给科研人员，保障科研人员的时间投入；“破四唯”要结合实际积极试点，进一步落实“放管服”具体举措，共同探索建立以创新能力、质量、实效、贡献为导向的评价体系。

