

土壤污染治理：安全利用是核心，技术创新是关键

——专访中科院“百人计划”专家刘承帅

文/本刊记者 鲁婷婷

刘承帅，中组部“万人计划”青年拔尖人才、中科院“百人计划”、广东“特支计划”科技创新领军人才入选者。



土壤污染，因具有极强的隐蔽性和滞后性，曾经被我们遗忘和忽视，如今它所表现出来的危害越来越明显：农产品产量和质量下降、人居环境和人体健康受到威胁、生态环境恶化……我们应该采取怎样的举措来拯救土地，遏制污染的蔓延？本期《千人》杂志专访中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室研究员刘承帅，请他从专业的角度谈谈土壤污染的缘由以及土壤修复过程中存在的突出问题，并提出自己的建议。

土壤污染，谁之过？

目前，中国面临的土壤环境问题有土壤污染、土壤盐碱化、土壤肥力下降、土壤板结等，但土壤污染是当下土壤环境中最普遍，最严重，民众感触较深的一个问题，是谁造成了如今土壤污染不堪的局面？谁又该为之买单？

我国长期分散式的经济活动，一些中小型化工企业，不重视环保，随意排放废水、废气、废渣，对土壤造成了污染；加之农业生产中大量使用化肥、农药，对良田的土壤也造成了污染。刘承帅介绍，北方地区土壤盐碱化是土壤发育过程中，特定地质和气候条件所造成

的特定区域问题，人为活动不是盐碱化的主要原因；南方地区土壤重金属污染虽说有部分自然原因，但主要原因还是人类活动。

农田重金属污染，与我们的粮食安全、人体健康密切相关，是迫切需要解决的一个土壤环境问题。重金属性质稳定，转移活性较高，南方地区的粮食作物多为水稻，水稻对重金属的吸收能力较强，如果不对重金属农田加以修复，重金属很容易转移到稻米中，对人体健康造成威胁。近年来，由于经济结构的调整，城区部分企业要进行产业转移，特别是在一些发达城区，污染企业必须搬迁。这些企业搬迁遗留下来的场地利用价值很高，很多开发商都试图重新再利用，开发成商业区、住宅区、办公区，但如果这些场地在开发前不进行污染评估，修复处置，那会对未来活动在这些场地的人群健康造成潜在的威胁。

所以，媒体称“土壤污染的危害是悬在中国人头上的一把利剑”一点不为过，一旦土壤污染达到一定程度，它的危害瞬时爆发便会引发各种疾病，我们应该在真正的危害还未降临之前，行动起来控制土壤污染扩大的局面。

资源化利用技术是治理土壤污染的“妙招”

治病都会讲究“对症下药”，以减少病患痛苦，节约治疗时间。同样，土壤“生病”了，环保领域的“医生”们也会针对不同的土壤病症，采用对应的修复技术手段。

刘承帅介绍，一般农田土壤污染的修复原理与农业科学联系紧密，工业场地污染修复原则则更偏向于固废处理的科学技术原理。在选择农田土壤污染的修复技术时，首先要考虑保持土地的



企业要提高社会责任感，在利益面前，坚定对社会负责的原则，把土壤修复作为造福子孙后代的工程来实施，承担相应的社会责任。



基本耕作功能，所以通常会采用较温和的技术，这里的“温和”技术指：不破坏土壤性质和土壤结构的植物修复技术。主要治理思路有两个。第一个思路是减少土壤中重金属含量，比如针对某一种污染物，种植可吸收该污染物的植物，经过三到五年后，降低土壤中污染物的含量；另一种修复思路则是降低土壤中重金属活性，比如用钝化剂稳定土壤中的重金属物质，降低其在土壤中的移动性，减少农作物对土壤重金属的吸收。

相比农田土壤污染，工业场地污染修复的土壤功能保持要求会降低很多，通常只需将土壤中的污染物去除部分，使之达到相关的环境质量标准。常见的有化学试剂淋洗法，用一些化学溶剂“洗”净土壤；另一种则是原位稳定固化法，将一些稳定试剂与土壤原位混合，采用降低污染物活性的措施降低土壤环境风险。由于原位稳定固化法成本低，所以在市场上很紧俏，但是刘承帅认为该方法存在潜在的环境风险。他觉得目前工业场地污染土壤比较有意义的处置方法是资源化利用技术，把没有利用价值的污染土壤与固化剂混合，通过一系列的技术工艺流程处理，最后对其中的重金属进行高温固化，将场地的污染土壤制作成建筑砖块、陶瓷等需要土壤作为原料的固体产品，这样重金属物质经过高温锻造，性质就会比较稳定，

后期在使用中也很安全，不会渗漏出重金属物质。该技术方法将土壤“固废”转变为合格的砖体和陶瓷等材料，实现了废物的资源化利用，是很有应用前景的技术。

刘承帅说，在各种土壤修复技术中，化学修复后产生的二次污染最令人头痛。比如化学淋洗，一般使用的化学淋洗剂都是污染土壤体积的几倍，所以在淋洗土壤后会产生大量的废弃淋洗液，企业需要投入大量的资金配备相应的废弃液处理设施。刘承帅认为，未来，化学修复技术很难成为主流修复技术，因为它在使用中不可避免的形成二次污染，违背了环保的理念；同时要求企业配备废弃液处理设施也不太现实，因为设施昂贵，与企业追求利益最大化的要求不符。

据刘承帅介绍，在土壤修复过程中会遇到两方面的棘手问题：第一、技术问题，因为土壤是一个非均一的环境介质，其结构、性质都很复杂，如何针对不同地区的特定土壤性质改进修复技术的参数，制订多种不同的方案是一件很麻烦的事，前期必须在实验室初试、中试，后期在场地大规模试用，确定方案。第二、非技术问题，业主在土地开发早期往往忽视了污染土壤的修复，往往留给土壤修复工程实施的时间非常短，而土壤修复本身就是一个很耗费时间的工程，需要针对实际污染情况全面调研，层层深入，不可急于求成。当实际工期与土壤修复所需的时间规律相矛盾时，如果迫于工期的压力，赶进度，往往达不到理想的土壤修复效果，就刘承帅了解的实际情况，该非技术问题目前是行业的一个普遍难题。

切断污染源，加快修复标准的制定

刘承帅认为，切断污染源是治理



土壤污染的根本前提。被污染的土壤，只有切断污染源，所做的修复工程才有意义，否则就是一边治理一边污染的恶性循环，纯属浪费国家资源。此外，科研机构要加强土壤污染形成过程的研究，找到污染物的源头，理清污染物质是如何迁移到土壤中去，这些问题的解决对于制定后期的土壤污染控制策略是很有效的。

根据我国人多地少的现实国情，不可能对土地实行“抛荒”性修复策略，所以要加强污染土壤中农产品安全生产技术、低累积农作物品种的研究，即使在被污染的土壤中也种植出安全合格的农产品。

刘承帅提出要加快土壤修复标准以及土壤污染防治法规的制定，《土壤污染防治法》已经讨论多年，也征询了很多意见，但是一直没有正式颁布，加快《土壤污染防治法》的出台速度，可以让土壤污染、土壤调查等各个阶段的工作有法可依，从法律层面，有效的控制土壤污染。由于我国幅员辽阔，土壤类型繁多，刘承帅建议，每个区域要根据土壤环境情况制定符合自己所在区域的土壤修复标准。同时，政府要加强企

业在土壤污染治理技术方面的引导，加强土壤修复行业准入制度的建设，评估现有的主流土壤修复技术对不同地区的土壤污染治理的有效性和适用性，引导科研机构研发实用的修复技术，规范土壤修复行业所采用的技术，利用大数据建立一个土壤性质与修复技术库，汇集不同地区、不同类型土壤污染治理的“妙招”。

土壤修复市场的“大蛋糕”为何难入口？

工业场地土壤修复多与城区开发工程相结合，这些发达城市的工业场地土壤污染修复市场化程度已经相当高。工业场地二次开发前，环保部门规定要进行污染场地评估与污染修复处置，开发商必须要进行土壤修复，这一块是目前土壤修复市场化最高的，刘承帅估算了一下10000平方米场地的修复成本，修复之前调查大约需要20万元左右，从一般性的污染深度，按目前的修复技术算下来总共需要400万元左右。

“蛋糕”虽大，却难以入口。刘承帅分析，土壤修复市场的“难”主要体现在以下几个方面：第一、专业性缺

乏，专门从事土壤污染治理的企业稀少，一般是治理水污染或者大气污染的环保企业转向土壤污染治理，甚至有些行业外的企业也跳到环保行业来从事土壤修复工作。第二、修复标准和相关防治法律法规有待完善，顶层设计的缺失使行业规范性很差，市场混乱。第三、新技术转化应用存在一定困难，市场研发严重脱节，传统修复技术成本低，新的技术由于高成本难以得到验证和推广，造成行业修复技术创新动力不足。第四、商业模式，观念转变存在困难，限制了成本较高的新技术的使用。

针对以上问题，刘承帅建议，首先从政府层面，推进法律法规及修复标准的建设，建立土壤修复行业的准入门槛标准，引导企业注重技术的研发与应用，构建技术带动行业发展的模式，鼓励社会资本融入土壤修复行业。最后，企业要提高社会责任感，在利益面前，坚定对社会负责的原则，把土壤修复作为造福子孙后代的工程来实施，承担相应的社会责任。（编辑/李艳琴）