“亚健康”土壤：究竟有多少重金属？

我国用世界7%的耕地，养活了世界上22%的人口；但鲜为人知的是：为养活22%的人口，我国使用了世界上30%的化肥。除了盲目依赖化肥等因素，还有工业对土地的污染，都使我们的大地母亲变得“亚健康”。空气中飘散着浓烟，阴霾漫天；江河湖泊里漂浮着秽物、恶臭难闻……这些都是很直观的环境污染，但人们很少能注意到自己脚下的土地也正遭受着严重的重金属污染。“黄土地，黑土地，古老的大地把中华养育；五千年，九万里，炎黄的子孙生长在这里。民以食为天，食以地为本，春播种一颗，秋收粮万粒。一辈辈，一代代，地生金来地生银。我们的家园温馨甜蜜，我们的母亲就是大地。”这首颂扬大地母亲的歌，如今还有几人在传唱？

★现象

农村与城市土壤修复冷热不均

作为一个新兴产业，污染场地修复在中国方兴未艾，巨大的需求推动着市场飞速发展。然而，一个不争的事实是，这一工作的开展迄今仍以城市为主要舞台，对农村受污染的土地修复却很少有人问津。

这并不是因为我国农村受污染的土地较少，实际上，尽管2006年就已经启动的“全国首次土壤污染状况调查”的调查数据秘而不宣，我们从一些公开的资料信息中也可以了解到农村土地污染情况不容乐观。

在2011年10月环保部部长周生贤向全国人大常委会报告环保工作时透露，“我国受污染的耕地约有1.5亿亩，固体废物堆存占地和毁田约200万亩。”而据了解，这一数据，仅是上世纪90年代的数字，随着经济发展和土壤污染的长期忽视，真实情况很可能更为严重。

此后，关于中国土壤污染现状，一直少有官方数据见诸报端。这一状况延续至今，其间，“镉米杀机”、“血铅事件”时有发生，中国工程院院士罗锡文也曾估算称，我国受到污染的耕地已达3亿亩。

据了解，农村土壤修复滞后的原因有很多，其一是追责困难，重庆市环保局宣传教育和国际合作处副处长田军在接受记者采访时曾这样表述：“在我国农村，土地污染的责任确定比城市更难。因为很多乡镇企业规模小、生产时间也短，等发现其生产对土壤造成危害时，企业可能已经人去楼空，无从追查。此外，农村土地集体所有的这一特点，也给追责造成了一定的困难。”

中国人民大学农业与农村发展学院副院长郑风田也表示，“与城市土壤污染主要来自企业行为有所不同，农村土壤污染是由多种因素造成的。城市河道流出的污水，农村村民自身过量施用的化肥、农药，过量养殖引发的面源污染，以及矿山开采造成的污染等，导致迫责面临很多现实问题。”

的确，“谁污染，谁治理”、“污染者付费”是我国污染防治的重要原则，因此，农村土壤修复不得不首先面临着污染责任追究难的困境。

其次，资金匮乏是农村土地污染治理的又一大难题。2012年6月，《时代周报》曾对湖南郴州的耕地污染做过一次调查，结果表明，每修复一亩污染严重的耕地，大约需要花费人民币50万~60万元。而且修复时间漫长，一般需要10年甚至20年时间。按照这个修复成本来计算，我国农田修复所需资金将高达数百万亿元，如此大规模的资金需求对国内来说无疑是个巨大的挑战。

再次，农村土地污染的修复路线如何确定仍是难题。农业部环境保护科研监测所研究员徐应明认为，目前，政府尚未公开有关农田土壤污染方面的调查数据，如果几千万亩土地因为被污染而无法生产粮食，这会是一个非常严重的问题。此外，由于国内对于土壤问题的处理起步较晚，目前处于积极尝试阶段，这方面的工程案例还比较缺乏。

不过，在1月28日发布的《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》中已首次正式提出将“对已污染耕地实施分类管理”，采取包括种植业结构调整在内的措施；对污染严重且难以修复的耕地，国务院要求地方政府依法划定为农产品禁止生产区域。

尽管一切还处在刚刚萌芽的阶段，但毕竟是个很好的开始。若城市污染场地修复是一轮朝阳，那么农村污染土地修复也已望见曙光。 **三直**

★事件

广东检出镉超标大米124批次

今年5月，广东省食品安全办公布了今年4月以来该省多个地市大米镉含量抽检结果，共检出镉超标大米124批次，引发舆论广泛关注。和一般的食品安全问题不同的是，生产“镉米”的农户本身也是受害者，包括湖南等大米产地土壤遭受镉等重金属污染已经成为不争的事实。

中国农业大学食品科学与营养工程学院副教授朱毅介绍，土壤遭到重金属污染是导致稻米镉超标的直接原因，镉伴生矿山的开采、金属冶炼和含镉工业废水违规排放造成土壤镉污染，加之土壤酸化，增加了水稻镉吸附。

美国农业部农业研究所专家鲁弗斯·钱尼也在接受新华社记者采访时表示，通常情况下，人体中的镉含量有两大来源：一是大米，二是烟草。其中，大米中的镉主要来自土壤，主要是水稻在种植过程中吸收了土壤中的镉。

广东省食品安全办的通报显示，124批次镉超标大米中，由湖南厂家生产的多达71批次。

事实上，2012年底，湖南省农业厅曾披露，该省农产品产地重金属污染总体已呈现出从局部污染向区域污染发展、从城市郊区向广大农村发展的趋势。2009年该省城市郊区、工矿区和污水灌区的产地安全调查以及相关数据初步估算，该省被重金属污染的耕地占全省耕地面积的25%。

我国耕地重金属污染 镉、砷污染比例最大

中国环境监测总站资料显示，我国重金属污染中最严重的是镉污染、汞污染、铅污染和砷污染。中科院陈同斌研究员指出，耕地重金属污染中镉污染和砷污染的比例最大，分别占受污染耕地的约40%。

砷污染，中科院地理科学与资源研究所环境修复研究中心近年来多篇学术论文称，广东连南、广西南丹、湖南常宁、常德、郴州等地存在大量砷渣废弃，导致矿区周围农作物含砷量超过国家标准几百倍。

镉污染，中国水稻研究所与农业部2010年的研究称，受到镉污染的耕地涉及11个省份25个地区。在湖南、江西等长江以南地带，这一问题更突出。南京农大潘根兴团队在全国多个县级以上市场随机采购样品，结果表明10%左右的市售大米镉超标。

全国修复重金属污染耕地恐花数万亿

数据显示，我国受重金属污染的耕地面积已达2000万公顷，占全国总耕地面积的1/6，防治形势十分严峻，并且还呈现不断加剧的趋势。据估算，如果对这些耕地进行修复，需求资金将要数万亿元。再加上我国目前土壤污染底数不清、土壤修复相关法律和标准缺失，我国耕地重金属污染修复任重道远。

环保部文件显示，在对我国30万公顷基本农田保护区土壤有害重金属抽样监测时发现，有3.6万公顷土壤重金属超标，超标率达12.1%。国土资源部统计表明，目前全国耕种土地面积的10%以上已受重金属污染。环保部门一项统计显示，全国每年因重金属污染的粮食高达1200万吨，造成的直接经济损失超过200亿元。

“现在我国土壤污染比各国都要严重，且益加剧的污染趋势可能还要持续30年。”中国土壤学专家，南京农业大学教授潘根兴曾做出如此断言。

★难点

我国土地修复技术处在起步阶段

我国的土壤修复技术到底是什么样的发展状况呢？

早在2008年第一次全国土壤污染防治工作会议上，国家环保总局局长周生贤曾表示：“我国土壤污染防治的科技能力还很薄弱，有许多地市甚至连土壤‘有机毒物’和持久性有机物的检测设备都非常缺乏，对重金属的检测、监测能力也不够完善；土壤污染治理和土地修复技术更是还处在起步阶段。”

几年过去了，情况并未好转。2012年5月，中国科学院地理科学与资源研究所、环保部南京环境科学研究所、中国环境科学研究院共同主办了“2012重金属污染土壤治理与生态修复论坛”，这次论坛上传递出我国土壤修复的一些重要信息。

与会专家指出，“我国在污染土壤修复理论和技术体系的建立方面取得很大进步，有些方面已经取得突破性进展。但总体来看，我国污染场地修复技术尚不成熟，目前在国内应用较多的，是见效很快、投资巨大的焚烧和阻隔填埋。原因很简单，房地产开发商等不及，要求在短时间内解决场地的污染问题，于是就‘大规模挖土换土’。”

中科院地理所环境修复中心主任陈同斌也表示，“土壤污染修复在我国应该说还处于研发阶段和产业化初期阶段，适用的修复技术十分缺乏。”

据了解，近年来，在国家重大科技计划的支撑下，我国开展了多个类型场地的修复技术设备研发与示范项目。尽管土壤修复技术很多，但实际上，经济实用的修复技术很少。

据中国农业科学院农业资源与农业区划研究所研究员白由路介绍，当前土壤修复的治理技术主要分为三个大类，一类是净化技术，即通过植物如蜈蚣草和东南景天等来修复污染土壤；一类是钝化，也就是通过海泡石等矿物吸附重金属元素；还有一种是避害，就是用“客土”来转换污染土壤。目前国内使用比较成熟的技术主要是异位处理处置，包括挖掘-填埋处理和水泥窑焚烧处置技术等。还有相当一部分修复技术与设备在研究开发之中，如生物修复技术和气相抽提技术等，特别是一些原位的修复技术，还处于试验和试点示范阶段。

国际上看，土壤污染修复技术研究起步于上世纪70年代后期，在过去的30多年中，美、日、澳等国纷纷制定了土壤修复计划，投巨资用于土壤修复技术与设备的研发，积累了丰富的现场修复技术与工程实践经验。

与欧美等发达国家相比，我国土壤修复技术和装备研发薄弱。污染场地修复属生态学、土壤学、微生物学、生态毒理学、环境化学、工程学等十几个学科交叉融合的领域，是当前整个环境科学与技术研究的前沿。而我国的污染场地修复技术大部分仍停留在实验室研究阶段，工程应用很少；特别是经济、安全的原地修复和生物修复技术，更是少之又少。 **钟科**

★动态

污染环境入罪门槛降低 违规造成镉污染可入罪

最高人民法院日前举行新闻发布会，公布《最高人民法院、最高人民检察院关于办理环境污染刑事案件适用法律若干问题的解释》，《解释》共12条，已于6月19日正式实施。《解释》结合办理环境污染刑事案件取证难、鉴定难、认定难等实际问题，对环境污染犯罪的定罪量刑标准作出了新的规定，进一步加大了打击力度，严密了刑事法网。

向地下排毒构成犯罪 最高法新闻发言人孙军工说，过去，污染环境定罪量刑需要“造成重大环境污染事故，致使公私财产遭受重大损失或者人身伤亡的严重后果”这一要件，刑法修正案（八）将其修改为“严重污染环境”，即不论是否造成财产损失和人身伤亡，只要对环境造成了严重污染，就应定污染环境罪。这降低了入罪的门槛。

违规造成镉污染可入罪 根据刑法第三百三十八条规定，违规排放、倾倒、处置有放射性的废物、含传染病病原体的废物、有毒物质或者其他有害物质，严重污染环境的，均构成污染环境罪。为保障法律准确、统一适用，《解释》第十条专门对“有毒物质”的范围和认定标准作出了明确界定，即危险废物，剧毒化学品、列入重点环境管理危险化学品名录的化学品以及含有上述化学品的物质，含有铅、汞、镉、铬等重金属的物质，《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》附件所列物质，如“灭蚁灵”、“二噁英”等以及其他具有毒性，可能污染环境的物质都属于“有毒物质”。

我国正绘土壤重金属“污染图”

土生万物，清除“镉米”背后的土壤污染，最重要任务之一就是全面会诊土壤重金属污染现状，绘制土壤重金属“人类污染图”。据国土资源部、中国地质调查局消息，我国正建立涵盖81个化学指标（含78种元素）的地球化学基准网：以1:20万图幅为基准网格单元，每一个网格都布设采样点位，每个点位都采集一个深层土壤样品和一个表层土壤样品。

作为国土资源大调查重要成果及全国土壤污染状况调查专项，全国多目标区域地球化学调查项目也已经发现局部地区土壤污染严重。如长江中下游某些区域普遍存在镉、汞、铅、砷等异常。城市及其周边普遍存在汞铅异常，部分城市明显存在放射性异常。湖泊有害元素富集，土壤酸化严重。研究证实，镉、汞等重金属元素与人类污染存在密切关系。重金属元素在土壤表层明显富集并与人口密集区、工矿业区存在密切相关性。与1994—1995年采样相比，土壤重金属污染分布面积显著扩大并向东部人口密集区扩散。

从1994年开始，中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所等机构就对全国土壤51个化学元素进行监测，1999年开始对中国东部农田区54个化学元素进行填图，2008年又开始建立覆盖全国的地球化学基准网，对含78种元素的土壤81个化学指标进行探测。数据显示，重金属等污染物指标在大的流域及局部工矿业和农业区上升较快。

【链接】

我国土壤修复步伐加快

2007年至今：我国开始进入污染场地修复的探索和准备期，一系列的政策利好为土壤修复产业的快速发展奠定了基础；

2008年1月8日：环保部在京召开了第一次全国土壤污染防治工作会议，对全国土壤污染防治工作进行了全面总结，并提出未来的工作计划和目标；

2008年6月：环保部特别出台《关于加强土壤污染防治工作的意见》；

2010年：由环境保护部牵头出台的《重金属污染综合防治规划（2010~2015年）》获得通过，标志着中国在重金属污染治理上的五年规划形成；

2011年3月：《“十二五”规划纲要》将节能环保列为七大战略性新兴产业之首，其中，土壤修复是在环保产业的重点发展之列；

2011年8月：《全国土壤环境保护“十二五”规划》通过专家论证，进入报请国务院审批阶段；

2012年：上半年举行的一次环保部常务会议，环保部部长周生贤宣布，将设立并启动国家土壤污染防治与修复重大科技专项；

2013年1月28日：《国务院办公厅关于印发近期土壤环境保护和综合治理工作安排的通知》发布，要求“到2015年，全面摸清中国土壤环境状况，建立严格的耕地和集中式饮用水水源地土壤环境保护制度，初步遏制土壤污染上升势头”，力争到2020年，建成国家土壤环境保护体系，使全国土壤环境质量得到明显改善。

★借鉴

国外土壤污染防治的启示

随着全球经济化的迅速发展，世界上的不少国家都曾遭遇土壤污染的难题。这引起各国的高度重视。一些国家利用先进的技术与严格的法规进行生态治理，积累了大量经验，值得我们学习与借鉴。

英国：利用各种科学技术治理污染

英国是早期工业发展国家，有非常严重的土壤及地下水污染问题。英国最早开采的矿主要是煤炭、铁矿、铜矿，时间都在300年以上。随着经济发展，环境保护意识增强，许多矿区早已停止了开采，但是早年开采遗留下的土壤重金属污染问题依然存在。考虑到经济、快速的需要，英格兰和威尔士的土壤重金属污染修复技术即挖出污染土壤并移至别处，但并未解决根本问题。

从20世纪中叶开始，英国就陆续制定相关的污染控制和管理的法律法规。同时进行土壤改良剂和场地污染修复研究。英国土地修复技术非常规范，分为物理方法、化学方法、生物修复技术三方面。

物理方法常见有三种：电动土壤修复法，主要适合重金属污染物治理，在电场作用下通过电渗流或电泳等方式使土壤中的重金属被带到电极两端从而清洁污染土壤。热处理法，即对土壤进行加热升温，使挥发性有害重金属或挥发性有机物挥发出土壤并将其收集起来集中进行处理。机械清洗法，该方法是一种较新的石油污染修复技术，采用纯粹的机械方法异位清洗土壤。

化学方法分为化学栅法、化学氧化法和生物修复技术三种。化学栅法是利用一种既能透水又具有较强沉淀污染物能力的固体材料，将其置于污染堆积物底层或土壤次表层的含水层，使有机污物滞留在固体材料内，从而达到控制污染物扩散并对污染源进行净化的目的。化学氧化法是向被石油烃类污染的土壤中喷洒或注入化学氧化剂，通过与污染物之间发生氧化还原反应，使污染物以降解、蒸发及沉淀等方式去除掉，最终达到净化的目的。

早在1983年，英国就提出了利用超富集植物清除土壤中重金属污染的思想，即生物修复技术。首次利用遏蓝菜属植物修复了长期施用污泥导致重金属污染的土地，并证实了这一技术的可行性。目前，英国已开发出多种耐重金属污染的草本植物用于污染土壤中的重金属和其他污染物的治理，并已将这些开发出来的草本植物推向商业化进程，建立了超富集植物材料库。

德国：摸清家底区别对待

在工业化过程中，德国留下了许多污染场地，有15%~20%的土地被怀疑可能受到污染。调查结果表明，德国有30万块土地需要治理。在后工业化时代，土壤保护已经成为德国环保的一项重要工作。

德国的土壤保护工作做得比较深入细致，开展了污染场地调查，底数清楚，为开展土壤保护工作打下了坚实基础。

首先，全面开展土壤监测。目前，德国各州都对土壤进行长期监测，全国共有800多个监测点，绝大部分是环保部门设立的，也有一些是农业部门设立的。联邦与各州政府设立土壤污染调查小组，根据土地的用途，如森林用地、绿化用地、耕地以及特殊用地等，对土壤进行监测，对土壤的生物、物理、化学特性以及有害物质含量等进行描述，目的是随时了解土壤特性的变化信息，同时观察土壤发展趋势，评估治理措施是否有效。

其次，对全国有污染嫌疑的地块进行排查、筛选。治理土壤污染的第一步是对所有怀疑可能受污染的地块进行登记造册，并展开预备性调查，范围包括潜在的污染源、以前的厂区以及废料堆放地。根据调查结果对污染场地进行风险评估，确定有没有必要采取措施排除危害。接下来是对重点污染地块进行详细调查，内容包括有哪些污染物，浓度多少，哪些污染物在什么时候会对人体健康、动植物、水环境、土壤、大气以及文化资产等造成危害。然后，通过情景模拟，开展土壤修复研究，制定技术方案。最后，制定污染治理与土壤修复规划并实施。

第三，建立污染场地数据库。根据调查结果，萨克森州对全州污染土地建立了一个详尽的数据库，所有与土壤保护相关的州政府部门都可以使用这个数据库，下一级地方政府也可以查找属于本地区的污染场地情况。同时，建筑公司也可利用这个数据库。通过这个数据库，可以对全州土壤保护进行有效的动态管理。

在土壤修复方面，德国的理念是保护土壤的特殊功能，而不是土壤本身，对不同功能的土地，区别对待。哪些土壤需要治理？德国通过精密计算设计了一套指标来评估土壤风险：在绿色线上的，主要是预防土壤恶化；在黄色线上的，要发出警告；在红色线上的，必须进行清理。

当然，土壤保护最好的手段是尽量少用土地。在工业化过程中，大量农业用地转为工业、交通、住宅用地，土地利用的转型导致了土壤污染。少用地意味着少污染。因此，现在德国对土地转型利用实行总量控制，现在每年农业土地转型利用的总量为50多公顷，到2020年年利用量不能超过30公顷；为满足建设需要，重点向城市要土地，重视土地的重复使用，避免无节制地向周边拓展，造成新的污染。 **区农**