



我国土壤污染现状与防控策略*

文 / 庄国泰

环境保护部自然生态保护司 北京 100035



中国科学院

【摘要】 土壤污染问题是亟需解决的重大环境问题。我国土壤环境状况总体不容乐观,部分地区土壤污染较重,耕地土壤环境质量堪忧,工矿业废弃地土壤环境问题突出。土壤污染成因复杂,危害严重,同时土壤环境监督管理体系不健全,土壤环境保护面临诸多挑战。下一步,应从完善土壤污染防治政策法规标准、切实加强土壤污染物来源控制、严格管控受污染土壤的环境风险、开展土壤污染治理与修复试点示范、强化土壤污染防治科技支撑能力建设、建立土壤污染防治投入机制6个方面进一步加强土壤污染防治工作。

【关键词】 土壤,污染现状,防控策略

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2015.Z1.007

土壤污染问题是社会关切、人民群众关心的重点难点问题,也是亟需解决的重大环境问题之一。土壤环境质量直接关系到耕地质量、影响农产品安全和人居环境健康。随着土壤环境问题凸显、公众环保意识提高,国家对土壤环境保护工作越来越重视。习近平总书记指出,要着力推进重金属污染和土壤污染综合治理。李克强总理提出,要出重拳强化污染防治。本届政府已将土壤污染防治确定为向污染宣战的三大战役之一。《土壤污染防治法》、《土壤污染防治

行动计划》正在加紧制定之中,土壤环境保护工作迎来了难得的机遇和挑战。

1 我国土壤环境状况总体不容乐观

1.1 土壤污染现状

根据国务院决定,2005年4月至2013年12月,环境保护部会同国土资源部开展了首次全国土壤污染状况调查。调查范围为中华人民共和国境内(未含香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾地区)的陆地国土,调查点位覆盖全部耕地,部分林地、草地、未利用地和建设用地,实际调查面积约

* 修改稿收到日期:2015年6月8日

630万平方公里。调查采用统一的方法、标准,基本掌握了全国土壤环境质量的总体状况。

(1)全国土壤环境状况总体不容乐观。全国土壤总的点位超标率为16.1%,其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为11.2%、2.3%、1.5%和1.1%。污染类型以无机型为主,有机型次之,复合型污染比重较小,无机污染物超标点位占全部超标点位的82.8%。从污染分布情况看,南方土壤污染重于北方;长江三角洲、珠江三角洲、东北老工业基地等部分区域土壤污染问题较为突出,西南、中南地区土壤重金属超标范围较大;镉、汞、砷、铅4种无机污染物含量分布呈现从西北到东南、从东北到西南方向逐渐升高的态势。镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍8种无机污染物点位超标率分别为7.0%、1.6%、2.7%、2.1%、1.5%、1.1%、0.9%、4.8%。六六六、滴滴涕、多环芳烃3类有机污染物点位超标率分别为0.5%、1.9%、1.4%。

(2)耕地土壤环境质量堪忧。耕地土壤点位超标率为19.4%,其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为13.7%、2.8%、1.8%和1.1%,主要污染物为镉、镍、铜、砷、汞、铅、滴滴涕和多环芳烃。林地土壤点位超标率为10.0%,其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为5.9%、1.6%、1.2%和1.3%,主要污染物为砷、镉、六六六和滴滴涕。草地土壤点位超标率为10.4%,其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为7.6%、1.2%、0.9%和0.7%,主要污染物为镍、镉和砷。未利用地土壤点位超标率为11.4%,其中轻微、轻度、中度和重度污染点位比例分别为8.4%、1.1%、0.9%和1.0%,主要污染物为镍和镉。

(3)工矿业废弃地土壤环境问题突出。在调查的690家重污染企业用地及周边的5 846个土壤点位中,超标点位占36.3%,主要涉及黑色金属、有色金属、皮革制品、造纸、石油煤炭、化工医药、化纤橡塑、矿物制品、金属制品和电力等行业。在调查的81块工业废弃地的775个土壤点位中,超标点位占34.9%,主要污染物为锌、汞、铅、铬、砷和多

环芳烃,主要涉及化工业、矿业、冶金业等行业。在调查的146家工业园区的2 523个土壤点位中,超标点位占29.4%。其中,金属冶炼类工业园区及其周边土壤主要污染物为镉、铅、铜、砷和锌,化工类园区及周边土壤的主要污染物为多环芳烃。在调查的188处固体废物处理处置场地的1 351个土壤点位中,超标点位占21.3%,以无机污染为主,垃圾焚烧和填埋场有机污染严重。在调查的13个采油区的494个土壤点位中,超标点位占23.6%,主要污染物为石油烃和多环芳烃。在调查的70个矿区的1 672个土壤点位中,超标点位占33.4%,主要污染物为镉、铅、砷和多环芳烃。有色金属矿区周边土壤镉、砷、铅等污染较为严重。在调查的55个污水灌溉区中,有39个存在土壤污染。在1 378个土壤点位中,超标点位占26.4%,主要污染物为镉、砷和多环芳烃。在调查的267条干线公路两侧的1 578个土壤点位中,超标点位占20.3%,主要污染物为铅、锌、砷和多环芳烃,一般集中在公路两侧150米范围内。

1.2 土壤污染成因

土壤环境是一个开放的系统,土壤环境质量受多重因素叠加影响,在局域范围内,人为活动的影响更为突出。我国土壤污染是在工业化发展过程中长期累积形成的。工矿业、农业生产等人类活动和自然背景高是造成土壤污染的主要原因。调查结果表明,局域性土壤污染严重的主要原因是由工矿企业排放的污染物造成的,较大范围的耕地土壤污染主要受农业生产活动的影响,一些区域性、流域性土壤重金属严重超标则是工矿活动与自然背景叠加的结果。

1.2.1 工矿企业污染物排放是造成局域土壤重污染和高风险的主要原因

(1)金属矿冶活动造成的污染。有色、黑色金属冶炼是造成采矿区和矿产资源型城市土壤重金属污染的主要原因;金属冶炼过程中含有重金属的粉尘沉降是造成其周边土壤重金属污染的一个重要原因;矿冶废水直接排放和土法冶炼也会造

成企业周边土壤重金属的污染。

(2)重污染企业生产造成的污染。重污染企业在生产过程中,由于设备老化、生产工艺等限制因素,污染物无组织排放,导致企业周边土壤污染。有关研究表明,我国每年有60万吨石油经“跑冒滴漏”等途径进入环境,其中绝大部分进入土壤。重污染企业排放的工业废水中含有大量重金属和有毒有机污染物,直接排放可造成企业周边土壤的污染。

(3)工业废弃地造成的污染。自20世纪90年代以来,伴随着产业结构和土地利用规划调整,大批工业企业搬迁或关闭,部分工业废弃地环境风险较高,成为新的污染源,对周边土壤环境质量构成威胁。

(4)废弃物堆放场地造成的污染。在矿产资源开发利用过程中,堆放于地表的废石、尾砂、废渣和粉煤灰通过风化和淋滤等作用,其中的重金属被活化并以各种形式逸散到周围环境中,并最终进入土壤导致环境污染。废旧电器和报废汽车含有铅、汞、镉和铬等重金属,以及多溴联苯、多溴联苯醚和石油烃等有机污染物,处理不当可对土壤环境造成污染。我国的垃圾处理处置主要是以堆放、填埋为主,导致大量成分复杂、污染物含量极高的渗滤液进入土壤和地下水中,造成周围土壤污染,非卫生填埋场周边的土壤污染尤其严重。河道和湖泊疏浚底泥,重金属、持久性有机污染物含量一般都较高,如不加处理直接施用于城市绿地或农田,会导致土壤污染。

(5)燃煤排放造成的污染。燃煤排放产生大量的汞、铅、多环芳烃等污染物,通过大气沉降进入土壤并积累,造成大范围或区域性的土壤污染。有关研究表明,我国年均燃煤释放的汞超过220吨,占汞排放总量的38%,仅次于金属冶炼排放。

1.2.2 农业生产活动是导致耕地土壤大范围污染的主要原因

(1)污水灌溉引起的污染。工业污水直接灌溉或使用受污染的江(河)水灌溉农田是造成耕地土壤污染的主要原因之一。

(2)农药、化肥、农膜等农业投入品使用造成的污染。滴滴涕和六六六等有机氯农药于20世纪80年代全面禁用,但由于其具有较高的稳定性和持久性,在土壤环境中降解缓慢,目前土壤中还能够普遍检出,在有的地区还存在较高的残留。同时,滴滴涕作为三氯杀螨醇的原料、六六六作为农药中间体和林丹的原料仍在国内生产、使用,造成新的土壤污染。施用含铜农药和含砷农药(如亚砷酸钠、砷酸钙)成为农业土壤特别是果园土壤中重金属污染的主要来源之一。常用的磷肥中含有一定量的重金属,较为突出的是镉。磷肥的长期施用是导致局部农田土壤镉污染的原因之一。据统计,我国农用磷肥施用量逐年增加,近30年累计施用量达到1.63亿吨,通过施用磷肥带入到耕地土壤中的镉总量估计高达数百吨。农膜的大量使用是设施农业土壤中酞酸酯污染的主要来源,农膜中酞酸酯类化合物的含量很高。全国农用塑料薄膜年使用总量为176万吨,农膜中的酞酸酯易于从塑料中解析并进入土壤环境,导致大面积的酞酸酯污染。

(3)秸秆燃烧排放造成的污染。秸秆露天焚烧所释放的颗粒物和各种气态污染物沉降到土壤中,成为土壤中多环芳烃等污染的来源之一。

(4)畜禽养殖造成的污染。畜禽养殖也是造成土壤重金属污染的一个重要因素。硫酸铜、硫酸锌、洛克沙肿等饲料添加剂含有大量铜、锌、镉、砷等重金属物质,畜禽粪便作为有机肥料施用到农田中会导致土壤铜等重金属的污染。在一些受规模化畜禽



中国科学院

养殖废水灌溉影响及施用养殖场有机肥的耕地土壤中,土壤砷、镉、铜、锌等重金属超标严重。

(5)污泥施用引起的污染。据统计,截至2010年底,全国污水处理能力达到1.25亿立方米/日,年产生含水率80%的污泥约3 000万吨,而农田施用污水处理厂的污泥量约占污泥总量的45%。污泥中含有重金属、多氯联苯、二噁英等多种污染物,农田长期施用污泥可导致土壤污染。

1.2.3 自然背景值高等是一些区域和流域土壤重金属超标的主要原因

(1)自然背景值高引起的重金属超标。我国西南、中南地区分布着大面积的有色金属成矿带,镉、汞、砷、铅等元素的自然背景值较高,加上金属矿冶、高镉磷肥施用等,导致这些地区重金属普遍超标,加剧了区域性的土壤重金属复合污染。

(2)流水搬运与洪灾造成的污染。长江中下游两岸土壤镉污染可能与流水搬运和洪灾有关。在镉成矿带和高背景地区,由于洪水等作用,土壤中的镉可在流域中下游形成富集区或富集带。

(3)森林火灾引起的污染。我国每年由于森林火灾产生的多环芳烃和挥发性有机污染物分别为40吨和9.5万吨,最终大都沉降到地面,对土壤造成一定污染。

1.3 土壤污染危害

长期以来,由于土壤环境保护未得到应有重视,历史欠账较多,多年累积的土壤环境问题逐步显现,呈现出新老污染物并存、无机有机复合污染的特征,局部地区已经出现中度和重度土壤污染,对农产品质量和人体健康构成严重威胁。

(1)影响农作物产量和品质。土壤污染会影响作物生长,造成减产;农作物可能会吸收富集某种污染物,影响农产品质量;我国每年因土壤污染造成农产品减产和重金属超标的损失达200亿元。如,湖北省大冶地区长期受有色金属冶炼的污染物排放影响,导致土壤镉污染严重,造成稻谷和蔬菜中镉严重超标;2001年,广西壮族自治区环江县铅锌矿区多个选矿厂尾砂库因洪水灾害造成

垮坝,致使沿岸5 000多亩农田受到严重污染。

(2)严重危害人民群众身体健康。长期食用受污染农产品可能对人体健康造成损害,住宅、商业、工业等建设用地土壤污染还可能经口摄入、皮肤接触和呼吸等途径危害人体健康。如广东省翁源县大宝山矿区长期不合理的矿产资源开采,造成周边农田及农作物严重污染,导致位于其下游的上坝村村民重病频发,健康损害严重。

(3)威胁生态环境安全。土壤污染影响植物、土壤动物和微生物的生存和繁衍,危及正常的土壤生态过程和生态系统服务功能。土壤中的污染物可能发生转化和迁移,继而进入地表水、地下水和大气环境,影响周边环境介质的质量。

2 土壤环境管理中存在的突出问题

当前和今后一个时期,我国经济增长的资源环境约束不断加剧,土地资源紧缺、人口众多的基本国情没有变化,粮食安全保障的压力持续加大,土壤环境保护面临诸多挑战。

(1)土壤环境保护压力日益增加。我国重化工业仍将保持较大规模,污染物排放将进一步加重区域性、流域性土壤污染;随着矿产资源开发强度加大,以及煤炭、石油生产和消费量的增加,土壤中有有机污染物和重金属的负荷将继续增加,对土壤环境形成巨大压力;在现有农业生产条件下,为保障粮食需求,化肥、农药、农膜等农用化学品使用量仍将维持在较高水平,大量重金属和农药等有机污染物进入土壤,将成为土壤环境质量下降的重要因素。

(2)土壤环境问题日趋复杂。除重金属外,我国土壤有机污染也日趋严重;稀土、酞酸酯、抗生素、激素、放射性核素、病原菌等污染物对土壤的污染不容忽视,土壤环境问题呈现多样性和复合性的特点,风险管控难度进一步加大,多年累积的土壤环境问题将呈集中爆发的态势。如不采取有力措施,今后一段时期内我国土壤污染加重的趋势将难以根本扭转,土壤污染问题将成为影响公



众健康与和谐社会建设的重要因素。

(3)土壤环境监督管理体系不健全。目前我国尚无土壤环境保护的专项法律法规。土壤环境保护标准体系不健全,现行土壤环境质量、监测分析方法、标准样品等标准已不能满足新时期土壤环境保护工作需要,亟待修订和完善。各地土壤环境监测、监督执法、风险预警体系建设严重滞后,难以对辖区内土壤环境实施有效监控。土壤环境保护科技支撑能力不足,基础研究薄弱,适合我国国情的土壤环境保护实用技术和设备有待开发。土壤环境保护和污染治理投入严重不足,有效的投入机制亟待建立。各级政府统一组织、有关部门分工负责、各有关方共同参与的土壤环境保护管理体制尚未形成。

3 加强土壤污染防治对策

3.1 加快完善土壤污染防治政策法规标准

目前我国尚无关于土壤污染防治的专门法律或行政法规。鉴于目前我国严峻的土壤环境形势,土壤污染防治立法已刻不容缓。目前环境保护部已将《土壤污染防治法》草案建议稿提交全国人大环资委,下一步将积极配合全国人大,加快推进立法进程。各地应针对突出的土壤环境问题,探索制定切实可行的土壤污染防治地方性法规。

各地和有关部门应研究制定有利于土壤污染防治的税收、信贷、补贴、土壤污染治理责任保险等经济政策;鼓励有机肥生产和使用、废旧农膜回收加工利用;建立建设项目用地土壤环境质量评估与备案制度及污染土壤调查、评估和修复制度,明确治理、修复的责任主体和要求。

应尽快修订《土壤环境质量标准》等相关标准,制订污染土壤治理与修复、重点区域行业重金属污染物特别排放限值、主要污

染物分析测试方法、土壤标准样品等标准,制订土壤环境质量评估和等级划分、被污染地块环境调查和风险评估、土壤污染治理与修复等技术规范,以不断完善土壤环境保护标准体系,满足土壤环境监管工作的需要。

3.2 切实加强土壤污染物来源控制

(1)加大工矿企业污染控制力度。完善产业准入条件,严格环境执法,对造成土壤严重污染的工矿企业实行限期治理,对耕地和集中式饮用水水源保护区内历史遗留的工矿污染及其土壤环境安全隐患进行排查和专项整治。加强集中式治污设施的环境监管,规范危险废物贮存和处理设施运营,防止对周边土壤造成污染。

(2)加强农业生产过程环境监管。强化肥料、农药、农膜等农用投入品使用的环境安全管理,从严控制污水灌溉和污泥农用。加大农业面源污染控制力度,大力发展生态农业,加强无公害、绿色和有机农产品生产基地建设。

(3)优化产业规划布局。加强规划,合理布局,防止重污染企业、各类工业园区、经济开发区、高新技术区、各类资源开发、开采等建设活动对周边土壤造成污染;通过区域环评、规划环评、项目环评等手段,防止各种无序开发项目造成土壤污染;防止重污染企业由城市向农村转移,避免造成新的土壤污染。

(4)实施奖惩政策措施。以耕地为重点,开展土壤环境保护成效评估和考核,对土壤环境保护措施落实到位、土壤环境质量得到有效保护和改善的地区,国家实行奖励性政策措施;对造成耕地土壤严重污染、集中式饮用水水源地受到威胁的地区,实行区域环保限批等惩罚性措施。

3.3 严格管控受污染土壤的环境风险

(1)加强受污染耕地土壤安全利用管

理。耕地土壤污染较重的,要结合当地实际,采取农艺措施调控、种植业结构调整、土壤污染治理与修复等综合措施,确保耕地土壤环境安全,防止农产品污染;耕地土壤污染严重且难以修复的,当地政府应通过划定农产品禁止生产区域等措施,加大修复力度,对农户造成的损失予以合理补偿。在受污染耕地治理修复期间,应给予有关农户相应的经济补偿。

(2)强化被污染地块环境监管。以大中城市周边、重污染工矿企业、集中治污设施周边、重金属污染防治重点区域、饮用水水源地周边、废弃物堆存地块等典型被污染地块为重点,开展被污染地块再利用的环境风险评估,禁止未经评估和无害化治理的被污染地块进行土地流转和开发利用。经评估认定对人体健康有严重影响的被污染地块,应采取措施防止污染扩散,且不得用于住宅开发。

3.4 积极开展土壤污染治理与修复试点示范

按照“先规划后实施、边调查边治理”的原则,稳步推进土壤污染治理与修复。各地应根据土壤污染状况,制定土壤修复工程规划,确定治理与修复的优先区域、目标和主要任务。国家选取典型地区建设土壤污染综合防治示范区,逐步建立适用的土壤污染防治技术体系,完善科学的土壤污染防治政策体系,积累成熟的土壤污染防治实践经验。同时,综合考虑土壤污染类型、土地利用现状、区域代表性等因素,在全国开展一批土壤污染治理与修复试点,加快建立土壤污染治理与修复技术体系。各地要立足实际、因地制宜,有计划、

分步骤地推进污染耕地治理与修复。

3.5 强化土壤污染防治科技支撑能力建设

为夯实土壤污染防治的科技基础,应尽早启动实施土壤污染防治重大科技专项。加强土壤环境质量评估与等级划分、土壤环境风险管控、土壤污染与农产品质量关系、污染土壤优化利用、重点地区土壤污染与健康等基础研究和应用研究。建成一批国家土壤环境保护重点实验室和土壤污染治理与修复工程技术中心,研发和推广适合我国国情的土壤环境保护、土壤污染治理与修复实用技术和装备。积极开展国际合作与交流,引进国外先进的土壤环境保护理念、管理模式、土壤污染治理与修复技术等,不断提升我国土壤环境保护科技水平。

3.6 建立土壤污染防治投入机制

按照“谁污染、谁治理”、“谁投资、谁受益”的原则,逐步建立以公共财政投入为引导,社会资金广泛参与,多渠道投资的土壤污染防治投入机制。中央集中的排污费等专项资金应安排一定比例用于土壤污染防治,确保资金逐年增加;地方也应在本级预算中安排专门资金用于土壤污染防治;城市建设土地出让金中应安排一定比例资金用于污染土壤治理修复;各级政府要保障土壤污染防治工作经费。尽快设立国家土壤污染防治专项资金,重点支持土壤环境基础调查、耕地土壤环境保护、历史遗留工矿污染整治示范、土壤污染治理与修复试点示范、土壤环境监管基础能力建设等。

Current Situation of National Soil Pollution and Strategies on Prevention and Control

Zhuang Guotai

(Department of Nature and Ecology Conservation, Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China,
Beijing 100035, China)

Abstract Soil pollution is a major environmental problem urgently needed to be resolved. The overall situation of national soil environment is not optimistic, i.e. serious soil pollution having been found in some areas, soil environmental quality of cultivated land having been a big worry and soil environmental issues on mining and industrial wasteland being outstanding. Soil pol-

lution was caused by various factors, and has shown serious harm, meanwhile, soil environmental supervision and management system is not soundly established. Soil environmental protection is facing many challenges. Next, we should further strengthen soil pollution prevention and control by implementing 6 tasks, which are: (1) to establish policies, law, regulations, and standards on soil pollution prevention and control; (2) to enhance control on soil contamination sources; (3) to enforce strict control of environmental risks of contaminated soils; (4) to carry out pilot and demonstration projects on remediation of contaminated soils; (5) to strengthen scientific and technological capability-building on soil pollution prevention and control; (6) to establish investment mechanism of soil pollution prevention and control.

Keywords soil environment, situation of pollution, prevention and control strategies

庄国泰 环境保护部自然生态保护司司长。1962年4月出生,福建泉州人。长期从事自然生态和农村环境保护及生态文明推进工作。曾多次在环境保护等重要学术期刊上发表文章,主持编译《土壤修复技术方法与应用》等书。2012年起,为环境保护部土壤环境保护法规起草工作领导小组成员。近年来,牵头组织《土壤环境保护“十二五”规划》、《土壤污染防治法》草案建议稿、《土壤污染防治行动计划》等重要文件起草和编制工作,有力推动了我国土壤环境保护工作发展。E-mail: zhuang.guotai@mep.gov.cn

Zhuang Guotai, born in April 1962 in Quanzhou, Fujian Province. A member of the Communist Party of China, with a Master Degree. In August 1989, he started working in the National Environmental Protection Bureau. In August 2008, he was appointed as the Director of the Department of Nature and Ecology Conservation, the Ministry of Environmental Protection of the P.R. China (MEP). He has been engaged in promoting conservation of nature, ecology, rural environment, and ecological civilization for decades. He has published a number of research articles on environmental protection on various key academic journals. He also led the compilation of series books, i.e. 'Soil Remediation Methods and Applications'. From 2012, he has been a member of the leading group of MEP for drafting act on soil environmental protection. In recent years, he has been leading the preparations of many important documents, including the 12th Five Year Plan on Soil Environmental Protection, the proposed draft Act on Soil Pollution Prevention and Control, and the Action Plan on Soil Pollution Prevention and Control, which has significantly promoted the development of soil environmental protection in China. E-mail: zhuang.guotai@mep.gov.cn



中国科学院