

# 中国土壤环境监测的现状、问题与对策

李国刚

(中国环境监测总站, 北京 100029)

摘 要: 通过对中国土壤环境监测现状的分析评价, 提出了未来需要建立的土壤环境监测技术体系和需要重点开展的土壤环境监测科研领域。

关键词: 土壤; 环境监测; 现状; 对策; 中国

中图分类号: X833

文献标识码: A

文章编号: 1006-2009(2005)01-0008-03

## The Status and Development Needs of Soil Environmental Monitoring in China

LI Guo-gang

(China National Environmental Monitoring Center, Beijing 100029, China)

Abstract: On the basis of comprehensive analysis and evaluation of soil environmental monitoring status in China, the near future needs for developing methodological system and the most important monitoring research fields were presented.

Key words: Soil Environmental monitoring; Status; Countermeasures; China

### 1 中国土壤环境现状

#### 1.1 土壤污染及其特性

土壤污染物包括: ①无机物(重金属、酸、盐、碱等); ②有机农药(杀虫剂、除莠剂等); ③有机废弃物(生物可以降解和生物难以降解的有机废物); ④化学肥料; ⑤污泥、矿渣和粉煤灰; ⑥放射性物质; ⑦寄生虫、病原菌和病毒。近半个世纪以来, 我国土壤质量一直在下降, 除了发生水土流失、沙化、盐碱化等生态恶化外, 土壤污染日益严重, 农业生产中使用的农药、化肥, 城市周边工业等的有机物污染, 集中在城市周边、工矿区、交通线附近的 As、Cd、Pb、Hg 等重金属污染, 已使土地不堪重负。

土壤污染的特点是: 隐蔽性和滞后性, 对于人的直观感觉, 土壤污染比空气污染、水体污染更加隐蔽; 区域性, 比较集中在某一范围; 不可逆性、累积性和难恢复性, 通常情况下, 不具备和水体相同的自净能力, 某些污染在不断积累, 重金属、POPs 等一旦进入土壤, 会长期存在, 而且不断积累。如六六六和滴滴涕在我国已经禁用 20 多年, 至今在土壤和农作物中仍有很高的检出率和检出浓度。

#### 1.2 土壤污染的危害

土壤污染的这些特性, 使其对人类的危害可能是灾难性的, 对于中国实现可持续发展和国家生态安全已构成严重威胁。其危害主要表现在:

(1) 加剧土地资源的短缺。中国人均耕地面积  $0.10 \text{ hm}^2$ , 仅相当于世界水平的  $1/4$ , 一些地区甚至低于联合国粮农组织提出的人均  $0.05 \text{ hm}^2$  的最低保证线。据推测, 中国国土面积的一半有不同程度的污染, 其中耕地重金属污染程度为 12%, 国土酸雨污染程度为 29%。有资料显示, 目前中国受 Cd、As、Cr、Pb 等重金属污染的耕地面积近  $2000 \text{ 万 hm}^2$ , 占耕地总面积的  $1/6$ 。20 世纪 90 年代, 据农业部门调查, 在中国人均耕地面积日趋减少的同时, 全国受污染农田面积已达  $0.1 \text{ 亿 hm}^2$ 。1998 年, 全国利用污水灌溉的农田面积为  $361.8 \text{ 万 hm}^2$ , 占全国总灌溉面积的 7.3%, 受大气污染的农田面积约  $530 \text{ 万 hm}^2$ , 固体废物堆存侵占农田和垃圾、污泥农用不当污染的农田面积  $90 \text{ 万 hm}^2$ , 有  $1300 \text{ 万 hm}^2 \sim 1600 \text{ 万 hm}^2$  土地遭

收稿日期: 2004-12-10

作者简介: 李国刚(1962—), 男, 安徽明光人, 研究员, 理学博士。

受农作物污染。

(2)导致农作物减产或污染。仅以土壤重金属污染为例,全国每年因重金属污染导致粮食减产 1 000 多万 t,被污染的粮食多达 1 200 万 t,合计经济损失至少 200 亿元。江西省某县 44 %的耕地受到重金属污染,并形成 670 hm<sup>2</sup> 的“镉米”区。

(3)导致农产品出口受阻。在东部经济快速发展地区的土壤中已检出 60 余种有机污染物,其中近 1/3 属于生物难降解的持久性微量有毒有害有机物。土壤污染对中国农产品的出口已造成严重影响。2003 年前 5 个月,辽宁省玉米出口较去年同期下降 56.5 %,蔬菜出口下降 9.6 %,其原因均为污染物超标。

(4)直接或间接影响人体健康。研究表明,土壤和粮食污染与一些地区某些疾病发病率之间有明显的关系。由粮食含镉量超标导致的“痛痛病”症状已开始出现,一些污灌区居民肝脾肿大,癌症发病率比对照区高十几倍。土壤遭受污染后,其表土的污染物质可在风力作用下,以扬尘形式进入大气,并进一步通过呼吸作用进入人体,影响人体健康。土壤污染也导致地下水的严重污染,使中国一些地区的地下水丧失了作为饮用水的功能。

### 1.3 土壤环境污染的趋势

中国土壤环境污染的发展趋势是:

(1)从轻度污染趋向严重污染。监测表明,土壤中各类污染物浓度呈逐年增加趋势。有些地方重金属超标 600 多倍,有的地区农药残留超标二三百倍。如江汉平原地区土壤中的 Hg、Cd 含量分别超标 254 倍和 23.9 倍,其浓度从西向东呈数量级递增趋势,从而导致农产品重金属的严重超标。

(2)从单一污染趋向复合型污染。这不仅表现在重金属污染问题尚未解决,又出现了有毒有害有机物污染问题,还经常出现土壤中多种污染物同时超标现象,大大增加了土壤的毒性和治理难度。最近的一次检测发现,长三角某地区一处土壤检出的有害物竟达 100 多种,其中包括国际社会高度关注的多氯联苯(PCBs)。

(3)从局部污染趋向区域污染。初步调查显示,土壤污染在中东部地区已呈连续之势,同工业化程度有很高的一致性,同时出现了相当数量的原因不明的污染异常区。

## 2 中国土壤环境的保护

经过近几十年的发展,中国土壤环境保护工作在环境标准、监测技术体系和监测科研等方面取得了一定的进展。

### 2.1 环境标准

为了保护土壤环境,中国先后颁布了以下土壤环境质量标准及相关的污染控制标准和基础标准。

(1)《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)。该标准按土壤应用功能、保护目标和土壤主要性质,分三类规定了土壤中污染物的最高允许浓度指标值(三级标准)及相应的监测方法,10 项污染物是 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn、六六六(4 种异构体总量)和滴滴涕(4 种衍生物总量)。该标准由各级环保行政主管部门负责监督实施。

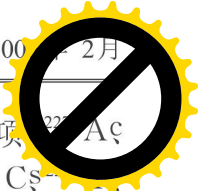
(2)《食用农产品产地(大田种植)环境质量评价标准》(征求意见稿,2003 年)。该标准规定了“菜篮子”基地土壤、灌溉水和环境空气的质量标准,以及相关的监测、评价方法,其中,土壤环境质量指标拟包括 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn、氧化稀土总量、六六六、滴滴涕和全盐量 12 项。该标准将由各级环保行政主管部门和相关部门按职责分工监督实施。

(3)《温室蔬菜产地环境质量评价标准》(征求意见稿,2003 年)。该标准规定了温室蔬菜产地土壤、灌溉水和环境空气的质量标准,以及相关的监测、评价方法,其中,土壤环境质量指标拟包括 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、氧化稀土总量、六六六、滴滴涕和全盐量 10 项。该标准将由各级环保行政主管部门和相关部门按职责分工监督实施。

(4)《畜禽养殖业产地环境质量评价标准》(征求意见稿,2003 年)。该标准规定了畜禽养殖业产地建筑用地土壤、灌溉用水、畜禽饮用水、生产用水、环境空气和环境噪声的质量标准,以及相关的监测、评价方法,其中,建筑用地土壤环境质量指标拟包括 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn、六六六和滴滴涕 10 项。该标准将由各级环保行政主管部门负责监督实施,相关行政主管部门依照法律和规定实施。

(5)《OFDC 有机认证标准》(2001 年 7 月 1 日)。该标准规定了对有机产品的生产、加工、贸易和标识等的要求。其中,土壤、水、作物、大气(必要时)样品中污染物的浓度必须低于中国相应的环境质量标准和食品卫生标准。土壤培肥过程中,明确要求禁止使用污水、污泥和未经处理的粪





便(叶菜类和块根、块茎类作物), 限制使用碱性炉渣、钙镁改良剂、钾矿粉、微量元素及有机农业体系以外生产的物质(如秸秆、堆肥、海草、木材下脚料、木炭及腐殖酸物质、农家肥、动物碎料等)。另外, 对于产品病虫害的防治, 明确要求禁止使用阿维菌素制剂及其复配剂、基因工程产品和化学合成的杀菌剂、杀虫剂、除草剂, 允许有限制地使用鱼藤酮、植物来源的除虫菊、乳化植物油和硅藻土, 允许有限制地使用微生物及其制剂如杀螟杆菌、B 制剂等。限制使用有环境安全风险的微生物制剂、植物来源的驱避剂、直接从植物和动物提取的杀虫/杀菌剂、(生)石灰、硫磺、石硫合剂、二氧化硫、漂白粉、碳酸氢钠、轻矿物油(如石蜡)、波尔多液, 以及其他含硫或铜的物质。

(6)《工业企业土壤环境质量风险评价基准》(HJ/T25-1999)。该评价基准用于工业企业选址阶段及工业企业生产活动发生后界区内土壤的环境质量风险评价, 以保护相关的人群及土壤和地下水环境。评价项目有 89 项: Ag As Ba Be Cd Cr(III)、Cr(VI)、Cu Hg Mn Ni Sb Se Zn 总氰化物、正己烷、氯甲烷、氯乙烷、二氯乙烷、1, 1-二氯乙烷、1, 2-二氯乙烷、1, 1, 1-三氯乙烷、1, 1, 2-三氯乙烷、四氯化碳、1, 2-二溴乙烷、二溴氯甲烷、1, 4-二恶烷、氯乙烯、1, 1-二氯乙烯、顺-1, 2-二氯乙烯、反-1, 2-二氯乙烯、三氯乙烯、四氯乙烯、六氯环戊二烯、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯乙烯、1, 2, 4-三甲苯、1, 3, 5-三甲苯、异丙基苯、仲丁苯、硝基苯、2, 4-二硝基甲苯、对甲苯胺、3, 3'-二氯联苯胺、氯苯、1, 2-二氯苯、1, 3-二氯苯、1, 4-二氯苯、1, 2, 4-三氯苯、五氯苯、六溴苯、酚、2-甲酚、3-甲酚、4-甲酚、2, 4-二甲酚、2, 6-二甲酚、3, 4-二甲酚、2-氯酚、2, 4-二氯苯酚、二氢苕、茚、萘、蒽、屈、荧蒽、苯并(a)蒽、苯并(a)芘、苯并(b)蒽、苯并(k)荧蒽、二苯并(a,h)蒽、二苯并呋喃、茚并(1, 2, 3-cd)芘、丁醇、亚乙基二醇、二(2-氯乙基)醚、2-丁酮、2-己酮、4-甲基-2-戊酮、乙酸乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、邻苯二甲酸二丁苄酯、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、4, 4'-滴滴涕、γ-六六六。

(7)《拟开放场址土壤中剩余放射性可接受水平规定(暂行)》(HJ53-2000)。该标准给出了土壤中剩余放射性的可接受暂行水平, 适用于核设施(包括铀、钍矿冶设施和放射性同位素生产设施)

退役场址的开放利用。控制项目有 38 项:  $^{227}\text{Ac}$   $^{241}\text{Am}$   $^{218}\text{At}$   $^{210}\text{Bi}$   $^{211}\text{Bi}$   $^{244}\text{Bi}$   $^{60}\text{Co}$   $^{137}\text{Cs}$   $^{234}\text{Pa}$   $^{234\text{m}}\text{Pa}$   $^{210}\text{Pb}$   $^{211}\text{Pb}$   $^{214}\text{Pb}$   $^{210}\text{Pb}$   $^{211}\text{Po}$   $^{214}\text{Po}$   $^{215}\text{Po}$   $^{218}\text{Po}$   $^{231}\text{Pu}$   $^{238}\text{Pu}$   $^{239}\text{Pu}$   $^{223}\text{Ra}$   $^{226}\text{Ra}$   $^{219}\text{Rn}$   $^{222}\text{Rn}$   $^{90}\text{Sr}$   $^{234}\text{T}$   $^{227}\text{Th}$   $^{231}\text{Th}$   $^{232}\text{Th}$   $(+D)$   $^{234}\text{Th}$   $^{207}\text{Tl}$   $^{210}\text{Tl}$   $^{234}\text{U}$   $^{235}\text{U}$   $^{238}\text{U}$

(8)《农田灌溉水质标准》(GB5084-92)。该标准分水作、旱作和蔬菜 3 种情况, 规定了农灌水的水质标准值, 以防止灌溉水对土壤、地下水和农产品的污染。控制项目有 29 项: As Cd Cr(VI)、Cu Hg Pb Se Zn 硼、氟化物、氯化物、硫化物、氰化物、凯氏氮、TP 苯、三氯乙醛、丙烯醛、水温、PH  $\text{COD}_{\text{Cr}}$   $\text{BOD}_5$  LAS 石油类、挥发酚、SS 全盐量、粪大肠菌群数、蛔虫卵数。要求当地农业部门负责对污灌区水质、土壤和农产品进行定期监测和评价。

(9)《农用污泥中污染物控制标准》(GB4284-84)。该标准按酸性、中性和碱性土壤, 分两类规定了农用污泥中污染物的控制标准值, 以防止污泥农用对土壤、农作物、地表水、地下水的污染。控制项目有 11 项: As Cd Cr Cu Hg Ni Pb Zn B 苯并(a)芘、矿物油。要求农业和环保部门必须对污泥和施用污泥的土壤作物进行长期定点监测。

(10)《城镇垃圾农用控制标准》(GB8172-87)。该标准规定了城镇垃圾农用控制标准值, 以防止城镇垃圾农用对土壤、农作物、水体的污染。控制项目有 15 项: As Cr Hg K Pb TN TP 有机质、大肠菌值、蛔虫卵死亡率、杂质、粒度、PH 水分等。要求农业、环卫和环保部门必须对城镇垃圾农用的土壤、作物进行长期定点监测, 农业部门建立监测点, 环卫部门提供合乎标准的城镇垃圾, 环保部门进行有效监督。

(11)《农用粉煤灰中污染物控制标准》(GB8173-87)。该标准按酸性、中性和碱性土壤, 分两类规定了粉煤灰农用控制标准值, 以防止粉煤灰农用对土壤、农作物、地下水、地表水的污染。控制项目有 12 项: As Cd Cr Cu Mn Ni Pb Se B 氯化物、全盐量、PH。要求农业和环保部门必须对农用粉煤灰和施用粉煤灰的土壤、作物、水体进行监测。

(12)《农药安全使用标准》(GB4285-89)。该标准为防止和控制农药对农产品和环境的污染, 规定了农业上为防治农作物(包括粮食、棉花、蔬

(下转第 18 页)

程技术,如面向对象技术、多线程并行处理技术和网络连接技术,最终形成了通用、开放的移动式环境监测处理软件包。该软件包的特点为:

(1)系统通用性。系统提供的组态功能方便、灵活,操作者只要进行简单的系统组态,就可以使系统适应全新的监测情况;

(2)系统开放性。良好的系统框架结构为未来的系统扩展提供了条件;

(3)界面友好性。软件实现时,能充分考虑操作人员、工程技术人员的实际情况,采用基于 Windows 标准的系统组态与人机交互界面,能够达到无需培训就可以使用的程度;

(4)系统安全性。系统具备的故障诊断功能对异常的变量值能够进行判断,并给出声、光警报以及相应的故障排除建议。系统维护采用系统密码认证方式,以保证系统自身的安全性。

5 结论

嵌入式操作系统功能强大,并行实时软件是计算机应用系统的发展方向。基于嵌入式操作

Windows CE 的移动环境监测系统具有集成度高、体积小、反应速度快、智能化高稳定性好和可靠性强等特点。在进行系统开发时,还需在以下两方面加以完善:

(1)开发中心站端与移动监测系统相配套的真三维 GIS 系统;

(2)利用系统的开放性,不断增加新的系统功能,改善环境监测系统的监测精度等性能。

[参考文献]

[1] 奚旦立,孙裕生,刘秀英.环境监测[M].北京:高等教育出版社,1995.28.

[2] 段智勇,付忠诚,李步年. GIS 技术及其在环境保护领域中的应用[J].环境与开发,2001,(1):30-31.

[3] 吴信才.地理信息系统原理及方法[M].北京:电子工业出版社,2002.

[4] 吴鹏鸣.环境空气与废气监测质量手册[M].北京:中国环境科学出版社,1989.

[5] 武毅.新一代嵌入式工业控制计算机[J].沈阳工业大学学报,1997,19(5):87-90.

[6] 刘劲松,芦康俊,闻思源.嵌入式实时操作系统的现状及发展[J].现代计算机,2000,2:18-20.

(上接第 10 页)

菜、果树、烟草、茶叶和牧草等)病虫草害必须合理地使用农药(计 46 种类),包括常用药量、最高用药量、施药方法、最多使用次数及安全间隔期要求等。涉及的农药有:百菌清、倍硫磷、草枯醚、除草醚、稻丰散、稻脚青、稻宁、敌百虫、滴滴涕、敌敌畏、地亚农、丁草胺、对硫磷(1605)、多菌灵、二氯苯醚菊酯、二氧苯醚菊酯、粉锈宁、呋喃丹、甲胺磷、甲基

对硫磷、甲(乙)六粉、久效磷、克满特、喹硫磷、乐果、六六六(高丙体六六六)、绿麦隆、氯氰菊酯、马拉硫磷、嘧啶氧磷、氰戊菊酯、三环唑、三氯杀螨醇、杀虫脒、杀虫双、杀螟松、速灭威、西维因、辛硫磷、溴螨酯、溴氰菊酯、亚胺硫磷、叶蝉散、异稻瘟净、乙酰甲胺磷、粘虫散。要求由各级环保、农业和卫生部门负责监督该标准的执行。

(未完待续)

。简讯。

竞争上岗产生南京市站新一届领导班子

为落实中央《党政领导干部选拔任用工作条例》,进一步加强党的执政能力建设,中共南京市环保局党委研究决定,南京市环境监测中心站新一任站长的任用采取在全系统选拔竞争的基础上产生。2005 年 1 月 11 日,7 名来自南京市环境监察支队、南京市站的竞聘者在全场热烈的掌声中分别走上演讲台,面对 400 余名全系统领导干部、技术人员发表了热情洋溢、内容丰富的演讲。经现场评分、民主测评、干部考核、局党委表决公示等程序,原南京市站副站长张丹宁当选站长,该站原综合信息室主任王合生同志当选副站长。原 3 名站领导留任,组成了新一届领导班子。此次采取竞争选拔监测站站长、副站长的办法,将对南京市环保系统干部管理改革起到深远的影响。

陈宝琳