

我国城市污泥的污染特征和资源化现状与可持续发展

田冬梅¹ 臧树良²

(1 沈阳师范大学化学与生命科学学院 2 辽宁大学化学科学与工程学院)

摘要 根据可持续发展的基本思想,通过对我国城市污泥的污染特征和资源化现状进行分析,认为以循环经济模式科学有效地利用是实现污泥资源化和我国经济、社会、环境可持续发展的必由之路。

关键词 城市污泥 污染 资源化 循环经济 可持续发展

随着城市人口的增加和工业生产的发展,城市污水排放量和作为污水处理产物的城市污泥产量也急剧增加。2003年全国废水排放总量为460亿t^[1],产生占污水体积0.02%的城市污泥^[2],并且呈逐年上升的趋势。一方面,污泥的任意堆放占用大量土地,并可能造成二次污染;另一方面,污泥中含有许多有益成分,不善加利用又造成资源浪费。因此,如何将产量大、成分复杂的污泥资源化以避免二次污染并创造经济价值便成为当前一项重要而紧迫的问题。

可持续发展,是一种在满足当代人需要的同时,不损害人类后代满足其自身需要的能力的发展。党的十六大提出,要加强环境保护和实施可持续发展战略,把推动整个社会走上经济和环保“双赢”之路作为全面建设小康社会的重要目标之一。因此,加强城市污泥农用资源化的研究与实践,对于实现经济和社会的共同可持续发展具有重要意义。本文根据可持续发展的基本思想,对我国城市污泥的污染特征和资源化现状进行分析,以探讨今后城市污泥的出路及其对经济、社会和环境可持续发展的影响。

一、我国城市污泥的污染特征

(一) 重金属污染现状

城市污泥中的重金属种类繁多,主要有Cu、Pb、Zn、Cd、Ni、Cr、Hg等,是污泥资源化利用的最主要障碍。重金属的种类因城市的工业结构和布局、城市性质的不同而略有差异,但其含量相差甚大。陈同斌等^[3]对各国城市污泥重金属的资料进行统计分析的结果表明,我国城市污泥的重金属含量普遍低于英美发达国家(表1);对国内污水处理厂近20年来的污泥分析表明,我国城市污泥中重金属含量还呈现逐渐下降的趋势;同时,我国1984年颁布的《农用污泥污染物控制标准》(GB4284-84)对重金属浓度的控制过于严格,几乎是世界上同类标准中最严的(表2),按照这一标准,我国相当多的城市污泥不能进行农用。而实际上只要不超过土地利用的环境容量,应该鼓励城市污泥的土地利用。因此,我国城市污泥在进行土地利用时重金属环境风险并不像想象的那样严重,近年来的相关研究也证明:合理进行城市污泥农用并不会造成土壤和农产品的重金属污染问题^[4,5]。

表1 中国和英国、美国、瑞典城市污泥中重金属的含量^[3]

	重金属, mg/kg								
	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb	Cr	Mn	Mo	Co
英国(1994年)	2847	1121	201	107	900	887	397	7.7	16.5
美国(1994年)	2200	700	52	12	480	380	—	—	—
瑞典(1994年)	1570	560	51	6.7	180	86	384	—	10.8
中国(1994—2001平均值)	1450	486	77.5	2.97	131	185	—	—	—

表2 欧洲及中国的城市污泥土地利用重金属控制标准^[3]

	重金属, mg/kg							
	Cu	Zn	Cd	Ni	Cr	Pb	Hg	As
欧盟标准	1750	4000	40	400	1000	1200	25	—
德国标准	1000	3000	15	200	1000	800	10	—
法国标准	800	2500	10	200	900	900	8	—
瑞典标准	600	800	2	50	100	100	2.5	—
中国标准 GB4284-84								
Soil pH ≥ 6.5	500	1000	20	200	1000	1000	15	75
Soil pH < 6.5	250	500	5	100	600	300	5	75
中国 2002 年新标准								
Soil pH ≥ 6.5	1500	3000	20	200	1000	1000	15	75
Soil pH < 6.5	800	2000	5	100	600	300	5	75

(二) 有机物污染现状

同重金属一样,城市污泥中的有机污染物也是影响其再利用的重要因素之一。公认的有机污染物中,我国城市污泥中只有多环芳烃(PAHs)的含量总体上比国外偏高,在 $10\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 左右,但随着时间的推移呈下降的趋势^[6];与国外相比,邻苯二甲酸酯(PEs)、多氯代二苯并二恶英/呋喃(PCDD/Fs)、多氯联苯(PCBs)、氯苯(CBs)、氯酚(CPs)以及硝基苯类、胺类、卤代烃类、醚类等污染物含量均相对较低^[6],而且与重金属一样,污泥中有机污染物的含量也呈降低趋势^[7,8]。

(三) 病原体污染

污泥中主要的病原体有细菌类、病毒和蠕虫卵,其中以沙门氏菌、蛔虫和肠道病毒等最为常见。欧洲国家在污泥土地利用的病原体方面一般只考察沙门氏菌和肠虫卵。我国只是在最新颁布的城镇污水处理厂污染物排放标准(GB18918—2002)中对污泥土地利用的大肠菌值作了相关规定。为使城市污泥土地利用更加安全,应尽快继续完善和制定城市污泥和城市污泥施用病原污染物的控制标准。

二、我国城市污泥资源化现状

(一) 我国城市污泥资源化方式

城市污泥的处置方式很多,填埋、焚烧、水体消纳和土地利用是许多国家常用的方式。由于土地利用是一种资源化处理方式,处理过程中花费少,收益又高,已成为目前最受欢迎的污泥资源化方式。目前土地利用已成为发达国家解决污泥问题的一条重要途径,而在我国,由于经费和技术上的原因,总的状况还是以土地利用为主。

土地利用主要是将污泥用于农田等施肥,垦荒地、贫瘠地等受损土壤的修复及改良,园林绿化建设,森林土地施用等,能够改良土壤结构,增加土壤肥力,促进作物的生长。国外污泥土地利用已有多年的历史,与国外相比,我国对城市污泥资源化的理论与实践均相差甚远。我国是一个发展中国家,又是一个农业大国,从可持续发展的观点看,相对其它污泥处置方式而言,显然土地利用的资源化方式是更符合我国国情的。

(二) 城市污泥资源化处理技术

污泥资源化的一个原则是施用污泥中的有害成分不能超过受施土壤的环境容量。一般来说,污泥在进行农用资源化前需经过稳定化、无害化的处理,一方面可减低污泥的体积使其便于运输和施

用,另一方面可减低乃至去除其中病原菌、有毒有害有机物、重金属等。常用的方法有以下几种:

1.堆沤处理

这是污泥农用资源化中最简单又非常有效的处理方法。污泥经堆肥化后,病原菌等几乎全部被杀死,重金属有效态的含量也会降低,可成为安全的有机肥料和土壤改良剂^[9]。缺点是周期长,需较大场地。

2.消化处理

该方法可显著减少污泥体积,消除恶臭,使污泥易脱水、性质稳定,更适宜作肥料,同时还可回收部分能源,减轻后续处理负担。缺点是消化后的污泥含水率较高,仍需要进一步脱水^[10]。

3.化学浸提法处理

该方法效果好,但由于成本高,操作麻烦,产生二次污染(废液)等,目前仍未达到实用阶段^[11]。

4.石灰稳定法处理

除可固定重金属外,还能使污泥富集钙,增加土壤团聚性,改善土壤结构^[12]。

5.生物淋滤法处理

该方法具有以下优点:酸消耗量低;大大节省脱水成本;既可有效去除重金属,矿质养分的损失又很小,肥料价值不受太大影响^[13]。缺点是成本较高,而且容易导致土壤酸化。

6.热喷处理

是近年发展起来的新方法,可缩短处理时间,提高无害化程度,还可提高污泥养分的供应力^[14]。

7.辐射处理

可较彻底地杀死污泥中的病原体,消除恶臭,促进有机质分解,提高速效氮、磷的含量^[9]。

上述方法中,石灰稳定法和化学浸提法费用高,同时也容易对环境造成二次污染;生物淋滤法以及新发展起来的热喷法、辐射法还有很多问题亟待解决,尚未投入大规模实践应用;堆沤法和消化法虽应用较多,但也不够高效实用。实际上目前还没有一种彻底有效实用的处理办法,这大大制约了城市污泥的资源化进程。因此研究和推广经济上合理,技术上可行的资源化处理技术是实现我国经济和环境可持续发展所迫切需要解决的问题。

(三)我国城市污泥资源化现状

我国在城市污泥处理、处置及资源化方面的技术才刚起步,目前仍采用以土地利用为主,其他利用方式为辅的资源化方式,形式比较单一而且利用率也不高,与国外先进国家相比尚有较大差距。土地利用在今后相当长的一段时间内仍将是我国污泥资源化的主要发展方向。

三、城市污泥与可持续发展

循环经济是实现国民经济长期可持续发展的良性循环需要。循环经济的提出,打破了传统经济发展理论把经济和环境系统人为割裂的弊端,促使大量生产、消费和大量废弃的传统经济体系转轨到物质的合理使用和不断循环利用的经济体系,为传统经济转向可持续发展的经济提供了新的理论模式。

(一)我国城市污泥资源化过程中存在的问题

过去,我们运用循环经济模式解决城市污泥资源化的意识还不强,因此存在不少问题:①注重单纯搞污染治理,强调达标,忽视经济效益和社会效益。通过本文分析,我国大部分城市污泥中重金属等污染物含量并不高,而颁布的《农用污泥污染物控制标准》却过于严格,这不利于实现污泥的资源化,从而制约了经济和环境的可持续发展;②注重污染的末端治理,忽视从源头削减和预防污染。本文总结了污泥资源化过程中几种现存治理途径后发现,以往的先污染后治理体制存在一定的问题,最根本有效的解决办法还是源头控制,这样才能最大限度地实现城市污泥的资源化利用,实现经济 and 环境的共同可持续发展;③注重对污泥污染的治理,忽视对污泥的合理

利用。目前的相关研究过分强调了污染作用及其治理,而弱化了污泥的合理利用,这显然偏离了循环经济模式的核心,违背了可持续发展原则。

(二) 推行循环经济模式,实现污泥资源化是我国经济、社会、环境可持续发展的必由之路

认识到先污染后治理的传统模式和末端治理的落后模式已不再适应当今和未来发展的需求,我们必须推行一个经济、社会、环境和资源相互协调的,既满足当代人的需求又不对满足后代需求的能力构成危害的可持续发展的新模式——循环经济模式。从可持续发展观点来看,城市污泥的最理想出路还应该是合理的资源化利用。而资源化最根本的解决办法是控制污染源,即将环保工作重心从目前投资大、费用高的末端治理转移到源头削减和预防污染,彻底改变过去被动的、滞后的污染控制手段;同时注意合理利用,即根据污泥的具体情况因地制宜地施用,并加强施用管理,控制用量和年限,以保证污泥资源的可持续利用和经济、环境的可持续发展。这是实现我国经济、社会、环境可持续发展的必由之路。

参考文献

- [1] 中国环境年鉴编辑委员会.2003 中国环境年鉴[M].北京:中国环境年鉴社,2004
- [2] Edwa,d S R, Cliff I D.工程与环境引论[M].北京:清华大学出版社,2002
- [3] 陈同斌,黄启飞,高定等.中国城市污泥的重金属含量及其变化趋势[J].环境科学学报,2003;23(5):561~569
- [4] 赵莉,李艳霞,陈同斌等.城市污泥堆肥在冷季型草皮专用复合肥生产中的应用[J].植物营养与肥料学报,2002;8(5):501~503,506
- [5] 金燕,李艳霞,陈同斌等.污泥及其复合肥对蔬菜产量及重金属积累的影响[J].植物营养与肥料学报,2002;8(3):288~291
- [6] 莫测辉,蔡全英,吴启堂等.城市污泥中有机污染物的研究进展[J].农业环境保护,2001;20(4):273~276
- [7] Alcock R E, Jones K C. Polychlorinated biphenyls in digested U.K. sewage sludge[J]. Chemosphere, 1993;26(12):2199~2207
- [8] McIntyre A E, Lester J N. Occurrence and distribution of persistent organochlorine compounds in U.K. sewage sludge[J]. Water, Air and Soil Poll, 1984;23:397~415
- [9] 赵丽君,杨意东.城市污泥堆肥技术研究[J].中国给水排水,1999;15(9):58~60
- [10] 牛樱,陈季华.剩余污泥处理技术进展[J].工业用水与废水,2000;31(5):4~6
- [11] 莫测辉,吴启堂,蔡全英等.论城市污泥农用资源化与可持续发展[J].应用生态学报,2000;11(1):157~160
- [12] 杨毓峰,薛澄泽,袁红旭等.城市污泥堆肥商品化应用问题的探讨[J].农业环境与发展,2000;63(1):6~8
- [13] Couillard D, Mercier G. Optimum residence time in(CSTR or Airlift reactor)for bacterial leaching of metals from anaerobic sewage sludge~bioreactor comparison[J]. Wat. Res.,1991;25:221
- [14] 周立祥,占新华,沈其荣等.热喷处理污泥及其复混肥的养分效率与生物效应[J].环境科学学报,2001;21(1):95~100