

我国城市污泥土地利用瓶颈问题分析与对策研究

黄 岚, 封 莉, 杜子文, 房思艺, 张立秋
(北京林业大学 环境科学与工程学院, 北京 100083)

摘 要: 我国城市污泥产量大、环境风险高,其最终处置已成为污水处理行业的瓶颈问题。土地利用是解决污泥出路的有效途径,但在我国尚无法大范围推广应用。采取资料调查法,从国务院、生态环境部、住房和城乡建设部、财政部、国家发展和改革委员会官方网站中检索出1984年—2017年间发布的63份污泥处理处置相关文件,并将其分为政策指引型、标准及技术规范型、财政扶持型三类,拟从国家政策层面研究分析限制污泥土地利用的深层次原因,进而提出相应的解决对策。研究发现,缺乏完整的工程应用技术规范和技术指南、缺乏科学的污泥土地利用环境生态风险评估体系和管理体系、缺乏健全的产业发展经济政策是制约我国污泥土地利用的瓶颈问题。因此,建议尽快制定污泥土地利用的相关技术规范和技术指南,建立完善的环境生态风险评估体系和多部门相协调的管理体系,构建包含投融资机制、税收政策、价格补贴机制在内的污泥土地利用产业经济保障体系,以推动污泥土地利用产业快速发展。

关键词: 污泥处理处置; 规范性文件; 污泥土地利用; 污水处理行业

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2019)20-0031-06

Analysis and Countermeasures Research on Bottleneck Problem of Municipal Sludge Land Application in China

HUANG Lan, FENG Li, DU Zi-wen, FANG Si-yi, ZHANG Li-qiu
(College of Environmental Science & Engineering, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Due to large output and high environmental risks of municipal sludge, the final disposal of municipal sludge in China has become a serious challenge for wastewater treatment industry. Land application is an effective way for sludge disposal. However, it has not been widely used in China. In this paper, 63 documents related to sludge treatment or disposal published between 1984 and 2017 were searched from the official website of State Council, Ministry of Ecological Environment, Ministry of Housing and Urban-Rural Development, Ministry of Finance, and National Development and Reform Commission. In order to analyze the key reasons of limiting land application of sludge and give the corresponding countermeasures, the 63 documents were divided into three categories: policy guidelines, standards and technology, and financial support. The results revealed that there were some bottleneck questions restricting sludge land use in China, which included the lack of complete technical specifications and technical guidelines for engineering application, and a scientific environmental ecological risk assessment system and management system, industrial development economic policy. Therefore, in order to promote the rapid development of industry for land application of sludge, it was

suggested that the relevant technical specifications and technical guidelines of sludge land application should be formulated as soon as possible; a perfect ecological environment risk assessment system and multi-sectoral coordination management system should be established; and the economic security policy system including investment and financing, tax policies, and the price subsidies should be set up.

Key words: sludge treatment and disposal; documents; land application of sludge; wastewater treatment industry

城市污泥中含有大量的有机质、病原菌、重金属等有害物质,若未经妥善处理处置,将对环境安全和公众健康造成严重危害^[1]。然而,我国大部分的污泥目前尚未得到妥善处置,污泥被直接丢弃在农田、河流等公共环境中的现象普遍,由此引起的二次环境污染问题不容忽视。“十二五”期间,北京市城市污泥无害化处理率也仅为23%左右^[2]。目前污泥处置方式以卫生填埋、焚烧、建材利用和土地利用为主^[3]。污泥填埋占用大量土地、释放气体污染物,且易污染地下水。污泥焚烧需购置专用设备,投资较大,运行维护费用高。建材利用需要对污泥进行高温烧制,烧制过程会产生有毒有害气体,且存在能耗高、产品质量差等问题。城市污泥中的有机质、氮磷营养物等可转化为土壤营养成分^[4],经稳定化和无害化处理后的污泥用于林地、园林绿地、沙化地和废弃矿山修复等符合我国国情^[5]。

尽管我国已发布了多个污泥处理处置规范性文件,但污泥土地利用仍未得到广泛的工程化应用,占比仅为0.36%^[6],与美国等发达国家相比有显著差距。污泥土地利用的工程化应用涉及到多个主体,包括政府部门、污泥生产单位、处理单位和消纳单位。政府部门作为污泥土地利用宏观调控者,其发布的污泥处理处置相关文件是否完善,成为污泥土地利用能否得到广泛工程化应用的关键。

对1984年—2017年间国家层面发布的63份污泥处理处置规范性文件进行梳理,总结我国城市污泥处理处置的发展历程,分析总结现阶段限制我国污泥土地利用的瓶颈问题,并提出相应解决方案,为推动城市污泥土地利用产业发展提供参考。

1 我国污泥处理处置规范性文件梳理

① 我国污泥处理处置规范性文件发布数量随年份变化

我国城市污泥处理处置起步较晚,自1984年起才陆续出台相关规范性文件。1984年—2017年间,国务院、生态环境部、住房和城乡建设部、财政部、国

家发展和改革委员会等部委共发布城市污泥处理处置规范性文件63份,其中2007年以前发布的城市污泥处理处置规范性文件仅为12份,2007年以后城市污泥处理处置问题开始得到国家重视,文件发布呈爆发性增长,2008年—2017年间达到51份,平均每年有5份以上的污泥处理处置文件发布。因此,以2007年为分界线,将我国城市污泥处理处置过程大致分为两个阶段:起步阶段(1984年—2007年)和发展阶段(2008年—2017年)。

为了使研究更加科学,脉络更加清晰,将污泥处理处置规范性文件分为政策指引型、标准及技术规范型、财政扶持型三类。政策指引型文件主要包括不同时期污泥处理处置工作的发展规划、战略趋向、污泥处理处置主要指标(如无害化处置率、减排目标等)和实现路径等;标准及技术规范型文件规定了污泥的检验方法、泥质标准、污泥处理处置工艺方案选择、技术指南、监管体系及其应急管理与环境风险评估等;财政扶持型文件主要集中在科技研发投入、企业投资扶持与补贴、企业税收优惠政策、税费征收办法等方面。

三类规范性文件与污泥处理处置产业的相互作用如图1所示。

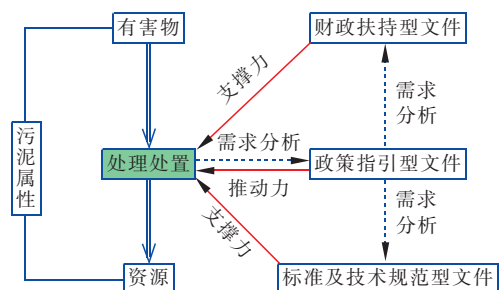


图1 污泥处理处置政策关系

Fig. 1 Relationship among various sludge treatment and disposal documents

由图1可知,污泥从有害物向资源属性的转变,需要政策指引型文件不断推动污泥处理处置技术的

发展来实现。政府通过对污泥处理处置产业进行需求分析,提出污泥处理处置工作规划及治理目标,在此基础上分析制定配套污泥处理处置技术导向及财政扶持措施。污泥处理处置标准及技术规范文件、财政扶持型文件作为实现污泥有效处理处置的支撑力,使得污泥满足土地利用标准,保障污泥处理处置产业的资金来源。

对政策指引型、标准及技术规范型和财政扶持型三类文件逐年发布数量及其占比情况进行分析,可知 1984 年—2017 年间我国发布数量最多的污泥处理处置文件为标准及技术规范型文件(30 份,占 47.62%),其次为政策指引型文件(25 份,占 39.68%),发布最少的为财政扶持型文件(8 份,占 12.70%)。

从三类文件的数量和占比可以看出,我国在城市污泥处理处置目标和发展规划、配套标准及技术规范制定等方面做了较多工作,但对于污泥处理处置财政扶持方面尚有欠缺(1984 年—2007 年我国发布的财政扶持型文件仅为 2 份,2008 年—2017 年间仅有 6 份),说明我国城市污泥处理处置相关产业发展相对滞后。

② 我国相关部委污泥处理处置相关文件发布数量情况

我国各部委发布的各类文件占比情况如图 2 所示。当某个文件由多个部委联合发布时,按照部委数 n 折合为每个部委发布政策数为 $1/n$ 。

由图 2 可知,1984 年—2007 年间政策指引型文件主要由国务院发布,标准及技术规范型文件主要由住房和城乡建设部、国家质量监督检验检疫总局、生态环境部发布,财政扶持型文件主要由国家税务总局、财政部发布。2007 年以后,政策指引型文件和财政扶持型文件的发布单位新增了国家发展改革委、生态环境部、住房和城乡建设部。可见政府对污泥处理处置的考虑更为全面,在实现环境保护的同时兼顾了经济发展。

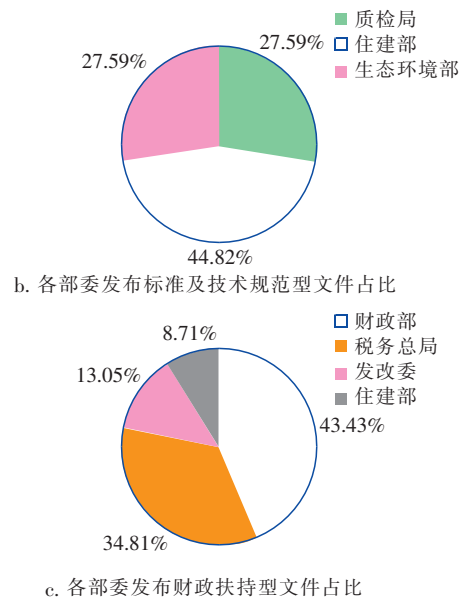
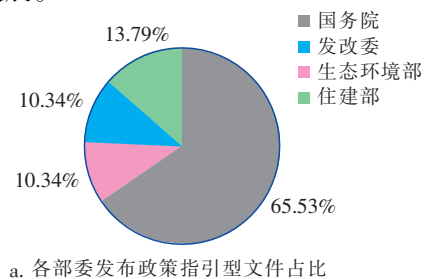


图 2 相关部委发布的各类文件情况

Fig. 2 Various documents issued by different departments

2 限制我国污泥土地利用瓶颈问题解析

通过对上述污泥处理处置规范性文件进行梳理,分析总结出限制污泥土地利用的瓶颈问题,主要体现在以下几个方面:

① 缺乏工程应用技术规范和技术指南

我国现已发布两项非污泥土地利用标准:《城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南(试行)》(HJ—BAT—002)和《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南(试行)》,四项污泥土地利用专项标准《城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质》(CJ/T 291—2008)、《城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质》(CJ/T 309—2009)和《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》(GB/T 23486—2009)、《城镇污水处理厂污泥处置 林地用泥质》(CJ/T 362—2011)。

《城镇污水处理厂污泥处理处置污染防治最佳可行技术指南(试行)》(HJ—BAT—002)和《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南(试行)》指出:土地利用是污泥最佳处置方式之一,需经过厌氧消化或好氧堆肥等无害化和稳定化处理后,才能进行土地利用。《城镇污水处理厂污泥处置 土地改良用泥质》(CJ/T 291—2008)、《城镇污水处理厂污泥处置 农用泥质》(CJ/T 309—2009)、《城镇污水处理厂污泥处置 园林绿化用泥质》(GB/T 23486—2009)和《城镇污水处理厂污泥处置 林地用泥质》(CJ/T

362—2011)四项专项土地利用泥质标准,对污泥土地利用原则、目标、技术和不同污泥土地利用方式的泥质标准等进行了详细介绍,但是均未给出污泥土地利用过程中污泥的具体施用方法(如施用方式、施用季节、施用频率等)。不合理的施用方法不仅会增加污泥土地利用管理难度,还会加大环境生态风险,甚至引起不可逆转的环境破坏。

② 缺乏环境生态风险评价体系和管理体系

《城镇污水处理厂污泥处理处置技术指南(试行)》中提出了污泥土地利用的风险管理与控制,但是只关注了污泥土地利用前污染物控制指标达标,未给出污泥土地利用过程中的环境生态风险评价体系。尽管已有学者建立了基于污泥土地利用环境现状的环境质量评价、基于生态系统的生态风险评价以及基于人体接触与吸入的人体健康风险评价方法^[7],但鉴于我国的污泥土地利用仍处于起步阶段,权威机构还未发布污泥土地利用相关的环境生态风险评价指导性文件,包括检测指标、评价方法、相应防控措施等,导致难以全面评价污泥土地利用后的环境生态风险,也无法采取有效策略对潜在的环境生态风险进行防控。

污泥处理处置过程中各参与主体的职责划分不清晰及管理标准的不统一也直接影响着污泥土地利用的推广。目前,在我国尚缺少污泥从生产、运输到消纳整个过程的全流程监管体系。我国污泥处理处置相关规范性文件的制定均由各部委根据自身工作需要出发,并且在不同时期主管部委也可能发生变化,导致污泥处理处置相关规范性文件的出发点就有偏向性,在具体实施过程中可操作性较低。如2017年9月生态环境部和农业部发布的《农用地土壤环境管理办法(试行)》中,第一章总则第二条第三款提出“本办法所称的农用地土壤环境质量类别划分和分类管理,主要适用于耕地。园地、草地、林地可参照本办法”,同时该办法第十二条第一款指出“禁止在农用地排放、倾倒、使用污泥、清淤底泥、尾矿(渣)等可能对土壤造成污染的固体废物”,旨在禁止耕地使用污泥。而2018年5月由住房和城乡建设部提出的《农用污泥污染物控制标准》(GB 4284—2018)中却提出“该标准适用于城镇污水处理厂污泥在耕地、园地和牧草地时的污染物控制”,意指耕地可施用污泥。尽管政策上明确鼓励污泥土地利用,但是标准、规范的发布单位却没有农业部、

国家林业局等。显然,各部委发布的政策文件均以本部委自身需求为出发点,执行过程中存在一定矛盾,难以顺利实施。

③ 缺乏产业发展经济政策

环境资源由于其公共产品属性而难以得到有效保护^[8],存在外部成本即向环境排放污泥所造成的损失由政府承担。我国现已提出排污权有偿使用等环境经济政策,但仍缺乏针对污泥排放进行外部成本自主承担的法律法规,未体现“谁污染谁付费”原则。现有经济政策主要集中在生产环节,提出环保专用设备、资源综合利用方面的税收优惠政策,但对于民间资本进入污泥土地利用产业的鼓励不足,致使该产业运营资金来源狭窄。政府财政预算资金作为融资渠道之一,所能支持的比例极小却未能得到高效运用;社会投资主体资金充足,投资、管理效率高^[9],却难以参与到污泥土地利用产业中。

3 我国污泥土地利用瓶颈问题解决对策

① 出台污泥土地利用工程应用技术规范和技术指南

针对污泥土地利用过程中缺乏具体施用方法来指导实际应用问题,建议应尽快出台污泥土地利用的工程应用技术规范和技术指南。根据污泥土地利用的不同方式(如林地利用、园林绿化、沙化地和废弃矿山改良等),结合施用场地的气候条件、土壤性质及污泥产品性质,开展适用于不同污泥土地利用方式的施用技术集成,研究确定适合的污泥施用方式(如基肥、追肥、种肥等)、施用方法(如撒施、条状沟施、环状沟施、穴施等)、施肥时间、施肥量和施肥频率等,构建完善的污泥土地利用工程应用技术规范和技术指南,指导污泥土地利用技术的工程实施。

② 完善污泥土地利用环境生态风险评价体系和管理体系

在污泥土地利用过程中,重金属、多环芳烃、病原微生物等风险因子将对环境介质(如土壤、地表水、地下水、植物)造成影响,需针对不同环境介质的特性及不同风险因子迁移转化特性,选取危害性大的指标作为污泥土地利用环境生态风险的监测对象,确定监测点布设方法、采样方法、样品分析方法。在进行长期监测后,筛选浓度较高或对生态环境危害较大的指标作为评价指标,根据不同风险评价指标和评价目的采用合适的风险评价方法、程序,评估污泥土地利用过程中风险因子对环境质量、生态、人

体健康造成的危害。

为了保证城市污泥在生产、运输、处理、处置全流程的安全性,应建立污泥产品土地利用全流程监管体系,具体框架如图 3 所示。

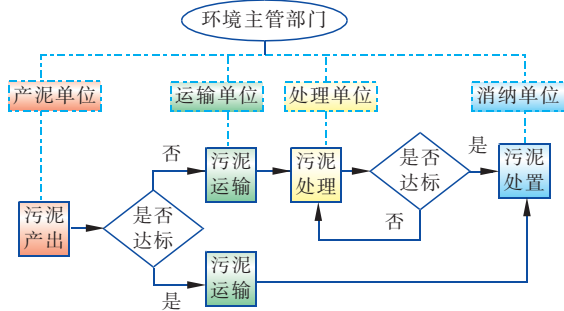


图 3 污泥产品土地利用全流程监管体系框架

Fig. 3 Framework of full process supervision system for land application of sludge

在图 3 中,污泥土地利用全流程监管体系的监管主体为环境主管部门,监管对象为产泥单位、运输单位、处理单位、消纳单位,监管内容涉及产泥、运输、处理、处置四个环节。产泥环节的责任主体是产泥单位(污水处理厂),负责登记并申报污泥泥质信息。运输环节的责任主体是运输单位(污泥运输企业),负责污泥转运与交接,在产泥单位泥质未达标时,运输过程包括产泥单位至处理单位和处理单位至处置单位;在产泥单位泥质达标时,运输过程为产泥单位至处置单位。处理环节的责任主体是处理单位(污泥处理厂),负责对未达标污泥进行再处理,并登记申报处理后污泥的泥质信息。处置环节的责任主体是消纳单位(即污泥消纳地所有者),负责污泥产品施用、消纳地信息登记与规划。

污泥土地利用产业由政府相关部门进行联合管理,产泥单位、运输单位、处理单位和消纳单位共同参与产业运营管理活动,由此形成的污泥土地利用运行机制框架如图 4 所示。

由图 4 可知,污泥土地利用产业要建立以利益机制为核心,涵盖污染控制机制、约束机制、动力机制、发展机制四个方面的全链条运行机制。国家发布标准及技术规范型文件,明确污泥土地利用监管责任界定与分配,约束企业的生产行为,并从污泥施用规范、生态风险评估等方面控制污泥土地利用的环境污染影响;国家发布财政扶持型文件,制定污泥税及配套税收优惠政策,形成污泥土地利用产业动力机制;国家制定财政支出预算并创新投资融资机

制形成污泥土地利用发展机制。

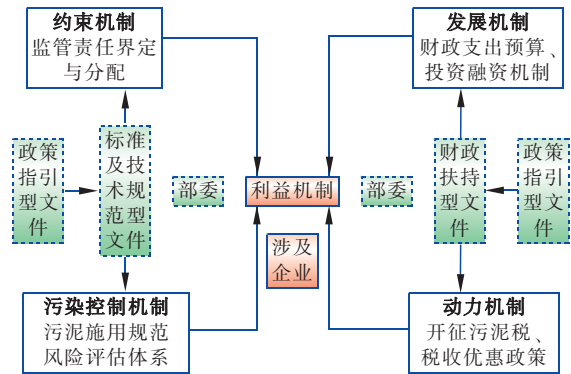


图 4 污泥土地利用全链条运行机制框架

Fig. 4 Framework of the whole chain operation mechanism of sludge land use

③ 建立污泥土地利用产业经济保障体系

为实现污泥排放外部成本自主承担,鼓励民间资本参与污泥土地利用产业,需要建立污泥土地利用产业经济保障体系(如图 5 所示)。

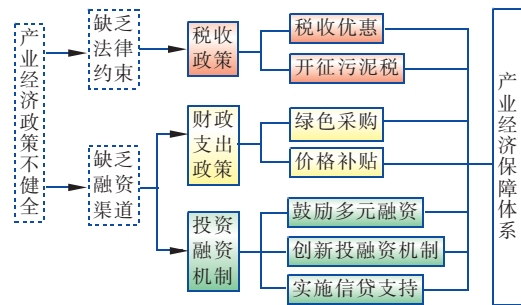


图 5 污泥土地利用产业经济保障体系

Fig. 5 Industrial and economic security system for land application of sludge

由图 5 可知,污泥土地利用产业经济政策不健全表现为污泥外部成本自主承担相关法律及污泥土地利用融资渠道的缺乏。为落实污泥外部成本,需根据排污者排放污泥所造成的危害进行征税,实现“谁污染谁付费”的目标。通过对污泥排放达标率显著上升的排污者给予税收优惠来提高排污者有效处理处置污泥的积极性,保证污泥排放达标。此外,由税收所增加的财政收入在合理配置下可加大政府对污泥土地利用的投资扶持,减缓融资渠道单一的问题。政府投资扶持的主要方式包括绿色采购(政府购买污泥产品)以拉动内需及通过价格补贴维持污泥产品价格稳定。污泥土地利用产业的资金来源不仅依赖政府财政支出,更需要民间资本的投入,保证民间资本合理的生存发展空间才能提高其参与污

泥土地利用的积极性。应结合污泥土地利用成本高、投资回报期长的特点,鼓励债券、股票等融资模式,拓宽融资渠道;完善和创新投资融资机制,包括投资融资的决策程序、投资项目的管理方式等,充分发挥市场对资源配置的优化作用;实施信贷支持的相关政策,引导信贷资金加大对产业的支持。

4 结论

采取资料调查法,梳理了从国务院、生态环境部、住房和城乡建设部、财政部、国家发展和改革委员会官方网站中检索出的1984年—2017年间发布的63份污泥处理处置相关文件,提出我国污泥土地利用产业缺乏工程应用技术规范和技术指南、缺乏环境生态风险评价体系和管理体系、缺乏产业发展经济政策是其未能得到广泛工程化应用的瓶颈问题,并从制定污泥土地利用相关技术规范和技术指南、建立污泥土地利用环境生态风险评价体系和管理体系、构建污泥土地利用产业发展经济政策体系三个方面提出了解决策略。

参考文献:

- [1] 严爱兰,李军,马挺,等. 自来水厂与污水厂污泥联合处理处置研究及应用进展[J]. 中国给水排水,2018,34(6):30-34.
Yan Ailan, Li Jun, Ma Ting, *et al.* Research and application progress of sludge treatment and disposal in waterworks and wastewater treatment plant [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(6): 30-34 (in Chinese).
- [2] 张向营. 市政污水厂污泥处置技术探讨[J]. 广东化工, 2018, 45(1): 146-147.
Zhang Xiangying. Discussion on municipal sewage plant sludge disposal technology [J]. Guangdong Chemical Industry, 2018, 45(1): 146-147 (in Chinese).
- [3] 张杞蓉,普晓晶. 中国城市污水厂污泥处置现状研究[J]. 环境科学与管理, 2015, 40(4): 86-89.
Zhang Qirong, Pu Xiaojing. Current status of China's urban sewage plant sludge disposal [J]. Environmental Science and Management, 2015, 40(4): 86-89 (in Chinese).
- [4] 余杰,郑国砥,高定,等. 城市污泥土地利用的国际发展趋势与展望[J]. 中国给水排水, 2012, 28(20): 28-30.
Yu Jie, Zheng Guodi, Gao Ding, *et al.* International trend and prospect on land application of sewage sludge [J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(20): 28-30 (in

Chinese).

- [5] 马闯,郭静,张宏忠,等. 河南省城市污泥土地利用潜力研究[J]. 中国给水排水, 2016, 32(1): 71-73.
Ma Chuang, Guo Jing, Zhang Hongzhong, *et al.* Land application potential of sewage sludge in Henan Province [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(1): 71-73 (in Chinese).
- [6] 张韵,史骏,关春雨. 对我国污泥处理处置产业政策的探讨[J]. 中国建设信息, 2010(7): 8-11.
Zhang Yun, Shi Jun, Guan Chunyu. Analysis of industrial policy for sludge treatment and disposal [J]. Information of China Construction, 2010(7): 8-11 (in Chinese).
- [7] 张立秋,孙德智,封莉. 城市污泥堆肥林地利用及其环境生态风险评价[M]. 北京:中国环境出版社, 2014.
Zhang Liqiu, Sun Dezhi, Feng Li. Forest Land Application and Environmental Ecological Risk Assessment of Municipal Sludge after Composting [M]. Beijing: China Environmental Press, 2014 (in Chinese).
- [8] 张汭红. 低碳经济下环境成本内部化途径探析[J]. 财会通讯, 2012(17): 110.
Zhang Guhong. Analysis on the internalization of environmental cost in low carbon economy [J]. Communication of Finance and Accounting, 2012(17): 110 (in Chinese).
- [9] 黄晓军,骆建华,范培培. 环境治理市场化问题研究[J]. 环境保护, 2017, 45(11): 48-52.
Huang Xiaojun, Luo Jianhua, Fan Peipei. Research on cultivating market entity of environmental protection [J]. Environmental Protection, 2017, 45(11): 48-52 (in Chinese).



作者简介:黄岚(1995-),女,福建泉州人,硕士研究生,研究方向为污泥资源化利用。

E-mail: huanglan0208@163.com

收稿日期:2019-01-18