

关于“垃圾填埋场气液污染主动防控的关键技术”项目申报 2019 年国家技术发明奖的公示

一、项目名称

垃圾填埋场气液污染主动防控的关键技术

二、提名意见

项目成果针对沼气和渗沥液多组分污染物释放影响大、运移过程多变、防渗系统开裂渗漏频发等重大工程灾害，发明了填埋场多组分污染物高精度检测与渗漏探测系统，发明了填埋场沼气和渗沥液导排的井群协同优化调控方法，发明了填埋场生态污泥腾发覆盖和粘土胶凝固结防渗技术，解决了沼气和渗沥液运移致灾机理不清、实时监测方法缺乏和被动治理效果不显著三个技术瓶颈问题，实现了填埋场气液污染防控从被动治理到主动调控的突破。

项目技术发明创新显著、技术成果转化程度高，且多项技术发明纳入《生活垃圾卫生填埋处理技术规范》、《生活垃圾土工试验技术规程》、《生活垃圾卫生填埋气体收集处理及利用工程运行维护技术规程》等国家和行业技术规范，并成功应用于国内外多个垃圾填埋场，产生了显著的经济、社会和环境效益，为我国垃圾填埋场长期、安全和高效运营及资源化利用做出了重要贡献。

研究成果主持获得省部级科技一等奖 4 项，主编和参编多部国家及行业标准，授权多项发明专利。

经我单位认真审阅，确认全部材料真实有效，符合国家科技奖励办的填写要求，特提名该项目为国家技术发明奖二等奖。

三、项目简介

本项目属环境学科技术领域。

我国生活垃圾年产量约 1.92 亿吨，且每年以 10% 的速度增长，年产量处于世界首位。目前，我国约 80% 的生活垃圾采用填埋方法处理。由于沼气和渗沥液产生运移致灾机理认知不清、监测方法和主动调控技术缺乏，全国现役 1100 余座填埋场中，多数存在不同程度底部防渗系统渗漏和顶部封场系统开裂问题，导致土壤、地下水和空气污染等重大环境灾害。

针对上述问题，本项目通过十余年系统研究，发明了填埋场多组分污染物高精度检测与渗漏探测系统，发明了填埋场沼气和渗沥液导排的井群协同优化调控方法，发明了填埋场生态污泥腾发覆盖和粘土胶凝固结防渗技术，解决了沼气和渗沥液运移致灾机理不清、实时监测方法缺乏和被动治理效果不显著三个技术瓶颈问题，实现了填埋场灾变从被动治理到主动调控的突破。主要技术发明如下：

1. 发明了填埋场多组分污染物高精度检测与渗漏探测系统。发明了填埋场多组分污染物检测系统，实现了填埋场多组分污染物保真取样、分离检测与数据在线传输的一体化在线自动化控制。发明了填埋场渗漏污染的温纳-偶极联合探测系统，实现了渗漏点位和污染范围的精准探测。

2. 发明了填埋场沼气和渗沥液导排的井群协同优化调控方法。自主研制了模拟现场环境下填埋场气液运移的模型试验系统，确定了沼气和渗沥液浓度、孔隙压力、渗透率和孔隙度等优化调控的关键参数，提出了以气/液流量为阈值的导排井影响半径的判定准则，开发了基于多目标协同优化的导排井调控方法，从污染源头解决了填埋场多组分污染物渗漏污染难题。

3. 发明了填埋场生态污泥腾发覆盖和粘土胶凝固结防渗技术。发明了填埋场顶部生态污泥腾发覆盖技术，解决了传统低渗阻隔型粘土覆盖技术易开裂失效难题。发明了填埋场底部粘土胶凝固结防渗技术，解决了传统水泥固结防渗技术抗渗性与化学相容性差的难题。

研究成果主持获得省部级科技一等奖 4 项，主编和参编多部国家及行业标准，授权多项发明专利，成果已成功应用于国内外多个垃圾填埋场，产生了显著的经济、社会和环境效益，为我国垃圾填埋场长期、安全和高效运营及资源化利用做出了重要贡献。

四、客观评价

1. 鉴定意见

1) 2016 年湖北省科技厅组织专家组对“生活垃圾填埋场防渗系统失效污染防治的关键技术”成果进行了鉴定，鉴定结果为“...项目系统研究了生活垃圾填埋场防渗系统失效分析理论、探测方法以及针对性的源头控制技术，...该项成果整体达到国际领先水平。...”。

2) 2012 年湖北省科技厅组织专家组对“垃圾填埋场运行过程中灾变机理及控制技术与工程应用”成果进行了鉴定，鉴定结果为“...项目系统研究了垃圾填埋气体迁移演化与渗沥液污染物释放传输机理，以及垃圾填埋场失效、失稳与失调灾变控制技术，...该项成果整体达到国际领先水平。...”。

3) 2006 年湖北省科技厅组织专家组对“城市生活垃圾生物处理与生态填埋技术研究与工程应用”成果进行了鉴定，鉴定结果为：“...垃圾填埋气体迁移规律与控制的基础理论研究处于国际先进水平。建议在工程中对上述成果进一步应用和完善”。

2. 重要获奖

序号	获奖项目名称	年度	奖项名称	等级	授奖单位
1	生活垃圾填埋场防渗系统失效污染防治的关键技术	2016	湖北省科技进步奖	一等奖	湖北省政府
2	垃圾填埋场运行过程中灾变机理及控制技术与工程应用	2012	湖北省科技进步奖	一等奖	湖北省政府
3	城市生活垃圾生物处理与生态填埋技术研究及工程应用	2006	湖北省科技进步奖	一等奖	湖北省政府
4	生活垃圾填埋场气-液致灾防控与资源化利用关键技术及应用	2016	中国产学研合作创新成果	一等奖	中国产学研促进会
5	生活垃圾污染防治与资源化利用	2018	中国技术市场金桥奖	项目突出贡献奖	中国技术市场协会
6	一种污染泥土原位固化稳定化处置系统	2017	中国专利奖	优秀奖	国家知识产权局

3. 学术与行业评价

1) 本项目技术研究成果授权发明专利和软件著作权多项。在本领域权威期刊《Applied Clay Science》等刊物上发表 SCI、EI 收录论文 200 余篇，专著 4 部。

2) 通过对我国垃圾填埋场多年工程实践经验的总结，典型评价如下：

a) 2013 年住房和城乡建设部工程勘察与测量标准化技术委员会组织专家组对《生活垃圾土工试验技术规程》进行了审查，认为：“...《规程》针对垃圾土的特殊工程特性对不同类型试验的试样尺寸、试验仪器设备、试验方法等作了规定，是国际上首部专门针对垃圾土工试验方法的标准，具有较强的创新性，总体上达到了国际先进水平...”。

b) 2011 年住房和城乡建设部标准定额研究所组织专家组对《生活垃圾卫生填埋技术导则》进行了审查，认为：“...填埋场污染物安全监控、远程在线监督以及填埋新技术等方面提出了技术要求和指导意见，具有创新性。导则的编制达到国内领先水平...”。

c) 2011 年住房和城乡建设部标准定额研究所组织专家组对《生活垃圾卫生填埋气体收集处理及利用工程运行维护技术规程》进行了审查，认为：“该标准对填埋气体抽气控制、预处理、气体利用...等方面提出了全面的运行维护要求，尤其是在填埋气体的安全控制方面具有创新性”。

d) 2013 年住房和城乡建设部标准定额司组织专家组对《垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损探测技术规程》进行了审查，认为：“...该规程填补国内生活垃圾填埋场土工膜渗漏破损探测方法的空白，整体处于国内领先水平”。

五、推广应用情况

项目成果成功应用于国内多个垃圾填埋场。典型的有：**武汉长山口垃圾填埋场**：典型废弃矿山型垃圾填埋场，建设前采石爆破致使库区岩体破碎损伤严重，裂隙发育显著，抗渗性和稳定性差，采用粘土胶凝固结防渗技术后，成功实现了库区岩体的防渗和加固，技术使用区域尚未出现渗沥液渗漏问题。**宜昌黄家湾填埋场**：优化调控和在线监测技术使用前，沼气年平均收集效率仅为 35%，技术实施后，年收集效率提高至 85%-91%。随着我国生活垃圾填埋场数量的不断增加，研究成果将会得到更加广泛的推广应用。

六、主要知识产权证明目录（不超过 10 件）

知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	有效状态
发明专利	填埋气体和渗滤液传输过程的监测试验系统	中国	ZL200610124780.6	2012.07.25	1012371	中国科学院武汉岩土力学研究所	薛强、冯夏庭、盛谦、梁冰、谷峰、谷志孟、赵颖、刘磊	有效
发明专利	一种垃圾填埋场防渗层破损检漏探测系统	中国	ZL201510214575.8	2017.03.15	2016111401075150	中国科学院武汉岩土力学研究所	薛强、王华庆、刘凯、梁冰、陈亿军	已授权
发明专利	以市政脱水污泥为基的垃圾填埋场封场覆盖材料的制备及应用	中国	ZL201110070927.9	2013.10.16	1286310	中国科学院武汉岩土力学研究所	薛强、陈亿军、万勇、刘勇、熊辉、刘磊、赵颖	有效
发明专利	气压温控式填埋场污染物传输特性测试试验系统	中国	ZL200710169020.1	2010.06.30	647031	中国科学院武汉岩土力学研究所	薛强、冯夏庭、胡竹云、赵颖、刘磊、刘晓丽、陈亿军	有效
发明专利	一种环境梯度作用下压实黏土防渗结构开裂失效模拟试验系统	中国	ZL201410272339.7	2015.10.28	1824704	中国科学院武汉岩土力学研究所	薛强、赵立业、万勇、刘磊、赵颖	有效
发明专利	垃圾填埋场渗沥液渗漏污染物检测与污染土修复方法	中国	ZL201110460723.6	2013.08.07	1251034	中国科学院武汉岩土力学研究所	薛强、陈亿军、赵颖、陈朱蕾、李振泽、刘勇	有效
发明	一种垃圾填	中国	ZL2015	2017.4.5	ZL201	中国科学院武	刘磊、薛	已

专利	埋场用竖井分布及运行优化设计方法		10075248.9		510075248.9	汉岩土力学研究所	强、曾刚、王平、陈亿军、马骏	授权
发明专利	液压式垃圾钻孔机	中国	ZL201019091003.X	2012.08.08	1020493	中国科学院武汉岩土力学研究所	薛强、李先旺、胡竹云、席本强	有效
发明专利	一种垃圾填埋场防渗帷幕用注浆材料及其制备方法	中国	ZL201110288575.4	2013.04.10	1171047	中国科学院武汉岩土力学研究所	李江山、薛强、刘磊、胡竹云	有效
软件著作权	地下环境系统中污染物多相多组分传输模拟软件系统	中国	2008SR11631	2008.6.20	098810	中国科学院武汉岩土力学研究所	薛强、梁冰、赵颖、席本强	有效

七、主要完成人情况

1. 薛强，中国科学院武汉岩土力学研究所，研究员。项目总体负责人，全面负责组织与实施本项目的理论、技术创新及工程应用研究。

2. 刘磊，中国科学院武汉岩土力学研究所，研究员。研发了以沼气收集效率最大化为目标的井群协同分布及调控技术。

3. 陈朱蕾，华中科技大学，教授。提出了垃圾填埋场膜下岩土体污染区域识别方法。

4. 万勇，中国科学院武汉岩土力学研究所，副研究员。提出了封场覆盖系统失效分析方法。

5. 刘勇，北京高能时代环境技术股份有限公司，教授级高级工程师。开发了垃圾填埋场粘土胶凝固结注浆工艺。

6. 范新峰，武汉市天虹仪表有限责任公司，高级工程师。研发了 VOCs 多组分气体污染一体化在线监测系统。

八、完成人合作关系说明

为解决垃圾填埋场沼气和渗沥液污染防控的关键技术，实现创新科技成果的应用转化与实践验证，项目完成人和完成单位充分发挥各自间的优势互补，形成了技术创新的合作团队。

武汉岩土所（薛强、刘磊、万勇）与华中科大（陈朱蕾）、高能环境（刘勇）

在垃圾填埋气体收集方法、防渗系统污染物渗漏探测方法及设备、新型防渗材料及工艺等方面开展了长期联合攻关，相关成果凝练后共同编制完成了《生活垃圾卫生填埋气体收集处理及利用工程运行维护技术规程》（CJJ175-2012）和《垃圾填埋场防渗土工膜渗漏破损探测技术规程》（CJJ/T214-2016）等国家标准，弥补了国内在垃圾填埋场污染物同步监测及渗漏过程探测技术方面的空白。

武汉岩土所（薛强、刘磊）与范新峰在气/液过程监控方面开展了联合探索，共同获得湖北省科技进步一等奖 1 项。

通过上述协同创新与联合攻关，项目完成人之间实现了垃圾填埋场沼气和渗沥液污染防控的关键技术，逐步形成“科学研究-技术转化-示范应用”的合作模式，建立了以第一完成单位为核心的科技创新与成果转化团队，取得了显著的经济、社会和环境效益。