

我国农村卫生旱厕现状及发展趋势

赵文斌^{1,2}, 李济之², 王洋³ (1. 辽宁大学环境学院, 辽宁沈阳 110036; 2. 中国科学院沈阳应用生态研究所, 辽宁沈阳 110016; 3. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林长春 130102)

摘要 随着我国改厕工程的不断进步、发展与实施以及“厕所革命”发挥的巨大成效,农村环境问题也得到了巨大改善。现阶段,各地区农村厕所的数量、类型存在明显差异,卫生厕所普及程度存在“南高北低、东高西低”的现象;虽然水厕是改厕工程的重心,但综合考虑我国各地区不同的地理位置、气候特征等因素,卫生旱厕也应该成为我国部分地区改厕的重点;传统卫生旱厕的类型主要包括打包型生态厕所和免水生物处理制肥型生态厕所,具有无需用水、应用范围广、装置简单、易于维护、原位处理、废物无害化、资源化利用等特点;随着社会发展的需求有所改变,越来越多的新型卫生旱厕被研发出来并成功应用到实际当中。

关键词 厕所革命;卫生旱厕;发展趋势

中图分类号 S127 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)23-0209-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.23.059



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Current Situation and Development Trend of Sanitary Dry Latrines in China

ZHAO Wen-bin^{1,2}, LI Ji-zhi², WANG Yang³ (1. College of Environment, Liaoning University, Shenyang, Liaoning 110036; 2. Shenyang Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang, Liaoning 110016; 3. Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun, Jilin 130102)

Abstract With the continuous progress, development and implementation of the toilet improvement project in China and the great effect of the “toilet revolution”, rural environmental problems have also been greatly improved. At this stage, there are obvious differences in the number and types of rural toilets in various regions, there is a phenomenon of “high in the south and low in the north, high in the east and low in the west” in the popularity of sanitary toilets. Although water latrines are the focus of the toilet improvement project, however, according to the geographical location and climatic characteristics of different regions in China, sanitary dry latrines should also become the focus of toilet improvement in some areas of China. The types of traditional sanitary dry latrines mainly include packaging-type ecological toilets and water-free biological treatment fertilizers ecological toilets, which have the characteristics of no need of water, wide application range, simple device, easy maintenance, in-situ treatment, harmless waste and resource utilization, more and more new sanitary dry latrines have been developed and successfully applied in practice.

Key words Toilet revolution; Sanitary dry latrines; Development trend

党的十八大以来,习近平总书记在多地调研时表示,要把厕所问题作为乡村振兴战略的一项具体工作来推进,不断提高农民生活质量,解决厕所问题在新农村建设中具有标志性意义^[1]。持续改善提高农村人居环境,坚持不懈推进农村“厕所革命”,是推动美丽乡村建设、助力乡村振兴战略的必经途径,也是顺应时代发展的必然趋势^[2]。

农村环境卫生改善的重点是厕所,解决厕所问题的重点是改厕,我国已经将改厕列为国民经济发展的重点指标^[3]。农村改厕工作既是一项体现人与自然和谐相处的建设工程,也是一项提高广大农民生活质量、文明素质的民生工程,具有重大的现实意义^[4]。

我国长期以来“先城市,后农村”的发展理念使得农村基础设施、公共卫生配套设施等与城市产生巨大差距,生态环境受到严重影响^[5-6],其中粪尿污染是造成农村水环境污染的重要因素之一。研究表明,厕所废水中 TN、TP 占农村污水污染物负荷的 80%以上^[7],农村地区粪便产生的氮排放量高于城市地区^[8],对当地水体、农村居民的饮水健康造成巨大威胁^[9]。因此,改善农村水环境的重心应放在治理厕所废水上,因地制宜选择方案改善农村厕所环境面貌,减少水环境污染状况^[10],遵循无害化、资源化、生态化等原则,秉承绿

水青山就是金山银山的理念,探索自然、经济、社会与文化共赢的解决方案^[11]。

1 我国农村厕所构成及区域特征

1.1 农村厕所构成 近几年,“厕所革命”在我国经历了几个发展阶段,改厕重心以水厕为主,并取得了巨大成效^[12],但是由表 1 可知,旱厕在全国占 58.6%,仍为大部分农村家庭卫生设施类型的主要选择方式。普遍适用于农村的水冲式卫生厕所具有结构简单、造价低、维护保养方便、安全卫生等特点^[13-14],但在寒冷缺水且经济相对落后的地区,受到水资源匮乏、冬季温度低、处理效率低^[15]、后期清掏难度大、经济效益不明显等因素的制约^[16],传统水厕无法正常运行,普通卫生旱厕处理效果一般,使得经过优化后的生态卫生旱厕成为该类地区的研究趋势。

1.2 农村厕所分布特征 由表 2 可知,我国不同地区厕所类型差异较为明显:东北部地区黑龙江、吉林和辽宁水厕应用较少,分别为 17.14%、4.98%和 54.55%,主要以粪尿分集式厕所为主。东部地区仅有山东、河北水厕应用比例相对较少,分别为 64.37%、70.83%,其他类型厕所占据一定比例。中部地区水厕平均占比为 65.60%,处于水厕与旱厕共存状态。西部地区差异明显,内蒙古和青海水厕占比比较低,分别为 23.92%和 25.87%;广西和重庆水厕应用较为普遍,分别为 92.03%和 99.70%。

导致各个地区厕所类型存在差异的原因主要包括:区域

基金项目 中国科学院战略性先导科技专项(A类)资助(XDA23070502)。

作者简介 赵文斌(1996—),男,黑龙江大庆人,硕士研究生,从事农业废水处理研究。

收稿日期 2021-03-08

经济发展及基础设施建设状况、区域自然地理及气候条件状况、区域居民受教育情况及政府宣传力度状况等^[19]。西部一些地区经济条件相对落后,财政支持大部分用来脱贫发展,农村污水处理的投入还不到总投入的1%^[20],由于该地

区山区居多且气候干旱,改厕应该以生态卫生旱厕为主;东北地区冬季气候寒冷且时间较长,同样需要对传统卫生厕所进行创新,依地改厕。

表1 第三次全国农业普查家庭卫生设施类型的农户构成^[17]

Table 1 The composition of household health facilities in the third national agricultural census^[17]

地区 Region	水冲式卫生厕所 Flush toilet	水冲式非卫生厕所 Flushing non-sanitary toilet	卫生旱厕 Sanitary dry toilet	普通旱厕 Ordinary dry toilet	无厕所 No toilet
全国 Nationwide	36.2	3.1	12.4	46.2	2.0
东部地区 East region	54.2	2.1	11.7	30.8	1.2
中部地区 Central region	29.2	4.1	13.6	52.2	0.9
西部地区 Western region	29.7	3.8	12.0	50.1	4.3
东北地区 Northeast region	4.1	0.2	12.2	82.9	0.5

表2 2016年不同类型厕所比例^[18]

Table 2 Proportion of different types of toilets in 2016^[18]

省(市、区) Province (city, district)	水冲式厕所 Flush toilet	其他类型厕所 Other types of toilets	省(市、区) Province (city, district)	水冲式厕所 Flush toilet	其他类型厕所 Other types of toilets
北京 Beijing	100	0	河南 Henan	72.73	27.27
天津 Tianjin	100	0	湖北 Hubei	73.39	26.61
河北 Hebei	70.83	26.46	湖南 Hunan	52.99	47.00
山西 Shanxi	63.00	37.01	广东 Guangdong	96.23	3.76
内蒙古 Inner Mongolia	23.92	76.12	广西 Guangxi	92.03	7.97
辽宁 Liaoning	54.55	45.46	海南 Hainan	98.32	1.77
吉林 Jilin	4.98	95.05	重庆 Chongqing	99.70	0
黑龙江 Heilongjiang	17.14	82.86	四川 Sichuan	77.86	22.14
上海 Shanghai	99.19	0.90	贵州 Guizhou	67.21	32.79
江苏 Jiangsu	92.56	7.44	云南 Yunnan	58.33	41.66
浙江 Zhejiang	97.94	2.06	陕西 Shaanxi	80.12	19.86
安徽 Anhui	53.74	46.25	甘肃 Gansu	37.84	62.13
福建 Fujian	97.77	2.25	青海 Qinghai	25.87	71.58
江西 Jiangxi	77.76	22.24	宁夏 Ningxia	76.06	23.80
山东 Shandong	64.37	35.63	新疆 Xinjiang	71.72	28.18

注:其他类型厕所主要包含粪尿分集式厕所

Note: Other types of toilets mainly include urine-diverting toilets

2 卫生旱厕主要

2.1 传统卫生旱厕 根据我国发布的《农村改厕技术规范(试行)》,把卫生厕所定义为厕屋(有墙、有顶)清洁、无蝇蛆、无臭、贮粪池不渗、不漏、密闭有盖,适时清除粪便并进行无害化处理。卫生厕所主要分为水冲式和粪尿分集式两大类,其中粪尿分集式也被称为卫生旱厕,主要包括粪尿分集式和双坑交替式^[21](表3)。

粪尿分集式厕所主要由便器、排尿口、排粪口、贮尿器和贮便器等构成,在不利用水冲的情况下实现粪尿的单独收集、处理^[22]。贮便器中的粪使用草木灰等干燥脱水剂覆盖,既可以杀死虫卵等病原性微生物,又可以将无害化后得到的粪便作为有机肥料施排到农田中^[23]。

双坑交替式厕所主要是由户厕建筑与贮粪建筑构成,使用原理为两个便器、厕坑,待一个填满封闭后,开启另一个,实现循环使用^[24]。清掏出的粪便经过堆肥发酵等无害化处理后,作为有机肥料施排到农田中提高农作物产量,实现废物资源化利用^[25]。

表3 卫生旱厕类型及特点

Table 3 Types and characteristics of sanitary dry latrines

卫生旱厕 Sanitary dry latrines	特点 Characteristics	适用对象 Suitable
粪尿分集式 Excrement and urine classification	使用操作简单、无需用水、后期清掏方便、可以实现粪便无害化处理	适用于干旱、半干旱、干燥缺水、寒冷、地势复杂的西北、东北地区
双坑交替式 Alternate double pit	结构设计简单、操作使用方便、可以实现废物资源化利用和粪便无害化处理	

2.2 新型生态卫生旱厕 当前节水节能已经成为大部分地区改厕的重点,同时也是学者关注的焦点,这使得生态旱厕成为现阶段的研究重点。不同地区地理气候条件、如厕习惯等不同,导致生态厕所种类繁多,但总体可分为:免水冲型生态厕所、节水型生态厕所和循环水型生态厕所,其中免水冲型生态厕所也被称为生态旱厕,根据其处理工艺可分为打包

型生态厕所和免水生物处理制肥型生态厕所^[26]。

打包型生态厕所就是在便器下有一个自动牵引的可生物降解打包袋,粪便落入袋中后,机械自动密封,有效防止臭气外泄,同时打包袋自动更新,包装后的打包袋自动掉入已经安置好的集装箱内,在规定时间内会有专门的管理部门将其送至粪便处理厂,进行无害化处理。其优势在于:对于水资源相对匮乏的农村地区,打包型生态厕所可以做到不污染环境,不留下任何残余物质,不需要任何水源。

免水生物处理制肥型生态厕所的实质就是在便器下有一个生化反应器,反应器中装有可以定期更换或补充的生化填料,通过生化填料内各类微生物的新陈代谢活动使粪便得到一定程度的降解,对粪便起到无害化处理的作用,同时降解或发酵过程中产生的高温可以将粪便内的各种病菌消灭,无害化之后的粪便又可以作为有机肥施放到农田。免水生物处理制肥型生态厕所的优势在于:无需用水更适用于水资源匮乏地区,产生的粪便无需二次处理,经过原位处理后可直接作为有机肥施放到农田,真正实现粪便的无害化处理与废物的循环二次利用。

现阶段,根据社会发展的需求,越来越多的新型卫生旱厕被研发并成功应用于实际,主要包括:环保智能型免水冲生态厕所、组合式生态卫生旱厕、踏压密封式按压加灰型生态卫生旱厕和机械驱动传输带式输送转移粪污型卫生旱厕等。

2.2.1 环保智能型免水冲生态厕所。人工智能是当今世界发展的趋势,龚超^[27]将生态卫生旱厕与智能相结合,发明了一种环保智能型免水冲生态厕所,原理是通过智能控制系统将微生物菌种与贮粪器中的粪便相接触,利用微生物新陈代谢和生化降解作用,对粪尿进行无害化、资源化处理。特点是摒弃了传统水冲式厕所对粪便的清理机制,避免水资源浪费,无需人力看管,实现粪尿就地无害化处理,极大改善厕所环境状况,从根本上做到节能、节水、环保^[28]。

2.2.2 组合式生态卫生旱厕。高素坤等^[29]提出的组合式生态卫生旱厕主要由盖板、粪筐、喷洒系统、排气排尿装置等构成,原理为将分别收集、处理的粪尿当作有机肥或直接还田;喷洒系统将带有微生物的粉料喷洒于粪便表面,用于加快堆肥和消除气味,粪便在粪筐中脱水干燥,通过方便快捷的取出装置将粪便取出;尿液排入至避光密闭储存的储尿桶内,降低氨的释放和尿素的分解,减少对地下水的污染^[30]。组合式生态卫生旱厕成本低廉、节省空间、组装方便,大大提高了农村厕所卫生环境清洁,减少疾病发生。

2.2.3 踏压密封式按压加灰型生态卫生旱厕。杨晨曦等^[31]提出的踏压密封式按压加灰型生态卫生旱厕主要由储粪室、设有踏压式自动密封固液分离式便器的如厕室、自动加灰箱和太阳能电池板等组成,其原理是:如厕后,通过接触下压式自动加灰箱,下落的草木灰等成分将粪便全覆盖,对其进行原位无害化处理,其本质也是通过降解或发酵过程处理粪便,使其能够直接作为有机肥施放到农田中。踏压密封式按压加灰型生态卫生旱厕的主要优势在于:自动加灰系统模仿

水冲式厕所的按压系统即可完成加灰,且安装的曲折镜面可以将下落的草木灰最大面积的覆盖到粪便上,操作方便快捷,无需用水、用电,节省资源,更适用于水资源相对匮乏的地区。

2.2.4 机械驱动传输带式输送转移粪污型卫生旱厕。机械驱动传输带式输送转移粪污型卫生旱厕主要由支撑柱、粪尿收集箱、如厕室、传动轴、蹲便器等构成,其原理是粪便通过机械传输带把粪污即时输送到厕屋后置储粪箱或者三格无害化化粪池,实现全自动机械杠杆式驱动,减少如厕人员与粪便的接触时间,在规定时间内清理储粪箱或化粪池,粪便长时间发酵堆肥沤肥可以实现资源化利用^[32]。其主要优势在于:设有开合板可以减小如厕人员受到视觉、嗅觉的影响;装置构成简单,易于维护保养,收集过程简单即时,便于之后的统一处理;储粪箱和化粪池自带发酵酸化效果,无需用水,更好地实现废物资源化利用。

3 卫生旱厕的优势及未来发展趋势

3.1 卫生旱厕的优势 随着我国科学技术的不断进步、工业农业的快速发展以及人口数量的持续增长,对城乡统筹的要求随之增强,因此,乡村振兴战略的重要性日渐突出,其中厕所问题已经成为制约农村经济、环境发展的关键因素,无论是在城市地区还是农村地区,各类废水的排放量始终呈现上升趋势,甚至部分农村地区的废水存在随意排放等现象,严重污染当地环境。虽然我国水资源总量较大,但人口数量较多,人均占有量低于世界平均水平,我国南北方水资源拥有量也存在分配不均等问题,北方地区水资源较少导致部分农村地区用水困难,所以我国北方农村地区如厕方式主要以旱厕为主。但在寒冷缺水且经济相对落后的地区,地下管网等污水收集、排放设施相对落后,且受到温度、经济实力、发展水平等因素的影响,水厕改革实施难度较大,新型卫生旱厕将会成为该类地区的发展重点。与传统旱厕、水厕相比,卫生旱厕具有以下优势:

(1) 无需用水,节约水资源。卫生旱厕的核心优势在于对水资源的保护,各类新型生态卫生旱厕的研发与成功应用均做到了无需用水,更加适用于水资源相对匮乏、经济发展水平相对落后的地区。

(2) 应用范围广。卫生旱厕因其无需用水、节省资源的优势使其适用范围较为广泛,农村户厕、乡镇公厕、景区公厕等特殊地区的厕所均适用。

(3) 装置简单,易于维护。一般来说,单个卫生旱厕的装置均由几个简单的装置所构成,无需复杂的操作就可以成功应用于实际,同时也无需完善的地下管网等污水收集、排放设施,易于操作维护。

(4) 原位处理。就目前研发出适用于各地区的卫生旱厕而言,其处理方式均为原位处理,原位处理的优势在于无需粪便运输,降低处理成本,更加适用于发展相对落后的地区。

(5) 废物无害化、资源化利用。卫生旱厕中粪便收集系统可起到生物降解、发酵酸化等作用,产生的固体废弃物无需进行额外处理,直接作为有机肥施放到农田中,实现废物

原位无害化、资源化利用。

3.2 卫生旱厕的未来发展趋势 “厕所革命”在我国发展的几个阶段中均以水厕为改革的重点,但并非全部,根据我国各地区不同的地理位置、气候特征、水资源拥有量等因素的考虑,卫生旱厕也应该成为部分地区改厕的难点与重点。随着国家对农村环境问题重视程度的加大,越来越多的研究学者参与并设计出了适应各地区的卫生旱厕,但部分卫生旱厕并未真正的应用到实际中。生态卫生旱厕今后的发展趋势应该从以下几个方面着手考虑:

(1)我国北方地区冬季干燥寒冷且持续时间较长,部分卫生旱厕内未安装空调或暖气等加温设备,导致卫生旱厕的使用受到温度的局限性较大,冬季受限,利用率不高。

(2)目前我国对卫生旱厕的研究与创新相对较少,部分研究仅仅是停留在理论中,一部分卫生旱厕虽然已经应用到实际中,但随后的维修保养人员数量相对较少,造成部分设备损坏后无人看管,导致装置闲置,今后应该培养更多有关卫生旱厕设备维护与保养方面的人才,为其今后应用提供后续保障。

(3)部分农村地区居民环境保护意识不强,应加大对卫生旱厕优势的宣传力度,最大程度发挥出卫生旱厕在环境治理以及改善农民生活质量上的优势。

4 结语

(1)各地区农村厕所的数量、类型存在明显差异,卫生厕所普及程度存在“南高北低、东高西低”的现象,造成各个地区厕所类型存在差异的原因主要包括:区域经济发展及基础设施建设状况、区域自然地理及气候条件状况、区域居民受教育情况及政府宣传力度状况等,东部卫生厕所普及率高,中部、西部、东北部仍需加强完善。

(2)生态卫生旱厕的类型主要包括打包型生态厕所和免水生物处理制肥型生态厕所,但是随着社会发展的需求有所改变,越来越多的新型卫生旱厕被研发出来并成功应用到实际当中,其中主要包括:环保智能型免水冲生态厕所、组合式生态卫生旱厕、脚踏密封式按压加灰型生态卫生旱厕和机械驱动传输带式输送转移粪污型卫生旱厕等。

(3)卫生旱厕主要存在无需用水、应用范围广、装置简单、易于维护、原位处理、废物无害化、资源化利用等特点,生态卫生旱厕在今后的研发中一定要因地制宜,紧跟社会发展的趋势。

参考文献

[1] 王彩霞,万远英. “厕所革命”在美丽乡村建设中的效益与实践[J]. 农村经济与科技,2019,30(7):261-263.
 [2] 沈净,刘洪波,张亚雷. 中国“厕所革命”的现状、问题及其对策思考[J]. 中国环境管理,2018,10(2):45-48.
 [3] 姚伟,曲晓光,李洪兴,等. 我国农村厕所及粪便利用现状[J]. 环境与

健康杂志,2009,26(1):12-14.
 [4] 叶新贵,安冬. 农村卫生厕所建设综述[J]. 中国卫生工程学,2013,12(1):79-81.
 [5] 王艳飞,刘彦随,严缤,等. 中国城乡协调发展格局特征及影响因素[J]. 地理科学,2016,36(1):20-28.
 [6] 黄季焜,刘莹. 农村环境污染情况及影响因素分析:来自全国百村的实证分析[J]. 管理学报,2010,7(11):1725-1729.
 [7] 黄圣彪. 推进厕所革命需要解决的技术问题及措施建议[J]. 中国环境管理,2018,10(2):49-52.
 [8] TONG Y D, BU X G, CHEN C, et al. Impacts of sanitation improvement on reduction of nitrogen discharges entering the environment from human excreta in China[J]. Science of the total environment, 2017, 593/594:439-448.
 [9] 王学文,曹少飞,王慧娟,等. 我国农村水环境污染现状与治理措施的思考[J]. 科技创新与生产力,2018(6):58-60.
 [10] 石炼,秦嘉琦,程小文,等. 中部地区某县农村“厕所革命”专项规划实践研究[J]. 给水排水,2019,55(6):16-21.
 [11] 刘新,夏南. 生态型公共厕所系统设计理念、原则与实践[J]. 生态经济,2018,34(6):232-236.
 [12] 陶勇. 从“农村改厕”走向“厕所革命”的发展历程[J]. 中国卫生工程学,2019,18(4):481-484.
 [13] NASR F A, MIKHAEL B. Treatment of domestic wastewater using modified septic tank[J]. Desalination and water treatment, 2015, 56(8):2073-2081.
 [14] 谢曙光,范传刚,何祖安,等. 双瓮漏斗式厕所标准追踪研究[J]. 公共卫生与预防医学,2019,30(4):12-15.
 [15] 高素坤. 农村厕所低成本改造技术与应用研究[D]. 泰安:山东农业大学,2017.
 [16] 张丽娜,胡梅,王农,等. 当前我国生态厕所的主要技术类型选择[J]. 农业环境与发展,2009,26(2):33-38.
 [17] 国家统计局. 第三次全国农业普查主要数据公报(第四号)[EB/OL]. (2017-12-16) [2020-05-26]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/tjgh/nypcgb/qgnypcgb/201712/t20171215_1563634.html.
 [18] 王永生,刘彦随,龙花楼. 我国农村厕所改造的区域特征及路径探析[J]. 农业资源与环境学报,2019,36(5):553-560.
 [19] 李新艳,李恒鹏,杨桂山,等. 江浙沪地区农村生活污水污染调查[J]. 生态与农村环境学报,2016,32(6):923-932.
 [20] 郑玄,杨琳. 新型城镇化背景下农村生态治理对策研究[J]. 农业经济,2019(8):27-29.
 [21] 赵海燕,卢愿清,张春娟. 我国农村改厕存在主要问题及对策[J]. 中国公共卫生,2007,23(12):1534-1535.
 [22] 陈莉,韦波,杨积军,等. 农村生态卫生厕所卫生效果评价[J]. 环境与健康杂志,2005,22(3):203-204.
 [23] 付洪博,张连成,张弘,等. 粪尿分集式生态厕所的建造原理及应用[J]. 中国卫生工程学,2006,5(1):46-47.
 [24] 王俊起,南山,孙凤英,等. 双坑交替式农村旱厕的卫生学评价[J]. 环境与健康杂志,2000,17(4):210-211.
 [25] 何御舟,付彦芬. 农村地区卫生厕所类型与特点[J]. 中国卫生工程学,2016,15(2):191-193,195.
 [26] 周燕,梅小乐,杜兵. 国内外生态厕所类型分析及其应用研究[J]. 北方环境,2013,25(6):21-25.
 [27] 龚超. 环保智能型免水冲厕所机构研究[D]. 淮南:安徽理工大学,2010.
 [28] 龚超,毛平淮. 基于变秸秆为有机肥环保厕所的研究[J]. 安徽农业科学,2009,37(21):10237-10238.
 [29] 高素坤,吕明亮,姚巨星,等. 组合式生态卫生旱厕在农村地区的应用[J]. 山东农业大学学报(自然科学版),2016,47(5):736-739.
 [30] 王俊起. 粪尿分集技术的研究与应用[J]. 中国卫生工程学,2005,4(2):68-70.
 [31] 陕西省环境科学研究院. 一种脚踏密封式按压加灰型生态卫生旱厕:CN201420237602.4[P]. 2014-11-26.
 [32] 湖北鼎誉环保科技有限公司. 一种机械驱动传输带式输送转移粪污的卫生旱厕设备:CN201922199646.8[P]. 2020-10-27.