

# 关于中国农村生活污水排放标准制定的探讨\*

丁绍兰<sup>1</sup> 刘泽航<sup>1,2</sup> 郭雪松<sup>2#</sup> 刘俊新<sup>2</sup>

(1. 陕西科技大学资源与环境学院, 陕西 西安 710021; 2. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

**摘要** 当前中国缺乏相应的农村生活污水排放标准, 而强行要求农村生活污水执行城镇排放标准, 结果往往很难达到预期效果。通过对美国、日本和新西兰等国家农村生活污水排放标准的分析, 并结合中国农村水环境状况和污染物处理技术水平现状, 提出了按照污水最终去向(资源化利用和直接排放)分类、分级确定农村生活污水排放标准的办法。

**关键词** 农村 生活污水 排放标准 处理技术

随着经济的快速发展, 我国农村生活污水的排放量呈逐年上升趋势。2010年, 第一次全国污染源普查结果表明, 农村污染物排放量已经占到了全国总量的50%左右, 其中COD、TN、TP排放量分别占总量的43%、57%、67%<sup>[1]</sup>, 而目前农村生活污水的处理率还极低<sup>[2]</sup>。

目前, 我国农村缺乏相应的生活污水排放标准和污水处理设施的长效运行管理机制, 农村生活污水排放标准采用的是《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)、《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)等。而GB 18918—2002、GB 8978—1996制定的主要依据是大、中城市的水环境状况和经济技术情况。近年来的实践表明, 与城市相比, 农村生活污水的处理存在以下特征: (1) 由于农村经济基础相对较薄弱, 用于水污染控制的经费不多; (2) 技术力量薄弱, 缺少相关行业的设计、施工和运行管理人员; (3) 配套基础设施较差, 没有相应的检测设施和监测人员; (4) 单个污水处理设施规模较小, 但设施总量巨大, 运行和监管难度较大。可见, 由于农村生活污水的污染特征、技术经济条件与城镇不同, 利用的污水处理工艺也存在很大差别, 强行要求农村生活污水执行城镇排放标准, 结果往往很难达到预期效果<sup>[3]</sup>。

在这种背景下, 笔者通过研究国外农村生活污水的排放标准, 结合我国农村生活污水污染特征和经济、技术条件, 对污水排放标准的制定进行了研究, 以期为我国农村生活污水排放标准的制定提供参考。

## 1 国外农村生活污水排放标准

目前, 主要发达国家的农村污水治理组织和管

理模式大致可以分成3类: 一类以早已城乡一体化的欧美发达国家为代表; 一类以农村污水处理技术较成熟和排放标准较完善的日本为代表; 第3类以农村污水处理处于起步阶段, 处理技术和排放标准正不断完善的新西兰等国家为代表。

### 1.1 美国农村生活污水处理的相关标准

美国的农村卫生建设起步早, 不存在类似我国的城乡差别, 而且农村居民都比较富裕, 总的来说农村生活污水处理技术水平也比较高, 因此美国农村与城市使用相同的污水排放标准<sup>[4]</sup>。

### 1.2 日本农村生活污水处理的相关标准

日本的经济起飞是在20世纪50、60年代以后。为了加速城乡一体化, 规范和管理农村地区的卫生、建设与环境保护问题, 日本建立了一套不同于城市的农村污水治理法律体系: 城市(人口>5万或人口密度>40人/hm<sup>2</sup>的集中居住地)适用《下水道法》, 农村地区主要适用《净化槽法》<sup>[5]</sup>。

日本于20世纪60年代展开了净化槽技术的研究与推广。净化槽分为3种类型: 单独处理净化槽、合并处理净化槽和高度处理净化槽。《净化槽法》中对分散污水的排放标准限值是按净化槽处理工艺而确定的。目前, 日本的高度处理净化槽技术已较成熟, 出水水质可达到以下标准: BOD<sub>5</sub>在10 mg/L以下, COD在15 mg/L以下, TN在10 mg/L以下, TP在1 mg/L以下<sup>[6]</sup>。

日本在制定《净化槽法》出水标准的同时, 还颁布了一系列相关技术标准, 如净化槽的工艺选择、净化槽维护检查、清扫等技术标准以及净化槽施工技术标准等<sup>[7]</sup>, 使净化槽的日常维护、运行等得到了保证。

第一作者: 丁绍兰, 女, 1963年生, 博士, 教授, 研究方向为水处理技术与轻工业污染治理。# 通讯作者。

\* 国家水体污染控制与治理科技重大专项(No. 2009ZX07318-006)。

### 1.3 新西兰农村生活污水处理的相关标准

新西兰与我国都正处于农村生活污水处理的探索阶段,并且都尚缺乏对农村生活污水处理系统运行维护的监管,都还未对此制定明确的强制责任。因此,新西兰的农村生活污水处理实践对我国有较强的借鉴作用。

目前,新西兰约有 27 万个就地污水处理系统,大部分的就地污水处理系统为成熟的化粪池。但由于选址不当、日常维护等原因,这些污水处理系统的运行失败率在 15%~50%。针对上述问题,新西兰出台了一些针对就地污水处理系统的技术标准,如针对就地生活污水处理的《澳大利亚/新西兰联合标准》(AS/NZS 1547:2000)和《奥克兰区域议会的污水就地处理系统:设计和管理》(TP58)<sup>[8]</sup>。虽然这些技术标准的出台对新西兰农村生活污水处理起到了重要的作用,但由于权责不清、监管不力等原因,一些就地污水处理系统的运行情况仍不佳。

总结日本的成功经验和新西兰的探索实践,我国在制定农村生活污水排放标准时,应首先确定适合农村的污水处理技术,出台相应的农村生活污水处理技术标准,方便农村居民根据本地的实际情况,选择合适的处理技术。

## 2 我国农村生活污水排放标准的制定

农村生活污水排放标准的制定主要应考虑以下 3 个原则:(1)可行性。要充分考虑我国农村的具体情况,结合农村实际的经济、技术和管理水平;(2)超前性。制定的排放标准不仅要与农村现状相适应,还要能适应今后的发展需求,做到“前五年领先,后五年不落后”;(3)标准内容要与国家已颁布的法律法规相一致。

### 2.1 与农村的经济承载力相适应,因地制宜、区别对待

我国目前有 60 多万个行政村,250 多万个自然村<sup>[9]</sup>,农村数量众多,类型也多种多样。不同区域农村的经济承载力差别很大,生活污水排放规律、水环境容量和技术水平等也不同。如东部地区农村人口密度高,公共基础设施建设较早;西部地区农村人口密度低,公共基础设施配套缓慢,污水处理设施和水资源保护设施的发展相对滞后;北方河流和降雨较少,污染物浓度高;南方河流和降雨较多,污染物容易被稀释;东南地区农村居民生活用水量大,西北地区农村居民生活用水量小。因此,农村生活污水排放标准的制定要与当地的经济、技术和管理水平相

适应,因地制宜、区别对待。

### 2.2 应优先考虑污水的资源化利用

污水最终去向是制定农村生活污水处理标准的一个重要依据。污水资源化应是农村生活污水处理的方向和趋势。《村庄污水处理设施技术规程》(CJJ/T 163—2011)中就要求:村庄生活污水处理应优先考虑资源化利用,并符合相关利用标准<sup>[10]</sup>。农村生活污水中含有氮、磷、有机物等营养成分,回用于农田灌溉既可解决农田灌溉水资源不足的问题,又可减少污水处理过程中因氮、磷等去除而产生的投资和设备运行费用。因此,笔者建议分资源化利用和直接排放两类来制定农村生活污水排放标准。

### 2.3 污染物控制项目的选取不宜太多

资源化利用时,农村生活污水排放标准的污染物控制项目选择建议参考《农田灌溉水质标准》(GB 5084—2005)、《渔业水质标准》(GB 11607—89)等国家相关标准。

《国家污染物排放标准说明(暂行)》中指出,污染物控制项目的选择要全面分析本行业可能产生的污染物,主要依据为总量控制、对生态和健康的影响、各污染物项目之间关联性等。农村生活污水处理后直接排放时,污染物控制项目可根据以下 3 个原则进行选择:

(1)产生量较大,具有代表性的污染物。选择的污染物应具有较大的生产量(或排放量),并较广泛地存在于环境中。

(2)对人体、环境毒性强或对生态环境危害大的污染物。对污染物毒性的考虑,不仅要考虑化合物本身的性质,更要考虑其毒性可能导致的环境效应、生物效应以及对人体和环境的危害。

(3)应是农村基础条件可检测、可控制的污染物。优先选择目前监测条件已具备或在短期内可以具备的污染物;目前的处理技术可有效处理的污染物。

由于农村经济、技术力量薄弱,不具备一些污染物的检测能力,比如 BOD<sub>5</sub> 的检测在农村基本很难实现。因此,农村生活污水污染物控制项目的选取要切合实际。参考国外发达国家经验,如日本《净化槽法》针对农村污水只选取了 COD、BOD<sub>5</sub>、TN、TP 等少数几项污染物控制指标。

参考日本等的农村生活污水污染物控制项目的选取经验,结合我国农村经济技术的具体情况,建议农村生活污水污染物控制指标的选取包括:(1)感官性状和一般化学性指标,如 COD、SS、NH<sub>3</sub>-N、TP 等

基本控制项目<sup>[11]</sup>。(2)细菌学指标,如粪大肠菌群等。河流、池塘等水体既是农村生活污水的受纳水体,又是农村居民日常所需的生活水体,如果不能及时处理水体中的粪大肠菌群等病毒性有害物质,将严重危害农村居民的身体健康。可通过检测余氯等指标间接测定水体的粪大肠菌群含量<sup>[12]</sup>。

#### 2.4 污染物排放限值的制定要兼顾污染物控制技术和水环境容量

污染物排放限值的确定方法主要有 2 种,一种是按工业设备条件和工艺水平确定;另一种是从保护水资源出发,根据水环境质量标准、考虑水体稀释能力和允许负荷量确定<sup>[13]</sup>。

##### 2.4.1 确定方法

水环境质量标准是为保护水环境生态系统的结构和功能制定的。污染物排放到水体后会经过稀释,所以污染物允许的排放浓度高于受纳水体的水环境质量标准限值。排放限值与水环境质量标准限值的比值称为稀释系数。稀释系数的确定要考虑到水体的稀释能力和废水的排放量和排放浓度。确定稀释系数的方法有 3 种:统一系数、定位计算和模型估算。目前,欧盟一些国家(如丹麦)采用统一系数法由水环境质量标准反演污染物排放限值<sup>[14]</sup>,只需将标准限值乘以稀释系数即可得到污染物排放限值。

我国《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中将水质分为 5 类,其中Ⅲ类水质以上才可作为饮用水源。笔者以 GB 3838—2002 Ⅲ类水质限值做为制定农村生活污水排放标准的基准值,确定稀释系数为 10,反演推导我国农村生活污水的排放标准限值,结果见表 1。

表 1 推导出的我国农村生活污水排放标准限值

项目	mg/L	
	GB 3838—2002 Ⅲ类限值	农村生活污水 排放标准限值
COD	20	200
SS <sup>1)</sup>		
NH <sub>3</sub> -N	1.0	10
TP	0.2(湖、库 0.05)	2(湖、库 0.5)

注:1)GB 3838—2002 中无 SS 限值。

值得注意的是,根据水环境质量标准和水体稀释能力来推导农村生活污水排放标准限值,可能会出现即使采用最先进的处理技术也很难使污染物达标的情况,即推导出的标准的操作性和可行性不强。

##### 2.4.2 农村生活污水的处理水平

为全面分析根据水环境质量标准来制定我国农村生活污水排放标准的可行性,笔者对我国不同区

域农村的 70 项污水处理工程进行了详细调研,对农村生活污水经各种处理技术处理后的出水进行了分类统计。调研结果表明,目前我国农村生活污水采用的处理技术多种多样,其中包括沼气池(7 项)、化粪池(3 项)、活性污泥法(10 项)、生物膜法(10 项)、土地处理技术(3 项)、生态技术(18 项)、生物+生态技术(17 项)和塘系统(2 项)等。按处理程度,可划分为一级、二级和三级处理系统。

一级处理系统主要包括化粪池和沼气池技术,其中化粪池的污染物去除率较低,出水无论是直排还是用于农业灌溉,均会对环境造成较大影响。考虑到我国农村目前的水环境情况,建议逐步淘汰化粪池技术的运用。而沼气池处理的出水水质能较稳定地达到 GB 5084—2005,可回用于农田灌溉或水产养殖等。

二级处理系统的组合多种多样,最常见的主要有:厌氧+人工湿地、格栅+生物接触氧化池、格栅+氧化沟、格栅+A<sup>2</sup>/O 等。人工湿地在农村污水处理中已得到很好地推广应用,这种技术具有投资省、工艺简单、易于管理等优点,但出水易受季节等因素的影响;生物接触氧化是一项简单、易行的技术,缺点是构筑物繁多,运行成本偏高,集中式的处理方式对污水收集系统要求较高;氧化沟和 A<sup>2</sup>/O 技术在城市污水处理厂中被广泛应用,但不适合农村单户和小规模生活污水的处理,且其基建和运行成本较高,操作复杂。

三级处理系统中使用较多的是生物+生态组合技术,常见的组合技术主要有厌氧池+生物接触氧化池+人工湿地、格栅+复合滤池+人工湿地等,其中厌氧处理系统、好氧处理系统和生态处理系统是农村生活污水三级处理的经典组合技术,该组合技术的各单元均已较成熟,处理效果也较好,但工艺投资较大,适合在对水质要求较高、经济较为发达地区的农村使用。

对农村污水处理中使用较多的生态技术和生物+生态技术的处理效果进行了分类统计,结果见表 2。

结合表 1 和表 2 可见,农村生活污水经处理后,除 COD 容易达标之外,氮、磷等污染物即使采用生物+生态技术也很难达到根据水环境质量标准推导出的农村生活污水排放标准。因此,根据水环境质量标准来制定农村生活污水排放标准是行不通的,必须考虑适宜的农村水污染处理技术,结合处理效果来确定排放标准。当然,同时还必须考虑水环境

容量,如果受纳水体是环境容量较大、稀释能力较强的开放式水体,建议适当放宽排放标准。

表2 生态技术和生物+生态技术的农村生活污水处理效果 mg/L

处理技术	检测项目	出水值
生态	COD	120
	SS	55
	NH <sub>3</sub> -N	22
	TP	5
生物+生态	COD	60
	SS	25
	NH <sub>3</sub> -N	3
	TP	13

#### 2.4.3 排放标准的分类、分级确定

##### (1) 资源化利用排放标准

农村生活污水处理后进行资源化利用时,其排放标准建议参考执行 GB 5084—2005、GB 11607—89 等国家相关标准。

##### (2) 直接排放标准

农村生活污水处理后直接排放时,其排放标准可分二级执行:

①一级标准:主要是针对国土开发密度较高、环境承载能力较弱或环境容量小、生态环境脆弱,容易发生污染而需要采取特别保护措施的地区(如太湖、滇池等敏感区域)。对于这些区域,应制定更加严格的农村生活污水排放标准。这类地区需要考虑 TN、TP 的去除,适用的技术包括脱氮除磷生物技术和好氧生物+生态技术组合技术,相应的排放标准可按水环境容量和处理技术的处理效果来确定。

②二级标准:执行二级标准区域的农村污水处理主要以 COD 或 COD、TN 去除为主要目标,相应的排放标准也可按水环境容量和处理技术的处理效果来确定。目前,我国农村生活污水排放标准按城镇排放标准执行,其对 TN、TP 的限值要求过严,当前农村适用的处理技术的处理效果还很难满足限值要求,故建议在水环境容量较大、稀释能力较强的地区适当放宽对农村生活污水中氮、磷,特别是 TN 的排放限值。

### 3 结 语

制定符合当地经济、技术水平的农村生活污水排放标准,对于我国环境保护工作的开展和推进有着很大的必要性。通过对美国、日本和新西兰等国家农村生活污水排放标准的研究,并结合我国农村水环境状况和污染物处理技术水平现状,提出了按照污水最终去向(资源化利用和直接排放)分类、分

级确定排放标准的办法。

在农村生活污水排放标准的制定中,需要注意:(1)农村的污染物检测和处理水平不高,污染物控制项目的选取不宜过多;(2)应采取水环境质量标准、水环境容量以及污水处理技术水平现状及发展方向研究相结合的方法来确定农村生活污水的排放标准,以避免出现制定的标准与现实技术水平脱节、水环境容量与排放标准相互孤立等问题;(3)因地制宜、区别对待,当地政府应根据农村自身的经济、技术水平和水环境容量来制定适合的农村生活污水排放标准。

#### 参考文献:

- [1] 环境保护部,国家统计局,农业部.全国第一次污染源普查公报[EB/OL].(2010-02-06).[http://www.stats.gov.cn/tjgb/qt-tjgb/qgqqtjgb/t20100211\\_402621161.htm](http://www.stats.gov.cn/tjgb/qt-tjgb/qgqqtjgb/t20100211_402621161.htm).
- [2] 李兵弟.村庄污水处理案例集[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [3] 苏诚,刘康怀,史奇峰,等.小城镇污水处理排放标准建议[J].中国给水排水,2011,27(6):32-35.
- [4] USEPA. Voluntary national guidelines for management of on-site and clustered (decentralized) wastewater treatment systems[EB/OL]. [2012-01-20]. [http://www.epa.gov/owm/septic/pubs/septic\\_guidelines.pdf](http://www.epa.gov/owm/septic/pubs/septic_guidelines.pdf).
- [5] 范彬,武洁玮,刘超,等.美国和日本乡村污水治理的组织管理与启示[J].中国给水排水,2009,25(10):6-10.
- [6] INAMORI Y, SANKAI T, OZAWA T. Populalarization and development of high-performance johkasou[M]. Tokyo: Gyosei Co., 2002.
- [7] Ministry of Land, Infrastructure and Transpot and Tourism of Japan. The structure standard of johkasou[M]. Tokyo: The Building Center of Japan, 2005.
- [8] Ministry for the Environment. Proposed national environmental standard for on-site wastewater systems; discussion document[EB/OL]. [2012-01-20]. <http://www.mfe.govt.nz/publications/rma/nes-onsite-wastewater-systems-discussion-jul08/index.html>.
- [9] 潘莱兰,赵欢蕊.我国农村生活污水治理技术应用及研究进展[J].安徽农学通报,2010,16(19):119-120.
- [10] CJJ/T 163—2011,村庄污水处理设施技术规程[S].
- [11] 彭永臻.对我国污水处理污染物排放标准的思考[J].给水排水,2009,35(10):1.
- [12] 刘俊新.排水设施与污水处理[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [13] 赵庆,查金苗,王子健,等.中国水质标准之间的链接与差异性思考[J].环境污染与防治,2009,31(6):104-108.
- [14] 陈蕊,刘新会,杨志峰.欧盟工业废水污染物排放限值的制定[J].环境污染与防治,2005,27(1):1-4.

编辑:卜岩枫 (修改稿收到日期:2012-03-20)