

小城镇污水处理与再生回用

——《城市污水再生利用 农田灌溉用水水质》标准的解读

* 赵丽君

(天津水工业工程设备有限公司, 天津, 300070)

0 概述

目前我国正处于城镇化快速发展时期,截至2005年底,全国乡镇总数35473个,其中建制镇19522个。城镇的快速发展和水环境的污染整治及水资源的优化分配均提到战略性的高度,为治理水环境及土壤污染,加强生态环境保护及修复,提高生活质量,建设城镇污水处理工程势在必行。据悉,湖南省2008年起至2010年,将筹集100亿元资金,在全省设市城市和县城建立污水处理设施;我国其他省市县也制定和修编本地区的水环境污染防治规划,提高污水收集率及处理率。长江三峡、南水北调的丹江口库区、松花江等流域内重点流域的小城镇,污水处理工程加大建设力度;即便是广大农村,为控制农村生活污染和面源污染,也因地制宜开展农村污水污染治理。

农业是国民经济的基础,稳定的农业生产是维系社会安定团结、和谐发展的先决条件。农业是我国用水大户,用水量约占全国总用水量的70%,据有关部门统计,截至2005年我国有效灌溉面积达到7.6亿亩,其中污灌面积85%在我国北方地区,分布在各大中小城镇的郊区生产的农产品(粮、菜)又返回城镇。然而,全国平均每年因干旱缺水而直接减收粮食100亿公斤以上,每年因用水污染而造成农业环境污染事故近千起,从而对农业生产和农产品安全构成严重威胁。水资源短缺已经成为限制我国农业发展的主要因素之一。

小城镇与农村、农田水乳交融,密切相关。我国水资源的匮乏和污水的肥田作用,决定了污水和污泥农用的必然性。但是,污水污泥中的污染物,通过土壤和水域对食物链的污染,对人体健康的威胁,又决定了对污水农业循环利用的规范化和标准化。

1 污水再生利用于农业灌溉的动态

二十世纪七十年代初,世界上很多国家就开始了

城市污水再生水规模化的灌溉农田,其中最具有代表性的是以色列和美国。以色列水资源十分短缺,70%的国土为沙漠,城市建于沙漠之舟。以色列是一个以发展农业技术著称的国家,农灌技术高度发展,水资源的短缺和农业大国的特定环境,造就和发展了节水型农业灌溉系统,开发了滴灌、微喷灌、喷灌与施肥相结合的技术和设备。以大田作物为主的浩瀚农田,密布喷灌系统,一树一草也有专线喷灌器,农业用水的利用率高达85~90%。以色列是世界上最早使用再生水进行农作物灌溉的国家之一,全国1/3的农业灌溉使用城市再生水,农业灌溉用城市再生水量占其污水处理总量的50%。以以色列首都特拉维夫污水处理厂为例,处理规模52万m³/d,采用氧化沟工艺,出水指标BOD₅20mg/l、SS30mg/l,出水可直接用于灌溉(灌溉回用水水质指标见表1)。当要求出水作为生活杂用水时(再生水处理工艺是:二级出水再经过土地砂滤处理。土地砂滤实际上是在沙漠地带的特殊地层图纸结构,砂滤层一般交替运行,经过一段时期运行需要把表层刮掉,以免堵塞。再生水在地下水库储存400天再回用,其水质接近饮用水,安全可靠地回用于南部特马拉干地区作为居民杂用水和其他用水等。可以说,以色列的70%的沙漠国土,一方面水“贵”如油,另一方面择以土地砂滤这一“得天独厚”的自然条件,从水资源可持续利用的层面上来看,“砂滤回灌地下存储”的回用方式无疑是基本完成了水的自然生态循环。

美国,全国50个州中有45个州采用污水回用农业的工程,处理后的污水有62%用于农业,农灌标准很多。例如,1985年加利福尼亚大学咨询委员会提出了灌溉用水的水质指标,强调了灌溉水质对农作物、土壤状态(土壤团粒的分散性、骨料的稳定性、土壤结构形式、渗透性等)、农场管理的长远影响。考虑了盐度、特殊离子的毒性水的渗率速率及其它问题,规定了20余种微量元素的灌溉浓度限值,标准极其“严密”。各州还制定了本州的回用水水质标准,例如表2示出华盛顿州污水回用水水质标准。

前苏联污水回用农业标准,控制项目仅列入溶解性总固体、COD_{cr}、BOD₅三项,而印度只控制溶解性总固体和BOD₅两项。

作者简介:赵丽君,(1939—),女,高级工程师,天津水工业工程设备有限公司总工。

收稿日期:2008年6月29日

表1 以色列灌溉回用水水质指标

灌 溉 项 目	BOD mg/l	SS mg/l	溶解氧 mg/l	大肠菌值 个/100ml	余氯 mg/l	其他要求
干饲料、纤维、甜菜、谷物、森林	60	50	0.5			限制喷灌
青饲料、干果	45	40	0.5			
果园、熟食蔬菜、高尔夫球场	35	30	0.5	100	0.15	
其他农作物、公园、草地	15	15	0.5	12	0.5	需过滤处理
直接食用作物	即使是再生水也不能用于灌溉					

表2 华盛顿州污水回用水质标准

灌 溉 项 目	处 理 要 求	大肠菌值 个/100ml
饲料、纤维、谷物、森林	一级、消毒	230
产奶牲畜牧场	二级、消毒	23
草坪、运动场、高尔夫球场	二级、消毒	23
墓地		
果园（地表灌溉）	二级、消毒	23
食用作物（地表灌溉）	二级、消毒	2.2
食用作物（喷灌）	二 级、过 滤、 消毒	2.2

我国 GB5084 — 2005 农田灌溉水质标准，规定了农田灌溉水质要求标准和采样监测方法。该“标准”适用于全国以地面水、地下水、和处理后的养殖业废水以及农产品为原料的加工废水为水源的农田灌溉用水。灌溉水质按灌溉作物分为 3 类：一类水作、二类旱作、三类蔬菜。基本控制项目 16 项。

在我国水处理率的不断提高的今天，城市污水再生水量将会大幅度的增加，大量稳定的城市污水再生水将是我国农业用水的重要补充水源，有利于“三农”问题的解决，维护社会安定、和谐、团结，意义深远。结合我国国情和农情，编制城镇污水再生利用用于农田灌溉水质的单一行业标准，有其现实地积极地重要性和迫切性。

2 城市污水再生利用农田灌溉用水标准解读

污水经过处理后作为再生水用于农业，但不能盲目污灌，历史证明盲目污灌已经对农业生产产生了不利的影响。建立适合我国国情的城镇再生水农业利用模式，促进城镇污水的资源化和农业回用刻不容缓。2007 年 10 月 1 日我国颁布了《城市污水再生利用 农田灌溉用水质》（GB20922 — 2007）标准，该标准的颁布，为污水利用用于农田灌溉奠定了科学基础，强化了国家对污水灌溉进行宏观控制和科学指导。其

基本控制项目见表 3 所示。

《城市污水再生利用 农田灌溉用水水质》（GB20922 — 2007）规定的水质指标，按灌溉作物不同即纤维作物、旱地谷物与油料作物、水田谷物和露地蔬菜，基本控制项目 19 项（比 GB5084 — 2005 标

表3 基本控制项目及水质指标最大限制

序号	基本控制项目	灌 溉 作 物 类 型			
		纤维作物	旱地谷物 油料作物	水田 谷物	露地 蔬菜
1	BOD ₅	100	80	60	40
2	COD _{cr}	200	180	150	100
3	SS	100	90	80	60
4	DO ≥	0.5			
5	pH	5.5~8.5			
6	TDS	非盐碱地区 1000，盐碱地区 2000			1000
7	氯化物	350			
8	硫化物	1.0			
9	余氯	1.5		1.0	
10	石油类	1.0		5.0	1.0
11	挥发酚	1.0			
12	LAS	8.0		5.0	
13	汞	0.001			
14	镉	0.01			
15	砷	0.1		0.05	
16	铬（六价）	0.1			
17	铅	0.2			
18	粪大肠菌群数（个/L）	40000			20000
19	蛔虫卵数（个/L）	2			

准增加了D0余氯、石油类、挥发酚项;减少了水温1项),选择控制项目17项,总计达36项之多。与欧美相比控制项目和指标相对放宽了一些,但与一些发展中国家相关标准对比,分类之科学、控制范围之宽、指标之严,是非常显著的。这是由于我国城镇污水大多为混合污水,通常大中城市污水中工业废水占40~60%,水质成分复杂、多变,尤其是有机污染的扩大和增长,造成了潜在的隐患。为了确保安全科学灌溉,保证农产品质量,灌溉作物分类更为细化,严禁用再生水灌溉生食蔬菜和大棚蔬菜。该标准适用于以城市污水处理厂出水为水源的农田灌溉用水,所指原污水是进入城镇收集系统的污水和居民生活污水,经过污水处理并达到该标准后,才可以作为农田灌溉用水。以大量的试验和实践为依据,纤维作物、旱地谷物和水田谷物的灌溉用水水质以我国《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB81918)中的三级标准和《农田灌溉水质标准》(GB5084—92)为依据;灌溉熟食和去皮蔬菜以《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB81918)中二级标准等为依据。生食蔬菜暂不考虑。毫无疑问,GB20922符合国情,并具有可操作性。

特别需要强调和指出的是:《城市污水再生利用农田灌溉用水水质》(GB20922—2007)标准其他规定中指出,处理要求:纤维作物和旱地谷物要求城市污水达到一级强化处理,水田谷物、露地蔬菜的灌溉要求达到二级处理。这对于城镇污水再生利用于农田灌溉的推广和应用,奠定了科学保障和依据。

3 实施小城镇污水处理及再生利用的工艺技术初探

城镇生活污水的肥田作用已经是不可争的事实,通过适当处理,达到相应水质标准后灌溉农田,可以在很大程度上缓解农业水资源的紧缺状况,用于农业也是最为经济合理的。关键的是,由于氮、磷是作物生长所必需的营养元素,用于农业灌溉就不需要进行以除磷脱氮为目的处理,不仅能够简化工艺,降低污水处理厂的基建费用,也能够减少污水处理和运转费用。与再生水用于工业、景观、市政杂用、回灌地下水等其它途径相比,农业回用的成本也是最低的。

目前我国城镇污水处理厂污水排放标准(GB81918),对COD、BOD、SS以及N、P的要求,是考虑到避免处理后的污水对地表水体富营养化的影响,是考虑水环境的需求,是很必要的。但是,城镇污水处理厂出水的水质要求并没有完全考虑到农业用水的需求,污水中的氮、磷及微量元素恰恰是农作物生长所必需的营养元素,污水再生水若直接用于农业,其处理厂的除磷脱氮工艺,去除了农业可以利用的肥

料资源。若以农业用水考虑,应当适当放宽对污水处理厂出水中BOD、COD、N、P等指标的要求,一来降低基建费用,二来大大降低污水处理回用的成本。因此,建立经济、实用、操作简单、适合我国国情的污水处理及农业再生利用模式,是缓解我国农业用水紧张状况和解决我国水环境不断恶化的重要措施,是一项利国利民、一举多得的重大举措。

小城镇污水处理工程的特点多数在于:处理工程规模小、污水处理厂比邻农田、水质以生活污水为主、相对社会经济承受能力较低。因此,小城镇的污水处理技术和再生利用目标,应充分考虑工程的技术可行性、经济合理性和社会的可承受性。

城镇生活污水的二级处理,已为业内人士所熟悉。下面介绍适于小城镇的污水处理及再生工艺——强化一级处理和湿地相结合工艺,出水可达到二级标准。湿地在一般小城镇易推广,此处略。重点推荐强化一级处理。众所周知,城镇污水通过简单的常规的沉淀处理,能去除65%的TSS和30%的BOD₅;先进的一级处理(APT)即一级强化工艺,则将约10%左右的硫酸铁和少量的阴离子聚合物在良好的混合条件下的污水沉淀作用。能去除80~85%的TSS和50~550%的BOD₅。美国加利福尼亚州的HTP污水处理厂,为提高到二级半的出水水质,上世纪80~90年代已经成功的采用了一级强化处理,在沉砂池内投加10mg/l的硫酸铁,同时将0.15mg/l的阴离子聚合物加入进水渠,出水平均去除率:BOD₅ 51%,可溶性39%;TSS 84%。天津市纪庄子污水处理厂为应急维持运行,曾进行过大量的APT生产性试验,其结论是:采用一级强化工艺处理城镇污水达到农灌标准技术上是可行的,硫酸铁投加量20mg/l,并可按不同水质和水温调节混凝剂投加量;投加点选在沉砂池出水渠初沉池前处为宜;较之常规的一级处理,处理率提高为:BOD₅60%、COD_{Cr}50%、SS30%等均优于常规;采用一级强化工艺的经济性是显而易见,在此不赘述。

当然,在非灌季节,需与农田水利和坑塘洼淀蓄水工程相结合,方能取得统筹规划、经济回用、有节有蓄、常备无忧的综合效果。

4 结语

国家为落实环保工程的建设,出台和实施了经济补偿反哺政策,又悉,为促进环保工程的顺利建设和运行,国家拟上调污水处理费(目前征收污水处理费平均为每吨0.67元,仅相当于处理成本的67%),污泥的污染治理技术产业政策也呼之欲出。小城镇的污水和污泥的治理,是实施节能减排基本国策和战略的重要组成部分。