

文章编号:1672-9250(2004)02-0092-03

# 改善农村饮水水质的一种方法——SODIS

顾 复,万国江,王世杰

(中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:**如何改善发展中国家广大农村贫困地区的饮用水水质问题仍然是当前一项十分急迫的任务。瑞士联邦环境科学技术研究院近年来在许多发展中国家推行一种新的饮用水消毒方法——阳光消毒法(SODIS),取得了良好的效益。该方法利用太阳光钝化导致腹泻的病原体的活性,从而提高饮用水的质量。该方法成本低、易操作、经济可行并可持久使用,已经在一些发展中国家逐步推广应用。

**关键词:**贫困地区;饮水水质;阳光消毒

**中图分类号:**X52      **文献标识码:**A

水是生命的源泉,也是人类经济和社会发展的基本条件。特别是饮用水,更是人们生存的基本必需品。随着社会经济的发展,人们对饮水的观念有了全新的追求。自来水、矿泉水、天然水、纯净水等饮用水的研究开发得到了迅速发展。然而,对于农村饮水问题则关注不够,特别是发展中国家的贫困地区、解决其饮用水源和水质问题都是十分急迫的任务。

全球气候变暖的影响和危害不仅限于天气的变化,它也改变着病毒载体传播病毒的方式,加速了病毒的传播速度和传播范围的扩大,使一些数十年前基本得到控制的疾病死灰复燃。这必然为改善农村饮水水质增加了新的难度。

世界卫生组织1994年的统计数据显示,有8亿农村居民和3亿城市居民的饮用水存在严重的问题。他们只考虑了水的数量(人均每天15~50 L)和供给条件(运输距离50~1 000 m),而没有考虑饮用水在水质方面存在的严重问题。现在城市居民常用桶装矿泉水,或自来水集中消毒,或安装自己的家庭水处理系统来解决饮用水的消毒问题,而农村饮用水的消毒问题还没有得到很好的解决,特别是燃料短缺地区形势更加严峻。所以,急需发展和推广适用于农村家庭的饮水处理新技术。为了服务于生活在贫困线附近的家庭,这类新方法必须成本低、易操作、经济可行并可持久使用。

在解决饮水问题上,我国广大农村采取了因地制宜和多途径并举的措施。他们结合农村水利建设,采取了户窖集雨、村池蓄水、打井供水和联村补水等多种解决水源问题的工程模式,已经取得了显著的效益。然而,改善农村饮水水质的工作却任重而道远。通常,农村饮水的水质问题主要受以下两个方面的影响:1. 人畜粪便和有机垃圾肥料中大肠杆菌和其他病原体扩散直接进入饮用水源中;2. 地表或地层中岩石土壤所含的微量有毒有害化学元素被侵蚀而溶入饮用水源中,比如氟、砷、铊等。前者属人为因素,后者与地域性的自然条件有关。解决上述两类水质问题,一方面需要加强管理,例如规范人畜粪便的管理,防止有机垃圾肥料中病原细菌的扩散,选择优质水源等;另一方面则需重视饮用水质的消毒处理。

本文拟介绍一种为提高饮用水质量而逐步在全球应用的新方法——阳光消毒法(SODIS)<sup>[1~2]</sup>。

## 1 阳光消毒法简介

阳光消毒法即SODIS(SOLar water DISinfection),是一种简单的太阳光水消毒方法,系瑞士联邦环境科学技术研究院(EAWAG)下属“发展中国家水与卫生设施”(SANDEC——Water & Sanitation in Developing Countries)信息中心研究开发并在世界多个发展中国家推广应用的一种新方法<sup>[1]</sup>。

其基本原理是利用太阳光来钝化导致腹泻的病原体的活性,从而提高饮用水的质量。该方法将水装入透明的玻璃(或塑料)瓶之后,在充足的日光下曝晒 5 个小时。通过紫外线 UV-A 波段辐照和水温提高的共同作用,使病原体破坏,使水得以消毒。使用该方法时,要求不低于  $500 \text{ W/m}^2$  的太阳辐射强度和持续 5 个小时的时间。即是相当于中纬度地区夏季

5 个小时的太阳辐射量。由于辐照和温度对水的作用是一种协同关系,因此,在水温升高到超过  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  时,消毒过程只需要  $1/3$  的太阳辐射强度。 $50 \text{ }^\circ\text{C}$  的水被曝晒 1 个小时之后,大肠菌类的浓度将减少 4~5 个数量级,可达到安全饮用标准。实验还证明,SODIS 方法还可以有效抑制霍乱病菌(见表 1)。

表 1 在瓶子和袋子中阳光消毒法对大肠杆菌群(fco)和弧菌霍乱肠菌素(Vch)的最佳试验效果<sup>[2]</sup>

Table 1. Best test result achieved in bottles and in bags for faecal coliforms (fco) and Vibrio cholerae (Vch)

容器	微生物群落	最大温度( $^\circ\text{C}$ )	浊度 (NTU)	暴露时间 (min)	紫外辐射强度 ( $\text{W} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )	衰减率(%)
瓶子	fco	57	17	330	85	100
瓶子	fco	48	40	270	105	99.56
瓶子	Vch	45	23	130	52	99.98
袋子	fco	52	50	90	19	100
袋子	fco	55	14	140	54	100
袋子	Vch	55	14	140	54	99.98

## 2 对 SODIS 方法效益的评估

EAWAG 的研究人员在哥伦比亚、玻利维亚、布基纳法索、多哥、印度尼西亚、泰国和中国一些地方居民区的示范项目中,对社会文化的接受程度、应用程序和经济可行性进行了考察。通过对示范项目的评估表明,使用者对这种可持续而且简单的水处理方法感到满意:平均 84% 的使用者将“毫无疑问”地继续使用 SODIS;约 13% 的使用者“可能”会在将来继续使用 SODIS,而只有 3% 的使用者由于他们的健康目前没有受到水质量的威胁而拒绝使用。

SODIS 是一种简单而低成本的方法,但它确实提高了使用者的健康状况,并只需要可用的废塑料瓶和免费的阳光能源。因此,它不仅通过减少医疗和能源费用,对家庭财政开支产生积极的影响,同时也有助于减少工作量,尤其是对于那些必须采集木柴的妇女和儿童。加之 SODIS 可以减少森林砍伐和空气污染,因此,对于环境也有积极的保护作用。

## 3 SODIS 方法的前景

尽管 SODIS 具有非常明显的优势,但目前其世界性的应用范围仍是很有限制的。因此,SANDEC 已经开始了全球性 SODIS 的推广活动,以期将这种方法在无法得到安全饮用水保障的地区得以推广使

用。从 1999 年开始,在几个拉丁美洲国家以及印度尼西亚、泰国、南非、斯里兰卡、尼泊尔、肯尼亚、印度、墨西哥、安哥拉、巴西和乌兹别克斯坦等国,开始发起 SODIS 的宣传和行动。

然而,还有一个砷污染的问题正在研究和解决中。孟加拉国的居民以前都是从池塘里取水,时常受到腹泻的危害。根据水资源专家的建议,他们近 20 年来开展了打井工作,用地下水代替了受污染的池塘水。现在,孟加拉国 95% 的居民都能饮到地下水,发现腹泻患者的比例下降了 50%<sup>[3,4]</sup>。可是,6 年前在居民中发现了第一例砷中毒。分析数据表明,有些地区的地下水中砷的含量过高,而砷则是源于含有硫铁矿的河流沉积,在厌氧的环境下,硫铁矿被溶入地下水中。初步估计认为 5~8 千万的人口受到了高砷的影响<sup>[1]</sup>。国际卫生组织预测,数年之后孟加拉国十分之一的死因将会是砷中毒。

不同污染物对身体的影响不同。使用受病原体污染的地表水会马上导致腹泻;而砷的毒性则在 5~10 年后才表现出来。为解决砷过量的问题,EAWAG 正在试图发展一种简便的从饮用水中分离砷的方法。该方法的原理是利用光的氧化和沉淀作用来消除砷,该方法被称为 SORAS,与 SODIS 有互补性。初步野外实验的结果说明,SORAS 可使砷的浓度降低 50%~70%<sup>[4]</sup>。

## 参 考 文 献

- [1] Wegelin M. News from the Solar Water Disinfection project[J]. *SANDEC News*, 1995, 1:19~21.
- [2] Wegelin M, Sommer B. SODIS at the Turning Point — A Technology Ready for Use[J]. *SANDEC News*, 1997, 3:1~10.
- [3] Wegelin M, Vermeul S. Solar Water Disinfection: An Update of a Success Story[J]. *SANDEC News*, 1999, 4: 16~17.
- [4] Wegelin M, Meierhofer R. SODIS—A New Method Gradually Used Worldwide to Improve the Drinking Water Quality [J]. *SANDEC News*, 2002, 5: 5.

## A METHOD TO IMPROVE THE WATER QUALITY OF RURAL DRINKING WATER—SODIS

GU Fu, WAN Guo-jiang, WANG Shi-jie

(State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China)

### Abstract

It is still a very urgent task how to improve the water quality of rural drinking water sources in the poverty-stricken areas of the developing countries throughout the world. In recent years the Research Institution of Swiss Union Environmental Science and Technology has popularized a new method of drinking water sterilization in the vast areas of many developing countries, i. e. , the "Sunlight Sterilization Method" (SODIS) and better results have been achieved. This method makes use of sunlight for sterilization with the aim to reduce the activity of causative agents responsible for diarrhea. As a result, the drinking water quality is enhanced greatly. This method has the advantages of low cost, simple operation, economic feasibility and sustainability. This method is being popularized in some developing countries.

**Key words:** poverty-stricken area; drinking water quality; sunlight sterilization