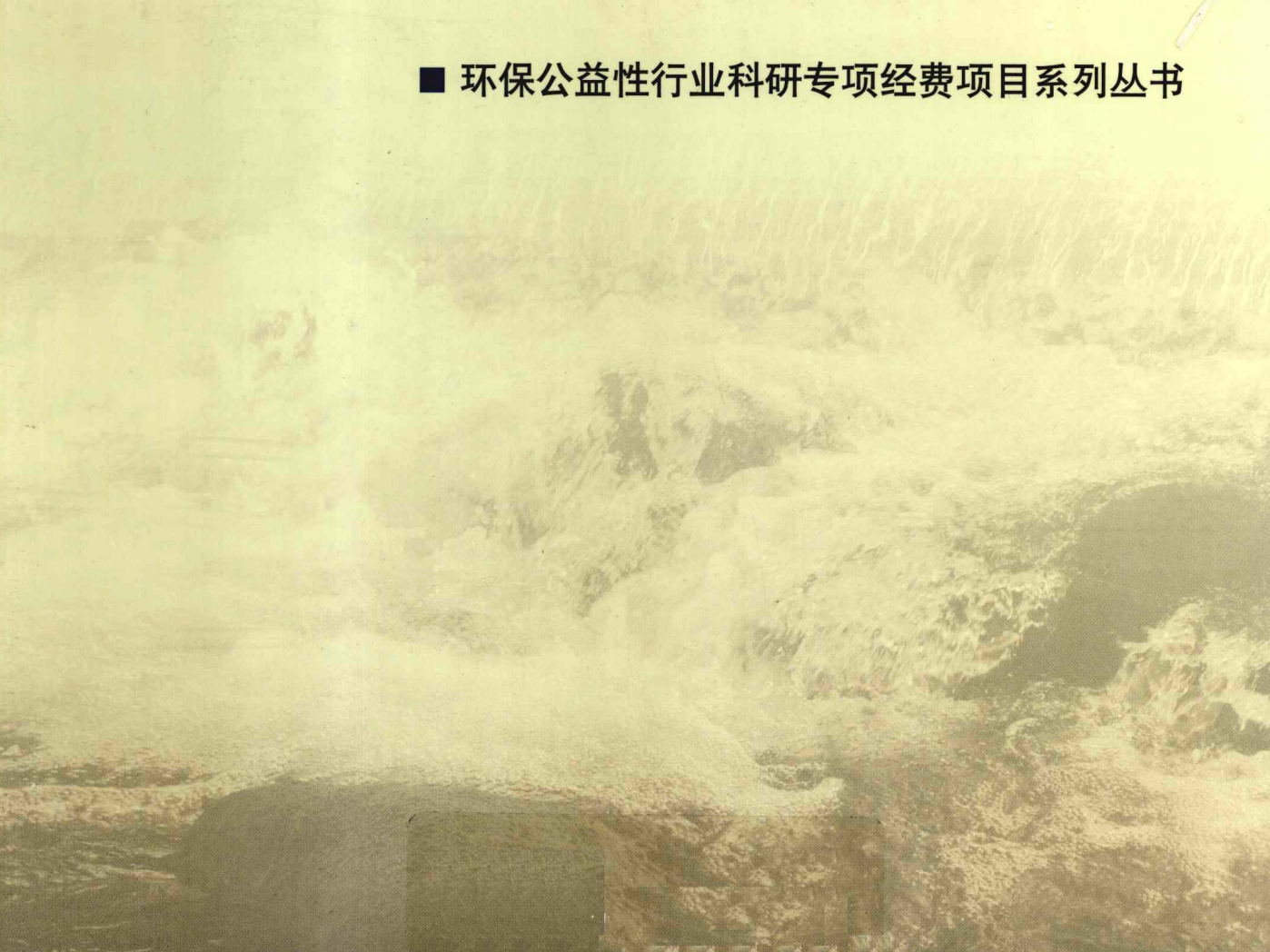


■ 环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书



农村饮用水源 风险评估方法及案例分析

许秋瑾 郑丙辉 等/著



科学出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

农村饮用水源风险评估 方法及案例分析

许秋瑾 郑丙辉 等 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书介绍了农村饮用水源污染现状的调查方法和风险评估技术,初步建立了一套完整的工作程序。通过对调查区域进行文献和现场调研确定检测项目、采样和检测方法,根据检测结果分析污染特征,评价水质状况,提出调查区域饮用水源的优控污染物,并对人群健康进行风险评价。此外,本书分析了污染物暴露与人群健康的关系,介绍了饮用水源有毒污染物溯源方法并进行溯源分析,在此基础上提出控制对策,旨在为农村饮用水源的管理和保护提供指导。本书结合应用实例,对农村饮用水源调查及风险评估程序进行了详细阐述,为农村饮用水源的普查提供了方法参考。

本书既可以为环境监测人员提供指导,也可以为农村饮用水源环境管理者提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

农村饮用水源风险评估方法及案例分析 / 许秋瑾等著. —北京: 科学出版社, 2013

(环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书)

ISBN 978-7-03-037334-2

I. 农… II. 许… III. 农村-饮用水-供水水源-风险评价-中国
IV. X52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 079558 号

责任编辑: 张 震 / 责任校对: 韩 杨

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2013 年 6 月第一次印刷 印张: 20 1/2

字数: 490 000

定价: 126.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

写作委员会

领导小组

顾 问：吴晓青

组 长：赵英民

副 组 长：刘志全

成 员：禹 军 陈 胜 刘海波

撰写小组

主 笔：许秋瑾 郑丙辉

成 员：（按姓氏笔画排序）

王 丽 王守林 王若师

许秋瑾 李 丽 李 磊

肖 雪 张 娴 郑丙辉

徐冰冰 梁存珍 蒋丽佳

颜昌宙

环保公益性行业科研专项 经费项目系列丛书

序言

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念、新举措。在科学发展观的指导下，“十一五”环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶、出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于2006年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略，建设了环境科技创新体系、环境标准体系、环境技术管理体系三大工程。五年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项启动实施，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；发布了502项新标准，现行国家标准达1263项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了100余项环保技术文件的制（修）定工作，初步建成以重点行业污染防治技术政策、技术指南和工程技术规范为主要内容的国家环境技术管理体系。环境科技为全面完成“十一五”环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构，支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动，“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护“十一五”科技发展规划》确定的重点领域和优先主题，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”期间，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目234项，涉及大气、水、生态、土壤、固体废弃物、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互

补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项项目取得了重要研究成果，提出了一系列控制污染和改善环境质量的技术方案，形成了一批环境监测预警和监督管理技术体系，研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术，提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议，为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”期间环保公益性行业科研专项项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版“十一五”环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是环境领域不可多得资料文献。该丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

2011 年 10 月

前 言

农村饮用水安全是关乎民生的大事，是维护社会安定团结和可持续发展的必然要求，已引起党中央、国务院的高度重视，并将其列入“十一五”计划和“十二五”规划，即“十一五”期间解决 1.6 亿农村人口的饮水安全问题，力争用两个五年的时间，解决全国农村饮水安全问题；“十二五”期间，要在持续巩固已建工程成果的基础上，进一步加快建设步伐，全面解决 2.98 亿农村人口和 11.4 万所农村学校的饮水安全问题，使全国农村集中式供水人口比例提高到 80% 左右。

农村饮用水源是农村居民日常生活饮水的主要来源，主要有两种供水模式：集中式供水与分散式供水。目前，绝大部分农村仍以分散式供水为主，集中式供水受益人口只占农村总人口的 38%。农村地区由于经济水平有限，即使采用集中式供水，多数工程也只有水源和管网，少有净化设施和检测措施；分散式供水过程基本不经过任何处理（或只经过简单的沉淀）就直接饮用，卫生安全得不到保障，导致农村地区疾病发生率居高不下。2004 年，国家发展和改革委员会（以下简称国家发改委）和水利部、卫生部组织的全国农村饮水安全现状调查评估结果显示：全国农村饮水不安全人口达 3.23 亿人，占农村人口的 34%。其中，饮水水质不安全的有 2.27 亿人，占全国农村饮水不安全人口的 70%。

发达国家对农村地区饮用水的安全问题十分重视。20 世纪 90 年代，韩国农村地区自来水普及率达到 70%。日本在第二次世界大战前，供水设施仅存在于城市的中心区域；到 2005 年，全国供水服务覆盖的范围已从第二次世界大战后的 30% 发展到 95%。目前，美国所有地区均实现了自来水供应，由于城市化程度高，城乡差别小，均采用相同的饮用水水质标准，自来水可直接饮用。

我国农村地区与国外相比，自来水覆盖率较低，农村饮水安全问题比较突出。由于饮水不安全，有些地区的癌症发病率与死亡率居高不下。2009 年，世界卫生组织出版的《全球健康风险》报告中关于“主要风险的疾病死亡率与分担率”的研究显示，全球 88% 的腹泻死亡是由饮水不安全引起的，其中，99% 以上发生在发展中国家，儿童的发病率较高。有毒污染物（特别是持久性有机污染物，即 POPs）亲脂强、水溶性小，且易于与有机质、矿物质结合，长久蓄积于生物环境中，难以降解，不但对水生生态系统带来长远危害，而且还会通过食物链的传递和放大作用对人体造成慢性中毒以及致癌、致畸、致突变等长期潜在的健康危害。研究表明，肿瘤、心脑血管疾病、代谢综合征（如糖尿病）等的发病率呈逐年上升趋势，已成为威胁人类健康的最重要的杀手，流行病学研究的普遍观点认为，日益加重的环境污染是罪魁祸首，而饮用水源污染为首要污染。从 20 世纪 70 年代起，饮用水中化学成分数量急剧增加。美国国家环境保护局水质调查发现，供水系统中含有 2110 种有机污染物，饮用水中含有 765 种，其中 190 种对人体有害，而这 190 种中 20 种为确认的致癌物、23 种为可疑致癌物、18 种为促癌物、56 种为致突变物。为保障农村

居民的饮水安全，我国投入科研经费开展农村地区饮用水源的风险评估工作，了解水质污染状况，筛查污染源，并研究污染物溯源方法，并在此基础上提出相应的控制对策，旨在减少污染物的排放，提高饮用水源水质。通过研究，我们整理著书。希望本书的出版，能对农村饮用水源的风险评估以及污染物溯源提供方法借鉴，为农村地区饮用水源的保护提供一些技术支持。

本书的编写工作由许秋瑾和郑丙辉统筹、策划和负责。本书共分10章：第1章由许秋瑾、蒋丽佳、李丽完成，介绍了我国农村饮用水安全现状及面临的主要问题；第2章由许秋瑾、徐冰冰完成，介绍了风险评估工作的内容和程序；第3章由张娴、王若师完成，介绍了目标污染物的筛选方法；第4章由梁存珍、张娴、李丽完成，介绍了污染物的采样和分析方法；第5章由许秋瑾、徐冰冰完成，介绍了水质评价方法；第6章由许秋瑾、李丽完成，介绍了优先控制污染物的筛选方法；第7章由张娴、王若师完成，介绍了人群健康风险评价；第8章由王守林、肖雪完成，介绍了有毒污染物暴露与人群健康关系分析方法；第9章由李磊、王丽完成，介绍了有毒污染物溯源方法；第10章由颜昌宙、许秋瑾完成，介绍了饮用水源地环境管理与污染防治对策。许秋瑾和郑丙辉完成了对全书的统稿和校稿工作。

本书经多次研讨、补充和完善后定稿。在编写过程中，陈胜、宛悦、夏新、段小丽、王先良、王菲菲等提出了许多宝贵意见。本书参考了国内外同行学者的研究成果和文献，在此表示衷心的感谢。这些文献在书中予以介绍，如有遗漏，深表歉意。

本书所采用的具体案例来自环境保护部公益性行业科研专项项目“典型农村饮用水源有毒污染物风险评估与控制对策”（200909054）课题。

由于作者的专业水平有限以及时间的限制，对诸多问题的认识还不够深刻和完全，难免存在疏漏之处，敬请读者批评指正。

作 者
2012年12月

目 录

序言

前言

1	绪论	1
1.1	新中国农村供水建设历程	1
1.2	我国农村饮用水安全现状	3
1.3	农村饮用水安全面临的主要问题	5
2	农村饮用水源风险评估的工作内容与程序	9
2.1	总体原则	9
2.2	工作内容与程序	10
3	目标污染物的筛选	16
3.1	筛选原则	16
3.2	筛选方法	16
3.3	案例分析	17
4	农村饮用水源污染物的采样和分析	32
4.1	概述	32
4.2	采样	32
4.3	多环芳烃污染物来源、分析方法和案例研究	34
4.4	多氯联苯来源、分析方法和案例研究	40
4.5	酞酸酯类来源、分析方法和案例研究	44
4.6	酚类污染物来源、分析方法和案例研究	49
4.7	挥发性物质污染物来源、分析方法和案例研究检测	53
4.8	农药污染物来源、分析方法和案例研究	57
4.9	取代苯类物质来源、分析方法和案例研究	62
4.10	重金属污染物来源、分析方法和案例研究	66
5	典型农村饮用水源有毒污染物水质评价	73
5.1	概述	73
5.2	农村饮用水源有毒污染物水质评价方法的比选	80
5.3	案例研究	83

6	优先控制污染物的筛选	147
6.1	概述	147
6.2	国内外研究现状	148
6.3	优先控制污染物筛选方法	149
6.4	优先控制污染物筛选案例分析	152
7	人群健康风险评价	172
7.1	健康风险评价发展历史与研究现状	172
7.2	健康风险评价技术框架与方法	174
7.3	人群健康风险评价应遵循的原则	181
7.4	典型农村饮用水源人群健康风险评价方法与步骤	181
7.5	饮用水源人群健康风险评价案例分析	184
8	有毒污染物暴露与人群健康关系分析	198
8.1	概述	198
8.2	案例分析	205
9	有毒污染物溯源分析	236
9.1	基本原理和方法	236
9.2	污染物溯源案例分析	239
10	农村饮用水水源地环境管理与污染防治对策	289
10.1	农村饮用水水源地环境现状与问题	289
10.2	农村饮用水水源地的建设与环境管理	291
10.3	水源地污染防治措施与对策	294
附表 1	农村饮用水源信息采集调查表	298
附表 2	生活状况与健康调查表	301
附表 3	饮用水源地部分有毒物质标准参考值	308
附表 4	多环芳烃毒性等效因子	315

“民以食为天，食以水为先”，获取安全卫生的饮用水是每一个人的基本需求和渴望。随着经济社会的快速发展，饮用水安全面临着日益巨大的危机和挑战。保障饮水安全是我国全面建设小康社会、构建和谐社会的重要内容，是落实科学发展观的重要举措，是促进经济社会可持续发展、保障人民群众身体健康和稳定社会秩序的基本条件。

党中央、国务院高度重视饮用水安全保障工作。胡锦涛总书记在 2005 年中央人口资源环境工作座谈会上，要求“把切实保护好饮用水源，让群众喝上放心水作为首要任务”；国务院《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39 号）明确提出，“以饮水安全和重点流域治理为重点，加强水污染防治。要科学划定和调整饮用水水源保护区，切实加强饮用水水源保护，建设好城市备用水源，解决好农村饮水安全问题。坚决取缔水源保护区内的直接排污口，严防养殖业污染水源，禁止有毒有害物质进入饮用水水源保护区，强化水污染事故的预防和应急处理，确保群众饮水安全”。

中国既是一个人口众多的发展中国家，70% 以上人口居住在农村，又是一个水资源相对紧缺的国家，人均水资源占有量少，降雨时空分布不均，夏秋多，冬春少，东南多，西北少，北方部分地区资源性缺水，南方部分地区季节性缺水。再加上自然地理条件复杂，农村地区经济社会发展相对落后，许多农村地区饮水困难或饮水安全问题突出，严重影响人民群众的生活，威胁人民群众的身体健康，因此，我国农村饮水状况亟待改善。

1.1 新中国农村供水建设历程

1.1.1 农村饮水解困历程

1949 年以前，我国农村饮水设施落后，农民都是直接从地面、水井或自建水窖中取水饮用。中华人民共和国成立后，党和政府历来重视农村居民的饮水困难问题，特别是改革开放以来，农村饮水解困工作力度不断加大。

农村饮水解困历程大体经历了以下几个阶段：

(1) 20 世纪 50 ~ 60 年代，国家重视以灌溉排水为重点的农田水利基本建设，结合

蓄、引、提等灌溉工程建设，解决了一些地方农民的饮水难问题。

(2) 20 世纪 70~80 年代，解决农村饮水问题正式列入政府工作议事日程，采取以工代赈的方式和在小型农田水利补助经费中安排专项资金等措施支持农村解决饮水困难。1983 年国务院批转了《改水防治地方性氟中毒暂行办法》，1984 年国务院批转了《关于加快解决农村人畜饮水问题的报告》以及《关于农村人畜饮水工作的暂行规定》，逐步规范了农村饮水解困工作。1985 年，全国爱国卫生运动委员会（以下简称爱卫会）、卫生部与部分省（自治区、直辖市）政府利用世界银行贷款实施了“中国农村供水与环境卫生项目”，贷款总额达到 3.7 亿美元，累计解决了我国农村 2400 多万人的缺水问题。

(3) 20 世纪 90 年代，解决农村饮水困难正式纳入国家规划。1991 年，国家制定了《全国农村人畜饮水、农村供水 10 年规划和“八五”计划》，1994 年，把解决农村人畜缺水问题纳入《国家八五扶贫攻坚计划》，通过财政资金和以工代赈渠道增加投入。90 年代后期，甘肃省实施了“121 雨水集流工程”，贵州省实施了“渴望工程”，内蒙古自治区实施了“380 饮水解困工程”，四川省安排了财政专项资金，用于人畜饮水工程建设项目等。到 1999 年年底，全国累计解决了约 2.16 亿人的农村饮水困难问题。

(4) 自 2000 年以来，党中央提出了“三个代表”重要思想和以人为本的科学发展观，各级政府及有关部门调整工作思路，加大了农村饮水解困工作力度。2000 年，国家编制了《全国解决农村饮水解困“十五”规划》，共投入资金 200 多亿元，到 2004 年年底，提前解决了 5600 多万人的饮水困难问题。至此，全国农村已解决了 2.8 亿人的缺水问题，基本结束了我国农村严重缺乏饮用水的历史，农村饮水工作进入了以保障饮水安全为中心的新的历史阶段。

1.1.2 农村饮水安全建设历程

过去主要是缓解人畜缺水的问题，现在是解决水质污染的问题。饮水困难是历史性的，饮水不安全带有长期性；过去偏重水量，现在既注重水量更加注重水质。

2004 年 11 月，中华人民共和国水利部、卫生部颁布了《农村饮用水安全卫生评价指标体系》。2004 年 11 月至 2005 年 6 月，水利部、卫生部、国家发改委在全国组织开展了以县为单元的农村饮水安全现状调查和逐级复核评估，共完成了 2674 个县级单位的调查报告、31 个省（自治区、直辖市）的省级评估报告，在全国复核评估的基础上编制了《农村饮水现状调查评估报告》。到 2005 年年底，汇总全国饮水不安全人口为 40 322 万人，复核为 32 280 万人。

2005 年，国务院常务会议审议通过了水利部、卫生部和国家发改委根据农村饮水安全现状编制的《2005—2006 年农村饮水安全应急工程规划》，中央安排投资 20 亿元，地方配套和群众自筹资金 20 亿元，解决了 1104 万人的农村饮水安全问题。至此，全国农村饮水不安全人口为 31 176 万人。2005 年 8 月，国务院办公厅颁发了《关于加强饮水安全保障工作的通知》，这是我国第一部饮水安全的法规文件。国家发改委、水利部还印发了《关于进一步做好农村饮水安全工作建设的通知》、《关于做好农村学校饮水安全工程建设工作的通知》、《卫生部关于加强饮用水卫生安全保障工作的通知》。

2007 年国务院批准了《全国农村饮水安全工程“十一五”规划》,“十一五”期间累计完成投资 1053 亿元,解决了 2.1 亿农村人口的饮水安全问题,全国农村集中式供水人口比例提高到 58%。

2012 年 3 月,国务院通过了《全国农村饮水安全工程“十二五”规划》,在持续巩固已建工程成果基础上,进一步加快建设步伐,全面解决 2.98 亿农村人口和 11.4 万所农村学校的饮水安全问题,使全国农村集中式供水人口比例提高到 80% 左右。

1.2 我国农村饮用水安全现状

1.2.1 农村饮用水安全定义

我国制定的农村饮用水安全卫生评价指标体系将农村饮用水安全分为安全和基本安全两个档次,由水质、水量、方便程度和保证率四项指标组成。四项指标中只要有一项低于安全或基本安全最低值,就不能定为饮用水安全或基本安全。

水质:符合国家《生活饮用水卫生标准》要求的为安全;符合《农村实施〈生活饮用水卫生标准〉准则》要求的为基本安全。低于《农村实施〈生活饮用水卫生标准〉准则》要求的为不安全。目前,我国对于农村饮用水安全与否主要从氟超标、砷超标、苦咸水、污染水等几个方面来判断。

水量:每人每天可获得的水量不低于 40 ~ 60 L 的为安全,不低于 20 ~ 40 L 的为基本安全。常年水量不足的,属于农村饮用水不安全。在我国,根据气候特点、地形、水资源条件和生活习惯,将全国划分为五个类型区,不同地区的安全饮用水量标准有所不同。安全饮用水水量标准从一区到五区分别是每人每天 40 L、45 L、50 L、55 L、60 L。基本安全饮用水水量标准从一区到五区分别是每人每天 20 L、25 L、30 L、35 L、40 L。

方便程度:人力取水往返时间不超过 10 分钟的为安全,取水往返时间不超过 20 分钟的为基本安全。多数居民需要远距离挑水或拉水,人力取水往返时间超过 20 分钟,大体相当于水平距离 800 m,或垂直高差 80 m 的情况,即可认为用水方便程度低。

保证率:供水保证率不低于 95% 为安全,不低于 90% 的为基本安全。

1.2.2 我国农村饮用水安全现状

我国是一个农业大国,农村人口为 9.47 亿人,占总人口的大多数。由于农村地区饮用水源污染严重,供水设施普遍简陋、规模较小,以传统、落后的分散式供水为主,自来水普及率低,管理落后,饮水不安全问题突出。据有关资料介绍,世界上中等发达国家农村安全饮水普及率为 70% 以上,发达国家在 90% 以上。我国的安全饮水普及率水平大致为东部 70%,中部 40%,西部不到 40%,与世界中等发达国家相比尚存在明显的差距。长期以来,人们对水资源的认识,考虑量的多,谈论质的少,大部分地区的农民仅仅是解决了饮水难问题,但仍未解决饮水卫生问题,很多农村还未喝上安全卫生水,农村饮用水

水质现状令人担忧。

2004 年,水利部、卫生部、国家发改委组织开展了全国农村饮水安全现状调查。调查范围为 2674 个县级单位,3.8 万个农村,65 万个行政村。调查人员总数达 20 多万人,完成了全国《县级农村饮水现状调查报告》和 31 个省(自治区、直辖市)《农村饮水现状调查评估报告》。结果表明:截止到 2004 年年底,全国农村分散式供水人口为 58 106 万人,占农村人口的 62%;集中式供水人口为 36 243 万人,占农村人口的 38% (表 1-1)。集中式供水工程中,200 人以上或日供水能力在 20 t 以上供水受益人口占农村总人口的 33%,日供水能力大于 200 t 的集中式供水受益人口仅占农村总人口的 13%,多数工程只有水源和管网,无净化设施和检测措施,有水处理设施的供水工程只占 8% 左右。农村集中式供水中,多数为单村供水,承包给村民管理,尚有 1 万多个农村无自来水。分散式供水多数供水设施为户建、户管、户用的微小工程,其中,67% 的分散式供水人口为浅井供水,3% 为集雨,9% 为引泉,21% 为直接取用河水、溪水、坑塘水、山泉水等。总体上,农村饮水不安全人口为 3.2 亿人,占农村人口的 34%。其中,水质不达标人口有 2.26 亿人,占农村饮水不安全人口总数的 70%;水量、保证率低和取水不便的人口为 9558 万人,占农村饮水不安全人口总数的 30%。饮用水水质超标,已成为我国农村饮水安全面临的主要问题。

表 1-1 农村供水总体情况

分区	集中式供水人口/万人	占农村总人口比例/%	分散式供水人口/万人	占农村总人口比例/%
全国	36 243	38	58 106	62
西部	9 479	33	19 526	67
中部	13 025	32	27 750	68
东部	13 739	56	10 830	44

2006~2007 年全国爱卫会与卫生部联合组织的全国首次农村饮用水与环境卫生调查结果表明:我国农村生活饮用水水源主要以地下水为主,饮用地下水的人口占 74.87%,饮用地面水人口占 25.13%;饮用集中式供水的人口占 55.10%,饮用分散式供水的占 44.90%。以 2006 年执行的《农村实施〈生活饮用水卫生标准〉准则》作为饮用水水质评价标准,本次调查水样中未达到基本卫生安全的超标率为 44.36%;地面水超标率为 40.44%,地下水超标率为 45.94%;集中式供水超标率为 40.83%,其中近 3 年中央投资建设水厂超标率为 38.99%,分散式供水超标率为 47.73%。

贫困地区的农村饮水安全问题更为突出。《2004 年中国农村贫困监测报告》显示,到 2003 年,我国贫困地区有 18% 的农户取水困难,有 14.1% 的农户饮用水水源被污染,有 37.3% 的农户没有安全饮用水(除去水源被污染和取水困难的农户)。按饮用水水源分,饮用自来水的农户占全部农户的 32.2%,饮用深井水的农户占全部农户的 20.9%,饮用浅井水的农户占全部农户的 24.9%,直接饮用江河湖泊水的农户占全部农户的 6.9%,直接饮用塘水的农户占全部农户的 2.3%,直接饮用其他水源的农户占全部农户的 12.7%。

由于饮水不安全,有些地区的癌症发病率居高不下。坐落于淮河最大的支流沙颍河畔

的河南省沈丘县周营乡黄孟营村, 由于长期饮用被严重污染的水, 村民死亡率增加; 广东省韶关、河源市由于长期饮用含放射性、有害矿物质污染水, 新生儿发育不全现象多发; 江苏的淮安市、扬中市是全国闻名的消化道肿瘤高发区, 其主要恶性肿瘤死亡率最高可达 200/10 万以上。

1.3 农村饮用水安全面临的主要问题

近年来, 我国农村供水改水及管网改造工程进展迅速, 很多地区已由原来单门独户的挑水、引水方式发展到集中供水。但农村地区饮用水安全仍面临着诸多挑战。

1.3.1 水资源紧缺、气候变化, 加大了解决农村饮水安全的难度

我国水资源紧缺, 是世界上最贫水的国家之一。受全球气候环境变化的影响, 我国极端气候发生频繁, 且水资源总量呈下降趋势, 严重威胁饮水安全。有资料显示, 1997 年全国水资源总量为 27 855 亿 m^3 , 2004 年降为 24 130 亿 m^3 , 特别是黄河、淮河、海河和辽河地区水资源总量下降趋势极为明显。河北省平均年降水量 20 世纪 50 年代为 612 mm, 而近 7 年只有 430 mm, 明显减少。我国华北、西北地区主要靠地下水源, 多年来地下水位持续下降, 单井出水量减少, 有的井深甚至在 500 m 以上。陕西、甘肃、宁夏等省(自治区)的丘陵地区, 主要靠集雨的水窖、水池和小水库, 由于持续干旱, 这些蓄水设施干涸, 需要到几十公里外拉水吃。一立方水成本高达 40 多元。2006 年重庆、四川等地发生百年不遇的特大干旱, 许多中小河流干涸, 水源枯竭, 上百万人饮水困难。由于水资源短缺和缺少必要的供水设施, 全国农村水量不足、保证率低的饮水不安全人口占农村饮水不安全人口的 1/3。

1.3.2 水污染严重, 已成为威胁农村饮水安全的主要因素

农村水污染严重的主要原因有以下几点: ①20 世纪八九十年代以来, 农村企业的发展特别是原先在城市污染严重的企业逐步转移到小城镇和乡村, 由于布局分散、经营粗放、缺乏监管, 非达标废水任意排放, 导致污染物浓度高, 治理难度大, 严重危害饮水安全。据了解, 中国每年废水排放量约为 600 多亿 t, 各地河流、湖泊、浅层地下水被大量污染。②农村生活污水、固体废弃物无序排放以及畜禽养殖业的迅猛发展严重污染水源。据有关部门测算, 农村每年生活垃圾产生量约为 2.8 亿 t, 生活污水约 90 多亿 t, 人粪尿年产生量约 2.6 亿 t, 畜禽粪便污染问题日趋严重。这些巨大的污染源对农村饮水安全造成严重的安全隐患。有关调查资料表明, 农村 60% 的水源周围存在污染源。③一些地区由于受地质构造与水文地质条件影响, 当地农村饮用水的氟、砷、铁、锰、矿化度等指标偏高, 危害人民群众的健康。④工业污染“三废”超标排放, 尤其是不合理矿业开发影响, 含有有害物质的工业污水、矿渣等进入水体造成污染。⑤农业生产中过度使用化肥、农药。据初步统计, 每年中国农村地区化肥使用约为 3600 万 t, 农药使用 100 万 t 左

右，土壤中大量残留的化肥、农药造成污染。⑥农作物秸秆等农业固体废弃物未合理回收和利用，四处堆放或沿河湖岸堆放，大量渗滤液排入水体或直接被冲入河道污染水质。⑦近年来兴起的农村生态旅游产生了农村环境污染问题。

农村点源污染与面源污染交错，生活污染和工业污染叠加，各种新旧污染相互交织，村镇水环境恶化，局部突发性恶性水污染事件经常发生，大范围出现的水源污染和水环境破坏，对广大农民群众身体健康，生命安全构成严重威胁，影响社会稳定，已成为制约农村经济社会可持续发展的重要因素。虽然近年来各级政府通过加快工矿企业工艺技术升级改造、加快建设污水处理设施、推广测土施肥和无害化卫生厕所建设，以及加强水功能区监测和管理等措施治理环境污染。但总体来看，农村水环境恶化的趋势还没有得到有效遏止。污染不仅造成许多农民的饮水困难，而且给目前已建工程的水源保护带来巨大难度。目前农村环境污染已经成为威胁广大农村居民饮水安全的主要因素，且呈不断扩大趋势。全国农村饮水不安全人口中有近一半是由于水环境污染和水源破坏造成的。

1.3.3 农村供水工程小型分散、建设标准低，抵御污染及自然灾害能力弱

据初步统计，目前全国农村集中式供水受益人口为4亿多人，约占农村总人口的40%，而日供水量大于200 m³的集中式供水工程受益人口约占农村总人口的15%；由于地方配套资金不到位，许多集中式供水工程设施简陋，缺少水处理和消毒设施，工程没有达到原设计标准，没有进行规定的水质检测。由于我国农村供水工程小型分散，建设标准低、设施简陋，抵御自然灾害能力弱。例如，2008年南方地区冰雪灾害使得大量农村供水设施损坏，影响正常供水。

1.3.4 农村供水工程运行管理存在诸多问题

由于农村供水工程具有面广量大、小型分散、用水户经济承受能力弱等特点，运行管理中还存在较多的问题。目前，农村饮用水安全工程制水企业普遍规模小、设备老化、管理和技术基础薄弱、制水成本较高，不适应农村饮用水安全达标建设需要。分散式供水、小规模集中式供水的农村几乎无水处理设施，直接饮用水源水，造成饮用水中细菌指标、污染物、有害物质超标问题严重。工程产权不明晰，管理制度不健全、责任不落实，缺乏有效的监管。同时，集中式供水的农村水价偏低、水费征收困难，造成农村制水企业生存及发展困难。

1.3.5 农村饮用水安全监测能力建设不足

在广大农村地区，由于水源地分散，规模小，水质水量不稳定，大多采用直接饮用水源水的方式，集中供水率低，且对饮用水质量没有必要的监测手段。另外，对水源地源头周围污染源情况掌握和管理有滞后现象，缺少水源地日常动态管理系统、污染源动态档案系统和应急处理系统，水质安全无法得到有效保障。

1.3.6 一些地方对农村饮水安全工作的重要性、艰巨性和紧迫性认识不足

虽然目前饮水安全工作得到了党中央、国务院的高度重视和社会的普遍关注，但也确实有一些地方对农村饮水安全工作的重要性、艰巨性和紧迫性认识不足，存在着配套资金不落实，工程建设质量不高、工作进展缓慢，前期工作不深入、水源论证不充分，盲目赶进度等现象。个别地方政府重经济增长轻水源保护，未切实负起“对环境质量负责”和“改善农村饮用水卫生条件”的职责。部分农村居民饮用水安全意识不强，对水与卫生、水与健康的知识不了解，建设饮水工程积极性不高，同时缺乏水资源忧患意识，节水观念极为淡薄。

1.3.7 农村饮用水安全的法规尚未完善

目前，我国有关农村饮用水的法律法规分散在环保、卫生、建设等法律法规中，执行主体基本上各行其是。同时，有关农村饮用水安全的法规存在内容不配套、标准不统一、涵盖范围不全面、法律规定不具体等问题。

1.3.8 农村饮用水安全科技力量相对薄弱

目前，对农村饮用水安全问题开展的科研工作仍然较少，没有针对全国农村饮用水源开展过系统全面的调查、评价及系统研究，农村饮用水源水质监测和健康评价基本上还是空白。

保护农村饮用水源、确保农村饮用水安全是农村水环境保护的首要任务。目前，我国农村地区饮用水的研究工作基础薄弱，为了保证农民的饮水安全，必须开展农村地区饮用水源的水质调查，了解水质污染状况，查明污染源，并提出相应的控制对策，减少污染物的排放，提高饮用水源水质，为广大农村居民的身体健康和生命安全提供有力的保障。

参 考 文 献

- 姜开鹏. 2007-9-11. 对农村饮水安全工作的认识与思考. <http://www.ncys.cn/Index/Display.asp?NewsID=6850>.
- 姜开鹏. 2008. 深入贯彻落实科学发展观保障农民群众饮水安全//中国农村饮水安全建设管理论文集. <http://www.wwfchina.org/wwfpress/publication/index.shtm?page=13>.
- 李仰斌. 2006-10-16. 关于解决农村饮水安全问题的对策与措施. <http://www.ncys.cn/Index/Display.asp?NewsID=7197>.
- 李仰斌, 张国华, 谢崇宝. 2008. 我国农村饮用水源现状及相关保护对策建议//中国农村饮水安全建设管理论文集. <http://www.wwfchina.org/wwfpress/publication/index.shtm?page=13>.
- 梁福庆. 2009. 中国农村饮用水安全问题研究. 中国人口·资源与环境, 19: 607-610.
- 陶勇. 2009. 中国农村饮用水与环境卫生现状调查. 环境与健康杂志, 26 (1): 1-2.
- 杨元青, 庞清江, 宋岩, 等. 2008. 我国农村饮用水水质安全问题探析. 山东农业大学学报 (自然科学