

SHUIYUANDI
BAOHUGUIFAN
YANJIU

水源地

保护规范研究

王研 唐克旺 等 编著

水源地 保护规范研究

王研 唐克旺 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是在国家质检总局公益性行业科研专项“水源地保护规范研究”成果的基础上总结编写而成。本书系统梳理了国内外水源地保护标准,论述了水源地保护标准体系以及水源地保护规范草案编制的依据和方法,提出了生活饮用水水源水质标准草案。本书共分6章,内容包括国外水源地相关标准现状、我国水源地保护及其标准现状、水源地保护技术标准体系、水源地保护关键标准研究和建议、饮用水水源水质标准研究等。

本书可供水利、环境保护、卫生、标准化等部门的技术和管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

水源地保护规范研究 / 王研等编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2012. 4
ISBN 978-7-5084-9674-0

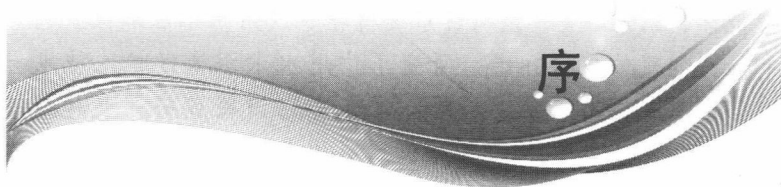
I. ①水… II. ①王… III. ①饮用水—水源地—水源保护—规范—研究 IV. ①TU991.11-65

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第073716号

书 名	水源地保护规范研究
作 者	王研 唐克旺 等 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	145mm×210mm 32开本 5.625印张 151千字
版 次	2012年4月第1版 2012年4月第1次印刷
印 数	0001—1500册
定 价	28.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究



序

饮用水是人类生存的基本需求。饮用水水源地是保障我国经济社会可持续发展和人民群众身体健康的重要基础设施。饮用水安全保障工作不仅是维护广大人民群众切身利益、落实科学发展观的具体实践，也是实现全面建设小康社会目标、构建社会主义和谐社会的重要内容。近年来，我国经济社会发展迅猛，城市化进程不断加快，产业结构却相对落后，重化工、造纸、矿产开发及冶炼、煤炭油气资源开发、土地开发等类项目遍布全国各地尤其是沿河沿江地带，给饮用水水源地安全带来巨大威胁。继松花江重大污染事故、太湖蓝藻事件后，我国各地又发生过多起饮用水水源地安全事故，突发性水污染事件引发的饮水危机越来越频繁，给当地居民日常生活和社会秩序带来严重影响。

饮用水水源地保护历来受到党和政府的高度重视，2005年，国务院办公厅颁发了《关于加强饮用水安全保障工作的通知》，全面部署饮用水安全保障工作。但是，饮用水水源地保护工作中仍存在很多技术问题尚未解决，影响到水源地保护工作的开展，其中饮用水水源地保护的技术标准体系就是重要的技术“瓶颈”。水量安全标准、饮用水水源地的水质标准、水源涵养区的生态安全标准、保护规划及区划、监控及标识等方面的技术标准工作十分薄弱，难以为饮用水水源地保护工作提供必要的支撑。

中国水科院在承担的全国饮用水水源地安全保障规划等

工作基础上，完成了国家质检总局公益性行业科研专项——水源地保护规范研究。该项目系统梳理了饮用水水源地保护已经和需要制定的技术标准，研究了饮用水水源地保护的技术标准体系，并提出了预期成果。本书是在该项目基础上总结编撰而成，是饮用水水源地保护领域的又一部重要著作，对饮用水水源地保护工作具有实用价值。1993年，建设部门提出了饮用水水源地的水质标准，随着生活饮用水标准的修订、污染特征的变化以及人民生活水平的提高，饮用水水源地的水质标准急需修订并升级为国家标准。现行的地表水及地下水水质标准又不适用于饮用水水源地的评价。本书提出的生活饮用水水源水质标准（草案）综合考虑生活饮用水标准、水处理工艺、水体质量等因素，提出了5大类120项生活饮用水水源水质标准限值，弥补了该领域的不足，为该项标准的修订提供了良好的工作基础。

饮水安全是一项复杂而艰巨的系统工程，饮用水水源地的安全保障是饮水安全的前提，建立和完善饮用水水源地安全保障的技术标准体系是当前的迫切任务。本书的出版对正在全国开展的饮水安全保障工作具有重要的参考价值。

工程院院士



2012年3月28日，于北京

前言

近年来,我国各级政府贯彻以人为本、科学发展的指导思想,高度重视关系到群众切身利益的饮用水安全保障工作,采取了一系列措施解决城乡居民饮用水安全问题,有关水源地保护的规范化工作也被提到议事日程。目前,水源地水质安全、保护区划分及水源区保护、水量安全、预警及应急等方面都缺乏统一的技术标准。各地各部门在开展工作时,缺乏权威的规范性技术标准作为依据,给工作带来困难和不便。开展针对水源地保护的技术标准体系研究是十分迫切的。

本书是在国家质检总局公益性行业科研专项“水源地保护规范研究”成果基础上编写而成。本书系统梳理了国内外水源地保护方面的有关标准,研究建立了水源地保护的技术标准体系以及生活饮用水水源地水质标准制定的方法和依据。按照水源地保护区划分、水源地监测、水源地调查与安全评价、水源地保护规划和水源地保护管理五部分,介绍了饮用水水源地保护技术标准体系,并编写了生活饮用水水源水质标准草案。本书提出的生活饮用水水源水质标准(草案)综合考虑了生活饮用水标准、净水工艺、水体质量等因素,将标准分为基本项目和特定项目,其中基本项目按三级提出了生活饮用水水源水质标准限值。

全书共分6章,内容包括国外水源地相关标准现状、我国水源地保护及其标准现状、水源地保护技术标准体系、水源地保护关键标准研究和建议、饮用水水源水质标准研究等。

各章节主要编写人：第1章 王研、王然、唐克旺；第2章 唐克旺、王研、唐蕴、王然、徐志侠；第3章 王研、唐克旺；第4章 王研、唐克旺、翁建华、王然；第5章 翁建华、王研、唐克旺；第6章 唐克旺、王研、翁建华。全书由王研、唐克旺统稿。

本书在编写过程中，得到了中国标准化研究院周思源研究员、水利部任光照教高、刘咏峰教高、石秋池教高、中国水利水电科学研究院标准化中心窦以松教授、北京市环境保护局余小萱教高等专家的大力支持和悉心指导，在此表示诚挚感谢！

受学识和水平所限，书中不妥之处，敬请专家和读者批评指正。

作者

2012年3月

目 录

序

前言

第 1 章 国外水源地相关标准现状	1
1.1 水源地保护标准概况	1
1.2 水源保护区划分	6
1.3 水源地水质标准	10
1.4 水质监测	31
1.5 水量安全	34
1.6 生态保护	36
1.7 应急预案	37
1.8 发达国家水源地保护相关法规	38
1.9 小结	43
第 2 章 我国水源地保护及其标准现状	45
2.1 水源地保护规范研究的必要性和迫切性	45
2.2 水源地保护规范需求分析	48
2.3 我国饮用水水源地保护概况	52
2.4 我国水源地保护标准现状	55
第 3 章 水源地保护技术标准体系	105
3.1 指导思想和原则	105
3.2 编制依据	107
3.3 水源地保护规范体系	108

第4章 水源地保护关键标准研究	113
4.1 水源地保护区划分技术规范	113
4.2 水源地监测规范	113
4.3 饮用水水源地安全评价	114
4.4 水源地保护规划技术规程	129
4.5 水源地生态保护规划技术导则	130
4.6 水源地应急预案编制技术导则	135
第5章 饮用水水源水质标准研究	139
5.1 我国饮用水水源水质标准现状	139
5.2 饮用水水源水质标准制定方法	139
5.3 饮用水水源水质标准参数选择	140
5.4 饮用水水源水质标准的分级	148
5.5 饮用水水源水质标准值确定	149
第6章 建议	160
附录 生活饮用水水源水质标准（草案）	162
参考文献	168

第 1 章 国外水源地 相关标准现状

饮用水水源地系指提供城镇居民生活用水取水工程的水源地域，包括河流型、湖泊型、水库型、地下水型饮用水水源，一级、二级保护区和准保护区的水域及陆域部分。

1.1 水源地保护标准概况

国外在水源地保护标准制定方面多采用自愿性标准体系，如美国、法国、德国和日本等国家，一些强制性标准多结合技术法规共同实施。标准的类别基本上划分为国家标准、团体（协会、学会）标准和企业标准 3 个类别；标准的形式包括技术标准、技术导则、标准案例、补遗和公告等，近年来又出现了协议标准和事实标准等新模式，充分体现了标准应尽快反映技术进步和市场需求的原则。

美国至今尚无专门针对水源保护的联邦法律，其水资源体系的技术标准多以相关法律作为支撑，在具有充分法律依据的前提下，由指定的机构负责各种标准的制定工作。美国制定与水相关的标准机构主要有美国环保局（USEPA）、美国国家标准协会（ANSI）、美国材料与实验协会（ASTM）、美国水务协会（AWWA）等，各协会根据相应法律授权在各自的职权范围内制定与水相关的技术标准。《清洁水法案》（Clean Water Act，简称 CWA）和《安全饮用水法案》（Safe Drinking Water Act，简称 SDWA）是其进行饮用水源管理的法律依据。《清洁水法案》（CWA）规定了包括水源地在内的各州所有水体环境应达到的最低要求，其 1977 年通过为控制污染物排入水体制定了基本框架；



授权环保署执行污染控制计划；继续要求为地表水中的所有污染物设定水质标准；规定除非获得该法案规定的许可，否则任何人从一个点源向可航运的水体排放任何污染物都是非法的。《安全饮用水法案》（SDWA）规定设立水源保护区制度，并授权美国环保局保护人们饮用水的安全，规定联邦各部门的管辖权让位于水源保护区当局的管辖权，其 1996 年修正案《水源评价计划》（SWAP）授权各州对各公共供水系统执行水源评价计划，认可水源保护、经营者培训、建立供水系统维护基金以及公共信息是安全饮用水的重要组成部分，这大大加强该法案的作用。这个修正案通过对从水源到水龙头的饮用水的全过程保护来确保饮用水的质量，特别是在该修正案中提出了水源评价计划，通过评价找出对水源构成潜在威胁的重大污染源，并确定水源容易受这些污染源影响的程度。尽管《清洁水法案》（CWA）和《安全饮用水法案》（SDWA）叙述全面，但并未就水源保护提供详细规定，仅指出各州水源应达到的最低要求，各州还是要根据《清洁水法案》（CWA）和《安全饮用水法案》（SDWA）的规定，针对各自水源地情况进行水源地评价，制定各自的水源保护法规，制定水源保护区计划，建立水源地保护体系。各州自定的水源保护区计划中最具代表性的就是“纽约水源地备忘录”，它是纽约水源保护的里程碑，目前纽约水源地的实际管理和保护工作正基于此。美国环保局（USEPA）还发布了《水源保护手册》（The Source Protection Handbook，简称《手册》）用于指导社会团体进行水源地保护，它的目的是加强对饮用水源的保护，减少污染。《手册》中指出，由于人类活动对陆地的污染，比如新建一座房屋、一个商品中心建成投入使用等，都可能影响到饮用水以至于进一步影响到水源，而现在的情况是几乎不允许再在水源地范围内进行修建房屋的施工了；《手册》中另一个重要方面：水土保持，强调的是包括对地表水和地下水在内的所有饮用水源体的永久性保护，人们对于水源不断增长的需求、不断增长的供应量和减少污染都是今天要面临的挑战，这些都预示着要达到对饮



用水源永久的保护困难重重。之前在美国各州，当地的水供应部门都自主的完善了一套水源保护体系，此类部门虽未被正式授权，但却被赋予应用完善的管理手段来保护水源的责任和权利。目前的保护措施中，基于地理信息系统的“分级”系统正得到广泛应用，应用分级的好处是，可以准确得知某些特殊水域的健康状况，通过汇总土壤特性和地形特征，坡度、土壤利用和分区，可以因地制宜的实施保护。

日本标准可分为国家标准、部门标准与行业标准3类。其中国家标准又分为工业标准、农林标准和医药标准3种。日本工业标准（JIS）是日本国家标准中最重要、最有权威的标准。日本《环境基本法》创建了两与水污染有关的环境质量标准，即保护人体健康质量标准和保护生活环境质量标准。日本《水质污染防治法》规定，必须对公共水域的水质污染状况进行经常性的监测。对水环境（河流等）执行环境标准，对污染源（企业）执行排水标准。因此，其分析方法也分为环境标准使用型和排水标准使用型，部分分析方法为通用型。

日本饮用水源保护法规体系由《河川法》、《公害对策基本法》、《水污染防治法》等构成，并建立了饮用水源水质标准制度、饮用水源水质监测制度、水源地经济补偿制度和紧急处置制度，中央政府的环境省下设水质保护局负责饮用水水源地环境的统一管理，地方在饮用水源污染防治中起着重大作用，但也受中央政府的节制和指导。其中，《河川法》相当于统一各项分部门法规的大纲，其立法的基本精神，一是强调流域水资源统一管理，规定全国水资源由一个部门主管，协调多个分管部门，主管部门负责规划，分管部门负责具体的开发利用项目；二是强调了防洪与水资源利用的协调。中国目前尚无相当于《河川法》的“流域法”，迫切需要设立强化流域水资源统一管理的法规。《河川法》规定，一级河流的管理权限在中央政府，由建设大臣负责。在建设大臣指定的区段（“指定区段”）内，可按照政令规定，交给所在的都、道、府、县知事办理；在建设大臣要指定



“指定区段”时，必须预先听取相关都、道、府、县知事的意见；要变更或撤销“指定区段”时也应经同样手续。一级河流的支流为二级河流，其管理者为管辖该河流区段的都道府县知事〔日本的二级行政区划分为都、道、府、县，相当于我国省级行政区。二级行政区以下再分为市、町、村三级，相当于我国的市（县）、乡、村三级〕。根据《河川法》，中央政府对一级河川按流域范围指定管理者，负责有关的保护和整治活动。所需费用，一级河川所在的都、道、府、县最多要担负到 50%。为了更好地开展水利活动，在《河川法》之下又制定了《水资源开发促进法》，规定由内阁总理大臣指定“水资源开发水系”，以流域为基础制定水资源基本规划，并以此为指导协调各方面的利益。一级河川中，从 1962 年开始已经指定了 7 个由国土厅直接监督管理的水系。其他暂未指定水系由当地都、道、府、县知事指定管理者。除此，日本在《河川法》以下还制定了《水资源开发公团法》，成立了专门从事指定水系的水资源开发活动，以独立法人资格进行工程建设与运行管理。在水环境管理方面，日本于 1967 年通过《公害对策基本法》，确立了国家环境管理的原则。1970 年制定了《水污染防治法》，将国家环境管理引入水质污染防治领域。1972 年，中央政府设置了环境厅，2000 年又升格为环境省，下设水质保护局，将原分散在各省的环境管理权力统一归至环境厅，使其在环境保护领域拥有很大的管理权限，统一领导和协调环境管理，将环境管理权力逐渐集中。

德国在水源保护区方面经过长期实践形成一系列保护饮用水水源地的法规、政策与规范，具有国际领先水平，它的水源保护区建设已有 100 多年的历史，其第一个水源保护区划定于科隆地区（Koeln）。德国法律规定“任何公共或私家自来水龙头放出的水都可直接饮用”，其对于水源保护区的经验也被欧美工业国家吸收利用。德国《水法》规定，所有饮用水取水口都要通过建立水源保护区进行保护，并先后颁布《地下水水源保护区条例》、



《水库水水源保护区条例》及《湖水水源保护区条例》。县级以上政府参考以上法律和条例，结合本地情况立法划定水源保护区，制定和颁布保护措施。各地政府立法划定水源保护区，颁布保护措施标准不一。20世纪50年代，西德联邦《水法》颁布，之后西德德意志水与气专业协会整理出《地下水水源保护区条例》供各地方政府参考使用，随后相继推出《水库水水源保护区条例》及《湖水水源保护区条例》。经过多年试用与反复修改，西德各州政府采用了上述3种水源保护区条例。东德西德统一后，东部各州政府参照西部水法，颁布了自己的水法，同样采用了上述3种水源保护区条例。德国现行水源保护区条例中没有《河流水水源保护区条例》，原因是为确保饮用水水质，西德饮用水水源多数为地下水、水库水及湖水；河流水水质一般较差，且不稳定，因此不推荐河流水为饮用水直接水源。在多瑙河（Donau）沿岸有个别水厂直接将河水处理成饮用水，但技术与资金投入巨大。原东德国家《水源保护区条例》（TGL 43850/06）曾作为河流水水源保护区条例适用于东德。德国统一后，东德国家《水源保护区条例》（TGL 43850/06）失效。不推荐建立河流水水源保护区的另一个原因是，河流水水源保护区往往面积太大（相当于流域面积），保护措施难以落实。水厂通过沿岸渗透井抽取河水，并建立渗透井水源保护区，相当于地下水水源保护区。按照德国《水法》要求，所有饮用水取水口都要通过建立水源保护区进行保护。

英国的主要饮用水源是地下水，占生活饮用水源的85%左右，对地下水的保护已有100多年的历史。1991年国家流域委员会委托联邦地质调查局，研究划定地下水水源保护区的科学基础。联邦地质调查局建议：根据地下岩土层对地下水固有的保护特征，将水源保护区划分为内区、外区和流域区。从1991～1997年国家流域委员会开展了实验方法研究，对近1500个取水口进行保护区的划定，基本上形成了保护区的划定规范，这一规范将用于其他水源保护区的划定。除此，英国对地表饮用水源水



质的要求很高。

新加坡水源污染控制主要由环境部依据《水源污染管制与排水法令》执行。为了保护水源区的原水水质，环境部严格执行各项反污染法令，实行严格的反污染措施，并与公用事业局联合使用一套抽取水样本的完整网络系统来监测地面径流及水源地的水质，有效地控制和减少了水源地污染。

对我国水源地保护标准制定有一定借鉴作用的国外已有标准概况见表 1.1。

表 1.1 国外已有水源地相关标准

国家/国际组织	相 关 标 准
美国	《清洁水法案》(CWA);《安全饮用水法案》(SDWA);美国各州根据国家推荐的水质基准制定自己的水质标准,其中对水源标准做出相应规定
德国	《地下水水源保护区条例》;《水库水水源保护区条例》;《湖水水源保护区条例》
欧盟	《欧盟水框架指令》(WFD—2000/60/EC);指导性文件,其中包括《饮用水源指令》(75/440/EEC),但其规定 2007 年截止,目前是否应用不能确定;《欧盟地下水指令手册》
世界卫生组织	《饮用水水质准则》,虽未直接规定水源地水质,但作为世界 3 大饮用水卫生标准,其数值有很强借鉴性,其中也涉及对水源的保护

1.2 水源保护区划分

国外在水源地的划分上,应用较多的是经验值法,多为 50d、400d 经验值,其中以 50d 经验值法应用的最为普遍。50d 流程等值线已有 60 多年的历史,20 世纪 30 年代,卫生防疫、减少饮用水水源中病菌病原体是德国饮用水水源保护的首要任务。卫生专业人员为此研究地下水水源保护区的保护措施。M. Knorr 博士通过试验发现,饮用水中的病菌病原体在地下水



层中的随流生存时间少于 50d，由此建立 50d 流程等值线这个概念。各国都有对经验值法相应的法律规定，其中以德国、英国、美国等发达工业国家的经验更为完善。比如美国国会 1986 年对《安全饮用法》增补一项关于水源保护区的规定；法国条例不规定排放点，但规定非排放点，1964 年《水法》提出设立“特别水域管理区”；德国《水管理法》也明确规定：从公共福利事业出发，为了现有的或将来的公共供水利益，保护某些水源免受有害影响，可以建立水源保护区；加拿大《水法》（1990）就有保护特殊水体的规定；保加利亚、匈牙利还要求在饮用水源附近设立卫生保护带；英国《污染控制法》（1974）还授权水管局为防止所辖水域遭受污染而划定一定的区域，在该区域内有权限制或禁止特定的行为。

以德国为例，对不同水源保护区划分的标准规定的比较细致。其划分保护区的总体原则是根据保护区内地质地理特征对水体的自然保护条件设计保护措施，即因地制宜，争取将取水口所在流域区全区划定为水源保护区，水源保护区至少要包括流域区内取水口上游区；水源保护区内部分级划出 2~3 个分区，分级保护；分区一般呈环带状或半环带状，以取水口为中心向外展开。建立 50d 流程等值线这个概念一个重要依据是岩石土壤对水污染的自然净化功能，人们称之为岩土过滤器。岩土过滤器的功能机理还没有研究透彻，因此 50d 流程等值线是一个经验值。在瑞士很多地区，人们将 50d 流程等值线修改为 20d 流程等值线，因为 50d 流程等值线要求占地面积太多，与此同时加大水源保护区 II 级区内的保护力度。在北美很多水源保护区，人们将 50d 流程等值线修改为大于 50d 流程等值线，因为那里土地很多。

对地下水源保护区的划分，德国《地下水水源保护区条例》1994 年第 4 版，可以说是最全面的地下水水源保护区条例，减少饮用水水源中病菌、病原体是德国饮用水水源保护的首要任务，其对地下水保护区划分示意图表 1.2。



表 1.2 地下水水源保护区划分方案

I 级区	取水口区, 边界距取水口 10~50m
II 级区	50d 流程等值线。II 级分区外缘线至取水口的距离以地下水 50d 流程为界, 50d 流程从取水口算起
III 级区	流域区剩余部分, 一般分 III _A 、III _B

II 级区外缘界线是德国著名的 50d 流程等值线, 它至取水口的距离以地下水 50d 流程为界, 50d 流程从取水口算起。在讨论整理《地下水水源保护区条例》1994 年第 4 版的过程中, 地球化学及生物化学专业人员对 50d 流程等值线提出异议。因为 50d 流程等值线岩土过滤器适用于 20 世纪 30 年代的病菌病原体, 不一定适用于 90 年代的病菌病原体, 德国 90 年代的环境污染比 30 年代严重得多, 特别是生化污染。地球化学及生物化学方面的实验数据证明了 50d 流程等值线的上述问题。《地下水水源保护区条例》1994 年第 4 版保留了 50d 流程等值线, 因为它的改动后果难测, 比如现行地下水水源保护区 II 级区界问题, 但与此同时大大提高了保护区的保护强度。III 级区即流域剩余部分, 一般分 III_A、III_B。习惯上以取水口为中心画一半径为 2000m 的圆线作为 III_A 区外界, 其余部分为 III_B 区。地下水水源保护区的划分和区内岩石土壤对水污染的自然净化功能密切相关。如果岩土过滤功能很强, II 级区可以划小, 反之要大。III 级区内岩土过滤器的功能很弱的部位可以定为 II 级区, 加大保护强度。也有水源保护区将 II 级区细分为 II_A 和 II_B, 因为岩土过滤功能很强, 可以在 II_B 内提高土地利用强度。I 级区内土地闲置, 一般为绿地。

水库水水源保护区一般是饮用水专用露天水库, 专用水库位于山凹森林地, 森林地阻止水库周围水土流失污染水库水。建坝集水, 来水主要是人工引水, 也包括天然降水和渗透地下水, 人工引水引自其他水质好的地表水。水库的作用是利用水体自净功能进一步净化外来引水, 提高水质。也有水厂将高质量的地下水引入水库, 与引入地表水混合, 以便使水库水达到饮用水地表水