



农村供水工程建设与管理系列培训教材

农村供水处理技术与水厂设计

NONGCUN GONGSHUI CHULI JISHU YU SHUICHANG SHEJI

水利部农村水利司
中国灌溉排水发展中心 编
水利部农村饮水安全中心



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



农村供水工程建设与管理系列培训教材

农村供水处理技术与水厂设计

水利部农村水利司
中国灌溉排水发展中心 编
水得部农村饮水安全中心



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

水利部农村水利司、中国灌溉排水发展中心（水利部农村饮水安全中心）共同组织编写《农村供水工程建设与管理系列培训教材》，本书为该套教材之一。

本书结合农村供水工程点多、面广、水源类型繁多、水质复杂及规模小等特点，汇编了农村供水处理技术与设计的有关资料，全书共五章。第一章农村饮水安全；第二章农村供水处理技术，主要内容包括混凝、沉淀、澄清、气浮、过滤、消毒、预处理、深度处理、膜处理；第三章特殊水质处理，主要内容包括地下水除铁、除锰、除氟、除砷、苦咸水淡化、微污染水处理、富营养化水处理、高浊度水处理；第四章水厂总体设计；第五章分散式供水。

本书可供从事农村供水工程设计的工程技术人员及水厂运行管理人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

农村供水处理技术与水厂设计 / 水利部农村水利司，
中国灌溉排水发展中心，水利部农村饮水安全中心编. --
北京：中国水利水电出版社，2010.4
（农村供水工程建设与管理系列培训教材）
ISBN 978-7-5084-7381-9

I. ①农… II. ①水… ②中… ③水… III. ①农村给
水—水处理—技术培训—教材②农村给水—水厂—设计—
技术培训—教材 IV. ①S277.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第056048号

书 名	农村供水工程建设与管理系列培训教材 农村供水处理技术与水厂设计
作 者	水利部农村水利司 中国灌溉排水发展中心 编 水利部农村饮水安全中心
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 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 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	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 12印张 285千字
版 次	2010年4月第1版 2010年4月第1次印刷
印 数	0001—3500册
定 价	36.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《农村供水工程建设与管理系列培训教材》

编 委 会

主 任：鄂竞平

副主任：王晓东 李仰斌 姜开鹏

顾 问：冯广志 李代鑫 赵竞成

委 员：（以姓氏笔画为序）

闫冠宇	刘 锋	沙鲁生	张敦强
张汉松	吴玉芹	宋 实	杨广欣
周 玉	赵乐诗	荣 光	倪文进
崔招女	程吉林		

本书编写人员名单

主编：崔招女

参编：刘学功 凌 波 李江云 宋 实

刘文朝 王弘宇

序

民以食为天，食以水为先。在党中央、国务院和各级地方党委、政府的正确领导下，各级发展改革、水利、卫生等部门密切配合，从2006年起至2009年共安排解决了1.53亿农村人口的饮水问题，标志着《全国农村饮水安全工程“十一五”规划》将提前一年完成。这些工程的建设，较大地改善了项目区农民的生活条件和健康状况；解放了农村劳动力，促进了农民增收；带动了管材、洗衣机、太阳能热水器等的消费，拉动了内需；密切了党群关系，促进了农村社会的和谐稳定。2008年中国国际工程咨询公司对《全国农村饮水安全工程“十一五”规划》执行情况进行了中期评估，通过对近5万农户问卷调查表明，96%以上的受访农户对工程建设和管理表示满意。

党的十七届三中全会《中共中央关于推进农村改革发展若干重大问题的决定》要求“加快农村饮水安全工程建设，五年内解决农村饮水安全问题”，意味着原定2015年解决农村人口饮水安全问题的目标将提前两年达到，未来农村饮水安全工程规划、建设和管理任务仍然十分艰巨。

受农村经济社会发展水平、农民的健康意识与经济承受能力、农村供水投资政策与技术推广等多种因素影响，农村供水工程在建设和管理上区别于城市，有其自身的特点。同时由于我国农村人口众多，各地自然地理条件差异大，东中西部和南北方经济、社会发展不平衡，造成农村饮水安全工程建设和管理的任务更加艰巨，迫切需要加大对农村饮水安全建设管理人员的培训，提高建设和管理水平，更好地搞好农村饮水安全工作。

在总结2000年以来实施农村人畜饮水解困、农村饮水安全工程的基础上，经过近两年的努力，水利部农村水利司、中国灌溉排水发展中心（水利部农村饮水安全中心）组织编著了《农村供水工程建设与管理系列培训教材》。这套教材集中了水利、卫生、建设部门和大专院校资深教授和专家的集体智慧，贴近农村饮水安全工程建设管理实际，深入浅出，突出了实用性。我相信，这套教材将很好地指导基层水利工作者有效开展农村饮水安全工程的规划、建设和管理，更好地完成党和政府交给我们的神圣职责，把农村饮水安全这件民生工程建好、管好，让农民长久受益，促进社会主义新农村和和谐社会建设。



2009年10月



目 录



序

第一章 农村饮水安全	1
第一节 饮用水源污染及其对健康的危害	1
第二节 农村饮水安全	5
第二章 农村供水处理技术	8
第一节 概述	8
第二节 混凝与絮凝	13
第三节 沉淀、澄清和气浮	27
第四节 过滤	45
第五节 消毒	64
第六节 小型一体化（常规）净水设施	76
第七节 预处理和深度处理	82
第八节 膜处理	87
第三章 特殊水质处理	103
第一节 地下水除铁、除锰	103
第二节 除氟	110
第三节 除砷	116
第四节 苦咸水淡化	117
第五节 微污染水处理	122
第六节 富营养化水处理	126
第七节 高浊度水处理	131
第四章 水厂总体设计	137
第一节 厂址选择与水厂组成	137
第二节 工艺流程的确定与生产构筑物的选择	138
第三节 水厂生产工艺流程布置	139
第四节 水厂附属建筑物	141
第五节 水厂平面布置	143
第六节 生产管线设计	144
第七节 水厂竖向布置	148

第八节 水厂的仪表和自控设计..... 152

第九节 道路与绿化..... 153

第十节 水厂布置实例..... 157

第五章 分散式供水..... 160

第一节 概述..... 160

第二节 雨水集蓄供水工程..... 160

第三节 手动泵供水..... 168

第四节 分散式供水井与引蓄供水工程..... 176

参考文献 182

第一章 农村饮水安全

第一节 饮用水源污染及其对健康的危害

联合国提出千年发展目标是在 2015 年年底前，使无法持续获得安全饮用水的人口比例减半。对此，我国政府已经做出承诺。联合国的报告指出，在贫困地区，有 80% 的疾病是饮水不安全引起的。每天约有 2.5 万人因此而死亡。

胡锦涛总书记多次批示：无论有多大的困难，都要想办法解决群众的饮水问题，绝不能让群众再喝高氟水；要把切实保护好饮用水源，让群众喝上放心水作为首要任务。科学规划，落实措施，统筹考虑城乡饮水，统筹考虑水量水质，重点解决一些地方存在的高氟水、高砷水、苦咸水等饮用水水质不达标的问题以及局部地区饮用水严重不足的问题。

温家宝总理在《政府工作报告》中提出：我们的奋斗目标是，让人民群众喝上干净的水、呼吸清新的空气，有更好的工作和生活环境。

2004 年 11 月水利部、卫生部颁布《农村饮用水安全卫生评价体系》，规定了饮用水安全由水质、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。具体如下：

(1) 水质。集中供水管网末梢水水质符合国家《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006) 的要求。

(2) 水量。每人每天可获得的水量不低于 20~40L。

(3) 方便程度。人力取水往返时间不超过 10~20min。也就是说，取水的垂直距离不大于 100m，取水的水平距离不超过 1000m。

(4) 保证率。供水保证率不低于 90%。

一、饮用水源的污染

(一) 饮用水源污染现状

1. 地表水和地下水环境恶化

全球普遍存在水环境污染，而我国的水环境污染状况尤为严重。近 30 年来经济虽然有了高速发展，但是这一发展是以牺牲有限的资源和环境为代价的，大量污染物被排放到环境中，天然水体受到了不同程度的污染。水环境中的污染物质日益增多，污染物成分也越来越复杂，水环境的不断恶化使原本就匮乏的水资源更加紧张，造成了严重的水质性缺水。

根据我国《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)，将地表水的评价依次划分为五类。I 类水质最好，为源头水；V 类最差，仅适用于农业灌溉。

2006 年，我国七大水系中，珠江、长江水质良好，松花江、黄河、淮河为中度污染，辽河、海河为重度污染。重点城市集中式饮用水源地总体水质良好，113 个环保重点城市

的 382 个集中式饮用水源地监测结果统计, 达标水量占 72.3%。

作为饮用水水源的湖泊、沟塘, 富营养化的问题日益严重。根据 2005 年全国人大常委会水污染防治法执法检查组检查结果表明, 我国湖泊中约有 75% 的水域受到污染。大多数湖泊出现富营养化, 蓝藻泛滥, 湖水呈现绿粥状, 气味难闻, 严重影响湖区居民生活, 被称作“生态癌”。据 2006 年的《中国环境状况公报》, 全国 27 个国控重点湖、库中, III 类以内的水体只占 31%, 有 48% 属于劣 V 类水体, 其中巢湖为 V 类, 太湖、滇池为劣 V 类。污染物主要为总 N、总 P、藻类及其分泌物。

地下水水质达标率逐年下降, 地下水污染的程度也不容乐观, 1m^3 地表污水可污染 8m^3 地下水。在我国约 70% 的人口以地下水为饮用水源, 约 40% 的农业灌溉使用地下水。2005 年的一项调查显示, 中国 90% 的城市地下水已经检出有机污染物以及无机污染物, 并且有迹象显示污染范围正在扩大。2005 年, 47 个重点城市中水质达标率见表 1-1。

表 1-1

重点城市地下水水质达标率

水质达标率	城 市	水质达标率	城 市
100%	25 个	59.9%~0.1%	10 个
99.9%~80%	8 个	0	1 个
79.9%~60%	3 个		

全国 187 个城市中, 与 2003 年相比, 地下水污染减轻的有 39 个, 污染加重的 52 个。全国 50% 城市地下水受到污染, 而 667 个城市中, 400 多个城市开采利用地下水占城市总用水量的 30%, 其中华北、西北城市的地下水开采量分别高达 72% 和 66%。

2. 突发饮水事件频发

由于水污染事故频繁发生而导致较大的国民经济损失。其重大突发事件如下。

(1) 2005 年 11 月 13 日吉林市中石油吉化公司爆炸而造成松花江硝基苯污染, 导致哈尔滨市停水四天, 佳木斯第七水厂距江岸 55~1000m 的 48 眼井, 12 月 2 日起关闭, 以免含苯江水回灌地下水, 依兰县内的气化厂在生产用水的取水口内投放 240 吨活性炭, 以减轻含苯江水对设备的腐蚀和污染。

(2) 2007 年 5 月无锡市太湖沿岸一自来水厂取水口处爆发蓝藻引起的水华现象, 水质奇臭, 无法正常供水。经过 10 个月的调查研究, 证实其致臭物质为二甲基三硫, 说明该事故由沿岸的生活污水和工业废水未经处理长期直接排入太湖所致。

(二) 饮用水源污染的分类

水质污染按其来源区分, 分为天然污染和人为污染。

1. 天然污染

天然污染是自然存在的。例如, 由于地层内矿物的溶解而造成地下水中含有较多的矿物质, 由此而产生高氟水。高硬度水、苦咸水等不宜饮用的水; 又如, 由于潮汐海水倒灌而使近海河道中的水变咸, 由于树叶飘落及动物尸体掉落到水塘中而使塘水腐败发臭。

我国的高氟水。高砷水和苦咸水问题较为突出, 高氟水主要分布在华北、西北、东北和黄淮海平原地区。长期饮用高氟水, 轻者可形成氟斑牙, 重者可造成骨质疏松、骨变形, 甚至瘫痪, 丧失劳动能力。近年来在湖南、内蒙古、山西、新疆、宁夏和吉林等地存

在较为严重的饮用高砷水致病的问题，受影响人口约 230 万人。苦咸水主要分布在北方和东部沿海地区。

2. 人为污染

人为污染按污染物类型可分为水土流失、生物污染和化学污染三类。

水土流失会使水中含有悬浮物及机械杂质，如泥沙之类，例如黄河水的高浊度就是因黄土被冲入水中而造成的。生物污染是指水体受致病菌、藻类、霉菌、酵母菌、病毒、热源、各种浮游生物、寄生虫及虫卵的污染。化学污染是指由化学物质导致的水质污染，它又可分为无机污染和有机污染，前者如水中含有的汞、铬、铅等重金属和砷化物、氰化物、亚硝酸盐等无机物，后者如水中含有农药、除草剂、合成洗涤剂、有机溶剂以及各种各样的有机物。

血吸虫病的发生率近几年来呈上升趋势，目前血吸虫病尚未得到控制的地区主要集中在长江流域的湖南、湖北、江西、安徽、江苏、四川、云南 7 省的 110 个县（市、区），生活在疫区的人口约 6000 万。

近 30 年以来，水的污染主要是由工业排放的大量有机物所造成。目前已知的有机化合物约 700 万种，常用的 5 万种化学品中 95% 以上是有机物，而且每年都有成千上万种新的有机化合物被人工合成制取，这些有机物在研制、生产和使用中都可能进入人体，全世界在水中已检出 2000 余种有机物，其中 114 种是具有或被疑有致癌、致畸、致突变的“三致物质”。

目前，在几种污染中，水土流失造成的污染与生物污染在饮水处理工艺中已基本能得到控制，化学污染上升为主要矛盾；而在化学污染中，无机污染基本可以控制，有机污染上升为主要矛盾，成为危及人类健康及安全的主要敌人。

二、水中污染物对健康的危害

饮用水源污染对人体的健康危害主要包括以下四个方面。

（一）微生物

饮用水中的致病微生物包括肠道致病菌、病毒、水性致病原虫和蠕虫（血吸虫）。水体受病原微生物（如细菌）的污染，如饮用此水或食用被此水污染的食物，会引起霍乱、伤寒、脊髓灰质炎、甲型肝炎、菌痢等传染病；此外，污染水中的寄生虫、病原体等亦可经皮肤、粘膜等侵入人体而对人体产生危害，如血吸虫、钩端螺旋体等。

饮用水的微生物污染是我国最大的饮水安全问题之一，尤其在中西部农村地区。经饮用水传播的传染病具有如下特点，经粪口途径传播；此类传染病人的分布与供水范围一致，病原体在水中的存活时间较长；加强饮水净化和消毒即可有效控制此类传染病的传播流行。

（二）重金属及无机污染物

人饮用受重金属（如汞、镉、铅、镍、铬等）及其他有毒无机物（如氰化物、砷化物、亚硝酸盐等）污染的水，会引发疾病。其中砷、镍、铬等无机物和亚硝酸盐等，还可诱发肿瘤。主要原因是工矿企业的废水、废渣和废弃物的直接排放，污染饮用水水源。

1. 氟砷

水中的氟化物具有易溶性，90% 以上可被人体直接吸收，是人体内氟的主要来源。当

饮用水中氟低于 0.5mg/L 时,易发生龋齿;当饮用水中氟高于 1.5mg/L 时,易发生氟斑牙;当饮用水中氟高于 3.0mg/L 时,易发生氟骨症。GB 5749—2006 规定饮用水中氟的限量值为 1.0~1.2mg/L。

饮用水中砷含量超标会引起砷中毒—黑甲病,过高则会引起皮肤癌。高砷水主要分布于湖南、新疆、内蒙古、台湾、山西以及长江中下游沿岸。

2. 铁锰

铁是人体的必需元素。水中二价铁是不稳定的,在空气中易氧化成不溶性的三价铁。在缺氧的地下水中有时二价铁含量可达每升数毫克,刚从井中抽出的水是无色无味的,一旦与空气接触水即变混浊。当水中含铁量小于 0.3mg/L 时,难以觉察其臭味;达 1mg/L 时便有金属味;超过 0.3mg/L 会使衣服和器皿着色;超过 0.5mg/L 会使水的色度大于 30 度,并可与水中适宜的 pH、碱度和硬度共同促进管网中铁细菌的繁殖,腐蚀管道,水质蜕化。

锰是人体必需的微量元素。一般人体对锰的摄入仅 20% 来自于饮水,基于健康因素计算的饮用水中锰的限值可为 0.3mg/L,但此含量也不会造成沉淀而使水浑浊。当锰含量低于 0.1mg/L 时,色度小于 5 度,会令用户对水质较为满意。

(三) 难降解有机物

人饮用受微量有机物如苯、三氯甲烷、四氯化碳、卤乙酸、丙烯腈、杀虫剂、除草剂、合成洗涤剂污染的水,会引起中毒和疾病,如血液病、癌症等。有机硝基化合物、有机氨基化合物、有机卤素化合物,有较强致癌、致畸、致突变作用,已引起国际科技界和医学界的普遍的关注。溶解在水中的洗衣粉,可通过皮肤被吸收入体,长期积累可损害造血和肝脏功能。

科学家们已经确定 50 种可以影响内分泌系统的化学物质,其中约有一半是氯化有机物(如二恶英和多氯联苯等)、杀虫剂、滴滴涕等。据报道,船底涂料成分用于食品保鲜的化学物质,还有用于塑料稳定剂、树脂原材料和洗涤剂的化学物质也能起到同样的作用。

当前的饮水净化技术是可以保证人体健康的,但危险在于对内分泌干扰物污染的不认识和不重视。这些污染物在水中都是极微量的,而且引起的影响和效应也是缓慢的,可能要 10~20 年后才被发现,但一旦发现,可能会影响一代和后代人的健康。我们在认识上要有紧迫感,不能认为工业发达国家的一些环境影响离我们还很远,事实证明,这些化学物质的影响是存在的。

(四) 藻及藻毒素

水污染的罪魁祸首是藻类中含有致癌的毒素—节球藻和促癌毒素—微囊藻毒素。由 7 个氨基酸组成的微囊藻毒素是水环境中常见的蓝藻毒素。2004 年复旦大学公共卫生教授俞顺章历经 30 年的研究,发现肝癌发病率与饮水的藻毒素污染有关。随着人口的增长和经济的发展,含氮、含磷的生活污水、生活垃圾、养殖废水和工业废水未经处理直接排入水体,导致水体富营养化,藻类疯涨,出现水华污染,淡水蓝藻分泌的微囊藻毒素是环肽肝毒素,具有稳定的化学结构,不但难于自然降解,还可在水生生物中蓄积和富集。常规饮用水处理技术或煮沸均不能有效地去除之,直接威胁城乡居民的饮水安全。

第二节 农村饮水安全

一、水性疾病

(一) 水性传染病

人饮用受致病微生物（如致病菌）污染的水或食用被此水污染的食物，易引起霍乱、伤寒、脊髓灰质炎、甲型肝炎、细菌性痢疾、血吸虫病、钩端螺旋体病等。据报道 1000 万~2000 万人死于传染病。

(二) 水性地方病

由于某一区域自然界的水和土壤中某种化学元素过多或过少使当地动植物和人群中发生特有的疾病，称为地方病（生物地球化学疾病），这些元素在人体内虽很少，却是人体中激素、酶和人体组织或器官不可或缺的成分，过多或过少均会引起疾病。我国常见的与饮水有关的地方病是地方性氟中毒、地方性甲状腺肿和地方性砷中毒。

(三) 癌症

众所周知，癌症是一种严重威胁人们的健康和生命的疾病，是现代社会人类最可怕的“杀手”。据世界卫生组织（WHO）统计，全世界每年约有 500 万人因患癌症而死亡，平均每 6 秒钟就有一个人死于癌症。在中国，每年发生的肿瘤病例达 160 万之多，而且每年约有 120 万人死于肿瘤，另外每年出生的婴儿出现畸胎、畸形和各种先天性缺陷的也有 100 多万人，究其原因，水污染是罪魁祸首之一。国内外进行的调查研究发现，饮用水水质的好坏与肝癌、食道癌、胃癌的发生密切相关。

二、饮用水卫生标准

(一) 标准修订的基本原则、要求、指标选择与限值确定的依据

1. 基本原则

(1) 以 GB 5749—85 为基础进行修订。

(2) 水质指标项目的确定，是为了确保水质感官良好，防止水性传染病暴发，预防急性慢性中毒和其他健康危害。

(3) 符合国情，并具可操作性。为便于实施，将饮用水水质指标分为常规和非常规检测项目，并单立农村小型集中供水和分散式供水的水质要求。

2. 基本要求

为供应符合卫生要求的生活饮用水，其水质必须满足下列三项基本要求：

(1) 生活饮用水中不得含病原体，防止水性传染病的发生和传播，确保饮用水的流行病学安全。

(2) 饮用水中所含化学物质和放射性物质不得对人体健康造成危害，不得引起急慢性中毒及潜在的远期危害——致畸、致突变、致癌效应。

(3) 饮用水的感官性状良好，为饮水者乐于接受。水的感官性状是人们对饮用水的直观感觉，是评价水质的重要依据。

3. 确定限值的条件

- (1) 对水质能造成明显不良影响。
- (2) 国内外具有足够能确定限值的科学基准资料。
- (3) 水质调查或监测资料结果表明水中含有一定浓度，并经常检出。
- (4) 国内实验室具有可行的检测方法。
- (5) 一般指标采用《安全系数》确定限值，致癌物指标多采用外推模式确定限值。

(二) 2006 年修订版与 85 年版的比较

生活饮用水卫生标准 2006 年修订版 GB 5749—2006 于 2006 年 12 月 29 日批准，2007 年 7 月 1 日起执行常规检测部分，2012 年 7 月 1 日起执行非常规检测部分。其水质检验项目为 106 项，比 GB 5749—85 的 35 项增加了 71 项，其中：

(1) 生物学指标由 2 项增至 6 项。增加了大肠埃希氏菌、耐热大肠菌群、贾第鞭毛虫和隐孢子虫等 4 项。

(2) 饮用水消毒剂由 1 项增至 4 项。增加了氯气、氯胺、臭氧、二氧化氯等项。

(3) 毒理学指标，无机部分由原 10 项增至 22 项。

(4) 毒理学指标，有机部分由原 5 项增至 52 项。

(5) 感官性状和一般理化指标由 15 项增至 20 项。

(6) 放射性指标仍为 2 项。

(7) 2006 年修订版删除了原版中水源选择和水源卫生防护两部分；简化了供水部门的水质监测规定；增加了卫生监督检测部分。

(三) 农村小型集中式供水和分散式供水的水质要求

农村小型集中式供水（工程规模 $< 1000\text{m}^3/\text{d}$ ）和分散式供水受条件限制，水质部分指标可暂按表 1-2 执行，其余指标仍按表 1-3 和表 1-4 执行。详见国家生活饮用水卫生标准 GB 5749—2006 原文。

表 1-2 小型集中式供水和分散式供水部分水质指标及限值

项 目	单 位	限 制
菌落总数	CFU/mL	500
砷	mg/L	0.05
氟化物	mg/L	1.2
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	20
色度	铂钴色度单位	用户可接受（参考值 20）
混浊度	NTU	3~5，用户可接受（分散式供水者）
pH 值	单位	6.5~9.5
溶解性总固体	mg/L	用户可接受（参考值 1500）
总硬度（以 CaCO_3 计）	mg/L	用户可接受（参考值 550）
耗氧量（ COD_{Mn} 法，以 O_2 计）	mg/L	5
铁	mg/L	用户可接受（参考值 0.5）
锰	mg/L	用户可接受（参考值 0.3）
氯化物	mg/L	用户可接受（参考值 300）
硫酸盐	mg/L	300

表 1-3

其余水质常规指标及限值

项 目	单 位	限 制
总大肠菌群	MPN/100mL 或 CFU/100mL	不得检出
耐热大肠菌群	MPN/100mL 或 CFU/100mL	不得检出
大肠埃希氏菌	MPN/100mL 或 CFU/100mL	不得检出
镉	mg/L	0.005
铅	mg/L	0.01
汞	mg/L	0.001
硒	mg/L	0.01
氰化物	mg/L	0.05
硝酸盐（以 N 计）	mg/L	10（地下水源限制时为 20）
三氯甲烷	mg/L	0.06
四氯化碳	mg/L	0.002
溴酸盐（使用臭氧时）	mg/L	0.01
甲醛（使用臭氧时）	mg/L	0.9
亚氯酸盐（使用二氧化氯消毒时）	mg/L	0.7
氯酸盐（使用复合二氧化氯消毒时）	mg/L	0.7
铝	mg/L	0.2
铜	mg/L	1.0
锌	mg/L	1.0
挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	0.002
阴离子合成洗涤剂	mg/L	0.3
总 α 放射性	Bq/L	0.5
总 β 放射性	Bq/L	1

表 1-4

饮用水中消毒剂常规指标及要求

消 毒 剂 名 称	与水接触时间 (min)	出厂水限值 (mg/L)	出厂水余量 (mg/L)	管网末梢水余量 (mg/L)
氯气及游离氯制剂（游离氯）	至少 30	4	≥ 0.3	≥ 0.05
一氯胺（总氯）	至少 120	3	≥ 0.5	≥ 0.05
臭氧（O ₃ ）	至少 12	0.3		0.02 如加氯，总氯 ≥ 0.05
二氧化氯（ClO ₂ ）	至少 30	0.8	≥ 0.1	≥ 0.02

第二章 农村供水处理技术

第一节 概 述

一、水源水中杂质类型

(一) 泥沙

由于雨水冲刷造成水土流失、沿岸生活或工矿垃圾冲入水体，形成难于沉降的细小泥沙颗粒物。

(二) 漂浮物

水中藻类过度繁殖，形成大片水华，呈漂浮状，使水源水质因长期处于厌氧状态而恶化。

(三) 悬浮物和胶体杂质

悬浮物易于在水中下沉或上浮。若密度小于水，则可上浮到水面。能够上浮的一般是体积较大而密度小的某些有机物，易于下沉的一般是细粒泥沙及废矿渣。

胶体颗粒粒径很小，在水中长期静止也难下沉，存在于水中的胶体通常是黏土、某些细菌及病毒、腐殖质及蛋白质等。工业废水排入水体，会引入各种各样的胶质及有机高分子物质；天然水中的胶体一般带负电荷，有时也含有少量带正电荷的金属氢氧化物胶体。

悬浮物和胶体是水浑浊的根源，其中有机物、腐殖质及藻类会造成水的色、臭、味。随生活污水排入水体的病菌、病毒及原生动物等病原体会附着于悬浮物或胶体表面。

悬浮物和胶体是饮用水处理的主要去除对象。颗粒大于 0.1mm 的泥沙较易去除，通常在水中可很快自行下沉；而粒径更小的胶体物质需投加混凝剂，方可去除。

(四) 溶解性杂质

人类文明带来的许多人工合成有机物的相当部分经工业废水和生活污水进入水体，农田施用的农药和化肥随着地表径流也进入水体，自然界生成的腐殖酸、富里酸等有机物也留存于水体中。

由于地球化学组成或者人为的污染，地下水中常含大量可溶性盐类，诸如钙镁盐类、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、氟化物、砷酸盐、铁锰等。

(五) 致病微生物

天然水体中含有多种微生物。污染的水体中，微生物的种类和数量会大大增加，并可能含致病微生物，例如肠道致病菌、病毒、水性致病原虫和蠕虫（血吸虫）等。

二、农村供水处理方法

人们很早就发现，把水倒入水缸中静止进行澄清，水中的泥沙、悬浮物会渐渐沉淀下来，然后取上面的清水饮用。后来，进一步发现加入某种物质，如明矾 $[KAl(SO_4)_2 \cdot$

$12\text{H}_2\text{O}]$ ，溶于水并搅拌后，会絮凝生成矾花，携带水中不易沉降的细小悬浮物、胶体等一起沉淀，上层澄清水更清澈，可取之饮用。

（一）水质处理方法分类

饮用水处理的目的是对所选水源进行适当处理，去除水中的有害成分，使处理后的水达到生活饮用水卫生标准的要求。饮用水处理涉及多种水处理技术，可将其分为常规处理、预处理、特殊处理、深度处理等工艺。

（1）常规处理。主要去除地表水中悬浮物、胶体和病原微生物，降低水的浊度，其处理流程一般由混凝、沉淀（澄清）、快滤组成；当原水浊度经常超过 500NTU 时，为保证净水效果，降低混凝剂用量，可进行预沉淀。

（2）预处理。当饮用水水源受到一定程度的污染时，在常规处理前，先进行预处理，以确保后续混凝沉淀的效果，包括粗大悬浮物和漂浮物的筛除、沉砂、高浊度水的预沉淀、原水储存、土层渗滤、曝气除臭、气浮除藻、粉末炭吸附、生物预处理除氨氮、用氯、臭氧或高锰酸钾等进行化学氧化预处理等工艺。

（3）强化混凝处理。当饮用水水源受到一定程度的污染时，在混凝处理工艺中投加新型混凝剂或助凝剂，加强混凝和絮凝作用，以提高混凝沉淀工艺对有机物的去除效果。

（4）特殊处理。当地下水水源含过量铁、锰、氟、砷或含盐量时，采用专门的滤料或特殊工艺进行水质处理，使出水水质达到生活饮用水卫生标准的要求。

（5）深度处理。当饮用水水源受到相当程度的污染，又无适当的替代水源时，为达到饮用水的水质标准的要求，在常规处理工艺的基础上，增设深度处理工艺，例如：活性炭吸附、臭氧氧化、生物活性炭和膜分离工艺等。

（二）农村集中供水系统工艺的选择

根据原水水质和设计规模，参照相似条件下水厂的运行经验，通过经济技术方案比较，选择适宜的水质处理工艺。

（1）水质良好的地下水或泉水，可只进行消毒处理。

重力自流系统：此类系统工艺简单，工程投资与运行成本低，管理方便，有条件的地区应优先采用，见图 2-1。

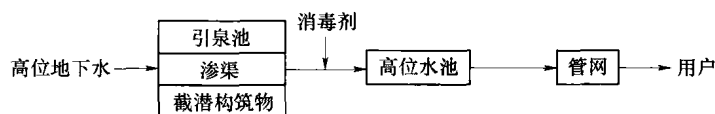


图 2-1 地下水源自流系统工艺流程

抽升系统：凡具有良好的地下水源，而无自流条件的地区，均可选用此类系统，见图 2-2。

（2）水质良好的地表水源，可进行常规净化、消毒处理。

重力自流系统：此类系统工艺简单，工程投资与运行成本低，管理方便，有高位水库、高山湖泊或山溪的地区应考虑采用，见图 2-3。

抽升系统：凡具有条件的地方，应尽量减少抽升次数，以降低工程投资和运行成本，为一种常见的系统，见图 2-4。