

城市供水管网系统 二次污染及防治

任基成 费 杰 主编 朱月海 主审 ●

中国建筑工业出版社

城市供水管网系统二次污染及防治

任基成 费 杰 主编
朱月海 主审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市供水管网系统二次污染及防治/任基成, 费杰

主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

ISBN 7-112-08259-5

I. 城... II. ①任...②费... III. 城市供水-管网-污染防治 IV. TU991.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 031396 号

城市供水管网系统二次污染及防治

任基成 费 杰 主编

朱月海 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17³/₄ 字数: 432 千字

2006 年 5 月第一版 2006 年 5 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 40.00 元

ISBN 7-112-08259-5

(14213)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书共7章，系统论述了我国供水事业的发展 and 水质标准的提高；城市供水管网系统及其组成；国内外供水管网系统二次污染状况；管网系统二次污染的原因及分析；出厂水水质不稳定产生的污染与防治；供水管网系统二次污染防治的方法与对策；加强管网系统的运行和维护管理等。本书的特点是：实践性强，书中的资料和数据来自实践，是经过实测和调查研究取得的；应用性强，阐述的防治二次污染的对策和方法可应用于实际中，使用证明是行之有效、切实可靠的；系统性强，不仅系统地论述了从城市管网系统的组成到运行维护管理，更主要的是详细地阐述了城市管网系统中产生二次污染的原因与防治对策；内容新颖，基本上采用近期的资料和数据，特别指出了水质不稳定是污染的实质所在，是目前防治二次污染深入研究的重点；本书不仅通俗易懂，而且内容针对性强，理论联系实际，论据充足，观点明确，分析透彻，能解决实际问题，可读性强。

本书可供从事给水事业的各级管理人员、科技工作者，给水工程设计人员，城镇自来水系统的技术人员、管理人员、运行操作人员、设备维修人员。也可供大专院校给水排水专业与相关专业师生参考。

* * *

责任编辑：俞辉群

责任设计：赵明霞

责任校对：王雪竹 王金珠

前 言

随着我国经济社会的迅速发展和人民生活水平的不断提高,人们对健康长寿日益关注,对生活饮用水的水质提出了更高的要求;随着改革开放的不断深入和展开,外商、外宾来我国贸易、经商、旅游等活动日益频繁。为此,我国一批大中城市正在研究和实施城市供水与国际先进水平接轨。如北京计划在2008年奥运会前实现与国际接轨;上海计划在2010年世博会前与国际接轨,接轨的水质标准是用户打开水龙头就可直饮。2005年6月1日开始实施的建设部颁布的《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005)是一个与国际接轨的水质标准,全国城镇自来水公司正在规划实施。要达到此标准,除了取用合格的原水和提高出厂水的水质外,防治城市供水管网系统的二次污染是一个十分突出的重大课题。

据调查资料,我国许多城市水厂出水水质均优于国家水质标准,但到达用户水龙头处的水质,按照新标准已有不少处于不合格状态。如浊度,出厂水一般为 $\leq 0.5\text{NTU}$,而用户水龙头的出水不少是 $\geq 2\text{NTU}$ 。这说明出厂水经过庞大的城市供水管网系统后,水质受到了不同程度的二次污染。因此,无论水厂出水水质多么好,如果供水管网系统二次污染问题不解决好,则城市供水难以达到建设部颁布的《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005)要求的水质标准,也就难以与国际接轨。为此,以宁波市自来水总公司的工程技术人员为主,编著了这本《城市供水管网系统二次污染及防治》专著(全书共7章)。本书首先阐述了我国城市供水事业的发展和生活饮用水水质提高的过程,以及实施CJ/T 206—2005水质标准的重要性;全面系统地叙述了从城市管网系统的组成到管网的运行、维护和管理;详细地阐述了管网系统产生二次污染的原因与分析,防治二次污染的方法、对策和措施;较深入地论述了水质不稳定是造成二次污染的实质所在以及提高水质稳定性的方法与措施等。本书内容新颖详实,采用的资料和数据不仅是近期的,而且来自实践,有较多的内容是经过现场实测和调查研究取得的,具有可靠性、针对性和实用性。

本书第1章由任基成 朱月海编写;第2章由马毅妹 庄仲辉编写;第3章由庄仲辉 陈济东编写;第4章由熊珍奎 潘海祥编写;第5章由朱月海 吴天蒙编写;第6章由费杰 周正协编写;第7章由陈浩波 蒋敏 朱林勇编写。全书由同济大学教授朱月海主审。

本书的特点是:内容全面,结构严密,资料丰富详实;概念清楚,说理透彻,分析深入;理论联系实际,通俗易懂,实用性强。参考的文献资料基本上均是近几年发表在专业刊物上的文章和有关著作,具有普遍意义和实用价值。在此,对所有参考文献的作者表示衷心的感谢!

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 我国城市供水事业的发展历史	1
1.2 以科学发展观分析城市供水问题	4
1.3 贯彻实施《城市供水水质标准》	8
第 2 章 城市供水管网系统及组成	15
2.1 城镇供水用途及系统组成	15
2.2 供水管材、配件、附件及附属构筑物	17
2.3 管网的形式与分类	31
2.4 居住小区供水管网的特点	33
第 3 章 供水管网系统二次污染状况	37
3.1 发达国家二次污染概况	37
3.2 国内管网系统二次污染状况	44
3.3 居住小区管网系统的二次污染	50
第 4 章 管网系统二次污染的原因分析	56
4.1 出厂水中不同物质对管网水的二次污染	56
4.2 供水管材对管网水质的影响	60
4.3 管道腐蚀与结垢对水质的影响	79
4.4 二次供水设施对水质的污染	85
4.5 加氯消毒对管网水质的影响	90
4.6 管网水力运行状况对水质造成的影响	94
4.7 水在管网中停留时间的影响	96
4.8 其他因素对管网水质造成的影响	99
第 5 章 水质不稳定产生的污染与防治	103
5.1 水质稳定性概述	103
5.2 化学不稳定性的危害及判别	106
5.3 生物不稳定性的危害及判别	113
5.4 AOC 的测定	118
5.5 磷、AOC 作为生物稳定性控制指标的可行性	124
5.6 饮用水中不稳定性物质在管网中的变化及污染	128
5.7 提高水质稳定的方法与措施	144
第 6 章 供水管网系统二次污染防治方法与对策	159
6.1 科学合理选用供水管材	159
6.2 出厂水水质的控制	169

6.3	管网的设计要求	174
6.4	供水管网施工及验收	184
6.5	供水管网的改造	192
6.6	管网倒流污染的防治	202
6.7	二次供水设施的水质保护措施	206
6.8	杀菌消毒剂的选用	213
第 7 章	加强管网系统的运行维护管理	225
7.1	完善管网运行维护管理体系	225
7.2	管网技术档案管理	229
7.3	管网的水质监测	239
7.4	管网系统的运行	246
7.5	管网的检漏	256
7.6	管网的维修与养护	265

第 1 章 概 述

1.1 我国城市供水事业的发展历史

中国供水事业始于 1879 年旅顺引泉供水, 1882 年上海建成了杨树浦水厂, 到 1949 年全国只有 27 家自来水厂, 日供水能力 240 万 m^3 。从 20 世纪 50 年代开始, 中国供水事业蓬勃发展, 到 2000 年日供水能力达到 21841.99 万 m^3 。新中国成立以来的半个多世纪中, 我国近代供水事业的发展历史大致可以划分为四个时期。

1.1.1 20 世纪 50 年代——始创时期

这一时期主要是学习前苏联, 从取水、输水到水厂处理工艺及构筑物, 基本上都是前苏联模式。当时全国 156 项国家重点工程中有一项为城市供水项目, 一是兰州的西固水厂, 取自当时黄河的高浊度水, 采用上下流双向斗槽取水构筑物和大型旋转格网, 沉淀采用直径为 100m 的 4 只辐射式沉淀池。二是无锡的梅园水厂, 取自太湖水, 在常规处理工艺之前还设置了预沉池。50 年代后期, 前苏联突然撤走了在中国的专家, 带走了所有技术资料与文件, 给中国的经济与建设造成了巨大损失, 迫使我国给排水工程技术人员自力更生、奋发图强地钻研科学技术, 结合我国的客观实际, 设计了上海、广州、天津等 30 万 m^3/d 规模的水厂, 为我国今后独立自主地设计水厂和给水事业的全面发展打下了扎实基础。

在始创时期的 10 年中, 科研方面主要成绩有: 针对前苏联 KO-1 型滤池进行了双层滤料接触滤池的研究; 针对水库、湖泊季节性的藻类繁殖, 进行微滤机除藻研究; 为提高水厂处理中的絮凝效果, 进行悬浮反应和机械絮凝的研究。同时这 10 年对给水建设体系做了必要的基础工作: 同济大学、清华大学、哈尔滨工业大学、天津大学等 10 多所高等院校设立了给水排水专业, 招收和培养了一批给水排水专业人才; 1957 年制订完成了我国第一部室外给水设计规范; 第一次创刊发行了《给水排水译丛》, 介绍前苏联等国的给水技术; 1957 ~ 1958 年印发了上海自来水公司的《给水工程汇刊》, 搜集给水方面的论文近 200 篇; 50 年代后期, 我国第一次编写出版了大学给水排水专业的《给水工程》、《排水工程》、《房屋卫生设备》等教材, 这些为当时刚起步的我国给水事业作出了积极贡献。

1.1.2 20 世纪 60、70 年代——成熟时期

这个时期的 20 年是我国给水工作者学习和吸取各国先进技术, 结合本国实际, 走自己技术发展道路的阶段。我国自己培养了一批既有扎实的理论基础又有设计与实践经验的技术人才, 在给水事业的科学研究、技术理论、工程设计和建设等方面作出了贡献, 取得了重大成就。

这 20 年在科研方面取得的主要成绩有：在沉淀方面根据浅层沉淀理论，研究开发了同向流、异向流等斜管（板）沉淀池，大大地减少了占地面积，提高了沉淀效果，使雷诺数 Re 降低，弗劳德数 Fr 提高，水流在斜管（板）中基本上属于层流状态。在水的澄清方面，研究开发了脉冲澄清池、机械加速（搅拌）澄清池、水力循环澄清池、悬浮澄清池等，并设计了系列标准图集。在过滤方面，研究开发了压力式、重力式无阀滤池，并设计了系列标准图集，之后又研究开发了虹吸滤池和移动冲洗罩滤池，开发了小阻力、中阻力、大阻力 3 个配水系统。同时形成几套水处理的优化组合工艺，如适用于 $1\text{ 万 m}^3/\text{d}$ 以下用水的乡镇及中小企业，采用水力循环澄清池或悬浮澄清池与重力式无阀滤池相组合，这在高程上很匹配；中等水量的可采用机械搅拌澄清池或斜管（板）沉淀池与无阀滤池（两组以上）、虹吸滤池或普通快滤池相组合等。

这里特别要提及的是 70 年代同济大学在给水方面作出了两大贡献：一是研究开发了气浮净水技术和设备，达到国际领先水平，解决了湖泊、水库水大量藻类繁殖难以处理的难题，在武汉东湖水厂、昆明第三水厂等的气浮除藻处理中收到了非常理想的成效，以后气浮净水技术又推广应用到各种工业废水处理中。二是由杨钦教授为首的科研组，研究成功了利用计算机对城市管网进行优化平差，填补了当时国内空白，根据不同情况，编制了各种计算机管网优化平差程序，并出版了相关专著，很快在全国范围内得到了推广应用。

在这 20 年中，翻译了大量的国际著名给水专家的经典论文和部分著作，打开了我国给水工程技术人员的科研与设计思路；编辑出版了给水方面各类构筑物、工艺设施、管配件等标准图集。在这 20 年中，我国给水事业进行了大量的研究和实践，加强了基础理论研究和先进技术的开发应用，为我国给水事业的发展打下了扎实基础。

1.1.3 20 世纪 80、90 年代——大发展时期

这时期的 20 年，是我国给水事业持续高速发展时期。由于改革开放的不断深入，我国经济出现了前所未有的持续高速发展时期。经济的高速发展、生活水平的快速提高，使用水量大幅度增加，推动了我国水厂建设的高潮，给水事业得到了蓬勃发展。同时经济的持续高速发展和城镇化水平的提高，使大量的工业废水和生活污水没有同步处理而排入水体，造成城镇附近的水体受到不同程度的污染，使取水水源发生了困难、受到限制，在全国各地几乎同时出现了长距离、跨流域引水、调水工程。

在净化处理工艺方面，进展最快、得到普遍采用的是均质滤料气水反冲洗 V 型滤池，同时带动了普通快滤池的气水反冲洗技术。为配合气水反冲洗，研究开发了各种长柄、短柄滤头及滤砖。由于新建的水厂大多数处理水量较大，属大中型水厂，因此能适应水量、水质、水温等变化的浅层平流沉淀池被大量采用。平流沉淀池与气水反冲洗 V 型滤池组合、平流沉淀池与清水池叠建，成为风靡一时的水厂工艺布置。80 年代在普通快滤池基础上，研究设计了双阀滤池、单阀滤池等，节省了阀门及投资；90 年代有人对纤维过滤作了大量的试验研究，对纤维滤料进行多种布置试验及反冲洗，取得了积极成果；为加强和提高絮凝效果，开展了“栅条”、“网格”、“折板”、“折管”和“波纹折板”等新颖絮凝设计，在中小型水厂中，还成功地采用了上下双层隔板反应和回转双折板反应的设计；对于取自微污染水源水的水厂，采用生物接触氧化预处理获得了成功，在常规处理工艺的前端或中段投加粉末活性炭也收到了理想的效果；在深度处理方面，除普遍采用的臭氧生物

活性炭过滤之外，还出现了采用纳滤、微滤、超滤等新技术；对于难处理的低温低浊水采用浮沉池处理获得了成功。给水处理方面取得的多种研究成果和新技术，为我国城市供水与国际先进水平接轨提供了技术条件。

这 20 年中，世界银行、亚州发展银行和有关发达国家不断向我国投资新建水厂，BOT 工程不断增多，同时引进了水厂自动化控制系统的仪器仪表和水质监控测试设备，使我国水厂的自动化程度大幅度提高。同时带动了我国一批自动化设备、仪器、仪表的生产厂家，使我国的水厂自动化仪器、仪表和设备从无到有、从小到大，逐渐与世界先进水平接轨。

这 20 年中，我国的给水管材得到了系统全面地发展，塑料管从无到有、品种和规格逐步齐全；球墨铸铁管代替了使用近百年的灰口铸铁管；铝塑管、钢塑管等复合管代替了长期使用的镀锌管；在长距离输水中出现了玻璃钢（FRP）夹砂管、钢筒混凝土管（PCCP）等新型管材。目前根据管材口径的大小和经济性，以及适用条件等，在不同的使用场合和范围内，预应力混凝土管、球墨铸铁管、钢管、玻璃钢夹砂管、钢筒混凝土管及各种塑料管（PP、ABS、UPVC、PE 等）均有使用。

这段时期的前 10 年全国供水量的年递增率为 6% 以上，基本还清了前 20 年供水量不足的旧账和满足了当时用水量的需要；后 10 年全国供水量的年递增率为 5% 左右。这 20 年的供水量有两个特点：一是 90 年代末的供水量是 70 年末供水量的三倍左右，这 20 年是我国供水事业发展的顶峰时期，是建国以来的最兴旺发达时期，这与我国的经济和社会快速发展密切相关。二是供水量的年递增率在逐渐减小，逐渐趋向于稳定，在这 20 年中国民经济翻了一番，而用水量的增加率逐年减少，说明万元产值的用水量在降低，节约用水初见成效。

1.1.4 21 世纪初——可持续发展时期

进入 21 世纪以来，我国城镇供水进入了可持续发展阶段。这阶段一开始就出现了 3 个明显的特点：一是大批大中城市提出并实施在 2010 年之前供水水质与国际先进水平接轨；二是对取自微污染水源水的水厂，在常规处理工艺前加生物预处理，常规处理后是否加深度处理视具体情况决定；三是水厂的污泥、污水的处理与处置必须与水厂的设计、施工、投产同步进行。这是进入 21 世纪我国给水事业的新气象。

21 世纪的城镇供水，部分城市仍需解决好供需矛盾，在满足水量适应经济、社会发展的基础上，在较长一段时间内，主要任务是进一步提高城市供水水质，以利于与国际先进水平接轨，让老百姓喝上洁净、健康的饮用水。围绕提高供水水质，同步要进行的工作有：老水厂处理工艺设备的更新改造；旧管网设施的更换；管网系统二次污染的防治；自动化、信息化系统的应用与加强；提高水行业的科学技术水平和现代管理水平。

城市供水进入可持续发展时期，是一个新的历史起点，时代对供水行业提出了更高的要求。要大力加强饮用水安全保障工作，研究和应用新工艺、新技术，加强水资源保护和水污染防治，加强对取水、制水、供水全过程的水质监测和管理。要大力推进城乡一体化的区域供水，研究和制订新时期供水规划，使广大城乡居民都能用上高质量的生活饮用水。要大力开展节约用水工作，创建节水型社会，使供水事业与我国经济、社会全面协调发展。

1.2 以科学发展观分析城市供水问题

水是生命之源。从某种意义上讲，人类社会的历史，就是人依靠水而繁衍生长、生存和发展的历史。水的重要性和它在经济、社会发展中的不可替代作用已经越来越引起当今世界各国前所未有的关注。我国水资源短缺、水污染严重，已经成为经济、社会可持续发展的制约瓶颈。因此，以科学发展观分析水问题，寻求解决水资源短缺和防治水污染的政策，使人与自然和谐相处，水与经济协调发展，已经引起了水行业工作者的高度重视。

1.2.1 我国水资源短缺

我国是一个水资源贫乏、紧缺的国家。从降雨量来说，我国年平均降水量为 648mm，总降水量约 6 万亿 m³，淡水贮量（即水资源平均年总量）为每年 2.8 万亿 m³ 左右，列世界第 6 位。因此从总量上来说，我国水资源量并不算少，但按人均量计算，据 2002 年统计，我国人均水资源量为 2200 m³/（人·a），约占世界人均水资源量的 1/4。因此，按人均量计，我国的水资源是贫乏和紧缺的。同时我国的水资源还存在以下两个明显的特点。

1. 水资源地区分布不均衡

总体来说，南方水资源丰富，北方水资源短缺，特别是“三北”（西北、东北、华北）地区矛盾更为突出。尤其是西北地区，长期大面积缺水，制约了资源的开发和经济的发展。2002 年各流域片水资源总量见表 1-1。由表可见，南方 4 个区域（长江流域、华南诸河、东南诸河、西南诸河）水资源总量为 24097 亿 m³，占全国水资源总量的 85.3%，而耕地面积仅占全国的 35.9%；北方 5 个区域（东北诸河、海滦河流域、淮河及山东半岛、黄河流域、内陆河）水资源总量为 4164 亿 m³，只占全国总量的 14.7%，而耕地面积占全国的 58.3%。北方 5 个区域人均水资源量平均值为 1463 m³/（人·a），其中松辽河、海河、黄河、淮河四大流域人均水资源量平均值仅为 513 m³/（人·a），远低于国际公认的缺水警戒线 1700 m³/（人·a）。

2002 年全国各流域片水资源量 表 1-1

区域名称	降水量 (亿 m ³)	地表水水 资源量 (亿 m ³)	地下水水 资源量 (亿 m ³)	重复计算量 (亿 m ³)	水资源总量 (亿 m ³)	人均水资源量 (m ³ /（人·a）)
松辽河流域	5709.86	1076.03	576.42	296.95	1372.98	1157
海河流域	1273.81	64.08	146.09	94.91	158.99	121
淮河流域	2375.91	445.36	343.66	256.47	701.83	343
黄河流域	3224.87	357.66	334.01	115.74	473.40	428
长江流域	21023.93	10788.31	2704.93	102.48	10890.79	2521
其中：太湖	512.93	220.87	43.44	22.63	243.50	602
珠江流域	9876.92	5227.21	1244.35	23.92	5251.13	3328
东南诸河流	3871.88	2300.62	628.73	13.74	2314.36	3233
西南诸河流	8887.02	5639.83	1725.06	0.68	5640.51	26844
内陆河流	6366.09	1344.19	993.93	113.12	1457.31	5263
北方五区域	18950.5	3287.3	2394.1	877.2	4164.5	—
南方四区域	43659.8	23956.0	6303.1	140.8	24096.8	—
全 国	62610.3	27243.3	8697.2	1018.0	28261.3	2200

注：人均水资源量按 2002 年水资源总量除以 2002 年人口计算。

2. 降水与径流量年内分配不均匀

我国位于世界东亚季风区，降水和径流的年内分配很不均匀，径流量主要集中在夏季，大多数地区 6 月至 9 月的径流量占年径流量的 70% ~ 80%。同时径流量的年际变化也很大，少水年与多水年持续出现。如京、津、鲁地区 20 世纪 80 年代初和 90 年代分别 2 次连续出现 3 年枯水年。天津市 80 年代中建设“引滦工程”，因取用的是鄱家寨水库水，仍受天气变化的影响，90 年代的连续旱灾，天津的用水又受到严重的威胁，故 90 年代末又启动了“引黄工程”。可见，年际和季节性流量变化大的特点，给地表水水资源的控制和利用带来了很大的困难与复杂性，造成实际可利用的天然水量比水资源总量少很多。

1.2.2 水体污染严重

据有关资料显示，我国的主要江、河、湖等水域都受到了不同程度的污染。在被检测出的有机物中，一些有毒污染物含量超过了地面水质标准，其中还检测出一些致癌、致畸和致突变的有机污染物。

表 1-2 和 1-3 分别记录了 2001 ~ 2003 年七大流域干流地表水水质情况和 2004 年七大水系的 412 个水质监测断面的检测结果。

2001 ~ 2003 年我国七大流域干流地表水水质情况 表 1-2

时间	国家地表水水质标准						总体评价
	Ⅲ类		Ⅳ、Ⅴ类		劣Ⅴ类		
	达标比例	与上年比较情况	达标比例	与上年比较情况	达标比例	与上年比较情况	
2001	51.7%	下降 6%	38.9%	上升 4.5%	9.4%	上升 1.5%	污染严峻
2002	52.9%	上升 1.26%	26.8%	下降 12.1%	20.3%	上升 10.9%	有所改善
2003	52.5%	下降 0.4%	38.1%	上升 11.3%	9.3%	下降 11%	略有下降

2004 年七大水系水质类别比例 表 1-3

水系名称	I ~ Ⅲ类 (%)	Ⅳ ~ Ⅴ类 (%)	劣Ⅴ类 (%)
长 江	72.1	18.3	9.6
黄 河	36.4	34.1	29.5
珠 江	78.8	15.1	6.1
松花江	21.9	53.7	24.4
淮 河	19.8	47.6	32.6
海 河	25.4	17.9	56.7
辽 河	32.4	29.7	37.9
总 体	41.8	30.3	27.9

由表 1-2、表 1-3 可见，我国饮用水源的污染情况没有得到根本性的改善。主要污染指标为氨氮、5 日生化需氧量、高锰酸盐指数和石油类。根据《2004 年中国环境状况公告》记载，我国湖泊、水库水质也堪忧，2004 年监测的 27 个重点湖、库中，满足Ⅱ类水质的湖、库 2 个，占 7.5%；Ⅲ类水质的湖、库 5 个，占 18.5%；Ⅳ类水质的湖、库 4 个，占 14.8%；Ⅴ类水质湖、库 6 个，占 22.2%；劣Ⅴ类水质湖、库 10 个，占 37.0%。其中

“三湖”（太湖、巢湖、滇池）水质均为劣Ⅴ类。主要污染指标是总氮和总磷。表 1-4 记录了部分大型水库水质的评价结果。另外，2004 年对全国 187 个城市中所取地下水水质的调查中发现，与 2003 年相比，地下水污染减轻的有 39 个，污染加重的 52 个，水质稳定的 96 个。总体看，我国主要城市和地区的地下水水质受人为活动影响较大，硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、氯化物等组分的含量普遍升高。

部分大型水库水质的评价结果 表 1-4

湖库名称	营养状态指数	营养状态级别	水质状况	主要污染指标
石门水库	—	项目不全未计算	Ⅱ类	
密云水库	35.2	中营养	Ⅲ类	
千岛湖	29.3	贫营养	Ⅲ类	
董铺水库	45.6	中营养	Ⅲ类	
于桥水库	44	中营养	Ⅳ类	总 氮
丹江口水库	31.4	中营养	Ⅳ类	总 氮
松花湖	44	中营养	Ⅳ类	总氮、总磷
大伙房水库	43	中营养	Ⅴ类	总 氮
崂山水库	41.9	中营养	Ⅴ类	总 氮
门楼水库	43.3	中营养	劣Ⅴ类	总 氮

综上所述，水源污染在我国已经是普遍存在，对我们的生存环境构成了严重威胁。

1.2.3 实现城市供水现代化的目标

城市基础设施现代化是现代城市的重要标志和组成部分，而供水作为城市重要的、必不可少的生命线，理应率先实现现代化。

根据浙江省城市供水现代化建设研究，城市供水现代化主要包括以下 5 个方面：即供水能力适度超前；供水质量达到国际先进水平；供水生产安全、可靠、先进、高效；供水管网配套齐全、管理科学；供水企业管理实现信息化，服务达到全方位满意。

1. 供水能力

(1) “供需比”达到 1.1~1.2。城市的供水能力和城市最高日需水量之比称为“供需比”，是衡量城市供水能力能否满足社会需要的一个重要指标。由于城市供水能力需要适度超前，加上水厂建设需要较长的周期，现代化城市的供需比保持在 1.1~1.2 是必要的。

(2) 城乡供水一体化，普及率达 90% 以上。世界发达国家的供水普及率已在 90% 以上，我国城市供水普及率已达 94.65%，但如果将农村算在内就相当低。因而要打破城市和农村的界线，跨行政区域供水，实施城乡供水一体化，使供水普及率达到 90% 以上。

(3) 输配水能力与供水能力相匹配。供水能力不仅包括水厂的生产能力，还要包括管网的输配水能力。管网的压力要保证所有用户的水龙头能随时放得出水。

2. 供水水质

(1) 水质标准要和国际先进水平接轨，当务之急是全国所有的城市自来水厂应该积极执行建设部新颁布的水质标准并加以考核，不达标的要采取新的净化工艺技术，确保净水厂出厂水质达到或优于《城市供水水质标准》。

(2) 防治管网二次污染，使龙头水可以直接饮用。达到水质标准应针对用户的龙头水质而言，现代化的城市供水出厂水水质不仅应该达到发达国家的实际先进水平，而且要尽量避免管网的二次污染，保证龙头放出来的水可以直接饮用。

3. 水厂设施

保证不间断地供应合格水是水厂生产的根本任务。现代化水厂基本要求是：(1) 出厂水质优良，生产安全可靠；(2) 工艺技术先进，能适应原水变化；(3) 设备先进适用，自动化程度高；(4) 管理科学、人员少，成本低；(5) 环境优美和谐，污泥无害化处理。

4. 供水管网

目前大多数城市管网建设滞后于水厂建设，而管网是供水中的薄弱环节，在供水现代化建设中要加以解决。主要包括：(1) 尽量避免管网的二次污染；(2) 降低管网漏损率；(3) 建立管网信息管理系统。

5. 供水服务

当今世界发达国家的供水企业都将战略重心放到向客户提供优质服务上。现代化供水企业的服务理念是“以客户为中心，以满意为标准”，主要体现在：(1) 建设智能型的客户服务系统，做到有求必应，快速反应，只要客户一个电话，就能解决供水的问题；(2) 通过多样化的方式加强与客户的联系与沟通，征求意见，改进服务，提高客户的满意度。

1.2.4 饮用水安全保障技术

我国水资源短缺，饮用水源污染状况严重，同时社会对生活饮用水质量的要求不断提高，饮用水安全面临严峻的挑战。为促进我国经济和社会的健康、和谐、可持续发展，建设资源节约型、环境友好型社会，针对当前影响饮用水安全的主要问题，研究饮用水安全保障技术，是十分必要的。

1. 饮用水源的监控与保护

水源的安全是饮用水安全保障的出发点。要依法严格实施饮用水水源保护区制度，因地制宜地进行水源安全防护、生态修复等工程建设。对于长距离引水工程，应优先选用原水从水库等水源地到水厂的封闭输送系统，从根本上消除外部污染途径。建立水源水质在线监测系统，及时了解水源水质状况，并对水源水质异常变化迅速采取应急措施，实现对水源水质突变的预警，是饮用水安全保障技术的重要内容。

2. 净水工艺的强化与改进

降低出厂水浊度，是饮用水安全保障的关键点。虽然国家水质标准要求的浊度是1NTU，但当前许多国内外的先进水厂的出厂水浊度标准都控制在0.1NTU，这是保障水质安全的一个关键指标。要达到浊度小于0.1NTU的指标，确保出厂水水质安全，应根据不同水源的水质状况，对水厂的净水工艺进行强化与改进。原则上对Ⅰ～Ⅱ类水源采取强化常规处理工艺；对Ⅱ～Ⅲ类水源要在强化常规处理工艺基础上增加深度处理工艺；对暂时不能达到Ⅲ类水源标准的要在强化常规处理与深度处理之前增加预处理工艺。

3. 管网安全输配与二次污染的防治

提高配水管网的水质是饮用水安全保障的落脚点。优化规划和建设城市输配水管网，以及对旧管道的修复与改道，是防治管网二次污染的主要内容。要采用防止腐蚀的新型管材，要研究更换旧管道的方法措施，要注重管网建设与改造的技术经济指标，同时要强化

供水管网的现代化管理,建立供水管网的 GIS 系统和管网运行实时监测系统,实现水压、流量、浊度、余氯等参数的在线监测,对管网水质实行动态管理和监控,确保输配水管网的水质安全。

1.3 贯彻实施《城市供水水质标准》

建设部颁布的《城市供水水质标准》(CJ/T206—2005)于 2005 年 2 月 5 日发布,2005 年 6 月 1 日起实施。这是我国城镇供水行业的一件大事,是我国城镇供水水质与国际先进水平接轨的重大举措,是落实以人为本的科学发展观的具体体现。

1.3.1 我国水质标准发展过程回顾

50 多年来,我国的生活饮用水水质标准经历了从无到有、水质项目由少到多、由不齐全到基本齐全、直到与国际先进水平接轨的各个过程。建国初期国家就设立了生活饮用水水质标准,1954 年卫生部拟订了自来水水质暂行标准草案,共 16 项,1955 年起在北京、天津、上海、武汉等 12 个大城市试行。1959 年经建设部和卫生部批准,定名为《生活饮用水卫生规程》,在全国城市实施。虽然不称为标准,但这是一个从无到有的过程,连续使用了 20 多年。1976 年卫生部组织制定了《生活饮用水卫生标准》(TJ20—76),共 23 项,经基本建设委员会和卫生部批准后,第一次作为标准颁布实施。1985 年卫生部对 23 项进行修改,增加到 35 项,作为修订后的《生活饮用水卫生标准》(GB5749—85),于 1986 年起在全国实施,一直使用至今。在这 20 年中,除最近颁布实施的《城市供水水质标准》之外,有关部门还先后颁布了 3 个与水质标准相关的文件。

1993 年建设部根据中国城镇供水协会对 100 多个城市的调查研究情况,制定了《中国城市供水行业 2000 年技术进步发展规划水质目标》,共 88 项,基本上是参照 20 世纪 80 年代欧共体的《饮用水水质指令》和 WHO 的《饮用水水质准则》制定的。与 GB5749—85 相比,增加了 53 项,浊度从 $\leq 3\text{NTU}$ 提高到 $\leq 1\text{NTU}$ 。把供水行业按规模分为 4 种类型,分别提出不同的水质目标和检测项目。这是一个突破性的进展,为后来高标准制定饮用水水质标准奠定了基础。

1999 年建设部制定了《饮用净水水质标准》(CJ94—1999),于 2000 年颁布实施,共 38 项,基本上均为常规检测项目。CJ94—1999 是针对 20 世纪 90 年代中后期大量出现的优质桶装水、居住小区分质供水等情况制定的。项目虽然不多,但标准要求较高、较严,有的高于 WHO 和欧共体标准。如 COD_{Mn} 标准,WHO 和美国没有此项目,欧共体 80 年代为 $\text{COD}_{\text{Mn}} \leq 5\text{mg/L}$,1998 年修改后为 $\leq 3\text{mg/L}$ 。而 CJ94—1999 定为 $\text{COD}_{\text{Mn}} \leq 2\text{mg/L}$ 。

2001 年 6 月卫生部颁布了《生活饮用水卫生规范》,共 96 项,其中常规检验项目 34 项,非常规检验项目 62 项,是一个初步与国际先进水平接轨的标准。

《城市供水水质标准》(CJ/T206—2005)是建设部颁布的行业标准,共 93 项,于 2005 年 6 月 1 日起实施。93 项中按细项分为 101 项,其中常规检验项目 42 项(按细项计为 49 项)。不少项目的指标规定值比“卫生规范”和 WHO 等标准高。CJ/T206—2005 标准是参考了 WHO 和美国、欧共体、日本等先进国家现行的水质标准制定的,是与世界先进水平接轨的标准,是至今为止我国水质标准中要求最高、最严的标准。历年来我国颁布的生活

饮用水水质标准见表 1-5。

历年来我国颁布的生活饮用水水质标准 表 1-5

序号	颁布（实施）年份	标准名称	标准编号	项 目						
				共计	微生物学	感官性及一般化学	毒理学	放射性	常规检验	非常规检验
1	1955	《生活饮用水卫生规程》		16	3					
2	1976	《生活饮用水卫生标准》	JT20—76	23	3	12	8			
3	1985	《生活饮用水卫生标准》	GB5749—85	35	3	15	15	2		
4	1993	《中国 2000 年供水规划水质目标》		88	5	33	48	2		
5	1999	《饮用净水水质标准》	CJ94—1999	38	4	17	15	2	38	
6	2001.6	《生活饮用水卫生规范》		96	4	19	71	2	34	62
7	2005.6	《城市供水水质标准》	CJ/T206—2005	93	8	21	62	2	42	51

注：1. 序号 1～5 没有明确常规检验与非常规检验项目。但序号 5 的 38 项基本上是均要进行检验的。
2. 序号 7 按项计为 93 项，但按小项计为 101 项，按小项计常规检验达 49 项。
3. 《生活饮用水卫生规范》以下简称“卫生规范”；《中国 2000 年供水规划水质目标》以下简称“2000 年水质目标”。

1.3.2 相关水质标准的比较

CJ/T206—2005 标准是继 2001 年卫生部颁布的 96 项“卫生规范”以来，供水行业的又一重要举措，贯彻了“以人为本”的原则，立足于人体健康。CJ/T206—2005 标准是在“2000 年水质目标”和“卫生规范”基础上，结合我国国情和实践，经过认真的分析研究制定的。我国的 3 个水质标准与国际 3 个标准的项目及比较见表 1-6。

相关水质标准项目及比较 表 1-6

水质标准分类项目	《2000 年规划水质标准》(1 类水司)	卫生部《生活饮用水卫生规范》(2001)	建设部《城市供水水质标准》(CJ/T206—2005)	WHO《饮用水水质准则》(1998)	欧盟《饮用水水质指令》(98/83/EC)	美国《饮用水水质标准》(2001)
无机物指标	22	17	16	19	13	17
有机物指标	24	23	25	31	9	34
农 药	9	17	11	41	2	19
消毒剂及消毒副产物	4	14	10	28	2	7
器官性指标	22	19	21	31	15	15
微生物指标	5	4	8	2	5	7
放射性指标	2	2	2	2	2	4
共 计	88	96	93	152	48	101

原来的 GB5749—85 的水质标准，与国际上三大标准相比，无论是项目数量上还是指标值上都有较大的差距，是较落后的标准。但从 1993 年来的 12 年中，水质指标中的项目

数和指标值提高很快。从表 1-6 中可见，欧盟的“饮用水水质指令”项目并不多，总共只有 48 项，但查阅其 48 项的具体项目及内容，即是很实用的“精华”部分。WHO 和美国的水质指标中，有机物和农药占了很大部分，分别为 47.4% 与 55.5%，我国的 CJ/T206—2005 和“卫生规范”也分别为 40.8% 与 41.7%。过去的水质标准中，我国对有机物及农药重视欠缺，项目很少，而这方面的物质经氯消毒后易产生消毒副产物，即致突变、致畸、致癌的“三致物质”。同时对饮用水的总三卤甲烷值进行限量，如 CJ/T206—2005 标准定为三卤甲烷（总量） $\leq 0.1\text{mg/L}$ ，而“2000 年规划水质标准”中无此项指标，“卫生规范”的总三卤甲烷 $\leq 0.32\text{mg/L}$ 。WHO 的水质标准中总三卤甲烷 $\leq 0.46\text{mg/L}$ 。可见 CJ/T206—2005 对该限值的规定比“卫生规范”和 WHO 的标准要求更高更严。

在细菌学指标中，“卫生规范”中的 4 项，其中 1 项为“游离余氯”，实际为 3 项。而 CJ/T206—2005 标准在非常规检验项目中列入了“卫生规范”中没有的“粪型链球菌群、蓝氏贾第鞭毛虫、隐孢子虫”3 项，前者每 100mL 水样中不得检出，后两者每 10L 中小于 1 个，要求较严。而这 3 项在 WHO 的水质标准中也是没有的。

CJ/T206—2005 标准与“卫生规范”及 WHO 水质标准的项目与限值的比较、常规检验项目见表 1-7，非常规检验项目见表 1-8。共同有的项目、限值也相同的均不列入表中。

CJ/T206—2005 与“卫生规范”及 WHO 常规检验项目与限值比较 表 1-7

项目名称	CJ/T206—2005 水质标准	卫生规范	WHO 水质标准 (1998)
细菌总数	$\leq 80\text{CFU/mL}$	$\leq 100\text{CFU/mL}$	无此项
耐热大肠菌群	每 100mL 水样中不得检出	无此项	相同
余氯（加氯消毒时测定）	与水接触 30 min 后出厂游离氯 $\geq 0.3\text{mg/L}$ 或与水接触 120min 后出水总氯 $\geq 0.5\text{mg/L}$ ， 管网末梢水总氯 $\geq 0.05\text{mg/L}$	无 120min 其他相同	接触 30min $\geq 0.5\text{mg/L}$ 无 120min
二氧化氯（使用二氧化氯消毒时测定）	与水接触 30min 后出厂游离氯 $\geq 0.1\text{mg/L}$ ， 管网末梢水总氯 $\geq 0.05\text{mg/L}$ 或二氧化氯 $\geq 0.02\text{mg/L}$	无此项	有此项，指标未规定值
浑浊度	$\leq 1\text{NTU}$ (特殊情况 $\leq 3\text{NTU}$)	特殊情况 $\leq 5\text{NTU}$	$\leq 5\text{NTU}$
肉眼可见物	无	相同	无此项
总硬度（以 CaCO_3 计）	$\leq 450\text{mg/L}$	相同	未规定值
锌	$\leq 1.0\text{mg/L}$	相同	$\leq 3\text{mg/L}$
挥发酚（以苯酚计）	$\leq 0.002\text{mg/L}$	相同	无此项
阴离子合成洗涤剂	$\leq 0.3\text{mg/L}$	相同	未规定值
耗氧量 (COD_{Mn} 以 O_2 计)	$\leq 3\text{mg/L}$ (特殊情况 $\leq 5\text{mg/L}$)	相同	无此项
砷	$\leq 0.01\text{mg/L}$	$\leq 0.05\text{mg/L}$	$\leq 0.05\text{mg/L}$
镉	$\leq 0.003\text{mg/L}$	$\leq 0.005\text{mg/L}$	相同
氰化物	$\leq 0.05\text{mg/L}$	相同	$\leq 0.07\text{mg/L}$
氟化物	$\leq 1.0\text{mg/L}$	相同	$\leq 1.5\text{mg/L}$
汞	$\leq 0.001\text{mg/L}$	相同	无此项
硝酸盐（以 N 计）	$\leq 10\text{mg/L}$ (特殊情况 $\leq 20\text{mg/L}$)	$\leq 20\text{mg/L}$	$\leq 50\text{mg/L}$