



城市供水的水质现状与发展规划

张金松 范洁

深圳市水务(集团)有限公司, 广东深圳, 中国

摘要: 本文在对城市供水总体情况和城市供水水质现状分析的基础上, 提出我国城市供水行业应以提高水质为目标, 通过技术进步和加强管理, 力求缩小与国外发达国家的供水水质差距, 其中重点城市和有条件地区应力争早日接近或达到国际先进供水水质水平。同时总结出城市供水水质未来发展的重点是制订不同的供水水质目标要求, 加大水质标准的考核力度; 加强水源保护与水质改善; 依靠科技进步, 确保处理工艺满足净水要求; 加强供水管网建设与管理, 保证供水的安全和可靠; 引入现代通讯、计算机和自动控制等高新技术, 实现水质净化和输配过程的自动监测与控制, 以及建立供水信息网络等。最后从供水水质目标、水质现状与特点, 以及实现水质目标的途径三个方面简要介绍《2010年深圳市供水水质发展规划》的内容。

关键词: 城市供水; 水质; 规划

1. 城市供水的总体情况

改革开放二十多年来, 我国城市各级政府不断加大资金投入来建设城市供水设施, 使得一大批城市供水工程相继建成投入使用。据国家建设部最新公布的《2002年城市建设统计公报》, 2002年城市供水总量为466亿 m^3 , 其中全年生产用水量209亿 m^3 , 全年生活用水量150亿 m^3 , 城市用水人口2.73亿人, 城市用水普及率77.34%^[1]。

城市供水目前的总体情况, 概括起来具有以下特征:

(1) 城市供水高速发展, 供水需求矛盾已基本解决

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当超前, 加上水厂建设需要较长周期, 城市供水的供需比保持在1.1~1.2是必要的^[2]。改革开放二十多年来, 城市供水固定资产投资增长较快, 特别是进入“八五”时期以后, 供水固定资产投资额平均年递增18.2%, 供水设施的投资占全社会固定资产投资的比例保持在0.51%~0.61%的水平^[3]。由于近年来的大量投入, 新的供水项目不断建成投产, 在经历了整个八十年代和九十年代初期的供水紧张状况后, 城市供水的供需比1996年首次超过了1, 达到了1.1^[4]。从上面统计数据看出, 自1996年以来城市供水的供需比基本保持在1.1以上。供水能力和设施水平显著提高, 使因供水能力不足而产生的供需矛盾得到了缓解。

(2) 城市用水结构发生变化, 城市用水出现减少趋势

以前, 城市用水与工业产值几乎是同步增长的。但是随着工业结构不断调整, 高新技术产业和第三产业数量明显增加, 而高新技术产业(如电子、仪表行业等)万元产值用水量平均为0.67 m^3 , 大大低于传统工业万元产值用水量几十甚至上百 m^3 以上^[5]。因此工业产值虽翻番, 而工业用水并没有增长。表1中近年来的生产用水量持续减少充分说明了这种情况。与此相反, 生活用水量在近几年里却随着居住条件不断改善和卫生水平不断提高而有不同程度地增加, 占总用水量比例由1990年的27.8%上升到1998年的42.1%^[3]。

(3) 城市供水的战略重点已由增加水量转向改善水质

长期以来, 由于受缺水问题的困扰, 人们对增加水量供给的重视程度远大于对改善水质的重视。1985年制定的《生活饮用水卫生标准》中指令性指标只有35项, 并且直到2001年才被新颁布的《生活饮用水卫生规范》所取代, 而发达国家通常是3~5年就要修订一次水质标准^[6]。但近十多年来, 随着城市发展、社会进步和市民生活水平提高, 对城市供水水质的要求也越来越高, 为此城市供水的工作重点已经开始由增加水量转移到提高水质方面。建设部于1992年颁布的《城市供水行业2000年技术进步发展规划》推动了行业技术进步, 在促进我国城市供水事业发展中起到了首要作用。目前, 中国城镇供水协会受国家建设部的委托, 正在编制高于国标的供



水行业水质标准；同时在总结《城市供水行业 2000 技术进步发展规划》（以下简称《规划》）的基础上，开始编制《城市供水行业 2010 年技术进步发展规划及 2020 年远景目标》，以提高水质、保证供水、优质服务和控制成本为中心，实现供水企业技术进步。

2. 城市供水的水质现状

二十世纪八十年代以来，我国饮用水源的污染问题日益显现，虽然国家各级政府采取了许多措施来加以解决，但饮用水源的污染状况并没有得到根本改善。根据国家水利部发布的《2001 年中国环境状况》（水环境）中的数据，2001 年度七大水系监测的 752 个重点断面中，I~III 类水质占 29.5%，IV 类水质占 17.7%，V 类和劣 V 类水质占 52.8%，与上年相比，污染程度相近^[7]。这里的结果主要是通过常规污染指标来反映的，若考虑到通常难以检测的水中微量有毒有害物质、三致物质以及环境激素类物质等，则目前的饮用水水源水质污染状况仍然十分严峻。饮用水水源的污染给城市供水水质处理带来了极大的困难，各地供水企业积极努力，通过技术进步和加强管理，提高现有常规工艺净水效果，使得目前供水水质普遍较以前有很大提高。据全国 66 家水司（其中一类 16 家，二类 15 家，三类 28 家）的典型调查，1999 年管网水四项指标（浊度、细菌总数、大肠菌群和余氯）的合格率已经提高到 99.49%，国标 35 项指标合格率已提高到 99.78%，超过建设部《规划》水质目标要求。其中水源条件不算好的上海、深圳、杭州、武汉等供水企业，也能达到《规划》水质目标一类水司的水质目标要求^[8]。但是，供水水质仍然存在一些需要解决的问题，概括起来供水水质现状表现如下特点：

（1）处理后水质感官性指标不良，色度高、有异臭、异味。这一方面是与水中的氨氮和高锰酸盐指数浓度高有关，另一方面也是与水中溶解氧低下有关^[9]。此外，浊度是一项非常重要的感官指标，发达国家的浊度标准虽然订为 1NTU，但实际上出厂水已达到了 0.1NTU，甚至 0.05NTU 以下。相比而言，在供水水质的浊度方面，我们还有大量工作需要进行。

（2）富营养化的湖泊水，藻类繁殖，对供水水质带来相当的危害^[10]，如：产生土味素及二甲基异茨醇等物质；在加氯消毒过程中，藻类被杀死后会产生臭味；在蓄水池后藻类数量会进一步大幅度繁殖，使水中往往带有明显的鱼腥臭味，特别是经过加热后，臭味更加严重；藻类是饮用水消毒副产物的重要前体物之一，也是引起饮用水处理中生物稳定性的因素；藻类还会产生致病、致癌的藻毒素，WHO 建议将饮用水中的微囊藻毒素-LR 控制为 1mg/L，我国卫生部在新颁布的《生活饮用水卫生规范》中也将微囊藻毒素-LR 作为控制指标。

（3）由于原水中有较高浓度的氨氮存在，会降低加氯的消毒作用。若采用折点加氯消毒、则加氯量大容易造成消毒后水中的总三卤甲烷及其它消毒副产物的增加^[9]。另外，由于砂滤池中生物作用有限往往容易造成水中氨氮难以彻底转化成为硝酸盐氮而使水中亚硝酸盐氮浓度升高，从而增加水厂氯耗。

（4）原水中有毒有害物质和三致物质等通过现在广泛采用的常规处理工艺是很难去除的，从而造成很多地区饮用水中有机物总量或单项有机物浓度超标，以及水致突变活性呈阳性。而近年开始引起广泛关注的环境激素类物质，常规处理工艺对其去除作用有限和某些合成材料的自来水管材中包含有壬基酚类物质^[11]，使得在出厂水中和给水管网中有环境激素类物质检出。

（5）人类活动对环境的污染，有利于病原微生物的大量繁殖，还可能为产生病原微生物的变种创造条件，其中隐孢子虫和贾第虫是饮用水中两种典型的病原微生物。目前国内能够从事水中病原微生物检验的供水企业极少，尚未就此方向开展系统研究，相关问题也没有被充分发现，但饮用水的微生物安全性应当引起足够的重视。

（6）水质污染造成混凝剂、消毒剂剂量增加，降低了水的 pH 值，引起管道腐蚀，恶化水质^[9]；出厂水中有机物的存在还为水中细菌和复活细菌的生长繁殖提供了营养物质，导致管网水中生物可同化有机碳（AOC）浓度增加，增加水的不稳定性^[12]。此外，管道检修维护会造成管网污染，屋顶水箱会因小动物进入或长期不清消毒而水质恶化。



3. 城市供水水质的发展目标与规划

为了适应新世纪社会发展的要求,我国城市供水行业应以提高水质为目标,通过技术进步和加强管理,力求缩小与国外发达国家的供水水质差距,其中重点城市和有条件地区应力争早日接近或达到国际先进供水水质水平,实现供水水质与国际接轨。

为了实现城市供水水质发展目标,需要重点开展以下几方面的工作。

(1) 针对不同地区和经济条件等因素制订不同的供水水质目标要求,加大水质标准的考核力度

在我国,由于供水水质必须满足国家饮用水卫生标准,而我国地域广阔,原水水质差异很大,并且经济发展很不平衡。这种情况下,国家标准的制订原则是既要满足饮水健康的基本要求,又要保障标准的可实施性。因此,总的来讲,国家标准的要求并不是很高。这样就有必要针对不同地区和经济条件等因素制订不同的供水水质目标要求,在重点城市和有条件地区率先实现供水水质与国际接轨。同时,各级政府应加大对新水质标准的考核力度,不达标的就要采取新的处理手段,只有这样才能激励供水行业的进步和发展。

(2) 加强水源保护与水质改善

有效保护水资源是保证饮用水安全的最根本要素。欧美日等国家对水源非常重视,通常在水源取水口上下游建立保护区,环境非常优美,取水口建立自动监测站^[13]。而我国在二十世纪是以发展经济为前提,生产和治污是分离的,是以产品为前提的末端排放达标治理污染的方式。进入二十一世纪,以恢复和修复已被破坏的生态系统为主题,在水环境污染治理上开始从末端走向起始,从集中走向集中与分散相结合^[14]。因此,对于新建供水厂要十分重视水源的选择,勘测时对水源水质进行严格的全面分析;对于已建供水厂要加强现有水源的保护,并建立严格的环境质量监测措施,确保水源不受污染,并能够及时报告水源水质的变化情况;同时,应当重视水源水体修复技术的研究与应用。

(3) 依靠科技进步,确保处理工艺满足净水要求

对于受到有机物污染的饮用水水源是很难通过常规处理工艺达到国际先进水质水平。为此,需要依靠科技进步,开发与应用新的处理工艺技术,以确保处理工艺满足净水要求。而对于尚无条件进行工艺提升的水厂,则可考虑采用强化常规处理工艺的方法来缓解水质问题。由于各地原水水质千差万别,采用何种工艺技术来保证供水水质还应根据具体情况进行针对性研究,其中净水工艺选择和设计中要保证相关参数留有充分余地。

(4) 加强供水管网建设与管理,保证供水的安全和可靠

目前大多数城市管网建设滞后于水厂建设,供水管网已经成为供水中的一个薄弱环节,应加强供水管网建设与管理,保证供水的安全和可靠。具体的措施可以考虑:积极采用不停水开口技术来取消管道预留口;加大陈旧市政管网和小区管网改造力度;大力推广应用新型管材和新型内防腐材料;强化水厂工艺处理和进行合理加氯来提高管网水质稳定性;定期排放消防栓;加强对二次供水设施的管理;开展管网水力停留时间模拟分析与调查等研究工作,加强管网水质的测定与预测,对整个管网水质变化进行动态管理等。

(5) 引入现代通讯、计算机和自动控制等高新技术,实现水质净化和输配过程的自动监测与控制,以及建立供水信息网络

安装精密的水质在线检测仪表,采用先进的自动监测与控制技术来代替传统人工定期水质抽样检测和工艺过程控制是保证供水水质的必要手段。而城市供水企业本身和外部信息量巨大,没有发达的供水信息网络将无法及时发现问题、整理数据和传递指令。其中水质净化和输配过程的自动监测与控制可以包括:原水水质的预警系统;水厂自动加药系统;沉淀池、滤池等净水工艺,以及泵房等附属设施相关装置和设备的自动监测与控制;推广应用供水的计算机调度系统;管网水质自动监测系统等。当然,无论何时起最终决定作用的是人,因此,在重视自动化的同时,还



必须重视建立较完整的有关净水的规章制度和操作规程,培养一批适合不同岗位的,有丰富实践经验的技术人员和工人。

4. 深圳市供水水质的发展规划

在新世纪,深圳把“花园式、园林式的现代化国际性区域经济中心城市”作为城市发展定位。深圳高标准的城市定位,以及社会经济的快速健康发展,使得尽快进一步提高和改善供水水质、实现供水水质与国际接轨,已成为城市发展、社会进步和市民生活水平进一步提高的必然要求,而保证供水水质首先是要制订和实施恰当的水质标准。为此,深水集团根据深圳城市总体规划构思,以现代化国际性城市为目标,结合特区供水现状,参考国内外最新水质标准,制定了《2010年供水水质发展规划》(以下简称《发展规划》),明确到2010年前供水水质检测各类物质共100项,并在具体指标数值方面也有了更加严格的限定,从而使处理后的水能够达到直接饮用的水平。

由于深水集团面临着水源水质差、水质不稳定等困难,常规处理工艺的局限性和管网系统的二次污染等严重制约着上述水质目标的实现,只有进一步强化常规处理工艺、增加新的深度净水工艺,并对输配水系统进行全面更新和改造,才能确保饮用水的水质安全。

以下深圳市为实现水质目标采取的措施。

4.1 净水工艺的选择

为了实现《发展规划》所规定的供水水质目标,深水集团针对深圳水源实际情况,先后组织开展了“受污染水库水处理工艺集成技术示范研究”;“水库原水净水过程除藻技术研究”;“臭氧化—生物活性炭深度处理饮用水安全技术研究”和“常规净水工艺强化技术研究”等课题的研究,共历时5多年时间。根据以上研究成果,深水集团确定“预臭氧化+常规处理+臭氧生物活性炭深度处理”工艺是今后各水厂改造和建设的首选工艺。

4.2 深度处理工艺的工程规划

目前,深圳市水务(集团)有限公司拥有五座供水厂,东湖水厂是深圳最早建设的水厂,供水能力为35万 m^3/d ,位于特区东部,1999年进行了全面改造,完善了常规净水工艺,增加了预臭氧处理工艺。近期内可采用投加粉末活性炭,强化常规处理工艺来达到水质标准,待深度处理工艺在其它水厂有了成熟的建设和运行经验后,2006年开始东湖水厂将完善深度处理工艺。

笔架山水厂现有规模32万 m^3/d ,采用臭氧化—生物活性炭深度处理工艺改扩建后规模将达到52万 m^3/d ,工程建设正在进行之中。深水集团已将该工程作为国家“863”项目——“南方地区安全饮用水保障技术”的示范工程,全面应用“863”项目成果中水源水质改善技术、强化常规处理工艺技术、深度处理工艺技术等,工程预计将于2004年底投入使用。

梅林水厂现有规模60万 m^3/d ,臭氧化—生物活性炭深度处理工程正在实施中,计划于2004年夏季完工。2010年,梅林水厂总规模将达到80万 m^3/d 。

大涌水厂供水能力为35万 m^3/d ,近期将采取投加粉末活性炭来提高出水水质;2005年开始考虑增加深度处理工艺。

南山水厂系新建水厂,规划设计能力为60万 m^3/d ,一期工程规模为20万 m^3/d ,常规处理工艺及深度处理工艺同时建设,目前,一期工程的设计及前期工作正在进行中,计划于2004年开工建设。

沙头角水厂现有新、老二套处理系统,新系统规模为4.0万 m^3/d ,老系统规模为1.2万 m^3/d 。规划至2010年供水规模为10万 m^3/d ,届时将现有1.2万 m^3/d 老系统拆除,扩建6.0万 m^3/d 的常规处理工艺与10万 m^3/d 深度处理工艺。

4.3 管网水质提高的技术和管理措施

据不完全统计,深水集团服务范围的市政管网全长约822km,其中钢筋混凝土管175km,钢管217km,铸铁管211km,球墨铸铁管36km,预应力钢筒砼管11km,其它资料不全未知管



材属性的管道 172km。为了保证管网水质,深水集团将通过加大陈旧市政管网改造力度、积极推广使用新型管材、积极采用不停水开口技术、加快小区管网改造步伐、定期排放消防栓、加强对二次供水设施的管理、加强管网水质的监测和预测,确保管网水质不断提高,达到规划的水质标准。

4.4 管网改造工程规划

管网改造工程是全面提高城市整体供水水质的重要组成部分,也是当前面临的紧迫任务。主要包括市政管网改造和小区管网改造。

市政管网改造主要针对未做内防腐的旧金属管道更新。根据对现有管网资料的统计和调查,基本摸清了未做内防腐的市政金属供水管道总长为 118km,其中具备开挖条件施工的近 60km,不具备开挖条件施工的 58km。对该部分管网的改造,深水集团本着时间优先、先主后次、先大口径后小口径、2003 年在上步、福田分公司辖区内先做试点、在 5~6 年内全部更换的原则,制订未做内防腐的金属管道更换计划。此外,深水集团计划在 2010 年底前投资 4.2 亿元人民币,对小区管网进行改造,2003 年计划改造的大型住宅小区主要有新洲村等九个住宅小区。深水集团将以福田、上步为重点,以国家“863”项目示范区为起点,以点及面,制订切实可行的小区供水管网改造计划,逐步实现 2010 年供水水质目标。

5. 结语

经过二十年的高速发展,城市供水需求矛盾已基本解决。我国目前供水水质普遍较以前有很大提高,但仍然存在处理后水质感官性指标不良;藻类繁殖对供水水质带来相当危害;饮用水中有机物总量或单项有机物浓度超标和水致突变活性呈阳性;出厂水和给水管网中有环境激素类物质检出;饮用水中存在病原微生物隐患等需要解决的问题。因此,我国城市供水行业未来发展应以提高水质为目标,通过技术进步和加强管理,力求缩小与国外发达国家的供水水质差距。在处理工艺方面不能总是停留在常规处理工艺的层次上,而是必须针对水源水质的变化来采取相应的措施。同时,要加强对处理过程的监测与控制,提高管理水平,力求以尽量低的消耗向社会更加可靠地供应优质安全饮用水。

参考文献

1. 国家建设部.2002 城市建设统计公报. [http://www.cin.gov.cn/city/statis\(2003.5.26\)](http://www.cin.gov.cn/city/statis(2003.5.26))
2. 洪觉民.新世纪的我国供水现代化目标探讨. 中国给水排水, 18(1):23~25, 2002
3. 张悦.中国城镇供水的现状与发展. [http://www.waterchina.com/docc/jishu\(2003.10.28\)](http://www.waterchina.com/docc/jishu(2003.10.28))
4. 刘志琪.城市供水的现状与发展. 2002 世界水日——中国健康饮用水高层论坛
5. 沈大年. 对“十五”期间城市供水的预测和建议. [http://www.waterchina.com/docc/jishu \(2001.6.21\)](http://www.waterchina.com/docc/jishu (2001.6.21))
6. 崔玉川,傅涛.我国城市给水发展现状与特点. 中国给水排水, 15(2):52~54, 1999
7. 国家水利部. 2001 年中国环境状况. 2002 年
8. 宋仁元、沈大年. 我国城市供水水质的现状和展望概述. [http://www.h2o-china.com/paper \(2003.7.10\)](http://www.h2o-china.com/paper (2003.7.10))
9. 岳舜琳.城市供水水质问题. [http://www.h2o-china.com/paper\(1997.7.15\)](http://www.h2o-china.com/paper(1997.7.15))
10. 张金松等.水库原水净化过程除藻技术研究. 深圳市水务集团科技攻关项目, 2001 年
11. 胡建英, 杨敏.自来水及其水源中的内分泌干扰物质. 净水技术, 20(3):1~6, 2001
12. 王占生, 刘文君.微污染水源饮用水处理. p241, 北京: 中国建筑工业出版社, 1999 年
13. 黄仲杰. 我国城市供水现状、问题与对策. 给水排水, 24(2):18~20, 1998
14. 聂梅生. 二十一世纪水环境污染治理发展趋势. 中国环境报 (2003.7.1)



15. 桐乡市自来水公司. 桐乡市果园桥水厂深度处理工程. 给水深度处理研究会 2003 年年会论文集 (中国, 桐乡), 2003 年 8 月

<http://www.chinacitywater.org>
中国城镇水网