

杭州市实现自来水直接生饮总体方案的研究

许 阳

提要 提高原水水质,强化水厂常规处理工艺,增加深度处理工艺,加强管网改造和管网水质的监控是实现杭州市自来水直饮的关键。在分析了杭州市水源和自来水水质的基础上,对杭州市自来水实施直饮的总体方案进行了比较,结果表明在现有水源的条件下,水厂增加深度处理工艺,采用一套管网供水是可行的。

关键词 自来水 直接饮用 方案 杭州市

1 杭州自来水水质的努力方向

城市自来水系统作为城市最主要的基础设施之一,能否提供充足优质的自来水是一个城市是否达到现代化的重要标志。我国卫生部 2001 年新颁布的《生活饮用水卫生规范》特别明确指出生活饮用水是指由集中式供水单位直接供给居民作为饮水和生活用水,该水的水质必须确保居民终生饮用安全。因此从理论上讲,达到国家的生活饮用水标准的自来水是安全的,可以直接饮用,这是自来水的最低标准。从杭州市的实际情况看,经过近 10 年的努力,水质已大大提高,已经达到国家要求的水平,但是人民群众尚不完全满意,这主要与现有水源水质的不稳定、净水工艺水平的局限性以及配水管网的质量有关。根据市政协一次 1 000 人的民意调查:83 % 的居民饮用桶装水,22 % 的居民对自来水的水质不满意,85 % 的居民希望进一步提高龙头水水质。提供“安全水、放心水、健康水”。因此,我们的水质奋斗

目标是龙头水水质符合我国卫生部 2001 年新颁布的《生活饮用水卫生规范》和建设部 2000 年发布的《饮用净水水质标准》(CJ94 - 1999)的要求,达到直接饮用的水平。主要指标:色度为 5 度, COD_{Mn} 为 2 mg/L,细菌总数为 50 CFU/mL,总大肠菌群和粪大肠菌群均为 0 CFU/mL。

2 杭州水源和供水水质的现状分析

2.1 水源水质情况

杭州市区供水主要以钱塘江为水源,钱塘江原水大部分时间可达到或优于 Ⅲ 类标准。但由于受沿江的排污和潮汐的影响,水源水质波动较大,在一定时期内,氨氮、耗氧量等指标会严重超标有时甚至超过 Ⅲ 类标准,钱塘江水源的有机微污染和富营养化问题日益严重,挥发酚、洗涤剂、氯化物、溶解性铁、亚硝酸盐、凯氏氮、高锰酸盐指数、化学需氧量、总大肠菌群、氨氮等指标有超标现象。

2.2 自来水水质情况

(4) 财务管理子系统目前由 3 个主管水厂,1 个加压站的财务管理和总公司的财务管理系统构成,通过有线拨号联网。

(5) 化验分析子系统目前由总公司中心化验室与 3 个主管水厂,1 个加压站的化验室计算机构成,通过有线拨号联网。

(6) 总公司大楼计算机管理网络系统已实施结构布线,它由总经理、总工程师和各科室的计算机构成 100 兆以太网网络。

(7) 总公司管理网络具有 WEB 浏览功能。

(8) 将来可以扩展 GIS 系统、办公 OA 等系统。

4.5.3 总公司营业大厅设立触屏显示系统

触屏显示系统的内容为:

- (1) 总公司机关、部门职能查询指南;
- (2) 水费交纳指南;
- (3) 接水申请、用户维修指南;
- (4) 投诉受理查询;
- (5) 服务承诺规范。

作者通讯处:310007 杭州市保俶路 238 号

浙江省城乡规划设计研究院

电话:(0571) 85116609

收稿日期:2002-3-29

按国家《生活饮用水卫生标准》进行评价,我公司的管网水质合格率近年来一直保持在 99 %左右。按卫生部 2001 年新颁布的《生活饮用水卫生规范》和建设部 2000 年发布的《饮用净水水质标准》(CJ 94 - 1999)评价在管网中出现过不少超标的项目。据我们分析管网水中的铝、耗氧量、亚硝酸盐氮、凯氏氮、氨氮、总氮超标主要是由于出厂水指标超标引起;色度、浊度、臭和味、肉眼可见物、总铁、锰、余氯、总大肠菌群等指标大多是出厂水合格而管网水超标,这主要是由管网腐蚀和管网死水造成的,出厂水中的有机物过高和水质不稳定也是重要原因之一。管网水与出厂水水质实测对比见表 1。

表 1 管网水与出厂水水质对比

项目	色度 /度	浊度 /NTU	总铁 /mg/L	细菌总数 /CFU/mL	余氯 /mg/L	亚硝酸盐 氮/mg/L	COD _{Mn} /mg/L	氨氮 /mg/L	pH
出厂水	5	0.35	<0.05	2	1.62	0.001	2.10	0.85	6.9
管网水	8	0.46	0.11	4	1.04	0.004	2.18	0.82	6.9

注:表中数据于 2001 年 12 月 11 日实测。

3 实现自来水直接生饮总体方案的研究

由于钱塘江系潮汐河流以及受上游工业发展沿江排污的影响,水源水质波动较大,而我公司水厂现有的常规处理工艺对有机物的降解存在一定的局限性,不能保证在水源条件恶化时水质达到直饮水标准。同时管网质量欠佳导致水质恶化使色度、臭和味、COD_{Mn}等指标要达到饮用净水标准有一定的困难。因此要实现自来水达到生饮,关键是提高原水水质,强化水厂常规处理工艺,增加深度处理工艺,加强管网改造和实现管网水质的监控。

3.1 可饮用水需要水量的确定

美国自来水厂协会(AWWA)将水分为:可饮用水和非饮用水。可饮用水指用于饮用、烹调与清洗用水。非饮用水指人体偶然接触而不造成危害,用于非饮用用途的水,在家庭中只用于冲洗卫生洁具。水中有害物质特别是其中的挥发性有机物,被人体各部分吸收的比例大致为:1/3 由口腔摄入(饮水和进食),1/3 在洗漱和洗澡时由皮肤吸收,1/3 在洗澡时随水气经呼吸道吸收。因此除了饮用水外,洗漱、洗澡用水与身体接触的衣物的洗涤用水均应按饮用水的标准考虑。据调查 3 口之家家庭月均用水为每户 10 m³ 左右,其中饮用和烹调用水为 2 m³

左右,洗澡、洗衣服约 4 m³,冲马桶约 3 m³,其它为 1 m³。因此生活用水中 60 %以上水的水质应达到饮用水的要求。通过对近几年来用水量分析统计,杭州市主城区用水量的构成为生活用水占 60 %、工业用水占 40 %,按 140 万 m³/d 的设计能力测算,生活用水需要量为 84 万 m³/d 左右,按生活用水中 60 %以上的水质应达到饮用水的要求测算,饮用水的量为 50 万 m³/d 左右。工业用水中食品工业和电子工业以及工业用水中包含的部分生活用水也要求达到饮用水标准。这部分用水约为工业用水的 30 %左右,约为 17 万 m³/d,因此今后杭州市饮用水的需要量约在 70 万 m³/d 左右。

3.2 总体方案

总体方案的比较,我们考虑了上游引水、水厂增加深度处理工艺、小区设净水站 3 个方案,每种方案又可分为分质供水和不分质供水等。

3.2.1 上游引水方案

通过上游引水改善原水水质,确保原水水质达到 Ⅲ类标准,通过加强水厂的常规处理工艺确保出厂水水质达到饮用净水标准,同时通过管网改造保证用户龙头水水质达到饮用净水标准可以直接饮用。据调查,钱塘江杭州段水质为 Ⅲ类、富阳段水质为 Ⅳ类,桐庐段水质为 Ⅴ类,新安江水质为 Ⅲ类,因此杭州引水应在桐庐以上的新安江引水,引水方案又可分为分质供水方案和不分质供水 2 个子方案。

方案一 新安江引水 160 万 m³/d,使水源达到 Ⅲ类水质标准,水厂仍采用常规处理工艺不变,部分管网改造。全市区实现自来水直饮。

方案二 新安江引水 80 万 m³/d,水源达到 Ⅲ类水质标准,水厂仍采用常规处理工艺不变,另设专用管道系统供饮用水,实现分质供水。即将杭州市的水厂分为生产和生活 2 个供水系统。生产供水系统利用现有自来水管网,饮用水另设管网专供,总长度约 2 000 km。

3.2.2 水厂增加深度处理工艺方案

水源维持不变,所有水厂增加深度处理工艺,确保出厂水水质达到直饮标准,同时通过管网改造保证用户龙头水水质达到直接饮用的标准。方案又可分为分质供水方案和不分质供水 2 个子方案。

方案三 水源维持不变,水厂增加深度处理工

表 2 方 案 比 较

方案	优点	缺点	投资和成本估算
方案一 新安江引水 160 万 m ³ /d	水质全面提高,水厂不需改造,解决了咸潮问题。	长距离引水的安全性较差,上游经济发展后,水源存在恶化的风险。	按 160 万 m ³ /d,150 km 距离估算,投资至少为 60 亿元。管网改造约需 7.43 亿元。总投资为 67.43 亿元左右。运行成本 3.2 元/m ³ 。
方案二 新安江引水 80 万 m ³ /d	水厂不需改造,部分解决了咸潮问题。	长距离引水的安全性较差,上游经济发展后,水源存在恶化的风险;新建专用管网难度较大,建设周期长。	按 80 万 m ³ /d,150 km 距离估算,投资约 40 亿元。新建管网 17 亿元。投资估算 57 亿元。运行成本 2.2 元/m ³ 。
方案三 水厂增加深度 处理工艺 70 万 m ³ /d	对水源水质变化的适应性好,改造投资较少。	水厂内形成 2 套系统,改造难度较大,新建专用管网难度较大,建设周期长。	水厂改造 3.6 亿元。新建管网 17 亿元。投资估算 20.6 亿元。运行成本估算 1.74 元/m ³ 。
方案四 水厂增加深度 处理工艺 140 万 m ³ /d	对水源水质变化的适应性好,水质全面提高,工程主要在现有水厂内实施,不需设 2 套供水系统,投资最低,运行成本最低。	改造周期较长。	水厂改造 5.09 亿元。管网改造 7.43 亿元。投资估算 12.52 亿元。运行成本估算 1.6 元/m ³ 。
方案五 小区设净水站	水厂和管网不需改造,建设周期短,见效快。	小区净水站分散,布点征地较困难,管理要求高,运行成本高,不能提高全市的水质,仅解决了居民用水,其它用水尚不能达到直饮。	据测算,建供水站和管道改造的投资约为 2 800 元/户,杭州约有 51.2 万户居民(按每户 3.5 人计)投资估算 14.34 亿元。运行成本估算 180 元/m ³ 。

艺 70 万 m³/d,另设独立管网供饮用水。即将杭州市的水厂分为生产和生活 2 个供水系统。生产供水系统利用现有自来水管网,饮用水另设管网专供,总长度约 2 000 km。

方案四 水源维持不变,水厂增加深度处理工艺 140 万 m³/d,仍采用现有城市输配水管网系统,局部更新陈旧管道。

3.2.3 小区设净水站方案

方案五 维持现有水源和供水设施不变,在居民小区分散设置净水站对自来水深度处理,并对小区内管网进行改造供饮用水。

3.3 方案的技术经济比较(见表 2)

3.4 推荐方案

方案四可以全面提升我市的供水水质,工程投资省,运行成本低,工程实施容易,处理工艺安全可靠、经济合理、管理方便。因此,我们认为方案四是适合杭州市的可行方案。由于工程建设周期较长,对一时不能达到直饮水要求的某些地区可采用设净水站的方式过渡。

4 资金筹措

若水价能增加 1 元/m³(不含污水费),除去深度处理增加的平均 0.4 元/m³的成本外,还可每年筹措 1.8 亿元用于水厂和管网改造,经过 10 年左右

可完成杭州市的水厂和管网改造,实现自来水直接饮用。以一户居民每月消费 2 桶纯净水,花 20 元,用水约 10 m³,花 15 元,合计约 35 元计。实施深度处理实现直接生饮后,水价以 2.5 元/m³(含污水费)计,一户居民每月用水约 15 m³,花 37.5 元,并不增加多少费用。同时我们相信花钱买健康将会被越来越多的人接受。

参考文献

- 王静争,张晓刚,孟秀荣. 浅论城市分质供水问题. 城镇供水, 2000, (3): 19~21.

作者通讯处:310009 杭州市建国南路 168 号

杭州市自来水总公司

电话:(0571) 87815788-80808

E-mail: xuyanghz@163.net

上海长桥水厂改扩建竣工

上海长桥水厂于 2002 年 6 月 28 日改扩建工程竣工,同时正式并网开始对外供水。这次,长桥水厂新建了 60 万 m³/d 的制水系统。整个水厂的供水能力由此跨上了日产 160 万 m³ 的台阶,它成为目前国内供水能力最大的自来水厂。

(通讯员 杨 琦)

ABSTRACTS

Design of Linping-Tangxi Water Supply Engineering Jin Guanhua (1)

Abstract : The project is a big water diverting engineering in Zhejiang Province with final capacity of 300 thousand cubic meters per day (near term 160 thousand). Some special features related to the water source, system scheme, water purification process, long distance raw water conveyance and automation of this district water supply project are presented in this paper.

On General Proposal for Direct-Drinking Water Supply in Hangzhou Xu Yang (4)

Abstract : To improve the raw water quality, to enhance the waterworks by upgraded routine and increased advanced purification processes, and to reform the urban distribution network with water quality monitoring system, all these are the key factors to realize direct-drinking water supply in Hangzhou. Basing on the quality analysis of raw water and tap water, different proposals are compared in this paper. The result shows that on the basis of existing raw water quality and additional advanced treatment process in waterworks, the direct-drinking water supply by recent distribution network will be feasible.

Sustainable Biological Nutrient Removal Process —BCFS Hao Xiaodi et al (7)

Abstract : The BCFS process is a modified UCT process, with the emphasis on developing denitrifying phosphorus-removing bacteria (DPB). Under the conditions where influent COD is not enough for bio-P removal or sludge age is too long to biologically accumulate phosphate, chemical precipitation (P-stripping) for phosphate-rich supernatant from anaerobic phase can be integrated with bio-P removal to make use of the affinity of P-bacteria to phosphate. Under a stable SVI ($< 120 \text{ mL/g}$), the system has an excellent effluent (TP 0.2 mgP/L ; TN 5 mgP/L). Less assumption of COD and O_2 and less production of excess sludge make the process sustainable. In this article, process innovation, particular reactor's construction with concentric rings and process control systems are described.

High Efficiency Composite Artificial Wetland System with Vertical Flow for Wastewater Treatment and Reuse

..... Lei Zhihong et al (22)

Abstract : A series of laboratory and pilot plant experiments were conducted to develop an artificial wetland system for wastewater treatment with unique structure called high efficiency composite artificial wetland system with vertical flow. The obtained removal ratios of most pollutants are all higher than 80 %. A practical unit of this system constructed in the Honghu Park in Shenzhen City for wastewater reuse has been operated successively for two and half years.

Discussion on Sludge Discharge Examination and Control of Urban WTP Wu Min et al (25)

Abstract : Activated sludge processes are adopted in most municipal wastewater treatment plants (MWTP) in this country. Through the secondary treatment, most organic pollutants in raw wastewater transfer into excess sludge, and the sludge discharge quantity (as BOD) will be much higher than that in the effluent. The sludge discharge will make impact to the receiving environmental body with certain harmness depending on the innocent treatment of the sludge. Direct sludge discharge into water body or natural environment without any treatment will cause more serious damage than wastewater discharge does. So sludge innocent treatment has to be absolutely necessary to normalize the MWTP in this country.

Study on Treating Oil from Raw Water of Yellow River and Fenhe River

..... Zhou Jianjun et al (30)

Abstract : Dealing with the higher oil content in raw water of Yellow River Diverting Program to Taiyuan City, a process based on PAC (Powdered Activated Carbon) adsorption process was designed for pre-treatment. Following static PAC adsorption, various coagulants were dosed as optimal dosage for sedimentation, and then the oil content in the supernatant was examined. Best composition of processes has been determined on basis of linear regression and also the necessary dosage of PAC has been found out. These shall be helpful to the construction of Huyan Waterworks in Taiyuan City.

Study on Performance of ABR Process Treating High Strength Starch Wastewater Shen Yaoliang et al (33)

Abstract : Study on the operational performance of anaerobic baffled reactor (ABR) treating high strength starch processing organic wastewater was carried out under different conditions with respect to the treatment efficiency, phase separation, mixing and granular sludge characteristics. And the optimized operational conditions of ABR are presented.

Research on Treatment of High Concentrated Wastewater Treatment of Synthetic Fiber Production ... Gao Junfa et al (36)

Abstract : The wastewater of hexanolactam (nylon) fiber production in Shijiazhuang Synthetic Fiber manufactory is high concentrated with organic nitrogen compounds. Through theoretic analysis on the problems arisen from the exiting A/O/A/O process and on the basis of experimental research, an alternative program of ENSBR/BDAR/COR process to