

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2012.01.017

长江南京段六大饮用水水源地水质变化及原因

沈 乐

(江苏省水文水资源勘测局南京分局,江苏 南京 210008)

摘要 对长江南京段六大水厂饮用水水源地的水质变化趋势进行评价,并对水质较差的饮用水水源地的污染原因进行分析。结果表明:①上元门水厂取水口所属水功能区水质最差,其次是远古水业、浦口水厂的水源地水质。长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸),长江南京浦口饮用、渔业用水区(左岸),长江南京上元门燕子矶饮用水水源、渔业用水区(右岸)这 3 处水源地 2008 年以来水质较往年明显降低。②造成饮用水水源地水质恶化的污染源主要包括排涝泵站、工业企业排污和污水处理厂不达标排污。③总磷是六大水厂饮用水水源地主要污染因子之一,其对饮用水水源地的水质影响权重越来越大。

关键词 长江;饮用水水源地;取水口;总磷;南京段;水质评价

中图分类号:X824 文献标识码:B 文章编号:1004-6933(2012)01-0071-05

Water quality variation and its causes in six drinking water source regions in Nanjing reach of Yangtze River

SHEN Le

(Nanjing Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Jiangsu Province, Nanjing 210008, China)

Abstract : The variation tendency of the water quality in the drinking water source regions of six waterworks in the Nanjing reach of the Yangtze River was evaluated in this study. The causes of pollution in the drinking water source regions with poor quality of water were analyzed. The results show the following : (1) The water function zone where the water intake of Shangyuanmen waterworks is located has the worst water quality , followed by the water source regions of the Yuangu and Pukou waterworks. The water quality in the water source regions of the Pukou , Shangyuanmen , Chengbei , and Yuangu waterworks has seriously deteriorated since 2008. (2) The causes for the deterioration of water quality in the drinking water source regions mainly include the construction of drainage pumping stations , industrial sewage discharge , and the standard-exceeding discharge from the wastewater treatment plants. (3) Total phosphorus is one of the main factors causing pollution of the drinking water sources , and it has had an increasingly significant influence on the water quality.

Key words : Yangtze River ; drinking water source region ; water intake ; total phosphorus ; Nanjing reach ; water quality assessment

长江是南京市的主要供水水源地。长江南京段位处长江中下游,北岸约 101 km,南岸约 99 km。分布在长江南京段的六大水厂(城南水厂、北河口水厂、远古水业、上元门水厂、浦口水厂、城北水厂),其供水量占南京市城区及郊区集中式供水总量的 80%^[1],上述六大水厂取水水源地目前已被列入江苏省集中式饮用水水源地。随着社会经济的高速发展,长江南京段及其上游沿线已逐渐转变为诸多企业的排污受纳水体^[2],饮用水水源地周边均存在威胁水源地水质安全

的污染源^[3-5],长江南京段水厂取水口、排污口犬牙交错^[6-7],这势必会影响南京市的供水安全。笔者阐述了南京市城区六大水厂供水水源地水质现状、近年来水质变化趋势和相关污染因子及其对水质评价的影响,并分析饮用水水源地污染原因,旨在为南京市集中式饮用水水源地的管理提供借鉴。

1 概 况

南京六大水厂饮用水水源地具体分布和所属水

功能区情况见表 1。其中城南水厂和北河口水厂从长江支流夹江段取水,浦口水厂、远古水业、上元门水厂、城北水厂从长江干流取水^[1]。

表 1 六大水厂饮用水源地相关情况

饮用水水源地名称	所设水厂 取水口 断面	功能区 长度/ km	水厂供 水能力/ (万 m ³ ·d ⁻¹)	水功能区 2010 年 水质目标
长江南京夹江饮用水源、城南水厂 渔业用水区(右岸)	北河口水厂	13.2	30 90	Ⅱ类
长江南京浦口饮用、 渔业用水区(左岸)	浦口水厂	7.0	15	Ⅱ类
长江南京上元门 燕子矶饮用水水源、 渔业用水区(右岸)	城北水厂 上元门水厂	7.5	50 40	Ⅱ类
长江南京大厂工业、 渔业用水区(左岸)	远古水业	9.75	2.6	Ⅱ类

城南水厂服务范围:以雨花区、秦淮区为主,以及白下区和玄武区的部分地区,东至江宁区东山镇。北河口水厂供水服务面积占南京主城区的 55%^[1]。上元门水厂服务范围:以城北工业区为主,东至中山门,南通湖南路,西达下关宝塔桥,北至和燕路长营村,年供水量占市区的 28.8%。城北水厂服务范围:南京经济技术开发区及新生圩外贸港区、亚东开发区、马群工业区等绕城公路以东部分区域,城东北地区。远古水业服务范围:南达沿江镇,北到大厂区

八村,西通盘城镇、永丰乡,年供水量占江北供水区 32.69%,占市区的 1.90%。浦口水厂服务范围:东通南京毛纺厂,西至石佛寺,北达浦泗路立交桥,南到江边车站、码头,年供水量占江北供水区的 67.31%,占市区的 3.91%。

2 分析与评价方法

2004—2009 年间江苏省水环境监测中心对以长江南京段为水源地的六大水厂取水断面水质进行了监测,监测频次如下:2004 年每两个月监测 1 次,2005—2007 年每月监测 1 次,2008—2009 年每旬监测 1 次。根据南京市地表水污染特性,按照《水和废水监测分析方法》^[8],对氨氮、高锰酸盐指数、总磷、化学需氧量等共 22 项指标进行监测。

根据国家质量监督总局与国家环保总局联合发布的 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》^[9]对水体水质监测结果进行评价。

3 评价结果分析

3.1 水质变化趋势分析

六大水厂饮用水水源地 2004 年 1 月—2009 年 12 月水质类别随时间呈现逐渐降低的趋势,其所设断面水质类别变化趋势详见图 1。主要超标因子为总磷。

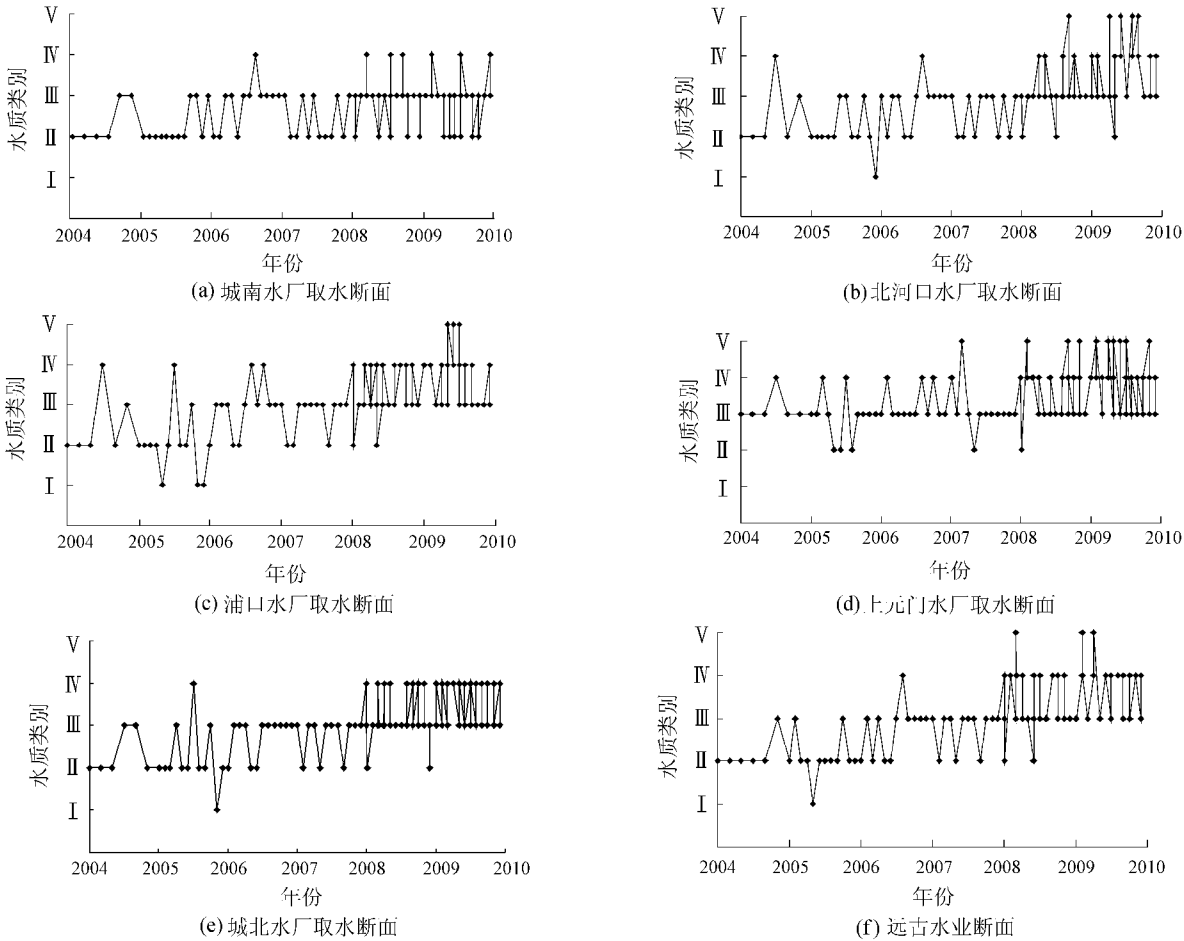


图 1 六大水厂饮用水水源地水质变化趋势

设有城南水厂和北河口水厂取水口的长江南京夹江饮用水水源、渔业用水区(右岸)2004年1月—2007年12月期间水质类别主要集中在Ⅱ~Ⅲ类,2009年以来水质有所恶化。从图1(a)(b)中可知,2005年6月以前,长江南京夹江饮用水水源、渔业用水区(右岸)水质类别主要以Ⅱ类为主,即满足水功能区2010年水质目标;2005年下半年以后,水质类别开始呈下降走势,Ⅱ类水测次减少,Ⅲ类水测次增多,2008年以后Ⅳ类水测次增多。

浦口水厂取水口所在的长江南京浦口饮用水、渔业用水区(左岸)自2006年8月以来水质类别呈下降趋势,2004年1月至2007年12月,水质类别主要集中在Ⅱ~Ⅲ类,2008年以来Ⅳ类、Ⅴ类水测次增多,详见图1(c)。

长江南京上元门燕子矶饮用水水源、渔业用水区(右岸)设置了上元门水厂和城北水厂两个取水口。从图1(d)(e)可知,上元门水厂断面水质明显劣于城北水厂断面,2008年以前上元门水厂断面水质以Ⅲ类为主,城北水厂断面水质以Ⅱ类为主,2008年以来上元门水厂断面水质均保持在Ⅲ~Ⅴ类之间,城北水厂断面水质以Ⅲ~Ⅳ类为主。

设置了远古水业取水口的长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)2004年1月至2007年12月期间水质类别主要集中在Ⅱ~Ⅲ类,2006年8月以来水质类别呈下降趋势,2008年以来Ⅳ类水测次增多。详见图1(f)。

3.2 饮用水水源地水质污染原因分析

六大水厂饮用水源地水质综合评价结果中除NH₃-N、DO偶有超标外,未达到GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅲ类水标准要求的指标主要为TP。主要超标原因包括:

a. 沿岸工业企业排放含磷污水。经调查发现,长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)受到南京钢铁联合有限公司、华能电力股份公司南京分公司、江苏南京热电厂、中石化南京化学工业有限公司1、中石化南京化学工业有限公司2、中石化南京化学工业有限公司3、中石化南京化学工业有限公司4共计7个工业企业排污污染;长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)受到南京港二公司排口、南京港口机械厂排口、南京港第三港务公司、中铁大桥局第四工程公司、南京金银杏造纸厂排口等共计5个工业企业排污污染;长江南京上元门—燕子矶饮用水、渔业用水区(右岸)受到南京天环食品有限公司、金陵船厂、南京慕燕金属物流有限公司共计3个工业企业排污污染。具体详见表2。

表2 影响饮用水水源地水质的主要排污口

水源地名 称	排污口名称
长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)	南京钢铁联合有限公司、华能电力股份公司南京分公司、华润南京热电厂、中石化南京化学工业有限公司1、中石化南京化学工业有限公司2、中石化南京化学工业有限公司3、中石化南京化学工业有限公司4、石头河、南钢港池南岸排涝泵站、南钢炼铁新厂文青排涝泵站
长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)	南京港二公司排口、南京港口机械厂排口、南京港第三港务公司、中铁大桥局第四工程公司、南京金银杏造纸厂排口、努而成化工厂、坝子窑泵站、外滩排涝站、圩管排涝站、新民排涝站、城南河、七里河、朱家山河、珠江污水处理厂
长江南京上元门—燕子矶饮用、渔业用水区(右岸)	南京天环食品有限公司、金陵船厂、南京慕燕金属物流有限公司、上元门雨水泵站、联合泵站、金川河、城北污水处理厂(金川河入江)

b. 大量生活污水及农业污水未经处理直接通过沿江排水泵站排入长江。南京市许多地区的排水方式是雨污合流,雨水和污水通过同一个排水管道进入污水处理厂,一方面极大地增加了污水处理难度和成本;另一方面,雨污浊流极易漫过截流井(坝),入河入湖污染城市水体,尤其是通过通江河道污染长江。经调查发现,影响长江南京上元门—燕子矶饮用水、渔业用水区(右岸)水质的雨污泵站包括上元门雨水泵站和联合泵站,影响长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)水质的雨污泵站包括坝子窑泵站、外滩排涝站、圩管排涝站、新民排涝站,影响长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)水质的雨污泵站包括南钢港池南岸排涝泵站、南钢炼铁新厂文青排涝泵站。具体详见表2。

c. 污水处理厂出水磷含量未达标便排入长江。调查发现,珠江污水处理厂出水排入长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)。城北污水处理厂出水经过金川河进入长江南京上元门—燕子矶饮用水、渔业用水区(右岸)。

d. 沿江一级支流含磷污染物排放。长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)内有长江一级支流石头河,长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)内有长江一级支流城南河、七里河、朱家山河,长江南京上元门—燕子矶饮用、渔业用水区(右岸)内有一级支流金川河,这些一级支流均有含磷污染物排放。

各水源地取水口位置和污染源位置详见图2~4。

3.3 总磷超标百分率统计分析

根据江苏省水环境监测中心2004—2009年间水质监测数据,对每年因总磷不达标而导致的水质超标百分比(以下简称总磷超标百分率)进行统计分析得知,2008年以来,除城南水厂取水口断面总磷超标百分率有所降低外,其余五大水厂取水口断面总磷超标百分率均呈增加趋势,由此说明总磷对四大饮用

水水源地的影响权重越来越大 ,详见图 5 ~ 6。

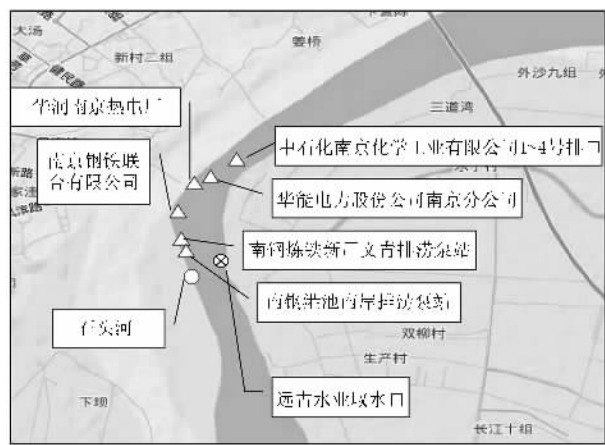


图 2 长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)取水口及排口位置示意图

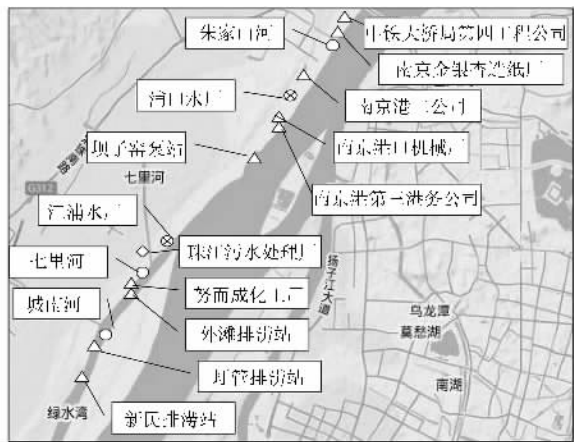


图 3 长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)取水口及排口位置示意图

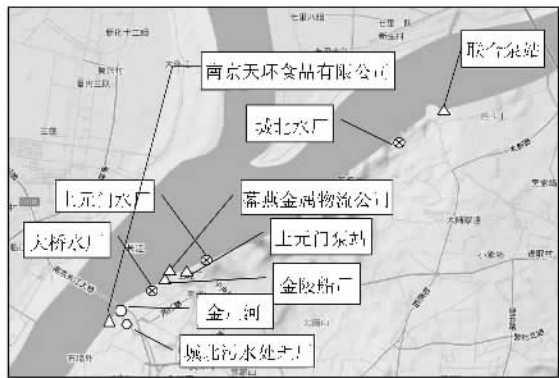


图 4 长江南京上元门—燕子矶饮用、渔业用水区(右岸)取水口及排口位置示意图

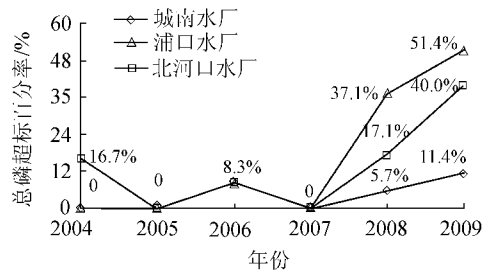


图 5 浦口、城南、北河口水厂取水断面总磷超标情况

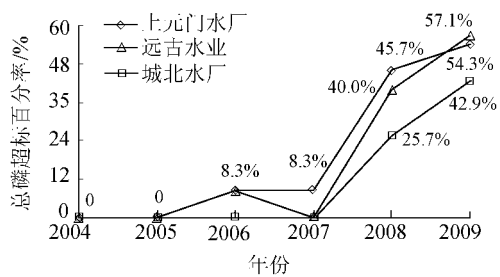


图 6 远古水业、上元门、城北水厂取水断面总磷超标情况

由图 5 ~ 6 可以看出 2009 年六大水厂断面中城南水厂取水口断面总磷超标百分率最低 ,其次为北河口水厂断面 ,远古水业取水口断面总磷超标百分率最高 2006 年 ,除城北水厂取水口断面外的其余五大水厂取水口断面总磷超标百分率均为 8.3% , 2009 年 ,六大水厂取水口断面总磷超标百分率均高于往年 ,与 2008 年相比增幅为 5.7% ~ 22.9% ,与 2004 年相比增幅为 11.4% ~ 57.1%。

4 结论及建议

a. 南京市六大水厂饮用水水源地上元门—燕子矶饮用、渔业用水区(右岸)所设的上元门水厂取水口断面水质最差 ,其次是长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)和长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸) ;长江南京夹江饮用水、渔业用水区(右岸)水质相对最好。长江南京浦口饮用水水源、渔业用水区(左岸)长江南京上元门—燕子矶饮用水、渔业用水区(右岸)长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)2008 年以来断面水质达标率较往年明显降低。

b. 污染源调查结果表明长江沿岸工业企业排污、沿江一级支流污染物的输入、污水处理厂尾水不达标排放导致了近年长江南京段饮用水水源水质恶化 ,若这一趋势不加以控制 ,势必会影响饮用水水源地的供水安全。建议根据各水功能区的纳污能力 ,对影响饮用水源地供水安全的排污口进行整合。

c. 针对长江南京上元门—燕子矶饮用水、渔业用水区(右岸)的水质情况和污染源现状 ,建议在金川河实施截污、雨污分流、生态引水工程 ,降低污染物排放 ,建议城北污水处理厂加强污水处理工艺 ,进一步采用深度处理技术 ,使出水达标排放 ,建议功能区下游联合泵站的排水延伸至下游区域 2.0 km 后进行排放。

d. 针对长江南京浦口饮用水、渔业用水区(左岸)的水质情况和污染源现状 ,建议上游努而成化工厂企业提高生产工艺 ,降低污染物排放量 ,污废水集中进入浦口地区污水管网处理 ,建议对上游新民排

涝站、圩管排涝站、外滩排涝站以及坝子窑泵站实施雨污分流,村镇生活污水进入管网,雨水通过泵站排放,建议实施七里河、城南河、朱家山河排污企业综合整治,限制上述河道排污总量,关停并转各类重污染企业,降低河道污染物浓度,建议对功能区内南京港二公司、南京港口机械厂、南京港第三港务公司、中铁大桥局第四工程有限公司的排污口远期进行合并,废污水进入集中处理设施后排入下一功能区。南京金银杏造纸厂近期暂不整治,远期建议关闭。

e. 针对长江南京大厂工业、渔业用水区(左岸)的水质情况和污染源现状,建议加强对中石化南京化学工业有限公司1~4号排口水质监测,提高厂区出水水质,文青排涝泵站排水可并入当地集中管网。

f. 总磷是饮用水水源地主要污染因子之一,2008年以来,除城南水厂断面总磷超标百分率较往年有所降低外,其余五大水厂断面总磷超标百分率均大幅度增加。建议加强沿岸工业企业达标排放管理,并实施雨污分流措施,减少未经处理、直接通过沿江排水泵站排入长江的生活污水及农业污水。

(上接第58页) $P_{\text{来}} = 97\%$ 典型年枯季情况下,仅3 d(18 h)超标, $\rho(\text{Cl}^-)_{\text{max}} = 330.51 \text{ mg/L}$ 。建议在上游来水流量有所减少的情况下对取水水质进行监测,必要时对取水口附近氯离子1 d内分多时段进行监测,及时掌握取水水质($\rho(\text{Cl}^-)$)的变化动态,合理调整取水时段,同时在集中处理水厂内设置足够的贮水设备,以满足氯离子超标时段纸业基地的用水需求。

4 结 语

a. 根据数学模型计算,在 $P_{\text{来}} = 97\%$ 设计枯水条件下,工程取水河段来水量及取水水深均满足取水要求。

b. 取水河段仅在上游 $P_{\text{来}} = 97\%$ 设计枯水遭遇下游典型大潮的情况下会出现短时段氯离子超标现象,在采取加强水质监测和调整取水时段等措施情况下,取水水质也可以满足取水要求。

c. 采用数学模型计算方法,可以在一定程度上解决取水河段流量、水位和水质资料缺乏的问题,为取水水源可靠性分析提供计算数据。

参考文献：

[1] 周克梅,陈卫,单国平等.南京长江水源突发性污染应急水处理技术应用研究[J].给水排水,2007,33(9):13-16.
[2] 燕文明,刘凌.长江流域生态环境问题及其成因[J].河海大学学报:自然科学版,2006,34(6):610-613.
[3] 周克梅,陈卫,单国平等.南京长江水源地污染预测及应对措施研究[J].给水排水,2007,33(8):36-39.
[4] 陆燕宁.加强南京市饮用水源地水质安全的思考[J].黑龙江环境通报,2009,33(1):43-45.
[5] 逢勇,赵棣华,姚琪等.长江江苏段区域供水水源地水质可达性研究[J].水科学进展,2003,14(2):184-188.
[6] 方东,梅卓华,楼霄.长江南京段主要水源有机污染物的遗传毒性调查与研究[J].监测与研究,2000(1):44-52.
[7] 丁仲平,景卫华,陈辉.长江南京段水功能区管理的若干思考[J].水电能源科学,2009,27(2):136-138.
[8] 《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002.
[9] GB 3838—2002 地表水环境质量标准[S].

(收稿日期:2010-11-22 编辑:高渭文)

参考文献：

[1] 姬战生,孙映宏,何晓洪.杭州南沙平原河网新增取水口取水可靠性研究[J].水电能源科学,2008,26(3):113-115.
[2] 李金燕,唐莲.电厂项目取水水源可靠性分析研究:以宁夏水洞沟电厂二期扩建工程为例[J].中国农村水利水电,2010(3):48-50.
[3] 鞠贵权,赵广忠,何宇.松北热电厂建设项目取水水源分析[J].黑龙江水利科技,2007(1):101-102.
[4] 余钢捷,侯俊平.某电厂水库取水的可靠性分析[J].给水排水,2005,31(12):51-53;
[5] 杨柳俊.南通狼山水厂扩建工程取水水源地水质分析[J].水资源保护,2005,21(1):36-38.
[6] 关佳南,殷丽萍.鹤岗发电厂二期工程取水水源论证[J].黑龙江水专学报,2005,33(1):51-53.
[7] 王宏.江鑫铁矿新建项目取水水源地论证[J].地下水,2009,31(2):63-65.
[8] 崔凤友.前进热电厂混合取水水源论证[J].黑龙江水专学报,2009,33(4):113-115.

(收稿日期:2010-12-03 编辑:高渭文)