

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2011.01.001

# 我国城市饮用水水源地分区安全评价与措施

张建永,朱党生,曾肇京,刘卓颖

(水利部水利水电规划设计总院,北京 100120)

**摘要** 结合我国东、中、西三大区经济社会发展布局,在综合分析各省级行政区城市供水组成、城镇化水平及综合生活人均用水量的基础上,将全国划分为 8 个规划分区。根据全国城市饮用水水源地调查评价成果,对各规划分区城市饮用水水源地分布状况进行了说明,对城市饮用水水源地水质、水量安全状况进行了综合评价。结果表明,我国城市饮用水水源地安全形势仍十分严峻,各规划分区的饮用水安全特点和主要问题具有明显的区域差异性。结合城市饮用水水源地安全分区评价成果,提出了各规划分区水源地安全保障总体布局。

**关键词** 饮用水水源地 安全评价 中国城市 水源地分区

**中图分类号** :TV824 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-6933(2011)01-0001-05

## Zoning security evaluation and countermeasures of urban drinking water sources for Chinese cities

ZHANG Jian-yong,ZHU Dang-sheng,ZENG Zhao-jing,LIU Zhuo-ying

(Water Resources and Hydropower Planning and Design General Institute,Ministry of Water Resources,Beijing 100120,China)

**Abstract** :Combined with the layout of social and economic development in eastern,central and western China,eight planning divisions were proposed based on comprehensive analysis of urban water supply composition,regional urbanization level,and the integrated per capita water consumption. Based on the results of surveying and analyzing urban drinking water sources in China,the distribution status of the urban drinking water sources in planned divisions was introduced,and the security situation of water quality and water quantity of the urban drinking water sources was comprehensively evaluated. The overall evaluation showed that the security situation of urban drinking water sources for Chinese cities was at risk,and there existed significant regional differences in drinking water security characteristics and main problems among the planning divisions. An overall safety countermeasures layout of water sources in each planning division was proposed according to the results of zoning security evaluation of urban drinking water sources.

**Key words** :drinking water sources ;security evaluation ;Chinese cities ;water sources planning division

饮用水安全既涉及人民群众的生命健康,又涉及经济社会的可持续发展,是全面建设小康社会的重要支撑条件,更是体现以人为本,构建社会主义和谐社会的客观需要<sup>[1]</sup>。近年来,中央和地方加大了城乡饮用水安全保障工作的力度,采取了一系列工程和管理措施,解决了一些城乡居民的饮水安全问题<sup>[2]</sup>。随着经济社会的发展、人口增长和城市化进程的加快,我国对饮用水水源的水质、水量安全保障

也提出了更高要求。

为此,水利部于 2005 年 7 月在全国开展了城市饮用水水源地安全保障规划工作。规划与全国农村饮水安全工程规划相衔接,涉及全国 661 个设市城市和 1 746 个县级城镇的 4 555 个集中式饮用水水源地(不含港澳台地区),在对饮用水水源地安全状况进行全面调查和评价基础上,针对影响水源地安全的主要问题和因素,制定了水源地保护和综合治理

工程、水源地建设工程、水源地监控系统建设、水源地监督管理和应急预案等对策措施<sup>[3]</sup>。

## 1 规划分区划分

根据各地区饮用水安全保障的不同特点,同时反映相似地区的共同规律,在宏观自然条件背景下(如气候、水资源条件等),结合我国东、中、西经济社会发展布局,以省(直辖市、自治区)为基本单位(不含港澳台地区),划分若干规划分区,划分原则如下:

- a. 基本能反映饮用水水源地类型和地区差别,同一区域内的城市供水构成基本相同。
- b. 基本能反映经济社会发展地区差异和饮用水需求特点,同一区域内城镇化水平及综合生活人均用水量基本相同或相似。
- c. 考虑省区毗邻的要求,尽可能保持行政区划的完整性。

对全国各省级行政区的城市供水组成、城镇化水平及综合生活人均用水量等因素进行分析,将位置毗邻的省区进行整合。其中,城市供水组成为 城市河湖、水库、地下水水源地的综合生活供水量分别占城市综合生活总供水量的比例 ;城镇化水平为城镇人口占总人口的比例 ;人均综合生活用水量为城市居民日常生活用水和公共建筑用水之和。

分析表明,全国各省级行政区中,地下水水源地供水比例相对较大的有青、宁、晋、藏、蒙、冀、新、陕、豫、京、鲁、黑、辽、甘、吉、皖等,除西藏外,主要分布在北方地区 ;河道型和水库型水源地供水比例相对较大的有沪、渝、浙、粤、赣、鄂、琼、苏、闽、湘、桂、川、滇、黔等,除天津外,主要分布在南方地区,如图 1 所示。

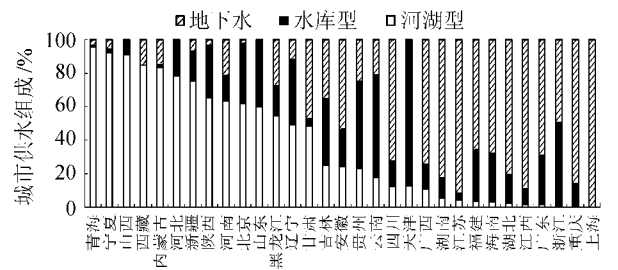


图1 全国各省级行政区城市供水组成

其次,我国的城镇化水平呈自东向西梯度递减态势,其中东北及东部沿海地带是中国地区经济发达地区<sup>[4]</sup>,也是我国人口及城镇分布密集区,而西部地区的人口和城镇分布则相对稀疏,如图 2 所示。

由于气候、水资源条件及用水需求特点不同,我国各省级行政区城市综合生活人均用水量也存在明显的区域差异,南方城市的综合生活人均用水量明

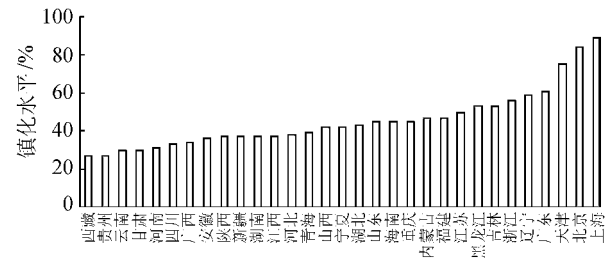


图2 各省级行政区城镇化水平

显高于北方城市,城市综合生活用水量总体上由东南向西北逐渐递减,见图 3。

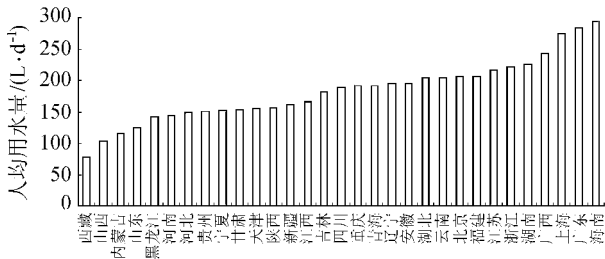


图3 各省级行政区城市综合生活人均用水量

综合以上分析,将全国大致划分为 8 个规划区域,即一区(京津冀鲁),二区(苏浙沪),三区(粤闽琼),四区(黑吉辽),五区(晋豫皖),六区(鄂湘赣),七区(陕甘宁青新蒙),八区(渝川滇黔桂藏)。

## 2 规划分区水源地分布状况

调查表明,2004 年全国 661 个设市城市和 1 746 个县级城镇(含县城和其他县镇)集中式饮用水水源地共 4 555 个,综合生活总供水量 275.76 亿 m<sup>3</sup>,水源地供水总人口为 3 7984 万人<sup>[5]</sup>。我国北方地区以地下水水源地供水为主,如七区、五区、一区的地下水供水人口比例分别为 72.2%、61.3%和 58.0%,南方以地表水水源地供水为主,如二区、三区、六区、八区的地表水供水人口比例分别为 97.1%、98.0%、96.7%和 86.3%。

各规划分区水源地分布具有以下特点:一区位于华北地区东北部,除少数河道型水源地供水外,主要以水库型和地下水型水源地供水为主。二区以长江口地区为主,处于太湖流域及淮河沂沭泗地区,主要以地表水水源地供水为主,其湖泊型供水人口全国最多,占全国湖泊型水源地供水人口的 71.0%。三区以珠江口地区为主,主要靠河道型和水库型水源地供水,其中河道型供水人口最多,该区无湖泊型水源地供水。四区为东北三省,主要以地下水型、河道型和水库型水源地供水为主。五区位于我国中部地区的北部,供水组成与四区类似。六区的湖北、湖南和江西,反映中部地区特点,主要以河道型和水库型水源地供水为主。七区位于西北地区,主要以地

下水型水源地供水为主。八区位于西南地区,主要以河道型、水库型等地表水水源地供水人口为主。

各规划分区不同类型城市饮用水水源地个数及供水人口分别见图 4 和图 5。

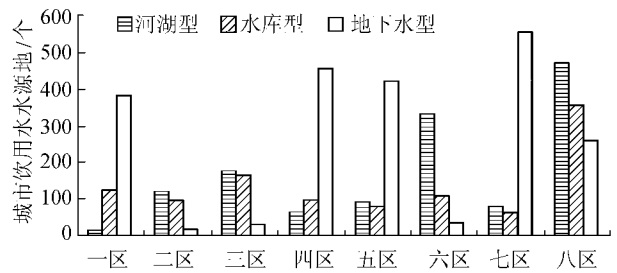


图 4 各分区不同类型城市饮用水水源地

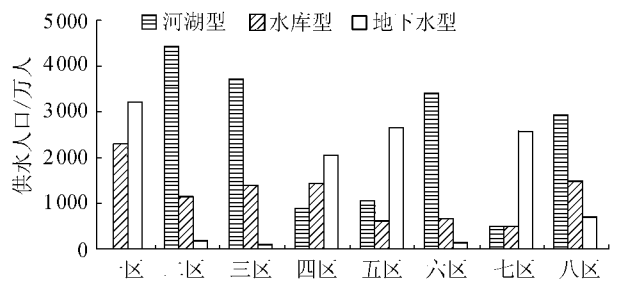


图 5 各分区不同类型城市饮用水水源地供水人口

### 3 规划分区水源地安全态势

#### 3.1 规划分区水源地水质安全状况

按照水源地安全评价指标体系和方法<sup>[6]</sup>,依据饮用水的功能特征,将 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》项目分为有毒类污染项目、一般污染项目、营养化状况项目三类指标,并对应 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》五类水体水质标准,将具体水质监测指标换算为 1、2、3、4、5 级水质指数,分别对应优、良、中、差、劣等五类水质状况。城市饮用水水源地水质安全评价采用综合评价和一票否决相结合的方法。对非一般污染项目,采用一票否决的方法确定水源地的水质指数。对一般污染物(NH<sub>3</sub>-N、COD 为必评项目),采用最差 5 项进行算术平均计算评价指数。对于湖泊和水库型水源地,补充营养化评价指标,同样划分为 5 级。饮用水水源地水质安全最终评价指数为上述 3 类指标评价的最高(最差)指数。水质指数为‘4 或 5’的水源地为水质不合格水源地,相应的水源地供水量为水质不合格供水量。

总体评价表明,水质是影响我国城市饮用水水源地安全的首要问题。全国有 638 个饮用水水源地水质不合格,影响人口 5 695 万人,分别占水源地总个数、总供水人口的 14.0% 和 15.0%<sup>[5,7]</sup>。其中四区、五区、七区、二区水质不合格影响人口比例较高,分别为 26.0%、19.1%、19.0% 和 17.0%,而六区和八区水源地水质相对较好,水质不合格影响人口比

例为 5.2% 和 8.7%。

从水源地类型分析,河道型水源地水质较差且不稳定,不合格水源地有 113 个,影响人口 2 238 万人,除一区外,在其他各区均有分布。其中,二区、三区影响人口较多,分别占河道型水质不合格影响人口总数的 28.2% 和 27.0%。地下水型水质相对稳定,不合格水源地有 411 个,影响人口为 2 260 万人,主要分布在北方的一区、五区和七区,影响人口分别占地下水型水质不合格影响人口总数的 30.9%、25.9% 和 22.0%。水库型水质相对较好,不合格水源地有 102 个,影响人口 773 万人,主要分布在四区和八区,影响人口分别占水库型水质不合格影响人口总数的 52.5% 和 24.0%。湖泊型水质相对较差,不合格水源地 12 个,影响人口为 424 万人,主要分布在二区,占湖泊型水质不合格影响人口总数的 82.5%。各规划分区不同水源地类型水质不合格影响人口见图 6。

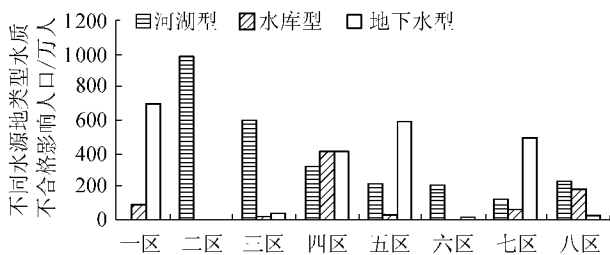


图 6 各分区不同水源地类型水质不合格影响人口

从污染类型分析,638 个水质不合格的水源地中,仅一般污染指标不合格的水源地有 170 个,影响人口 1 956 万,主要分布在四区和二区,影响人口分别占该类型影响人口总数的 32.9% 和 18.2%。仅非一般污染指标不合格的水源地 363 个,影响人口 2 202 万,主要分布在一区和五区,影响人口分别占该类型影响人口总数的 30.8% 和 23.1%。仅存在富营养化的水源地 37 个,影响人口 628 万,主要分布在四区和二区,影响人口分别占该类型影响人口总数 43.1%、39.8%。存在一般污染、非一般污染、富营养化两项及以上不合格的复合型污染水源地 68 个,影响人口 910 万人,主要分布在二区和三区,影响人口分别占该类型影响人口总数的 34.2%、33.5%。各规划分区不同污染类型水质不合格影响人口见图 7。

#### 3.2 规划分区水源地水量安全状况

2004 年,全国规划范围内供水人口 4.18 亿人(包括集中供水水源覆盖范围内的 3.80 亿人及部分自备、零星水源供水人口 0.38 亿人),综合生活供水量 293.91 亿 m<sup>3</sup>(包括居民生活用水和城市公共用水),综合生活人均用水量 193 L/d<sup>[7-8]</sup>。由于气候和水资源条件不同,南方的用水指标明显高于北方城

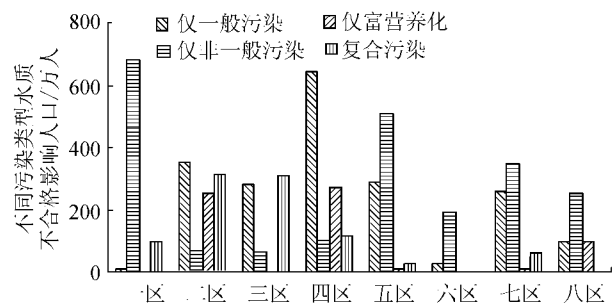


图7 各分区不同污染类型水质不合格影响人口

市,如二区、三区、六区、八区综合生活人均用水量相对较高,一区、四区、五区、七区等相对较低。按照水源地安全评价指标体系和方法<sup>[6]</sup>,水源地水量评价主要针对工程供水能力、枯水年来水量保证率或地下水开采率,水量是否满足水源设计水量要求等,任一评价指标为不合格,则水源地水量安全评价为不合格。

评价表明,水量评价为不合格的水源地 1 233 个,影响人口 4 875 万人<sup>[5,8]</sup>。从规划分区分析,水量不合格水源地主要分布在一区、四区、五区、七区和八区,占本区水源地供水人口的比例分别为 20.3%、23.3%、16.5%、16.7%和 16.2%。全国地下水水源地综合生活供水量为 66.79 亿  $\text{m}^3$ ,其中地下水超采量为 11.9 亿  $\text{m}^3$ ,占地下水综合生活供水量的 17.8%。超采水源地主要分布在我国北方地区,其中一区、七区、五区和四区的超采量较大,占全国综合生活总超采量的比例分别为 44.0%、20.2%、16.5%和 16.4%。

### 3.3 规划分区水源地水质水量综合评价

根据水源地水质和水量安全评价情况,对水源地安全状况进行总体评价。评价表明,水质不合格影响人口共计 5 695 万人,水量不合格影响人口共计 4 875 万人,扣除重复量后总的影响人口为 9 480 万人,占水源地总供水人口的 25%<sup>[7-8]</sup>。从规划分区分析,一区水质、水量不合格问题并存,以水量不合格影响为主;二区以水质不合格问题为主;三区、四区、五区和七区水质、水量不合格问题并重;六区水质、水量不合格问题相对较小;八区以水量不安全问题为主。其中四区、五区、七区、一区的影响人口占本区总供水人口的比例较大,分别为 41.0%、33.3%、31.9%和 30.3%;二区、三区和八区所占比例相对较小,均在 20%以下,六区所占比例最小,仅为 7.6%。各规划分区水质、水量不合格影响人口如图 8 所示。

## 4 水源地安全保障总体布局

我国水资源地区分布不均,水资源分布与城市经济社会发展布局、城市化进程也不匹配。为保障设市城市和县级城镇的集中式饮用水水源地安全,

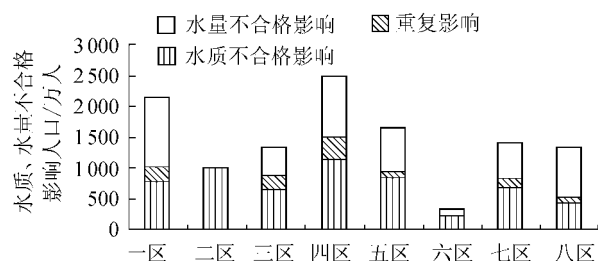


图8 各分区水质、水量不合格影响人口

应综合分析城市饮用水水源水质、水量安全及综合管理方面存在的问题,相应提出城市饮用水水源地保护及综合整治、水源调配和水源地建设、水源地综合管理等保障对策措施。其中水源地保护及综合整治主要包括饮用水水源保护区划分、污染物总量控制方案、水源地保护工程以及泥沙和面源污染控制工程等;水源调配和水源建设主要是在城市综合生活需水分析基础上提出水量调配、水源地改扩建及新建措施;水源地综合管理主要包括水源地监督管理、水源监控体系建设以及应急预案制定等。

为指导各地城市饮用水水源地安全保障工作,把握各规划分区水源地安全态势、需水特点及其差异性,提出各规划分区水源地安全保障措施总体布局。

a. 一区(京津冀鲁)主要以地下水型和水库型水源地供水为主,地下水超采严重(占本区地下水供水量的 28%),为资源型缺水地区,现状人均综合生活用水量低于全国平均水平。水质不合格水量主要以地下水水源地和非一般污染为主,不安全设市城市和县城个数最多,分别占本区设市城市和县城总数的 47%和 51%。区内 25%的供水人口受到水质、水量不合格问题影响。由于不合格原因基本是地下水超采导致的,因此,规划重点是加大地表水供水,主要是通过水库和南水北调跨流域调水等工程措施增加供水量。

b. 二区(苏浙沪)用水水平高,几乎全部为地表水供水(占本区总供水量的 98%),湖泊型水源地供水量全国最多,人均综合生活用水量高。水质问题较多,不合格水源地主要为河道型水源地和湖泊型水源地,其中河道型水源地影响人口占本区影响人口总数的 64%。水质不合格以一般污染、富营养化和复合污染为主,水质不合格水量占本区水源地供水量的 16%,其绝对量大,占全国水质不合格总水量的 21%。由于区内地表水水量丰富,因此,应充分利用长江、钱塘江等江河水量,加大环境治理力度,减轻海水入侵影响,完善江苏江水北调、引江济太、实施太湖流域水环境综合治理、新建上海市城市水源地、加强备用水源和应急能力建设,制定多水源联合调度预案等。

c. 三区(粤闽琼)主要以河道型和水库型水源地供水为主(占本区总供水量的 98%),用水水平最高。水污染严重,水质不合格水量占本区总供水量的 13%,且以河道型水源地为主(占本区水质不合格总水量的 92%),主要是一般污染和复合污染,并影响到对港、澳地区供水。由于区内水资源丰富,规划中应充分利用西江、北江、闽江等江河水量,加大水环境容量,减轻咸潮影响,调整河道水源地进水口布局,工程措施除适当兴建供水水库外,区内主要以改扩建供水工程为主。

d. 四区(黑吉辽)地下水超采水量较多(占本区地下水供水量的 16%),加之,地表水污染严重,资源型缺水和水质型缺水共存。区内 26% 的供水人口为水质不合格影响人口,为全国八大区之首。本区河道型、水库型、地下水型水源地均受到一定污染,水质不合格水量占本区总供水量的 25%,污染类型主要以一般污染和富营养化为主。不安全设市城市占本区设市城市总数的 34%。区内水资源并不丰富,因此,应特别加大已有供水水源地的保护治理力度,新建水源地应以水库和引调水工程为主,如辽河大伙房引水、吉林中部供水、黑龙江引嫩工程等。

e. 五区(晋豫皖)与四区问题相当,既有地下水超采(占本区地下水供水量的 14%),又有地表水污染问题,人均综合生活用水量较低。水质不合格水量占区内总供水量的 18%,污染类型主要以一般污染和非一般污染为主。不安全设市城市占区内设市城市总数的 35%。区内 33% 的供水人口受到水质、水量不合格问题影响。由于当地水环境容量不足,要重视利用长江、黄河、淮河等水量,加强水环境治理,在南水北调、引黄入晋、引江济淮等工程基础上,重点建设水源地改扩建及配套工程。

f. 六区(鄂湘赣)地表水相当丰富,一般无地下水超采问题,用水定额居中,水污染相对较轻,以非一般污染为主。本区是全国八大区中问题最小的一个区,区内水资源丰富,水质较好,规划要重视已有水源地的保护,主要以改扩建工程和水源调配增加供水量。

g. 七区(陕甘宁青新蒙)以地下水供水为主(占本区供水量的 70%),地下水超采相对严重(占本区地下水供水量的 17%),人均综合生活用水量偏低。水质不合格水源地也以地下水为主,中小城市水质相对较差,供水分散。不安全设市城市比例较高,占本区设市城市总数的 46%,区内 32% 的供水人口受到水质、水量不合格问题影响。该区水资源短缺,地表水和地下水转换多,因此,要重视水资源保护和治理工作,同时加大水库和饮水工程建设,保障供水安全。

h. 八区(渝川滇黔桂藏)以地表水供水为主(占

本区总供水量的 87%),水质问题总体较轻,水质不合格水量仅占总供水量的 9%,以非一般污染(57%)为主,个别地区存在背景值高的问题严重。区内水资源丰富,由于地形原因使水资源开发利用相当困难,属工程型缺水地区。规划中应在小型、分散的基础上,建设完善一些调水、引水工程,由于新建工程单方水成本较高,因此,要坚持改扩建和新建工程并举,充分利用已建工程潜力。

## 5 结 语

随着城市化进程的加快,我国城市饮用水水源安全面临水质不断恶化,部分水源地丧失功能、水量不足、保证率不高、地下水污染、超采严重、水源地安全管理和保障措施薄弱等问题,饮用水安全形势仍十分严峻。城市饮用水安全既受区域水资源条件等自然因素制约,又与城市布局及人口发展、水资源开发利用和水污染防治水平等经济社会因素密切相关,不同区域的城市饮用水安全状况和保障措施具有明显的区域差异性。

以规划分区为指导,以城市为对象,以饮用水水源地为基本单元,找出城市饮用水水源地安全存在的主要问题,分析其综合生活用水需求和配置方案,合理提出饮用水水源地安全保障的工程和非工程措施,可为各省(直辖市、自治区)以及各城市的饮用水水源地安全保障提供指导,也可跨区域、跨流域的水资源配置提供科学依据。

## 参考文献:

- [1] 翟浩辉. 把握重点,统筹规划,保障城市饮用水水源地安全[J]. 南水北调与水利科技,2006,4(5):1-3.
- [2] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于加强饮用水安全保障工作的通知(国办发[2005]45号)[S]. 北京:2005.
- [3] 水利部水利水电规划设计总院. 全国城市饮用水水源地安全保障规划技术大纲[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2005.
- [4] 刘勇. 中国新三大地带宏观区域格局的划分[J]. 地理学报,2005(5):361-369.
- [5] 水利部. 全国城市饮用水水源地安全保障规划[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2010.
- [6] 水利部水利水电规划设计总院. 全国城市饮用水水源地安全状况评价技术细则[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2005.
- [7] 国家发展和改革委员会、水利部、建设部、环保总局、卫生部. 关于印发全国城市饮用水安全保障规划的通知(发改地区[2007]2798号)[S]. 北京:2007.
- [8] 朱党生. 中国城市饮用水安全保障方略[M]. 北京:科学出版社,2008:15-69.

(收稿日期:2010-02-27 编辑:高渭文)