【论著】

文章编号:1001-5914(2010)04-0328-04

1996—2006 年我国饮用水污染突发公共卫生事件分析

王强[1],赵月朝[2],屈卫东[3],陈晓东[4],何祖安[5],陶毅[6],吴传业[7],鄂学礼[1],张岚[1],张淑珍[1],李秋虹[8],曹兆进[1]

摘要:目的 分析我国 1996—2006 年饮用水污染突发公共卫生事件,为我国饮用水卫生安全提供决策建议。**方法** 利用 Epi-info3.5.1 软件对全国各省级卫生厅(局)及卫生监督所饮用水污染案例调查报告及学术期刊发表的案例建立饮用水污染案例数据库,并利用 Epi-info3.5.1 软件对录入案例进行比对,筛选无重复案例作为统计案例;利用 SAS9.1 统计分析软件对饮用水污染案例的分布、原因、健康危害及间接影响进行综合分析。**结果** 除西藏未见饮用水污染案例报告外,全国其他各省、自治区 1996—2006 年饮用水污染统计案例共 271 起,其中 177 起为发病案例,占饮用水污染案例的 65.3%;其中,生物性污染、化学性污染、混合污染案例分别为 171、92、8 例,分别占 63.1%,33.9%,3.0%。饮用水污染受累人群累计达 700 余万,其中 30 798 人出现中毒或感染症状,9 人因饮用水污染而死亡;饮用水污染的主要污染源是工业污染、生活污水、垃圾及粪便;水污染环节以水源污染(27.7%)、管网污染(28.4%)、自备供水污染(26.2%)及二次供水污染(14.8%)为主;饮用水污染的主要原因是缺乏有效的防护与管理、水质净化与消毒不到位、违章改接水管导致污水倒灌;饮用水污染存在一定的城乡差异。**结论** 1996—2006 年我国饮用水污染事件以生物性污染为主,其次为化学性污染,提示饮用水卫生管理和居民的安全饮水意识有待进一步加强。

关键词:饮用水;突发公共卫生事件;健康影响

中图分类号:R181.3 **文献标识码:**A

Investigation of Drinking Water Contamination Incidents in China during 1996–2006

WANG Qiang, ZHAO Yue-chao, QU Wei-dong, et al. ***Institute of Environment Health and Related Product Safety, Chinese Centre for Disease Control and Prevention, Beijing*** 100021, **China**

Corresponding author: *CAO Zhao-jin*, E-mail: caozj@sina.com

Abstract: Objective To analyze the drinking water contamination incidents in China during 1996–2006, and to offer strategic proposal in administration of drinking water. **Methods** The cases were counted if a case was reported by local bureau of health, or reported by local center for health inspection and supervision, or published in academic magazines. Epi-info 3.5.1 was used to set up database of water contamination incidents, and it was used to match data records and to select non-repeated cases. Statistical significance of distribution, causes, health effects, and influences of drinking water incidents were analyzed by SAS 9.1 software. **Results** Drinking water contamination incidents were distributed in all area of China except in Tibet autonomous region; The counted incidents of drinking water contamination were 271 cases, 171(63.1%) out of 271 cases resulted in clinical symptoms for more than two person; 271 cases were classified as biological (171 cases,63.1%) ,chemical (92 cases ,33.9%) and mixed contamination (8 cases,3.0%). More than 7 million public were affected, 30 798 out of the exposed population developed clinical symptoms, six people died from drinking water pollution; Drinking water were mainly polluted by industrial and residential wastes in sources(27.7%), pipelines(28.4%), tanks(26.2%), and uncontrolled wells(14.8%); Reasons for drinking water incidents were lack of effectively preventive measures, purification and disinfection measures, and were caused by illegal links of recycling water. Some difference had been seen in drinking water contamination incidents between rural and urban area. **Conclusion** The drinking water incidents were mainly caused by biological contamination, secondly by chemical contamination in China during 1996–2006. Sanitation management of drinking water must be strengthened in China in the future.

Key words: Dinking water; Public health emergency; Health effects

饮用水是人类赖以生存的基本要素,也是疾病传播的重要媒介。随着经济的快速发展、人口的不断增加和城市化的进程加快,我国许多河流、湖泊和地下水的饮用水源遭受到不同程度的污染,由此引发了一系列重大突发水污染公共卫生事件[1]。为全面掌握生活饮用水污染突发公共卫生事件发生情况,更好地促进卫生监督管理制度和措施的科学制定,提高全国生活饮用水卫生监督管理工作能力和水平,有力地保障生活饮用水卫生安全,保护公众健康权益,卫生部卫生监督局于 2006 年在全国组织进行了生活饮用水污染突发公共卫生事件的案例收集工作。笔者以全国各省、自治区报告案例及科技期刊报告案例为基础(不包括网络媒体的新闻报导案例),分析饮用水污染突发案例的特征、原因和健康危害,并为我国饮用水卫生安全的管理提出可行的对策建议。

1 材料与方法

1.1 资料来源

由卫生部卫生监督局发文,制定统一的调查表,调查各省级卫生厅(局)所掌握的 1996—2006 年辖区内发生的饮用水污染突发公共卫生事件情况;通过 CNKI 数据库及万方数据库检索

基金项目:卫生部卫生监督局资助项目

作者简介:王强(1967-),女,副研究员,从事劳动卫生与环境卫生学研究。

作者单位:1. 中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所(北京 100021);2. 卫生部卫生监督局环境卫生处(北京 100044);3. 复旦大学医学院公共卫生学院(上海 200032);4.江苏省疾病预防控制中心(江苏南京 210009);5.湖北省疾病预防控制中心(湖北 武汉 430079);6.辽宁省卫生监督所(辽宁 沈阳 110005);7.湖南省疾病预防控制中心(湖南 长沙 410005);8.北京市通州区疾病预防控制中心(北京 101100)

通讯作者:曹兆进,E-mail: caozj@sina.com

在学术期刊发表、与饮用水污染突发公共卫生事件相关的专业论文、报告；通过 GOOGLE 和百度搜索引擎检索在网络媒体发布的饮用水污染突发公共卫生事件信息，并对网络媒体发布的案例通过电话与地方卫生监督所进行数据核对；利用 Epi-info 3.5.1 软件建立所有案例的数据库，并利用 Epi-info 软件对录入数据进行比对和校准，筛选无重复案例作为统计案例。

1.2 案例定义

化学性污染事件是指饮用水的感观性状、一般化学指标、毒理学指标和放射性指标超过国家卫生标准和卫生规范的限定值，造成其无法饮用或发生化学性中毒的事件；生物性污染事件是指饮用水的细菌学指标超过国家卫生标准和卫生规范的限定值，造成介水传染病流行的事件；混合污染事件是指上述两种污染同时存在的水污染案例；发病案例与一般案例：发病案例是指在饮用水污染突发事件中至少 2 人以上因污染的饮用水而出现不适症状的案例；如果饮用水污染突发事件中未见健康影响报导的案例则称为一般案例。

1.3 统计学分析

应用描述性流行病学方法分析饮用水污染突发案例的“三间”分布特征，利用卡方检验分析饮用水污染案例分布差异，统计分析使用 SAS 9.1 软件包，检验水准 $\alpha=0.05$。

2 结果

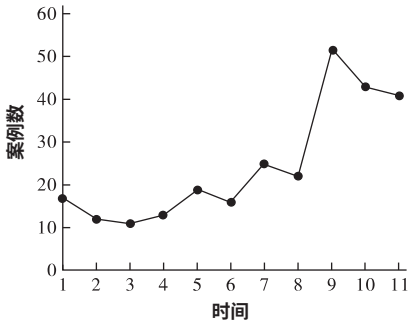
2.1 案例统计

1996—2006 年统计全国饮用水污染突发公共卫生事件调查案例共 302 起，包括省级卫生行政部门上报案例 126 起，占总数的 41.7%；通过 CNKI 数据库及万方数据库检索在学术期刊发表的案例 145 起，占总数的 48.0%，另收集媒体报道的案例 31 起，占总数的 10.3%。

网络媒体报告的 31 起饮用水污染突发公共卫生事件不列入本次调查统计范围，本次调查统计的案例总数为 271 起。其中，生物性污染、化学性污染、混合污染案例分别为 171、92、8 例，分别占 63.1%，33.9%，3.0%。

2.2 突发饮用水污染案例的时间分布特征

2.2.1 动态变化 1996—2006 年 271 起全国突发饮用水污染案例数各年分布不同。2004—2006 年的调查统计案例数明显多于 1996—2003 年案例数，其中 1996—2003 年本次调查统计的年均饮用水污染突发案例约为 17 起（11~25 起），2004—2006 年本次调查统计的年均饮用水污染突发案例约为 45 起（41~52 起）。见图 1。



1—1996 年；2—1997 年；3—1998 年；4—1999 年；5—2000 年；6—2001 年；7—2002 年；8—2003 年；9—2004 年；10—2005 年；11—2006 年

图 1 1996—2006 全国水污染案例时间分布

2.2.2 季节性 1996—2006 年本次调查统计的 271 起全国突发饮用水污染案例的时间分布具有一定的季节特点（表 1），其中生物性污染案例的暴发具有明显的季节性，冬季的突发案例明显少于其他季节，化学性污染案例也具有明显的季节性，夏季饮用水污染突发案例较多，但季节性差异无统计学意义（$\chi^2=5.645$，$P=0.130$）。混合性污染案例数过少，χ^2 检验不包括混合性污染数据。

表 1 突发饮用水污染案例季节分布

类别	案例数	春季		夏季		秋季		冬季	
		案例数	构成比 (%)	案例数	构成比 (%)	案例数	构成比 (%)	案例数	构成比 (%)
生物性污染	171	47	68.1	52	62.7	47	68.1	25	50.0
化学性污染	92	18	26.1	30	32.1	21	30.4	23	46.0
混合性污染	8	4	5.8	1	1.2	1	1.5	2	4.0
合计	271	69	100.0	84	100.0	69	100.0	50	100.0

2.3 突发饮用水污染案例的地区分布特征

2.3.1 地区分布 1996—2006 年本项目统计的 271 起全国突发饮用水污染案例，除西藏未见突发饮用水污染案例报导外，全国各省、自治区均存在一定的突发饮用水污染突发事件分布。

2.3.2 城乡分布 城乡饮用水污染案例总数存在显著城乡差异，城市案例总数少于农村，且城市水污染的发病案例比例也显著低于农村，城市水污染 108 起案例中有 58 起案例波及健康危害，占城市水污染案例总数的 53.7%；农村水污染 163 起案例中有 119 起案例波及健康危害，占农村水污染案例总数的 73.0%，经 Mantel Haenszel 分层 χ^2 检验，城乡发病案例比例的差异具有统计学意义（$\chi^2=10.644$，$P=0.001$）。见表 2。

271 起全国突发水污染案例的分类构成存在显著的城乡差异，城市水污染案例主要以生物污染案例为主，其发病案例占城市总发病案例的 89.7%；农村水污染案例则以生物污染案例和化学污染案例为主，其中生物污染发病案例占农村总发病案例的 74.8%，化学污染发病案例占农村总发病案例的 25.2%，经 Mantel Haenszel 分层 χ^2 检验，城乡发病案例水污染类型的差异具有统计学意义（$\chi^2=36.288$，$P<0.001$）。见表 2。

表 2 1996—2006 全国 271 起饮用水污染案例城乡分布

地区	总发病案例数	生物性污染		化学性污染		混合污染	
		发病案例	构成比 (%)	发病案例	构成比 (%)	发病案例	构成比 (%)
城市	58	52	89.7	6	10.3	0	0.0
农村	119	89	74.8	30	25.2	0	0.0

2.4 突发水污染案例的健康影响

1996—2006 年的 271 起全国突发水污染公共卫生事件其累计受影响人口达到 700 余万（暴露人数不详案例的暴露人数未计入统计），其中 30 798 人因此罹患疾病，9 人死亡（包括砷中毒死亡 7 人，副伤寒死亡 1 人，苯中毒死亡 1 人）。271 起饮用水污染的健康影响主要包括肠道传染病、感染性腹泻和化学中毒（表 3）。感染性腹泻是指由大肠杆菌等非致病性病原体引起的

腹泻，肠道传染病指由肠道致病性病原体引起的腹泻。城市和农村饮用水污染的健康影响构成经 χ^2 检验，有统计学意义（χ^2= 5 486.834，P<0.001）。

表 3 突发饮用水污染案例健康影响

地区	总发病人数	肠道传染病		感染性腹泻		化学中毒	
		发病人数	构成比（%）	发病人数	构成比（%）	发病人数	构成比（%）
城市	13 130	2 970	22.6	9 939	75.7	221	1.7
农村	17 668	8 602	48.7	6 092	34.5	2 974	16.8

2.4.1 肠道感染 1996—2006 年本项目统计的 271 起突发饮用水污染案例共导致 27 063 人出现肠道不适症状，其中 11 572 人罹患肠道传染病。由饮用水污染介导的肠道传染病在城市和农村也存在较大的差别（表 4）。农村的罹患人数远高于城市，农村霍乱的发病人数是城市的 8 倍，农村伤寒、副伤寒的发病人数是城市的2.4倍，农村痢疾的发病人数是城市的 2.4 倍，经卡方检验城乡发病案例肠道感染的构成差异具有统计学意义（χ^2= 6 631.272，P<0.001）。

2.4.2 化学中毒 1996—2006 年本项目统计的 271 起突发饮用水污染案例共导致 3 195 人发生化学中毒。其中城市化学中毒人数仅为 221 人，占城市总发病人数的 1.7%，除 13 人为亚硝酸盐中毒外，其他 208 人均为主诉不适，无特异中毒病症；农村化学中毒人数达 2 974 人，农村化学中毒人数是城市的 13.5 倍（占农村发病人数的 17.5%），其中包括农药中毒（419 人）、砷中毒（1 023 人）、氰化物中毒（150 人）、亚硝酸盐中毒（46 人）及其他化学中毒（1 336 人）（表 5）。

表 4 突发生物性饮用水污染案例健康影响

地区	伤寒副伤寒		痢疾		霍乱		甲肝		戊肝		感染性腹泻		合计	
	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）
城市	1 969	15.3	879	6.8	66	0.5	0	0.0	56	0.4	9 939	77.0	12 909	100
农村	4 674	31.8	2 622	17.8	528	3.6	778	5.3	0	0.0	6 092	41.5	14 694	100

表 5 突发化学性饮用水污染案例健康影响

地区	农药中毒		砷中毒		亚硝酸盐中毒		氰化物中毒		其他化学中毒		合计	
	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）	人数	构成比（%）
城市	0	0.0	0	0.0	13	5.9	0	0.0	208	94.1	221	100
农村	419	14.1	1 023	34.4	46	1.6	150	5.0	1 336	44.9	2 974	100

2.5 突发水污染公共卫生事件的间接影响

1996—2006 年全国 271 起突发饮用水污染案例中有 171起（63.1%）案例涉及临时停止供应饮用水，271 起突发饮用水污染案例中有 55 起（20.3%）案例因自备水源选址不合理或因污染严重难于净化处理而被迫更换取水点。

2.6 突发水污染案例的污染原因

1996—2006 年全国 271 起突发饮用水污染案例的污染原因按污染物的性质分为生物性污染（171 起，63.1%）、化学性污染（92 起，33.9%）和混合性污染（8 起，3.0%）。

171 起生物性污染案例的主要污染原因是生活废弃物（污水、垃圾及粪便）污染和管道破损倒虹吸污染（合计占生物污染案例的 80.1%），生物性污染案例的主要污染环节是自来水管网污染及自备供水污染（合计占生物性污染案例 64.9%）；92 起化学性污染案例的主要原因是工农业生产、交通事故及用水单位违章操作而引起饮用水污染（合计占化学污染案例 80.4%），化学污染事件的主要污染环节是水源污染及自来水管网污染（合计占化学污染案例 73.9%）。

2.7 突发水污染案例的污染环节

1996—2006 年全国 271 起突发饮用水污染案例的污染环节包括水源污染（75 起，27.7%）、管网污染（77 起，28.4%）、水厂污染（8 起，3.0%）、二次供水污染（40 起，14.8%）及自备供水污染（71 起，26.2%）。271 起突发水污染公共卫生事件中包括市政供水污染案例 86 起（31.7%）、农村集中供水污染案例 114 起（42.1%）和自备供水污染 71 起（26.2%）。

城市供水污染的主要环节为水源性污染［地面水及自备水井占 43.5%（47/108）］、管网污染[30.6%（33/108）]及二次供水污染[22.2%（24/108）]，三者占城市供水污染案例的 96.3%；此外，水厂污染占 3.7%（4/108）。农村集中供水的主要污染环节为水源性污染[地面水及自备水井占 60.7%（99/163）]和管网污染[27.0%（44/163）]，二者占农村集中供水污染案例的 87.7%，此外，二次供水污染、水厂污染分别占 9.8%（16/163）和 25%（4/163）。

1996—2006 年本项目统计的全国突发饮用水污染案例的污染环节具有一定的城乡差别，差异具有统计学意义（χ^2= 11.066，P=0.026）。

2.8 污染原因、污染环节与健康危害

1996—2006 年 271 起全国突发饮用水污染案例中有 177起（65.3%）案例为发病案例。177 起发病案例中因工业污染引起的突发饮用水污染 16 起、2 372 人出现不良健康效应；因生活废弃物引起的突发饮用水污染 98 起、17 790 人出现不良健康效应；因供水单位供水设施问题（设计缺陷、材质低劣或老旧破损）而引起的突发饮用水污染 38 起、7 824 人出现不良健康效应；因农药污染引起的突发饮用水污染案例 17 起、419 人出现农药中毒反应；由城市自来水污染引起的有 40 起，占发病案例数的 22.6%；由二次供水污染引起的为 34 起，占发病案例数的 19.2%；由农村自来水污染引起 76 起，占发病案例数 42.9%；由自备供水污染引起的案例为 61 起，占发病案例数 34.5%，由农村分散式供水受到污染引起的 4 起，占发病案例总数的 2.3%。

3 讨论

在资料方面，虽然本次调查统计案例数为 271 起，但 1996—2006 年突发的水污染公共卫生事件远不止 271 起。本研究在案例筛选过程中以具有明确事件经过及卫生学检验的案例作为统计案例，而对于科技期刊发表的没有明确事件性质的案例及各地以综合分析报告形式发表的“若干”起水污染事件未纳入本项目分析[2-7]，此外部分仅见于网络报道、未见卫生系统报告或文献发表的案例也未纳入本项目分析。由统计案例的来源可见我国突发环境污染公共卫生事件的报告制度还不建全，还没能将所有的突发事件进行严格登记报告。

在时间分布特征方面，本研究统计的 271 起突发饮用水污染案例在 2004—2006 年 3 年的统计案例数明显高于其他年份统计案例数，其原因一方面可能是由于各种人为疏忽或设备原因而导致突发水污染事件增多而致，另一方面可能是由于发表于科技期刊的突发事件的增多而致，还可能因为社会关注度增高因而上报污染事件增多而致，目前因没有突发环境污染公共卫生事件监测网络无法得到全部突发水污染公共卫生事件，尚不能简单以现有统计案例推测上述 11 年间突发水污染公共卫生事件的动态变化趋势。

在地区分布方面，本研究统计的 271 起突发饮用水污染案例在污染性质、案例数量、案例构成及健康影响均存在显著的城乡差异。城乡差异的原因一方面可能因为城市集中供水的比例较高，水处理措施相对严格、水质相对良好，而我国农村改水尚未完成，由于工厂一般建在郊区或农村，而农村自备水源的选址普遍缺乏科学论证，因此未实行改水地区的农村饮用水存在较高的安全隐患；另一方面农村居民的饮水安全意识相对薄弱、水源及蓄水池等缺乏有效的防护，也是导致农村水污染案例频发的主要原因。

由于本项目调查统计的 271 起饮用水污染案例除少数案例记载了患者的人群分布特征外，大多数案例缺乏患病人员的年龄、性别、民族、职业等特征描述，因此本研究未针对饮用水污染的人群分布特征进行分析。

综合分析本项目调查统计的 271 起饮用水污染案例，饮用水污染的原因主要来自三个方面：制水环节、供水环节及用水环节。制水环节的污染原因包括工农业生产、生活废弃物及交通运输对水源的污染；包括制水单位在饮用水净化处理过程中因管理不善、人为疏忽及违章操作等而导致水厂的出水质量达不到安全饮用水的要求；包括制水单位因卫生意识薄弱或经济原因在水处理过程中不进行消毒处理或消毒处理不到位而导致水厂的出水质量达不到安全饮用水的要求。

我国城乡饮用水的水源均缺乏有效的防护。据国家环境保护总局统计，我国的江、河、湖、泊在城市断面几乎无一例外均遭到不同程度的污染；全国城乡的自备水源几乎不设防护，乡镇水厂和农村自备水源在新、改、扩建时由于没有卫生部门参与进行卫生学评价，在选址和铺设管网时缺乏相关知识，使水源缺乏必要的防护。全国 1996—2006 年的 271 起饮用水污染突发案例中因地面水源及自备水井污染而引发的水污染事件达 146 起（53.9%），其中导致停水的案例达 95 起；因水源污染共导致 13 615 人发病（占发病人数的 44.2%），其中包括副伤寒 3 577例、痢疾 868 例、霍乱 19 例及甲肝 557 例。

我国自备供水由于缺乏必要的审批及监管，一般均无消毒处理措施，我国农村及大多数城镇分散式供水单位由于资金、技术及设备问题往往缺乏饮水净化与消毒环节。全国 1996—2006 年 271 起饮用水污染突发案例中因缺乏消毒处理、或消毒设备故障、或消毒不规范等引发的水污染案例达 79 起（29.2%），其中发病案例达 66 起（占发病案例的 37.3%）；因水质消毒不合格共导致 12 508 人发病（占发病人数的 40.6%），其中包括副伤寒 3 633 例、痢疾 998 例、霍乱 542 例及甲肝 580 例。此外在制水环节中另有 8 起案例为水厂净化处理不到位而引发的饮用水污染。

供水环节的污染原因主要包括管网问题和蓄水池污染。在管网方面，部分地区供水管网与排水管道并行或交叉、或穿越化粪池，同时管道陈旧破损进而在间歇性供水时常导致污水倒虹吸污染饮用水，这是自来水管网污染最主要的原因；此外管网污染还包括个别供水单位因使用了劣质管材而导致的饮用水污染。1996—2006 年 271 起饮用水污染突发案例中因管网问题而引发的饮用水污染突发案例达 77 起（28.4%），其中发病案例达 54 起（占发病案例的 30.5%）；因管网破损及质量问题共导致 5 081 人发病，其中包括 803 例副伤寒及 969 例痢疾。

因蓄水池问题而导致二次供水污染的原因主要包括蓄水池设计缺陷（溢流管位置不合理）、选址不合理（与污水管、排污渠、厕所、医院、垃圾站或废弃工矿相邻）、防水涂料不合格及蓄水池防护管理不善（无盖、无定期清理及消毒措施），1996—2006 年全国 271 起突发饮用水污染事件中 40 起（14.8%）是由于二次供水设计不合理、设施管理不善引起的，其中有 34 起为发病案例（占发病案例的 19.2%）；因二次供水污染共导致 5 036 人发病，其中包括 47 例霍乱。

除供水单位在制水及供水环节的问题外，用水单位在用水过程中的违章改接水管也是导致饮用水污染的主要原因。部分用水单位（包括个人）将工业循环水、空调循环水、供暖循环水甚至污水管与自来水管改接在一起，同时由于疏于管理，当阀门老旧而水压出现波动时即导致非饮用水与自来水混合而导致饮用水污染。1996—2006 年全国因私自接管引发的水污染案例达 17起（6.3%），其中有 7 起引发了健康危害，还有 1 起引发了戊肝的暴发流行。

综上所述，饮用水污染突发事件暴发原因是多方面的，其对公众的心理影响和社会政治影响是不容忽视的。因此为了使突发水污染事件得到及时报告和处理，应当首先对水污染突发公共卫生事件报告、处置与管理的内容和程序进行规范。建议尽快健全突发水污染公共卫生事件登记报告制度，通过相关法规或规范建立突发环境污染公共卫生事件监测网络；建议加强公共安全饮水宣传教育，推广普及安全饮水常识；建议进一步加强饮用水消毒处理的监督监管，同时对基层卫生防疫人员进行培训，规范突发水污染公共卫生事件报告和处理程序。

（感谢卫生部卫生监督局为本项目提供研究基金，感谢全国各省、市、自治区卫生厅及卫生监督所的大力支持与协作。）

参考文献：

[1] 国家环境保护总局.2006 中国环境状况公报〔R/OL〕. http://www.sepa.gov.cn/plan/2006zkgb/.
[2] 刘玉教，张晓鸣，沈壮，等. 北京市 195 起饮用水污染事故分析〔J〕. 中国预防医学杂志, 2002, 3:136–138.
[3] 梁帮成，张传新.菏泽市历年来生活饮用水污染典型事件综合分析〔J〕.中国城乡企业卫生,2003,4:47–48.
[4] 王斌，程秀，周苏宁. 鞍山市 1983—2003 年饮用水污染事故的分析〔J〕.职业与健康,2005,21:1752.
[5] 杨虹，钟格梅，唐振柱，等. 广西城乡部分中小学寄宿学校饮用水污染状况及其影响因素分析〔J〕.2006,12:341–344.
[6] 李志春，杨俊. 成都市 2005 年饮用水污染事故分析〔J〕.现代预防医学,2006,33:1468.
[7] 李健, 魏向东, 杜欣. 2005 年北京市生活饮用水污染事故分析〔J〕. 中国卫生监督杂志,2006,13:204–206.

（收稿日期：2009-12-30 修回日期：2010-03-29）
（本文编辑：杜宇欣）