

2011—2015 年我国水污染事件及原因分析

吉立¹, 刘晶^{1,2}, 李志威^{1,2①}, 潘保柱³, 孙萌¹ (1. 长沙理工大学水利工程学院, 湖南长沙 410114; 2. 长沙科学与水灾害防治湖南省重点实验室, 湖南长沙 410114; 3. 长江科学院, 湖北武汉 430010)

摘要: 水污染事件在我国发生较频繁,严重影响我国城镇饮水安全和水环境状况。整理和统计了我国 2011—2015 年发生的 373 起水污染事件,并主要从污染类型、污染物质、处理措施、影响范围和地域分布 5 个方面对水污染事件进行统计并剖析典型案例及原因。结果表明,突然排污、累积污染、污染泄漏和管道事故是主要风险源;污水、化学品、油类为主要污染物质。284 起污染事件得到处理,占总数的 76.14%,仍有 80 起未得到处理或未采取相关措施,占总数的 19.48%。水污染事件多发生在东南沿海经济发达地区,主要原因是沿海地区工业发达,是工业废水的主要排放区域。另外,还通过分析突然排污、累积污染、污染泄漏和管道事故的典型案例,剖析了处理措施的合理性并提出更有效的处理方案。

关键词: 水污染; 污染物质; 事件分布; 处理措施; 统计分析

中图分类号: X522 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-4831(2017)09-0775-08

DOI: 10.11934/j.issn.1673-4831.2017.09.002

Accidents of Water Pollution in China in 2011–2015 and Their Causes. JI Li¹, LIU Jing^{1,2}, LI Zhi-wei^{1,2}, PAN Bao-zhu³, SUN Meng¹ (1. School of Hydraulic Engineering, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410114, China; 2. Key Laboratory of Water-Sediment Sciences and Water Disaster Prevention of Hunan Province, Changsha 410114, China; 3. Changjiang River Scientific Research Institute, Wuhan 430010, China)

Abstract: Water pollution accidents occurred quite frequently in China, seriously threatening drinking water safety and water environment. Data and information of the 373 water pollution accidents that occurred during the five years from 2011 to 2015 collected and collated were for statistics and analysis of type of pollution, pollutants, measures taken to address the pollutions, scope of impacts and area of distribution. Results show that sudden pollution discharge, pollutant accumulation, pollution leakage, and piping accidents are the major sources of pollution risks and wastewater, chemicals, and oils are the main pollutants. Of the 373 accidents, 284 or 76.14% were addressed and 80 or 19.48% not. Most of the accidents occurred in the economically well-developed coastal areas in east and south China, like Shandong, Jiangsu, Fujian, Zhejiang and Guangdong, where the industry is highly developed and discharges large volumes of wastewater. The accidents have caused great concerns in the country. Besides, cases typical of sudden pollution discharge, pollutant accumulation, pollution leakage, and piping accidents were studied and analyzed for rationality of their addressing. On such a basis, more effective and rational pollution accident addressing programs were put forth for discussion.

Key words: water pollution; pollution matter; event distribution; treatment measure; statistical analysis

依据中国环境统计公报,我国 2001—2007 年共发生环境污染事件 9 757 起(水污染事故 5 341 起,占 54.7%)^[1]。2001—2005 年突发污染事件年均 20 起,2006 年 75 起,2007 年 80 起,2008 年 107 起,突发性水污染事件呈现数量增多且危害变大的趋势^[2-3],这与我国近几十年经济高速增长和工业化加速发展有关。同时,化工厂位置不合理、环境保护应急响应能力不足也加剧了水污染事件的处理难度^[4]。

水体突发性污染事故主要来源于企业违规排污,其次是工厂事故泄漏、人为因素和自然条件破坏^[5]。2006 至 2012 年,已公开报道的重大水源污

染事件发生 65 起。近年来,工业和农业的快速发展导致重金属污染严重,对流域生态环境和人体健康构成潜在危害^[6-7]。突发性水污染事件具有大量污染物突然集中排放的特点,严重影响城镇居民的生活生产^[8]。国际上的重大水污染突发性事件也时有发生,如 2000 年罗马尼亚金矿污水沉淀池漫坝事

收稿日期: 2016-11-25

基金项目: 湖南省教育厅资助科研项目(16B010); 长沙科学与水灾害防治湖南省重点实验室基金(2016SS04); 长江科学院开放研究基金(CKWV2016369/KY)

① 通信作者 E-mail: lzhiwei2009@163.com

件和2010年美国墨西哥湾海洋平台原油泄漏事件。

国际社会对水污染关注度很高,目前相关计算机模型已较成熟,并广泛应用于管理和保护水资源方面,如非点源径流泥沙污染模型、农业面源污染模型、养殖污染模型等^[9],如YANG等^[10]在北爱尔兰班恩河流域应用并测试了HSPF模型,证实HSPF模型可用于处理水污染扩散。DOSSKEY^[11]推断建立缓冲区可以减轻水污染。同时,国外学者对水质检测方法展开了深入研究,BAKER等^[12]选取英格兰东北部的乌斯河,采用荧光分光光度法检测河流污染状况。

笔者通过已公开的新闻和文献等展开详细记录、整理和归档,统计分析我国2011—2015年水污染事件的分布、数量、污染类型、污染物质、污染原因和处理措施等方面内容,掌握水污染事件发生的规律性并加以探讨,以期减少水污染事件的发生提供理论依据。

1 水污染事件来源、统计与分类

所统计的2011—2015年373件水污染事件均有一定来源,内容多来自报刊资料、互联网新闻报道、政府文件、公开发表的论文等,少数通过查找水污染文献获取。若同一事件有多次跟踪报道,不重复计次,整合该事件所有报道的有效信息。

依据水污染原因特殊性和突出性,将统计的水污染事件分为突然排污、累积污染、污染泄漏、养殖污染、交通事故、管道事故、自然灾害和其他污染共8种类型,所涵盖的水污染事件主要有:(1)突发性水体排污,其主要污染方式为违规排放(包括超标排放、偷排、直排)和通过某种方式突发性排放污染物,此类水污染事件由人为控制,具有突发性强、历时短的特点;(2)累积性水体污染,即在长时间内持续向水体排污,主要由企业、工厂、饭店等长期性排放污水和污染物(包括农业废水)造成,往往在长时间的累积下爆发;(3)非人为主导的污染物泄漏,主要包括船舶燃油、化学品事故、工厂事故、码头装卸事故、交通事故发生后由于暴雨冲刷或其他原因造成的二次水体污染和一些由于工作人员操作失误造成的污染泄漏等,不包括管道破裂造成的水体污染;(4)动物排泄物收集困难、病死动物无害化处理不彻底以及养殖生产中附设物品等对水体造成的污染;(5)车辆、船舶等发生交通事故直接造成污染物排入水体,不包括交通事故发生后由于其他原因造成的二次水体污染;(6)管道破裂或突发性故障造成的水源严重污染;(7)自然灾害导致的水体污

染,如泥石流、暴雨等极端气象条件使含污雨水及其他废水直接排入水体;(8)其他污染,包含无法具体归类的污染事件,如水葫芦、藻类等生长引发的藻类污染和人为投毒事件等。

2 水污染事件与统计完整性

2.1 水污染事件统计

经过整理与统计分析,2011—2015年我国主要省份水污染事件总计373起,结果如表1所示。

2.2 数据完整性分析

表1中水污染数据均来自影响力较大的报刊资料、互联网报道以及政府文件,网络的普及和公众维权意识的提高大大减少了分析误差,即必然存在的小型未知水污染事件等。总体来说,该数据统计结果可以达到对2011—2015年水污染事件分析的要求。

3 水污染事件的统计分析

3.1 污染类型分析

依据前文所划分的污染类型,统计结果如表2所示,藻类污染包含在其他原因中。在统计的373起事件中,突然排污、累积污染、污染泄漏、管道事故分别为98、90、36和32起,共计256起,占68.54%。以上4类污染事件是水污染事件发生的主要风险来源。养殖排污、交通事故、自然灾害、其他原因分别为12、18、10和19起,共计59起,占15.82%,也是水污染事件不可忽视的风险源。未知类型的水污染事件58起,占15.55%,这类事件的具体原因仍在调查中或调查未果。

依据不同类型发生的概率大小,具体分析突然排污、累积污染、污染泄漏和管道事故4类。

(1) 突然排污

“突然排污”通常由于污染物集中排放所导致,如2011年5月南京市秦淮河死鱼事件,暴雨将沿岸管道和沟渠内沉积物冲刷入河,并集中排放,水体在短时间内急剧缺氧,导致大面积鱼儿死亡。当地政府部门及时采取有效措施,增加武定门闸的下放流量,并推进雨污分流和截污治污工程。秦淮河死鱼事件暴露了政府监管力度不足、相关部门排污缺乏考虑以及水环境基础设施不够完善等问题,政府部门应加强城市建设,建立完善的排污制度。

“突然排污”事件往往不可预见,没有一定的规律可循,但是最近几年此类污染事件频繁发生,由于其突发性强、历时短,往往会带来较大影响。故在处理“突然排污”这类事件时,首先要遵循快速、

有效的原则,其次才是经济性。同时,政府应加强理能力,加强部门之间的沟通,建立应急监测机制。建设排污治污工程,提高应对“突然排污”事件的处

表 1 2011—2015 年水污染事件统计

Table 1 Statistics of water pollution accidents in 2011–2015

污染类别	年度:省份(次数)	处理措施
重金属	2011:安徽、广东 2012:广西、福建、河南 2013:广西、吉林	降低金属浓度,取样检测水质,监测并彻查污染源,进行整改
化学品	2011:四川、江苏、浙江(4) 2012:广东(2)、江苏、福建(2)、陕西、浙江(2) 2013:河北(2)、上海、广东、浙江 2014:福建、甘肃、湖北、浙江、江苏、广东 2015:陕西、海南、河南、云南	启动紧急预案,切断污染源,启用备用水,跟踪检测,采取供水保障措施,清理污染物
污水和废水	2011:重庆、广东(2)、新疆、湖北(3)、安徽(3)、山东(3)、江苏(3)、黑龙江(3)、甘肃、河北、新疆、辽宁、陕西、福建(5)、浙江、河南(2)、天津、海南 2012:山东(5)、海南(2)、广东(3)、河南(2)、浙江(2)、福建、湖北(3)、湖南(3)、河北(2)、江西、江苏(2)、贵州 2013:浙江(4)、广西(2)、湖南(2)、山东(3)、江苏、辽宁、河北、云南、湖北(2) 2014:海南(2)、广西(2)、吉林、河北、黑龙江、广东、江苏(5)、湖南、山东(3)、重庆(2)、贵州、河南(2)、福建(3)、江西(2) 2015:安徽、河南(2)、重庆、山东(4)、江苏、浙江、河南(2)、广东(4)、河北、广西、安徽、湖北(3)、陕西、江西、福建、甘肃	展开调查,采样检测,截污并处理污水,设立供水点,关闭取水口,排查污染源
生活污水	2011:山东、安徽、江苏、黑龙江 2012:四川、浙江 2013:山东、河北 2014:福建 2015:江西、福建、江苏、陕西、广东	生态引水,展开调查,排查污染源,采样化验,截流并处理污水
工业污水	2011:河南(2)、浙江(2)、湖北(2)、黑龙江、江苏 2012:福建、青海、湖南、浙江 2013:湖北、山东(2)、河南、江苏、广东、福建 2015:陕西、广东、江苏	采样化验,截污、处理污水,排查污染点;治理河道,责令停止违法行为
废渣及残留物	2011:河南、山东、福建、天津、四川、河北、陕西 2012:天津、福建(2)、江西(2)、海南、河北、陕西 2013:浙江、安徽、海南 2014:湖北 2015:甘肃(3)、安徽(2)、天津、江苏	调查污染物来源,监测水质,拦截泄漏源,清理打捞
生活垃圾	2011:云南、福建 2012:广东、北京、江苏 2013:上海、湖南、四川、浙江、陕西 2014:福建、江西、山东、广西 2015:浙江、山东(3)、重庆、福建、北京、陕西	展开调查,清理打捞垃圾并无害化处理,加强管理
藻类	2011:湖北 2012:湖南、浙江(2)、广东 2013:浙江、四川、湖北(2) 2014:河北	清理打捞,消毒灭菌,安放隔离网,人工驱散
油类	2011:湖北、辽宁、广东(2)、湖南 2012:上海(2)、重庆(2)、江西、广东、山东(2)、湖南、福建、四川 2013:广西、湖南、福建、江西、陕西(2)、广东、山东(2) 2014:广东(3)、福建(2)、江苏、青海、陕西(2)、山东 2015:陕西(3)、福建、江苏、湖北、广东、浙江	设置围油栏,多级围堵,打捞油污,用吸油毡吸附
其他	2011:四川 2013:河南 2014:四川、江西、河南 2015:河南、四川(2)、甘肃(2)、山东	处理污染物
未知	2011:安徽、江苏、新疆、吉林、河北(2)、北京、江西、海南、山东 2012:陕西、河南、山东(2)、黑龙江、上海、湖北、云南、甘肃、北京 2013:河南、浙江(3)、天津、河南、山东(3)、上海、广西、四川、云南、湖北、甘肃 2014:江苏(2)、河南(2)、海南、广东、湖北、山东、湖南、浙江、四川、陕西、福建 2015:广东、福建(2)、河北、广西(2)、安徽、山东、江苏(2)	

表 2 水污染事件的污染类型

Table 2 Types of the pollution accidents

分类	2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		2015 年		总计	
	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%
突然排污	20	25.00	18	22.50	22	32.35	16	23.53	22	28.57	98	26.27
累积污染	21	26.25	20	25.00	17	25.00	13	19.12	19	24.68	90	24.13
污染泄漏	6	7.50	12	15.00	6	8.82	3	4.41	9	11.69	36	9.65
养殖排污	5	6.25	3	3.75	2	2.94	1	1.47	1	1.30	12	3.22
交通事故	6	7.50	4	5.00	2	2.94	5	7.35	1	1.30	18	4.83
管道事故	9	11.25	6	7.50	5	7.35	7	10.29	5	6.49	32	8.58
自然灾害	1	1.25	2	2.50	3	4.41	2	2.94	2	2.60	10	2.68
其他	5	6.25	4	5.00	4	5.88	4	5.88	2	2.60	19	5.09
未知	7	8.75	11	13.75	7	10.29	17	25.00	16	20.78	58	15.55
共计	80	21.45	80	21.45	68	18.23	68	18.23	77	20.64	373	100.00

(2) 累积污染

污染累积造成的水体污染,如 2014 年 2 月济南市护城河水遭污染“变蓝”事件,佳驿酒店将生活污水直接排入护城河,使得水体遭受突然污染而“变蓝”。此事一经发现,环保部门立即向该酒店发出警告,责令该酒店停止排放污水,并且将污水抽送至污水管道。

“累积污染”事件在短时间内影响不大,往往在长时间累积下爆发,且爆发时影响极大,难以治理。针对此类污染事件,监管部门应加大监测力度,控制污染源,加大对排污企业的监管,将“累积污染”扼杀在摇篮中,同时,累积污染一经发现,应立即采取应对措施,追踪并控制污染源。

(3) 污染泄漏

污染泄漏造成的水体污染,如 2011 年 3 月发生的江苏省江阴市长江水污染事件,污染原因为一艘化工船在装卸货物时,苯乙烯发生泄漏,长江水体遭受严重污染。环保部门及时采取应对措施,对无锡锡澄水厂取水口及江面表层水样采样分析,并对苏南码头江面表层水样采样分析。同时,为确保取水口安全,两大供水水厂停止供水。直至环保部门认定水质符合饮用标准后,水厂才恢复供水。

污染泄漏往往难以预测,具有很强的突发性,易对社会造成很大影响,故需要政府部门完善应急措施方案,一旦发生此类事件,及时处理并控制污染范围,将影响降到最低。此外,处理污染事件的同时应加强对舆情的处理,避免造成不必要的社会恐慌。

(4) 管道事故

管道污染事故通常是因为管道破裂、故障等导致水体受到污染,如 2014 年 4 月兰州市发生的自来水苯超标污染事件,兰州威立雅水务集团公司检测

出厂水时发现水中苯含量严重超出国家标准。出厂水质不合格的直接原因是石化管道泄漏,油污主要来源于兰州石化 1987 年和 2002 年的 2 次爆炸事故,使渣油泄漏渗入地下,污染地下水源。兰州自来水苯超标事件暴露了我国城镇饮用水的水源安全问题,如城市布局不合理、政府环境监管不到位、法律规制不完善等,影响了社会经济的可持续发展^[13]。

管道安全事故的发生原因大多是没有定期进行检查、维修,发现故障没有及时处理等。对此,监管部门应加强管理力度,尤其对重要地段的管线应不定期进行检查、维修,最重要的是加强维修和监管人员的责任意识,并制定相应的法律法规,使“管道事故”发生频率大大降低。

3.2 污染物质分析

表 3 显示,按污染物质分类,在 373 起事件中,污水、化学品、油类分别为 181、34 和 40 起,共计 255 起,占 68.37%。其中,发生次数最多的污水事件比例为 48.53%,2011 年最高,占全年污染物质事件的 61.25%,2013 年最低,仍达 38.24%,可以推断水体污染的最大污染源是污水,主要来自于一些企业的生产废水、农业废水及居民生活污水的违规排放,此外,暴雨冲刷使含污雨水及其他废水直接排入水体也是水体污染的原因之一^[14],故加大对污水的监管力度和掌握高效的污水处理措施具有重要意义;化学品污染事件虽然仅占 9.12%,但造成的危害和损失极大,可能会威胁到城市饮水安全;油类污染事件占比为 10.72%,其主要发生原因为原油在开采、加工及运输途中发生了一些不确定的突发因素,如交通事故、船舶触礁、安全事故、暴雨等天气造成原油泄漏,海上泄漏的原油会隔绝空气,造成大规模的污染甚至会影响气候^[13],且处理耗时耗

力,陆地上泄漏的原油会侵蚀土壤,带来长久性的影响。统计结果表明仍有 15.28% 的未知污染物质,此类污染事件未公开污染原因、处理措施以及处理结果等,也缺乏相关追踪报导,故列为未知事

件。此外,农药污染事件比占最低,还不到 1%,我国农药面源污染严重,不符合实际情况。农药污染水源,作为非突发性事件,很难被发现,且农药对人体危害性大,因此,加强农药污染的监测极有必要。

表 3 水污染事件污染物质分析

Table 3 Pollutant analysis of the water pollution accidents

分类	2011 年		2012 年		2013 年		2014 年		2015 年		总计	
	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%	污染事件/起	占比/%
污水	49	61.25	35	43.75	26	38.24	31	45.59	40	51.95	181	48.53
化学品	9	11.25	9	11.25	4	5.88	7	10.29	5	6.49	34	9.12
油类	4	5.00	10	12.50	9	13.24	9	13.24	8	10.39	40	10.72
藻类	1	1.25	4	5.00	4	5.88	1	1.47	0	0	10	2.68
农药	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.30	1	0.27
其他	7	8.75	12	15.00	10	14.71	7	10.29	14	18.18	50	13.40
未知	10	12.50	10	12.50	15	22.06	13	19.12	9	11.69	57	15.28
共计	80	21.45	80	21.45	68	18.23	68	18.23	77	20.64	373	100.00

3.3 处理措施分析

2011—2015 年 373 起水污染事件中有 80 起未得到处理或未采取相关措施,占 19.48%,284 起事件得到处理,占事件总数的 76.14%。上述结果表明:(1)部分事件得不到及时处理,任由水体持续污染;(2)部分事件采取的措施停留于表面,并没有根除污染源;(3)水污染事件发生后,往往需要几天相关部门才会采取有效措施,应急反应时间过长;(4)对水污染的监测力度不够,不能及时发现并采取措施;(5)处理水污染事件缺乏经验,影响相关进度;(6)舆情处理不到位,水污染事件发生后,没有相关的跟踪报道,公众只能了解部分情况,无法了解最终处理结果,造成不必要的恐慌。如 2015 年 7 月安徽五河发生的沱湖严重污染事件,并无污染物质、调查结果的后续报道。

突发性水污染事件具有严重危害性和不确定性,处理时应该按照快速检测且有效解决的思路^[15-16]。今后应制定相应法律法规,建立应急监测与预警机制。统一规划建设水污染防治工程,应用先进的处理工艺。强化水环境监测项目和监测站点,扩大监测范围和服务领域,制定应急预案,定期开展培训和应急演练^[17-18]。

3.4 水污染事件影响分析

水污染事件越发受到公众的重视,具有很强的社会关注度和影响。调查 373 起水污染事件影响,得到以下分析结果:(1)公众对水污染事件的关注程度和维权意识增强,不少民众主动向新闻媒体投诉水污染情况。(2)在部分水污染事件调查中,相关部门含糊其辞,产生了负面影响。(3)政府下发

通知及时,正确引导民众,告知居民不要饮用自来水等。如河北隆化一中学水源井受到污染后立即通知师生禁止饮用原水源,取用紧急供水。(4)处理水污染事件措施较之前更加完善、及时,特别是一些突发性事件,如 2011 年 5 月安徽宁国宁阳湖水体严重污染事件,有关部门采取诸多应对措施,及时处理污染事件。(5)法律法规更加完善,部分事件中出现了理赔、处罚、立案等现象,如福建翔安灌溉水被倾倒废料导致污染,公安局抓住倾倒者,并立案调查。

4 水污染事件分布

2011—2015 年 373 起水污染事件省份分布统计列于表 4,根据调查结果,山东共发生 41 起,为 5 年中最多水污染事件发生省份,可能是因为山东经济、工业发达,工业和生活污水、废料、垃圾等未经严格处理而直接排入河道所致。山东对水资源过度和不合理的开发利用,使水生态环境受到严重破坏,水环境状况趋于恶化,而且山东省人口密集,民众环保意识较淡漠。其后依次是福建 32 起,浙江 31 起,广东 30 起,江苏 29 起,河南 26 起,湖北 24 起,陕西 18 起。水污染事件多发生在东南沿海经济发达地区,如山东、江苏、福建、广东、浙江等沿海省份,其主要原因是沿海地区工业发达,为工业废水主要排放区域,2012 年江苏、广东、山东、浙江、河南、河北、广西 7 省总和占全国工业废水排放的 52%,江苏常年居首,年均比例占 11.27%,山东、浙江、广东均位于前列。2010 年东部沿海地区 3 大产业产值比例分别为 6.50%、49.71%和 43.79%,第 2

产业仍是主体部分^[19],说明沿海地区现阶段发展仍以工业为主。东南沿海地区台风和暴雨较多,易在短期产生山洪冲刷地表污染物。此外,还与沿海省份经济发达、人口密度大有关^[20],人口集聚、城市化进程加快以及人民生活水平提高使得沿海地区生活污水排放越来越多。

表 4 水污染事件的分布统计

Table 4 Distribution of the water pollution accidents

省份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	总计
山东	6	9	10	7	9	41
福建	7	8	2	9	6	32
浙江	7	8	11	2	3	31
广东	5	8	6	6	8	30
江苏	7	4	2	9	7	29
河南	5	4	4	5	6	24
湖北	7	4	6	3	4	24
陕西	2	3	3	3	8	19
河北	4	3	3	3	2	15
湖南	1	6	4	2	0	13
广西	0	1	5	3	3	12
四川	3	2	3	2	2	12
江西	1	4	1	4	2	12
安徽	6	0	1	0	5	12
甘肃	1	1	1	1	6	10
海南	2	3	1	3	1	10
重庆	1	2	0	2	2	7
黑龙江	5	1	0	1	0	7
上海	0	3	3	0	0	6
天津	2	1	1	0	1	5
云南	1	1	2	0	1	5
北京	1	2	0	0	1	4
辽宁	2	0	1	0	0	3
吉林	1	0	1	1	0	3
新疆	3	0	0	0	0	3
青海	0	1	0	1	0	2
贵州	0	1	0	1	0	2

5 典型案例分析

5.1 突然排污

2014 年 4 月武汉市汉江水质遭受污染,水中氨氮含量严重超标,造成严重的社会影响(表 5)。武汉 2 个水厂因取水口水质受到污染,均紧急停产,导致武汉 30 万居民的日常用水受到影响。污染原因有 2 点:一是 4 月 20 日至 22 日,汉江上游孝感市降有大雨,孝感市立即采取紧急措施,开启汉川闸紧急排渍水,排水总量共计 3 644 万 m³,水中氨氮质量浓度最高值达 3.27 mg · L⁻¹。二是 4 月汉江平原处于氨氮施肥季节,又降有大雨,农业污染随径流流入汉江,从而导致汉江氨氮浓度略有升高,但这不是主要的污染原因。事件发生后,武汉市启动应急

机制,对汉江武汉段污染源进行排查,并对水厂水质进行检测,严格控制出厂水质安全。

此次污染事件为“突然排污”,上游孝感市开启汉川闸放水时缺乏考虑,故造成汉江氨氮浓度超标。对此种情况,多部门应加以协调并综合考虑,从而制定最合适的方案,而不是从单一角度去制定方案。若洪水极大则必须开闸放水以保证安全,上游也应考虑下游的具体情况,提前知会下游有关部门,确保下游提前做好预防措施,将不利影响降到最低。同时,在处理“突然排污”这类事件中,应遵循先迅速有效、后经济的原则,确保居民的用水安全。

5.2 累积污染

2012 年 3 月广东东莞松木山水库遭受污染,水库中出现大面积死鱼。污染原因有 4 点:一是大量污染物经排污口流入水体,水体污染严重;二是雨水将水库周围工业、农业污染物冲刷入河,造成水体大面积污染;三是湖中积累有多年污染物;四是近期降雨偏少,水体溶解氧浓度过低,导致鱼类大面积死亡。在发现水体遭受污染后,清理单位立即采取措施:(1)立即清理死鱼并做无害化处理,以防死鱼二次污染水质;(2)停止自来水厂从水库取水;(3)在排污口种植水生植物,拦截污染物;(4)提升水质质量,加泵补充水体溶解氧,以达到鱼类生存的需求;(5)推进截污工程进度,控制排水口污染物,减少污染物流入水库。

此外,环保部门也采取了诸多处理措施:(1)实施围网隔离,防止外部污染源污染水库水质;(2)推进截污调污工程,全面排查水库周围污染源;(3)构建生态湿地从而进行生态修复,整治河道,同时对水中底泥进行清淤,从而削减内源污染;(4)建立市水库联网工程,不断补充新鲜水源,并建立严格的监管制度,定期检测水体质量。

此次污染事件由多种因素导致,主要是污染物长时间累积造成的,清理部门及时采取了应对措施,将污染影响降到最低,但清理部门采取措施大多是应急措施,只能在短时间内减小污染,并没有从根源解决问题。值得一提的是,环保部门之后采取了一系列措施,排查周围污染源,控制污染源头,并采用生态修复方法,同时推进水库联网工程,定期检测水体质量,这一举措在初始阶段将累积污染的源头扼杀,防止污染长时间累积而爆发,大大减小了今后累积污染爆发的可能性,值得借鉴学习。

5.3 污染泄漏

2011 年 6 月浙江建德新安江受到污染,污染原

因为杭新景高速公路发生交通事故,部分苯酚泄漏。因事发时正逢暴雨,雨水将泄漏苯酚冲入新安江,水体受到严重污染。发生此事后,政府部门采取措施:(1)水库紧急放水,加大泄洪水量,加速水体更新;(2)用石灰对苯酚进行吸附处置,清理现场,防止污染进一步扩散;(3)派专家现场指导水体处置工作,并制定应急供水方案;(4)成立事故调查小组,尽快查清事故原因。此外,当地政府还制定了预防措施,加强水质实时监测,密切关注水质监测点和自来水厂进、出水口水质情况,并向市民发布水质监测结果。

此次污染事件为泄漏事件,政府部门及时采取了多方面措施。水库放水加速水体更新,同时采用化学处置方式,迅速有效,将此次污染的影响降到最低。最重要的是及时、准确地向市民发布水质监测结果,控制舆情,减轻社会影响,确保社会稳定。在统计的 373 起水污染事件中,仅在较少数水污染事件中政府及时向民众公布处理结果,从而确保社会秩序稳定。污染泄漏具有突发性,难以预测,故应做好应急方案,在事件发生后,采取迅速且有效的措施,最重要的是要控制舆情,确保社会秩序稳定。

5.4 管道事故

2013 年 11 月山东青岛输油管道发生爆炸,胶

州湾海面遭受原油污染。输油管线破裂,部分原油泄漏,沿雨水管线进入胶州湾,造成水体污染。事故发生后,相关部门立即关闭油库,停止输油,并在海面布设两道围油栏,同时派专人赶赴现场,组织力量紧急处置事件,青岛 120 急救中心派出 8 辆救援车前往救援现场,从而有效降低了污染的影响。此次事故结束后,政府部门为预防类似事件发生,采取了一系列预防措施:(1)永久停用管道泄漏段;(2)将石油及化工管线迁至专用通道;(3)排洪暗渠不再工作,改建为生态休闲景观明渠。

这次管道安全事故造成了极大的损失和社会影响,虽然政府部门采取了诸多措施,但仍暴露了许多问题。输油管破裂只是直接原因,最根本的原因是相关部门缺乏责任意识且管理松懈,没有定期检查和维修管线,以致酿成此次惨祸,看似天灾,实则人祸;原油泄漏后,沿雨水管线进入胶州湾,说明城市管线布置不合理,城市规划存在问题;事故发生后,相关部门应急处理不及时,方法不恰当,未设置隔离区、封闭道路以及疏散人员,虽然采取许多措施,但是仍不够彻底、有效,致使原油泄漏进一步扩大,造成胶州湾水体污染。故今后应加大监管和检查力度,控制管道安全事故,从而有效减少水污染。

表 5 水污染事件的 4 个典型案例

Table 5 Four typical cases of water pollution accidents

污染类型	地点	时间	事件	危害
突然排污	湖北武汉	2014-04-23	汉江武汉段水质出现氨氮超标	水厂水质受到污染,30 多万居民用水受影响
累积污染	广东东莞	2012-03-06	广东松木山水库水体污染导致出现大面积死鱼	水库下湖金多港区域出现大面积死鱼现象
污染泄漏	浙江建德	2011-06-04	浙江建德发生交通事故致使泄漏苯酚流入新安江	部分水体受到污染
管道事故	山东青岛	2013. 11. 22	青岛输油管道爆炸,致胶州湾海面被原油污染	原油进入胶州湾,海面过油面积约 3 000 km ²

6 结论

水污染事件易造成严重的社会和经济影响,公众对水污染事件的关注度显著提高。有效解决水污染事件,将损失和影响降到最小,应从以下几个主要方面入手:(1)相关政府部门应重点关注污染风险源和污染物质,对症下药,根治污染源;(2)需要多方配合行动,提高合作效率,及时采取有效措施;(3)加强水域污染的监督和管理,建立健全应急机制,提高预警水平;(4)由政府主导,统一规划,开展城市黑臭水体治理和水污染防治工程建设,改进水污染处理工艺;(5)新闻媒体要及时追踪报道,相关政府部门在事件处理结束后应加以总结,并对社会公开调查结果。

参考文献:

[1] 李晓红.中国村镇突发性水污染事件特征及产生根源分析[J].环境科学与管理,2010,35(4):1-5.[LI Xiao-hong.The Study on the Characteristic and Influencing Factors of the Sudden Water Pollution Accidents in Towns and Villages[J].Environmental Science and Management,2010,35(4):1-5.]

[2] 郭向楠,张勇.2007—2008 年中国城乡饮用水源突发污染事件统计及分析[J].安全与环境学报,2009,9(3):183-192.[GUO Xiang-nan,ZHANG Yong.Statistical Analysis on the Drinking-Water Supply System Pollution Incidents in China During the Period of 2007-2008[J].Journal of Safety and Environment,2009,23(1):183-192.]

[3] 王东宇,张勇.2006 年中国城市饮用水源突发污染事件统计及分析[J].安全与环境学报,2007,7(6):150-155.[WANG Dong-yu,ZHANG Yong.Statistical Analysis on Drinking Water

- Source and Supply System Contamination Threats and Incidents for Urban Areas in China During 2006[J]. *Journal of Safety and Environment*, 2007, 7(6): 150-155.]
- [4] ZHANG X J, CHEN C, LIN P F, *et al.* Emergency Drinking Water Treatment During Source Water Pollution Accidents in China: Origin Analysis, Framework and Technologies [J]. *Environmental Science & Technology*, 2016, 45(1): 161-167.
- [5] 戚平平, 刘亮, 苏乃洲, 等. 我国水体突发性污染事故不完全统计分析[J]. *济南大学学报(自然科学版)*, 2014, 28(5): 335-341. [QI Ping-ping, LIU Liang, SU Nai-zhou, *et al.* The Incomplete Statistical Analysis of Sudden Water Pollution Accidents in China [J]. *Journal of University of Jinan (Science and Technology)*, 2014, 28(5): 335-341.]
- [6] YI Y J, WANG Z Y, ZHANG K, *et al.* Sediment Pollution and Its Effect on Fish Through Food Chain in the Yangtze River [J]. *International Journal of Sediment Research*, 2008, 23(4): 338-347.
- [7] 简敏菲, 徐鹏飞, 熊建秋, 等. 乐安河-鄱阳湖段湿地表土重金属污染风险及水生植物群落多样性评价[J]. *生态与农村环境学报*, 2013, 29(4): 415-421. [JIAN Min-fei, XU Peng-fei, XIONG Jian-qi, *et al.* Risk of Heavy Metal Pollution in Surface Soil and Diversity of Aquatic Plant Communities in the Le'an River-Poyang Lake Wetland [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2013, 29(4): 415-421.]
- [8] 王磊. 吉林市松花江洪水期间水质检测与分析[D]. 长春: 吉林大学, 2011. [WANG Lei. Testing and Analysis of Water Quality During the Flood Songhua River in Jilin City [D]. Changchun: Jilin University, 2011.]
- [9] COUNCIL G P A. Workshop on Computer Applications in Water Management [C] // *Proceedings of the 1995 Workshop*. Fort Collins, USA: Fort Collins Co., 1995.
- [10] YANG Y S, WANG L A. Review of Modelling Tools for Implementation of the EU Water Framework Directive in Handling Diffuse Water Pollution [J]. *Water Resources Management*, 2010, 24(9): 1819-1843.
- [11] DOSSKEY M G. Toward Quantifying Water Pollution Abatement in Response to Installing Buffers on Crop Land [J]. *Environmental Management*, 2001, 28(5): 577-598.
- [12] BAKER A, INVERARITY R, CHARLTON M, *et al.* Detecting River Pollution Using Fluorescence Spectrophotometry: Case Studies From the Ouseburn, NE England [J]. *Environmental Pollution*, 2003, 124(1): 57-70.
- [13] 佟岩. 城市水污染问题及其法律规制: 以“4·10 兰州自来水苯超标事件”为例[J]. *环境与生活*, 2014(12): 35-36. [TONG Yan. The Problem of Urban Water Pollution and Its Legal Regulation: A Case Study of "4. 10 Lanzhou's Benzene Exceeded Event in Water Supply" [J]. *Green Living*, 2014(12): 35-36.]
- [14] 艾恒雨, 刘同威. 2000—2011 年国内重大突发性水污染事件统计分析[J]. *安全与环境学报*, 2013, 13(4): 284-288. [AI Heng-yu, LIU Tong-wei. Statistical Review of the Major Unexpected Water Contamination Incidents at Home in the Period From 2000 to 2011 [J]. *Journal of Safety and Environment*, 2013, 13(4): 284-288.]
- [15] 韩晓刚, 黄廷林. 我国突发性水污染事件统计分析[J]. *水资源保护*, 2010, 26(1): 84-86. [HAN Xiao-gang, HUANG Ting-lin. Statistical Analysis of Sudden Water Pollution Accidents [J]. *Water Resources Protection*, 2010, 26(1): 84-86.]
- [16] 刘冬华, 刘茂. 突发水污染事故风险分析与应急管理研究进展[J]. *中国公共安全(学术版)*, 2009(1): 167-170. [LIU Dong-hua, LIU Mao. Studies on Analysis of Water Pollution Accident Risk and Emergency Management [J]. *China Public Security (Academy Edition)*, 2009(1): 167-170.]
- [17] 孙秉章, 胡效珍. 浅析突发性水污染事件的应急处理措施[J]. *山西水土保持科技*, 2009(2): 31-37. [SUN Bing-zhang, HU Xiao-zhen. Analysis on Emergency Treatment Measures of Accidental Water Pollution Accident [J]. *Soil and Water Conservation Science and Technology in Shanxi*, 2009(2): 31-37.]
- [18] 庄巍, 李维新, 周静, 等. 长江下游水源地突发性水污染事故预警应急系统研究[J]. *生态与农村环境学报*, 2010, 26(增刊1): 34-40. [ZHUANG Wei, LI Wei-xin, ZHOU Jing, *et al.* Early Warning System for Sudden Water Pollution Incidents in Water Source Areas in Lower Reaches of the Yangtze River [J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2010, 26(Suppl. 1): 34-40.]
- [19] 李亚亚. 我国沿海地区水污染排放及其影响因素区域差异分析[D]. 天津: 天津大学, 2013. [LI Ya-ya. The Regional Difference Analysis on the Water Pollution Emission and Influence Factors in China's Coastal Areas [D]. Tianjin: Tianjin University, 2013.]
- [20] 沈继龙, 李树平, 周艳春, 等. 2014 年我国媒体报道水污染事件分析[J]. *中国公共安全(学术版)*, 2015(3): 5-9. [SHEN Ji-long, LI Shu-ping, ZHOU Yan-chun, *et al.* Analysis of Water Pollution Incidents Reported by Chinese Media in 2014 [J]. *China Public Security (Academy Edition)*, 2015(3): 5-9.]

作者简介: 吉立(1995—), 男, 江苏泰州人, 本科生, 主要从事港口航道与海岸工程研究。E-mail: 8119627@qq.com

(责任编辑: 陈 昕)