

流域水质安全事件应急体系设计

郭振仁 彭海君 杨大勇 覃超梅

(环境保护部华南环境科学研究所,广东 广州 510655)

摘要 基于针对广东东江的设计实践总结了流域水质安全事件预防和应急体系的设计思路、内容和方法。考虑的水质安全事件涵盖了由有害物质泄漏造成的突发污染事件和常规污染源引起的水质污染事件,设计了包括各级政府部门、咨询专家和技术队伍的应急组织体系,介绍了针对突发事件和非突发事件的危险源识别和风险分析方法,组成预警系统的监控体系、预警条件和预警信息流程,包含应急技术措施矩阵、应急决策图表和计算机辅助决策指挥系统的应急技术预案。

关键词 污染事件;应急响应;流域;风险分析;预警

中图分类号 X507 **文献标识码** A **文章编号** 1004-693X(2009)02-0083-04

Design of system for emergent response to watershed pollution accidents

GUO Zhen-ren, PENG Hai-jun, YANG Da-yong, QIN Chao-mei

(South China Institute of Environmental Sciences, Ministry of Environmental Protection, Guangzhou 510655, China)

Abstract Using the Dongjiang River Basin as an example, the idea, contents and methods are discussed for the design of a prevention and emergent response system for watershed water quality safety events. The water quality safety events include pollution accidents caused by sudden release of hazardous substances and events caused by ordinary pollution sources. The designed organizations that deal with pollution events consist of different government departments, experts and technical teams. Methods are introduced for risk analysis and dangerous pollution sources identification, including emergent pollution accidents and ordinary pollution events. An early warning system has been designed with a monitoring system, early warning condition and early warning information flow. Technical tools for emergent response have been developed, including a matrix of various technical measures for handling the events, a series of tables and charts for aiding quick judgment during emergency response, and a computer decision-making support system.

Key words pollution accidents; emergent response; watershed; risk analysis; early warning

随着人类生产活动的不断增加,环境所面临的压力和威胁也不断增加,近几十年来世界各国环境污染事件频发就是一个突出体现^[1-2]。近几年我国连续发生了四川沱江、东北松花江、广东北江等特大水污染事件,对流域的水质安全造成了重大危害。特别是像广东东江这样的集中式供水水源河流,一旦发生重大污染事件而又措施不力,后果将不堪设想,因此对重要河流或流域事前设计和落实水质安全事件的预防与应急体系(SERPER)被提上了日程。本文基于东江水质安全事件应急体系的设计实践,总结 SERPER 设计的基本内容和方法。

1 水质安全事件涵盖范围

为了确保东江的水质安全,该流域的 SERPER 设计针对的水污染事件基本全面涵盖所有可能对流域水质安全构成危害的情况,即既包括突发的也包括非突发的水质污染事件。

突发水质安全事件是瞬间形成的,且大都为污染源肇事。例如:①有毒有害化学物品生产车间、仓储等事故泄漏污染饮用水源;②油库、油品码头泄漏或撞船事故造成水体污染;③有毒有害物质运输途中事故泄漏造成重大污染事件;④以水源为传播途

径的致病微生物和寄生虫等的事故性释放污染饮用水源 ;⑤企业、城镇污水处理厂运行事故造成大宗污水外排污染水体 ;⑥被污染的河涌污水突然大量泄入取水河道 ;⑦洪水冲毁工厂、仓库、污水存储池库等携带大量污染物入河 ;⑧其他突发水质安全事件 ,如故意投毒事件等。

非突发水质安全事件指一个较短时间内 ,且为面上爆发的水质事件。例如 :①久旱初雨带来的面源负荷短时间内造成严重水质下降 ;②因枯季水量逐渐减少 ,入河负荷超过水环境容量 ,致使水质一段时期内下降而远达不到饮用水源水质标准 ;③枯水期咸潮上溯影响河流下游的取水点 等。

2 SERPER 的总体构成

从总体上说 ,东江的 SERPER 由污染事件应急的管理预案和技术措施两大部分组成。前者类似文献 [3] ,主要规定各级政府及相关单位在水质安全事件应急中的岗位与职责 ,特别是规范他们的行动内容和方式 ,并配套必要的政策法规加以强制 ;后者主要是针对流域的具体情况 ,提出系统的水质安全事件预防和应急的技术措施 ,供需要时选用或提供指引。SERPER 总体构成概要如图 1。

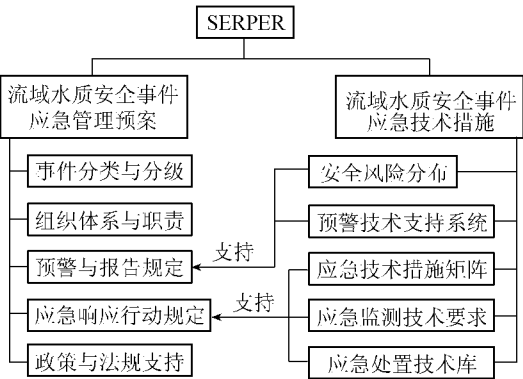


图 1 SERPER 总体构成

3 水质安全事件预防与应急组织体系

合理的组织体系和人力保障是赢得水质安全事件应急的根本保证之一 ,推荐的组织体系如图 2。其与先前建议的突发污染事件的一般组织体系^[4]比较有较多共性 ,也有一定特点。共性是 组织体系规定 ①各级政府是水质安全事件预防和应急的责任主体和领导者 ,在必要时 ,上级应急机构是支援和指导者及共同领导者 ;②各级政府的相关部门都是组织体系的组成部分 ,在水质安全事件预防和应急中按照部门职能分工都负有一定的责任、起一定作用 ,体现分工合作、协同作战的原则 ,而非仅由环保部门孤军奋战 ;③社会技术力量组成咨询机构提供技术

支持。特点是 图 2 的组织体系嵌入了平战结合、预防与应急结合的机制 ,应急指挥部平时就是常设办公室 ,并与环保部门的内部常设机构合署 ,行动执行专业队伍也主要是环保专业队伍。这样 ,平时可结合环保部门的日常工作推进水质安全保护。

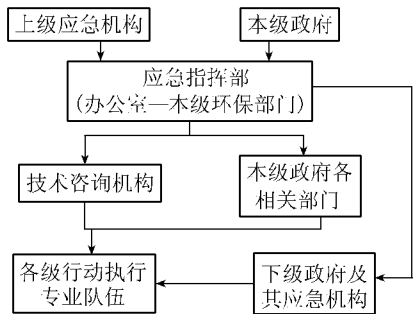


图 2 机构组织体系

4 危险源识别和风险分布分析

识别一个流域内的危险源并分析得出水质安全事件的风险分布 ,可保证制定水质安全事件预防和应急技术措施有的放矢 ,因而是一个基础工作。由定义可知 ,水质安全事件可由固定的或移动的危险源引起 ,也可由常规的工业和生活点源或城市与农村面源引起。固定的危险源是指企事业单位存储的属于国内外有关标准^[5]明确的危险物质 ,其是否构成重大危险源可用 GB 18218—2000《重大危险源辨识》所规定的方法通过危险物质的性质和储量确定 ;移动危险源则是运输途中的危险物质 ,其容易在交通线路(主要是公路)与河流的交叉点造成水质安全事件 ,这样移动源的风险分布可以公路与河流的交叉点分布来表示。

水质安全事件风险分布分析可直接针对河段进行 如图 3。将河流划分成若干河段 ,并给出各自对应的汇流区域。简单地 ,对突发水质安全事件而言 ,各个河段的绝对风险度可定义为该河段对应的汇流区域内危险源的个数 ,第 i 河段的相对风险度则可定义为

$$R_{1_i} = d_i / D \quad (1)$$

式中 : d_i 为第 i 河段对应的第 i 子流域内的危险源个数 ; D 为全流域危险源的总个数。

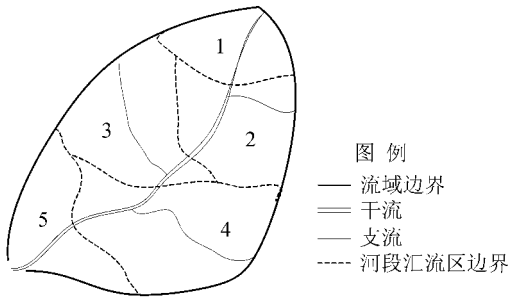


图 3 河段与对应流域面积划分

对非突发水质安全事件而言 ,各河段的绝对风险可用该河段对应的汇流区域内某些重点污染物 (如 COD、N、P 等)排放总量与该区域面积的比值来度量 ,第 i 河段的相对风险度则可定义为

$$R_{2_i} = l_i/L \tag{2}$$

式中 : l_i 为第 i 河段的绝对风险值 ; L 为全流域各河段绝对风险值的和。

当然 ,下游河段还要考虑上游河段污染风险的叠加影响 ,从这个意义上说 ,下游河段的水质安全风险一般总要高于上游河段。以突发事件为例 ,第 i 河段的累积污染风险可按式 (3) 计算

$$P_{1_i} = \sum_{j=1}^n R_{1_j} \tag{3}$$

式中 : n 为上游能影响到第 i 河段的河段个数。

事实上 ,对东江水质安全风险分布还采用其他方法进行了更深入的定量分析 ,如危险源主要行业分布、主要危险物质排序等。

5 水质安全事件预警系统构成

即将发生水质安全事件时或水质安全事件发生的初期 ,及时发现、及时预警非常重要。针对东江的水质安全风险分布设计的预警系统总体上由硬件和软件两部分组成 ,硬件主要是指一线的监控手段和设施 ,软件则包括预警条件的设定和预警信息流的设计与实现。

5.1 一线监控

监控有主动监控和被动监控两种。主动监控是针对危险源和重大污染源的 ,主动监控通常难以覆盖所有的重要源 ;被动监控则是针对可能受害的河流水体本身的 ,主要不外乎水文和水质两方面的监测监控。在东江主要是构建被动监测监控体系 ,包括连续监测、常规监测和特别监测 3 个子系统。连续监测子系统又分为 3 个部分 :①以小时为单位作为时间间隔的水质连续自动监测站 ;②以小时为单位作为时间间隔的水文监测站 ;③沿河自来水厂取水口的每日监测。常规监测子系统则包括干支流的全部日常水质监测站 ,监测时间间隔通常以月为单位。另选定若干监测站点构成特别监测子系统 ,包括部分常规监测站点和数个新设站位 ,特别监测站点只在已发生污染事件时选择性地启用 ,以监控所关心的流域区域和河段。对不同的河流 ,一线监控系统的设计当然可以各不相同。

5.2 预警条件确定

预警条件从根本上说就是一系列水质限值 ,当预警系统发现有水质指标超过这些限值 ,就构成了预警条件 ,须发出警报。确定预警条件首先要根据水质安全保护目标的要求 ,保护饮用水安全显然要求最高 ,

其次是保护渔业和水生态安全 ,而工农业用水和景观用水等又各不相同。然后要考虑流域的水环境功能分区及各河段本来的水质状况。这样 ,预警条件不是一个或几个水质指标值 ,在同一个监控点是一套指标限值 ,不同的监控点之间还有所不同。因而 ,一个流域的水质安全预警条件实际上是一套指标体系。

5.3 预警信息流设计

一旦发现预警条件 ,将预警信息高效地发送有关各方 ,可以帮助最快地启动响应程序 ,将事件损失减至最小。应该尽早收到预警信息的包括 3 个方面的接收者 :①可能最早受到危害的敏感保护目标 ,如附近的自来水厂取水口 ;②政府应急机构 ;③肇事方 ,如果当时知道的话。要结合流域具体情况 ,如取水口分布 ,制定合理的相关规定 ,包括预警报告时间、方式等 ,保证预警信息流的高效实现。

6 水质安全事件应急技术工具准备

水质安全事件一旦发生 ,根据事件的级别 ,相应级别的应急机构根据应急预案立即采取应急行动。为了提高应急效率 ,增强应急效果 ,结合流域的具体情况 ,许多应急时需要的技术支持工具是可以事先设计和准备好的 ,举例如下。

6.1 应急技术措施矩阵

对于各类水质安全事件 ,可有多种应急技术措施 ,如控制或截断污染源、取水口暂停取水、启用备用水源 (包括用运水车运水) 、关停部分企业、水库放水减压冲污、水厂加强处理措施、限制用水大户以减少取水等。针对流域中每一个敏感保护目标 (主要是自来水取水口) ,根据水质安全事件的类型结合流域的具体条件 (如水库等备用水源的分布) ,研究提出若干可供选用的具体应急技术措施 ,形成流域的应急技术措施矩阵 ,如表 1。

表 1 应急技术措施矩阵

敏感目标	突发有毒有害物质泄漏入水事件	入河污染负荷与河流流量比严重增加	
某饮用水引水工程取水口	控制或截断污染源 ; 第 m 水库放水冲污 ; 取用第 i 水库备用水源供水系统 ;.....		
某市第 n 水厂取水口			
.....			

6.2 应急决策图表

很多可以事先准备好的图表可以在事件应急时提供帮助 ,例如重大危险源和重点排放口分布图表、敏感保护目标分布图表、水库等备用水源分布及其可供应范围图表、监测站位分布及其控制范围图表、

应急监测方法与仪器汇总表、典型污染物质泄漏处置技术汇总表、各河段水质安全事件影响范围及波及时间表等。其中各河段水质安全事件影响范围及波及时间表的制作方法是:将河流干支流合理分成许多河段,假定在不同河段发生各类事件,利用河流的水文资料计算出其会影响到上下游的范围及波及受影响河段中各个敏感点所需的最小时间,从而编制成表。利用这些图表可以在发现水质安全事件的最初较短时间内对事件的可能肇因、影响程度及应采取的措施快速地做出判断或选择。

6.3 计算机辅助决策指挥系统

将前述流域的各种基础数据和图表输入计算机形成数据库,需要时可随时查询,如在应急时,可通过发现的肇事污染物质即刻查出其可能的来源及源所在的地点、所属企业等。更进一步,建立起河流实时水质模型,在任何河段发生水质安全事件(如危险物质泄漏)时,可根据监控预警系统提供的河流控制断面流量,即时计算出该事件地点至受影响范围任何敏感点的距离、污染物质前峰到达的时间及污染物最大浓度等。

7 其他支持组件

其他支持组件主要包括政策规定和法规应用。通过政策规定对流域水质安全事件的预防预警和应急所需的资金、装备、通讯、人力资源、技术开发等予以保障,并规范必要的宣传、培训、演练与督促检查。同时,根据有关法律规

定,造成的直接损失与中长期环境影响进行调查评估,认定并追究责任。对在事件的应急中有突出贡献者予以奖励,对玩忽职守、违法违规者予以惩处,及时总结经验教训,改进工作。

8 结 语

本文基于针对东江的设计经验,对流域水质安全事件应急体系设计的内容与方法作了一个概括的总结。不同流域其预案设计的要求可能会各不相同,本文的思路还有待同行在实践中不断加以检验和丰富。任何一个预案的设计本身也需要根据情况的变化在实践中不断随时修改完善。

参考文献:

[1] CROOKS E. A review of major incidents and their consequences [J]. Loss Prevention Bulletin, 1992, 115:16-28.
[2] REGENSEN P L, BENDER K. Review of environmental accidents and incidents[J]. Water Science and Technology, 1994, 19(3):165-172.
[3] UNEP. Awareness and preparedness for emergencies at local level[R]. Nairobi :UNEP, 1988.
[4] 郭振仁. 环境污染突发事件防范与应急技术体系[J]. 中国科技成果, 2007(9):21-23.
[5] OECD. OECD guiding principles for chemical accident prevention:preparedness and response[R]. Paris :OECD, 1992.

(收稿日期 2007-10-22 编辑 徐娟)

(上接第 24 页)

新开耕地(HM1)			荒地(HM2)		
岩性	深度/cm	含盐量/%	岩性	深度/cm	含盐量/%
细砂	0~10	0.662	亚砂土	0~10	11.816
细砂	10~20	1.046	亚砂土	10~20	7.084
细砂	20~30	0.444	亚砂土	20~30	1.716
细砂	30~50	0.230	中粗砂	30~50	0.380
细砂	50~70	0.474	中粗砂	50~70	0.088
细砂	70~100	0.188	中粗砂	70~100	0.060
亚黏土	100~150	0.144	亚黏土	100~150	0.028
亚黏土	150~200	0.300	亚黏土	150~200	0.068
亚黏土	200~250	0.340	亚黏土、中粗砂、亚砂土	200~250	0.096
亚黏土	250~300	0.346	细砂	250~300	0.038
亚黏土	300~370	0.386	细砂	300~350	0.144
			细砂	350~400	0.034
			细砂	400~450	0.046
地下水位埋深/m	3.70		4.25		
地下水矿化度/(g·L ⁻¹)	4.848		0.317		

已将历史时期积累在土壤表层的大量盐分排出农田,作物耕作层下部和下伏地下水含盐量较低。而开垦初期未经历水平排水排盐过程,直接采用竖井灌排的哈密市典型地段,历史时期积累在土壤表层的盐分随地下水位下降而被淋洗到作物耕作层以下土层和地下水中,对地下水水质构成威胁。因此,在改良利用内陆干旱平原区盐碱地时,应在开垦初期进行水平排水排盐,将历史时期积累在土壤表层的大量盐分排出农田,以实现盐碱地改良利用的可持续发展。

参考文献:

[1] 董新光,姜卉芳,邓铭江,等. 内陆盆地的盐分布与平衡分析研究[J]. 水科学进展, 2005, 16(5):638-642.
[2] 董新光,邓铭江,周金龙,等. 论新疆平原灌区土壤盐碱化与水资源开发[J]. 灌溉排水学报, 2005, 24(5):14-17.
[3] 董新光,周金龙,陈跃滨. 干旱内陆区水盐监测与模型研究及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007:65-69.

(收稿日期 2007-09-24 编辑 徐娟)