

水体污染事故调查采样的应用方法探讨

潘晓忠¹, 阮丽芳²

(1. 温州市环境监测中心站, 浙江温州 325005;

2. 杭州市萧山区环境监测站, 浙江杭州 311203)

摘要: 本文主要讨论如何利用监测手段调查污染事故。首先简要概述了污染事故调查的情况, 再分析了污染物扩散模式, 最后提出了调查的基本方法。

关键词: 污染事故; 调查; 方法

中图分类号: X830.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2012)01-0061-04

本文主要探讨发生事故时, 如何采用监测手段调查污染来源。对于未明原因的污染事故, 如何确定污染来源, 找出污染企业。对于明确污染来源的紧急环境事故, 如何采样才能保证监测数据最能代表污染程度。

1 污染事故调查的现状概述

目前国内污染事故调查常用的手段包括卫星遥感技术、地理信息系统(GIS)、地理信息与专家系统(GIS/ES)、可视化的地理信息系统(Mapinfo)。卫星遥感技术利用卫星对颜色、浑浊度、叶绿素等指标的感应反馈信息监控水质状况的变化。GIS、GIS/ES、Mapinfo等都是基于数据库的管理系统。刘颖提出的最优搜索理论, 是建立在基础环境调查上建立的运筹学模型。何进朝等人提出根据现行监测断面布置测量水质数据, 发动人工搜查, 逐河段排除的搜索方法。还有在流域范围设置大量监控摄像头, 监控水面变化情况。以上手段, 有的需要环境调查信息做基础, 有的需要大量投资以及后续维护, 可以作为长期目标。这些手段也只针对大江大河, 不适合小河流、小区域调查, 也不适合目前现状。

突发性水污染事故往往具有时间、地点、事故水域性质、污染源、危害程度等方面的不确定性、流域性、处理的艰巨性、影响的长期性、以及应急主体不明确等特点。污染源事故调查还必须在有限的时间, 尽快查明原因, 消除污染, 惩处污染企

业。因此调查人员必须具有时间紧迫感。采用何种手段调查污染事故原因, 就成了关键。

2 污染事故的基本情况

2.1 污染事故的发现来源

污染事故发生时, 反馈信息主要来源于群众举报和常规监测发现。群众举报包括直接举报污染源, 如工厂意外事故、化学品运输事故、违法排放。举报污染现象, 如河水变色、浑浊、生物死亡、恶臭、水温升高等。常规监测发现主要源于监测断面污染因子异常升高。

2.2 污染事故的发生地

污染事故的发生地包括流速流量大的大江大河、流速缓慢的平原河网、湖泊水库、海洋等水体。不同的水体流速不同, 水体容纳量不同, 污染物扩散模式不同。发生地不同, 意味着污染物浓度衰减、扩散程度不同。

2.3 污染物扩散过程

本节讨论的污染物是指能溶解或呈胶体状态的污染物, 不包括难溶固体或独立的液相污染物。污染物在水体中的输移扩散是一种物理的、化学的和生物学的联合过程。污染物在水中的物理输移过程, 主要包括污染物随水流的推移和混合, 分子运动和紊流引起的扩散, 受泥沙颗粒和底岸的吸附和解吸, 沉淀与再悬浮、底泥中污染物的输送等。除了输移扩散, 部分污染物还会由于化学和生物作用逐步衰减。

2.3.1 河流污染物扩散模式

排入河流的污染物主要呈溶解状态和胶体状

态,个别情况也有固体污染物(主要指可溶解的污染物)。污染物在河流中输移扩散,主要包括移流、分子扩散、紊动扩散和离散等形式。移流就是随着水流方向,以流速为基准的物质输移。分子扩散是由于分子无规则运动引起的,高浓度区向低浓度区的扩散方式。紊流扩散就是流速、压力、温度、浓度差引起的涡漩不规则运动导致的高浓度区向低浓度区的扩散方式。纵向离散是由于断面流速和浓度不均匀引起的。在天然河流中,紊动扩散比分子扩散的作用强烈地多,纵向离散作用又比紊动扩散强地多,因此河流中污染物输移扩散主要由移流和离散起主导作用。

污染物进入河流呈逐步稀释扩散状态,一般可分为三个区段:竖向混合河段、横向混合河段、纵向混合河段。竖向混合河段指排放口到水深方向混合均匀的河段,污染物浓度随竖向、横向、纵向都有明显变化,主要跟流速和水深有关,可为水深的几十倍或上百倍。横向混合河段是指污染物竖向混合均匀后到横向断面混合均匀的河段,污染物在横向和纵向继续扩散,竖向混合均匀。横向混合河段之后就是纵向混合河段,这个河段在水深和横断面上都已混合均匀。通常污染物会在排放口一侧河岸形成一个较长的污染带,然后逐渐扩展到整个河面。

对于流速快、弯道多的河流,局部河道一侧会形成回流。污染物在此处扩散相对较慢。

2.3.2 湖泊水库污染物扩散模式

湖泊和水库水体流动缓慢,处于相对静止状态。水库湖泊水体污染物扩散主要受入库径流的流量及惯性推力、重力引起的扩散运动、风力引起的表层水体紊动、温度变化引起的上下水体对流、地动和月球引力引起的整体紊动、分子扩散等方面的影响,此外还受水库地形地貌的影响。湖泊可以看成是表层溢流的水库。

较浅的湖泊水库水体混合均匀。较深的湖泊水库水体有明显分层现象,分层深度随着季节气候变化而变化,早晚温差大的季节导致表层水温变化大,上层水体相对较厚,而且对流(湍浮力流)比较活跃。同时水温不仅受太阳辐射影响,还受水体浊度、水生植物的影响。⑧根据邓云的研究,深水库一般分为三层——跃温层、等温层、底层。跃温层随外部气象的变化而变化,变化温差梯度大致为 $1.5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$,不同水库有所不同。等温层也随外

部气象变化而变化,但是整个水体温度比较均匀而恒定,层内水体靠对流交换。底层常年变化不大。据二滩水库经验,跃温层深度约为 10 m ,等温层深度约 30 m 。不同层面之间水体污染物交换缓慢。

一般水库分为三个区域——入流区、平缓区、流出区。不同区域污染物扩散模式都有不同。湖泊也可近似分为这三个区域。一般情况污染物都是意外从水体表层进入水库湖泊。对于某些有纳污功能的湖泊,排污管也是从比较上层的水体接纳。

2.3.2.1 浅水水库(湖泊)污染物扩散模式

浅水水库没有明显分层状态。污染物浓度在上下水层之间会逐渐达到均匀。在水库中由于流速比较缓慢,污染物扩散方式主要是紊动扩散。入流区和流出区由于径流的推动,纵向离散也比较明显。污染物在水库中沿径流方向呈带状分布。

2.3.2.2 深水水库(湖泊)入流区污染物扩散模式

污染水体如果来自上游或者入口附近,将会随着径流的惯性推力在表层水体向库区或湖泊中心推进,在某个临界点快速入潜至同温层,在水体下部向流出区推进。水体进入潜流状态是因为污染水体自身比重大,比重变化由温度和污染程度两方面决定。一般在春夏之交由于上游来水温度较库区水体高,进入潜流状态的距离较长。夏秋之际,上游来水温度比库区水体低,进入潜流状态的距离较短。同样污染物浓度和性质导致污染水体比重大的水体较快进入潜流,反之则较慢。还有跟上游水体进入库区的方式也有关联。污染水体进入潜流状态时,会产生反向剪切力,在水面表现为倒流的波浪纹。可以据此判断何时何地进入潜流状态。

2.3.2.3 深水水库(湖泊)平缓发展区污染物扩散模式

如果污染物在该区域进入水体,也主要分布在水体上层,污染物在水库表层沿径流方向呈带状分布。如果污染物来自入流区,则在该区进入潜流状态。潜流层如果处在跃温层,则会在早晚温差变化情况下,逐渐对流扩散到表面;潜流层如果进入等温层或底层,则扩散很缓慢,一直在潜流状态到达流出区。

2.3.2.4 深水水库(湖泊)流出区污染物扩散模式

水库正常出流通常在坝体中部,水层中间,排除底部冲沙、溢洪等特殊情况。出口附近水层形成

主流区,带动附近水体向坝体移动,由于坝体阻挡,在出口四周形成回流,包括水体表面也形成回流区,水呈逆向倒流状态。逆流水和正常上游来水互相冲击会形成漩涡,逆流区域以此判断范围。湖泊可以看成表层出水的水库,出流区域流速加快,污染物扩散接近河流状态。

3 主要工业源的特征污染物

水体主要污染物分10种:需氧污染物、植物营养物、重金属、农药、石油类、酚类化合物、氰化物、酸碱及无机盐、放射性物质、病原微生物和致癌物。为了确定污染源,首先要明确不同企业废水的特征污染物,才能有目的地监测相应指标,以区分污染物来自哪个企业。

4 调查的基本方法

4.1 调查分析污染现场

突发性污染事故的应急监测是一种特定目的的监测,它要求监测人员在第一时间到达事故现场,用小型便携、快速检测仪器或装置,在尽可能短的时间内判断和测定污染物的种类、污染物的浓度、污染范围扩散速度及危害程度。到达现场后,首先观察水温、水的颜色、浑浊度、臭味等情况,再观察鱼类等生物死亡情况;其次采用简易方法,包括:溶液比色法、试纸比色法、人工标准色剂、检气管法、环炉检测技术等。通过观察和快速检验,初步判定污染物种类、浓度范围。

4.2 调查分析流域污染企业

根据环境监理日常监管信息,迅速调查清楚污染水域上游沿岸可能会导致污染的企业或交通运输车辆(一般情况,车辆不逃逸的话,是很明确的),掌握各个污染源排放口或污染进入水域发生地,分析判断最有可能导致污染的企业。然后调查相关几个企业的原料、产品、副产品、生产工艺,判断污染物类型种类。最后根据筛选的污染物种类,选择特征污染物,确定检测项目,包括全部企业的污染因子。

4.3 选择监测采样位置

一般情况,污染源排放口或污染发生地都在河流、湖泊、水库岸边,并且污染物进入水域的位置在表层。如果是不溶固体或液相不混合的液体,则直接针对污染物采样。

4.3.1 污染河流监测采样位置

如果污染发生在河流,并且还在持续发生,根据排污口选择多个监测断面,在每个排污口下游都设置监测断面,可以选择下游的竖向混合河段和横向混合河段交接部位(具体长度要依流速决定)作为监测断面,并在断面河流两侧同时采样,注意避开河汊回流水域。在上游清洁水面和污染现象发生地也设置监测断面,在排污口中也采样进行分析,监测断面布置见示意图四。对于河流监测断面的水样,分析所有4.2步骤的污染因子。对于排污口则分析该厂特有的污染因子。

如果污染现象发现时,污染行为已停止,那么竖向混合河段和横向混合河段可能已不存在污染物,污染物只存在纵向混合河段污染现象发生地。

4.3.2 水库湖泊采样位置

如果污染现象只发生在湖库水域中央,那么污染物可能来自入库河流。监测点布置则以污染地为中心,入库径流方向为纵向,相对入库径流垂直方向为横向,布置五个监测点,分别为污染地中心、污染地外围纵向上下游、横向左右侧。监测点位呈椭圆形布置。如果监测点位置为深水位,则同时采集上下层水样。

如果污染现象发生在湖库岸边,向中央扩散,则污染源可能就在上游岸边。除了个别有纳污功能的湖泊,通常污染物都是偷排(未能明确污染物)或事故(明确污染物)进入水域。监测点位以污染现象发生地为中心,沿岸为纵向,垂直方向为横向。监测点位分别为污染地中心,横向离岸污染地外围,纵向为离岸3~5米处,每隔一段距离就布置一点位。如果纵向已经明确污染源进入水域处,则在该处近下游设置监测点。

如果污染现象发生在出流区,则在该区域和出水口下游设置采样点。由于出水口附近存在回流,污染物会迅速混合。采样的时候注意出流区边界,以漩涡为标志。

4.4 筛选判定污染企业

首先对比特征污染因子。根据监测结果,查对异常升高的污染因子,对比沿岸污染企业的特征污染物。如果某污染物为企业所独有,则可确定该企业为此次污染的污染源。

但是有时候水域中的污染物不能区分为某个企业特有的,就难以判定污染企业。这种情况下就要依靠合理的监测断面,利用不同位置断面的污染物浓度差来判断。

根据监测断面的数据来分析,对于还在持续中的河流污染,如果某同一监测断面沿岸两侧的某污染因子的检测浓度值有明显差别,则可判定该污染因子为最近的排污口所排放。最近的排污口有二个或以上相距很近,则要进一步结合企业特征污染物来判定。如果某同一监测断面沿岸两侧的某污染因子的检测浓度值都很低,接近地表水水平,说明此处上游无污染。如果某同一监测断面沿岸两侧的某污染因子的检测浓度值都很高,则说明污染物已经过了横向混合阶段,排污口离监测断面处较远。

当然如果污染行为已停止,污染物已经通过了竖向混合阶段和横向混合阶段,全部进入纵向混合阶段,则已经无法从污染因子浓度差上来判断,同时也无法从特征污染物来判定,那么只能走访群众,调查污染发生时间情况,依据流速等其他手段来判定。

在湖泊水库方面,入流区和出流区监测主要是检查下污染程度。如果污染物来自上游河流,污染现象发生在入流区,可以用河流的判定方法来判定。如果污染发生在出流区,由于该区域面积不大,可以直接调查。在湖泊水库的平缓流动区,如果污染现象只出在中央水域,则污染物还是来自入库径流,通过监测分析污染程度,污染面积形状,也就是带状污染的方向来判定来自哪条径流,调查污染源则可根据河流的方法。污染水体从岸边向湖泊水库中央扩展,则可清楚污染来自沿岸某处,根据 4.3.2 的监测断面选择,利用浓度变化

区间,可以判断污染源在哪个区域。对于已经明确污染源位置的,则直接取证,监测浓度和污染范围。

5 后记

如何分析污染现象,准确调查到污染源,对于环境管理是个很重要的事情。因为既然是污染调查,必然要涉及到行政处罚,做出执法行为。这就要求调查取证要科学、严谨、认真,因此我提出了个人的看法,供大家参考。

参考文献

- 1、《环境保护通论》中国环境科学出版社 刘天齐主编 1996.12;
- 2、《废水处理理论设计》中国建筑工业出版社 张自杰主编 2003.2;
- 3、《基于最优搜索理论的流域事故性污染源搜索方法研究》西南交通大学 刘颖 2007.12;
- 4、《突发性水污染事故预警应急系统构思》何进朝,李嘉 水利水电技术 第 36 卷 2005 年第 10 期;
- 5、《河流中污染物输移扩散规律的模拟研究》哈尔滨工业大学 张秋燕 2006.6;
- 6、《二维扩散方程计算潮汐河流纳污物分布》珠江流域水资源保护局 郭建中 黄爱珠 人民珠江 1997 年第四期;
- 7、《突发性污染事件应急处置工程》化学工业出版社 奚旦立主编 陈季华 副主编 2008.10;
- 8、《大型深水库的水温预测研究》邓云 四川大学博士论文 2003.10;
- 9、《水库水动力学特性及污染物运动研究与应用》李志勤 四川大学博士论文 2005.4;