陆地水质监测的发展轨迹对我国海岸带水质监测的启示

李慧青，杨鹏程，王宁，王强，冯林强

（国家海洋技术中心　天津　300111）

摘要：文章回顾陆地水质监测的发展背景，梳理了其监测的技术发展进程，浅析了监测系统功能发挥的成功与失败，介绍了美国海湾生态监测的经验教训。结合如何高效强化我国水域生态监测的方式方法问题的梳理，提出高效率、低成本监测海岸带水质状况的理念与方案。

关键词：海岸带；水质监测；在线监测；信息产品

中图分类号：P74　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1005－9857(2015)08－0107－04

海洋生态监测不同于水文气象监测，某些监测参数的监测成本较低，技术也比较成熟，如电导率、溶解氧、叶绿素、有色有机物（CDOM）等；而一些反映污染状况的参数，如总磷、总氮、BOD、COD、重金属、聚芳烃 PAHs 等几乎没有低成本的监测方式。如何用较低的监测成本获得有用的生态状况数据，指导海岸带的管理，将是我国海洋环境保护和生态修复面临的巨大技术挑战。

我国陆地水质监测已经有了很多年的实践和相对成熟的技术体系。研究陆地水质监测体系的发展轨迹，分析其经验教训，对确立海岸带的监测方案是有益的。即便在各种技术都比较成熟的美国，其海岸带环境监测发展状况也是一波三折，因此借鉴美国等海洋强国海岸带监测的经验教训也会对我们大有裨益。

1　我国陆地水质监测发展状况

1.1　水质监测的初始状况

我国的水质监测工作初级阶段为 1956－1970 年，主要任务是收集江河天然水质资料，监测天然水化学成分。传统的水质监测工作主要以人工现场采样、实验室仪器分析为主。

1.2　历史事件对监测的推动

1972 年，官厅水库上万条鱼死亡的事件，使政府意识到水资源受到人类活动的强烈干扰，为此成立了保护环境机构，后来成为正式部委——环保部。至此，和水有关的机构陆续介入了针对污染开展的水质监测。水质监测通常半年或几个月进行一次，且各机构的监测目标有所不同。环保部监测目标为废水污染源监测和地表水质监测；水利部监测目标为水源地水质监测；住建部监测目标为自来水行业水质监测，对象为水源水、净水构筑物出水、管网末梢水、二次供水。

我国目前已经建成了以 350 余个水环境监测中心为核心，3 000 多个各类水质监测站点为基础，覆盖全国江河湖库及各大流域水质的网络体系[1]，并且已有近百家规格较高的水环境监测中心实验室顺利地通过了国家级计量认证系统。

1985 年发生了 4 起水源污染事件，严重危及了居民饮用水安全，此时人们开始关心国外的在线水质监测技术。自 1998 年，水质自动监测站有了较快的发展，到 2002 年已在重点流域建成 42 个水质自动监测站，由国家财政投资建设的水质自动监测站已有 70 多个[2]。2005 年，环保部门试图用自动水质监测系统，遏制污染排放[3]。2007 年开始，国家财政设立了制度性的水质督察经费支持全国城市供水水质监管，有效推动了各地的水质监管工作。

根据环保产业协会数据，2009 年，废水污染源在线监测行业市场规模 6.8 亿元[4]。2009 年开始，各地环保部门也陆续开始针对本地区省控、市控污染源企业安装在线监测系统，以加强地区排污的监控力度，监测参数主要是 COD、氨氮、pH 值、溶解氧、流量、浊度、水位等。2009 年，地表水质在线监测行业市场规模 3.64 亿元，比

废水污染源在线监测小。

1.3 成功案例

评价在线监测系统有效性的标准应该是:经过短时间的数据采集,水源地和企业排放水的水质信息就可发送到环境分析中心的服务器中。一旦观察到某项指标发生异变,环境监管部门就可以立刻采取相应的措施,取样具体分析。依托大范围的监测网络,用收集到的监测数据进行数值模拟,快速确定目标区域的污染状况和发展趋势。

从已经发表的文献中,可以找到一些水源地监测的成功案例。

2011 年 7 月,抚顺小孤家水库监测站出现挥发酚超标报警,管理部门立即将自动采样器里的水样送到实验室进行化验,化验结果发现挥发酚的确严重超标,有关政府立即责令相关部门对上游所有排污口进行排查,结果发现是一重金属矿业企业排污口挥发酚超标,立即对该排污口进行了关停,并及时采取相关的治理措施,从而及时有效地遏制了一起重大水污染事故的发生,为水源水质安全防护提供了有力的技术支持[5]。

我国在线监测存在的问题是,监测设备选用的基本都是国外进口的,一些相关的耗品备件及试剂供货周期比较长,必须提前订购。所以每年年初都对所有监测站的耗品备件及试剂进行采购,确保系统连续不间断运行。由于依赖于人,运行、维护费用高。现有的在线监测系统还不能监测重金属和很多有机污染物。

事实上,很多在线监测系统的工作人员常常根据溶解氧和电导率来判断水质是否异常。如果没有取样到实验室分析,对水质污染引发饮用水安全、水生物生存危机到什么程度几乎一无所知。

因为一般的在线监测不能给出水质的确切污染程度,因此,国家水体污染控制与治理科技重大专项开发了饮用水水质在线监测系统[6],利用紫外可见全光谱技术、离子选择性技术、氧化还原电位技术、荧光淬灭技术和化学计量学技术等,构建免试剂水质在线监测系统,可实现水体中的 TOC(总有机碳)、COD(化学需氧量)、NO_3—N、浊度、氨氮、pH 值、溶解氧、电导率等多个一般性水质参数的在线监测。通过建立典型渐变性水源水质变化模型,对普通污染进行预测预警。通过发光细菌法(费希尔弧菌)的在线水质毒性监测,对污染事件、慢性中毒事件、人为投毒、交通运输有毒物质倾覆泄漏等引起的急性中毒事件及重大水污染事件给出预警信息。

目前,只有这套系统给出了水体逐渐变质和急性变质的预警信息。只是在线水质毒性监测成本很高且技术没有完全过关。

1.4 监测系统的失力表现

2005—2010 年期间,经环保部门处理的事故每年平均达 140 多起[7]。2013 年的数据表明,全国十大水系水质一半污染;国控重点湖泊水质四成污染;31 个大型淡水湖泊水质 17 个污染;9 个重要海湾中,辽东湾、渤海湾和胶州湾水质差,长江口、杭州湾、闽江口和珠江口水质极差[8]。尽管水质在线监测和应急监测设备发展迅速,在水环境监测和城市供水中也有大量应用,也丝毫无助于提高我国地表水的健康状况。每年的污染事件(自然灾害、交通事故,生产事故、违规排放等引发的污染)中,违规排放一直保持 50%以上的比例,其次是生产事故[9],这足以说明水体的健康不在于监测系统的多寡问题,人的不负责任和低成本违规才是根本问题。

1.5 监测系统不起作用的原因分析

监测系统不起作用的原因有两个方面:监测系统设计和发挥监测数据的体制。

1.5.1 监测系统设计

监测系统按监测时间间隔可分为 3 种:① 定期取样监测(一个月,半年等);② 定时在线监测(1 h,3 h 等);③ 根据报警随时快速监测。从成本上讲,在线监测成本是很高的,但如果具有水质异常报警功能,为了喝到“放心水”,成本高也可会在所不惜。如果水质已经有毒性,在线监测还是没有反应,那这种在线监测的作用何在?或者说,只能报道水好些或差些,但都能喝,其价值就要大打折扣。因此,现有监测系统正常运行,而发挥的作用和取得的效果是否匹配很值得商榷。

有些在线监测系统可测很多参数,其中用来炫耀系统高端的大都是成本很高的参数,如总磷、总氮、酚等。系统建成后,因为长期没有超标数据可读,或运行资金投入没跟上,就成为一种摆设。目前在国外,成本很高的参数主要用来监测生产工艺过程,用来监测水质健康状况的报道几乎看不到。

1.5.2　发挥监测数据的体制

数据是用来为管理服务的。围绕污染问题，管理工作应包括：① 在重要的点位设定长期或短期的在线监测，堵住污染排放，对堆放在水源附近的有毒物质及时清理。如果企业买了监测仪器只是为了应付管理部门检查，结果就是一种欺骗。② 我国的污染物暗中排放现象还很严重，需要管理部门主动排查污染源。定期用低成本的取样分析，监测一定距离间的水质状况差别，足可以发现存在的隐蔽污染源。现实情况是为了经济发展，很多人会睁一眼、闭一眼，如此再准确的监测数据也毫无意义。③ 污染事件发生后，需采用在线监测不具备的应急监测手段，激活相应级别的应急预案。但我国应急监测准备相当不足[9]。常常只有省级应急中心有准备，而地市级已经很少了，一旦出现事故，省级的应急中心也未必能及时到现场。

最主要的是，监测数据应该具有法律意义。这不仅需要技术来解决，更需要体制来解决[10]。有关专家指出[3]：单纯强调水质监测有点本末倒置，因为并不是水质监测能力不足导致水源污染，也并不是有了监测就可以高枕无忧。加强水源地的环境保护、严惩污染肇事者才是根本。

2　美国的海岸带监测

投资大、收获小的监测活动在美国也曾发生过。20 世纪 70 年代美国经历着严重的水质污染，也到处监测污染状况，包括海岸带。

1991 年，美国国家研究委员会、国家科学院、国家工程科学院共同组成专家组对年耗资（1990 年）1.3 亿美元的美国近岸水域环境污染监测进行了详细地评审，并发表了两份重要的研究报告，主要结论令人震惊：38 年海洋环境监测投资约 30 亿美元，所获能用于环境决策管理的信息很少，38 年的监测数据库仅是一个“数据库”，投入与产出比例严重失调[11]。

具体表现为：① 监测仅仅生产了一个数据库的原因是：海域的监测部门并无环境保护管理职能，而有管理职能的部门不负责监测，当然也不知道用监测数据制作海洋环境污染信息产品，为管理环境服务。而已经建立起来的监测系统不会停下来，就一直生产着大量无人处理的数据。② 在特定水域内，用完善的监测计划和现代化的分析手段实施高密度监测，却忽略了大周期影响因素，后发现高密度监测意义甚微。③ 大量数据的监测忽略了各种污染物质背景值、标准值，没有把监测方式建立在对海区污染物变化规律研究的基础上。④ 资金投入不合理，大量投入在监测采样技术和实验室分析设备上，而热点海域的研究和数据加工缺乏投资。

现在美国海岸水质环境的日常监测仍保持着，但大部分是采样监测，主要由地方和行业投资和管理，国家只是督促地方在限定时间内提高水质到一定程度。

3　对我国海岸带生态监测的思考与建议

国家级海岸带生态监测应围绕两个目的：① 了解海岸带健康状况和发展趋势，为国家制定中长期环境政策提供依据，为将来开发生态模型提供数据；② 为防止跨地区海岸带受突发污染破坏而建立的防范性观测。

公用海域里的海岸带健康状况监测在海洋强国已经很普遍，大部分都是在一定周期内进行取样监测。常常是国家委托地方做代表性站点监测，地方负责针对污染源的监测。跨地区防范性监测由国家组织资源，而监测参数是以水文气象观测参数为主，如美国目前在墨西哥湾的集中监测。小规模的防范监测主要是企业排水口的监测，在环保法律健全的国家，这种监测已经成为生产企业的自愿安装设施。

3.1　监测目标与监测系统的设计

环保部、水利部、住建部有自己特有的监测目标。作为海洋管理部门没有像环保部那样有监测、限制污染源的职能，没有像水利局、住建部那样有承担居民饮水的安全责任，所以海洋监测的目标绝对不能是简单重复别的部门的工作。海洋管理部门应有自己的独特目标。

3.1.1　做好应急监测准备，尽力减小污染造成的经济损失

为意外事件作准备是减少损失的最佳途径，即使将来法律法规都已健全。海洋管理部门可将陆地和海上的意外事件应急准备和相应的灾害预测作为自己的监测目标。海流研究部门开展不同尺度下点源、非点源污染综合模拟分析，

预测环境灾害，开发操作性强的预测环境灾害信息产品。重点研究区域可以是我国海上作业繁荣的地区。

及时判断生态危害程度，是判断激活应急预案级别的重要依据。因此，应积极开发快速检测技术，开发污染物流向预测与处理技术与软件，为周围的财产与生命安全提供及时的预警信息。

3.1.2 升级水文气象观测系统，健全全国生态观测系统

在我国已有的水文气象（岸基观测站、浮标、海上建筑）固定平台上，添加自动测量生态参数的传感器，构成海洋生态环境自动观测系统是完全可行的。

欧盟的 FerryBox 系统是一种船载在线监测工具[12]：① 可为较复杂耗能的传感器提供足够的能源（与浮标相比）；② 传感器免受风吹雨淋盐侵；③ 船到港口后得到维护，费用少；④ 可得到断面信息，而浮标仅得到点的信息。我国要实现船载在线监测，在技术上几乎没有什么困难。我们只要考虑建设 FerryBox 维护运行系统，就可以低成本获取大面积海域生态数据，融合固定观测站点数据和 FerryBox 线数据，基本上就可以确定我国近海海域的健康状况。

3.2 帮助地方开发低成本生态监测技术

环境问题是一个系统工程。系统的问题，只有用系统的方法来解决。海岸带环境问题也必须由地方政府系统调整经济发展步伐才能完成。2015 年开始实施新的环保法，地方政府会有逐步改善环境的指标需要完成，为完成这些指标，需要地方政府做很多工作，治理的同时需要监测，以了解治理现状和发展趋势。

欧、美国家已经开展使用生物标志物确定生态状况，确定预警信息。海洋研究单位可以向地方推荐适合当地的生物标志物监测方法。

3.3 深入研究海水自净能力，为提高监测系统效率奠定理论基础

海洋对于各种污染物的自净能力是不一样的。美国当年对向海水排放的标准一刀切，结果造成大量资金浪费。我国应该吸取经验教训，不再采用全国统一监测模式，而应针对当地的排放特征和当地海洋生态特征做出细致研究，制定对经济发展有利的向海水排放的排放水标准。

如水中的磷、氮、硅等，在缺乏营养的水域是营养物质，渔民从不反对陆地的营养物质排放。目前，在海洋酸化问题上，一直有人认为铁可以帮助海水从大气中吸收更多的二氧化碳，所以，没有必要一定按照现有的国标限制铁的合理排放。

3.4 开发监测信息产品，为海洋经济服务

2015 年，新的环保法开始实施。届时严格的法律法规将改变很多企业的命运或者管理习惯。由于国家海洋局系统拥有大量的历史监测数据，可以充分利用这些数据，开发海洋管理信息产品，指导海岸带管理部门实现科学执法。

参考文献

[1] 李健，胡笑妍．地表水环境监测进展与问题分析[J]．科技资讯，2013(16)：125－126.

[2] 高娟，华珞，滑丽萍，等．地表水水质监测现状分析与对策[J]．首都师范大学学报：自然科学版，2006，27(1)：75－80.

[3] 赵旭雯，张敏芳．水质监测技术及问题处理讨论[J]．水工业市场，2012(5)：7－21.

[4] 中国环境保护产业协会环境监测仪器专业委员会．我国环境监测仪器行业 2009 年发展综述[EB/OL]．(2012－03－07)[2014－11－19]．http://www.Caepi. org.cn/p/1514/26149.html.

[5] 吴长宏．水质自动监测系统在保障城镇供水安全中的应用[J]．科技推广与应用，2013(6)：54－56.

[6] 张宏建，张光新，侯迪波，等．水质安全评价及预警关键技术研发与应用示范[J]．给水排水，2013，39(6)：23－27.

[7] 何琴，桂萍，李宗来，等．水质监测关键技术及标准化研究与示范[J]．给水排水，2013，39(6)：9－12.

[8] 北京日报．全国十大水系水质一半污染 扭曲义利观成主因[EB/OL]．(2014－11－19)[2014－11－19]．http://news.xinhuanet.com/politics/2014－11/19/c_127226390.htm.

[9] 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)：84－90.

[10] 乔刚．我国水质监测制度的缺陷及其完善[J]．行政与法，2004(3)：119－121.

[11] 宋春印，范志杰．美国海洋环境污染监测面临的问题及其对策[J]．环境监测管理与技术，1994，6(3)：60－61.

[12] Petersen Wilhelm. FerryBox－Continuous and automatic water quality observations along transects[EB/OL]．(2009－04－15)[2014－11－10]．http://www.marbef.org/wiki/FerryBox_－_Continuous_and_automatic_water_quality_observations_along_transects.