

长江流域水环境监控体系配置及其关键参数选择原则

程 刚, 夏建新, 于 良

(中央民族大学环境科学系, 北京 100081)

摘 要: 在分析长江流域水质污染现状和自动监控系统的配置现状基础上, 针对长江流域需要监控的水域, 提出了适合长江流域的国家、省、市三级自动监控体系。最后, 提出了水质常规监测站的参数配置原则以及应急监测参数配置原则。

关键词: 水环境; 远程监测; 选址; 参数

中图分类号: X832

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2012)-06-0001-06

The Configuration of the Real Time Water Quality Monitoring System and the Selection Criteria of Key Parameters of Yangtze River

CHEN Gang, XIA Jian-xin, YU Liang

(College of Life and Environmental Science, Minzu University of China, Beijing 100081, China)

ABSTRACT: Based on the analysis of the current situation of water pollution and the configuration of real time water quality monitoring system, this study discussed the water areas that need to be monitored, and established three levels of automatic monitoring system including the nation level, province level and city level. At last, this research presented the principles of parameter selection at normal monitoring station and the principles of parameter selection at emergency monitoring station.

KEY WORDS: water environment; real time monitoring; site selection; parameter

长江流域总面积 180 万 km², 干流长约 6 300 km, 横跨中国东部、中部和西部三大经济区共计 19 个省、市、自治区, 最终汇入东海。长江沿岸以重化工为主导的产业结构使流域水环境安全面临着日益增大的压力和风险。目前形成了近 600 km 的岸边污染带, 其中包括 300 余种有毒污染物。这些污染物排放到长江, 对沿岸居民的饮水安全、水生态环境等构成严重威胁。水质自动监测作为常规监测的重要辅助手段, 可实时监控流经监测断面的污染物通量和突发性变化, 为流域污染防治决策和监督管理提供依据。目前, 长江流域已建有一定数量的水质自动监测站, 但在监测体系配置和监测参数选择等方面还存在不少问题。主要包括监测站数量过少, 监测参数单一; 已有监测站主要由环保部负责监测, 未能建立从国家到地方不同层面监测站之间相互配合的立体化监测体系。因此, 笔者主要探讨适合长江流域的自动监测体系配置和关键参数的选择原则。

1 长江流域水质监测现状

1.1 长江流域水质现状

长江流域总体水质良好, 干流水质优于支流。主要超标项目为氨氮(NH₄-N)、总氮(TN)、总磷(TP)、五日生化需氧量(BOD₅)、高锰酸盐指数(COD_{Mn})、化学需氧量(COD_{Cr})和粪大肠杆菌等。部分河段(如香溪河)以及湖泊存在显著的富营养化现象, 并呈进一步加剧的趋势。表 1 为 2006—2010 年长江流域部分湖库富营养化状况, 表 2 为 2006—2009 年长江流域主要水功能区水环境质量状况。

收稿日期: 2011-09-26; 修订日期: 2011-11-07

基金项目: 水利部公益性项目(200901013); 教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-08-0597)。

作者简介: 程刚(1987—), 男, 硕士, 从事环境监测与管理研究。

表1 2006—2010年长江流域部分湖库富营养化状况

湖库名称	营养状态	水质类别					主要污染指标
		2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	
鄱阳湖	轻度富营养	V	IV	IV	IV	V	TP、TN
太湖	轻度富营养	劣V	劣V	劣V	劣V	劣V	TP、TN
巢湖	西半湖中度富营养	V	V	V	V	V	TP、TN、石油类
	东半湖轻度富营养						
滇池	草海重度富营养	劣V	劣V	劣V	劣V	劣V	TP、TN
	外海中度富营养						
洞庭湖	中营养	V	IV	V	V	劣V	TP、TN
丹江口水库	中营养	III	III	IV	IV	IV	TN

注:资料来源于中国环境状况公报(2006—2010年)。

表2 2006—2009年长江流域主要水功能区水环境质量状况

河流或河段	水功能区类型	水质类别				主要超标项目
		2006年	2007年	2008年	2009年	
通天河	一级水功能区			I		—
金沙江	一级水功能区			I ~ II		镉、锌
	二级水功能区			I ~ IV		石油类
雅砻江(长江支流)	一级水功能区	II	III	I	II	—
赤水河(长江支流)	一级水功能区			I、IV		挥发酚
岷江(长江支流)	一级水功能区	II	I	I	III	NH ₄ -N
	二级水功能区			I ~ V		挥发酚
沱江(长江支流)	二级水功能区		II ~ 劣V(III为主)			DO、COD _{Mn} 、NH ₄ -N、BOD ₅
嘉陵江(长江支流)	一级水功能区		I、II			石油类
	二级水功能区		I ~ IV(II为主)			—
	一级水功能区		I、II、IV			石油类
乌江(长江支流)	二级水功能区	II 劣V	I ~ III 劣V	III 劣V	III 劣V	DO、NH ₄ -N、COD _{Mn} 、 BOD ₅ 、氟化物
汉江(长江支流)	一级水功能区			I ~ IV		石油类、NH ₄ -N
	二级水功能区		I ~ 劣V(劣V为主)			NH ₄ -N、DO、COD _{Mn} 、 石油类、BOD ₅ 、挥发酚
湘江(入洞庭湖)	一级水功能区	II	II	I、II	II	重金属
	二级水功能区	II、IV	I ~ 劣V	I ~ III	I ~ III	NH ₄ -N、BOD ₅ 、 挥发酚、石油类
沅江(入洞庭湖)	一级水功能区			I ~ IV		石油类
	二级水功能区			I ~ IV		石油类
澧水(入洞庭湖)	二级水功能区			I ~ III		—
资水(入洞庭湖)	一级水功能区			I、II		—
洞庭湖区	一级水功能区	III	III	II	II	TP、TN、COD _{Mn}
赣江(入鄱阳湖)	一级水功能区			I ~ III(II为主)		—
	二级水功能区			I ~ 劣V(II为主)		NH ₄ -N

注:数据来源于长江水文局水资源监测水质简报(2006—2009年)。

1.2 水质自动监控系统配置和参数选择现状

中国在水质自动监测站的建设方面尚处于起步阶段。目前负责建设自动监测站的主要有环保部和水利部。环保部在长江流域建设有自动监测站19个(太湖流域7个),另外新建的有赤水市鲢鱼溪、岳阳市鹿角、常德市坡头、常德市沙河口、益阳市南嘴、益阳市万家嘴、鄂州市七星、九江市都昌等监测站。省环保厅建设的自动监测站数量相对较多,其中太湖流域数量最多,管理也较为集中,目前投入社会化运营的有68个自动监测站。监测项目包括五参数、 COD_{Mn} 、总有机碳(TOC)、 $\text{NH}_4\text{-N}$,湖泊水质自动监测站还包括TN和TP。部分监测站还监测挥发性有机物(VOCs)。水利部在长江流域只有3个自动监测站,分别位于汉口、宜昌兰陵溪和仙桃市,且都处于试运行阶段。监测的参数主要有五参数、 COD_{Mn} 、TOC、DOC、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、硝酸盐氮、TP、TN、叶绿素a(chl-a)、藻蓝素。

自动监测站存在的主要问题包括:(1)监测站数量过少。相比美国100多万个自动监测站,中国监测站的数量仍然偏少,远不能满足日常监测任务。(2)监测站分布不均,无法全面了解长江水质情况。目前监测站主要分布在干流,对支流的监测几乎空白,而支流的污染程度很可能比目前已知的情况更严重。(3)已建监测站种类和监测参数单一,未能构建多层次多功能的水质监测网络体系,因此无法突出监测重点,难以满足监测需求。

2 长江流域水质自动监控体系配置

为保护长江水质,实现对全流域水质的在线监控,必须在流域内各类水域建立自动监测站,并对监测站实行分级管理,建立起国家、省、市三级长江流域自动监控体系。

2.1 自动监测站的选址

自动监测站必须建在具有代表性的水域,监测结果能为该水域水环境保护提供重要依据。根据长江流域水环境特征,应在以下水域建立自动监测站。

2.1.1 省、市、县边界

近年来,跨界的河流污染正呈现出日益严重和扩大的趋势。而区域跨界水污染矛盾成为水污染中最突出的矛盾,并由于长期无法得到解决,而演化为跨界水污染纠纷与冲突,影响社会稳定与发展^[1,2]。在区域边界建立自动监测站有助于明确

责任和义务,避免跨界排污现象的发生,因此,需要对省、市、县的边界进行监测。

2.1.2 城市集中式饮用水水源地

城市集中式饮用水水源地水质面临着不断恶化的趋势。近年来,长江重大水污染事件发生的频率及规模均有所增加,对沿岸城市水源地水质的安全构成了极大的威胁。如2007年,太湖蓝藻暴发,造成了无锡市200万居民的供水危机^[3]。因此,必须对各级城市水源地水质展开监控,建立城市水源地自动监测网,为城市居民饮水安全竖起一道保护墙。

2.1.3 湖泊、水库

长江流域拥有众多湖泊和水库,近年来水质呈恶化趋势。2005年流域内10个重点湖泊仅有泸沽湖整体水质达到Ⅲ类,其他湖泊都出现部分水质劣于Ⅲ类的情况。湖泊、水库因流速缓慢,氮磷一旦输入,很容易发生积累,导致水华暴发,直接威胁到周边居民的供水安全和水生态安全。因此,应在各大湖泊、水库建立自动监测站。

2.1.4 支流出口

长江流域支流众多,其中多数已不同程度受到污染。如四川的沱江,武汉的巡司河、府河,南京的秦淮河及一些二、三级支流如襄樊的小清河、宜城的蛮河等污染均已十分严重^[4]。支流出口的水质对干流具有十分重要的影响,然而目前仅有极少数的支流在出口有自动监测站。因此应当对各级支流出口的水质进行监测。

2.1.5 入海口

长江入海口地处中国经济重地,迅速崛起的都市及快速发展的工农业造成了严重的水污染问题。污水来源极其复杂,包括工农业废水、城市生活污水、船舶油污等。同时长江口河段属于海陆双相的潮汐河段,北支盐水倒灌南支及盐水上溯,使得上海及江苏省部分地区面临淡水资源短缺的问题。长江口河段水环境形势十分严峻,水环境恶化的范围不断扩大,程度不断加剧,危害也在不断加重^[5]。加强对长江口的水质监测刻不容缓。

2.2 自动监测管理体系配置

长江流域应建立国家、省、市三级水质自动监测管理体系(图1),根据监测目的、监测水域的重要性以及管理的便利性对自动监测站进行分级管理。环保部负责省界、国家重点饮用水水源地和跨省水源地、国家重点湖库和跨省大型水库、一级支

流出口、长江入海口的监测。省环保厅负责市际边界、省重点饮用水水源地及跨市水源地、省重点湖库以及跨市湖库、二级支流的监测。地市环保局负责县际边界、各县市饮用水水源地、城市湖库以及三级支流的监测。环保部负责的监测站委托县区环境监测站参与日常维护。省环保厅和市环保局的监测站委托托管站或者第三方来进行日常维护。环保部、省环保厅以及市环保局负责发布管辖水域的监测数据。

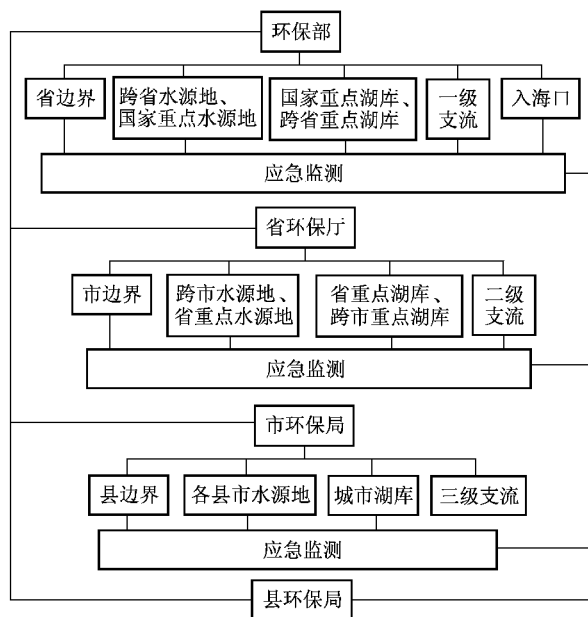


图1 水质自动管理体系

在应急监测方面,中国预警水平还比较低,因此应加快构建针对各流域的预警系统,及时预报泄露事故、工业事故、运输事故等事故性污染风险^[6]。在应急监测网络建设中,应充分发挥市环境监测站的作用^[7]。污染发生时,市环保局应在县环保局的配合下及时赶赴现场开展监测。在遇到省属水域或者市环保局无力应对的污染事件时,由省环保厅参与监测。在遇到环保部所属水域以及省环保厅无力应对的污染事故时,由环保部参与监测。

3 长江流域水质参数选择原则

监测参数可分为常规参数和特征参数。在实际参数选择中以水质监测的管理需要为出发点,根据监测水域及监测目标的不同并结合当地水质特点来确定参数。

3.1 常规参数

常规参数能反映监测水体的基本状况,是水质

研究的基础,在各类水体中都应当监测。常规参数包括流量、五参数、有机物类、富营养化类等。

3.1.1 流量及五参数

中国目前对 COD、TN、TP 等污染物实行总量控制,而流量是总量控制的关键因素。五参数包括水温、pH、DO、电导率和浊度,是反映水体物理性质的基本指标,是水质评价的基础。目前,五参数多是整合在一台仪器上进行测量,技术上已比较成熟。

3.1.2 有机物综合参数

有机机会消耗水中的 DO,导致水中缺氧,水生生物大量死亡,水质恶化。最能反映有机物总量的指标是 BOD_5 ,表示能被微生物降解有机物的需氧量。但降解过程缓慢,不适合在线监测使用。故使用 COD 与 TOC 间接表示有机物含量。COD 表示用化学法测定有机物需消耗的氧含量。根据选用的氧化剂不同可分为 COD_{Mn} 法和 COD_{Cr} 法。通常 COD_{Mn} 法适用于测定地表水、饮用水和生活污水。而测定污水、工业废水时采用 COD_{Cr} 法。TOC 表示有机物中碳的含量,可间接表示需氧量。在水体中,根据有机物的不同, COD_{Mn} 与 TOC 都不同程度地接近 BOD_5 ,因此,最好两者都进行监测。

3.1.3 富营养化综合参数

氮、磷是富营养化形成的限制性元素。磷的存在形式主要有正磷酸盐、缩合磷酸盐以及结合有机物的磷酸盐。其中可溶性正磷酸盐是引起富营养化的主要形态^[8]。所有形式的磷表示为 TP,是水质监测中常用的指标。氮的主要存在形式有 NH_4-N 、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮和有机氮等,用 TN 表示。TN 是表示富营养化程度的主要指标。其中 NH_4-N 可以被藻类直接吸收利用,易引起藻类暴发式增长。同时 NH_4-N 本身有一定毒性,因此需将 NH_4-N 列为重点监测指标。 NH_4-N 降解后转化为亚硝酸盐氮和硝酸盐氮,两者的含量能够反映 NH_4-N 的降解程度。

3.2 特征参数

长江流域是中国重要的产业经济带,污染物种类繁多。除常规参数之外,还应根据上游流域内污染源类别选择特征参数进行检测,及时掌握水质变化情况,确保人民群众生命健康。这类参数具有明显的地域性特征,因此不需要大规模配置,只在特定监测站配置即可。表3列举了一些常见的特征参数、污染来源以及需要控制的水体。

表 3 特征参数的特点

参数	监测原因	来源	控制水体
石油类	能损害人体消化系统、血液系统、免疫系统等	船舶含油废水,油船泄漏	航运干线、港口
生物毒性	能引起急性致死和慢性中毒,且能损害后代 ^[9]	化工、电镀、有色金属冶炼或制造、制药、印染、塑料制造等行业废水	城市水源地
挥发酚	能引起急性中毒;长期饮用被污染的水,可引起头痛、出疹、瘙痒及各种神经系统症状	煤气洗涤、炼焦、合成氨、造纸、木材防腐、化工行业的废水	具有炼焦厂、化工厂的城市的城市水源地
叶绿素 a	可了解水中浮游植物的数量以及水体初级生产力,是评价富营养化的重要因子	水生浮游植物	富营养化易发水体
重金属	在水中会发生存留、积累和迁移作用。人牲饮用其污染的水会严重损害生理机能,且无法从体内清除,具有生物富集效应	采矿、冶炼、电镀、石油精炼、钢铁工业、化肥工业等废水,城市生活废水、农业退水	城市水源地、矿区
氟化物	能损伤神经细胞,并能抑制骨磷酸酶、胆碱酯酶等多种酶,影响机体正常的代谢功能。还可沉淀血液中钙、镁离子,使骨骼和牙齿脱钙 ^[10]	地质原因,铝工业、磷酸工业、燃煤发电厂的废水	高氟地区,含铝工业、磷酸工业、燃煤发电厂地区的水源地
氰化物	剧毒,极易被人体吸收,能通过口、呼吸道或皮肤进入人体。急性中毒症状表现为呼吸困难、痉挛、呼吸衰竭,甚至死亡	冶金、化工、电镀、焦化、石油炼制、石油化工、染料、药品生产、化纤等工业废水	工业城市、港口城市的水源地及航运干线
氯离子	具有金属腐蚀性,会对火电厂、自来水厂以及工厂企业的正常生产造成严重影响。高浓度氯离子对有机污染物 COD 的测定影响较大 ^[11]	海水	长江口

3.3 参数选择原则 以及监测站的不同级别而选择,表 4 列出了各类常规监测站应监测的参数。

3.3.1 常规监测站参数配置及原则

监测参数的配置应根据不同水域的监测需求

表 4 常规监测站参数配置

监测级别	行政区边界	饮用水水源地	湖泊、水库	支流	入海口
国家级	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、石油类、挥发酚、重金属、氟化物、氰化物	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、生物毒性、石油类、挥发酚、重金属、氟化物、氰化物	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、Chl-a、重金属、石油类	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、石油类、挥发酚、重金属、氟化物、氰化物	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、石油类、挥发酚、重金属、氟化物、氰化物、氯离子
省级	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、石油类、挥发酚、重金属	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、生物毒性、石油类、挥发酚、重金属、氟化物、氰化物	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、Chl-a、重金属	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、石油类、挥发酚、重金属、氟化物	
市级	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、生物毒性	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、Chl-a	流量、五参数、COD _{Mn} 、TOC、NH ₄ -N、TN、TP、石油类	

此外,还应当根据具体监测断面的污染特点,增加对特征参数的监测。如在贵州等地,水中氟化物含量较高,对当地饮水安全构成了威胁,因此应在这些地区的饮用水水源地增加氟化物这一参数。

3.3.2 应急监测参数配置及原则

在应急监测方面,由于事故发生的突发性和污染成分的复杂性,监测参数应参考上游流域内污染源类别。同时,应急监测不同于常规监测,更应关注于短期内可能造成水质污染的程度,对仪器最低

检出限要求不高,并且要求检测所有可能影响人体健康的物质^[12],因此应选择快速、宽谱、综合的监测仪器。根据这一原则,在应急监测时,首先应在第一时间对水质安全程度进行判断,可采用生物毒性测试仪。其次,应先对重要的污染物类别进行宽谱性检测,以确定污染物的种类,再对具体污染物进行检测。对化学品污染的水域,应检测有毒、有机气体和水中有机物。对气体的检测应采用便携式傅立叶变换红外光谱仪、开放通道傅立叶变换红外光谱仪、气体检测试管、单项或多项目气体检测器。对水中有机物的检测可采用便携式紫外-可见分光光度计、便携式气相色谱、反射式分光光度计、车载式 GC-MS 仪、免疫分析仪、水质检测管。对有重金属和无机化学物质污染水体的检测可采用便携式阳极扫描伏安计,便携式离子色谱、便携式离子计。对有可能暴发藻类的水域应采用便携式藻类分类检测仪。最后,还应对水质的常规参数进行检测,采用的仪器有单项或多项目水质检测器、pH 计、电导率仪、浊度仪、溶氧仪、多普勒流量计、等比例水质采样器等。

同时,由于监测级别差异,经费以及需监测的污染物种类也不同。通常国家和省级的监测项目应尽可能全面,对设备的精确度等要求也应尽可能高。因此,需要配齐上述的各项参数检测设备。地市级和县级的监测站,可以有选择地购置仪器设备。

4 结论

(1) 从水质监测目的性和重要性角度分析了需要监测的水域,建议应当对省、市、县边界,饮用水源地,湖泊、水库,支流出口以及长江入海口等进

行监测,并建立应急监测网。同时,划分了常规监测站和应急监测站的级别,建立了国家、省、市三级自动监测站管理体系。

(2) 提出了常规监测站监测参数选择原则和应配置的参数。在应急监测方面,考虑到突发事故污染物较为复杂,难以确定必须监测的参数,因此应选择快速、宽谱、综合的监测仪器来对各种可能的污染物进行监测。

[参考文献]

- [1] 周海炜,唐震.我国区域跨界水污染治理探析[J].科学对社会的影响,2007(1):19-24.
- [2] 贺永华.跨界污染监管难点[J].浙江人大,2010(8):10-11.
- [3] 姜伟,黄卫.集中式饮用水水源地环境监控预警体系构建[J].环境监控与预警,2010,2(6):5-7.
- [4] 翁立达.保护长江任重道远[J].人民长江,2001,32(7):1-4.
- [5] 李伯昌,施慧燕.长江口河段水环境现状分析[J].水资源保护,2005,21(1):39-44.
- [6] 荆春燕,黄蕾,曲常胜.跨界流域环境管理与预警——欧洲经验与启示[J].环境监控与预警,2011,3(1):8-11.
- [7] 陈蕾,谢继征,彭涛.市级环境监测站环境应急监测工作探讨[J].北方环境,2010,22(4):95-97.
- [8] 史家樑,徐亚同,张圣章.环境微生物学[M].上海:华东师范大学出版社,1993.
- [9] 赵美萍,邵敏.环境化学[M].北京:北京大学出版社,2005.
- [10] 吴卓明.核化生防护大辞典[M].上海:上海辞书出版社,2000.
- [11] 王尚彦,刘家仁.贵州西部氟中毒地区氟来源地质背景研究[J].沉积与特提斯地质,2006,26(3):72-76.
- [12] 胡晓铭,孙国敏,黄俊.饮用水源地水质应急监测技术探析[J].华北水利水电学院学报,2009,30(1):96-98.

声 明

本刊已加入中国学术期刊网络出版总库、中国学术期刊综合评价数据库、万方数据—数字化期刊群、中国核心期刊(遴选)数据库、中文科技期刊数据库和教育阅读网。本刊已许可其以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。著作权使用费与本刊稿酬一并支付。作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意本刊上述声明。

《环境监控与预警》编辑部