

# 美国国家环境保护局地表水监测体系介绍与启示

Introduction to and enlightenments of the surface water monitoring system of the U.S. Environmental Protection Agency

■文 / 解鑫 王统民



在新英格兰地区的一座大湖上,现场工作人员正在用综合采样装置进行水样过滤与分析  
(图片来源:美国国家环境保护局)

美国多个联邦政府机构组织开展地表水监测评价工作,如内政部的地质调查局、农业部等,各监测工作侧重点不同。对标我国生态环境部开展的监测评价工作,在美国国家环境保护局(EPA)运行下的地表水监测体系目标与我国相同,即为说清全国水质现状与变化趋势,开展污染排放管控。

## 一、EPA开展地表水监测评价的法律依据

EPA主要依据《清洁水法》中的四个部分开展地表水监测评价工作。一是第104条(a)和(b)提出,EPA有权开展全国范围内的水质状况调查,并制定国家污染防治方案,包括设立国家级项目、与其他联邦部门和各州开展合作、开展调查、建立水质监控体系、形成评价报告等。此条主要体现说清全国水质现状以及制定水污染防治国家政策的需求。二是第305条(b)对EPA与各州政府提出,要求说清各州水质,并每两年按时报告评价结果。三是第303条(d)对各州政府提出,要识别受损水体并制定优先级清单,因此受损水体清单在日常工作中也被称为303(d)

清单,依据水体治理的优先级开发“最大日负荷计划”(Total Maximum Daily Loads, TMDLs),将污染削减的责任逐一落实到排放者身上。清单和TMDLs均需获得EPA的审批方能生效。四是第314条要求各州对重要的湖泊需开展相应的污染评估。

基于上述四部分法律,EPA组织开展了两项全国范围的监测项目:一是国家水生资源调查(National Aquatic Resource Surveys, NARS),目标是在大尺度上(国家层面、生态分区层面)说清水质现状和变化趋势,识别影响国家水生态环境的关键压力源,从而为国家制定水污染防治政策提供科学的导向;二是组织各州开展地表水监测工作,要求各州每两年提交综合报告(Integrated Report, IR)。报告需对《清洁水法》303(d)、305(b)和314条内容进行回应,目标是在小尺度上(各州、具体的水体)说清水质现状和变化趋势,识别受损的具体水体并制定相应的TMDLs,从而支撑污染排放管理。因此,从监测目标来看,可将EPA的两个监测网络称为评价监测网和管理监测网。

## 二、美国国家水生资源调查项目

### (一) NARS项目的历史沿革

美国运行NARS项目历经了三个重要的阶段。第一阶段是在2000年以前,为了响应《清洁水法》的要求,EPA每两年收集各州的监测结果,整合分析后形成国家水质评价报告并向美国国会汇报。由于各州收集和评估数据的方法有所差异,很难在各州间或在相同时间段内比较评价结果,即数据的时空可比性较差。因此,在2000年年初,美国联邦政府的问责部门与国家研究委员会等一些独立的机构指出,EPA与各州缺乏统一的、能够说清国家水质关键问题的监测评价方法。为了回应质疑,解决数据可比性问题,NARS项目进入第二阶段,EPA设立并开展了环境监测和评价计划项目(Environmental Monitoring and Assessment Program, EMAP),旨在建立科学基础、提高各州能力以支撑国家对水生态状况和趋势的监测。EMAP引入生物指标,建立评价基线,并从各地尽可能地收集数据进行评估。该项目是NARS项目的重要基础。基于EMAP的数据基础,EPA设计了可涉水溪流评价(Wadeable Stream Assessment, WSA)项目,在2000年至2004年,采集了全国可涉水河流点位,开展水生资源评价,并于2006年公布评价结果,此结果作为NARS项目的基础。随后正式进入第三阶段,EPA开展了NARS系列监测评价项目。

### (二) NARS项目的分类与目标

按照水体类型,NARS分为四个系列项目:国家河流与溪流评价(National Rivers and Streams Assessment, NRSA)项目,国家湖泊评价(National Lakes Assessment, NLA)项目,国家湿地状况评价(National Wetland Condition Assessment, NWCA)与国家沿岸海域状况评价(National Coastal Condition Assessment, NCCA)项目。每五年完成一个项目的调查,各类型水体交替进行。采样工作基本集中在一年内完成,河流类型的水体因采样面积广,工作量大,通常在两年内完成。NARS评价结果主要回应四个核心问题:一是多少水域可以支持健康生态系统和娱乐活动;二是最常见的水质问题是什么;三是水质是在恶化还是在改善;四是水污染防治资金投入是否有成效。

### (三) NARS项目监测体系设计

NARS项目采用概率调查方法(也可称为抽样

调查或统计调查),以实现评估国家水域状况的目标。概率调查在许多学科中被广泛使用,如医学研究和政治民意调查,在这些学科中,被调查的目标群体过于庞大,无法对每个样本进行分析,因此采用抽样样本状况来代表整体状况。每新一轮调查启动,点位的分配规则会根据当前关注情况有所调整。不同类型的水体设置了不同的监测指标,大体上可分为生物、物理、化学和人体健康四大类。根据污染现状和关注度,EPA每轮都会调整评价指标。由于当前美国是面源污染占主导(其中以农业面源污染为首),水华问题频发,藻类释放的藻毒素影响生物生存和人体饮用及娱乐接触,因此无论是哪种水体,氮、磷都是必测的指标(总氮、总磷或其他形态的氮、磷)。生物指标基本选择大型底栖无脊椎动物和鱼类等对人类活动干扰反应敏感的物种。美国在营养状态的计算上,与我国存在差异,我国的湖库项目仅用叶绿素a单指标表征;而美国著名的五大湖项目在沿岸海域项目中开展监测评价,营养状态采用总磷、叶绿素a、溶解氧和透明度四个指标计算表征。在每轮调查中,各个点位仅采样一次,10%的点位会采样两次,用于保证监测结果没有受到时间变化的影响。

### (四) NARS项目的评价与表征

评价的标准分为两种,一种是适用于全国范围的统一标准值,如藻毒素、肠球菌、汞、多氯联苯、溶解氧等;另一种是根据九大生态分区的受到干扰最小的点位推导出来的不同评价标准。首先,在生态分区中确定受到干扰最小的区域,通过物理、化学及地理学指标进行筛选;其次,在受干扰区域进行采样分析,将指标的分析结果按照从小到大的顺序进行排序,75%分位数为评价为“好”到“一般”的标准值,95%为“一般”到“差”的标准值;最后,按照此标准对该指标的监测结果进行评价。评价结果可分为两种:一种是单指标的评价结果,即对生物、化学及物理生境的各项指标进行单独分级;另一种是生态风险评价结果,该评价可分为三个部分,第一部分为针对化学、物理生境的单指标评价,着眼于有多少个湖泊、多少长度河流的单个指标状况不佳,例如,多少百分比长度的河流磷浓度过高;第二部分是相对风险分析,主要考察个体压力源存在时,对于水生生物的影响严重程度,例如,与磷水平较低时相比,磷水平较高时生物条件退化的可能性有多大;第三部分为可归因风险计算,即

将前两个评价结果进行组合,得出可归因风险值,该值越高,代表如果压力源减少,生态改善的可能性就越大。

### 三、美国各州水质综合报告 (IR) 与TMDLs 管理

#### (一) 水质综合报告的主要内容

《清洁水法》要求各州分别提供关于303(d)、305(b)及314条款的相关报告,且要求在偶数年的4月1日前提交给EPA。为缓解各州环保部门的工作压力,自2008年起,EPA提出将这三部分内容集成到一个报告中,称为水质综合报告(IR)。各州可以将这三个方面的工作内容整合并使其相互支撑,大大提高了工作效率。各州依据EPA的指导文件定制化编制自己的综合报告,部分州还会涵盖地下水的相关内容。但主要的两大部分内容必须具备:一是州内各个水体的分类情况(按照EPA规定分为五类);二是受损水体的清单。并且,所有报告和评价结果均需对社会开放。EPA提供相关报告及其附件的下载,还提供结果的交互式查询,可依据水体功能、水体类型来选择评价结果的展示方式。同时,对于不同指标指示的污染问题,也会以知识库的形式为公众提供解读。

#### (二) 支撑水质综合报告的数据来源

《清洁水法》要求各州必须融合社会上所有符合监测分析质量标准的数据开展州水质评价,因此各州在开展评价前会进行数据收集工作。监测数据可能来源于国家的专项监测计划,如之前提到的NARS,也可能来源于各州的专项监测计划,还包括科研机构的监测、非政府组织的监测,以及排污者依据排污许可证关于地表水开展的自行监测。各单位除上传数据外,还需要上传事先批准的质量保证计划(Quality Assurance Project Plan, QAPP)的相关文件,为环境数据操作及其质量目标提供明确、简明和完整的计划,并确定项目的关键人员,以佐证数据的规范性和有效性。部分州会运行自己固定或非固定的用于评价的地表水监测网络,但往往点位不多,因为运行费用相对较高。

#### (三) 受损水体的识别与管理

识别受损水体也是美国管理监测网的关键内容之一。通过五步管理手段,使受污染的水体恢复到原有状态,从而支撑《清洁水法》实现核心目标——“维持和恢复水体物理、化学和生物完整性”。第一步是识

别受损水体,需要确定水体的用途,一个水体可存在多个用途,采用其中最严标准对水体进行单指标评价。任何一个指标超过标准要求,即定为受损水体。受损水体对公众公开,可通过EPA官方的ATTAINS系统进行Excel列表查看或者基于GIS的可视化展示。第二步是制定计划,也就是为受损水体开发TMDLs。一个水体可能有多个污染指标,每一个指标与水体均为一种组合,对应一个TMDLs,因此一个水体可能存在多个TMDLs。第三步是实施计划,TMDLs的本质是一种管理计划,为使计划落地,需要具体的管控手段。第四步是跟踪评估,跟踪受损水体的恢复情况。第五步,当受损水体恢复到支持目标水体功能时,即可以申请从清单中删除。

### 四、小结

从美国地表水监测网络的发展历程和现状来看,数据积累与内在需要推动形成两套监测网络,分别旨在“客观评价水质”与“治理源头污染”。美国的网络体系建设发展历程揭示,以“污染管控”为目标的监测网络无法在大尺度上科学、客观地表征水质现状和变化趋势,从而无法在国家层面发现水质污染的普遍性问题,难以支撑政策与规划的制定,也无法回应公众对于国家水质问题的关切。将“客观评价”和“源头管控”两个目标分开后,国家层面网络建设体现网络“全覆盖”代表性与指标“普适”代表性,统一标准规范的运行机制保障数据的可比性。各州层面网络建设体现网络与指标“精准性”及多源信息的“融合性”。锚定监测目标,用科学方法助力“核心”监测网络体系说清关键问题,减轻财政负担。源头治理要求压实地方政府与企业的责任,资源整合发挥了巨大效能,值得我们在日常工作中学习借鉴。

作者单位:中国环境监测总站



在美国河流与溪流调查中,工作人员正在开展涉水采样  
(图片来源:美国国家环境保护局第四区)