

构建国家水环境监测智能化综合平台

“国家水环境监测智能化综合平台构建技术与业务化运行示范”课题实现国家层面水环境监测智能化

国家重点流域水环境监测网络体系是我国环境管理的重要组成部分。根据《国家中长期科技发展规划》和《国家水污染防治与治理科技重大专项》确定的目标,“十一五”期间初步构建了我国水生态功能分区体系。而基于水生态功能分区的流域水环境监测网络体系及技术方法构建还需进一步完善,需要在“分区、分类、分级、分期”的流域污染控制理念指导下,进一步拓展和完善我国流域水环境监测与评价关键技术,构建国家水环境监测网络动态优化调整机制,从而提出国家水环境监测网络动态优化调整方案。

研究初期的水环境监测网络缺乏系统的网络布控思想,地表水环境监测网络覆盖面不全,没有综合考虑重点流域水功能分区,不能有效反映水生态功能,在生态文明建设的新时期,原来的监测断面不能满足管理需求。同时,没有组建统一的跨省界国家水环境监测网络,缺乏完整的流域跨省界监测体系和有效的跨省界水环境监测机制,部分省界断面不能得到上下游省份的完全认可。

我国水环境监测信息管理已初步形成了由国家站、省级站、地

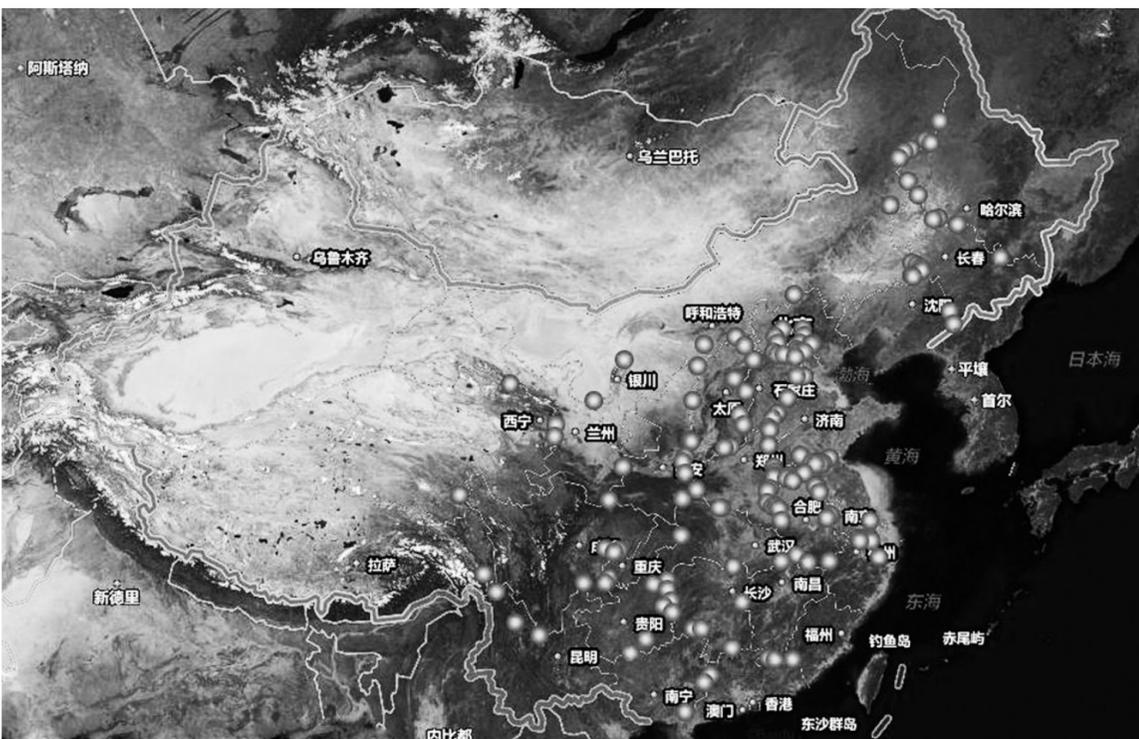
市级站及部分区县级站组成的四级水环境监测数据传输与管理平台。水环境监测数据收集能力也随之不断提高,并且在地表水自动监测方面取得了长足的进步,为环境监测信息化建设奠定了坚实的基础。但水环境监测数据审核功能还需进一步强化,水环境监测数据库和业务应用系统相互独立,亟需进行整合,信息管理亟待规范,尚未实现智能化和可视化。

“十二五”期间,国家水污染防治与治理科技重大专项设置了“国家水环境监测智能化综合平台构建技术与业务化运行示范”课题(2014ZX07502-002),课题由中国环境监测总站承担,参与单位有中国环境科学研究院、吉林省环境监测中心站、黑龙江省环境监测中心站、北京尚洋东方环境科技股份有限公司。

课题立足于我国流域水环境监测综合管理问题,紧密围绕解决流域水环境综合管理的需求,经过近4年的科研攻关,取得了显著成果。提出了基于水生态功能分区的国家重点流域水环境监测网络布设原则、水环境监测与评价方法体系,重点流域水环境监测网络优化调整机制和运行管理

机制,指导了国控地表水环境质量监测点位调整,调整后国控断面(点位)为2767个。提出流域跨省界优化调整原则,优化调整了包括299个断面的重点流域跨省界水环境监测网络体系,编制了联合监测实施方案并经部办公厅发布。集成构建了国家水环境监测智能化综合平台并在松花江、太湖流域示范,平台采用水环境质量监测数据智能审核、流域跨省界水环境监测预警预报、水环境智能化管理与调控决策支持系统构建关键技术,具备水环境监测数据传输、审核、管理、分析、处理、应用和展示等功能。

平台实现业务化运行,实现流域内重点水污染源动态管理、水环境质量监测与评价、重点饮用水水源地水环境管理、跨省界水环境管理、跨省界水环境预警预报,水环境管理与调控等功能,累计向生态环境部监测司、水司相关司局报送水质自动监测周报90期、水质月报21期及预警快报等,有关监测信息通过中国环境监测总站发布平台向公众发布,实现了国家层面的水环境监测信息智能化。



跨省界监测断面分布

基于水生态功能分区优化调整了重点流域水质监测断面,形成了与水生态功能分区有效衔接的地表水环境监测网络体系

1. 建立了基于水生态功能分区的重点流域水环境监测网络布设原则、水环境监测与评价体系

基于水生态功能分区的重点流域水环境监测网布设原则主要包括代表性、连续性、全面性、多功能性。重点结合流域水环境监测特点,在具体断面选择上,考虑以水生态功能三级、四级分区设置监测断面;在不同水生态功能分区交界处设置断面,代表相应分区的水环境特征等。

基于水生态功能分区的水环境监测方法提出了“环境驱动因子”概念,研究构建了水生态功能分区不同等级的不同要素,为水环境监测方法体系的研究在水生态功能分区角度提出了方向和目标。

基于水生态功能分区的流域水环境监测与评价提出了“熵权法”应用,以此方法计算优化整理环境监测数据,计算出断面不同指标的熵和权重。研究构建了以数理统计学为中心的自动化数据处理能力的监测业务化系统,实现断面优化、指标优化及赋分不同,从而对不同水生态功能分区采取不同的监测手段。

上述研究结果通过在松花江流域示范应用,应用综合评价方法对水生态功能概念下的水环境监测进行评价,体现了水生态功能分区成果。这些成果对未来开展水生态功能监测具有重要的指导意义。

2. 提出了重点流域水环境监测网络优化调整机制和运行管理机制,应用于“十三五”国家地表水环境质量监测网设置方案

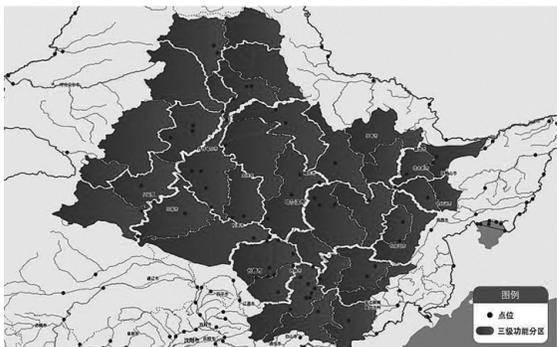
随着环境条件与管理需求的变化,当原来布控的监测断

面不能够代表所在水体的水生态状况时,根据水环境监测网络动态优化调整方案中确立的动态优化调整方法、要求以及具体工作办法进行优化调整,形成例行机制,以确保水环境监测网的监测数据客观反映地表水环境质量状况,更科学地指导环境管理工作。对水环境监测网络的动态优化调整将有效地整合环境监测资源,减少重复投资和建设,以更合理的断面(点位)布设最大程度地客观反映地表水环境质量状况,更科学地指导环境管理工作。

课题研究建立了流域水环境监测网络运行管理体系总纲,提出流域水环境监测网采集分离、异地质控、上下游联合监测等新的监测模式,应用到由社会化监测机构采样、地方监测站分析的监测分离新模式。

建立“三个中心”实现对水质自动站现场运维的远程化管理、远程质控考核管理以及数据综合应用。运行维护管理中心负责对日常运维工作进行考核、管理与评价;质量控制与保障中心采用系统状态监控、自动质控、实验室比对监测、数据有效性分析等手段对监测数据的质量进行控制与保障;数据综合应用中心负责对现场上传的基础数据及相关信息进行深入挖掘应用。

编制了《国家重点流域水环境监测网络建设方案(试行)》,有效支撑了《“十三五”国家地表水环境质量监测网设置方案》的编制,指导了国控地表水环境质量监测点位调整,调整后国控断面(点位)为2767个。其中评价、考核、排名断面1940个,入海控制断面195个(其中85个同时为评价、考核、排名断面),趋势科研断面717个。



松花江流域水生态功能分区及其国控断面

提出了流域跨省界优化调整原则,发布了跨界水体水质联合监测方案,开发了跨省界水环境监测预警平台,为跨省界流域水环境管理提供了有效支撑。

1. 基于重点流域跨省界水环境特征,提出流域跨省界优化调整原则,优化调整了包括299个断面的重点流域跨省界水环境监测网络体系

根据跨界水环境管理需求,课题对现有跨省界监测断面进行评估。根据“零公里”“入境断面”“无争议”原则,经过评估原有151个跨省界断面,有104个符合要求予以继续保留,47个需要予以调整。由于近些年很多跨省界水污染纠纷发生在支流,因此在三级、四级支流上予以增加跨省界断面,编制了《重点流域国家跨省界水环境监测网络体系方案》。按照“代表性”“连续性”“零公里”调整原则,重点流域跨省界断面共设置299个,其中长江流域78个、黄河流域44个、松花江流域

26个、海河流域54个、辽河流域15个、淮河流域34个、珠江流域22个、西南诸河3个、西北诸河2个、浙闽片5个、太湖流域入湖河流16个。

流域跨省界监测以自动监测(建设214个自动站)为主,手工监测为辅。自动监测除了常规9项参数,还需重点监测COD_{Cr}、BOD₅、石油类、氟化物、挥发酚、阴离子表面活性剂、硫化物、汞、砷、六价铬等特征因子。

2. 提出了跨界水质监测运行机制,发布了《跨界(省界、市界)水体水质联合监测实施方案》

课题提出了建立跨省界水质联合监测、流域信息互通、联合监测执法、基础设施共建共享等机制,其中联合监测对提高水质监测数据的准确性、公正性和权威性

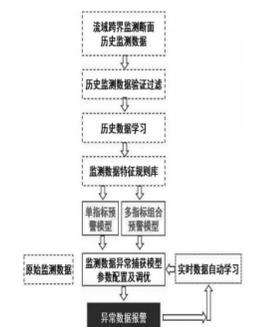
具有重要意义。借鉴国内已有的联合监测经验,根据课题研究成果及管理工作需求,编制了《跨界(省界、市界)水体水质联合监测实施方案》和《跨界(省界、市界)水体水质联合监测实施方案》。原环境保护部办公厅发布了上述方案(环办监测[2016]28号),指导各省市、市开展联合监测工作。通过联合监测的实施,跨界监测工作的准确性、规范性和科学性得到明显提升。基于联合监测机制,课题进一步提出了部分流域的补偿实施方案。

3. 集成构建了重点流域跨省界水环境监测预警预报平台,并在松花江流域进行示范,实现了跨省界水环境监测预警

课题集成研发了流域跨省界水环境监测预警预报关键技术,集成构建了跨省界

水环境监测预警预报平台。平台采用统计分析、聚类分析、回归分析、多维空间计算等原理,集成了20多种数学模型,对水质监测数据进行采集与预警。平台提供了水质异常报警分析、监测数据质量分析与智能化审核、监测数据统计分析与报表等功能,通过水质异常分析模型进行水质异常突发事件报警。

平台在松花江流域示范应用,依托松花江干流的16个监测断面每月一次的常规监测和5个每四小时监测一次的国家自动监测站(吉林溪浪口、长春松花江村、松原松林、肇源、同江),充分发挥常规监测指标全、自动监测频次高的优势,结合流域内国控重点污染源的监测数据,并集成跨界污染源排放与水质变化模型,预测不同污染物排放情况下水质变化趋势,提出流域跨界污染风险预警预报与管理对策。



跨界水环境监测预警预报工作流程

2016年5月4日4:00,松花江流域某自动监测断面开始产生大量氨氮、高锰酸盐指数相关的报警,平台自动归纳为一次水质异常事件。报警信息通过邮件、短信等形式通知相关人员。此次事件在36小时后结束。经验证,此次报警反应的是一次污染团过境事件。

集成水环境质量监测数据智能审核等3项关键技术,构建国家重点流域水环境监测智能化综合平台并业务化示范运行

1. 完成国家流域水环境监测智能化综合平台开发设计等多项指南,规范了水环境监测信息管理

国家流域水环境监测智能化综合平台开发设计指南充分考虑了平台的总体架构、技术路线、关键技术、性能指标等内容,从系统设计角度考虑系统模块的划分和相关技术的实现方法等。指南主要作为系统研发人员设计系统时的参考依据,并对设计的范围进行约束。

数据库设计指南介绍了平台所采用的数据库及设计工具,阐述了数据库的命名规则,并完整的概括了系统数据库的逻辑设计与物理设计。此外,还介绍了数据库系统的用户管理方案,并且为数据库管理人员提供了一系列维护和优化数据库的方法以供参考。通过指南对本平台采用的数据库系统特点的整体描述和数据库设计方案,用户可更直观地了解数据库系统的使用方法,并理解本

系统数据库的设计思想,使用户在维护管理系统时尽可能做到方便快捷有效。业务化运行技指南对平台的系统安装部署进行了说明。

2. 构建国家重点流域水环境监测智能化综合平台,应用于国家层面流域水环境管理相关业务

课题集成了水环境监测数据智能审核、跨界流域水环境监测预警预报、水环境智能化管理与调控决策支持系统构建等关键技术,构建国家水环境监测智能化综合平台并进行业务化运行示范。

水环境监测数据智能审核技术主要包括数据校验、自动初步审核、人工复审3个主要过程,采用计算机智能、数理统计、人工识别等多种途径,构建精确高效的水环境监测数据审核体系。

流域跨界预警预报技术通过对大量监测数据的机器学习,挖掘水质监测数据中

的单指标及多指标特征间的相关性,基于统计分析、聚类分析、回归分析等原理,研发实现了20多种数学模型,自动发现水质监测数据中存在的异常,并对污染事件进行预警。

平台共接入重点流域水环境质量手工和自动监测数据、饮用水水源监测数据、污染源监测数据、水生生物监测数据等,整合各类业务所需的相关需求,建成了水环境数据库、知识库与模型库,形成了水环境管理和规范公文业务流程起到重要作用,同时也大大提高了工作效率。平台区别于传统管理平台多集中在一个小区或流域,并已经应用于国家层面的流域水环境管理当中,实现了业务化运行。平台于2018年10月12日通过国家水专项办组织的第三方评估。

刘廷良 孙宗光 孟凡生 姚志鹏 李博 郭传新 张铃松 姜明岑



平台监测断面展示



平台信息共享图发布系统