

华北平原地下水环境监测及污染防治措施

■文/吴舜泽 王东 吴悦颖 张涛

党中央、国务院高度重视华北平原地下水污染防治,将华北平原作为全国地下水污染防治的重点地区。经国务院批准,环境保护部会同国土资源部、住房和城乡建设部及水利部编制印发的《华北平原地下水污染防治工作方案》(以下简称《方案》)指明了华北平原地下水污染防治的战略方向。华北平原城镇公共地下水供水规模占公共总供水规模的一半,地下水是华北平原的主要供水水源,是华北平原经济社会可持续发展的重要支柱,开展华北平原地下水污染防治具有重要的战略意义。

当前华北平原地下水污染防治还存在诸多难题。地下水环境监测进展参差不齐,部分区域地下水监测站点密度不够,难以查清污染;部分地下水环境监测层位不足,缺少地下水三维空间的监测;地下水环境监测指标不足,不能准确反映地下水污染问题。华北平原地下水脆弱地区有待明确,石油化工行业、矿山开采及加工、工业固

体废物堆存处置场、生活垃圾填埋场、高尔夫球场等地下水污染预防工作尚不规范。初步地下水污染调查表明,华北平原局部地区地下水存在重金属(主要污染指标为汞、铬、镉、铅等)和有机物(主要污染指标为苯、四氯化碳、三氯乙烯等)超标现象。为确保《方案》目标按期实现,保障华北平原地下水环境安全,需要加快华北平原地下水环境监测网建设,加强地下水重点污染源预防,强化重点单元地下水污染治理,为全国地下水污染防治提供示范。

早发现污染,建设立体分层监测网

地下水环境监测是评价地下水环境质量的重要依据,是检验地下水环境保护措施是否有效的直接手段。通过监测评价华北平原地下水污染程度和污染晕的分布,可识别地下水污染问题成因和责任主体。地下水环境监测是发现隐蔽性地下水污染状况的眼睛,是开展地下水污染防治的重要基础。

整合监测资源,优化环境监测网

充分利用现有国土、水利和环保等地下水环境监测井,规范新建项目的环境影响评价的监测井,尽快建立地下水环境监测网。地下水环境监测井以地下水集中式饮用水水源和重点污染源等小尺度为主,以区域大尺度为辅。孔隙型地下水饮用水源地监测点布设宜采用网格法布点,岩溶地下水饮用水源地监测点宜按照地下河管道布点,裂隙型地下水饮用水源地监测点宜按照裂隙发育通道布点。针对位于华北平原地下水集中式饮用水源补给径流区的石油化工企业、大中型矿山开采及加工区、地市级以上工业固体废物堆存场和填埋场、规模较大的生活垃圾堆放场、高尔夫球场等地下水环境风险较大的重点污染源,监测井布设需满足在每个污染源地下水背景区至少布置一个监测井和下游区至少布置三个监

> 目前,石化行业、矿山开采及加工等地下水污染预防工作尚不规范



根据国际经验，地下水污染防治投入约是地下水污染治理的百分之一。

测井，及时掌控地下水污染态势。

科学布设监测井层位，构建立体分层监测网

华北平原不同层位可能具有不同地下水使用功能和污染状况，应根据监测对象和目的设置相应地下水监测层位，构建华北平原地下水三维立体分层环境监测网，为地下水水质分层评价提供依据。地下水集中式饮用水水源地下水环境监测应以饮用水开采的含水层段为主，兼顾有水力联系含水层。重点污染源周边地下水环境监测以浅层地下水监测为主。区域尺度地下水环境监测层位包括浅、中、深层的不同含水层组，监控不同层位地下水环境状况。

因源而异设计指标，突出特征指标监测

根据监测对象不同，科学设计针对性的监测指标。地下水集中式饮用水水源要定期开展全指标监测分析，不同污染源下游监测指标要以特征污染指标为主（如华北油田/加油站地下水监测指标以石油类、苯系物、甲基叔丁基醚等指标为主，矿山开采区以重金属为主，高尔夫球场以农药、化肥类指标为主等），只有开展针对性特征指标，才能准确诊断污染源周边地下水污染状况。

建立监测长效机制，定期评估环境趋势

相关企业定期开展地下水环境监测，切实履行地下水保护责任，环保部门会同相关部门应定期开展地下水基础环境状况调查评估，加强监督性监测，并规范、引导、利用社会力量参与地下水环境监测。中央和地方财政重点对公共地下水饮用水源、城市生活垃圾填埋场、工业危险废物堆存场和填埋场、历史遗留污染场地等的监测井进行建设和维护，其他污染源由相关责任单位负责监测井建设和维护。针对地下水基础环境状况调查评估发现的污染进行跟踪监测，定期评估地下水饮用水源水质状况、污染源周边地下水污染现状和风险。

早预防污染，加快重点污染源防治

地下水污染以防为主，地下水一旦污染，治理成本十分昂贵。根据国际经验，地下水污染防治投入约是地下水污染治理的百分之一。应进一步加强地下水脆弱区的环境影响评价，尽快建立

华北平原重点污染源地下水污染防治体系。

分析华北平原脆弱性，严格脆弱区准入

采用DRASTIC模型评价华北平原地下水脆弱性，较高脆弱性地区主要分布在山前平原冲洪积扇地带、古黄河冲洪积平原东部地区，山前平原岩性颗粒粗，渗透系数大；古黄河冲洪积平原东部地下水位埋深浅、含水层累积厚度偏薄、渗透系数较大。建议严格执行《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610），较高脆弱性地区严格禁止新建石油化工、矿山开采、垃圾填埋场等高风险的污染源。定期开展地下水重金属和有机污染成因评估分析，对造成地下水污染的重点企业强制实行清洁生产审核及评估验收，对存在重大地下水环境风险企业应强制建设环境风险防控措施。

识别预防优先领域，明确预防重点企业

1988年，美国地下水水质清单资料列出了主要的地下水污染源类别，半数以上的州和地区都列出了加油站、矿山、垃圾填埋场等污染源。华北平原地下水污染源点多面广，借鉴国际地下水污染经验教训，结合华北平原地下水污染特征，识别华北平原地下水污染防治的优先领域，将石油化工行业、矿山开采及加工、工业固体废物堆存处置场、生活垃圾填埋场、高尔夫球场等列为华北平原重点行业，建立华北平原地下水污染防治的重点企业清单。在华北平原石油化工开发、加工、储存销售过程中，由于石油产品的跑冒滴漏导致石油污染物进入土壤和地下水。部分煤炭和金属矿产资源开采、选矿和冶炼过程中，产生的矿井水、露天采场废水、矸石山和尾矿淋滤水未做好防渗，对地下水污染影响较大。工业废物被雨水或地面水的浸泡所产生的淋溶液渗入地下水含水层，造成地下水污染。华北平原部分简易垃圾填埋场渗滤液的污染地下水，填埋场中的垃圾成分复杂，其渗滤液中含有大量的有机物、重金属类物质。

强化污染防渗，阻断污染途径

地下水污染途径是污染物从污染源到达地下水中的路径，做好华北平原重点污染源的地面防渗、油罐管线防腐蚀是地下水污染防治的第一道屏障，研究设计不同污染物的防渗标准和等级，

定期开展重点污染企业的防渗泄漏检查。华北油田、中原油田、胜利油田的石油开采油泥堆放场等废物处置设施按照有关要求采取防渗措施；加强输油管道的腐蚀、泄漏等监测，发现管道减薄或开裂应及时采取措施，防止输送过程中的跑冒滴漏；加油站单层地下油罐更新为双层油罐或设置防渗池，并进行防渗漏自动监测。强化采场、废石堆场、尾矿库、选矿厂、冶炼厂等区域地面防渗，防止含有重金属等污染物随地表水体下渗或通过矿坑、竖井、钻孔的直接导入等途径进入地下水。对于无防渗的一般工业固体废物堆存场和填埋场应强化雨水导流渠建设，完善地面防渗设施；危险废物堆存场和填埋场防渗等级应达到国家相关标准要求。强化简易生活垃圾填埋设施地下水污染防治，关闭过渡性的简易生活垃圾填埋设施。完善高尔夫球场防渗膜、阻拦坝、过滤层等防渗设施建设，高尔夫球场应建成汇集含残留农药化肥的雨水和地表径流的蓄水池。

早治理污染，强化重点单元污染治理

第一，构建华北平原地下水污染防治区划体系，识别华北平原地下水污染优先治理单元。综合考虑华北平原地下水水文地质结构、脆弱性、污染状况、超采及其使用功能和行政区划等因素，建立地下水污染防治区划体系，将华北平原划定地下水污染治理单元、防控单元及一般保护单元。其中，将地下水污染严重、已对地下水饮用水源构成了严重威胁、迫切需要开展污染治理的蓟运河冲洪积扇等8个单元划定为治理单元，重点强化城镇集中式饮用水源保护，加快整治造成地下水重金属、有机污染和氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮（以下简称“三氮”）超标的污染源，努力改善地下水水质状况。

第二，理清华北平原地下水污染治理思路，明确地下水污染治理目标。华北平原地下水污染治理以保障地下水饮用水水源环境安全为核心，以解决华北平原人为污染引起的重金属、有机污染等为主要污染指标，以地下水污染治理单元为优先区域，统筹考虑华北平原地下水污染治理和地下水超采等因素，遏制地下水污染扩散趋势，逐步恢复地下水系统的使用功能，降低人群地下

水环境风险，改善部分区域地下水环境质量。

第三，尽快解决重金属和有机污染超标治理单元地下水污染问题，逐步开展“三氮”超标单元地下水污染治理示范。与全国相比，华北平原地下水重金属、有机和“三氮”污染形势尤为严峻，对部分地下水饮用水水源地区构成威胁。初步调查表明，华北平原局部地区地下水重金属主要污染指标为汞、铬、镉、铅等为主，主要分布在天津市和河北省石家庄、唐山以及山东省德州等城市周边及工矿企业周围；华北平原局部地区地下水有机物污染较严重，主要污染指标为苯、四氯化碳、三氯乙烯等，主要分布在北京市南部郊区，河北省石家庄、邢台、邯郸城市周边，山东省济南地区—德州东部，河南省豫北平原等地区，有机污染物在地下水环境中很难通过自然降解过程去除，如不采取处理措施，将会长期存在并发生累积，威胁地下水饮用水水源环境安全；华北平原单位耕地面积化肥及农药用量为世界平均水平的3倍左右，过量施用的化肥和农药通过农田地表径流、排水和地下渗漏造成华北平原地下水“三氮”污染。综合评估地下水污染指标、污染状况、水文地质条件、技术可行性、修复成本等因素，科学选择监测自然衰减、渗透反应墙、化学还原修复、抽出处理等地下水污染治理技术。建议尽快解决温榆河冲洪积扇单元、滹沱河冲洪积扇单元、滏阳河冲洪积扇单元、内黄南—冠县—宁津古河道带单元地下水重金属污染问题。尽快开展蓟运河冲洪积扇单元、永定河冲洪积扇单元、滹沱河冲洪积扇单元、滏阳河冲洪积扇单元、濮阳市油田区地下水有机污染治理示范。逐步开展蓟运河古河道带、潮白河古河道带等防治单元的“三氮”污染防治，降低农药、化肥施用量，推进测土配方施肥和生态农业，着力加强规模化畜禽养殖的地下水污染治理。HB

做好华北平原重点污染源的地面防渗、油罐管线防腐蚀是地下水污染防治的第一道屏障。

（吴舜泽系环境保护部环境规划院副院长；王东系环境保护部环境规划院水环境规划部主任；吴悦颖、张涛，环境保护部环境规划院）