环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

DIXIASHUI WURAN YUANQIANG
PINGJIA FENLEI YU FANGKONG JISHU YANJIU

地下水污染源强
评价、分类与防控技术研究

席北斗　等 编著

中国环境出版社

环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书

地下水污染源强评价、分类与防控技术研究

席北斗　等 编著

中国环境出版社·北京

图书在版编目（CIP）数据

地下水污染源强评价、分类与防控技术研究/席北斗等编著. —北京：中国环境出版社，2016.6
（环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书）
ISBN 978-7-5111-2726-6

Ⅰ. ①地… Ⅱ. ①席… Ⅲ. ①地下水污染—污染源—研究Ⅳ. ①X523

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 041522 号

出 版 人 王新程
责任编辑 侯华华
责任校对 尹 芳
封面设计 宋 瑞

出版发行 中国环境出版社
（100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号）
网 址：http：//www.cesp.com.cn
电子邮箱：bjgl@cesp.com.cn
联系电话：010-67112765（编辑管理部）
010-67112735（第一分社）
发行热线：010-67125803，010-67113405（传真）
印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2016 年 6 月第 1 版
印 次 2016 年 6 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 15.25
字 数 300 千字
定 价 54.00 元

【版权所有。未经许可，请勿翻印、转载，违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

《环保公益性行业科研专项经费项目系列丛书》

编 委 会

顾　问　　吴晓青

组　长　　刘志全

成　员　　禹　军　陈　胜　刘海波

《地下水污染源强评价、分类与防控技术研究》

编 委 会

主　任　席北斗

副主任　梁　鹏　蔡五田　王明玉　陈志良　周贤伟　李　娟

委　员　李　翔　王柏莉　陈月云　邮　环　吕宁磬　苏耀明

吕永高　李　玮　齐　硕　李　治　李鸣晓　杨　昱

杨　洋　刘保森　王慧芳　戴　玉　姜永海　郝　艳

白顺果　郭燕菲　蒋晓璐　耿婷婷　边　超　张　敏

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

总 序

我国作为一个发展中的人口大国，资源环境问题是长期制约经济社会可持续发展的重大问题。党中央、国务院高度重视环境保护工作，提出了建设生态文明、建设资源节约型与环境友好型社会、推进环境保护历史性转变、让江河湖泊休养生息、节能减排是转方式调结构的重要抓手、环境保护是重大民生问题、探索中国环保新道路等一系列新理念新举措。在科学发展观的指导下，环境保护工作成效显著，在经济增长超过预期的情况下，主要污染物减排任务超额完成，环境质量持续改善。

随着当前经济的高速增长，资源环境约束进一步强化，环境保护正处于负重爬坡的艰难阶段。治污减排的压力有增无减，环境质量改善的压力不断加大，防范环境风险的压力持续增加，确保核与辐射安全的压力继续加大，应对全球环境问题的压力急剧加大。要破解发展经济与保护环境的难点，解决影响可持续发展和群众健康的突出环境问题，确保环保工作不断上台阶出亮点，必须充分依靠科技创新和科技进步，构建强大坚实的科技支撑体系。

2006 年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》（以下简称《规划纲要》），提出了建设创新型国家战略，科技事业进入了发展的快车道，环保科技也迎来了蓬勃发展的春天。为适应环境保护历史性转变和创新型国家建设的要求，原国家环境保护总局于 2006 年召开了第一次全国环保科技大会，出台了《关于增强环境科技创新能力的若干意见》，确立了科技兴环保战略；2012 年，环境保护部召开第二次全国环保科技大会，出台了《关于加快完善环保科技标准体系的意见》，全面实施科技兴环保战略，建设满足环境优化经济发展需要、符合我国基本国情和世界环保事业发展趋势的环境科技创新体系、环保标准体系、环境技术管理体系、环保产业培育体系和科技支撑保障体系。几年来，在广大环境科技工作者的努力下，水体污染控制与治理科技重大专项实施顺利，科技投入持续增加，科技创新能力显著增强；现行国家标准达 1 300 余项，环境标准体系建设实现了跨越式发展；完成了 100

余项环保技术文件的制修订工作，确立了技术指导、评估和示范为主要内容的管理框架。环境科技为全面完成环保规划的各项任务起到了重要的引领和支撑作用。

为优化中央财政科技投入结构，支持市场机制不能有效配置资源的社会公益研究活动，“十一五”期间国家设立了公益性行业科研专项经费。根据财政部、科技部的总体部署，环保公益性行业科研专项紧密围绕《规划纲要》和《国家环境保护科技发展规划》确定的重点领域和优先主题，立足环境管理中的科技需求，积极开展应急性、培育性、基础性科学研究。“十一五”以来，环境保护部组织实施了公益性行业科研专项项目439项，涉及大气、水、生态、土壤、固废、核与辐射等领域，共有包括中央级科研院所、高等院校、地方环保科研单位和企业等几百家单位参与，逐步形成了优势互补、团结协作、良性竞争、共同发展的环保科技“统一战线”。目前，专项取得了重要研究成果，提出了一系列控制污染和改善环境质量技术方案，形成一批环境监测预警和监督管理技术体系，研发出一批与生态环境保护、国际履约、核与辐射安全相关的关键技术，提出了一系列环境标准、指南和技术规范建议，为解决我国环境保护和环境管理中急需的成套技术和政策制定提供了重要的科技支撑。

为广泛共享“十一五”以来环保公益性行业科研专项项目研究成果，及时总结项目组织管理经验，环境保护部科技标准司组织出版环保公益性行业科研专项经费系列丛书。该丛书汇集了一批专项研究的代表性成果，具有较强的学术性和实用性，可以说是环境领域不可多得的资料文献。丛书的组织出版，在科技管理上也是一次很好的尝试，我们希望通过这一尝试，能够进一步活跃环保科技的学术氛围，促进科技成果的转化与应用，为探索中国环保新道路提供有力的科技支撑。

中华人民共和国环境保护部副部长

吴晓青

2011年10月

前 言

地下水作为我国重要的饮用水水源，近年来污染问题日益突出，对人体健康和生态安全造成了严重威胁，已经引起国家有关管理部门的高度关注。《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》中明确指出“要开展饮用水安全保障技术是社会发展的需求”。2011 年 8 月通过的《全国地下水污染防治规划（2011—2020 年）》中指出“在不同区域有针对性地制订并实施防止地下水污染的政策、技术工程措施，开展地下水保护与治理，推动全国地下水环境质量持续改善”。可见，地下水作为我国城乡居民饮用水的重要水源，防治其污染是我国水环境保护工作的重要组成部分，对保障饮用水安全具有重要战略意义。

由于地下水赋存条件的特殊性，地下水污染的程度与污染源及其所处位置的水文地质条件密切相关，即便是相同的污染源在不同地区对地下水的污染程度也不相同。目前我国尚未全面开展污染源与地下水污染状况的相关性分析，对于污染源与地下水污染相关规律的掌握非常有限。为此，本书针对我国地下水污染形势严峻、污染源种类和地质条件复杂的现状，通过地下水污染源类型、分布、污染物组成、污染途径、水文地质条件及环境影响分析，识别出我国典型水文地质条件下的地下水污染源强主控因子，建立了适合我国的地下水污染源强评价指标体系及技术方法。

本书系统总结了目前国际、国内地下水污染防控工作的研究进展，按照“源头防、过程控、分类管、重点治”的研究思路，根据我国不同地区地下水污染类型、规模、分布范围及污染物在介质中的迁移转化规律的特点，分区给出地下水污染防控工作的重点和组合方案，提出基于地下水污染源强分级评价的防控技术优选方法。同时注重理论与实践的结合，在编制过程中开展了多次野外场地调研，最终选取五个典型案例场地（包括非正规垃圾填埋场、重金属尾矿库、冶炼固废堆场、铬渣场和化工厂）开展源强评价、分类防控及技术有效性评估等方面的研究，为我国地下水污染环境管理提供理论实践的支撑。

本书是环保公益性科研专项“地下水污染源强评价、分类与防控技术研究”（项目编号：201309003）成果的凝练与提升，由中国环境科学研究院牵头组织编写，环境保护部华南环境科学研究所、中国地质调查局水文地质环境地质调查中心、中国科学院大学、环境保护部环境工程评估中心、北京科技大学参与完成。

本书总体框架由席北斗、李娟设计，共分为 8 章。第 1 章为地下水污染源识别与分

类，第 2 章为典型地质条件下包气带防污主控因子识别，第 3 章为地下水污染源强评价技术方法，第 4 章为地下水污染源强组合分类指标体系和方法，第 5 章为地下水污染综合防控技术及有效性评估方法，第 6 章为地下水有机污染综合防控技术筛选及有效性评估，第 7 章为地下水重金属综合防控技术及有效性评估，第 8 章为地下水污染防控全过程管理体系的构建。

具体撰写分工如下：第 1 章由席北斗、陈志良、苏耀明、戴玉、蒋晓璐编写；第 2 章由蔡五田、吕永高、姜永海、耿婷婷编写；第 3 章由李娟、吕宁磬、杨洋、郭燕菲编写；第 4 章由席北斗、李玮、刘保森、张敏编写；第 5 章由郇环、杨昱、李翔、李鸣晓编写；第 6 章由王明玉、李玮、郝艳、王慧芳编写；第 7 章由梁鹏、王柏莉、齐硕、白顺果编写；第 8 章由周贤伟、陈月云、李治、边超编写。

本书将推动我国地下水污染源分类识别与管控技术研究，为我国地下水污染环境管理工作提供科技支撑，是政府管理人员、环保科研人员、高校研究生和工业企业等相关部门工作人员的重要参考书。

编者

2016 年 1 月

目 录

1 地下水污染源识别与分类.....1
1.1 地下水污染源相关概念及分类方法.....1
1.2 基于源识别的地下水污染源分类方法.....6
1.3 地下水污染源特征污染物筛选方法与流程.....12
1.4 地下水污染源识别分类案例分析.....14

2 典型地质条件下包气带防污主控因子识别.....31
2.1 包气带岩性结构与防污因子.....31
2.2 包气带防污主控因子识别.....38
2.3 包气带防污主控因子识别典型案例.....41

3 地下水污染源强评价技术方法.....68
3.1 地下水污染源强半定量评价模型.....68
3.2 地下水污染源强定量评价模型.....81
3.3 地下水污染源强分级评价方法.....92
3.4 地下水污染源强评价案例分析.....101

4 地下水污染源强组合分类指标体系和方法.....106
4.1 分类指标体系构建.....106
4.2 地下水污染源强组合分类方法.....109

5 地下水污染综合防控技术及有效性评估方法.....112
5.1 地下水污染防控技术分类.....112
5.2 地下水污染防控技术有效性评估方法.....119

6 地下水有机污染综合防控技术及有效性评估 130
6.1 地下水有机污染物的综合防控技术清单 130
6.2 地下水有机污染物的防控技术流程 130
6.3 地下水有机污染综合防控技术筛选及有效性评估案例 137

7 地下水重金属综合防控技术及有效性评估 149
7.1 地下水重金属污染防控技术清单 149
7.2 地下水重金属污染的防控技术流程 167
7.3 地下水重金属污染综合防控技术筛选及有效性评估案例分析 168

8 地下水污染防控全过程管理体系的构建 180
8.1 分类与防控技术管理支持系统宏观模型的构建 180
8.2 污染源分类、评价和控制指标库 182
8.3 地下水污染源分类与防控技术管理支持系统 184

参考文献 199

附表 1 地下水优控污染物清单 217

附表 2 地下水特征污染物健康风险相关参数 232

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

1 地下水污染源识别与分类

本章基于国内外地下水污染源相关研究成果，提出了地下水污染相关概念，并对地下水污染源、排放源强、污染源强等术语进行了界定。在综合分析现有污染源分类方法的基础上，结合我国地下水污染源特点和地下水环境保护管理工作需求，提出了基于源识别的地下水污染源分类方法，建立了典型地下水污染源的排放强度核算方式。在综合国内外优控污染物筛选研究成果的基础上，结合不同行业的污染物排放特征与污染物的排放情况，基于污染物组分毒理性、污染物溶解和迁移能力分析，建立了地下水优控污染物清单。最后，结合典型场地开展了地下水污染源识别和分类方法的应用，验证了方法的有效性，为我国地下水污染源的分类管理工作提供技术支持。

1.1 地下水污染源相关概念及分类方法

1.1.1 概念

地下水污染：由于自然或人类活动引起地下水化学成分、物理性质和生物学特性发生改变而使地下水质量下降的现象。地下水污染与其他环境污染有一些明显的不同，具有过程缓慢、不易发现和难以治理的特点。

地下水污染源：参照《环境污染源类别代码》（GB/T 16706—1996）对于“环境污染源”的定义，本书将地下水污染源定义为向地下水环境排放物理的、化学的及生物的有害物质或能量的自然或人类活动（污染物产生设备、装置或场所等），从而导致地下水污染的发生源。根据污染源是否已经对地下水环境构成危害的情况，将其分为潜在污染源和已存在污染源。

地下水污染过程分析界面：为了便于构建“污染源—污染途径—污染受体（地下水）—污染程度”全过程的地下水污染概念模型，本书根据常规地下水污染物迁移转化的路径，按照“三界面法”开展地下水污染源强全过程分析。界面一设在污染源泄漏点与地质环境接触的水平面，在该界面主要开展地下水污染排放源强的计算；界面二设在地下潜水含水层上表面，在该界面主要开展地下水污染源强评价；界面三设在垂向污染

受体界面，在该界面主要开展地下水污染防控组合技术研究。具体界面情况见示意图 1-1。

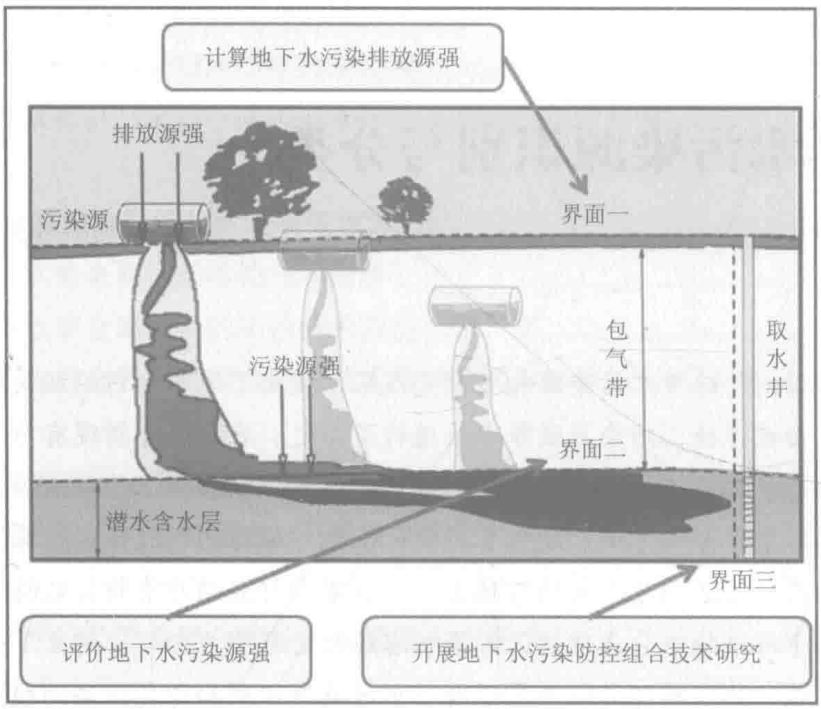

图 1-1 地下水污染界面分布示意

地下水污染排放源强：在界面一主要开展地下水污染排放源强的计算。排放源强是指单位时间由污染源泄漏点向地质环境排放的污染物的质量，该值主要受污染源类型、排放方式等因素的影响。

地下水污染源强评价：在界面二主要开展地下水污染源强评价。地下水污染源强评价是在综合考虑“污染源—污染途径”的基础上，研究不同地质条件下包气带对于污染物的阻滞作用，识别典型水文地质条件下地下水污染源强主控因子，通过构建半定量和定量模型来评价污染源对于地下水可能的影响程度。

1.1.2 地下水污染源分类方法

当前的地下水污染源分类方法多是结合研究或管理的需要，从污染来源、污染物性质或污染的排放方式等某一特性出发，进行污染源划分。

1. 根据污染源普查类型分类

根据我国第一次全国污染源普查分类，将污染源分为工业源、生活源、农业源和集中式污染治理设施 4 类。

（1）工业污染源

工业污染源主要是指工业“三废”（废水、废气、废渣）。工业废水如电镀废水、酸洗废水、轻工业废水（如纺织印染废水）、冶炼工业废水、石油化工有机废水等有毒有害

废水，若直接流入或渗入地下水体，将是导致地下水化学污染的主要原因。工业废气如SO_2、H_2S、CO、CO_2、氮氧化物、汞、铅等随降雨落到地面，通过地表径流下渗对地下水造成二次污染。工业废渣如高炉矿渣、钢渣、粉煤灰、硫铁渣、电石渣、赤泥、洗煤泥、硅铁渣、选矿场尾矿、污水处理厂的污泥等，由于露天堆放或者地下填埋防渗防漏措施不合理，风雨淋滤后，其中的有毒有害物质直接或间接污染地下水。

根据 2011 年《中国环境统计年鉴》相关统计数据，2010 年全国工业废水排放总量 237.5 亿 t，工业废水排放达标量 226.4 亿 t。2010 年全国工业源 COD 排放量 1 415 万 t，氨氮排放量 82 万 t，对地下水造成最直接威胁的废水排放工业源共计 112 798 个。分析统计年鉴数据，初步得出 13 个行业的污染物排放是地下水污染的最重要污染源，13 个行业包括黑色金属采选业、有色金属采选业、纺织业、皮革、毛皮、羽毛（绒）及其制品、造纸及纸制品业、石油加工炼焦及核燃料加工业和化学原料及化学制品制造业。数据显示，对地下水环境风险较高的重金属、石油类、氰化物等污染物，这 13 个行业的排放量都占了一半以上，重金属排放量占全国 90%以上，氰化物、挥发酚和石油类排放量也占全国 60%以上，COD 和氨氮也占全国总排放量 50%以上。

（2）农业污染源

农业生产过程中农药、化肥过量施用以及不合理的污水灌溉是地下水的主要污染源头之一，灌水与降水等淋溶作用造成地下水大面积农药与化肥污染。根据统计资料，2009 年全国化肥施用量 5 404.4 万 t，其中氮肥 2 329.9 万 t、磷肥 797.7 万 t、钾肥 564.3 万 t、复合肥 1 698.7 万 t。我国施用化肥吸收率一般低于 40%，大量化肥流失已经成为污染地下水的一个主要来源。此外根据《农药工业“十二五”发展专项规划》相关统计数据显示，2010 年我国共生产农药 234.2 万 t（折有效成分），出口 61.3 万 t，国内销售 172.9 万 t，国内自销农药 90%用于农业生产，非农业用途农药占 10%左右，即 2010 年我国有 155.6 万 t 农药用于农业生产。大量农药及杀虫剂、除草剂等的使用，造成地下水污染，给地下水安全带来了极大隐患。

我国农灌污水大部分未经处理，有 70%～80%的污水不符合农灌水质要求。由于污水灌溉渗漏的大量污水，使污灌区 75%左右的地下水遭受污染。

畜禽养殖，尤其是规模化畜禽养殖是农村地下水污染的另一个重要污染源。全国污染源普查动态更新结果显示，截至 2010 年，全国生猪、奶牛、肉牛、蛋鸡、肉鸡五类主要畜禽规模化养殖场总数为 13.7 万家，2010 年规模化畜禽养殖 COD 排放量为 1 149 万 t，氨氮排放量为 65 万 t。由于我国刚开展农业源减排工作，规模化畜禽养殖场污染治理水平整体较低，养殖场粪污科学利用及达标排放水平不高，大量畜禽养殖粪便污水未经处理直接排放是农村地下水污染的一个重要来源。

（3）生活污染源

生活污染源主要是生活垃圾和生活污水。一方面，目前生活垃圾主要采取填埋的方

式，随着日晒雨淋及地表径流的冲刷，其溶出物会慢慢渗入地下，污染地下水；另一方面，生活污水处理率低，特别是广大农村地区，生活污水有的直接排入附近水体，有的通过化粪池直接渗漏，对地表水和地下水均产生了不良影响。

根据 2011 年《中国环境统计年鉴》相关统计数据，2010 年全国生活污水排放量约 380 亿 t，其中 COD 排放量 803 万 t，氨氮排放 93 万 t。城市生活污水处理设施不完备，城市市政污水管网年久失修等，导致城市周边纳污河涌以及地下排污管道都成为地下水的一大污染源。

（4）集中式污染治理设施

集中式污染治理设施主要包括污水处理厂、垃圾处置场、危险废物处理处置设施、医疗废物处置中心。

污水处理厂污水年实际处理量 210.31 亿 t。其中：城镇污水处理厂处理 194.41 亿 t，占 92.5%；工业废水集中处理厂（设施）处理（不包括工业企业内仅处理本企业工业废水的处理设施处理量）12.90 亿 t，占 6.1%；其他污水处理厂（设施）处理 3.00 亿 t，占 1.4%。主要排放污染物包括化学需氧量、总氮、总磷、氨氮、石油类、挥发酚、重金属等。

我国垃圾处理以填埋为主，垃圾填埋量约占全国垃圾处理量的 90%。其中无害化填埋量 8 592.92 万 t，简易填埋量 6 726.82 万 t。简易填埋场地没有采取有效的防渗措施，大量垃圾堆填埋产生的渗滤液下渗对地下水环境影响极大。

2．根据全国地下水环境基础状况调查分类

根据《全国地下水污染防治规划（2011—2020 年）》，我国启动了全国地下水环境基础状况调查工作，将地下水饮用水水源地、垃圾填埋场、危险废物处置场、矿山开采区、石油化工生产销售区、再生水农用区、高尔夫球场及重点工业园区等“双源”及典型城市群、井灌区、农业区等区域作为“双源”调查对象，开展案例地区的地下水调查评估工作。

3．根据污染成因的分类

台湾的部分学者总结台湾过去的经验，将地下水及土壤的污染来源，划分为人为施放源、自然沉降污染物、工厂排放废水等 5 类。

（1）人为施放源

为了防治病虫害或增进地力，农业生产过程中会大量喷洒农药、施用化学肥料。尤其是有机氯农药，虽已被禁用，但迄今仍可在局部地区的土壤、河川底泥、地下水环境中检测出微量的 DDT、HCH 等残存污染物；不仅如此，这些有机氯农药还会经由食物链进行生物转移、生物累积和生物浓缩，最后暴露于人体，危害人类的健康。

（2）自然沉降的污染物

含氯有机物经焚化燃烧后，产生的二噁英在空气中经自然沉降，累积于土壤、河川底泥中，还可能随降雨入渗污染地下水。并经由动物的食物链，通过生物转移、生物累

积、生物浓缩，最后侵入人体。

（3）工厂排放废水入渗

化工厂以及色料工厂等企业，所排放废水中含有微量镉重金属。由于难分解，以至于日积月累，污染物渗入地下水或排入灌溉水中，导致地下水重金属污染。

（4）工厂关闭遗留下来的污染物入渗

工厂关闭后遗留下来许多污染物如不妥善处置，就会渗透到土壤和地下水中。例如杨梅的某化工厂，主要生产农药及环境用药，关厂后，留下许多废料、废弃物，污染土壤及地下水，长年累月波及很多邻近的民井，致其无法饮用。以及台南石化厂，早年以电极法制造苛性钠及氯气，企业于 20 世纪 70 年代末停产后，部分五氯酚产品因停工后露天堆存，经长期风雨冲蚀，以致土壤及地下水遭受不同程度的五氯酚污染。

（5）废弃物掩埋场渗漏水的污染

垃圾掩埋场或废弃物掩埋时，如未妥善地铺设隔水层，其渗漏水，会造成严重的土壤和地下水污染。相关研究表明掩埋场的挥发性有机物如渗入地下水，可达地表以下 9.5 m 深，水平面扩散在 100 m 范围内，呈羽状分布。

4．根据地下水污染排放特征的分类

1984 年，美国环保局技术评估办公室（OTA）根据地下水污染排放特征划分为六大类，并列出了主要污染源和污染物种类。包括用于排放污染物的污染源，如：注水井、污水池、化粪池以及土地规划利用等；储存，处理处置污染物的污染源（无计划排放），包括垃圾填埋场、尾矿库、矸石山、地面储罐等；运输或传输过程中容纳的污染源，如输油、物料管线等，此类更多地考虑为事故排放的风险源；有计划目的的其他排放源，如农业灌溉、肥料杀虫剂的使用、使用除雪剂、矿山排水等；通过改变入流模式、提供排污管道的排放源，例如废弃民井、生产（油、气、地热）井、供水井、监测井、地下建设工程等；由于人类活动导致和恶化的天然污染源，包括地表水入渗、海水入侵、微咸水上涌等。

考虑到世界范围内地下水环境持续恶化的严峻形势，2002 年联合国教科文组织（UNESCO）从国际水文计划第五阶段计划（IHP-V，1996—2001）中选择了地下水污染风险的主题进一步开展研究，其中第一项研究任务就是建立地下水污染物名录，根据污染物来源将污染源分为六大类。包括：天然源，由于自然界中含有毒物质的矿物质的溶解、离子交换、酸反应、降雨入渗等自然行为将无机物、有机组分、痕量金属元素（重金属等）、放射性元素、微生物等带入地下水；农林生产源，如农业和林业生产过程中的施肥和喷药过程、动物粪便和饲料堆存、农灌回流、畜肥等活动；城市生活源，如城市固废堆场、医疗废物、生活废水、垃圾、管道地下渗漏、油储罐、降雨径流及溢洪等；工业生产/矿山开采源，如尾矿、矿山排水、渣土固废、工业废水、注水井；不合理水资源管理导致的污染源，如不合理开采导致的海水或咸水入侵、不合理的地下水源地建设、废弃井群、不受控制的土地开发利用和水利建设（盐碱化）；其他源，UNECO 特别关注

了 5 种其他源，包括工业区、矿区、城市、道路交通产生的大气污染物随降雨进入地下水（如酸雨、重金属物质）；受污染的地表水体下渗；交通运输过程各种运输物质的滴漏；地震、滑坡、风暴等灾害导致的污染物下渗；雨季地下水位抬升引起的污染。

澳大利亚和新西兰环境保护委员会于 1995 年在制定国家水环境质量管理战略《澳大利亚地下水保护指南》时，按污染的几何形状特征，将污染源简单划分为点源、面源两大类。此外，还根据澳大利亚水资源委员会（AWRC）的调查结果，提出了 13 种较突出的事故（风险）污染源。

5. 根据污染源的形态划分

欧盟环保署（EEP）以及荷兰等国的地下水污染源分类管理，结合地下水污染特性和管理要求，也是将地下水污染源分成农业源、生活源和工业源等相关类别（表 1-1）。

表 1-1 欧盟地下水硝酸盐污染源分类方法一览

地下水硝酸盐污染原因：
所列活动都能直接或间接导致地下水硝酸盐污染。环境中，一些不同形式的 N（如 NO_2、NH_4、NH_3）能够转化为 NO_3

源类型	农业源	生活源	工业源
面源	复合氮肥的施用；有机肥施用；（施用数量取决于农业驱动力，如庄稼类型，庄稼管理技术，土地利用类型变化等）	汽车内燃机燃烧排放废气；处理市政废水的污泥	能源生产过程中的大气排放（氮氧化物和硝酸盐）；工业内燃机燃烧排放废气；处理市政废水的污泥
点源和线源	富氮化合物的事故性泄漏；氮肥堆存（无存储设备）；粪肥池或泥浆池泄漏	老旧或不合理设计建设的填埋场；化粪池；生活污水排水系统渗漏	老旧或不合理设计建设的工业固废填埋场；通过井注技术排放富氮废物
	富氮排泄物进入与地下水有密切水力联系的河流；因成井质量差导致污染含水层和未污染含水层之间的水量交换		

1.2 基于源识别的地下水污染源分类方法

1.2.1 分类原则

①简单方便原则。地下水涉及污染物种类、排放方式、排放频率、排放时间、排放强度等多方面，涵盖因素较多，在地下水污染源分类过程中，本书结合国内外现有污染源分类方法，从简单方便角度进行系统分类。

②科学性原则。地下水污染源分类涉及污染源的计算与环境管理，因此分类必须科学合理，为污染源强评估、污染物源的计算与环境管理提供依据。

③利于管理原则。地下水污染源分类应便于环境管理与后续相关工作。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com