

泛环渤海地区 地下水硝酸盐格局与控制

Situation of Nitrate in Groundwater
in Regions of the Pan-Bohai Sea and Its Control

赵同科 刘宝存 主编
张成军 李 鹏 等 副主编



科学出版社

泛环渤海地区地下水硝酸盐 格局与控制

赵同科 刘宝存 主编

张成军 李 鹏 等 副主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

地下水硝酸盐超量累积已成为影响人类健康的重要环境因素。泛环渤海地区（北京、天津、河北、山东、河南和辽宁）人口约 3.5 亿，GDP 占国内生产总值的 30% 以上，是我国重要的政治、经济、文化中心。本书在近十年采集 21 331 个地下水样本，收集 13 000 余个县级社会经济数据的基础上，对泛环渤海集约农区 330 多个县（区、市）的地下水硝酸盐格局研究进行总结与升华。在泛环渤海地区首次进行多省大区域尺度地下水硝酸盐定点长期监测，提出影响该区地下水硝酸盐的主要因素，建立该地区地下水硝酸盐含量预测模型和污染脆弱性评价体系，并成功应用。

本书可供环境科学、农业环境保护、水资源保护、土壤学等相关专业的本科生、研究生、高校教师、科研工作者及生产管理人员使用和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

泛环渤海地区地下水硝酸盐格局与控制/赵同科，刘宝存主编. —北京：科学出版社，2014.9

ISBN 978-7-03-040188-5

I. 泛… II. ①赵… ②刘… III. 地下水-硝酸盐-研究-中国 IV. X52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 048378 号

责任编辑：李 敏 刘 超/责任校对：韩 杨

责任印制：赵德静/封面设计：无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 9 月第 一 版 开本：720×1000 1/16

2014 年 9 月第一次印刷 印张：24 1/2 插页：5

字数：494 000

定价：150.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

指导委员会

主 任：李 波 李云伏
副主任：王青立 寇建平 赵同科
委 员：方 放 闫 成 曹子祎 韩允垒 刘宝存
刘孟朝 汪 仁 高贤彪 沈阿林 刘兆辉
张成军 李 鹏 郭洪海 孙文涛

编辑委员会

主 编：赵同科 刘宝存
副主编：张成军 李 鹏 张国印 沈阿林 牛世伟
高贤彪 林海涛
编 者：汪 仁 江丽华 李明悦 郭战玲 茹淑华
刘孟朝 安景文 孙世友 孙文涛 王守刚
廉晓娟 郭洪海 宫 亮 石 璟 潘 洁
寇长林 耿 暖 王 凌 马政华 高 伟
宋效宗 刘慧屿 郑福丽 王德芳

序

泛环渤海地区的京、津、冀、鲁、豫、辽 6 省（市）是我国重要的经济、政治和文化中心，在我国社会经济协调发展大格局中占有十分重要的战略地位。该区域人口数量、地区生产总值和粮食总量都约占全国的 1/3。该地区近十几年来经济与社会的高速发展对水资源的数量和质量提出了越来越高的要求，但是，该地区人均耕地和水资源矛盾的问题日益突出。以北京为例，人均水资源量仅为全国的 1/8，世界的 1/30，已经成为该地区社会经济发展的重要限制因素。以华北平原为中心的地下水漏斗面积超过 5 万 km^2 ，引起中央和地方政府以及学术界的高度重视。尽管期盼已久的南水北调工程一期将于 2014 年建成供水，但是水资源不足的矛盾只能得到部分缓解，水资源短缺的形势依然严峻，合理利用、严格保护水资源将是长期的艰巨任务。然而，更为严峻的是，由于自然的、人为的原因，该区域地下水在相当广泛的地区不同程度地存在硝酸盐污染及潜在污染情况。这对于该地区以地下水作为主要饮用水来源的大多数城乡居民而言，其潜在健康风险不言而喻。

为了对京、津、冀、鲁、豫、辽地区地下水硝酸盐含量的时空变化及影响因素有比较清楚的认识，以北京市农林科学院赵同科研究员为首的研究团队，组织京、津、冀、鲁、豫、辽 6 省（市）有关科研部门历时十年开展了地下水硝酸盐含量全面调查、监测、影响因子分析以及脆弱性评价工作，系统研究了该区域地下水硝酸盐总体含量水平，分析了农业生产活动对其含量变化的影响，提出了地下水硝酸盐含量与埋深的关系，展示了不同省市地下水硝酸盐含量分布格局的差异等。在此基础上，从自然和人类活动两个层面研究影响地下水硝酸盐含量的因素及影响强度，进而开展地下水硝酸盐脆弱性评价，从其本质脆弱性和特殊脆弱性两方面入手，初步建立了该区域地下水硝酸盐脆弱性评价系统，并划分了泛环渤海地区地下水硝酸盐含量不同脆弱程度区域。

该书以大量数据为基础揭示了泛环渤海地区地下水硝酸盐含量时空分布变化的特点，研究区地下水中 NO_3^- -N 含量变化范围为痕量~541.5 mg/L，平均值为 11.5 mg/L，约 17.5%的地下水样严重超标（超过国家生活饮用水卫生标准： NO_3^- -N 含量 < 20 mg/L）。根据我国地下水质量标准（GB/T 14848—93），以水中 NO_3^- -N

含量衡量,研究区地下水水质达标率为 82.5%,Ⅳ类、Ⅴ类水分别为 7.1%、10.4%。说明目前研究区地下水整体质量良好,但Ⅲ类水已经高达 31.2%,潜在污染风险较大。该书展示了不同种植类型对区域地下水 NO_3^- -N 平均含量的影响:蔬菜、粮食、果园种植区域地下水 NO_3^- -N 平均含量之间存在显著差异,蔬菜种植区地下水 NO_3^- -N 平均含量>粮食作物种植区地下水 NO_3^- -N 平均含量>果园种植区地下水 NO_3^- -N 平均含量。与果园种植区地下水 NO_3^- -N 平均含量相比,蔬菜种植区地下水 NO_3^- -N 平均含量高出 97.4%。研究区各地区间地下水硝酸盐平均含量也表现出较大差异,辽宁和山东含量较高,河北、河南次之,北京和天津含量较低,同时山东、辽宁及河南存在地下水被污染的较大风险。

国内外实践证明,地下水系统一旦遭到破坏,特别是地下水遭到污染、水质恶化以后,对其进行治理和修复将需付出昂贵的代价,甚至在一定时期内都不可能完全恢复。因此,要实现地下水资源的可持续利用,地下水资源的防治和保护就显得尤为重要。为了有效地保护地下水资源,精确划分易于被人为活动影响的区域,进行脆弱性分区已成为环境管理、环境监测及环保部门必不可少的手段。本书通过对泛环渤海地区地下水脆弱性研究,对不同地域上的地下水脆弱性进行了等级划分,并绘制出地下水脆弱性等级分布图,对于该区域地下水脆弱性较高的地区采取有效的防治和保护措施,提供了一定的理论依据和有力工具。

该书是一部全面研究泛环渤海地区地下水硝酸盐含量时空变化及其影响因素、开展地下水硝酸盐脆弱性评价、提出相关治理对策与具体防控技术的重要著作,是对十年来环渤海地区地下水硝酸盐含量调查监测研究成果的系统总结。为泛环渤海地区地下水环境保护与农业可持续发展,提供了十分宝贵的科学论据。该书具有较高的学术水平和重要的实用价值,对国内大尺度区域性地下水资源利用和保护具有指导示范作用。

中国工程院院士

2014 年 2 月

前 言

在农业部科技教育司的连续支持下，经过项目组二十多位同志十年努力，以泛环渤海地区地下水硝酸盐含量消长规律与脆弱性评价研究为基础的《泛环渤海地区地下水硝酸盐格局与控制》终于与读者见面了。十年来，农业部科技教育司从保护我国农业环境的高度出发，长期对本项目给予支持。项目组同志团结一致、协作攻关，在不太长的时间内基本上摸清了不同农业种植制度对泛环渤海地区（北京、天津、辽宁、河北、山东、河南）地下水硝酸盐含量分布消长规律的影响，在借鉴国内外最新研究成果的基础上，在大范围尺度上对该区域内地下水硝酸盐污染脆弱性进行分级和评价，为区域社会经济持续发展提供生态环境保护技术支持。该成果 2009 年荣获北京市科技进步二等奖。

全书共 7 章，约 50 万字。第 1 章为绪论，主要介绍泛环渤海地区自然环境、社会经济尤其是农业生产、地下水资源与灌溉状况，以及地下水硝酸盐对人体健康的危害，由赵同科等执笔。第 2 章为地下水硝酸盐调查与评价方法，主要介绍本书开展地下水硝酸盐调查与评价涉及的地下水硝酸盐时空变化、地下水硝酸盐含量预测，以及地下水硝酸盐污染脆弱性评价等研究方法，由赵同科、刘宝存、李鹏、张成军执笔。第 3 章为泛环渤海地区地下水硝酸盐变化特征，主要介绍泛环渤海地区 6 省（市）集约化农区地下水时空变异状况，以及浅埋区地下水硝酸盐时空分布特征，由赵同科、刘宝存、李鹏、张成军执笔。第 4 章为泛环渤海地区地下水硝酸盐分区特征，主要分别介绍泛环渤海地区 6 省（市）集约化农区地下水时空变异状况，分别由张成军、高贤彪、李明悦、张国印、茹淑华、王陵、江丽华、林海涛、石璟、沈阿林、郭占玲、汪仁、牛世伟、李鹏、赵同科执笔。第 5 章为泛环渤海地区地下水硝酸盐格局影响因素分析与预测模型，主要介绍影响集约化农区地下水硝酸盐含量的主要自然、人为因素，对泛环渤海地区地下水硝酸盐含量与影响因素进行相关性分析，泛环渤海地区地下水硝酸盐含量 7 个主要影响因素参数的确定，以及由这些影响因素构成的统计模型的建立，并对研究区 2006 年地下水硝酸盐含量进行模拟，由赵同科、沈阿林、郭占玲、张国印、茹淑华、王陵、李鹏等执笔。第 6 章为泛环渤海地区地下水硝酸盐污染脆弱性评价，

主要介绍泛环渤海地区地下水硝酸盐污染脆弱性评价指标体系的建立,评价了研究区地下水硝酸盐污染脆弱性,并进行了分级分区,由李鹏、赵同科、张成军、刘宝存执笔。第7章为泛环渤海地区地下水硝酸盐污染防治对策,主要根据研究所得,有针对性地介绍缓解泛环渤海地区地下水硝酸盐污染风险的相关对策,由赵同科、李鹏、汪仁、牛世伟、高贤彪、李明悦执笔。全书由北京市农林科学院研究员赵同科博士统筹定稿。在此书出版之际,谨向为本书做出贡献的人们表示衷心感谢!

该项目执行过程中得到了农业部科技教育司的持续支持,科教司和资源环境处历任负责同志高度重视本项研究和技术在生产实际中的应用,在关键时期总是站在全国农业环境保护的高度给予指导。北京市农林科学院为项目的实施搭建了良好的平台,天津市、辽宁省、河北省、山东省和河南省农(林)科学院给予大力支持。参加研究的团队以饱满的热情、科学的态度、严谨的作风,高质量完成研究任务和专著撰写。特别值得提出的是,更有很多在本书作者名单里没有出现的无名英雄为项目的顺利实施和本书的出版作出了贡献。在此谨向农业部科教司领导,京、津、辽、冀、鲁、豫农(林)科学院相关单位和领导,项目组的所有参加人员,以及对本项目做出贡献的集体和个人表示感谢!

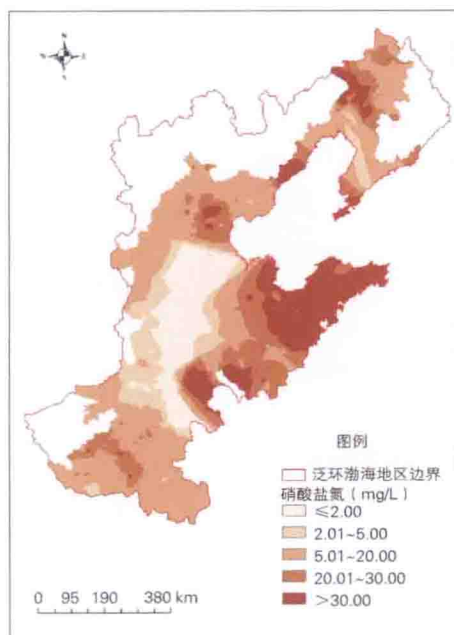
在书稿形成的过程中,农业部全国农业技术推广服务中心田有国研究员、中国农业科学院周卫研究员、中国科学院贺纪正研究员、中国地质勘察研究院张光辉研究员、农业部监测与环境保护研究所张克强研究员,提出了宝贵意见并多次参加书稿的审定,在此对他们付出的辛勤劳动表示衷心的感谢!

本书承谢我的恩师,中国农业科学院副院长、研究员,中国工程院院士刘旭博士在百忙之中作序,敬表诚挚的谢忱!

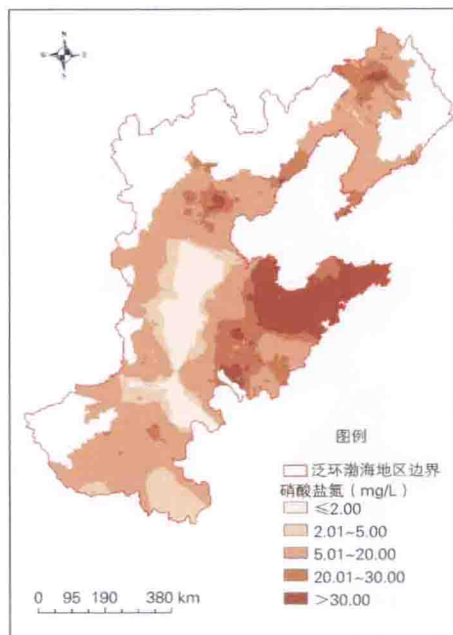


2014年2月

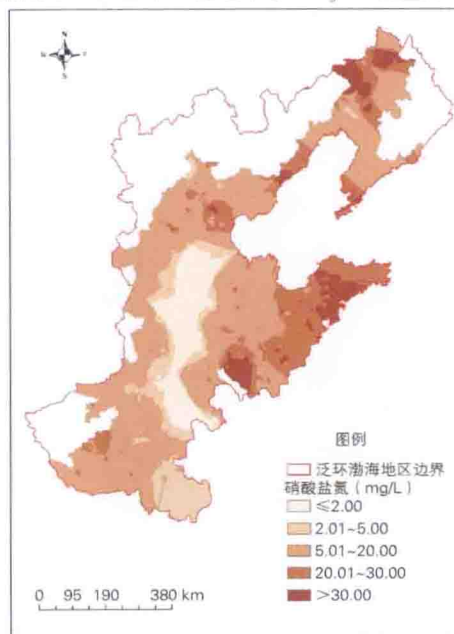
附 图



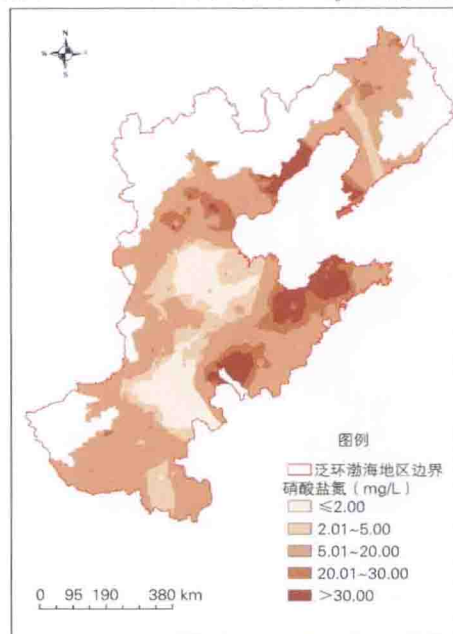
附图1 2006年5月地下水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量分布



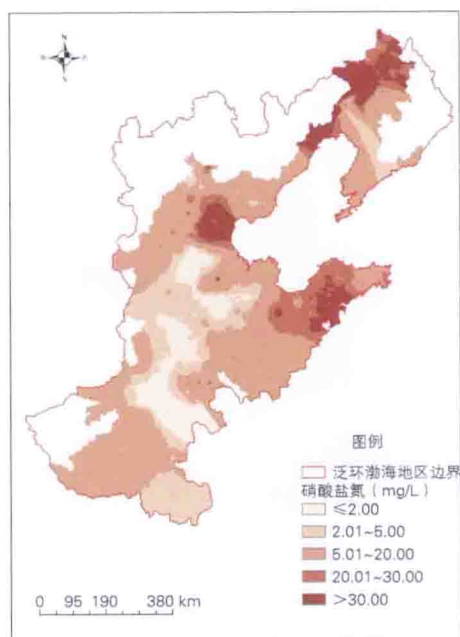
附图2 2006年10月地下水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量分布



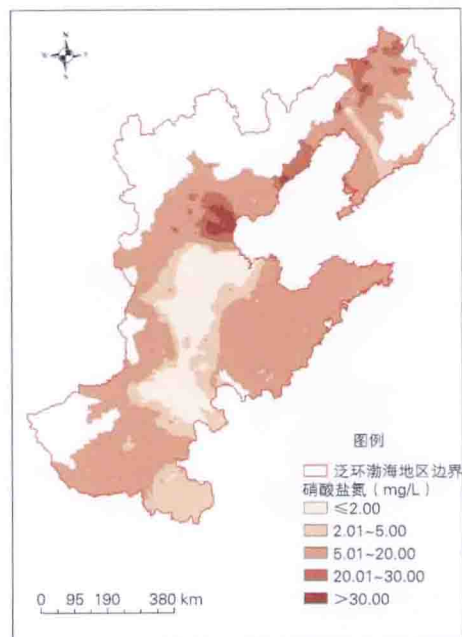
附图3 2007年5月地下水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量分布



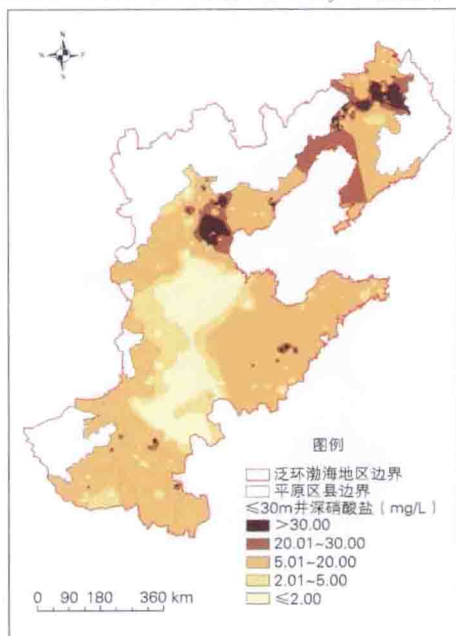
附图4 2007年10月地下水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量分布



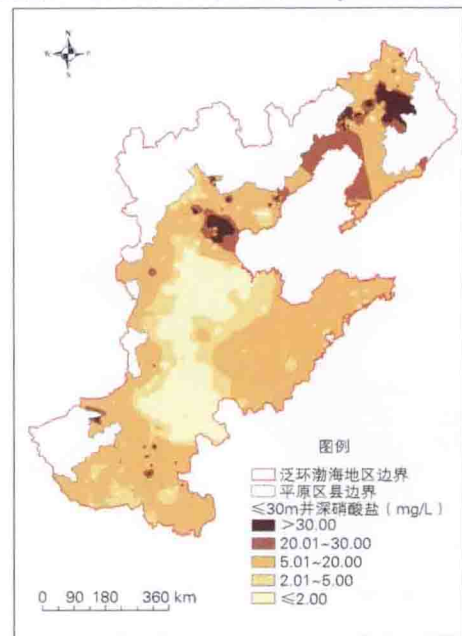
附图 5 2008 年 5 月地下水 NO_3^- -N 含量分布



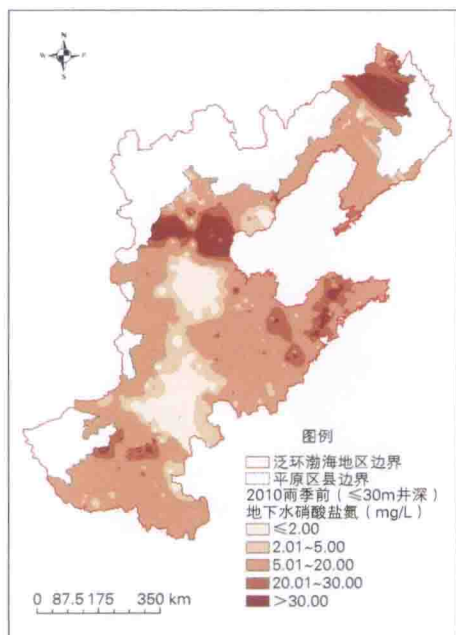
附图 6 2008 年 10 月地下水 NO_3^- -N 含量分布



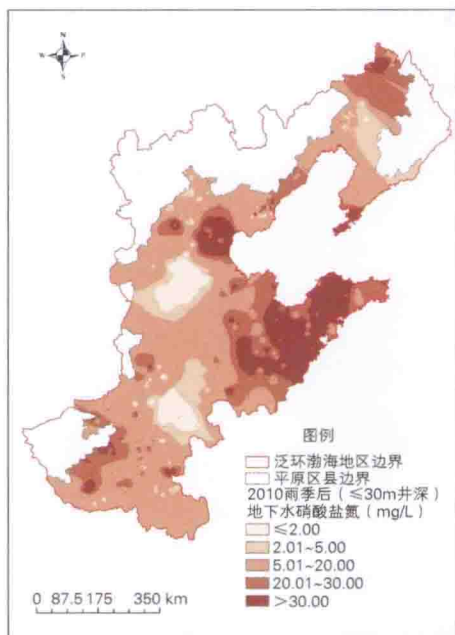
附图 7 2009 年 5 月地下水 NO_3^- -N 含量分布



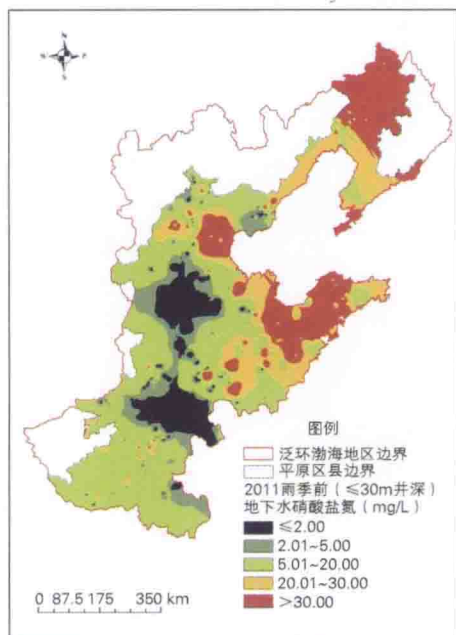
附图 8 2009 年 10 月地下水 NO_3^- -N 含量分布



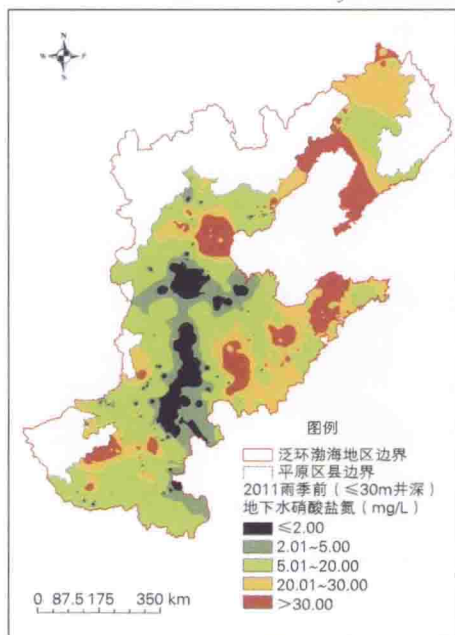
附图 9 2010 年 5 月地下水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量分布



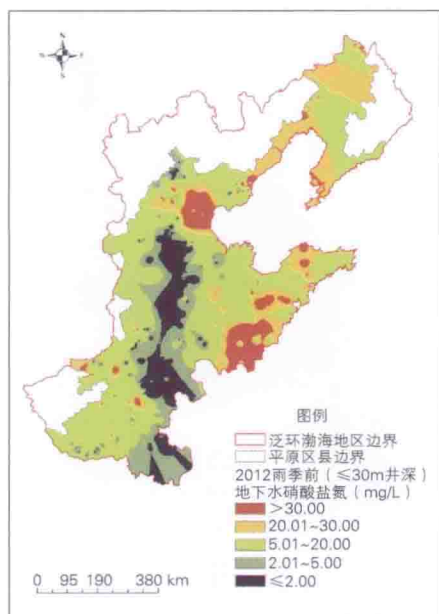
附图 10 2010 年 10 月地下水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量分布



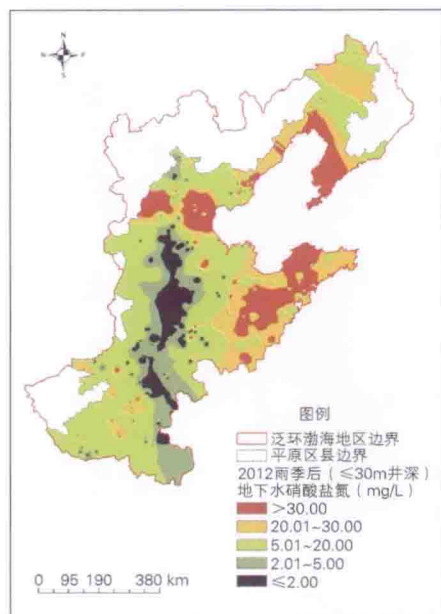
附图 11 2011 年 5 月地下水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量分布



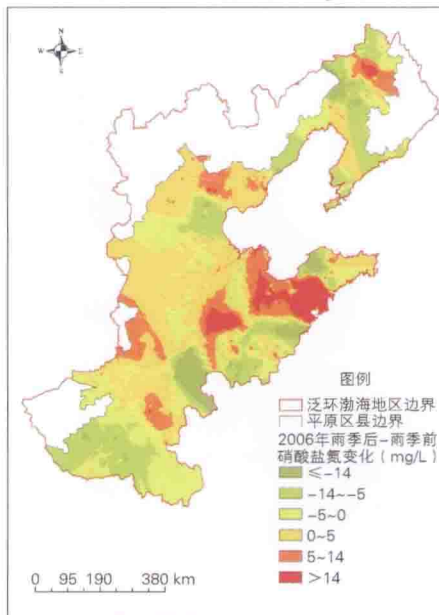
附图 12 2011 年 10 月地下水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量分布



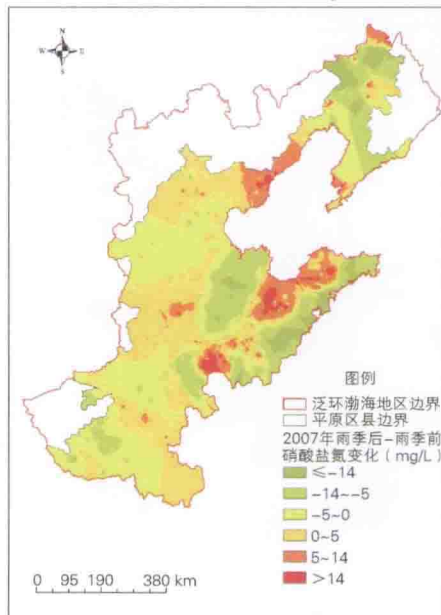
附图 13 2012 年 5 月地下水 NO_3^- -N 含量分布



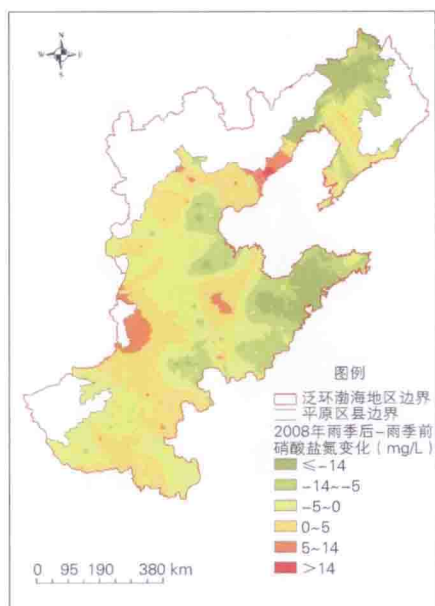
附图 14 2012 年 10 月地下水 NO_3^- -N 含量分布



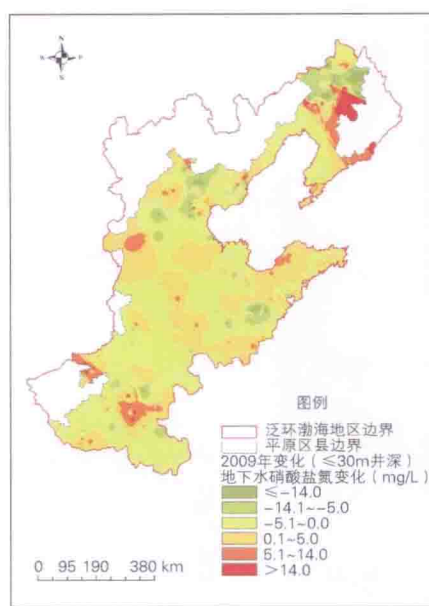
附图 15 2006 年泛环渤海平原区 $\leq 30\text{m}$ 井深地下水 NO_3^- -N 5 月、10 月含量变化分布



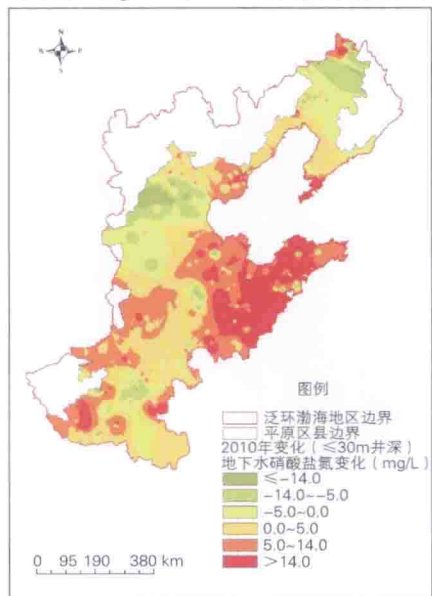
附图 16 2007 年泛环渤海平原区 $\leq 30\text{m}$ 井深地下水 NO_3^- -N 5 月、10 月含量变化分布



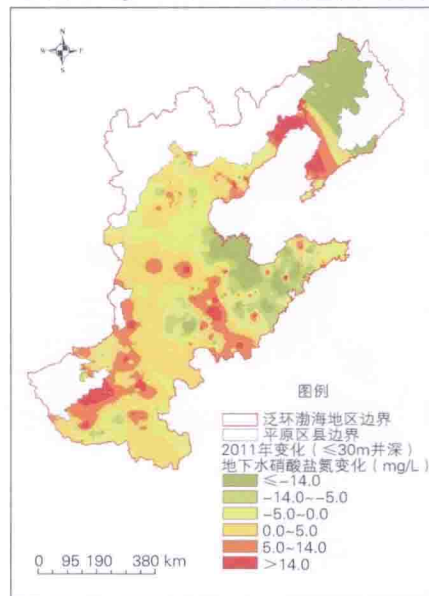
附图 17 2008 年泛环渤海平原区 ≤30m 井深地下水 NO_3^- -N 5 月、10 月含量变化分布



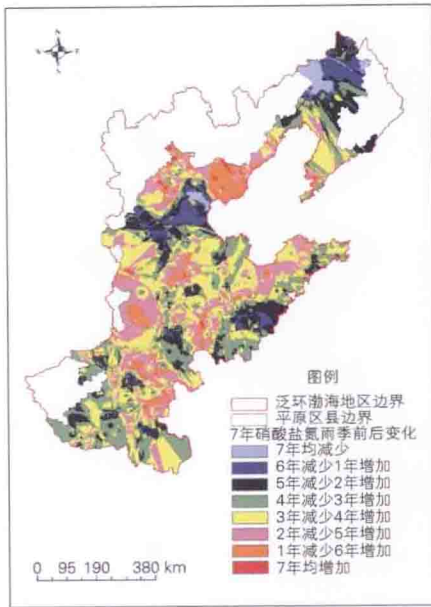
附图 18 2009 年泛环渤海平原区 ≤30m 井深地下水 NO_3^- -N 5 月、10 月含量变化分布



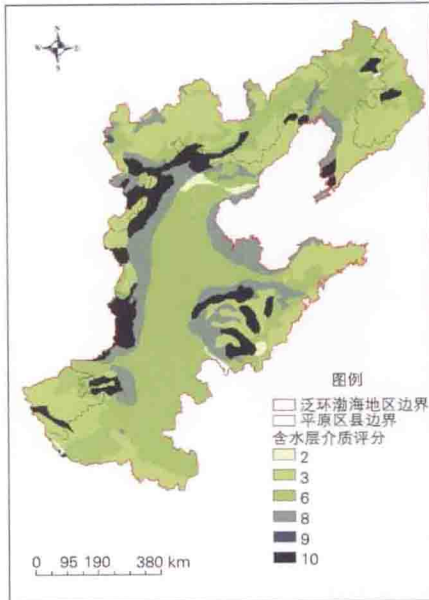
附图 19 2010 年泛环渤海平原区 ≤30m 井深地下水 NO_3^- -N 5 月、10 月含量变化分布



附图 20 2011 年泛环渤海平原区 ≤30m 井深地下水 NO_3^- -N 5 月、10 月含量变化分布



附图 22 2006~2012 年泛环渤海平原区 $\leq 30\text{m}$ 井深地下水 NO_3^- -N 5 月、10 月含量变化分布



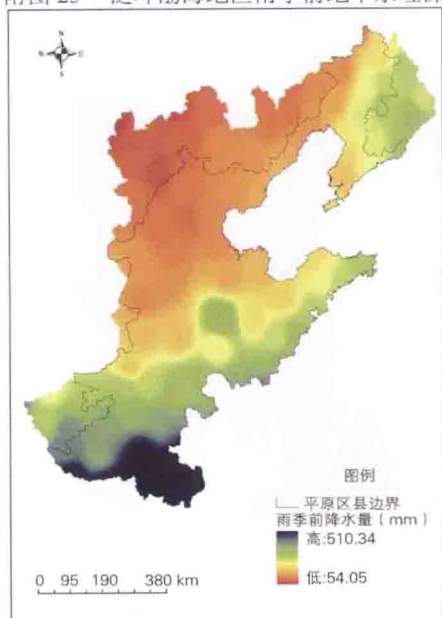
附图 24 泛环渤海地区含水介质评分



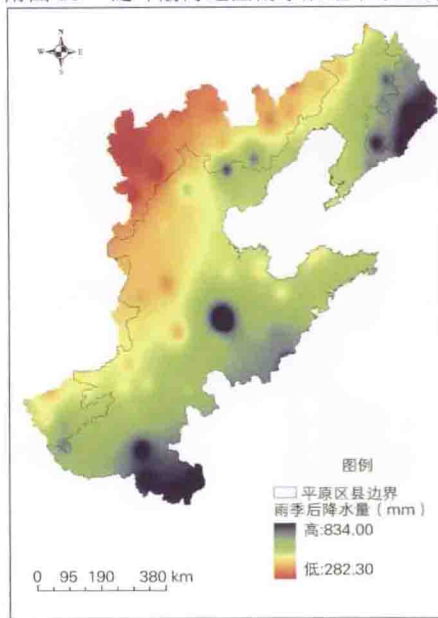
附图 25 泛环渤海地区雨季前地下水埋深



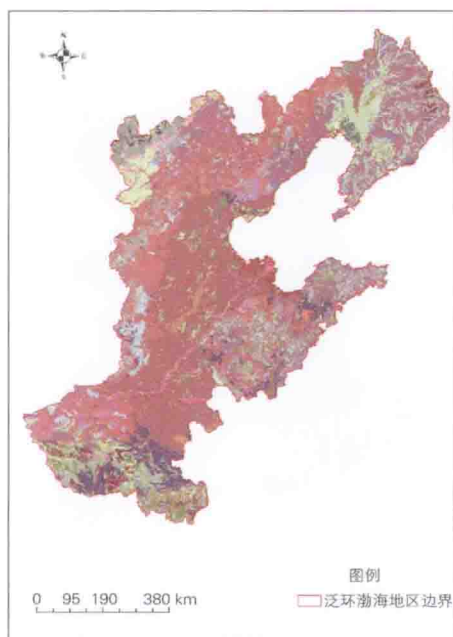
附图 26 泛环渤海地区雨季后地下水埋深



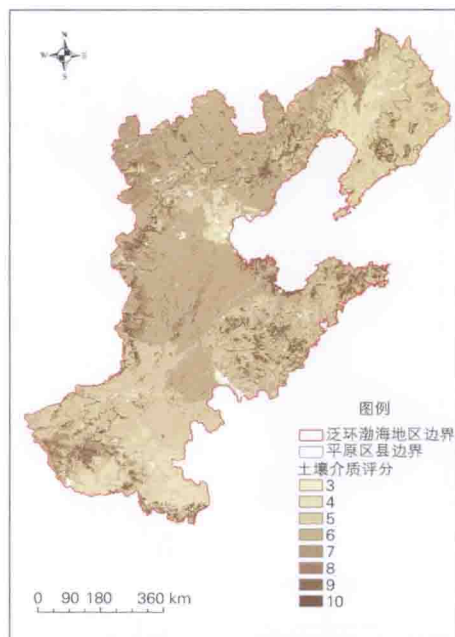
附图 27 泛环渤海地区多年雨季前平均累积
降水量



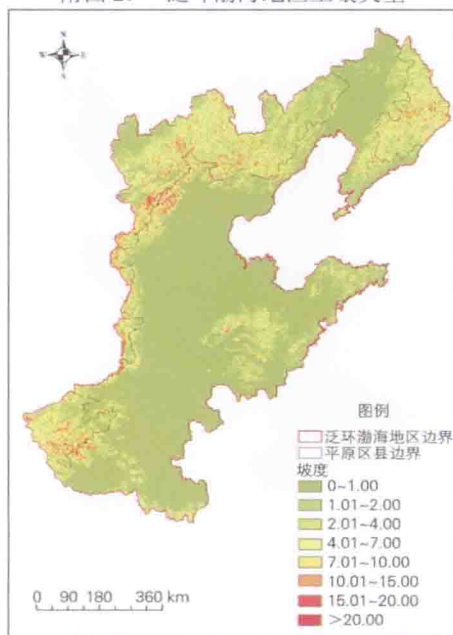
附图 28 泛环渤海地区多年雨季后平均累积
降水量



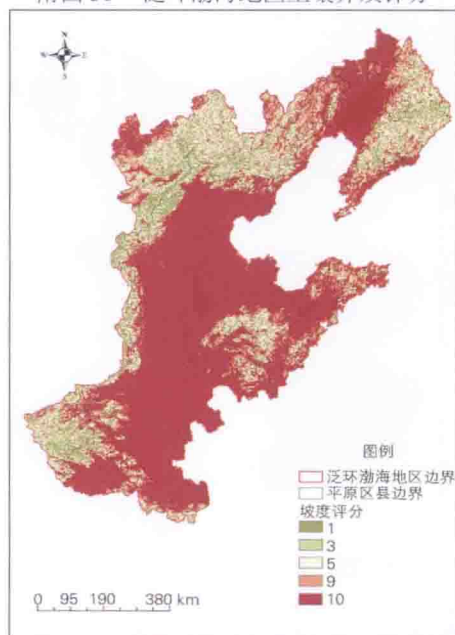
附图 29 泛环渤海地区土壤类型



附图 30 泛环渤海地区土壤介质评分



附图 31 泛环渤海地区坡度图



附图 32 泛环渤海地区地形坡度评分