

黄渤海沿海地区地下水管理与海水入侵防治研究

吴吉春¹, 吴永祥², 林 锦², 韩江波^{2*}

(1. 南京大学地球科学与工程学院, 江苏南京 210023; 2. 南京水利科学研究院水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏南京 210029)

沿海地区人口密集, 经济发展迅速。地下水开采等人类活动和海平面上升导致许多地区出现了严重的海水入侵问题, 引发地下水水质恶化、土壤退化等一系列生态环境问题, 严重制约经济社会的可持续发展。科学管理沿海地区地下水, 防止海水入侵加剧, 已成为亟需解决的重要问题。为此, 2016年7月经科技部批复正式立项“黄渤海沿海地区地下水管理与海水入侵防治研究”(2016YFC0402800), 以不同类型海岸带的海水入侵发生、演化、防治与地下水管理研究为主线, 开展专项研发攻关, 探求高效的黄渤海沿海地区地下水管理模式与海水入侵适应性管理对策。

1 研究背景与意义

我国约45% (全球约44%) 的人口居住在沿海地区, 国家重要的经济中心, 如长三角、珠三角及环渤海湾均分布在沿海地区, 地下水开采等人类活动和海平面上升导致许多地区出现了严重的海水入侵问题, 引发地下水水质恶化、土壤退化等一系列生态环境问题, 严重制约经济社会的可持续发展。科学管理沿海地区地下水, 防止海水入侵加剧, 已成为亟需解决的重要问题。

近十年来, 随着基础理论、模拟技术、计算平台及分析测试技术的迅速发展, 海水入侵研究已从单一的地下水问题发展为融合水文地质、生态环境、全球变化、工程管理等多学科交叉综合研究问题; 从单一调查评价发展为结合地球物理探测、水文地球化学示踪、3S技术、地下水优化管理及防治工程等多技术的综合性研究。不同类型海岸带海水入侵发生机理与作用机制、海水入侵中水—盐—介质多过程模拟及耦合、海水入侵防治技术与地下水适应性管理等科学技术问题已引起国内外越来越多的关注, 必将成为今后的研究热点。

2 研究内容

2.1 拟解决的重大科学问题与关键技术问题

本项目面向国家水资源安全保障与高效利用的重大

现实需求, 以不同类型海岸带的海水入侵发生、演化、防治与地下水管理研究为主线, 重点解决3大关键科学技术问题: ①不同类型海岸带海水入侵发生机理与作用机制; ②海水入侵中水—盐—介质多过程模拟及耦合; ③海水入侵防治技术与地下水适应性管理

2.2 主要研究内容

针对上述问题, 本项目的研究重点: 一是海平面上升和人类活动影响下不同类型海岸带海水入侵发生机理与演化规律研究; 二是海水入侵多种复杂过程的耦合模拟模型与优化技术研究; 三是黄渤海沿海地区海水入侵综合防治技术体系构建和地下水适应性管理模式研究。

具体开展的主要研究内容包括:

- ①沿海地区海水入侵现状调查评价;
- ②黄渤海不同类型海岸带海水入侵发展演化规律研究;
- ③沿海地区地下水开采与海水入侵作用机理研究;
- ④海平面上升对沿海地区海水入侵的影响研究;
- ⑤黄渤海沿海地区海水入侵水环境效应研究;
- ⑥海水入侵模拟与预测技术方法及软件平台研发;
- ⑦沿海地区地下水开采优化调控技术研发;
- ⑧黄渤海沿海地区海水入侵综合防治与管理对策研究;
- ⑨渤海沿海典型区海水入侵防治技术研究与应用示范;
- ⑩黄海沿海典型区海水入侵防治技术研究与应用示范。

2.3 技术路线

以我国沿海地区海水入侵现状调查评价为基础, 基于海平面上升和人类活动影响研究海水入侵的发生机理、发展演化规律及环境生态效应, 研发海水入侵模拟与预测软件平台, 以优化调控沿海地区的地下水开采, 并通过应用示范来构建黄渤海沿海地区海水入侵综合防治技术体系, 提出和完善海水入侵防治与地下水管理对策。

本项目实施技术路线如图1所示。

* 责任作者: 韩江波 (1981—), 男, 高级工程师, 主要从事地下水模拟研究, E-mail: jibhan@nhri.cn。

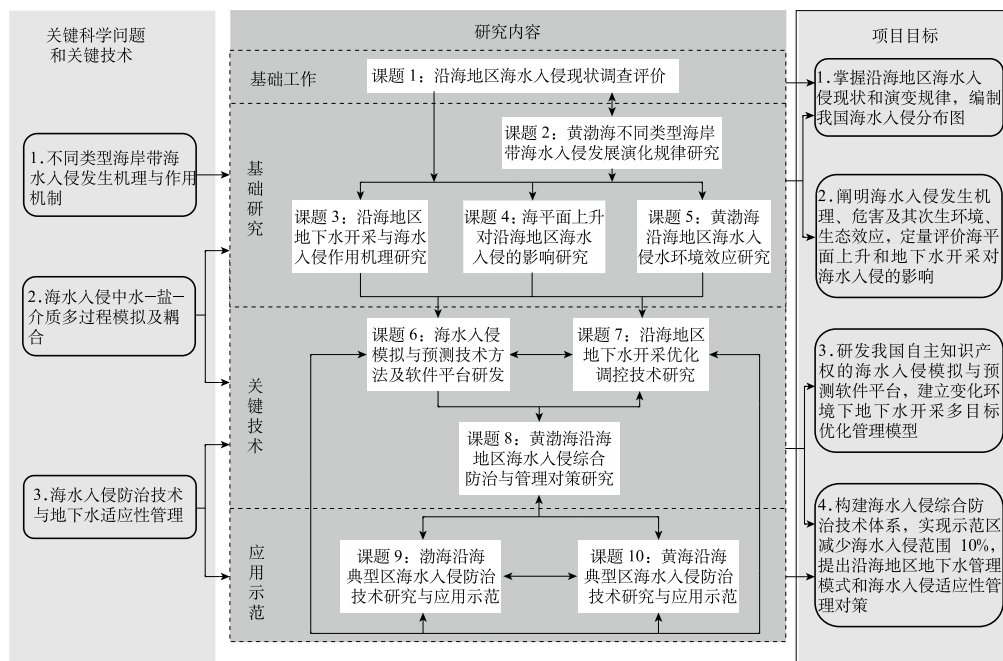


图1 项目实施技术路线

3 研究目标

围绕项目的关键科学问题与主要研究内容,项目力争在以下3方面取得重要突破:

基础理论方面,揭示海平面上升和人类活动影响下黄渤海不同类型海岸带海水入侵发生机理和发展规律,解析海水入侵的危害及其环境、生态效应,定量刻画不同层位地下水开采对海水入侵程度的影响,揭示海水入侵对海平面上升的响应机制,预测未来海平面变化对海水入侵的影响;

技术方法方面,改进海水入侵建模方法,研发具有我国自主知识产权的海水入侵模拟与预测软件平台,创新沿海地区地下水开采优化调控技术,建立变化环境下沿海地区地下水开采多目标优化管理模型;

应用示范方面,面向黄渤海沿海地区超采区治理、地下水水量与水位双控和海水入侵防控需求,发展和提升沿海地区海水入侵防治技术,形成海水入侵综合防治技术体系,集成典型区应用示范成果,提出黄渤海沿海地区地下水管理模式与海水入侵适应性管理对策。

围绕以上创新目标,申报项目的具体目标包括:

①掌握沿海地区海水入侵现状和演变规律,绘制我国海水入侵分布图;

②阐明海水入侵发生机理、危害及其次生环境、生态效应,定量评价海平面上升和不同层位地下水开采对海水入侵的影响;

③研发具有我国自主知识产权的海水入侵模拟与预测软件平台,建立变化环境下黄渤海沿海地区地下水开采多目标优化管理模型;

④构建黄渤海沿海地区海水入侵综合防治技术体系,实现黄渤海沿海示范区(不低于2000km²)减少海水入侵范围10%,提升沿海地区地下水管理水平,为地下水

资源可持续利用提供可靠技术支撑。

4 预期成果和效益

本项目将在海水入侵发生机理、演化规律等科学理论方面取得重要进展,在沿海地区地下水管理、海水入侵综合防治技术等方面取得突出成果,在典型区海水入侵防治技术应用示范中取得显著的社会经济与生态环境效益。

本项目预期成果主要有:

①我国沿海地区海水入侵分布图;

②揭示海水入侵

发生机理和演变规律;

③海水入侵模拟模型;

④沿海地区地下水优化调控管理模型;

⑤具有我国自主知识产权的海水入侵模拟与预测软件平台;

⑥沿海地区海水入侵综合防治技术体系;

⑦沿海地区地下水管理模式和海水入侵适应性管理对策;

⑧沿海示范区减少海水入侵范围10%;

⑨发明专利10项、专著2部、论文100篇,培养研究生30名。

本项目对“水资源高效开发利用”重点专项之“水资源智能调度与精细化管理”重点方向目标的支撑作用主要有:

①通过多种方法综合运用,查明不同类型海岸带海水入侵现状,编制我国沿海地区海水入侵分布图,阐明人类活动与海平面上升影响下沿海地区海水入侵发生机理,揭示人类活动与气候变化双重胁迫下海水入侵发展演化规律,定量分析海水入侵对地下水水量和水质现状及未来演变趋势的影响,为变化环境下沿海地区地下水管理与海水入侵防治提供理论支撑。

②发展海水入侵模拟与预测技术,建立变化环境下黄渤海沿海地区地下水开采多目标优化管理模型,研发具有我国自主知识产权的海水入侵模拟优化与预测软件平台,结合典型区的应用示范,形成黄渤海沿海地区海水入侵综合防治技术体系,提出沿海地区地下水管理模式与海水入侵适应性管理对策,为基于地下水采补关系的水量—水位双控管理提供创新技术,为沿海地区地下水资源保护和超采区治理修复提供技术应用示范。