

基于水资源刚性约束的海水入侵防治路径探析

杨洹铨¹, 王君好¹, 傅世东²

(1. 莱州市水源工程建设养护中心, 山东 莱州 261400; 2. 山东省水利科学研究院, 山东 济南 250014)

【摘要】文章以水资源刚性约束为引领, 结合莱州市海水入侵防治实践经验, 系统分析海水入侵防治的核心逻辑与全流程实践路径, 从成因管控、综合治理、成效巩固 3 个维度构建科学完善的防治体系, 为同类滨海缺水地区海水入侵综合防治提供理论参考与实践指引。

【关键词】莱州市; 水资源; 海水入侵; 综合防治

【中图分类号】TV213.4

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-07-0051-03

Analysis of Prevention and Control Pathways of Seawater Intrusion Based on Rigid Constraints of Water Resources

YANG Huanbin¹, WANG Junhao¹, FU Shidong²

(1. Water Source Engineering Construction and Maintenance Center of Laizhou City, Laizhou, Shandong 261400, China;

2. Water Resources Research Institute of Shandong Province, Jinan, Shandong 250014, China)

Abstract: Guided by the principle of rigid constraints of water resources and combined with practical experience in seawater intrusion prevention and control in Laizhou City, this paper systematically analyzes the core logic and full-process practical pathways for seawater intrusion prevention and control. A scientific and sound prevention and control system is established from three dimensions: cause control, comprehensive treatment and effect consolidation, which provides theoretical reference and practical guidance for the comprehensive prevention and control of seawater intrusion in similar water-shortage coastal areas.

Key words: Laizhou City; Water resources; Seawater intrusion; Comprehensive prevention and control

滨海地区因特殊的地理区位和水资源禀赋, 水资源系统脆弱性高, 受产业发展失衡、地下水超采、水利设施不足等因素影响, 水资源开发利用往往超出区域承载能力, 导致地下淡水与海水咸淡平衡被打破, 海水入侵问题频发, 严重威胁区域生态安全^[1], 成为制约区域高质量发展的重要瓶颈。

莱州市地处胶东半岛西北部, 是典型的资源型缺水城市, 人均水资源量仅为全国平均水平的 1/6。受自然与人为因素双重影响, 历史上地下水超采严重, 海水入侵面积曾高达 276.99 km², 水资源安全面临严峻挑战^[2-3]。近年来, 莱州市严格落实水资源刚性约束制度, 将刚性要求融入海水入侵防治各环节, 探索形成了“成因精准破解、措施系统落地、成效持续巩固”的全链条实践路径, 有

效遏制了海水入侵扩大态势, 实现了地下水可持续利用与生态环境有效保护。

1 水资源刚性约束与海水入侵防治关系

水资源刚性约束与海水入侵防治存在深刻的本构关系, 二者目标契合、机制互补, 呈现出制度供给与实践响应的辩证统一。

一方面, 水资源刚性约束为海水入侵防治提供了根本指引与制度基石。海水入侵的主要人为成因——如地下水超采、产业用水粗放、水利设施布局不合理及监测管控不完善等, 均与水资源刚性约束要求脱节密切相关。刚性约束通过设定地下水开采上限, 从源头上遏制因过度开采地下

收稿日期: 2026-02-01

作者简介: 杨洹铨(1986—), 男, 工程师

水而形成的地下水位负值区,阻断海水入侵的动力通道,从而精准破解海水入侵的人为诱因。另一方面,海水入侵防治是水资源刚性约束在沿海生态敏感区的具体实践与成效检验。海水入侵防治通过落实“控采限量、节水开源、工程补源”等综合治理措施,关停违规水井、建设地下水库、拦蓄补源、推广非常规水利用,倒逼区域产业结构调整与用水方式转变,强化水资源集约节约利用水平,形成对刚性约束制度有效性的正向反馈。综上所述,水资源刚性约束与海水入侵防治有机结合,共同推动区域水资源利用从“无序扩张”向“量水而行、采补平衡”的良性循环转变,支撑滨海地区水资源安全与生态安全。

2 海水入侵防治实践路径

结合莱州市海水入侵防治实践,水资源刚性约束制度下的海水入侵防治实践路径可分为“前期管控-综合治理-成效巩固”三个阶段,每个阶段紧扣刚性约束要求,形成闭环推进的工作格局,确保防治工作精准高效、可持续推进。

2.1 前期管控:精准破解成因,筑牢刚性约束基础

前期管控的核心是立足水资源刚性约束要求,精准识别海水入侵的核心成因,从源头管控风险,为后续防治工作奠定基础。莱州市结合区域实际,重点从3个方面破解成因:

一是推动产业与水资源承载能力适配。严格落实“以水定产”要求,规范沿海金矿、养殖、溴盐等产业用水行为,重点推进金矿矿坑水循环利用,引导企业构建“收集-处理-回用”全链条体系,提高矿坑水回用率;严控沿海高耗水产业无序发展,坚决遏制产业用水超出水资源承载能力。

二是优化水利设施布局,补齐刚性约束落实短板。针对地下水回补防治海水入侵的实际需求,重点完善河道下游拦蓄设施,推进调水、蓄水工程建设,提升地表径流拦蓄利用率和水资源调控能力,增加地下水补给量,缓解地下水超采压力。

三是健全监测与管控机制,强化刚性约束落地。建立健全海水入侵监测体系,实现对地下水位、水质及海水入侵范围、深度的动态监测,精准掌握防治动态;强化执法监管与取水许可审批,

严格落实地下水超采管控要求,严厉打击违规取水行为,确保落实水资源刚性约束要求。

2.2 综合治理:系统落实措施,构建刚性防控体系

综合治理阶段是海水入侵防治的关键,莱州市紧扣水资源刚性约束要求,构建“依法管水、工程防控、综合节水、资源循环”四大核心措施,形成全方位、多层次的防控体系,实现从“被动应对”到“主动防控”的转变。

一是依法管水,筑牢刚性约束底线。严格按照《地下水管理条例》《节约用水条例》《山东省水资源条例》等法律法规,将依法管水作为落实刚性约束的重要保障。健全市、镇、村三级“河长制”组织体系,实现河湖管护全覆盖;开展违规取水专项排查,严厉打击违法取水、无证取水等行为,严格取水许可审批,逐步核减一般超采区取水量,从源头管控地下水开采。

二是工程防控,构建刚性防护屏障。以工程建设为抓手,补齐水资源调控和海水入侵防控短板。实施地下水超采区压采工程,封存超采区自备水井,推进地下水资源采补平衡;建设王河地下水库,利用地下坝阻挡海水入侵、人工补源增加地下水补给^[4];开展河道综合治理,通过清淤疏浚、拦蓄设施建设,提升河道拦蓄能力和地下水补给能力;修建防潮堤工程,抵御风暴潮和海水倒灌,筑牢沿海防控防线;推进“三河六库”联网调水,优化水资源配置,缓解滨海区域用水紧张态势。

三是综合节水,降低刚性管控压力。严格落实“节水优先”要求,推行全方位综合节水措施,从用水终端减少地下水开采。推进城乡集中供水,覆盖沿海重点区域,减少地下水分散开采;以高标准农田建设为抓手,推广滴灌、喷灌等农业节水技术,推进农业水价改革,引导农户节约用水,大幅减少农业地下水开采量^[5-6]。

四是资源循环,拓宽刚性供给渠道。创新水资源利用模式,推动“废水”“海水”向“资源”转化,落实刚性约束“循环利用、高效集约”要求。持续提升矿坑水回用率,推动金矿企业完善处理设施,实现矿坑水梯级利用;强化再生水梯级利用,完善再生水供水管网,推动再生水用于工业生产、市政绿化及河道生态补水;推进海水淡化工程建设,构建“淡化水+再生水+地表水”的多元供

水体系,推动海水入侵防治与水资源刚性约束制度落实深度衔接。

2.3 成效巩固:聚焦短板优化,强化刚性约束机制

海水入侵防治是一项长期工程,需在核心措施落地的基础上,持续聚焦短板、优化提升,构建长效机制,确保刚性约束要求持续发力、防治成效稳步巩固。

一是坚持目标导向,实现协同发展。以“水资源利用效率提升、地下水位提升、水生态质量提升、全民节水意识提升”为目标,持续优化防治措施,推动实现水资源利用与承载能力匹配、海水入侵有效遏制、水生态持续改善。

二是聚焦短板提升,强化防治效能。针对矿坑水回用率偏低、监测体系不完善等薄弱环节,强化矿坑水回用监管,强制要求相关企业完善处理设施;完善监测数据共享机制,提升海水入侵防治工作精准性。

三是强化宣传督导,持续巩固成效。以强化水资源刚性约束落地、巩固海水入侵防治成果为重点,通过多渠道常态化开展宣教活动,在全社会营造“处处节水、主动护水”的良好氛围;强化督导监管力度,定期对海水入侵防治措施落实、节水目标完成、矿坑水回用等情况开展专项督导,对发现问题依法依规予以处置,实现闭环整改,确保各项措施落地落细、常态长效,持续巩固水资源集约利用和海水入侵防治成果。

3 防治成效与建议

3.1 防治成效

近年来,莱州市构建了“依法管控、拦蓄回补、节水开源”三位一体的海水入侵综合防治体系。在管控约束方面,“十四五”期间,建立覆盖 17 条河流的三级河长体系,查处违规取水案件 18 起,封存自备井 7 眼,压采地下水 203 万 m^3 ,严控开采总量;在工程治理方面,建成总库容 5 693 万 m^3 的王河地下水库,配套 1 200 眼机渗井实施人工回灌,丰水年份地下水回补量超 1 000 万 m^3 ,投资逾 7 亿元实施王河、南阳河等河道治理工程,建成达标防潮堤 43.9 km,构建起“阻咸补淡”的工程屏障;在节水开源方面,建成高标准农田 5.15 万 hm^2 ,年农业节水超 3 000 万 m^3 ,强化矿坑水、再生水及淡化海水等非常规水源利用,年

替代常规淡水约 700 万 m^3 。通过系统推进地下水超采综合治理体制机制建设,实施节水压减、控采限量、水源置换以及地下水修复补源等工程。2015—2023 年,全市引调水量由 2015 年的 500 万 m^3 增加到 2020 年 1 913 万 m^3 ;工业利用再生水达到 249 万 m^3/a 、淡化海水利用量达到 130 万 m^3/a ;地下水开采量由 6 174 万 m^3/a 减少至 4 417 万 m^3/a ,地下水超采引发的海水入侵面积减少至 237 km^2 ;2024 年末全市平原区地下水位升至 6.27 m,实现了地下水位下降速率减缓,部分区域水位止跌回升的目标。

3.2 建议

海水入侵防治是一项长期、复杂的系统工程,不同滨海地区因水资源禀赋、产业布局、地质条件存在差异,防治路径需结合区域实际灵活调整。结合莱州市实践及同类地区防治需求,针对水资源刚性约束下海水入侵防治需求,提出优化建议:一是强化刚性管控细化,结合区域水资源承载能力,制定差异化地下水取水总量和地下水水位管控指标,确保刚性约束精准落地;二是提升科技支撑能力,推广应用先进的海水入侵监测、治理技术,推动防治工作智能化、精准化;三是完善协同治理机制,加强部门联动、区域协同,形成“政府引导、企业主导、社会参与”的防治格局;四是深化非常规水利用,加大再生水、海水淡化等非常规水开发利用力度,进一步拓宽供水渠道,推动水资源循环可持续利用。

参考文献

- [1] 黄磊,郭占荣.中国沿海地区海水入侵机理及防治措施研究[J].中国地质灾害与防治学报,2008(2):118-123.
- [2] 束龙仓,黄蕾,陈华伟,等.基于 AHP-EWM 的莱州市海岸带海水入侵灾害风险评价与区划[J].吉林大学学报(地球科学版),2023,53(6):1864-1879.
- [3] 程舜,戴文涛,罗伟华.莱州市海水入侵治理实践与经验[J].山东水利,2016(3):32-33.
- [4] 李玉山,陈华伟,李福林,等.地下水库周边地下水水质和土壤盐渍化空间差异分析[J].济南大学学报(自然科学版),2025,39(6):791-799.
- [5] 刘典鹏,季曙光,周小丽.莱州市海水入侵的防治措施及效果分析[J].山东水利,2011(1):34-35.
- [6] 王潘平,王兵,刘典鹏.莱州市海水入侵探讨及防治措施[J].山东水利,2008(11):60-61,64.

(责任编辑 赵其芬)