

环渤海地区地下水资源与环境地质若干问题探讨

孙晓明^{1,3}, 吴登定^{1,2}, 肖国强³, 马震³, 王卫东⁴, 徐建国⁵, 王兰化⁶, 邢忠信⁷

(1. 中国地质大学水资源与环境学院, 北京 100083; 2. 中国地质调查局, 北京 100011;
3. 天津地质矿产研究所, 天津 300170; 4. 辽宁水文地质工程地质勘察院, 大连 116037;
5. 山东省地质调查院, 济南 250013; 6. 天津市地质调查研究院, 天津 300191;
7. 河北地勘局第四水文地质工程地质大队, 沧州 061000)

摘 要: 环渤海地区在我国经济发展中具有重要战略地位。面对区内水资源的日益短缺和地质灾害严重, 合理开发利用地下水资源, 有效保护地质环境, 是实现环渤海地区社会、经济可持续发展的重要措施。本文中以环渤海地区地下水资源与主要环境地质问题现状为基础, 围绕区内社会、经济发展需求, 就环渤海地区地下水资源与环境地质调查下一步工作进行了探讨, 提出重点应放在优化调整地下水开采布局和层位, 充分开发利用浅层地下水; 利用滨海河谷建设地下水库; 利用地下空间和雨洪水资源, 实施地下水与地表水联合调度; 扩大咸水资源改造利用; 勘查、建立城市应急(后备)水源地; 开展地下水污染调查; 加强地下水动态监测与研究等措施, 建立以城市、港口为重点的地下水供水安全保障体系。环境地质调查重点则放在确定海岸基准线, 开展重点城市、港口以及湿地环境地质调查评价, 建立海岸带地质环境监测体系和地质灾害预警系统, 构建海岸带地质环境保障体系等方面。

关键词: 环渤海; 地下水资源; 环境地质
中图分类号: P641.8 & X143 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-4135(2006)01-0047-10

1 引 言

文中所指“环渤海地区”是中国地质调查局所部署开展的 1:25 万“环渤海地区环境地质调查”(2001~2003 年)项目区范围, 包括辽宁、河北、山东省的部分地区和天津市, 面积 16.12 万 km²。本区为“京津—环渤海城市群”的主要组成部分, 人口 9 329.70 万, 占全国人口的 7.29%; 国内生产总值 133 10.02 亿元, 占全国 13%, 在我国经济发展中具有重要地位。但区内人均占有水资源量仅 660 m³, 为全国平均数的 23.6%, 是我国水资源短缺最严重的地区之一。同时, 该区又是我国地质环境最脆弱地区之一: 不合理的水资源与土地开发、工农业生产等工程—经济活动, 造成地面沉降、地面塌陷、地裂缝、海(咸)水入侵、地下水污染、湿地退化等环境地质问题; 海平面上升、海岸侵蚀与淤

积、风暴潮对港口等海岸工程以及海滨城市造成巨大威胁。缺水和地质灾害已成为制约本区经济社会可持续发展的重要因素。

环渤海地区社会、经济发展必须立足于寻求人与自然的协调与和谐。为此, 需要客观认识地质环境形成、演化规律, 并通过规划协调人—地发展, 做到城市化发展、工程—经济活动布局与自然环境分带性的空间协调、与自然环境演化的周期性协调、与自然环境演化的趋向性协调。环渤海地区地下水资源与环境地质调查工作将会在认识海岸带地质环境特征、支撑协调人—地可持续发展中具有越来越重要的基础作用。

2 地下水资源与主要环境地质问题

2.1 地下水资源

据最新一轮环渤海地区地下水资源评价成

收稿日期: 2005-09-20
基金项目: 中国地质调查局地质调查项目(1212010340108)
作者简介: 孙晓明(1960-), 男, 1982年毕业于成都地质学院水文地质工程地质专业, 教授级高级工程师, 长期从事水文地质、工程地质和环境地质调查研究工作, 现在中国地质大学攻读博士学位。
王思敬, 海岸带城市化的环境地质问题, 天津“海岸带地质环境与城市发展研讨会”, 2004

果^[1], 全区地下水天然补给资源量为 209.03 亿 m^3/a 全区地下水开采资源量为 168.13 亿 m^3/a 下辽河平原新近系地下水开采资源量为 2.54 亿 m^3/a

在浅层地下水中, Ⅲ类以上水质的分布面积占总面积 61.2%。华北平原深层地下水质量总体上讲较浅层水水质好。

区内浅层地下水可开采量 152.22 亿 m^3/a 现状开采量 108.16 亿 m^3/a 尚有开采潜力 44.06 亿 m^3/a 。有潜力区主要分布在辽东山地、下辽河平原、冀东平原和鲁北平原引黄灌区。其中, 下辽河平原开采潜力约 22.2 亿 m^3/a 鲁北平原引黄灌区开采潜力约 8.56 亿 m^3/a ^[2]。

要挖掘这些地区浅层地下水资源潜力, 尚需开展详细的调查评价工作。

华北平原深层地下水现状开采量 16.38 亿 m^3 , 开采潜力指数为 0.67, 开采潜力不足, 需进行开采布局、开采层位以及开采量的调整。

下辽河平原新近系地下水现状开采量 1.53 亿 m^3 , 尚有部分疏干性开采潜力, 但不宜再扩大开采量。

2.2 主要环境地质问题

环渤海地区的地质背景决定了地质灾害的类型和分布^[3]。概况起来, 区内环境地质问题可分为以原生为主的环境地质问题和以人类活动影响为主的环境地质问题两大类(表 1)。

表 1 环渤海湾地区环境地质问题一览表

Table 1 Geo-environmental problems in the Circum-Bohai-Sea region

	环境地质问题	主要分布区
以原生为主的环境地质问题	活动构造与地震	分布 5 条活动构造带和 5 条地震活动带, 地壳相对不稳定区主要分布在唐山—天津—沧州、辽宁盘锦—营口
	海岸侵蚀与淤积	海岸带
	劣质地下水	下辽河平原、华北平原、莱州湾等
	软土地基、沙土液化	淤泥质、泥沙质海岸带的沿海地区等
	构造型地裂缝	河北沧州、山东淄博等地区
	土地盐渍化	海岸带地区和辽宁锦州、辽阳西部, 冀东平原中部, 天津宝坻县, 河北永清、大城县等地
以人类活动影响为主的环境地质问题	地下水过量开采与区域性地下水位降落漏斗	冀东平原、天津市—河北省沧州等地区、辽阳市首山水源地区等
	地面沉降	冀东平原西部、天津市、河北省沧州等地区、山东省东营、滨州等地区
	地面塌陷	冀东矿区和秦皇岛市柳江盆地、山东半岛、天津蓟县等
	非构造型地裂缝	各矿区附近、天津蓟县和宝坻等地
	地下水污染与水质恶化	城市(镇)、污水农灌区和地下水集中开采区、矿山等
	海(咸)水入侵	辽东湾、冀东平原、莱州湾的临海地区、辽东半岛、辽西和胶东半岛临海河口地区
	崩塌、滑坡、泥石流	辽东山地、胶东半岛、燕山和辽西山前
	湿地退化	海岸带湿地分布区
	垃圾处置与水土环境污染	城(镇)市区

(1) 活动断裂

区内分布有郯—庐断裂带、唐山—衡水断裂带、东营—聊城束状构造带、渤海构造区和辽东—胶东构造带等活动构造带以及 80 余条活动断裂。自公元前 231 年以来, 区内已发生 ≥ 6 级地震 55 次, 是我国地震强烈活动地区之一。根据对环渤海地区区域地壳稳定性进行的评价

结果显示^[4], 较不稳定和不稳定区分布面积占全区的 59%。因此, 活动断裂是环渤海地区城市化规划和港口建设的重大地质问题之一。

(2) 地面沉降

据最新调查资料, 区内天津—河北平原累计地面沉降量大于 200 mm 的面积 26 829.4 km^2 , 大于 1000 mm 的面积 5 011.8 km^2 , 大于 2 000 mm

的面积 614.7 km^2 。天津地区最大累计沉降量已达 3182 mm , 2001 年沧州市累计沉降量也达 $2236 \text{ mm}^{[5]}$ 。地面沉降造成了高程资源损失, 加剧了洪涝、土地盐渍化、风暴潮等海岸带灾害, 是环渤海地区又一重大环境地质问题。

(3) 海岸侵蚀与淤积

环渤海地区侵蚀海岸总长度约 1051 km , 占全区岸线长度的 21% ; 淤积海岸长度 1484 km , 占岸线长度近 30% 。其中, 淤积海岸主要分布在辽东湾、滦河三角洲、渤海湾、黄河三角洲等地, 淤进面积超过 540 km^2 。位于淤泥质海岸上的港口, 面临的一个重大环境地质问题就是淤积。如 2003 年 10 月 12 ~ 13 日的风暴潮, 造成黄骅港外航道口门处骤淤 500万 m^3 , 为此耗费上亿元进行清淤。渤海湾西岸各河口处均存在着严重淤积, 为防洪疏浚河道, 每年均需耗巨费清淤。

(4) 海(咸)水入侵

环渤海地区的海(咸)水入侵主要分布在大连、凌海、葫芦岛、绥中、秦皇岛、莱州湾、胶东半岛沿海河谷等地, 海(咸)水入侵面积 2457 km^2 , 比 20 世纪 80 年代末增加了 937 km^2 , 增长 38% 。由于海(咸)水入侵, 当地的饮水条件和工农业生产受到严重影响。

(5) 海岸带湿地退化

环渤海海岸带湿地面积(不包括滩涂)为 162.33 万 hm^2 , 比 20 世纪 70 年代减少 11.4% 。其中, 自然湿地面积比 1970 年代减少约 52% , 人工湿地面积增加约 90% 。湿地退化严重影响了海岸带的生态环境。

(6) 地下水污染呈加重趋势

据不完全统计, 环渤海地区工业和生活废水排放量达 32.4 亿吨 。在地下水中, 常见的污染组份有硝酸氮、亚硝酸氮、氨氮、酚、氰、砷、汞、镉等, 其中“三氮”污染呈面状分布。地下水污染已成为制约城市建设和城市化进程的重要问题。

(7) 海平面上升和风暴潮对海岸工程和滨海城市造成威胁

IPCC 2001 年评价报告认为, 21 世纪全球海面将上升 $9 \sim 88 \text{ cm}$ 。据 2003 年中国海平面公

报, 近 50 年来, 中国沿海海平面平均上升速率为 2.5 mm/a 高于 1.5 mm/a 的全球海平面上升速率。预测在未来数十年, 中国沿海海平面总体上将继续保持上升趋势。

环渤海沿岸是我国风暴潮灾害最严重的地区之一, 主要发生在渤海湾西岸、黄河三角洲和莱州湾的春、夏、秋三季^[6], 并以温带风暴潮为主^[7]。自 1949 年以来, 区内发生较大成灾风暴潮 9 次, 其中 2003 年 10 月发生的风暴潮, 造成津、冀、鲁沿海的直接经济损失达 13.1 亿元 。

海平面上升、地面沉降、风暴潮灾害的叠加, 对沿海平原环境产生重大影响。特别是渤海湾、莱州湾、黄河三角洲等低洼地区, 是对海平面变化、地面沉降、风暴潮灾害最敏感、最脆弱的地区。上述灾害的叠加, 将进一步加剧洪涝、海岸侵蚀与淤积、土地盐渍化与沼泽化、咸水上溯、滩涂减少等海岸带灾害。近五十年来, 环渤海地区的成灾风暴潮和造成的损失均呈逐渐增加趋势。因此, 加强对海平面变化、风暴潮灾害的研究与预测, 是海岸带防灾减灾的重要组成部分。

(8) 工程-经济活动加剧了突发性地质灾害

据调查, 环渤海地区共发生地面塌陷 462 处, 地裂缝 70 余处, 崩、滑、流地质灾害 9427 起, 造成直接经济损失约 10 亿元。区内地质灾害在发生频率和造成的损失方面均呈上升趋势。

(9) 滨海平原淤泥质软土分布普遍, 地基稳定性差

软弱地基的淤泥质软土, 对沿海城市建筑、工业基地、海港码头、铁路与公路路基, 以及机场等各类建筑物不利, 是选线选址阶段就必须查明的主要地质问题^[8]。环渤海地区淤泥质软土分布约 3.4 万 km^2 , 对城市和重大工程建设造成严重威胁。

3 地下水资源与环境地质调查工作探讨

五十年来, 环渤海地区开展了不同比例尺的大量水文地质环境地质调查与研究工作, 为

区内各时期国民经济建设提供了基础资料和技术保障。但快速发展的环渤海区域经济,特别是近年来“环渤海湾区域港口发展规划”、“京津冀轨道交通发展规划”、“京津冀都市圈远景发展规划”、“振兴东北老工业基地战略”以及辽东半岛、胶东半岛城市群发展战略的实施,对水文地质、环境地质调查工作不断提出了新要求,需要地下水资源与环境地质调查工作在已有工作基础上,跟踪国际发展趋势,一方面从更广的空间尺度和地质历史的时间尺度上来把握海岸带地质环境形成与演化的总体规律,为协调人-地关系战略规划服务;另一方面还需要从缓解城市资源、环境压力和解决当前突出问题出发,解决水资源短缺,控制和预防地质灾害,合理开发和保护海岸带地质资源问题;同时,还应在实践中积累、总结与发展实用工程技术方法手段^[9]。因此,环渤海地区地下水资源与环境地质调查工作既要按照海岸带地质作用规律,坚持长期系统的调查、监测和研究,又要结合社会经济发展实际需求,解决问题,更新、完善技术方法与积累数据,通过解决具体问题加深对整体地质作用规律的认识。

3.1 继续加强地下水资源调查、监测和研究,提高地下水供水安全保障程度

在环渤海这样一个因超量开采地下水而诱发一系列严重地质灾害的地区,优化地下水资源开采布局、解决水资源短缺问题尤为重要。解决区内水资源短缺,除了实施跨流域调水,建立节水型农业、工业和城市,污水资源化,海水淡化,分质供水等多种措施外,加强地下水资源调查、监测、研究和合理开发利用也是一项重要措施。建议重点加强以下方面工作:

(1) 优化调整地下水开采布局和开采层位,遏制地质环境恶化

根据区内地下水开发利用现状、开采潜力分布和主要环境地质问题,通过调整地下水开采布局和开采层位,实现采补平衡,这是缓解区内水资源供需矛盾的现实措施。目前,环渤海地区虽然还有 44 亿 m^3/a 浅层地下水开采潜力,但因其地域分布不均和开采布局不合理,主要城市和人类活动密集区均出现不同程度缺水。为此,需要根据地下水潜力分布,对开发方案进行调整。其

中,对辽东山地、下辽河平原、冀东平原、天津山前平原隐伏岩溶区、华北平原中西部的部分地区和鲁北平原引黄灌区分布的浅层地下水可扩大或适度扩大开采。同时,浅层地下水开发应以合理调控水位为中心,根据开发潜力,调整开采布局^[10];对辽东半岛和辽西山地的滨海河谷区,河北冀东平原、京津以南平原浅层地下水漏斗分布区,以及莱州湾、胶东半岛滨海河谷区应适度控制开采或严格控制开采。

深层地下水从全区总体上讲已超采。但因深层地下水超采区均属于严重缺水地区,在目前尚未解决替代水源情况下,考虑到区内社会、经济发展的现实需求,在 2010 年南水北调引水前,可逐步调减开采量,引水后,再逐步实现均衡开采。

(2) 充分开发利用浅层地下水,促进地下水环境向良性循环方向转化

浅层地下水具有易补给、更新快的优点,只要合理,可以永续开采。目前,引黄灌区、河北平原古河道等浅层地下淡水较丰富地区,因浅部沉积物颗粒细,渗透性差,地下水单井出水量小,加上引黄便利、经济利益驱动等,致使地下水开采利用受到限制。为此,可借鉴长江三角洲地区浅层地下水开发经验,开展引黄灌区、河北平原古河道等不同地区开采浅层地下淡水的井型、成井工艺等开采技术试验研究和工程示范,为当地提供开采模式和技术示范,带动浅层地下水资源开发利用。

(3) 充分利用滨海河谷,建设地下水库,实施水资源地下调蓄

在低山丘陵的滨海地区,分布着大量的短径流河谷。这些河谷中的地表径流源短流急,暴雨洪流快速汇流入海。在这些河谷中,分布着面积数十平方千米到数百平方千米、厚度数米到四十余米不等的第四系松散沉积物。充分利用地下含水层的调蓄功能,选择适宜地段,建设地下水库,适度拦截入海径流,可增加水资源有效供给量,防止海水入侵,具有水资源与水环境保护的双重效益。区内已建七处地下水库的工程实践充分证明了这一点。根据最新调查资料,区内辽东半岛、辽西走廊、胶东半岛尚有宜建地下水库库址区 39 处^{[11][12]}(图 1),地下水库总库容可达 30.07 亿 m^3 ,可新增地下水开采资源量 3.04 亿 m^3 。

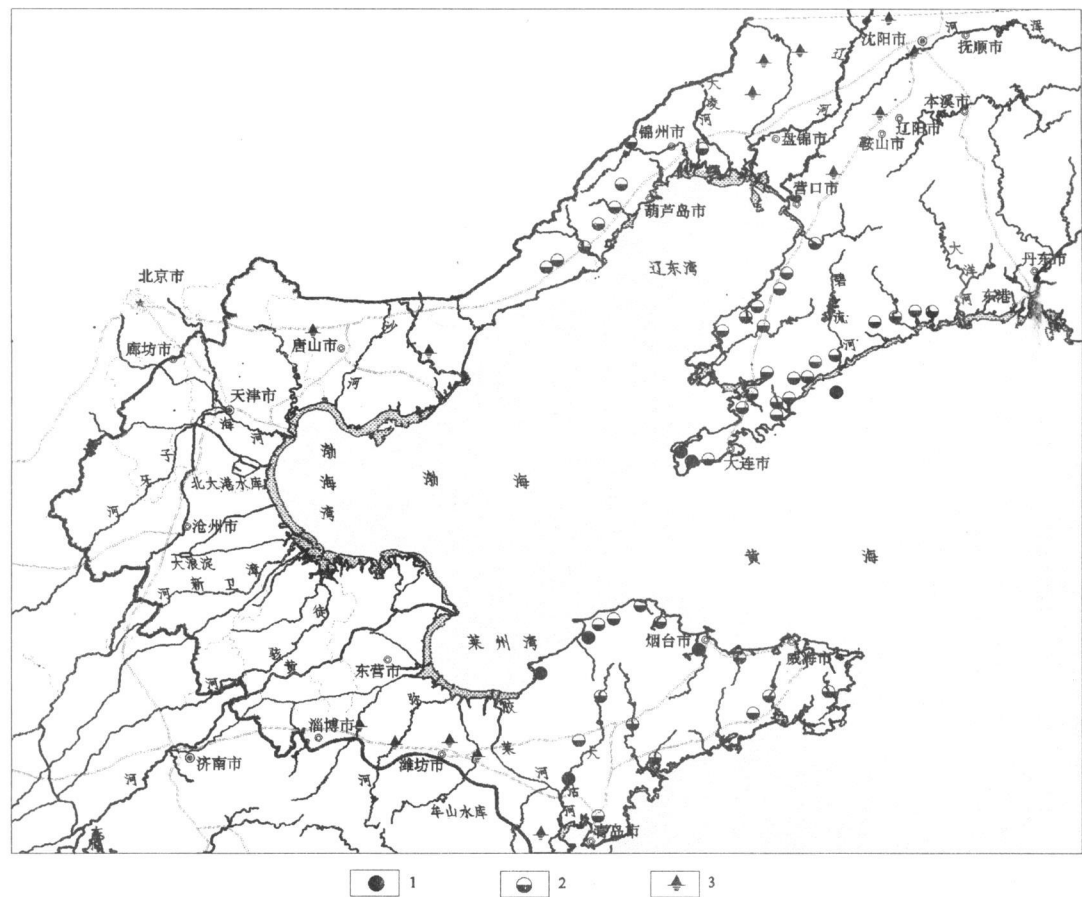


图 1 环渤海地区地下水库分布示意图

Fig 1 Schematic map for ground water reservoirs in the Circum-Bohai-Sea Region

1. 已建滨海河谷开采型地下水库; 2 宜建滨海河谷开采型地下水库; 3 宜建山前冲洪积平原调蓄型地下水库

应对区内 39 处宜建地下水库的河谷区开展专项水文地质调查, 提出地下水库开发利用规划和水资源保护方案建议。同时, 选择青岛大沽河等已建并运行的地下水库, 开展水资源、生态环境和经济效益的综合评价, 以及地下水与地表水联合调度方案研究, 为提高地下水库运行综合效益提供依据。采取与当地政府合作的方式, 选择典型地下水库宜建区, 开展地下水库勘查、规划设计、工程建设、水资源优化管理方案编制与调整等方面工程示范, 并编制地下水库勘查、设计、工程建设以及水资源优化管理的技术要求, 为我国滨海地区地下水库规划建设提供示范和技术支撑。

(4) 充分利用地下空间资源和雨洪水资源, 实施地下水与地表水联合调度, 建立水资源合理开发模式, 优化水资源利用

在下辽河平原、滦河三角洲、鲁中南北坡冲

洪积扇等沿海平原, 分布着数十米到数百米厚度的第四系松散沉积物。这些沉积物的颗粒一般较粗, 渗透性较好, 为利用雨洪水资源和开展地表水与地下水联合调蓄提供了理想的地下空间。经估算, 仅鲁中南丘陵北坡山前冲洪积平原和冀东山前平原区就有宜建调蓄型地下水库库址 7 处, 可调节库容达 28 ~ 32 亿 m^3 。通过修建一些地表工程, 增大地表水入渗, 把洪水、水库弃水、雨水集中起来回灌地下。按此思路, 在城市周边也可利用有利的地形、地层结构条件, 结合工程措施, 蓄集雨洪径流回灌地下。这不仅增加了地下水资源, 也可减轻洪涝灾害对城市影响。

(5) 积极扩大咸水资源的改造利用

区内分布矿化度大于 2 g/L 的微咸、半咸水面积约 3.3 万 km^2 , 目前仅有少量开采, 开发潜力很大。同时, 开发浅层微咸(咸)水不仅增加了水资源有效供给, 还可以治理盐碱化, 增加雨

洪水补给,改良地下水水质,具有增加水资源和改善生态环境的双重效益。河北平原的微咸水农业灌溉模式、莱州湾“温室大棚+深井咸水”的养殖模式、沧化集团中捷大丰庄咸水水源地开发模式和沧州沿海农村小型井采淡化生活供水模式等,都为咸水资源开发利用提供了示范和经验。

建议在沧州地区选择典型地段,开展井采淡化供水工程示范,并进行水处理技术试验研究,为解决沿海苦咸水区饮水问题提供高效、廉价的水处理技术;选择沧州市大化肥咸水水源地开展咸水开发利用对地下水环境和生态环境的影响调查评价;开展环渤海地区咸水资源与开发环境影响调查评价,为咸水资源开发与改造利用提供依据。

(6) 勘查、建立城市地下水应急(后备)供水

水源地

据水资源供需分析,到 2010 年,环渤海地区缺水达 34 58 亿 m^3/a 。水资源短缺是环渤海区域经济发展面临的重大问题。因此,开展城市、港口水资源保证能力调查,勘查和建立地下水应急(后备)供水水源地,是构建城市供水保障体系、保证城市和港口供水安全的一项战略性举措。特别是应对连续干旱、突发事件等,建立一种非常规的并有一定开采周期的临时供水水源地,可解决供水燃眉之急^[13]。区内可建立 43 处地下水应急(后备)供水水源地(图 2),应急(后备)开采资源量可达 15.79 亿 m^3/a 。建议积极与当地政府合作,对区内可供建设的地下水应急(后备)水源地逐步开展进一步勘查,提交可供水源地规划利用的“C 级”资源量,尽快构建环渤海地区地下水应急供水保障体系。

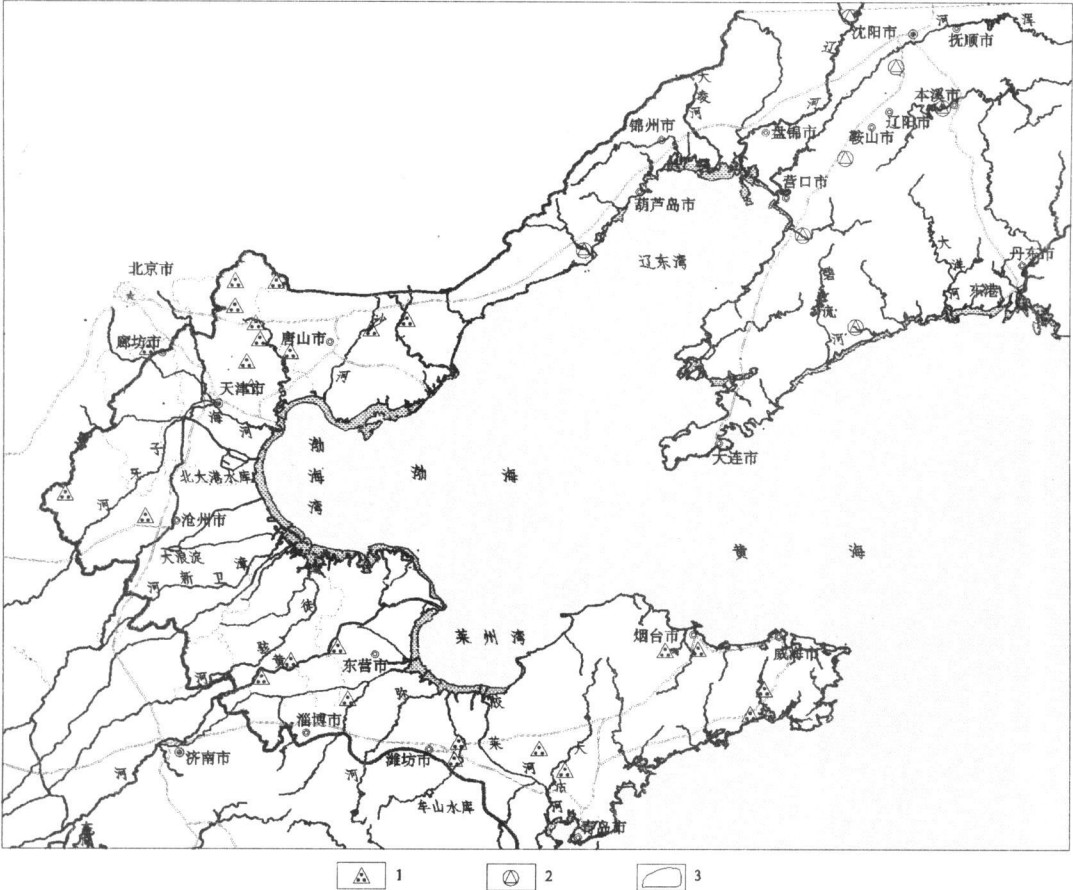


图 2 环渤海地区主要城市应急(后备)水源地分布示意图
Fig 2 Schematic map showing the distribution of water resource sites in an ergence
(in reserve) for main cities in the Circum-Bohai-Sea Region
1. 应急水源地; 2 后备水源地; 3. 工作区范围

(7)开展地下水污染调查,建立污染含水层修复示范工程

地下水污染是事关公众身体健康和生活质量的大事。建议对环渤海地区的城市及海岸带人口密集区、重要经济区(带)、特别是以集中供水水源的地下水污染调查为重点,系统开展地下水无机污染和有机污染调查。查明地下水污染状况,制定地下水污染防治区划,建立地下水水质与污染预警系统,为地下水污染防治和地下水资源保护、保障饮水安全提供依据。应积极争取国际技术合作,应用同位素技术调查评价地下水污染,总结经验加以推广。同时,选择典型地段,开展污染含水层修复技术试验研究,为污染含水层修复提供技术和工程示范。

(8)开展土壤水资源调查评价,逐步推广土壤水开发利用技术示范成果

环渤海地区农业用水占全区水资源利用总量的 62%。充分利用土壤水资源,对于缓解区内水资源短缺有着现实意义。据中国地质大学(武汉)在河北平原开展的土壤水调查研究,若在小麦生产中充分利用土壤水资源,仅此一项每年就可节约水资源约 12 亿 m^3 。因此,应积极开展土壤水资源调查评价与开发利用技术研究,推广提高土壤水系统调节能力技术,合理密植充分利用深部土壤水技术,以及优化土壤水流动模式的土壤水利用技术等近年来国土资源大调查中已取得的成果。

(9)继续加强地下水动态监测与研究

紧紧围绕环渤海区域经济、社会、生态环境规划与发展建设,进一步建立和完善海岸带地下水动态监测,为优化地下水开采布局和层位,以及地下水资源可持续利用提供依据。同时,跟踪国际水文地质学研究前缘,开展诸如莱州湾地下淡水向海底排泄、弱透水层渗透性能等方面的调查研究。

3.2 开展海岸带重点地区环境地质调查

根据当前环渤海沿岸社会经济发展急需,环境地质调查应突出以下方面工作:

(1)确定环渤海地区海岸基准线

海岸带地质环境演变结果集中体现在海岸

线变迁上,正确认识海岸线变迁的历史、现状与趋势,对于通过规划协调人-地关系、保证城市安全具有重要意义。国外把确定海岸基准线作为一项重要的基础性工作加以实施,荷兰等国已经以法律形式确定了“国家基准海岸线”。天津市也开展了这方面工作。调查确定海岸基准线就是要为海岸线变迁研究确定一个参照基线,应积极采用遥感、激光雷达等技术高效完成。

(2)开展重点城市、港口环境地质调查评价

在海岸带城市化规划发展过程中,要认识到海岸带自然地理、地质环境的敏感性和特殊性,将环境承载能力和环境影响作为一个重要评判原则,主动接受地质环境的制约^[14]。因此,要以海岸带重要城市和港口规划建设为重点,面向重大问题,开展高精度环境地质调查:建立城市、港口三维地质结构模型,搭建基础地质平台;调查确定重要城市、港口附近活动断裂的准确位置与活动性;开展城市、港口规划区地基稳定性调查和工程建设适宜性评价;开展港口侵蚀与淤积调查,在研究历史变化规律的基础上,预测发展趋势,提出防治对策建议。由于围垦可以导致沿岸水动力条件改变,最终在不可预知的区域产生侵蚀和淤积^[15]。因此,在进行大规模填海造地和海岸工程建设之前,必须进行环境地质调查与评价;开展近岸海域海底地形测量与环境地质调查,查明近岸海底地形、地质结构、底质、环境工程地质特征和近岸海底滑坡等地质灾害;

开展城市和港口环境地质问题与对策战略研究,服务于政府决策。

(3)开展海岸带重点湿地环境地质调查评价

湿地具有调节气候、补充地下水、降解环境污染、蓄洪抗旱、控制土壤侵蚀、促淤造陆、保护生物多样性等多种功能,被称之为“地球之肾”。然而,近三十年来,环渤海海岸带天然湿地面积减少了 52%,严重破坏了湿地景观,造成了很大损失。要保护好滨海湿地,必须加强生态环境地质调查研究工作,查清影响生态变化的地质作用背景和作用过程,揭示人为活动及自然作用对这一过程的影响,加深对海岸带生态环境

地质作用的认识,为海岸带的开发决策提供服务,为海岸带生态环境的保护和恢复服务。

(4) 建立海岸带地质环境监测体系

海岸带地质环境监测体系建设是开展地质环境过程及其变化调查的基本手段,也是进行海岸带地质环境研究的基础平台。通过对海平面升降、地面升降、河流水流与泥沙输送通量、海岸侵蚀与淤积、地下淡水与咸水动态平衡、沿岸水动力场等地质作用过程的监测,以及海岸带的各种地质、物理、化学和生物参数的定期监测^[16],研究分析海岸带地质环境变化过程与趋势,及其人类活动对这些地质作用过程的影响。监测体系的建立应注重航空(天)遥感、短半衰期同位素示踪与测年等高新技术应用,并向自动化、网络化方向发展。同时,应结合长期监测资料,开展诸如泥砂质海岸带外障壁岛形成等重大应用基础地质问题的调查研究,为重大工程规划建设提供依据。

(5) 开展地质灾害监测、预警与风险管理

海岸带是地质环境最脆弱地区,海平面稍有上升,风暴潮、海水入侵、地面沉降等地质灾害造成的损失就会大幅度增加。因此,应加强地质灾害的监测、预警与风险管理,有效减轻灾害损失。尽快实现对津冀鲁地区地面沉降实施有效监控。应在查明地面沉降灾害分布状况和演化规律基础上,开展地质灾害风险评估和地质环境安全功能区划,建成地面沉降和地裂缝现代化监测网络。严格控制海岸带地区深层地下水开采,实施以控制地面沉降为目标的含水层恢复等减灾工程,编制地面沉降减灾的专门规划。加强综合减灾能力建设,根据区域、城市、乡村不同层次受灾对象,建立并逐步完善地面沉降防灾减灾体系;建立海(咸)水入侵监测体系和预测模型,为有效防止海水入侵提供依据;开展辽东半岛山地泥石流等突发性地质灾害详细调查,并选择典型多发区,建立监测预警系统示范工程;建立海岸带地质环境评

价指标体系,开展海岸带地质环境脆弱性评价,进行海岸带灾害危险性评估和地质环境功能区划;建立海岸带重点地段风暴潮响应模型,积极与气象、海洋等部门合作,探索开展风暴潮对海岸带影响预测。借鉴美国、澳大利亚、新西兰等国经验,从地质学角度建立环渤海沿海平原 21 世纪安全评价标准。

3.3 建立“数字环渤海”地下水资源与环境地质信息系统

在已建“环渤海地区地下水资源与环境地质空间信息系统”的基础上,通过进一步工作积累和数据补充,利用商业化软件的二次开发功能,开发用户界面及有关接口软件,构建具有多源、多区域信息融合特性功能的数据库管理系统和信息集成应用系统。以数字模拟、三维可视化、虚拟现实、网络等为手段,建立“数字环渤海”地下水资源与环境地质信息系统,实时地服务于社会。

4 结 论

(1)环渤海地区在我国社会、经济发展中具有重要战略地位,但区内水资源严重短缺,环境地质问题突出,地质灾害造成的损失日益加重,已成为制约社会经济可持续发展的重要因素。进一步加强地下水资源与环境地质调查工作,对于支撑、协调环渤海地区人-地可持续发展具有重要基础作用和现实意义。

(2)地下水资源调查工作重点应放在调查研究地下水优化开发规划方案、挖掘地下水资源潜力以及开发利用工程示范等方面,建立以城市、港口为重点的地下水供水安全保障体系。

(3)环境地质调查工作重点应放在建立海岸带地质环境监测体系和地质灾害预警系统,开展海岸线变化与损失评估,以及城市、港口重大环境地质问题调查等方面,构建起海岸带地质环境保障体系。

(4)建立“数字环渤海”地下水资源与环境

鹿心社. 中国海岸带面临的主要问题, 国家海洋信息网, 2005

王 宏. 海岸带重大地质问题调查研究工作建议(内部资料), 2003

Robert M Morton. Historical shoreline change and associated coastal loss along the U. S. Gulf Mexico 天津“海岸带地质环境与城市发展研讨会”, 2004

王 宏. 世界部分国家海岸带地质工作简介(内部资料), 2004

地质信息系统, 为社会提供实时服务。

致谢: 本文是国土资源大调查项目——“环渤海地区环境地质调查”项目的集体成果, 并参考了国土资源大调查项目——“环渤海湾重点地区环境地质调查及脆弱性评价”项目论证的有关思路。在成文过程中, 康慧、赵长荣、张素凤、李建芬、潘桐、施佩歆、杨齐青、钟新宝、方成等同志协助完成了有关数据统计和图件清绘, 在此一并表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 孙晓明, 王卫东, 徐建国, 等. 环渤海地区地下水资源与环境地质问题 [A]. 中国地质调查局. 海岸带地质环境与城市发展 [C]. 北京: 大地出版社, 2005.
- [2] 徐建国, 卫政润, 张涛, 等. 环渤海山东地区浅层地下水资源潜力分析及利用对策 [J]. 地质调查与研究, 2004, 27(3): 203-207.
- [3] 段永侯. 环渤海新构造活动与渤海形成演化对现今地质环境之影响 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 1998, 9(增刊): 110-113.
- [4] 田德培, 王兰化, 王丽瑛. 环渤海地区区域地壳稳定性分区与评价 [J]. 地质调查与研究, 2005, 28(1): 47-54.
- [5] 邢忠信, 李和学, 张熟, 等. 沧州市地面沉降研究及防治对策 [J]. 地质调查与研究, 2004, 27(3): 157-163.
- [6] 刘安国, 张德山. 环渤海的历史风暴潮探讨 [J]. 青岛

海洋大学学报, 1991, 21(2): 21-36

- [7] 杨桂山. 中国沿海风暴潮灾害的历史变化及未来趋势 [J]. 自然灾害学报, 2000, 9(3): 23-30.
- [8] 陈梦熊. 海岸带城市地质环境特征与主要地质环境问题 [A]. 中国地质调查局. 海岸带地质环境与城市发展 [C]. 北京: 大地出版社, 2005.
- [9] 文冬光, 吴登定, 张二勇. 中国海岸带主要环境地质问题 [A]. 中国地质调查局. 海岸带地质环境与城市发展 [C]. 北京: 大地出版社, 2005.
- [10] 马震, 段永侯. 山东鲁北平原地下水资源可持续利用 [J]. 水文地质工程地质, 2005, 32(2): 1-9.
- [11] 徐建国, 卫政润, 张涛, 等. 环渤海山东地区地下水库建设条件分析 [J]. 地质调查与研究, 2004, 27(3): 197-202.
- [12] 王卫东, 宋庆春, 李宝兰, 等. 大连市滨海河谷地下水资源开发利用的可行性 [J]. 地质调查与研究, 2004, 27(4): 268-272.
- [13] 段永侯, 王家兵, 王亚斌. 天津市地下水资源与可持续利用 [J]. 水文地质工程地质, 2004, 31(3): 36-38.
- [14] 王思敬, 温庆博. 海岸带城市化的环境地质问题 [A]. 中国地质调查局. 海岸带地质环境与城市发展 [C]. 北京: 大地出版社, 2005.
- [15] 郭伟, 朱大奎. 深圳围海造地对海洋环境影响的分析 [J]. 南京大学学报 (自然科学), 2005, 41(3): 286-295.
- [16] 何起祥, 刘守全, 周永青, 等. 中国海岸带的地质特征与综合治理 [A]. 中国地质调查局. 海岸带地质环境与城市发展 [C]. 北京: 大地出版社, 2005.

Discussion on Ground Water Research and Geo-environment Research in Circum Bohai-Sea Region, China

SUN Xiao-ming^{1,3}, WU Deng-ding^{1,2}, XIAO Guo-qiang³, MA Zhen³,
WANG Wei-dong⁴, XU Jian-guo⁵, WANG Lan-hua⁶, XING Zhong-xin⁷

(1. School of Water Resource and Environment, China University of Geosciences Beijing 100083 China; 2. China Geological Survey, Beijing 100011, China; 3. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170 China;

4. Liaoning Institute of Hydrological and Engineering Geological exploration, Dalian 116037, China;

5. Shandong Institute of Geological Survey, Jinan 250013, China; 6. Tianjin Institute of

Geological Survey, Tianjin 300191, China; 7. The Fourth Team of Hydrogeological and Engineering

Geology, Hebei Bureau of Geo-exploration, Cangzhou 061000, China)

Abstract The Circum-Bohai-Sea Region occupies an important position at the stratagem of economic development in China. But it is under the circumstance that the water sources are becoming shorter and shorter and geor-

logical disasters are becoming dangerous. So the reasonable application of the groundwater and effective protection of geological environment are of important component part for the social and economic sustainable development in the Circum-Bohai-Sea Region. The paper profoundly discussed the further working orientation for the groundwater resources and geo-environment investigation in the region based on the present groundwater resource and major geo-environment problems around the social-economic development need in the region. It is recommended that groundwater resource investigation emphatically put on the regions where coordinate to exploitation arrangement and the aquifer fully develop and apply the shallower aquifer; use the coastal valleys to set up the groundwater banks (reservoirs); apply ground space and flood water resource in order to connect surface water with groundwater and confidently manage both of them; expand the use of salt water resource; carry out the research and set up city's water source in emergence (reserve); strengthen the monitor system for dynamics of groundwater; set up the groundwater supply system with security and guarantee for cities and ports. We should be focused on the datum line of coast zone and on the major cities ports and wetlands in the geo-environmental research work; set up the geo-environment monitor system and geological disaster alarm system; set up geo-environmental guarantee system for the coastal zone.

Key words Circum-Bohai-Sea groundwater geo-environment problem

《中国前寒武纪成矿作用》一书即将出版

由沈保丰、翟安民、陈文明、杨春亮、胡小蝶、曹秀兰、宫晓华等著的《中国前寒武纪成矿作用》专著即将由地质出版社出版。

该书是地质大调查综合研究项目“中国成矿体系与区域成矿评价”下属的“前寒武纪成矿作用”专题研究成果。全书以活动论、成矿系统论、四维时空演化发展阶段论和前寒武纪成矿理论为指导,以研究前寒武纪超大陆旋回和地壳演化对成矿的制约和成矿时空结构为主线,充分应用已有的大量资料和研究成果,首次对中国前寒武纪成矿作用进行较系统、较全面地研究和总结。全书系统总结和分析研究了中国前寒武纪成矿地质构造环境,概括总结了前寒武纪岩层的特点,划分华北陆块区、扬子陆块区等 6 个前寒武纪构造区,首次提出中国前寒武纪地壳的形成、发展和演化至少经历了 7 次重大地质事件和演化阶段;全面地总结中国前寒武纪矿床的时空分布、成矿特征和成矿规律;统计得出了一批前寒武纪铁、铜、铅、锌、锰、金、镍、石墨、硼、菱镁矿、滑石、磷等矿床储量占全国储量比例;提出冀东杏山等条带状铁建造铁矿床形成在古太古代,是中国最古老的矿床。中国前寒武纪成矿时代以新太古代、古元古代和中元古代——青白口纪最重要。中国前寒武纪矿床主要分布在陆块区及其边缘,其成矿作用与超大陆旋回关系十分密切。本书较全面系统地研究了与中国前寒武纪超大陆增生碰撞汇聚地质作用和裂解离散地质作用有关的成矿区带、成矿系列和大型、超大型矿床的形成和空间分布,其中与超大陆增生碰撞汇聚地质作用有关的 10 个成矿区带、成矿系列和矿床,与裂解离散地质作用有关的 15 个成矿区带、成矿系列和矿床;全面地总结了前寒武纪大规模成矿作用的特点,成矿的主要因素;对中国前寒武纪特大型和超大型矿床进行了统计,得出中国前寒武纪有 14 个矿种产出特大型和超大型矿床,其中超大型矿床 42 处,特大型矿床 31 处,共计 73 处;对中国前寒武纪成矿区带进行了大规模成矿预测,提出华北陆块北缘东段和中段、辽吉古元古代裂谷带、中条山古元古代裂谷带、小秦岭、华北陆块西南缘、扬子陆块西南缘和塔里木陆块北缘等 8 处具有较大的成矿远景。

该书是目前我国第一部较系统总结中国前寒武纪成矿作用的专著,反映了我国在该领域内研究的新成果、新认识,思路新颖,资料丰富翔实,对从事矿床学、前寒武纪地质学、岩石学、地球化学、构造地质、地质勘探、矿业开发等科研、教学和生产部门人员有重要参考价值。

(本刊编辑部)