

# 天津城市发展中的若干环境地质问题

王家兵<sup>1, 2</sup>

(1.中国地质大学水资源与环境学院, 北京 100083; 2.天津市地质调查研究院, 天津 300191)

**摘要:**随着天津城市经济建设活动的加快和海岸带的开发利用, 城市环境地质问题如地面沉降、地下水污染、湿地萎缩、土壤污染与盐渍化等日益突出。本文分析了天津城市环境地质问题的发展趋势、影响因素及对人们生活质量的影响, 并提出了一些治理建议。

**关键词:**环境地质效应; 地面沉降; 土壤污染

## Problems of Environmental Geology of Tianjin Urban Development

WANG Jia-bing<sup>1,2</sup>

(1. Faculty of Water Resources and Environment, China University of Geosciences, Beijing 100083; 2. Tianjin geological survey Institute, Tianjin 300191)

**Abstract:** With the acceleration of economic construction process in Tianjin, the problems of urban environmental geology are more and more serious; for example, Land subsidence, ground water pollution, wetland reducing, soil pollution and soil salting. This paper analyzed that problems of environmental geology trend to develop, affected by human factors and have an effect on human live quality, and put forward some suggestions to prevent and reduce these environmental geologic hazards.

**Keywords:** Effect of environmental geology; Land subsidence; soil pollution

天津市是环渤海经济圈的中心地带, 是我国北方地区的重要工业和港口城市, 在国民经济发展中具有重要的地位。随着天津城市发展进程的加快, 人类活动的加剧, 引发了许多生态环境地质灾害。为了推动社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路, 必须积极研究、探索有效的治理措施。

### 1. 地面沉降的城市环境地质效应

自 1959 年就已发现天津存在明显的地面沉降, 随着经济建设活动的加快, 地面沉降越来越严重。近四十年来, 地面沉降量超过 1000mm 的面积达 4080.48km<sup>2</sup>, 并形成了多个沉降中心。1959-2000 年最大累计沉降值中心城区已达 2.85m, 滨海塘沽城区达 3.14m, 汉沽城区 2.89m。塘沽城区和汉沽城区均有 8-9km<sup>2</sup> 的面积低于海平面。自 1987 年以来, 在中心城区和滨海城区地区实施了控制地面沉降计划, 有计划的压缩地下水开采量, 使地面沉降得到了一定的控制。1991-2000 年 10 年期间, 天津市中心城区年平均地面沉降量基本控制在 10mm, 塘沽城区控制在 15-20mm。在天津市西郊、武清城区、海河下游、汉沽城区地面沉降量仍然较大, 10 年平均沉降量均在 40-70mm。研究表明天津引起地面沉降的因素较多,

包括地质构造活动、软弱土层固结、地下水开采、地下热水开采、油气开采、建筑物荷载与深基坑开挖等。其中，超量开采深层地下水是引起地面沉降的主要原因。近几年，天津市总的供水量为  $22.08 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，其中地下水开采量为  $7.12 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。在地下水开采量中，深层地下水开采量为  $4.70 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，而且主要集中在城区及其外围浅层地下咸水分布区，平均开采强度达  $0.51 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

地面沉降损失地面高程，带来一系列危害，如河流泄洪能力减小，雨后城市积水，城市地下管网破坏等。最严重的危害是抵御来自渤海湾风暴潮能力降低。根据 1960–1982 年塘沽新港验潮站资料统计，渤海湾最高潮位（1965 年 11 月 7 日）高于平均海平面 3.15m，1960–1979 年平均高潮位高于平均海平面 1.2m。据不完全统计，渤海湾塘沽一带 10 年以上重现的风暴潮增减水均在 1m 以上，也就是说天津滨海城市群均直接受到渤海湾风暴潮的威胁，海岸带的防风暴潮大堤成为天津滨海的一条生命线。

天津城市发展迅速，而近年来又连续遭受严重干旱，外区调水近期不能实现，供水形势已经到了最严峻的时刻，地下水开采难以控制，地面沉降在继续发展，这必将影响着天津市高速发展和繁荣。建设节水型社会与合理调整地下水开采布局，加大控制地面沉降力度是天津市认真落实科学发展观的一项重要任务，是贯彻节约保护资源基本国策的战略措施，是坚持人与自然和谐观念、实现可持续发展的必然要求。

## **2. 地表土层污染和地下水污染环境地质效应**

### **2.1 污水灌溉造成土壤与浅层地下水污染环境地质效应**

天津市自 1958 年开始污水灌溉农田，1999 年污水灌溉面积  $23.4 \times 10^4 \text{ ha}$ ，占灌溉总面积的 66%。其中直接污水灌溉  $11.5 \times 10^4 \text{ ha}$ ，间接污水灌溉  $11.9 \times 10^4 \text{ ha}$ 。1991—1998 年利用污水灌溉水量  $4.61\text{--}7.39 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，平均  $6.15 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，占灌溉总用水量的 40.4%。近期测试，直接污水灌溉区农田普遍受到重金属的污染，污染元素多达 24 项，污染严重的地段超过国家土壤环境质量标准的元素有六项，依次是镉、汞、锌、铜、铬、镍。据有关部门测试，在重污染区 18 个小麦样品中，85% 的受铜、锌、铅污染，79% 的受砷轻度污染，29% 受汞中度污染；20 组蔬菜样品中，7 组镉含量超过食品卫生标准。土壤中有毒有机污染物也逐渐积累，1992 年 20 个农田土壤样品中，检出 110 种有机污染物，

尤其是多环芳烃、邻苯二甲酸盐类和有机氯农药等。

据调查，自 1971 年北京排污河使用以来，武清区境内百余个村庄的饮用井水出现过混浊、发臭，一些卫生学指标和毒物化学指标超过饮用水卫生标准。据有关部门 1995 年对天津北部污灌区浅层地下水 9 眼井取样分析，检出多环芳香烃类、氯酚类、酞酸酯类、杂环类、有机酸类、烷烃类、烯烃类等 140 多种，其中有 38 种属于优先控制的污染物。天津市浅层地下水中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 和 COD 的检出率可达 90%。过去浅层地下水可以饮用的地区，由于污染的影响，大部分已不符合饮用水卫生标准。据 1992 年 6 月浅层地下水 128 个水样水质分析资料，地下水中铅含量 0.012-0.360mg/l，平均含量 0.061mg/l，比饮用水卫生标准，地下水铅超标率 46.9%，最大超标 7.2 倍<sup>[1]</sup>。

天津位于海河流域最下游，近几年来入境各河流几乎无清水补给，主要接纳上游的工业废水和生活污水。天津及上游省市水污染处理力度滞后于社会经济发展速度，造成河流水体严重污染。污水灌溉是水资源短缺的必然产物。工业排污和引污水灌溉造成土壤、浅层地下水、作物污染，通过食物链的传递，危害人群健康。据调查，污染最严重区域，人群的恶性肿瘤发病率最高。天津医科大学“六五”-“八五”期间的研究表明：污水灌溉区婴幼儿腹泻发病率显著高于清水灌溉区，学龄前儿童蠕虫感染率达 74.7%<sup>[2]</sup>；由于污水中含有当数量的难降解有机污染物，其中某些物质为染色体断裂剂、纺锤体毒剂和诱变活性物质，对生物有遗传毒性作用。

近十年来，地下水污染治理与恢复的研究成为重大的国际前沿问题，并被一些国家提高到保护人类健康和社会持续发展的高度来看待。通过几十年的实践，美国的科学家已经认识到，最成功的污染治理战略将是对土壤和地下水污染场地及其周围的地区实施管理战略。即通过风险评价，识别减轻污染的途径，并对污染以某种方式进行遏制来保护人类健康和环境<sup>[3]</sup>。原位微生物治理是治理地下水污染和土壤污染的一种很有前景的技术<sup>[4]</sup>。然而，由于对地下环境中微生物的作用过程的认识还很不够，这种技术目前还不成熟。水动力控制与原位微生物方法联合治理土壤和地下水污染必成为天津保护与修复生态环境的有效途径，合理调整农业种植结构是减少污染对人群健康的危害的捷径，是全面建设小康社会、加快现代化建设的必然选择。

## 2.2 海岸带开发利用造成地表土层污染环境地质效应

天津沿海地区有丰富的石油和天然气资源,为天津市开发利用海岸带提供了良好的能源。目前伴随着石油和天然气的开发,沿海地区已形成了海洋化工、石油化工、港口海运、机械加工、电子、化学纤维等产业。随着沿海工业的兴起,形成了塘沽、汉沽、大港等沿海工业城市群,促进了港口、铁路公路、通讯、商业、市政等基础设施的建设,同时,环境地质问题也日益突出。如工业污水向海洋排放,仅港口区向海洋排放废水量达  $260 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 。这些污水中含大量的耗氧有机物、无机氮、无机磷和油类等。海上溢油事故和有毒有害危险品泄漏事故接连不断发生,据不完全统计,近 10 年中发生约 161 次,且大部分发生在港口码头附近。海上事故以及海洋养殖、工业污水排放等多种因素,在造成海水质量下降的同时,滩涂表土也造成严重污染。

大港油田开发始于上世纪 60 年代,随着油田生产的不断发展,油气勘探和生产已延伸到环境脆弱区的沿海地区。在油田勘探与开发过程中,含油废液和泥浆的随意排放,原油泄漏和井喷等多种事故,都对近海岸带土壤和地下水环境造成严重污染。

海岸带人口密集,经济发展迅速,合理开发利用与有效资源的同时,必须加强污染的控制和管理,保护和修复生态环境,以实现资源合理利用、经济建设和生态环境的协调发展。

## 3. 湿地锐减的生态环境地质效应

由于天津市位于海河下游,又紧邻渤海湾,区内地势低洼,河网密布,洼淀众多,湿地资源十分丰富。根据天津顺直水利委员会 1924 年出版的 1:50000 比例尺地形图统计,天津市湿地面积达  $5247 \text{km}^2$ 。海河以北除散落在较高地势上的村落和简易道路外,其它地域均被水域所覆盖;海河以南湿地面积大而广阔,与河北省的白洋淀连接成片。2000 年统计天津市湿地总面积为  $1718 \text{km}^2$ ,其中天然湿地为  $1337 \text{km}^2$ ,人工湿地为  $381 \text{km}^2$ 。在天然湿地中,河流湿地占 32%,湖泊占 29.4%,沼泽和沼泽化占 4.7%,近海及海岸湿地占 33.9%。近一个世纪以来,天津市湿地面积缩小了三分之二还多。

天津湿地缩小原因可能与全球气候变暖有关。虽然国内外对全球变暖对湿地生态系统影响的研究很有限,但可以肯定全球气候系统的变化对湿地生态系统造

成极大影响。Brock和VanVierssen<sup>[5]</sup>，曾经研究欧州南部半干旱地区水生植物为主的湿地生态系统对气候变化的响应，结果表明，气温升高 3-4℃，适应于水生植物生长的湿地面积在五年之内将减少 70%-80%，这说明干旱半干旱地区的湿地对全球变暖是极为敏感的。Poiani和Johnson<sup>[6]</sup>曾经分析美国大平原地区半永久性湿地范围对全球变化的响应，结果气温升高 3-6℃，降雨从减少 17%到增加 29%，湿地面积将减少 12%。张翼[13]等曾经研究气候变化对东北地区植被分布的可能影响，在六种气候情景下(降水增加/减少 10%，温度增高 1℃、2℃和 3℃)，东北地区草本沼泽的面积都在减少。上世纪后 50 年，天津市及其附近气温随着全球气候的变暖升高了近1℃，多年平均降水量减少了近 100mm。气温升高与降水量减少无疑使天津湿地水量蒸发增大，补给减少，直接造成湿地萎缩。

天津湿地的锐减另一个直接原因是人类的经济活动。上世纪初至七十年代以前，围湖造田使湿地面积缩小，开渠引水入海和上游河流兴建水库直接造成陆地湿地水量补给减少，使湿地水面萎缩；七十年代以后，特别是改革开放以来，城市建设地域扩展侵占湿地，工农业发展用水量的剧增、上游截流导致的河流断流，地下水的开采量增大等原因使湿地的水源补给进一步减少，使湿地逐年萎缩。此外，随着城市的发展，污染物的排放大量增加，使天然湿地的水质下降，影响了湿地的生态功能。

湿地是天津的区域特色，保护和合理开发利用湿地，成为保护天津城市生态环境与促进天津经济持续发展的重要方面。近 10 年来对重要湿地，尤其是大面积的天然湿地采取了抢救性的保护措施。有关部门相继在七里海、北大港、团泊洼、东丽湖等地建立了 4 个不同级别的以保护湿地生态系统为重要对象的自然保护区，使 620km<sup>2</sup>天然湿地受到保护。为加强对天津古海岸与湿地国家级自然保护区的管理，2000 年天津市人民政府以第 15 号令形式发布“天津古海岸与湿地国家级自然保护区管理办法”<sup>[7]</sup>。围绕贯彻实施《海洋环境保护法》，通过兴建城市污水集中处理工程、改造一二级河道、治理滨海地区碱渣山、禁止销售和使用含磷洗涤用品等，使陆源污染得到一定控制，近岸海域生态环境有所改善。

但是，天津湿地保护目前还存在一些不利因素和问题。一是湿地是在平原粉砂淤泥质海岸基础上，经过全新世中、晚期以来海陆变迁，在地下水、河流、潮流、波浪等陆地和海洋环境因素及生物因素综合作用下形成的，土壤和地下水含

盐量高，在淡水来源短缺的情况下，限制了天然植物及作物的生长，导致部分湿地演化为干旱的盐碱荒地。二是对湿地资源的开发利用，缺乏有效的管理及合理规划。一些部门和单位忽略湿地巨大的生态效益，盲目过度开发利用湿地资源，使湿地的利用方式与湿地的自然功能不相适应，结果是资源得不到充分利用，经济效益低下，同时也导致湿地面积缩小，生态功能降低，旱涝灾害、生物病虫害频繁发生<sup>[8]</sup>。三是滨海地区工矿企业众多，“三废”污染，尤其是污水污染较为严重，致使部分湿地土壤和水质受到严重污染，生态环境恶化。湿地生态建设应从湿地资源保护和可持续利用角度出发，根据生态学、农业经济学和城市建设管理原理，把湿地、农业、城市建设作为一个有机整体，坚持经济效益、社会效益、生态效益相统一的开发原则和因地制宜综合利用原则，逐步实现湿地生态、农业和城市上建设的良性循环。

#### 4. 高矿化地下咸水环境地质效应

天津自中部平原至滨海平原 8980km<sup>2</sup>分布着矿化度大于 2g/l 的地下咸水。咸水埋藏自地表至 40-200m 不等。根据古地理环境、古气候和水文地球化学特征分析认为，咸水是大陆盐渍化与海侵共同作用形成的。咸水具有自上而下，矿化度由低变高又变低的特点，一般埋深 35m 以浅受大气降水的影响，65m 以深受深层淡水的影响，矿化度小于 10g/l，中部矿化度 10-20g/l，一般属硫酸盐氯化物或氯化物硫酸盐水。河道带附近咸水淡化成微咸水，而滨海地带咸水受海潮影响，矿化度明显增大，浅表层一般大于 5g/l，深部更大，最高达 79g/l，一般属氯化物水。

由于咸水矿化度高，开发利用程度低，水位埋藏浅，蒸发强烈，极易造成土壤盐渍化。2002 年初步调查，除盐田和滨海滩涂重度盐渍化外，还有盐渍化土壤面积 4303km<sup>2</sup>，其中重度盐渍化土壤面积 225km<sup>2</sup>，中度盐渍化土壤 635km<sup>2</sup>，轻度盐渍化土壤 3443km<sup>2</sup>。近几年来，由于地面沉降等因素的影响，咸水水位更加变浅，中度和重度盐渍化土壤面积有扩大趋势，直接结果是植被覆盖率逐渐降低。在重度盐渍化地段，土壤含盐量一般在 1—3% 以上，由于土壤含盐量较高，仅有少数种类的盐生植物零散分布<sup>[9]</sup>。另外，滨海地区高矿化地下咸水和重度盐渍土对建筑物地基和城市基础设施腐蚀性危害严重，大大缩减这些设施的使用寿命。

地下咸水的广泛分布给天津市造成了许多不良生态环境效应，咸水的开发利

用是改良生态环境唯一途径<sup>[10]</sup>。咸水开发利用既可增加城市供水量、改良地下水水质，又可治理土壤盐渍化危害。地下咸水开发利用中可能造成一些负面影响，只要采取合理措施，精心管理是完全可以避免的。

## 5. 结语

随着天津城市进程的发展和人口的急剧增长，还存在其它一些环境地质问题，如城市固体废弃物堆放、软土对地下空间开发利用引起的土体失稳、地震危害等一系列环境地质问题。这一切是环境地质的综合问题，与自然地质条件和人文背景密切相关，直接影响到人们生活质量的提高，甚至威胁着人们的生存。因此，开发创造改善生态环境的技术，防治与缓解城市环境地质灾害和生态环境恶化，必须作为一项长期细微的工作纳入城市规划和管理体系之中，以确保城市可持续发展策略的实施。

## 参考文献：

- [1] 张 伟 武 强 段保旭. 天津市浅层地下水 Pb 污染研究. 中国矿业大学学报[J], 2002, 31(1):89-92.
- [2] 邢振纲 张继红. 天津市地下水利用中的环境问题及其对策. 城市环境与城市生态[J], 1999, 12(6):1-4.
- [3] U.S.NRC. Innovations in groundwater and soil cleanup. From concept to commercialization. National Academy Press, Internet, 1997.
- [4] U.S.NRC. In Situ Bioremediation. When does it work? National Academy Press, Internet, 1993.
- [5] Brock T C M , Vierssan W V. Climatic change and hydrophite-dominated communities in inland wetland ecosystem. Wetland Ecology and Management [J], 1992, 2:37-49.
- [6] Poiani K A, Johnson W C. Potential effects of climate change on a semi-permanent prairie wetland. Climatic change [J], 24:213~232.
- [7] 天津市海洋局. 天津古海岸与湿地国家级自然保护区管理办法. 海洋技术[J], 2000, 19(2):78-80.
- [8] 马振兴. 天津滨海湿地资源与农业湿地生态建设. 农业环境与发展

[J], 1998, 58(4):7-10.

[9] 刘家宜. 中国天津古海岸与湿地自然保护区植物区系的研究. 河南科学[J], 1999, 17:20-23.

[10] 李小峰 张良月. 天津市浅层地下咸水资源利用及其环境影响评价. 地下水[J], 2001, 23(1):12-14.