

环渤海区域水环境问题及其防治对策^{*}

吴 凯

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)
国家计划委员会

提 要 环渤海区域包括天津市、河北省、山东省的 31 个县市区。分析了该区水环境诸如黄河断流、河流水污染、地下水降落漏斗和地面沉降、海水入侵、饮水型氟中毒、地下水中碘含量异常等问题。其中, 黄河断流有愈来愈频、愈来愈长、愈来愈提前的趋势。针对上述水环境问题, 文中提出了相应的防治对策, 可供有关决策单位参考。

关键词 环渤海区域 水环境 防治对策

环渤海区域包括秦皇岛市的昌黎县, 唐山市的乐亭、滦南、丰南 3 个县, 天津市的 7 个市辖区, 沧州市的黄骅、海兴 2 个县市, 滨州地区的无棣、沾化 2 个县, 东营市的利津、垦利、广饶、河口、东营等 5 个县市区, 潍坊市的寿光、昌邑、寒亭等 3 个县市区, 青岛市的平度市、烟台市的莱州、招远、龙口、长岛、蓬莱、栖霞、福山等 7 个县市区, 共 31 个县市区。本区 1993 年有效灌溉面积为 $9.19 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 其中井灌面积占 56.2%, 喷滴灌面积占 0.5%; 水利工程供水能力为 $5.26 \times 10^9 \text{ m}^3$, 其中农业用水占 73.7%; 除涝面积为 $6.20 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 除涝率为 85.7%; 治碱面积为 $2.76 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 治碱率为 82.3%。本区为环渤海经济区, 北连京津唐经济区, 南接黄河经济带和山东半岛经济区, 在黄淮海平原有其重要的经济地位。

本区主要的水环境问题有: 黄河断流、河流水污染、地下水降落漏斗和地面沉降、海水入侵、饮水型氟中毒、地下水中碘含量异常等, 现分述如下。

1 黄河断流

1.1 黄河断流的现状^①

黄河利津水文站 1972 年首次出现断流。截止 1995 年, 24 a 中有 18 a 断流, 累计断流天数达 522 d, 平均每年断流 21.8 d; 1991~1995 年, 年年断流, 断流天数竟达 352 d, 平均每年断流 70.4 d(表 1)。

1.2 黄河断流的原因

黄河断流主要出现在每年的 3~6 月份。黄河断流的主要原因是: 来水量减少、用水量增加、管理不善和浪费严重等。

1) 来水量减少 从表 2 可知, 1970~1989 年黄河来水处于连续枯水年, 其径流量比 1920~1989 年均值低 8%^②。从表 3 可知, 3~6 月径流量仅占全年的 18.5%, 处于枯水期。这就是说, 从 1970 年以来, 3~6 月黄河来水处于连续枯水年中的枯水期。1995 年黄河高村

* 本项研究属于“八五”国家科技攻关课题“黄淮海平原农业持续发展综合研究”的部分成果。

① 山东省水利厅. 山东省黄河三角洲地区水资源开发与利用. 1994.

② 黄河水利委员会水旱灾害编辑室. 黄河流域水旱灾害. 1993.

水文站 1~ 6 月份来水量比多年平均值少 45%^[1]。

表 1 黄河利津水文站断流情况统计表

Table 1 The statistics of running out of flow in the Lijin Hydrological Station in the Huanghe River

统计年限(a)	断流年数(a)	断流天数(d)	平均断流天数(d)
1972~ 1975(4)	3	44	11
1976~ 1980(5)	4	33	6. 6
1981~ 1985(5)	3	52	10. 4
1986~ 1990(5)	3	41	8. 2
1991~ 1995(5)	5	352	70. 4
合 计(24)	18	522	21. 8

表 2 黄河中游径流量统计表(1920~ 1989 年)

Table 2 The statistics of runoff in the middle reaches of the Huanghe River (1920~ 1989)

年 限	1920~ 1929	1930~ 1939	1940~ 1949	1950~ 1959	1960~ 1969	1970~ 1979	1980~ 1989	1920~ 1989
平 均 (× 10 ⁸ m ³)	140	187	198	205	220	171	170	185
距平(%)	- 24	+ 1	+ 7	+ 11	+ 19	- 8	- 8	

表 3 黄河利津水文站月径流量统计表(1950~ 1989 年)

Table 3 The statistics of monthly runoff in the Lijin Hydrological Station in the Huanghe River (1950~ 1989)

项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
× 10 ⁸ m ³	13. 56	11. 37	19. 08	19. 01	18. 50	16. 53	44. 91	69. 67	66. 08	61. 14	35. 70	19. 29	395
%	3. 4	2. 9	4. 8	4. 8	4. 7	4. 2	11. 4	17. 7	16. 7	15. 5	9. 0	4. 9	

2) 用水量增加 1980 年以来, 黄河流域工业农业用水量平均每年增加 $5. 5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 向外流域供水平均每年 $1. 12 \times 10^{10} \text{ m}^3$, 1990 年黄河流域总用水量为 $4. 36 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。另外, 1993 年滨州地区灌溉用水占全年引水量的 94. 8%, 在灌溉用水中, 春灌占 74. 2%, 这就是说, 3~ 6 月份是本区农业用水的高峰期^①。

3) 管理不善 一条黄河, 在管理上被人为地裁作两截, 上中游和下游两个管理部门和管理目标各不相同, 黄河水资源统一管理、上下协调难度很大^[2]。据黄河利津水文站 1981~ 1993 年实测径流量分析, 黄河多年平均入海水量为 $2. 59 \times 10^{10} \text{ m}^3$, 其中 3~ 6 月份为 $3. 39 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。这就是说, 即使是枯水年, 黄河每年仍有大量弃水入海。

4) 浪费严重 黄河流域水的利用率不足 40%, 宁夏、内蒙古引黄灌区每公顷平均用水量可达 $1. 5 \times 10^4 \text{ m}^3$ ^[1]。

1. 3 黄河断流的防治对策

1) 应加强黄河水资源的统一管理, 严格执行配水计划, 统一调度, 使有限的水资源得到合理开发利用。

2) 在条件许可时, 在黄河干流新建一些控制性枢纽工程和其它调蓄工程, 以进一步调水调沙。

3) 在引黄灌区, 实施黄河水资源的优化调度。按照“丰蓄枯用”、“春旱冬抗”的原则, 早引、多蓄黄河水, 掌握春灌主动权。1993 年 2 月上旬, 滨州地区引黄灌区就开始引水, 待上

① 滨州地区水利局. 滨州地区一九九三年引黄工作总结. 1994.

游灌区开始灌溉、黄河来水显著减少的时候, 该区已引蓄水量 $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 为春灌创造了条件。另外, 合理调配水量, 将节省下来的水用于扩大灌溉面积。其一, 按用水计划调控水量, 保证灌区适时灌溉和适量、均衡用水。簸箕李灌区实施优化调水后, 该灌区设计灌溉面积 $7.87 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 1993 年实灌 $1.07 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 扩灌了 35.6%。其二, 抓住时机引水以调济灌区外内河及蓄水工程水量, 不仅缓解了沿海及邹平山丘区 1.5×10^5 人和 3.0×10^4 头大牲畜的用水问题, 而且还扩浇灌区外面积 $8.9 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。其三, 引黄补源, 提高地下水降落漏斗区的地下水位。胡楼灌区 1993 年灌溉面积为 $5.53 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 另有补源面积 $4.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

4) 实施农田节水技术, 节约使用黄河水资源。滨州地区引黄范围内的 7 个县市全部实现了计量供水、按方收费。簸箕李灌区 1993 年每公顷每次用水量为 $1\,770 \text{ m}^3$, 净用水量为 $1\,020 \text{ m}^3$, 比 1990 年降低了 7%。

2 河流水污染

2.1 河流水污染的现状^①

沧州市位于九河下梢, 河渠纵横。由于近年来水资源匮乏, 多数河流已断流、干涸。少数河流汛期有水, 但受上游客水污染, 水质低劣。列入国家地表水监测点位的 8 条河渠, 其中 6 条达不到国家地面水环境质量五类标准。有机污染物和石油类是各条河流的特征污染物。1993 年, 南运河年纳污量为 $1.10 \times 10^7 \text{ t}$, COD 年均值为 43.30 mg/L ; 子牙新河年纳污量为 $5.3 \times 10^8 \text{ t}$, COD 年均值为 105.8 mg/L ; 沧浪渠年纳污量为 $2.0 \times 10^7 \text{ t}$, COD 年均值为 97.70 mg/L ; 北排河年纳污量为 $2.50 \times 10^6 \text{ t}$, COD 年均值为 15.70 mg/L ; 宣惠河年纳污量为 $1.52 \times 10^7 \text{ t}$, COD 年均值为 4.24 mg/L ; 石碑河年纳污量为 $2.0 \times 10^6 \text{ t}$, COD 年均值为 5.91 mg/L 。

2.2 河流水污染的防治对策

其对策是: 进一步加强地表水环境监测工作, 随时掌握本区排污状况、水环境质量及其变化趋势, 加强水环境管理工作; 加强对重点工业污染源的治理工作。工业用水应实行用水许可制度, 进一步降低取用新水量, 增加内部循环水利用率和污水处理能力, 减少污水排放量, 控制二次污染。

3 地下水降落漏斗和地面沉降

3.1 地下水降落漏斗和地面沉降的发展现状

本区深层地下水降落漏斗区主要有天津市漏斗区、沧州市漏斗区和莱州湾漏斗区等。天津市漏斗区包括市区、塘沽、汉沽和大港, 中心水位埋深平均为 -72 m , 漏斗区面积达 $4\,325 \text{ km}^2$; 沧州市漏斗区包括沧州、青县、泊头、黄骅等地, 中心水位平均埋深 -55 m , 漏斗区面积达 $2\,955 \text{ km}^2$; 莱州湾漏斗区包括莱州、龙口、招远、平度、昌邑、寿光、寒亭等地, 中心水位平均埋深为 -20 m , 漏斗区面积达 $2\,400 \text{ km}^2$ ^[3,4]。

本区地面沉降已有多处发生, 天津市区沉降范围达 400 km^2 , 最大降幅 2.46 m 。塘沽、汉沽年沉降量曾达 188 mm ; 沧州市 1990 年地面沉降量累积达 $1\,131 \text{ mm}$, 年均沉降量达

① 沧州市环境保护局. 沧州市地表水环境污染现状. 1994.

97 mm。

3.2 地下水降落漏斗和地面沉降的防治对策

1) 积极推进引黄跨流域调水工程的建设, 多方开辟新水源 作为一项应急的、过渡性措施, 本区应积极推进引黄跨流域调水工程。从黄河向北送水, 宜在黄河流域用水高峰期以前的冬季和早春进行。1994 年已开始实施的引黄济冀工程可给沧州市供水 $3.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。无疑, 这将大大缓解该区水资源供需矛盾。

2) 严格限制超采地下水, 尽可能开展引河补源 在开辟新水源的同时, 亦应实施淡水、微咸水混用等措施, 严格限制超采地下水。在丰水年及平水年尽量利用地表水灌溉, 并利用汛期河道剩余洪水和引黄退水回灌补源, 以提高地下水漏斗区的地下水位。

3) 加大力度建设节水灌溉工程, 节约农业用水 1993 年天津市已建喷滴灌工程 $5.86 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 、防渗渠道 5 734. 6 km; 沧州市已建喷滴灌工程 290 hm^2 、防渗渠道 8 756. 1 km。

4 海水入侵

4.1 海水入侵的现状^① [3]

海水(咸水)入侵是人类在沿海地区社会经济活动中所导致的一种自然灾害, 主要表现为海水(咸水)沿地下通道以各种方式向内陆入侵。海水侵染的程度从水资源利用角度分析, 以地下水中的氯离子含量来衡量。通常海水 Cl^- 浓度大于 $2\ 000 \text{ mg/L}$, 而农业灌溉用水应该小于 300 mg/L , 人畜饮水必须小于 60 mg/L 。当地下水中氯离子含量大于 300 mg/L 时, 即认为受到了海水的侵染。

本区海水入侵主要分布在莱州市至烟台一段, 其面积达 $2.59 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。从行政区域上看, 经济发展较快的莱州市、龙口市海水入侵最严重, 从 1976 年开始发生海水入侵以来到 1990 年已发展到 $2.18 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。咸水入侵主要发生在莱州市土山乡至广饶县小清河南岸的平原海岸地区。70 年代以来, 由于大量超采地下水, 咸水入侵淡水层, 初期仅在广饶县个别地段发现, 后来急速发展到沿广饶、寿光、寒亭、昌邑及莱州市土山乡约 138 km 沿岸等全面入侵, 面积达 $2.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 。

由于海水入侵, 加大了地下水的含盐量, 该区已有 6 264 眼机井变成报废; 海水入侵加速了耕层土壤盐分积累, 该区已有 $4.15 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 耕地变成盐荒地。海水入侵使人畜饮水条件恶化, 该区已有 341 个村庄受灾, 30.8×10^4 人吃水困难(表 4)。

4.2 海水入侵的防治对策

其对策是: 严格限制超采地下水, 积极创造条件进行人工回灌; 限制陆上海水养殖和盐田的规模, 减少海水人为进入内陆的机会(在陆上 5~ 10 km 的范围内建虾池、盐区, 长距离明渠提灌海水灌池, 会导致海水入侵); 沿海各河流上游尽量少修水库、塘坝, 以维持下游地区地下水的补给量。

5 饮水型氟中毒

5.1 饮水型氟中毒的现状^[3]

氟是人体所必需的微量元素之一。通常每人每天需氟量约 $1.0 \sim 1.5 \text{ mg/L}$, 其中 65%

① 75- 57- 01- 05 专题组. 水资源开发对水环境的影响.

来自饮水, 35% 来自食物。饮水型氟中毒是长期饮用高氟水引起的一种慢性中毒性疾病, 其中, 牙齿氟中毒称为氟斑牙, 骨骼氟中毒称为氟骨病。所谓高氟水是指水中氟的含量大于 1 mg/L, 超过国家颁布的饮用水标准。

表 4 莱州湾地区海水入侵灾情统计
Table 4 The statistics of the condition of the disaster for seawater invasion
in Laizhou Gulf region

类 别	县 别	灾区面积	灾区耕地	机井变成报废	受灾村庄	灾区缺水人口
		($\times 10^3 \text{ hm}^2$)	($\times 10^3 \text{ hm}^2$)	(眼)	(个)	($\times 10^4$ 人)
海水入侵灾区 面积分布	莱州市	158.8	18.1	2361	132	10.7
	龙口市	59.1	6.7	1000	35	3.0
	招远县	7.5	—	—	—	—
	蓬莱县	3.6	0.3	15	18	3.6
	长岛县	3.5	0.4	42	13	0.5
	福山区	26.7	2.7	200	20	2.0
	小计	259.2	28.2	3618	218	19.8
咸水入侵灾 区面积分布	平度市	53.3	0.4	40	5	1.5
	昌邑县	60.0	5.1	1530	40	3.5
	寒亭区	41.0	2.2	288	16	1.5
	寿光县	36.0	4.7	558	51	4.0
	广饶县	9.7	0.9	230	11	0.5
	小计	200.0	13.3	2646	123	11.0
总 计		459.2	41.5	6264	341	30.8

本区饮水型氟中毒主要分布在沧州市和莱州湾地区。沧州市第三含水组的氟含量自西向东逐步升高约为 0.5~7.0 mg/L, 其中, 海兴、黄骅为高氟区。莱州湾地区氟中毒重病区(氟含量大于 4.10 mg/L) 包括平度、昌邑、寒亭、寿光、广饶、利津等县市, 氟斑牙患病率达 84.6%, 氟骨病患病率为 13.4%; 氟中毒中病区(氟含量 2.01~4.0 mg/L) 包括蓬莱、莱州、寿光、昌邑、平度、寒亭、沾化、利津、无棣、广饶等县市, 氟斑牙患病率达 71.1%, 氟骨病患病率为 4.0%; 氟中毒轻病区(氟含量 1.01~2.0 mg/L) 除垦利、福山等县市外均有分布, 患病率亦高。

5.2 饮水型氟中毒的防治对策

其对策是: 加速寻找低氟水源, 包括引用黄河水资源, 作饮水水源或淡化地下水; 深、浅井水混用, 使饮用水氟含量低于 1 mg/L; 继续推广使用比较成熟的降氟技术和降氟器具, 除氟改水。本区广饶、昌邑、莱州、平度等县市为除氟改水的县市。

6 地下水中碘含量异常

6.1 地下水中碘含量异常的现状^[3]

碘是人体合成甲状腺激素的主要成分。人体每日需碘量, 成人为 70~100 mg, 青少年为 160~200 mg, 儿童为 50 mg 左右, 婴儿为 20 mg 左右。国家饮用水卫生标准规定, 正常饮用水含碘量为 20~30 mg/L, 人体由于缺碘或摄入过多量的碘, 都会引起甲状腺肿病的发生, 其中, 地方性甲状腺肿是指发生在含碘量过低或过高地区的一种以甲状腺肿大为特征的甲状腺疾病; 克汀病是在严重缺碘性地方性甲状腺肿流行区中出现的一种以智力低下和生长发育迟缓为特征的先天性疾病。

本区缺碘性地方性甲状腺肿主要发生在寿光、平度、栖霞、招远、蓬莱、广饶等县市,患病率寿光为 8.5%、昌邑为 2.8%、平度为 11.9%。地方性克汀病主要发生在缺碘性地方性甲状腺肿的重病区,以寿光县最为集中,患病率为 0.2%。水源性高碘甲状腺肿主要发生在无棣和沾化等县,患病率无棣为 18.9%,沾化为 16.8%。

6.2 地下水中碘含量异常的防治对策

其对策是:改变饮用水源,使饮用水中含碘量能维持在 20~30 mg/L 范围内,包括引用黄河水资源,作饮水水源或淡化地下水;缺碘地区应补碘,可食用碘盐和高碘食物;高碘地区应限制食用高碘食物。

参 考 文 献

1 王慧敏.黄河会变成内流河吗?.人民日报,1996-05-08日,第二版.
2 潘承凡.黄河为鉴.人民日报,1996-05-06日,第二版.
3 赵德三主编,尹泽生等副主编.山东沿海区域环境与灾害.北京:科学出版社,1991.223~240.274~283.
4 由懋正,黄荣金主编.海河低平原水土资源与农业发展研究.北京:科学出版社,1991.23~26.

THE STATUS QUO AND THE PREVENTING AND CONTROLLING
COUNTERMEASURES FOR THE WATER ENVIRONMENT
PROBLEMS IN THE REGION SURROUNDED BY THE BOHAI SEA

Wu Kai

(Institute of Geography, Academia Sinica, Beijing 100101)

ABSTRACT

The region surrounded by the Bohai Sea includes 31 counties, cities and districts of Tianjin City, Hebei Province and Shandong Province. The status quo of the water environment problems in the region, such as running out of flow in the Huanghe River, water contamination in the rivers, funnel of groundwater and earth subsidence, invasion of seawater, fluorine poisoning in drinking water and abnormal content of iodine in groundwater and so on, were briefly analyzed in this paper, in which running out of flow in the Huanghe River has the tendency of occurring more frequent, longer and more early. In view of the problems as said above, the preventing and controlling countermeasures for the water environment were suggested, which are available for reference by the policy-making departments concerned.

Key Words: Region surrounded by the Bohai Sea; Water environment; Preventing and controlling countermeasures

(收稿日期: 1996-06-17; 改回日期: 1996-12-01)