

黄河三角洲生态地质环境综合研究

颜世强¹ 范继璋¹ 石玉臣²徐军祥²

(1、吉林大学综合信息矿产预测研究所, 长春, 130026; 2、山东省地质矿产局, 济南, 250013)

摘要: 受脆弱的生态地质环境和近几十年来频繁人类活动的影响, 黄河三角洲生态地质环境急剧恶化, 对全区经济发展已构成严重威胁。水资源严重紧缺、土壤盐渍化、地下水水质污染、海咸水入侵、地下水降落漏斗和地面沉降等地质环境问题普遍存在, 土壤沼泽化和沙化也正在发展蔓延。为了遏制生态地质环境质量急剧恶化势头, 促进黄河三角洲经济、资源与生态地质环境的协调发展, 本文系统分析了黄河三角洲生态地质环境特征, 揭示了影响可持续发展的生态地质环境问题, 按地质、地貌、资源状况、生态环境灾害和环境质量等综合要素对三角洲进行了环境分区, 论述了其生态地质环境演化过程和影响因素, 提出了促进生态城市可持续发展的方法措施。

关键词: 黄河三角洲; 生态地质环境; 生态环境灾害; 环境演化

第一作者: 颜世强(1973年6月), 男, 高级工程师, 从事综合信息矿产预测研究工作, 现为吉林大学综合信息矿产预测研究所读博士研究生, sdhuadi@sddkj.com或者yanshiquang@sina.com, 手机 13011725371, 电话 0531-6568991

黄河三角洲是我国三大河口三角洲之一, 是我国重要的石油生产基地, 但是受脆弱的生态地质环境和近几十年来频繁人类活动的影响, 黄河三角洲生态地质环境急剧恶化, 对全区经济发展已构成严重威胁。研究其生态地质环境特征和发展演化规律, 对于解决当前区内存在的地质环境问题, 促进经济可持续发展具有重要意义。

1 黄河三角洲生态地质环境概述

黄河三角洲位于黄河入海口, 渤海沿岸, 土地广袤, 资源丰富, 环境优美, 地理位置优越, 是一块正待开发的宝地。黄河三角洲属暖温带季风气候, 四季分明, 气温适中, 雨热同期, 光照充足, 有春旱、夏涝、晚秋又旱的气候特点, 多年平均降水量 564.4mm, 夏秋降水量较多, 有利于农作物的生长, 但易发生旱涝灾害。

黄河三角洲东北两面临海, 海岸线长 350km, 海潮、风暴潮等海洋灾害时有发生, 加剧了土壤盐渍化。

黄河三角洲属华北平原, 总的地势为西南高、东北低, 地形以黄河为轴线, 近河高, 远河低, 总体呈扇状由西南向东北微倾, 黄河多次改道和决口泛滥形成的高地、坡地、洼地等微地貌形态相间排列, 分布着粉砂壤土、粘壤土等各类土壤及盐化程度不一的盐渍土。微地貌形态控制着地表径流及地下水活动, 常形成以洼地为中心的水盐汇积区, 造成“岗旱、洼涝、二坡碱”的生态地质环境特点。

水资源是影响黄河三角洲生态地质环境的关键因素。黄河是主要淡水资源, 年平均来水量为 159.4 亿立方米, 其它水系为污染河流, 不仅不能利用, 而且已引起河流两岸地下水及土壤的污染。东营市历年平均降水产生的地表水径流为 4.48 亿立方米, 没有利用。区内的地下水系统由浅层潜水微承压水系统(埋深 0~60m)、中层承压水系统(埋深 60~200m)和深层承压水系统(埋深 >200m)构成, 地下水的开发主要集中在南部。

海、陆、河和湿地相互影响相互制约的特殊地质环境是黄河三角洲生态地质环境的显著特点, 也使黄河三角洲成为我国东部地区生态地质环境最脆弱的地区之一, 严重制约着其可持续发展。

2 主要地质环境问题

2.1 土壤环境问题

2.1.1 土壤盐渍化

土壤盐渍化又称盐碱化, 是土壤中含有过多的可溶性盐引起的。土壤盐分含量的高低, 对作物的生长有直接的影响。土壤盐渍化是本区主要的农业生态地质环境问题, 全区盐渍化面积占总面积的30%左右, 本区土壤盐渍化以NaCl型盐渍化为主, 在土壤剖面形态上呈“T”型分布, 具表聚特征, 即盐分主要集中在表层, 心土和底土

盐分含量较低，在平面上由陆地向海洋由黄河河道（故道）向两侧面积逐渐增大，盐渍化逐渐加重。在时间上，土壤盐渍化呈季节性变化，春秋两季积盐，春季比秋季强烈，夏季脱盐，土壤盐渍化减轻，冬季盐份运动基本停止，盐份含量相对稳定。

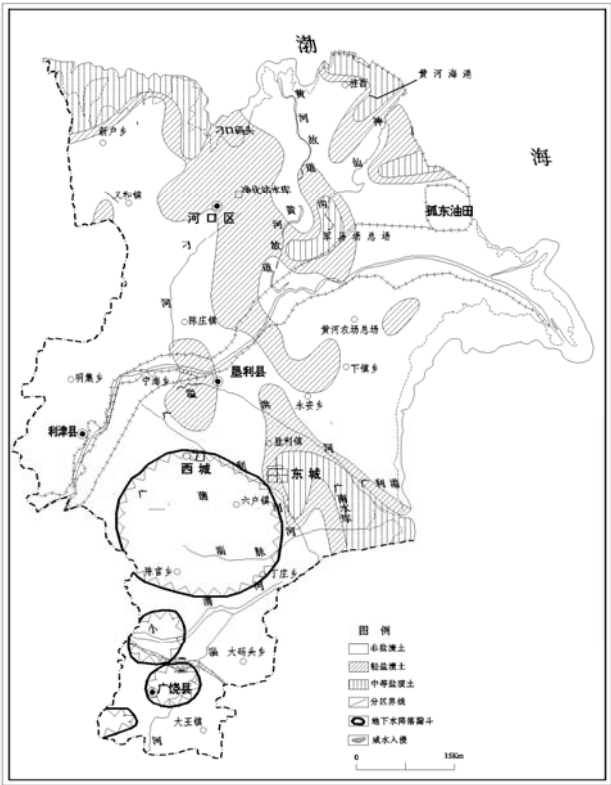


图1 黄河三角洲农业生态地质环境图

区内盐渍化土壤的形成与发展主要受地质、地形、地貌、水文和气候条件的制约，同时又受人类活动的影响，是多种因素共同作用的结果，受地质、地貌和水文地质条件的影响，区内土壤盐渍化的分布上具有明显的分带性，气候因素和水文地质条件是引起本区土壤盐渍化的根本内在因素，而人为作用加剧了这一过程的发展。（见图1）

2.1.2 土壤沙化

区内的沙化土壤主要分布在引黄灌区的渠道、沉沙池，沿黄两岸的淤积区及河道的漫滩和古河道高地等地带，呈点状或条带状分布，对生态地质环境破坏力较大。

土壤沙化程度主要由当地植被覆盖、土壤质地和水资源情况决定，但气候和人类开荒耕作等因素对其分布也有重要影响，每年冬春季，区内干旱多风，黄河来水和大气降水减少，农业生产活动强烈，而地表植被稀少，使土壤沙化趋于严重，而夏秋季受气候湿润、植被茂盛、来水增多等因素影响，区内沙化趋于减轻。特别是近年来，当地政府采取植树造林、种草和生态湿地保护等工程，使本区的土壤沙化问题基本得到控制。

2.1.3 土地沼泽化

根据形成沼泽的地质、地貌和水文地质补给类型，区内沼泽主要为降水汇集洼地沼泽、古河道沼泽、水库侧渗沼泽和河口沼泽，呈点状或条带状分布于黄河三角洲平原上，均为芦苇沼泽，以水库侧渗沼泽对生态地质环境危害最大。

区内低洼处建有较多的平原水库，水库水位高出库外地面2—4m，使库内的水发生渗漏而补给地下水，使地下水位上升，甚至直达地表，形成沼泽，还会加剧土壤的盐碱化等灾害。

2.1.4 土壤污染

据有关检测资料,区内土壤受到了不同程度的污染,主要污染物为油和挥发酚。油和挥发酚的污染主要分布在油田集中区和石化企业生产区及其排污区域内,如东营区万泉村北采样点,每100克土中油类含量1.24mg、挥发酚0.002mg,东营区耿井水库北采样点,每100克土中油类含量0.90mg,挥发酚0.002mg。本区农业开发较晚,农村生产量较少,而且注意环境保护,所以区内土壤农药污染较轻,只有滴滴涕检出率较高,最大为0.108ppm,其它指标均不超标。

人类活动,尤其是企业排污和采油作业,是本区土壤污染的主要原因,土壤污染极易进入食物链,影响人民身体健康。

2.2 水环境问题

2.2.1 地表水污染

区内河流除黄河外多已遭受污染,主要超标项目为COD、BOD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、化学需氧量、酚、氨氮和石油,污染程度属重度—极严重污染,这也是污染物向地下水、土壤传播的主要媒体。

河流污染的主要原因是,流域内企业和生活污水、污物的无序无限制排放,使污染物含量超过了河流的自净能力所致。

2.2.2 地下水污染

区内受污染的地下水主要是浅层地下水,污染物以石油、挥发酚、COD、Cd、Pb为主,污染程度主要受其附近污染河流的影响,因而多沿河流呈条带状展布。淄河和小清河沿岸地下水污染较为严重,以有机化合物污染为主,在污染物的弥散作用下,污染范围已超过河道近500m左右,水质严重超过国家标准。小清河以北是胜利油田主要石油开发区,东营市的主要工业企业也在区内,地下水亦受到不同程度的污染,地下水污染带主要分布于地表污染源附近,在远离污染源的地带,地下水受污染程度较轻,主要污染物为油、挥发酚和重金属镉、铅等。

2.2.3 地下水降落漏斗

黄河三角洲淡水资源极为缺乏且分布不均,许多地方长期超量开采地下水,破坏了含水层的弹性储存量,使地下水水位急剧下降,形成地下水降落漏斗。地下水降落漏斗主要分布在黄河以南地下水开采区(见图1),形成了浅层、中深层、深层多级地下水降落漏斗。地下水降落漏斗不仅会造成井泵扬程加大,导致水源生产能力降低,而且会直接导致海咸水入侵及地面沉降等地质环境问题。

2.2.4 咸水入侵

随着近几年地下水开采量的加大,地下水降落漏斗范围不断扩大,使得黄河三角洲北部咸水的水动力条件发生变化,原来向北、向东排泄的咸水,转为向南补给漏斗区,使咸水体发生了向南延伸的现象。(见图1)

据统计,1976—1979年间,黄河三角洲地区海水入侵面积 3.9km^2 ,年均入侵48m;1980—1986年间,入侵面积 10.1km^2 ,年均入侵72m。1986年以来,入侵速度加快,到1989年面积达到 20.4km^2 ,年均入侵127m。1976—1995年累计入侵面积 62km^2 。1995年11月—1996年4月向南入侵1.01km,1996年11月—1997年11月郝家村以西咸淡水界面平均向南推移约200m,最远达400m。1999年浅层咸淡水界面已南移至长行官庄~阎家口~颜徐镇~前燕王一线。咸水入侵导致水质恶化,给当地人畜用水及工农业生产带来严重影响。

2.3 地方病

2.3.1 氟中毒病

氟中毒病是本区分布较为广泛的流行性地方病,易发区分布于广饶县南部、利津县南部和东营区西南部。患病率在7%左右,其中以轻病患者为主,占总患病人数的6%以上,其次为中病患者,区内尚无重病患者。造成氟中毒病的主要原因是高氟低钙的地质环境,长期饮用含氟量较高的地下水是主要致病因素。

2.3.2 甲状腺肿大症

甲状腺肿大症有两种类型，一类为高碘型甲状腺肿大症，又称碘中毒性甲肿，主要分布于沿海一带和黄河北饮用地下水的区域；一类为低碘性甲状腺肿大症，易发区主要分布于广饶县东北和淄河两岸。主要与饮食中含碘量有关。

2.4 地面沉降

据有关资料，东营市地面沉降早已发生，多年平均地面沉降量为21.6-58.67mm，累计沉降量为389-390mm。可以分为牛庄-六户、东营城区和莱州湾海岸三个地面沉降区。

新构造运动、强烈地震、海平面上升、土壤天然固结、地下水油气等液体气体的抽出是造成地面沉降的主要因素。本区地层中四层淤泥质地层的存在和海平面上升是产生地面沉降的内因，而地下水、石油和天然气的长时间大量集中从地下抽出是形成地面沉降的外因，而且是主要原因，另外城市建设大面积堆载、外来建设物资的大量运进和欠固结土的自重压缩也是重要因素。本区的地面沉降漏斗中心与地下水位降落漏斗区和石油天然气开采区分布基本相符充分证明了这一点，如地面沉降漏斗中心分布在牛庄六户一带，也是深层地下水降落漏斗中心。地下水位降落漏斗边缘的东城以北以东地区，此区地面沉降量也较小。

2.5气候灾害

本区主要的气候灾害是干旱和风暴潮，其次为涝风雹等，由于各种灾害综合作用，本区粮食产量较低而不稳。黄河三角洲旱涝灾害年年发生，受黄河来水减少影响，旱灾更为严重。因为黄河三角洲位于沿海，经常有风暴潮发生，严重影响沿海工农业生产。

3 黄河三角洲生态地质环境分区

黄河三角洲由黄河冲积扇、洪积扇叠加而成，地貌分区特征明显，按地质环境成因类型，选取地貌、淡水可采性、地下水质量、生态地质环境问题分布特征和生态地质环境特征等评价因子，采用专家模糊聚类方法，对

表1 生态地质环境质量评价分区特征表

区	亚区	分布及其特征
I 生态环境质量较好区	I-1	分布在新户乡至太平乡一带，区内无软土、地方病、盐碱化及污染源，无地下淡水，地下水质量较差，北部离海岸较近，易受风暴潮影响。
	I-2	分布在孤岛北部及西北部一带，区内无软土、地方病、盐碱化，大部分无液化砂土及污染源，地下水质量差，无地下淡水，离海岸较远。
	I-3	分布在西河口水库的南部、建林乡和新安乡一带，区内无地方病、软土、液化土、盐碱化及污染源，地下水质量差，无地下淡水。
	I-4	分布在西城区的西北部、东城区、胜利镇和六户镇一带，区内无软土、地方病、地下淡水，远离海岸，地下水质量差，大部分无液化砂土和盐碱化，区内有污染源，污染负荷比0.21-2.18。
	I-5	分布在广饶盐场以北至广利港、张镇河一带，无软土、地方病、盐碱化、地下淡水，大部分地段无液化砂土，地下水质量差，离海岸较近。
	I-6	分布在广饶县石村乡、小张乡、李鹊乡、西刘桥乡、陈官乡一带，淡水可采模数2.8-19.28，位于地下水降落漏斗的边缘或以外，无咸水入侵、盐碱化、地表污染源，地下水质量大部分较好，北部较差，有轻微的地方性氟病。
II 生态环境质量中等区	II	分布在较好区和较差区周围的广大三角洲地区，既有有利的环境地质要素，又有不利的环境地质要素，各要素有一定差异。
III 生态环境质量较差区	III-1	分布在河口沿海、孤北水库和黄河入海口一带，无地方病、地下淡水，有软土，地下水质量差，有轻-重的液化砂土，部分地带有轻-重的盐碱化土，大部分地区无污染源，离海岸较近，易受风暴潮影响。
	III-2	分布在罗镇乡、六和乡、集贤乡、渤海农场、永安乡东部一带，无地方病、污染源、地下淡水，局部有软土分布，地下水质量差，液化砂土分布较广，有轻-重土壤盐碱化，分布面积亦较广。
	III-3	分布在店子乡明集西部、郝家乡、史口乡及西城的东北部一带，大部分地区无地方病、软土、地下淡水，地下水质量差，液化砂土分布面积广，局部有轻-重盐碱土，污染源较多，污染负荷比5.35-17.36。
	III-4	分布在广饶县城东北部一带，淡水可采模数19.28万m ³ /km ² .a，位于地下水降落漏斗边缘地带，咸水入侵已到达该区北部，有地表污染源，污染负荷比43.27，地下水质量较好，有轻微地方性氟病。

黄河三角洲的生态地质环境进行了综合评价，划分为3种类型，11个地质环境单元，各分区生态地质环境特

征如表1.

4 黄河三角洲环境演化

黄河三角洲冲积平原是在新近纪基底构造背景下形成和演化的。平原基底的新近纪地层与上覆第四纪地层为连续沉积或平行不整合接触,平原在新近纪时期,呈整体下降,在湿热气候条件下,形成以洪积、冲洪积、冲积为主的巨厚细粒堆积物。

中更新世时期,在新近纪古地理的背景基础上,南侧鲁西地块山体继续上升,并遭受风化剥蚀作用,平原进一步沉降,沿渤海海岸发生海侵,海侵范围在利津、沾化以东地区,形成灰黄色粉质粘土或粉砂。

晚更新世早期,距今 $15 \times 10^4 - 7 \times 10^4$ a,气候以暖为主,新构造运动仍以垂直升降为主,平原范围迅速扩大,沉积物广泛超覆于中更新统之上,海侵范围达惠民、博兴一带,形成灰黄色粉砂、粉细砂,含泥质。

晚更新世晚期,距今 $3.9 \times 10^4 - 2.3 \times 10^4$ a,海侵范围向西达工作区外的惠民地区,向南达高青、博兴附近。主要岩层为灰黄、灰黑色粉砂、粘土夹淤泥层。

全新世时期,距今 1.2×10^4 a,该时期气候由冷变暖,洋面迅速回升扩大,原来的平原腹地重又毗邻海岸,海侵范围包括本区外的广饶县大营以北的广大地区。岩性以淤泥质粉质粘土和淤泥质粉细砂为主。

在漫长的地质历史时期,黄河三角洲是在河流动力与海洋动力的共同作用下逐渐演化形成的,基本处于种自然发展的状态,人类活动影响较小。而近100多年来,人类活动对其自然环境的干扰日益增大,甚至在其演化中起到了主要作用,尤其是大规模的资源开发更是加剧了对生态地质环境的破坏,使三角洲地区脆弱的生态地质环境进一步恶化,引了许多的环境地质问题,影响了黄河三角洲社会经济的可持续发展。

5 结论

黄河三角洲是在海洋动力与河流动力共同作用下形成的,是世界上形成较晚且仍在快速生长的三角洲之一。黄河三角洲资源丰富,经济地理位置优越,具有较大发展价值。但是,因为其特殊的海、陆、河与湿地相互交潜演化相互制约的脆弱生态地质环境条件,加之人类活动尤其是不科学的掠夺性资源开发的影响,使黄河三角洲发生了土壤盐渍化、土壤沙化、土壤沼泽化、水土污染、地下水降落漏斗、海咸水入侵和地面沉降等生态地质环境问题。这些生态地质环境问题制约了黄河三角洲社会经济的可持续发展,且改变了本区生态地质环境的演化特征甚至方向,再不治理必将引发灾难性的危害。解决这些生态地质环境问题,应从改善生态地质环境条件入手,采用全新的技术方法和政策措施修复破坏的地质环境,其中合理开发利用水资源、搞好环境治理、做好生态地质环境质量监测是最主要的修复措施。

黄河三角洲生态地质环境的形成与演化是在人类活动影响下的自然历史过程,构造运动和气候演变是影响本区生态地质环境的第一类因子,随着人类社会的发展,人类的破坏作用日益加强,在几十年的时限内已成为主导因素。

参考文献

- [1] 张惠、颜世强等,黄河三角洲的形成与演变[J],山东国土资源,2003,19(6):44-47
- [2] 刘曙光、李从生等,黄河三角洲整体冲淤平衡及其地质意义[J],海洋地质及第四纪地质,2001,21(4):13-17
- [3] 成国栋等.黄河三角洲现代沉积作用及模式.地质出版社[M],1991

Study on Agricultural Eco-geological Environment in the Huanghe Delta

Yan Shi-qiang, Fan Ju-zhang, Shi Yu-chen

(The Synthetic Information Graduate School of Mineral Prediction, Jilin University, Changchun, China ,130026,)

Abstract: Owing to the influence of the natural fragile Eco-geological environment, the fragile environment ecosystem and the multifarious human activities in the last tens years, the Huanghe river delta has some rapid environmental deterioration for the ecological system, which have already formed serious threaten to the economic development in this area .The various place of the delta are confronted with the ground sedimentation, salt (sea) water intrude into freshwater, groundwater degradation and groundwater draw down cone, the desertification, swamping and salting of soil are spreading widely. To control ecological environment deterioration, it should gradually realize reasonable development in economy, resources and ecological environment in the Huanghe. On the basis of the characteristics of geology, in accordance with the complex occurrence conditions of the ground sedimentation, salt (sea) water intrude into freshwater, underground water serious shortage and the desertification and salting of soil in the plain, we propose a series of the comprehensive protection and control methods for the environment ecosystem, which is of a long-term strategic significance and to maintain the economic development of Huanghe delta and ecological construction.

Key words: Huanghe delta; geologic problem of the ecologic environment; the ground sedimentation; salt (sea) water intrude into freshwater; groundwater draw down cone; desertification; salti