

成果与方法

山东黄河下游地区局部生态地球化学评价方法与技术

庞绪贵¹,战金成¹,宋海林²,藤兆令³,李秀章¹,王增辉¹,代杰瑞¹

(1. 山东省地质调查院,山东 济南 250013;2. 山东中海金仓矿业有限公司,山东 莱州 261400;3. 五莲县国土资源局,山东 五莲 262300)

摘要:山东黄河下游地区局部生态地球化学评价是在多目标区域地球化学调查和区域生态地球化学评价基础上,选特色农产品产地,绿色无公害蔬菜生产基地,地方病分布区及小清河沿岸、东营油气开采污染区等局部生态地球化学环境区。按一定方法和采样密度采集土壤、浅层地下水、土壤溶液、植物根系土、籽实、土壤生物、微生物和种子库样品,分析 As, Cd 等重金属元素、N, B 等有益营养元素、六六六、DDT 等有机物和土壤微生物类群、功能、结构多样性,研究有益营养元素、重金属元素、有毒有机污染物的分布规律、赋存状态、来源及它们在土壤、水体及生物体中的迁移、转化、累积规律与生态效应,探讨对重金属元素污染的生物修复。提出特色农产品基地布局规划建议和地方病防治、重金属污染的治理措施。

关键词:黄河下游;局部生态地球化学评价;生态效应;生物修复;生物富集系数;预警;山东

中图分类号:P595;P596

文献标识码:A

山东省黄河下游流域局部生态地球化学评价是山东省政府与中国地质调查局合作开展的《山东省黄河下游流域生态地球化学调查》的一个子项目,其范围在山东省北部、西部,面积 5.3 万 km²。该工作从 2005 年开始实施。工作目标是在多目标区域地球化学调查和区域生态地球化学评价基础上,分析调查发现的土壤、浅层地下水等介质中局部异常和区域评价信息,针对可能对局部生态环境产生影响的生态地球化学问题进行评价,包括调查发现的局部异常和特殊地质地球化学条件形成的局部生态地球化学环境^[1]。重点研究农业经济区与特色农产品基地、工矿污染地、地方病分布区的地质地球化学特征;研究有益或有害元素及有机污染物的分布、组成及在生物间交换、转化和作用方式;研究土壤资源利用、绿色无公害农产品发展、地方病防治、环境污染治理、生态恢复与建设等局部生态地球化学现象或问题;建立地质地球化学模式和评价标准,为居安全、国民经济建设、工农业结构调整及社会可持续发展提供生态地球化学基础资料。

1 生态地球化学评价内容

1.1 生态地球化学评价

局部生态地球化学评价是在多目标区域地球化学调查以及类似区域地球化学调查、区域生态地球化学评价基础上,针对局部生态地球化学问题(面积为 n~1 000 km²)进行的评价工作。主要任务是查明有毒有害、有益元素以及有机物的组成特征、空间分布、成因来源,评价土壤、水等介质环境现状,研究元素及化合物在岩石、成土母质 P-土壤、沉积物-水体、大气-动植物系统以及人体食物链中转化、迁移、循环规律,农作物、畜牧家禽、水产、人体的摄取量、摄取途径、平衡机制与生态效应,预测评价生态地球化学环境变化及其潜在危害,为特色优质农产品发展、地方病防治、环境保护与决策、污染治理与调控提供科学依据,从而为地方经济发展和生态建设服务。

1.2 生态地球化学评价内容的选择原则

(1) 区域调查发现的局部农业、生态环境地球化学现象或问题是局部评价的主要对象,其与地质地

收稿日期:2006-01-06;修订日期:2006-05-15;编辑:张天祯

作者简介:庞绪贵(1962-),男,山东五莲人,研究员,从事地球物理地球化学勘查与研究。

山东省地质调查院,山东省黄河下游流域局部生态地球化学评价设计书,2005 年。

球化学环境密切相关的程度是确定局部生态地球化学评价内容的重要依据。

(2) 局部生态地球化学评价内容必须紧密结合地方政府的需求,选择地方政府急需或对当地社会经济发展与规划布局具有重要影响力的课题或地区。

(3) 当前经济技术条件下切实可行,有限时间内预期可完成的局部评价内容。

1.3 生态地球化学评价内容

该区局部生态地球化学评价以多目标区域地球化学调查和区域生态地球化学评价为基础,并考虑地方政府需求,依托中国地质调查局地质调查项目任务书,以研究区重金属、植物有益元素和有毒有机物的来源-迁移转化-生态效应-预测预警为研究主线,查明重金属元素、有机物的分布规律、赋存状态、成因及来源,研究它们在土壤、水体及生物体中的迁移、转化、累积规律与生态效应,对生态地球化学环境的多样性、适宜性和安全性进行评价;查明植物有益元素的分布规律、组合特征、赋存状态与丰缺状况,结合重金属元素与有机物分布进行土壤环境质量评估和特色农产品环境安全对策研究,提出规划建议^[2]。生态地球化学评价的基本内容包括:局部农业、局部分布的地方病和局部环境污染生态地球化学评价等3方面内容。

2 局部生态地球化学评价方法与技术

2.1 农业生态地球化学评价

通过研究沾化冬枣、鱼台优质稻、章丘大葱等特色农产品产地和寿光绿色无公害蔬菜生产基地(图1)的生态地球化学环境特征,揭示地质环境与特色农产品产地和绿色无公害蔬菜生产基地的关系,为发展特色农产品和绿色无公害蔬菜服务。

2.1.1 沾化冬枣生产基地地球化学环境研究

独特的地理地质环境造就了产于黄河三角洲腹地的沾化冬枣特有的风味和品质。近年来,沾化冬枣优良的品质和丰厚的效益使周边地区栽植规模发展迅速,但不适宜的地理地质环境等因素造成冬枣品质下降,对冬枣产业发展产生了一定的影响。沾化冬枣生产基地地球化学环境研究的重点是查明沾化冬枣与产地土壤地质地球化学背景的相关关系,结合基础调查成果,提出扩大沾化冬枣生产基地规模建议。

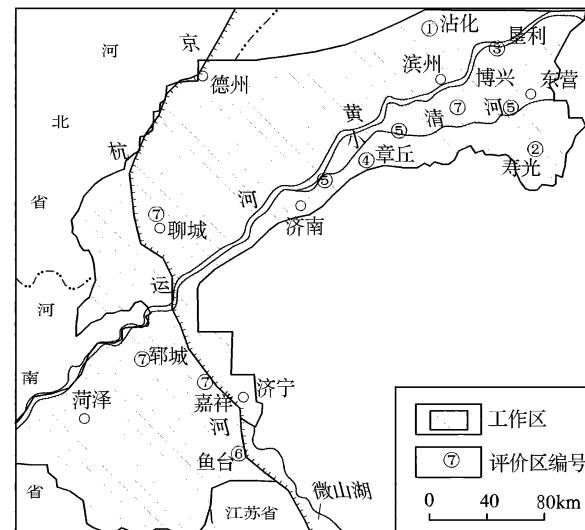


图 1 黄河下游地区局部生态地球化学评价区

沾化冬枣评价区; 寿光蔬菜评价区; 东营油气开采污染评价区; 章丘大葱评价区; 小清河沿岸污染评价区; 鱼台优质稻评价区; 地方病评价区

(1) 搜集沾化冬枣种植范围、长势、品质、产地及经济效益等资料,选择沾化冬枣原产地面积 500 km²,开展土壤地球化学背景调查,采样密度为 1 点/ km²,单样分析 N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Se, Cu, Zn, B, Mo, Si, Na, Co, V, Al 等植物营养有益元素和 As, Cd, F, Hg, Ni, Pb, Cr 等重金属元素。利用调查资料,勾绘元素地球化学图,研究其空间分布特征,建立土壤等介质中元素分布与地质背景、地形地貌、成土母质、土壤类型等之间的关系,确定地球化学元素分布与沾化冬枣分布和品质的关系,建立适宜种植沾化冬枣的地质环境模型。

(2) 在冬枣种植区,依据冬枣品质的差异和土壤类型的不同,选择 10 条水平剖面,按 1 点/ 200 m 的采样密度采集表层土壤;在典型剖面上按 1 点/ (0.5 ~ 1) km 的密度有选择地布置 10 条垂向剖面,采集冬枣根系土、分层土壤、浅层地下水、土壤溶液及冬枣的果实等样品。上述样品分析指标除与土壤样相同外,浅层地下水、土壤溶液增测 pH、氯化物、高锰酸盐、亚硝酸根、氟化物、六价铬;选择部分冬枣果实测定糖度、酸度、可溶性固形物等营养品质指标及六六六、DDT、有机磷;根系土增测 Fe, Mn, B, Mo 等元素有效态和 As, Cd, Pb, Cr 等重金属元素形态及 TOC, CEC, 质地。对比研究不同地质地球化学环境与沾化冬枣品质的相关性。

(3) 通过研究各种元素在土壤-浅层地下水-冬

枣体系中的迁移转化、吸收累积规律,计算冬枣-土壤体系中元素的生物吸收累积系数(BAC 值)。对比不同地质背景、地球化学环境条件与冬枣生长、品质、产量关系,筛选影响冬枣的地质、地球化学主控因素,建立冬枣适生地的地质地球化学模型。圈定相对适宜的冬枣发展规划区,为冬枣规划布局服务。

2.1.2 鱼台优质稻生产基地地球化学环境研究

微山湖畔充足的水源和光照、适中的温度及优质的水稻土等得天独厚的地理环境使鱼台优质稻成为山东特色农产品之一^[3]。基础调查成果表明,鱼台优质稻产区土壤中 N,P,K,B,Mo,Mn,Se,Fe 等有益元素富集。但由于污灌、农药、化肥的施用等人为因素影响,土壤中 As,Cd,Hg,Pb 等重金属元素有明显富集趋势,影响鱼台优质稻米质量与安全。通过对鱼台优质稻产地土壤等介质的调查,查明有益、有害元素及有机污染物的分布分配、迁移转化和生态效应,研究土壤动物、土壤微生物类群、功能、结构以及土壤种子库与土壤地球化学环境质量和稻米品质的相关关系,确定土壤重金属污染区土壤微生物分布特征,为污染的生态修复提供技术支撑。

(1) 综合研究区域调查成果,搜集鱼台优质稻种植范围、长势、品质等资料,东西向选择面积 500 km² 的带状调查区,开展土壤地球化学背景调查,采样密度为 4 点/ km²,单样分析 N,P,K,Fe,Sr,Mo,Mn,Ca,Mg,S,Se,B,Si,Na,Co,C,Al,Corg 有益营养元素和 As,Cd,F,Hg,Ni,Pb,Cu,Zn,Cr 重金属元素。利用调查资料,编绘元素地球化学图,研究地球化学元素空间分布特征与鱼台优质稻分布的关系,建立鱼台优质稻适宜性种植的地球化学模型。

(2) 在背景调查的基础上,根据异常的分布,在异常南、北部布置 2 条东西向水平剖面,表层土壤采样密度为 1 点/ 200 m,植物样及根系土按 1 点/ km 采集,南剖面上按 1 点/ km 同时采集土壤生物、土壤微生物、种子库样品。垂向剖面以南部剖面为研究重点,布设间距为 1 条/ km;北部剖面分别在地球化学背景区、异常区和过度区各布置 1 条,深度 1.5 ~ 2 m,采集分层土壤、浅层地下水、土壤溶液等样品。在南剖面上分重金属污染区和背景区各选 1 条垂直剖面,按照 1 点/ 20 cm 的采样密度增加土壤生物、土壤微生物、种子库样品的采集。样品分析指标除与土壤样相同外,浅层地下水、土壤溶液增测 pH、氯化物、高锰酸盐、亚硝酸根、氟化物、六价铬;

选择部分米粒测定营养成分和品质及六六六、DDT、有机磷;根系土增测 Fe,Mn,B,Mo 等元素有效态和 As,Cd,Pb,Cr 等元素形态及 TOC,CEC,质地。土壤动物样品应用动物分类学和区系学方法,进行土壤动物鉴别与数量统计。利用微生物培养方法分析土壤微生物生理类群多样性;利用 Biolog 微平板分析系统分析土壤微生物功能多样性;利用 PLFA 分析土壤微生物的结构多样性。对土壤种子库进行萌发试验、数量统计和多样性指标计算等。

(3) 统计鱼台优质稻的品质和产量与土壤中 N,P,K,B,Mo,Mn,Se 等营养元素总量、有效态含量的关系,对营养元素生态效应进行评价。统计稻米中重金属元素含量与根系土中重金属总量、不同形态含量、土壤理化性质的关系,研究控制重金属元素进入稻米的主要因素,依据稻米对重金属的富集系数、阈值和基础调查成果,对鱼台优质稻种植区进行规划。统计不同土壤地球化学环境下,土壤生物、土壤微生物与土壤种子库的种群、数量、功能、结构等方面的差异,研究土壤生物对重金属进入稻米的控制作用,提出重金属污染区利用土壤生物进行土壤改良、生物修复的建议。

2.1.3 章丘大葱生产基地地球化学环境研究

主产区位于枣园、绣惠、宁家埠三乡镇接壤区的章丘大葱是山东著名特色农产品,已有几百年的栽种历史,其高大脆甜,营养丰富,被誉为“世界葱王”。通过章丘(富硒)大葱生产基地地球化学环境研究,查明土壤中硒等有益元素的分布规律、迁移转化和生态效应,建立适宜种植章丘富硒大葱的地质地球化学背景,扩大大葱生产基地范围^[4]。

(1) 在章丘大葱原产地及外围地段,依据章丘大葱长势、品质的差异,结合基础调查资料,选择 500 km² 面积开展土壤地球化学背景调查,工作比例尺为 1:5 万,采样密度为 4 点/ km²,单样分析 Se,N,P,K,Ca,Mg,S,Fe,Mn,B,Mo 等植物营养有益元素、有机质、pH 和 As,Cd,F,Hg,Ni,Pb,Cu,Zn,Cr 等重金属元素。研究地球化学元素空间分布特征,建立土壤等介质中元素分布与章丘富硒大葱分布的关系。

(2) 通过研究土壤地球化学背景资料,穿过枣园、绣惠、宁家埠等章丘大葱原产地,近南北向布置 1 条 30 km 的水平剖面,土壤采样密度为 1 点/ 200 m,植物样及根系土按 1 点/ km 采集。在充分考虑黄河冲积平原、山前冲积平原、丘陵地区及大葱原产

地、规划种植区等情况下,布设垂向剖面 10 条,深度 1.5~2 m,采集分层土壤、浅层地下水、土壤溶液和大葱等样品。样品分析指标除与土壤样相同外,浅层地下水、土壤溶液样品增测 pH、氯化物、亚硝酸根、氟化物、六价铬;大葱样品增测总糖、粗纤维、维生素 C 及六六六、DDT;根系土增测 Se,Fe,Mn,B,Mo 等元素有效态和 Se,As,Cd,Pb,Cr 等元素形态及 TOC,CEC,pH。

(3) 利用调查资料,建立土壤中 Se 等有益营养元素及重金属元素分布与地质背景、地形地貌、土壤类型、污染源等的关系,结合典型剖面中地球化学元素含量特征,判别不同地质背景条件下土壤硒等有益营养元素及重金属元素来源。研究岩-土-水-大葱体系中硒等有益营养元素及重金属元素的迁移转化、吸收累积规律,计算大葱-土壤体系中硒及重金属元素的生物吸收累积系数,初步建立产出富硒大葱的土壤硒等有益营养元素及重金属元素含量标准。依据基础调查成果,提出章丘大葱种植区和规划种植区农业结构调整建议。

2.1.4 寿光绿色无公害蔬菜生产基地生态地球化学评价

蔬菜生产在寿光市作为经济发展的“龙头”已有近 20 年历史,产品行销全国 300 多个大中城市,是我国最大的蔬菜生产基地和集散中心。绿色无公害蔬菜生产基地主要分布在寿光市南部弥河、丹河两岸的山前洪冲积平原上,北部为黄河冲积平原、海积平原与山前洪冲积平原的结合部,土壤类型以潮褐土、褐土、石灰性褐土为主,南部山区及丘陵区是蔬菜生产基地土壤中有益营养元素重要补给区。通过评价,研究蔬菜生产基地土壤、水以及大气的环境质量现状,分析主要污染源,圈定适合发展绿色无公害蔬菜的环境质量区,为绿色无公害蔬菜生产基地布局服务。

(1) 通过研究基础调查成果和蔬菜生产基地分布,在寿光南部蔬菜主产区,开展面积 1 000 km² 土壤地球化学调查,采样密度为 1 点/ km²,单样分析有机质,pH,Hg,Cd,As,Pb,Cr,Ni,六六六,DDT,同时测定 N,P,K,Ca,Mg,S,Fe,Mn,Cu,Zn,B,Mo 元素全量和有效量。根据地表水、地下水分布,以有效控制评价区为目的,采集灌溉水样品,分析氯化物、氟化物、氟化物,Hg,As,Pb,Cd,Cr⁶⁺,pH,六六六,DDT。根据评价区气象因素、污染源分布,参

照大气环境监测要求,布设大气样品采集点,分析总悬浮颗粒物(TSP),SO₂,氟化物,Pb。利用调查取得的土壤、灌溉水等介质中元素分布特征,研究蔬菜品质与营养元素全量、有效量的关系,评价营养元素、重金属元素的生态效应。

选择典型地区部署水平和垂向剖面,分别在大棚和非大棚区采集土壤、不同品种蔬菜、根系土、分层土壤、土壤生物、土壤微生物及土壤种子库样品,研究不同类型蔬菜在大棚和非大棚区对重金属元素的富集系数,研究大棚与非大棚区土壤生物、微生物及种子库的差异,进而提出污染治理与生物修复建议。

(2) 参照国家土壤环境质量标准,对评价区土壤进行环境质量分级。参照土壤营养分级标准,评价调查区土壤营养供给水平。依据绿色农产品产地环境质量要求和无公害产地环境质量要求,圈定评价区绿色无公害蔬菜适宜发展区,对不符合环境质量要求的蔬菜生产基地,提出布局调整和污染治理建议。

2.2 地方病生态地球化学评价

山东省黄河下游地区的地方性氟中毒及地方性甲状腺肿等地方病流行,部分地区出现地方性砷中毒。地方病的发生与流行主要与当地居民长期饮用的地下水和食用的粮食、蔬菜中致病元素含量(过量或缺乏)有关,是典型的地球化学疾病。为此,开展生态地球化学环境与地方病相关性研究,查清主要地方病流行区的生态地质地球化学环境,土壤、水、粮食及蔬菜中致病元素含量与地方病发病的关系,提出防治措施,改善居民生存环境^[5]。

2.2.1 地方病病区分布与流行状况调查

(1) 地方性氟中毒调查:选择郓城、嘉祥和博兴 3 县(图 1),进行饮水氟含量筛查,调查地氟病病村和疑似病村的分布,了解病区的水氟分布和危害程度;在氟中毒分布区调查的基础上进行病情调查,每县选择 10~15 个病村,其中轻病村占 20%,中、重病村占 80%;调查所有病村 8~12 岁儿童氟斑牙患病情况,计算患病率、斑釉指数和缺损率;调查 20~30 岁成年人氟斑牙患病情况,进行心电图描记、相关生化检测和尿氟测定;对 45 岁以上人群进行临床症状、体征检查、相关生化检测、尿氟测定和 X 线拍片检查,查明地方性氟中毒分布与流行规律。

(2) 地方性砷中毒调查:包括饮水砷含量筛查、普查和饮水高砷地区人群受害情况调查。筛查选择郓城、嘉祥 2 县和聊城东昌府区(图 1),每个县(区)

抽查 5 个乡镇,按不同方位抽取 6 个村,共抽取 30 ~ 50 个村,每村按不同方位抽样筛查当地居民饮水井 20 口,取水样进行砷含量测定。在筛查基础上进行普查,选水砷超标(饮用水砷含量 0.05 mg/L)乡镇的全部村庄,取居民全部饮用水源进行砷含量测定。对筛查和普查饮用水砷含量 0.15 mg/L 地区的居民进行病情调查,查清砷受害情况。

(3) 高碘危害调查:在高碘水源调查基础上进行重点人群体征检查,初步了解高碘地区重点人群碘营养水平和流行病学特点。调查区选在郓城、嘉祥 2 县和聊城市东昌府区,每个县(区)随机抽取 5 个乡镇,每个乡镇抽取 1 所小学,随机抽取 200 名 8 ~ 10 岁儿童(男、女各半)进行甲状腺触诊检查;在上述儿童中抽 100 名(男、女各半)进行尿碘测试,在检测尿碘的儿童中抽 50 名进行甲状腺 B 超检测,查清碘致甲状腺疾病病区的分布与流行规律。

2.2.2 地方病分布与地球化学环境相关性研究

(1) 根据地方病病区分布与流行状况调查资料,结合区域地球化学背景研究成果,参照土壤和水环境质量标准、土壤营养元素分级标准,评价病区土壤和水的环境质量状况和土壤营养元素供给水平。查明病区土壤、饮用水、粮食、蔬菜中 F,As,I 等地方病致病元素的来源和迁移途径,分析其与地方病的内在联系。

(2) 在系统开展土壤、饮用水、农产品、人体等介质调查的基础上,查明介质中 F,As,I 等地方病致病元素全量、有效量及各价态含量,通过粮食、蔬菜对土壤元素的生物累积系数计算,研究 F,As,I 等地方病致病元素在土壤 - 农产品 - 人体等食物链中的迁移转化规律。

(3) 在地方病与生态地球化学环境研究成果的基础上,确定黄河下游地区土壤、水等介质中元素背景,研究其异常特征,分析异常成因。与黄河下游流域、全国背景甚至全球背景值相对比,评价土壤、水中 F,As,I 等元素的局部背景水平和异常程度,判断黄河下游地区引起动植物、人体元素缺乏或过剩中毒的可能性,对流域内的地方病发病趋势进行预测和预警。从地球化学角度提出防治地方病的对策与措施。

2.3 环境污染生态地球化学评价

2.3.1 小清河沿岸土壤环境质量研究

小清河源于济南诸泉,东注莱州湾;随着流域济

南、淄博等城市及工矿企业的迅速发展,工业废水和生活污水排放量逐年增加,目前是黄河下游污染最严重的河流之一。河流侧涉及大量引用污水灌溉,使小清河沿岸地下水和土壤受到污染,造成农作物减产,品质下降。因此,查清小清河沿岸污染现状,进而提出土壤改良的对策,对于提高流域农产品质量,保障人民身体健康,具有十分重要的意义。

(1) 依据多目标基础调查成果资料,选择小清河沿岸 5 km 范围的带状区开展土壤地球化学背景调查。采样密度为 1 点/ km²,单样分析 N,P,K,Ca,Mg,S,Fe,Mn,Se,B,Mo,Si,Na,Co,V,Al 植物营养元素和 As,Cd,F,Hg,Cu,Zn,Ni,Pb,Cr 重金属元素。利用调查取得的土壤中元素含量,研究营养元素与重金属元素的空间分布特征,对区内土壤质量和土壤环境质量进行评价^[6]。

(2) 在小清河沿岸依据土壤地球化学背景调查中重金属等元素污染现状的不同,选择 3 条水平剖面,在典型水平剖面上选择 10 条垂向剖面,对比研究重金属元素的空间分布规律。水平剖面按照 1 点/ 50 ~ 300 m 的采样密度(靠近小清河地段加密)采集表层土壤;在水平剖面上按照异常的分布有选择地布置垂向采样剖面,同时采集植物根系土、分层土壤、浅层地下水、土壤溶液及植物样(小麦和玉米)样品。样品分析指标除与背景调查一致外,浅层地下水、土壤溶液样品增测 pH、氯化物、亚硝酸根、氟化物指标;选择部分植物样测定六六六、DDT;根系土增测 Fe,Mn,B,Mo 等元素有效态,部分根系土样品测 As,Cd,Pb,Cr 等重金属元素形态。

(3) 根据沿岸土壤地球化学背景调查资料,按照土壤环境质量标准,对小清河沿岸土壤质量进行评价。通过典型剖面进一步研究元素在土壤-浅层地下水-植物体系中的迁移转化、吸收累积规律,计算小麦、玉米的生物吸收累积系数。依据小清河沿岸农作物对重金属的富集系数、阈值和基础调查成果,对小清河沿岸农作物布局进行结构调整,提出污染治理建议。

2.3.2 东营油气开采污染区环境状况研究

多目标区域地球化学调查和有关资料显示,1966 年投入开发的胜利油田开采区存在明显的有毒有害元素及石油污染,通过油气开采区环境状况研究,查明土壤中有害元素及石油污染的分布,了解污染的生态效应,建立石油污染区土壤治理与复垦

模式。

(1) 工作布置依据油田分区勘探、开采的历史,在新、老油田开采区,选择 1966, 1976, 1986, 1996, 2003 年 5 个不同时期的采油平台,通过水平和垂向剖面结合,研究新、老采油平台土壤在横向和垂向上的污染现状。穿过采油平台中心布长 2 km 水平剖面和 5 条垂向剖面,样品采集以平台为中心向两侧布置,平台附近点距加密。垂向剖面以平台为中心向一侧布置采样点,靠近平台适当加密,深度为 2 m,采集分层土壤、浅层地下水样品。

(2) 采集的样品在分析 As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn, P, F 等元素及石油类的基础上。浅层地下水增测 pH、氯化物、高锰酸盐、亚硝酸根、氟化物、六价铬。

(3) 在系统开展不同时期石油开采区污染调查基础上,根据土壤、浅层地下水水中重金属元素和石油类污染指标的含量特征、污染程度,对土壤、浅层地下水进行安全性评价,查明土壤、浅层地下水水中重金属元素和石油类污染的来源、分布、迁移转化规律,建立石油类在土壤、浅层地下水等环境中迁移模式。提出改善石油开采区污染措施,实现土地复垦,恢复

土地生产能力。

局部生态地球化学评价方法是以地学研究为主,以元素的表生地球化学理论为指导,以土壤为中心,以元素在大气-水体-土壤-生物体循环迁移为主线,融合了生态学、农业学、土壤学、环境科学等多学科的研究思路和方法技术,其地域性差别较大,随着局部评价工作的开展,其方法技术将不断发展和完善。

参考文献:

- [1] 庞绪贵,姜相洪,季顺乐,等.鲁西北覆盖区生态地球化学调查方法与技术探讨[J].山东地质,2003,19(2):21-25.
- [2] 奚小环.生态地球化学与生态地球化学评价[J].物探与化探,2004,28(1):10-15.
- [3] 阎鹏,徐世良,曲克健,等.山东土壤[M].北京:中国农业出版社,1994,54-63.
- [4] 王锡亮,魏健,成学海.章丘大葱品质与生态环境的相关性[J].山东地质,2001,17(5):54-60.
- [5] 李家熙,吴功建,黄怀曾,等.区域地球化学与农业和健康[M].北京:人民卫生出版社,2000,87-114.
- [6] 戴树桂.环境化学[M].北京:高等教育出版社,2000,200-234.

Method and Technology of for Evaluating Ecology and Geochemistry in Regional Areas

PANG Xu - gui¹, ZHAN Jin - cheng¹, SONG Hai - lin², TENG Zhao - ling³, LI Xiu - zhang¹, WANG Zeng - hui¹, DAI Jie - rui¹

(1. Shandong Geological Survey Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Zhonghaijincang Mineralogy Limited Corporation, Shandong Laizhou 261400; 3. Wulian Bureau of Land and Resources, Shandong Wu-lian 262300, China)

Abstract: On the basis of multi-targets geochemical survey and regional ecological and geochemical evaluation in regional areas in the lower reach of the Yellow river, choosing some special agricultural products areas and regional ecological and geochemical environment areas, geochemical evaluation is carried out in these areas. Selecting soil, shallow underground water, soil solution, microorganism and seed samples according to a certain method and sample selecting desity, heavy metals, such as As and Cd, useful elements, such as N and B, organic metals, such as benzene hexachloride and group, mechanism and structure of microorganism are analysed, the rule, occurrence, origin of useful nutrient elements, heavy metal elements, poisonous and organic polluted metals, and their transformation, conversion and accumulation rules, ecological efficiency and restoration polluted by heavy metals are studied as well. Some protection countermeasures for arranging special agricultural products producing, preventing endemic diseases and heavy metals pollution are put forward in this paper.

Key words: Lower reach of the Yellow river; regional ecological and geochemical evaluation; ecological efficiency; restoration; living being concentration ratio; early-warning; Shandong province