

文章编号 1001-8166(2004)增-0439-05

## 陕西省区域环境地球化学分区

潘爱芳<sup>1,2</sup> 赫英<sup>1</sup> 马润勇<sup>3</sup>

(1. 西北大学大陆动力学教育部重点实验室, 西北大学地质系, 陕西 西安 710069;  
2. 西安建筑科技大学理学院, 陕西 西安 710055; 3. 长安大学地质工程与测绘学院, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 为了利用地壳元素分布特征与动植物微量元素含量间的关系, 指导生态环境综合治理, 借助已有的基础地球化学资料, 进行陕西省地球化学分区, 确定各分区的环境背景值、污染起始值、缺乏临界值、过剩值临界值, 并将陕西省分为陕北、关中、陕南 3 个地球化学区, 圈定了 1 个元素贫化区和 2 个元素富集区。提出应该在元素的缺乏和过剩的异常区内进行生物体内微量元素含量的定期检测, 做到对地球化学疾病及时发现及时寻找对策, 以保证人类生存环境的安全, 提高生存质量。

**关键词:** 地球化学分区; 微量元素; 人体健康; 地球化学疾病

中图分类号: X142 文献标识码: A

### 0 引言

地壳经过漫长的地质历史发展过程, 形成表生元素分布的不均一性。这种不均一性如果超出了正常的变化范围, 就会造成人、动物、植物地方性疾病的发生。锌、铜、铁、碘、硒、铬、钴、锰、钼、钒、氟、镍、锶、锡等为世界卫生组织确认的 14 种必需的微量元素, 锆、锂、镉、钡、硅、砷等元素与人的健康也有较为密切的关系。目前, 微量元素与临床、微量元素与中药、微量元素与膳食营养等都取得了可喜的成果。其实, 把微量元素分为必需、非必需的, 无毒的和有毒并非科学, 所有必需微量元素的服用超过一定的剂量, 都会发生毒性作用; 多数微量元素原来看作是有毒物质, 可是后来又发现它们对人类是必需的营养物质, 如氟、硒等<sup>[1]</sup>。归根结底, 微量元素是从岩石经水系沉积物、水、土壤等介质再到动植物和人体的。不同介质内微量元素的含量、赋存状态、转化方式与自然因素、母岩中微量元素含量以及自身性质密切相关, 并由此决定了元素的地球化学特征与人体、生态作物之间的密切关系。区域地球化学异常和地球化学省对人类生存环境的影响较为复

杂, 且由于其作用范围大, 对生态环境和社会经济的潜在影响也相当深远, 因此, 研究这类化学异常具有十分重要的意义。利用全国内已取得的大量的基础地球化学资料, 研究区域地球化学特征与人体健康的关系, 改善环境、增强体质、提高生活和生存质量都具有极为重要的意义。目前, 全国范围内的 120 万基础地球化学资料大多用于矿产资源评价, 在生态环境综合治理中的系统研究和利用做得还很少。如能充分利用这些已有资料, 开展与人体健康、经济作物开发、生态环境治理之间有密切关系的地球化学场特征的研究, 有针对性的做出相关评价, 将会省时、省力、省资金、见效快, 并会带来良好的经济效益和社会效益<sup>[2]</sup>。

### 1 地球化学分区与元素环境地球化学特点

#### 1.1 中国大陆地球化学分区与元素环境地球化学特点

目前在全国范围内根据水系沉积物中矿物、元素的分布、迁移、富集特点, 将我国水系沉积物的地球化学分区确定为: 西北内陆地球化学区、大兴安岭

收稿日期: 2004-04-10。

作者简介: 潘爱芳(1962-), 女, 河南叶县人, 高级工程师, 主要从事地球化学研究。E-mail: panafang@126.com

—藏北高原地球化学区、东北“三江”西南“三江”地球化学区、东南沿海地球化学区等 4 个地球化学分区<sup>[3,4]</sup> (见如图 1)。

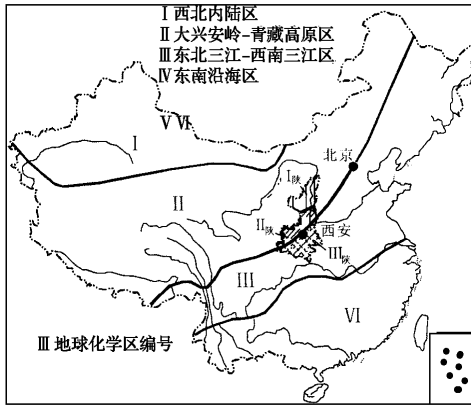


图 1 中国大陆水系沉积物地球化学分区  
(据黄怀曾等修改, 2001)

Fig.1 geochemical zoning of stream sediment survey in continental China (modified from Huang Huaizeng, et al, 2001)

区 西北内陆地球化学区。以新疆维吾尔自治区为主。属光照充足, 雨量稀少, 蒸发强烈的干旱地区。区内以花岗岩、火山岩碱性岩为主, 有少量基性岩和超基性岩。表生作用下的 Ba、Sr 和来自地壳深部的亲铁元素 Fe、Mn、Ti、V、Cr、Ni、Cu 含量值偏高, Na、K、Mg、Pb 偏低, 通常为 pH 值大于 8.5, 属干旱的碱性氧化环境, 以物理风化作用为主。水系沉积物中元素含量与母岩最为接近。

区 大兴安岭—藏北高原地球化学区。以内蒙古高原、黄土高原和青藏高原为主体。属蒸发量大于降水量的半干旱地区, 水系发育一般, 多为江河源区。发育富集铁族元素的深熔花岗岩、重稀土元素的碱性岩、富集大离子亲石元素、轻稀土元素的地壳内重熔型花岗岩为主。总的元素特征是铁族元素含量降低, 碱金属、碱土金属和卤族元素含量增加。pH 值为 8.5~7.5, 为半干旱弱碱性环境。

区 东北三江(黑龙江、松花江和乌苏里江)—西南三江(怒江、澜沧江和金沙江)地球化学区。以平原、丘陵为主, 属雨量充沛的半湿润区带。区内以古老变质岩为主, 岩浆岩出露面积不超过 10%。平均物质组分偏向基性, Mg、Ca 及幔源组分明显偏高, 大离子亲石元素 K、Na、B、Li 等含量相对偏低。pH 值为 7.5~5.5, 属于半潮湿弱酸性环境。

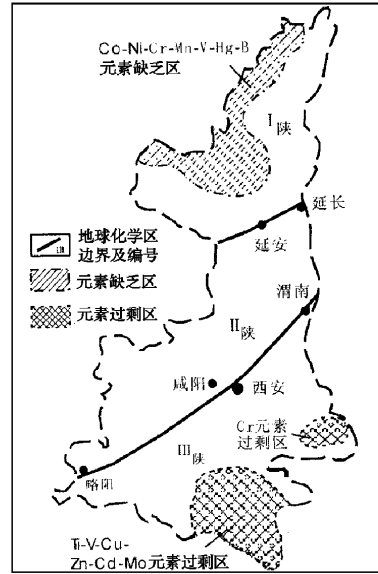


图 2 陕西省地球化学分区图

Fig.2 geochemical zoning of Shanxi province

区 东南沿海地球化学区。该区属亚热带—热带气候环境, 地貌上主要为低山丘陵, 仅在临海区内有近海平原。该区地表水系发育, 雨量充沛。区内出露岩石主要以岩浆岩为主, 富集 W、Sn、Bi、Mo、Pb、Zn、Hg、As 等元素, Ca、Mg、Na、K 等元素含量较低。pH 值一般小于 5.5, 属于潮湿的还原环境。

## 2 陕西省地球化学分区

本文根据陕西地区的地球化学特点, 将全省分为陕北(陕)、关中(陕)、陕南(陕) 3 个地球化学区, 如图 2 所示。陕、陕区位于全国地球化学分区的区, 陕区位于全国地球化学分区的区, 各分区主要如下。

陕北(陕)地球化学区。延安—延长以北地区, 属黄土高原亚干旱气候, 以第四系风积与黄土堆积为主。属碳酸盐—硫酸盐为主的淡水—微咸水区, pH 值大多为 7.5~8.5 之间, 碱性半干旱氧化环境。由表 1 可见, 该区 Sr、P 较为富集, CaO、MgO、Na<sub>2</sub>O 等略富集, 铁族元素 Fe、Co、Ni、Cr、Mn、Ti、V 等较为贫化, 亲铜元素 Cu、Pb、Zn、Hg、Cd、As 等元素略显贫化, 其中 Co、Ni、Cr、Mn、Hg、As 等元素局部含量仅达到背景值的 8.7%~42%, 属于元素缺乏地段。钨钼元素 Mo、F、B 等接近全国平均水平。此外, 该区北部碘被

强烈淋溶与流失,中南部氟相对富集。

关中(陕)地球化学区。该区位于延安—延长以南到略阳—西安—渭南以北地区。也属于第四系黄土堆积为主的亚干旱气候区内,成分上为普通碳酸盐型土壤和饱和硅铝型土壤。为碳酸盐—硫酸

盐为主的淡水—微咸水带, pH 值为 7.5 ~8.5 间,碱性半干旱氧化环境。区内铁族元素和亲铜元素除 As 元素外均表现出北部略显贫化,南部略显富集的特征, Mo、F、Li、As 等较为贫化, CaO、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、P、Sr 等元素较为富集(表 1)。

表 1 环境元素特征值对比表

Table 1 comparison on characteristic value of environment element

元素	环境背景值	污染起始值	本区采用临界值		陕北(陕)	关中(陕)	陕南(陕)
			缺乏临界值	过剩临界值			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.08	3.97	0.77	5.75	1.31 ~2.22	3.03 ~5.06	1.88 ~5.01
Co	12.5	18.2	3.12	27.5	1.09 ~8.10	8.10 ~11.9	13.6 ~19.2
Ni	25.5	36.1	6.36	57.3	6.0 ~24.7	24.7 ~34.6	29.0 ~59.5
Cr	58.0	82.7	14.5	132	11.1 ~55.5	46.9 ~65.6	65.6 ~143
Mn	645	871	161	1320	128 ~544	544 ~724	724 ~1180
Ti	4100	6470	1020	8390	2370 ~4000	3500 ~4950	4950 ~10100
V	78.2	113	19.6	183	3.00 ~67.4	67.4 ~98.3	98.3 ~248
Cu	22.7	33.9	5.67	56.5	7.11 ~21.0	17.8 ~57.0	24.3 ~57.0
Pb	24.73	36.9	6.18	61.1	12.0 ~21.5	16.0 ~26.5	26.5 ~19.3
Zn	69.1	91.0	12.3	135	25.0 ~67.1	67.1 ~120	77.9 ~151
Hg	43.0	83.0	10.8	163	5.00 ~13.0	20.0 ~45.0	45.0 ~111
Cd	0.14	0.27	0.04	0.53	0.06 ~0.10	0.10 ~0.19	0.14 ~0.70
As	11.3	17.9	2.83	31.4	4.76 ~10.0	6.03 ~10.0	6.03 ~10.0
Mo	1.05	1.66	0.26	2.88	0.41 ~1.23	0.41 ~0.90	0.90 ~3.65
F	465	600	116	900	175 ~464	322 ~464	521 ~799
B	45.0	66.8	11.3	110	8.00 ~41.6	33.2 ~53.2	41.6 ~69.2
CaO	2.20	3.82	0.55	7.06	1.77 ~5.71	3.00 ~5.00	1.77 ~3.00
K <sub>2</sub> O	1.92	2.37	0.48	3.27	1.22 ~1.75	1.98 ~2.31	2.14 ~2.31
Na <sub>2</sub> O	1.13	1.76	0.28	3.02	0.82 ~1.48	1.48 ~1.67	1.25 ~1.48
MgO	0.93	1.36	0.23	2.22	1.46 ~0.50	1.13 ~1.70	1.13 ~1.74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.52	7.65	1.63	9.91	4.70 ~7.10	7.10 ~8.29	7.10 ~8.29
Li	37.1	48.0	9.27	69.8	30.6 ~17.5	26.5 ~30.6	30.6 ~57.7
P	647	907	162	1430	620 ~878	620 ~878	733 ~1030
Sr	186	287	46.4	490	174 ~282	116 ~243	116 ~243

注 1、部分资料来源于文献[3] [4] [5]; 2、含量单位:氧化物为%,其余为 mg/kg;

3、过剩临界值 = 背景值 + 3 倍标准离差, 缺乏临界值 = 1/4 倍背景值

陕南(陕)地球化学区属于略阳—西安—渭南以南所在区区域。区内气候湿润, pH 值大多为 5.5 ~7.5, 为半潮湿弱酸性环境。区内主要为前第四系沉积, 土壤以湿润淋溶土和少量的水耕人为土, 属普通铁硅铝型土壤。该区铁族元素(除 As 外)、亲铜元素、钨钼族元素均具有富集特征, 尤其是 Cd 局部含量超过了背景平均值的 5 倍, 只在局部个别元素

有贫化特征(表 1)。

### 3 陕西省区域环境地球化学基本特征

人体中化学元素的含量与地球化学环境具有极为密切的关系, 由于不同地区元素地球化学背景值不同, 生活在不同地区的人群体内的微量元素含量也有所差异。地球化学背景对人体健康的影响主

要表现为不足或者过量,如人体低硒会引起癌症、心肌损害、贫血、大骨节病等,硒过剩又可引起生化紊乱,同样可诱发癌症。

根据表 1 所确定的各种标准制定出陕西省元素富集贫化图(图 2)。陕西地区与人体健康关系密切的微量元素总体的富集特征可概括如下:

(1) 陕北(陕)地球化学区:微量元素较低,尤其是 Co、Ni、Cr、Mn、Hg、As 等元素极为缺乏,形成了微量元素的缺乏区。其中 Co、Ni、Cr、Mn 是人体内必须的微量元素。

Co 严格控制着人体中的维生素 B<sub>12</sub> 的量,能刺激造血功能,影响脂肪、蛋白质代谢,改善锌的生物活性。Co 摄入量不足,会造成 B<sub>12</sub> 缺乏,表现为婴儿期营养不良性贫血、营养性巨幼细胞性贫血等症;Co 过量会损害心脏,引起甲状腺肿大等疾病。

Ni 有刺激生血功能的作用,可促进红细胞再生,是胰岛素分子中的辅酶成分,与增强胰岛素效应、降低血糖水平有关。Ni 摄入量不足会导致低镍血症,造成肝硬化。如榆林附近一带肝癌的死亡率明显偏高。

三价 Cr 在机体内参与碳水化合物和酯类的代谢,具有维持糖耐量正常水平,促进生长发育的功能。机体缺铬会引起糖和脂肪的代谢异常,是引起糖尿病的病源性因素。

Mn 以二价形式存在于各种金属蛋白质或金属酶中,对人体生化代谢极为重要,可抗衰老,维持钙磷正常代谢,并人体生长发育有密切关系。当 Mn 摄入量不足时,会出现生长发育迟缓,生殖能力低下,并常常伴有骨骼畸形。

(2) 陕南(陕)地球化学区:微量元素含量较高,Mo、Cr、V、Cu、Zn、Cd、Ti 等元素在某些地段高度富集,形成了微量元素过剩区。

Mo 在人体中对维持心肌能量代谢有重要作用,并影响机体的免疫能力,调整甲状腺功能,影响生长发育,人体缺钼会引发消化道肿瘤或产生克山病,钼过剩会导致中心肌肥大、损伤白细胞和血小板系统,出现关节功能障碍、风湿痛疾病等。

Cu 为体内 30 多种含铜金属酶的化学成分,具有重要的生理功能。铜影响铁的代谢及造血功能,影响中枢神经系统、心血管系统、内分泌系统。缺铜会造成骨质疏松、败血症、低血铁-低血铜-低血清蛋白综合症,铜过量可引起急慢性铜中毒、糖尿病、恶性肿瘤等疾病。

Zn 在人体中具有重要的生理、生化功能和营养

功能,它参与细胞的所有代谢过程,在组织、呼吸、及物质能量代谢中具有相当重要的作用。锌还可促进生长发育、影响维生素的代谢、维持味觉和嗅觉的正常功能、提高免疫力等多种功能。缺锌可引发缺锌性侏儒、性机能障碍、脑血管疾病、风湿性关节炎等;锌过量又会出现大骨节病,如陕西安康地区大骨节病区粮食、蔬菜和儿童发锌等明显偏高<sup>[6]</sup>。

(3) 关中(陕)地球化学区:属陕北陕南地球化学区的过渡区,大部分微量元素的含量接近全国平均值,局部也有或高或低的地区,但波动幅度较小。与南部和北部分区比较,区域性元素缺乏症较少出现。

岩石圈是人的栖息生长地。各种微量元素均通过岩石、土壤、水、大气和动植物进入人体,而这些化学成分主要取决于母岩的成分。在地壳表层中已知存在 90 多种元素,在人体内均可找到<sup>[7]</sup>。

## 4 结论与建议

(1) 陕西省可分为陕北、关中、陕南 3 个地球化学区。

(2) 陕北区铁族元素较为贫化,亲铜元素元素略显贫化,其中 Co、Ni、Cr、Mn、Hg、As 等元素极为贫化,关中铁族元素和亲铜元素在北部略显贫化,南部略显富集,Mo、F、Li、As 等较为贫化,CaO、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、P、Sr 等较富集;陕南铁族元素(除 As 外)、亲铜元素、钨钼族元素均具明显的富集特征。

(3) 建议在某些元素的缺乏和过剩区定期进行粮食作物及蔬菜、水果甚至人体中微量元素的含量的定期的检测,及时发现问题并采取适当的对策,预防地球化学疾病的发生。

(4) 在目前全国范围内已基本完成的 1:20 万基础地球化学调查,其最初目的主要用于地质找矿和矿产资源的评价,基本没有考虑在生态环境研究和综合治理中的应用问题,在对样品分析中,缺少对那些与环境密切相关的碘、硒、锗、铍等元素的分析。因此,将这些已有资料应用于环境地球化学的系统研究时,建议应进行对有关元素的补充分析。

## 参考文献(Reference):

- [1] Fu Yonghui(傅永怀). Microelement and Clinic[M]. Beijing: China Pharmaceutical Science and Technology Press, 1997 (in Chinese).
- [2] Pan Aifang(潘爱芳), He Ying(郝英), Ma Runyong(马润勇). New idea on comprehensive harnessing of ecological environment

- and geochemistry background [ J ]. Journal of Northwest University Natural science edition ,(西北大学学报自然科学版) 2004 ,34( 1) ( in Chinese ) .
- [ 3 ] Li Jiayi(李家熙) , Huang Huaizeng(黄怀曾) , Liu Xiaoduan(刘晓端) . The application of environmental geochemistry to agriculture and life science[ J ] . Quaternary Sciences(第四纪研究) , 1995 , 15 ( 3 ) :224-230( in Chinese ) .
- [ 4 ] Huang Huaizeng(黄怀曾) , Yan Binggang(颜秉刚) , Rao Keqin(饶克勤) . Regional geology , physiography and Geochemistry [ A ] . In : Center of Bio-Environmental Geochemistry , Chinese Academy of Geological Sciences(中国地质科学院生物环境地球化学研究中心) . Geochemical Environment—agriculture , health [ C ] . Beijing : Geological Publishing House , 2001 . 19-28 ( in Chinese ) .
- [ 5 ] Li Jiayi(李家熙) , Wu Gongjian(吴功建) . Atlas of the ecological environmental geochemistry of China[ M ] . Beijing : Geological Publishing House , 1999 ( in Chinese ) .
- [ 6 ] Yu Zuxin(余祖新) . Determination of Zn Concentration in Kachin—Beck Disease Affected Areas [ J ] . Endemic Diseases Bulletin (地方病通报) , 1993 , 8( 1 ) :35-37 ( in Chinese ) .
- [ 7 ] Wu Gongjian(吴功建) , Li Jiayi(李家熙) , Huang Huaizeng(黄怀曾) . A new research orientation in earth science[ A ] . Center of Bio-Environmental Geochemistry , Chinese Academy of Geological Sciences(中国地质科学院生物环境地球化学研究中心) . Geochemical Environment—Agriculture , Health [ C ] . Beijing : Geological Publishing House , 2001 . 14-18 ( in Chinese ) .

## ZONING OF ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY IN SHAANXI PROVINCE

PAN Ai-fang<sup>1, 2</sup> , HE ying<sup>1</sup> , MA Run-yong<sup>3</sup>

( 1 . The Key Laboratory of Continental Dynamics , Ministry of Education Department  
of Geology , Northwest University , Xi' an 710069 , China ;

2 . Institute of Sciences , Xi an University of Architecture and Technology , Xi an 710055 , China ;

3 . School of Geological Engineering and Surveying Engineering , Chang an University , Xi an 710054 , China )

**Abstract** For the purpose of using the relationship between distribution feature of crust elements and microelement content of flora and fauna , guiding Comprehensive Harnessing of ecological environment , the author take a geochemical zoning with the aid of existed basic geochemical data , to establish the environmental background value , contaminative initial value , critical value of element deficiency , lack and excess in each zoning , divided whole area in Shaanxi Province into three geochemical zonings northern middle and southern zoning and delimited a impoverishment area and a excess area of element content . Finally put forwarded that should periodically detect the micro-nutrient content in living body in these anomaly area and accomplish discovery at the last moment on geochemical disease and look for corresponding countermeasure , to guarantee safety of human living environment and improve one's own living quality .

**Key words** Geochemical zoning ; Micronutrient ; Human body health ; Geochemical disease .