

中国七大古都的地球化学环境特征

官进忠¹ 李广平²

(1. 河北省地球物理勘查院, 河北 廊坊 065000; 2. 河北省廊坊市广阳医院, 河北 廊坊 065000)

摘要:以全国水系沉积物地球化学调查成果为基础, 讨论中国七大古都安阳、西安、洛阳、开封、南京、杭州、北京的环境地球化学背景特征, 结果表明, 与中国水系沉积物元素含量均值相比, 七大古都所在地相对富集镁、钙、硼、钴、银、钼、钡、钠、锶和磷, 以人体必需营养元素为主; 同时相对贫化镉、钨、铋、铅、钨、铋、砷、锰、铈和汞等, 以人体有害元素为主。根据土壤地球化学特征, 欧洲的主要国都可分为波罗的海型和地中海型, 具有不同的元素分布模式。在中国古都延续时间与元素偶比值之间可建立回归方程 $Y=0.206X+376$, $X=(CaO \times Fe_2O_3 \times V \times Co \times 10^6)/(SiO_2 \times Pb \times Hg \times Cd)$; 在欧洲国都与元素偶比值之间也可建立类似的回归方程, 充分说明首都的选址还受到地球化学环境的制约。

关键词:中国七大古都; 环境地球化学; 丰度对比特征; 历时-元素含量回归分析

中图分类号: X825.01 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2009)05-1154-09

人类的身体健康与自然地质环境密切相关。正如《黄帝内经》中所说“人与天地相应”, 指出了人体与自然地质环境相互依存又相互制约的关系。地质环境是全部生态环境的根基, 是自然资源首要的赋存体系, 是人类最根本的栖息场所、活动空间及生活生产载体。

地壳表层的化学元素, 在成岩作用和风化侵蚀过程中形成了不均匀分布。生态系统中循环的物质和流动的能量都同地质环境有密切关系。人类赖以生存的地质环境是经过亿万年演化而形成的。在这一环境中, 地质体系的各部分之间、地质体系与生态系统之间已形成一种动态平衡的关系。地质体系中化学元素的丰度和赋存状态必然影响动、植物和人类的生存与发展。当周围环境中缺少了人体必须的物质成份, 人就会罹患生物地球化学疾病。有利于人类健康的自然地质环境可使人健康长寿, 不利于人类健康的自然地质环境则导致各种常见病和地方性疾病发生^[1-2]。

城市是伴随着人类社会技术进步、生产力发展而诞生的, 其形成和发展过程集中地反映了人类认

识自然和改造自然的成果。城市社会是一个结构复杂的多元动态系统, 包括政治、经济和文化三个结构层面, 它们的联系统一构成城市生态实体。实体的稳定运转取决于系统的物质、社会和技术环境的质量状况。

宋代史学家司马光诗云:“若问古今兴废事, 请君只看洛阳城”。都城的盛衰, 可以说是国家历史的一面镜子。中国是一个文明古国, 有文字记载的历史已经有数千年。随着社会的发展, 在辽阔的国土上, 出现了不少具有相当规模的城市, 尤其是历代的国都。曾作为国都的城市数以百计, 最著名的有 7 个, 号称七大古都, 即安阳、西安、洛阳、开封、南京、杭州和北京。

笔者以全国水系沉积物地球化学调查成果为基础, 讨论这些古都的环境地球化学背景特征。

1 区域地质概况

中国历代都城选址的条件是: 有充足的水源, 以满足生产和生活的需要; 地区经济繁荣, 交通便利, 故多位于平原、盆地, 具有可防可攻的地理优势, 如

收稿日期: 2009-02-12; 改回日期: 2009-06-21

基金项目: 全国矿产资源潜力评价(国土资源[2007]6号)资助。

作者简介: 官进忠, 男, 汉族, 1962年生, 教授级高级工程师, 博士生导师, 环境地球化学专业; E-mail: Gjz212@tom.com。

南京有“龙盘虎踞”之势,北京有“背山带海”的形胜等^[3]。此外,在地层岩性方面又各具特色^[4]。

北京:西部和北部 10~100 km 范围出露长城系、蓟县系、青白口系、寒武—奥陶系、石炭—二叠系、侏罗系,以白云岩、砂岩、灰岩为主,少量安山岩、玄武岩。

安阳:西部 10~60 km 范围内为基岩出露,其中寒武—奥陶系以海相碳酸盐岩为主,下部有碎屑岩及磷矿;石炭—二叠系为海陆交互相含煤铝沉积建造,底部有铁矿层;新近系内陆湖相碎屑岩沉积。

洛阳:周围 6~180 km 山地基岩出露太古宙太华群、长城系熊耳群、蓟县系汝阳群、青白口系洛峪群、寒武—奥陶系、石炭二叠系及新近系,以砂岩、碳酸盐岩为主,变质岩和火山岩为次。

开封:西部 70~300 km 基岩出露古元古代嵩山群片岩、寒武—奥陶系碳酸盐岩、石炭二叠系海陆交互相含煤铝沉积建造,底部有铁矿层。

西安:南部和北部 20~150 km 有基岩出露,其中太古宙太华群以深变质火山岩为主;古元古界为浅变质的碎屑岩;中—新元古界主要为中基性火山岩及火山碎屑岩、泥质、硅质碳酸盐岩;寒武—奥陶系以海相碳酸盐岩为主,石炭二叠系海陆交互相含煤碎屑岩沉积;三叠系为陆相碎屑岩沉积。另有少量燕山期酸性侵入岩。

南京:南部和北部 20~150 km 为基岩区,震旦系主要为海相碎屑岩及碳酸盐岩;寒武奥陶系为海相碳酸盐岩及碎屑岩;志留系属浅海相砂页岩;泥盆系以滨海相及陆相砂岩为主;石炭系以浅海相灰岩为主;二叠系为海相碳酸盐岩及海陆交互相碎屑岩;三叠系为浅海相碳酸盐岩;侏罗—白垩系为内陆湖盆沉积;新生界为砂砾岩夹玄武岩。

杭州:南部 0~120 km 基岩区出露震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、侏罗系,主要为火山岩、碎屑岩和碳酸盐岩。

2 元素丰度对比特征

国家是为争夺更大的生存空间而加强其政治性的结果。中国版图相对来说具备“最大紧实度的几何形式”,在这种疆域条件下,几千年来,中国受到的外部干扰较少,成为其统一帝国长期稳定的重要原因。包括首都在内的政治中心区是经常变化的,目的是为了更加有效地控制疆域。在中国早期的统一王朝中,西安和洛阳一带为政治中心的较多,主要是为了

控制整个汉文化的核心区。元、明、清三朝立都北京,都有控制北部边疆的目的^[5]。

从自然景观分区来看,北京、安阳、开封位于华北低山丘陵与冲积平原交接区,西安、洛阳位于黄土覆盖与秦岭低山丘陵交界区,南京、杭州位于华东南低山丘陵与冲积平原交界区;从经济文化类型来看,七大古都均属于平原集约农耕型,植被类型为温带寒季落叶阔叶林,土壤类型为棕壤与褐土。

从考古文化化学角度看,七大古都均位于从东北兴安岭至西南云贵高原半月形新石器—铜器时代文化传播带(年平均 8℃气温线、年均降水 400~600 mm、干燥度指数 1.5~2)以东地区^[6]。

1999—2005 年,中国地质调查局发展研究中心,采用 1978 年以来中国在 28 个省、区、市开展的 1:20 万(少数为 1:50 万)水系沉积物(少数土壤)地球化学调查成果资料,以 4 km×4 km 圆域搜索半径、指数距离幂加权方法对原始数据进行网格化处理,以统计累计频率的方法划分色阶,编制了 39 种元素的 1:1200 万地球化学图集。在该图上,以各古都为中心,设置 0.6 cm×0.6 cm(约 5000 km²)取样框,在此范围内,按 2 mm×2 mm 网格将色阶转换成元素含量数据,再进行平均统计列于表 1 中。

与中国水系沉积物元素含量均值相比,七大古都区相对富集镁 1.3089、钙 1.25、硼 1.1638、锆 1.1121、银 1.1022、钴 1.0469、钡 1.0472、钠 1.0417、镉 1.0264 和磷 1.0202,以人体必需营养元素为主;同时相对贫化镉 0.5807、钼 0.6880、铋 0.7163、铅 0.7241、钨 0.7623、铀 0.7551、砷 0.8009、锰 0.8309、铌 0.8975 和汞 0.8980 等,以人体有害元素为主。

在中国 CaO、MgO 地球化学图(中国地质调查局,2005)上,内蒙、兴安和华南区为低背景,天山、塔里木、昆仑、华北、秦岭及川滇区为中高背景区,而七大古都位于中高背景的东部边缘;在中国 B 地球化学图上,天山、兴安区为中低背景,其他地区以中高背景为主,七大古都位于中高背景区中;在中国 Co 地球化学图上,天山、兴安区、青藏区及东南沿海区以中低背景为主,其余地区以中高背景为主,七大古都位于中高背景中;在中国 Cd 地球化学图上,川滇青藏和华南区以中高背景为主,内蒙、兴安区和华北区以中低背景为主,七大古都位于中低背景区;在中国 Pb 地球化学图上,青藏川滇、华南及兴安区以中高背景为主,天山、昆仑、秦岭、华北区以中低背景为

表 1 中国七大古都土壤元素含量
Table 1 Soil elements contents of China's seven ancient capitals

古都	Ag	As	Au	B	Ba	Be	Bi	Cu	Co	Cr	Cd	Hg	La	Li	Mn	Mo	Nb	Ni	F	P
北京	136	8	2.6	52.5	655	2.1	0.32	27.5	13	61	200	95	36	33	610	0.68	13	29	480	745
安阳	82.5	11	1.4	42.5	570	2.15	0.3	20.5	15.5	67	110	47.5	42.5	36.5	625	0.71	16	31	485	675
西安	112	9	2.3	42.5	570	2.2	0.4	27.5	15	61	123	42.5	46	36.5	700	0.72	17	36	605	795
洛阳	82.5	13.5	1.9	57.5	530	2.25	0.38	23	15.5	75	105	32.5	35	37.5	820	0.85	17.5	29.5	550	610
开封	70	11	1.35	57.5	530	2.25	0.33	20	13	67	90	37.5	37	32	565	0.68	16.5	27	460	530
南京	108	13.5	2.5	83	490	2	0.4	36	13.5	68.5	250	93.5	42.5	32.5	655	0.75	14.5	30	515	520
杭州	108	8	2.45	63.7	540	2.07	0.47	20.3	10.5	50	187	124	42.5	35	650	1.11	19.3	18.6	355	617
中国	90.6	13.2	2.2	49	530	2.32	0.49	26.1	13.1	65.5	262	75.6	40.7	33.2	735	1.14	16.8	28	517	629
世界	50	6	20	20	500	0.3	0.2	30	8	70	350	60	40	25	1000	1.2	10	50	200	800

古都	Pb	Sb	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	W	Y	Zn	Zr	Fe	K	Mg	Na	Ca	Si	Al
北京	23.5	0.89	2.9	240	10	4450	1.95	81.5	1.95	18.5	71	340	4.9	2.4	2.3	2.15	4.5	63.5	13.25
安阳	21.5	1	3.35	180	11	4100	1.95	81.5	1.65	24.5	62.5	295	4.6	2.2	2.15	1.35	5.25	64	13.50
西安	24	1.4	2.65	235	11.8	4200	2.35	84	2.85	28	70	285	4.55	2.5	2.2	1.85	4.5	65	13
洛阳	22	1	2.95	185	12.5	4450	2.45	86	1.85	26	67.5	295	4.95	2.3	2.2	1.6	4.75	63.5	12.75
开封	21	1.05	3	165	12.1	4150	2.8	95	1.7	25.5	60	335	3.75	2.25	2.2	1.4	3.85	66	12.5
南京	29	1.25	3.5	120	14	4100	2.25	80	1.85	23	87.5	310	4.3	2.1	2.05	1.15	1.7	71.5	12
杭州	27	0.68	8.4	75	13.8	3950	2.55	80	2.45	28.9	72.3	312	4.02	2.53	1.01	1	1.7	68.2	11
中国	29.2	1.45	4.12	168	13.2	4353	2.74	80	2.68	25.9	75.7	279	4.67	2.43	1.54	1.44	3	64.9	12.77
世界	35	1	4	250	9	5000	2.99	85.7	1.5	40	90	400	5.7	1.9	0.65	0.7	2.5	70.6	13.4

注:数据来自中国地质调查局,《中华人民共和国地球化学图集》(2005),单位:Fe、K、Mg、Na、Ca、Si、Al氧化物为%,Ag、Au、Cd、Hg 10⁻⁷,其余元素 10⁻⁶。

主,七大古都位于中低背景区;在中国 As 地球化学图上,青藏川滇及华南区以中高背景为主,其余地区以中低背景为主,七大古都位于中低背景区;在中国 Hg 地球化学图上,川滇、华南及长白山区以中高背景为主,其余地区以中低背景为主,七大古都位于中低背景区^[7]。

北京东南 50 km 的廊坊地区 0~3.5 m 土壤剖面地球化学研究表明,Ca、Sr、P 等有益元素普遍高于中国土壤平均值,Al、As、Hg、Pb、U 等有害元素普遍低于中国土壤平均值。

通过对洛阳市区 560 km² 土壤地球化学调查结果表明,洛阳牡丹种植园区的土壤具有含 Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo、V、Co、Cr、Ni 等元素较高的特点,尤其 Mn、Cu、Zn、Mo 元素含量高出其他地区的土壤^[8]。

西安市郊农田土壤中 CaO、MgO、Na₂O 含量明显高于陕西和全国土壤中的平均值^[9]。

由此可见,平原区土壤地球化学特征与基岩区水系沉积物地球化学特征基本一致。因山区人类活动影响程度较弱,其水系沉积物地球化学特征基本可以反映冲积平原区土壤原始背景特点。

据中国地下水资源环境图(中国地质科学院水文地质环境地质研究所,2006),七大古都所在地均为松散岩类孔隙水,地下水资源模数(10⁴m³/km²·a):北京、南京为 20~50,杭州<10,其余为 10~20。地下水质量为可供饮用或适当处理后可供饮用。

1996—2005 年,欧洲地球化学基准填图计划(FOREGS Geochemical Baseline Mapping Project, 2005)按照全球参考网格,在每个 160 km×160 km 格子内布置了 5 个采样点。在欧洲 420×10⁴km² 面积范围内采集了 790 件底层土壤(在 20~200cm 深度采集约 25cm 厚的底部 C 层土壤样品,粒径小于 2mm),编制了 40 种元素的地球化学图^[10]。在该系列图上,将各国首都所在地对应的色阶转换成含量数据列于表 2。

与中国七大古都相比,欧洲主要国都底层土壤元素含量具有极大的差异性,如欧洲国都/中国古都元素含量变异系数对比,Pb 2.8870/0.1246, Sb 2.8780/0.2250, As 2.6527/0.4493, Hg 2.5050/0.5333, CaO 1.9198/0.3893, Cd 1.3871/0.3967, Bi 1.5809/0.1622, Ag 1.1443/0.2268。

从元素地球化学特征来看,欧洲主要国都大致

可划分为以圣彼得堡、奥斯陆、哥本哈根、伦敦、布鲁塞尔、柏林、华沙、布拉格、巴黎、维也纳为代表的波罗的海型和以马德里、罗马、雅典为代表的地中海型。波罗的海型国都土壤中除 SiO₂ 含量(69.45%~86.30%)较高外,有益元素和有害元素含量均较低;地中海型国都除 SiO₂ 含量(53.35%~65.45%)较低外,有益元素和有害元素含量均较高;中国七大古都则为黄海型,表现为有益元素含量较高,有害元素含量较低。美国大陆土壤地球化学特征与黄海型十分接近。

从国都环境地球化学研究结果来看,社会历史文化的差异,还受着地质地球化学特征的制约。人类生态学研究认为,东西方文化的差别与自然环境的分异以及由此产生的经济、社会、心理文化的差别有着密切的联系。美国著名人类学家、考古学家 L.H. 摩尔根把人类文化的发展阶段分为低级、中级、高级蒙昧-野蛮-文明社会等七个阶段。每个文化阶段的标志是与人类对自然环境的认识和改造密切相关的。在人类文化的进程中,无一不包括了自然环境的因素,也无不打上自然环境的烙印^[11]。

3 国都历时-土壤地球化学相关分析

城市是人类文明的明显标志和集中体现。100 多年的中国考古工作使一座座古代都城栩栩如生地展现在人们面前^[12]。

作为国都的延续时间相差非常悬殊,西安、洛阳等地长达 1000 年以上,而杭州仅 100 多年,且为宋代统治者被迫南迁后匆忙选定的;南京作为国都也不过 300 多年,并且几乎都不是一统王朝的都城。明初立都南京,却一直考虑迁都西安、洛阳或北京。为什么各统一王朝都不把首都建在富庶的江南呢?这除了控制北部和西部边疆的考量之外,是否还有其他制约因素在起作用?

为了研究古都历时与区域地球化学之间的联系,对古都延续时间与相应水系沉积物元素含量进行回归分析(表 3,图 1),筛选出显著正相关的元素作为分子,显著负相关的元素作为分母,在古都历时与元素偶比值之间可建立回归方程:

$$Y_1 = 0.206X_1 + 376 \quad n=5 \quad r=0.9713$$

$$X_1 = (\text{CaO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{V} \times \text{Co} \times 10^6) / (\text{SiO}_2 \times \text{Pb} \times \text{Hg} \times \text{Cd})$$

欧洲主要国都延续时间-土壤化学元素含量相

表 2 欧洲主要国家都底层土壤元素含量
Table 2 Soil elements contents of European major capitals

国 都	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	P	Ti	Mn	V	Cr	Ni	Co	Sr	Ba	U	Th	La	Y	Cu	Mo	Zn	Pb	As	Sb	Hg	Cd	I	Tl
圣彼得堡	74.45	1.61	0.9	12.45	2.59	2.32	2.08	437	2158	150	22	13	9	3.5	160	54	2.03	7	23	15	6	0.8	26	6	5	0.07	11	0.03	4.76	0.67
奥耶陆	74.45	1.61	0.84	12.45	2.4	3.02	4.75	437	3837	210	19.5	13	9	4.5	205	61	3.47	7	30	28	8.5	0.5	32	7	5	0.45	16	0.08	2.5	0.67
哥本哈根	74.45	1.61	0.62	12.45	3.56	3.02	3.75	437	3737	290	38	13	9	4.5	165	49.5	1.06	4	17	23	8.5	0.71	28	5	5	0.14	22	0.08	7.5	0.85
伦敦	78.9	0.59	0.62	8.65	1.86	0.74	4.25	437	3837	415	54	36	18	11	69	78	1.82	7	26	22	12	0.9	56	15	9.5	0.76	40	0.12	5.5	0.5
布鲁塞尔	70.45	2.53	0.84	11.7	1.86	0.74	3.31	393	3417	335	29.5	32	25	11	93	88	2.48	9	33	29	12	0.91	56	16	5	0.56	40	0.1	3	0.63
柏林	86.3	0.3	0.44	6.6	1.55	0.34	2.08	218	839	220	19.5	13	5	2.5	63	49.5	0.81	2	11	7	5	0.24	19	4.5	5	0.11	6	0.05	1.5	0.05
华沙	86.3	0.59	0.52	6.6	1.86	0.5	2.63	262	2158	210	18.5	15	9	3.5	56.5	54	1.21	4	13	11	6	0.24	26	5	5	0.21	10	0.02	1.5	0.34
布拉格	74	0.86	0.76	10.66	2.59	0.74	4.25	742	3837	545	33	24	10.5	6.5	93	99	1.77	10	31	29	10	0.5	56	15.5	9	0.76	31	0.21	1.5	0.05
巴黎	70.45	2.97	0.62	8.65	1.25	0.5	2.86	524	4197	415	32	35	18	6.5	56.5	77	2.48	10	31	34	10	0.39	45	13.5	9	0.67	73	0.13	4.8	0.67
维也纳	69.45	0.59	1.49	13.85	2.59	0.74	4.75	437	4436	705	37.5	31	27.5	11	64	200	3.47	13	33	34	18	0.52	80	22	8.5	0.67	31	0.723	2.5	2.14
马德里	65.45	2.97	1.15	13.85	2.4	0.34	3.31	568	3417	290	32	15.5	7.5	6.5	93	88	3.47	12	42	27	17	0.39	56	11.5	8	0.47	15	0.095	17.2	1.91
罗马	53.35	5.19	1.49	17.35	2.81	1.32	7.16	568	6475	1055	84	36	32	15	250	200	5.21	18	53	44	21	0.91	80	50	25.7	2.12	73	1.2	4.6	20
雅典	60.45	27.2	1.49	12.45	1.55	0.34	8.11	611	4197	810	54	88	76	22	63	130	1.35	9	26	30	29	0.72	58	750	305	30.3	930	1.2	92.5	0.73
欧洲土壤	68	1.13	0.98	11.7	2.02	0.9	3.75	437	3417	340	33	24	18	8	95	68	2.03	8	26	23	13	0.52	44	10	5	0.47	22	0.09	3.4	0.67
美国大陆	66.3	2.4	0.9	13.6	1.8	1.6	3.7	2900	550	80	54	19	9.1	240	580	2.7	9.4	37	25	25	25	0.97	60	19	7.2	0.67	89	1.2		
世界土壤	70.6	2.5	0.65	13.4	1.9	0.7	5.7	800	5000	1000	90	70	50	8	250	500	2	9	40	40	30	1.2	90	35	6	1	60	0.35	3.9	0.2

注：据 FOREGS Geochemical Baseline Mapping, 2006，单位：氧化物为%，Hg 10⁻⁹，其他元素 10⁻⁶。美国大陆土壤 A 层数据为算术平均值，据 Shacklette H T and Boemgen J G. 1984. Element Concentrations in Soils and Other Surficial Materials of the Conterminous United States: an Account of the Concentrations of 50 Chemical Elements in Samples of Soils and Other Regoliths. Washington: U.S. Government Printing House. pp.105; 世界土壤数据为不同国家土壤元素含量汇编中值，据 Bowen H J M. 1979. Environmental Chemistry of the Elements. New York: Academic Press. pp.316。

表 3 中国古都延续时间与土壤元素含量

Table 3 Duration and soil elements of China's ancient capitals

古都	历时/年	CaO/%	Fe ₂ O ₃ %	V/10 ⁻⁶	Co/10 ⁻⁶	SiO ₂ %	Pb/10 ⁻⁶	Hg/10 ⁻⁹	Cd/10 ⁻⁹	X	回归值/年
北京	684	4.50	4.90	81.5	13.0	63.5	23.5	95	200	824	546
西安	1229	4.50	4.55	86	15.0	65.0	24.0	42.5	123	3239	1043
洛阳	1778	4.75	4.95	95	15.5	63.5	22.0	32.5	105	7262	1872
南京	347	1.70	4.30	80	13.5	71.5	29.0	93.5	250	163	410
杭州	237	1.70	4.02	80	10.5	68.2	27.0	124	187	134	404

表 4 欧洲主要国都延续时间与土壤元素含量

Table 4 Duration and subsoil elements of European major capitals

国都	CaO/%	MgO/%	Fe ₂ O ₃ %	Mn/10 ⁻⁶	Co/10 ⁻⁶	Cd/10 ⁻⁹	SiO ₂ %	Sr/10 ⁻⁶	X	历时/年
圣彼得堡	1.61	0.90	2.08	150	3.5	30	74.45	160	3.985	206
奥斯陆	1.61	0.84	4.75	210	4.5	80	74.45	205	31.824	958
哥本哈根	1.61	0.62	3.75	290	4.5	80	74.45	165	31.816	591
伦敦	0.59	0.62	4.25	415	11	120	78.9	69	156.432	258
布鲁塞尔	2.53	0.84	3.31	335	11	100	70.45	93	395.64	1029
柏林	0.30	0.44	2.08	220	2.5	50	86.3	63	1.39	137
华沙	0.59	0.52	2.63	210	3.5	20	86.3	56.5	2.432	397
布拉格	0.86	0.76	4.25	545	6.5	210	74.00	93	300.3	90
巴黎	2.97	0.62	2.86	415	6.5	130	70.45	56.5	463.97	800
维也纳	0.59	1.49	4.75	705	11	723	69.45	64	5267	871
马德里	2.97	1.15	3.31	290	6.5	95	65.45	93	332.6	446
罗马	5.19	1.49	7.16	1055	15	1200	53.35	250	78835	2761
雅典	27.2	1.49	8.11	810	22	1200	60.45	63	1845600	2408

关分析(表 4,图 1)表明,延续时间与 Cd、Fe₂O₃、Co、Ni、V、Cr、S、Y、MgO、CaO 显著正相关(相关系数 $r=0.6004\sim 0.8745$),与 SiO₂、Sr 等微弱负相关($r=-0.0601\sim -0.1831$),二者之间可建立回归方程:

$$Y_2=395.6\lg X_2-115.5 \quad n=13 \quad r=0.8308$$

$$X_2=(\text{CaO} \times \text{MgO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{Mn} \times \text{Co} \times \text{Cd}) / (\text{SiO}_2 \times \text{Sr})$$

与中国的情况十分相似,只是有害元素 Cd 成为正相关,而有益元素 Sr 成为负相关。

4 结论与讨论

通过本研究可以看出,影响一个国家首都选址及延续时间的因素,除了自然地理、交通位置、社会经济和政治文化等条件外,地质地球化学背景也是一个不容忽视的方面。

定量分析表明,土壤中钙、镁、铁、钴、钠、锶、磷等人体必需的有益元素含量高,铅、汞、镉、砷等有害元素含量低,是中国首都选址的重要条件。同时,有益元素与有害元素含量比值愈高,其作为首都的可

能的延续时间愈长。

大量生理学和医学研究表明,镁能促进酶的激活,并构成叶绿素和骨骼的成分;钙乃骨骼和牙齿的主要成分,神经传递和肌肉收缩所必需;硼为植物生长所必需;钠为细胞外的阳离子;磷含在 ATP 中,为生物合成与能量代谢所必需;钴为红血球所必需的 VB₁₂ 的组分;铁组成血红蛋白和细胞色素,这些元素在首都周围含量较高,对当地民众甚至国家长治久安都非常有利。而镉则是一种有毒无益的微量元素,中毒表现为骨骼软化变形、糖尿病、高血压和癌症等;铅具有神经毒性,长期接触可导致动物和人类出现学习、记忆和情感等行为功能的改变;砷对酶的活性和线粒体呼吸功能具有抑制作用;汞则是水俣病的元凶。

河北省人口分布、人口质量研究表明,太行山燕山地区中新元古界、古生界对应的山前冲洪积扇倾斜平原区人口密度高,寒武奥陶系对应的冲积区(邯郸、涿州、正定、北京等)历史名人密度高。土壤中钙元素严重流失的三河、大厂、香河、武清等县缺失历

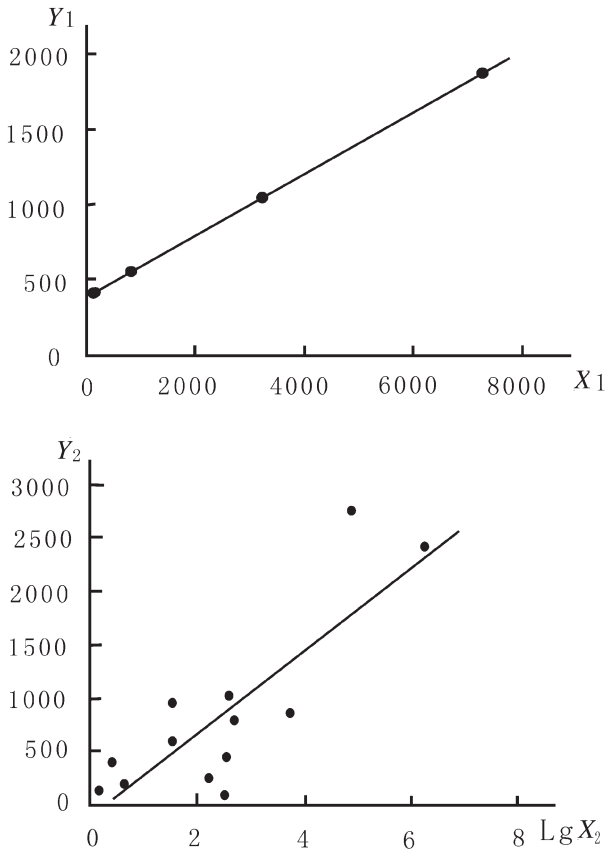


图1 国度延续时间(Y)与土壤元素含量偶合比值(X) 相关分析图

Fig.1 Correlation between capital duration and soil element content ratio

史名人。铅、镉、砷、汞等有毒有害元素背景较高的盐碱低洼的霸州、文安、大城地区则以起义领袖、太监、军阀等破坏性历史名人为主，相反则以官吏学者类建设型居多^[13]。

造成中国先秦文化遗址空间分异现象的原因除地形地貌、道路交通、气候水文等因素外，一个不容忽视的方面就是古生代寒武奥陶纪地层的区域分布。从《中国地质图》上可以看出，重要的先秦文化遗址附近(<50 km)均有寒武奥陶系分布^[13]。而七大古都附近均有寒武奥陶系分布。

从北美地台、加里东褶皱带、阿尔卑斯造山带到塔里木地台和华北地台，呈现为高钙的地球化学背景，在此范围内的河湖 Ca²⁺含量明显高于其他地区。欧洲和中国的地球化学图表明，该地带水系沉积物中 CaO 也较高，其地层为古生代和中生代海相碳酸盐岩。优越的地球化学环境，加之适宜的气候条件，

使这一地带成为人类文明的中心区域。

从环境地球化学角度来看，甘肃、新疆一带的西北地区与华北、秦岭地区都属良好的生存环境。从人类生态学角度，同样可以证实该结论。中国大西北是古代中华文明与西方文明交流的咽喉，它不仅作为中华民族的发源地之一，更作为东西文明沟通的“丝绸之路”，占据了不容置疑的历史地位。先秦时期，中国西部尚为水草丰美、胡杨挺拔的大草原。秦汉以来，因气候变迁、人口增长、农业开发及战争等原因，生态环境遭到严重破坏。水土流失及沙漠化日趋严重，中华文明的中心已从黄河流域逐渐东迁南移^[14]。

相反，东南沿海地区，从环境地球化学角度看，其有益元素钙、镁、锶等较低，有害元素铅、镉、汞、砷等较高，属不良的地质环境。但随着气候的变迁以及沿海贸易的日益增长，使这一带成为富庶的区域。

李日邦等^[14]选择自然地理(年均气温、年均降水量、年均相对湿度、海拔高度、森林覆盖率)、环境污染、经济水平和卫生资源等方面的 22 项指标，根据各自性质进行归类，建立指标体系。应用无量纲化的指数法将各项指标转变成指数。以各个指标与人口平均预期寿命的相关系数作为它们的权重系数。按逐级递归原则计算各类指标的类指数，然后计算出环境综合指数。

各省市环境综合指数排序如下：北京 31.4，浙江 30.1，广东 29.9，上海 28.4，海南 27.6，天津 27.4，辽宁 26.7，福建 26.7，湖南 25.7，吉林 24.8，黑龙江 24.7，江苏 24.7，江西 24.6，湖北 24.5，河北 24.1，广西 23.9，安徽 23.5，山东 23.3，陕西 23.3，四川 22.6，内蒙古 22.5，山西 22.4，新疆 21.7，云南 21.6，贵州 21.4，河南 21.2，西藏 20.3，甘肃 20.0，宁夏 19.9，青海 18.7。

该结果与本文结论不尽一致，与中华文明几千年的发展历史亦有很大出入，这主要是没有考虑到地质地球化学环境因素，且以现实存在状况为依据。

总之，气候条件与地质地球化学环境的耦合关系，是制约人类文明的重要因素。

一个值得注意的现象是，北京作为首都的延续时间回归值(546年)明显少于实际值(684年)，意味着已是超期服役。

北京城近郊区表层土壤地球化学调查表明，受人类活动和现代工业的影响，65.2%的地区遭受到汞污染(含量>150×10⁻⁹)，其中重污染(500×10⁻⁹~1500×10⁻⁹)区面积占 26%，而其中又有 14 km²的地

区达到严重污染($>1500 \times 10^{-9}$)程度,已经威胁到农业生产 and 人体健康的安全^[15]。

南京地区多目标地球化学调查发现,局部表层土壤中存在两个镉汞铅重金属元素富集带,对有关农作物的安全性有直接影响^[16]。

自工业革命以来人类大规模的矿产开采加工活动导致土壤环境中汞镉等毒重金属快速增加,势必降低土地的使用功能。政府部门必须采取有力措施,遏止环境污染的继续蔓延。

应该指出,本结论只是初步的,更加精细的研究还要考虑到地质环境的变迁^[17]和土壤中元素环境富集系数^[18]等因素的影响。

参考文献(References):

- [1] 吴烈善. 地球化学环境与人类健康 [J]. 矿产与地质, 2001, 15(2): 62-65.
Wu Lieshan. Geochemical environment and human health [J]. Mine Sand Geology, 2001, 15(2):62-65 (in Chinese with English abstract).
- [2] 赵琦, 沈前斌, 曾祥贵. 四川省阿坝地区大骨结病区地球化学特征[J]. 中国地质, 2003, 30(3):325-329.
Zhao Qi, Shen Qianbin, Zeng Xianggui. Geochemical characteristics of the Kaschin-Beck disease districts in the ABA area, Sichuan [J]. Geology in China, 2003, 30 (3):325-329 (in Chinese with English abstract).
- [3] 陈桥驿. 中国七大古都[M]. 北京:中国青年出版社, 2005:1-150.
Chen Qiaoyi. China's Seven Ancient Capitals [M]. Beijing: China Youth Press, 2005:1-150(in Chinese).
- [4] 程裕洪, 沈永和, 曹国权, 等. 中国区域地质概论[M]. 北京:地质出版社, 1994:90-340.
Chen Yuqi, Shen Yonghe, Cao Guoquan, et al. China's Regional Geological Survey [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994:90-340(in Chinese).
- [5] 赵世瑜, 周尚意. 中国文化地理概说[M]. 太原:山西教育出版社, 1991:120-124.
Zhao Shiyu, Zhou Shangyi. Introduction of Chinese Cultural Geography [M]. Taiyuan: Shanxi Education Publishing House, 1991:120-124 (in Chinese).
- [6] 童恩正. 试论我国从东北至西南的边地半月形文化传播带, 文物与考古论集[M]. 北京:文物出版社, 1987:17-43.
Tong Enzheng. On China's Half-moon Culture Borderland from Northeast to Southwest, Treatises on Archaeology and Culture [M]. Beijing: Cultural Relics Publishing House, 1987:17-43 (in Chinese).
- [7] 中国地质调查局网站·全国地球化学数据库.
<http://www.ngac.cn/GeoInfoSearch/database/Chemistry.aspx>.
- [8] 王志坤, 付巧玲, 宁福政, 等. 洛阳牡丹立地地球化学特征 [J]. 物探与化探, 2008, 32(01):75-78.
Wang Zhikun, Fu Qiaoling, Ning Fuzheng, et al. Geochemical characteristics of Luoyang Peony [J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2008, 32(1):75-78(in Chinese with English abstract).
- [9] 王凌青, 卢新卫, 贾晓丹. 西安市郊农田土壤环境地球化学研究 [J]. 干旱区资源与环境, 2007, 2(3):113-117.
Wang Lingqing, Lu Xinwei, Jia Xiaodan, Study on geochemistry characters of agricultural soil around Xi'an City [J]. Resources and Environment of Dry Area, 2007, 21(3):113-117 (in Chinese with English abstract).
- [10] Salminen R. (Chief-editor). Foregs Geochemical Atlas of Europe, Part1 -Background Information, Methodology and Maps. Electronic publication, URL address: <http://www.gsf.fi/pub/foregsatlas/maps>, March 15, 2005.
- [11] 周鸿. 人类生态学[M]. 北京:高等教育出版社, 2001:40-47.
Zhou Hong. Human Ecology [M]. Beijing: Higher Education Press, 2001:40-47(in Chinese).
- [12] 中国考古杂志社. 20世纪中国百项考古发现[M]. 北京:中国社会科学出版社, 2006:150-250.
Chinese archaeological magazine. China's 20th Century Hundred Terms Archaeological Discoveries [M]. Beijing: Chinese society Science Press, 2006:150-250(in Chinese with English abstract).
- [13] 宫进忠. 破译中国神话[M]. 北京:人民日报出版社, 2005:214-232.
Gong Jinzhong. Decoding Chinese Mythology [M]. Beijing: People's Daily Press, 2005:214-232 (in Chinese).
- [14] 李日邦, 王五一, 谭见安, 等. 中国环境-健康区划研究 [J]. 环境科学, 2001, (22):15-19.
Li Ribang, Wang Wuyi, Tan Jianan, et al. A study on the regionalization of environment-health in China [J]. Environment Sciene, Dec., 2001, (22):15-19(in Chinese with English abstract).
- [15] 赵传冬, 庄广民. 北京城近郊土壤中汞的分布特征、存在形式及污染评价[J]. 地质与勘探, 2002, 38(增刊):208-210.
Zhao Chuandong, Zhuang Guangmin. Spreading characteristic and existing forms of mercury in soil on the outskirts of Beijing city and evaluation of its pollution [J]. Geology and Prospecting, 2002, 38(supp.):208-210(in Chinese with English abstract).
- [16] 廖启林, 吴新民, 翁志华, 等. 南京地区多目标地球化学调查基本成果及其相关问题初探[J]. 中国地质, 2004, 31(1):70-77.
Liao Qilin, Wu Xinmin, Weng Zhihua, et al. Basic results of multi-target geochemical survey in the Nanjing area and its relevant problems [J]. Geology in China, 2004, 31 (1):70-77 (in Chinese with English abstract).
- [17] 李福春, 谢昌仁, 金章东, 等. 南京老虎山黄土剖面中铷锶地球化学和磁化率与古气候变化的关系 [J]. 中国地质, 2003, 30(1):93-98.
Li Fuchun, Xie Changren, Jin Zhangdong, et al. Rubidium and strontium geochemistry in the Laohushan loess section, Nanjing, and relation between magnetic susceptibility and paleoclimatic change[J]. Geology in China, 2003, 30(1):93-98 (in Chinese with English abstract).

[18] 廖启林, 金洋, 吴新民, 等. 南京地区土壤元素的人为活动环境富集系数研究[J]. 中国地质, 2005, 32(1):141-147.
Liao Qilin, Jin Yang, Wu Xinmin, et al. Artificial environmental

concentration coefficients of elements in soils in the Nanjing area [J]. *Geology in China*, 2005, 32 (1): (in Chinese with English abstract).

Geochemical environmental characteristics of China's seven ancient capitals

GONG Jin-zhong¹, LI Guang-ping²

(1. *Hebei Academy of Geophysical Exploration, Langfang 065000, Hebei, China;*

2. *Langfang Guangyang Hospital, Langfang 065000, Hebei, China*)

Abstract: According to data from geochemical stream sediment survey, this paper deals with the environmental geochemical background characteristics of China's seven ancient capitals, which include Anyang, Xi'an, Luoyang, Kaifeng, Nanjing, Hangzhou and Beijing. The results show that, compared with element contents of stream sediments in China, the body-oriented essential nutrients calcium, boron, zirconium, silver, cobalt, barium, sodium, strontium and phosphorus are relatively high in areas of the seven ancient capitals. At the same time, these ancient capital areas are relatively depleted in cadmium, molybdenum, antimony, lead, tungsten, bismuth, arsenic, manganese, niobium and mercury, which are mainly harmful elements. In accordance with the soil geochemical characteristics, capitals of major European countries can be divided into the Baltic type and the Mediterranean type, which have different element distribution patterns. According to the relationship between the duration of the ancient capital and the ratio of elements, regression equations can be respectively established: $Y_1 = 0.206X + 376$, $X_1 = (\text{CaO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{V} \times \text{Co} \times 10^6) / (\text{SiO}_2 \times \text{Pb} \times \text{Hg} \times \text{Cd})$ for China, and $Y_2 = 395.6 \lg X_2 - 115.5$, $X_2 = (\text{CaO} \times \text{MgO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3 \times \text{Mn} \times \text{Co} \times \text{Cd}) / (\text{SiO}_2 \times \text{Sr})$ for Europe, suggesting that the site selection of a capital was restricted by the geochemical environment.

Key words: China's seven ancient capitals; environmental geochemistry; abundance contrast features; regression analysis of duration-elements

About the first author: GONG Jin-zhong, male, born in 1962, senior engineer, mainly engages in the study of environmental geochemistry; E-mail: Gjz212@tom.com.