

江西九江—彭泽沿长江南岸一带镉来源分析

邓必荣, 杨志勇, 张旭

(江西省地质调查研究院, 南昌 330030)

摘要:对九江—彭泽沿长江南岸一带不同成土母质Cd的分布特征在垂向、横向剖面上的研究发现,长江干流冲积成因的砂砾泥质土壤、二叠纪燧石结核(含碳)灰岩质土壤、寒武纪泥页岩质土壤、震旦纪砂岩质土壤,与其它成土母质形成的残坡积土壤Cd含量差异较大。上述四者Cd平均含量均大于 0.3×10^{-6} ,是本区Cd高值异常主要赋存地质体。同时元素相关性研究表明,Cd与Zn、Cu、As密切相关,自然源是本地区Cd异常普遍存在的根本原因,而人为源却有可能是高值Cd异常沿长江干流大中城市分布的重要影响因素。

关键词:九江—彭泽; 镉; 来源; 分析

中图分类号: P951

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2008)04-0333-06

重金属镉(Cd)是严重污染元素,对于生物体和人体来说是非必需的^[1],污染性Cd主要通过消化道进入人体。受Cd污染地区的大米中Cd含量相当高,长期食用“镉米”会引起慢性镉中毒。Cd中毒症状主要表现为动脉硬化性肾萎缩或慢性球体肾炎等。Cd还有致突变、致瘤和致畸(三致)作用,以及引起高血压、肺气肿等病症。20世纪50年代日本发现的“骨痛病”就反映了Cd的这一危害机制^[2]。Cd是危害植物生长的有毒元素。土壤中过量Cd,能破坏叶片的叶绿素结构,使叶片发黄褪色,生长缓慢,植株矮小,根系受抑制,造成生物障碍,产量降低。在1999年中国地质调查局组织实施的在新一轮国土资源调查中,各省市均把Cd异常特别是沿长江干流分布的Cd异常作为研究重点,并有大量的相关成果报道^[3]。笔者近期在参加1/25万江西省鄱阳湖及周边经济区多目标区域地球化学调查过程中,发现九江—彭泽一带沿长江南岸广泛分布条带状、块状Cd高值异常,面积达1 000 km²,区域上该异常具有面积大、强度高、异常源复杂的特征。对该地区Cd异常的研究,本文尚属首次,意在能起到抛砖引玉的作用。

1 研究区背景

研究区位于长江干流九江—彭泽段,下扬子地

块南缘。区内构造复杂,晋宁—燕山期各阶段的褶皱构造、断裂构造以及变质核杂岩构造是本区主要构造形式^[4]。岩浆活动较频繁,主要岩石类型以花岗岩闪长岩和二长花岗岩为主。地层出露较齐全,从古元古代至第四纪均有,本文中所研究的土壤与成土母质有关的地层主要为第四系、二叠系、志留系、奥陶系、寒武系、震旦系以及元古代地层,花岗岩类以白垩纪二长花岗岩为主。土壤母质主要为松散堆积物土壤、砂岩质土壤、泥页岩质土壤、碳酸盐岩质土壤、变质岩质土壤、花岗岩类土壤。主要土壤类型为红壤土、草甸土、石灰土、水稻土,在长江干流河心滩江洲一带分布有少量的新积土。

区内汇集鄱阳湖、赣江及其支流、庐山等多种自然景观,地形高度、坡度变化较大,地貌类型主要为河谷平原、侵蚀剥蚀台地、丘陵低山、中高山等各种地貌,农作物以种植水稻、油菜、棉花为主。

2 样品采集与分析测试

样品采集主要利用“T”型剖面追踪法,即采用表层土壤水平剖面测量加深层垂直剖面测量的方法。研究区共布置横贯异常区2条主干剖面(图1),根据不同的成土母质,表层土壤样品共采集140件、深层垂直剖面4条(样品共16件),表层土壤样品采0~20 cm土柱,深层垂直剖面自下而上按基

收稿日期: 2008-03-13 责任编辑: 刘新秒

基金项目: 国家国土资源地质大调查项目: 江西省鄱阳湖及周边经济区农业地质调查(200414200008)

作者简介: 邓必荣(1968-),男,工程师,东华理工学院函授毕业,现从事农业地质和环境地质调查工作。

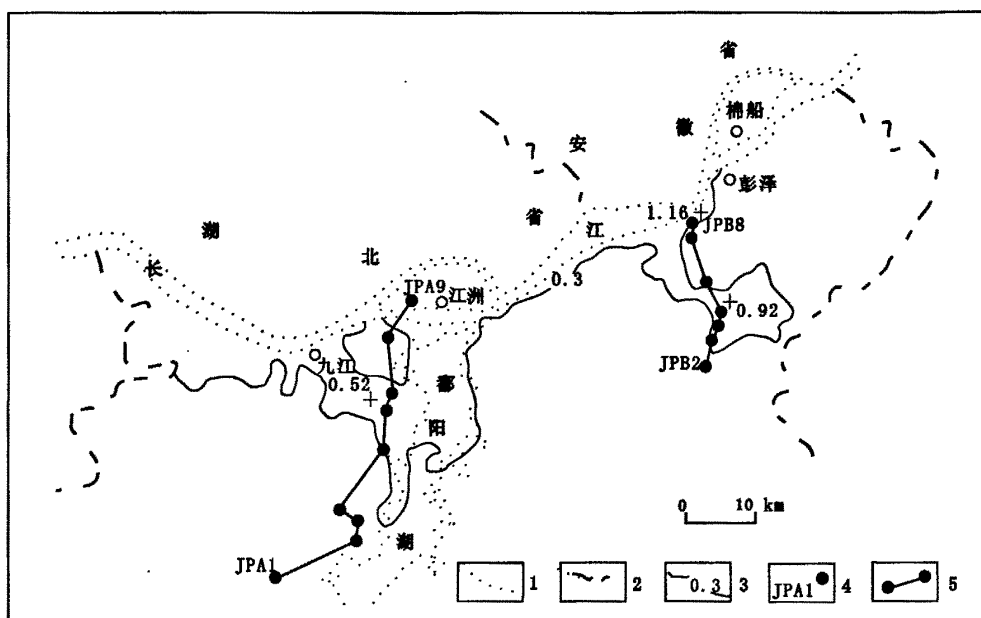


图1 九江-彭泽 Cd 异常带采样位置图

Fig. 1 Sampling location of Cd anomaly zone in Jiujiang-Pengze area

1.江、湖泊;2.研究区边界;3.Cd 异常界线;4.采样点号;5.剖面位置

岩、母质层、淋溶层或淀积层、表土层分层采集。

表层土壤水平剖面 and 深层垂直剖面土壤样品分析指标为 Hg、Cd、As、Zn、Cu、Pb、Cr、PH 值, 这些元素既有有害元素, 也有有毒元素, 具有一定的代表性^[9]。样品中的 Cd 采用无火焰原子吸收法(AAN)分析, 分析检出限 0.03×10^{-6} , 准确度采用分析国家一级标准物质的方法进行检验, 分析测试由江西省地矿局测试中心完成。

3 结果与讨论

3.1 水平剖面不同成土母质表层土壤 Cd 含量特征

从表1可见, 第四纪松散堆积物中由长江干流冲积成因的砂砾泥质土壤、二叠纪燧石结核(含碳)灰岩质土壤、寒武纪泥页岩质土壤、震旦纪砂岩质土壤, Cd 平均含量均大于 0.3×10^{-6} , 与中国土壤 Cd 的平均含量 0.082×10^{-6} 相比较, 分别是 3.67、3.78、8.30 倍。参照国家土壤环境质量标准 GB15168-1995, 即在 pH > 7.5 的条件下, 按污染下限 Cd 0.3×10^{-6} 来衡量, 与上述四类成土母质有关的土壤其环境质量在二级类型以上, 局部二叠纪燧石结核(含碳)灰岩质土壤中达到三级类型土壤 ($> 1.0 \times 10^{-6}$), 其环境质量不容乐观。超标地段有:

(1)JPA1-JPA9 剖面(图2):Cd 含量曲线总体偏低, 仅局部在九江市庐山区威家镇、九江县洲乡一带出现异常峰值, 此地段厂矿企业较少, 人类生产生活活动污染的可能性较小, 污染主要与震旦纪砂岩质土壤、第四纪砂砾泥质土壤有关。前者土壤 pH 平均值为 4.91(属中酸性土壤)、后者土壤 pH 平均值为 8.16(属碱性土壤), 有研究报道^[9], 土壤 pH 值与 Cd 的活动性关系密切, 当 pH 值呈较高碱性时, Cd 在表生环境下易在土壤中以 CdO、CdCO₃ 之类的氧化物等形式淀积。反之, 当 pH 值较小呈酸性环境时, Cd 的上述形式易溶, 则易从土壤中迁出, 因此, 洲乡一带高 pH 值的土壤具有吸附由长江干流搬运而来的各种来源的 Cd; 而威家镇一带低 pH 值的土壤, Cd 则易在地表水等各种搬运介质的作用下流失, 使污染区域不断扩大。

(2)JPB2-JPB8 剖面(图3):Cd 含量曲线总体偏高, 异常峰值主要出现在彭泽县城附近及黄岭乡一带, 污染主要与二叠纪燧石结核(含碳)灰岩质土壤、寒武纪泥页岩质土壤有关, 前者土壤 pH 平均值为 8.06(属碱性土壤), 母岩沉积环境为深海还原环境, 风化土中含有丰富的有机质和粘土矿物, 对 Cd 具有很强的吸附性; 后者土壤 PH 平均值为 6.92,

表 1 研究区不同成土母质 Cd 含量特征表
Table 1 Cd content of different soil parent materials in the study area

土壤分类 [●]				统计参数			
一级分类	二级分类	三级分类	土壤代号	样本数	平均值	最大值	最小值
松散堆积物土壤	冲积物土壤	砂砾泥质土壤	QSt2	1	0.30	0.30	0.30
		粘土质土壤	QSt4	18	0.18	0.29	0.13
	冰积物土壤	砾质红土质土壤	QSt7	8	0.17	0.33	0.09
砂岩质土壤	震旦纪砂岩质土壤	浅色砂岩质土壤	Zsht	18	0.31	0.92	0.12
泥页岩质土壤	志留纪泥页岩质土壤	黄、黑色泥页岩质土壤	Snt	20	0.22	0.39	0.13
	寒武纪泥页岩质土壤	钙质泥页岩质土壤	ε nt	22	0.30	0.52	0.16
碳酸盐岩质土壤	二叠纪碳酸盐岩质土壤	燧石结核(含碳)灰岩质土壤	Ptt	4	0.68	1.16	0.31
	奥陶纪碳酸盐岩质土壤	白云质灰岩质土壤	Ott	7	0.18	0.24	0.09
	寒武纪碳酸盐岩质土壤	泥质灰岩质土壤	ε tt	22	0.24	0.45	0.10
变质岩质土壤	青白口纪变质岩质土壤	泥砂质片岩类土壤	Qnbt5	8	0.13	0.23	0.08
	长城-蓟县纪变质岩质土壤	泥砂质千枚岩类土壤	Jxbt	7	0.16	0.22	0.09
	溇沱纪变质岩质土壤	泥砂质片岩类土壤	Htbt	2	0.26	0.28	0.23
花岗岩类土壤	白垩纪花岗岩质土壤	中酸性花岗岩类土壤	Kht4	3	0.14	0.19	0.07

分析测试由江西省地矿局测试中心完成

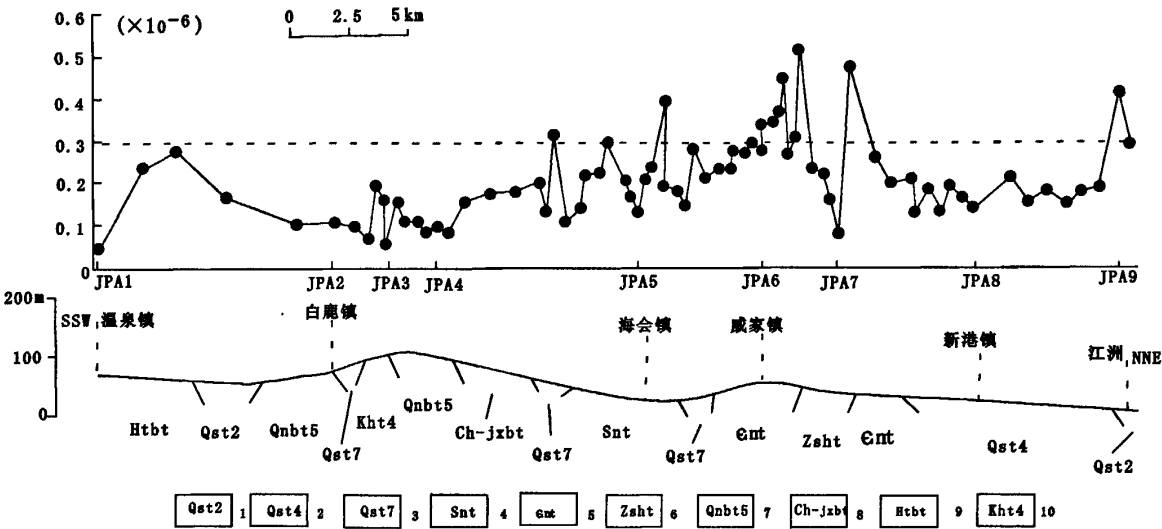


图 2 JPA1-JPA9 水平剖面图

Fig. 2 Horizontal cross section JPA1-JPA9

1.第四纪砂砾泥质土壤;2.第四纪粘土质土壤;3.第四纪砾质红土质土壤;4.志留纪黄、黑色泥页岩质土壤
壤;5.寒武纪钙质泥页岩质土壤;6.震旦纪浅色砂岩质土壤;7.青白口纪泥砂质片岩类土壤;8.长城-蓟县
纪泥砂质千枚岩类土壤;9.溇沱纪泥砂质片岩类土壤;10.白垩纪花岗岩质土壤

(属中性土壤),土壤类型以粘土、砂质粘土为主,基本能保持母岩风化土的本色,Cd 不易流失。

3.2 垂直剖面 Cd 含量特征

与异常有关的成土母质土壤垂直剖面 Cd 含量曲线为宽缓的左倾斜(图 4),自地表至基岩,二叠纪

燧石结核(含碳)灰岩质土壤、长江干流冲积成因的砂砾泥质土壤呈阶梯式下降;震旦纪砂岩质土壤、寒武纪泥页岩质土壤呈燕尾式下降。基岩中 Cd 含量依二叠纪燧石结核(含碳)灰岩质土壤-震旦纪砂岩质土壤-寒武纪泥页岩质土壤呈燕尾式下

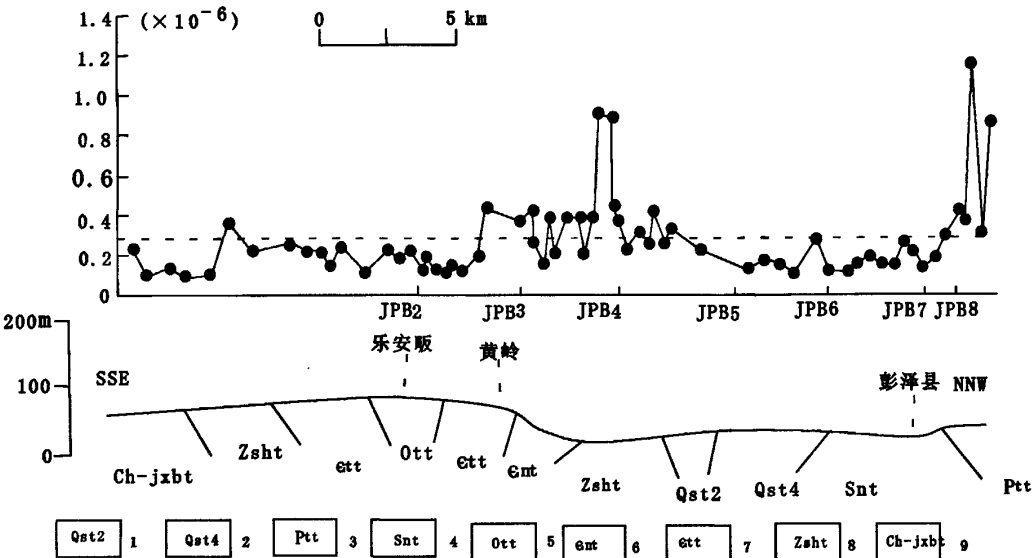


图 3 JPB2-JPB8 水平剖面图

Fig. 3 Horizontal cross section JPB2-JPB8

1.第四纪砂砾泥质土壤;2.第四纪粘土质土壤;3.二叠纪碳酸盐岩质土壤;4.志留纪黄、黑色泥页岩质土壤;5.奥陶纪碳酸盐岩质土壤;6.寒武纪钙质泥页岩质土壤;7.寒武纪碳酸盐岩质土壤;8.震旦纪砂岩质土壤;9.长城-蓟县纪变质岩质土壤

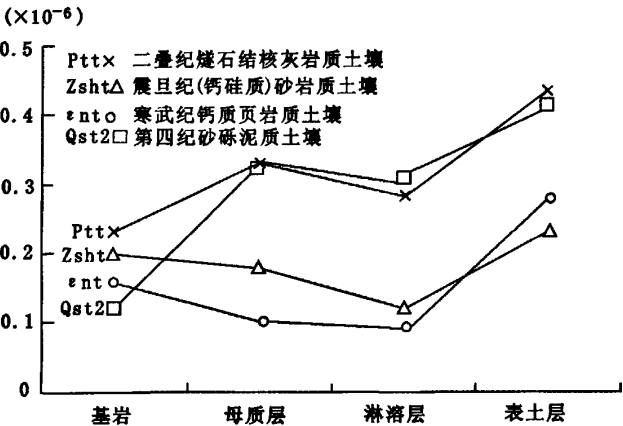


图 4 不同成土母质 Cd 垂向变化特征

Fig. 4 Trend of Cd content by depth in different soil parent materials

降-长江干流冲积成因的砂砾泥质土壤、表土层顺序降低,以二叠纪燧石结核(含碳)灰岩质土壤、长江干流冲积成因的砂砾泥质土壤含量最高,从而佐证了二叠纪燧石结核(含碳)灰岩更具丰富的 Cd,地表有机质、粘土矿物对 Cd 的强烈吸附是引起局部高值异常的主要原因。

3.3 Cd 与其他元素相关性特征

镉(Cd)是典型的亲铜元素,在元素周期表中与

Zn 为同族元素,在地壳中的丰度值仅有 0.2×10^{-6} ,但在各种环境介质中却分布很广,目前发现的含镉矿物共 11 种,常见与含锌矿物及其它多金属矿物共生^[7],因而 Cd 的性质在很多方面与 Zn 相似,在自然界中它们有共同的地球化学行为,但 Cd 比 Zn 更强的亲硫性^[7,8]。因此,研究 Cd 与其他重金属元素的相关性,是揭示 Cd 空间展布的有效途径。剖面资料显示(表 2、表 3),Cd 与 Zn、Cu、As、的相关性最好

表 2 JPA1-JPA9 剖面相关系数计算表
Table 2 Element correlation coefficient of section JPA1-JPA9

	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Pb	Zn
Cd	1.00	0.05	0.37	0.37	0.54	0.30	0.62
Hg		1.00	-0.01	0.00	0.13	0.03	-0.01
As			1.00	0.78	0.70	0.06	0.66
Cr				1.00	0.74	0.08	0.67
Cu					1.00	0.10	0.81
Pb						1.00	0.37
Zn							1.00

注:剖面样本总数 67 件,分析数据由江西地矿局中心实验室完成

表 3 JPB2-JPB8 剖面相关系数计算表
Table 3 Element correlation coefficient of section JPB2-JPB8

	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Pb	Zn
Cd	1.000	0.004	0.310	0.370	0.330	0.200	0.420
Hg		1.00	0.15	0.19	0.03	-0.18	0.24
As			1.00	0.81	0.78	0.70	0.75
Cr				1.00	0.71	0.60	0.82
Cu					1.00	0.90	0.86
Pb						1.00	0.74
Zn							1.00

注:剖面样本总数 73 件,分析数据由江西地矿局中心实验室完成

(相关系数平均大于 0.3),与 Hg、Pb、Cr 的相关性较差(相关系数平均小于 0.3),可见研究区含硫化矿物较多的二叠纪燧石结核(含碳)灰岩以及含 Zn、Cu 元素较高的震旦纪砂岩、寒武纪泥页岩是 Cd 赋存的有利地质体。

4 结论

- (1)九江 - 彭泽一带沿长江南岸 Cd 高值带是多种高含量 Cd 地质体共同作用的结果,研究表明:二叠纪燧石结核(含碳)灰岩、寒武纪泥页岩、震旦纪砂岩是本区 Cd 异常主要的自然源,而长江干流成因的砂砾质粘土 Cd 异常可能与上游源区有关。
- (2)土壤的酸碱度(pH)、理化性质是制约 Cd 元素淀积的重要因素之一,因此合理使用化肥、防止土壤酸化是遏止 Cd 产生大面积异常的有效途径。
- (3)Cd 与 Zn、Cu、As 的相关性较好,上述矿种的开采和工业冶炼均有可能造成 Cd 异常沿长江干

- 流大中城市分布。
- 参考文献:
- [1] 商翎,提福魁,王淑华,等.元素生态地球化学及其应用[M].辽宁大学出版社.1997.
 - [2] 陈怀满,陈能场,郑春荣,等.土壤 - 植物系统中的重金属污染[M].北京:科学出版社,1996.71-72.
 - [3] 马振东,张德存,闭向阳,等.武汉沿长江、汉江 Cd 高值带成因初探 [J].地质通报.北京:科学出版社,2005.8(24).740-743.
 - [4] 谢国刚,邓必荣,罗春林,等.江西庐山地区星子岩群的建立及其地质意义[J].江西地质.1996.4(10): 274-278.
 - [5] 杨忠芳,朱立,陈岳龙.现代环境地球化学[M].北京:地质出版社,1999.154-205.
 - [6] 任利民,陈代庚,陈德友,等.成都盆地浅层土壤中 Cd 来源初探[J].地质通报.2005,24(8):744-749.
 - [7] 李航,肖唐付,何立斌,等.镉的表生环境地球化学效应[J].岩石矿物地球化学通报,2006,31(25): 84-86.
 - [8] 刘英俊,曹励明,李光麟,等.元素地球化学[M].北京:科学出版社,1984.

Source of Cadmium Anomaly in the Jiujiang – Pengze Area along the South Bank of the Yangtze River

DENG Bi-rong, YANG Zhi-yong, ZHANG Xu

(Institute of Geological Survey of Jiangxi Province, Nanchang 330030, China)

Abstract: Study on the vertical and horizontal profiles of Cd content in different types of soil parent materials shows that the Cd content in four types of soil parent materials evolved from the alluvial sediments along the Yangtze River is obviously higher than in other types. The four types are the gravel-silty soil, the Permian chert-noduled (carbon contained) limy soil, the Cambrian shaly soil and the Sinian sandy soil. Their Cd average content are all higher than 0.3×10^{-6} , and they are the main Cd high-value anomaly hosting geological bodies. The result of element correlation coefficient indicates that Cd, Zn, Cu and As are closely related and the natural source is the cause of the common Cd anomaly in the study area, meanwhile, artificial polluting could probably be a big affection of the Cd high-value anomaly around the large cities along the Yangtze River.

Key words: Jiujiang–Pengzhe; cadmium; source; analysis

《地质调查与研究》征订启事

经国家科委和新闻出版署批准, 我刊《前寒武纪研究进展》于2003年起更名为《地质调查与研究》。办刊宗旨: 本刊为地质科学领域中的学术性刊物, 执行党的基本路线及国家的出版政策法规, 坚持“百花齐放, 百家争鸣”的双百方针, 面向地质调查和研究工作, 为地质调查和研究成果提供交流载体, 推动我国地质调查和研究工作的开展, 为我国的经济建设和发展服务。主要刊登内容: 地质调查和研究中的新认识、新成果、新进展, 地区性、专业性焦点、难点问题讨论, 新理论、新技术、新方法、新工艺的研究和引进。内容涉及基础地质、矿床地质、同位素地质年代、第四纪地质、水资源与环境、灾害地质、城市地质、农业地质、地球物理勘查、地球化学勘查、地质调查信息等领域, 以及国民经济和社会发展对地质工作的需求等方面的文章, 亦刊登国外相关领域的研究动态和成果。主要开设栏目: 基础地质、矿产资源、水文地质、灾害地质、环境地质、技术方法等, 非常适合地质工作者、地质院校师生和有关单位的管理者阅读参考。

本刊为80页的季刊, 每期约12万字, 铜版印刷, 公开发行, 可全年订阅, 也可分期订阅。订阅办法: 1) 单位和个人均可向我刊编辑部订阅; 2) 邮局汇款地址: 天津市河东区大直沽八号路4号编辑部, 邮编: 300170; 3) 银行信汇: 天津市河东区工商行大直沽分理处, 账号: 0302040109006621382。

联系电话: 022-24023549

《地质调查与研究》编辑部