国外次生暈工作中的两个問題

欧阳宗圻 袁怀雨

近几年在国外次生暈工作中的两个問題，即景观地球化学在次生暈中的应用及非残坡积物复盖层次生暈的研究。

一、景观地球化学在次生暈中的应用

（一）所謂景观地球化学，即研究地壳表面各种介质中（土壤、水、植物、各种堆积物），元素的分配、分布規律及存在形式，并闡明其原因。根据气候、土壤类型、植被、水文、地形及地貌、岩性、元素存在形式及迁移形式等因素，划分为各种景观单元及各种亚类。次生暈的控制因素和不同单元景观的控制因素基本是相同的，或者說：一定的景观单元和亚类，应該具有一定成因类型和发育規律的次生暈，以及一定的元素存在形式，由此也就决定了一系列的具体工作方法；同时，景观地球化学的理論也必然有助于研究及闡明次生暈的形成机理。

近几年来苏联在化探的研究上已經应用了景观地球化学。1956 年，苏联莫斯科大学地理系組成了以 M. A. 格拉佐夫斯卡婭为首的景观地球化学勘查队，在南烏拉尔进行了大量的实际工作。在 1960 年 21 屆国际地质年会物探文献汇編中，苏联发表了两篇这方面的文章，并出版了几本有关书籍，介紹了工作成果。

（二）他們通过一些柱状剖面及一些横切剖面詳細地描述地形、岩层、各种堆积物、土壤发育类型、植被分布情况、地下水及地表水，测定其中的化学成分、腐植质和二氧化碳的含量、PH 值及疏松物的机械組成，据此編出了景观地球化学图，并推测金属元素的存在形式，作出次生地球化学異常类型預測图。

将一个地区內的景观分为三种基本类型，即，①残积景观，位于地形高处，地下水埋藏深，从外界来的物质只有大气圈的物质，沒有旁側地表及地下涇流。土壤成分主要来自下伏岩石。②水上景观，在地形低凹部位，地下水接近地表，外来物质有来自大气圈和附近残积景观的，和由各种固态液态涇流带来的物质。它們的土壤成分不完全是下伏岩石的成分。③水下景观，地域性的水盆地。在这三种类型交界处，可以有各种过渡类型，并将火成岩、沉积岩及新沉积物（第四紀）組成的景观分别称为正××景观、付××景观和新××景观。

在残积景观中可以按照不同种属的植物，由于它們根系深度不同，对于元素吸收及归还土壤的程度不同，分为各种亚类。还可以按照大气水对地下水的补給程度及气候条件等因素划分出各种亚类。

在水上景观中，按照补給它的水源、氧化还原条件，或水的成分等因素分为各种亚类。

在經过长期风化的地区，可能会有代表不同发育周期的重叠景观。

（三）在苔原景观中（气候严寒，夏天溫度也較低，湿度大，植被多为苔藓及小灌木）氧化带浅，水中含有机质多，有些元素呈胶体迁移，以及冻土分布少的地区，可以进行地表次生暈或生物地球化学方法。对于森林景观，由于气候比較潮湿，金属易迁移，暈在表层減弱，有时水化学，生物地球化学方法可能有效。草原森林景观土壤中金属淋失較弱，为形成地表次生暈工作的有利条件，但活泼元素可能淋出。水暈也比較发育。荒漠景观（夏热冬寒或夏季干热冬季湿潤寒冷，植物寿命短）淋濾弱，故利于进行地表次生暈工作。水化学工作困难。草原景观中（夏热冬寒、雨量較大，有草地沼泽及盐碱土），估計各种化探方法都有效，特别是水化学方法。

在正、付残积景观中形成的次生暈，是由矿体直接风化形成的残积暈，位移不大。向水上景观过渡的各种过渡类型中，有固态或液态迁移形成的机械暈及复杂暈，則有位移。水上景观中通常是堆积暈或盐暈，位移一般較大。以上几种景观单元中的次生暈，在比較大范围內的景观中（如苔原景观、森林景观等），土壤类型不同，各种金属富集层位也不同，又由于存在形式不同，富集粒度也不相同。例如在荒漠地带，大部分微量元素富集在小于0.001 毫米的顆粒中

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（如腐植质等），部份元素富集在較粗的碎屑中。森林草原带灰化土、黑鈣土的特点是表层淋失，淋积层富集，而鋅錳在腐植层富集。

今后进一步的研究任务是：确定元素存在形式的方法，各种組合景观的分类。

（四）对应用景观地球化学的几点认識

1．从已有資料看来，应用景观地球化学了解研究次生晕的发育特征、各种元素的富集迁移規律，是很有意义的。

2．就我們的工作特点及条件来看，首先了解比較小范围各种景观单元内次生晕的发育規律及成因类型，产生水化学、分散流、植物灰異常的可能性，以及金属富集情况。經过一定資料积累和总結，再将景观地球化学应用于生产中，通过剖面确定景观类型，据此确定应用各种化探方法的可能性，应当采取的适当工作方法，以及推断解释时应注意的基本前提。

3．不同比例尺的工作，景观地球化学应用的着眼点也有所区别。例如大面积普查，找成矿远景区，由于只要求找到远景区，并不要求詳細圈出矿脉、矿群范围，因而，进行残积景观、水上景观、水下景观等詳細区分工作就不一定需要。

4．苏联目前应用的各种景观单元分类方法及定名方法还值得研究，对于各种控制因素的关系的研究也还不够系統。目前用景观地球化学单元来推测元素存在形式的作法，认为大致测定金属元素存在形式，再由这个已知因素进而推测其他問題，也是一个应該注意的方法。所有这些情况都說明，目前这項应用科学正处在萌芽阶段，很不成熟，要結合我国金属矿区特点，如地形坏、中高的地区多，以及具体的地貌、地理、气候、植被特点来应用和发展这門学科。目前我国已开始将景观地球化学应用于农业的研究，至于将它应用于找矿还是刚刚开始。

5．为了将它和次生晕的研究結合起来，首先必須尽快地解决以下几个基本工作方法問題：

（1）景观单元划分的标准，剖面的制作方法；

（2）景观要素的内容及测定方法；

（3）确定金属存在形式的方法；

（4）表达各种情况下次生晕发育特征的方法。

二、非残坡积物中次生晕的研究

（一）次生晕的形成过程有以下三种：

1．矿体露头或矿化带被风化后形成的次生晕，一般都直接复盖在矿体上面，但有时也会由于各种外力作用而被搬运形成位移。它以物理风化为主称为机械晕，这种異常只是在以残积物为主的堆积物中才能出现。

2．地表为非残坡积物，由于水及植物的作用，将下部矿体被氧化后形成的盐类吸附上来而形成盐晕（以化学风化为主）。

3．机械晕形成过程中或形成以后又受到化学风化作用，叫复杂晕。

国内外次生晕的工作，过去主要是在残坡积物中进行，近几年国外（加拿大最多）进行了非残坡积物中的次生晕工作，并获得良好的地质效果，扩大了次生晕的应用范围。

（二）在美国近来出版的H.E.豪克斯及J.S.韦布編写的“找矿中的地球化学”一书中，对次生晕进行以下的分类（表1）。这个分类表按次生晕与

表 1

成因类型		分散过程	主要营力	基质	分散元素的存在形式	分散形态
同生	碎屑	原地风化		风化基岩残积复盖铁帽	耐风化的原生和次生矿物，部份粘土矿物，次生含水氧化物	上复
		固态分子被重力、冰、水、风等所搬运	重力	残积复盖铁帽、崩积物		扇形，不对称
			冰	冰积物冰水沉积		扇形，串珠、不规則
			水	表面冲刷沉积		扇形，串珠状
				溪流沉积、湖泊沉积		扇形、三角扇
			风	风成沉积		扇形
	液态	溶液活动	地下水	地下水溶液	复杂溶盐和溶胶	扇形
			地表水	地表水溶液		串珠状
				沉淀和蒸发物沉积	沉淀盐	旁侧分散
	生物	植物新陈代謝	有生植物的向上吸收	有生植物	金属有机化合物	上复的和旁侧分散
				有机物		
后生	液态	溶液运动伴随沉淀	地下水	任何碎屑复盖	粘土矿物上的离子吸附，含水氧化物及有机物离子再沉淀及在含水氧化物中吸收金属有机化合物盐的沉淀	上复，扇形
				渗透的土壤		旁侧分散
			地表水	溪流沉积		串珠状
	生物	植物新陈代謝伴随有机分解产物的再分配	土壤溶液滋养溶液	任何碎屑复盖		上复和旁侧

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

基质形成时間相比較，分为同生及后生两种（其中生物成因类型是属于同生或是后生，还值得研究）。从这个表中可以看出，除了残坡积物以外，在崩积物、冲积物、冰碛物、有机质中也可能有次生晕存在。其形成的原因，一种是富含金属的物质被搬运来，一种是由于水及生物作用而形成的。一般来說后生的異常比較易于提取（其中有机物中的金属，則可以由簡单的离子吸附，一直到金属有机化合物），用盐酸、醋酸或檸檬酸盐即可抽提出来。可以看出后生的多是盐晕，这种次生晕对于比較活泼的元素更容易形成。在冰川、崩积、冲积各种岩屑复盖物上也都可能形成次生晕異常，它可能是同生的，也可能是后生的。

非残坡积物中的同生異常，可能是由于机械运动、固态搬运而形成，也可能为地下水搬运再沉淀而形成。后者比較易于提取，它不在矿体上方，随着离开矿体的距离愈远，强度逐漸減小。近矿处含量随着深度而增加，远离矿体，含量向下則降低。后生異常对找矿更有直接意义。

在冰川复盖物中，由于冰川搬运，可以将矿化基岩或疏松物质搬运 1～3 公里。有时易于氧化的矿石溶解后，向上滲入冰川堆积物，到达地表。这种滲出的異常，多是比較活泼的元素（如 Zn），滲出的深度可由数十厘米到数米，苏联一个鉬矿区可以上升到十米，有时也会形成向旁侧分散。或是由于生物的作用，使地表異常强度大于深部。

在崩积物和冲积物中可能有搬运来的同生異常，它們多为扇形。金属溶液向上迁移也会形成異常，一般都在数米以上。例如在非洲一个沙漠边部，在矿化白云岩上的鈣质层中有 Pb、Zn 異常（表 2）。

表 2

名　　称	深　度（呎）	Zn（微克）	Pb（微克）
棕色頂部土壤	0～1	75	70
	1～2	125	120
	2～3	115	20
	3～4	240	50
鈣质层	4～5	150	20
	5～6	95	15
	6～7	300	35
	7～8	240	55
	8～9	850	120
矿化白云岩	9～10	6,400	290
非矿化白云岩上方的鈣质层中		20～100	5～30

有机物多在湿地、不动的凹陷地带形成，由于植物及地下水的作用，也可能产生次生晕。在沼泽地区也可能有由周围高地而来的次生晕。

对于湖泊及海相沉积中，有时有同生異常或外来堆积物的異常，也能由地下水作用形成后生異常。

在沙漠地带有时能产生与风力有关的異常。

（三）在加拿大东部几个冰川地区，曾进行了次生晕工作，为 Cu、Pb、Zn多金属矿（含黄鉄矿），进行了分散流和次生晕工作，测定了总金属量及Cu、Pb、Zn。在冰碛物中Cu、Zn 离子可以向上方迁移数十厘米到数米，以 Zn 的迁移距离最大。大气降水使金属向下淋失。有时由于生物的作用而在表层形成富集。在矿体附近的下坡及凹陷地区，有时也出現異常，这是地下水搬运而形成的，它往往位于矿体的下盘，異常較弱，搬运距离不太大。也有由冰川搬运而形成的分散流，它可在距矿体很远处出現（数百米到1～2公里）。品位低或面积小的矿体和冰碛复盖厚的地区不易产生異常。

工作結果认为，在冰川地区可以产生次生晕，但在气候潮湿时要进行复盖物底部取样。自矿体沿着冰川运动方向会产生分散流。地下水通过矿体后含在矿体下盘，地下水出露处产生異常。有时植物会引起地表腐植层中的金属富集。

在加拿大一个Cu矿区，它是一个冰川沼泽地区，用X 螢光分析測定地表下十呎深泥炭中銅的含量，得到了一片異常（60 r/g 背景为 12 r/g）。这个異常带向矿体北面偏移，这个方向也正是沼泽水流动方向，說明在泥炭沼泽下的硫化物溶解后被沼泽水带走，因而形成了異常的偏移。

在苏联哈薩克斯坦烏茲別克銅矿区，这里有栗色土及碱土硬壳两种类型土壤，前者 A 层为 20 厘米，后者 A 层厚 3～5 厘米。在栗色土中，C 层銅含量与基岩近似，而 A 层升高了約一倍，Pb 則相反。Cu 在 A 层的富集与腐植质有关。

在北罗德西亚的一个銅鈷矿区，地形比較平坦，气候属亚热带，11～4月为雨季，露头很少，残积物厚达 60 呎，有 15% 为沼泽地区，土壤的透水程度差。这种地区的異常，由于地下水的搬运往往向下坡延展到几千呎。阳离子交換容量較大，这和高岭土含量比例高有关(有机质的含量也有一定的关系)，冷提取銅含量与总銅量的比值与有机质的含量成正比。透水程度差的土壤和透水程度好的土壤相比，前者冷提取銅

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的比例高，而且銅主要賦存在0.2毫米以下的細顆粒級中。PH值低时，沼泽土壤中的亚土层Cu含量有降低的趋势，但是，它的影响远比有机物含量的影响要小。对于水系沉积物，在砂土样品中冷提取異常的清晰度（異常值与異常下限的比），要比富含有机物样品中冷提取的清晰度高，这是由于有机物对于冷提取方法所提取Cu的紧密控制有关。

苏联E.B.拉許科娃等进行了高岭土、鈣磷石、膨潤粘土对U、Pb、V、Mo的吸附作用的試驗。結果认为它們的稀释溶液都会被这些天然吸着剂所吸附。在磷鈣石中，U、Pb有大量堆积，对釩酸盐离子及Mo的阴离子吸附量很小，但对Mo的阳离子吸附量較大。在高岭土中，Pb、U則很少，V也很少，Mo的阳离子吸附量大，阴离子几乎不被吸附。因此，在天然条件下应注意这些粘土矿物对于这几个元素氧化后的吸附作用。对于Pb、U矿应当注意富含磷鈣石风化物中的次生晕；而对于Mo、V来說則应注意富含氢氧化鉄、氢氧化錳和腐植质的土壤层。

（四）通过这些資料可以得到以下的认識：

1．对于非残坡积物复盖地区，也有产生次生晕的可能性，一种是同生的，一种是后生的，而后者对于找矿更有直接意义。这种異常主要是盐晕，它的含量低，位移方向往往与地下水流向有关，取样深度应該加大，推断解释也更复杂。以物理风化为主的次生晕，也会有氧化作用而使異常的特点发生某些变化。

2．注意堆积物的来源，确定晕的成因类型，了解主要金属存在形式，对于采用正确的工作方法以及为推断解释提供必要的前提，都是很重要的。

3．我国水稻田及沼泽带等复杂地区，也都有可能应用次生晕来找矿，但是首先应当解决深部取样工具的問題。在研究異常时，应研究有关地下水的資料，注意富集粒度以及必要的各种粒度的主要矿物的鑑定，选择清晰度最大的溶剂等問題。

参 考 文 献

1. Geochemistry in mineral exploration H.E.Hawkes & J.S.Welb

2. Report of 21 session norden part II geological results of applied geochemistry and geophysics 1960

3. Метод определния микроколичеств молибдена в наложенном солевом ореоле А.Д.Миллер А.А.Мохов Л.В.Турылева. Геохимия №7. 1961.

4. Возможная роль сорбции в образовании ореолов рассеяния. Е.В. Рожкова М.Б. Серебрякова Советская геология №4. 1959

5. Международный геологический конгресс XXI Сессия 1960 доклады советских геологов геологические результаты прикладной геохимии и геофизики розI геохимия 1960

6. 化学地理的基本原理与方法 M.A.格拉佐夫斯卡娅等。

7. 景观地球化学概論。A.И.彼列尔曼

8. М.А.Глазовокая А.А.Макумина. Геохимия ландшафтов и поиски полезных ископаемых на Южном Урале изд. МГУ 1961.

9. М.А. Глазовская. А.А.Макумина. Геохимия степей и пустынь. 1962. Вопросы географии. №59.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net