

中国地质勘查技术院 主办

勘查地球物理 勘查地球化学文集

第 14 集

区域与矿区地球化学找矿方法研究专辑

李善芳 孙焕振 主编

地 质 出 版 社

中国地质勘查技术院 主办

勘查地球物理 勘查地球化学文集

第 14 集

区域与矿区地球化学找矿方法
研究专辑

李善芳 孙焕振 主编

地质出版社

前 言

本文集是地质矿产部“六五”期间重点科技攻关项目《区域与矿区地球化学找矿方法的研究》(部分)中有关“特殊景观区区域化探扫面方法技术的研究”、“以金、锡、钨、铅、锌为主的金属矿床地球化学特征与元素原生分带的研究”以及“1:50000地球化学普查的合理布署与工作方法”三个课题中的部分专题的研究成果的选编。

“特殊景观区区域化探扫面方法技术的研究”课题中我们选编了有关干旱与半干旱景观区、岩溶区、热带雨林景观区区域化探的绝大部分研究成果。其中,特别是有关干旱、半干旱景观区的研究,基本搞清了该区风成沙干扰的机制,它所建议的截取样品粗粒级的方法,由于能有效地消除风成沙的干扰,实际上已在国内类似景观区广泛应用多年,并据此发现了不少过去用常规化探方法未能发现的地球化学异常和一些矿产地。有关岩溶景观区区域化探扫面方法技术的研究和热带雨林景观区的研究是我部首次较系统进行的两项研究。通过研究提出了有关化探工作方法的建议,包括取样介质、密度、粒度、部位等,可作为今后在类似景观区扫面工作的参考。

“以金、锡、钨、铅和锌为主的金属矿床地球化学特征与元素原生分带的研究”课题中选编了某些热液金矿床、矽卡岩型铜铁矿床、铁铜金矿床、锡矿床、二个铅锌矿床、铜矿床、钨钼矿床等的地球化学特征与元素原生分带共8个专题研究成果。这些研究成果所提出的原生分带规律和地球化学评价指标,对在矿区外围和类似地区寻找同类矿床具有指导或参考意义。

“1:50000地球化学普查的合理布署与工作方法”课题中我们选编了“1:50000化探普查多元素、多方法配套分析方案”等8篇有关1:50000化探样品分析方法方面的文章。这是因为我们考虑到目前我部1:200000区域化探工作已完成全国应测面积的2/3,除我国一些边缘省、区外,大部分省、区的区域化探工作已经完成或基本完成。因此,在今后相当长的一段时间里,1:50000化探普查的工作量可能是大量的,相应的1:50000化探样品的分析测试任务必定会是很大的,而目前有关这方面的技术资料 and 文章不多,特别是利用目前我部野外队实验室已有仪器设备所研究制定的分析方法尤感缺乏。我们希望这8篇文章能弥补这方面的不足。

本文集有关特殊景观区区域化探方面的6篇文章由李善芳、任天祥审阅和推荐,金属矿床地球化学特征与元素原生分带的研究方面的8篇文章由李善芳、徐外生、羌荣生审阅和推荐,1:50000化探普查样品分析方面的8篇文章均由孙焕振审阅和推荐。此外羌荣生还参加了本文集部分编辑工作。

由于编辑水平有限,文集难免有差错,敬请读者批评指正。

主编:李善芳 孙焕振

目 录

1. 内蒙古东部半干旱区区域化探扫面方法技术研究.....
.....李 清、奚小环、赵玉涛、车广军 (1)
2. 干旱半干旱景观区植物地球化学找矿方法的研究.....
.....孔令韶、高 平、任天祥、洪海军 (33)
3. 新疆东部干旱荒漠区区域化探扫面方法探讨.....宋来忠、王学彦、钟爱军 (48)
4. 广西岩溶区区域化探方法的初步研究.....黄成雅 (54)
5. 云南西双版纳热带雨林景观区化探扫面方法的初步研究.....阮文斌、丁夫勇 (70)
6. 内蒙古中西部荒漠半荒漠区区域化探方法技术研究.....
.....任天祥、张 华、杨少平、赵 云 (77)
7. 某些热液型金矿床地球化学特征及原生分带的研究.....古平等、余学东 (80)
8. 安徽月山矽卡岩型铜铁矿床地球化学异常特征.....苏国森、徐外生 (81)
9. 鄂东南铁铜金金属矿床组分原生分带特征研究.....朱良杉、李辉文、熊继传 (104)
10. 广东银岩锡矿床地球化学特征及地球化学找矿模式.....黄薰德、张定源 (119)
11. 青海锡铁山层控铅锌矿床原生晕的研究.....张世高、龚西民 (141)
12. 青海赛什塘铜矿床地球化学特征及其成因的探讨.....张世高、龚西民 (153)
13. 内蒙白音诺铅锌矿床地球化学特征及原生异常分带.....
.....李鹤年、段国正、郝立波、范国传、王文珍 (163)
14. 江西阳储岭钨钼矿床原生晕及原生分带特征.....
.....李应桂、李云浮、王英秀、成杭新 (171)
15. 1:50000 化探普查多元素多方法配套分析方案赵家仁 (188)
16. 1:50000 化探普查水系沉积物样品分析方法的技术要求和主要研究成果
.....赵家仁 (199)
17. 1:50000 化探样品测试质量监控方案何本切 (207)
18. 对1:50000 化探普查样品分析质量监控与检查方案的讨论
.....杨泗麟、郭凤英、王 红等 (215)
19. 光谱撒样法快速定量分析及其在 1:50000 化探普查样品分析中应用的研究...
.....郭凤英、杨泗麟、王长明、姚念武 (225)
20. 垂直电极近似定量发射光谱方法测定铌、锆、钽、钇、铍、锑、钨.....
.....姚念武、杨泗麟、郭凤英、王长明 (237)
21. 深孔空腔加热载体蒸馏发射光谱法.....顾德纬 (245)
22. 氯化铵烧结发射光谱法测定难蒸发元素.....陈学智 (253)

内蒙古东部半干旱区区域化探扫面方法 技术研究

李清 奚小环 赵玉涛 车广军

(地矿部第二综合物探大队)

一、前 言

内蒙古东部属半干旱草原景观区,面积约50万 km^2 。区内由于气候干燥具多风沙的特点,风携带大量沙尘经过沉积、吹扬、搬运、再沉积的周而复始的长期过程,在一些地区形成了风成沙堆积地貌,并广泛掺杂于由基岩风化而成的土壤及水系沉积物之中,给化探工作的开展带来极大的困难。

长期以来,由于没有正确认识该类地区的表生地球化学特征,缺乏一套适合于该种景观特点,并能有效排除风成沙干扰的工作方法,致使化探工作在这类地区未能取得良好的地质效果。为此,从1983年起,在约30万 km^2 范围内,按不同地貌景观和矿种选择了22个矿区或矿点,进行了大规模的方法研究,在此基础上开展了土壤、水系沉积物,以及水化学、植物地球化学测量等可行性试验。根据所取得的成果,进行了1.5个图幅的1:200000土壤测量、一个图幅的1:200000水系沉积物测量,四个图幅的1:200000水化学测量的试生产及130 km^2 的植物地球化学试点测量。这些工作都取得了满意的结果,基本上解决了受风成沙干扰的半干旱区区域化探方法技术问题。

二、研究区概况

研究区包括大兴安岭南段(即白城—阿尔山以南)及其相邻地区(下称南部)和大兴安岭北段西部的呼伦贝尔高原(即罕达盖—海拉尔以西,下称北部)。区内平均气温 4°C ,年降水量250—400mm,年蒸发量800—1500mm,属中温带半干旱气候。

大兴安岭南段,山脉呈NNE走向延伸,海拔1000—2000m,切割深度200—500m。河流呈树枝状分布,东南与西辽河平原接壤,西为蒙古高原,地势东南低,西北高,属寒冻干燥剥蚀地貌。

呼伦贝尔高原为内蒙古高原的一部分,地势东高西低,海拔700—1000m,比高50—100m,山顶浑圆,地形起伏平缓,水系极不发育,常盖有风成沙,低洼地区常有沼泽及盐碱小湖群,属风蚀残山丘陵地貌。

根据地形切割深度,研究区可分为中低山区和丘陵准平原区两种次一级地貌景观(图1)。

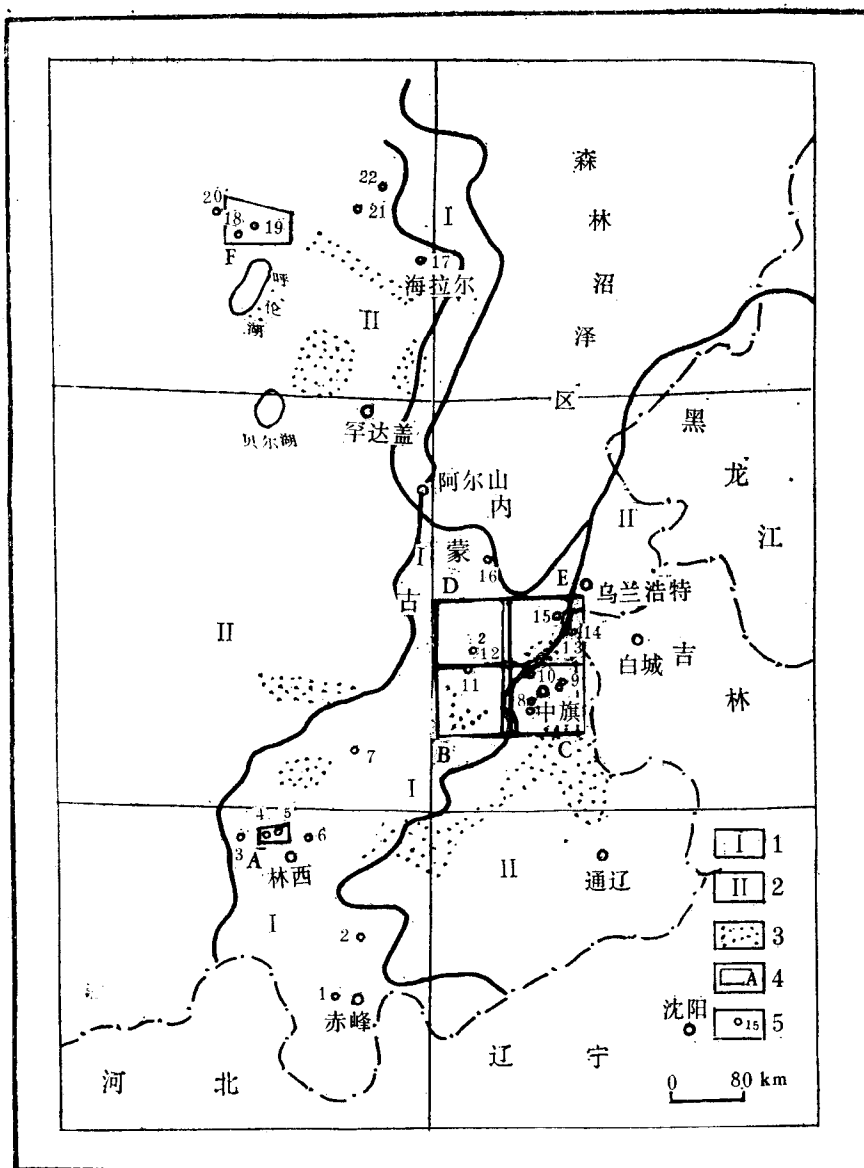


图 1 内蒙古东部景观分区及工区位置图

1—中低山区；2—丘陵准平原区；3—风成沙分布区；4—试生产工作范围及编号：A—同兴工区、B—哈达营子幅、C—科右中旗幅、D—吐列毛杜幅、E—突泉县幅、F—满州里幅；5—试验点名称及编号：1—红花沟金矿、2—梧桐花铅锌矿、3—查木罕钨锡矿、4—大乃林沟砷矿、5—黄家店铁矿点、6—大井铜矿、7—白音诺铅矿、8—布敦花铜矿、9—查干诺尔多金属矿点、10—孟恩套力盖银铅矿、11—石长温多尔铅矿、12—八〇一铌矿、13—莲花山铜矿、14—长春岭铅矿、15—铜牛山铁铜矿、16—巴洛哈达铁铜矿、17—海拉尔铅矿点、18—乌奴格吐山铜钼矿、19—头道沟铜矿、20—龙岭铁锌矿点、21—八八八铜矿、22—八大关铜矿

Fig. 1. Landscape division of eastern Inner Mongolia and locality of the working section

1—Medium-low mountain area; 2—hilly peneplain area; 3—distributive area of colian sand; 4—trial working area and its serial number; A—Tongxing working section; B—Hadayingzi sheet; C—Keyouzhongqi sheet; D—Tuliemaodu sheet; E—Tuqian County sheet; F—Manzhouli sheet; 5—name and serial number of test point; 1—Honghuagou gold deposit, 2—Wutonghua lead-zinc deposit, 3—Chamuhan tungsten-tin deposit, 4—Dancilingou arsenic deposit, 5—Huangjiadian iron occurrence, 6—Dajing copper deposit, 7—Baiyinuo lead-zinc deposit, 8—Budunhua copper deposit, 9—Chagannuoer polymetallic occurrence, 10—Mengentaoligai silver-lead-zinc deposit, 11—Shichangngwenduoer lead-zinc deposit, 12—No. 801 samarskite deposit, 13—Lianhuashang copper deposit, 14—Changchunling lead-zinc deposit, 15—Naoniushan iron-copper deposit, 16—Baluhada iron-copper occurrence, 17—Hailaer lead-zinc occurrence, 18—Wunugetushan copper-molybdenum deposit, 19—Toudaogou copper-molybdenum deposit, 20—Longling iron-zinc occurrence, 21—No. 881 copper deposit, 22—Badaguan copper deposit

中低山区干沟底普遍具有20—40mm厚的黑灰色沙土；丘陵准平原区其上覆盖有0.5—2.0m的黑褐色疏松砂土层；在宽阔河谷及风口处常有2m以上的固定、半固定的风成沙丘或沙地分布。

在大地构造上，研究区处于天山-阴山纬向褶皱系东段，属内蒙古华力西晚期褶皱带，部分为大兴安岭华力西中期褶皱带。太古宇、古生界、中、新生界地层均有出露，其中上古生界二叠系及中生界侏罗系火山岩分布最广，其它地层多呈零星分布。岩浆侵入活动频繁，种类较多，岩性复杂，其中以中酸性岩类为主，基性、超基性岩类较少。矿产丰富，具工业价值的有铁、铜、铬、铅锌、钨锡钼、银、金、煤、萤石矿等。

三、工 作 方 法

为了合理解决化探方法技术问题，在研究区内选择有代表性的矿床、矿点，按不同景观区开展土壤、水系沉积物的层位、粒级以及水化学、植物测量的可行性试验研究，以确定方法的有效性。在此基础上，于矿区周围先作小面积试验，然后逐步扩大到大面积的试扫面。

具体作法是在矿化带或矿体上方及其邻近的疏松堆积物中，选择一定数量的点，在每个点上由下而上按残积层、坡积层、坡风积层分别取样。在中低山区的矿床下方沿水系按一定间距分表层、冲风积层及冲洪积层进行取样。在大片风成沙分布区也采集了一定数量的风成沙样品。以上层位、粒度试验样品每个重2.5—3.0kg，室内加工时分成以下9个粒级：

1. <10mm—5mm (5目)
2. <5mm—2mm (10目)
3. <2mm—0.9mm (20目)
4. <0.9mm—0.45mm (40目)
5. <0.45mm—0.2mm (80目)
6. <0.2mm—0.125mm (120目)
7. <0.125mm—0.097mm (160目)
8. <0.097mm—0.076mm (200目)
9. <0.076mm (<200目)

水化学测量：选择部分矿床周围的井、泉，当井、泉密度过稀时，采取少量水泡子水或河水作样品；每一采样点取水样4瓶，其中500ml两瓶，一瓶在住地作简易水质分析，另一瓶用PAN-CaS共沉淀后送实验室分析；100ml两瓶，一瓶酸化至 $\text{pH} \leq 2$ 分析As、Sb、Bi，另一瓶分析U。

植物测量：在被风成沙覆盖的矿床或矿点上，采集不同植物种属及同一植物的不同器官作样品。样品洗净、晒干、粉碎、灰化后进行分析。

样品分析：层位粒级试验样品采用原子吸收分析Cu、Pb、Zn、Ag、Fe、Mn、Co、Ni，原子荧光分析As，化学-光谱分析金，极谱分析W、Mo。对部分样品还进行了偏提取分析、有机质分析、钙含量分析以及物相分析和矿物学鉴定。

水化学PAN-CaS共沉淀样品及植物样品采用光谱撒样法定量分析Cu、Pb、Zn、Ag、Mo、Ni、Co、W、Fe、Mn、Ti，原子荧光分析As、Sb、Bi，激光测铀仪分析U。

四、风成沙的干扰机制

对研究区内气候、地貌类型、疏松层的成因及发展史、表生介质的粒度分布等特征的研究,发现区内景观环境与内地有很大的差异:

1. 风化壳经历了长期的剥蚀作用,原地残积层极不发育,现在地表所覆盖的厚0.5—2.0m的土壤,主要为过去风积物质形成的,已壤化的富含腐植质的沙土,冲沟表面发育的黑灰色沙土,也属于同一成因类型,这些覆盖物中元素的含量明显低于残积层或冲洪积物(图2)。

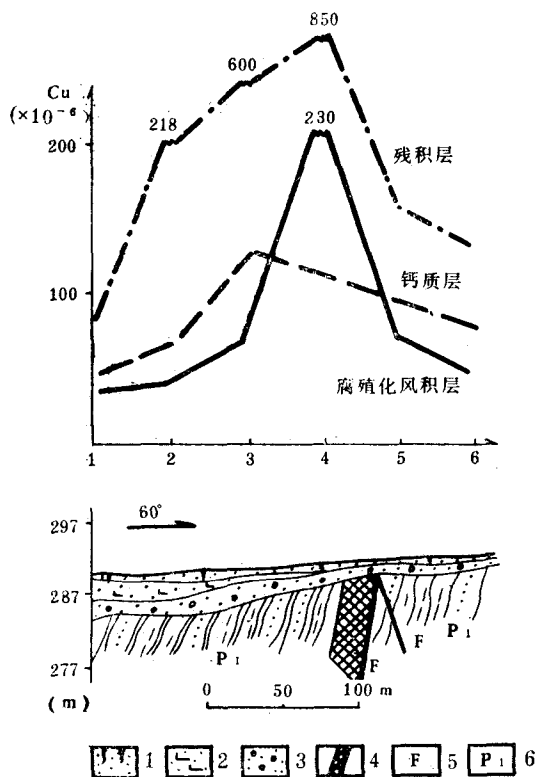


图 2 布敦花铜矿区土壤测量不同层位铜含量曲线

1—腐植化风积层; 2—钙质层; 3—残积层; 4—铜矿体; 5—变质砂岩夹片岩; 6—断层

Fig. 2. Copper contents of different layers determined during soil survey of the Budunhua copper ore district

1—Humic aeolian layer; 2—calcareous layer; 3—cluvium; 4—copper orebody; 5—metamorphosed sandstone interbedded with schist; 6—fault

2. 风成沙的粒度频率分布曲线呈正态分布,其粒径均在2mm以下,主要集中在 $<0.9\text{mm}$ — 0.097mm (即4—7号)粒级间,占总重量的90%以上。但不同地区稍有差异,北部峰值出现于 <0.45 — 0.15mm ,而南部峰值在 <0.9 — 0.2mm 间,即后者风成沙的粒级较前者粗(图3)。

残积土与冲洪积物的粒度分布基本相同,均以粗粒级为主,而与风成沙的粒级有明显差别,其分布曲线呈双峰:第一个峰值在 <5 — 2mm (2号)粒级间;第二个峰值在 <0.9 —

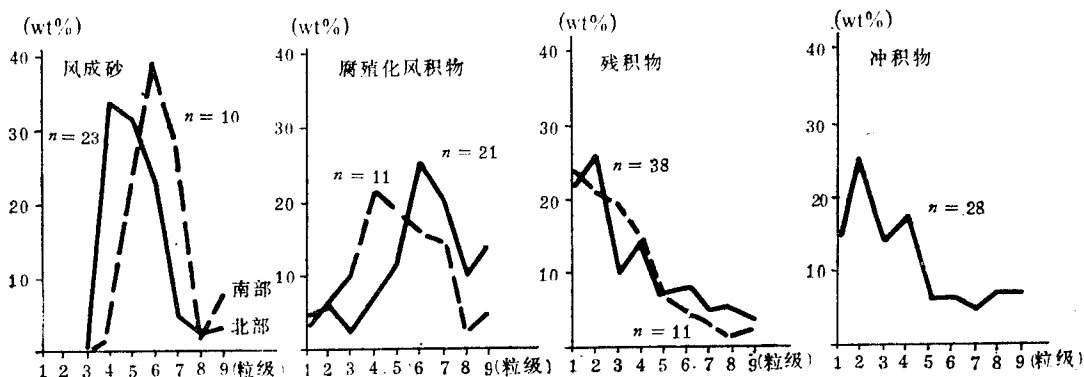


图 3 表生物质粒级频率分布曲线

注：① 粒级所对应的毫米数为：1.<10—5；2.<5—2；3.<2—0.9；4.<0.9—0.45；5.<0.45—0.2；6.<0.2—0.125；7.<0.125—0.097；8.<0.097—0.076；9.<0.076（单位为mm）

② n 为统计样品数

Fig. 3. Grain size frequency distribution of hypergene materials

Note: ① Grain sizes are respectively 1.<10—5；2.<5—2；3.<2—0.9；4.<0.9—0.45；5.<0.45—0.2；6.<0.2—0.125；7.<0.125—0.097；8.<0.097—0.076；9.<0.076（in mm）

② n refers to number of statistical samples

0.45mm（4号）粒级间，而这个区间正是该区风成沙聚集的粒级区间，说明与风成沙的混入叠加有关；砂物鉴定结果亦证实确有风成沙混入。而北部地区残积物的粒级分布曲线由粗而细逐渐降低未出现峰值，说明其间风成沙混入较少。

土壤中腐殖化坡风积物的粒级分布曲线与残积物亦有明显差异（见图3-b），其峰值在<0.9—0.125mm（4—6号）粒级间。

3. 风成沙在表生介质各粒级中的混入量由表1可以看出：一般是从3号（<2mm）粒级开始，随着粒径变小，风成沙含量增多，而在细粒级部分占居主要地位。所谓的残积土也混入了大量风成沙。

表 1 表生介质各粒级风成沙含量

介 质	含量 (%)	粒 级									统计样数
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
土	残 积 物	0	0	11.3	29.4	55.0	74.8	91.1	>95	>95	12
	坡风积物	0	1.3	13.0	35.5	58.0	77.8	92.5	>95	>95	10
水系沉积物		0	0	12.5	35.0	60.0	85.0	95.0	>95	>95	4

4. 对前几年采集的化探样品所选择的几种粒级风成沙混入量也进行了统计，结果列于表2。从表2可以看出：残积物及冲洪积物<0.45mm粒级中的风成沙含量高达75%，属风成沙严重干扰的粒级；<5—0.45mm粒级风成沙含量占11—15%，属风成沙轻微干扰；<10—0.9mm粒级风成沙含量仅占2—4%，基本无干扰。同时看出坡风积物样品的风成沙含量，均明显高于其它样品。

表 2 风成沙在各截取粒级中的混入量

含量(%) 介质	粒 级	<10—0.9mm	<5—0.45mm	<0.45mm	统计样品数
土	残 积 物	2.6	11.2	77.0	9
	坡风积物	5.1	22.8	82.3	9
水系沉积物		4.1	15.4	75.5	5

研究表明, 风成沙各粒级微量元素含量均显著低于克拉克值。元素在各粒级中的分布形态呈“V”字形, 与风成沙粒级呈“^”字形分布的曲线相对应(图4), 表明风成沙集

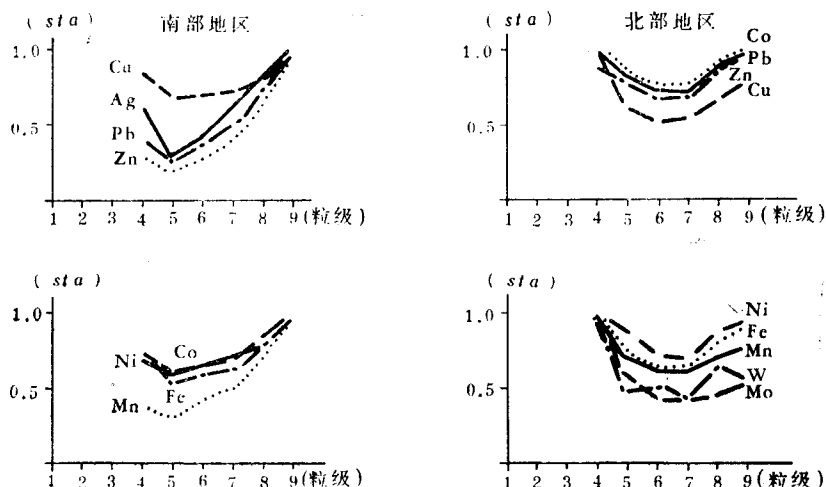


图 4 风成沙各粒级元素含量分布曲线

Fig. 4. Distribution of elements in various grain sizes of eolian sand
(element contents normalized)

中的粒级, 元素含量最低, 离差也小。显然风成沙的混入对残、坡积物和冲洪积物的元素含量会产生很大的稀释作用。因此认为, 以往样品截取<0.45mm 部分进行分析, 在矿床上方异常反映不好或无异常显示, 为风成沙干扰之故。由此看出, 在该区进行土壤或水系沉积物测量时, 取样介质及粒级的选择是很重要的, 选择不妥, 则难于取得好的地质结果。

五、半干旱条件下元素的迁移特征

半干旱区物理风化作用占主要地位, 岩石以机械破碎为主, 风化物多为粗大棱角状岩块及岩屑, 成壤作用差, 残积土及冲洪积物具粗骨性(图3)。但在硫化矿床周围, 化学风化作用亦较强烈, 氧化带的发育深度往往可达数十米, 在有些条件下, 还可以形成次生富集带(表3)。矿石矿物鉴定结果表明, 原生矿物往往被褐铁矿交代, 褐铁矿呈黄铜矿、黄

铁矿假象出现（表4），较少形成孔雀石等。褐铁矿在残积物中仍为主要矿物，占金属矿物的87%以上（表5），表明褐铁矿以其稳定性而普遍分布于疏松层中。

表 3 莲花山铜矿床垂直分带特征*

矿床分带	深度(m)	分 带 特 征
氧化带(I)	0—2	主要由褐铁矿、胶状褐铁矿和少量孔雀石组成，原生矿物几乎不见，风化淋失强烈
氧化带(II)	1—10	主要矿物为胶状褐铁矿、针铁矿及孔雀石、蓝铜矿等，镜下见有少量白铅矿、菱锌矿等，褐铁矿中Cu含量达5—10%
次生富集带	20—40	较多原生矿残留体，大量孔雀石、蓝铜矿辉铜矿及部分胶状褐铁矿、针铁矿等，次生富集主要与辉铜矿大量出现有关
原生带	>40	以黄铜矿为主，其次为斑铜矿、辉铜矿、辉银矿等

* 据矿区初勘报告

表 4 铜矿床褐铁矿矿物特征及其 Cu 含量*

矿 区	褐 铁 矿 特 征	Cu量(%)
布 敦 花	与孔雀石、黄铁矿连生， $\rho > 3.2\text{g/cm}^3$	8.29
	褐色，油脂光泽，条痕褐红色， $\rho < 3.2\text{g/cm}^3$	3.79
	黄—棕黄色、块状、土状光泽、条痕黄褐色 $\rho < 3.2\text{g/cm}^3$	0.85
莲花山	胶状，常呈黄铜矿黄铁矿假象，含细小孔雀石、蓝铜矿等	5—10

* 据矿区勘探资料。

表 5 残积土中金属矿物及其所占百分比

矿 物 名 称	布 敦 花 铜 矿	莲 花 山 铜 矿
褐 铁 矿	87	97.4
孔 雀 石	13	2.5
其 他		0.1
统计样数	5	2

研究表明：表生条件下成矿元素及伴生元素的迁移与褐铁矿具有密切关系。在铜矿区，褐铁矿中的Cu含量很高，可达8—10%（表4）。说明褐铁矿是Cu及其伴生元素在表生带迁移的主要载体矿物；在铅锌矿区，除褐铁矿外，尚有铅矾等。

显微鉴定结果表明，在这些矿区的残积土中，褐铁矿及孔雀石、铅矾等均富集在较粗粒级中（表6）。对样品进行磁性分离鉴定亦表明，各种磁性矿物一般都分布在较粗粒级中，尤其是 $< 2-0.45\text{mm}$ 粒级区间。

Nb、Y、Zr等元素除呈独立矿物存在外，还以类质同像方式分散于磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿及一些副矿物中。这些矿物在表生条件下，均以稳定的机械方式迁移。

表 6 残积土中各粒级金属氧化矿物的分布(%)

矿 区	矿物名称	粒 级 (%)									样品数
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
布 敦 花	褐 铁 矿	8.3	8.3	8.3	8.3	10	8.5	4	/	/	3
	孔 雀 石	0.7	1	1	2.5	2	2.7	0.3	/	/	
莲 花 山	褐 铁 矿	7.5	10	10	10	10	7.5	2.5	/	/	2
	孔 雀 石	少	/	/	少	/	/	/	/	/	

在硫化铜矿床表生氧化坡积物中,铜主要以结合氧化铜形式存在,随着迁移,铜强烈淋失,伴生元素Pb、Zn、As等淋失,Ag、Sn、Ga、Co则在坡残积物中富集。在铅锌矿区则有所不同,Pb在坡残积物中富集,Zn淋失,其他元素在不同地区亦不尽一致。

在硫化矿区,水系沉积物中的元素流失现象十分明显,碳酸铅含量亦明显下降。一般水系中元素异常衰减较快,以稳定矿物形式存在的元素如Nb、Y、Zr等则迁移较远,可达6km左右。

岩石风化氧化后,在矿区成矿元素及其伴生元素多以离子形式、部分以络阴离子形式进入地下水,且较稳定,在水中能迁移较远的距离。

六、试点测量结果讨论

1. 土壤测量

土壤主要发育于丘陵准平原区。中低山区仅见于山坡及山顶。因而选择丘陵准平原区的莲花山、布敦花、乌奴格吐山、八大关等矿区进行土壤测量试验。由于发现这些地区地表土壤是由风积物质形成的,故采用麻花钻或机动钻穿透表面腐植层及褐灰色砂土层,采至基岩面上的残积物为限。为进一步滤掉风成物质干扰,截取 $>0.45\text{mm}$ 粒级部分为样品。将这次试验结果与先前取样深度为20—40cm,筛取 $<0.3\text{mm}$ 或 $<0.45\text{mm}$ 粒级部分样品的结果进行对比,效果显著改善。

从图5、图6可以看出:以往采集的所谓“B”层物质,在矿床上方仅出现含量很低的点异常或几乎无异常显示,而改用穿过表层,采集基岩面上的物质,采样密度虽较前者稀,但在矿床上方仍圈出了明显的异常,而且异常范围大、强度高、浓集中心明显,能很好地反映矿体的存在。由此说明以往规定采样深度20—30cm,截取 $<0.3\text{mm}$ 或 $<0.45\text{mm}$ 粒级部分样品,实际上多为风成沙,其结果不佳是必然的。

研究表明,如果仅采集基岩面上的物质,而不考虑选择样品的粒级,仍难于完全避免风成物质的干扰。如乌奴格吐山大型铜矿区,将野外所采的同一残积层样品,分成 $>0.45\text{mm}$ 与 $<0.45\text{mm}$ 两种粒级分别进行分析、成图,所圈出的异常表明,前者明显优于后者(图7)。可见粗粒级的结果比细粒级为好。

由于该地区地球化学景观特殊,残积层中元素相对矿体侧向迁移距离比较小,为选择

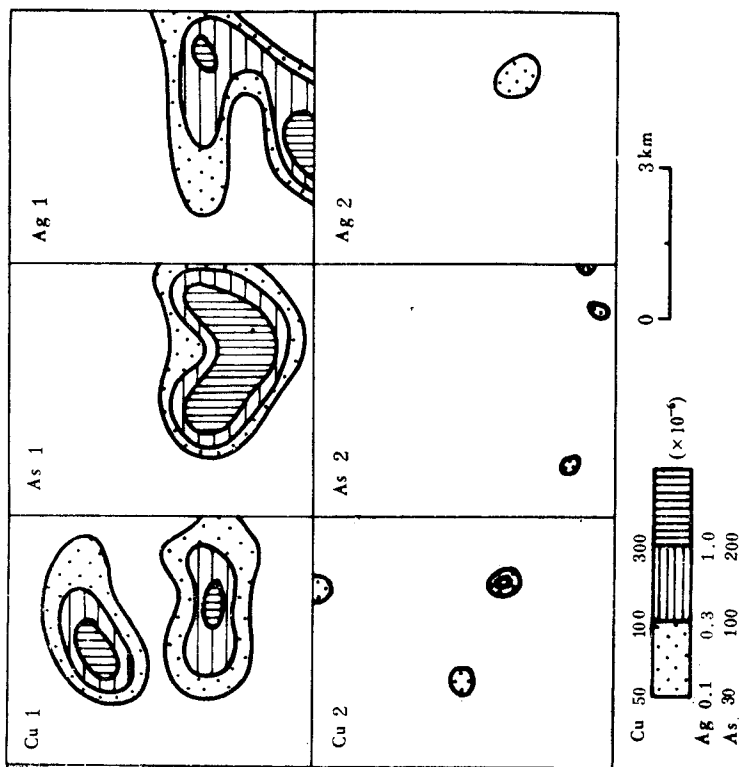


图 5 布敦花铜矿区土壤测量不同粒级异常对比图

注：1. 1983年截取 $<5-0.45\text{mm}$ 粒级样品，采样密度为1个点/ km^2 ；
2. 1980年截取 $<0.45\text{mm}$ 粒级样品，采样密度3—4个点/ km^2

Fig. 5. Comparison of anomalies formed by samples of different sizes in soil survey of the Budunhua copper ore district

Note: 1. In 1983, samples of grain sizes $<5-0.45\text{mm}$ were collected with sampling density 1 point/ km^2 ; 2. In 1980, samples of grain sizes $<0.45\text{mm}$ were collected with sampling density 3—4 points/ km^2

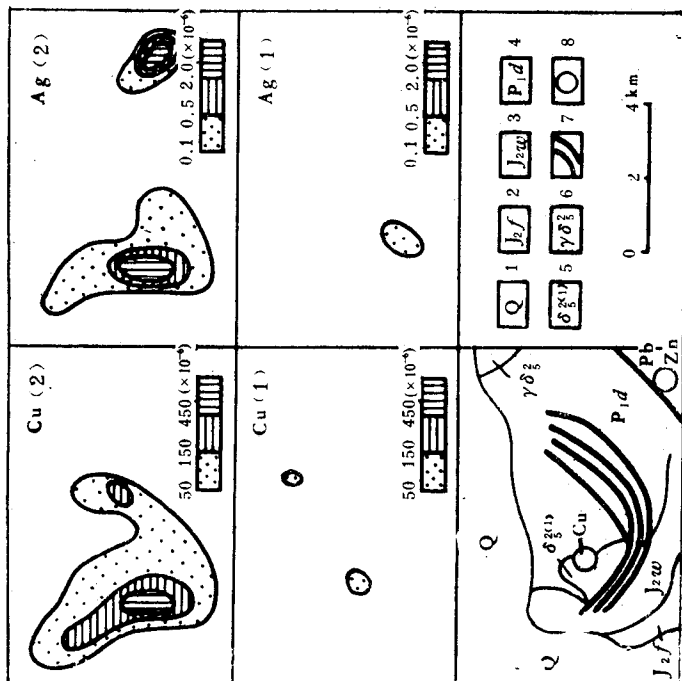


图 6 莲花山—长春岭矿区土壤测量异常对比图

注：(1) 采样密度为1.62个点/ km^2 ，取样深度30cm，样品截取 $<0.3\text{mm}$ 粒级；
(2) 采样密度为1.62个点/ km^2 ，取样深度30cm，样品截取 $<0.45\text{mm}$ 粒级
1—第四纪堆积物；2—中酸性火山岩；3—砂砾岩；4—沉积砂岩；5—闪长岩；
6—黑云母斜长花岗岩；7—断层；8—矿床

6—黑云母斜长花岗岩；7—断层；8—矿床

Fig. 6. Comparison of anomalies found by soil survey in the

Lianhuashan-Changchunling ore district

Note: (1) Sampling density 1.62 points/ km^2 , sampling depth 30 cm, and grain size $<0.3\text{mm}$; (2) sampling density 1 point/ km^2 , sampling media eluvium, and grain size $<5-0.45\text{mm}$ 1—Quaternary accumulations; 2—Intermediate-teacid volcanic rock; 3—Sandy conglomerate; 4—sedimentary sandstone; 5—diorite; 6—biotite plagioclase granite; 7—fault; 8—ore deposit

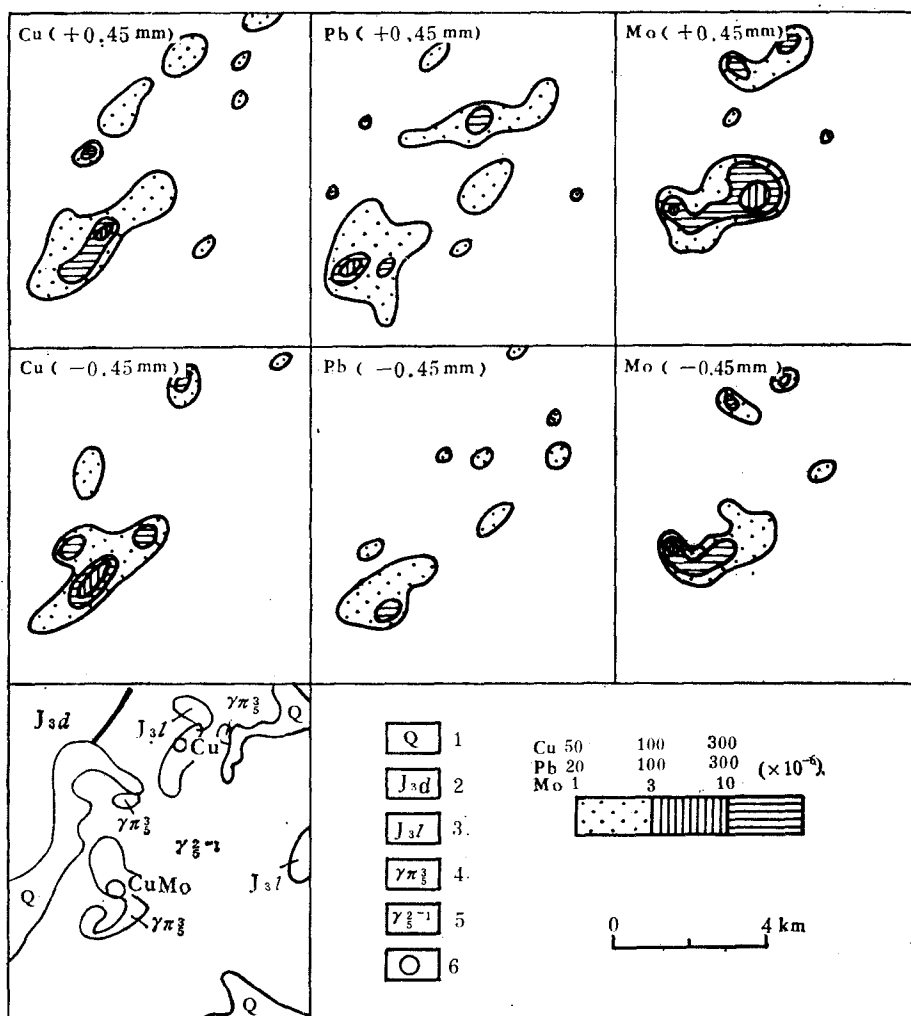


图 7 乌奴格吐山铜矿区土壤测量粗细粒级异常对比图

1—第四纪堆积物；2—砂岩夹流纹岩；3—中酸性火山岩；4—花岗斑岩；5—黑云花岗岩；
6—大型铜钼矿

Fig. 7. Comparison of anomalies formed by coarse-grained and fine-grained samples collected during soil survey in the Wunugetushan copper-molybdenum ore district

1—Quaternary accumulations; 2—sandstone interbedded with rhyolite; 3—intermediate-acid volcanic rock; 4—granite porphyry; 5—biotite granite; 6—large-sized copper-molybdenum deposit

合适的采样密度,于布敦花、莲花山等矿区进行了采样密度试验,不论是 4、2、1 个样/ km^2 或 0.5 个样/ km^2 ,矿体上方均有异常反映,但形态、规模不完全一样(图8、图9)。

图8中4个点/ km^2 所圈出的异常,细节清楚、浓集中心明显、位置准确,但范围小;1个点/ km^2 所圈出的异常,面积较前者大,有些异常合并为一,如As异常强度减弱,但基本形态与前者相似;而一个点/ 2km^2 所圈出的异常与前两者有较大差别,所有异常均合并为一个完整的、较大的异常,从图面上看,异常圆滑、清晰,但异常细节反映较差,浓集

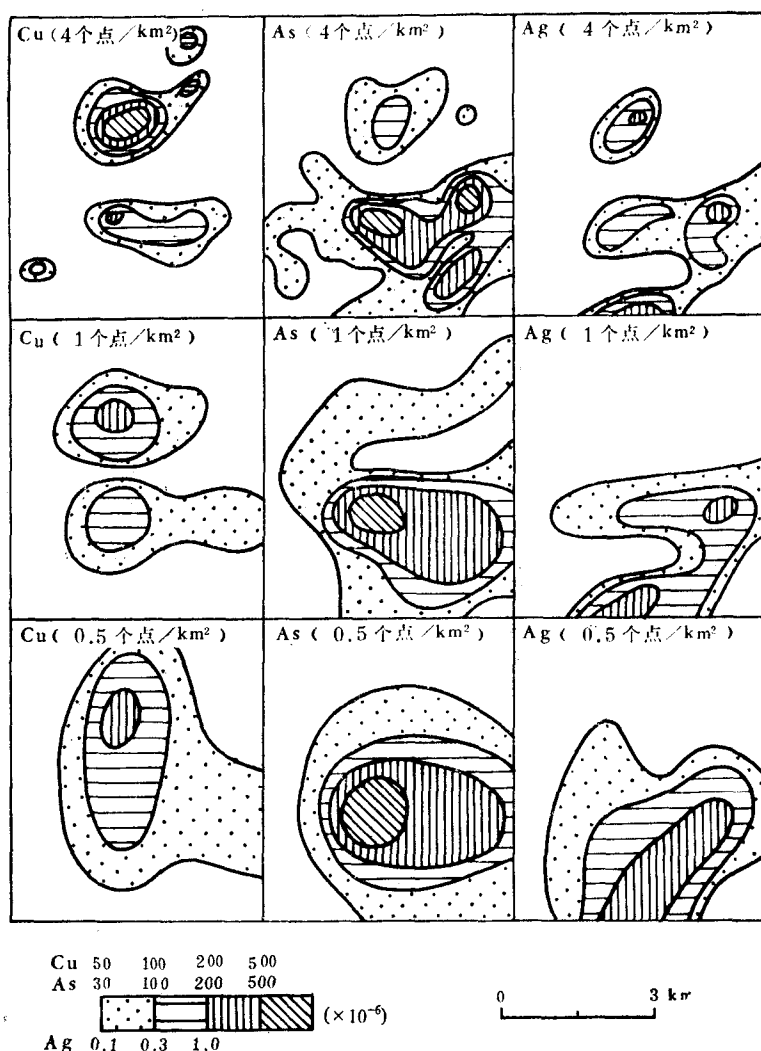


图 8 布敦花铜矿区土壤测量不同采样密度铜砷银异常对比图

Fig. 8. Comparison of copper, arsenic and silver anomalies formed by different sampling densities in soil survey of the Budunhua copper ore district

中心与矿体位置有偏移。图9四种采样密度总的看来，前三者基本形态、面积、浓 集中心相似，对矿体反映较好；而0.5个点/km²所圈出的异常，从图面上看，圆滑、清晰，但细节不清楚，只有大的轮廓。因此，认为在进行1:200000土壤测量时，为减少劳动强度，提高效率，采用1个点/km²的密度是可行的，不会漏掉较大的矿致异常，4个点/km²就显得过密。

2. 水系沉积物测量

(1) 粒级对比

在中低山区几个矿区进行水系沉积物测量时，将所采集的同一样品分为>0.45mm和<0.45mm两个粒级，分别成图。

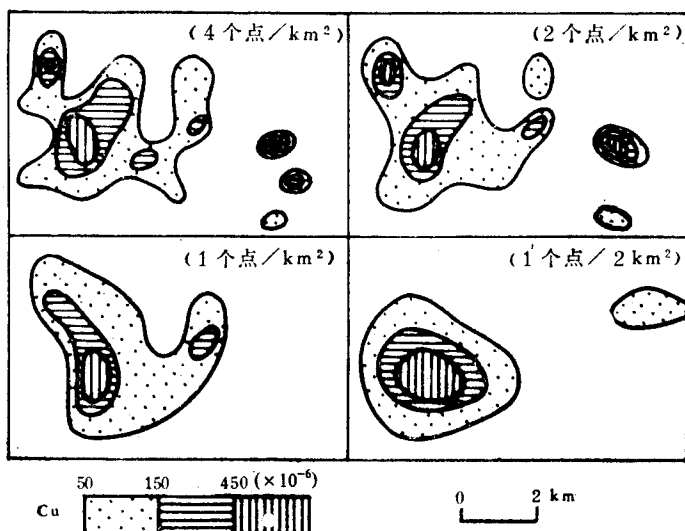


图 9 莲花山-长春岭矿区土壤测量采样密度对比图

Fig. 9. Comparison of sampling densities in soil survey of the Lianhuashan-Changchunling ore district

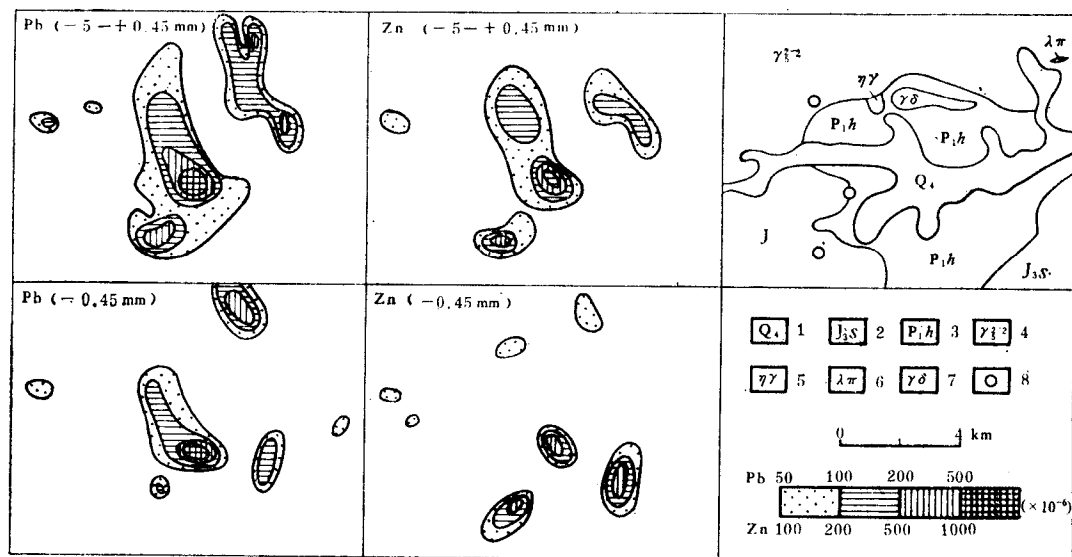


图 10 白音诺水系沉积物测量粗细粒级元素异常对比图

1—现代砂砾石；2—酸性熔岩；3—变质粉砂岩、大理岩；4—花岗岩；5—黑云二长花岗岩；6—岩脉；7—花岗闪长岩；8—Pb-Zn矿点

Fig. 10. Comparison of anomalies formed by coarse-grained samples and fine-grained samples in stream sediment survey of Baiyinnuo

1—Modern sand-peat bed; 2—Acid lava; 3—Metamorphosed siltstone and marble; 4—granite; 5—biotite monzonitic granite; 6—dyke; 7—granite diorite; 8—Pb-Zn occurrence

从白音诺铅锌矿区所取得的结果(图10、表7)可以看出： $>0.45\text{mm}$ 粒级样品所圈定的异常面积大、形态规整、强度高，能客观地反映矿体的存在，而 $<0.45\text{mm}$ 粒级样品所圈定的异常各特征值均较前者差。

表 7 白音诺矿区水系沉积物粗细粒级异常特征值对比表

特 征 值	元 素 粒级(mm)	Pb		Zn	
		<5-0.45	<0.45	<5-0.45	<0.45
面积(km ²)		14	5	12	4
点数		26	11	17	11
最大值($\times 10^{-6}$)		1400	600	1000	960
平均值($\times 10^{-6}$)		167	126	257	264
衬度		6.7	5.1	3.7	3.8
规模		94	26	46	15

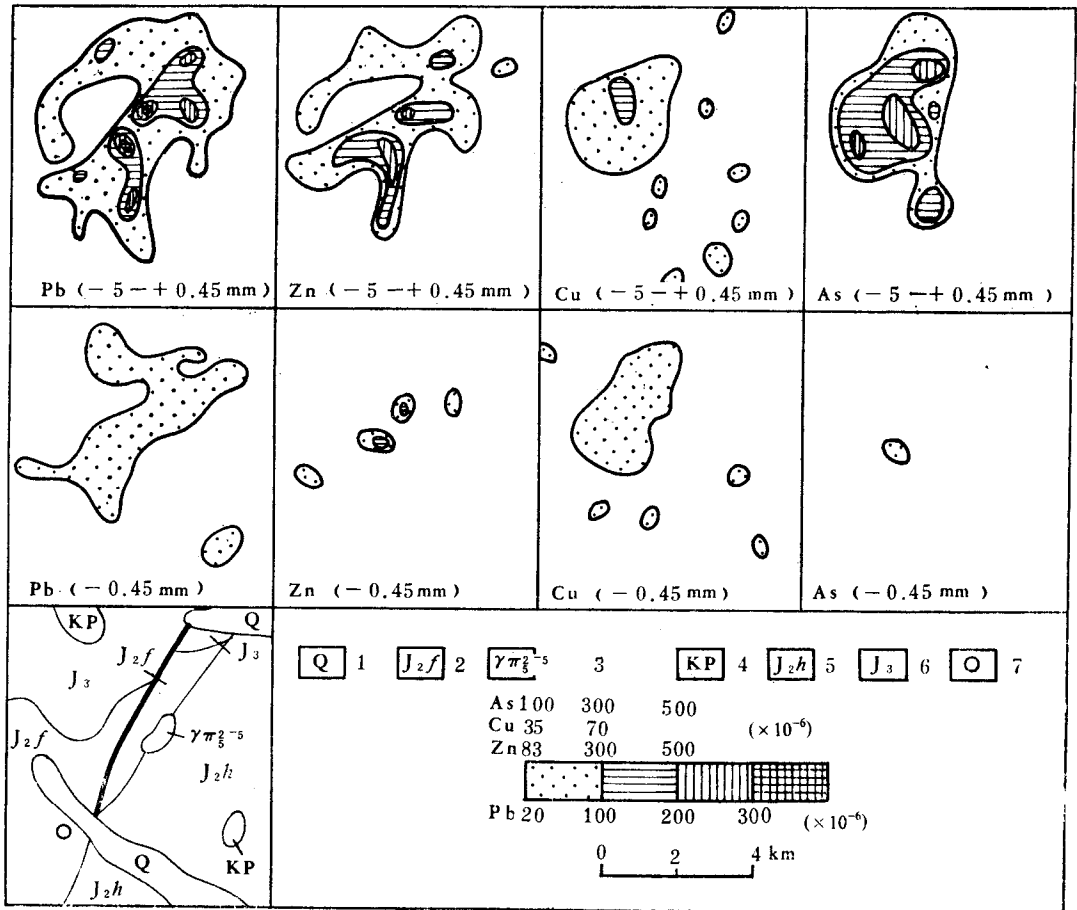


图 11 东哲里木沟头10号异常水系沉积物测量不同粒级元素异常对比图

1—第四纪堆积物；2—中酸性火山岩；3—花岗斑岩；4—中酸性火山岩；5—中酸性火山岩夹砂砾岩；6—酸性火山岩；7—多金属矿点

Fig. 11. Comparison of anomalies formed by samples of different sizes in stream sediment survey of No. 10 anomaly in Mugoutou of Dongzheli

1—Quaternary accumulations; 2—intermediate-acid volcanic rock; 3—granite porphyry; 4—intermediate-acid volcanic rock; 5—intermediate-acid volcanic rock intercalated with sandy conglomerate; 6—acid volcanic rock; 7—polymetallic occurrence