



中國地質大學
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES



勘查地球化学

-----第七章

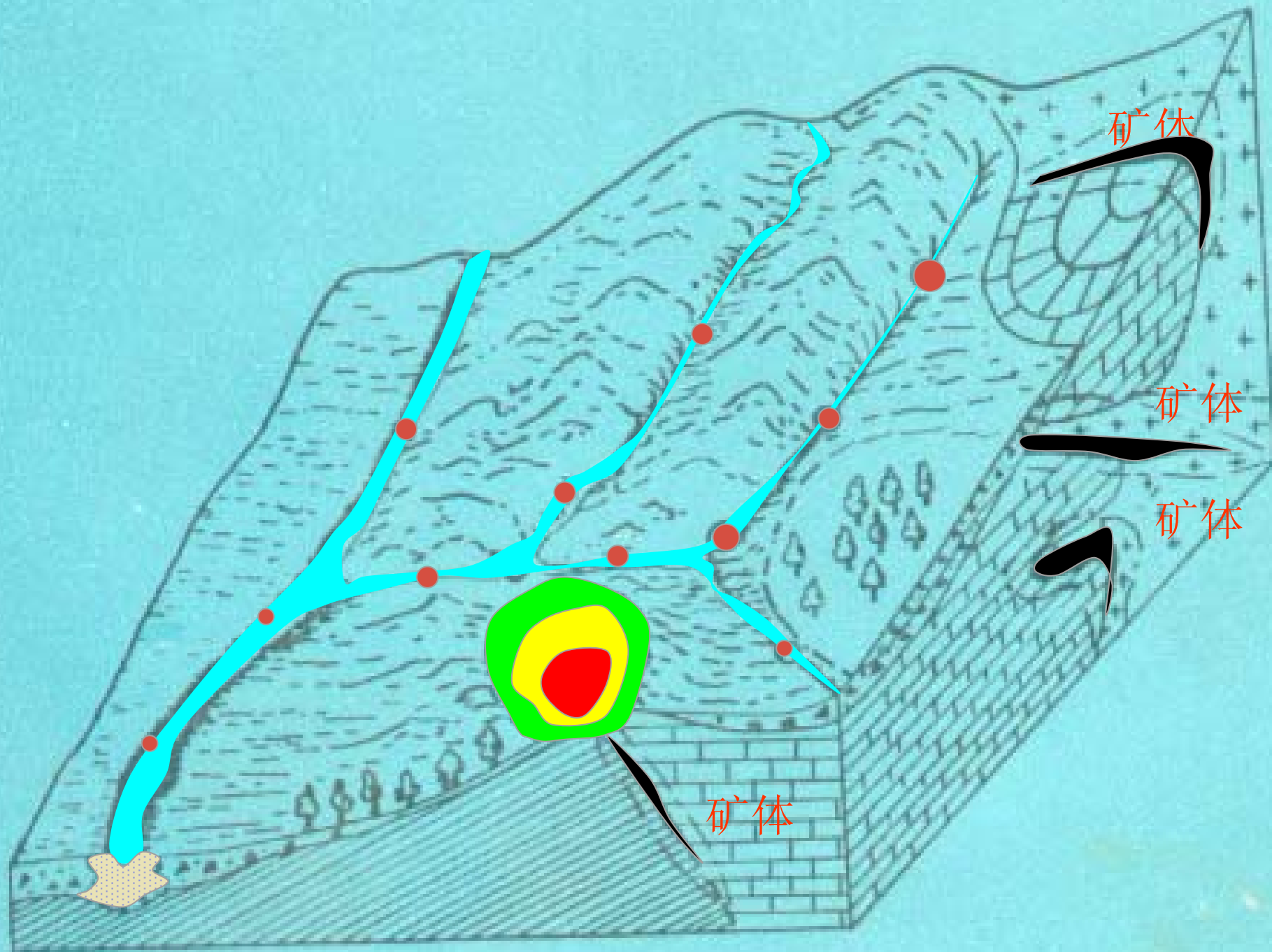
地球科学学院地球化学系

第七章 水系沉积物地球化学找矿

- ◆ 一、水系沉积物异常的形成
- ◆ 二、分散流的发育特征
- ◆ 三、分散流中的指示元素

勘查地球化学





水系沉积物地球化学找矿

勘查地球化学

- ◆ 是通过对河流沟谷中的沉积物（包括湖泊近岸沉积物）的系统采样分析，研究元素在水系沉积物中的分布，发现地球化学异常，圈定找矿远景区和成矿有利地段，为进一步详细地球化学勘查和地质测量提供依据。
- ◆ 沟谷水系中的沉积物主要是地表水冲刷作用将地面斜坡上的疏松物带入沟谷，并沿沟谷继续搬运迁移，其中形成异常的物质沿着搬运方向呈拉长形式展布。因此，化探人员俗称为**分散流**。此类异常的物源追索，要逆着沉积物的搬运方向进行，异常源可能位于异常样点上游几百甚至几千米，矿与异常的空间关系疏远。但是由于这类异常物质搬运距离远，形成的异常易于发现，可以用稀疏的样品发现它，因此特别适用于**概略普查阶段**使用。



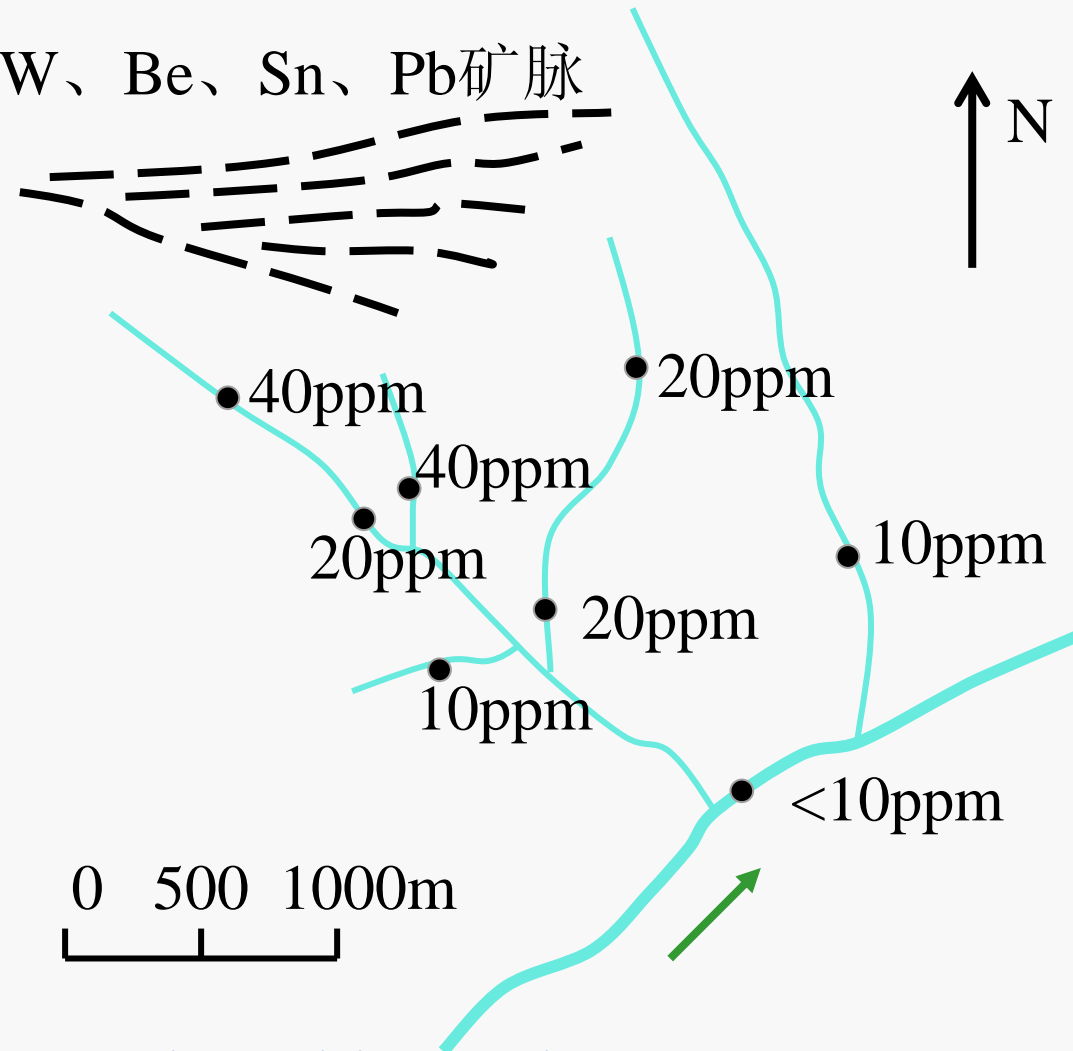
一、水系沉积物异常的形成

- ◆ 表生带内的矿体及原生地球化学异常，经表生氧化风化形成疏松物后，在地下水及地表水的冲刷与溶解下，使原来的元素沿水系发生分散。在水系沉积物的狭长地带内形成的异常，叫做水系沉积物异常。
- ◆ 这种异常的衬度通常比土壤异常低一个级次，但用一般的化探快速分析方法，即使是半定量的方法也能可靠地发现它们。
- ◆ 一个中等的有色金属或稀有金属矿床，在下游几公里到几十公里的河床沉积物中就能有所显示。



例：含铍矿脉的分散流

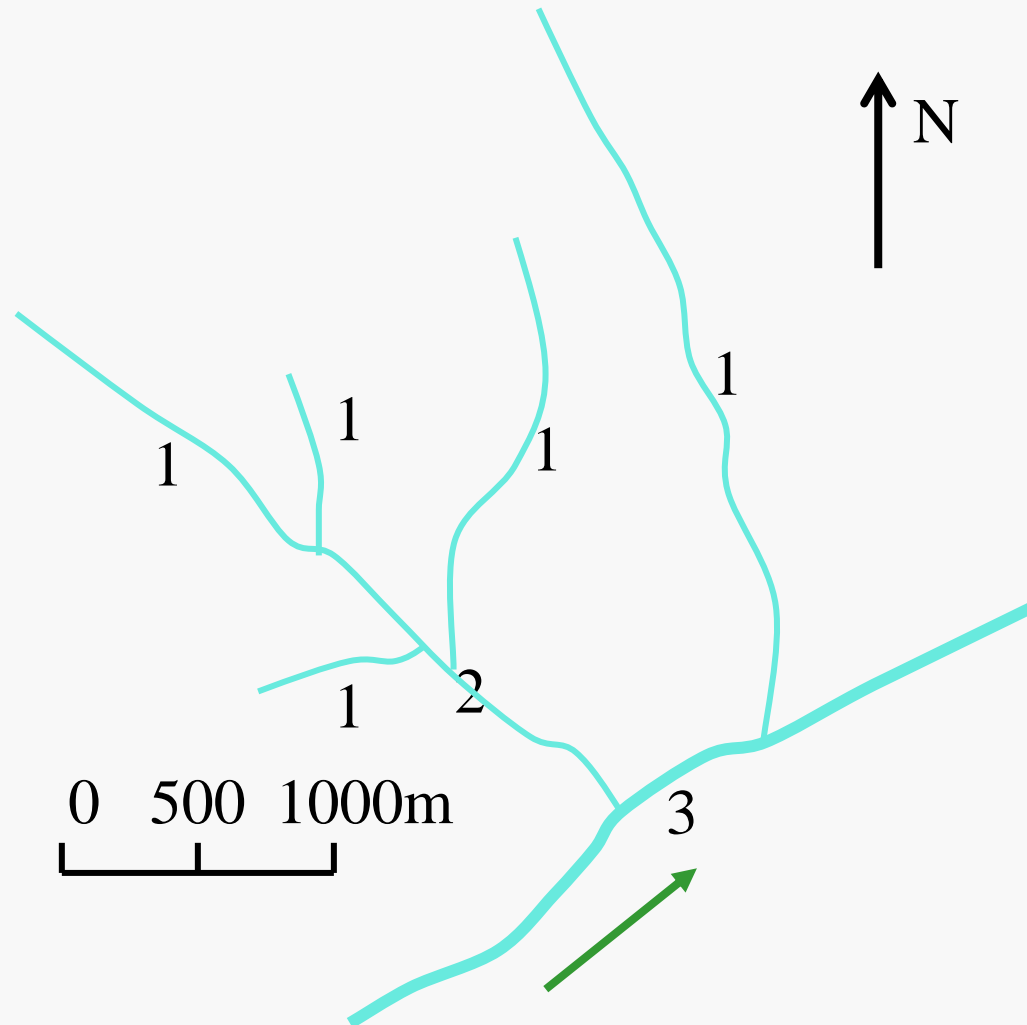
W、Be、Sn、Pb矿脉



- ◆ 可以把水系沉积物看成是该水系所流经的盆地内受到剥蚀的地质体的**代表性样品**。因为总的夷平作用主要靠河流的搬运，每一条水系，可以看作是一个“漏斗”，在水系沉积物中汇集了该水系流域内的所有地质体的风化产物。那么水系沉积物的化学成分可以代表该水系范围的平均成分。
- ◆ 形成分散流的动力当然主要是水的**机械冲刷搬运力和化学溶解力**，分成**碎屑分散流**（机械分散流）和**化学分散流**（盐分散流）。但在下列两个意义上说，碎屑分散占主导地位：
 - ◆ 1) 含量比例上，大多数金属元素主要呈**碎屑分散**；
 - ◆ 2) 化学迁移部分最终沉淀出来或附着碎屑表面，一起参与机械分散。而且，这种比例随地点而变

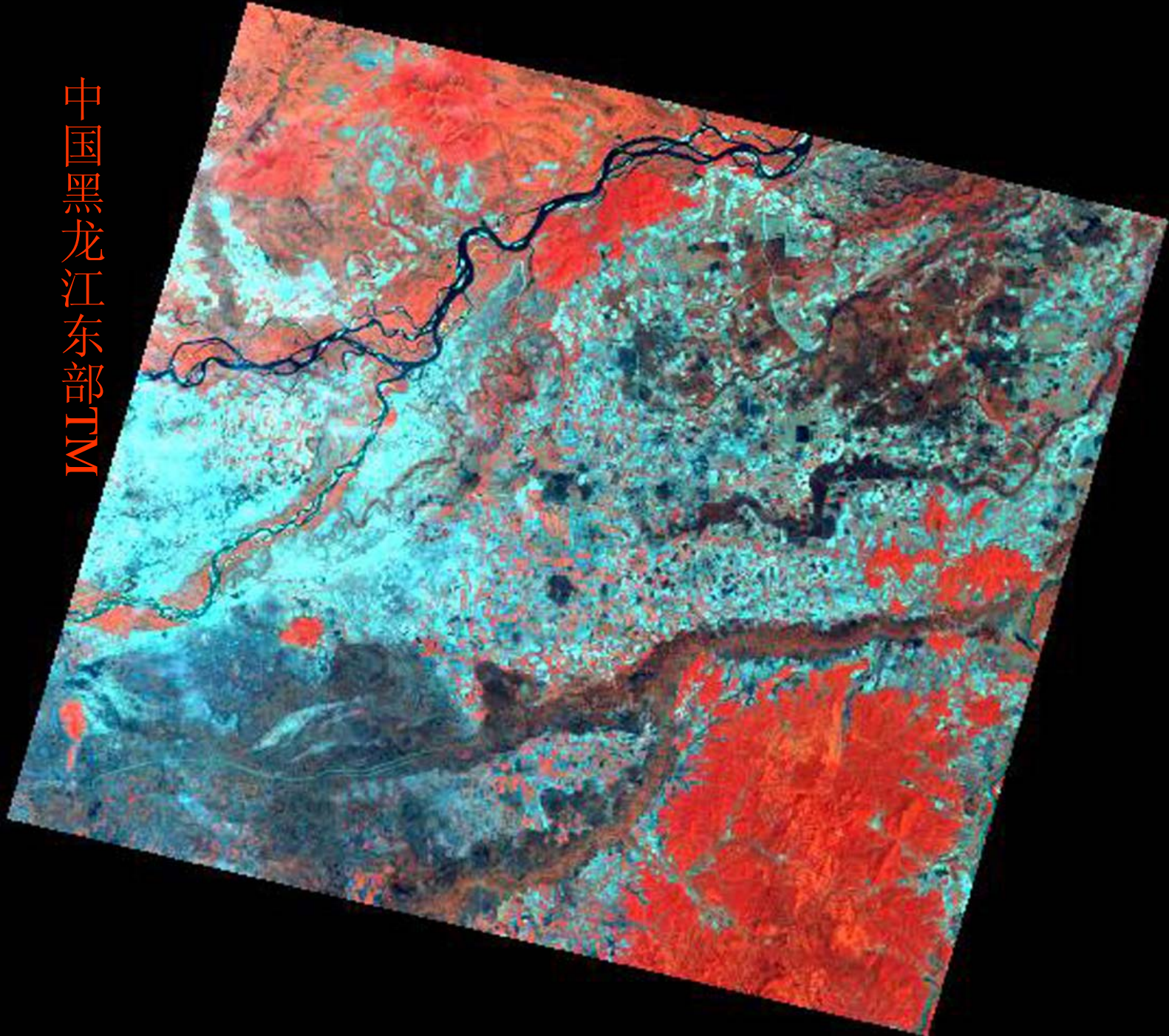


1. 水系分级：水系分级图



勘查地球化学

中国黑龙江东部TM

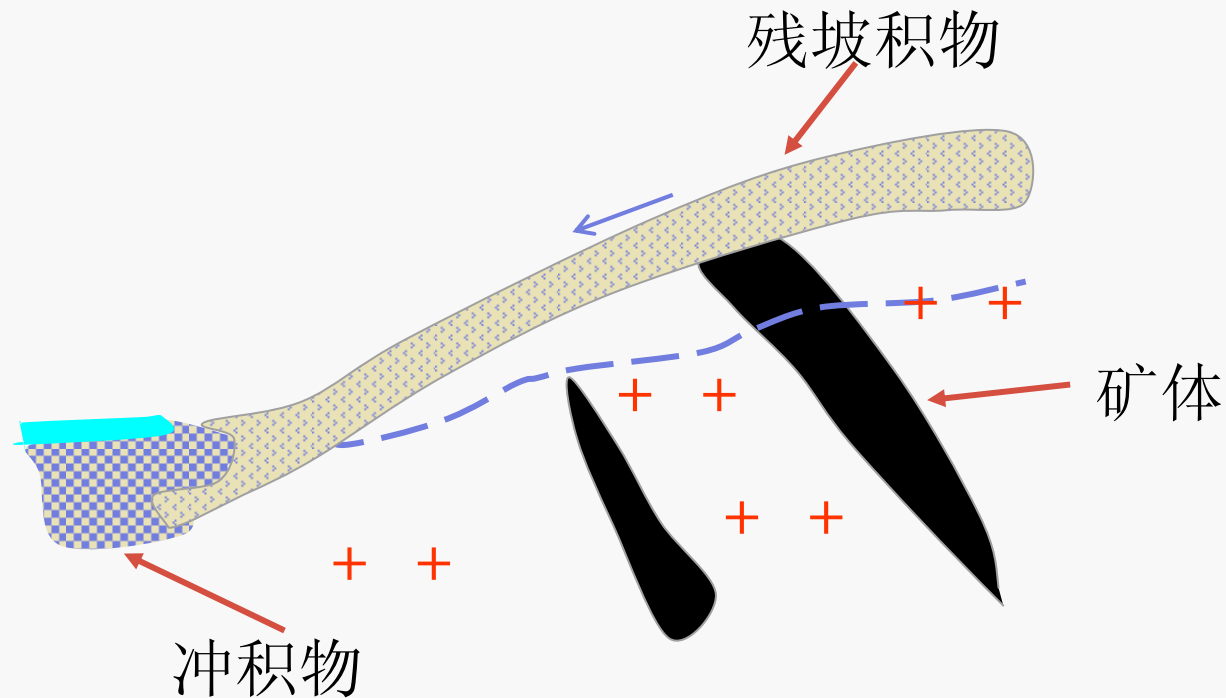


2. 碎屑分散流的形式

- ◆ 河水的机械搬运能力取决于水的流速与被搬运物质的粒度与比重。据水力学的计算，流水的搬运能力与其速度的四次方成正比。
- ◆ 随着搬运时间的延长，碎屑被进一步粉碎，形成悬浊液。粒度在 $100\mu\text{m}$ 以上的颗粒，虽然不能在水中长期稳定，但紊流及涡流能暂时把它们带起，然后又沉淀。这样多次重复，使细粒物质搬运更远，产生按粒度的分选。
- ◆ 而粒度在 $100\mu\text{m}$ 以下的颗粒成为胶体质点，属化学分散的行列。



2. 碎屑分散流的形式



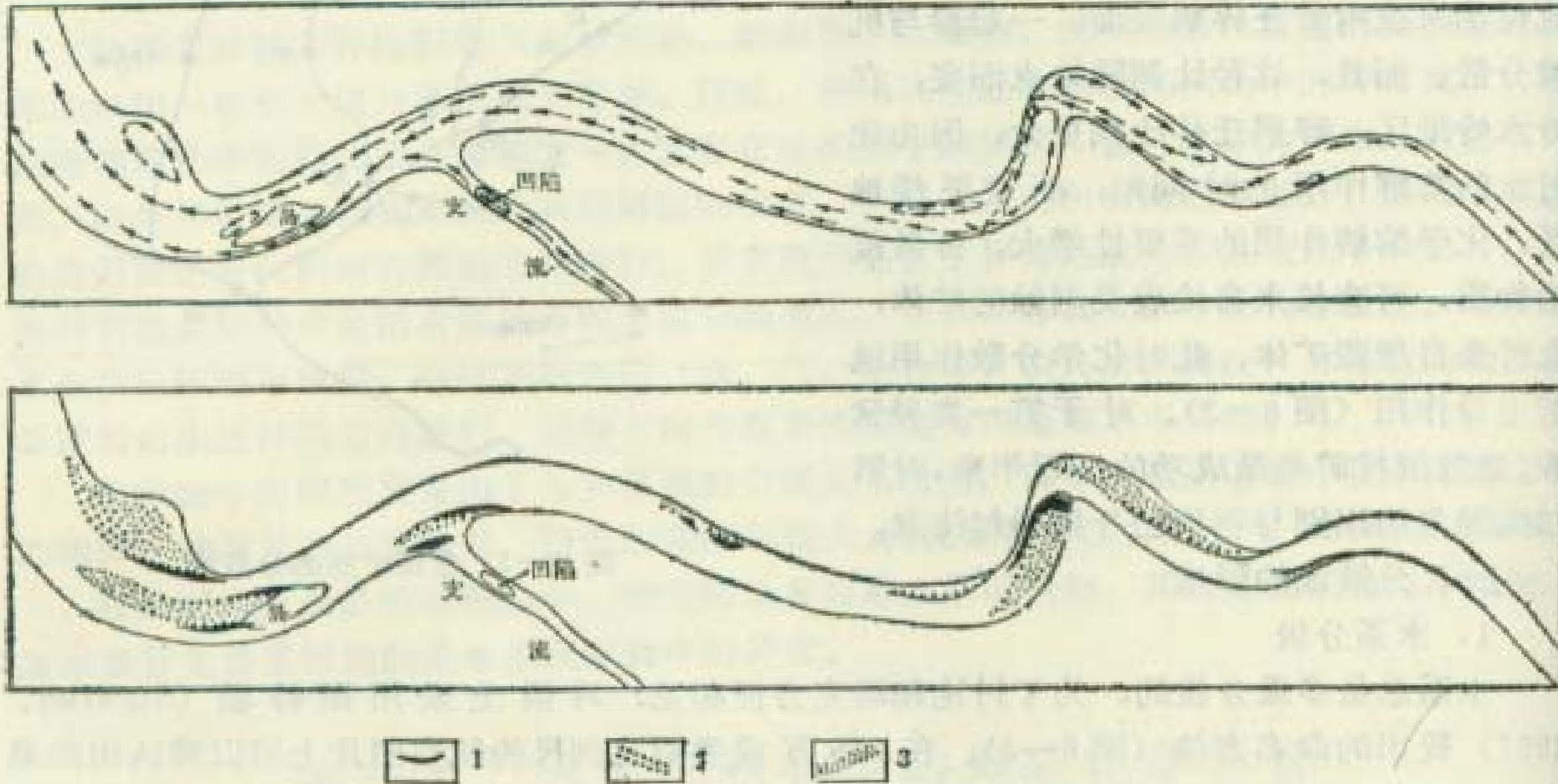


图 6—4 河床中砂粒按比重不同的分选作用 (据Mackay, 1921)

1—方铅矿；2—石榴石；3—石英



3. 化学分散流的形式

- ◆ 以真溶液状态存在的元素，在水中最为稳定，可以被水带到很远直至大海。但只有为数不多的几种离子，如 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 等可以大量存在。
- ◆ 但对于Mo、Cu、Zn、Pb 等元素，只有在特殊高浓度下才能形成其本身的化合物，产生**次生金属矿物**。而在多数情况下是被其他大量元素的化合物所夹带（共沉淀）。其中尤以铁、锰氢氧化物为最主要。这就是所谓**铁锰氢氧化物的清除作用**。



二、分散流的发育特征

◆ 1. 一级水系中的分散流

- ◆ 该元素在该点的冲积物中的平均含量为

$$C_x = \frac{\sum_i C_i S_i \Delta h_i}{\sum_i S_i \Delta h_i}$$

- ◆ 实际上这就是面积加权的平均值。
- ◆ 也可以从用面金属量来简化上述公式，土壤异常的面金属量与水系沉积物异常面金属量相等即 $(C_x - C_0) S_x = (C_a - C_0) S_a$
- ◆ 进一步化简 $C_x = S_a / S_x (C_a - C_0) + C_0$ (**分散流的强度公式**)
- ◆ $S_a (C_a - C_0)$ 向下游应当保持不变，因为它度量了金属元素在该汇水面积内单位深度上的矿化总金属。这一数字反映了一条水系的集水盆地内总的矿化远景，所以是一个重要的评价指标。

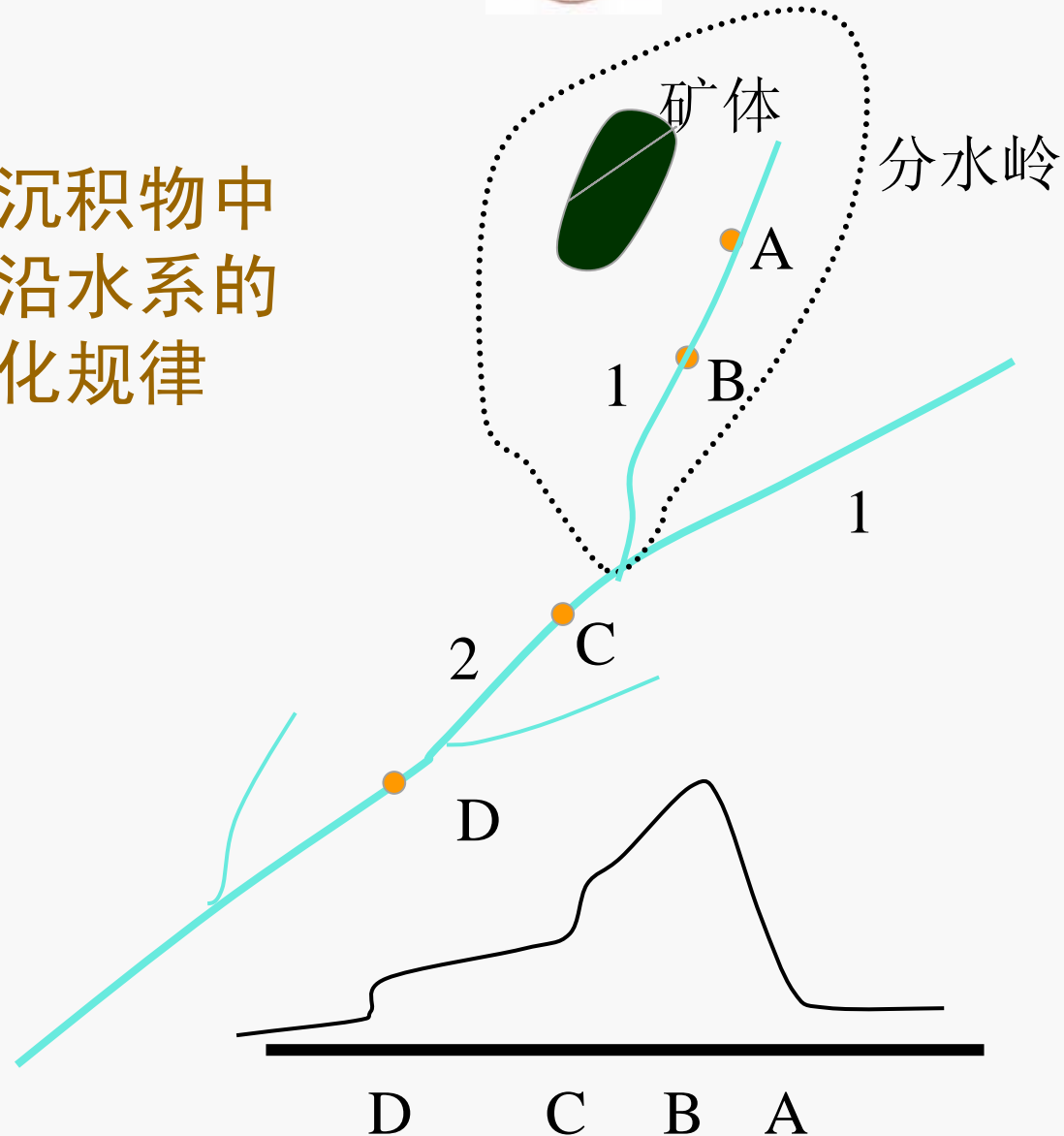


2. 多级水系中的分散流

- ◆ 当水系有支流汇入时，如果该支流内没有矿化，则相当于汇水面积增加了一块，而进入沉积物的金属量不变，这就导致分散流中的金属含量呈**阶梯状**递减。
- ◆ 由于无矿岸土的混入或矿化支沟的汇入，使分散流中的含量呈跳跃式变化。但总的递减规律是明确的，最后消失在**背景起伏**之中。异常消失点离**原生矿化**（土壤异常）的距离叫分散流的**延伸长度**。



水系沉积物中 元素沿水系的变化规律



勘查地球化学

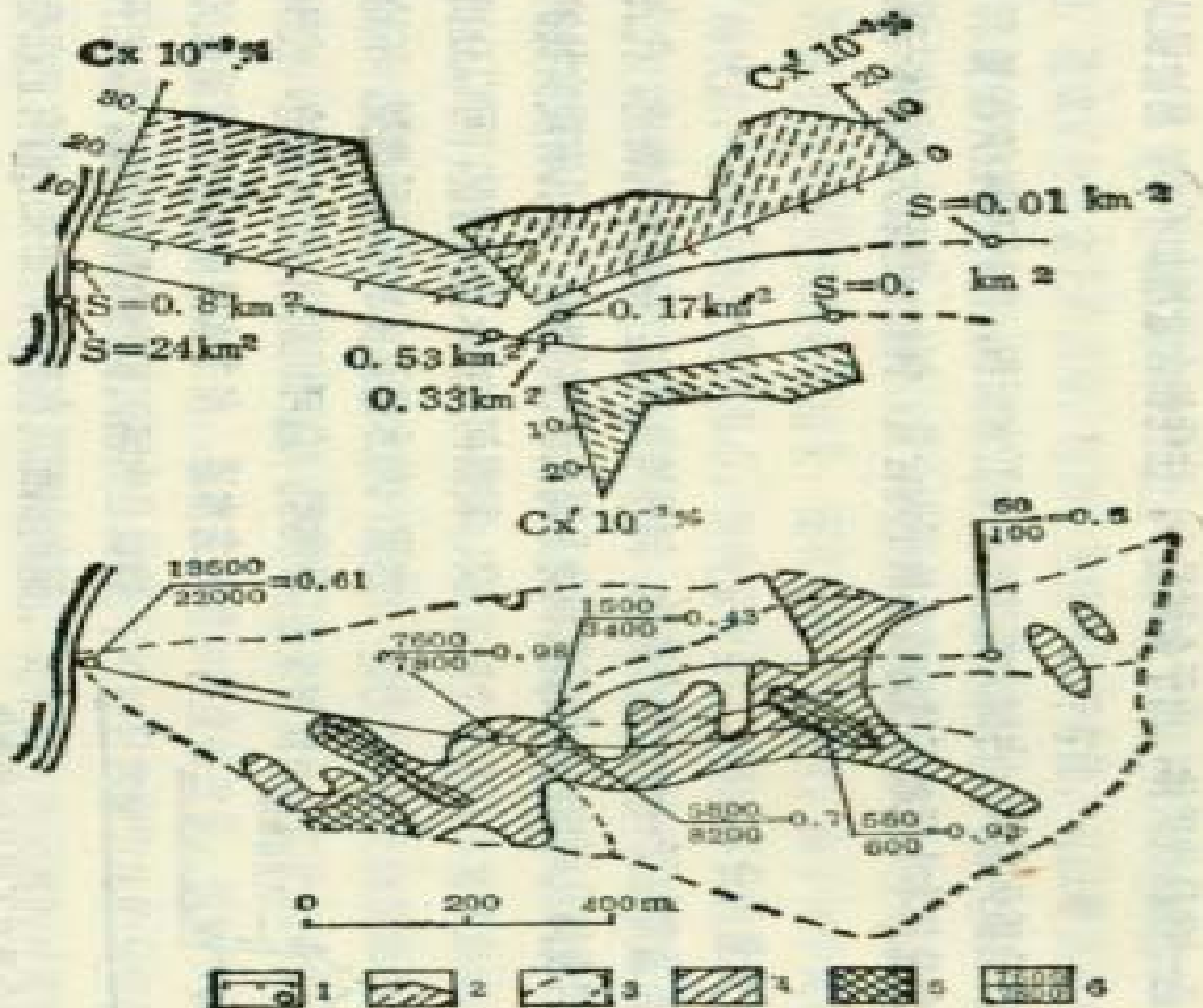


图 6—6 山区分散流与次生晕的关系

(据A. II. 索洛沃夫)

- 1—取样点；2—分散流的总金属量；3—分水岭；
4—次生晕；5—矿体；6—分散流与次生晕总金属量之比



3. 分散流的富集系数

$$C_x = \frac{q \sum C_i S_i \Delta h_i}{\sum S_i \Delta h_i}$$

- ◆ 在推导分散流强度时没有考虑金属元素的富集和淋失等化学迁移因素,所以索络沃夫认为需要引入一个系数q,
- ◆ q称为分散流的富集系数。
- ◆ 大致在0.8—1之间



4. 矿体形态与位置的影响

- ◆ 矿体的形态及其相对于水系的位置对分散流的形成有很大的影响。
- ◆ 最有利于分散流形成的是矿体位于分水岭地段，且直接受到割切，此时分散流形成呈现明显的峰值。
- ◆ 最不利于分散流形成的条件是矿床位于较大水系附近的沟口。



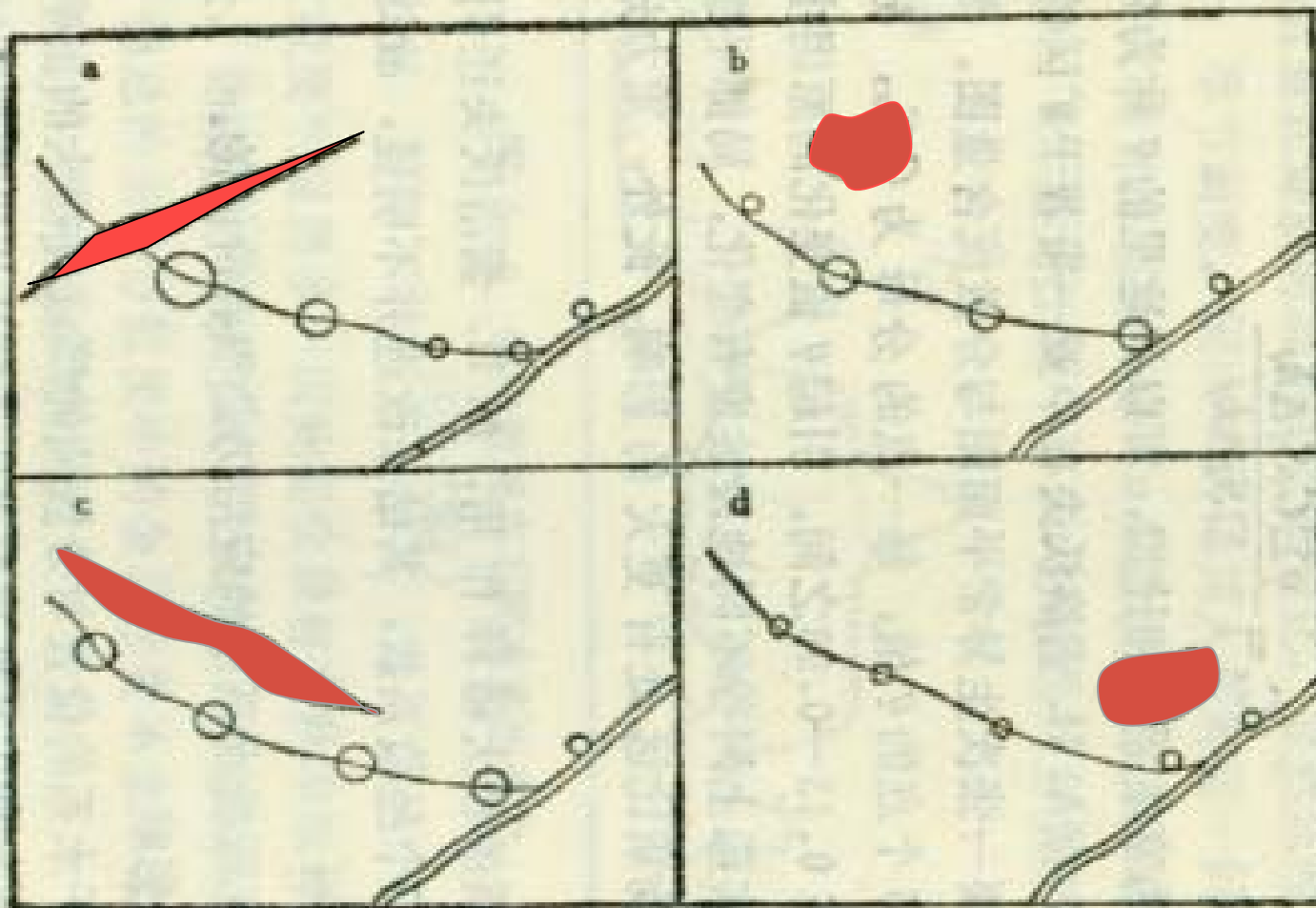


图 6—7 矿体与水系不同相对位置对分散流的影响

a—水系切过矿体；b—矿体位于分水岭地段；c—矿体平行水系分布；d—矿体位于巨大水系近侧



5. 河谷横断面中含量的分布

- ◆ 阶地中的物质，代表上游已被剥蚀的部分，河漫滩及河床内的最新沉积物是现代剥蚀的物质，才具有现实找矿意义。在主水道中的现代活动性沉积物就是水系沉积物取样的对象。
- ◆ 如果上游有正在受到剥蚀的矿床，则在有水或干涸水道中心的金属元素含量较高，而河漫滩部分较低；如果矿床已经剥蚀完了，则在早期河床沉积物中可能保存高含量。

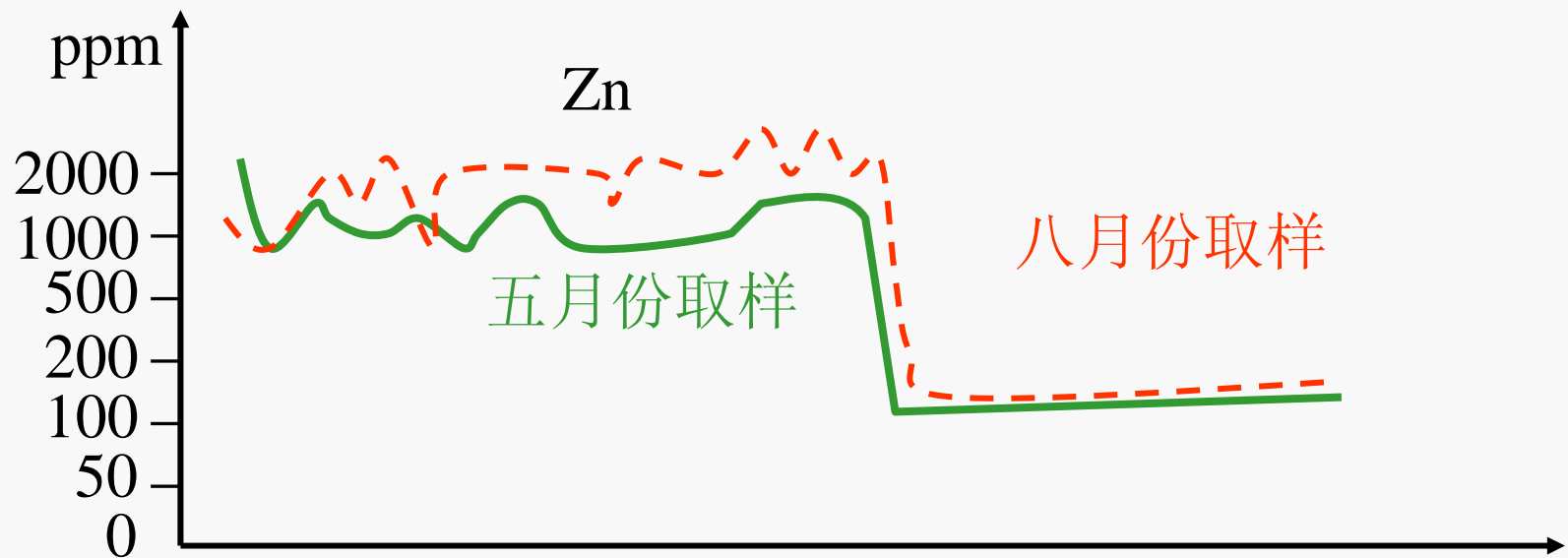


6. 含量随时间的变化

- ◆ 随年份、季节而变。国内外的化探人员对这一问题作过许多观察，所得结果并不一致。
- ◆ 如雨量分布极不均匀的地区，在暴雨前后，水系沉积物中的含量可能发生暂时的变化。

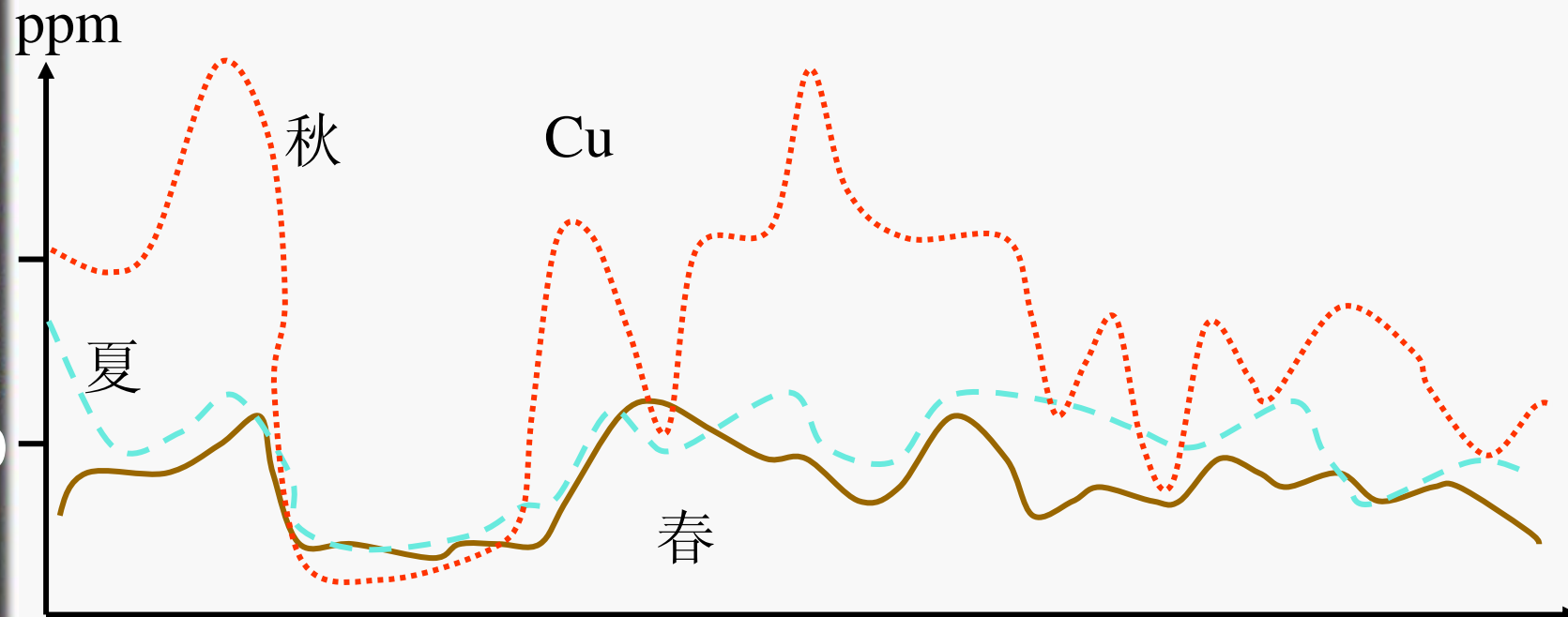


Zn分散流在不同月份的变化 (据青海物探队)



Cu分散流在不同季节的变化(据松江铜矿)

勘查地球化学



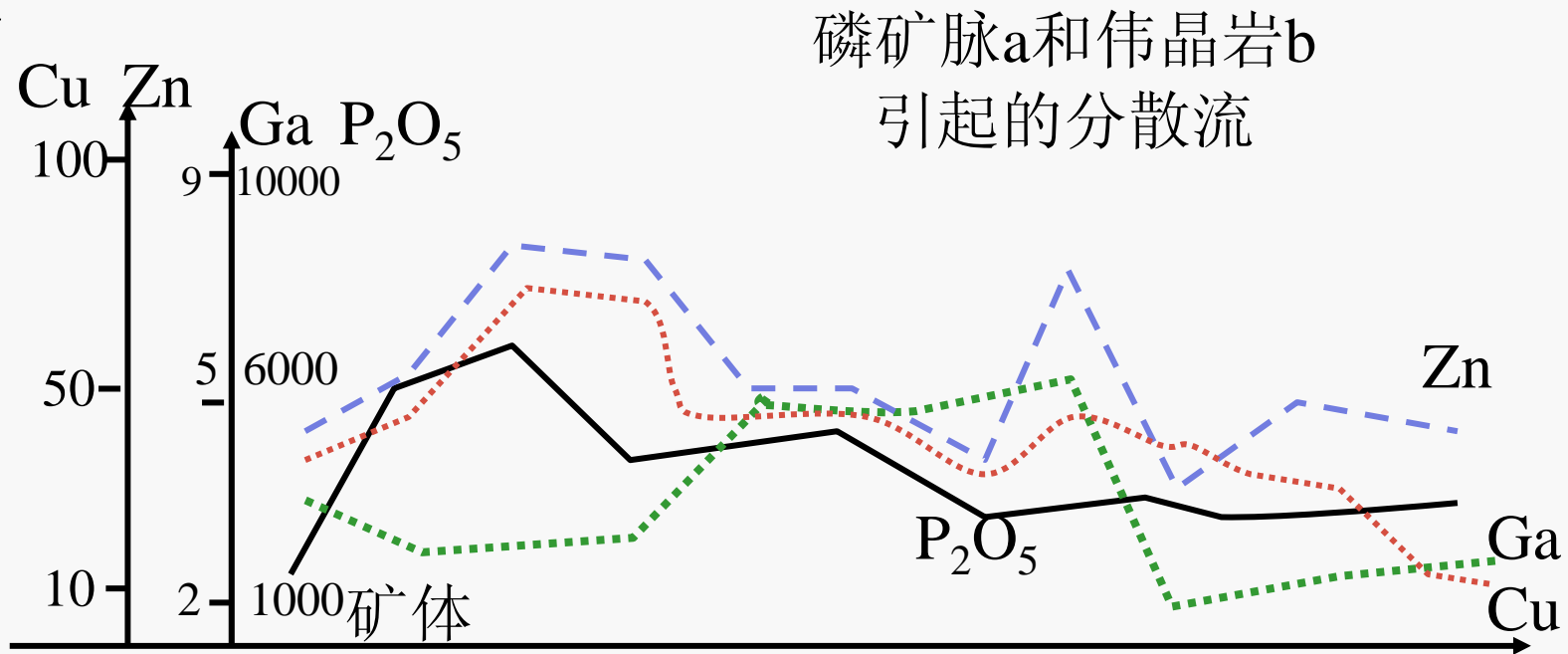
三、分散流中的指示元素

勘查地球化学

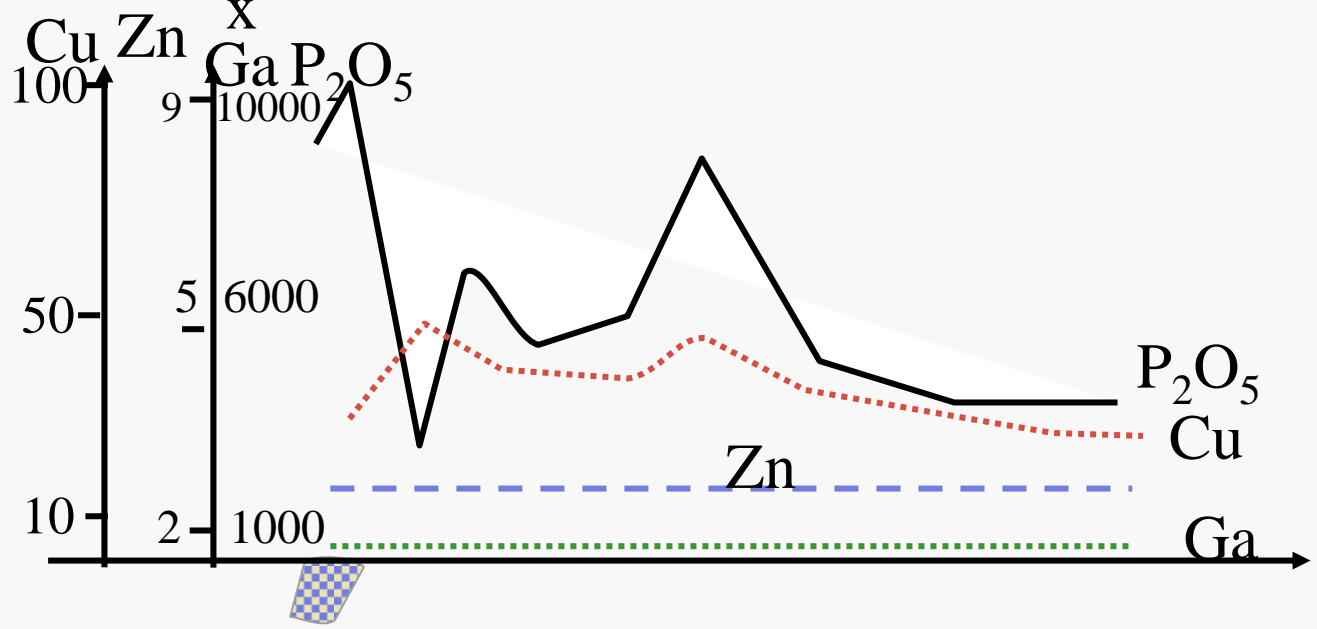
- ◆ 1. 指示元素的存在形式
- ◆ 机械分散流和化学分散流中指示元素的存在形式不同;
- ◆ 2. 指示元素的组合
- ◆ 元素组合稳定; 推测异常源的性质
- ◆ 3、指示元素按粒度分布
- ◆ 粗 > 60 目, 细 < 140 目, 中: 二者之间



磷矿脉a



伟晶岩b



3. 指示元素按粒度的分布

- ◆ 如含在重砂矿物中的元素，当原生晶体较粗大时，则在分散流中的上游，富集在粗粒中。
- ◆ 浙江木瓜岭汞矿的分散流中，淤泥中的汞量高于粉砂，是因为汞主要不呈辰砂存在，而以极细的灰硒汞矿形式存在。
- ◆ 青海物探队对Cu做的粒度试验结果，Cu富集在细粒级中。
- ◆ 化学分散流，其沉积作用主要是通过吸附，因此无例外地富集于细粒部分。



- ◆ 由于不同的元素分别富集在不同的粒级中，而分散流找矿时总是希望能发现所有可能的异常，因此，取某一种粒度的简单方法可能不是最佳的方案。
- ◆ 据**湖北物探队**在对该省28个各种类型金属矿床水系沉积物中元素富集粒度的研究，表明大多数元素，包括Ag、Au，在粗粒（ >60 目）、细粒（ <140 目）两端粒级中富集。
- ◆ 利用淘洗的方法可以上千倍地浓集重矿物，近年来出现的所谓**灰砂测量**，实际上是对水系沉积物样品经过初步淘洗，然后磨细再进行分析。



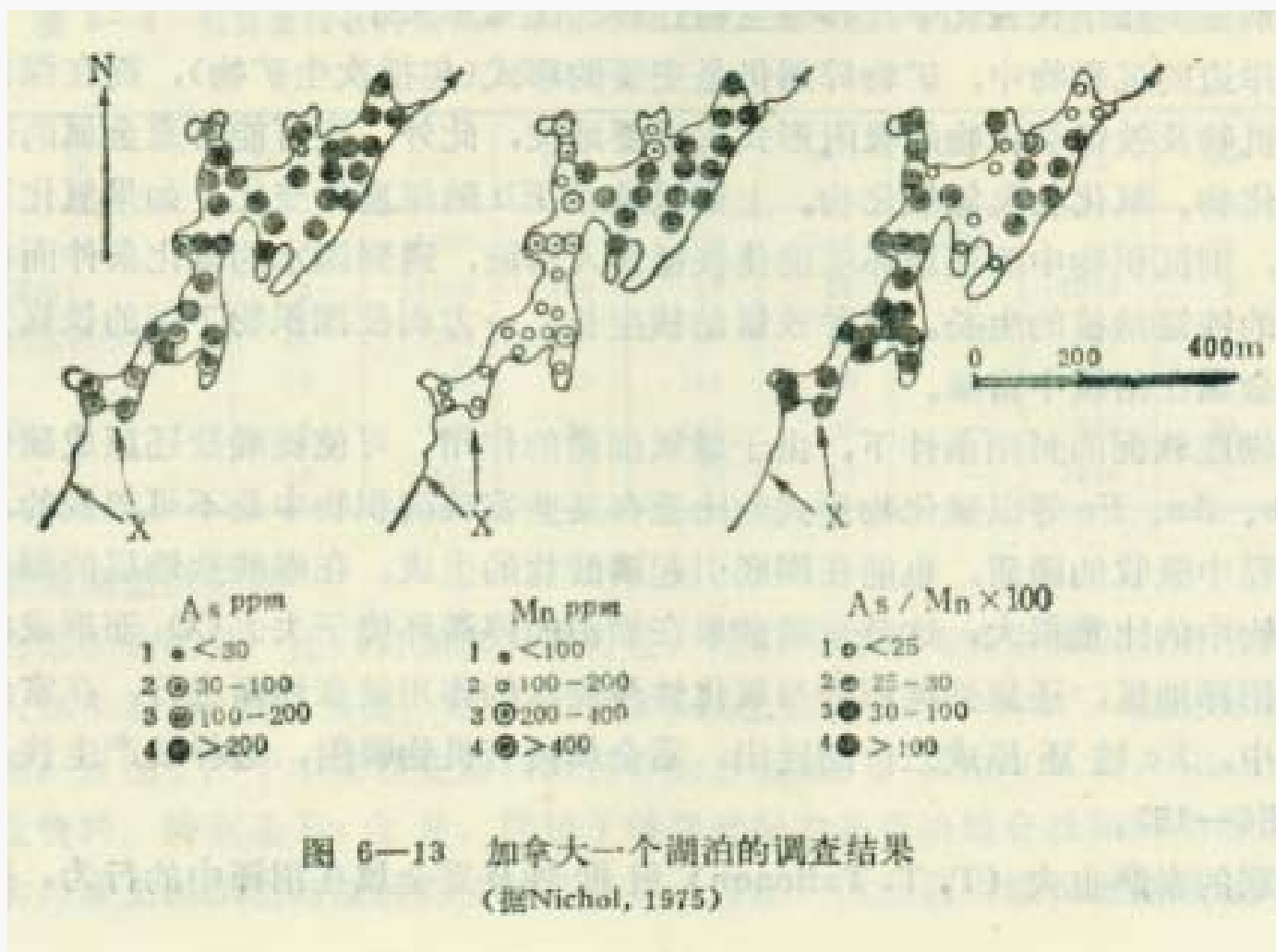


图 6-11 分散流的粒度试验
(据青海物探队)



四、湖积物中的地球化学异常

勘查地球化学



中国地质大学地球科学学院地球化学系制作, 2009年1月15日16:14



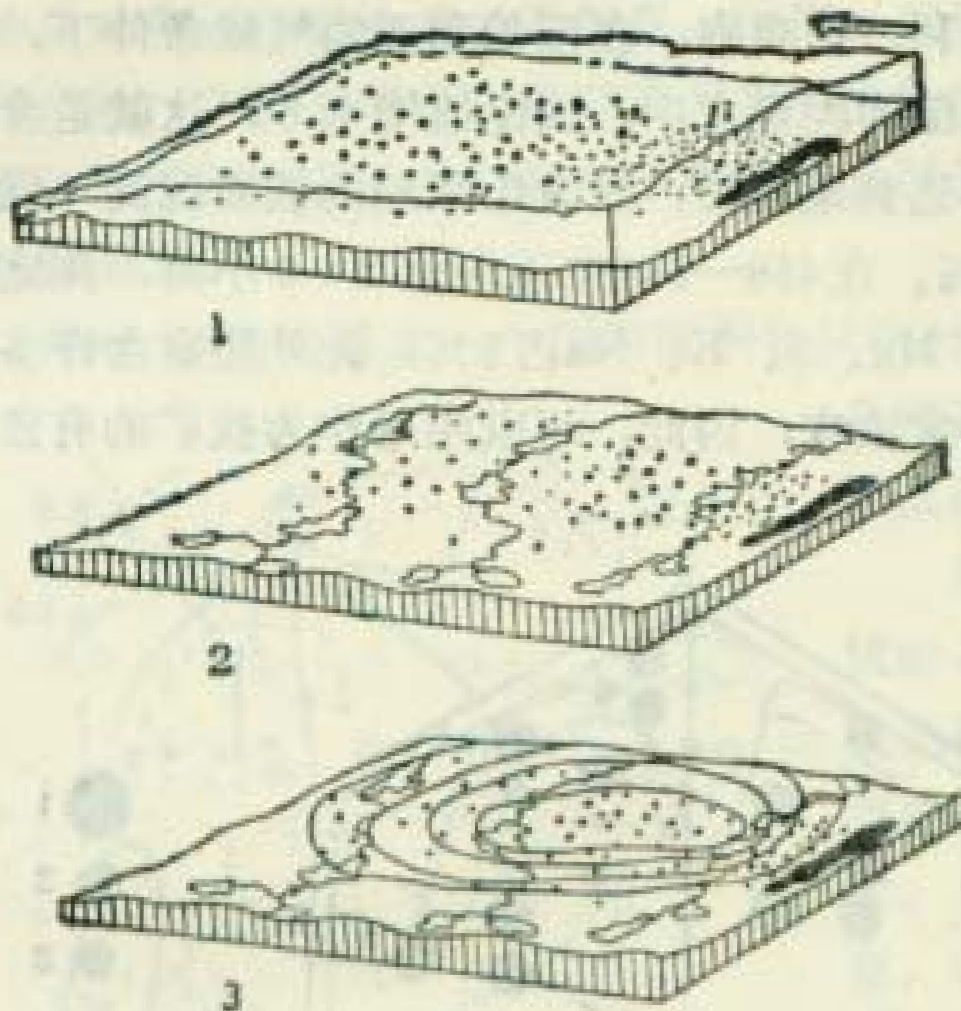


图 6—16 冰碛物与湖积物的继承关系

(据A. A. 莱文森, 1980)

1—冰川期分散; 2—湖泊在冰碛物上形成期; 3—现代



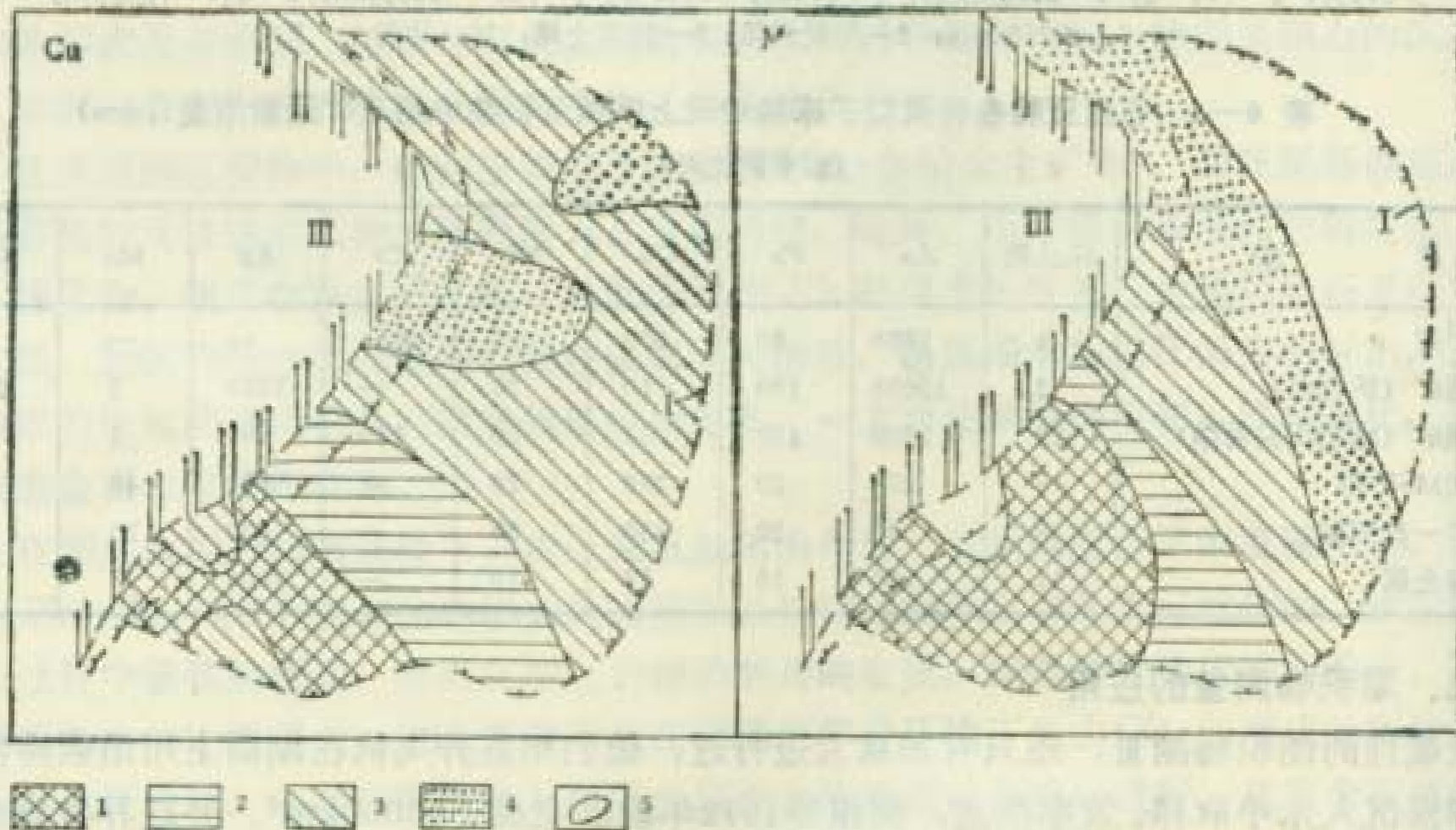


图 6—17 冰川终积物中的异常

(据特仁先)

I—终碛线; III—现代冰川



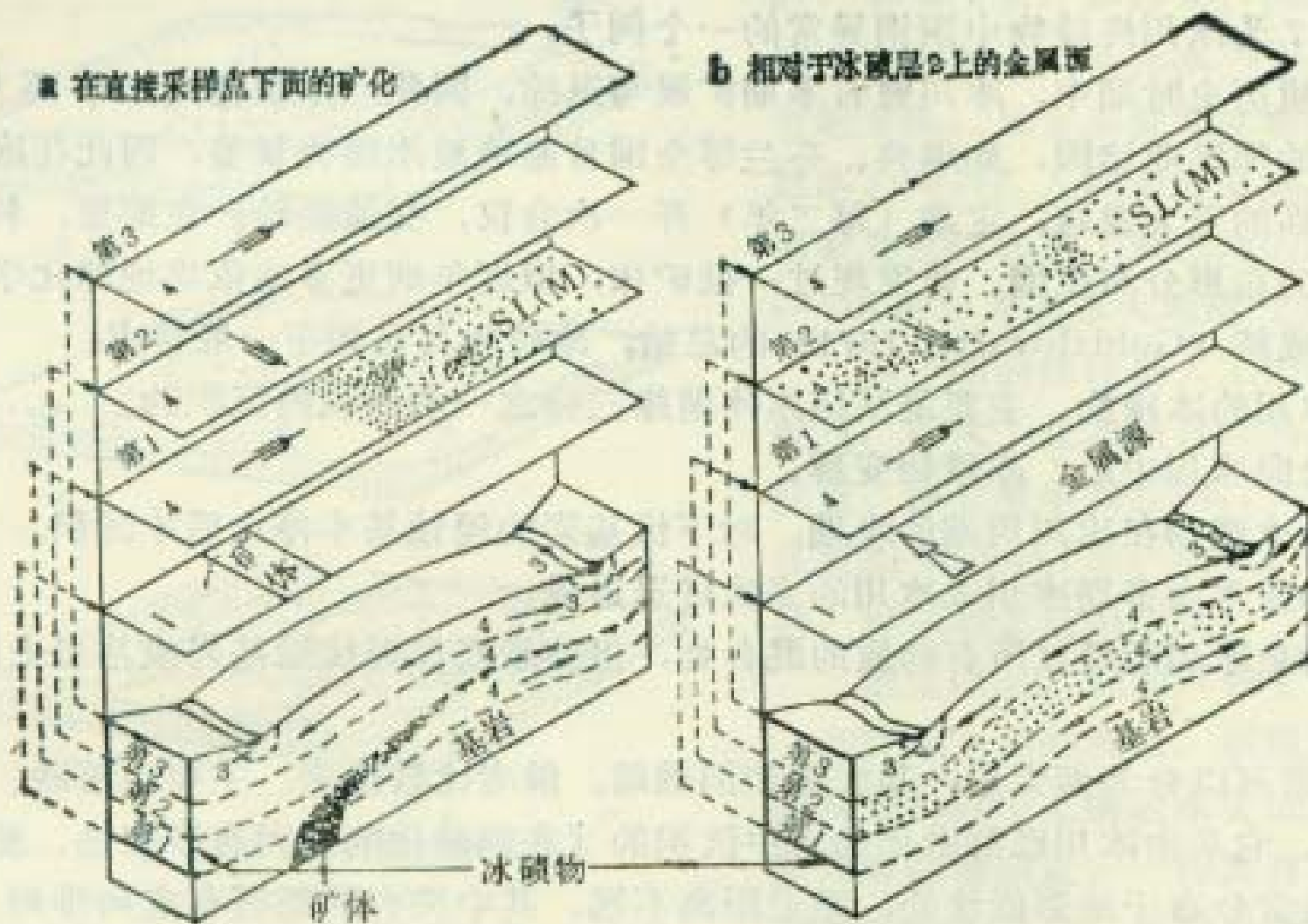


图 6—19 多期冰碛物中的异常
(据Garrett, 1976)



勘查地球化学

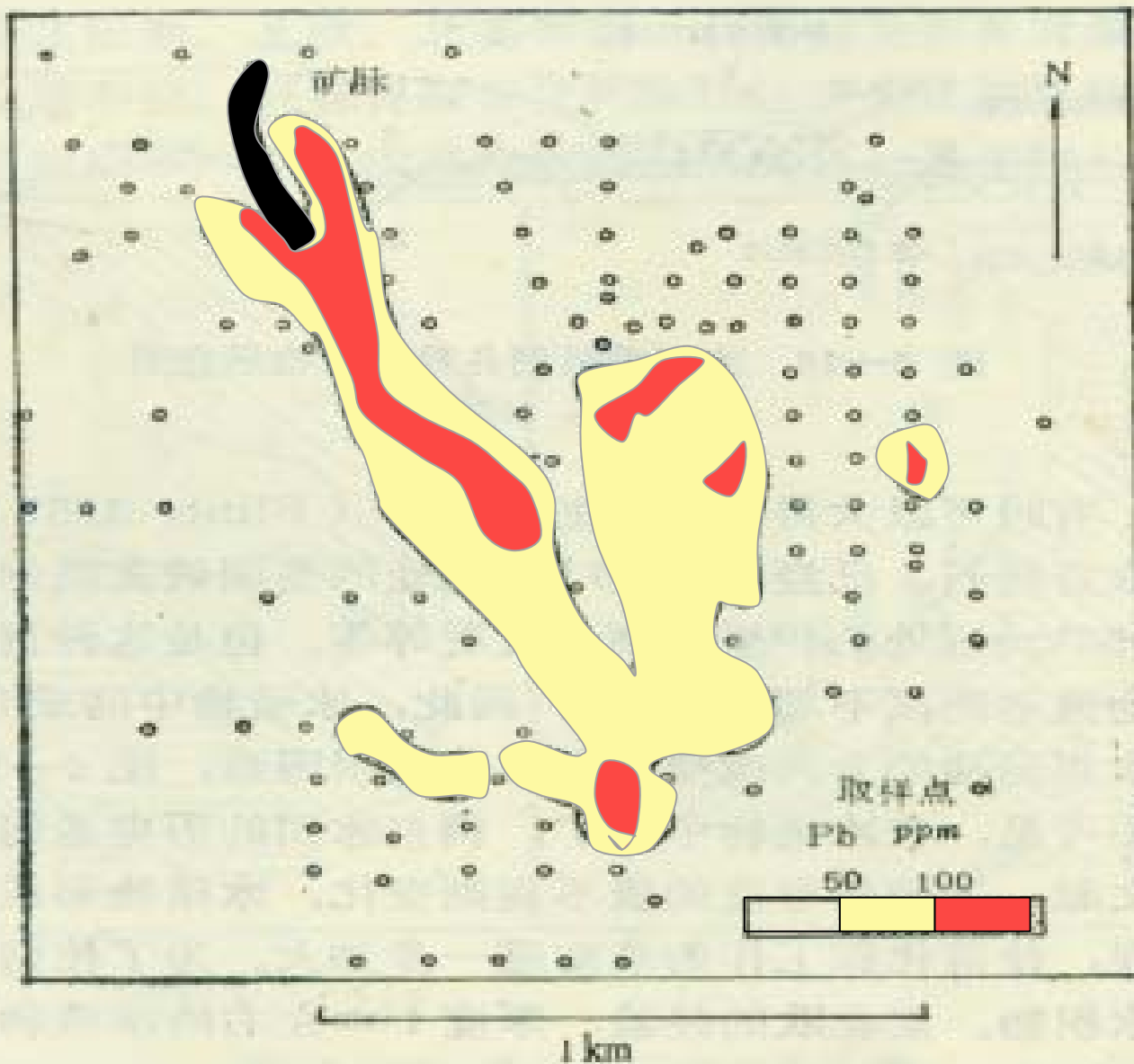


图 6—20 在冰碛物细粒级中的异常
(据哈伐林纳, 1958)



五、水系沉积物测量在找矿中的应用

◆ 1. 前提与一般工作程序

- ◆ 由于矿化及其原生晕经风化形成土壤，再进一步分散流入沟系，经历了两次分散，不仅异常面积大，而且介质中元素分布更加均匀，样品代表性强，可以用较少的样品控制较大的范围，不易遗漏异常。对于所发现的异常，具有明确的方向性和地形标志，易于追索和进一步检查。
- ◆ 此外，顺沟谷采样，不用翻山越岭，通行条件较好，劳动强度小，样品易采、易加工，工作效率高。因此，特别适用于大面积概略初查阶段，以便迅速查明找矿远景区，为战略决策提供依据。
- ◆ 多年来的实践证明，它是区域化探和化探普查阶段首选的找矿方法。

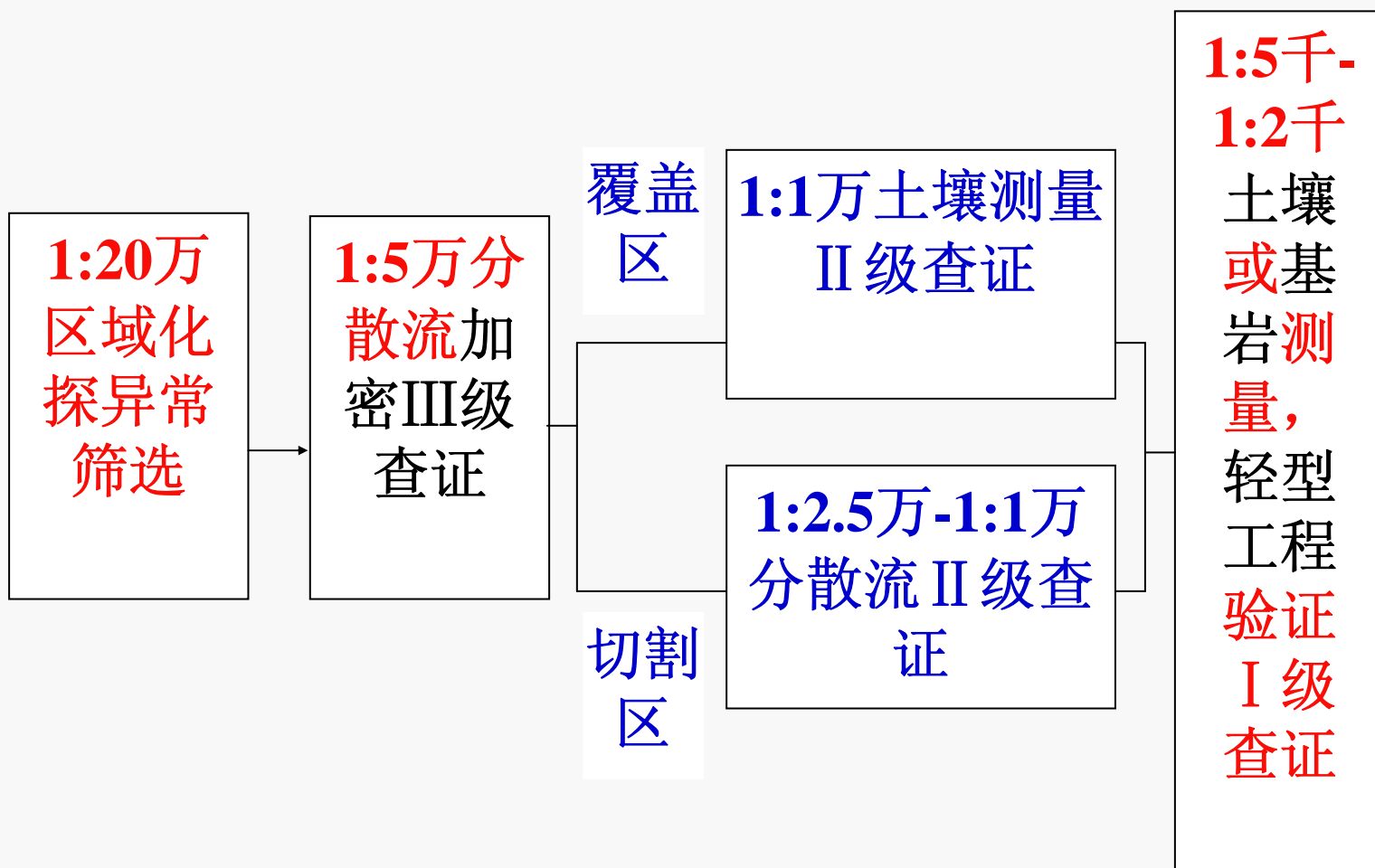


- ◆ 这种方法适用于地形切割较好，水系发育的中低山区和丘陵低山区。
- ◆ 这种方法适用于铜、铅、锌等贱金属矿床，也适用于钨、锡、钼、铌、钽、铍、铀等稀有金属和放射性铀钍矿床，特别是金银贵金属这类“隐矿物”矿床。
- ◆ 近二十年来，我国一大批金矿床的发现，并使我国成为世界重要产金国，地球化学方法功不可没。区域化探找矿实践，已形成了一套从异常检查，进一步缩小靶区，追索矿源的成熟工作方案。即区域化探—化探普查—化探详查（矿区化探）的逐步推进，逐步缩小找矿目标，直至发现矿体的工作程式如：
- ◆ 图 区域化探及逐级查证工作程式（见下一页）。



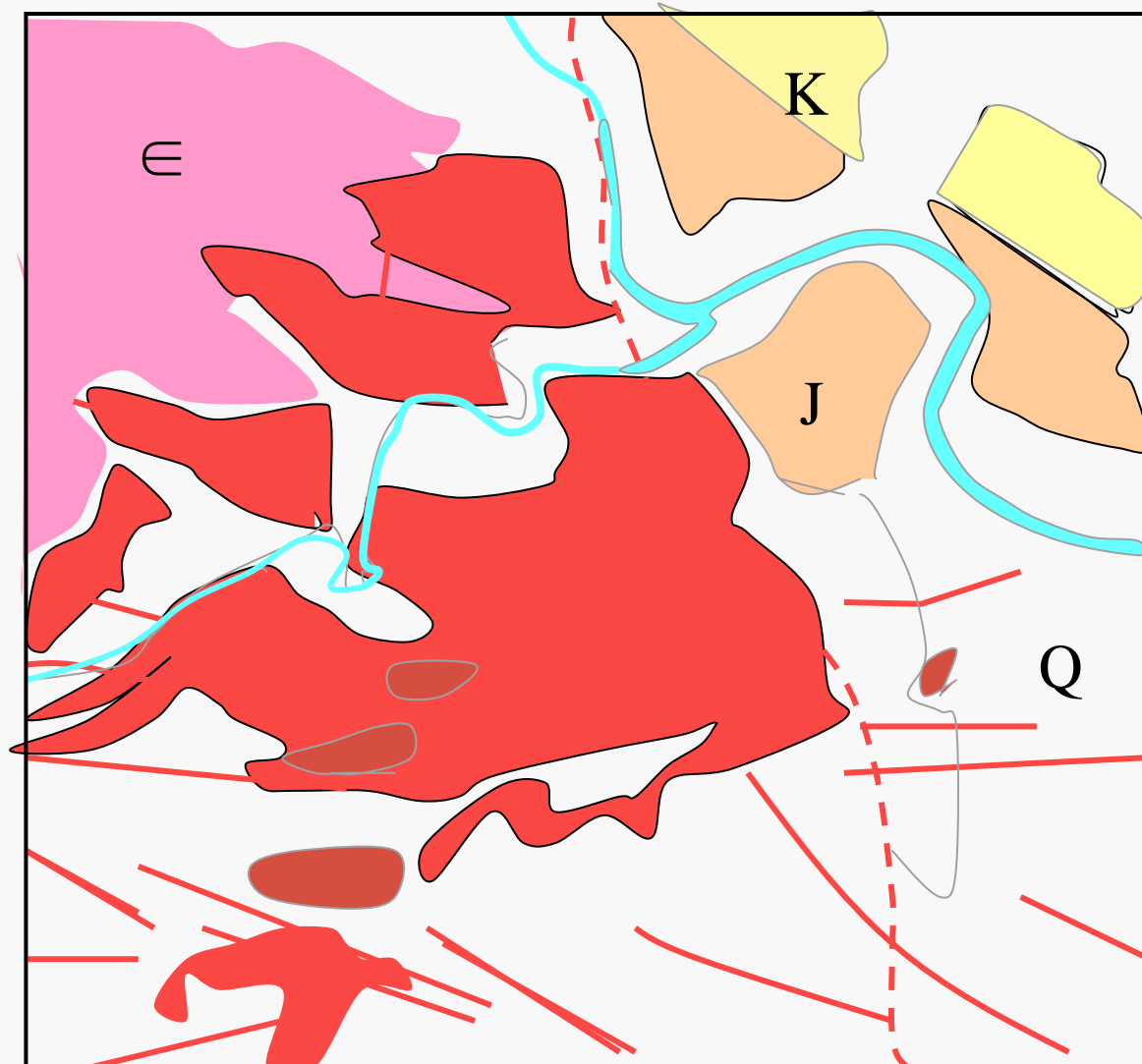
区域化探及逐级查证工作程式

勘查地球化学



2. 找矿实例

平邑县归来庄金矿



1-冲积残积层；2-砂岩角砾岩、泥砂岩；3-凝砂岩、
 安山岩；4-砂岩、砾岩；5-灰岩；6-灰岩、页岩、泥质灰岩；
 7-斜长片麻岩；8-闪长玢岩；9-正长斑岩；10-黑云斜长花岗岩
 11-实测断层；12-地质界线

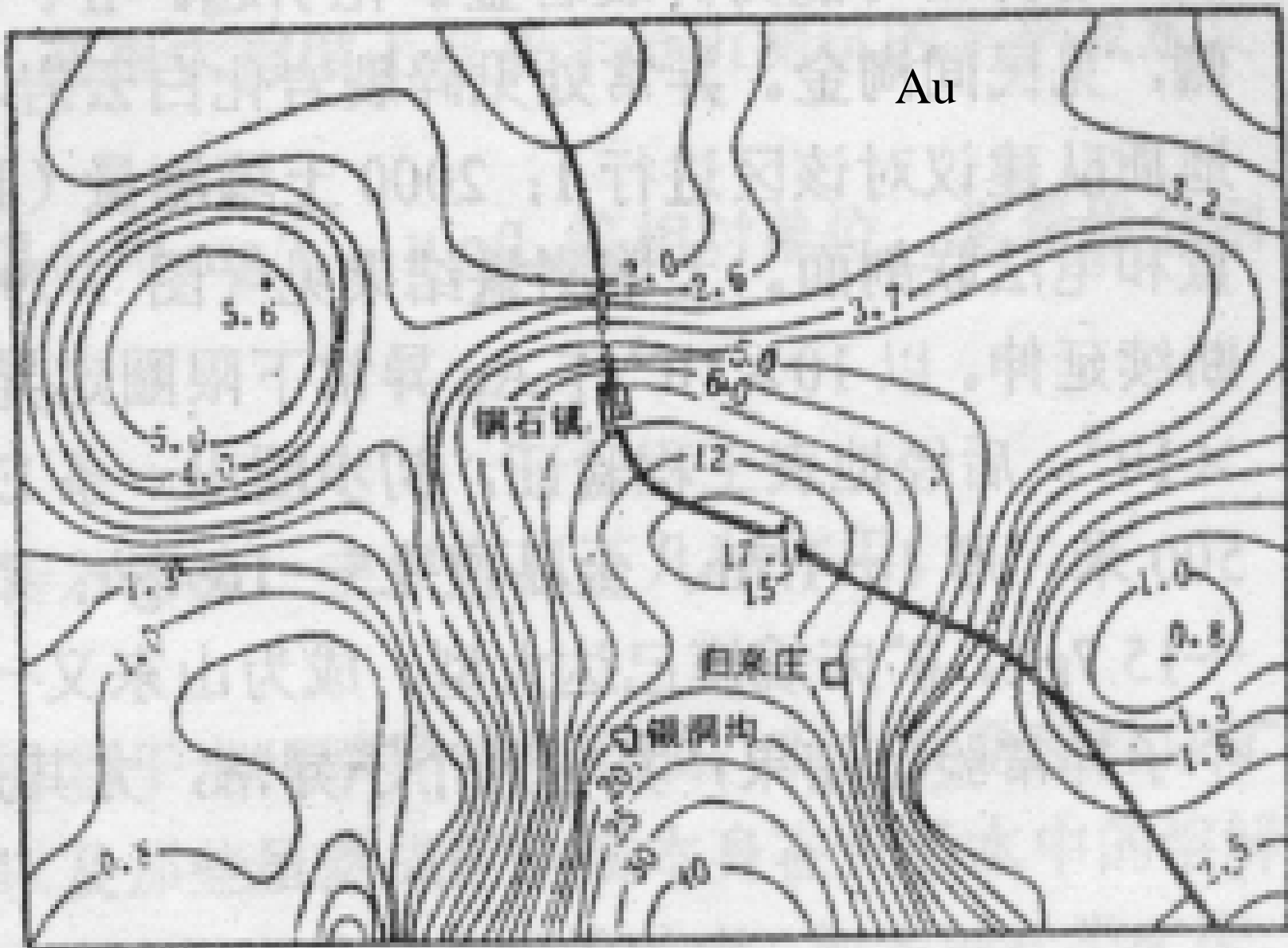


图 7-77 归来庄 As38 水系沉积物 Au 异常图

Au

勘查地球化学

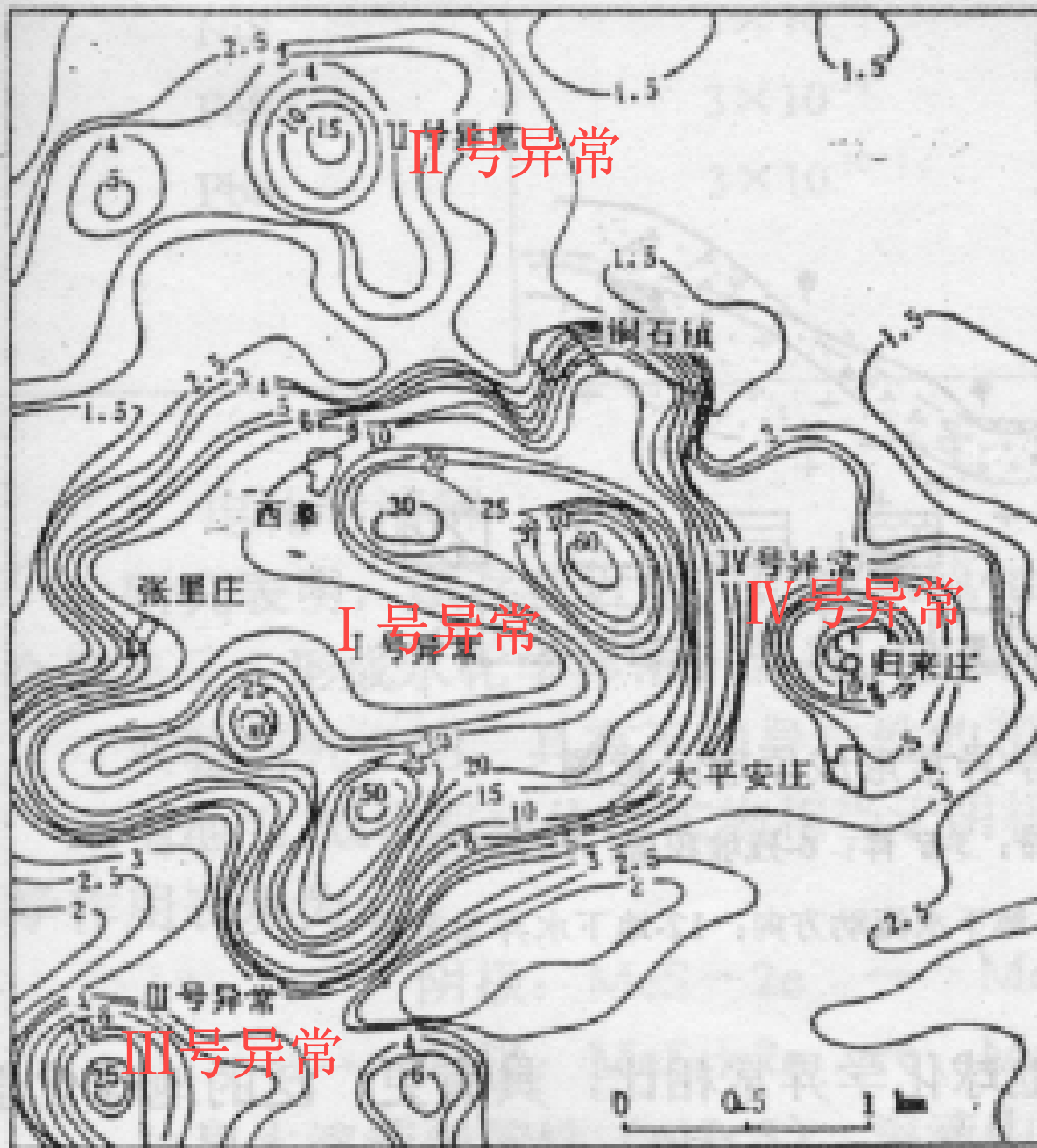


图 7-78 归来庄加密水系沉积物测量 Au 异常图

16:14



Au

勘查地球化学

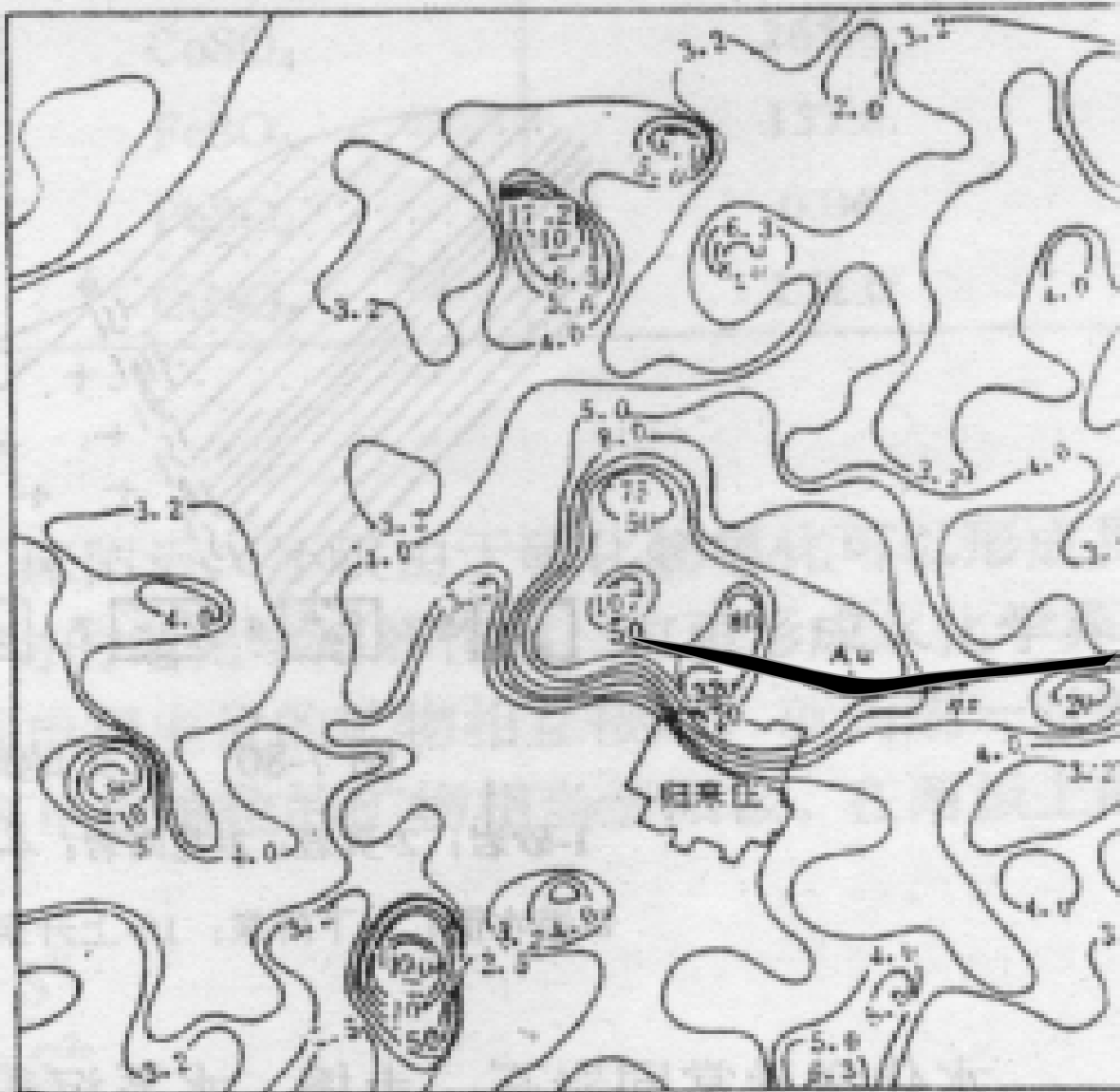


图 7-79 归来庄IV号异常区土壤测量金异常图
(附金矿体)



本章小结

- ◆ **重点掌握：** 水系沉积物地球化学异常的形成：机械分散流，化学分散流。水系沉积物地球化学异常的基本特征：指示元素、含量及组合，含量沿水系的衰减模式，影响分散流发育的因素。
- ◆ **基本掌握：** 水系沉积物测量的优越性、应用条件及找矿效果。

