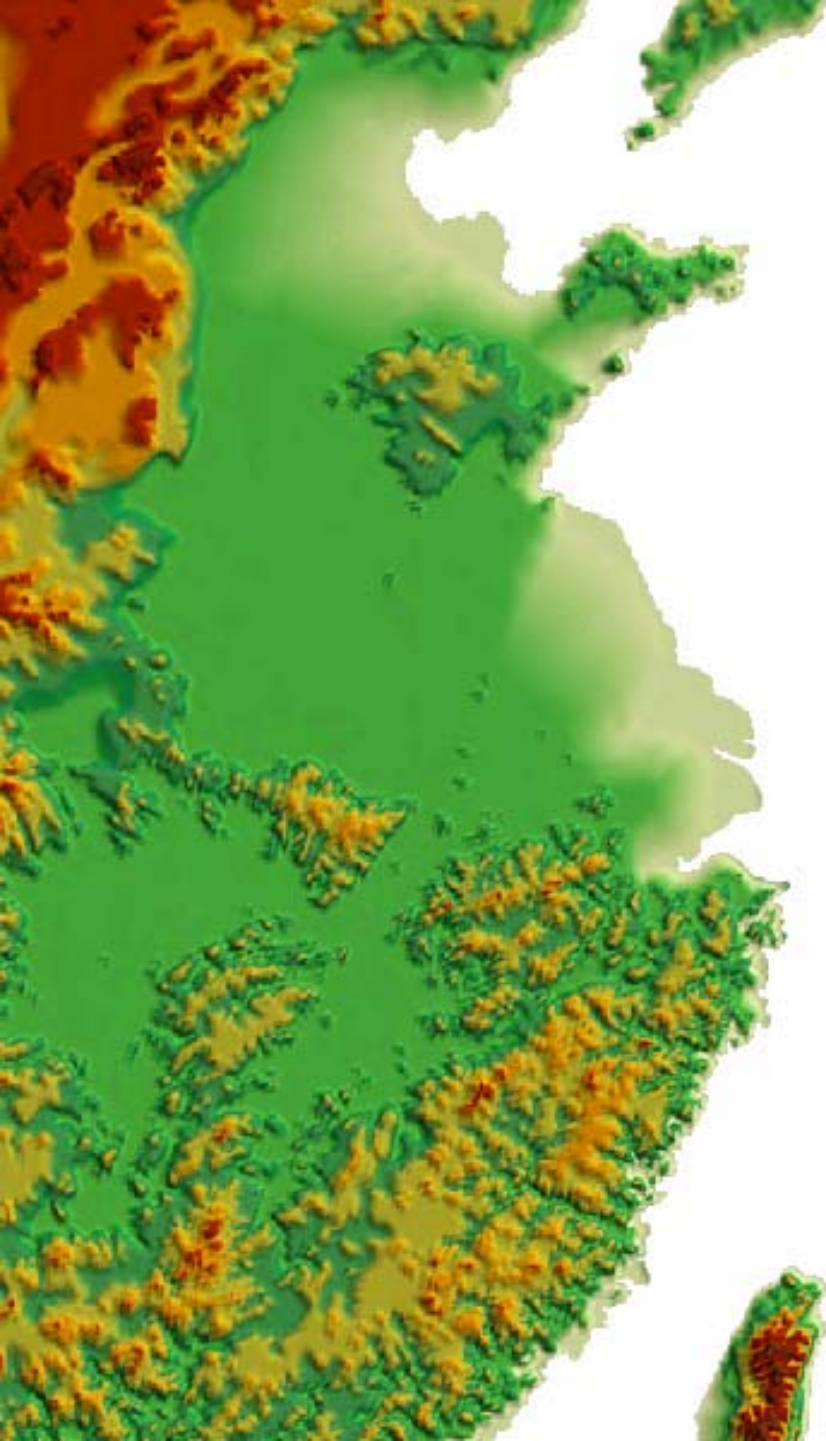




中國地質大學
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES



勘查地球化学

-----第九章

地球科学学院地球化学系

第九章 地球化学调查工作方法

勘查地球化学

- ◆ 一、 工作设计
- ◆ 二、 采样布局
- ◆ 三、 样品采集
- ◆ 四、 样品加工



第九章 地球化学调查工作方法

勘查地球化学

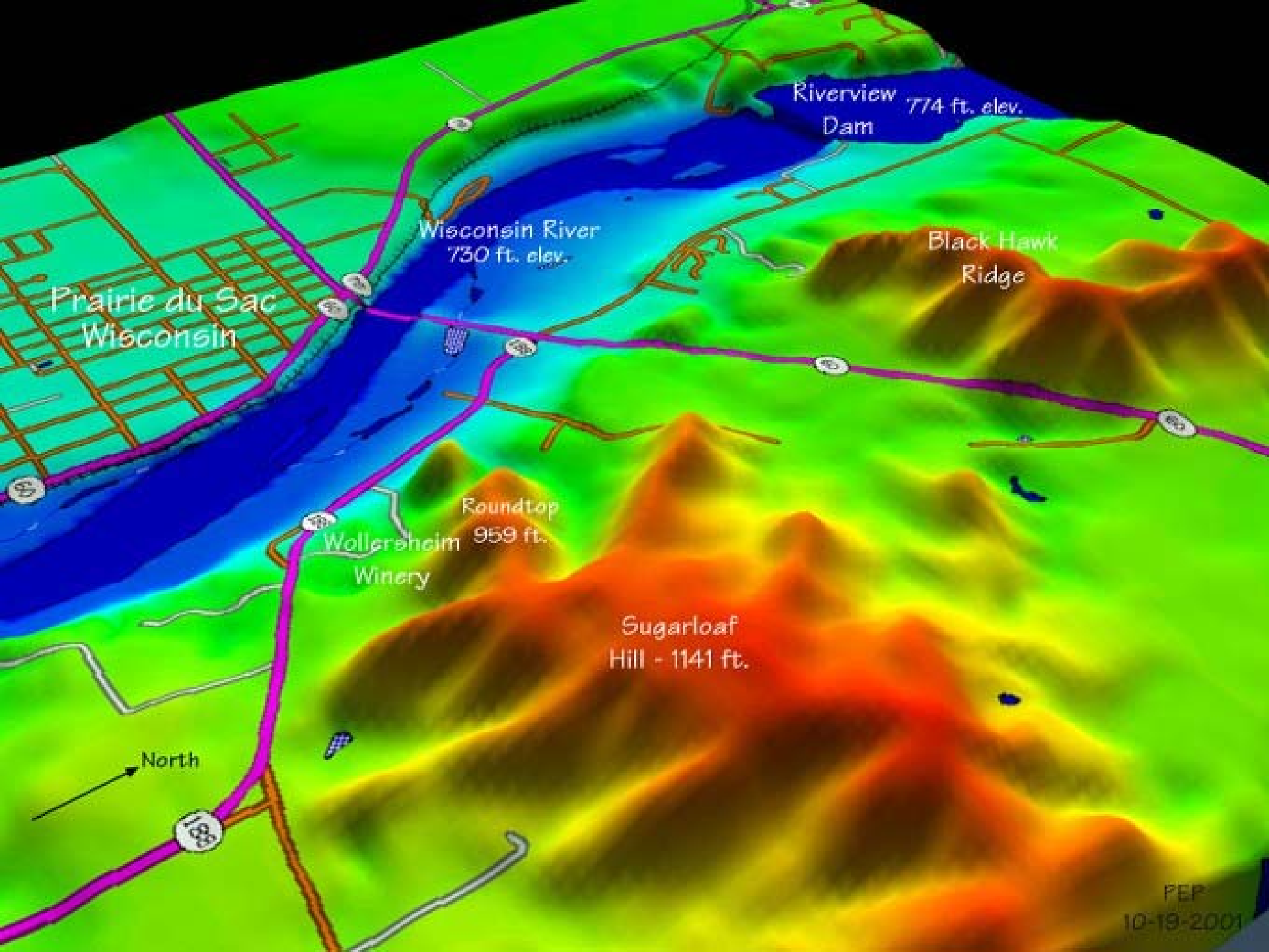
- ◆ 一项完整的地球化学调查，一般可以分为三个阶段：
- ◆ 1、野外调查与样品采集
- ◆ 2、样品加工与样品分析
- ◆ 3、资料整理与报告编写。
- ◆ 这是一个有组织、有计划、有系统的研究工作。
- ◆ 三个阶段的工作环环紧扣，而且后者以前者为基础。第一个阶段的工作决定了整个工作的最终效果。正因为如此，我们应当特别重视第一阶段的工作。



第一节 工作设计

- ◆ 为了使工作的设计符合实际，科学可行，要组织专门人员进行可行性研究，专门的踏勘、试验后，再编写设计书。
- ◆ 一、设计书编写程序
 - ◆ 1、资料收集
 - ◆ 2、勘选区踏勘
 - ◆ 3、方法试验
 - ◆ (1) 技术条件试验 (2) 方法有效性试验
 - ◆ (3) 专项试验
 - ◆ 4、编写设计：具体编写内容：
 - ◆ 1) 目的任务 (2) 工作依据 (3) 工作方法与技术要求
 - ◆ (4) 实施方案





Riverview Dam
774 ft. elev.

Wisconsin River
730 ft. elev.

Prairie du Sac
Wisconsin

Black Hawk
Ridge

Roundtop
959 ft.
Wollersheim
Winery

Sugarloaf
Hill - 1141 ft.

North

第二节 采样布局

- ◆ 一. 采样单元
- ◆ 应用地球化学的基本依据是利用统计抽样的原理，用少数抽取的样品去估计母体的分布特征。元素在地球化学场内分布是不均匀的，但是，当把研究区按一定面积分割成若干足够小的单元（细胞）时，可以近似把这一单元内元素看作是均匀分布的。这个最小单元，地球化学上通常叫做采样单元。这样，每个单元采集至少一件样品，就可以知道整个研究区内的元素含量空间分布特征。这个采样单元的大小，根据工作目的，制图比例尺不同而不同。采样单元的大小，国内外通常用成图时不同比例尺图件上 1 cm^2 作为最小采样单元。

中国地质大学地球科学学院地球化学系制作，2009年7月15日



- ◆ 按照采样单元布置采样，通常用于中小比例尺的地质、地球化学调查中。这种调查带有**战略性的**，只希望了解地球化学场结构上的粗略轮廓，找到地球化学的高或低含量区段，
- ◆ 而对于 $>1:1$ 万比例尺的矿区详查，其目的是为了查明矿（化）体引起的局部地球化学异常，则通常**用点、线距**不同的**测网**开展采样工作。



二、采样布局

表 不同比例尺采样密度表

比例尺	水系沉积物（化探） ^①		土壤（农业）剖面 ^②	
	取样点距m	每km ² 点数	取样点距m	每km ² 点数
1：25万	3000—2000	1		0.07
1：20万	1000—500	1—4		0.1
1：10万	400—200	2—8		0.5
1：5万	200—100	8—20		2



- ◆ 勘查地球化学假设研究对象是在背景的正态分布中还有叠加了矿化作用形成的另一母体，因此采样密度要大一些。而农业土壤调查中，则视对象为单一正态分布母体，是比较均匀的背景分布，因此采样点稀疏得多。
- ◆ 对于地球化学找矿来说，一般要求采样点要均匀分布在全区，对于找矿地质条件有利的地区，适当加密取样。对于农业土壤地球化学调查来说，在采样网格确定之后，与其任意随机布置采样点，还不如根据调查者的工作经验和知识水平，选取有代表性的点位布置观察点和采样。
- ◆ 由于成矿作用受地质构造（特别是热液矿床）影响，矿体多分布在断裂构造带中，其长宽比例不同，形成的异常多为长条形、透镜形。因此对于基岩采样来说，测线方向特别重要。



1、区域化探

- ◆ 对工作程度较低的地区，为了尽快在较大范围中（可以是几百、几千甚至是上万平方公里）确定找矿远景区，查明资源分布情况，为区域找矿决策提供依据，而开展的大范围以矿产勘查为目的地球化学勘查工作。一般采用低密度的水系沉积物测量方法。工作成果比例尺采用1：20万、1：10万及1：5万，通常按国际分幅系统地覆盖全区、全省乃至全国。
- ◆ 化探工作中，主要的采样介质采用**水系沉积物**。因为它具有控制范围大，介质元素分布均匀、样品代表性好、沿沟谷布样交通条件好、样品易采集易加工、工作效率高等优点，成为区域化探中的首选方法。其次，在沟谷河流密度小的低缓地形区，也可用土壤样来代替。此外，为克服土壤样品控制范围小的缺点，常常采用加大采样数量，用**分析组合样**的办法来减少分析样品数。



2、化探普查

- ◆ 一般是在成矿条件较好、成矿规律、特点基本明确的区域上，为进一步查明矿床和发现新矿化的具体分布范围。找矿目标是**矿床级的异常**。
- ◆ 普查化探主要用于1：5万区域化探所确定的成矿带中异常集中段，为进一步确定矿床可能**赋存位置**提供可靠依据。
- ◆ 在进行土壤地球化学测量时，可以适当配合进行井水、泉水及地表水的水化学找矿工作。



3、化探详查

- ◆ 目的是确切地**圈定矿化范围**，初步评价地表矿化，找矿目标已被锁定在确定矿床范围和寻找矿体，评价矿体剥蚀程度，深部矿化趋势。
- ◆ 选择土壤测量还是基岩地球化学测量，主要视露头出露情况而定。
- ◆ 其它布局方式，除了上述比较正规的系统工作之外，勘查地球化学中还有其它的专项研究和找矿工作。如岩体评价时，可对穿越岩体作十字形或井字形布置基岩剖面。
- ◆ 对成矿有利岩体，矿化受接触带控制时，则主要采用垂直接触带的一系列**放射形不等距短剖面**控制之。



第三节 样品采集

勘查地球化学

- ◆ 一、采样的基本概念
- ◆ 按**统计抽样**的原则，抽取数量有限、重量有限的样品来分析，用它来估计，或近似模拟原地球化学场的**分布特征**，包括总体的**概率分布**参数特征（平均值、均方差、变化系数等）和**空间分布**结构特征。



- ◆ 对于每抽取的一个样品之来说，分析结果就取得了一个具体的地球化学指标值 x_i 。要想用 x_i 代表总体的平均值 X 是不现实的，在将整个总体均分成若干取样单元（网格）后，已假设每一取样单元内元素含量的分布是比较均匀的，若在第 j 单元内不同位置上任取一个样品 x_{ij} 即为实际观测值。
- ◆ x_{ij} 这一实际观测值与 x_j 单元的平均值 μ_j 之间，总会有微小差异，习惯上把这两者之间的差叫做取样误差 ε_{ij} ：
$$\varepsilon_{ij} = x_{ij} - \mu_j$$



每一单元的理想含量组 μ_j 与总体平均值 μ 差，叫做地球化学变差 w_j

$$W_j = \mu_j - \mu$$

将上二式合并整理，则任一点观测值 x_{ij} 可表示为

$$X_{ij} = \mu + w_j + \varepsilon_{ij}$$

即地球化学场中任一点观测值可以分解为三部分：研究区总体平均值，地球化学变差和采样误差。

为了减少采样误差，使观测值更接近 μ_j ，可以在同一取样单元内取 n 件样品，然后取其平均值 $\bar{X}$ 。

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$$

就大大缩小了取样误差。

引入一个正态母体的最小采样数量的概念。设研究客体的地球化学指标

服从正态体分布 $N(\mu, \sigma)$ ，统计量 $t = \frac{\mu - \bar{x}}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$ 为一标准正态变量。

经过转换 $t = \frac{\mu - \bar{x}}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \sqrt{n} \frac{\mu - \bar{x}}{\sigma}$

$$n = \left(\frac{t\sigma}{\mu - \bar{x}} \right)^2$$

若将允许的相对误差 δ 表示为 $\delta = \frac{\mu - \bar{x}}{\sigma}$ ，则 $\mu - \bar{x} = \delta \bar{x}$

又因为变化系数 $V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$ ， $\therefore \sigma = V \bar{x}$

将上二式代入n的计算公式 $n = \left(\frac{tV}{\delta} \frac{\bar{x}}{\bar{x}} \right)^2 = \left(\frac{tV}{\delta} \right)^2$

取信度 $\alpha = 0.05$ ，则正态分布的概率分度t为 $1.96 \approx 2$ 。若相对误差一般情况下允许相差20%的话，则上式变为：

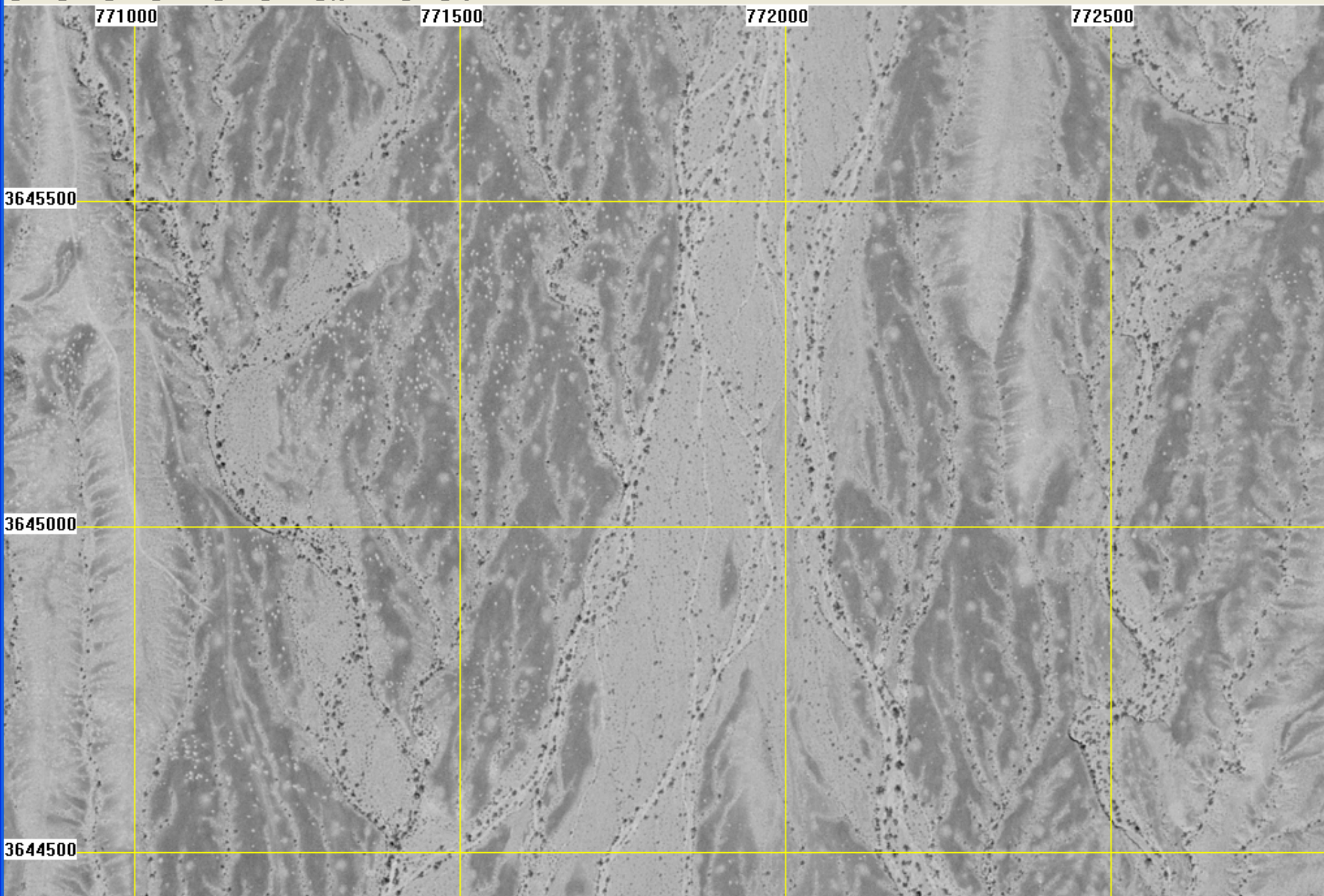
$$n = \frac{4 V^2}{0.04} = 100 V^2$$

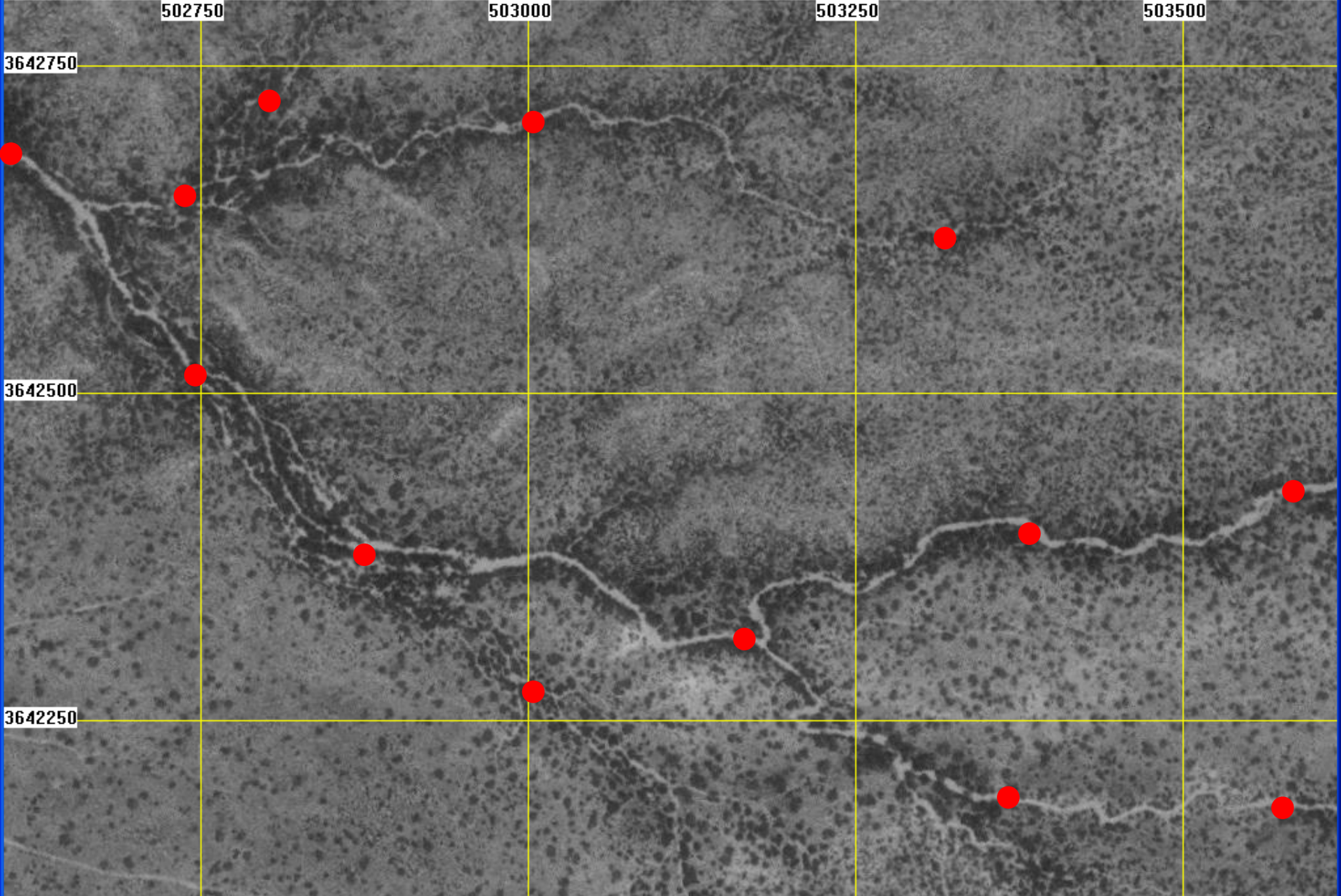


二、水系沉积物采样

- ◆ 元素在不同级次水系中分布的均匀性是不同的。
- ◆ 勘查地球化学中，水系采用斯特勒提出的命名方法。
- ◆ 在1：5万或类似比例尺的航空照片上可以辨认出的最小水系称为一级水系。它们最接近分水岭。两条一级水系相汇成二级水系，两条二级水系相汇成为三级水系，依次类推。





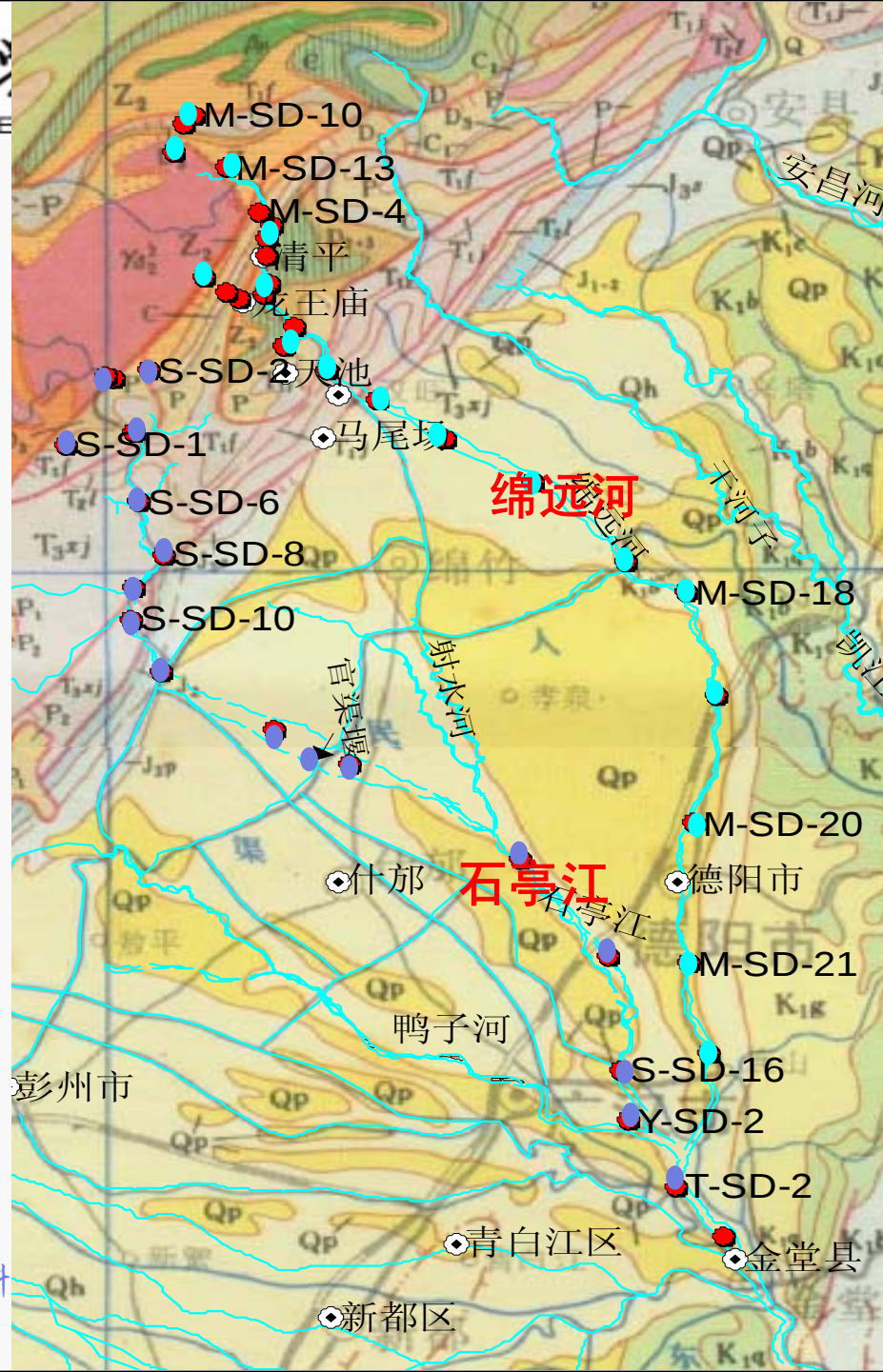


- ◆ 取样时，要选择河流中心最年轻的活动物质。两岸岸边物质易受两侧崩塌物影响。在北方干旱半干旱地区，上游河间大都只有间歇流水，在干河道和浅水溪流中，在主干道中心部位采样没有困难。但在雨水充足的南方、水流急湍，河床中心采样困难，可在河流流速减慢处，河流沉积沙滩一侧，或局部细粒物沉积地点采样。为了取得足够的有代表性样品，也可在20-30米范围内，选择数个类似的地点采集多点样合并为一个样。
- ◆ 由于水系沉积物中不同粒级中金属元素含量不同，所以对所选指示元素要进行富集粒度试验。
- ◆ 分散流采样的重量要求一般要 $>300\text{g}$ 。
- ◆ 取样时间的选择。



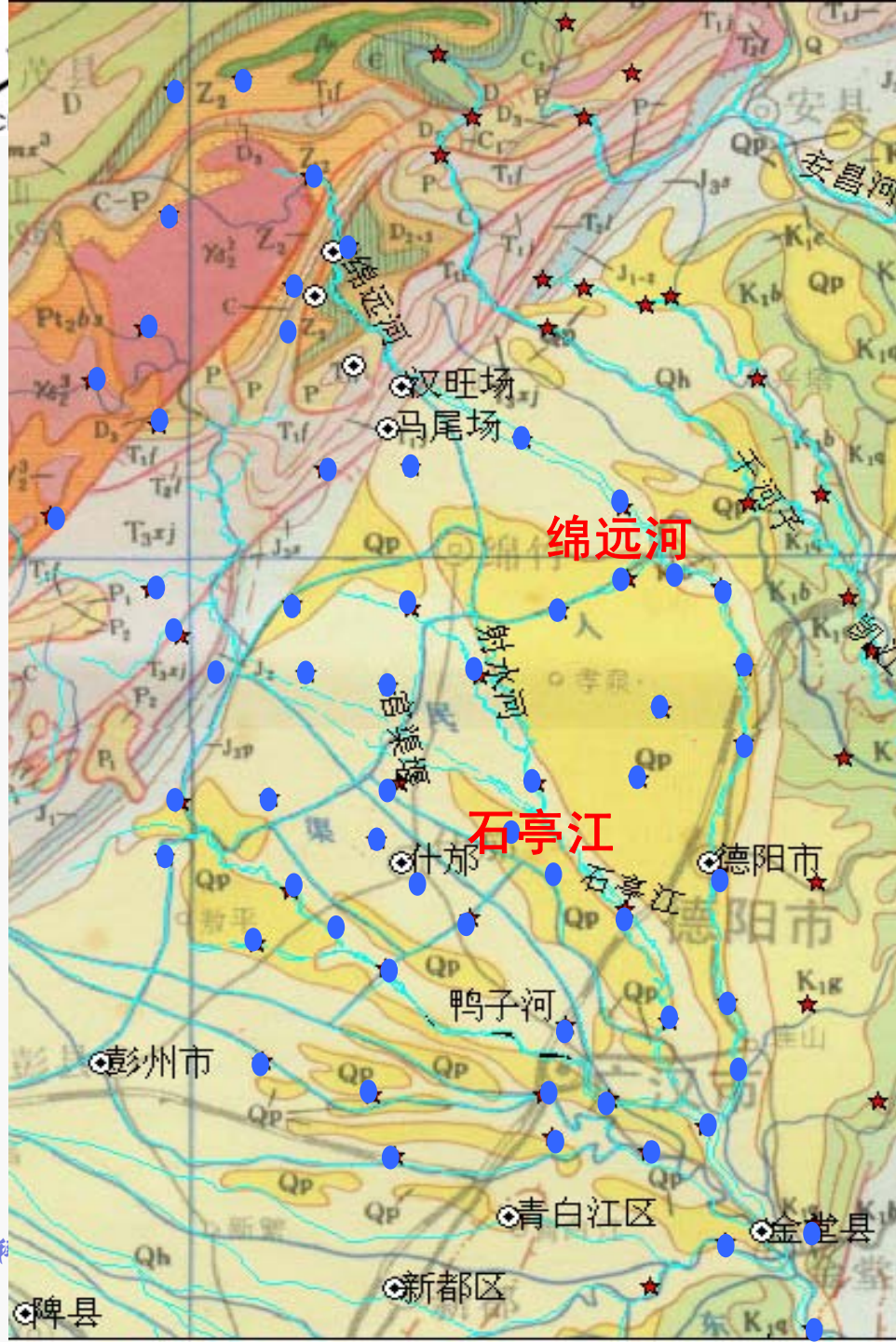
勘查地球化学

中国地质大学地球科

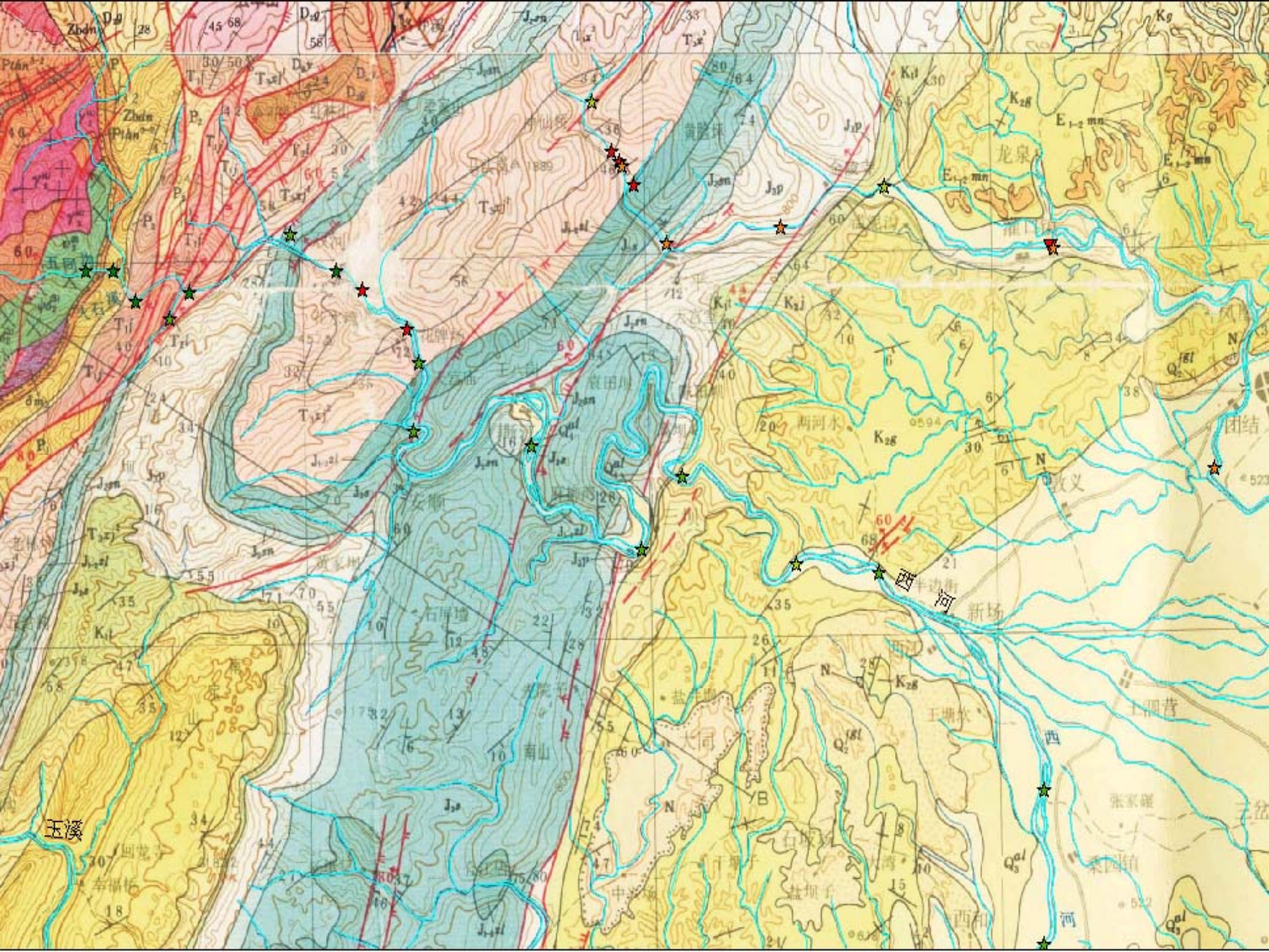


沱江水系 地表水采 样分布图

中国地质大学地球科









三、水样采集

- ◆ 水样采集看似简单，实际复杂。
- ◆ 水样采集时，对地质和景观环境作详细记录对成果解释具有重要作用。
- ◆ 水样采集
- ◆ 采集过程



四、土壤采样

- ◆ 三个基本问题：层位（或深度），成分和原始重量。
- ◆ 在取样时，判断覆盖物性质是非常主要的，因残积物，坡积物，冰积物及其它远程运积物与下伏基岩的成生联系密切程度不同，对异常解释具有重要意义。



扩展地采样剖面



灰潮土



大悟山

黄棕壤





五、岩石取样

- ◆ 对基岩进行正确取样往往较水系沉积物和土壤要困难得多。
- ◆ 首先是元素在岩石、矿物中分布的不均一性，某些矿物常以裂隙、细脉或斑点，结核形式出现。要使所采样品有代表性，常常要加大采量，如梅花式5—7点采样法，连续捡块法。刻线法，刻槽法等。



- ◆ 另外，研究目的不同，采样要求也不一样。如研究岩石圈或区域地壳丰度，区域发展演化环境背景值研究等。则须真实了解背景含量分布特征。这就要求避开矿化影响、表生因素影响，要尽量采集未风化新鲜的未遭受矿化蚀变影响的岩石。
- ◆ 对找矿而言，则要对有矿化显示的样品、或易于富集矿化元素的部位进行针对性采样。如采集石英、方解石脉等热液活动产物、金属矿物蚀变带、暗色矿物带，铁锰氧化物密集部位，断裂带、节理及微裂隙面等。以增强矿化信息。





六、气体样品采集

- ◆ 气体易于扩散、挥发，不易保存。目前气体采样分为主动式和被动式采样。
- ◆ 直接主动式是人工抽气。
- ◆ 主动浓集式是人工抽取气体的同时，将气体浓缩在捕集剂上。捕集剂可以是液体的，也可以是固体的。对捕集剂的要求是要能释放出来。
- ◆ 如金能与汞气形成汞齐合金。活性炭还能吸附烃类气体、Rn气。分子筛吸附SO₂等气体。



- ◆ 目前，在环境地球化学采样中，还广泛使用液体富集剂（吸附剂）溶解待分析气体。主要通过试验研究待测气体的最佳溶剂。一般来说，酸性气体可用碱溶液溶解，碱性气体用酸溶解。
- ◆ **被动式取样**，是将气体吸收剂放置在取样点，让气体与捕集剂作用而被吸附。多用在采取土壤中的壤中气时，将捕集剂埋入地下一定深度，让上升气流穿过捕集剂而被吸附，具有时间上的累积效果。
- ◆ 对大气飘尘的取样，主要是用滤膜过滤法取样。



七、采样编录

- ◆ 采样过程中，需要认真记录点、线号，样品号，以及附近的地质、地形、植被、人工污染等一切与资料解释相关现象。



第四节 样品加工

- ◆ 除水样和某些现场的冷提取分析样外，原始样品总要经过或多或少的加工才能进行分析。
- ◆ 一、样品加工方案
- ◆ 地球化学样品的加工一般包括干燥、破碎、揉碎、过筛、淘洗、缩分、研磨、混合等步骤。





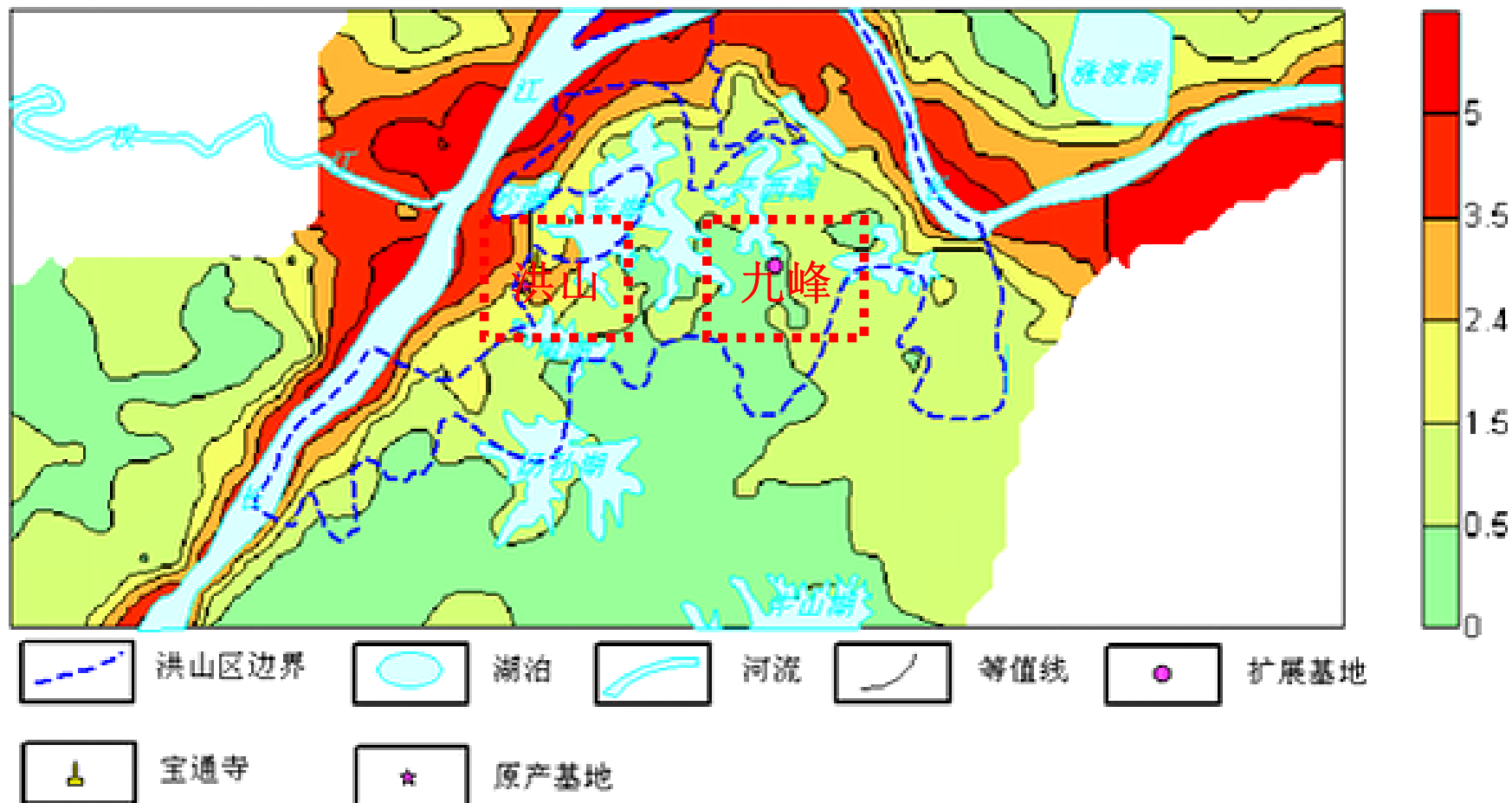
勘查地球化学

筛子直径	目数	粒径(mm)
20cm	20	0.900mm
20cm	30	0.600mm
20cm	40	0.450mm
20cm	50	0.355mm
20cm	60	0.280mm
20cm	70	0.220mm
20cm	80	0.180mm
20cm	90	0.170mm
20cm	100	0.154mm
20cm	120	0.125mm

20cm	140	0.110mm
20cm	150	0.100mm
20cm	160	0.098mm
20cm	180	0.088mm
20cm	190	0.080mm
20cm	200	0.074mm
20cm	250	0.061mm
20cm	300	0.054
20cm	320	0.048
20cm	360	0.040
20cm	400	0.039



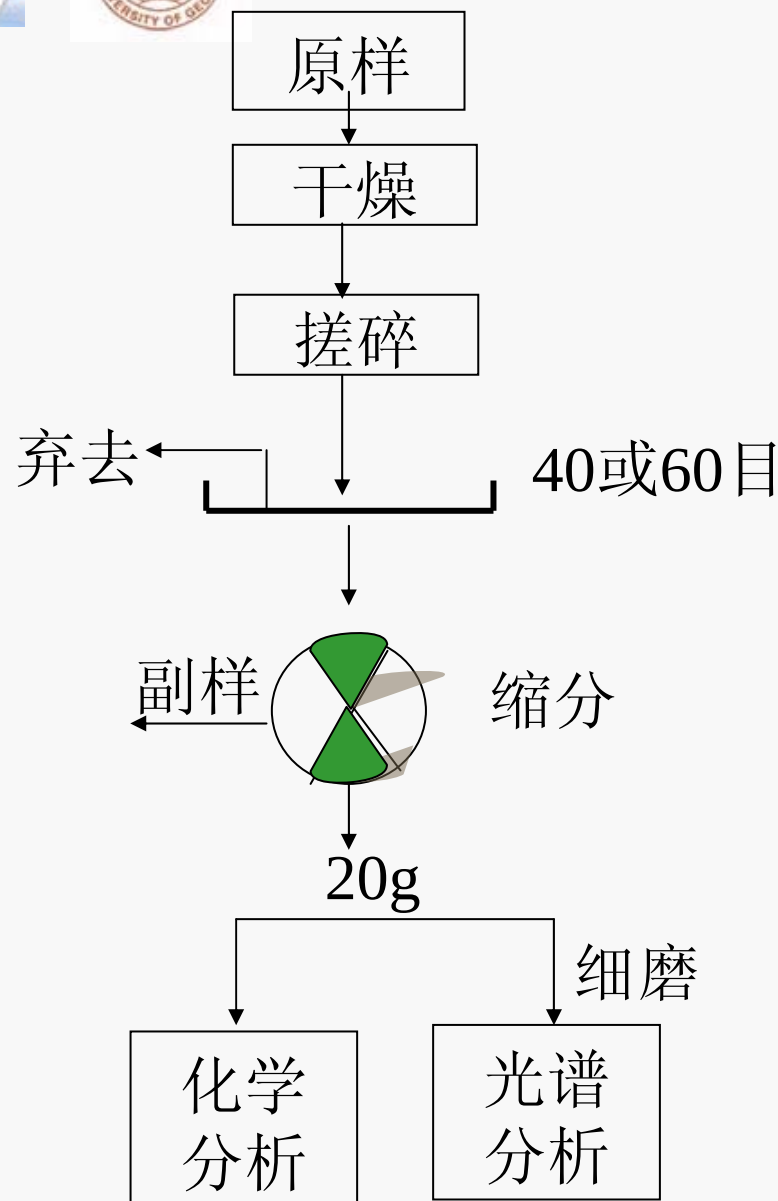
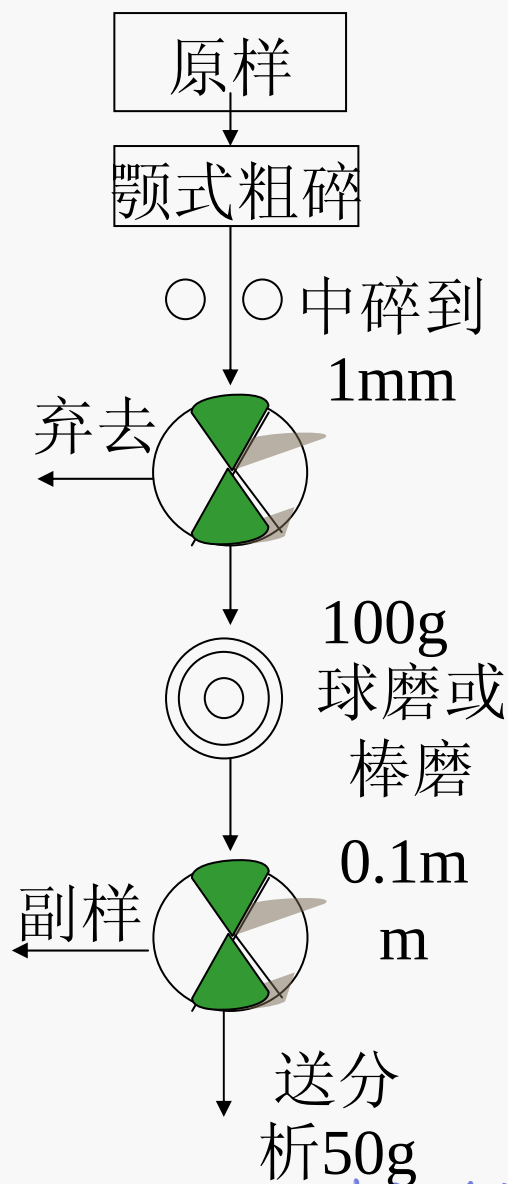
武汉市沿江（洪山区）CaO等值线图



- ◆ 下图分别为我国常用的岩石，土壤及水系沉积物样品的加工方案。这些方案已经过一、二十年的大规模工作，证明是行之有效的，而且也比较简便。
- ◆ 加工过程中最大的问题是污染。第一种情况是样品之间的污染，第二种情况是样品被加工工具污染，尤以碾磨与过筛两道工序为甚。
- ◆ 在加工样品时，还应注意下列几点：1) 防止样品号码的错乱。2) 不能随便更动加工方案。3) 疏松物样品在第一次过筛前不要研磨，以保持样品的原始粒度比例。4) 注意改进加工工作的劳动条件，如通风防尘，这不但维护工人健康而且可以减少污染。5) 矿石样品与普通样品要严格的分用加工工具，最好不同一室。



勘查地球化学



二、样品的组合

- ◆ 为了解决取样过稀易于漏掉异常，而取样过密徒然增加分析负担的矛盾，把若干个相邻样品等体积混合，做成一个组合样，对组合样品进行分析，发现异常后，再对原样分析找到确切位置，这样总的分析可以大大节省。



本章小结

- ◆ 重点掌握：踏勘、试验及工作设计。化探方法的选择，指示元素的选择。采样布局的原则及几种基本方法。
- ◆ 基本掌握：基岩、土壤、水系沉积物采样的要求。样品的初步加工。
- ◆ 现场参观实习：基岩、土壤、分散流采样及要求。

