

第一部分：矿产勘查地球化学（简称勘查地球化学）

一．沿用的理论基础（点源分散模式）

勘查地球化学是从一门找矿技术即地球化学探矿方法发展起来的，因而它的理论是在广泛应用各种找矿的基础上建立起来的。从 20 世纪 30 年代——80 年代，它的研究对象是矿床。它的理论基础是矿床物质通过分散过程在四周的各种介质（包括岩石、土壤、水系沉积物、地表水、植物及空气）中形成各种类型的地球化学分散模式，（见图 1）。

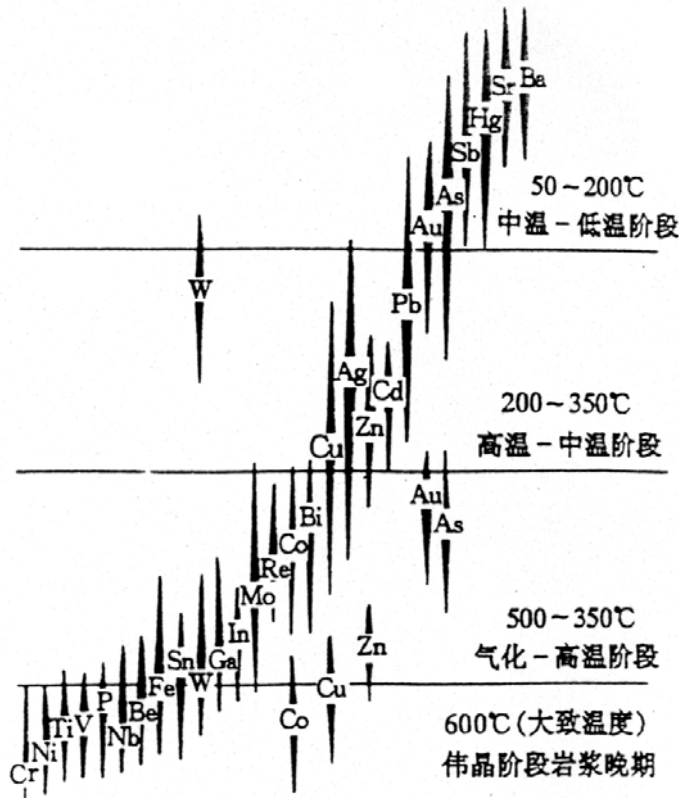


图 1 热液矿床原生晕元素垂直分带模式示意图

根据这些分散模式可以追踪和发现新矿床。多年来的研究重点都是放在矿体受到风风化后，矿石物质从矿体分散出去所造成的次生异常。

勘查地球化学十分强调应用，这使它的方法学发展始终走在基础研究之前，从 60 年代开始，土壤测量、水系沉积物测量及生物地球化学等方法已应用到大规模区域性或国家性多元

素地球化学填图，这些都超出了从矿床点源出发的地球化学分散模式理论的范畴。

（一）次生异常（次生晕）

次生异常可以按它们与介质在形成时间上的关系分为同生的（包括碎屑异常、水成异常、生物成因异常等）与后生的（包括水成异常、气体异常等）。

1. 碎屑异常（机械分散晕）

呈稳定的原生或次生矿物的碎屑存在。碎屑异常可以是原地风化形成的，如矿床上方残积土内的异常；也可以是各种机械应力（如重力、水、冰及风）搬运形成的，如各种运积物中的碎屑异常。我们所从事的土壤测量和水系沉积物测量绝大部分属碎屑异常。

2. 水成异常（前苏联术语称盐晕）

异常物质曾经在水中呈简单离子、络合物或胶体等形式搬运过。如果异常的物质仍留在水中，这种水成异常叫做水化学异常；如果异常物质在水中经过一度迁移后，以沉淀、胶凝、吸附等方式析出在某些疏松物质之中，则称为某种覆盖物或沉积物中的水成异常。

区分水成异常与碎屑异常的主要方法：采用研究冷柠檬酸（冷提取）提取出的金属占全金属的含量比例（比例 $\leq 5\%$ 的，其异常几乎完全呈碎屑形式）。

3. 生物成因异常

生物活动形成的异常。如植物吸收了某些元素后在植物各器官内聚集而成的异常；或植物残体在地表腐烂分解而在腐植土中形成的异常等，都叫生物成因异常（铜草）。

4. 气成异常

各种类型的矿化体会释放出一些气体，或者在风化过程中产生一些气体（如： Hg 、 SO_2 、 CO_2 等），这些气体可以穿透厚 $n \times 1\text{m}—n \times 100\text{m}$ 的覆盖层达于地表。它们可以赋存于近地表的在气中、土壤间隙气中。

（二）原生异常（原生晕）

原生异常是在岩石中形成的异常，也可以分成同生的及后生的。

1. 同生原生异常：

它们是在成岩过程中同时形成的，异常的存在显示了岩体或岩层的含矿性。

2. 后生原生异常：

后生的原生异常最主要的是热液矿床四周的热液渗滤晕，它是成矿热液在沉积成矿时残余热液继续在成矿通道中运移，在矿体前缘部位形成的。可以利用在地表发现的原生晕追踪地下数百米的盲矿体。

也可以通过剥离断裂带微量元素含量（或成矿元素），证明其断裂带是否具有导矿和储矿作用（如：断裂带中成矿元素含量高于其上、下盘岩石，可视为沿断裂带成矿流体活动的证据，大量的成矿元素带入，是断裂带找矿的直接标志）。

另外，我们习惯用高值正异常找矿，而在一些热液矿床矿体周围蚀变岩中，往往具有明显的成矿物质负异常，利用成矿元素负异常进行地球化学找矿已成为有效的找矿方法（产生负异常的原因：赋矿地层本身就是矿床的矿源层，矿体周围的蚀变岩因淋滤作用结果，其中部分成矿元素已经活化迁移到成矿溶液，因而在矿体周围产生了成矿元素的负异常）。也可通过分析占孔岩心进一步追索深部盲矿体；也可通过研究垂直分带，了解矿体的剥蚀程度等等。

三. 主要工作方法简述

多年来我们沿用的工作方法都是根据样品的种类决定的，主要工作方法为地球化学岩石测量、地球化学土壤测量、水系沉积物测量、水化学测量、生物地球化学测量及气体地球化学测量。

1. 地球化学岩石测量：

主要是采集地表岩石、岩石碎屑、岩石裂隙中的附着物品，通过分析其中的痕量金属来寻找或圈定矿体；对于深部盲矿体出露的地表或分部其周围的原生分散晕，可以分析据此布置的占孔中的岩心，以进一步追索深部矿体位置。这种方法在我国及俄罗斯应用很广，并取得一定成效（目前已被国内外勘查地球化学界公认为是一种寻找热液型隐伏矿床的有效方法）；以邵跃为代表的我国化探专家通过多年的研究，对其基本原理、工作方法、异常评价、推断解释等进行了比较详尽的总结，本次学习我们将介绍其异常浓度分级、分带的方法及异常评价等方面内容。

2. 地球化学土壤测量

系统采集地表各种风化的疏松物质，研究其中痕量元素的含量及其它地球化学特征，测量的目的是发现与矿化有关的各类次生异常，进而发现疏松覆盖层下方的矿床。

残（坡）积层土壤测量是化探方法中最成熟、最有效的，因为残积层中的异常经常是下伏矿化的最可靠的直接批示，因而它是全世界最为广泛使用的地球化学方法。

运积层土壤（包括冲积层、冰积层、塌积物、风成砂等）测量随着地理环境及使用的方法技术是否得当而效果相差十分悬殊（如新疆、西藏等地）。在进行运积层土壤测量之前必须进行试验测量，研究当地覆盖物特征、确定工作方法、采样物质、采样层位、特殊的分析方法等；可以考虑大量使用机械浅占采样。

3. 水系沉积物测量

系统采集水系沉积物样品，研究其中各种痕量金属的含量及其它地球化学特征，以发现与矿化有关的异常，并向上游追索找寻矿床的方法。它是一种效率较高的普查方法，可以根据在汇水盆地口上采集的、相对较少的样品，了解汇水盆地上游的矿化情况。

它的采样布局及采集物质依工作比例尺、目标的大小、水系分布模式及金属元素在水系中的衰减模式而定。最广泛使用的是采集河床底部的活性物质（世界上许多国家进行的地球化学填图都采集这种样品）。在有些情况下，也可采集河床两侧的河漫滩沉积物。筛选水系沉积物中小于 80 筛孔的细粒部分进行分析，目前已成为世界通用的标准方法。

除上述外，在特殊的地理条件下，以及为了特殊的目的（注意“特殊”两字即前提），还可采集水系沉积物中的粗粒部分、卵石或砾石的铁锰覆膜、水系中的铁锰结核等。（2002 年我队在水系沉积物测量采样时出现一些问题，即以土壤测量样代替水系沉积物样的问题就是部分同志缺乏对勘查地球化学基础理论的了解，从而出现概念性错误。只要认真了解“分散

模式图”，今后不会出现此类问题）。

4. 气体地球化学测量

系统地提取天然物质（如土壤、大气）中的挥发性物质及气体，用以发现与矿化有关的气体异常并进而寻找隐伏矿床的方法。

气体地球化学测量测定的指标有 Hg、CO₂、SO₂ 等，而以 Hg 测量研究得最多，一度曾认为它是找寻被厚层运积物或成矿后被沉积岩覆盖的隐伏矿床最有效的方法，但近年来发现 Hg 异常主要与构造有关，矿化的构造与无矿的构造都可能在地表有 Hg 异常出现。因而这种方法在探测地下水和工程地质方面有较大的应用前景。

5. 水化学测量

系统采集地表水或地下水（如：河水、湖水、井水、泉水）的样品，分析水中微迹元素及其它地球化学特征，发现与矿化有关的水化学异常，用以寻找矿床的方法（如：分析湖水是快速评价区域含矿性的方法之一；分析泉水及井水可以发现盲矿及埋藏的异常）。

但由于水化学测量的结果受季节性影响较大，在钙质环境中，由于许多金属的活动受阻滞，水化学方法效果不理想。但对寻找以为活动性强的金属（铀、钼）为批示元素的矿床有一定效果。

6. 生物地球化学测量

系统地测量生物中（主要是深根植物，如乔木、灌木等）的微迹元素含量或研究其它地球化学特征，以发现地球化学异常（称植物异常）并进而寻找矿床的方法。

在厚层运积物覆盖地区采集深根系样品可以有效地发现埋藏异常，在这种条件下使用腐残层采样有时也可达到同样效果。

广义的生物地球化学测量还包括某些动物体的研究和微生物测量（如有人研究过生活在湖水中的鱼的肝脏所含的金属来在化探普查中评价区域的含矿性）。寻找油气藏的微生物测量方法在石油化探工作中在广泛使用。

四. 勘查地球化学目前发展现状

上述介绍的以“点源分散模式”为理论的勘查地球化学，其发展的高潮已经过去，作为一门科学，目前主要任务是对已建立的理论与方法做深入的工作和大规模应用。这一观点已被大部分勘查地球化学家共认。但由于他们不甘于这种现状，故纷纷进入环境地球化学领域（他们可以把研究矿床物质的地球化探分散理论应用到人为污染源的分散过程）。

自上个世纪 70 年代以来，世界各国普遍实施了区域地球化学调查规划，取得了显著的资源勘查成果，并广泛用于生态环境、地方病防治、区域农业规划和城市建设规划等各种领域，区域地球化学调查已由单独的资源调查向多目标转变。

90年代以来,中国地质调查局在我国东部覆盖区及西部大开发项目中,积极倡导区域地球化学调查的多目标功能,在江汉平原、珠江三角洲、成都平原及浙江、湖南与安徽等省,针对整个生态环境,系统开展了生态地球化学填图,并获得了丰硕的成果。

我省于今年元月进行野外采样工作培训,在我省沿海经济带开展生态地球化学调查工作(即**多目标地球化学调查**),该项工作不仅具有重要的科学意义,而且将对研究区的经济和可持续发展带来良好的社会效益。勘查地球化学进入环境地球化学领域以是大势所趋。

但勘查地球化学毕竟还是只有60年历史的年青科学,它近年来的徘徊与停滞只是在等待新的思路的诞生,勘查地球化学的理论、概念、方法技术方面的获得突破机遇也始终存在。研究**地球化学分散模式**(主要研究是从矿床形成开始)的矿产勘查目前发展虽以成熟,但自然界存在着更为广阔的**地球化学分布模式**(它的研究一直追溯到地球的太初形成及其后漫长的演化)。(参见图)

以我国化探专家谢学绵先生为代表的中国地球化学界,经过近20年的酝酿过程,于1995年提出了《**地球化学块体**》的概念。1999年中国地质调查局成立之初,在确立在中国开展新一轮国土资源大调查战略时,即把《地球化学块体》的方法技术应用到我国东部地区资源潜力预测项目,并取得很好实用效果和找矿效果(甚至出现历史性突破),一些省级地调院利用这些成果获得中国地调局新的经费支持。

五. 地球化学块体(面源分布模式理论)

(一) 地球化学块体概论提出的背景及概念

在1992年和1994年,在加拿大皇后大学连续召开两届**巨型矿床**会议上,目前地质界普遍公认的、但无法解释的现象之一是,单个矿床种类所展示的矿床储量规模的变化范围非常之大,而且普遍看到在地质条件相似、勘查程度相等的地区,产出的矿床储量却极为悬殊。如:被世界上的地质界广泛引证而困惑不解的例子是:在北美与南美的科迪勒拉造山带上分布的巨型斑岩铜矿床从南到北分布极不均匀,但成矿条件和成矿过程并无显著差异,同一造山带南、北矿床存在明显差异,在其南美部分其铜的资源量为42.3万吨,占全球铜资源量的60.44%。

在1994年的巨型矿床会上,谢学绵院士做了“巨型矿床的地表地球化学显示”的报告,他根据我国近650万 Km^2 的1:20万区域化探全国扫面所取得的海量数据,采用统观全局的思路,第一次以大量的数据事实从**物质供应量**的角度来探讨巨型矿床与普通矿床存在的差异之处(物质供应量我从窄小的范围和成矿阶段曾经考虑过矿源层,如在80年代末—90年代初找金时,我曾一度考虑我省西部的老地层“楼子坝群”为矿源层的问题,但没有取得突破性进展),指出在自然界不仅仅存在点源地球化学模式,而且存在着更为宽阔的地球化学模式。

他将这些宽阔的地球化学模式按规模进行分类,从1000—10000 Km^2 的地球化学省、10000—10万 Km^2 的地球化学巨省、到10万—100万 Km^2 的地球化学域(见表:套合地球化学模式谱系和地球化学块体)。

从中看到中国的巨型W矿几乎全部集中在华南范围达72万 Km^2 的巨大地球化学域中。

1991 年在美国举行的第 15 届国际化探大会上，宣读了“地球化学从局部到全球”的论文，1993 年该论文被世界化探界誉为“**勘查地球化学发展的里程碑**”。

在 1995 年的《用新概念与新技术寻找巨型矿床》一文中，他将这种 W 的巨大的地球化学域给定了 200m 的厚度，称之为地球化学块体。这种地球化学块体表明了地壳中的金属分布极不均匀。那么，假定给出岩块的厚度（如 500m 或 1000m），我们就能计算出整个岩块中金属的供应量，通过剖析它的内部结构就能追踪金属聚集形成矿床的轨迹。我们给这样的巨大块体定义为“地球化学块体”。换个说法，“**地球化学块体**”就是地球上某种或某些元素高含量的巨大岩块，它们是地球从形成与演化至今不均匀性的总显示，为大型至巨型矿床的形成提供了必要的物质供应条件（应用地球化学的方法手段，从元素角度能将这些地球化学块体勾绘出来；从几何角度目前将“地球化学块体”的规模定义在 1000Km^2 以上（即 \geq 地球化学省的范围），厚度一般假设为 1000m。那么，我们还能够利用套合的地球化学块体的模式来追踪金属物质浓集的趋势，从而来追踪巨型矿床的成矿远景地段，用以降低找矿风险、缩短找矿周期）。

假定厚度为 1000m，那么我国华南（包括华东部分地区）W 的地球化学块体内，W 的金属量约有 13 亿吨，在全世界这样富集 W 的地球化学块体可能是少有的（目前，我国 W 的储量还是占世界第一位）。“这样大的 W 的供应量通过反复各种地质过程的逐步浓集，最后才形成我国华南地区柿竹园、西华山等储量达数百万吨的巨型 W 矿床群”。

（二）基础理论

A. 《点源分散模式图》与《面源分布模式》

B. 《地球形成与演化以及形成各阶段与地球化学块体分布关系示意图》

1. **勘查地球化学**：它的基本原理是建立在基于**点源分散模式**的原理上，即矿床形成后，由于分散而形成分散晕或分散流，勘查地球化学方法技术可以把握住分散晕或分散流（既地球化学异常），从而达到找矿的目的（这一点我们以在前面介绍过）。

2. **地球化学块体概念**：它是建立在更广阔的地球化学**面源分布模式**上（B 图），这种宽阔的模式能够揭示自地球物质分异形成陆壳物质后，陆壳物质的不均匀性以及演化至今的总的显示，包括物质演化最终形成的矿体和矿体分散形成的分散晕等（B 图后半段）。由于地球化学块体的理论和方法技术刚刚形成，某些方面还不尽完善，所以我们目前尚把其“理论”暂时称为“概念”。

同样的地质构造环境，某处盛产某种巨型矿或矿集区，从地球化学块体概念来说，即因为那里有巨大的金属物质供应，即地球化学块体存在。

在物质供应量充足的地球化学块体分布区域。来寻找巨型矿床或矿集区，能够降低找矿的风险。

地球化学探矿（包括前述勘查地球化学和地球化学块体），它们是以**直接找矿信息**为研究对象，是对人类肉眼发现“微观矿化露头”能力的延伸，最终表达的方式是元素的分布特征，所描述的对象是物质。否则，空有很好的地质成矿环境，没有物源也难以形成有用的矿产。而形成大矿或矿集区就需要巨量的物源，所以，把握住巨量物质供应这一前提，那么找到大矿、巨矿的概率就会增加。

我们知道，成矿系统的成矿要素包括矿源、流体、能量、空间和时间等，这些成矿要素在成矿作用中（包括成矿发生、持续、终结以及成矿后的变化的保存等），形成最终的成矿产物（包括矿床系列的异常系列）。所的上述最终产物，我们最关心的就是可利用的矿产资源。地球化学块体的方法技术可以在量上把握这种成矿物质供应量的多寡和逐步浓缩成矿的轨迹。地球化学块体方法的核心，是根据元素在地壳表层空间分布的特征，圈定地球化学块体，通过逐步提高块体的分级级次来圈出地球化学块体中的子块体，这种块体及其子块体代表的是地球化学块体中成矿物质的量能够根据块体中元素含量在陆地表面的空间分布、块体的厚度的块体的平均密度（比重）等计算出来；可以最终根据地球化学子块体中矿产勘查程度，确定出成矿率，然后来预测其它子块体中潜在的资源潜力（见方块图）。

这样一个过程——即：从几千—几十万 Km^2 的地球化学块体经过几级子块体的提高（可

以缩小到几百 Km^2)——逐步缩小了可研究选区的面积,体现了“迅速掌握全局、逐步缩小靶区”的矿产勘查新战略。在上述缩小的靶区,再进一步根据地质、地球物理等资料,选取更有利于成矿物质聚集成矿的地段来进一步缩小并选取靶区。

利用这种方法,我国利用 538 个采样点(各分析 51 种元素)迅速覆盖全国,其中圈出 4 个巨大的贵金属 Pt(铂)、Pd(钯)地球化学块体,经过进一步缩小靶区,目前有望取提中国铂族元素的找矿突破。

(三) 方法简介

1. 第一步:在全国 1:20 万区域化探原始数据的基础上,组合成新的三种数据集(不是原始数据):

第一数据集:利用全国 1:20 万图幅(逐元素做)的平均值,勾绘元素地球化学块体在中国分布的轮廓图。

第二数据集:利用 100Km^2 上原始数据平均值(相当 1:2.5 图幅平均值)勾绘专政化学块体内部结构,并进行资源潜力预测。

第三数据集:利用 $4\text{Km} \times 4\text{Km}$ (16Km^2) 的平均值来刻划地球化学块体内部的详细结构,确定进一步工作的远景区。

2. 确定地球化学块体下限和块体分级,目前一般分 6 个级次分级,勾绘出地球化学块体的分布图。

3. 第三步:对地球化学块体进行金属量计算。给出每个块体一个假定厚度(如 500m 或 1000m),根据块体的面积、含量值和上地壳的平均密度,计算出该块体内某种金属的总量。

4. 第四步:根据块体内已知的矿产资料的研究程度的高低,估算出该元素的地球化学块体成矿率。用以对区块的资源潜力进行预测(成矿率=块体内某金属的所有探明储量/子块体中该种元素的总金属供应量)。

5. 第五步:勾绘出地球化学块体谱系树和某些重要块体的剖析图。利用谱系树来追综大型或巨型矿的靶区。

经过上述工作,能够对我国或某大区块不同金属的资源潜力的分布情况胸中有数,能够减少勘查工作部署盲目性;能够获得锲而不舍开展工作的决心和信心;同时也能为环境保护和矿产资源开发之间的关系提供重要的基础材料。

对于化探工作程度低且较难开展工作的我国西部地区(如西藏、青海、新疆等地),可以利用极低密度采样或低密度采样的方法,获取不同层次的地球化学模式,进而圈定地球化学块体,从而对这些地区的矿产资源潜力进行评价,并逐步聚焦、寻找大型或巨型矿的有利地区。

中国地质调查局已开展了以地球化学块体的方法技术为手段的东部资源潜力预测项目,并取得了很好的实用效果。

第二部分: 水系沉积物测量工作方法与技术

任何地质、物探和化探项目从接受任务——项目的完成,都由如下几大环节组成,即接受任务——野外实地踏勘——前人工作的资料收集、消化——设计编写及审查——野外施工

——资料整理、数据统计计算及综合研究（包括异常检查）——报告编写及审批——报告汇交——原始资料归档。根据队总工的意见，本次着重复习“野外工作方法”、“野外工作质量检查及验收”、“异常检查”、“资料整理”及“异常解释”等有关注意事项。

一. 水系沉积物测量野外工作

水系沉积物测量野外工作是取得原始资料过程，是基础性技术工作、是保证质量和找矿效果的关键和基础一环（它的工作没搞好，其它均无从谈起）。因此，必须保证原始资料的完整和质量及真实可靠性。

（一）布点原则

1. 采样前先在 1: 5 万地形图上将水系勾出（特别是二级水系），最终勾绘出的水系图应线条清楚、水系分明（用小笔尖、天兰色墨水划出），并进行初步布点。

编号原则（指非完整图幅）：

1) 从左至右、再从上至下，每偶数方厘网所组成的 4Km^2 为一单位格子 1、2、3、……顺序编号（整幅图还需留重复采样号、重复分析号及插入二级标准样号等）。

2) 每个单位格子再按方厘网从左至右、自上而下划分为四个 1Km^2 的小格子，顺序号为 A、B、C、D；在野外工作过程中，按每个小格内采样点的采样先后，按 1、2、3、……顺序编号。

2. 为不漏掉找矿信息，采样布点应考虑以下因素：

1) 1: 50000 水系沉积物测量采样密度为 4—8 个点 / Km^2 ；

2) 采样点布设应合理、均匀；

3) 采样点应布在一级水系口或二级水系中。超过 200m 长的一级水系，除在水系口布点采样外，还可进入水系再取一个样品；

4) 每个采样点控制的汇水面积原则上为 $0.25—1\text{Km}^2$ 左右，一般不得超过 2Km^2 ；

5) 在满足上述条件的基础上，采样点应尽量布置在量通行之处，但要避开工厂、居民点和可能产生污染的地方，至少应在距其 30m 的上游布点采样。

6) 要考虑不同的自然地理条件下异常的持续性（如：雨季与旱季关系到异常的流长等）；

7) 野外实地采样时，充许根据实际情况，在遵循以上布点原则下灵活调整采样点位置。但调整后的采样点必须准确地展到采样点布置图上。

3. 野外使用 1: 50000 地形图（或更大比例尺的地形图）定采样点点位。野外定点及采样要求准确，不可将一级水系的点错定到二级水系（或另一条水系）中去；采样点不得定在二条水系的交汇口上。

4. 采样点附近凡有醒目物体（包括桥墩、树木、基岩等）均要用红色油漆作标志，标志号为“※”，原则上要求每个点都要有记号。

（二）野外采样主要要求

1. 采样密度：在有矿化异常、矿区附近及成矿有利地段，当一、二级水系发育足够的条件下，为 8 个点 / Km^2 。在水系不够发育、通行十分困难的地区尽可能保证 4 个点 / Km^2 。野

外采样时不得任意增加采样密度。

2. 除无法采样地区（如水库、工厂、居民区等），最大空白面积应 $\leq 2\text{Km}^2$ ，但累积空白面积应 \leq 总工作面积的 3%。

3. 采样部位应选择河床底部或河岸道边与水面接触之处，在间歇性水流地区或很少水流的干河道中，应主要在河床底部采样；在水流湍急的河道中，要选择在水流变缓处、水流打滞处、转石背后及河道内侧有较多细粒物质聚集之处采样。为提高样品代表性，应在采样点沿水系上下 20—30m（原则不允许跨水系）范围内进行多点采样，混合在一起组合成一个样。

当遇地形平坦、水系不发育和地形陡峻或水流湍急等而难采到细粒物质地区，可采土壤样代替水系沉积物样品。但由于土壤样仅代表局部地点含量，因而应在采样点 150m 范围内（指同一汇水盆地）采 3—5 个样组合成一个样代替（土壤样应采 B 层的残坡积细粒物质）。

4. 采样过程中应防止样品的污染，采样时应力求做到部位准确；干沟中采样须除去污物和杂草，采冲积层的物质（严防以土壤样代替）。

5. 采样粒度：因各种不同的矿物（矿种）元素赋存于不同的粒度之中，鉴于我们目前项目工作在设计前均没有进行采样粒度试验，为了不漏掉找矿信息，因而注意要采混合粒度（细砂、粉砂和淤泥）。

6. 采样重量：原则上应保证干样过 60 目筛后样品重量 $\geq 100\text{g}$ （湿样多少请通过工作经验确定）。如抽检实验室的分析误差样，应注意加大采样量。

7. 重复采样：主要目的是研究采样分析误差。野外采样时必须做到真正重复采样而不能以单个大样取代。

（三）野外采样记录主要要求

1. 在执行国家 RGNR 计划阶段，所有 1: 50000（整幅图）水系沉积物测量均采用全国统一的地球化学记录卡，并按其代码内容进行填写。近几年，福建省全域已完成 RGNR 计划工作，再按“卡片”记录已失去意义，省里也没有统一印制（没发现）相应的记录本，我队目前大部分是用“地质记录本”来记录。建议本队用本应统一，记录内容应准确、齐全。

2. 主要记录内容要求：

1) 1: 50000 图幅号、采样时间（年、月、日）、天气；

2) 本日台班采样流水号（顺序号）、采样点号、样品袋号、采样位置（如是干沟采样或以土壤样代替等必须说明）、采集的样品物质描述、样品重量、简述地质及矿化情况、附近有无污染物（体）、水系级别等；

3) 采样者、记录者（均要求本人签名，以示负责）。

3. 鉴于本省地区年温差不大，原始记录统一采用 2H 黑色铅笔，字迹力求清晰工整、严禁涂、擦改；不得追记或转抄（个别差错允许划改）。

4. 采样用布袋编号须清楚易认，同一工作区的袋号不得重复；新、旧布袋均需清水洗净方可使用。

5. 野外工作用图所标的采样点及编号和水系等，每天收工后应及时核对并着墨，经室内验收后，由专人及时、准确展绘到统一的一张 1: 50000 地形图上（并核对着墨，该图即为“采

样点位分布图”的原始图件，该图不同于“采样点位布置图”）。

二. 样品的保管及初步加工

1. 野外采回的样品不得随意堆集（污染、发霉），应及时凉、晒干，在上述干燥过程中要及时揉搓，防止结块或胶结；样品过筛前可用木槌轻轻敲打（但不得研磨；也不得用硬物猛敲，以免使微细粒粉尘飞舞造成相互污染）。

2. 干燥后的样品初步加工前，应按点号顺序先将样品按顺序排好，并与纸袋（编好号的纸袋）一一对应，严防、严禁乱号。

3. 样品干燥后，过 60 目尼龙筛（或不锈钢筛）。因样品过量而装袋前部分抛弃或需分样装袋时，过筛的样品应全部倒在硬质塑料片上混匀后，采用对角线折迭法进行缩分后装、抛、分样。严禁随意操作。

4. 在样品初步加工全过程，注意场地环境、风向等；各工序要求规范操作，严防相互污染。样品的重量必须达设计规定。

5. 装样纸袋不得漏样；装箱时必须按流水号顺序装箱，要求装箱紧凑、包装严密，并填写好相对应的送样单。

三. 质量检查及资料验收

（一）质量检查

鉴于目前队伍的建制主人员结构等原因（单个项目人员相对较少），“三级检查验收”制度如何理解？目前说法不一，执行方法也不尽一至。下面仅是个人看法，供在具体操作时参考。

1. 野外工作质量检查（三级检查制度，其中不含地调院或局级检查）：

以单项目工作图幅面积为单元，分三级进行野外工作质量检查，即：台班互检、项目抽检（项目负责人或项目质检人员必须参加）、公司专检（由公司或委托队总工办，台班一人参加）。

1) 台班自（互）检：

是台班的日常检查工作。一般以当天采样作业结束后在驻地，对当天工作质量进行检查验收。检查内容：记录填写是否有误、内容是否完整；样品重量及质量；手图是否及时上墨、是否及时搬图；核实记录、野外工作手图、样品是否“三一致”。检查量为 100%，并如实记录自检或互检的结果（统一格式），发现问题，及时改正。

2) 项目抽检：

分阶段进行，对野外台班的工作质量进行跟班或不跟班抽查。跟班检查：除检查定点质量外，还要对野外采样方法、样品物质、记录等进行检查。目的是检查采样台班野外工作方法的合理性与工作质量。不跟班检查：主要检查定点质量、采样记录、样品物质及标志等内容。一般控制在总工作量的 30%± 为一检查单元，防止大面积失控情况发生。检查量不低于基本采样点数的 5%。

检查结果情况须逐项记录（统一格式）。在检查中发现有较多问题的台班，应扩大检查量；

若问题依然较大，项目负责人应做出返工（此时应向上一级报告）或其它处理意见。

3) 公司专检:

在项目采样工作完成前（项目必须提前通知），总体一次性进行，实地检查量不低于基本采样点数的 1%。随机抽查项目的野外工作质量，其中包括对项目检查内容和台班自（互）检内容进行全面检查。检查结果要有详细记录（统一格式和内容要求）。

2. 野外工作质量检查内容及依据

1) **采样点位误差评价:** 原则上要求各采样点均要有规定的标志；以采样点分布图为依据，查其被检查点的采样误差（检查者应据实点图和相关的文字记录），当发现有错采水系、样品采自二条水系的交汇口等原则性问题的点，应做为不合格点处理（此时应主动加大检查量），不论属于那级检查，当加大检查量后，被检查单元的不合格点 / 基本采样点 $\geq 5\%$ 时，该单元的所有采样工作应其任全部返工（土壤测量采用高一级精度实地抽查几个线段）。

2) **样品质量的评价:** 根据记录本上的记录，核对相应采回的样品，查其成份与粒度和重量；在野外实地检查时也应对照记录，定性核实。对其土壤样要实地查其采样地点是否符合设计要求（不充许偏听被检查者口述）。

3) **资料图件的检查:** 了解日常生产过程中资料图件整理是否及时、正确；检查原始记录、样品与图三者是否一至；检查记录内容是否齐全、水系连接是否正确、底图展绘与工作图是否一至等。

4) **样品初步加工检查:** 了解是否按加工流程进行、粒度和重量是否符合要求，有无样品间相互污染（目前存在较严重问题）、掉样和混样现象，有无错号、重号现象，日常检查、管理是否到位等。

5) 检查采样布局、采样密度、空格率是否符合设计要求。

以上检查应分级并分别有正式文字（表格）记录，并注明检查者姓名及检查日期等

（二）野外工作资料验收

按台班、项目、公司（或大队）三级进行验收（不含地调院等单位）。

1. **台班自检:** 由台班长负责逐日检查原始记录（包括底图）与样品，做好质量检查的专门记录。

2. **项目专检:** 由项目负责人会同有关人员，对点位分布图、记录本、样品、送样单进行 100% 的核对与检查，对各台班作出质量评价，并做好质量检查的专门记录。

3. **公司（或总工办）初步验收:** 由公司负责人主持有关人员参加，根据设计书的有关质量要求，对台班自检和项目的专检情况及检查资料进行全面验收。逐项做好检查、验收的记录，并提出整改意见，限期完成（限期整改的意见，要求项目认真抓落实，并有书面记录）。

注：以上各级野外工作质量检查和野外工作资料验收（包括没有提及到的下步各种参数计算、图件的编绘等的检查）情况的记录均为“三级检查、验收”的凭据之一（包括下步的计算、各种图件的检查和验收），应分级、分别理顺（各类检查结果要用文字和表格的形式记载下来）并装订成册，供上级机关检查验收后，做为原始资料归档。

四. 测试项目的选择

在市场经济情况下,我们目前一般不再采纳笼统的“光谱半定量全分析”,而是大部分采用“减项分析”。测试项目选择的原则是:

1. 目前,我省陆地面积已全部被 1:20 万区域化探覆盖,今后我们在福建省从事的化探工作项目其工作比例尺在非特殊情况下,决不会小于 1:20 万。所以根据 1:20 万化探异常资料选出的化探普、详查(包括 1:50000),其测试项目一般与该异常的指示元素相近。

2. 根据其它资料确定的化探普、详查工作,可根据区内找矿优势(矿床中元素的共、伴生组合关系和规律)确定分析元素,例如:

韧性剪切带型金矿(肖坂金矿):主要指示元素为 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Sb、Hg、As、Mo、Cd 等;

行洛坑钨矿:主要指示元素为 W、Sn、Mo、Bi、Sn、Cu、Pb、Zn、Ag、Be 及 Cr、Ba、B 等。

3. 除化探规范中所列外,可以参考“**热液矿床原生晕元素垂直分带模式(邵跃)示意图**”。

4. 在上述选择中,还要考虑“需要与可能”,即分析单位的仪器设备条件和分析灵敏度等问题。

五. 异常检查工作

这里所指的异常检查不是单独立项时的异常检查,而是水系沉积物测量项目工作中不可缺少的一环。是在水系沉积物测量异常资料被步整理出来,经过初步筛选、分类、评序后,优选部分认为有意义的异常进行踏勘性检查。

1. 检查的目的:是肯定异常的存在,追索异常源,了解异常区的地质概况或初步定性,以缩小靶区和进一步筛选异常。

2. 检查方法:

1) 在其汇水盆地上方加密水系沉积物采样,样点布在一级水系中,采样密度 8—10 个点 / Km^2 (追索异常源)。

2) 以土壤测量为主,在异常区布置 2—3 条土壤测量剖面,采集土壤样品(此时注意测线的方向要垂直主要地层、构造或地质体走向)。为研究异常细节和与地质矿化关系,在上述土壤测量剖面要测制 1—2 条地(加强地质观察)、化综合剖面(并视矿化及蚀变情况,加密采样),为工作区内的异常解释和下步工作建议提供地质依据。

经踏勘检查证实有进一步工作意义的异常(应埋设异常桩),应在报告中提出进行二级或二级以上的异常查证工作。此时要专门立项并单独编写设计。

六. 水系沉积物测量资料整理及图件编制

有关异常圈定、异常分类、异常的优选和评价等方面,在 2002 年雨训时,测绘院蔡总已讲过,并发有专门且较详细的文字材料,材料的内容较齐全,关键是我们如何在具体工作中

根据实际情况进行引用和发挥，本次不准备再进行全面详细介绍。但在资料整理、图件编制、异常评价等方面补充和强调如下几个方面：

（一）资料整理方面

1. 按地质单元划分子区并分别计算元素背景平均值和异常下限问题：

当测区面积大于 500Km^2 或正规的 1: 50000 图幅化探联测时（如我队前物探分队从事的 1: 50000 清流幅、泉上幅；安砂幅、贡川幅物化探联测等工作均是按不同地质单元划分子区后，对各元素分别按子区进行背景值和异常下限的计算）。目前我队从事的化探工作，一般均小于 500Km^2 ，可不考虑按子区划分的问题。

用于统计背景值的样品应选自背景区（此时注意剔除高值点），并有一定代表性，其数量一般达 200—500 个，最少不得少于 50 个。分析灵敏度高的元素可用概率格纸法求背景平均值 S 、标准离差 δ 与异常下限 T ；分析灵敏度低的元素可用图解法估定（具体统计和计算方法请参见相关规定，去年蔡总讲过，不再介绍）。

2. 异常圈定时应考虑的几个问题

1) 考虑异常可能在一个汇水盆地内，故上游点的异常按汇水盆地至分水岭勾绘，原则上不得跨越分水岭（相临汇水盆地有相同元素异常时除外）。

2) 由于采样加工分析存在随机误差及元素本身含量的变化，所以在圈定异常范围内，有时可以包含个别非异常点。

3) 对异常组合单一、异常值接近下限、浓度梯度小、连续性差的异常可以舍弃不圈；但因水系异常常被贫化，若低值异常组合较好时应当圈出。

4) 当出现两种以上元素异常套合在一起时，可以把化学性质稳定的元素圈在内部；把在次生环境中较活跃的元素圈在外面。

5) 作单元素异常图时，浓度变化大的要划分出浓度带。一般划分方法是：按异常下限（ T ）的 1、2、8 倍或 1、2、4 倍划分三个浓度级（带）。

6) 所勾绘出的异常线条应是圆滑而不带棱角的（计算机成图后出现的棱角应进行人工圆滑处理）。

7) 综合异常的圈定：对于多元素异常套合程度高、所处地质条件近似的圈为一处。**综合异常的编号：原则按测区分别从左→右、由上→下顺序编号；编号为：测区名称（第一个拼音字母）+工作性质代号+异常顺序号，如“FHS—1”代表峰岩测区（F）水系沉积物测量（HS）第一号（1）异常。**

（二）异常评价的一般准则（仅供参考）

矿区化探的异常评价，是对所获得的地球化学异常通过观察、对比、分析，并进行逻辑推理，做出地质解释。这是勘查地球化学工作中最重要的、最关键的环节。勘查的成功，除了要发现较好的异常外，更主要的取决于对异常内涵的认识，即通过对异常中所包含的各种地质、地球化学信息的认识，进而得出最接近实际的推断解释。

1. 异常元素组合较复杂，主要成矿元素异常面积大、强度高、具有明显的浓度梯度变化和浓集中心（有一定面积），其它主要元素异常与之套合程度高。

2. 质背景对找矿有利，区内断裂构造和晚期岩脉发育，矿化蚀变有一定规模。

3. 常内见处相关的多金属矿化，并与化探异常相套合。
4. 素异常定的分带性，前缘元素异常发育（**具体分带性及前缘元素问题我们下面将进行讨论**）。
5. 异常内具有意义的物探、重砂或遥感等异常。

以上不是固定的模式，根据不同地区或矿种可以适当增、减。但人为性的东西以外，上述第 1 点是客观存在的，也是我们评价准则中最重要、且不变的准则之一，是评价异常的重要参数。主要包括异常面积（重要参数）、异常强度、浓集中心、异常规模（包括异常面积规模和浓集中心规模）、**元素组合特征、异常元素组份分带**（包括浓度分带）及**元素比值**等（这些内容在 92 年的集训时均有较详细的介绍，并每人都发有文字材料，本次学习我们在不重复去年学习内容的前提下，有重点的学习和专门讨论几个问题）。

七. 图件编制注意事项

（一）单元素地球化学图

一般在区域化探工作项目（正规 1：5000、1：200000 图幅）中才编制类似图件，其编制中有一定的人为性因素（如移动平均和开窗口或网格化等），目前我队所从事的化探工作均属矿区化探，故不需编制单元素地球化学图。

（二）矿区化探图件

1. 插图部份：

1) 交通位置图

近年我队所提交的位于三明地区的各类报告（设计）中的交通位置图都是一个模式，虽经各级审查无可非议，但也确实存在不足之处（如：因比例尺过小，测区的形态、走向显示不出来，大都以“点”带面）。

2) 区域地质图（或附工作区 1：200000 区域化探主要异常）。

3) 剖析图：

一外区内所推断出的重要异常（甲、乙类），均需分别编制异常剖析图，剖析图的编制力求规范些（正规 1：50000 图幅及化探详查项目要单独成册。具体编制方法及实例很多，不再介绍）。

4) **其它插图**：视工作研究程度和成果需要决定，如航磁异常图、分带模式图、元素累乘比图、元素聚类分析谱系图等。

2. 报告附图

1) 地质图（或地质草图）：要求与工作比例尺相对应。

2) 实际材料图：

（水系沉积物测量包括：各采样点及编号、重复采样点、各级质量检查点、异常检查线和端点号等；土壤测量包括：所有基、测线、检查线和端、起、终点编号，岩石测量的点位及异常桩等）。

3) 单元素异常图：

单元素异常图的编制一般可按异常下限的 1、2、4、8……的倍或 1、1.5、2、3、4、6、8……倍勾绘出正异常等含量线，并按 1、2、8 倍划分出三个浓度带，分别着以粉红、红、棕色三种色面。

当异常元素种类较多时，为不使图面负担过重，按异常元素组合及分布情况，将异常元素分别编制 2——3 张图上（目前该法常被采用，但原则上图面上的元素不得多余 3 个），如 Cu、Au、Ag 异常图，Pb、Zn 异常图，W、Mo、Bi 异常图等，异常图与简化地质图透绘在一起。

4) 综合异常图（或综合成果图、解释推断图）：

综合异常图的编制应做到重点突出、层次分明，一般可将与成矿元素互相重合或交迭的元素套合在一起。可按照异常元素的重要程度和所要反映的问题，将它们分为若干层次组，联合使用不同粗细的线条、花纹和面色来分别表示每一种元素异常。一般情况下，一种元素的异常仅用一种线条（花纹、面色），指出该元素某一个浓度级的范围，而不一定都用异常下限来圈定。应尽量使异常中的每一种线条（花纹、面色）都有其特定的地质——地球化学意义（如分别反映整个异常范围、元素分带、近矿程度和矿化范围等）。具体综合异常编号前面已介绍过。

解释推断图（把化探语言变为地质语言）从已知到未知，可以推断出矿（化）体、断层（如从平剖图上看：异常长轴系统位移或氦异常呈线性等；从等量线图上看：异常呈葫芦状等）或其它地质体（特别是岩体）等（此项工作我们目前是个弱点）。

八. 报告编写章节内容

第一章：绪言

第一节：目的任务及完成情况

第二节：交通位置及自然地理

第三节：以往地质、物化探工作研究程度

第二章：地质、地球化学（物理）特征

第一节：地质特征

第二节：地球化学特征

第三节：地球物理特征

第三章：工作方法、技术与质量

第一节：野外工作方法、技术与质量

第二节：元素的测定方法、技术与找质量

第三节：资料整理及编图

第四章：异常评价

第一节：异常分布特征

第二节：异常圈定、分类和评价依据

一. 单元素异常的圈定与评价

1. 异常的圈定（附表：测区元素异常下限及圈定异常个数表）

2. 异常评序及编号

主要评序指标：单元素异常规模（采用异常衬度乘以异常面积，求出异常面积，并以顺序名次对单元素异常进行评序。异常的元素排列及顺序号和排列号，按主元素在前、伴生元素在后，右下角为异常编号

右上角为单元素评序号进行，如： Ag_1^2 即为1号Ag异常、评序号为2。

3. 综合异常的圈定

对于多元素异常套合程度高、所处地质条件近似的圈为一处，并以编号评价（编号原则从左——右、自上而下……前面已述，不再重复）

4. 综合异常的分类（甲、乙、丙、丁，具体参阅规范）

5. 异常评价准则

例 1：Cu 多金属异常评价准则：

①异常元素组合复杂、主要成矿元素异常面积大、有明显的浓度梯度变化和浓集中心（浓集中心有一定面积）、其它伴生元素异常与之套合程度高。

②地质背景对找矿有利，区内断裂构造和晚期岩脉发育，矿化及蚀变有一定规模。

③异常中有多处铜（钼、或铅、锌）多金属矿化，并与化探异常相互套合。

④元素具有一定分带性，前缘元素异常发育。

例 2：Au 异常评价准则：

①地质成矿背景有利，区域上位于金矿成矿带上。

②断裂构造各晚期岩脉较发育。

③已发现含金蚀变带，并具一定规模。

④化探金异常发育，有一定规模、形态规则、具有浓度梯度变化和浓集中心，相伴有重砂异常或岩金异常。

第三节：异常评价

第五章：结论与建议

第一节：结论

第二节：建议

第三节：存在问题

九. 设计书编写内容（见附件）

注：目前现行的有关规范和规定：

1. 《地球化学普查规范》（1：50000），1991年6月22日部颁（综合性的）
2. 《土壤地球化学测量规范》（1995年1月27日部颁）
3. 《1：5万和1：20万化探样品分析质量要求和检查办法》（94年3月30日部颁）
4. 《地球化学勘查图图式、图例及用色标准》（93年7月25日部颁）
5. 《关于地球化学测量工作中样品分析质量要求的通知》（01年2月20日局发）
6. 《关于加强物探、化探异常查证工作若干意见》（96年12月18日地调局发）
7. 《化探样品测试及质量监控》（02年局讲课内容）

