

地球化学教学

广西冶金地质学校化探教研室

一九七八年四月

说 明

《地球化学找矿》的编写是在英明领袖华主席为首的党中央，继承毛主席的遗志，抓纲治国，初见成效的大好形势下，在学校党委的领导和关心下完成的。

本教材共分八章。前四章分别叙述化探概论和岩浆矿床、汽成热液矿床、沉积矿床岩石地球化学找矿的基本理论。五、六、七三章分别介绍残坡积层、水系底沉积、水、生物、气体及稳定同位素地球化学找矿的一般理论和方法。第八章异常解释评价，着重介绍异常处理的若干技术性问题；背景和下限的统计；异常与矿的成因关系和空间关系的辨认以及某些统计学方法在异常解释评价中的应用等内容。

本教材初稿（前七章）完成于1973年，虽然经过吉林勘探公司，湖南勘探公司等生产单位举办的化探训练班和我校化探专业学生试用，并较广泛地征求了化探界的意见后修改编写成的，但由于笔者的思想水平和业务水平限制，缺乏经验，错误之处在所难免，希望同志们批评指正。

本书在编写过程中，得到武汉地院曹添、张本仁同志、桂林地研所欧阳宗圻、初邵华、靳德荣同志、保定物探公司王义为、刘汉忠同志、兰田物探所谢学锦同志、云南冶金勘探公司王可楠同志、中南矿冶学院、吉林冶金勘探公司、云南冶金物探队、白银冶金地质三队、广西冶勘272队、中南冶勘606队、中南冶勘603队、陕西冶勘水文物探大队等单位化探组同志的热情支持和帮助。他们对本书的提纲和初稿提出不少宝贵的修改补充意见，提供许多教材中引用的资料。在此谨向上述同志致以深切的谢意。

《地球化学找矿》的编写是黄意信同志完成的，农月华和马靖宇同志负责清绘全部图件。

本教材是为我校化探专业学员编写的，对生产单位的地质、物化探人员和同类性质学校的师生有一定的参考价值。

化探教研室

1978.4.

目 录

前言	(1)
第一章 概 论	(3)
一、化探方法原理及分类	(3)
(一)化探方法原理	(3)
(二)分 类	(5)
二、地球化学背景与地球化学异常	(6)
(一)地化背景	(6)
(二)地化异常	(7)
三、地球化学指标与评价	(8)
(一)地化指标	(8)
(二)地化评价	(17)
四、化探特点及应用范围	(18)
(一)化探特点	(18)
(二)应用范围	(18)
第二章 岩浆矿床岩石地球化学找矿	(20)
第一节 超基性岩浆矿床岩石地球化学找矿	(20)
一、超基性岩浆矿床的化探依据	(20)
(一)成矿元素的物质来源与成矿空间的一般规律	(20)
1. 成矿的物质来源	(20)
2. 成矿空间分布的一般规律	(20)
(二)岩石化学特点与某些成矿元素集中分散规律的关系	(21)
1. 铬的集中分散规律与岩石化学成分的关系	(21)
2. 镍(铜、钴)的集中分散规律与岩石化学成分的关系	(24)
二、岩浆矿床同(原)生地化异常的形成及特点	(26)
(一)岩浆矿床同生地化异常的形成特点	(26)
(二)岩浆矿床原生地化异常的形成及特点	(27)
(三)岩浆矿床同生地化异常的控制因素及后期改造	(28)
1. 控制因素	(28)
2. 期后改造	(28)
三、超基性杂岩体含矿性评价	(29)
(一)岩石化学特点与成矿可能性的分析	(29)

1. M/F 值	(29)
2. CaO 、 K_2O 、 Na_2O 、 Al_2O_3 及 TiO_2 等的对比	(31)
(二) 铬尖晶石类矿物的化学成分变化与岩体含矿性的预测	(31)
1. 造矿铬类尖晶石类矿物化学成分的变化及找矿	(31)
2. 附生铬尖晶石矿物化学成分的变化及找矿	(35)
3. 利用近矿和远矿围岩成分特征的差异评价异常、圈定赋矿地段	(37)
(三) 硫化物等副矿及微量元素的分配与岩体含矿性的关系	(38)
1. 硫、镍、铜和钴等成矿元素在找矿中的应用	(38)
2. 利用微量元素评价深部盲矿的试验	(40)
3. 副矿物中某些元素的含量变化规律在岩体含矿性评价中的应用	(41)
第二节 中酸性岩体含矿性评价	(42)
一、化探依据	(43)
(一) 成矿金属的物质来源	(43)
(二) 成矿元素空间分布的一般规律	(43)
(三) 微量成矿元素在侵入体中的分配特点	(43)
二、常量元素在岩体含矿性评价中的应用	(47)
(一) 常量元素与成矿元素的某些关系	(47)
(二) 利用某些常量元素进行岩体含矿性分类	(48)
(三) 利用常量元素圈定蚀变矿化带	(49)
三、微量元素在岩体含矿性评价中的应用	(50)
(一) 岩石中微量元素的对比及圈定蚀变矿化带	(50)
(二) 矿物中微量元素的应用	(52)
1. 岩体含矿性对比中的应用	(52)
2. 矿物中微量元素在找矿中的应用	(53)
第三章 汽成热液矿床岩石地球化学找矿	(55)
第一节 汽成热液矿床的化探原理	(55)
一、原生地化异常的形成	(55)
1. 流渗作用	(55)
2. 扩散作用	(56)
3. 过滤作用	(57)
二、原生地化异常与矿体、蚀变围岩及正常围岩的关系	(59)
1. 成因关系	(59)
2. 空间关系	(61)
3. 元素组合分带及其含量之间的关系	(61)
三、原生地化异常的形态特点	(61)
1. 外部特点	(61)

2. 内部特点	(62)
四、组分的分带性	(67)
1. 指示元素的分带性	(67)
2. 分带性的原因	(70)
3. 找矿意义	(71)
五、异常中组分的存在形式	(72)
1. 独立矿物形式	(72)
2. 类质同象或混入物形式	(72)
3. 活性状态	(72)
六、异常的控制因素	(76)
(一)局部构造对原生异常的控制	(76)
1. 对原生异常发育深广度的影响	(76)
2. 构造对原生异常形态、位置的控制	(79)
(二)围岩性质的影响	(80)
(三)成矿热液物化条件的影响	(81)
第二节 原生地化异常在找矿中应用的几个问题	(82)
一、元素在测区各种地质体中的分配	(82)
二、元素在各成矿阶段中的分配	(84)
三、指示元素的选择	(87)
四、利用原生异常找矿的实例	(87)
(一)在夕卡岩型铜(钼)矿床中的应用	(87)
1. 矿床原生异常的规模、形态和矿体的关系	(88)
2. 夕卡岩型铜矿床原生异常的组分特点	(89)
3. 评价夕卡岩含矿性的尝试	(90)
(二)原生异常找矿法在某些铁矿床中的应用	(92)
1. 概 述	(92)
2. 实 例	(93)
第三节 断裂(裂隙)含矿性评价的地球化学方法	(93)
一、断裂(裂隙)含矿性评价的依据	(93)
二、方法应用的实例	(95)
三、找矿中应注意的问题	(97)
第四节 利用卤素(F、Cl、Br、I)做为找矿指示元素的研究	(101)
一、利用卤素元素做为找矿指示元素的依据	(101)
(一)卤素元素在岩石矿物中的分布分配	(101)
1. 卤素元素在岩石中的分配	(101)
2. 卤素元素在矿物中的分配	(101)
(二)F、(Cl)、(Br)、I的找矿指示作用	(105)

1. 氟的找矿指示作用	(105)
2. 碘的找矿指示作用	(107)
二、锡石硫化物矿床上预测深部矿化和寻找盲矿体的研究实例	(108)
(一) 预测深部矿化的依据	(108)
(二) 预测深部矿化的方法	(109)
第四章 沉积矿床岩石地球化学找矿	(113)
一、成矿物质来源的地球化学分析	(113)
二、成矿的物理化学条件分析	(115)
三、沉积旋迴岩石中微量元素的分布	(117)
四、同生地化异常的分带	(118)
五、期后改造及寻找富矿的可能性	(119)
第五章 残坡积层地球化学找矿	(121)
第一节 残坡积层地球化学找矿原理	(121)
一、残坡积层地球化学异常的形成	(121)
(一) 岩石的表生风化	(121)
(二) 矿床的表生地球化学变化	(123)
1. 氧化亚带	(124)
2. 淋滤亚带	(125)
3. 次生硫化物富集带	(125)
(三) 残坡积层的主要组分及结构	(126)
1. 残坡积层的主要组分	(126)
2. 残坡积层的结构	(129)
(四) 微量成矿元素在残坡积层中的性状	(132)
1. 原生矿物	(132)
2. 表生矿物	(132)
3. 以交换性离子状态存在于粘土矿物和胶体矿物中	(132)
4. 在土壤溶液中呈活性游离状态存在	(133)
二、残坡积层地球化学异常特点	(134)
(一) 富集层位	(134)
(二) 富集粒度	(135)
(三) 异常强度、规模及组分特点	(136)
三、异常与矿体的关系	(138)
(一) 矿异常与矿体的关系	(138)
1. 同成异常	(138)
2. 后成异常	(139)

(二)矿化异常	(140)
(三)非矿化异常	(140)
1. 岩性差异引起的地化异常	(141)
2. 外来坡积物引起的非矿异常	(141)
四、找矿实例	(142)
(一)在矿区外围找到金矿体	(142)
(二)配合物探电法找到铅锌矿	(143)
(三)在斑岩铜钼矿区的应用实例	(143)
第二节 铁帽含矿性地球化学评价	(147)
一、初步确定铁帽的成因	(147)
1. 铁帽产出地质条件	(148)
2. 铁帽的产状、规模	(148)
3. 结构、颜色	(148)
4. 表生矿物和残余原生硫化物矿物	(148)
5. 脉石矿物	(149)
二、微量元素对比	(150)
(一)区分矿铁帽和非矿铁帽	(150)
(二)区分矿铁帽和矿化铁帽	(151)
1. 多变量的判别分析方法在铁帽含矿性评价中的应用	(151)
2. 相似性判别分析方法在铁帽含矿性评价中的应用	(152)
三、铁帽样品的采集	(157)
第六章 水系底沉积物地球化学找矿	(158)
一、找矿原理	(158)
二、异常与矿体的关系	(160)
1. 水系直接切割过矿体	(161)
2. 水系不直接切割矿体	(161)
三、找矿中应注意的几个问题	(162)
1. 指示元素的选择	(162)
2. 采样粒度	(162)
3. 取样时间	(163)
4. 找矿中必须从严要求做到对图、布点、采样三准确	(163)
5. 找矿方法的综合应用	(163)
四、异常评价一般方法	(163)
五、斑岩型铜、钼矿床水系沉积物地化异常特点	(164)
六、找矿实例	(164)

第七章 水、生物、气体及稳定同位素地球化学找矿.....(168)

第一节 水化学找矿.....(168)

一、水化学异常的形成.....(168)

二、水化学找矿标志.....(171)

三、水化学异常的影响因素.....(173)

四、水化学找矿的工作方法.....(174)

五、异常的评价.....(176)

第二节 生物地球化学找矿.....(176)

一、植物地化异常的形成.....(176)

二、影响植物地化异常的因素.....(178)

三、方法的应用.....(180)

四、工作方法.....(180)

五、结果解释.....(181)

第三节 气体地球化学找矿.....(182)

一、一般原理.....(182)

二、汞在地壳中的分布.....(184)

三、汞气测量的应用及其影响因素.....(186)

1. 汞气测量的应用.....(186)

2. 汞蒸气异常的影响因素.....(187)

四、气体样品的采集.....(188)

1. 土壤空气样品的采集.....(188)

2. 地面空气样品的采集.....(188)

3. 大气样品的采集.....(188)

第四节 稳定同位素地球化学找矿.....(188)

一、一般概念.....(189)

二、稳定同位素的分析方法.....(190)

三、利用稳定同位素找矿试验实例.....(190)

1. 硫的同位素及其找矿实例.....(190)

2. 铅的同位素及其找矿实例.....(191)

第八章 异常解释评价.....(193)

一、原始资料可靠程度的评价.....(194)

(一)原始图件的审核.....(194)

(二)样品质量检查.....(194)

(三)化探数据质量评价.....(195)

1. 数据质量评定.....(195)

2. 样品系统误差的处理	(190)
二、背景值、异常下限值的确定	(198)
(一)算术平均值	(198)
(二)几何平均值	(199)
(三)直方图解法	(199)
(四)概率格纸图解法	(200)
(五)地质地化剖面法	(203)
三、圈定异常和异常类别的划分	(204)
(一)圈定异常	(204)
(二)异常类别的划分	(205)
四、异常的综合解释推断	(206)
(一)异常检查	(206)
(二)异常的综合解释推断	(207)
I 辨认异常性质	(207)
1. 非矿异常的辨认	(207)
2. 矿异常和矿化异常的辨认	(208)
II. 推断异常与矿体之间的空间关系	(212)
1. 异常组分分带规律的应用	(212)
2. 结合区域成矿规律和风化剥蚀程度推断异常与矿体的空间关系	(212)
3. 结合控制金属最大富集部位的构造分析, 推断异常与矿的空间关系	(213)
4. 结合地质、物探和化探资料综合推断异常与矿的空间关系	(214)
(三)某些统计方法在异常解释评价中的应用	(215)
1. 判别分析	(215)
2. 点群分析	(218)
3. 因子分析	(220)
4. 回归分析	(227)
附表 1. 元素克拉值表	(230)
附表 2. 主要类型岩浆岩中化学元素的平均含量	(233)
附表 3. 主要类型沉积岩中化学元素的平均含量	(236)
附表 4. 水圈中化学元素的平均含量	(239)
附表 5. 气圈中化学元素的平均含量	(241)
附表 6. 生物圈中化学元素的平均含量	(241)
附表 7. 有机体中化学元素的平均含量	(242)
附表 8. 中国岩浆岩的平均化学成分	(243)
附表 9. 中国各种主要岩浆岩的平均化学成分	(244)
主要参考文献	(247)

前 言

地球化学找矿(简称化探)的产生和发展已经有五十余年的历史了,但在地质学的领域里,还是一门比较年轻的科学。

1924年我国地质工作者在找矿中已应用 CaO 、 SiO_2 和 Fe_2O_3 的等量线法研究闪长岩的含矿性,为我国在地质找矿中创立了化探的先例。但是在旧中国科学受到严重的压制和摧残,化探工作未能得到推广和发展。

解放后在党和毛主席的领导下,于1952年开始化探找矿试验工作(苏联是1932年开始做化探)。化探队伍从无到有,逐步成长,并取得了一定的找矿地质效果。特别是大跃进的几年中,在党的社会主义建设总路线的光照耀下,化探工作有了较快速度的发展。

无产阶级文化大革命以后,在毛主席革命路线的指引下,化探工作贯彻执行“古为今用,洋为中用”“独立自主”“自力更生”的方针。冶金系统、地质系统于1972、1973、1974、1975年分别召开多次全国性的化探经验交流专门会议,有力地推动了化探这门科学的发展。

化探的找矿效果受到日益重视,目前投入生产的有岩石地球化学找矿、残坡积、水系底沉积、水化学找矿方法,此外,对气体、生物、稳定同位素等地球化学找矿新方法作了试验研究。投入生产的矿种有 Cu 、 Pb 、 Zn 、 W 、 Sn 、 Mo 、 Hg 、 Sb 、 Au 、 Ni 、 Co 、 Cr 、 Mn 、 V 、 P 、 U 、热液型 Fe 、 Be 、 Nb 和 Ta 等二十余种。化探效果较好的矿床类型有:斑岩型铜(钼)矿床;矽卡岩型铜(铁铜、铜钼)矿床;热液型多金属脉状铅锌矿床;汞锑矿床;高温热液钨锡矿床;各种类型的金矿床;黄铁矿型铜矿床;岩浆型铬、镍矿床;含铜砂岩型沉积矿床等。一些稀有(Be 、 Nb 、 Ta)及贵金属矿床(铂族)也取得了一定的找矿效果。

实践证明,化探是地质找矿中一种具有广阔发展前景的方法,如能因地制宜灵活运用则在找矿勘探中都能够发挥它应有的作用。特别是在寻找土壤复盖层下的隐伏矿和基岩中的多金属盲矿,化探找矿具有独特的作用。随着科学的发展,化探找矿基础理论的研究,找矿方法的不断革新,取样和分析方法的改善,数据处理应用电子计算机,新的找矿指标的摸索研究,扩大了化探的应用范围。

总结历年来的教学和生产经验,感到过去的教材基础理论比较薄弱,找矿方法手段少,对化探异常解释评价的思路不广。在化探的实际工作中偏重于对元素分布分配规律的探讨,缺乏对各种不同矿床类型矿床的成矿(地化异常形成)机理及控制因素(地质、地化因素)的研究,没有根据不同的矿床地质条件制定不同的找矿方法,影响了对地化异常的评价质量。

化探是地质找矿的一种方法，它是以研究物质成分入手研究矿床和各类地化异常的关系（包括空间、时间和成因关系）来进行找矿的一种方法，因此，化探的找矿理论应该建立在地质学（主要是矿床学）和地球化学的基础上。加强化探找矿基础理论的研究，对于提高找矿效果有着重大的意义。基于这样的认识，我们对旧教材做了较大的改革，采用综合考虑矿床类型、作用地球化学特点及采样对象等来划分建立教材体系。教材中在总结国内外化探找矿有益经验的基础上，试图加强对各种成因类型矿床的化探依据的论述，这样做，对于找矿方法的选择、找矿指标的确定及对异常的解释评价可能是会有好处的。

第一章 概 论

一、化探方法原理及分类

(一) 化探方法原理

化探是地质找矿科学的一种方法。它是以地质学、地球化学做为理论基础,通过系统测试(或测试其中某些方面)矿体(矿带或矿床)周围三度空间与成矿有关系(时间、空间和成因)的化学元素(包括同位素)的分布分配、组合分带、存在形式和测试与成矿有关系的物理化学参数(如温度、压力、PH和Eh)等项工作,总结规律,发现找矿标志,并运用这些标志进行找矿的一种方法。

通过研究,在成矿作用过程中或矿床形成以后(在各种地质、地球化学作用条件下)与成矿有关系的化学元素在矿体周围的基岩、矿体上方土壤(主要为残坡积层,在一定条件下也可以分散在冲积层、洪积层、湖积层、冰碛层等),或分散到矿体周围的地下水、土壤水、土壤气体和近地表的气体以及植物中去,形成一种与矿体(床)在成因上及空间上有密切关系的常量元素、微迹元素(如成矿元素或伴生元素)或物理化学参数等的局部(区域)差异地段(带),这样的差异地段(带)统称为地球化学异常(简称为地化异常)。

地化异常通常比矿体(床)的范围大,这样的事实存在,使得有可能比较容易地利用岩石、土壤、水、生物及大气的系统测量来发现它,用来找矿或解决某些地质问题。

地化异常是一种不均匀“场”,异常的空间展布规律,严格受地质、地化(包括元素本身特性和作用过程的物化条件)等因素的影响。人们已经初步掌握这些规律性,有了定性或半定量的描述方法。目前要做到定量描述异常与异常源之间的关系还有极大的困难。随着生产经验的积累和科研工作的不断深入,这项工作是可以逐步地得到解决的。

矿体、地化异常(比蚀变围岩范围大)、地化背景(不受矿化影响或影响少的地段)三者存在着对立统一辩证的关系。一般说来,有工业矿体存在就有地化异常,有地化异常的地段就不一定有工业矿体的存在。发现地化异常并不等于发现矿体,因为有些地化异常是由非矿化作用或由不够工业要求的“矿体”引起的。

化探工作的主要任务是采用各种方法手段来发现地化异常、分辨异常性质、推断有用组份富集的空间部位,指导找矿勘探。不难看到,化探有自己独特的研究对象,即从找矿的观点出发,研究各种地化异常与矿体的关系(空间、时间及成因关系)。研究的目的是为了发现异常,评价异常揭露工业矿体。

按岩石、矿体和地化异常在形成时间及空间上的相互关系,划分为两大类的地化异常:

① 同生、原生地化异常,这类地化异常与矿体同时,并且是在同一的成矿作用过程形成

于岩石中的地化异常。同生地化异常与原生地化异常是有所差别的。“同生地化异常”是指成岩、成矿或成晕（即地化异常）三者均为同一地质地化作用过程中形成的岩石地化异常，如早期岩浆矿床和沉积矿床周围基岩中的地化异常（图 1—1）。成岩期后，在内地地质地化作用下，与矿体同时迭加在岩石中的地化异常称为原生地化异常（图 1—2）。

②次生地化异常。当矿体或基岩中的原（同）生地化异常暴露到地表，由于风化剥蚀作用的结果，可以转变为各种各样的次生地化异常：残坡积地化异常、冲积、洪积、湖积、冰碛层地化异常、水系底沉积地化异常（简称分散流异常）、水化学异常、气体地化异常。各种地化异常之间的关系见图 1—3。

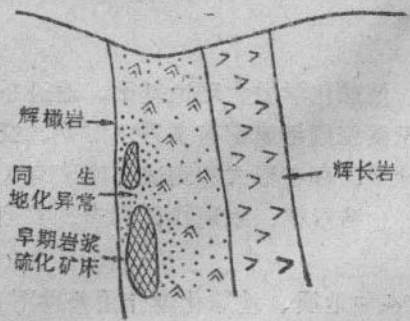


图 1—1a

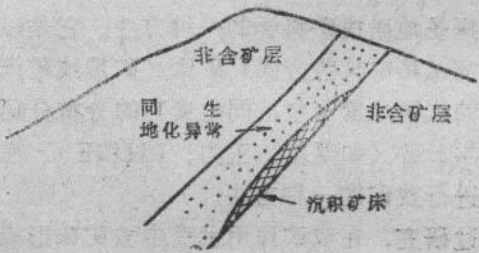


图 1—1b

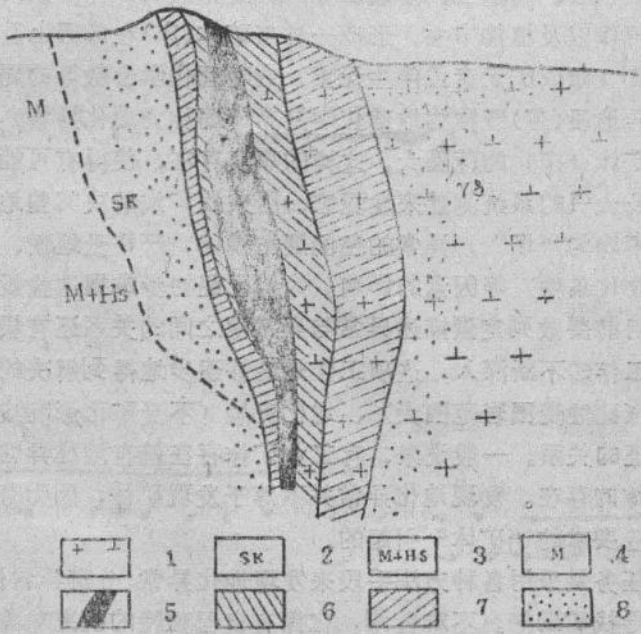


图 1—2 原生异常示意图

1. 花岗闪长岩； 2. 砂卡岩； 3. 大理岩+白云岩； 4. 大理岩；
5. 矿体； 6. 异常内带； 7. 异常中带； 8. 异常外带。

各种地球化学异常之间关系示意图

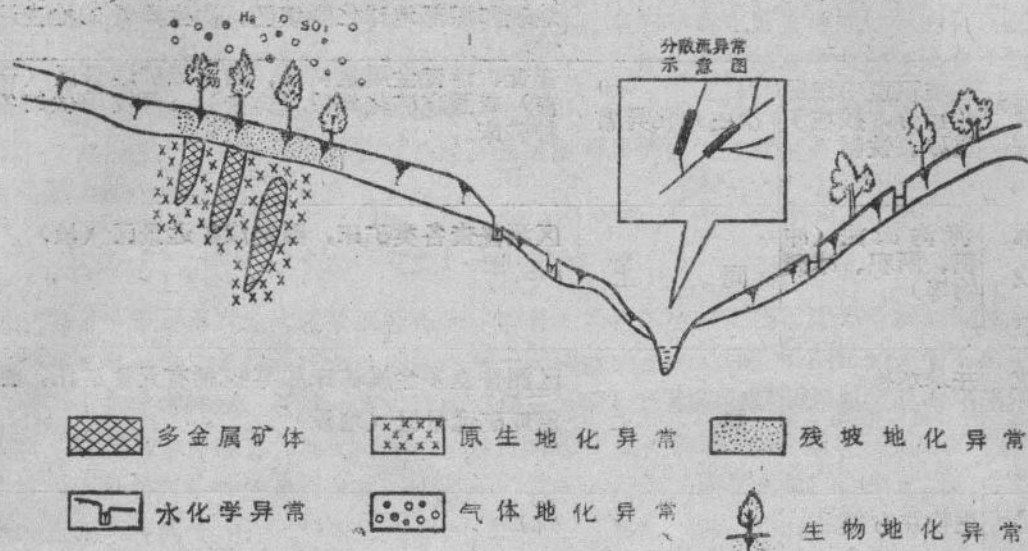


图 1—3

(二) 分 类

随着我国地质事业的不断发展，化探方法的效果逐渐受到重视，应用日益广泛，目前已成为一种重要的找矿手段。随着工业的发展，新技术的引进，化探方法发展很快。根据地化异常的特点及化探的采样对象，可以把化探进行如下的分类；见表 1—1。

这种分类的方法并不是没有问题的，有许多问题还值得提出来供今后进行分类时研究，例如，沉积矿床的同生地化异常与岩浆矿床的同生地化异常，虽然矿体与异常都是在成岩时形成于岩石中的一种地化异常，但是从作用地化特点来看，岩浆矿床的同生地化异常是在内生作用条件下形成的，而沉积矿床的同生地化异常是在外生作用条件下形成的，两种矿床类型的同生地化异常是有所不同的。有人主张把铁帽归类于原生地化异常，理由是绝大多数的铁帽虽经表生风化淋滤的作用，但是仍然保存着原生地化异常的特点。这里是把铁帽归类于次生地化异常，其理由是考虑到铁帽有种种成因类型和不同的产状（有些是有根的，有些没有根）等因素，同时，现有的一些资料虽然能够说明铁帽保存有原生地化异常的特点，但是忽视硫化物的表生氧化、淋滤和富集的改造作用看来还是有些问题。总之，对化探方法的分类，有许多问题需要进一步探讨，以期进行统一的合理的分类。

化 探 方 法 分 类 表

表 1—1

化探方法	采 样 对 象	异 常 类 型	应 用
岩石地化找矿法	岩 石 (或单矿物)	同生, 原生地化异常	在普查勘探时应用于寻找各种内生矿床, 沉积矿床, 如利用原(同)生地化异常寻找基岩中的盲矿、岩体含矿性评价、裂隙含矿性评价, 地表和深部地球化学填图, 次生异常的检查评价。
残坡积层地化找矿法	残坡积层中细颗粒组分, 残坡积重砂、铁帽	次生地化异常	普查、详查金属量测量, 圈定成矿远景区(普查)或圈定矿化地段(详查)。寻找隐伏的各种矿床。
水系底沉积地化找矿法	河沟淤泥(冲积、湖积、冰碛物等)	同 上	区测普查各类矿床, 圈定成矿远景区(段)。
水化学找矿法	井泉水样	同 上	区测普查多金属矿床和某些稀有元素矿床, 圈定成矿远景区(地段)。
生物地化找矿法	生物灰分样品	同 上	同上 在土壤层厚, 植被发育地区利用植物灰分的地化异常, 可以起到寻找稳伏矿床的作用。
气体地化找矿法	土壤气体、大气中的Hg、SO ₂ 、CO ₂ 、CH ₄ 、H ₂ S等	同 上	区测普查多金属矿床和某些稀有元素矿床及寻找石油天然气矿产。
同位素地化找矿法	各种(固、液、气)样品(分析稳定同位素)	原(同)生地化异常, 次生地化异常。	找矿勘探中应用于寻找各类矿床或解决找矿中的某些地质问题(如物质来源等)。

二、地球化学背景与地球化学异常

(一) 地 化 背 景

地壳中化学元素的分布, 无论是沿水平方向或是沿垂直方向都极不均匀。十九世纪以来有许多学者相继根据各自的观点和方法, 利用当时已积累起来的大量资料, 从事地壳中化学元素的相对平均含量及其分布规律的研究。

地壳克拉克值, 指的是化学元素在地壳中的相对含量, 又称为地壳的元素丰度。它是由统计方法求得的见(附表1)。附表2、3列出主要类型岩浆岩、主要类型沉积岩中化学元素

的平均含量。附表4、5、6、7分别列出水圈、气圈、生物圈和有机体中化学元素的平均含量。

“地化背景”是一种相对的概念，它可以用元素在地壳中的相对平均含量做为地化背景，也可以用元素在区域中的相对平均含量（或常见值）做为一种地化背景，甚至可以用局部的平均含量（或常见值）做为找矿时用来比较的地化背景。背景值在一个大范围普查区中有时是不一致的，在这种情况下可以划分地段进行统计，或用区势值做为背景值。在缺乏区域性的资料时，不得不将化探找矿中所测量的某元素的平均含量直接同地壳的元素克拉克值进行对比，以便得出元素集中或分散的相对概念。这种对比，脱离了区域性的地质和地化背景。况且，对地壳背景值来说是呈集中（或分散）的元素，若相对区域背景来说，却不一定集中（或分散），或者集散的度不同。在区域背景值比地壳背景值高（或低）的区域内，就可能出现这种情况。

(二) 地化异常

地化异常是相对地化背景而存在的，没有地化背景也就无所谓地化异常。地化背景往往因不同地段而异，背景值在一个地区内有一定的波动范围，因此不能认为只要不同于背景值的样品就是异常样品。通过一定方法的处理能够明显区别于背景的地段或具有明显异常含量的若干个样品才能称之为地化异常，单点异常往往没有意义。

地化异常有多种的表现形式：①与成矿有关的元素（成矿元素、伴生元素，常量元素，微量元素，阳离子、阴离子）地化迁移（内生、表生迁移），造成地质体（岩石、土壤、水、植物灰分、土壤气体及大气层）中局部地段含量（或比值）区别于背景值的地化异常。②成矿组分特点（包括物化条件晶化性质等）及围岩性质的影响，引起某些元素在近矿岩石中存在形式的改变或形成特征的矿物，造成矿物地化异常。③成矿物质来源和成矿作用的不同，导致某些与成矿有关的同位素丰度或比值的改变，形成同位素地化异常。④矿床的形成除受元素本身地化性质（包括晶体化学性质）的决定外，还严格地受一定的地质地化环境（条件）的控制。因此，通过测定成矿物化条件（PH、Eh、T等）有一定的找矿意义（包括汽液包裸体的测定）。这种物化条件的改变也是一种地化异常。

前面所谈到的各种地化异常将在后面各章中介绍，这里不再一一举例说明。

为了加深对“地化背景”和地化异常的理解，用某地多金属矿床（图1—4）为例说明。通过岩石地化测量，发现近矿的石灰岩和花岗岩中的Cu、Pb、Zn（主要成矿元素），Ag、Hg等（伴生元素）含量比离矿较远的岩石中相应的元素含量要高。这些元素围绕着矿体在岩石中形成一种原生地化异常地段。

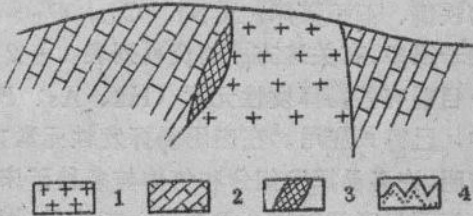


图1—4

- 1. 花岗岩;
- 2. 石灰岩;
- 3. 以Cu为主多金属矿体;
- 4. 原生异常曲线。

离矿体较远不受矿化影响或影响少的灰岩、花岗岩中的Cu、Pb、Zn、Ag、Hg等元素的平均含量（或常见值）称为地化背景值。

成矿元素及伴生元素在花岗岩和灰岩中的含量有明显的差异，花岗岩普遍高于灰岩中的含量。这种含量差异如果与矿化作用无关的话，可以视为岩性的差异造成的。

“背景”和“异常”紧密相依而存在，就Cu、Pb、Zn等与成矿有关的元素在剖面上的含量变化来看，一般是以矿体中为心，离矿体含量降低，逐步过渡到背景含量范围。异常地段向正常地段（背景）过渡通常表现为渐变关系，对于某些地化活动性差的元素（如Au、Cr等）两者之间则可见到突变的现象。

三、地球化学指标与评价

研究地化指标与化探异常的评价是化探找矿的最基本的最重要的任务之一。它不但具有重要的理论意义，而且更有极其重大的找矿实际意义。找矿地化指标的选择与异常的评价是紧密相关的。目前有关这方面的资料比较多，但缺乏综合性的研究工作。这里介绍一些参考性的材料，在找矿中必须依据本地区的具体地质环境、矿床类型、地化特点等条件来选择地化指标及制定合适的异常评价方案。

（一）地化指标

化探通常说的“地化指标”，就是指能够用来找矿或解决某些地质问题的地球化学标志。它包括如下的内容：指示元素及其特征含量范围；指示元素的组合关系；特定的物理化学参数（如反映成矿时的PH、Eh和T等）；特定的矿物组合分带等方面。前两者较经常应用，为当前化探工作的主要找矿指标。现着重介绍如下：

1. 指示元素及特征含量范围

所谓指示元素就是说在化探工作中能够用来指示矿体的存在或能够指出找矿方向的化学元素（包括同位素），称之为找矿指示元素。从目前国内外的资料来看，随着化探找矿矿种范围的扩大，周期表中的大部分元素已被用做找矿指示元素。随着矿种矿床类型的不同，选择不同的找矿指示元素。例如，我国某些地方用Cu、Ag、Au、Mo等元素寻找到矽卡岩型的铁铜、铜钼矿床；用Ni、Co、Cu、As等元素找到岩浆型的钴、镍硫化矿体。这方面的例子很多，有关这方面的资料列表1—2、表1—3，供今后在找矿选择指示元素时参考。

目前有些易挥发性元素（Hg、As、F、Cl、Br、I等）在用来找金、银、铜、钨等矿床中，已得到应用。在应用易挥发性元素方面，较集中研究各种气体作为找矿标志的作用。已查明，许多易挥发组分和气体与多种矿床密切伴生，可以作为良好的找矿指标（表1—4）。

指示元素的特征含量范围。指的是对某一地区进行系统（或一定数量样品）的化探测量，其结果经过数学处理，求得指示元素的含量变化范围。如果能够利用某元素的含量范围区分不同地质体，指示矿化（矿体）存在或指出找矿方向的就称为“特征含量”亦就是说当某一化学元素达到一定含量范围才具有找矿指示意义。