

土壤地球化学测量规范

DZ/T 0145—94

1 主题内容与适用范围

- 1.1 本标准规定了土壤地球化学测量工作中主要方法、技术要求和规则。
- 1.2 本标准适用于金属矿产地质勘查。铀矿、地热、非金属矿产地质勘查的土壤测量工作也可参照执行。

2 引用标准

- GB/T 14496 地质矿产地球化学勘查名词术语
- DZ/T 0011 地球化学普查规范（比例尺 1:50 000）
- DZ/T 0075 地球化学勘查图图式，图例及用色标准

3 总 则

- 3.1 土壤地球化学测量（简称土壤测量），是以土壤为采样对象所进行的地球化学勘查工作。
- 3.2 土壤地球化学测量主要用于矿产地质勘查的详查阶段，也可用于在区域调查、普查阶段中水系沉积物测量无法进行的地区。
- 3.3 土壤地球化学测量可用于找矿以及各类异常和矿化点的查证、评价，也可为地质填图提供信息。
- 3.4 区域调查和普查的土壤测量方法，其主要技术要求，按化探区域调查和化探普查的规范执行。
- 3.5 用于金属矿产地质勘查的土壤测量应选择在残坡积层发育地区进行。

4 工作设计

4.1 资料收集

编写土壤测量的工作设计前，一般应收集和分析以下资料：

- 测区的地理和交通、生活情况以及测地资料；
- 测区及外围地质特征，矿产、矿床类型和成矿规律，矿床氧化淋失程度等特点；
- 测区及外围以往地质，物探，化探、遥感等的工作程度和工作成果；
- 测区的地形，地貌、水文、气象，第四纪覆盖物（尤其是土壤）的类型，植被特征，人工污染情况等有关资料；
- 表生作用对指示元素的影响及表生赋存状态。

4.2 方法有效性与技术试验

4.2.1 野外踏勘

编写设计前应对测区进行必要的现场踏勘工作、取得第一手资料，以了解所收集资料方法技术的有效性，其内容包括；

- a. 检查核对所搜集资料的可靠程度；
- b. 确定试验地点和测区的有效范围；
- c. 实地考察工区的交通、生活及工作条件。

4.2.2 设计前的技术试验

4.2.2.1 有前人工作过的测区或邻区，设计时其主要技术指标和方案可参照前人的工作成果。如果认为资料不足，可补作部分技术试验。

4.2.2.2 前人未工作过的地区、特殊景观、为寻找特殊矿种、特殊矿产类型为目的地地区，必须开展技术试验。试验内容包括：采样层位（深度），采样介质，样品加工方案，指示元素及指标，采样布局，采样网度和方法等。

4.2.2.3 技术试验的一般要求

a. 试验剖面应布置在主要的、有代表性的矿床和覆盖物地段。每条剖面的两端必须各有 3—5 个点落在背景地段上。

b. 采样层位（深度）和加工方案试验，一般选择在揭露过矿体的探槽或浅井上（见附录 A）。如果地表工程不理想或没有工程，可以用一般剖面方法，按不同深度采样。指示元素和测网试验一般与层位和粒度试验在同一剖面进行。剖面数量不得少于三条。

c. 土壤测量的指示元素及指标，可根据矿床的元素共生组合关系（见附录 B、附录 C 和附录 D），通过试验择优选择。

4.3 根据任务书的要求及技术试验结果编制设计书。设计书内容应包括：

- a. 工作的目的及任务要求；
- b. 地质、地形、地貌、第四纪覆盖物类型以及地表地球化学环境和可能干扰的因素；
- c. 样品的自然富集层位和颗粒度。工作比例尺和采样网度、深度及重量；
- d. 取样介质及样品加工方案；
- e. 指示元素和指标，分析方法及方法检出限的要求，质量监控方案；
- f. 方法技术要求、技术经济指标和生产管理要求；
- g. 设计附图；
- h. 予期提交的成果和资料。

4.4 测区与测网

4.4.1 测区范围

a. 测区范围应以任务书的要求确定，并通过设计前的踏勘，选择覆盖物类型和地质条件最有利的地段。

b. 根据普查后的异常确定详查工作范围时，应考虑覆盖物类型对异常规模、形态的影响，测区范围应大于异常或异常群（带）的面积。

- 4.4.2 测区的部署原则
- 4.4.2.1 测线方向应尽量垂直被探查地质体的走向，并尽可能与已知地质剖面或物探测线一致。
- 4.4.2.2 测网可根据被探测物的规模、产状和工作性质，分规则测网与不规则测网（非网格化测网）。
- a. 规则测网有矩形与正方形网格。矩形网格适用于探测长、短轴相差较大的目标物；正方形网格适用于探测长、短轴相差不大、或形态复杂的目标物；
- b. 非网格采样适用于中、小比例尺或地形恶劣、施工条件差，正规网格布设难度大的地区。
- 4.4.2.3 不同勘查阶段有不同的工作比例尺和测网密度，工作比例尺与测网的关系见表 1。详查工作中若以土壤测量资料确定的测区，线距与点距可根据资料中的异常大小而定，选择表 1 中合适的比例尺和网度。一般情况下，线距应小于有意义异常长度的 1/2，点距应小于异常宽度的 1/3。由其他资料确定的详查区可参照表 1 执行，应保证最少有 3 条测线控制探测物。

表 1 工作比例尺与测网密度

工作阶段	比例尺	矩形网格	正方形网格	点/km ²
		线距(m)×点距(m)	点线距(m)	
区域调查	1:200 000	2 000×500	1 000	1
	1:100 000	1 000×250~500	500~1 000	1~4
普查	1:50 000	500×100~250	250~500	4~20
	1:25 000	250×50~100	125~250	16~80
详查	1:10 000	100×20~50	50~100	100~500
	1:5 000	50×10~25	25~50	
	1:2 000	20×5~10		

5 野外工作

- 5.1 测地及采样点的定位工作按 ZBD/0002《物化探测地规范》要求执行。而面积性工作采用随机采样方法的，野外定点时必须用相同或大于其工作比例尺的地形图。点位误差要求：普查、详查工作≤2mm。
- 5.2 采样工作及编录
- 5.2.1 采样工作
- 5.2.1.1 详查在测定的采样点周围点线距钠 1/10 范围内采样，样品可由一处组成或由数处组成，区调或普查，由 3~5 点采样组合成一样。采样应避免各种污染，遇有岩

石露头、废石堆、沼泽、崩积物、河床堆积物、水田等不能取样时可弃点，但在记录中应注明。

5.2.7.2 一个地区的工作应尽量采自同一介质、同一层位物质，样品一般采集在距地表 20 ~ 50cm 深处土壤的 B 层（淋积层）或 C 层（母质层）中的细粒级物质。取样重量根据测试项目多少而确定，以保证过筛后送测试的单个样品重量满足分析要求为准。过筛后送化验室单个样品不少于 80g，进行痕金测定的单个样品，过筛后的重量应不少于 100g。

5.2.1.3 在特殊地貌区应根据不同自然地理条件选用不同的采样方法。

a. 在土壤成层不完善的山区。应采集植物根以下的残、坡积土，尽量不要带入腐植质和碎石；

b. 在我国南方湿热气候地貌区，发育有较厚层残积土壤。当金属硫化物在地表可能遭到强烈淋失时。应在距地表 50cm 以下深处土壤中取样；

c. 在我国北方干旱或半干旱风成砂堆积地貌区，应透过风成砂土层，采集基岩上的残积物质并筛取 + 0.45 ~ - 5mm 粗粒级部分；

d. 在一些冲积物、风成土、冰积物、融岩堆积物、钙质土、耕植土或其他外来搬运物所覆盖的地区，通常应穿过这些覆盖物，在原地的残、坡积层中采样。

5.2.2 采样编录

5.2.2.1 采样编号必须统一要求，逐点认真作好编录。

5.2.2.2 编录的内容应包括：工区名称、编号（图幅号）、点线号（横、纵坐标）、样品号、取样层位、采样位置、覆盖层、样品颜色、土壤层性质、弃点原因、采样日期、采样员姓名等（附录 E）。大于 1:10 000 以上的比例尺找矿详查工作还应描述矿体、矿化、蚀变、污染等有关地质、地球化学现象。

5.2.2.3 编录格式可以使用标准的野外记录卡或记录本。用中硬强度的铅笔填写，字迹要工整清晰，不准重抄和涂改。

5.3 野外样品加工及管理

5.3.1 野外样品加工及管理

5.3.1.1 野外采样人员每日采样结束，整理填写好送样单将样品送交加工人员验收登记。加工人员检查发现错号、漏采和不符合要求的样品应及时纠正或重采。

5.3.1.2 采集的样品要防止沾污。装样品的布袋无论是新的或是已使用过的旧样品袋都要经过洗涤后才能使用。

5.3.1.3 装在布袋中的样品应在日光下晒干，有条件的也可在带自动温度测试控制的电烘箱内烘干，但箱内温度不能超过 60℃。不论采用哪种干燥方法，在干燥过程中要不时揉搓样品，以免土质结块，干燥后的样品要用木槌轻轻敲打以使粘土胶结物中的颗粒解体。

5.3.1.4 样品干燥后，按设计规定的加工方案用不锈钢筛进行过筛。过筛后的样品应采用对角线折迭法混匀，然后放入塑料瓶或纸袋中，其重量按设计书要求确定。在野外加工处理样品时应防止样品间相互污染。因此，每处理完一个样品后，凡是和上一个样

品接触过的筛子，台称等物都要清理于净，然后再进行下一个样品的加工处理。

5.3.1.5 装入塑料瓶或纸袋的每个样品应标明工区（图幅号），样品号、日期、加工员。填写送样单及编制样品加工号码表后妥善保管。每天加工完毕后要进行检查确保加工处理准确无误。

5.4 野外工作质量检查

5.4.1 土壤地球化学测量的野外质量检查制度：

a. 采样小组和样品加工人员应保证工作质量，作好日常自检工作。小组长应对当天所采样品、编录、点位等进行检查，发现问题及时纠正。当工作进行到一定阶段时，全面检查本阶段工作是否符合质量要求；

b. 大组技术负责人（或项目负责人）应分阶段到各采样组和样品加工组进行方法技术和工作质量检查。

方法技术检查：技术负责人（或项目负责人）应随同采样小组深入工作现场进行抽查，全面观察野外采样工作过程，样品加工是否严格按照规定及工作设计执行。

工作质量检查，包括室内与野外检查两项。室内抽查主要校对采样点位图，编录和样品成份，检查总工作量的 10%。野外检查包括抽取一些采样点实地核对采样部位，定点误差，采样标记、记录内容以及重采样检查等。检查量为总量的 5%。不允许用同一点在同一点采双样来代替重采样。重复采样应布设在可能出现地球化学异常地段及可疑地段，已发现的矿化及找矿标志部位，也可考虑不同地质构造单元均匀布设。

5.4.2 各类检查结果要用文字和表格的形式记载下来，供工作质量评定时参考。

5.4.3 采样质量评估。重采样品与基本样一同加工，统一编号送实验室分析。待获得分析数据后对比第一次取样的基本分析值（C₁）与重复采样的分析值 C₂），计算两次分析值之间的相对偏差（RE%）值。其计算式为：

$$RE\% = \frac{|C_1 - C_2|}{(C_1 + C_2) / 2} \times 100$$

相对偏差（RE%）符合表 2 中要求者为合格。

表 2

含量范围	重复采样分析监控要求
< 3 × 检出限含量	≤ 66.6 ~ 85
> 3 × 检出限含量	≤ 50 ~ 66.6

合格样品应占全部被检样品数的 70% 以上，合格率小于 70% 应查明原因进行处理或返工。

5.4.4 野外质量验收标准可参照化探普查规范附录 C 要求执行。

6 样品测试工作

6.1 实验室样品加工及管理

6.1.1 承担样品测试任务的实验室应负责样品的验收，检查，发送和保管。野外采样的工作单位将样品送交给承担样品分析任务的实验室时，均需办理样品交接手续。在双方交接样品过程小，发现送来的样品有下述情况之一者，实验室有权拒收样品，并应及时通知送样单位处理。

- a. 无送样单，或送样单填写不清，不全、无责任者签名；
- b. 样品无编号或编号混乱有重号；
- c. 样品在运输过程中受到破损，丢失或污染；
- d. 样品重量不符合规定或设计书要求。

6.1.2 样品加工前应在小于 60℃ 恒温箱内进行充分烘干。由于样品在野外已进行过筛处理，一般在实验室不需粗碎和中碎加工，可直接进行细碎加工。土壤样品的加工应和实验室内的矿石样品加工场所分开。

6.1.3 按分析要求的粒度进行样品细碎加工。符合粒度要求的样品重量应不少于加工前重量的 95%。凭手感检查样品是否达到所规定的粒度，不需过筛。但为保证加工粒度要求，实验室应每天在已加工好的样品中随机抽出一定比例的样品过筛，应有 97% 样品的重量通过规定网目。

6.2 测试项目

6.2.1 土壤样品测试项目应根据勘查工作阶段和勘查目标的情况而定。

6.2.2 区域调查和普查阶段的测试项目按化探区域调查和化探普查规范的有关规定执行。详查工作（包括非正规测网的详查，下同）的测试项目应根据测区的具体情况而定。

- a. 根据普查资料选出的化探异常进行详查，所选择的测试项目一般与该异常的有效指示元素相同；
- b. 根据其他资料确定的详查区工作，测试项目可根据矿床的元素共生组合选择几种或通过实验确定。

6.3 测试技术要求

6.3.1 对化探区域调查及化探普查的土壤样品，元素测定技术要求按化探区域调查和化探普查规范的有关要求执行。

6.3.2 详查工作的样品分析技术要求如下。

6.3.2.1 分析检出限要求

- a. 从化探普查资料选定的详查区，指示元素与该异常的有效指示元素相同，分析检出限应低于测区指示元素的背景平均值 (\bar{x}) (剔除异常点的算术平均值)；
- b. 用其他资料确定的详查区，样品分析方法的检出限参照表 3 要求执行。

表 3

元 素	检出限要求 (10^{-6})	元 素	检出限要求 (10^{-6})
Ag	0.05	Mo	1

元 素	检出限要求 (10^{-6})	元 素	检出限要求 (10^{-6})
As	0.5 ~ 1	Nb	5 ~ 10
Au	0.000 3 ~ 0.001	Ni	5
B	5 ~ 10	P	100
Ba	50	Pb	5 ~ 10
Be	1	Sb	0.3
Bi	0.3	Sn	2
Cd	0.2 ~ 0.5	Sr	50
Co	1	Ti	100
Cr	10 ~ 15	Th	5
Cu	2	U	1
F	100	V	20
Fe	1 000	W	1
Hg	0.01 ~ 0.05	Y	10
La	30 ~ 50	Zn	20
Li	10	Zr	10
Mn	30		

6.3.2.2 分析的报出率必须≥80%，否则其分析数据只能作为参考值。

6.3.2.3 准确度和精密度要求

a. 从化探普查资料选定的详查区，如分析方法与化探普查所用方法相同时，则不需要对方法再进行准确度与精密度考核。

b. 采用新的分析方法或用其他资料确定的详查工作，其分析方法必须用二级标样进行考核。准确度和精密度需达到表 4 要求方能投产，允许 8 个标样中有 1 个样超差，但超差值不能大于监控值的 20%。

表 4

表示方法		监控限 含量范围	检出限 三倍以内	检出限 三倍以上
准确度	$\Delta \lg C \text{ (GBW) } = \overline{\lg C_{\text{测}}} - \lg C_a$		$\leq \pm 0.20$	$\leq \pm 0.13$
	$RE \% \text{ (GBW) } = \frac{\overline{C_{\text{测}}} - C_s}{C_s} \times 100$		$\leq \pm 50$	$\leq \pm 35$

表示方法		监控限	含量范围	检出限 三倍以内	检出限 三倍以上
精密度	$RSD\% \text{ (GBW)} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C}_{\text{测}})^2}{n-1}}}{\bar{C}_{\text{测}}} \times 100$			≤40	≤25

表中： $\bar{C}_{\text{测}}$ ——GBW 标样 n 次实测值的平均值；
 C_s ——GBW 标样的可用值；
 C_i ——GBW 标样第 i 次测定的实测值。
 测定数 n 应不低于 10 次。

6.3.3 质量监控方法

6.3.3.1 化探区域调查和化探普查分析质量监控方法按化探区域调查及化探普查规范的有关部分执行。

6.3.3.2 详查工作的监控方法，也应 以标祥和重份分析检查。每次每批均应插入。重分分析样每小批（50 件）不得小于 4 件，二级标样不得少于 2 件。每分析 500 件后进行分析误差统计，监控限要求见表 5。超差数≤15%方能报出。

表 5

含量范围	二级标样监控限要求		重份分析监控限要求
	X_L 值	λ 值	RE% 值
< 3 倍检出限含量	≤ 0.2 ~ 0.25	≤0.33 ~ 0.41	≤66.6 ~ 85
> 3 倍检出限含量	≤ 0.15 ~ 0.2	≤0.25 ~ 0.33	≤50 ~ 66.6

表 5 中： \bar{X}_L 为平均对数偏差，计算式为：

$$\bar{X}_L = \frac{\sum \Delta \lg C}{n} \tag{1}$$

式中： $\Delta \lg C = \lg C_1 - \lg C_2$ ；
 n——每小批插入二级标样的总数；
 C_1 ——二级标样推荐值；
 C_2 ——二级标样的实测值。

λ 为对数标准离差，计算式为：

$$\lambda = \sqrt{\frac{\sum (\Delta \lg C - \bar{X}_L)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta \lg C)^2 - n\bar{X}_L^2}{n-1}} \tag{2}$$

式中：n——参加统计的二级标样总数。

RE%——重份分析相对偏差。计算式为：

$$RE\% = \frac{|C_1 - C_2|}{(C_1 + C_2)/2} \times 100 \tag{3}$$

式中：C₁——基本分析值；

C₂——抽样分析值。

6.3.3.3 密码抽查是否进行及抽查方式由送样单位确定。抽查方式可与原样分析同步进行，抽查样在测区中的分布必须均匀，也可在分析成果报出后进行。后者应根据异常含量高低和背景样品的分布情况，选择有代表性的样品抽查。抽查量不少于总样数的5%，抽查样品必须在收到分析成果后一个月内送出。

密码抽查的误差计算与重份分析相同，用相对偏差（RE%）公式计算，监控限要求与表5重份分析监控限一样，超差数不大于抽查总数的20%（总样数至少100个）为合格。

6.3.4 金的重份分析和密码抽查的监控限要求见表6。

表 6

金含量范围（10 ⁻⁹ ）	相对误差 RE 要求（ $RE = \frac{ C_1 - C_2 }{(C_1 + C_2)/2} \times 100\%$ ）
0.3 ~ 10	RE ≤ 100%
10 ~ 100	RE ≤ 66.6%
> 100	RE ≤ 50%

7 资料整理工作

7.1 土壤地球化学测量的资料包括原始资料和成果报告。

7.1.1 原始资料包括

- a. 各种原始记录（采样记录本（卡）、分析数据、测地工作的各种记录），原始草图和质量检查、验收的记录与文据。
- b. 资料整理和解释推断中形成的各种数据记录、图件和异常登记表（卡）。
- c. 成果报告的底稿、底图、透明图。
- d. 原始记录和资料整理形成的软盘。

7.1.2 成果报告包括报告书及其附图、附件。

7.2 资料的检查与验收

7.2.1 资料的质量检查工作贯穿于整个工作的始末，每个工作步骤都应该按质量监控方法进行质量检查。

7.2.2 检查后的资料必须符合质量监控方法的要求才能验收。只有验收后的资料才能进行下步工作或正式复制。

7.3 资料整理的基本步骤和内容

- a. 对各种原始资料进行整理、复核和编录。编制各种基础图件；
- b. 确定指示元素的背景值与异常下限；
- c. 编制各种异常图和其他解释推断图；
- d. 对异常进行分类、筛选、评价、登记等解释推断工作；
- e. 编制报告和绘制各种图件、附件。

7.4 异常的解释推断

7.4.1 背景值与异常下限值的确定方法

根据元素数值及直方图的分布型式，选择适当的方法确定背景值及异常下限值，例如统计法、累积频率曲线图解法、概率纸图法、逐步剔除法等。

7.4.2 异常的筛选与分类

- a. 异常的筛选、分类应在充分地掌握已知矿的地质地球化学特征的基础上结合测区的地质、物探、地貌各种有关资料进行。应特别注意覆盖物的类型和覆盖层的厚度对异常特征（异常规模、强度等）的影响。
- b. 异常的筛选可采用各种有效的数据处理方法，亦可用经验的筛选方法。
- c. 筛选后的异常可按找矿意义进行分类并登记造册（见附录 F）。

7.4.3 异常的检查 and 推断解释

- a. 有进一步工作价值的异常都应进行野外检查。检查工作除确定异常的形成原因外，亦要观察异常所处位置的地质特征和地貌特征，并补作必要的采样工作。
- b. 要注意地形及矿体倾斜引起的位移以及地表氧化引起的元素贫化。
- c. 异常的推断解释应在充分了解掌握的分析所有资料基础上，结合野外实地踏勘结果，对异常引起的地质原因作出确切的解释，并对异常的进一步工作提出具体意见。
- d. 异常检查应采取现场分析技术，如冷提取及各种偏提取技术。

7.5 图件编制

7.5.1 土壤地球化学测量图件分两部分：基础图与推断解释图。

7.5.2 区域调查和普查工作的图件编制，按化探区域调查和化探普查的有关规定执行。

7.5.3 详查工作的图件要求

7.5.3.1 图件编制必须符合地球化学勘查图式图例及用色标准规定。

7.5.3.2 各种图件制成后，必须进行 100% 的检查后方可正式复制。

7.5.3.3 成果报告需作交通测区位置图，实际材料图，原始数据图，等值线图、综合异常图及其他推断解释图。

7.5.3.4 原始数据图与等值线图，图面上的元素最多三个。

7.5.3.5 综合剖面图下部必须附地形变化的地质断面。

8 成果报告

8.1 化探区域调查和普查的成果报告内容、附图、附件要求按化探区域调查和普查规

范执行。

8.2 详查工作成果报告一般应包括下列内容

- a. 序言；
- b. 地质、景观地球化学特征；
- c. 工作方法及质量评述；
- d. 解释推断及重点异常的查证结果，
- e. 结论与建议。

8.3 详查工作成果报告的附图

提交交通、测区位置图，剖面图，综合异常图和解释推断图。

8.4 详查工作成果报告的附件

异常登记表（卡） 异常剖析图册。

附录 A

采样层位（深度）和加工粒度试验方法 （参考件）

A1 采样层位（深度）试验

确定采样最佳层位（深度）首先应区分疏松覆盖物性质（原地风化或外来的），利用已知矿体或矿化地段的探槽或浅井，进行槽（井）壁取样试验；当为原地风化形成的残坡积物时，从地表至深部依次取 A 层（腐殖层）、B 层（淋积层）、C 层（母质层）若干个剖面，若 A、B、C 层不清晰时，可按不同深度取若干个剖面。当为外来物（如冲洪积物、水积物、风积物、耕地或其它外来搬运物）时，通常应穿过这些覆盖物，在原地的残坡积层中取样，只有当经过试验，确认采集外来覆盖物可取得同样地质效果时，才可在外来覆盖物的合适深度采样。具体做法是：

a. 在工程的一壁上根据具体情况选择几条垂向采样线（探槽壁需选择三条以上，可视探槽大小而增减）。

b. 在取样线上自地表向下分层（或按不同深度）确定取样点，点距应视各层位的厚度而定。如疏松层较厚、点距可大些。

c. 逐点取样、样品重量应大于 200g。如同时做粒度试验或测定金等样品时，应酌情增加重量。

d. 将所采样品均通过某种有效孔径筛（或与确定有效过筛孔同时进行），选择异常清晰明显，既能保证地质效果、又经济，取样方便的层位及深度作为较佳层位及深度。

A2 加工粒度试验

用一套 20 目至 160 目的样筛由上而下依次叠放，将所研究样品放入最上一层样筛（20 目）内，然后将叠筛放入水中，充分摇荡，使样品中的粘土团粒化开洗去，使各种小于一定粒度的样品全部（占样品中该粒度成分总量的 95% 以上）通过相应筛孔，干燥后用相同方法分析各粒级样品，根据分析结果，指示元素含量高，异常清晰的粒级区间即是该元素的富集粒级。在实际工作中常不用水洗，是直接将干燥的样品揉碎后按上述办法过筛分析，以所得指示元素含量高，异常明显的粒级区间作为样品中该元素的富集粒级。

附 录 B 常见的元素地球化学共生关系 (参考件)

表 B1

类 型	共 生 关 系
长英质火成岩	Si、 K、 Na
碱性火成岩	Al、 Na、 Zr、 Ti、 Nb、 Ta、 F、 P、 稀土
铁镁质火成岩	Fe、 Mg、 Ti
超铁镁质火成岩	Mg、 Fe、 Cr、 Ni , CO
花岗伟晶岩	Li、 Be、 B
接触交代矿床	Mo、 W、 Sn
钾长石	K、 Ba、 Pb
铁镁矿物 (钛铁矿物类)	Fe、 Mg、 Mn、 Cu、 Zn、 Ni
部分热液及岩浆矿床：	
复杂的贱金属	Fe、 Zn、 Pb、 Ag、 Cu、 Se、 Sb、 Bi
简单的贵金属	Ag、 Au、 As
复杂的贵金属	Ag、 Au、 As、 Sb、 Zn、 Cu、 Pb、 Hg
与铁镁质火成岩有关的矿床	Fe , Ni、 Co、 Pt
斑岩铜矿	Fe、 Cu、 Mo、 Re
喷气矿床	Hg、 Sb、 As、 Se
沉积岩及沉积矿床：	
沉积型铁矿床	Fe、 As、 Co、 Ni、 Se
沉积型锰矿床	Mn、 As、 Da、 Co、 Mo、 Ni、 V、 Zn
磷灰岩	P、 Ag、 Mo、 Pb、 F、 U
黑色页岩	Al、 Ag , As、 Au、 Bi、 Cd , Mo、 Ni、 Pb , Sb、 V , Zn、 U、 Ti、 Cu
砂矿床	Au、 Pt、 Sn、 Nb、 Ta、 Zr、 Hf , Th、 RE

注：资料来自《地质实验室》1990 年第 6 卷。原著霍克斯 H. 巴韦布 J.S. 谢学锦译。

附 录 C

某些类型矿床中元素组合的一般规律

(参考件)

表 C1

矿 床 类 型	主要指示元素	次要指示元素
与超基性岩有关的岩浆矿床	Mg、Fe、Cr、Ni、Co 等	Ti、V、铂族元素、Nb、Y、Ce 等
与基性岩有关的岩浆矿床	Sc、V、Ti、Cu、M、Zn 等	P、Mn、As、Co、Sb 等
与酸性岩有关的岩浆矿床	Fe、Cu、Mo、W、Sn、Nb、Ta、 稀土	Zn、Pb、B、F、U、Au、Ag、As 等
高温气成热液矿床	Sn、W、Mo、Be、Li、Rb、Cs、F、B 等	Nb、Ta、K、Na、Bi、Ti、F、Ca 等
中低温热液矿床	Cu、Pb、Zn、Ag、Au、As、Sb、Ba、Hg 等	Te、Tl、Bi、F、Cl、I、Mn 等
低温热液银多金属矿床	Ag、Pb、Zn、Mn、As、Sb、Au 等	Ba、Cu、Mo、F、Cl、I、Hg 等
斑岩型铜、钼矿床	Cu、Mo、Zn、Sb、Sn 等	Ag、Pb、Au、Mn、W、Sn、Be 等
砂岩型铜矿床	Cu、Ag、Ba 等	Co、Bi、Ge、Au、As、S、Se 等
石英脉 – 蚀变岩型金矿床	Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg 等	Bi、Mn、Cd、Co、Mo、Ba、F、Cl 等

注：参考地矿部 1978 年地球化学探矿工作手册。

附 录 D

主要铀矿床的指示元素

(参考件)

表 D1

矿 床 类 型		指 示 元 素
花岗岩、正长岩、混合岩、伟晶岩、细晶岩和杂岩体		Na、K、Cu、B、Y、La、Ce 和其它稀土族、Th、V、Ti、Zr、P、S、Mo、F 和 Fe
过碱性正长岩、碱性火山岩、碳酸盐岩		Li、Na、K、Rb、Cu、Be、Sr、Ba、Ga、Se、Y、La 稀土、Ti、Zr、Hf、Nb、Ta、Th、U、Sn、Zn、Pb、Mo、B、P、S、F、Cl
砂卡岩和角闪岩矿床		Li、Rb、Cs、Be、Ga、B、Sc、La、 稀土 、Ti、Zr、Hf、Bi、Mo、Ps、F
脉、矿脉、矿筒、网脉状和浸染型	单一	Cu、Ca、Sr、Mg、U、S、Mo、Fe
	复合	Cu、Ag、Ca、Mg、Hg、U、Pb、As、Sb、Bi、S、Mn、Fe、Co、Ni

矿 床 类 型	指 示 元 素
砂岩型矿床	K、 Cu、 Ag、 Be、 Ba、 Sr、 Zn、 Cd、 Tl、 U、 C、 Pb、 As、 Sb、 V、 S、 Se、 Cr、 Mo、 Mn、 Re、 F、 CO、 Ni
黄铁石英英 – 砾岩和石英岩	Th U Se Y 稀土 Ti Fe As P

注：资料来自王琳、冯秀芝译《铀的地球化学勘探》。

附 录 E

土壤地球化学测量取样记录卡

(参 考 件)

表 E1

工区

气候

第 页

顺序号	点位号	样号	采样位置	采样层位	采样深度	土壤层性质	样品颜色	覆盖层厚度、 植被特点	地质简况	备注

采样员

记录号

采样日期

年 月 日

附 录 F
土壤测量地球化学异常登记卡
(参考件)

表 F1

异常编号					图幅号				以往工作评述		
位 置											
异常面积					走向						
异常特征	元素								异常解释推断与评价		
	面积										
	形状										
	最高值										
	平均值										
	衬度										
	规模										
	其他								进一步工作建议		
地质概况									备 注		

制表：

审核：

第 页

附加说明：

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会物探化探分技术委员会提出。

本标准由冶金工业部地球物理勘查院、地质矿产部、中国有色金属总公司共同制订。

本标准起草人刘汉忠、陈举煦、史新民、王道忠。