

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—201X

地球化学详查规范

Specification of geochemical detailed survey

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

201X - XX - XX 发布

201X - XX - XX 实施

中华人民共和国自然资源部

发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 总则 .....	1
3.1 目的任务 .....	1
3.2 工作地区 .....	1
3.3 工作方法 .....	1
3.4 工作要求 .....	1
4 设计书编写 .....	2
4.1 设计书编写依据 .....	2
4.2 设计书编写前的准备工作 .....	2
4.3 设计书主要内容 .....	2
4.4 设计书审查 .....	2
5 野外工作 .....	2
5.1 野外工作方法选择 .....	2
5.2 面积性地球化学测量 .....	2
5.3 地球化学剖面测量 .....	6
5.4 野外工作质量检查 .....	7
6 样品分析及质量监控、质量评估 .....	8
6.1 样品加工要求 .....	8
6.2 样品分析方法技术要求 .....	9
6.3 样品分析质量控制及质量要求 .....	10
7 资料整理与图件编制 .....	11
7.1 资料整理 .....	11
7.2 地球化学参数统计 .....	11
7.3 图件编制 .....	11
8 地球化学异常评价与预测 .....	13
8.1 典型矿床地球化学找矿模型研究 .....	13
8.2 地球化学异常评价指标选择 .....	14
8.3 地球化学异常评价方法 .....	14
8.4 工程验证建议 .....	15
9 成果报告编写 .....	15
9.1 报告编写主要内容 .....	15
9.2 报告附图及原始资料 .....	15

附录 A (规范性附录)	地球化学详查记录卡.....	16
附录 B (规范性附录)	质量检查记录表.....	22
附录 C (资料性附录)	剥蚀程度计算方法.....	29
附录 D (资料性附录)	地球化学资源量的计算方法.....	32
附录 E (资料性附录)	设计书提纲.....	35
附录 F (资料性附录)	成果报告提纲.....	36

## 前 言

《地球化学详查规范》是针对我国矿产勘查中1:10000—1: 5000地球化学测量及矿区地球化学勘查工作而制定。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准由南京地质调查中心负责组织起草。

本标准起草人： 陈国光、马振东、张 华、张德存、叶家瑜、顾金秋 、梁晓红。

# 地球化学详查规范

## 1 范围

本规范规定了地球化学详查工作目的的任务、设计书编写、野外工作、样品分析及质量监控、资料整理与图件编制、异常评价与预测、成果报告编写等要求。

本规范适用于1:10000—1:5000地球化学测量及矿区地球化学勘查工作。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3838-2002 地表水环境质量标准
- GB 12999-1991 水质采样样品保管和管理技术规定
- GB 15618-1995 土壤环境质量标准
- GB 18668-2002 海洋沉积物质量标准
- GB 9649.29-2009 地质矿产术语分类代码 地球化学勘查
- GB/T 14496-1993 地球化学勘查术语
- GB/T 14848-95 地下水质量标准
- DZ/T 0075-1993 地球化学勘查图图式、图例及用色标准
- DZ/T 0130-2006 地质矿产实验室测试质量管理规范
- DZ/T 0167 区域地球化学勘查规范(1:250 000)
- DZ/T 0289-2015 区域生态地球化学评价规范

## 3 总则

### 3.1 目的任务

地球化学详查目的是圈定和预测矿（化）体分布，任务是查明地球化学异常浓度分带、组分分带特征及形成原因；解剖矿致异常，推断浅表矿种和矿床类型、矿（化）体分布范围、形态及规模，预测深部矿种与矿床类型及大致埋深和范围；初步估算矿（化）体资源量，为矿产普查及工程布置提供依据。

### 3.2 工作地区

工作地区一般为地球化学普查圈定的找矿靶区范围，也可以选择矿区及其外围、矿（化）点分布区。

### 3.3 工作方法

以土壤地球化学测量、岩石地球化学测量方法为主，也可根据实际情况选择其它地球化学测量方法。

### 3.4 工作要求

要求采样物质反映地质找矿信息，测试元素及元素分析精度能反映地球化学浓度分带和组分分带，以利于地球化学找矿预测。

## 4 设计书编写

### 4.1 设计书编写依据

设计书由项目承担单位根据任务书或委托方合同、本规范以及其它相关技术标准要求编写。

### 4.2 设计书编写前的准备工作

4.2.1 收集与测区有关的地质、矿产、化探、物探、遥感等基础资料。收集工作区同比例尺工作用地形图或遥感影像图。

4.2.2 根据测区地质背景、基岩出露情况、土壤残坡积层分布情况以及以往化探、地质矿产工作情况等，初步研究和确定野外采样方法。

4.2.3 在收集资料和初步研究基础上，对测区进行实地踏勘或进行采样方法试验，划出次级地球化学景观区和最佳的采样方法，提出测区切实可行的地球化学详查采样工作方案。

### 4.3 设计书主要内容

设计书主要内容包括工作目的的任务、测区概况、野外工作方法技术及质量要求、样品分析测试及质量监控、数据处理及编图方法、异常评价与预测工作方法、实物工作量与预期成果、组织管理和人员、经费预算、质量管理与技术保障措施等。设计书编写提纲见附录E。

### 4.4 设计书审查

设计书应经审查后实施。在项目实施过程中，如有较大变化需要进行修改或补充设计时，应经原设计审查部门批准后再实施。

## 5 野外工作

### 5.1 野外工作方法选择

地球化学详查野外工作应根据地球化学景观、地质背景、工作程度等综合因素，进行方法选择。一般情况下：

- a) 在残坡积土壤发育地区选择面积性土壤地球化学测量；
- b) 基岩出露较好的地区选择面积性岩石地球化学测量。
- c) 在地表矿化蚀变等找矿目标体较为清楚的情况下，可选择地球化学剖面测量。
- d) 在矿区深部预测中，选择岩石地球化学剖面或探槽、坑道、钻孔地球化学测量。
- e) 在土壤覆盖层较厚，常规土壤难以取得效果时，可采用浅钻进行土壤地球化学测量，也可采用其它地球化学测量方法。

### 5.2 面积性地球化学测量

#### 5.2.1 土壤地球化学测量

##### 5.2.1.1 样点布设

###### 5.2.1.1.1 采样网度

详查阶段面积性土壤地球化学测量以规则网采样。具体密度和采样点间距见表 1。

表1 面积性土壤地球化学测量测网布设

比例尺	测量网（线距×点距） （米）	采样点 （点/平方千米）	备注
1:10000	100×20~40	250~500	
	100×50~100	100~200	
	200×10~20	125~500	
1:5000	50×10~40	500~2000	

#### 5.2.1.1.2 测网布设

测网范围应大于异常或矿化范围，并包含有一定面积的背景区。测网方向应根据地球化学普查异常分布特征、主要控矿构造、地层、岩体分布特征等确定。

- a) 当地球化学普查异常呈带状分布，或矿化受断裂构造、层间破碎带控制时，测线垂直异常带或主要控矿构造布置，采用 100 m×20 m、200m×10~20m 或 50m×10m 测网控制。
- b) 当地球化学普查异常呈面状分布，或矿化受蚀变带、地层、岩体控制时，测线垂直蚀变带、地层、岩体或主要控矿构造布置，采用 100 m×40m、100 m×50~100 m 或 50m×20m 测网控制。

#### 5.2.1.2 样品采集

##### 5.2.1.2.1 采样物质

采样物质应是原地岩石风化形成的残坡积物。采样时应避开风成沙、有机质和盐积物等干扰物。不同地区根据景观特点、基岩风化程度、矿床类型、土壤自然粒级分布情况，通过采样粒级试验，确定采样物质粒级；也可参照 DZ/T 0011或类似地区确定的有效采样粒级。

##### 5.2.1.2.2 采样层位

土壤采样层位为基岩面上发育的残坡积层。特殊景观区采样层位如下：

- a) 干旱半干旱荒漠、草原景观区，采样层位为风积物层和钙质层之下的残坡积层；
- b) 高寒山区及高寒湖沼景观区，采样层位为冰碛层、塌积层、腐殖层之下的残坡积层；
- c) 森林沼泽景观区，采样层位为冰碛层、腐殖层之下的残坡积层；
- d) 南方湿热气候地貌区，发育有较厚层残坡积土壤时，采样层位为淋积层之下的残坡积层；
- e) 在冲积、风积、运积物覆盖较厚的地区，应使用机动浅钻，采集残坡积层；
- f) 在无法取到土壤样时，可取岩屑样品。

##### 5.2.1.2.3 采样深度

以采集到残坡积层为原则确定采样深度。

##### 5.2.1.2.4 样品组合

采样时应在点、线距 1/5 范围内采集 3-5 件样品进行组合。浅覆盖区机动钻采集单点样品。

##### 5.2.1.2.5 样品采集

样品采集应遵守以下原则与要求：

- a) 样品采集过程中，应对土壤层和采样点周围土壤特点进行观察，确定是否为残坡积物质。
- b) 采样时去除样品中较大碎石块、草根、树皮、盐积颗粒等杂质。

- c) 样品采集过程中,应加强对构造、矿化、蚀变情况的观察和记录,当发现有明显矿化时,可同时采集岩石样品。
- d) 样品应装入无污染布袋内,用防水记号笔在布样袋上预先写明样品编号或样袋号,样品过湿时可加套塑料袋以防相互沾污。

#### 5.2.1.2.6 样品重量

筛前重量原则上不低于 300g。土壤测量样品过筛后重量:  $\geq 150\text{g}$ 。

#### 5.2.1.3 定点与记录

##### 5.2.1.3.1 野外定点

测量网和剖面测点布设应准确。测量精度要求参见 DZ/T 0153。测量网布设应使用测量仪器或高精度卫星定位仪布设测量网,在卫星定位仪上录入每一个采样点坐标信息,并以一个工作区为单元保存定点和航迹数据。卫星定位仪定点和航迹管理方法见 DZ/T 0011。

##### 5.2.1.3.2 野外标记

测量网点应保留标记。剖面线两端处应留有较坚固木桩,测点可用竹、木或布条等作标识,用防水墨水笔注明点线号。

##### 5.2.1.3.3 野外记录

野外采样应进行现场记录。记录使用 2H、3H 标准铅笔填写,字迹应工整清晰,不得重抄、转抄或涂擦改,记录使用统一的野外记录卡或手持电子记录仪。野外记录卡见附录 A 的表 A.1。

##### 5.2.1.3.4 采样点变更

采样时,因地形地物、通行条件的限制及其他原因不能到达设计样点位或不能采集到合格样品,并偏移大于点线距 1/5 时,应填写采样点位变更登记表(附录 B)。

##### 5.2.1.3.5 样品编号

样品编号原则上以测线号+样点号连续编号。每 100 个样号中均匀留四个空号作为分析监控样之用。

#### 5.2.1.4 野外样品加工及管理

##### 5.2.1.4.1 样品接收

样品保管与加工人员负责接收样品。接收样品时应对照送样单进行样品清点,核对样品编号、样品及样袋的完整情况、样品与送样单的对应数等,核对无误和无破损后,进行接交登记,由接交双方人员签字。

##### 5.2.1.4.2 样品干燥

布袋中的样品可在日光下自然干燥。为保持自然粒级,干燥过程中应及时揉搓样品,可用木槌适当敲打。

##### 5.2.1.4.3 样品过筛

加工样品应使用不锈钢筛。不锈钢筛是指底、盖、筛网与筛圈均为不锈钢制品。应按设计要求进行样品过筛。筛分截取粒级样品时,应避免胶结的假粒级混入,应采用揉搓的办法,去掉假粒级和附着的细颗粒物。每加工完一个样品,应对不锈钢筛进行清扫,以防沾污。



#### 5.2.1.4.4 样品过筛质量要求

样品应充分过筛。检查截取粒级样品质量时重新过筛的筛上和筛下物质重量应 $<1\%$ 。

#### 5.2.1.4.5 样品缩分、装箱与送分析

过筛后样品如重量 $>150\text{g}$ ，样品经混匀后用缩分法缩分至 $150\text{g}$ ，弃去多余部分；将 $150\text{g}$ 样品装袋或装瓶，袋或瓶应标有样号、工作区名；在完成填写送样单后，分别装箱，送实验室进行样品分析。送样单应明确分析元素、分析测试质量要求和样品分析测试号、样品袋号等内容。

### 5.2.2 岩石地球化学测量

#### 5.2.2.1 采样布局

##### 5.2.2.1.1 采样网度

面积性岩石地球化学测量可采用规则网或网格布置采样点，一般选用比例尺为 $1:10000$ 或 $1:5000$ 的勘查精度，每种勘查精度又可分三种不同测网选择，详见表2。

表2 岩石地球化学测量参考测网

勘查比例尺	测网形式	测量网（线距 $\times$ 点距） （m）	采样点 （点/平方千米）	备注
1: 10000	规则网	100 $\times$ 20 100 $\times$ 40	500 250	
	网格	100 $\times$ 100	200-400	每个网格 2-4 个样品
1: 5000	规则网	50 $\times$ 10 50 $\times$ 20	2000 1000	
	网格	50 $\times$ 50	800-1600	每个网格 2-4 个样品

##### 5.2.2.1.2 样品类型

采集样品类型主要为基岩、蚀变矿化岩石、构造裂隙物质、脉岩、铁帽等。如地表采不到岩石样品，可使用浅钻取样。

##### 5.2.2.1.3 测网布设原则

根据地球化学普查异常分布特征、主要控矿构造、地层、岩体分布特征等确定测网方向：

- 当地球化学普查异常呈带状分布且宽度较小，或矿化受断裂构造、层间破碎带控制时，测线垂直异常带或主要控矿构造布置，采用 $100\text{m}\times 20\text{m}$ 或 $50\text{m}\times 10\text{m}$ 测网控制。
- 当地球化学普查异常呈带状分布且宽度较大，或矿化受蚀变带、地层、岩体控制时，测线垂直异常带或主要控矿构造布置，采用 $100\text{m}\times 40\text{m}$ 或 $50\text{m}\times 20\text{m}$ 测网控制。
- 当地球化学普查异常大体呈面状，或矿化带受岩体控制时，且岩石露头不够好时，可采用非规则测网控制。

##### 5.2.2.1.4 样品编号

规则测网样品编号原则上以测线号+样点号连续编号。网格样品按单元格自上而下、自左而右编号，样点则在格子号后以-1、-2、-3编号，如23-1。在编号时，对具有较强矿化的样品，应单独进行编号，

以防污染其它样品。每 100 个样号中均匀留四个空号作为分析监控样之用。

### 5.2.2.2 样品采集

#### 5.2.2.2.1 采样物质

岩石样品原则上应采集新鲜基岩。采样时应尽可能选择具有矿化显示的基岩, 具有较强蚀变的基岩, 裂隙分布密集的基岩, 与矿化有关的脉体、铁帽等采集。

#### 5.2.2.2.2 样品采集方法

样品采集应具有代表性, 样品实行 3-5 处多点组合采样, 即每个样品应由多块同一种类岩石子样组合而成, 组合范围在 1/3 点、线距范围内。当矿化不均匀, 或遇到构造带、矿化带、蚀变带等成矿有利地段时, 应适当追索并加密采样。样品重量一般 $\geq 300\text{g}$ 。

#### 5.2.2.3 采样定点与记录

##### 5.2.2.3.1 定点

规则网采样定点要求同 5.2.1.3.1。网格采样定点采用卫星定位仪结合地形图定点, 定点误差 $\leq 10\text{m}$  (1:10 000) 和 $\leq 5\text{m}$  (1:5 000)。

##### 5.2.2.3.2 标记

标记同 5.2.1.3.2。

##### 5.2.2.3.3 野外记录

使用统一的野外采样记录卡或手持电子记录仪。记录卡内容应逐项填写, 对采样点及其附近的构造、矿化、蚀变现象进行观察并记录。记录使用 2H 或 3H 铅笔, 不得涂改、擦改和转抄, 记录要字迹工整、清洁。野外采样记录卡见附录 A。

#### 5.2.2.4 样品管理

应有专门人员对样品进行管理。样品管理人员应根据记录卡对野外编号、样袋号、样袋完整性、样品重量进行核对, 并编写送实验分析的送样单。

### 5.3 地球化学剖面测量

#### 5.3.1 地表地球化学剖面测量

##### 5.3.1.1 岩石地球化学剖面测量

###### 5.3.1.1.1 剖面布设原则

在地表矿化蚀变等找矿目标体较为清楚、岩石出露较好的情况下进行岩石剖面测量, 一般应不少于三条剖面, 以控制找矿目标体为原则。剖面应垂直异常带或矿化带, 并穿越异常浓集中心或矿化带中心, 剖面两端应到达背景区。

###### 5.3.1.1.2 剖面采样点间距

岩石剖面应根据地质复杂程度和矿化特征确定岩石测量剖面比例尺。

当异常带或矿化带受断裂构造蚀变带、层间破碎带控制, 且构造复杂时时, 采用 1:5 000 剖面进行控制, 采样点间距为 5m~10m。

当异常带或矿化带受某一地层或岩体控制, 地质情况相对简单时, 或地质背景区时, 采用 1: 10000

剖面进行控制，采样点间距为 20m~40m。

在发现具有构造破碎蚀变岩带、赋矿层位等地段，应加密采样，采样点间距 2m~5m；对某些特殊的赋矿地质脉体、矿化体，则应进行专门采样。

#### 5.3.1.1.3 采样物质

岩石样品由 1/2 点距范围内 3~5 处同一种类岩石子样组合而成。在矿化带、构造破碎蚀变带、赋矿层位内，应采用连续拣块法采集样品。样品重量一般 $\geq 300\text{g}$ 。

#### 5.3.1.1.4 剖面采样定点与记录

一般应沿剖面测线进行采样；在沿测线某段采集不到样品时，可适当偏离导线一定距离平行采样，成图时将样点投影在剖面线上。

样品编号、定点、记录、标记执行 DZ/T 0248-2014。

#### 5.3.1.1.5 地质剖面测量

岩石地球化学剖面测量中应附地质剖面，地质剖面测量应与采样同步进行。地质剖面一般应沿剖面测线进行地质观察，并记录地质现象，当沿测线达不到要求时，可适当偏离导线一定距离进行地质观察，然后将观测点投影在剖面线上。地质剖面要求划分出地层、岩性、构造、矿化蚀变界线和产状， $>10\text{cm}$  的岩脉、脉体或矿化体、构造破碎带。

### 5.3.1.2 土壤地球化学剖面测量

#### 5.3.1.2.1 剖面布设

在地表矿化蚀变等找矿目标体较为清楚、基岩出露较差的情况下进行土壤剖面测量，一般以控制找矿目标体为原则，不应少于三条剖面。剖面测量应穿越异常浓集中心或矿化带中心，剖面两端到达背景区。

#### 5.3.1.2.2 地球化学剖面测量要求

在断裂构造控矿区域，采用 1:5 000 剖面，采样间距为 5m~10m。在地层或岩体控矿区域，采用 1:10 000 剖面进行控制，采样间距为 20m。土壤测量采样要求见 5.2.1.2。

在土壤覆盖较厚地区，应采用浅钻地球化学测量，也可选择其它地球化学测量方法。

#### 5.3.1.2.3 地质剖面测量要求

土壤地球化学剖面应附地质测量剖面，地质剖面测量应与土壤测量同步进行，具体要求见 5.3.1.1.5。

#### 5.3.1.2.4 采样定点与记录

采用统一的土壤地球化学剖面测量记录表（附录 A）。记录内容包括：实测剖面线起始坐标位置、各导线方位角、导线倾角、各导线长度、采样点位置、土壤特征等。

#### 5.3.1.2.5 土壤样品加工及管理

要求同 5.2.1.4。

### 5.3.2 探槽、坑道、钻孔地球化学测量执行 DZ/T 0248-2014。

## 5.4 野外工作质量检查

### 5.4.1 野外工作质量检查要求

建立野外工作三级质量检查制度，即采样小组的自检和互检、大组或项目组检查和项目承担单位检查，并随工作进展及时开展阶段检查。野外验收前应编制野外工作与质量评估总结。

采样小组应对当天的采样工作，包括所采的样品、采样记录、采样点位图等进行 100% 自检和互检。

大组或项目组质量检查，室内抽查的工作量应占总工作量的 10~20%，野外抽查占总工作量的 3~5%，野外样品加工检查占总工作量的 5~10%。

项目承担单位质量检查室内抽查工作量应占总工作量的 5%，野外抽查占总工作量的 0.5%~1%，其中包括对项目组检查内容不少于 10% 的抽查，野外样品加工检查占总工作量的 0.5%~1%。

## 5.4.2 野外工作质量检查内容

### 5.4.2.1 室内质量检查内容

室内质量检查内容包括实际材料图、采样点位、记录卡、样品及样品管理等方面的检查。

- a) 实际材料图检查：测网布置合理性、设计点位与实际采样点位、卫星定位仪航迹一致性核对、设计点位移或弃点的合理性；测网布置要求可参照 DZ/T 0153。
- b) 记录卡检查：检查内容包括样品编号、样点坐标、样品特征、采样点环境描述的完整性和正确性。
- c) 样品检查：土壤样品检查内容包括样品重量、物质成分、粒级、杂质等。岩石样品检查内容包括样品重量、岩石定名、岩性、矿化蚀变等。
- d) 样品管理检查：样品存贮的防污染措施是否到位，样品交接程序、交接单填写是否规范、完整等。
- e) 各级质量检查的执行及整改情况，质量检查记录的准确性、完整性、一致性。

室内检查结果要填写室内原始资料检查登记表（附录 B），发现问题及时记录并注明处理意见。

### 5.4.2.2 野外质量检查内容

野外采样检查内容包括实地核对定点误差、采样层位、点位标记、采样方法、采样物质、记录内容、卫星定位仪航迹、采样点位变更及防玷污措施等方面的检查，要求做到样点、样品、航迹一致。

岩石测量野外质量检查还需包括：岩石定名、岩性描述、地质时代、矿化期次、地质构造、矿化蚀变描述等野外地质记录是否符合客观地质实际。

野外质量检查均应填写相应的检查记录表（附录 B），应附有野外质量检查卫星定位仪航迹图。

### 5.4.2.3 土壤地球化学测量样品野外加工质量检查

土壤地球化学测量样品野外加工质量检查内容包括：样品加工场地环境条件、筛样工具、过筛样品重量、粒级、加工流程、防污染措施等，样品数量、编号与送样单、标签及布袋号对应情况等。

样品加工质量检查结果要填写样品加工质量检查登记表，发现问题及时记录并注明处理意见。

## 5.4.3 野外工作质量检查问题的处理

野外工作质量检查发现的问题应及时进行处理。当采样层位、采样定点等错误率 > 5% 时，应扩大检查，查实存在的问题与原因，确定问题性质。对能进行补救的问题，则采取切实可行的措施实施整改；对无法实施整改的、影响了整个工作质量的应做返工处理。返工后，报请委托单位组织专家进行检查验收，并给出评价意见。

## 6 样品分析及质量监控、质量评估

### 6.1 样品加工要求

6.1.1 土壤地球化学详查样品送样粒径 $\leq 1\text{mm}$ 时,收到样品后先进行混匀缩分,分出部分样品(约50g)留作副样,其余样品置于恒温干燥箱内于 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 烘干,用玛瑙行星球磨机磨至-200目筛。

6.1.2 土壤地球化学详查样品送样粒径 $>1\text{mm}$ ,收到样品后用20目不锈钢筛进行筛分,筛上部分用备有刚玉质颚式破碎机破碎,至全部通过20目筛,与筛下部分混合均匀,缩分出部分样品(约50g)留作副样,其余样品置于恒温干燥箱内于 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 烘干,用玛瑙行星球磨机磨至-200目筛。

6.1.3 岩石地球化学详查样品,用刚玉质颚式破碎机破碎,至全部通过20目筛,并混合均匀,缩分出部分样品(约50g)留作副样,其余样品置于恒温干燥箱内于 $50^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 烘干,用玛瑙行星球磨机磨至-200目筛。

## 6.2 样品分析方法技术要求

### 6.2.1 地球化学详查样品分析元素选择

样品分析元素应根据预测矿种及类型、测区实际情况,选择成矿元素与指示元素。指示元素应包含有:前缘晕指示元素、近矿指示元素、尾晕指示元素等。各种金属矿床指示元素参见DDZ/T0248-2014附录C。

### 6.2.2 样品分析方法质量参数要求

#### 6.2.2.1 元素分析方法检出限要求

表3 元素分析方法检出限要求

元素	检出限 ( $\mu\text{g/g}$ )	元素	检出限 ( $\mu\text{g/g}$ )	元素	检出限 ( $\mu\text{g/g}$ )
Ag	0.02	Pb	2	Br	1
As	1	Sb	0.1	C	*0.05
Au	$\Delta 0.3$	Sn	1	Ce	1
B	5	Sr	5	Cl	20
Ba	50	Th	4	Cs	0.2
Be	0.5	Ti	100	Ga	2
Bi	0.1	U	0.5	Ge	0.1
Cd	0.05	V	20	Hf	0.2
Co	1	W	0.5	I	0.5
Cr	15	Y	5	In	0.01
Cu	1	Zn	10	N	*0.02
F	100	Zr	10		
Hg	0.0005	Pd	$\Delta 0.1$		
La	30	Pt	$\Delta 0.2$		
Li	5	Rb	10		
Mn	30	S	50		
Mo	0.4	Sc	1		
Nb	5	Se	0.01		
Ni	2	Ta	0.1		
P	100	Tl	0.1		

注:  $\Delta$ 单位为 $\text{ng/g}$ 。\*单位为%

表中所列检出限是指地球化学测量样品多元素分析方法检出限要求。岩石地球化学样品可适当放宽至 DZ/T0130.4-2006 中 1: 50000 元素检出限规定要求。

表中所列检出限要求是指最低要求,且元素的报出率应大于 90%时,所采用的分析方法是合适的。

### 6.2.2.2 元素分析方法的准确度和精密度

分析方法的准确度和精密度,用分析国家一级标准物质 GBW 系列的方法进行检验,被选用的分析方法应对 12 个 GBW 系列标准物质中的每一个标准物质进行 12 次分析,并分别计算每个标准物质 12 次测定的平均值和推荐值之间的对数偏差 ( $\Delta \lg \bar{C}_i$ ),或平均值和推荐值之间的相对误差 (RE),相对标准离差 (RSD),其结果应符合下表的要求。

表4 多元素分析方法的准确度和精密度要求

含量范围	准 确 度		精 密 度
	$\left  \Delta \lg \bar{C}_i(\text{GBW}) \right  = \left  \Delta \lg \bar{C}_i - \lg C_s \right $	$\text{RE\% (GBW)} = \frac{\left  \bar{C}_i - C_s \right }{C_s} \times 100\%$	$\text{RSD\% (GBW)} = \frac{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^{12} (C_i - \bar{C}_i)^2 \right] / (n-1)}}{\bar{C}_i} \times 100\%$
检出限三倍以内	$\leq 0.10$	$\leq 23$	17
检出限三倍以上	$\leq 0.05$	$\leq 12$	10
1-5%	$\leq 0.04$	$\leq 10$	8
>5%	$\leq 0.02$	$\leq 4$	3

注:  $C_i$ 为GBW标准物质的第*i*次测量值;  
 $\bar{C}_i$ 为GBW标准物质*n*次测量值的平均值;  
 $C_s$ 为GBW标准物质的推荐值;  
*n*为GBW标准物质的测量次数。

## 6.3 样品分析质量控制及质量要求

### 6.3.1 准确度的控制

每 500 件样品中密码插入一次同类型 GBW 系列标准物质 8 件,与样品同时分析,每批分析完毕,计算插入标准物质的对数偏差,平均对数差和对数差的标准离差。要求本批样品分析单个标准物质单个元素  $\Delta \log C < 0.1$ ,  $\text{RSD} < 10\%$ 。

### 6.3.2 精密度的控制

每 100 件样品中密码插入 4 个同类型 GBW 系列标准物质,与样品同时分析,每批分析完毕,计算插入标准物质的对数偏差,平均对数差和对数差的标准离差。要求本批样品分析单个标准物质单个元素  $\Delta \log C < 0.12$ ,  $\text{RSD} < 15\%$ 。

### 6.3.3 重复性检验

按样品总数的 2%~3% 随机抽取重复性检验样品,特别对可疑的异常点要注意抽取,编成密码,交由不同的分析人员分析,分析完毕,计算两份分析结果的双差 ( $\text{RD\%} = \frac{|A_1 - A_2|}{(A_1 + A_2)} \times 100\%$ ),

按  $RD\% \leq 25\%$  为相对误差的允许限，并按单元素统计全部样品合格率（QRA），合格率要求  $\geq 90\%$ 。

金元素分析，每一分析批密码插入两件标准物质与样品同时分析，每件标准物质单独计算测量值与推荐值的相对误差，并按下列表中所示相对误差允许限统计合格率，要求合格率  $\geq 90\%$ 。

表5 痕量金元素分析标准物质及重复性检验允许相对误差 单位：ng/g

含量范围	双差 $RD\% = \frac{ A_1 - A_2 }{A_1 + A_2} \times 100$
0.3~1	$\leq 50$
1~30	$\leq 33.3$
>30	$\leq 25$

6.3.4 异常检查分析：每个地区或每批样品分析完毕后，对部分特高或特低含量样品，应进行异常点重复性检验。按样品重复性检验的要求进行异常点重复检验合格率统计。合格率要求  $\geq 85\%$ 。

6.3.5 密码检查分析：为了考查样品分析的精密度，送样单位可以从所采集的样品中，随机选取 30-50 件样品，经过拌匀、缩分为二个样品编为密码，一并送实验室进行密码检查分析。密码检查分析合格率统计计算按样品的重复性检验的要求进行。合格率要求  $\geq 80\%$ 。

## 7 资料整理与图件编制

### 7.1 资料整理

#### 7.1.1 分析数据的质量评估

在取得实验室数据及质量总结报告后，对分析质量进行评估，主要包括：对实验室提供的质量监控数据的完整性进行分析，同时分析数据报出率，密码检查分析单元素误差和合格率及总体合格率等。对发现问题的分析数据应与实验室进行沟通，并要求整改。必要时送外部实验室进行外检。

#### 7.1.2 野外资料整理

在野外工作结束后，应对野外采样记录、质量检查记录、验收意见按工区进行编录，并装订成册。

#### 7.1.3 数据整理

在取得分析数据报告后，应将采样点有关信息和分析数据汇总形成电子文档。

### 7.2 地球化学参数统计

以工区或地质单元进行地球化学参数统计。地球化学参数统计包括样本数、面积、算术平均值、几何平均值、中位数、标准离差、最大值、最小值、变异系数和异常下限、富集系数、浓集系数数据等。当矿化作用复杂、地球化学数据为混合分布时，应进行多重母体分解，并分别进行参数统计。

### 7.3 图件编制

#### 7.3.1 实际材料图

在实际材料图上以不同颜色或符号标注不同介质采样点、质量检查点、槽探、坑探、钻探工程位置。每个采样点应包含原始分析数据及采样信息属性。在图框外右上侧，标注工作区面积、实际控制面积、

不同介质样点数、检查点等参数；右下侧标注制图责任表。不同工作方式的实际材料图底图和图示要素不同。

a) 面积性测量采样点位图应以同工作比例尺简化的地形地质图为底图，由布设的测线和实际采样点位构成，或布设网格和实际采样点位构成。

b) 剖面性采样点位图应以同工作比例尺简化的地形地质图为底图，由布设的剖面线和实际采样点位构成。

c) 坑道、探槽、钻孔岩石地球化学测量采样点位图以坑道、探槽素描图、钻孔柱状图为底图，标注实际采样点位置。

## 7.3.2 地球化学图编制

### 7.3.2.1 地球化学图

面积性测量地球化学图应以同比例尺地质图素图为底图，地球化学图等值线应参考地质背景勾绘，反映不同地质背景地球化学元素含量分布趋势。

地球化学平面图等值线选择、色区划分参照 DZ/T 0011 执行。

地球化学图图式、图例和用色标准参照 DZ/T0075 执行。

### 7.3.2.2 地球化学剖面图

地球化学剖面图由不同元素含量折线置于地质剖面图上方构成。每个划分的坐标区内可以由多个相关联的元素组成，比例尺以显示曲线清晰为原则。地球化学剖面图应标注剖面的起点、终点坐标，剖面线方向，地质和地球化学图例及工作责任表等。

### 7.3.2.3 地球化学柱状图

地球化学柱状图由不同元素含量折线置于垂向地质剖面图右侧构成。每个划分的坐标区内可以由多个相关联的元素组成，比例尺以显示曲线清晰为原则。地球化学柱状图应标注地球化学柱的地理坐标，起点、终点的海拔标高，地质和地球化学图例及工作责任表等。

### 7.3.2.4 地球化学剖面平面图

在剖面上多个钻孔取样或多条剖面开展地球化学测量时，均应编制地球化学剖面平面图。要求以同比例尺剖面或柱状图平面为底图，由不同元素含量折线置于取样的地质剖面图上方或柱状图右侧构成，当个别极高含量时，可将曲线尖端截去，但须注明其含量值。

## 7.3.3 地球化学异常图

### 7.3.3.1 地球化学异常下限

当工作区为单一地质单元或数据基本符合正态分布时，可全区确定异常下限；当工作区存在多个地质单元或数据存在多个母体分布时，可分子区确定异常下限。

### 7.3.3.2 地球化学异常浓度分带

地球化学异常外、中、内带界限值的确定应与元素的指示意义、贫化与富集规律相联系。一般按照异常下限值的 1、2~4、3~8 倍三个含量值划分三个浓度带，定义为异常外、中、内带。岩石地球化学异常图也可用边界品位下推一个级次作为内带，下推二个级次作为中带，勾绘异常图。

### 7.3.3.3 地球化学异常图

单元素地球化学异常图以相应比例尺地质图素图为底图，用异常下限值及中带、内带界限值勾绘异



常。异常图等值线应参考区内控矿构造、控矿地质体等进行勾绘，反映区内矿化与蚀变作用特征。

#### 7.3.3.4 地球化学异常剖面图

地球化学异常剖面（柱状）图是在地球化学剖面（柱状）图的基础上，依据确定的异常内、中、外带界限值在元素含量折线内以不同色区或图案表达出异常内中外带编绘。

#### 7.3.4 组合元素地球化学异常图

组合元素地球化学异常图是在单元素异常的基础上，根据典型矿床地球化学异常指示元素和分带序列，选择分带序列位置相近的4~6个元素编绘。同时确定一个主成矿元素，用面色表示内、中、外带；其他元素按异常下限圈定，用线表示，并用不同颜色区分。典型矿床地球化学异常指示元素和分带序列可参考DZ/T0248-2014。

#### 7.3.5 综合地球化学异常图

综合地球化学异常图是在组合元素异常图的基础上，将空间上密切相伴、具有成因联系的主成矿元素和指示元素异常，归并为一个综合异常编绘而成。综合异常范围应为具有相同成因联系的异常的范围或推断矿化地质体的范围，异常圈闭线标注主成矿元素及指示元素组合。也可将各组合异常的元素经数据处理后用不同的单线条表示，并与主成矿元素异常叠加，主成矿元素以带面色的内带、中带、外带浓度分带表示；以显示地球化学异常组合分带空间分布。

### 8 地球化学异常评价与预测

#### 8.1 典型矿床地球化学找矿模型研究

##### 8.1.1 典型矿床地球化学找矿模型研究内容

典型矿床地球化学找矿模型研究主要目的是建立地球化学异常与矿床分布的关系，为地球化学异常推断或深部预测提供依据。主要研究内容包括：

- a) 确定地球化学异常与矿体、蚀变带等的关系。
- b) 查明地球化学异常的组分分带与浓度分带特征。
- c) 提出反映矿床（矿体）剥蚀水平的指标。
- d) 建立地球化学异常规模与矿床资源量之间的相关关系。

##### 8.1.2 典型矿床地球化学找矿模型研究方法

典型矿床地球化学找矿模型研究采样物质原则上应与异常评价方法一致，主要包括岩石、土壤、构造裂隙等。

典型矿床地球化学找矿模型研究原则上采用地球化学剖面测量方法，包括地表水平剖面、钻孔、坑道、探槽等地球化学剖面；也可开展面积性地球化学测量方法，以更好的建立地球化学异常规模与矿床资源量之间的相关关系。

典型矿床地球化学找矿模型研究指标根据矿床特点，可选择元素、同位素、温度、压力、酸碱度、氧化还原电位等。

##### 8.1.3 典型矿床地球化学找矿模型研究样品布设与采集

典型矿床地球化学找矿模型研究样品布设与采集要求如下：

- a) 样品的代表性原则，样品应代表某一地质作用的产物，样品应尽量避免后期作用的叠加。
- b) 样品的系统性原则，采样对象在空间上、时间上、成因上应构成一个系列，从而在同一系统中

进行分析讨论。

c) 样品的统计性原则, 样品数量应根据采样对象复杂程度、规模大小及测试方法的难易程度确定, 同时必须满足统计的可靠性。

d) 采样方法、样品重量、采样点的定位、采样编录、样品的加工与分析同 5.2、5.3、6.2。

#### 8.1.4 典型矿床地球化学找矿模型表达要素

矿床地球化学找矿模型是对元素的量变规律、组合特征、结构特征等各种地球化学指标与矿床空间关系的描述。矿床地球化学找矿模型表达要素主要包括: 成矿地质背景(围岩、矿体、矿石、矿物), 成矿元素及主要伴生元素的含量及分布特征、富集与贫化特征、分带特征、异常形态、异常规模等, 反映剥蚀水平的地球化学指标, 异常规模与矿床资源量关系分析等。矿床地球化学异常模型可采用图示与文字结合的方式表达。

### 8.2 地球化学异常评价指标选择

在典型矿床地球化学找矿模型研究基础上, 综合成矿地质条件、地球化学特征、地理景观等因素, 确定地球化学异常评价指示元素, 进行异常评价。指示元素的选择原则:

- a) 主成矿元素和伴生元素;
- b) 异常元素在地球化学异常轴向分带序列中稳定出现;
- c) 异常清晰, 浓度、梯度及衬度值较高。

### 8.3 地球化学异常评价方法

#### 8.3.1 地球化学异常分带评价

##### 8.3.1.1 地表水平分带组合评价

对新发现的地球化学异常进行水平分带组合评价。一般以综合异常为研究对象, 计算分带指数, 确定异常前缘晕、近矿、尾晕指示元素组合特征。分带指数包括: 指示元素浓度、线金属量、标准化累加、累乘、前缘元素浓度与尾晕元素浓度比值、指示元素异常概率等。

##### 8.3.1.2 深部垂直分带组合评价

一般应根据钻孔、坑道等深部工程的地球化学资料, 计算不同标高(中段)内、中、外带元素地球化学分带指数, 包括: 指示元素浓度、线金属量、标准化累加、累乘、前缘元素浓度与尾晕元素浓度比值等, 确定不同标高(中段)前缘晕、矿体晕、尾晕元素组合分布位置。常用统计方法是 C.B.格里戈良(1975)分带指数(IZ)法(参见 DZ/T0248-2014)。

#### 8.3.2 地球化学异常剥蚀程度评价

利用原生晕分带的理论, 用元素、元素组合、元素比值等参数进行剥蚀程度评价, 主要评价指标为:

- a) 元素比值: 前缘晕指示元素和尾晕指示元素之间的含量比值。元素比值可对矿体剥蚀程度作出评价, 如元素比值高, 则表明异常为深部盲矿的前缘晕异常, 如元素比值低, 表明异常是已剥蚀矿体的尾晕异常。
- b) 分带系数: 前缘指示元素线金属量累加(累乘)值与尾晕指示元素线金属量累加(累乘)值之比。可对出露矿体剥蚀程度作出评价, 如分带系数值高, 推测剥蚀程度较小, 深部可能有隐伏盲矿; 如分带系数值低, 推测剥蚀程度较大, 大部分矿体遭到剥蚀。

地球化学异常剥蚀程度计算方法参见附录 C

#### 8.3.3 异常推断与预测

应依据典型矿床找矿模型、地球化学分带组合特征与地质、构造、矿体及地形地貌等特征结合，判断异常是否由矿化作用引起，并推断矿（化）体分布范围、形态及规模。通常根据前缘晕特征指示元素在上，近矿特征指示元素在中间、尾晕特征指示元素在下部的基本原则，对矿体分布进行预测。一般情况下热液矿床具有下列特征：

- a) 前缘晕指示元素组合，表明剥蚀程度浅，下部有隐伏矿体。
- b) 近矿指示元素组合，表明矿体已出露或已很接近矿体。
- c) 尾晕指示元素组合，表明剥蚀程度高，矿体已被剥蚀。
- d) 前缘晕、尾晕特征指示元素共存；或尾晕特征指示元素在上，前缘晕特征指示元素在下；则反映不同期次成矿晕叠加，指示矿体延伸还很大或深部有盲矿存在。

### 8.3.4 地球化学资源量估算

#### 8.3.4.1 浅部地球化学资源量估算

主要依据地表地球化学异常进行地球化学资源量估算。应用剥蚀系数、规格化面金属量等参数，一般采用类比法和面金属量法进行地球化学资源量估算。地球化学资源量估算方法见附录 D。

#### 8.3.4.2 深部地球化学资源量估算

主要依据钻孔、坑道、面积性地球化学测量等资料进行地球化学资源量估算。应用各中段面金属量、三维地质块段品位及体积等参数，一般采用面金属量积分法、三维地质块段法等进行地球化学资源量估算。地球化学资源量估算方法见附录 D。

### 8.4 工程验证建议

依据地球化学异常解释推断与综合评价结果，结合成矿地质背景，确定主攻矿种和矿床类型，进行地表工程验证；在地表工程验证和岩石地球化学测量成果的基础上，提出深部工程验证建议。

## 9 成果报告编写

### 9.1 报告编写主要内容

报告编写主要包括：工作区地质特征、野外工作方法技术及质量评述、样品分析测试方法及质量评述、数据处理及地球化学图件编制方法技术、地球化学特征及其分布规律、异常评价与预测成果等。报告编写提纲见附录 F。

### 9.2 报告附图及原始资料

#### 9.2.1 原始资料

原始资料包括实际材料图、各类野外记录卡、质量检查记录、地球化学分析测试数据和质量监控报告、各类地球化学样品等。

#### 9.2.2 报告附图

报告附图包括：元素地球化学图、主成矿元素地球化学异常图、地球化学组合异常图、地球化学综合异常图、地质矿产图、地表工程素描图、主要矿体采样平面图、综合地质剖面图、地球化学找矿预测图等。

附 录 A  
(规范性附录)  
地球化学详查记录卡

表A.1 地球化学详查土壤面积测量记录卡

详查工区（或地区）：  
日

采样日期： 年 月

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Q
序号	样品编号	布袋号	横坐标	纵坐标	子样数	覆盖层厚度	取样层位	取样深度	样品颜色	样品组分	基岩出露 基岩岩性	卫星定位 仪数据存储 文件号	数据存 储 ID 号	标记 位置	备注

记录：

采样：

审核：

第 页

## 地球化学详查土壤地球化学测量记录卡填写说明（续表 A.1）

- A 序号：** 样品经最后按全工区整理编制的顺序号。
- B 样品编号：** 采用工区加土壤标识加点线号表达。如 MPT021/20。MP 为茅坪工区中文字母缩写；T 代表土壤，021 为测点号，20 为测线号。
- C 布袋号：** 样品布袋号码，以数字表示。
- D 横坐标：** 可用 3° 带高斯坐标表达，精确到 m。也可直接用经纬度表达，精确到度-分-秒小数点后 3 位。
- E 纵坐标：** 同横坐标。
- F 子样数：** 记录样品组合的子样数。
- G 覆盖层厚度：** 记录采样范围内土壤厚度。
- H 取样层位：** 记录采集样品的土壤层位，主要包括：残积层、残坡积层、坡积层等。
- I 采样深度：** 采样点下挖后，开始采样的位置与地表的深度，按 cm 计。
- J 样品颜色：** 主要包括：灰黑色；灰色；褐色；土黄色；砖红色；灰白色；灰绿色等。
- K 样品组分：** 记录 3 位数：分别代表样品中粗砂砾（第 1 位）、砂（第 2 位）和粘土及有机物（第 3 位）含量。此三项为样品的组分，以编码方式分级填写，分为：0：无；1：少量（<30%）；2：中量（30~70%）；3：大量（>70%），三者之和不能超过 100%。
- L 基岩出露与基岩岩性：** 记录基岩出露情况及基岩岩石名称、岩石名称应与地质填图单元划分一致。
- M 卫星定位仪文件号：** 指定位仪内坐标数据转存入计算机内的批次文件。为避免文件号重复，要求以卫星定位手持机编号后四位数+录入的第 n 批数（n 为两位数）。每批坐标存点宜在 500 个以内。
- N 数据存储 ID 号：** 卫星定位仪定时自动记录坐标数据组的顺序号。
- O 样点标记：** 记录油漆标记所在的地物位置

表A.2 地球化学详查岩石面积测量记录卡

详查工区（或地区）：

采样日期： 年 月 日

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
序号	样品编号	布袋号	横坐标	纵坐标	岩石名称	样品类型	子样数	地质时代	构造类型	岩石蚀变类型	矿化类型及强度	坐标数据存储文件号	坐标数据存储ID号	标记位置	备注

记录：

采样：

审核：

第 页

## 地球化学详查岩石测量记录卡填写说明

- A 序号** 样品经最后按全工区整理编制的顺序号。
- B 样品编号**：采用工区加岩石标识加点线号表达。如 MPY021/20。MP 为茅坪工区中文字母缩写；Y 代表岩石，021 为点号，20 为测线号。
- C 布袋号**：样品布袋号码，以数字表示。
- D 横坐标**：可用 3° 带高斯坐标表达，精确到 m。也可直接用经纬度表达，精确到度-分-秒小数点后 3 位。
- E 纵坐标**：同横坐标。
- F 岩石名称**：填写采集的样品岩性名称。
- G 样品类型**：填写采集的岩石样品类型：普通基岩；构造；蚀变；矿化。
- H 子样数**：填写在采样点附近采集子样品的点数。
- I 地质时代**：记录采集岩石样品的地质时代。记录地质时代符号或地层组代号，应和工区地质填图单元划分一致。
- J 构造类型**：记录采样点所在位置地表构造类型，主要包括：张性断裂带；压性断裂带；扭性剪切带；韧性剪切带；层间滑脱带；构造破碎带等。
- K 蚀变类型**：主要包括：硅化；黄铁矿化；褐铁矿化；蛇纹石化；青盘岩化；云英岩化；黄铁绢英岩化；次生石英岩化；矽卡岩化；钾长石化；钠长石化；绢云母化；绿泥石化；泥化等。
- L 矿化类型与强度**：直接填写矿化矿物种类与强度，如强黄铁矿化。
- M 坐标数据存储文件号**：指卫星定位仪内坐标数据转存入计算机内的批次文件。要求以卫星定位仪手持机编号后四位数+录入的第 n 批数（n 为两位数）。每批坐标存点宜在 500 个以内。
- O 数据存储 ID 号**：卫星定点仪定点时自动记录坐标数据组的顺序号。
- P 标记位置**：记录油漆标记所在的地物位置。

表A.3 地球化学详查岩石（地表\槽探\坑探）地球化学剖面测量记录表

详查工区（或地区）：

剖面号：

剖面位置：

工作日期： 年 月 日

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
导线号	导线方向	导线长度 (m)	样品编号	样点间距(在导线上长度起止)		坐 标		坡度角 (度)	海拔高程 (m)	地质分层编号	样品特征	成矿地质背景描述	备注
				起 (m)	止 (m)	横	纵				主要填写：岩石名称、样品类型、 风化程度等样品特征	主要填写剖面地层、构造、蚀变、矿化特征 及其产状	

记录：

采样：

审核：

第 页



表A.4 地球化学详查土壤地球化学剖面测量记录表

详查工区(或地区): \_\_\_\_\_ 剖面编号: \_\_\_\_\_ 剖面位置: \_\_\_\_\_ 工作日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
导线号	导线方向	导线长度(m)	样品编号	样点间距(在导线上长度起止)		坐标		坡度角(度)	海拔高程(m)	地质分层编号	土壤样品特征					地质背景描述	备注	
				起(m)	止(m)	横	纵				子样数	覆盖层厚度	取样深度(Cm)	样品颜色	样品组分	取样层位	主要填写剖面地层、构造、蚀变、矿化特征及其产状	

记录: \_\_\_\_\_ 采样: \_\_\_\_\_ 审核: \_\_\_\_\_ 第 \_\_\_\_\_ 页

附录 B  
(规范性附录)  
质量检查记录表

表B.1 土壤地球化学测量野外采样质量检查登记表

详查工区(或地区)::

No:

样点号	采样点位					采样			记录卡						备注
	点位标记	点位误差(m)	点位代表性	点位合理性	多点组合采样航迹点数	采样层位	采样深度	多点组合	完整	涂改	样品组分	基岩描述	矿化蚀变	污染情况	
存在问题						质量评述:					整改情况:				
											整改人:                      批准人:                      日期:				

工作者:

检查者:

年 月 日

注: 本表适用于采样大组、项目组、承担单位的野外质量检查。对者以√表示, 不对者在应填部分填上正确数字, 其它以 / 充填。

表B.2 岩石地球化学测量野外采样质量检查登记表

详查工区（或地区）：

No：

样点号	采样点位					采样			记录卡						备注
	点位标记	点位误差(m)	点位代表性	点位合理性	多点组合采样航迹点数	代表性	岩性定名	采样对象	完整性	涂改	地质描述	矿化蚀变	构造类型	污染	
存在问题						质量评述：				整改情况： 整改人：                    批准人：                    日期：					

工作者：

检查者：

年 月 日

注：本表适用于采样大组、项目组、承担单位的野外质量检查。对者以√表示，不对者在应填部分填上正确数字，其它以/充填。

表B.3 地球化学详查室内资料质量检查登记表

详查工区（或地区）：

No.:

样点号	点位误差 (m)	图卡样一致性	多点组合采样航迹点数	点位图				记录卡与样品					备注	
				图面要素	点位合理性	丢点空格	转点误差	采样环境描述	岩石定名或土壤组分	原样重量	样品杂质	沾污		
存在问题：				质量评述：				整改情况：						
								整改人：                      批准人：                      日期：						

工作者：

检查者：

年 月 日

注：本表适用于采样大组、项目组、承担单位的野外质量检查。对者以√表示，不对者在应填部分填上正确数字，其它以 / 充填。

表B.4 土壤地球化学测量样品野外加工质量检查登记表

详查工区（或地区）：

加工日期：

No：

样品号	原始样品			样品干燥过程	样品加工			过筛样品重量 (g)	过筛残留物重量 (g)	送样单、布袋、样瓶核对	备注
	布袋号	完好性	重量 (g)		环境	方法	工具				
存在问题：				质量评述：				整改情况：			
								整改人：                      批准人：                      日期：			

加工者：

检查者：

年 月 日

注：本表适用于土壤地球化学测量采样大组、项目组、承担单位野外样品加工质量检查。对者以√表示，不对者在应填部分填上正确数字，其它以/充填。

表B.5 地球化学详查野外采样点位变动登记表

详查工区（或地区）：

No：

预布 点号	变动 样点	变更原因	点位变 动情况	工作者	工作 日期	点位 变动 合理性	技术负 责签名	备 注

制表：

审核：

年 月 日

表B.6 地球化学详查样品交接登记表

详查工区（或地区）：

交接日期

No：

序号	样品编写	样品布袋号	样品重量	合格	不合格	交样人	收样人

项目负责：

年 月 日

注：该表由样品管理人员按单样填写。

表B.7 地球化学详查野外工作质量检查验收登记表

详查工区（或地区）：

No：

序号	检查项目	单位	验收结果				备注
			抽查数	抽查率%	错误数	错误率%	
1	记录卡	项					
2	点位图	项					
	航迹图	项					
3	工区面积	km <sup>2</sup>	实际可采面积		km <sup>2</sup>	空白区面积 原因：	
	采样点数	个	采样密度		点/km <sup>2</sup>	弃点数 ， 弃点率 % 弃点原因：	
4	野外工作方法 及质量						
5	卫星定位仪定 点 质量评述						
6	样品加工 方法及质量						
7	记录卡						
8	各种表册						
9	验收评述						
10	资料类别						
11	备注						

资料提交人：

验收单位：

验收人：

年 月 日



## 附录 C

### (资料性附录)

### 剥蚀程度计算方法

在不考虑多期成矿作用叠加的情况下，前缘晕一般对应于未剥蚀或浅剥蚀，矿体晕对应于中等剥蚀，而尾晕对应于深度剥蚀。

#### C.1 三角图编图方法

##### C.1.1 确定元素组合

通过典型矿床的岩石原生晕分带（垂向）特征，确定前缘晕、矿体晕和尾晕的元素组合，及对应三角图解的三个端元。

##### C.1.2 面金属量计算

根据确定的地球化学异常范围和面积，计算各元素的面金属量；如仅有剖面数据，则计算线金属量。

##### C.1.3 计算三角图件端元值

对各元素面金属量或线金属量作数据规格化处理。规格化处理采用各元素面（线）金属量统一除以各自的背景值（中位数）。经规格化处理后的面金属量或线金属量依据前缘晕、矿体晕和尾晕的元素组合相加构成三角图解的端元值。

##### C.1.4 三角端元成图

编制三角图解，在制图软件（Sigmaplot/Grapher）对端元值进行投点，即为三角图解（如图C-1）。

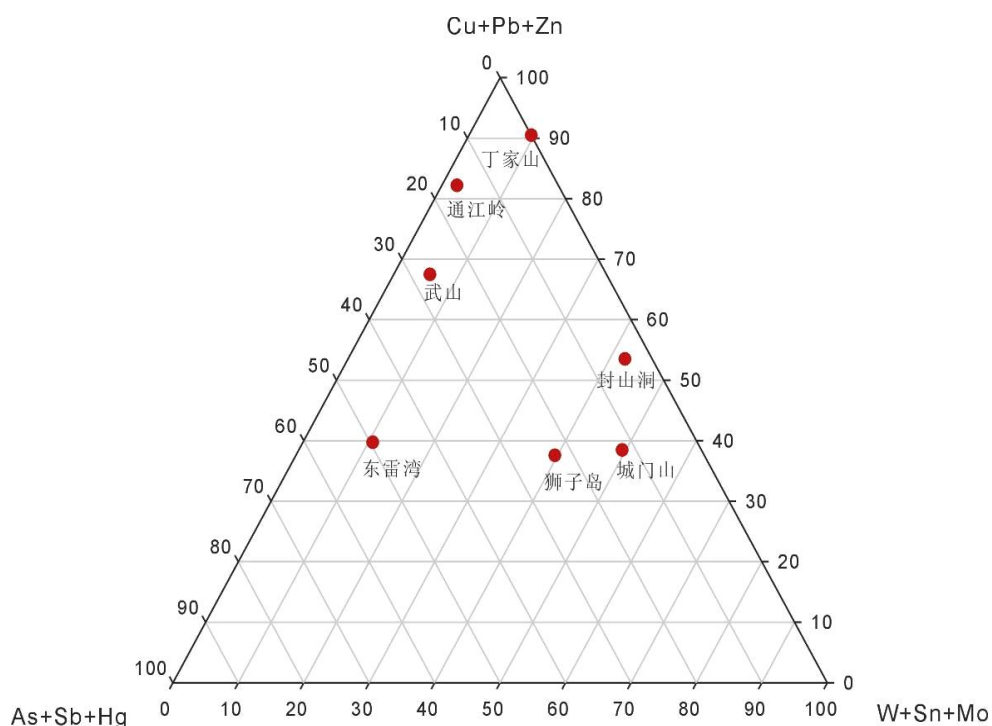


图 C.1 九瑞铜多金属矿田剥蚀程度三角图

##### C.1.5 剥蚀程度分析

依据三角端元图，对剥蚀程度进行分析，通常投点越靠近尾晕，则剥蚀系数越大，反之亦然。

## C. 2. 比值等值线图编图方法

### C. 2. 1 确定元素组合

通过典型矿床的岩石原生晕组合分带特征，确定前缘晕、矿体晕和尾晕的元素组合。

### C. 2. 2 计算比值

在每个元素含量数据规格化处理的基础上，利用详查地球化学数据计算每个样点尾晕/前缘晕、尾晕/矿体晕的比值。比值计算可采用累乘、累加两种方式，如： $(W+Sn+Mo) / (As+Sb+Hg)$ 、 $(W+Sn+Mo) / (Cu+Pb+Zn)$  和  $(W \times Sn \times Mo) / (As \times Sb \times Hg)$ 、 $(W \times Sn \times Mo) / (Cu \times Pb \times Zn)$ 。

### C. 2. 3 成图

通过上述计算，每个样点都可以得到一个比值，按照单元素地球化学图的方法进行编制。剥蚀程度比值等值线图的分级可采用七分法，背景值为C，标准差为S，异常下限为T，分级界限为：低背景（C-S）、背景（C）、高背景（C+S）、异常下限（T=C+2S）、2倍异常下限（2T）、4倍异常下限（4T）。

### C. 2. 4 判别剥蚀深度分析

通常比值大对应于深度剥蚀，比值小对应于未剥蚀或浅剥蚀。剥蚀系数的赋值是相对的，需要与已知矿床的实际情况进行对比来确定剥蚀程度。如采用W+Sn+Mo(尾晕)/As+Sb+Hg(前缘晕)比值图成图，来显示矿床的剥蚀程度。

## C. 3. 比值法

### C. 3. 1 确定元素组合

通过典型矿床的岩石原生晕组合分带特征，确定前缘晕、矿体晕和尾晕的元素组合；

### C. 3. 2 计算比值

在每个元素含量数据规格化处理的基础上，利用1:10 000土壤、岩石数据计算每个样点尾晕/前缘晕、尾晕/矿体晕的比值。

### C. 3. 3 剥蚀程度分析

与典型矿床同类计算比值对比，分析判断其剥蚀程度。如紫金山铜金矿床利用  $(Au \times Hg \times Bi) / (Cu \times w \times Sn)$  来判断矿体的剥蚀程度并对深部盲矿进行预测（图C -2）。

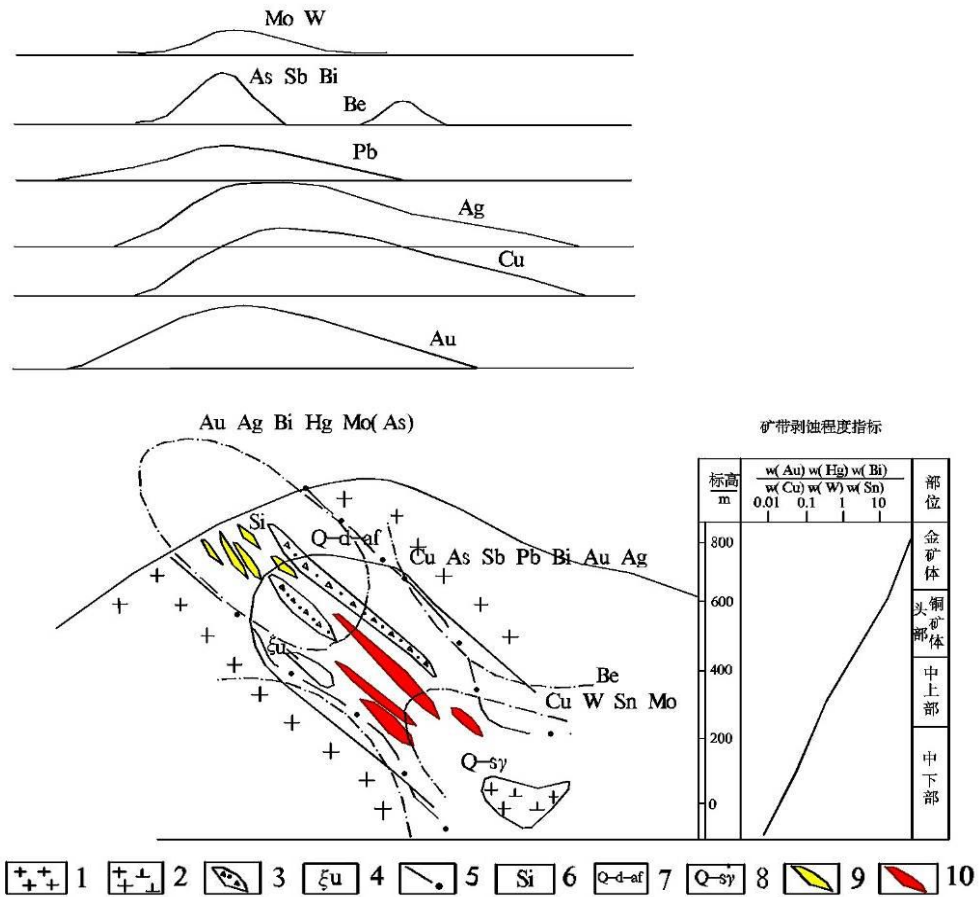


图 C.2 紫金山铜金矿床地球化学异常模型（姚敬金与张素兰等，2002）

1-花岗岩；2-花岗闪长斑岩；3-隐爆角砾岩；4-英安玢岩；5-蚀变带界线；6-硅化；7-石英-地开石-明矾石化；8-石英-绢云母化；9-金矿脉；10-铜矿体

## 附录 D (资料性附录) 地球化学资源量的计算方法

### D.1 矿区深部地球化学资源量的估算方法

矿床深部资源量预测方法：对地质体进行可视化三维建模，在系统对矿区深部地质体、矿体、元素（Cu、Mo、Zn）三维空间分布规律研究的基础上，总结他们在第一空间（-500m之上）的分布规律，从已知到未知，从浅部到深部，对深部第二空间（-500m~-1000m）成矿元素资源量进行预测(图D.1)；从成矿元素点、线、面、体的空间分布势态分析，对深部第二空间（-500m~-1000m）成矿元素资源量进行预测(图D.2)。

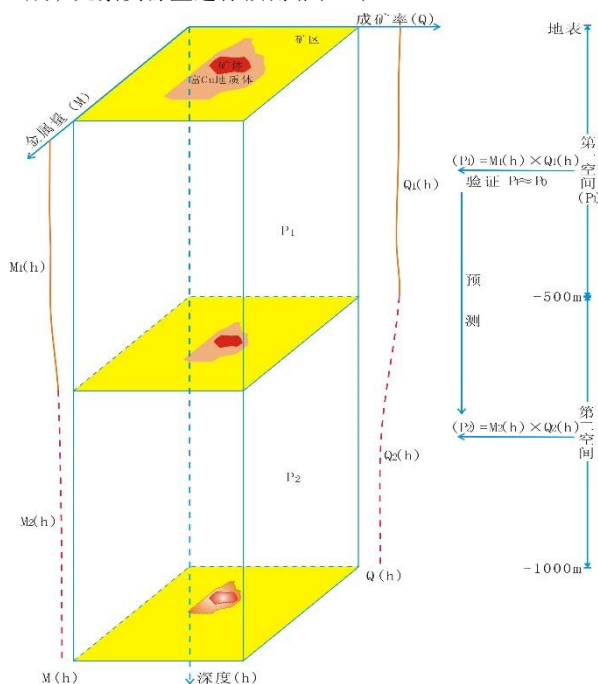


图 D.1 浅部到深部对资源量预测示意图

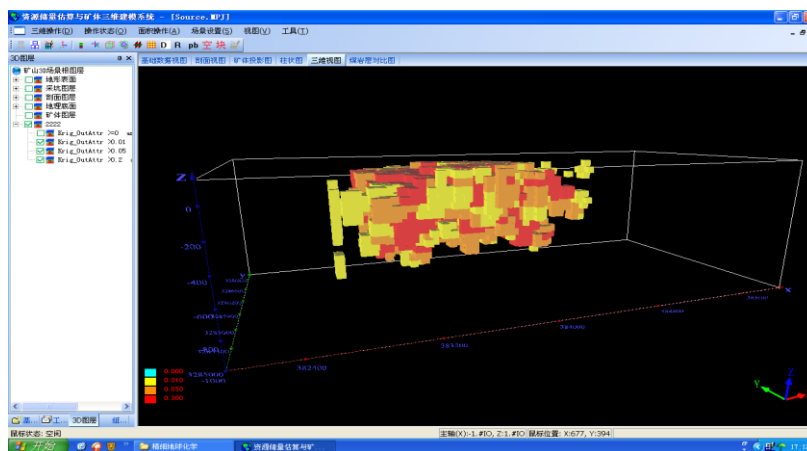


图 D.2 三维空间（Cu）分布体资源量预测示意图

以三维地质体可视化建模为技术支撑，以地球化学成晕成矿作用机制和矿床成矿系列为理论基础，以微积分数学工具为资源量计算方法，用两种不同的方法进行预测，一种是中段面为预测依据的资源量预测方法（面金属量积分法），另外一种是基于三维可视化系统的资源量预测（三维地质体块段法），前者借鉴了储量计算的传统方法，后者主要是基于GIS技术(图D.3)。

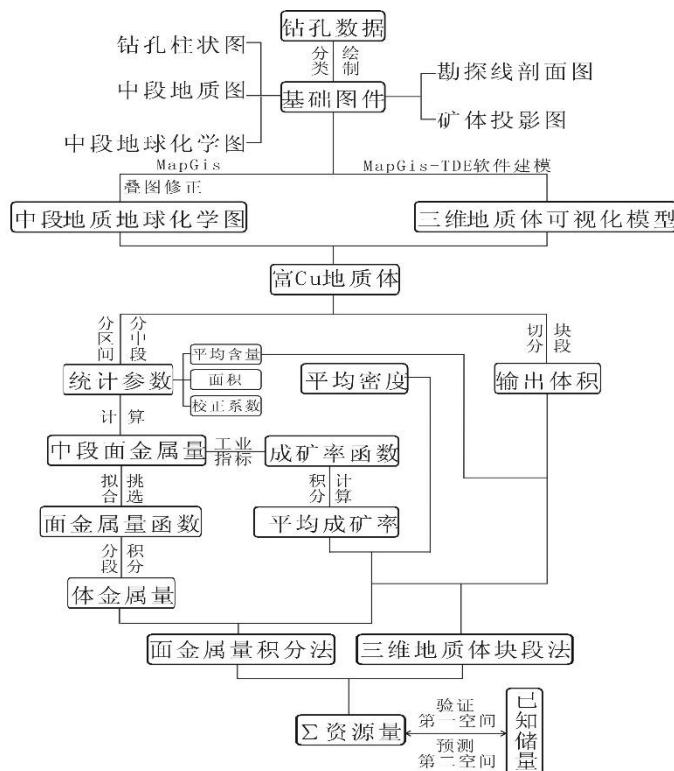


图 D.3 两种预测方法路线圈

D.1.1 面金属量积分法:

面金属量积分法的关键就是对第一空间各中段面成矿元素地球化学图中的元素面金属量进行函数拟合，选择合理的拟合函数进行积分。函数的拟合和积分过程分别在SPSS 11.5软件和 Mathematica 5.0软件中完成。

D.1.2 三维地质体块段法:

三维地质体块段法就是对三维地质体分块求各富矿地质体资源量。即运用三维地质体可视化建模技术，可以精确计算地质体的体积，以各中段面标高为界，把整个矿区三维地质体切分为若干块计算。

D2 矿区浅部地球化学资源量估算

D2.1在已知区内，通过经验统计或计算机模拟的方式建立已知区典型矿床的未剥蚀储量（Pu）与地球化学异常统计参数（C、B、S：即异常平均值、背景值、异常面积）之间的数学关系（图D-4）；

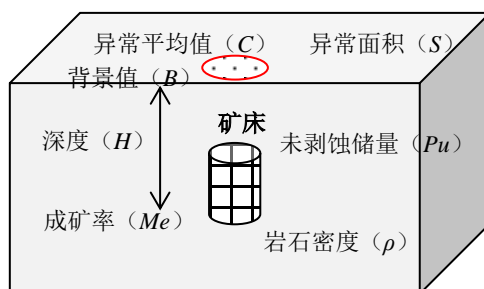


图 D.4 浅部地球化学资源量的估算方法示意图

D2.2 简化计算的过程，以最简单的线性关系为例，推导资源量估算的计算公式。

已知区的资源量计算公式为①式。根据成矿系列理论和“就矿找矿”的原则，把这个线性方程应用至成矿地质条件类似的预测区，其计算公式为②式。

$$Pu_{已知}/(1-F_{已知})=C_{已知}\times S_{已知}\times H_{已知}\times \rho_{已知}\times Me_{已知} \quad \text{①式（已知区）}$$

$Pu_{已知}$ 为已知区典型矿床目前资源量， $F_{已知}$ 为已知区典型矿床的剥蚀系数， $C_{已知}$ 为已知区典型矿床的地球化学异常内的平均值， $S_{已知}$ 为已知区典型矿床的地球化学异常面积， $H_{已知}$ 为已知区典型矿床的平均勘探深度， $\rho_{已知}$ 为已知区典型矿床的岩石密度， $Me_{已知}$ 为已知区典型矿床的成矿率。

$$Pu_{预测}/(1-F_{预测})=C_{预测}\times S_{预测}\times H_{预测}\times \rho_{预测}\times Me_{预测} \quad \text{②式（预测区）}$$

$Pu_{预测}$ 为预测区典型矿床目前资源量， $F_{预测}$ 为预测区典型矿床的剥蚀系数， $C_{预测}$ 为预测区典型矿床的地球化学异常内的平均值， $S_{预测}$ 为预测区典型矿床的地球化学异常面积， $H_{预测}$ 为预测区典型矿床的平均勘探深度， $\rho_{预测}$ 为预测区典型矿床的岩石密度， $Me_{预测}$ 为预测区典型矿床的成矿率。

### D.2.3 类比法

类比法的基本思路是：预测靶区资源量（已知典型矿床为储量 $Pu$ ）与地表土壤中组合元素异常面积和平均含量之积（异常规模 $P$ ）成正比，预测靶区的比例系数（ $K$ ）与已知最佳相似矿床相同，为了考虑矿床的剥蚀程度以及矿床之间的相似度，引入剥蚀系数与相似系数。其具体计算公式如下：

由①/②得

$$\frac{Pu_{已知}/(1-F_{已知})}{Pu_{预测}/(1-F_{预测})}=\frac{C_{已知}}{C_{预测}}\times\frac{S_{已知}}{S_{预测}}\times\frac{H_{已知}}{H_{预测}}\times\frac{\rho_{已知}}{\rho_{预测}}\times\frac{Me_{已知}}{Me_{预测}} \quad \text{③式}$$

通过相似系数（ $R$ ）， $\rho_{预测}\times Me_{预测}=R\times\rho_{已知}\times Me_{已知}$ 假定， $H_{预测}=H_{已知}$ 假定

$$\text{则③式简化为：}\frac{Pu_{已知}}{Pu_{预测}}=\frac{C_{已知}}{C_{预测}}\times\frac{S_{已知}}{S_{预测}}\times\frac{1}{R}\times\frac{1-F_{已知}}{1-F_{预测}} \quad \text{④式}$$

由④式可计算出预测区的资源量，称之为类比法资源量；

### D.2.4 面金属量法

面金属量法的基本思路是：预测靶区资源量（已知典型矿床为储量 $Pu$ ）与地表土壤中组合元素异常面积与平均值减背景值之差的乘积（面金属量）成正比，

若④式中的地球化学异常平均值（ $C$ ）减去背景值（ $B$ ）则为剩余异常平均值，此时计算公式为⑤式，其计算出预测区的资源量，称之为面金属量法。

$$\frac{Pu_{已知}}{Pu_{预测}}=\frac{C_{已知}-B_{已知}}{C_{预测}-B_{预测}}\times\frac{S_{已知}}{S_{预测}}\times\frac{1}{R}\times\frac{1-F_{已知}}{1-F_{预测}} \quad \text{⑤式}$$

说明：与前人估算方法相比，结合原生晕分带理论和次生异常对原生异常的继承性，根据矿床剥蚀程度（前缘晕、矿体晕、尾晕）在矿区地球化学异常中所呈现的相应元素组合特征，从而计算出判别矿床相对剥蚀程度的剥蚀系数，以及根据前人提出的相似性指标计算公式（任天祥等，1998），对其进行改进和完善后，选取关联性最强的一组成矿元素组合通过距离公式计算了相似系数，用来示踪预测区与已知区之间的相似程度。在实际应用过程中，把这两个计算参数引入到估算资源量的计算公式中，使估算的资源量与客观实际更加吻合。

## 附录 E

### (资料性附录)

### 设计书提纲

#### 一、项目概况

包括任务来源、目标任务、选区依据、测区范围、工作量及技术要点等。

#### 二、测区概况

测区概况重点是论述工作区基本情况和工作程度，主要包括以下几方面：

a) 概述工作区地理景观、地层、岩体、构造、蚀变、矿化分布等情况；概述工作区区域化探、地球化学普查异常分布及异常评价情况；论述本次探求目标体及其可能的分布；

b) 评述以往工作研究程度及需要本次工作解决的主要问题；

#### 三、野外工作方法、技术及质量要求

重点论述野外工作方法选择依据与影响因素及其应采取的相应措施、野外各环节工作方法和质量控制要求，主要包括以下几方面：

a) 野外工作方法选择依据；

b) 工作方法的影响因素及需要采取的相应措施；

c) 野外采样方法；

d) 样品加工处理方法与样品保管方案；

e) 野外工作质量要求与检查方案。

#### 四、样品分析测试及质量监控

重点是根据地质矿产、地球化学特征选择测定元素，提出分析测试方法和质量要求及质量监控方法，主要包括以下几方面内容：

a) 测定元素选择依据；

b) 分析测试方法技术和质量要求；

c) 分析测试质量监控方案。

#### 五、数据处理及编图方法。

#### 六、异常评价与预测工作方法。

#### 七、实物工作量与预期成果。

#### 八、组织管理和人员。

#### 九、经费预算。

#### 十、质量管理与技术保障措施。

#### 十一、设计书附图

设计书应附地质矿产图、工作部署图、设计采样点位图等图件。

## 附录 F

### (资料性附录)

### 成果报告提纲

#### 一、序言

主要说明项目来源及目标任务，完成的工作量，主要成果概述等。

#### 二、工作区地质特征

主要介绍本地区地球化学景观和地质矿产特征；简述前人完成的地质、矿产、物探、化探、遥感地质工作。

#### 三、工作方法技术及质量评述

##### a) 野外工作方法技术及质量评述

主要包括采样介质选择及方法技术，样品加工方法的选择，野外施工各环节操作方法概述。野外质量监控措施及其质量评述。

##### b) 样品分析测试方法及工作质量评述

包括样品测定元素的选择，各元素分析测试方法检出限、准确度、精密度、报出率；样品分析质量监控方法及其质量评述。

##### c) 数据处理及地球化学图件编制

重要地球化学参数的确定方法，多元素地球化学统计分析方法，地球化学异常图编制方法。

#### 四、地球化学特征及其分布规律

对区内各元素地球化学参数特征、地球化学分布规律、各元素相关关系进行总结；对区内地球化学异常分布规律及其与地质矿产特征的关系进行论述；对地球化学异常与构造、蚀变、矿化之间的关系进行评价，确定地层、岩体、构造的含矿性。

#### 五、异常评价与预测

##### (一) 地球化学异常评价与预测方法

包括地球化学异常剥蚀、异常组合分带研究、地球化学预测推断方法、地球化学资源量估算方法等。

##### (二) 评价与预测成果

对区内各异常的组合分带、剥蚀特征等进行分析，对异常进行解释推断与预测，确定主攻矿种和矿床类型，圈定和预测矿(化)体分布，对区内的重要异常进行资源量估算，对区内资源潜力进行评价，提出重点异常验证建议。

#### 六、结论与建议

对本次方法技术、工作程度及质量进行评述；对重要异常评价及矿产潜力评价等取得的主要成果进行总结；对下一步工作部署提出建议；说明成果资料适用范围。