

---

# 中国地质调查局地质调查技术标准

DD2010-xx

---

## 《土壤地球化学测量规范》

(讨论稿)

---

中国地质调查局

2010年7月16日

# 《土壤地球化学测量规范》 (讨论稿)

任务书编号：总[2010]05-01-02

项目编号：121201091051

## 前 言

本次《土壤地球化学测量规范》是在 1994 年版的基础上，广泛吸收了近十多年来在土壤地球化学测量方面的研究成果和工作实践经验，吸收了近些年我国在分析测试，资料整理和综合研究的先进成果，本着制定的《土壤地球化学测量规范》应具基本代表当前的先进技术水平，促进我国土壤地球化学测量的实际水平向更高层次跃进宗旨，编制本规范。编制后的《土壤地球化学规范》对我国在不同景观区开展的土壤地球化学测量相关的设计编写、野外样品采集及其方法技术、样品加工、样品分析、数据处理、图件编制、异常查证与评价、成果报告编写等内容进行了全面的修订，使之更符合当前国内土壤地球化学测量的实际水平和工作要求。

在规范正文之后，对相关的内容以附录的形式表述。

本规范由中国地质调查局提出和归口管理。

本规范由中国地质调查院地球物理地球化学勘查研究所负责组织起草修订。

本规范起草人：张华、叶家喻、向运川、王会锋等。牟绪赞、任天祥、李宝强、陈国光、杨万志、刘长征、许光等参加了衬稿的讨论并提出了许多重要的修改意见。

本规范由中国地质调查局负责解释。

# 《土壤地球化学测量规范》（讨论稿）

## 1. 范围

**1.1** 本规范规定了土壤地球化学测量的工作性质与任务、设计编写、野外样品采集及方法技术、样品加工、质量管理与检查，分析测试技术、测定元素选择与分析测试质量、资料整理与图件编制、异常查证与评价、成果报告及附图、资料汇交等相关要求。

**1.2** 本规范主要适用于金属矿产勘查的 1:10000、1:5000 和 1:25000 大比例土壤地球化学测量，也适用于 1:50000 和 1:250000 中比例尺区域地球化学测量，1:250000 和 1:50000 工作中的土壤地球化学测量应依据《区域地球化学勘查规范》和《地球化学普查规范》要求执行，铀矿、地热、非金属矿产勘查的土壤地球化学测量可参照执行。

## 2. 规范引用的文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T14496-93 《地球化学勘查术语》

GB/T14839-1993 《地球化学勘查技术符号》

GB969489 《地质矿产术语分类代码》

DZ/T0075-93 《地球化学勘查图示、图例及代码》

DZ/T0011-1991 《地球化学普查规范》

DZ/T0167-2006 《区域地球化学勘查规范》

## 3. 总则

**3.1** 以金属矿产勘查为主要目的土壤地球化学测量，其采样介质应以残坡积为成土母质的土壤中的颗粒状物质，样品应最大限度代表下伏基岩的化学成份。

**3.2** 土壤地球化学测量主要用于地质矿产勘查的普查和详查阶段，也适用于区域地球化学调查。在水系沉积物测量无法进行，或无法覆盖工作区时，应选择土壤地球化学测量，土壤地球化学测量依据实际工作需要选择选区，或按国际标准分幅进行。

**3.3** 在运积物覆盖厚度小于 50 米的浅覆盖地区，可使用机动浅钻采取样品开展土壤地球化学测量。

**3.4** 土壤地球化学测量的目的是，查明元素地球化学分布和浓集特征，圈定地球化学异常，优选找矿靶区，进行资源潜力地球化学评价；了解测区地层、岩体、构造以及矿化、蚀变等地球化学分布、分配特征，为资源（矿产勘查）评价、环境评价和基础地质研究提供依据。

**3.5** 土壤地球化学测量适用于我国内地沿海省区的湿润半湿润中低山丘陵景观区、半干旱中低山丘陵景观区、干旱荒漠戈壁残山景观区、森林沼泽景观区、高寒湖沼丘陵景观区、干旱半干旱高寒山区景观区各景观区的（图 1）等基岩裸露、半裸露及运积物浅覆盖区。

3.6 土壤地球化学测量工作包括编写设计书、野外样品采集、样品加工、样品分析测试、数据处理、图件编制、异常查证与评价、成果报告编制等内容。

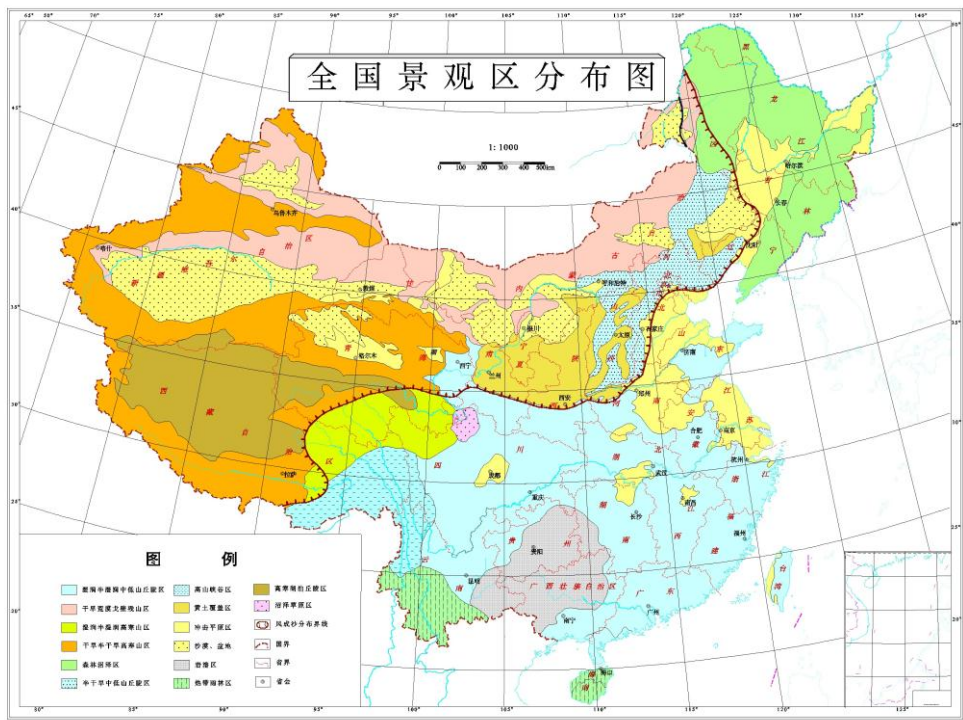


图 1

## 4. 设计书编写

4.1 设计书是开展土壤地球化学测量的依据，应由项目承担单位依据相关规范、任务书或委托方合同要求编写。

### 4.2 设计书编写前的准备工作

4.2.1 1:250000 和 1:50000 阶段，收集与测区有关的自然地理、交通、区域地质、矿产资源、地球化学、地球物理、遥感等工作成果和工作程度等资料。1:10000、1:5000 和 1:25000 阶段，重点收集测区及外围地质矿产、地球化学、地球物理、遥感、矿床类型、成矿规律的工作成果和工作程度；收集测区自然地理、地貌、水文、第四系覆盖特点、植被、人工污染以及相关研究等有关资料。

4.2.2 收集测区与工作比例尺相同的地形图。

4.2.3 编写设计前，应由项目负责人组成踏勘小组对测区进行现场踏勘，以便考查或提出测区切实可行的土壤地球化学测量工作方法技术和工作方案，必要时进行方法技术试验。踏勘内容包括：

- a.确定测区的有效范围；
- b.划分第四系覆盖分布简图；
- c.确定方法技术可行性或试验地点；

d.考察测区交通、工作条件等。

### **4.3 设计书主要内容**

#### **4.3.1 工作任务**

包括任务来源、目标任务、工作周期、选区依据、测区范围、工作量及技术要点等。

#### **4.3.2 测区概况**

a.自然地理、交通、区域地质、地球化学、地球物理、遥感等概况；

b.基岩出露和第四系覆盖特点，工农业生产对测区工作效果的影响等；

c.1:10000、1:25000 和 1:5000 等大比例尺工作还应包括：概述测区地质矿产、矿化蚀变、水文等；

d.前人工作和研究程度及综合分析评述。

#### **4.3.3 应对测区景观进行划分和特点描述**

#### **4.3.4 野外工作方法技术及质量要求**

a.野外工作方法

包括采样粒级、采样部位、采样密度和样品采集的具体方法及代表性；

b.样品加工方法、样品组合与保管方案；

c.野外工作质量管理、质量检查方案；

d.工作区方法技术不成熟时应做方法技术试验，方法技术试验包括采样介质、采样部位、采样网度、采样粒级等项内容，一般试验应为面积性测量，分析测试元素与测区确定的元素相一致。

#### **4.3.5 样品分析测试方法与质量监控方案**

a.测定元素、指标的选择依据，1: 250000 和 1: 50000 中比例尺工作测试元素遵照相应规范要求执行；

b.分析测试质量要求；

c.分析测试质量监控方案；

d.分析测试质量报告。

#### **4.3.6 数据处理及编图方法**

#### **4.3.7 异常查证与评价**

包括拟采用的异常圈定、异常分类、异常评序、异常查证工作及部署方案、异常评价及其方法、异常登记等。

#### **4.3.8 实物工作量**

#### **4.3.9 预期成果**

#### **4.3.10 组织管理与人员及装备**

#### 4.3.11 经费预算

#### 4.3.12 质量管理与技术和安全保障措施

### 4.4 设计书附图

设计书附图应包括地质矿产图、工作部署图、采样点位图等图件。附表应包括记录卡、质量检查系列表等。

4.5 设计书应提交下达任务主管方或委托方审查批准后实施。在实施过程中，如有较大变动时，应及时提出设计变更书面申请，经主管方或委托方批复后实施。

## 5. 野外采样方法技术要求

5.1 土壤地球化学测量的采样粒级应为基岩风化的颗粒物质，应排除风积物、有机质、盐积物、粘土质掺入产生的干扰。在我国不同景观区的采样粒级应参照《区域地球化学勘查规范》中的规定执行，在规范中尚未明确或未做出明确规定的景观区或地区，在正式开展工作前应开展方法技术试验。

5.1.1 森林沼泽景观区为-10~+60 目，应注意排除有机质、粘土质和风积物等假粒级混入；

5.1.2 干旱荒漠戈壁残山景观区为-4~+20 目，应注意风积物、盐积物掺入及假粒级混入；

5.1.3 高寒湖沼丘陵景观区为-10~+60 目，应注意风积物、盐积物掺入及假粒级混入；

5.1.4 干旱半干旱高寒山区景观区为：新疆区-10~+80 目，西藏、青海和甘肃等省区-10~+60 目；

5.1.5 湿润半湿润高寒山区景观区，由于该景观地形较陡，采样难度较大，暂时推荐采样粒级为-20 目，或依据测区具体情况，在正式开展工作前进行方法技术试验；

5.1.6 半干旱中低山丘陵景观区为：海拉尔盆地西部，大青山区-4~+20 目；锡林郭勒盟、海拉尔盆地北部、大兴安岭森林沼泽景观区以南的大兴安岭中南段-4~+40 目；河北省、山西省、辽宁西部-10~+60 目，应注意排除风积物、有机质和盐积物假粒级混入产生的干扰；

5.1.7 湿润半湿润中低山丘陵景观区（即内地沿海省区）暂推荐采集-20 目粒级样品，在采样粒级尚未确定的测区，施工前应进行方法技术试验；

5.1.8 岩溶景观区为-20 目粒级；

5.1.9 上述景观区的采样粒级已基本经过方法技术研究确定，尚有少数景观区土壤地球化学测量的采样粒级，如内地沿海省区的湿润半湿润中低山丘陵景观区和湿润半湿润高寒山区景观区等土壤地球化学测量的采样粒级尚未经过研究，因此，工作前应开展方法技术试验。

### 5.2 采样密度和测量网度

5.2.1 土壤地球化学测量的样品代表性较低，其采样密度应至少是水系沉积物测量采样密度的 2 倍以上。

5.2.2 土壤地球化学测量依据测区具体情况，待勘查目标的规模、产状与工作性质可采用规则测网（表 1），也可采用网格化方式布设采样点。

表 1 土壤地球化学测量参考测网

比例尺	测量网 (m)	采样点数/平方千米	备注
1: 250000	1000×500	2	
1: 50000	500×250	8	
	333×333	9	
	500×200	10	
	250×250	16	
	250×200	20	
1: 25000	250×50~100	40~80	
1: 10000	100×20~50	200~500	
1: 5000	50×20~25	800~1000	

5.2.3 采用规则测网的测线方向应尽量垂直测区地质体的主要走向，大比例尺土壤测量测线方向应尽可能与已知地质剖面或物探测线一致。

### 5.3 野外采样定点

5.3.1 野外采样定点采用 GPS 结合地形图或测量网的定点方法。测量网一般用于大比例尺阶段，测量网的布设工作应按 ZBD/0002《物化探测地规范》要求执行。

5.3.2 定点误差随工作比例尺不同各有要求，1:250000 和 1:50000 的土壤测量根据《区域地球化学勘查规范》和《地球化学普查规范》要求执行，1:25000、1:10000 和 1:5000 的土壤测量在同比例尺地形图上定点误差小于 1 毫米。

5.3.3 野外使用的 GPS 显示的坐标应经过地区校正系数进行校正，或以测区及外围三个三角点坐标进行校正，校正后的 GPS 坐标与地形图实际坐标误差小于 5 米；同时选择测区明显标志点对所有 GPS 进行系统偏差检验与校正，使校正后的 GPS 坐标误差小于 5 米。

5.3.4 采样时，除记录采样点的 GPS 坐标外，应在 GPS 航迹栏内录入每个采样点的坐标信息，形成每天航迹路线图，当天或隔日在计算机上下载航迹信息并用 A4 纸打印保管，下载航迹信息由专人负责。GPS 定点及航迹管理见附录一。

5.3.5 采样时，因地形地物或通行条件的限制或其他原因不能到达设计样点位、或因设计样点不能采集合格样品、或设计点位不合理，实际采样点位超过定点误差时，应在专门设立的采样点位变更登记表上做采样点位变更登记，并由项目负责人签字确认。

### 5.4 采样部位

5.4.1 采样部位应是基岩上部风化碎石层，即土壤发生层中含有较多基岩风化碎石的 BC 层。应避免在地表腐殖质层或含腐殖质较多的部位或粘土质层或风积层或盐积层采集样品。

5.4.2 当腐殖质层、风积层、粘土层较厚时，应穿过上述层位，在下部较多基岩风化碎石部位（BC 层）取样。

5.4.3 腐殖质层、风积层、粘土层和运积层厚度大于 1.5 米时应采用机动浅钻在较多基岩风化碎石层取样。

5.4.4 在干旱荒漠戈壁残山景观、高寒湖沼丘陵景观和半干旱中低山丘陵景观的基岩裸露和半裸露地段采样时，应剥去地表层，在风化基岩上部岩性单一的部位采集具棱角或半棱角碎屑物质。

### 5.5 样品采集

**5.5.1** 确定采样点后，应在规定的采样部位采集样品，采集样品时应避开有机质、风积物、盐积物和粘土质。

**5.5.2** 为了增加土壤样品的代表性，应在正点前后约三分之一点距内均匀采集五件样品组合成一个样。

**5.5.3** 样品应装入无污染的布袋内，用防水记号笔在布样袋上写明样品编号，样品过湿时可加套塑料袋以防相互沾污。

**5.5.4** 每个采样点应留有明显的标记，无法留有标记时，应留有证明到此采样的明显痕迹或记录证明。

**5.5.5** 样品重量，1:250000 和 1:50000 的样品重量应按《区域地球化学勘查规范》和《地球化学普查规范》要求执行，大比例尺土壤测量样品过筛后重量应不小于 150 克。

## **6. 重复样、野外记录**

**6.1** 重复样采集应为同点不同时不同组人员实施，重复样的作用为衡量采样误差，重复采样数量为总样品数的 2~3%，一个测区应不少于 30 件，重复样应均匀分布在测区。重复样的相对误差以 RE% 为标准，当  $RE \leq 33\%$  为合格，重复样合格率应  $\geq 85\%$ 。重复样 RE% 计算公式为：

$$RE\% = \frac{|A - B|}{|A + B|} \times 100\%$$

式中 A 为第一次采集的样品某元素分析结果，B 为重复采集样品同一元素的分析结果。

### **6.2 采样记录**

野外采样应进行野外现场记录，1:250000 和 1:50000 土壤测量记录应遵照《区域地球化学勘查规范》和《地球化学普查规范》要求执行；大比例尺土壤测量记录内容包括：测区名称、编号（图幅号）、点线号或样品号、袋号、坐标、样点位置、取样部位、覆盖层、样品颜色、样品性质、矿化、蚀变、污染等、采样日期、采样人员签名（见附录二）。

**6.3** 记录使用统一的野外记录卡，统一进行编号，野外记录使用 2H、3H 中华铅笔填写，字迹应工整清晰，不得重抄，转抄或涂擦改。

**6.4** 每天结束野外工作后，各采样小组应对 样品进行清点核实，填写样品移交单进行样品交接。

**6.5** 野外工作一个阶段（或 1: 5 万图幅）或结束后，专门人员将录入的航迹管理信息中的点位和坐标信息提出，整理后编录在一张图上并打印，做为采样点位实际材料图。

## **7. 野外样品加工及管理**

**7.1** 野外样品加工包括：样品清点、接交与保管、样品干燥、过筛、填写标签、装袋或瓶、装箱和填写送样单等。

**7.2** 样品保管与加工人员负责每天接收样品。接收时应对样品进行清点、核对样品编号、样品与记录卡的对应数等，核对无误后，进行接交登记，由送接双方人员签字。

**7.3** 布袋中的样品可在日光下自然干燥或于 50℃ 下烘干。为防止结块，干燥过程中应及时

揉搓样品，可用木槌适当敲打。

**7.4** 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，严禁使用镀铬或镀锌铁皮制品。

**7.5** 使用的样筛孔径依各特殊景观工作区的具体规定及设计要求来确定。

**7.6** 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，或采用水筛的办法去掉假粒级和附着细颗粒。如采用水筛时，应选择无矿化、无污染的水，应一样一盆水，避免样品间相互污染。

**7.7** 截取粒级样品过筛后，检查样品重新过筛时，筛下重量应小于5%。

**7.8** 过筛后的样品重量应符合设计要求，加工后的样品缩分组合成2份，1份送分析，1份装箱暂时（1:250000付样送交保管单位）保存。其中150g装入聚乙烯塑料瓶或样品袋保存，150g送实验室分析。

**7.9** 加工后的样品装袋或瓶后，袋或瓶应标有样号、1:50000图幅号（或地区号），同时填写卡片放入袋或瓶内。瓶上的样号等应能长期保存，不能被轻易擦掉。

**7.10** 样品加工流程见图2。

## 8 野外工作质量检查

**8.1** 承担单位应建立健全的野外三级质量检查制度。即：野外采样小组的自检和互检；大组或项目组工区检查；项目承担单位检查。

**8.2** 采样小组自检和互检。采样小组应对每天所采样品及数量、记录卡及与样品对应情况、GPS航迹图、点位（工作手图）进行100%自检互检。样品加工组应对每天所加工样品数量、每个样品重量、样品与送样单、标签及布袋号对应情况、不锈钢筛完好情况等进行全面检查，发现问题及时纠正。当工作进行到一定阶段（如一个地区或一个1:50000图幅采样结束）时，作阶段性检查。全面检查本阶段所采样品、记录卡、点位图、GPS航迹图、加工流程是否符合规范要求，并做出阶段性工作总结。

**8.3** 大组或项目组工区检查。大组（或工区或项目）负责人（或质量检查员）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。当一站（或阶段）工作结束时，必须进行阶段检查，并编写检查工作报告。

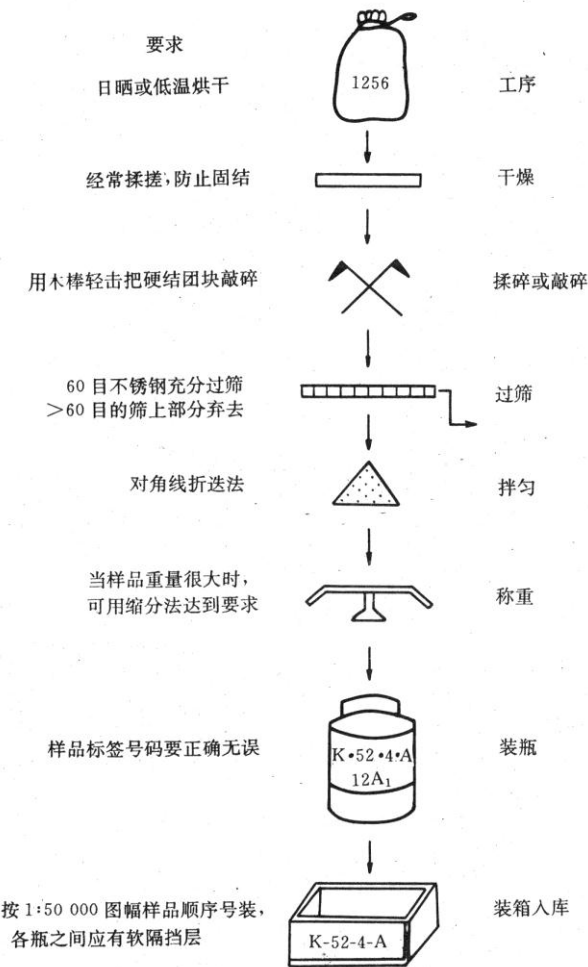


图2 样品加工流程图

**8.3.1 方法技术检查。**大组（工区或项目）负责人或质量检查员应随同采样小组深入工作现场，检查野外采样工作全过程，检查其是否符合点位偏差、采样部位选择、采样介质等规定及工作设计要求。同时应深入样品加工组，检查样品加工全过程，检查样品加工程序，样品有无沾污和编号有无混乱等。

**8.3.2 工作质量检查，**包括室内检查和野外检查两部分。室内检查主要是核对采样点位图、GPS 航迹图、记录卡、质检记录和样品加工、记录及样品成分等。野外抽取部分采样点（包括重复样采样点）实地核对取样部位、定点误差、采样介质、记录内容和 GPS 航迹等。

**8.4 项目承担单位检查。**野外工作结束前，项目承担单位应派质检组对野外工作进行全面质量检查，并对小组、大组、项目组的质检工作以及全部原始资料进行检查、评价和验收，包括对野外工作的抽检和室内工作的检查，写出验收文据。

**8.5 大组或项目组工区检查和项目承担单位检查总量要求为：**室内抽查的工作量应占总工作量的 10%，野外抽查占总工作量的 2~5%。野外抽检工作量视总工作量应有所变动，总工作量大的项目抽检比例可适当减少。各项野外工作质量检查均应做相应的检查记录（附录 F）。检查人员要签字，标明日期，打印并在计算机上保留检查的航迹图。

## **9 实验室样品加工**

**9.1 实验室应配备专职的样品管理人员，**负责样品的验收、检查和保管。样品送交承担分析工作的实验室时，均需办理样品交接手续。在双方交接过程中，如发现送来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. 无送样委托书，或送样委托书填写不清、不全；
- b. 样品无编号或编号混乱或有重号；
- c. 样品在运输过程中受到破损、丢失或污染；
- d. 样品质量不符合本规范或设计书要求。

**9.2 样品经验收合格后，**实验室样品管理人员在送样委托书（或送样单）上签字，注明收样日期，并返回一份委托书（或送样单）给送样单位。

**9.3 样品加工前应在<60℃恒温干燥箱内充分烘干。**经混匀后分取样品，采用无污染的磨样机进行细碎加工，多余样品留作付样。为防止样品污染，工作场所应与加工其它地质矿产样品严格隔离。

**9.4 样品加工粒度要求达到-0.074mm(200 目筛)，**不需过筛，用手感检查。为保证加工粒度要求，质量检查人员应每天在已加工好的样品中随机抽取一定数量的样品（3~5%），从中分出 5g 过筛检查，不合格者全部返工重新破碎。

**9.5 >20 目样品采用刚玉质为内衬的颚式破碎机，**反复破碎至粒度为-0.955mm(20 目筛)，用不锈钢筛过筛后，经混匀、缩分出 100g 样品，用无污染磨样机全部磨碎至-0.074mm(200 目筛)，剩余-20 目样品作粗粒级付样保存。

**9.6 测定金元素时，可从全部样品中缩分出部分样品，用不含金元素污染的铁质合金磨具加工。（只测金）**

**9.7 每加工完一个样品，**均需彻底清洗所有机具，玛瑙罐、玛瑙球等须用水清洗、烘干（或

风干), 刚玉罐、刚玉球等须用草酸浸洗, 立式、卧式刚玉质磨盘粉碎机须用石英砂或待加工样品磨洗, 方可进行下一个样品加工。

**9.8** 加工完毕样品, 根据测试项目要求, 便于称样需对样品进行分装, 分别装入带内塞的聚乙烯塑料瓶或玻璃瓶中(测定 Hg 用), 其余样品装入牛皮纸袋中(用作其它元素测定用), 分装后剩余样品另外装瓶, 留作分析付样保存。

**9.9** 样品加工全过程损耗率( $(\text{样品总质量}-\text{破碎后样品质量}) \times 100\% / \text{样品总质量}$ )不得超过 5%, 缩分误差不得大于 3%, 过筛率必须在 98% 以上。

**9.10** 1: 250000 或 1: 50000 中比例尺工作的整个 1: 50000 图幅样品分析完成后, 应将分析样品和付样(包括粗粒级付样、细粒级付样)按批次、样品号码顺序装箱保存。

**9.11** 实验室对分析付样(包括粗粒级付样、细粒级付样)保存时限, 为测试成果报告发出后三个月。送样单位需保留付样者, 应及时取回保管。送样单位声明不需保留付样者, 由实验室处置。

## **10 样品分析及质量监控、质量评估**

**10.1** 1: 250000 和 1: 50000 工作比例尺的样品中分析测试元素、质量监控、技术要求和质量评估应遵照《区域地球化学勘查规范》和《地球化学普查规范》要求执行。

**10.2** 大比例尺工作样品的分析测试元素, 应选择所处成矿带内主要成矿元素和指示元素。一般需选择十余种元素或数十种。同一成矿带分析元素的选择应保持一致。本规范列举了 33 种元素供选择(见表 2)。如因工作需要, 分析元素的选择超出了表 1 列举的 33 种元素, 其超出元素可参照 DD2005-01《多目标区域地球化学调查(比例尺 1: 250000)》规范要求执行。

**10.3** 用于大比例尺工作样品分析的各种分析方法, 需遵循下列原则:

- a. 土壤样品中所要求测定的元素(除 As、Sb、Bi、Hg 外)都是指它们的全量, 不能用酸溶量和偏提取量替代。
- b. 分析方法的各项质量指标, 包括分析方法检出限、准确度、精密度与《地球化学普查规范(比例尺 1: 50000)》要求相近似, 以保证样品的分析质量。
- c. 必须报出分析元素的定量结果, 不能用半定量或近似定量结果替代。
- d. 报出率必须满足规范或设计书要求。

**10.3** 选择元素的分析方法时, 应根据测区元素组合特征及含量情况, 根据本规范所规定的各种元素分析方法检出限、准确度、精密度, 优先选择分析方法质量参数好、效率高、成本低以及兼顾同一分析流程可同时测定多种元素的原则, 合理优化配置分析配套方案, 无论采用何种分析方法, 其分析方法的各项质量指标, 必须达到本规范 10.4 的各项要求, 以保证样品分析质量。

### **10.4 分析方法的技术要求**

**10.4.1** 土壤样品分析方法检出限要求(见表 2):

表 2 土壤地球化学测量样品元素分析检出限要求

元素	检出限 (μg/g)	元素	检出限 (μg/g)	元素	检出限 (μg/g)
Ag	0.03	F	100	Sb	0.2
As	1	Fe	1000	Sn	1
Au	0.0003	Hg	0.005	Ti	100
B	5	La	40	Th	5
Ba	50	Li	10	Sr	10
Be	1	Mn	30	U	1
Bi	0.1	Mo	0.5	V	20
Cd	0.1	Nb	5	W	0.5
Co	1	Ni	3	Y	7
Cr	15	P	100	Zn	15
Cu	1.5	Pb	5	Zr	10

**10.4.2** 分析方法检出限要求是指用于大比例尺土壤地球化学测量样品的各种分析方法最低要求, 能否满足某一测区样品分析要求, 还须以各元素报出率来衡量, 报出率低于 85%时, 说明所用分析方法不能满足该测区样品分析要求, 需采用检出限更低的分析方法进行分析。

#### 10.4.3 土壤样品分析方法准确度要求

分析方法的准确度用国家一级标准物质进行考核, 选用 8 个 (包括高、中、低含量) 不同类别 (水系沉积物、土壤) 的国家一级标准物质 (GBW 系列), 用选定的土壤样品分析方法, 对每个国家一级标准物质分析 12 次, 并分别计算每件标准物质每种元素测量值的平均值与标准值之间的对数偏差 ( $\overline{\Delta \lg C}$ ), 其结果应符合表 3 准确度的要求。

表 3 分析方法准确度、精密度要求

允 示 许 法 限  含量范围	表 方	准 确 度	精 密 度
		$\overline{\Delta \lg C} (\text{GBW}) =  \lg \bar{C}_i - \lg C_s $	$\text{RSD\%} (\text{GBW}) = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_s)^2}{n-1}}}{C_s} \times 100$
检出限三倍以内		$\leq 0.13$	$\leq 15$
检出限三倍以上		$\leq 0.11$	$\leq 10$
>1%		$\leq 0.07$	$\leq 7$

注:  $\bar{C}_i$  为每个 GBW 标准物质 12 次实测值的平均值;  $C_s$  为 GBW 标准物质的标准值;

$n$  为每个 GBW 标准物质测量次数;  $C_i$  为每个 GBW 标准物质单次实测值。

#### 10.4.4 土壤样品分析方法精密度要求

分析方法的精密度, 是指在一定条件下对样品进行多次测定, 各次测定数据之间符合程度, 反映了多次测定值波动幅度的大小。分析方法的精密度用国家一级标准物质进行考核,

选用 8 个（包括高、中、低含量）不同类别的国家一级标准物质（GBW 系列），用选定的土壤样品分析方法，对每个样品分析 12 次，并分别计算每件标准物质每种元素 12 次测量值与标准值之间的相对标准偏差（RSD%），其结果应符合表 2 精密度的要求。

10.5 质量控制

10.5.1 土壤样品分析质量控制，包括实验室内部质量控制和实验室外部质量控制。

实验室内部质量控制包括：分析方法控制、分析方法质量指标控制、准确度控制、精密度控制、报出率控制、重复性检验控制、日常分析监控图的控制和分析人员自我控制。

实验室外部质量控制包括：外部监控样各元素合格率控制、外部监控样各元素标准值与测量值相关系数控制、外部监控样各元素标准值与测量值的双样本方差检验（F 检验），元素地球化学图控制。

10.5.2 实验室内部质量控制

10.5.2.1 土壤样品准确度控制

采用分析国家一级标准物质方法或由各省研制的监控样方法进行控制。按不同样品类别，分别在每 50 个编号中，在预先留出 5 个空号内，插入 2 件（另二个空号为外部控制样，一个空号为重复采样）同类别国家一级标准物质或由各省研制的监控样，与样品一起分析，按 100 个号码为统计单元，分别计算每种元素，每件标准物质或监控样品，每次测定的测量值与标准值的对数差（ $\Delta \lg C$ ），应符合日常分析准确度要求（见表 4），一次原始合格率要求  $\geq 98\%$ 。

金元素分析准确度，采用分析国家一级标准物质方法进行控制。按不同样品类别，分别在每 50 个样品编号中，在预先留出 5 个空号内，插入 2 件同类别国家一级标准物质，与样品一起分析，按 100 个号码为统计单元，分别计算每件标准物质每次测定的测量值与标准值的相对偏差（ $RE\% = ((A_i - A_s) / A_s \times 100)$ ），应符合金元素标准物质和样品日常分析准确度要求（见表 5）。一次原始合格率要求  $\geq 90\%$ 。

表 4 日常分析准确度、精密度要求

允 许 含量范围	表示 方法	准 确 度	精 密 度
		$\Delta \lg C (GBW) =  \lg C_i - \lg C_s $	$\lambda = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lg C_i - \lg C_s)^2}{n-1}}$
检出限三倍以内		$\leq 0.17$	$\leq 0.20$
检出限三倍以上		$\leq 0.15$	$\leq 0.17$
1~5%		$\leq 0.10$	$\leq 0.15$
>5%		$\leq 0.07$	$\leq 0.07$

表 5 金元素标准物质和样品日常分析准确度要求

含量范围 (ng/g)	相对偏差 = $\frac{ A_1 - A_2 }{\frac{1}{2}(A_1 + A_2)} \times 100\%$
0.3~1	≤100
1~30	≤66.6
> 30	≤50

#### 10.5.2.2 土壤样品精密度控制

采用分析国家一级标准物质或由各省研制的监控样方法进行控制。国家一级标准物质或由各省研制的监控样插入方法同 10.5.2.1，按 100 件样品为统计单元，分别计算每种元素四件标准物质或监控样测量值与监控标准值之间的平均对数差的标准偏差（ $\lambda$ ），应符合日常分析精密度要求（见表 4），一次原始合格率要求≥98%。

#### 10.5.2.3 日常分析质量监控图

将 10.5.2.1 和 10.5.2.2 计算的对数差（ $\Delta \log C$ ），和对数差的标准偏差（ $\lambda$ ）绘制质量监控图，以  $\Delta \log C$  或  $\lambda$  为纵座标，以对应的分析批次为横座标，标绘在厘米方格纸上，形成实验室的日常分析质量监控图，以便随时发现不合格的分析批次，及时查明问题和纠正。

#### 10.5.2.4 报出率控制

报出率（P%）是指实验室能报出元素含量数据（大于或等于方法检出限的数据）的样品数（N）占样品总数（M）的百分比（ $P\% = N/M \times 100$ ）。报出率（P%）是衡量选用的分析方法检出限是否满足测区样品元素分析要求的一项重要指标，报出率≥90%以上说明选用的分析方法检出限完全满足本测区样品分析要求。报出率低于 90%说明选用的分析方法检出限不能满足测区样品元素含量要求。应采取有效措施或采用更灵敏分析方法，降低方法检出限，满足报出率 90%以上要求。

#### 10.5.2.5 重复性检验控制（内检分析）

按所送样品总数随机提取一定比例 3%~5%样品，编成密码，交由熟练技术人员，单独进行重复分析，计算原始分析数据与重复性检验分析数据之间双份测定的相对偏差（ $RD\% = (A_1 - A_2) / \frac{1}{2}(A_1 + A_2) \times 100$ ），双份测定的相对偏差允许限  $RD\% \leq 50\%$ ，并统计合格率，要求一次原始合格率≥90%。

金元素的重复性检验，按所送样品总数随机提取一定比例为 3%~5%，样品，编成密码进行双份测定，其相对偏差允许限见表 5。并统计合格率，要求一次原始合格率≥90%。

#### 10.5.4.6 突变点的重复性检验（异常点抽查检查）

每个地区或每批样品分析完毕后，部分分析结果突变高点和突变低点，都意味着地球化学图上出现的正负异常，为了防止由于分析偶然误差而造成的地球化学图假象，应对突变高点和突变低点，进行重复性检验。重复性检验比例为 3%（金元素突变高值点应进行 100%检查）。突变点的重复性检验双份测定的相对偏差允许限等同采用样品重复性检验双份测定的相对偏差允许限，并统计合格率，要求一次原始合格率≥85%，金元素一次原始合格率要求≥80%。

#### 10.5.4.7 日常分析中质量分析人员自我控制

分析人员在每批分析中要严格按照要求,作全过程空白试验,工作曲线,标准物质与样品必须同时分析,计算公式必须正确,计算结果必须复查等。

#### 10.5.3 实验室外部质量控制

实验室外部质量控制是通过插入外部监控样来实施的,分别在每 50 个样品编号中,在预先留出 5 个空号内,插入 2 件(均匀插入)外部监控样,与样品一起分析,统计外部监控样测量值与标准值的各项质量参数,控制样品分析质量。

##### 10.5.3.1 外部监控样

**10.5.3.1.1** 外部监控样制备,运用现有的土壤国家一级标准物质,按不同比例配制成不同浓度、不同基体的外部监控样。

**10.5.3.1.2** 外部监控样的制备方法按标准物质制备要求、流程进行。

**10.5.3.1.3** 外部监控样中各元素含量标准值确定。原则上按原标准物质各元素含量标准值及参加配制监控样的比例,经计算后成为外部监控样各元素试用值。

**10.5.3.1.4** 为了防止和杜绝在配制过程中出现的偶然差错,需对配制外部监控样进行均匀性和标准值检验,采用 X 射线荧光光谱分析法对其主成分进行至少 5 次分析,用其它灵敏分析方法(如 ICP、AAN 等),对痕量元素进行至少 5 次分析,分别取 5 次分析平均值与标准值进行比对,并计算平均值与标准值之间对数差  $\Delta \lg C \leq 0.05$  (绝对值),即可认为标准值的结果是准确的。否则配制的该外部监控样品应舍弃。

##### 10.5.3.2 外部监控样的插入

**10.5.3.2.1** 将配制的外部监控样,分别在每 50 个样品编号中,预先留出的 5 个空号内,均匀插入 2 件外部监控样,与样品一起分析。

**10.5.3.2.2** 外部监控样密码插入工作,由送样单位派员或由实验室质量管理人员在实验室样品加工完毕后进行。

**10.5.3.2.3** 外部监控样必需与样品同时分析,每份外部监控样,只允许进行单份测定,不得进行双份或多份分析后取平均值。

##### 10.5.3.3 外部监控样各元素分析质量参数的计算

**10.5.3.3.1** 以 50 件外部监控样为一个统计单元,作如下统计:

a. 统计每一种元素单个外部监控样测量值与标准值的对数差 ( $\Delta \lg C$ ),并按表 3 日常分析准确度、精密度要求,统计每个元素单个外部监控样的合格率,要求一次原始合格率  $\geq 85\%$ 。以考查样品分析的准确度。

b. 统计每一种元素 50 件外部监控样测量值与标准值二组数据间的相关系数 ( $r$ ),要求  $r \geq 0.85$ 。以考查样品分析的偶然误差。

c. 统计每一种元素 50 件外部监控样测量值与标准值二组数据间的方差分析 ( $F$  检验),要求  $F$  检验值  $\leq F$  临界值。以考查外部监控样测量值与标准值二组数据间是否等精度。

d. 统计每一种元素 50 件外部监控样测量值与标准值的最大值、最小值、中位值、平均值、标准偏差等参数。以考查外部监控样测量值与标准值二组数据间分布情况及特征。

**10.5.3.4** 以元素为单元，某元素外部监控样的质量参数中有一项参数不合格时，应绘制该元素的外部监控样标准值和测量值虚拟地球化学图，并进行图形进行相似性对比。

**10.5.3.5** 根据提交的元素分析数据绘制元素地球化学图，观察其成图效果，以判断样品分析质量。

## **10.6 质量评估**

**10.6.1** 实验室内部质量控制及质量评估是对每一分析批次、每人、每天分析质量按控制界限要求，所进行的实时控制，以判断分析人员的素质、环境、试剂材料、仪器设备是否处于正常运行及受控状态等进行评估。

**10.6.2** 实验室外部质量控制及质量评估是送样单位即用户对实验室所报出的分析数据的可靠性，可利用性是否达到合同或协议规定的要求，是否符合有关规程、规范的要求进行的评估。

**10.6.3** 每个一批样品分析工作结束后，实验室必须及时地对最终报出的样品分析数据的可靠性和合理性进行全面的、综合的质量评估，并提交质量评估报告，报告内容包括：

- （一）任务来源；
- （二）采用的分析方法及分析方法的摘要；
- （三）分析方法的质量参数，分析方法检出限、准确度和精密度；
- （四）整个图幅各元素的报出率、总报出率；
- （五）国家一级标准物质的准确度参数；
- （六）重复性检验的合格率；
- （七）异常点重复性检验的合格率；
- （八）所采取的技术措施；
- （九）质量控制图。
- （十）外部质量控制监控样各项质量参数（合格率、相关系数、F 检验）完成情况。

## **11 数据处理与地球化学图编制**

**11.1** 1:250000 和 1:50000 工作遵照《区域地球化学勘查规范》和《地球化学普查规范》要求执行。

**11.2** 大比例尺土壤测量的数据整理包括对原始资料质量检查记录等内容的整理和建立数据库

### **11.3 数据库**

**11.3.1** 大比例尺土壤地球化学测量数据库是以原始采样信息、基本图件和分析数据为数据源，按单项目工作区建立数据库。

**11.3.2** 数据库软件采用通用的数据库系统和可互换的格式。

#### **11.3.3 数据库内容**

**11.3.3.1** 野外调查资料：野外获取的第一手资料，包括定位的 GPS 坐标数据（含投影信息）、

各类采样信息、异常查证记录、质量检查记录与验收文据、数字照片与摄像资料、以及野外工作相关描述信息等。

**11.3.3.2 分析数据：**面积性测量实验室分析结果和分析质量评估数据，异常检查分析数据及其质量监控数据等。

**11.3.3.3 图形数据：**野外调查工作布置的基本图件及与地球化学推断解释相关的图件，包括工作布置图、采样点位（实际材料）图、地球化学景观图等。

## **11.4 地球化学参数统计**

**11.4.1 大比例尺土壤测量**对所获取的分析数据均应进行全区和按子区(如地质单元)的基本参数统计。

**11.4.2 统计参数**包括样本数(N)、面积(S)、算术平均值(X)、标准离差(So)、变异系数(CV)、逐步剔除平均值加减3倍标准离差后的算术平均值(Xo)、几何平均值(Xg)、中位数(Me)以及最大值(Xmax)、最小值(Xmin)。

## **11.4 地球化学图编制**

**11.4.1 大比例尺土壤测量图件**按其性质可分为四类：原始数据图、地球化学图、地球化学异常图、解释推断图。

**11.4.2 原始数据图**包括采样点位（实际材料）图和异常查证实际材料图。

**11.4.2.1 采样点位图**主要内容包括水系、主要居民点、主要地物标志、交通道路、高斯方里网格、经纬度坐标、采样点位置及采样信息和分析数据信息属性。重复采样、质量检查点以不同颜色或符号标注。

### **11.4.2.2 异常查证实际材料图**

异常查证工作完成后，编制异常查证实际材料图。一般宜在同比例尺的地质矿产底图或综合异常图上投放完整的异常查证实际材料，包括面积性加密样点，异常查证地质-化探剖面，查证时随机采集的各类样品点位，槽探、坑探、钻探工程位置等。

## **11.4.3 地球化学图**

**11.4.3.1 编制地球化学图**应使用已编制好的数字化地理图作为底图，以单元素数据勾绘等量线成图，比例尺与工作比例尺相同。

### **11.4.3.2 地球化学图等量线间隔选取**

a)采用累积频率的分级方法，推荐：0.5、1.2、2、3、4.5、8、15、25、40、60、75、85、92、95.5、97、98、98.8、99.5 分级间隔对应的含量作等量线勾绘，可根据工作区数据的分布特征进行适当调整，使地球化学图能客观反映区内地球化学、地质、矿产分布特征。采用累积频率分级法确定等值线间隔应对元素的测试精度进行分析，以保证等值线的可靠性。

b)采用0.11g(μg/g和ng/g)含量间隔(表7)。当数据为异常含量和等量线过密时，可适当将等量线抽稀为0.21gμg/g(或ng/g)或更大，使等量线图面上间距不小于0.7mm。

表 7 地球化学图等量线间隔值表

等量线值 lgμg/g (或 ng/g)	图上标注的真值 μg/g (或 ng/g)	等量线值 lgμg/g (或 ng/g)	图上标注的真值 μg/g (或 ng/g)
...	...	1.1	12.5
0.1	1.3	1.2	16.0
0.2	1.6	1.3	20.0
0.3	2.0	1.4	25.0
0.4	2.5	1.5	32.0
0.5	3.2	1.6	40.0
0.6	4.0	1.7	50.0
0.7	5.0	1.8	63.0
0.8	6.3	1.9	79.0
0.9	7.9	2.0	100.0
1.0	10	...	...

#### 11.4.3.3 色区设置

分级色阶的选取方式为：以冷色调（兰色）作为低值区，暖色调（红色）为高值区，随着数据的增大，颜色变暖，即由兰—绿—黄—红—深红变化，各色区内不同含量线间隔还可以用过渡色阶表示。色区划分参照表 8。

表 8 地球化学图色区设置

色区及（区名）	元素含量范围（μg/g 或 ng/g）	元素累积频率
蓝（低值区）	$< \bar{X}_0 - 1.65S_0$	$< 15\%$
浅蓝（低背景区）	$\bar{X}_0 - 1.65S_0 \sim \bar{X}_0 - 0.5S_0$	$15\% \sim < 25\%$
浅黄（背景区）	$\bar{X}_0 - 0.5S_0 \sim \bar{X}_0 + 0.5S_0$	$> 25\% \sim \leq 75\%$
浅红（高背景区）	$\bar{X}_0 + 0.5S_0 \sim \bar{X}_0 + 1.65S_0$	$> 75\% \sim \leq 95\%$
红（高值区）	$\bar{X}_0 + 1.65S_0 \sim \bar{X}_0 + 4S_0$	$> 95\% \sim \leq 98.5\%$
深红（强高值区）	$> \bar{X}_0 + 4S_0$	$> 98.5\%$

#### 11.4.3.4 地球化学图图式、图例和用色标准，按中华人民共和国地质矿产行业标准 DZ/T0075-93 执行。

11.4.3.5 地球化学图框外应附直方图、景观分区角图、色阶、分析质量参数表、责任表、线型比例尺等。责任表中应有样品分析单位。直方图含量坐标一律取对数，其组距可采用  $0.1 \lg \mu\text{g/g}$  或  $\text{ng/g}$ 。为使所有整数数值均可落在组段之内，组端值规定小数点后第二位数字为 7(对数负值为 3)（见表 9）。每个直方图上要标注地质单元名称（或符号）、样品数  $n$ ，平均值  $\bar{X}$ ，标准离差  $S$  和变异系数  $CV$ 。

表 9 直方图数据分组间隔表

组端值 lgμg/g (或 ng/g)	包含的数据值 μg/g (或 ng/g)	组端值 lgμg/g (或 ng/g)	包含的数据值 μg/g (或 ng/g)
...	...	0.77~0.87	5.89~7.41
-0.23~-0.13	0.59~0.74	0.87~0.97	7.41~9.33
-0.13~-0.03	0.74~0.93	0.97~1.07	9.33~11.75
-0.03~0.07	0.93~1.17	1.07~1.17	11.75~14.79
0.07~0.17	1.17~1.48	1.17~1.27	14.79~18.62
0.17~0.27	1.48~1.86	1.27~1.37	18.62~23.44
0.27~0.37	1.86~2.34	1.37~1.47	23.44~29.51
0.37~0.47	2.34~2.95	1.47~1.57	29.51~37.15
0.47~0.57	2.95~3.72	1.57~1.67	37.15~46.77
0.57~0.67	3.72~4.68	1.67~1.77	46.77~58.88
0.67~0.77	4.68~5.89	...	...

#### 11.4.4 地球化学异常图

##### 11.4.4.1 单元素异常图

a) 直接用异常下限值勾绘异常，并以一定的含量等级划分出异常浓度外带、中带和内带。当数据为单一地质单元或数据基本符合正态分布时，按照全区异常下限值 $\times 2^n$ 圈定异常（其中  $n=0, 1, 2, 3, 4, \dots$ ），以异常的 1~2、2~4、4~8 倍划分三个浓度带，勾绘异常外、中、内带。

b) 采用异常衬度值勾绘异常，当数据为两个以上的多个母体分布时，可依多个母体分别统计出的衬值，或采用大窗口移动平均的方法求取背景趋势面，以原点数据除以趋势面值求得该点衬值，统一确定衬度异常下限，勾绘异常。

c) 异常图上均应表明异常图作图方法、作图参数和异常图例。

##### 11.4.4.2 组合异常图

组合异常图是在单元素异常的基础上，根据研究对象的元素组合的特征，选择 3~5 个元素编绘。在元素组中，选择具有 3 个异常浓度带的元素，确定的一个主要元素，用面色表示，异常三个浓度带分别为橙色、浅红、红色。其他元素按异常下限圈定，用线表示，并用不同颜色区分。

##### 11.4.4.3 综合异常图

综合异常图是在组合异常图的基础上，研究几组元素的空间分布规律的综合性图件。将空间上密切相伴、同种成因的所有元素异常，归并为一个综合异常。每个综合异常代表几组异常的集合表现，用线圈闭异常范围，并将元素组合标于线上，如： $Au_3^2 - Cu_3^1 - Pb_2^2 - Zn_2^2$ ，即  $Au_3^2$  的上角标 2 为具两个浓集中心，下角标 3 为具三级浓度带。

11.4.4.4 地球化学异常图图式图例要求参见 DZ/T0075-93。

#### 11.4.5 推断解释图编制

推断解释图是在分析研究各类地球化学图的基础上,按地质意义推断解释的图件。包括推断地质构造图、找矿预测图等。

#### 11.4.6 综合剖面图应附随地形变化的地质断面。

## 12 异常评价

**12.1** 异常评价任务主要有:解释推断引起异常的原因,区分矿异常与非矿异常,预测异常的找矿前景及提出异常查证工作建议。异常评价主要包括异常的解释推断、异常排序筛选和异常查证。

**12.2** 1: 250000 和 1: 50000 比例尺工作的异常评价遵照《区域地球化学勘查规范》和《地球化学普查规范》要求执行。

### 12.3 大比例尺土壤测量异常的解释推断

**12.3.1** 研究局部异常特征,包括异常规模:异常下限(T)、异常平均值( $\bar{C}_a$ )、异常衬度( $A_c$ )、异常最高值( $C_{max}$ )、异常面积( $A_a$ )、异常规模( $A_d$ );异常的结构:形态、异常浓度分级(K)、异常元素组合(AEC)、异常元素分带(k)等特征。

**12.3.2** 研究异常地球化学景观特征,所在地的气候,地形条件、疏松覆盖物的情况。

**12.3.3** 研究异常与已知矿产、构造、蚀变和剥蚀程度等的对应关系。重点研究已知矿产、构造、蚀变等与异常规模、异常形态、异常浓集中心、异常元素组合及分带等的对应关系。

**12.3.4** 综合分析地球化学异常与地球物理和遥感异常的关系。

### 12.3.5 异常成因分析

异常的成因大体上可分为四类:

- a. 由成矿地质作用或矿体引起。
- b. 由地质体引起。
- c. 人为原因引起,如废矿堆、选矿厂尾砂、运矿道路、冶炼厂及样品沾污等。
- d. 由表生作用引起。如残余富集,生物富集,重力分选,选择性吸附,表生淋滤等。

通常四种情况往往交织在一起,通过异常综合分析,对异常成因给出明确结论。

## 12.4 异常分类

### 12.4.1 确定矿异常与主成矿元素

根据化探异常特征推断可能的主要成矿元素及矿床类型的主要方法有:用成矿元素的面金属量(NAP)大小结合异常的浓度分带特征来识别主要成矿元素;用综合异常中单元素异常的成矿度(DOM)来判断主成矿元素;用元素组合的比值法来识别异常所反映的矿化类型;用矿床学研究中常见的成矿元素组合来判断矿化类型;用异常元素组合及特征参数来判断主成矿元素和矿化类型等等。

**12.4.2** 通过引起异常的原因分析研究、结合元素地球化学图、组合异常图、综合异常图、异常检查结果,对异常进行评价分类(表 10),对异常找矿前景的分类应根据不同阶段异常查证的结果对异常分类进行调整。

表 10 异常分类表

类	定义	亚类	定义
A	已有矿存在的异常	A <sub>1</sub>	有进一步扩大矿床（点）找矿远景或发现新矿种前景的异常
		A <sub>2</sub>	发现的矿能很好地解释引起异常原因的异常。
B	推断的有找矿潜力的异常	B <sub>1</sub>	推断可能发现大中型矿床的异常
		B <sub>2</sub>	推断可能发现中小型矿床的异常
		B <sub>3</sub>	推断可能发现矿点及其以下矿的异常
C	其他异常	C <sub>1</sub>	能为找矿以外的其他领域提供研究信息的异常
		C <sub>2</sub>	性质不明的异常
		C <sub>3</sub>	目前条件下无找矿意义的异常

### 12.5 异常筛选

**12.5.1** 以地球化学异常特征进行异常筛选。将地球化学异常的参数，如面积、强度、规模、元素组合、比值、分带特征、矿化迹象、地质构造特征等，用数学方法来描述、建立数学模型，用于异常筛选与评序。

**12.5.2** 以矿床成矿模式和地球化学勘查模型结合进行异常筛选。将地球化学异常特征及与矿床成矿模式和地球化学勘查模型进行对比研究，进行异常筛选与评序。

**12.5.3** 异常综合筛选方法。用获取的地质、矿产、物探、化探、遥感等资料综合判断地球化学异常与经济价值矿床的相关性，从而建立多元信息找矿模型，对异常进行筛选与评价。

### 12.6 异常查证工作建议

在每一阶段的异常评价中均应提出下一阶段的异常查证的工作建议。异常查证工作建议应明确异常查证工作阶段性质、主攻矿种及矿床类型，提出相应的技术思路、方法技术组合、实物工作量。

### 12.7 异常查证

原则上应对发现的 A<sub>1</sub>、B 两类异常全部进行查证，并达到异常踏勘检查工作程度。有找到大型超大型矿床远景的重要异常应达到异常详细检查工作程度。

**12.7.1** 异常踏勘检查主要工作是进一步缩小找矿靶区，追踪异常源，查明异常的地质起因。常用的方法是更大比例尺的地质物化探综合剖面测量、地质草测及少量轻型山地工程。

**12.7.2** 异常详细检查主要工作是进一步圈定异常，地表揭露和圈定矿（化）体、控制其规模，基本查明其成矿地质背景，控矿地质条件，为深部工程验证提供依据。选择的方法技术主要是面积性的更大比例尺的物化探、地质测量及系统的轻型山地工程。

**12.7.3** 异常查证中都应尽可能使用样品现场分析测试方法技术，以最大限度的缩短异常查证周期，提高异常查证效率。

**12.7.4** 每一异常的查证工作结束后均应编制单独的异常查证简报及系列图件。

**12.8** 在异常编图、异常推断评价、异常分类、异常查证等项工作完成后，应逐一对圈定的异常区进行登记，编制地球化学异常登记卡表（见附录 H），并储存于数据库中。

## **13 成果报告编写**

**13.1** 野外工作和分析测试结束后，应系统进行资料整理、图件编制、综合研究和报告编写。土壤地球化学测量报告包括文字报告和附图两部分。其中 1: 250000 和 1: 50000 比例尺报告应遵照《区域地球化学勘查规范》和《地球化学普查规范》要求执行。

### **13.2 文字报告内容及编写要求**

#### **13.2.1 序言**

主要说明项目来源及任务目标，完成的工作量，主要成果概述等。

#### **13.2.2 工作区地质、地球物理、地球化学特征**

主要介绍本地区自然地理、地质、矿产资源分布概况，地球化学特征；简述前人完成的地质、矿产、物探、化探、遥感地质工作。

#### **13.2.3 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**

主要包括采样方法选择及布局、采样密度、采样介质、部位、粒级，样品加工方法的选择与确定，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；样品分析质量内部监控方法及其质量评述；样品分析测试外部监控方法及其质量评述。

##### **c. 数据处理及地球化学图件编制**

背景值和异常下限以及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，地球化学图、异常图、综合异常图等编图方法。

##### **d. 异常筛选与查证方法**

包括异常分类方法、异常筛选方法，异常查证采用的方法。

#### **13.2.4 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、地球化学元素分布规律、各元素之间的关系进行分析、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；对地球化学异常与已知矿床间的关系进行论述。

#### **13.2.5 异常评价**

对区内的异常登记、异常分类、排序成果进行总结；对重要异常查证成果进行评述；对区内资源潜力作初步评价；对地球化学成果在基础地质等方面的应用进行分析；问题提出与讨论。

#### **13.2.6 结论与建议**

对通过地球化学普查获得的重要找矿信息、元素富集规律、重要异常的矿产潜力初步评价等取得有主要成果进行总结；对下一步工作部署、工作方法、找矿方向等提出较具体的方

案、意见、建议。

### **13.3 报告需附地球化学普查图件和异常查证图件**

**13.3.1** 地球化学普查图件包括单元素地球化学图、地球化学组合异常图、地球化学综合异常图、地球化学综合解释推断图。

**13.3.2** 异常查证图件包括重要异常剖析图，重要异常查证平面、剖面图。

## **14 汇交资料要求**

汇交资料包括：土壤地球化学测量数据库、采样点位图、异常查证实际材料图、异常登记表册、土壤地球化学测量成果报告。