

doi: 10.11720/wtyht.2018.0191

严己宽, 玉强忠. 地球化学勘查固体样品采集的野外质量评价指标[J]. 物探与化探, 2018, 42(6): 1112–1115. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2018.0191>

Yan J K, Yu Q Z. The field quality evaluation index of solid sampling in geochemical exploration[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2018, 42(6): 1112–1115. <http://doi.org/10.11720/wtyht.2018.0191>

# 地球化学勘查固体样品采集的野外质量评价指标

严己宽, 玉强忠

(广东省地球物理探矿大队, 广东 广州 510800)

**摘 要:** 我国现行规范给出了采集固体地球化学样品的各项要求和简单易行的质量评价方法。为了更全面地反映采样相关要求, 笔者综合分析讨论了国内外地球化学勘查中采样方法、采样影响因素等方面的研究成果, 从样品与样本两个层次, 样品属性、空间与时间三个维度, 提出以采样合规性、代表性、针对性、均匀性和时间性等“采样五性”作为衡量固体地球化学样品质量的指标体系, 并对采样代表性、针对性指标进行了量化, 对于评价采集固体地球化学样品的野外工作质量具有较明确的实用价值。

**关键词:** 固体地球化学样品; 野外质量评价; 评价指标

**中图分类号:** P632

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-8918(2018)06-1112-04

## 0 引言

固体地球化学样品主要包括岩石、土壤和水系沉积物, 在特定景观条件下也包括岩石风化碎屑、湖积物、风积物或冰积物等。

样品采集是地球化学勘查工作的首要和关键环节, 采集的样品是否满足或在多大程度上满足工作要求, 尚无比较完善的评价方法。笔者从样品与样本两个层次, 样品属性、空间与时间三个维度出发, 提出以采样合规性、代表性、针对性、均匀性和时间性为衡量采样质量的“采样五性”, 并对部分指标进行了量化, 以资料能反映真实地质特征为前提, 就地球化学勘查样品质量进行评价。

## 1 样品采集质量评价现状

我国现行地球化学勘查规范<sup>[1-4]</sup>规定了固体地球化学样品的采样密度、采样点布设原则、采样位置、采样物质、采样深度、采样(组合)方法和样品重

量等, 以确保采样质量。用重复样的方式评估土壤与水系沉积物地球化学样品是否满足要求。当重复样和原样的相对双差合格率 $\geq 85\%$ 时为合格, 否则应对不合格原因进行溯源和改正。这种评价方式简单可行, 但信度未知, 对少数样品超差的程度没有限制, 对不同元素没有区别评价, 缺少空间概念, 没有回应上述各质量控制环节的具体要求。尽管 2010 年张华等对《区域地球化学测量规范》进行重新修改时, 对利用重复样监测样品质量合格度做了较明确的规定, 但由于种种原因, 该规范未获通过, 使其他规范失去了参考依据。规范<sup>[2]</sup>规定测区水系沉积物测量样点总控制面积应 $\geq 75\%$ , 却没有明确详细的计量要求。

旧版规范<sup>[5]</sup>使用了三层套合方差分析置信度临界值的方法, 在当时半定量或近似定量分析的基础上识别出采样与分析误差是否掩盖区域真实的地球化学变化, 而对于采样与分析误差哪个是主要影响因素, 以及如何去判别则没有明确规定。三层套合方差分析结论简单, 要求变量相互独立的前提通常难以满足, 不能有效地识别局域化显示的显著系

收稿日期: 2018-05-15; 修回日期: 2018-08-22

基金项目: 科技部国家重点研发计划项目“穿透性地球化学勘查技术”(2016YFC0600600)

作者简介: 严己宽(1966-), 男, 教授级高级工程师, 毕业于长春地质学院, 一直从事地质地球化学勘查研究工作。

统分析误差及识别样品的质量,因此新规范没有保留该方法。

规范<sup>[6]</sup>中没有对岩石与构造地球化学测量采样质量提出合格性评价指标,主要是因为岩石中元素分布的不均匀性突出,小样量采样重现性差,偶然性误差很难控制,不宜采用计算重复样和原样相对双差的方式对采样质量进行评价。

2 采样质量评价要素

2.1 采样方法

样品质量与采样方法直接相关。  
De Gruijter 等提出自然资源监测采样可分为两种基本方式:基于模型的采样(model-based sampling)和基于设计的采样(design-based sampling)<sup>[7]</sup>。前者基于模型假说,有目标地采样,如基于变量的空间变化规律的地质统计学采样、根据专家知识或者对象—环境要素关系的的目的性采样等<sup>[8]</sup>,适用于描述一个区域内每一位置上的对象;后者基于经典统计抽样理论,无目标、随机地采样,包括简单随机采样、系统随机采样、分层简单随机采样、二级随机采样、群组随机采样、分层群组随机采样<sup>[7]</sup>等,适用于描述一个区域内对象全体的统计特征。

水系沉积物地球化学采样强调最大限度且高效地覆盖工作区,属于基于设计的采样,采样时主要考虑地理空间位置特征等。

土壤采样以土壤—环境模型为基础,属基于模型的采样。Jenny 把土壤描述为气候、生物、地形、母质和时间的函数<sup>[9]</sup>,McBratney 则补充将土壤本身和空间位置作为采样的重要考虑因素<sup>[10]</sup>。布设土壤采样点时通常考虑了土壤发育特征及土壤与地质、生态环境的关系,使用了专家知识。

岩石是地质作用的产物,采样时主要考虑地质对象与样品属性的关系,是基于模型的采样。

面积性岩石与土壤地球化学勘查采样要求对工作区实现全覆盖<sup>[1-4,6]</sup>,因此具有不同程度的设计性质。混合使用前述两种基本采样方式的情况非常普遍。

2.2 采样的层次与关联

以找矿为目的的地球化学勘查通常采样介质比较单一,岩石、土壤或水系沉积物选其一或以其中一种为主,采样时主要考虑样品与找矿对象的关系。21 世纪以来,随着农业、生态环境地球化学调查评价工作的广泛开展,工作目标多了,多介质协同采样

越来越普遍<sup>[1,11]</sup>,固体样品采集时需要更多地考虑它在样品系统中的定位。

从统计与地球化学勘查的角度,采样需要考虑到样本与总体、样品与采样单元、样品与样品、样品与样本、样本与子样本的关系(图 1)。

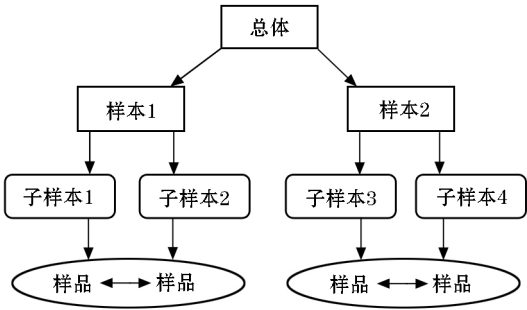


图 1 地球化学采样总体、样本与样品的关系

总体指的是固体地球化学勘查期望反映的对象,如一定时空的地质体或矿床、土地或土壤、污染源等等。

样本是合理布设的样品的集合,用于反映总体。如果采样介质单一,则一个工作区只有一个样本;在环境复杂或目标多样的情况下,可能有两个乃至多个样本。常见一个工作区根据景观差异及测量方法的覆盖程度,分别开展水系沉积物与土壤测量。

子样本指的是样品分别采集,但是出于节省成本或评价的需要按照特定单元进行了样品组合,单元内的样品就组成了一个子样本。特定单元可以是采样格子、水系、某类型土壤或地质构造单元等。

综上所述,在确定样品质量评价指标时,主要依据样品或样本自身属性及其与勘查目标的关系、空间位置与时间特性等,它们是样品质量评价的主要要素,决定了样品布设到采集等各个方面。

3 样品采集质量评价指标

考虑地球化学勘查中的总体、样本与样品的关系和样品质量评价要素,提出用“采样五性”:合规性、针对性、代表性、均匀性和时间性来评价采集的样品质量。

3.1 合规性

合规性指的是样品属性相对于规范或设计的符合性。样品属性包括自然或人为属性,前者如样品成分、含水率、样品颜色、样品重量等,后者如采集部位、采样深度、采样方式、受污染情况、保存条件等。自然属性为直接属性,人为属性为从属属性。

样品自然属性容易把握,比如样品成分、样品重量等。加大样品重量可以一定程度上缓解样品成分不理想问题。

人为属性除了保存条件外都属于易变类型,随着时间流逝,现场证据逐步灭失或受破坏,特别是土壤与水系沉积物采样现场。

规范<sup>[6]</sup>规定岩石测量原则上应采集新鲜的样品,但构造地球化学测量的采样点多分布在构造线上,受构造活动影响,岩石较破碎,易风化,往往难以做到样品新鲜。即便如此,该规定也可满足找矿要求<sup>[13-14]</sup>。但是如果有矿化蚀变,构造样不采却采了普通岩石样就属于不合规。

3.2 代表性

代表性指的是单个样品反映采样单元(格子)或采样对象以及样本反映总体的充分性。

样品代表性 = 样品代表的单元内面积 / 采样单元面积,取值 0~1。

样本代表性 =  $\Sigma$  样品代表性。

样品代表性理想值为 1。

水系沉积物样品代表的汇水面积是可计算的,但是用于计算样品代表性值的只有位于采样单元内的那部分,以格子为采样单元时,其大小应与比例尺、地貌特征相适应。采样格子与水系的不一致将导致上游水系沉积物样品代表性值偏小。1:5 万水系沉积物测量采样格子一般为 0.25 km<sup>2</sup>。

规范<sup>[2]</sup>对于水系沉积物测量样点总控制面积应 $\geq 75\%$ 的要求就是指样本代表性数值不小于采样单元总数的 75%;适当数量的控制性点位可以提高水系沉积物样本代表性;在地形破碎、水系短小的残山丘陵区,如果不大量采用组合样采集的方式,4 个样/km<sup>2</sup> 的采样密度很难满足样本代表性要求。

土壤介质的均匀程度一定范围内与坡积搬运距离和方向呈正相关,在其他因素相同、基岩裸露一半裸露条件下,单点样品的代表性以具有冲积特点的土壤最好,次为运积距离较短的坡积层土壤,基本为原地的残积层土壤最差。由于土壤形成的各层受成壤条件、地形、生物等影响大,不同层位样品的代表性是不一样的。因均匀性差,岩石样品的代表性不如土壤和水系沉积物,通常,其中的常量元素代表性好于微量元素<sup>[12]</sup>。岩石地球化学测量一般以突出采样单元中特定地质体、目标矿产等为目标,如构造地球化学测量主要目的是发现深部成矿信息,而不是构造的地球化学统计特征。在广东大宝山和石人嶂地区开展的面积性网格状构造地球化学测量结果表明,断裂构造样品占所采岩石样品的 50% 以上

时,可以取得很好效果<sup>[13-14]</sup>。

3.3 针对性

针对性是指单个样品反映采样单元(格子)或采样对象以及样本反映总体的专门性。

样品针对性 = 样品代表的采样单元内面积 / 样品代表的总面积,取值 0~1。

样本针对性 =  $\Sigma$  样品针对性。

样品针对性理想值为 1。

针对性不足通常出现在网格化水系沉积物采样时二级以上水系的样品采集中,其代表的汇水面积越大,针对性越差。

岩石、土壤样品一般不存在针对性不足问题,除非出现对于采样单元或采样对象的严重偏离。

3.4 均匀性

样品均匀性指的是样品物质成分的一致性。组合采样时由于每个分样点样品物质成分的差异,取样前是否拌匀再进行缩分将影响样品的代表性,除非每个分样点样品物质都全部取用。

样本均匀性指的是样品之间空间距离的变化性,它包括了样点空间位置的均一与代表面积的相近两个方面。均匀性要求主要体现在基于设计的面积性采样中,可以用邻近样点距离或代表面积的平均值、标准离差、变化系数来衡量。组合采样时,样品也是子样本。

因构造发育的方向性与差异性,构造地球化学测量样本均匀性通常不佳,但不影响其效果。

3.5 时间性

采样的时间性包括及时性与合时性两方面。

及时性指的是采样的时效性,具有相对特点,主要针对易变样品或指标,比如为了评价土壤对水稻的影响,需要在采集水稻样品时,同期采集根系附近土壤样品。指标易变样品及时送样分析问题属于样品预处理而不是采样质量讨论范畴。

合时性指的是采样的时机,主要针对易受环境影响样品,比如水系沉积物测量一般不在大雨或暴雨过后采样,水稻土一般不在稻田灌水后取样等。

4 问题与讨论

1) “五性”之中以合规性为根本,代表性为重点,体现了对样品性质的要求。“采样五性”对于样品和样本的适用是不完全一样的,其中代表性、针对性和时间性是通用的,合规性主要针对样品,均匀性主要针对样本。

2) 水系沉积物测量以格子为采样单元有利于采

样点布设的合理性和均匀性,以及其后的网格化成图,但样品对格子外区域的控制易产生重叠,按汇水盆地开展样品代表性计算、成图与成果评价更为合理。

3) 本文对于样品代表性的数值定义是狭义的。人们实际使用这一概念时含义可能较为宽泛,综合了狭义的代表性、针对性和合规性。

4) 水系沉积物样品代表性最好,适用于基于设计的面积性采样,但针对性差;岩石测量针对性最好,适用于基于模型的采样,但是代表性差;土壤样居中。

参考文献:

[1] 奚小环,任天祥,陈国光,等.DZ/T 0258-2014 多目标区域地球化学调查规范[S].2014.

[2] 陈国光,张华,叶家瑜,等.DZ/T 0011-2015 地球化学普查规范[S]. 2015.

[3] 任天祥,牟绪赞,张华,等.DZ/T 0167-2006 区域地球化学勘查规范[S].2006.

[4] 张华,孔牧,陈国光,等.DZ/T 0145-2017 土壤地球化学测量规程[S].2017.

[5] 孙焕振,任天祥,牟绪赞,等.DZ/T 0167-1995 区域地球化学勘

查规范[S].1995.

[6] 陈国光,张华,叶家瑜,等.DZ/T 0248-2014 岩石地球化学测量技术规程[S].2014.

[7] De Gruijter J J, Brus D J, Bierkens M F P, et al. Sampling for Natural Resource Monitoring [M]. New York: Springer, 2006.

[8] 杨琳,朱阿兴,秦承志,等. 基于典型点的目的性采样设计方法及其在土壤制图中的应用[J]. 地理科学进展, 2010, 29 (3): 279-286.

[9] Jenny H. Factors of soil formation, a system of quantitative pedology[J]. New York: Dover Publications, 1941.

[10] Mcbratney A B, Mendonc ML, Minasny S B. On digital soil mapping [J]. Geoderma, 2003, 117: 3-52.

[11] 唐金荣,金玺,周平,等.新世纪俄罗斯找矿地球化学之思考[G]//唐金荣,金玺,周平,等.地调情报(国外矿产勘查理论、方法和技术——俄罗斯勘查地球化学发展趋势).北京:中国地质调查局发展研究中心,2011,36(1):1-8.

[12] 刘英俊,曹励明,李兆麟,等. 元素地球化学[M]. 北京:科学出版社,1984.

[13] 严己宽,玉强忠,周文武,等. 矿山密集区地球化学场与找矿预测研究报告[R]. 广东省地球物理探矿大队,2015.

[14] 玉强忠,严己宽,伍卓鹤,等. 广东省北部矿集区找矿预测报告(地勘单位部分)[R]. 广东省地球物理探矿大队,2016.

The field quality evaluation index of solid sampling in geochemical exploration

YAN Ji-Kuan, YU Qiang-Zhong

(Guangdong Geophysical Prospecting Party, Guangzhou 510800, China)

**Abstract:** The requirements and simple quality evaluation method of solid geochemical sampling are given in China’s current norms. In order to more fully reflect sampling requirements, the authors have comprehensively analyzed and discussed the research results of sampling methods and sampling factors in China and abroad. From the two levels of sample and samples, the three dimensions of sample properties, space and time, the sampling compliance, representativeness, pertinence, uniformity and timeliness are used as the index system to measure the quality of solid geochemical sampling, and the representative and pertinent indexes are qualified. The new index has definite practicability for evaluating the quality of field sampling in geochemical sampling.

**Key words:** solid geochemical sampling;field quality evaluation;evaluation index

(本文编辑:蒋实)