

## 第五讲 地球化学样品的采集和加工处理

刘本立

(北京大学地质学系)

叙述了作者对地球化学样品采集和加工处理的作法和体会，重点涉及“氧碳同位素地球化学找矿模式”和“矿物包裹体综合找矿模式”研究中有关样品采、制的技术方法问题。强调亲自动手的重要性，提倡采组合样，精心加工处理，以取得可靠数据。

**关键词：**地球化学样品；采样；代表性；组合样；加工处理

地球化学研究所获取的样品只不过是“沧海之一粟”，而这“一粟”往往还要缩分成若干份，真正用来测试的部分是克，甚至于毫克量级。这样少的量能否代表宏观地质总体的缩影？关键是样品的代表性。这是地球化学研究获得第一性资料的第一步，是基础之基础。样品的合理采集和加工处理，是测试数据准确可靠的前提，准确可靠的测试结果才能作为科学结论的依据。严肃认真的研究者，应亲自动手或指导采、制样品。笔者在“氧碳同位素地球化学找矿模式”<sup>[1]</sup>和“矿物包裹体地球化学综合找矿模式”<sup>[2]</sup>等研究中，始终坚持亲自动手采样、加工处理，尽可能自己测试。研究工作中，首先明确要解决什么问题？为解决有关问题，如何采集具有代表性的样品？采样如何尽可能少，而代表性尽可能大？样品采集后需要经过哪些加工处理才能获得理想的代表性数据？在上述4个问题缺乏成套想法之前，暂不要开始实际的研究工作。即使地质队的工程师们，在送样之前也应将此类问题考虑清楚，处理得当，方能获得有意义的数据。

这篇短文，不打算、也不可能涉及“全面系统”的采样问题。只想讲点研究工作中的实际体会，供同事们参考。

### 样品数量与代表性样品

在研究工作中，凭样品的件数，测试的数量，并非万全之举。例如，某些科研讨论会上，或评审会上，常有人说：“我是以上百件硅酸盐全分析为前提。”“以几十件REE分析为基础”。似乎件数多了就好，实际上不一定。数量少者若代表性好，有时更能说明问题。依靠大量数据的统计，一般说来不值得提倡。

在地球化学发展历史上<sup>[3]</sup>，19世纪末克拉克最早收集了8600件岩石化学资料，从中选择出分析质量较好的5159件样品，作为计算岩石圈中火成岩平均化学成分的基础。对于水成岩他采用组合样品的化学全分析资料等。最终求出地壳平均化学成分（克拉克值）。他收集的资料包括各大洲的48个地区的资料。可谓之是大量的全面系统的工作了。20世纪30年代，戈尔德施密特认为，可以找出一种天然样品来代表岩石圈的平均化学成分，他取了77件冰川泥样品进行分析。大多数成分的平均值与克拉克（根据5159件岩石全分析计算结果）很接近。1962年维诺格拉道夫采用两份酸性岩平均化学成分加一份基性岩平均化学成分的方法，求出地壳的

元素丰度值。60年代以后,我国黎彤教授认为,要改进地壳元素丰度的计算工作,并提出了计算模型。该计算模型除了对全球地壳模型的认识而外,还“采取具有足够代表性的平均化学成分资料”。

从上述经典地球化学家的研究中不难发现,在确定克拉克值时,样品的数量并非关键,而真正重要的是样品的代表性。没有代表性的样品,数量再多也不一定有意义,而取尽可能少的代表性好的样品,却能够反映宏观地质的轮廓。

### 如何取得代表性样品

某地花岗岩类的K-Ar法年龄,各单位共作100多件,结果有海西、印支、燕山、喜山期等不同结论,各有各的测试数据。为要确定某岩体的时代,首先应取得具代表性的样品。

笔者在氧碳同位素研究工作中,曾去过7个省,15个矿区或地区,亲自采样、加工处理、双目镜下精选,同位素制样等达700件以上;在“矿物包裹体综合找矿模式”的研究中,曾亲手采样,确定切片方向,样品加工处理,确定观察与测试的项目等达千件以上。因为包裹体研究具有“不确定性”<sup>[4]</sup>,而找矿模式的研究结果要确定山地工程和钻孔的位置。若不能获得精确可靠的数据,在“不确定性”的情况下,就不敢对深部是否有矿下断语。科学结论有赖于可靠的实验数据,对于地球化学研究工作来说,代表性样品的取得,是至关重要的。研究者亲自采样是必要的,至少也得现场观察指导。

### 代表性样品的采集

笔者在70年代后期开始从事氧碳同位素方面的研究工作,重点是“氧碳同位素地球化学找矿模式”的研究。实验室磷酸法制样,每次只用30mg样。若简单从事,每个样点只取1~2g似乎就够了。然而应当考虑到,

碳酸盐围岩各个部分的不均匀性;结构不均一会影响交换反应;Mg、Fe、Mn、Ca等含量高低有可能产生阳离子效应;虽然成矿流体作用范围大,相对较均匀,但由于各部分裂隙发育程度的不同,总是不均匀的;成矿后的表生溶解与重结晶作用会有干扰;等等。这些影响因素决定了“局部的一小块”很难具有代表性。另一方面,氧碳同位素样品测试的成本费每件50~70元,送外单位测120~150元,每件样品如此高的测试费,每天只作5~6个样品,若用于找矿实践,只有用少数的样品,每件样品代表的范围要较大。 $H_2O$ 和 $CO_2$ 在成矿溶液中的数量是W、Sn等成矿金属元素的百万倍、千万倍,且渗透扩散得远,能无孔不入地到达不同部位,构成较均匀的分布状态,形成比矿体大得多的异常。因此,用少数样品就能发现异常。样品数少必须代表性强,能够代表相当范围的平均值或接近于该值才有较大的意义。这种样品必须是组合样。据笔者多年经验,一般在几十平方米、甚至更大的范围内取12~18块小样,每小块1g左右。当层理较清楚时,可垂直层面在2~3个小剖面上,每个剖面取6~8块组合在一起即可。这种组合样,代表一定范围内,一定剖面近似平均值的样品。每件样品的重量20~30g。

对于结构构造与成分较均一的岩石样品,例如花岗岩,每小块2~3g即可;若为斑状结构的岩石,可考虑加大到5~10g。每件样品重50~100g即可;若作同位素年龄测定也应考虑采集组合样,其重量视需要而定。采集组合样,比“打一大块”,“放一炮”所取得样品的代表性强得多,而样品重量却轻得多。一般工作人员,只要认真观察分析,就能采好组合样。

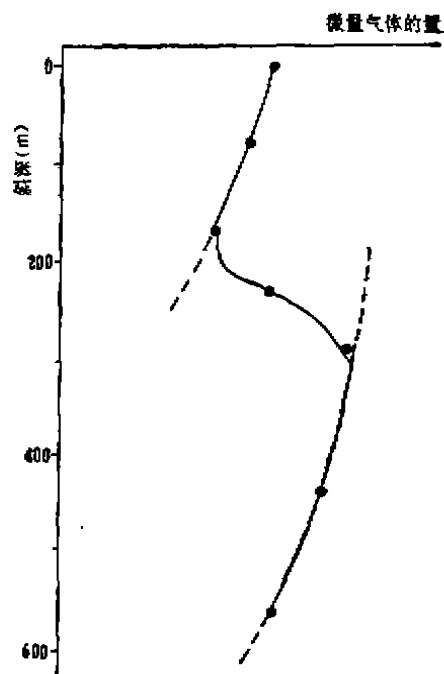
在评价含金石英脉时,包裹体观测与红外光谱光密度的测定,要取得有代表性的包裹体薄片。此片为 $2 \times 1cm^2$ 左右。在使其能代表40~50m,或80~100m的长度范围,此

样品的采集大体注意下列问题：尽可能的采集垂直脉壁的样品，而且野外采样时，随手划好标记；要判断出成矿流体最可能到达的部位；应取成矿同时的或成矿前的样品，但决不能取明显属于成矿后的样品，因为含金石英脉的评价，原生和假次生包裹体的观测与研究分析更为重要；还要考虑到，将磨出的片子容易“成个”而非破碎成几块，以便红外光谱测定。

在某火山岩区工作时，地表有大量石英小碎块，零散呈带状面型分布。这种矿带规模的蚀变地质体，很值得评价，但工程很少。要取“原生的”样品很难实现。采集这种样品做微量气体测定是否可用？考虑到这些小碎块虽然经过风化或松动过，但基本上是残留在原地；我们要测定的微量气体主要是存在于包裹体中；石英是极难风化的矿物，因此，这些小碎块可以代表原生样品。实测结果表明，取15~20小块构成一个组合样，在50~100 m距离内，即可清晰地反映出矿化特征。

在已知勘探线剖面中，由地表到深部大约斜深100 m采一个样，共7件微量气体的组合样，得到非常好的异常曲线(见图)。结合工程揭露的情况，可做出如下分析：①有两期矿化，第一期矿尾与第二期矿头相接；②在斜深200 m左右矿化减弱；③在600 m以下矿化加强的可能性不大；④第二期矿化强于第一期，斜深200~600 m是主要储矿部位；⑤矿化的延深情况与曲线的斜率有关。因此，极有希望确定定量方程。仅7个组合样，得出上述重要认识，这比一般化探原生晕要便宜、准确得多。

代表性样品的含义是，它能代表较大范围的均值(精心采集组合样可能接近10~20个样品的平均值)，具有较大的实际意义。因为采样是以野外认真观察分析为前提，显然要比不分青红皂白的大量采样，再进行统计分析所得结果更令人信服。在100年前克拉



某地岩石中微量气体异常曲线

克就采用的组合样方法，应在很多方面得到扩大应用。这一点远未被人们所认识。

### 样品的加工处理

曾有人介绍经验说，在Rb-Sr法采样时，打一大块(几kg)，代表性不好；采集30kg就好得多，后来认为采100kg更好些。这种议论并不准确，应以有限数目、有限重量的样品，尽可能地接近总体的客观分布为好。否则将会给样品的运输及后来的加工处理增加负担。怎样达到采样重量轻而又能代表客观总体的一般情况呢？笔者设想，若在取100kg甚至更大重量的样点上，精心选择30块，每块20g左右构成组合样，其总重量才600g左右。它的代表性不一定亚于大样，因为这是行家经过野外实际观察、分析、判断选择的结果，实质上是在野外直接进行“缩分”，也可以讲是室外的加工处理。将此样品粉碎后，按矿物中Rb和Sr原始含量的高低，分选成单矿物。例如，某花岗闪长岩

体按上述设想采样约1kg。室内粉碎后分离出角闪石、黑云母、钾长石、斜长石、磷灰石（磷灰石要求尽可能选纯，长石类分选较难可放宽些，角闪石与黑云母较易分选）5个“单矿物”样进行同位素测试与计算，经过上述加工处理的样品，做出了相当好的Rb-Sr等时线。也得出了较为准确的初始比。有关这一问题将另文详述。

氧碳同位素地球化学找矿模式的研究中，对野外采集的组合样细致地加工处理后方可做测试之用。经过碎而不粉的磨碎过筛，在双目镜下选纯达98%以上。最重要的是将杂质、硫化物、有次生变化的颗粒除掉。

上图，是几个勘探线剖面的实际综合资料。根据此图得出5点结论性的看法，貌似“过于大胆”。实际上，因对样品的采集和加工处理曾想了一系列的办法，确信所获数据达到精确可靠的前提下，才敢下此断语。当然，不可能条条是真理。许多地质研究成果，只不过是“据理推断”。所谓“据理”，也就是说，在理论上，尤其是实际根据、数据应该要求准确无误。许多文章中，数据、图表很多，好像已经“有根有据”了。就本质而论，数据是否精确可靠，往往不仅取决于测试的是否准确。而更加重要的是没有表现出来或者未加交待的有关样品的采集和加工处理。

总之，样品加工是为测试之用，测试什么？影响因素是什么？如何排除可能的干扰？这些都是样品加工中必须顾及到的。

## 结 语

1. 采样工作是极为重要的，对于所研究对象样品的代表性要做认真的分析和研究后才能制定采样方案。

2. 代表性样品应是有限的数目和重量。

3. 研究工作中，应推广组合样方法。

4. 样品加工处理也是保证获得准确可靠数据的前提之一。

5. 严肃认真的地球化学工作者，不会靠收集资料和抄用他人数据。要使自己在科学上立于不败之地，应尽可能亲自采样、加工处理及测试数据。

作者水平有限，文中不妥或错误之处，尚祈读者不吝指正。

## 主要参考文献

- [ 1 ] 刘本立，《地质与勘探》，1991第3期。
- [ 2 ] 刘本立等，《地质与勘探》，1991，第1期。
- [ 3 ] 黎彤等，《地球和地壳的化学元素丰度》，地质出版社，1990。
- [ 4 ] Roedder, E., Econ. Geol., 1977, V. 122, No.3.

## V. Collection and Preparation of Geochemical Samples

Liu Benli

Some technical problems on the methods of collection and preparation of geochemical samples, especially those for the studies on "oxygen-carbon isotope geochemical prospecting model" and "mineral inclusion integrated exploration model", are discussed. In order to obtain reliable data, it is advocated that composite samples should be collected, and prepared and processed with the best of care.