

地质测试样品采集 及送测指南

闵茂中 白南静 编著

科学出版社



地质测试样品采集 及送测指南

闵茂中 白南静 编著

科学出版社

1990

内 容 简 介

本书介绍了16种常见地质测试样品采集方法, 50种测试方法对地质测试样品的要求, 各测试方法的优缺点以及各相应测试结果在地质上的主要应用等。为适应当前找金矿的需要, 书中特别列出了金矿采样、样品加工和金元素测定方法等内容。书末列有实用数据表格12张。

本书是具有一定规范性的实用手册, 文字精炼, 可供地质、石油、冶金、煤炭等部门的生产、科研人员以及地质院校师生参考。

地质测试样品采集及送测指南

闵茂中 白南静 编著

责任编辑 谢洪源

地质出版社

北京东黄城根北街16号

邮政编码 100707

河北省固安县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990年2月第一版 开本: 787×1092 1/32

1990年2月第一次印刷 印张: 7 3/4

印数: 0001-1600 字数: 169 000

ISBN 7-03-001506-1/P·290

定价: 7.60 元

前 言

地质样品分析测试在地质生产、科研中极为重要，高质量的矿产储量报告和地质科研论文，常依赖于高质量的分析测试数据。在地质样品测试手段日新月异发展的今天，人们在地质生产和科研工作中，常会遇到这样的问题：有关地质测试样品在野外如何采集？需采集多少数量的样品？所采样品规格和要求怎样？这些样品可用什么方法测试？其中哪些测试方法更有效？这些测试方法对试样有何要求？各方法的测试结果能用来解决哪些地质学问题？……为了解决这些实践中长期存在的难题，因而我们试编了这本小册子。本书最初是为综合性大学地质系高年级学生和研究生编写的专题课讲义，后据生产和科研部门的建议，作了三次重大修改。在编写过程中，我们尽量参照国家地质矿产部颁布的各有关规程、规定等，力图使这本《地质测试样品采集及送测指南》成为有一定规范性的实用手册。

本书共分两章。第一章，地质测试样品采集，它侧重介绍了16种常见地质测试样品采集目的、野外采样方法、采样重量和样品规格等；第二章，地质样品测试的送样要求，它扼要地叙述了50种地质测试方法的原理、主要地质应用和送样要求等，这些测试方法是：重量法、容量法、光度法、元素分析仪法、原子发射光谱法、原子吸收光谱法、极谱法、电感耦合等离子体发射光谱法、X射线荧光光谱法、仪器中子活化法、气相色谱法、离子色谱法、质谱法、铷-锶法、铀-钍-铅法、钾-氩法、 ^{14}C 法、钐-钐法、铀系法、裂

变径迹法、热释光法、电子探针微区分析法、扫描电子显微镜分析法、透射电子显微镜分析法、激光显微光谱法、离子探针微区分析法、X射线粉晶物相分析法、X射线单晶结构分析法、电子衍射法、激光拉曼光谱法、红外吸收光谱法、电子顺磁共振波谱法、核磁共振波谱法、穆斯堡尔谱法、化学物相法、光谱矿物定量法、电渗析法、放射性照相法、均化测温法、爆裂测温法、差热法、热重法、示差扫描量热法等。这些测试方法的功用分类列于书末附表12。此外，书末附有12张实用数据表格，可供读者参考和使用。

我们在编写本书的过程中，始终得到南京大学地球科学系领导、该系铀矿地质教研室和南京大学现代分析中心各分析室的支持和鼓励；地球科学系铀矿地质专业的部分研究生帮助收集了部分编写资料；赵梅芳、吴俊奇分别为本书编写了离子色谱法、岩石矿物 ΔE_h 值测定法的初稿；现代分析中心质谱室、地球科学系质谱室提供了同位素分析方面的部分资料。初稿完成后，约请各有关方面的专家、教授、高级工程师和工程师详阅并审改了全稿，他们是：张祖还、吴利仁、季寿元、林承裕、赵凤民、刘义发、姚振凯、丁孝石、谢德兴、白蔻华、张富生、沈渭洲、刘云、陈图华、赵梅芳、于镇凡、毛惠新等。沈修志教授对本书出版给予了关心和支持。在此，编者谨向所有为本书的出版作过贡献的人士，表示衷心的感谢。

本书有关化学分析和稳定同位素测定方面的内容，由白南静编写，其余部分均由闵茂中执笔。因本书所涉及的内容广泛，漏误之处一定甚多，恳请指正。

编者

一九八八年十一月于南京大学

目 录

前言

第一章 地质测试样品采集.....	1
第一节 岩矿薄片、光片鉴定样品及标本采集.....	1
第二节 岩石、矿石化学成分分析样品采集.....	4
第三节 矿物样品采集.....	12
第四节 重砂样品采集.....	13
第五节 化探样品采集.....	22
第六节 水样采集.....	27
第七节 煤样采集.....	36
第八节 矿石加工技术试验样品采集.....	43
第九节 水晶、石棉、云母样品采集.....	52
第十节 矿石、岩石物理力学性质试验样品和土壤土工试验 样品采集.....	59
第十一节 岩组分析样品采集.....	69
第十二节 蒸发晕找矿样品采集.....	71
第十三节 古地磁样品采集.....	73
第十四节 孢粉样品采集.....	77
第十五节 同位素地质年龄样品采集.....	80
第十六节 稳定同位素地质样品采集.....	86
第二章 地质样品测试的送样要求.....	88
第一节 化学成分分析.....	88
第二节 各类地质样品的元素分析.....	111
第三节 各类地质样品的化学成分分析.....	122

第四节	微区形貌、成分分析.....	144
第五节	物相和结构分析.....	154
第六节	矿物包裹体测温及成分分析.....	170
第七节	热分析.....	174
第八节	岩石、矿物 ΔEh 值测定.....	176
第九节	地质年龄测定.....	178
第十节	稳定同位素测定.....	195
第十一节	其它.....	207
	附表.....	214
	主要参考文献.....	240

第一章 地质测试样品采集

第一节 岩矿薄片、光片鉴定样品 及标本采集

一、采样目的

①研究岩石和矿物的结构、构造，矿物成分，矿物共生组合；研究岩石中矿物的变质、蚀变现象；确定岩石、矿物名称；测定矿物的部分光学参数、物理性质；②配合矿石技术加工试验，研究矿石物质成分、有用元素赋存状态等；③为各种岩石学、矿物学研究提供切片样品和标本。

上述研究主要是在普通光学显微镜下进行的。

二、样品种类

①薄片鉴定样品——供磨制薄片用，适于在普通光学显微镜下研究样品中的透明矿物；②费氏台鉴定样品——供磨制费氏旋转台薄片用，适于在费氏台上研究某些透明矿物的光学性质及测定其某些光性参数等；③光片鉴定样品——供磨制光片用，适于在普通光学显微镜下研究其中的不透明矿物；④光薄片鉴定样品——供磨制光薄片用，适于在光学显微镜下同时研究样品中的透明矿物、不透明矿物及其相互关系；⑤陈列标本——供肉眼观察和陈列用。

三、样品规格

陈列标本的大小一般不应小于 $3\times 6\times 9\text{cm}$ ；供薄片、光片鉴定用样品以能满足切制光片、薄片及手标本观察的需要为原则，规格不限。

四、采样要求

1. 沉积岩

对工作区内各时代地层的每一种代表性岩石均应按层序系统采样，同时也要适当采集能反映沿走向变化情况的样品；有沉积矿产地段和沉积韵律发育地段，应视研究的需要而加密采样点。

2. 岩浆岩

在每个岩体中按相带系统采集各种代表性岩石样品，在各相带间的过渡地段应加密采样点；对岩体的下列地段及地质体均应采集样品：析离体、捕虏体、同化混染带、脉岩、岩体各类围岩、接触变质带、岩体冷凝边等；对各种类型的火山岩，按其层序及岩性，沿走向和倾向系统采样。

3. 变质岩

根据岩石变质程度按剖面系统采样，并注意样品中应含有划分变质带的标志矿物；对不同夹层、残留体（由边缘至中心）、各种混合岩应系统地分别采样。

4. 矿石

应按不同自然类型、工业类型、矿化期次、矿物共生组合、结构、构造、围岩蚀变的矿石，以及根据矿石中各有用矿物的相互关系，有用矿物与脉石矿物的相互关系等特征分别采集矿石样品。对于矿石类型复杂，矿物组合变化大的矿体，还应选择有代表性的剖面系统采样，以便研究矿石的变化规律。在对矿石采集光片鉴定样品的同时，为研究其中透明矿物及其与金属矿物的关系，应注意适当采集薄片、光薄片鉴定样品。

当对各类岩石和矿石采集化学全分析样品，同位素地质年龄测定样品，古地磁测定样品，矿石加工技术试验样品等时，应同时采集岩矿鉴定样品。应注意采集反映构造特征的标本，若小型标本不足以反映岩石、矿石的特殊构造时，可根据需要采集大型标本；若采集定向标本，则应注明产状方位（详见本书有关岩组分析样品采集介绍）；采集极疏松和多孔样品时，可先用丙酮胶（废胶卷溶于丙酮制成）浸透岩石、矿石，待胶结干涸后再采集样品。无特殊情况（如研究风化岩石、矿石），一般应采集新鲜样品。对于岩石标本，有时可适当保留部分风化面，以能更好地再现它的野外直观特征。

五、样品的编录、包装和送样要求

各类样品采集后，应在现场按采样目的，将欲切制成光片、薄片等部位，用醒目的色笔圈出（回室内做这项工作，常需查阅野外记录等，十分费事）。在一般情况下，应使切

片平面垂直于层理、矿脉等延向（特殊情况除外）。然后编号（用涂漆或贴胶布等方法）、登记、填写标签（同时注明切片种类、数量）等，尤其需在记录本中注明采样位置、编号、采样目的等。标签和样品应一同包装，最后在包装纸上按同一顺序编号。为便于送制切片，可将光片、薄片样品及陈列标本等分别装箱。对于特殊岩矿鉴定样品或易碎标本，应用软纸或铁皮筒等包装；对易脱水、易氧化或易潮解的样品，可密封（或蜡封）包装。样品箱内应附样品清单。

认真填写送样单，注明样品编号、样品性质、产状、采样位置、鉴定要求等；对系统采送的岩矿鉴定样品，应附地质剖面图或柱状图（标明采样位置）。附表1列出了显微镜鉴定用岩矿切片的常见种类及规格，可供参考。

第二节 岩石、矿石化学成分

分析样品采集

一、采样目的

采集这类样品，是为各种地质目的所进行的各类化学成分（元素或化合物）定性、定量分析提供具有代表性的岩石、矿石试样。化学成分分析法包括经典化学分析法（重量法、容量法）和仪器分析法（比色法、光谱法、原子吸收光谱法、质谱法等）。

二、采样原则

1. 矿石

①原则上应沿矿体厚度方向（即矿石物质成分变化最大

的方向)采集样品; ②若矿床由不同类型的若干个矿体组成, 则应按不同矿体、不同类型矿石和矿脉(包括不同风化程度的矿石)分别采样, 即尽量按照可区分出的不同种类矿石分别采集样品; ③在一般情况下, 同种类型的矿石化学分析样品只需采集1—2个。

2. 岩石

①除作某些特殊目的之研究外, 在一般情况下应采集新鲜、无蚀变的岩石作样品。采样位置应尽量避免各类接触带、蚀变带、断裂破碎带等; ②层状岩石(沉积岩、火山岩等)样品一般应垂直其走向采集。若为研究同一层位内岩石成分沿走向的变化规律, 则可沿其走向按一定间距系统采集样品; 非层状岩石(岩浆岩等)样品可按不同相带、不同岩性分别采集; ③矿床蚀变围岩样品应从矿体(脉)近侧向远侧垂直围岩蚀变带的走向系统采集。

三、采样重量

岩石、矿石化学成分分析样品采集重量, 主要是指岩石样品采集重量, 因为矿石样品一般按不同矿种和相应的采样规格采集的(附表2)。对于单独采集的岩石化学成分定量分析(包括化学全分析在内的各类测试)样品, 一般采集2—3kg。若有特殊要求可根据情况增加; 若仅作元素成分半定量分析等(例如光谱全分析), 一般采集100g至1kg; 对于十分不均匀的岩石样品, 采集重量酌增。

在考虑采集岩石、矿石化学成分分析样品时, 应充分利用在同一采样点上已采集的其它大重量样品, 例如岩石的人

工重砂样品，矿石加工技术试验样品和物质成分样品等，从其中缩取各类化学分析样品，这时样品更具有代表性。

四、采样方法

1. 矿石

矿石化学样品是在地表和坑探工程中，用刻槽法、刻线法、方格法、剥层法、全巷法、打眼法和拣块法采集的，其中以刻槽法尤为常用。

对于刻槽法，应按不同矿石类型、品位分段连续采集样品。凡在穿脉工程内的样槽，应布于坑道一壁；当矿化很不均匀时，则在两壁同时采样，然后合并成一个样品；探槽中的样槽布于槽底或其一壁；探井中的样槽布于一壁、对壁或四壁，视矿化均匀程度而定。沿脉采样是为研究矿石化学成分沿矿体走向的变化特征，其采样间隔取决于矿化均匀程度：一般采样位置是在坑道掌子面或顶、侧壁处，样槽间距为2—10m；当矿体厚度小，品位变化大，沿脉坑道又能全部揭露矿体（脉）的厚度时，则沿脉采样间距应缩小。

刻槽法采样规格，视矿体厚度及矿石的结构、构造、矿化均匀程度不同而异（附表2）；采样长度取决于矿体厚度、矿石类型、矿化均匀程度以及工业指标所规定的最低可采厚度和夹石剔除。当矿石与围岩有明显界限，矿体厚度较大，矿石类型简单，矿化均匀时，采样长度增大；反之则减小。

刻线法是刻槽法的简化，它主要用于品位较均匀的矿体。刻线法取样的线沟规格为 $(1-2) \times 1\text{cm}$ ，线距为5—10

cm,应等距平行刻取3—6条采样线样品,合并成一个样品,以保证样品的代表性。

剥层法是在采矿工作面上,开凿一层5—10cm厚的矿石,然后合并为一个样品,它适于在品位很不稳定或厚度小的矿体中使用。全巷法是在掘进坑道中,将矿体一段长度(1m至数米)内的全部矿石作为样品,它适于在品位变化极大的矿体中采用。打眼法是采集炮眼凿进过程中的(含岩粉)水浆作为样品,它适于在厚度较大、矿化均匀的矿体中采用。拣块法是用手拣取若干矿块合并成一个样品,它大多用于对废矿堆、松散矿石采样。

对于钻孔中的矿芯,是通过连续劈取矿芯采集样品的,即沿矿芯长轴将其劈(锯)成两半,取其中一半作为化学样品,另一半保留。这类采样仅当矿芯提取率大于80%时才可采用,否则无代表性。矿芯样品采集时的分段长度与附表2中刻槽法取样长度相同,但当矿芯轴与矿体(层)标志面的交角较小、矿化均匀时,采样分段长度可适当加长。劈分矿芯时,应沿主要标志面(矿脉、层理、片理等)的倾斜方向进行,以尽量使两半矿芯平分,两者成分和品位相近。对于盐矿的矿芯,可直接在矿芯上凿孔采集所需重量的样品;对于易失水、易风化的矿产,在提取矿芯后即应及时取样并将样品蜡封或用其它方法密封,然后送交化学分析,以免引起矿石样品变质而失去代表性。

2. 岩石

对于结构和成分均匀的岩石,可在新鲜露头上或山地、钻探工程中用拣块法采集。在拣取时,应尽量避免外貌、颜色、结构等异常的岩块;对于成分和结构不均匀的岩石,可

按一定间距分别拣取大小大致相等的若干岩块，然后合并成一个样品。在必要时可加大采样重量，以保证其代表性。对于岩芯样品，可用劈芯法采集。

在采集岩石、矿石化学分析样品时，应同时采集岩矿鉴定样品，在岩矿鉴定基础上选择具代表性的化学分析样品。

3. 一些特殊样品采集

(1) 盐类矿床表土样 该类样品系指地表的硼土、硝土及碱土等样品。采样时按一定的网距或线距，在规定的采样点上用剥层法采集。采样厚度与表土的整个厚度相同，采样面积视所需样品重量而定。

(2) 现代盐类矿床中盐渍土再生矿样 采集地面盐渍(矿)土盐的再生试验样品，旨在确定盐渍(矿)土的利用程度，为开采时提供储量计算参数。这类样品按规定网距采集，用时进行盐的再生现象观察：①月季变化样——采样点按一定的网距布置，每个采样点一般为 1m^2 面积，再将它分成3份，如欲研究季度变化，应每月采其中的1份，平均各点同月含盐量，以比较各样品含盐量的月季变化情况；②季度再生率样——该类样品采样点的布置同月季变化样。与月季变化样不同的是，在采样前把 1m^2 范围内的盐渍土全部扫净后，将其分为3份，分别在一个月后的月底、二个月后的月底、三个月后的月底，在其中1份中采样1次，它们分别代表不同期限的再生量，以了解每月盐渍土再生情况和季度再生累积情况。以上两种样品，若旨在研究盐渍土的月份变化，则可分别在每月的上、中、下旬采样。

五、金矿化学分析样品采集

1. 岩金矿

岩金是指产在固结岩石中的金。岩金的基本分析样品是在地表或坑道中用刻槽法采集的，采样断面规格为 10×3 — 10×5 cm，矿化均匀时用 5×3 cm，极不均匀时用 20×5 cm或更大。样槽一般布置在工程的一壁、顶板或掌子面上，样品长度 0.5×1.0 m，最长不超过1.5m，厚度小于0.5m的薄矿脉可采作一个样品。沿脉坑道中样槽间距，应视矿化均匀程度和矿化类型而定，一般为2—4m，少数品位较均匀的矿床，间距可为6—8m。由于金的不均匀性及采样工作量较大，因此要及时进行刻槽断面规格和采样间距试验，以选择既有代表性而又经济的采样规格。当矿脉厚度小于0.3m时可用剥层法采样。

岩金矿的岩芯样、组合分析样、物相分析样、化学全分析样、单矿物样等其它样品采集方法，同其它矿种相应方法（见本书各有关部分介绍）。

2. 砂金矿

砂金矿是由分布于松散碎屑沉积物中的自然金碎屑所形成的矿床。在钻探工程中采集砂金矿样品时，应自开孔就要连续分段采集。采样长度：泥砂层采样长度不得大于1m，在接近金矿砂层时，采样长度为0.2—0.5m，矿砂层采样长度为0.2—0.5m，难于钻进时可缩小采样长度。为了研究基岩岩性特征，在钻探工程中须采集适量基岩样品和标本。

六、样品的加工、缩减

鉴于岩石、矿石化学成分分析的需样量，一般仅为数毫克至数十克（个别情况为数百克），从野外采集的数公斤（甚至数十至数百公斤）样品，为减少粉碎工作量，可将它们破碎至1mm（或0.5mm，或数mm，视样品原始重量而定）后进行缩分，即从其中取出一部分具代表性的样品，然后再将其粉碎至化学分析所需的粒度（大多为-200目）。缩分出的具代表性的样品最小重量与样品粒度有关，可按 $Q = Kd^2$ （切乔特公式）计算；式中 Q 为缩分出的样品最小可靠重量（kg）， d 为样品最大粒径（mm）， K 为缩分系数。 K 值大小与矿石物质成分的均匀程度有关，在实际工作中，可采用附表3中列出的经验数值。

化学（成分分析）试样应有的粒度和重量，因分析项目、分析方法不同而异。各矿种化学分析试样的破碎粒度要求见附表6。在一般情况下，碎样时缩取的成分分析样品重量为：放射性物理样，可取正、副样品各500g（80—100目）；一般化学试样（不包括测定金和铂族元素样品），可取正、副样品各100—500g（取决于分析项目的多少。160目）；对于难溶（熔）试样，粒度须小于200目；贵金属分析样品，可取正、副样各300g（-200目）；对于原样量甚少的样品（如单矿物样品），则不能苛求达到上述重量。

金矿样品的破碎和加工过程不同于其它矿样，因为自然金（大部分金矿石中的主要金矿物）的延展性较好，它的破碎速度一般明显落后于其伴生脉石矿物，因而较难制得有代表性的均匀试样。经验证明，棒磨对金矿石具有较好的破碎