

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

三 岩石 矿物 地球化学 第2号

广东一六地区 区域地球化学研究

於崇文 沈毓立 岑况 周德雨 苏成曼 黄溢钜

地质出版社

7200113
中华人民共和国地质矿产部

地质专报

三 岩石 矿物 地球化学 第2号

广东一六地区 区域地球化学研究

於崇文 沈镛立 岑 况
周德雨 苏成量 黄溢钜



CS000 13738

地质出版社

13738

内 容 提 要

本书根据主要作者所提出的“成矿作用与时-空结构”辩证统一的理论观点对广东一六地区进行区域地球化学研究,并尝试用系统科学思想和非平衡热力学中的“耗散结构”理论对该地区成矿作用与时-空结构的内在联系进行探索。本书目的是探索区域地球化学的理论与研究方法,揭示成矿作用的规律,并通过对一六地区地球化学特征的分析对该区金属矿产资源的远景进行评价与预测。

本书应用马尔科夫过程理论揭示了本区沉积-成矿作用的时间结构,应用随机场理论展示了该区成矿作用的空间结构。在此基础上进一步用系统科学中的多重、多阶段耗散结构阐明成矿地球化学作用的变化,应用局域化耗散结构阐明成矿地球化学分区的形成与发展,并用化学波的传播阐明成矿地球化学作用的分带性的成生与发展。

根据上述理论与方法,在本区圈定了若干金属成矿远景区,经工程验证已见成效。

本成果被地矿部科技委员会评为部科技成果二等奖。

本书可供地球化学和地质学工作者参考,也可供大学地质-地球化学专业本科生和研究生阅读。

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

三 岩石 矿物 地球化学 第2号

广东一六地区区域地球化学研究

於崇文 沈锦立 岑 况

周德雨 苏成曼 黄溢钜

责任编辑: 闻立峰 王小龙 曲梅兰

地质出版社出版

(北京 西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 11⁵/₈ 插页23页字数: 26,7500

1987年7月北京第一版·1987年7月北京第一次印刷

印数: 1-1000册 国内定价: 5.20 元

统一书号: 13038·2272

前 言

广东省一六地区地处粤北曲江—仁化盆地的西南部分，区内上古生界泥盆统与石炭统地层广泛分布，矿种繁多，铌钽、钨（锡钼铋）、铜铅锌、镓汞等金属矿化呈带状分布，矿床类型多样，属粤北泥盆—石炭纪沉积盆地多金属成矿系列的一个典型地区，是广东省重要成矿远景区之一。1938年以来两广地质调查所、地质矿产部和冶金部所属的地质队和地区地质队曾先后多次对本区进行过普查勘探工作，区内若干矿区已有多年开采历史，但随着地质找矿事业的深入发展，尚须对本区的金属矿产远景进行综合评价。广东省地质矿产局706地质队，根据地质找矿工作的需要与武汉地质学院地球化学研究室协商，经广东省地质局和武汉地质学院领导同意，双方合作承担科研项目“广东一六地区区域地球化学研究”，并经地质矿产部科技司批准将该项目列为部属重点科研项目，工作自1980年开始，已按计划于1983年提交科研成果。

工作区域位于广东省韶关市以西，乳源县以东，西起一六圩，东至天子岭，北自重阳圩以南，南达龙归圩以北，面积为 180km^2 （见图2）。

本书目的是通过对一六地区地球化学特征的分析研究探索区域地球化学的理论与研究方法，阐明该地区的成矿规律，并对该区的金属矿产远景进行综合评价与成矿预测。

本书根据以下考虑对本区开展以基岩为基础的区域地球化学研究：

（1）基岩中的矿物、岩石，或者简而言之，基岩所构成的地质体比较完整地保存着成矿地质条件和物理化学条件，并且基岩原地生根，一般并未发生位移。当前找矿工作的重要任务是要寻找深埋的盲矿，而盲矿大多直接赋存在基岩内，因此立足于基岩的区域地球化学研究对于阐明成矿规律、进行成矿预测应该是较为直接和有效的。

（2）以基岩为基础的区域地球化学研究就其性质而言应属地质科学中的一门基础理论学科。它的研究范围，在广度上涉及辽阔的成矿区带、巨大板块甚至整个地壳，在深度上则涉及下部地壳和上部地幔，而其研究对象与任务则是探讨在上述空间范围内的具体物理化学和化学物理条件下化学元素及其同位素的分布、共生、运移和集散的规律，它将区域地球化学找矿工作放在更为深广的基础理论背景之上，将它视为区域地球化学理论的应用与实践。

成矿作用是成矿物质的运动，它既不能脱离时间，又不能超越空间。成矿作用在时间上的演化具有一定的规律性，我们称之为具有一定的“时间结构”，其在空间上的展布，也具有一定的规律性，我们称之为具有一定的“空间结构”。成矿作用与时空结构之间具有统一性，这是本书的基本命题和指导思想。

本项研究工作的基本思路是同时研究一六地区内成矿作用的三个侧面：

- （1）成矿作用地球化学，
- （2）成矿作用的时间演化与时间结构，
- （3）成矿作用的空间展布与空间结构。

我们所采取的基本工作方法是：运用随机过程（马尔科夫过程）的理论研究成矿作用的时间演化，揭示成矿作用的时间结构；运用随机场的理论研究成矿作用的空间展布，展示成矿作用的空间结构。

时间结构和空间结构并不彼此分离、互相孤立，而是以一种统一的时空结构的形式存在的。本书最后用系统科学中的“耗散结构”理论对用以上方法所展示的成矿作用的时空结构进行初步的理论分析。

武汉地质学院地球化学研究室於崇文、沈镛立和岑况负责完成本项目的主要研究工作，包括从课题研究设计、地层、岩浆岩、区域及矿床矿点的野外地质-地球化学观察研究与标本、样品的采集室内岩矿鉴定研究、单矿物分离与化学成分分析、矿物气液包体测温、样品的四种元素化验分析与同位素地球化学研究以及全部元素含量数据的计算机处理与自动成图等，直至论文编写、图件清绘、显微照相与论文复制。於崇文提出了“成矿作用与时空结构”的新的理论观点作为本项目研究的基本指导思想，尝试以“耗散结构”理论阐明成矿作用与时空结构之间的内在联系，并统一编写了全书。曾键年和陈海军为本项目的主要参加人员，地球化学专业学生12人参加了部分野外和室内工作。

706地质队周德雨、苏成曼和黄溢钜总结了一六地区地质找矿工作的已有成果，提供了1:5万区域地质矿产调查设计书(1981年11月)，为本项目的研究提出了一六地区的地质找矿生产任务，圈定了工作区域的范围，并带领武汉地质学院研究人员在测区进行现场踏勘，介绍了他们对该地区地质找矿问题的看法和经验。706地质队11人参加了测区部分野外采样工作，该队化验室王森、黄忠甫等负责完成了本区样品29种元素的化验分析工作，岩矿室对部分岩、矿石进行了鉴定。

编写此书时参考和引用了广东省冶金地质勘探公司932队和909队的部分地质矿产资料，特此致谢。

目 录

第一章 工作方法	1
第一节 野外工作方法	1
第二节 室内工作	6
第三节 样品采集与样品分析质量	7
第二章 地质概况	9
第一节 地 层.....	9
第二节 构 造.....	12
第三节 岩浆岩.....	14
第三章 成矿作用地球化学	18
第一节 稀有金属成矿作用地球化学	18
一、矿床地质特征.....	18
二、白云母花岗岩稀有金属矿床.....	18
三、花岗伟晶岩稀有金属矿床.....	20
第二节 钨锡成矿作用地球化学	28
一、钨矿成矿作用.....	28
二、锡矿成矿作用.....	29
第三节 多金属成矿作用地球化学	31
一、宝山岩体北侧砷-多金属矿床.....	31
二、宝岭锡、锑、铅、黄铁矿床.....	31
三、多金属矿床的元素共生组合.....	32
第四节 锑、汞成矿作用地球化学	33
一、锑成矿作用地球化学.....	33
二、汞成矿作用地球化学.....	38
三、锑、汞矿床的元素共生组合.....	39
第四章 沉积-成矿作用的演化与时间结构	40
第一节 各时代地层中化学元素的概率分布及其统计学参数.....	40
第二节 地层中化学元素的共生组合	75
第三节 沉积-成矿作用的演化与时间结构	78
一、研究沉积-成矿作用演化的理论和方法	78
二、沉积地球化学旋回	80
第五章 成矿作用的空间展布与空间结构	87
第一节 化学元素在本区区域上的共生组合特征	87
一、聚类分析.....	87
二、因子分析.....	89

三、R-Q因子分析	90
四、对应分析	91
第二节 化学元素空间分布的研究方法	96
一、随机场理论和方法简介	96
二、克立格法和研究地质特征空间分布的其它方法的比较	98
三、克立格法在研究本区化学元素空间分布中的应用	99
第三节 成矿作用的空间展布与空间结构	105
第六章 成矿规律与成矿预测	121
第一节 本区金属成矿作用的地质-地球化学条件与基本特征	121
一、地质构造	121
二、岩浆活动	121
三、地层中的元素共生组合与沉积地球化学旋回	122
四、本区区域分布上的化学元素共生组合特征	123
五、金属矿化类型与矿床成因类型	123
六、各种矿化类型的控矿地质条件	130
七、各种金属矿化的地球化学特征	132
第二节 成矿远景地段预测	137
第七章 成矿作用与时空结构	146
第一节 “耗散结构”理论概要	146
第二节 一六地区的成矿作用与时空结构分析	150
一、一六地区地质体系的热力学状态	150
二、成矿地球化学作用的演化——多重、多阶耗散结构的时空重叠	151
三、成矿地球化学作用的分区——局域化耗散结构	152
四、成矿地球化学作用的分带——化学波	154
结论	155
附录 R-Q式因子分析简介	157
参考文献	159
英文摘要	160
岩矿显微照相图版	177

CONTENTS

Preface

Chapter I Methods of Research	1
1. Field Work	1
2. Laboratory Work	6
3. Sampling and Quality of Analyses	7
Chapter II Geological Setting	9
1. Stratigraphy	9
2. Geological Structures	12
3. Igneous Rocks	14
Chapter III Geochemistry of Ore-Forming Processes	18
1. Geochemistry of Ore-Forming Processes of Rare Metals	18
1.1 Geological Characteristics of Ore Deposits	18
1.2 Rare Metal Ore Deposits of Muscovite-Granite Type	18
1.3 Rare Metal Ore Deposits of Granite-Pegmatite Type	20
2. Geochemistry of Ore-Forming Processes of Tungsten and Tin	28
2.1 Ore-Forming Processes of Tungsten	28
2.2 Ore-Forming Processes of Tin	29
3. Geochemistry of Ore-Forming Processes of Polymetals	31
3.1 Ore Deposits of Arsenic-Polymetals to the North of Baoshan Granite stock	31
3.2 Ore Deposits of Tin, Antimony, Lead and Pyrite at Baoling	31
3.3 Paragenetic Associations of Chemical Elements of Polymetallic Ore Deposits	32
4. Geochemistry of Ore-Forming Processes of Antimony and Mercury	33
4.1 Ore-Forming Processes of Antimony	33
4.2 Ore-Forming Processes of Mercury	38
4.3 Paragenetic Associations of Chemical Elements of Mercury and Antimony Ore Deposits	39
Chapter IV Evolution and Temporal Structures of Sedimentary-Ore-Forming Processes	40

1. Probability Distribution and its Statistical Parameters of Chemical Elements in Strata of Various Ages.....	40
2. Paragenetic Associations of Chemical Elements in Strata.....	75
3. Evolution and Temporal Structures of Sedimentary-Ore-Forming Processes	78
3.1 Theory and Method for Research of Evolution of Sedimentary- Ore-Forming Processes—Theory of Markov Processes	78
3.2 Geochemical Cycles of Sedimentation.....	80
Chapter V Spatial Distribution and Spatial Structures of Ore-Forming Processes	87
1. Paragenetic Associations of Chemical Elements in Yiliu District	87
1.1 Cluster Analysis	87
1.2 Factor Analysis	88
1.3 R-Q Type Factor Analysis.....	90
1.4 Correspondence Analysis	91
2. Method of Research for Spatial Distribution of Chemical Elements	96
2.1 Theory of Stochastic Field—“Geostatistics”	96
2.2 Comparison of Kriging with Other Methods for Investigating Spatial Distribution of Geological Attributes	98
2.3 Application of Kriging in Studying Spatial Distribution of Chemi- cal Elements in Yiliu District.....	99
3. Spatial Distribution and Spatial Structures of Ore-Forming Processes	105
Chapter VI Regularity and Prediction of Ore-Formation	121
1. Geological and Geochemical Conditions and Characteristics of Metalliferous Ore-Forming Processes in Yiliu District	121
1.1 Geological Structure	121
1.2 Igneous Activity	121
1.3 Paragenetic Associations of Chemical Elements in Strata and Geochemical Cycles of Sedimentation	122
1.4 Paragenetic Associations of Chemical Elements in Yiliu District	123
1.5 Types of Mineralization and Genetic Types of Ore Deposits	123
1.6 Geological Controlling Factors for Various Types of Mineralization.....	130
1.7 Geochemical Characteristics of Various	

Kinds of Mineralization.....	132
2. Prediction of Perspective Areas of Ore-Formation	137
Chapter VII Ore-Forming Processes and Spatio-Temporal	
Structures	146
1. Outline of the Theory of "Dissipative	
Structures"	146
2. Analysis of Ore-Forming Processes and Spatio-Temporal	
Structures in Yiliu District	150
2.1 Thermodynamic States of Geological	
Systems of Yiliu District	150
2.2 Evolution of Ore-Forming Geochemical Processes—Overlapping in	
Space and Time of Multiple and Successive Higher Order	
Dissipative Structures	151
2.3 Localization of Ore-Forming Geochemical Processes—Localized	
Dissipative Structures.....	152
2.4 Zonality of Ore-Forming Geochemical	
Processes—Chemical Waves.....	154
Conclusion	155
Appendix Synopsis of R-Q Type Factor Analysis	157
References	159
Abstract	160
Plates of Microphotographs	177

第一章 工作方法

第一节 野外工作方法

一、矿床(点)和岩体的地球化学工作

对本区各矿床(点)和岩体,除进行必要的地质观察与分析外,均按下列要求采集标本和样品:

1.采集对象包括工作区域内出露的不同时代和不同成分的各个主要岩浆岩体、不同矿种和矿化类型的各已知矿床(点)以及不同蚀变类型的蚀变岩体。

2.所采集的岩矿标本力求新鲜(未受风化),并能满足多种鉴定与测试在质和量上的要求,如无新鲜露头时,则在适当地段进行剥土或爆破,揭露新鲜的人工露头,以满足标本采集要求。

3.岩体的标本应能代表岩体的主要矿物成分和次要矿物成分,并采集人工重砂样品,分离其中所含的主要副矿物。对接触带必须单独采集标本。此外,对每一个主要岩体尚应采集一至两个绝对年龄样品。

4.矿床(点)的标本和样品采集按下列要求进行:

(1)较全面地反映不同矿种和矿化类型的矿石与脉石的矿物成分;

(2)采集不同成矿期或成矿阶段的矿物组合与样品,所采标本应能反映矿石的主要结构构造;

(3)对重要的矿石矿物和脉石矿物,应采集必要的化学成分测定、稳定同位素组成测定、包体测温 and 包体成分测定等样品;

(4)采集不同类型蚀变岩石标本,如果蚀变呈带状分布,则应按带采集标本;

(5)矿床(点)附近如有古人冶炼炉渣,则应在炉渣分布地段酌量采集炉渣样品。

二、地层地球化学剖面测制

测制地层地球化学剖面,目的在于查明:

1.区内各时代地层中各层位的不同岩性的沉积岩中所研究元素的背景含量;

2.各层位地层中和各层位的不同沉积岩中的化学元素的共生组合;

3.沉积-成矿作用的演化与时间结构。

为使所测制的地层剖面具有一定的代表性,现按如下原则选取地层剖面:

1.测制地层地球化学剖面首先要求工作地区内出露的地层按时代从老到新力求齐全,在找不到理想剖面(参阅第二条)时方可忽略出露面积小于5%左右的层位。剖面按地层组(段)分段测制;

2.剖面尽可能在未受风化、未遭受矿化与蚀变的新鲜基岩出露地段测制。为此应按层位逐组(段)精选剖面,在地表无理想剖面时也可以钻孔岩芯代替,原则上宁缺毋滥。剖面

最好位于工作地区内，否则也应在同一地质构造单位的邻区内测制。

根据上述要求，在区内选取了中泥盆统棋子桥组，上泥盆统天子岭组、帽子峰组，下石炭统孟公坳组、石碇子段、测水段，中上石炭统壶天群，上三叠统小坪组，下侏罗统桥源组、板湾组的地层剖面进行了测制，帽子峰组和测水段在区内无理想剖面，改在邻区测制了剖面，而测水段则以邻区的钻孔剖面代替。下石炭统梓门桥段和二叠、三叠统地层在区内出露面积不大又无理想剖面而予以忽略。

测制剖面按下述要求进行：

1. 剖面的测制按测制地层剖面的基本要求进行，剖面采用1/2000的比例尺。

2. 剖面上地层的组(段)按前人资料分界，组(段)内按岩性变化分层，一般厚度超过2m时单独分层，有特殊意义者厚度不足2m也单独分层。每层均应采集岩石标本。岩层厚度小于10m者采集一块，10至30m者采集两块，大于30m者采集三块。

3. 对剖面进行系统采样。样品间距控制在真厚度5m左右。根据剖面导线方位、坡角和地层产状的相互关系换算成相应的斜距采样。采样要求是在相隔厚度5m的每个采样点前后各2.5m范围内连续、均匀采集小样块组合成一个样品，重量200g。每一分层采集最后一个样品时，如在相应导线上剩余厚度不足1m左右，则将此段归并在最后一个样品内一并采集。

4. 剖面内遇含矿层位时应按2.5m间距加密取样，有其它特殊地质意义的地质体也应酌量增采样品与标本。

5. 测制剖面时应同时按剖面测量记录表作详细记录。

6. 测完剖面后应及时作成剖面图(或平面图)和地层柱状图，并附相应的文字说明。

三、区域基岩地球化学研究

进行区域基岩地球化学研究的目的是查明：

1. 本区化学元素的共生组合；
2. 成矿作用的空间展布与空间结构；
3. 本区金属矿化的成矿规律，并在此基础上进行成矿预测。

为此，规定了本区基岩地球化学观测点的观测内容与格式以及在工作区域内基岩样品采集的布局与具体采集方法。

一六地区180km²面积范围内基岩样品采集的布局和采集方法，根据测区具体情况规定如下：

1. 采样对象：应为新鲜基岩，在地表露头不够新鲜时，应利用采样工具尽量采集新鲜样品。在不得已的情况下，可采集弱风化（或半风化）基岩，但在采样记录中必须说明。超过半风化的露头不能采样。

2. 采样密度：样品按观测点采集。根据一般基岩中元素分布较水系沉积物不均匀，本次工作采取较水系沉积物测量较高的采样密度。定为每km²4—5个点，一般不应少于4个点。

3. 样品分布：按“分层随机采样”方案采样。将测区按1：10000地形图方里网划分成180个网格。每个网格内样品力求分布均匀。以现有的1：50000地质图为基础图件，将地质界线转绘到1：10000地形图上作为野外工作图件。每个网格内各地质体的取样个数

根据网格内各地质体出露面积的比率来确定（见图1）。

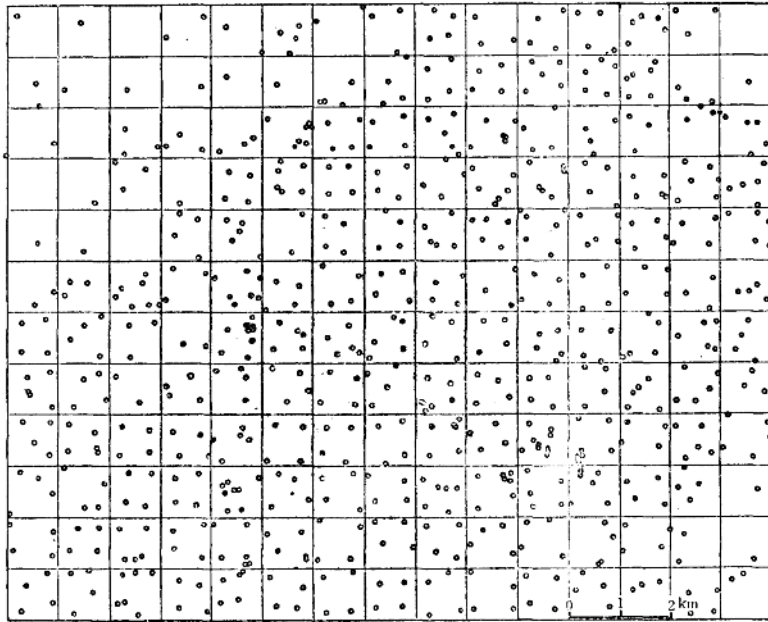


图1 广东一六地区基岩取样点分布图

4. 样品构成：为使样品具有代表性，在观测点露头不小于 $5-10\text{m}^2$ 范围内，用五点采样法拣块采集样品。单个露头不能满足上述面积要求时，可在沿走向方向 20m ，垂直走向方向 5m 范围内，相同取样对象的几个露头上采集样块组成样品。样品不应带有天然露头表皮，样品重量 200g 。

5. 特殊样品：若遇下述情况，应在规定取样密度之外增采样品：

（1）矿化蚀变地段或可能与矿化有关的构造带（如硅化带、构造角砾岩带等）应进行追索，如呈带状延伸，则长度每超过 100m 增采一个样品，尖灭端亦应采集。如不能确定其分布者，则不同方向露头之间距离超过 50m 应增采一个样品。

（2）脉体（如脉岩、岩浆期后脉体、碳酸盐岩石中较大的或成分较复杂的碳酸盐脉体等），每一类型，如在网格内发现，应采集一个样品。

6. 采样检验：为检验采样方法的合理性，对5%的观测点进行重复采样，在180个网格内随机抽取47个网格，每一网格中任意重复采取一个样品。

7. 点位的确定：在野外进行观测时，在 $1:10000$ 地形图的工作底图上，利用罗盘及地形地物确定观测点的位置。

8. 采样记录：每一采样观测点，在基岩样品采集过程中应同时进行详细的地质-地球化学观察并根据基岩地球化学观测点记录表的要求作记录。表中有关项目说明如下：

编 号		位 置	
图 幅		坐标 X = Y =	
沿途主要地质情况			
地 层 岩 体			
岩 性 描 述	颜 色		
	结构构造		
	矿物成分及含量		
	其他特征		
构 造	类 型		
	产 状		
	发育程度		
	性 质		
	充 填 物		
	其 他		
脉 体	成 分		
	产 状		
	规 模		
	发育程度		
矿 化	类 型		
	产出状况 强度及规模		
	围岩蚀变		
标本及样品	编号		
	名称		
备 注			

记录者_____

(1)编号：由两部分数字组成，前四位用观测点所在方里网左下角坐标(X、Y)表示，后四位为样品连续编号，中间用短横线隔开，如4539-1005。

(2)位置：观测点用地物标示的位置。

(3)图幅：观测点所在1/10000地形图幅名称。

(4)坐标：X为经向坐标，Y为纬向坐标。由两位整数及两位小数构成。整数用观测点所在方里网左下角坐标表示，小数由观测点对网格左下角经向或纬向坐标(mm数)表

示。

(5)沿途主要地质情况：记录自上一观测点到本点途中所见主要地质情况。

(6)构造：根据类型及产状分栏填写。

a. 类型：如裂隙、破碎带、节理等；

b. 发育程度：如为裂隙或节理按垂直构造走向方向每m出现的条数表示，破碎带以其宽度及露头上（注明露头面积）出现的条数表示；

c. 性质：构造受力的性质（压性、张性、扭性等）；

d. 充填物：是否有物质充填（不包括脉体）。充填物的成分。

(7)脉体：

a. 规模：脉体的宽度、长短；

b. 发育程度：露头中每m出现的条数或每m²内脉体所占面积的比率。

(8)矿化：

a. 产出状况：如浸染状、细脉状等；

b. 强度及规模：矿化的范围、密度等。

(9)标本及样品：

编号：由两部分组成。前一部分为观测点顺序号，后一部分由表示标本或样品种类的汉语拼音字母及样品序号组成，中间以短横线隔开。如：

0235-B1 手标本 1 号

0235-GP1 光片标本 1 号

0235-BP1 薄片标本 1 号

0235-J1 基岩样品 1 号

0235-JR1 重复基岩 1 号样品

0235-H1 化学多项分析样品 1 号

0235-R1 人工重砂样品 1 号

四、本次工作所完成的野外工作量

1. 矿床（点）和岩体的地球化学工作

对区内出露的花岗岩体、伟晶岩脉、爆破角砾岩、灰岩、各种蚀变岩石及冶炼炉渣等共采集了岩石标本183块，薄片标本82块对有代表性的矿床（点）都进行了地质-地球化学观察，其中重点工作的有钨矿床（点）四个，砷-多金属矿床一个，铋矿点两个，汞矿床一个。共采集矿石标本195块，光片标本76块，薄片标本132块，单矿物标本83块，伟晶岩人工重砂样品7个，矿物包体测温样品82个，硫同位素样品20个，氧同位素样品13个。

2. 地层地球化学剖面测制工作

实测剖面共长6650m，共采集剖面基岩样品698个，剖面岩石标本150块，薄片标本61块。

3. 区域基岩地球化学研究

野外地质-地球化学观测点共712个，记录卡片712张，共采集样品870个（其中包括重复采样47个），岩石标本48块，薄片标本48块。

第二节 室内工作

一、岩、矿石光薄片的镜下鉴定

在野外工作与手标本观察的基础上,送706队实验室磨制岩石薄片256片、光片33块,706队实验室对之作作了鉴定,室内工作阶段又补送武汉地质学院磨片室磨制光薄片共78片。武汉地质学院地球化学研究室对367个光薄片全部进行了系统的鉴定与分析研究,并从中选择了139个重点光、薄片进行了显微照相。

二、人工重砂鉴定分析

七个伟晶岩人工重砂的鉴定分析由广东省地矿局区测队实验室完成。

三、岩石和矿石样品的化学成分分析

根据本区所出露的各层位地层、各岩浆岩岩体、各种矿化类型的矿床(点)的矿物成分和本区代表性岩、矿石与炼渣样品的半定量光谱分析扫描以及本区各矿床普查勘探报告中的物质成分分析资料选择了33种元素作为本区岩、矿石样品化学成分的分析项目。为便于对本区的成矿作用进行地球化学研究,我们将这些元素分为三类:

1. 成矿元素: Li, Be, Nb, Zr, Y, W, Sn, Mo, Bi, Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Hg, Sb, S, As共18种元素。

2. 控矿元素: K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Ti, Ni, Co, Cr, V, Sr, Ba共13种元素。

3. 运矿元素: B, F共2种元素。

这33种元素之中Cu, Pb, Zn, Na由武汉地质学院负责分析,其余20种元素全部由706地质队实验室完成分析。

四、单矿物化学成分的定量分析

各种代表性岩、矿石的单矿物共分离了66个,并对其中37种单矿物的化学成分进行了定量分析,各种矿物的分析项目事先由半定量光谱分析扫描确定,见表62。单矿物分离和化学成分定量分析由广东省地质矿产局第九实验室完成。

五、矿物包体测温

各种矿化类型组成矿物中汽液包体的形成温度分别用两种方法测定:脉石矿物中包体的形成温度用均一法测定,共计49个样品,由湖北省地质局中心实验室完成;矿石矿物中包体的形成温度用爆裂法测定,共计33个样品,由冶金工业部桂林地质研究所完成。

六、稳定同位素组成测定

20个硫化物矿物的硫同位素组成测定,分别由核工业部北京铀矿地质研究所和地质矿产部地质科学研究所矿床所完成。7个含氧矿物的氧同位素组成测定由地质矿产部宜昌地质矿产研究所完成。

七、分析数据的电算处理

为充分揭示分析数据所蕴涵的地质-地球化学信息,研究工作中采用了多种统计分析方法对分析数据进行了加工整理和电子计算机处理,并根据基岩地球化学研究的特点,研究制定了一套成图方案。为此,设计编制或转编了一系列参数统计、多元分析以及自动成图的通用和专用程序。程序调试和数据运算在武汉地质学院“Wang-2200”机、地质矿产部中南中心计算站“DJS-15”机以及六机部“XYNETICS-1200”型电子计算机的自动制图系统上进行。使用机时:“Wang-2200”120小时,“DJS-15”212小时,“XYNETICS-1200”24小时。所有程序的编制、调试和计算工作全部由武汉地质学院地球化学研究室完成。

第三节 样品采集与样品分析质量

一、采样检验

本次工作采取分层随机采样方案,对基岩用五点拣块法采样,为检验采样方法的合理性,对5%的观测点进行重复采样,在全区180个网格内随机抽取47个网格,每一网格中任意重复采取一个样品,并对全部47个样品的两次分析结果选取了10种元素进行双因素的方差分析,结果见表1。列间方差是由于两次采样和两次分析的误差所致,而行间方差则是由于元素在空间中的含量变化所致。由表1可见,行间方差均大于临界值,而列间方差小于临界值,说明行间方差是显著的,而列间方差不显著。这一事实证明取样误差或分析误差都符合要求,二者均未掩盖化学元素在空间上的含量变化。因此在本区进行区域基岩地球化学研究,选择按网格的分层随机取样方案和五点拣块采样方法是合理的。

表1 重复采样的方差分析

元素	分析方法	重复样品数	M _行	M _列	M _余	F _行	F _行 临界值	F _列	F _列 临界值
Mn	光谱半定量	47	74663	10652	6280	11.8890	1.08	1.7280	4.08
Ti	光谱半定量	47	6276166	1063830	707886	8.8661	1.08	1.5028	4.08
B	光谱半定量	47	1525	13.03	184.23	8.20	1.08	0.0707	4.08
Sb	原子吸收	47	2922296	102036	123839	23.60	1.08	0.9935	4.08
W	原子吸收	47	1.0755	0.4801	0.9690	1.1099	1.08	0.4755	4.08
Hg	测汞	47	0.4935	0.0131	0.0366	13.4843	1.08	0.3582	4.08
Na	火焰光度	47	0.0386	0.0019	0.0172	2.2395	1.08	0.1092	4.08
As	化学分析	47	7231	678.25	915.78	7.8960	1.08	0.7406	4.08
Cu	原子吸收	47	278.38	24.54	21.75	12.80	1.08	1.1284	4.08
Pb	原子吸收	47	90.2866	90.03	41.14	2.19	1.08	1.1884	4.08

二、样品分析质量

采用七种分析方法对全部岩、矿石样品的33种元素进行了分析,与多种分析方法相应的各种元素的检出限见表2。