



1:5万遥感物探化探应用研究丛书

基岩地球化学测量方法

——以胶东牟平—乳山金矿带水道测区为例

赵伦山 吴悦斌 沈锦立 著



地质出版社

1:5 万遥感物探化探应用研究丛书

基岩地球化学测量方法

——以胶东牟平—乳山金矿带水道测区为例

赵伦山 吴悦斌 沈镛立 著

地质出版社

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书介绍 1:5 万基岩地球化学测量的理论、方法及胶东牟平—乳山金矿带水道测区的研究成果。所介绍的方法以地质地球化学紧密结合为指导思想,探索理论指导找矿和综合信息预测方法的途径。书中介绍了基岩地球化学测量的一套方法,包括目标追踪采样法和 G.A. 系统异常的计算机评价等;在胶东水道实验区解决的基础地质问题和找矿方面的成果。本书适合于从事野外化探和地质矿产普查找矿的技术人员使用,也可供勘查地球化学和成矿作用地球化学的科研人员及高、中等地质院校相关专业师生参考。

1:5 万遥感物探化探应用研究丛书
基岩地球化学测量方法
——以胶东牟平—乳山金矿带水道测区为例
赵伦山 吴悦斌 沈镛立 著

责任编辑:王永奉

地质出版社出版发行
(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷
(北京海淀区学院路 29 号)

新华书店总店科技发行所经销

开本: 850×1168^{1/16} 印张: 4.6875 插页: 4 页 铜版图: 1 页 字数: 114000

1993 年 12 月北京第一版·1993 年 12 月北京第一次印刷

印数: 1—1000 册 定价: 5.20 元

ISBN 7-116-01471-3/P·1201

THE METHOD FOR ROCK GEOCHEMICAL SURVEY

Abstract

A 304 km² area in the Mupping-Rushan auriferous belt, eastern Shandong, China, has been covered by bedrock sampling using a new technique called "Target Tracing Prospecting", in which two kinds of rock samples are taken simultaneously during the field work and two sets of indicator elements are used for each set of samples. The advantage of this technique is that it can acquire both information on basic geologic research and prospecting in one field visit. The theory behind the technique is based on the view that there are two geochemical fields which could be dealt with separately. For the study Mupping-Rusan area we have:

1. Normal (or background) field which is determined by sampling the unmineralized fresh rocks and using Sr, Zr, V and Ti as the indicators to research into some problems in geology and mineralization in the area.

2. Anomalous field which is observed by sampling the material that have evidence of mineralization or influence of certain mineralization, such as quartz veins, altered rocks, gossans, tectonites and dykes,

and using Au, Ag, Pb, Cu, Zn, As, Mo and Co as the indicator elements to investigate the distribution of mineralization in the working area, and delineate prospecting targets.

The distribution of sample sites within a sampling unit is random whereas the sampling units are systematically arranged before field work begins. The entire working area is first divided into sampling units according to the grid of the topographic base map. The densities of sampling for the 1:50,000 scale are: 1—2 samples per square kilometer for the background field; 3—4 samples for the anomaly field, thus the general density of sampling is about 4—6 samples per unit. This arrangement of sampling keeps the distribution of sample sites homogeneous over the entire study area and ensures more complete geological information.

Our experimental work on rock geochemical survey in Muping-Rusan area has yielded some interesting results which is briefly described below. The regional structure framework and the metamorphism of the study area is well expressed on the maps of geochemical background field. Also some indications towards genesis of the granites in the area are given. On the geochemical map of zirconium, there is a high value zone. Following up in the field, we found that the area where Zr values are higher than 400×10^{-6} are related to a kind of quartzite, the protolith of which is feldspathic sandstone. Therefore, the key bed that dividing the Proterozoic Erathem from Archaeozoic

Erathem was found. The geochemical information of Ba and Sr replenishes the evidence which supports the viewpoint that the genesis of the granites in the working area is migmatization. The migmatization zone with intensive K-alteration is defined by the distribution of Ba and Sr, which is favorable to Au mineralization and is assumed to be the secondary source of gold mineralization.

25 integrated anomalies were delineated in the study area, of which 7 are associated with known gold deposits whereas other 18 were newly discovered. A computer program, called G-A system, is developed and used to evaluate the anomalies. So far, four commercial gold ore bodies have been discovered in the anomalies.

序

在地球化学探矿发展早期，岩石测量被认为是一种详查手段，70年代以后，开始用于区域性勘查研究。在G. J. S. 戈维特主编的《矿产勘查的岩石地球化学》一书中，专门讨论并介绍了70年代到80年代初西方国家在用岩石测量方法研究含矿与不含矿侵入体的识别、含锡花岗岩的鉴别和含矿与不含矿火山旋回的划分，以及脉状和交代矿床的区域性异常等方面的成果。原苏联于1985年出版了《岩石化学测量与普查方法》一书，总结了他们在配合1:5万区域地质测量中地球化学方法的研究成果，强调了以基岩及上覆疏松产物取样为依据的岩石化学方法的重要性，指出这种方法可以成功地用来解决地质测量过程中产生的众多地质问题。我国从70年代末开始有计划地组织了在成矿区（带）上开展区域岩石地球化学勘查的研究课题，先后完成了广东一六地区、豫西卢氏—灵宝地区及“六五”期间按主要岩类分布区安排的“成矿区带区域地球化学与地球化学找矿方法研究”项目。本书是作者“七五”期间在变质岩分布区金矿带上所进行的同类课题的研究成果。书中介绍了研究工作所取得的主要地质成果：如对该区胶东群和荆山群的划分及原岩恢复提出了地球化学依据与标志；论证了胶东群和荆山群为金矿的主要矿源层；提出和论证了混合岩化交代前锋带为该区金矿的二次矿源岩，并控制了金矿带分布的认识；建立了区域成矿的地质地球化学模型，以及通过基岩地球化学测量新发现了一批有找矿远景的异常等。该项研究在方法方面取得了以下新的进展：

其一，作者根据解决基础地质问题和找矿与矿产预测的双重目的，提出了按“背景场”与“异常场”两个系统采样（称为目标追踪采样法）和分析两套指示元素的设计思想和实施方案。这

是在工作布署上的一个新发展。这种作法进一步提高了采样与样品分析的目的性和针对性，从而在相同工作量的基础上增强了样品的有效利用率和其中的有用信息量。这种工作方案在胶东的牟平—乳山金矿带的实践中取得了满意的结果。

其二，在异常评价中，作者将地质因素与地球化学参数有机地结合起来，建立了一个新的异常评价系统——G. A，计算机评价系统。在该系统中，较充分地考虑了调查地区的各种对成矿有利的地质因素，并赋之以定量化参数。在地球化学指标的应用方面，增加了评价的新参数，如异常陡度、剥蚀深度等，为异常评价，特别是弱异常评价探索了新的思路。

本书总结的经验和作法，已在其它地区试用，并取得了较好的效果。当然，地质作用是极其复杂的，任何一种方法都不能机械套用，特别是有些具体方法和参数的确定，需要结合调查地区的具体条件加以科学地选择。但这些基本思路和做法，对于从事地质与化探的人员进行综合区域地质调查和普查具有指导意义，对于科研和教学人员，也有重要参考价值。

前述这些研究工作（包括“六五”期间完成的涉及更大范围的侧重于基本地球化学问题研究的南岭地区区域地球化学研究）的共同特点是：（1）均以解决基础地质问题（包括区域成矿）和找矿与矿产预测的双重任务为目的；（2）以基岩为采样对象的岩石测量为基础；（3）将基本地球化学问题的专题研究与面积性岩石测量紧密结合；（4）将建立调查区主要矿产的矿床地球化学模式作为工作内容之一，并作为调查区异常评价的主要依据；（5）把完成地质勘查任务与研究开发勘查方法紧密结合。

通过十多年在不同岩类地区 and 不同成矿带上对区域性岩石测量的探索研究与开发（这些成果均已陆续公开出版），不仅取得了一批很有价值的地质成果，而且在理论与方法上均有了很大的发展与提高，并正在逐步形成具有我国自己特点的理论与方法体系。它们的推广应用，将有利于提高我国中、大比例尺的区域地质调查和矿产预测的质量和水平，并将进一步促进我国区域勘查

地球化学学科的发展。

吴承烈

1993 年

前 言

本书主要根据地质矿产部“七五”科技攻关项目“1:5万区域地质调查中遥感、地球物理、地球化学方法应用研究”的V-I专题“1:5万区调中地球化学理论与方法技术应用研究”成果编写的。专题研究由中国地质大学(北京)地质矿产系地球化学教研室承担,实验测区选在山东省牟平—乳山金矿带水道—高陵地区。

基岩地球化学测量具有采样目标直接、样品地质代表性明确、异常无位移,以及便于结合地质资料扩大获取地质及成矿信息等优点。经过本次专题攻关,研制了地质、化探结合的目标追踪采样法和G. A. 计算机异常评价系统等一套野外和室内工作方法,提高了基岩地球化学测量在中、大比例尺矿产预测中的应用效果。专题成果于1990年5月通过部级评审,测量方法已在一些地质队推广使用,均取得了良好效果。本书重点介绍基岩地球化学测量的方法,并结合水道测区资料阐述解决基础地质问题的思路和找矿成果。全书除前言、绪论和结论外,共分五章,由赵伦山、吴悦斌、沈镛立分章执笔编写,由赵伦山校核,整理,定稿。专题科研工作由本室全体同志集体完成;徐景奎、周群辉、杨忠芳、胡秀珍、方勤方、储伟光、战卫国参加了野外调查、采样、分析测试、资料整理和绘图等工作;研究生祝新友、周继荣、施俊法、徐勇、申志军、陈志宏和本专业87、88、89届的部分毕业生也参加了不同阶段的实际工作。

在专题研究过程中,得到了地矿部勘查技术司、中国勘查技术院领导和有关专家的关心和指导;山东省地矿局、山东第三地质队、地矿部第一综合物探大队、牟平县政府、水道镇政府、牟平金矿、乳山金矿、金牛山金矿、牟平县地质队等单位给予专题

研究以多方面的支持和协助，在此一并表示感谢。吴承烈教授在本专题研究过程中，对研究工作给予多方面的指导，又在百忙中审阅了全部书稿，并为本书撰写了序，作者在此对他表示深深的谢意。

由于作者学术水平所限，书中难免存在疏漏与错误，作者诚挚地期待专家和同志们提出批评和指正。

作者 1992 年 7 月

目 录

绪论	1
一、当前我国地质探矿事业的发展特点	1
二、理论指导找矿与综合化方法	2
三、基岩地球化学测量的基本思路	5
第一章 基岩地球化学测量工作方法	7
一、地质地球化学剖面测制方法	8
二、典型矿床(点)的地球化学研究方法	10
三、区域基岩地球化学测量方法	12
四、1:5 万区域地球化学调查的工作程序	24
第二章 背景场与基础地质问题研究方法	26
一、地质地球化学填图	27
二、背景场研究方法	31
三、区域地质及其控矿问题研究	45
第三章 区域成矿地质地球化学模型	57
一、牟平—乳山金矿带构造控矿规律	57
二、矿化体分带模式	62
三、成矿物理化学条件与物质来源研究	67
四、区域成矿地质地球化学模型	77
第四章 成矿信息提取方法与区域异常研究	82
一、成矿信息提取方法	82
二、异常场的地球化学研究	86
三、异常特征参数的描述与综合分析	104
四、已知矿原生岩异常分带特征	106
第五章 基岩地球化学异常综合评价方法	109
一、异常综合评价的步骤和方法	110

二、水道测区基岩地球化学异常评价.....	115
结论和几点认识.....	133
主要参考文献.....	136

绪 论

1985年,地质矿产部在太原固体矿产普查工作会议上提出了在全国开展新一轮矿产普查的战略任务,并制定出必须依靠科学技术进步对区域矿产资源进行综合调查和评价的方针;1992年,又提出“探宝计划”、“科技兴地计划”,并要求“努力实现地质找矿的新发现”,提出“矿产资源的勘查要以发现大型、超大型矿产为重点,同时兼顾中小型矿床的勘查,继续加强重点片的普查找矿工作及现有矿区的外围普查找矿的总体部署。从此,我国矿产勘查事业步入了一个新的历史发展阶段。

一、当前我国地质探矿事业的发展特点

在实施新一轮矿产普查任务时,我国地质找矿行业所面临的形势可以概括成以下几个特点:

1. 国家经济的发展对各种矿产资源的需求持续增长,而大部分矿种保有储量不足两个五年计划需要。根据有关部门统计,建国以来我国经济发展对各种矿产资源的消耗量平均每年以3%—5%的比率递增。据中国地质学会矿产资源保护和综合利用委员会测算,到2000年我国各种金属、非金属矿物原料需要增长50%到数倍。对国家经济发展来讲,矿产资源形势是严峻的。

2. 找矿难度愈来愈大,探矿成本不断提高。经过40多年大规模的普查勘探,内地省份的大部分出露矿、浅埋矿床均已被发现,今后找矿的主要目标是盲矿、掩埋矿(或称隐伏矿)、难辨认矿、深部矿,以及需探索的新类型矿,包括大型、超大型矿。如果仍沿用老的方法寻找这些产状复杂、难于观测的矿,必将难

以奏效。

3. 随着我国经济管理体制改革的深入, 要求一切经济活动都必须提高效益。地质探矿活动的市场化势在必行。在地质探矿事业中, 过去那种不重视效益, 不计算成本, 周期过长, 以及无效重复的工作方式愈来愈不适应改革开放形势的需要, 如何提高地质探矿工作的经济效益, 是当前摆在地质战线面前的新课题。其中, 除一部分属于管理体制改革的课题外, 根本方面还在于找矿方法的改进和提高, 即应依靠科技, 提高效益。

4. 从另一方面看, 经过 40 多年的地质勘查工作, 不但找到了大批的矿产基地, 同时对我国的基本地质构造特征和成矿规律也进行了较全面的调查研究, 积累了资料。据初步统计, 目前全国 1:20 万地质区调已完成 600 万 km^2 以上, 占国土总面积 63% 以上的内地各省大部分已经完成; 1:5 万地质区调在有找矿远景的成矿区带上已覆盖了相当大面积; 80 年代末完成了内地省份的 1:20 万水系沉积物扫面计划; 此外, 覆盖全国不同比例尺的物探、遥感和多种化探测量资料, 以及成矿区带和典型矿区研究成果都是今后深入开展地质勘查、发现新的矿产基地的有利条件。

二、理论指导找矿与综合化方法

多年来, 我国广大的地质勘查工作者和科研人员, 在自己的找矿实践中不断总结经验, 探索新的找矿途径和方法。进入 80 年代以来, 地矿、有色、冶金、黄金、核工业等系统的地质技术队伍, 在对本地区成矿规律取得深入认识的水平上, 摸索出了一套新的找矿思路和勘查方法, 并在很多地区取得了突破, 特别是在金矿找矿中效果更为明显。在许多内地高研究程度区有了新发现, 找到了大矿。总结这些地区找矿成功的经验, 将对新一轮普查工作会有所启发, 也可能是解决找隐伏矿和探索新类型矿的途径。

1. 重视成矿理论对找矿的指导作用。积极引进和吸收新的成矿理论,不断总结国内外新的找矿经验和成矿控矿规律,是启发思路,指导找矿的依据。近年来,国内外成矿理论的研究异常活跃,随着现代地质观测和分析技术的改善,新资料迅速积累,新认识不断提出,使人们原有的矿床成因概念得到深化,总结了新的成矿控矿理论。矿床学工作者一致认为,成矿作用是一种区域性地质现象,矿床的形成是经历了多种作用、多期演化,多种物源累积富集的结果。在总结事实的基础上,提出了各种类型矿床的成矿演化模式及地质控矿条件,深化了矿床学理论。如70年代以来,层控理论的兴起,矿源层及后期改造成矿理论的总结,大洋洋脊热卤水的发现及热卤水成矿观点的建立,板块构造控矿理论、同生成矿机制和成矿系列理论的提出,以及近年来地热系统和浅成低温热液成矿、成矿流体研究,成矿实验和成矿动力学的探索等,都加深了对成矿过程的认识,拓宽了找矿的思路。每一种成矿理论的提出和模型的建立,都标志着—个时期找矿经验的总结和对—批矿床成矿规律认识的深入,并能导致—批新矿床的发现。

2. 研究典型,解剖新点。成矿作用在区域类似的地质条件下有成带发育的规律,“就矿找矿”、“顺藤摸瓜”的方法在本矿带内是行之有效的找矿途径。应强调的是,应深入研究已知典型矿床的成矿条件和控矿机制,如构造控矿条件、矿体的侧伏规律等;同时,也需要对待评价的新点的地质环境进行认真的解剖。如在胶东,石英脉型金矿化有产于张性断裂段的规律,但在—个带内各点上,张性构造结构形式不同。有的矿产于主断裂两侧的次级张性断裂中,有的则赋存于主断裂的叠加转向部位。经过深入分析预测区的地质条件,才能有把握地应用已知成矿规律指导勘查工作。

3. 在新类型、新地区上取得突破。深入研究新地区地质构造条件,根据实际观测到的矿化特征和元素富集分散的地球化学—般规律,探索其形成新类型矿床的可能性。要使新的—轮普查

找矿取得成效，必须在类型和地区上有所突破。为此，要求找矿技术人员应既具有理论找矿的指导思想，又不简单化硬套某典型矿床成矿模式，做到掌握模式，不套用模式，在开阔思路的基础上，根据本区的地质背景特征追索矿化的宏观标志和微观踪迹。在寻找大型、超大型矿床中，也必须向未知的新类型方向去探索，因为往往超大型矿床是独一无二的，或自成类型的。如我国胶东的蚀变岩型金矿类型，在国外很不发育或不成型；中国西南川、黔、湘、滇诸省发育的碳硅泥岩型金矿是一种不同于国外已知矿的新类型的微细浸染型金矿。我国经过 40 多年系统的地质工作，内地各省地质研究程度很高，积累了丰富的实际资料，为新类型、新地区的突破提供了较充分的基础条件，并且在很多省区都实现了突破。

4. 综合化找矿方法。开展综合信息矿产预测，使用实用有效的综合指标异常评价技术，也是近年来找矿取得成功的重要经验。以直接找矿方法为主体的地质化探综合化找矿在金和各种金属矿床的勘查和隐伏矿体追踪中，取得了明显的效果。综合化找矿的核心是应用现代多种探矿手段，尽可能全面地获取预测区的各种成矿信息，通过综合分析这些信息资料而取得对本区形成某种矿产的可能性及其空间、时间分布规律和赋存条件的较准确的、客观的认识。地质和化探方法的综合化，能够最有效地集中本测区宏观和微观的直接表现出来的矿化信息，并结合本区的地质构造条件和控矿规律的综合分析，达到科学预测的目标。综合化找矿方法还包括充分应用遥感、物探、重砂和数据资料的计算机处理等现代方法。

我国“八五”期间即将完成的全国 1:20 万水系沉积物化探扫面，是一种高效、快速、信息面广、覆盖全国土的勘查计划。新一轮矿产勘查，首先应从查证 1:20 万水系沉积物异常着手。在其中应特别重视“科技兴地”方针，推广以地质、化探结合为核心的综合信息矿产评价技术。