

金属矿床 地球化学探矿 论文集

第一辑

В. И. 克拉斯尼科夫等著

地质出版社

金 属 矿 床
地球化学探矿论文集
第 一 輯

地 质 出 版 社

1957·北 京

本輯以苏联1955年出版的“國外金屬礦床地球化学探礦方法”一書为基礎,又补充了一些論文,此輯包括有地球化学探礦的一般性文章,岩石化学方法、水化学方法、生物地球化学方法、以及分析方法方面的文章,可供从事地球化学采礦的專門人員及地質人員參考。

本輯的文章主要是由地質部物探局沈时全、謝学錦兩同志选出的。

金屬矿床地球化学探礦論文集

第一輯

著者	B. H. 克拉斯尼科夫等
譯者	沈时全等
出版者	地質出版社 北京宣武門外永先寺西街3号 北京市書刊出版業營業許可證出字第050号
發行者	新華書店
印刷者	地質印刷厂 北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯: 刘佩環 技術編輯: 石志 校對: 金伯璠
印數 (京) 1—2400册 1957年7月北京第1版
開本 31"×43" / 32 1957年7月第1次印刷
字數400,000字 印張 17²¹/₂₅ 插頁5
定價(10)2.30元

目 錄

前言.....	9
---------	---

甲、一般性叙述

地質普查的任务和方法.....	В. И. 克拉斯尼 科夫 11
普查礦產的地球化学方法.....	И. И. 金茲堡 31
金屬礦床的地球化学普查方法.....	А. И. 別列尔曼 39
普查金屬礦床的地球化学方法在國外的發展	Ю. В. 沙尔科夫、О. А. 格列科 45
地球化学探礦.....	Н. Е. 霍克斯 59

乙、岩石化学方法

在亞利桑那州約翰遜地区地質調查与地球化学勘探的試驗

.....	J. S. 柯柏, L. C. 哈富 69
摘要.....	69
緒言.....	70
地文与地質条件.....	71
礦床地質.....	74
地球化学研究.....	81
取样步驟.....	81
样品分析.....	83
岩床中的礦石金屬.....	86
結論.....	94

犹他州东廷蒂克区盲礦体上变質岩中的重金屬

.....	T. S. 罗佛林, V. P. 索柯洛夫, H. T. 莫理斯 97
摘要.....	97
緒言.....	97
重金屬的測定.....	101
野外操作.....	104

選擇區內的試驗結果.....	109
結論.....	110
在犹他州廷蒂克地区最近調查所用的地球化学技術	
..... H. 阿尔蒙特, H. T. 莫理科	114
摘要.....	114
緒言.....	114
化学分析步驟.....	115
犹他州廷蒂克区附近金屬礦体圍岩中重金屬的表生分散和	
熱液分散..... H. T. 莫理斯, T. S. 罗佛林	133
第一部分	
重金屬在潛水中的活动性.....	133
摘要.....	133
緒言.....	133
金屬在廷蒂克·斯丹达尔特礦山潛水中的移动性.....	135
結論.....	147
第二部分	
碳酸鹽类圍岩和石英二長岩中重金屬的原生暈形狀.....	150
摘要.....	150
緒言.....	151
分析方法.....	151
过去的研究情况.....	153
微跡量重金屬在礦株圍岩中的分布.....	154
金屬在犹他州廷蒂克地区圍岩中的分散形式.....	156
实际应用.....	165
基本結論.....	169
汞的原生分散暈作为汞—銻礦床的找礦标志.....	
..... O. B. 維尔什科夫斯卡婭	171
东田納西州原生鋅礦表面殘積物中的殘留鋅.....	
..... H. E. 霍克斯, H. W. 拉金	178
摘要.....	178
緒言.....	178

地質	179
風化与土壤	179
采样	182
結果	185
結論	187
礦脉附近的土壤中銅、鉛及鋅的異常含量	L. C. 哈富 188
摘要	188
緒言	189
正常岩石和土壤中的金屬含量	190
礦脉附近土壤中的金屬含量	194
結果的解釋	210
利用所得結果來進行普查	216
对今后工作的建議	218
作为礦石标志的放射性	W. H. 格羅斯 221
摘要	221
緒言	221
理論探討	222
取样	229
結論	245

丙、水化学方法

应用水化学方法普查多金屬的經驗	C. P. 克拉伊諾夫 248
天然水中作为找礦标志的重金屬 (在西非洲的初步調查)	
	T. S. 偉勃, A. P. 米尔曼 258
在約康地区的地球化学勘探	R. W. 波义耳 269
摘要	269
緒言	269
基諾山方鉛山地区地質描述	269
基諾山方鉛山地区地球化学研究結果	272
白馬地区	276
在約康的含重金屬的泉水	278
結論	279

丁、生物地球化学方法

用植物和土壤来找礦.....A. П. 維諾格拉多夫	281
前言.....	281
方法的簡史.....	282
成礦元素和植物.....	285
生物地球化学方法和礦層的深度.....	305
某些技術上的問題.....	306
簡短的結論和今后的任务.....	309
三州地区的生物地球化学研究.....J. W. 哈博	313
摘要.....	313
緒言.....	313
地理与地質.....	314
生物地球化学調查的原理.....	316
被研究的地段.....	317
采样.....	320
結果.....	326
結論.....	334
鉄和錳的生物地球化学的初步研究.....	
.....H. V. 華倫, R. E. 狄拉夫特, R. I. 伊里什	335
摘要.....	335
方法的由來和根据.....	336
数种工作假設.....	336
分析方法.....	338
影响鉄和錳的生物地球化学的若干因素.....	340
与以前諸研究者所得結論的比較.....	349
將來的工作.....	349
結論.....	352

戊、分析方法

野外条件下地球化学探勘所用的分析方法

.....H. W. 拉金, H. 阿尔蒙特, F. N. 華特	353
----------------------------------	-----

摘要	353
緒言	353
特殊試劑及儀器	355
分析方法	367
前言	367
水中重金屬的測定	368
制备分析用的土壤及岩石样品	372
土壤或沉積物中重金屬的測定	372
土壤中鋅的測定	376
土壤及岩石中鎳的色層測定	378
土壤及岩石中銅的色圖測定	381
土壤及岩石中鈷的測定	383
土壤及岩石中鉬的測定	385
土壤及岩石中鉛的測定	389
土壤及岩石中銀的測定	391
土壤中鎢的測定	395
土壤及岩石中易溶性銅、鋅及鉛的化合物的測定（硫酸提取法）	398
植物中鋅的測定	401
植物中鎳的測定	404
植物中鉬的測定	406
地球化学探礦中紙色層分析方法的应用	
.....E. C. 亨特, A. A. 諾斯, R. A. 瓦尔斯	411
摘要	411
銅、鈷和鎳	413
實驗	413
样品的溶解	413
色層分离	414
金屬的檢出	416
标准的制备	417
結果	419
方法	423
鈹	424

實驗.....	425
樣品的溶解.....	425
色層分離.....	426
帶的檢出.....	426
標準的製備.....	428
結果.....	428
方法.....	429
鉅.....	430
實驗.....	431
樣品的溶解.....	431
色層分離.....	432
帶的檢出.....	433
標準的製備.....	434
結果.....	434
方法.....	435
鉛.....	436
實驗.....	436
樣品的溶解.....	436
色層分離.....	437
帶的檢出.....	438
標準的製備.....	438
方法.....	439
銻.....	440
實驗.....	441
樣品的溶解.....	441
色層分離.....	441
帶的檢出.....	442
標準的製備.....	442
方法.....	443
結論.....	444

前 言

最近10—15年來，特別是最近幾年以來，地球化學探礦方法獲得了國外普遍的重視，並有相當迅速的發展。已經積累有大量的研究資料，並發現了許多新的資源远景地区和礦床。因此，也可以說，地球化學方法將隨着地表礦產露头的日益減少，而呈現一種新的面貌。它在綜合普查工作中的意義，將會引起全體地質工作人員的注意。

地球化學探礦工作，在我國是在1952年前後開始的。三、四年來，在若干錫、鉛、鉻、鋁、銅的礦區，均收到相應的效果，提高了勘探的效率。

我國的地球化學探礦工作，目前主要是岩石化學方法，即所謂金屬量測量。至於水化學方法、生物地球化學方法，還只是準備階段。

目前在各地地質普查工作中，都已陸續採用這種方法，因此很必要有這方面的書籍出版。但由於這門科學還很年青，直到現在還沒有一本教科書；文獻分散，搜集也比較困難；同時無論在理論工作方面，或實際工作方面，也還存在很多認識上不夠一致而需要進一步加以探討的問題。

地質工作者對這個方法還比較生疏，把它只看成為一個按一定間距採樣的分析問題。實質上，地球化學方法如果不考慮當地的地質、氣候、土壤、地貌、古地理等各種條件，而採用千篇一律的工作方法，將不會得到任何預期的效果。例如蘇聯金屬量測量暫行規範所規定的在15—20厘米深度採樣，那隻適用於個別地區（在蘇聯如哈薩克斯坦乾燥的半沙漠地區），而對其他地區，就應該有所不同（如西伯利亞）。

出版這個論文集的目的，就是為了初步介紹國外在各種不同地質—景觀條件下所進行的工作，以便國內地質工作者在中國各種不同的地

質-景觀条件下，創造性地加以运用和發展。

选题工作，主要从苏联1954年出版的“國外金屬礦床地球化学探礦方法”論文集一部分論文为基础，另外又尽可能补充了苏联方面的报导和方法，也选取了一些苏联文集中未列入的論文。

譯文尽可能譯自原文。从俄譯文轉譯的論文，找到原文的，也均对照原文作了复核。

第一輯的論文中，岩石化学方法，介紹次生量的文章較少，事实上研究次生量的工作量要比原生量大，效果也比原生量更加顯著。水化学方面，沒有找到总结性的文章；生物化学方法方面，虽然A. П. 維諾格拉多夫(1954)的总结，全面地說明了苏联、欧美、加拿大各國的工作，但其他專門性論文还是选得不夠的。

在这第一輯的分析部分，在編輯期間，由于沒有獲得有关地球化学方法的光譜分析資料，因此也沒能刊載这方面的文章。虽然光譜分析是地球化学普查中很重要的分析方法。

以上这些缺点，希望在今后的論文集中得到改正。

植物名称，因为很多地方性的种屬，不可能有恰当的譯名，故很多均采用拉丁学名。

甲、一般性叙述

地質普查的任务和方法^①

В. И. 克拉斯尼科夫

地質普查的任务，一般說來，根据地質-勘探过程的主要階段來提出是最好的和最适当的。

苏联領域的初步地質研究可以划为第一階段，它是借助于小比例尺地質測量，并結合着目的在于查明各种有用礦產的綜合性踏勘路線普查來實現的。所調查地区的地質構造較簡單时，可以采用比例尺1:1,000,000的測量工作。如果較复雜，則采用比例尺1:500,000。在这二种情形下，根据測量所得的材料編制和印行比例尺1:1,000,000的國家地質圖。这个圖可作为更小比例尺的綜合地質圖的基礎。

与踏勘普查相配合的比例尺为1:1,000,000—1:500,000的地質測量，都布置在几乎全部沒有調查过的地区。目的是查明它們的地質構造，礦床成因的一般特征，及划分出在地質上有利于布置更詳細的調查工作的地区（省的，区域的）。

全部苏联國土是第一階段的工作对象。对發展某些綜合礦產有利的地質地区的划分，和被調查区域的工業远景的总評價是实际工作的总结。

地質上有利地区的綜合研究屬於第二个階段，它是用中比例尺地質測量并結合着估計会有各种礦產出現的綜合面積普查來進行。被調查地区的地質構造較簡單时，測量按比例尺1:200,000進行。如果較

① В. И. Красников, Задачи и методы геологических поисков, Советская геология, 1955, No. 49.

复雜时，則采用比例尺 1:100,000。在这种情况下根据測量所得的材料，編制和印行 1:200,000 的区域(地区)地質圖，及比例尺 1:500,000 的綜合区域地質圖。

在礦山工業和地質上有利于發展某一綜合礦產的地区是第二階段的工作对象。对被調查的工業远景地区作出可能的远景評價和某一礦產發育地区的划分，是工作的实际結果。

在这一階段的地質普查工作任务中，要查明有經濟价值的金屬和非金屬礦產發育的全部区域，同时要确定每一地区的成礦剖面及其所特有的一套礦產。

地質勘探过程的第三个階段，是詳細研究發育着金屬及非金屬礦產的区域。它是用大比例尺地質測量，并結合着詳細的能指出該区所特有的綜合礦產的專門普查工作來实现。

在地質構造較簡單的地区，測量以比例尺 1:50,000 進行，在較复雜时，比例尺則采用 1:25,000。根据这种比例尺的測量，編制，有时也印行比例尺 1:50,000 的区域地質圖。

这一階段的地質普查任务，是發現全部有經濟价值的及在目前科学技术可能条件下，容易被發現的礦床。

以后的地質-勘探階段，与調查及勘探已被查明的礦床有关，所以这里不再加以敘述。

上面所提出的地質普查任务，實質上僅反映了在正常順序及必須解决每一階段任务的条件下每一階段工作的主要方針。在实际工作中，当然常常不能遵守这样的順序，而很少能完全解决我們上面所提到的任务。但是由这一点并不能說我們就应当放棄反映本質的和反映在地質勘探过程中每一階段工作的最終目的的、上述地質普查基本任务的公式。相反，問題的这种提法，能幫助我們了解每一階段工作的最終目的，能幫助我們尋找成功地進行普查的道路。

普 查 的 方 法

在礦山工作發展的初期，直接出露在地表的，基本上是富的和易被發現的礦石礦床，吸引着人去進行开采。普查这一类礦床不需要很多的

知識和特別的技術，後來，隨着這些礦床的不斷開采，采掘規模的增大和趨向於開采礦化分散的貧礦石，普查的組織機構就日益複雜起來。

現時，為了有效地進行新礦床的普查，必須在地質學、地球物理學、地球化學和很多其他科學的最新成就的基礎上，進行廣泛的綜合調查。這各種各樣的調查，應當緊密地彼此相互配合協作，以保證最快和最有效的解決所提出的任務。

大體上，現時的普查方法，一般可分為下列五類：

(1) 目測普查方法——基於遍歷各處，直接用肉眼觀察礦床的直接和間接的標志。

(2) 地質方法——基於研究礦床的形成和分布的地質規律。

(3) 地球物理方法——基於研究不同的由於礦床的存在所引起的或由於與被調查地區地質構造有關的礦床特性所決定的物理現象。

(4) 地球化學方法——基於研究地球化學的規律和在岩石、天然水、壤中氣（Почвенная воздуха），植物復蓋等等中可找尋到的或與地球化學規律有關的元素的實際分布。

(5) 探礦工程（山地—鑽探的）方法——基於採用普查鑽及各種山地坑硐工作。

目測方法 我們把大家都知道的，廣泛記載在教科書和專門文獻內的根據宏觀分散量（Макроореол рассеяния）和其他能用肉眼觀察到的標志的礦床普查方法，列入目測法之內。其中首先就是基於查明礦床次生機械宏觀分散量的普查方法，如冰川漂礫、河流砂礫、碎屑坡積等方法。重砂法也屬於這一類。重砂方法是基於用簡單的、選集疏松碎屑物中的礦物，以查明礦床機械分散量的方法。

目測方法還包括古時由經驗確定的直接或間接的找礦標志用以發現礦床的方法。這些標志是在遍歷各處的調查過程中發現的，例如礦體露頭、石堆和堆積物、蝕變岩石帶、礦石的浸染帶、褪色和薄膜（Налет），古代山地工作的遺跡等等。目測方法，也包括所謂植物的普查方法。它是基於用肉眼觀察長在礦體露頭上及富含某一化學元素的土壤中的植物的形態來識別的（指示植物）。

至於基於研究植物有機體的化學成分的普查方法，更正確一點說，

它是屬於地球化学（生物化学）方法範圍之內的。

从很古的时候起，目測方法就有了一定的發展，同时随着人类对有用礦產原料种类需要的擴大，經驗的積聚和地質知識的發展，也就日有改進。但是憑借直接或間接的指示，以肉眼觀察可能存在有益礦床的找礦标志，始終是这些方法的基础。这样就使目測普查的地質效率首先决定于勘探人員的經驗和知識，决定于他們分析地質情况的才干和正确确定普查方向的才干，其次也决定于野外觀察和以后对所采集的岩石标本進行研究的詳細程度。高度熟練的，有經驗的和仔細的地質人員可以正确地指出和正确地解釋往往易为經驗較少和觀察不小心的人所漏掉的标志。所以，目測普查的結果，它的地質效率和对所調查地区評價的确实性差別是很懸殊的。

目測普查的效率也还决定于地質条件——所調查地区出露的程度、地形的特征和水系的情况、侵蝕強度、礦床的成因类型、地貌和礦体的產狀以及其他决定形成礦床分散量和是否存在易为肉眼觀察的找礦标志等的因素。地区的露头良好，現代水系劇烈的侵蝕活动，在風化帶穩定礦物能形成机械分散量的礦床的存在（这些分散量易于用重砂測量、漂礫—砂礫及其他普查目測方法發現）可以促進目測普查的成功。屬这类的有益礦產有金、鉑、錫、鎢、汞、鉻、鋳、鈦及其他的一些元素。

要發現那种礦物容易破坏的礦床，只有在一定的有利条件下，才可以用目測方法。例如分布在河谷新侵蝕地段的礦床，可以根据山坡上礦石的石堆，次生礦物的薄膜和褪色帶，以及其他可以看到的标志來發現。

在复盖着浮土，森林，沼澤或盖有厚的冲積層的地区，以及河系衰老的平原地区，大家知道，目測方法就是仔細去做，多次去做，其效率也是很低的，特别是对于那些易遭受物理—化学風化作用，不能形成明顯分散量或新的找礦宏观标志（макропризнак）的礦產分布的地区，用目測普查法有时几乎完全得不出結果。不能形成明顯分散量而易風化的礦產有銅、鋅、鉛、鋁、鎳、鈷等。

在地区被掩盖和露头很少的条件下，大多数这些礦床，会被漏

掉，尽管在同一面積上，普查工作多次重复地進行，也还是得不出最后评价的。

目測普查方法应用于地質勘探过程的所有階段。它的作用在新的或研究不多地区的开始調查階段特別重要。在这些新的或研究不多的地区，用宏观分散量及其他目測能看見的找礦标志去揭露礦体的可能性，要比很好研究过的地区有希望得多。因为这些很好研究过的地区內，很大一部分这一类礦床，已被过去的研究工作所揭露了。

地質普查方法 在地質普查方法之中，首先有不同种类的和不同比例尺的地質測量。通过各种不同比例尺的地質測量，研究組成地壳某处的岩石，并順便解决这些岩石在某些目的上的可能利用問題。換言之即作出可能的有用礦產的评价問題。特別是大多数的建筑材料、某些化学原料的礦种、可燃性有机岩和很多在地質測量中不能直接發現或评价的其他有用礦產是这些工作的目的。

与此同时，在地質測量階段，还需查明有利于成礦的構造、岩相及其他决定成礦条件和礦床分布的地質因素。知道了这些就可以适当的指出普查工作和揭露新礦床的方向。在普查內生礦床时，成礦構造的分析起着主要的作用。在普查沉積礦床时，岩相及古地理的研究方法極為重要。

由此可見，地質資料的分析是任何一种和任何普查工作方法的第一步。只有这样，才能保証其他普查方法的正确和有目的的运用。

在提高一般地質勘探效率的問題中，以上列举的和其他地質調查方法的意義，將隨着地質知識的發展，总的和局部的（地方性的）礦床形成和分布規律的查明，以及适于每种有用礦產和具体地質情况的有根据的普查准則的制定而不断的增大。特別是在普查未露出地表的礦床和礦体时，这些方法均起重要的作用。

地球物理方法 大家知道，地球物理方法是基于利用岩石和礦石在物理性質上的区别，諸如導电性、磁性、放射性、密度、彈性、導熱性等等。因而与之相应地有电法、磁法、放射性法、重力法、地震法、热測法以及其他地球物理普查和勘探有用礦產的測量方法。

所有这些方法在專門的書籍中均有記載，这里只就某些关于地質

的可能性和地球物理調查在綜合地質測量、普查勘探工作中的地位作些一般的說明。可惜，在這一重要問題上，至今還缺乏足夠的了解，蘇聯地質保礦部的地球物理工作和地質工作機構之間，還缺乏足夠緊密的聯繫。地質保礦部應保證將地質的、地球物理的和地球化學的調查工作合理地配合起來，以進一步解決普查和勘探的任務。

建立這樣的聯繫是有效的應用和進一步發展地球物理普查方法必須的條件。很多地球物理方法目前已被認為是在一般綜合地質普查工作中極有效的和必須的方法。其中首先應提到的是航空磁法測量和航空放射性測量。它們是直接普查具磁性和放射性礦體的方法，也是在普查其他礦產時和解決某些關於被調查地區的地質構造、構造的深度、劃分岩漿組合等等問題時的輔助方法。這些測量目前和比例尺1:1,000,000—1:25,000或小于1:25,000的地質測量一起計劃和進行工作，它被認為是調查蘇聯礦區和蘇聯全部國土的綜合地質研究所不可缺少的項目。

同樣可以指出，大多數的地面地球物理方法在地質測量和普查工作中也還未獲得應有的應用。

例如，地面磁法測量應廣泛地得到利用，它不僅是為了解釋航空磁法測量的異常，和用來普查磁性礦體或其他有磁性礦產伴生的有用礦產，也應該用來在岩石具不同磁性這一基礎上，進行地質填圖的工作。

在根據放射性元素含量不同來追索不同岩石的接觸帶時，以及在追索斷裂破壞、碎裂帶、岩牆等時，放射性測量能得到很好的結果。為了解決地質填圖的任務，也應採用垂向電測深（BЭЗ）和各種電測剖面的方法。廣泛應用上面所列举的方法以及許多其他的物探調查方法到各種比例尺的地質填圖的實際中去，毫無疑問，將促進這些工作時間縮短，成本降低和質量提高。而在詳細的地質測量和地質構造測量時，除上述優點以外，還可以避免不必要的大量槽探、井探及淺坑。這些山地工作，是為了滿足地質勘探工作綜合預算定額手冊（CYCH）所要求的地質觀察點的量，而繪在大比例尺地質圖上的。

也必須仔細研究在進行不同種類和不同比例尺的普查時，在與地質的及地球化學的調查互相合理配合下，更廣泛應用地球物理方