

科學譯叢

礦石與礦物的光譜分析

A. K. 魯沙諾夫著

科學出版社出版

科學譯叢

礦石與礦物的光譜分析

A. K. Русанов 著

何澤人 盧雲錦 譯
裴靄麗

科學出版社出版

內 容 介 紹

本書係根據蘇聯光譜分析科學家魯沙諾夫 (А. К. Русанов) 所著 “Спектральный анализ руд и минералов” 而譯出。原作者是以其二十餘年來在這方面的理論與實際工作的成果而寫成了這本書。書中最出色的部分是各種元素在碳電極直流電弧中蒸發情形的敘述，許多礦物的元素蒸發曲線，各元素及其氧化物、硫化物、氯化物、硫酸鹽、碳酸鹽及磷酸鹽的蒸發順序及持續時間的記載，講解都很詳切。此外還附有碳弧 2470~3500 Å 光域內的元素分析線表，干擾線表及各元素弧光光譜圖表等，亦都是很有價值的資料。

本書在我國地下資源勘查上對大規模的礦石礦物分析方面定能起極大的作用。本書適合於地質勘探工作者、地質教學工作者以及地質專門學校高級班同學閱讀之用。

礦石與礦物的光譜分析

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РУД И
МИНЕРАЛОВ

原 著 者	А. К. Русанов
翻 譯 者	何澤人 盧雲錦 裴靄麗
出 版 者	科 學 出 版 社 北京東四區帽兒胡同 2 號
印 刷 者	蔚 文 印 刷 廠 上 海 長 樂 路 256 號
總 經 售	新 華 書 店

書號：0134	1955 年 1 月第一版
(譯) 079	1955 年 1 月第一次印刷
(滙) 0001-3,46.	開本：787×1092 1/25
字數：262,000	印數：16 $\frac{4}{5}$
定價：27,000 元	

譯 本 前 言

光譜分析法對於金屬、合金和礦物礦石的分析是有極大的用處的。在我國第一個五年計劃的第一年（1953）中，在金屬合金分析工作方面光譜分析已開始發揮了很大的作用。從五年計劃第二年（1954）的開始，光譜分析又接到了我國地下資源勘查方面的大規模的礦物礦石分析（定性及定量）要求，而且今後的工作發展必定使光譜分析在這方面也要發揮極大的作用。但是礦石礦物的定量光譜分析是有許多困難的，因為分析對象的化學成分非常複雜，變化很大。因此，需要一本恰當的書以作解決這方面的困難的指南。現在我們所介紹的魯沙諾夫所著‘礦石與礦物光譜分析’便是這樣的一本最良好的書。

到現在為止，指導礦石礦物光譜分析的專門書只有在蘇聯有這本優秀著作的產生，在全世界其他地方還看不到。魯沙諾夫根據他二十餘年與同僚科學家們在這方面的理論與實際工作的成果而寫成這本書。書中最出色的部分是各種元素在碳電極直流電弧中蒸發情形的敘述，許多礦物的元素蒸發曲線，各元素及其氧化物、硫化物、氯化物、硫酸鹽、碳酸鹽及磷酸鹽的蒸發順序及持續時間的記載。這些對於礦石礦物的光譜分析是有最重要的、創造性的指導作用的。此外，碳弧 2470~3500Å 光域內的元素分析線表，干擾線表及各元素弧光光譜圖表對於實際工作都是很有用的資料。

最後，我們確信這本蘇聯光譜分析科學家魯沙諾夫的良書將會對我國的礦石礦物光譜分析起極大的啓發性的指導作用，如同許多蘇聯專家們親身在我國各方面的經濟建設中所起的作用一樣。

張定釗 序於長春中國科學院應用化學研究所

序

礦石與礦物底光譜分析是實用光譜學中一個非常重要的部分，它的重要性還在日漸增長着。同時，礦石與礦物的光譜分析方法還有其特別的困難，這些困難在金屬合金底光譜分析中則比較少得多。其所以有這些困難，是因為所要分析的對象其化學成分不一；光譜地質學者所要研究的就是這些問題。

試料底成分對於分析可能有很大的影響，因為不但光譜線絕對強度與試料成分有關，就連相對強度也會隨成分之不同而變；而且在使用不同的方法來激發光譜線時，這種影響底情況也會不同。所有這一切都使我們很難於得到可靠的定量分析結果。

此外，光譜分析者也都知道，試料成分之複雜與不定，其中攙雜的元素往往使得礦石或礦物底光譜中譜線數目非常之多，當某元素譜線可能被許多雜質元素譜線所疊覆的時候，有時甚至會使我們不敢斷定它到底是那一個元素底譜線。而無論是在我國（蘇聯）的或外國的光譜學文獻中都沒有研究出一種克服這些困難的圓滿方法。

A. K. 魯沙諾夫根據他將近二十年的理論與實際方面工作的深湛的學詣而寫成的“礦石與礦物光譜分析”這部書是非常有價值的，這部著作彌補了光譜分析中這一重大的缺陷。更重要的是：這部書中一方面引用了豐富的文獻而且或多或少地對於礦

石及礦物光譜分析中的各種問題作了相當詳細的闡述，而它却仍然是一部專門性的著作。這本書不但是一個很有用的指導手冊，而且也是一個科學學術性的著作，因為其中許多章，同時也是極其重要的那些章，都是依據作者與他底共同工作者們淵博的親身研究而寫成的。書中論及把礦石與礦物放在弧焰中時元素從這些熔融物中蒸發的情形，關於這方面的研究是尤有重大價值的。作者根據此種研究之結果而列出各種不同的化合物在碳弧中蒸發時各元素的揮發順序表（氧化物、硫化物、碳酸鹽、磷酸鹽、氯化物及硫酸鹽），據此則在蒸發大多數普通礦石時我們都可以預料其中元素蒸發到弧焰中去的序次及蒸發持續時間。作者藉他淵博而精細的研究所得的這些數據正確地解釋了何以在礦石分子成分改變時光譜分析結果會有差異的這個問題，並消除了分析誤差的這一個重要根源。

作者對於無數的物理化學現象底實質與它們所起的作用都瞭解得很清晰，因此便能創出合理化的方法把試料送入弧焰中去，並提出了穩定弧焰溫度的正確方法。作者並也找得了這種方法：以適當的方式將礦石底成分改變，使元素蒸發到弧焰中去的情況得以改善；因而可使分析結果不受礦石原來成分的影響。

作者還在書中刊出了他本人所作的許多極其有用的表，指出了元素光譜分析研究工作中必要的步驟；又列出了干擾譜線表，這對於做光譜定性分析和定量分析都是同樣極為有用的。最後，我認為應該說明：元素弧光光譜圖表是這部書底一個重要部分；它底篇幅雖不多，却是一件巨大的工作成果。這個光

譜圖對於礦石和礦物分析以及類似的工作部門的光譜學者是極其有用的。

從上面這個簡單的介紹看來，這本書底內容是比它底標題廣泛的。這本書一方面是爲光譜地質學者而寫的一部手冊，但同時對於其他應用光譜分析的部門的工作者也是非常有用的。

作者一方面保持着這部書底專門性，一方面他也對於礦石中元素分析方面的問題極其注重。

這部書中並未提到元素純度之分析（微量雜質分析）方面的問題，這件工作的重要性現在正在日益擴大。

我希望作者在他將來所著的書中——無疑地，這些書將是極有價值，爲大家所需要的——會把他親身工作的成果，有創造性的內容寫下來，把這些章節補充上。

Г. С. 藍德斯勃格院士

緒 言

按照本世紀初葉在對於原子構造及由它們所發射出來的光這些方面的研究結果看來，現有的光譜定性分析方法是不得不加以修正的；而這些研究底成就也正是光譜定量分析法改進底基礎。由於這些原因，已經應用了七十多年的發射光譜分析現在還要算是分析法中一個最新的物理分析方法，它現在還在發展中。

許多科學研究工作者與工業部門的工作者都很重視定性的與定量的發射光譜分析。光譜分析理論與實際操作方面的著作年復一年地一直不斷地增多，並且在研究金屬與合金成分以及研究礦石與礦物成分時，光譜分析法也是最通用的。

但可惜已有的光譜分析方面的論文，光譜圖、書和手冊等幾乎完全是關於金屬分析方面的。它們很少涉及應用光譜來分析礦石和礦物成分的問題。

尤其是考慮到在我們蘇聯勘探新的礦產地以及稀有元素和分散元素底礦產地的這種極大規模的工作對於礦石光譜分析的需要，這方面的文獻更是不應缺少的。要把光譜分析應用到地質勘察部門中去，現今還有一個重大的障礙，這個障礙就是礦產物成分分析方面的文獻太缺乏。

作者把這部書和弧光光譜圖貢獻給讀者，希望把文獻方面的這個缺陷多少彌補一些，使在野外及固定光譜分析實驗室中

工作的光譜分析者能獨立地進行礦石與礦物成分分析的工作。不消說，本書中的論述不是僅用於研究礦石與礦物成分這一方面，而也可以應用到任何其他物質，包括：金屬底鹽類和氧化物、金屬刨片和金屬線，煤灰、植物及其他有機物質，土壤、玻璃、矽酸工業製品，礦石技術加工過程中的廢棄物（礦滓、尾礦，靜電收塵法(Котрельная пыль—Cottrell process)中的礦塵，等等)，溶液中沉澱出來的澱滓，水蒸發後所剩的乾的殘渣等等。

作者竭力使這部書不但可以為物理學家和物理化學家們所用，而且其他那些對於論原子構造與光譜激發這方面的物理學不大熟諳的專業者（地質學者、地質化學學者、礦物學者、土壤學者、工藝技師、生物學者、醫藥及其類似科目的工作者等等），他們也可以使用這本書。同時作者認為也有必要使讀者能夠明瞭現代的弧光光譜定性分析與定量分析底那些基礎概念，使光譜實驗室的工作者對於分析方法底優缺點有了正確的認識，能夠胸有成竹地進行分析工作。

寫這部書時作者引用了全蘇礦產研究所底實驗室十八年來研究工作底結果。本書中所述的方法大部分都是該實驗室所核驗過的及所發展的方法。而下列幾個章節則主要是根據作者本人底實驗結果而寫的：光譜純碳電極及其製造（第 I 章，第三節）；碳電極底溫度（第 II 章，第 3 節）；在電弧中蒸發礦石的方法以及蒸發速度對於譜線強度的影響（第 III 章）；元素弧光光譜圖及其應用於辨識礦石光譜（第 IV 章，第 4 節）；定量分析（第 V 章 2—5 節）和測定礦石中各種元素的實際操作方法

(第 VI 章)。

本書是由蘇聯科學院光譜學委員會主席 Г. С. 藍德斯勃格 (Ландсберг) 院士倡議出版的，正是由於他積極而有效的努力，蘇聯的光譜分析才得以發展。對於 Г. С. 藍德斯勃格院士在著此書時所給予的寶貴的意見和指示，作者必須向他表示感謝。С. Л. 孟捷斯塔 (Мандельштам) 教授閱過本書手稿後給予許多寶貴的意見，作者特此向他表示謝意。全蘇礦產研究所 (ВИМС) 光譜實驗室全體同人，特別是科學工作者 О. У. 莫弗強 (Мовчан) 和 Э. В. 古霞茲卡婭 (Гусяцкая) 在編寫此書時給予很多幫助，作者在此向他們致謝。

全蘇礦產研究所 (ВИМС) 所長 И. В. 施曼涅柯夫 (Шманенков) 教授協助出版此書，作者應向他致謝。

莫斯科金蘇礦產研究所 (ВИМС)

А. К. 魯沙諾夫

1947 年 1 月

目 錄

譯本前言	i
序	iii
緒言	vi
測定礦石中的元素表	xiii
第一章 儀器及材料	1
1. 儀器	1
2. 攝影乾板底性質	9
3. 光譜純的碳電極	22
第二章 電弧	30
1. 通論	30
2. 在弧焰底各個不同部分內激發光譜的溫度條件	36
3. 碳電極底溫度	41
第三章 在電弧內蒸發礦石的方法及蒸發速度對於譜 線強度的影響	45
I. 物質從碳電極小孔中蒸發	45
1. 蒸發技術	45
2. 蒸發速度	49
3. 譜線強度與蒸發速度之間的關係	57
4. 各種元素從熔融的礦石中蒸發到弧焰中去的先後順序和 蒸發底持續時間	59
II. 把試料在盤形電極表面上蒸發、在紙條上蒸發和把試料 撒入弧焰的方法	70

1. 蒸發底操作技術.....	70
2. 各種元素從熔融的礦石試料中蒸發到弧焰中去的先後順序與蒸發持續的時間.....	76
III. 礦石底分餾效應對弧焰溫度之影響.....	80
第四章 光譜定性分析	87
1. 被測定的元素.....	87
2. 儀器與光譜激發光源之選擇及將試料置於其中的方法.....	88
3. 元素底最後線和分析線.....	92
4. 弧光光譜圖及其應用於辨識礦石光譜.....	94
5. 不用元素光譜圖辨識礦石光譜的方法.....	103
6. 欲測的元素底譜線為其他元素譜線所掩蓋.....	107
第五章 光譜定量分析	111
1. 光譜定量分析底基本原理.....	111
2. 標準粉末之製備.....	121
3. 礦石半定量分析.....	123
4. 將礦石放在電弧中蒸發一部分的光譜定量分析.....	126
(1) 將礦石粉末置於紙條上送進電弧的方法.....	126
(2) 把礦石粉末撒入弧焰中去的方法.....	134
(3) 礦石在弧焰中部分地蒸發時工作曲線之改變.....	135
5. 在電弧中把礦石完全蒸發的光譜定量分析方法.....	144
第六章 測定礦石中元素的實際操作方法	162
1. 分析前礦石之準備.....	162
2. 測定礦石中的元素*.....	169
鋁.....	172
鉍.....	175
硼.....	178
鈦.....	181

* 參閱目錄後之附表

鉍	183
鎢	187
鎳	191
鈳	194
鎳	197
鐵	201
金	207
鈷	209
鎳	212
鈳	215
鈳	219
鎳	222
鈳	225
銅	229
鈳	234
神	238
鎳	241
鉍 (鈳) 和鉍	244
錫	248
鉑族元素 (鈳、鐵、鈳、鉑、鎳、鈳)	253
希土金屬 (鈳、鎳、鈳、鎳、鈳、鈳、鈳、鈳、鈳、鈳、鈳)	259
鎳	268
汞	271
鈳	274
銀	275
鉛	278
鈳	282
鈳	284
鈳	289
鈳	291
鈳	292
鈳	295
鈳	297

磷	300
鉻	302
鋅	306
鉛	309
鹼土金屬 (鈣、鎂、鋇)	312
鹼金屬 (鉀、鈉、鋰、銣、銻)	318
參考文獻	324
附錄	346
元素靈敏線表	348
元素分析線表	363
鐵譜線波長表	369
元素蒸發曲線索引	376
礦石名稱中俄文對照表	388
內容索引	400

2475—3500 Å 光域內的元素弧光光譜圖 (14 張)

測定礦石中的元素表

(按元素化學符號排列)

Ag	275 頁	Fe	201 頁	P	300 頁
Al	172 頁	Ga	191 頁	Pb	278 頁
As	238 頁	Ge	197 頁	Pt...鉑族	
Au	207 頁	Hf	194 頁	金屬	253 頁
B	178 頁	Hg	271 頁	Re	268 頁
Be	175 頁	In	209 頁	Sb	284 頁
Bi	183 頁	K...鹼金屬	318 頁	Sc	282 頁
Ca...鹼土		La...希土		Se	274 頁
金屬	312 頁	元素	259 頁	Si	219 頁
Cd	212 頁	Mg	222 頁	Sn	248 頁
Co	215 頁	Mn	225 頁	Ta 及 Nb	244 頁
Cr	302 頁	Mo	234 頁	Te	291 頁
Cu	229 頁	Nb 及 Ta	244 頁	Th	295 頁
		Ni	241 頁	Ti	292 頁
				Tl	289 頁
				U	297 頁
				V	181 頁
				W	187 頁
				Zn	306 頁
				Zr	309 頁

第一章 儀器及材料

1. 儀 器

玻璃光學系統的稜鏡分光計，通常適應用於以肉眼直接觀察由 8000 到 4000 Å 波長範圍內的可見光域。現代的分光計備有計算波長的刻度鼓輪及同時觀察由兩個光源發出來的光譜的裝置，如圖 1。圖 2 為分光計各部底位置及儀器中光線底光程圖。光線由光源 L_1 發出落在狹縫 S 上，然後經透鏡 O ，變成平行光束投在稜鏡 P_2 面上，由窺測管 F 便能很清晰地看到經稜鏡折射之後的狹縫底像；而光線底波長愈減小，稜鏡對於光線

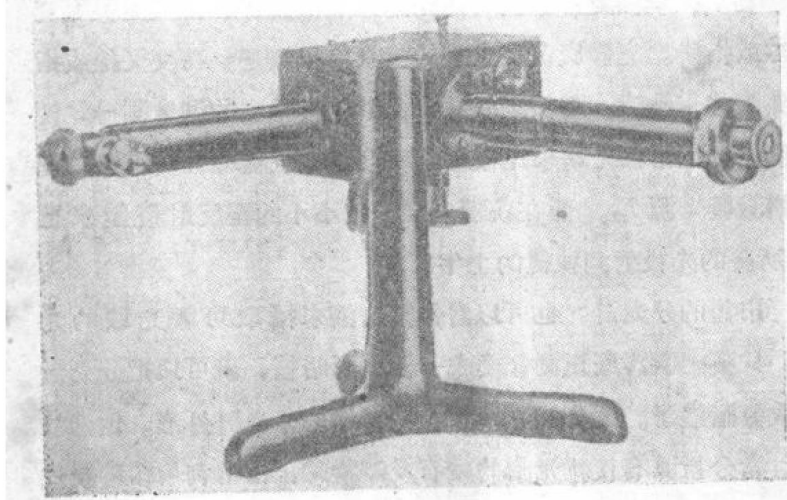


圖 1 分 光 計