

大學叢書

# 金屬礦物鑑定

M. N. Short 著

邵克忠 譯

商務印書館出版



大學叢書

金屬礦物鑑定

M. N. Short原著

邵克忠譯述

張炳煒校閱

商務印書館出版



## 前 言

1. 由於金屬礦物鑑定，尤其是在顯微鏡下之鑑定，尙無中文書籍，譯者起初本想綜合外文參考書籍和一點工作經驗寫一本小冊子。後來因為時間不足，更感到能力不夠，即告中止。最後乃決定將這本書譯出以供各方面的參考。

2. 這本書在金屬礦物鑑定上，至今尙被認為近於完善的一本。全書大概分為兩部份，前部係講述反光顯微鏡下的詳細鑑定工作。後部為顯微化學分析，這部份材料頗為豐富，所述對金屬元素的試驗方法及操作手續頗為詳盡而便於應用。所以顯微化學分析這一部份，同樣可以作為定性化學分析以及普通礦物鑑定中之重要參考，在這裏順便作一個介紹。

3. 這本書的開頭，對於切片、製光片、磨光粉之分選各種操作和原理敘述比較詳細。所舉的重要幾種方法，為了便於我們發展這一科學的某些技術上的參考，仍選擇保留。

4. 原書各節內有附註的參考書目甚多，但在譯本內未予列入。讀者如有欲了解有關某部之參考書目者，可以查閱蕭特的原文書。

5. 這本書在譯出過程中及譯出後，經張炳煊教授予以指導和校訂，使譯本有不少改正，在這裏深致謝意。

邵克忠 北京大學，一九五二春。

# 目 次

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第一編 運用顯微鏡的技術.....     | 1  |
| 第 一 章 通論 .....        | 1  |
| 第 二 章 反射顯微鏡 .....     | 5  |
| 附：一種簡便的反光顯微鏡照明器 ..... | 11 |
| 第 三 章 光片的安裝 .....     | 18 |
| 第一節 安裝在造型油泥內 .....    | 18 |
| 第二節 安裝在銅盒內 .....      | 19 |
| 第三節 烘爐 .....          | 21 |
| 第四節 安裝在電木內 .....      | 21 |
| 第 四 章 光片的磨平和磨光 .....  | 25 |
| 第一節 鋸切礦石標本 .....      | 25 |
| 1. 金剛石鋸 .....         | 25 |
| 2. 剛玉鋸和碳化矽鋸 .....     | 27 |
| 3. 標本供鋸器 .....        | 28 |
| 第二節 磨平和磨光的機械 .....    | 31 |
| 1. 電動磨光台 .....        | 31 |
| 2. 磨平台製造的一些建議 .....   | 34 |
| 第三節 研磨料和磨光粉 .....     | 35 |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 1. 細研磨料的分選 .....           | 36        |
| 散離分粒法 .....                | 36        |
| 虹吸管系分粒器 .....              | 37        |
| 2. 熟知的研磨料的粒度 .....         | 41        |
| 第四節 幾種過去常用的磨光方法 .....      | 42        |
| 1. 一種比較常用的磨光方法 .....       | 42        |
| (1) 程序 .....               | 42        |
| (2) 附註 .....               | 45        |
| (3) 標本的膠固 .....            | 46        |
| 2. 利用金屬盤的磨光方法 .....        | 48        |
| (1) 概要 .....               | 48        |
| (2) 磨光的原理 .....            | 49        |
| (3) 金屬盤磨光機 .....           | 50        |
| (4) 金屬盤磨光方法的詳細敘述 .....     | 53        |
| (5) 一般評註 .....             | 54        |
| 3. 一種金相磨光法 .....           | 55        |
| <b>第 五 章 光片的顯微照像 .....</b> | <b>59</b> |
| 第一節 顯微照相機 .....            | 59        |
| 第二節 感光軟片 .....             | 66        |
| 第三節 濾光板 .....              | 67        |
| 第四節 曝光公式 .....             | 72        |
| 第五節 顯影和晒相 .....            | 74        |
| 第六節 參考 .....               | 75        |

---

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第二編 物理性質及測定 .....        | 76  |
| 第 六 章 顏色 .....           | 76  |
| 第 七 章 硬度 .....           | 81  |
| 第 八 章 不透明礦物在偏光下的鑑定 ..... | 86  |
| 第一節 概論 .....             | 86  |
| 第二節 參考 .....             | 87  |
| 第三節 儀器 .....             | 87  |
| 第四節 方法的詳述 .....          | 90  |
| 第五節 觀察的方法 .....          | 93  |
| 第六節 儀器的調整 .....          | 95  |
| 第七節 誤差的來源 .....          | 97  |
| 第 九 章 電導率 .....          | 99  |
| 第 十 章 反射率的測定 .....       | 100 |
| 第一節 線罈顯微光度計(貝瑞克式) .....  | 101 |
| 第二節 光電池法測定反射率 .....      | 107 |
| 1. 鹼性電池 .....            | 108 |
| 2. 整流電池 .....            | 111 |
| 第 十 一 章 光譜的鑑定方法 .....    | 119 |
| 第三編 浸蝕反應和鑑定表 .....       | 123 |
| 第 十 二 章 浸蝕反應 .....       | 123 |
| 第 十 三 章 鑑定表 .....        | 134 |
| 第一節 緒言 .....             | 134 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第二節 鑑定表概要 .....          | 136 |
| 第三節 軟礦物類 .....           | 154 |
| 第四節 硬礦物類 .....           | 229 |
| 第五節 賓南塔爾礦物 .....         | 243 |
| 第六節 不確實的和有疑問的礦物 .....    | 244 |
| 第十四章 染色試驗 .....          | 246 |
| 第四編 顯微化學方法 .....         | 249 |
| 第十五章 緒論 .....            | 249 |
| 第十六章 方法和用具 .....         | 251 |
| 第一節 收集試料 .....           | 253 |
| 第二節 玻璃載片 .....           | 255 |
| 第三節 微焰燈 .....            | 256 |
| 第四節 試劑 .....             | 256 |
| 第五節 毛細管 .....            | 257 |
| 第十七章 試驗的方法 .....         | 259 |
| 第十八章 顯微化學試驗的靈敏度 .....    | 263 |
| 第十九章 試劑 .....            | 265 |
| 第二十章 直接在載玻璃片上的一些試驗 ..... | 268 |
| 1. 鋅 .....               | 268 |
| 2. 鋁 .....               | 272 |
| 3. 銅 .....               | 272 |
| 4. 鎳 .....               | 274 |
| 5. 鈷 .....               | 276 |

---

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 6. 鐵 .....                    | 282        |
| 7. 銀 .....                    | 285        |
| 8. 硒 .....                    | 290        |
| 9. 碲 .....                    | 293        |
| 10. 砷 .....                   | 295        |
| 11. 銻和鉍 .....                 | 300        |
| 12. 錫 .....                   | 308        |
| 13. 鉛 .....                   | 311        |
| 14. 金 .....                   | 314        |
| 15. 汞 .....                   | 317        |
| 16. 銻 .....                   | 318        |
| 17. 硫 .....                   | 319        |
| <b>第二十一章 鉑絲環上燒熔後的試驗 .....</b> | <b>325</b> |
| 18. 鉬 .....                   | 327        |
| 19. 鎢 .....                   | 329        |
| 20. 鈳 .....                   | 332        |
| 21. 鈦 .....                   | 334        |
| 22. 鉻 .....                   | 335        |
| <b>第二十二章 需要特殊儀器的試驗 .....</b>  | <b>336</b> |
| 23. 鎘 .....                   | 336        |
| 24. 鉑族金屬 .....                | 338        |
| (1) 鈳 .....                   | 340        |
| (2) 鉑 .....                   | 341        |
| (3) 鉭 .....                   | 343        |



|                       |     |
|-----------------------|-----|
| (4) 鋁 .....           | 345 |
| (5) 鈦 .....           | 347 |
| (6) 鈳 .....           | 348 |
| 第二十三章 顯微化學分析的步驟 ..... | 350 |
| 第一節 硬礦物類 .....        | 351 |
| 第二節 軟礦物類 .....        | 353 |
| 第二十四章 系統分析法綱要 .....   | 358 |
| 第一節 硬礦物類 .....        | 358 |
| 第二節 軟礦物類 .....        | 359 |
| 第二十五章 顯微化學分析綱要 .....  | 361 |
| 1. 硫氰鉀試驗 .....        | 361 |
| 2. 氟化鉍試驗 .....        | 363 |
| 3. 碘化鉀試驗 .....        | 364 |
| 4. 氟化鉍和碘化鉀試驗 .....    | 365 |
| 5. 重鉻酸鉀試驗 .....       | 367 |
| 6. 硫脲試驗 .....         | 369 |
| 第二十六章 礦物試驗分論 .....    | 372 |

## 表 彙

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第一表 着色礦物 .....               | 411 |
| 第二表 顯示內反射色的礦物 .....          | 412 |
| 第三表 產生特殊顏色粉末的礦物 .....        | 413 |
| 第四表 稀有元素試驗概要 .....           | 414 |
| 第五表 中英礦物和元素名詞對照表及礦物反射率 ..... | 415 |

---

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第六表 英中礦物和元素名詞對照表 ..... | 430 |
|------------------------|-----|

# 金屬礦物鑑定

## 第一編

### 運用顯微鏡的技術

#### 第一章 通論

反射顯微鏡，或金相顯微鏡 (metallographic microscope)，是鑑定不透明礦物及研究不透明礦物相互關係的最有價值的工具。反射顯微鏡對不透明礦物的功能，也正如同岩石顯微鏡對透明礦物的功能。反射顯微鏡和岩石顯微鏡的不同，是在於它具有一個反射器 (reflector)。這個反射器裝置在顯微鏡的鏡筒內，直接位於接物鏡的上方。光線因之反射而垂直向下，經由物鏡照到所要鑑定的礦石上。將標本或礦物磨平和磨光，製成一平滑面以備研究。將磨光的標本置於載物台上，使光面和載物台面平行，然後對準焦距進行觀察。

關於不透明礦物在光片上的鑑定，自 1916 年以來已經有很大的進展，當時謀達克 (Murdoch) 的研究作品首次出版。達維及法哈謀 (Davy and Farnham)，許那德和文安 (Van der Veen) 的教科書

都貢獻有新的方法和新的觀點。法哈謀的教科書在 1931 年出版，其中一部份是達維及法哈謀前著教科書的校正，但是其中亦含有不少新的材料。

許那德、來穆多 (Schneiderhöhn and Ramdohr) 的教科書，對於礦石的研究上包羅最爲宏富。該教科書共兩部並一附錄。第二部出版在前，包含着每種礦石的詳細敘述。該敘述中包括着一般礦物學上的性質，許多新的物理性質，例如反射力、偏光色澤，與其他礦物的共生關係，礦石的產地，和一個完整的參考文獻目錄。第一部是比較普遍的討論，包含着各種顯微鏡的敘述，以及磨製光片的方法，非等方性及反射力的鑑定，顯微照像，和礦物方位的鑑定。其附錄（實則就是第三部）是利用礦物的顯微鏡下各種性質鑑定表。

現在已經證明，以上所列舉各教科書中的方法，並非完全圓滿，所以需要從這些方法內加以區辨和選擇。作者曾經努力於選擇這些方法中，哪些係最有用處，並且哪些同時是並不需要精密的和昂貴的儀器。

礦物鑑定的步驟是基於下述觀察而進行的：

(1) 利用偏光，則所有等軸晶系的礦物即可與其他五個晶系的礦物相區分。

(2) 利用一尖銳的鋼針，可以將礦物就其硬度分做兩大類：一爲硬礦物，即完全不能被鋼針搔劃的，或難於被搔劃的礦物；一爲軟礦物，即易於被鋼針搔裂的礦物。這樣的分法是就謀達克、達維、法哈謀的三級分法（即硬、半硬、軟三級）拼除了半硬礦物 (intermediate minerals) 而成立的。

(3) 達維和法哈謀所敘述的一套有體系的浸蝕步驟，雖然仍未臻

於完善，但是在時間節省上有重大的價值。浸蝕試驗法對於普通一些礦物的鑑定是十分圓滿的，但是大多數礦物的鑑定只能以此法為根據，而必須依賴於其他方法的核校。

(4)微量的定性化學試驗，完成了礦石鑑定上最有效而確實的方法。如果對於某些元素的存在毫無端緒，這些試驗就需要相當長久的時間，因為在此種情況下，必須對各種元素順次作系統的鑑定，結果也就和普通的定性分析相似了。因而對於鑑定礦石最有效而最迅速的方法，第一步必須獲得(1)至(3)的各項結果。經過(1)至(3)的過程，普通就可以將所鑑定之礦物限定在六種或更少於六種可能的礦物範圍以內。最後由於微量化學試驗，即可解決一種或更多種疑慮的元素，進而確切地斷定礦物的名稱。

在今日的研究中，已經需要更精確的記錄。對於謀達克原來一套礦石的微量化學試驗，以及對於作者從美國國立博物館選擇的一套礦石標本所作的微量化學試驗，顯然表示，超過百分之二十的礦物是混亂了名稱的。因而對於標本的細心挑選確係十分重要。

今日的鑑定上，是無法避免因不正確命名的標本而發生的所有錯誤。微量化學分析只是定性的，而非定量的，所以不能區別具有同樣元素的不同類礦物。作者今日尚未能區分輝鉍鉛礦 (beegerite,  $\text{Pb}_6\text{Bi}_2\text{S}_9$ )、斜方輝鉍鉛礦 (cosalite,  $\text{Pb}_2\text{Bi}_2\text{S}_5$ ) 及硫鉍鉛礦 (lillianite,  $\text{Pb}_3\text{Bi}_2\text{S}_6$ )。唯一能區別這些礦物的有效方法，是把審慎選擇的標本作定量分析，從定量分析的結果上以判定礦物的名稱，並且盡可能從(1)至(3)方法內獲致光片上的顯明特徵。通常(但不是永遠)取得自某礦物的標準產地的標本是足夠的。這些材料不需要去作化學分析，因為出自這些產地礦物的原來鑑定，常是基於定量分析的結果。

這種方法對於僅限於一個或兩個產地的礦物尤其有用。例如，從匈牙利的 Rezbanya 地方得到的一種礦物，含有鉛和鉍，就可以標名為“rezbanyite”。

最值得注意的是許多已經發表的分析記載，尤其是較早的一些，却是基於不純粹材料所得到的結果。在反射顯微鏡應用到礦石研究之前，許多礦石就被認為是純粹的，因為在目力觀察下不能發現摻雜的不純粹物質。由於顯微鏡工作的研究，已經明白表現出從前的看法是錯誤的。甚而顯然為純粹礦石的結晶體，也不是永為純粹的。譬如斑銅礦百餘年來未得一正確的化學分子式，就是因為肉眼認為純粹的斑銅礦(bornite)依然是不純粹的。後來知道斑銅礦內有黃銅礦存在着。因此顯然知道，任何一種礦石，只有從顯微鏡鑑定中斷定是純粹，才是真正的純粹礦石。

對於利用反射顯微鏡研究礦石的方法，尚沒有一個適當的名稱。“礦相學”或“礦組學” (“mineralography”) 是謀達克提出的名稱，這顯然是不適當的。因為此種研究僅僅包有一部份的礦石類。華提(Whitehead)曾提出“礦相學” (“mineragraphy”) 一名，並且以後達維及法哈謀也相繼沿用。可是這個名詞實際上更是不快人耳。許那德所用“銅相學” (“chalcography”) 一名亦不適用，因為這只是對於銅礦的研究。作者不擬採用上述各名詞，而保持其實際的稱號，就是“礦石的顯微研究”。

## 第二章 反射顯微鏡

任一複式的顯微鏡，只要加上一個垂直照射器 (vertical illuminator)，都可以改變成一個反射顯微鏡。垂直照明器是一個短管，管

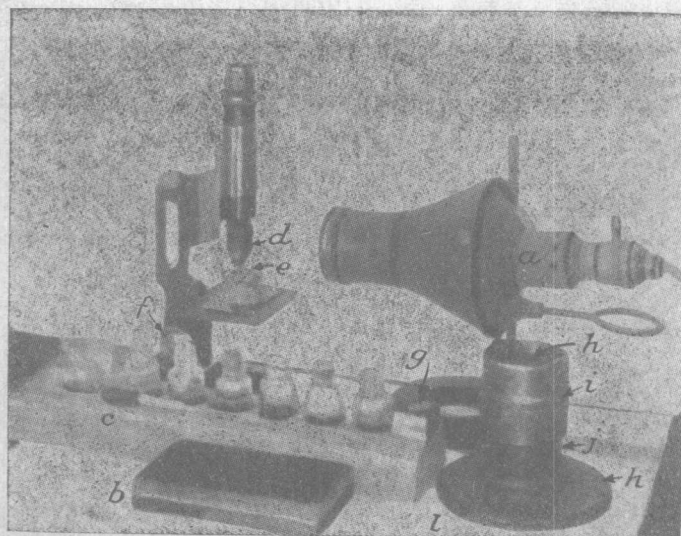


圖1 金相顯微鏡和研究光片的用品。

a, 斯本賽燈 No. 374; b, 擦光板; c, 浸蝕試劑; d, 垂直照射器 e, 光片 (安裝在鑄模油灰上); f, 螺旋, 可使載物台上下移動; g, 光片 (安裝在銅盒內); h, 鉛塊(平衡燈用); i, 套管; j, 螺紋接口; k, 凸緣。

內裝置一個反射器。在短管的前方有一空洞，可以使光線由此通過到達反射器上。照射在反射器上的光線，經反射後垂直向下，經過物鏡到達礦石的光面。繼之光線復由光面反射垂直向上，經物鏡，經過反射器的後方或穿過反射器的本身，最後通過目鏡到達人的眼睛(圖1)。

垂直照明器有兩種型式；其差別即在於所用反射器的種類不同。一種是直角三稜鏡照明器(prism illuminator)；其主要部分是一個直角三角形玻璃柱體，該柱體幾乎占有短管全面積的一半。這樣的裝置，使一部分從光面所反射的光線，經由反射器的後方向上進行(圖2)。另一種是盤狀玻璃片照明器(glass disk illuminator)；其主要部分是一個薄的透明玻璃盤；該盤占有短管內整個面積。在上述兩種照明器內，反射器皆可將其在管內旋轉，直到清晰的視野出現時為止。

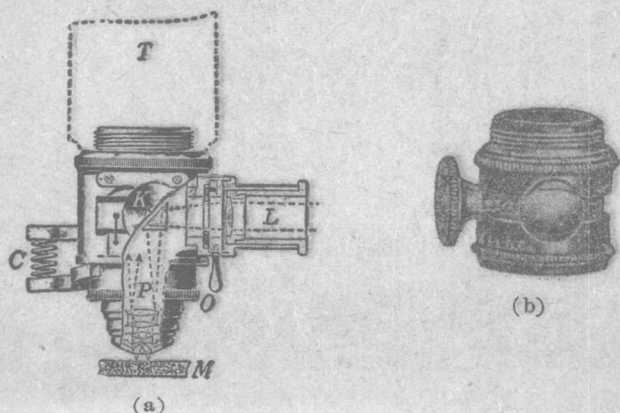


圖 2. (a) 直角稜鏡照明器：

T, 鏡筒； K, 直角三稜鏡； L, 聚光透鏡； O, 短頭接物鏡； P, 向上經由稜鏡體後方的光束； M, 光亮面； C, 彈簧夾箍。

(b) 盤狀玻璃片照明器。



垂直照明器旋裝於顯微鏡筒的下端，接物鏡旋裝於照明器的下端（圖2a）。接物鏡不以螺旋扭緊時，用一彈性鉗固定之亦可。

徠資 (Leitz) 製造的大型垂直照明器，設計最完善，應用最方便，其全部裝置如下：（圖2a及圖2b）——

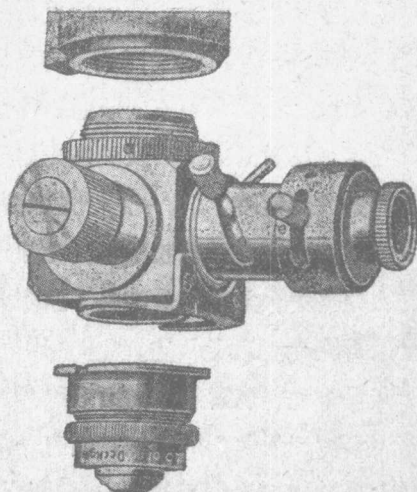


圖2a 徠資廠製垂直照明器  
（上方為鏡筒，下方為接物鏡）。

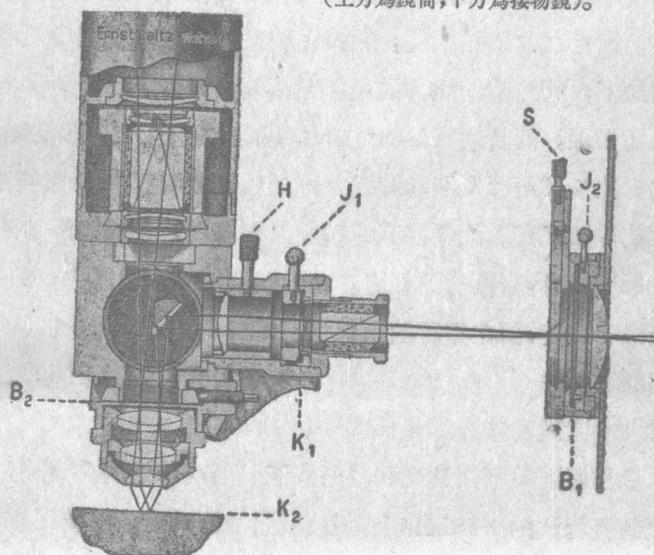


圖2b 徠資垂直照明器的內部構造和光線進行的情形。J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub> 鎖光圈；H, 準視鏡。