

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

關於蘇聯應用染色法、着色法 及印像法辨識礦物的介紹

司 幼 東

(中 央 地 質 部)

近年莫斯科地質勘測學院尤史濶先生(Доцент С. А. Юшко)倡行的染色、着色及印像辨識礦物的方法,以及筆者同他在野外工作期間所體會者,略加介紹。此等方法手續簡便,而效果明確,不需用複雜儀器,頗適於野外工作站應用。今僅就所知,供諸我地質工作者參考,並希指正。

礦物的生成,有時受了各種條件的影響,不能形成良好的結晶,我們難以辨識。但為處理問題,必須妥為區分,才能順利解決。往往可以利用此等方法,便利頗多。例如我們在一多種金屬伴生的礦床區域工作時,常常感到有對金屬礦物或伴生礦物等就地鑑定的要求,雖然過去利用各種方法有時仍舊感到不能滿足,倘若代以染色、着色或印像等方法,則對野外工作幫助甚大。此等方法係尤史濶先生多年試用的結果,無論室內、野外都可引用,尤適於鉛、鋅礦區,效果最著。目前仍在繼續研討發展中。

一、染色法的應用

體會尤史濶先生最初利用染色法時,亦不外由於各礦物對化學反應的不同,而逐漸發展所集成。一般常用的溶劑為 1:1 的 HNO_3 , 例如對鉛的識別,再用 5% 的 KI 為試劑;對鋅則用 1% 的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 及 $\text{HgCl}_2 + \text{KCNS}$ 為試劑;對鐵、銅、鉬則用黃血鹽及 20% 的 NH_4OH 為試劑;如對錳則直接利用醋酸為試劑。除此以外,可備 1:20 的 HCl 及蒸餾水少許,統裝在 20—25 毫升的滴瓶中,置於木匣以便攜帶。茲舉例說明其使用手續如下:

1. 先將採得標本仔細觀察其組織及構造,如標本具有緻密組織,則用 1:1 的 HNO_3 為溶解溶劑,滴在標本上,待其泡沸停止後,用滴管吸取此種酸性溶液做

為試滴。但為免除其中可能帶有一部未溶盡的礦物殘渣，可滴在預先備妥的普通濾紙片上，滴做數點，分別試驗，試滴滴在濾紙後，很快的全部吸入濾紙中。然後將濾紙翻轉，則未溶盡的礦物殘渣，全部殘留在濾紙原來的正面，而在濾紙的背面則可得到吸入透過的純潔試滴。倘標本屬於土質者，或是多孔組織者，則當溶解溶劑滴在標本上時，立刻滲入內部而不能取得試滴以供試驗時，則酌量切取欲試的標本一小片，置於錶面皿中，再以 1:1 的 HNO_3 溶液溶解後，依照上述手續處理，進行試驗；但必須等待泡沸停止後，再用滴管吸取少許做為試滴。如果全部標本構造或其一部組成的礦物顯呈粗粒狀時，則可試取其個別的礦物粒子，分別置於錶面皿中，依次試驗。

2. 當步法 1 步驟做完後，則在濾紙背面的任一圓形試滴中央部，可以獲得顏色較暗的污斑。欲知其有無鉛的存在，則可滴以 5% 的 KI ，如有鉛存在，立呈黃色。如果將所有含鉛的各種礦物搗成粉末後，以 1:1 的 HNO_3 溶解成試滴，依照上列手續試驗，均可獲得黃色反應，頗為靈敏。

其次在另一試滴上，試其有無鋅的存在，則可滴以 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 一滴於試滴中央，再滴以 $\text{HgCl}_2 + \text{KCNS}$ 為試劑。如有鋅存在，則呈藍紫色暈，否則呈黃綠色暈。如變褐紅色，則證明有鐵和鋅混在，每使鋅的染色反應不良，可將濾紙浸入清水中 2—3 分鐘，將鐵分洗淨，再進行試驗，能够收到良好的結果。若依此種染色方法，可試出所有含鋅的各種礦物存在的情況。

倘欲試鐵、鉬、銅的成份存在與否時，則以黃血鹽為試劑，參照附表處理。

至於各種碳酸礦物，則可以 1:20 的 HCl 為溶劑。例如標本中有方解石存在，則立即發生激烈的泡沸，若為白雲石，則泡沸緩慢無聲。所有其他各種碳酸鹽類礦物如不能以 1:20 的 HCl 溶取者，均可以 1:1 的 HNO_3 溶取之。

二、着色法的應用

某些金屬礦物常存在於石灰岩或白雲岩中，又常與方解石脈或白雲石脈伴生。如礦床的形成關係於方解石化作用或白雲石化作用時，則對方解石及白雲石的判別，尤屬必要。若利用透明薄片，在顯微鏡下識別，常常感到相當不便；而當採集大量標本，並且細脈縱橫時，倍感繁重。若能利用着色法，則不但可以辨識清晰，並其彼此關係亦可一目了然。其手續簡便，猶其餘事，極有助於探討礦床成因以及礦床分佈等工作。

應用着色法辨別一部碳酸鹽礦物已有多數年，如所周知的以 HCl 為媒劑，以 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 為着色劑，利用鑑定鐘乳石及石筍的同心輪。若其為霏石則呈褐紅色；若為方解石則不變色；若為兩者之互層，則依着色反應不同，分別辨識。但根據過去文獻所載，利用着色法判別方解石及白雲石者，經在實驗室檢查後，常有不符事實情況發生。而尤史濶先生經多次試驗的結果，利用硝酸銅溶液為着色劑，則對方解石及白雲石的判別困難，迎刃而解。

方解石所以能用着色法辨別於白雲石者，由於其可因硝酸銅溶液着成鮮藍色，若再以 NH_4OH 溶液略浸片刻，則可持久不退。當進行着色反應時，最好先將欲試的標本磨成平面（在粗鐵盤上磨成約 10×6 厘米的平面便可），此對於觀察標本的構造及組織時十分方便。而後再浸入硝酸銅的飽和溶液中，經過四小時後取出，再投入 NH_4OH 水中半分鐘，最後以清水洗淨供做觀察。如此則所有屬於方解石質者以及其微細脈理，均呈鮮藍色，每日可以試驗標本數百塊，非常切合實用。

若在透明薄片內辨別方解石及白雲石的微細脈理，可滴入 5% 的 HCl 數滴於化學藍墨水內，至其變色為止，然後利用塗在未蓋玻璃的薄片表面上，片刻後以濕棉拭除，則方解石質細脈已經着色，而白雲石質者毫無變化。由此可觀察出兩者關係及與其他礦物的關係，以及方解石的含量如何等。

三、印像法的應用

識別標本中金屬礦物時，還須將磨成平面的標本，再加以打光（不必經過如上所述的浸以硝酸銅溶液等手續），類同反射顯微鏡下所用的光面。此步工作可設法在野外工作站施行，將會收到良好的結果。

印像法不僅可以辨識金屬礦物，並可定其含量多少。其工作步驟可依下列手續進行之。先將普通晒像紙用海波洗淨後，除去紙面上的硝酸銀，以免擾亂印像試驗的化學反應，然後以清水沖洗晾乾備用。當試驗開始時，可在處理過的像紙表面上塗以清水或其他適當的溶劑（參考附表，需視所欲試的金屬礦物為何而變異溶劑），然後以濾紙吸乾。但大部溶劑已吸入像紙內，而像紙表面因溶液浸潤略呈粘着性（但亦可以較厚的打字紙表面塗以洋粉漿晒乾試用），立即粘蓋在欲試的標本光面上，以手壓機壓緊至一定時間後（參考附表），取下像紙，則在像紙表面已經取得該金屬礦物的印像。然後繼續進行顯像手續，顯像試劑以能與所試金

屬元素發生彩色反應者為標準，輕輕將試劑塗在像紙表面，則所試的金屬礦物輪廓完全以特殊彩色出現。如在標本的磨光面上存有數種不同的金屬礦物時，則可分別用數張像紙，以適當不同的溶劑、顯像劑以及不同的壓緊時間試取印像，最後所得每張印像的彩色及輪廓均不相同。此不僅表明所試的金屬礦物種類不同，其各含量多少，依其彩色面積的大小也不相同。茲舉例說明如下：

(1) 如欲試含水硫酸銅礦 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, Халькантиг)，則以蒸餾水為溶劑，壓緊 3 分鐘後，以黃血鹽溶液為顯像劑，則在其磨光面上凡屬含水硫酸銅礦與像紙接觸的部分，均呈玫瑰褐色。如欲試出磨光面的碳酸銅 (如孔雀石、藍銅礦等)，則以 1:20 的 H_2SO_4 為溶劑，壓緊 2 分鐘後，以黃血鹽溶液顯像。此外如硫化金屬也可依法取得良好的印像。再者，所有印像等過程均不必在暗室內進行，其手續明快簡捷，頗值得引用。

(2) 如欲試磨光面上究為方鉛礦或白鉛礦 (Церуссит PbCO_3)，則以 1:20 的 HNO_3 為溶劑，壓緊 2 分鐘後，以 5% 的 KI 溶液為顯像劑，如此可獲得黃色印像。而方鉛礦則不顯任何彩色，必須以 1:1 的 HNO_3 為溶劑時壓緊 1—2 分鐘，並用 5% 的 KI 溶液為顯像劑，始可獲得方鉛礦的黃色印像。如此，用兩張像紙，不僅可查明方鉛礦和白鉛礦的有無，並可比較兩者彩色範圍的大小，而推測其含量的多少。又由其彩色範圍的形態等，每有助於對成礦的情況做初步的了解。

四、結 語

總觀染色法、着色法及印像法對辨識礦物的應用原理，並不繁重，而手續簡捷，效果良好，任何人都可利用。它不僅可辨識礦物的伴生關係及其含量的多少，尤其在顯微鏡下辨識繁難者，利用此法，方便甚多。若為多種伴生的金屬礦物，尤其適用。

表 I. 各 種 溶 劑

(1) HNO_3 濃	(5) HCl 1:1
(2) HNO_3 1:1	(6) H_2SO_4 濃
(3) HNO_3 1:20	(7) H_2SO_4 1:20
(4) HCl 濃	(8) NH_4OH 25%

表 II. 鑑定各金屬元素染色所用試劑

鉛(Pb)	5% 碘化鉀 (KI) 水溶液，反應呈黃色 (碘化鉀水溶液應無色，如因容液放置過久而使碘分離致溶液變色，則須新配溶液作為試劑)。
鋅(Zn)	羅定酸汞 (Mercuric rhodinate) (18 克氯化汞 + 10 克硫代靛酸鉍，溶於 100 毫升水中)

- 銀(Ag) 20% 鉍酸鉀水溶液
醋酸
- 銅(Cu) 羅比酸(Rubeanic acid)酒精溶液
(0.1 克 羅比酸 溶於 100 毫升酒精中)
20% 黃血鹽的水溶液
- 鐵(Fe) 20% 黃血鹽的水溶液
20% 硫代氰酸鉀(KCNS)的水溶液
- 鎳(Ni) 二甲基乙二醛肟的酒精溶液
(1 克二甲基乙二醛肟溶於 100 毫升酒精中)
羅比酸的酒精溶液
(1 克 羅比酸 溶於 100 毫升酒精中)
- 錫(Sn) 100 毫升的氯化金(AuCl₃)水溶液
10% 鉍酸鉍水溶液——100 毫升
- 鎢(W) 20% 硫代氰酸鉀水溶液
(40 克試劑在 200 毫升水中)
飽和的氯化亞錫(Sn₂Cl)溶液
(20 克 SnCl₂ 溶於很少量的強鹽酸內, 再用水加稀至 100 毫升)
- 釩(V) 過氧化氫(H₂O₂)
- 鉬(Mo) 20% 黃血鹽的水溶液
飽和的氯化亞錫(SnCl₂)溶液
20% 硫代氰酸鉀(KCNS)水溶液
- 銻(Sb) 1 克氯化銻(CsCl)的粉末
100 克碘化鉀(KI)的粉末
- 砷(As) 100 克鉍酸鉍的粉末
- 硫(S) 5% 氯化鋇(BaCl₂)水溶液
(5 克試劑在 100 毫升水中)
- 鉻(Cr) 5% 硝酸鉻水溶液
(5 克試劑在 100 毫升水中)
- 鈷(Co) 20% α -亞硝基- β -萘酚的醋酸溶液
(20 克 α -亞硝基- β -萘酚 溶於 100 毫升醋酸中)
羅比酸的酒精溶液
(1 克羅比酸溶於 100 毫升酒精中)

表 III. 各種金屬礦物印像鑑定表

成份	礦 物 名	溶 劑	壓緊 時間	顯 像 劑	結果	備 註
Pb	方鉛礦 PbS	HNO ₃ (1:1)	1—2分	KI 5%	黃色	顯像前用 H ₂ SO ₄ 1:20 處理, 並用水 洗過。
	硫酸鉛礦 PbSO ₄	HNO ₃ (1:1)	2	KI 5%	黃色	同 上
	彩鉛鉬礦 PbMoO ₄	HNO ₃ (1:1)	2	KI 5%	黃色	同 上
	白鉛礦 PbCO ₃	HNO ₃ (1:20)	2	KI 5%	黃色	同 上

Zn	閃鋅礦 ZnS	$HNO_3 + HCl$ $+ Cu(NO_3)_2$ 1:1:1	3—5	$HgCl_2 + KCNS$	青紫色	常有鐵存在當顯影時呈褐色，故宜再以水洗1—2分鐘便可。
	菱鋅礦 $ZnCO_3$	先用王水蒸 $HNO_3(1:1)$ ， $Cu(NO_3)_2 1\%$	2	$HgCl_2 + KCNS$	青紫色	同 上
	異極礦 $Zn_2Si_2O_7(OH)_2$ H_2O	$HNO_3(1:20)$ $Cu(NO_3)_2 1\%$	2	$HgCl_2 + KCNS$	青紫色	同 上
	皓礬 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	H_2O $Cu(NO_3)_2 1\%$	2	$HgCl_2 + KCNS$	青紫色	同 上
Cu	黃銅礦 $CuFeS_2$	$HNO_3 + HCl$ $+ H_2O(1:1:1)$ 先用王水蒸	3	羅比酸	淡黃色	顯像後用 NH_4OH 20% 溶液浸洗始可顯彩色
	斑銅礦 Cu_5FeS_2	$HNO_3(1:1)$	1—2	羅比酸	淡黃色	同 上
	輝銅礦 Cu_2S	$HNO_3(1:20)$ $NH_4OH 25\%$	1	羅比酸	淡黃色	同 上
	孔雀石 $Cu_2(CO_3)(OH)_2$	$H_2SO_4(1:20)$	2	黃血鹽	紅褐色	以 KOH 處理紅褐色消失並變成淺藍色。
	藍銅礦 $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	$H_2SO_4(1:20)$	2	羅比酸	灰黃色	須用 $NH_4OH 25\%$ 水溶液處理始現彩色
	胆礬 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	H_2O	2	羅比酸	淡黃色	以 $NH_4OH 25\%$ 溶液處理，彩色變暗。
Fe	黃鐵礦和白鐵礦 FeS_2	$HNO_3(1:1)$	1—2	黃血鹽	青色	—
	錳鐵白雲石、菱鐵礦 $FeCO_3$	$H_2SO_4(1:20)$	2	黃血鹽	青色	—
	水赤鐵礦 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$	$HCl(1:1)$	3—5	黃血鹽	青色	—
	針鐵礦 $HFeO_2$	$HCl(1:1)$ 和 HCl 濃	3—5	二甲基乙二醯肟	紅色	用 $NH_4OH 25\%$ 處理則變綠褐色
	針鐵礦、含水針鐵礦	$HCl(1:1)$	3—5	赤血鹽	青綠色	—
	水綠礬 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$	H_2O	3	黃血鹽	青色	—
Mo	彩鉛鉛礦 $PbMoO_4$	$HNO_3(1:1)$	2	黃血鹽	黃褐色	如用 $KOH 20\%$ 處理彩色消失
Ni	紅砷鎳礦 $NiAs$	$HNO_3(1:20)$	2	二甲基乙二醯肟	深紅色	須用 NH_4OH 處理始現彩色
	鎳黃鐵礦 $(Fe, Ni)_9S_8$	$HNO_3(1:20)$	2	〃	深紅色	如有鐵存在則呈褐色
Co	砷鉍礦 $CoAs_2$	$HNO_3(1:20)$	2	α -亞硝基- β -萘酚	橘黃色	—
	輝砷鉍礦 $CoAsS$	$HNO_3(1:1)$	1—2	α -亞硝基- β -萘酚	橘黃色	—
	鐵硫砷鉍礦 глаукодот $(CoFe)AsS$	$HNO_3(1:1)$	1—2	α -亞硝基- β -萘酚	橘黃色	—
U	鉍礦類	$HNO_3(1:1)$	2	黃血鹽	棕色	用 20% 的溶液及 KOH 處理時，變成黃色。