

紫外光灯在探礦上的应用

於 祖 相

礦物是自然界生成的元素或無機化合物，具有一定的化学成分和物理性質。礦物的物理性質如肉眼觀察下的彈性、硬度、磁性、光澤、解理。顯微鏡下的折光率等種種光性及X光上的結晶構造等。由於近代科學上的成就，使人們對礦物體秘密的探求和瞭解愈來愈廣泛。許多科學，過去認為是一種現象，但由於許多事實的存在，逐漸發展而成為一門科學。如紫外光，過去稱為“黑光”，僅在醫療上用於滅菌，但因近來科學的進步和探礦事業的發展，它逐漸成為一門“螢光化學”，而被应用到地質科學的領域上去。有些有經濟價值的礦物，如白鎢礦、水鋅礦及一些鈾礦和石油等；因受紫外線的照射而具有燦爛的螢光，這種性質對於野外探礦工作者來說是有其特殊意義的。目前我國地質事業正在向前發展，有關紫外光的使用應需加以推廣。本文僅就作者所知，略作介紹如下。

一、紫外線與紫外光灯

紫外線是一種普通光波，日光中有其存在。當日光通過石英稜鏡後，我們可以看到波長在8000Å—4000Å的紅、橙、黃、綠、藍、紫與深藍七種色光。但是在波長大於8000Å的紅外線與波長短於4000Å的紫外線，對人類眼睛來說，已無辨別能力。紅外線，無化學作用，但熱效應大，而紫外線，化學作用強，無熱效應，所以亦稱為“冷光”，植物葉綠素的光合作用及動物體內維他命D的形成，都是與此光線分不開的。

雖然紫外線在日光中是普遍的存在，但波長較短的紫外線在沒有達到地面前即已消失。長波紫外線對礦物螢光作用小，因此礦物上所应用的短波紫外線是由紫外光灯產生的，如鈦弧光灯、汞灯等。但亦有以普通的電灯光用作光源，而在光源前裝一特殊的濾光板，濾去可見的色光後而加以应用，但這種光灯，除對某些鈾礦及石油能具螢光外，至若白鎢礦等其他礦物則不具螢光。所以必須用冷石英黑光灯，在該灯石英管內裝以氬、氫、氬等稀有氣體及少許水銀。當電流通過時，氣體離子化，產生紫外線波長大部為2540Å，這種高頻率的短波紫外線能對白鎢礦等其他螢光性礦物產生螢光。

二、礦物的螢光性及磷光性現象

礦物表面受到紫外線和陰極射綫刺激後，礦物本身會有發光現象。當作用的光綫停止後，礦物本身亦停止其發光現象，我們稱此為礦物的螢光性，但有些礦物當停止光源的刺激後，仍會保持一定時間的發光現象，我們稱此為礦物的磷光性。

礦物螢光和磷光現象的簡單原理是怎樣解釋呢？由於礦物是由許多原子組成，而每一原子是由質子、電子、中子、正電子等組成，而電子是圍繞着原子核旋轉的，當原子受到紫外線的光子打擊時，電子吸收

了紫外線的能後即發生電子軌道的改變，然後電子又從新的軌道回到原來的軌道上，這樣一來，有少量能量消耗在熱能上，因而使礦物產生較紫外線更長的光波，這種光波的波長確定了螢光的顏色。

有許多礦物當受到紫外線作用後，所發生電子軌道的變位可以在瞬間恢復，所以當作用的紫外線停止時，礦物亦能停止其發光現象，但亦有些礦物當紫外線停止作用後，電子軌道的恢復需要一定的時間，因此我們還可以看見礦物有繼續發光的現象；前者我們稱為螢光，後者我們稱為磷光。但是有些礦物的螢光現象是由於礦物成分不純而引起的，如大部分的方解石都無螢光而含錳的方解石則有紅色螢光，如含錳量為1—5%時則會產生燦爛的紅色螢光。若有少量鈾的鹽類存在時，亦會產生綠色螢光，這是需要提醒大家注意的。

三、紫外光灯的应用

(一)探礦探礦和選礦事業：有經濟價值的白鎢礦、水鋅礦、鎢英石等礦物，常與其他脈石共生，如結晶細小，或呈散漫狀分佈在廣大的礦體中，往往容易使人忽視；若用紫外光灯照射時，則白鎢礦有燦爛的藍色螢光，水鋅礦有顯明的藍色螢光，鎢英石有鮮橙黃色螢光，這樣就不難把它們從石英等脈石中分別出來因而給探礦工作很大方便。如若用於選礦事業中，礦石在磨碎前先用紫外光灯檢查，則給碎礦工作中減少了很多的麻煩。

(二)汞元素的檢查：當試驗辰砂或其他礦物中有無汞元素存在時，可將該礦物放在矽鋅礦製成的屏幕前加熱，並用短波紫外光灯照射，可以確定自然汞有否存在（作屏幕的矽鋅礦必須磨得很平，這樣對紫外光灯的敏感性就會增高；紫外線可用冷石英光灯所產生2540Å最為適合）。

其試法如下：

- (1)所取礦樣必須是小碎片或小顆粒。
- (2)把礦樣放在紫外光灯與屏幕之間，其距離各約為3—4英寸。
- (3)把礦樣放在酒精灯上加熱（野外可用火漆或洋燭代替）。

當礦樣受熱後，汞元素揮發成汞的蒸氣，能完全吸收紫外線，因此在矽鋅礦的屏幕上投下了一圈黑影，彷彿是燃燒重油而形成的雲塊狀火焰，與普通火焰迥然相異（普通火焰不能完全吸收紫外線，在屏幕上僅有微弱的黑影）。此法靈敏性很強，當含汞量為十萬分之一時亦可檢出。

(三)珠球反應上的应用：許多稀土元素及原子序數高的元素，可以用螢光來檢查，如鈾等，當有0.001毫克微量鈾存在時，即已有可辨別的螢光。其他如錳、鉻、鎳等元素所產生的螢光，經過分光鏡後，亦

能產生一定的光帶。

在珠球試驗中的螢光，由於某些他種元素的存在，可以有加強或減弱的作用，如銅在硫化鋅中，螢光作用減弱，而銅在硫化鋅中，螢光作用加強，鎔(Eu)在磷酸球中有黃色螢光，在含有微量鈾的鹽類存在時，則為亮檸檬黃色。這種珠球試驗都用在氟化鉀或氟化鈉中在白金絲上進行，較在硼酸球上反應明顯。

(四)螢光性的礦物：根據已經研究過的資料，有螢光性的礦物約有以下列數十種，其中亦包括了一些無螢光性的礦物，但因其產地的不同而有螢光現象。由於國內螢光灯应用較少、資料欠缺，這裏介紹的都根據外國資料，所以錯誤難免，尚有待於今後工作者的糾正和補充。

瑪瑙(Agate)少數地區具有螢光，可能是含有少量鈾礦物。

鈉長石(Albite) 有些標本具有一些磷光，但螢光很弱。

磷灰石(Apatite) 一般無螢光，但在少數地區所取的標本具有螢光。

霏石(Aragonite) 与方解石成分相同，但結晶構造不同；常因含有其他雜質而產生螢光，螢光顏色不一致。

鈾鈾雲母(Autunite) 次生鈾礦，有強烈黃綠色螢光，無磷光，產自偉晶岩。是瀝青鈾礦的次生礦物。

重晶石(Barite) 磷光比螢光顯著，在完全黑暗的地方可看到淺藍綠色磷光。

矽酸鈾鉍礦(Benitoite) 此礦在美國加利福尼亞州的San Benito地方產出，發燦爛藍色螢光。

硼砂(Borax) 常有藍綠色的螢光。

方解石(Calcite) 螢光現象顯著，是有螢光礦物中分佈最廣者，但是它的顏色常因本身所含雜質而有所不同，如產自美國新澤西州的標本，有燦爛的紅色，有很短時間的深紅色磷光，如產自Texas的標本有紅色或藍色螢光與藍色磷光。

天青石(Celestine) 產自美國俄亥俄州Clay Center地方的有藍白色磷光，產自德國Gembeck地方的有藍色磷光。

綠地蠟(Curtisite) 在Skaggs, Springs 地方地方的水銀脈中產出，有鮮黃、乳黃與綠色等螢光。

金剛石(Diamond) 大部分標本都無螢光，但當含有微量碳化氫時，即有淺藍、淺綠、橙色等螢光。

螢石(Fluorite) 螢石對長波紫外綫作用較短波紫外綫顯著。如產自俄亥俄州Clay Center地方的棕色螢石，螢光現象特殊顯著，一般標本螢光現象並不十分顯著。產自亞利桑那州Castle Dome地方的有藍色螢光，產自Alston English的有藍色螢光與淺藍色磷光，產自俄亥俄州Clay Center的有鮮乳黃色螢光與鮮乳黃色磷光。

星雲母(Halite) 產自加利福尼亞州Amboy旱湖中的標本，有美麗的紅色螢光，可能是包含着其他有螢光性的物質，產自聖多明哥區的亦有同樣螢光。

水鋅礦(Hydrozincite) 大部分標本都有顯明的藍色螢光，但成分不純的標本有乳黃色螢光。

水銀(Mercury) 無螢光性，但欲其存在時，可用石英紫外光灯在矽酸鋅礦製成的屏幕前試之，方法如前面所述。

石油(Petroleum) 大部分天然石油都具有螢光現象，其螢光顏色隨着不同的地層與不同的比重而變化，從石油中所提煉出的物質，如煤油、瀝青、凡士林等，均有螢光現象。

紅寶石(Ruby) 產自泰國的標本有弱紅色螢光，產自緬甸(Red corundum)与北卡羅來納州的標本有明顯的紅色螢光。

白鴿礦(Scheelite) 有顯著而燦爛的藍色螢光，即使細小的晶体分散在廣大岩体中，也能清楚的辨別出來。其螢光顏色的變化，常因其成分不純而變化，如白鴿礦中含鉍量達0.5%時其螢光為淺藍色，含鉍量達4.8%時為白色螢光，含鉍量從0.96%—4.8%時，變為黃色螢光，在4.8%以上時，螢光顏色無變化。

透石膏(Selenite) 磷光常較螢光顯著，其磷光顏色，因其標本產地所含不純元素而異。

尖晶石(Spinel) 紅色的一種尖晶石，有鮮紅色螢光。

鋁輝石(Spodumene) 產自Portland, Conn的標本，有持久性的深紅色螢光。

電氣石(Tourmaline) 僅有微弱淡黃色螢光。

鈾的鹽類及其鈾礦物(Uranium salts and Minerals) 鈾的次生礦物及鈾的鹽類，都具有顯著螢光現象，其他礦物如含有微量鈾的鹽類時，即有檸檬黃色及淡黃色螢光，如蛋白石、石髓及方解石等。次生鈾礦物種類很多，都具有螢光性，但其經濟意義不大。

脂狀鉛鈾礦(Gummite (Variable) 紫色螢光

硫酸銅鈾礦(Johannite (Variable) 黃綠色螢光

板狀菱鈾礦(Schrockerite (dakeite) 綠色螢光

鉍鈾雲母(Torbernite) 黃綠色螢光

磷酸鉍鈾礦(Uranocircite) 黃綠色螢光

矽酸鈣鈾礦(Uranophane) 黃綠色螢光

多水磷酸鈣鈾礦(Uranospathite) 黃綠色螢光

鈾灰石(Uranothallite) 綠色螢光

斜矽酸鈣鈾礦(Uranotil) 黃色螢光

硫酸鈾礦(Zippite) 黃色螢光

柱石(Wernerite) 有鮮黃色螢光，有經驗者亦容易與鈾礦區分。

矽鋅礦(Willemitite) 是螢光中最明顯與燦爛的一種礦物，但成分很純不含錳時無螢光現象。其螢光顏色以含錳量多少而呈不同程度的綠色，當含錳成分為1—5%時，可見最鮮艷的綠色。有些標本亦有磷光現象。

鋯英石(Zircon) 在加利福尼亞，俄勒岡，愛達和諸州，產自沖積砂礦中的細小鋯英石晶体，有鮮橙黃色螢光，在蒙大拿，北加羅來納，維屋民諸州与加拿大的安大略省等地所產的結晶鋯英石標本中，亦見鮮橙黃色螢光。

四、尾 語

根據以上所知，紫外光燈的應用範圍較廣，它的主要優點是方法簡便易行。但對一般礦物的應用上，則需要一定的工作經驗，且礦物本身常含有其他一些不純成分，以致影響礦物原來的螢光顏色，應用亦不甚容易。其次螢光燈雖然對次生鈾礦具有強烈的螢光作用，但是對經濟價值甚大的硝酸鉀鈾礦、磷酸銅鈾礦等，都無螢光作用，因此在探勘工作中則需配合蓋末勒計數儀 (Geiger-Müller Counter)，以補螢光燈在使用上的不足。

總之，紫外光燈在探礦工作中是有其一定價值的，但亦存在着一定程度的缺點，這種缺點的克服及如何提高螢光燈的效用性能，是今後科學工作者們應該研究與解決的問題。

(上接第 11 頁)

五、開孔位置要明確決定

開孔位置的岩層露出和掩蓋與理想柱狀圖的精度有密切的關係。開孔位置的岩層，如露出地表，即可決定分層層位，又可以測量傾角，根據這兩個條件來作理想柱狀圖，既省事又較精確，同時與鄰近鑽孔之對比關係也能作到事前心中有數。如鑽孔位置為浮土所掩蓋，則可利用淺井探挖至基岩，由於淺井探之底部面積小，往往不可能達到量傾角和斷定分層層位的目的。有時為了節省挖淺井的費用，浮土深度多係估計，傾角採取鄰近的平均傾角，岩層層位由同一鑽探綫上之水平距離推算而得。在這種複雜的情況下，只有憑經驗和當時當地的情形來決定開孔位置，但所作的理想柱狀圖的深度，可靠性就大為減小。唯一挽救的辦法是在鑽進後憑標誌層來修正理想柱狀圖。如開孔很淺就見煤層，必須照規定提前預告見煤深度，使鑽探人員密切留意，以便達到不打掉煤層為目的。



中華人民共和國地質部
地質知識編輯委員會主編

地質知識

(月 刊)

一九五五年 第七期

目 錄

鐵道工程地質勘察要做些什麼？·····	陳夢熊(1)
三門峽·····	姜達權(5)
如何在野外鑑定含油岩石·····	鄧宗淮(7)
礦石體重的測定·····	周世泰(8)
如何作好煤田鑽孔理剝面圖·····	張其澤(10)
多金屬交代礦床坑道地質工作方法簡述·····	張有正(12)
喀斯特地貌與地下水·····	江潔源(14)
近年來黃河及漢水等河流工程地質勘測 工作上的一些缺點·····	賈福海(17)
第四紀地質製圖及地貌製圖(續完)·····	杜恆儉(21)
黔東湘西汞礦礦床上的某些規律簡介·····	周德忠(26)
關於編製地質勘探設計的一些意見·····	姚培慧(28)
2004年的地質學·····	蘇聯生物學博士 依·葉弗列莫夫教授著(30)
紫外光燈在探礦上的應用·····	於祖相(34)

編輯者 中華人民共和國地質部
地質知識編輯委員會
出版者 地 質 出 版 社
北京宣武門外永光寺西街3號
發行者 郵電部北京郵局
訂購處 全國各地郵局
印刷者 內文：北京市印刷一廠
封面：地質印刷廠

(京) 本期10,000冊 定價三角