

样往往是最富的，应首先進行勘探。2.在河流由窄变寬的地方，由於水流速度開始減低，輕的岩石碎屑就隨水流走，重的礦物則沉積成富集的砂礦床。3.砂礦底岩不平的地方，是礫石填充的好地方，虽然水流在活動，但只能使輕的岩石碎屑被水流帶走，重的有益礦物則沉積在底岩低的地方形成富集帶。4.砂嘴突出的邊緣和向着上游的部位。5.河谷急驟轉灣的地方。6.底岩坡度由大变小的地方，由於水流變慢對重顆粒的礦物沉積很有利，因而形成富集帶。7.支流入主流的地方，水流形成一個自然水閘，非常適合重礦物的富集。8.底岩屬石灰岩形成的喀斯特地區。9.古河流與現代河流交叉的地方。10.礫石層的厚度一般在1—10公尺之間最有希望，若超過10公尺就說明這裏只有大

量的無礦礫石堆積，而含有益礦物的礫石則不在這裏沉積了。由於大量的堆積就會相對的使含礦率降低，所以在一般情況下礫石層太厚了，不會有很富的礦床。如果我們了解了形成砂礦的條件和沉積規律後，在普查中就會留心有特殊意義的地方，注意研究，在勘探時也就可能正確的選擇富集地段來佈置勘探工作，使我們很快的對一個礦區作出正確的評價。

普查勘探砂礦，找尋具有重大意義的稀土元素、稀有金屬和貴重礦物，對我們祖國的社會主義工業化和國防建設有着重要的作用。我們必須努力學習這方面的知識，為祖國尋找豐富的砂礦資源而努力。因此我把自己學習的初步體會寫出來和大家共同研究，錯誤的地方，希望同志們指正。

压电石英在工業上的重要用途及其礦床

洪 志 淵

石英的压电性能在十九世紀末葉才被發現，但自1922年以來的短短三十多年中，這種性能很快的在實際應用上開闢了廣闊的領域。它對於我們還是一項嶄新的科學知識，压电石英的找礦工作在我國來說還算是一件最新的工作。在這篇短文裏僅將自己向專家學習和工作中的初步體會，擇要的予以介紹，供同志們參考，更希望今後在進行各種找礦工作時，重視和留意這一礦產資源。錯誤之處請同志們指正。

一、压电石英的意義及應用

压电石英的意義 透明純淨的石英晶体在機械作用的影响下，強烈地表現出因變形而產生電荷的現象（圖1），具有此種压电效应的石英晶体被稱之謂“压电石英”。

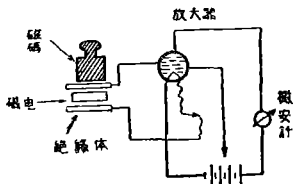


圖1 石英压电現象的實驗
置水晶片於板面用良絕緣體
遮蓋的二金屬板間，接二導
線，其上加磁碼，由微安計
上，可以表明石英產生電荷
的性能

性質及用途

適當方法將压电石英所切割成的薄片施以機械作用，在壓縮時可以荷電，在伸長時可以改變電荷符號，那麼當切成的石英薄片置於變化電場內時，薄片本身就處於彈性振動的狀態，並具有高度恒定的機械

振動頻率。石英的此種性能就使得它在無線電工程上獲得了廣泛的應用，因此表現有此種性能的压电石英片，則被人們用作穩定無線電頻率的振盪器，以使無線電電波保持不變，並且主要的被用來製造無線電收發報機設備中穩定頻率的薄片。

石英片受機械作用影响所產生的機械振動，推動周圍介質中的質點，能夠產生頻率達到每秒鐘四萬次強有力的、但却是人耳所不能聽到的超音波，並能接受回波。超音波在空氣中傳播很為困難，但易於在金屬及水中傳播。因而被用以對金屬製品內部的缺陷（如砂眼，裂隙……）的檢查，和用於水底通訊聯絡。用它所製成的回音測探器和水中定位器，在航海事業上，使船艦能夠在濃霧和黑夜中找出航道，預告漂來的冰山和迎面來的船隻。救護船在尋找沉溺的船隻時，用它來探測海底和測量海深等。最近回音測探器已經開始在捕魚船上用它在海面深水中尋找魚羣和偵察他們的行跡。

利用石英的這些特性所造成的石英製品，就成為飛機、大型船艦、潛水艇、雷達等設備中不可缺少的一項。

压电石英還被用於測量高壓儀器中的測壓器，用以測量發射時大炮炮膛內的壓力，爆炸時汽缸內的壓力以及橋樑的振動等。

此外，它還常用於擴音器，聾人用的助聽器以及電磁錄音機等等。最近超音波同樣廣泛地應用於生物

学、物理学与化学上，因为超音波能影响生物以及物理化学的变化过程。

光学机械工业上的各种精密仪器，也同样需要大量的水晶矿物原料。石英晶体可利用来制造光谱仪器中的稜镜，偏光显微镜装备中的偏色器以及石英楔子。细长而弯曲的石英薄片可用于X光分析上。以透明净洁的石英碎屑作原料而制成的特种玻璃，可用于制造耐高温的测量铜水温度的仪表。由于它对紫外线和红外光具极低吸收率特性，而被用于制作医学上用的石英灯。

总之，水晶是非常广泛地应用在各个科学技术部门中。我国的社会主义建设事业正在一日千里地前进，强大的现代化工业亦正如雨后春笋般的到处出现，对透明石英原料的迫切需要，亦在与日俱增。

二、压电石英的技术要求和矿床

质纯的石英在化学成分上是天然的二氧化矽(SiO_2)。无色透明的或半透明的石英结晶体被称为水晶。有色的烟水晶、紫水晶、黄水晶、黑水晶是石英的几种最主要的变种。这些颜色在受热、紫外线或放射性元素的照射下能产生变化和消失。

石英结晶的温度间隔很长，从1470°C直到573°C以下。在573°C以上结晶的高温石英称为 β —石英^①，573°C以下结晶的称为 α —石英。六方晶系的 β —石英的晶体呈六方双锥和六方柱的聚形，柱面极短甚至没有，晶体(图2)一般不大。在通常的环境下 β —石英不多见，大多数为 α —石英。

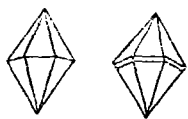


图2 β —石英的晶形

只有在温度573°C以下生成的属于三方晶系的 α —石英晶体(图3)，在压电工业上才有价值。

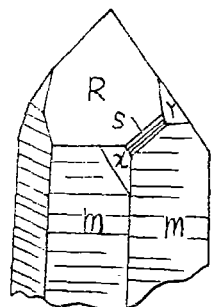


图3 单晶体石英(右形)
m—柱面(1010)
R—主菱面(1011);
r—菱面(0111);
s—右旋三方双锥面(1121); r—右旋六面体面(1161)

技术要求 压电和光学机械工业上对石英的技术要求非常严格。石英晶体要纯净、透明，晶体内的气泡、裂隙和包裹物等都是石英致命的缺点。自然界中石英单晶并不很多，为了对晶体质量的了解，还必须善于鉴别晶体中的双晶。常见的双晶有道芬双晶和巴西双晶，此外，还有日本双晶和利比沙双晶等。后二者在自然界中很少遇到。石英晶体的双晶部分佔体积极大时，则将完全丧失了其在压电工业上的利用

价值(图4)。道芬双晶的晶体并不妨碍在光学工业上的用途，而巴西双晶体只能被用于熔炼上。具有颜色的透明洁净石英可同样用于压电性工业，当然用于光学工业上是不利的。

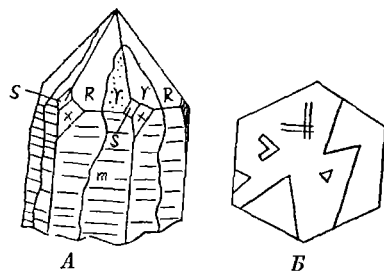


图4 石英双晶的迹象

A—深入内部的左形道芬双晶，单体的界限不规则；B—复杂的石英透入巴西双晶，单体的界限为直线

含有多数

肉眼往往不能看见的细小裂隙的乳白色石英晶体，是没有利用价值的。

对压电石英晶体大小的要求，要能切出无缺点，体积不小于 $2 \times 2 \times 2$ 公分的晶块；这样它才可能做成一个标准的压电石英片。

石英晶体的某些外部伤痕，如稜角的磨损，未深入晶体内部的小裂隙和双晶，及晶体外部的氧化铁、绿泥石等薄层皮壳等，均不影响它对各种制品的用途。

矿床类型 用于压电和光学机械工业上的石英，其工业矿床是属于热液矿床及伟晶岩矿床二种。此外，还有介于其间的过渡类型以及次生砂矿床。

1. **热液类型**——岩浆活动的晚期，聚集了大量的残余矽酸溶液，在适当的条件下，在热液非常正常(氧化矽成离子状态存在于热液溶液中)的情况下，广泛的生成了具工业价值的石英脉。

形成有价矿床的围岩，一般是富含矽质(SiO_2)成分的长石砂岩、石英砂岩、细粒至粗粒的花岗岩、结晶片岩等岩石。这些岩石性脆或疏松易于造成裂隙，为热液所穿入。石灰岩虽也易形成裂隙，但这些裂隙却容易很快的被其他物质所填充。泥质页岩所具有的可塑性，使它不易产生裂隙，而且就其本身化学成分来说，对上升的矽酸热液的集中，也起着消耗作用。其他如石英岩，虽具备着优越的化学成分条件，但因其组织结构过于緻密坚硬，也不易为石英脉的生成造成良好的空间。以上所述不过是一般规律，当然也有例外，如我国最近发现的某地产生于大面积石灰岩中的水晶矿床，即是一例。

产状垂直或斜交围岩层理或片理的石英脉，是生成水晶的有利条件，因为在其生成当时易使 SiO_2 成分集中，和沿层理或片理溶蚀，给晶洞的造成形成有

① α —石英与 β —石英的命名，各书还不一致。

利条件(圖5)。

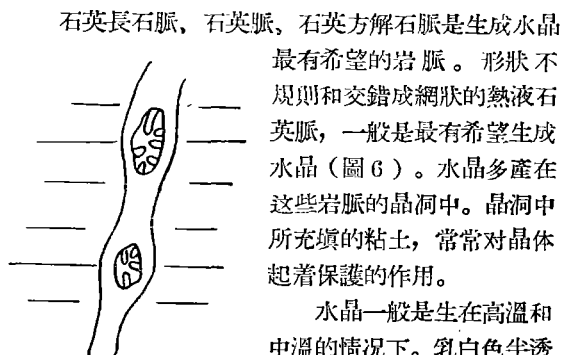


圖5 正交層理或片理所生成的石英脈及晶洞

床,而且此种工業礦床又很少與金屬礦物共生。

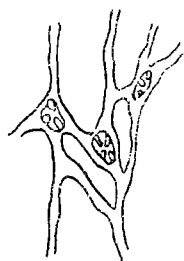


圖6 網狀礦脈及在交錯部分所生成的晶洞

偉晶岩往往是成組的出現,由同一岩漿源聯結,形成偉晶岩區。一般偉晶岩體多聚集在大型侵入體的上部中心部分,有時也在外圍或母岩與圍岩的接觸地帶,也有侵入到附近的地層中。對於形成水晶工業礦床的其他圍岩是各種結晶片岩和片麻岩等。

偉晶岩的凝結溫度在 700°C — 400°C 之間。在此溫度差異極大的情況下,氣體壓力和揮發性物質的影響程度也因而有所不同。所以偉晶岩內礦物的結晶現象、礦物形成和富集的情況、脈內礦物的結構、偉晶岩本身的種類都是極為複雜和多樣多樣的。礦體形狀也是極不一致,厚可以從幾公分到幾十公尺,長從幾公尺到幾百公尺,而且往往形成串珠狀、凸鏡狀等不規則形狀。而脈壁近於平行整齊的多半是裂隙充填所直接造成的。

偉晶岩體,因其礦物組成和結構的不同,常常表現了明顯的分帶。塊狀石英往往組成中心部分,其中常有晶洞,形成蘊藏著水晶的礦巢。偉晶岩是非常複雜的,每個偉晶岩不論是在分帶上或共生礦物上,都有其自己的特性。岩體中晶洞位置一般多在中心部

分,也有生在岩體旁側或與圍岩的接觸部分。晶洞有時也可能不止一個(圖7),但有時也可以沒有發育良好的晶洞。外表一般都沒有明顯的直接標誌,對它們要取得足夠的了解,就必須建立在較長時期的工作基礎上。

偉晶岩體中一般中心愈大,晶洞也愈大,水晶也愈好。關於石英的生成也有二種:一是與偉晶岩同時生成的,另一種是後於偉晶岩的矽質熱液上升所生成的。但矽質(SiO_2)成分在偉晶岩內不宜過量,因為它將影響良好水晶發育的自由空間。

偉晶岩主要是產烟水晶或黑水晶的壓電石英源地。其中很少有無色水晶。著名的地質學家們曾對偉晶岩作了若干分類,蘇聯費爾斯曼(A. E. Ферсман)將偉晶岩的結晶過程分成十個地質相,烟水晶等礦物即生成在地質相 D—II (600°C — 400°C)的階段中。

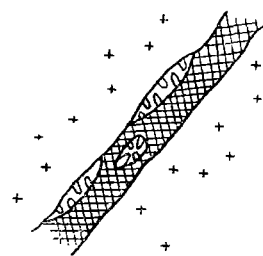


圖7 偉晶岩脈中的晶洞位置

根據偉晶岩脈所含標準礦物,可以分成:黃玉綠寶石組;电气石白雲母組和鈉長石組。一般對水晶生成有希望的是前一組,而與後二組關係則很少。黃玉綠寶石組的偉晶岩中最常見的礦物是:鉀微斜長石、鈣鈉長石、綠柱石、黃晶、綠泥石、正長石,此外還有黑雲母、鈉長石、电气石、鈦鐵礦等。

上述原生礦床經風化或搬運後,可能形成殘積、坡積或沖積砂礦床。有時它同樣可以供給合乎工業要求的光電性石英。

三、在尋找水晶礦床工作中應注意的幾點

熱液水晶礦床是水晶在成因上最有價值的礦床類型,如不能完善的認識礦床類型,往往在工作中會造成很大的損失。我們在尋找水晶礦床時,首先必須全面的考慮到下面幾項有關礦床生成的地質因素:

1. 區域內的矽質(SiO_2)條件——水晶礦床的生成與一定類型的侵入體有關。氧化矽成分的適中與否就成為水晶礦床能否產生的先決條件,過多或過少都是直接影響著水晶晶體的發育,因而影響礦床的工業價值。

2. 圍岩條件——富含氧化矽成分而又能夠易於生成裂隙的岩石,才能給水晶礦床的生成提供有利的環境。這些岩石一般多是砂岩、片岩、片麻岩、花崗岩等。

3. 構造因素——有希望的礦體多生在張力裂隙發育的區域(背斜的鞍部、大區域背斜與向斜相連結的地方等),或生在疏鬆破裂的岩石中,尤其是網狀裂隙中。

什麼地方具備了上面三個條件,什麼地方就有水晶礦床生成的可能。

野外實際工作中遇到河谷中的水晶砂礦,那怕是晶體的碎塊,都是給予我們尋找水晶原生礦床的指示。應仔細研究它的來源。根據所見到的砂礦質量,分佈範圍和數量,往往也可間接的說明原生礦床的價值。如能見到原生礦體露頭,當然是最好的直接標誌。

對待原生礦床必需多方面的加以觀察和研究,譬如熱液石英脈的成礦期往往有好幾個階段,早期結晶的石英,往往遭受到後期上升熱液的破壞(如原來透明的晶體因後來的影響變成乳白色了)。一個區域內往往有二組以上不同方向的石英脈,生成時代較新的

常常就比另外較老的一組有價值。又如在偉晶岩區域內,當從地表上看起來岩體不大,但卻不能說這個偉晶岩體就很小,因為這可能是生成當時岩體上部受到了某些因素的限制,而使上部不如下部發育;也可能礦體經風化後其中心已被摧毀,而只剩下很小一部分,但也可能還殘留在地下;也可能所見到的只是沿小裂隙充填而成的岩體的次要部分。

從上面所述來看,要想對礦床做出正確的評價,就必須需要運用地質學原理和探礦知識,結合長時期的工作,多方面來了解礦床的特徵(包括礦床的分佈、生成的特性、規模、含品性、晶體質量和含量及其變化等)。

為祖國探索地下寶藏的戰友們!讓我們在工作中共同注意這項工作,更多的發現產地,為我國社會主義建設提供足夠的壓電石英礦產資源。

(上接第26頁)

(5)室內描繪圖件、晒印薰圖、打印報告和整理附錄必須有專人負責,而且要密切配合,爭取報告早日提出,滿足工程規劃和設計的需要。

四、專門性勘察的成果整理與填址地段的比較

野外工作終了,除依照各組分工的不同,整理出鑽探和試坑表格及各種試驗成果作為原始資料外,各組應密切配合編製出下列各類圖件及報告:(1)實際材料圖;(2)基岩地質圖及剖面圖;(3)第四紀地質及地貌圖附剖面圖;(4)水文地質圖及剖面圖;(5)工程地質圖。至於編寫地質報告內容可參考“流域綜合開展規劃”技術經濟調查報告——地質部分。

下面將談到填址地段的比較問題:

I. 怎樣來衡量一個水庫,依照蘇聯專家沙巴耶夫的指示:

1. 從國民經濟利益上——如庫內庫外的經濟效益,包括庫容、灌溉、發電量、供水、交通等方面。

2. 淹沒損失和浸沒損失——如農莊、礦山、工廠、移民和庫外溢洪等。

3. 工程費用——如勘测、建築、養護、處理、交通等各方面的費用。

4. 對政治上的影響——在蘇聯水利建築的實踐上,一切的水工建築物,按其重要性和規模分為五級(詳見水庫設計之勘察研究及其程序):

一級——特別重要的建築物

二級——重要的建築物

三級——不太重要的建築物

四級——服務於農業企業及集體農莊的不太重要的建築物

五級——臨時建築物

5. 對施工條件衡量——包括佈置、技術處理、開挖土方等方面。

6. 從使用期限和修築時間來衡量——即關係到水庫的壽命問題,最重要的是根據固體逕流——含砂量來考慮。

II. 填址工程地質條件的比較:

1. 地形特性——包括填長、填高、兩岸坡度、附屬建築物(輔水道、溢洪道)位置、施工場所等。

2. 基岩地質條件——包括岩石堅硬程度、風化深度、斷層和節理的構造問題等。

第四紀地質及水文地質特徵——包括土層性質、土層厚薄、含水層性質及地下水流動規律等。

4. 築填材料——包括土料、砂卵石料、塊石料、石灰料等。

以上所談問題;僅僅是我隊在某河流域勘察中的點滴体会,其中不成熟的意見或錯誤的地方,希望讀者批評和指正!

更正

①一九五五年第八期第十五頁右列第二十八行“較高,時為橘黃色的含鉛量黃色的含鉛量少,”“應為“含鉛量較高時為橘黃色,黃色的含鉛量少,”

②第十期封面照片係長白山下的一支勘探隊。

聲明:一九五五年第九、第十期“如何編寫地質報告”一文,並不是B. H. 帕夫林諾夫教授所寫,而是他在周口店進行教學實習時給學生講課,由馬萬鈞先生口譯,後經教研室整理出來的。