

四川彭县水晶坡石棉矿床的基本特征 及其成因的意见

彭 蕾

一、前言

四川彭县石棉矿是我国最新发现的希望颇大的石棉矿之一。在彭县境内计有石棉产地几处,其中最重要的一个则是水晶坡的石棉矿床。这里仅就笔者在水晶坡矿区粗略观察所获得的一些印象和显微镜下研究资料提出一些不成熟的意见,供大家参考。

二、矿区地质概况

彭县在四川盆地的西北边缘,大宝山的西边。就区域地层方面来看,本区位于与具有陆背斜性质的阳

子地台¹⁾呈断裂接触带处,应属龙门山地槽的中段。区内主要由前志留纪的变质岩系(以绿泥片岩、絹云母片岩及石英片岩为主)所组成。其次是泥盆纪的红色砂岩及頁岩。灰岩层以不整合关系复在其上。再上即为小面积零星分布的石炭二迭纪的灰岩及含煤頁岩所复盖。在沟谷及小丘处,有时可以见到白垩纪的砖红色泥岩及砂砾以不整合关系复在老岩层之上。此外,在河谷中分布有第四纪的松散堆积物(如坡积层、冲积层等)。基性及超基性岩类的侵入发生在志留纪末期,而广大花岗岩类侵入体及各式各样酸性脉岩是海西运动的结果²⁾,这些花岗岩类贯入上述岩层中。就区域地质构造及其与矿床的关系来看,本区构造型式以不对称的褶皱为主,尤以闭合倾复形式为最常见,但也有呈扇形的。而断层以鳞片状的逆掩为主,断距很大。这些剧烈的构造变动仅见于地台与地槽的临界部分、活动与稳定构造单元的接触带处比较发育,为深大断裂所致,其基性岩类侵入体的贯入以及蛇纹岩、石棉的形成与贮存完全与此构造有关。

在矿区地质方面,总的情况比较简单(见图1)。区内绝大部分的岩石皆为变质岩系(大宝山系),其中包括片岩及蛇纹岩。片岩分布于矿体两侧,实为一盖层岩系。出露地表的岩石有石英绿泥片岩、蛇纹绿泥片岩、黧麻石绿泥片岩、滑石片岩、蛇纹石滑石片岩等,其中以石英绿泥片岩为主,且分布面积广泛,其次为滑石片岩。蛇纹岩主要出露在矿区中部,为贮存石棉矿体的岩石。蛇纹岩的延伸方向与片岩延伸方向一致,呈岩墙状产出。计有黑色蛇纹岩、黄绿色蛇纹岩、绿黑色蛇纹岩、棕褐(猪肝色)色蛇纹岩等数种。除分布在矿区西边、与蛇纹岩呈渐变关系的未完全蛇纹石化的基性岩体(辉橄岩类)³⁾外,火成岩以岩脉(长英

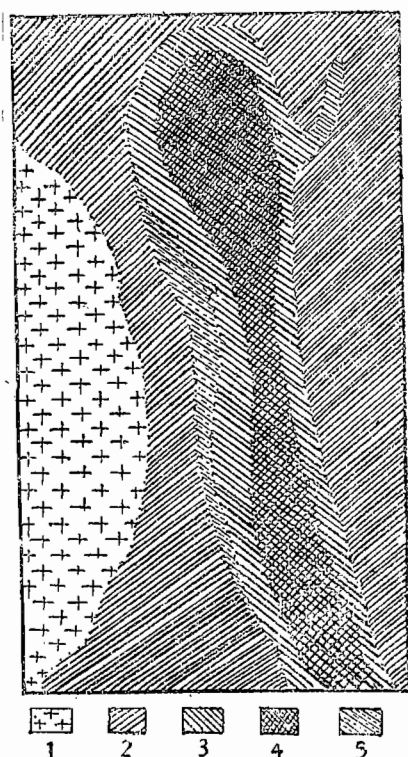


图1 水晶坡石棉矿床地质略图

1. 花岗岩及花岗闪长岩 2. 綠色片岩
3. 不含石棉蛇纹岩 4. 含石棉蛇纹岩 5. 基性岩

- 1) 中国地质学讲稿。北京地质学院地史教研室编。
2) 重庆地质勘探公司 304 队, 1956; 四川彭县宝兴乡米家山一带地质报告(未刊资料)。
3) 建筑材料工业部 738 地质队, 1957; 1958 年彭县大宝山石棉矿床勘探设计书(未刊资料)。

岩、輝長煌斑岩、輝綠岩、石英斑岩、石英脈等)或殘留體雜亂地穿插其間。在蛇紋岩與綠色片岩接觸綫附近,後期的酸、基性脈岩活動也很頻繁,用它們在蛇紋岩及綠色片岩中亦有賦存。規模巨大的花崗岩體,僅發育於礦區西部邊緣。此外,還有第四紀風化殘積物及山坡堆積物的分布。

蛇紋岩在礦區內呈岩牆狀產出,向深處加大的趨勢很明顯,屬於大寶山變質岩系的一部分,它位於大寶山西側方子橋白堊莊背斜之西¹⁾、花崗岩基之東、大逆掩斷層之北。因受區域構造運動的影響,區內構造亦較複雜,不僅有斷裂出露,且岩石的破碎及節理也很發育。斷裂都以逆斷層為主,裂隙面有角礫岩貯存,擦痕眾多,且斷距達 50 米左右。岩石的破碎程度以蛇紋岩為最甚,不僅有碎塊及碎片狀,有的則成粉末狀。節理裂隙不論在蛇紋岩內、基性岩體內、片岩系內甚至在後期形成的脈岩內,都廣泛發育。有些裂隙直接成為石棉和脈岩溶液的通道及富集場所。根據野外實測資料看來,含棉蛇紋岩中廣泛發育有下列四組節理裂隙:第一組:10—95°,傾角 12—82°;第二組:100—180°,傾角 40—85°;第三組:212—288°,傾角 10—85°;第四組:300—345°,傾角 18—80°。

其中以第二、三組最為發育,且石棉含量也很高。從石棉產狀與裂隙之關係看來,在高角度的裂隙中,石棉量最富,質量也高。

三、礦床的基本特征

1. 礦床地段物質成分的一般特征 水晶坡石棉礦,幾乎全部產在蛇紋岩中(參看圖 1),僅極少量的石棉產於蛇紋石化片岩及早期脈岩中。含棉帶在蛇紋岩體中部最為發育。蛇紋岩在區內有黑、黑綠、灰綠、黃綠、翠綠、淺綠、暗棕(豬肝)等色,而前者含量較多且分布亦廣。根據岩石薄片鑑定資料及地質文獻的記載得知,蛇紋岩的多種多色與其中所含雜質有關,它們一般與蝕變沒有關係,或至少不影響成礦作用的進行。例如,豬肝色的蛇紋岩,從切片觀察所得資料看來,是由于有極多的鐵質氧化物呈粒狀分散在岩石中的原故,鐵質氧化物與蛇紋石界綫不甚清晰。含有大量葉狀蛇紋石是蛇紋石呈灰及灰綠色的主要原因。而當綠泥石含量增多時,則呈黑綠色。當綠簾石含量增多時,則呈翠綠或黃、黃綠色。呈黑色者,是由于其中分散有大量磁鐵礦、鉻鐵礦及黃鐵礦的結果。礦區內亦見少量呈團塊狀、透鏡體狀、致密、潔淨且包含有石英塊體的深綠色半透明的蛇紋岩產出。這種蛇紋岩非常美麗,當地工人稱曰“玉石”。這些特點,不僅在本礦區內廣泛存在,就是在我國有名其他各地的石棉礦床中也普遍存在。

經切片觀察,可以看出蛇紋岩的成分不僅複雜,且變化很大,以葉狀蛇紋石、紆蛇紋石和膠蛇紋石為主,而其中又以葉狀蛇紋石為最多,同時還含有不等量的石棉、水鎂石、次閃石、綠泥石、滑石、磁鐵礦、鉻鐵礦、黃鐵礦、鉻鎂礦、殘余的輝石和橄欖石以及碳酸鹽類礦物等。蛇紋岩多以明顯的變晶結構為主,亦見變余斑狀結構(見圖 2)。纖維多呈層狀構造,作定向排列,局部且見有褶曲現象(圖 3)。

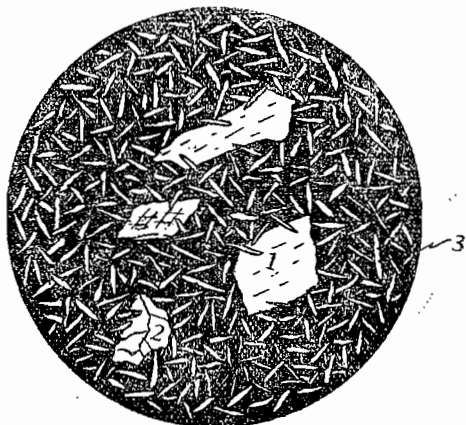


圖 2 變餘斑狀結構示意圖

1. 輝石 2. 橄欖石 3. 蛇紋石

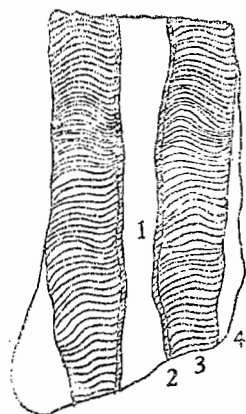


圖 3 石棉纖維的褶曲示意圖

1. 破碎的蛇紋岩 2. 白色的斜斜纖維石棉
3. 淺綠色石棉纖維 4. 塊狀蛇紋岩

眾所周知,石棉是用來統稱許多種纖維狀礦物的商業名稱。它們的種類很多,且各有不同的物理、化學特性和不同的成分。總的說來可以歸納為蛇紋石石棉

1) 建築材料工業部 738 地質隊, 1957: 1958 年彭縣大寶山石棉礦床勘探設計書(未刊資料)。

和角閃石石棉两大类。由本区石棉矿物成分看来，它全属纤维蛇纹石，所以可称为纤维蛇纹石石棉(或称温

石棉)类型。

现将本区石棉列成下表(见表 1)，以供参考：

表 1

岩 石 性 质	颜 色	矿 物 成 分	结 构	硬 度	产 况	含 棉 情 况	其 他
黄绿色蛇纹岩	黄绿—浅黄	蛇纹石 绿帘石 磁铁矿	松软	软	脉状	沿裂隙面含纵棉亦见水镁石矿，但量少	碎片状节理发育
黑绿色蛇纹岩	绿黑—黑绿	蛇纹石、绿帘石 赤铁矿、铬铁矿	较致密	脆、硬	脉状	含混合棉、以斜纵棉为主	块状
黑色蛇纹岩	黑色	纤、叶蛇纹石 磁铁矿、铬铁矿、 黄铁矿	较致密	硬	块状	主要含横棉、亦含少量水镁石脉	节理发育
灰绿色蛇纹岩	灰绿—深灰	叶蛇纹石 黄铁矿	致密	坚硬	团块	——	——
贵蛇纹岩	淡绿	蛇纹石 微量白云石	致密	坚硬	脉状	——	——
猪肝色蛇纹岩	暗褐—黑棕	蛇纹石、次闪石、 铁质氧化物及残余辉 石及橄榄石	很致密	甚坚硬	脉状 透镜状	局部见微量横纤维脉 贮存	——
暗绿色蛇纹岩	绿—暗绿	蛇纹石 绿帘石 磁铁矿	极致密	甚坚硬	透镜状	——	似“玉石”

2. 矿体形状、产状及贮存特点 蛇纹岩体呈透镜体状向南北延伸，宽80米，长达1公里左右。在南端及

西端，大部分为第四纪山麓堆积物所复盖，西界的北端尚能清晰地见到蛇纹岩与绿色片岩的接触界线。岩体窄而长、倾角陡，向下伸展很深，深部倾角有变缓的趋势，初步认为它是呈岩墙状产出的。

石棉脉都集中在蛇纹岩体中部及偏东部分。石棉多产于蛇纹岩破碎处，即蛇纹岩之片状节理及次生片理处。石棉脉的分布大致作南北方向呈带状平行分布(见图 4)。石棉脉沿走向及倾向都不大稳定，且变化很大。棉脉在岩石中呈不连续的透镜体状，相互参差重叠分布。矿石品位亦随产地不同而有变化，一般靠近地表处品位较低，有愈至深部位位愈高的趋势。

根据对矿体形状和产状变化情况的对比、矿体在地表的平面宽度与厚度关系及变化情况以及矿石品位纵横向的变化情况等资料，可初步得出下列几点结论：

- (1) 矿体呈脉状，透镜体状产出，蛇纹岩产状与片理近于一致。
- (2) 矿体宽度与矿化深度呈 1:5 的比例关系。
- (3) 矿体总体方向及产状的变化大致向南北延伸，向两侧倾斜，倾角陡，倾角向下有变缓趋势。
- (4) 矿体含棉率往下逐渐增高。

本区石棉产状颇多，按纤维与脉壁的关系来看，可分出三种不同的形式：

甲．横纤维式：致密的纤维互相平行并列，纤维与

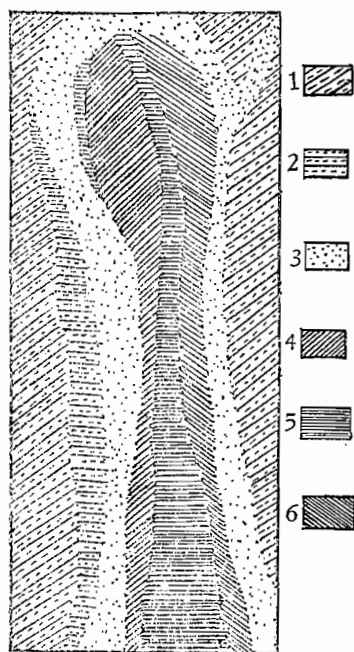


图 4 矿床带状分布略图

1. 绿色片岩
2. 基性岩
3. 蛇纹岩
4. 混合棉带
5. 纵棉带
6. 横棉带

脉壁垂直,細柔質佳,但不長,一般長度為2—3毫米,最長者可達10毫米。各脉間距離不等,一般為10厘米,局部為1厘米。這類石棉在區內含量較多,呈棉帶分布(參看圖4),其延伸方向與蛇紋岩體走向一致(見圖5)。

乙. 縱纖維式:纖維差不多和脉壁平行,與裂隙帶中的擦痕面有密切的關係。石棉纖維常結合成餅狀,質量不均,品位往往不高,含夾雜物較多。纖維很長是它的特点,一般長達1—5厘米,最長者可達30厘米,但性脆。

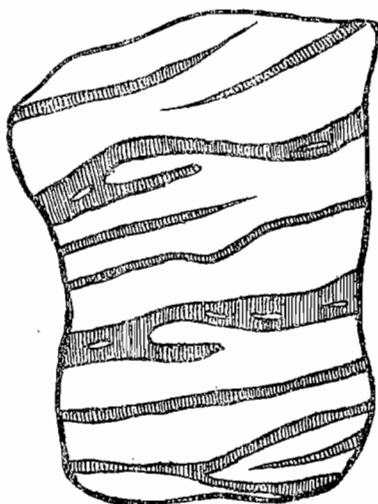


圖5 塊狀蛇紋岩中橫纖維石棉脈

丙. 斜纖維式:纖維性質基本上同橫纖維式石棉,但與脉壁斜交。這是由於纖維結晶生長時脉壁有緩慢移動之故(見圖6)。

在成因上,斜纖維式不能被認為是一種單獨的種類,它往往是由橫、縱纖維經後期劇烈錯動扭曲所造成,實際上多為橫、縱纖維石棉脉間的次要共生礦。

按含礦岩石及礦床形態來看,石棉脉產狀極為複雜,計有單獨式脉、多綫式脉、網狀脉及細脉狀脉等(見圖7,8,9)。但最普遍的是許多細脉互相密集平行的

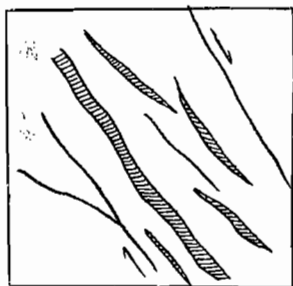


圖6 橫纖維過渡到斜纖維素描圖

帶狀構造。

石棉脉的兩側,一般均被蛇紋岩所隔開,局部尚殘留有未被蝕變的圍岩小塊(參看圖5)。蛇紋岩分布範圍幾乎與脉帶相當,較脉帶範圍要寬些,且皆呈南北方向的帶狀分布,但變化大而不規則。

3. 圍岩蝕變及石棉的次生變化 石棉礦的圍岩蝕變種類很複雜,但最顯著最廣泛的是蛇紋石化。

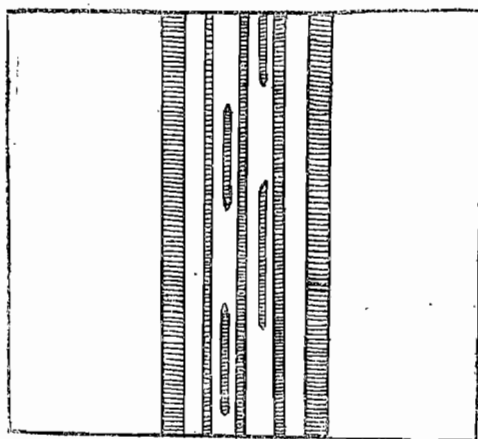


圖7 塊狀蛇紋岩中單獨狀石棉脈

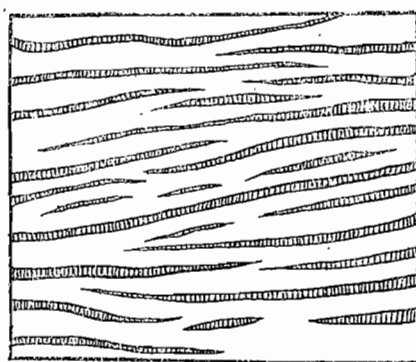


圖8 塊狀蛇紋岩中網狀石棉脈

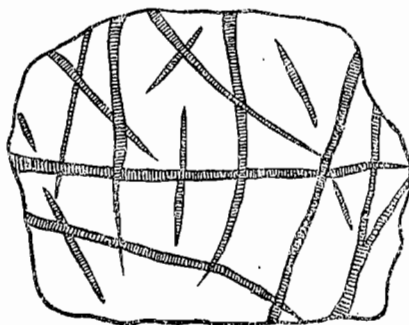


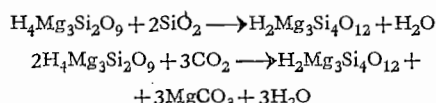
圖9 塊狀蛇紋岩中細脈狀石棉脈

区内輝橄岩体經此变化都轉变为蛇紋岩，从而为石棉矿床的貯存形成有利条件。其他各种蝕变也較发育，計有碳酸盐化、絹云母化、綠泥石化、矽化及滑石化等，其中以矽化最为常見。碳酸盐化一般仅在节理裂隙中发育。絹云母化出現于蛇紋岩带的边缘，特別是在綠泥石片岩中更为明显易見。矽化出現在蛇紋岩带中以及边缘綠色片岩中，其中不仅有团块粒状交代，也有脉状侵入，石棉纖維亦受此影响而变质。矽化現象可达两期以上。滑石化一般也出現在蛇紋岩和綠色片岩的接触部分，在蛇紋岩中也有滑石化現象，但不甚剧烈。滑石化在滑石片岩及滑石岩中最为强烈。石棉纖維一旦受到滑石化蝕变，其纖維就变得松脆，其质量也变坏。总的說来，这些蝕变在矿区内并非同时或单独形成，而是相互重迭发生的，但多在蛇紋岩的边缘带，且蝕变程度很輕，对成矿影响不大。

在后期热液活动及蛇紋岩生成的同时或期后，在蛇紋岩体与綠色片岩接触处，綠色片岩常常由于受蛇紋石化及滑石化而形成一过渡带——滑石蛇紋石綠泥石片岩。在蛇紋岩的边部多賦存有滑石岩及滑石化岩石。

滑石化現象很普遍，这是本矿床的显著特点之一。我們知道，基性及超基性岩中的二氧化矽是很难满足組成复杂的矽酸盐类矿物的。世界上有經濟价值的滑石都是在矽质或碳酸质热液作用下交代蛇紋石及輝石而成的。滑石化过程通常都发生在蛇紋石化之后。滑

石化蝕变不仅与后期酸性岩漿活动有密切关系，而且是形成石棉矿床的主要因素。滑石化过程可用下列方程式表示：



由于含棉带中裂隙十分发育，所以容易遭受风化而形成大块碎岩。石棉經风化后质量变劣，且經浸蝕而变成灰白色玉褐色，或被游离的氧化鉄质渲染成黑色斑点状。

4. 石棉性質、質量及評價 本区石棉絕大部分都貯存在蛇紋岩中，只有极少量的微脉产于蛇紋石綠泥石片岩及早生脉岩中。石棉形态如前所述，不仅有橫纖維、纵纖維、斜纖維矿脉，还有混合纖維及块体纖維脉存在。尽管它們的形态很复杂，但其特点則是以纖維互相平行、差不多和脉壁垂直的橫纖維矿脉占主要地位，在数量上、質量上都突出地表现出这个特征。石棉纖維具有一种美丽的絲絹光泽。纖維顏色可分为白色、淡黃、金黃、淡綠、綠、褐等色，以第一类最多，第二、三类較次，第四、五类（特別是綠色者）最少。就質量上来看，以白色、金黃色的分裂性較强，坚韧性也較大，含鉄量也少。这在工业上的应用价值就大大地提高了。由此可以看出，本区石棉质量应属中上等，只有部分纵纖維或水鎂石质量較次，茲列下表如下（見表 2）：

此外，在本区内还发育有为数不少的硬蛇紋石，状

表 2

特 征 \ 种 类	橫 纖 維 棉	纵 纖 維 棉	斜 纖 維 棉	混 合 纖 維 棉	块 体 纖 維 棉
纖維顏色	金黃、淡綠色	白色为主，个别为淡黃色	淡綠、金黃、白色	白色、綠色	綠色
纖維长度	长 2—3mm 最长达 10mm	长 1—5cm 最长达 30cm	长 0.5—1cm 最长达 4cm	橫、纵、斜纖維共生， 橫纖維短(1mm)	纖維极短一般在 0.1mm 以下
产 况	块体蛇紋 岩內貯存	破碎蛇紋 岩內貯存	破碎不太厉害蛇 紋岩內貯存	破碎蛇紋 岩內貯存	破碎較厉害的蛇 紋岩內貯存
质 量	一般皆很好，个别 因蝕变而变劣	中及中上等，纖維 愈长，分裂性坚韧 性变次	与橫纖維相近似	中等及中下等，橫 纖維最好，纵纖維 較次	质較劣

似粗硬石棉，其纖維集結成块，常产于蛇紋岩的裂隙中，质硬脆，不易分开，呈翠綠色。这种硬蛇紋岩目前尚无工业价值，在将来或許可以加以利用。

矿床的面积很大，出露高差已达 400 米以上。据笔者在矿体最低处(小牛圈沟中)所作观察，蛇紋岩体向下延伸得很深的可能性是很大的。本蛇紋岩体可能为一岩墙形态。根据石棉厂历来开采經驗，靠近地表的质量較差，在深处的，质量較佳，质量皆达工业要求，

有的直接就可用于紡織。故本矿是一个很有远景的石棉矿。

四、矿床的成因

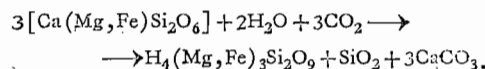
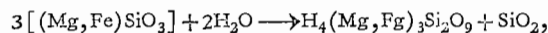
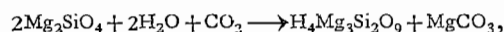
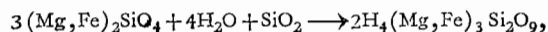
笔者在綜合分析研究矿区資料后，对水晶坡石棉矿床的一个总的認識是：本矿床的生因与原生的基性岩有密切的关系，是一典型的岩漿期后矿床，它表現着岩漿期后矿床所具有的許多显著特点，与很多常見

的岩浆期后金属矿床并没有什么两样。关于石棉的成因问题,特别是棉脉的生因、石棉纤维的生成和脉质来源等问题,各家学者持有不同的见解和假说。这方面的论点,不准备赘述。今就水晶坡矿区所见,提出一点初步意见。

基性或超基性岩中纤维蛇纹石石棉的形成与在碳酸热液和矽酸热液的作用下进行的蛇纹石化有关。过去有些学者将本类型矿床的形成大致划分成两个阶段,第一个阶段是基性或超基性岩石的自变质作用(产生蛇纹石),而石棉的生成是属第二个阶段,这一阶段主要与酸性岩浆的热水溶液有关。对于热液的来源,则认为基性或超基性岩的岩浆是热水溶液的泉源。另一些学者认为热水溶液与花岗岩浆有关。关于本区石棉的成因问题,过去也有同样说法¹⁾,认为本区蛇纹岩的形成与后期岩浆无关,而后期热水溶液的作用是石棉生成的原因。从笔者的野外实测及室内镜下鉴定结果看来,上述见解是可以成立的,当然,本区石棉矿床的形成仍然以伴随有后期大量酸性岩浆体的侵入及热液沿蛇纹岩体同绿片岩系接触处的构造裂隙活动为主。

蛇纹岩是由辉橄岩经过复杂的变化而形成的。矿区内并未见到任何灰岩的痕迹。笔者认为本区蛇纹石化的过程至少曾经历过下列二个步骤:

a. 由于水化作用、矽化作用和碳酸化作用,基性岩在自变质作用下初步蛇纹石化,生成胶蛇纹石和叶蛇纹石。其作用过程可用下列方程式表出:



矿物成分中之铁质等,在反应过程中则被游离出来而与氧结合成磁铁矿、铬铁矿或参加到蛇纹石的晶格中。

b. 第二次蚀变发生在后期,这时大量花岗岩体的侵入带来了富含矿物质的热液,热液沿裂隙活动,使大部分胶蛇纹石重结晶形成叶蛇纹石,而叶蛇纹石则变成纤维蛇纹石,从而为成矿作用准备了良好的条件。

无疑地,两次蚀变在时间上是有很长距离的。在这段时间内,当热水溶液未上升之前,区内产生了大量脉岩,它们贯入片岩及蛇纹岩中。

由石棉脉的特征和关系,可以看出它是蛇纹石化作用的最后产物。而且绝大部分石棉是在与蛇纹石化作用相伴而来的全部调整作用完全结束后生成的。同时石棉脉明显地表现出曾发生过裂隙填充的特征,但

在许多地方的脉壁中往往有小的不楔合,石棉脉本身的外形往往很不规则,脉缘中的残余壁岩构造和石棉脉近旁及脉间强烈蚀变而成块状蛇纹岩的现象。同时也表现出有交代作用的存在(图10)。在本矿区内上述两种作用都有,一般说来以交代作用为主的可能性较大些。

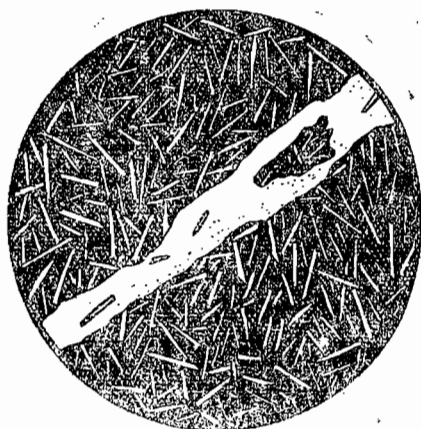


图10 石棉脉旁的叶蛇纹石

蛇纹石化矿脉的边缘的宽度和蛇纹石脉的宽度之间的关系表明,脉质中的氧化镁和一部分极少量的氧化矽是从基岩中来的。脉质大部分是来自壁岩的这一事实,可以从硬蛇纹石和石棉的成分同围岩成分很相近这一事实得到证实。当然,脉质中的水分、氧化矽和二氧化碳主要是伴随侵入体的热水溶液带来的。

石棉的形成,至少有两个主要的成矿期,而且它们都与构造裂隙有着密切的关系。横纤维脉形成于自变质作用时期,这时,矿液在蛇纹石化的基性岩内原来已经冷凝的裂隙中沉淀下来,这是最早生成的棉脉。从成因分类上看来,横纤维脉是贮存在张裂隙中,以填充为主,且横切石棉带产出。关于纤维的生成,笔者同意塔塔林诺夫^[1]的意见,即热水溶液由裂隙贯入并沿毛细孔慢慢侵入,交代围岩,使岩体发生蛇纹石化,首先形成了叶状蛇纹石。由于原岩体冷凝和裂隙构造的发育,大量的热液通畅流动,蛇纹石化过程便以很快的速度进行,同时沿构造裂隙产生了许多蛇纹石结晶中心。而这些结晶中心之间距离甚短,只能向一度空间生长,从而形成了纤维蛇纹石。在形成纤维的过程中,纤维是从裂隙两壁开始生长的。所以不形成纤维蛇纹石的母岩矿物组分则被溶液带走,顺裂隙沉淀,结果在脉的中心形成由磁铁矿或铬铁矿颗粒组成的“隔板”(图

1) 重庆地质勘探公司 304 队, 1956: 四川彭县宝兴乡米家山一带地质报告(未刊资料)。

11)。在纖維結晶生長過程中，由於壓力不大，結晶自由空間受到限制，所以纖維很短，但質量均勻而高。石棉脈除具有櫛狀構造外，還有在短距離內即行尖滅的性質，它們多沿岩體邊緣，橫截走向分布，且多被縱纖維脈所切斷、錯開。

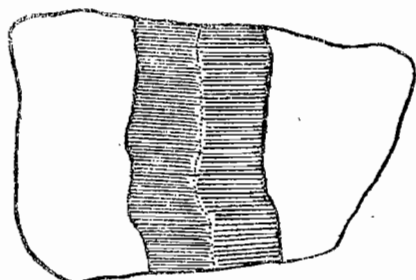


圖 11 石棉脈中的隔板

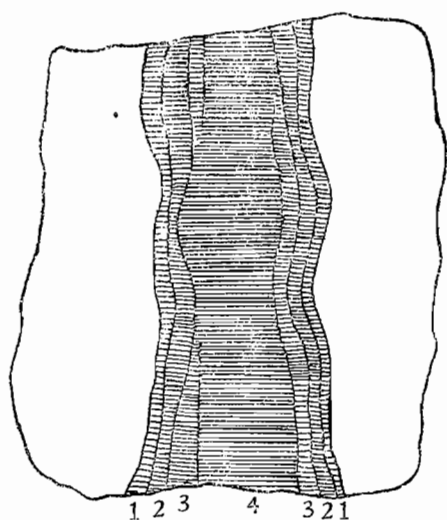


圖 12 石棉脈的帶狀構造圖

- | | |
|------------|------------|
| 1. 深褐色橫纖維棉 | 2. 淺褐色橫纖維棉 |
| 3. 黃綠色橫纖維棉 | 4. 綠白色橫纖維棉 |

縱纖維脈是第二成礦期的產物。由於後期脈岩體及酸性侵入岩體中大量礦物質的加入，岩體體積必然發生膨脹。但岩體周圍和內部都是堅硬的物體。由於物理性質的不均，在岩體內特別是岩體兩側，在近脈岩邊緣處往往順着因變質而引起的弱綫形成平行的擠壓錯動裂隙^[2]。這些裂隙的錯動又造成了第二第三級剪力裂隙及羽毛狀裂隙，構成複雜的網狀裂隙帶，進而發展為葉理化，從而為礦液上升和沉澱提供了良好的通道和場所。

熱液在裂隙中活動，產生交代作用。蛇紋石的層狀晶架被破壞並組成雙鏈式帶狀晶架，矽酸根也由負 2 價增到負 6 價。石棉結晶於是沿着裏面的擦痕綫生

成，並由裂隙中心向兩旁交代，形成本區最發育的縱纖維棉。隨着熱液繼續沿裂隙活動，過飽和的蛇紋石溶液到達正在生長着的纖維蛇紋石纖維的末端，並提供了充足的礦質，石棉纖維便因此而增長。所形成的纖維，除了纖維很長是它的特征外，往往纖維愈長，其性也愈脆、堅韌性愈差也是一個顯著的特點。可以設想它是由於無數個纖維晶體連生及鏈間鍵力很弱之故。區內裂隙構造很發育且多被其他裂隙所錯斷，其纖維延長很難超過 0.5—1.0 米。所以石棉纖維長度最多只能達 30 厘米。當熱液在裂隙中流動不暢或發生結晶交代時，由於各部分物理化學條件不同（如壓力、溶液濃度或成分等），所形成的纖維，其質量在各部分也不相同，且礦體往往成凸鏡狀及餅狀。

在同一裂隙面上，往往可以見到曾經發生幾次不同方向的錯動的痕跡，且生長着方向不同的纖維層，這說明在主要成礦期中還是有多次成礦活動的。

在各主要成礦期中，構造變動仍在繼續進行，這時脈壁會發生移動，並形成了常見的斜棉脈。

所謂硬蛇紋石脈，顯然是開張裂隙的充填類型。

由於熱液沿裂隙不斷發生交代，石棉脈兩壁的蛇紋石化的寬度也隨着增加。當熱液停止活動時，沿着這些脈的兩壁所發生的蛇紋石化也就停止。但因熱液向外流動的速度和熱液對圍岩發生交代的效力要比纖維蛇紋石結晶的過程快得多，所以構成脈壁的蛇紋岩帶的結晶過程也很快，因此塊狀蛇紋石帶的寬度要比石棉脈的寬度大得多。

帶狀構造能明顯地反映出脈壁的不規則形狀。特別是帶間有顏色上的差別時，這種現象就更為顯著。帶狀構造常常只出現在脈的邊緣。在兩條脈互相橫切處，脈的帶狀部分在接合點即行隱沒，中央的蛇紋石部分因而破碎成許多不規則的碎片。這是因為帶狀部分是交代圍岩而中央部分則為裂隙填充之故（見圖 12）。

本礦床的形成同構造的關係甚為密切。如前所述，石棉多沿圍岩裂隙面發育，由於裂隙不僅是礦液暢流的通道，亦是石棉礦液沉澱及生成棉脈的場所。所以石棉富集且好。至於石棉纖維的起皺現象，則多發生在石棉脈的邊緣（參看圖 3）。這無疑是因圍岩附近層中原生纖維物質方位發生了微小變化所致。

研究蛇紋石的學者們，多數已公認蛇紋石是典型的中溫礦物。從本礦區完全沒有高溫或低溫礦物存在這一情況看來，水晶坡石棉礦床應屬於中溫熱液礦床。

對世界各地的石棉礦來說，與礦床有關的火成岩，雖然既有基性的，也有酸性的。但本礦床的特征表明，基性岩體無疑是形成石棉礦體的母岩，然石棉形成的

（下轉 491 頁）

(上接 503 頁)

主要过程与邻近的酸性花岗岩浆分泌是有密切关系的。世界闻名的苏联巴热諾夫石棉矿床^[1]就具有这种特征。

从本区地质发展史来看,本区的蛇紋岩是在志留末地槽迴返时期由原基性岩自变质作用而形成的。石棉的形成則与海西花岗岩¹⁾有关。因此可认为本矿床是海西运动岩浆活动的产物。

我們知道,根据蛇紋岩母岩的成分,可以将纖維蛇紋石石棉矿床分成两个类:第一类是生在超基性岩中的矿床,第二类是生在鎂质碳酸盐类岩石内的矿床。按照本矿床的基本特点及石棉的特征,它与苏联烏拉尔矿床^[1]及加拿大魁比克石棉矿床²⁾在很多地方是类似或完全相同的,应属第一类型矿床。为了更切合本矿床的特点,可将本矿床称为巴热諾夫类型石棉矿床。

五、結 束 語

在苏联,目前不仅对石棉的物理、化学性質有很深入研究,而且对蛇紋岩本身各方面性質的研究及利用方面也作了不少的工作^[3]。这不仅是因为蛇紋岩中貯

存有石棉、鉻鉄、鉻錳等矿,而且蛇紋岩不但可作道植之用,还可作为农业肥料和制造鎂橄欖石耐火材料。因此在我国急需石棉矿物原料的今天,开展对石棉矿的形成和分布規律、产状及石棉矿床类型的研究,从而指导找矿及勘探工作显然是很有必要。特别是已經肯定了世界上最有工业意义的是超基性及基性岩中蛇紋石石棉矿床的今天,开展对本类型矿床的研究更是不可忽視的。

参 考 文 献

- [1] 塔塔林諾夫:矿床学。地质出版社 1954 年版。
 - [2] Ф. И. Вольфсон: Основные проблемы в учении о магматических рудных месторождениях. "Структуры эндотенных рудных месторождений", изд-во, АН СССР.
 - [3] В. Ф. Сыромятников, Д. Н. Соколов и Н. А. Меркурьев, 1946: Асбест. Гостеолиздат.
-
- 1) 重庆地质勘探公司 304 队, 1956: 四川彭县宝兴乡米家山一带地质报告。
 - 2) "非金属矿床工业类型讲义" 北京地质学院矿床教研室, 1957 年。Соколов, Д. Н. и Меркурьев Н. Д. Гостеолиздат 1946г.