第45卷 第2期　　地 质 学 报　　Vol. 45, No. 2
1965年5月　　ACTA GEOLOGICA SINICA　　May, 1965

利用矿物中液体包裹物对某地压电石英矿床成矿温度的实驗研究

滕以俊　黄兴根　张海亭

在許多天然矿物晶体中,常常見到有許多細小的液体包裹物,它們作为成矿母液而被保存于矿物的內部,只要我們对其加以詳細研究,就可測定出矿物的結晶温度、成矿时母液的性质及其他物理化学条件;例如: pH 值,溶液的浓度、化学成分、压力等因素。可以帮助我們較为全面地获得关于矿物結晶过程中的客观資料,为进一步研究成矿作用提供了重要的依据。

我們在多种成因的矿物中都可以遇見液体包裹物,尤其在热液矿床、矽卡岩矿床、以及伟晶岩矿床內的許多矿物中,液体包裹物最为常見。据目前已发現含液体包裹物的矿物可达 250 余种,其中最为常見的有:石英、方解石、螢石、黃玉、石榴子石、綠柱石、硬石膏、金綠宝石、重晶石、橄欖石、长石、电气石、閃鋅矿、方鉛矿、黃鉄矿、磷灰石、云母等矿物。

本文将介紹一下"利用矿物中液体包裹物地質温度計"測量成矿温度的基本原理与工作方法,并結合这次測温試驗工作,对某地压电石英矿床提供成矿温度数据。

整个試驗工作是在陈正先生的指导下进行的,蔣溶先生也給予了我們大力的帮助,文內全部插图由朱念秀和丁昭明同志描繪,所有測温薄片由我院磨片室切制。作者向以上同志表示深切感謝。

一、測温方法介紹

目前对液体包裹物进行測温研究的方法有均匀化測温法、破裂法、体积計算法三种,前两种方法又統称为直接測温法。后一种又称为間接測温法。在实际工作中采用最广泛和精确度最高的方法是均匀化測温法,現今世界各国研究者已研究的成矿温度大部分都是采用此法来完成的。而其他方法因在实用上有一定的局限性,所以,仅作为輔助之用。

所謂"破裂法"也就是通过对富含液体包裹物的矿物碎屑在加热器中进行的,当逐漸加热至温度达到矿物的生成温度时,液体包裹物开始发生破裂,并发出爆炸的响声,此时用放大器收听爆炸的声音,并正确地記录下爆炸时的温度,就可以了解到发生破裂最密集的温度范围,便可以得知矿物結晶时的温度数据。对于那些在一定厚度下透明度差、或富含微細密集液体包裹物的矿物进行測温試驗时,由于它們不能在透射光下利用均匀化法測定温度,因此,只好采用上列方法进行測温研究。显然这种方法是不够精确的。实驗証明;大多数的破裂发生在包裹物系統均匀化之后,并且持續在一个較长的温度范围以內才发生破裂。因而利用此法所測定的温度与实际温度之間就产生了一定誤差。再者,液体包裹物的爆炸也还受到一些客观条件的影响;如:包裹物腔壁的厚薄、样品顆粒度的大

小、其他混杂物的存在、以及加热的控制速度等。另外在测温样品中由于裂隙的存在，加热后也能产生破裂的爆炸声，因而严重影响了温度数据的正确性。目前苏联已有自动記录包裹物爆炸温度的仪器，并可区别出气液包裹物爆炸的温度、矿物沿解理裂开的温度、顆粒位移时发生的声音等[1]。这对破裂法测温研究工作实是一个有效的补救办法。

均匀化测温法是遵循液体包裹物成因的基本原理——由于物体的膨胀和冷縮現象而确立的。由于矿物是在一定温度和压力范围內的产物，供給矿物結晶的母液是具有一定成分、浓度和 pH 值的，当母液被結晶着的矿物所捕虏时，母液总是充填满了矿物內部的“孔腔”，随着結晶温度的逐漸下降，因液体的体膨胀系数大于固体的体膨胀系数，所以，液体包裹物內部的液相总比“孔腔”壁冷縮得要快些，这样就产生了一眞空带，最后就形成了我們所常見的气—液二相液体包裹物。根据以上道理推知，液体包裹物中的气泡实际上是一眞空。关于液体包裹物中气泡的成分和生成原因，因为目前尚研究得不够，所以不在此作結論。当我們对液体包裹物进行人工加热后，就可利用显微鏡直接观察到气泡的消失温度，此温度即可代表矿物的結晶温度下界。为了有效地利用液体包裹物正确地测定矿物的結晶温度，在测温工作中必須挑选一些形态规則的原生液体包裹物进行测定温度是最为合适的。

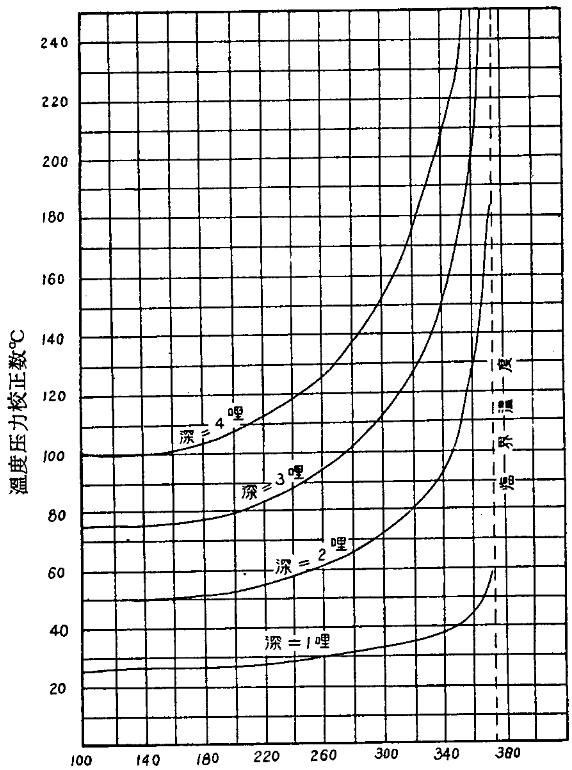


图 1　成矿温度的压力校正曲线
（根据 G. C. Kennedy 1950 年）

通过鏡下观察証明：热液矿床內矿物中的液体包裹物在室温下常呈現气——液二相存在。此外也发現有气—液—固三相包裹物的，而且液相容积常为气相容积的数倍。当进行均匀化加热試驗时，由于温度的升高，气相容积也就逐漸縮小，直到最后完全被液相所吸收，气相消失后，液相充满了整个包裹物的“孔腔”，此时的温度即为当时热液的充填温度，此值可代表液体包裹物生成时的温度下界值。但是，由于地壳內部不同深度的压力是不同的，因此，所测的均匀化温度与包裹物生成时的眞实温度之間存在一定差距，所以对均匀化温度必須进行压力校正，才能获得矿物生成的实际温度。在不同埋藏深度的矿体中，由于压力随着深度的增加而增大，故温度校正值与深度成正比。但是，在不同深度下的增温率是不同的，因此，G. C. Kennedy[3]（1950 年）根据矿床形成的深度不同，通过实驗得出一条专門的温度、压力校正曲綫（图 1）。该曲綫的横座标代表所测定的均匀化温度值，纵座标为温度校正值。四条曲綫表示矿物生成时的不同埋藏深度。利用此曲綫

关系即可査对出校正温度，从而得知矿物生成时的眞实温度。例如：所测得的液体包裹物均匀化温度为 260℃，矿物(或晶洞)的生成深度若为 1 哩，(1.609 公里) 则校正后的实际生成温度应該为 260℃＋30℃＝290℃。

由此可見，在矿物生长和再生阶段所形成的原生包裹物，用均匀化法所測得的温度仅代表那个矿物的結晶温度下界値，此値对浅带和中深带生成的矿物来說，与实际結晶温度非常接近。对于在深带由高温矿化作用生成的矿物来說，由于压力的增高、矿液浓度的增大，所測均匀化温度必須加上压力校正値后，才能得到矿物生成时的实际温度。

均匀化測温法同样适用于研究高温气成矿床，在这类矿床內，矿物中包裹物的气相容积常大于液相容积，当加热至矿物的生成温度时，液相被气相所吸收，气相充塡满了包裹物的整个"孔腔"。显然，其生成温度要高于临界温度，因而这类包裹物实質上属于气体包裹物的范围了。

根据液体包裹物形成的原理，包裹物中气相容积的大小也就直接反应了当时母液温度的高低，若母液的温度愈高，当冷却后出現的气泡也就愈大。1947 年，E. Ingerson 根据液体包裹物中气相容积与液体包裹物容积之比例关系来計算成矿温度的曲綫图[2]，(图 2)在缺少直接測定温度的仪器时，根据这个曲綫图的关系，只要能正确的求出包裹物中气相所占的百分比，便可以査对出矿物生成的温度值。

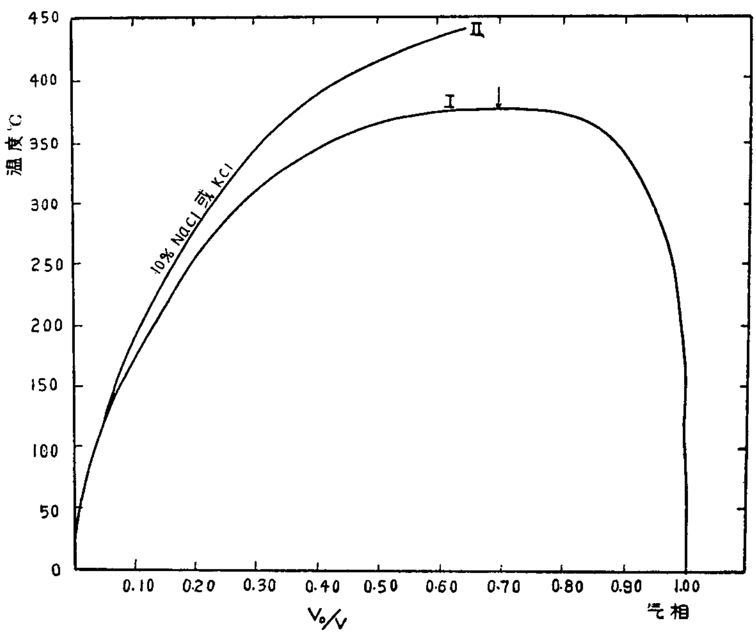


图 2 气液两相容积比与成矿温度关系曲线图
(根据 E. Ingerson, 1934 年)
V_0——气相容积 V——液体包裹物容积

体积計算法所得到的温度与均匀化法测得的温度两者甚为接近，为了減小計算液体包裹物容积时所产生的誤差，所以在測量过程中要尽量将包裹物放大，通常可以在高倍油浸鏡头下用方格測微尺来計算容积，也可以用面积統計法来进行計算。

在 E. Ingerson 的曲綫图中，横座标为包裹物中气相容积的百分比值，縱座标为包裹物生成溫度。在利用此曲綫图时，对于一般的水溶液包裹物采用曲綫 I，而对于含有 10% NaCl 或 KCl 的碱金属溶液的包裹物则采用曲綫 II。如图所示，凡气相容积占包裹物容积的 70% 以下者，属于液体包裹物的范围，若超过 70% 以上者，则属于气体包裹物范围。

我們利用均匀化测溫法首次对某地压电石英矿床进行了成矿溫度的实驗研究，这次所使用的仪器为 Leits 厂出品的显微加热台(照片 1)，該热台可以安装在显微鏡載物台上，在透射光綫或反射光綫下进行观测。为了在較高溫度下观察液体包裹物的加热变化規律，在缺少高溫接物鏡头的情况下，可以用长焦距接物鏡头来代替，或者采取絕热的措施，以免接物鏡头受到損坏。本热台功率为 80 瓦，炉絲以 24 号鎳鉻合金絲繞制而成，各股絲之間用石棉綫絕緣，其最高溫度可测至 315℃。由于热台的功率較低，要求升溫緩慢均匀，所以应串联一个輸出为 20 伏之降压变压器。若采用調压变压器时，只需改变电压大小，就可以控制溫度的均匀升降。

均匀化测溫法室內外工作方法介紹　下面以水晶晶体中液体包裹物的测溫試驗为例，将野外与室內工作的方法与步驟概要地介紹如下：

（一）野外采集测溫晶体

采集晶体是测溫研究工作中的重要步驟之一。研究某一个矿床的成矿溫度，首先是为了配合其他方法对成矿地质特征进行研究，提高我們对矿床形成过程的認識，从而帮助解决生产实践中存在的某些地質問題。为了了解矿体在空間和时間上的溫度变化規律，首先应在矿体的不同空間位置上采集具有代表性的晶体样品进行测溫研究。通过对不同类型晶洞中不同部位上的晶体测溫后，可以使我們了解到晶体的生长溫度对晶体質量优劣的影响和整个晶体在生长过程中溫度的变化規律。尤其是具有带状构造的晶体，当对其各个环带分别进行测溫后，可以获知在成矿过程中有关晶体生长的全部历史。在野外采集晶体时，应对各种不同类型的石英脉、不同时期形成的石英脉、及不同晶洞类型中的晶体分别进行系統的采样，这样，可以获得一个較全面的成矿溫度資料。为了在室內对测溫資料进行綜合研究工作，因此，必須在野外做好晶体采样編录工作，如地質現象描述，詳細的文字說明、素描图或照相等。

（二）测溫晶体的研究

在制备测溫薄片之前，必須对晶体的形态、大小、晶面发育情况、双晶、透明度、晶体表面結构、晶体中包裹物和裂隙的分布状况、蝕象、及带状构造特征等分別詳細描述，并作素描图或照相。然后根据試驗人員的具体要求再确定晶体的切片方位，并在晶体上划定切割标記，以便切割测溫薄片。

（三）薄　片　制　备

均匀化测溫法需要把晶体磨制成一定規格的薄片。制片是一項細致的工作。为了了解晶体的生长溫度，因此，需要在晶体的各生长晶面、頂部、底部、中部、平行 C 軸或垂直 C 軸等不同方向上进行切片。首先切成一块 3—5 毫米的薄板，經过粗磨、細磨、打光等工

序，最后制成厚薄統一的测温薄片，其厚度通常以1—1.5毫米为宜。如果薄片过厚，会影响对包裹物在鏡下的观察。但过薄时也容易使包裹物遭受破坏，尤其是透明度差、裂隙密集的晶体，在磨制测温薄片过程中，为了保証薄片的完整性和透光性，以便在鏡下能进行测温研究，所以在制片时必須采取有效的措施，以保証薄片不至破碎。制好的薄片应进行統一編号和装袋以免发生混乱。

（四）薄片鏡下观察

在测温之前，应对薄片中液体包裹物进行詳細观察，了解它們的形态、大小、生成性质、液相与气相容积的比例关系及分布規律等。根据液体包裹物形成的規律，原生包裹物是伴随主晶生长的同时而形成的[4]，它們常具有規則的外形，如六边形、柱形、椭圆形等形态，（照片2）有的与晶体的外形和晶系也有一定的关系。原生液体包裹物在晶体中常呈有規律的排列和分布，在加热試驗过程中，它們常常为有規律的变化。（照片3）

次生液体包裹物常与晶体內部受机械作用或腐蝕作用生成的裂隙有关，它們常具有不規則的外形（照片4），在加热过程中次生液体包裹物首先发生破裂、溢水、漏气等現象，最后便形成了干裂隙或孔洞。次生液体包裹物虽然不是我們测温的直接对象，但根据它們的形成温度，也可以获知晶体后期生长温度的数据。

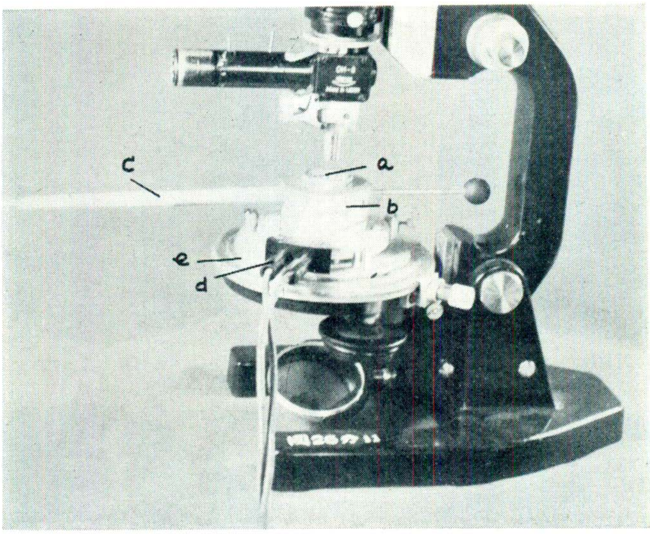
通过薄片在显微鏡下詳細观察研究后，对晶体中液体包裹物已有了概括的了解，然后在薄片中的不同部位上选择测温点。在垂直晶体C軸的切片中，测点通常选定在中心——边緣的不同生长层上。平行晶体C軸的切片，测点一般选定在中心——边緣，或下部——上部的不同位置上。总之，可以根据試驗人員的具体要求，在薄片中确定测点位置。

（五）温度的测量

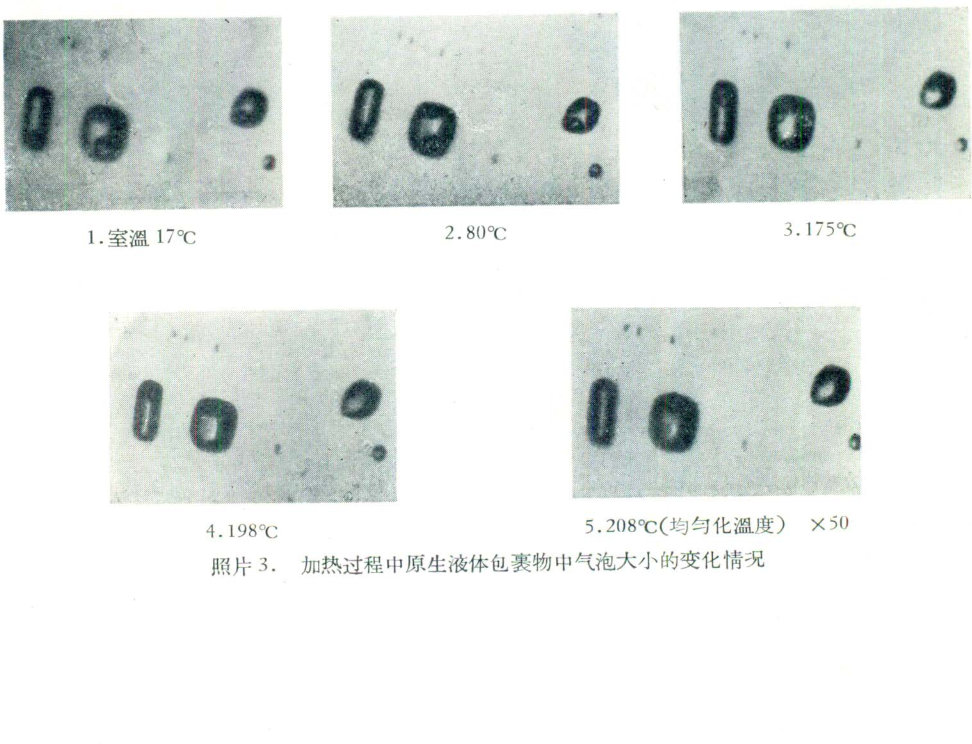
将测温薄片插入加热台的观察孔中，并在显微鏡下找到测点位置上的包裹物，在視域中选择4—5个包裹物为测量的对象，把每个包裹物加以編号，以便在加热过程中进行观察和記录。最后固定載物台，在热台的观察孔与接物鏡之間加上散热器或絕热設备。首先在测量孔中插入0℃——100℃的温度計，并开始均勻地加热，随着温度的升高，液体包裹物中的气泡开始逐漸縮小，由于温度不断上升，依次替換100℃—200℃或200℃—300℃的温度計。在加热过程中詳細观察和描述包裹物的变化現象，如气泡在不同温度下的容积大小、（图3）、包裹物的破裂、溢水、蒸发等現象。气泡消失时的温度要进行正确的記录。

通过观察获知，气泡的消失有二种現象，常見者，当均勻化温度到来之前，气泡移动至包裹物的腔壁，而再漸漸消失。也有的包裹物在加热过程中气泡的收縮程度十分緩慢，最后出現突然破裂或消失的現象。

当視域中包裹物全部均勻化以后便可以停止加热，温度测量的全部过程就完成，由于热台中温度的逐漸下降，液体包裹物中的气泡又重新出現，直至恢复到加热前的原状为止。而次生包裹物中的气泡往往就不再重現（照片5）。也有些包裹物在加热过程中当气泡收縮到一定程度后不再継續收縮，反而有扩大的現象，这常常与包裹物壁的破裂有关。

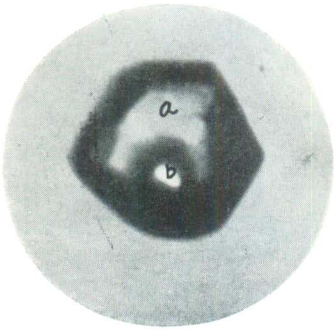


照片 1.　显微热台(郭峯久摄)
a. 观察孔，　b. 炉堂(里面有合金电炉絲)，　c. 溫度计，　d. 接头，　e. 石棉板。

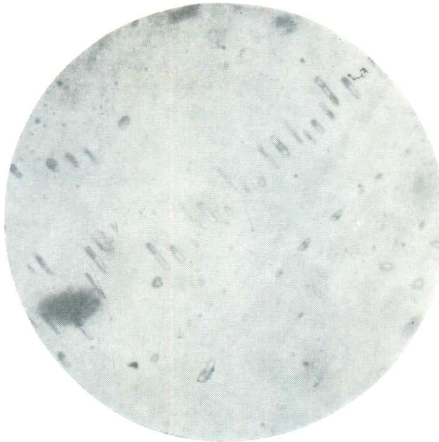


1. 室溫 17℃　　2. 80℃　　3. 175℃
4. 198℃　　5. 208℃(均匀化溫度)　×50

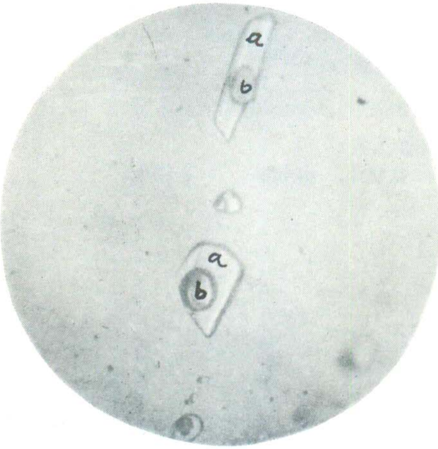
照片 3.　加热过程中原生液体包裹物中气泡大小的变化情况



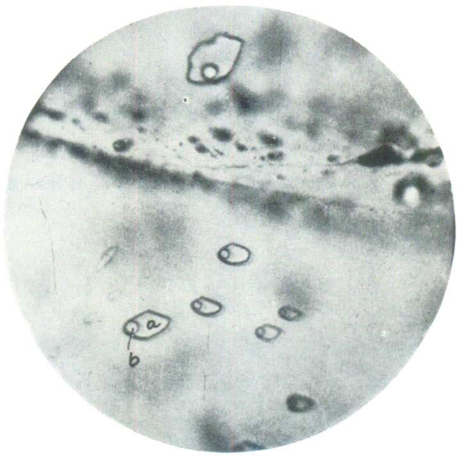
×120



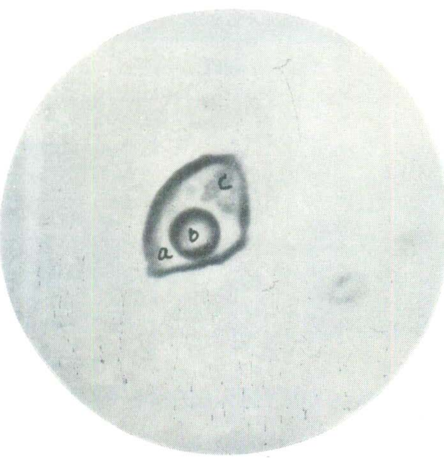
×100



×75



×70



×80

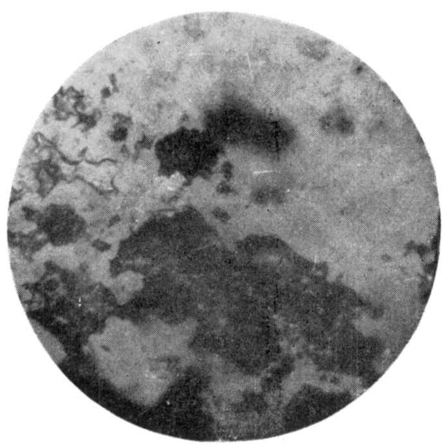
照片2.　原生液体包裹物的形态特征

a.液体，　b.气泡，　c.毛发状矿物集合体。

×75　　　　　　　　　　　　×60

照片 4.　次生液体包裹物的形态特征

a. 液相，　　b. 气相。



×70

照片 5.　次生液体包裹物加热后的情况

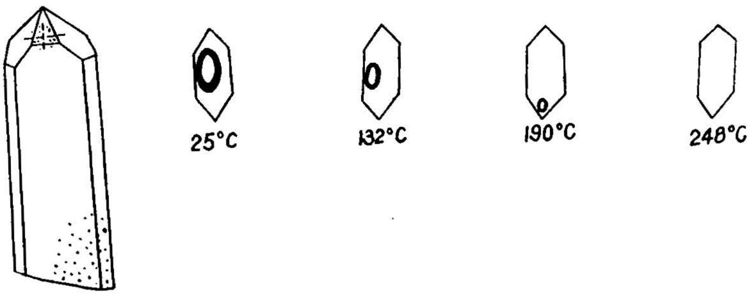


图 3 液体包裹物加温的消失过程（yVI-5）
晶体：原大 包裹物：×60

二、測溫試驗結果

这次測溫試驗样品采自中南某压电石英矿床中的水晶晶体，含晶石英脉呈网脉状产于石榴子石矽卡岩体的裂隙之中。（图 4）在矽卡岩体的內部倘保存着碳酸盐类岩石的蝕变殘余体，（图 5）通过野外观察得知，成矿作用与深部花崗閃长岩体有密切的关系。石英脉在空間分布規律上严格受岩性及构造因素所控制。測溫水晶晶体产于矿体 115—136 米标高之間的网状石英脉中，其他地段尚未获得水晶晶体。虽然如此，我們認为根据現有矿体內所測得的溫度資料，对本矿床中水晶的生成溫度仍可提供客观的数据。

晶 体 编 号	均匀化溫度(℃)
yIV-11	242—200
yIV-12	255—175
yIV-13	265—195
yIV-18	210—155
yIV-19	267—245

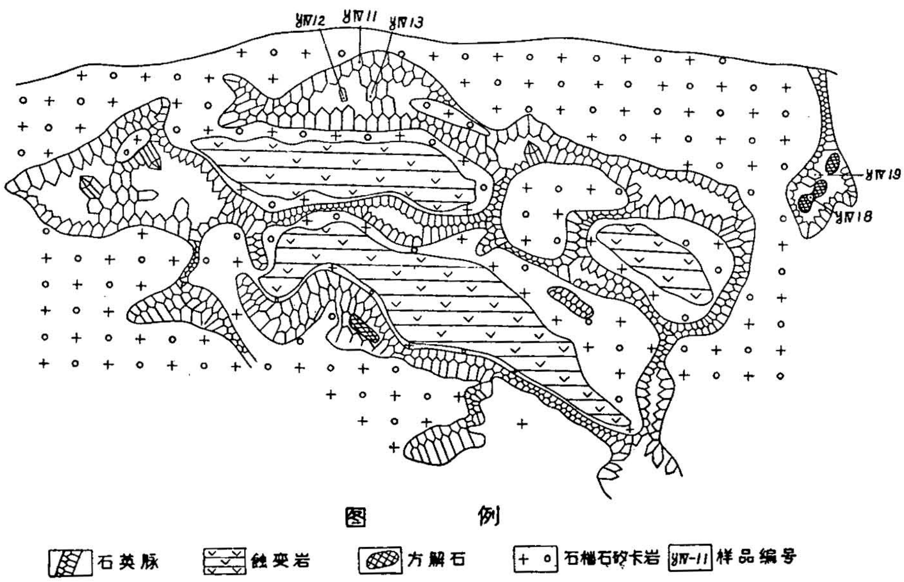


图 4 測溫水晶采样位置素描图

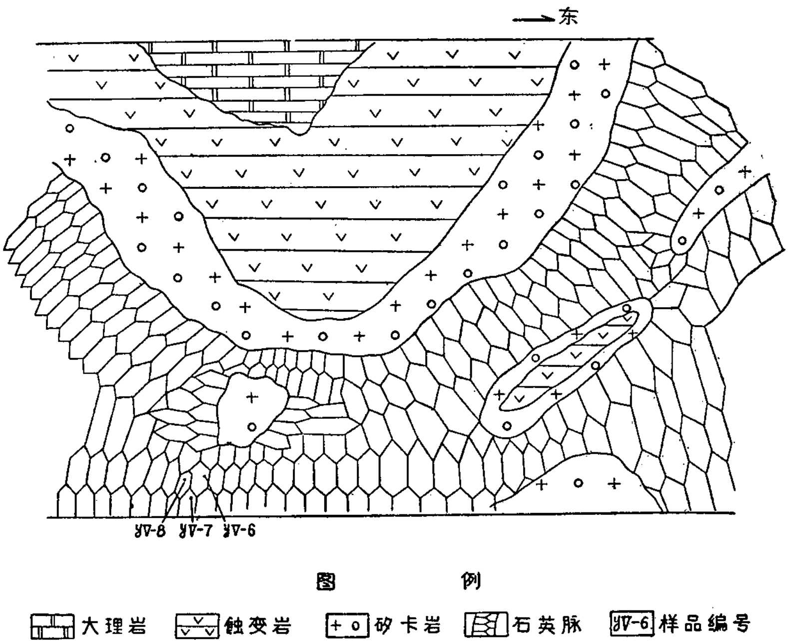


图 5　测温水晶采样位置素描图

通过这次测温研究后，初步查明了成矿温度在空間和时間上的变化规律，以及水晶晶体生成的温度范围，并从显微鏡下观察获知，本矿床水晶晶体中的液体包裹物以气——液二相为主，原生液体包裹物的直径一般在 0.05—0.15 毫米，最大直径达 0.5 毫米。其中气相与液体包裹物容积之比一般为 1:3—1:5。按此比例关系根据图 2 查出晶体的生成温度为 316℃—367℃ 左右。

从本矿床中大量水晶晶体的测温統計資料証明：絕大部分液体包裹物中气泡的均匀化温度为 200℃—260℃，若考虑地壳深处高压的影响，必須对均匀化温度作一压力校正，才能获得水晶生成时的眞实温度。通过野外观察得知，本矿床的形成与燕山晚期的花崗閃长岩有密切的关系。由于矿床中的沉积岩层受到強烈的矽卡岩化作用，因此，地层的确切时代也很难找到直接証据，为此，我們系統收集了該区岩石和地层資料，通过岩性对比后，我們初步認为，第三紀与白堊紀之間所形成的燕山晚期花崗閃长岩体侵入于中一上古生代的沉积岩地层之中，由于围岩富含鈣质，經过強烈交代作用后，生成了以鈣鋁石榴子石和鈣鉄石榴子石为主的矽卡岩体。因而，成矿时上覆地层的总厚度可达 6500 米左右[1)]。根据 G. C. Kennedy 的压力校正曲綫图，应該在均匀化温度上增加 108℃—126℃ 的校正值。最后得知，本矿床中水晶晶体的实际生成温度为 308℃—386℃。与人工水晶的生长温度(300℃—400℃)近似。

本矿床的生成温度在空間上有一定的变化规律，测温結果表明，115 米标高上晶体中液体包裹物的平均均匀化温度为 160℃—250℃。125 米标高上的平均均匀化温度为155℃—240℃。135 米标高上的則为 140℃—235℃。在 10 米的差距內，其生长温度平均相差

1) 6,500 米 =4.004 哩。

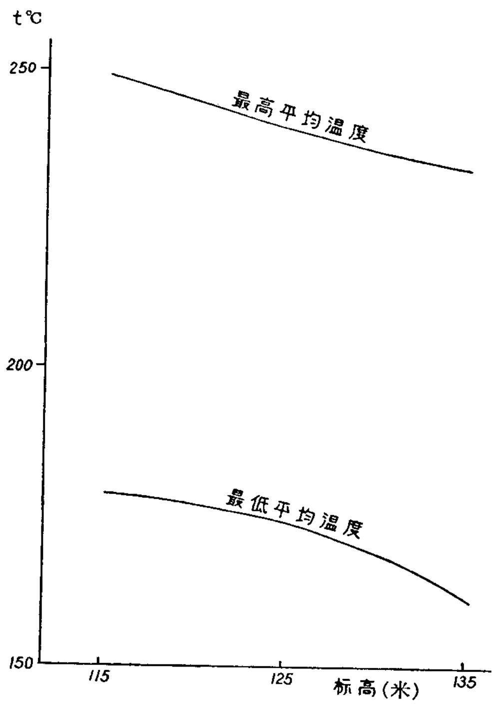


图 6 成矿温度铅直方向变化曲线图

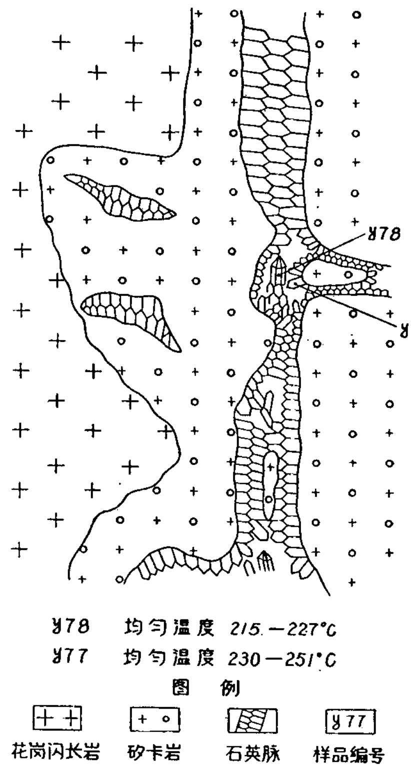


图 7 测温水晶采样位置素描图

5℃—15℃。(图 6)从变化曲綫图中看出，自然界中水晶晶体的結晶温度在空間上有一定的变化規律。

从晶洞中晶体的测温資料看出，位于不同空間位置上及不同晶洞中晶体的生长温度是有变化的，(表 1)各个晶洞都有其一定的生长环境，晶洞中成矿溶液温度也随着結晶时間的持續而逐漸冷却下来，因此，位于晶洞边緣晶体的生长温度常常比晶洞中心部位的温度要高。从图 7 可以看出，晶洞边緣处的 y77 号晶体，其均匀化温度为230℃—251℃，而位于晶洞中心的 y78 号晶体，其均匀化温度为 215℃—227℃，温差达 15℃ 左右。另从图 4 中发現，与碳酸盐类矿物共生的水晶晶体，其均匀化温度显著降低，如：yIV18 号晶体，在晶洞中与方解石晶体紧密共生，其均匀化温度为 210℃—155℃。而 yIV19 号晶体的均匀化温度为 267℃—245℃，两者的温差异常悬殊。虽然各晶洞的形成温度各不相同，但它們仍在一定温度范围內呈有規律的变化。这也充分說明了水晶在生长过程中温度变化的相对稳定性，它有利于晶洞中有用晶体的成长。此外，也見到一些晶洞中出現温度无規律的变化现象，例如：晶洞中心的温度高于边緣的温度，则提供了热液成矿作用多次性的証据。

为了了解晶体自身在生长过程中温度对它的影响，我們对晶体內部不同生长带上的液体包裹物进行了测温研究，更进一步証实晶体的生长是在温度逐漸冷却的过程中进行的。各个晶体的生长温度也是有差別的，在生长环境較稳定下生成的晶体，其温度变化的差距較小，晶体的質量也較好。如 y84 号晶体，自晶体中心向边緣包裹物的均匀化温度为

表 1　不同空間位置及不同晶洞中水晶生成温度变化值

晶体编号	产出位置（相对标高）	均匀化温度℃	晶洞中共生矿物	晶洞周围的围岩性质
yV-6	115 米	315—255	只有水晶一种	透輝石—石榴石矽卡岩
yIII-16	125 米	280—170		石榴石矽卡岩
yIV-19	125 米	273—245	方解石	同上
yIV-4	125 米	268—245		綠帘石—石榴石矽卡岩
y8	126 米	245—217		
y83	126 米	259—205		石榴石—綠帘石矽卡岩
y77	126 米	251—230		綠帘石—石榴石矽卡岩
y5	127 米	234—140	少量铁锰质氧化物	綠帘石—石榴石矽卡岩
y7	127 米	242—130	同上	同上
y14	127 米	241—218	綠帘石、綠泥石、方解石	綠帘石矽卡岩
y2	128 米	230—125	少量铁锰氧化物	石榴石矽卡岩
y90	128 米	224—165		同上
y113	128 米	235—110		同上
y117	128 米	240—200		同上
y34	130 米	225—132		同上
y86	130 米	238—231		同上
y98	133 米	237—218		同上
y100	133 米	215—195		同上
y41	135 米	230—173		同上
y43	135 米	235—140		同上
y53	136 米	225—149		同上

273℃—248℃—240℃—235℃—215℃（图 8），又如 y3 号晶体，中心至边缘的温度为240℃—235℃—218℃—210℃—205℃。有的晶体在結晶过程中由于温度变化急剧，因此，晶体的质量也較差，如：y7 号晶体，晶体較小、透明度差、“綿”和裂隙密集，具有較严重的缺点，其中心向边緣的温度为 226℃—218℃—168℃—147℃—115℃。所以，要生长成具有工业利用价值的压电水晶晶体，尚需具备一个稳定的結晶环境。根据实际資料証实，在同一矿区内，有的晶洞中的晶体具有压电原料，而有的晶洞中几乎全部晶体都不具工业利用

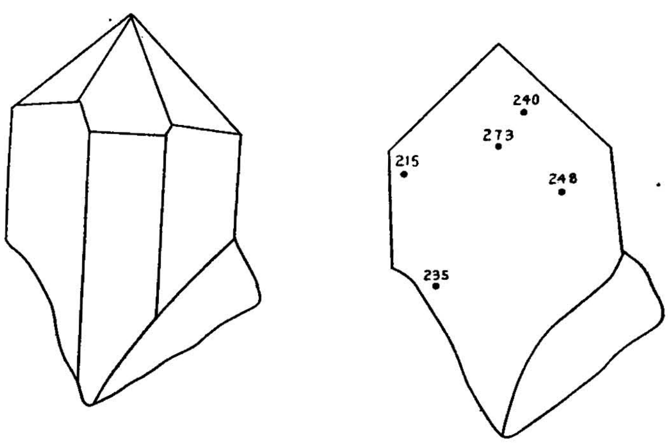


图 8　晶体带状成长与温度的关系（y84/190 号晶体）

价値。这也反映出由于各晶洞的生长环境不同，决定了晶体质量的优劣。除了生长温度对它們所起的作用外，晶体生长时的压力、溶液浓度、空間的大小、构造作用等都具有决定因素。

根据現有测温資料証实，本矿床中水晶晶体的平均均匀化生长温度可自 139℃—250℃，开始与終止温差平均不超过 150℃，因此，自然界中水晶的生成可以在一个較大温差范围内成长。

此外，我們对其他三个地区水晶矿床中的部分晶体也进行了测温研究，如乙压电石英矿床，含晶石英脉产于围岩为白云质灰岩中，水晶中液体包裹物的均匀化温度为 160℃ 左右。而丁压电石英矿床，含晶石英脉产于透輝石——石榴子石矽卡岩中，其均匀化温度大于 315℃。丙压电石英矿床，含晶石英脉(产于石英砂岩中，其均匀化温度为 180—220℃表 2)。

表 2 不同地区及不同类型矿床中水晶生成温度对比表

采样地点	围岩性质	与水晶伴生的矿物	均匀化温度	备注
甲压电石英矿床	含晶石英脉产于石榴子石矽卡岩中	方解石、黄铁矿、镜铁矿、綠泥石、綠帘石等	110—280℃	大量样品
乙压电石英矿床	含晶石英脉产于白云质灰岩中	方解石、冰洲石等	160℃	少量样品
丙压电石英矿床	含晶石英脉产于石英砂岩中	未见	180—220℃	大量样品
丁压电石英矿床	含晶石英脉产于透輝石-石榴子石矽卡岩中	方解石、方鉛矿、闪锌矿等	大于 315℃	少量样品

由此可見，在不同地区或不同类型矿床中水晶的生成温度是有差异的。假若是同一矿床类型，由于成矿地質条件不同，其温度也是有所差別。但是，在同一矿区內，其水晶的生成温度恆在一定温度范围內有規律地变化。

最后我們以为，矿物中液体包裹物的研究不仅仅局限于测温工作，对其中溶液成分、浓度、压力、pH 値等的研究也很重要。由于目前条件所限，未能对以上問題进行研究，我們深信，随着我国实験矿物学的发展，对矿物中液体包裹物的系統研究工作将日益发展和完善起来。

主要参考文献

[1] 伊凡诺娃 A. A.，査哈尔契科 A. И. 1964 第一屆全苏地质测温法和测压法会议。地质快报，第 2 期第 16 页。
[2] Ingerson, E. 1934 Liquid inclusions in geologic thermonetry. Amer. Mineral., vol. 32, No. 5, 7 and 8, pp. 375—388.
[3] Kennedy, G. C. 1950 "Pneumatolysis" and the Liquid inclusion Method of gologic thermonetry. Economic Geology, vol. 45, pp. 533—547.
[4] Лемилеин P. P. 1959 Классификация жидких включении в минералах запнски вмо 1959, c. 137—143.

A LABORATORY STUDY OF THE ORE FORMATION TEMPERATURE OF A PIEZOQUARTZ DEPOSIT BY USING LIQUID INCLUSIONS IN MINERALS

TENG YI-CHUN　HUAN HSIN-KEN　CHANG HAI-TING

(Abstract)

A test of temperature determination of the liquid inclusions in mountain crystals was carried out by using the method of homogenizing temperature determination, and a preliminary study of the ore formation of a piezoquartz deposit of some district in our country was made.

In the present paper three various methods of temperature determination are introduced, but it should be noted that the method of homogenizing temperature determination among the three methods is the most useful one with its highest accuracy, while the others such as the method of cracking and the method of volume calculation are somewhat restricted in their applications. Consequently emphasis will be given, in this paper, to the introduction of the scheme and procedure with the method of homogenizing temperature determination both in the laboratory and in the field. The authors wish to present this paper only as a reference for colleagues in this field.

As a result of the systematic determination of the temperature of liquid inclusions contained both in mountain crystals at different levels in a piezaquartz deposit, or in those taken from various parts of a drusy cavity, a rule of temperature variation of the ore formation in space as well as in time was revealed. Researches were also engaged with regard to a part of the mountain crystals taken from three various piezoquartz deposits of eastern, south-western and central-south China respectively. The result indicates that the temperature of formation of piezoquartz deposits of different types are different from each another. Nevertheless the ore formation temperature is changed regularly in a same deposit within a definite temperature limit.