

# 压电石英矿床的地质特征及

## 普查和远景评价方法

M. M. 霍捷諾克

在已知的压电石英工业矿床中可以划分出如下几种成因类型：

### 1. 原生矿床（内生矿床）

（1）伟晶岩型矿床（条紋伟晶岩中的囊状矿床）；（2）热液或热液-变質矿床（石英脉及含矿裂隙）；

### 2. 砂矿（外生矿床）；

（1）残积与残积-坡积砂矿；（2）坡积砂矿；（3）冲积砂矿（为数甚少）。

**伟晶岩型矿床** 关于含水晶体伟晶岩形成問題存在着两种不同的观点。有些研究者支持 A. E. 費尔斯曼的見解，他們認為，伟晶岩体是在造伟晶岩熔融体离开原生花崗岩的地方并在成矿作用相对封閉的过程中形成的。对于伟晶岩体及产有黑晶、黄玉、綠柱石与其他矿物巨晶的囊状晶洞的产生他們認為是由于残余岩浆溶液同时順序分晶的結果，在伟晶岩形成晚期所发生的交代与溶解作用是起着次要作用的。

另一些研究者同意 A. H. 查瓦里茨基与 B. Л. 尼基丁的看法，認為伟晶岩体的形成系由于重結晶作用的結果。据他們的意見，伟晶岩体以及其中含有黑晶、螢石及其他矿物的晶洞系在溶解、交代、分凝以及聚集再結晶作用时形成的。

上述伟晶岩的标准地球化学特征是其中含有氟矿物，而硼矿物含量甚少。

**热液矿床** 石英的热液矿床系由来自岩浆源的二氧化硅所形成的。大多数含水晶体石英脉的主要成因特征是：他們的形成一方面与岩浆成因的水溶液有关；另一方面則从围岩中夺取含矿物質以作为晶洞内水晶及其伴生矿物形成的来源。

鉴于热液与围岩的相互作用具有重大意义，H. И. 叶尔馬科夫与 E. M. 拉齐克建議将压电石英的热液矿床划分为单独的成因类型，即热液-变質类型。

压电石英砂矿系由物理与化学风化作用所形成的。物理风化作用使原生矿床遭到破坏，并在現代的地表上形成了含水晶的残积、残积-坡积、坡积以及冲积砂矿（頗为罕見）。化学风化作用在风化壳高岭土页岩层中可使石英晶体在封存残积与残积-坡积砂矿内发生富集。

在控制压电石英矿床分布的綜合地質因素中岩性、构造与岩浆作用具有重大意义。

在世界各国中，所有压电石英工业矿床均賦存在主要为石英成分的岩石内，在个别情况下則产于其他成分的岩石中，但一定是直接靠近富含二氧化硅的岩石。这种情况乃是由于围岩积极参与了水晶的形成过程而造成的一种規律現象。

压电石英的热液矿床只有在有利的构造条件与岩浆作用下才能形成在主要为石英成分的岩石内。

对主要含水晶体区的构造情况分析表明，这些矿床均产于：（1）区域性的背斜构造或大型穹状隆起地段；（2）为二級、三級或更次一級的褶皱所复杂化了的复背斜地段；（3）断层、破碎带附近以及小构造裂隙强烈发育的地段。

在复背斜范围内某些矿床往往局限在整个褶皱的枢紐部分与走向发生急轉折处，此外还产于褶皱的分枝地段以及被短軸褶皱所复杂化了的，并經强烈錯动过的地段。在短軸褶皱形成的同时有断裂产生而破碎带和裂隙带亦强烈的发育。

矿床产于大背斜构造时还与此处往往分布的花崗

岩类侵入体有关。

控制含水水晶石英脉的构造运动有两种表现形式，即褶皱与断裂，它们对于划分含水水晶远景区以及在其中查明含水水晶产地均具有重要意义。

压电石英矿床在空间与成因上与酸性成分侵入体有关。例如，已知的含黄玉、黑晶矿床往往与淡色细鲕状和中鲕状奥长环斑花岗岩类有关，并且是在岩浆作用各阶段顺序交替条件下而产生的同源产物。在另一地区含黑晶-萤石伟晶岩则和原生的不等粒状淡色微斜长石花岗岩有关。其中在早期形成的伟晶岩体中可见后生成矿作用的迭加现象，由于这种后生成矿作用在巨大晶洞内则形成黑晶与萤石的晶体。

近年来的研究工作表明，压电石英伟晶岩型矿床的形成往往与岩浆作用晚期阶段形成的花岗岩类，即与淡色细粒与中粒花岗岩类有关。据物探研究资料，大多数伟晶岩体均集中在花岗岩体厚度变薄的边缘部分，并且遮挡层，或更确切说，不同岩性成分岩石的存在对伟晶岩体的形成起着很大作用，这些起遮挡作用的岩石覆于花岗岩之上，且与其呈平缓接触。

大多数压电石英的热液矿床分布在较狭窄的外接触带或花岗岩类岩石中，几乎到处可以见到含水水晶石英脉或脉带同小侵入岩体的空间分布和共生关系及其产于脉岩发育地段的这一区域性规律。必须指出，原生花岗岩类侵入体的岩浆往往具硷度以及挥发组份含量偏高的特点。造成有工业价值的含水水晶石英脉的热液活动同不具金属矿化的侵入体有关，因而含水水晶石英脉的某些特点也正表现在这一点上。水晶工业矿床内金属矿化的普遍缺失对于进行普查时评价石英脉含水水晶的程度具有重要意义。进行勘探工作时，含水水晶的直接标志与间接标志对于评价石英脉具有很大意义。直接标志包括被侵蚀作用揭露的含水水晶晶洞以及处于次生产物中的石英连晶和单个晶体。间接标志为石英脉的产状、形态特征，脉石英构造与结构特征、矿物的共生组合、石英脉附近特别是矿巢附近的围岩蚀变以及地貌特征等。

**普查工作方法** 了解压电石英矿床形成的地质条件及其空间分布规律对于选择进行普查工作的地区是有帮助的。在新地区普查压电石英工作的特点在于地质人员必须发现晶形良好的石英晶体，善于鉴定其质量并直接在普查过程中对研究区作出远景评价。

众所周知，普查金属矿床时直接普查标志（矿石的个别碎块和重砂样品中重矿物的标准成分等）往往仅有助于划分出有利的普查地区，而远不能指明是否有具有工业价值的矿床存在。然而，在坡积层内甚至

找到几个合乎或接近规格标准的水晶晶体或碎块均意味着已直接接近矿床。因而，进行原生水晶矿床普查时首先必须注意破坏产物，即伟晶岩体及石英脉的碎屑堆积与砂矿，后者往往可能作为以后勘探和开采的对象。

水晶矿床的普查方法同其他矿产的普查方法一样，主要是进行各种比例尺的地质测量。压电石英的专门性普查工作最好是在以前进行过1:50万—1:20万比例尺的地质测量的而且地质条件比较有利的那些地区进行，或者也可以在已找到石英晶体的地区进行。实际上，应用最广的是1:10万—1:1万比例尺的普查测量工作。

**1. 初步普查阶段** 初步普查阶段的基本任务是要选定进行详查工作的地区。比例尺为1:10万—1:5万的地质普查工作为压电石英专门普查的第一阶段，其目的是：（1）初步查明含水水晶矿点的分布情况，并尽可能查明矿床的分布情况；（2）查明天然的地质界线并对研究区的含水水晶程度作出评价，同时要考虑到一切有利的地质条件与标志；（3）根据对已获得的地质资料与已查明的含水水晶矿点和矿床的分析可以有根据地拟出计划进行1:1万或更大比例的详细普查地段。

在地质普查过程中必须完成下列工作：（1）将一切已查明的原生伟晶岩露头、石英脉、矿化带与裂隙，以及其砂矿和残积-坡积碎屑堆积或其分布区域均应填入相应比例尺的图上。对上述项目进行记录时应同时描述含水水晶的直接标志与间接标志；（2）通过剥土与其他轻型山地工程时已查明的含水水晶标志的产地进行初步的定性取样试验；（3）划分出要进行一定程序的较详细的地质勘探工作的脉区、石英脉及砂矿，并考虑其远景。

根据所取得的成果对研究区可能含水水晶的程度作出结论，并划分出进行详细普查与勘探的那些最有远景的地段，以及在有关地质普查与普查勘探工作的进一步方向、性质与工作量方面提出有根据的建议。

为了进行新区的初步地质普查工作并为其提供依据，必须事先全面而详细地搜集即将进行普查地区内有关水晶方面的资料。所搜集资料的全面性与质量在很大程度上会影响到能否查明含水水晶的远景区。在含水水晶新区的野外工作开始前，应对以前研究者所编写的某些非有关压电石英的报告中可能涉及的含水水晶地质标志进行检查。

在掌握大量有关水晶矿点的资料时，可编制初步的水晶矿点分布图，以后在野外对该图再进行修正与补充。必须注意当地群众所提供的普查标志，例如：

(1) 以前开采水晶的老窿与挖掘坑道的废石堆；  
(2) 书刊、手稿、年鑑及档案资料内所涉及的有关水晶矿床的历史资料；(3) 当地固有的地理名称等。采用航空测量法，特别是在草原、荒漠及难于通行的地区应用该法可提高普查工作的效率。因此，在开闢的出露很好的地区进行初步普查工作之前，必须对现有的航空照片作出地质判读，因为在这些航空照片上可能记录了有利的地质构造、断层、大石英脉的露头及其碎屑堆积。航空目测普查可代替（或补充）航空照片，根据航空目测普查可将飞行中查明的，并须通过地面普查路线进一步验证的远景地区与地段填在初步编制的水晶矿点分布图上。

进行地面普查时，必须考虑路线普查过程中的某些特点，路线的方向取决于研究区的地形特点。例如，在强烈切割的地区内第一批路线应在较狭窄的河谷地段进行。在这里要广泛采用河流碎屑普查方法，采用这种方法时应考虑到水晶、烟晶及黑晶晶体的滚圆程度，据此便可确定距搬运源地的相对距离。当发现石英晶体时，下一批普查路线应顺流向上布置在河谷斜坡的下部，穿过石英晶体、脉石英碎块、蚀变围岩碎屑及与其有共生关系矿物碎屑的分散量。发现砂矿或碎屑堆积的坡积裙后，应沿斜坡自下而上进行追索。

在平缓的、倾斜的、弱切割的地形条件下，当河谷异常广阔时，普查路线的主要方向应沿平缓斜坡的中部布置。

考虑到含水晶的细脉状特点以及对其查明的困难，特别是在初步普查测量工作阶段已发现石英晶体的那些地段，路线网至少应比地质测量工作时所采用的比例尺加密一倍，因为含水晶脉的露头可能集中在很小的地段，其碎块分散的不会太广。

当远景区以前曾进行过不是专门寻找压电石英而只是一般性的地质测量时，路线普查工作的意义就显得更加重要了。在此种情况下，路线普查工作则具有普查和检查的性质，以便查明水晶的产地和順便修正或详化已有的地质图。

有时，在已查明的远景地段必须同时进行较详细的普查工作。在查明了有工业（有远景的）矿床情况下，可越过详细普查阶段，而直接进入对矿床的勘探阶段，在勘探的同时也要进行详细普查工作。

**2. 详细普查阶段** 比例尺为1:1万—1:5千或更大比例尺的地质普查工作为专门普查压电石英的第二个阶段（即详细阶段）。详细普查的目的是：(1) 查明压电石英矿床；(2) 确定含水晶脉的大致规模并对压电石英原料作出定性评价；(3) 圈定含水晶地段；

(4) 确定含水晶产地的分布规律；(5) 获得对该地段含水晶程度进行远景评价所需的资料，确定该地段的勘探方向与大致的工作量。

在露头良好的地区进行详细普查时应查明一切伟晶岩体、脉带、石英脉、石英脉的碎屑堆积及石英晶体的发现地点并将它们按顺序编号填在图上，同时必须编制含水晶产地的一览表并要附有简短的描述。

在出露不好的地区应采用鑽探与山地坑道圈定有利的地层-岩性层位、查明地质构造、侵入体与围岩的接触带以及确定有远景的含水晶地段，以便利用较密的鑽探与坑探来确定伟晶岩体和石英脉的含矿情况。

在掩盖地区普查路线与坑探网总要多于地质测量时所需坑探的数量。坑道的间距主要取决于该矿床内含水晶体的大小。

在掩盖地区进行详细普查工作时，物探方法，特别是对称电剖面法、较高精度的磁力测量法以及采用可获得地震-电效应的高频率仪器可给与很大帮助。

1:2千及更大比例尺的详细普查往往是在具有工业矿化或极有远景的地段进行。通过此项工作要阐明含水晶地段或矿床构造的详细情况及查明这些构造在含水晶体分布中的作用，对裂隙构造要进行研究，同时也要尽可能地查明水晶矿化的一切标志。根据地质特点与矿山开采技术特点可采用不同形式的地表山地工程，如按详细普查线和详细普查网布置的探槽、浅井、小圆井等。为了对含水晶脉区或某些较大的产地——脉带与石英脉作出初步评价，以便为下一步的勘探工作提供正确的依据，必须尽可能大量揭露含水晶体，从而能够大致确定其产状、规模与形态。

在浮土覆盖的地段，布置鑽孔、探槽、浅井或小圆井勘探线要垂直已查明的走向并使它们按网格状分布。对所揭露的某些脉带或石英脉要沿走向进行追索。

在普查某些相距很远的含水晶脉时，其山地工程应仅限于有重点的追索其露头或脉石英的单独分散量。根据疏松沉积层内脉岩的碎屑与石英晶体的分布特点可判断山地工程距原生破坏产地的远近。随着向破坏产地的接近脉石英碎屑与石英晶体聚集在坡积层底部附近，或分布在“底岩”上，而在较上部几乎缺失（如果沿斜坡较高之处无其他原生含水晶破坏产地）。

在平原地段，当浮土厚度大于3米时，有利于查明砂矿的普查山地工程为手搖鑽孔、浅井或小圆井（在坚硬的岩石条件下），通过这些山地工程可将疏松沉积层的整个剖面一直追索到底岩。然后在掘凿成本昂

貴的山地坑道之前，最好先用稀疏网度的鑽孔追索水晶的矿化情况。

普查坑道与鑽孔的数量及其按勘探綫与勘探网的相互分布应针对工作現場每一不同情况而定，以便更好地查明和追索砂矿。

利用鑽孔与山地坑道的詳細普查，实际上属普查勘探工作阶段。进行这些工作的目的是在已确定的矿床范围内来查明新的含水晶产地，以便保证勘探，有时甚至是同时进行开采工作。

**远景评价** 地質普查工作及野外資料室內整理的最終成果是对調查区的含水晶程度作出远景评价。

地質普查过程中不进行含水晶产地的圈定及测定压电石英含量的取样試驗。因此，研究区的远景评价主要依据地質条件、已查明的伟晶岩体内与热液石英脉内含水晶的标志以及所发现的石英晶体的定性评价。

对研究区肯定远景评价的基本条件之一为如下三种相互关联的、有利的地質因素的結合，即地层-岩性、地質构造及岩浆因素，它們控制着压电石英矿床的空間分布。

苏联研究含水晶区的經驗以及有关国外这类矿床的文獻表明，缺乏上述某一因素或其相互結合得不够往往會形成不具工业价值的水晶矿床。

在苏联境内已知的和繼續发现的許多水晶产地中，在工业方面有价值的压电石英矿床却較少。因此，在对研究区的远景下結論时，重要的是正确评价哪一些水晶产地是值得进一步研究和勘探的。在这方面发生錯誤会将工业矿床漏掉或白白地浪費劳动力、时间与經費。在地質普查的实际工作中，曾发生过在进行比例尺为1:5万的地質測量时而漏掉了大矿床甚至含水晶区域的情形，結果使这些矿床的发现推迟了几十年。

根据上述地質因素并結合在已发现地段所見到的直接与間接含水晶标志，可在頗大程度上避免錯誤并对研究区作出正确评价。

评价研究区远景的良好标准为：（1）存在有大量分异良好的条紋状大伟晶岩体或不含金属矿化的单矿物石英脉、脉区与脉带；（2）存在有侵蝕作用所揭露的含水晶带；（3）在水晶砂矿或石英脉碎屑堆积中有晶形良好的水晶、烟晶、黑晶的大量晶体及其伴生矿物的存在。

指示热液石英脉可能含水晶的間接标志包括：

（1）石英脉与剪切裂隙及张裂隙的賦存关系及其周围围岩层理、片理与片麻化层理的交錯产状；（2）存在不規則形状、分枝复杂与网状石英脉以及透鏡状和串珠状石英脉；（3）石英脉的粗粒结构及柱状和晶簇状构造；（4）在接触带附近存在有呈鈉长石化、絹云母化、綠泥石化、高岭土化、碳酸盐化与硅化等出現的近脉的岩石，特别是近矿巢的触变岩石。围岩触变作用愈强，它們作为含水晶矿化的标志愈可靠；（5）存在标准伴生矿物，如絹云母、綠泥石、赤鉄矿、金紅石、板鈦矿、銳鈦矿、斧石、阳起石、重晶石、方解石、錳鉄組与高岭土組矿物等（不同矿物組合的形成往往直接决定于围岩的化学成分）；（6）在平坦表面上呈狭窄纵向浅沟出現的負地形形态，这种負地形形态可以指示含矿裂隙的存在，即在沒有脉石英与触变带存在的情况下可以指示出含水晶洞的存在（其中包括浮土覆盖的小地段及坚硬岩石上的单株树木）。

根据所有上述这些标志并結合有利的地質因素，可以較有把握地对研究区作出肯定的远景评价。

刘秉衡譯自《Изв. высш. учеб. завед» геология и разведка》 1965, № 7, стр, 73—80, 編輯部校