

10079-01-030

P578.9
3391

3

*
* 浙江省缙云一带沸石岩矿床成因及成矿规律 *
*

浙江省丽水地质大队

一九八四年三月

双
木

78.9
80

浙江省缙云一带沸石岩矿床成因及成矿规律

丽水地质大队

王俊庆

一、概况

沸石是一种含水的碱金属和碱土金属的架状硅铝酸盐。加热后膨胀出现膨胀现象，如沸腾一样，故名沸石。世界上已发现的沸石矿物有36种，但能够为工业所利用的不超过10种，而我国现阶段进行利用试验的主要天然沸石为丝光沸石和斜发沸石两种。

沸石的应用历史并不长，直到五十年代后期才从博物馆中的陈列品转为有工业用途的矿物。从此以后，随着工业的发展，愈来愈被引起重视，这是因为它具有独特的性能，归纳起来有三大特征。

分子筛：沸石具有多孔结构，其比表面积超过活性炭，因而具有强的吸附性能，即加热脱水后能够吸附比其孔径小的分子，而将比其孔径大的分子排斥在外，从而达到分离二种或二种以上分子的作用，这种作用称为分子筛效用。近几年来世界上逐渐采用天然丝光沸石代替价格昂贵的人工合成分子筛，其成本可降低100倍。但目前所有已发现的天然丝光沸石中几乎都是小孔径的，一般都在 $3\text{ \AA}$ 左右。国际上通常把大于 $6.6\text{ \AA}$ 的称为大孔径分子筛（均为合成），这就使得天然丝光沸石的应用范围受到限制。但据1981年科学通报第24期报导，浙江大学化工系吴平东副教授，采用缙云岱石口的天

然丝光沸石，在美国与伍斯特工学院化工系主任马忆华教授合作多次试验，测出岱石口天然丝光沸石的吸苯量为合成大孔径丝光沸石的53%，并远大于一般天然丝光沸石的吸苯量。另外，经X—射线粉末衍射法作物相分析的结果也表明，岱石口沸石岩中丝光沸石含量约为45%，其余是不吸苯的斜发沸石和石英等矿物，这也说明岱石口的丝光沸石的吸苯量与大孔径合成的丝光沸石是很接近的，即岱石口的天然丝光沸石，也属于大孔径的。马教授对此很感兴趣，想亲临缙云实地考察。

离子交换：沸石格架中的阳离子与其格架联系脆弱，很易被其他阳离子代替交换，尤其是更易被钾离子交换。根据这一特性，七十年代初期，天津制盐研究所等若干单位，利用缙云一带的沸石，进行海水提钾试验，小试、中试都相继成功，原想以此来解决我国氮肥、磷肥、钾肥不成比例，即严重缺钾开辟一条新的途径。缙云一带沸石矿的地质工作就是在这个前提下进行的。然而通过正式投产，发现能量消耗极大，成本过高，无法投产利用。因此，缙云一带沸石矿的工作以及全国各科研单位的试验工作都纷纷下马。然而也有少数单位，如缙云县科委、丽水地区工科所等却一直坚持试验，并在制作深度干燥剂、造纸填料、日用化工品方面，都有所突破。他们将有专题报告。

催化：七十年代末期，全国进行试验的单位很多，省内研究较成功的有浙江大学梁树德等人，利用缙云一带的天然丝光沸石，经离子交换改型后，可以催化转化烃类，使间位二甲苯转化成对位二甲苯，从而提取苯（化纤原料）。该试验的成功，可以天然丝光沸石代替价

格昂贵的人工合成丝光沸石。但由于牵涉到原设备都需更换等一系列技术问题，生产单位不敢轻以使用。

另据国外报导，沸石在三废处理、改良土壤、氧氮分离、家畜饲料、水泥工业、造纸工业等方面都有广泛的用途，而在我国由于沸石是一个新矿种，研究的历史不长，加之76年海水提钾不成功，各方面的研究工作也就纷纷下马。目前我省能为工业所利用的仅在水泥工业方面可代替石灰石20~30%，并能提高水泥牌号，这在浙南严重缺少石灰岩的情况下，也有其重要意义，然而由于缺乏铁路运输，也只能供给邻近几个县使用，需求量有限。

缙云一带的沸石矿床是我国七十年代初首次发现的并具有工业价值的大型矿床，初步探明储量仅老虎头和天井山二个矿区各三层矿，总储量就在一亿吨以上。以斜发沸石和丝光沸石为主，方沸石少量。沸石总含量60~80%。二种沸石含量常有变化，如天井山第二层矿以丝光沸石为主，到老虎头变为第三层矿以丝光沸石为主，又如老虎头第一层矿在矿区北部以斜发沸石为主，而到矿区南部渐变为以丝光沸石为主，除上面提到的天井山第二层矿，老虎头第三层矿以及第一层矿南端为丝光沸石为主外，其余大都以斜发沸石为主。全区平均 K^+ 离子交换量15 mg/g； NH_4^+ 交换量150 meq/100g，其质之优在全国也是少有的。该矿床历经丽水地质大队、省非金属地质队、省地质局实验室及全国各科研单位，大专院校多次研究，认为其成因应属火山沉积——热液矿床，又可分成火山碎屑岩型与火山熔岩型二个亚类，其中以火山碎屑岩型为主要类型。

二、矿床成因的探讨及成矿规律

缙云一带的沸石矿床分布于丽水——余姚深断裂带中段——壶镇破碎带上，火山活动剧烈，沸石矿床的形成与火山活动关系极为密切，从某种意义上说，就是火山作用的产物，所以沸石矿床的分布也完全受火山构造的控制，即马鞍山破火山构造的控制。

马鞍山破火山构造长约21公里，宽4~6公里，呈北东向展布，但其南东侧因受丽水——余姚深断裂切割，使其形态不完整，即南东侧缺失。所有沸石矿床，都分布在破火山构造的北西侧，自南西向北东依次有仙岩铺矿段、马石桥矿段、天井山矿段、老虎头矿段、岱石矿段、保华山矿段。其中天井山、老虎头两矿段已进行了详查——勘探工作；岱石、保华山两矿段进行了普查评价；仙岩铺、马石桥矿段尚未进行工作。

马鞍山破火山构造是在早白垩世断陷盆地的基础上发展起来的。约在晚侏罗世末期，丽水——余姚深断裂强烈活动先形成了早白垩世断陷盆地，接受了下白垩统朝川组(K_1^C)、馆头组(K_1^g)河湖相沉积，到早白垩世末期，丽水——余姚深断裂再次活动，并伴随有强烈的、多期的火山喷发活动，逐渐形成了破火山构造。火山堆积物主要为酸性火山碎屑岩(有火山角砾岩、角砾集块岩、角砾凝灰岩等)与酸性火山熔岩(有流纹岩、球粒球泡流纹岩、珍珠岩、松脂岩等)。至少构成五个以上的喷发旋回，每个旋回都始于爆发相所产生的火山碎屑岩；终于喷溢相所产生的火山熔岩。沸石矿化贯穿于整个旋回中，但经工作证实，有工业价值的矿床主要赋存于旋回下部，即爆发相所形成的火山角砾集块岩中，即所谓火山碎屑岩型矿床。

如上所述，本区沸石矿的形成与火山活动关系密切，多期的火山活动，产生了大量的火山玻璃，这不仅为沸石的形成供给了丰富的物质基础，而且也提供了形成沸石时所必需的温度、压力和有利成矿介质等物理化学条件。由于火山活动的方式不同（指爆发、喷发、喷溢等），形成了岩石物质组份和结构、构造（指火山碎屑岩与火山熔岩两种岩石）的差异性，因而也就形成了二种不同类型的矿床。

火山碎屑岩型（主要指火山角砾—集块岩型）沸石矿床，原岩为厚层至块状层酸性火山玻璃熔岩（主要为熔结凝灰岩、珍珠岩等），在火山剧烈爆发中，被炸碎就地降落在火山口附近的水盆地中，受到火山活动所产生的气液作用、热液作用、成岩作用和地下水的水解作用等因素，使其所含的火山玻璃碎屑，蚀变脱玻而成沸石。由于原岩火山玻璃成份较高，孔隙度也高，蚀变脱玻完全，因而矿化较好，成为本区的主要类型，沸石总含量可达60~80%。在成岩与成矿过程中还夹有少量陆源碎屑物及火山灰屑，其长轴定向排列，显示沉积层理的特征。根据矿层同位素年龄值为77.8百万年，围岩为81.4百万年，成矿与成矿岩近于同时。

另在其他火山碎屑岩中，如凝灰角砾岩、沉积凝灰岩等，由于所含火山碎屑成份复杂，而且大部份为非玻璃质的，所以就不易形成矿床，仅在所含的少量火山玻璃中产生矿化。

火山熔岩型沸石矿床，主要产于珍珠岩及珍珠状球粒、球泡流纹岩中，是属于富含火山玻璃的酸性熔岩，受到后来的气水溶液的交代作用和地下水的水解作用，经低级变质导致蚀变、脱玻而形成沸石（为先成岩后成矿）。在珍珠岩中最高沸石含量可达60~70%；

球粒球泡流纹岩中最高可达40~50%，都以丝光沸石为主。但该类沸石矿，由于原岩结构致密，不利于气液及循环液的流通交代，因而矿化极不均匀，加之这些火山玻璃体原岩形状都极不规则，大都呈透镜状产出，因此，形成的沸石矿床一般规模较小。

本区火山活动的另一特点就是多旋回性，每个旋回先以爆发相所产生的火山集块岩开始，随着爆发强度的减弱，过渡到火山角砾岩、角砾凝灰岩等，随后为喷溢相所产生的火山熔岩，最后粘稠的酸性残余岩浆，堵住了自身的通道，从而结束了一个喷发旋回。以后随着岩浆能量的聚集，又发生了第二、三……个喷发旋回。蚀变、脱玻、矿化也依次发生，于是在每个旋回下部也都形成了一层火山碎屑岩型沸石矿床；旋回上部形成了火山熔岩型沸石矿床。就目前所掌握的资料，至少有五个以上的喷发旋回。现已进行工作的天井山、老虎头、岱石口、保华山四矿区，也只对第一、二喷发旋回中的两层矿进行了工作，第三旋回的矿层进行了少量工作。其余旋回一则因为出露较高、交通不便，因为各旋回的分布，基本上是按不同高程分布的，即一个旋回比一个旋回分布的位置高，最后的旋回已近马鞍山火山通道附近，海拔达1000余米；二则因地形高，大都被剥蚀，所以都呈残留顶盖分布，其储量有限，因此，都未进行工作。不过目前提交的一亿多吨储量只是老虎头、天井山、岱石、保华山四个矿段中的第一、二两个旋回的矿床，假如设想将六个矿段，所有旋回中的矿床，都进行工作，其储量将远远大于一亿吨。

关于该套地层的时代问题，以往划为下白垩统朝川组(K_1^C)，到七十年代末，省区调大队进行1:20万仙居幅区调时，在壶镇盆

地，该套地层上部的红层中发现 *Anylosauridae* 甲龙，属晚白垩世的重要分子，及 *Ornithischia* 鸟臀类是白垩纪晚期最繁盛的恐龙。故区调大队将该套红层正式建组为上白垩统赖家组 (K_1l)。而下段这套产沸石矿的火山岩与赖家组间无明显的间断面，两者为整合接触，故建组为上白垩统塘土组 (K_2t)。另据火山熔岩同位素年龄数值 (全岩法) 测定，老虎头矿区为 81 ± 4 百万年，向西南交路附近为 73 ± 4 百万年，再向西南到缙云县城附近的谢山头为 66 ± 3 百万年。老虎头矿区沸石岩蚀化年代为 77 ± 8 百万年，四个数值都属晚白垩世范围同时可看出火山喷发活动开始于北东部，然后逐渐向南西迁移。

上白垩统塘土组地层，除产大型沸石矿床外，尚有大型珍珠岩矿床，膨润土矿床，以及建筑材料——条石。然而该套地层在丽水地区范围内分布的并不广泛，它是在特定的地质条件下形成的。构造上应在深断裂附近，时代应为晚白垩世大型火山构造中的喷发物。