

地质资料选编 (二十五)

# 云母矿床地质特征 及普查勘探方法

(内部资料)



地质科学研究所地矿所 编  
地质科学研究所情报所

一九七六年五月

12  
2

# 前 言

遵照伟大领袖和导师毛主席关于“洋为中用”的教导，为了配合国内云母矿床的普查勘探工作，我们选编出版了本专辑。新选编的文章以国外资料为主，也收集了部分国内资料。在内容上包括国外云母资源现状、云母矿床成因类型的综合评述，国外某些云母矿床地质特征和普查勘探方法等方面的文章。

值得指出的是，我国云母矿床普查勘探工作积累了丰富的经验，特别在应用地质力学观点分析云母成矿规律和指导找矿方面也 有了良好的开端。但由于我们工作上的不足，在选编中反映得很不够。此外，所编译的文章可能存在某些问题，望读者在参阅时予以注意，并请批评指正。

地质科学研究所

一九七六年五月

# 目 录

## 综合评论

- 1、国外云母资源现状与发展趋势..... (1)
- 2、云母矿床成因类型及找矿标志..... (7)

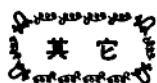
## 矿床地质

- 3、白云母伟晶岩的成因分类..... (31)
- 4、白云母伟晶岩成因、发育与成分的共同特点和专属特点..... (37)
- 5、金云母矿床的类型..... (42)
- 6、朝鲜的云母矿床..... (50)
- 7、坦桑尼亚的云母伟晶岩..... (55)
- 8、关于苏联不同类型矿床中工业金云母的成分和性质..... (63)
- 9、印度白云母伟晶岩和含稀有金属白云母伟晶岩..... (73)
- 10、加拿大的云母矿床..... (80)
- 11、美国北卡罗来纳州兰岭云母矿..... (84)
- 12、苏联玛玛地区云母矿床地质特征与分布规律..... (92)
- 13、北贝加尔白云母区伟晶岩的分布规律..... (107)
- 14、玛玛地区白云母伟晶岩的形成条件..... (113)
- 15、含云母伟晶岩脉的矿物结构和构造评价准则..... (120)

## 普查勘探方法

- 16、云母矿区控矿构造初步探讨..... (135)

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| 17、隐伏含云母伟晶岩脉的普查勘探方法 .....              | (143) |
| 18、含云母伟晶岩取样新方法 .....                   | (147) |
| 19、采用岩心钻探方法进行含云母伟晶岩的取样 .....           | (152) |
| 20、依据钻探岩心确定白云母品位 .....                 | (156) |
| 21、深部层位云母的普查、勘探、评价和储量计算方法 .....        | (159) |
| 22、普查和勘探伟晶岩脉的地球物理方法 .....              | (164) |
| 23、应用新的地电参数——“电反射系数K”寻找隐伏伟晶岩脉 .....    | (181) |
| 24、在不同地质环境中运用岩石地球化学方法寻找隐伏的白云母矿床 .....  | (190) |
| 25、利用地球化学方法普查金云母矿床的可能性（以阿尔丹地盾为例） ..... | (194) |
| 26、普查云母伟晶岩时的地貌研究 .....                 | (200) |
| 27、云母矿床普查网度的计算 .....                   | (203) |



|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| 28、作为一种新的云母绝缘原料的镁质云母矿床的评价 ..... | (208) |
|---------------------------------|-------|

## 国外云母资源现状与发展趋势

云母是一种重要的工业原料，优质片状云母更是重要的战略物资。由于云母具有高度的绝缘性、耐热性、抗酸抗碱性、机械强度和弹性等，因此它是现代技术，特别是电气、无线电和航空空间技术不可缺少的电绝缘材料。目前，一些片度均匀，面积较大、没有缺陷的云母片，可制造各种复杂的电气设备和无线电装置；可用做无轨电车和电机车的直流牵引机、雷达设备、无线电收发报机和电视机的电子管、电子计算机和导弹、人造卫星上用的大容量电容器、航空用垫圈和火花塞等电绝缘材料。质量较次的云母，可用做炼钢炉和其它冶金炉的炉窗。碎云母和云母废料可用于建材、塑料、造纸、染料和橡胶等制造部门。据统计，高级云母产量90%以上都消耗在电气、无线电和电视工业上。

然而，随着电气工业和尖端技术的发展，世界现有优质云母资源远远不能满足需要。加上近年来国外云母资源普查勘探进展不大，供需矛盾更加突出，因而导致云母消费构成、开采和加工技术等方面发生变化。

### 产量有所下降 总需求量略增

六十年代中期以来，国外云母产量不断下降。据报道，产量最高的一九六五年为二十万吨（不包括苏联），到一九七一年降至十五万吨左右，即下降百分之二十五；其中高级片云母产量，也由六十年代前期平均年产一点八万吨，到七十年代初期降到一万吨以下（表1）。

表1 国外云母产量（不包括苏联）

| 年 代      | 1965     | 1966  | 1967  | 1968  | 1969   | 1971  |
|----------|----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| 总产量（万吨）  | 20.33    | 18.82 | 17.12 | 15.13 | 15.07  | 15.03 |
| 片云母产量（吨） | 18,000 * |       |       | 9,807 | 10,876 | 9,674 |

\* 此数字为1961—1965年片云母年平均产量。

优质云母产量主要集中在印度、巴西和马尔加什，这三国产量占资本主义国家总产

量的百分之九十八以上。云母粉（碎云母）产量最大的是美国，占资本主义国家总产量的70—80%。

印度是国外优质白云母的最大生产国，但近年由于国际云母市场缩减，加上印度许多老矿山已洞老山空而停产或产量下降，使云母产量逐年下降，到1974年仅 为 13,409 吨，是印度云母产量最少的一年（表 2）。印度本国使用量很少（约 1—2%），几乎全部出口到苏、日、美、英和西德等六十个国家。苏联是印度优质云母的最大掠夺者，占印度云母出口量（按价值）30%以上（表 3）。在世界云母贸易中一贯居垄断地位的印度，由六十年代中期开始云母工业走下坡路，它在世界云母贸易中所占比重由二十世纪六十年代早期80%以上，目前降至55%。

巴西云母产量仅次于印度。据官方资料，近年来云母产量急剧下降，出口量迅速增长，这是由于巴西大部分云母产量由不受政府控制的私人企业开采，同时动用了以往存货的关系（表 4）。苏联的白云母和金云母产量都比较大，据估计，近几年来云母年产量在 4 万吨左右（表 5）。

表 2 印度云母产量 单位：吨

| 1963   | 1968   | 1969   | 1970   | 1971   | 1972   | 1973   | 1974   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 23,840 | 18,265 | 18,508 | 16,274 | 14,855 | 14,114 | 13,830 | 13,409 |

表 3 印度云母出口量 单位：吨，价值：千卢比

| 1969—1970 |         | 1970—1971 |         | 1971—1972 |         |
|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| 出口量       | 价 值     | 出口量       | 价 值     | 出口量       | 价 值     |
| 24,047    | 152,250 | 26,677    | 155,609 | 22,755    | 153,828 |

表 4 巴西云母产量和出口量 单位：吨

| 年 代 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970  | 1971  |
|-----|------|------|------|-------|-------|
| 产 量 | 413  | 448  | 258  | 155   | 160.5 |
| 出口量 | 598  | 610  | 716  | 1,854 | 2,403 |

表 5 苏联云母产量 单位：吨

| 1968   | 1969   | 1970   | 1972   | 1973   | 1974   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 36,000 | 37,000 | 38,900 | 39,000 | 40,000 | 41,000 |

二次大战以来，国外各种等级云母总需求量虽有所波动，但年平均增长率为 2%，从六十年代到七十年代的近十年中增长了 27%。不过，片云母总的需求趋势是逐

渐下降的。1973年国外片云母总消耗量约为6,804吨。这主要与人工合成云母、代用材料的出现,电子仪表的小型化以及固体电子学的进展有关。据美国矿业局预测,美国对片云母需求量将由1973年的2,722吨,到2000年时下降到1,134吨,世界其它国家下降到2,722—4,536吨;与此同时,美国碎云母消费量将由1973年的113,400吨增长到385,560吨,世界其它国家预计达136,080吨。苏联人也认为,在云母消费构成方面出现的这一变化,是云母工业发展的基本趋势。

但应指出,最优质的片云母尚无代用材料,其用量仍会增长;而质量较差的片云母消费量则将大幅度下降。

## 优质云母资源分布比较集中

云母是地壳上分布较广的矿物之一,但世界上云母的工业储量却极为有限。据估计,资本主义国家片云母总储量为数千万吨。多年来,国外云母矿床没有重大的新发现。片状白云母主要集中在印度、巴西和苏联,金云母主要在马尔加什和苏联。美国碎云母储量较大。此外,意大利、加拿大、挪威、瑞典、坦桑尼亚、埃塞俄比亚、苏丹、阿扎尼亚(南非)、澳大利亚和阿根廷等也有储量不大的云母资源。

### 一、印度

从储量、开采量和出口量来看,印度一直是资本主义国家的主要云母供应国(特别是优质白云母)。

白云母矿床主要产于四个伟晶岩带中,即印度地台东北部的比哈尔伟晶岩带(面积为250×50公里)、印度地台西北部的拉贾斯坦伟晶岩带(面积320×100公里)、印度地台东部边缘附近的内洛尔伟晶岩带(长达100公里,宽约20公里)、迈索尔伟晶岩带(长250多公里)。此外,在西孟加拉邦、中央邦和泰米尔纳德邦也有个别的工业伟晶岩脉。凡是具有工业意义的伟晶岩体都产于前寒武纪变质岩系中,伟晶岩云母含量平均为100—150公斤/立方米,有时高达500公斤/立方米。据估计,印度所发现的每100个白云母伟晶岩体中,仅有2—3个岩体白云母富集到可供工业开发。现有云母矿山约600个,有些矿山开采深度达800呎(约243米)。

### 二、巴西

在资本主义国家云母市场上,巴西是仅次于印度的片云母供应国。巴西主要出产块状云母,云母矿床很分散,但其总产量95%集中在米纳斯-吉拉斯州的东部和东南部。伟晶岩脉中白云母含量为8—10公斤/立方米至250公斤/立方米,平均25公斤/立方米,矿山开采深度达175米。据报道,巴西已有四十家登记的企业开采云母,其云母原矿石总储



量（按苏联1967年规定的级别）为：A级—24,120吨，B级—253,948吨，C级—434,091吨。原矿石中工业云母出成率一般为8—11%。

### 三、苏联

苏联是白云母和金云母储量较大的国家。白云母矿床主要在东西伯利亚伊尔库茨克地区，其次是欧洲部分的科拉半岛，以及乌克兰、乌拉尔等地。金云母主要分布在贝加尔湖南部（斯留甸卡）和东后贝加尔的阿尔丹地区，以及科拉半岛西南部的科夫多尔地区。伊尔库茨克地区有两个白云母产区，其一是玛玛-楚亚区，分布在北贝加尔，这是一个具有大量云母伟晶岩的北东向结晶岩带，全长约250公里，宽15—40公里。伟晶岩中云母平均含量25公斤/立方米，工业原料出成率40%。其二是古塔罗-比留萨区，位于萨彦岭的东北麓，呈北西向伸展的结晶岩带，全长100公里，宽10—35公里。该区已发现有2,774个伟晶岩体，对其中具工业云母矿化标志的820个伟晶岩脉进行详细勘探后，只有23条岩脉具工业价值并已投入工业开采。由于该区云母储量不大，质量低劣，成矿远景不大，已于六十年代初期停止云母勘探工作。

### 四、马尔加什

马尔加什盛产片状金云母。在二次大战前几年，是世界金云母的主要供应者，但战后始终未达到战前最高水平。已开采的金云母矿山约60个，主要分布在马达加斯加岛东南部的贝特鲁卡、阿姆勃毫帕和道芬等地。1971年片状金云母产量477吨，碎金云母495吨。金云母出口量除1969年曾达到2,318吨外，几年来一直稳定在每年1000吨左右。

### 五、美国

美国云母矿床主要是碎云母，分布在东南部各州。主要产区是北卡罗来纳州，该州兰岭矿山的片云母产量占美国片云母总产量25—50%，占总产值的45—85%。美国50%的碎云母和一半以上的长石产量亦来自这里。

据报道，美国1972—1974年间每年碎云母产量达12—14.5万吨。有些云母矿山开采深度达300—400呎（91—122米）。美国优质白云母产量极少，主要靠从印度、巴西等国掠夺进口。

## 解决云母资源不足的某些途径

随着电气工业、无线电工业和航空工业的日益发展，大的片云母需要量不断增长，与天然资源颇为贫乏的矛盾日益突出。为了解决云母资源问题，世界各国继续加强普查勘探工作，同时注意综合利用碎云母，改变云母的消费构成，改进开采和加工技术，最大限度地利用现有云母资源。



## **一、加强地质研究，继续普查云母新矿床 重视研究老矿区，查明深部隐伏矿床**

随着出露地表的易发现的云母矿床日益减少，加强云母成矿规律研究，预测可能的远景区，以及加强老矿区的研究，已成为扩大云母资源的根本途径。

早在三十年代，苏联以成矿预测为指导，找到了阿尔丹金云母矿床，并从1941年开始工业开采金云母。到五十年代末期，苏联为了弥补日益竭尽的云母储量，很重视老矿区的研究，并且决定把扩大白云母储量的任务主要放在玛玛-楚亚区，金云母则依靠阿尔丹区。在上述地区内，一系列生产和科研单位进行了许多工作。特别在玛玛-楚亚区内，突破了以前单纯认为云母矿床只产于孤零零的伟晶岩体内的认识，在近二十多年来，对云母矿床赋存规律有了新的看法，查明了一种重要的矿床类型——产于大面积的花岗岩-伟晶岩体中的含云母带，从而扩大了该区的云母远景。据称该型云母储量占全区云母总储量的一半。另一方面，地质人员在总结对比本国和外国（主要是印度）云母矿床地质规律的基础上，在有利地区开展了云母普查工作和寻找新的云母矿床类型。如近年在科拉半岛的科夫多尔，发现了与超基性-碱性岩体有关的新类型金云母矿床（1966年投入开采），从而使苏联金云母储量大体与白云母储量相当。

近年在云母矿床普查勘探方法方面亦有所进展，主要表现在地质、物化探方法综合找矿和深部勘探上。目前，苏联在东西伯利亚和科拉半岛白云母矿区内利用物探（电、磁、地震效应法等）寻找隐伏含云母伟晶岩有了初步成果；化探方法在经过大量试验和生产性工作以后，有关单位于1962年正式推荐在实际找矿工作中使用。另外，还积极研制以岩心钻探为主，配合坑探对深部云母矿床进行普查、评价和储量计算的合理方法。

在1953—1962年间，美国政府鉴于其国内大部分云母矿山都已采空或因开采困难而停产的状况，在提高云母价格的同时，在财政上资助云母勘查工作。经过工作，在老矿区内又发现一些新的含云母伟晶岩体。

此外，印度、巴西、澳大利亚等国也进行了云母勘查活动。

## **二、加强碎云母的综合利用**

碎云母是云母开采和加工过程中出产量很大的废料。在目前技术条件下，商品云母（工业原料）最小的有效面积白云母不小于3平方厘米，金云母不小于4平方厘米。据估计，从云母原矿石中的工业原料出成率一般仅占10—15%，废料达80—90%。因此，国外在片云母产量急剧下降的同时，小标号云母、碎云母和云母粉产量迅速增加。仅美国每年开采的碎云母就12万吨以上。这样，综合利用云母废料，对于改变云母消费构成、节约原料、充分利用天然云母资源具有很大意义，近年来已普遍受到世界各国的重视。

碎母云用途很广。苏联从五十年代开始利用白母云废料（碎母云）生产电气绝缘材料——云母纸；从1965年起利用金云母残料生产新的电气绝缘制品——云母板。美国对

碎云母的消费量以每年4%速度增长,其2/3以上碎云母用在墙板水泥、油毛毡、油漆等与建材工业有关的用途上。此外,德国、捷克斯洛伐克和法国等亦利用了大量碎云母制成各种材料,广泛用于电气、建材、橡胶、油漆和塑料等工业部门。

### 三、开展合成云母的研究

研究合成云母,不仅对于天然云母储量不多或缺乏的国家具有很大意义,而且对云母储量较大的国家也是重要课题。这是因为现代技术对电气绝缘制品提出了更高要求。如在一些无线电技术设备中,对调整装置需要更高的热稳定性和耐湿性能,需要有金属和绝缘层的膨胀系数相同的绝缘导管、耐热绝缘子、高伏特和高频率的耐热绝缘层等,天然云母不能满足这些要求。天然云母具有各种气体和矿物包体、污染物和其它缺陷,从而限制了它在工业上的利用。目前,所利用的合成云母制品有云母板、云母玻璃、云母陶瓷、泡沫云母和云母半导体。较易用人工方法获得的氟金云母耐高温性能(达 $1,100^{\circ}\text{C}$ )远远超过天然云母。利用人造云母(50%以上)和玻璃(或其它无机物)制成的云母陶瓷,是一种具多种性能的新型高温绝缘材料,使用温度 $800-1,100^{\circ}\text{C}$ ,有的品种可经受室温到 $1,100^{\circ}\text{C}$ 的几百次急冷急热循环而不被破坏。这种人造云母可以广泛用在无线电、电子和电气绝缘等工业上。

人工合成云母的研究在国外已有数十年的历史。从本世纪三十年代以来,德、美、苏、英和日本相继进行了以工业生产为目的的合成云母研究。特别是美国,近年来集中很大的科学研究力量和拨出大量资金从事这方面的工作。国外研究结果虽然表明能获得人造云母,但获得质量均匀、具适用价值的大片度单晶的方法,则仍在继续探索中。

### 四、研究和采用代用品

目前云母代用材料发展很快,已能满足云母需求量的16%。在一些用途上,这些代用材料性能达到或超过云母。如有些有机聚合物(聚酰胺,聚酯等)已成功地代替云母作高温绝缘材料;氧化铝和块滑石陶瓷,各种石英,甚至聚乙烯和聚苯乙烯,在某些用途上也可代替云母。但是,如上所述,最优质的片云母则尚无代用材料。

### 五、最大限度地采尽已探明的云母储量

多年来,国外普查云母的工作成果不大,老矿山亦为数不多,因而最大限度地开采和利用现有云母资源,已成为云母生产国的重要目标。

苏联从六十年代以来,由云母矿山开采实践中注意到,目前广泛使用的井下手选云母的水平分层充填采矿法,不仅劳动生产率低,而且云母资源浪费很大。由开采巷道充填料采样证明,有相当于储量20—40%,甚至更多的适于工业利用的云母,却被用作采空区的充填料了。因此,苏联某些云母矿山,如维季姆、玛玛矿山等,对巷道内留下的充填料进行了重复开采,这种开采无需很多费用,而经济上收益不小。同时,为了降低云母储量的损耗,认为用地下开采法采云母时,要选用较为先进的留矿法和分段平巷采矿法。

情报所矿产室编写

# 云母矿床成因类型及找矿标志

云母是我国急需的矿产资源之一，正在大力进行普查和勘探工作。为了配合云母地质工作的开展，我们写了本文，以供从事云母矿床地质工作的同志们参考。现根据国内外工业云母矿床成矿地质特征，将工业云母矿床划分为四种成因类型：即1) 花岗伟晶岩型白云母矿床；2) 花岗伟晶岩型镁硅白云母矿床；3) 镁碳酸盐砂卡岩型金云母矿床；4) 超基性-碱性杂岩体型金云母矿床。并对每一类型的评价准则和找矿标志作了初步探讨，不妥之处希批评指正。

## 一、花岗伟晶岩型白云母矿床

该类型白云母矿床多分布于古老结晶基底的变质岩区（如地盾、地轴等）和不同时代的地槽褶皱带的中间隆起带内，并受这些地质构造单元中角闪岩相变质岩的严格控制。所以我国的本类型白云母矿床主要分布在新疆、内蒙、四川、云南、河北、陕西和山东等地。

### 一）、我国主要的花岗伟晶岩型白云母矿床地质特征

#### 1) 内蒙某地白云母矿床

该矿床位于内蒙地轴东部的南侧。区内分布有太古代桑干群的角闪岩相变质岩，岩性为矽线石榴片麻岩、石榴片麻岩、辉石片麻岩、黑云片麻岩和斜长片麻岩等。而矽线石榴片麻岩为含云母伟晶岩脉的主要围岩，片理走向为北东 $35^{\circ}$ — $60^{\circ}$ ，倾角 $55^{\circ}$ — $80^{\circ}$ 。迄今，已发现伟晶岩脉200多条，成群分布于片麻岩中，主要受北西走向的压扭性裂隙所控制。脉体长一般为50—600米，宽一般为1—10米。倾角为 $25^{\circ}$ — $30^{\circ}$ 。大多数脉体形态规则，呈板状、脉状，局部有收缩、膨胀或分枝。分布于大西沟——平顶山的伟晶岩脉，以富含肉红色微斜长石和带状构造不发育为特征。而见于天皮山——廿号村的伟晶岩脉，其特征是带状构造明显且具钠长石化作用。如1号脉的分带性自上向下可分为：①小片白云母带，②巨晶白云母带，③石英-白云母交代集合体，④块体微斜长石带，⑤似文象-文象结构带，⑥细粒结构带。4号脉的分带性为：①细晶结构带，②中粗粒结构带，③工业白云母带，④块体长石带，⑤石英核，⑥石英-白云母交代集合体，⑦钠长石带。

含云母伟晶岩脉的矿物成分较为复杂，主要矿物有石英、微斜长石（或微斜条纹长

石)、更长石、钠长石和白云母;少量矿物或副矿物为:黑云母、铁铝榴石、磷灰石、萤石、黄玉、磁铁矿、绿柱石、独居石、钛铁矿等。

工业白云母主要赋存于中粗粒结构和石英-云母交代集合体中,其矿化类型主要是中粗粒结构水解型和石英-云母交代集合体型。由于脉体产状平缓,脉体上盘的水解-交代作用极为强烈,所以在上盘往往形成了稳定的工业白云母矿化带,尤以1号脉最为典型。

区内白云母晶体的轮廓面积一般为10—60平方厘米,最大可达1000平方厘米。云母质量较好,自然缺陷少,剥分性能良好,工料云母出成率较高。

## 2) 四川某地白云母矿床

该矿床位于一复背斜的范围内。中、下石炭纪的角闪岩相变质岩——二云石英片岩、兰晶石榴二云石英片岩为含云母伟晶岩脉的主要围岩。由于区内混合岩化-花岗岩化作用较强烈,形成了片麻状更长混合花岗岩,并为花岗伟晶岩脉的形成提供了物质来源。已发现伟晶岩脉2000多条,其中含工业云母伟晶岩脉有250条左右。脉体多受扭性或压扭性裂隙控制,形态多呈脉状、透镜状和树枝状等。脉体长一般为40—150米,个别长达200多米,厚一般0.5—5米,最厚达20多米。伟晶岩脉常具斑杂状(块段状)构造,少数呈带状构造。其结构有细粒结构、文象和似文象结构、中粒结构、块体结构、石英核和石英-白云母交代集合体等。

含云母伟晶岩脉的主要矿物为:微斜长石(或微斜条纹长石)、更长石、石英和白云母等,次要矿物或副矿物为:黑云母、铁铝榴石、电气石、磷灰石、绿柱石和铌钽铁矿等。

工业云母的矿化类型有:中粒结构水解型、石英-云母交代集合体型、块体间隙气成型、黑、白云母裂隙填充型和同化型等,其中以前二种矿化类型的工业价值最大。

白云母晶体的轮廓面积一般为15—40平方厘米。白云母迭板多呈茶色或茶褐色,质量佳,剥分性能良好,工料云母の出成率较高。

## 3) 新疆某地白云母矿床

该矿床位于阿尔泰褶皱带的阿尔泰复背斜中。区内区域变质作用和混合岩化作用十分剧烈,形成了一套角闪岩相变质岩和混合花岗岩。中、上奥陶纪的变质岩宽300—600米,在混合花岗岩中呈北西西—南东东走向展布。含云母伟晶岩脉主要产于矽线石榴黑云石英片岩,十字石榴黑云石英片岩,黑云石英片岩和片麻状黑云混合花岗岩内,其多受与片理一致的压性或压扭性裂隙控制,形态较为复杂,主要呈脉状、透镜状、串珠状、筒状和树枝状等。脉体长一般100—300米,宽1—5米。其主要矿物成分为微斜长石(或微斜条纹长石)、更长石、钠长石、石英、白云母和黑云母等,副矿物有电气石、铁铝榴石、磷灰石和绿柱石等。含云母伟晶岩脉的结构为细晶结构、细粒结构、文象结构、不清文象结构、中粗粒结构、块体结构、石英-云母交代集合体和钠长石-白云母

交代集合体等。构造可分为块状、带状和块段状构造等，其中以后者最为发育。

工业白云母主要赋存于中粗粒结构、块体结构、石英-云母或钠长石-白云母交代集合体中，而在穿切不同结构的裂隙中有黑、白云母连晶体产出，同时在脉体与围岩的接触带或围岩捕虏体的周围，往往发育有白云母。因而白云母的矿化类型可分为：①中粗粒结构水解型，②块体间隙气成型，③石英-云母交代集合体型，④白云母-钠长石交代集合体型，⑤裂隙填充型，⑥同化型等。其中以①和③两个类型的工业价值最大。

至于白云母的质量，总的说来其斑点较多，工料云母的出成率不及上述两地矿床的高。

## 二)、含云母伟晶岩脉的结构和构造类型

含云母伟晶岩脉的结构、构造是评价白云母矿床的准则之一，因此，其结构和构造的划分，是普查、勘探工作中的重要一环。现根据我国几个主要白云母矿床的资料，提出一个初步划分结构和构造的方案。我们在划分结构时，综合考虑了下述几项原则：即①矿物成分及其相对含量，②矿物共生组合及其在脉体中的存在状态，③矿物颗粒的大小，④矿物及岩石的成因，⑤伟晶作用的地球化学阶段以及水解-交代作用的发育程度。但由于伟晶岩脉的成因及其地球化学演化问题较为复杂，认识尚未统一，因而在划分结构类型时，应以反映伟晶岩外表特征的前三项原则为主，后二项只作为参考。

为了节省篇幅，现将含云母伟晶岩脉的结构类型及其与白云母矿化的关系，简略综合于表1。

由表1可见，伟晶岩脉的含白云母结构有中粗粒结构、块体结构、石英-云母交代集合体和钠长石-白云母交代集合体等。但其中以中粗粒结构水解型白云母和石英-云母交代集合体型白云母为最主要的矿化类型。

关于含云母伟晶岩脉的构造。这是指其各种结构在空间上的关系而言，所以说结构是组成构造的单元，而构造是其各种结构组合的综合反映。基于这种认识，我们将含云母伟晶岩脉的常见构造分为以下几种类型。

### 1) 块状构造

块状构造伟晶岩常常是由某一种结构（主要是细粒结构、文象结构）所组成。具这种构造的伟晶岩脉没有任何分带现象，同时，其中不含工业云母矿化，因此，该构造对含云母伟晶岩脉来说，不是典型的。

### 2) 带状构造

带状构造在各地区的含云母伟晶岩脉中均有不同程度的表现，其中分带较好的是内蒙某地白云母矿区的1、2、4号脉。带状构造根据其分带性对称与否，又可分为对称带状构造和不对称带状构造。

表 1

含云母伟晶岩脉的结构类型及其与白云母矿化的关系

| 结 构 名 称 |              | 矿物颗粒大小<br>(厘米) | 矿物共生组合                            | 在伟晶岩脉中的相对位置   | 成因         | 白云母矿化类型及其工业价值                |
|---------|--------------|----------------|-----------------------------------|---------------|------------|------------------------------|
| 细 晶 结 构 |              | <0.2           | 更长石、微斜长石、石英、白云母、黑云母。              | 边 缘           | 伟晶岩液体结晶    | 无工业白云母                       |
| 细粒结构    | 细粒花岗结构       | 0.2—1          | 更长石、微斜长石、微斜条纹长石、石英、白云母、黑云母、石榴石等。  | 边 部           | 同上         | 同上                           |
|         | 细粒斑状结构       | 基质0.2—1, 斑晶>3  |                                   |               |            |                              |
|         | 细粒条带结构       | 粒状矿物0.2—1      |                                   |               |            |                              |
| 文 象 结 构 | 微文象结构        | 石英宽<0.1        | 微斜条纹长石、更长石、石英。                    | 边部—中间         | 聚集重结晶作用    | 裂隙填充型黑、白云母, 工业价值很小。          |
|         | 细文象结构        | 石英宽0.1—0.2     |                                   |               |            |                              |
|         | 中文象结构        | 石英宽0.2—0.5     |                                   |               |            |                              |
|         | 粗文象结构        | 石英宽>0.5        |                                   |               |            |                              |
|         | 似文象结构        | 石英宽1—5         |                                   |               |            |                              |
| 中粒结构    | 中粒花岗结构       | 1—5            | 石英、更长石、微斜条纹长石白云母黑云母石榴石电气石磷灰石绿柱石等。 | 中间—中央         | 分结作用       | 中粗粒结构水解型白云母, 为主要工业类型之一。      |
|         | 中粒斑状结构       | 基质1—5, 斑晶>8    |                                   |               |            |                              |
| 粗 粒 结 构 |              | 5—10           |                                   |               |            |                              |
| 块体结构    | 小块体结构        | 10—20          | 微斜长石、微斜条纹长石、更长石、石英、白云母、绿柱石、电气石等。  | 中 央           | 聚集重结晶—交代作用 | 块体间隙气成型白云母, 具一定工业价值。         |
|         | 大块体结构        | >20            |                                   |               |            |                              |
| 交代集合体   | 石英交代集合体      | 大小不等, 一般为0.5—2 | 石英、更长石、微斜条纹长石。                    | 位置不定—一般在中间—中央 | 水解—交代作用    | 尚未发现工业白云母。                   |
|         | 石英-云母交代集合体   |                | 石英白云母黑云母更长石微斜条纹长石石榴石电气石等          |               |            | 石英-云母交代集合体型白云母为主要工业类型之一。     |
|         | 钠长石-白云母交代集合体 |                | 钠长石、白云母、绿柱石。                      |               |            | 钠长石-白云母交代集合体型白云母在某些矿区具一定工业价值 |

对称带状构造, 当发育较完全时, 由脉体中央向两侧依次为: 石英核——块体长石、石英带——小块体长石、石英带——粗粒结构带——中粒结构带——似文象结构带——文象结构带——细粒结构带——细晶结构带等。但在一般情况下, 脉体只由 2 或 3 个带所组成, 或者一侧发育得不完全, 构成了不对称带状构造。此外, 当伟晶作用地球

化学演化较为特殊时，可形成特具一格的带状构造，如反带状构造（细粒结构带在中间，粗粒结构带在边部），或粗细结构带相间的带状构造。内蒙某白云母矿区就具有上述这两种特殊的带状构造。由块体和交代集合体组成的带状构造伟晶岩脉，其中的白云母常具有很大的意义。

### 3) 块段状构造

块段状构造的特点是脉体中各结构作块段状（或斑杂状）分布。各块段大小不一，形状也不规则。该构造中各种结构的组合形式多种多样，一般常见的有文象结构 + 中粗粒结构 + 小块体结构组合，和石英-云母集合体 + 中粗粒结构组合等。当后期交代作用发育时，块段状构造的组成和形态更为复杂。块段状构造的伟晶岩脉，其中白云母矿化具有很大的工业价值。

由上述可见，妥切地划分含云母伟晶岩脉的结构和构造，不仅有利于地质编录工作，而且对评价和预测工业白云母矿体，都具有很大的意义。

## 三）、白云母的矿化类型

白云母在伟晶岩脉中的形成是多阶段的，不同阶段形成的白云母，不但其成因有别，而且其地质产状和工业意义也不相同。因此，恰当地划分白云母的矿化类型，对于找矿和评价工作均有很大帮助。白云母在伟晶岩脉中形成的地质因素很多，但主要矛盾乃是受伟晶作用地球化学演化的水解-交代作用所制约。所以白云母的成因分类应建立在云母矿化作用与相应地球化学阶段关系的基础上，并考虑有关矿物共生组合和地质产状等地质因素。

通过对我国主要白云母矿床的观察研究和资料的综合，初步将伟晶岩脉中的白云母矿化分为六个类型。

### 1) 同化型白云母

该类型白云母在四川、新疆、青海等白云母矿床中均有所分布。它主要产于伟晶岩脉的边部和围岩的接触部位，有时也沿着裂隙延伸到围岩中。另外，它也常常发育于伟晶岩脉中的结晶片岩或片麻岩捕虏体的周围。一般认为其成因是，当伟晶岩流体贯入到围岩后，同化了围岩的铝等组分，应使之与流体中的钾、羟基（OH）等组分结合，在适宜的压力、温度和组分浓度等条件下，以结晶片岩、片麻岩中的小片云母作结晶中心，使这些小片云母发生重结晶，进而生成了小标号（~4平方厘米左右）的白云母。由于这一类型白云母的片度一般不大，所以只作小标号云母与其它矿化类型云母一并开采，加以综合利用。

### 2) 中粗粒结构水解型白云母

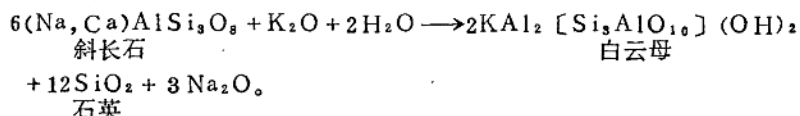
当伟晶岩脉的中粗粒结构生成时，由于伟晶岩流体中挥发分（特别是 $H_2O$ ）的增



加,便发生了分结作用,矿物呈单个晶体晶出。水解作用如果发育得完全时,可分为两个相互连续的阶段,也就是,首先水解伟晶岩流体中的微斜长石分子,使K、Al组分转变为白云母,并析出石英。其反应式为:



而在H<sub>2</sub>O浓度不大的情况下,斜长石分子不被水解,因此,中粒结构中可见到更长石、白云母和石英共生。当伟晶岩流体内H<sub>2</sub>O组分继续增长时,不但妨碍斜长石晶出,而且已经结晶的斜长石也要受到水解-交代作用。并在前述微斜长石分子水解析出的钾组分参与下,进一步生成了白云母。其反应式为:



这种反应恰与伟晶岩脉的中粒结构以更长石为主,同时又见到其被水解呈残体存在的对立客观现象相符合。上述作用为伟晶地球化学演化的第一次水解阶段。

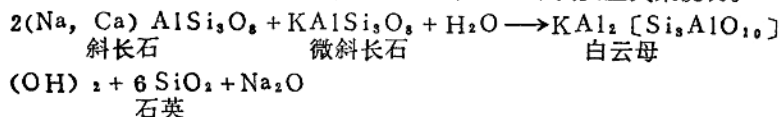
该类型白云母在我国各白云母矿床中都有广泛的分布,是工业白云母的主要类型之一。

### 3) 块体间隙气成型白云母

在伟晶岩脉块体结构生成时,伟晶岩脉流体中的气态溶液进一步富集,同时K、Al组分也相对增加。这些组分在H<sub>2</sub>O的参与下,便于块体微斜条纹长石的间隙内形成了楔状白云母。这种矿化作用相当于含云母伟晶岩脉地球化学演化的第三次钾阶段的末期。当有Be、B、F、P等参与时,可形成大晶体的绿柱石、电气石等矿物。此种白云母除分布于块体长石的间隙中外,还经常产于石英核和块体微斜条纹长石的接触部位。本类型白云母多具针状构造,剥分性能差,但其晶体轮廓面积较大,故具有一定工业意义,而在某些矿床中可以成为主要的工业类型之一。

### 4) 石英-云母交代集合体型白云母

在伟晶岩脉各早期结构单元形成之后,如挥发组分(H<sub>2</sub>O、F、B、P等)愈来愈富集时,便开始发育伟晶作用地球化学的第二次水解阶段。这时水解和交代作用同时进行。在早期阶段转入到后期溶液中的K、H<sub>2</sub>O的参与下,并夺取由交代作用释放出来的Al组分而形成白云母。其水解-交代长石的过程,可用下面反应式来说明。



当有B、F、Be、P、Mg、Fe、Mn等组分参与时,还可生成绿柱石、电气石、石榴石和磷灰石等矿物。因此除形成石英-云母交代集合体外,有时还形成矿物组合更为

复杂的交代集合体。

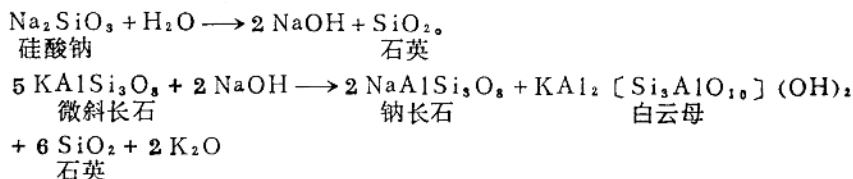
该成因类型的白云母在我国各白云母矿床中分布广泛，是主要的矿化类型之一。

### 5) 裂隙填充型黑、白云母

该类型云母多见于文象、似文象和中粒结构的裂隙中，其以黑云母为主，形状象马刀一样。在个别脉体里曾见到此类型云母切割石英块体，这表明裂隙云母的形成不只一期，它们很可能属于伟晶作用地球化学演化两次水解阶段末期的产物。在长石水解形成大量白云母后，溶液中铝组分的浓度降低，而铁组分相对增加（因为只有 Fe 类质同象置换 Al 时，才形成黑云母），随着成矿期的构造活动，这种既可能生成白云母，又适合黑云母生长的溶液沿构造裂隙填充并发生结晶作用，于是形成了黑、白云母的连晶体。裂隙填充型黑、白云母在各个矿区都有不同程度的发育，但因其矿化分散，白云母又多与黑云母连晶，故其工业价值不大。

### 6) 钠长石-白云母交代集合体型白云母

当伟晶岩脉发育到较晚期阶段时，钠质在硅酸盐溶液中逐步富集起来。在水解作用下，硅酸钠易被水解，形成氢氧化钠。这种氢氧化钠进一步和微斜长石作用，则生成钠长石和白云母。其反应式为：



在有 B、Be、Li、F 等组分的参与下，还可生成绿柱石、黑色电气石和锂云母等矿物。

该类型白云母一般呈浅绿色，片度较小，但在新疆某矿床的一些含云母伟晶岩脉中，其片度较大，具有一定的工业价值。

综上所述，在白云母的六种矿化类型中，分布广且工业价值最大的是，中粗粒结构水解型白云母和石英-云母交代集合体型白云母，其次是块体间隙气成型白云母（表 2）。