

沉积微晶白云母矿的发现及开发前景

Discovery and Exploitation Prospect of Sedimentary Microcrystalline Muscovite Deposit

毛玉元¹ 范良明²

(1 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2 四川鑫炬矿业资源开发股份有限公司)

Mao Yuyuan¹ and Fan Liangming²

(1 University of Science and Engineering Chengdu, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2 Sichuan Xinju Mineral Resources Development Co. Ltd.)

摘要 中国首次发现的沉积微晶白云母岩, 产于川西地区新元古代成冰纪中的一套陆相富钾酸性火山沉积碎屑岩中, 是一种新的岩石类型和新的白云母矿类型。矿石组分比较简单, 白云母呈板状微晶产出, 含矿率高, 初步分析板状块云母是由富钾酸性火山灰或火山尘通过水解作用和成岩作用及后生作用形成的。矿石储量大, 易采选、易加工, 成本低廉, 用途广阔, 是生产白云母粉的优质接替资源, 具有巨大的潜在开发前景。

关键词 沉积微晶白云母岩 白云母粉 成岩作用

1997 年 3 月高林集团公司(四川鑫炬矿业资源开发股份有限公司的前身)在川西某地采得一种经鉴定定名为白云母岩的矿石, 随即进行了地质调查和室内研究, 初步认为是白云母的一种新矿源, 随即开展了白云母岩的开发、利用和研究工作, 最终确定矿床为沉积微晶白云母矿床。

资料记载, 该矿在 1974 年 1:20 万区域地质调查中被误认为是叶腊石矿化点。近年来当地曾作钾矿开采, 207 地质队曾作绢云母矿利用, 效果不佳。1980 年殷继成等著的《四川峨嵋—甘洛地区震旦纪地层古生物及沉积环境》一书中曾提到:“震旦系下统开建桥组剖面有三层凝灰岩夹层, 含钾量较高, 通称‘含钾板岩’, 经 X 射线粉晶分析, 岩石主要矿物定为白云母”。值得注意的是国外曾有过块云母矿, 1958 年美国 R. B. 拉杜、W. M. 迈耶斯所著的《非金属矿物》一书中有所记述, 早在 1933 年美国内华达州罗契斯特附近波尔特山脉的东部, 曾发现一种致密岩石, 差不多完全由极细粒的次生钾云母组成, 称块云母矿。当时认为是流纹岩、火山岩或凝灰岩热液蚀变的产物。矿石通过煅烧加工后, 主要用作富含多铝红柱石的耐火材料。我国首次发现的沉积微晶白云母矿与块云母矿除产状和成因略有差别外, 矿石的物理性质和化学成分极为相近, 尤其是沉积微晶白云母矿的产出层位稳定、分布广、储量大, 无疑可作为云母矿的一种接替新资源来进行开发。

1 地质背景

沉积微晶白云母矿床分布在四川盆地西部边缘地区, 大地构造单元属扬子准地台康滇地轴内的泸定—米易台拱, 该台拱是康滇地轴的主体, 是受安宁河和磨盘山断裂控制的长期隆起的岩浆杂岩带。目前发现的沉积微晶白云母矿床主要集中在上述台拱中的石棉台穹内。

石棉台穹的褶皱基底为中元古代登相群或峨边群, 其上地层为震旦系。该台穹以块断隆升为主, 古生代以后的地层缺失, 仅有零星分布。沉积微晶白云母岩主要赋存在震旦亚代的下部地层中, 出露较好。

震旦亚界按国际划分标准(1989)相当于新元古界成冰系峡东系。成冰系是扬子地台西部边缘拉张裂陷盆地的产物,沿龙门山—小相岭—螺髻山呈弧形线状展布。北部火山活动强烈,以陆相酸性火山岩系为特征,并夹少量基性岩,厚度变化极大,从几千米至万余米到迅速尖灭。

2 含矿岩系

沉积微晶白云母岩的含矿岩系为成冰系,地层属于川西小区。该区沉积类型为火山岩亚型,成冰系划分为上统和下统。上统列古六组,厚度 304.5 m,与上覆峡东系观音岩组石英砂岩和白云岩呈整合接触。岩性为暗紫色、浅绿色中厚层至薄层,具有水平纹的沉凝灰岩、凝灰质粉砂岩,底部有 4 m 凝灰质含砾砂岩。下统下部为苏雄组,是一套陆相以酸性为主的火山熔岩和火山碎屑岩,其上夹一层到数层玄武岩,厚 1164.5 m,与下伏峨边群变质岩系呈角度不整合接触;下统上部为开建桥组,为沉积微晶白云母岩的主要含矿地层。

3 赋矿地层特征

开建桥组除上段下部夹少量紫红色、绿灰色块状流纹质酸性熔岩和上、下部夹有多层陆源碎屑为主的凝灰质砂砾岩、长石岩屑砂岩外,主要沉积巨厚的火山碎屑岩,为沉积微晶白云母矿的赋矿层。

火山碎屑岩富含火山岩岩屑、石英和长石晶屑,玻屑较少。基质主要由火山灰、火山尘组成。岩屑含量较高,成分复杂,常见有凝灰岩、流纹岩和少量玄武岩岩屑,石英占碎屑的 40%左右,长石占 10%~20%左右。都显示出高温石英和长石特征,长石主要为斜长石和少量钾长石,斜长石多被钾化。基质成分主要是火山灰、火山尘及铁质,含量一般小于 15%,个别可达 20%~35%,具颗粒支撑结构或杂基支撑结构,基质绢云母化强烈。在火山碎屑岩中常见呈夹层的灰绿色、绿色、灰白色致密板状凝灰岩,大部分为基质组成。一般厚度不大,从几厘米到十余米,由下至上这种夹层增多,单层厚度有变薄的趋势,含钾较高, K_2O 含量一般在 5%以上,最高可达 11.8%,该夹层即为本文定名的沉积微晶白云岩母岩或含石英白云母岩或石英白云母岩。岩石的主要成分为白云母,含有部分石英,按石英含量不同岩石名称有所差别。岩石具有残余的凝灰结构。

赋矿地层火山碎屑岩以砾状、砂砾状、砂状结构为主,有少量粉砂泥质结构和泥状结构,其粒度不均,在横向和纵向上变化较大,大小混杂分选差。据前人研究所作的火山碎屑岩粒度分布图和散点图反映出洪水型游荡河心滩沉积的特点。沉积构造常见大型槽状、楔状交错层理,透镜状及不规则条带状层理,平行层理,逆行沙波层理,板状交错层理等,反映出流水型层理发育,底冲刷频繁。其沉积环境应属游荡性河流及低弯度河流性质的冲积环境。前人还依据逆行沙波的波长求出了古河流流速为 1.37 m/s,利用交错层系的厚度计算出了古河流深度为 4.73~5 m 左右。并认为开建桥组不是正常沉积的陆源碎屑岩,而主要是由火山喷发物质尚未固结成岩就被流水冲刷搬运一定距离,在流速减慢的地方沉积而成的火山碎屑岩;根据多个岩石化学全分析数据计算得出的参数恢复原岩,均为碱性流纹岩。这与同期邻区形成的小相岭大面积分布的碱性流纹岩实际情况相吻合。进一步证实了开建桥组的火山碎屑岩是钾质酸性火山碎屑物在游荡性河流及低弯度河组成的冲积所沉积的产物。据粒径($<24\mu m$)推断,火山碎屑岩中的致密板状凝灰岩夹层(即含钾板岩或绢云母板岩)与巨粗的砂状凝灰岩之间完全是突变的,而且具有残余的凝灰结构,可能是火山尘直接从空气中降落沉积而成,并非全为水流搬运所致。从夹层在剖面上的分布也反映出火山喷发活动逐渐频繁,但强度有减弱的趋势。沉积微晶白云母岩的形成直接与火山喷发作用有关。

4 矿石基本特征及类型

目前暂将岩石中的白云母含量大于 50%者称为白云母矿石。矿石呈绿色、浅绿色、灰绿色、灰白色,

随矿石成分不同颜色略有差异。矿石矿物组成简单,主要为白云母,呈不规则形态的薄板状晶体产出,板体直径 $0.8\sim 8\ \mu\text{m}$,平均 $5.5\ \mu\text{m}$,板厚 $0.3\sim 1.6\ \mu\text{m}$,平均 $0.8\ \mu\text{m}$,径厚比平均 6.9。白云母经X射线衍射分析为 $2M_1$ 型,其含量在 $53\%\sim 100\%$ 之间。次为石英,呈不规则微细粒状,粒径 $10\sim 50\ \mu\text{m}$,平均 $24\ \mu\text{m}$,分布于板状白云母之间,部分有次生加大现象,含量在 $0\sim 47\%$ 之间,偶见有微量及痕量的钾长石、绿泥石等。矿石的平均化学成分 ($w_B/10^{-3}$): SiO_2 54.3, TiO_2 0.2, Al_2O_3 26.2, Fe_2O_3 3.71, FeO 0.32, MnO 0.58, MgO 1.32, CaO 0.615, Na_2O 0.49, K_2O 8.8, Li_2O <0.03 , P_2O_5 0.03, H_2O^+ 1.6, H_2O^- 0.36, 灼减 3.6。与其他成因的白云母比较 SiO_2 偏高, Al_2O_3 、 K_2O 、 H_2O^+ 含量偏低,有害杂质元素含量相对甚少。

矿石多为致密块状构造,局部有层纹构造并夹有透镜砂体。以隐晶-显微结晶结构为主,局部隐约可见残余凝灰结构,板状白云母多呈平行排列,紧密镶嵌接触。矿石硬度 2.56,比重 $2.86\ \text{g/cm}^3$,断口不规则至贝壳状,表面光滑细腻,有的具腊状或丝绢光泽,半透明至不透明。矿石围岩未见热液蚀变现象,部分挤压强烈呈片状构造。

,按岩石名称可将矿石自然类型划分为白云母岩、含石英白云母岩和石英白云母岩 3 种。可根据矿物含量、颜色、细腻程度,用肉眼可大致判定。

矿石的工业类型主要根据矿石中白云母的含量和加工的难易程度来确定,可划分为 3 种类型:优质矿石,白云母含量 $>90\times 10^{-3}$,手选后可直接加工成白云母粉;良质矿石,白云母含量 $(70\sim 90)\times 10^{-3}$,简易分选后可加工成白云母粉;中质矿石,白云母含量 $(50\sim 70)\times 10^{-3}$,必须通过分选才能加工成白云母粉。另有一些差质矿石,白云母含量 $<50\times 10^{-3}$,目前暂不宜利用,不列入工业类型矿石。

5 矿床的分布及产出特征

目前已发现的沉积微晶白云母岩的产地有三处,分别称为 K 矿床、M 矿床和 S 矿床,其矿体与沉积微晶白云母岩相一致,多呈层状,豆夹状,透镜状产出,产状与地层相吻合。

K、M 矿床受苏雄背斜控制,该背斜呈 EW 向展布,延伸 20 km。背斜核部由中元古界峨边群的变质砂岩、板岩组成,两翼为新元古界地层组成,背斜被后期乌斯河和黑马两条近 SN 向的弧形断裂切割成三段,背斜残缺不全。K 矿床分布在背斜中段的南翼,地层倾角较缓,局部次级褶曲发育。M 矿床分布在背斜中段的北翼,产状相对较陡,呈单斜地层展布,有次级断裂分布。

S 矿床分布在顺河背斜的南翼,该背斜呈 NW 向展布延伸十余公里,横跨 EW 向的苏雄背斜,背斜极不完整,核部被 NW 向的顺河断裂破坏,南西保存完好。有古生界的地层分布。对于沉积矿床构造大多对沉积矿层产生破坏作用,只有构造动力对沉积微晶白云母岩局部发生动力变质影响,出现片状构造,促进白云母片状矿物的增生,使矿石质量更佳。由于赋存层位的沉积环境是游荡性河流及低弯度河流组成的冲积环境,沉积岩性、岩相变化很大,各矿床矿体产出的层位、厚度、产状和矿石质量均有较大差异,各矿床特征有所不同。

K 矿床主要有两层沉积微晶白云母矿,产在开建桥组上段下部地层中,两层矿在剖面层位上相距 $4\sim 6\ \text{m}$ 厚,上层矿产在紫红色、紫灰色凝灰质岩屑砂岩中,矿层厚 2.26 m;下层矿产在紫色含砾不等粒砂状凝灰岩中,矿层厚 1.4~1.5 m。矿层与岩层产状一致。总体产状为 $310\sim 320^\circ\angle 10\sim 15^\circ$,受局部褶曲影响变为 $230\sim 245^\circ\angle 20\sim 25^\circ$ 。矿层相对比较稳定,局部沿走向和倾向时有膨缩和尖灭现象,地表出露和工程控制沿倾向延深已达 100 m,两矿层平均厚度在 3 m 以上,其规模可观。矿石以含石英白云母岩为主,有少量白云母和石英白云母岩,以良质矿石居多。初步估算矿石 D+E 储量 252 万吨,矿石白云母的平均含矿率以 75% 计算则白云母储量为 189 万吨。

M 矿床在 500 m 范围内出露有 20 余层沉积微晶白云母岩矿层,矿层厚度 $0.15\sim 1\ \text{m}$ 不等,其中小于 0.8 m 厚的居多,达不到开采厚度,大于 0.8 m 的有 3 层矿层可采,但可采矿层相距 30 余米,产于开建桥组上段的上部,围岩为紫红色、紫灰色、灰绿色厚至中厚层中细粒、不等粒砂状凝灰岩、凝灰粉砂岩。矿层与岩层产状相近,总体产状 $210\sim 215^\circ\angle 55\sim 64^\circ$,矿层的厚度变化较大,膨缩尖再灭现象常见。矿层沿倾向出露

延深 50 余米。走向延伸不明，从平面出露延伸不少于 200 m，矿层平均厚度 1 m。估算 D+E 级矿石储量 16.8 万吨，矿石质量最好，优质矿石居多，矿石白云母含矿率可按 90% 计算，D+E 级白云母储量为 15.12 万吨。

S 矿床出露有 3 层矿，但相距较远，只有分别开采，一层厚 1.8 m，矿石以良质矿石居多，少量优质矿石，一层厚达 30 m，还有一层厚 10 m，其中夹有不少中质矿石，缺少优质矿石。矿层均产在开建桥组上段的上部浅紫红色、灰绿色中至厚层凝灰质砂岩、岩屑砂岩中，矿层与岩层产状一致，总体 $280^{\circ}\sim 300^{\circ}\angle 50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，矿层产状不稳定，时有尖灭膨缩现象。矿层主要沿倾向出露，延深 50 余米，沿走向延伸 200 m，矿层可采厚度剔除部分夹石分别以 1.5 m 和 20 m 和 5 m 计算。该矿床 D+E 级矿石储量为 148.4 万吨。矿石白云母含矿率以 65% 计算，D+E 级白云母储量为 96.46 万吨。

6 矿床成因初析

沉积微晶白云母矿床未发现任何热液蚀变和变质现象，属沉积成岩成因，矿石的形成与岩石的成因完全一致，岩石的形成过程即是成矿作用。

沉积微晶白云母岩的成岩成矿过程推测可以划分为三个阶段：①沉积阶段，富钾酸性火山喷发产生的大量火山灰及火山尘沉积经水合作用形成淤泥，再通过流水搬运可使底部沉积细碎屑物扬起卷入淤泥，有时可卷进部分粗砂形在砂质夹层或条带，冲刷形成层纹构造，同生沉积的富钾长石、石英淤泥通过陆解作用，形成水云母（伊利石）及蛋白石粘土堆积层；②成岩作用阶段，随着堆积层上部沉积物的加厚、埋深，使水云母及蛋白石堆积层经过压实、失水、孔隙度缩小，温压及 pH、 E_h 值改变，开始固结成岩，引起矿物定向排列和重结晶，蛋白石脱水成玉髓直至形成石英，水云母失水转变为白云母，逐步形成板状结晶的微晶白云母；③成岩后生阶段，进入变质作用期，埋深加大，压力温度不断增加，进一步加速沉积物的重结晶作用，自生石英出现次生加大和少量分异作用形成石英细脉，白云母板状晶体增生，矿层边缘偶见细片状白云母细脉。

7 开发前景

白云母粉的用途十分广阔，应用领域包括涂料、塑料、橡胶、颜料、催化剂材料、建材陶瓷、绝缘材料、日用化工等多种工业。据 1990 年统计，碎云母全国保有储量仅有 12 万吨，虽然近年大量利用片麻岩和白云母片岩中的碎云母增加储量不少。但变质和岩浆成因碎片云母的杂质多，含矿率低，难选，难加工和分级，导致生产成本低；而微晶白云母矿质纯，易选，易加工，生产成本低廉，尤其是加工超细白云母粉更加容易，是碎云母最好的接替资源。目前初步加工的白云母粉，除松散密度和光泽度稍差以外，各项指标均超过干法和湿法生产的白云母粉的现行工业指标，比现有白云母粉的含量增高 10%，白度增高 30%。若进一步采用剥离加工技术，所有指标均将优于碎云母加工的白云母粉，具有巨大的潜在开发前景。

（参考文献略）