

贵州紫云方解石矿地质特征及成矿前景浅析

曹正端¹, 杨瑞东¹, 廖志权², 高军波¹, 魏怀瑞¹, 陈 军¹, 沈明联¹, 曹正建³

(1. 贵州大学资源与环境工程学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 江西省地质矿产勘查开发局赣南地质调查大队, 江西 赣州 341000; 3. 江西地矿资源勘查开发有限公司, 江西 南昌 330000)

[摘要]通过对紫云县内方解石矿床地质、岩石学和元素地球化学特征的研究,结果显示,区内发现的14处矿床中,每个矿床分布数个规模不等的矿体,矿体数量合计36个。褶皱、断裂构造及地层对矿床具有明显的控制作用,矿体以似板状、脉状及透镜状充填于断裂构造带内及地层中。方解石矿床(段)分布具有范围广、单个矿点规模不大、具有矿床分布稀疏、矿物成分简单、矿石质量较好的特点。矿物组成以方解石为主,含少量的萤石。区内方解石成矿与黔西南大规模低温热流体运移有着密切关系,热液流体因温度骤降引起Mg沉淀,是形成低Mg方解石的主要原因。根据方解石矿床成矿地质特征分析,认为紫云地区方解石矿属于低温热液充填型矿床。在矿区范围内及其外围沿着断裂构造方解石成矿条件优越,具有良好的找矿前景。

[关键词]找矿远景;矿床特征;方解石矿;紫云

[中图分类号]P612;P619.21 [文献标识码]A [文章编号]1000-5943(2016)03-0170-08

贵州紫云方解石矿集区地处贵州高原至广西丘陵过渡斜坡地带中低山盆谷区。20世纪,贵州工业大学在黔西南进行野外踏勘发现大型冰洲石矿床,并开展了一系列的科研工作,其中代表性矿床有贞丰冰洲石矿床^[1,2]和麻山冰洲石矿床^[2,3]等,这为贵州西南部方解石矿找矿提供了重要的线索和找矿方向。紫云方解石矿床位于贵州安顺紫云县,距离贵阳西南方向约110km处。近年来,受贵州浩磊矿业有限责任公司的委托,贵州大学资源与环境学院对贵州紫云地区方解石矿床开展了系统调查和评价工作,发现了一些似板状、脉状及透镜状产出的方解石矿床,提交方解石矿石资源储量约1 013.99万t,是黔西南地区方解石找矿的一大突破。区内方解石矿床属于小型矿床,但矿石结晶较好,质地优良,适合露天开采,具有重要经济价值。但长期以来,该区地质研究程度一直较低,特别是涉及区内方解石矿床成因及成矿规律方面的研究更为薄弱。为此,本文试图通过详细的野外调查,并结合方解石矿床探矿工程成果,综合对方解石矿体的空间形态特征、矿石主量元素组成及成矿控制因素进行研究,分析成

矿控矿因素,剖析成矿机理,进而建立成矿模式,以期对方解石找矿工作提供重要理论依据,并对找矿前景进行分析。

1 地质概况

研究区大地构造位置处于扬子准地台上扬子台褶带的西南端^[2],毗邻水城-紫云-南丹裂陷带,位于黔南台陷贵定南北向构造变形区和望漠北西向构造变形区的交汇部位^[4](图1)。区域出露地层由老到新为上古生界石炭系、二叠系及第四系。本区主要发育一套台地相的浅海相碳酸盐岩及部分碎屑岩系,沉积了不同时代的不同岩石组合特征地层。石炭系为摆佐组、黄龙组、马平组,岩性为泥质白云岩、灰岩夹页岩、钙质泥岩;二叠系为栖霞组、茅口组、吴家坪组,岩性为灰岩、泥灰岩、黑色页岩、黑色含中基性火山熔岩屑的长石砂岩及砂质泥岩,吴家坪组产腕足类、珊瑚化石;第四系主要有冲-洪积层沿沟谷松散堆积,成分为砂土、亚粘土及残坡积物。区域内发育一条大型北西向水城-紫云-南丹深大断裂,该断裂自晚

[收稿日期]2016-07-23

[基金项目]贵州省国土厅公益性、基础性研究项目(201503404)和贵州大学重点学科建设项目。

[作者简介]曹正端(1990—),男,江西省都昌县人,硕士研究生,矿床学研究。

古生代志留纪末期至中生代中三叠世该断裂以伸展活动为主,局部深切可达上地幔,具有跨时代活动,对两侧地区地层、古地理、构造发育、岩浆岩及成矿作用具有明显的控制作用^[5,6]。区域构造严

格受水城-紫云-南丹深大断裂控制,区域发育构造类型有断裂构造、褶皱构造及单斜构造。研究区尚未出露岩浆岩。

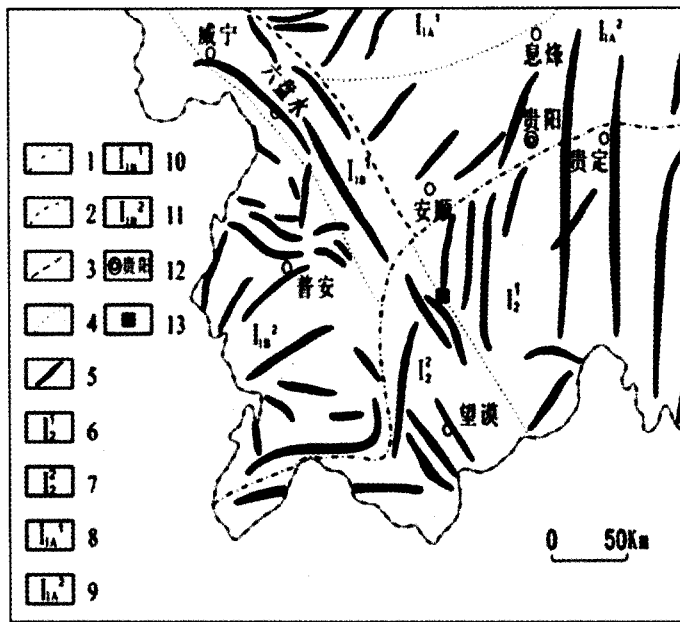


图1 研究区区域地质简图^[4]

Fig. 1 Geological sketch of the study area

- 1—省界;2—二级单元界线;3—三级单元界线;4—四级单元界线;5—燕山期褶皱(背斜);6—贵定南北向构造变形区;
- 7—望谟北西向构造变形区;8—毕节北东向构造变形区;9—凤冈北东向构造变形区;10—威宁北西向构造变形区;
- 11—普安旋扭构造变形区;12—地区名;13—研究区

矿区构造较为发育,主要呈北东向、北北东向、北西向和北北西向,表现性质为以高角度(倾角 $>62^\circ$)逆断层为主。北东向、北西向等断裂切割向斜、背斜构造,破坏了基岩,为成矿热液运移提供了通道,形成的断层破碎带是形成方解石矿床的良好导矿构造,也是方解石成矿的理想就位空间。主干断裂及次级断裂与方解石矿床的成生关系密切相关,矿体的形态、产状、规模严格受断裂控制,表明矿体不仅产于大断裂中,还产于次级断裂之中,是区内主要的容矿构造;断层破碎带内常被方解石脉及灰岩角砾充填。在打梦-牛角矿段次级断裂对矿床具有明显的破坏作用,在一定程度上错断了方解石矿体的完整性,对少量矿石品质产生不良的影响。区内褶皱主要为宽缓的背斜和紧闭的向斜。

2 矿床地质特征

研究区发现方解石矿床共计14处(图2),根据矿床的空间分布特点,每个矿床都分布数个规

模不等的矿体,矿体数量合计36个,矿体展布多向,分布区域广。矿体主要赋存在石炭系下统摆佐组(C_1b)、中统黄龙组(C_2hn)、上统马平组(C_3mp),以及二叠系中统栖霞组(P_2q)和茅口组(P_2m)地层中。矿体产出可分为两种类型,一种产于北东向、北北东向、北西向、北西西向及次级断裂构造破碎带中,另一种为顺层产出(图4c),可能为层间断裂,含矿热流体沿着导矿构造,沿其充填成矿。矿体常常分布在逆断层的上盘及褶皱的核部和两翼部位地层中,产出受断裂构造控制明显。矿体形态多呈似板状、脉状、透镜状产出,并以单脉形式较为多见。矿体中夹石不连续,呈团块状、透镜状、碎块状分布。矿化不均匀,厚度变化较大,矿体分布稀疏,单个矿体规模不大;矿体延续较好,矿物组合简单,方解石结晶较好。矿区地层岩性及构造控制矿床的空间分布。围岩蚀变发育较弱,主要有方解石化、萤石化。根据矿石矿物组成、结构构造特征,矿石主要为全晶质块状方解石矿类型^[7]。通过钻探工程控制,查明方解石资源储量约1 013.99万t。

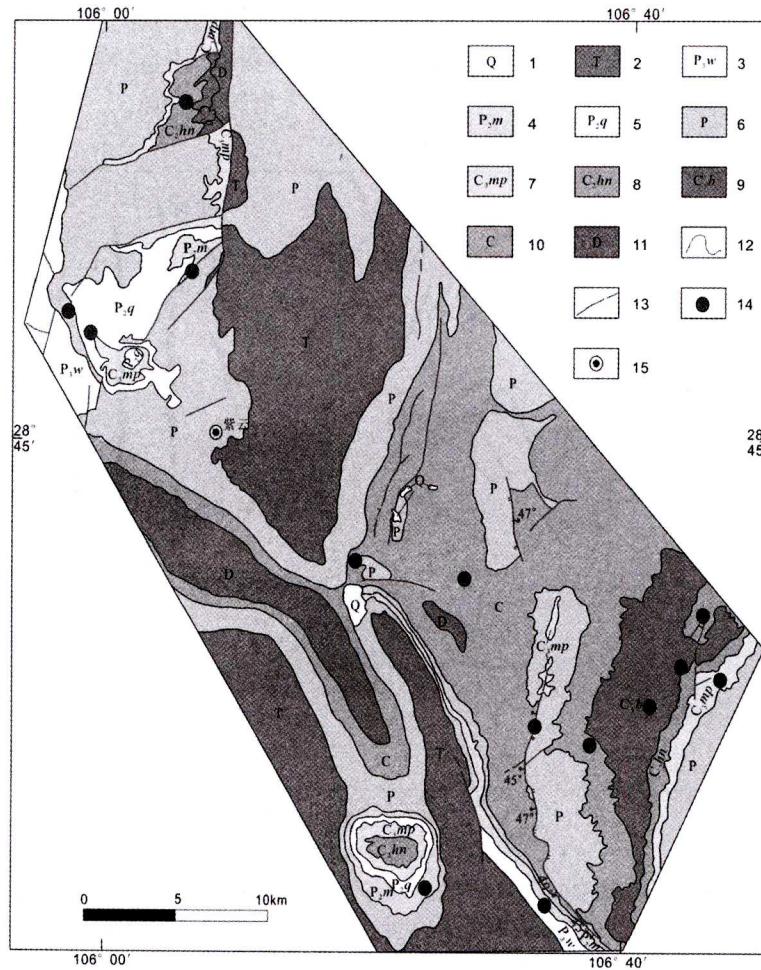


图2 贵州紫云矿区地质简图(据兴仁^①和罗甸^②1:20万地质图修改)

Fig. 2 Geologic sketch of the Ziyun Calcite deposit

1—第四系;2—三叠系;3—吴家坪组;4—茅口组;5—栖霞组;6—二叠系;7—马平组;8—黄龙组;9—摆佐组;
10—石炭系;11—泥盆系;12—地质界线;13—断层;14—矿床;15—地区名

2.1 矿体特征

产于NE向、NNE向及次级断裂带中的矿体共计有30个矿体,矿体走向呈NNE-NEE向,总体呈NE,倾向NW-SE,倾角40°~86°,矿体的产状与断裂产状一致,其形态常呈似板状、脉状、透镜状。代表性矿体地质剖面见图3(a)。据钻探工程资料,矿体走向延续较好,地表延伸长90~450m,平均200m,矿厚3~33m,平均10m,厚度变化较大,为不稳定类型,延深60~100m,平均80m,埋藏较浅。

产于NW向、NNW向及次级断裂带内的矿体有6个,呈似板状、脉状、透镜状产出。矿体总体走向NW-NNW向,倾向SW-NE,倾角60°~83°,矿体产状与断裂产状一致。代表性矿体地质剖面见图3(b)。矿体地表延伸为52~500m,平均167m,延续相对较好,矿厚3~20m,平均7m,

厚度变化较大,稳定性较差,延深60~100m,平均85m,地表埋藏较浅,易于开采。

2.2 矿石特征

(1) 矿石矿物成分。矿石矿物主要有方解石,含量达95%,脉石矿物为萤石约5%,副矿物褐铁矿<1%。方解石:地表略呈淡黄色,新鲜面呈灰白色、白色。形态呈菱面体、粒状集合体,局部见不规则的集合体;条痕为白色,菱面体解理完全,玻璃光泽。粒度为2~150mm,晶粒大小不一。自围岩至矿体,方解石矿形态及产出特征具有一定的空间分布规律,新鲜面依次为浑浊-半透明-透明,接近围岩因随着温度的降低,结晶程度较低,内含杂质及包裹体。萤石:紫色、淡绿色;形态呈粒状半自形立方体,见四组解理,玻璃光泽,条痕为白色,含量较少,与方解石共生。

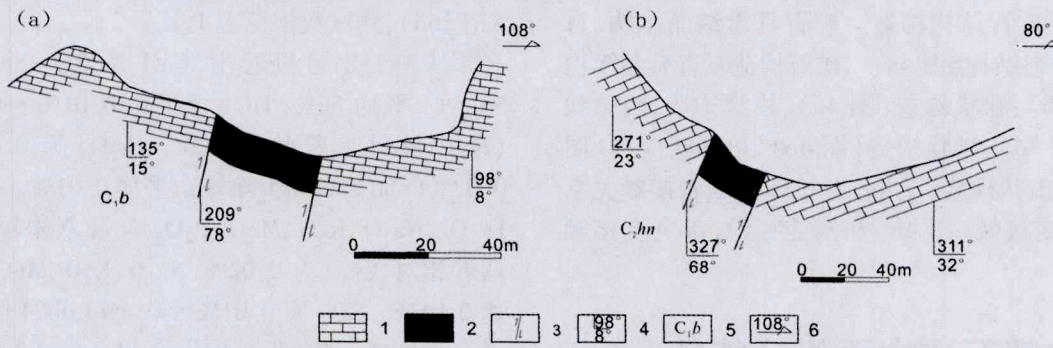


图3 贵州紫云矿区 NNE、NW 向最大矿体地质剖面图

Fig. 3 The sketch map of maximum calcite orebody geological section from NNE and NW in the Ziyun
1—灰岩;2—矿体;3—逆断层;4—产状;5—地层代号;6—剖面方向

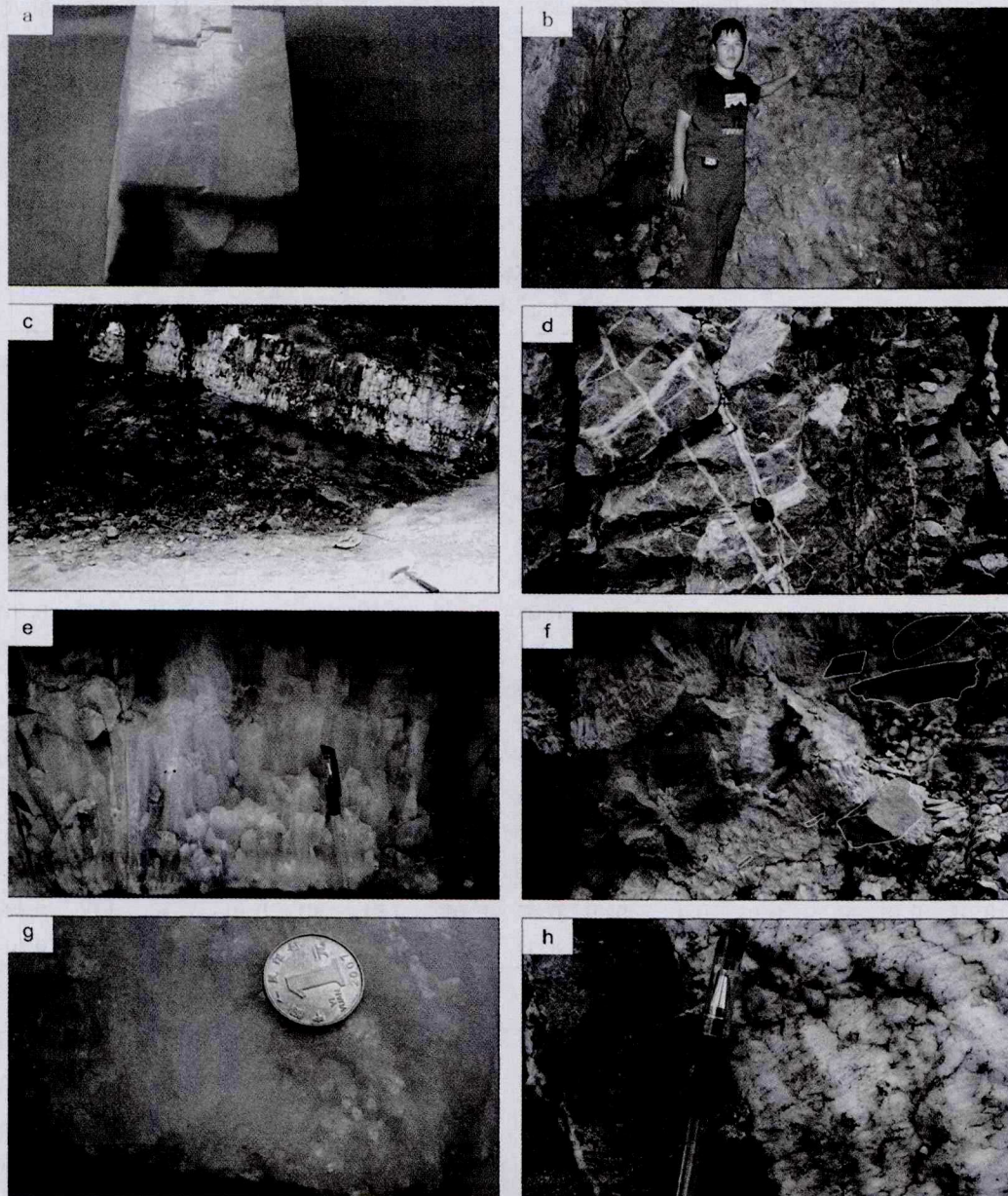


图4 贵州紫云方解石矿结构构造特征及接触关系

Fig. 4 The structures and tectonics and contact relationship of the Ziyun Calcite deposit

a—自形结构;b—晶簇构造;c—脉状构造;d—网状构造;e—带状构造;f—角砾状构造;g—放射状构造;h—突变接触

(2) 矿石结构构造。矿石具重结晶结构、自形-半自形结构(图 4a)。矿石构造发育有晶簇构造(图 4b)、脉状构造(图 4c)、块状构造、网脉状构造(图 4d)、帚状构造(图 4e)、角砾状构造(图 4f)和放射状构造(图 4g)。矿体与围岩接触关系发育突变接触(图 4h)和渐变接触,以突变接触为主。

3 方解石矿主要组分特征

本文系统采集了各个矿床的某一个矿体不同新鲜方解石样品共计 15 件进行地球化学分析,将所采样品按顺序将其表面的粘土、杂质用清水毛刷清理干净,然后用毛巾擦干并放至阴凉处晾干。挑选具有代表性的样品研磨至 200 目,送至广州澳实检测中心进行常量元素测定;采用硼酸锂试剂进行熔融, X 荧光光谱分析 XRF (ME -

XRF26d),测试数据见表 1。

从表 1 中可以看出, CaO 含量为 55.3%~56.5%, 平均 56%, TiO₂ 含量为 0.01%~0.02% (nb01 除外), 平均 0.01%。Cr₂O₃ 为 0.01%~0.03% (nb01 和 dl01 除外), 平均 0.01%。Al₂O₃、Fe₂O₃、Na₂O、K₂O、MnO、P₂O₅ 含量总体较低, 前两者相对较高, 为 0.02%, Na₂O、K₂O、MnO、P₂O₅ 达 0.01%。SO₃ 为 0.01%~0.4% (dp04 除外), 平均 0.08%。SrO 为 0.01~0.06% (dp03 除外), 平均 0.02%。SiO₂ 为 0.01%~0.05% (hz01 除外), 平均 0.03%。MgO 为 0.14%~0.69%, 平均 0.36%。氧化物含量均<1%, 表明主量元素变化不大, 相对稳定, 代表了紫云方解石所特有的特征。这与税哲夫^[2]等对贵州黔西南冰洲石矿床成矿前一、二阶段(只产方解石矿)研究成果及张良旭^[8]等对马啣山方解石矿床中主要组分研究结果相一致。

表 1 贵州紫云方解石矿床常量元素化学分析结果 (%)

Table 1 Major element contents of Calcite desposits ores in Ziyun county, Guizhou (%)

| 样品编号 | Al ₂ O ₃ | BaO | CaO | Cr ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | K ₂ O | MgO | MnO | Na ₂ O | P ₂ O ₅ | SiO ₂ | SO ₃ | SrO | TiO ₂ | LOI |
|-------|--------------------------------|-------|------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------|-------|-------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------|------------------|-------|
| dl 01 | 0.02 | <0.01 | 55.7 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.47 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.05 | 0.08 | 0.01 | 0.01 | 44.17 |
| dl 02 | 0.02 | <0.01 | 56.0 | 0.01 | <0.01 | 0.01 | 0.44 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.03 | 0.10 | 0.01 | 0.01 | 44.04 |
| dl 03 | 0.02 | <0.01 | 56.3 | 0.02 | <0.01 | <0.01 | 0.19 | <0.01 | 0.01 | <0.01 | 0.03 | 0.08 | 0.01 | 0.02 | 44.02 |
| dp 03 | <0.01 | <0.01 | 56.4 | 0.02 | 0.01 | <0.01 | 0.25 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.02 | 0.01 | <0.01 | 0.01 | 44.05 |
| dp 04 | <0.01 | <0.01 | 56.0 | 0.03 | 0.01 | <0.01 | 0.35 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.01 | <0.01 | 0.02 | 0.02 | 44.06 |
| db 01 | <0.01 | <0.01 | 55.9 | 0.02 | 0.01 | <0.01 | 0.28 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 44.05 |
| db 02 | <0.01 | <0.01 | 56.5 | 0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.14 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 44.05 |
| gz 01 | <0.01 | <0.01 | 56.3 | 0.01 | 0.01 | <0.01 | 0.45 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.03 | 0.11 | 0.04 | 0.01 | NSS |
| gz 02 | <0.01 | <0.01 | 56.3 | 0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.19 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 44.01 |
| nb 01 | <0.01 | <0.01 | 56.1 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.21 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | <0.01 | 44.06 |
| nb 02 | 0.01 | <0.01 | 55.7 | 0.01 | 0.02 | <0.01 | 0.53 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.05 | 0.20 | 0.02 | 0.01 | 43.97 |
| hz 01 | <0.01 | <0.01 | 56.3 | 0.01 | 0.01 | <0.01 | 0.27 | <0.01 | 0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.01 | 44.03 |
| dw 01 | <0.01 | <0.01 | 55.9 | 0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.69 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 44.10 |
| hs 01 | <0.01 | <0.01 | 55.3 | 0.01 | 0.18 | <0.01 | 0.64 | 0.01 | <0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.40 | 0.06 | 0.01 | 43.75 |
| cb 01 | <0.01 | <0.01 | 55.9 | 0.01 | 0.19 | <0.01 | 0.32 | <0.01 | <0.01 | <0.01 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 44.01 |

注:表中 NSS 表示样品量不足,未化验出结果。

潘明^[9]等对云南保山栗柴坝组碳酸盐岩主量元素组成进行研究,发现 CaO 与 TiO₂、Al₂O₃、K₂O、SiO₂ 具有负相关性,说明 TiO₂、Al₂O₃、K₂O、SiO₂ 会抑制方解石矿物沉淀。蔡伊^[10]对大明地区盛产大量热液方解石研究表明,热流体以低 Al₂O₃、K₂O、SiO₂ 为特征,从表 1 可知 TiO₂、Al₂O₃、K₂O、SiO₂ 含量较低,这与上述研究特征相

吻合,表明紫云方解石矿热流体可能 Al₂O₃、K₂O、SiO₂ 含量较低,这与牟保磊^[11]认为 Cr、Al、Ti 等为不活泼元素在热液中含量较少的观点类似。

从分析测试数据看,方解石矿中 Mg 的含量较低(表 1),低于正常值变化范围。Mg 在方解石中分配对温度变化比较灵敏, Mg 含量与温度呈正相关关系^[12]。一般认为古代碳酸盐岩 Mg 有限,

Mg 作为活泼元素,热流体交代碳酸盐岩可淋滤出定量的 Mg,但从表 1 看出 Mg 含量太低,暗示着围岩 Mg 含量有限并不是导致方解石中 Mg 较低主要原因。这可能是热液温度较高,热液萃取下伏老地层形成高 Ca、Mg 含矿热液,随着构造活动,断层的形成,热液上侵过程中温度的下降,Mg 就会首先发生沉淀,致使热液含 Mg 量剧减。由此可知温度影响 Mg 含量较少是主要原因,这也很好地解释了 Mg 含量较低的可能性。

Folk^[13] 研究认为方解石生长受 Mg 含量影响较大,Mg 的存在会抑制方解石生长,表明方解石中 Mg 含量较低。潘明^[9] 等研究指出 Sr(109.00~281.00 ppm,平均 192.46 ppm) 主要保存于低 Mg 方解石中。紫云方解石矿中 Sr(71.1~678.0 ppm,平均 239.80 ppm) 与其相比略高一点,说明紫云方解石矿属于低镁方解石。

4 分析与讨论

4.1 控矿因素

(1) 地层控矿。紫云地区方解石成矿对地层岩性具有选择性。矿体受一定的地层岩性控制,矿体主要赋存在石炭系下统摆佐组(C_1b)、中统黄龙组(C_2hn)、上统马平组(C_3mp),以及二叠系中统栖霞组(P_2q)和茅口组(P_2m)地层中。摆佐组岩性主要为灰白色中厚层泥晶灰岩夹少量页岩;黄龙组为灰白色厚层-块状灰岩,局部夹泥灰岩及钙质泥岩;马平组为灰色厚层灰岩;栖霞组上段为灰岩,下段黑色页岩与薄层灰岩互层;茅口组为灰黑色薄至中厚层及块状灰岩。茅口组之上吴家坪组岩性为长石砂岩与砂质泥岩互层,作为茅口组的顶板。每个矿体的顶底板各异,但不同地区方解石矿体上覆地层及含矿地层均含有泥岩、页岩,顶板岩层泥岩、页岩为隔水岩层,不利于含矿流体的进一步运移,他们对含矿流体的保存、元素富集成矿均具有重要的促进作用,说明地层及其岩性对区内方解石成矿具有明显的控制作用。如宗地乡打则矿体产于北东向层间断裂中,野外追索可见顶板中厚层灰岩夹少量页岩存在,页岩起到屏蔽作用,说明地层岩性对矿床具有重要的控制作用。

(2) 构造控矿。区内方解石矿床受断裂、褶皱构造控矿明显,矿体主要受北东向、北北东向、北西向、北北西及次级断裂控制,沿断裂分布,受

其空间制约,矿体产状与断裂产状一致。断裂为方解石成矿提供了导矿和赋矿空间。褶皱构造对方解石矿床具有明显的控制作用,打旁-纳行矿床、竹林寨-茅草寨矿床、宗地打梦-牛角矿床产于褶皱核部下石炭系摆佐组中,褶皱核部转折端发育断裂及次级断裂构造,在褶皱核部部位断裂中就有方解石矿体产出。在区域构造应力的作用下,褶皱两翼容易产生层间滑动,形成滑动面,其可为含矿热液提供运移通道。在转折端由于产状突变,顶板为隔水岩层阻碍了热液的运输,随着温度的降低,含矿热液中携带的成矿元素开始结晶并富集成矿。而研究区大部分矿床产于褶皱的翼部,这是由于含矿热液沿层间滑动面迁移时,断裂切割了褶皱的翼部,破坏了热液正常的运移通道,阻碍了含矿流体的运输,致使含矿热流体在褶皱翼部断裂中成矿。

4.2 成因初探

大量的研究表明,贵州西南部在燕山期发生了大规模的低温热液成矿作用^[14],而紫云地区褶皱及含矿断裂构造发育,且这些构造多属于燕山期形成的构造^[4],因此,可以推测紫云地区大规模的方解石成矿与贵州西南部低温热液成矿作用之间有着密切关系,并受地层岩性、构造的明显控制。矿区地层岩性主要为一套浅海相的碳酸盐岩。在碳酸盐岩分布区,地表水下渗被深部热源加热,形成富含碳酸钙热流体。研究区受燕山期构造运动影响,西侧受水城-紫云-南丹深大断裂活动的干扰,导致区内褶皱、断裂构造广泛发育。大规模构造运动的发生,使得地层体系压力释放,热流体沿着断层破碎带及褶皱层间滑动面从深部高压区向浅地表低压区迁移,并萃取地层中的成矿物质,导致成矿物质活化迁移,随着温度变化,Mg 发生沉淀,形成方解石矿床的初始富集。燕山期大规模造山运动,使盆地大规模流体向台地方向运移,形成大面积低温成矿域^[15],这一过程加大了热液流体对碳酸盐岩的淋滤。当含矿热液向上运移至泥岩、页岩等低渗透岩层时,含矿热液向上运移受到阻碍,加之下伏致密性泥岩、页岩层的阻隔,使含矿热液进入一个相对密封的空间,从而引起方解石在断裂带、褶皱核部、层间断裂和翼部等部位沉淀、成矿,形成低 Mg 方解石矿体。根据矿石的结构、构造及矿物共生(萤石)组合特征,以及矿体与围岩的接触关系,认为紫云方解石矿

床的形成与低温热液活动相关,其属于低温热液充填型矿床。

4.3 成矿模式

研究区位于黔南台陷贵定南北向构造变形区和望谟北西向构造变形区的交汇部位;在印支-燕山期,受水城-紫云-南丹深大断裂活动影响,区内挤压作用较强,地层在应力作用下发生变形和破裂,导致区内形成一系列的褶皱和构造。区内构造的形成成为热流体运移奠定了良好的基础。地下水不断下渗,并伴随地温梯度的影响,下渗地

下水不断被加热,同时萃取下渗地层含矿物质,形成含矿物质热流体。随着本地区在燕山期的大规模低温热液成矿作用发生,盆地流体向台地边缘运移加大了对地层的淋滤,并与地表水结合形成复杂的低温热液流体。以及错综复杂的断裂体系的形成,地层封闭系统被破坏,热液活动广泛发育,大量含矿热液沿着构造破碎带或地层软弱部位上侵,并对途径地层进行淋滤,因此矿质活化、迁移,并在有利的储集空间,因成矿物理化学条件发生骤变,成矿元素发生卸载、富集成矿,形成方解石矿床(图5)。

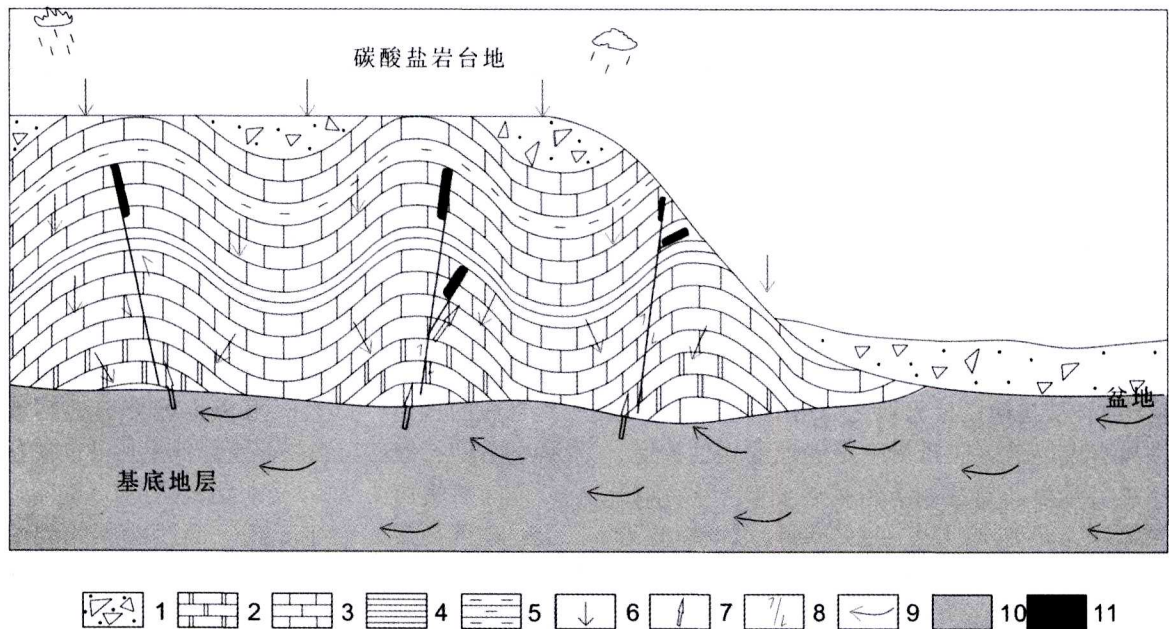


图5 贵州紫云方解石矿理想成矿模式图

Fig. 5 Metallogenic model of the Ziyun Calcite deposit

- 1—第四系;2—白云岩;3—灰岩;4—页岩;5—泥岩;6—地表水运动方向;7—热液运移方向;8—逆断层;
- 9—盆地流体运移方向;10—基底地层;11—矿体

5 成矿远景分析

研究区属台地相带,广泛沉积浅海相碳酸盐岩。区内构造活动频繁,断裂系统发育,宽大的断层破碎带为含矿热液流体的运移、沉淀、结晶提供了良好的通道和场所,为区域成矿形成了独特的背景条件。

通过对该区方解石矿调查,发现 14 个矿床,总计 36 个矿体,矿体规模大小不一;单个矿体延伸达 90 m,地表延伸 500 m,宽 50 m,具有较好的成矿远景。

另外,在紫云周边的罗甸地区分布有板庚冰

洲石矿床、册亨板琪脉冲冰洲石矿床、望谟麻山冰洲石矿床、贞丰何家湾冰洲石矿床^[2],方解石(冰洲石)矿床规模较大,区域成矿强烈。它们均受水城-紫云-南丹深大断裂多期活动控制,均在黔南台陷贵定南北向构造变形区和望谟北西向构造变形区的交汇部位附近产出,特别在望谟地区冰洲石单个矿体规模较大,储量丰富,而紫云地区单个矿体规模不大。区内矿床具有矿床分布稀疏,矿物成分简单,矿石质量较好的特点,表明望谟地区比紫云成矿地质条件更好。因此,紫云、罗甸、册亨、望谟、贞丰等地方解石成矿地质条件优越。石炭系地层以罗甸、隆林一线为界,以北除晴隆、贞丰、紫云等地区以外,二叠系地层沉积石炭系之

上,继承了石炭纪的沉积格局^[2],表明在石炭系、二叠系地层在紫云、罗甸、望谟、贞丰等地广泛分布。结合野外调查及地质图构造分布样式,可知在望谟石屯镇、打易镇、坎边乡等地区北东向构造及罗甸逢亭镇、交砚乡等地区北东向、北西向构造极具发育,黔西南低温成矿流体由盆地向台地运移容易就此形成矿产,是重要的方解石(冰洲石)成矿区。因此,加大对紫云南部、望谟、罗甸地区地质调查工作力度,有望找到大型及中型方解石矿床。

6 结论

(1)在紫云发现14个方解石矿床,共计36个矿体,矿体大小分布不一,矿石矿物组合单一,主要为方解石及少量萤石矿物。矿石组构特征为重结晶结构、自形-半自形结构,发育晶簇构造、脉状构造、块状构造、帚状构造、网脉状构造、角砾状构造、放射状构造。断裂、褶皱构造为含矿热液的运输提供了良好的导矿、容矿构造通道和成矿场所。

(2)通过方解石主要组分分析,主量元素变化相对稳定,矿床中Mg含量较低,为低镁方解石。认为低镁方解石成矿与低温热液活动有关,紫云方解石为低温热液充填型矿床。

(3)紫云方解石矿床与西南地区大规模低温热液作用密切相关,含矿热流体沿褶皱、断裂构造破碎软弱部位上侵,加之,燕山期构造活动使盆地大规模流体向台地方向迁移,加大了对碳酸盐岩的萃取,含矿热液运输至屏蔽层,阻碍了运移,使其在断裂带、褶皱核部和翼部等部位沉淀,形成低Mg方解石矿体。

(4)紫云、罗甸、册亨、望谟、贞丰区域方解石成矿地质条件优越,通过地质调查,是形成小型-中大型方解石(冰洲石)有利成矿区。特别是在紫云南部靠近望谟、罗甸一带,方解石成矿地质条件更佳,建议加大地质调查工作力度,有望取得方解石找矿新突破。

致谢:野外期间得到了任海利博士大力帮助,在室内成文阶段张伟硕士、郑禄林博士给予建设

性指导,在此,一并表示诚挚的谢意。

[注 释]

① 贵州省地质矿产局. 1980. 兴仁幅1:20万地质图

② 贵州省地质矿产局. 1966. 罗甸幅1:20万地质图

[参考文献]

- [1] 张杰,税哲夫,龙江平,李明琴. 黔西南冰洲石矿床地球化学研究[J]. 贵州大学工业学报(自然科学版),1999,28(4):27-31+109.
- [2] 税哲夫,朱立军,张杰,李明琴,龙江平,顾尚义. 碳酸盐岩中冰洲石矿成矿模式及经济技术开发研究[M]. 贵州:贵州科技出版社,1999,10-194.
- [3] 王景腾,陈恨水,杨恩林,吴波. 贵州麻山冰洲石矿床地质特征[J]. 科技情报开发与经济,2009,19(33):123-124.
- [4] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1987,555-635.
- [5] 毛健全,张启厚,顾尚义. 水城断陷的地质特征及构造演化[J]. 贵州工业大学学报,1997,26(2):1-6.
- [6] 高军波,杨瑞东. 水城-紫云-南丹深大断裂构造演化与泥盆纪热水(液)成岩、成矿效应[M]. 贵州:贵州科技出版社,2015,1-61.
- [7] 卫管一,张长俊. 岩石学简明教程[M]. 北京:地质出版社,1987,10-17.
- [8] 张良旭,吕鸿图,陈怀录,刘金坤. 马卿山方解石矿床层控特征及成矿机理[J]. 兰州大学学报(自然科学版),1986,22(2):87-94.
- [9] 潘明,吕勇,山克强,郝彦珍. 云南保山栗柴坝组碳酸盐岩地球化学特征及环境意义[J]. 地质论评,2015,61(2):333-343.
- [10] 蔡伊. 桂中大明地区岩浆作用与成矿作用研究[D]. 中国科学院大学,2015,1-211.
- [11] 牟保磊. 元素地球化学[M]. 北京:北京大学出版社,1999,10-38.
- [12] 熊小辉,肖加飞. 沉积环境的地球化学示踪[J]. 地球与环境,2011,39(3):405-414.
- [13] Folk R L. The natural history of crystalline calcium carbonate: effect of magnesium content and salinity[J]. Journal of Sedimentary Research,1974,48:40-53.
- [14] 胡瑞忠,彭建堂,马东升,苏文超,施春华,毕献武,涂光炽. 扬子地块西南缘大面积低温成矿时代[J]. 矿床地质,2007,26(6):583-596.
- [15] 黄智龙,胡瑞忠,苏文超,温汉捷,刘荣,符亚洲. 西南大面积低温成矿域:研究意义、历史及新进展[J]. 矿物学报,2011,31(3):309-314.

(下转第224页)

Analysis on Influencing Factors of gas outburst in Liuzhi coal mine area

ZHANG Yu-guang

(Guizhou Yongju Hengfeng Science and Development Co. Ltd, Guiyang, 50022, Guizhou, China)

[Abstract] Coal and gas outburst is a complicated dynamic phenomenon, There are a lot of factors, According to the actual analysis of coal and gas outburst in Liuzhi coal mine area, The main factors that influence coal and gas outburst include; the depth of mining, the gas stress, the concentrated stress of mining, the geological structure, the surrounding rock property of roof and floor, the degree of coal metamorphism and coal seam structure, etc. Because of the geological structure, the coal and gas outburst in the Liuzhi coal mine area is the most frequently, and the intensity is great. It is particularly important to strengthen geological work in the future.

[Key words] Coal and gas outburst; Analysis; Coal mine area of Liuzhi; Geological structure; Influence factor

(上接第 177 页)

Geological Characteristics and Development Prospective of Calcite Deposit in Ziyun County, Guizhou

CAO Zheng-duan¹, YANG Rui-dong¹, LIAO Zhi-quan², GAO Jun-bo¹, WEI Huai-rui¹,
CHEN Jun¹, SHEN Ming-lian¹, CAO Zheng-jian³

(1. College of Resources and Environmental Engineering, Guizhou University, Guiyang, 550025, Guizhou, China; 2. Gannan Geological Survey Brigade, Ganzhou, 341000, Jiangxi, China; 3. Geology and Mineral Resource Exploration and Development Center of Jiangxi Province, Nanchang, 330000, Jiangxi, China)

[Abstract] Calcite deposits are extensively developed and abundant resources in south - west of Qianxi. According to the regional geological, petrology and major element of ores in calcite deposit of Ziyun county survey, it shows calcite deposits were formed 14 ore blocks and scale unequal size of ore, which were distribution for a total of 36 orebody. Ore formation were restricted by strata, folds and fracture structures. Orebody were filled in the fracture structures and strata with occurred as stratoid, lamellar and lenticular. Ore distribution range are wide, single scale of orebody were small with characteristics of sparse, simple composition of mineral and better ore quality of crystallization. The main minerals include calcite, with a small amount of fluorite. Calcite metallogenic in the area had a close relationship with large scale fluid of low temperature migration in southwest of Qianxi. Temperature of hot fluid dropping occurred during low Mg ore-forming evolution and Mg might have precipitation. This is based on geological characteristics of calcite deposits mineralization held that the calcite deposits origin belongs to low temperature hydrothermal filling type. There are superior calcite metallogenic condition along fracture structures, promising huge potentials for prospecting in area and peripheral.

[Key words] Mineralization Prospect; Ore characteristics; Calcite deposits; Ziyun