

贵州望谟县包树地区萤石矿地质特征及其成矿远景

徐安全,李朝晋,卢定彪,黄欣欣

(贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550081)

[摘 要]望谟县包树地区成矿地质条件优越,已有资料显示,存在寻找萤石等重要矿产的潜力。为了推进区内萤石矿的找矿工作,为下一步找矿提供找矿靶区,本文通过大比例尺地质填图、剖面测量、槽探、物探、钻探等手段,在区内发现了两套构造蚀变体(SBT),圈定了 13 个萤石矿体。初步查明了这些矿体的分布范围、赋存状态、规模、数量及其变化规律,估算了潜在资源。结合对区内萤石矿成矿地质条件和成矿规律的分析,圈定了望谟打岩萤石矿找矿远景区、望谟新屯萤石矿找矿远景区及望谟石屯萤石矿找矿远景区三处成矿远景区。应用固体矿产预测方法,建立预测模型对这些远景区的萤石矿资源进行预测,得出:望谟打岩萤石矿找矿远景区存在潜在萤石矿资源,具有较大的资源潜力;望谟新屯萤石矿找矿远景区存在潜在萤石矿资源,具有较大的资源潜力;望谟石屯萤石矿找矿远景区,成矿概率为 ≤ 0.1 ,具有成矿的基本条件,资源潜力较小。

[关键词]萤石矿;地质特征;成矿远景;包树-打岩地区;望谟县;贵州

[中图分类号]P619.21⁺5 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2021)04-0387-010

1 引言

萤石又称氟石,成分 CaF_2 ,加热时或在紫外线照射下显荧光(地球科学大辞典编委会,2006)。20 世纪 70 年代以前萤石主要以原矿的形式作为助熔剂用于钢铁和铝的冶炼,价格低廉,经济意义不大;20 世纪 70 年代以后则主要应用于与航天、制冷、医药、防腐、灭火、电子、机械和原子能等领域有关的氟化学工业,特别是近几年来广泛应用于芯片蚀刻、新能源车锂电池电解液、新材料等精细化工领域(王自国,2020),可以说氟资源已成为现代化学工业的血液(马建明等,2014)。目前已发现的矿产中,与氟有关的矿种只有萤石一种,萤石是氟化工行业中氟元素的最主要来源(马建明等,2014)。2016 年我国发布的《全国矿产资源规划(2016—2020 年)》中,萤石已被列为战略性矿产;2010 年欧

委会发布的《对欧盟生死攸关的原料》中,萤石被列入“紧缺”名单,2018 年 5 月,萤石也位列入美国 35 种“关键矿产”名单中(王自国,2020)。显现出重要的战略意义和巨大的经济价值。

望谟县包树地区位于贵州西南部,地处重要的水城-紫云-南丹北西向成矿带内,成矿地质条件优越,已发现有金、铅锌、铁、锑、萤石、大理石、玉石等 10 多种矿产赋存。存在寻找萤石等重要矿产的潜力(陈毓川等,2010;陈毓川,1999;贵州省地矿局,1988;冯学士等,2004;甘朝勋,1996)。但由于先前萤石矿的经济价值没有显现出来,区内除复兴-新屯等地进行过萤石普查以及金矿详查时对萤石进行过综合评价和少量的科研工作外(牛云飞,2009;代德荣等,2018;向洪,2017;蒋良兵,2017),未进行过专门而系统的萤石矿资源调查评价工作,无系统资料积累。贵州省国土资源厅于 2014 年布置了贵州省望谟地区包树背斜萤

[收稿日期]2021-06-01 **[修回日期]**2021-10-05

[基金项目]贵州省国土资源勘测规划研究院项目(黔国土规划院发【2014】4 号)资助。

[作者简介]徐安全(1966—),男,高级工程师,从事地质矿产调查工作。E-mail:197168586@qq.com。

石矿找矿战略选区项目,本文以该项工作所获资料为依据,对区内萤石矿的地质特征进行总结,对区内萤石矿产的成矿远景进行初步预测,期能为进一步的萤石矿找矿工作提供参考。

2 区域地质背景及成控矿地质条件

2.1 区域地质背景

研究区位于扬子陆块与右江造山带的接合部

位。主要出露二叠系茅口组、吴家坪组、三叠系罗楼组等碳酸盐岩和三叠系新苑组、边阳组、乐康组、许满组等浊流沉积碎屑岩,零星出露印支期偏碱性超基性岩;重力、磁测等地球物理资料显示,区内可能隐伏基性岩体及酸性岩体(贵州省地矿局,1987);区内构造变形强烈,褶皱和断层以北北西、北西向为主,次为北东向和叠加改造形成的“S”型,其中的包树背斜、打岩背斜、新屯背斜等褶皱形态较好,卷入地层叠置有序(图1)。

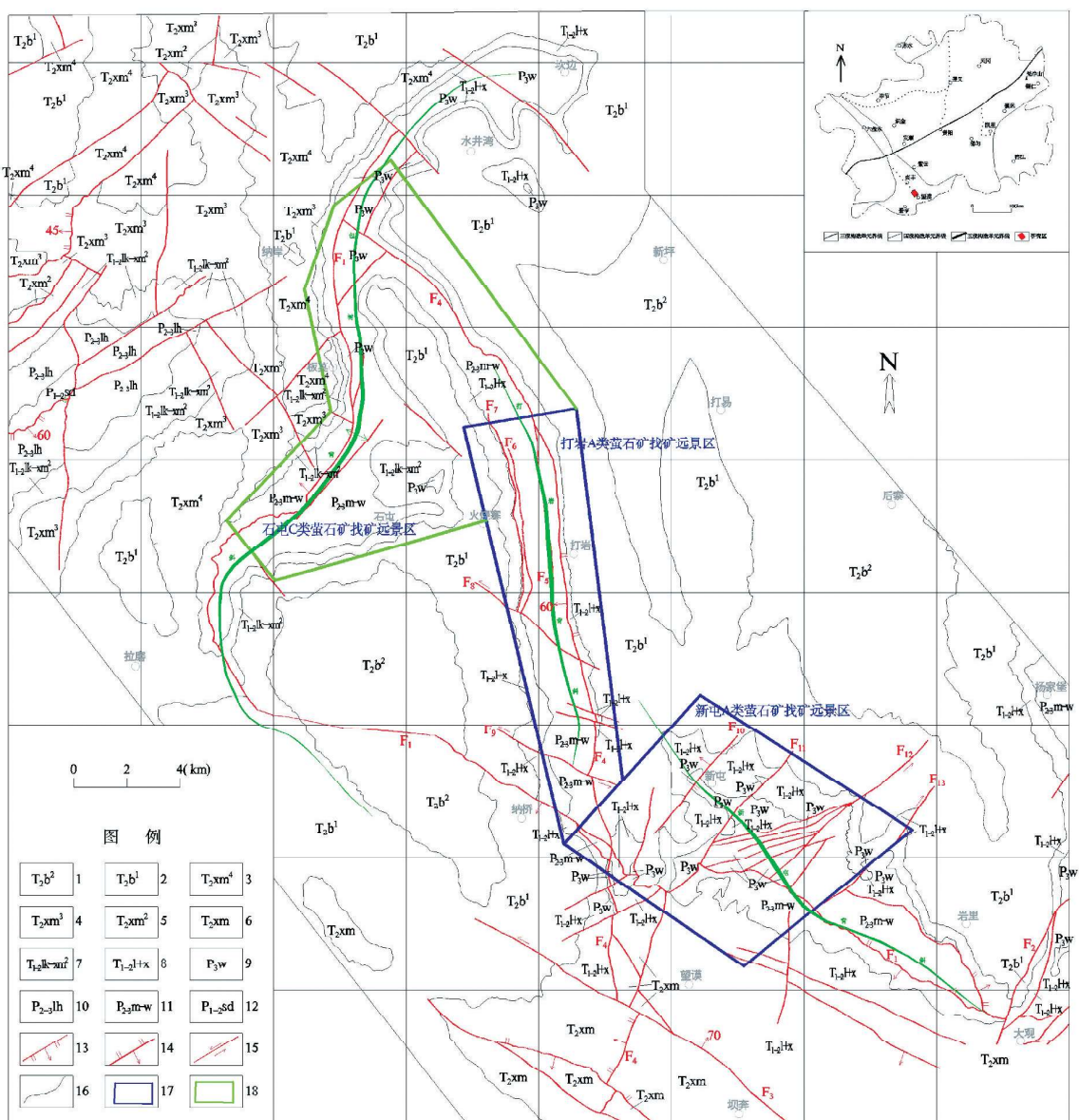


图1 研究区地质略图及萤石矿找矿远景区分布图(据1:25安龙幅地质图修编)

Fig. 1 Geological sketch of the study area and distribution of fluorite exploration prospective area

1—边阳组第二段;2—边阳组第一段;3—许满组第四段;4—许满组第三段;5—许满组第二段;6—许满组;7—乐康组—许满组第二段;8—罗楼组—新苑组;9—吴家坪组;10—领薨组;11—茅口组—吴家坪组;12—四大寨组;13—正断层;14—逆断层;15—平移断层;16—地质界线;17—A类萤石矿找矿远景区;18—C类萤石矿找矿远景区

2.2 成控矿地质条件

研究区所处的国家级“南盘江-右江”重点成矿区,据2013年不完全统计,共发现有865个金、铝土、铅锌、铋-萤石、汞(铊)、锰矿、钨锡、重晶石、煤等床(点),具有优越的成矿地质条件(任淑珍,2013)。据研究(刘建中等,2008;刘建中等,2009;刘建中等,2010;刘建中等,2014;刘建中等,2016;刘建中等,2017;刘建中等,2020),区内金、铋、萤石、重晶石等矿产为同一个热液成矿体系,武陵运动以来的多期次构造运动和峨眉地幔柱活动形成了特殊富矿地壳,燕山期太平洋板块向西俯冲导致扬子陆块与华夏陆块间古拼接带复活,深部热活动加剧,地壳重熔、岩石圈减薄,花岗岩浆上侵,与花岗岩浆有关的富矿热液,沿深大断裂上涌,一部分在背斜近核部位沿D/E、C/D、T/P₁₊₃、P₃/P₂等区域构造滑脱面(不整合面)、P₁/C、T₂/T₁、P₃内部等岩石能干性差异大的界面(滑脱构造面)侧向运移,因温度-压力-酸碱度-氧逸度改变及流体不混溶交代围岩形成顺层发育的构造蚀变体(SBT),在背斜近核部位富集形成赋存于构造蚀变体中的层控型矿体;另一部分沿与背斜同期形成的逆断层上升并交代两盘岩石形成断裂型矿体。这些区域性的多层次层控型矿体和断裂型矿体,构成了我国南方独具特色的多层次构造滑脱成矿系统。研究区内同样发育构造蚀变体(SBT),主要见于三叠系底部和上二叠统吴家坪组内部。三叠系底部构造蚀变体(SBT)发育于二叠三叠假整合界面(T/P)附近,原岩为下三叠统罗楼组底部灰岩夹粘土岩和粉砂岩,厚度0~60 m,沿走向和倾向均有较大变化。岩石层间裂隙、孔隙发育,局部发生强烈褶曲;吴家坪组内部的构造蚀变体(SBT),主要发育于新屯背斜核部、打岩背斜、石屯背斜等背斜的近核部位吴家坪组灰岩近顶部,为一套程度不一且不连续的硅化蚀变。此外,新屯背斜近核部位的纵张断层也普遍矿化蚀变。区内萤石矿体亦有层控型和断裂型两种类型,层控型主要见于打岩背斜西翼近轴部位,受构造蚀变体(SBT)控制,断裂型主要见于新屯背斜核部相对隆起部位,受纵张断层控制。显然研究区内萤石矿床亦属区域多层次构造滑脱成矿系统,具有与区域已知铋、金等矿床相同的成矿地质条件。

3 矿体特征

3.1 矿石特征

区内萤石矿的矿石矿物为萤石和冰洲石,脉石矿物为石英、方解石。萤石,呈紫色、绿色、蓝色-浅蓝色,少量乳白色及无色,常见中-粗粒变晶,不规则柱粒状变晶,具两组解理,结晶粒度以<18.00~3.00 mm粗粒状变晶常见,<3.00~0.10 mm中-细粒状变晶次见,颗粒小于3 mm者多呈致密块状产于脉石中,局部呈多颗粒星点状产于围岩中;冰洲石,无色,透明-半透明,菱形结晶,呈脉状分布于吴家坪组一段灰岩裂隙中;方解石,乳白色半透明,菱形结晶,解理发育;石英,乳白色半透明,多为变晶结构,结晶差,呈致密块状,常和方解石混杂伴生,成团块状或细脉状。矿石主要具半自形-他形粒状变晶结构、粗粒状变晶结构、显微粒状变晶结构、交代溶蚀及交代残余结构,团块状构造、浸点状构造、条带状构造、层状构造等。

3.2 矿体特征

区内发现打岩背斜西翼和新屯背斜两条萤石矿化带。打岩背斜西翼矿化带见3条含矿带,初步圈定6个萤石矿体,新屯背斜矿化带可见7条含矿带,初步圈定7个萤石矿体(图2,图3,图4)。

打岩背斜西翼萤石矿体主要发育于打岩背斜西翼近轴部位的构造蚀变体(SBT)或其旁侧的走向断层中,断续延伸近8 km,产状与构造蚀变体(SBT)或断层产状一致;新屯背斜萤石矿体主要发育于新屯背斜核部、呈近似穹窿隆起部位的纵张断层破碎带中,产状与断层产状一致,断续分部于长约4 km、宽约2 km的区域。各矿体特征描述如下:

DI1矿体:分布于安乐以北,交外以南,倾向240°~260°、倾角52°,受发育于吴家坪组中的构造蚀变体(SBT)控制,矿体产状与SBT产状一致,长2 670 m,平均厚1.4 m,CaF₂平均品位63.22%。

DI2矿体:分布于安乐以南,马坎以北,倾向260°~280°、倾角52°,受构造蚀变体(SBT)旁侧的F7断裂控制,产状与断层产状近于一致,长950 m,平均厚0.9 m,CaF₂平均品位39.01%。

DI3矿体:分布于弄乱以北,受构造蚀变体(SBT)控制,产状与SBT产状一致,倾向310°、倾

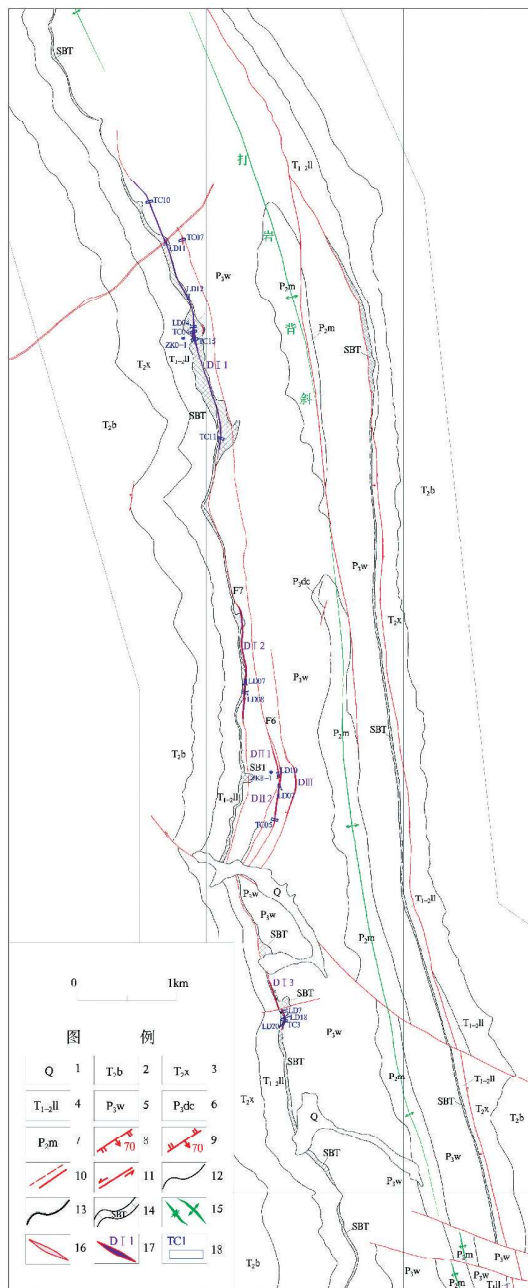


图 2 打岩背斜萤石矿分布图(据 1:25 安龙幅地质图修编)

Fig. 2 Distributiob of fluorite in Dayan anticline

1—第四系;2—边阳组第一段;3—新苑组;4—罗楼组;5—吴家坪组;6—大厂层;7—茅口组;8—正断层及产状;9—逆断层及产状;10—实测及推测性质不明断层;11—剪切断层;12—整合地质界线;13—不整合地质界线;14—硅化蚀变带;15—向斜、背斜;16—方解石化破碎带;17—萤石矿体及其编号;18—探矿工程及其编号

角 67°, 长 400 m 左右, 平均厚 2 m, CaF_2 平均品位 40.1%。

D II 1 矿体: 位于奶奶寨以南, 马坎以北, 受 F6 断裂控制, 长 420 m, 矿体平均厚 0.9 m, 矿体倾向

260°、平均倾角 48°, CaF_2 平均品位 52.62%。

D II 2 矿体: 位于巴毛冲以南, 马坎以北, 受 F6 断裂控制, 长 500 m, 平均厚 6.55 m, 矿体倾向 275°、平均倾角 48°, CaF_2 平均品位 58.19%。

D III 矿体: 分布于马坎以北, 奶奶寨以南, 受小规模走向断层控制, 沿断层裂隙充填, 总体产状西倾, 倾角 45°~65°, 长 300 m, 厚 5.7 m, CaF_2 平均品位 45.71%。

X I 1 矿体: 分布于弄林以南, 湾角沟以北, 北东向展布, 含矿岩石为硅化蚀变灰岩, 受发育于三叠系底部的构造蚀变体 (SBT) 控制, 倾向 350°、倾角 25°、长 475 m、平均厚 1.0 m、 CaF_2 品位 97.03%。

X II 1 矿体: 分布于湾角沟以北, 弄林以南, 受 F14 断裂控制, 倾向 160°左右, 平均倾角 70°、局部直立。长 1 200 m, 厚 1~4.73 m, 平均厚度 3.39 m, CaF_2 平均品位 53.27%。

X II 2 矿体: 分布于上驾鸯寨, 受 F14 断裂控制, 倾向 320°, 倾角 70°左右, 长 475 m, 平均厚 1.0 m, CaF_2 品位 34.32%。

X III 1 矿体: 分布于弄林以南, 湾角沟以北, 受 F15 断裂控制, 长 910 m, 厚 1.1~3.15 m, 平均 1.35 m, CaF_2 平均品位 51.48%。

X III 2 矿体: 分布于上驾鸯寨以南, 受 F15 断裂控制, 产状近于直立, 长 1 050 m, 平均厚 1.3 m, CaF_2 平均品位 73.03%。

X V 1 矿体: 分布于湾角沟以南, 牛角寨以北, 受 F17 断裂控制, 倾向 170°, 倾角 80°, 长 1 150 m, 厚 0.3~1.1 m, 平均厚 1.67 m, CaF_2 平均品位 60.94%。

X VI 1 矿体: 分布于牛角寨北, 湾角沟以南, 受 F18 断裂控制, 长 320 m, 平均厚 2.6 m, CaF_2 平均品位 49.87%。

4 成矿远景

本研究根据找矿远景区圈定原则 (赵鹏大等, 1999; 叶天竺, 2004), 在大比例尺地质填图的基础上, 依据构造蚀变体 (SBT) 的平面展布范围, 结合蚀变带厚度、矿体厚度及其沿倾向埋深 3 个条件进行圈定。共圈出望漠打岩萤石矿找矿远景区 (D)、望漠新屯萤石矿找矿远景区 (X) 及望漠石屯萤石矿找矿远景区 (S) (图 1)。

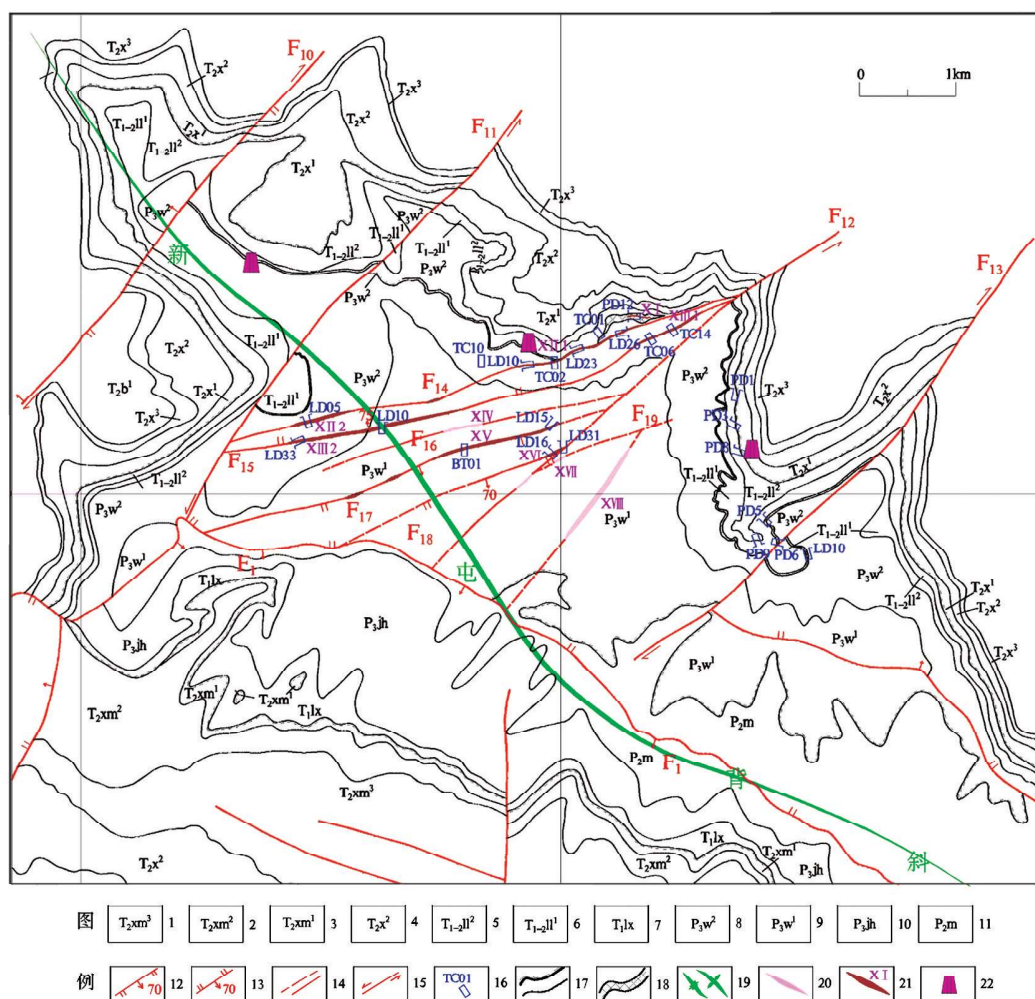


图 3 新屯萤石矿分布图(据 1:25 安龙幅地质图修编)

Fig. 3 Distributiob of fluorite in Xintun anticline

1—许满组第三段;2—许满组第二段;3—许满组第一段;4—新苑组二段;5—罗楼组第二段;6—罗楼组第一段;7—砾屑灰岩;8—吴家坪组第二段;9—吴家坪组第一段;10—礁灰岩;11—茅口组;12—正断层及倾角;13—逆断层及倾角;14—实测、推测性质不明断层;15—剪切断层;16—探矿工程及编号;17—整合及不整合地质界线;18—硅化蚀变带;19—向斜、背斜;20—方解石化破碎带;21—萤石矿体及其编号;22—萤石矿点

4.1 预测要素变量的选择及赋值

根据区内萤石矿赋存特点,选取吴家坪组灰岩中裂隙发育程度、蚀变体厚度、矿化带厚度、矿体层数、矿体厚度、见矿工程数量、远景区面积、含矿率、矿(化)点数量、岩体面积与远景区面积的比值等作为预测要素变量。对预测要素变量的数据进行统计,将远景区的相同单项计算平均值(表1),小于该平均值者,作为该单项要素0赋值区,以双倍平均值作为该单项要素的1赋值区下限,介于二者之间则赋值0.5。赋值条件如下(表2)。

某一单项要素值 ≥ 3 个远景区的相同单项平均值的两倍值,则:预测变量取值 1:3 个远景区的

相同单项平均值 $\leq$ 某一单项要素值 <3 个远景区的相同单项平均值的双倍值,则:预测变量取值0.5;某一单项要素值 <3 个远景区的相同单项平均值,则:预测变量取值0。

所选要素变量共计 10 项, 单项 1 分, 总计 10 分, 根据各预测要素的实测数据平滑到 3 个远景区, 最后进行赋值评分。

将各远景区的 10 个变量赋值相加,得到该远景区的分值(10 个变量满分为 10 分),用以判断远景区的成矿概率,并按分值高低划分远景区类别为 A、B、C 三类,分别表示远景区的资源潜力大、中、小。

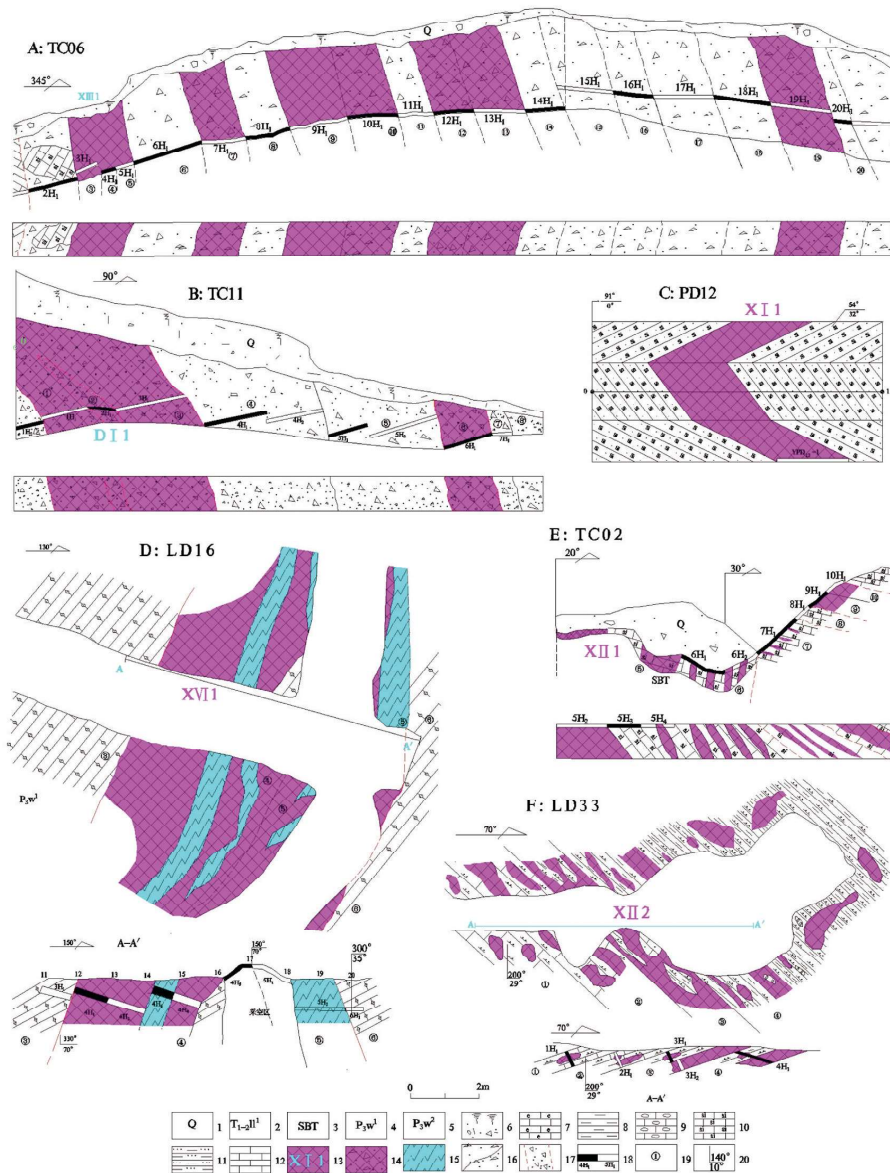


图 4 包树地区萤石矿部分探矿工程素描图

Fig. 4 Some engineering sketch of fluorite in Baoshu area

1—第四系;2—罗楼组第一段;3—蚀变带;4—吴家坪组一段;5—吴家坪组二段;6—腐殖土;7—生物屑灰岩;8—粘土岩;9—砾屑灰岩;10—硅化灰岩;11—粉砂质粘土岩;12—灰岩;13—萤石矿体及其编号;14—含矿破碎带;15—方解石脉;16—分层线;17—破碎带;18—取样位置及编号;19—分层号;20—产状

4.2 预测模型

本次工作对打岩背斜西翼矿化带、新屯背斜矿化带均实施地表探矿工程和深部钻探控制,工作程度相对较高,因此,选择该二条矿化带中的两个矿点建立资源量估算模型,从而预测其它远景区的潜在资源。

(1) 参照《重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查规范》(DZ/T 0211-2002) 中萤石矿的一般工业指标,矿石类型主要为方解石-萤石型矿石与石英

-萤石型矿石,地质研究程度相对较低得出:边界品位: $\omega(\text{CaF}_2) \geq 20\%$;最低可采厚度 0.7 m,夹石剔除厚度 0.7 m。

(2) 厚度:单件样品矿体真厚度、水平厚度和铅直厚度依据样品长度、样槽倾角或钻孔揭穿矿体倾角、矿体倾角、样槽倾向或钻孔方位与矿体倾向的夹角等通过几何换算求得。单工程的真厚度为各样品真厚度之和,块段、矿体真厚度为块段、矿体内的各单工程真厚度的平均值。

单矿体厚度:为矿体各样品真厚度之和或垂

直岩层顶底板用小钢卷尺直接量取。

工程平均厚度:将工程内达到萤石矿品级要求的单矿体平均真厚度相加求得。

矿体平均厚度:在所圈定的块段内,将各工程矿体厚度用算术平均法求得。

(3)品位

A、工程矿体矿石品位:由工程中 $\text{CaF}_2 \geq 20\%$ 的连续样品品位与样品真厚度加权平均求得。

B、块段矿体矿石品位:由块段内参与计算的各工程矿体矿石品位与工程矿体厚度加权平均求得。介于最低工业品位与边界品位之间的个别工程,参与计算后,不影响块段矿体矿石品位达到最低工业品位的一并参与计算。

C、矿体矿石品位:由矿体内各块段矿体矿石品位与块段矿体矿石资源量加权平均求得。

(4)矿体倾角:在野外多次分段量取矿脉倾角,用算术平均法求其倾角。

(5)块段矿体面积计算:用计算机 MAPGIS 软件在资源量计算平面图上量取图面块段矿体水平投影面积,结合块段矿体平均倾角、经过几何换算获得该块段的真面积。

(6)块段矿体体积=块段矿体真面积×块段矿体平均厚度。

(7)矿石体重的确定:区内萤石矿体普遍为共生方解石矿体。

其块段矿石体重= CaF_2 品位×萤石平均体重+ CaCO_3 品位×方解石平均体重。本次估算的矿石体重取值: $2.8 \text{ t/m}^3 \sim 3.16 \text{ t/m}^3$ 。

(8)块段矿石资源量:为块段矿体体积与块段

矿石平均体重之乘积。

(9)含矿系数的确定:根据区内萤石矿的分布特点,以工作程度最高的打岩背斜西翼矿化带、新屯背斜矿化带中含矿体长度与构造蚀变体(SBT)长度之比厘定为各矿床点统一使用的含矿系数。在该二矿化带一共实施的15个地表工程,将各工程揭露的矿体累厚除以该工程处的矿化带厚度即得该工程处的含矿率,将15个工程处的含矿率进行算术平均作为该地区的平均含矿率,以此作为计算资源量的含矿系数。经计算含矿系数为: $K=0.45$ 。

4.3 资源储量估算方法及其范围

(1)区内萤石矿体有断层控制和构造蚀变体(SBT)控制两种类型。断层控制矿体呈陡倾斜脉状、透镜状产出,倾角均大于 45° ,构造简单。构造蚀变体(SBT)控制矿体呈似层状、透镜状产出,倾角多小于 40° 。所以萤石矿资源量估算分别采用纵投影法(地质块段法)和水平投影法进行估算。即按 $Q=S \text{ 斜} \times M \times D \times K$ 估算(式中: Q — CaF_2 资源量, S 斜—块段斜面积(m), M —块段矿体平均厚度(m), D —矿石体重(t/m^3), K —含矿系数)。

(2)本次工作在研究区共圈定:打岩背斜西翼成矿带3条控矿断层控制的4个矿体(D I 1、D I 2、D II 1、D II 2);新屯背斜成矿带4条控矿断层控制的6个矿体(X II 1、X II 2、X III 1、X III 2、X V 1、X VI 1)和构造蚀变体(SBT)控制的1个矿体(X I 1)。全部纳入资源储量估算范围。

表1 预测要素实测数据统计表
Table 1 Tested data statistics of predicting factors

远景区名称	吴家坪组 含矿断层 发育程度	见矿工程 数/远景区 面积	平均矿 体层数	平均矿 体厚度 (m)	平均矿 化带厚度 (m)	平均 含矿率 (%)	矿点数	蚀变体 (SBT) 出露面积 (km^2)	远景区 面积 (km^2)	蚀变体 (SBT) 面积/远景 区面积
望谟打岩萤石矿 找矿远景区	4	0.27	2.8	1.28	12.58	42.2	18	0.52	52.44	0.009
望谟新屯萤石矿 找矿远景区	7	0.09	5.25	1.12	22.46	46.6	25	0.28	67.58	0.004
望谟石屯萤石矿 找矿远景区	0	0	1.2	0.52	5.2	15.6	1	0.18	99.07	0.002
平均值	3.67	0.12	3.08	0.97	13.41	34.8	14.67	0.33	73.03	0.005
2倍平均值	7.34	0.24	6.16	1.94	26.82	69.6	29.34	0.66	146.06	0.01

表 2 预测要素赋值表

Table 2 Assignment table of prediction factors of predicting factors

远景区	吴家坪组 含矿断层 发育程度 赋值	见矿工程 数/远景区 面积赋值	平均矿体 层数赋值	平均矿体 厚度赋值	平均矿化 带厚度 赋值	平均含矿 率赋值	矿点数 赋值	蚀变体 (SBT) 出露面积 赋值	远景区 面积赋值	蚀变体 (SBT) 面积/远景 区面积赋值	合计	远景区 评序
望谟打岩萤石矿 找矿远景区	0.5	1	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0	0.5	4	A
望谟新屯萤石矿 找矿远景区	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0	0	0	4	A
望谟石屯萤石矿 找矿远景区	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	C

4.4 控制矿体资源量估算

对纳入估算范围的矿体进行资源量估算见表(表 3)。

表 3 萤石矿资源量估算结果表

Table 3 Estimating result of fluorite resource

矿体	矿体编号	资源量 类别	纵投影 面积 (m ²)	倾角 (°)	斜面积 (m ²)	平均厚度 (m)	体积 (m ³)	体重 (t/m ³)	矿石量 (千吨)	品位 (CaF ₂ %)	含矿系数 (K)	潜在 CaF ₂ 资源 (千吨)
D I	D I 1	潜在资源	41 484	52	52 643	1.40	73 700	2.96	218.15	63.22	0.45	98.17
	D I 2	潜在资源	13 503	52	17 135	0.90	15 421	2.92	45.03	39.01	0.45	20.26
D II	D II 1	潜在资源	6 776	48	9 118	0.90	8 206	2.91	23.88	52.62	0.45	10.75
	D II 2	潜在资源	6 513	48	8 764	6.55	57 404	2.94	168.77	58.19	0.45	75.95
X I	X I 1	潜在资源	2 934	25	237.78	1.00	237.78	3.16	10.23	97.03	0.45	4.6
X II	X II 1	潜在资源	21 153	70	22 510	3.39	76 308	2.91	222.06	53.27	0.45	99.91
	X II 2	潜在资源	7 393	70	7 867	1.00	7 867	2.8	22.03	34.32	0.45	9.91
X III	X III 1	潜在资源	16 324	70	17 371	1.35	23 450	2.9	68.01	51.48	0.45	30.6
	X III 2	潜在资源	18 986	80	19 278	1.30	25 061	3.02	75.68	73.03	0.45	34.06
X V	X V 1	潜在资源	20 534	80	20 850	1.67	34 819	2.95	102.72	60.94	0.45	46.22
X VI	X VI 1	潜在资源	4 526	70	4 816	2.60	12 521	2.89	36.19	49.87	0.45	16.29
总计	总计						总计矿石潜在资源	1 004.46	总计萤石矿潜在资源			446.72

4.5 远景区资源量预测

(1) 预测方法及其依据

望谟县包树地区萤石矿矿体呈透镜状或似层状产于构造蚀变体(SBT)和吴家坪组灰岩中张性控矿断层,矿体厚度及延伸均不稳定,作为定位预测变量的蚀变体对萤石矿的成矿贡献最大,一方面提供了主要的成矿元素,另一方面提供了成矿的温压条件、容矿空间,与成矿规模成正相关关系。从深部钻探控制的矿体延深来看,远景区与模型区的矿体延深相差不大,所以,预测区资源量计算公式分别采用:

A、产于吴家坪组控矿断层中萤石矿预测区资源量(Z1)= 预测区吴家坪组灰岩出露面积(S)×模型区吴家坪组灰岩面积含矿率×预测区与模型

区的相似系数

B、产于构造蚀变体(SBT)萤石矿预测区资源量(Z2)= 预测区蚀变体(SBT)面积(S)×模型区蚀变体(SBT)面积含矿率×预测区与模型区的相似系数

打岩萤石矿找矿远景区中的 D I 1、D II 1、D II 2 号矿体和新屯萤石矿找矿远景区的(X III 1、X V 1)矿体有地表工程和深部工程控制。从矿点有条件外推一定范围分别圈出两个找矿靶区作为模型区,用以预测各远景区的资源量。打岩萤石矿找矿远景区 4 个矿体(D I 1、D I 2、D II 1、D II 2)、新屯萤石矿找矿远景区 6 个断控矿体(X II 1、X II 2、X III 1、X III 2、X V 1、X VI 1)及 1 个构造蚀变体(SBT)控制矿体(X I 1)萤石(CaF₂)资源量分别估算得 205.13 千吨和 241.59 千吨,由此分别计

算相应靶区的蚀变体(SBT)面积含矿率,取其算术平均值作为模型区蚀变体(SBT)面积含矿率。相似系数则是各预测区的成矿概率(见表1)与模型区成矿概率之比。由于打岩萤石矿找矿远景区的控矿因素比较单一,模型区的成矿概率可以近似等于打岩萤石矿找矿远景区的成矿概率,为0.5(见表2)。模型区岩体面积含矿率计算如下:

打岩萤石矿找矿靶区的含矿断层带面积 = 0.0736 km^2

打岩萤石矿找矿面积含矿率 = $0.1639 \div 0.0736 = 2.23$

新屯萤石矿找矿靶区的含矿断层带面积 = 0.0727 km^2

新屯萤石矿找矿面积含矿率 = $0.1959 \div 0.0727 = 2.69$

模型区萤石矿找矿面积含矿率 = $(2.23 + 2.69) \div 2 = 2.46$

(2) 区域性远景预测

A、打岩萤石矿找矿远景区资源预测

预测区资源量(Z) = 预测区吴家坪灰岩出露面积(S) × 模型区吴家坪灰岩出露面积含矿率 × 预测区与模型区的相似系数 = $(52.44 - 0.1639) \times 2.46 \times 1 = 1285.99$ 千吨。

B、新屯萤石矿找矿远景区资源预测

预测区资源量(Z) = 预测区吴家坪灰岩出露面积(S) × 模型区吴家坪灰岩出露面积含矿率 × 预测区与模型区的相似系数 = $(67.58 - 0.1959) \times 2.46 \times 1 = 1657.65$ 千吨。

C、石屯萤石矿找矿远景区资源预测

由于该远景区与模型区的相似系数为0,因此不能预测其资源量。但因蚀变体的存在,仍有可能成矿,值得探索。

研究区共圈出各类成矿远景区3个,预测各类资源量总计约2943.64千吨,找矿潜力大。

4.6 找矿远景区潜力分述

4.6.1 打岩萤石矿找矿远景区

位于研究区中部打岩背斜西翼,面积 52.44 km^2 。广泛分布赋矿地层,构造线北西西向展布,导矿、容矿构造发育,背斜次级张性断裂、节理裂隙发育。主要断裂构造产状倾向 $260^\circ \sim 290^\circ$, 倾角 $35^\circ \sim 75^\circ$, 单条破碎带宽一般 $1 \sim 10 \text{ m}$, 整个矿化带长 $11 \sim 1.5 \text{ km}$, 宽 $0 \sim 100 \text{ m}$; 张性裂隙倾向为

80° 左右, 倾角倾向 45° , 常密集成带, 带宽一般 $0 \sim 7 \text{ m}$ 。初步查明3条含矿带。导矿构造为断裂构造, 容矿构造为破碎带孔隙、层间裂隙、溶孔溶隙, 容矿岩石为硅化蚀变体、吴家坪组灰岩。矿石类型为萤石型、石英-萤石型、方解石-萤石型; 矿矿石结构主要为半自形-他形粒状变晶结构、显微粒状变晶结构, 团块状构造、浸点状构造、条带-薄层状构造、层状构造、脉状构造。矿体有构造型和层间裂隙型两种类型, 前者产状与构造产状近于一致, 以透镜状为主、次为脉状、囊状, 萤石矿品位 $25\% \sim 80\%$; 后者产状与岩层产状一致, 主要为似层状, 透镜状。萤石矿品位 $30\% \sim 90\%$ 。对4个矿体(D I 1、D I 2、D II 1、D II 2)分别估算潜在萤石矿资源为205.13千吨; 预测远景区潜在萤石矿资源1285.99千吨(包含区内已估算潜在资源), 具有较大的资源潜力。

4.6.2 新屯萤石矿找矿远景区

位于新屯背斜北西翼, 面积 67.58 km^2 。广泛分布赋矿地层, 背斜轴向北西向, 导矿构造北东-南西向, 矿化带呈北东东向与导矿断裂斜交, 矿化带总体长 5.4 km , 宽 1.2 km , 矿化带产状总体倾向 160° 左右, 倾角 $60^\circ \sim 80^\circ$ 。初步查明7条含矿带, 单条含矿带长 $5.4 \sim 1.4 \text{ km}$, 宽 $5 \sim 30 \text{ m}$, 大致平等排列。导矿构造为北东向断裂、容矿构造为北北东向次级张性断裂破碎带裂隙、孔隙, 容矿岩石为硅化蚀变体、吴家坪组灰岩。矿石类型为萤石型、石英-萤石型、方解石-萤石型; 矿石结构主要为半自形-他形粒状变晶结构、粗粒粒状变晶结构、半自形-他形粒状结构, 团块状构造、条带状构造、层状构造、脉状构造。对7个矿体(X II 1、X II 2、X III 1、X III 2、X V 1、X VI 1、X I 1)进行资源量估算得潜在萤石矿资源241.59千吨; 预测远景区潜在萤石矿资源1657.65千吨(包含区内已估算潜在资源), 具有较大的资源潜力。

4.6.3 石屯萤石矿找矿远景区

位于工作区北西部, 面积 99.07 km^2 。具有成矿地质条件(具容矿岩石、容矿构造、导矿构造), 成矿概率为 ≤ 0.1 , 属C类远景区, 具有成矿的基本条件, 资源潜力较小。

5 结论

(1) 在区内圈定了13个萤石矿体, 初步查明

了这些矿体的分布范围、赋存状态、规模、数量及其变化规律,估算了潜在资源。

(2)根据已发现萤石矿体和特征、结合对区内萤石矿成矿地质条件和成矿规律的分析,圈定了望谟打岩萤石矿找矿远景区、望谟新屯萤石矿找矿远景区及望谟石屯萤石矿找矿远景区三处成矿远景区。

(3)应用固体矿产预测方法,根据区内萤石矿赋存特点,优选了吴家坪组灰岩中裂隙发育程度、蚀变体厚度、矿化带厚度、矿体层数、矿体厚度、见矿工程数量、远景区面积、含矿率、矿(化)点数量、岩体面积与远景区面积的比值等作为预测要素变量并对其进行赋值,建立预测模型对远景区的萤石矿资源进行预测。

(4)通过预测得出:望谟打岩萤石矿找矿远景区潜在萤石矿资源为 1 285.99 千吨,成矿概率为 >0.5 ,具有较大的资源潜力;望谟新屯萤石矿找矿远景区潜在萤石矿资源为 1 657.65 千吨,成矿概率为 >0.5 ,具有较大的资源潜力;望谟石屯萤石矿找矿远景区,成矿概率为 ≤ 0.1 ,具有成矿的基本条件,资源潜力较小。

[参考文献]

- 陈毓川,王登红,付小方,等. 2010. 中国西部重要成矿区带矿产资源潜力评估[M]. 北京:地质出版社:11-75,450.
- 陈毓川主编. 1999. 中国主要成矿区带矿产资源远景评价[M]. 北京:地质出版社:1-536.
- 地球科学大辞典编委会. 2006. 地球科学大辞典基础科学卷[M]. 北京:地质出版社:416.
- 代德荣,何小虎,金少荣,等. 2018. 黔西南萤石矿床流体包裹体地球化学特征[J]. 矿物学报,38(6):693-700.
- 冯学士,王尚彦,等. 2004. 贵州省区域矿床成矿系列与成矿规律[M]. 北京:地质出版社.
- 甘朝勋. 1996. 贵州省的萤石资源及其远景评述[J]. 贵州地质,13(1):76-85.
- 贵州省地矿局. 1988. 贵州省区域矿产志[M]. 北京:地质出版社.
- 贵州省地矿局. 1987. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社.
- 蒋良兵. 2017. 贵州望谟打岩背斜萤石矿床地质特征及成因浅析[J]. 企业技术与开发,36(10):45-46.
- 刘建中,夏勇,张兴春,等. 2008. 层控卡林型金矿床矿床模型——贵州水银洞超大型金矿[J]. 黄金科学技术,16(3):1-5.
- 刘建中,夏勇,邓一明,等. 2009. 贵州水银洞 Sbt 研究及区域找矿意义探讨[J]. 黄金科学技术,17(3):1-5.
- 刘建中,杨成富,夏勇,等. 2010. 贵州西南部台地相区 Sbt 研究及有关问题的思考[J]. 贵州地质,27(3):178-184.
- 刘建中,夏勇,陶琰,等. 2014. 贵州西南部 SBT 与金锑矿成矿找矿[J]. 贵州地质,31(4):267-272.
- 刘建中,王泽鹏,李俊海,等. 2016. 贵州西南部 SBT 与金矿成矿动力学及找矿预测地质模型[J]. 地质论评,62(增刊):117-118.
- 刘建中,李建威,周宗桂,等. 2017. 贵州贞丰-普安金矿整装勘查区找矿与研究新进展[J]. 贵州地质,34(4):244-254.
- 刘建中,王泽鹏,杨成富,等. 2020. 中国南方卡林型金矿多层次构造滑脱成矿系统[J]. 中国科技成果,14:49-51.
- 马建明,王威,崔荣国,等. 2014. 伴生氟资源急需新矿种户口[J]. 资源导刊,11:14-15.
- 牛云飞. 2009. 贵州望谟萤石资源保护与利用述评[J]. 矿产保护与利用,6:20-23.
- 任淑珍,刘增铁. “南盘江-右江”成矿区升级为国家级重点成矿区[ED]. (2013)[2013]. https://www.cgs.gov.cn/xwl/cgkx/201603/t20160309_282100.html.
- 王自国,朱培元. 2020. 中央企业萤石矿战略布局思考[J]. 中国矿业,29(6):8-11,20.
- 向洪,支太云. 2017. 贵州望谟牛角寨萤石矿地质特征及成因初探[J]. 内蒙古煤炭经济,11:159-160.
- 杨成富,刘建中. 2017. 贵州灰家堡背斜构造蚀变体岩石地球化学特征[J]. 贵州地质,34(1):18-25.
- 叶天竺主编. 2004. 固体矿产预测评价方法技术[M]. 北京:中国大地出版社:1-196.
- 赵鹏大,陈永清,刘吉平,等. 1999. 地质异常成矿预测理论与实践[M]. 武汉:中国地质大学出版社:1-138.

Geological Characteristics and Metallogenic Prospects of Fluorite Deposits in Baoshu Area, Wangmo County, Guizhou

XU An-quan, LI Chao-jin, LU Ding-biao, HUANG Xin-xin

(Guizhou Geological Survey, Guiyang 550081, Guizhou, China)

[Abstract] The existing data shows that there is a potential to find important minerals such as fluorite in the Baoshu area, Wangmo County, which has superior mineralization geological conditions. In this article, it aims to promote the prospecting work of fluorite deposits in this area by providing prospecting target areas for future prospecting. Through large-scale geological mapping, profile measurement, trench, geophysical prospecting,

drilling, and the other means, 13 fluorite minerals (or mineralized) were delineated in the area. We initially ascertain the distribution range occurrence state, scale, quantity, change rules of these minerals, and estimate the prospective resources. Combined with the analysis of the mineralization geological conditions and ore formation laws, we deposit fellow three mineralization prospecting quarry areas of fluorite deposit: Wangmo Dayan, Wangmo Xinchun, and Wangmo Shichun. Applying the method of solid mineral resources prediction, a prediction model is established to predict the quantity of fluorite resources in these prospective areas. It is concluded that there are large potential to find fluorite resources in the prospecting area of Wangmo Dayan fluorite mine, Similarly, in Wangmo Xinchun prospecting area, there are also potential fluorite mineral resources and have great resource potential. However, in the Wangmo Shichun prospecting area, the mineralization probability is equal to or below 0.1, which means only has the basic conditions for the mineralization with a low chance.

[**Key Words**] Fluorite Mine; Geological Features; Mineralization prospects; Baoshu – Dayan area; Wangmo County; Guizhou

(上接第 429 页)

Anomaly Features Distinctions of Rock Slide in Different Material (Soil and Rock) by High Density Electrical Method

**LV Tian-jiang, CHEN Xian-tong, HUANG Qi-lin, SONG Qi-wen, YANG Hai-long,
SONG Shun-chang, CHEN De-jing, YANG Wu**

(Institute of Geophysical and Geochemical Exploration, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, Guiyang 550018, Guizhou, China)

[**Abstract**] Geophysical exploration methods are used in exploration has become a economic, fast and effective method. In this paper, from the understanding two kinds of typical landslide (I classes – earthiness landslides, II – rocky landslide) landslide structure, are analyzed from the points of view of property differences of sliding body, the electrical characteristics of slip surface and slip bed, illustrates the effectiveness of geophysical prospecting methods in landslide exploration; The general law of electrical response characteristics in landslide exploration is obtained by using high-density electrical method with different devices and different pole distances on a known landslide geological body, and the technical key points of high-density electrical method in landslide exploration and the principle of “sliding surface” interpretation are summarized. Finally, the case study of two typical landslides (soil and rock landslides) in Guizhou province shows that: The electrical response characteristics of rock landslide geological bodies of the two kinds of materials (soil and rock) have the same law, and there are obvious three layers of electrical structure layer (high-low-high resistance) corresponding to the sliding body, sliding surface and sliding bed respectively, but the “volume effect” reflected in the electrical profile characteristics of the soft interlayer of soil landslide geological bodies is more significant.

[**Key Words**] Electrical characteristics of landslide geological body; High density electrical method; Device; Volume effect; Principle of slippery surface interpretation