

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2022.01.03

引用格式: 范国强, 秦宇龙, 詹涵钰, 等. 四川攀西地区稀土资源成矿规律及找矿靶区[J]. 中国地质调查, 2022, 9(1): 23-31. (Fan G Q, Qin Y L, Zhan H Y. Metallization regularity and prospecting target area in Panzhihua - Xichang area of Sichuan Province[J]. Geological Survey of China, 2022, 9(1): 23-31.)

四川攀西地区稀土资源成矿规律及找矿靶区

范国强¹, 秦宇龙², 詹涵钰², 熊昌利², 陈德云¹, 黄仕发¹, 彭怡¹

(1. 四川省地质矿产勘查开发局一〇九地质队, 四川 成都 610100; 2. 四川省地质调查院稀有稀土战略资源评价与利用四川省重点实验室, 四川 成都 610081)

摘要: 以牦牛坪稀土矿为代表的攀西地区是我国重要的稀土资源成矿带, 攀西稀土矿包括岩浆热液型、伟晶岩型、第四系砂矿型、火山岩型和离子吸附型等类型。重点针对牦牛坪矿床的成矿地质背景、矿化特征及成矿条件等成矿机制进行分析, 研究控矿与成矿要素、成矿规律; 完善了岩浆热液型轻稀土矿床成矿模型; 厘清了区域上不同类型矿床的产出特点及各类型矿床的内在成因联系, 并科学分析区域稀土资源, 圈定稀土找矿靶区, 进一步缩小找矿范围。

关键词: 稀土; 岩浆热液型; 攀西地区; 成矿规律; 找矿靶区

中图分类号: P612; P618.7

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2022)01-0023-09

0 引言

稀土元素被誉为“工业的维生素”, 具有无法取代的优异磁、光、电性能, 对改善产品性能、增加产品品种、提高生产效率起到了巨大的作用。由于稀土作用大, 用量少, 已成为改进产品结构、提高科技含量、促进行业技术进步的重要元素, 被广泛应用到了冶金、军事、石油化工、玻璃陶瓷、农业、新材料等领域^[1]。稀土矿是四川省优势矿种之一, 查明资源/储量位列全国第二, 主要集中分布于西南部攀西地区, 另外在绵竹一带什邡市磷矿中有稀土元素以离子形态赋存于磷矿石中^[2]。攀西地区是我国重要的稀土资源成矿带, 自20世纪60年代以来, 大致经历了20世纪60—70年代早期发现及勘查评价, 80年代中期—90年代末大发现、大突破和21世纪以来锦上添花的3个阶段。通过近60 a的地质勘查和研究, 四川查明的稀土资源储量(REO)达

数百万t, 占全国查明资源储量的8.73%, 同时也是我国稀土产品第二大生产基地^[3]。前人在该地区开展了较多的研究工作, 重点聚焦在牦牛坪矿床的成矿机制分析上^[4], 对区域成矿规律的研究还存在不足, 特别是对不同类型矿床的产出特点及各类型矿床的内在成因联系还需要进一步完善, 以期科学分析区域稀土资源找矿靶区。

本次工作对攀西稀土成矿带上的典型稀土矿床进行了较系统的研究, 对稀土成矿地质条件、矿化特征、矿体特征进行了调查对比研究, 并在里庄、金林、腊窝、大陆槽等地区进行野外地质调查、取样分析, 充实了成矿系统相关的理论体系, 圈定并优选了6个找矿靶区。

1 区域构造背景

攀西稀土矿分布于上扬子陆块西部边缘, 基本上沿丹巴—茂汶断裂—小金河断裂东侧分布, 主要包括攀西陆内裂谷带(三级构造单元)的康滇轴部

收稿日期: 2020-11-04; 修订日期: 2021-08-26。

基金项目: 四川省地质调查院稀有稀土战略资源评价与利用四川省重点实验室、四川省地质调查院科技基金项目(编号: 201901), 中国地质调查局“中国区域地质志·四川卷(编号: 121201102000150012)”“中国矿产地质志·四川卷(编号: 12120114058201)”“四川盆河—天宝山地区铅锌锡多金属矿产地质调查(益门幅)(中地调研合同[2020]第195号)”项目联合资助。

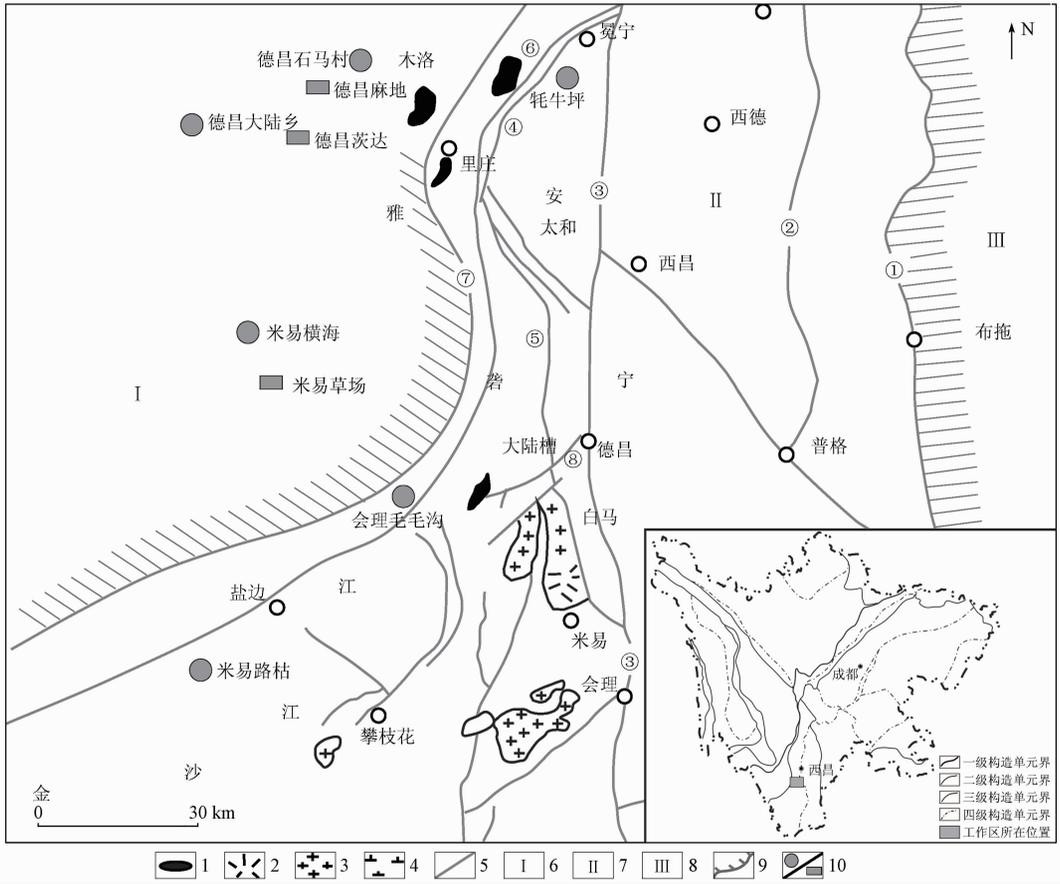
第一作者简介: 范国强(1978—), 男, 高级工程师, 主要从事区域地质调查、矿产勘查研究等工作。Email: 17208361@qq.com。

通信作者简介: 秦宇龙(1976—), 男, 研究员, 主要从事区域地质调查、矿产勘查研究工作。Email: 63328712@qq.com。

基底断隆带(四级构造单元)和盐源—丽江前陆逆冲推覆带(三级构造单元)的小金河前缘逆冲带(四级构造单元)。喜马拉雅造山运动期间,印度板块向欧亚板块俯冲,自西向东强力推挤,受其影响,盐源—木里地块向东推覆,到了喜马拉雅造山运动后期,印度板块俯冲势力减弱,攀西地区随盐源—木里推覆构造定型就位,区域释压,NNE走向的深

大断裂系统局部张开,为深部富含稀土元素的成岩成矿物质上侵提供了通道和储存空间^[4-5]。

攀西地区与稀土成矿和分布有关的大型断裂主要有小金河断裂带、南河—磨盘山断裂带、安宁河断裂带等,它们不仅控制着地层的分布,通常也是岩浆上升的通道,稀土矿常沿这些断裂带成群成带分布(图1)。



1. 喜马拉雅期富稀土碱性杂岩; 2. 印支期正长岩; 3. 印支期碱性花岗岩; 4. 燕山期碱性花岗岩; 5. 基底断裂; 6. 陆缘海相中生界分布区; 7. 前震旦系古陆分布区; 8. 古生界及陆相中生界分布区; 9. 构造单元分界线; 10. 轻/重稀土矿产地; ①甘洛断裂; ②小江断裂; ③安宁河断裂; ④南河断裂; ⑤磨盘山断裂; ⑥金沙断裂; ⑦小金河断裂; ⑧大陆乡断裂。

图1 攀西稀土成矿带地质构造略图^[6]

Fig.1 Geological and tectonic sketch map of Panzhihua - Xichang rare earth metallogenic belt^[6]

南河—磨盘山深大断裂及其上盘的哈哈次级断裂带控制了牦牛坪矿区的成矿碱性杂岩体及稀土矿床的生成^[2]; 定位于哈哈断裂带中的成矿碱性杂岩体的主体英碱正长岩是稀土成矿母岩,含矿碱性杂岩体的生成过程就是牦牛坪稀土矿的成矿过程^[7]。近南北向南河—磨盘山断裂带(雅砻江断裂带)及其次生的大陆槽断裂控制了大陆槽矿区的成矿杂岩(霓辉正长岩、方解石碳酸岩)及稀土矿床的生成^[8]。小金河断裂带上盘的棉沙湾次级断裂控制了木洛稀

土矿区的成矿岩体及稀土矿床的生成^[9-10]。

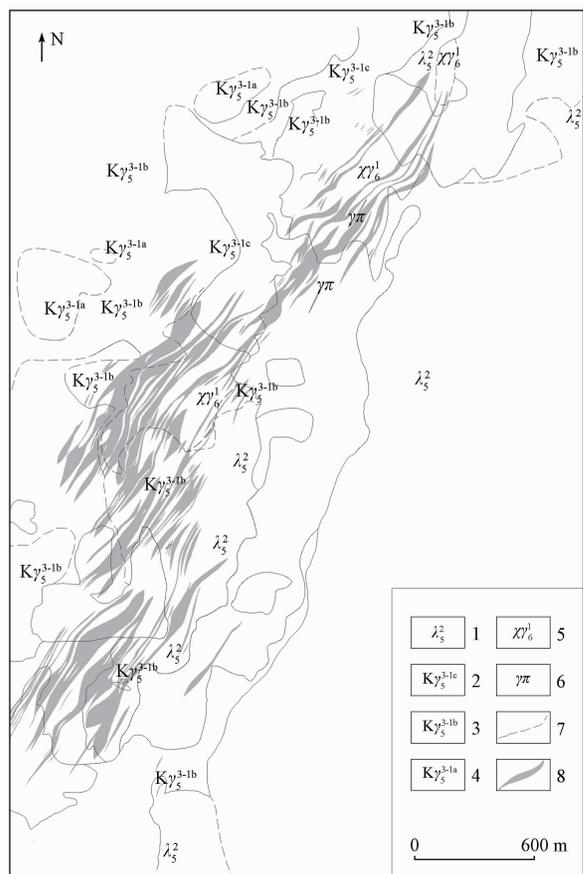
2 主要类型稀土资源的地质特征

2.1 岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)

攀西地区岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)典型矿床主要包括牦牛坪稀土矿床、大陆槽稀土矿床、木洛稀土矿床(碉楼山稀土矿床、郑家梁子稀土矿床)和里庄羊房沟稀土矿床(表1,图2)。

表 1 攀西地区岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)矿床成矿地质条件
Tab. 1 Metallogenic geological conditions of magmatic hydrothermal type rare earth ore (Maoniuping type) deposits in Panzhihua – Xichang area

| 代表矿床(点) | 地层条件 | 与成矿有关的岩性组合 | 岩浆岩条件 | 构造条件 | 围岩蚀变 | 成矿时代 |
|--------------------------|-----------------------------|---|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------|
| 牦牛坪稀土矿床 | 泥盆系中统浅变质碎屑岩和碳酸岩及第四系冲洪积、残坡积层 | 碱性杂岩: 云煌岩、霓石英碱正长岩、重晶霓辉伟晶岩脉、碳酸岩 | 燕山期流纹岩-碱长花岗岩系列和喜山期含矿碱性杂岩体 | NNE 向、压性、高角度逆冲的哈哈断裂破碎带 | 钠长石化、钠长石-霓石-霓辉石化、重晶石化、萤石化和碳酸盐化 | 40.3 ~ 27.8 Ma |
| 大陆槽稀土矿床 | | 碱性杂岩: 霓辉正长岩、方解石碳酸岩、云煌岩脉、碱性伟晶岩、含霓辉萤石锶重晶石 | 康定群混合石英闪长岩 | 产于大陆乡断裂与张门闸、南木河断裂的结合部; 发育隐蔽爆破构造 | 萤石化、重晶石(钡天青石)化、碳酸盐化 | 15.3 ~ 10.2 Ma |
| 木洛稀土矿床(碉楼山稀土矿床、郑家梁子稀土矿床) | 中二叠统阳新组上和统峨眉山玄武岩组, 第四系 | 碱性杂岩: 辉绿岩、钾长花岗岩、碳酸岩 | 晚燕山期角闪石英长花岗岩、喜山期英碱正长岩及少量变辉绿岩 | NNE 向的构造破碎带 | | 35.5 ~ 31.2 Ma |
| 里庄羊房沟稀土矿床 | | 碱性杂岩: 霓石英碱正长岩、碳酸岩 | 燕山期钾长花岗岩、喜山期碱性杂岩 | NE 向断裂及其派生次级断裂 | | 30.6 ~ 28.5 Ma |



1. 流纹岩; 2. 文象碱长花岗岩; 3. 浅灰色碱长花岗岩; 4. 紫红色碱长花岗岩; 5. 霓石英碱正长岩; 6. 碱性花岗岩斑岩脉; 7. 实测及推测地质界线; 8. 矿体。

图 2 牦牛坪稀土矿区地质略图

Fig. 2 Geological sketch map of Maoniuping rare earth mining area

2.2 离子吸附型稀土矿

该类型见于德昌阿月、会理半山田、德昌石马村、德昌麻地 4 处矿点, 皆位于康滇基底断隆带中段安宁河深断裂带西侧。离子吸附型稀土矿特征为: 矿(化)体赋存于由原岩稀土含量较高的侵入岩或火山岩风化形成的风化壳中, 以有厚大的风化壳为特征, 厚大风化壳一般分布于低矮的山丘或平缓的山麓, 矿(化)形态受地形地貌控制, 一般呈层状、似层状面形展布。

2.3 砂矿型稀土矿

该类型主要有德昌茨达重稀土矿和会理绿湾重稀土矿 2 处矿点。

德昌茨达重稀土矿含矿原岩为茨达碱性花岗岩, 部分风化壳中形成了离子型稀土矿点。茨达碱性花岗岩为椭圆形岩株, 略向南西倾伏, 出露面积 2.1 km²。与前震旦纪变质岩和海西期辉长岩呈侵入接触, 侵位较浅, 属中浅剥蚀程度。南、西侧出现中酸-碱性岩脉。茨达岩体不但是砂矿的成矿母岩, 本身也呈现稀有、稀土矿化, 其中褐钇铈矿和锆石具一定潜在远景。岩体西高东低, 东侧第四系发育, 砂矿即产于残坡积和冲洪积松散层内。

会理绿湾重稀土矿点含矿原岩为会理群河口组的变质酸性火山岩、火山沉积岩, 属以独居石为

主的风化壳型砂矿床,伴生有钇易解石、褐钇铈矿、磷钇矿和锆石等。

2.4 火山岩型稀土矿

该类型为钕钽伴生重稀土矿,仅发现会东干沟1处矿产地,为小型。含矿岩性为力马河组浅变质火山岩,矿体与围岩产状一致,顶板常为金红石矿层,底板多为玄武质凝灰岩。稀有矿物有钕钽铁矿、硅钽铈钨矿、烧绿石、氟碳钙铈矿、独居石等,少量锆石、细晶石、钕钇矿、褐钇铈矿、磷钇矿和钽石等。

2.5 碱性岩型稀土矿

该类型主要为米易路枯小型钕钽伴生轻稀土矿,形成于印支期,含矿岩脉主要为碱性正长岩、碱性正长伟晶岩、(碱性)钠长岩、碱性花岗伟晶岩及正长(混染)岩及花岗伟晶岩;主要矿脉类型是碱性正长伟晶岩和碱性钠长岩,矿石中主要矿物为烧绿石、锆英石,其次为钕锰矿、褐钇铈矿。主要脉石矿物为微斜长石、条纹长石、钠长石及少量石英、霓石、霓辉石、钠铁闪石。

3 地球化学异常特征

据1:20万地球化学图显示,在预测区内La的分布大致以羊坪子—脚基坪一线为界,北部高值带呈NE向条带状展布,浓集贫化分带清晰,规律特征明显;南部相对零乱,La含量显著低于北部区域,高值点多呈星散状分布(图3)。区内La的含量介于7.69~4440 μg/g之间,平均为47.23 μg/g,剔除特异值后背景平均值为37.5 μg/g。共圈定出La单元素异常34个,其中具有三级浓度分带的异常6个,已知稀土矿产地均位于异常中带或内带中,有7个异常具有二级浓度分带,其余异常仅具有外带。

Y元素的含量介于2.8~153 μg/g之间,平均为31.3 μg/g,标准离差为10.54,变异系数为33.68%,为不均匀分布型,局部异常明显;剔除特异值后,背景平均值为29.86 μg/g,异常下限为43.57 μg/g。Y的分布特征总体与La相似,但浓集带更清晰,在北部呈NE向展布,南部大致呈SN向展布。

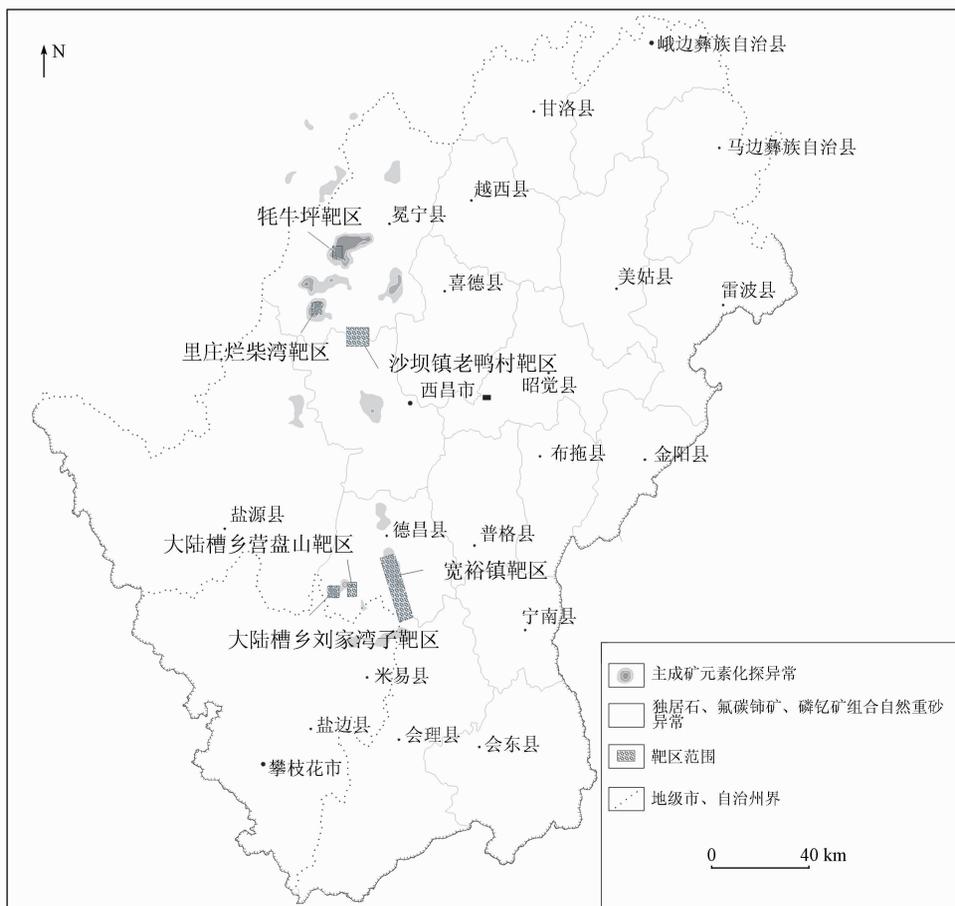


图3 远景区异常及靶区划分

Fig.3 Outline of the anomaly prospective area and target area

4 成矿模型

攀西地区稀土矿类型较多,岩浆热液型稀土矿床(牦牛坪式)是最主要的稀土矿产类型,也是四川省内目前唯一独立的具工业价值的稀土矿类型;离子吸附型稀土矿分布广,工作程度低;其他类型如砂矿型稀土矿、火山岩型稀土矿和碱性岩型稀土矿出露较少,仅有少量的矿床(点)存在。本次仅就岩浆热液型稀土矿床(牦牛坪式)展开讨论。

4.1 矿床(点)空间分布特征

攀西地区稀土矿共有产地 23 处(图 1),分布在北起冕宁,南到米易,东起安宁河,西至雅砻江一线的广阔区域内。四川省内目前唯一独立的具工业价值的稀土矿类型集中分布于凉山州的冕宁县和德昌县,形成南北长约 150 km 的稀土成矿带和集中分布区,成矿主要受 NNE—SN 向深断裂系统和喜马拉雅期幔源含矿碱性杂岩(霓石英碱正长岩、碱性花岗岩、碱性伟晶岩、碳酸岩脉等)的双重控制。

4.2 成矿时间演化规律

攀西稀土矿所处的康滇轴部基底断隆带以带状分布的太古宙—中生代早期变质岩浆杂岩构成地垒式隆起带,其中以前晋宁期花岗质岩石及澄

江期火山岩和岩浆岩分布最广,构造线方向近 SN 向,其延展方向受 SN 向断裂带所控制。在漫长的地质历史进程中,区内形成了以 SN 向主干断裂带及其配套的 NNE 和 NNW 向断裂网络。安宁河断裂带、金河—程海断裂带(北段为金河断裂)、南河—磨盘山断裂、甘洛—小江断裂带等 SN 向断裂带都是有名的岩石圈断裂,它们多期次活动并将深部的成岩成矿物质运送到地壳有利构造场所成岩成矿。由此,区内岩浆活动十分强烈而频繁,深成作用与火山活动并重,生成了种类繁多、系列齐全的各种各样火成岩共生组合体,重要的有晋宁期中酸性火山岩及侵入岩、海西期峨眉山喷溢玄武岩—层状堆晶杂岩、印支期环状碱性杂岩和喜山期碱性杂岩体、富碱斑岩群、钾质煌斑岩群等。盐源—丽江前陆逆冲—推覆带由巨厚的三叠纪沉积—蒸发岩系构成主体,东缘古生界成叠瓦状逆冲岩片,由西向东推覆叠置于康滇前陆隆起带之上。

康滇轴部基底断隆带喜山期碱性杂岩体、富碱斑岩群、钾质煌斑岩群等是主要的成矿载体,喜马拉雅期也是主要的成矿期次,其中攀西地区稀土成矿带成矿年龄从北至南逐渐变新,牦牛坪稀土矿床成矿年龄为 40.3 ~ 27.8 Ma,木洛稀土矿床成矿年龄为 35.5 ~ 31.2 Ma,里庄稀土矿床成矿年龄为 30.6 ~ 28.5 Ma,大陆槽稀土矿床成矿年龄为 15.3 ~ 10.2 Ma(表 2)。

表 2 攀西稀土成矿带岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)年龄测试结果

Tab.2 Metallogenic age of magmatic hydrothermal rare earth ore (Maoniuping type) in Panzihua - Xichang rare earth metallogenic belt

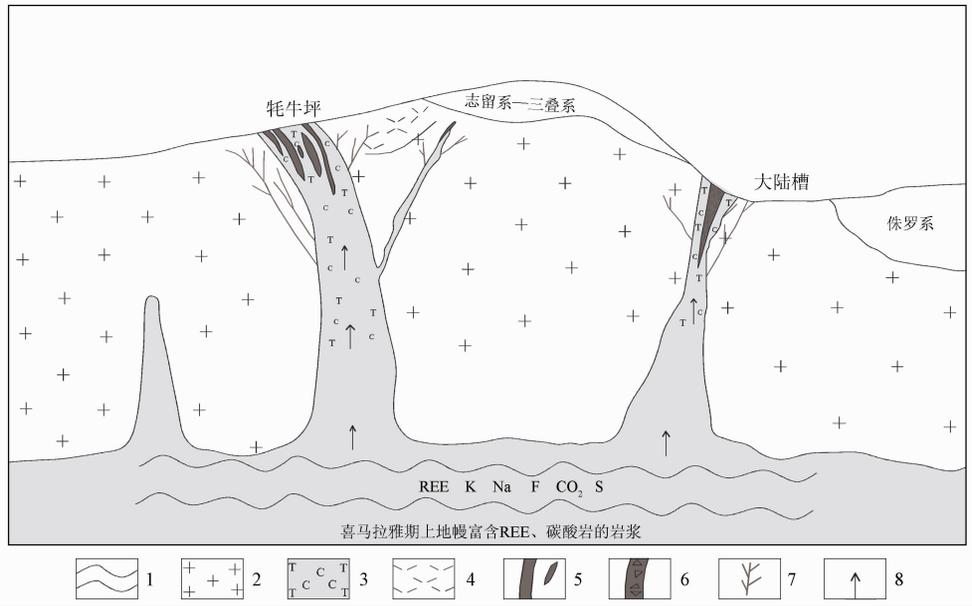
| 矿床名称 | 成岩年龄 | | | 成矿年龄 | | | 资料来源 |
|------|-----------|------------------|-----------|------|--------|------------------------|---------------------------|
| | 样本岩性 | 测试方法 | 年龄/Ma | 样本岩性 | 测试方法 | 年龄/Ma | |
| 牦牛坪 | 正长岩全岩 | K - Ar | 40.8 (Sy) | 黑云母 | K - Ar | 40.3 (Bi) | 袁忠信等,1993 ^[11] |
| | 碳酸盐中的钠铁闪石 | K - Ar | 31.7 (Af) | 黑云母 | K - Ar | 27.8 (Bi) | 骆耀南等,1985 ^[6] |
| 木洛 | 微斜长石 | Ar/Ar | 31.2 (K) | 金云母 | Ar/Ar | 35.5 (Pb) | 田世洪等,2006 ^[12] |
| 里庄 | 微斜长石 | Ar/Ar | 27.1 (K) | 黑云母 | Ar/Ar | 30.6 (Bi) | 田世洪等,2006 ^[12] |
| | | | | 辉钼矿 | | 28.5 (Mo) | |
| 大陆槽 | 正长岩全岩 | SHRIMP 锆石 U - Pb | 14.5 (Sy) | 黑云母 | K - Ar | 10.2 (Bi) | 杨光明等,1998 ^[13] |
| | 碳酸岩 | SHRIMP 锆石 U - Pb | 13.0 (Ca) | 白云母 | K - Ar | 11.3 (Mu) 15.3 (Mu) | 田世洪等,2008 ^[14] |

注:()中的元素表示年龄测试所用的矿物元素。

4.3 岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)成矿模式

本次工作结合前人研究资料,认为岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)的矿化可细分为两类:牦牛坪脉状、伟晶状矿化和大陆槽角砾岩筒矿化,并提出岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)二元成矿模式(图 4)。喜

马拉雅期在印度—亚洲大陆碰撞带东缘,引起的一系列压扭性、张扭性变形,为岩浆的向上运移提供了通道;喜马拉雅期地幔深部富含 REE、碳酸岩的岩浆流体沿这些通道向上运移,随着岩浆的逐渐冷却,岩浆分异作用形成稀土矿体。超浅层岩浆流体由于温



1. 岩浆熔融场; 2. 燕山期碱长花岗岩; 3. 喜马拉雅期碱性岩-碳酸岩系列; 4. 燕山期流纹岩; 5. 脉状、伟晶状稀土矿床; 6. 角砾岩筒状稀土矿床; 7. 含稀土矿细脉; 8. 岩浆及矿液运移方向。

图 4 岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)二元成矿模式^[15]

Fig. 4 Binary metallogenic model of magmatic hydrothermal type rare earth ore (Maoniuping type)^[15]

度急速冷却形成隐爆角砾式矿体,中深层岩浆逐渐冷却形成牦牛坪式矿体,矿床的规模与当时形成的岩浆通道大小有关。成矿模式主要表现为:构造通道形成一富 REE 流体侵入一岩浆冷却成矿。

5 找矿靶区

综合整理、分析、研究前人资料和本次野外调查成果,总结牦牛坪式、离子吸附型稀土矿的成矿规律及分布规律,在优化成矿模型和总结找矿标志(线索)的基础上开展预测评价,圈定并优选找矿靶区。

5.1 找矿靶区圈定依据

5.1.1 岩浆热液型稀土矿床(牦牛坪式)靶区圈定依据及找矿标志

岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)属岩浆型稀土矿,其成矿受喜山期碱性杂岩和构造控制,对围岩没有选择性。与成矿有关的主要是地质构造、侵入岩体(喜山期碱性杂岩)、矿化蚀变等,圈定靶区的依据及找矿标志为^[16-17]:

- (1) 扬子地台西缘康滇前陆逆冲带(攀西裂谷带)北段与盐源—丽江逆冲带结合部;
- (2) 已知矿床(矿点、矿化点)或已发现有一定规模的矿化体;
- (3) 喜山期霓石英碱正长岩分布区;

(4) 重晶石、碳酸岩、萤石、霓辉石的岩性组合,岩体内脉状团块黑色粉状风化物以及铅矿脉等是直接找矿标志,特别是萤石、重晶石组合是野外找矿的明显标志;

- (5) 放射性元素(Th、U)异常;
- (6) 化探 La(Ce)、Ba(Sr)、Th(U)、Pb(Zn)、F、S 等元素综合异常是间接的找矿标志;
- (7) 氟碳铈矿自然重砂异常是间接的找矿标志。

以上 7 点的分布范围、遥感最小预测区等为靶区面积圈定的依据。

5.1.2 离子吸附型式稀土矿床靶区圈定依据及找矿标志

- (1) 含稀土矿岩体(包括喜山期碱性岩-碳酸岩、印支期碱性花岗岩、黑云母花岗岩、晋宁期磨挈营钾长花岗岩等);
- (2) 较厚的高地质背景、高化学风化程度岩浆岩风化壳;
- (3) 较重要的地球化学异常、自然重砂组合异常。

以上 3 点的分布范围、遥感最小预测区等作为靶区面积圈定的依据。

5.2 找矿靶区圈定

参考上述找矿靶区圈定条件(依据),初步圈定了 6 个找矿靶区(图 3),从北到南列于表 3。

表 3 找矿靶区圈定特征统计

Tab. 3 Statistical table of delineation characteristics of the prospecting target area

| 成矿靶区名称 | 面积/km ² | 矿床类型 | 靶区特征 |
|-----------------|--------------------|--------------|---|
| 牦牛坪深部找矿靶区 | 6.23 | 原生稀土矿床 | 位于牦牛坪矿区,安宁河断裂带以西,NNE 方向哈哈断裂纵贯全矿区,有与成矿有关的喜山期碱性杂岩;具有 3 级碱性浓度分带,有显著的 La 异常和低缓 Y 异常显示。自然重砂异常显示为独居石、氟碳铈矿、磷钇矿组合异常 I 级异常,钻孔 500 m 以下可见稀土矿体、钼矿体,增加该矿床资源储量,达大型以上 |
| 里庄烂柴湾找矿靶区 | 24.00 | 原生稀土矿床 | 位于 SN 向的安宁河和磨盘山深大断裂之间,NNE 向断裂发育,有与成矿有关的碱性杂岩;La 元素具有三级浓度分带,异常区内 La 含量达 361 μg/g;有稀土矿脉发现,可见氟碳铈晶体,有达到大、中型稀土矿床的可能性 |
| 沙坝镇老鸦村找矿靶区 | 44.27 | 与基性岩脉有关的含钨矿床 | 位于 SN 向的安宁河和磨盘山深大断裂之间,NE 向断裂西侧,大面积出露黑云角闪石英闪长岩、黑云角闪二辉辉长岩,有与成矿有关的基性岩脉,辉绿岩脉样品 Sc 品位达到了 35×10^{-6} 。有可能找到一个与基性岩脉有关的含钨矿床 |
| 宽裕镇找矿靶区 | 144.00 | 离子吸附型稀土矿床 | 位于 SN 向的安宁河和磨盘山深大断裂之间;区内出露大面积风化花岗岩,风化壳厚度大,具有较高的稀土背景值,具有 2 级碱性浓度分带,有显著的 La 异常和低缓 Y 异常显示。自然重砂异常显示为独居石、氟碳铈矿、磷钇矿组合异常 III 级异常;有离子型稀土矿(化)发现,风化壳厚度 10 ~ 50 m, REO 含量为 0.05% ~ 0.07%,浸出相 REO 含量为 0.025% ~ 0.049% (以轻稀土为主),有达到大、中型稀土矿床的可能性 |
| 大陆槽乡营盘山一大山村找矿靶区 | 11.00 | 原生稀土矿床 | 位于已知大型矿床——大陆槽稀土矿床东部,SN 向断裂构造发育,次级构造是控矿(脉)构造,有与成矿有关的喜马拉雅期岩体。化探 La 异常明显,且具三级浓度分带;发现稀土矿脉 1 条,品位最高达到 1.26%,有达到中、小型稀土矿床的可能性 |
| 大陆槽乡刘家湾找矿靶区 | 5.80 | 原生稀土矿床 | 位于已知大型矿床——大陆槽稀土矿床西侧,SN 向断裂构造发育,次级构造是控矿(脉)构造,有与成矿有关的喜马拉雅期岩体。化探 La 异常明显,且具三级浓度分带;区内发现稀土矿脉 3 条,品位最高达到 3.00%,有达到大、中型稀土矿床的可能性 |

6 结论

在充分收集区域资料及矿区资料的基础上,对攀西稀土成矿带上的典型稀土矿床——牦牛坪稀土矿床、大陆槽稀土矿床进行了较系统的研究,对中型以上规模的牦牛坪稀土矿床、大陆槽稀土矿床、羊房沟稀土矿床、木洛稀土矿床的稀土成矿地质条件、矿化特征、矿体特征进行了调查对比研究,总结其成矿规律及分布规律;在对攀西地区中酸性、碱性侵入岩体,特别是英碱正长岩及碱性岩脉,攀西地区重点区域的稀土矿点、成矿远景区等分析研究后,在里庄、金林、腊窝、大陆槽、德昌一米易、盐边德石镇、盐边小黑箐乡、攀枝花大田镇调查区等地进行了野外地质调查,利用手持快速分析仪、手持放射性测量仪、草酸(烧碱)现场试验等进行现场取样分析研究,取得以下成果:

(1)本次研究工作总结了攀西地区牦牛坪式轻稀土矿床、离子吸附型稀土矿床的矿化特征、成矿地质背景及成矿条件,研究控矿与成矿要素、成矿

规律,优化并完善了牦牛坪式轻稀土矿床、攀西地区离子型稀土矿床的成矿模型,从而充实了成矿系统相关的理论体系。

(2)圈定并优选了 6 个找矿靶区(4 个岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)靶区、1 个离子吸附型稀土找矿靶区、1 个钨找矿靶区),按其远景及重要程度分为:A 类,含大陆槽乡刘家湾、里庄烂柴湾、牦牛坪、宽裕镇 4 个找矿靶区;B 类,大陆槽乡营盘山一大山村靶区;C 类,沙坝镇老鸦村靶区。这些成矿靶区主要分布在已知中型以上的规模矿床上或其外围,证实对已知矿床深部及其外围找矿效果好,为下一步稀土矿产勘查工作奠定了基础。

(3)进一步肯定了攀西地区稀土矿以岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)床为主,由冕宁三岔河、牦牛坪、麦地、软心沟、木洛、里庄(羊房沟)稀土矿床和德昌大陆槽乡矿床等矿床组成,且具工业价值;其次为离子吸附型稀土矿,浸出相 REO 含量为 0.025% ~ 0.049% (以轻稀土为主)。

(4)认为岩浆热液型稀土矿(牦牛坪式)成矿与构造及喜山期的英碱正长岩、碳酸岩有关,并受

构造和岩体双重控制；初步揭示了德昌—攀枝花一线离子吸附型稀土的含矿性，缩小了离子吸附型稀土矿找矿的范围。

参考文献 (References) :

[1] 秦震. 四川攀西地区氟碳铈矿型内生稀土矿床成矿模式[J]. 四川地质学报, 1996(1): 32-34.
Qin Z. Genetic model for the bastnaesite - type endogenous ore deposits of REE in Panzhihua - Xichang region, Sichuan Province[J]. Acta Geol Sichuan, 1996(1): 32-34.

[2] 陈从德, 蒲广平. 牦牛坪稀土矿床地质特征及其成因初探[J]. 地质与勘探, 1991(5): 18-23.
Chen C D, Pu G P. Geological features and genesis of the Maoniuping rare earth element deposit, Sichuan Province[J]. Geol Explorat, 1991(5): 18-23.

[3] 四川省地质矿产科学研究所. 四川稀土资源勘查及科学研究[R]. 四川省地质矿产科学研究所, 2019.
Sichuan Institute of Geology and Mineral Sciences. Sichuan Rare Earth Resources Exploration and Scientific Research[R]. Sichuan Institute of Geology and Mineral Sciences, 2019.

[4] 侯增谦, 田世洪, 谢玉玲, 等. 川西冕宁—德昌喜马拉雅期稀土元素成矿带: 矿床地质特征与区域成矿模型[J]. 矿床地质, 2008, 27(2): 145-176.
Hou Z Q, Tian S H, Xie Y L, et al. Mianning - Dechang Himalayan REE belt associated with carbona - tite - alkalic complex in eastern Indo - Asian collision zone, southwest China: Geological characteristics of REE deposits and a possible metallogenic model[J]. Miner Depos, 2008, 27(2): 145-176.

[5] 张建东, 胡世华, 秦宇龙, 等. 四川省地质构造与成矿[M]//四川省矿产资源潜力评价项目系列丛书. 北京: 科学出版社, 2015.
Zhang J D, Hu S H, Qin Y L, et al. Geological structure and mineralization in Sichuan Province [M]//Series of Books on the Evaluation of the Potential of Mineral Resources in Sichuan Province. Beijing: Science Press, 2015.

[6] 骆耀南. 中国攀枝花—西昌裂谷带[M]//张云湘. 中国攀西裂谷文集. 北京: 地质出版社, 1985: 1-25.
Luo Y N. Panzhihua - Xichang rift zone in China[M]//Zhang Y X. Collected Works of Panxi Rift Valley in China. Beijing: Geological Publishing House, 1985: 1-25.

[7] 李钟发, 蒋明全, 杨光明. 四川冕西稀土成矿区的地质特征及其远景探讨[J]. 地质科技情报, 1992(3): 51-58.
Li Z F, Jiang M Q, Yang G M. A newly discovered rare - earth metallogenic region and its prospect[J]. Geol Sci Technol Informat, 1992(3): 51-58.

[8] 李小渝. 四川德昌大陆槽稀土矿床地质特征[J]. 矿床地质, 2005, 24(2): 151-160.
Li X Y. Geological characteristics of Dalucao REE deposit in Dechang county, Sichuan Province [J]. Miner Depos, 2005, 24(2): 151-160.

[9] 田世洪, 张桂兰, 侯增谦, 等. 四川冕宁木落寨稀土矿床稳定同位素研究及其意义[J]. 矿床地质, 2005, 24(6): 647-655.
Tian S H, Zhang G L, Hou Z Q, et al. Stable isotope data from Muluozhai REE deposit in Mianning county, Sichuan Province, and their geological implications [J]. Miner Depos, 2005, 24(6): 647-655.

[10] 周家云, 沈冰, 朱志敏, 等. 四川冕宁木洛稀土矿床地质特征[J]. 稀有金属, 2006, 30(4): 494-499.
Zhou J Y, Shen B, Zhu Z M, et al. Geological features of Muluo REE deposit in Mianning, Sichuan Province [J]. Chin J Rare Met, 2006, 30(4): 494-499.

[11] 袁忠信, 白鸽, 丁孝石, 等. 四川冕宁牦牛坪碱性花岗岩锆石铀 - 铅同位素年龄及其地质意义[J]. 矿床地质, 1993, 12(2): 189-192, 147.
Yuan Z X, Bai G, Ding X S, et al. U - Pb isotopic age of zircon from the Maoniuping alkali granite, Sichuan Province and its geological significance[J]. Miner Depos, 1993, 12(2): 189-192, 147.

[12] 田世洪, 侯增谦, 袁忠信, 等. 四川冕宁木落寨稀土矿床成岩成矿的⁴⁰Ar/³⁹Ar年代学研究[J]. 岩石学报, 2006, 22(10): 2431-2436.
Tian S H, Hou Z Q, Yuan Z X, et al. ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology of rocks and ores from the Muluozhai REE deposit in Mianning county, Sichuan Province[J]. Acta Petrol Sin, 2006, 22(10): 2431-2436.

[13] 杨光明. 四川德昌县 DL 稀土矿床成矿条件研究[Z]. 中国地质大学(内部资料), 1998.
Yang G M. Research on Metallogenic Conditions of DL Rare Earth Deposit in Dechang County, Sichuan Province[Z]. China University of Geosciences (internal data), 1998.

[14] 田世洪, 侯增谦, 杨竹森, 等. 四川大陆槽稀土矿床碳酸岩 - 英碱正长岩锆石 U - Pb 年代学和 Hf 同位素性质及其地质意义[J]. 岩石学报, 2008, 24(3): 544-554.
Tian S H, Hou Z Q, Yang Z S, et al. Zircon U - Pb ages, Hf isotopic compositions and geological significance: A case study of carbonatite and nordmarkite from the Dalucao REE deposit, Sichuan Province[J]. Acta Petrol Sin, 2008, 24(3): 544-554.

[15] 孙明全, 罗其标, 张博飞, 等. 四川省稀土成矿规律及资源评价[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
Sun M Q, Luo Q B, Zhang B F, et al. Rare Earth Mineralization Law and Resource Evaluation in Sichuan Province[M]. Beijing: Science Press, 2017.

[16] 王瑞江, 王登红, 李建康, 等. 稀有稀土稀散矿产资源及其开发利用[M]. 北京: 地质出版社, 2015.
Wang R J, Wang D H, Li J K, et al. Rare Earth and Scattered Mineral Resources Are Extremely Developed and Utilized [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2015.

[17] 蒲广平. 攀西地区稀土成矿历史演化与喜山期成矿基本特征[C]//中国稀土学会. 中国稀土学会第四届学术年会论文集. 北京: 中国稀土学会, 2000: 50-59.
Pu G P. The historical evolution of rare earth mineralization in

Panxi area and the basic characteristics of Himalayan mineralization[C]//China Rare Earth Society. Proceedings of the Fourth

Annual Conference of China Rare Earth Society. Beijing: China Rare Earth Society,2000:50-59.

Metallization regularity and prospecting target area in Panzhihua – Xichang area of Sichuan Province

FAN Guoqiang¹, QIN Yulong², ZHAN Hanyu², XIONG Changli², CHEN Deyun¹, HUANG Shifa¹, PENG Yi¹
(1. No 109 Geological Team, Sichuan Bureau of Geology & Mineral Resources, Sichuan Chengdu 610100, China; 2. Evaluation and Utilization of Strategic Rare Metals and Rare Earth Resource Key Laboratory of Sichuan Province, Sichuan Geological Survey, Sichuan Chengdu 610081, China)

Abstract: The Panzhihua – Xichang area is important rare earth metallogenetic belt in China, represented by the Maoniuping rare earth ore. The rare earths ores in Panzhihua – Xichang include magmatic – hydrothermal type, pegmatitic type, Quaternary placer type, volcanic type and ion – absorption type. The metallogenic mechanisms, such as geological background, mineralization characteristics and metallogenic conditions of the Maoniuping rare earth ore, were discussed and the ore – controlling/forming factors and ore – forming rules were investigated in this paper. Besides, the metallization model for magmatic – hydrothermal light rare earth ores was perfected, and the inherent genetic relationships and production characteristics of various types of rare earth ores have been identified to scientifically analyze the regional rare earth resources and delineates prospecting target, which could further reduce the prospecting scope.

Keywords: rare earth; magmatic – hydrothermal; Panzhihua – Xichang area; metallization regularity; prospecting target area

(责任编辑: 沈效群)