

# 云南个旧新发现花岗岩型锂铷矿床地质特征及找矿潜力

王宗元<sup>1</sup>, 肖述刚<sup>2</sup>, 孙聪伍<sup>3</sup>, 朱淑桢<sup>1</sup>, 罗太旭<sup>2</sup>, 龚庆峰<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>云南省有色地质局三〇八队地质矿产勘查院, 云南 昆明

<sup>2</sup>云南省有色地质局三〇八队机关, 云南 昆明

<sup>3</sup>云南省有色地质局三〇八队生产技术部, 云南 昆明

<sup>4</sup>屏边县自然资源局矿产资源管理科, 云南 红河

收稿日期: 2024年12月9日; 录用日期: 2025年1月15日; 发布日期: 2025年1月23日

## 摘要

作为核心战略金属资源的锂矿, 已成为国家能源资源和绿色经济转型的关键矿产和当前矿产资源勘查、研究的热点, 云南省作为有色金属王国, 资源经济是当地经济发展的支柱产业。本文通过总结个旧西区阳山地区灰白色细粒二长花岗岩含锂矿床地质特征, 总结出以神仙水花岗岩体边部与法郎组地层部位作为下一步找矿突破区域, 预测区内可探获锂矿潜在资源量78万t、铷矿资源量26万t, 具备较大的找矿潜力, 为区内二长花岗岩分布区或接触带附近沉积岩层中的风化伟晶岩脉体中锂矿找矿工作提供参考意义。

## 关键词

个旧, 锂矿, 花岗岩型, 矿床地质特征, 找矿潜力

# Geological Characteristics and Prospecting Potential of Newly Discovered Granite Type Lithium Rubidium Deposits in Gejiu, Yunnan

Zongyuan Wang<sup>1</sup>, Shugang Xiao<sup>2</sup>, Congwu Sun<sup>3</sup>, Shuzhen Zhu<sup>1</sup>, Taixu Luo<sup>2</sup>, Qingfeng Gong<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Geological and Mineral Exploration Institute of 308th Team, Yunnan Nonferrous Geological Bureau, Kunming Yunnan

<sup>2</sup>Yunnan Nonferrous Geological Bureau 308th Team Office, Kunming Yunnan

<sup>3</sup>Production Technology Department of Team 308, Yunnan Nonferrous Geological Bureau, Kunming Yunnan

\*通讯作者。

文章引用: 王宗元, 肖述刚, 孙聪伍, 朱淑桢, 罗太旭, 龚庆峰. 云南个旧新发现花岗岩型锂铷矿床地质特征及找矿潜力[J]. 地球科学前沿, 2025, 15(1): 94-103. DOI: 10.12677/ag.2025.151011

<sup>4</sup>Mining Administration Department of Pingbian County Natural Resources Bureau, Honghe Yunnan

Received: Dec. 9<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jan. 15<sup>th</sup>, 2025; published: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2025

## Abstract

As a core strategic metal resource, lithium mines have become a key mineral for national energy resources and green economic transformation, as well as a hot topic for mineral resource exploration and research. As a kingdom of non-ferrous metals, Yunnan Province's resource economy is a pillar industry for local economic development. This article summarizes the geological characteristics of lithium bearing deposits in the gray white fine-grained diorite granite of the Yangshan area of the Gejiu West District. It is concluded that the edge of the Shenxianshui granite body and the Falang Formation are the next breakthrough areas for mineral exploration. It is predicted that the potential lithium resources in the area will be 780,000 tons, and the rubidium resources will be 260,000 tons, which has a significant exploration strength and provides reference significance for lithium mineral exploration in areas where diorite granite is distributed in the area.

## Keywords

Gejiu, Lithium Ore, Granite Type, Geological Characteristics of Mineral Deposits, Prospecting Potential

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

能源的发展、安全与环境的协调，是全人类共同关心的问题，也是我国社会经济发展的重要问题。随着国家能源转型和碳达峰、碳中和进程的逐步推进，锂在动力电池、储能等重要低碳技术产品中发挥了关键作用，已成为保障我国新能源建设的核心战略金属资源，锂矿勘查与研究已成为当今矿产勘查和地质研究的热点。目前云南省尚无锂矿查明资源量，全省仅有三处有记录可查的锂矿普查点，具有锂资源前景的地区分为滇中、滇西、滇东南三大区域，锂主要赋存在石炭系、二叠系粘土岩(滇中地区)，高黎贡山群变质岩(滇西地区)，铝土矿床(滇东南地区)中[1]。本文通过对个旧燕山期花岗岩型锂铷矿床地质特征进行总结和附近区域找矿潜力进行分析的基础上，对指导红河州乃至云南省大面积花岗岩分布区域的锂矿找矿工作具有一定的参考意义。

## 2. 区域地质特征

云南个旧锡多金属矿区位居环太平洋成矿带与地中海-喜马拉雅成矿带的交汇处，是我国滇东南锡矿带上最重要的规模最大的锡多金属矿集区之一，地处印度板块、欧亚板块、太平洋板块俯冲碰撞相接的部位。大地构造位置处于扬子陆块区(VI)上扬子陆块(VI-2)泸西被动陆缘(VI-2-8)南西边缘[1]，属“西南三江成矿带”的南段。成矿区带属个旧-文山-富宁(地块)Sn-W-Ag-Pb-Zn-Au-Sb-Mn-Al 成矿带(III13)中的个旧-河口(个旧断块)Sn-W-Bi-Al-Pb-Zn-Mn-Cu 矿带(IV29)。区内地质构造复杂，岩浆活动频繁，形成了一系列花岗质侵入岩，其中与 Sn 成矿密切相关的为黑云母花岗岩，分别出露于个旧东西两矿区，西区主体为中-粗粒黑云母花岗岩，而东区则分布为中-细粒黑云母花岗岩[2]。

2.1. 区域地层

个旧矿区东区以三叠系中统个旧组( $T_2g$ )碳酸盐类岩石为主(见图 1), 厚度大于 3000 m, 出露面积占矿区面积的 60%以上, 为矿区内生矿床的主要围岩。地层出露较完整, 层序北新南老, 按岩性组合特征可划分为三段, 上段白泥硐段( $T_2g^3$ )主要为中厚至厚层状石灰岩, 靠近底部夹一层硅质砾岩(厚  $> 2\text{ m}$ ); 中段马拉格段( $T_2g^2$ )主要岩性为中至厚层状白云岩与灰质白云岩夹石灰岩, 中下部含两个同生角砾岩夹层, 厚度小于  $1\text{ m}\sim 45\text{ m}$  不等, 为白云岩组成的同生角砾岩; 下段卡房段( $T_2g^1$ )主要岩性为石灰岩、泥质灰岩及白云质灰岩与灰质白云岩、石灰岩互层, 中下部含泥质较多, 是矿区最主要控矿层位; 西区以中三叠系法郎组( $T_2f$ )为主(见图 1), 厚度大于 800 m, 三叠系个旧组( $T_2g$ )分布于西区东部及东南部。法郎组上段( $T_2f^3$ )主要为粉砂岩、粉砂质页岩、泥岩及泥质灰岩; 中段( $T_2f^2$ )主要为含泥质灰岩、灰岩; 下段( $T_2f^1$ )主要为页岩、砂质页岩、钙质页岩、薄层泥质灰岩等不等厚互层, 夹炭质页岩及泥灰岩透镜体[2]。

2.2. 区域构造

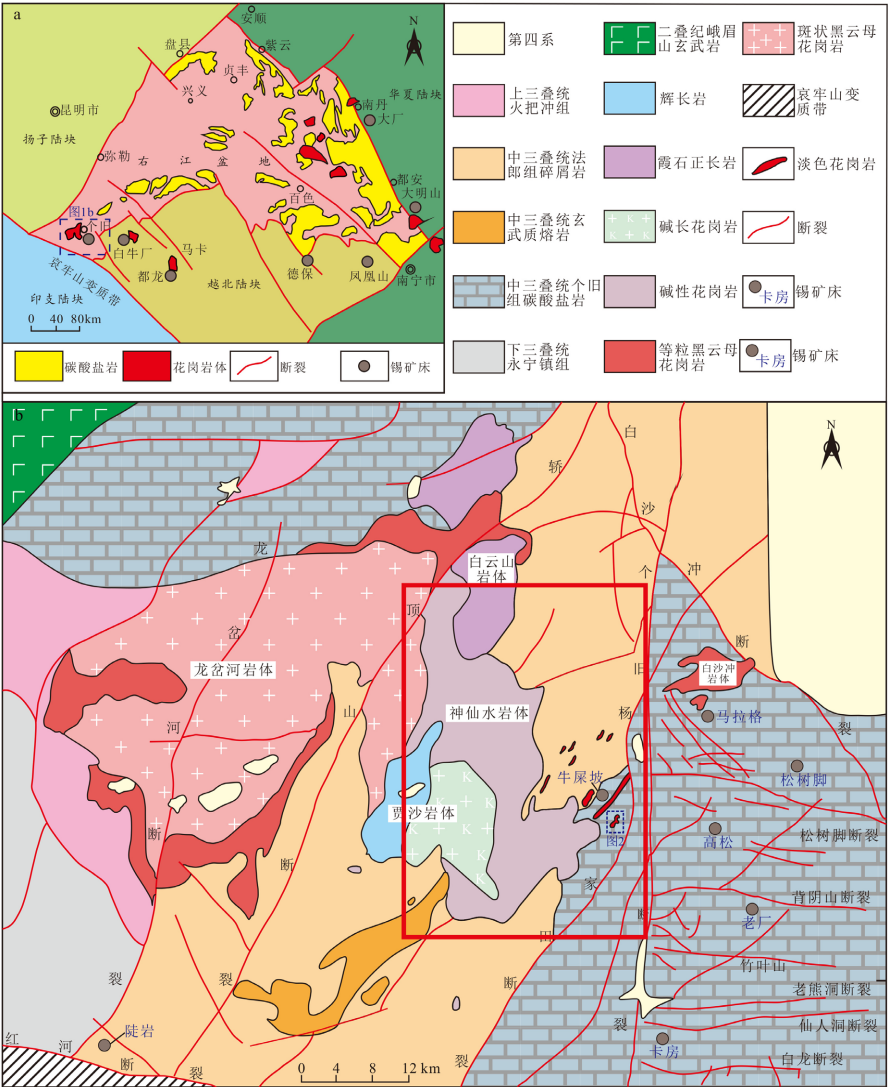


Figure 1. Geological map of Gejiu mining area in Yunnan province  
图 1. 云南个旧矿区区域地质简图

区域构造按走向分为北东向、北西向、东西向和南北向四组，近东西向断裂形成较早，被南北向断裂错断；北西向断裂多被北东向断裂错断；北东向断裂与侵入岩走向一致，为控岩和锡多金属矿产的控矿断裂。根据不同构造分布特征，区域上大致可划分为四个构造带，即由法郎组中段( $T_2^f$ )地层中的次级向斜及断裂紧密围绕西区岩体构成环状构造的贾沙环状构造带[3]，由一系列的北东向断裂构造组成的杨家田断块型构造带，由一系列的北西向断裂构造及平缓开阔的小型背斜构造组成的陡岩构造带和主要显示为宽缓的五子山背斜构造上的一系列的北东向断裂构造的叠加组合五子山构造带[4]。总体来说，区域构造活动为本区岩浆活动提供了动力来源和岩浆喷出的通道，使得本区形成了大面积的岩浆岩体分布。

2.3. 区域岩浆岩

区内岩浆岩为燕山期多阶段的岩浆活动所形成，在成分上具有由基性、酸性到碱性的演化特点，在活动上表现为间歇性(脉动式)多阶段的侵入形式。研究区所在的岩体出露面积约 320 km<sup>2</sup>，外形略似肺状，西边一叶主要为斑状黑云母花岗岩，大体沿北北东向的龙岔河断裂带侵入；东边一叶由辉长二长岩、黑云母花岗岩及碱性岩组成，沿北东向贾沙复向斜核部侵入，并受近南北向的隐伏断裂及北东向断裂之复合控制，使其外形呈南北延长的北窄南宽的楔形；上述岩体彼此毗连，以交代、蚀变而相互过渡，向东倾斜、隐伏地下，可能与东区岩体相连。据以往对白云山岩体、神仙水岩体、贾沙岩体、他白火山岩、龙岔河岩体的同位数测定(见表 1)，本区岩浆活动在 60~119 Ma，为燕山晚期[3]。与锂矿有关的岩体为神仙水岩体，年龄为 62~78 Ma，主要活动时间在晚白垩世。

Table 1. Results of same number measurement of granite bodies in the Gejiu west area  
表 1. 个旧西区花岗岩体同位数测定结果表

岩体	采样地点	采样方法	样号	岩性	测定对象	测定方法	年龄(Ma)
白云山岩体	长岭岗	捡块样	t15	霞石正长岩	全岩	K-Ar	60
	长岭岗	捡块样	t16	霞石正长岩	全岩	K-Ar	62
	贾沙水库	捡块样	t4	等粒花岗岩	黑云母	K-Ar	78
	神仙水	捡块样	t5	等粒花岗岩	黑云母	K-Ar	72
神仙水岩体	神仙水	捡块样	t5	等粒花岗岩	钾长石	K-Ar	67
	白云山新民寨	捡块样	t6	等粒花岗岩	黑云母	K-Ar	67
	克勒 - 龙岔河	捡块样	t7	等粒花岗岩	黑云母	K-Ar	62
贾沙岩体	裴烈	捡块样	t1	辉长岩	黑云母	K-Ar	119
	围墙	捡块样	t2	混染云闪二长岩	黑云母	K-Ar	94
他白火山岩	他白寨	捡块样	t17	基性火山熔岩	全岩	K-Ar	58.1
	他白寨	捡块样	t18	凝灰岩	全岩	K-Ar	106
	他白寨	捡块样	t19	凝灰岩	全岩	K-Ar	68
	廈田	捡块样	t10	斑状黑云母花岗岩	黑云母	K-Ar	115
龙岔河岩体	廈田	捡块样	t10	斑状黑云母花岗岩	钾长石	K-Ar	100
	三七园	捡块样	t11	斑状黑云母花岗岩	黑云母	K-Ar	92

3. 研究区地质特征

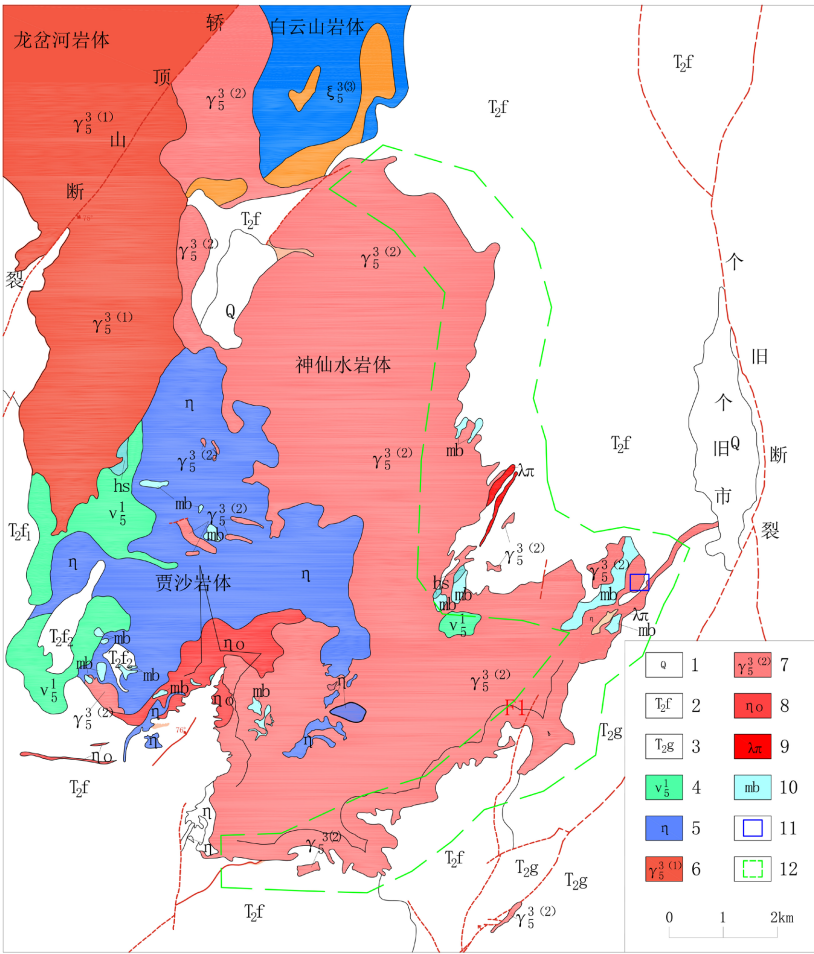
本次研究区以已完成勘查工作的个旧阳山片区所在的神仙水岩体为主，面积约 104 km<sup>2</sup>，总体来说构

造不发育,出露地层主要是三叠系中统个旧组 and 法郎组,岩体以燕山晚期灰色细粒二长花岗岩为主(见图 2)。

3.1. 沉积岩特征

三叠系中统个旧组分布在研究区外围,岩性以中厚层至块状白云岩及灰岩、泥质灰岩为主,厚度 408.60 m,岩石在岩浆作用下,大部分具有大理岩化或变质成大理岩;法郎组紧邻神仙水岩体分布,岩性为滨海相的砂页岩、泥质灰岩组合,可划分为两段:中段( $T_2^f$ )为黑灰色、浅灰白色中厚层状含泥质灰岩,泥质灰岩、石灰岩,具泥质纹理或条带状构造,局部夹薄层状或厚层状泥质灰岩;下段( $T_2^f$ )岩性为灰色、深灰黑色薄层状碳质灰岩,局部夹薄层状泥质灰岩透镜体。

3.2. 岩浆岩特征



1. 第四系残坡积, 洪积粘土; 2. 法郎组中段泥质灰岩、石灰岩、砂页岩; 3. 个旧组灰岩、白云岩; 4. 辉长岩; 5. 二长岩; 6. 斑状花岗岩; 7. 细至中粒黑云母花岗岩; 8. 石英二长岩; 9. 石英斑岩; 10. 大理岩; 11. 已发现锂铷矿位置; 12. 找矿预测区域。

Figure 2. Geological map of the research area  
图 2. 研究区地质简图

研究区出露花岗岩为神仙水岩体,也是锂矿床的含矿岩石,呈南北狭长状展布,出露面积约 60 km<sup>2</sup> (见图 2)。同素年龄测定岩体侵入时间为 62~78 Ma,属燕山晚期第二阶段的产物。该岩体夹持在杨家田断



裂和轿顶山断裂之间，沿北东 - 南西向贾沙复式向斜展布。岩体东侧与法郎组(T<sub>2</sub>f)及个旧组(T<sub>2</sub>g)地层接触，南西与贾沙岩体接触，北西与龙岔河斑状黑云母花岗岩体接触，北部与白云山碱性岩体接触。岩体接触带附近岩石普遍变质和受同化混染作用；东侧接触带广泛发育各种角岩、大理岩和矽卡岩，变质晕最大宽度近 1 km，牛屎坡 - 蜜岩山一带经勘查工程证实矽卡岩厚度较薄且仅有小规模锡矿化伴生，但岩体南东缘花岗岩外接触带强烈大理岩化的牛屎坡一带有大型砂锡矿床产出，2023 年在岩体首次中发现有锂铷矿产。

神仙水岩体岩性为灰色细粒二长花岗岩，岩石由粒径 0.3~2.0 × 0.8 mm 的半自形柱状斜长石(25%~40%)、钾长石(25%~45%)、石英(20%~30%)和部分白云母(少~8%)少量铁泥质物、金属矿物、磷灰石、黑云母和锂云母等混杂分布组成(见表 2)。斜长石自形程度较钾长石好，石英最差，具花岗结构，粒度主要属细粒，颗粒大小不等，混杂分布，钾长石表面普遍泥化，斜长石、石英多具碎裂现象。片状白云母杂乱分布于石英、长石中。黄褐色隐晶质铁泥质不均匀浸染，金属矿物呈它形粒状，星散分布。

**Table 2.** Mineral composition identification results of Shenxianshui rock mass  
**表 2.** 神仙水岩体矿物成分薄片鉴定结果表

矿物成分		编号	粒度(mm)	含量(%)	嵌布特征
主要矿物	斜长石	B1	0.2~1.6 × 0.6	25	半自形柱状，星散略均匀分布。
		B2	0.3~2.0 × 0.8	25~30	半自形柱状，星散略均匀分布。
		D023B1	0.4~2.5 × 0.6	35~40	半自形柱状，星散略均匀分布。
	钾长石	B1	0.1~1.2	40~45	半自形 - 它形粒状，不均匀分布。
		B2	0.4~2.8	37	半自形 - 它形粒状，不均匀分布。
		D023B1	0.5~2.8	25~30	半自形 - 它形粒状，不均匀分布。
	石英	B1	0.1~1.5	20~25	它形粒状，不均匀充填于长石粒间。
		B2	0.1~2.4	20~25	它形粒状，不均匀充填于长石粒间。
		D023B1	0.1~2.4	25~30	它形粒状，不均匀充填于长石粒间。
少量矿物	白云母	B1	≤0.5	3~5	片状，杂乱不均匀分布于石英、长石中。
		B2	≤1.5	5~8	片状，杂乱不均匀分布于石英、长石中。
		D023B1	≤1.2	少	片状，杂乱不均匀分布于石英、长石中。
	铁泥质	B1	/	少	黄褐色隐晶质，不均匀浸染。
		B2	/	少	黄褐色隐晶质，不均匀浸染。
		D023B1	/	少	黄褐色隐晶质，不均匀浸染。
	金属矿物	B1	/	少	它形粒状，星散不均匀分布。
		B2	/	少	它形粒状，星散不均匀分布。
		D023B1	/	少	它形粒状，星散不均匀分布。
副矿物	磷灰石等	B1	≤0.1	少	柱状，零星分布。
		B2	≤0.1	少	柱状，零星分布。
		D023B1	≤0.1	少	柱状，零星分布。

经采样测试灰色细粒二长花岗岩主量 SiO<sub>2</sub> 含量 70.64%~74.02%、TiO<sub>2</sub> 含量 0.09%~0.16%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量 13.09%~15.18%、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量 1.00%~3.17%、MnO 含量 0.05%~0.08%、MgO 含量 0.17%~0.46%、CaO

含量 0.91%~1.59%、Na<sub>2</sub>O 含量 3.02%~4.13%、K<sub>2</sub>O 含量 4.84%~5.99%、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 含量 0.15%~0.20%、LOI 含量 0.43%~0.60% (见表 3), 微量元素 Rb 含量  $439 \times 10^{-6}$ ~ $579 \times 10^{-6}$ 、Ba 含量  $144 \times 10^{-6}$ ~ $3746 \times 10^{-6}$ 、Pb 含量  $50 \times 10^{-6}$ ~ $75.9 \times 10^{-6}$ 、Sr 含量  $95.6 \times 10^{-6}$ ~ $253 \times 10^{-6}$ 、P 含量  $654.7 \times 10^{-6}$ ~ $872.9 \times 10^{-6}$ 、Sn 含量  $7.03 \times 10^{-6}$ ~ $13.30 \times 10^{-6}$ 、Zr 含量  $54.2 \times 10^{-6}$ ~ $164 \times 10^{-6}$  (见表 4)。

**Table 3.** Main element analysis results of the Shexianshui rock mass and the diorite granite (Unit: %)

**表 3.** 神仙水岩体二长花岗岩主量元素分析成果表(单位: %)

样号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI
SXS22	73.23	0.16	13.09	3.17	0.06	0.2	1.13	3.02	5.35	0.19	0.43
SXS006	70.64	0.09	15.18	1.00	0.08	0.46	1.59	4.13	5.99	0.2	0.6
SXS007	74.02	0.13	13.44	1.39	0.05	0.17	0.91	3.97	4.84	0.15	0.49
平均值	72.63	0.13	13.90	1.85	0.06	0.28	1.21	3.71	5.39	0.18	0.51

**Table 4.** Table of trace element analysis results for Shexianshui granite and Erchang granite (Unit: 10<sup>-6</sup>)

**表 4.** 神仙水岩体二长花岗岩微量元素分析成果表(单位: 10<sup>-6</sup>)

样号	微量元素(10 <sup>-6</sup> )						
	Rb	Ba	Pb	Sr	P	Sn	Zr
SXS22	439	3476	50	253	829.3	7.03	164
SXS006	579	144	68.1	95.6	872.9	7.23	54.2
SXS007	559	217	75.9	101	654.69	13.3	147
平均值	525.7	1279.0	64.7	149.9	785.6	9.2	121.7

目前已发现锂铷矿的阳山地段, 其细粒和中 - 细粒花岗岩的结构和构造相似, 仅粒度不同, 均呈浅灰白色, 具花岗结构, 主要矿物包括斜长石(60%~65%)、碱性长石(10%~15%)、石英(20%~25%)和白云母(1%~5%)。斜长石多呈半自形板状, 粒径大小范围为 1.0~2.0 mm, 少数粒径大小范围可达 0.5~1.0 mm, 多发育聚片双晶, 存在微弱土化和绢云母化现象; 碱性长石主要为正长石, 呈半自形板状和粒状, 粒径大小范围为 0.5~1.0 mm, 少数粒径的变化范围为 2~3 mm, 多发育条纹结构和格子双晶, 表面多发生较轻微土化; 石英呈他形粒状, 粒径大小范围为 0.5~1.0 mm, 少数粒径大小的变化范围为 1.0~2.0 mm, 杂乱分布, 表面较为新鲜干净, 部分发育裂纹; 白云母呈片状, 片径大小的变化范围为 0.5~1.0 mm, 少数粒径大小的变化范围为 1.0~2.0 mm, 呈星散状分布。副矿物可见磷灰石、锆石和独居石[4]。

### 3.3. 地球化学特征

据 1983 年~1993 年期间完成的 1:200000 区域水系沉积物测量获得了 Ag、As、Au、B、Ba、Be、Bi、Cd、Co、Cr、Cu、F、Hg、La、Li、Mn、Mo、Nb、Ni、P、Pb、Sb、Sn、Sr、Th、Ti、U、V、W、Y、Zn、Zr、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、K<sub>2</sub>O、MgO、Na<sub>2</sub>O、SiO<sub>2</sub> 等常量元素和微量元素在内的 39 个地球化学元素数据, 本区处于圈定的 ASO<sub>2</sub> 异常带内。据云南省锂(Li)地球化学分布情况, 本区锂地球化学累计频率 95.5%~98%,  $\omega$  (Li)  $(71\sim87) \times 10^{-6}$ , 属地球化学值较高区域。

阳山细粒和中 - 细粒花岗岩化学组成: SiO<sub>2</sub> 的变化范围为 75.75%~78.76%, K<sub>2</sub>O 的变化范围为 2.39%~4.46%, Na<sub>2</sub>O 的变化范围为 2.23%~3.77%。全碱(Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O)的变化范围为 5.28%~7.67%, 平均值为 6.61%, K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O 的变化范围为 0.67~1.76, 平均值为 1.07。MgO 的变化范围为 0.11%~0.27%, Mg<sup>#</sup> 的变化范围为 13.0~32.1, 平均为 19.6。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的变化范围为 11.48%~13.09%, 铝饱和指数(A/CNK)的变化范

围为 1.21~1.66，平均值为 1.34。岩浆分异指数(DI)的变化范围为 88.9~94.9，平均值为 92.9，反映出结晶分异程度较高。总体来说，阳山淡色花岗岩蕴含高硅、高钾、高分异和强过铝质，低钠和低镁值特征，为强过铝质钙碱性 - 高钾钙碱性系列岩石[4]。

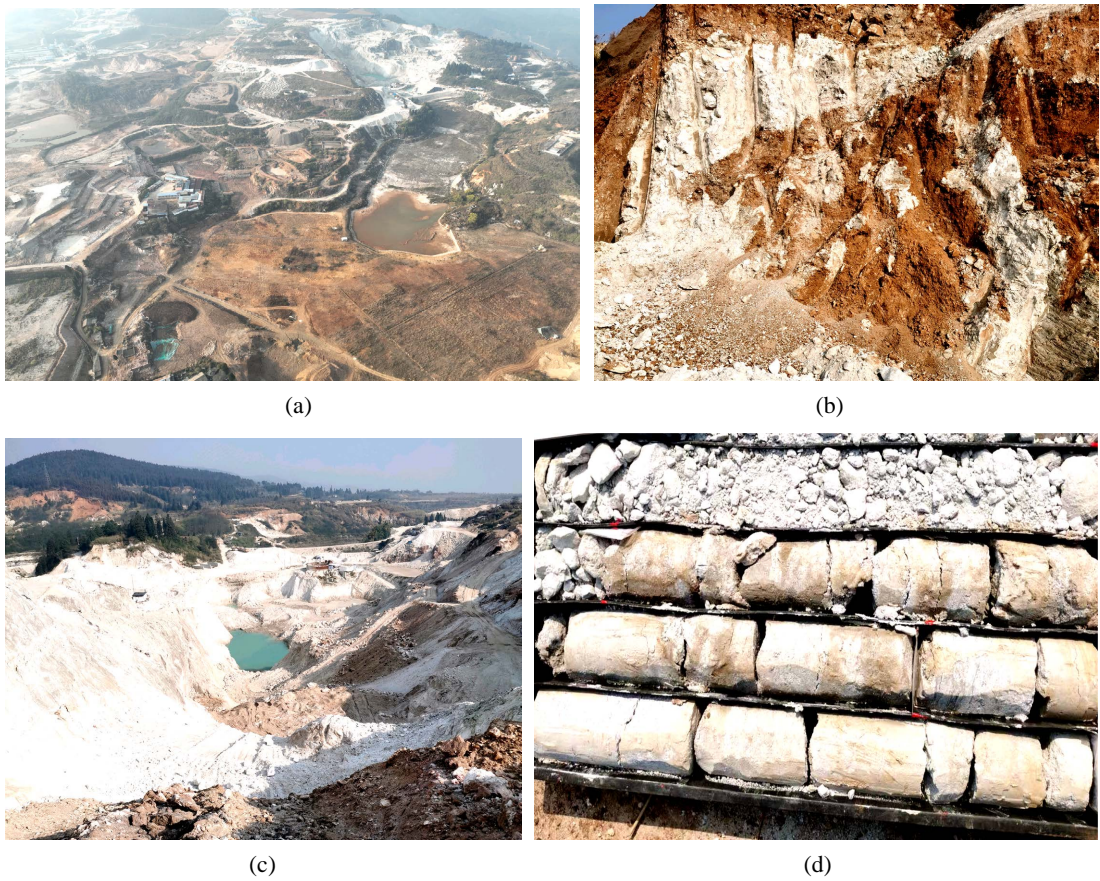
3.4. 地球物理特征

在前期勘查过程中，通过相关物性参数测试后采用高密度电法剖面测量(观测温纳  $\alpha$ 、温纳 - 施伦贝两种装置)对阳山片区岩性地地球物理特征进行了解，区内主要分布花岗岩、大理岩、尾砂、废渣、覆土及松散堆积废石，电阻率由低到高排序为尾砂、废渣→覆土→花岗岩→大理岩→废石，全~强风化花岗岩与大理岩(灰岩、白云岩)电性差异明显。

3.5. 围岩蚀变特征

区内主要的变质作用和围岩蚀变主要是大理岩化，属接触热变质使碳酸盐岩产生重结晶形成，在区内广泛分布，重结晶程度与沉积岩层离花岗岩体的远近呈负相关关系，一般离花岗岩越近结晶越粗，反之则细。

3.6. 矿体特征



**Figure 3.** On site photo of lithium rubidium mine in Yangshan area, (a) Aerial image of lithium rubidium mine in Yangshan area (Lens direction 268°); (b) Yangshan Lithium Rubidium Mine Mining Outcrop; (c) Yangshan Lithium Rubidium Mine Mining Area (Camera Direction 74°); (d) Photos of core samples from Yangshan Lithium Rubidium Mine boreholes

**图 3.** 阳山片区锂铷矿现场照片，(a) 阳山片区锂铷矿航拍影像图(镜头方向 268°)；(b) 阳山锂铷矿采矿露头；(c) 阳山锂铷矿采矿区域(镜头方向 74°)；(d) 阳山锂铷矿钻孔岩心照片



矿体为强风化的灰色细粒二长花岗岩，岩体即为矿体(见图 3)，以石英斜长石为主，含少量黑云母和锂云母，偶见角闪石。主要含矿矿物为锂云母。岩体大多已强烈风化呈砂状，围岩为三叠系个旧组大理岩、法郎组含泥质灰岩，泥质灰岩、石灰岩和砂页岩。施工的 15 个钻孔中有 10 个钻孔见锂铷矿，揭露控制的矿体长 225 m，宽 90 余米，揭露矿体厚度 4.67~32.61 m，整体呈北东—南西方向展布，矿体呈中间细两边宽的葫芦形，矿体厚度呈南西厚，北东薄的趋势(见图 4)。矿体  $\text{Li}_2\text{O}$  品位 0.1%~0.53%，平均品位 0.28%； $\text{Rb}_2\text{O}$  品位 0.11%~0.22%，平均品位 0.17%。

按照边界品位  $\text{Li}_2\text{O}$  0.2%， $\text{Rb}_2\text{O}$  0.1%，最小可采厚度 1.0 m，夹石提出厚度 4 m 的工业指标对已勘查完成的阳山片区锂铷矿采用垂直平行断面法，估算勘查区域 0.32  $\text{km}^2$ 、开采标高 1909.65~1960.47 m 范围内，锂铷矿矿石资源量约有 95 万 t， $\text{Rb}_2\text{O}$  金属计 1630 t，2640 t [5]。矿产资源储量规模已达小型。

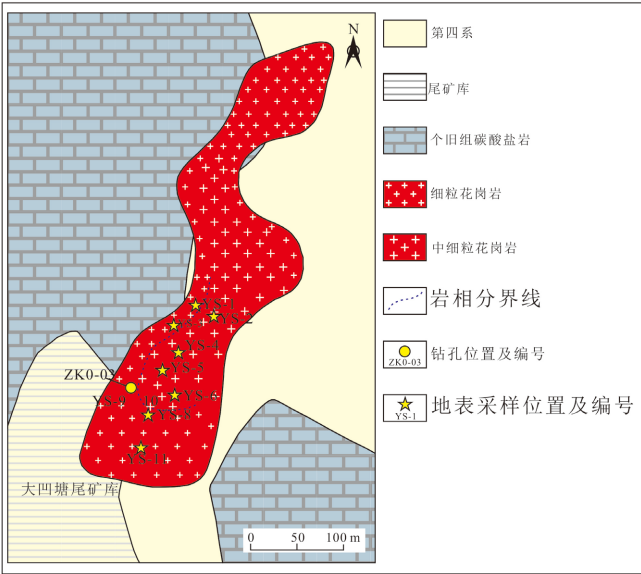


Figure 4. Geological diagram of Yangshan Lithium Rubidium Mine  
图 4. 阳山锂铷矿地质简图

4. 矿床成因分析

云南个旧西区岩浆作用频繁而强烈，上侵岩浆与围岩接触时，一方面要熔蚀围岩，另一方面要烘烤围岩，造就岩浆成分和温度的改变。当岩浆温度剧降时矿物品出时间短往往形成接触带边部为细粒过渡带为中粒，岩浆房内为粗粒的相变关系。本区锂铷矿床的形成，是在多期次的岩浆叠加改造下，Li、Rb、稀土等稀有金属渐渐聚集在晚期岩浆中，并在岩浆顶部富集成矿。区内锂铷矿床的形成主要来源一是岩浆本身带来的元素。二是岩浆熔融围岩中锂、铷元素，使之进一步富集成矿。

5. 找矿标志

从前期勘查成果及采用的勘查手段来看，区内花岗岩型锂矿床找矿标志主要有以下几方面：

- 1) 岩体标志：区内广泛分布的燕山晚期灰色细粒二长花岗岩风化壳是直接的找矿标志。
- 2) 地球化学标志：从区域地球化学锂地球化学累计频率 95.5%~98%， $\omega(\text{Li}) (71\sim87) \times 10^{-6}$ ，属地球化学值较高区域，是前期调查选区的重要标志。
- 3) 地球物理标志：在灰岩、砂页岩、泥质灰岩与花岗岩接触区域，采用高密度电阻率法进行测量，花岗岩脉或风化壳视电阻率总体显示低阻，是该类型矿床的间接找矿标志。

4) 风化壳标志：区内 Li、Rb 矿主要赋存在风化呈砂土状的强过铝质钙碱性 - 高钾钙碱性系列岩石中，区内出露的花岗岩风化壳或临近区域沉积岩层中伟晶岩脉体是直接的找矿标志。

## 6. 找矿潜力分析

通过对区域地质条件和研究区地质特征分析，结合最新勘查成果，在个旧西区寻找锂铷矿主要是以神仙水细粒二长花岗岩体东部，与三叠系中统法郎组、个旧组灰岩、灰质白云岩和砂页岩接触带附近区域或接触带附近沉积岩层中的风化伟晶岩脉体中，面积约 36 km<sup>2</sup> (见图 2)，参照已完成勘查矿体的厚度 4.67 m，Li<sub>2</sub>O 平均品位 0.28%、Rb<sub>2</sub>O 平均品位 0.17%，体重值 1.97 t/m<sup>3</sup> 进行估算，预测区内可探获锂矿资源量约 78 万 t，铷矿资源量 26 万 t，说明该区具有较大的锂铷矿找矿潜力。

## 7. 结论

云南个旧西区新发现花岗岩型锂铷矿床主要产于燕山晚期灰色细粒二长花岗岩与法郎组灰岩、砂页岩、泥质灰岩接触带附近的花岗岩风化壳或接触带附近沉积岩层中的风化伟晶岩脉体中，矿体呈面状，局部呈透镜状产出。通过对区内地质条件分析并结合前期勘查成果分析，矿床的成因以岩浆分异型成因为主[6]，辅以后期叠加改造富集成矿。通过预测，区内具备寻找超大型锂铷矿床的潜力。

## 基金项目

云南省有色地质局百名地质技术人才培养工程(编号：[2022] 42-三 0 八队-01)，云南省有色地质局三 0 八队个旧西区新发现阳山锂铷矿成岩成矿作用研究(编号：2023001)。自然资源部个旧地区战略性“三稀”矿产找矿与综合利用评价(编号：2024ZRBSHZ137)。云南省科技厅云南省院士专家工作站(编号：202405AF140108)。

## 参考文献

- [1] 云南省有色地质局三〇八队. 云南省滇中、滇东南锂矿调查工作报告[R]. 2022.
- [2] 冶金部西南地质勘探公司三〇八队. 个旧锡矿地质[M]. 北京：冶金工业出版社, 1981.
- [3] 云南省有色地质局三〇八队. 云南个旧锡矿矿集区矿产地质调查课题成果报告[R]. 2020.
- [4] 肖述刚, 徐恒, 常国虎, 等. 云南个旧阳山地区淡色花岗岩成因与成矿效应：岩石地球化学和独居石 U-Pb 年代学方面的制约[J/OL]. 岩石矿物, 2024: 1-20. <https://link.cnki.net/urlid/51.1143.td.20240605.1736.002>, 2024-09-10.
- [5] 云南省有色地质局三〇八队. 个旧市有色金属矿山阳山片区废渣综合调查评价锂铷矿勘查报告[R]. 2023.
- [6] 肖述刚, 常国虎, 王宗元, 等. 云南个旧首次发现花岗岩型锂铷矿床[J]. 矿产与地质, 2024, 38(1): 205-206.