

文章编号: 1009-3850(2004)02-0016-06

羌塘赤布张错地区新生代火山岩研究

魏君奇, 王建雄, 牛志军

(宜昌地质矿产研究所, 湖北宜昌 443003)

摘要: 根据 K-Ar 同位素年代学研究成果, 将赤布张错新生代火山活动划分为 3 期: 第 I 期(40.1~35.1Ma) 火山喷发较弱, 形成小范围分布的细粒安粗岩和斑状粗面岩; 第 II 期(26.5~17.6Ma) 火山喷溢最为强烈, 形成大面积厚层黑色气孔状安粗岩; 第 III 期(5.5~4.61Ma) 由潜火山作用形成球粒状、斑状粗面岩岩丘。新生代火山岩系包括高钾钙碱性系列和钾玄岩系列, 高钾钙碱性火山岩形成于始新世, 属于壳源岩浆系列; 钾玄岩系火山岩形成于中新世—上新世, 属于幔源岩浆系列。由老到新, 岩石系列由高钾钙碱性系列→钾玄岩系列演化, 岩性由安粗岩→粗面岩演化。

关键词: 新生代; 火山岩; 赤布张错; 羌塘

中图分类号: P588.14

文献标识码: A

羌塘新生代火山岩带的主体沿北纬 34°—36° 延伸, 长达 1500km, 平均海拔 4500m, 是青藏高原的一大地质特色, 也是著名的陆内火山岩带之一。邓万明大致以北纬 35° 为界, 将火山岩带划分为南、北两个亚带, 各亚带又由若干个火山岩省组成^[1~3]。赤布张错地区的新生代火山岩出露于北纬 34° 以南, 位于藏北火山岩带南亚带北羌塘火山岩省。由于自然环境十分恶劣, 该区的火山岩研究基本为空白。通过 1:25 万赤布张错幅区域地质调查, 笔者对该区的新生代火山岩进行了岩石化学和同位素地质学方面的研究。

1 火山岩的地质特征

赤布张错地区的火山岩主要围绕赤布张错、加木称错、错居日和错欧等几个咸水湖分布, 呈东西长约 50km、宽约 30km 的火山岩岩带, 面积约 1300km² (图 1)。火山岩多呈帽状、桌状、城墙状的平顶山、方桌山、长条山等熔岩台地地貌, 海拔 5000~5800m。火山岩层角度不整合覆盖于中、上侏罗统

的各组地层, 以及古近系始新世沱沱河组和雅西措组地层之上, 其上又被新近系上新统曲果组不整合覆盖。青海区调综合地质大队于 1987 年对该区进行了 1:20 万区域地质调查, 将该区火山岩划为新近系中新统查保马组。

经过野外填图和室内岩石薄片鉴定, 笔者将该套火山岩分为 3 期。

(1) 第 I 期: 分布于孟宰芒毛和巴日根曲一带。位于孟宰芒毛一带的火山岩呈灰绿色, 细粒细粒结构, 厚层状、块状构造, 节理较发育, 含少量小的角闪石斑晶; 出露面积约 35km², 厚约 60m。位于巴日根曲一带的火山岩为灰白、灰黑色斑状熔岩, 斑晶为长石和石英, 含量约 10%, 直径 1~5mm, 基质为长英质; 细粒结构, 厚层状、块状构造、流动构造; 出露面积约 40km², 厚约 30m。

(2) 第 II 期: 主要由黑色气孔状熔岩组成, 气孔极为丰富, 约占岩石体积 40%, 隐晶质结构, 熔渣状、波状、绳状构造。气孔形态多样, 常见椭圆状、扁平状、气泡状等, 以直径 3~10cm 者居多, 定向排列,

收稿日期: 2004-03-23

第一作者简介: 魏君奇, 1964 年生, 副研究员, 从事岩石学研究。

资助项目: 国土资源大调查项目“1:25 万《赤布张错幅》区域地质调查”(20013900018)。

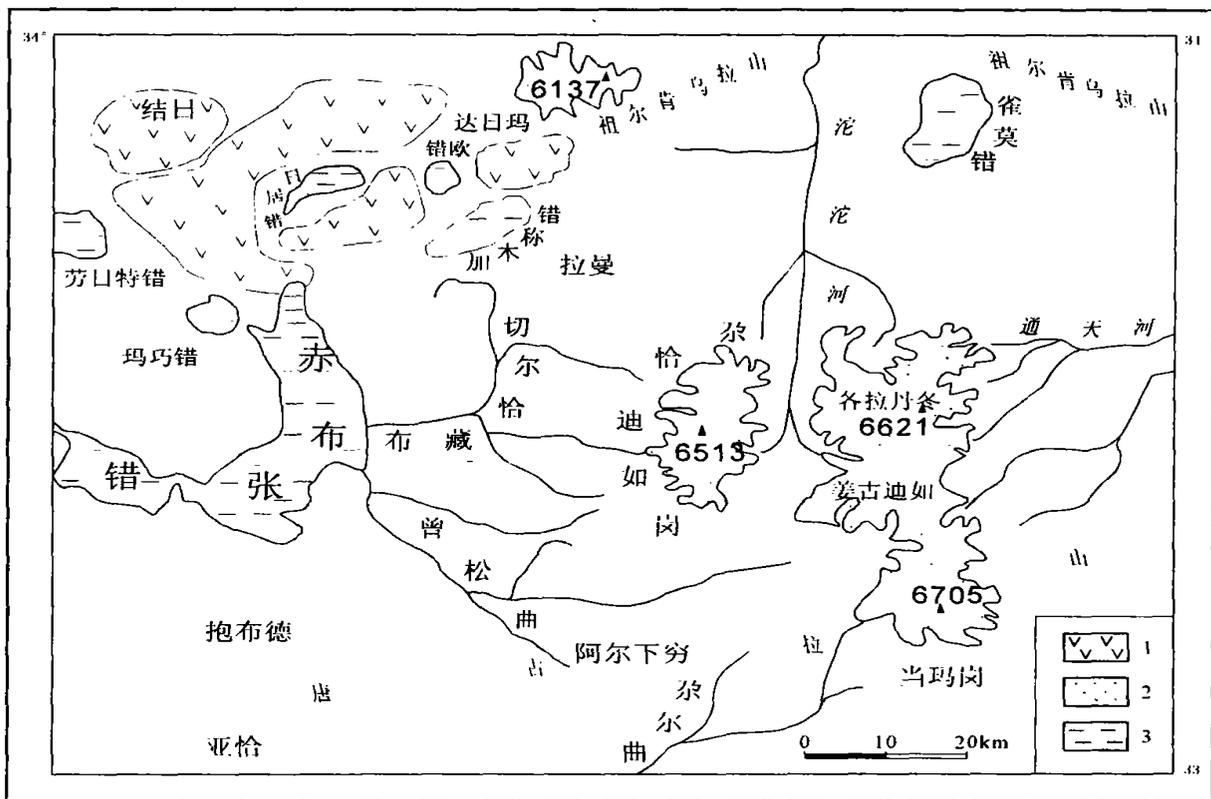


图1 赤布张错新生代火山岩分布图

1. 火山岩; 2. 雪山; 3. 湖泊

Fig. 1 Distribution of the Cenozoic volcanic rocks in the Chibuzhang Lake area

1= volcanic rocks; 2= snowy mountain; 3= lake

气孔中方解石、长石等杏仁体极为少见。黑色气孔状熔岩中夹杂少量灰白、灰黑色球粒状、气孔状熔岩，气孔体积约占10%，球粒由脱玻化成因的放射状长英质微晶组成。该套火山岩由于喷发量大，岩浆流动性强，火山岩岩层产状平缓，占据了几乎整个火山岩带，出露面积约1200km²，火山岩层厚约200m。

(3) 第II期：分布于孟宰芒毛、芒堡地仁玛和扎陇涌玛。火山岩为灰白色球粒状、斑状熔岩，斑晶为长石和石英，含量约10%，基质中由脱玻化作用形成的长英质球粒极为发育，均匀分布，直径多为2mm，体积约占20%。斑状结构、霏细结构、球粒结构，块状构造。该套斑状熔岩呈3个锥状熔岩岩丘出露，岩丘高约20m，单个岩丘面积约40km²。属潜火山岩相。

上述3期火山岩之间的接触关系为：第II期火山岩角度不整合覆盖在第I期火山岩之上，第II期潜火山相斑岩侵入第II期火山岩之中。由于受到潜火山相熔岩的侵入及烘烤，位于潜火山熔岩岩丘之

上的第II期黑色气孔状熔岩中，夹杂较多的灰白色球粒，灰白色球粒是脱玻化作用形成的放射状长英质微晶的集合体，球粒体积约占20%，而没有被潜火山相熔岩的侵入的第II期黑色气孔状熔岩，其中的灰白色脱玻化球粒很少见到或基本不发育，这也是潜火山相熔岩(第II期)侵入黑色气孔状熔岩(第II期)的一个证据。上述3个期次的划分，还需要同位素年代学和岩石化学方面的证据。

2 火山岩的 K-Ar 年龄及分期

为了进一步证实上述火山活动期次划分的结果，分别选取不同期次或同一期次不同产地的火山岩样品，进行全岩 K-Ar 同位素年龄测定。

从测定结果(表1)可以看出，火山岩的 K-Ar 年龄数值明显分为相对集中的3组，并与前面依据地质特征所划分的火山活动的3个期次相吻合，从而进一步证实了火山活动期次划分的合理性。火山活动期次的划分及依据的具体情况如下：

(1) 图幅内沱沱河组和雅西措组的局部地层中

含少量的火山灰,说明火山活动是从始新世开始的,当时仅表现为微弱的火山喷发。

(2) 第 I 期火山岩全岩 K-Ar 年龄分别为 40.1、37.6、35.2、35.1Ma, 平均 37Ma, 属始新世。该组年龄数据相当集中, 并与图幅内各拉丹东花岗岩的锆石 U-Pb 年龄 (40Ma)^[4] 一致, 说明他们是同一期钙碱性岩浆作用的产物。

(3) 第 II 期火山岩全岩 K-Ar 年龄分别为 26.5、19.6、17.6Ma, 平均 21.23Ma, 属中新世。该组年龄与图幅内雀莫错正长斑岩的锆石 U-Pb 年龄

(23Ma)^[5] 一致, 说明他们是同一期钾质岩浆作用的产物。

(4) 第 III 期火山岩全岩 K-Ar 年龄分别为 5.5、4.74、4.66、4.61Ma, 平均 4.88Ma, 属上新世。

3 火山岩岩石化学特征

3.1 岩石系列

第 I 期火山岩的岩石类型以安粗岩为主, 属高钾钙碱性系列; 第 II 期火山岩的岩石类型为安粗岩, 属钾玄岩系列; 第 III 期火山岩的岩石类型为粗面岩,

表 1 赤布张错新生代火山岩全岩 K-Ar 同位素年龄数据

Table 1 Whole-rock K-Ar isotopic ages of the Cenozoic volcanic rocks in the Chibuzhang Lake area

期次	序号	采样位置	岩性	K/%	⁴⁰ Ar/mol·g ⁻¹	⁴⁰ Ar/ ⁴⁰ K	表面年龄/Ma±1σ
III	1	芒堡地仁玛 N33°39'32" E90°19'8"	球粒状粗面岩	3.688	0.001181	0.0002684	4.6±1.4
	2	芒堡地仁玛 N33°39'32" E90°19'8"	球粒状粗面岩	3.815	0.001457	0.00032	5.5±1.6
	3	扎陇涌玛 N33°52'52" E90°15'24"	斑状石英粗面岩	4.262	0.001378	0.0002709	4.7±1.4
	4	扎陇涌玛 N33°52'52" E90°15'24"	斑状石英粗面岩	4.325	0.001424	0.000276	4.7±1.4
II	5	劳日特错 N33°47'10" E90°04'40"	紫灰色流纹岩				17.6±2.0*
	6	错欧 N33°48'30" E90°34'30"	黑色石英安粗岩				26.5±2.6*
	7	错居日 N33°45'40" E90°20'40"	黑色石英安粗岩				19.6±2.0*
I	8	孟宰芒毛 N33°45'52" E90°15'24"	细粒角闪安粗岩	3.374	0.008316	0.002066	35.2±3.5
	9	孟宰芒毛 N33°45'52" E90°15'24"	细粒角闪安粗岩	3.276	0.008626	0.0002207	37.6±3.8
	10	巴日根曲 N33°52'54" E90°05'36"	斑状粗面岩	3.518	0.008641	0.002059	35.1±3.5
	11	巴日根曲 N33°53'20" E90°06'30"	斑状英安岩	3.224	0.009057	0.002355	40.1±4.0

注: 由中国地质调查局宜昌同位素地质研究与测试中心测试; 测试方法: K-Ar 稀释法; 测试仪器: LZD-201 质谱器; *引自青海省地质矿产局区调综合地质大队 1:20万赤布张错幅、温泉兵站幅区调报告(1987)。

属钾玄岩系列(表2)^[9]。藏北不同火山岩系列的生成时序是由高钾钙碱性系列开始,主活动期出现钾玄岩系列^[7~9]。第I期高钾钙碱性系列→第II、III期钾玄岩系列的演化,与藏北火山岩系列的生成顺序一致。

第I、II期安粗岩→第III期粗面岩的演化,符合火成岩浆总是向富硅、富碱方向分异演化的规律。从而证明了依据火山岩的接触关系和组构特征所划分的火山活动期次的正确性。

3.2 岩石化学特征

火山岩岩石化学研究结果^[6]表明,火山岩的SiO₂含量为60.4%~69.5%,属中性岩类,且富碱高钾,(Na₂O+K₂O)>7.7%,K₂O>3.9%,Na₂O<K₂O。其中高钾钙碱性火山岩相对富集SiO₂、Al₂O₃,说明其岩浆源区为硅铝质地壳。钾玄岩系火山岩相对富集FeO、MgO、K₂O、TiO₂、P₂O₅。Fe、Mg质的富集,说明其岩浆来源于上地幔。由于K、Ti、P在地幔条件下为强不相容元素,地幔的不均一事件极易使发生显著的富集与亏损。因此,钾玄岩系岩浆是富集地幔部分熔融的产物。

4 稀土元素和微量元素特征

火山岩稀土元素研究结果^[6]表明,该地区稀土总量较高,且为轻稀土富集型。其中高钾钙碱性火山岩的ΣREE相对较低,无负Eu异常;钾玄岩系火山岩的ΣREE相对较高,弱的负Eu异常。中酸性火成岩无负Eu异常的特征,标志着一个加厚的相当于榴辉岩质(无斜长石相)陆壳的存在^[7~9]。因此,高钾钙碱性火山岩岩浆来源于榴辉岩质地壳的部分熔融;而钾玄岩系火山岩是幔源钾玄质岩浆结晶分异的产物,在岩浆演化过程中存在斜长石的分异结晶作用。

火山岩微量元素研究结果^[6]表明,该地区普遍富含大离子亲石元素(LILE)Sr、Rb、Ba,而高场强元素(HFSE)Ta、Nb、Zr、Hf在高钾钙碱性火山岩中的含量明显低于其在钾玄岩系火山岩中的含量。强不相容元素Sr、Rb、Ba、Th强富集,弱不相容元Ta、

Nb、Ce、Zr、Hf、Sm弱富集,过渡元素Sc弱亏损,强相容元素Cr强亏损,显示随着相容性的增加,元素的相对亏损程度加大,说明在岩浆演化过程中存在结晶分异作用。Ta、Nb的亏损是上地壳沉积岩和岛弧区岩浆作用的典型地球化学标志。该区火山岩形成于造山后构造环境。所以,Ta、Nb谷的出现,应为陆壳物质参与成岩过程所致;Th、Ce是超亲岩浆元素,Th、Ce峰的出现,说明火山岩的原始岩浆是由部分熔融作用产生的。

5 Sr、Nd 同位素地球化学

表3中Sr、Nd同位素的初始比值均做了K-Ar年龄校正。高钾钙碱性系列与钾玄岩系列的I_{Nd}值相当,但前者的I_{Sr}值(<0.709)相对较低,靠近EM I端元,说明其源区与再循环的下地壳有关;后者的I_{Sr}值(>0.709)相对较高,靠近EM II端元,说明其地幔源区有较多地壳物质的加入,致使I_{Nd}值变化不大,而I_{Sr}值有所增加。

6 成因分析

印度板块与欧亚板块在约55Ma前碰撞以来^[10],羌塘地区进入了两大板块碰撞后的陆内构造演化阶段。始新世时期,羌塘处于陆-陆碰撞的挤压环境之下,陆-陆俯冲使陆壳明显加厚,俯冲最深的下地壳镁铁质岩石发生超高压变质,形成比重较大的榴辉岩质地壳,挤压环境和加厚的陆壳使下地壳具备了脱水熔融的地质条件^[7~9]。高钾钙碱性岩浆正是起源于加厚陆壳的榴辉岩质地壳的部分熔融。同时,俯冲的陆壳俯将大量地壳物质带入地幔,并与地幔物质发生交代,形成EM II型富集地幔。中新世以来,青藏高原隆升最快、升幅最大。为了调节地壳的大幅度隆升,容易形成断陷盆地和构造湖盆,而且在抬升过程中,块体之间的差异运动有利于地壳拉张减薄并派生出一系列切穿壳层张性断裂,以致形成局部的初始裂谷。邓万明认为藏北火山岩带南亚带的第三纪火山岩在成因上可能与羌塘地体内部一条初始裂谷有关^[1~3]。赤布张错、错居

表2 赤布张错新生代火山岩系列

Table 2 The Cenozoic volcanic rock series in the Chibuzhang Lake area

岩石系列	期次	岩性	时代	全岩 K-Ar 年龄/Ma
钾玄岩系列	第 III 期	粗面岩	上新世	4.61, 4.66, 4.74, 5.5
	第 II 期	安粗岩	中新世	17.6, 19.6, 26.5
高钾钙碱性系列	第 I 期	粗面岩	始新世	35.1, 35.3, 37.6, 40.1

表3 赤布张错新生代火山岩 Sr、Nd 同位素组成测定结果

Table 3 Sr and Nd isotopic compositions for the Cenozoic volcanic rocks in the Chibuzhang Lake area

岩系	岩性	样号	Rb/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Sr/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Sm/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	Nd/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	I_{Sr}	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	I_{Nd}	ϵ_{Nd}
钾 玄 岩 系	粗面岩	MB-1	219.2	675.8	14.16	95.1	0.936	0.70939	0.0901	0.512283	-6.8
		MB-4	208.2	581.7	14.51	94.62	1.032	0.70929	0.0928	0.512310	-6.3
		C1603-1	249.5	488.2	13.74	87.04	1.473	0.70933	0.0955	0.512364	-5.2
		C1603-4	257.8	485.8	14.2	88.46	1.53	0.70966	0.0971	0.512333	-5.8
	安粗岩	MZ-4	176.6	670.5	15.2	104.8	0.759	0.70943	0.0877	0.512276	-6.9
		MZ-6	181	665.9	15.16	105.2	0.784	0.70944	0.0872	0.512292	-6.6
高 钾 钙 碱 性 岩 系	粗 面 岩	MZ-1	116.3	1333	8.464	55.57	0.252	0.70749	0.0921	0.512336	-5
		MZ-3	119.5	1565	9.829	71.71	0.22	0.70723	0.0829	0.512320	-5.3
		C1604-4	217.2	488.4	3.073	24.32	1.282	0.70777	0.0921	0.512352	-4.6
		C4012-2	180	969.6	6.414	44.36	0.535	0.70764	0.0875	0.512336	-5

注: 由中国地质调查局宜昌同位素地质研究与测试中心测试; 测试方法: 阳离子交换技术, 同位素稀释法; 测试仪器: MAT-261 可调多接收质谱仪。

日、错欧、加木称错等第三系断陷盆地和构造湖盆, 正是初始裂谷的遗迹。初始裂谷和切穿壳层的张性断裂, 使上地幔岩石取得了减压熔融条件, 钾玄岩系岩浆正是在这种条件下, 由 EM II 型富集地幔经部分熔融作用产生。总之, 随着该区由碰撞、挤压作用发展到出现拉张、走滑, 应力环境由挤压转变为张性, 依次导致高钾钙碱性岩浆和钾玄岩系岩浆的生成与喷发。

7 结 论

(1) 赤布张错新生代火山活动分为 3 期: 第 I 期 (40.1~35.1Ma) 火山喷发较弱, 形成小范围分布的细粒安粗岩和斑状粗面岩; 第 II 期 (26.5~17.6Ma) 火山喷溢最为强烈, 形成大面积厚层状黑色气孔状粗面岩; 第 III 期 (5.5~4.61Ma) 由潜火山作用形成球粒状、斑状粗面岩岩丘。

(2) 赤布张错高钾钙碱性火山岩形成于始新世陆-陆碰撞的挤压环境下, 由加厚陆壳的榴辉岩质地壳经部分熔融作用生成原始岩浆, 后经分异演化作用形成高钾钙碱性粗面岩。相对富集 SiO_2 、 Al_2O_3 、无负 Eu 异常, 并具有较高 I_{Sr} 值和低的 I_{Nd} 值, 属壳源岩浆系列。

(3) 赤布张错钾玄岩系火山岩形成于为中、上新世初始裂谷的拉张环境下, 由 EM II 型富集地幔经部分熔融作用生成原始岩浆, 后经结晶分异作用形

成钾玄岩系安粗岩和粗面岩。相对富集 K_2O 、 TiO_2 、 P_2O_5 、 MgO 、 FeO 、稀土元素和高场强元素, 弱的负 Eu 异常, 并具有高的 I_{Sr} 值和低的 I_{Nd} 值, 属幔源岩浆系列。

参考文献:

- [1] 邓万明. 西藏阿里北部的新生代火山岩——兼论陆内俯冲作用[J]. 岩石学报, 1989, (3): 1-11.
- [2] 邓万明, 孙宏娟. 青藏高原新生代火山活动与高原隆升关系[J]. 地质论评, 1999, 45(增刊): 952-958.
- [3] 邓万明. 青藏高原北部新生代板内火山岩[M]. 北京: 地质出版社, 1998.
- [4] 白云山, 李莉, 汤朝阳. 长江源各拉丹东花岗岩体的基本特征及其构造属性[J]. 华南地质与矿产, 2002, (4): 7-12.
- [5] 白云山, 李莉. 羌塘中部雀莫错正长斑岩体特征及构造意义[J]. 岩石矿物学杂志, 2002, 21(2): 169-173.
- [6] 魏君奇, 王建雄, 牛志军. 长江源区新生代火山岩的系列及成因[J]. 地球科学, 2004, 29(1): 25-30.
- [7] 赖绍聪, 刘池阳. 青藏高原北羌塘榴辉岩质地壳及富集型地幔源区[J]. 岩石学报, 2001, 17(3): 459-468.
- [8] 赖绍聪, 伊海生, 刘池阳, 等. 青藏高原北羌塘新生代高钾钙碱性系列火山岩角闪石类型及痕量元素地球化学[J]. 岩石学报, 2002, 18(1): 17-24.
- [9] 赖绍聪, 刘池阳, S. Y. O' Reilly. 北羌塘新第三纪高钾钙碱性火山岩的成因及其大陆动力学意义[J]. 中国科学(D 辑), 2001, 31(增刊): 34-42.
- [10] 迟效国, 李才, 金巍, 等. 藏北新生代火山作用的时空演化与高原隆升[J]. 地质论评, 1999, 45(增刊): 978-986.

The Cenozoic volcanic rocks from the Chibuzhang Lake area in the Qiangtang area

WEI Jun-qi, WANG Jian-xiong, NIU Zhi-jun

(*Yichang Institute of Geology and Mineral Resources, Yichang 443003, Hubei, China*)

Abstract: Three stages have been recognized for the volcanic activity in the Chibuzhang lake area in northern Xizang on the basis of the K-Ar isotopic age determinations: (1) Stage I (40.1–35.1 Ma), during which the volcanic eruption was relatively weak, and only small-scale of fine-grained latite and porphyritic trachyte were formed; (2) Stage II (26.5–17.6 Ma), during which the volcanic eruption reached its peak, resulting in the formation of widespread thick-bedded black vesiculate latite, and Stage III (5.5–4.61 Ma), during which the crypto-volcanism permitted the pelletoidal and porphyritic trachyte domes. The Cenozoic volcanic rock series consist of high-potassium calc-alkaline series and shonshonite series. The former ones may be traced back to the Eocene and originated from the crust-derived magmas, whereas the latter ones are of Miocene and Pliocene age, and resulted from the mantle-derived magmas. The rock series record the evolution from the high-potassium calc-alkaline series to shonshonite series, while the lithologies show the evolution from latite to trachyte.

Key words: Cenozoic; volcanic rocks; Chibuzhang Lake; Qiangtang

资料简介

四川省冕宁县尤黑木地区铜多金属矿产资源评价预查地质报告

完成单位: 四川省地质调查院

内容简介: 本区域北自地宝碛, 南到哑吧坡, 东起孟获城, 西至子耳山。位于扬子地台西南缘康滇南北构造带北段与松藩-甘孜推覆造山带南段接合部的东侧, 属扬子地台西南缘龙门山锦屏山造山带东部的山前缘基底隆起带。明显分为中部早元古代古老结晶基底区; 西部中生代地台盖层区和东部晚古代中酸性岩浆岩区。取得的主要成绩: 比较系统地收集了该项目区内历年来所做的地、物、化、遥及科研成果资料, 并对其进行了整理和分析。根据尤黑木等铁铜多金属矿点的地表地质特征以及物化探异常的套合关系, 建立初步找矿模型, 并据此确定了验证靶区。克服了交通、气候、施工条件恶劣的困难, 针对 M2 重磁异常, 施工 ZK3001 验证钻孔。钻孔施工及编录质量较好。

(由中国地质调查局西南资料分馆提供)