

西藏中南部格达乡地区典中组岩石地球化学特征及成因分析

詹 纯, 杨 虎*, 孟繁华, 王 嘉, 何 涛, 张明圆, 梁 军, 张 滔

(中国地质调查局军民融合地质调查中心, 成都 610036)

摘要: 西藏中南部白垩-古近纪典中组火山岩成因和地球化学特征研究对于工作区内岩浆演化序列的建立具有重要意义。格达地区典中组火山岩大致分为英安岩、安山岩, 流纹岩类, 锆石 U-Pb 同位素定年结果显示, 少斑流纹岩和安山岩岩样品的 Pb^{206}/U^{238} 加权平均年龄分别为 65.5 ± 2.3 Ma (MSWD=2.0) 和 68.7 ± 3.1 Ma (MSWD=2.0), 说明典中组中酸性火山岩喷发于晚白垩世至古新世。岩石地球化学分析表明, 典中组中酸性火山岩为一套偏铝质-过铝质钙碱性安山岩-英安岩-流纹岩岩石组合。大离子亲石元素及轻稀土元素较为富集, 亏损高场强元素。在岩浆演化过程中, 经历了斜长石的大量结晶析出或者大量斜长石难熔残留, 并且典中组火山岩中含有大量大陆地壳物质。综合分析认为典中组火山岩具有陆缘弧火山岩化学特征, 可能为从俯冲机制向陆陆碰撞机制转换阶段岩浆产物。以格达地区典中组中酸性火山岩作为讨论对象, 进行锆石 U-Pb 定年、锆石原位 Lu-Hf 同位素和全岩主微量分析, 目的在于研究该区岩石地球化学特征及其演化成因。为讨论研究区侏罗纪以来的构造演化阶段划分提供地球化学数据支撑。

关键词: U-Pb 定年; 地球化学; 成因; 典中组; 西藏中南部

DOI: 10.48014/cesr.20231009001

引用格式: 詹纯, 杨虎, 孟繁华, 等. 西藏中南部格达乡地区典中组岩石地球化学特征及成因分析 [J]. 中国地球科学评论, 2024, 3(1): 30-40.

1 区域地质背景

研究区地理位置处于西藏自治区中南部(图 1), 行政区划涉及拉萨市堆龙德庆县和当雄县管辖。大地构造位置位于念青唐古拉山南麓, 南依冈底斯山脉。

研究区出露的地层主要为中新生界的轻变质和未变质的盖层沉积。未见古老深度的基底岩系出露。地层区划隶属于喜马拉雅-冈底斯地层大区。主要由多底沟组(J_3d), 侏罗-白垩纪林布宗组(J_3-K_1d)和白垩纪塔克那组(K_1t)、设兴组(K_2sh)及白垩-古近纪典中组(K_2-E_1d)。区内第四系松散堆积, 沉积物主要分布于湖泊、沼泽、山间洼地、河流两侧及山麓之下, 构成现代山间、河流和湖沼等规模不

等、形态各异、成因多样、分布极不规则的年轻覆盖层^[1]。全图幅地层发育较齐全, 岩石类型较复杂, 分布广, 约占测区总面积的 95% 以上, 地层序列及填图单位划分包括 12 个组级及 4 个段级正式岩石地层单位, 见表 1。

火山岩断续分布于达热果、典热村、尼布曲脑山等各大区域, 地貌特征常组成山脊之主体, 地层产状常环绕火山口变化而变化, 与下伏前白垩系地层呈明显的角度不整合(局部断层)接触关系, 南延邻幅, 东西横亘测区。岩性主要为火山碎屑岩, 其次为火山熔岩, 集块岩、火山角砾岩多分布在火山口中心地带或其附近, 砾岩、砂岩体积超不过 1.0%。横向上由西向东地层厚度加大。

* 通讯作者 Corresponding author: 杨虎, 936668188@qq.com

收稿日期: 2023-10-09; 录用日期: 2023-12-06; 发表日期: 2024-03-28

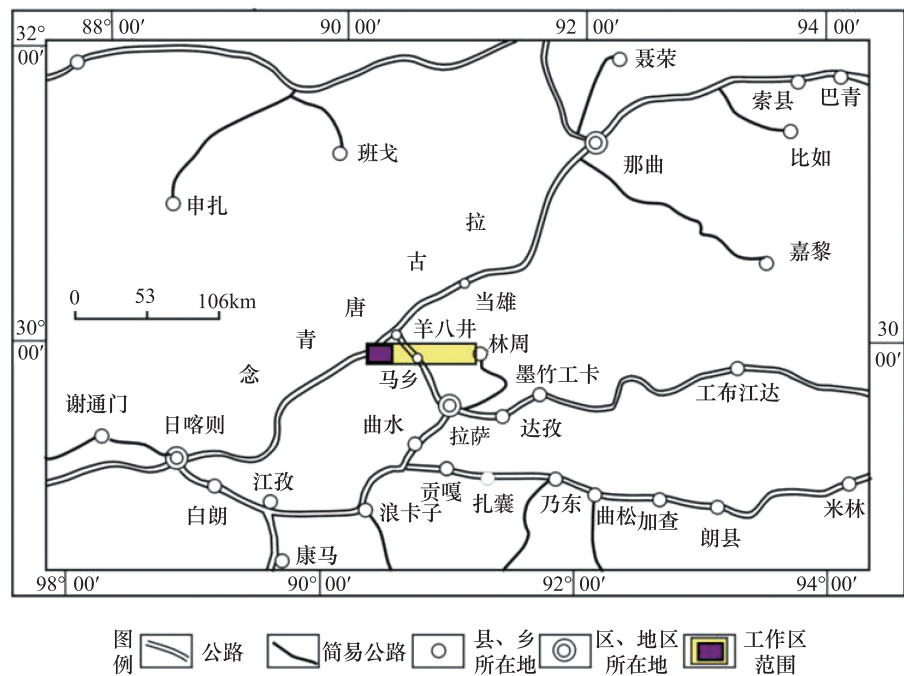


图 1 研究区空间位置分布图

Fig. 1 Spatial location map of the study area

表 1 测区地层单位划分表

Table 1 Division of stratigraphic units in the survey area

年代地层			填图单位	代号	岩性描述
界	系	统	组 段		
新生界	第四系	全新统	冲积	Qhal	中-细砾卵石为主、砂质粘土次之,粘质砂土较少。砾石磨圆度好。地貌上为现代河床、河漫滩和河流一级阶地
			沼泽沉积	Qhfl	含淤泥粉砂土、草炭,内含植物根茎,为现代湖沼区,湖拔高度小于 5m
			更新统 沼泽沉积	Qp3fl	以细砂、粉砂、粉砂质粘土为主。为干涸沼泽,湖积阶地 2-3 级,湖拔高 5-10m
		更新统	冲积	Qp3al	砾卵石层、砂砾石层夹粉砂等,表层常发育具水平层理的粉砂,与砂砾石层组成二元结构。地貌上为河流二级以上阶地。ESR 年龄 $27\pm5\text{Ka}$
			洪积	Qp3pl	砾石、砂砾石、细-粉砂夹透镜状泥质粉砂。分选差。地貌上为沟口洪积扇地形
			冰碛	Qp3gl	由冰碛砾石、漂砾、砂碎屑等组成,冰碛砾石分选性极差,磨圆较差。多分布于 5000 米海拔之上
			滨湖沉积	Qp3lk	灰色、浅灰色、土黄色厚层块状砾石层夹透镜状粉砂。砾石磨圆度好。地貌上常构成小山岗或丘状平台地形
			湖积	Qp2-3l	黄灰-浅灰色细砂、粉砂、泥质粉砂、粉砂质泥组成的韵律层。地貌上为小山岗和平缓山丘。ESR 年龄 297 ± 30 、 192 ± 19 、 134 ± 13 、 93 ± 14 、 $72\pm7\text{Ka}$
			冰碛	Qp2gl	土黄色冰碛砾石、漂砾和砂土,地貌上形成垄岗、冰碛丘陵或次级支谷的谷肩地形
		古新统	典中组	K2E1d	安山质火山角砾岩、安山岩、集块岩、晶屑岩屑凝灰岩、流纹岩、英安岩,偶夹少量砂岩、砾岩,获 U-Pb 年龄值 69.1 ± 2.4 、 68.7 ± 3.1 、 68.4 ± 1.3 、 67.1 ± 1.6 、 66.9 ± 3.7 、 66.7 ± 4.3 、 66.3 ± 2.6 、 65.5 ± 2.5 、 64.3 ± 2.6 、 $64.3\pm1.5\text{Ma}$
			设兴组 四段	K2sh4	细砂岩、粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩,安山岩夹层中获 U-Pb 同位素年龄值 $86.1\pm4.6\text{Ma}$
			三段	K2sh3	中细粒砂岩夹粉砂岩,粉砂质泥岩,偶夹含砾砂岩

续表

年代地层			填图单位	代号	岩性描述
界	系	统	组		
		下统	塔克那组	二段 K2sh2	不等粒砂岩、粉砂岩夹砾岩、粉砂质泥岩、灰岩，偶夹含砾砂岩、安山岩。获 U-Pb 年龄值 $94\pm3\text{Ma}$
				一段 K2sh1	砂岩、粉砂岩、灰岩、砾岩夹泥岩、泥质页岩。底部复成分砾岩
				K1t	砂岩、粉砂岩、页岩、灰岩，凝灰岩、火山角砾岩、安山岩夹泥岩。获 U-Pb 年龄值 $116.1\pm5.1, 111.4\pm3.2\text{Ma}$ ，产：Orbitolina, Uhligella, Scabrotrigonia
			林布宗组	J3K1l	钙质、泥质石英粉砂岩、页岩，局部偶夹少量泥灰岩、英安岩。产 Klukia browniana, Weichselia reculata, 底部产 Virgatos phinctes
		上统	多底沟组	J3d	灰岩、泥质灰岩、生物碎屑灰岩及大理岩，夹板岩、页岩、泥质岩。产 Cossmanea sp., Pthygmatis, Haplophrim, Pseudocydammina 等

2 样品采集与岩石学特征

本文选择典中组火山岩为研究对象,对区内火山岩组进行细致研究,探讨了大石寨组形成时代及岩石成因,本次工作选取了地层中的少斑流纹岩

(PM021U-Pb93-1)、灰色块状安山岩(U-Pb0004-1)进行地球化学研究,主要采用锆石 U-Pb 测年和 Hf 同位素分析测试方法,野外工作中在典型区域内采集了 20 件火山岩样品(图 2),进行了地球化学分析相关工作。

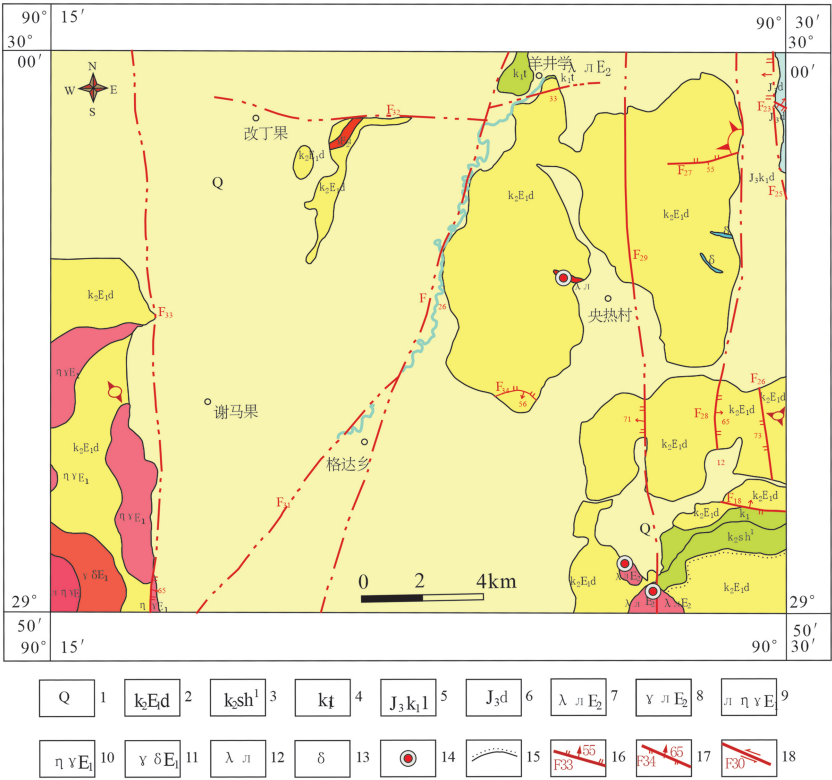


图 2 采样点位置示意图

Fig. 2 Schematic diagram of sampling sites

1—第四系;2—晚白垩世至古新世典中组;3—晚白垩世设兴组第一段;4—早白垩世塔克那组;5—晚侏罗世至早白垩世林布宗组;6—晚侏罗世多底沟;7—始新世流纹斑岩;8—始新世花岗斑岩;9—古新世斑状二长花岗岩;10—古新世二长花岗岩;11—古新世花岗闪长岩;12—流纹斑岩;13——闪长岩;14—采样点位置;15—遥感解译断层及编号;16—正断层及编号;17—逆断层及编号;18—平移断层及编号

3 分析方法

对所采集的样品制片,在薄片显微镜鉴定后,选未风化新鲜的样品进行地球化学分析^[2]。岩样的主量、微量元素测试送至核工业北京研究测试中心测定完成,主量元素使用 X 射线荧光光谱法(XRF)仪器进行分析测试工作^[3],分析仪器型号及名称为 AB104L, Axios-mAX 波长色散 X 射线荧光光谱仪,所测得试验结果中,主量元素测试精度基本全部优于 1.0%;烧失量的计算中,主要方法为:将样品放入到坩埚内部,在 1000℃ 的条件下加热 2h,待冷却后称量样品损失质量,通过对前后两次质量计算百分比而得。稀土及微量元素的分析测定,采用激光剥蚀-等离子体质谱法(LA-ICP-MS)^[4],分析仪器型号及名称为 ELEMENTXR 等离子体质谱仪,分析精度优于 10%。在天津地质矿产研究所进行锆石 U-Pb 同位素定年的测定,试验利用 LA-ICP-MS 测定分析,ICP-MS 为 Agilent 7500a。此次试验中,所使用的激光束斑,其直径 35μm,载气的剥

蚀物质,主要成分为氦气。实验分析结果和测试数据,处理计算主要利用 Isoplot 3.0 程序完成。所有数据点年龄值误差均为 1σ,利用实验结果中的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄,加权平均值,置信度为 95%。

4 分析结果

4.1 锆石 U-Pb 测年结果

本文对研究区内典中组少斑流纹岩和灰色块状安山岩两个岩石样品进行了锆石 U-Pb 同位素测年工作,测试结果如下。

样品 PM021U-Pb93-1(少斑流纹岩),共选取了其中 20 颗锆石完成测试研究,锆石单独每颗一个测点,共计获取 20 个测点,其中 $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$ 所获取的年龄较为集中,其中 18 个数据集中在 61~71Ma 之间,仅一个数据为 $87.3\text{Ma} \pm 3.9\text{Ma}$,推测其为岩浆上涌中晚白垩世捕虏体中的锆石,对较为集中的 18 个锆石样品所做谐和图(图 3)可以看出,所有样品谐和度均较高,落于谐和线上或附近,选取锆石实

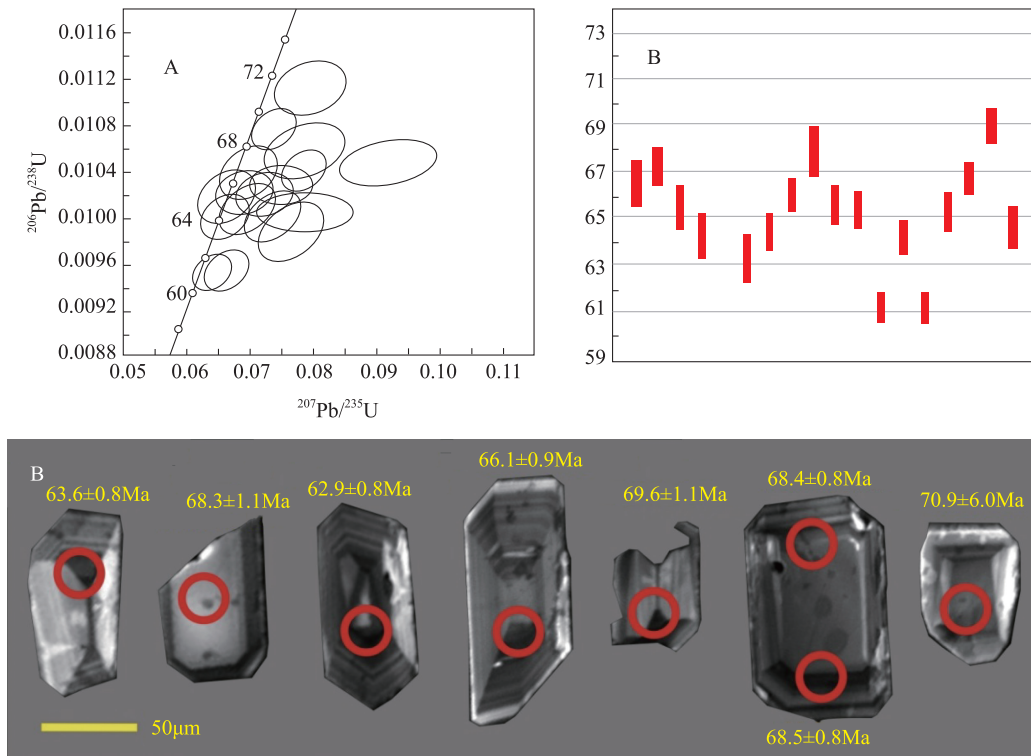


图 3 典中组样品 PM021U-Pb93-1 锆石 U-Pb 谐和图;岩浆锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均图;阴极发光图

Fig. 3 U-Pb harmonic diagram of zircon PM021U-Pb93-1 from the Dianzhong Formation;
Magmatic zircon $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ age-weighted average; cathodoluminescence map

验数据中的 $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$ 年龄,采取加权平均运算,其值为 $65.5\text{Ma} \pm 2.3\text{Ma}$ 。锆石样品多为自形,柱状,粒径在 $40\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$,长宽比为 $1.5:1 \sim 3:1$,从阴极发光图可以看出,锆石多偏暗,环带较为清楚,无变质现象及包裹体存在,所求 $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$ 进行加权平均年龄应为典中组火山岩母岩的成岩年龄。

样品 U-Pb0004-1(灰色块状安山岩),无变质蚀变现象。选取其中 20 颗锆石进行分析,每颗锆石各一个测点,共 20 个测点,其中 $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$ 年龄较为集中,其中 15 个年龄数据集中在 $63\text{Ma} \sim 73\text{Ma}$,其中较老的锆石,时代均为白垩世,可能为捕获的该时期围岩锆石,较新的应为受到后期热事件影响。

从谐和图(图 4)上可以看出,该组锆石谐和度较低,但考虑其较为集中且合理的 $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$ 年龄,其仍能够代表典中组岩浆结晶年龄,对 15 个 $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$ 年龄数据进行加权平均为 $68.7 \pm 3.1\text{Ma}$ ($\text{MSWD} = 2.0$)。样品锆石为半自形-自形,多为半自形-自形,粒径为 $40\mu\text{m} \sim 120\mu\text{m}$ 长宽比值为 $1.5:1 \sim 2.5:1$,从阴极发光图上可以看出,该样品锆石环带较为清楚,为岩浆锆石。所求 $\text{Pb}^{206}/\text{U}^{238}$ 进行加权平均年龄应为典中组火山岩母岩的成岩年龄。根据这两个年龄,并参考邻区资料,将其时代定为晚白垩世至古新世。

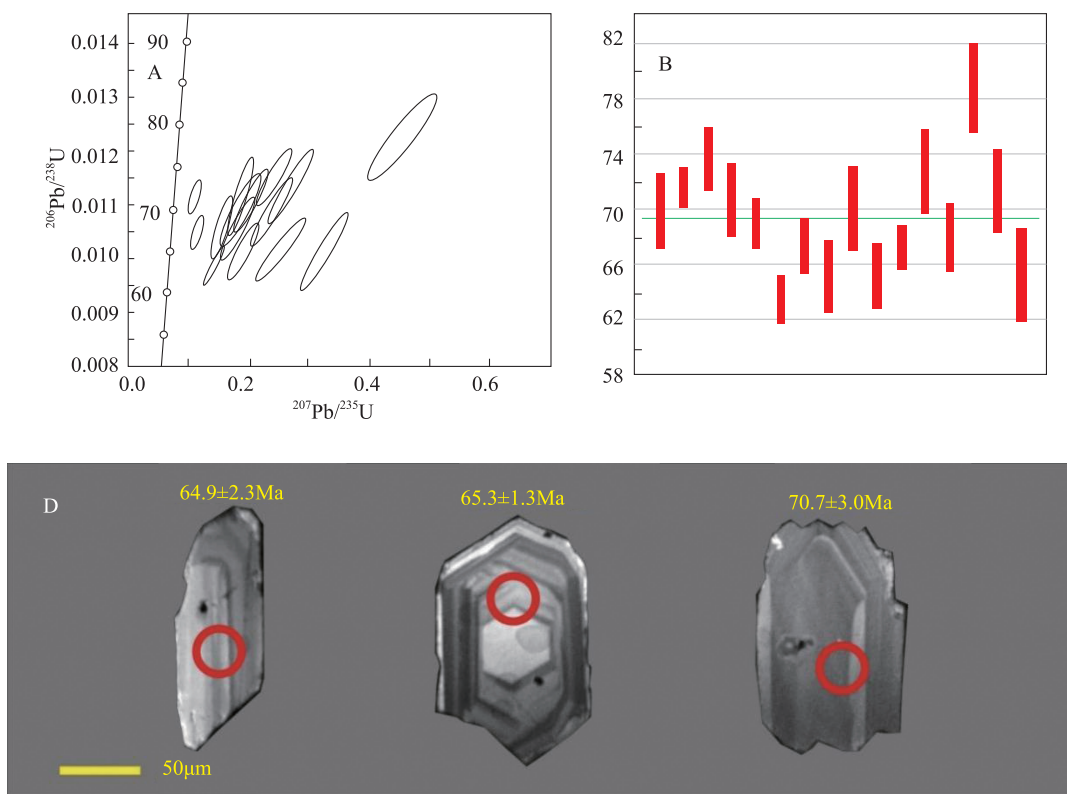


图 4 典中组样品 U-Pb0004-1 锆石 U-Pb 谐和图;岩浆锆石 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄加权平均图;阴极发光图

Fig. 4 U-Pb harmonic diagram of zircon U-Pb0004-1 from the Dianzhong Formation sample;
Magmatic zircon $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ age-weighted average plot; Cathodoluminescence

5 岩石地球化学特征

5.1 主量元素特征

典中组岩性主要为安山岩、英安岩、流纹岩类,安山岩、英安岩类 SiO_2 含量一般在 $51.12\% \sim$

65.93% ,基本上属于安山岩-英安岩类 SiO_2 含量变化范围内,平均为 57.66% ,与世界代表性安山岩类 SiO_2 含量一致(据 R. W. Le Maitre), Al_2O_3 含量一般为 $13.00\% \sim 18.06\%$,少数可达 23.47% ,平均为 16.40% ,与世界代表性安山岩成分相比略低,铝饱和指数 ACNK 在 $0.67 \sim 1.31$,属于偏铝质-过铝质, MgO 含量为 $0.29\% \sim 6.92\%$,变化范围较大,平均

为 2.59%, TiO_2 含量为 0.50%~1.20%, 平均为 0.76%, 总体上工作区安山岩类岩石与全球代表性安山岩相比铝、钛、镁均略低, K_2O 含量一般在 0.60%~2.72% 之间, 平均为 1.61%, 全碱含量 Alk 一般为 3.09%~7.94%, 平均为 5.69%, 里特曼指数一般在 0.00~3.86 之间, 主要为钙碱性, 少数为碱性。流纹岩类 SiO_2 含量为 66.83%~84.20%, 符合流纹岩 SiO_2 含量变化范围, 平均为 75.89%, 高于全球同类火山岩, Al_2O_3 含量一般为 8.74%~15.80%, 平均为 12.79%, TiO_2 含量一般在 0.10%~0.38% 之间, 平均为 0.24%, MgO 含量一般在 0.12%~0.50% 之间, 平均为 0.24%, 总体上与全球同类火山岩相比略贫铝、钛、镁元素, K_2O 含量一般在 2.14%~5.77% 之间, 全碱含量 Alk 含量为 5.48%~9.77%, 里特曼指数集中于 0.19~3.02, 属于钙碱性火山岩。

典中组火山岩 K_2O 含量平均为 2.62%, Na_2O 平均含量为 3.44%, 全碱平均为 6.06%。在 TAS 图(图 5)解上, 典中组火山岩多位于亚碱性区域内, 少数落于碱性区域, 继续对亚碱性火山岩进行 AFM 投图(图 6), 从图解可以看出典中组火山岩除少数几个数据位于拉斑玄武岩区域以外, 大部分位于钙碱性火山岩区域内。在 SiO_2 - K_2O 图解上(图 7), 工作区典中组火山岩多落于钙碱性-高钾钙碱性区域内。典中组火山岩 K/Na 平均比值为 0.76, 为钠系火山岩, 但在不同区域内有所不同, 羊八井一带 K/Na 值为 1.06, 近于钾钠含量相等, 从西向东 K/Na 值逐渐降低, 是由于钾含量从西向东依次减低, 而钠含量在整个工作区内总体上一致造成, 从图可以看出, 测区火山岩均为从钠质系列到高钾系列均有分布, 较为分散。

5.2 稀土元素特征

区内典中组火山岩稀土元素球粒陨石平均值进行标准化处理, 并绘制稀土配分模式曲线图。对稀土元素进行球粒陨石标准化^[6], 如图 8 所示, 稀土元素总体特征显示, 其为轻稀土富集右倾模式, $\Sigma\text{REE}=(86.53\sim340.86)\times10^{-6}$, 平均为 161.01×10^{-6} , $\text{LREE}/\text{HREE}=1.56\sim7.68$, 且大多集中在 2.02~3.77 范围内($\text{La}/\text{Yb})\text{N}=3.17\sim22.00$, 轻稀土元素区域分异特征有较强显示, 配分整体曲线较

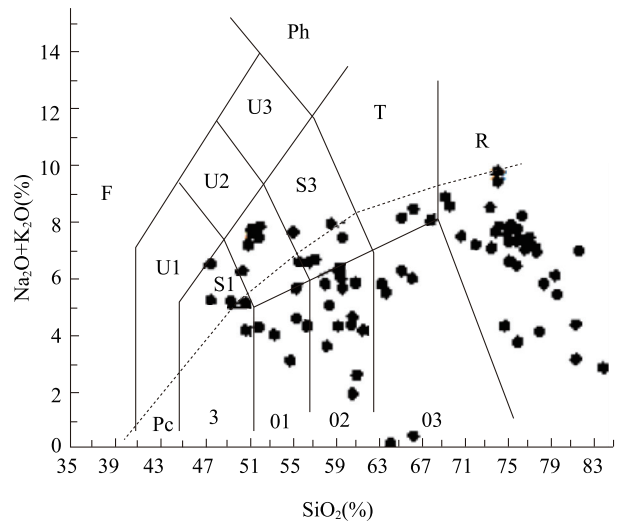


图 5 典中组火山岩 TAS 图^[5]

Fig. 5 TAS diagram of the Yanzhong Formation volcanic rocks^[5]

B—玄武岩; Pc—苦橄玄武岩; Ph—响岩; O1—玄武安山岩; O2—安山岩; O3—英安岩; R—流纹岩; S1—粗面玄武岩; S2—玄武质粗面安山岩; S3—粗面安山岩; T—粗面岩、粗面英安岩; F—副长石岩; U1—碱玄岩、碧玄岩; U2—响岩质碱玄岩; U3—碱玄质响岩; Ir—Irvine 分界线, 上方为碱性, 下方为亚碱性

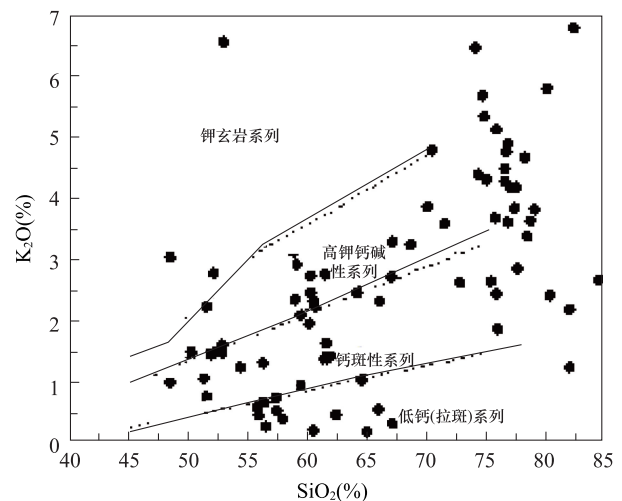


图 6 典中组火山岩 AFM 图

Fig. 6 AFM map of the Yanzhong Formation volcanic rocks

陡, 相对而言, 重稀土元素有较弱的分异显示, 整体配分曲线无明显波折, 为平坦型, 稀土配分曲线特征与岛弧型火山岩基本一致。δEu 一般为 0.31~0.79, Eu 的负异常相对较明显, 在岩浆分离结晶过程中, 推测其间斜长石有着结晶大量析出, 从而导致残余的岩浆熔体中, 铕元素消减, 具有明显亏损的

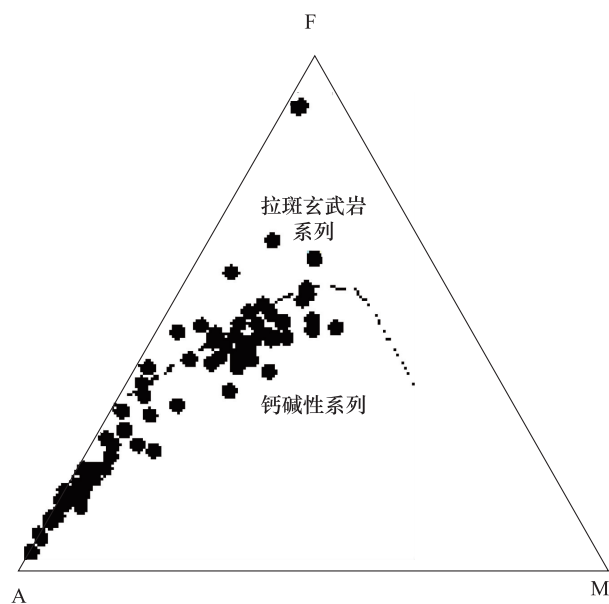


图7 典中组火山岩 $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ 图
Fig. 7 $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O}$ map of the Yanzhong
Formation volcanic rocks

显示;抑或由于地壳物质在熔融阶段,存在斜长石难熔,造成大量残留而形成的,同时在工作区西部典中组火山岩负钕异常更为明显, δEu 平均为 0.55,而中部与东部火山岩负钕异常基本一致,分

别为 0.75、0.74。 δCe 一般在 0.87~1.11 之间,几乎不显负铈异常,说明典中组火山岩岩浆之中几乎不含海洋沉积物。

5.3 微量元素特征

对典中组微量元素进行原始地幔标准化^[7],如图 9 所示,可以看出总体上具有“多谷多峰”的特征,配分曲线总体向左倾,富集不相容元素;大离子亲石元素尤为富集,如 Rb、Ba、K、Th 等,而 Ta、Nb、Sr、Hf、Ti、Zr 等高场强元素亏损或略显亏损;明显的 Nb-Ta 槽和 Ti 谷,表明典中组火山岩形成可能与俯冲作用有关。而 Sr 明显亏损,说明典中组岩浆源在低压条件下,可能具有大量斜长石结晶析出,典中组 Rb/Sr 比值较高,且在工作区不同区域有明显差别,显示出从东至西逐渐升高的特征,工作区西部羊八井地堑一带一般为 0.35~3.55 之间,大部分数值均大于 0.5,平均值为 2.00,而中、东部区域内典中组火山岩 Rb/Sr 比值一般为 0.01~1.89 之间,仅有少数大于 0.5,平均值为 0.33,表明典中组火山岩内含较多陆壳物质。铌异常指数 Nb^* 一般在 0.03~0.21 之间,也表明典中组火山岩岩浆中混有部分陆壳物质。

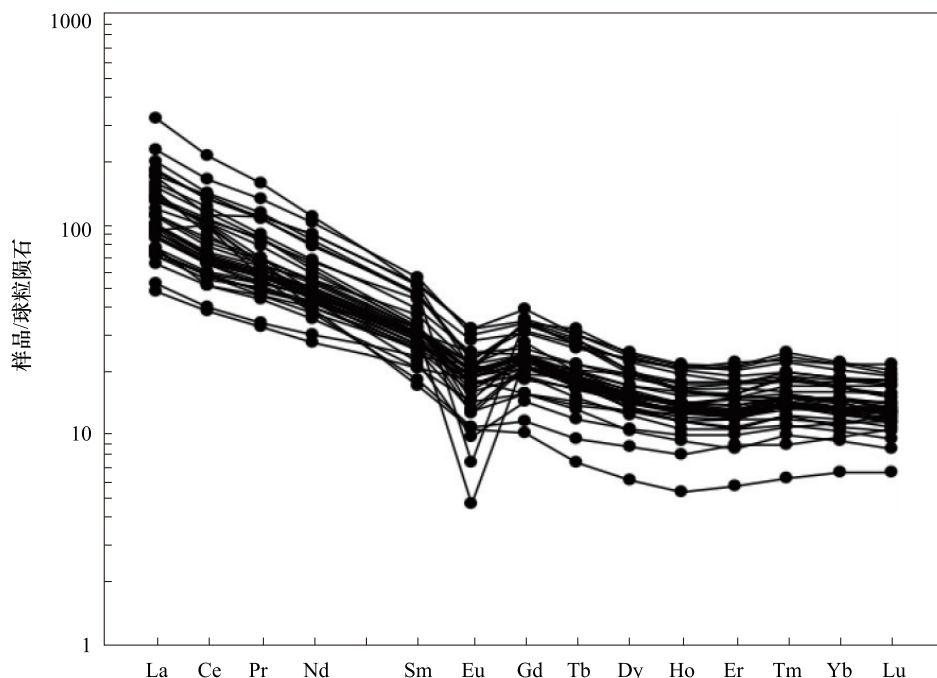
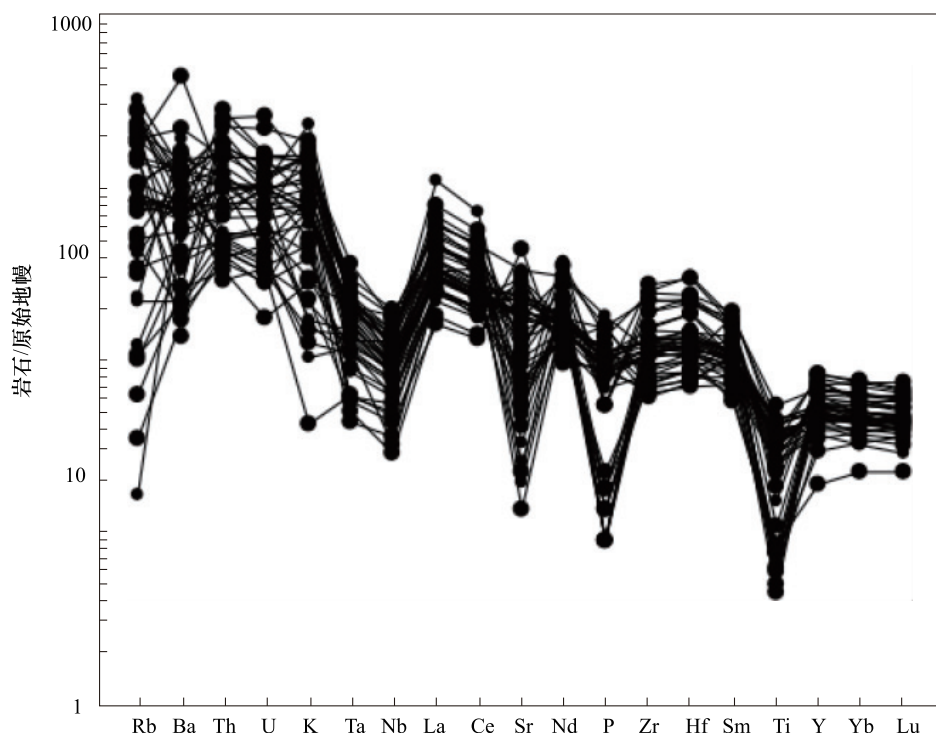


图8 典中组火山岩稀土元素经球粒陨石标准化模式图^[7]

Fig. 8 Rare earth elements normalised to spherulitic meteorites in the volcanic rocks of the Dianzhong Group^[7]

图9 典中组火山岩微量元素蛛网图^[7]Fig. 9 Trace element spiderweb map of volcanic rocks in the Dianzhong Group^[7]

6 讨论

6.1 典中组火山岩成因环境分析

典中组火山岩是白垩纪-古近纪火山活动的开始,其在冈底斯岩浆岩带的南部广泛发育,最新的研究表明,区域上与下伏设兴组或更老地层为角度不整合接触关系,可能代表了新特提斯洋向北加速俯冲过程的结束。典中组火山岩多为酸性岩,在 SiO_2 - K_2O 图解上典中组火山岩主要位于钙碱性系列、高钾钙碱性系列,同时里特曼指数大多数小于3.3也说明典中组火山岩主体为钙碱性火山岩,铝饱和指数一般在0.67~1.31之间,为偏铝质-过铝质,一般铝质和过铝质岩类的出现常被认为是同碰撞早期地壳缩短与堆积阶段加压升温发生部分熔融的结果。同时稀土元素配分曲线为轻稀土富集右倾, $\text{LREE}/\text{HREE}=1.56\sim7.68$,且大多集中在2.02~3.77,蜘蛛网图解上,“多峰多谷”,总体上显示为不相容元素富集形态,而Ta、Nb、Sr、Hf、Ti、Zr等高场强元素亏损或略显亏损,特别是Nb、Ta、Ti、Sr、P明显亏损,明显的Nb-Ta槽和P、Ti谷,说明

典中组火山岩具陆缘弧-岛弧火山岩特征,但与晚侏罗世-白垩纪典型的俯冲型火山岩桑日群、叶巴组具有不同特点,最近的研究也表明,碰撞-后碰撞火山岩也可能具有该种特征。综合认为典中组火山岩具有陆缘弧火山岩化学特征,可能为从俯冲机制向陆陆碰撞机制转换阶段岩浆产物。

对典中组火山岩做 $\text{Rb}/30\text{-Hf-Ta}\times 3$ 构造环境判别图(图10),投影点多位于岛弧火山岩区域内,表明典中组火山岩具有较为明显的岛弧火山岩特征,同时部分投影点位于板内火山岩、碰撞火山岩区域内,说明典中组火山岩与并非典型弧型火山岩,其成因较为复杂。同时对研究区内各剖面的分析表明,典中组火山岩早期具有更为明显的弧火山岩特征,后期火山岩具有一定同碰撞火山岩特点。

在 $(\text{Y}+\text{Nb})\text{-Rb}$ 图(图11)解上,典中组火山岩主要位于岛弧火山岩,但均较为靠近同碰撞或板内火山岩区域,特别是西部羊八井一带典中组火山岩基本都靠近同碰撞或板内火山岩区域内,说明羊八井一带典中组火山岩显示一定程度的同碰撞的特点。

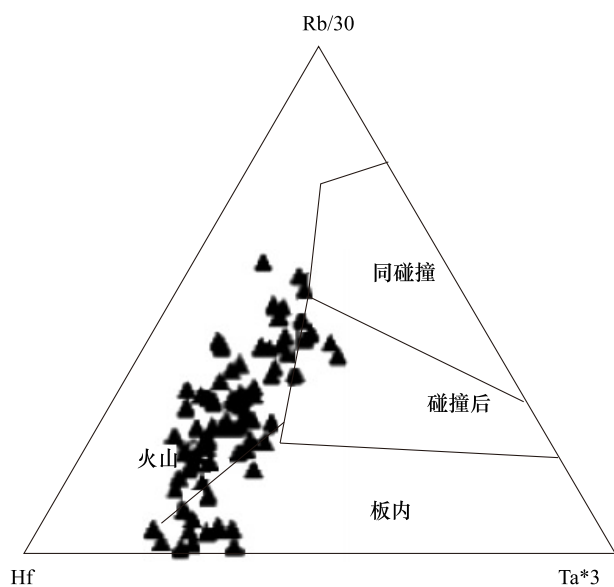


图 10 典中组火山岩 Rb/30-Hf-Ta×3
构造环境判别图^[8]

Fig. 10 Rb/30-Hf-Ta×3 of Dianzhong Group volcanic rocks.
Tectonic environment discrimination map^[8]

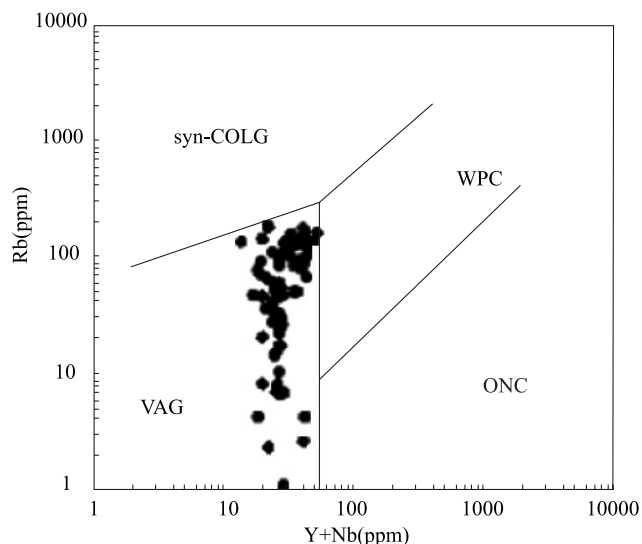


图 11 典中组火山岩 (Y+Nb)-Rb
构造判别图^[9]

Fig. 11 (Y+Nb)-Rb volcanic rocks of the Dianzhong
Formation tectonic discrimination map^[9]

7 结论

(1) 针对研究区典中组火山岩开展年代学、地球化学等样品采集、数据分析等研究工作。通过野外实地地质工作中, 典型区位所获取的样品, 采集分析所得锆石 U-Pb 年龄结果, $65.5 \pm 2.3\text{Ma}$ 、 $68.7 \pm$

3.1Ma 属晚白垩世期。年代学研究获取的锆石 U-Pb 年龄为 $63.4 \pm 4.6\text{Ma}$ 这一组数据, 其侵入于典中组内的岩体。从而对该区典中组火山岩的地质年代学厘定为晚白垩世末期-古新世早期。

(2) 典中组火山岩岩石地球化学特征表现为: 里特曼指数普遍小于 3.3, 说明其为钙碱性火山岩, 铝饱和指数一般在 0.67~1.31 之间, 为偏铝质-过铝质; 稀土元素总体特征轻稀土富集的右倾模式, 重稀土元素亏损, 具明显 δEu 的负异常; 大离子亲石元素 (LILE) 呈富集, 高场强元素 (HFSE) 亏损或略显亏损。

(3) 典中组火山岩多为中酸性岩, 在 SiO_2 - K_2O 图解上典中组火山岩主要位于钙碱性系列、高钾钙碱性系列, 综合认为典中组火山岩具有陆缘弧火山岩化学特征, 推测为从俯冲机制向陆陆碰撞机制转换阶段岩浆产物。

(4) 由于典中组内岩性较为复杂, 岩性岩组的划分需进一步厘定统一, 在区内重点地带的工作仍需加强, 特别是地球化学、年代学不同方法的验证和构造演化背景的梳理上, 有待进一步工作研究。

利益冲突: 作者声明无利益冲突。

参考文献 (References)

- [1] 周豫. 西藏德庆地区中侏罗统却桑温泉组物源分析及大地构造意义[D]. 成都: 成都理工大学, 2021.
<https://doi.org/10.26986/d.cnki.gcdlc.2021.000738>
- [2] 郑吉林, 刘智杰, 王文东, 等. 大兴安岭北段新林地区战备村组火山岩地球化学特征及构造环境[J]. 地质通报, 2021, 40(4): 512-519.
- [3] 杨经绥, 许志琴, 段向东, 等. 缅甸密支那地区发现侏罗纪的 SSZ 型蛇绿岩[J]. 岩石学报, 2012, (6): 1710-1730.
- [4] 陈国超, 裴先治, 李瑞保, 等. 东昆仑洪水川地区科科鄂阿龙岩体锆石 U-Pb 年代学、地球化学及其地质意义[J]. 地质学报, 2013, (2): 178-196.
- [5] Le Maitre R W, Bateman P, Dudek A, et al. A classification of igneous rocks and glossary of terms, recommendations of the international union of geological sciences subcommission on the systematics of igneous rocks[M]. London: Blackwell Scientific Publications, 1989.
- [6] 司庆红, 俞初安, 蔡洪广, 等. 鄂尔多斯盆地乃马岱地区直罗组砂岩元素地球化学特征及其地质意义[J]. 华北地质, 2021, 44(2): 49-57.

-
- [7] SUN S S, MCDONOUGH W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes[J]. Geological Society, London, Special Publications, 1989, 42(1): 313-345.
- [8] Harris N B W, Pearce J A, Tindle A G. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism[C]//. In: Coward M. P. and Reis A. C. (eds.) Collision tectonics. Spec. Pub. Geol. Soc. Lond., 1986, 19: 67-81.
- [9] Pearce J. Sources and settings of granitic rocks[J]. EPISODES, 1996, 19(4): 120-125.

Geochemical Characterization and Genetic Analysis of Rocks of the Dianzhong Formation in Geda Township Area, South-Central Tibet

ZHAN Chun, YANG Hu^{*}, MENG Fanhua, WANG Jia, HE Tao, ZHANG Mingyuan, LIANG Jun, ZHANG Tao

(Civil-Military Integration Center, China Geological Survey, Chengdu 610036, China)

Abstract: The study on the genetic and geochemical characteristics of volcanic rocks of the Cretaceous-Paleogene Dianzhong Formation in central and southern Tibet is of great significance for the establishment of magma evolution sequence in the working area. The volcanic rocks of Dianzhong Formation in Geda area can be roughly divided into dike, andesite and rhyolite. Zircon U-Pb isotopic dating results show that the weighted average age of Pb206/U238 of oligoclase rhyolite and Andesite samples is 65.5 ± 2.3 Ma (MSWD=2.0) and 68.7 ± 3.1 Ma (MSWD=2.0), respectively. This indicates that the middle acid volcanic rocks of Dianzhong Formation erupted from Late Cretaceous to Paleocene. Geochemical analysis of rocks shows that the acidic volcanic rocks in Dianzhong Formation are a set of meta-aluminous-peraluminous-calc-alkaline andesite-dacite-rhyolite rock assemblages. Large ion lithophile elements and light rare earth elements are enriched, and high field strength elements are deficient. In the process of magmatic evolution, there is a large amount of crystallization of plagiase or a large amount of refractory residue of plagiase, and there are a lot of continental crust materials in the volcanic rocks of the Dian Zhong Formation. Comprehensive analysis shows that the volcanic rocks of Dianzhong Formation have the chemical characteristics of continental arc volcanic rocks, and may be magmatic products in the transition stage from subduction mechanism to continental collision mechanism. Zircon U-Pb dating, in situ Lu-Hf isotope and whole rock principal and trace analysis were carried out on the acidic volcanic rocks in Dianzhong Formation, Geda Area. The aim is to study the geochemical characteristics and evolutionary origin of rocks in this area. It provides the geochemical data support for the discussion on the division of tectonic evolution stages in the study area since Jurassic.

Keywords: U-Pb dating; geochemistry; cause of formation; Dianzhong Group; central and southern Xizang

DOI: 10.48014/cesr.20231009001

Citation: ZHAN Chun, YANG Hu, MENG Fanhua, et al. Geochemical characterization and genetic analysis of rocks of the Dianzhong Formation in Geda Township area, south-central Tibet[J]. Chinese Earth Sciences Review, 2024, 3(1): 30-40.

Copyright © 2024 by author(s) and Science Footprint Press Co., Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

