

文章编号: 1009-3850(2003)03-0056-06

云南腾冲火山岩岩石学特征

陈廷方

(西南科技大学 四川 绵阳 621002)

摘要: 腾冲火山岩群是我国著名的新生代火山岩群之一。岩相学特征表明, 该火山群为典型的钙碱性系列玄武岩-安山岩-英安岩弧火山岩组合。它喷发于晚上新世—晚更新世, 但这一时期腾冲地区已为大陆板内环境, 腾冲弧火山岩的形成至少在俯冲作用停止以后 60 Ma, 属于一种滞后型弧火山。

关键词: 腾冲; 火山岩; 钙碱性系列; 岩相学; 云南

中图分类号: P588.14

文献标识码: A

1 火山地质

腾冲火山岩群位于云南怒江以西, 它是我国著名的年轻火山岩群之一, 也是喜马拉雅地热带内唯一的火山地热区。它所处大地构造位置属于中国南部陆缘区波密-腾冲褶皱带。班公湖-怒江带为南北两个大陆对接带, 在晚古生代和中、新生代曾经历了复杂的接合和对接过程^[1]。腾冲火山岩群分布在腾冲-梁河断陷的北部, 以腾冲盆地为中心展布, 火山岩出露范围南北长约 100 km、东西宽约 90 km。区内出露地层由老到新为: 元古界高黎贡群变质岩, 岩性主要为深绿色、灰绿色绢云母千枚岩、片岩、混合花岗岩及片麻岩, 分布零星, 厚度大于 1000 m; 石炭系勐洪群仅见于大盈江断裂西部, 为一套泥岩、板岩、含砾杂砂岩和白云岩组合, 厚度为 3528 m; 之后, 地层缺失, 直到古近纪; 古近系南林组陆相碎屑沉积不整合于燕山期和喜马拉雅期花岗岩及元古界变质岩之上, 为一套碎屑岩。中、新生代岩浆活动以广泛分布燕山期和喜马拉雅期花岗岩为特征, 这些花岗岩以 S 型为主, I 型只占少数^[2], 新生代火山作用主要形成腾冲火山岩群。

腾冲火山作用共分 4 个喷发期, 始自于新近纪

末, 终止于第四纪, 其 K-Ar 法中值年龄分别为: 2.93 Ma、0.81 Ma、0.31 Ma、0.13 Ma^[3]。火山岩为一套玄武岩-安山岩-英安岩的岩石组合, 以英安岩为主, 其中玄武岩约占 1/4 (表 1)。腾冲火山岩的分布见图 1。值得注意的是, 火山岩自早期至晚期呈明显的对称分布, 第一、二期分布在腾冲盆地两侧的高山区, 第三、四期分布在盆地内部的低山区, 这种分布型式与拉张环境下所形成的火山活动随时间自两翼山区向盆地内部迁移的形式相同。这种侧向水平分带实质上可与洋中脊玄武岩迁移规律相比, 说明腾冲火山喷发时处于水平扩张的环境。它们虽然都直接覆盖于燕山期、喜马拉雅期的花岗岩基底之上, 但在地形上形成了中间低、两侧高的火山盆地, 具有明显的拉张特征。如果以火山盆地第一期玄武岩分布处与盆地内部第四期火山分布的距离及喷发时代间隔估算拉张速度 $v = S / \Delta t$ (v 为拉张速度, cm/a; S 为距离; Δt 为时间间隔), 计算结果为 v 值为 1.6 cm/a。

2 火山岩岩相学特征

腾冲火山岩以熔岩为主, 主要岩石类型有: (1) 玄武岩类——橄榄玄武岩、辉橄玄武岩、辉石玄武

表 1 腾冲火山群的喷发期及岩石类型

Table 1 Eruption phases and rock types in the Tengchong volcanic terrains

喷出期	出露面积/ km ²	熔岩量/ km ³	占总量比例	岩石类型	火山体
第四期 Q ₄	90	1.8	3.0%	粗面安山岩、含橄安山岩	马鞍山、打鹰山、黑空山
第三期 Q ₃ ¹	110	5.5	9.1%	橄榄玄武安山岩、玄武岩、安山岩	老龟坡、大空山、小空山、城子楼、左所营
第三期 Q ₃ ²	107	3~5	6.6%	橄榄玄武岩	朱星街、马耳山、鸦乌山
第二期 Q ₂	610	40	66.4%	以安山岩为主、安山岩	余家大山、大六冲、象塘、来风山、老羊河
第一期 N ₂	140	9	14.9%	橄榄玄武岩	象鼻山、郎桑、杏塘、团田

* 原始资料引自北京大学地热科考队, 1985

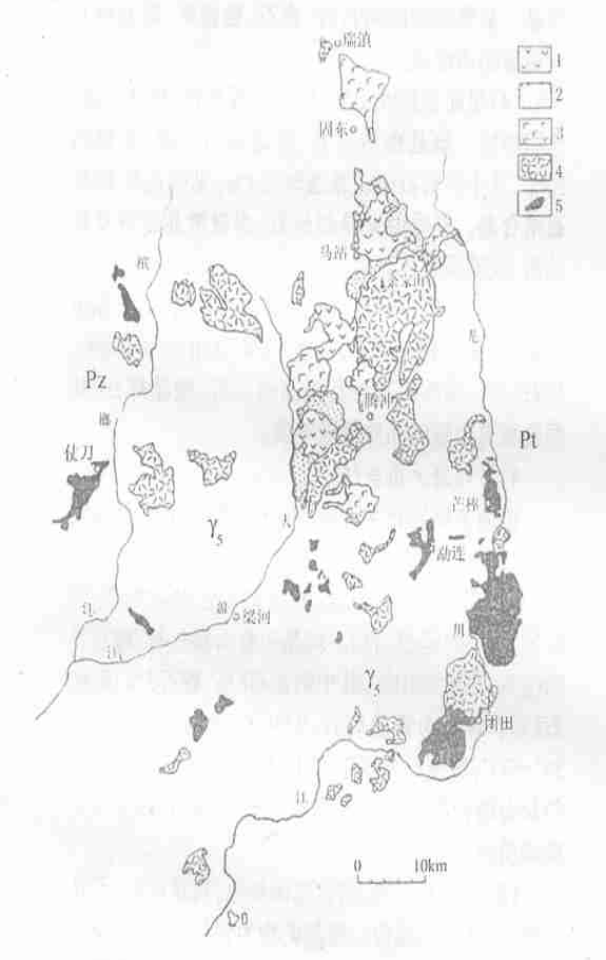


图 1 腾冲新生代火山群地质简图
(据北京大学地热科考队, 1985)

1. 第四期火山岩; 2. 第三期火山岩 (Q₃¹); 3. 第三期火山岩 (Q₃²);
4. 第二期火山岩; 5. 第一期火山岩。γ₅, 燕山期花岗岩; Pz, 古生界; Pt, 元古界黎贡群

Fig.1 Simplified geological map of the Tengchong Cenozoic volcanic terrains
1= fourth-phase volcanic rocks; 2= third-phase volcanic rocks (Q₃¹); 3= third-phase volcanic rocks (Q₃²); 4= second-phase volcanic rocks; 5= first-phase volcanic rocks. γ₅ = Yanshanian granite; Pz = Palaeozoic; Pt = Proterozoic Ligong Group

岩、橄榄粗面玄武岩; (2) 玄武岩与安山岩过渡类型——玄武安山岩、粗面玄武安山岩; (3) 安山岩类——辉石安山岩、粗面安山岩、角闪安山岩、二辉安山岩; (4) 英安岩类——方辉闪石英安岩、斜辉英安岩、玄闪英安岩。现按喷发期次分述如下。

1. 第一期火山岩(N₂)

该期火山岩主要岩石类型为橄榄玄武岩、辉橄玄武岩及辉石玄武岩。

(1) 橄榄玄武岩: 黑色—深灰色, 块状构造, 气孔发育, 结晶程度高, 间粒结构。斑晶矿物主要为斜长石、橄榄石及少量辉石, 含量在15%~20%之间, 橄榄石和斜长石各占一半。斑晶橄榄石为半自形不等粒状, 粒度0.2~0.5mm, 裂隙发育, 伊丁石化明显, 2V(+)=84°~88°, Fo=81~83; 斑晶斜长石为自形一半自形板条状晶体, 粒度为0.2mm×1.0mm左右, 卡钠复合双晶发育, 长石牌号An65—71。基质由全晶质斜长石(60%)、橄榄石(20%)、辉石(8%)及少量暗色矿物组成。

(2) 辉橄玄武岩: 深灰色—灰色, 具间粒结构、拉斑玄武结构, 块状构造。斑晶由斜长石、橄榄石及辉石组成, 约占20%左右, 其中斜长石8%, 橄榄石及辉石各占6%左右。斑晶橄榄石为半自形不等粒状, 粒度为0.3mm~0.5mm, 裂纹发育, 可见辉石反应边, Fo=81。辉石主要为钛普通辉石, 粒度0.5mm左右, 2V(+)=51°~55°, 消光角N_g∧C=34°~36°, 还有少量斜方辉石。个别单斜辉石颗粒很大, 粒度达1.2mm×2.0mm, 具扭折带。基质由微晶斜长石(60%)、辉石(30%)、磁铁矿及少量隐晶质组成(10%)。

(3) 辉石玄武岩: 黑色—深灰色, 拉斑玄武结构, 致密块状构造。斑晶由斜长石、普通辉石、橄榄石组成, 含量约20%, 其中斜长石10%, 普通辉石7%, 橄榄石3%。斑晶斜长石为自形一半自形板条状晶体, 粒度较均匀, 粒径为0.2mm左右。辉石为半自形不等粒柱状, 粒径为0.3mm~0.8mm, 解理发育,

$2V(+) = 53^\circ$, $N_g \wedge C = 34^\circ \sim 36^\circ$ 。橄榄石为不等粒粒状, 粒径为0.5mm左右, $Fo = 82$ 。基质由微晶斜长石、辉石、橄榄石、磁铁矿及少量隐晶质组成。

2. 第二期火山岩(Q_1)

该期火山岩主要岩石类型为: 二辉安山岩、角闪安山岩、斜辉英安岩、方辉闪石英安岩、云闪英安岩等岩类。

(1) 二辉安山岩: 浅灰色, 致密块状构造, 玻晶交织结构。斑晶矿物由斜长石、普通辉石、古铜辉石组成, 斑晶矿物含量约10%, 常见普通辉石-古铜辉石结合晶, 或斜长石-辉石结合晶。基质由微晶斜长石、少量微晶辉石及玻璃质、隐晶质组成。

(2) 角闪安山岩: 灰色, 致密块状构造, 斑状结构, 基质为交织结构。斑晶由斜长石和角闪石组成, 含量约30%, 其中斜长石16%、角闪石14%。斜长石常被溶蚀成筛状, 正环带发育, 角闪石几乎全被暗化。基质由微晶斜长石、隐晶质及玻璃质组成。

(3) 斜辉英安岩: 灰色—浅灰色, 块状构造, 斑状结构, 基质为隐晶结构。斑晶主要为普通辉石, 还有少量斜长石及石英捕掳晶, 含量约8%, 其中辉石约占6%。基质由少量微晶斜长石、辉石、隐晶质及玻璃质组成。

(4) 方辉闪石英安岩: 浅灰色—灰白色, 块状构造, 斑状结构, 基质为显微微晶结构。斑晶由斜长石、角闪石、斜方辉石组成, 含量约30%, 其中斜长石15%、角闪石12%、辉石3%, 常见斜长石-角闪石结合晶。基质由斜长石微晶、隐晶质及玻璃质组成。

(5) 云闪英安岩: 浅灰色, 块状构造, 斑状结构, 基质为玻基交织结构。斑晶由斜长石、角闪石、黑云母组成, 含量约35%, 其中斜长石20%、角闪石13%、黑云母2%。斜长石表面干净, 少溶蚀, 振荡环带发育, 常见角闪石-斜长石结合晶。基质由微晶斜长石、隐晶质及玻璃质组成。

3. 第三期火山岩(Q_3^1, Q_3^2)

该期火山作用分两个亚期, 第一亚期火山岩为橄榄粗面玄武岩, 第二亚期出露岩石有辉石玄武岩、含橄玄武岩、粗面玄武安山岩和安山岩。

(1) 橄榄粗面玄武岩: 深灰色, 块状构造, 气孔发育, 拉斑玄武结构, 岩石结晶程度高。斑晶矿物由橄榄石和斜长石组成, 含量为20%, 其中橄榄石12%, 斜长石8%。橄榄石伊丁石化明显, 见巨大的橄榄石-橄榄石结合晶, 粒径一般为1.0mm×2.0mm左右。基质为斜长石、辉石, 板条状斜长石组成的格架内充填有微晶辉石及少量玻璃质。

(2) 辉石玄武岩: 黑色—深灰色, 块状构造, 气孔发育, 拉斑玄武结构。斑晶矿物由斜长石、普通辉石组成, 含量约10%, 其中斜长石7%、普通辉石3%, 常见斜长石-辉石结合晶。基质由微晶斜长石、辉石及隐晶质组成。

(3) 含橄玄武岩: 深灰色—灰色, 厚层块状构造, 拉斑玄武结构。斑晶由单斜辉石、斜长石、橄榄石组成, 含量约10%, 其中斜长石4%、辉石4%、橄榄石2%, 见斜长石-辉石-橄榄石结合晶及辉石-橄榄石结合晶。基质由微晶斜长石、辉石、磁铁矿、隐晶质及少量玻璃质组成。

(4) 粗面玄武安山岩: 黑色—深灰色, 块状构造, 交织结构。斑晶由斜长石、普通辉石组成, 含量约10%, 其中斜长石6%、普通辉石4%, 见斜长石-斜长石结合晶。基质由微晶斜长石, 少量微晶辉石及隐晶质、玻璃质组成。

(5) 安山岩: 灰色, 块状构造, 交织结构。斑晶由斜长石、普通辉石组成, 含量约8%, 其中斜长石6%、辉石2%。基质为长条状微晶斜长石, 微晶辉石, 其间充填有少量隐晶质及玻璃质。

4. 第四期火山岩(Q_4)

该期主要岩石类型有: 辉石玄武安山岩、粗面安山岩、辉石安山岩。

(1) 辉石玄武安山岩: 黑色至灰色, 块状构造, 气孔发育, 间粒间隐结构。斑晶矿物为斜长石、辉石及橄榄石, 含量约10%, 其中斜长石6%、辉石3%、橄榄石1%。辉石为普通辉石, $2V(+) = 56^\circ$, $N_g \wedge C = 36^\circ \sim 39^\circ$, 橄榄石无伊丁石化, 见橄榄石-辉石、辉石-斜长石结合晶。基质由微晶斜长石、辉石、隐晶质及玻璃质组成。

(2) 粗面安山岩: 黑色至深灰色, 块状构造, 气孔发育, 玻基交织结构。斑晶矿物为斜长石、辉石及橄榄石, 含量约7%, 其中斜长石4%、辉石2%、橄榄石1%, 见斜长石-斜长石、橄榄石-橄榄石结合晶。基质由长条状微晶斜长石, 微晶辉石、隐晶质及玻璃质组成。

(3) 辉石安山岩: 黑色至深灰色, 块状构造, 玻基交织结构。斑晶为斜长石、辉石, 含量约10%, 其中斜长石8%、辉石2%。斑晶辉石具扭折带, 见斜长石-斜长石结合晶。基质由微晶斜长石、辉石及玻璃质组成。岩石中常见显微捕掳体, 捕掳体由磁铁矿、辉石及长石组成。

3 矿物成分特征

1. 橄榄石

表 2 列出了橄榄石电子探针分析及晶体化学计算结果,腾冲火山岩之橄榄石大多属贵橄榄石,橄榄石成分为Fo79Fa21—Fo83Fa17,还出现透铁橄榄石,其成分为Fo56Fa44。第一期橄榄玄武岩及第三期的橄榄粗面玄武岩之橄榄石成分比较稳定,为Fo81Fa19—Fo83Fa17,代表了本区岩石中进化程度最低的岩石,但其成分比地幔岩的橄榄石成分Fo90左右低,说明这些岩石经历了一定程度的演化。

2. 斜长石

由表 3 可知腾冲火山岩斜长石成分变化范围较大,长石牌号为An30—An72,但大多数属于拉长石及中长石。环带结构发育,如KC837样品。长石成分由环带中心至边缘变化为An60—An72—An60—An57—An71—An57—An40。而该样品为英安岩边缘环带成分才能代表本源岩浆结晶的斜长石成分,但如此高的斜长石牌号,用结晶分异作用难以解释,可能预示着岩浆的复杂演化过程或外来物质的加入。此外,第二期安山岩、英安岩中,斜长石大多属于拉长石,与岩浆成分不相符,显示一种不平衡的现象。

3. 单斜辉石、斜方辉石

表 4 和表 5 列出了本区火山岩中单斜辉石及斜方辉石电子探针分析及晶体化学计算结果,端元组成表明单斜辉石为普通辉石。具环带结构的单斜辉石在化学成份上表现为:由环带中心至边缘,TiO₂、Al₂O₃、FeO经历由低到高再降低的变化,而MgO表现为高一低一高的变化特征。斜方辉石成分较稳定:(En77—En75),属古铜辉石。表 6、表 7 为角闪

石及黑云母化学成分电子探针分析结果。

4 讨 论

钙碱性系列的玄武岩-安山岩-流纹岩套是构成岛弧的主要岩石组合,由于它常与俯冲带相伴生,所以称之为造山火山岩系或岛弧火山岩系。综上所述,本区火山岩具有岛弧火山岩的岩石组合及岩相学特征,在成分方面也具有明显的岛弧、造山带火山岩特征^[4],并且还有以下特点:(1)在构造背景方面,从中生代中晚期开始,由于滇西地区板块构造的拼合,已经成为大陆环境;(2)与一般的俯冲作用的岛弧火山岩的分布有所不同,腾冲火山群不呈带状分布,各期火山岩沿着腾冲盆地两侧呈对称分布;(3)目前在腾冲地区及附近尚未发现与弧火山作用相对应的、同时代的蛇绿岩。因此,根据腾冲火山岩既有岛弧火山岩特征但又与所处的构造环境不一致这种特点,可以认为它属于一种滞后型弧火山作用。它发生在俯冲、碰撞造山作用之后,弧火山发育与相应的洋壳俯冲闭合有明显的时间差。腾冲火山作用可能与该地区中生代末怒江洋盆的闭合有密切的关系。现代怒江的位置曾为新特提斯大洋它存在的时代为晚三叠世—晚侏罗世(据邓晋福等)。受印度板块与欧亚板块拼合的影响晚白垩世末怒江洋盆闭合,洋壳向西俯冲下插到上地幔。在源区条件不足以发生部分熔融形成基性岩浆时,没用立即诱发形成弧火山作用,在推迟了一段时间以后,直至新近纪未形成腾冲火山群第一期芒棒组基性火山岩时,估计时间间隔约为60Ma左右,由于该地区地幔的上隆作用,使深部源区发生部分熔融以至形成具有洋壳残余成分特征的弧火山喷发作用。

表 2 橄榄石成分及晶体化学组成(w_B / %)
Table 2 Chemical compositions and crystallochemical compositions of olivine (w_B / %)

样 品 时 代	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	端元组成	
KC842	N ₂	40.92	0.01	0.11	16.01	0.09	42.08	0.11	0.14	0.00	0.21	0.23	Fo82Fa18
KC848	N ₂	40.75	0.00	0.00	15.62	0.14	42.20	0.18	0.00	0.02	0.00	0.19	Fo83Fa17
KC852	N ₂	41.11	0.11	0.00	16.68	0.32	41.10	0.24	0.32	0.00	0.00	0.17	Fo81Fa19
KC832	Q ₃ ¹	41.14	0.03	0.06	17.00	0.32	41.47	0.14	0.34	0.02	0.02	0.00	Fo81Fa19
KC803	Q ₄	36.35	0.03	0.00	36.32	0.71	25.66	0.16	0.00	0.00	0.05	0.00	Fo56Fa44
KC809	Q ₃ ²	40.35	0.15	0.00	18.91	0.32	40.08	0.27	0.15	0.03	0.05	0.09	Fo79Fa21

表 3 斜长石成分及晶体化学组成($w_B/\%$)

Table 3 Chemical compositions and crystallochemical compositions of plagioclase ($w_B/\%$)														
样 品	时 代	产 状	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	端元组成
KC848	N ₂	斑晶	52.94	0.18	30.04	0.50	0.00	0.00	11.53	3.41	0.33	0.03	0.00	Ab35An65
KC852	N ₂	斑晶	53.49	0.13	30.87	0.42	0.04	0.13	11.37	3.65	0.27	0.00	0.00	Ab37An63
KC842	N ₂	斑晶	52.4	0.02	32.13	0.49	0.00	0.00	12.74	2.90	0.21	0.08	0.08	Ab29An71
KC840	Q ₁	斑晶	56.42	0.00	28.88	0.57	0.05	0.02	9.27	4.60	0.24	0.00	0.00	Ab47An53
KC833	Q ₁	斑晶	59.74	0.07	26.09	0.15	0.01	0.00	6.52	5.96	0.60	0.00	0.00	Ab62An38
KC837	Q ₁	环带 _中	54.07	0.06	30.44	0.52	0.00	0.00	10.99	3.98	0.30	0.00	0.08	Ab40An60
KC837	Q ₁	环带 ₁	51.38	0.12	32.16	0.75	0.00	0.00	12.66	2.76	0.21	0.06	0.00	Ab28An72
KC837	Q ₁	环带 ₂	54.56	0.00	30.43	0.53	0.00	0.00	10.87	3.92	0.20	0.00	0.02	Ab40An60
KC837	Q ₁	环带 ₃	55.34	0.00	28.99	0.43	0.00	0.00	9.75	4.11	0.31	0.00	0.18	Ab43An57
KC837	Q ₁	环带 ₄	52.36	0.07	32.50	0.32	0.04	0.00	12.55	2.76	0.26	0.00	0.00	Ab29An71
KC837	Q ₁	环带 ₅	55.35	0.00	29.84	0.25	0.01	0.00	10.19	4.20	0.32	0.18	0.02	Ab43An57
KC837	Q ₁	环带 ₆	60.00	0.00	26.26	0.14	0.15	0.00	6.89	5.75	0.72	0.03	0.01	Ab60An40
KC821	Q ₁	斑晶 _中	51.20	0.00	31.98	0.67	0.05	0.00	12.83	2.74	0.25	0.00	0.05	Ab28An72
KC821	Q ₁	斑晶 _边	55.13	0.03	30.34	0.51	0.02	0.00	10.97	3.96	0.28	0.10	0.00	Ab40An60
KC832	Q ₃ ¹	斑晶	53.32	0.00	30.26	0.59	0.00	0.001	1.56	3.49	0.26	0.00	0.11	Ab35An65
KC805	Q ₃ ²	斑晶	54.45	0.16	30.15	0.55	0.00	0.001	1.22	3.53	0.36	0.00	0.05	Ab38An62
KC809	Q ₃ ³	斑晶	62.10	0.00	24.40	0.12	0.00	0.00	5.57	6.09	0.89	0.16	0.02	Ab66An34
KC823	Q ₃ ³	斑晶	53.89	0.10	30.39	0.17	0.06	0.00	10.54	3.74	0.48	0.00	0.00	Ab39An61
KC812	Q ₄	斑晶	54.97	0.00	29.63	0.53	0.00	0.00	10.58	3.82	0.52	0.00	0.05	Ab40An60
KC829	Q ₄	斑晶	60.47	0.17	25.94	0.16	0.05	0.00	6.28	5.75	0.81	0.08	0.00	Ab62An38
KC803	Q ₄	斑晶	54.96	0.13	29.99	0.38	0.07	0.00	10.69	3.67	0.42	0.00	0.07	Ab38An62
KC842	N ₂	微晶	55.74	0.21	27.68	0.70	0.00	0.00	9.57	5.64	0.60	0.01	0.16	Ab52An48
KC841	Q ₁	斑晶 _中	55.74	0.09	27.21	0.12	0.00	0.00	9.91	5.37	0.60	0.00	0.03	Ab50An50
KC841	Q ₁	斑晶 _边	58.71	0.00	26.20	0.40	0.00	0.00	8.11	6.26	0.98	0.11	0.06	Ab58An42

表 4 斜方辉石成分及晶体化学组成($w_B/\%$)

Table 4 Chemical compositions and crystallochemical compositions of enstatite ($w_B/\%$)															
样 品	时 代	产 状	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	En	Fs
KC854	Q ₁	斑晶	53.97	0.26	2.29	14.72	0.26	25.73	1.33	0.00	0.02	0.12	0.29	76	24
KC855	Q ₁	斑晶	54.91	0.13	1.15	14.59	0.32	26.32	1.28	0.21	0.00	0.16	0.02	76	24
KC812	Q ₄	斑晶	53.41	0.41	3.11	14.95	0.10	25.80	1.41	0.03	0.00	0.07	0.20	75	25

注: 由中国地质大学(北京) 探针室分析

表 5 单斜辉石成分及晶体化学组成($w_B/\%$)

Table 5 Chemical compositions and crystallochemical compositions of clinopyroxene ($w_B/\%$)															
样 品	时 代	产 状	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	En	Wo
KC848	N ₂	斑晶	51.49	1.51	3.36	8.01	0.19	13.26	19.56	0.45	0.12	0.19	0.46	41.6	44.2
KC812	Q ₄	斑晶	50.46	1.71	6.44	10.30	0.17	12.52	17.61	0.60	0.00	0.21	0.16	40.5	40.8
KC829	Q ₄	斑晶	53.26	0.22	0.35	16.33	0.57	10.57	17.29	0.30	0.05	0.00	0.17	32.8	38.7
KC852	N ₂	斑晶	49.93	2.22	4.30	10.57	0.24	11.71	18.65	0.50	0.00	0.25	0.10	37.7	43.1
KC842	N ₂	斑晶	50.09	2.36	5.18	9.03	0.28	12.16	18.94	0.53	0.07	0.19	0.31	39.4	44.2
KC832	Q ₃ ¹	斑晶	51.34	2.12	2.62	11.53	0.14	12.01	17.93	0.61	0.00	0.22	0.00	38.3	40.0
KC809	Q ₃ ³	斑晶	52.32	0.94	2.27	10.52	0.37	14.65	15.45	0.42	0.12	0.23	0.48	45.8	35.6
KC855	Q ₁	斑晶	52.19	0.42	2.67	7.87	0.21	14.97	20.05	0.38	0.00	0.22	0.43	44.3	42.6
KC823	Q ₃ ³	斑晶 *	51.85	0.58	3.72	6.24	0.33	15.46	20.00	0.44	0.06	0.00	0.19	46.4	43.1
KC823	Q ₃ ³	环带 0	51.13	0.97	4.15	7.69	0.31	14.25	21.46	0.24	0.01	0.00	0.15	41.9	45.4
KC823	Q ₃ ³	环带 1	50.74	0.96	4.50	7.79	0.07	14.16	21.05	0.38	0.00	0.00	0.12	42.1	44.9
KC823	Q ₃ ³	环带 2	51.00	1.01	4.70	7.42	0.20	14.05	21.37	0.24	0.02	0.09	0.06	41.9	45.7
KC823	Q ₃ ³	环带 3	49.75	1.16	4.99	8.85	0.25	13.68	19.79	0.53	0.07	0.12	0.11	41.6	43.3
KC823	Q ₃ ³	环带 4	47.92	1.67	6.57	10.44	0.24	12.92	19.45	0.54	0.00	0.00	0.10	39.4	42.7
KC823	Q ₃ ³	环带 5	50.52	1.02	4.30	7.21	0.18	14.72	20.60	0.19	0.05	0.00	0.33	43.7	44.3
KC823	Q ₃ ³	环带 6	50.64	1.12	4.41	8.74	0.28	14.02	19.76	0.25	0.01	0.00	0.00	42.3	42.9

注: 由中国地质大学(北京) 探针室分析; *为具扭转带辉石

表 6 黑云母成分组成($w_B/\%$)

Table 6 Chemical compositions of biotite ($w_B/\%$)													
样 品	时代	产状	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	C ₂ O ₃
KC821	Q ₁	斑晶	36.40	3.89	14.90	19.09	0.30	10.71	0.05	0.80	8.35	0.00	0.00
KC833	Q ₁	斑晶	39.24	4.63	14.98	13.12	0.08	15.21	0.07	0.72	8.89	0.04	0.11
KC840	Q ₁	斑晶	38.22	4.37	14.37	18.65	0.14	11.60	0.04	0.84	8.80	0.16	0.00

注: 由中国地质大学(北京) 探针室分析

表 7 角闪石成分组成($w_B/\%$)

Table 7 Chemical compositions of amphibole ($w_B/\%$)													
样 品	时代	产状	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	C ₂ O ₃
KC821	Q ₁	斑晶	45.70	2.49	10.21	14.43	0.18	12.50	9.84	1.75	0.82	0.13	0.00
KC837	Q ₁	斑晶	43.27	2.90	11.21	16.14	0.25	10.60	9.74	1.73	1.15	0.01	0.17
K833	Q ₁	斑晶	45.28	2.13	11.43	12.27	0.16	13.47	9.90	1.85	0.64	0.00	0.01
KC840	Q ₁	斑晶	44.97	2.40	10.61	14.41	0.36	12.09	9.48	1.72	0.92	0.21	0.00

注: 由中国地质大学(北京) 探针室分析

参考文献:

[3] 穆治国, 佟伟, Curtis G H. 腾冲火山活动的时代和岩浆来源问题[J] . 地球物理学报, 1987, 30(3) : 261—270.

[4] 赵崇贺, 陈廷方. 腾冲新生代火山作用构造-岩浆类型的探讨——一种滞后型的弧火山[J] . 现代地质, 1992, 6(2) : 119—129.

[5] 陈廷方. 腾冲火山岩岩浆源区性质探讨[J] . 建材地质, 1997, (6) : 7—9.

[1] 王鸿祯. 从活动观点论中国大地构造分区[J] . 地球科学, 1981, 14(1) : 42—66.

[2] 罗万林, 胡正言. 滇西地区 S 型和 I 型花岗岩类的岩石化学特征[J] . 云南地质, 1983, 2(2) : 248—259.

The petrology of the volcanic rocks in Tengchong, Yunnan

CHEN Ting-fang
(Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621002, Sichuan, China)

Abstract: The volcanic terrains in Tengchong, Yunnan are famous Cenozoic volcanic terrains in China. The examination of the petrography shows that the volcanic terrains in Tengchong are typical of the basalt-andesite-dacite arc volcanic rock associations of the calc-alkaline series. These volcanic rocks were erupted during the late Pliocene to late Pleistocene when the Tengchong region was developed into a continental intraplate environment. The Tengchong arc volcanic rocks were formed at least at 60 Ma in response to the termination of the subduction in this area.

Key words: Tengchong; volcanic rock; calc-alkaline series; petrography; Yunnan