## 大别山金刚台国家地质公园的火山岩相构造

#### 杨泽强,彭 翼,万守全,王 云

(河南省地质调查院,郑州 450007)

摘 要:通过对大别山金刚台国家地质公园火山岩的岩性特征、火山岩相、相模式和火山机构的研究,认为火成 岩斑状结构的含碎屑—碎屑状岩石可以有深成、浅成、侵出、喷溢或爆发等不同产状。以大斑、多斑、富碎斑和熔 蚀斑为特征,发育涌动流纹、塑性集块和假堆积等构造,并与时差很小的大斑花岗岩基、大斑花岗斑岩脉呈侵入 接触关系的非层状火山岩,预示其成因为深成端元属性。各种碎屑粒度越小和含量愈高,则指示更强的隐爆强 度。提出景区内出露的火山岩均为潜火山岩,早期火山机构为偏心式脉动膨胀—隐爆潜火山岩体,晚期为爆破 角砾岩筒。代表爆发相的火山碎屑岩埋藏在北部中—新生界盆地之中,在深剥蚀的大别山腹地不可能保存。

关键词:大别山;金刚台组;潜火山岩;火山岩相构造

中图分类号:P588.13; P588.14 文献标识码:A

文章编号:1672-4135(2006)02-0086-06

岩石暗灰色、灰绿色,斑状结构。斑晶主要

## 1 引言

金刚台为豫皖两省交界的大别山主峰,金 刚台国家地质公园位于主峰北侧的河南省商城 县,相对高差1384m,景区地质遗迹主要由金 刚台组火山岩组成。该火山岩与前侏罗纪地 层、花岗岩体呈侵入或截切接触,并为早白垩世 花岗岩侵入(图1)。该区地球化学异常不发育, 地质工作研究程度不高。1:20 万商城幅区域 地质调查(1980)根据火山岩的岩浆组构,认为 金刚台组主要由中酸性熔岩组成,夹少量火山 碎屑岩。1:5万苏仙石幅、金寨县幅区域地质 调查(1995)基于大量火山碎屑的存在,确定金 刚台组为一套爆发相岩石组合[1],认为火山碎 屑岩类的分布面积占 80%左右。最近,河南省 地质调查院通过火山岩相构造研究,提出了不 同观点,认为景区内出露的火山岩均为潜火山 岩,笔者拟从火山岩岩石学入手阐述这个问题。

2 火山岩岩性特征

金刚台组为一套中酸性潜火山岩,分安山 岩、粗安岩、流纹岩和含碎屑—碎屑状潜火山岩 4 个亚类。

2.1 安山岩亚类

收稿日期:2005-12-20

基金项目:国家财政补贴、河南省两权价款地质遗迹保护项目(2005)

作者简介:杨泽强(1968 - ),男,工程师,从事地质调查与研究工作,联系电话:0371 - 67970100,13803713703, 万方数据<sub>ail: hnddypy@21cn.com。</sub>

为中长石,少量黑云母、角闪石,偶见辉石或石 英。斑晶粒径一般为 $0.2 \sim 5 \text{ mm}$ ,少数大于10mm。基质为交织结构,以斜长石为主。岩石非 层状构造,斑晶多平行定向排列,或发育紊乱的 流面与流纹构造,根据塑变流纹的褶曲降向可 判断岩浆的运动方向。为与喷出相和侵出相安 山岩区别,我国习惯称潜火山相的安山岩为安 山玢岩。玢岩一词在美英等国曾用于斑晶为斜 长石的斑岩的同义词,现已废弃不用。尽管有 岩石学家提出与国际接轨,废除玢岩的称谓,但 按惯例和区域地质矿产地质司(1987)拟订的 《火山岩地区区域地质调查方法指南》的命名原 则,目前玢岩一词在我国仍普遍使用,指具有火 山岩的外貌和侵入产状的中基性、基性潜火山 岩。本区岩石多发生绿泥石、绿帘石化等蚀变, 根据矿物成份和蚀变程度的不同细分以下岩石 种属。

角闪安山玢岩:斑晶以斜长石、角闪石为 主,含量可达 25%左右,其中角闪石占一定比 例。基质为交织结构。岩石具绿泥石化、绢云 母化和硅化等蚀变。

辉石安山玢岩:斑晶中见有单斜辉石,含量 约5%,常绿泥石化,仅保留辉石假象。基质主 要为细粒的斜长石微晶。岩石中见有少量气 孔,普遍蚀变。

蚀变安山玢岩:岩石蚀变强烈,主要特征是 暗色矿物变为绿泥石、纤闪石、绿帘石,斜长石 变为绢云母,但其板柱状晶形和聚片双晶仍可 见。其中斜长石斑晶含量约 20%,长石牌号 An = 45。



图 1 金刚台地质公园火山岩相构造图

#### Fig. 1 Facies and structural map of the volcanic rocks in Jingangtai geo-park

 $K_1$ ; 白垩系下统金刚台组; Cy. 石炭系杨小庄组; Dn. 泥盆系南湾组;  $\in$  l. 寒武系刘山岩组;  $K_1$ S. 白垩纪早世商城超单 元花岗岩; J<sub>3</sub> P. 侏罗纪晚世朴店角闪二长花岗岩;  $c_1 - c_4$ . 金刚台潜火山岩体;  $b_1 - b_4$ . 苏仙石潜火山岩体; 1. 潜火山相; 2. 火山通道相; 3. 安山玢岩; 4. 粗安岩; 5. 含集块粗安岩; 6. 含角砾粗安岩; 7. 晶屑岩屑粗安岩; 8. 角砾集块状粗安岩; 9. 流纹斑岩; 10. 角砾集块状流纹斑岩; 11. 潜火山岩体界线; 12. 岩性界线; 13. 侵入接触界线; 14. 正断层; 15. 逆断层; 16. 流面产状

#### 2.2 粗安岩亚类

以含肉红色长石和斑状结构为特征,颜色 变化大,常为青灰色、紫红色等。根据斑晶矿物 成份的差异细分为黑云母粗安岩、辉石粗安岩 和黑云母石英粗安岩。

黑云母粗安岩:斑状结构,斑晶主要为斜长 石、钾长**石和熟**摄母,含量约15%,其中黑云母 约 5%,粒径一般 1 mm,较自形。基质霏细一显 晶质结构。岩石蚀变强,主要是粘土化。

辉石粗安岩:斑状结构,斑晶主要由斜长 石、黑云母、辉石等组成,含量 15% ~ 20%,其 中辉石仅 2% ~ 3%。基质为微晶镶嵌结构。 岩石蚀变较强,可见次生绿泥石等交代辉石成 假像,偶见新鲜的单斜辉石。 黑云母石英粗安岩:斑状结构,斑晶主要为 斜长石、钾长石和黑云母,含量约 20% ~ 30%。 基质为微粒结构、霏细一微晶结构,其中石英高 达 10% ~ 15%。岩石总体蚀变较强。黑云母 斑晶较少时称为石英粗安岩。

2.3 流纹岩亚类

仅见于金刚台西仙人桥—小月亮口一带。 岩石呈灰白色、灰紫色,斑状结构,斑晶为少量 长石及石英。镜下可见较多石英微晶,含量可 达15%以上。发育致密的流纹构造。我国惯称 酸性潜火山岩为斑岩,对应玢岩称之为流纹斑 岩。

2.4 含碎屑—碎屑状潜火山岩亚类

景区分布两种少见的特殊类型的潜火山 岩,其一为含碎屑潜火山岩,根据碎屑性质与含 量直观命名为含某种碎屑的潜火山岩。当碎屑 含量超过 50%并具有潜火山岩的面貌时,命名 为某某碎屑潜火山岩,属于潜火山岩与爆破角 砾之间的过渡岩石。含碎屑潜火山岩与爆破角 端之间的过渡岩石。含碎屑潜火山岩与爆破角 端之间的过渡岩石。含碎屑潜火山岩与体屑熔 岩面貌相似,不同之处在于前者具有潜火山岩 的产状和相的特征,后者溢出地表而不具隐爆 特征。其二为角砾状地质体,不同文献有"破 碎一蚀变角砾岩"、"爆发角砾岩"、"侵入角砾 岩"、"爆破角砾岩"、"爆发角砾岩"、"侵入角砾 岩"、等称谓,依据《火山岩地区区域地质调查方 法指南》命名为某种碎屑状某某岩。该类岩石 较少见,在我国上世纪 70 年代发现于大别山北 麓等地。

区内含碎屑—碎屑状潜火山岩亚类主要有 如下种属:

含集块粗安岩:岩石颜色因含集块的颜色 而异,基质一般为灰色、灰白色和紫红色。碎屑 成份以早期安山玢岩、粗安岩为主,少见花岗斑 岩或似斑状花岗岩;集块大小多大于 50 mm,大 则达数米,少为 2 ~ 50 mm 的角砾;形态棱角 状、次棱角状,少呈藕断丝连的塑性不规则形 态。集块、角砾含量 10% ~ 30%,主要分布在 晚期粗安岩的内接触带,排列一般无定向性。 胶结物为晚期粗安岩。

含角砾粗安岩:灰色、灰白色或紫红色。角 砾成份为棱角状、次棱角状安山玢岩、粗安岩, 极少见蚀变变横岩角砾。角砾大小多在5~15 mm, 少见集块, 部分见粒度  $1 \sim 10 \text{ mm}$  的角砾 级正长石或斜长石晶屑。碎屑含量  $10\% \sim 30\%$ , 随机或偏多于内接触带分布。交结物为 晚期粗安岩。

晶屑岩屑粗安岩:灰色、青灰色,貌视晶屑 岩屑凝灰岩,又像粗安岩。晶屑成份主要为棱 角状斜长石,少量正长石。岩屑成份与"胶结 物"或"基质"之同期粗安岩一致,与粗安岩的界 线模糊不清。碎屑含量在 20% ~ 80%之间。

凝灰粗安岩:灰色、青灰色和灰绿色,碎屑 物为小于 2 mm 的同期粗安岩晶屑与岩屑,含量 可达 60%。"胶结物"或"基质"系小斑、富玻粗 安岩。该种岩石主要分布在复式潜火山岩体的 边部。

角砾集块状粗安岩:产于爆破角砾岩筒。 岩石灰紫色,主要为次棱角状、粒度 10 ~ 20 cm 的粗安岩集块组成,少量粗安岩角砾,同质粗安 岩胶结,胶结物占 10% ~ 20%。

角砾集块状流纹斑岩:产于爆破角砾岩筒。 岩石浅灰色、暗红色,碎屑物为大小 5 ~ 10 cm 的集块、小于 5 cm 的角砾及部分长石、石英晶 屑组成,含量约 80%。胶结物为同质流纹斑岩, 斜长石、正长石及石英斑晶,粒径 2 ~ 4 mm,含 量约 30%;基质同为斜长石、正长石和石英组 成,粒径 0.2 ~ 0.4 mm,镶嵌结构,流纹构造。 基质与碎屑间的界线模糊不清。

## 3 火山岩成因特征

安山玢岩是与安山岩—闪长岩有着密切成 因联系的潜火山岩。从闪长岩的全晶质结构, 到安山岩基质的交织结构—玻晶交织结构—玻 基斑状结构,随之晶体变小、变少和玻璃质含量 的增加,反映岩浆活动深部侵入—浅部侵入— 侵出—溢流的变化。其中之玻晶交织结构特称 安山结构。金刚台的安山玢岩多斑、斑大、富碎 斑和熔蚀斑,具有安山岩向闪长岩过渡的特征, 指示典型的深部就位的潜火山岩特征,说明保 留玢岩种属的科学意义。

粗安岩是矿物和化学成份介于粗面岩与安 山岩之间的喷出岩,又称"粗面安山岩"。喷出 的粗安岩的长石斑晶主要是斜长石,碱性长石 (正长石及透长石)多呈微晶充填于斜长石微晶 的间隙中。景区的粗安岩常以富含正长石大斑 为特征,并富含减压增温作用下形成的碎斑与 熔蚀斑晶,兼有深成侵入岩和火山碎屑岩的外 貌,具有深成潜火山岩的属性及重要的科学研 究价值。

侵位于安山玢岩、粗安岩中的花岗斑岩同 具大斑、多斑特点,其斑晶以正长石为主,少见 石英,斑晶含量占 80% ~ 90%,斑晶大小 2 ~ 30 mm。它更象深成花岗岩,但仍具有斑状结 构,呈岩脉产状侵入于潜火山岩体中。这种深 部就位的脉岩只能出露在地壳的深剥蚀区,因 而非常少见。

含角砾粗安岩是景区的主要岩石类型之 一,粗安岩中含有不等量 2 ~ 50 mm 的早期粗 安岩角砾。早期粗安岩被后期粗安岩熔蚀呈不 规则状、次圆状、圆状和塑性流变的形态。角砾 成分单种或两种以上,根据包含关系可确定岩 浆活动的期次。以上含角砾粗安岩不同于角砾 熔岩,因为相对基质的粗安岩已限定了它的潜 火山属性。更不同于火山角砾岩,因为角砾的 胶结物非空落的凝灰物。含角砾粗安岩可出现 在火山管道中,以大规模岩体产状出现时,代表 的就是火山强烈爆发的岩浆库。

粗安岩常含有早期粗安岩之大于 5 cm 的 集块,局部熔蚀形态各异的早期粗安岩角砾和 集块含量较高,但仍为后期粗安岩胶结,形成貌 似地表的假堆积构造。此种岩石一般分布在两 期粗安岩接触带的晚期粗安岩内侧,相对含角 砾粗安岩而言,早期粗安岩的破坏程度较低,岩 浆的隐爆作用亦相对低。

晶屑岩屑粗安岩由同质自碎的晶屑、岩屑 和粗安岩组成,发育由基质组构变化呈现出的 褶叠状流纹,并指示杂乱的流向,指示最为强烈 的岩浆隐爆作用。见有流纹并碎屑与岩浆组分 界线模糊的晶屑岩屑粗安岩,尚可理解为气球 膨胀式的涌动,而以碎屑成分为主的晶屑岩屑 粗安岩则指示不可思议的气爆作用。

角砾集块状粗安岩为粗安岩胶结同质岩石 角砾、集块的岩石,往往主要由集块组成,与含 集块粗安岩的区别在于胶结物很少,集块含量 大于 50%,一般为 80% ~ 90%。此种岩石多充 填在火山通道构成爆破角砾岩筒。 角砾集块流纹斑岩系流纹斑岩胶结同质岩 石角砾、集块的岩石,角砾和集块含量相近,含 量在 50%以上,胶结物与碎屑物之间互为过渡, 多无明显的界线。该岩石亦充填在火山通道构 成爆破角砾岩筒。

#### 4 火山岩相

景区火山岩中角砾集块状粗安岩、角砾集 块状流纹斑岩分别呈岩筒产状(图 1),明显属火 山通道相。研究确定,其它火山岩均系深成的 潜火山相,主要依据是:①碎屑成份单一,主要 为同源潜火山岩,不像浅成相、侵出相火山岩含 有一定围岩或顶盖地质体的成份。②潜火山岩 体规模大,斑晶大,斑晶与四周深成的商城超单 元花岗岩等相似,呈大斑或聚斑状,基质结晶程 度高,出现粒状结构,富玻的凝灰粗安岩仅出现 在岩体上部和边部,有别干浅成潜火山相、侵出 相和喷溢相火山岩。③岩石中的流动构造为涌 动的紊流,其中有细颈弯曲相连的不规则塑性 集块,极少见气孔和杏仁,不如喷溢相的流纹舒 展、塑性集块伸展并发育气孔和杏仁。④角闪 石、黑云母之含水暗色矿物未见暗化边,不同于 浅成的潜火山岩。⑤晶屑岩屑粗安岩具隐爆特 征,保留的斑状结构和块状构造非碎屑熔岩所 致。⑥岩石氧化程度低,致密而抗风化能力强, 有别于喷出火山岩。⑦不同期次的潜火山岩及 其与围岩之间为侵入或截切接触关系。⑧金刚 台组火山岩中黑云母 K - Ar 同位素年龄为 131 ~ 140 Ma<sup>[2,3]</sup>,侵入之中的花岗岩全岩 K - Ar 同位素年龄为 128 ~ 133 Ma<sup>[4]</sup>;如果金刚台组 火山岩为地表或浅部形成,花岗岩侵入时期上 覆火山碎屑岩的厚度只有 200 余米(以往按沉 积岩的工作方法,将同次不同岩相的火山岩厚 度累加起来,误以为火山岩的厚度超过千米); 那么在相近的时差,无法解释金刚台组曾沉降 了几千千米,以迎合深成花岗岩的定位深度。 ⑨该区为国内外著名的燕山期深剥蚀区,不可 能有同期浅成火山岩的存在。

根据不同相位火山岩的相互关系,金刚台 组潜火山岩(不包括晚期火山通道相)的相模式 如图 2 所示,即岩浆以偏心式脉动就位,然后以 气球膨胀的形式产生隐爆作用,为火山喷发的







4. 含角砾、集块粗安岩;5. 安山玢岩

## 5 火山机构

以上讨论表明,景区主要分布较深部位或 火山基底中的潜火山岩体,为火山喷发的岩浆 库。依据相互切割关系,先后有太阳尖、苏仙石 和金刚台3个复式潜火山岩体。在金刚台潜火 山岩体中,与山峰地貌吻合,沿北东和北西方向 串珠状交插展布爆破角砾岩筒群,自北西向南 东依次有老鹰崖(猴抱山)、猫耳石、大月亮口 (皇殿、插旗尖)、金刚绝顶和半壁山爆破角砾岩 筒。

太阳尖潜火山岩体:位于景区东部太阳尖 一带,被以后的潜火山岩体和花岗岩体侵蚀,景 区内面积约 12 km<sup>2</sup>。岩体流面产状围斜内倾, 倾角 30°~50°。不同单元潜火山岩半环状展 布,自外(北)向内(南)含角砾粗安岩与含集块 粗安岩交替出现,中心位于太阳尖南侧 800 m, 漏斗形充填粗安岩。

苏仙石潜火山岩体:椭圆形展布于苏仙石 南侧,中心位于苏仙石南 2 km 的河谷中,面积 约 18 km<sup>2</sup>。共有 4 个单元的潜火山岩半环状离 心式分布,自外向内依次为粗安岩、含角砾粗安 岩、含集块粗安岩和安山玢岩。各单元潜火山 岩总体围斜内倾,流面倾角 20°~ 30°。中心部 位最后充填的安山玢岩单元外侧,局部流面产 状外倾,倾角 48°~ 65°。

金刚智藩))将山岩体:侵位于金刚台主峰北

侧,中心处在黑冲瀑布—天鹅蛋景点一带。岩 体椭圆形,东西长 10 km,南北宽 7 km,面积约 46 km<sup>2</sup>。潜火山岩体总体向北倾斜,倾角约 50°。计有 4 个单元,侵出时间由早到晚自南而 北偏心位移,分别为粗安岩、流纹斑岩、晶屑岩 屑粗安岩及含角砾粗安岩,中心部位含有较多 早期不同单元的集块。

老鹰崖爆破角砾岩筒:长 2.5 km,宽 0.5 km,呈北西走向、直立之长筒状或裂隙状展布于 老鹰崖一带。岩筒由集块状粗安岩组成,集块 成份主要是早期含角砾粗安岩。中部猴抱山旁 侧套合直径 500 m 的岩筒,充填物为晚期粗安 岩及其同质集块。

猫耳石爆破角砾岩筒:为直径 500 m 的直 筒状,由角砾集块状流纹斑岩组成,并切割老鹰 崖爆破角砾岩筒。

大月亮口爆破角砾岩筒:呈长 2 km、宽 1 km 之向北东陡倾的筒状。充填物以角砾集块 状流纹斑岩为主体,外围角砾或集块成份复杂。 其中有长轴状小型花岗斑岩枝侵入,并包含 2 个直径约 500 m 的直立岩筒,其中之流纹斑岩 与同质角砾集块过渡。主次岩筒共同组成复式 爆破角砾岩筒。

金刚绝顶爆破角砾岩筒、半壁山爆破角砾 岩筒分别与上述流纹质、粗安质爆破角砾岩筒 特征雷同。

## 6 火山活动

从潜火山岩相的地质特征可以推断地表火 山活动的状况,景区潜火山岩明显对应两期火 山活动。早期以粗安质火山活动为主体,间有 一次流纹质火山活动。强烈自碎膨胀并规模巨 大的岩浆库,预示经火山管道可产生高达数十 千米的喷发柱。地表火山喷发形如火箭发射的 布里尼式,喷发柱塌落产生的火山碎屑流和火 山灰空落堆积可远达数十千米及上百千米。钻 探证实在景区北部的中、新生代盆地中保存有 潜火山岩所对应的火山碎屑岩。粗安质与流纹 质爆破角砾岩筒指示晚期两次火山活动,前者 为较为宁静熔岩侵出,区域上对应有同期熔岩 穹丘的保存;后者指示强度中等的火山爆发,火 山碎屑曾弹射式空落在火山口四周。 有关地球化学研究表明<sup>[5]</sup>,景区火山岩起 源于下地壳(约 30 km),并经历了正常的分离结 晶作用,有轻微的混染,岩浆开始结晶温度为 936 ~ 1 122 ℃,压力约为 0.24 GPa,相当深度 近 13 km。据岩石地球化学方法判别,其构造环 境具有类似于火山弧的特点,而火山活动的诱 发可能源于太平洋板块的向东俯冲。

#### 参考文献:

[1]刘文灿,孙善平,李家振.大别山北麓晚侏罗世金刚台 组火山岩地质及岩相构造特征[J].现代地质,1997,11 (2):237 - 243.

- [2]杜建国,张鹏. 大别造山带北部的中生代火山岩[J]. 现代地质,1999,13(1):57-65.
- [3]王岳军,范蔚茗,郭峰. 北淮阳晚中生代火山岩定年及 火山砾石地球化学:对大别灰色片麻岩隆升和中生代 地层格架的约束[J]. 科学通报,2002,47(20):1 528 -1 534.
- [4]刘振宏,彭松民,白朝军. 商城岩体岩石学特征及其成 因探讨[J]. 河南地质,1994,12(2):110-118.
- [5]张鹏,张爱民,刘文灿. 北淮阳晚侏罗世金刚台组火山 岩岩石化学和地球化学特征及构造环境[J]. 现代地 质,1997,11(2):244-252.

# Structure and Facies of the Volcanic Rocks in Jingangtai National Geo-Park, Dabie Mountain

YANG Ze-qiang, PENG Yi, WAN Shou-quan, WANG Yun

(Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Jingangtai National Geo-Park is located in Dabie Mountain between Anhui and Henan Provinces, China. The scene of the geo-park is rich in volcanic rocks, which predominately consists of pyroclast-bearing and volcanoclastic rocks with porphyritic texture and can be classed into plutonic, epizonal, intrusive, extrusive and eruptive environments. Volcanic rocks, characterized by huge phenocryst, multi-phenocryst, clastic phenocryst and corrosive phenocryst, developed with surging rhyolitic, plastic agglomerate and pseudo accumulation structure, showing intrusive contact with big phenocryst granite batholith and granite porphyry vein, demonstrates its plutonic attribution. Smaller clastics size and higher clastics content indicate stronger subexplosive intensity. Based on the study of the structure and facies of volcanic rocks in Jingangtai national geo-park of Dabie Mountain, this paper discusses the lithologic features, volcanic facies, facies model and structure of volcanic rocks. It is proposed that volcanic rocks occurred in view area is sub-volcanic rocks. Volcanic mechanism in early period is eccentric pulsant-subexplosive subvolcanic bodies and in late period diatreme breccia pipe. Volcanoclastic rock which reveals eruptive facies cannot be preserved in deep denuded hinterland of Dabie Mountain, is buried in the Mesozoic and Cenozoic basins of Dabie Mountain.

Key words: Dabie Mt.; Jingangtai Fm.; Subvolcano; Faices and structure of volcanic rock