“三清山式”花岗岩地质地貌景观研究

尹国胜[1] 杨明桂[2] 马振兴[1] 刘细元[1] 杨永革[1] 龙梅梅[3]

1 江西省地质调查研究院；2 江西省地矿局；3 江西省国土资源厅

摘 要：三清山位处欧亚大陆东南部，恰在扬子古板块与华夏古板块结合带中的怀玉古岛弧地体之上，已知有九亿多年的地质构造演化发展历史。山体面积229.5km²、主峰海拔高程1816.9m，是在中生代区域构造隆起的背景上，又在三角形断块构造控制下进一步隆升的“隆上隆”山体，主要由“A_2”型钾长花岗岩组成，岩石具有高硅、富钾、低钙特点。花岗岩体内为北北东、北西向两组垂直节理和带状裂隙群所切割，这些垂直节理和裂隙的强度大、密度稀、延伸长、切割深，具张-剪性质，呈带展布，组成裂隙网络，又经冲刷剥蚀风化等地质作用，形成了世界罕见的花岗岩地质地貌景观，是世界花岗岩地质、花岗岩地貌、花岗岩生态完美结合的一个突出代表，并以奇特的景观形式展示了杰出的自然美。这些，都具有无可替代的科学价值和国际对比意义。

（1）三清山北临赣东北新元古代古板块缝合带及中生代陆内深俯冲带，这是一个重要的中生代构造-岩浆带，形成了中晚侏罗世-白垩纪造山期和转型期“I→S→A_1→A_2”型花岗岩序列，三清山“A_2”型钾长花岗岩为该花岗岩序列中的最新成员，是研究西太平洋地区中生代陆内俯冲型花岗岩的最好园地。

（2）三清山花岗岩微地貌类型多样、发育系统、保存完整，峰峦、峰墙、峰丛、石林、石柱、石锥、峡谷、崖壁以及丰富的造形石等微地貌标型齐全、特征典型，这种以锥状峰峦与密集峰柱组合型花岗岩峰林为特征的地貌景观——称“三清山式”花岗岩景观。她记录和保存了地球中新生代以来地壳形成演化的历史，特别是完整记录与系统出露了三清山花岗岩形成演化相关的内外地质作用主要过程，是一个具有世界性价值的花岗岩微地貌天然博物馆。

（3）中国是世界上花岗岩最发育的国家之一，花岗岩名山很多。根据花岗岩景观类型特色，结合地质构造背景和花岗岩景观的成因，最具代表性的花岗岩景观为三清山、黄山、、华山、泰山、普陀山和克什克腾，她们既代表了中国主要花岗岩景观的类型、也代表了花岗岩地貌的成因类型，同时反映了花岗岩地貌形成演化过程中的不同阶段，可构成一个花岗岩景观的序列，分别称为：“三清山式-黄山式-华山式-泰山式-普陀山式”和“克什克腾式”。其中的“三清山式”花岗岩景观，是具有世界对比意义的花岗岩景观型式之一。

关键词：花岗岩地质 花岗岩地貌 “三清山式”花岗岩景观

一、区域地质地理概况

三清山位处欧亚板块东南部的扬子古板块与华夏古板块的结合带，三清山的周边地区出露了罕见的中—新元古代蛇绿混杂岩、大洋斜长花岗岩、蓝闪石片岩等古大洋与古板块碰撞遗迹，为追溯Rodinia超大陆拼合、离散历史提供了佐证。三清山区中生代早期的陆内A型俯冲，形成了以三清山为中心的花岗岩田，有“I-S-A（含A_1和A_2）”三种类型，演化序列完整、特征典型，是研究花岗岩、特别是陆内深俯冲造山带花岗岩的重要园地。三清山花岗岩是演化序列中最晚的“A型”花岗岩，形成的微地貌集群，类型多、造型美、保存好，犹如花岗岩微地貌的一个天然博物馆。两亿多年来的内陆发展历史，孕育了独特的森林生态系统，保存了众多孑遗植物群落，有68属东亚-北美洲际间断分布植物类型，其中以华东黄杉为代表的珍稀植物，是植物物种洲际间断分布类型的典型

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

代表。奇特的花岗岩微地貌景观与生态的完美结合，造就了三清山独有的自然美。

1.区域地理概况

三清山位于中国东南部，江西省上饶市境内，地理坐标为东经117° 58′ 20″～118° 08′ 28″，北纬28° 48′ 22″～ 29° 00′ 45″。三清山面积为229.5km^2。

地形　三清山地处怀玉山脉腹地，属花岗岩构造侵蚀为主的中山地形。山势是东、南、西三面陡峻，北面稍缓。从山脚至山顶，水平距离5km，海拔由200m陡增至1816m，地势高差很大。主峰玉京峰海拔1816.9m，为怀玉山脉的最高峰。

气象　三清山地处中亚热带，东距东海约 340km，故受海洋性气候影响，属中亚热带季风气候类型，兼具山地气候特征。具有四季分明，夏季凉爽，春秋漫长，冬季雪漫群峰的特点。年平均气温为10.9℃，7～8月极端最高气温为33℃，7月平均气温为21.1℃，1月极端最低气温为-16.0℃，平均为-0.6℃。年平均降水量为1857.7mm，年平均蒸发量为1331.6mm，相对湿度为82%。

水文　三清山位处长江流域中游、鄱阳湖水系之一的信江源头，地表水为沟谷溪流水系，东南面分数股顺沟而下，汇入信江；西北侧经乐安河流入鄱阳湖。山体上水源均来自雨水，降水顺着发达的构造裂隙就近排泄于沟谷，雨季水源充足，旱季水源较贫乏，季节性变化明显。地下水主要含于基岩裂隙中。

2.区域地质概况

(1)区域大地构造位置

三清山位于欧亚板块东南部的扬子古板块与华夏古板块结合带的怀玉山构造快体单元内(图1)。

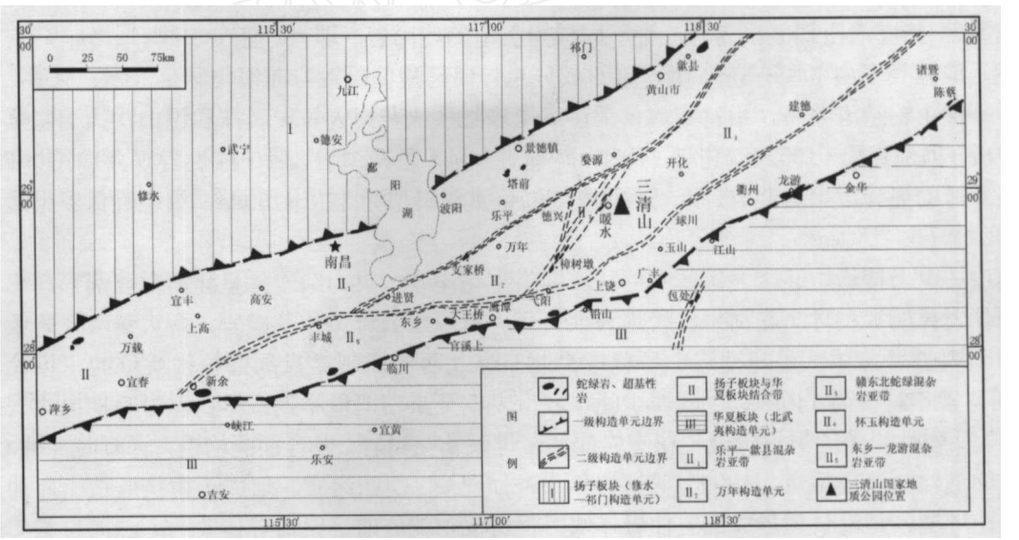

图1　区域大地构造位置图

(2)区域地层

区域地层自元古代至第四纪地层均有不同程度的出露。包括有中新元古界的张村群、河上镇群、南华系、震旦系、古生界、中生界等。

中新元古界的张村群，分布于三清山北部地带，为洋盆岛弧型蛇绿混杂岩，岩石组合有浅变质细碧岩、石英角斑岩、火山凝灰质一泥砂质浊流沉积，混杂大量蛇绿岩块体。新元古界主要分别于三清山的北部地区，其下部为河上镇群，以浅变质的砂岩、板岩为主夹裂谷型双峰式火山岩（玄武岩、流纹岩），不整合于张村群之上；中部为南华系海相碎屑岩、冰碛泥砾岩夹灰岩；上部为震旦系硅质岩、碳酸盐岩。

古生界主要分布于三清山山体周围及周边地区，寒武系以碳酸盐岩为主夹泥、硅质页岩，底部为黑色页岩；奥陶系以页岩为主夹瘤状灰岩，产丰富的笔石动物化石；志留系为泥砂质碎屑岩；泥

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

盆系为砂砾岩、石英砂岩、粉砂质页岩，往不整合于前泥盆系之上；石炭系与二叠系为碳酸盐岩。

中生界以侏罗系和白垩系为主。三叠系局部分布，中下部为碳酸盐岩与页岩、上部为含煤碎屑岩且往往不整合于早期地层之上；侏罗系出露于三清山外围的中生代盆地的边缘地带，下部为浅色砂岩、中部为杂色砂页岩并产有硅化木化石、上部为陆相火山杂岩；白垩系分布于三清山外围的中生代陆相盆地内，以红色及杂色碎屑岩系为主，下部为陆相火山碎屑岩，上部产有恐龙蛋及恐龙骨骼化石。

新生界仅发育第四系，且分布局限，主要分布于沟谷凹地和平地，以冲洪积粘土、亚粘土、砂砾石层或碎石粘土层为主。

(3)区域岩浆活动

三清山及其周边地区，从中一新元古代开始有岩浆活动，以中生代燕山期岩浆活动最为频繁和强烈，花岗岩呈"两带三型"特点，形成一个具有典型意义的花岗岩田。

中一新元古代M型大洋斜长花岗岩，混杂分布在三清山北部的西湾变质橄榄岩中，据舒良树等的研究（1995），是蛇绿岩套中的基性组分分异产物，SHRIMP U-Pb法锆石年龄968±23Ma（李献华，1994）。在西湾变质橄榄岩与千枚岩之间的断层接触带上，见有高压变质的蓝闪石片岩。

燕山期花岗岩具“两带三型”特点。

“两带”：即北带铜厂-银山构造岩浆带，为中晚侏罗世中酸性浅成斑岩-次火山岩带，这类岩体呈小岩株、岩瘤产出，地貌以负地形为特征；南带为怀玉山一灵山构造岩浆带，展布于怀玉山区及其南东侧，为白垩纪花岗岩带，主要由灵山、怀玉山两个岩基组成，据地球物理资料，二者深部相连。形成怀玉山脉，是重要的成景岩石。

“三型”：指三清山地区出露有三种不同成因类型的花岗岩，即“I型”、“S型”、“A型”。时代由早至晚，成因类型由I型→S→A型，岩石成分总体向超酸偏碱性方向演化。

铜厂—银山构造岩浆带，由富家坞、铜厂、朱砂红浅成花岗闪长斑岩株和银山次火山隐爆英安玢岩体组成，据邵克忠（1957）、朱训（1989）等研究，为I型花岗岩，属中酸性岩组合(SiO_2 60%～66%)，是深源的壳幔混熔岩浆岩，Rb-Sr等时线同位素年龄值为170～160Ma，为中晚侏罗世造山早期的产物。

怀玉山—灵山构造岩浆带，出露有两种成因类型花岗岩，灵山杂岩体呈北西向卵圆形产出，其中部的望仙岩体属S型环斑花岗岩，岩性为聚斑环斑角闪黑云母二长花岗岩，含大量喷射岩浆混合形成的微晶闪长岩包体，是晚期造山环境中沿北东与北西的断裂结点局部拉张就位的，望仙岩体K-Ar法同位素年龄值为140Ma，时代属于晚侏罗世晚期至早白垩世早期；早白垩世晚期灵山岩体属晶洞花岗岩，岩性为角闪黑云母碱长花岗岩或黑云母碱长花岗岩，发育晶洞构造，岩石向富钠（Na_2O 3.7%）方向演化，经姜耀辉（1999）等研究结果，属“A_1”型花岗岩。形成于由挤压造山向伸展拉张的后造山环境，是沿早期形成的望仙岩体残留管道被动就位的，灵山岩体K一Ar法同位素年龄值为 115.6Ma。居于圆形杂岩体内环的望仙岩体地形平缓，产于外环的灵山岩体形成峰林景观。怀玉山花岗杂岩基，出露于三清山、怀玉山至大茅山一带，总体属于“A_2”型花岗岩类，是由多次岩浆侵入形成的花岗杂岩体，其主体侵入期K-Ar法同位素年龄值为115Ma、补充期K-Ar法同位素年龄值为 96.6～87.4Ma,属于区域内最晚的侵入花岗岩岩体，三清山花岗岩属于怀玉山花岗岩岩基的组成部分，位处怀玉山岩基的东段。

3.区域地质演化与古地理环境变迁简史

9亿多年前，三清山地区是华南洋中的一个岛弧，9亿至8亿5千万年前后，洋盆消失、扬子古板块与华夏古板块碰撞，三清山地区恰处于古板块结合带。中生代以来，陆内A型俯冲与陆内伸展，奠定了地质构造和地理格架，为三清山花岗岩地质地貌的形成、生物的繁衍以及人类的发展提供了优越的地质环境。综合三清山地区9亿多年来的地质与古地理环境的演化发展历史，大致可划分为前中生代和中生代以来两个大的演化发展阶段、若干个演化发展时期，其中前中生代的历史是从Rodinia 大陆形成到裂解以及古古华南洋形成演化发展历史的一个缩影，也是扬子古板块与华夏古

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

板块形成演化历史的一个见证地；中生代以来的历史，主要是陆内环境的盆岭构造演化发展历史。

(1)前中生代地质演化与古地理环境变迁简史

三清山前中生代的地质演化与地理环境变迁的历史，大致可分为三个发展时期。

【从海洋到 Rodinia 大陆形成时期】 中元古代晚期至新元古代早期（约 900Ma 前），三清山地区是古华南洋中的一个岛弧，北为扬子古板块、南为华夏古板块。约 900Ma 前后，扬子古板块与华夏古板块碰撞对接，并成为 Rodinia 超大陆的组成部分，留下了珍贵的古洋壳残迹即蛇绿混杂岩带（901Ma）和蓝闪石片岩（866Ma），是古板块对接和晋宁造山运动的重要见证。

【从裂谷到古亚洲大陆形成时期】 830～800Ma 进入裂谷期，Rodinia 超大陆裂解，三清山位于扬子大陆板块与华南裂谷海盆之间的过度带，形成了海相磨拉石—复理石和双峰式火山岩建造。南华纪早世，区内处于滨海—陆表海的沉积环境中，以碎屑建造沉积为主；随之“雪球事件”出现，留下了古冰川活动的遗迹——南沱组冰碛岩。

震旦纪，陆壳基本固结，气候转暖，冰雪消融，并形成了广泛海侵，沉积了一套浅海相泥硅质和碳酸盐建造。

早寒武世，三清山地区为半障壁性质的潮下浅水海盆，属缺氧环境，形成了富含钒、铀、硫、磷等元素的黑色页岩，底部夹石煤层。早寒武世晚期—晚寒武世，海侵扩大，沉积了厚约数百米的浅海相碳酸盐和钙泥质沉积物，并发生了生物大爆发，三叶虫、球结子、腕足类大量出现。

奥陶纪早中世，海洋水体比较稳定，利于笔石动物的繁衍，形成了笔石页岩建造。奥陶纪晚世沉积了介壳相碳酸盐建造。奥陶纪末，地壳振荡频繁，总体处于逐渐抬升状态，水体变浅为滨岸过渡至河口三角洲至三角洲平原。志留纪早中世，沉积了以碎屑建造、并具类复理石构造特征。随之发生了加里东运动，地壳整体抬升，遭受较长时期的剥蚀夷平，因而缺失志留纪中世、早中泥盆世沉积。

【从特提斯被动陆缘到欧亚大陆形成时期】 加里东运动之后，扬子古板块与华夏古板块已完全拼接成统一的华南古大陆并可能与古亚州大陆相联。晚泥盆世时，古特提斯海水向华南古大陆侵进，三清山地区在晚泥盆世至三叠纪早期沉积了以滨、浅海相泥砂质及碳酸盐建造和海陆交互相的碎屑建造和含煤建造。中三叠世末，印支运动强烈作用，结束了包括本区在内的大范围的海侵历史，并出现区域性地壳隆起，形成了中、上三叠统间普遍的角度不整合接触关系。华南古大陆成了欧亚大陆板块的组成部分。

(2)中生代以来的陆内地质地貌与生物发展演化简史

2 亿多年前，三清山结束了长期的海洋历史，开始进入内陆发展的新阶段。中生代是一个充满生机的时代，裸子植物繁盛、恐龙成为大地霸主。中生代是三清山花岗岩成岩、成山的重要时期，也是花岗岩地质、花岗岩地貌、花岗岩生态的奠基时期。此后，又通过新生代的变化，才造就了现今的奇特的花岗岩景观和独特的生态系统，这是大自然留给我们的十分珍贵的遗产。大自然的过程是很难精确模拟的，但是其演化发展过程的信息就保存在地层、岩石、地貌以及生物的基因中。

【地质作用与伸展成山造景过程】 三叠世印支运动之后，三清山及其相邻地区为陆内地势相对较低的复式向斜。此后，才逐渐形成今日所见的盆岭地貌格局。

中一晚侏罗世一早白垩世盆岭雏形期 由于欧亚板块与古太平洋板块相互作用，区内发生了强烈的燕山期陆内造山动动，随着赣东北深断裂的陆内俯冲作用，形成了北东向三清花岗岩基，怀玉山脉开始呈挤压型“坳中隆”式低缓隆起，并逐渐发生弱剥蚀，两侧出现陆相盆地。当时，包括三清山在内的古欧亚大陆与古北美古大陆曾是相连的。

晚白垩世盆岭伸展成型期 进入喜马拉雅期，地壳于造山后，强烈伸展，发生大规模断块作用。怀玉山脉急剧隆升，强烈剥蚀，花岗岩体暴露地表，估算剥蚀厚度约 4000～5000m。山脉两侧作不均衡断陷，形成红色碎屑岩断陷盆地，北侧盆地规模较小，南侧信江断陷盆地规模大，堆积红色碎屑岩厚度 2000～3000m。山体与盆地存在巨大反差。是怀玉山脉主要的形成期。欧亚古大陆与北美古大陆开始分离。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

古近纪至新近纪盆岭缓变期　为地壳强烈伸展后的相对休眠期，山体剥蚀微弱，盆地萎缩，缺失沉积。

第四纪盆岭改造期　地壳作波浪状缓慢抬升，在怀玉山脉上部和近山麓地带的三清湖喀期特峰林都保留有3级夷平面，信江河谷形成3级阶地。从怀玉山山脉、山麓至信江盆地，地壳隆升幅度依次降低。同时沿部分断裂，发生差异升降作用。三清山受周边所围绕的3条正断裂控制，再次缓慢抬升，在怀玉山脉隆起的背景下，形成“隆上隆”，成为怀玉山山脉的最高峰，也是三清山峰林景观的造景时期。

【生物发展演化】　晚三叠世强烈的印支运动，使海水退出，以陆生生物为主，晚白垩世三清山南侧的信江盆地，恐龙空前繁盛，为“恐龙时代”，陆生植物以裸子植物苏铁、银杏和松柏为主。古近纪－新近纪，生物界的基本特征是哺乳动物的大量发展和被子植物的极度繁盛。

二、花岗岩地质

三清山地区岩浆岩活动较频繁，岩浆岩分布较广泛，其岩浆岩主要为超酸性侵入岩，即燕山晚期形成的三清山花岗岩体（属怀玉山岩体的一部分），构成了三清山的主体，是三清山奇巧秀美景观的形成提供了物质基础，图2。

1．地质特征

(1)产状　三清山花岗岩体位于三清山山体的中心部位，其平面形态呈不规则状，在山体内出露面积约 98km^2。花岗岩侵入于黄土岭复式背斜南翼的南华纪—奥陶纪地层中，呈岩基、岩株状产出，侵入接触界线不规则，呈波状、港湾状或枝叉状，接触面产状倾向围岩。内接触带见1～3cm宽的致密坚硬的细晶冷凝边，岩体中残留顶盖常见，为浅剥蚀程度。外接触带具较强的热接触变质作用，形成宽500～2000余米的热接触变质晕。岩体内原生流动构造不发育，继承性脉岩发育，主要有花岗细晶岩、伟晶岩、花岗斑岩、闪长玢岩及辉长辉绿岩脉等。岩体内常见较多大小不等，形态不规则的暗色矿物相对富集的闪长质包体。围岩蚀变主要有矽卡岩化、硅化及绿泥石化等。

(2)岩性岩相　三清山花岗岩的主期侵入体可划分为三个相带，即：

边缘相：岩性为细粒（微细粒）含斑—斑状黑云二长花岗岩；

过渡相：岩性为中细粒斑状黑云钾长花岗岩；

内部相：岩性为中粗粒斑状黑云钾长花岗岩。三个相带在平面上并未构成同心环状形态，尤其是内部相成不规则状分布，这是由于岩浆上侵过程中区内构造应力场变化较大、岩浆冷凝结晶的环境较动荡，加上地壳上升后，地形切割程度和剥蚀程度的不均一性造成的。

2.岩石学特征

三清山岩体主要矿物成分为钾长石、斜长石、石英、黑云母等。其主要矿物成分及含量见表1。

表1　　三清山花岗岩的矿物组成特征

相带	岩性	斑晶含量（%）	矿物含量（%）			
			碱性长石	斜长石	石英	黑云母
边缘相	细粒（微细粒）含斑—斑状黑云二长花岗岩	3～25	34～47	15～30	20～32	3～6
过渡相	中细粒斑状黑云钾长花岗岩	18～20	44	21	28	4～5
内部相	中粗粒斑状黑云钾长花岗岩	20	47	25	30	3

边缘相：岩性为细粒（微细粒）含斑—斑状黑云二长花岗岩，浅灰—灰白—浅肉红色，细粒—微细粒似斑状花岗结构，块状构造。斑晶含量3～25%，主要为钾长石和石英斑晶，偶见斜长石和黑

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

云母斑晶。斑晶大小 1.5～10mm，基质粒度 0.1～1.2mm。钾长石呈不规则板状、粒状集合体或呈填隙状，裂纹发育，表面有泥化，有时可见格子状双晶；斜长石板条状或呈半自形板状，板条状斜长石一组已绢云母化，多数聚片双晶显见，为 An5～8 之钠长石，干净透明，分布于钾长石边部或中心，

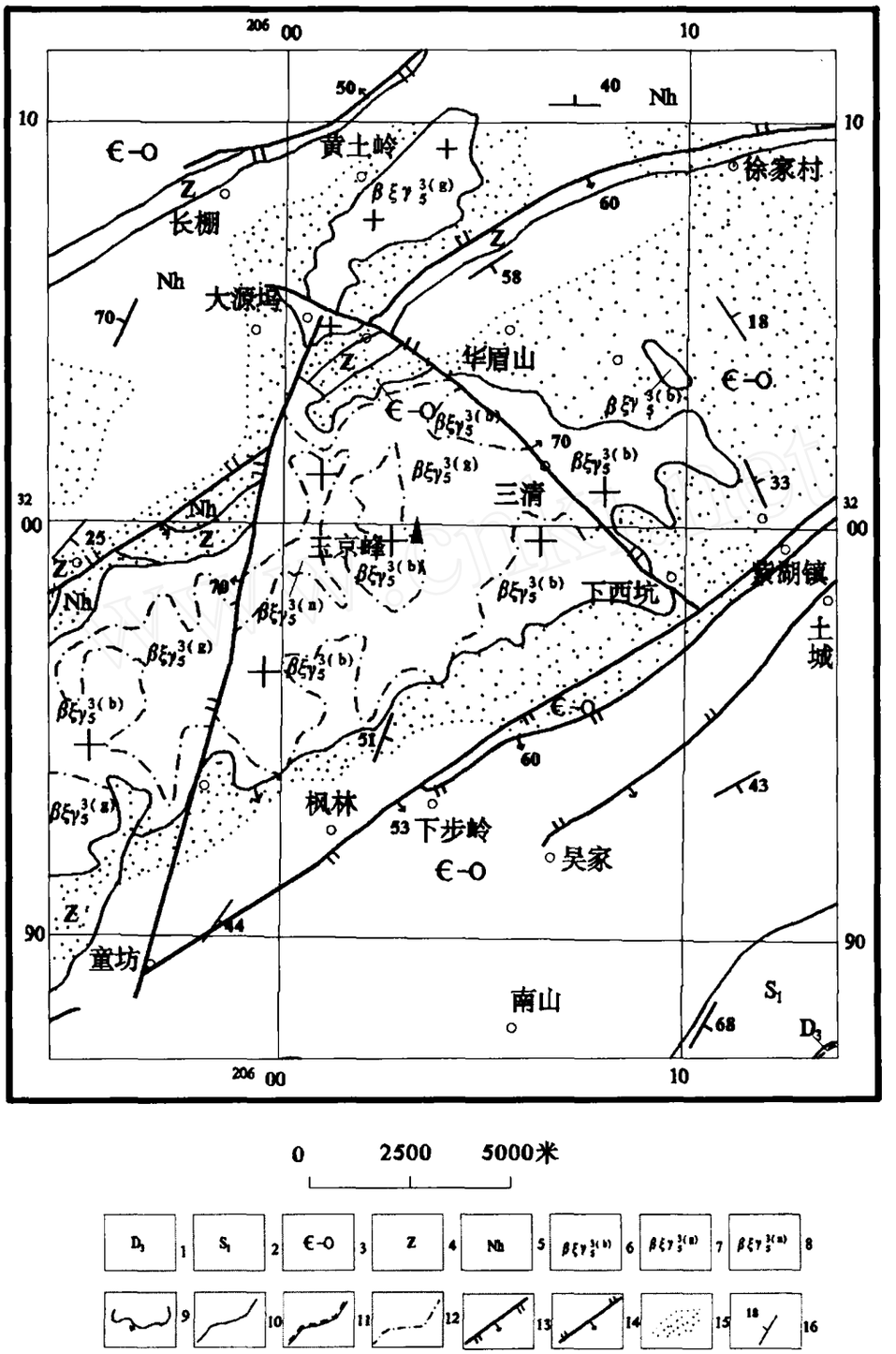

图 2　三清山地质花岗岩地质略图

1. 晚泥盆世地层 2. 早志留世地层 3. 寒武纪-奥陶纪地层 4. 震旦纪地层 5. 南华纪地层 6. 边缘相 7. 过渡相 8. 内部相 9. 岩体侵入接触界线 10. 地层沉积整合接触界线 11. 地层沉积平行不整合接触界线 12. 相带界线 13. 正断层 14. 逆断层 15. 角岩(化)带 16. 岩层面产状

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

半自形板状斜长石边缘受石英、钾长石交代呈波曲线状、锯齿状，An=12±，见细密聚片双晶；石英呈它形粒状—等轴状、不规则粒状或集合体，裂纹发育，见少量尘状包体或气液态包裹体，有的晶出较晚，交代钾长石、斜长石；黑云母呈不规则片状或鳞片状，多已绿泥石化，也有的退变成白云母，见少量锆石、独居石包体，另见有晚期细小黑云母交代钾长石、斜长石。副矿物主要有磁铁矿、黄铁矿、褐铁矿、锐铁矿、独居石、萤石、黄玉、氟碳铈矿、锆石等。

过渡相：岩性为中细粒斑状黑云钾长花岗岩，浅肉灰—肉红色，中细粒似斑状花岗结构，块状构造。斑晶含量18～20%，成分以钾长石为主，次为石英斑晶，分布杂乱。斑晶大小7～20mm，基质粒度0.7～4mm。钾长石交代条纹发育（呈树枝状、火焰状），属微斜微纹长石，内部常见细小石英、黑云母、斜长石包体，基质中呈填隙状，晶出晚于斜长石；斜长石呈基质出现，半自形板状，微有叶腊石化、绢云母化，聚片双晶及卡钠复合双晶常见，偶见肖钠双晶，边缘受钾长石熔蚀呈蚕蚀状，An10±；斑晶石英中见两期吕对尔线纹，见有早期难辨之固体包体及晚期气液包体，二者相切具滑动作用，基质石英呈它形粒状分布于斑晶之中；黑云母呈板片状，具褐—黄绿色多色性，微具绿泥石化，有的呈聚集状分布。副矿物主要有黄玉、锆石、独居石、锐铁矿、氟碳铈矿、铌钽铁矿等。

内部相：岩性为中粗粒斑状黑云钾长花岗岩，浅肉红色，中粗粒似斑状花岗结构，块状构造。斑晶含量20%，成分以钾长石为主，次为石英斑晶，分布杂乱，钠长石沿边缘交代钾长石，并有SiO_2析出，形成蠕英结构。斑晶大小10～22mm，基质粒度3～5.5mm。钾长石呈宽板状，卡氏及格状双晶发育，交代条纹呈云朵状、树枝状，有石英、云母包体，基质中呈填隙状；斜长石常见聚片双晶和卡钠联晶，偶见肖钠双晶，微有绢云母化，An15±；石英呈粒状，波状消光明显，有锆石、黑云母包体，基质常呈聚晶状产出，各晶体多呈直线状接触，部分具锯齿状接触，反映颗粒边界位移；黑云母呈片状，具多色性，微绿泥化。副矿物主要有黄铁矿、萤石、锆石、独居石、磁铁矿、黄玉、锐铁矿等。

3.岩石地球化学特征

常量元素：岩石化学分析显示：SiO_2含量76.0～79.26%，属超酸性岩；里特曼指数（σ）为1.65～2.00，属钙性—钙碱性岩类；K_2O+Na_2O为5.25～8.12%，K_2O/Na_2O=1.14～1.65，富碱高钾；CaO为0.25～0.96%，钙含量偏低；Al_2O_3=11.48～12.48%，A/CNK为1.08～1.59，属正常类型岩石。其岩石地球化学的主要特征是“高硅、富钾、低钙”，这对形成和遗存奇特的花岗岩峰林景观是非常有利的。（表2）。

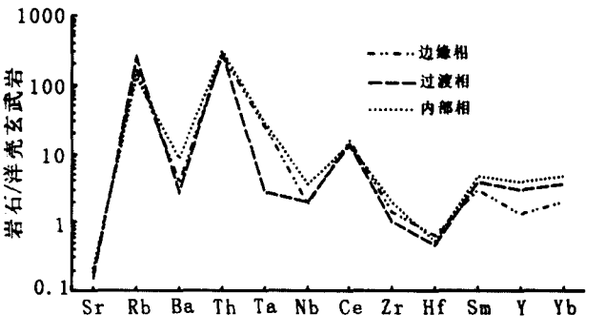

图3 三清山岩体微量元素曲线图

微量元素：微量元素分析结果及相应的微量元素曲线图（图3）显示：各单元蜘网图相似，共同点是富集了来自地幔的大离子亲石元素（LIL）Rb、Th和来自地壳的Ce，Ga及Ga/Al比值均较高，Sr、Ba含量相对较低，较贫高场强元素（HFS）Nb、Ta、Zr、Hf和重稀土元素Yb和Y。大离子亲石元素(LIL)丰度高于稀土元素（REE）和高场强元素（HFS），Rb/Sr比值较高(为10.70～29.08)。

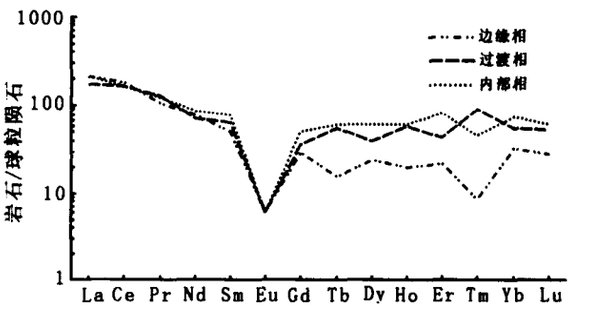

图4 三清山岩体稀土元素球粒陨石标准化配分图

稀土元素：稀土元素分析结果见，其稀土配分型式图为向右缓倾的“V”字形曲线（图4）。稀土总量ΣREE为291.96～682.61μg/g（偏高），LREE/HREE为3.69～8.54，轻稀土稍为富集；δEu=0.093～0.147，铕亏损较强。其成因上应为混熔型。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2　三清山岩体岩石地球化学特征参数

特征参数	相带		
	边缘相	过渡相	内部相
σ	1.65	2.00	0.76
10^4*Ga/Al	3.04	2.88	2.87
K_2O+Na_2O	7.48	8.12	5.25
K_2O/Na_2O	1.65	1.37	1.14
A/CNK	1.16	1.08	1.59
R1	3069.64	2707.27	3717.38
R2	259.03	359.92	296.86
Rb/Sr	14.92	29.08	10.70
LREE/HREE	8.54	4.79	3.69
δEu	0.147	0.118	0.093

4.形成时代及成因分析

三清山花岗岩，根据 K-Ar 法同位素年龄值 115.0～87.4Ma 数据，推断其成岩时代为早白垩世晚期-晚白垩世。其中三清山花岗岩的主侵入期为中粗粒钾长似斑状花岗岩，大面积分布，成岩时代为 115.0Ma，成岩时代为早白垩世晚期；补充侵入期为中细粒似斑状钾长花岗岩，呈岩株状分布于三清山的主峰-玉京峰一带，K-Ar 法同位素年龄值成岩时代 96.6～87.4Ma，成岩时代为晚白垩世早期，是三清山花岗杂岩体中的最后成员。

三清山花岗岩体内，常见有较多大小不等，形态不规则的暗色矿物相对富集的闪长质包体。这些包体可能与玄武质岩浆的混入有关，可见存在岩浆的混合作用，其岩浆应为混熔型岩浆，稀土元素特征也说明了这点。姜耀辉（1999）、杨明桂等（2004）人研究，三清山花岗岩属于陆内 A 型深俯冲作用形成的“A_2”型花岗岩。

三清山花岗杂岩体明显受北东向断裂构造控制，但岩体的侵入接触界线不规则，岩体中残留顶盖发育，外接触热变质带出露宽度较大，原生流动构造不明显，岩石的氧化系数平均为 0.47。说明岩体就位与挤压造山作用晚期向拉张环境过渡过程中的北东向断裂的走滑拉张环境有关，属顶蚀的被动就位机制，岩体剥蚀程度不大。

三清山花岗岩基中的主体侵入期岩体分为三个相带，边缘相为细粒似斑状钾长花岗岩，过渡相为中粒至中粗粒似斑状钾长花岗岩，中心相仅见于沟谷中为粗粒似斑钾长花岗岩，且围岩残留顶盖较多，说明岩体剥蚀程度浅。花岗岩的侵位深度估算为 4000～4500m。

5.花岗岩体构造

三清山花岗岩体构造，以断裂构造和节理构造为主（如图 5）。断裂构造控制了三清山山体的形成与演化，节理构造控制了三清山花岗岩微地貌景观的形成与演化。

(1)花岗岩体外部的围岩构造

三清山位于扬子板块与华夏板块碰撞对接带中的怀玉（地体）构造单元之南西端，区域内褶皱和断裂构造发育、岩浆活动频繁，经历了晋宁运动、加里东运动、华力西运动、印支运动、燕山运动、喜马拉雅运动。

【褶皱构造】 分布于三清山的北西、北东部，为由南华系—志留系沉积盖层组成的北东向侏罗山式褶皱。在区域上本期褶皱常被侏罗纪以来的地层不整合覆盖，故推断其应为印支期褶皱。主要有：

黄土岭复式背斜：位于公园北西部的黄土岭一带，属于区域上的黄土岭－开化复式背斜的一部份，其轴线走向北东，褶皱向北东倾伏、向南西撒开，区内延长约 15km。轴面近直立，两翼产状比较紊乱，北西翼产状较陡，为 300～350° ∠30～75°，南东翼产状较缓，为 120～150° ∠30～60°。核部地层为南华纪地层，翼部地层由震旦纪-奥陶纪地层组成。南翼出露较广泛，常形成一些次级背向斜构造。

华眉山向斜：分布于公园的北东部，其轴线走向北东－南西向，其南西端扬起于怀玉山岩体旁

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

侧，北东端经源头向区域上延伸，轴线走向 67°，北西翼略陡，倾角 40～60°，南东翼较缓，倾角 30～50°。核部地层为早奥陶世印渚埠组，翼部由晚寒武世地层组成。

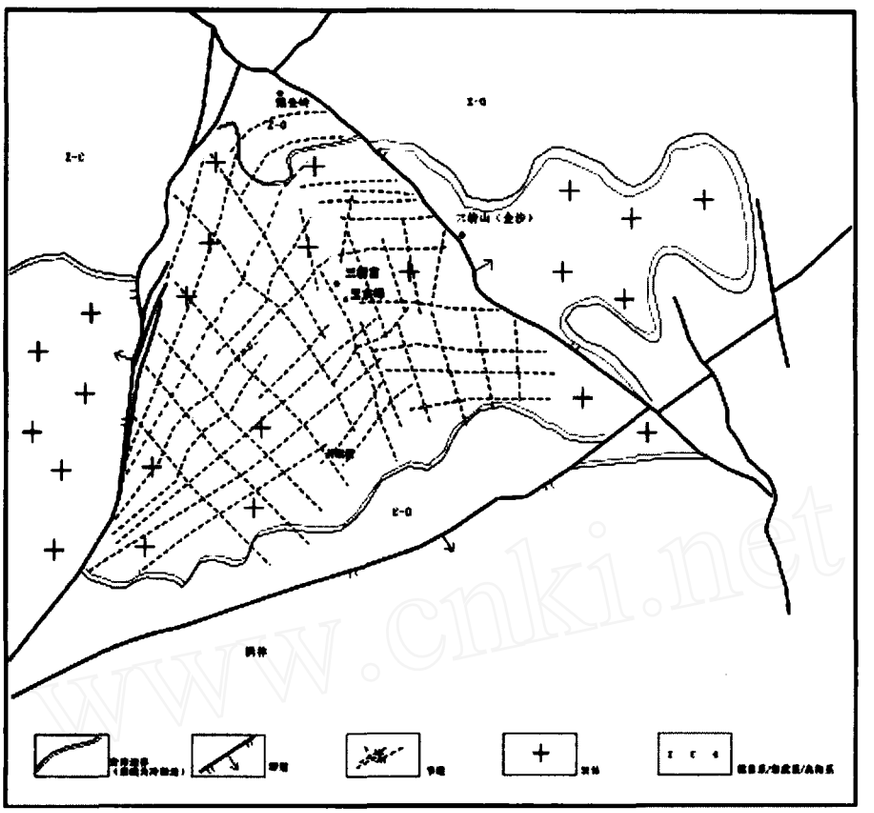

图 5　三清山航空象片的花岗岩构造地质解译略图

【断裂构造】区内断裂构造非常发育，断裂方向主要为北东向，其次为北北东向、北西向，从形成时间上来看，北东向断裂最早形成，其次为北北东向，而北西向断裂带最晚形成。主要断裂构造有正断层、逆断层等。主要断层为枫林—紫湖镇断裂带、小坑－芭蕉坞断层、芭蕉坞－下西坑断层，它们均以正断层性质为主，形成断层谷并把三清山主体部分切割成了一个“三角形断块山”。

枫林—紫湖镇花岗岩断层：位于三清山东南部，由数条呈北东 50°～60°延伸断层所组成，倾向南东，倾角 60°。北西盘上升，南东盘下降。沿断层见有早期剪切活动形成的劈理化带、片理化带和后期活动形成的断层角砾岩带，宽 10～40m，为一多期活动断裂，沿断层为沟谷水系。如线状冲沟、“膝”状延伸的水系等。

鹅公岭－下西坑花岗岩断层：位于三清山东—北东部，走向北西，倾向北东，倾角 65°～70°，其南西盘上升，北东盘下降。断层面发育片理化花岗、构造角砾岩，岩石强烈硅化，矿物重结晶，见石英晶簇和玛瑙。沿断层形成断层谷地貌，在其南东段还断断续续可见硅化带形成的断层崖。

小坑－芭蕉坞花岗岩断层：位于三清山北西部，走向北北东，倾向北西，倾角 70°，切断了北东向断层，其南东东盘上升，北西西盘下降。顺断层发育构造角砾岩、硅化岩、碎裂岩。沿主断层走向形成断层谷地貌。

(2) 花岗岩体内部构造

在三清山花岗岩体的内部，主要发育两组方向的垂直节理，其一为北东-北北东走向、其二为北西走向，二者构成棋盘格式的组合方式。这些节理裂隙构造均具张－剪性特征，密度稀，强度大，延伸长，切割深，呈带状产出，是三清山花岗岩成景的主控改造。另外区内还发育一组近水平节理，它们共同组成的裂隙网络，经冲刷剥蚀风化作用，形成各种造型独特的景观。节理的构造形迹在大

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

多数的峰林景观中均可见及。前者：自南西往北东，整体走向具有由收敛——撒开的趋势，在宏观上形成似帚状产出，发育规模较大，在空间上往往呈带状展布，是控制西部峰墙（西海重墙、九天长城等）和南部峡谷（福寿门、一线天等）的主要构造。后者：总体走向北西向，往南东部略转向近南北，其规模自北往南逐渐加大，且呈带状产出，是控制中部峰柱、南东部峰墙及部分峡谷的主要构造。另外花岗岩中还发育一组近水平节理，是造型石景的主控构造，即峰墙、峰柱等景观经水平节理切割和风化剥蚀冲刷作用，形成各种造型独特的景观。

三、花岗岩地貌

三清山位于赣东北陆内俯冲超壳深断裂带南东侧（下盘），断裂带走向北东，向北西倾斜，是新元古代扬子板块与华夏板块的碰撞带，中生代时发生陆内俯冲形成超壳深断裂带，据永平一九江人工地震资料，断裂已影响及莫霍面。三清山花岗岩侵入于北东向背斜构造南翼，断裂主要为北东向、北北东向、北西向。北东向断裂早期为逆冲断裂，北北东向早期为左型走滑断裂，而北西向断裂带以张性、张剪性为主。上述三组断裂发展到喜马拉雅伸展期均以正断层为主。其中枫林—紫湖镇断裂带、小坑－芭蕉坞断层、鹅公岭－下西坑断层，它们把三清山切割后，使三清山主体部分形成典型的“三角形断块”。在区域隆起的背景上，三条断裂又把以玉京峰为中心的“三角形断块”再一次大幅度抬升，构成奇特的“隆上隆”构造，形成了以玉京峰为最高峰的山体地貌格局。

三清山花岗岩体内主要发育两组方向的垂直节理和帚状裂隙群，这些节理裂隙均具张－剪性特征，密度稀，强度大，延伸长，切割深，呈带状产出。另外区内还发育一组近水平节理，它们共同组成的裂隙网络，经冲刷剥蚀风化作用，形成各种造型独特的景观。

1.地貌类型

三清山的山势是东、南、西三面陡峻，北面平缓。从山脚至山顶，水平距离 5km，海拔由 200m 陡增至 1816m，地势高差很大。从整体看，东坡从金沙至玉京峰，西坡从横坦、汾水至玉京峰，恰为两个相靠的凹球面，它们与南部的凸球面合成高耸入云、层峦叠峰的奇特地貌。东坡比西坡平缓，南坡又比东坡平缓。组成三清山主体的岩石为燕山晚期花岗岩，其中边缘相和过渡相的花岗岩是构成三清山峰峦的主要岩石，近谷底则多为内部相的中粗粒斑状、似斑状黑云母花岗岩，因其极易风化剥蚀，故多形成稍缓地形。

(1)地貌形态类型

三清山地貌基本形态可分为山地和丘陵两种类型，其中的山地又可分为中山和低山两个亚类，丘陵又可分为高丘和低丘两个亚类。

中山：以玉京峰为中心，从其南西的云盖峰一直延伸至其北东的大坞头一带均属此种地形，分布面积约 88km^2，占地质公园规划区面积的 38.3%，海拔一般在 1000～1800m，相对高度 500～1000m，坡度大于 35°，切割深度数百米至千余米，切割程度大于 50%。山脊呈锥齿状，冲沟峡谷发育，谷深而狭窄，断崖常见，水流湍急。

低山：主要分布于鹅公岭－王山、上横坦－大源坞、酒盏地－上西坑等地，面积约 72km^2，占地质公园规划区面积的 31.3%，海拔 500～1000m，个别大于 1000m，相对高度 200～500m，坡度大于 25°，切割深度 100～500m，属浅切割。冲沟发育，山谷多呈 V 型谷，谷底坡度 2°～5°。汾水关以东玉京峰西坡，海拔约 700～800m，坡陡，沟谷纵横如迷宫，沟谷与断层交叉处，飞瀑悬空，如烟似雾，蒸腾迷漫。

高丘：主要分布于枫林、中坑、双溪、汾水等地，面积约 51km^2，占地质公园规划区面积的 22.2%，海拔 300～500m，少数山头超过 500m，相对高度 200～300m，坡度 15°～20°，切割深度 100～200m 左右，冲沟、拗谷发育，沟谷短浅，呈 V 形，山脊东西走向为主，形态浑圆，坡面较缓。

低丘：分布范围小，主要分布于地质公园南部枫林、中坑一带，面积约 19km^2，占地质公园规划区面积的 8.2%，海拔 200～300m，相对高度 80～150m，坡度 10°～15°，切割深度 60～150m 左

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

右，沟谷短浅，呈V形，丘顶形态浑圆。

(2)地貌成因类型

根据地貌发育的主营力，三清山地貌成因类型为构造侵蚀和流水侵蚀地貌，又可分为四种类型，即构造侵蚀中山地貌、构造侵蚀低山地貌、流水侵蚀剥蚀高丘地貌、流水侵蚀剥蚀低丘地貌。

构造侵蚀中山地貌：主要分布于玉京峰－鸡公石尖－盖云峰－大坞头一带，组成三清山的主体，海拔一般在1000～1800m，切割深度数百米至千余米，切割程度大于50%。其岩性玉京峰－盖云峰一带由燕山晚期花岗岩组成，华眉山—大坞头一带由奥陶纪印渚埠组地层组成。山脊呈锥齿状，山坡均为侵蚀坡，断崖常见，山体因受地壳抬升、重力崩解和流水影响，遭受强烈切割，冲沟峡谷发育，谷深而狭窄，沟谷切割密度一般为 2～4km/km^2。横坦地段切割最剧烈，约 4.75 km/km^2。最平缓的三清福地地段，其切割密度为0.55 km/km^2。

构造侵蚀低山地貌：主要分布于鹅公岭－王山、上横坦－大源坞、酒盏地－上西坑等地，海拔500～1000m，切割深度 100～500m，属浅切割。岩性由南华纪、震旦纪、寒武纪、奥陶纪地层及燕山晚期黑云花岗岩组成。山脊呈锯状，冲沟发育，沟谷深切，山谷多呈V型谷，谷底坡度2°～5°。以流水的线状侵蚀为主。

流水侵蚀剥蚀高丘地貌：主要分布于三清山主体山脉的外缘或前缘地带，海拔 300～500m，切割深度100～200m左右。岩性由南华纪、寒武纪、奥陶纪地层组成。山体多呈坡缓垄状山脊，丘顶形态浑圆，冲沟、拗谷发育，沟谷短浅，呈V形。以流水的线状侵蚀为主。

流水侵蚀剥蚀低丘地貌：分布于地质公园南部枫林、中坑一带，海拔200～300m，切割深度80～150m左右。岩性由寒武纪、奥陶纪地层组成。丘体多呈脊梁形，丘顶形态浑圆，冲沟发育，沟谷短浅，丘谷交错，丘间坳沟凹地比较发育。以流水的线状侵蚀为主，片蚀作用较强烈。

2.地貌单元区划

(1)地貌形态类型单元区划（图6）

若以形态量计（比高和发布面积百分数）特征为划分依据，可将三清山花岗岩地幔划分为以下4种地貌区：

强烈中切割中山地貌区：以玉京峰为中心，从其南西的云盖峰一直延伸至其北东的大坞头一带均属此地貌区，海拔1000～1800m，1000m以上的山峰也占到山体总面积的1/3，切割深度数百米至千余米，切割程度＞50%。

强烈浅切割低山地貌区：鹅公岭－王山、上横坦－大源坞、酒盏地－上西坑等地均属此地貌区，海拔500～1000m，切割深度100～500m，切割程度达50%。

微弱浅切割高丘地貌区：分布于枫林、中坑、双溪、汾水等地，海拔 300～500m，只有少数山头超过500米，切割深度100～200m左右，切割程度＜20%。坡度较缓，沟谷短浅，呈V形，山脊东西走向，形态浑圆。

微弱浅切割低丘地貌区：范围较小，分布于地质公园南部枫林、中坑一带，海拔 200～300m，切割深度60～150m左右，切割程度＜20%。沟谷短浅，丘顶形态浑圆。

(2)地貌景观类型单元区划

以某一种或几种地貌标志景观为主体特征作为划分依据，可将三清山划分为4种地貌单元：

峰林为主体的地貌单元：包括南清园景区、玉京峰景区、万寿园景区在内的三清山风景区中心地带（图2-9），面积约6km^2，海拔一般＞1000m，切割深度数百米至千余米，切割程度达50%以上。此区内以发育峰林地质遗迹为主，从玉京峰往东，其峰林地貌总体上呈阶梯状由高到低展布，峰林中的石峰形态，其石峰高度从几十米至几百米均有。

峡谷、陡崖、（山峰）峰林组合地貌单元：主要分布于冬狗尖－马北山－鸡公石尖－扬清桥－风门－冰玉洞－上西坑一带，海拔一般500～1000m，此区中峡谷、陡崖、峰林皆发育，以三者同时并存的面貌出现。区中峡谷走向各异，峡谷长一般1km至数公里，峡谷的平面形态有的呈直线型，有的呈弯曲状，峡谷横切剖面形态多呈深窄的V形，峡谷两侧岩壁一般较陡，且常见陡崖出现，陡

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

崖高从百米至数百米均有，峰林地貌时常可见。

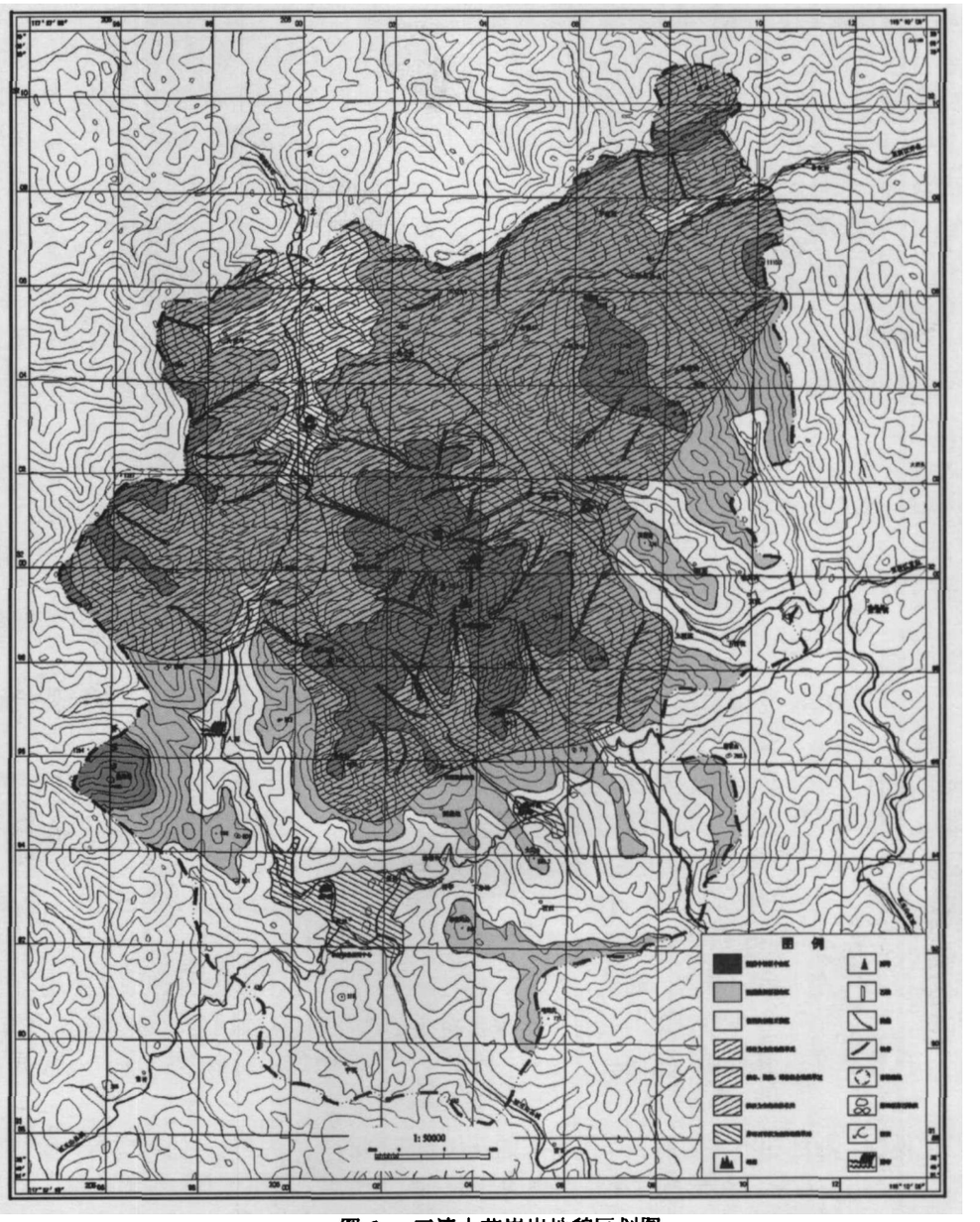

图 6　三清山花岗岩地貌区划图

峡谷为主的地貌单元：主要分布于下横坦－大源坞－方塘－金沙一带，海拔一般 500～1000m 以上，以发育各种走向的峡谷为主，峡谷长度从 1 公里至十几公里均有，峡谷的平面形态有的呈直线型，有的呈弯曲状，峡谷横切剖面形态多呈深窄的 V 形，峡谷两侧岩壁一般较陡，峡谷高度从一百米至数百米不等。

卵砾石堆积为主的地貌单元：分布于坪溪、枫林、汾水、金沙等地，海拔低于 450m，它们为典型的山间洼地，由于第四系洪冲积卵石堆积，在洼地处，屡见 10～15 m 砾径的大砾石，最大的砾径达 30m，磨圆度较好。如位于坪溪的“神仙赶石”就是典型的第四系卵石堆积地貌。另外，三清福地也是典型山间洼地，海拔 1450m，洼地面积达百亩，其中也有第四系卵石堆积。

3. 花岗岩微地貌景观

(1)花岗岩微地貌景观类型

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

独特的大地构造位置和适宜的地理环境，使三清山花岗岩形成了奇特的景观，景观的集群特征，具有峰林景观特点。其类型齐全，标型景观特征典型，分布集中，造型奇特，世界罕见。

三清山花岗岩峰林微地貌景观类型，主要有峰峦、峰墙、峰丛、石林、峰柱、石锥、岩壁、峡谷和造型石景等9种类型，是研究花岗岩微地貌形成演化的关键地区。在核心景区3780公顷的范围内，有奇峰48座，造型石89处，景物、景观384余处，堪称天下花岗岩微地貌的天然博物馆。造型石景丰富奇绝，主要为构造侵蚀、冲蚀作用形成的造型石景，石蛋很少，其中“东方女神”、“巨蟒出山”两处标志性造型景观，为世界“绝景”。

(2)花岗岩微地貌景观的标型特征

三清山花岗岩的微地貌形态不仅千姿百态，而且其形成、演化过程中的主要阶段都保存有标型特征典型、出露系统完整的遗迹。形态类型比较齐全（表3）。其中最珍稀的有以下6类：

花岗岩峰峦　指规模巨大的峰柱集群地貌。区内以锥状峰体为特征，是花岗岩区地壳抬升，经风化剥蚀和构造切割，进而形成峰林地貌初始发育阶段的表现。如三清列座峰峦，相对高度大于千米。

花岗岩峰墙　指具有一定规模的墙状体地貌，且墙体陡峭呈一定走向、两壁近于平行，延伸稳定，墙体上部与下部厚度近等。标型实例有九天长城、西海重墙或进一步形成梳状峰柱如万笏朝天、锯解石等。

花岗岩峰丛　又称连座式峰林，因其峰体基部彼此相连而得名。峰丛的基部大于峰体。是花岗岩地壳抬升，沟谷切割加深，基座高度增大，在斜坡侵蚀基准条件下，峰林地貌刚开始发育阶段的表现。标型实例有：天门峰丛等。

花岗岩石林　指沿花岗岩垂直节理裂隙，经风化剥蚀、冲刷所形成的，由小型棱柱状峰体群组成。如三清山北东部发育的“玉灵石林”。

花岗岩峰柱　指单个花岗岩柱状体，峰柱体之间有很深的沟槽、沟谷，且沟壁陡峭笔直。峰体高耸，高达几十米～上百米，如巨蟒出山其峰柱高达 128 m。峰体有的薄如刀刃、有的状若碑林、有的呈巨大棱柱体（巨蟒出山）、有的比较浑圆，如“东方女神”、观音赏曲等。

花岗岩石锥　由于冲蚀和风化剥蚀及不均匀崩塌作用，形成的体圆顶尖的石锥。石锥高度一般小于5 m，形态各异。标型实例如企鹅石、双乳峰、犀牛石等。（照片2-13、14）

其他造型石　在上述的峰峦、峰丛、峰墙、峰柱之上，由于风化剥蚀、冲蚀及不均匀崩塌和球状风化作用，形成了一些奇巧秀美的具有一定象形意义的造型石,从成因上可进一步划分为两种。

一是由风化剥蚀作用形成的花岗岩造型石，数量较少，标型实例有球形石（葫芦石）、龟形石（神龟探海）。

二是由淋蚀、冲蚀和不均匀崩塌作用形成的花岗岩造型石，如尖角石(仙人现指、仙姑晒鞋、犀牛石、鹤寿顶、蜗牛戏松）和一些具绝特形态的石景（狐狸啃鸡、葛洪炼丹、狸猫待鼠、老庄论道）。（照片2-16、17）

【瀑布、碧潭、泉】三清山雨量丰沛，水量充足，迳流发育，瀑布极多。主要的瀑布有8条，海拔标高一般为500～1000m，主要分布于山体中下部，落差一般10～30m，宽数米至数十米。瀑布大都有“三层结构”特征，即上端有一个“石门”形的出水口，中段为悬岩瀑布主体，底部常有一个美丽的碧潭。瀑布的成因类型大体分为断裂型和侵蚀型两种，如八磴龙潭瀑布、玉帘瀑布、石涧瀑布、冰玉洞瀑布等。

三清山碧潭多与溪流、瀑布相连，澄清碧绿，尤如颗颗翡翠。碧潭面积多数十平方米，深达数米。碧潭的形成是内、外地质营力作用的结果，多出现在地质构造断裂、节理的交汇部位，由地表流水作用不断侵蚀冲刷而形成，如石鼓潭、玉女潭、五色碧玉潭等。

三清山花岗岩体由于发育有大量呈网格状的裂隙，赋存大量的构造裂隙水。加之三清山雨水多，气温较低，水分蒸发慢，森林茂密，构造裂隙水的渗透作用，形成有许多季节性的下降泉。其水清质纯，凛冽冰凉，味甘可口，如古丹井、泸泉井、元泉、禹门泉等。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 3　　三清山花岗岩微地貌主要类型及标型实例

类型	实例名称	实例位置	实例特征
峰峦	三清列座	东经 118° 03′ 52.3″，北纬 28° 54′ 57.5″	由三座大型尖锥状山峰组成。玉京峰是三清山主峰，海拔标高 1816.9m、玉虚峰紧靠玉京峰北面，海拔标高 1776m，而玉华峰又与玉虚峰并列，海拔标高 1752m。三清山因玉京、玉虚、玉华三峰峻拔高耸入云，组成尖锥状峰峦，犹如道教所尊玉清、上清、太清三位教祖列坐其巅，故名。
峰墙	九天长城	东经 118° 03′ 12.6″，北纬 28° 54′ 46.4″	位于西海港湾以北，有一峰墙形似著名的“万里长城”的一段城墙，墙体走向约 200° ～205° ，长约 100 余米，墙体厚度 15m 左右，高约 60m，墙体直立，表面平整，为一发育和保存较完好的花岗岩峰墙地貌，故名九天长城。
	万笏朝天	东经 118° 03′ 50.5″，北纬 28° 54′ 28.6″	海拔标高 1350m 左右，相对高度约 200m。由 7 瓣垂直朝天的峰柱组成。峰柱有如百官朝贺天尊时手持的玉笏，故名“万笏朝天”。系花岗岩体被东西向和南北向两组垂向节理切割、并遭受风化剥蚀和冲刷而形成的，是峰墙向峰柱演化的一个典型实例。
峰丛	天门峰丛	东经 118° 03′ 41.2″，北纬 28° 54′ 11.5″	从日上山庄北望梯云岭顶部，有一组呈近南北走向排列的峰体群，由基部相连，顶部呈尖锥状，根部直径 5m～40m，高度 20m～100m 不等。如雨后春笋平行排列，嶙峋瘦峻，中间两峰豁然分开耸立，拔地凌云，形如大门，故名“天门”。
石林	玉灵石林	东经 118° 03 ′ 48″，北纬 28° 54′ 07″	位于玉灵观南西，小型棱柱状峰体群组成，峰柱高约 10～20m，直径 8～12m，雄伟挺拔。岩体被东西向和南北向两组垂向节理切割、并遭受风化剥蚀和冲刷而形成的。
峰柱	东方女神	东经 118° 03′ 58.3″，北纬 28° 54′ 30.8″	海拔标高 1182m，峰柱高 86m。标型为燕山期花岗岩被二组近垂直的节理切割成柱状峰体，后经近水平节理切割和崩塌作用使峰柱成为两节，再经风化剥蚀形成惟妙惟肖的女神形态。
	巨蟒出山	东经 118° 03′ 51.2″，北纬 28° 54′ 51.2″	海拔标高 1200m，峰柱高度 128m，直径 7～10m 不等。标型为节理切割先形成南北向峰墙，再沿近东西向节理切割形成峰柱—“蟒体”，在冲蚀和崩塌作用下，受弱风化剥蚀塑造成昂首天际的“蟒头”。
	观音赏曲	东经 118° 03′ 51.4″ 北纬 28° 54′ 19.2″	位于禹皇顶北西 50m 处。石柱分上下两部分，上部高约 15m，形似观音，下部石柱高 50m，底部直径 20m，上部直径 8m。峰柱是受两组垂向节理控制，造型石在近水平节理作用下，经风化剥蚀和崩塌作用而形成。
崖壁	西海石壁	东经 118° 03′ 26.0″，北纬 28° 54′ 14.2″	花岗岩山体在断层、节理切割和重力崩塌剥蚀作用下而形成的崖壁，走向为北东向，延伸 2000m 以上，相对高度一般 600～800 米，岩壁陡峻，部分地段为悬崖 。
石锥	犀牛石	东经 118° 03 ′ 48″，北纬 28° 54′ 07″	标型体圆顶尖，高约 40m，宽约 20m。孤峰上一巨石东侧天然长出一枝细尖长角，弯曲朝天，因其形酷似吉祥长命灵兽犀牛之角，故名。其形成主要受三组节理控制，第一组节理为南北向；第二组节理东西向；第三组节理北西向，前两组节理较发育，后一组节理较稀疏。
石蛋	葫芦石	东经 118° 03′ 14.6″，北纬 28° 55′ 42.7″	为花岗岩圆柱，柱高约 8.5m，分上下两部分，呈两个球形，大小基本相同，直径约 3.6m，中部由花岗岩柱相连。标型为近南北向和东西向节理的作用下形成峰柱，经水平切割、崩塌和风化剥蚀作用形成石蛋。
峡谷	南山谷	东经 118° 03′ 42.7″，北纬 28° 54′ 10.6″	峡谷总体呈近南北走向，全长约 2500m 左右，断面呈 V 字形，峡谷两侧多为悬崖峭壁，切割深度 200m～300m 不等。峡谷在走向上呈锯齿状延伸，沿两组节理风化剥蚀冲刷而成，其中一组走向为北北东向，另一组走向为北东向。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

4.花岗岩景观的形成条件与演化

(1)花岗岩景观的成因

三清山之所以能够形成和保存如此奇妙的花岗岩微地貌景观，主要原因：一是超酸高硅、低钙、富钾花岗岩是物质基础；二是位处独特的地质构造环境，在断隆的背景上又受三角形断块抬升，构成一个“隆上隆”构造侵蚀山体，发育北东、北西向纵、横节理和帚状旋转裂隙群，密度稀、强度大、延伸长、切割深，将花岗岩切割成块状、厚板状、棱柱状的几何块体，利于造景；三是地处多雨与暴雨中心，雨水的淋蚀和片状、线状流水冲蚀作用是雕刻师。当然，这些奇妙景观的形成也有重力崩塌、风化剥蚀以及生物等综合作用的功劳。同时三清山峰林地貌具有优异的保存条件，主要是山体仍在缓慢抬升，所以构造侵蚀为主，化学风化较弱，圆化程度很低，山体上升，第四纪堆积物很少，峰体存留完好；其次是长期处于湮没状态，人为破坏很少。

(2)花岗岩景观形成演化的过程

三清山是世界罕见的花岗岩地质地貌自然遗迹区，花岗岩地貌地质作用遗迹特征清楚、出露系统，花岗岩微地貌景观类型多样、发育系统、保存完整，峰峦、峰墙、峰丛、石林、峰柱、石锥、峡谷、崖壁以及丰富的造形石等微地貌景观标型齐全、特征典型，且保存完整，这种特有微地貌集群称“三清山式”花岗岩景观。这些，记录和保存了地球中新生代以来地壳形成演化的历史，特别是完整记录与系统出露了三清山花岗岩地貌景观形成演化相关的内外地质作用主要过程，揭示了三清山花岗岩的“成岩→成山→成景”的主过程，是一个具有世界性价值的花岗岩微地貌天然博物馆。

在三清山山体中心区2800公顷范围内，花岗岩微地貌成因类型保存系统、出露完整，形态类型丰富多样、分布密集，有花岗岩奇峰48座，造型石89处，景物景观384处，具有东险西奇、北秀南绝、中峰巍峨的特点，犹如一个大盆景，座落于三清山中高山之上，集结了花岗岩微地貌的精华，为世界罕见，是研究花岗岩地貌的最佳地区。

根据三清山花岗岩微地貌的景观类型系列及其标型特征分析，这些微地貌景观特征，较为系统、位置的展示了三清山花岗岩地质地貌形成、演化的主过程，且大致可划分为花岗岩岩体、花岗岩峰峦、花岗岩峰丛与峰墙、花岗岩峰柱、花岗岩造型石等6个花岗岩微地貌景观形成演化阶段，如图7。

Ⅰ 花岗岩岩体形成阶段

在地球演化发展的中生代时期，三清山地区响应古太平洋板块的俯冲作用，在古板块缝合带发生了陆内深俯冲型的构造-岩浆作用，形成了“I-S-A型”花岗岩序列，三清山花岗岩是这个花岗岩演化序列中最年轻的“A”型花岗岩成员，三清山的山体中地质构造现象和花岗岩地质学、岩石学、岩石地球化学的特征信息里，保存了三清山花岗岩岩浆的来源、侵入、冷凝结晶、成岩等花岗岩浆地质作用和花岗岩成岩后岩体抬升、剥蚀、出露等地质作用的遗迹。

Ⅱ 花岗岩峰峦形成阶段

三清山花岗岩形成后，在区域隆起的背景上，又在北东向、北北东向、北西向三条断裂控制下，将三清山切割成三角形 “断块”并使其大幅度地被抬升。相继发生了喜马拉雅期的造山运动（即新构造运动），断层继续活动，山岳进一步大幅度抬升，形成典型的三角形断块山和奇特的“隆上隆”构造山体，并造就了以玉京峰为最高峰的山体地貌格局。三清山花岗岩体也随着山体的抬升和构造侵蚀、剥蚀持续作用，逐步暴露地表，并在断裂构造控制下，形成了形成了峰峦景观。

Ⅲ- Ⅳ 花岗岩峰丛、峰墙形成阶段

在三角形断块山形成的基础上，因受三清山花岗岩体内两组方向的垂直节理和帚状裂隙群的控制，这些节理裂隙均具张－剪性特征，密度稀，强度大，延伸长，切割深，呈带状产出，把花岗岩体被切割成棋盘格状，在外营力的持续作用下，使三清山花岗岩逐步形成峰丛景观，有的区段沿着规模较大、成带产出的一组断裂节理带形成峰墙景观。

Ⅴ 花岗岩峰柱形成阶段

在峰丛、峰墙景观基础上，随着水流冲刷侵蚀、崩塌、风化剥蚀等外力地质作用的持续进行，

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

峡谷加宽、峰墙变窄，峰墙逐渐被切断（残垣断壁）而形成峰柱；峰丛周边的沟谷切割加深，逐渐形成峰柱，也有的形成规模较小的石锥。

Ⅵ 花岗岩造型石形成阶段

峰柱形成后，其四面暴露，在发育近水平节理的部位（尤其是顶部）柱体被切割成岩块，在风化剥蚀作用下形成球状体（球状风化），有些还常常产生不均匀的崩塌、剥蚀作用，就形成了玲珑奇巧和千姿百态的造型石。

综合而言，三清山花岗岩景观的形成，是以物理侵蚀作用为主、化学侵蚀作用相对较弱。从花岗岩地貌演化发展阶段而言，三清山花岗岩地貌景观，属于幼年晚期-壮年早期阶段的花岗岩地貌景观，以发育峰峦、峰丛、峰墙、峰柱等花岗岩峰林组合景观为特色。但是，随着各种地貌地质作用的持续不断的进行，三清山花岗岩地貌的未来，最终也将进入到花岗岩地貌演化发展过程中的壮年期、老年期、最后将进入准平原阶段，因为这是地球表面形态演化发展和地貌演化发展的自然规律，当然，这个时期离三清山还很遥远。因此，我们应该培加珍惜和利用好三清山花岗岩——这个地球上罕有的奇特的花岗岩景观。

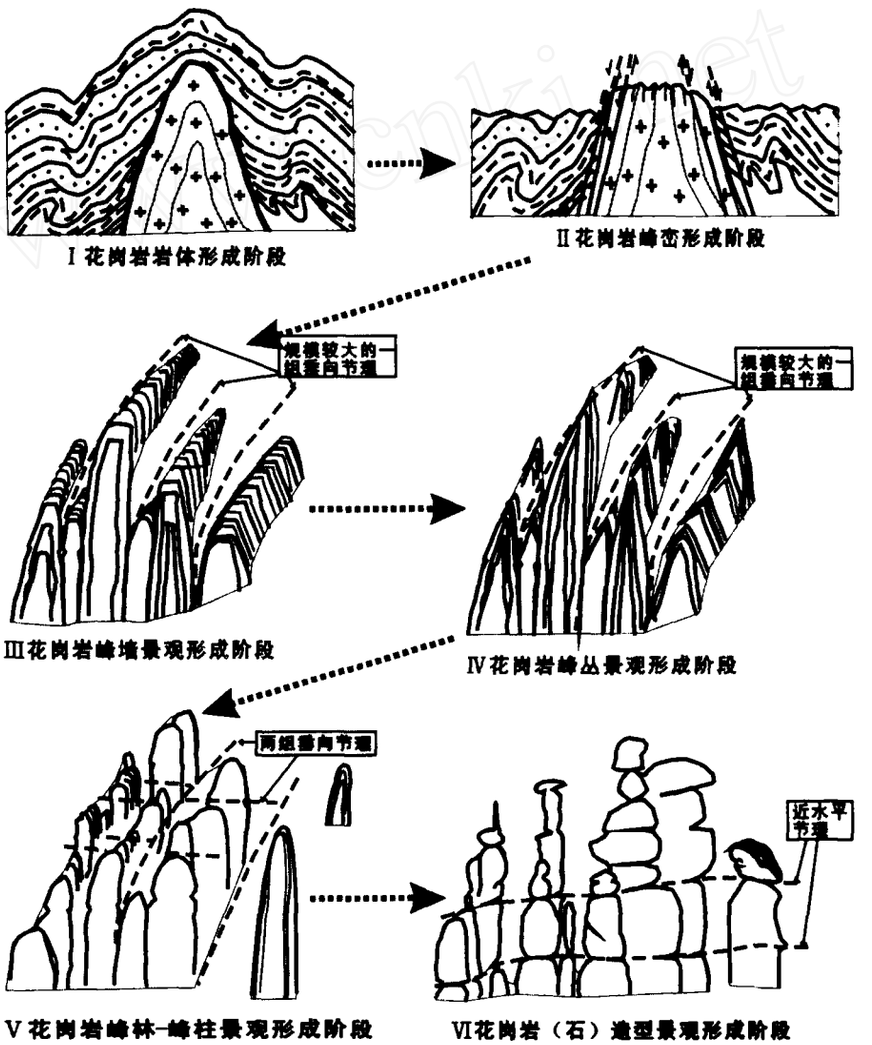

图 7　三清山花岗岩微地貌形成演化模式图

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

四、“三清山式”花岗岩景观及其对比分析

花岗岩是地球的大陆上出露最多的岩石类型之一，花岗岩是人类社会经济发展的重要物质资源之一类，花岗岩景观是重要的岩石地貌景观之一大类，在世界自然遗产、世界地质公园、国家公园（包括国家级地质公园、风景名胜区、自然保护区、森林公园）中占有较重要的地位，这些花岗岩景观园区已为人类的科学研究、旅游休闲、科普教育的作出了重要贡献。

中国是世界上花岗岩最发育的国家之一，花岗岩分布面积90.9万平方千米，花岗岩地貌景观千姿百态，从北到南、由东及西，已知的花岗岩名山很多，在中国及世界上具有一定知名度的花岗岩地质地貌景观有：内蒙古的克什克腾，黑龙江的伊春，山东的泰山和崂山，陕西的华山，山西的恒山，河南的宝天幔、渣岈山、神灵山、鸡公山、石人山，安徽的黄山、天柱山、牯牛降、大别山，江西的三清山、武功山、梅岭、九岭山，福建的太姥山、石牛山、鼓山、鼓浪屿-万石山，浙江的普陀山、天台山，湖南的衡山，广东的封开，海南三亚的天涯海角等等，还有众多的尚未成名的花岗岩景观。

在这些知名和未成名的花岗岩地质地貌景区中，虽然其景观各有特色、其成因多种多样。但是，笔者认为：这些为数众多、分布各地的知名和尚未成名的花岗岩景观，是可以依照一定的标准进行分类的，可以通过对比研究来建立花岗岩景观类型的代表性模式，或者系统建立花岗岩景观系列中的标准型式，这是很有科学意义的、也是很有必要的科学研究工作。基于此，本文试图以花岗岩景观特色、结合考虑地质构造背景、花岗岩的成因及岩石类型、花岗岩景观形成的条件为依据，来探讨中国花岗岩景观的分类与代表性的花岗岩景观型式问题。

根据花岗岩景观园区的主要景观类型特色，结合考虑地质构造背景、花岗岩的成因及岩石类型、花岗岩景观形成的条件，在中国最具代表性的花岗岩景观为三清山、黄山、华山、泰山、普陀山、克什克腾，她们即代表了中国主要花岗岩景观的类型、也代表了花岗岩地貌的成因类型，同时反映了花岗岩地貌形成演化过程中的构造切割冲刷侵蚀的由强到弱、化学风化剥蚀的由弱到强、微地貌形态变化的不同阶段特征，可构成一个花岗岩地质地貌景观的序列，分别称为：“三清山式—黄山式—华山式—泰山式—普陀山式”以及“克什克腾式”。

1.“三清山式”花岗岩景观的主要特征

“三清山式”花岗岩景观，是指由花岗岩锥状峰峦-密集峰柱为主的组合型峰林景观，以“奇”、“秀”为特色。其主要特征，可以从花岗岩形成的地质构造背景、花岗岩景观的形成条件、花岗岩景观的标型特征等三个方面来体现。

(1)花岗岩形成的地质构造背景　三清山花岗岩产出于扬子古板块与华夏古板块结合带中的怀玉山地质构造块体中，具有独特的地质构造背景。花岗岩的成因，属于中生代时期响应太平洋板块向西俯冲、在陆内的古板块缝合带发生深俯冲作用而形成的花岗岩，这类花岗岩在三清山及其周边地区形成了由两个构造-岩浆带和三种类型花岗岩组成的花岗岩岩田，该花岗岩田呈“I→S→A”演化序列，三清山花岗岩为其演化序列中最年轻的A_2型高硅、富钾、低钙的钾长花岗岩，为最有利的造景岩石。

(2)花岗岩景观形成的条件　“三清山式”花岗岩景观的形成，包括两大部分，一是三清山花岗岩山体的形成，二是花岗岩微地貌景观的形成。

三清山花岗岩山体的成因：是在区域地壳（怀玉山地区）隆起的背景上，又受三条断层围限的三角形断块控制、并不断抬升形成的“隆上隆”构造山体，以最年轻的的补充侵入期花岗岩株为中柱，突立于群山之上。

“三清山式”花岗岩景观的成因：三清山花岗岩奇特的花岗岩景观，其形成的主要控制因素为岩石类型及其化学成分、恰当的构造切割、适当的气候环境等三大因素，其中的前两个因素是主要控制因素。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

一是岩性条件：三清山花岗岩属于中生代中晚期形成的“A_2”型花岗岩，岩石化学组成具有高硅（SiO_2平均77%±）、富钾（K_2O平均5%±）、低钙（CaO平均0.5%±）的特征，属于最有利造景的花岗岩类型。

二是构造条件：三清山位处于独特的大地构造环境和构造部位，花岗岩体内发育2组不同方向的主要垂直节理与帚状裂隙群，这些垂直节理与裂隙构造具有“密度稀、规模大、延伸长、切割深”的特征，并构成网格状节理与裂隙构造系统。这是一个非常重要的条件，这些垂直节理与裂隙构造，恰到好处的把三清山花岗岩体切割分隔成了“稀疏得当、大小适中”的网格状花岗岩块体，为进一步塑造千姿百态的花岗岩微地貌景观奠定了重要基础。

三是气候环境条件：三清山地处中亚热带，距太平洋300余公里，受海洋性气候影响明显，属中亚热带季风气候环境类型。又处于怀玉山系的腹地，而兼具山地气候特征，且位处多雨与暴雨中心，年降水量多。春夏季节的流水侵蚀作用、冬季的融冻作用、以及生物侵蚀、风化剥蚀及崩塌等综合地质作用，是三清山花岗岩奇特微地貌景观的雕刻师。特别是其中的流水冲刷侵蚀作用（包括雨水的洗刷侵蚀作用）是主要因素。

三清山花岗岩山体具有山高、坡陡、相对高差大的特点，第四纪堆积物很少，说明山体仍然在不断抬升、且抬升速率可能大于风化剥蚀的速率。三清山花岗岩景观在总体上属于以构造切割侵蚀与流水冲刷侵蚀作用为主形成的景观，其化学风化侵蚀作用相对较弱。又因第四纪以来没有遭受冰川、地震等地质作用的破坏，这是三清山花岗岩景观得以存留的因素。

(3)花岗岩景观的标型特征　“三清山式”花岗岩景观属于“峰峦-密集峰柱组合型峰林景观，其景观标型有峰峦-峰墙-石林-峰丛-峰柱-石锥-峡谷-崖壁8类。这些标型不仅类型齐全、又特征典型，而且记录了三清山花岗岩微地貌景观形成、演化的主过程。如宏观的花岗岩地貌景观演化系列有峰峦→峰墙→石林→峰丛→峰柱→石锥；微观地貌形态演化系列如峰柱：从棱柱状→锥柱状→次浑圆状，组成了一个由弱风化到强风化的形态系列。

这些花岗岩景观的标型，不仅具有地貌学研究的典型代表性价值。而且其造型奇特、世界罕见，如两个标志性景观“东方女神”和“巨蟒出山”为世界绝景，万笏朝天、观音赏曲、天门峰丛、三龙出海、猴王观宝、葫芦石、神龟探海、老道拜月、企鹅石、双乳石等也是世界精品。

2. “三清山式”花岗岩景观的结构特点

三清山，是一座神奇而秀美的山，大自然的形态和生态在这里完美融合，透露着人类崇尚自然的文化神韵，具有独特的地球科学、自然美学、创作艺术价值。有人赞美她：是“云雾的家乡，松石的画廊”，也有人说她：“奇中出奇，秀中藏秀”。三清山的美，美在自然，美在和谐，有花岗岩地质地貌与生态、气象的巧妙结合的美，有千姿百态、造型奇特的花岗岩景观形态美，有多彩多姿、又多种多样的生物景观的美，有峡谷流泉、飞瀑的动态美，还有云雾飘渺的朦胧美。三清山的美，还具有层次立体结构的美，她的主峰—玉京峰海拔高程1816.9m，自上而下由花岗岩地质、花岗岩地貌、花岗岩生态的完美结合组成了独特的四层立体式景观结构，并以奇特的景观形式展示了杰出的自然美，层次结构不同、景观有异、美的艺术也各具特色。其中：

1500m以上，为花岗岩锥状峰峦-峰丛与针叶林及山顶矮林组成的巍峨、挺拔的景观带。

1000～1500 m，是一个由花岗岩峰墙-石林-峰柱-石锥-象形石景与针叶林及针阔混交林组成的最奇秀的高山盆景式景观带。

500～1000m，是由花岗岩陡崖-瀑布-峡谷与针阔混交林与常绿阔叶林组成的险峻幽深的景观带。

500m以下，为由花岗岩和沉积岩低丘—孤峰地貌与常绿阔叶林组成的景观带。

三清山地貌景观奇绝而又集中，在中心景区28km范围内，集结了花岗岩微地貌景观的精华，有奇峰48座，象形石89处，景物、景观384处。两个最著名的标志性景观即：“东方女神”，端庄、秀美，举世无双，体现了东方女性的神韵；“巨蟒出山”突立峰林之中，高128m，昂首天际，形神兼备，为世界绝景。万笏朝天、观音赏曲、天门峰丛、三龙出海、猴王观宝、葫芦石、神龟探海、老道拜月、企鹅石、双乳石等为三清山十个独特景观，也是世界珍稀景观。而峡谷、线谷、“一线天”、

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

飞瀑流泉比比皆是。除此，还有1600年前的道教文化遗存。2005年，《中国国家地理》杂志会同国内外地质学家评选三清山为中国最美的五大峰林景观之一，三清山是惟一入选的花岗岩峰林景观。美国圣路易斯大学教授TIM KUSKY和参评的中国地质学家一致认为三清山是西太平洋地区最美的花岗岩。美国国家公园基金会主席保罗·普利米先生游遍三清山之后盛赞："三清山是世界上为数极少的精品之一，是全人类的瑰宝，是精神的家园。"英国地质学家伍德先生（博士，教授）认为，在世界遗产名录中的花岗岩山体多成浑圆状，像三清山这样峰林林立的花岗岩地貌在世界上极为罕见，这里的花岗岩可能构成一个地质时期、在较特殊地理与气候环境之下形成的花岗岩地貌的典范。

3."三清山式"花岗岩景观的对比分析

(1)"黄山式"花岗岩景观　黄山花岗岩产出于扬子古板块东南部、属于"板内环境"，主要由壳源的"S型"侵入花岗岩杂岩体组成。在景观类型和特色上，即有"三清山式"峰林景观、也兼有"华山式"景观的某些特点，但又二者存在明显的不同。"黄山式"花岗岩景观的成因，属于构造侵蚀与冰川侵蚀等叠加地质成因。主要是在区域性块状隆升背景上，以构造切割、冲刷侵蚀作用为主，所以景区较大，后又受第四纪山岳型冰川刨蚀，山势峻峭。微地貌景观形态以大型浑圆状和部分锥状山峰所组成的峰峦为主体、中小型微地貌相对较少、且分布稀散，其花岗岩峰林景观规模不大、且残留于岩体的中下部。从花岗岩地貌演化发展的阶段而言，"黄山式"晚于"三清山式"、早于"华山式"。

(2)"华山式"花岗岩景观　由白垩纪S型二长花岗岩组成，以构造切割冲刷侵蚀作用为主，化学风化剥蚀作用弱于泰山，以高峰陡崖绝壁山体景观为特色，以"险峻"著称。类似于"华山式"的花岗岩景观有安徽的天柱山、朝鲜的金刚山等。

(3)"泰山式"花岗岩景观　由太古代花岗岩杂岩组成，化学风化作用较强，以浑圆雄厚山体与陡坡、崖壁组合景观为特色，以"雄伟"著称。从花岗岩地貌演化发展的阶段分析，"泰山式"晚于"华山式"、早于"普陀山式"。类似于"华山式"的花岗岩景观有湖南的衡山等花岗岩景观，但不如泰山的"雄伟"于壮观。

(4)"普陀山式"花岗岩景观　"普陀山式"花岗岩的成因与古太平洋板块向西俯冲作用有关，以浑圆状花岗岩低丘和花岗岩石蛋景观为特色。类似于"普陀山式"的花岗岩景观有福建的鼓浪屿、万石山等。

(5)"克什克腾式"花岗岩景观　是一种独特的花岗岩景观类型，主要由冰川作用形成。以冰蚀的花岗岩石景为特色。

在中国西部和世界上还有比较多的冰蚀花岗岩地貌景观，如美国的约塞米蒂、日本的屋久岛等，但这些冰蚀花岗岩景观与"克什克腾式"景观不同，是以冰川侵蚀的花岗岩山地地貌景观为特色。因此，还可建立"约塞米蒂式"花岗岩景观类型。

与"三清山式"花岗岩景观类似的有福建的太姥山，但太姥山的花岗岩景观不如三清山的规模大，景观标型也少。

五、结　论

(1)"三清山式"花岗岩景观是世界展示花岗岩微地貌形成演化历史过程的一个天然博物馆：三清山花岗岩景观奇特，微地貌类型多样、发育系统、保存完整，峰峦、峰墙、峰丛、石林、峰柱、石锥、峡谷、崖壁以及丰富的造形石等微地貌标型齐全、特征典型，这种特有的"三清山式"花岗岩微地貌景观集群，记录和保存了地球中新生代以来地壳形成演化的历史，特别是完整记录与系统出露了三清山花岗岩地貌形成演化相关的内外地质作用主要过程，具有世界性对比研究价值。

在三清山中心区2800公顷范围内，花岗岩微地貌成因类型保存系统、出露完整，形态类型丰富多样、分布密集，有花岗岩奇峰48座，造型石89处，景物景观384处，具有东险西奇、北秀南绝、中峰巍峨的特点，犹如一个大盆景，座落于三清山中高山之上，集结了花岗岩微地貌景观的精华，

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

为世界罕见，是研究花岗岩地貌的最佳地区。

（2）三清山是西太平洋地区研究花岗岩地质作用的典型窗口：三清山是由白垩纪形成的高硅、富钾、低钙 “A_2”型钾长花岗岩所组成的山体，其成因属于中生代时期响应古太平洋板块的俯冲作用而形成的陆内深俯冲型的 “I-S-A 型” 花岗岩序列中最年轻的成员。三清山花岗岩形成演化的特征，揭示了区域中生代以来地壳演化历史，是研究陆内花岗岩、特别是陆内深俯冲造山带花岗岩的重要园地。

（3）三清山及其周边地区，位处独特的大地构造环境，是揭示地球演化历史重要阶段的关键地域：9亿多年前，三清山区是古华南洋中的一个岛弧，9亿至8亿5千万年前后，洋盆消失、陆-陆碰撞，三清山地区恰处于古板块结合带，经后期演变，在三清山的周边地区保留有中-新元古代华南洋、新元古代板块碰撞、中生代陆内A型俯冲、晚白垩世陆内伸展等四大地质构造遗迹，是地球演化历史中重要地质事件和演变过程的见证，也是研究地球10亿年以来地壳演化和古地理环境变迁历史的重要地域、更是欧亚板块东南部的扬子古板块与华夏古板块碰撞事件记录最系统完整、出露最典型的地域，为追溯Rodinia超大陆拼合、离散早期历史提供了佐证。在三清山的北部地区出露中新元古代蛇绿混杂岩带，是迄今中国东南大陆唯一为广大地质学家确认的蛇绿混杂岩带，也是中国形成时间最早的蛇绿岩带之一（901Ma）。同时有极少见的新元古代蓝闪石片岩（866Ma），特别是蛇绿岩、大洋斜长花岗岩和低温高压变质的蓝闪石片岩在该区域的同一地点出现，在世界上是罕见的。

（4）三清山由花岗岩地质、花岗岩地貌、花岗岩生态的完美结合而构成了独特的“三清山式”花岗岩景观型式，又具多层次立体结构特点。这种奇特的景观形式，展示了杰出的自然美，无论在地学、还是在美学方面，都具有无可替代的科学价值和国际对比意义。

关于花岗岩景观分类学研究和创立“三清山式”花岗岩景观类型的问题，本文仅作了初步的探讨一些预研究工作，尚有待深化和完善，欢迎批评指正。对指导本次工作的有关专家和有关的支持单位，在此一并致谢！

参 考 文 献

[1] 江西省地方志编纂委员会. 江西省地质矿产志. 方志出版社, 1998:144～146, 167～172, 310～311

[2] 江西省地矿局. 江西省区域地质志, 北京:地质出版社, 1984

[3] 江西省地质矿产厅. 江西省岩石地层, 中国地质大学出版社, 1997

[4] 石矿物学杂志. 1986, 5(4)

[5] 陈思本, 徐祖丰. 江西东北部前震旦纪变质火山岩的同位素年龄及地质意义. 中国区域地质, 1986, (2):187～188

[6] 程裕淇主编. 中国区域地质概论. 北京地质出版社, 1994, 0～371

[7] 报, 1996, 2(1):1～13

[8] 郭令智, 施央申, 马瑞士等. 华南大地构造格架和地壳演化. 第 26 届中际地质大会国际交流学术论文集, 北京:地质出版社, 1980, 109～116

[9] 洪大卫, 王式洸, 韩宝福, 靳满元. 碱性花岗岩的构造环境分类及其鉴别标志. 中国科学(B 辑), 1995, 25(4):418～426.

[10] 质, 1998, 17（1）

[11] 姜耀辉, 戚建中, 刘红樱等. 浙赣皖相邻地区 A_2型花岗岩. 火山地质与矿产, 1999, 20（1）:48～55

[12] 李献华. 赣东北蛇绿混杂岩带中硅质岩的地球化学特征及构造意义. 中国科学(D 辑), 2000, 30(3):284～290

[13] 李献华, 周国庆, 赵建新. 赣东北蛇绿岩的离子探针锆石 U-Pb 年龄及其构造意义. 地球化学, 1994, 23(2):125～131

[14] 陆松年. 新元古代时期 Rodinia 超大陆研究进展述评. 地质论评, 1998, 44（5）

[15] 邵克忠, 朱贤甲, 封益城. 某地花岗闪长斑岩. 地质学报, 1959（3）

[16] 舒良树, 施央申, 郭令智等. 江南中段板块—地体构造与碰撞造山运动. 南京大学版社, 1995

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[17] 邢凤鸣,徐祥,陈江峰等.江南古陆东南缘晚元古代大陆增生史.地质学报,1992,66(1):59～71
[18] 徐备,郭令智,施央申.皖浙赣地区元古代地体和多期碰撞造山带.北京:地质出版社,1992
[19] 徐备,乔广生.赣东北晚元古代蛇绿混杂岩套的 Sm-Nd 同位素年龄及原始构造环境.南京大学学报,1989,3:108～114
[20] 徐备.论赣东北—皖南晚元古代沟弧盆体系.地质学报,1990,1:33～41
[21] 杨明桂,王发宁,曾勇等.江西北部金属成矿地质.北京:大地出版社,2004,44
[22] 赵崇贺,何科昭,郎道乾, 乐昌硕等.赣东北地区重要火成岩的 40Ar / 39Ar 年龄.地球科学——中国地质大学学报,1997,22(3):257～260
[23] 赵建新,李献华,M.T..McCulloch 等.皖南和赣东北蛇绿岩成因及其构造意义:元素和 Sm-Nd 同位素制约.地球化学,1995,24(4):311～324
[24] 曾勇,杨明桂,赖新平等.赣东北地区中晚元古代的岩浆作用与构造环境.华南地质与矿产,2002,(3):37～43
[25] 郑建中,李昌年,薛重生.江西灵山花岗岩中玄武岩包体的成因.地质科技情报, 1996,15(1):13～24
[26] 朱训,黄崇轲,芮宗瑶等.德兴斑岩铜矿.北京:地质出版社,1983:2～93

第一作者简介:尹国胜,地质矿产高级工程师及水工环地质高级工程师,江西省地质调查研究院副院长,主要从事区域地质、环境地质、水文地质、农业地质、旅游地质、地质遗迹等地质调查与研究、区域规划、地质技术管理等工作,先获得地矿部地质勘查成果二等奖 1 项、三等浆 1 项,江西省科技进步三等奖 1 项,发表论文 28 篇。

Study on " Mount Sanqingshan-Type" Granite Geology and Landscapes

Yin Guosheng[1] Ma Zhengxing[1] Liu Xiyuan[1]
Yang Yongge[1] Yang Minggui[2] Long Mei[3]

1 Geological Survey of Jiangxi Province; 2 Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province; 3 Department of Land and Resources of Jiangxi Province)

Abstract: Mount Sanqingshan is situated in the southeast of Eurasian continent, just above the Huaiyu paleo-island arc massif within the suture zone between Yangze paleoplate and Cathaysia paleoplate. Covering an area of 229.5Km^2, with the elevation of 1816.9m of the main summit, the mountain body is a further uprising " uplift on uplift" body, controlled by a triangular block under the background of Mesozoic regional structural uprising. It is mainly composed of the Early Cretaceous Epoch (87.4Ma) "A_2" type moyite, with the typical features of high silicic、 high potassium and low calcium. The granite body was intersected by block joints and brush fracture cluster with fracture few and scattered 、 extending and dissecting, characterized by tensile and shear properties, distributed as zoning, thus the granite geology and landscapes were formed, further by scouring、 weathering and denuding. Mount Sanqingshan is an outstanding example in perfect combination with the global granite geology 、 granite landforms and granite ecology, exhibiting unsurpassed natural beauty in forms of pecuriou landscapes. All of these are of irreplaceable scientific value and global correlation significance.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（1）The north of Mount Sanqingshan is adjacent to the Neoproterpzoic paleoplate suture zone and Mesozoic intracontinental deep subduction zone in Northeast Jiangxi, which is an important Mesozoic structural--magmatic belt, in which "$I \rightarrow S \rightarrow A_1 \rightarrow A_2$" type granite sequence was formed from Middle and Late Jura--Cretaceous orogenic period to transitional type period. Mount Sanqingshan "A "type moyite is the latest member in the sequence, providing the best spot for studying Mesozoic intracontinental deep subduction-type granite in Circum-Pacific region.

（2）Mount Sanqingshan shows various types of granite microlandforms which developed systematically and preserved completely. There are such typomorphic microlandforms with complete types and typical features like overlapped peaks、peak walls、peak clusters、stone forests、peak pillars、peak cones、gorges、cliffs and rich pictographic stones,etc. This kind of landscapes, with cone-like overlapped peaks and combinated-type granite peak forest with closely-spaced peak pillar as the features is called "Mount Sanqingshan-type" granite landscape, which is an elaborated creature by Mother Nature under the conditions of special lithologic structure and climate. It has recorded and preserved the evolution history of the earth crust since Meso-cenozoic Eras, in particular, have completely recorded and systematically revealed the major endogenic and exogenic processes related to evolution of granite landforms, being a natural museum of granite microlandforms which is of an outstanding universal value.

（3）China is one of the countries with the most developed granite in the world, and there exists famous granite mountains. According to the characteristics of granite landscape types, in combination with geological strucutral setting and the genesis of granite landscapes, the most representative granite landscapes are as follows: Mount Sanqingshan、Mount Huangshan、Mount Huashan、Mount Taishan、Putuoshan and Hexigten, which not only represent the main types of granite landscapes, but also the genetic types of granite landforms. Meanwhile ,it shows the different stages in the evolution process of granite landform formation so that a succession of granite landscape can be constituted . Therefore, they are respectively called :"Mount Sanqingshan-type__ Mount Huangshan-type___ Mount Huashan-type— Mount Taishan-type___ Putuoshan-type and Hexigten-type , of them, "Mount Sanqingshan-type" granite landscape is one of the granite landscape types which is of global correlation significance.

KeyWords: Granite geology Granite landforms "Mount Sanqingshan-type" granite landscapes

Yin Guosheng, senior geologist, deputy director,Geological Survey of Jiangxi Province, majoring in regional geology、environmental geology、hydrogeology、agricultural geology、tourism geology and geoheritages as well as geological survey and research、regional planning and management of geological technology,etc. The winner of one Second Prize and one Third Prize of Geological Exploration Achievements issued by the Ministry of Geology and Mineral Resources, and the winner of one Third Prize of Scientific Technological Advancement of Jiangxi Province. Published 28 academic papers.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net