三清山地区的花岗岩地质遗产与建立地质科学园区的构想

杨明桂[1] 陈祥云[1] 尹国胜[2] 黄志忠[2] 杨永革[2] 龙梅梅[3]

1 江西省地矿局；2 江西省地质调查研究院；3 江西省国土资源厅

摘 要：三清山地区位处欧亚大陆东南部的扬子古板块与华夏古板块的结合带，具有十多亿年的地质构造演化发展历史。区内地质遗产丰富，特别是与花岗岩有关的系列地质遗产，世界罕见。保存有中-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。在中生代时期，不仅出露了陆内 A 型俯冲形成的“I-S-A”三种类型花岗岩，其演化序列完整、特征典型；还发生了大规模的花岗岩成矿作用，形成了世界著名的铜金为主的多金属矿田，已探明 3 个超大型铜、金、钽铌矿床和多个大型金属矿床，是研究花岗岩、特别是陆内深俯冲造山带花岗岩的重要科学园地。三清山地区的花岗岩微地貌景观类型多样、造型奇特，是一个天然的花岗岩微地貌博物馆，也是世界花岗岩地貌景观中最杰出的代表。三清山地区是世界上不可多得的地球科学研究的理想基地，具有建立以三清山为中心、以 20-50km 为半径的地质科学园区之条件，根据其地质自然遗产的类型和空间分布特征，可划分为七大地学园区即：三清山式花岗岩地质景观区、怀玉山式花岗岩地质景观区、灵山式花岗岩地质景观区、三清湖岩溶景观区、德兴矿山地质公园区、张村-樟树墩新元古代板块构造景观带、玉山-常山金钉子地层古生物景观区等。

关键词：三清山地区 花岗岩 地质遗产 地质科学园区

一、大地构造背景

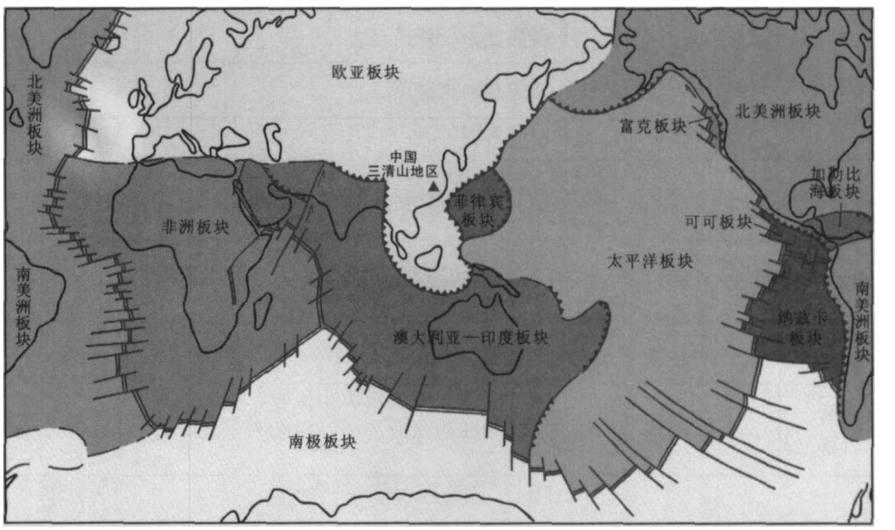

图1 大地构造位置图 （根据Arthur N.Strahler修改,1977）

三清山地区位处欧亚板块东南部（图 1）的扬子古板块与华夏古板块的结合带，已知有十多亿年的地质演化历史。新元古代至第四纪的地层，发育比较齐全，如（表 1）。该区沿赣东北古缝合断裂带，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

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

溯杨子与华夏两个古板块以及 Rodinia 超大陆拼合、离散历史提供了佐证。三清山地区中生代时期沿古缝合带发生陆内 A 型俯冲，形成有“I-S-A”三种类型花岗岩，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（如图 2）。

表 1　　三清山地区地层简表

界	系	统	构造旋回	主要岩性	主要地质遗迹
新生界	第四系		喜马拉雅	冲洪积粘土、亚粘土、砂砾石层	
中生界	白垩系	上统		红色砂砾岩夹灰色泥岩	恐龙蛋化石
		下统	燕山	杂色砂页岩、凝灰岩	
	侏罗系	上统		中酸性火山岩	陆相火山岩
		中统		杂色砂页岩	硅化木
		下统		长石石英砂岩	
	三叠系	上统		含煤碎屑岩	
		中下统	印支－华力西	碳酸盐岩、页岩	
上古生界	二叠系	上统		碳酸盐岩、含煤碎屑岩	
		中下统		碳酸盐岩	
	石炭系	上统		碳酸盐岩	
		下统		含煤碎屑岩	
	泥盆系	上统		砂砾岩、石英砂岩、粉砂质页岩	
下古生界	志留系	中下统	加里东	泥砂质碎屑岩	
	奥陶系	上统		碎屑岩夹瘤状灰岩	
		中统		硅质页岩、硅质岩、碳质页岩	笔石动物化石群
		下统		钙质页岩、粉砂质泥岩夹瘤状灰岩	
	寒武系	上统		碳酸盐岩、钙质泥岩	
		中统		碳酸盐岩夹硅质泥岩	
		下统		黑色页岩	缺氧事件、生物大爆发
新元古界	震旦系		晋宁	硅质岩、碳酸盐岩	
	南华系	上统		冰碛泥砾岩夹灰岩	冰川事件
		下统		含砾杂砂岩、页岩、沉凝灰岩	
	河上镇群			砂砾岩、板岩夹玄武岩、流纹岩	裂谷型－双峰式火山岩
	张村岩群			浅变质细碧岩、石英角斑岩、火山凝灰质－泥砂质浊流沉积，混杂大量蛇绿岩块体	洋盆岛弧蛇绿混杂岩

二、花岗岩地质作用遗迹

三清山地区，从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(表 2)，形成一个具有典型意义的花岗岩田。

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

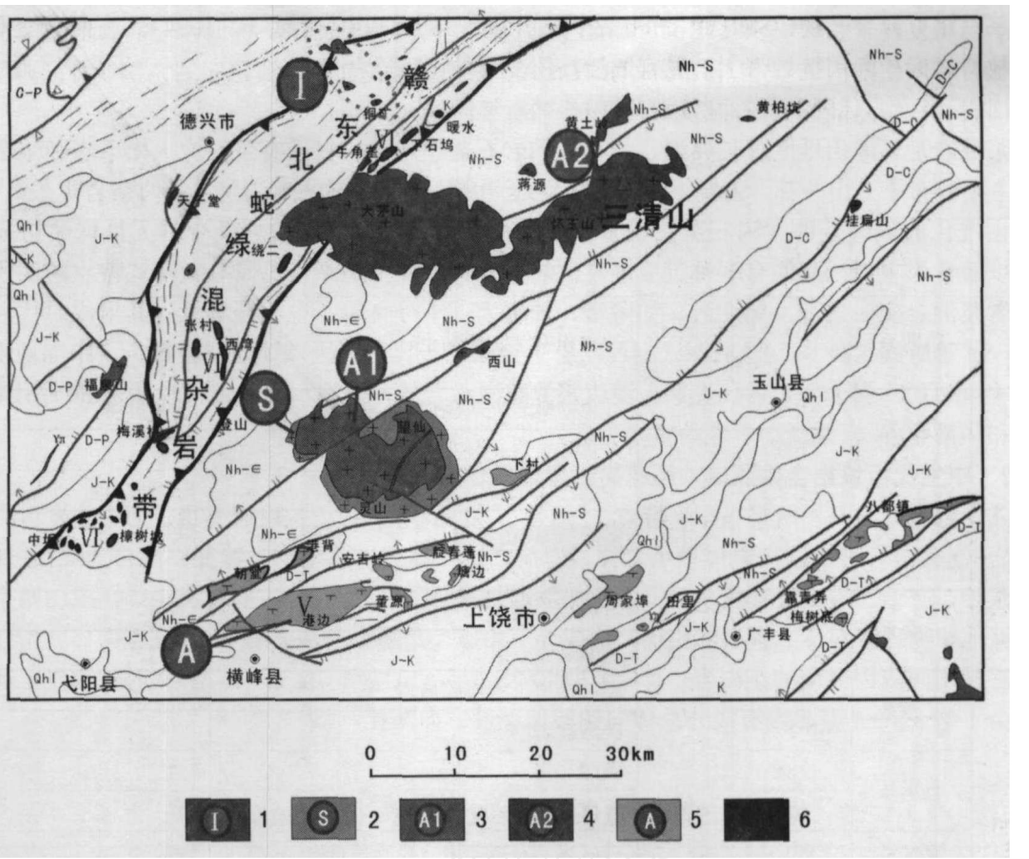

图2. 三清山地区花岗岩地质略图

1.浅成斑岩次火山岩（I型花岗岩） 2.灵山环状杂岩体-望仙S型花岗岩 3.灵山A_1型花岗岩
4.怀玉山—三清山杂岩体（A_2型花岗岩） 5.港边岩浆混合杂岩 6.赣东北蛇绿混杂岩

表2 三清山地区主要花岗岩类型

时代	岩体名称	岩石类型	构造岩浆带	成因类型	产状	同位素年龄值(Ma)
早白垩世	怀玉山花岗岩	黑云钾长花岗岩（主体） 黑云二长花岗岩	灵山-怀玉山	A_2型	岩基	K-Ar 115.0-87.4
	灵山花岗岩	晶洞角闪黑云母碱长花岗岩		A_1型	岩基 岩株	K-Ar115.6
晚侏罗世	望仙花岗岩	环斑状角闪黑云母二长花岗岩		S型	岩基	K-Ar140
中侏罗世	银山次火山岩	英安玢岩	铜厂-银山	I型	岩株	Rb-Sr 等时线 164
	铜厂花岗岩	花岗闪长斑岩			岩株 岩滴	Rb-Sr 等时线 170
新元古代晚期	港边花岗岩	裂谷型岩浆混合花岗岩类	横峰-广丰	A型	岩基	Rb-Sr 等时线 847±131
新元古代早期	西湾花岗岩	大洋型斜长花岗岩	西湾-樟树墩古板块缝合带	M型	团块	SHRIMP 968±23

1. 新元古代大洋型花岗岩浆地质作用遗迹

（1）新元古代早期大洋型斜长花岗岩（M型花岗岩）

M型大洋斜长花岗岩，混杂分布在西湾变质橄榄岩中，据舒良树等的研究（1995），是蛇绿岩套

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

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，见有低温高压变质的蓝闪石片岩。

（2）新元古代晚期裂谷型浆混花岗岩

浆混岩是三清山地区最具典型、最特征的岩石类型之一，包括有浆混次火山杂岩和浆混花岗杂岩。主要分布于玉山八都、上饶下村、横峰港边一带。其中以横峰港边浆混花岗杂岩体最具代表性，岩性由浅色的偏酸性的角闪石英正长岩与偏基性的暗色玄武安山玢岩两个端元性岩浆组成浆混岩基，以前者为主体，其间有多种过度性浆混岩。岩体露头上清晰可见具有双峰式特点的浅色与暗色两种岩浆混合交融景观，如烟云、如薄雾、如细雨，十分奇特、也十分罕见。其形成时代，根据全岩 Rb-Sr 等时线年龄 847±131Ma（据江西省上饶图组一比五万区域地质调查报告，中国地质大学，1996 年 5 月），属于新元古代晚期。港边浆混花岗杂岩体，是揭示新元古代晚期是 Rodinia 超大陆离散和华南裂谷-岩浆活动事件的重要见证。

2. 中生代板块结合带深俯冲型花岗岩浆地质作用遗迹

燕山期花岗岩具“两带三型”特点。"两带"：北带铜厂-银山构造岩浆带，为中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；南带为灵山-怀玉山构造岩浆带，产于三清山及其南东侧，为晚侏罗世-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” ： 指三清山区出露三种不同成因类型的花岗岩，即“I 型”、“S 型”、“A 型”（含 A_1、A_2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，（表 3）。

表 3　三清山地区侵入岩岩石化学成分*（氧化物含量：10^{-2}）

岩体	三清山						灵山			望仙		铜厂
采样地点	鸡岭背	扬家坪	太阳坑		里松洋	童坊	茗洋	火烧庙		杨桥	下宅坞	花岗闪长斑岩
样号	6-2	6-4	怀 1-2	6-12	6-18	6-20	11-2	11-4	8-1	10-2	10-8	
SiO_2	77.07	79.26	76.00	76.32	75.59	81.74	72.17	77.18	75.23	70.78	68.74	65.05
TiO_2	0.12	0.064	0.12	0.098	0.12	0.086	0.25	0.14	0.18	0.57	0.76	0.41
Al_2O_3	11.86	11.87	12.48	11.14	13.19	9.39	12.55	11.57	11.85	12.91	13.59	15.74
Fe_2O_3	0.26	0.39	0.00	0.11	0.47	0.67	0.30	0.27	0.2	0.58	1.27	1.69
FeO	0.94	0.92	1.43	1.87	0.98	0.96	2.51	1.87	1.46	2.66	2.99	2.51
MnO	0.10	0.05	0.050	0.075	0.05	0.025	0.00	0.075	0.00	0.10	0.00	0.11
MgO	0.24	0.32	0.25	0.47	0.10	0.080	0.14	0.058	0.14	0.98	0.98	1.69
CaO	0.54	0.45	0.96	0.66	0.084	0.13	1.91	0.051	1.71	2.07	2.47	3.57
Na_2O	3.32	2.45	3.42	3.35	3.15	2.10	3.90	3.65	3.25	3.60	3.75	3.87
K_2O	4.788	2.80	4.70	4.92	5.02	4.05	4.80	4.40	4.82	4.74	4.30	3.32
P_2O_5	0.20	0.32	0.15	0.35	0.32	0.00	0.35	0.35	0.35	0.35	0.42	0.21
烧失量	0.43	0.71	0.67	0.59	0.92	0.69	1.05	0.39	0.76	0.64	0.71	0.58
总量	99.87	99.60	100.23	99.95	99.99	99.92	99.93	100.00	99.95	99.98	99.98	98.75

* 注：资料来源于 1：25 万上饶市幅区域地质调查报告，江西省地质调查研究院，2003。

三清山地区花岗岩中的铜厂花岗闪长斑岩株，是中国进行“I 型”花岗斑岩对比的标型岩体；由“S 型”环斑浆混花岗岩演化到典型“A 型”晶洞碱长花岗岩的灵山花岗杂岩体，因其晶洞、环斑岩浆混合结构构造，也是十分珍稀的典型岩体；它们呈序列在陆内的三清山地区同时出现，十分少见，具有重要地学科考价值。

（1）中侏罗世铜厂-银山“I”型花岗质斑岩

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，分布于赣东北陆内深俯冲断裂带前缘（上盘）。据邵克忠（1957）、朱训（1989）、叶松（1959）等研究，为 I 型花岗岩，是中国东部该类岩浆岩的代表性岩体。属中酸性岩组合，SiO_2 62%～66%，K_2O+Na_2O 在 7%左右，$^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始值小于 0.710，是深源的壳幔混熔岩浆岩。银山次英安玢岩，是

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

打鼓顶组流纹质火山岩→英安质火山岩层状岩浆房的反序演化派生产物。Rb-Sr 等时线同位素年龄值为 170～160Ma，为中侏罗世中晚期燕山运动陆内造山早期。

（2）望仙“S”型花岗岩

望仙岩基属于“S”型环斑花岗岩，产于赣东北陆内深俯冲断裂带东南侧（下盘）、灵山-构造岩浆带的南西端。岩基呈卵圆形，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向与北西向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，属晚侏罗纪世晚期。居于灵山杂岩体的内环，地形平缓。

（3）白垩纪“A”型花岗岩

灵山“A_1”型花岗杂岩：灵山岩体分布于望仙环斑二长花岗岩基之外环，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，岩石向富钠（Na_2O 3.7%）方向演化，碱长花岗岩体中的晶洞较大，直径一般达数厘米，另一碱长花岗岩墙中的晶洞细小、密集。其岩性与结构构造，与中国东南沿海“A_1”型碱性或者碱长花岗岩相同，故属“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，是沿海晶洞花岗岩带沿德兴-宁德北西向张性断裂带向陆内延伸的一个次级岩带，灵山岩体处于其末端，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－Ar 法同位素年龄值为 115.6Ma，属早白垩世中期，地貌上形成峰林景观。

怀玉山“A_2”型花岗杂岩：为花岗岩基，岩浆 11 次侵入，K-Ar 年龄值 115.0～87.4Ma，成岩时代为早白垩世晚期，包括由黑云母二长花岗岩→黑云母钾长花岗岩的 4 个岩浆侵入序列。主体岩性为似斑状中粗粒黑云母钾长花岗岩，岩石具有超酸（$SiO_2$77%）、富钾（K_2O 4.7%）低钙（CaO 0.5%）特点，与灵山岩体（“A_1”型花岗岩）的主要差别是岩浆向富钾的方向演化，经姜耀辉等（1999）研究结果属 A_2型花岗岩。岩体就位与北北东向与北西向断裂复合有关，也是挤压造山作用晚期向拉张环境过渡过程中，走滑剪切拉分就位的。三清山花岗岩位于怀玉山花岗岩基的东部，由钾长花岗岩组成，地貌上形成奇特的花岗岩峰林景观。

三、三清山地区的花岗岩成矿作用遗迹

1.“I”型花岗岩与东亚最重要的铜金多金属矿集区

在三清山地区北部著名的德兴铜金多金属矿集区，隋、唐（1400 年前）已有开采记录，现探明金属资源储量：铜 900 多万吨、金 400 多吨，居东亚前列。还探明大量银、铅锌、钼资源储量。计有 3 个特大型、2 个大型铜、金矿床。

三个特大型铜、金矿床：铜厂斑岩铜矿，探明铜金属资源储量 518 万吨、金 200t；富家坞斑岩铜矿，探明铜金属资源储量 257 万吨；金山动力变质-叠改型金矿田，已探明金资源储量 80 多吨、资源远景约 200t。

二个大型铜、金矿床：包括银山铜矿、朱砂红铜矿。前者是以铜为主、铜银铅锌共生的次火山-斑岩型矿田，是一个英安质隐爆角砾岩筒和破火山口控矿的典型矿田代表，中浅部已探明铜、金、铅锌资源储量均达大型规模，矿床深度很大，钻探至 1500m 以下的深处仍见矿良好，具有铜、金特大型资源矿床潜力；后者是一个大型斑岩型铜矿床，是德兴斑岩型铜矿田的组成部分。

2.“A”型花岗岩与中国最大的特大型钽铌矿床

灵山特大型钽铌矿田，包括黄山伟晶岩型大型钽铌矿床和松树岗蚀变花岗岩型特大型钽铌（钨锡）隐伏矿床，均与灵山早白垩世“A_1”型花岗杂岩体有成因联系。松树岗隐伏矿床成矿模式典型，上部在隐伏花岗岩体上端的围岩中为脉状钨锡矿床，下部为“地下室式”的钠化花岗岩体型钽铌矿床。已控制的钽铌金属资源储量，居中国钽铌矿床之首。

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

四、三清山地区的花岗岩地貌景观

三清山地区的花岗岩，形成奇特地貌景观者主要为早白垩世“A”型花岗岩。由于岩性、构造切割等条件的不同，其地貌景观的特征也有明显的差异。其中的“I”、“S”型花岗岩往往形成负型地貌，表现为周边的围岩地形高、“I”型花岗岩地形低的特点，在德兴银山还发育有破火山口（西山破火山口）。“A”型花岗岩的微地貌景观丰富多彩、类型多样，根据其景观特征和地质构造条件，可划分为三种型式，如：

“三清山式”花岗岩峰林景观，为峰柱-锥状峰峦组合型景观，以“奇”、“秀”为特色。

“灵山式”花岗岩峰林景观，为次锥状-塔状峰峦型景观为主，发育矮小的花岗岩以峰柱，景观以“险”为特点。

“怀玉山式”花岗岩穹状山地貌景观， 与“泰山式”花岗岩地貌景观具有相似性，其总体特征表现为海拔高、顶圆、坡陡，景观以“雄”为特色（如怀玉景区），同时发育瀑布、峡谷、崖壁、景观（如梧风洞景区）。

五、三清山地区建立地质科学园区的构想

在以三清山为中心、20～50km 为半径的两千多个平方公里范围内，集中有世界罕见的元古代与中生代多种类型的花岗岩，出露有世界最古老的板块构造活动遗迹，形成了世界著名的大型-特大型铜金多金属矿集区，建立了中国的第一个“金钉子”剖面，孕育了奇特而又罕见的花岗岩微地貌景观。这个区域，不仅在地球科学领域具有无与伦比的科学意义，在科普教育和观光旅游方面也具有世界性价值。因此，三清山地区具有建立以系列地质景观为特色的大地质科学园区的资源条件。根据区域内地质自然遗产类型和空间分布特征，这个科学园区可进一步划分为七个地质景观区域，如图 3。

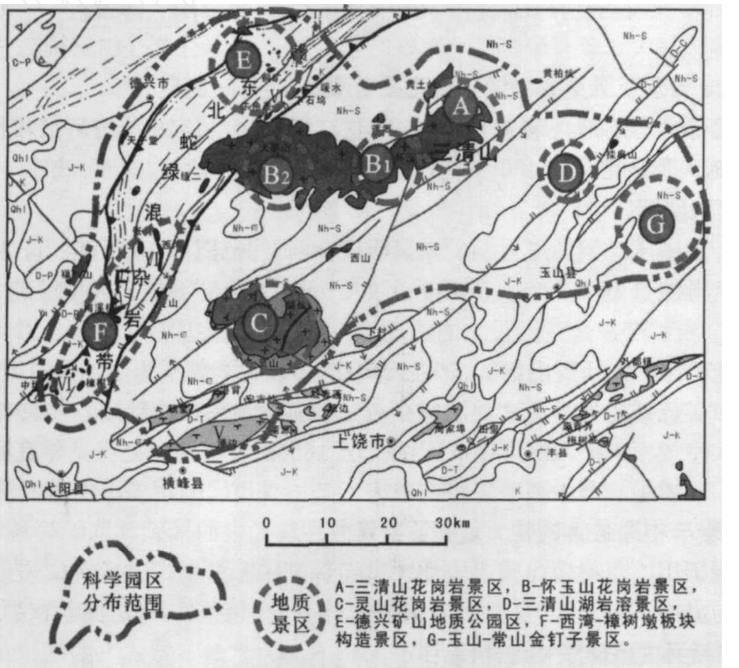

图3 三清山地区地质科学园区分布图

1. 三清山式花岗岩地质地貌景观区

山体由早白垩世的“A_2”型花岗岩组成，为一个在隆起背景上又受 3 条断层控制的三角型“隆上隆”块型山体，在岩性和节理构造切割控制下，形成了类型最丰富、景观最奇特的花岗岩峰峦与

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

峰柱组合型峰林景观，犹如一个天然的花岗岩微地貌博物馆，在200多平方公里范围内，有奇峰48座，造型石89处，景物、景观384余处。景观类型有峰峦、峰墙、峰丛、石林、峰柱、石锥、岩壁、峡谷和造型石景等9种类型，其中“东方女神”、“巨蟒出山”为世之绝景，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。具有杰出的花岗岩地质学、花岗岩地貌学价值，被有关专家誉为“西太平洋最漂亮的花岗岩”。目前，已建设为国家级地质公园和国家级风景名胜区，是大地学园区的核心部分。

2.怀玉山式花岗岩地质地貌景观区

怀玉山式花岗岩景观，以穹状地貌、山体规模大、海拔高、顶圆、坡陡、崖险、景观“雄伟”为特色， 与“泰山”式花岗岩地貌景观具有相似性。其范围大，根据现有交通条件和景观组合特点，可划分为了多个景观区段，其中较为典型的景区有两个。一为怀玉景观区，处于怀玉山腹地，自然景观与人文遗迹并存，生态环境优越；二为梧风洞景区，以花岗岩峡谷、绝壁和瀑布流泉为特点，生态环境优美，是旅游休闲的好去处。

3.灵山式花岗岩地质地貌景观区

灵山杂岩体由晚侏罗世望仙“S”型和早白垩世灵山“A_1”型花岗岩组成。其中的“S”型花岗岩以环斑结构和喷射浆混为特色，其地形低矮平缓。灵山“A_1”型花岗岩以大晶洞构造为特色，是中国东南部唯一成矿的“A_1”型花岗岩，其钽铌矿田特征典型、规模居中国第一；其地形挺拔高大，即构成“灵山式”峰林景观，以次锥状峰峦型为主，发育矮小的花岗岩以峰柱。改区南部的港边浆混岩，特征十分典型，为新元古代裂谷期双峰式火山岩演化的派生岩体。景区内花岗岩地质景观与人文遗址景观交相映辉，开发潜力很大。

4.三清湖岩溶地貌景观区

分布于三清山南部的三清湖地段，为石炭纪碳酸盐岩构造—岩溶带，岩溶地貌发育完整，是江西省已发现的岩溶地貌中类型最齐全、景观种类最丰富的地区之一。岩溶景观受北西向断裂带控制，呈地表、地下立体型带状展布，湖光山色，景观甚佳。

地表岩溶：具岩溶丘陵地貌特征。典型地表岩溶景观有岩溶湖（面积4000 m^2）、岩溶漏斗（漏底：是江西省已知规模最大、形态最典型且完整的岩溶漏斗）、天生桥（由三桥二井组成，实是罕见）石芽（且成片分布）、峰丛、及岩溶峡谷、盲谷、溶沟和众多的造型石景。

地下岩溶：地下岩溶现象非常发育，岩溶溶洞成群分布，洞穴堆积有碎屑堆积、化学沉积、河流冲积物等。地下暗河形成地下径流系统，已发现溶洞洞口50余处。

5.德兴矿山地质公园区

德兴是世界著名的铜金多金属矿集区，在不到200km^2的范围内，就有银山、铜厂、金山3大古矿田。已探明特大型铜金矿1处、特大型铜矿1处、特大型金矿1处、大型铜矿2处，还伴有银、铅、锌、钼等多种金属矿产，是亚洲最大的铜金矿集区。通过中国广大地质工作者四十多年来的勘查研究实践，建立了“德兴式斑岩铜矿”、“银山式次火山-斑岩铜矿”、“金山式动力变质-叠改型金矿”等三大矿床模式，已成为世界矿产地质研究对比的典范，并在地质找矿实践中得到广泛的应用。

德兴也是中国铜、金、银、铅、锌矿产资源开发利用最早的地区之一，早在隋唐（1400年前）以来就在银山、铜厂、金山三大古矿区出现了采矿活动，并留下了大量的古代采矿遗迹。目前，建立了亚洲最大的露天开采的铜金矿山，集中了当代世界最先进的采矿、选矿等科学技术。拥有丰富的地质遗迹和矿产地质现象、古代采矿遗址和规模宏大的现代矿山工业景观，是一处难得的地质科学研究、科普教育园地，具有建立综合性矿山地质公园的优越条件，具有世界性价值。

6.张村-樟树墩新元古代板块构造遗迹带

三清山地区蛇绿混杂岩带为歙县—德兴蛇绿混杂岩带南西段，分布于三清山地区北侧，呈北东向展布，与新元古代张村岩群共同构成蛇绿混杂堆积。蛇绿岩岩石已浅变质，呈透镜状或团块状产出，与围岩均呈构造接触。它们与强烈变形的千枚状岩石混杂堆积在一起。

在三清山地区西南方的西湾混杂岩有大洋斜长花岗岩出露，且在西湾变质橄榄岩与大洋斜长花

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

岗岩中，见有高压变质岩（低温高压变质带的残迹），由蓝闪石片岩、硬玉钠长石片岩组成。蛇绿混杂岩、大洋斜长花岗岩、蓝闪石片岩同出露于西湾，“三位一体”，见证了中新元古代华南洋的存在及其闭合过程。

歙县-德兴蛇绿混杂岩带是迄今中国已知的少数元古代蛇绿混杂岩带之一，由于年代久远，经多次构造变动，已无完整的洋壳层序，但根据樟树墩较大的蛇绿岩块，仍可重新复位和排列蛇绿岩套层序：下部为由二辉橄榄岩、方辉橄榄岩、纯橄榄岩－异剥钙榴岩、橄榄二辉岩；上部由辉长岩－粗玄岩、玄武熔岩、辉绿岩岩墙－凝灰岩、硅质岩、杂砂岩、浊积岩组成。根据徐备（1992）的研究结果，蛇绿岩套中角闪石 Ar/Ar 同位素年龄为 901.2±19.6Ma。

新元古代晚期，扬子板块与华夏板块碰撞拼合后不久，即发生裂解。三清山地区处华南裂谷边缘，火山喷发作用非常剧烈，在西部地区弋阳县登山河上镇群剖面，由玄武岩、流纹岩组成的双峰式火山岩。同位素年龄值 817.6±36Ma(Rb-Sr 等时线)、807Ma（SHRIMP），边派生有港边等典型的浆混岩，说明裂谷发生约 820～800Ma 间，是 Rodinia 超大陆裂解的标志，是见证新元古代晚期华南裂谷与火山事件见证。

南华纪晚期是全球性大冰期，当时本区仍处浅海边缘，但被冰川包围，大量冰山、冰筏进入海中，形成了南沱组之含砾沉凝灰岩、砾质砂泥岩等冰碛岩，中部为间冰期灰黑色具水平纹层碳质页岩与灰岩。砾石大小不等，最大砾径达 40cm。是新元古代晚期全球性雪球事件的重要地质遗迹。

7.玉山-常山金钉子地层古生物地质景观区

玉山-常山-江山地区（被地学界称为“三山”地区）的下古生代界及古生物化石，因其地层发育完整、化石丰富、全球可比性强，在 20 世纪的八、九十年代受到了世界地质学界、特别是世界古生物地层学家的关注，区内有 8 条奥陶纪地层剖面曾作为全球奥陶系达瑞威尔阶选层型剖面，通过世界古生物地层学家的合作研究和共同努力，于 1993 年国际界线工作组提议常山的黄泥塘剖面作为奥陶系达瑞威尔阶的全球层型剖面点（GSSP），1997 年 1 月，获得了国际奥陶系分会、国际地层委员会、国际地科联执行局的通过和批准。从而，在区内建立了中国的第一个“金钉子”剖面。

玉山的陈家坞剖面也被国际古生物学会列为重点考察剖面之一，其奥陶纪笔石动物化石是最丰富的剖面之一，笔石动物化石的序列清楚，分带齐全，建立了 17 个连续的笔石带序列，发现“江南笔石属”一个新属。其笔石动物具有典型的过渡性质，代表较活动地带边缘地区沉积形成的笔石地层。其特点是纯笔石相地层厚度小，为一套黑色页岩、炭质页岩及硅质岩层，含笔石十分丰富，属种繁多，组合类型多样，笔石带系列连续，分异演化清楚。计有 51 属，247 种与亚种，其中包括 1 新属 27 新种与新亚种，分属 21 科。

除此之外，区内还保存和出露有不同类型的重要地质遗迹如：

早寒武世缺氧事件与生物大爆发：三清山地区早寒武世早期荷塘组为黑色页岩，底部普遍见有石煤层，呈似层状、透镜状产出，见黄铁矿及磷结核，并富含钒、铀等多种元素。这种石煤是由于菌藻类低等生物大量繁殖，进入沉积物后形成泥炭，然后经压实、成岩形成石煤。代表华南地区早寒武世菌藻类低等生物特别繁盛，又因缺氧事件而死亡堆积后形成石煤。度过缺氧事件之后，至早寒武世晚期，生物发生爆炸性进化，三叶虫、球接子、腕足类等生物大量出现。

中侏罗世古森林遗迹：三清山地区东南方的玉山县毛宅村中侏罗世盆地陆相碎屑岩中保存有罕见的侏罗纪古森林遗迹——硅化木化石群。硅化木化石产于中侏罗世砂岩中。已发现 10 多个单体硅化木化石，硅化木的个体规模大、且保存完好。硅化木单体最长 28.2m，下端直径 1.3m，上端直径 1m 余，其年轮清晰可见。是中国单体最长的硅化木化石王。

晚白垩世陆内伸展型盆地与恐龙化石：晚白垩世以来，三清山地区及邻区以陆内伸展和断块升降为主，区域性深大断裂又一次复活，形成一系列断陷盆地或断陷带，当断块隆升成山，南北两侧出现了信江和黄柏两个断陷盆地。断陷盆地内堆积了红色砂砾岩、砂岩，在上饶县董团和玉山县冰溪产恐龙蛋化石，经鉴定为：*Oolithes elongatus*(中国古脊椎与古人类研究所,1972)，时代为晚白垩世中、晚期。

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

六、结 语

综前所述，三清山地区是新元古代 Rodinia 超大陆形成、裂解演化历史及中国华南大地构造问题的关键地区，也是全球花岗岩地质作用与花岗岩成矿作用等地质科学研究的不可多得的窗口。所拥有的花岗岩地貌景观类型多样、特征典型、出露系统、保存完整的地质遗迹和地貌景观，具有全球性代表意义和世界性价值；加上湖、瀑、溪流众多、植被发育，是一个绿色宝库；文化积淀又十分丰厚，特别是由锥状峰峦与密集峰柱组合型的“三清山式”花岗岩景观为世界所罕有，具有建立以三清山为中心、有七个不同特征的地质遗迹景观区组成的大地质科学园区条件，是一个极好的地球科学研究和地学科普教育、旅游观光的园地。

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] 白文吉, 甘启高, 杨经绥, 邢凤鸣, 徐祥. 江南古陆东南缘蛇绿岩完整层序剖面的发现和基本特征. 岩石矿物学杂志, 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] 陈旭, 韩乃仁. 江西玉山早奥陶世笔石地层. 地质论评, 1964, 22（3）

[7] 陈旭, 杨达铨, 韩乃仁. 江西玉山下奥陶统底部工字笔石带的笔石. 古生物学报, 1983, 21（5）

[8] 陈旭, 杨达铨. 江西玉山早奥陶世笔石动物群的分带及分异. 地层学杂志, 1988, 12（2）

[9] 高俊. 赣东北高压变质岩的岩石类型, 矿物组成与变质过程. 岩石矿物学杂志, 2001, 20(2):134～145

[10] 胡世玲, 郝杰, 李曰俊. 江西德兴西湾钠长花岗岩的激光质谱 40Ar－39Ar 等时线年龄. 中国区域地质, 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

[17] 舒良树, 周国庆, 施央申等. 江南造山带东段高压变质蓝片岩及其地质时代研究. 科学通报, 1993, 38(20):1879～1882

[18] 王一先, 包志伟. 赣东北蛇绿混杂岩带中大洋斜长花岗岩的地球化学和岩石成因. 地球化学, 1999, 28(4):367～373

[19] 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

[20] 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

[21] 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

[22] Chen Jiangfeng, K.A.Foland, Xing Fengming, Xu Xiang and Zhou Taixi. Magmatism along the southeast margin of the Yangtze block:Precambrian collision of the Yangtze and Cathysia blocks of China. Geology, 1991, 19:815～818.

[23] Donald A. Singer and Vladimir I. Berger. Porphyry Copper Deposit Density. Economic Geology, 2005, 100(3):491～514

[24] Duo Fu Chen, Wei Quan Dong, Bin Quan Zhu, Xian Pei Chen. Pb－Pb ages of Neoproterozoic Doushantuo

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

phosphorites in South China: constraints on early metazoan evolution and glaciation events. Precambrian Research, 2004, xxx:1～10.

[25] Jacques Charvet, Shu Liangshu, Shi Yangshen, Guo Lingzhi and Michel Faure. The building of South China:collision of Yangzi and Cathaysia blocks, problems and tentative answers. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1996, 13(3-5):223～235.

[26] Jian Wang, Zheng-Xiang Li. History of Neoproterozoic rift basins in South China:implications for Rodinia break-up. Precambrian Research, 2003, 122: 141～158.

[27] Zhangdong Jin, Jinchu Zhu, Junfeng Ji, Fuchun Li and Xinwei Lu. Two Origins of Illite at the Dexing Porphyry Cu Deposit, East China: Implications for Ore-forming Fluid Constraint on Illite Crystallinity. Clays and Clay Minerals, 2002, 50(3):381～387

[28] Li Z X, LI X H, Kinny P D, 1999, The breakup of Rodinia:did it start with a mantle plume beneath South China. Earth and Planetary Science Letters, 173:171～181

[29] Li Z X, 1999, U-Pb zircon age of granites from southern margin of Yangtze Block and the timing of Neoproterozoic Jinning Oorgeny in SE China, temrmination of Rodinia assembly? Precambrian Research, 97:43～57

[30] Li Zheng-Xiang, Cho Moonsup, Li Xian-Hua. Precambrian tectonics of East Asia and relevance to supercontinent evolution. Precambrian Research, 2003, 122:1～6.

[31] Zheng-Xiang Li, Xian-hua Li, Hanwen Zhou and Peter D. Kinny. Grenvillian continental collision in south China: New SHRIMP U-Pb zircon results and implications for the configuration of Rodinia. Geology, 2002, 30(2):163～166

[32] Qiang Wang, Ji-Feng Xu, Ping Jian, Zhi-Wei Bao, Zhen-Huan Zhao, Chao-Feng Li, Xiao-Lin Xiong And Jin-Long Ma. Petrogenesis of Adakitic Porphyries in an Extensional Tectonic Setting, Dexing, South China: Implications for the Genesis of Porphyry Copper Mineralization. Journal of Petrology, 2006 , 47(1):119～144

[33] Shu Liangshu, shiyangshen. A study of the Middle-Late Proterozoic terranes and tectonics in North Jiangxi, Eastern China. In:T. J. Wiley, D. G. Howell and F. L. Wong, eds., The Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Pesources, 1990, 13:301～304.

[34] Shu Liangshu, Zhou Guoqing, Shi Yangshen and Yin Jun. Study of the highpressure metamorphic blueschist and its Late Proterozoic age in the Eastern Jiangnan belt. Chinese Science Bulletin, 1994, 39(14):1200～1204.

[35] Shu Liangshu and Charvet Jacques. Kinematics and geochronology of the Proterozoic Dongxiang-Shexian ductile shear zone:with HP metamorphism and ophiolitic melange(Jiangnan Region, South china). Tectonophysics, 1996, 267(1-4):291～302.

[36] Shu Liangshu and Sun Yan. Simulating experiments for the deformation and microstructures of granite in the central part of the Jiangnan Belt, South China. Science in China(Series D), 1996, 39(1):82～92.

[37] Wenwu He, Bao Zhengyu, and Li Tieping. One-dimensional reactive transport models of alteration in the Tongchang porphyry copper deposit, Dexing District, Jiangxi Province, China. Economic Geology, 1999, 94(3):307～323

[38] Zhou Guoqing. The discovery and significance of the northeastern Jiangxi Province ophiolite(NEJXO), its metamorphic peridotite and associated high temperature-high pressure metamorphic rocks. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1989, 3(1-4):237～247.

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

Granite Geoheritages and Conception of Constructing Geoscientific Parks Within Mount Sanqingshan Area

Yang Minggui[1] Chen Xiangyun[1] Yin Guosheng[2]
Huang Zhizhong[2] Yang Yongge[2] Long Mei[3]

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

Abstract: Mount Sanqingshan area is situated at the suture zone between Yangze Paleoplate and Cathaysia Paleoplate in the southeast of Eurasian plate , with one billion years' evolution history of geological structure. The geoheritages are abundant within the area, especially the serial geoheritages related to the granite, rarely seen in the world. There have been preserved heritages formed as a result of collision between paleoocean and paleoplate, such as the middle and Neoproterozoic ophiolite--melange 、 oceanic plagiogranite and glaucophane schist,etc. During the Mesozoic period, I-S-A--type granites formed by the intracontinental " A" type subduction are characterized by the complete evolution sequence and typical features. At the same time, a largescale of granite metallization occurred, thus forming the polymetallic orefield dominated by copper and gold, well-known in the world. Three superlarge deposits of copper 、 gold and tantalum-niobium as well as several largescale metallogenic deposits have been proved. The area is an important scientific spot to study granite, especially the granite within the intracontinental deep subduction orogenic belt. Mount Sanqingshan is not only a nutural museum of granite microlandforms, but also an outstanding representative in the global granite landforms thanks to its various types and peculiar strangely- shaped granite microlandforms. Mount Sanqingshan area is a worthy ideal basement for geoscientific research, with the advantages for constructing the geoscientific park with Mount Sanqingshan as the cetre, and with the range of 20-50km as the radium. It can be divided into seven geoscientific parks based on the geological natural heritage types and the features of spacial distribution, namely; Mount Sanqingshan-type granite geological landscape spot 、Huaiyushan-type granite geological landscape spot 、 Lingshan-type granite geological landscape spot 、Sanqing lake karst landscape spot 、Dexing mine geopark spot 、 Zhangcun-Zhangshudun Neoproterozoic plate strucutre landscape spot and Yushan-Changshan Jindingzi stratigraphic paleontologic landscape spot.

Key words: Mount Sanqingshan area Granite Geoheritage Geoscientific park

---

Yang Minggui,used to be chief geologist, Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province, professor-grade senior geologist, enjoying the State Council's special allowance for expert., the winner of Li Siguang's Geoscientific Prize, majoring in regional geological survey、exploration for minerals and geological scientific research ,etc, deputy editor of 《 Concise Regional Geology of China 》 and 1:5000000 Geological Map of the People's Republic of China as well as 1:2500000 Geological Map of the People's Republic of China, chief editor of 《 Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province 》 , wrote the monographic works such as 《Metallogenic Regularity and Prediction of Wuyi-Luoxiao Uplift and Chenzhou-Shangrao Depression 》 and 《 Metallogenic Geology in North Jiangxi 》 ,etc. Published several tens of academic papers.

Address: Bureau of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province

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

Postcode: 330002Q

第一作者简介：杨明桂，江西省地矿局原总工程师，教授级高工，享受国务院专家特贴，李四光地质科学奖获得者，主要从事区域地质调查、矿产勘查、地质科学研究及地质技术管理等工作。《中国区域地质概论》、中华人民共和国 1：500 万地质图及 1：250 万地质图副主编，《江西省地质矿产志》主编，著有《武夷-罗宵隆起及郴州-上饶坳陷成矿规律与预测》、《江西北部金属成矿地质》等专著，发表论文数十篇。

地址：南昌市站前路 176 号江西省地矿局

邮编：330002

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