

江南古陆中元古代地层的划分与对比^{①②}

徐有华^{1,2}, 吴新华³, 楼法生³

(1 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083)

(2 江西应用技术职业学院, 江西赣州 341000)

(3 江西省地质调查研究院, 江西南昌 330030)

摘要:江南古陆是扬子板块与华夏板块长期活动拼贴而成, 构造极为复杂, 地层的划分与对比也是众说纷纭。通过对江南古陆的变质岩的研究, 认为江南古陆大地构造可划分三个 I 级构造地层区: 扬子地层区、江南古陆地层区及华夏地层区。江南古陆地层区又可进一步划分 II 级构造地层区 5 个(宜丰—景德镇—歙县构造地层分区、万年构造地层分区、赣东北构造地层分区、怀玉构造地层分区及丰城—鹰潭—龙游构造地层分区); 各构造地层分区之间以构造(蛇绿)混杂岩亚带或韧性剪切带相拼接。双桥山群及周潭岩群仅分别分布在扬子地层区修水—祁门分区及华夏地层区北武夷地层分区内, 而且是一套史密斯地层。而江南古陆内则发育非史密斯地层。

关键词:中元古代地层; 划分与对比; 江南古陆

中图分类号: P534.3

文献标识码: A

1 概况

中元古代地层在江南古陆广泛分布, 是中国南方大地构造和变质地层研究的最重要地区之一; 该区变质基底出露良好, 发育齐全, 在华南颇具代表性, 历来为中外广大地质学家所关注。但由于变质地层基底时代老, 变形强烈, 历经多期地壳运动叠加, 构造极其复杂, 地层划分及其与邻区地层对比, 一直存在较多的问题^[1]。通过 1:5 万及 1:25 万区调工作, 对变质岩区采用了构造—地(岩)层法填图, 区域性标志层的追索与地层对比, 以及所获得的同位素年龄成果, 取得了长足的进展; 经过广大地质工作者的长期研究^[2-15]和 1:25 万区调工作, 对该区存在的同物异名或同名异物的现象及省际间地层的划分等问题得到了较好的理顺。

2 构造地层区的分区

通过对该区的野外地质调查及其资料的重新整理, 依据中国造山带研究的新理论、新方

① 江西省地质调查研究院, 1:25 万景德镇市幅区域地质调查报告(内部出版), 2002。

② 收稿日期: 2007-08-27

第一作者简介: 徐有华(1964~), 男, 教授, 博士生, 现主要从事地层与构造地质的教学与科研工作。

法^[9-10]及划分原则,对江南古陆地层区重新进行了划分,提出了一个各构造地层分区之间均以韧性剪切带或构造(蛇绿)混杂岩(亚)带为边界的初步划分方案(表1、图1),认为宜丰—景德镇—歙县以北为扬子地层区之九岭构造地层分区、以南及丰城—鹰潭—龙游以北为江南古陆地层区,本区又可进一步分为宜丰—景德镇—歙县构造地层分区、万年构造地层分区、赣东北构造地层分区、怀玉构造地层分区、丰城—鹰潭—龙游构造地层分区等五个Ⅱ级构造地层分区;以南则属于华夏地层区之北武夷构造地层分区。

表1 构造地层区划分的初步方案

Table 1 Primary tectonostratigraphic division of Jiangnan Old Land

单元级别	构造地层区划分		
I	扬子地层区	江南古陆地层区(复合混杂岩带)	华夏地层区
II	九岭构造地层分区	万年构造地层分区	赣东北构造地层分区
	宜丰—景德镇—歙县构造地层分区	怀玉构造地层分区	丰城—鹰潭—龙游构造地层分区
			北武夷构造地层分区

3 各构造地层分区岩石地层单位的划分及其特征

3.1 宜丰—景德镇—歙县构造地层分区

本地层区分布于宜丰—景德镇—歙县北东向断裂带与进贤—婺源北东弧形韧性剪切带之间的婺源—乐平一带,向西延展与九岭地区的宜丰岩组相联,向东以江湾北北东向韧性剪切带与青白口系相隔。岩石地层统称为溪口岩群(P₁X)。

根据以碎屑岩为主,间夹火山熔岩的一套板岩—千枚岩系,变质较深,变形特别强,原生沉积结构、构造部分被透入性的面理置换而消失(替代),较难恢复地层层序,故将其称为岩群。根据本岩群的岩石组合、沉积构造、变质变形特征,将其进一步划分为四个岩组:佛子坑

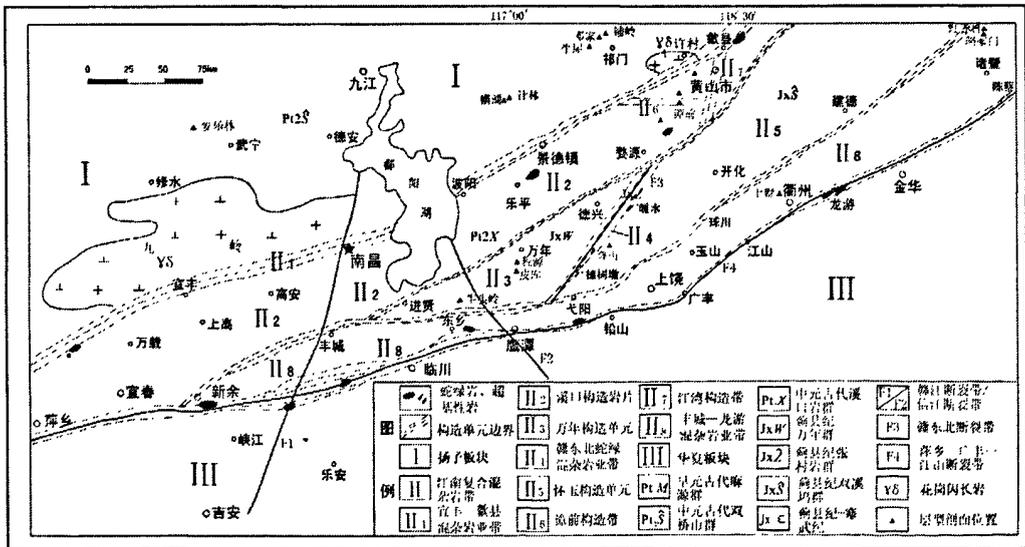


图1 大地构造单元划分简图

Fig.1 Sketch map showing division of tectonic units

岩组、板桥岩组、木坑岩组、郑家坞岩组。

3.1.1 佛子坑岩组($C_n f$)

佛子坑岩组分布于婺源县考源、佛子坑—鄣公山、虹关—安徽漳前一带,呈近东西展布。其下部为灰—浅灰色、灰绿色砂质千枚岩为主,与石英片岩,千枚状粉砂岩组成韵律;中部为青灰、深灰色中—厚层状变余中细粒长石石英杂砂岩、粉砂质绿泥绢云千枚岩夹薄层状、透镜状变余含菱铁矿微晶灰岩、条纹条带状钙质硅质岩;上部为青灰色薄—厚层状变余细—中细粒长石石英(岩屑)杂砂岩,变余中细粒石英杂砂岩、条纹条带状二云母千枚岩互层。总厚度为2 423.1 m。本组下未见底,上与板桥岩组呈构造平合接触关系。

基本层序:a组元为变余中细粒杂砂岩,厚5~60 cm;b组元为粉砂质千枚岩,厚2~90 cm。由下往上,a组元有逐渐变薄趋势,然后被较厚的b组元所替代。c组元为变余含菱铁矿微晶灰岩,厚2~25 cm。其中a、b组元相当于鲍马序列的AD组合,为浊积扇中扇堆积,c组元为半远洋滞水还原条件下碳酸盐沉积。另一种基本层序:a组元由薄层状千枚岩和变余微细粒钙质砂岩互层,厚0.5~3 m;b组元为薄层状变余杂砂岩、二云母千枚岩互层,厚0.3~4 m;c组元为变余中细粒杂砂岩,厚0.5~4 m。为含碳酸盐的浊流沉积。总体为次深海环境下的浊流沉积。

3.1.2 板桥岩组($J_x b$)

板桥岩组下部为灰—深灰色薄至微薄层状条纹条带状粉砂质千枚岩与灰黑色、暗灰色薄—微薄层状绢云千枚岩、含炭千枚岩组成韵律;中部为灰色、灰绿色中—厚层状变余细粒杂砂岩与青灰色、深灰色薄层状绢云千枚岩呈不等厚互层;变余杂砂岩中见变余钙质砂岩透镜体;上部为灰—浅灰色、青灰色中—薄层状变余细粒杂砂岩与灰色薄层状条纹条带状千枚岩互层,偶夹变余钙质粉砂岩透镜体。厚度为2 304.7 m。从岩石中粒序层理、水平层理发育等特征可知,本组为深海滞流(还原)环境下的浊流沉积。

3.1.3 木坑岩组($J_x m$)

本岩组主要分布于木瓜坑、车田、花桥及南西部之谷口一带。出露齐全,与上、下层位均呈构造平合接触关系。其岩性为灰绿色、浅灰色中至巨厚层状、块状变余细至微细粒长石石英杂砂岩、细粒岩屑杂砂岩,千枚状含砂粉砂岩,变余粉砂岩及灰绿色、浅灰绿色绢云千枚岩组成韵律;本岩组以岩屑杂砂岩为主体,颜色以灰绿、绿色为特点,以块状层理发育为特征,偶见条纹构造(水平层理)及波痕构造。其基本层序有旋回性及非旋回性两种基本类型;根据本组粒序层理及块状层理发育,偶见水平层理及波状层理等特征,以及岩石中普遍含有长石碎屑及岩屑,表明其沉积环境是一种较快速的沉积,其沉积环境应为浅海—次深海(或者是具有内波内潮汐作用的深海沉积环境)。

3.1.4 郑家坞岩组($J_x zj$)

郑家坞岩组下部为灰绿色(风化后呈灰白、紫红色)绢云千枚岩,千枚状变沉凝灰岩(凝灰质石英绢云千枚岩),凝灰质砂质绢云千枚岩夹变细碧岩、变角斑岩。厚度545.49 m。上部为灰绿色风化后呈紫红色薄—厚层状变余凝灰质粉砂—微粒砂岩与薄—厚层状凝灰质粉砂质绿泥绢云千枚岩互层,夹深灰绿色厚层状变细碧岩。具复理石韵律,局部水平层理发育,未见顶,厚>581.31 m。往北至郑家坞一带,本岩组为一套浅灰、灰白色、灰黄色、淡灰绿色变余凝灰质砂岩、变沉凝灰岩、凝灰质千枚岩,及灰绿色变余细砂岩、绢云千枚岩组成。厚度大于1 833.6 m。本岩组以其凝灰质(沉凝灰岩)发育为特征,层位稳定,延伸较好。岩石

中生代沉积构造主要有水平层理,少量粒序层理。

由于受后期构造影响,岩石产生强烈置换,沉积韵律多遭受强烈破坏,局部残留有原始沉积韵律,具块状层理,层序内部及层序间均为突变关系。为浊流沉积,相当于鲍马序列 AE 组合,有两种情况,一种砂/泥比率高;属浊积扇中扇堆积;一种砂/泥比率小于 1:1,属浊积扇外扇堆积。总体为一平静环境条件下半远洋的含火山质碎屑沉积。

板桥岩组,木坑岩组,郑家坞岩组均富含菱铁矿,其中板桥岩组,木坑岩组上部含量较高,为 1%~15%,板桥岩组中部,木坑岩组下部及郑家坞岩组含量稍低,为 0.5%~5%,菱铁矿含量与火山喷发作用有关,含火山碎屑多,菱铁矿含量就高,特别是木坑岩组上部变角斑岩中菱铁矿含量高达 20%~54%。另外,板桥岩组下部、上部,木坑岩组下部均富含有机质,发育黑色板(泥)岩,反映当时为一个较为封闭的具还原性质的深海盆地环境。

3.1.5 西村岩组(J_2xc)

西村岩组仅分布于乐平—歙县构造地层分区之东段南源口、伏川和南山一带,意指分布于歙县千大岭南、西村—天子墓及三阳一带,呈北东东向展布的一套千枚岩与细碧岩系组合,厚度大于 5 178 m。与下伏、上覆地层均为断层接触。

本岩组主要岩性为深灰绿色基性岩、灰绿色绿泥片岩、绿泥绢云千枚岩、细碧岩、糜棱岩化角斑岩、石英角斑岩、硅质板岩等。依据岩性组合和变形变质程度可分成三个岩性段。

第一岩性段,著名的伏川蛇绿岩套分布其中,蛇绿岩套由三部分组成,自下而上先后见:

第一岩石组合以蛇纹石化超镁铁质岩为主,主要由黑、暗绿色、黄绿色纯橄榄岩、含辉橄榄岩、斜辉橄榄岩、单辉橄榄岩、单辉辉橄榄岩等组成,厚度大于 260.00 m。以斜辉橄榄岩为主,占该类岩石的 85%,其余出露零星,且规模小;本组合的超镁铁岩自北向南低角度推覆在晋宁期歙县花岗岩体上,局部见辉橄岩呈孤岛状残存在歙县岩体内部的山岗上,构成小型飞来峰。

第二岩石组合由辉长岩类、粗玄岩类的基性火山岩、沉积碎屑岩组成;厚度大于 233.90 m。碎屑岩有暗绿色、深灰色千枚岩、浅灰色长石岩屑杂砂岩和纹层状泥岩组成,受构造影响软弱层发育褶皱层。

第三岩石组合由海相喷发的细碧岩、角斑岩及深水硅质岩(大洋层)沉积组成;厚度大于 694 m。

第二岩性段:分布于第一岩性段东南侧;厚 2 054.12 m。下部为灰褐色千枚状砂质板岩、千枚状粉砂岩、千枚状紫色凝灰质板岩夹灰绿色片理化角斑岩、石英角斑岩;上部主要为灰绿色绿泥绢云千枚岩和绢云板岩、纹层状硅质岩。与第一岩性段呈断层接触。石英角斑岩化学成分显示: $FeO > Fe_2O_3$, CaO 低, $Na_2O > K_2O$, 比较接近海相火山岩特征,为蛇绿岩套成员。

第三岩性段:主要岩性为灰绿色、灰色条纹条带状板岩、砂岩、砂质板岩,发育千枚状构造。

3.2 万年构造地层分区

万年构造地层分区广泛出露一套浅变质岩系,上部为海相泥砂质碎屑岩沉积为主夹火山碎屑及熔岩的复理石建造;下部为滨海相火山碎屑岩为主的含砾碎屑岩建造。该套浅变质岩系仅局限分布于万年县青云镇、库桥、皮库、程源、枫树岭,德兴县洪家及东乡县展坪圩、牛头岭,进贤县及余干县社康、黄金埠等地。东被赣东北蛇绿混杂岩亚带所限制,南被东

乡—龙游构造混杂岩亚带所围限、北西被宜春—进贤—婺源塑性变形带圈闭。

根据岩石地层单位群、组建立原则,吴新华等^[19]建立万年群代表万年地区这套特殊构造环境下的浅变质岩系,并建立相应的地层层序。从下至上划分为枫树岭组、牛头岭组、皮库组、程源组。

3.2.1 枫树岭组(J_2f)

本组为风化后呈灰白、黄褐色薄层凝灰质千枚岩及紫红色、灰黄色薄层变细砂岩、深灰、青灰色绢云(黑云)千枚岩,深灰、青灰色凝灰质千枚岩,(含绿泥石)绢云千枚岩。本组往东厚度增大,厚度大于331 m。往西逐渐减薄。

从枫树岭组岩性组合特征、原生沉积构造如水平层理及其特征的深灰、青灰色色调、灰褐色含锰条带千枚岩与千枚岩组合,表明本组应为次深海环境的沉积。除As、Pb等微量元素含量平均比维氏值高得多外,其它微量元素与维氏值也相差甚大。As、Pb含量的突出表明当时为一个还原环境。

3.2.2 牛头岭组(J_2n)

本组是指枫树岭组深灰色绢云千枚岩之上,皮库组之下杂色含斑点条带千枚岩之下的一套浅变质的复成分砾岩、火山质砾岩、含砾含锰杂砂岩与含黄铁矿斑点千枚岩组合,厚度为883 m。

根据牛头岭组顶底皆含砾,总体下粗上细,顶部灰黄、灰白色厚层变质含砾岩屑杂砂岩在区内延伸稳定,底部砾岩砾石含量及砾径变化较大及岩层中粒序层理、冲刷构造、双向交错层理、透镜状层理、水平层理、平行层理发育等沉积特征,反映为海水自浅而深、水动力条件自强至弱的反复过程。通过区域和剖面上的沉积构造、层序结构的研究发现,区内发育有浅海重力流即风暴流的沉积,但完整发育的风暴层较少见,广泛发育的是ABD段,从而说明本组是一个滨浅海动荡的沉积环境。沉积搬运方式除以水动力为主的牵引流外,还有浅海重力流即风暴流的搬运。

3.2.3 皮库组(J_2p)

皮库组是一套微细水平层理发育的以青灰色风化后呈浅灰、紫红、黄褐、灰白色及砖红色层含黑云母斑点条纹条带绢云千枚岩、粉砂质千枚岩、黑云绢云千枚岩为主,夹灰黄、紫红色中厚层变余沉凝灰岩、变余凝灰质细砂岩、变质细粒岩屑石英杂砂岩。厚度为1260 m。

皮库组岩性、岩相组合简单,原生沉积构造除小型交错层理之外,还广泛发育有韵律沉积构造及杂色调的条纹条带构造。一个韵律层反映一个沉积旋回内水深浅的旋回性变化,而条纹条带构造除反映海水深浅变化外,还可能反映当时气候的季节性变化。从本组微相组合特征及原生沉积构造特点反映皮库组海水相对较深,海水进退幅度较小的稳定次深海沉积环境。

3.2.4 程源组(J_2cy)

程源组是一套白色变余沉凝灰岩、凝灰质千枚岩组合。厚度为大于1612 m。岩性组合表现为火山沉积为主,夹正常泥砂质沉积。岩石特征表现为以泥质或泥砂质岩石为主,岩石中碎屑物分选、磨圆度良好,局部地段的黄铁矿化显示其为一个离海岸线较远的浅海—次深海的沉积环境;另外,其沉积构造相对发育,除水平层理和少量交错层理、沙纹层理等反映低能环境的原生沉积构造大量发育外,还发育有浊流沉积之沉积构造及沉积层序,常见鲍马序

列中的 Tabe, 局部可见 ACD 组合, 属近源相浊流沉积。

万年群为一套富含火山质, 岩石化学对其原岩恢复的结果均为泥质、砂质岩类。根据本区各类岩石的微量元素和部分稀土的分析结果, 表明本区变质岩的形成大地构造背景应为活动陆缘的大陆岛弧—弧间盆地^[8]。

3.3 赣东北构造地层分区

本区出露张村岩群(J_{zc}), 属赣东北蛇绿混杂岩带中主体岩石地层单位, 大致呈北东向展布, 主要分布于德兴市之张村、芳家墩、富家坞、直源林场一带。

张村岩群总体岩性为含火山质泥砂质复理石建造, 下部夹火山碎屑岩及变中基性熔岩。依其岩性组合特征, 可进一步划分为韩源岩组及榔树底岩组。

3.3.1 韩源岩组(J_{hy})

本岩组下未见底, 上与榔树底岩组呈构造平合接触关系。下部以灰绿色、深灰色变余细粒岩屑砂岩为主; 中下部为细碎屑岩夹有大量的变中基性火山熔岩; 上部为一套细碎屑岩偶夹变中性熔岩。厚度为 864.23 m。其中发育正粒序层理的凝灰质岩屑粗砂岩, 底部具清晰的微波状起伏的侵蚀面、平行层理、包卷层理。从岩性、岩相分析, 本组为一套深—次深海相海底扇沉积环境。

3.3.2 榔树底岩组(J_{li})

本岩组岩性为青灰、灰绿色、深灰色条纹条带状变余细粒岩屑杂砂岩, 变余沉凝灰岩, 粉砂质绢云板岩夹凝灰质千枚岩组成多个韵律层序; 往北东洪家一带本组底部出现浅灰色变质复成分砾岩、变质含砾砂岩。厚 829.4 m。

本岩组为一系列厚薄不等的鲍马序列, 下部的基本层序以 Tbe 和 Tde 构成为主, 单个鲍马序列的厚度一般为数厘米, 且粒度较细, 以粉砂—泥级为主(即远源浊积岩); 中下部以 Tab 为主, 粒度较粗, 以粉砂—中砂为主, 每个鲍马序列之底冲刷面较清楚, 由 Tab 构成的基本层序在宏观上呈宽数厘米的条纹、条带构造, 每个鲍马序列层的延展性很好, 上部以 Tde 和 Tede 为主, 每个鲍马序列层很薄, 一般仅 1~2 cm, 粒度较细, 以含粉砂泥质岩和细粉砂为主。从岩性、岩相、原生沉积构造及基本层序分析, 本组为一套深—次深海相浊积扇中—扇端相沉积环境。

3.4 怀玉构造地层分区

本地层小区分布双溪坞群^[20], 岩性组合为片理化中基性至酸性火山熔岩及火山碎屑岩夹砂砾岩、砂岩、泥岩, 普遍轻变质。自下而上划分为平水组、北坞组、岩山组、章村组, 为典型的火山弧相沉积。

3.4.1 平水组(J_{p})

平水组仅零星出露于霞山、石柱一带。呈北北东向展布。本组顶底均为断层接触。平水组是指一套岛弧型火山演化系列, 海底火山喷发成因的细碧角斑岩建造, 并经受了绿片岩相变质作用。

本组以细碧角斑岩为主的岩石组合; 底部以灰黑色、浅灰色砂质板岩为主, 夹泥硅质板岩, 发育小型交错层理, 透镜状层理等, 未见底。厚度大于 265 m。中部为深灰色、青灰色泥板岩和硅板岩为主, 下部夹砂板岩; 厚 607 m, 上部以灰绿色细碧质—角斑质沉凝灰岩为主, 夹砾屑凝灰岩; 顶部为互层状紫红色变基性角砾凝灰岩和沉凝灰岩, 厚大于 205 m。下部为

块状灰绿色细碧岩;变余碎斑凝灰结构,局部见有枕状构造,杏仁构造和气孔构造。厚334 m。为海底火山溢流形成。

3.4.2 北坞组(J_2b)

北坞组主要出露于富阳双溪坞一带,构成双溪坞背斜核部,绍兴平水一带可能也有出露。

其岩性为灰绿色蚀变安山质含角砾岩屑玻屑凝灰岩、英安质含角砾玻屑凝灰岩,夹玻屑熔结凝灰岩、灰绿色片理化蚀变安山质含角砾玻屑凝灰岩夹蚀变英安质玻屑凝灰岩;总厚度433.60 m。具低绿片岩相变质;未见底,与上覆岩山组呈整合接触。

3.4.3 岩山组(J_2y)

出露于双溪坞背斜的两翼和倾伏端,仅分布于富阳与萧山交界处的双溪坞一带,组成双溪坞背斜的翼部。由片理化沉凝灰岩、凝灰质粉砂质泥岩和凝灰质砂岩,夹少量英安质火山碎屑岩组成,具低绿片岩相变质。与下伏北坞组和上覆章村组均为整合接触,总厚度474.20 m。

3.4.4 章村组(J_2zc)

分布在富阳、萧山一带,章村组构成双溪坞背斜的翼部,岩性为片理化流纹质或英安质含角砾晶屑玻屑熔结凝灰岩,局部夹凝灰质砂岩和凝灰岩。与下伏岩山组呈整合接触;与上覆骆驼家门组呈不整合接触。总厚度847.20 m。在开化一带岩性为片理化蚀变英安质含角砾晶屑玻屑熔结凝灰岩和蚀变英安质玻屑凝灰岩,厚度大于282 m。

3.5 丰城—鹰潭—龙游构造地层分区

本区仅零星出露田里岩组和铁沙街岩组。

3.5.1 田里岩组(P_2t)

田里岩组仅分布在上饶县秦峰乡田里村,呈北东向平行于东乡—龙游构造混杂岩亚带展布。田里岩组属高绿片岩相副变质岩系列。田里岩组下未见底,上被翁家岭组角度不整合覆盖。

本组以云母石英片岩为主,上夹含锰白云岩及磁铁、赤铁石英岩,出露厚度大于986 m。其原岩以泥质或泥砂质为主,夹碳酸盐岩、含铁硅质岩及硅质岩。属潮坪泻湖相,以泥坪为主,间夹有白云岩台地环境。

3.5.2 铁沙街岩组(J_2ts)

铁沙街岩组仅分布在东乡—龙游构造混杂岩亚带中的弋阳县旭光乡铁沙街、横峰强盗山一带,呈大透镜状,近东西向展布。

本岩组三分明显,下部以泥砂质沉积、浅变质为主夹中厚层状大理岩的海相类复理石建造;中部则为一套典型细碧—石英角斑岩建造,其横向相变较大,以层型地发育最好,熔岩数量多,厚度大,且岩石类型齐全,向东西两端则出现明显的变化:如熔岩厚度渐小,岩石类型不全,岩石组合中火山岩成分渐少,而正常泥砂质岩石类型渐多。上部为一套浅变质岩系,有时含炭,为一套海相复理石泥砂质建造;厚度大于1081 m。往北至横峰强盗山一带本组岩性主要为深灰色、灰黄色砂岩、板岩,中夹碳酸盐岩或大理岩及基性、酸性火山熔岩,厚度大于1300 m。

从上可知,本组原岩为一套海相(类)复理石泥砂质建造,属裂陷槽盆砂、页岩相直至酸

性海底喷发岩相。岩石普遍遭受低绿片岩相区域变质作用,所夹火山熔岩多具金属矿化现象,据其岩石学、岩石化学、稀土元素、微量元素等地球化学特征,其产出环境属于大洋—岛弧环境。

4 地层对比与时代讨论

4.1 地层对比

根据目前研究程度,现将江南古陆中元古代地层(溪口岩群^[17]、万年群^[18-19]、张村岩群^[3]、双溪坞群^[20])等作一概略对比,以阐明它们间的层位关系(表2)。

表2 江南古陆中元古代地层划分对比表

Table 2 Division and correlation of the Middle Proterozoic strata in Jiangnan Old Land

构造地层 分区 地质时代		江 南 古 陆 地 层 区																			
		万年构造 地层分区				宜丰—景德镇歙县构造 地层分区		赣东北构造地层 分区				怀玉构造地层 分区		丰城—腾潭—龙游 构造地层分区							
		万年群		程源组 皮库组 牛头岭组 枫树岭组		溪口岩群		郑家坞岩组		西村岩组		张村岩群		榔树底岩组		双溪坞群		章村组 岩山组 北坞组 平水组		铁沙街岩组	
中元古代	蓟县纪																				
	长城纪																				

4.2 岩性组合对比

溪口岩群主要以夹大量火山岩(凝灰岩、火山熔岩)为特征,且作为双桥山群重要标志的“古红层”计林组在黄山地区有出露。在安乐林组和溪口岩群中均见大量菱铁矿,是否可作为一个对比标志,值得研究。而万年群主体与双桥山群修水组大致相当,万年群之枫树岭组仅相当于安乐林组上部;牛头岭组则相当于修水组下部,皮库组及程源组相当于修水组中上部。而张村岩群岩性组合为含火山质泥砂质复理石建造,下部夹火山碎屑岩及变中基性熔岩,与溪口岩群上部相当。双溪坞群岩性组合为中基性至酸性火山熔岩及火山碎屑岩夹砂砾岩、砂岩、泥岩。其层位相当于溪口岩群。

从上可知,江南古陆中元古代地层与不发育火山岩,主要为泥砂质复理石建造的双桥山群不同^[16,21]。

4.3 火山岩及形成大地构造环境对比

万年群火山岩极不发育,偶见少量火山熔岩及沉凝灰岩,分别形成于大陆边缘环境和弧间盆地^[18-19];溪口岩群^[15,17]、张村岩群^[3]、双溪坞群^[20]、铁沙街岩组^[3]中火山岩较为发育,出露有变细碧岩、变角斑岩等,形成大地构造环境为火山弧—弧后盆地^[3,5,17-20]。

综上所述,溪口岩群、万年群、双溪坞群及张村群等应属大致同时,但在不同大地构造背景下不同沉积环境的产物,溪口岩群与双桥山群层位相当,万年群与修水组相当,但岩性组合差异较大。

4.4 时代讨论

根据韩源岩组含有较丰富的微古植物化石:*Asperatopsophaera ellipsodalis*, *A. umishanensis*, *Leiofusa minuta*, *L. verrucosa*, *Leiominuscula minuta*, *L. orientalis*, *Leiopsophaera soilda* 等及其中所获两组全岩 Sm - Nd 法同位素等时线年龄值: $1\ 112.9 \pm 35\ \text{Ma}$, $1\ 034 \pm 24\ \text{Ma}$; 以及铜厂同位素地质年龄值为 $1\ 371\ \text{Ma}$ (全岩铷锶法, 地科院地质所 1977 年测定); 其时代隶属于中元古代蓟县纪。榔树底岩组在张村、德兴县等地深灰色、灰黑色千枚状板岩中盛产微古植物化石: *Leiominuscula minuta* Naum, *L. orientalis* Sin et Liu, *Leiopsophaera* sp. *L. soilda* (Sin et Liu), *Margominuscula tenuela* Naum, *Asperatopsophaera ellipsodalis* Yan (sp. Nov.), *A. umishanensis* Sin et Liu, *Monctremotosphaeridium* sp. *Triangumorphra* sp., *Trilobusphaeridium* sp. (gen. nov.), *Trematosphaeridium* Sin et Liu, *Leiofusa verrucosa* Yan. (gen. nov.), *L. sp.*, *L. minuta* Yan. (gen. nov.), *Lingnum* sp., *Paleamorpha* cf. *puncta* Sin et Liu, *Conodonta* sp., 该组合面貌文子才等^[22]认为属于蓟县纪晚期—青白口纪; 而楼法生等^[23]则认为属蓟县纪中期; 本文将其时代归于中元古代蓟县纪中晚期。

溪口岩群的地质时代, 以往统归于中元古代, 马长信等^[8]将分布于障公山区的变质地层从原双桥山群中解体出来, 据一组 Sm - Nd 等时线年龄将其时代置于古元古代, 何科昭等、杨晓松等据在赣东北蛇绿混杂岩带及其附近发现古生代放射虫、瓶形类、口盖类等微古化石而对广泛分布赣东北—皖南地区的浅变质岩系时代提出了质疑。根据婺源县许村镇坞头—中州剖面, 较系统地采集的一批微古植物化石, 经南京地矿所汪迎平鉴定, 共获得 27 属 42 种微体化石, 其中以 *Leiominuscula minuta*, *Asperatopsophaera umishanensis*, *Triangumorphra* sp., *Leiopsophaera densa*, *Germinosphaera guttaformis* 出现频率较高; 其次为 *Paleamorpha punctulata*, *Trachyminuscula* sp., *Trachysphaeridium* sp., *Leiofusa digitata*, *Triangumorphra minor*, *Melanocyrrillium fimbriatum*; 少量出现 *Asperatopsophaera umishanensis* var. *minor*, *Eosynechococcus* sp., *Fovosphaeridium densum*, *Germinosphaera weiss*, *G. unispinosa*, *Leiofusa bicornuta*, *L. sp.*, *Lophosphaeridium* sp., *Leioarachnium primistinum*, *Leiopsophaera minor*, *Lophominuscula* sp., *Majasphaeridium carpoyenum*, *Margominuscula tenella*, *M. sp.*, *Melanocyrrillium* sp., *Nucellosphaeridium* sp., *Polyporata* sp., *P. obsoleta*, *Polyedrixium* sp., *Paleamorpha* sp., *Quadratimorpha* sp., *Rectia costata*, *Synsphaeridium conglutinatum*, *Triangumorphra densa*, *Trachysphaeridium simplex*, *T. incrassatum*, *Taeniatum* sp., *T. crassum*, *Trematosphaeridium minutata*, *Trachyminuscula microrugosa*, *Turuchania* sp. 等属种及似几丁虫, 据有关资料报道, 本群上述主要和次要微古植物组合大部分为始于蓟县纪分子, 未见青白口纪特色分子, 具浓重的蓟县纪色彩。少量出现的属种中也以始于长城纪和始于蓟县纪属种为主, 仅出现一个始于青白口纪分子 (*Fovosphaeridium densum*), 产出层位为板桥岩组下部。说明其地层时代应为蓟县纪早期为宜。

另外, 1:5 万赋春幅于木坑岩组中变石英角斑岩中获锆石 U - Pb 法同位素年龄值为 $1\ 113 \pm 118\ \text{Ma}$, 1:5 万涌山幅分别在木坑岩组、郑家坞岩组中所夹变角斑岩、变石英角斑岩中获锆石 U - Pb 法同位素年龄值为 $1\ 334 \pm 10\ \text{Ma}$ 及 $1\ 308 \pm 9\ \text{Ma}$ 。也说明溪口岩群地质时代置于中元古代蓟县纪是可信的, 与地质依据亦是吻合的。

在西村岩组蛇绿岩套中辉长岩 Sm - Nd 等时线年龄 $1\ 024 \pm 30\ \text{Ma}$ ^[25], $935 \pm 10\ \text{Ma}$ (邢凤鸣), 细碧岩、玄武岩、凝灰岩 Sm - Nd 等时线年龄 $1\ 286 \pm 66\ \text{Ma}$ (张光弟, 1990)。

万年群沉积环境指示为弧间盆地沉积,其沉积时期与赣东北岛弧火山岩带的形成时代相当或为不同构造环境下的同期异相产物,其丰富火山物质来源与岛弧带火山活动密切相关,沉积作用的时代与赣东北岛弧带火山岩带的结晶年龄 $1\ 154 \pm 63\ \text{Ma}^{[26]}$ 相当。

根据双溪坞群平水组下部细碧岩中获得的 U - Pb 法同位素年龄 $950 \pm 25\ \text{Ma}$, 双溪坞群 Sm - Nd 年龄为 $978.4 \pm 44.4\ \text{Ma}$ (章邦桐), $913\ \text{Ma}$ (谢窈克), 以及与上覆上墅组呈角度不整合接触关系, 将其时代置于中元古代蓟县纪晚期。

1996 年中国地质大学江西遥感区调队在田里村剖面样品进行了化学分析、电子探针、透射电镜、Sm - Nd、Rb - Sr、 $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ 多种分析。本组获得两个同位素年龄值, 上部石英片岩的全岩 Rb - Sr 等时线年龄值为 $924\ \text{Ma}^{[1]}$ 、下部云母石英片岩的锆石 U - Pb 等时线年龄值 $1\ 691\ \text{Ma}$ (据余达淦, 1993), 根据上述同位素资料, 将其时代归属于中元古代。

从铁沙街岩组自身的岩石组合、沉积相等特征, 与浙西的双溪坞群、浙南的陈蔡群有诸多相似之处, 可与之对比, 而在本组之细碧岩全岩样 Rb - Sr 同位素等时线年龄值为 $1\ 159\ \text{Ma}$; 石英斑岩锆石 U - Pb 单点信息年龄值为 $1\ 201\ \text{Ma}$ 、 $1\ 162\ \text{Ma}$ 、 $1\ 091\ \text{Ma}$, 故本岩组时代归属于中元古代蓟县纪是较合适的。

综上所述, 除田里岩组、溪口岩群之底部的佛子坑岩组为长城纪外, 万年群、溪口岩群、张村岩群及平水组、西村岩组、双溪坞群、铁沙街岩组同位素年龄数据均落在蓟县纪范围内, 与上述微古植物面貌所反映的时代特征基本吻合。

参考文献

- [1] 杨明桂, 廖瑞君, 刘亚光. 江西变质基底类型及变质地层的划分对比[J]. 江西地质, 1998(3): 201-208.
- [2] 江西省地质矿产局. 江西省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1984.
- [3] 江西省地质矿产厅. 江西省岩石地层[M]. 中国地质大学出版社, 1997.
- [4] 安徽省地质矿产厅. 安徽省岩石地层[M]. 中国地质大学出版社, 1997.
- [5] 湖南省地质矿产厅. 湖南省岩石地层[M]. 中国地质大学出版社, 1997.
- [6] 杨明桂, 吴安国, 钟南昌. 华南中元古代地层划分、沉积建造特征及其地壳构造演化[J]. 江西地质, 1988. (2): 81-86.
- [7] 马长信, 刘桂荣, 吕贵德. 赣东北前震旦纪地质[M]. 北京, 地质出版社, 1992.
- [8] 马长信. 江西北部前震旦纪地层的划分与对比[J]. 华东地质学院院报, 1985(1): 16-22.
- [9] 徐备. 论赣东北-皖南晚元古代沟弧盆体系[J]. 地质学报, 1990, 64(1): 33-41.
- [10] 王剑. "南华系" 地层研究新进展[J]. 地质通报, 2005, 24(6).
- [11] 余达淦, 管太阳, 黄国夫. 华南(东)晚元古代裂谷系特征与晋宁-加里东海盆形成和演化[M]. 原子能出版社, 2000.
- [12] 周国庆, 赵建新. 华南扬子克拉通东南缘赣东北蛇绿岩 Sm - Nd 同位素研究[J]. 科学通报, 1991, 36(2): 129-132.
- [13] 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[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [14] 吴新华, 楼法生, 刘益辉. 江南复合混杂岩带基本特征[J]. 资源调查与环境, 2004, 25(1): 45-54.
- [15] 邓国辉, 楼法生, 黄传冠. 赣东北珍珠山群的建立及意义[J]. 地质通报, 2003(1): 32-42.
- [16] 黄修保, 余忠珍, 邹国庆. 赣西北地区中元古界双桥山群沉积学特征[J]. 地质通报, 2003(1): 43-49.
- [17] 吴新华, 楼法生, 刘春根. 皖浙赣相邻区中元古代溪口岩群划分与对比[J]. 资源调查与环境, 2005, 26(2): 86-96.
- [18] 吴新华, 楼法生, 吕少俊, 等. 赣东北万年地区变质岩地质特征及其地质意义[J]. 资源调查与环境, 2003, 24(4): 251-259.
- [19] 吴新华, 楼法生, 刘春根, 等. 赣东北万年地区万年群的建立及其地质意义[J]. 地质通报, 2005(9): 819-825.
- [20] 浙江省地质矿产厅. 浙江省岩石地层[M]. 中国地质大学出版社. 1996
- [21] 吴新华. 双桥山群的再讨论[J]. 资源调查与环境, 2007, 28(2): 95-105.

- [22] 文子才,王希明,宋志瑞,等. 赣北前震旦纪微古植物组合及其时代讨论[J]. 江西地质, 2000,14(3): 221-226.
- [23] 文子才,楼法生,黄志忠,等. 赣东北地区浅变质岩中微古植物及其形成时代讨论[J]. 现代地质,2001,15(3): 281-289.
- [24] 楼法生,黄志忠,文子才,等. 赣东北地区不同构造单元内微古化石及其地质意义[J]. 火山地质与矿产, 2001,22(3):177-185.
- [25] 周新民,邹海波,扬杰东,等. 安徽歙县伏川蛇绿岩套的 Sm - Nd 等时线年龄及其地质意义[J]. 科学通报,1989,34(16):1243-1245.
- [26] 周国庆,赵建新. 华南扬子克拉通东南缘赣东北蛇绿岩的 Sm - Nd 同位素研究[J]. 科学通报,1991,2:129 - 132.

Division and correlation of the Middle Proterozoic strata in Jiangnan Old Land

XU You-hua^{1,2}, WU Xin-hua³, LOU Fa-sheng³

(1 China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

(2 Jiangxi College of Applied Technology, Ganzhou341000, China)

(3 Jiangxi Institute of Geological Survey, Nanchang330030, China)

Abstract

Jiangnan Old Land with very complex structure is formed by long-term activities and jointing of Yangtze plate and Cathaysian plate, thus its stratigraphic division and correlation can not come to an unanimous conclusion. According to the study of the metamorphic rocks in the Jiangnan Old Land, the Jiangnan Old Land can be divided into three first-order tectonostratigraphic regions: Yangtze stratigraphic region, Jiangnan Old Land stratigraphic region and Cathaysian stratigraphic region. The Jiangnan Old Land stratigraphic region itself can be further divided into 5 second-order tectonostratigraphic subregions (Yifeng-Jingdezhen-Xixian County tectonostratigraphic subregion, Wannian tectonostratigraphic subregion, northeastern Jiangxi tectonostratigraphic subregion, Huaiyu tectonostratigraphic subregion and Fengcheng-Yingtang-Longyou tectonostratigraphic subregion); these tectonostratigraphic subregions are jointed by tectonic (ophiolite) mélange belts or ductile shear zones. Shuangqiaoshan Group and Zhoutan Group are only distributed in Xiushui- Qimen subregion of the Yangtze stratigraphic region and the North Wuyi subregion of the Cathaysian stratigraphic region respectively, and they belong to a suite of Smith strata. Non-Smith strata are developed in the Jiangnan Old Land.

Key words: Middle Proterozoic strata; division and correlation; Jiangnan Old Land