

皖浙赣断裂带的界定及其基本特征

余心起^{1, 2}, 江来利³, 许卫³, 邱瑞龙³, 杜建国³, 戴圣潜³

1. 中国地质大学 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京 100083
2. 中国地质大学 岩石圈构造、深部过程及探测技术教育部重点实验室, 北京 100083
3. 安徽省地质调查院, 安徽 合肥 230001

Yu Xinqi^{1, 2}, Jiang Laili³, Xu Wei³, Qiu Ruilong³, Du Jianguo³, Dai Shengqian³

1. State Key Laboratory of Geo-Processes and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China
2. Key Laboratory of Lithosphere Tectonics and Lithoprobeing Technology of Ministry of Education, China University of Geosciences, Beijing 100083, China
3. Anhui Geological Survey, Hefei 230001, China

Yu Xinqi, Jiang Laili, Xu Wei, et al. Identification and basic characteristics of the Anhui-Zhejiang-Jiangxi fault zone. *Earth Science Frontiers*, 2007, 14(3): 102-113

Abstract: The term of ‘Anhui-Zhejiang-Jiangxi fault zone’ in literature, occurred in the border region of Zhejiang, Jiangxi and Anhui provinces, which comprised several giant regional fault belts with various orientation formed at different geological ages. Among these faults, the oldest formed in the Neoproterozoic age, and the youngest in the age of the late Mesozoic. Occurrence direction of these faults was different corresponding to the tectonic stress field during geological evolution processes. These faults had been categorized into three groups: those trending in northeast in the Neoproterozoic age, trending in near west-east and/or east-northeast in the Caledonian age and trending in north-northeast in the late Mesozoic age, each group had its own geological setting and significance. However, authors of this paper think that these faults can not be grouped as one belt due their differences in ages and trending directions. The northeast trending faults in the Neoproterozoic started from northeast Jiangxi and extending northeastward to Fuchuan, Anhui Province, should be a boundary fault zone of a plate or block juncture. The near west-east or east-northeast faults in the Caledonian age, represented by Qimen-Shexian fault, were the boundary of a basement, characterized by the obvious dissimilarity of its two sides. In the authors’ view, the previously named Anhui-Zhejiang-Jiangxi (Wan-Zhe-Gan) fault zone was only the north-northeast faults in the late Mesozoic age, which began in Yiyang, Northern Jiangxi and then connected with Wucheng, Shexian-Ningguo faults. These faults were a key fault-magma belt controlling the formation of Jurassic-Cretaceous red basins, ore distribution, magmatic activity and mineralization.

Key words: The Anhui-Zhejiang-Jiangxi fault zone; late Mesozoic; changes of orientations; different evolution stages; the border region of Zhejiang-Jiangxi-Anhui provinces

摘要: 以往文献中及众多研究者所指的“皖浙赣断裂带”实际上包括了不同时代形成的、方向有变化的多组规模巨大的区域性断裂带;最早的断裂带形成于新元古代,最晚的形成于晚中生代。在地壳演化过程中,随着构造应力场的变化,不同时代的断裂带方向变化较大,新元古代晋宁期为北东向,早古生代加里东期为近东西向—北东东向,晚中生代为北北东向;每一期断裂带都有它们自己的大地构造背景和指示意义。文中认为,不

收稿日期: 2007-04-16; 修回日期: 2007-05-23

基金项目: 中国地质大学(北京)地质过程与矿产资源国家重点实验室开放课题基金项目(GPMR200643);北京市教委共建项目“构造地质学重点学科”(XK104910480)

作者简介: 余心起(1962—),男,教授,构造地质学专业,主要从事构造地质学及沉积大地构造学研究。E-mail: yuxinqi@cugb.edu.cn

同阶段形成的断裂带不能混为一谈。新元古代晋宁期的北东向断裂带南段基本上以赣东北蛇绿混杂岩带为代表,向北东延至皖南伏川断裂带,具有板块(或地体)边界断裂的性质;加里东期以近东西向祁门—歙县断裂带为代表,其西段被后期牵引成北东向,造成两侧的变质基底特征明显不同;二者均不属于皖浙赣断裂带的组成部分。而通常意义上所指的具有区域控岩控矿作用的皖浙赣断裂带,是晚中生代北北东向的赣东北—五城—歙县—绩溪—宁国断裂带,控制了侏罗—白垩纪红色盆地及燕山期岩浆岩的形成和分布,是一条具有控矿作用的重要的构造岩浆岩带。

关键词:皖浙赣断裂带;晚中生代;方位变化;不同构造阶段;浙赣皖相邻区

中图分类号:P54 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-2321(2007)03-0102-12

0 引言

1962年浙皖赣三省边界调查队开展的地质踏勘^①提出了该地区可能存在“皖浙赣断裂带”。而其南段是朱训在50年代运用地质分析法发现的,称其为赣东北深断裂^②(1983),并指出它是“江南台隆”和“钱塘拗陷”的分界断裂^[1]。北延部分在60年代被安徽省的地质、物化探工作者证实,统称为皖浙赣深断裂^[2]。随后朱钧、张景垣^[3]对其进行了较详细地描述分析,认为浙皖赣深断裂带平均宽60 km,南起江西弋阳以南,经江西怀玉山、油溪口、皖南街口、浙西昌化往北东延伸,以乐安江断裂、五城断裂、宁国—绩溪断裂为西界,总体呈北东35°~60°方向延长数百千米,宽10~30 km,是江南台隆、下扬子拗陷与钱塘拗陷的分界。断裂带形成于中元古代末期,于晚元古代早期强烈活动,白垩纪时活动最强;由壳断裂逐渐发展到抵达硅镁层,并使基性、超基性岩浆上侵的岩石圈断裂;断裂带控制了动力和热力变质作用、蚀变作用,尤其是岩浆作用^[3]。1991年杨文思^[4]认为,皖浙赣深断裂带是扬子陆块内部靠近东南边界(东乡—江山—绍兴断裂带)的一条切割壳层的深断裂带;他在该带中段蛇绿岩套和枕状熔岩中发现有古岛弧型Pb同位素和幔源型S同位素存在,从而进一步证明该深断裂带是一条幔型深断裂带。

由于对该构造带的空间分布、构造特征及演化历史等基础地质研究程度较低,一直以来对“皖浙赣断裂带”的认识分歧很大,多数人对其存有疑问,特别对其北延方向及形成时代提出了不同看法。如《祁门、屯溪幅1:20万区域地质调查》^③(1971)认为,江湾—街口强烈挤压破裂带即大致相当于浙皖赣深断裂的位置,与西部断裂带、开化—淳安褶断带属一整体。《安徽省区域地质志》^[2]则认为虎(岭)—月(潭)断裂即是浙皖赣深断裂,北自广德县虎岭关,

经宁国县宁国墩、绩溪、屯溪,向南与丰城—婺源(乐安江)断裂相接。华仁民^[5-6]根据板块边缘沟弧盆体系的理论,提出赣东北深大断裂带是由古俯冲带转变而来的,具体来说,它的位置相当于约1 000 Ma BP落可崇运动时的古俯冲带,它在雪峰运动后的压应力松弛阶段转化为深断裂带。许多大学和科研院所对分布于皖南伏川、赣东北两地的基性-超基性岩做了大量研究工作,指出沿赣东北—皖南伏川分布的基性岩带为一条经构造强烈支解了的“蛇绿混杂岩带”^[7-8],代表元古宙古板块(或地体)碰撞缝合线,其西侧为九岭—郭公地体,东侧为怀玉地体;汪新等^[7]同时认为,赣东北断裂带是强烈的构造变形带,是地质上的明显界线,无疑代表了一条古碰撞缝合线,沿此带发生的是新元古代古岛弧(怀玉地体)向扬子板块被动大陆边缘(九岭地体)的碰撞推覆。此外马长信等^[8-9]还将皖浙赣断裂带与赣东北蛇绿混杂岩带并称为赣浙皖结合带(地缝合线)。徐备等^[10]测得赣东北蛇绿岩的Sm-Nd同位素年龄为930 Ma。邓国辉等^[11]认为,德兴—黄山断裂带是一条多期活动构造带,包括赣东北蛇绿混杂岩和一系列NNE向韧性剪切变形带和脆性断裂,其两侧前震旦纪地层组成、变形变质程度等均有较大差异,是江南复合混杂岩带内一条分隔次级构造单元的边界型断裂。

由此可见,研究者往往把不同阶段形成、不同延伸方位的断裂带均纳入“皖浙赣断裂带”的范畴。因此,“皖浙赣断裂带”是否实际存在?是形成于新元古代还是中生代?或者不同阶段有不同的构造表现,其大地构造背景有较大差别?目前尚没有明确

① 浙皖赣三省边界调查队. 浙、皖、赣三省边界地区地质踏勘报告. 1962.

② 朱训. 赣东北深断裂带及其地质找矿意义. 南昌:江西省地质局,1964:1-20.

③ 安徽省冶金地质局. 1:20万祁门幅、屯溪幅区域地质矿产调查报告. 1971.

结论。

而近几年在该地区的其他地质调查和科研工作,如新近完成的多幅1:5万区域地质调查^①及其他地质大调查项目,由于工作范围限制,仅对图幅地段或研究范围内的构造现象进行了分析描述,未能对跨省区的大型断裂带进行整体观察分析。为了阐明皖浙赣断裂带显著的控岩控矿作用特征和机理,本文在前期1:5万区域地质调查和《浙赣皖相邻区综合找矿预测》项目(1999—2002)详细研究的基础上,综合了最新的地质大调查和科研工作成果,分析研究认为:前人认为的皖浙赣断裂带是存在的,但不同时代形成的断裂带有不同的表现,延伸方向有较大变化。晚阶段的断裂带依次切割并对早阶段的断裂带稍有改造。最早的断裂带形成于新元古代,北延方向为北东东向,加里东期为近东西向,最晚的形成于晚中生代,以歙县—绩溪—宁国断裂带为代表。通常意义上所指的具有区域控岩控矿作用的皖浙赣断裂带,应该是晚中生代形成的,不包括晋宁期和加里东期形成断裂带。皖浙赣断裂带不仅是南东盘向北西推覆逆冲的前缘断裂带,而且又控制了侏罗—白垩纪红色盆地及同期岩浆岩的形成分布,是一条具有控矿作用的重要的构造岩浆岩带。

1 区域地质概况

浙赣皖相邻区位于扬子板块的东南部地带,主体部分为俗称的“江南古陆”东段,北缘为扬子板块与华北板块的过渡带,东南为浙西冲断褶皱带,南以江绍断裂带与华南板块邻接(图1)。

浙赣皖相邻区的中、新元古代浅变质基底岩系广泛出露,构成江南古陆东段的主体。基底岩系包括中元古代黟县—长城纪、新元古代青白口纪地(岩)层,可分为变质变形程度不同的三大块^[12-13]。中部为强变形的片状无序浅变质岩层,原始层理消失,千枚理方向近东西向—北西西向,发育大量倾竖褶皱;呈向南西张开的三角形分布于皖赣边界至赣东北一带,其上有中石炭世—早三叠世地层零星露头及中生代红层盆地分布。北部为弱变形的成层有序浅变质地层,近东西向分布于歙县、祁门及赣北一带。大致沿绩溪—五城—乐安江一线以东的南东部,为较强变形的部分无序、部分有序的浅变质地层,断层及区域面理方向呈北东东向—北东向,且断层以由南东向北西的逆冲为主,分布于歙南、浙西一

带。

南北两侧均有震旦纪—早志留世盖层分布。北缘下震旦统休宁组(Z_{1x})底界以角度不整合超覆于前震旦纪基底以及许村、休宁等晋宁期花岗闪长岩体之上,南(东)缘角度不整合超覆于中元古代变质碎屑岩、新元古代变质火山岩、晋宁期歙县花岗闪长岩体之上(图1)。其上缺失了晚志留世—早石炭世海相沉积。至晚泥盆世,才开始由下扬子地区向江南古陆逐步海侵,晚古生代沉积地层向江南古陆超覆,分别覆盖在震旦—寒武纪褶皱岩层和前震旦纪浅变质岩系之上。古陆内部仅有石炭纪—早三叠世地层零星露头,直接不整合沉积在中元古代浅变质千枚岩系之上。

侵入岩主要出露青白口纪休宁、歙县、许村等花岗闪长岩体,灵山、莲花山、石耳山花岗(斑)岩体,燕山期鹅湖、旌德、太平等花岗闪长岩体,黄山、伏岭、大历山等花岗(斑)岩体及数十个小岩株(体)。

该地区的构造线方向有一定规律性,中西部以近东西向—北东东向为主,受后期北(北)东向断层切割;东南部以北东—北北东向为主。震旦纪—早志留世盖层褶皱形态大多不太完整,褶皱规模、样式和方向略有不同。

皖浙赣相邻区矿产丰富,已发现数百处矿床(点)。其中有江西德兴特大型铜金矿床、金山金矿、银山铅锌矿、大背坞金矿等大型矿床,安徽天井山金矿、岭后铜矿、际下钨矿、西坞口钨银矿等中型矿床,等等。

2 “皖浙赣断裂带”地质表象

以往认为的“皖浙赣断裂带”宽30~40 km,最宽达60 km,由一系列由南(东)往北(西)的逆冲断

① 储东如,吴跃东,刘家云,等. 1:5万河沥溪幅、宁国墩幅区域地质调查报告. 1994;支利庚,曹祖章,吴德根,等. 1:5万旌德县幅、岛石坞幅、绩溪县幅、顺溪幅区域地质调查报告. 1989;支利庚,左延龙,汪隆武,等. 1:5万七都幅、歙县幅、大阜幅、王阜幅区域地质调查报告. 1996;余心起,王德恩,杨荷金,等. 1:5万兰田幅、休宁县幅、屯溪幅区域地质调查报告. 1998;程光华,左延龙,王德恩,等. 1:5万五城幅、大汉口幅区域地质调查报告. 2000;吴小勇,王孔忠,许新苗,等. 1:5万叶村幅、郭村幅、姚家幅、汾口幅、塔山幅区域地质调查报告. 1995;刘伯根等. 1:5万毛坦幅、马山镇幅、油溪口幅、开化县幅区域地质调查报告. 1995;赣东北地质大队. 1:5万德兴县幅、张村幅、暖水幅、海口幅区域地质调查报告. 1986.

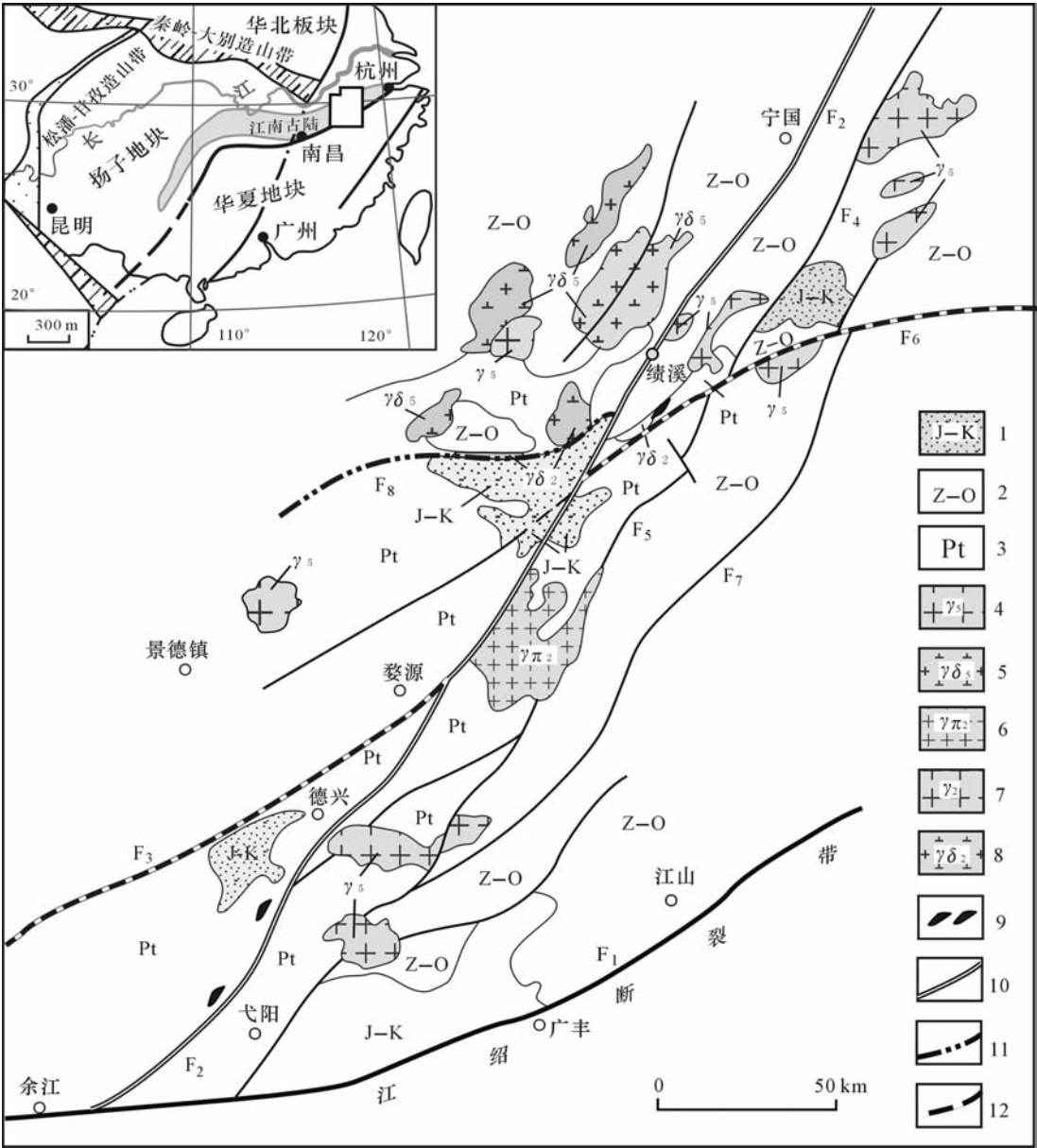


图1 浙赣皖相邻区区域地质构造略图

Fig.1 Regional geological sketch of the adjacent area of Anhui-Zhejiang-Jiangxi

1: 侏罗—白垩系; 2: 震旦—奥陶系; 3: 前震旦系; 4: 燕山期花岗岩; 5: 燕山期花岗岩闪长岩; 6: 晋宁期花岗斑岩; 7: 晋宁期花岗岩; 8: 晋宁期花岗岩闪长岩; 9: 蛇绿岩及超镁铁质岩; 10: 燕山期皖浙赣断裂带主断裂带; 11: 加里东期主断裂带; 12: 晋宁期主断裂带; F₁: 东乡—江山—绍兴断裂带(扬子陆块与华夏陆块的碰撞缝合带); F₂: 绩溪—宁国断裂, 五城断裂, 赣东北断裂; F₃、F₆: 晋宁期断裂带(F₃: 乐安江断裂; F₆: 三阳断裂); F₄: 西天目山断裂; F₅: 皖浙边界断裂; F₇: 浙西断裂; F₈: 祁门—潜口断裂

层以及左旋为主的平移断层组成。西界大致范围南起江西弋阳以南, 沿乐安江断裂、五城断裂、宁国—绩溪断裂往北东向延伸; 东界经怀玉山、油溪口、街口、昌化往北东延伸。这一构造带的地表迹象是显著的, 在 TM 卫星影像上表现为清晰可见、规模较大的北东向线性特征, 在地貌上为低洼地形, 色调浅。地球物理特征明显, 重力异常和航磁异常都不同程度地反映了该断裂构造的存在。然而, 调查发

现, 以往文献中所指的“皖浙赣断裂带”实际上包括了不同时代形成的规模巨大的区域性断裂带。最早的断裂带形成于新元古代, 最晚的形成于晚中生代。不同时期方向有变化, 新元古代晋宁期的北东向, 早古生代加里东期为近东西向—北东东向, 晚中生代为北北东向。不同时期的断裂带有不同的地质表象, 应该加以区分。

本文按三个阶段断裂带的延伸方向即北东—北

北东向、近东西向—北东东向、北东向三组分别叙述,以说明它们相互之间的差别。

2.1 北东向断裂带基本特征

北段以歙县伏川蛇绿构造混杂岩带为代表,是一个长期活动的中深层为主、中浅层构造掺杂的区域韧性断裂带^①,呈北东(东)向自岩寺延至清凉峰,宽4~10 km,特征为:(1)规模大,产状稳定,糜棱面理产状为 $120^{\circ}\sim 150^{\circ}/30^{\circ}\sim 60^{\circ}$;(2)发育多期次、多层次构造形迹;早期构造多为韧性变形,构造面理为连续的千枚理、片理,往南渐变为板理;晚期多为塑性变形及脆性破裂,岩石中发育的多为破劈理及其产生的糜棱面理挠曲,断裂中多为未固结的断层泥及构造角砾;(3)断裂带中的微—宏观指向构造,指示由南东向北西逆冲,逆冲产生佛岭头飞来峰、佛岭脚(伏川)逆冲断块、构造透镜体等不同时期的构造;(4)沿断裂带发育大量基性—酸性岩墙(脉)、岩株;(5)断裂带被燕山期北西—南东向平移断裂切割。

三阳断裂(F_6)以往被认为是皖浙赣断裂带北段的主要断裂带,现在普遍认为是伏川蛇绿构造混杂岩带的南界,后期活动强度大于混杂岩带。由一系列近东西向的逆冲片体叠置而成,且由西往东断裂带由几米到几十米加宽至近百米到数百米,叠置岩片增多,构成趋于复杂,如三阳坑—老竹铺—昱岭关一带断裂带内有西村岩组的碎片、井潭组火山岩的碎片、昌前组碎屑岩的碎片,还有震旦—寒武纪地层碎块。详细的区域构造解析表明,这些脆性断裂是后期叠加其上的。在歙县三阳坑乡上村公路边,可见地表为一系列北北东向的左行剪裂隙,切割了与伏川蛇绿构造混杂岩带平行(北东向)的构造面理,构成一条脆性为主的剪切带,沿北东向往两端延伸数十千米。

皖南的伏川蛇绿构造混杂岩往南西向延伸和赣东北蛇绿岩在走向上无法连接。前者往南西延至屯溪—休宁盆地东端,东西向相隔50~60 km,在盆地西端出露于休宁黄土岭一带,并继续往南西向经休宁流口一带延伸至江西境内,与赣东北蛇绿混杂岩之间也呈断续延伸。这一现象表明,北东向的构造带经受了后期的构造作用并被改造。

南段为赣东北蛇绿混杂岩带,包括西部边界乐安江断裂(F_3)。乐安江断裂呈北东 $55^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 方向展布于婺源南东梅林一带,区域上又称为丰城—婺源断裂。断面倾向南东或北西,倾角一般 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$,早期为宽1~5 km宽的韧性变形带,晚期叠加脆性断

层,硅化强烈,地貌特征明显。乐安江断裂由一系列斜冲断层平行排列组成,不同地段不同程度地控制了晚古生代及中生代地层的分布并又切割之。东段局部有基性、中性岩体侵入。在余干至婺源一段,其延伸方向与基底褶皱协调一致,显然系褶皱过程中形成的压性或压剪性逆冲或斜冲断层。

赣东北蛇绿混杂岩带一直被认为是赣东北断裂带的最主要构造表象^[1, 5-11]。离子探针锆石 U-Pb 年龄分析结果表明,赣东北蛇绿岩套的高度分异岩浆的结晶年龄为 (968 ± 23) Ma^[14]。重新计算的蛇绿岩 Sm-Nd 等时线年龄 (955 ± 44) Ma,与锆石 U-Pb 年龄在误差范围内一致^[14]。德兴—弋阳一带的西湾的蓝闪片岩 K-Ar 年龄值 (866 ± 14) Ma^[15]。测年结果均代表晋宁阶段动力变质事件,暗示与伏川、赣东北蛇绿岩套有关的北东向构造带最早形成于晋宁阶段。

2.2 近东西向—北北东向断裂带基本特征

最明显的是歙县—祁门断裂带(F_8),往西经江西的景德镇至宜丰(被牵引成北东向),往东在歙县一带被中生代红层覆盖,并被北东向断层割断。表明其形成时代早于北北东向断裂。可见出露宽约7 km,是一条多期活动的断裂构造。该断裂带是造成皖浙赣相邻区基底变质变形程度不同分区的主要因素,断裂带以南的变质变形程度明显高于北部,二者上覆的盖层也不同,表明该断裂南盘隆升速率快于北盘。钻孔资料证实^①,研究区内该断裂往南倾斜,指示中部强变形的片状无序浅变质岩层在隆升时也在往北逆冲。

同时,歙县—祁门断裂带切割并右旋平移了早期北东向伏川蛇绿构造混杂岩,使其在屯溪—休宁盆地东西两端相隔50~60 km,表明其形成时代晚于晋宁阶段。

余心起等^[16]研究认为,受华南加里东构造事件的波及,江南古陆地带的近东西向断裂构造一般为加里东期形成,与加里东期隆起引起的由南往北的滑覆相对应,主要为张性正断层,如皖南兰田地区发育南北基本对称的地堑式断裂,最终使兰田地区形成残留向斜盆地^[17-18]。受北东—北北东向断层的切割和改造,这些近东西向—北东东向的断层带在走向上往往不连续,部分断裂带已经被改造为北东东

① 余心起. 皖南歙县水竹坑地区韧性推覆剪切带的发育特征及成因分析. 安徽地质科技, 1990(1): 1-7.

向至北东向。

此外,在皖赣边界地带也发育类似特征的近东西向断裂带。推测是造成休宁黄土岭至流口的蛇绿岩与赣东北蛇绿混杂岩之间呈断续延伸的原因之一。

2.3 北东—北东向断裂带(F_2)基本特征

(1)北段:以宁国—绩溪断裂带为代表,地表迹象显著。断裂带由数条近同向主断层带组成,西缘以北北东向绩溪断裂为界,总体呈北北东 $25^\circ\sim 30^\circ$ 方向延伸,倾向南东,倾角 $30^\circ\sim 60^\circ$ 不等。东以绩溪大坑口—仁里—宁国墩断裂(即“虎月断裂带”^[2]的北东段)为界。

宁国以北地段,断裂带较窄,以龙门断裂表现明显(图2),在龙门、鲍村一带可见三期活动踪迹^①。早期发育逆冲断层带,主断面走向 $30^\circ\sim 35^\circ$,倾向南东,倾角 $40^\circ\sim 70^\circ$;发育 50~80 m 的断层破碎带,带内发育硅化角砾岩、断层泥等,挤压片理发育。中期表现出张性活动特征,龙门等地可见一组小断层,走向 $40^\circ\pm$,向北西陡倾,切割早期逆冲断层,发育张性构造角砾岩;宁国沙埠一带发育晚白垩世赤山组沉积,表明该断裂自白垩纪以来对盆地起控制作用,晚期则主要表现为由南东往北西的低角度逆冲。断裂带向北东过宁国九宫庙、长虹后,逐渐发散变宽,带状特征不明显。

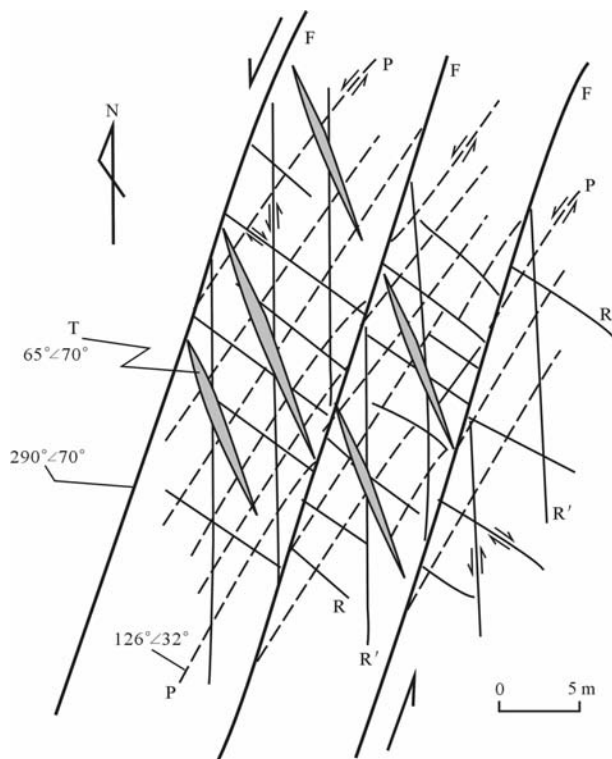


图3 宁国石柱村宁国—绩溪断裂带左行剪切素描图

Fig. 3 The geometry and shear sense of Riedel shears in the fault zone, Shizhu village, Ningguo County

F—主断面(走向 $20^\circ\sim 25^\circ$); R—里德尔剪裂(走向 $5^\circ\sim 10^\circ$); R'—里德尔剪裂(走向 $305^\circ\sim 310^\circ$); P—压剪性裂隙(走向 $35^\circ\sim 40^\circ$); T—石英或硅质细脉(张裂隙;走向 $335^\circ\sim 340^\circ$)

推覆在新层位之上,逆掩幅度大,缺失层位多。岩石片理化、糜棱岩化强烈,发育构造透镜体,并有中、酸性小岩脉侵入。在绩溪三十八号桥附近(图5),断裂带南界绩溪断层发育在中元古代牛屋组与白垩纪徽州组之间,断层面产状: $125^\circ\sim 130^\circ/35^\circ$,下盘紫红色砂岩挤压带宽 1.5 m,岩石破碎,挤压片理明显,并发育构造透镜体;上盘牛屋组泥质粉砂岩破碎带更宽,大于 300 m。

绩溪县附近的其他部位表现同样显著,如绩溪盈孟坑,可见休宁组逆冲在西阳山组之上形成飞来峰;绩溪县界水村铁矿施工的钻孔中(图6),不仅震旦纪休宁组,且燕山期的闪长玢岩和燕山晚期的扬溪岩体等均均以低角度逆冲在华严寺组之上,断层带片理化、糜棱岩化非常发育。

断裂带东盘也发育与之平行的小规模逆冲断层,断续出露。浙西北西天目山断裂(F_4)是近东部边界北北东向的较大断裂。地球物理资料表明,主

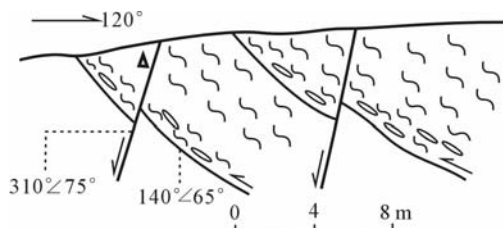


图2 宁国龙门断裂次级小断层素描图

Fig. 2 Sketch map showing the sub-fault of the Ningguo-Jixi fault zone in Ningguo County

宁国县往南霞西乡石柱村一带,震旦纪休宁组斜向逆冲在奥陶纪地层之上,主断面走向 20° ,倾向北西,倾角 70° (图3),右侧一系列同期次级裂隙发育,其中一组共扼剪裂隙,走向分别为 $5^\circ\sim 10^\circ$ 和 $305^\circ\sim 310^\circ$;最明显的一组剪裂隙产状 $126^\circ/32^\circ$;另见少量石英或硅质细脉,代表一组张裂隙,产状 $65^\circ/70^\circ$ 。

绩溪与宁国之间的绩溪—胡乐一段(图4),断裂带由三条主干断层组成。断裂带以挤压、逆冲、推覆为主要特征,次级断层呈多阶式逆冲,较多层位均

① 储东如,吴跃东,刘家云,等. 1:5万河沥溪幅,宁国幅区域地质调查报告. 1994.

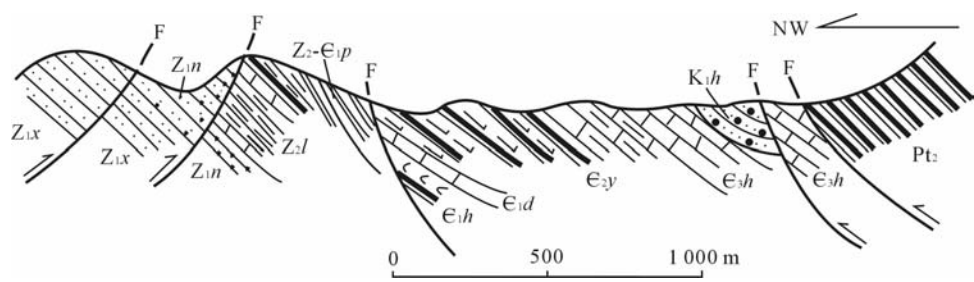


图4 绩溪断裂带横剖面图(芦山湾—王家村东)

Fig. 4 Section of the Ningguo-Jixi fault zone (Lushanwang-Wangjiacun)

K₁h—早白垩世徽州组;C₃h—晚寒武世华严寺组;C₃y—中寒武世杨柳岗组;C₁d—早寒武世大陈岭组;C₁h—荷塘组;Z₂-C₁p—晚震旦—早寒武世皮园村组;Z₂l—晚震旦世兰田组;Z₁n—早震旦世南沱组;Z₁x—休宁组;Pt₂—前震旦纪浅变质岩系;F—断层

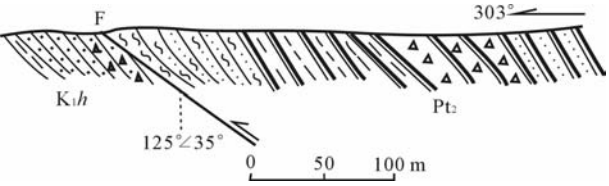


图5 宁国—绩溪断裂带横剖面图(三十八号桥)

Fig. 5 Section of the Ningguo-Jixi fault zone (in No. 38 Bridge)

K₁h—早白垩世徽州组;Pt₂—前震旦纪浅变质岩系;F—断层

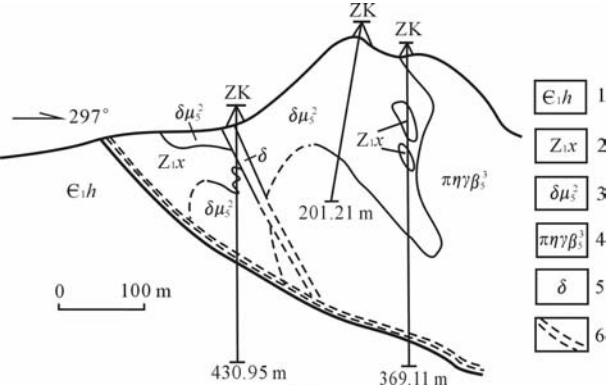


图6 绩溪县界水村矿区地质剖面图

(据安徽省地质矿产局 332 地质队资料)

Fig. 6 Section in Jieshui Village, Jixi County

1—上寒武统;2—下震旦统;3—闪长玢岩;4—黑云母二长花岗岩(扬溪岩体);5—闪长岩脉;6—糜棱岩带

断面与次级断面在深部是连在一起的,都是逆冲块体的前缘断裂带的组成部分。断裂带沿线附近燕山期的岩浆活动最为强烈,江西灵山、大茅山—怀玉山分布有花岗岩岩基或岩体;皖南和浙西一带出露有数十到数百 km² 的小型花岗岩岩体,如伏岭花岗岩体、扬溪岩体、顺溪岩体等;但其深处隐伏有磁性体,据判断,可能是花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩等岩体的巨大花岗岩岩基。此外,更有许多酸性到中酸性的以及超浅成的小型斑岩类岩体,也属燕山期不同

期次的产物,表明断裂带是研究区重要的控岩控矿构造。同时,沿断裂白垩纪红层盆地发育,岩石破碎,有片理化现象,因此也是控盆、断盆构造。

断裂带磁场特征清晰,位于正、负两大磁场区的梯变带上,南东为负磁场区,北西为正磁场区,航磁 ΔT 零值线沿断裂带通过,磁异常的展布方向与断裂一致。

由此可见,宁国—绩溪断裂带是一条主要在晚中生代以来多期活动的断裂,规模巨大,因而成为皖浙赣断裂带后期阶段的主要断裂带。断裂带控制了沿该带的红层沉积及南东侧早白垩世的火山活动,其两侧在构造、岩浆岩和矿产等方面都有明显差异。北西侧相对稳定,构造简单,线性特征不明显。南东侧地壳活动性大,褶皱线性明显,北东向断裂发育。北西侧以大型岩基为主,类型简单(如旌德岩体发育在燕山中期),南东侧岩浆活动频繁,时间多在燕山晚期,并具有多期次、多成因、多岩石类型等特点,小岩体分布广泛。

(2)中段:中段主要指五城断裂带(图 1F₂ 的中部),与北段之间有休宁—屯溪中生代红盆相隔,往南与赣东北断裂过渡。发育于中元古代溪口群与晋宁期灵山岩体之间,主断面走向北东 25°±,倾向 SE,倾角 60°±,宽度 30 m 以上,两期活动特征明显。早期活动形成巨大的角砾岩带,构造热液沿断裂硅化交代角砾形成伟晶长石质细脉,呈梳状分布;晚期以水平方向运动为特征,在硅化岩或硅化角砾岩中发育较多的水平擦痕,据判断具左行平移特征。

休宁五城附近,断裂带主要表现出数十至数百米宽的糜棱岩化带和片理化带,晚期叠加脆性构造带。在休宁佛岭—捉马剖面上,糜棱岩化带和片理化带宽度 500 m 以上,倾向南东,产状平缓,发育

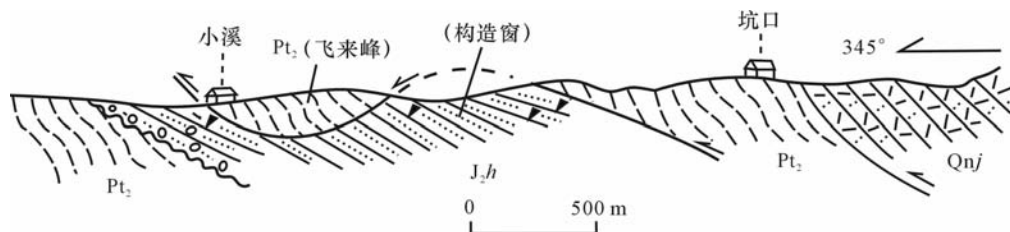


图7 歙县小溪构造窗地质剖面图

Fig. 7 Structural window in Xiaoxi Village, Shexian County

J₂h—洪琴组;Qbj—青白口纪井潭组火山岩;Pt₂—中元古代昌前组千枚岩

“S-C”组构;近于水平的二期面理倾角 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 甚至水平,并反映由南东向北西的推覆剪切特征。剪切带中发育石英钠长千糜岩,其中的新生石英和长英质呈丝状分布。安徽天井山金矿就发育在该剪切带中。

该段东盘断裂发育。与主断裂平行、近平行的断裂规模不等,发育在不同的地(岩)层中。推覆构造发育,如浅变质基底岩系千枚岩逆冲覆盖在侏罗纪红色盆地之上,形成(歙县)小溪构造窗(图7);震旦—寒武纪盖层底界及层间(或层内)的一系列逆冲断层及随之形成的推覆褶皱,使地(岩)层的空间展布大大缩短,南东侧的浙西冲断褶皱带随之向北西推进了较大距离。

(3)南段:最显著的是赣东北断裂带,大致呈北东 35° 土方向延伸,往北与五城断裂带相接。该断裂由一系列压性冲断层或压剪性斜冲断层组成,沿此带硅化破碎、片理化、挤压扁豆体均较发育,前者局部宽达 250~300 m 不等;明显控制青白口纪上墅组、登山群及震旦纪、早古生代及中生代地层的沉积和分布,显然在晋宁运动时期即已形成;两侧地层的发育程度、沉积厚度、沉积相等均有显著差异;沿断裂带及附近分布 200 余个基性、超基性小侵入体,形成庞大的所谓“赣东北基性-超基性岩带”。南西段控制着中生代乐(华)—德(兴)红色盆地的形成、发展及燕山期花岗岩的侵入,局部地段尚有基性、超基性岩沿其派生断裂产出。由此可见,江西境内的赣东北断裂带是一条长期活动的断裂带,晚中生代时期被皖浙赣断裂带利用。

赣东北断裂带在地层、构造、岩浆活动、矿化、地球物理、遥感影像及地震活动等方面都有良好显示,是一条长期活动的超壳深断裂。它对赣东北地区的构造演化、岩浆活动和成矿作用都具有特别重要的控制意义,德兴大型铜金矿集区的几个大型矿床都产在赣东北断裂带附近^[19-20]。

3 讨论

上述现象说明,以往所指的“皖浙赣断裂带”实际上包含了不同时代形成的、方向有较大变化的数条区域性断裂带,应加以区分。如何定名可以作进一步的讨论。皖浙赣相邻地区的主要地质事件有晋宁期、加里东期和燕山期三个阶段,不同阶段有不同的代表性主要断裂。晋宁期形成的断裂带现在方向为北东向,以乐安江断裂、赣东北蛇绿混杂岩带、伏川蛇绿混杂岩带为代表,它们在走向上被后期断裂带错断;加里东期近东西向,以祁门—歙县断裂带为代表,造成变质基底的分区差别;晚中生代北北东向,以赣东北断裂带、五城断裂带、歙县—宁国断裂带为代表,控制着皖浙赣相邻区燕山期岩浆岩、矿床的形成和分布。以显著的区域控岩控矿作用为界定条件的皖浙赣断裂带,应该是晚中生代时期北北东向的赣东北断裂带、五城断裂带、歙县—宁国断裂带。

宁国—绩溪断裂控制了沿该带的中生代红层沉积及南东侧早白垩世的火山活动,而北东东—近东西向的三阳断裂带没有类似的分界作用。其卫片影像特征比三阳断裂带表现明显。此外,沿该段断裂两侧的地球物理特征区别比三阳断裂带更大,航磁和地磁异常均表现为北西侧正异常、南东侧(包括三阳断裂带通过处)负异常;北西重力高、南东重力低构成线状分带。

中生代时期的三阳断裂带仅表现为逆冲断层性质的脆性断裂,规模不大。从野外不同的观察点上所见的现象看,一系列北北东向的断裂(裂隙等),大都是最晚阶段形成的左行的剪切断裂,叠加并改造了早期北东东向的构造线。逆冲断层性质的脆性断裂就是左行剪切与皖浙赣断裂带南东盘推覆构造共同作用的结果。这些比较密集的左行剪裂呈北东东向的带状分布,向两侧均有减弱趋势,经观察发现,

这是因为岩石的能干性不同所造成的。沿歙县大阜、杞梓里向东北东往三阳坑、老竹铺延伸,经过浙皖交界的昱岭关,分布着以含凝灰质岩屑砂岩为主的较宽的岩性带,与两侧薄层的砂岩、千枚岩相比,更容易发生脆性破裂而不是塑性变形。因此,实际上并不存在中生代时期的三阳断裂带。

五城断裂带往南与赣东北断裂相接,也是一条较晚形成的多期活动的断裂构造,断裂带沿线及两侧发育一系列中生代的小岩株和矿床(点)。它与早期断裂带重合,但其走向以被调整为 NNE 向,沿走向方向与宁国—绩溪断裂带可以连成一线。

因此,通常意义上的皖浙赣断裂带主要表示晚中生代的赣东北断裂带、五城断裂带和绩溪—宁国断裂带,是由数条断层组成的、规模巨大的、具有左行走滑特征^[21-27]的区域性断裂带。它不仅是南东盘向北西推覆逆冲的前缘断裂带,而且又控制了侏罗—白垩纪红色盆地及同期岩浆岩的形成分布,是一条具有控矿作用的重要的构造岩浆岩带。

4 皖浙赣相邻区多期断裂带的成因及发展演化

4.1 皖浙赣相邻区多期断裂带的成因及其构造背景

浙皖赣相邻区以新元古代、早古生代(加里东期)、晚中生代(燕山期)等三期构造事件最为明显,而海西期、印支期的表现则比较微弱。上述不同时代形成的、方向略有变化的区域性断裂带,分别对应于新元古代、加里东期、燕山期三期构造事件。

新元古代时期,浙皖赣相邻区处于沟-弧-盆体系中。郭令智等^[28-29]系统地论述了华南大地构造的划分和演化历史,认为华南是由扬子陆块东南缘 5 个不同时代沟-弧-盆系从西北到东南不断增生、迁移、演化的结果。而华夏地块和扬子地块碰撞缝合线位置,虽在湘赣地区争议很多,但浙赣地区一般放在江绍断裂及其延伸线^[30-31],赣东北—伏川蛇绿岩套是弧后盆地洋壳的残余。现今的碰撞缝合带为北东向,与蛇绿岩套相关的赣东北蛇绿混杂岩带—伏川断裂也呈北东向,二者之间存在着成生联系。亦即赣东北—伏川断裂带是在碰撞背景下形成的。

浙皖赣相邻区尚未发现加里东期的岩浆活动,而华南地区则发育强烈的加里东构造事件^[32-33]。皖浙赣相邻区受到华南加里东构造事件的波及,表现

为变质基底的差异隆升,造成不同区域基底岩系变质变形上有巨大差别。其分界带以及构造面理方向为近东西向,表明皖浙赣地带的近东西向断裂构造为加里东期形成^[16],相比之下,海西期、印支期的构造表现更加微弱。

晚中生代中国东南部由近东西向的古亚洲构造域向北东—北北东向的太平洋构造域的转换^[34-39],在研究区形成了以北东—北北东向为主的构造形迹。皖浙赣断裂带在该时期受太平洋构造域控制,处于南南东向北北西挤压的构造背景中,形成以左行走滑为主的北北东向断裂带以及南东盘的推覆构造(带)。

4.2 皖浙赣相邻区多期断裂带的形成、发展和演化

以往所指的皖浙赣断裂带实际上是多期、多方向断裂带的组合。应该加以区别。

赣东北断裂带形成于晚元古代,以北东—北北东向左行平移剪切为主要形式;晋宁晚期成为浙皖赣冲断带(怀玉地体)与障公山地体拼贴的边界断裂,不仅使赣东北、伏川蛇绿岩套被破坏为蛇绿(构造)混杂岩,还控制了石耳山、莲花山碰撞后花岗(斑)岩体产出。由于北段被震旦纪以上盖层覆盖,加之带中高压蓝闪石片岩中的蓝闪石具有 866 Ma 的形成年龄^[15],因而这一拼贴过程发生于晋宁晚期是比较确定的。

近东西向的祁门—歙县断裂带则在加里东阶段的作用比较显著,西部强烈隆起,震旦纪—早古生代地层被剥失殆尽,晚古生代地层直接覆盖在中元古代浅变质岩系之上;而东部隆起幅度相对偏小,晚古生代地层不仅覆盖在中元古代浅变质岩系之上,也覆盖在震旦—寒武纪地层之上^[16]。

晚中生代,在中国东南部近东西向的古亚洲构造域向北东向的太平洋构造域的转换^[34-39]过程中或之后,皖浙赣断裂带最终形成。南东盘的浙皖赣冲断带由南向北推覆,前沿三阳断裂带表现为一系列平行、近平行的近东西向逆冲断层,皖浙赣断裂则随之产生左行平移,且南段较北段更显著;推覆块体由于自生的运动方向与断裂带斜交而斜向逆冲拼贴在蛇绿混杂岩带之上。

5 结语

综上所述,前人所指的“皖浙赣断裂带”是由数条不同时代形成的、方向略有变化的断层组成的规

模巨大的区域性断裂带,不能混为一谈而统称之。而通常意义上所指的具有区域控岩控矿作用的皖浙赣断裂带,应该是晚中生代形成的,不仅是南东盘向北西推覆逆冲的前缘断裂带,而且又控制了侏罗—白垩纪红色盆地及同期岩浆岩的形成分布,是一条具有控矿作用的重要的构造岩浆岩带。

本文系《浙赣皖相邻区综合找矿预测》(任务书编号:70401134128)部分研究成果。作者在该项研究成果的基础上,调研了研究区最近十年来1:5万、1:25万区域地质调查及其他地质科研成果,经过综合分析和讨论,最后形成此文。笔者感谢评审员的辛勤劳动并提出建设性的修改意见!

References:

- [1] Zhu Xun, Huang Chongke, Rui Zongyao, et al. Dexing porphyry copper deposit [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1983; 1-336(in Chinese).
- [2] Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional geology of Anhui Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1985; 1-921(in Chinese).
- [3] Zhu Jun, Zhang Jingyuan. Discussing the Zhejiang-Anhui Jiangxi fault belt[J]. Geological Review, 1964, 22(4): 91-98 (in Chinese).
- [4] Yang Wensi. The magmatite and ore controlling of the deep Anhui-Zhejiang-Jiangxi fault zone and its criteria for ore prospecting[J]. Developments of Metallurgy and Geology, 1991, (11): 22-25(in Chinese).
- [5] Hua Renmin. A discussion on the forming mechanism of northeast Jiangxi deep fault[J]. Journal of Nanjing University;Earth Science Edition,1988, 24(1): 62-69(in Chinese).
- [6] Hua Renmin, Li Xiaofeng, Lu Jianjun, et al. Study on the tectonic setting and ore-forming fluids of Dexing large ore-concentrating area, northeast Jiangxi Province[J]. Advances in Earth Science, 2000, 15(5): 525-533(in Chinese).
- [7] Wang Xin, Ma Ruishi. The discovery of an ophiolite mélange and fossil collision suture in Huaiyushan[J]. Journal of Nanjing University;Earth Science Edition, 1989(1/2): 72-81(in Chinese).
- [8] Ma Changxin, Liu Ronggui, Lü Guide, et al. Presinian geology of northeastern Jiangxi[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992; 1-265(in Chinese).
- [9] Ma Changxin. New production of Sm-Nd isotopic ages of Zhanggongshan Group in northeastern Jiangxi and its geological significance[J]. Chinese Science Bulletin, 1991, 36 (21): 1518-1519(in Chinese).
- [10] Xu Bei, Qiao Guangsheng. Sm-Nd isotopic age and tectonic setting of the Late Proterozoic ophiolites in northeastern Jiangxi Province[J]. Journal of Nanjing University;Earth Science Edition, 1989, (3): 108-114(in Chinese).
- [11] Deng Guohui, Luo Chunlin, Lou Fasheng, et al. Recent developments in studying geology of Dexing- Huangshan fault zone and its adjacent areas[J]. Resources Survey & Environment, 2002, 23(4): 250-256(in Chinese).
- [12] Chang Yinfo, Dong Shuwen, Huang Dezhi. On tectonics of "poly-basement with one cover" in middle-lower Yangtze Craton China[J]. Volcanology & Mineral Resources, 1996, 17 (1/2): 1-15(in Chinese).
- [13] Ma Rongsheng. The stratigraphy of Pre-Nanhua system in south Anhui[J]. Resources Survey & Environment, 2002, 23 (2): 94-106(in Chinese).
- [14] Li Xianhua, Zhou Guoqing, Zhao Jianxin, et al. SHRIMP ion microprobe zircon U-Pb age of the NE Jiangxi ophiolite and its tectonic implications[J]. Geochimica, 1994, 23(2): 125-131(in Chinese).
- [15] Shu Liangshu, Shi Yangshen, Guo Lingzhi, et al. Plate tectonic evolution and the kinematics of collisional orogeny in the Middle Jiangnan, eastern China [M]. Nanjing: Publishing House of Nanjing University, 1995; 1-174(in Chinese).
- [16] Yu Xinqi, Zhang Da, Wang Longwu, et al. Features of Caledonian tectonics deformation in the Zhejiang-Anhui-Jiangxi border region, China[J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25(6): 676-684(in Chinese).
- [17] Yu Xinqi. Lantian relict synclinal basin in south Anhui, not a tectonic window[J]. Geological Review, 2000, 46(4): 337-46 (in Chinese).
- [18] Yu Xinqi, Hou Mingjin, Wang De'en. No evidence for a large Mesozoic overthrust in the Lantian area of Anhui Province, south China[J]. Journal of Asian Earth Sciences, 2005, 25 (4): 601-609.
- [19] Yang Minggui, Liao Ruijun, Liu Yaguang. The metamorphic basement types and the division and correlation of metamorphosed strata in Jiangxi[J]. Jiangxi Geology, 1998, 12(3): 201-208(in Chinese).
- [20] Zhang Zuhai, Wu Yanzhi, Huang Dingtang, et al. Large scale metallogenic prognosis for concealed deposit in northeast Jiangxi Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996; 1-21(in Chinese).
- [21] Fu Zhaoren, Li Zijin, Zheng Dayu. Structural pattern and tectonic evolution of NNE trending strike slip orogenic belt in the border region of Hunan and Jiangxi Provinces[J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6(4): 263-272(in Chinese).
- [22] Liu Guosheng. Deformation characteristics and evolution of the Jiangnan Fault Zone (segment of Southern Anhui) since Sinian period[J]. Journal of Hefei University of Technology, 1997, 20(3): 97-102(in Chinese).
- [23] Liu Hefu, Xia Yiping, Yin Jinyin, et al. Coupling mechanism of strike-slip orogen and basin[J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6(3): 121-132(in Chinese).
- [24] Wang Yitian, Li Jiliang. Fault-related tectonics of the strike-

- slip faulting[J]. Geological Science and Technology Information, 1999, 18(3): 30-34(in Chinese).
- [25] Zhong Dalai, Tapponnier P, Wu Haiwei, et al. Large strike-slip fault—significant post-intercontinental deformation pattern[J]. Chinese Science Bulletin, 1989, 34(7): 526-529(in Chinese).
- [26] Zhu Guang, Liu Guosheng. Basic characteristics and Mesozoic orogenic process of the Jiangnan intracontinental orogenic belt in Southern Anhui[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2000, 24(2): 103-111(in Chinese).
- [27] Price N J, et al. Strike-slip faults[J]. Analysis of Geological Structures, 1990: 139-160.
- [28] Guo Lingzhi, Shi Yangshen, Ma Ruishi. The geotectonic framework and crustal evolution of south China[C]// Books and Periodicals Editorial Department of the Ministry of Geology. International exchange symposium on geology for 26th International Geological Congress (1). Beijing: Geological Publishing House, 1980: 109-116.
- [29] Guo Lingzhi, Shi Yangshen, Ma Ruishi, et al. Plate movement and crustal evolution of the Jiangnan Proterozoic mobile belt, southern China[J]. Earth Sci J Ass Geol Col Japan, 1985, 39(2):156-166.
- [30] Zhou Xinmin, Zhu Yunhe. Petrologic evidences of Late Proterozoic collision orogen and suture zone in southeast China[M] //Li Jiliang. Structure and geological evolution of continental lithosphere in southeast China. Beijing: Metallurgical Industry Press, 1993: 87-97(in Chinese).
- [31] Wang Jian. Neoproterozoic rifting history of south China: significance to Rodinia breakup[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2000: 1-146(in Chinese).
- [32] Ma Wenpu, Qiu Yuanxi, He Fengsheng. Lower Paleozoic omission zone in Jiangnan uplift—a sign of Caledonian foreland fold thrust belt[J]. Geoscience, 1995, 9(3): 320-324(in Chinese).
- [33] Yuan Zhengxin, Zhong Guofang, Xie Yanbao, et al. A new recognition on spacio-temporal characteristics of the Caledonian orogeny happened in south China[J]. Geology and Mineral Resources of South China, 1997(4):19-25(in Chinese).
- [34] Zhao Yue, Yang Zhenyu, Ma Xinghua. Geotectonic transition from paleoalpine system and paleotethyan system to paleopacific active continental margin in Eastern Asia[J]. Scientia Geologica Sinica, 1994, 29(2): 105-119(in Chinese).
- [35] Wang Dongfang. A discussion on the tectonic zone of Middle Asia and its transformation to tectonic zone of circum Pacific Ocean in Eastern China[J]. Jour Geol Min Res North China, 1995, 10(2):135-142(in Chinese).
- [36] Wu Ganguo, Zhang Da, Chen Bailin, et al. Transformation of Mesozoic tectonic domain and its relation to mineralization in Southeastern China: an evidence of southwestern Fujian Province[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2000, 25(4): 390-396(in Chinese).
- [37] Xiao Wenjiao, Li Jiliang, He Haiqing. The significance of the tectonic facies analysis based on the study of the foreland fold-thrust belt[J]. Scientia Geologica Sinica, 1997, 32(1): 27-36(in Chinese).
- [38] Yu Xinqi, Wu Ganguo, Zhang Da, et al. Progress in researching into the Mesozoic tectonic regime transformation in southeast China[J]. Progress in Natural Science, 2006, 16(6): 563-572(in Chinese).
- [39] Chen Fajing, Zhao Hailing, Chen Zhaonian, et al. Features of Mesozoic-Cenozoic extensional basin tectonics and geodynamic settings[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1996, 21(4): 357-365(in Chinese).

参考文献:

- [1] 朱训,黄崇轲,芮宗瑶,等. 德兴斑岩铜矿[M]. 北京:地质出版社,1983:1-336.
- [2] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1985:1-921.
- [3] 朱钧,张景垣. 试论浙皖赣深断裂带[J]. 地质论评,1964,22(4):91-98.
- [4] 杨文思. 皖浙赣深断裂带的控岩控矿作用和找矿标志[J]. 冶金地质动态,1991,11:22-25.
- [5] 华仁民. 赣东北深大断裂带形成机制的讨论[J]. 南京大学学报:地球科学版,1988,24(1):62-69.
- [6] 华仁民,李晓峰,陆建军,等. 德兴大型铜金矿集区构造环境和成矿流体研究进展[J]. 地球科学进展,2000,15(5):525-533.
- [7] 汪新,马瑞士. 怀玉山蛇绿混杂岩及古碰撞缝合线的确定[J]. 南京大学学报:地球科学版,1989(1/2):72-81.
- [8] 马长信,刘荣贵,吕桂德,等. 赣东北前震旦纪地质[M]. 北京:地质出版社,1992:1-265.
- [9] 马长信. 赣东北障公山群的钐-铽同位素年龄研究及其地质意义[J]. 科学通报,1991,36(19):1518-1519.
- [10] 徐备,乔广生. 赣东北晚元古代蛇绿岩套的 Sm-Nd 同位素年龄及原始构造环境[J]. 南京大学学报:地球科学版,1989(3): 108-113.
- [11] 邓国辉,罗春林,楼法生,等. 德兴—黄山断裂带及其邻区的地质研究进展[J]. 资源调查与环境,2002,23(4):250-256.
- [12] 常印佛,董树文,黄德志. 论中—下扬子“一盖多底”格局与演化[J]. 火山地质与矿产,1996,17(1/2):1-15.
- [13] 马荣生. 皖南前南华纪岩石地层[J]. 资源调查与环境,2002,23(2):94-106.
- [14] 李献华,周国庆,赵建新,等. 赣东北蛇绿岩的离子探针锆石 U-Pb 年龄及其构造意义[J]. 地球化学,1994,23(2):125-131.
- [15] 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学[M]. 南京:南京大学出版社,1995:1-174.
- [16] 余心起,张达,汪隆武,等. 浙皖赣相邻区加里东期构造变形特征分析[J]. 地质通报,2006,25(6):676-684.
- [17] 余心起. 皖南兰田残留向斜不是构造窗[J]. 地质论评,2000,46(4):337-346.

- [19] 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,1998,12(3):201-208.
- [20] 张祖海,吴延之,黄定堂,等. 赣东北隐伏矿床大比例尺成矿预测[M]. 北京:地质出版社,1996:1-21.
- [21] 傅昭仁,李紫金,郑大瑜. 湘赣边区 NNE 向走滑造山带发展模式[J]. 地学前缘,1999,6(4):263-272.
- [22] 刘国生. 江南断裂带(南段)变形特征及震旦纪以来的构造演化[J]. 合肥工业大学学报:自然科学版,1997,20(3):97-102.
- [23] 刘和甫,夏义平,殷进垠,等. 走滑造山带与盆地耦合机制[J]. 地学前缘,1999,6(3):121-132.
- [24] 王义天,李继亮. 走滑断层作用的相关构造[J]. 地质科技情报,1999,18(3):30-34.
- [25] 钟大赉,Tapponnier P,吴海威,等. 大型走滑断层——碰撞后陆内变形的重要形式[J]. 科学通报,1989,34(7):526-529.
- [26] 朱光,刘国生. 皖南江南陆内造山带的基本特征与中生代造山过程[J]. 大地构造与成矿学,2000,24(2):103-111.
- [27] 郭令智,施央申,马瑞士. 华南大地构造格架与地壳演化[C]//地质部书刊编辑室. 第26届国际地质大会国际交流学术论文文集(一). 北京:地质出版社,1980:109-116.
- [28] 周新民,朱云鹤. 中国东南部晚元古代碰撞造山带与地缝合带的岩石学证据[M]//李继亮. 东南大陆岩石圈结构与地质演化. 北京:冶金工业出版社,1993:87-97.
- [29] 王剑. 华南新元古代裂谷盆地演化——兼论与 Rodinia 解体的关系[M]. 北京:地质出版社,2000:1-146.
- [30] 马文璞,丘元禧,何丰盛. 江南隆起上的下古生界缺失带——华南加里东前陆褶皱带的标志[J]. 现代地质,1995,9(3):320-324.
- [31] 袁正新,钟国芳,谢岩豹,等. 华南地区加里东期造山运动时空分布的新认识[J]. 华南地质与矿产,1997(4):19-25.
- [32] 赵越,杨振宇,马醒华. 东亚大陆构造发展的重要转折[J]. 地质科学,1994,29(2):105-119.
- [33] 王东方. 中国东部中亚构造带及向环太平洋构造带的转化[J]. 华北地质矿产杂志,1995,10(2):135-142.
- [34] 吴淦国,张达,陈柏林,等. 中国东南大陆中生代构造域的转换及其与成矿的关系——以闽西南地区为例[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2000,25(4):390-396.
- [35] 肖文交,李继亮,何海清. 前陆褶皱冲断带看大地构造相分析及其意义走滑构造及对中国东部中生代地质研究的意义[J]. 地质科学,1997,32(1):27-36.
- [36] 余心起,吴淦国,张达,等. 中国东南部中生代构造体制转换作用研究进展[J]. 自然科学进展,2005,15(10):1167-1174.
- [37] 陈发景,赵海玲,陈昭年,等. 中国东部中、新生代伸展盆地构造特征及地球动力学背景[J]. 地球科学——中国地质大学学报,1996,21(4):357-365.