

湖南邵阳—郴州北西向断裂左旋走滑暨 水口山—香花岭南北向构造成因

柏道远 黄建中 王先辉 马铁球 张晓阳 陈必河

(湖南省地质调查院, 湖南 湘潭 411100)

摘要:湖南大义山断裂属邵阳—郴州 NW 向断裂的南东段, 该断裂南、北两侧发育水口山—香花岭南北向构造带。根据构造变形特征并结合区域构造背景和构造演化分析, 确定大义山断裂中新生代至少经历了 3 次构造活动, 从早至晚依次为印支期左旋走滑、燕山期右旋走滑和喜山期(?)左旋走滑。对 SN 向构造与区域 NNE 向构造的时代与相互作用关系进行了深入分析, 并提出 SN 向构造成因新认识: 由于大义山 NW 向断裂和香花岭—阳明山 NW 向断裂在印支运动中产生基底左旋走滑, 走滑所派生的近 EW 向挤压应力场以及走滑所产生的牵引作用, 使区域 NNE 向构造线产生逆时针旋转而形成 SN 向构造。进一步分析认为, 印支期可能为湘东主要 NW 向断裂在中生代活动最强烈的时期, 多条 NW 向断裂的左旋走滑, 可能是雪峰山弧形构造和祁阳“山”字型构造的形成机制之一。

关键词:邵阳—郴州 NW 向断裂; 水口山—香花岭 SN 向构造; 成因; 印支期; 左旋走滑; 湖南

中图分类号: P542^{+.3} **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2006)01-0056-08

湖南东部由 N(N)E 向和 NW 向主干断裂组成的网状断裂系统是中生代最为醒目的构造变形图像 (图 1), 其中常德—安仁、邵阳—郴州、新宁—蓝山等 3 条 NW 向主干断裂的构造性质引人关注。早在上世纪 30—40 年代, 李四光就依据邵阳—郴州构造岩浆带特点而提出“大义山式构造”概念, 并在其论著中多次提及和给予了概略论述, 主要含义为代表华南普遍发育的 NW 向断裂构造带。近年来, 不同学者对 NW 向主干断裂, 尤其是邵阳—郴州断裂在中生代的构造属性与运动学特征进行了研究, 但认识上存在明显分歧。傅昭仁等^[1]、李建威等^[2]、李先福等^[3-4]认为 NW 向断裂是燕山期 NNE 向陆内左旋走滑大断裂所派生的反向 (右旋)R'断裂。彭和求等^[5]认为邵阳—郴州断裂的东南段大义山一带在燕山期为左旋走滑, 邱先前等^[6]指出邵阳—郴州断裂在印支—燕山运动时期表现出明显的左行性质, 但未作具体论述。

在水口山—大义山—香花岭一带构造线呈 SN 向, 而湘东南地区区域主构造线却为 NNE 向, 前人通常以构造体系观点将它们分别作为经向构造和新华夏系构造^[7]。近年来傅昭仁等^[8]认为 SN 向构造形成在先, 邵阳—郴州 NW 向断裂在燕山期的右旋走滑使得 SN 向构造带往北发生顺时针旋转而变为 NNE 向。

笔者近年来在湘东南地区进行 1:25 万区域地质调查中, 对常德—安仁^[8]和邵阳—郴州两条断裂的南东段进行了研究, 发现它们在印支期即有强烈左旋走滑活动, 其中邵阳—郴州断裂在燕山—喜山期还先后至少经历了右旋和左旋两次活动, 并分析认为水口山—香花岭 SN 向构造带是区域 NNE 向构造经邵阳—郴州 NW 向断裂, 及其南面规模较小的香花岭—阳明山 NW 向断裂左旋走滑派生应力场叠加, 以及基底走滑所产生牵引作用的改造所致, SN 向构造与 NNE 向构造同时于印支运动中定型。这些新的认识, 尤其是 NW 向断裂印支期显著左旋走滑活动的厘定, 对全面认识湖南中生代 NW 向断裂性质与活动历史, 以及区域地质背景和构造演化无疑具有十分重要的意义。本文将对邵阳—郴州断裂印支期左旋走滑活动以及南北向构造形成机理给予论证。

1 NW 向断裂特征及活动历史

1.1 邵阳—郴州及香花岭—阳明山 NW 向断裂特征

区域上邵阳—郴州大断裂长 220 km, 宽 10~20 km, 走向 320°左右。断裂带在布加重力异常图上呈 NW—NNW 向椭圆形重力负异常, 异常值变化范围为 -0.35~-0.06 m/s², 区域磁异常图上表现为 NW 向串珠状异常, 强度 0~60 nT^[9]。由于

收稿日期: 2005-06-15; 改回日期: 2005-08-28

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目(200213000035)资助。

作者简介: 柏道远, 男, 1967 年生, 高级工程师, 从事区域地质调查工作; E-mail: daoyuanbai@sina.com。

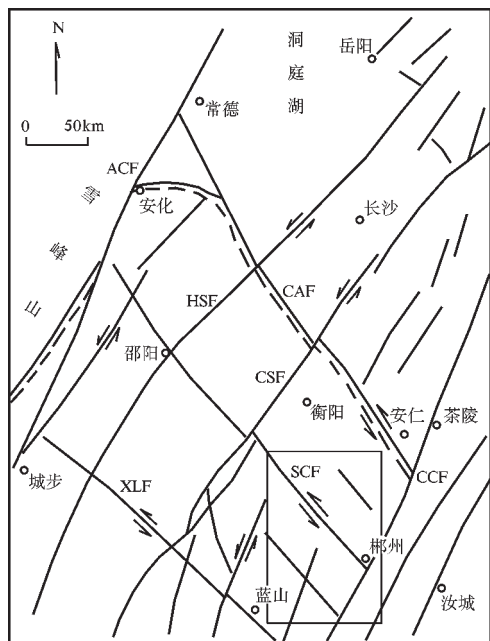


图 1 湘东主要断裂系统

框线示图 2 范围,实/虚线—示扬子陆块与华南陆块可能的碰撞缝合带;ACF—安化—城步断裂;HSF—灰汤—邵阳断裂;CSF—长寿街—双牌断裂;CAF—常德—安仁断裂;SCF—邵阳—郴州断裂;XLF—新宁—蓝山断裂;CCF—茶陵—郴州断裂

Fig.1 Primary faults in eastern Hunan

The frame shows the scope of Fig.2. Solid/broken lines show the possible plate suture zone between the Yangtze block and South China block. Abbreviations: ACF=Anhua-Chenbu fault; HSF=Huitang-Shaoyang fault; CSF=Changshoujie-Shuangpai fault; CAF=Changde-Anren fault; SCF=Shaoyang-Chenzhou fault; XLF=Xinning-Lanshan fault; CCF=Chaling-Chenzhou fault

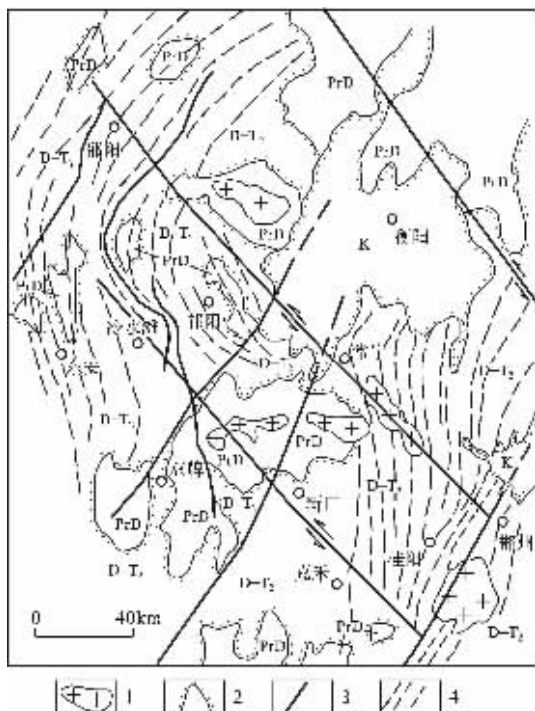


图 2 祁阳弧形构造

1—中生代花岗岩体;2—角度不整合界线;3—断裂;
4—印支期构造线;PrD—前泥盆纪地层;
D—T₂—泥盆纪—中三叠世地层;K—白垩纪地层

Fig.2 Qiyang arc structure

1—Mesozoic granite body;2—Uncomformity;3—Fault;
4—Indosinian lineament;PrD—Pre-Devonian;
D—T₂—Devonian—Middle Triassic;K—Cretaceous

断裂主要表现为隐伏性质,地表仅发育规模较小的次级断裂而形迹显示不太清晰,以致引起一部分地质工作者对该断裂存在的怀疑。但各种迹象表明该断裂确存无疑,特别是形态狭长的大义山岩体(主要于中侏罗世侵位)沿断裂线展布,明确反映出深部 NW 向断裂对岩浆活动的控制^[9]。在邵阳—郴州断裂的北西段(邵阳—祁阳段),断裂北东面的晚古生代盖层褶皱轴向为 NE 向(图 2);而断裂南西面盖层褶皱轴向因基底走滑剪切而渐变为 NW 向至近 SN 向,并发育 NW 向晚三叠世—侏罗纪小型窄长煤盆地,如阳路口、黄阳司、观音滩等煤盆地,煤盆地一侧发育斜列冲断层。断裂南东段(后面简称大义山断裂),于大义山岩体内及其两侧围岩中发育有规模不等的 NW 向断裂,如岩体北东边界发育黄狮堰断裂(图 3),北东面围岩中发育悦来圩断裂,岩体南面围岩中发育有陈坪断裂等,它们为断裂多期次不同方向深层走滑导致浅表发散状破裂产物。

在南面香花岭—阳明山一线也发育有一条规模相对较小的基底隐伏断裂,地球物理特征显示较清楚,为骑田岭和香花岭两个圈闭的重力低的水分岭,局部航磁异常呈串珠状排列,走向 315°。

1.2 邵阳—郴州 NW 向断裂活动历史

根据地表地质构造,并结合其他有关资料和区域构造发展背景所作的分析表明,邵阳—郴州断裂带为一长命断裂,加里东期甚至更早即有活动,中生代则先后经历了左旋→右旋→左旋演化的至少 3 次活动。

断裂带对震旦纪—泥盆纪的岩相古地理环境有明显的控制作用^[9]。断裂北东面,震旦纪—寒武纪为活动陆缘近源浊积盆地,早奥陶世盆地扩张为次深海盆地,中晚奥陶世又转为陆缘近源浊积盆地。断裂南西面,震旦纪—奥陶纪为活动陆源远源浊积盆地,出现深水碳硅泥质沉积,伴有海底火山岩喷发。加里东运动之后的泥盆纪,断裂控制了沉积盆地的古斜坡带。以上表明,该断裂在加里东期即有活动。结合区域加里东近 SN 向挤压和近 EW 向基底褶皱^[9]分析,加里东运



图3 水口山—香花岭南北向构造带地质略图

1—侏罗纪花岗岩;2—地质界线;3—角度不整合地质界线;4—示地质单位内部构造线;5—断裂;6—基底隐伏断裂;7—右旋平移断裂;
 F₁—茶陵—郴州大断裂;F₂—郴州—大义山北西向隐伏断裂;F₃—香花岭—阳明山基底隐伏断裂;①—悦来圩断裂;②—黄狮堰断裂;
 ③—陈坪断裂;④—南阳断裂;Z—震旦纪地层;e—寒武纪地层;D—泥盆纪地层;C₁—早石炭世地层;C₂—晚石炭世地层;P—二叠纪地层;
 T—三叠纪地层;J—侏罗纪地层;K—白垩纪地层

Fig.3 Geological sketch map showing the N-S-trending Shuikoushan-Xianghualing tectonic zone

1—Jurassic granites;2—Geological boundary;3—Unconformity;4—Lineament inside a geological unit;5—Fault;6—Basement hidden fault;7—Dextral strike-slip fault;F₁—Chaling—Chenzhou fault;F₂—NW-trending Dayishan basement hidden fault;F₃—Xianghualing—Yangmingshan basement hidden fault;①—Yuelaixu fault;②—Huangshiyuan fault;③—Chenping fault;④—Nanyang fault;Z—Sinian; e—Cambrian;D—Devonian; C₁—Early Carboniferous;C₂—Late Carboniferous;P—Permian;T—Triassic;J—Jurassic;K—Cretaceous

动中断裂应为右旋走滑。

中三叠世的印支运动中断裂产生强烈的左旋走滑活动,造成区域 NNE 向构造线旋转而形成水口山—香花岭 SN 向构造带(详见后述)。需要指出的是,本次活动断裂主要表现为基底的走滑,浅表盖层未见明显的可确定为本期成分的断裂形迹,而主要表现为构造线的牵引旋转效应。

燕山早期, NNE 向茶陵—郴州断裂带产生左旋走滑活动^[2],邵阳—郴州断裂作为配套的反向 R' 断裂(图 4)产生右旋走滑,于地表形成陈坪断裂和悦来圩断裂等次级小断裂。陈坪断裂长约 13 km,平面上明显反映出右旋走滑,造成泗洲山背斜西翼泥盆纪跳马涧组与褶皱基底间的不整合界线显著右旋错位,平面上错距达 1 km 左右(图 3)。因浮土覆盖,陈坪断裂地表踪迹少见,于瓦屋下狭窄露头见断裂破碎带宽约 15 m,次级扭裂面发育,裂面走向 320°左右,倾向北东,倾角 55°~70°,沿次级裂面可见光滑的摩擦镜面,摩擦镜面上可见近于直立的台阶及斜向擦痕,其产状特征指示右旋平移。颇有意思的是,次级裂面常切割断层角砾,说明角砾与裂面具有先后时代关系。角砾究竟为印支期 NW 向断裂的产物,还是与次级裂面系同一活动期次不同阶段的产物,尚难确定。悦来圩断裂同样也造成了地层界线明显的右行错位。此外,右旋走滑还使得大义山岩体南面的泗洲山背斜与北面的复式背斜的轴迹沿走向稍具右行错位。从区域上看,同期右旋走滑断裂在远离大义山断裂地区亦有发育,如南阳断裂(图 3)。鉴于本期断裂明显切割了印支期形成的近南北向构造线,且南阳断裂被白垩纪地层所覆盖,本期断裂的活动时代当为燕山早期。结合湘东南地区中生代构造发展过程来看,具体活动时代很可能为中侏罗世初期 NNE 向左旋汇聚走滑造山阶段^[1],早于中—晚侏罗世大义山岩体^[2]的侵入。

大义山岩体内部及其边缘发育有燕山期以后的左旋平移断裂,规模较大的典型断裂有黄狮堰断裂(图 3)。黄狮堰断裂切割岩体与围岩地层,破碎带宽几米至百余米,走向 325°左右,倾向北东,倾角一般为 50°~80°。在青山庙见断裂带宽 3 m 左右,产状 60°∠60°~80°,中央为宽 1 m 左右初糜棱岩、糜棱岩带,发育 S—C 组构,并示左行韧性剪切^[1];两侧为劈理带,有挠曲、钩状褶皱等。鉴于大义山岩体主体形成于中—晚侏罗世^[2],因此本次左旋断裂的活动时代显然更晚,只是具体时代尚难确定,有可能形成于 52~23.3 Ma 的区域近东西向挤压^[3]。值得指出的是,黄狮堰断裂在锡岭一带破碎带宽百余米,倾向北东,倾角约 50°~65°,带内可见后期糜棱岩(S—C 组构显示左旋走滑)叠加在早期构造角砾岩之上,形成构造角砾岩的早期断裂活动可能相当于陈坪断裂等在燕山早期的右旋走滑。

2 水口山—香花岭 SN 向构造特征及其形成时代

2.1 水口山—香花岭 SN 向构造特征

水口山—香花岭 SN 向构造带的北界为衡阳盆地南边界,东界大致沿耒阳—马田—桂阳—香花岭一线,西界大致

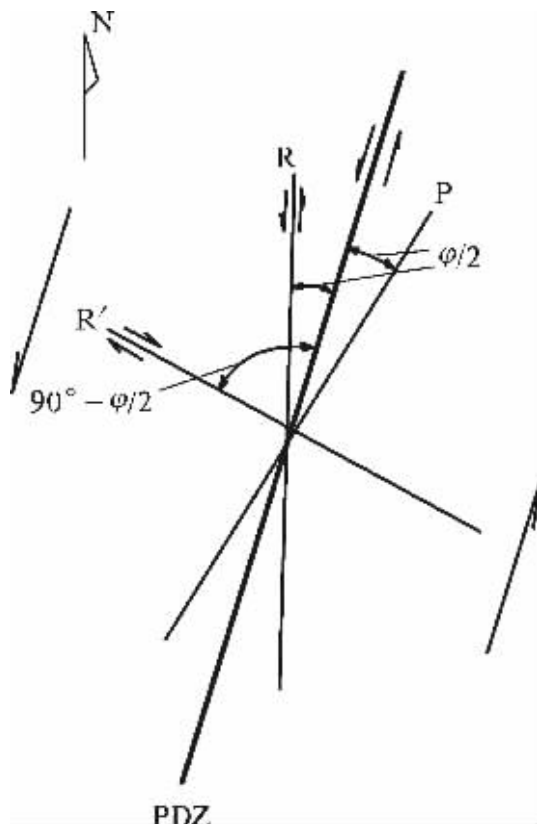


图 4 NNE 向左旋走滑断裂(PDZ)及其派生断裂系统
Fig.4 NNE-trending sinistral strike-slip fault (PDZ) and its derivative fault system

为常宁—嘉禾一线(图 3),南至香花岭。卷入地层主要为泥盆系—下三叠统,香花岭穹状背斜与泗洲山南北向背斜有前泥盆纪褶皱基底卷入。该带以东构造线总体为 NN(E)向,其间呈渐变过渡关系,无截然界线。SN 向构造带在上排白垩纪盆地以北较宽,往南因东侧南北向构造线向南西偏转而变窄。

带内构造以轴面直立或向东倾斜的线状中常—开阔褶皱和断面倾向东的逆冲断裂为主,从而组合成向东倾的叠瓦状褶断构造样式,反映出印支运动中自西向东俯冲的区域构造运动学程式。另有部分倾向西的逆断裂和轴面西倾的褶皱发育,可能为反冲断裂产物。

带内褶皱和断裂走向总体呈近南北向,并常具弧形弯曲之变化。自大义山岩体(断裂)往北或往外,围岩构造线明显呈由 SN→NNE 的偏转变化,且次级走向断裂与褶皱数量减少,褶皱也明显变得宽缓;在近岩体或断裂处构造线则明显向南东偏转(图 3),较清楚反映出构造线走向与大义山断裂的走滑运动密切相关。洋市一带的近 SN 向构造线往南转为 NE 走向,至桂阳一带后复转为 NNE 至近 SN 走向。

2.2 水口山—香花岭 SN 向构造形成时代

据构造变形特征并结合区域构造演化背景分析,SN 向构造主要应形成于印支期。

湘东南地区中泥盆世至中三叠世早期属稳定陆表海沉

积环境,中三叠世后期受古太平洋板块运动影响^[13,14],在NW—SE向挤压构造体制下发生强烈的陆内造山作用,晚古生代及早、中三叠纪沉积盖层全面褶皱,区域上形成NNE向为主的褶皱和逆断裂^[2,11,15]。因此,水口山—香花岭南北向构造带内作为主体构造形迹的南北向断裂与褶皱,本身无疑应形成于印支运动。但这些断裂与褶皱的SN向定位是与变形同时完成,还是在印支运动中呈NNE向,燕山期再被改造成SN向?下面的进一步分析可以排除后一种可能。

鉴于SN向构造发育于大义山NW向断裂的两侧,且变形强度与走向等变化在空间上与断裂具相关性(如前述),因此,如果SN向定位是由早期NNE向构造旋转而来,则有理由相信是由NW向断裂在印支运动以后的2次走滑活动所致。根据变形动力学常理,早期深层R'断裂的右旋走滑,只可能引起断裂两侧浅表构造线的顺时针旋转,如此NNE向构造线不可能逆时针旋转为SN向。后期的左旋走滑倒是有可能使NNE向构造线逆时针旋转为SN向,但考虑到围岩地层中先期的NW向右旋R'断裂走向并未明显改变,且区域上白垩纪地层中变形微弱,说明燕山期之后的构造运动强度总体较弱,难以造成大规模的构造线旋转,因此这种假设显然也难以成立。以上分析表明,区内SN向主体断裂与褶皱的方向应在印支期变形的同时定位。

3 NW向断裂印支期左旋走滑与SN向构造带形成机制

鉴于SN向构造与NW向大义山断裂在空间上密切相关,并根据前面所作分析以及区域构造演化背景和地质构造

特征综合分析,笔者认为SN向构造可以大义山NW向断裂在印支运动中的左旋走滑作用给予圆满解释。如图5-a所示,中三叠世后期区域最大主压应力 σ_a 为NW向,其形成NNE向潜在构造线Sa,并使加里东期即已存在的大义山断裂深部发生左旋平移。NW向的左旋平移断裂派生近EW向的压应力 σ_b ,并形成潜在构造线Sb。 σ_a 与 σ_b 复合形成实际主压应力 σ_c ,在 σ_c 作用下形成与之垂直的构造线走向Sc。显然,Sc方向相对区域NNE构造线方向产生了逆时针旋转而趋于SN走向。由于NW向基底断裂的左旋走滑,浅表沉积盖层中构造线Sc同时因牵引逆时针旋转,最终形成近SN向构造线S。

上述模式不仅从总体上解释了SN向构造的成因,并可对大义山至柳州一带构造线走向的变化给予合理解释。由图3可见,自大义山往南东至柳州一带,构造线方向逐渐由SN向转为NNE向,此变化产生机制如下:由于大义山NW向断裂仅发育于NNE向茶榔深大断裂的西侧,柳州一带可能已接近大义山断裂东端的端点,根据断裂自初始破裂点向周围扩展的原理,大义山一带断裂的走滑量显然应远远大于柳州一带,相应其派生压应力 σ_b 较大(图5-b)。另一方面,柳州一带紧邻区域主俯冲汇聚断裂——茶榔深大断裂,受到NW向的区域主压应力 σ_a 比远离断裂的大义山一带则更大。以上导致大义山和柳州一带复合主压应力 σ_c 或构造线Sc方向的差异(图5-b)。同时,大义山一带NW向断裂更大的走滑量使两侧构造线产生更强烈的牵引旋转。

同样,香花岭—阳明山NW向隐伏基底断裂在印支运动中也发生左旋走滑和使区域NNE向构造线转为SN向。总

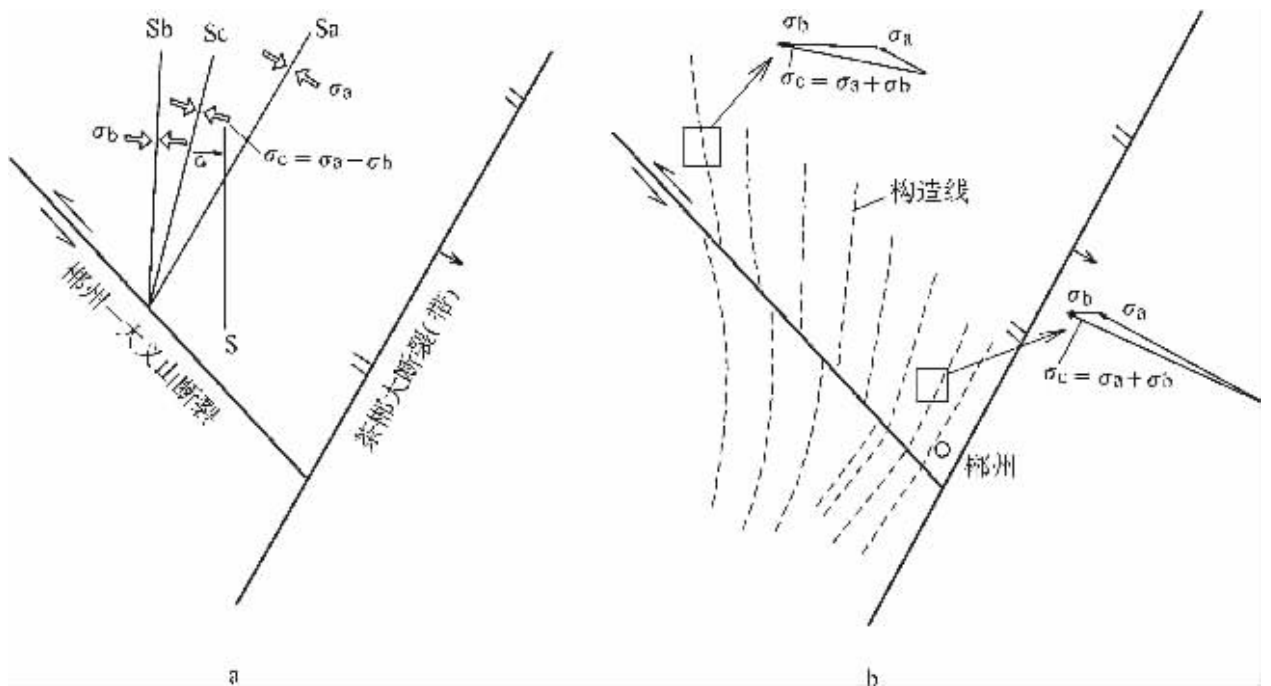


图5 水口山—香花岭南北向构造带形成机制示意图(说明详见正文)

Fig.5 Formation mechanism of the N-S-trending Shuikoushan-Xianghualing tectonic zone (for explanation, see text)

之,邵阳—郴州和香花岭—阳明山断裂在印支运动中的左旋走滑形成了水口山—香花岭南北向构造带。

4 讨论

4.1 中生代邵阳—郴州 NW 向断裂的走滑活动

近年来,部分研究者^[1-4]认为湘东几条 NW 向主干断裂中生代的主要活动时期是燕山早期,系 NNE 向茶陵—郴州断裂和安化—城步断裂左旋走滑所派生的右旋走滑 R' 断裂(图 4),并认为邵阳—郴州断裂深层右旋平移幅度达 30 km 以上。如前所述,邵阳—郴州断裂的大义山一段在燕山早期确实作为 R' 断裂有过右旋走滑活动,但作为 NNE 向主走滑断裂的低序次配套构造,其在燕山期能否有如此大的右行平移幅度,却很值得怀疑。从区域地质构造特征看,茶陵—郴州 NNE 向主走滑断裂的平移幅度可能也远未达如此规模,如郴州—临武一带,断裂两侧的地层以及褶皱等构造形迹并未反映出远距离的错移。与之对照,邵阳—郴州 NW 向断裂在印支期的左旋走滑造成区域 NNE 向构造线左行旋转为 SN 向,于大义山岩体南、北两侧形成规模宏大的南北向构造带,表明断裂在印支期的运移规模可能相当可观。区域上,北面常德—安仁 NW 向断裂之南东段在印支期活动强度与运移规模同样非常显著,造成了断裂北东侧印支期褶皱走向从北西往南东由 NNW 向变为 NNE 向,东、西部构造线的走向夹角达 35°~40°,形成一“y”字型极不协调之构造样式^[8]。湘东南地区中三叠世印支运动 NW—SEE 向区域挤压作用强度很大,以致沿茶陵—郴州 NNE 向主断裂自西向东的俯冲作用,形成了东面隆起(炎陵—汝城隆起区),西面拗陷(衡阳—桂阳拗陷区)的构造格局^[11,16-19]。加里东期即已存在的 NW 向断裂与区域强大的 NW 向主压应力的潜在剪切面走向相近,因此理论上应具备大规模走滑剪切的良好力学条件。据上述,笔者认为邵阳—郴州 NW 向断裂在中生代活动最强烈、走滑规模最大的时期,很可能是印支期而不是燕山期。

4.2 SN 向构造与 NNE 向构造的关系

前面已详细阐述了水口山—香花岭 SN 向构造与区域 NNE 向构造的关系,以下对前人的不同观点给予辨析,以深化本文认识。有人曾以构造体系的观点,认为 SN 向构造形成在先,后期新华夏系(NNE 向)构造迁就利用并改造了南北向构造的方位和形态,使桂阳一带构造线自南而北发生北东方向的偏转^①。但区域上 SN 向构造形迹与 NNE 向构造形迹在空间上呈连续过渡,而不存在明显的同空间或同区域上的叠加与交错,说明它们并非不同时期具不同属性的构造体系叠加的产物,而是受构造边界条件限制所形成的同时期但不同方向的构造。因此,前人这一认识可能有失妥当。

视燕山早期右旋走滑为 NW 向主干断裂在中生代的主要活动的研究者^[1-4],认为大义山一带 SN 向褶皱于印支期首

先形成,燕山早期 NW 向大义山断裂的右旋走滑使远离断裂的水口山一带南北向褶皱轴迹发生右旋而向北东偏转。但按常理分析,若先存褶皱为 SN 向,则大义山 NW 向断裂的右旋走滑牵引首先应造成断裂两侧构造线产生顺时针旋转,而不大可能如现今之构造面貌——近断裂处构造线方向未受改变(北面甚至产生相反的逆时针旋转),而远离断裂之构造线方向却发生显著旋转。由此看来,前人这一认识也明显有误。

4.3 邵阳—郴州 NW 向断裂印支期左旋走滑对邵阳弧形构造形成机制的启示

湖南境内主体构造面貌呈一以雪峰山为中心的向北西凸出的弧形构造,在这一弧形构造的内侧,往南东方向逐渐过渡为邵阳“山”字型构造或邵阳弧形构造(图 2)。目前已有研究资料尚不能对弧形构造的形成机制给予确定性的解释,通常最可能被设想的原因就是板块边界走向变化和(或)板块运动方向差异所致。以往人们视邵阳弧形构造为典型“山”字型构造,认为是弧内侧存在刚性砥柱所致^[7],最近邱先前等^[6]著文认为是由于扬子板块和华夏板块汇聚时两板块凸出部分相接触所形成,其本质与“砥柱”观点一致,同时亦涉及板块边界问题。尽管邵阳弧形构造卷入地层为晚古生界,而湘赣地区扬子与华夏板块的碰撞时间在加里东甚至更早,但考虑到不同时代构造之间常存在制约性和继承性,因此以上原因理论上仍有可能。对两板块间界线的走向存在多种观点,一是认为在江山—上饶—南城—四会—吴川一线^[20],另一认为在玉山—萍乡—茶陵—郴州—灌阳—柳州一线^[21]或绍兴—萍乡—郴州—北海一线^[14];更有人认为界线从湖南中西部经过^[22],碰撞带位置东起绍兴,经江山、弋阳,沿九岭南缘向西进入湖南后,由于受 NNE 向走滑断裂的作用而错移,从萍乡至安仁南移 100~110 km,再折向 NW 至安化,后沿雪峰山东南缘经黔阳直达广西融安。由于扬子板块与华夏板块的界线本身还无明确结论,因此以板块边界解释弧形构造的成因尚缺乏说服力。

较为直观的是,从上述印支期 NW 向断裂左旋走滑导致区域 NNE 向构造线产生大角度旋转来看,邵阳“山”字型构造,甚至雪峰山弧形构造都可以因多条 NW 向断裂的左旋走滑使弧的南(西)段构造线逆时针旋转来实现(图 2)。相对上述解释而言,笔者认为这一作用机制可能更具有客观性和可信性,至少可作为因素之一供研究弧形构造形成的构造背景与动力机制时参考。

5 结论

(1)邵阳—郴州 NW 向断裂的南东段大义山断裂,在中新生代至少经历了 3 次构造活动,从早至晚依次为印支期左旋走滑、燕山期右旋走滑和喜山期(?)左旋走滑。

(2)大义山和香花岭—阳明山 NW 向断裂在印支运动中

① 湖南地矿局区域地质调查队, 1:5 万鲁塘幅和桂阳幅区域地质调查报告, 1986。

产生基底左旋走滑,走滑所派生的近EW向挤压应力场以及走滑所产生的牵引作用,使区域NNE向构造线产生逆时针旋转而形成SN向构造。因此,水口山—香花岭SN向构造与区域NNE向构造同时形成于印支运动。

(3)印支期可能为湘东NW向主干断裂在中生代活动最强烈的时期。多条NW向断裂的左旋走滑,可能是雪峰山弧形构造和祁阳“山”字型构造的形成机制之一。

参考文献(References):

- [1] 李建威,李先福,李紫金,等.走滑变形过程中的流体包裹体研究—以湘东地区为例[J].大地构造与成矿,1999,23(3):240~247.
Li Jianwei, Li Xianfu, Li Zijin, et al. Fluid inclusions study in the process of strike slip faulting—a case study in eastern Hunan Province[J]. Geotectonica et Metallogenia, 1999, 23(3):240~247 (in Chinese with English abstract).
- [2] 傅昭仁,李紫金,郑大瑜.湘赣边区NNE向走滑造山带构造发展样式[J].地学前缘,1999,6(4):263~272.
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 with English abstract).
- [3] 李先福,李建威,傅昭仁.湘赣边鹿井矿田与走滑断层有关的铀矿化作用[J].地球科学——中国地质大学学报,1999,24(5):476~479.
Li Xianfu, Li Jianwei, Fu Zhaoren. Uranium mineralization related to strike-slip faults, Lujing orefield, border region between eastern Hunan and western Jiangxi [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1999, 24(5):476~479 (in Chinese with English abstract).
- [4] 李先福,晏同珍,傅昭仁.湘东—赣西NNE向走滑断裂与地震、地热的关系[J].地质力学学报,2000,6(4):73~78.
Li Xianfu, Yan Tongzhen, Fu Zhaoren. Relationship between NNE-trending active strike-slip faults and earthquake hot spring distribution in eastern Hunan and western Jiangxi, China [J]. Journal of Geomechanics, 2000, 6(4):73~78 (in Chinese with English abstract).
- [5] 彭和求,伍光英.湘南“大义山”式构造的厘定和地质意义[J].湖南地质,2000,19(2):87~89.
Peng Heqiu, Wu Guangying. Determination of "Dayishan-style structure" in southern Hunan and its geological significance[J]. Hunan Geology, 2000, 19(2):87~89 (in Chinese with English abstract).
- [6] 邱先前,刘阳生.湖南郴州—邵阳走滑构造岩浆岩带及其控矿意义[J].华南地质与矿产,2003,(4):56~59.
Qiu Xianqian, Liu Yangsheng. Characteristics of the Chenzhou—Shaoyang strike-slip tectonomagmatic belt and its ore-controlling significance, Hunan [J]. Geology and Mineral Resources of South China, 2003, (4):56~59 (in Chinese with English abstract).
- [7] 湖南省地质矿产局.湖南省区域地质志[M].北京:地质出版社,1988.534~596.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan Province. Regional Geology of Hunan Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1988, 534~596 (in Chinese with English abstract).
- [8] 柏道远,熊延旺,王先辉,等.湖南常德—安仁NW向断裂左旋走滑与安仁“y”字型构造[J].大地构造与成矿学,2005,29(4):435~442.
Bai Daoyuan, Xiong Yanwang, Wang Xianhui, et al. "y"-type structure in Anren county, Hunan, and the sinistral strike-slip of Changde—Anren NW-directed fault[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2005, 29(4):435~442 (in Chinese with English abstract).
- [9] 饶家荣,王纪恒,曹一中.湖南深部构造[J].湖南地质,1993,12(增刊):9~11,40~41.
Rao Jiarong, Wang Jiheng, Cao Yizhong. Deep structure in Hunan [J]. Hunan Geology, 1993, 12(supp.) 9~11, 40~41 (in Chinese).
- [10] 伍光英,彭和求,贾宝华.湘南大义山岩体地质特征及其侵位机制分析[J].华南地质与矿产,2000,(3):1~7.
Wu Guangying, Peng Heqiu, Jia Baohua. Geological features and emplacement mechanism of the Dayishan granitic intrusion in south Hunan [J]. Geology and Mineral Resources of South China, 2000, (3):1~7.
Wu Guangying, Peng Heqiu, Jia Baohua. Geological features and emplacement mechanism of the Dayishan granitic intrusion in south Hunan [J]. Geology and Mineral Resources of South China, 2000, (3):1~7.
- [11] 柏道远,黄建中,刘耀荣,等.湘东南及湘粤赣边区中生代地质构造发展框架的厘定[J].中国地质,2005,32(4):557~570.
Bai Daoyuan, Huang Jianzhong, Liu Yaorong, et al. The framework of the Mesozoic geological evolution in southeast Hunan and the border region of Hunan, Guangdong and Jiangxi Provinces [J]. Geology in China, 2005, 32(4):557~570 (in Chinese with English abstract).
- [12] 湖南省地质矿产局.湖南省花岗岩单元—超单元划分及其成矿专属性[J].湖南地质,1995,(增刊):41~55.
Bureau of Geology and Mineral Resources of Hunan Province. Unit—superunit subdivision of granites in Hunan Province [J]. Hunan Geology, 1995, (supp.):41~55 (in Chinese).
- [13] 万天丰,朱鸿.中国大陆及邻区中生代—新生代大地构造与环境变迁[J].现代地质,2002,16(2):107~118.
Wan Tianfeng, Zhu Hong. Tectonics and environment change of Meso-Cenozoic in China continent and its adjacent areas [J]. Geoscience, 2002, 16(2):107~118 (in Chinese with English abstract).
- [14] 王光杰,滕吉文,张中杰.中国华南大陆及陆缘地带的大地构造基本格局[J].地球物理学进展,2000,15(3):25~43
Wang Guangjie, Teng Jiwen, Zhang Zhongjie. The continental structure pattern of South China and its marginal regions [J]. Progress in Geophysics, 2000, 15(3):25~43 (in Chinese with English abstract).
- [15] 庄锦良,刘钟伟,谭必祥,等.湘南地区小岩体与成矿关系及隐伏矿床预测[J].湖南地质,1988,7(增刊):1~98.
Zhuang Jinliang, Liu Zhongwei, Tan Bixiang, et al. Relation of the small rock bodies in southern Hunan to the formation of ore deposits and prognosis of concealed deposits [J]. Geology of Hunan, 1988, 7 (supp.), 1~98 (in Chinese).
- [16] 童潜明,李荣清,张建新.郴临深大断裂带及其两侧的矿床成矿系列[J].华南地质与矿产,2000,(3):34~41.
Tong Qianming, Li Rongqing, Zhang Jianxin. Deposit metallogenesis

- ic series across the Chenzhou-Linwu deep-seated fault[J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2000, (3):34~41 (in Chinese with English abstract).
- [17] 童潜明, 李荣清, 张建新. 郴临深大断裂带及其两侧的岩浆岩特征[J]. *华南地质与矿产*, 2000, (3):8~16.
Tong Qianming, Li Rongqing, Zhang Jianxin. The characteristics of magmatic rocks along the Chenzhou-Linwu deep-seated fault [J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2000, (3):8~16 (in Chinese with English abstract).
- [19] 李荣清, 童潜明, 张建新. 郴临深大断裂带及其两侧矿床的物质组分特征[J]. *华南地质与矿产*, 2000, (3):25~33.
Li Rongqing, Tong Qianming, Zhang Jianxin. The composition of metallogenetic materials of ore deposits across the Chenzhou-Linwu deep-seated fault [J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2000, (3):25~33 (in Chinese with English abstract).
- [21] 张建新, 童潜明, 李荣清. 郴临深大断裂带及其两侧的地球化学特征[J]. *华南地质与矿产*, 2000, (3):17~24.
Zhang Jianxin, Tong Qianming, Li Rongqing. Regional geochemical characteristics across the Chenzhou-Linwu deep-seated fault [J]. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2000, (3):17~24 (in Chinese with English abstract).
- [20] 黄标, 徐克勤, 孙明志. 武夷山中段加里东中期交代改造型花岗岩的特征及形成的碰撞造山环境[J]. *岩石学报*, 1993, 9(4):338~440.
Huang Biao, Xu Keqin, Sun Mingzhi. Characteristics and collision-orogenic environment of middle-Caledonian metasomatic-transformation type granites in Central Wuyishan area [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 1993, 9(4):338~440 (in Chinese with English abstract).
- [21] 王新光. 华南加里东期花岗岩研究及其形成的地质构造背景分析[D]. 南京: 南京大学地球科学系, 1991.
Wang Xinguang. Study on the Caledonian Granites in South China and Their Tectonic Environments[D]. Nanjing: Department of Earth Sciences, Nanjing University, 1991 (in Chinese with English abstract).
- [22] 秦松贤, 孟德保. 湘黔边境加里东造山期后正向滑脱构造与成矿[J]. *地质科技情报*, 2004, 23(3):6~10.
Qin Songxian, Meng Debao. Positive decollement and mineralization of intraplate Caledonian postorogenic phase on the border of Hunan and Guizhou provinces[J]. *Geological Science and Technology Information*, 2004, 23 (3):6~10 (in Chinese with English abstract).

Sinistral strike-slip motion of the NW-trending Shaoyang-Chenzhou fault and genesis of the N-S-trending Shuikoushan-Xianghualing tectonic zone in Hunan

BAI Dao-yuan, HUANG Jian-zhong, WANG Xian-hui,
MA Tie-qiu, ZHANG Xiao-yang, CHEN Bi-he

(*Hunan Institute of Geology Survey, Xiangtan 411100, Hunan, China*)

Abstract: The Dayishan fault, flanked on the north and south by the N-S-trending Shuikoushan-Xianghualing tectonic zone, belongs to the southeastern segment of the NW-trending Shaoyang-Chenzhou fault. On the basis of the characteristics of tectonic deformation, combined with the regional tectonic setting and evolution, the authors consider that the Dayishan fault experienced at least three tectonic movements in the Meso-Cenozoic, which are from early to late times the Indosinian sinistral strike-slip movement, Yanshanian dextral strike-slip movement and Himalayan (?) sinistral strike-slip movement. After an intensive analysis of the ages of the N-S-trending structure and NNE-trending regional structure and their interaction, the authors propose the following new idea of the genesis of the N-S-trending structure: as the basement sinistral strike-slip movements of the NW-trending Dayishan fault and Xianghualing-Yangmingshan fault occurred in the Indosinian movement, the E-W compressional stress field derived by the strike-slip motion and sinistral drag produced by the strike-slip motion led the regional NNE-directed lineament to rotate counterclockwise, thus forming the N-S-trending structure. Further analysis suggests that the Indosinian was probably a period of the strongest movement of the main NW-trending faults in eastern Hunan in the Mesozoic, and that sinistral strike-slip motions of several NW-trending faults in the Indosinian are probably one of the formation mechanisms of the Xuefengshan arc structure and the Qiyang "epsilon"-type structure.

Key words: NW-trending Shaoyang-Chenzhou fault; N-S-trending Shuikoushan-Xianghualing tectonic zone; genesis; Indosinian; sinistral strike-slip motion; Hunan

About the first author: BAI Dao-yuan, male, born in 1967, senior engineer, undertakes regional geological survey; E-mail: daoyuan-bai@sina.com.