

江西新构造运动的基本特征与地震分布规律^{*}

吴富江¹, 毛素斌², 钟千方², 杨明桂²

(1 江西省地质调查研究院, 南昌 330030)

(2 江西省地质矿产勘查开发局, 南昌 330002)

摘要:本文以新编《江西省区域地质志》总结的地质构造新成果为基础, 结合江西省地震局提供的地震记录, 对江西省新构造格局、地震活动特点和动力机制进行研究。结果表明, 江西省地震震中分布与新构造格局密切相关, 地震活动主要发生在北北东向的幕阜山—罗霄山地震活动带和怀玉山—武夷山—九连山地震活动带的南部。进一步理清了江西省主要的破坏性发震断裂和主要发震地区的构造环境, 为优化地震区划、地震监测和防震工作提供依据。

关键词:江西省; 新构造格局; 地震断裂带; 地震分布规律

中图分类号: P542; P65

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2016)02-097-09

自晚中生代以来, 江西省经历了燕山期强烈的陆内活化石造山和造山后与喜马拉雅裂谷期的强烈伸展。古近纪末结束了断陷成盆活动, 至新近纪进入新构造活动时期, 地壳活动趋缓。

江西省处于弱隆起活动构造区^[1], 长期形成的密集断裂网络大部分处于休眠状态, 但部分断裂或断裂带迄今仍有活动, 在形成丰富地热资源的同时, 给地壳的稳定性带来了影响, 特别是赣南、赣西北有多条引发破坏性地震的断裂带。

江西省地质局区域地质调查大队于 1982 年编制的 1:1000000 江西省构造体系与地震分布规律图及说明书、《江西省地震志》^[2]、《江西省地质矿产志》^[3]、《江西生态》^[4] 和中国地震动参数区划图(2012)等, 先后总结了江西省新构造与地震活动的规律。笔者在研编《江西省环境地质志》工作中, 根据新编《江西省区域地质志》总结的区域地质背景, 结合新构造运动和江西省地震局提供的地震记录, 对江西省内发震断裂作进一步研究, 分析断裂控震作用特征, 取得以下认识, 与地震地质界同仁讨论。

1 新构造活动的基本特征

1.1 构造背景

江西省历经约 18 亿年由洋—海—陆的发展演

化, 自元古宙至古近纪奠定了复杂的构造背景, 主要有 3 大构造体系。

(1) 晋宁期华南洋动力体系, 经长期演化形成扬子反 S 构造体系。在江西省中北部构造走向与隆、拗延展主要为近东西至北东东向^[5-6], 依次为九江拗陷、九岭隆起、萍乐拗陷、万年隆起, 上饶拗陷, 武功山隆起, 饶南拗陷、永莲拗陷, 组成隆、拗交替, 岭、丘相间的构造—地貌景观。

(2) 扬子—加里东期华南裂谷动力体系。该期南华裂谷海盆于志留纪时作“北贴西拼”式闭合并褶皱造山, 经长期演化, 在江西省南部及邻区形成了罗霄山—诸广山、雩山、武夷山 3 条南北向—北东向构造带和南岭东西向的构造格局。

(3) 燕山期—喜马拉雅期滨太平洋动力体系。燕山运动使中国东南部构造发生变化。在造山期形成了以北东向挤压走滑断裂带为主体的断裂网络, 使前期构造受到归并、切割及挤压扭动。燕山造山后与喜马拉雅伸展期, 北北东、北东向等断裂带转化为拉张, 控制了大量箕状红层断陷盆地的形成。江西省呈现“两隆”(幕阜山—罗霄山, 怀玉山—武夷山)“一陷”(赣鄱断陷带)的新构造格局, 布格重力相应为“两低一高”, 地壳厚度在总体减薄的背景上,

^{*} 收稿日期: 2015-05-16 改回日期: 2015-07-22 责任编辑: 谭桂丽

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“江西省系列地质图件编制与综合研究”(编号: 1212010911022)资助。

第一作者简介: 吴富江, 1960 年生, 男, 教授级高级工程师, 长期从事区域地质矿产调查工作。

“两隆”相对较厚(32~35 km),“一陷”相对较薄(32~30 km)

1.2 新构造运动特征

新近纪开始,江西省及邻区受来自菲律宾海板块扩张和印度板块俯冲的双重影响,地壳活动分为两个亚期。

新近纪均衡弱隆升亚期:中新世仅有广昌头陂一处小型含硅藻土湖盆沉积,面积约 15 km²,上新世有吉安黄桥等零星的含泥炭河湖沉积,且均被断层错断,存在局部隆、陷差异错动。

第四纪多阶段不均衡弱隆升亚期:在总体弱隆升的大背景下,周边山体相对缓慢上隆,鄱阳湖等盆地相对下沉,形成独特的东西高、中间低、南高北低的“U”形盆岭地势。东向沿海地势总体呈岭间相间逐渐变低,地壳减薄,构成中国大陆地势的第三台阶。由于菲律宾海板块扩张,华南以中低山与丘陵、小平原相间为主,构成“隆成山、拗成丘、盆成原”的构造-地貌景观。盆岭之间的控盆断裂部分地段存在规模不大的断陷活动,均以正断层为主,走滑不明显,且自更新世至全新世,有活动继续趋弱的趋势,有的断裂被中更新统覆盖(如万安—遂川断裂),更多地段被全新世沉积物掩盖。

2 新构造与地震活动规律

江西省位于华南地震区东部^[1],根据中国地震动参数区划图(2012),地震记载始于公元 304 年,至 1970 年,共记载有感地震 280 余次,其中 4~4.5 级地震 47 次,破坏性地震(震级≥4 级)25 次,1806 年 1 月 11 日的会昌 6 级地震为江西省境内历史上最大一次地震(表 1)^[2]。1971 年地震台网建成,根据江西省地震局提供的资料,共记录省境 1971~2005 年 1 级以上地震 1891 次,中强以上地震 6 次,分别是龙南 5.4 级地震,寻乌 5.7、5.2、5.0 级地震,以及 2005 年 11 月 26 日的瑞昌 5.7 级地震,为江西省近 200 年来最强烈的一次地震。地震活动主要分布在赣南与赣西北,赣南共发生中强以上地震 15 次,赣北为 14 次,赣中仅 2 次(图 1,表 2)。这些中强地震主要为浅于 20 km 的浅震,如 1982 年龙南 5.4 级地震震源深度为 16 km,寻乌 1987 年 5.7 级地震震源深度为 13 km 等,破坏性较大。

根据资料^[4],自 1562 年以来共有 21 个年有震年份,平均 22 年有一次中强以上地震,频度较高。赣南地区从 1804 年至 1987 年,中强以上地震平均时间间隔为 44 年。在赣北地区 1575 年以来中强以

上地震时间间隔为 63~95 年,频度较低。1971 至 2005 年,全省年平均发生 2 级地震 21 次,3 级 3.8 次,4 级 2 年一次。3 级以上地震震中成群分布活动,时间上强弱起伏交替,地震较活跃年份是 1982、1985、1987 年与 2005 年,活跃期间隔约 20 年。

以上地震震中分布与新构造格局密切相关。江西省中部的鄱阳、吉泰、赣州 3 个大中型断陷盆地内部地震活动较弱,较强地震分布于盆地边缘的控盆活动断裂带。因此,江西省地震活动北西、东南强,中部较弱,可分为幕阜山—罗霄山和怀玉山—武夷山—九连山两条地震活动带。

2.1 幕阜山—罗霄山地震活动带

为大别地块郟庐—麻城地震活动区的南延部分。郟庐—麻城地区与幕阜—罗霄地区分属中央造山带与扬子板块,被北西向襄广逆冲推覆断裂带相隔,两地之间构造不连续,但北北东向断裂地震带减弱后进入赣西北地区,其中麻城—幕阜山断裂带经江西省西北隅南延(图 1),郟庐断裂带至广济衰减后,其末梢过长江后为码头—九宫山断裂带。

1978 年以来,江西省内 4~4.7 级地震有:1978 年 6 月 27 日宁都 4.4 级地震,1979 年 1 月 6 日定南 4.0 级地震,1982 年龙南 4.2 级地震,1983 年 5 月 12 日寻乌—武平(闽)4.4 级地震,1985 年 7 月 4 日龙南 4.0 级余震,1987 年 8 月 31 日寻乌 4.7 级地震,1995 年 1 月 24 日寻乌 4.5 级地震,1999 年 4 月 15 日永丰 4.0 级地震。

幕阜—罗霄断裂带处于晚中生代形成的北北东向幕阜—罗霄构造断隆带和幔拗带,东侧以九江—永新断裂地震带为界,与一系列近东西向至北东东向相间排列的隆起、拗陷带形成复合构造格局。其间有十多个北北东向成行、东西向或北东东向成串的中小型晚白垩世—古近纪红层断陷盆地。地震活动自北向南趋弱,中强破坏性地震主要分布于九江拗陷与九岭隆起北部,形成赣西北中强地震区。

该带北北东向有 5 条断裂带,自西向东为麻城—幕阜山、瑞昌—铜鼓、武宁岩—莲花、九江—靖安和船滩—棋坪断裂带。发震断裂带有麻城—幕阜、瑞昌—铜鼓、九江—靖安 3 条。武宁岩—莲花断裂带是在九岭隆起带之上的一条重要的地热带,在萍乐拗陷的宜春地区有 4 个 3、4 级地震震中分布。

地震主要发生于切割红层断陷盆地边缘的北北东向活动性断裂带,断裂主要呈断续式右行斜列分布。在北北东向断裂与北西向、北东向或近东西向断裂的交汇地区易于发震。值得注意的是,鄂州—九江北西西向深断裂带(襄广断裂带的一部分)与北

表 1 江西省破坏性地震一览表
Table 1 Destructive earthquakes in Jiangxi Province

年	月	日	北纬	东经	地点	震级	震中烈度	地震动峰值 加速度	震源 深度	附注
304			27.3	115.3	吉水—永丰间	5	Ⅵ~Ⅶ	0.05~0.1		
319	01		29.0	115.0	武宁石门楼	5 $\frac{1}{2}$	Ⅶ~Ⅷ	0.1~0.2		原称南昌西北
455			28.7	116.6	余干	5	Ⅵ	0.05		
1334	01		28.8	117.0	乐平南	4 $\frac{3}{4}$				
1350	07		29.2	114.9	武宁西南	5	Ⅵ	0.05		原称修水
1361	(秋)		28.8	115.3	靖安	5 $\frac{1}{2}$	Ⅶ	0.1~0.15		
1562			25.8	116.0	瑞金	4 $\frac{3}{4}$	Ⅵ	0.05		
1575	03	16	29.0	114.0	修水西	5 $\frac{1}{2}$	Ⅶ	0.1~0.15		
1577	02	17	24.8	115.0	定南	4 $\frac{3}{4}$	Ⅵ	0.05		
1634	06		29.3	115.7	德安南	5	Ⅵ	0.05		
1710			28.5	117.6	横峰北	4 $\frac{3}{4}$	Ⅵ	0.05		原称上饶西北
1756	12	07	29.1	116.9	波阳东北	5 $\frac{1}{2}$	Ⅵ	0.05		
1792	04		27.4	114.6	安福北	4 $\frac{3}{4}$	Ⅵ	0.05		原称安福西
1804	(冬)		24.9	115.6	寻乌	5 $\frac{1}{4}$	Ⅵ	0.05		
1806	01	11	25.3	115.7	会昌南	6	Ⅶ~Ⅷ	0.1~0.2		
1847	(冬)		24.7	114.9	定南	5	Ⅵ~Ⅶ	0.05~0.1		
1863	08	30	29.1	114.1	修水西	5	Ⅵ	0.05		
1888	03	29	28.6	114.5	宜丰北	5 $\frac{1}{4}$	Ⅵ	0.05		
1888	05	28	25.8	115.0	赣州	5	Ⅵ	0.05		
1896			25.0	114.6	龙南西北	4 $\frac{3}{4}$	Ⅵ	0.05		
1907			25.4	115.0	定南	4 $\frac{3}{4}$	Ⅵ	0.05		
1908			25.3	114.3	大余	4 $\frac{3}{4}$	Ⅵ	0.05		
1911	02	06	29.7	116.0	九江	5	Ⅵ	0.05		
1926	02	13	26.4	116.3	石城	4 $\frac{3}{4}$	Ⅵ	0.05		
1941	09	21	25.1	115.6	寻乌	5 $\frac{3}{4}$	Ⅵ~Ⅶ	0.05~0.1		
1982	02	25	24.7	114.8	龙南	5.4	Ⅵ	0.05	16 km	南亨
1987	08	02	25.0	115.6	寻乌	5.7	Ⅵ	0.05	13 km	
1987	08	03	25.0	115.6	寻乌	5.2	Ⅵ	0.05		
1987	08	15	25.1	115.6	寻乌	5.0	Ⅵ	0.05		
1995	04	15	29.6	115.6	瑞昌	4.9	Ⅵ	0.05		
2005	11	26	29.7	115.8	九江—瑞昌间	5.7	Ⅶ~Ⅷ	0.1~0.2		

注:据江西省地震局资料,其中部分地点据震中坐标修改。

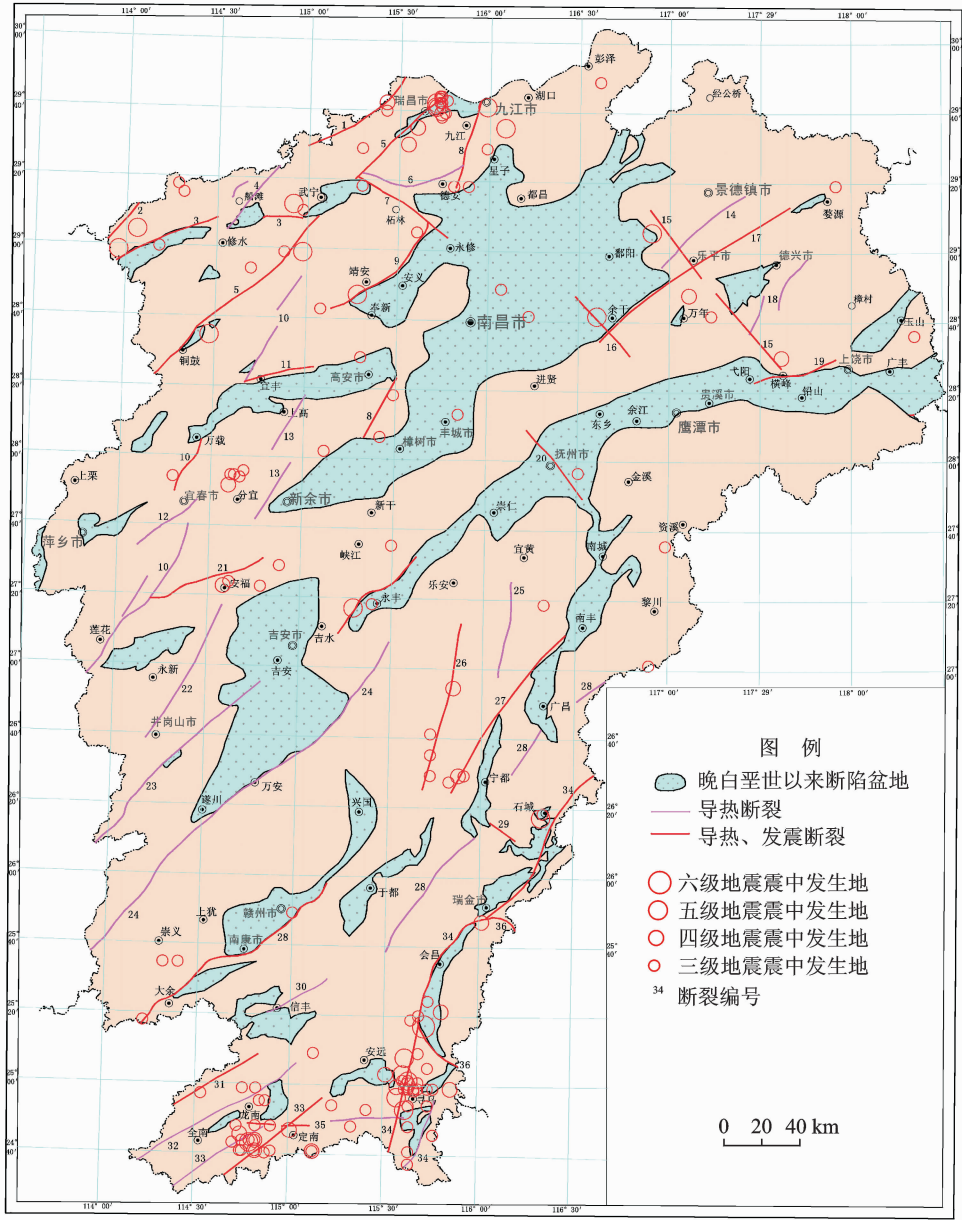


图 1 江西省地震震中与导热、发震断裂分布图

Fig.1 Distribution of epicenters, thermal conductivities and earthquake faults in Jiangxi Province

东、北北东向断裂带的复合结点地区,可能是九江—瑞昌多次破坏性地震发生的因素之一。

2.2 怀玉山—武夷山—九连山地震活动带

该带属于东南沿海地震亚区西缘,受晚中生代形成的北北东向怀玉—武夷构造隆起带制约,西缘以鄱阳、吉泰、赣州断陷盆地东南边缘控盆断裂为界,大致在鄱阳—吉水—赣州一线。次级构造北部为北东、北东东向,自北向南有九江拗陷(东),九岭隆起(东)、萍乐拗陷(东),万年隆起,上饶拗陷,南部主要为北北东向的雩山隆起与武夷隆起,北部间夹北东向、近东西的中小型断陷盆地。南部发育北北

东向长条状红层箕形断陷盆地。地震活动南部强烈、北部次强、中部较弱。活动性断裂有继承性,怀玉山区与九连山区,以北东向断裂为主,雩山、武夷山西坡以北北东向断裂带为主^[5]。怀玉次强地震活动区,中强地震主要发生于鄱阳盆地东南边缘的鄱(阳)余(干)地区,地震发生于北东向活动性深大断裂与北西向断裂的交汇地区。值得注意的是乐平—上饶以东地震震中明显稀少,中部地区仅有吉水—永丰间中强地震一处,沿宜黄—宁都、招携—小江等北北东向断裂带有 3~4 级地震震中分布。

江西最强烈的地震分布于赣南地区,该地区地

表 2 江西省导热、发震断裂一览表

Table 2 Thermal conductivities and earthquake faults in Jiangxi Province

编号	断裂名称	控制作用	编号	断裂名称	控制作用
1	码头—九宫山断裂	导热、发震	19	上饶断裂	导热、发震
2	麻城—幕阜山断裂	导热、发震	20	抚河断裂	导热、发震
3	石垌—大田街断裂	导热、发震	21	安福断裂	导热、发震
4	船滩—棋坪断裂	导热	22	万洋山断裂	导热
5	铜鼓—瑞昌断裂	导热、发震	23	黄坳断裂	导热
6	九江坳陷南缘断裂	导热	24	遂川—临川深断裂	导热
7	柘林—永修断裂	导热、发震	25	宜黄—宁都断裂	导热
8	九江—德安断裂	导热、发震	26	招携—小江断裂	导热、发震
9	棋坪—靖安断裂	导热、发震	27	大余—南城断裂	导热、发震
10	武宁岩—莲花断裂	导热、发震	28	驿前—黄岗山断裂	导热
11	宜丰断裂	导热、发震	29	宁都断裂	导热、发震
12	温汤断裂	导热	30	信丰断裂	导热
13	上高—新余断裂	导热	31	社迳断裂	导热、发震
14	赋春深断裂	导热、发震	32	龙南—版石断裂	导热
15	鄱阳—横峰断裂	导热、发震	33	九连山—安远断裂	导热、发震
16	信江大断裂	导热、发震	34	永平—寻乌断裂	导热、发震
17	余干—婺源断裂	导热、发震	35	定南—桂竹帽断裂	导热、发震
18	德兴断裂	导热	36	会昌环形断裂	导热、发震

质构造错综复杂,中生代花岗岩广泛分布,中小“红盆”、小“火(山岩)盆”和温泉广泛分布,新构造活动显著。区内有全省最强的石城—寻乌北北东向发震断裂带,其次为九连山—安远、大余—赣州北东向发震断裂带,其中石城—寻乌断裂带与会昌—上杭—云霄北西向深断裂带交汇地区发生过会昌 6 级地震。

3 发震断裂及其主要特征

3.1 发震断裂特征

江西省的发震断裂主要是燕山期断裂网络中的一部分断裂或其某一段落发生“回春”活动而成。

(1)以北北东向断裂为主,其次为北东向断裂,形成重要的发震断裂带。前者主要分布于幕阜山—罗霄山隆起和武夷隆起,后者分布于怀玉山—吉泰—九连山地区。其中定南—桂竹帽东西向断裂由于规模较小,且较零散,未形成发震断裂带,但具有重要的复合控震作用。根据本次研究,江西省尚未发现重要的东西向发震断裂带,且长期以来所称的赣江(湖口—丰州)北北东向断裂带,迄今并未发现中强地震活动。

(2)北北东、北东向断裂带大多经历了多期活动,断裂经历了复杂的转变过程。总体看,这些断裂带燕山期主要为挤压左行走滑,新近纪以来主要为正断层。

(3)北西或北西西向断裂,往往连续性差,多以张性、张剪性为主。新近纪以来主要为张性,这些断裂与北北东向、北东向断裂带交汇地区易发生地震。沿崇义—铁石口,安福—宁都、永修—信江,鄱阳—上饶北西向断裂带,地震震中略呈串珠状分布。在鄂州—九江、会昌—上杭—云霄两条深断裂带与北北东向断裂带的复合地区,易发生较强地震。

除北西向断裂外,如近东西、北东向断裂与北北东向断裂带的结点也易于发震。1978 年 6 月 27 日的宁都画眉坳 3.9 级有感地震受北北东向与北东向断裂复合构造控震,等震线出现北北东、北东向两个特殊的犄角。北北东向控震断裂带与北西向或近东西向断裂的结点易于发生较强地震(如寻乌)。

(4)晚白垩世—古近纪断陷盆地的控盆断裂带,发生“切盆”活动,是活动性断裂的重要标志,为主要发震断裂。

(5)地震活动的重现性、群聚性,是江西省地震活动的显著特征。地震常发生于断裂的一定段落,或多次发生于某一构造结点,地震频发,震中密集成群。如寻乌、龙南、南亨、瑞昌等地,这些地段或地点是地震监测与防震重点。

3.2 主要发震断裂

根据发震断裂发生地震的强度和频度,江西省重要的发震断裂分为北北东向与北东向两组,计 8 条,其中以石城—寻乌断裂带最为活跃,其次为瑞

昌—铜鼓、九连山—安远、九江—靖安断裂带。

3.2.1 北北东向断裂带

(1) 石城—寻乌断裂带

属于永平—寻乌深断裂带南段,南延粤东河源,处于武夷隆起带南西缘(图 1)。该断裂带于早白垩世中晚期在其西侧形成了瑞金胎子崇隐爆角砾岩筒和会昌锡坑迳、寻乌等火山盆地,断裂东侧形成石城海罗岭等一串北北东向花岗岩岩株及会昌、青龙山、官村、红山小照等 I 型斑岩引发的隐爆角砾岩筒。晚白垩世形成了石城、瑞金、会昌、寻乌留车等北北东向断陷红层盆地。晚白垩世末至古近纪在会昌盆地东部红层中形成了草桃背—站塘玄武岩熔岩喷溢带,在其东侧有草桃背、上寮、桃树排、青龙山、猪婆石等中基性火山口,该带也是一个重要的萤石矿带,白垩纪—古近纪构造与岩浆活动十分强烈。

该带温泉密集分布,已发现约 20 多处温泉,地裂缝发育。1998 年 11 月至 1990 年元月瑞金沙洲坝大埠村、会昌城南及周田乡老虎村 3 处发生了地震裂缝带,带长 900 m,宽约 150 m,单条裂缝长 40~97 m,一般宽 3~5 m,走向 20~30°为主,呈右列式排列。控热发震构造主要为北北东向控盆切盆的盆缘活动断裂带,往往形成陡立的硅化带断层崖,与盆地高差可达 100~300 m。

在瑞金武阳一带,控制断陷盆地的北北东向断裂位于盆地两侧(图 2),晚白垩世红层之上的第四纪 II、III 级阶地残留于盆地西部, I 级阶地和河漫滩发育于盆地东侧,各阶地面也有向东倾斜现象。该带地震频发,2~3 级地震震中密集成带(图 1),中强地震震中成串分布,主要集中发生于会昌周田与寻乌—三标间。1562 年瑞金发生 5 级地震,1804 年冬寻乌发生 5 级地震,1926 年石城发生 4.75 级和 4.5 级地震,1941 年 9 月 21 日、1987 年 8 月 2 日,寻乌城与三标间先后发生 5.75 级和 5.5 级地震。恰在北北东向断裂与北西向、东西向等多向断裂交汇处。1983 年 5 月 12 日寻乌—福建武平间发生的 4.4 级地震,震中位于东经 116,北纬 25°处,位于会昌环形构造核部隆起中,等震线呈马鞍状,显示受北北东向、北西向两组断裂控制。1906 年 1 月 1 日会昌周田发生 6 级地震,为江西历史上最强烈地震。位于会昌环形构造月牙形箕状晚白垩世红层盆地中南部,两侧均为控盆切盆断裂,并发育一组北西向切盆断裂,为北西向的会昌—上饶—云霄深断裂的末梢部分。

(2) 麻城—幕阜山断裂带

该带北起湖北麻城,控制江汉平原东界和长江

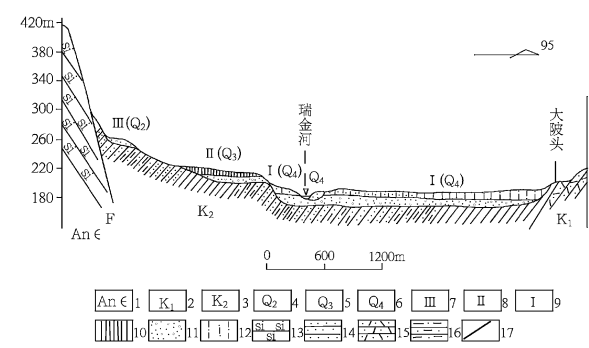


图 2 江西瑞金武阳寨—大陂头地质地貌剖面图
(据江西区域地质调查大队资料修改)

Fig. 2 Geologic and geomorphologic profile of Wuyang-zhai-Dapitou in Ruijin County, Jiangxi Province

1-前寒武系;2-白垩系下统;3-白垩系上统;4-第四系下更新统;5-第四系中更新统;6-第四系上更新统;7-三级阶地;8-二级阶地;9-一级阶地;10-网纹红土;11-砾石层;12-亚粘土;13-硅质岩;14-砂岩;15-凝灰质砂岩;16-粉砂岩;17-断层

中下游铁铜成矿带西界,经江西省西北隅幕阜山进入湘东北。沿带有咸宁温泉、麻城 6 级地震、麻城、黄冈、黄石 5 级地震。进入修水北西部幕阜山一带于 1575 年 3 月 26 日和 1863 年 8 月 30 日分别发生了 5.5 级地震和 5 级地震,并于 2014 年新发现白岭高温温泉,温度高达 82℃。上述地震是否与渣津晚白垩世红层盆地的北缘北东东向控盆断裂复合有关,有待进一步研究。

(3) 瑞昌—铜鼓断裂带

该带北起九江县滨临长江的望夫山,先后穿过九江拗陷与九岭隆起(图 1)。该带北段断裂呈北东走向,向南东陡倾,发育于北东向大冲—望夫山背斜南翼与瑞昌向斜北翼之间,为赛湖、范镇古近纪红层盆地北缘控盆断裂。断裂带至南义附近被青山侧列式北北东向断裂带复合归并,转为北北东向,倾向北西西,至武宁古近纪柘林盆地,断裂呈侧列状,切错盆地南北盆缘,南延进入九岭隆起,倾向转为南东东,南部控制切割铜鼓小型晚白垩世断陷盆地,是赣西北地区最重要的一条导热发震活动断裂带。2~5 级地震震中呈带分布,在九岭隆起发育温泉。北段在九江拗陷中地热不发育,但地震活动增强,频度较高,主要发生于赛湖、范镇、柘林断陷盆地边缘切盆活动断裂。1995 年 4 月 15 日瑞昌发生 4.9 级地震,2005 年在九江—瑞昌间发生 5.7 级破坏性灾害地震,震中在赛湖盆地中的赛湖农场附近,发震断裂为赛湖古近纪盆地北缘的北东向断裂带,该断裂早白垩世为 I 型花岗岩闪长斑岩的控岩断裂,古近纪

转化为控盆正断层,古近纪末断裂停止下陷,被“红层”覆盖。在丁家山铜矿区见超覆于盆地北缘断裂与志留系之上的古近纪红色砂砾岩残留于山坡之上,与下陷的盆地垂直相距约 60 m 以上。根据盆地北缘钻孔揭露,早白垩世成铜花岗闪长斑岩,断落于红盆之下约 400 m 处。断面向南陡倾,震中恰在断裂深处。该处又处在与鄂州—九江北西向深断裂带东南段以及赤湖—付山北北东向断裂的复合地区,可能是发生中强地震原因之一。该地区红层下碳酸盐岩地层分布较广,岩溶发育,坍塌次生灾害较重,地震的危害性、破坏性较大。

该断裂在武宁地区地震活动需引起重视。以前所称的公元 319 年 1 月南昌西北 5.5 级地震,震中(北纬 29°,东经 115°)实际位于武宁南的石门楼附近,发生于瑞昌—铜鼓断裂带与北东向的断裂的复合地区。而 1350 年的修水 5 级地震(北纬 29.2°、东经 114.9°)震中实位于武宁县清江与石渡之间,发生于瑞昌—铜鼓北北东断裂带上盘与清江东西向断裂的复合地区,后者在修水三都杨梅山错断第四系中更新统进贤组红土砾石层(图 3)。武宁地区 1971 年以来,2、3 级地震频发,需加强监测。

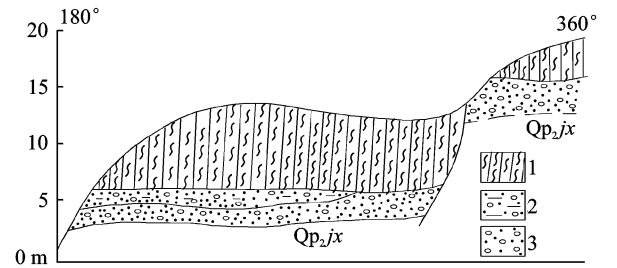


图 3 三都杨梅山阶地剖面图(江西区域地质调查大队资料,1964)

Fig. 3 Profile of terrace in Yangmeishan, Sandu County
1-黄棕色、砖红色红土;2-黄色粘土砾石层;3-粗砂粘土砾石层;Qp_{2jx}-第四系中更新统进贤组

(4) 九江—靖安断裂带

该断裂带处于幕阜山—罗霄隆起带与赣鄱断陷带交接地带,是一条显著的重力梯级带,是幕阜山—罗霄山地震带东缘一条中强地震带。断裂带北段为庐山地垒西侧的九江—德安断裂带(赣江断裂带一部分),呈北北东向分布,最大垂直相距近千米,控制切割沙河古近纪小型断陷盆地东缘,在九江通远黄泥潭公路旁见志留系砂页岩叠覆于第四系更新世大姑期冰碛砾之上。九江市 1911 年 2 月 6 日发生 5 级地震,德安 1634 年 6 月发生 5 级地震,均与该断裂活动有关。断裂过共青城晚白垩世—古近纪断

陷盆地(鄱阳盆地西北角)后,侧现于军山并迁就靖安—棋坪弧形逆冲推覆断裂带,向南西西方向弯转,经靖安、甘坊,向棋坪方向延伸。该断裂古近纪时由向南东逆冲推覆转化为向东南方向倾斜的高角度正断层,控制切割安义北东向古近纪断陷盆地北西边缘。其次,宜黄—宁都、招携—小江近南北向至北北东向断裂带虽无中强地震发生,但 1921 年以来 2、3 级地震频发,特别是宜黄—宁都断裂控、切割红层盆地明显,曾发生 4 级地震,招携—小江断裂在永丰中村也有 4 级地震活动,值得进一步监测。

3.2.2 北东向断裂带

该组断裂带主要发生于鄱阳、抚州、赣州、龙南断陷盆地的盆缘活动断裂带,与北西向断裂的交汇地区有中强地震发生。1971 年以来地震活动频率较高的断裂地震带主要有余干—婺源断裂带、吉水—临川断裂带、大余—赣州断裂带和九连山—安远断裂带,以赣西南的九连山—安远断裂带活动性最强。

(1) 余干—婺源断裂带

该带发育一组北东向逆冲推覆断裂带,晚白垩世转化为正断层,与信江、鄱阳—上饶等北西向断裂带控制鄱阳断陷盆地东南边缘。1971 年以来沿带有较多 2、3 级地震震中分布。但该带地震向北东趋弱,中强地震主要发生在鄱阳盆地东南部,有 445 年余干 5 级地震,死亡 29 人。万年北部曾发生 4 级地震,2014 年 7 月 31 日万年湖云发生 3 级有感地震。在余干城西部 15 km 的三塘乡壕湖一带,发现错断早更新世赣县组红土砾石层的垂直小断层多条,可能为余干地震的遗迹(图 4)。

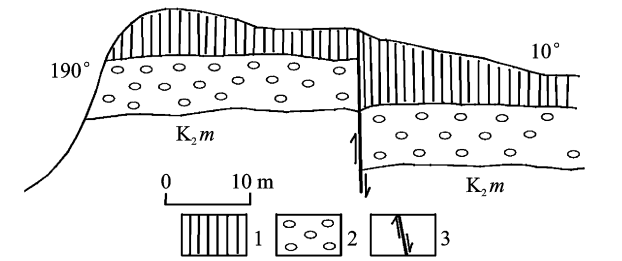


图 4 余干县壕湖地区断裂素描图^[5]

Fig. 4 Sketch map showing fractures in the Haohu area, Yugan County
1-下更新统赣县组网纹红土;2-下更新统赣县组砾石层;3-正断层及运动方向;K_{2m}-上白垩统茅店组红色砂砾岩

(2) 吉水—临川断裂带

为抚州晚白垩世断陷盆地北缘北东向控盆断裂带,在该断裂带与北西向断裂交汇处附近,形成临川

青莲山温泉与崇仁马鞍汤溪温泉。公元 304 年在吉水—永丰间发生了 5 级石阳地震。

(3)大余—赣州断裂带

包括侧列分布的大余池江古近纪红层盆地的北缘北东向控盆断裂与赣州晚白垩世“红层”盆地的南东缘北东向控盆断裂带,该带有多处发生 2、3 级和大余 4 级地震,1888 年 5 月 28 日赣州发生 5 级地震。

(4)九连山—安远断裂带

该带包括九连山—临塘、鸡啼石—安远两条断裂,是重要的导热发震断裂带。断裂带切割多个小型早白垩世火山盆地和晚白垩世红层断陷盆地,温泉成带,2、3 级地震震中成群。地震主要发生在九连山—安远北东向断裂带与定南—桂竹帽东西向断裂带西部的交汇地区。1847 年发生定南城北西附近 5 级地震,1982 年 2 月 25 日发生龙南南亨 5 级地震,1985 年 7 月 4 日该处又发生 4 级地震。南亨地震等震线呈北东向椭圆形,显示控震断裂主要为北东向的鸡啼石—安远断裂。

除上述 4 条北东向断裂地震带外,1756 年鄱阳东北曾发生 5.5 级地震(北纬 27.4°、东经 116.9°)。位置大致在古县渡附近,处于宜丰—景德镇逆冲推覆断裂带北西侧(上盘),与控制鄱阳盆地北西缘的上饶—波阳北西向断裂带交汇,但该带 1971 年来地震活动较弱。

上述北北东向 4 条、北东向 4 条中强断裂地震带,尤其是赣南的石城—寻乌带的会昌—寻乌段、九连山—安远带的鸡啼石—安远段、赣西北瑞昌—铜鼓带的瑞昌武宁段及九江—靖安段,需加强监测与防震工作。

九江—瑞昌间,除地震频发,岩溶发育,周田地区为采盐区,均易发生地震次生灾害,寻乌—三标间,南亨—定南间 4 级以上地震频度高,是江西 4 个重点防震区。

4 发震断裂带的形成动力机制与演化过程

江西省的北北东、北东向地震断裂主要成型于燕山陆内活化造山期,转型于燕山期造山后,衰减于古近纪,于第四纪部分发生“回春”成为活动性导热或发震断裂。

第四纪中更新世晚期以来江西省及东南大陆受到来自青藏高原隆升,地壳向东面逃逸的伸展作用和菲律宾海板块扩张产生的北西西向向台湾和大陆方向的挤压作用。区域震源机制地应力测量,大地测量三角网及断层位移测量等所反映的地应力状态

基本一致,主应力方向总体为北西、北西西向^[1],说明来自东南方向的应力较强,居主导地位。

江西省的震源主压应力轴赣西南为北西、北西西向,赣西北为近东西、北西西向,总体为北西西向^[2]。对石城九寨温泉的研究与该结论吻合。石城九寨温泉形成于晚白垩世盆地东缘的北北东向控盆硅化断裂与北北西向硅化断裂的结点,两条硅化带形成一个硅质泉池,两眼泉水沿北东东向与北北西向的一对剪切面涌流而出,剪切面上阶步擦痕清晰指示二者分别为右行和左行剪切,反映出主压应力为北西西—南东东向。

在上述区域应力场作用下,陆壳因轻度压缩发生多阶段不均衡弱隆升。受隆、陷差异活动影响,一些隆、陷之间的控盆断裂发生正断层错动。赣东南地区处于沿海大陆向南东凸出的内侧,来自西北的逃逸式伸展力最大化,又是菲律宾海板块扩张向北西西向挤压的主要方向,地应力活动较强,成为地热与地震的重要活动区。而上饶—景德镇一线以东,已不在北北西向压应力范围,地震活动明显较弱。印度板块向北俯冲青藏高原隆升产生的向东侧压力,可能沿龙门山断裂带向北东传导,遇中央造山带阻挡,沿北西向的襄广断裂带南侧逸散,在汉中、安康、钟祥、黄石至瑞昌、九江一带和宜昌南、常德、至靖安一线由于北西西向的挤压,北西、北西西向断裂引张开启,在其与北东、北北东向活动性断裂交汇处,利于形成温泉和发生地震,出现地震震中有北西向的成串分布现象。鄂州—九江北西西向深断裂带、会昌—上杭—云霄北西向深断裂带的复合部位,恰是会昌 6 级地震、九江赛湖 5.7 级地震震中所在之处。处于台湾与菲律宾岛弧转换带的巴士海峡—云霄—上杭—会昌北西向断裂,至会昌—寻乌地区,左行错动有可能转向定南—桂竹帽东西向断裂活动,与石城—寻乌、九连山—安远北北东、北东向断裂带复合,形成赣南地震活动区。

江西省与东南陆区处于台湾、青藏强烈地震区带之间。台湾地震带来自菲律宾海板块的挤压,大部分能量消耗在台东纵谷仰冲带,其作用力往西北传到台湾海峡,又被较厚的新生界松散沉积物吸收,至大陆作用力进一步弱化,其波及范围较窄。青藏地震区剧烈而辽阔,由于印度板块向北俯冲派生的向南东方向扩展的能量消耗在该区南缘的龙门山、炉霍—康定、小江一线的地震带,且距东南陆区较远,所以江西及邻区虽处于东西对挤的应力场,但压缩轻,隆升弱,差异错动不强,地壳处于较稳定的环境,但也有若干破坏性地震。

5 结论及建议

(1)江西省于新近纪进入新构造活动时期,地壳活动趋缓,自元古宙至古近纪形成的大量断裂带处于休眠状态或被盆地掩盖。由于菲律宾海板块扩张的直接影响及印度板块向北俯冲的远程效应,地壳总体处于弱隆升状态,部分断裂发生“回春”,成为导热、发震的活动性断裂。江西省的地震震级小、频度低。自公元 304 年迄今共发生破坏性地震 31 次,其中最强地震为 6 级的只发生 2 次,所以江西省是我国地壳稳定性较好的地区。

(2)晚白垩世以来北北东向主干断裂构造是地震发生的主要构造条件,北西向断裂与东西向断裂构造和环状断裂构造是发震的辅助构造条件。

(3)江西省内计有可发生破坏性地震的断裂 8 条,根据地震的震级和频度,重要发震断裂带依次为:石城—寻乌、瑞昌—铜鼓、九连山—安远、九江—靖安、麻城—幕阜山 5 条,最重要的发震地区为寻乌、会昌周田、龙南南亨和九江—瑞昌,为重点地震监控和设防区。

(4)赣西北地区宜根据厘定的麻城—幕阜山、瑞昌—铜鼓、九江—靖安 3 条活动断裂与破坏性地震断裂带,进一步完善地震区划。瑞昌—铜鼓断裂地震带在武宁断陷盆地周边地区,地震频度较高,需引

起重视。江西省地震活跃期间间隔大致为 20 年左右,其与菲律宾海板块活动以及台湾地震带发震的时间关联,值得进一步研究。

参考文献

[1] 叶定衡. 中国及毗邻海区新构造图(1:5000000)及说明书[M]. 北京:地质出版社,1996.

[2] 江西省地震局. 江西省地震志[M]. 北京:方志出版社,2003.

[3] 江西省地质矿产局. 江西省地质矿产志[M]. 北京:方志出版社,1998:306-308.

[4] 江西省人民代表大会环境资源委员会. 江西生态[M]. 南昌:江西人民出版社,2007.

[5] 杨明桂,吴富江,宋志瑞,等. 赣北:华南地质之窗[J]. 地质学报,2015,89(2):222-233.

[6] 杨明桂,祝平俊,熊清华,等. 新元古代—早古生代华南裂谷系的格局及其演化[J]. 地质学报,2012,86(9):1367-1375.

[7] 万天丰. 中国大地构造学纲要[M]. 北京:地质出版社,2004.

[8] 黄辉,叶寿生. 台湾省岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.

[9] 杨明桂,吕细保,马振兴,等. 江西地下热水分布特征与勘察方向[M]. 南昌:江西科学技术出版社,2011.

[10] 杨明桂,吕细保,黄越,等. 台海两岸地质构造的关联问题[M]. 南昌:江西科学技术出版社,2011:15-20.

Characteristics of neotectonics and distributions law of earthquakes in Jiangxi Province

WU Fu-jiang¹, MAO Su-bin², ZHONG Qian-fang², YANG Ming-gui²

(1 Geological Survey of Jiangxi Province, Nanchang 330030, China)

(2 Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development, Nanchang 330002, China)

Abstract:Based on the latest research results of geological structures in “Regional Geology in Jiangxi Province”, and earthquake records provided by Seismic Administration of Jiangxi Province, this study analyzes neotectonic framework, seismic activity characteristics and dynamic mechanism in Jiangxi Province. The result shows that the distribution of epicenters in Jiangxi is related to the neotectonic framework, with seismic activities occurring mainly in the NNE-trending Mufushan-Luoxiaoshan seismic active belt and the southern part of the Huaiyushan-Wuyishan-Jiulianshan seismic active belt. Main destructive seismic faults and tectonic environment of seismogenic zones in Jiangxi have been further clarified, which can provide important basis for optimizing seismic zoning, seismic monitoring and earthquake prevention.

Key words:Jiangxi Province; neotectonic framework; seismic fault zone; distribution of earthquake