

江西临川市水系沟槽及新构造应力场*

戴东升

朱诚

张金城

(南京大学城市与资源学系 南京 210093)

(华东地质学院地球科学系 江西临川 344000)

提 要 据对临川市抚河、宜黄河支流及更次一级沟槽的水系分布统计和频度、累积长度比处理,发现本区在玫瑰图上均存在 $NE0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 和 $NW20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 两个“优势”的最大值,表明因新构造运动的垂直差异性,使本区东南面地势相对较高,抚河干流也大致沿区域地势最大梯度 NNW 方向延展。此外新构造运动也可伴随近水平方向的构造形变同时发生,在某些区段甚至可以超过水平位移占主导地位。

关键词 江西临川市 水系沟槽网 新构造应力场

1 区域地质与地貌的演化

临川市位于 $116^{\circ}19'33''\sim 116^{\circ}24'40''E$, $27^{\circ}56'11''\sim 28^{\circ}02'15''N$,临川白垩系红层断陷盆地之中,面积约 $131km^2$ 。其南面为华南褶皱系,西临临川温泉低山丘陵区,北边为扬子准地台。区域性大断裂对本区地质发育史起着重要控制作用; NE 、 NEE 和 NW 向断裂构成本区的基本构造格架,同时也制约了区域地貌的发展。新第三纪开始的新构造运动,在本区主要表现为缓慢的大面积上升,但它继承了老的地质构造格架,沿着前期断层有一部分重新发生活动(如临川市西南沿红层盆地的边界断层有温泉的出露,便是断层近代具有活动性的明显例证)。抚河、宜黄河位于红层盆地内,其延伸方向与区域断裂构造的方向基本一致,故其发育也受断层的制约^[1,2]。

本区地貌可划分为两大类型。在地形上以低缓的岗地和河谷平原为主,地势开阔而平缓。地貌的成因因素以外动力中的流水作用最为明显。构造和基岩等因素仍在一定程度上制约了地貌的分布与发育。

2 第四纪堆积

临川市第四纪沉积以流水相为主,沉积物成因复杂,有冲积、洪积、坡积等,此外还包括很多残积,其形成时代包括中更新世、晚更新世和全新世。

2.1 中更新统残积—坡积层(Q_2^{f+dl})

分布在本区西北、中南部岗地,岩性为褐、棕红色粉土性亚砂土、亚粘土层,与下伏地层(白垩纪红层)呈渐变接触,厚度变化大,1~2m 直至 $>10m$ 。

2.2 上更新统冲积层(Q_3^f)

分布在城西构成一级阶地,岩性为棕黄色亚粘土层,局部具网纹结构,岩性具明显的

* 国家自然科学基金(批准号:49771075)与国家博士后科学基金资助项目。

收稿日期:1997-11-14,改回日期:1998-03-02。

二元结构,下部为黄白色砂砾石层,上部为浅橙黄色粉砂亚粘土层,厚度 12~18m。

2.3 全新统冲积层(Q_4^1)

大多分布于抚河-宜黄河西岸,形成河漫滩与洲滩,小部分分布于低丘岗地之间坳沟内,厚度 10~15m。

3 新构造应力作用形迹系列

总体上说,本区新构造运动的空间差异性不是太大,由此造成的地形差异也不是太显著;地震烈度 <6 度;第四纪堆积的变化相比较小,厚度也不大,却有着比较稳定的残积。即便如此,区内新构造应力作用在地质构造和地貌中仍有广泛的显示。

新构造运动的地质构造形迹,以断裂为主。在一些由公路路堑切出的第四纪堆积物剖面中,常可见到一些明显的构造节理,规模较大,延伸较直,具有磨光面,且有铁锰质充填,与土层中因干缩等原因造成的裂缝有明显区别。但因露头太少,对它们的总体延伸位等特点难以作出准确的估计。此外,包括前述红层盆地边界断层及红层内的一些断裂破碎,或者继承前期断裂,或直接由新构造运动产生。

新构造运动的地貌形迹,除多层夷平面地形及河流阶地外,抚河与宜黄河河谷多呈不对称河谷,河床向西侧偏移,河漫滩和阶地主要位于东侧,其形成原因主要为所在断块发生不等量上升造成倾斜所致^[1]。

抚河、宜黄河及其分支的一系列水系沟槽,由于植被及后期土层的覆盖,只在几处因工程施工才发现的沟槽基底有相同向的岩石或土层的断裂构造存在。但从全区地形上观察,绝大部分具有一定规模的沟槽(包括岗丘内的坳沟及冲沟),均具有较明显的方向性(以 NE 和 NW 向为主),且延伸呈直线及折线,构成较规则的网络,显然受岩土中具有特定方向(NE 和 NW 向等)的断裂构造控制。虽然岩石中的断裂可以产生于新构造运动之前,上覆土层中的一部分断裂,也可以追踪基岩断裂而成。但就其总体而言,因地表沟槽形成的时间较新。而由新构造应力作用造成的断裂(包括继承性断裂)活性大,更易遭受侵蚀而成沟槽。所以沟槽总体展布的方向性特点,是新构造运动的一类重要地貌形迹。

4 水系沟槽的统计分析

限于调查的精度及原始资料的完备程度,统计的水系仅位于临川城区一带,面积为 9km²。水系沟槽的分布,除了少数是由实地量测之外,大部分是从国家测绘局测制的 1:10000 地形图上进行转绘和量测的。

由地形图转绘成水系图时,注意沟槽分布的相对均匀。当水系沟槽的延伸存在弯曲时,应处理成直线或折线。其方法是:将河道的自由端或干、支流交汇处作为结点,并以结点为起点,在水系图上取 1cm 用圆规构造步长法,将相邻两步长的方向进行比较,若方向改变 $>10^\circ$ 则分别予以统计,若方向改变 $<10^\circ$,则连接两条的首尾给予合并,这样弯曲的河道就变成折线。

在统计区的水系折线图中,将各线段的方向定义为某水系沟槽的方向,将该线段的长度定义为相应沟槽的长度。这样,每段水系沟槽可用两个量(方位角和长度)来表示,全部

水系沟槽网络就形成了包含两个变量(Q, L)的集合.

在近 9 km² 的统计区内,从水系图中共量测出 638 条线段,代表水系沟槽的总长度为 63 982 km(见表 1).

表 1 临川市水系沟槽频度及累积长度比(频度: $\sum n/N, N=638$, 累积长度比: $\sum l/L, L=63\,982\text{m}$)

Table 1 Frequency and accumulative length rate of hydrographic net of Linchuan City

区 间	$\sum n$	频度 (%)	$\sum l$ (m)	累积长度 比(%)	区 间	$\sum n$	频度 (%)	$\sum l$ (m)	累积长度 比(%)
NE1°~10°	44	6.90	4807	7.51	NW0°~9°	4	5.3	3290	5.14
NE11°~20°	3	5.49	3649	5.7	NW10°~19°	40	6.27	4180	6.53
NE21°~30°	40	6.27	3842	6.0	NW20°~29°	47	7.37	4849	7.58
NE31°~40°	6	5.64	3470	5.42	NW30°~39°	40	6.27	3656	5.71
NE41°~50°	38	5.96	3506	5.48	NW40°~49°	35	5.49	3576	5.59
NE51°~60°	31	4.86	2787	4.36	NW50°~59°	38	5.96	4059	6.34
NE61°~70°	3	5.17	3121	4.88	NW60°~69°	27	4.23	2620	4.09
NE71°~80°	30	4.70	2683	4.19	NW70°~79°	35	5.49	3561	5.57
NE81°~90°	25	3.71	3142	4.91	NW80°~89°	30	4.70	3184	4.98

统计分析的基本作法:选用一种恰当的理论分布,用极大似然法^[3,4],计算出若干个最佳“平均”方向,然后将结果与地震应力场进行比较,以此检验假设正确与否. 该计算程序:假设某地区水文网分布格局符合密度函数为 $k \cos^2$ 类型的理论分布,该分布密度函数

$$f(\theta)=\frac{2}{\pi} \cos^2(\theta+\alpha) \qquad \theta \in [0,\pi] \tag{1}$$

所求“平均”方向

$$\theta=\int_0^\pi \theta \cdot \frac{2}{\pi} \cos^2(\theta+\alpha) d\theta = \frac{\pi}{2} + \sin 2\alpha \tag{2}$$

据极大似然法,设 $F=\prod_{i=1}^n \frac{2}{\pi} \cos^2(\theta_i+\alpha)$, 而

$$\ln F=\sum_{i=1}^n [\ln \frac{2}{\pi} + 2\ln \cos(\theta_i+\alpha)] = n \ln \frac{2}{\pi} + 2 \sum_{i=1}^n \ln \cos(\theta_i+\alpha) \tag{3}$$

$$\text{令 } 2 \ln F/2\alpha = 2 \sum_{i=1}^n \frac{-\sin(\theta_i+\alpha)}{\cos(\theta_i+\alpha)} = 0, \text{ 即}$$

$$2 \ln F/2\alpha = -2 \sum_{i=1}^n \text{tg}(\theta_i+\alpha) = 0, \text{ 代入 } \theta_i (i=1,2,3,\cdots,n), \text{ 可求出 } \alpha$$

$$\text{由 } \bar{\theta} = \frac{\pi}{2} + \sin 2\alpha \text{ 得 } \bar{\theta}.$$

上述统计方法在讨论较复杂区域构造应力场时才有更大的意义(有若干个解),正如伊沙德格尔认为,水文网分布的非随机现象,其根源在于地壳板块的运移和构造,是构造应力作用的结果^[5].

由于研究范围的限制,本文只试图从小尺度(面积 10 km²)上研究水文网分布与区域构造应力场之间的内在联系,我们发现,用频数分布方向玫瑰图和累积长度比玫瑰图表示较为直观(图 1,2).

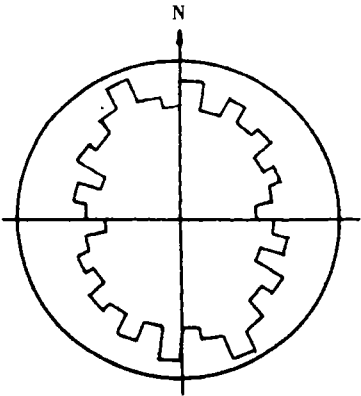


图 1 统计区水系分布频度玫瑰图
(间距 10°, 最大相对频率 8%)

Fig. 1 The frequency rose-graph of hydrographic net distribution of Statistic area

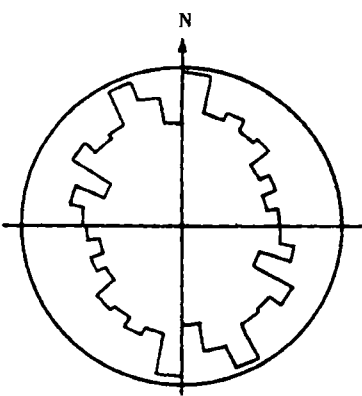


图 2 统计区水系分布累积长度比玫瑰图
(间距 10°, 最大相对频率 8%)

Fig. 2 The accumulative length rate rose-graph of hydrographic net distribution of statistic area

从这两幅玫瑰图中大致可看出“优势”方向,由于它们之间具相关性,拟合程度较好.进一步作如下处理:视数累积长度比分别为 X、Y 轴,画出散点图(图 3). 由图 3 看有两点较离散,正是两个“优势”方向: NW20°~30°、NE0°~10°.

由以上各图显示出研究区水系沟槽的最大平均方向为 NW10°~20°,最小平均方向为 NE80°±10°. 然而,仅根据水系的统计分析是不够的,还得辅以其他资料才能说明哪个方向是主压应力方向(P),哪个方向是主张应力方向(T). 据江西省区域地质志^[2](图 4),临

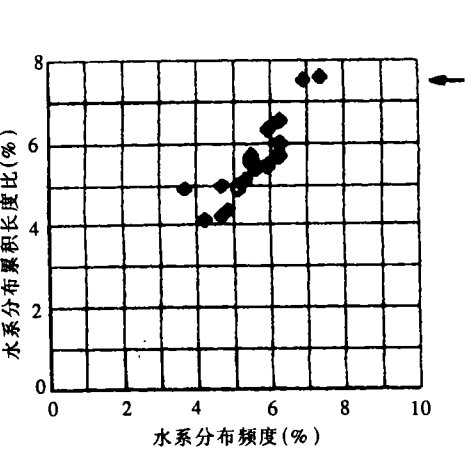


图 3 统计区水系分布散点图
(图中箭头所指为最大“优势”方向)

Fig. 3 The spot-spread graph of hydrographic net distribution of Statistic area

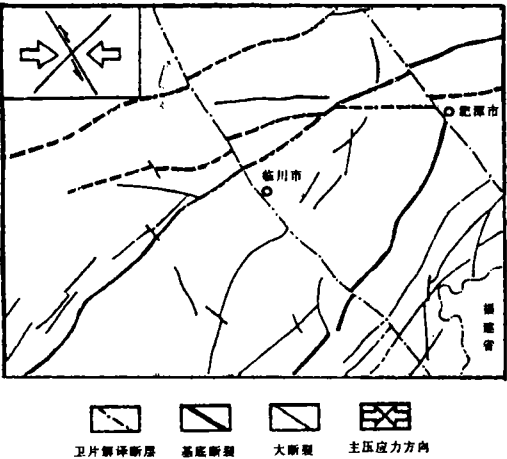


图 4 临川市附近断层与新构造应力场
(据江西省区域地质志 1:50 万构造地质图, 1984)

Fig. 4 The faults in Linchuan near areas and Neotectonic field

川市附近控制性断裂以走滑断层为主。P、T 基本水平。B 轴直立,证明第一步假设成立。据断层性质的判定,进一步表明本区应力场主压应力方向在 NEE—EW 之间,跟统计区内由水系分析得出的结论一致,应该为 $NE80^{\circ}\pm 10^{\circ}$ 。

5 结论与讨论

测定大地震的断层面,是用以推断现代地壳构造应力场和构造形变的有效途径。江西中部的最大主压应力近于东西向,最大主张应力近于南北向^[6],这与用水系沟槽进行统计分析的结果基本一致。从地质资料进一步论证^[7,8],鄱庐断裂带中南部新生代以来区域应力场主压应力方向是近东西向($NE80^{\circ}\sim 90^{\circ}$),用水系资料和地震断面解的结果,与此并不矛盾,尤其在数量上彼此吻合。这证明,从总体上来看,本区水系分布的格局是受区域应力场控制的,水系沟槽主要沿着这个应力场作用下剪切面发育,它们在分布方向上的非随机性,正是这种应力场作用的体现。

这里还有几个问题,需要进一步讨论:

1. 据水系沟槽的统计分析,并结合区域的断裂与地震应力场特征,本区的新构造应力场中最大和最小主应力轴近于水平,构造形变以大面积的水平形变为主。且据区域地貌的研究,又表现一定幅度的垂直方向的差异变化。据初步分析认为,按板块构造理论阐述的全球范围水平运移,并不排除在某个局部可表现出明显的垂直方向运动。本区按地貌及第四纪沉积确定的大面积轻微上升的构造背景,也可伴随近水平方向的构造形变同时发生。由近水平方向应力派生的垂直运移的幅度,在某些区段或某些时期甚至可以超过水平位移而占有主导地位。但如何能更确切地根据构造应力及其演变过程,将区域地貌与断裂构造的演化统一起来,当需要作进一步的研究。

2. 在水系分布统计过程中,摒弃了抚河、宜黄河干流,只对它们的支流及更次一级的沟槽进行了频度处理和累积长度比处理。发现无论是哪个玫瑰图,均存在 $NE0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 和 $NW20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 两个最大值,扣除这两个最大值的背景图为一长轴 $NW20^{\circ}$ 的椭圆。对其可能的解释是,因垂直方向的差异性运动,本区东南面的地势较高,抚河干流也大致沿区域地势最大梯度的 NNW 方向延展。所以在水系沟槽的统计分析时,还必需考虑区域地形及水文等附加因素,给予必要的修正的补充。

参 考 文 献

- 1 张金城. 抚河中游地区几个地貌第四纪地质问题. 华东地质学院学报, 1989, 12(3), 43—46.
- 2 江西省地质矿产局, 江西省区域地质志. 北京: 地质出版社, 1984, 706—724.
- 3 艾南山, 梁国昭, Scheidegger, A. E. 东南沿海水系及新构造应力场. 地理学报, 1982, 37(2), 111—122.
- 4 王景明. 黄土沟槽网络与新构造应力场. 地理科学, 1987, 7(5), 139—146.
- 5 Scheidegger, A. E. Tectonophys, 55. 1979, 7—10.
- 6 黄宗贤, 王恩福, 刘长兴. 构造应力方向与震源机制解. 地震学报, 1980, 2(2), 147—152.
- 7 汪素云, 许忠淮. 中国东部大陆的地震构造应力场. 地震学报, 1985, 7(2), 17—31.
- 8 许寿椿, 朱正. 从应力解除资料反演中国东部鄱庐断裂带区域应力场方向. 地震学报, 1983, 5(4), 412—417.

第一作者简介 戴东升,男,25岁,南京大学城市与资源学系硕士研究生

HYDROGRAPHIC NETS AND NEOTECTONIC STRESS FIELD IN LINCHUAN CITY,JIANGXI PROVINCE

Dai Dongsheng Zhu Cheng

(*Department of City & Resources Sciences, Nanjing University Nanjing 210093*)

Zhang Jincheng

(*Department of Earth Sciences, East China Geological College,
Linchuan City, Jiangxi Province 344000*)

Abstract

Based Upon statistics and disposition of the frequency and the rate of accumulative length of hydrographic nets distribution about Fuhe River, Yihuang River and the sub-tributary rivulets in Linchuan city, we found the existence of two notable largest value (NE $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ and NW $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$) in rose—graph. There were indication that because of vertical discrepancy of Neotectonics, the terrain of northeast region was relatively high, and the mainstream of Fuhe River also extended along the largest grade (NNW) of the regional terrain approximately. Besides, neotectonic movement may also accompany with tectonic deformation of near horizontal orientation simultaneously, even may exceed horizontal displacements and become diminutive in certain stages.

Key words Linchuan city of Jiangxi province, hydrographic nets, neotectonic stress field