

# 安塞县塌地发育区新构造应力场效应

武春龙 姜永清

(中国科学院西北水土保持研究所  
水利部)

## 提 要

遥感图象分析, 揭示出在安塞县南部有塌地群发育。利用水系资料, 求得塌地发育区新构造应力场的主压应力方向为 $N43^{\circ}E$ 。塌地移动方向存在两个优势方向, 分别为 $NNE-SSW$ 和 $EW$ , 它与区域新构造应力场的剪切破裂面方向基本一致。重力平行与新构造应力场剪切破裂面的作用是沟谷边坡扩展过程的优势事件。

黄土丘陵沟壑区地貌特征, 是沟谷纵横和地形破碎。沟谷侵蚀相当严重, 它的侵蚀量占流域产沙量的比重很大。沟谷网中的侵蚀方式复杂多样, 水力和重力侵蚀都很活跃。鉴于重力侵蚀是沟谷侵蚀的重要方式之一, 因此, 有必要研究重力侵蚀过程及其成因。

近几年来, 我们通过对陕北黄土高原丘陵沟壑区安塞县的地貌野外观察, 航天航空遥感图象的判译, 以及大比例尺地形图分析, 发现该县南部的塌地成群发育。显然, 塌地是重力侵蚀过程形成的, 成群发育的塌地是重力侵蚀过程活跃的标志。安塞县成群分布的塌地, 在黄土丘陵区有一定的典型性。本文试图在区域新构造应力场和塌地移动方向统计分析的基础上, 探讨塌地发育的新构造应力场效应, 以期有益于塌地资源开发利用和重力侵蚀规律的研究。

## 一、塌地分布

在野外考察的基础上, 通过1:10万的TM遥感图象和1:7万彩色红外航片判译, 以及1:5万的航测地形图分析, 获得了安塞县塌地的空间分布范围(图1)。塌地集中分布于该县的南部区域, 北自谭家营和郝家坪, 南至高桥和楼坪, 中间纵跨安塞县城和招安、沿河湾两乡。塌地群宏观空间分布, 自



图1 安塞县塌地群分布图

北而南呈带状，南北长约50公里，东西宽约20公里。塌地一般分布于大河（延河、杏子河和西川河）支流的沟谷中，大河谷两岸塌地有少数发育。塌地地表层物质为第四系黄土，地形平缓，浅沟侵蚀、切沟侵蚀和融冻侵蚀发育，前缘常出露侏罗纪青灰色砂页（泥）岩或第三纪三趾马红色粘土。全县约有塌地1,295处，总面积为126平方公里，每处塌地平均面积为9.7公顷多。塌地的土地质量优越，开发利用价值较高。

## 二、塌地发育区的新构造应力场

地表水文网格局，是内营力和外营力相互对抗作用的结果。地貌形态发育的“对抗性原理”认为<sup>[1]</sup>，1、内外营力是同时作用的；2、内外营力的相对量和绝对量是时间和空间的函数；3、外营力是随机和不稳定的，其根源在于外力作用过程的随机性，内营力是系统的，它来自于全球板块构造活动。内营力和外营力的对抗作用对水系发育的影响，使水系格局表现两方面的特性。从小尺度微域看，任何一条河流是非直线的，总是沿其总流向左右摆动，呈现不同程度的弯曲，在河段的方向变化上，表现为随机性和不稳定性；从大尺度宏观区域看，在河流网系统中，可以找到河流的“优势”流向，它是河流发育系统性的表现。在区域大范围内优势方向是一定的，除去坡度对河流发育的影响外，水系方向的系统性是由新构造应力场决定的。水系总是易于沿新构造应力场的剪切破裂面发育，因而可通过求水系优势方向，研究区域新构造应力场。

为了求得水系优势方向，有必要定义河道的方向和长度。沙伊德格尔 (Scheidegger, A.

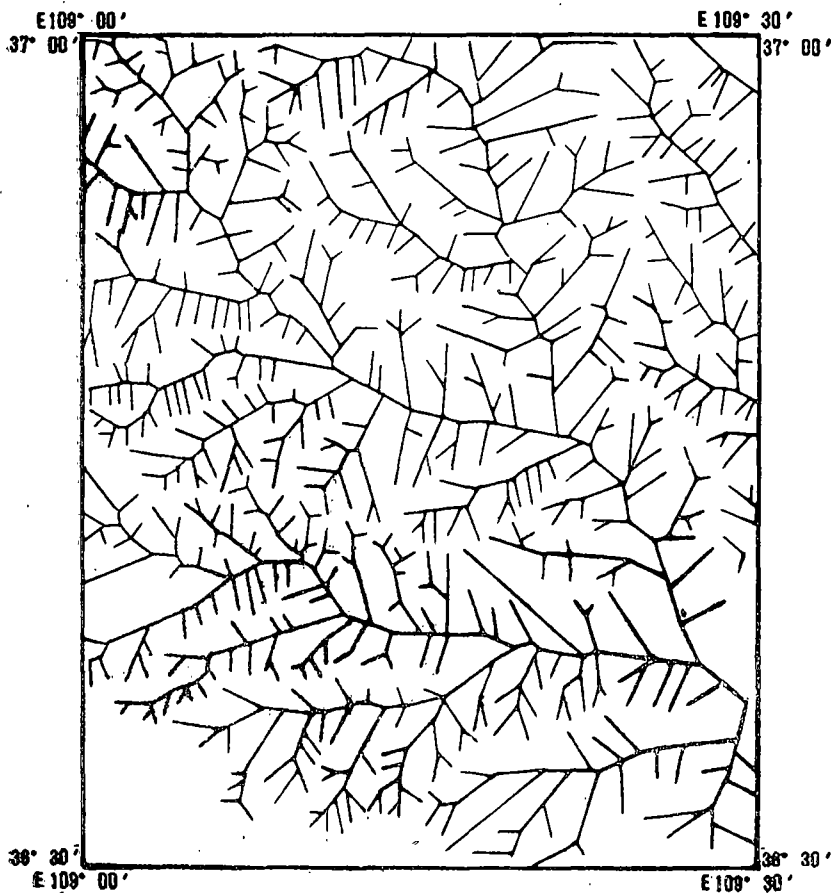


图2 安塞县南部及其邻区水系折线图

E.) 等把河流自由端和干支流交汇点作为结点, 然后用直线连接这些结点, 制作成河流折线图。在河流折线图上, 定义折线方向为河段走向, 折线长度为河段权重。于是, 水系网的全部河段就形成包含两个变量的集合。以此集合为原始数据, 通过一定的数学方法, 可求得区域水系的“优势”方向。求水系优势方向的数学方法有卡尔贝克 (Kahlbeck, F.) 和沙伊德格尔的参数估计法<sup>[2]</sup>和余庆余等的水系分布方向计算的密集度方法<sup>[3]</sup>。由于条件所限, 本文采用密集度方法。

安塞县南部及其邻区1:10万的水系折线图, 经缩编见图2, 它是根据1:10万的地形图制作的。水系折线图的地理空间范围为 $N36^{\circ}30' - N37^{\circ}$ 、 $E109^{\circ} - E109^{\circ}30'$ , 略比塌地发育区大。在水系折线图上量测河段926条, 代表总长度1,595.7公里。以 $10^{\circ}$ 间距( $0^{\circ} - 180^{\circ}$ )统计河段走向, 绘制水系方向分布玫瑰图(图3a)。采用水系方向计算的密集度方法, 对量测的926条河段数据进行计算机分析, 求得水系优势方向为,  $Max.1: 8^{\circ}$ 、 $Max.2: 77^{\circ}$ 、 $Max.3: 157^{\circ}$ 、 $Max.4: 35^{\circ}$ 。 $Max.3$ 和 $Max.4$ 是鄂尔多斯地台自西北向东南地形倾斜影响形成的优势方向,  $Max.1$ 和 $Max.2$ 是新构造应力场作用下的剪切破裂面。因此, 塌地发育区新构造应力场的主压应力方向为 $N43^{\circ}E$ , 主张应力方向为 $S133^{\circ}E$ 。它起源于印度板块与欧亚板块的碰撞, 碰撞应力依次通过青藏高原、祁连山褶皱带和六盘山褶皱带, 传递到鄂尔多斯地台。艾南山、李玉龙等根据地震构造、大地测量和水系展布资料, 求得鄂尔多斯地台的主压应力方向分别为 $N56^{\circ}E$ 、 $N50^{\circ}E$ 和 $N45^{\circ}E$ <sup>[4]</sup>, 它与上述结论基本一致。说明利用水系资料, 反演新构造应力场在研究区所得的结论是可信的。

### 三、塌地移动方向统计分析

在安塞县塌地中, 选择162处大型塌地, 作为塌地移动方向统计分析的对象。其目的是研究新构造应力场对塌地发育的影响。在彩色红外航空遥感图象上, 确定162处大型塌地的地理位置, 并判译塌地移动方向。判译塌地移动方向的主要依据是围椅状或直线状塌地后壁, 塌地地面的最大倾斜方向, 以及塌地对周围地形的影响, 对每个塌地确定一个主移动方向。在航片上确定完塌地

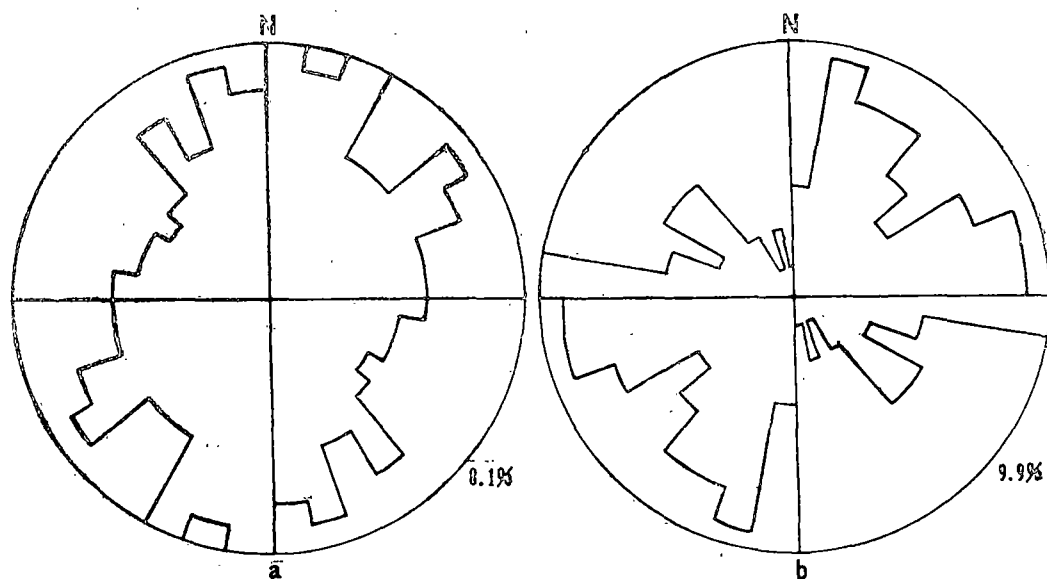


图3 安塞县南部水系(a)和塌地移动方向(b)玫瑰图

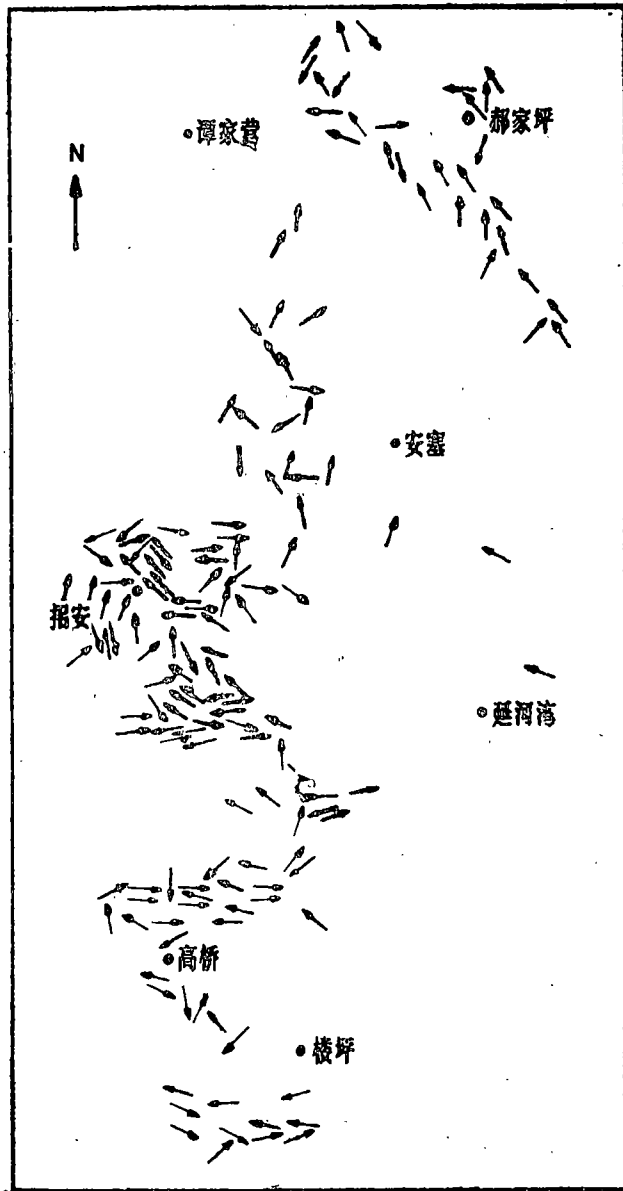


图4 安塞县南部塌地移动方向图

移动方向后，然后逐个将其转绘到1:5万地形图上，量测塌地移动方向。经缩编的塌地移动方向见图4。最后获取到162个塌地移动方向数据，以10°间距分组统计，绘制塌地移动方向玫瑰图（见图3b）。从图3b可知，塌地移动方向存在两个优势方位：一个为10°—20°，即NNE—SSW；另一个为70°—100°，即近似为EW。显然，塌地移动的两个优势方位和新构造应力场的共轭剪切面方向（N7°E和N77°E）基本一致。此结果与艾南山、沙伊德格尔在甘肃东乡地区和武都地区的结果相同<sup>〔5〕〔6〕</sup>。塌地发育区的黄土地层中，在NE—SW向的主压应力作用下，可能存在NNE—SSW和EW方向的共轭剪切破裂面。新构造应力场对塌地发育的效应表现为沟谷边坡扩展中重力平行于新构造应力场的剪切破裂面方向的作用，是高频优势事件。

#### 四、结 论

综上所述，可得如下结论：

- 1、安塞县南部及其邻区新构造应力场的主压应力方向为N43°E，主张应力方向为S133°E。
- 2、安塞县南部塌地移动的优势方位为NNE—SSW和EW，它与新构造应力场的共轭剪切破裂面走向一致。说明新构造应力场对塌地发育有明显的控制效应。

**致谢：**本文承蒙兰州大学张林源教授，中国科学院、水利部西北水土保持研究所

周佩华研究员审阅初稿，并提修改意见；兰州大学王爱英讲师帮助水系方向的计算，一并敬致谢忱。

#### 参考文献

- 〔1〕艾南山、顾恒岳：“地表形态发育的对抗性原理”，《兰州大学学报》社会科学版，第11卷第2期第122—130页，1983年。
- 〔2〕Kohlbeck, F. and Sheidegger, A. E. : On the theory of the evaluation of joint orientation measurements, *Rock Mech.*, (9) 9—25, 1977.
- 〔3〕余庆余、蒋桂中、艾南山：“水系分布方向计算的密集度方法”，《地理科学》第5卷第1期，第1—9页，1985。
- 〔4〕Ai Nanshan, Li Yulong, et al. The neotectonic stress field in the regions of Shaan-

xi, Gansu, Ningxia and Qinghai, Rock Meck. , (14) 167—185, 1981.

[5] 艾南山, 左发源: “甘肃东乡地区滑坡滑移方向统计分析”, 《兰州大学学报》自然科学版, 第21卷第3期, 1985年。

[6] Scheidegger, A. E. ,艾南山: “武都地区滑坡与泥石流”, 《水土保持学报》第1卷第2期, 1987年。

## The effect of neotectonic stress field on landslides in Ansai County of Shaanxi Province

*Wu Chunlong Jiang Yongqing*

*(Northwest Institute of Soil and Water Conservation under Academia Sinica  
and Ministry of Water Conservancy)*

### Abstract

Through wide field inventory, remote sensed image and topographic map analysis, we found landslide groups and obtained the moving direction data of 162 landslides in southern Ansai county of Shaanxi Province. The moving directions of landslides have the preferential orientations NNE—SSW and EW. In order to find a possible connection of landslides with neotectonic stress field conditions, the 926 valley orientations have been measured on 1:100,000 scale topographic map. The preferential valley orientations are  $N8^{\circ}E$  and  $N77^{\circ}E$ . Accordingly, they are considered as the two shear directions of the local neotectonic stress field. Thus, one of the principal stress directions has an orientation near  $N43^{\circ}E$ , the other near  $S133^{\circ}E$ , the first of these azimuths corresponding to the maximum compression. Two of the shears can be compared with the moving directions of landslides.