

# 多阶段构造地貌的水系统计特征 ——以山东半岛东北部为例

杜国云, 李晓燕

(烟台师范学院地理与旅游系, 山东 烟台 264025)

**摘 要:** 通过对胶东半岛水系分枝状况的空间展布、主要河流中的河长分形计算, 以及水库高程统计分析, 反映了山东半岛东北部地区的水系统计特征与多阶段新构造抬升活动的相关关系。

**关键词:** 胶东半岛; 多阶段新构造活动; 水系统计分析

**中图分类号:** P931.2; P343

**文献标识码:** A

## 0 引言

近些年来, 许多学者对水系特征从不同角度进行了研究, 并把水系特征与地貌发展阶段和新构造结合起来<sup>[1-3]</sup>, 所有对地貌阶段的认识的获取大多数学者都是建立在 Davis 的地貌循环理论基础之上, 即把地貌过程中的新构造运动看成是一个相对不变的量对地貌特点和地貌过程进行解释。实际上, 地貌过程是内、外地质营力相互作用的结果, 内力作用往往导致地貌过程达不到理想的程度而被迫中止, 地貌过程随进入下一个阶段, 地貌学的研究也表明大多数地区的地貌发育具有多旋回构造特点, 至少是多阶段的<sup>[4]</sup>, 因此, 在多旋回或多阶段构造地貌过程中的水系统计特征是研究水系特征与地貌相关性中的一个不可避免的现实问题。有关河谷地貌的多阶段构造特征是众多地貌与第四纪学者研究的主要对象, 但据笔者了解, 至今还没有直接对河流几何方面研究从中揭示新构造活动的多阶段性方面的报道。对河流而言, 在河流发育历史上可以是继承性的, 也可以是非继承性的。继承性河流中, 现代河流图像是多阶段新构造运动的最终产物, 不同构造阶段中的河流有其阶段性特点, 但目前还不能对在多阶段新构造地貌过程中的河流相映特征做有效的分离。本文尝试通过水系统计特征与前人对水系统计特征以及本地区第四纪地貌标志进行对比, 以期获取多阶段水系特征上的一些信息。在此, Davis 的

地貌侵蚀循环理论仍然是这方面研究的重要理论基础。

## 1 山东半岛东北部多阶段构造地貌的地貌学特征

多阶段构造地貌是第四纪中的突出特点, 它反映出构造—侵蚀过程的阶段性, 在中国大陆上的许多山地中都普遍存在着多级夷平面就是一个十分明显的例证。但在一些情况下, 侵蚀作用并未达到使一个区域范围内准平原化或夷平的程度, 或者由于区域地壳的垂直运动使河流不断地地下切, 当阶段性的构造抬升使河流每次都达不到平衡时, 在河床上就出现了裂点。裂点的出现表明了区域地壳抬升速度大于河流的溯源侵蚀速度。河流往往在原有的河道范围内演化, 并最终形成了多级河谷阶地; 当构造抬升速度小于河流的溯源侵蚀速度或与之持平时, 河床中就不会出现裂点, 河床向纵向的平衡发展, 各河床段出现全流域性的堆积。

山东半岛东北部是一个长期的隆起区, 阶段性的构造抬升是本地区第四纪地质历史中的突出特点, 河流发展也基本上处于第四纪阶段, 从而形成了多阶段构造地貌。其一, 表现为多级河流阶地。该地区河流普遍发育 2~3 级阶地, 见表 1; 其二, 表现为沿海岸带的基岩海岸广泛分布着多级海岸台地, 计有 3 m~4 m、5 m~10 m、20 m~25 m、40 m~45 m、65 m~70 m 五级, 其中 3 m~4 m 阶地为海蚀阶地,

收稿日期: 2001-07-29.

基金项目: 山东省教委科学基金(J00L51)资助。

作者简介: 杜国云(1963-), 男, 烟台师范学院地理与旅游系副教授, 1999~2000 年北京大学访问学者。

仅分布于金牛山断裂西侧沿岸, 与现代海蚀平台间有 2 m 左右的陡坎, 阶地之上有海成砾石存在<sup>[6]</sup>, 其余四级为基岩剥蚀台地。

表 1 胶东半岛现代河流阶地特征<sup>[5]</sup>

| 阶地 | 时代 | 阶地高度   | 阶地组成     | 阶地类型 |
|----|----|--------|----------|------|
| T1 | Q4 | 1.5m   |          | 堆积阶地 |
| T2 | Q3 | 15~20m | 砂、砾、粘土   | 堆积阶地 |
| T3 | Q2 | 30~40m | 砂、砾、黄土状土 | 基座阶地 |
| T4 | Q1 | 70~80m |          | 侵蚀阶地 |

2 区域水系分枝状况的空间展布特征

水系分枝与水系发展阶段有密切关系。在水系的初期阶段, 地面切割深度不大, 支流短小, 只有一级支流; 水系发育的中期阶段, 流域的中下游出现 2~3 级支流, 上游也有多级支流; 水系发育的晚期阶段, 在同一流域内的各河流发展不平衡, 水系间的重组表现突出<sup>[4]</sup> (实际上, 水系发展之间的不平衡状况贯穿于河流发展的始终, 河流间的对抗性活动在河流的晚期阶段才显露出来)。不同水系其分枝数有很大不同, 山东半岛东北部水系分枝存在 1 级、2 级、和 3~5 级分枝, 并且在多级河流分枝的情况下没有出现河流间的相互袭夺与重组, 因此, 在河流的发展阶段上尚属于初期至中期阶段。从流域纵向方向来看, 具有简单分枝的水系分布在临近较大河流下游的地区, 形成时间较短, 一些水系直接发育在全新世海陆交互相及河流相沉积层之上, 在水系分枝特点往往是单支流的, 或只有 2 级分枝, 表现了河流形成的新生特点。在对具有 1 级分枝、2 级分枝和 3~5 级分枝水系的区划当中, 按照 Strahlar 的河流分级原则, 以各河流 1 级分枝的前端为边界, 得到该地区水系分布状况的空间分布图, 该图中表现出自海岸向内陆方向河流分枝数递增的变化 (图 1)。

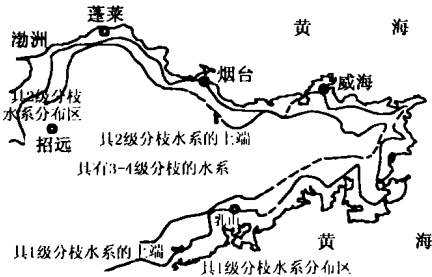


图 1 山东半岛东北部水系分枝的空间展布特征  
Fig.1 Character of the space distribution of the river branches in northeast part, Shandong peninsular

3 区域主要水系河长几何分形

水系是自然界中的分形事物, 主河道构成了水系分形的一个侧面, 分形事物用分维数来刻画。河长分维是主河道分维之一, 河长分维显示出主河道充斥该流域空间的程度。在河长分形维数  $D$  的取值范围内 ( $1 < D < 2$ ), 当  $D=2$  时, 主河道横向摆动很大, 弯曲异常复杂, 并“充满”了整个流域空间<sup>[7]</sup>。这一显著的河流地貌特征构成了所谓的准平原化阶段的河流地貌, 河长分维直接反映出流域准平原化的倾向性。 $D$  值越大, 流域准平原化倾向就越大, 流域地壳则相对稳定; 反之, 流域准平原化倾向就越小, 流域地壳相对抬升。

研究中选取了山东半岛东北部发育的七条主要水系, 包括: 黄水河 ( $R_1$ )、内夹河 ( $R_2$ )、外夹河 ( $R_3$ ) 和辛安河 ( $R_4$ ) 四条北流河; 大沽河 ( $R_5$ )、乳山河 ( $R_7$ ) 和老母猪河 ( $R_6$ ) 三条南流河。上述七条河流的主河道河长, 在青岛幅 1:20 万地形图上, 经测量后获得各水系河长的标度与测量次数在构成的二维坐标中各点近似地散布在一条直线上 (见图 2)。按最小二乘法拟合一条直线, 分别获得各水系河长的分维数 ( $D$ ) 分别为:

$$D_{r1}=0.952(\approx 1);$$
$$D_{r2}=1;$$
$$D_{r3}\approx 1.095;$$
$$D_{r4}=1.005;$$
$$D_{r5}=1;$$
$$D_{r7}\approx 1.076;$$
$$D_{r6}\approx 1.057.$$

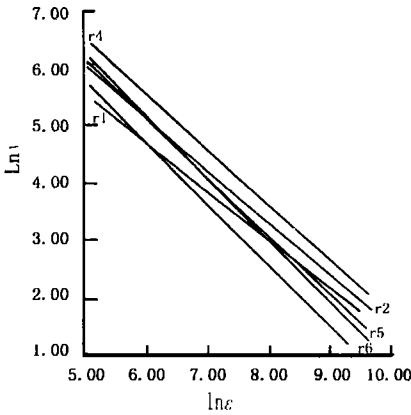


图 2 山东半岛东北部主要水系河长分形  $\ln N - \ln l$  曲线  
Fig.2 Curve of  $\ln N - \ln l$  on the fractal of the river length of main river networks in the northeast part of Shandong peninsular

曼德尔伯特曾求得干流型主河道分维数  $D \approx 1.2$ , 王协康等利用河道分枝比和长度比计算主河道分维数的方法, 对美国 14 个流域计算出平均分维数  $D=1.11^{[8]}$ 。本地区的主要水系分维数明显低于上述研究结果。

## 4 区域水库标高统计分析

水库是水系的重要构成。尽管许多水库的形成有许多人为因素, 但水库的位置则是前人借助于天然河谷地貌, 利用了与天然河谷地貌相依附的水文特征来修筑的。实际上, 绝大多数的水库出现在河流上游的集中汇水区的下端, 是由坡降大的扇状分支沟谷区域向坡降小的河流主河道地段过渡的转折点; 在河流的中下游地区则往往处于河床坡降相对稳定一致的河段的末端。因此, 水库是河谷地貌变化的一个十分突出的标志。

水库标高系指水库多年平均水位高程, 它在多年平均的情况下是相对稳定的。水库多年平均水位通过地图测量得到了比较好的反映, 这一多年平均水位集中显示于水库的外廓线上, 其高程可以通过地形等高线直接读取。在青岛幅 1:20 万地形图上, 以 20 m 为间隔, 内插求出各高度上的水库数量 (图 3)。

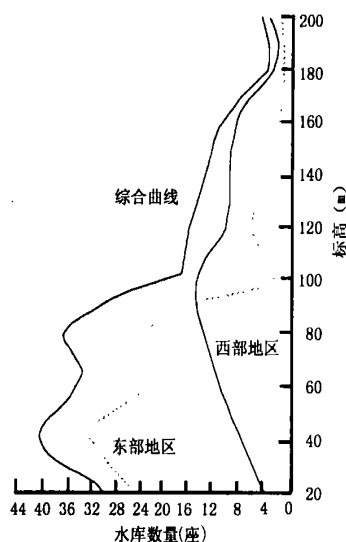


图 3 胶东半岛水库标高—频度曲线

Fig. 3 Frequency curves with reservoir height  
in Jiaodong peninsular

山东半岛东北部 200 座水库的高程统计结果, 显示出水库标高具有明显多级分布特征, 获得了

100 m 以上的平缓状态和 100 m 以下的两个峰值高程。两个峰值高程分别出现在 40 m 和 80 m, 二者分别与河流中的基座阶地 ( $Q_2$ )、侵蚀阶地 ( $Q_1$ ), 以及 40 m~45 m、65 m~70 m 两级海岸台地相对应。区域东、西部水库标高分布曲线显示了东、西部地区在水库高程分布模式上存在着明显的差别, 其中西部水库发育数量上较为平均, 而东区在 100 m 高程内的水库数量波动较大, 尤为突出的是在 90 m 高度上二曲线形成了交叉, 这一高度恰好与本区早更新世河流侵蚀阶地相当 (70 m~80 m), 在此高度以下两条曲线的明显差异则可能与临城期夷平面在第四纪被新构造运动支解所造成的区域东西部高度上的差异有一定关联。

## 5 结语

综上所述, 得到以下几点认识:

1. 山东半岛水系在分枝上可以区分为 1 级、2 级、和 3 (5 级) 分枝, 自海岸线向内陆水系分枝增加, 这一水系分枝在空间上的分布特点是区域多阶段构造抬升在水系上的重要表现。

2. 本区主要水系属小型水系, 其主干道的分维数  $D$  在 1~1.1 之间, 该值小于正常值 1.1~1.2, 可能与本区阶段性新构造抬升有直接关系。

3. 水库作为水文现象, 所在部位是沟谷地貌中的重要变化部位, 水库标高具有构造地貌上的意义, 统计显示出两个频度峰值高程, 分别与河流阶地分布高度和基岩剥蚀台地相对应。但也应看到, 水库水面并不是一个严格意义上的地貌面, 水库水位受降水因素影响较大。但在研究地区范围内, 气候条件基本一致, 降水量的变化仅造成水库间的相对标高上的小的波动, 所以水库间的高差统计是有效的, 在与本地区第四纪地貌标志的对比中得到了证实。

## 参考文献:

- [1] 张捷, 包浩生. 分形理论及其在地貌学中的应用—分形地貌学研究综述及展望[J]. 地理研究, 1994, 13(3): 104~112.
- [2] 李后强, 艾南山. 分形地貌学及地貌发育的分形模型[J]. 自然杂志, 1992, 15(7): 516~519.
- [3] 孔凡臣, 丁国瑜. 山西及邻区水系与黄土冲沟的分形几何学分析结果及其与构造活动的关系[J]. 地震地质, 1991, 13(3): 221~229.
- [4] 杨景春. 地貌学教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 1985, 67~69.
- [5] 赵济等著. 胶东半岛沿海全新世环境演变[M]. 北京: 海洋出版社, 1992, 17~24, 54~55.
- [6] 王庆. 全新世以来山东半岛东北部沿海地区相对海面变化的地

貌响应(博士论文)[D]. 北京大学图书馆, 1996.

[8] 王协康, 方铎. 流域地貌系统定量研究的新指标[J]. 山地研究,

[7] 冯平, 冯焱. 河流形态特征的分形维计算方法[J]. 地理学报,

1998, 16(1): 8~12.

1997, 52(4): 324~330.

## Character of the River Networks of the Multistage Geomorphology ——Take the Northeast Part of Shandong Peninsula as Example

DU Guo-yun

(*Department of Geography and Travel, Yantai Teachers University, Yantai 264025 China*)

**Abstract:** The correlatively between the character of the river networks and the structural geomorphology is reflected by analyzed the distribution in the space of the branches of the river networks, calculating for the fractal of the length of the main rivers, and statistical analysis of the reservoir elevation in the northeast part of Shandong peninsular.

**Key words:** northeast part of Shandong peninsula; neotectonic action of multistage; statistical analysis of river networks