

长江葛洲坝河段汉道的形成与演变*

孙 仲 明

(中国科学院地理研究所)

长江葛洲坝河段位于三峡的出口, 宜昌市境内。它是长江规模最大的水利枢纽工程所在地。

葛洲坝河段上下变化急剧, 具有河床展宽、汉道增多、深槽反坡、河道急转及河势不顺等复杂的河流地貌特点。为了配合葛洲坝工程区的河势规划, 我们受长江流域规划办公室的委托, 先后在该区进行了野外勘察和室内分析。本文主要阐述该河段的河谷、河床特征、形成与演变中的问题。

一、河谷、河床特征

1. 长江出三峡后即进入山前红色砂砾岩组成的丘陵地带, 地势急剧降低, 海拔高程由三峡的500~1000米下降至200米以下, 河谷随之开豁, 宽达7公里, 并发育了五级阶地(图1)。阶地在左岸分布甚广, 一、二级为堆积阶地, 阶地面平坦宽展, 最宽处可达数百米, 具有河流冲积的二元相结构, 下部为砂砾石层; 上部为粘土、粉砂土。三、四、五级为基座阶地, 主要为亚砂土、粉砂土夹砾石层。主泓紧逼右岸基岩陡崖, 左右两岸河谷极不对称。

2. 南津关以上河床狭窄, 江面宽仅250~300米; 南津关以下河床突然展宽, 至葛洲坝江面宽达2200米。江中分布有葛洲坝、西坝两个岛, 长江被分流为大江、二江和三江三支。大江宽800米, 江底高程30米, 最低处10米; 二江宽200~300米, 江底高程约43米; 三江宽300~400米, 江底高程约46米。

3. 二江、三江两支汉道汛期有水, 枯期断流。长江流量在21500秒立米时, 二江分流量约为1440秒立米; 在23,000秒立米时, 三江分流量为258秒立米。本河段按宜昌水文站实测资料, 自1890年以来, 历年最低水位为38.87米(1934年4月3日), 流量为2770秒立米; 平均中水位为43.98米; 历年最高水位为55.94米(1896年9月4日), 流量为71,100秒立米。历史调查最高洪水位为59.14米(1870年), 流量为110,000秒立米, 这时葛洲坝大部分被淹。洪枯水位差可达20.27米。

4. 葛洲坝河段大江呈反S形弯曲, 南津关以下长江主泓不靠左岸(凹岸)而折转

* 参加野外工作的还有黄盛璋先生, 长江流域规划办公室设计代表处钟德馨、殷瑞兰及考古队郑梦葵同志。

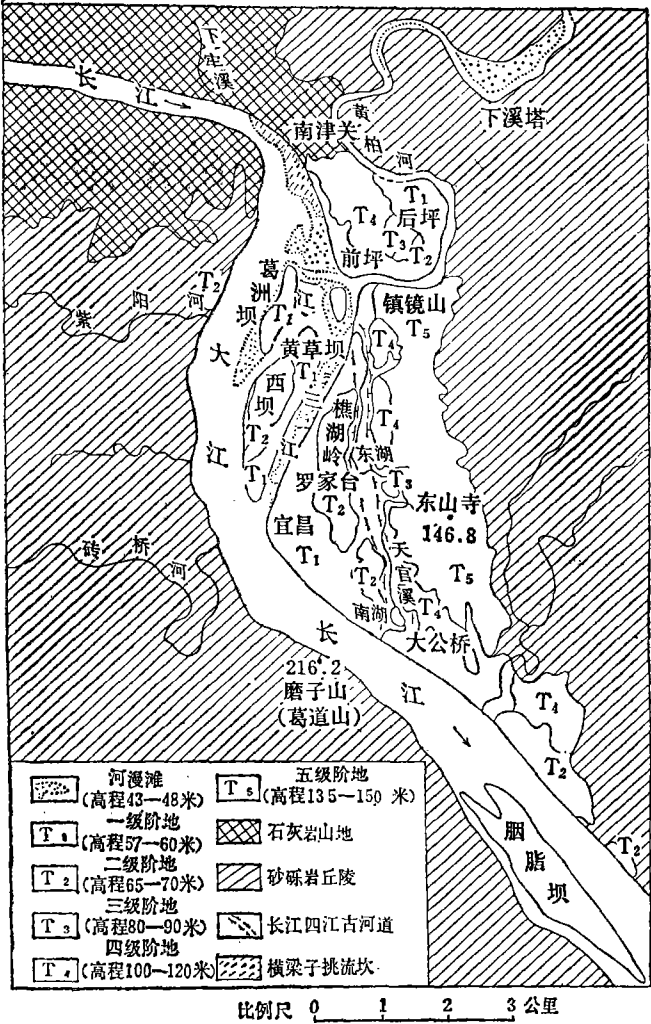


图 1 长江葛洲坝河段河谷地貌图

Fig. 1 Geomorphological map of river valley of the Yangtze River on the Gezhouba reach

西南，紧迫右岸，并形成大于 90° 的急转弯，深泓靠近凸岸，凹岸堆积，造成河势不顺的河型。

5. 南津关以下至前坪，在左岸边滩有一系列坚硬的石灰岩横梁子，岩层走向 NE 40~60°，海拔高程约42~45米，相当于长江中水位的高程。汛期水流由横梁子漫流入二江、三江，枯水期横梁子露出水面，突入江中，具有把江流挑向右岸的作用。

6. 宜昌市东约二公里处，有一近南北向长达 5 公里的长江古河道，即四江古道。

从上述特征可以看出，本河段属于长江出三峡后的山前冲积扇上的分汊河型。因受两侧基岩的束缚，冲积扇呈狭长形。因此，这种河型与长江中下游宽广的冲积平原迥然不同，其河床比较稳定，变化缓慢。

二、河谷展宽的地质条件

南津关以下山前冲积扇及多汉河型的形成是由地质条件决定的。葛洲坝河段位于新华夏系沉降带和隆起带的接触地带。西北部隆起的黄陵背斜, 背斜中心在黄陵庙附近, 主要由震旦纪结晶片岩和侵入岩体组成, 其周围主要为震旦纪、寒武纪、奥陶纪至三迭纪的沉积岩层。南津关至莲沱由震旦、寒武、奥陶纪的坚硬石灰岩组成, 南津关以下则为白垩纪的红色砂砾岩地层。

在南津关以上的石灰岩地区, 水流虽有较强的溶蚀和潜蚀作用, 但在新构造运动强烈抬升的情况下, 引起强烈下切, 造成了岸壁陡峭的峡谷。

南津关以下主要是下白垩统东湖群的石门砾岩和五龙组砂岩地层, 裂隙比较发育。据钻孔资料^[1], 这套地层中有粘土层和泥灰岩的软弱夹层44层, 单层厚数厘米至一、二十厘米。在新构造上升运动相对缓慢的情况下, 河流旁蚀作用加强, 造成南津关以下河谷突然展宽, 遂形成冲积扇地形和多汉型河道。

三、葛洲坝河段汉道的形成与演变

葛洲坝河段的五级阶地中, 仅一级阶地底部的砂砾层中含有大量古树, 经鉴定为距今 6570 ± 110 年^[1], 属全新世。其它各级阶地均未发现化石。但大多数学者根据长江中下游第四纪堆积物的特征进行对比认为, 二、三级阶地的时代可暂定为晚更新世; 四、五级阶地可暂定为中更新世。由此可以把大江、二江、三江及四江古道四支汉道的演变大体划分为三期。

第一期, 约在中更新世末, 一、二、三级阶地尚未形成, 葛洲坝河段并无分汉, 河床宽展, 江面宽达3~4公里。长江主流紧靠左岸镇境山、东山西麓一线(图3-1)。

第二期, 约晚更新世末, 随着新构造运动的不断抬升, 河流下切, 西坝、樵湖岭、罗家台逐渐露出水面, 成为江心岛, 大江遂分为三汉, 即四江古道、三江和大江(包括二江在内)。分汉后不久, 主流已逐渐移向三江(图3-2)。其理由是, 在三江的底部有条带状分布的大石块, 厚4~9米, 粒径1~3米, 由南津关下的老虎石延伸到三江漫水桥, 大体呈北北西方向延伸(图2)。大石块层面上为

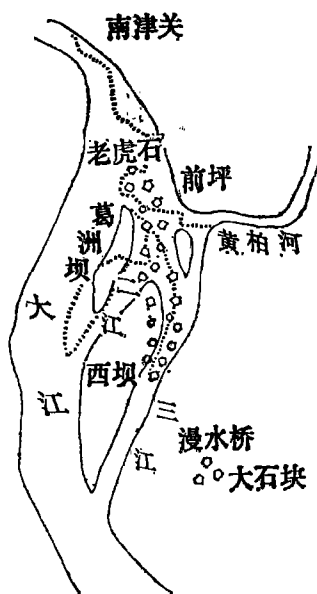


图2 大石块分布示意图

Fig. 2 Distribution of bigstones

1) 长江流域规划办公室勘测处, 长江葛洲坝水利枢纽软弱夹层研究报告, 1973年。

全新世中期的古树堆积层。因此,估计大石块的堆积在全新世初期,此即主流经过三江的时期。

西坝和樵湖岭成为江心岛后,江面相应变窄,使河流侧蚀和下切作用加强,遂使河床继续展宽。从阶地的分布看,右岸侧蚀较左岸强烈。

第三期,约在全新世中期。距今六千年前,长江中下游气候温暖湿润,森林茂密。当时,西坝、樵湖岭在一次自然灾变中,大量树木被掩埋在三江底部。古树保留有完好的树根,树叶成层状分布,应是当地产物。长江在三峡口附近的洪枯水位高差可达20余米,所以有足够的力量把岸边附近的古树冲倒而掩埋。由于大量古树的堆积,三江汉道受堵,主流又从三江移向现在的大江。三江主流移向大江后继续侧向侵蚀,造成大江右岸的峭壁陡崖。

约距今6000年后,随着新构造运动继续抬升,主流不断沿着左右两条深槽下切,使葛洲坝逐渐出水成陆,一级阶地逐步形成(图3—3)。

由于三江主流移向大江,三江下切作用减弱,以致江中古树得以很好保存。当时二江侵蚀作用尚强,故仅见杉木残块。

葛洲坝成陆后,二江、三江口门前坚硬的石灰岩出露,形成横梁子,对挑流主泓逼向大江右岸也起了很大作用。横梁子高程约42~45米,相当于现今长江的平均中水位高

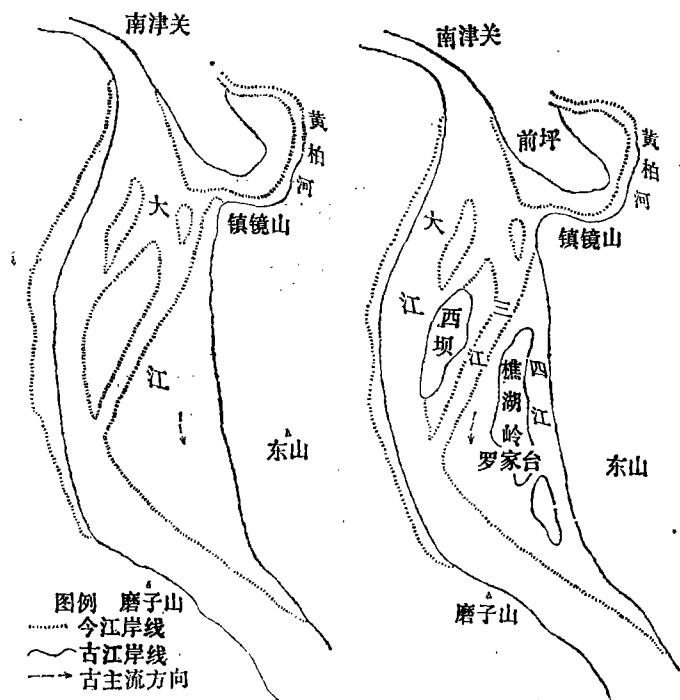


图3—1 葛洲坝河势第一期
演变图(长江不分汉)
Fig.3—1 First stage evolution of
the Gezhouba reach (Non-branch)

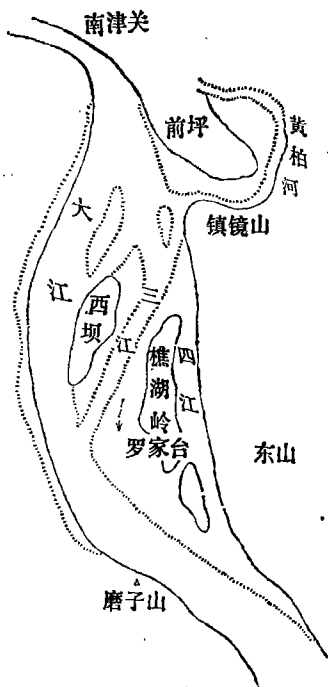


图3—2 葛洲坝河势第二期
演变图(长江分三汉)
Fig.3—2 Second stage evolution
of the Gezhouba reach (Three
branches)



图3—3 葛洲坝河势第三期
演变图(长江分四汉)
Fig.3—3 Third stage evolution
of the Gezhouba reach
(Four branches)

程, 汛期江水才能漫过横梁子分流入二江和三江。显然, 二江、三江这时的下切作用较弱, 堆积作用加强。目前, 二江、三江的堆积作用仍在继续, 葛洲坝尾部堆积的砾石滩仍在向右下方缓慢发展。葛洲坝成陆后, 主流集中在大江河槽内, 使下切作用增强。现在大江直接切入东湖系红色砂砾岩层中, 槽底几乎没有第四纪沉积层, 表明下切作用还在进行。

四、汉道演变中的几个问题

1. 汉道是由左汉向右汉迁移的

在葛洲坝汉道形成之前, 长江四江古道是主流, 晚更新世末, 主流移向三江, 全新世中期移向大江。汉道向右迁徙的事实可从汉道特征得到证实(表1)。

表 1 葛洲坝汉道特征

Table 1 Features of branches in Gezhouba reach

特 征	大 江	二 江	三 江	四江古道
江面宽 (m)	800	200~300	300~400	300~700
江底高程 (m)	30	43	46	53~57
河床基岩高程 (m)	25~30	35~38	37~42	50~52
第四纪沉积物厚 (m)	0~5	5~8	4~9	
枯水期水深 (m)	约10	断流	断流	

从表1可见, 河底高程以四江古道为最高, 依次向三江、二江至大江递减。基岩底板高程与河底高程的递减是一致的, 递减的数值也颇近似。这反映了主汉道是由左向右迁移的。二江底部的高程和基岩底板高程与三江十分近似, 仅相差3~4米。这是由于二江在形成以后, 因受南津关下横梁子挑流的影响, 几乎在三江下切作用停止后不久也就停止下切了。

从阶地分布的不对称来看, 左岸东山(五级阶地)最高, 依次向葛洲坝降低, 而右岸没有这种序律, 这也说明了长江汉道是由左汉向右汉发展的。

2. 河床折向西南的原因

南津关以下, 长江河床折向西南流, 主泓紧靠凸岸, 形成 90° 的大拐弯, 河道不断向右迁移。河床折向西南流的原因过去大体有两种说法: ①新构造的掀斜上升运动, 加强了长江右岸的侧向侵蚀; ②由于黄柏河冲积扇的推移, 顶托长江主泓逼向右岸¹⁾。

笔者认为, 河床在此折向西南流, 上述两种影响都存在。

笔者同意杨怀仁的看法, 即“宜昌阶地左岸发育很好, 而右岸为长江侵蚀而成的三角面”; “从剥蚀面与阶地的高度和特征、河漫滩的宽浅、河床对于河谷位置及水系等方面来看, 长江中下游河谷呈现着明显的北升南降现象, 这种现象从宜昌至南京以下都存在”²⁾。从四江古道、三江、二江、大江顺次向右迁徙的特征及河床基岩底板成阶梯状

1) 湖北省第二水文地质队, 三三〇南津关以下库段几个工程地质问题, 1971年。

2) 杨怀仁等, 长江中下游(宜昌—南京)地貌与第四纪地质, 全国地理学术会议论文集, 地貌, 1962年。

的递降,的确是一种不等量的掀斜上升运动在起作用。整个长江中下游河道在历史时期总趋向也是向右岸摆动的,新构造的掀斜差异上升是长江右迁的主要原因^[2]。

黄柏河在南津关以下是长江的一条较大支流。据分乡水文站资料,其枯水期流量虽然只有几个秒立米,但汛期可达数百到1000多秒立米。历史最大流量为4680秒立米,最大流速达5.2米/秒。黄柏河在小溪塔以下河道弯曲,比降变缓,挟沙力和冲刷力相应减弱,遂于河口处有大量砂砾石的堆积,这些砾石经长江水流作用改造,砾径方向大都呈NW20~30°。溪口滩冲积扇的伸展,对长江向右岸旁蚀有一定的顶推作用。

除上述原因外,笔者还认为与岩性的差异也有一定的关系。南津关以上为坚硬的石灰岩地层,以下为易侵蚀的砂砾岩地层。砂砾岩层不整合覆于石灰岩层之上,并以犬牙交错形式嵌入彼方。在地面抬升过程中,长江主流选择了一条易于侵蚀下切的砂砾岩地层作为通道。因此长江出南津关折向西南流的河势,与沿软弱岩层侵蚀下切有一定关系。同

时,由于差异侵蚀作用,使坚硬的石灰岩层突露,形成十余条横入江心100~200米的水下暗礁和横梁子。组成横梁子的石灰岩层走向NE40~60°,倾向SE30~50°,倾角20~30°,其高程约与中水位相当,挑流作用很强。这也是使长江主流紧靠凸岸,造成河势不顺的原因之一。

3. 二江、三江是趋于衰亡的汉道

由于主流迁向大江,二江、三江下切力减弱,堆积作用加强,现在枯水期已经断流。从二江、三江的逐月分流比和分流量计算可知¹⁾,二江大约只有半年时间有分流,三江则不到半年,三江的江底比大江约高出16米,比二江高出3米,三江口比三江下游高出2~3米,二江口比二江下游高1米,说明二江和三江的堆积作用还在继续,目前它们只是汛期长江的溢洪通道。

从历史文献看,北魏郦道元的《水经·江

水注》就有:“江水出峡迳故城洲,洲附北岸,洲头曰郭洲(即今葛洲坝),长二里,广一里”的详细记载。明末顾祖禹的《读史方輿纪要》卷七十八也有“洲北附岸”的记载,说的都是葛洲坝在枯水期与宜昌陆地相连的事实,其时间距今至少已有1400多年了。清同治三年《东湖县志》卷六的记载,“葛洲坝在县西北八里,滨大江,内连西塞”,“西塞坝,一云西塞洲,西北城外隔一溪,水落可陆行径达”(西塞、西塞坝、西塞洲即今西坝),也说明两坝与陆地相连。从历史航道图上看,在同治、光绪年间所测

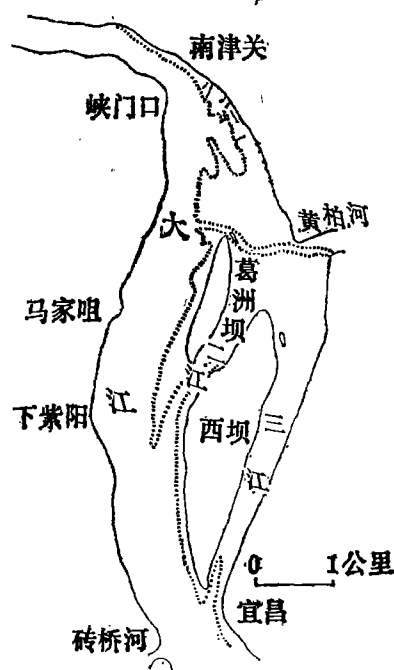


图4 1953年实测航道图河势

Fig. 4 Chart of field rever survey in 1953

1) 长江流域规划办公室, 长江葛洲坝水利枢纽修改初步设计, 附件, 水文部分, 1975年。

的航道图, 葛洲坝、西坝与前坪都表示为河漫滩地形, 与江岸是相连接的。1953年的实测航道图, 滩地地形更为清楚(图4)。

根据水文、地貌及历史文献资料的分析可知, 目前三江、二江仍处于衰亡阶段。

参 考 文 献

- [1] 中国社会科学院考古研究所¹⁴C实验室, 考古, 5期, 58页, 1972。
[2] 孙仲明, 历史时期长江中下游河道变迁模式, 科学通报, 28卷, 12期, 746页, 1983。

THE FORMATION AND EVOLUTION OF THE BRANCH CHANNELS IN GEZHOUBA REACH OF THE YANGTZE RIVER

Sun Zhongming

(*Institute of Geography, Academia Sinica*)

ABSTRACT

The Gezhouba reach ran out of the Sanxia Gorge and developed on an alluvial fan which was restricted by the rock hills of both banks, representing some complex features of fluvial geomorphology, such as channel widening or branching, main current abruptly turning and unconsequently running. The channel widening seems to relate to the unequal rising of neotectonics and the differential erosion on various lithological characters for long time. The trend that the channel moves to right bank during the river evolution process and the fact that the main current near the convex bank now obviously indicated the relation ship between the evolution and unequal tilting of neotectonics, the extension of Hwangbai River alluvial fan and the flow deflecting caused by Hengliangzi. Since A.D. 500 the situation that ErJiang and Sanjiang branches have had no water in dry seasons has been formed. At present, the two branches are still in declining stage.