

中国科学院
南京地理与湖泊研究所集刊

MEMOIRS OF NANJING INSTITUTE
OF GEOGRAPHY AND LIMNOLOGY
ACADEMIA SINICA

第 8 号

科学出版社

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书收入关于国土规划、区域发展、砂金分布、资源开发、环境治理、地表水变化、专题制图和卫星遥感信息数据库建立等方面的论文 13 篇;此外,还收入介绍该所在湖泊学研究方面的论文两篇。其中对赣闽浙接合区砂金分布、沉积特点,江苏沿海旅游资源的开发,中国地表水体变化,净化污水后的植物残体处理,区域发展与交通需求模式等作了较好的分析和论述。所收文章均有一定的理论和实践意义。

本书可供从事地理、湖泊研究和教学工作者,及有关规划、环境保护的工作人员参考。

中国科学院 南京地理与湖泊研究所集刊

第 8 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

北京怀柔县黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1991 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1991 年 9 月第一次印刷 印张: 9

印数: 001—800 字数: 205 000

ISBN 7-03-002666-7/P·534

定价: 8.10 元

目 录

赣闽浙三省接合区砂金的分布、沉积特点和前景预测·····	朱海虹等 (1)
鄱阳湖粘土矿物分布特征·····	张立仁 (17)
赣江下游分流河道的形成和演变·····	苏守德 (24)
江苏沿海地区旅游资源特点及开发战略·····	季子修等 (30)
近百年中国地表水体变化趋势·····	周克俊 施雅风 (41)
江苏省长江沿岸地区跨市域国土规划编制·····	虞孝感 吴楚材 (50)
区域发展与交通运输需求模式研究·····	徐 刚 (62)
净化含银废水后的凤眼莲残体处理探讨·····	戴全裕 (73)
凤眼莲根系微生物在含银废水净化中的作用·····	郭耀基等 (79)
巢湖施口湖区 COD 浓度分布的数学模拟 ·····	黄文钰 (90)
电厂温排水对水环境影响的预测和评价——以望亭电厂为例·····	潘良宝 (101)
1:100 万 中国土地类型图的设计和编制·····	刘振东 申元村 (110)
以卫星遥感数据为主要信息源建立微机数据库试验——以吴县西山土地利用为 例·····	孙皖肖 (120)
中国科学院南京地理与湖泊研究所湖泊学研究回顾与展望·····	濮培民 (129)
湖泊沉积学在中国科学院南京地理与湖泊研究所的发展·····	王苏民 (135)

赣闽浙三省接合区砂金的分布、 沉积特点和前景预测

朱海虹 张立仁 盛田坤*

1988年3月中国科学院黄金工作会议, 确定由中国科学院南京地理与湖泊研究所承担“赣闽浙三省接合区砂金的分布、沉积特点和前景预测”调研工作。在江西省黄金公司大力支持下, 以赣东北昌江、乐安江流域为重点, 兼顾信江、抚河上游, 闽北金溪、建溪和浙西衢江上游等流域进行了详细的野外调查, 重点分析了不同成因类型的典型砂金矿床、矿点的沉积特点及其地质环境。调查中共采集样品61个, 系统地鉴定了它们的矿物组成、粒度、颗粒形态、物理性质和含金量, 其中有40个样品检出自然金颗粒, 占样品总数的66%。在各水系中, 以赣东北乐安江和昌江检出率最高, 有35个, 占含金样品总数的87.5%, 其次闽北金溪河4个, 信江1个, 浙西衢江上游未检出。

本文着重对本区砂金资源的分布、富集条件、沉积学特点和发展前景作初步论述。

一、砂金矿(点)的成因类型和分布特点

1. 成因类型

砂金矿(点)是含金地质体经物理、化学风化后, 除少量含金物质在原地残积、坡积外, 大多经外营力搬运、沉积而富集成为砂金矿床的。本区位于我国东南部湿润季风区, 气候温暖湿润, 水系发育, 境内有白际山、怀玉山、武夷山、仙霞岭, 赣东北昌江、乐安江、信江, 闽北金溪、建溪, 浙西衢江、松阳溪(瓯江上游)均发源于这些山脉。因此, 本区砂金矿(点)的成因类型主要为冲积型和洪-冲积型, 局部为岩溶沉积型和残坡积型(表1)。

2. 分布特点

在赣闽浙三省接合区, 初步探明的砂金资源量和矿床、矿点数, 均反映以赣东北砂金资源最富。其分布几乎遍及所有主要水系, 其中仅乐安江和昌江流域分布的矿床、矿点即达72处, 占三省接合区已知矿床、矿点的85%。其次是闽北富屯溪和金溪流域, 有矿点11处, 占13%, 浙西衢江上游矿点1处, 不到2%。

* 工作单位: 江西省黄金公司。

表 1 砂金矿(点)成因类型

成因类型		产出地貌部位	主要特点	典型实例
冲积型	河床型	河床深槽、边滩、心滩、低漫滩	洪水期淹没, 下部砂砾层为主要赋金层, 沉积体核部和近深槽部位品位较高	乐安江中游横坑-蔡家段
	河谷型	高漫滩、江心洲	一般洪水出露水面, 上部粉质粘土层品位低, 矿体品位变化同上	德兴香屯胡田段
	阶地型	各级堆积阶地	矿体沿河流走向呈带状分布, 横向变化大, 上部粉质粘土层不含金, 矿体品位变化大	景德镇藏湾
洪-冲积型		山前洪-冲积扇	矿层厚度、品位变化大, 成分复杂, 分选差	乐平官庄
岩溶-沉积型		岩溶盆地	厚度变化大, 矿体形态不规则, 品位贫富差异大, 矿体多呈囊袋状分布	万年西山
残-坡积型		坡麓、坡折凹地	矿体小而分散, 与矿物源关系密切, 局部品位高	乐平扬源坞

本区砂金资源分布具有以下两个特点:

(1) 与矿源层分布关系密切

砂金物质来源是其富集和成矿的最基本条件, 它直接控制了砂金的空间分布及其变化。本区砂金资源分布的差异, 与矿源层分布有着很大关系。从区域构造背景看, 本区大地构造单元的萍乡-广丰深大断裂为界, 北部(赣东北和浙西)属扬子准地台; 南部(闽北和浙西南)属华南褶皱带。一系列北东向和北北东向断裂贯穿本区, 并普遍具有长期发展和多次活动的特点, 对本区地质构造发展、演化、岩浆活动和成矿作用(包括岩金)影响很大。

赣东北广泛出露的地层主要是“绿岩”建造为主的中元古界双桥山群浅变质岩系, 其岩性主要是深灰-暗灰色中到巨厚状变质粉、细碎屑沉积凝灰岩和变质凝灰质砂岩, 间夹绿泥石绢云母千枚岩、凝灰质千枚岩及千枚状凝灰质板岩。以上地层分布占流域面积 63%¹⁾ (图 1) 本区出露的其它地层是古生代泥质灰岩夹钙质页岩及少量白云岩, 中生代碎屑岩以及燕山期为主的各期花岗岩和其它火成岩等。

闽北地区出露地层复杂, 除分布上元古界板溪群中浅变质岩系的各种片岩、变粒岩、千枚状粉砂岩、变质砂岩、石英岩和大理岩外, 还广泛分布中生代红色碎屑岩、火山凝灰岩及流纹岩。各期花岗岩和花岗斑岩也占相当面积, 以上变质岩、沉积岩和火成岩分布几乎各占 1/3^[1]。

浙西除分布少量上元古界陈蔡群浅变质岩系外, 大部分为古生代地层出露, 其岩性与赣东北一样。在赣浙交界处有加里东期花岗岩。浙西南与闽北相接, 主要出露侏罗系流纹岩和凝灰岩等。

赣东北绿岩地层广泛出露, 是该区有别于闽北、浙西地质环境的主要特点。绿岩带是世界上主要成矿带之一, 1982 年占世界 13% 的黄金产量产自绿岩带²⁾。我国华南地区绿岩带分布在扬子古板块与华南古板块交接带, 东起浙江、经江西、湖南至广西西北部, 延伸 3 000 余公里, 宽达数十至上百公里。许多重要金矿床、矿点, 如浙江西裘铜金矿、上禹金矿、冶岭头金矿, 江西金山金矿、铁砂街金矿均分布在该带。江西正好位

1) 据江西省区域地质志 1:50 万地质图量算。

2) 江西省地质科学研究所, 江西省主要金矿类型的成矿条件及找矿方向, 1986 年。

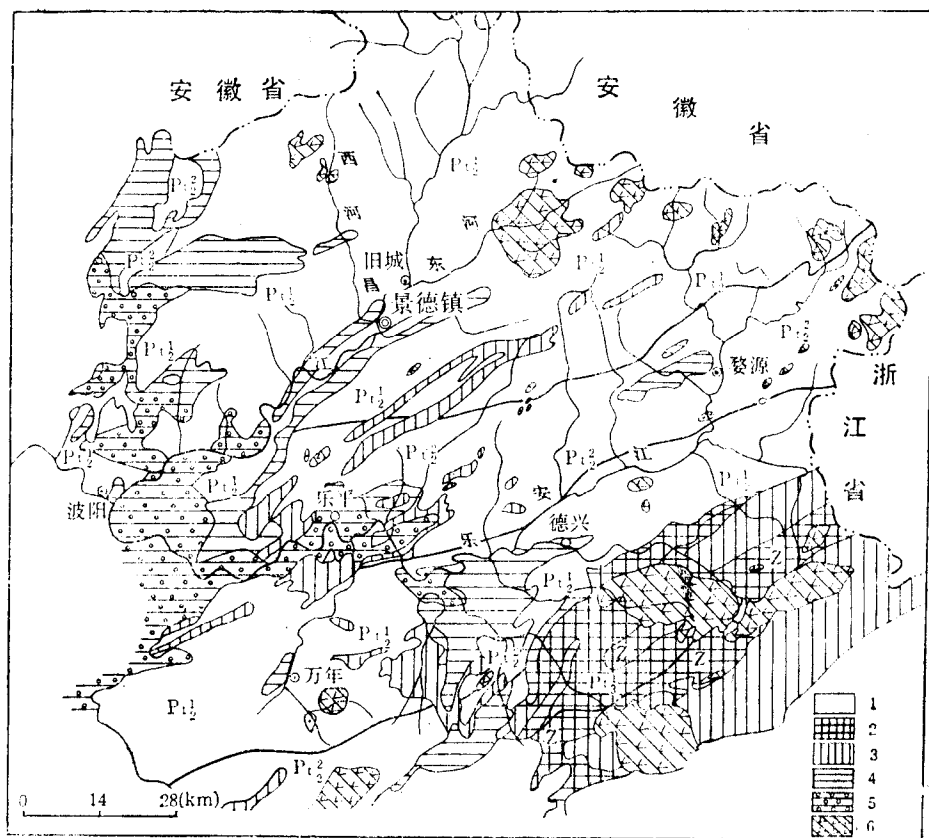


图1 赣东北主要地层分布

1. Pt_2^1, Pt_2^2 为中元古代双桥山群; 2. Pt_3 为晚元古代地层; 3. 古生代地层; 4. 中生代地层;
5. 第四纪地层; 6. 火成岩

于绿岩带中段, 长约 500km, 矿化围岩主要是双桥山群和前震旦系铁砂街群神山组。它们含金丰度很高, 如双桥山群下亚群和上亚群金的平均含量分别为 5.35ppb 和 5.45ppb, 局部达 63.5ppb¹⁾。双桥山群地层在其成岩早期, 已具有金的初步富集趋势, 以后历次构造-岩浆活动和区域变质, 更加强了原岩中金的富集, 如赣东北德兴-戈阳地区“绿岩”层含金高者达 16—195ppb¹⁾。“绿岩”矿源层是本区砂金普遍分布的主要原因, 而分布在构造-岩浆成矿带的岩金 (包括伴生金) 矿床和含金矿化破碎带则大大增加了邻近地区砂金富集。如昌江东河某盆地砂金矿, 物源主要来自其西北赖家-猫儿颈北东向断裂硅化带。乐安江中上游过渡段分布金矿床、矿点共 9 处, 其两侧广泛出露“绿岩”地层, 金异常区分布广, 矿化点多, 位于该段南侧铁罗山-新营成矿带某斑岩铜矿伴生金储量即占江西省的 70% 以上, 成为乐安江该段砂金的重要物源。

此外, 本区宽谷和盆地普遍发育第四纪冲积和洪-冲积阶地, 其下部砂砾层也普遍含金, 如东河某盆地二级阶地砂砾层金品位 0.0475—0.0924g/m³, 成为低阶地和现代河床次生源。

(2) 砂金主要富集在二三级支流

1) 江西省地质科学研究所, 江西省主要金矿类型的成矿条件及找矿方向, 1986 年。

断裂构造除了控制岩浆活动和成矿作用外，还控制着水系和地貌发育。本区二级支流基本上沿华夏系北东向主断裂发育，与山脉走向一致。新华夏系北东向断裂则控制了三、四级支流的流向，並切割山体深入矿物源。上述两组断裂交汇处发育的宽谷和盆地，地形展宽，曲流发育，纵坡降减缓，水动力的作用有利于形成河床边滩、心滩、漫滩和阶地等各种成因类型的含金地质体。

由于本区广泛分布的“绿岩”矿源层为各级流水系提供了上源、侧源和底源多源补给的物质条件，因此，水系流域面积和河流发育的规模，影响到含金物质来源的机率 and 含金地质体的分布及其规模。即流域面积和河流规模愈大，其砂金矿床、矿点也愈多，含金物质堆积体的厚度及范围也愈大。据统计，赣东北乐安江、昌江和闽北金溪流域共 80 多个砂金矿床、矿点，主要分布在干流及其主要支流，即二三级支流的河床、河谷及阶地上。但随着流域面积和河流规模减小，三四级支流上矿床、矿点数所占比重便相应增加（表 2）。

表 2 乐安江、昌江、金溪流域砂金矿床、矿点统计

水 系	流域面积* (km ²)	砂金矿床、矿点数及其在流域中比例					
		矿床、矿点数	二级支流	%	三级支流	%	四级支流
乐 安 江	8 035	45	22	47	17	38	6
昌 江	3 260	27	12	45	8	30	7
金 溪	2 695	10	2	20	4	40	4

* 分别指石镇（乐平）、鲇鱼山、梅口以上流域面积。

在二级支流中，尤以中上游过渡段最有利砂金富集。如乐安江自坑口至蔡家全长 78km、分布的矿床、矿点占乐安江流域 43%。该段既有中、下游含金物质沉积厚的特点，又保持了上游粗粒金比例大、品位高的优势。例如，该段某矿体混合砂平均厚 6.39m，最大厚度 8.30m，平均品位 0.211g/m³，单样最高品位 14.145g/m³，在自然金的粒度组成中，中、粗粒金的重量百分比高达 80.09%。

二、砂金富集条件和沉积学特点

1. 搬运距离与砂金富集

1) 搬运距离与重砂异常区分布的关系

在沉积重矿物中，自然金比例最大。在同样地形坡度和水动力驱动条件下，它较之其它矿物搬运距离最短，并具有垂直下移的特点。因此，砂金富集与水流机械搬运的距离关系密切，据统计，砂金矿距物源一般为 2—10km^[3]。浙江省第七地质大队对瓯江上游松阳溪及其支流河床和一级阶地重砂追溯，含金重砂异常区距矿源仅 6—8km。著名的治岭头金矿即是根据重砂异常区的分布和物源补给追索而发现的（图 2, 3）。又如我们通过乐安江流域全部 40 多个采样点的重砂分析，仅在乐安江干流横坑至湾头段和支流德兴河南墩点的 6 个含金样品中检出黄铜矿，且含量很高，在伴生矿物中，黄铁矿、赤铁矿和褐铁矿含量也明显增加。这一重砂异常现象，显然受到邻近斑岩铜矿和有色金属矿物源加入的影响（表 3）。按此推算，黄铜矿搬运距离不超过 10—20km，而比重远大于黄铜矿的自然金，其搬运距离应小于此距离。

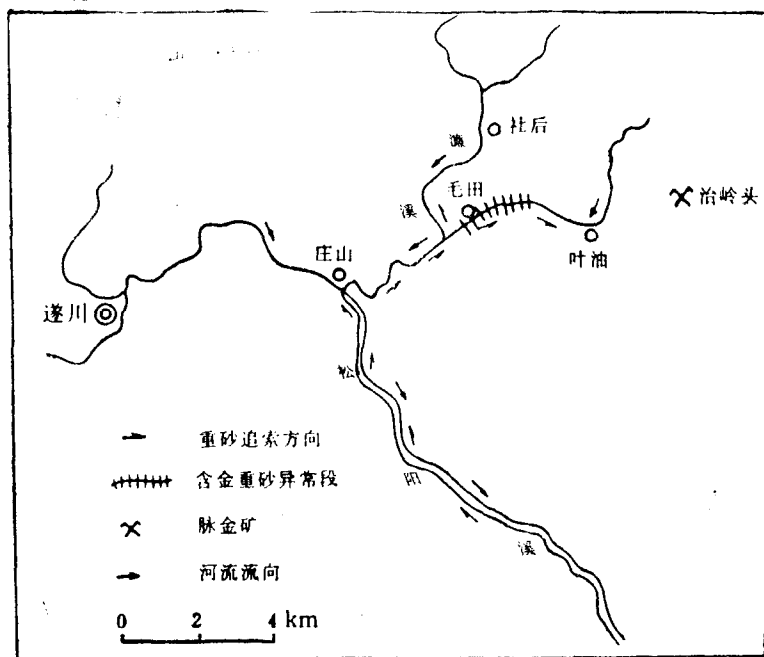


图2 重砂追溯路线和含金异常区分布

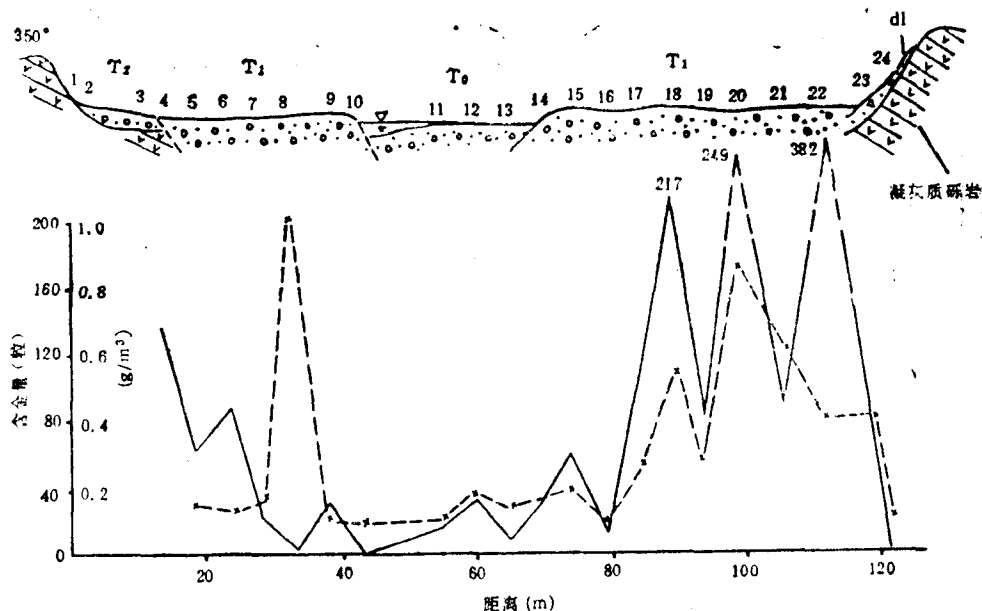


图3 重砂异常区沉积横剖面与品位变化曲线

2) 搬运距离与金粒粒度和含金品位的关系

根据昌江和乐安江流域40个采样点样品的重砂分析, 自上游到下游自然金的品位和平均单粒重随着搬运距离的增加而减小。在物质搬运过程中, 虽然受到沿程支流或其它侧源物质补给的影响, 如洛口官庄河物源的加入, 使中游局部河段自然金单粒重偏大, 但含金品位变化的总趋势是十分明显的 (表4)。

从表4看, 含金品位的变化与自然金的形态和粒径有关。根据上述样品全部自然金

表3 乐安江支流及河床冲积物砂重分析

采样地段	磁性矿部分										重矿部分														
	钛铁矿		赤铁矿		褐铁矿		绿帘石		石榴子石		自然金		黄铜矿		黄铁矿		锆石		金红石		锐钛矿		磁石、辰砂		
	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	含量	平均含量	
镇桥上游	8	90-99	93	0-15	2.8	0-1	少	少-5	2.8	0-少	0-58	10.8	0	0	0-微	60-94	82	0-12	5.8	微-25	7.25	0			
镇桥心滩—湾头	3	60-90	78	5-34	16	3	3	2	2	微-少	10-105	42.6	5-94	56	3-24	10.7	少-73	26	0-12	4	0-4	1.3	0		
南墩段	3	7-77	48	5-80	38.3	5-10	8.3	2-8	5	0-少	1-13	5	55-80	68.3	13-30	23.7	2-15	7.3	0	0	0-少	个别检出			
小港—戴村	6	80-97	91	0-17	5.3	少-4	1.8	0-15	2.5	0	0-91	19.3	0	0	个别检出	33-90	72.6	0-8	5	0-5	1.7	0			

* 含量单位: 自然金为粒数, 其它为分类重砂百分含量(%)。

表 4 昌江、乐安江流域砂金形态、粒径与品位变化

流域		样品数	总粒数	金重量(g)		混合砂品位 (g/m ³)	自然金形态、粒径(mm)							
				总重量	平均单粒重		扁状		粒状与不规则状					
水系	河段						粒数	%	一般粒径	最大粒径	粒数	%	一般粒径	最大粒径
昌江	上游 (桥溪—王港)	5	331	0.01527	0.0000461	0.17—0.30	266	80	0.1—0.5	3.0	65	20	0.05—0.10	0.10
	中游 (旧城—鱼山)	2	220	0.00765	0.0000348	0.15—0.18	156	71	0.05—0.25	2.0	64	29	0.05—0.10	0.10
乐安江	上游 (清华—海口)	18	185	0.22447	0.0012130	0.28	116	63	0.1—1.0	3.0	69	37	0.05—0.10	0.25
	上、中游过渡段 (横坑—香屯)	7	153	0.00662	0.0000433	0.21	85	56	0.1—0.5	2.0	68	44	0.05—0.10	0.10
	中游 (蔡家—鹭鹭埠)	7	225	0.01908	0.0000848	0.15	143	64	0.1—0.25	2.0	82	36	0.05—0.10	0.10
	下游 (镇桥—孙家)	1	38	0.00076	0.0000200	0.12—0.15	9	24	0.1—0.5	1.0	29	76	0.05—0.10	0.10

的形态和粒径数据统计,发现自然金在其搬运过程中,因受外力作用发生扭曲变形,但其基本形态可分为扁状、粒状和不规则状三种形态系列¹⁾。前者有片状、板状和板块状等,后者有圆粒状、豆粒状、肾状、长条状、棒状、弯钩状、树枝状、金属丝状和海绵状等。总的看来,扁状金的一般粒径和最大粒径均远远大于粒状金和不规则粒状金。表4可以看出,河流上游扁状金粒的比例较高,随着物质搬运距离的增加,金颗粒的机械磨损、压扭变形和次生金的补给,使粒径较细的粒状金和不规则粒状金的比例相应增加,这是造成金的粒径沿程变化的原因之一。但是,金的粒径沿程变化,在搬运距离较短的上游段表现较为明显,愈向下游,其变化速度大大减小,并趋向均匀。这种规律与河流长途机械搬运卵石和砂粒的粒径沿程变化趋势是一致的,究其原因,不完全是机械磨损,而是水力分选作用的结果。

在搬运过程中,金的粒径变化是影响金的品位变化的重要原因。从某种意义上说,愈接近矿源的上游段品位愈高,是由于赋存在沉积物中的中、粗粒金比例高所致;反之,愈向下游品位愈低,与大量存在细粒金和隐粒金有关。

2. 河流作用与砂金富集

含金物质的搬运和沉积过程主要受到河水动力作用的控制。后者受到流域水文、气象、土壤、植被、地貌、岩性、河床坡度等诸多因素的影响,但归结到一点,即在上述因素影响下,河水动力特征、水力强度及其变化是造成含金物质搬运、沉积和砂金富集的主要原因。其主要反映在河流的深蚀作用,侧蚀作用和支流影响下所表现的水动力特点和沉积过程。

1) 河流的挖蚀作用与砂金富集

在河床纵坡降大的上游段或河谷束窄段,水流湍急,河床深切强烈,河谷多呈V型,细粒沉积物难以在河谷中停留和保存,仅有巨砾和漂砾零星地分散在石质床底上。在河床折点的缓坡处,因流速骤减,堆积的砾、卵石滩,是砂金可能富集的场所。当河床通过不同岩性和断层分布地区,软的部分被冲蚀,硬的部分相对凸起,形成岩坎、礁石或石滩。这种呈阶梯状河床,其折点处往往由急流发展成跌水或瀑布,并在其下形成深槽或坑穴。洪水时,急流在这些深槽和坑穴中形成涡流,其旋转的水流足以卷起较大的砾、卵石,并挖蚀槽底,拓宽坑壁,形成上窄下宽的壶穴。较小的卵石和砂则被水流带走,留下重金属和粗大的砾石,从而形成囊袋状的矿点。乐安江上游及其支流,如浙源河常分布这种囊穴。因其规模小,围岩坚硬,机械化开采困难,但其品位高,粗粒金比例大,往往成为捞金者捕捉的目标。在埋藏的古河床中,可根据河床走向与岩性变化和断层分布的关系来探获这种“小而富”的矿囊。

2) 河流侧向侵蚀与砂金富集

河流由束窄段流向宽谷或盆地,河床纵坡降急剧减缓,河谷断面拓宽,流速骤减,河流作用由束窄段的下蚀为主转为侧蚀为主,导致弯道发育。弯道水流曲线运动产生巨大的离心力(惯性力),作用于凹岸,使其破坏的粗碎屑物和来自上游的粗碎屑物一起堆积在紧临凹岸下游的凸岸,形成卵质或砂质边滩。随着凹岸不断后退和凸岸伸展,常导

1) 扁状指金粒长、宽比 <2 ,宽、厚比 >2 ,粒状指金粒长、宽、厚大致相等。

致大水期分洪水流的裁弯取直，切割边滩形成心滩（图4-1）。这种与弯道水流侧向侵蚀伴生的河道边滩和心滩，其形成早期，仅枯水期出露水面，在上游段它们多由粗卵石组成。中下游段一般为细卵石和砂，经多次大洪水后，逐渐为粉砂、粘土加积和植物生长，植物的滞水和滤积作用，加速了细物质沉积，并摆脱一般洪水影响，这时边滩已演变为高漫滩，心滩发展成为沙洲（江心洲）。此外，由基岩山嘴约束河床形成的带点，在其上游壅塞水段或下游展宽段，或因主、支流交汇以及河道变迁切割漫滩和阶地也可形成沙洲

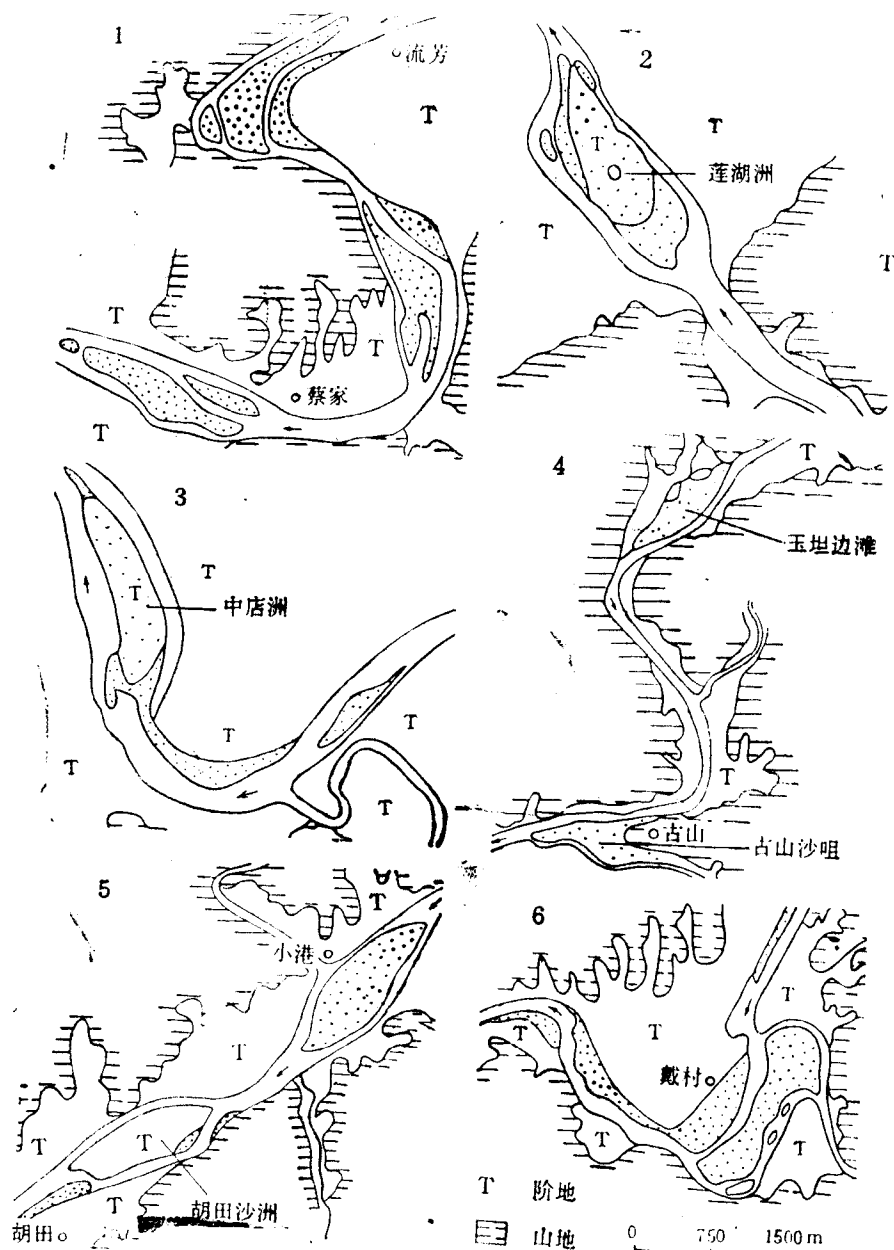


图4 各种成因类型含金沉积体

1. 分汊河道切割边滩形成的心滩；2. 河流节点下游展宽段的心滩；3. 边滩和心滩的联合堆积体；4. 支流冲积扇形成的边滩和支流河口沙嘴；5. 主、支流交汇段形成的边滩和分流河道切割阶地形成的沙洲沙岛；6. 支流河口分汊形成的边滩。

沙岛(图4-2, 图4-5)。河道边滩和心滩向上、下游伸展, 有时形成边滩(或漫滩)-心滩(或沙洲)联合沉积体(图4-3)。

由粗碎屑物组成的河道边滩和心滩是最主要的含金沉积类型, 其下部的砂砾层是主要赋金层。尽管后来的河道演变和新构造运动抬升, 这些沉积体成为河间平原或阶地下部的组成部分, 但其成因大多脱胎于最初形成的边滩、心滩和其它河床沉积, 以及它们在古深槽中相互叠复交错的沉积体, 其下部的粗粒物质和上复的细粒物质组成二元结构。

3) 支流的影响

傍侧支流来水来沙增大干流水量和含金物质的数量是支流影响干流的主要方式。支流谷口的展宽和主流交汇处沙量、水量和流速变化是形成含金堆积体和砂金富集的场所。在支流砂砾物质丰沛的条件下, 既可形成支流河口冲积扇和河口沙嘴(图4-4), 也可在交汇处干流段形成边滩、心滩, 或支流河口分汉形成心滩(图4-6)。反之, 若支流量充沛而砂砾物质少, 也可加大支流和干流的挟沙能力, 加强交汇段冲刷而不形成金粒富集的床底堆积体。

3. 床底微地貌、微构造与砂金富集

在一般情况下, 沉积成因的含金地质体, 在垂向上重金属主要富集在下部粗碎屑层中, 且愈接近底板岩, 金属含量也愈高, 但下伏基底微地貌、微构造的变化对金属矿物富集的影响也很大。

1) 埋藏的古河道

在河流发育过程中, 特别是在河流展宽段或盆地, 弯曲河流侧向摆动后的废弃河道或埋藏的古河道有利于砂金富集。例如, 昌江东河某盆地曲流段, 赋金层主要在漫滩和一二级堆积阶地下部砂砾层中, 平均含金品位 $0.2174\text{g}/\text{m}^3$, 愈接近底板岩品位愈高, 在一些与河流走向一致的槽形洼地中尤为富集(图5)。图5表明, 该段曲流曾经历五次自南东向北西方向摆动, 其中除现代河床外, 其余古河道均埋在现代河漫滩和一级阶地

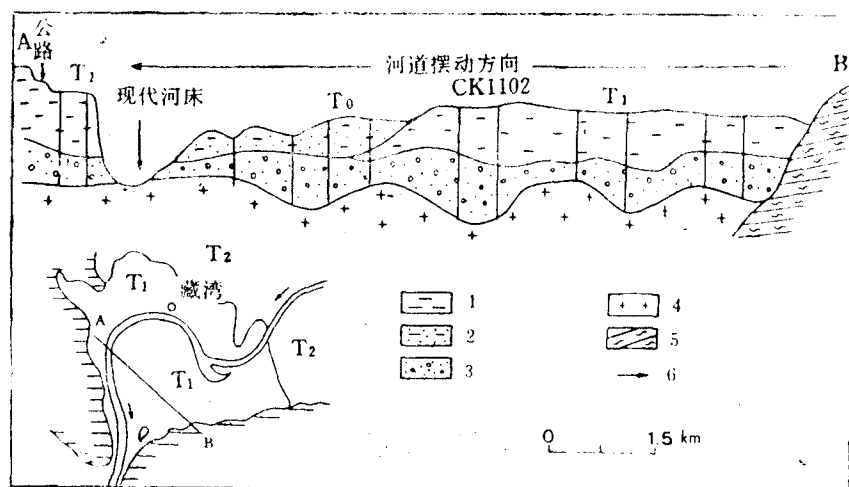


图5 盆地断面(示意)和平面图

1. 粉砂质粘土; 2. 粘土质粉砂; 3. 砂砾; 4. 花岗岩; 5. 变质岩; 6. →水流方向; T_0 为河漫滩; T_1 为一级阶地; T_2 为二级阶地。

堆积层之下。据钻孔样品分析, 这些古河道充填堆积的砂金明显富集, 其中CK1102井深槽底部含金品位高达 $0.826-4.110\text{g}/\text{m}^3$ 。

2) 底板岩差别侵蚀沟槽充填

在层状地层组成的河床段, 当河流横切地层走向时, 因岩性软硬相间或各层风化裂隙发育和破碎程度不同, 水流差别侵蚀往往沿层面走向形成一系列互相平行的沟槽。洪水急流在这些沟槽中留下粗粒物质和重金属矿物颗粒。这种被称为肋状(刷状)地貌的河床, 在二级支流上游及其主要支流中常可见到, 但以浙西衢江上游马金沂密赛段最为典型, 这种富集砂金的河床段, 当地称为搓衣板构造(图6)。

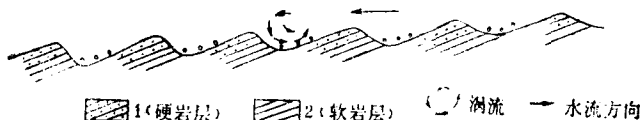


图6 河床差别侵蚀沟槽充填

3) 底板岩风化裂隙充填

据大量采金点调查, 采金深度不仅限于沉积物, 而且可深达底板岩风化层表面之下 $40-50\text{cm}$ 。其中最常见的底板岩含金风化层主要有泥质变质岩类和花岗岩类。前者有千枚岩、片岩、页岩和板岩, 其片理和节理十分发育, 有利于金属颗粒的坠入。当表层受到外营力强烈风化时, 常破裂成碎片, 在水动力作用下, 重金属可通过上部风化碎屑层向下部裂隙充填。Ю.А.毕列宾认为底板泥质岩小层厚度由 $5-7\text{mm}$ 到 $15-20\text{mm}$ 所发育的裂隙数量和裂隙宽度获得金属量最好, 金属一旦充填在裂隙中, 很难再向下游移动, 金属埋深可达 $10-60\text{cm}$, 但随深度增加金属含量减少^[4]。这一现象在乐安江某矿段为大量钻孔所验证。据该段6个断面51口钻井统计, 其中有38口钻井的底板千枚岩风化层含不同程度地含金, 而且有的含金量还远远高于上部砂砾层(表5, 图7)。

表5 乐安江某矿段底板岩风化层含金深度和品位

含金深度 (cm)	单样平均品位 (g/m^3)	单样最高品位 (g/m^3)	含金钻孔数 (个)	占风化层含金 钻孔数(%)	占含金和不含金 钻孔总数(%)
10	0.9228	10.6861	26	68.42	50.98
20	1.2954	28.8314	25	65.78	49.01
30	0.8303	20.6350	14	36.84	27.45
40	0.0443	0.7124	7	18.42	13.72
50	0.1748	3.1579	5	13.16	9.80
60	0.0082	0.0329	1	2.63	1.96
70	0.0106	0.0424	1	2.63	1.96

花岗岩类岩性较致密均一, 节理、裂隙不及泥质岩类发育, 但在亚热带暖湿气候条件下, 容易形成球状风化, 球状体之间经常形成上窄下宽的孔穴, 其深度、宽度随球体大小而异。重金属充填在这种孔隙中, 一般不再被移走。如闽北金溪河白兔村附近一级阶地下伏花岗岩片麻岩球状体间充填砂金的孔隙深度可达 50cm (图8)。如果含金物质充填前, 球状体已风化成粗碎屑层, 或已彻底风化为细碎屑层, 则金属主要富集在河流底砾层和风化碎屑物的表层。

4) 碳酸盐岩类溶蚀洼地充填

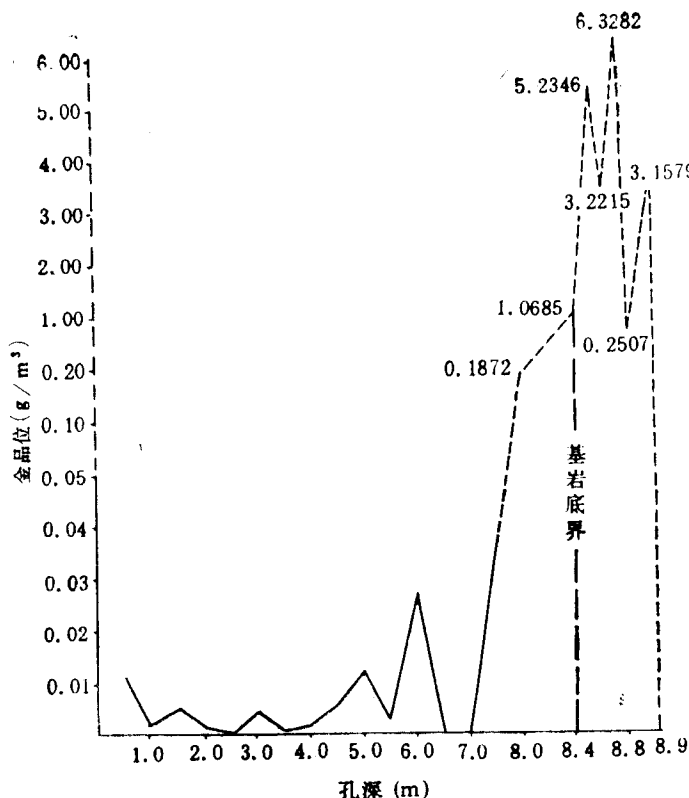


图7 ZK 6315 孔品位变化曲线

可溶性岩类溶蚀洼地，不仅是含金物质充填的场所，而且一旦埋藏后，早期充填的物质很难再被搬运，特别是溶蚀洼地中的各种溶沟、溶洞、陷井、漏斗等往往成为金属特别富集的矿囊。例如，万年县某盆地即是一个典型实例，采金坑剖面显示，白云岩溶蚀洼地曾多次为河流沉积（层7，5，3，1）、沼泽-洪积（层6）和沼泽沉积（层4）充填（图9）。其中下部砂砾层（层7）和含砾粘土层（层6）是主要含金层，混合砂平均含金品位 0.312g/m^3 ，而充填在溶蚀洼地底部的溶蚀洞穴和漏斗中的砂砾层和粘土砾石层含量最高，局部品位达 0.74g/m^3 ，其中一个最富集的洞穴金属量达 150kg 。

与万年县某盆地基底相类似的乐平县某盆地，在白云质灰岩溶蚀洼地基底上，为洪积相、河流相沉积物充填，但金矿化主要富集在石芽顶脊连线以上，平均品位达 $0.3—0.5\text{g/m}^3$ ，而凹穴中品位反而较低。研究者认为，这是由于潜水面以上地下水流动有利溶液金迁移形成再生金（图10）^[5]。但也可

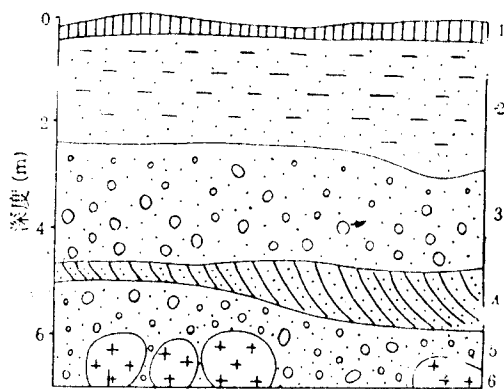


图8 金溪河一级阶地河岸剖面

1. 浅棕红—褐灰色粉质粘土；2. 棕红—棕褐色粉质粘土；3. 棕黄色砂砾；4. 含砾中细砂，发育斜层理；5. 灰白色砂砾，主要含金层；6. 球状风化体，裂隙充填含金。

能与沉积物物质来源的变化有关。

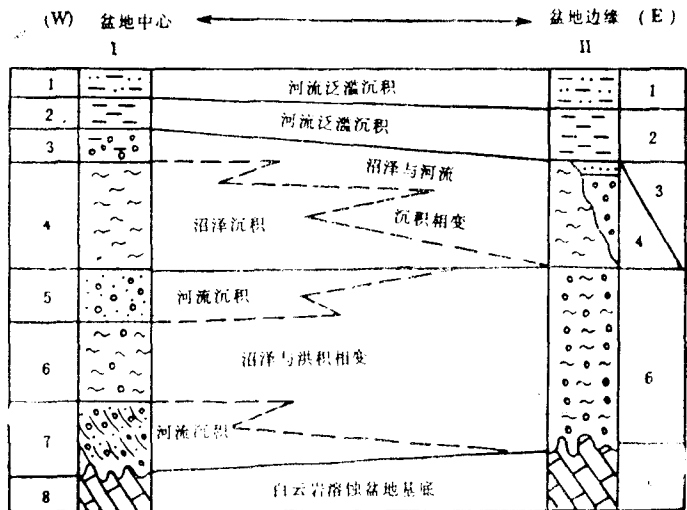


图9 西山盆地沉积相剖面 (剖面垂直比例 1:100)

1. 浅棕红粉质粘土; 2. 棕红—棕褐色粘土; 3. 棕褐色含粘土砂砾, 剖面II该层上部有灰白色薄细砂层; 4. 灰黑色粘土, 剖面II该层与3层为侵蚀接触, 上部见树根; 5. 棕黄色砂砾, 厚0.4—1.0m, 剖面II该层缺失; 6. 灰褐色含砾粘土, 见碳化木, 剖面II该层为主要含金层; 7. 棕褐色砂砾, 斜层理发育, 剖面I该层为主要含金层, 剖面II该层缺失; 8. 白云岩基底, 喀斯特发育, 充填物金含量最高。

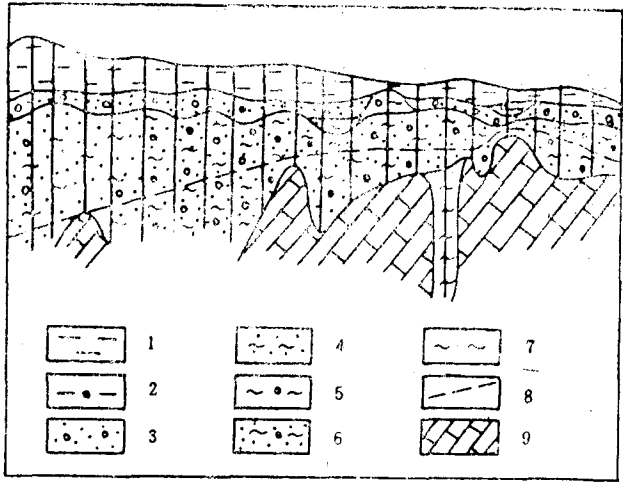


图10 岩溶盆地沉积剖面和品位富集 (根据张华等, 1987)

1. 含砂粘土; 2. 含砾粘土; 3. 砂砾 (以上为冲积相); 4. 含粘土砂; 5. 含砾粘土; 6. 含粘土砂砾 (以上为洪积相); 7. 含角砾粘土的裂隙充填; 8. 砂金高品位下限; 9. 白云质灰岩。

三、砂金资源前景预测

本区有着悠久的砂金开采史, 其中尤以乐安江流域最负盛名。《史记·货殖列传》: “豫章出黄金”, 《汉书·地理志》: “豫章郡鄱阳武阳乡有十里有黄金采”, 王隐《晋书》:

“鄱阳乐安出黄金，凿地十余丈披沙所得者，大如豆，小如米”，《唐书·地理志》：“鄱阳郡上贡铁金”^[6-8]。鄱阳乐安江与丽水（云南金沙江）、汝汉（河南北汝河与陕南汉江上游）、登莱（登州蓬莱山间河流）並列为我国历史上主要砂金产地^[9]。2000多年以来，乐安江淘金业一直延续不断，20世纪30年代，“乐安县农人大半均习淘金术，工作盛时，淘金可达千人，日产金六七两”^[7]。解放后，淘金业一度停顿，三中全会后采金进入高潮，仅乐平县常有6000—7000人从事淘金副业，近几年更发展到万人以上。随着淘金人数的迅猛增加，采金方式也由原来的铁耙木盘手工淘洗发展到铁木结构简易采金船和较现代化的20×100m³链式采金船开采；采金地点也由河滩岸边发展到浅水和深水河道。据有关部门保守的估计，赣东北共有采金船2000余只，民间采金量仅乐平县每年达3000—4000两¹⁾。

自1960年以来，国家和各省有关地质勘探部门，曾对本区二三级支流某些河段作过普查和地质填图工作，对少数砂金富集点做过详查勘探，並提供了一些具有工业价值的中、小型砂金矿床，有的已投入开发。然而，就我们调查所知，目前人们初步掌握的资源情况，绝大多数是根据已知矿点和民间较为集中开采的水系干流砂金富集点，有关地质部门勘察的地貌部位多限于河床及其邻近的漫滩和低阶地。从本区普遍分布的矿源层和有利的地质、地貌成矿环境看，其潜在的砂金资源量将大大超过目前人们初步预测数。根据综合分析，预测下列两个地区较有前景：

1. 乐安江中上游过渡段

该段起自婺源县南端的坑口，经德兴县北部至乐平县东部蔡家村，包括乐安江上游的下段和中游的上段，全长约80km，河流走向北东—南西，与区域地质主干构造走向一致。该段砂金资源丰富，已知矿床、矿点9处，占乐安江干流矿床、矿点数的43%。从成矿地质环境分析，该段有着潜在的勘探开发前景。

1) 丰富的矿源

该段除戴村以下河段南侧分布白垩系红色砂砾岩外，其余广大地区均出露含金背景值高的中元古界双桥山群“绿岩”地层。该段南侧邻近地区分布有包括德兴斑岩铜矿、金山金矿等一批伴生金和独立金矿床，加上这些矿体周围蚀变硅化带分布范围广，为该段河谷及其支谷砂金富集提供了丰富的原生矿源。

2) 有利的地形和地貌条件

该段河谷地形纵坡降、河谷形态、地貌特征，均表现为由上游侵蚀性为主转变为堆积性为主的特点。根据沿河水面高程和地形资料分析，坑口以上的上游段，河床纵坡降高达0.85—2.21‰，而坑口以下过渡段坡降急剧减缓到0.08—0.64‰（图11）。河道纵坡降变化反映了本段位于上游新构造运动强烈隆起区与下游相对沉降区之间的过渡段，这一特点在河谷形态上有明显反映。过渡段多表现为宽谷和盆地，与上游段多呈V型深谷呈明显的地貌反差。在过渡段宽谷和盆地内，河道曲流发育，伴随着河流侧向侵蚀形成多种成因类型的含金沉积体，如边滩、心滩、沙洲、漫滩等。这些现代河床沉积体，加上河谷中普遍分布的各级阶地砂砾层，构成本段砂金主要赋存地层。

1) 乐平县对外经济合作办公室，1989。

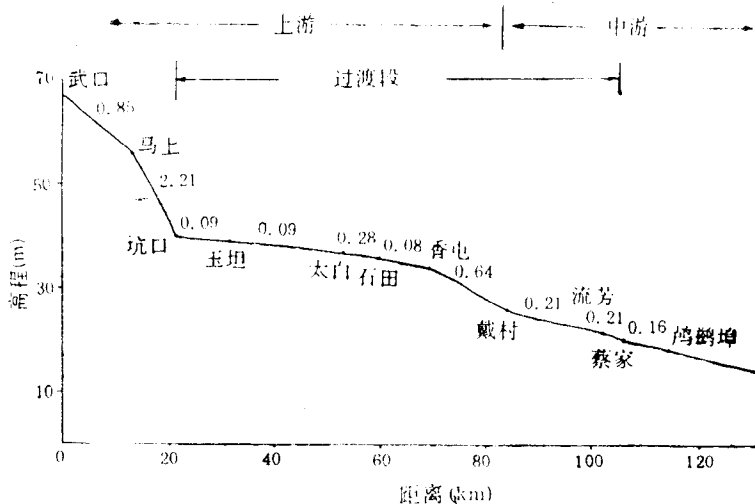


图 11 乐安江武口至鸛鹄埠河道纵坡降变化

3) 侧向支流发育

该段共有大小支流 21 条，其中有较大的支流（三级）7 条。据调查，这些支流均有砂金分布，其中德兴河已发现矿点多处，矿源主要来自周围的有色金属伴生金矿。官庄河是戴村以下河段主要侧源补给源，其中游文田—官庄盆地是洪积—冲积型砂金矿所在。以上支流的汇入，不仅增加了含金物质的补给，其水量的补充也加强了主、支流交汇段的冲、淤变化，在支流砂砾物质补给充沛的条件下，一般有利于支流河口冲积扇和河口沙嘴的形成，也有利于交汇段心滩、边滩等各种含金沉积体的发育。

4) 含金沉积层以中、粗粒金为主，品位高

如前所述，含金物质沿途搬运受到机械磨损和水力分选，使过渡段自然金的形态和粒径大小也介于上、下游之间的过渡特点。与上、下游相比，上游段自然金粒径大，品位高，但含金地质体规模小，资源量不大；下游段含金地质体展布宽，厚度大，但以细粒金和隐粒金为主，品位低。而过渡段兼有以上两者的有利条件，既保持了上游段粒径大品位高的优势，又具有中、下游含金地质体规模大，产金层厚的特点。例如该段某矿段粒径大于 0.4mm 的中、粗粒金重量百分比在总级配中仍占到 80%，赋金层混合砂样品品位达 0.211g/m³（表6）。

表 6 自然金粒度统计*

含量		粒级(mm)	粗 >0.1	中 1.0—0.4	细 0.4—0.1	微 <0.1	合 计
粒 数	颗		20	237	754	229	1240
	%		1.61	19.11	60.81	18.47	100
重 量	mg		89.903	129.863	53.098	1.533	274.397
	%		32.76	47.33	19.35	0.56	100

* 冶金部第一冶金地质勘探公司，1987 年。

以上分析表明乐安江过渡段是该流域较有发展前景的地段。