



东流水道东港近期发展原因分析

张 伟, 刘洪春, 李文全, 杨祖欣

(长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430011)

摘要: 东流水道位于江西九江和安徽安庆之间, 为顺直多分汉河型。该水道上段被老虎滩分为两汉, 左侧称为老虎滩北槽, 右汉即为东港。近年来, 东港迅速发展, 从而导致主航道所在的老虎滩北槽航道条件出现较大的不利变化趋势。本文以河道观测资料为基础, 对东港发展的原因进行分析, 得出“三峡水库蓄水运行后上游来水来沙条件变化是东港发展的主要原因, 已实施的航道整治工程在一定程度上促进了东港发展”的结论, 并结合地质勘察资料, 对东港今后的发展趋势进行了预测。研究成果可为东流水道后续航道治理思路的确定提供参考。

关键词: 东流水道; 长江; 航道条件; 航道整治工程

中图分类号: U 617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)06-0102-06

Analysis of reasons for recent development of Dongliu waterway's Donggang channel

ZANG Wei, LIU Hong-chun, LI Wen-quan, YANG Zu-xin

(Changjiang Waterway Institute of Planning, Design and Research, Wuhan 430011, China)

Abstract: Dongliu waterway locates between Jiujiang in Jiangxi province and Anqing in Anhui province. It's a straight river with multiple branches. The upper part of the waterway is divided into two branches by the Laohutan beach: The left one is called Laohutan north channel, and the right one is Donggang. In recent years, due to the development of Donggang, the condition of Laohutan north channel is gets increasingly bad. Based on the observational data, this paper analyzes the development reason of Donggang channel and points out that the upstream runoff and sediment change after the impoundment and operation of the Three Gorges Reservoir is the most important reason for the development of Donggang channel, and the waterway regulation engineering implemented promotes the development of Donggang to a certain extent. This paper also predicts the future development of Donggang based on the geological data. The research achievements may serve as reference for the follow-up project ideas and designs of waterway regulation.

Key words: Dongliu waterway; the Yangtze River; waterway condition; waterway regulation project

东流水道为多分汉河型, 且经常出现主支汉易位现象, 历史上是长江下游重点碍航浅险水道之一。近年来, 支汉东港快速发展, 相应主航槽所在的老虎滩北槽和西港航道条件迅速恶化。可以说, 东港的发展是老虎滩北槽和西港航道条件衰退的直接原因, 限制东港发展是维持该水道航道稳定的根本出路。可见, 为确定本水道后续航道整治思路, 对东港发展的原因进行深入分析是十分必

要的。本文以原型观测资料为基础, 首先描述了东港近年来的发展情况, 然后从上游来水来沙条件、已建航道整治工程影响等多方面对东港发展原因进行分析, 并对东港发展趋势进行了预测。

1 河道概况

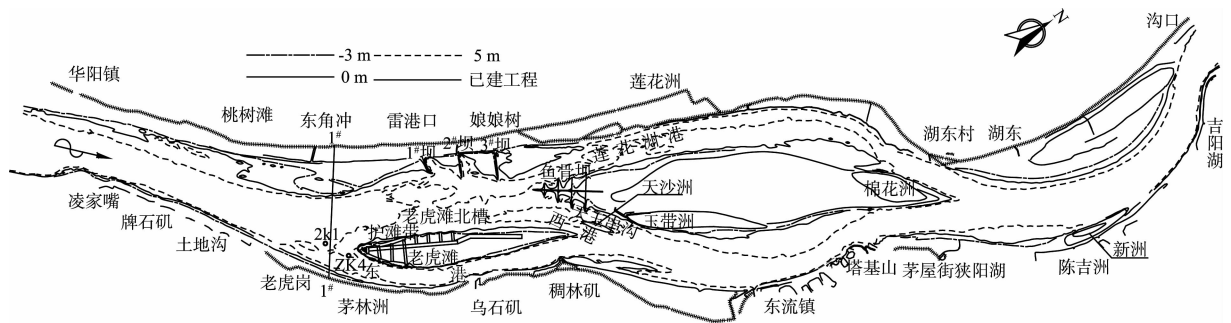
长江下游东流水道上起安徽省华阳河口, 下迄江西省吉阳矶, 全长约 31 km。该水道经常发生

收稿日期: 2013-10-08

作者简介: 张伟 (1981—), 男, 工程师, 主要从事航道整治研究工作。

主支汊易位现象,河道格局难以稳定,枯水航道维护十分困难,历史上是长江下游重点碍航水道之一。从平面形态上看,该水道属顺直分汊河型,其进出口段河宽较小,河道单一,中段河道放宽,

洲滩较多,江中的老虎滩、天沙洲、玉带洲和棉花洲,在枯水期将河道分为四汊,从左到右依次为莲花洲港、天玉串沟、西港、东港,河道形势见图1。



注:根据2012年1月测图绘制,绘图基面为当地航行基面。

图1 东流水道河势

多年来东流水道一直保持着顺直多汊河型,河床演变特征主要表现为:随着河段内洲滩群的不不断冲淤归并与切割分离,各汊道出现往复兴衰现象,主航道位置随之在东港、西港和莲花洲港之间不断调整变化。2001年后,西港(航道跨河过渡槽)逐渐冲刷发展成为主航槽,4.5 m水深航槽最小宽度达250 m,枯水航道条件明显好转。为了稳定这种较好的航道形势,将主航道稳定于西港,长江航道局于2004年2月—2006年5月组织实施了东流水道航道整治工程。整治工程主要由以下3大部分组成^[1](图1)。

1) 老虎滩1#~10#护滩带工程——防止滩体冲刷、切割,保持老虎滩的完整。

2) 左岸娘娘树一带1#~3#丁坝工程——坝头高程为航行基面上3 m(航行基面为黄海高程2.69 m),以限制莲花洲港的发展,适当调整分流比,引导水流向西港过渡。

3) 棉花洲头鱼骨坝(坝头高程为航行基面上2 m)和玉带洲低滩护岸、11#护滩带工程——防止棉花洲洲头低滩及玉带洲头崩退,控制西港和莲花洲港的分流比,稳定西港过渡段航槽。

东流水道航道整治工程的实施,基本稳定了该水道的滩槽格局,防止了莲花洲港的冲刷发展,

但因未对东港采取任何控制措施,因而东港、西港之间仍存在此消彼长的现象。近年来,东港枯水期分流比逐年增大,相应地,老虎滩北槽和西港分流比却连年下降,西港枯水航道条件正向不利方向发展。

2 东港近期发展状况

东流水道航道整治工程仅对老虎滩高滩部位(航行基面上2 m以上滩体)进行了守护,前沿低滩部位仍具有较强的可冲性。东港近年来的发展主要表现为老虎滩前沿低滩的大幅冲刷、东港进口段的展宽及东港内部的冲深。自2003年起,老虎滩前沿低滩呈持续冲刷之势(图2),2003年2月—2007年10月,老虎滩前沿0 m等深线冲退260 m,2007年10月—2012年1月,又进一步冲退250 m。

老虎滩前沿滩脊冲刷的同时,东港进口段不断增宽,主要表现为进口段沿老虎滩左缘的冲刷,而东港右岸一直处于稳定之中。2003年2月—2012年1月,东港进口0 m等深线槽宽度因老虎滩头部左侧冲刷而展宽约170 m(图2),已贴近老虎滩头部左侧已建护滩带,同时,此处已建护滩带也出现了一定程度的水毁现象。

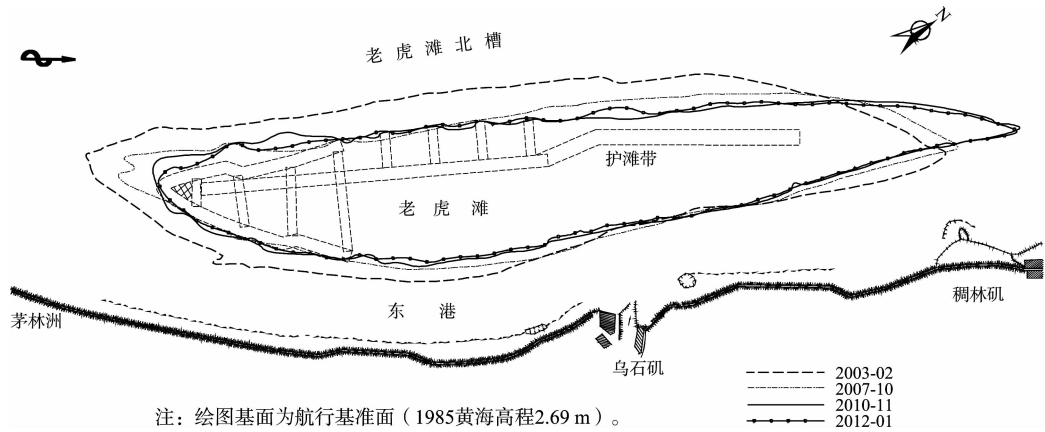


图2 老虎滩周围2003年以来0 m等深线变化

随着老虎滩前沿滩脊和东港进口的冲刷，东港内深槽发展，2003年2月，东港仅下段存在4.5 m

等深线槽（图3），至2012年1月，4.5 m等深线槽已全线贯通，且最小宽度超过220 m（图4）。

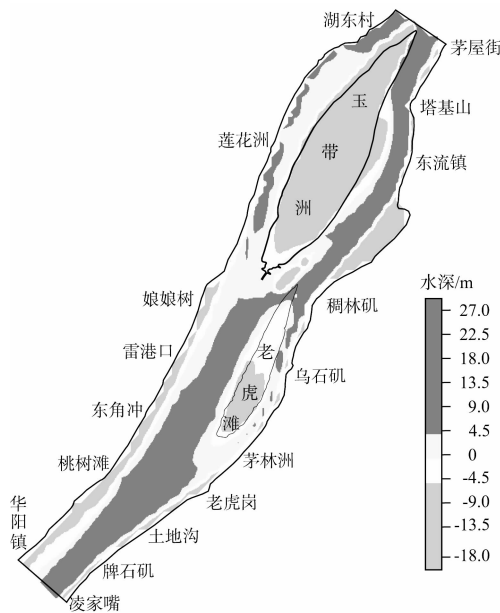


图3 东流水道2003年2月航槽情况

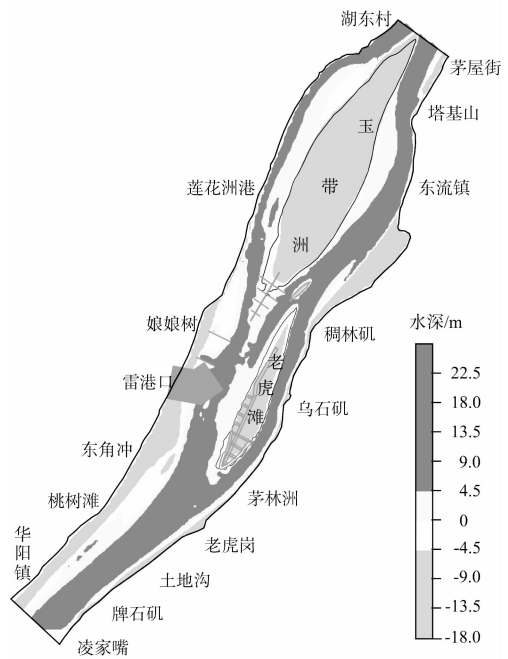


图4 东流水道2012年1月航槽情况

近年来，东港枯水分流比呈迅速增大趋势，2003年12月，东港枯水分流比仅为13.8%，而至2012年1月，已增至43.8%（表1）。分流比的增加，与地形变化密切相关：一方面，东港中下段深槽冲深（图5），使该深槽与老虎滩上游深槽之间比降加大，从而使东港内流速增加，分流量增大；另一方面，老虎滩前沿低滩的冲刷和东港进口的冲刷展宽（图6），直接改善了东港的进流条件，从而使东港分流比增加。

表1 东流水道汊道分流比变化

测时	水位/ m	流量/ ($m^3 \cdot s^{-1}$)	分流比/%	
			东港	老虎滩北槽
2003-12	2.43	12 196	13.8	86.2
2005-12	2.57	13 675	24.8	75.2
2006-11	2.20	12 589	26.2	73.8
2007-12	2.49	13 500	28.1	71.9
2009-11	2.80	14 421	34.3	65.7
2010-11	2.58	13 200	40.0	60.0
2012-01	2.18	11 965	43.8	56.2

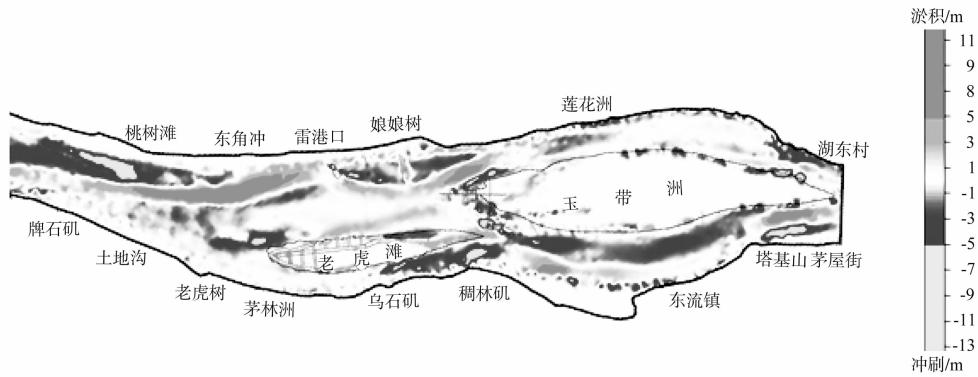


图 5 东流水道 2010 年 4 月—2010 年 11 月冲淤变化^[2]

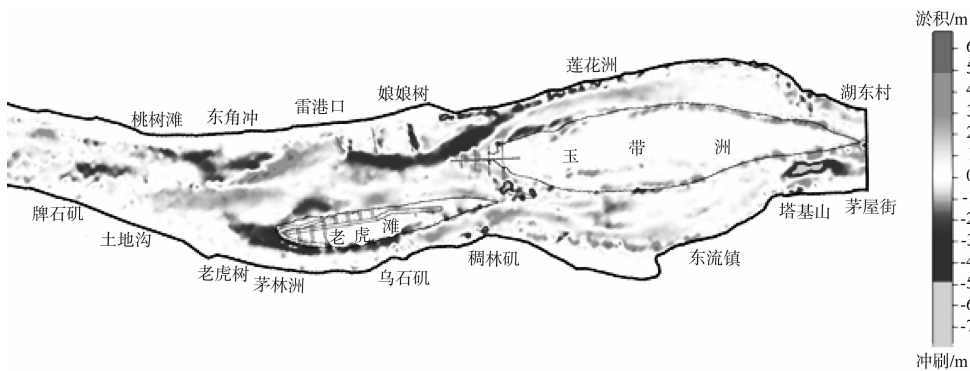


图 6 东流水道 2010 年 11 月—2012 年 1 月冲淤变化^[2]

3 东港发展原因分析

3.1 来水、来沙条件对东港发展的影响

东流水道下游约 120 km 处设有大通水文站, 由于本河段与大通水文站之间无较大支流入汇和分流, 故大通站水文泥沙特征值基本上可以反映本河段水流泥沙特性。三峡工程于 2003 年 6 月开始蓄水发电, 根据大通站 1950—2012 年资料, 按三峡水库蓄水运用前后分别统计的水文特征

值, 见表 2。

大通水文站在三峡水库蓄水运用前 (1950—2002 年), 多年平均径流量为 9 052 亿 m³, 多年平均悬移质输沙量为 4.27 亿 t。三峡水库蓄水运用以来 (2003—2012 年), 长江中下游一直出现中小水和少沙年份, 大通站年径流量约为 8 201 亿 m³, 年输沙量为 1.43 亿 t, 来水量比水库蓄水运用前减少约 9%, 而来沙量却减少了 67%。

表 2 大通水文站流量、泥沙特征值

项目	多年平均流量/(m ³ ·s ⁻¹)		多年平均输沙量/10 ⁸ t	
	三峡水库蓄水前	三峡水库蓄水后	三峡蓄水前	三峡蓄水后
特征值	28 700	26 480	4.27	1.45
统计年份	1950—2002	2003—2012	1951—2002	2003—2012
蓄水后较蓄水前减少/%	7.7		66.0	

可见, 三峡水库蓄水运行以来, 东流水道上游来水量较蓄水前变化不大, 但来沙量却大为减少, 水流动力充足, 为枯水期航槽的冲刷提供了可能。东港与西港相比, 东港较为顺直, 而作为跨河过渡槽的西港, 水流流路弯曲, 水流阻力较

大。因此, 枯水期水流更易在东港进口和老虎滩头部低滩产生冲刷, 从而导致东港分流比的增加。此外, 东港出流的增加, 又会在一定程度上加强对西港出流的顶托, 从而进一步增大了西港水流阻力, 有利于水流进入东港。

3.2 已实施航道整治工程对东港发展的影响

一方面，东流水道航道整治工程中的娘娘树一带丁坝工程、棉花洲头鱼骨坝工程，在一定程度上增加了老虎滩北槽河道阻力，据该工程可阶段模型试验研究报告，工程实施后，在枯水流量下，老虎滩上游 1# 断面处水位壅高 0.04 m^[3]。老虎滩北槽阻力的增加，势必有利于水流进入东港，从而在一定程度上促进东港的发展。

另一方面，娘娘树一带丁坝工程改变了左岸东角冲边滩演变特征，从而促进了东港发展^[4]。从文献[4]可知，历史上，若遇大水年份，左岸易

在东角冲一带淤长出现边滩，但在其后的中小水年份中，该边滩往往能够以较快的速度冲刷下移。而工程实施后，2010 年汛期大水仍使得东角冲一带出现了较大的边滩，但之后的中小水年份，该边滩难以冲刷消失，而是出现了边滩尾部淤积下延、头部难以冲刷的新的演变特点（图 7）。东角冲一带凸向河心的边滩，迫使枯水期水流右摆，绕过老虎滩前沿滩脊进入东港，促进了老虎滩前沿滩脊和东港进口的冲刷（图 6），从而加剧了东港发展，这也是 2009 年 11 月—2012 年 1 月，东港分流比由 34.3% 迅速增加至 43.8% 的原因。

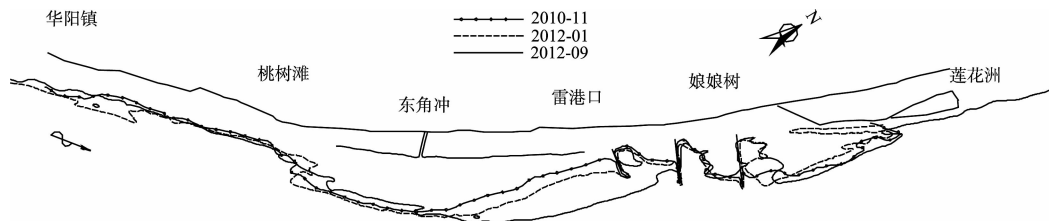
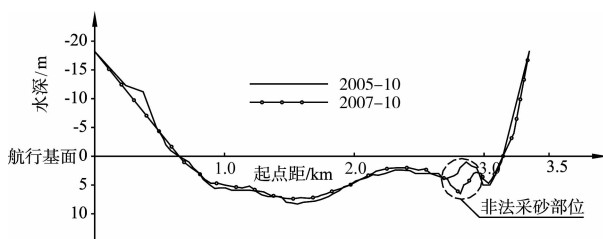


图 7 2010 年 11 月后左岸边滩 0 m 等深线变化

3.3 非法采砂活动对东港发展的影响

东港进口上游存在的非法采砂活动，对东港发展也起到一定的促进作用。据调查，2005 年年底—2007 月初，东港进口上游老虎岗一带存在间或地非法采砂现象^[5]。从位于老虎岗与茅林洲之间的 1# 断面河床变化情况来看（图 8），2005 年 10 月—2007 年 10 月，在整个断面形态变化不大的情况下，右岸侧深槽河床却因非法采砂而大幅降低，最大降低幅度达到 5 m，从而在一定程度上有利于水流进入东港，促进了东港的发展。从采砂前后实测地形图的对比情况来看，采砂造成的局部深坑数量较少，面积也有限，此外，从表 1 还可以看出，从 2003 年 12 月—2012 年 1 月，东港枯水分流比增加 30%，而采砂活动存在的 2005 年年底—2007 年年底，东港枯水分流比增加幅度仅为 3.3%（增大的 3.3% 是采砂和河床自然演变共同作用的结果），说明采砂并不是促进东港发展的主要原因。



注：1#断面位置见图1。

图 8 采砂对东港进口上游 1# 断面河床的影响

4 东港近期发展趋势分析

东港右岸侧河床为难以冲刷的岩石结构，左侧老虎滩右缘已进行守护，因此，东港平面上难以展宽，仅存在进一步冲深发展的可能。

从上游来水来沙条件和左岸东角冲边滩形态来看，近期东港冲刷发展的动力依然存在。从东港近期的分流、分沙情况来看（表 3），该河道枯水期分流、分沙比基本在同一水平，但分流比略大于分沙比，仍在一定程度上有利于东港的冲刷。

表 3 东港近期分流、分沙情况

测时	水位/ m	流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	东港	
			分流比/%	分沙比/%
2010-11	2.66	13 200	40.0	39.2
2012-01	2.18	11 965	43.8	41.1

从 2010 年 11 月地质勘测资料来看 (图 9, 钻孔位置见图 1)^[2], 位于老虎滩前沿滩脊的 ZK1 钻孔处, 河床表层仍具有 3.2 m 厚的可冲性较强的粉细砂层; 位于东港进口的 ZK4 钻孔处, 河床表

层为抗冲性较强的粉质黏土层。若老虎滩前沿滩脊进一步发生冲刷, 则东港分流比仍将有所增加, 但在东港进口难以再发生冲刷的情况下, 东港上段和上游深槽之间比降将趋于稳定, 老虎滩前沿滩脊的冲刷幅度将趋缓或停止, 因而东港分流比可能在小幅增大后趋于稳定。

总的来说, 上游来水来沙条件和东流水道目前的河势条件使得东港短期内仍将处于发展之中, 但受地质条件的限制, 发展速度将趋缓。

钻孔编号				ZK1		ZK4	
孔口高程/m				-3.54		-1.80	
钻孔深度/m				15.10		15.30	
钻孔坐标				X=3 334 247.67 Y=39 484 069.38		X=3 334 595.16 Y=3 948 637.49	
层底 高程 / m	分层 厚度 / m	柱 状 图 1:100	地层描述				
-6.740	3.20		粉细砂: 灰色, 稍含泥, 稍密, 饱水, 其主要矿物成分为石英砂岩和长石。含有少量的黏土矿物。				
-8.540	1.80		粉细砂: 灰色, 含有少量的砾石, 中密, 饱水, 主要矿物成分为石英砂岩和长石, 砾石粒径为 0.5~2 cm, 呈次圆状。				
-10.640	2.10		砂卵石: 灰色, 饱水, 含有 60%~70% 的砾石, 砾石粒径为 1~4 cm, 最大为 6 cm, 含有 20%~30% 的细砂, 稍含少量的黏土, 砾石次棱-次圆状。				
-12.040	1.40		粉质黏土: 浅灰色, 硬塑, 饱水, 含有少量的细砂, 土质不均匀, 含有 10% 左右的砾石, 砾径 0.5~3 cm, 呈次棱状。				
-13.540	1.50		粉质黏土: 土黄色, 硬塑, 饱水, 土质不均匀, 其主要矿物成分为高岭土的风化物, 含有 10% 左右的砾石, 呈次圆-次棱角状。				
-18.640	5.10		砂卵石: 浅黄色, 含有 60%~70% 的砾石, 砾石粒径为 1~4 cm, 最大 10 cm, 含有 20%~30% 的细砂, 含有少量的黏土矿物, 砾石呈次棱-次圆。				
-2.600	0.80		粉质黏土: 灰色, 软塑, 饱水, 含有少量的粉细砂, 土质不均匀。				
-5.000	2.40		粉细砂: 深灰色, 松散, 饱水, 主要矿物成分为石英和长石, 含有少量的黏土, 分选好。				
-6.000	1.00		粉质黏土: 灰色, 硬塑, 饱水, 含有 25%~30% 的砾石, 砾石粒径为 0.5~3 cm, 含有 5%~10% 的粉细砂, 砾石的主要成分为石英砂岩和长石, 呈次圆状。				
-6.700	0.70		粉质黏土: 灰色, 硬塑, 饱水, 含有少量的粉细砂, 土质不均匀。				
-9.200	2.50		粉细砂: 深灰色, 稍密, 饱水, 分选好, 其主要矿物成分为石英和长石, 其中含有少量的云母, 还有少量的黏土矿物, 6.2~6.35 cm 处有灰紫色粉质黏土夹层。				
-12.800	3.60		砂卵石: 深灰色, 密实, 饱水, 含有 50%~60% 的砾石, 含有 20%~30% 的细砂, 有 5%~10% 的黏土矿物, 砾石的主要成分为石英砂岩和长石, 砾径为 0.5~3 cm, 呈次圆状。				
-17.100	4.30		砂卵石: 深灰色, 饱水, 含有 60%~70% 的砾石, 有 20%~25% 的细砂, 含有 5% 左右的黏土矿物, 砾石的主要成分为石英砂岩和长石, 砾石粒径为 1~5 cm, 最大 11 cm, 呈次棱状。				

图 9 2010 年 10 月老虎滩前沿和东港进口地质勘测资料