



长江下游宝塔水道下段扬子专用航道 双向通航航道调整方案研究

李昱

(长江南京航道局, 江苏南京 210011)

摘要: 在分析长江下游八卦洲汉道河床演变及航道条件的基础上, 对宝塔水道下段扬子专用航道双向通航航道线路技术参数进行计算, 对航道优化及航标调整方案进行设计。专用航道调整方案, 满足了扬子专用航道不同代表船型双向通航要求, 满足当前沿江企业的发展需要, 同时为该段航道的长远发展规划奠定了基础。

关键词: 宝塔水道下段; 双向通航; 调整方案

中图分类号: U 611

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)12-0103-06

Adjusted scheme for two-way navigable waterway for Baota downstream the Yangtze River

LI Yu

(Changjiang Nanjing Waterway Bureau, Nanjing 210011, China)

Abstract: On the basis of the channel conditions and the analysis of the riverbed evolution of Bagua island in the downstream of the Yangtze River, we calculate specifications of the special two-way navigable waterway of Baota, and carry out the waterway optimization design and adjust scheme design for the navigation marks. The adjustment satisfies the demands of two-way for different types of ships, and the development demand of the enterprises along the Yangtze River. In addition, it provides a foundation for the long-term development of this channel.

Key words: downstream Baota waterway; two-way navigation; adjusted scheme

长江下游宝塔水道位于南京河段八卦洲左汉, 上起西方角, 下至天河口, 全长约23 km。目前宝塔下段的扬子乙烯专用航道为单向通航, 已成为限制船舶流量增加的制约因素。本文主要对宝塔水道下段扬子专用航道的航道条件及双向通航航道调整方案进行研究。

1 工程概况

八卦洲汉道位于长江下游南京河段, 处在下关和西坝两单一束窄段之间, 是典型的鹅头型汉道。八卦洲水道为左右两汉, 右汉顺直宽深, 称草鞋峡水道, 为主汉; 左汉为鹅头型支汉, 称宝塔水道。

该水道弯、长、窄, 近期演变表现为河道束窄弯曲, 河床淤高, 沿程阻力增大, 分流比缓慢减小。

扬子乙烯专用航道位于八卦洲左汉(宝塔水道)下段。20世纪80年代中期为满足扬子石油化工公司原油及化工原料运输需要, 航道部门于1986年5月开放了马汊河以下5 000吨级专用航道, 起讫点从天河口—马汊河口, 航道里程10 km, 航道维护尺度4.5 m×100 m×1 050 m。为减少原油两次中转, 降低运油成本, 航道部门又分别于1989年、1996年将天河口—扬子10-2码头段7.2 km航道等级分别提高至1.5万t和2.4万t专用航道, 航道维护尺度10.5 m×100 m×1 050 m。

收稿日期: 2013-03-31

作者简介: 李昱(1983—), 男, 工程硕士, 工程师, 从事航道、测绘、智能水运工作。

2 河床演变

2.1 历史演变概况

公元220年，八卦洲位置是由新洲沙群组成的复杂多分汊河型。1376年，新洲沙群合并为七里洲、八卦洲、大河沙、草鞋洲。1821—1908年沙洲合并为八卦洲，当时左汊为主汊，江面宽阔，水深较大，是一个平顺的大弯道，称宝塔水道，而右汊是支汊，江面窄小，水深较浅，河道弯曲，称草鞋峡。

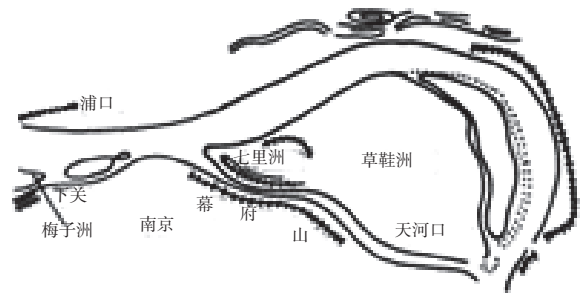
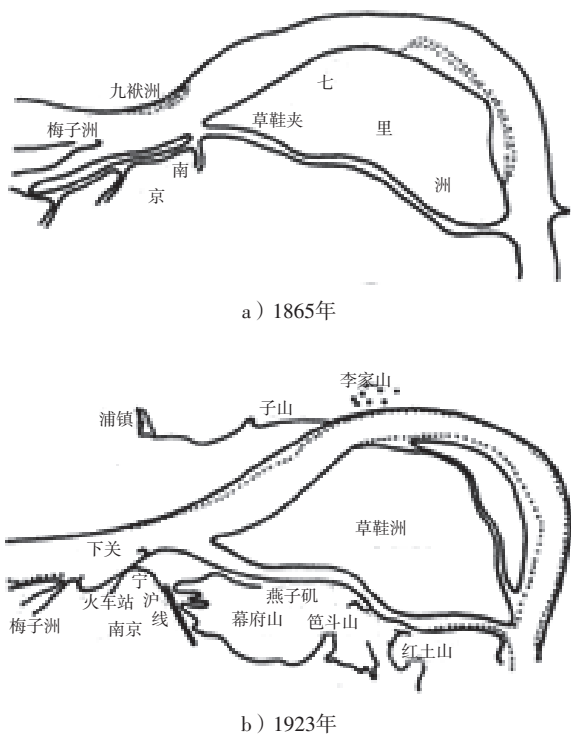
由于汊道上游河势变化主流变迁，导致八卦洲洲头不断崩退，1940年后，左汊逐渐衰退，河道向弯曲方向发展，河长增加，河槽淤积缩小，左汊由主汊转化为支汊；右汊相应发展，河道向顺直方向演变，河长减少，河槽冲刷扩大，右汊由支汊转化为主汊。近60年来，八卦洲汊道经历了一次主支汊自然移位过程。

20世纪70年代末，左汊的分流比仅20%左右，已基本形成目前河势格局。八卦洲汊道历史演变概况见图1^[1]。

2.2 近期演变

2.2.1 分流比变化

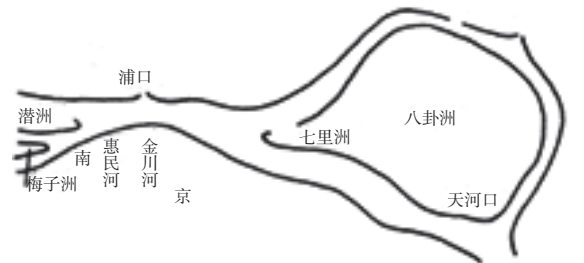
八卦洲汊道总的演变趋势是缓慢的左衰右



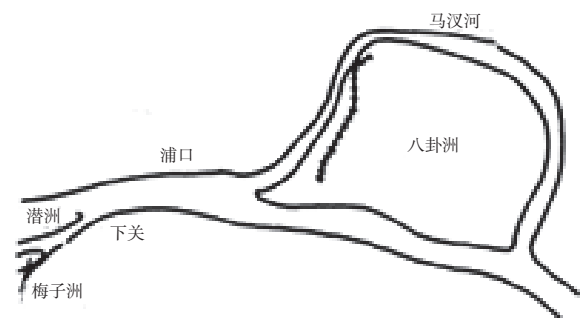
c) 1935年



d) 1942年



e) 1977年



f) 1993年

图1 长江南京河段历史演变

兴，左汊分流比呈逐渐减小的趋势。20世纪80年代中期以后，实施八卦洲头分水鱼嘴工程，左汊分流比减小的趋势有所减缓；结合1998年以来的分流比测验资料来看，近年来左汊分沙比减小的趋势进一步减缓，这对左汊内岸线的长期利用和开发是有利的^[2]。

2.2.2 左汊变化

从平面形态看, 八卦洲左汊可分为5段(图2)。

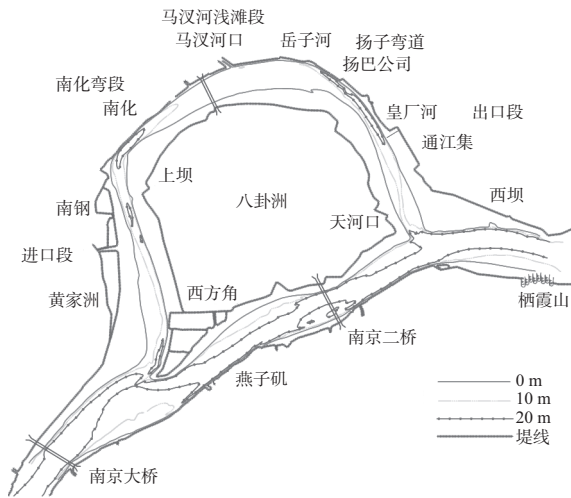


图2 八卦洲汊道河势

1) 进口段(西方角—南钢)。因左汊进口左侧黄家洲拦门滩阻水, 右侧深槽较窄。因地质构造原因, 虽分流点偏在八卦洲左汊一侧, 但分流后主流仍大折急转向右进右汊, 一股副流顺干流段主流向进入左汊, 在进口位置随各水文年水情及边滩大小摆动幅度较大, 进左汊后主流总摆动趋势向右。

2) 南化弯道段(南钢—岳子河)。左岸南化弯顶处河道宽度仅400 m, 为左汊崩岸地段。1956年时就进行了沉排护岸, 以后又陆续进行抛石加固、凹岸护岸工程后, 该段弯顶附近并未发生大的崩坍。在弯顶处的横向变化趋小的情况下, 河床纵向下切冲深加剧。该段束窄位置深槽近岸, 从5#码头位置往下河道放宽, 右岸侧出现边滩, 弯顶处河宽小幅度缩窄。多年来, 弯顶及下游深泓摆动较小。

3) 马汉河浅滩段。该段为南化河弯与皇厂河弯之间的一个过渡段, 河道宽浅, 水流分散, 深泓曾经摆动频繁。1985年该段深泓后摆动减小, 目前深泓居中偏右, 到皇厂河附近趋左, 进入皇厂弯道段。该段左右岸岸线变化不大。

4) 扬子弯段(岳子河—皇厂河)。河道从1.1 km宽逐步束窄至0.55 km, 是一个扇形弯道, 河道宽度束窄了1倍, 河床断面由宽浅向窄深型过

渡。深泓贴左岸下行。因该段左岸有良好的自然抗冲边界条件, 深泓横向左移受到限制。由于弯顶上游的深泓略有右移, 弯顶深泓变化不大, 该段弯曲半径仅从1959年的1.7 km减少到2012年的1.6 km。

5) 出口段(皇厂河—天河口)。为束窄段, 河道宽度从450~800 m不等, 断面形态为窄深型。左汊主流在出口段逐渐由左偏右, 在八卦洲一侧摆动幅度逐渐变小至天河口处出流, 流向与右汊近90°汇合。在接近出口处, 10 m槽1985年后时断时通, 不通距离400~800 m不等, 枯水期常需挖泥疏浚保证水深。根据2012年1月天河口段扩大测图, 该段10 m槽贯通, 最窄宽度仅有146 m。

2.2.3 演变认识及趋势预测

1) 演变主要影响因素: 从八卦洲汊道的河床演变过程可见, 八卦洲洲头崩退是造成左汊河道弯曲发展, 河床淤积和分流比减小的主要原因之一。八卦洲汊道历史上经历了并洲并岸过程。该汊道在近一个世纪的演变过程中, 洲头冲刷崩退, 左汊从一个平顺的大河弯转变成由3个小河弯组成的鹅头型弯道, 左汊河床阻力增加, 逐步淤积衰退。

2) 演变趋势预测: 近几十年来特别是1984—1988年实施的八卦洲汊道整治工程, 对洲头及汊道内水流顶冲部位进行了守护, 汊道及洲头形态基本稳定, 初步抑制了右汊发展的态势, 左汊衰退趋向缓慢。近期八卦洲汊道岸线、深泓、分流点及河床冲淤基本稳定, 河道变化表现为河床局部的冲淤调整, 总体河势得到初步控制。在河道治理工程相继实施的条件下, 预计八卦洲汊道段整体河势将趋向稳定, 河道变化主要表现为河床局部的冲淤调整^[3]。

3 航道条件分析

扬子乙烯专用航道上起马汉河口, 下至天河口, 目前本专用航道实行单向航行控制, 航道维护宽度为100 m, 维护水深为10.5 m。由宝塔水道10 m深槽分布图可知(图3): 宝塔水道上、下段常年存在有10 m深槽, 且位置相对稳定, 仅局部

区域年间仍有冲淤交替，在中段南京长江二桥附近10 m深槽中断，上、下深槽中断约3.0 km，下深槽位于扬子10-2码头以下，出口处与汇流段10 m深槽贯通。

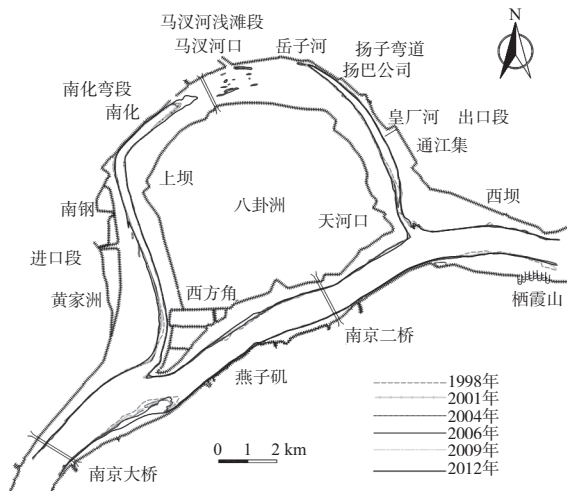


图3 八卦洲汊道10 m等深线变化

1) 马汉河—扬子10-2码头之间水深条件较差，平均水深仅能维持7~8 m，是宝塔水道水深最差的一段，通过疏浚的措施达到目的难度非常大；此外，过度的疏浚也会破坏桥区航段的稳定性。本文将扬子10-2码头至天河口作为开通双向通航的研究范围。

2) 宝塔水道扬子10-2码头以下10 m深槽基本紧贴左岸，深槽较宽且走向较为顺直，基本具备开辟双向通航的水域条件。

3) 宝塔水道皇厂河沿岸标至天河口上塔形沿岸标间河道宽度为宝塔水道内最窄的一段，由于左岸侧已修建了码头，因此在自然状况下可利用的10 m深槽宽度实际不足250 m，成为航道拓宽的限制段。

4) 宝塔水道自通江集码头以下，10 m深槽由左岸向右岸过渡，处于水流掩护区的左岸侧形成大面积边滩，10 m深槽相比较上游段急剧缩窄，甚至1985—1998年间10 m深槽与出口段深槽处于中断状态，近几年深槽宽度仅约100 m左右，此段成为阻碍扬子航道双向通航的卡口段。

5) 目前宝塔水道左岸侧已形成大片的港区，沿岸侧修建了大量的码头，形成码头群，一定程

度上对稳定岸线以稳定总体河势有利，但码头的建设同时也成为航道拓宽的限制因素之一。

6) 工程范围内目前主要有2处难以满足工程建设的需要：一处为扬子10-2码头下游约2.0 km范围；第二处为宝塔水道出口卡口段，针对该航段内不能满足工程建设需要的局部航段，初步拟采取疏浚及定期维护的措施以维持其航道条件的稳定性。

4 航道调整设计

4.1 技术标准

4.1.1 代表船型

据调研，各码头设计代表船型多为2万吨级化工船，但具体船舶尺度略有不同，经综合比较，将2万吨级化工船作为确定本航道调整设计技术参数的设计代表船型，其船型尺度为163 m × 24.2 m × 9.8 m，同时要兼顾2.4万吨级油轮双向通航的要求（船型尺度为178.6 m × 25 m × 9.5 m）。

4.1.2 航道设计水深

根据《内河通航标准》，设计代表船型2万吨级化学船满载吃水为9.8 m，取富余水深0.9 m，同时由于船舶载运化学品等危险货物，富余水深应另加0.1 m，经计算所需的航道标准水深为10.8 m。考虑本文计算富余水深取值相对偏大，且大型船舶可适当利用潮位进行航行，因此仍取目前航道维护水深10.5 m。

考虑宝塔水道河道相对较窄的自然特性，兼顾外部建设环境和船舶营运经济效益，该航道调整后的维护水深如下：

1) 皇厂河沿岸标以上满足2万吨级船舶单向满载通航及单向空载通航的要求，也就是说靠左岸侧航道维护水深需达到10.5 m，航道右侧水深仅需达到2万吨级和2.4万吨级油轮空载航行所需水深（2.4万吨级油轮空载航行所需水深为7.0 m）；

2) 皇厂河沿岸标以下满足2万吨级船舶双向满载通航的要求，维护水深均达到10.5 m。

4.1.3 航道设计宽度

根据《海港总平面设计规范》计算，2万吨级化学船双向通航所需有效宽度为222 m，进入宝塔水道内最大船型2.4万吨级油轮双向通航所需的有

效航宽为233 m, 而1艘2.4万吨级油轮与1艘2万吨级化学船双向通航有效宽度为228 m, 三者相差不大。综合考虑, 双向通航有效宽度均取240 m。

4.1.4 航道设计弯曲半径

宝塔水道下口段与右汉草鞋峡水道呈“丁”字交汇, 船舶进出扬子乙烯专用航道均需要进行比较大的转角, 因此该航段的最小弯曲半径也是衡量船舶能否安全进出本航段的主要参数之一。

一般情况下, 弯曲半径不能小于最大代表船型2.4万吨级油轮长度的4倍, 即 $178.6 \times 4 \text{ m} = 714.4 \text{ m}$, 取720 m; 在特殊困难河段, 航道最小弯曲半径不能达到上述要求时, 在宽度加大和驾驶通视均能满足需要的前提下, 弯曲半径在航宽加大的情况下不能小于最大代表船型2.4万吨级油轮长度的3倍, 即 $178.6 \times 3 \text{ m} = 535.8 \text{ m}$, 取540 m。

4.2 航道调整线路设计

根据工程河段河演分析, 综合考虑目前扬子乙烯专用航道现状、左岸侧码头布置情况等, 提出航道调整线路具体设计思路: 遵循《长江江苏段船舶定线制规定》, 在本航道内设置分隔线及上、下行通航分道, 实施各自靠右, 分道通航, 为尽量减小疏浚挖槽量, 充分考虑实际利用情况, 分隔线左右侧的上、下通航分道可维护不同水深。

皇厂河沿岸标以上通航分隔线为距航道左侧

130 m, 航道左侧(上行)通航分道维护水深为10.5 m, 航道右侧(下行)通航分道维护水深7.0 m; 皇厂河沿岸标以下航道中心线为分隔线, 航道左侧(上行)、航道右侧(下行)通航分道维护水深均为10.5 m。

航道左侧界限基本沿10.5 m深槽左侧等深线走向布置, 考虑左岸侧扬子10-2码头至通江集码头段沿岸均为港区码头工程, 对航道左侧界限限制较大, 因此在该段首先确定航道的左侧界限, 具体为以距离各码头前沿线安全距离(安全距离为距离码头前沿停泊水域外边线30~50 m, 综合考虑确定安全距离为75 m)连线; 然后以与航道左侧平行240 m距离处连线确定航道右侧界限, 考虑扬子10-2码头前沿2.4万吨级船舶回旋作业的要求, 同时考虑与上游航道的衔接, 将该局部航段航道适当展宽。

通江集码头以下主要受浅段河床高程较高的影响, 根据该段深槽布置, 确定在该段内首先确定航道右侧界限, 基本沿工程局部10.5 m深槽右侧边界所处位置进行布置; 航道左侧界限以与航道右侧平行240 m距离处连线确定, 至天河口对开处, 考虑船舶由主航道进入本专用航道需转弯进港上行, 在该段应尽量适当加大航宽以利于船舶的安全通航。航道布置线路见图4。

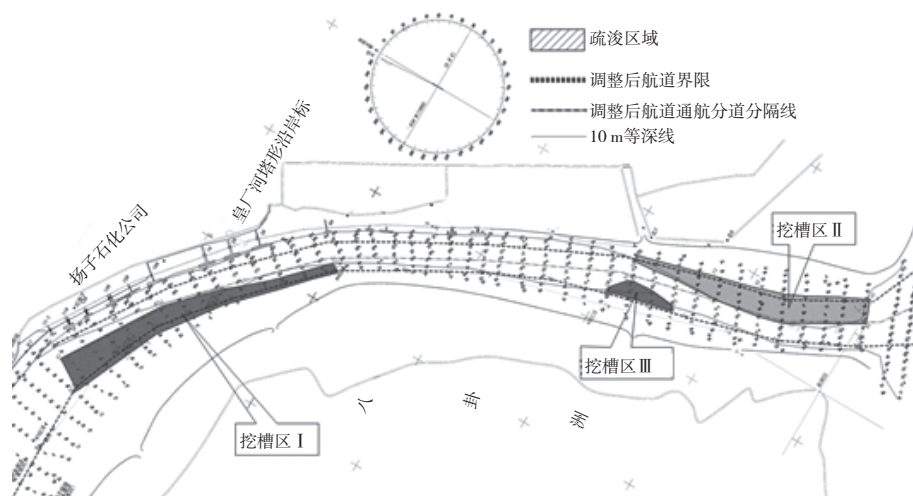


图4 扬子专用航道双向通航航道布置

4.3 调整后航道尺度分析

4.3.1 航道水深

工程河段位于长江下游干流感潮区内, 潮水

位受长江径流与潮汐的影响。统计来自2003年以来南京站潮位资料: 工程河段利用潮位保证率为98%时, 对应的潮位值为0.794 m, 当利用潮

位保证率达到99%时,可利用的潮位仍能达到0.723 m。

经整后的航道,皇厂河沿岸标以上航道右侧通航分道带维护水深取7.0 m,通航保证率达到98%的实际维护水深可以达到7.8 m,通航保证率达到99%的实际维护水深也可以达到7.7 m,可以满足宝塔水道内沿江企业各设计船型空载航行的要求;航道左侧通航保证率达到98%的实际维护水深可以达到11.3 m,通航保证率达到99%的实际维护水深也可以达到11.2 m,可以满足宝塔水道内沿江企业各设计船型满载航行的要求。

4.3.2 航道宽度

经方案调整后的扬子专用航道最小宽度约240 m,其中扬子10-2码头至皇厂河沿岸标段航道左侧满足10.5 m水深的航宽达130 m以上,航道右侧满足7.0 m水深的航宽将达120~300 m,满足2万吨级化学船和2.4万吨级油轮满载上行、空载下行双向通航的要求;皇厂河沿岸标至天河口段满足10.5 m水深的航宽将达240~370 m,基本满足2万吨DWT化学船和2.4万吨级油船双向通航要求。

4.3.3 航道弯曲半径

经分析,当船舶在长江主航道自下口段进入宝塔水道时,靠左岸侧进港,通过方案调整后的航道弯曲半径可以达到850~900 m,当船舶自宝塔水道下口段进入长江主航道时,靠右岸侧出港,航道弯曲半径可以达到800 m左右,可满足2.4万吨级船舶安全通航所需的弯曲半径要求。

5 挖槽稳定性分析

挖槽回淤是沙质河段必然存在的规律,根据计算,本方案疏浚工程实施后槽内将有一定程度的回淤量。尤其在汛期回淤较严重,但到汛后挖槽内的回淤的泥沙又会得到一定程度的冲刷。

由于宝塔水道分流较少,因此挖槽回淤现象将会较为明显,届时如果局部航段不能满足航道

维护要求,需通过常年维护性疏浚措施以维持挖槽稳定性。

6 结语

1) 本方案在不借助航道整治工程的条件下,以保证工程河段河势的稳定为前提,通过一定疏浚措施,将满足该段专用航道维护水深的航道宽度适当加宽,使宝塔水道下段航段达到双向通航的要求。

2) 经论证分析,专用航道通航代表船型为2万吨级化工船(船型尺度为163 m×24.2 m×9.8 m),同时兼顾2.4万吨级油轮双向通航的要求(船型尺度为178.6 m×25 m×9.5 m)。双向通航航道调整方案水深分段分侧维护,在皇厂河沿岸标以上靠左侧航道维护水深为10.5 m,右侧水深7.0 m;皇厂河沿岸标以下双侧航道维护水深均为10.5 m。航道设计宽度240 m。航道设计弯曲半径540 m。

3) 本方案根据该段航道条件对航道进行优化调整,水深、航宽、弯曲半径均能达到设计要求。

4) 本方案是在充分利用宝塔水道现有航道条件,尽量减小可能引起的河床变化的前提下提出,但仍需借助一定的疏浚及常年的维护措施,可能会引起局部河床发生较大变化。后续实施阶段应加强对工程水域水下地形检测,掌握变化情况,及时采取相应措施。

参考文献:

- [1] 陈国祥,刘开平.长江南京八卦洲汉道的演变与整治[J]. 河海大学学报:自然科学版,1999(3): 63-68, 63-68.
- [2] 臧英平.八卦洲左汉河势控制与经济发展[J]. 江苏水利, 2002(7): 34-35.
- [3] 章志强,李涛章,周玲霞.长江南京八卦洲汉道治理与沿岸经济发展探讨[J]. 人民长江,2011(21): 11-14.

(本文编辑 郭雪珍)