

## 2022年长江中下游干流河道输沙与冲淤变化特点

肖潇, 吴时强, 吕超楠, 董炳江

### Characteristics of sediment transport and erosion-deposition changes in the middle and lower reaches of the Changjiang River in 2022

XIAO Xiao, WU Shiqiang, L Chaonan, DONG Bingjiang

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12170/20240305002>

#### 您可能感兴趣的其他文章

#### Articles you may be interested in

##### 2020年流域性大洪水下长江下游干流河道演变分析

Analysis of evolution in the lower Yangtze River under the effect of the great basin flood in 2020

水利水运工程学报. 2023(4): 1 <https://doi.org/10.12170/20221130002>

##### 不同生态流量需求下雅砻江中下游梯级电站联合优化调度

Optimizing the operation of interconnected cascade hydropower plants along the middle and lower stretches of the Yalong River to meet varying ecological flow demands

水利水运工程学报. 2024(1): 68 <https://doi.org/10.12170/20221029001>

##### 近40年来长江口沉积物粒度变化及其对底床冲淤的响应

Analysis of sediment grain size change and its response to erosion and deposition pattern within the Yangtze River Estuary for the past 40 years

水利水运工程学报. 2021(5): 8 <https://doi.org/10.12170/20210628002>

##### 长江安徽段河道冲刷特征及江砂资源变化趋势

Characteristics of channel erosion and trends in river sand resource in the Anhui section of the Yangtze River

水利水运工程学报. 2024(4): 140 <https://doi.org/10.12170/20230925004>

##### 黄河源弯曲河流的河段尺度横向冲淤特征研究

Reach-scale lateral erosion and deposition of meandering rivers in the source region of the Yellow River

水利水运工程学报. 2022(1): 48 <https://doi.org/10.12170/20211108001>

##### 钱塘江河口盐官段主汛期前含沙量特性研究

Characteristics of sediment concentration in Yanguan section of Qiantang River estuary before the main flood season

水利水运工程学报. 2023(6): 67 <https://doi.org/10.12170/20221010002>



扫码进入官网，阅读更多精彩文章



关注微信公众号，获得更多资讯信息

DOI:10.12170/20240305002

肖潇, 吴时强, 吕超楠, 等. 2022年长江中下游干流河道输沙与冲淤变化特点[J]. 水利水运工程学报, 2024(6): 24-32. (XIAO Xiao, WU Shiqiang, LÜ Chaonan, et al. Characteristics of sediment transport and erosion-deposition changes in the middle and lower reaches of the Changjiang River in 2022[J]. Hydro-Science and Engineering, 2024(6): 24-32. (in Chinese))

# 2022年长江中下游干流河道输沙与冲淤变化特点

肖潇<sup>1</sup>, 吴时强<sup>2</sup>, 吕超楠<sup>3</sup>, 董炳江<sup>1</sup>

(1. 长江水利委员会水文局, 湖北 武汉 430010; 2. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 3. 中国长江三峡集团有限公司, 湖北 宜昌 443100)

**摘要:** 2022年长江流域遭遇了汛期反枯的极端水文气象条件, 导致长江中下游的水位降至有实测资料记录以来的同期最低, 该极端水文情势使长江中下游河道冲淤变化出现了新特征。基于详细实测水沙监测及固定断面资料, 对2022年极端水文气象条件下长江中下游干流河道输沙的冲淤变化特点进行深入分析。结果表明: 1—6月份长江中下游各测站输沙量有增有减, 总体上输沙量保持相对稳定; 7—12月份各测站输沙量均出现了大幅下降, 宜昌至九江河段通过输沙量法计算得知冲刷的泥沙总量为2 391万t, 通过断面法计算得知湖口至江阴河段泥沙淤积量为4 657万m<sup>3</sup>(湖口至大通冲刷量为1 211万m<sup>3</sup>, 大通至江阴淤积量为5 868万m<sup>3</sup>), 江阴以下河段冲刷量为6 335万m<sup>3</sup>。上游来流减少和长江口潮位的影响是造成湖口至江阴河段淤积的主要原因。研究结果可为进一步探索长江中下游河道冲淤变化规律、预测未来的冲淤趋势提供重要参考。

**关键词:** 长江中下游; 河道冲淤; 极端枯水; 汛期反枯

中图分类号: TV697

文献标志码: A

文章编号: 1009-640X(2024)06-0024-09

自三峡水库蓄水运用后, 长江上游的水沙条件发生了明显变化。三峡水库入库和出库泥沙均显著减少<sup>[1-3]</sup>。受这种清水下泄的影响, 长江中下游长约1 893 km的干流河道发生全线冲刷, 冲刷范围已发展至长江口河段, 且冲刷强度显著增强<sup>[4-6]</sup>。2022年, 长江流域水雨情出现了显著的丰枯急转现象, 导致长江流域陷入严重枯水状态, 特别在8月份各主要控制站月最低水位均打破历年同期的最低记录<sup>[7-10]</sup>。这一特殊水文情势使长江中下游的河道冲刷规律发生变化, 呈现出一些新的特性。螺山至汉口河段、大通至江阴河段出现淤积现象, 北支河段的冲淤情况也发生显著改变。

本文旨在对2022年特殊水文情势下长江中下游干流河道的冲淤变化特性进行深入分析, 并初步探讨其变化的原因。这一研究不仅有助于更好地理解长江中下游河道的冲淤变化规律, 还可为进一步预测其变化趋势提供参考。

## 1 2022年长江中下游各站水沙情况

### 1.1 水文情势变化

2022年1—6月长江中下游主要控制站来水量偏多, 然而6月底至7月初这一情况急剧转变, 开始汛枯急转, 进入枯水期(图1)。2022年, 汉口站的年最大流量值为43 300 m<sup>3</sup>/s, 出现在6月9日; 大通站的年最大流量值为61 300 m<sup>3</sup>/s, 出现在6月24日。这两个值均为2013—2021年同期中的最大值。然而, 从7月初开始, 流量迅速下降, 9月底, 汉口站和大通站的流量分别降至8 940和9 980 m<sup>3</sup>/s, 此后, 这两个站的流量

收稿日期: 2024-03-05

基金项目: 长江水科学研究联合基金项目(U2240206); 中国长江三峡集团有限公司科研项目(0704198); 洞庭湖水环境治理与生态修复湖南省重点实验室开发基金资助项目(2020DT002); 湖南省水利科技面上项目(XSKJ2021000-28)

作者简介: 肖潇(1986—), 女, 湖南常德人, 高级工程师, 博士, 主要从事水文、泥沙、河床演变分析方面研究。

E-mail: 282663754@qq.com

保持稳定。值得注意的是,从 7 月到 12 月,这两个站的流量都是 2013—2021 年同期中的最小值(图 1)。

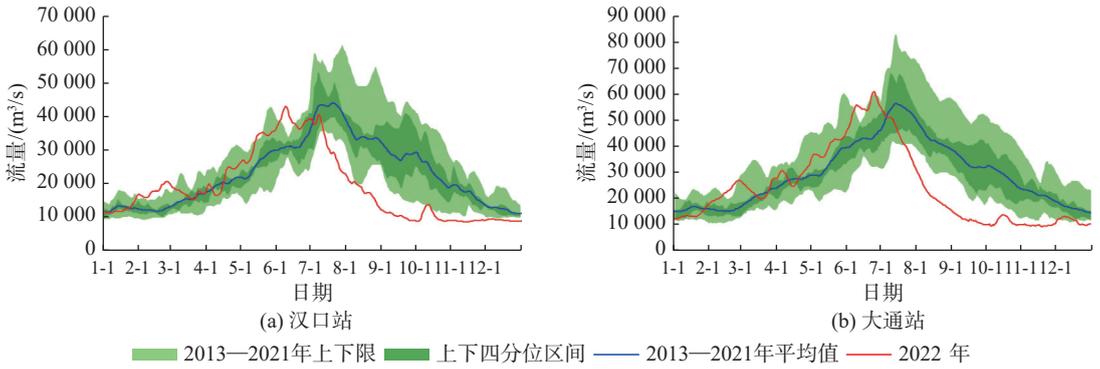


图 1 汉口站和大通站年内流量变化过程

Fig. 1 Annual flow variation process at Hankou and Datong stations

2022 年,2—6 月各站同期水位均高于 2013—2021 年同一时期的平均水平,而 7—12 月各站同期水位则普遍远低于 2013—2021 年的均值,如图 2 和图 3 所示。各站水位与同期相比差异最大的月份基本发生在 9 月,各站水位比 2013—2021 年均值下降 0.64~7.45 m,其中汉口站的水位差值最大,江阴站的水位差值最小。

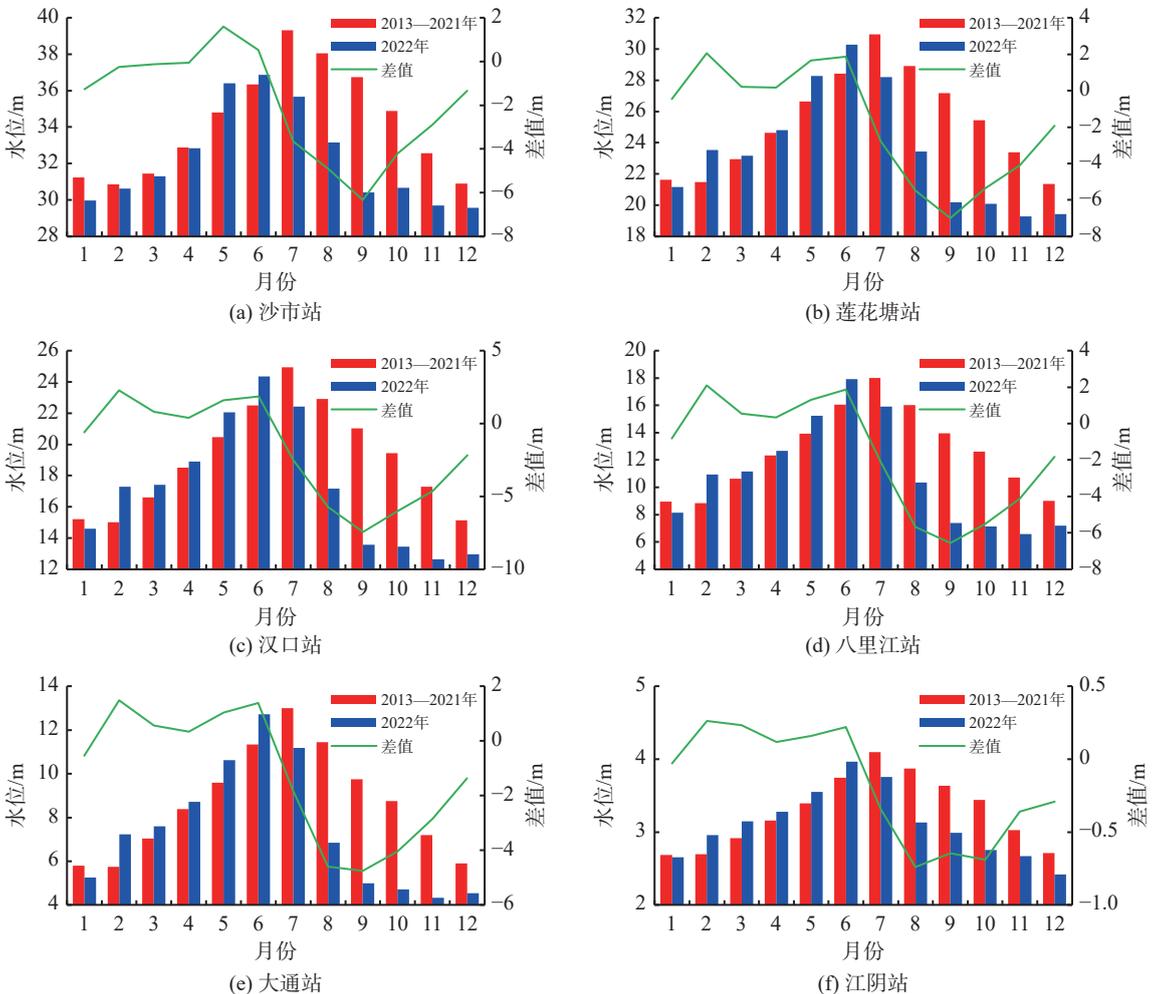


图 2 长江中下游主要控制站年内水位变化过程

Fig. 2 Annual water level variation process at major control stations in the middle and lower reaches of the Changjiang River

2022 年长江中下游干流的水位与 2013—2021 年的月均水位差值, 在 2—6 月表现出沿程先增后减的趋势, 到 7 月差值则呈现出沿程持续减少的趋势; 8—9 月差值的变化趋势又变为沿程先增后减(图 3)。长江干流各站的水位涨跌幅并不一致, 特别是在大通站及其下游的站点, 差值呈现逐渐减小的趋势。这一变化显然是受到了长江口潮位的影响。因此, 长江下游的水位变化不仅受上游来水及气象的影响, 还与长江口的潮汐作用密切相关。

### 1.2 输沙情势变化

2022 年各站输沙过程, 与 2013—2021 年(即金沙江下游梯级水库开始蓄水运用后)的同期数据相比, 1—6 月各站的输沙量呈现增减不一的态势, 但总体看, 这一时期的输沙量基本保持一致。具体而言, 宜昌站的输沙量比 2013—2021 年的均值增加 54%, 这可能与长江上游来水来沙的增多有关; 沙市站和监利站的输沙量分别减少 30% 和 10%; 螺山站的输沙量则略增 7%; 汉口站的输沙量减少 11%; 九江站和大通站的输沙量则分别高出 2013—2021 年的均值 14% 和 5%; 7—12 月份各站输沙量均大幅度下降, 降幅为 65%~93%, 如图 4 和图 5 所示。

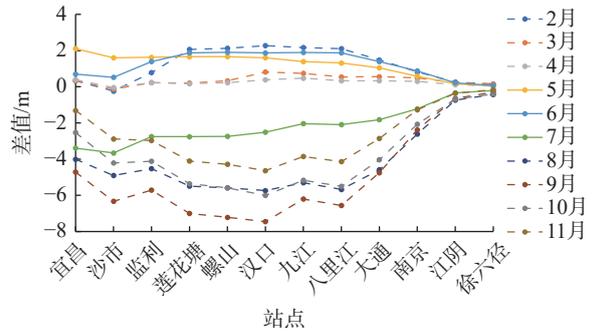


图 3 长江中下游干流 2022 年与 2013—2021 年沿程月均水位差值变化

Fig. 3 Differences in average monthly water levels along the mainstream of the middle and lower Changjiang River in 2022 compared to 2013—2021

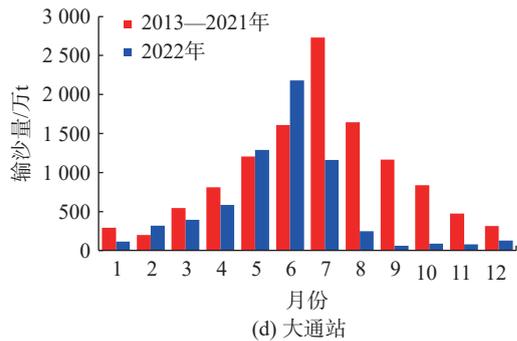
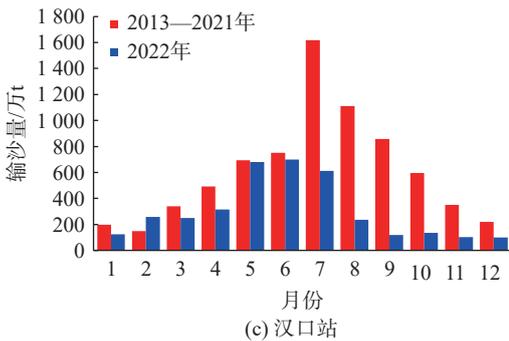
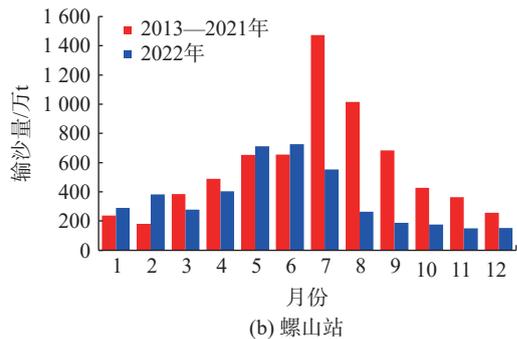
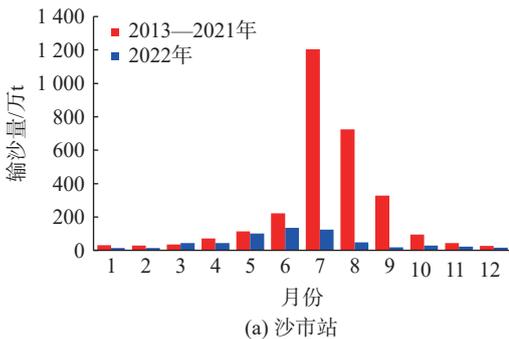


图 4 长江中下游主要控制站年内输沙量变化

Fig. 4 Annual sediment transport variation at major control stations in the middle and lower Changjiang River

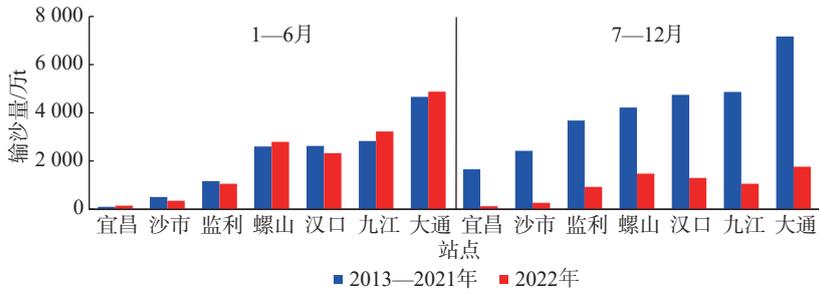


图 5 长江中下游主要控制站年内输沙量变化

Fig. 5 Annual sediment transport variation at major control stations in the middle and lower Changjiang River

## 2 2022 年长江中下游干流河道冲淤变化特点

### 2.1 冲淤量及冲淤分布

由于 2022 年宜昌至大通河段未进行断面测量, 故采用输沙量法对该段冲淤量进行分析。输沙量法是使用河段进出口、区间来沙、分沙的测站输沙率资料, 利用物质守恒定律, 计算进出口沙量的差值, 即作为该河段的冲淤量<sup>[11-12]</sup>。2022 年, 通过输沙量法计算得到宜昌至九江河段冲刷量 2 391 万 t, 通过对比自三峡水库蓄水以来的历年输沙量法计算结果(见表 1), 发现 2022 年与 2009 年(冲刷量 2 117 万 t)和 2013 年(冲刷量 2 547 万 t)的结果非常接近, 偏差分别仅为 13% 和 6%。另外, 2022 年的来水总量与这两年也表现出相似性: 与 2009 年的径流量相比, 2022 年汉口站和大通站的径流量分别减少 4% 和 1%; 与 2013 年相比, 汉口站和大通站的径流量分别减少 5% 和 2%。此外, 自 2003 年以来, 径流量和输沙量减少趋势较为明显<sup>[13]</sup>。

表 1 长江中下游河道冲淤量输沙法对比

Tab. 1 Comparison of sediment transport methods for erosion and deposition in the middle and lower reaches of the Changjiang River

年份	输沙法计算的冲淤量/万t		年径流量/亿m <sup>3</sup>			
	宜昌-九江	宜昌-大通	沙市	汉口	九江	大通
2003	-5 850	-6 890	3 924	7 380	7 897	9 248
2004	-5 123	-5 553	3 901	6 773	7 078	7 884
2005	-3 213	-6 063	4 210	7 443	7 656	9 015
2006	-1 591	-3 831	2 795	5 341	5 381	6 886
2007	-3 630	-6 430	3 770	6 450	6 640	7 708
2008	-3 746	-7 275	3 902	6 728	6 973	8 291
2009	-2 117	-5 065	3 686	6 278	6 474	7 819
2010	-1 598	-9 978	3 819	7 472	7 686	10 220
2011	-1 545	-2 940	3 345	5 495	5 517	6 671
2012	-2 298	-8 128	4 224	7 576	7 664	10 020
2013	-2 547	-4 847	3 538	6 358	6 298	7 878
2014	-3 775	-7 825	4 123	7 200	7 271	8 919
2015	-2 507	-7 287	3 645	6 752	6 997	9 139
2016	-4 737	-10 937	3 988	7 487	7 933	10 450
2017	-5 092	-7 247	4 096	7 373	7 585	9 378
2018	-4 749	-4 208	4 326	6 695	6 774	8 028
2019	-4 312	-7 997	4 059	7 132	7 239	9 334
2020	-5 910	-11 369	4 978	8 794	9 276	11 180
2021	-3 808	-6 016	4 352	7 829	8 079	9 646
2022	-2 391	-4 258	3 411	6 009	6 185	7 712

注: 已考虑洞庭湖、汉江和鄱阳湖汇入泥沙。

对长江中下游各区段的冲淤量采用输沙计算(图 6)。由图 6 可见, 2022 年除螺山至汉口河段出现了淤积现象, 其他河段都表现为冲刷, 具体而言: 宜昌至枝城河段和枝城至沙市河段的冲刷量相对较小, 分别为 137 万 t 和 248 万 t。然而, 沙市至监利河段的冲刷量较大, 达到了 1 382 万 t。相比之下, 监利至螺山河段的

冲刷现象比以往更为明显,冲刷量高达 1 000 万 t。值得注意的是,螺山至汉口河段却出现了淤积,泥沙的淤积量达到了 1 026 万 t。另外,汉口至九江河段和九江至大通河段的冲刷量则分别为 650 万 t 和 1 867 万 t。

断面法是采用同一高程下两个测次槽蓄量的差值进行计算<sup>[11-12]</sup>。根据 2021 年 11 月至 2022 年 11 月的实测断面数据统计分析,湖口至江阴河段这一年内泥沙淤积量总计 4 657 万 m<sup>3</sup>。其中,湖口至大通河段则冲刷了 1 211 万 m<sup>3</sup> 泥沙,而大通至江阴河段则淤积了 5 868 万 m<sup>3</sup> 泥沙。同时,江阴以下河段则发生了冲刷作用,总计冲刷 6 335 万 m<sup>3</sup> 的泥沙。其中,江阴至徐六泾河段冲刷 3 484 万 m<sup>3</sup>,而南支和北支河段分别冲刷 280 万 m<sup>3</sup> 和 2 571 万 m<sup>3</sup> 的泥沙,如图 7 所示。

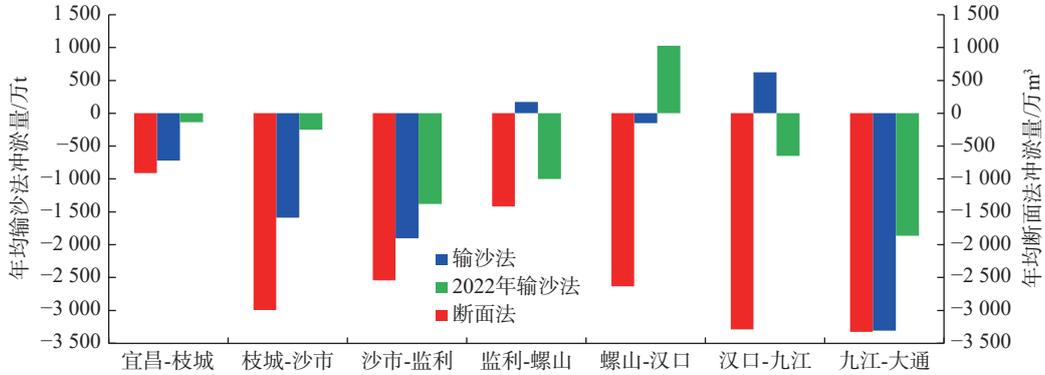


图 6 三峡水库蓄水运用后各区段输沙法与断面法对比(2003—2020 年)

Fig. 6 Comparison of sediment transport methods and cross-section methods for different sections after the operation of the Three Gorges Reservoir (2003–2020)

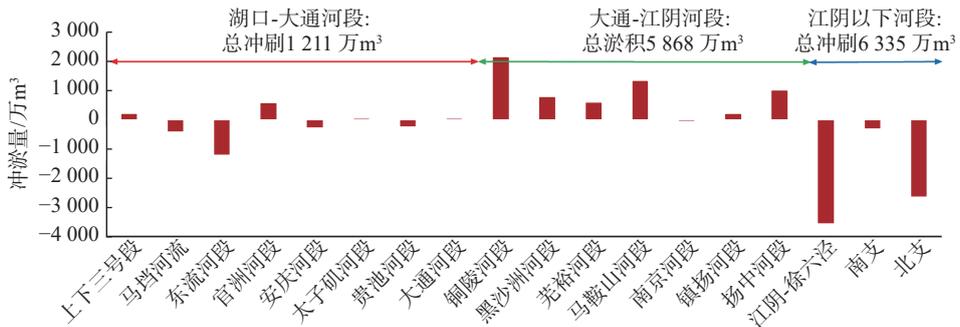


图 7 2022 年湖口以下河段沿程冲刷分布

Fig. 7 Erosion and deposition distribution along the river section below Hukou in 2022

2022 年,湖口至大通河段继续呈现出冲刷态势,但冲刷量小于三峡水库蓄水运用以来的年均值 2 600 万 m<sup>3</sup>。与往年相比,大通至江阴河段的冲淤规律发生了变化。与过去年均冲刷 5 900 万 m<sup>3</sup> 的趋势不同,该河段在 2022 年表现出较大的淤积,且淤积主要发生在较宽河段。与此同时,江阴至徐六泾河段的冲刷情况与往年大致相当<sup>[14]</sup>。然而,北支河段的情况发生了显著变化,由以往年均淤积 1 600 万 m<sup>3</sup> 转变为冲刷 2 571 万 m<sup>3</sup>。南支河段也发生了变化,由以往年均冲刷 2 000 万 m<sup>3</sup> 转变为冲刷 280 万 m<sup>3</sup><sup>[15-16]</sup>。

2022 年的极端水文情势“汛期反枯”,上游来流减小;但受长江口潮位影响,咸潮上溯等是造成湖口以下河段冲淤变化的主要原因。特别是以往大通的主要输沙期为 7 月,在 2022 年期间该河段的水面比降明显偏小(图 3)。

## 2.2 不同泥沙粒径河床冲淤情况

长江中下游各河段不同泥沙粒径冲淤情况如表 2 所示,自三峡水库蓄水运用以来,宜昌至监利河段展现出了“粗细皆冲”的特性<sup>[17]</sup>,粒径  $d > 0.125$  mm 的粗沙冲刷量占全沙的 57%。这表明在这一河段,无论是粗沙还是细沙都经历了冲刷作用。监利至螺山河段则呈现出“冲细淤粗”的特点,粗沙淤积量基本等于

细沙冲刷量。螺山至汉口河段和汉口至大通河段, 总体上表现为“冲细淤粗”, 且细沙冲刷量远大于粗沙淤积量。近年来由于上游河段(监利-螺山)来沙中细沙占比大幅增加, 螺山至汉口河段表现出了“淤细冲粗”的趋势。

表 2 长江中下游各区段输沙法不同泥沙粒径组冲淤对比

Tab. 2 Comparison of erosion and deposition by sediment transport method for different sediment particle size groups in various sections of the middle and lower reaches of the Changjiang River

时段	宜昌-枝城河段冲淤/万t				枝城-沙市河段冲淤/万t			
	粒径组1	粒径组2	粒径组3	全沙	粒径组1	粒径组2	粒径组3	全沙
2003—2006年	-1 828	-203	-5 470	-7 501	-3 160	-1 791	-5 618	-10 570
2007—2012年	-1 385	-133	-1 214	-2 732	-3 133	-544	-4 085	-7 762
2013—2021年	-2 690	-467	-463	-3 620	-5 834	-808	-6 546	-13 189
2003—2021年	-5 903	-804	-7 147	-13 853	-12 127	-3 144	-16 250	-31 521
2022年	-47	-50	-40	-137	-108	-11	-129	-248

时段	沙市-监利河段冲淤/万t				监利-螺山河段冲淤/万t			
	粒径组1	粒径组2	粒径组3	全沙	粒径组1	粒径组2	粒径组3	全沙
2003—2006年	-302	-2 918	-3 729	-6 949	-249	-550	2 259	1 460
2007—2012年	-2 835	-1 754	-6 524	-11 113	-616	279	3 457	3 120
2013—2021年	-4 489	-1 883	-14 072	-20 444	-13 642	-465	12 352	-1 755
2003—2021年	-7 626	-6 554	-24 325	-38 505	-14 507	-736	18 068	2 825
2022年	-389	-127	-866	-1 382	-1 840	-23	863	-1 000

时段	螺山-汉口河段冲淤/万t				汉口-大通河段冲淤/万t			
	粒径组1	粒径组2	粒径组3	全沙	粒径组1	粒径组2	粒径组3	全沙
2003—2006年	-2 778	1 171	3 599	1 992	-22 558	156	13 012	-9 390
2007—2012年	-950	-1 947	-580	-3 477	-15 240	-805	4 623	-11 422
2013—2021年	3 272	-2 191	-2 708	-1 627	-26 234	-6 744	-2 248	-35 226
2003—2021年	-457	-2 966	311	-3 112	-64 032	-7 393	15 387	-56 038
2022年	910	44	72	1 026	-658	-731	-1 128	-2 517

注: 表中粒径组1、2、3对应的泥沙粒径分别为 $d \leq 0.062 \text{ mm}$ 、 $0.062 \text{ mm} < d \leq 0.125 \text{ mm}$ 、 $d > 0.125 \text{ mm}$ , 下同。

进入 2022 年, 宜昌至监利河段的“粗细皆冲”特性保持不变, 这说明该河段的泥沙冲刷作用依然强劲。监利至螺山河段虽然仍维持“冲细淤粗”的状态, 但细沙冲刷量远大于粗沙淤积量, 这表明细沙的冲刷作用在这一河段变得更加显著。螺山至汉口河段则由近年来的“淤细冲粗”转变为“粗细均淤”, 意味着该河段的泥沙运动趋于平衡, 粗沙和细沙均发生了淤积。汉口至大通河段则表现为“粗细皆冲”, 且冲粗现象明显。

对比洞庭湖、汉江和鄱阳湖等入汇控制站及长江干流控制站不同泥沙粒径的输沙量(表 3), 结果显示, 城陵矶(洞庭湖出口控制站)、仙桃(汉江出口控制站)、湖口(鄱阳湖出口控制站)三个测站中, 泥沙粒径  $d \leq 0.062 \text{ mm}$  的泥沙占比分别为 94%、73% 和 92%。这表明洞庭湖出流的泥沙特征为“细沙多而粗沙少”, 这成为监利至螺山河段维持“冲细淤粗”现象的重要原因之一。相比之下, 由于汉江的径流量相对较小, 其对长江干流的输沙量影响十分有限。至于鄱阳湖, 由于其各粒径的含沙量均较低, 汇入长江后导致九江-大通河段的泥沙呈现出“粗细皆冲”的特点。

表 3 2022 年长江中下游典型控制站不同泥沙粒径下的输沙量

Tab. 3 Sediment transport at typical control stations in the middle and lower reaches of the Changjiang River in 2022 for different sediment particle sizes

站名	不同泥沙粒径下的输沙量/万t			年径流量/亿 $\text{m}^3$
	粒径组1	粒径组2	粒径组3	
监利	735	200	1 045	3 368
城陵矶	1 222	51	27	2 289
螺山	3 796	274	210	5 627
仙桃	275	49	52	273
汉口	3 161	280	189	6 009
九江	2 654	449	1 177	6 186
湖口	463	21	20	1 430
大通	4 283	1 031	1 337	7 712

### 3 2022 年长江中下游河道冲淤变化原因分析

2013—2021 年, 长江中下游的宜昌至九江河段与九江至大通河段在年内的冲刷分布呈现出较为一致的模式, 2022 年的情况却有所不同, 由于长江中下游地区遭遇了 6—7 月汛枯急转的特殊水情, 导致九江至大通河段的冲刷出现了滞后现象, 这与宜昌至九江河段的冲刷模式并不完全同步。

2022 年, 宜昌至九江河段的冲刷主要集中在 5 月中下旬及 6 月上旬, 这一时期恰好与长江中下游河段流量的快速增长阶段相吻合。随着流量的增加, 河道的冲刷作用也显著增强。然而, 进入 6 月中下旬, 河段流量进入相对平稳的高洪期, 此时的冲刷现象变得不明显。7 月, 长江中下游开始经历从洪水期到枯水期的急剧转变, 这一过程中, 各旬的冲刷量相较于高洪期有所回升; 8 月冲刷逐渐减弱(见图 8(a))。相比之下, 九江至大通河段在 6 月中下旬和 7 月上旬的河道冲刷依然强劲。直至 7 月中旬, 该河段的河道冲刷作用依然显著, 直到 7 月下旬, 随着水文条件的进一步变化, 河道的冲刷才逐渐减弱(见图 8(b))。

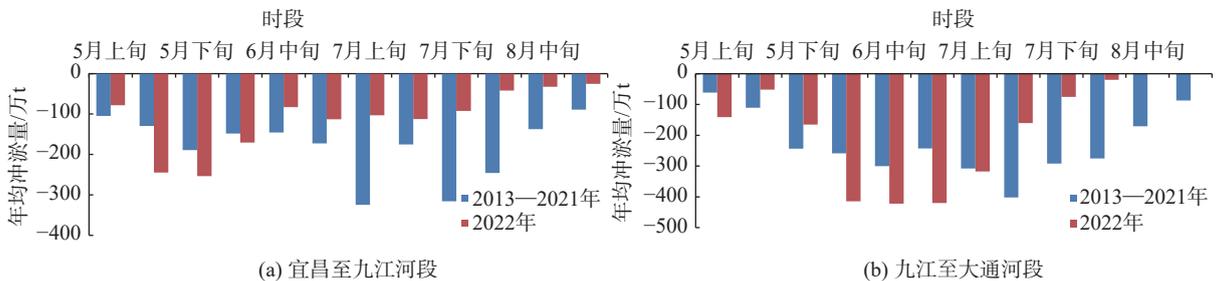


图 8 2013 年以来宜昌至九江河段以及九江至大通河段 5—8 月分旬冲淤量统计(输沙量法计算)

Fig. 8 Erosion and deposition statistics from May to August in the Yichang to Jiujiang river section and in the Jiujiang to Datong river section since 2013 (calculated by sediment transport method)

对比汉口站和大通站年内的流量变化过程(图 1), 以及沿程月均(图 3)和旬均水位变化(图 9), 可以看出: 2022 年 5 月, 长江中下游河道来水丰沛, 增大了水面比降, 使得宜昌至九江河段发生显著冲刷。6 月, 长江中下游进入高洪期, 宜昌至九江河段的水面比降与 2013—2021 年同期相比有所减小, 而九江以下河段的水面比降则偏大, 这种水位涨幅的不均匀分布影响了河道的冲刷作用, 导致宜昌至九江河段的冲刷减弱, 而九江至湖口河段的冲刷则逐渐增强。7 月, 汛期迅速转为枯水期, 退水开始, 宜昌至九江河段的冲刷程度略高于高洪期, 而在九江至大通河段, 7 月上旬由于水面比降仍较大而维持较大冲刷, 但随着流量的逐渐减小, 冲刷作用也逐渐减弱。

### 4 结 语

2022 年, 由于“汛期反枯”这一特殊水文情势的影响, 长江中下游河段的冲淤规律呈现出了新的特征: 宜昌至九江河段的冲刷程度明显低于 2013—2021 年均值, 且冲刷主要集中在 5 月中下旬及 6 月上旬。其

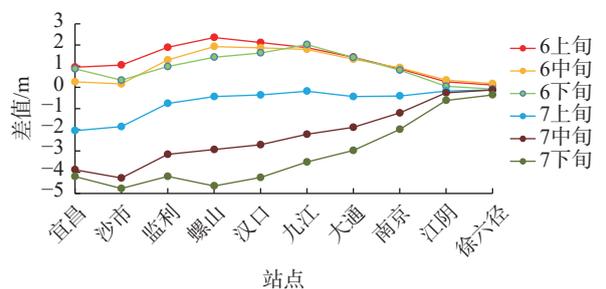


图 9 长江中下游干流 2022 年与 2013—2021 年沿程分旬水位差值变化

Fig. 9 Changes in differences of average water levels along the mainstream of the middle and lower Changjiang River in 2022 compared to 2013-2021

中,螺山至汉口河段出现了明显的泥沙淤积现象,淤积量达1 026万t;监利至螺山河段的冲刷现象则更为显著,冲刷量达1 000万t。湖口至大通河段也呈现出冲刷态势,但其冲刷量低于2013—2021年均值。其中,大通至江阴河段在2022年出现较大的淤积现象,且淤积主要集中在较宽的河段。北支河段的冲淤情况也发生显著变化,由以往的淤积转变为冲刷,而南支河段的冲刷程度则较以往明显减弱。

值得注意的是,与近年来的“淤细冲粗”趋势不同,监利至螺山河段在2022年呈现出“粗细均淤”的特点。同样,螺山至汉口河段也由近年来的“淤细冲粗”转变为“粗细均淤”,这表明该河段的泥沙运动趋于平衡,粗沙和细沙均发生了淤积。而汉口至大通河段则表现为“粗细皆冲”,且冲粗现象尤为明显。

## 参 考 文 献:

- [1] 许全喜,董炳江,袁晶,等. 三峡工程运用后长江中下游河道冲刷特征及其影响[J]. 湖泊科学, 2023, 35(2): 650-661. (XU Quanxi, DONG Bingjiang, YUAN Jing, et al. Scouring effect of the middle and lower reaches of the Yangtze River and its impact after the impoundment of the Three Gorges Project[J]. *Journal of Lake Sciences*, 2023, 35(2): 650-661. (in Chinese))
- [2] 许全喜,董炳江,张为. 2020年长江中下游干流河道冲淤变化特点及分析[J]. 人民长江, 2021, 52(12): 1-8. (XU Quanxi, DONG Bingjiang, ZHANG Wei. Characteristics and analysis on scouring and silting changes in main stream of middle and lower reaches of Changjiang River in 2020[J]. *Yangtze River*, 2021, 52(12): 1-8. (in Chinese))
- [3] 郭小虎,渠庚,朱勇辉. 三峡水库运行初期长江城陵矶水沙变化规律分析[J]. 水电能源科学, 2011, 29(10): 78-80, 104. (GUO Xiaohu, QU Geng, ZHU Yonghui. Analysis of water-silt variation at Chenglingji Station under operation of Three Gorges Reservoir[J]. *Water Resources and Power*, 2011, 29(10): 78-80, 104. (in Chinese))
- [4] 许全喜. 三峡工程蓄水运用前后长江中下游干流河道冲淤规律研究[J]. 水力发电学报, 2013, 32(2): 146-154. (XU Quanxi. Study of sediment deposition and erosion patterns in the middle and downstream Changjiang mainstream after impoundment of TGR[J]. *Journal of Hydroelectric Engineering*, 2013, 32(2): 146-154. (in Chinese))
- [5] 曹双,程龙,李洁,等. 2020年流域性大洪水下长江下游干流河道演变分析[J]. 水利水运工程学报, 2023(4): 1-11. (CAO Shuang, CHENG Long, LI Jie, et al. Analysis of evolution in the Lower Yangtze River under the effect of the great basin flood in 2020[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2023(4): 1-11. (in Chinese))
- [6] 王佳妮,毛北平,孙思瑞. 三峡水库修建后长江中游城陵矶至九江河道冲淤变化研究[J]. 水电能源科学, 2020, 38(3): 25-29. (WANG Jiani, MAO Beiping, SUN Sirui. Research on erosion and deposition change of Chenglingji to Jiujiang section in middle Changjiang mainstream after impoundment of Three Gorges Reservoir[J]. *Water Resources and Power*, 2020, 38(3): 25-29. (in Chinese))
- [7] 官学文,曾明. 2022年长江流域枯水特征分析与启示[J]. 人民长江, 2022, 53(12): 1-5, 36. (GUAN Xuewen, ZENG Ming. Characteristics and enlightenment of low water in Changjiang River Basin in 2022[J]. *Yangtze River*, 2022, 53(12): 1-5, 36. (in Chinese))
- [8] 张明波,熊丰,王栋. 2022年长江流域汛期枯水情势分析[J]. 人民长江, 2023, 54(4): 1-6, 22. (ZHANG Mingbo, XIONG Feng, WANG Dong. Analysis on low water regime during flood season in Yangtze River Basin in 2022[J]. *Yangtze River*, 2023, 54(4): 1-6, 22. (in Chinese))
- [9] 李忆平,张金玉,岳平,等. 2022年夏季长江流域重大干旱特征及其成因研究[J]. 干旱气象, 2022, 40(5): 733-747. (LI Yiping, ZHANG Jinyu, YUE Ping, et al. Study on characteristics of severe drought event over Yangtze River Basin in summer of 2022 and its causes[J]. *Journal of Arid Meteorology*, 2022, 40(5): 733-747. (in Chinese))
- [10] 夏军,陈进,余敦先. 2022年长江流域极端干旱事件及其影响与对策[J]. 水利学报, 2022, 53(10): 1143-1153. (XIA Jun, CHEN Jin, SHE Dunxian. Impacts and countermeasures of extreme drought in the Yangtze River Basin in 2022[J]. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2022, 53(10): 1143-1153. (in Chinese))
- [11] 段光磊. 冲积河流冲淤量计算模式研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2016. (DUAN Guanglei. Research on calculation model of sedimentation and erosion in alluvial rivers[M]. Beijing: China Water & Power Press, 2016. (in Chinese))
- [12] 申冠卿,张原锋,张敏. 黄河下游漫滩高含沙洪水滩槽界定及泥沙时空沉积特性[J]. 水科学进展, 2017, 28(5): 641-651. (SHEN Guanqing, ZHANG Yuanfeng, ZHANG Min. Definition of channel and floodplain and spatio-temporal sedimentation

- characteristics for overbank hyperconcentrated flood in the lower Yellow River[J]. *Advances in Water Science*, 2017, 28(5): 641-651. (in Chinese))
- [13] 黄宇明, 缴健, 窦希萍, 等. 基于 Copula 函数的大通站水沙特征分析[J]. *水利水电工程学报*, 2022(4): 37-45. (HUANG Yuming, JIAO Jian, DOU Xiping, et al. Analysis of runoff and sediment characteristics of Datong Station based on Copula function[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2022(4): 37-45. (in Chinese))
- [14] 朱博渊, 李义天, 杨培炎等. 长江澄通河段河床冲淤对流域减沙的响应[J]. *水科学进展*, 2018, 29(5): 706-716. (ZHU Boyuan, LI Yitian, YANG Peiyan, et al. River bed erosion and deposition responses to sediment reduction in the Chengtong reach of the Yangtze River[J]. *Advances in Water Science*, 2018, 29(5): 706-716. (in Chinese))
- [15] 刘杰, 程海锋, 韩露, 等. 流域水沙变化和人类活动对长江口河槽演变的影响[J]. *水利水电工程学报*, 2021(2): 1-9. (LIU Jie, CHENG Haifeng, HAN Lu, et al. New trends of river channel evolution of the Yangtze River estuary under the influences of inflow and sediment variations and human activities[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2021(2): 1-9. (in Chinese))
- [16] 代炳珂, 路川藤, 韩玉芳, 等. 1958 年以来长江口南、北支河段河床演变及影响因素研究[J]. *水利水电工程学报*, 2021(2): 27-37. (DAI Bingke, LU Chuanteng, HAN Yufang, et al. Riverbed evolution and its influencing factors in the South Branch and the North Branch of the Yangtze River estuary since 1958[J]. *Hydro-Science and Engineering*, 2021(2): 27-37. (in Chinese))
- [17] 陈栋, 朱勇辉, 李凌云. 三峡建库后沙市—汉口河段悬移质分组冲淤变化规律[J]. *水科学进展*, 2022, 33(3): 495-505. (CHEN Dong, ZHU Yonghui, LI Lingyun. Variation of grouped suspended sediment deposition and erosion in Shashi-Hankou reach after the construction of the Three Gorges Dam[J]. *Advances in Water Science*, 2022, 33(3): 495-505. (in Chinese))

## Characteristics of sediment transport and erosion-deposition changes in the middle and lower reaches of the Changjiang River in 2022

XIAO Xiao<sup>1</sup>, WU Shiqiang<sup>2</sup>, LÜ Chaonan<sup>3</sup>, DONG Bingjiang<sup>1</sup>

(1. *Hydrology Bureau of Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China*; 2. *Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China*; 3. *China Three Gorges Corporation, Yichang 443100, China*)

**Abstract:** In 2022, the Changjiang River Basin experienced an extreme hydrometeorological event characterized by drought conditions during the flood season, causing water levels in the middle and lower reaches of the Changjiang River to drop to the lowest on record for the same period. This extreme hydrological situation led to new patterns of erosion and deposition changes in these river reaches. Based on detailed monitoring data of water and sediment, as well as fixed cross-sectional data, this study conducted an in-depth analysis of the sediment transport and erosion-deposition characteristics in the main channel of the middle and lower Changjiang River under these extreme conditions in 2022. The results showed that sediment transport varied between stations from January to June, with overall stability. However, from July to December, there was a significant decline in sediment transport at all stations. Calculations based on sediment transport methods revealed that 23.91 million tonnes of sediment were eroded from the Yichang to Jiujiang section, while cross-sectional methods indicated that the Hukou to Jiangyin section experienced a deposition of 46.57 million cubic meters of sediment (with 12.11 million cubic meters of erosion from Hukou to Datong, and 58.68 million cubic meters of deposition from Datong to Jiangyin). Additionally, 63.35 million cubic meters of sediment were eroded downstream of Jiangyin. Reduced upstream inflows and tidal effects in the Changjiang River estuary were the primary causes of deposition in the Hukou to Jiangyin section. These findings provide crucial insights for further understanding the patterns of erosion and deposition in the middle and lower Changjiang River, and offer valuable references for predicting future trends.

**Key words:** middle and lower Changjiang River; river erosion and deposition; extreme low flow; drought during flood season