

长江葛洲坝水库溪口滩的演变及其对航道的影响

林承坤 高锡珍

(南京大学大地海洋科学系, 南京 210008)

提要 葛洲坝水库位于长江三峡, 库容 $15.8 \times 10^8 \text{m}^3$, 水库长度 188.1 km, 其中变动回水段占 66%。溪口滩主要由粒径大于 20mm 的卵石推移质组成。葛洲坝库区的卵石推移质有 65% 来源于灰岩为主补给区, 该补给区卵石推移质数量大, 颗粒粗, 易成滩, 所以库区溪口滩有 92% 分布在以灰岩为主的补给区。葛洲坝库区溪口滩可分洪水急流滩、洪中水急流滩、中水急流滩、中枯水急流滩与枯水急流滩等 5 种类型, 建库后库区回水变动段占总数 50% 的溪口滩得到改善。但是占总数 50% 的位于库尾段的溪口滩与变动回水段洪水急流滩溪口滩, 未能得到改善。随着这些溪口滩得到卵石推移质补给, 航道将会恶化。在三峡水库建成前应加强对溪口滩的观测、研究与整治。

关键词 葛洲坝水库 推移质 溪口滩

1 葛洲坝建成后库区水位的变化

葛洲坝水库建成后, 库容为 $15.8 \times 10^8 \text{m}^3$, 坝前水位为 65m (吴淞高程, 下同), 水库的回水变动是随坝前水位和入库流量而异。水库水位沿程变化情况由表 1 所示^[1]。

表 1 葛洲坝水库建成后沿程水位的抬高

Tab. 1 Water level rising along the river after the completion of the Gezhouba Reservoir

流量 (m^3/s)	水位抬高 (m)														
	南津关	平善坝	三斗坪	太平溪	香溪	梯归	巴东	官渡口	青石洞	巫山	宝子滩	油榨碛	黛溪	孔明灯	奉节
5000	24.9	24.7	23.2	20.9	17.5	15.9	7.7	6.6	4.1	3.0	1.1	0.9	0.5	0	0
10000	21.7	21.6	18.1	15.5	12.8	10.8	4.8	4.1	2.2	1.3	0.4	0.2	0	0	0
20000	18.2	17.9	12.2	9.4	6.8	5.6	2.4	2.0	0.9	0.4	0.2	0	0	0	0
30000	15.4	14.8	8.6	6.1	4.2	3.4	1.3	1.0	0.3	0	0	0	0	0	0
40000	13.4	12.4	6.0	4.0	2.7	2.2	0.8	0.5	0	0	0	0	0	0	0
50000	11.8	10.6	4.9	3.1	1.5	0.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
60000	10.5	9.0	3.7	2.5	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
距坝里程(km)	2.4	9.8	37.3	43.7	69.1	76.9	105.9	117.0	148.0	163.0	177.4	184.7	188.1	195.5	205.5

• 国家自然科学基金资助项目(48270028、49271010), 南京大学现代分析中心资助分析项目。

收稿日期: 1993年7月23日; 接受日期: 1994年9月12日。

作者简介: 林承坤, 男, 1934年生, 教授。1957年南京大学地理系毕业, 主要从事泥沙与河流地貌的教学与研究工作, 论著有《泥沙与河流地貌学》和《长江三峡与葛洲坝的泥沙及环境》, 并在国内外发表论文 100 多篇。

(1) 葛洲坝建成后,距大坝 2.4km 的南津关在不同流量下水位抬高 10.5~24.9m。

(2) 当枯水期入库流量为 $5000\text{m}^3/\text{s}$ 时,回水末端位于距大坝 188.1km 的黛溪,占三峡总长度的 91.5%。

(3) 当汛期流量为 $60000\text{m}^3/\text{s}$ 时,回水只到达香溪。但在崆岭至香溪段水位抬高不到 1m,该段的水流流态与滩势同建坝前相似。所以崆岭以下为葛洲坝水库常年回水段,长度为 52km,占水库总长度的 27.7%。

(4) 当流量为 $10000\sim 20000\text{m}^3/\text{s}$ 时,回水末端位于下马滩至宝子滩间。在下马滩至宝子滩段水位抬高不到 0.5m,其水流流态与滩势同建坝前相似。所以崆岭一下马滩段为回水变动段,长度为 124km,占该水库总长度的 66%;下马滩以上为库尾段,长度为 12km,占该水库总长度的 6.3%。

2 溪口滩的成因与沉积物来源

2.1 溪口滩的成因

长江三峡干流两岸溪沟,携带卵石推移质泥沙流入干流时,因比降减缓,又受长江水流的顶托,使卵石推移质在溪沟口沉积,形成冲积扇或冲积锥。若溪沟的卵石推移质的粒径比干流粗,沉积后不易被干流冲走,便在溪沟口产生积累性的沉积,使冲积扇(锥)不断扩大,导致冲积扇(锥)所在的三峡干流河床的过水断面缩小;水流流速增大,通常水面流速为 4~5m/s,最大流速可达 6.5m/s 以上,形成急流险滩,称之为溪口滩。但并非所有的冲积扇(锥)都会形成溪口滩,溪口滩还取决于三峡河谷的地貌条件。滩在三峡峡谷段,河床的过水断面较小,沉积了冲积扇后过水断面变得更小,使水流流速显著增大才形成急流滩。

2.2 溪口滩的沉积物来源

通过对葛洲坝库区全部溪口滩沉积物的分析表明,溪口滩主要由粒径大于 20mm 的卵石推移质组成^[4]。为了探明库区卵石推移质的来源,根据长江三峡及其支流的地质地貌调查,通过干流与支流卵石推移质的比较,以及卵石推移质岩类组成的差异,将葛洲坝卵石推移质划分为两个来源区,即以灰岩为主补给区和以火成岩为主补给区。卵石推移质的汇合区设置在葛洲坝坝区(图 1),在统计诸补给区与汇合区的卵石推移质岩类鉴定的基础上,建立卵石推移质汇入百分数的计算模式^[4,5]。用推移质岩类鉴定资料^[2]和计算模式,计算出该两补给区卵石推移质的汇入百分数。结果表明,有 65% 的卵石推移质来源于灰岩为主补给区;35% 来源于火成岩为主补给区。灰岩为主补区分布的岩类除灰岩外还有砂岩,岩性致密、结构细粒,抵抗机械风化能力较强,风化后的岩屑组成的卵石推移质粒径较粗,沉积而形成的溪沟口冲积扇(锥),不易被江流带走,所以较易成滩。与此相反,火成岩为主补给区主要分布的岩类为石英闪长岩、斜长花岗岩等,均呈粗粒结构,抗风化能力弱,风化后的岩屑颗粒较细,多数形成粗沙推移质,粒径较细,易被江流带走,所以不易成滩。

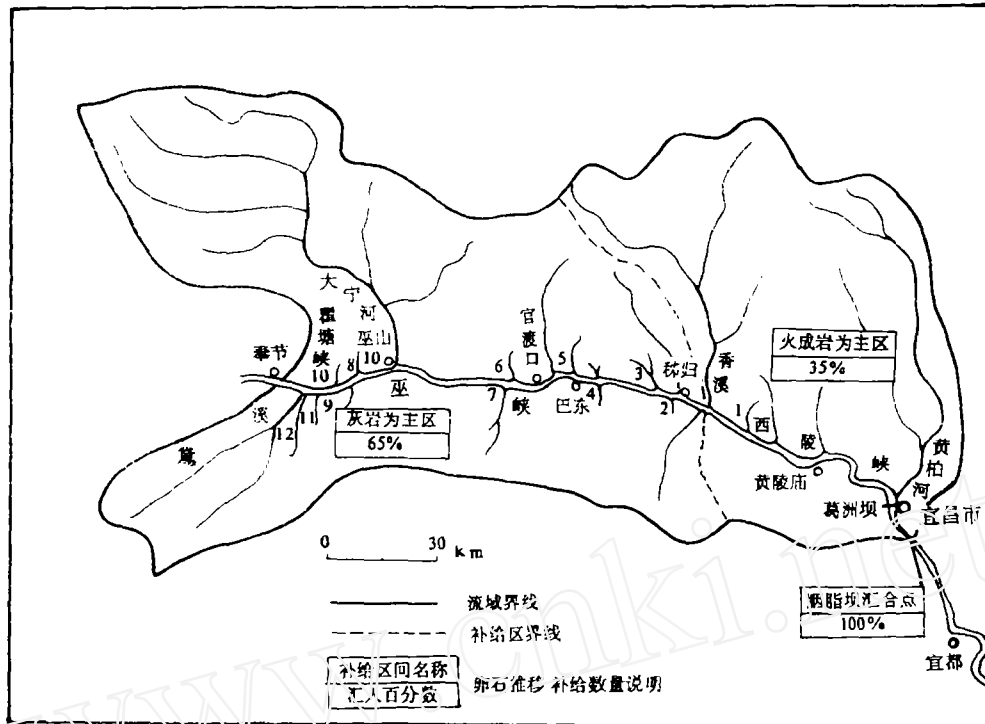


图1 葛洲坝水库卵石推移质的来量与溪口滩的分布

1. 重碛, 2. 碎石碛, 3. 泄滩, 4. 八斗滩, 5. 青竹标, 6. 窟里碛, 7. 冷水碛, 8. 下马滩,
9. 乌烽溪滩, 10. 宝子滩, 11. 油榨碛, 12. 铁滩

Fig. 1 The source material of pebble bed load and distribution of rapid of creek mouth-bar at the Gezhouba Reservoir

3 建库前溪口滩的特性

为了解葛洲坝建库前溪口滩的特性,及其蓄水后演变,所以在截流以前对长江三峡段 12 个溪口滩进行全面调查。调查内容包括溪口滩的地貌类型、面积、滩面比降、长江水面流速、卵石平均粒径、卵石推移质输沙量与成滩类型等。溪口滩的形成与溪沟特性有密切关系,因此对形成溪口滩的溪沟也进行了调查。根据调查与测量资料的分析,列出建库前溪口滩特性表(表 2),表中获悉,建库前溪口滩具有下列特性。

3.1 溪口滩主要分布在灰岩为主补给区

1980 年葛洲坝截流前,对三峡溪口滩进行全面的调查,并将其位置绘于图 1,从图 1 与溪口滩成因和卵石推移质来源的比较中可以清楚地看出三峡溪口滩的分布特点是:

- (1) 三峡共有 12 个溪口滩,其中 11 个分布在以灰岩为主的补给区;
- (2) 有 7 个溪口滩分布在瞿塘峡、巫峡与西陵峡,占三峡溪口滩总数的 67%,说明了峡

谷过水断面较小,溪沟口冲积扇(锥)形成后,容易造成急流溪口滩;

(3) 长江三峡干流庙河至莲沱段,长度 32km,属火成岩分布区,是三峡典型的宽谷段,平均河宽为 658m,是峡谷河宽的 1.89 倍。因宽谷的过水断面较大,且流经火成岩分布区的溪沟卵石推移质较少,颗粒较细,不易形成溪口滩,所以在宽谷段没有溪口滩的分布。

表 2 葛洲坝建库前溪口滩的特性

Tab. 2 The characteristics of rapids of creek mouth-bar before the completion of Gezhouba Reservoir

滩名	距葛洲坝(km)	滩性	滩体变化	溪沟特性				溪口滩特性					
				溪沟名称	流域面积(km ²)	长度(km)	比降(%)	地貌类型	面积(km ²)	滩面比降(%)	水面流速(m/s)	平均粒径(mm)	卵石推移质输沙量(10 ⁴ m ³ /a)
重碛	62.0	枯水急滩	缓慢增大	龙马溪	40.0	13	14.0	冲积扇	0.2419	4.1	6.0	46.0	0.3
碎石碛	77.0	洪水急滩	较慢增大	游角山溪	1.8	3	32.0	冲积锥	0.0294	19.6	3.8	121.0	0.4
泄滩	83.0	中水急滩	逐年增大	龙头溪	96.0	190	8.8	冲积扇	0.2945	3.3	4.8	116.0	2.9
八斗滩	94.5	洪水急滩	缓慢增大	唐家河溪	14.0	7	12.0	冲积锥	0.0569	12.8	5.6	84.2	0.4
青竹标	107.0	中、枯水急滩	急剧增大	东壤河	126.0	23	7.4	冲积扇	0.1438	3.6	5.1	49.6	3.1
富里碛	128.5	枯水急滩	较慢增大	富里溪	42.0	10	11.0	冲积扇	0.1230	1.9	4.7	53.4	0.5
冷水碛	131.0	枯水急滩	逐年增大	小溪	117.0	35	5.3	冲积扇	0.1270	3.7	5.2	46.0	2.2
下马滩	167.2	中水急滩	急剧增大	赤溪	52.0	15	19.5	冲积扇	0.0880	7.6	6.5	81.2	3.8
乌峰溪滩	176.0	枯水急滩	较慢增大	乌峰溪	40.0	9	9.5	冲积扇	0.0304	5.0	5.5	58.7	0.5
宝子滩	177.4	洪、中水急滩	逐年增大	龙宝子溪	9.0	7	26	冲积锥	0.0550	14.0	5.3	42.1	0.9
油榨碛	184.7	中、枯水急滩	逐年增大	错开峡溪	45.0	41	9.0	冲积扇	0.2025	4.9	5.1	61.5	2.4
铁滩	188.1	枯水急滩	急剧增大	黛溪	107.0	30	6.0	冲积扇	0.2025	1.4	4.8	42.9	3.7

3.2 溪口滩成滩类型

根据溪口滩的地貌类型与三峡水位的变化,将溪口滩分为五种类型:

- 3.2.1 洪水急流滩 由冲积锥组成,坡度较大,滩面的高程较高,使洪水期的过水断面积相应缩小,流速增大,形成洪水急流滩。如碎石碛与八斗滩,占三峡溪口滩总数的 16.7%。
- 3.2.2 洪水、中水急流滩 洪水急流滩形成后,若溪沟有丰富的卵石推移质补给,使冲积锥继续向长江河床推移,其前端移至中水位河床过水断面附近,使其过水断面也随之缩小,这时洪水急流滩便发展成洪水、中水急流滩。如油榨碛,占三峡溪口滩总数的 8.3%。
- 3.2.3 中水急流滩 由冲积扇组成,其坡度与高程在冲积扇中属较高、大的。使河谷断面在中水期缩小,流速增大,形成中水急流滩。如泄滩与下马滩,占三峡溪口滩总数的 16.7%。
- 3.2.4 中水、枯水急流滩 中水急流滩形成后,溪沟有丰富的卵石推移质补给,冲积扇得到发展,前端移至三峡河床枯水位附近,过水断面也随之缩小,这时中水急流滩便发展成中水枯水急流滩。如青竹标与油榨碛,占三峡溪口滩总数的 16.7%。
- 3.2.5 枯水急流滩 由冲积扇组成,但其高程最低、坡度最小,使河床过水断面面积在枯水期缩小。由于三峡河谷呈 V 形,枯水期过水断面很小,因此,即使是很小的冲积扇沉积,也会使流速明显地缩小,形成枯水急流滩。如重碛、富里碛、冷水碛、乌峰溪滩和铁滩等 5 个溪口滩,占三峡溪口滩总数的 41.6%。

表3 葛洲坝水库建成后溪口滩的变化对航道的影

Tab. 3 Navigable channel influenced by the changes of rapids of mouth-bar after the completion of the Gezhouba Reservoir

滩名	库段	葛洲坝建成前溪口滩整治情况	葛洲坝建成后溪口滩的演变对航道的影
重碛	季节回水段	未进行整治	水位抬高,江面变宽。枯水急滩消失,唯中、洪水凸嘴挑流流态趋乱。
碎石碛	季节回水段	多次整治滩势有所改善	水位抬高,中水急流滩滩势流态有所改善,唯洪水期碍航,流态同葛洲坝建成前天然航道相似
泄滩	季节回水段	多次整治滩势有所改善	水位抬高,中水急流滩滩势明显改善。唯洪水期仍有一般急流
八斗滩	季节回水段	多次整治滩势减弱	水位抬高,中水急流滩流态滩势俱得改善。唯高洪水期流态仍然汹乱
青竹标	季节回水段	未进行整治	水位抬高,江面变宽,中、枯水急流滩滩势均大为减弱
富里碛	季节回水段	未进行整治	水位抬高,江面变宽,枯水急流滩流态与滩势大为减弱
冷水碛	季节回水段	未进行整治	水位有所抬高,枯水急流滩滩势有所减弱,洪水期冷水碛淹没,起阻水作用,小溪水流较急,使该滩洪水期水流较急
下马滩	季节回水段	多次整治滩势减弱	水位有所抬高,中水急流滩滩势有所改善,唯少数载重能力弱的船队中水期仍需施绞过滩
乌峰溪滩	库尾段	未进行整治	水位抬高甚少,枯水急流滩未得到改善
宝子滩	库尾段	多次整治滩势明显改善	水位基本上未抬高,洪、中水急流滩未得到改善,多数船需施绞过滩
油榨碛	库尾段	未进行整治	枯水位抬高甚少,中水位没有抬高,中、枯水急流滩均未得到改善
铁滩	库尾段	未进行整治	水位抬高甚少,枯水急流滩未得到改善

3.3 滩体变化

由于溪口滩接受溪沟卵石推移质的补给,使滩体发生不同程度地变化。据统计12个溪口滩卵石推移质输沙量达 $21.1 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$,根据补给数量的不同,可把溪口滩滩体的变化分为下列4种类型:

3.3.1 急剧增大型 如下马滩、铁滩、青竹标,占三峡溪口滩总数的25%。每年溪口滩卵石推移质补给量为 $3.1 \times 10^4 \text{m}^3 \sim 3.8 \times 10^4 \text{m}^3$ 。溪口滩滩体的变化常具有突发性的特点。例如下马滩是三峡溪口滩中卵石推移质补给量最多的,1969年5月3日暴雨,赤溪降水量为108mm,最大降水强度达每小时92.9mm,引起赤溪山洪暴发,最大流量猛增至 $800 \text{m}^3/\text{s}$,流速达 $10 \text{m}/\text{s}$,洪水携带大量卵石推移质补给下马滩,使滩体向长江伸长了23m,导致三峡航道恶化。从表2知,本类溪口滩平均增高为 $0.122 \sim 0.228 \text{m}/\text{a}$ 。

3.3.2 逐年增大型 有泄滩、冷子碛、宝子滩和油榨碛,占三峡溪口总数的33.3%。溪口滩卵石推移质补给量为 $0.9 \times 10^4 \sim 2.9 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 。从表2知,平均增高为 $0.084 \sim 0.115 \text{m}/\text{a}$ 。

3.3.3 较慢增大型 有乌峰溪、碎石碛和富里碛,占三峡溪口滩总数的25%,其卵石推移质补给量为 $0.4 \times 10^4 \sim 0.5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 平均增高为 $0.066 \sim 0.068 \text{m}/\text{a}$ 。

3.3.4 缓慢增大型 有重碛、八斗滩,占三峡溪口滩总数的16.7%,溪口滩卵石推移质补给量为 $0.3 \times 10^4 \sim 0.4 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$,平均增高为 $0.008 \sim 0.046 \text{m}/\text{a}$ 。

上述可知,三峡溪口滩均发生不同程度的变化,其中急剧变化与逐年增大的溪口滩,占

总数的 58.3%，说明三峡溪口滩的变化是比较快的。

4 葛洲坝水库建成后溪口滩变化与整治

4.1 溪口滩变化对库区航道的影响

葛洲坝建成后,于 1987~1988 年对溪口滩进行了全面的调查(表 3),可得出下列几点:

(1) 建库后变动回水段的枯水、中水溪口急流滩的滩势与流态均有不同程度的减弱,航道随之得到不同程度的改善。由于建库后枯水急流滩的水位抬高幅度最大,所以该库段重碛、青竹标、富里碛、冷水碛等 4 个枯水与枯、中水急流滩的航道均得到改善。重碛与青竹标距大坝较近,枯水期水位分别抬高 17.5m 与 7.7m,枯水与枯、中水急流滩的滩势基本消失,航道得到显著的改善;富里碛与冷水碛距大坝较远,枯水期水位分别抬高 5.1m 与 4.8m,枯水期航道得到一定的改善,但因洪水期冷水碛被淹没后起阻水作用,继而形成急流滩。

泄滩与下马滩等中水急流滩,建库前均多次整治,滩势已有所减少弱,建库后泄滩水位抬高幅度较大,航道得到改善;下马滩水位抬高幅度较小,航道有所改善,但是载重能力弱的船队,仍需施绞过滩。

碎石碛与八斗滩洪水与洪中水急流滩,虽在建库前均多次整治,滩势有所减弱,建库后洪水期流量超过 $50000\text{m}^3/\text{s}$ 时,水位、滩势与流态均同建库前相似,航道均未得到改善;八斗滩中水期水位抬高 4.2m,使滩势、流态均减弱,航道得到改善。

总之,建库后变动回水段中 3 个枯水急流滩、1 个中水急流滩航道得到改善,占库区碍航溪口滩总数的 33.3%;1 个中水急流滩与 1 个枯水急流滩航道部分改善,占库区溪口滩总数的 16.7%,全部洪水急流滩航道均未得到改善,占库区溪口滩总数的 16.7%。

(2) 建库后水库库尾段的溪口滩滩势与流态均未减弱,航道未得到改善。从表 1、3 中知,库尾段共有 4 个溪口滩,其中乌峰滩与铁滩均为枯水急流滩,枯水流量时水位只抬高 1.0m 与 0.5m,滩势与流态均同建库前相似,航道未得到改善;宝子滩为洪中水急流滩,建库后洪水期与中水期水位没有抬高,航道未得到改善;油榨碛为中枯水急流滩,建库后中水期水位没有抬高,枯水期水位只抬高 0.9m,滩势与流态同建库前相似,航道也未能得到改善。

总之,库尾段的碍航溪口滩,占其库区总数的 33.3%,建库后航道未得到改善。

4.2 溪口滩的整治

4.2.1 建库后溪口滩的整治任务繁重 建库后在库尾段 4 个溪口滩与变动回水段 2 个洪水急流滩的航道均未能得到改善,占库区溪口滩总数的 50%;此外在变动回水段有 2 个溪口滩,航道部分得到改善,占库区溪口滩总数的 16.7%,因此,还需对占库区 2/3 碍航的溪口滩进行整治,才能使库区航道畅通。从表 2 知,库区溪口滩得到溪沟卵石推移质的补给,一方面增加了需整治溪口滩治理的难度;另一方面建库后得改善的溪口滩,由于受到溪沟卵石推移质的补给,尤其是位于变动回水段上段的溪口滩,如青竹标、冷水碛、下马滩,因建库后水位抬高的幅度较小,溪沟卵石推移质的补给量较大,预计今后这些溪口滩将会重新碍航。因此建库后溪口滩的整治工作仍较繁重。

4.2.2 根据溪口滩的特性进行整治 待三峡水利枢纽建成,水位大幅度抬高后,全部溪口滩将得到改善,但其建设需 20 年时间,所以在今后 20 年内保证长江上游航道的畅通,必须对

建库后未得到改善的溪口滩进行整治。根据溪口滩的特性,可分三种类型进行整治。

(1) 铁滩、油榨碛、宝子滩、下马滩、冷水碛等五个溪口滩。共同特点是溪沟卵石推移质的补给量较大,溪口滩急剧增大与逐年增大。对这类溪口滩最根本的整治方法是在溪沟修建拦石坝、蓄沙池,拦蓄溪沟卵石推移质,使滩体与滩势得到稳定。切除滩体的凸咀,以放宽碍航航道的过水断面,降低流速。对于建库后部分改善的溪口滩,如下马滩,一方面维修、改建建库前的整治工程,使之继续发挥其作用;另一方面,对载重能力弱的船队,继续采用绞滩。

(2) 乌峰溪滩、八斗滩、碎石滩等三个溪口滩。共同特点是溪沟卵石推移质的补给量较小,溪口滩变化较慢、缓慢。主要整治方法是切除滩体凸咀,放宽航道的过水断面,降低流速。也可选用切除凸咀与绞滩相结合的整治方法,以减少切除凸咀的工程投资。

(3) 对于变动回水段已得到改善与部分改善的溪口滩,因水位抬高的幅度较小,滩体受溪沟卵石推移质的补给,在今后航道可能碍航,所以应开展这些溪口滩的观测与研究,根据溪口滩的滩势与流态的变化,采取适当的方法进行治理。

5 小 结

(1) 葛洲坝水库位于长江三峡,库容 $15.8 \times 10^8 \text{m}^3$ 。从库尾的黛溪至宜昌全长 188.1 km,其中变动回水带的长度占 66.0%。

(2) 溪口滩主要由粒径大于 20mm 的卵石推移质组成。将葛洲坝库区的卵石推移质分以灰岩为主补给区与火成岩为主补给区,有 65% 的卵石推移质来源于前者,35% 来源于后者。在灰岩为主补给区的卵石推移质,其数量大、颗粒粗,所以,在库区共有 12 个溪口滩,有 11 个分布在该补给区。

(3) 三峡溪口滩可分为五种类型:即洪水急流滩,洪、中水急流滩,中水急流滩,中枯水急流滩与枯水急流滩。因有丰富的卵石推移质补给,所以溪口滩种类较为多样。

(4) 建库后,回水变动段的溪口滩总数的 50% 得到改善。但是库尾段溪口滩与回水变动段的洪水急流滩的水流流态同建库前相似,所以航道均未得改善,占溪口滩总数的 50%,且这些溪口滩能得到卵石推移质的补给,航道将会继续恶化。因此在三峡水库建成前应根据这些溪口滩的特性进行整治,以免影响航运。

参 考 文 献

- 1 长江流域规划办公室水文局. 葛洲坝水利枢纽二期工程运用初期库区淤积与航道变化. 见:长江三峡工程泥沙研究文集. 北京:中国科学技术出版社,1989
- 2 林承坤. 长江三峡与葛洲坝的泥沙及环境. 南京:南京大学出版社,1989
- 3 林承坤. 泥沙与河流地貌学. 南京:南京大学出版社,1992
- 4 林承坤、魏特、史立人. 长江葛洲坝卵石推移质来源分析及数量计算. 见:河流泥沙国际学术讨论会论文集,第 1 卷. 北京:光华出版社,1980
- 5 Lin Chengkun. Characteristics and quantity of pebble bed load at Gezhouba Project of the upper reaches of the Yangtze, *Journal of Chinese Geography*, 1993,3(3)

EVOLUTIONS OF RAPIDS OF CREEK—BAR AT GEZHOUBA RESERVOIR AND THEIR IMPACTS ON NAVIGABLE CHANNEL IN THE CHANGJIANG RIVER

Lin Chengkun Gao Xizhen

(Department of Geo and Ocean Sciences, Nanjing University, Nanjing 210008)

Abstract

Almost at every mouth of the tributary creeks of the Three Gorges in the Gezhouba Reservoir, the alluvial fans or alluvial cones formed the rapids called rapids of creek mouth-bar, which are composed of pebble bed load with $d > 20\text{mm}$. Based upon geological and geomorphological investigations, the authors detect that the pebble bed load at the Gezhouba Reservoir comes from 2 sources, namely, region of main limestone and region of main pyrolyth, and converges at the Gezhouba Project. After evaluating the petrography of the pebble bed load in the source regions and the converging region, the authors establish a model for calculating the converging percentage of the pebble bed load, 65% of which comes from the region of main limestone, and the rest from other regions. The region of main limestone had more pebbles, with coarser grain easier to deposit, resulting in the rapids of creek mouth-bar formed by those pebble bed load more abundant and stable than the ones in the region of main pyrolyth. It is found that 11 of the rapids of creek mouth-bar are from the region of main limestone.

Considering the water level fluctuations, the rapids of creek mouth-bar can be divided into 5 categories, i. e. flood water ones, flood-medium water ones, medium water ones, medium-low water ones and low water ones.

Due to the rise of water level after building the Gezhouba Reservoir, the navigable channels in the area of rapids of creek mouth-bar within the reach of varied backwater region are improved, taking up 50% of all 12 rapids. But in the tail reach where the water level rises less than 1 m, the flow of flood water rapids is identical even after the Reservoir is built, the conditions of navigable channels are little improved and even under deterioration, because of the continuous supply of pebble bed load. Were some counter-measures on those rapids in the tail reach not employed before the Three Gorges Project comes into operation, the rapids will continue to interfere with the relevant navigable channels because of their constant replenishments.

Key Words The Gezhouba Reservoir, pebble bed load, rapids of creek mouth-bar, navigable channels