

葛洲坝下中华鲟产卵群体 性腺退化的观察

柯福恩 胡德高 张国良 罗俊德 危起伟

(中国水产科学研究院长江水产研究所)

一、前言

中华鲟 (*Acipenser sinensis* Gray) 是一种大型的江海洄游性鱼类, 每年都有一定数量的产卵群体, 从海洋进入长江并上溯到长江上游及金沙江段进行产卵繁殖。

1981年1月长江葛洲坝枢纽工程截流以后, 拦断了中华鲟上溯产卵洄游的通道, 改变了中华鲟产卵洄游的生态条件。所以, 被阻隔在坝下的中华鲟产卵群体, 如何适应已经改变了的外界条件, 曾引起国家有关部门和国内外有关专家及学者的极大关注。大坝截流后, 1982—1985年, 我们在坝下宜昌江段 (坝下至古老背) 进行了中华鲟产卵场调查, 发现并证实了被阻隔在坝下的中华鲟产卵群体的部分个体, 连续四年行自然产卵繁殖。但是, 每年参加产卵的关鲟极为有限 (1983年1批1尾, 1984年2批40尾, 1985年2批37尾)。在产卵场调查的同时, 于1984—1985年, 在坝下宜昌江段 (坝下至古老背) 对中华鲟产卵群体的性腺进行了观察, 发现被阻隔在坝下的大部分中华鲟产卵群体的性腺出现了退化。这一发现为重新研究补救中华鲟资源的措施提供了科学依据, 现将观察的结果报道如下。

二、材料与方法

1. 于4~5月份和10~11月份, 在坝下宜昌江段 (坝下至艾家河), 经国家批准, 由宜昌市渔政站直接组织所在江段渔民捕捞提供鱼源。4~5月份获中华鲟标本22尾, 雌鲟10尾, 雄鲟12尾; 10~11月份获中华鲟标本22尾, 雌鲟10尾, 雄鲟12尾。两次共获中华鲟标本44尾, 雌鲟20尾, 雄鲟24尾。标本进行鱼体的形态测量和性腺切片等工作。每尾鱼的性腺取一边或中间部分, 用福尔马林溶液固定制作标本。性腺切片材料 (取性腺中间部

分)用 Bouin 氏液固定。石蜡色埋,切片厚度为 6~8 微米。用哈里斯苏木精——曙红染色,进行镜检和显微摄影。

中华鲟从海洋进入长江直至产卵场繁殖之前,在这一段时间内停止摄食,其所需要的能量是依靠体内积累的脂肪来供给。在正常情况下,性腺上的脂肪消耗完了以后,性腺也就发育成熟了。所以,中华鲟性腺上脂肪的多少和性腺的重量、卵径大小等是直接衡量中华鲟性腺发育好坏的重要标志。根据梅因 (B.A.MeueH 1939) 性腺划分标准和我们的大量中华鲟性腺测定的结果,雄鲟性腺发育达到Ⅲ期时,性腺上的脂肪重一般在 3~6.5 公斤,精巢重 0.15~0.45 公斤;性腺达到Ⅳ—Ⅴ期时,性腺上的脂肪全部消耗完,这时精巢重达到 2 公斤以上。雌鲟性腺发育为Ⅲ期时,卵巢上黄色的脂肪较多,卵粒色埋在黄色的脂肪体中,卵径在 2.0~3.7 毫米,卵呈灰色,成熟系数 3.5~11。性腺发育达到Ⅳ期时,卵巢上的脂肪全部消耗完,卵径达到 3.9~4.8 毫米,卵呈灰黑色,极斑明显,成熟系数 12~25 卵巢上伴随着白色点状的Ⅱ时相卵粒。

所以,确定中华鲟性腺退化的鱼,以标本鱼的形态测量、观察和切片镜检的结果与正常相对应各期性腺进行比较为主要依据。雄鲟性腺上的脂肪重比正常脂肪重的平均值减少 50% 以上,精巢重与正常精巢重平均值相比减少或增加 10% 以上或性腺上的脂肪全部消耗完,精巢重不超过 1.5 公斤的性腺为退化性腺。雌鲟性腺上的脂肪基本消失或剩下很少,卵径没有增大,卵粒变色、变形,成熟系数在 11 以下的卵巢为退化卵巢。

1984 年性腺观察的基础上,1985 年 11 月 19 至 22 日,在中华鲟自然产卵的时间过后,江水的水温下降到 15℃ 以下时,在坝下至古老背江段,由宜昌市和宜昌地区渔政站提供渔源(经国家批准),获中华鲟标本 15 尾,雌鲟 6 尾,雄鲟 9 尾,标本进行鱼体形态测定等工作。

三、观察结果

(一)、性腺的形态观察

1、精巢

从表一中可知,1984 年 4~5 月份获雄鲟标本 12 尾,最小个体重 43 公斤,最大个体重 140 公斤,平均 93 公斤。在 12 尾鱼的性腺中,有 5 尾鱼性腺上的脂肪剩下很少,只有 0.25~1.02 公斤,平均重 0.59 公斤。精巢重 0.08~0.33 公斤,平均重 0.22 公斤,与正常Ⅲ期的性腺相比,性腺上的脂肪重平均减少了 80.35%,精巢重平均减少 26.67%,精巢平均长度为 60.44 厘米,平均宽度为 2.9 厘米,整条精巢光泽性差,呈萎缩状,这 5 尾鱼的性腺为退化性腺,占标本数的 41.67%。3 尾鱼性腺上的脂肪平均重减少了 60.8%,精巢重平均增加了 123.75%,精巢平均长度为 79.8 厘米,平均宽度为 4.5 厘米,精巢看不出有明显的萎缩现象,占标本数的 25%。1 尾鱼性腺上的脂肪全部消耗完,精巢重增加到 2.8 公斤,精巢的长度为 82 厘米,宽度为 9.5 厘米,为Ⅳ期性腺,占标本数的 8.33%。2 尾鱼的性腺保

持在正常的Ⅲ期阶段，性腺上脂肪重分别为 4.24 公斤和 6.3 公斤，精巢重为 0.32 公斤和 0.43 公斤，精巢平均长度为 107.75 厘米，平均宽度为 3 厘米，占标本数的 16.67%。

10~11 月份获雄鲟标本 12 尾，最小个体重 48 公斤，最大个体重 135 公斤，平均 77 公斤，在 12 尾鱼的性腺中，有 10 尾鱼性腺上的脂肪全部消耗完；其中有 4 尾鱼精巢重只有 0.8~1.18 公斤，平均重 1.14 公斤，精巢平均长度为 68.5 厘米，平均宽度为 3.9 厘米，精巢萎缩，没有光泽，占标本数的 33.33%，为退化性腺；6 尾鱼精巢重达到 1.9~3.1 公斤，平均重 2.53 公斤，精巢平均长度 75.5 厘米，平均宽度为 9.55 厘米，为Ⅳ~Ⅴ期性腺，占标本数的 50%。

1985 年 4~5 月份和 10~11 月份，两次获雄鲟标本 24 尾，性腺退化的鱼有 9 尾，占雄鲟标本总数的 37.5%，性腺发育达到Ⅳ~Ⅴ期有 7 尾，占雄鲟标本总数的 29.17%。

表 雄鲟标本形态测量情况 单位：公斤，厘米

捕捞 时间	体 重 (公斤)	性腺 脂肪重 (公斤)	精巢 重 (公斤)	精巢 长度 (厘米)	精巢 宽度 (厘米)	捕捞 时间	体 重 (公斤)	性腺上 脂肪重 (公斤)	精巢重	精巢 长度 (厘米)	精巢 宽度
1984.4.6	80	4.24	0.32	122	3.0	1984.10.24	56	0	1.20	69	4
4.17	60	0.59	0.31	84	3.0	10.26	71	0	2.85		
4.8	62.5	0.59	0.08	59	1.7	10.26	73	0	2.75		
4.10	42.5	0.50	0.13	54	2.8	10.26	105	0	2.60	89	9.15
4.12	70	1.02	0.21	69	2.3	10.26	53	0	2.00		
4.13	104	1.60	0.33	80	2.3	10.26	48	0	0.80		
4.19	102	0.30	0.88	80	6.0	10.30	79	3.68	0.18	81	2
4.19	115	0	2.80	82	8.8	10.30	135	0	1.40		
4.22	125	0.61	0.44	60	4.8	10.30	94	5.68	0.33	82	3.5
4.26	140	6.30	0.43	95	3.0	10.30	53	0	1.28		
4.27	133	0.25	0.33	79	4.5	10.31	77	0	3.10	68	10.5
5.19	125	2.20	1.05	87	7.5	11.2	80	0	1.85	70	9

1985 年 11 月 19 至 22 日，获雄鲟标本 9 尾，最大个体重 101 公斤，最小个体重 45 公斤，平均重 76 公斤。在 9 尾鱼中，1 尾鱼性腺上的脂肪全部消耗完，精巢重只有 1.5 公斤，精巢长度为 90 厘米，宽度为 6.5 厘米。8 尾鱼性腺上的脂肪重波动在 0.81~2.1 公斤，1 平均重 1.53 公斤，精巢重波动在 0.11~0.38 公斤，平均重 0.22 公斤，与正常的Ⅲ期性腺相比，性腺上脂肪重平均减少了 67.29%，精巢重平均减少了 26.67%，精巢的平均长度 72.6 厘米，平均宽度为 2.5 厘米，精巢光泽性差，呈萎缩状，所以，9 尾鱼的性腺均为退化性腺（见表二）。

2、卵巢

从表三中可以看出，1984 年 4 月份和 10 月份两次获雌鲟标本 20 尾，最大个体重 349 公斤，最小个体 135 公斤，平均个体重 219 公斤。从性腺的形态观察和测量的情况来看，20 尾

表二 雌、雄鲟标本形态测量情况

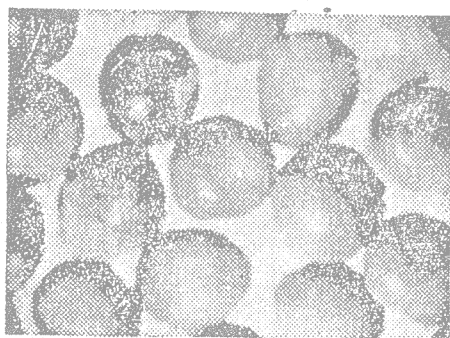
捕 时间	体 (公斤)	性 脂 (公斤)	精 重 (公斤)	精 长 (厘米)	精 (厘米)	捕 时间	体 (公斤)	性 脂 (公斤)	成 系数
1985.11.19	85	0.81	0.20	88	2.3	1985.11.19	228	2.40	5.34
11.19	99	0	1.50	90	6.5	11.20	253	2.40	6.85
11.20	66	1.43	0.12	50	2.5	11.20	261	2.25	10.44
11.20	101	2.10	0.25	81	3.7	11.21	208	2.30	10.44
11.20	72	0.97	0.38	77	2.5	11.21	264	2.10	6.00
11.21	66	1.93	0.32	76	2.9	11.21	155	2.45	9.82
11.22	79	1.30	0.25	79	2.1				
11.22	45	1.69	0.11	61	1.9				
11.22	61	2.01	0.14	69	2.4				

雌鲟性腺上黄色的脂肪基本上消失或剩下很少，卵巢上的卵粒容易散开，其 17 尾鱼的卵巢出现了退化，占雌鲟标本数的 85%，卵粒没有光泽，呈灰白色，黄白色，浅褐色且带白色斑纹，尤如麻雀蛋壳的花纹。有的呈糊状花纹，退化严重的卵巢，其卵粒变形、萎缩，卵粒的卵径波动在 2.1~3.3 毫米，平均 2.75 毫米，成熟系数为 4.91~9.68，平均 7.62。同一卵巢有的卵粒大小不均。20 尾鱼卵巢都伴随白色点状的 II 期相卵粒（见图版 I）。有 2 尾鱼卵巢的卵粒呈灰色，有光泽，卵径为 2.9 和 3.0 毫米，成熟系数分别为 13.20 和 10.24。1 尾鱼性腺发育达到了 IV 期末，卵粒呈深灰色，有光泽，极斑明显，卵径达到了 4.0 毫米，成熟系数为 23.33，占雌鲟标本数的 5%。

1985 年 11 月 19 日~22 日，获雌鲟标本 6 尾，最大个体重 264 公斤，最小个体重 155 公斤，平均个体重 228 公斤。6 尾鱼的卵径波动在 2.1~2.45 毫米，平均 2.32 毫米，成熟系数波动在 5.34~10.44，平均为 8.08。从性腺的形态观察的结果来看，6 尾鱼的卵巢与 1984 年观察的退化卵巢相似，所以，均为性腺退化的（见表二）。

（二）性腺切片镜检

中华鲟从海洋进入长江上溯到葛洲坝下江段，一般是 9~11 月份，这时性腺发育皆为 III 期，卵巢中主要是第 III 时相的卵母细胞。从上述退化卵巢的切片镜检的结果来看，出现退化卵巢的卵大多数都是处在第 III 时相的卵母细胞，但也有第 IV 期时相的卵母细胞。同时，由于退化的程度不同而有差异。所以，退化卵巢的卵母细胞有出现以下各种特征：卵膜（放射带和胶质膜）加厚，其厚度可增至 42.19 微米，比正常增厚 212.59%；放射带与其外周的胶质膜逐渐分离，胶质膜以内的整个卵母细胞出现明显的萎缩；卵膜破裂；滤细胞大量增殖，由二层变成多层或形成不规则的形态，包围在卵膜外；滤细胞侵入到胶质内或卵母细胞内，吞噬卵黄颗粒，随着这种吞噬作用的进行，卵细胞的体积缩小，最后卵母细胞全部被吸收（见图版 II）。



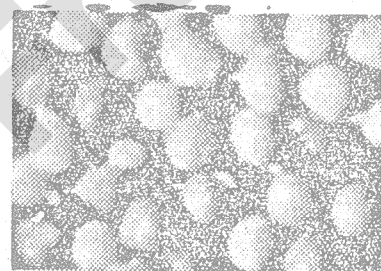
(1)



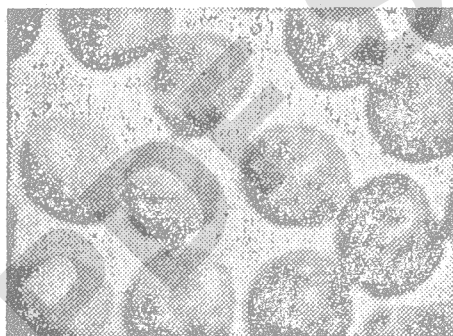
(2)



(3)



(4)



(5)



(6)

图版 I

1. 卵粒呈糊状 ($\times 0.4$)

4. 卵粒大小不均呈黄白色 ($\times 2.5$)

2. 卵粒变形呈糊状花纹 ($\times 2.5$)

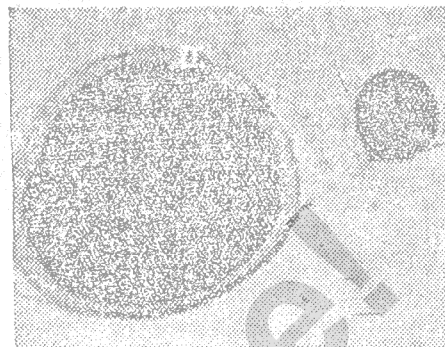
5. 浅褐斑花纹状卵粒 ($\times 2.5$)

3. 卵粒萎缩变形呈糊状花纹 ($\times 2.5$)

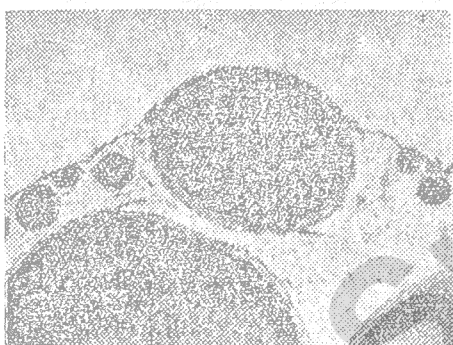
6. 浅褐斑花纹状卵粒 ($\times 2.5$)



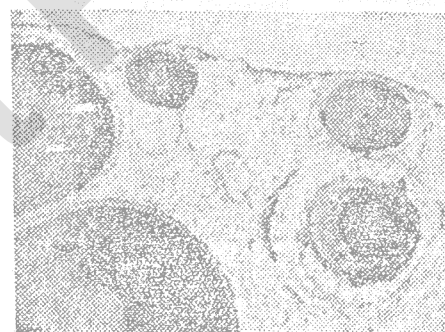
(1)



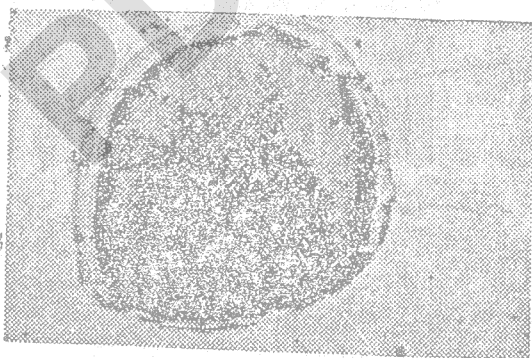
(2)



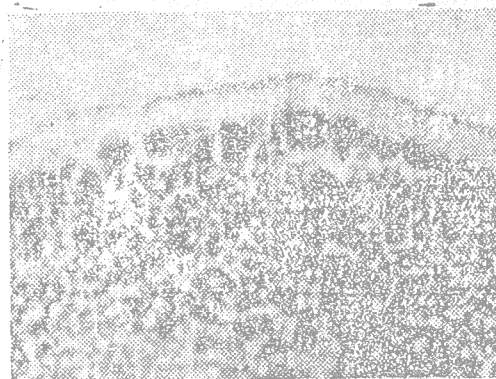
(3)



(4)



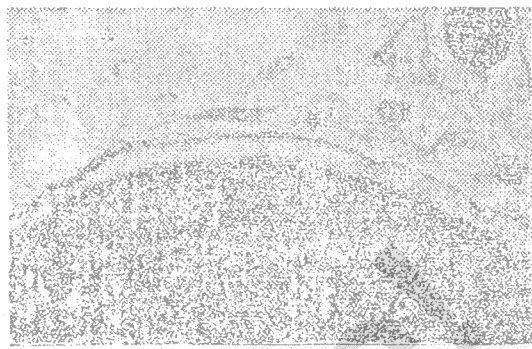
(5)



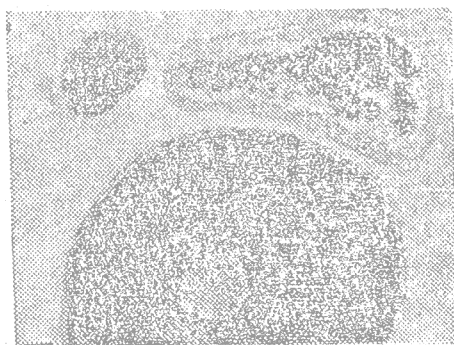
(6)



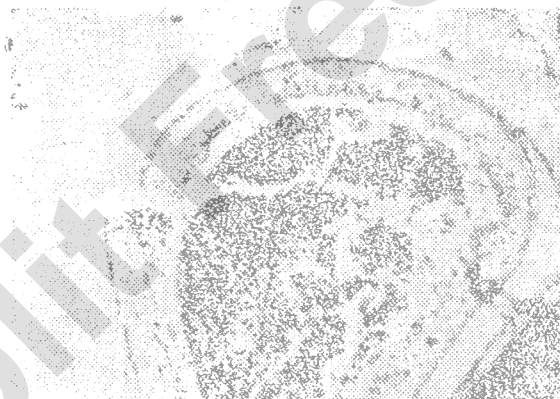
(7)



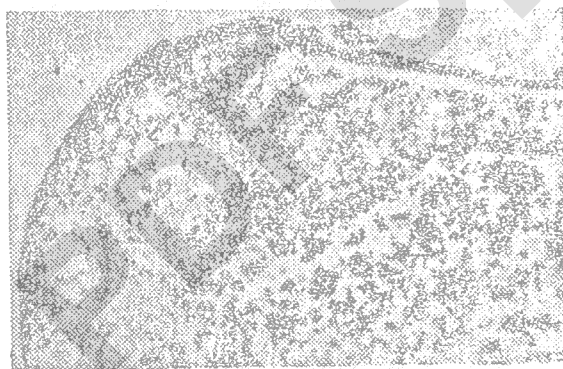
(8)



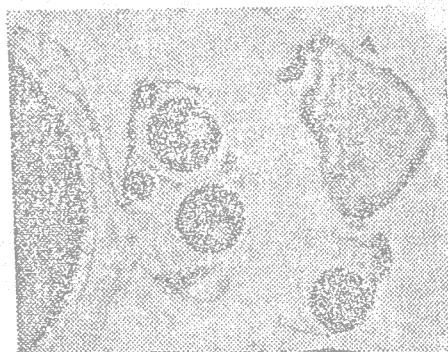
(9)



(10)



(11)



(12)

图版 II

1.2.卵膜增厚, 卵母细胞萎缩变小 ($\times 10$)

3.4.因退化程度不同, 有的卵膜增厚, 卵母细胞萎缩变小, 有的卵膜细胞萎缩变成一团空的滤泡 ($\times 10$)

5.6.卵膜破裂 ($\times 10$)

7.卵膜增厚, 滤泡细胞增殖, 侵入到胶质卵膜 ($\times 10$)

8.滤泡细胞增殖形成一团, 聚集在卵膜外 ($\times 10$)

9.10.卵膜消失, 卵母细胞变形 ($\times 10$)

11.12.卵膜消失, 卵母细胞变形滤泡细胞侵入到胞质内吞噬卵黄 ($\times 10$)

表 雌鲟标本形态测量情况

捕捞 时间	体 重 (公斤)	卵径 (毫米)	成熟	捕捞 时间	体 重 (公斤)	卵径 (毫米)	成熟系数
1984.4.6	205	3.0	10.24 ✓	10.19	349	2.2	4.91
4.9	211	2.9	8.52	10.21	235	2.1	5.02
4.10	183	3.2	9.42	10.25	220	2.2	8.45
4.11	209	3.3	9.85	10.29	251	4.0	23.33
4.12	153	3.0	6.49	10.29	135	2.7	5.44
4.12	245	2.9	7.45	10.30	223	2.4	5.26
4.13	277	2.9	13.20 ✓	10.31	171	2.6	5.73
4.16	190	3.2	8.74	10.31	177	2.6	8.76
4.21	173	3.3	9.86	10.31	233	2.7	8.26
4.27	245	3.3	8.61	10.31	302	2.1	9.01

四、分析与讨论

1、被阻隔在葛洲坝下的中华鲟产卵群体的性腺退化和发育成熟 (IV—V 期)，因雌、雄个体不同而异。1984 年 4~5 月份和 10~11 月份，两次在坝下宜昌江段获中华鲟标本 62 尾 (包括 10 月份人工催产用鱼 18 尾)，其中雌鲟 28 尾，性腺退化 20 尾，占雌鲟总数的 71.43%，性腺发育到 IV 期的 5 尾，占雌鲟总数的 17.86%。雄鲟 34 尾，性腺退化的 10 尾，占雄鲟总尾数的 29.41%，性腺发育到 IV~V 期的 16 尾，占雄鲟总尾数的 47.06%。所以，雌鲟性腺退化的鱼为雄鲟性腺退化的鱼的 2.43 倍，而雄鲟性腺成熟的鱼为雌鲟性腺成熟鱼的 2.64 倍。产生这种差异的原因，是由于雄鲟对生态条件的可塑性比雌鲟的可塑性大。所以，当中华鲟的繁殖生坊条件受到破坏或变更时，雄鲟较雌鲟容易适应改变了外界条件，这是产生雄鲟性腺成熟的比例高于雌鲟，而性腺退化雄鲟低于雌鲟的原因。同时，这种差异性也指出了，长江葛洲坝截流以后，坝下江段的生殖生态条件，还远远不能满足中华鲟产卵繁殖的要求，而这种要求可能随着时间的推移而有所降低，但这种降低也是极为有限的。这一结果是根据 1984 和 1985 年坝下产卵场的规模大于 1982 年和 1963 年，而 1985 年与 1984 年的规模相似，且略低于 1984 年得到证实。

2、1984 年 4 月 6 日，在二江重捕到 1 尾 1983 年 12 月 10 日在沙市江段标志放流的雄鲟，体重 80 公斤，性腺保持在正常的 III 期阶段，性腺上的脂肪重 6.3 公斤，精巢重 0.32 公斤。所以，我们认为，被阻隔在坝下性腺出现退化的亲鲟，是 1981 年和 1982 年上溯到坝下的中华鲟产卵洄游群体。这些鱼由于坝下的生殖生态条件满足不了中华鲟性腺发育的要求而出现一退化。这种退化的速度很慢，起码要在二年以上。同时应该指出：被阻隔在坝下的中华鲟产卵洄游群体，不是所有的个体都一直停留在坝下等待产卵机会的到来，有的鲟鱼因

坝下产卵条件不适合，返回于坝下至石首 167 公里江段或其他江段，有的甚至返回海里去了，这一情况是从 1984 年 5 月 22 日在 166 海区 2 小区，回捕到 1 尾 1983 年 11 月 27 日在沙市江段标志放流的雄鲟（性腺为Ⅲ期）和 1985 年 11 月 19 日在 174 海区回捕到 1 尾 1984 年 11 月 21 日在沙市江段标志放流的雄鲟而得到证实。

3、引起坝下中华鲟产卵群体性腺退化的原因，主要的是与鲟鱼的游程和水流的速度有直接的关系。大坝截流以前，中华鲟从宜昌到上游宜宾至金沙江江段的天然产卵场江段，还要上溯 1000 多公里，这一江段地形险峻，水流湍急，流速往往达到了 3 米/秒以上，有的甚至达到 6-7 米/秒左右，中华鲟在这一江段的上溯过程中，不断地受到急流的冲击和刺激，促使其内部性腺不断发育直到成熟。而被阻隔在坝下的产卵群体，由于长年累月停留在坝下，得不到在大坝截流以前产卵洄游过程中的外界条件，这是造成中华鲟性腺退化的主要原因。当然产卵场的水温、水位、含沙量、地质地貌等也是中华鲟自然产卵繁殖必不可少的外界条件。

4、1985 年 11 月 19-22 日性腺观察的结果表明，停留在坝下的中华鲟产卵洄游群体，当年性腺发育到Ⅳ-Ⅴ期的鱼，在产卵的时间内，均能全部自然产卵，产卵后的亲鲟返回海里，留在坝下的群体应该是性腺退化、性腺发育正常的和当年到达坝下的鱼。但是，在 15 尾标本鱼中，均为性腺退化的鱼，性腺发育正常的鱼和当年的亲鱼均未捕获，这一结果，可能与这两种鱼在坝下群体中所占的比例小有关系，1984 年性腺退化观察的结果表明，坝下性腺发育正常的鱼只占 17.26%。所以，在 15 尾鱼的标本中被捕获的机率就少，这一结果与性腺退化的观察结果是一致的。至于当年鱼没有被捕获，这一现象可能因葛洲坝腰拦长江以后，破坏了中华鲟产卵洄游的通道和坝下产卵场条件不能完全满足其产卵繁殖的要求等因素有关。大坝截流以后，中华鲟产卵洄游群体经过几年的洄游实践以后，给产卵洄游群体一个信号，致使部分群体另找洄游路线和产卵场所，从而导致当年洄游群体数量的减少，所以，在 15 尾标本鱼中，被捕获的机率也就少或不可能被捕获到，如果是这样，在今后的时间里，坝下产卵场的规模就会更小。

5、网捕中华鲟过坝，是长江葛洲坝截流以后，用来补救中华鲟资源的一种措施，现在坝下中华鲟性腺出现退化，这种补救措施也有一定的局限性，它必须对过坝的亲鲟要进行认真的性腺检查，挑选性腺没有退化的亲鲟过坝，但是，应该指出：随着长江三峡大坝枢纽工程的兴建，即使挑选性腺没有退化的亲鲟过葛洲坝，也过不了三峡大坝，所以，网捕中华鲟过坝也将失去了意义。

6、鉴于目前情况，有效的补救措施，应在葛洲坝下建立鲟鱼人工放流站，进行中华鲟人工孵化、苗种培育和放流的全程生产，才是补救中华鲟资源的唯一有效的方法，也是提高和发展中华鲟渔业的唯一途径。必须指出，在坝下出现中华鲟性腺退化的情况下，人工孵化用的亲鲟用捕捞坝下天然洄游群体，是靠不住的。因此，从长远的观点来看，人工催产用的亲鲟，必须建立在人工蓄养亲鲟的基础上，才是解决人工孵化用亲鲟的根本途径。



1984年4—5月份和10—11月份两次在葛洲坝下宜昌江段(坝下至艾家河)获中华鲟产卵亲鲟44尾,10月份鲟鱼人工催产用鱼18尾,共获中华鲟产卵亲鲟62尾,其中雄鲟34尾,雌鲟28尾。在34尾雄鲟中,性腺退化10尾,占雄鲟总数的29.41%,性腺发育到IV—V期的有16尾,占雄鲟总数的47.06%。在28尾雌鲟中,性腺退化的有20尾,占雄鲟总数的71.43%,性腺发育达到IV期的有5尾,占雌鲟总数的17.86%。所以,雌、雄鲟性腺退化共30尾,占鲟鱼总数的48.87%,性腺发育达到IV—V期的共21尾,占鲟鱼总数的33.87%。而且出现性腺退化的雌鲟比雄鲟多,为2.43倍。性腺发育达到IV—V期的雄鲟比雌鲟多,为2.64倍。

1985年11月19—22日,在坝下至古老背江段,获中华鲟标本15尾(雄鲟9尾,雌鲟6尾),均为性腺退化的鱼。性腺发育正常的和当年上溯到坝下的鱼均未捕获到。

所述,两年对性腺退化观察的结果表明,葛洲坝截流以后(1981年1月),1982至1985年,坝下宜昌江段虽有部分中华鲟亲鲟行自然产卵繁殖,但是,雌鲟性腺退化的鱼为性腺发育成熟鱼的4倍,这一情况说明了坝下宜昌江段的产卵场条件还不能满足大部分产卵洄游群体的要求。所以,其产卵规模是相当有限的,靠这种自然产卵场是难以维持中华鲟现有的资源量的。