

东平湖区高浓度污染水团的发生规律监测研究

张景富¹, 秦玉玲¹, 蒋爱军¹, 马丁园¹, 藏玉龙²

(1. 东平县环境监测站, 山东 东平 271500 ;

2. 东平淀粉厂, 山东 东平 271500)

摘要 :为摸清汛期大汶河泄洪进入东平湖区的高浓度污染团的发生规律,减少和防止东平湖水污染事故的发生,根据 1999~2001 年环境监测资料,找出了主要污染指标是泥沙悬浮物、总氮和化学需氧量,查清了污染水团的发生原因、规律和特点,并提出了防治措施建议。

关键词 :污染水团;水质监测;东平湖

中图分类号 :X524

文献标识码 :A

文章编号 :1004-693X(2004)05-0042-04

东平湖是山东省第二大淡水湖泊,位于山东省泰安市东平县境西部,总面积 627 km²,总库容 40 亿 m³。东平湖接纳全部大汶河流域来水。大汶河发源于泰莱山区,全长 211 km,汇水面积 9 064 km²,年平均径流量 21.31 亿 m³。

大汶河每年汛期泄洪时,东平湖区入湖口附近会产生高浓度污染水域,并随着入湖水流动缓慢地向更大范围扩散,由于这种高浓度污染水域的移动特性和局部性,被称为“污染水团”。1986~2001 年,污染水团入湖给水产养殖业造成的污染达 11 次,损失 8 553 万元。为查清洪水入湖形成的污染水团特点及变化规律,东平县环境监测站于 1999~2001 年对洪水进行了跟踪监测、研究。

1 监测布设

1.1 监测点位设置

代村坝水文站是大汶河入东平湖的控制站,入湖流量可由水文站提供,因而将此断面作为入湖口河道水质控制断面。

湖区监测点位设置主要是监测洪水入湖后湖区水质的变化^[1],根据监测目的不同而异,详见图 1。

1999 年湖区共设 5 个监测点位,分别是老湖河道、大安山河道、老湖网围内、老湖网围外和湖心,其目的是监测洪水入湖后在河道的变化规律、老湖养殖区网围内外水质的差别以及对湖心水质的影响程度。

2000 年湖区主要设置 7 个监测点位,分别是老湖河道、大安山河道、老湖镇养殖区、王李屯养殖区和湖心、湖南、湖北。其中湖心、湖南、湖北 3 测点的



图 1 监测点位设置

设置的目的是考察洪水入湖后对其影响程度,王李屯测点的设置目的是考察洪水入湖后水头明显冲击到的水域的水质变化情况。

2001 年湖区监测点位只设置老湖河道 1 个监测点位,并连续监测 5 天,主要是监测洪水在老湖河道的变化规律。

1.2 监测项目和监测频次

代村坝水文站监测项目为 COD_{Cr}、SS、NH₃-N、酚,监测频次根据洪水起涨、退平过程分为起涨、洪段、洪峰、退水段 1、退水段 2 和退平共 6 次。

湖区监测点位的监测项目和监测频次根据监测目的的不同而异,具体见表 2。

2 监测结果

2.1 代村坝洪水过程监测结果分析

代村坝 1999 至 2001 年每年的第一次洪水过程的监测结果见表 1~3。

从监测结果分析可以看出,悬浮物是主要污染物,悬浮物中以泥沙为主,沉淀后泥沙约占水样体积的 1/4。《国家渔业水质标准》规定:人为增加的量

作者简介 张景富(1965—),男,山东东平人,工程师,从事水环境监测工作。

表 1 1999 年监测结果

洪水过程	流量 ($m^3 \cdot s^{-1}$)	COD _{Cr} ($mg \cdot L^{-1}$)	SS ($mg \cdot L^{-1}$)	酚 ($mg \cdot L^{-1}$)	NH ₃ -N ($mg \cdot L^{-1}$)
起涨 1999-09-10 T19-30-00	56	47.8	514	0.002	0.178
洪段 1999-09-10 T20-24-00	185	106.0	1582	0.002	0.248
洪峰 1999-09-11 T01-42-00	370	135.0	1094	—	0.964
退水段 1 1999-09-11 T12-42-00	247	131.0	574	0.004	0.580
退水段 2 1999-09-12 T03-00-00	123	56.2	173	—	0.841
退平 1999-09-13 T10-00-00	50	60.3	89	—	0.936

不超过 10 mg/L,而且悬浮物质沉积于养殖区底部后,不得对鱼虾贝藻类产生有害影响。在 1999 至 2001 年的 3 次悬浮物监测中,洪段和洪峰段监测结果为 1 582 mg/L、1 094 mg/L、1 819 mg/L、2 161 mg/L、630 mg/L、1 020 mg/L,分别超过国家渔业水质标准 157 倍、108 倍、181 倍和 215 倍、62 倍、101 倍。

其次是 TN,2000 年峰值出现在退水段 1

表 2 2000 年监测结果

洪水过程	流量/ ($m^3 \cdot s^{-1}$)	COD _{Cr} / ($mg \cdot L^{-1}$)	SS/ ($mg \cdot L^{-1}$)	酚/ ($mg \cdot L^{-1}$)	NH ₃ -N/ ($mg \cdot L^{-1}$)	BOD ₅ / ($mg \cdot L^{-1}$)	COD _{Mn} / ($mg \cdot L^{-1}$)	DO/ ($mg \cdot L^{-1}$)	NO ₂ -N/ ($mg \cdot L^{-1}$)	TN/ ($mg \cdot L^{-1}$)	TP/ ($mg \cdot L^{-1}$)	CN ⁻ / ($mg \cdot L^{-1}$)	pH 值
起涨 2000-08-11 T23-00-00	94	42.3	421	0.007	2.25	6.70	15.5	2.27	0.696	3.95	0.148	0.006	7.68
洪段 2000-08-12 T02-00-00	320	133.0	1819	0.006	4.20	7.09	24.6	2.36	0.494	4.27	0.133	0.006	8.24
洪峰 2000-08-12 T06-00-00	358	68.5	2161	0.005	3.57	5.47	22.1	4.15	0.423	5.09	0.113	0.004	2.61
退水段 1 2000-08-12 T14-00-00	290	40.6	437	0.003	2.17	9.51	11.7	3.17	2.140	7.54	0.008	0.005	7.59
退水段 2 2000-08-13 T08-00-00	138	54.3	563	0.003	2.17	7.78	11.9	2.95	1.080	6.68	0.013	0.004	7.57
退平 2000-08-14 T20-00-00	100	29.0	92	—	3.32	9.61	8.76	3.67	0.305	6.40	0.157	0.005	8.18

表 3 2001 年监测结果

洪水过程	流量/ ($m^3 \cdot s^{-1}$)	COD _{Cr} / ($mg \cdot L^{-1}$)	SS/ ($mg \cdot L^{-1}$)	酚/ ($mg \cdot L^{-1}$)	NH ₃ -N/ ($mg \cdot L^{-1}$)	BOD ₅ / ($mg \cdot L^{-1}$)	COD _{Mn} / ($mg \cdot L^{-1}$)	DO/ ($mg \cdot L^{-1}$)	NO ₂ -N/ ($mg \cdot L^{-1}$)	TN/ ($mg \cdot L^{-1}$)	TP/ ($mg \cdot L^{-1}$)	pH 值
起涨 2001-07-31 T08-00-00	350	49	419	—	0.138	2	8.6	2.51	0.339	6.46	0.219	7.74
洪段 2001-07-31 T22-00-00	630	57	1823	—	0.087	2	8.7	2.55	0.308	6.24	0.142	7.62
洪峰 2001-08-01 T12-00-00	1020	108	2313	—	0.467	2	19.5	4.43	0.355	6.45	0.328	7.67
退水段 1 2001-08-01 T20-00-00	640	100	445	—	0.419	3	18.0	3.31	0.425	7.04	0.222	7.71
退水段 2 2001-08-02 T20-00-00	390	72	565	—	0.145	—	5.7	3.15	0.284	6.51	0.193	7.62
退平 2001-08-04 T14-00-00	270	44	93	—	0.167	2	5.4	4.03	0.300	7.43	0.148	7.88

(7.54 mg/L)和退水段 2(6.68 mg/L);2001 年峰值出现在退平(7.43 mg/L)和退水段 1(7.04 mg/L),分别超过 GB 3838—2002《地表水环境质量标准》Ⅲ类水 6.54 倍、5.68 倍、6.43 倍和 6.04 倍。

第三是 COD_{Cr},1999 至 2001 年的 3 次监测中峰值分别出现在 1999 年的洪峰(135 mg/L),2000 年的洪段(133 mg/L),2001 年的洪峰(108 mg/L),分别超过Ⅲ类水质标准 5.75 倍、5.65 倍和 4 倍。

2.2 湖区监测点位监测结果分析

湖区洪水入湖后水质监测结果见表 4~6。

总体监测结果表明,老湖河道污染最重,除上游洪水带入大量污染物外,洪水入湖后冲击养殖区,使大量富含有机质泛起,加重了入湖口附近的污染程度。其他污染区域依次为老湖网围内、老湖网围外、大安山河道、王李屯养殖区和湖内 3 个原有测点。主要原因是洪水的主要冲击区域是老湖镇水域,大安山水域只分流了很少一部分洪水,因而污染程度较老湖镇水域轻;网围内由于养殖沉积物多,水体交换差,所以污染程度重于网外;王李屯养殖区属于历次洪水水头冲击水域,因而污染程度轻于大安山河

表 4 1999 年监测结果 mg/L

监测点	日期	COD _{Cr}	DO	SS	NH ₃ -N
老湖 河道	1999-09-11	99	0.40	168	2.15
	1999-09-12	44	2.68	108	1.21
	1999-09-13	30	3.46	69	1.29
	1999-09-14	44	4.30	37	1.08
	1999-09-11	34	4.49	87	0.79
大安山 河道	1999-09-12	50	2.07	73	0.75
	1999-09-13	40	3.20	36	0.53
	1999-09-14	42	3.70	23	0.67
	1999-09-11	52	0.80	128	1.70
老湖网 国内	1999-09-12	48	1.20	93	2.20
	1999-09-13	39	1.81	55	3.10
	1999-09-14	56	2.00	32	3.68
	1999-09-11	63	1.10	97	1.90
老湖网 国外	1999-09-12	51	2.30	85	1.58
	1999-09-13	42	3.50	51	1.70
	1999-09-14	42	3.75	39	1.18
	1999-09-11	52	4.67	41	0.28
东平湖 湖心	1999-09-12	55	4.23	46	0.36
	1999-09-13	52	6.57	35	0.36
	1999-09-14	42	6.92	32	0.38

道,区域水质除悬浮物明显升高外,其他监测项目变化幅度较小;湖南、湖心、湖北 3 个监测点位在洪水入湖后,在湖流作用下,受污染迅速扩散的影响,也受到一定程度的污染。

3 结论与建议

通过以上调查和监测,可以看出污染水团一般表现为以下特点:

a. 与湖区其他水域浓度相比具有明显的高浓度性,特别是悬浮物、总氮、化学需氧量浓度等可高出当地平时和未受污染区的几倍到几十倍,而溶解氧则减少为平时的 1/3 ~ 1/4。

b. 突发性明显。污染水团波及的水域范围内,常在数小时至十几小时,水质迅速恶化,经历 3 ~ 7 d 后,才逐渐恢复原有的水质状态。

c. 对水产养殖的危害性大。由于水体含氧量骤减,悬浮物骤增,严重破坏了水生动物的生存条件,致使天然的或人工养殖的鱼、虾、蟹等大量死亡。

d. 具有明显的季节性。污染水团几乎全部发生在汛期久旱之后的入湖洪水后期,而且这种洪水通常是中等洪水。

东平湖的主要补给水源是自然降水,且大多集中于汛期,6 ~ 9 月份降水量一般占到年降水量的 70% 左右,这些降水往往集中于几次较大的暴雨,且持续时间短,降水强度大,易形成暴雨径流。基于这种降水特征,工业废水和生活废水在其他时间段就成为大汶河的主要补给水源。这些污废水在河川径流较小的情况下,会长期集聚在河道中的低洼处或拦河坝前,洪水到来,首先把它们冲入湖中。这股水形成的污染团入湖后,在中等洪水条件下,紊流混合扩散和降解作用微弱,形成高浓度污染水域,造成鱼类大量死亡。凡在污水团流经路线上建立的网箱和围网养殖,往往因水质迅速恶化而造成污染事故。

为了减少或防止污染水团灾害的发生,建议采

表 5 2000 年监测结果

监测点	日期	COD _{Cr} / (mg·L ⁻¹)	BOD ₅ / (mg·L ⁻¹)	COD _{Mn} / (mg·L ⁻¹)	NO ₂ -N/ (mg·L ⁻¹)	TN/ (mg·L ⁻¹)	TP/ (mg·L ⁻¹)	NH ₃ -N/ (mg·L ⁻¹)	CN ⁻ / (mg·L ⁻¹)	pH 值	SS/ (mg·L ⁻¹)	DO/ (mg·L ⁻¹)
老湖 河道	2000-08-11	34.3	3.68	10.10	0.234	4.13	0.087	0.828	0.004	8.14	40	6.70
	2000-08-13	37.3	8.66	10.70	2.140	3.04	0.067	2.990	0.004	7.59	279	3.82
	2000-08-14	29.0	9.14	7.37	0.600	5.29	0.017	2.590	0.008	8.17	89.5	3.92
老湖 养殖区	2000-08-11	36.6	4.54	9.04	0.155	4.78	0.055	0.494	0.005	8.13	45	9.52
	2000-08-13	33.2	5.02	10.00	1.150	3.97	0.059	0.880	0.005	7.52	215	3.59
	2000-08-14	30.5	8.51	8.08	0.666	4.91	0.060	0.954	0.005	7.83	62.5	4.45
大安山 河道	2000-08-13	33.2	8.90	9.74	0.013	4.13	0.137	3.160	0.006	7.66	211	3.82
	2000-08-14	26.4	7.95	7.48	0.451	3.67	0.093	0.775	0.007	8.44	113	7.85
王李屯 养殖区	2000-08-13	41.5	4.77	8.43	0.483	1.34	0.349	0.105	—	9.16	110	7.56
	2000-08-14	52.4	4.66	7.74	0.037	1.91	0.099	0.309	—	9.20	43	9.03
湖南	2000-08-14	35.0	2.98	6.84	0.068	1.49	0.092	0.288	—	8.66	45	8.65
湖心	2000-08-14	43.7	3.52	6.44	0.006	1.22	0.062	0.337	—	8.95	52.5	8.38
湖北	2000-08-14	42.4	2.27	5.98	0.003	1.12	0.066	0.283	—	8.90	55.5	7.65

表 6 2001 年老湖河道水质监测结果

日期	COD _{Cr} / (mg·L ⁻¹)	BOD ₅ / (mg·L ⁻¹)	COD _{Mn} / (mg·L ⁻¹)	NO ₂ -N/ (mg·L ⁻¹)	TN/ (mg·L ⁻¹)	TP/ (mg·L ⁻¹)	NH ₃ -N/ (mg·L ⁻¹)	酚/ (mg·L ⁻¹)	pH 值	SS/ (mg·L ⁻¹)	DO/ (mg·L ⁻¹)
2001-08-01	47	—	5.6	0.257	5.89	0.055	0.191	—	7.58	378	2.31
2001-08-02	51	3	4.8	0.241	5.96	0.069	0.072	—	7.59	135	3.41
2001-08-03	38	—	5.2	0.290	6.19	0.095	0.225	—	7.96	65	3.81
2001-08-04	42	—	4.1	0.139	6.43	0.052	0.102	—	7.68	47	3.93
2001-08-05	38	—	4.5	0.197	5.97	0.058	0.160	—	7.96	46	4.15

取下列措施^[2]：①对东平湖区的水产养殖进行科学规划，划分为湖面禁养区、限定禁养区、天然捕捞区、养殖区等，对养殖面积、养殖地点进行必要的限定，实行水产养殖的总量控制，推广共生互利的养殖技术，控制水体养殖强度和物料投入水平，提高湖泊生态系统的自净能力。②采取措施，防止污染团的形成。每年汛期来临之前，采取一定措施，如上游水库放水逐渐冲刷河道中的污染物，使污水缓慢入湖，延长污水在河道中和入湖后的稀释扩散时间，从而避免湖流路线水域水质急剧变差；或采取排入稻屯洼低洼地等措施，避免产生污水团或降低污水团强度，减少其危害。③加强对污染水团的实时监测和预警，搞好预防工作。环境监测部门应配合水文部门对汛期第一次洪水进行追踪监测，气象部门和水

利部门加强协作，搞好对汛期的水情预报和湖区的气象观测工作。根据以往规律，当大汶河水文站汛期第一次洪水的洪峰流量达到 300 m³/s 以上或代村坝汛期第一次洪峰流量达到 200 m³/s 以上时，高污染水团入湖的可能极大，此时可发出预警，养殖区渔民可采取一定的应急措施，如对养殖区进行人工增氧或抢救性捕捞，尽可能地减少损失。

参考文献：

- [1] 国家环保局. 水和废水监测分析方法 [M]. 第 3 版. 北京：中国环境科学出版社，1989.
- [2] 顾丁锡，舒金华. 湖泊水污染预测及其防治规划方法 [M]. 北京：中国环境科学出版社，1988.

(收稿日期 2003-12-30 编辑：高渭文)

《水资源保护》编辑部：

贵刊 2004 年第 3 期刊登的《骆马湖富营养化发生机制与防治途径初探》一文中对骆马湖来水、新沂市排污走向的描述有些不妥，现提出问题与作者商榷：①骆马湖入湖河流主要有沂河和中运河，房亭河是中运河的一条支流，不直接入骆马湖。②正常情况下，新沂市工业及生活污水不排入沂河，而是排入沭河，通过新沂河入海。

淮河流域水资源保护局 沈哲松

2004 年 7 月 2 日

《水资源保护》编辑部：

贵刊转来的淮河流域水资源保护局沈哲松同志的信已收悉，我对编辑部和沈哲松同志的科学精神表示钦佩，现对所提问题解释如下：

(1) 信中提出“骆马湖入湖河流主要有沂河和中运河，房亭河是中运河的一条支流，不直接入骆马湖。”这与我文中提出的“骆马湖的入湖河流有三条：①沂河，其主要接纳新沂市工业和生活污水；②中运河，为“南水北调(东线)”工程调水水道；③房亭河，在邳州境内汇入中运河。”并不存在冲突，因为房亭河是中运河在入湖前最大支流，一般我们在研究骆马湖时也将其作为骆马湖的一条入湖河流，这与骆马湖渔业管理委员会和中科院南京湖泊与地理研究所提出的口径是一样的。但是文中插图与我原意不符，将房亭河直接接入骆马湖，可能是印刷错误。现提供正确的插图，从图中可以明显看出房亭河是入运河的。

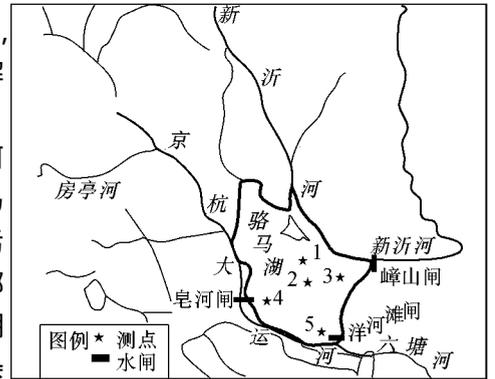


图 1 骆马湖水系

(2) 信中提出“正常情况下，新沂市工业及生活污水不排入沂河，而是排入沭河，通过新沂河入海。”目前的确如此。但是本文完成于 2002 年，研究时段为“九五”期间，当时新沂市大量工业及生活污水通过新戴河排入沂河，“九五”期间屡次造成骆马湖北部湖区出现污染事故。因为新戴河河上建有闸坝，故沂河来水并不是一直较差，只有在提闸时，污水才进入沂河。“九五”期间在部分时段尤其是汛期，由于提闸后新沂市大量工业及生活污水(大都未经任何处理，并含有大量造纸废水)就经沂河排入骆马湖，且这阶段提闸频繁。近几年经过协调，新沂市工业及生活污水直接排入沭河(废水也未经处理，使沭河化学需氧量都近千)，通过新沂河入海，但是与此同时也有部分废水进入沂河，但情况较以前有较大好转。

借此机会，再次对沈哲松同志表示感谢。

宿迁市环境监测中心站 杨士建

2004 年 7 月 8 日