

钱塘江河口段水环境现状与保护对策*

尤爱菊¹ 朱军政¹ 田旭东² 辛方勇³ 施祺平³

(1. 浙江省水利河口研究院, 浙江 杭州 310020; 2. 浙江省环境监测中心站, 浙江 杭州 310012;

3. 浙江省钱塘江管理局, 浙江 杭州 310016)

摘要 系统地分析了2001—2008年钱塘江河口段干流地表水、海水及两岸平原河网地表水的水质变迁与现状。结果表明, 钱塘江河口段干流地表水水质总体较好, 但大部分河段仍未达到《浙江省水功能区水环境功能区划方案》的要求, 主要的超标项目为 NH_4^+-N 和TP, 其次为高锰酸盐指数和 BOD_5 , 并且DO浓度总体呈现下降趋势; 干流海水水质总体较差, 主要超标因子为无机氮与活性磷酸盐; 两岸平原河网大部分河段水质为《地面水环境质量标准》(GB 3838—2002) V类或劣于GB 3838—2002 V类。为保障钱塘江河口段水资源的持续利用, 提出了相关的水环境保护对策。

关键词 钱塘江 河口段 地表水 海水 平原河网 水质 对策

钱塘江是浙江省第一大河, 流域面积约5.5万 km^2 。钱塘江同时承纳着两岸平原河网约180亿 m^3 的受污染水体。富春江电站以下至澈浦镇长山闸断面为河口段, 南岸有萧绍平原、姚北平原河网及萧绍运河、曹娥江、甬江等水系, 北岸有杭嘉湖平原河网及(京杭)运河和太湖等水系。河口段两岸区域是长江三角洲经济开发区南翼, 在浙江省的经济发展中具有重要的地位。

钱塘江河口段历来是杭州地区主要的饮用水水源地, 随着经济的发展, 宁波、嘉兴、绍兴等地也对河口段的水资源利用提出了迫切要求^[1]。河口段同时还是两岸工业、生活、农牧业的排污出口, 近年来水

质呈缓慢下降趋势, 局部河段甚至出现过水华现象。为此, 客观评价钱塘江河口段干流及其两岸平原河网的水环境质量现状, 对于指导两岸区域的水资源开发与利用, 加强河口段水环境保护工作具有重要的现实意义。

1 评价标准与方法

钱塘江河口段富春江电站以下至老盐仓以上有窄溪、鹿山、富阳、渔山、袁浦、闸口、七堡、猪头角8个常规水质监测站(见图1)。笔者收集了上述各监测站2001—2008年的常规水质监测资料, 用以分析河口段地表水的水质变化趋势, 具体分析指标包括

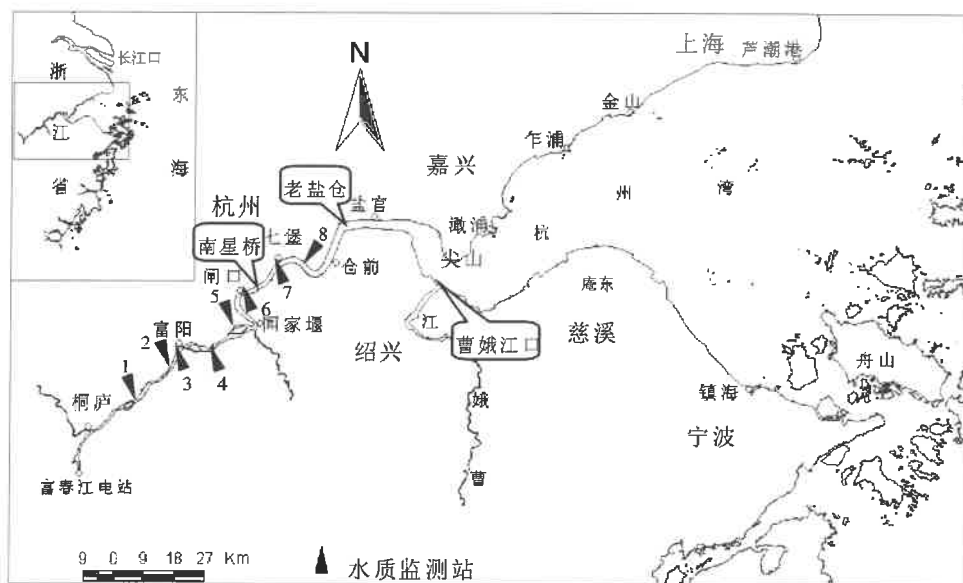


图1 钱塘江河口段平面图

1—窄溪; 2—鹿山; 3—富阳; 4—渔山; 5—袁浦; 6—闸口; 7—七堡; 8—猪头角

第一作者: 尤爱菊, 女, 1974年生, 博士, 高级工程师, 主要从事水资源、水环境方面的研究。

* 水利部公益性行业科研专项经费资助项目(No. 200801072); 浙江省创新团队建设项目(No. 2009F20024)。

DO、高锰酸盐指数、BOD₅、NH₄⁺-N、TP、砷、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚等 12 个项目;收集了 2001—2008 年老盐仓以下至金山以上(杭州湾)断面水质监测代表点的无机氮、活性磷酸盐和 COD 等监测资料,用以分析河口段的海水水质状况;收集近年来河口段两岸平原河网代表点(宁波、嘉兴、绍兴等地)的水质监测资料,以分析两岸平原河网的地表水水质状况。

另为研究需要,于 2008 夏季(8 月 25 日)、冬季(12 月 24 日)及 2009 年秋季(9 月 20 日)对河口段富春江电站以下至金山断面的水质进行临时随机取样与监测分析。地表水分析指标包括高锰酸盐指数、NH₄⁺-N、TP、DO;海水分析指标包括 COD、无机氮、亚硝态氮、硝态氮、活性磷酸盐。

1.1 评价标准与功能区划

1.1.1 评价标准

钱塘江河口段以老盐仓为界,富春江电站以下至老盐仓以上断面的水质评价和两岸平原河网水质评价参照《地面水环境质量标准》(GB 3838—2002),老盐仓以下至金山以上断面水质评价参照《海水水质标准》(GB 3097—1997)。

1.1.2 功能区划

根据《浙江省水功能区水环境功能区划方案》(以下简称《水功能区划》),钱塘江河口段老盐仓以上断面水质控制标准为:除桐庐水厂取水口下游 0.5 km 至柴埠河段、苕浦江汇合口至大源溪富春江交汇处、三堡船闸至老盐仓河段为 GB 3838—2002 Ⅲ类外,其余河段水质均为 GB 3838—2002 Ⅱ类;河口两岸平原大部分河段水质要求为 GB 3838—2002 Ⅲ类及以上,杭嘉湖平原少部分河段水质允许为 GB 3838—2002 Ⅳ类。

根据《关于印发浙江省近岸海域环境功能区划(调整)的通知》,钱塘江河口段老盐仓断面水质执行 GB 3097—1997,海宁袁花镇与上虞连线以西的 882 km²海域水质保护目标为 GB 3097—1997 Ⅲ类,下

游河口段水质保护目标为 GB 3097—1997 Ⅰ类。此外,上虞、海盐近岸部分海域水质保护目标为 GB 3097—1997 Ⅳ类,余姚、慈溪近岸部分海域水质保护目标为 GB 3097—1997 Ⅱ类。

1.2 评价方法

钱塘江河口段老盐仓以上干流因水质资料比较系统、完整,水质评价采用单向指标评价、综合污染指数评价与水质指标污染分担率(用以确定污染水体的主要污染物及其来源)相结合的方法^[2]。老盐仓以下干流与两岸平原河网水质评价均采用单向指标评价法。

2 结果与讨论

2.1 河口段干流富春江电站以下至老盐仓以上断面水质

2001—2008 年河口段富春江电站以下至老盐仓以上断面水质类别变化见表 1。水质综合污染指数变化见表 2。由表 1 可见,2001—2008 年该断面水质总体以 GB 3838—2002 Ⅲ类为主,但渔山、袁浦与猪头角断面有些年份水质多次达 GB 3838—2002 Ⅳ类。由表 2 可见,2001—2008 年,该断面水质综合污染指数为 2.0~4.0(水质综合污染指数≥2.0 为严重污染,表明有相当部分水质指标超标数倍或数十倍),表明与《水功能区划》的要求相比,各断面水质普遍超标。从时间上看,大部分断面的水质综合污染指数总体上呈现先升高后降低趋势;从空间上看,渔山、袁浦、猪头角断面有些年份水质多次为 GB 3838—2002 Ⅳ类,说明这些断面在某些年份容纳的污染物质相对较大。

2001—2008 年河口段富春江电站以下至老盐仓以上断面水质指标污染分担率(除 DO 外)变化见表 3。由表 3 和水质单向指标评价可知,该断面水质指标污染分担率主要集中在 NH₄⁺-N 和 TP,2 者分担率之和约为 36.7%~45.5%,且 2 个单项指标均未达到《水功能区划》的要求;水质指标污染分担

表 1 2001—2008 年富春江电站以下至老盐仓以上断面水质类别变化¹⁾

水质监测站	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
窄溪	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
鹿山	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ
富阳	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
渔山	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅱ
袁浦	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ
闸口	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ
七堡	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
猪头角	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ

表 2 2001—2008 年富春江电站以下至老盐仓以上断面水质综合污染指数变化

水质监测站	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
窄溪	2.33	2.44	2.46	3.52	2.54	2.65	2.24	1.98
鹿山	3.63	2.51	2.43	2.70	2.80	2.64	2.47	2.97
富阳	2.75	2.29	2.36	2.33	2.75	2.39	2.29	2.32
渔山	2.56	2.37	2.43	2.31	2.95	2.62	2.43	2.57
袁浦	2.05	2.57	2.39	2.83	2.69	2.60	2.24	2.29
闸口	2.22	2.66	2.47	2.98	2.68	2.60	2.45	2.32
七堡	3.06	3.48	3.11	3.44	3.61	3.39	3.01	2.79
猪头角	3.13	3.55	3.26	3.63	3.59	3.40	2.95	2.90

表 3 2001—2008 年富春江电站以下至老盐仓以上断面水质指标污染分担率变化 %

年份	高锰酸盐指数	BOD ₅	NH ₄ ⁺ -N	TP	砷	汞	镉	六价铬	铅	氰化物	挥发酚
2001 年	16.7	16.0	25.4	19.5	2.1	11.8	0.8	2.0	0.8	0.4	8.3
2002 年	15.2	13.6	20.5	24.2	2.4	11.2	2.7	1.7	1.8	0.4	7.4
2003 年	16.0	14.8	18.6	23.9	2.0	11.6	1.7	1.5	1.7	0.4	7.8
2004 年	16.1	13.9	20.9	24.6	2.2	10.4	1.6	1.4	1.3	0.4	7.2
2005 年	17.3	15.1	20.8	23.5	2.0	9.9	1.7	1.4	1.3	0.4	6.9
2006 年	18.3	17.6	19.7	20.6	2.8	8.8	1.8	1.5	1.4	0.4	7.3
2007 年	19.8	15.8	18.0	18.7	2.7	11.1	1.8	1.7	1.6	0.4	8.6
2008 年	21.1	16.0	21.1	20.5	1.7	4.9	3.0	1.6	2.3	0.4	7.8

率其次为高锰酸盐指数和 BOD₅, 2 者分担率之和约为 28.8%~37.1%, 但 2 个单向指标可满足《水功能区划》的要求。

2001—2008 年河口段富春江电站以下至老盐仓以上断面 DO 浓度的变化趋势见表 4。由表 4 可见, 各监测站的 DO 浓度总体上呈现出下降趋势, 2001—2003 年各监测站 DO 平均浓度均满足 GB 3838—2002 II 类标准(≥ 6 mg/L), 2004—2008 年渔山、袁浦、闸口、七堡、猪头角监测站的 DO 平均浓度下降为 GB 3838—2002 III 类标准(≥ 5 mg/L)。另经 2008 年 8 月 25 日与 2009 年 9 月 20 日各监测站的临时 DO 浓度监测结果来看, 除窄溪与鹿山外, 下游各站位的 DO 浓度全部低于 GB 3838—2002 III 类标准, 渔山、袁浦、闸口甚至只达 GB 3838—2002 V 类标准(≥ 3 mg/L)。

一般认为, 有机物的耗氧降解是造成河段 DO 降低的主要原因^[3]。但根据河口段富春江电站以下至老盐仓以上断面 8 年来的水质监测数据分析表明, 表征有机物浓度的水质污染指标 COD 和 BOD₅

在该河段水体中的浓度并不高。因此, 河口段渔山至闸口断面 DO 较低的原因还有待查明。

总体来说, 钱塘江河口段富春江电站以下至老盐仓以上断面的水质状况较好, 以 GB 3838—2002 III 类为主, 但大部分河段仍没有达到《水功能区划》的要求(GB 3838—2002 II 类标准)。2001—2008 年, 该断面主要的污染物超标项目为 NH₄⁺-N 和 TP, 其次为高锰酸盐指数和 BOD₅。同时, 该断面的 DO 浓度总体呈现下降趋势, 应引起关注。

2.2 河口段干流老盐仓以下至金山以上断面海水水质

2001—2008 年河口段干流老盐仓以下至金山以上断面海水水质变化见表 5。由表 5 可见, 2001—2008 年该断面的海水水质总体较差, 各年份均劣于 GB 3097—1997 IV 类。从主要污染因子来看, 无机氮浓度除个别年份略有波动外, 总体呈现缓慢降低的趋势; 活性磷酸盐浓度在 2001—2004 年逐年升高, 2005—2008 年总体呈缓慢降低趋势; COD 浓度在各年份波动较大, 2001—2005 年总体呈降低

表 4 2001—2008 年河口段富春江电站以下至老盐仓以上断面 DO 质量浓度变化 mg/L

水质监测站	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
窄溪	6.10	7.12	7.35	5.24	7.24	6.79	6.98	7.24
鹿山	8.98	8.80	8.61	7.17	8.14	7.11	7.48	8.55
富阳	7.20	7.99	8.04	7.08	7.27	6.92	6.50	7.11
渔山	7.24	7.96	8.34	5.86	6.26	4.95	4.52	6.14
袁浦	6.33	6.54	7.38	4.80	5.52	3.98	5.41	5.77
闸口	6.80	6.68	7.61	5.23	6.26	4.85	5.59	5.53
七堡	6.61	6.56	7.60	5.53	6.14	5.56	6.14	5.73
猪头角	6.65	6.69	7.71	5.72	6.26	5.59	6.25	5.73

表 5 2001—2008 年老盐仓以下至金山以上断面海水水质变化

年份	无机氮 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	活性磷酸盐 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	COD ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
2001 年	2.57	0.044 0	2.50
2002 年	1.52	0.058 0	3.42
2003 年	1.45	0.062 0	1.98
2004 年	1.40	0.095 0	2.22
2005 年	1.34	0.046 0	1.54
2006 年	1.32	0.048 0	3.20
2007 年	1.55	0.042 6	2.38
2008 年	1.31	0.042 9	3.21

趋势,而 2006—2008 年总体呈升高趋势。

《2008 年浙江省海洋环境公报》表明,杭州湾生态系统连续 5 年均处于不健康状态,水环境状况处于亚健康状态,主要污染物为无机氮和活性磷酸盐,水体呈严重富营养化状态,氮磷质量比失衡。这是由于长江、钱塘江径流每年携带大量营养盐等污染物进入杭州湾海域,致使其水体长期处于严重富营养化状态。

2008 年 8 月 25 日和 12 月 24 日,笔者对老盐仓以下至金山以上断面进行了临时海水取样与水质监测分析,其中 8 月 25 日在潮水落急时刻于每个监测点取 1 个样,12 月 24 日在涨急、高平、落急、低平 4 个时刻于每个监测点取 1 个样。2008 年 8 月 25 日的水质分析结果显表明,COD 浓度的空间差异很大,曹娥江口至澉浦断面的 COD 浓度很高,基本满足或超过 GB 3097—1997 IV 类标准,而其上下游断面 COD 浓度相对较低,基本满足 GB 3097—1997 I~III 类标准;各监测点活性磷酸盐浓度均较高,均超过 GB 3097—1997 IV 类标准;无机氮浓度呈现出上游高、下游低的特点,曹娥江口及其以上断面基本满足或超过 GB 3097—1997 IV 类标准,尖山围垦断面满足 GB 3097—1997 II 类标准,而澉浦至金山断面满足 GB 3097—1997 I 类标准。2008 年 12 月 24 日的水质测验结果表明,各监测点 COD 基本满足 GB 3097—1997 I 类标准,且总体上各个时段的浓度比较接近;活性磷酸盐在各个时刻均超过 GB 3097—1997 IV 类标准,且各监测点浓度差异明显;各监测点无机氮浓度为 GB 3097—1997 III 类、IV 类标准,或超过 IV 类标准,涨急时刻水质明显劣于其余时刻。说明因受多种因素影响,河口段干流老盐仓以下至金山以上断面的海水水质日变化幅度很大,随机性较强。

2.3 两岸平原河网水质

根据 2005—2008 年《宁波市水资源公报》,2005

年以来,宁波市河网水质呈现出持续下降趋势,水质为 GB 3838—2002 V 类或劣 V 类的断面占 82%~95%,其中 2007 年的水质最差。

近年来,随着水环境治理力度的不断加大,嘉兴市的一些水质污染指标的平均浓度有所下降,但大部分地表水水质仍劣于 GB 3838—2002 V 类标准, NH_4^+-N 、TN 是主要的超标项目。2006—2008 年嘉兴市的水质监测资料表明,TN、TP 浓度均超过 GB 3838—2002 V 类标准;每年的 TN、TP 浓度波动呈现一定规律性,总体来说,每年雨季期间(5~9 月)的 TN、TP 浓度相对较高,而在秋、冬季期间(9~11 月)均出现明显的下降趋势。

绍兴、杭州市水质的总体情况是西侧山区水质较好,能够满足《水功能区划》的相应要求,而东侧平原河网和流经城镇的河段水质污染仍较严重,如绍兴平原河网和杭州下沙河网的水质基本为 GB 3838—2002 V 类或劣 V 类,特别是 NH_4^+-N 的超标倍数较大。

由此可见,河口段两岸平原河网水质较差,大部分河段水质为 GB 3838—2002 V 类或劣 V 类。这一方面给该地区的水资源利用和水生态环境带来了不利影响,另一方面大量的两岸平原河网水体通过排涝闸进入钱塘江河口段,也给河口段干流水体造成了较大的负担。

3 河口段水环境保护对策

综上,钱塘江河口段水资源利用与水环境保护的形势非常严峻。为此,综合采取多种措施加强水环境保护工作,对钱塘江河口段的水资源可持续利用具有现实意义。

3.1 加强水质监测,确保饮用水水源地安全

闻家堰至南星桥河段是杭州市的饮用水水源地,也是钱塘江河口段水资源配置的主要出水口,因此保护该河段水质安全的重要性不言而喻。按《水功能区划》要求,该河段水质执行 GB 3838—2002 II 类标准,禁止建设排污口。但相关研究表明,由于径流下泄冲刷和潮流上溯的作用,其上游富阳河段和下游四堡、七堡的点源污染在一定水力条件下均会向该河段输移扩散,对水质产生一定影响^[4]。目前,该河段上游有袁浦水质监测断面,下游有闸口水质监测断面,实行 2 月 1 次的水质监测。建议有关部门根据河口段的水质变化特点,另行制定常规和长历时的监测方案,并要建立钱塘江河口段水环境质量数据库,为水环境综合管理提供及时高效的信

息和技术支撑服务。

3.2 建立污染源监控系统,加强水环境监管力度

河口段污染源包括上游富春江电站泄水携带的污染和两岸平原河网注入的点源、面源污染。点源包括污水处理厂出水和大型排污企业废水,面源以支流(闻家堰以上)、排涝闸(闻家堰以下)2种形式排入。点源、面源污染负荷的增加,已成为钱塘江河口段干流水质恶化的主要原因。建议相关部门近期与相关地市县联合,建立点源、面源排放登记制度,包括排放位置、排放量、排放时间及主要污染物的排放浓度。远期应建立污染源的实时监控系統,加强对违法排污行为的监管力度。

3.3 结合区域发展需求,合理调整水环境功能区划

随着钱塘江河口段社会经济的持续发展,河口段纳污总量增加和排污口下移集中的趋势不可避免。因此,应尽可能提高点源排放标准。然而,河口段尖山至激浦断面的现状水质与相关要求差距还较大,不能适应环杭州湾产业带进一步发展的需要。建议有关部门尽快开展近岸海域环境功能区划调整方案研究,以便更好地理顺资源开发利用与环境保护的关系。

3.4 核定纳污能力,明确地方减排要求

河口段因受径流、潮汐及地形等众多因素影响,水质变化复杂,与之相对应的,其纳污能力也是个时变量。建议尽早开展河口段纳污能力的核定工作,根据时空变化特点和河口段行政区划等情况,进行纳污能力区域分配,并结合污染源测算结果,明确河口段各个行政区域的污染物减排要求。

3.5 倡导流域综合管理,提高公众参与度

钱塘江河口段是钱塘江流域与外海的连接点,因此将其水环境保护范围局限于河口段自身显然是不够的,还有赖于上游流域与外海边界的水环境状况。因此,只有实行全流域综合管理,并制定相应的水环境保护计划和方案,才能实现河口段的水环境保护目标。

此外,钱塘江河口段尖山河湾至口门断面的水质深受长江口排出的污染物影响,这种流域间的污染物转移现象应引起相关部门的重视。应从国家层面加大全国主要流域的水环境治理力度,并制定流域间污染物转移的处置法则。

4 结 语

加强钱塘江河口段的水环境保护,既要从干流本身着手,还需向两岸平原河网和连接流域入手,实行全流域的水环境保护计划,才能保障河口段水质

源的可持续发展需要。

参考文献:

- [1] 尤爱菊,韩曾萃,张扬波,等.钱塘江河口水资源供需分析及有效利用对策[J].水利学报,2007(S1):341-398.
- [2] HJ/T 2.3—93,环境影响评价技术导则 总则[S].
- [3] 罗家海.珠江广州河段局部水体溶解氧低的主要原因分析[J].环境科学研究,2002,15(2):8-11.
- [4] 尤爱菊,于普兵.钱塘江河口水资源调度对枯季水质的影响研究[C].北京:水利水电出版社,2009.

编辑:卜岩枫 (修改稿收到日期:2010-03-10)

(上接第84页)

以计算出当前生产水平下实施清洁生产和末端治理后对污染物产生量和排放量的削减率,又可以预测中长期行业实施清洁生产和末端治理后削减污染物产生量和排放量的潜力。

(3) 通过污染物排放削减潜力分析的初步研究,不仅从宏观层次上说明了实施清洁生产和末端治理技术的积极意义,而且计算出不同经济发展模式下污染物产生量和排放量的削减量,为行业或区域污染物总量的指标分配和总量控制方案的制定提供参考依据。

参考文献:

- [1] 王鑫,安海蓉,傅德黔.二氧化硫减排思路分析[J].环境保护,2008(22):4-6.
- [2] HJ/T 427—2008,清洁生产标准 钢铁行业(高炉炼铁)[S].
- [3] 国家环境保护局科技标准司.工业污染物产生和排放系数手册[M].北京:中国环境科学出版社,1996.

编辑:陈泽军 (修改稿收到日期:2009-12-10)

天津投放 130 万尾净水鱼保护城市水源地

2010年5月4日,天津市水务局联合蓟县水产局在于桥水库放养130万尾鲢鱼、鳙鱼、鲫鱼等净水鱼类,以抑制于桥水库水草生长,改善城市水源地水生态环境,丰富于桥水库渔业资源。

天津市水务局和蓟县水产局2009年投放957万尾鱼苗,为了加强于桥水库水资源保护,继续实施“以鱼保水”的治理措施,2010年计划投资100万元,分3个阶段向于桥水库投放855万尾鱼苗。

本次活动为第一阶段投放活动,第二阶段投放活动将于6月中下旬进行,计划放流鲢鱼和鲫鱼共600万尾;第三阶段投放活动将于12月中下旬进行,计划放流鲢鱼和鳙鱼共125万尾。

此次投放的鱼种均为净水鱼类,每天可消耗掉大量的水草和浮游物,既能有效抑制水草生长,又可以防止水中浮游生物过量繁殖、污染水质。此时期放流,水温合适,气温合适,正好处在休渔期,便于管理,能够有效维护于桥水库水生态系统平衡。

(摘自《新华网》2010-05-04)

