

引滦输水污染物特征及对于桥水库水质影响分析

傅建文, 张庆强, 王立亚, 颜坤

(天津市水文水资源勘测管理中心, 天津 300061)

摘要:通过对引滦输水期及非输水期的引滦沿线水体污染物特征研究,对水体中悬浮物、总氮、总磷等污染物进入于桥水库对水库水环境质量产生的影响进行分析,得出对于桥水库水环境产生的影响主要为营养元素总氮、总磷,其主要来源于引滦输水的上游水库。悬浮物及重金属在引滦沿线水体中含量较大,主要来源于沿线两岸的尾矿,但进入于桥水库前沉积量较大,对水库水环境影响较小。结合本研究结论对引滦输水沿线及于桥水库水环境的管理工作提出了建议。

关键词:水污染;总氮;总磷;悬浮物;引滦输水;于桥水库

中图分类号:X824

文献标识码:A

文章编号:1672-643X(2014)05-0151-04

Characteristics of pollutant in Luanhe-Tianjin water diversion and its impact on water quality of Yuqiao reservoir

FU Jianwen, ZHANG Qingqiang, WANG Liya, YAN Kun

(Tianjin Survey and Management Center of Hydrology and Water Resources, Tianjin 300061, China)

Abstract: The paper studied the characteristics of water pollution in Luanhe – Tianjin water diversion and analyzed the influence of the pollutants such as suspended matter, total nitrogen, total phosphorus on the water quality of Yuqiao reservoir. The result showed that the main nutrition elements that affect the water environment of Yuqiao reservoir are total nitrogen and total phosphorus which come from the upstream reservoir of Luanhe – Tianjin water diversion project. The content of Suspended matter and heavy metals is large in water body along the line of Luanhe – Tianjin which mainly comes from the sides of the tailings, but the deposit amount is greater before entering Yuqiao reservoir and little influence on reservoir water environment. According to the conclusion of the study, the paper put forward some suggestion for water environment management along Luanhe – Tianjin water diversion project and Yuqiao reservoir.

Key words: water pollution; total nitrogen; total phosphorus; suspended substance; Luanhe-Tianjin water diversion project; Yuqiao reservoir

目前国内外调水工程已建设超过300座,我国已建设输水工程也达到了20余座,为城市的生产生活用水提供了最大的保障。在经济建设受益的同时,输水工程引起的水环境问题越来越受到人们关注,随着污染物进入水体的量不断加大,输水沿线水体情况及输水对存储水库的水质影响问题成为关注的重点^[1-2]。

于桥水库是我国最早的输水工程之一,是天津市引滦输水工程的中储水库,担负着接收潘家口-大黑汀水库输水,并向天津市内输水的重要饮用水水源地,其水环境质量好坏直接影响天津市民的生

产生活。

近年来于桥水库水质常年为V类,水体中总氮是唯一的定级参数,水库综合营养指数已接近轻度富营养水平。特别是最近一、二年的个别月份,在水库北岸浅水区和几个入库口的局部区域已发生轻微水华,表明水库已呈现富营养化症状^[3-4]。

于桥水库水源主要来源于引滦输水,小部分来源于其它中小河流汇入及降水等。2012年天津市累计从潘家口水库调水4.0亿m³。至输水结束于桥水库蓄水量为2.9亿m³。而2012-2013年以来于桥水库蓄水量基本保持在2亿m³以上,于桥水库

收稿日期:2014-03-27; 修回日期:2014-05-15

基金项目:天津市水务局科技计划项目(KY2013-13)

作者简介:傅建文(1968-),男,天津市人,本科,高级工程师,主要从事水环境分析工作。

通讯作者:张庆强(1982-),男,天津市人,硕士,工程师,主要从事水环境监测工作。

起到引滦输水中转站作用,水库水体置换较频繁,水库水环境质量受输水水质影响较大。

1 非输水期间引滦沿线污染物特征

1.1 黎河水体污染物特征

引滦非输水期间,黎河河道来水主要为黎河支流,黎河沿线较大支流有炸糕店支流、高各庄支流、崔家庄支流、西山桥支流、龙湾桥支流^[5]。据其下游前毛庄水文站数据,非输水期间年平均流量为 $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$,全年入果河水量约为 0.25 亿 m^3 左右。监测结果表明:非输水期间,黎河主要靠各支流汇流,水质为劣V类,主要污染物为总氮,黎河桥断面总氮含量在 $6.64 \sim 10.4 \text{ mg/L}$,水体中总氮含量高于引滦输水期间,主要受面源等污染源影响。但水体清澈、水中悬浮物含量低,在 $4 \sim 10 \text{ mg/L}$ 之间。水中总氮主要为硝酸盐氮,硝酸盐占总氮的比值为90%。由于全年输水原因河道受冲刷严重,河道中缺乏水生植物,对水体中氮的利用率低,吸收量小。

1.2 沙河水体污染物特征

沙河是于桥水库汇水支流之一,源头在遵化市境内,于蓟县汇入果河。由于遵化市的城市生活污水、加工业和工矿业等污水的排放影响,该河道已形成水体连续的河道污水库^[6]。受上游般若院水库和遵化市区西二环南路东沙河橡胶坝的拦截,沙河水平口多年平均流量为 $1.99 \text{ m}^3/\text{s}$,略大于黎河非输水期间流量,全年入果河水量约为 0.60 亿 m^3 。

由于受遵化市入河污水、流域面源及河道网箱养殖的影响^[7],沙河入果河断面水体中氮含量高于黎河,监测期间总氮浓度范围在 $8.23 \sim 13.0 \text{ mg/L}$ 之间,平均浓度在 11.5 mg/L ,比黎河桥断面高23%~31%,以至于果河桥断面水体中总氮含量高于黎河入果河断面。由于水流缓慢,沙河桥断面水体悬浮物含量低,浓度范围在 $4 \sim 25 \text{ mg/L}$ 之间。

2 引滦输水期沿线污染物特征

2.1 断面设置及样品采集

引滦输水是间歇式输水,本文研究2013年引滦输水的第一次输水,输水期为5月10日至6月30日,距上次输水期间隔时间约为5个月,受沿线两侧影响河道内沉积物较多,输水量较大,流速快,水流对河道的冲刷污染物进入水体产生影响比较明显,且输水时段为于桥水库藻类生长变化明显期,输水对于桥水库水体的变化较明显,因此选取本次输水期来研究,监测断面设置如图1。



图1 引滦沿线及于桥水库监测断面设置

在引滦输水期间,输水初期5月11、14日,输水中期6月4日,输水后期6月17日对输水沿线进行4次取样。输水期间隧洞出口断面水质清澈,略带少许鱼腥味。输水初期,受水流冲刷影响,河道内沉积物大量进入水体,水体出隧洞后逐渐浑浊,水中悬浮物含量开始增高。输水中期沿线水体浑浊度明显改善,输水稳定期及后期水质已转清。

2.2 输水期总氮的特征

引滦输水期间,入津滦河水首先经过河北省迁西县的滦河、黎河分水岭,经过 12.4 km 的输水隧洞,出隧洞后流入河北省遵化市境内黎河干流至于桥水库^[8]。由于大黑汀水库至隧洞出口全程为封闭隧洞,水体受外界污染物影响较小,水质应与大黑汀引滦输水出口水质相近,水体尚清,水体中悬浮物含量低。从图2所示监测结果来看,输水初期总氮含量从隧洞出口处至果河桥有明显增高趋势,输水中、后期水体中总氮含量各断面变化不明显。说明沿线汇入水体及区域总氮的排入量相对于输水水体中总氮含量要小很多,因此可以说在大水量输水的情况下,水中总氮主要来源于大黑汀水库。输水前期总氮的含量受河道原有水质及底质影响较大。此次引滦输水各监测断面水质总氮均为劣V类,浓度范围为 $4.33 \sim 7.41 \text{ mg/L}$ 之间。

由图3中各断面硝酸盐与总氮的比值呈现稳定比例关系,且随输水过程比值逐渐缓慢上升,说明该河段有机氮在逐渐分解为氧化态氮,水体已转向自净。但由于输水河道缺乏生物量,硝酸盐与总氮的比值上升缓慢,入果河前由占总氮的81.1%升为82.3%。

2.3 输水期总磷的特征

输水过程中水体总磷的含量变化过程为先增后降,图4所示。输水初期与中期水体中总磷的变化情况,可以看出输水中期水体中总磷的变化要比输水初期浮动大。分析可能是沿线面源总磷的汇入^[9],引起水体中总磷上升,至果河桥段水流平缓,

在悬浮物沉降及生物量增加的影响下,总磷的含量又降低。由此可以看出引滦水体中总磷的含量受到

输水源头大黑汀水库水质及引滦沿线的含磷污染物汇入的共同影响。

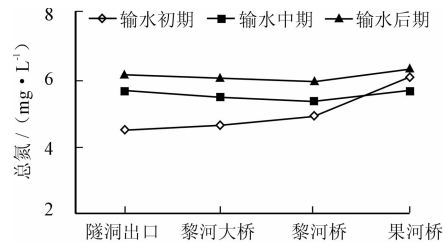


图 2 引滦输水期总氮的变化特征

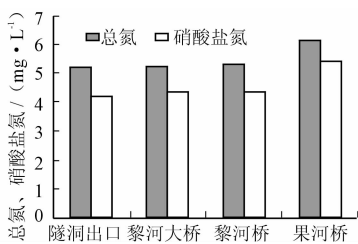


图 3 引滦输水期总氮和硝酸盐氮的含量关系

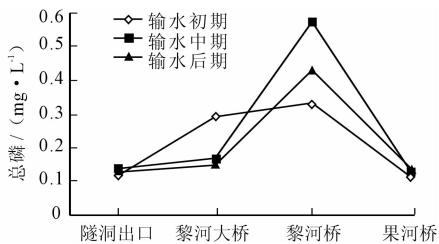


图 4 引滦输水期总磷变化特征

2.4 输水期悬浮物特征

隧洞出口水体中悬浮物含量较低,至遵化黎河段水流速较快,河床底质受到扰动,大量沉积物进入水体,使得水体中悬浮物开始大量增加,至汇入果河前黎河桥断面达到最大值。如图 5 所示输水过程悬浮物变化情况,在输水初期,黎河桥断面悬浮物高达 693 mg/L,是隧洞出口处的 115 倍;经过 20 d 的输水,进入输水中期,水体中悬浮物含量趋于稳定,黎河大桥断面在 33 mg/L 左右,较输水初期下降 90%;黎河桥段面在 100 mg/L 左右,较输水初期下降 80%;果河桥断面悬浮物含量变化不大,在 30 ~ 47 mg/L 之间,说明悬浮物主要沉降于果河桥与黎河桥之间。

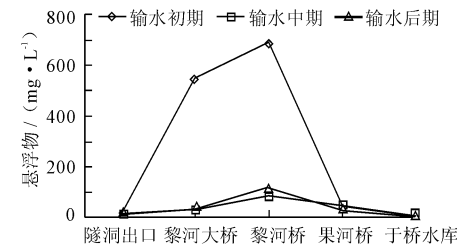


图 5 输水期引滦沿线悬浮物浓度变化特征

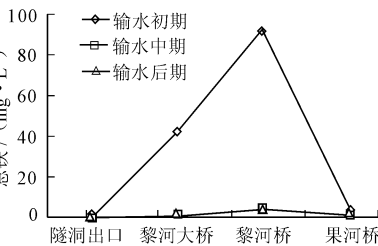


图 6 输水期总铁、总锰浓度的变化特征

2.5 输水期总铁、总锰特征

由监测结果分析,输水期间隧洞出口总铁平均浓度为 0.22 mg/L,总锰平均为 0.10 mg/L,输水期全过程中总铁、总锰的含量变化较小。总铁和锰的含量从隧洞出口处至黎河桥断面开始上升,在黎河桥断面达到最高值,后至果河桥断面急剧下降。

从图 6 可以看出,引滦输水中铁锰的变化主要以输水初期为主,输水初期总铁最高值达 91.68 mg/L,超过标准 305 倍。总锰为 1.46 mg/L,超过标准 14 倍。输水中、后期水中总铁和锰含量变化不明显。从图中可以看出总铁、总锰在总的输水期间变化趋势相近,在引滦沿线相同的监测点呈现相近的规律。

由输水期水中悬浮物、总铁、总锰在输水期间的变化情况(图 7),可以看出 3 者间变化规律相近,总铁和锰随水体中悬浮物的增加而增高,且最高点均出现于黎河桥附近。结合引滦沿线流经两岸实际情况^[10],以及监测点的设置(黎河大桥在遵化市南),引滦输水由隧洞出口流经遵化市,受其钢铁、选沙等工业影响,水体中悬浮物可能会含有铁矿碴,尾矿砂堆积的灰尘等,因此引起水中总铁、总锰含量增加。

3 输水期于桥水库水环境变化情况

引滦入津工程投入使用后,于桥水库不仅接纳本流域来水、接纳滦河来水,同时还担负向市区供水任务。于桥水库的蓄水量受两大水系及输出水的影响,于桥水库的水质随输水变化呈明显变化^[11]。

3.1 于桥水库蓄水量情况

本次引滦输水从 5 月初开始至 6 月末历时两个月左右,输水 2.37 亿 m³,从图 8 可以看出,于桥水库在输水期间蓄水量持续增加,但因为于桥水库在接收输水同时又向市区供水,显示出水库蓄量变化不大。但因为引滦输水入于桥水库位于库东,而于桥水库向市区供水水闸位于库西,因此可以说于桥水库水体置换量很大。

3.2 于桥水库总氮、总磷变化情况

由图 8 中看,引滦输水开始前水体中总氮含量很高,总磷含量很低,氮磷比很高,为 259:1,结合水库藻类生长变化趋势,可以看出在输水初期制约藻类生长的营养因素以总磷为主。图 8 中总磷、总氮与藻细胞密度变化趋势可以看出,随着引滦输水进入,于桥

水库水体得到置换,水体中总磷含量随之增加,氮磷比在减小,因此促进了藻类的生长。同时藻类的生长消耗了水中氮的含量,由此出现水体中总磷与藻类上升,总氮急剧减小的变化趋势。

6月末7月初,引滦输水结束,随着水体中总磷的补充停止,氮磷比达到一个最低点,为17:1。这种水环境中氮磷含量是藻类生长的适宜环境,因此藻类大量繁殖,由图8中看出藻细胞密度在这段时间呈明

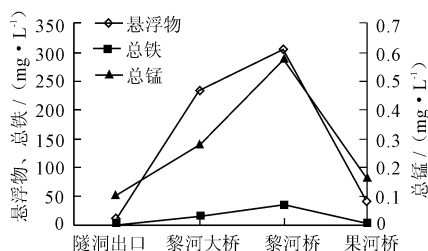


图7 输水期悬浮物、总铁、总锰关系

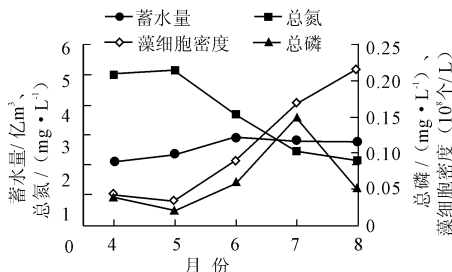


图8 蓄水量、藻类与水体中氮、磷含量关系

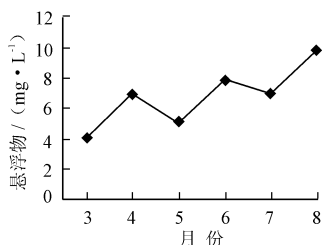


图9 于桥水库水体中悬浮物变化

4 结 语

综合引滦沿线及于桥水库的污染物研究成果,可以得出以下结论:

(1)非输水期引滦沿线沙河、黎河的污染物含量较高,但由于流量较小,全年汇入量约为0.85亿 m^3 ,而于桥水库常年蓄水量超过2亿 m^3 ,全年输水量大于4亿 m^3 ,因此非输水期汇入水库的污染物含量对水体水质影响不大。

(2)于桥水库水质主要受引滦输水的影响,引滦输水中总氮主要来源于潘家口-大黑汀水库,总氮含量劣于V类,引滦沿线总氮的汇入量相比引滦输水中总氮的含量要小。引滦输水中总磷的含量受沿线污染物汇入影响较大。

(3)结合于桥水库的藻类监测,于桥水库水体中制约藻类生长的营养元素为总磷。而从输水期于桥水库水体中总磷、总氮变化规律来看,总磷的主要来源为引滦输水。

(4)引滦输水沿线中悬浮物及总铁、总锰的含量变化主要受引滦沿线的铁矿尾矿、选砂等工业污染,水体中三者含量关系呈正比。结合悬浮物的沉降变化特征,引滦输水中悬浮物、总铁、总锰三者进入库前果河桥断面附近沉降较多,达到80%以上,水体中三者含量对于桥水库水质影响不大。

结合以上研究结论,针对引滦沿线及于桥水库水环境保护工作提出以下几点建议:

(1)针对引滦沿线的总氮、总磷污染物来源,应加强引滦输水源头潘家口-大黑汀水库的水环境保

显上升趋势。而随藻类在生长过程中对总磷、总氮的消耗,就出现图中总磷、总氮持续下降现象。

3.3 于桥水库悬浮物、总铁和总锰的变化情况

于桥水库水体中悬浮物受引滦输水影响有所上升,但变化不明显。图9水体中悬浮物含量由5~6月末引滦输水结束,水体中悬浮物含量在5~8 mg/L 间变动。于桥水库水体中总铁、总锰含量均在检出限附近,水体受引滦输水影响较小。

护工作,减少水库中网箱养殖。

(2)对引滦输水沿线的悬浮物污染来源,应加强沿线的工、矿等企业管理工作,减少污染物的汇入。

(3)结合引滦沿线悬浮物的沉降特征,建议开发于桥水库的前置库工程,既能控制悬浮物的沉降,又可选择相应的水生植物消耗水中营养物质,减少入库量。

参考文献:

- [1] 张晨.长距离调水工程水质安全研究与应用[D].天津大学,2008.
- [2] 张瑞丽.引黄济青输水沿程水质变化及对策研究[D].青岛:青岛理工大学,2011.
- [3] 郑丽娜,程君敏,温圣宇.于桥水库水源地污染状况及对策[J].海河水利,2008,6(5):16-17.
- [4] 金丹越,黄艳菊.天津于桥水库主要环境问题及其防治对策[J].环境科学研究,2004,11(S1):77-79+85.
- [5] 黄立洪,孙翔宇,程强,等.黎河支流污染治理措施探讨[J].水利技术监督,2011,19(2):55-57.
- [6] 温圣宇,张鹏,王欣然.沙河水环境污染情况浅析[J].科技致富向导,2011(1):262.
- [7] 胡晓芳.于桥水库水源地重金属污染研究[C]//.2012中国环境科学学会学术年会论文集,2012.
- [8] 孙秀英,苏昌永.引滦工程沿线存在的水环境问题与治理对策[J].水利水电技术,2001,32(8):58-60+63.
- [9] 杨丽敏,樊建超.黎河水质变化分析及污染防治对策探讨[J].海河水利,2010,8(4):23-25.
- [10] 李得清,李东坡,李东娜.论引滦入津工程黎河输水段的水环境问题[J].中国城市经济,2010(9):268.
- [11] 李玉英,侯任合.于桥水库富营养化趋势及成因[J].水利水电技术,2001,32(8):61-63.