

文章编号: 1672-3031(2009)04-0311-05

南水北调中线北京段应急工程的输水水质预测及保护对策

赵 蓉, 李振海, 祝秋梅

(中国水利水电科学研究院 水环境研究所, 北京 100044)

摘要: 南水北调中线北京段应急工程拟缓解中线全线通水前北京市的用水问题。该段工程为管涵输水渠道, 全长 80.3km。全封闭式管涵输水可以确保水质不受外部环境的污染, 但封闭管涵造成的厌氧状态也可能导致一些水质问题。本文类比调查管涵长 75km 的北京市密云水库至第九水厂的输水管涵水体, 对北京段应急工程的管涵输水水质进行了预测研究, 并对其相关的一些水质影响问题进行了分析, 在此基础上提出了应急工程输水水质的保护对策及建议。

关键词: 南水北调中线; 调水工程; 封闭管涵; 输水水质

中图分类号: TV68; X52

文献标识码: A

1 问题提出

南水北调中线工程是一项特大调水工程, 其兴建对缓解京津及华北地区的水资源紧张、改善供水区生态环境、促进地区经济社会可持续发展具有重要战略意义。中线工程北京段是中线输水干渠的末端部分, 负责将中线调水输送至北京市区。该段渠道位于山前倾斜平原带, 穿越北京市房山、丰台、海淀 3 区, 全长 80.3km。为保证输水水质、减少拆迁占地等影响, 全线基本采用管涵方案。

近年来, 由于北京及华北平原连续干旱, 城市缺水形势日趋严峻, 水源不足威胁着首都的发展。为保障在南水北调中线全线贯通前的北京市用水问题, 北京市拟在中线调水实现之前, 先利用中线河北与北京段输水干渠, 从河北省王快、西大洋、岗南和黄壁庄等水库向北京应急调水。因此, 北京段输水干渠成为中线工程最早开工的一段。

确保水质是调水工程最重要的任务之一, 也是工程环境影响评价中最关注的问题。北京段渠道除终点入团城湖前有一段 800m 的明渠外, 其余均为全封闭式管涵输水, 此种输水方式可以确保水质不受外部环境的污染, 但同时封闭管涵造成的厌氧状态也可能导致一些其它的水质问题。因此, 预测和评价输水水质并提出保护对策和措施, 对南水北调中线工程北京段应急工程的水环境保护具有重要现实意义, 同时对其它类似工程也有参考价值。

2 应急工程概况

2.1 工程概况 南水北调中线工程北京段, 起点位于北京市南部与河北省相接的北拒马河中支南岸, 终点为北京市团城湖。渠道自南而北跨越房山、丰台、海淀 3 个行政区, 全长 80.3km, 工程地理位置见图 1。

工程主要包括以下建筑物: 北拒马河暗渠(长约 1.7km)、惠南庄泵站(长约 0.16km)、加压管道(长约 57.1km)、大宁调压池(长 0.07km)、永定河倒虹吸(长约 2.6km)、卢沟桥倒虹吸(长约 5.2km)、西四环倒虹吸(长约 12.7km)和团城湖明渠(长约 0.8km)。渠道设计输水流量为 $50\text{m}^3/\text{s}$ 。工程永久占地 80.7hm^2 ,

收稿日期: 2007-12-12

作者简介: 赵蓉(1978-), 女, 江西南昌人, 硕士, 工程师, 主要从事环境影响评价和环境保护问题研究。

E-mail: zhaor@iwhr.com

临时占地 713.5hm², 总投资约 67.8 亿元。

该段渠道在远期中线工程全线通水后, 担负输送长江水的任务; 在近期中线工程尚未全线通水时, 将从河北省调水, 经河北和北京段总干渠为北京地区补充应急水源, 以解决北京市的供水问题及缓解北京市水资源持续紧张状况。

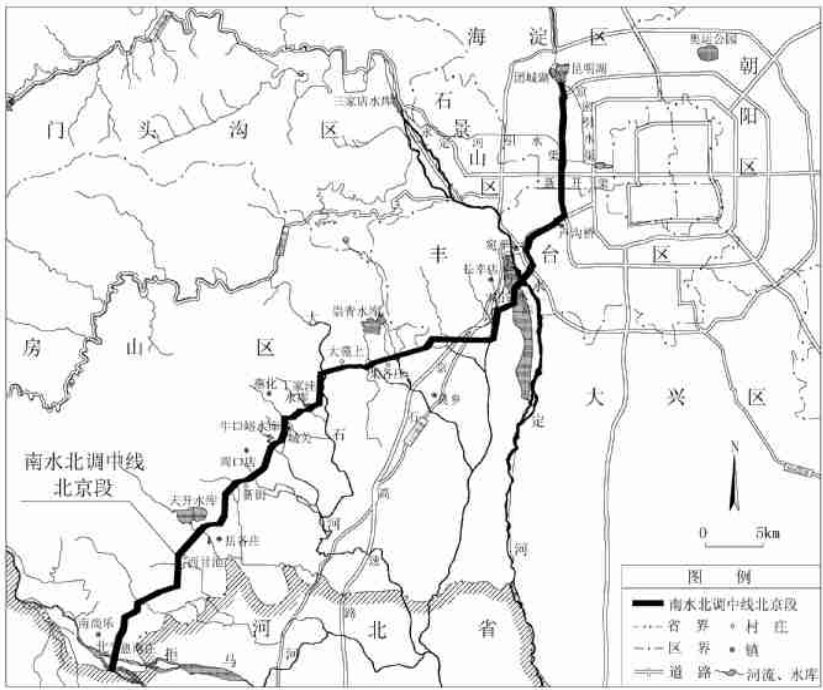


图 1 工程地理位置

2.2 应急水源 应急工程的水源为河北省的王快、西大洋、岗南和黄壁庄 4 座水库。2008 年, 4 座水库在 75%、90%、95% 保证率下的供水总量分别为 10.56 亿 m³、7.00 亿 m³ 和 5.93 亿 m³, 在确保河北省城镇生活和工业用水后, 可向北京市应急供水 7.13 亿 m³、4.36 亿 m³、3.29 亿 m³。

根据河北省石家庄市环境监测中心及保定市环境监测中心对岗南、黄壁庄、王快、西大洋等 4 座水库的多年常规水质监测结果, 4 座水库现状水质良好, 除营养盐类(总氮、总磷)超标外, 其它水质指标均符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 中的 II 类标准。工程通水后, 该 4 座水库将被划为水源地, 对上游污染源进行治理, 加强水库的水质保护和管理。实施这些措施后, 加上河北段输水干渠长距离输水(约 225km) 对水体污染物的降解作用, 预计未来北京段的入境水质将会优于 4 座水库的现状水质。

3 应急工程输水水质的影响预测

3.1 封闭管涵输水对水质的影响

3.1.1 影响分析 全封闭式管涵输水方式对水质存在有利和不利两方面影响。一方面, 管涵埋于地下, 输水与外界环境隔离, 能避免受到外界污水、洪水、降尘、垃圾及人为活动造成的污染, 输水水质有保证; 同时, 管涵输水渗漏和蒸发损失小, 对水量保护有利。另一方面, 封闭式输水将使水体复氧能力减弱。而水体复氧能力减弱对输水水质是否造成影响及其影响程度, 则是本工程长距离管涵输水中需重点评价的问题。

天然水体中, 同时发生着耗氧和复氧两种作用。耗氧作用主要是指耗氧有机物降解时耗氧, 此外还包括水生生物的呼吸、底泥厌氧分解产生的有机酸和还原性气体释放到水体以及废水中还原性物质引起水体耗氧。复氧作用主要是指大气中的氧气向水中溶解以及水生植物(藻类)的光合作用产氧等增加水中含氧量。耗氧作用和复氧作用共同决定了水体中溶解氧的含量和收支平衡。在清洁水体中, 大气

复氧量与水中生物的耗氧量近似相等,溶解氧处于饱和状态。当水体受到有机物的污染后,微生物就会大量繁殖起来。由于好氧微生物比厌氧微生物生长快,好氧微生物首先发展壮大,当发展到一定数量时,它们消耗水中溶解氧的速率有可能超过空气中的氧气向水中溶解的速率(复氧速率)。此时,水中的溶解氧浓度就开始下降,直至接近零,使水体呈现无氧或缺氧状态。在无氧或缺氧状态下,好氧微生物的生长受到抑制,而厌氧微生物大量繁殖起来。同时,水体呈还原状态,有机物分解产生的有机酸及一些还原性气体释放出来,使水质出现恶臭气味。

可见,当水体中的耗氧作用强于复氧作用时,水体会逐渐变成厌氧状态,使水质恶化。而厌氧条件发生的重要条件是水体发生有机污染,致使微生物大量繁殖,消耗溶解氧,破坏溶解氧平衡。

在管涵封闭条件下,由于水体与大气没有接触,复氧能力将减弱(水源水质较好,水体中藻类等水生植物较少,加上管涵封闭,不考虑光合作用产氧),会使水体溶解氧(DO)补给能力下降、水体生化需氧量(BOD_5)环境容量减少,有可能破坏水体溶解氧收支平衡状态。但是,从管涵输水的耗氧作用来讲,由于水源水质良好,有机污染物含量较低(BOD_5 满足Ⅰ类标准,COD基本满足Ⅱ类标准),水体基本无有机污染,加上在实际运行中,北京段渠首处要间歇性的不断加氯去除微生物,可以预见,封闭式管涵输水时的水体耗氧作用也将相对减弱。因此,综合来看,由于输水水源清洁,预计管道封闭输水不会明显改变水体溶解氧收支平衡状态,水体中的溶解氧含量仍能保持较好水平,不会出现厌氧状况。

3.1.2 类比调查 为验证上述分析,采用类比分析法进行了研究。选取的类比监测对象为北京市密云水库至第九水厂的输水管涵水体。该段管涵长度约75km,条件与北京段应急输水工程类似,且运行多年,在水质监测及运行管理方面有关较完备的资料和丰富的经验。

对类比工程取水口和出水口的水质进行了现场取样与监测分析,监测项目包括pH、水温、电导、溶解氧、高锰酸钾指数(COD_{Mn})、五日生化需氧量(BOD_5)、氨氮(NH_3-N)、挥发酚、氰化物、总氮(TN)、总磷(TP)、砷(As)、汞(Hg)、六价铬(Cr^{6+})、镉(Cd)、铅(Pb)、铜(Cu)、锌(Zn)、石油类共19项。结果表明:管道取水水质较好,各项指标基本满足地表水环境质量标准(GB3838-2002)中的Ⅱ类标准;出水口的各项指标的监测值与取水口基本相同。换言之,在封闭管道条件下的长距离引水过程(75km)中,水质指标基本无变化。可见,虽然在封闭条件下,复氧能力减弱,但是由于水质清洁,有机污染物含量少,加上取水口处加氯除微生物,沿线微生物耗氧分解有机物的作用也减弱, BOD_5 、 COD_{Mn} 等水质指标及水体溶解氧收支平衡基本没有变化。

由于北京段应急工程水源水质的各项指标中,除总氮、总磷为Ⅳ-Ⅴ类外,其它指标均满足Ⅱ类标准,来水水质与类比工程的水质相似,因此,可以预计,封闭性管道输水对水质影响不大,不会明显改变水质。

3.2 团城湖明渠段的水质影响及团城湖富营养化分析 渠道入终点团城湖前设有一段800m长的明渠,为开放水域,如果周边污水、垃圾等随意排放倾倒,以及扬尘落入等都会影响渠道水质,因此,需对明渠两侧建立保护区,加强水质保护和管理。

此外,由于本工程水源地(河北省4座水库)水体中的TN、TP较高,为Ⅳ-Ⅴ类,已接近或超过发生富营养化的限值,工程引水后,来水是否会引引起渠道终点团城湖发生富营养化,也是一个必须重视的问题。团城湖总库容不足200万 m^3 ,未来作为自来水厂的取水水源地后,水体在水库滞留时间约为1~2d。可见,水库水体置换较快,水体在库区停留时间短,因此,在水体流动较快的情况下,预计团城湖不会发生富营养化。只有在自来水厂长时间停止运行,而且夏季水温较高情况下,团城湖存在发生富营养化的可能。但是,自来水厂长期停止运行的可能性几乎不存在。因此,在工程输水期间,团城湖发生富营养化的可能性很小。

据现场考察,团城湖目前既是北京市田村水厂的水源,同时也兼顾有旅游功能,设有公园管理处,对外发售门票。由于管理不统一,湖内水草横生,水体表面漂浮着较多悬浮物,没有河湖保洁人员。因此,本工程通水后,应将团城湖纳入饮用水源地,加强水质保护和管理。

3.3 输水环境风险分析 输水的环境风险主要包括两方面:水质污染事故和冰期输水安全。

北京段输水干渠为封闭式,其水质污染事故风险主要来自河北省4座水源水库及水库至北京段入境处的输水明渠的水质污染。由于水库为敞开式水域,输水干渠是开放明渠,水库和输水干渠存在着水质污染的潜在风险,包括水库上游突发事故下污水排入水源地造成水体污染和输水干渠沿途发生突发事故使污水排入干渠造成入境水质污染等。例如,干渠沿途汽车运输过程中发生翻车泄漏事件使得农药、危险化学品等固态、液态污染物进入水体,渠道、水库及其上游沿岸人为向水体倾倒垃圾、废水,大气污染物随降水进入水体,飘尘落入水体等,都将对输水水质构成威胁。一旦突发事件发生后,如果不及采取及时措施,污染物随水体扩散流动,将很快影响下游北京段入境水质和输水水质,使供水区的人群健康受到威胁。因此,保护好水源地及干渠输水水质,做好突发性污染事故的预警预报工作及事故发生后的应急措施,是应急工程水质管理当中的一项重要任务。

根据对类比工程的调查,由于管涵埋设于地下,与外界隔绝,不会发生结冰现象,因此管涵不存在冰块对输水的影响。但是,由于河北段为明渠,明渠在冰期发生的表层结冰,遇冰融季节会大量融化,形成冰块,随水流至下游,容易在北京段入境处造成管涵段管口的阻塞,使管道流量减小,对输水安全造成影响。因此,须通过工程措施避免此种情况的发生。

4 水环境保护对策与措施

4.1 入境水质的保护 根据预测分析,来水水质是保障输水水质的关键因素。由于北京段进水口门之前的河北渠段为明渠,沿途可能有污染物汇入,造成北京段入境水质变差。此外,作为应急工程水源地的4座水库,其TN、TP较高,已接近或达到发生富营养化的限值,一旦水库发生富营养化,藻类等物质随调水进入北京段管涵,在封闭条件下,极易破坏水体溶解氧的平衡,甚至可能使水体变成还原状态,产生恶臭气体,使水质恶化。因此,确保入境水质极其重要。

为保护入境水质,建议采取如下措施:(1)严格做好输水管道上游明渠和应急工程水源地(河北4座水库)的水质保护管理;(2)对输水干渠水质进行在线监测,随时掌握水质动态;(3)当水体中藻类较多时,在入境口门处采取加高锰酸钾等措施,去除藻类。

4.2 明渠段及团城湖的水质保护与管理 建议在团城湖明渠段两侧建立保护区,进行绿化,建防护林,禁止在明渠周围排污,加强渠道的水质保护和管理。由于明渠靠近颐和园,建议结合周围的园林景观进行绿化设计,使之与周围景观相协调,形成富有特色的高质量的景观绿化区。同时,可以设置教育基地,进行环境保护的教育宣传。

此外,建议在本工程通水后,将团城湖的水质保护与管理纳入到将来的输水工程管理体系中,统一管理,以确保应急工程中团城湖作为饮用水源的水质。其水质管理应实行饮用水水源地的管理原则,防止污染,定时进行人工打捞水草、漂浮物等。水源地的划批可由工程建设部门报请北京市政府批准。

4.3 输水风险防范与应急措施 水质污染突发性事故的应急措施包括:在水源地(4座水库)及输水干渠上建立在线监测系统,定时上报监测数据;加强输水工程水质管理系统的水环境保护和管理的现代化水平,不仅能处理日常技术性工作及日常事务性工作,同时具备处理突发性污染等紧急事务的能力;可在现有研究资料的基础上,充分利用现代信息技术的最新成果,结合管理信息技术、地理信息技术和数据库技术等,开发建设输水工程的水质预警预报系统。

由于潜在污染事故发生段主要位于河北境内,因此,全线水质管理工作要由统一的机构执行,在线监测系统要一体化,只有这样才能做到应急事故的及时发现与处理。北京段尤其应该在入境水质上把好关,做好突发事故的防范工作。根据工程布置,北京段渠首在北拒马河暗渠进口前设置了退水闸,以解决事故退水和运行期退水问题。退水闸位于桩号BT0-090m处渠道右岸,与渠道正交,设计退水流量与渠道加大流量相同,为 $60\text{m}^3/\text{s}$ 。退水闸为双向挡水,可以防止北拒马河洪水倒灌,建议考虑设置闸门远程自动化控制系统。退水渠道总长约2.6km,退水出闸门后退入北拒马河中支河道。因此,一旦发生事故,可充分利用北拒马河的退水闸,将受污染的水体排入北拒马河。

为保障冰期输水安全,应在北京段入境口门处设置拦冰格栅,并辅以去冰措施,利用北京段渠首设

置的退水闸门与退水渠道,将融冰季节可能由上游明渠段带来的浮冰排至北拒马河。

4.4 输水调度与管理体系 输水渠道担负着向北京地区供水的任务,渠道输水管理的良好与否将是保障工程运行期间输水水质的重要内容。工程运行管理单位应充分利用已有工程的经验,加强协调,建议做好以下方面的管理:(1)水量调度;(2)入境水质的监测与应急措施;(3)渠道沿线水质在线监测;(4)管道的日常维护与管理;(5)管道发生事故的维修与对策;(6)大宁调压池的水质保护与管理;(7)明渠段水质保护与管理;(8)团城湖的水质保护与管理。

在4座水库的输水管道布局中,岗南水库和黄壁庄水库相邻,拟经石津干渠与南水北调中线河北段总干渠相连;王快、西大洋水库相邻,拟经沙河干渠、唐河干渠与总干渠相连。据水质现状分析,岗南水库和黄壁庄水库联合调度的水质明显优于王快水库和西大洋水库。因此,建议在引水时,可充分考虑4座水库的水质差异,优先采用岗南水库和黄壁庄水库的联合调度。

5 结语

长距离调水工程的兴建具有重要的经济社会效益,也会产生广泛深远的环境影响。输水水质问题往往是此类工程环境影响评价关注的重点。全面科学地判别输水水质可能受到的影响,正确评估其影响程度,并制定有效对策,可在减免环境影响的基础上进一步确保工程发挥效益,这对于实现工程建设与环境保护的协调发展具有重要作用。本文的研究结果对于认识封闭式管涵输水的水质问题有一定的煮义。

参 考 文 献:

- [1] 国家环境保护总局监督管理司.中国环境影响评价培训教材[M].北京:化学工业出版社,2000.
- [2] 长江流域水资源保护局.长江三峡工程生态与环境问答[M].北京:科学出版社,1997.
- [3] 解新芳,尚宇鸣.黄河小浪底工程环境保护实践[M].郑州:黄河水利出版社,2000.

Prediction and protection of water quality for emergency water supply project of the Beijing section of the Middle Route Project of the South-to-North Water Transfer

ZHAO Rong, LI Zhen-hai, ZHU Qiu-mei

(Dept. of Water Environment, IWHR, Beijing 100038, China)

Abstract: The emergency water supply project of the Beijing Section of the Middle Route Project of the South-to-North Water Transfer has been constructed, aiming at solving the water issues in Beijing before the whole Project is completely operated. An enclosed conduit, 80.3km in length, is used in this section, which could effectively avoid water pollution on the way, but would weaken the re-oxygenation ability of water. Thus the transfer water quality is predicted by a comparative analysis of the water in the pipe culverts between the Miyun Reservoir and No. 9 Waterworks. Other relevant impacts are also studied. Based on the study, some countermeasures for water quality protection are put forward accordingly.

Key words: Water Transfer Project from South-to-North (middle route); water transfer; enclosed conduit; water quality

(责任编辑:吕斌秀)