

蒲河水资源调控与水环境质量改善对策的研究

Study on Water Resource Control and Water Quality Improvement Countermeasures of the Puhe River

荆 勇

(沈阳环境科学研究院, 辽宁 沈阳 110016)

摘 要: 结合蒲河水生态修复目标和要求, 对蒲河水源的构成与分布、水域类型分类与功能变化以及生态水需求与补给能力的矛盾和问题等进行了分析研究。针对关键问题并结合蒲河实际状况, 提出水资源科学调控与水质安全保护系统工程建设的途径和对策。

关键词: 水资源; 水量调控; 水质安全

中图分类号: X522

文献标识码: A

Abstract: Based on the ecological restoration targets and requirements of the Puhe River, this paper analyzed the contradictions and problems of component and distribution of water resource, classification and function changes of water type, ecological water demand and supply capacity. According to the actual condition and key problems of the Puhe River, it put forwards the approaches and countermeasures of water resource control scientifically and water safety protection engineering construction.

Key words: Water Resource; Water Control; Water Quality and Safety

CLC number: X522

1 水资源构成及变化

1.1 水源构成与特点

蒲河水源包括天然降水、上游水库放水、支流河和农灌渠的补充水以及污水处理厂的排水。此外, 还包括未经处理的各类污水。

在蒲河上游现有棋盘山中型水库和洋什、白林子两座小型水库, 基于水质水量等方面原因, 2005年起, 已经终止其农灌用水供水的功能。水库对下游河道的补水功能极差。棋盘山水库和洋什水库放水汇合形成蒲河沈阳段的源头水。位于于洪区河段下游的九龙河是唯一具有比较稳定补水功能的支流河, 该河大部分补水取自辽河。其它河段支流河均以泄洪沟渠为主, 非雨季季节大部分断流, 对蒲河的补水功能仅限于雨

季的有效时段。

沈阳市南北运河水取自浑河水, 在大东区分水至南运河和北运河。北运河于于洪区大芳地区再次分水形成蒲河南北干渠源头。北干渠在于洪区小三家子汇入蒲河。南干渠在英守村接纳北部污水厂部分排水, 在新民的兴隆村汇入蒲河。浑河向南北运河和南北干渠供水时段为每年4~12月。

蒲河沈阳段除源头水补给外, 还接纳了沿途的城镇污水、村屯生活污水、工业开发区污水和分散于干流、支流的企事业单位排水。上游的蒲河新城段接纳了主要的工业污水和生活污水, 于洪段接纳量次之, 新民和辽中段接纳污水量较小。处理水是指经企业或污水处理厂处理后的排水。蒲河流域接纳的处理水量不断加大, 主要包

收稿日期: 2012-09-26

作者简介: 荆 勇 (1981-), 男, 博士研究生、工程师。研究方向: 水处理技术及环境管理。

括蒲河北污水厂、虎石台南、北污水厂、道义污水厂、南小河污水厂、辽中污水厂等排水。

蒲河流域近年平均降雨量为660 mm,虽然降雨总量比较可观,但是受到地理特征的影响,大部分水通过绿地等可渗透性地表渗到地下,难以形成径流汇集到河道中。此外,支流河和排干的雨后泄洪导致蒲河水位、水量剧增,通常在雨后的左右,蒲河干流水位和水量又恢复至降雨前水平。

1.2 水量与构成

1.2.1 年度总水量及构成 目前蒲河主要水源构成及年度供水情况见表1。

表1 蒲河水构成

水源构成	年度水量/ $\text{万m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$	比例/%
棋盘山	2500	12.8
洋大河	778	3.9
北干渠	1200	6.1
南干渠	4800	24.5
九龙河	1800	9.2
九龙河引水	900	4.6
处理水	4200	21.5
污水	3398	17.4
总计	19576	100

由表1可见,受控于棋盘山水库和洋什水库的上游径流供水量非常有限,棋盘山水库放水时段不均,加之蒸发渗漏以及管委会地区数段橡胶坝的蓄水,平水期乃至丰水期过坝水量及过水频率较低。南北干渠农灌余水的补水成为蒲河的主要水源,补水量占总水量的1/4左右。以九龙河为代表的天然支流河补水作用非常有限,且主要受益于辽河的补水。此外,流域各类排水均占总水量的45%左右。由此可见,近一半天然水补给维持着蒲河的生态用水,而另一半各类排水既是可用的补水资源,也是对水生态环境具有严重破坏及影响因素的组成部分^[1,2]。

1.2.2 源头水库供水 棋盘山水库。棋盘山水库汛前汛后水位控制在95m以下,2005年以后按防汛要求调整年最大放水量2500万 m^3 ,平均放水时段为每年的7~8月。

根据2010年至2011年调查结果,水库年度平均泄漏0.3万 m^3/d 。2012年水库放水时段仅限于5月供水和7月中旬与8月上旬两次雨季泄洪放水。由于放水时段限制,褡裢橡胶坝大部时段处于断流状况。

洋什水库。洋什水库最大蓄水量18万 m^3 ,主汛期前控制在5万 m^3 。2012对洋大河水量进行考查结果表明,非雨季节汇入蒲河水量在0.2~0.3 m^3/s 左右,雨季水量在0.5~0.6 m^3/s 左右。

1.2.3 九龙河 九龙河在尹家乡断面水量约为0.02 m^3/s 。在北三台子有监狱城污水汇入,该污水站为间歇排水。

农灌用水期间新开河101国道断面水量约为4.3万 m^3/d 至8.6万 m^3/d ,平均在5万 m^3/d 左右。非农灌期间引水量明显降低。2012年8月九龙河入河口处水量约2.6万 m^3/d ,其中新开河占1/3,主干占2/3。汛期最大水量可达24万 m^3/d 。

2012年计划由九龙河向蒲河新城调水约为900万 m^3 。主要集中在4月中旬至5月提水补充带状人工湖水供水约30 d,每日20万 m^3 左右。2012年7月已调水约600万 m^3 。

1.2.4 运河农灌余水 沈阳市北运河向卫工河部分分水后,与部分北部污水厂排水汇流,汇流后水量在20万 m^3/d 左右,见表2。

表2 浑河调水分配情况

地点	水量/ $\text{万m}^3 \cdot \text{d}$
渠首取自浑河水量	44
204 闸至南运河分水	14
北运河分水	30
北运河至卫工河分水	15
北运河至蒲河南北干渠	15
污水厂至蒲河分水	5
蒲河北干渠	5
蒲河南干渠	15

由表2可见,蒲河北干渠平均流量约5.0万 m^3/d 。南干渠年度平均水量约15万 m^3/d 。

1.2.5 污水和处理水 有关蒲河流域主要污水发生、处理及排放情况见表3。

表3 污水发生、处理及排放情况 万t·d⁻¹

污水厂名称	设计处理能力	处理水量	直排水量	总量
古砬子湿地	0.2	0.07	0.03	0.1
泗水污水厂	1	0.9	0.1	1.0
辉山河湿地	0.5	0.3	0.2	0.5
南小河污水厂	1.0	0.4	0.6	1.0
蒲河北污水厂	2.0	1.0	0.5	1.5
虎石台北污水厂	2.5	1.0	1.2	2.2
虎石台南污水厂	2.5	1.0	4.6 (南小河)	5.6
抗生素西口	--	0.4	--	0.4
道义污水厂	2.5	2.3	0.2	2.5
平罗湿地	0.2	0.2	0.1	0.3
万顺达	0.3	0.2	0.01	0.21
马三家湿地	0.3	0.3	0.1	0.4
监狱城污水厂	0.4	0.3	0.1	0.4
兴隆堡污水厂	0.6	0.5	0.1	0.6
胡台污水厂	1.0	0.8	0.2	1.0
辽中污水厂	5.0	2.0	1.4	3.4
小计		11.67	9.44	21.11

2 流域供水节点与时段分布

2.1 全段水资源分布状况

2.1.1 蒲河新城段 蒲河新城段全长约40.5 km，蒲河上游的干流水由棋盘山水库、洋什水库控制。该区段集中了蒲河主要的排污干渠和污水排放结点，其中东部有农高区排水和严重纳污的黄泥河，中部有虎石台镇 南北排污干渠，西部有汇集大学城、道义镇部分污水的南小河，除南小河在于洪境内入蒲河外，其它河渠均在区域内入蒲河。由此可见，该河段除少量水库放水和污水外，无其它可稳定供水的地表水源。2012年实施九龙河引水，该河段污水及处理水主要集中在上游农高区、中部虎石台镇和下游道义镇^[3,4]。

2.1.2 于洪区河段 蒲河于洪区河段长约30.8 km，该区段径流水源主要有九龙河和运河北干渠。运河北干渠在小三家子入蒲河，九龙河在后集体前入蒲河。该河段污水及处理水主要集中在区域上游造化、平罗地区。新城南小河在上游段汇入蒲河。

2.1.3 新民段 蒲河在新民市河段长约32.0 km，运河南干渠在兴隆堡处入蒲河，仙子湖位于新民境内末端，该河段在东升堡附近汇入了胡台地区工业生活污水，在兴隆堡镇有约0.6万t/d污水进入蒲河，主要为兴隆堡镇生活污水及采油厂生活污水。

2.1.4 辽中段 蒲河在辽中县河段长约53.5 km，团结水库位于辽中县北25 km，有水面16.67 km²，该段有4条河流汇入蒲河，这4条支流河均属受降雨控制的季节性河流。辽中县蒲河段在辽中蒲河桥下游接纳了该区域的全部工业废水及生活污水。

2.2 节点供水时段分布

蒲河各类补给水的年度分布状况见表4。

表4 年度水量的时段分布 万m³

水源	年度总量	枯水期	平丰水期
棋盘山	2500	200	2300
洋大河	778	100	678
北干渠	1200	0	1200
南干渠	4800	1200	3600
九龙河	1800	300	1500
九龙河引水	900		900
处理水	4200	1400	2800
污水	3398	1133	2265
总计	19576	4333	15243

注：枯水期（4个月）；平丰水期（8个月）

由表4可见，各类供水既受北方条件的限制，也受各类人工设施及水调控政策的约束。枯水期天然补水量显著降低，取自浑河水的南北干渠终止供水，九龙河引水作业处于停顿状态，各类排水成为蒲河的主要补给水源，该时段的排污及处理水质是决定河水质量的主要因素，也是枯水期流域河湖水质低下的主要原因。每年4月中旬起，南北干渠供水以及水库供水使流域水体构成发生显著变化，非雨季节水量波动变化不大。丰水期及棋盘山水库放水期间其源头补水量达20万m³/d以上，全段水流量明显增大，该时段主要集中在7月中下旬至9月上旬的部分时段。蒲河季节性日水量变化情况见表5。

表5 蒲河季节性日水量变化情况 万t·d⁻¹

水源	枯水期	平水期	汛期
棋盘山水库下	1.7	4	34
扬大河	0.8	2.8	3.0
九龙河	2.5	6.3	17
北干渠	0	5	13
南干渠	5.0	15	25
处理水	12	12	12
污水	9.0	9	9.0
总计	31.0	54.1	113

3 水域特点与功能变化

3.1 河道建设与典型水域的分布

原蒲河上游段建有棋盘山水库，下游辽中段建有团结水库，上游水库对有限径流水予以拦截和蓄积，下游水库对水质较差的河水予以储存，中段为宽窄不一的河道。“十一五”末期起，蒲河综合整治项目全面实施，其中包括河道拓宽和人工湖建设工程，其中蒲河新城段建成带状人工湖，蓄水能力达到1 200万m³，于洪段达到700万m³以上。辽中段新增景观湿地282万m²，蓄水能力达300万m³以上。由此可见，原流水河道已通过河道拓宽和人工堤坝建设，使蓄水能力大大提升，全段人工湖和水库蓄水能力达1.19亿m³以上。蒲河基本成为被人工湖贯穿的带状人工湿地。其功能和特点发生了较大变化。

3.2 蓄水能力的提升与供水需求的矛盾

目前，蒲河全段蓄水能力大大增强，但供水与需求矛盾比较突出。棋盘山水库的蓄水严重影响了蒲河新城段的生态用水补给，该段人工湖的蓄水主要靠污水厂排水的连续补充。于洪段补水来源增加，九龙河和北干渠补水缓解了新民以上河段的缺水状况。南干渠补水汇入使全段补水量进一步增大，但全部水又汇入且受控于团结水库（水库容量最大）。就蒲河全段看来，蒲河新城段为缺水段，于洪至新民段为补水区，辽中段为全段的主控水区，这种供水节点的分布和控水设施分布导致了源头段污染因素大，中下游清水和污水汇集量大且利用率偏低的状态。

3.3 控污降污能力显著提升

由于蓄水能力的提高，各部分河段的控污降污能力显著提升。由于滞水、半滞水区的形成，在排污节点形成了局部阻控带，为实施局部控污和水质改善创建了条件；由于清洁水的蓄积量大，对污染物的稀释作用增强；由于河道自净空间加大，自净能力大大提升。在对污染源进行有效控制的同时，通过自净功能改善，促进了水环境生态修复的进程。

3.4 水资源的河段与时段分布变化

水资源人为受控导致全河段枯水期补水量非常有限，各类排水成为主要补水源。4月至12月为各类补水比较恒定的时段。汛期补水时间短流量大，库区和人工湖水得到彻底的置换。就供水的河段分布看，上游段主要取决于汛期水库弃水的补给置换，中下游段非枯水期的水置换速率较大。团结水库的水置换主要集中在雨季和丰水期，这也是其以往冬季蓄污，春季污染事故频发，7~8月水质方有显著改善的主要原因。

3.5 水资源流失的影响

蒲河流域地质结构决定了河道水渗漏流失因素较小，为人工湖的蓄水提供了有力条件。蒸发是水资源流失的渠道之一，但有限时段及流失量尚未对流域水量保持形成明显的影响。

3.6 流域功能的变化

目前，除辽中段局部区域外，中上游段基本不采用蒲河水作为农灌水源，棋盘山水库亦被取消了农灌供水功能。九龙河和南北干渠主要以辽河和浑河补水作为农业用水，而干流天然补水和各类排水主要作为景观水加以应用。团结水库除发挥防汛功能外，主要还是作为景观用水的水源予以利用。此外，团结水库成为自净功能极强的景观湿地，对改善蒲河水质和浑河的水质安全发挥着重要的作用。

4 水资源质量与受控因素

城市扩展区等各类排污仍是制约蒲河水资源质量的主要因素，目前，蒲河纳入的各类排水量

接近总水量的50%，各类污水及污染物发生排放 及对蒲河影响情况见表6、表7。

表6 污水厂排污负荷统计

类别	污水量/ $\text{万t} \cdot \text{d}^{-1}$		COD/ $\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$		氨氮/ $\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$		总磷/ $\text{t} \cdot \text{d}^{-1}$	
分项单位	处理量	直排量	处理水	直排水	处理水	直排水	处理水	直排水
排放量	11.67	9.44	5.25	20.43	1.11	1.61	0.07	0.15
总计	21		25.7		2.7		0.22	

表7 2012.8.2蒲河全线水质监测数据 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

采样地点	COD	氨氮	总磷
达莲橡胶坝	38/21	0.16	0.15
5' 坝	59/37	1.00	0.67
6' 坝	54/42	0.97	0.80
7' 闸	46/33	0.64	0.56
道义桥	41/35	0.86	0.59
马三家出口	49/34	1.12	0.55
后集	53/46	2.83	1.14
团结水库	62/46	0.29	0.31

由表可见，污水处理率的提升促进了蒲河水质的改善，但污水处理率和处理效率与水质要求仍有差距。各类排污事故频发以及部分污水厂尚未投入运营，仍是蒲河局部河段与时段污染较重的主要原因。

5 水资源保护对策与技术

蒲河生态修复的重要任务之一即是要对蒲河水资源予以保护和科学调控。就目前情况及存在问题应重点采取以下方面的技术对策。

5.1 合理调控蒲河水资源

基于有限水资源的调控现状，应保证棋盘山水库对下游的供水时段和供水量，应将历年供水的起始时间提前，以减缓枯水期河道缺水和水质恶化的不利局面。同样，九龙河调水和运河供水的时段亦应提前。人工湖及团结水库应加大枯水期排水量，减少冬季质量较差的蓄积水量，增强补充水的稀释作用。

目前兴建的人工湖容量和数量已经大大超过水资源的补充能力，故不宜在于洪以下、团结水库以上河段再兴建人工湖，以保持具有一定流速的自然河流区段。

5.2 加大污水收集处理方面的投入

除严格限制流域的纳污负荷增量外，要对现有纳污节点进行逐年整治，重点是完成规划污水厂的建设，保证运行资金的投入，使污水处理率和处理效率达到设计水平。此外，还应大力实施河道水质净化工程，通过人工技术应用和自净功能提升，实现各类排水的自然净化与深度处理。目前的水资源调控设施形成了污染节点阻控带，应在阻控带重点实施污染控制与水质改善工程，构建流域的水质安全屏障。

5.3 大力开发应用污水处理与河道建设新技术

蒲河流域存在众多中小型村镇、企业等排水，应大力开发多元化污水处理新技术。除集中污水厂建设外，还应建立小型分散式污水处理设施，重点开发应用湿地处理和土地处理技术，同时应注重处理水的农田及绿化回用技术，逐步实现生态用水的良性循环和河流水质的有效改善。

要通过生态河道建设、生态绿化以及河道净水等措施，改善提升河流的自净能力。在重污染河段、滞水区以及污染阻控带等通过构建立体净化床、安装低能高效复氧设施、种养人工植物浮岛等措施，促进水质改善及降污能力的提升。

对于污水集中处理部位，要构建事故排污的截流及应急处理系统，消除事故排污对局部河段的污染及对流域造成的影响。应利用局部河道等可用场地，构建污水厂排水深度处理设施，以保证与水体标准的衔接。

“十二五”期间，“国家水专项”有关蒲河研究项目将为蒲河水生态修复与建设提供有力、坚实的技术平台^[5]。

(下转第44页)

量的增加,应该要合理使用农药、化肥。可以在不造成库区底泥污染的前提下,仿照用河泥作为肥料这一传统做法,将水库底泥有指导性挖出,这样不仅能稳定农作物的产量,又有效地降低了化肥农药的使用量,有利于减轻外度水库污染。

(6)坚持走植被修复水体、水体自净的生态模式。通过种植芦苇、蒲草等挺水植物,既达到美化环境的效果,又能有效减少库区土壤被冲刷进水库后在底泥中富集,从而减轻污染。

4 结论

莆田市外度水库表层底泥分析表明,底泥中重金属Fe、Cu、Ni、Cr、Pb、As的平均含量均达到了一级标准;Mn大致达到了二级标准($\text{pH}<6.5$);Cd、Zn的含量都超过了二级标准。外度水库底泥中重金属存在明显的累积。总体上,外度水库底泥中重金属的含量与库区周边土壤重金属的含量相接近。重金属潜在生态风险评价表明:外度水库底泥中重金属具有轻微的生态风险,各种重金属污染程度顺序为 $\text{Cd}>\text{Cu}>\text{As}>\text{Ni}>\text{Zn}>\text{Pb}>\text{Mn}>\text{Cr}>\text{Fe}$ 。其中,Cd潜在生态风险系数最大,处于中等的生态风险状态。综合本文研究结果,自然因素和人类活动是水库底泥重金属污染的重要来源。

(上接第26页)

6 结语

(1)蒲河水资源构成包括天然水补给、农灌用水补给和各类区域排水,各类排水占总水量50%左右。

(2)蒲河天然水资源严重受控,上游径流水基本被棋盘山水库拦截,蒲河新城段主要靠污水厂排水持续性补充。其他补水节点主要分布于洪区以下河段。补水时段主要集中在平、丰水期。枯水期天然水补给非常有限,各类排水为主要补给水源。

(3)新老人工湖和水库容量较大,约为年度各类补水量的二分之一。滞水、半滞水区面积加大,自净能力提升与限制因素并存。污染阻控作用加强但局部水域污染加剧。

参考文献

- [1]吴春笃,瞿俊,李明俊,等.镇江内江底泥重金属分布特征及潜在生态危害评价[J].中国环境监测,2009,25(5):90-94.
- [2]水利部东北勘测设计研究院.SL291-2003.水利水电工程钻探规程[S].北京:中国水利水电出版社,2003.
- [3]福建省建筑设计研究院.GB50585-2010.岩土工程勘察安全规范[S].北京:中国计划出版社,2010.
- [4]国家环保局.土壤环境质量标准[M].北京:中国标准出版社,1995.
- [5]滑丽萍,华璐,高娟,等.中国湖泊底泥重金属污染评价研究[J].土壤,2006,38(4):366-373.
- [6]中国环境监测总站.中国土壤元素背景值[M].北京:中国环境科学出版社,1990:330-482.
- [7]国家环境保护局南京环境科学研究所.GB15618-1995,土壤环境质量标准[S].北京:国家环境保护局 国家技术监督局,1995.
- [8]单丽丽,袁旭音,茅昌平,等.长江下游不同源沉积物中重金属特征及生态风险[J].环境科学,2008,29(9):2399-2404.
- [9]严长安,崔小丽,王建,等.扬州市城区地表水底泥重金属污染现状与风险评价[J].环境污染与防治,2009,31(8):50-54.
- [10]宁建凤,邹献中,杨少海,等.广东大中型水库底泥重金属含量特征及潜在生态风险评价[J].生态学报,2009,29(11):6059-6067.
- [11]王丽萍,周晓蔚,郑丙辉,等.长江口及毗邻海域沉积物生态环境质量评价[J].生态学报,2008,28(5):2191-2198.
- [12]徐争启,倪师军,庾先国,等.潜在生态危害指数法评价中重金属毒性系数计算[J].环境科学与技术,2008,31(2):112-115.
- [13]张中文,李光德,张世远,等.泮河底泥中在重金属污染及潜在生态危害评价[J].环境科学与技术,2008,31(11):134-136.
- [14]高俊发,王社平.污水处理厂工艺设计手册[M].北京:化学工业出版社,2003:330-338.
- [15]杨卓,李贵宝,王殿武,等.白洋淀底泥重金属的污染及其潜在生态危害评价[J].农业环境科学学报,2005,24(5):945-951.
- [16]吴二社,张松林,刘焕萍,等.农村畜禽养殖与土壤重金属污染[J].中国农学通报,2011,27(03):285-288.

(4)污水收集处理设施建设成效显著,但距4类水体质量要求尚存在差距。应加大减污降污的投入,其中包括提高污水处理率和处理效率、构建污染阻控带的污染控制与水质改善安全屏障以及逐步实现各类排水的河道深度处理。

(5)为实现蒲河全面整治的最终目标,要不断开发应用污染源治理和生态河道建设新技术,促进蒲河水生态的修复和建设。

参考文献

- [1]王宗志,张玲玲,王银堂,等.基于初始二维水权的流域水资源调控框架初析[J].水科学进展,2012(4):146-154.
- [2]荆勇.沈阳市蒲河水质污染特征及水质改善途径的研究[J].环境保护科学,2012,38(4):33-36.
- [3]刘卓也,李崇,王哲.蒲河流域水生态系统评价及生态修复研究[J].东北水利水电,2011(4):41-43.
- [4]荆勇.蒲河流域污染状况与生态修复技术对策的研究[J].环境保护科学,2011,37(6):29-32.
- [5]冯小鹏.蒲河流域水沙资源调控措施系统及效果分析[J].甘肃水利水电技术,2009(2):65-66.