

Research on the Water Resources Utilization in Qinghe River

Shifang Ren, Jia Han

Institute of Geographical Sciences, Taiyuan Normal University, Jinzhong Shanxi
Email: Ren74@126.com

Received: Apr. 29th, 2018; accepted: May 17th, 2018; published: May 24th, 2018

Abstract

According to the water utilization in Qinhe River and two inter-basin diversion projects, the hydrological analysis and calculation results show that the minimum environmental water requirement of Qinghe river cannot be met, especially for successive years of drought, so the ecological environment would be deteriorated. It suggested that the sediment discharge capacity by the dam bottom outlet and carryover storage of the two constructions should be expanded appropriately. And water supply to Linfen city and Jincheng city should also be reduced.

Keywords

River Water Resources, Qinhe River Basin, Safe Utilization

沁河流域水资源安全利用分析

任世芳, 韩 佳

太原师范学院地理科学学院, 山西 晋中
Email: Ren74@126.com

收稿日期: 2018年4月29日; 录用日期: 2018年5月17日; 发布日期: 2018年5月24日

摘 要

根据沁河流域生态环境需水量计算结果,并结合目前引沁入汾和引沁入丹两项跨流域引水工程的引水量设计,对流域水资源安全利用情况分析,结果显示:在满足城市和工业供水95%保证率条件下(相当于特大干旱年),两项引沁工程的引水量将使流域生态环境基本需水量的最低要求得不到满足,如按原设计进行供水,极有可能导致流域生态环境恶化,此外,两大主要水利工程的泥沙和调节库容设计存在问题均可能对水资源安全利用和产生影响。针对性的建议包括适当加大在建、拟建大型水库的底孔排沙能力

和多年调节库容, 调整对汾河流域临汾市和丹河流域晋城市供水数量等。

关键词

河流水资源, 沁河流域, 安全利用

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水资源安全是制约干旱半干旱区省份社会经济正常发展的关键问题。一直以来, 山西省水资源危机严重, 呈现出水质和水量危机并重的特征, 以往的研究证实这两方面矛盾可以加以统一和协调, 即可以保证一定的径流数量, 则轻度污染河段在水流天然降解作用下仍可达到清洁级或尚清洁级水质标准, 关键在于开发利用中能否保证河流系统的最小流量不低于一定的阈值[1]。沁河是山西省水资源相对比较丰富的主要河流, 也是跨省份河流。以沁河流域为研究单元进行水资源安全利用研究, 不仅有利于山西本省, 对下游河南省的社会经济发展和生态环境健康也有积极意义。

2. 沁河流域概况

沁河是黄河的一级支流, 发源并主要流经山西省, 最终由河南省济源市五龙口出太行山至武陟县南贾村汇入黄河。作为山西省河流水资源相对比较丰富的河流, 沁河约 90% 以上的径流量来自山西省境内, 河南省境内来水量则较少[1]。沁河在山西省境内流域面积 1.07 万 km^2 , 占全省面积 15.67 km^2 的 6.81%; 根据山西省第二次水资源评价结果, 沁河山西境内多年平均年径流量 11.6 亿 m^3 , 占全省河流 1956~2000 年多年平均年径流量 86.77 亿 m^3 的 13.37%; 即该流域的平均年径流模数相当于全省的 2.72 倍, 以下研究区域均指山西境内沁河流域。

沁河流域虽然水资源比较丰富, 但一直以来开发利用程度较低。2005 年地表水供水量 9487 万 m^3 , 地表水资源开发利用率仅为 8%, 属于低开发利用区。究其原因是该流域大部分地处山区和丘陵区, 山高沟深, 地形破碎, 缺乏类似于桑干河流域的大同盆地、汾河流域的太原盆地那样的地形条件, 灌溉工程难于修建和受益, 所以水田、水浇地只占耕地的 15% 左右, 人均水浇地只有 0.2 市亩[2]。润城站以下的延河泉, 年泉水量 0.946 亿 m^3 , 已成为阳城电厂一期工程之水源。

3. 河流水资源开发利用及重点工程

沁河各站天然年径流量

沁河径流主要为大气降水补给, 河川水资源量相对丰富, 多年平均降水量是山西省黄河流域平均值的 1.3 倍, 径流量年际变化较大, 上游飞岭站年最大与年最小之比高达 20 倍, 因而兴建大型水库均需考虑多年调节; 地区差异显著, 润城站以下由于有延河泉及其沁河排泄带的大量岩溶泉水出露, 水量较上游丰富, 故渐趋稳定。

流域多年(1956~2000 年系列)平均降水量为 613 mm。降水量的年际变化较大, 如王村站, 最大年降水量为 1768.1 mm, 最小年降水量为 357.3 mm, 二者之比为 4.9。雨量年际分布的特点是, 连续多雨年和

持续干旱年往往交替出现, 故大型水库均需具备多年调节功能。流域上、下游各种保证率年份的降水量见表 1, 各站 1957~2000 年共 44 年径流系列特征值见表 2。

4. 生态环境需水量的计算

按照刘昌明院士和李丽娟、郑红星提出的水文学计算模型[3] [4] [5], 并参考文献[6] [7]中结合山西实际加以修正的计算方法, 得到沁河生态环境需水量计算模型(2-1), 由于流域内没有盐碱地及湖泊洼地, 故不需计算河流排盐需水量 W_{sa} 和湖泊洼地需水量 W_L 。

$$W_e = W_b + W_{se} \quad (2-1)$$

(2-1)式中 W_b 为河流基本生态环境需水量, 又称枯季维持生态基流量 W_b , 其计算公式为

$$W_b = \frac{T}{n} \sum_{i=1}^n \min(Q_{ij}) \times 10^{-8} \quad (2-2)$$

式中 Q_{ij} 表示第 i 年最小的第 j 个月的月平均流量, T 为换算系数 = 31.563×10^6 S, n 为统计年数。应用五龙口站资料, 算得 $W_b = 5.112$ 亿 m^3

公式(2-1)中 W_{se} 为河流输沙需水量, 其计算公式为

$$W_{se} = S_t / C_{max} \quad (2-3)$$

式中 S_t 为多年平均输沙量, C_{max} 为多年最大月平均含沙量的平均值, 按式(2-3)算得 W_{se} 为 1.695 亿 m^3 。

计算得沁河流域山西段生态环境需水量 W_e 为 W_b 与 W_{st} 之和为 6.807 亿 m^3 , 占沁河该段多年平均年径流量 11.60 亿 m^3 的 58.68%, 因此, 沁河山西境内流域水资源允许开发利用率应控制在 41.32%之内, 相当于径流量 4.793 亿 m^3 。

Table 1. Annual precipitations of the upper and lower reaches of Qinhe River

表 1. 沁河上下游年降水量(单位: mm)

保证率 P	上游(孔家坡)	下游(阳城)
P = 20%	774.3	744.7
P = 50%	612.5	595.8
P = 75%	507.2	494.2
P = 95%	375.5	339.0
多年平均	623.8	604.7

注: 表中数据引自参考文献[8]。

Table 2. Annual natural runoff characteristics of Qinhe station

表 2. 沁河各站天然年径流特征值(单位: km^2 , 亿 m^3)

站名	流域面积	多年均值	Cv	Cs/Cv	不同保证率(p)的年径流量				设站年份
					20%	50%	75%	95%	
飞岭	2683	2.29	0.707	2.5	3.34	1.84	1.12	0.62	1975
马连圪塔	2727	2.67	0.70	2.5	3.90	2.16	1.34	0.72	
张峰	4990	4.79	0.673	2.5	6.74	3.79	2.50	1.75	1974~1979, 1987
润城	7273	7.50	0.636	2.5	10.73	6.29	4.01	2.27	1954
五龙口	9245	11.60	0.531	3.0	15.77	10.04	7.10	4.85	1953

注: 表中数据引自参考文献[8]。

5. 河流水资源利用的水量平衡

由于沁河流域河流水资源开发利用是以供给汾河、丹河两流域为主要目的[1], 现就马连圪塔水库和张峰水库两大主要引水工程进行分析。

1) 马连圪塔水库(远景拟建), 位于上游的马连圪塔水库为引沁入汾工程枢纽。该水库设计坝高 58.3 m (远景拟建)。控制流域面积 2727 km², 年径流量 2.67 亿 m³, 总库容 4.25 亿 m³, 其中: 兴利库容 3.06 亿 m³, 死库容 0.14 亿 m³。

该水库是以供水、防洪为目标的大(2)型枢纽工程, 调节引水量 1.78 亿 m³, 通过分水岭草峪岭隧洞, 调水到汾河流域的临汾市, 计划提供 50 万亩农田灌溉用水, 并改善老灌区 30 万亩, 向城市和工业供水 6250 万 m³, 有效缓解汾东地区水资源严重短缺局面。

2) 张峰水库(在建), 位于下游的张峰水库(在建)为引沁入丹工程枢纽。该水库设计坝高 72.2 m, 控制流域面积 4990 km², 年径流量 4.99 亿 m³, 总库容 3.94 亿 m³, 其中: 调节库容 2.39 亿 m³, 调洪库容 0.73 亿 m³, 防洪库容 0.49 亿 m³, 重复利用库容 0.24 亿 m³, 死库容 0.41 亿 m³, 泥沙淤积库容 0.60 亿 m³, 是以城市生活和工业用水、农村人畜饮水为主, 兼顾防洪, 发电等综合利用的大型水利枢纽工程。该水库调节引水量 1.84~2.07 亿 m³, 供水区域包括泽州盆地(晋城城区、高平市、泽州县)、沁河沿岸以及阳城县、沁水县。

以上两项工程的引水量分别为 1.78 亿 m³ 和 2.07 亿 m³, 加上现状用水量 0.71 亿 m³, 阳城电厂用延河泉 0.946 亿 m³, 合计用水量 5.506 亿 m³, 此数值已大于上述计算得出的允许开发利用量 4.793 亿 m³ 约 15%, 从总量上看, 已不能保证沁河流域的生态平衡和供水需求, 而伴随经济增长和人口增加, 沁河流域本身的用水量还将逐年增长, 则生态环境需水量缺少的问题将更加严重。

6. 水资源安全利用存在的问题与建议

6.1. 生态环境需水量得不到保证, 应加大节水力度, 并酌情减少引水量

由以上研究可知, 沁河流域山西段水资源的允许开发利用率应控制 40%左右, 而现有及在建两大水利设施的设计开发利用率已达 47.47%, 且未来水资源利用需求还有持续增加的趋势。在全球变化的大背景下, 极端气候事件发生的概率增加, 如遇极端干旱年份, 流域水资源利用遇到的安全威胁将更为严峻。因此在开发利用中一方面应酌情减少引水量, 尤其是汾河流域临汾市和丹河流域晋城市供水数量; 另一方面, 在跨流域引水的受益区应加强节水措施, 大力提高流域水资源的使用效率。

6.2. 两大主要水利工程需要有足够的多年调节库容

马连圪塔、张峰两库均有供给城市及工业用水的任务, 其供水保证率应在 95%左右。而沁河年径流的年际变化较大, 飞岭站年最大与年最小之比高达 20 倍。再如张峰下游润城站, 多年均值为 7.50 亿 m³, 而 95%保证率的特大干旱年份仅为 2.27 亿 m³, 两者之比为 3.3 倍。五龙口站 95%保证率年份来水量仅 4.85 亿 m³, 而生态环境基本需水量就需要 5.112 亿 m³。显然, 在规划设计多年调节库容时, 其保证率不能低于 95%, 而调节系数不能小于 0.90。只有这样, 才能在特大干旱年份保证供水量为 10.44 亿 m³, 而扣除引沁入汾 1.78 亿 m³、引沁入丹 1.84 亿 m³ 和本流域用水 0.71 亿 m³ 之后, 剩余的 6.11 亿 m³, 可以满足生态环境基本需水量的需求, 并有 1 亿 m³ 左右的回旋余地。

6.3. 泥沙问题对水利工程径流调节能力的威胁不容忽视

沁河流域本身的地质地貌条件决定了其泥沙淤积问题的存在, 大型水利工程对天然径流的拦截使得泥沙问题更加突出。以上述两大水利工程为例: 首先, 马连圪塔水库, 设计死库容 0.14 亿 m³, 其上游飞

岭站 1957~2008 年, 天然输沙模数为 683 t/(km²·a) [8], 按此计算, 水库年来沙量约 186 万 t, 或折合约 143 万 m³, 如无底孔排沙, 在 10 年左右, 死库容即可能淤满。

其次, 张峰水库, 设计泥沙淤积库容 0.60 亿 m³。飞岭流域面积: 2683 km², 天然输沙模数 683t/km²·a, 平均年输沙量为 183 万 t; 飞岭 - 润城区间 1956~2008 年天然输沙模数 877t/ km²·a [8], 而飞岭 - 张峰区间流域面积为 2307 km², 则区间年输沙量为 202 万 t; 两者合计, 张峰水库平均年来沙量为 385 万 t。或折合 296 万 m³。由此可见, 如无足够的底孔排沙能力, 该水库之泥沙淤积库容可能在 20 年左右淤满。

通过以上估算, 显然两库均需要进行底孔排沙能力的核算, 并根据核算结果, 采取必要的扩建措施。

7. 结论

研究结果显示, 沁河流域现有及在建两大水利设施的设计开发利用率已经超过流域山西境内河段的生态环境需水安全阈值, 在未来水资源利用需求持续增加和全球变化的大背景下, 流域水资源利用将面临更为严峻的威胁。因此该流域水资源安全利用的关键问题是现有两大水利设施的科学调度和使用: 一方面应酌情减少设计引水量, 尤其是汾河流域临汾市和丹河流域晋城市供水数量, 通过在跨流域引水的受益区加强节水措施来提高水资源使用效率。另一方面, 通过科学调度来确定水库合理的调节系数, 满足流域在极端干旱条件下的生态环境基本需求。第三, 重视流域内的泥沙问题, 改扩建水库以促进泥沙排出使水库蓄水功能得以正常发挥并延长水库使用年限。

基金项目

山西省“1331 工程”重点创新团队建设计划资助; 山西省软科学研究项目(2017041032-1)。

参考文献

- [1] 李英明, 潘军峰. 山西河流[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [2] 山西省统计局. 山西统计年鉴——2005 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.
- [3] 刘昌明. 中国 21 世纪水资源供需趋势与重点问题的探讨[M]//刘昌明, 主编. 21 世纪中国水文科学研究的新问题新技术和新方法. 北京: 科学出版社, 2001: 3-10.
- [4] 李丽娟, 郑红星. 海滦河流域河流系统生态环境需水量计算[J]. 地理学报, 2000, 55(4): 495-500.
- [5] 李丽娟, 郑红星. 河流系统生态环境需水量初步研究[M]//刘昌明, 主编. 21 世纪中国水文科学研究的新问题新技术和新方法. 北京: 科学出版社, 2001: 54-59.
- [6] 任世芳. 山西河流水资源安全研究[M]. 北京: 气象出版社, 2008.
- [7] 任世芳. 极端干旱条件下汾河流域河流水资源安全研究[J]. 人民黄河, 2013, 35(7): 46-48.
- [8] 山西省水利厅, 编著. 山西省水文计算手册[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2011.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5762, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: gser@hanspub.org