

# 永定河支流清水河水资源利用 存在问题及对策

吕红霞<sup>1</sup> 顾斌杰<sup>1</sup> 张雅利<sup>2</sup> 吕 翠<sup>2</sup> 曹 月<sup>1</sup>

(1 北京市永定河管理处 100165 2 北京市门头沟区水务局 102300)

**摘要** 清水河河道及重要防洪工程分属不同的部门管理，水资源管理和调度上缺乏统筹考虑，影响了清水河综合效益的发挥和可持续发展。梳理清水河水资源及其调度情况现状，对存在问题进行分析，并提出了相应的对策。

关键词 清水河 水资源 对策 永定河

中图分类号 TV213.4

文献标志码 B

文章编号 1673-4637(2015)01-0017-05

## 1 流域概况

清水河是永定河官厅山峡段右岸支流，位于北京市门头沟区境内，在青白口村附近入永定河。清水河全长 51.4 km，流域面积 556.6 km<sup>2</sup>，主要支流有大南沟、大北沟和青龙涧沟等 17 条，其中，大南沟长 159 km。



图 1 清水河流域

流域面积 66.6 km<sup>2</sup>; 大北沟长 21.6 km, 流域面积 81.3 km<sup>2</sup>, 青龙洞沟长 16.3 km, 流域面积 42.1 km<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。流域情况见图 1。

流域内坡陡土薄，极易发生旱情，山洪、泥石流亦常出现。1974年在干流上建设了以防洪和供水为主要功能的斋堂水库，同时陆续开展了以整修梯田、闸沟垫地、修建塘坝和植树造林等为主要内容的水土保持和国土整治工程<sup>[2]</sup>。近年来，以改善、修复河道生态环境为重点，开展了一系列河道治理工程。2002年，实施了清水河上清水段生态旅游综合开发治理工程，铺设了引水管道，在新村建成了一坝三闸，形成梯级蓄水；2005年实施了清水河治理工程，开发土地面积  $33.3 \text{ hm}^2$ ，建成橡胶坝1座、砌石坝1座及连拱闸4座；2010年，开展了永定河流域山区河道生态修复工程，清理疏浚清水河28.0 km，在大南沟、田寺沟建设塘坝，同时整修梯田、种植水土保持林与苗圃、林地封禁和修建污水处理设施。

收稿日期：2014-11-26

作者简介：吕红霞（1981—），女，工程师。

## 2 清水河水资源现状分析

### 2.1 地表水

#### 2.1.1 水资源概况

清水河流域属温带半湿润半干旱大陆性季风气候，多年平均年降水量517.6 mm，多年平均年径流深63.1 mm<sup>[1]</sup>。

清水河地表水主要集中在斋堂水库。斋堂水库地处门头沟区斋堂镇清水河主河道上，建成于1974年，2005—2006年实施了除险加固工程，库容4 602.0万m<sup>3</sup>，是一座以防洪为主结合供水的中型水库<sup>[3]</sup>。20世纪90年代末期以来，随着北京城市供水日趋紧张，斋堂水库供水功能日益凸现，作为首都备用水源，40年来累计为斋堂水库下游地区提供了生产生活用水约5.0亿m<sup>3</sup>（水质常年为地表水Ⅱ类），为首都经济建设和社会发展作出了重要贡献。2006年水库除险加固后，水库重新蓄水，2013年9月27日，达到汛限水位453.0 m，2014年5月3日，水位达加固后最高蓄水位455.5 m，蓄水量2 487.7万m<sup>3</sup>。

水库除险加固工程中，由于新建了大坝防渗墙，渗流量大大减少，致使水库下游地下水位降低，下游农村饮水出现困难，因此2008年建设了斋堂联村水厂，水厂设计年供水能力120.0万m<sup>3</sup>，年正常供水量为73.0万m<sup>3</sup>，斋堂水库每年根据水厂需求进行供水，解决了清水河沿线8 000人的农村饮水问题<sup>[4]</sup>。

#### 2.1.2 水资源分析计算

本次利用斋堂水库2007—2013年共7年的水文资料，计算斋堂水库水资源量。据统计，斋堂水库年均降水量410.7 mm，年均蒸发量1 204.7 mm，年均供水量43.0万m<sup>3</sup>，2013年12月31日蓄水量2 347.9万m<sup>3</sup>，2007年1月1日蓄水量292.0万m<sup>3</sup>。斋堂水库来水主要是降雨和地下水补给，无地表径流，所选时期内，除向下游联村水厂供水外，未向下游泄水。此外，由于除险加固工程中新建了大坝防渗墙，渗流大幅度减少，故本次计算中未考虑水库向下游的渗流量。

水库水资源平衡方程为：

$$\bar{W}_p + \bar{W}_{\text{地下}} = \bar{W}_E + \bar{W}_{\text{供}} + \bar{W}_{\text{蓄}} \quad (1)$$

式中： $\bar{W}_p$ 为降雨形成的年均水资源量/万m<sup>3</sup>； $\bar{W}_{\text{地下}}$ 为地下水年均补水量/万m<sup>3</sup>； $\bar{W}_E$ 为水面年均蒸发量/万m<sup>3</sup>； $\bar{W}_{\text{供}}$ 为年均供水量/万m<sup>3</sup>； $\bar{W}_{\text{蓄}}$ 为年均蓄水量/万m<sup>3</sup>。

①降雨形成的年均水资源量

$$\bar{W}_p = S_{\text{库区}} \times \bar{P} = 2.1 \text{ km}^2 \times 410.7 \text{ mm} = 86.3 \text{ 万 m}^3$$

式中： $S_{\text{库区}}$ 为库区面积/km<sup>2</sup>； $\bar{P}$ 为年均降水量/mm。

②水面年均蒸发量

$$\bar{W}_E = S_{\text{水面}} \times \bar{E} = 1.23 \text{ km}^2 \times 1204.7 \text{ mm} = 148.2 \text{ 万 m}^3$$

式中： $S_{\text{水面}}$ 为水库水面面积/km<sup>2</sup>； $\bar{E}$ 为年均蒸发量/mm。

③年均供水量

$$\bar{W}_{\text{供}} = 43.0 \text{ 万 m}^3$$

④年均蓄水量

$$\bar{W}_{\text{蓄}} = (W_2 - W_1) / n = (2347.9 - 292) / 7 = 293.7 \text{ 万 m}^3$$

式中： $W_2$ 为期末蓄水量/万m<sup>3</sup>； $W_1$ 为期初蓄水量/万m<sup>3</sup>； $n$ 为时期长度。

⑤地下水年均补水量

$$\bar{W}_{\text{地下}} = \bar{W}_E + \bar{W}_{\text{供}} + \bar{W}_{\text{蓄}} - \bar{W}_p = 148.2 + 43.0 + 293.7 - 86.3 = 398.6 \text{ 万 m}^3$$

由计算可知，斋堂水库区域内，年均天然降水形成水资源量为86.3万m<sup>3</sup>，年均水资源蒸发量为148.2万m<sup>3</sup>，年均地下水补给量为398.6万m<sup>3</sup>，年均可形成可利用水资源量336.7万m<sup>3</sup>（2007—2013年统计数据）。

### 2.2 地下水

清水河流域内水文地质条件多样，地下水的补给、埋藏和流动规律多种多样，水资源分布极不均匀。总的来看，流域内水资源为天然降水补给地下水，而在一些山沟则是地下水补给地表水。根据流域内水文地质条件，水资源可分为富水区、弱富水区、贫水区、弱贫水区、缺水区和无水区。富水区主要分布在上清水以下主河道内，上清水北沟及双塘涧以北的主河道地区；弱富水区主要分布在上清水以上主河道内和大北沟等支沟下游河谷地区；贫水区分布在主河道以南的大槽—马栏一带及杨家村地区；弱贫水区分布在主河道以南以西及灵山一带地区；缺水区分布在主河道以北灰岩地区；无水区分布在主河道以北的条状地区<sup>[5]</sup>。

斋堂水库的来水除了天然降水，主要通过地下水补给，由公式（1）计算可知，地下水年均补给量398.6万m<sup>3</sup>。

## 3 水资源调度情况及存在问题

### 3.1 地表水资源调度及其对地下水的影响

斋堂水库于2005—2006年实施了除险加固工程，腾空了库容。2014年5月3日，水库蓄水位455.5 m，超过了汛限水位453.0 m，为及时腾出防洪库容，确保防洪安全，同时涵养地下水，5月4—26日，首次通过

输水洞向下游河道放水，使库水位降至452.8 m，出库流量控制在20 m<sup>3</sup>/s，共泄水4000万m<sup>3</sup>；6月20—23日，再次通过输水洞向下游放水以降低库水位，泄水63.0万m<sup>3</sup>，2次共泄水463.0万m<sup>3</sup>。

为掌握水库放水对下游河道地下水的影响，5月5—22日，7月1日至8月26日，门头沟区水务局在下游河道左岸军响临时布设了地下水位观测点，对水位井内的水深变化进行了观测，图2、图3分别为5月5—22日、7月1日至8月26日军响站水位井内水深和降雨量变化。由图2可以看出，在水库第1次放水期间，军响站仅有2次少量降水过程，总降水量12.5 mm（第1次为7.5 mm，第2次为5.0 mm），而观测井内的水深由4.5 m涨至6.1 m，水位上涨了1.5 m；由图3可以看出，7月1日至8月26日军响站有14次降雨过程，除8月10日为中雨，其余均为小雨，总降水量为56.0 mm，观测井内的水位有波动，最大波动幅度为0.8 m，水位总体呈下降趋势，分析认为与当地取用地下水有关。

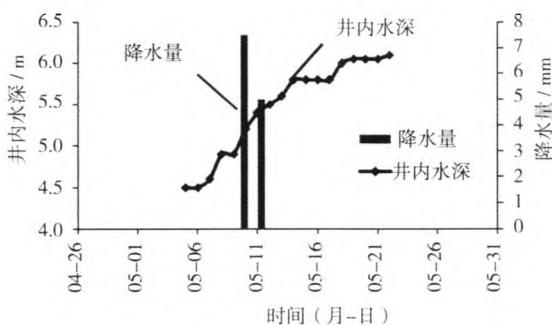


图2 5月5—22日军响站水位井内水深和降水量变化

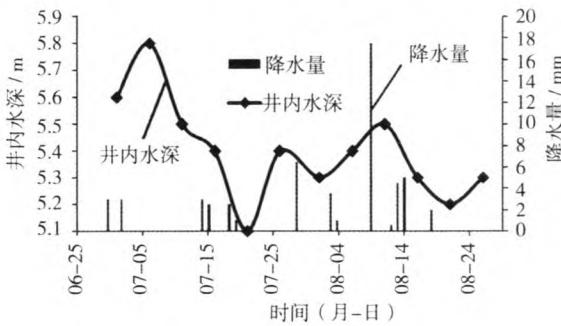


图3 7月1日至8月26日军响站水位井内水深和降水量变化

由此可看出，少量降水对地下水的影响较小，而水库放水对下游河道地下水的回补效果非常明显。同时，2次放水也有效改善了清水河下游河道生态环境，

近年来实施的以改善、修复河道生态环境为重点的河道治理工程效果得到了初步显现，局部地区在降雨后产流明显。图4为斋堂水库下游清水河军响段河道景观。



图4 清水河军响段河道景观

### 3.2 存在问题

#### 3.2.1 水资源开发利用缺少整体规划，不能实现水资源的优化配置和利用

清水河是一条易出现山洪、泥石流灾害的河流，同时也是门头沟区地表水资源的重要来源，因此其主要功能是防洪、供水，其次是生态景观功能。斋堂水库除担负着清水河流域的防洪重任外，还承担着为永定河主河道削峰、错峰的任务，同时作为北京市饮用水源地承担着供水任务。近年来，清水河流域水资源总量较少，也未产生洪水，地下水开采、地表水调配等缺乏流域整体规划，难以实现水资源的优化配置和高效利用。

(1) 地下水开采利用计划性不够，致使地下水位下降。清水河为山区河流，流域内有清水镇、斋堂镇，主要用水为生活用水和农林灌溉用水，主要用水水源为地下水，由于缺乏对地下水开采的计划性管理，沿河村镇开凿了大量的农用机井、自备井取用地下水，由于连续开采、采补失衡，致使地下水位逐年降低，地下水资源量减少。而作为主要依靠地下水补给的斋堂水库，地下水资源的减少直接影响水库的来水量，致使清水河可利用地表水也随之减少。

(2) 地表水资源调配缺乏整体规划，难以发挥河流综合效益。近年来，清水河流域未发生过洪水，故

未进行过防洪调度，水库的调度主要是非汛期水资源的调度。水资源调度主要分为2个部分：①通过输水管道每年向下游斋堂联村水厂供水，解决沿线农村的生活用水问题；②通过输水洞向下游河道放水，在青白口入永定河，供北京市城市生产、生态用水。

水库向斋堂联村水厂供水是根据水厂的实际需求进行水源供给，而向下游河道放水则主要集中在汛前或冰冻之前进行，出发点是保障防汛安全和水库运行安全，缺乏从防洪、供水及生态功能的统一考虑，尤其是忽视了清水河的生态景观功能，调水存在一定的随机性和任意性，难以发挥清水河的综合功能。

### 3.2.2 河道生态环境用水没有纳入计划管理

河流的生态功能是河流功能的重要组成部分，是衡量一条河流是否健康的关键因素。门头沟区把清水河大部分区域划分为景观娱乐区，并在河道内建设拦蓄水工程、进行生态治理和生态修复，以营造河流水生态景观，而这些工程的效益是否能得到发挥关键在于水资源。

清水河下游河道内的水资源主要来自上游斋堂水库放水，但以往放水没有统筹考虑如何维持河流的合理流量，放水多为集中放水，没有与下游河道生态需水、景观需水相结合，没有与回补地下水相结合，致使河道生态环境需水得不到保障，河道内景观难以维系，河流生态景观功能逐渐退化。

### 3.2.3 管理部门间缺乏有效的沟通协调机制

一条河流的干支流、上下游、左右岸及地表水与地下水是一个有机的整体，但目前清水河则分属不同的水务部门管理，清水河支流和主河道由门头沟区水务局管理，主河道上的控制性工程——斋堂水库由市水务局直属的永定河管理处管理，这样就造成了管理上的割裂。

从水资源管理角度来看，清水河支流地表水和流域内的地下水由门头沟区水务局管理，主河道的地表水则由市水务局管理，这种水资源管理的交叉性必然要求相关部门间要建立长效的沟通协调机制，共同研究和管理，保障水资源的优化配置与合理调度，以促进清水河的可持续发展。但目前，除防洪工作外，部门间尚未建立相关的协商机制，在水资源的管理和调度上缺乏沟通，大大削减了水资源功能的有效发挥，如永定河管理处其管理范围为斋堂水库，而对水库上游的水资源开发利用、地下水储备等情况不掌握，难以预测水库来水量；对下游的用水需求不了解，放水难以满足实际需求，客观上制约了管理者有效管理、

利用水资源，制约了河流的可持续发展。

## 4 水资源管理措施

### 4.1 将水资源纳入计划管理，做好季节性调水，保证河道最低用水量

在对清水河进行充分研究、比较和论证的基础上，根据水资源、水环境和水生态状况，建立面向可持续发展的清水河水资源可持续利用和优化配置系统，制定科学合理的水资源调度方案，使干支流、上下游、左右岸及地表水与地下水、蓄水、用水及放水统一规划、统一管理和统一调度，以实现经济、社会及环境三者协调发展和综合效益最优化。

清水河水资源调度原则：①明确防洪是第一要务，水资源调度必须服从防洪调度，汛前水位控制在汛限水位453.0 m以下，发生洪水使库水位抬高到汛限水位453.0 m时，立刻开启泄洪洞出口闸门和溢洪道闸门联合调洪，当水库水位在汛限水位453.0 m以下时，在确保水库水利工程安全、保障上游周边地区经济发展和人民生命财产安全的前提下，利用水库蓄水功能，发挥水库综合效益；②要确保完成向下游联村水厂供水任务，正常年供水量为73.0万m<sup>3</sup>；③水资源调度中考虑一部分水量作为生态环境用水，在完成正常供水任务外，除去水库死库容，水库年均有可调节最大水资源量约200.0万m<sup>3</sup>，可根据实际需要择机放水，放水时避免大流量集中放水，要与改善下游河道生态环境相结合，以持续小流量放水为宜，使河道内小水不断流，以维系河道景观，切实改善河流生态环境。

### 4.2 加强地下水管理和涵养，实现地表水、地下水互补

地下水是清水河沿河居民生活和农业生产的重要水源，应把有限的地下水资源纳入合理开发、科学管理的轨道，加强地下水井的普查和管理，严格控制地下水超采，确保地下水资源的持续利用。

同时，地下水和地表水的联合运用是水资源最优开发利用和管理的一种有效策略，地下水和地表水也相互依赖、相互制约，地表水可有效补给地下水，地下水也可补给地表水，从而实现相互转化。由观测可知，斋堂水库放水对下游河道地下水的补给效果非常明显，因此可通过合理调度地表水，增加地下水补给量、涵养地下水，同时保证河道景观用水，维持河道景观，改善局部生态环境，从而实现水资源良性循环。

(下转第44页)

表2 混凝土性能指标、含气量及入仓温度检测记录表

仓号	坍落扩展度/mm	U型箱/mm	V型漏斗/s	T50/s	含气量/%	温度/℃
1	660~700	328~340	10.8~13.4	4.2~6.2	1.1~2.1	10~12
2	670~700	330~340	8.4~12.4	3.4~5.6	1.4~2.3	10~13
3	690~700	335~340	10.1~11.7	3.4~5.1	1.5~2.5	12~13
4	680~700	335~340	11.2~12.7	4.1~7.1	1.2~2.0	7~9
5	690~700	335~340	7.4~11.7	3.0~3.9	1.8~2.5	6~9

表3 混凝土性能指标控制范围

序号	性能指标名称	规范标准	现场控制标准
1	坍落扩展度/mm	650±50	680
2	U型箱/mm	≥320	335
3	V型漏斗/s	7~25	11
4	T50/s	3~20	5

续施工最终确定的浇筑方式。

(2)腰线以下混凝土浇筑速度适当放缓对减少气泡是有益的，单车(9 m<sup>3</sup>)浇筑时间控制在20~25 min是最佳浇筑速度。

(3)浇筑过程中振捣无法起到辅助排气的作用，后续施工正常浇筑情况下不再采取振捣措施。

## 5 结语

本文结合隧洞衬砌混凝土工程实际，总结了过程

(上接第20页)

### 4.3 建立市、区水务部门沟通协作机制，实现科学决策和管理

河流是一个有机的整体，针对清水河管理现状，应加强市、区水务部门的日常沟通协调，成立清水河水资源管理协调小组，明确职责、建立长效机制：①建立数据信息的交流与共享机制，实现流域基础信息、水质监测、水量监测与地下水位监测等信息互通和共享，为科学管理和决策提供基础依据；②建立通知、协商和谈判机制，实现指令畅通、水资源管理和调度事宜共商，水环境管理和保护工作有效联动，提高清水河水资源管理的科学化，促进清水河流域经济的可持续发展。

## 5 结语

河流作为一个自然生态系统，是一个动态的有机整体，健康的河流是经济、社会与生态协调发展的统一体。清水河是一条具有防洪、供水和生态等多种功能的河流，分属市、区两级水务部门管理，目前部门

中质量控制的成功经验，深入挖掘了钢筋、模板、混凝土这3个施工环节的质量关键点并进行剖析，结合施工工艺和相关技术规范又提出了相应的质量保证措施，希望能够为质量管理工作引入这种新工作思路和方式，从而保证工程质量。

### 参考文献

- [1] DL/T5169-2013, 水工混凝土钢筋施工规范[S].
- [2] GB50204-2002, 混凝土结构工程施工质量验收规范[S].
- [3] DL/T5110-2013, 水电水利工程模板施工规范[S].
- [4] CECS203:2006, 自密实混凝土应用技术规程[S].
- [5] DL/T5144-2001, 水工混凝土施工规范[S].

(责任编辑：林跃朝)

间缺乏有效的沟通协作机制，在水资源管理和调度上没有进行合理统筹，不能促进河流的健康发展。因此，建议建立市、区水务部门长效协调合作机制，合理调度、管理水资源，充分发挥清水河的综合效益，促进清水河的健康、可持续发展。

### 参考文献

- [1] 北京市第一次水务普查工作领导小组办公室. 河湖普查成果[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2013: 31~36.
- [2] 中国河湖大典编纂委员会. 中国河湖大典(海河卷)[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2013: 90.
- [3] 魏陆宏. 斋堂水库混凝土剥蚀及防碳化处理设计[J]. 北京水务, 2009(1): 42~44.
- [4] 张国飞, 李娟. 加强农村安全饮水管理的几点思考[J]. 科研管理, 2014(3): 53~55.
- [5] 北京市门头沟区水利志编辑委员会. 门头沟区水利志[R]. 1994.

(责任编辑：张少文)