

平原水库泥沙淤积对水文情势及水资源利用的影响研究

王宏东

自治区塔里木河流域和田河水利管理中心，新疆 和田 848000

[摘要]平原水库属于区域水资源配置以及调控方面的关键基础设施，其蓄水能力还有水质状况和农业灌溉、工业供水、生活用水以及生态环境维护有着直接的关联。不过，水库泥沙淤积这一问题长期以来一直存在，对库容的有效利用、洪水调控能力以及水资源可持续利用的程度都产生了影响。文章依据泥沙输移以及淤积的特点，针对平原水库泥沙淤积给水文情势以及水资源利用带来的影响展开系统的分析，并且结合淤积预测模型以及调控办法给出管理方面的建议。研究说明，泥沙淤积不但致使库容出现下降的情况，而且让水位波动变得更加剧烈，同时对农业灌溉、工业以及生活用水、生态环境用水也都产生了直接的影响。

[关键词]水库泥沙；淤积；水文影响；水资源利用影响

DOI: 10.33142/nsr.v2i3.17717

中图分类号：TV213

文献标识码：A

Study on the Impact of Sedimentation in Plain Reservoirs on Hydrological Conditions and Water Resource Utilization

WANG Hongdong

Tarim River Basin Hotan River Water Conservancy Management Center, Hotan, Xinjiang, 848000, China

Abstract: Plain reservoirs are key infrastructure for regional water resource allocation and regulation, and their water storage capacity is directly related to water quality, agricultural irrigation, industrial water supply, domestic water use, and ecological environment maintenance. However, the problem of sedimentation in reservoirs has long existed, affecting the effective utilization of storage capacity, flood control capabilities, and the degree of sustainable use of water resources. Based on the characteristics of sediment transport and deposition, this article systematically analyzes the impact of sediment deposition in plain reservoirs on hydrological conditions and water resource utilization, and provides management suggestions in combination with sedimentation prediction models and control methods. Research has shown that sedimentation not only leads to a decrease in storage capacity, but also makes water level fluctuations more severe, and has a direct impact on agricultural irrigation, industrial and domestic water use, and ecological environment water use.

Keywords: reservoir sediment; sedimentation; hydrological impact; impact of water resource utilization

引言

随着区域经济不断发展以及人口持续增长，水资源的需求也在不断提高。平原水库属于水量调节以及水质保障方面极为重要的设施，其运行效率对于社会经济以及生态系统均有着直接的影响。不过，泥沙淤积的情况长期存在并且还在逐渐变得更加严重，这使得水库库容一年比一年下降，水库在洪水调节方面的功能以及在干旱期的供水能力都受到了限制，水资源的可持续利用也面临着诸多挑战。近些年来，国内外的学者围绕水库泥沙输移、淤积规律以及其对水文情势和水资源利用的影响展开了大量的研究工作，然而针对平原地区水库所进行的系统分析相对来说还是较为有限的。所以，本文目的在于全面且细致地梳理平原水库泥沙淤积的特性以及其对水文情势和水资源利用产生的影响，同时探讨相关的预测模型与调控措施，期望能够为科学管理给予一定的参考依据。

1 水库泥沙淤积概述

1.1 平原水库特点及优势

平原水库所在之地地势平缓开阔，建设时所处条件较

为宽松，其土建方面存在的难度以及所需的投资成本都比山区水库要低得多，在开展区域水利规划相关工作的时候，它具备相当不错的可行性以及经济方面的特性。它的库区面积颇很大，这就有利于将水集中起来进行蓄存以及灵活调度，能够涵盖范围较为广泛的灌区，从而为农业灌溉事宜给予稳定可靠的水源保障。平原水库能够对水量予以均匀的调节和蓄积，但是平原水库不具备冲砂的功能，必须要用机械进行清库，以此来缓解下游径流出现波动时所面临的压力。

1.2 平原水库主要弊端

平原水库有着建设以及调度方面的优势，不过同样存在着十分突出的弊端。其库面较为广阔，如此一来便使得蒸发量变得很大，在高温季节的时候，这会对有效库容以及可用水量形成一定程度的损失。而且库容是有限的，并且很容易受到泥沙淤积方面的影响，切不具备冲砂的功能，必须要用机械进行清库，这会进一步让蓄水以及调水的能力有所削弱，与此同时还会增加清淤的难度以及管理的成本。长期出现淤积的情况还很可能会对水质、水流特性以及生态环境产生影响，进而对水资源的可持续利用起到限制作用。平原地

区地势平坦，水库蓄水面积大、坝高较低，水体与透水层接触面积广，下渗路径更长。所以说，平原水库在规划以及管理的时候，务必要将蒸发、下渗、库容以及泥沙治理这些方面都考虑进去，以此来保障其运行效率以及资源的可持续性。

2 泥沙淤积对水文情势的影响

2.1 库容变化与蓄水能力影响

泥沙沉积的情况会明显削减水库的有效库容，致使蓄水能力随着时间的推移不断下降，对水库所具备的洪水调控以及供水的综合功能产生影响。随着库容逐渐变小，水库在出现洪峰时期的调蓄能力也会随之降低，超高水位事件的发生频次有所增加，与此在干旱季节，其供水保障能力同样会出现下降的状况。泥沙淤积呈现出的空间分布并不均匀，有一部分区域会快速地丧失储水能力，而另一些区域则依旧保持着较大的蓄水空间，这样一种不均衡的状态进一步加大了水库调度管理工作的复杂程度。相关研究显示，哪怕每年淤积量占库容的比例并不是很大，但是经过长期的累积之后，依旧会对水库的整体功能造成较为显著的影响，使得调水效率有所降低，并且还会增加水资源管理方面的风险。所以说，准确地去评估库容的变化情况以及淤积的速度，对于水库的运行管理而言是极为重要的。

2.2 水位调节与流量特征变化

泥沙淤积给水库水位调节以及下游流量特性带来了不容忽视的影响。随着库容慢慢变少，调蓄期间水位波动的程度变得更为显著，原先设计好的调水周期以及蓄排水规律都受到了干扰，其削减洪峰的能力有所降低，下泄流量的变化呈现出不稳定的态势，这使得水库运行的不确定性进一步增大。淤积致使水流断面缩小，水体流速降低，沉积物的堆积速度加快，进而形成了水位与流量之间的负反馈循环。在季节性较强降雨的时候，水库水位容易迅速上升，增加防洪方面的压力，还可能给下游堤防以及防洪设施带来额外的负担；而在枯水期，淤积会占用部分库容，使得出水量不足，对下游水资源供给以及生态调度产生直接影响，甚至有可能导致水质变差以及生态系统出现不稳定的情况。所以，泥沙淤积改变了水库的水位曲线以及流量特性，对流量调控模式以及水库运行管理提出了更高的要求，同时也对水资源的长期可持续利用产生了潜在的影响。

2.3 洪水调控与干旱期供水影响

泥沙沉积致使水库调蓄能力出现下滑情况，使得洪水调控以及干旱期供水都受到了限制。在洪水期间，因有效库容有所缩减，水库削峰填谷的能力也跟着变弱了，洪峰有可能没办法得到有效且充分的控制，进而增加了下游溢洪的风险。与之相反，在干旱时期，淤积占据了部分库容，导致蓄水量不足，水量分配方面的压力不断增大，农业灌溉以及工业用水都受到了影响，与此生态用水的保障能力也出现了下降的情况。泥沙淤积还会对水库调度策略的科学性造成影响，使得水文预测与调控之间存在偏差，最终

降低了水资源利用的效率以及可持续性。所以说，水库管理务必要综合考量泥沙淤积给水文调节功能带来的长期影响，以此来对蓄排水方案加以优化。

2.4 蒸发损失及其对水文调控的影响

平原水库由于其库面较为开阔，所以蒸发量相较于山区水库而言要明显更高一些，这一情况对水文调控产生的影响是颇为显著的。在出现高温或者干旱的时期，蒸发所造成的损失在可用库容当中所占的比例是比较大的，这无疑会使得可调水量有所减少，进而对枯水期时下游供水以及灌溉方面的保障能力产生一定程度的削弱作用。与此蒸发还会致使水质出现浓缩的情况，使得水盐类以及营养盐的含量有所增加，如此一来，管理的难度便随之增大了，而且对于水位调节以及流量控制也会形成一定的制约，从而增加了多目标调度的复杂程度。所以说，平原水库在运行的时候务必要充分考虑到蒸发这一因素，借助机械进行清库，以此来减缓水量的损失，进而保障水资源调控具备科学性并且能够实现可持续发展。

3 泥沙淤积对水资源利用的影响

3.1 农业灌溉水利用影响

泥沙淤积致使库容呈现出逐年递减的态势，这无疑直接对农业灌溉水的保障能力形成了削弱作用，而且给灌溉制度的稳定性带来了颇为深远的影响。库容变小之后，枯水期出水量常常出现不足的情况，下游灌区能够取到的水量也随之减少，如此一来，灌溉安排就很难依据实际需求来顺利实施，进而有可能对作物生长周期、产量的稳定性以及农业生产整体所取得的效益都产生影响。除此之外，泥沙沉积还会改变水流输送的效率以及渠道输水的能力，使得水资源调配出现了空间上存在不均衡以及时间上有延迟等诸多问题。长期淤积不但会增加灌溉系统在维护与管理方面的成本，而且还可能造成灌区土壤水分分布出现不均的情况，对土壤盐碱化的发展趋势以及土壤肥力的状况都会产生影响，最终进一步对作物生长环境以及农田生态系统的稳定性造成影响。所以，泥沙对于农业灌溉水利用所产生的影响，不仅仅体现在水量有所减少这还体现在灌溉效率有所下降、水质发生了变化以及生态环境所面临的压力有所增加等多个不同方面，必须要在水库运行调度以及水资源管理相关工作当中给予充分的考量，以此来保障农业能够实现可持续发展并且确保区域粮食安全得以维护。

3.2 工业及生活用水影响

泥沙淤积对于工业以及生活用水而言，存在着潜在且影响颇为深远的情况。随着库容呈现出逐年递减的态势，枯水期时可用水量往往难以满足需求，这使得工业生产遭遇到了原料用水较为紧张的局面，而且生产的连续性也会受到限制，与此居民生活用水的保障能力有所下滑，尤其是在用水高峰期的时候，极有可能会出现供水不足的状况。与此沉积泥沙里面的颗粒物、有机物还有污染物进入到输

水系统当中，会使得水处理设施的负担加重，进而致使净水成本有所提高，设备磨损的程度加剧，水处理效率也因此而降低。泥沙淤积还很有可能引发水源水质出现波动，使得水体的化学以及物理性质发生改变，如此一来，供水的安全性以及水质的稳定性都会受到一定程度的制约，最终会对工业生产工艺以及居民生活用水带来直接的影响以及潜在的风险。所以说，在水库调度以及泥沙管理方面，仅仅保证水量能够满足需求是不够的，还必须要十分重视水质的调控以及稳定性的维护工作，借助科学的监测手段以及合理的管理举措，来确保工业与生活用水具备可靠性以及可持续性，以此保障区域社会经济以及居民生活的稳定有序运行。

3.3 生态环境用水影响

一方面，库区水位抬高不仅增大了水库淹没损失，还引起两岸地下水位升高，加重了土地沼泽化、盐碱化；另一方面，泥沙是有机物、铵离子、磷酸盐、重金属以及其他有毒有害物质的主要携带者，在一定外部条件下，泥沙释放污染物进入水体；同时，耗氧有机物的降解又造成了水底低氧环境，滋生了更多厌氧微生物及有害藻类，造成水生态环境的恶性循环。长久以来，这样的情况不但对水库库区的生物多样性产生了影响，而且还让水体的自净能力有所削弱，使得水质出现更加剧烈的波动情况。除此之外，水生态系统本身的稳定性出现了下滑，这给周边的灌溉用水以及生活取水都带来了潜在的风险隐患，同时也加大了水资源管理以及调控工作的相应难度。

4 泥沙淤积预测与调控方法

4.1 泥沙输移与淤积预测模型

泥沙输移与淤积预测模型在科学管理水库泥沙方面发挥着重要作用，它能够保障水库安全运行，同时促进水资源的合理利用。该模型借助综合分析多种参数的方式，比如流量、降雨量、地形坡度、土壤类型以及植被覆盖等，再结合数学模拟、数值计算以及物理过程模型，可较为精准地预测泥沙在库区的沉积速率、空间分布特点以及随时间推移的变化趋势^[1]。常用的模型有经验公式、统计回归模型以及基于物理过程的模拟模型，它们能够针对库容下降的速度、淤积厚度的变化以及沉积的位置展开定量预测，从而给水库调度以及洪水防控给予科学方面的依据。除此之外，这些模型还能结合遥感影像、实地监测的数据以及水位水质的观测情况，达成对长期泥沙淤积过程的动态模拟效果，这既有利于优化水库的运营策略，也为制定泥沙治理方案、排沙调度方案以及生态保护方案提供了科学支撑，使得水库管理的精细化程度得以提高，同时也增强了水资源可持续利用的能力。

4.2 水库调度与泥沙管理措施

就泥沙淤积这一问题而言，水库所采取的调度策略务必要全面考量库容方面的变化情况以及水文方面的相关特征，借助对蓄排水方案予以优化的方式来达成对泥沙的有效排控^[2]。具体来讲，其包含在出现洪峰的时候增加排

沙的流量，在处于枯水期时实施分层放水的操作，还有开展周期性的冲刷工作以处理沉积物等一系列的措施。与此还需要强化对上游径流的管理举措以及水土保持方面的工作，通过从源头上减少泥沙进入水库的数量，以此来减缓淤积的速率。除此之外，把库区实时监测所获取的数据综合起来加以运用，便能够实现动态化的调度操作，进而提升水库调节工作的效率，从而缓解泥沙给水文情势以及水资源利用所带来的影响。

4.3 河道生态调控及排沙技术

河道生态调控以及排沙技术属于缓解水库泥沙淤积的关键举措。借助人工疏浚这一方式，还有底流排沙以及实施生态护岸的相关措施，能够对沉积给水库功能所带来的影响起到一定程度的减缓作用。与此生态调控涵盖了要维持河道生态廊道处于良好状态，也要保护好生物栖息环境，促使水体污染物浓度的波动得以减少，进而维持水生态系统的健康状况^[3]。将排沙技术同生态保护相互结合起来，在确保水库调度功能可以正常发挥作用之际，还能够达成水生态环境的可持续发展目的，从而为水资源的综合利用给予相应的支撑。

5 结语

本文从泥沙所具备的特性方面、水文情势所产生的影响层面以及水资源的具体利用情况等不同角度出发，对平原水库出现的泥沙淤积这一问题展开了较为系统的分析工作。经过相关研究可以发现，泥沙淤积的情况在很大程度上会使得库容有所降低，进而对水位的调节以及洪水控制的能力都造成了一定的影响，并且对于农业领域、工业领域、日常生活以及生态环境等方面所涉及的用水情况而言，也都产生了或多或少的直接或者潜在的影响。面对这样的问题，就需要采取像泥沙输移预测模型这类手段、对水库调度予以优化的相关举措以及河道生态调控等方面的一系列综合性的措施，从而达成泥沙治理和水资源可持续利用能够协调发展的目的。在未来的研究过程当中，应当进一步把长期监测所获取的数据充分结合起来，对预测模型以及管理策略加以完善，以此来有效应对泥沙淤积给水文调控以及水资源利用所带来的那种持续不断的挑战。

[参考文献]

- [1]余欣,王仲梅,来志强,等.水库淤积风险与治理研究[J].水利发展研究,2025(1):1-9.
 - [2]陆杨,许慧,李国斌,等.泥沙淤积对不同类型水库功能影响评价[J].人民长江,2021,52(2):237-241.
 - [3]裴峰.山区水库泥沙淤积机理及其对水资源可持续利用的影响分析[J].农业灾害研究,2025,15(5):248-250.
- 作者简介：王宏东（1990.5—），毕业院校：塔里木大学，所学专业：土木工程，就职单位职务：自治区塔里木河流域和田河水利管理中心，喀拉喀什河下游管理站副站长，职称级别：工程师。