

沙沱水库入库流量误差的产生原因与对策

张国庆

贵州水投水库管理有限责任公司

摘要:在水库水量调度过程中,对入库流量进行实时监测与分析是一项十分重要的工作,对水库入库流量进行实时监测与分析,是水库调度工作中重要组成部分。在汛期,如果不能及时掌握入库流量信息,会给防洪调度和水库运行管理带来很大困难,也将影响到防汛减灾和水资源综合利用。因此,在汛期到来之前,必须对水库入库流量进行实时监测和分析,以便为防洪调度和水库运行管理提供可靠依据。基于此,本文首先针对沙沱水库入库流量误差的产生原因分析入手,通过实地测量、资料整理、原因分析,提出相应的解决措施及实施效果,为后续类似工程提供参考和借鉴。

关键词:沙沱水库; 入库流量; 误差; 原因; 对策

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.18.078

沙沱水电站位于贵州省沿河县上游约7km处,距离上游思林电站约114km。思沙区间共有石阡河、清渡河、印江河、马蹄河四条较大支流,区间共布置水情遥测站18个,用于监测水位、雨量等信息,其中沙沱坝上站位于左岸沙沱大坝上游约500m处,是以防洪为主,兼顾发电、灌溉及城镇供水等综合利用的大型水利工程。沙沱电站水库调度自动化系统投运以来,经常出现入库流量骤升骤降的情况,甚至个别时段出现负值,在综合考虑区间支流来水、库区取水情况,排除降雨产流、上游电站来水的影响因素外,与水文学规律不符。

一、前期情况调查分析

通过组织对沙沱电站投产以来入库流量、出库流量、机组负荷以及降雨情况的大量数据分析,我们发现:入库流量在机组负荷调整及泄洪闸门开度调整后的会出现明显波动。示例图(2015年8月19日-20日)如下:

如图1所示,22:30左右,机组负荷调减,23:00入库流量骤升至900m³/s,0:00、1:00的入库流量骤降

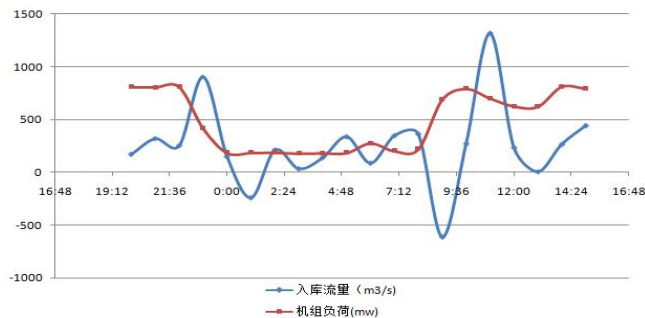


图1

至0m³/s以下,之后趋于平缓;8:30左右,机组负荷调增,9:00入库流量骤降至-600m³/s,10:00、11:00的入库流量骤升至1300m³/s左右^[1]。

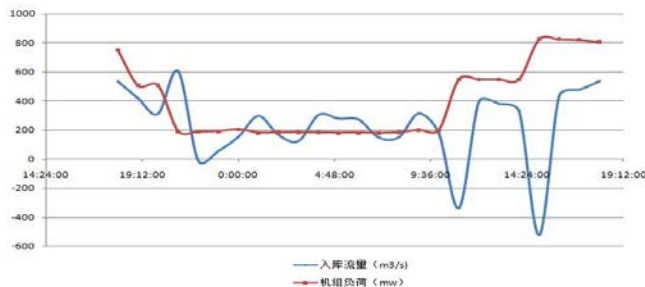


图2

如图2所示:20:30左右,机组负荷调减,21:00入库流量骤升至600m³/s,22:00的入库流量骤降至0m³/s以下,23:00入库流量上升,之后趋于平缓;10:30左右,机组负荷调增,11:00入库流量骤降至-340m³/s,12:00—14:00的入库流量趋于平稳;14:30左右,机组负荷调增,15:00入库流量骤降至-520m³/s左右。数据显示:①机组负荷调增或闸门开度增加时,后一小时的入库流量会明显降低,之后几小时内处于波动状态,最后趋于平缓;②机组负荷调减或闸门开度减小时,后一小时的入库流量会明显升高,之后几小时内处于波动状态,最后趋于平缓;③负荷的调整、闸门开度的变化对入库流量的影响往往会持续几个小时;④入库流量在机组负荷、闸门开度调整的影响下,短时间内处于波动状态,但平均值趋于平衡。

二、沙沱水库入库流量误差的产生原因分析

要想分析误差的来源，首先，我们要知道入库流量的计算原理。目前，沙沱水库入库流量计算采用的是水量平衡方程： $Q_{入}=Q_{出}\pm\Delta V/t$ 其中： $Q_{入}$ 为入库流量； $Q_{出}$ 为出库流量； ΔV 为计算时间段内的库水量变化值； t 为计算时间段。由上式可知：入库流量计算误差的来源包括 $Q_{出}$ 和 ΔV 两部分。 $Q_{出}$ 造成的误差分析：沙沱电站出库流量计算采用的NHQ曲线算法，即通过查询机组的负荷 N 、发电水头 H （坝上水位-尾水水位）后，计算出出库流量 $Q_{出}$ ，机组负荷 N 由监测系统进行实时采集，基本不存在误差，发电水头 H 受坝上及尾水水位波动影响，存在误差，其中，坝上水位主要受机组负荷、闸门开度调整等导致的水位短时间内骤升骤降的影响（现场观测，库水位受波浪影响很小），尾水水位主要受波浪作用导致的波动。 ΔV 造成的误差分析： ΔV 是由计算时间段始末的库容差计算而得，采用水位-库容曲线查询法，即通过坝上水位查询水库库容，坝上水位受机组负荷、闸门开度调整等导致的水位短时间内骤升骤降的影响（现场观测，库水位受波浪影响很小），存在误差。通过计算发现：坝上水位在353.50m—355.00m、355.00m—360.00m、355.00m—360.00m之间，坝上水位每小时波动5cm对 $\Delta V/t$ 的影响分别是 $275\text{m}^3/\text{s}$ 、 $330\text{m}^3/\text{s}$ 、 $385\text{m}^3/\text{s}$ 。由此可以，坝上水位波动5cm造成的入库流量误差占多年平均入库流量（ $838\text{m}^3/\text{s}$ ）百分比分别达到33%、39%、46%。综上所述，通过验证，找到了影响沙沱水库入库流量计算误差的主要原因是受机组负荷、闸门开度调整等导致的坝上水位短时间内骤升骤降^[4]。

三、沙沱水库入库流量误差问题的解决策略

针对上述“受机组负荷、闸门开度调整等导致的坝上水位短时间内骤升骤降”，相关工作人员通过运用头脑风暴法进行深入分析之后，经整理共提出了以下几种应对工作对策：1) 改造或新建坝上水位测站；2) 改造完善水位采集设备或软件，消除影响；3) 运用“趋势判断法”消除影响（根据计算点之前一段时间内入库流量的趋势，结合思林出库情况、思沙区间产流情况，综合判断）4) 延长计算时间段，消减误差；5) 引用误差

调整系数。

（一）趋势判断法

具体实施内容如下：组织对因机组负荷、闸门开度调整等导致的坝上水位短时间内骤升骤降数据进行了剔除，并根据计算点之前有无降雨分两种情况进行入库流量计算：①计算点之前无降雨或降雨量较小，思沙区间入库流量稳定，沙沱电站入库流量=前几个小时内的平均思沙区间入库流量+思林电站前3个小时的出库流量（根据统计，思林电站出库流量约3小时到达沙沱坝前）；②计算点之前有降雨，思沙区间入库流量受降雨影响，沙沱电站入库流量=根据降雨产流计算的思沙区间入库流量+思林电站前3个小时的出库流量。

（二）延长计算时间段

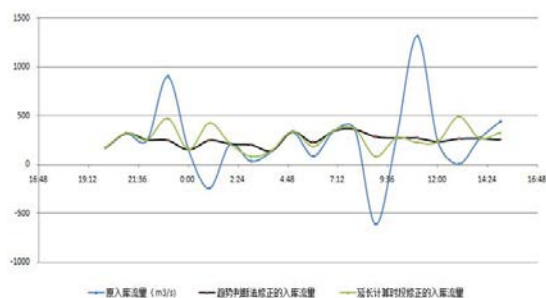
实施内容：组织对计算时段进行延长，由原来的1小时，延长至3小时或者6小时，将由机组负荷、闸门开度调整等导致的坝上水位波动平均分配到几个小时内，从而达到减小误差的目的。

（三）引用误差调整系数

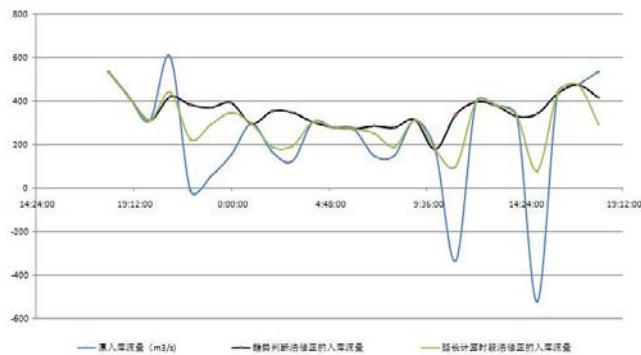
实施内容：综合分析坝上水位 Z 坝上、出库流量变化 $\Delta Q_{出}$ 与误差调整系数 δ 之间的关系：将坝上水位从353.50m—365.00m按照50cm划分成24个等距区间；出库流量变化 $\Delta Q_{出}$ 根据机组日常13种负荷之间调整关系确定变化值分别为190、260、310、500四种情况，根据泄洪闸门开度调整确定出库流量变化范围，分析并建立 Z 坝上- $\Delta Q_{出}$ - δ 之间的关系曲线^[6]。

（四）效果检查

组织对“二、情况调查”中示例图1、2的入库流量过程线分别采用“趋势判断法”、“延长计算时段法”进行修正计算，效果图如下：



示例图1修正效果图



示例图2修正效果图

通过修正后的入库流量过程线可知：①采用“趋势判断法”、“延长计算时段法”对入库流量进行修正均有明显的效果，修正后的入库流量过程线更加的平顺，入库流量骤升骤降的现象得到有效的改善；②且对比“趋势判断法”和“延长计算时段法”，“趋势判断法”修正的效果更佳^[7]。

（五）效益分析

社会效益：在此基础上，采用了一种科学的方式来降低进水流量的误差，从而为火力发电厂今后的防洪调度、水情报汛等工作提供了有力的支持。无形的好处：经过这次培训，大家的专业知识，业务水平，管理水平，发现问题，分析问题，解决问题的能力都得到了极大的提升。在下一步工作中，要改进工作方式，提升工作质量，加强与其他部门的沟通和合作，为以后的工作奠定坚实的基础。本项目通过对沙沱水库入库流量误差分析与调整的研究，使沙沱水库入库流量误差减小到允许范围内，为水库的防洪调度提供了参考依据，通过本次研究活动积累了一批有价值、有意义的科研成果和实践经验，培养和锻炼了一支优秀专业技术人才队伍，在后续工作中需要将继续努力开展科学研究工作，为沙沱电站的防洪调度提供决策依据。

四、结语

综上，通过开展本次活动，我们有效的消减了入库流量的计算误差，取得了较好的效果，证明了采取的措施是行之有效的，为巩固成绩需要讨论制定了巩固措

施，将上述的“趋势判断法”、“延长计算时段法”两种入库流量误差调整方法在全体水情值班员中进行宣贯培训，保障各值班员能熟练的掌握，并将其完善到《水库调度手册》《水务管理规程》中，促使水务工作进一步精细化、标准化，尽管通过“趋势判断法”、“延长计算时段法”有效消减了入库流量的计算误差，但在后续的研究工作中也将积极探索其他解决办法，保证类似工作的开展更加高效和精确。

参考文献

- [1] 黄旭, 穆振宇, 艾学山. 受上游调控影响的水库入库流量预报方法研究[J]. 中国农村水利水电, 2022 (08): 78-83+89.
- [2] 潘爽, 彭勇. 基于入流连续性的尼尔基水库入库流量平滑方法[J]. 水电能源科学, 2021, 39 (12): 36-39.
- [3] 金铮, 张行南, 夏达忠. 基于多种平滑算法的三峡水库反推入库流量消噪[J]. 中国农村水利水电, 2022 (03): 48-53.
- [4] 周建中, 贾本军, 王权森. 广域预报信息驱动的水库群实时防洪全景调度研究[J]. 水利学报, 2021, 52 (12): 1389-1403.
- [5] 陈建, 李允军, 王建平. 基于梯度自适应优化的入库流量数据平滑算法研究[J]. 人民长江, 2022, 53 (03): 92-97.
- [6] 沈浒英, 邱辉, 邢雯慧. 三峡水库入库流量中期预报水文模型研究与应用[J]. 人民长江, 2019, 50 (10): 94-99+125.
- [7] 秦鹏程, 刘敏, 肖莺. 丹江口水库入库水量与气象因子的响应及其预测[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27 (03): 638-647.

作者简介：张国庆, 1988年2月, 男, 汉族, 辽宁昌图, 大学本科, 从事的工作方向: 水利水电工程建设管理、调度管理、防汛管理等。