

向家坝水电站汛期航运调度浅析

邹泽华, 韩媛媛, 赵全

(三峡水利枢纽梯级调度通信中心, 四川 成都 610094)

摘要: 对于拥有航运功能的流域梯级大型水电站, 汛期在不影响防洪调度的前提下, 需要兼顾开展航运调度。本文通过对 2020 年汛期向家坝水电站航运调度的分析, 研究在不同流量等级下开展昼夜差异化泄洪航运调度的可行性, 为其他流域大型水电站汛期的航运调度提供借鉴。

关键词: 水电站; 航运调度; 升船机; 泄洪; 水位变幅

中图分类号: U641 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 10—0112—03

向家坝水电站是金沙江下游河段水电规划的最下游梯级, 坝址位于四川屏山县和云南水富县交界的金沙江干流上, 是一座以发电为主, 兼有航运、灌溉、拦沙和防洪等综合效益的特大型电站, 并具备为上游梯级电站进行反调节的作用^[1]。向家坝水电站与上游的溪洛渡水电站组成溪洛渡—向家坝梯级水电枢纽, 三峡梯调成都调控中心 (以下简称“成都集控”) 是溪洛渡—向家坝梯级水电枢纽的调控管理机构^[2]。

向家坝电站下游为天然河道, 坝址以下水富至宜宾河段内港口码头众多, 河段按 V 级航道维护, 通过整治达到 III 级航道标准, 可常年通行 1000t 级船舶。向家坝升船机最大提升高度 114.2 米, 为目前世界上已建成投运的单机提升高度最高的升船机, 于 2018 年 5 月向家坝升船机开始正式试通航运行^[3]。

1 背景介绍

溪洛渡—向家坝梯级水库是长江防洪体系的重要组成部分, 汛期水电站运行以防洪为主, 水库水位不能超出允许的上限水位。因此, 当来水偏多时, 电站防洪需及时下泄洪水, 而升船机通航要求控制电站的泄洪流量, 防洪与航运存在一定程度的矛盾。2020 年汛期, 自 7 月 22 日开始, 向家坝出库流量持续大于 8500m³/s, 超过升船机通航要求, 向家坝升船机停航 (升船机通航条件为向家坝泄洪流量小于 2200m³/s; 机组满发流量约 6300m³/s^[4])。8 月初, 向家坝上下游已积压若干艘船舶等待过机, 考虑向家坝升船机将于 8 月 5 日后开展 2020 年度计划性停航检修, 最终采取向家坝水库提前预泄、昼夜差别泄洪等方式, 短期控制泄洪流量以疏散待过机船舶。

头和三项平行走线插头, 代替社会广为使用的垂直插排平面输出走线插头, 从而可以实现插排总体插头甩线的整洁有序工整, 并大大节约空间。

(3) 去除有线设计。该插排可垂直与墙壁插座直接相连, 无需走线。所有线序垂直布置, 并紧凑布置在高度空间内, 可极大限度降低使用空间, 没有弯路管线的凌乱甩线, 降低火灾风险。

3 结论

本文针对船员目前航行中, 生活区光线弱的情况下, 插座插排快速取电不便问题进行了分析, 并设计了实用新型专利产品。船上的生活环境具有特殊性, 目前市面上还少有一种特别针对船舶使用场景中所会遇到的问题而设计的用电连接装置产品, 达到使船员在特定场

景下便捷、更高效率、安全可靠的用电效果。本文的产品设计不仅提高了船员日常使用插座的便捷性, 安全性, 也降低了船舶发生安全事故的概率, 具有针对性设计的优势。

参考文献:

- [1] 李炯, 刘彦呈, 张洁喜, 余宏平, 肖德健. 开关电源在现代船舶上的应用分析 [J]. 造船技术, 2013(03):34-37+52.
- [2] 王彩霞. 便携式船舶通导开关电源的设计 [J]. 舰船科学技术, 2016, 38(04):34-36.
- [3] 蒋万国. 关于便携式船舶通导开关电源的设计与探讨 [J]. 自动化应用, 2018(01):116-117.
- [4] 金伟祺. 便携式船舶通导开关电源的设计维修分析 [J]. 科学技术创新, 2021(02):181-182.

7月20日至8月1日向家坝出库流量如图1所示, 8月2日向家坝电站按出库流量 14000m³/s 进行预泄, 在8月3日8时前将出库流量减至 8400m³/s, 3日20时后再逐步增加出库流量至 14000m³/s。如此尽可能地加大泄洪量, 并让积压船舶顺利过机, 同时满足了防洪调度和航运调度的要求。

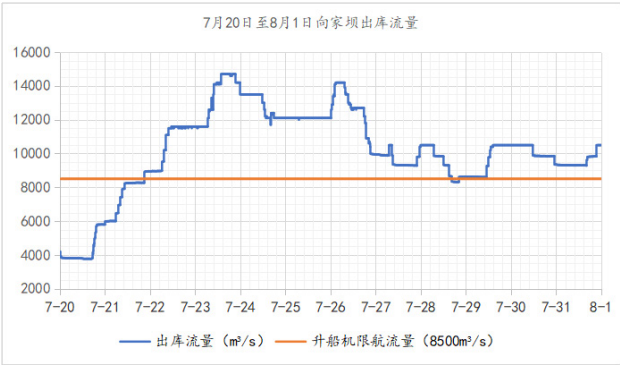


图1 7月20日至8月1日向家坝出库流量图

2 调度过程

按向家坝水库调度规程规定的要求, 为保障下游航运安全, 电站运行过程中应控制下泄流量的变幅和变率, 减小下游河道的水位变幅, 运行初期电站日调峰运行时下游水位最大日变幅暂按不超过 4.5m/d 控制, 最大小时变幅暂按不超过 1.0m/h 试运行^[5]。本次航运调度过程中严格遵守水调规程, 制定闸门分档操作计划, 以避免水位变幅超限。

2.1 8月2日加大出库流量预泄

此前, 按照汛期防洪调度要求, 溪洛渡—向家坝梯级电站基本按出入库平衡控制, 为平稳控制向家坝出库, 8月1日即开始加大出库流量。8月2日5时至7时, 成都集控分四档将向家坝出库流量由 11700m³/s 调整至 14000m³/s 进行预泄, 具体操作如表1所示。

表1 向家坝出库流量由 11700m³/s 增加至 14000m³/s 过程

操作步骤	增加出库流量	总出库流量
第一档	500m ³ /s	12200m ³ /s
第二档	600m ³ /s	12800m ³ /s
第三档	600m ³ /s	13400m ³ /s
第四档	700m ³ /s	14100m ³ /s

2.2 8月3日白天升船机通航

8月2日23时前向家坝出库流量均维持在 14000m³/s, 8月2日23时至8月3日7时, 成都集控分五档将向家坝出库流量由 14000m³/s 调整至 8400m³/s, 具体操作如表2所示, 3日8时后向家坝升船机正常通

航。

表2 向家坝出库流量由 14000m³/s 减少至 8400m³/s 过程

操作步骤	减少出库流量	总出库流量
第一档	1100m ³ /s	12900m ³ /s
第二档	1160m ³ /s	11740m ³ /s
第三档	1160m ³ /s	10580m ³ /s
第四档	1100m ³ /s	9480m ³ /s
第五档	1080m ³ /s	8400m ³ /s

2.3 8月3日晚通航计划暂停

8月3日20时至22时, 成都集控分三档将向家坝出库流量由 8400m³/s 调整至 11500m³/s, 具体操作如表3所示, 此后向家坝水库按出入库流量基本平衡下泄。至此, 此次航运调度过程结束。

表3 向家坝出库流量由 8400m³/s 增加至 11500m³/s 过程

操作步骤	增加出库流量	总出库流量
第一档	830m ³ /s	9230m ³ /s
第二档	1170m ³ /s	10400m ³ /s
第三档	1100m ³ /s	11500m ³ /s

3 昼夜差异化泄洪航运调度可行性研究

3.1 调度过程分析

此次航运调度过程从8月1日晚开始, 至8月3日晚结束。期间, 最大出库流量调整幅度 5600m³/s (由 14000 m³/s 减少至 8400 m³/s, 跨越8月2日、3日两个自然日), 下游水位最大日变幅 3.83m、最大滚动日变幅 4.26m。8月1日至8月3日向家坝出库流量变化及下游水位变化情况如图2所示。

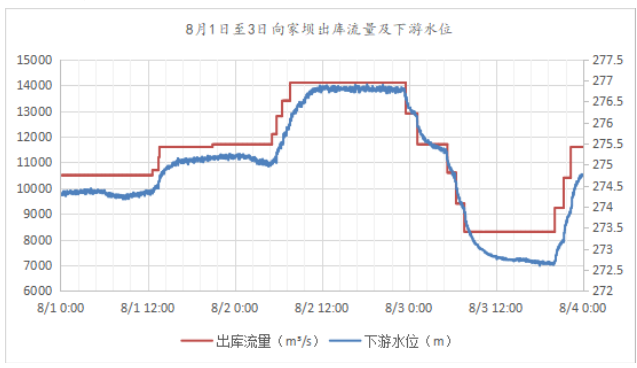


图2 8月1日至3日向家坝出库流量及下游水位变化图

目前, 向家坝升船机通航时间为每日 8:00 至 20:00, 在满足防洪调度要求的前提下, 为提高升船机的通航天数, 实时调度可采用昼夜差别下泄的方式, 即控制 8:00 至 20:00 向家坝出库流量为 8400m³/s 保证升船机通航, 20:00 后逐步加大闸门下泄。考虑下游水位

变化对金沙江航运及沿岸居民生产生活的影响,推荐不同下游水位日变幅下的航运调度方案如表4所示,可供实施升船机航运调度参考。考虑向家坝下游水位受岷江、横江顶托等因素影响,表4中下游日变幅数据与实际会有少许差别。

表4 汛期升船机航运调度参考方案

	下游日变幅	夜间最大出库流量	建议操作方案	最大日均出库流量
方案1	2m	11100m ³ /s	20:00 开始加流量, 22:15 到位, 分三档操作; 5:30 开始减流量, 7:45 到位。	9460m ³ /s
方案2	2.5m	11900m ³ /s	20:00 开始加流量, 22:45 到位, 分四档操作; 5:00 开始减流量, 7:45 到位。	9730m ³ /s
方案3	3m	12700m ³ /s	20:00 开始加流量, 23:30 到位, 分五档操作; 4:15 开始减流量, 7:45 到位。	9900m ³ /s
方案4	3.5m	13500m ³ /s	20:00 开始加流量, 00:15 到位, 分五档操作; 3:30 开始减流量, 7:45 到位。	10010m ³ /s
方案5	3.82m	14000m ³ /s	20:00 开始加流量, 00:45 到位, 分六档操作; 3:00 开始减流量, 7:45 到位。	10070m ³ /s

3.2 开展昼夜差异化调度的建议

虽然水库调度规程规定向家坝下游水位最大日变幅按不超过 4.5m/d 控制,但按照交通运输部要求,向家坝电站实时调度过程中,宜控制下游水位日变幅不超 3m。表4中方案3至方案5的下游水位日变幅已超出日常调度 3m 的限制要求,且日内平均出库流量相比方案1、方案2增加不明显,因此不建议采用。

实时调度中为应对突发状况,还应留出一定的调度裕度,在可预见情况下一般控制下游水位日变幅不超 2m;当预计下游水位日变幅将达到 2.5m 时,宜提前一天向相关单位发送重要水情信息,提醒其做好监测及防范措施。

因此,汛期溪向梯级电站按出入库基本平衡调度时,可按以下原则开展航运调度:

(1) 当预测溪向梯级总入库流量(溪洛渡入库与溪向区间产流之和)小于 9500m³/s 时,向家坝航运调度可每天开展,日内最大出库流量小于 11100m³/s,下游水位日变幅约 2m。

(2) 当预测溪向梯级总入库流量在 9500m³/s~9700m³/s 时,向家坝航运调度可每天开展,日内最大出库流量 11100~11900m³/s,下游水位日变幅 2~2.5m。

(3) 当预测溪向梯级总入库流量大于 9700m³/s、小于 10800m³/s 时,若向家坝升船机航运需求较大,可采用隔日通航的方式开展航运调度,即第一日预泄、第二日通航。考虑向家坝升船机航运调度期间不影响下游河段的正常通航,建议控制每日下游水位日变幅不超过 2.5m,最大出库流量不超最高通航流量 12000m³/s,

推荐表5的隔日通航调度方式。在表5隔日通航调度方式下,第一日预泄、第二日通航,两日日均出库流量 10800m³/s。

表5 隔日通航调度方式

时间	出库流量调整	下游水位日变幅	两日平均出库
第一天	全天维持 11900m ³ /s	0	10800m ³ /s
第二天	8:00 前由 11900m ³ /s 逐步减至 8400m ³ /s; 8:00~20:00 维持 8400m ³ /s; 20:00 后由 8400m ³ /s 逐步增至 11900m ³ /s。	2.5m	

(4) 当预测溪向梯级总入库流量大于 10800m³/s 时,即使采用隔日通航的方式,第二日下游水位变幅将超过 2.5m,因此不建议开展航运调度。

4 总结

向家坝升船机自 2018 年投运后,进一步促进了金沙江航运的发展,过机船舶逐年增加,实时调度过程中,尽量保证升船机的通航,可以更好地发挥向家坝水电站的综合效益。本文根据向家坝航运调度的实际情况进行分析研究得出,汛期采用昼夜差异化泄洪航运调度,既能满足防洪调度的需要,也能及时缓解航运调度的压力,为优化向家坝电站汛期运行方式提供更好的技术参考,同时也为其他流域大型水电站汛期的航运调度提供借鉴作用。

参考文献:

[1] 李鹏,阮燕云.溪洛渡-向家坝梯级水电站联合调度实践与探索[J].水电与新能源,2014(6):17-19
[2] 何尧玺."调控一体化"在溪洛渡-向家坝梯级电站的应用[J].水电与新能源,2015(10):35-39
[3] 李志祥,王向,辉杨鹏.金沙江向家坝升船机设计与运行概述[J].中国水运 2020(9):48-50
[4] 陈刚,赖见令.向家坝电站泄洪对航运的影响分析[J].中国水运 2020(10):54-55
[5] 陈刚,赖见令.向家坝电站调峰对航运的影响分析[J].中国水运 2020(9):92-93