

奴尔水利枢纽工程蓄水方案评价

班懿根

新疆塔里木河流域奴尔水利枢纽建设管理局, 新疆 和田 848300

[摘要] 奴尔水利枢纽是奴尔河流域的骨干控制工程, 水库初期蓄水既要满足下游生态及灌溉用水要求, 又要考虑机组尽早发电满足发电效益。通过对水库初期蓄水以及下游用水需求分析, 提出了初期蓄水方案。根据水库实际运行情况, 推荐采用的初期蓄水方案是合适的, 其成果可供其他类似工程参考。

[关键词] 奴尔水库; 初期蓄水; 方案评价

DOI: 10.33142/hst.v6i12.10976

中图分类号: TV135

文献标识码: A

Evaluation of Water Storage Plan for Nur Water Conservancy Hub Project

BAN Yigen

Xinjiang Tarim River Basin Nur Water Conservancy Hub Construction Management Bureau, Hotan, Xinjiang, 848300, China

Abstract: The Nur Water Conservancy Hub is a key control project in the Nur River Basin. The initial storage of the reservoir should not only meet the downstream ecological and irrigation water requirements, but also consider generating electricity as soon as possible to meet the power generation efficiency. By analyzing the initial water storage and downstream water demand of the reservoir, a preliminary water storage plan has been proposed. Based on the actual operation of the reservoir, the recommended initial water storage plan is suitable, and its results can be used as a reference for other similar projects.

Keywords: Nur reservoir; initial water storage; scheme evaluation

1 工程概况

奴尔水利枢纽位于新疆策勒县, 是一座以灌溉、发电为主要功能的枢纽工程。水库总库容为 0.69 亿 m^3 , 正常蓄水位为 2497 m, 死水位 2465 m, 电站总装机容量为 6.2 MW, 多年平均年发电量为 0.217 亿 $kW \cdot h$ 。工程由拦河坝、导流兼泄洪冲砂洞、溢洪洞、发电引水系统及电站厂房等组成。大坝为碾压式沥青混凝土心墙坝, 最大坝高 80 m。工程地震设防烈度为Ⅷ度。

2 水库蓄水方案

2.1 径流条件

据奴尔水文站 1962 年~1993 年, 32 年实测径流系列反映, 水库坝址断面多年平均流量为 5.41 m^3/s , 多年平均年径流量为 1.708 亿 m^3 。径流多年平均年内分配情况见表 1。

奴尔水库坝址处设计偏枯水年 ($P=75\%$), 年径流量为 1.49 亿 m^3 ; 设计平水年 ($P=50\%$), 年径流量为 1.69 亿 m^3 ; 设计偏丰水年 ($P=25\%$), 年径流量为 1.91 亿 m^3 。考虑到

蓄水期间下游需水量较大, 选择坝址断面处 $P=50\%$ 、 $P=75\%$ 设计日径流系列作为二期蓄水径流系列。

2.2 限制条件

蓄水方案的拟定主要考虑以下因素:

(1) 工程于 2018 年 8 月初期下闸蓄水, 截至目前水库已经蓄水至死水位 2465.00 m。2018 年底工程完工, 大坝挡水建筑物基本具备继续蓄水的条件。

(2) 根据工程汛期调度运用方案、监测预警预报方案和防汛抢险应急预案, 工程汛期为 6 月 1 日至 8 月 31 日, 汛限水位为 2465.00m。即从 6 月 1 日到 8 月 31 日期间水库水位必须维持在 2465.00m, 不具备蓄水条件。

考虑到奴尔河径流主要集中在汛期, 汛期 6 月~8 月径流量占年径流量的 76.8%, 而其承担的灌溉任务又较重, 若不能在汛期蓄水则可能出现整年无水可蓄的情况。基于此, 本次蓄水工作选择在 2019 年 8 月 10 日蓄水。

(3) 奴尔水库下游供水任务繁重, 8 月 10 日开始蓄水, 以便多利用汛期水量, 可以减轻对下游用水的影响,

表 1 奴尔水文站 1962~1993 年多年平均年径流年内分配表

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
水量/ $10^8 m^3$	0.016	0.018	0.022	0.040	0.126	0.304	0.540	0.466	0.106	0.030	0.022	0.018	1.708
占全年/%	0.9	1.0	1.3	2.3	7.4	17.8	31.6	27.3	6.2	1.8	1.3	1.1	100.0
时段	3~5 月			6~8 月			9~11 月			12~2 月			全年
水量/ $10^8 m^3$	0.187			1.311			0.158			0.052			1.708
占全年/%	11			76.8			9.2			3.1			100.0

使水库尽早发挥效益。

(4) 奴尔水库大坝为沥青混凝土心墙坝。考虑到2018年下闸蓄水过程中大出现了局部渗水的情况,本次蓄水考虑到可能会出现库水位快速上升的情况,为安全起见拟定了水位连续上升、蓄5m停3d、蓄5m停5d、蓄5m停7d四个方案。

2.3 蓄水原则

(1) 优先下泄下游综合用水和生态用水,当来水大于下游综合用水和生态需水时,先下泄下游综合用水和生态需水,剩余水量蓄存入库;当来水小于下游综合用水和生态需水时,来多少泄多少,水库不补充下泄^[1-2]。

(2) 在水位上升过程中要加强大坝监测,出现问题及时上报,及时处理。

①要对坝体连续观测,严格监测蓄水期坝体在水荷载作用下有无出现异常现象,如坝体变形、渗漏量出现突然增大的现象,或坝后、坝基渗水出现水质浑浊现象等^[3-5]。按照坝体三维渗流计算成果,正常蓄水位对应的渗漏量为300L/s。在蓄水过程中,库水位未达正常蓄水位时,如果坝后渗水量达到或超过300L/s,则应采取相应措施处理。

②注意加强测压管渗压观测,河床及岸坡坝段帷幕后坝基渗压计渗压水头值小于0.35倍水库运行水头值;水位上升速率大于0.5m/d时关注两岸坡心墙基座下游及绕坝渗流监测设备渗压变化情况,根据已有大坝渗流监测资料分析尤其在库水位2465.00m~2470.00m区段,绕坝及心墙下游侧P8、P10、UP5、UP9、UP13、UP20等渗流压力监测点库水位与坝下渗压反应传导历时较短,同步现象明显,应予以特别关注。

③其他观测仪器测值应变化缓慢,无突变^[6-7]。

④如坝后岸坡较高部位出现渗水点,及时在岸坡渗水点高程以下钻设水平排水孔以降低岸坡出渗点高程;如坝体后边坡排水体2421.00m高程以上部位出现渗水点,紧急铺设无纺布并采用任意料压重。

⑤蓄水过程中渗压、渗漏量出现突变情况,应立即停止蓄水,如渗压、渗漏量依然变化,需降低水位,直至渗压、渗漏量达突变前的量值。通过水位升降情况,对监测数据进行及时分析判断,必要时对监测数据较为异常的部位有针对性进行检测及检查,进一步查明渗水情况及原因,为后续进一步处理提供必要的依据^[8-9]。

(3) 蓄水起始水位为2465.00m(死水位),蓄水终止水位选择2497.00m(正常蓄水位)。

(4) 蓄水期限。蓄水方案需要考虑蓄水期限,即蓄水的时间跨度。根据当地的季节变化和水资源供需变化,

确定蓄水方案的蓄水期限,以达到最优的水资源利用效益。

(5) 生态保护。蓄水方案需要考虑对周边生态环境的影响,并采取相应的保护措施。例如,保留足够的生态环境水位,保护湿地和鱼类栖息地等。同时,也需要进行环境影响评价,评估蓄水方案对生态系统的影响,并制定相应的环境保护措施。

(6) 社会经济效益。蓄水方案需要考虑社会经济效益,包括水资源利用效益、经济发展带来的效益等。根据经济评估和投资回报分析,确定蓄水方案的经济可行性,确保蓄水项目的长期可持续发展。

2.4 下游灌区与生态用水需求

(1) 下游用水要求

经对下游灌区现状年用水统计,下游灌区总用水量为20371.71万 m^3 ,其中灌区内的地下水开采量和泉水水库可供水量为5930.83万 m^3 ,扣除这部分供水量后,需奴尔水库下泄水量为14440.88万 m^3 ,逐月用水过程见表2。

(2) 生态用水要求

在奴尔水利枢纽工程的坝址下游,有重要的生态基流要求。根据规定,生态基流量在每年的4月到9月期间应为坝址断面多年平均流量的20%,即约为1.08 m^3/s 。这个时段正好是生物物种繁衍生长的关键期,因此保持较高的水流量可以满足下游生态系统的需要。

而在每年的10月到次年的3月期间,生态基流量要求减半,为坝址断面多年平均流量的10%,即约为0.54 m^3/s 。这个时段属于水量较低的时期,但仍需维持一定的水流量以支持下游生态系统的基本生存需求。

为了满足这些生态基流要求,蓄水方案需要在坝址上游设立相应的调节闸门或水位控制装置,以确保每年不同时间段的水流量符合要求。同时,还需要进行生态环境监测和评估,及时调整水流调度和管理措施,以保护和维持下游的生态系统健康。这样可以在蓄水工程的正常运行中平衡水资源利用与生态保护,实现可持续的水资源管理。

2.5 水库蓄水方案

由于需要优先满足下游用水要求,当水库上游来水小于下游用水时,水库无水可蓄。因此,在综合考虑有关限制条件、蓄水原则与蓄水安全的基础上,以 $P=50\%$ 、 $P=75\%$ 坝址来水的设计日径流系列为依据,将蓄水过程分两个时段,即2019年度蓄水时段和2020年度蓄水时段,前者止于2019年9月,后者起于2020年6月。

按8月10日起蓄,初拟了水位连续上升、蓄5m停3d、蓄5m停5d、蓄5m停7d四个方案。各方案的计算成果,见表3至表6所示。

表2 下闸蓄水期间下游灌区需水量过程

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水量/万 m^3	4.7	69.5	162.3	494.6	1649.9	2571.7	2506.3	1779	637.5	2270	1812.6	482.8

表3 蓄水方案1 计算成果统计表(8月10日起蓄,水位连续上升)

项目	偏枯水年(P=75%)	平水年(P=50%)
起始水位/m	2465.00	2465.00
起始时间	2019年8月10日	2019年8月10日
2019年底水位/m	蓄至时间	2019年9月12日
	蓄水天数	33
	水位	2478.65
蓄至正常蓄水位2497.0m	蓄至时间	2020年7月22日
	蓄水天数	348

表4 蓄水方案2 计算成果统计表(8月10日起蓄,蓄5m停3d)

项目	偏枯水年(P=75%)	平水年(P=50%)
起始水位/m	2465.00	2465.00
起始时间	2019年8月10日	2019年8月10日
2019年底水位/m	蓄至时间	2019年9月12日
	蓄水天数	33
	水位	2475.63
蓄至正常蓄水位2497.0m	蓄至时间	2020年8月10日
	蓄水天数	367

表5 蓄水方案3 计算成果统计表(8月10日起蓄,蓄5m停5d)

项目	偏枯水年(P=75%)	平水年(P=50%)
起始水位/m	2465.00	2465.00
起始时间	2019年8月10日	2019年8月10日
2019年底水位/m	蓄至时间	2019年9月12日
	蓄水天数	33
	水位	2473.85
蓄至正常蓄水位2497.0m	蓄至时间	2020年9月1日
	蓄水天数	389

表6 蓄水方案4 计算成果统计表(8月10日起蓄,蓄5m停7d)

项目	偏枯水年(P=75%)	平水年(P=50%)
起始水位/m	2465.00	2465.00
起始时间	2019年8月10日	2019年8月10日
2019年底水位/m	蓄至时间	2019年9月12日
	蓄水天数	33
	水位	2473.59
蓄至正常蓄水位2497.0m	蓄至时间	2020年9月5日
	蓄水天数	393

2.6 水库蓄水方案评价

2.6.1 各方案之间比较

从四个方案蓄水时间分析,方案一在2020年7月可蓄至正常蓄水位,方案二在7月底8月上旬可蓄至正常蓄水位;方案三和方案四均是在8月下旬到9月初可以蓄水至正常蓄水位。

四个方案蓄时时长在11~13个月之间。之所以出现这种情况,一方面源自于奴尔河的径流特性,另一方面源自于下游较大的用水压力:该河汛期6、7、8三个月径流量占年径流量的76.8%,剩余9个月径流量占比不足四分之一,而下游在非汛期用水需求较大,水库蓄水基本上依靠汛期多余水量,其他月份几乎无水可蓄。2019年汛期水库未能蓄至正常蓄水位,则需要待2020年汛期继续蓄水。

方案一蓄水相对较快是因为其蓄水过程中不受水位上升速度限制。方案二蓄水时间有所延长,也与其蓄水方式有关。其采用蓄5m停3d的蓄水方式,在蓄水关键期的时候将部分可蓄水量下泄下游,导致其蓄水时间与方案一相比稍长。

方案三与方案四蓄水时间几乎相同,也是源自奴尔河径流特性和下游较大用水压力。方案三采用蓄5m停5d的蓄水方式,检查整个蓄水过程,由于下游用水压力大,事实上每次蓄水停滞的时间都有所延长,超过5d,而在7d左右,导致方案三和方案四蓄水停滞时间相差无几。

2.6.2 各方案之内比较

各方案内P=50%的来水频率和P=75%来水频率下,蓄水至2497.00m高程用时基本相差在10~20d。

通过对整个蓄水过程的分析可知:①无论是P=50%来水频率还是P=75%的来水频率,蓄水主要依靠2019年8月水量和2020年7月、8月水量,从2019年9月到2020年6月期间水库可蓄水量非常小,因此导致蓄水时间长达300d。②与P=75%来水频率相比,P=50%的来水频率来水量较大。但是无论是P=50%来水频率还是P=75%的来水频率,其汛期来水量的绝对值都较大,可蓄水量远大于水库蓄水库容,因此无论是P=50%来水频率还是P=75%来水频率,均可以在2020年汛期末将水库蓄至2497m(正常蓄水位)。

2.6.3 蓄水方案推荐

综合上述两方面考虑,选择方案一为本次蓄水推荐方案。工程计划在2019年8月10日开始蓄水,蓄水起始水位为2465.00m;2019年9月14日(P=50%)水库蓄水至2481.1m或者2019年9月12日(P=75%)水库蓄水至2478.65m。9月14日以后天然来水小于灌区用水,水库按照天然来水下泄,无水可蓄,维持该水位至2019年12月31日;2020年7月9日(P=50%)或2020年7月22日(P=75%)水库蓄水至正常蓄水位2497.00m。

2.6.4 蓄水方案评价

推荐的方案一,其下闸蓄水时间为汛期后期,有利于水库蓄水期间的安全度汛,且能够在较短时间内,将水库水位蓄至正常蓄水位2497.00m。有利于奴尔水利枢纽工程尽早投入运行,有利于缓解下游灌区社会经济用水与天然来水不匹配的矛盾。因此,推荐的蓄水方案合理可行,具有可操作性和安全性。

3 结论与建议

奴尔水利枢纽工程的蓄水方案评价结果表明,该方案

能够满足生态基流要求,并在保护下游生态系统的同时实现水资源的合理利用。通过设立调节闸门或水位控制装置,可以根据不同时间段的需求调整水流量,以满足生物物种的繁衍生长需要。同时,通过生态环境监测和评估,可以及时调整水流调度和管理措施,以保护和维持下游的生态系统健康。这样的综合管理措施可以实现蓄水工程的可持续发展,平衡水资源利用与生态保护的关系。因此,奴尔水利枢纽工程的蓄水方案评价结果是积极的,并对类似工程提供了借鉴和参考。具体而言如下:

推荐的蓄水方案一,其下闸蓄水时间为汛期后期,有利于水库蓄水期间的安全度汛,且能够在较短时间内,将水库水位蓄至正常蓄水位 2497.00m。有利于奴尔水利枢纽工程尽早投入运行,有利于缓解下游灌区社会经济用水与天然来水不匹配的矛盾,方案可行,具有可操作性和安全性。

水库蓄水期间,建议加强水情测报工作,适时掌握上游水情,实时监测水库蓄水位变化,保证工程安全;加强观测和巡查,如果发生特殊情况,需要降低水库水位,增加水库下泄流量时,应做好对大坝下游河道的预警工作。

[参考文献]

[1]梁现培,鄢志.考虑生态流量的水电站下闸蓄水方案研

究[J].水电与新能源,2021,35(2):4-8.

[2]柯虎,周雄雄.蓄水方案对高心墙堆石坝应力变形及裂缝的影响研究[J].大坝与安全,2020(6):12-17.

[3]范旻.三河口水利枢纽初期蓄水方案比选[J].陕西水利,2020(6):215-216.

[4]杨凤英,吉鹏.江坪河水电站水库下闸蓄水方案研究[J].水力发电,2020,46(6):74-77.

[5]罗智锋,杨子俊.黄登水电站水库初期蓄水方案研究[J].云南水力发电,2020,36(1):88-91.

[6]张军锋,王丹妮.柬埔寨达岱水电站导流洞下闸蓄水方案分析[J].西北水电,2019(4):56-60.

[7]罗日洪,黄锦林.某新建水库初期蓄水方案研究[J].广东水利水电,2019(1):7-10.

[8]罗纯军,彭娴.小中甸水库工程初期蓄水方案优化设计[J].中国水利,2018(16):22-24.

[9]韩小妹,陈松滨.官帽舟水电站下闸蓄水方案研究[J].水利规划与设计,2018(7):145-149.

作者简介:班懿根(1975.12—),毕业院校:石河子大学工学院,所学专业:农田水利工程,当前就职单位:疆塔里木河流域巴音郭楞管理局,职务:党委委员、博斯腾湖管理处党总支副书记、处长,当前职称级别:副高级职称。