

高泉水库兴利调度分析计算

王小笑¹, 刘文辉², 付佳伟¹

(1.江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029; 2.江西省防汛信息中心, 江西 南昌 330009)

摘要: 水库兴利调度是根据水库设计和水库供水任务, 结合工程实际情况, 合理确定各种水位运行参数, 并依据用水部门之间的主次关系, 统筹兼顾, 制定合理的调度方案, 科学调配水量, 尽可能满足各需水部门的用水要求, 充分发挥水库的综合效益。本文以高泉水库为例, 介绍了水库兴利调度的分析计算, 并对水库兴利调度图的绘制方法进行了描述。

关键词: 兴利调度; 水库; 兴利调度图; 绘制

中图分类号: TV679.1

文献标识码: B

文章编号: 1004-4701(2015)04-0243-03

1 概况

1.1 水库基本情况

高泉水库位于长河南支横港河支流上, 距下游的瑞昌市、沙(河)大(冶)铁路25 km, 距范镇、九(江)武(汉)公路9 km。坝址以上控制流域面积20.82 km², 正常蓄水位为239.50 m, 死水位215.00 m, 设计洪水位($P=2\%$)241.39 m, 校核洪水位($P=0.1\%$)242.38 m, 总库容1 022×10⁴ m³, 兴利库容806.8×10⁴ m³, 水库设计灌溉面积666.67 hm², 设计灌溉保证率80%, 有效灌溉面积333.33 hm², 电站装机2 382 kW, 额定流量1.7 m³/s, 是一座以灌溉为主, 兼顾防洪、发电、养殖等综合效益的中型水库, 为年调节水库。

1.2 水库调度方式

水库调度是依据水利枢纽的规划设计标准, 结合实际情况, 充分利用水库的库容, 调节水源, 在满足工程安全的前提下妥善处理蓄泄关系, 合理调度洪水, 充分利用水利枢纽工程的防洪兴利作用, 提高水资源的综合利用效益。水库调度方式分为防洪与防凌调度、供水调度、发电、航运和泥沙调度等。

2 兴利调度

本文涉及的兴利调度指运用水库的调蓄能力, 充分发挥水库的兴利效益, 在调配各种用水中, 优先保证

灌溉, 尽量在汛期多发电, 结合防洪, 减少弃水, 水库的兴利调度主要涵盖农业灌溉用水调度、发电调度两方面, 在计算时同时考虑与生态用水之间的关系。

2.1 基本资料整理与分析

高泉水库兴利调度研究的基本资料包括水库的库容曲线、入库径流量、水库蒸发渗漏损失水量、生态需水流量等资料。

高泉水库在2008年除险加固设计时, 在初设的基础上通过采用万分之一航测图测得水库面积计算得到水位库容曲线, 复核得出的结果与初设值相差不大, 因此库容曲线沿用了初设结果。

入库径流采用水文比拟法, 根据铺头站多年实测数据, 得出高泉水库1980~2012年多年径流系列, 确定坝址历年月平均径流。

水库的蒸发渗漏损失分蒸发损失、渗漏损失两部分。蒸发损失以二分之一有效库容加死库容相应水库水面为计算蒸发水面, 蒸发损失为18.35×10⁴ m³; 渗漏损失根据地质条件, 亦自该水面下降0.5 m计算, 渗流损失为18.465×10⁴ m³, 按平均分配至各月, 则水库月损失为3.07×10⁴ m³。

高泉水库下游河道生态需水原则上结合发电和灌溉用水, 合理配置下游生态需水。由于水库发电尾水用于灌溉, 当水库不发电时, 生态基流流量原则上为多年平均流量的10%, 即0.06 m³/s, 年生态供水量为40.67×10⁴ m³。

2.2 农业灌溉用水调度

收稿日期: 2015-04-23

作者简介: 王小笑(1983-), 男, 工程硕士, 工程师。

根据水库流域来水特性,蓄水期为3~6月,7~次年2月为供水期。径流调节采用当年3月~次年2月进行,结合典型年的来水量、灌溉供水过程,对该水文年采用反推方法计算其供水调度。分别计算各设计典型枯水年的灌溉供水调节,高泉水库种植作物以水稻为主,灌区设计灌溉保证率为80%^[2]。高泉水库灌区灌溉定额参照《江西省瑞昌市农田灌溉工程规划报告》成果取值,通过计算扣除生态供水、水库损失后修正月初、月末库容值,计算得出高泉水库设计灌溉面积相应的灌溉用水量 $787.08 \times 10^4 \text{ m}^3$,灌溉调节库容 $378.92 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。农业供水由各管理单位根据各灌区用水要求,向高泉水库管理处提出需水时间、流量,由水库管理处根据水库蓄水情况,制定用水计划,并依据实时来、用水情况进行修正,适时调度。

2.3 发电用水调度

2.3.1 径流资料

根据本流域来水特性,蓄水期为3~6月,7~次年2月为供水期。径流调节采用当年3~次年2月的资料进行。根据规范,径流调节按照满足灌溉用水要求的前提下,尽可能发挥发电效益的原则进行,采用的灌溉保证率与发电保证率相同,均为80%。相应采用 $P=20\%$ 、 $P=50\%$ 、 $P=80\%$ 为丰、平、枯水年的频率。

蓄水期,在保证蓄满水库和灌溉用水的前提下,充分利用来水,尽量使发电流量均匀,丰水期充分利用高水头发电减少弃水,平时则根据水库水量及供电需求,合理调度机组出力,提高发电效益。

2.3.2 调节计算

(1) 设计枯水年入库径流量的确定

设计枯水年入库径流量(W_p)是指水库兴利发电保证率对应的水库入库径流量。将水库历年入库年径流总量由小到大次序排列,并进行频率计算。

$$P_i = \frac{i}{N+1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: P_i ——水库某年的年径流量频率(%);

N ——水库年入库径流量计算资料的总年数;

i ——年径流量由大到小排列序号。

按确定的水库兴利发电保证率在频率曲线上查取对应的年径流量,即该水库设计枯水年的入库年径流量。选取水库年径流量接近于设计枯水年入库径流量的3年作为典型枯水年。

(2) 兴利发电调节计算

水库兴利发电调节按水文年进行,时段为当年3~次年2月,枯水期末选用2月份,调节计算起始水位为水库死水位,相应库容 $215 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。调节计算以先满足供

水再满足灌溉用水为前提,以月为单位,按等流量方法进行典型年年调节计算,计算中扣除水量损失和水头损失。

调节流量计算公式为:

$$\text{蓄水期: } Q_{\text{调}} = \frac{\sum Q - V_{\text{兴}} - \sum Q_{\text{损}} - \sum Q_{\text{其}}}{T} \quad (2)$$

$$\text{供水期: } Q_{\text{调}} = \frac{\sum Q + V_{\text{兴}} - \sum Q_{\text{损}} - \sum Q_{\text{其}}}{T} \quad (3)$$

式中: $Q_{\text{调}}$ ——蓄水期或供水期的调节流量(m^3/s);

$\sum Q$ ——蓄水期或供水期的总来水量(m^3/s);

$V_{\text{兴}}$ ——水库兴利库容($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{月}$);

$\sum Q_{\text{损}}$ ——蓄水期或供水期的总水量损失,包括水库库面蒸发损失和渗漏损失($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{月}$);

$\sum Q_{\text{其}}$ ——其他用水量,包括灌溉用水量以及生态基流(m^3/s);

T ——蓄水期或供水期的月数。

电能计算的公式为:

$$N = 9.81 \eta_{\text{水机}} \cdot \eta_{\text{发机}} \cdot Q \cdot H \quad (4)$$

$$E = N \cdot T \quad (5)$$

式中: N ——月平均出力(kW);

$\eta_{\text{发机}}$ ——发电机效率系数;

$\eta_{\text{水机}}$ ——水轮机效率系数,按运转特性曲线推求;

Q ——发电流量(m^3/s);

H ——发电净水头(m);

T ——当月小时数(h)。

根据水库功能主要以灌溉为主,用水调节主要考虑满足农田灌溉用水需要,发电主要结合灌溉用水并利用汛期和平时多余水量,在尽量不发生弃水情况进行发电。经计算,设计典型枯水年(1987年)发电小时1 836.64 h,发电量405.17万 $\text{kW} \cdot \text{h}$,水库多年平均发电量约618.2万 $\text{kW} \cdot \text{h}$,发电小时约2 104.41 h。

3 调度图的绘制

在水库的规划设计和运行管理阶段,水库兴利调度供水计划的确定及调度图的编制是非常重要的工作^[3]。水库兴利调度图是指导水库调节运行的主要依据,其合理性对水库兴利效益的充分发挥具有重要的意义^[4]。根据各设计典型枯水年调节计算成果,以时间

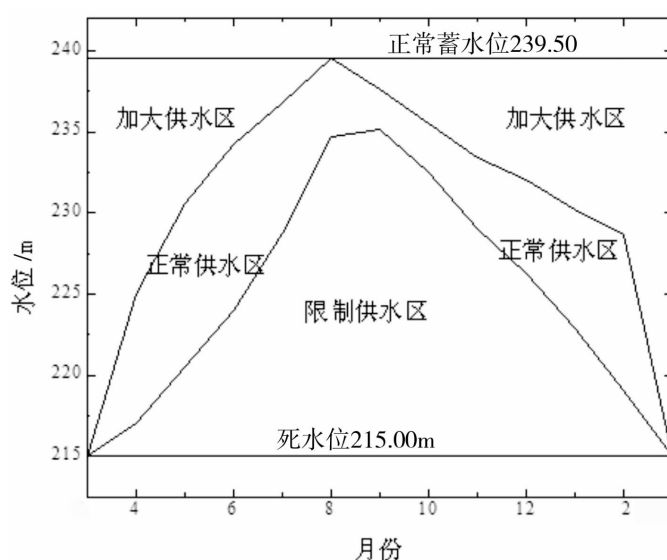


图1 高泉水库兴利调度图

为横坐标、库水位为纵坐标,点绘各设计典型枯水年的调度过程线,至少可得到3条调度过程线。再将各条调度线各时段的最大纵坐标值连接起来,便可得到外(上)包线,也称防破坏线;同样,将各调度线各时段的最小纵坐标值点连接起来,便可得到内(下)包线,此线表示为保证水库正常供水所需要的最低蓄水线,也称限制供水线。此图再加上水库的兴利下限水位、汛限水位和正常水位等即为水库的兴利调度图,如图1所示。

调度图可划分为正常供水区、加大供水区及限制供水区。当水库水位在上、下基本调度线区域时,水电站可按保证出力图工作,以保证电力系统正常运行;当水库水位在上调度线以上区域时,水电站可以加大出力(大于保证出力)工作,以充分利用水能资源;当水库水位在下调度线以下区域时,水电站应及早减小出力(小于保证出力)工作,以保证其它用水部门的用水需要。

4 结语

水库兴利调度就是运用该水库的调蓄能力,按水库的来水、蓄水情况,有计划地对入库径流进行调蓄,在满足灌区正常用水的情况下,多水时期加大供水,坚

持计划用水、节约用水、科学用水,发挥灌区内水利设施的作用,以保障水资源的合理利用,而水库调度图是水库兴利调度方式、规则的综合体现,是检验水库供水量是否满足各项开发任务要求的必要工具,本文根据各设计典型枯水年调节计算成果,确定控制正常发电和供水的限制出力线和供水防破坏线两条基本调度线,以电站保证出力尽量大、满足发电和供水设计保证率、水库蓄满的程度较高、供水期末水位降到死水位等条件为原则,对限制出力线和供水防破坏线进行调整优化,得出合理的水库兴利调度图,管理部门可依据调度图执行水库的调度运行,以充分发挥水库的综合利用效益。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部.水库调度规程编制导则(试行)[S].北京:中华人民共和国水利部,2012.
- [2] 江西省瑞昌市高泉水库除险加固工程初步设计报告[R].九江:江西省九江市水利电力规划设计院,2008.
- [3] 胡强,刘颖,等.编制水库兴利调度图的几点思考[J].江西水利科技,2014,40(3):217~218.
- [4] 刘殿武.水库兴利调度图计算方法分析[J].东北水利水电,2001,19(2):23~25.

(下转第255页)