

区间降雨径流预报方案及其梯级水库运行实用分析

蹇德平, 丁义

(雅砻江流域水电开发有限公司, 四川成都 610051)

摘要:随着流域梯级电站的相继开发, 将流域自然分割成大小不等的区域, 其下垫面发生了变化, 产汇流条件随之改变, 电站区间降雨径流预报精度凸显, 与下游梯级电站运行效益密切相关。

关键词:区间径流预报; 梯级水库运行; 实用分析

中图分类号: TV213.9; TV[124]; TV72

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)增2-0126-03

1 概述

随着雅砻江下游梯级电站相继蓄水发电, 雅砻江下游区域下垫面发生了较大变化, 水库蓄水造成部分陆地被淹没变成库区, 降雨降至库区水面转变成径流的过程和规律与陆面产汇流完全不同。洪水水库中的传播方式与原天然河道的洪水演进方式大不相同。水库运行发电后, 随着运行库水位的高低不同, 水库回水淹没范围不同, 洪水的传播方式和特性亦不同。梯级电站的形成凸显了区间降雨径流预报精度和预见期对下游梯级电站经济运行、水库安全运行的影响, 因此而开展了电站间区间降雨径流预报方案的研究。

2 基于水电开发的区间降雨径流预报方案研究

随着梯级电站相继蓄水发电, 库水位不断抬升, 水库淹没范围变化较大, 对区间降雨径流预报区域内的产汇流规律影响较大。其中产流变化主要是部分陆地下垫面被淹没直接变成库区, 降雨直接落入水面转化为入库流量, 水面所产生的蒸发也大于原陆地蒸发; 汇流变化主要是水库蓄水后洪水的传播方式由原来天然河道的扩散波改变为水库库区的压力波, 在进入库区后洪水过程线发生变形, 一般表现为洪峰增大、传播时间缩短、洪量集中等特点。而后者对预报精度影响较大。

2.1 区间降雨径流预报方案

雅砻江流域下游梯级电站区间降雨径流预报方案研究主要针对麦地龙~锦屏区间、锦屏~官地区间、官地~二滩区间的区间洪水进行预报。根据雅砻江流域水文遥测站点分布情况, 又将上述三大区间划分为四合、盖租、巴基、甲米~列瓦

收稿日期: 2016-01-08

区间、麦地龙、列瓦~锦屏区间、锦屏~泸宁区间、泸宁~官地区间、官地~二滩区间。

考虑到雅砻江流域降雨不均匀性问题, 对预报区域进行了分单元产汇流计算, 根据流域下游各区间水系和遥测站分布情况划分单元, 利用Arc GIS软件进行流域信息提取并采用泰森多边形法将预报区间内每个雨量站点划分为雨量控制单元。利用预报区域内各控制性水文站点历史洪水资料, 分析各控制性水文站点之间洪水传播特性及时间, 并根据传播时间错时分割得到各预报区域的区间洪水过程。根据雅砻江流域下游自然地理分布情况、气候特性、径流特性、洪水特性等进行多方面综合考虑, 选择分散式新安江三水源模型、马斯京根河道汇流模型开展了流域下游梯级电站区间降雨径流联合预报方案研究。

各子区间根据区间降雨资料进行新安江模型单站产汇流计算, 最终获得子区间出口断面的区间洪水预报过程, 各子区间的预报流程见图1。

由于此次流域下游梯级电站区间洪水预报方案的研制是基于现有流域水调自动化系统平台开展的区间洪水预报方案将作为水调自动化系统运行期预报中的可选方案进行调用, 因此, 采用水调自动化系统现用的卡尔曼滤波法对预报结果进行实时校正, 以提高区间洪水预报的精度。

2.2 梯级水库形成前后产汇流规律分析

通过对水库形成前后区间降雨径流预报方案进行对比分析发现: 产流规律变化主要是通过调整区间降雨径流预报模型中的不透水面积比、蒸散发系数等参数来反映水库形成前后产流规律的变化; 汇流规律变化主要是通过调整马斯京根河

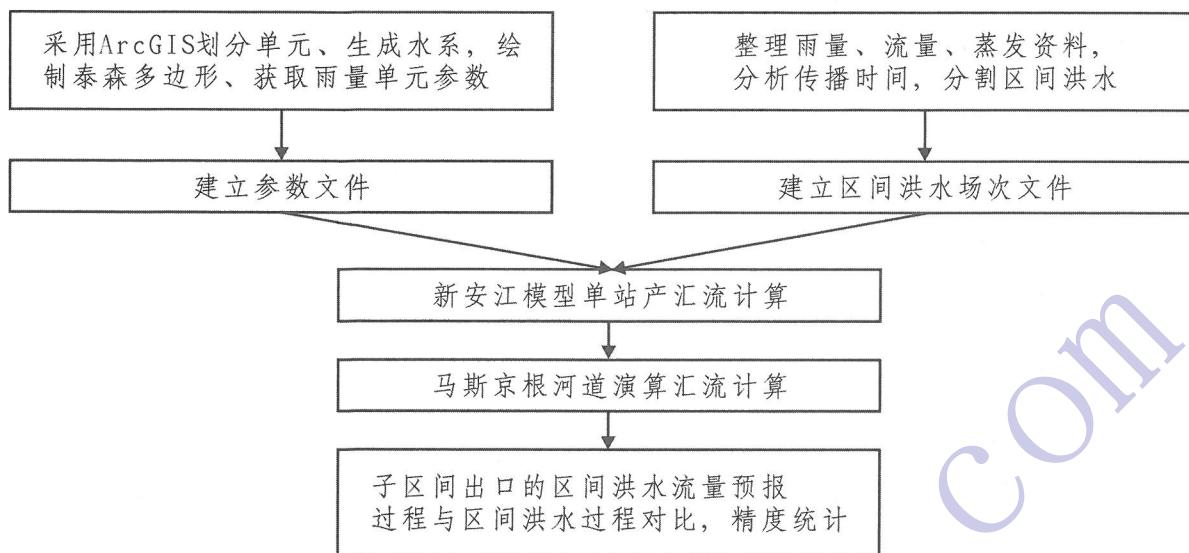


图1 子区间预报流程图

道汇流参数来反映。模型参数的调整须依托大量水库蓄水后的水雨情资料开展,是一项长期、系统的工作。汇流变化可通过蓄水过程中洪水传播资料的不断积累,逐步分析、修正汇流相关参数以暂时满足坝址流量预报精度要求,并通过后期资料的积累不断完善水情预报方案。

2.3 基于水电开发的区间降雨径流预报方案

本次预报方案研究通过对历史水雨情资料进行收集、整理,分析出雅砻江流域水文气象规律,暴雨洪水特性,研究了雅砻江流域下垫面降雨径流特性和产汇流规律,结合生产运行实际需要划分出流域预报区间,分析、确定了流域降雨径流预报方案编制的重点,采用历史水雨情资料对雅砻江下游各区间降雨径流预报模型参数进行了优

化。笔者仅对麦地龙~锦屏区间降雨径流预报方案研究进行了简述。

麦地龙、列瓦~锦屏区间面积为 3849 km^2 ,设有3个水文站,6个雨量站,站网密度为 $427\text{ km}^2/\text{站}$,采用Arc GIS软件中绘制泰森多边形功能将区间划分为9个单元,并通过Arc GIS软件提取各单元参数。

在对该区间降雨、径流、暴雨、洪水及下垫面条件等特性进行分析的前提下,通过历史区间洪水资料和各雨量单元降雨资料,以实际生产过程中所关心的区间洪水过程洪量、洪峰流量和峰现时间为标准,利用区间洪水和降雨资料,采用人工调优法获取了麦地龙、列瓦~锦屏区间的产汇流参数并进行了检验,所获得的参数见表1、2。

表1 麦地龙、列瓦~锦屏区间参数产流参数表

项目		参 数							
敏感参数	蒸散发折算系数 K	蓄水容量 WM	上层张力水容量 WUM	下层张力水容量 WLM	自由蓄水库容量 SM	地下径流出流系数 KG	壤中流出流系数 KSS	地下径流消退系数 KKG	壤中流消退系数 $KKSS$
	0.7	160	20	80	20	0.35	0.35	0.995	0.89
不敏感参数	张力水蓄水容量 曲线指数 B			深层蒸散发系数 C		不透水面积占全流域面积百分比 IMP		自由水蓄水容量 曲线指数 EX	
					0.15		0.02		1.2

2.4 基于水电开发的区间降雨径流预报方案的实际应用

本次预报方案研究通过对麦地龙~锦屏、锦屏~官地、官地~二滩区间的区间洪水进行分析研究,研究了雅砻江流域下垫面降雨径流特性和

产汇流规律,结合生产运行实际需要,划分出流域预报区间,分析、确定了流域降雨径流预报方案编制重点,采用历史水雨情资料对雅砻江下游各区间降雨径流预报模型参数进行了优化。

2014年5月,使用参数优化后的区间降雨径

表2 麦地龙、列瓦~锦屏区间汇流参数表

单元号/入流	马法参数 N	马法参数 K	马法参数 X
1	5	1	0.5
2	6	1	0.5
3	4	1	0.5
4	3	1	0.5
5	5	1	0.5
6	4	1	0.5
7	3	1	0.5
8	4	1	0.5
9	2	1	0.5

流预报方案运行作出预报,开始投入试运行。通过实际应用,2014年汛期(5月至10月)各梯级电站水文预报平均精度均有所提高,其中锦屏电站断面较原预报方案提高了0.1%,官地断面提高了0.9%,二滩断面提高了0.1%。

3 区间降雨径流预报在梯级水库调度中的实用性分析

水库水文预报是梯级电站发电计划编制、水库实时调度等工作的主要依据。水文预报精度的提高、预见期的延长对合理安排发电计划、充分利用来水、电站经济运行具有重要意义。

笔者根据2014年汛期(5月至10月)雅砻江流域下游锦西、锦东、官地水电站水库运行资料,对雅砻江下游梯级电站区间降雨径流预报方案在梯级水库调度中的实用性进行了分析。

由于二滩水电站属四川电网调峰、调频的主力电厂,其发电负荷受电网需求影响较大,因此,在此次实用性分析中,未对二滩水电站进行计算。2014年5月至10月锦西、锦东及官地电站增发电量计算结果见表3。

表3 增发电量计算 /万 kW·h

时间	锦西电站	锦东电站	官地电站
5月	0	0	0
6月	15	23	5
7月	104	109	225
8月	0	0	262
9月	15	23	248
10月	66	66	313
合计	201	221	1 053

从表3中的计算结果可以看出:雅砻江流域下游梯级电站区间降雨径流预报方案在2014年梯级水库实际运行中的应用,使锦西、锦东、官地增发电量1 475万kW·h。

4 结语

随着流域梯级电站相继蓄水投产,天然河道产汇流规律产生变化,区间降雨径流预报精度和预见期作为梯级电站发电计划编制、水库实时调度等工作的主要依据,其重要性尤显突出。笔者以雅砻江流域下游梯级电站为例,分析了水库形成前后区间产汇流规律变化,开展了基于梯级水电开发的区间降雨径流预报方案研究,采用梯级水库2014年实际运行数据开展了区间降雨径流预报方案在梯级水库调度中的实用性分析。分析结果充分体现出区间降雨径流预报作为发电计划编制、水库防洪度汛、梯级水库经济运行等工作技术支撑的重要性。

作者简介:

蹇德平(1972-),男,四川巴中人,高级工程师,工程硕士,从事水情测报、水库调度管理工作;

丁义(1980-),男,吉林磐石人,高级工程师,硕士,从事水情测报、水库调度管理工作。
(责任编辑:李燕辉)

三峡电站今年首次实现额定出力运行

7月22日7时45分,三峡电站总出力达到2 250万千瓦,实现了2016年首次全部机组达到额定出力运行。近日,长江流域晴热少雨,为控制三峡水库水位涨幅,腾空库容迎接下一场洪水,20日上午,长江防总下达22号调度令,要求从21日8时开始三峡水库加大下泄、按28 000立方米每秒控制,三峡电站达到额定出力运行条件。22日7时45分,三峡水库水位高程为158.46米,入库流量为27 400立方米每秒,出库流量为27 500立方米每秒,三峡电站全厂32台机组全开运行,全厂总出力达2 250万千瓦,为今年入汛以来首次达到电站额定出力。为确保机组大负荷、长周期安全稳定运行,根据三峡入库流量和水位情况,长江电力积极与长江防总、国家电网公司联系沟通,为三峡电站实现设计额定出力运行提供了有力的技术支持。