

浅析嘉陵江中上游流域电站枯水期 耦合关系建模方法

周 建

(大唐观音岩水电开发有限公司,四川 攀枝花 617000)

摘 要:流域梯级水库群联合调度是一种先进的、高效的调度模式。为追求效益最大化、在满足电网安全稳定运行的前提下,流域内具有良好调节性能的水库逐渐形成统一调度管理的模式,提高水能的利用率。

关键词:梯级电站;优化调度;出力比例;蓄能

中图分类号:TV212.4 ;[TM622]; P331.2; TN751.1 文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)02-0150-04

1 梯级电站概况

嘉陵江中上游流域目前已投产有调节性能的电站包括位于上游白龙江支流上的宝珠寺电站、紫兰坝电站、虎头寺电站,以及位于干流上的上石盘、亭子口电站。宝珠寺水电站装机70万kW,下游紫兰坝水电站10.2万kW、虎头寺水电站6万kW、上石盘水电站3万kW、亭子口水电站装机110万kW,总装机199.2万kW。

宝珠寺水库为不完全年调节水库,调节库容13.4亿m³,亭子口水库为年调节水库,调节库容17.32亿m³,紫兰坝、虎头寺、上石盘均为日调节水库,本次主要对宝珠寺、紫兰坝、亭子口电站进行分析。

2 梯级电站出力比例分析方法

梯级电站出力比例即为上下游梯级电站之间的全厂出力比例。电站出力计算主要采用常规水库调度计算方法,方法比较多(耗水率、出力系数、NHQ曲线),嘉陵江中上游梯级电站出力分析计算主要采用NHQ曲线法,电站出力计算公式如下:

$$N_{\text{全厂}} = \sum_{i=1}^k N_i = \sum_{i=1}^k f(Q, H)$$
$$H = Z_{\text{上}} - Z_{\text{下}} - \Delta H$$

式中 $N_{\text{全厂}}$ 为电站全厂出力; N_i 为电站单机出力; Q 为电站发电流量; H 为电站水头; $Z_{\text{上}}$ 为水库上游平均水位; $Z_{\text{下}}$ 为水库下游平均水位; ΔH 为水头损失。

梯级电站在出力比例分析计算时的考虑因

素有:

(1) 水库运行水位

调节性水库运行水位变幅大,进行消落过程中,水位变化对上下游电站出力比例影响较大,应该重点考虑;日调节水库运行水位变幅小,可作为固定水位考虑。

(2) 区间流量

梯级电站之间区间较大时,区间流量变化会影响出力比例,应该考虑;梯级电站间区间很小则无需考虑。

(3) 出力水平

有些电站出力水平变化时出力比例也发生变化(尤其是低水头运行电站),此时还需要考虑出力水平的影响。

3 宝珠寺、紫兰坝电站出力比例

由于宝珠寺电站与紫兰坝电站同处支流白龙江上,区间无较大支流;故宝珠寺水库水位不同,直接影响宝珠寺和紫兰坝电站的出力,所以宝珠寺和紫兰坝的比例分析主要考虑宝珠寺水位因素见表1和图1。

表1 宝珠寺、紫兰坝电站出力比例分析成果表(枯期)

宝珠寺水库水位 /m	紫兰坝电站
588	0.17
583	0.18
578	0.19
573	0.20
568	0.22
563	0.24
558	0.26

收稿日期:2017-03-20

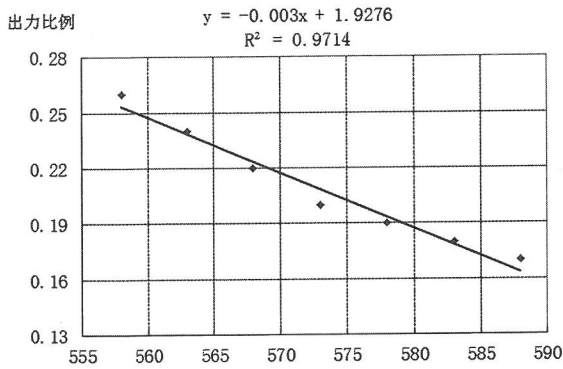


图 1 宝珠寺电站与紫兰坝电站出力比例关系图

4 宝珠寺、亭子口的出力比例分析

由于宝珠寺水库在水位不同、出力水平不同、干流区间来水流量不同的情况下,宝珠寺与亭子口水电站的出力比例也不同。所以,这两电站负荷匹配出力比例分析时,需要综合考虑宝珠寺及亭子口水库水位变化、出力水平和区间来水变化的影响进行分析。不同情况下宝珠寺和亭子口水电站出力转换比例见表 2,区间不同来水、亭子口不同水位下亭子口电站出力增量关系见表 3。

表 2 宝珠寺与亭子口出力转换比例分析成果表

宝珠寺 水位 /m	亭子口 水位 /m	宝 ~ 亭区间流量 /m ³ · s ⁻¹							
		100	200	300	400	500	600	800	1 000
588	458	0.9	1	1.11	1.21	1.32	1.42	1.63	1.84
	453	0.85	0.95	1.05	1.15	1.25	1.35	1.55	1.74
	448	0.8	0.9	0.99	1.08	1.18	1.27	1.46	1.64
	443	0.75	0.84	0.93	1.01	1.1	1.19	1.36	1.54
	438	0.74	0.82	0.91	0.99	1.08	1.17	1.34	1.51
583	458	0.94	1.04	1.15	1.25	1.35	1.46	1.67	1.88
	453	0.89	0.99	1.09	1.18	1.28	1.38	1.58	1.78
	448	0.84	0.93	1.02	1.12	1.21	1.3	1.49	1.68
	443	0.78	0.87	0.96	1.04	1.13	1.22	1.39	1.57
	438	0.73	0.81	0.89	0.97	1.05	1.13	1.30	1.46
578	458	0.98	1.08	1.19	1.29	1.4	1.5	1.71	1.92
	453	0.93	1.03	1.13	1.22	1.32	1.42	1.62	1.82
	448	0.87	0.97	1.06	1.15	1.25	1.34	1.53	1.71
	443	0.82	0.9	0.99	1.08	1.17	1.25	1.43	1.6
	438	0.76	0.84	0.92	1	1.09	1.17	1.33	1.49
573	458	1.05	1.16	1.26	1.37	1.47	1.58	1.78	1.99
	453	1	1.1	1.2	1.3	1.39	1.49	1.69	1.89
	448	0.94	1.03	1.13	1.22	1.31	1.41	1.59	1.78
	443	0.88	0.97	1.05	1.14	1.23	1.32	1.49	1.67
	438	0.82	0.9	0.98	1.06	1.14	1.23	1.39	1.55
568	458	1.13	1.24	1.35	1.46	1.57	1.68	1.9	2.12
	453	1.07	1.18	1.28	1.39	1.49	1.6	1.8	2.01
	448	1.01	1.11	1.21	1.31	1.4	1.5	1.7	1.9
	443	0.95	1.04	1.13	1.22	1.31	1.41	1.59	1.77
	438	0.88	0.97	1.05	1.14	1.22	1.31	1.48	1.65
563	458	1.23	1.35	1.47	1.59	1.7	1.82	2.06	2.29
	453	1.17	1.28	1.39	1.5	1.62	1.73	1.95	2.17
	448	1.1	1.21	1.31	1.42	1.52	1.63	1.84	2.05
	443	1.03	1.13	1.23	1.32	1.42	1.52	1.72	1.92
	438	0.96	1.05	1.14	1.23	1.33	1.42	1.6	1.78
558	458	1.33	1.46	1.59	1.72	1.86	1.99	2.25	2.52
	453	1.26	1.38	1.51	1.63	1.76	1.88	2.14	2.39
	448	1.18	1.3	1.42	1.54	1.66	1.78	2.01	2.25
	443	1.11	1.22	1.33	1.44	1.55	1.66	1.88	2.1
	438	1.03	1.13	1.24	1.34	1.44	1.55	1.75	1.96

表 3 区间不同来水情况下亭子口电站出力增量表

单位: m³/s、m、MW

亭子口水位	区间流量							
	100	200	300	400	500	600	800	1 000
458	73.1	146.3	219.4	292.6	365.7	438.8	585.1	731.4
453	69.4	138.7	208.1	277.4	346.8	416.1	554.8	693.5
448	65.3	130.6	196.0	261.3	326.6	391.9	522.6	653.2
443	61.1	122.2	183.3	244.4	305.4	366.5	488.7	610.9
438	56.9	113.8	170.7	227.6	284.5	341.4	455.3	569.1

由于宝珠寺与亭子口的最大出力比例,既与宝珠寺水库水位有关,也与亭子口水库水位有关,所以其比例关系是宝珠寺水位~亭子口水位~出力比例的三维关系。宝珠寺与亭子口最大出力比例分析成果见表 4。

表 4 宝珠寺与亭子口最大出力比例分析成果表

宝珠寺	亭子口				
	458	453	448	443	438
588	1.57	1.57	1.57	1.5	1.34
583	1.57	1.57	1.57	1.5	1.34
578	1.57	1.57	1.57	1.5	1.34
573	1.57	1.57	1.57	1.5	1.34
568	1.66	1.66	1.66	1.58	1.42
563	1.77	1.77	1.77	1.7	1.52
558	1.99	1.99	1.99	1.91	1.7

5 宝珠寺、亭子口蓄能转换分析

5.1 梯级电站蓄能分析方法

水库蓄能就是水库蓄水量的水能转换的电能,同一水库控制的电源组的蓄能应该统筹计算。水库蓄能值按水库水位由低到高分段计算、逐级累加后得到,电源组蓄能值由各电站蓄能值累加得到。计算公式如下:

$$E_{\text{电源组}} = \sum_{i=1}^n E_i$$

$$E_i = \sum_{j=1}^m f(V_j)$$

式中 $E_{\text{电源组}}$ 为电源组的总蓄能; E_i 为各电站的蓄能; V_j 为水库的分段库容。

梯级电站蓄能分析的成果包括:水库库容蓄能、电源组总蓄能、每 m³ 库容蓄能、每亿 m³ 库容蓄能。

嘉陵江中、上游梯级电站的蓄能主要由宝珠寺水库和亭子口水库的蓄水水位所决定。水位越高蓄能越大,每亿 m³ 水量所产生的电量也越大,水位越低蓄能越小,每亿 m³ 水量所产生的电量也越小。蓄能分析成果表见表 5,表 6。

表 5 宝珠寺水库蓄能分析成果表

宝珠寺水库水位 /m	库容 /亿 m ³	每米库容 /亿 m ³	每米库容蓄能 /亿 kWh	每亿方库容对应蓄能 /亿 kWh
588	20.59	0.55	0.13	0.24
583	17.91	0.51	0.12	0.23
578	15.44	0.48	0.1	0.22
573	13.12	0.44	0.09	0.2
568	11.03	0.39	0.08	0.19
563	9.14	0.35	0.06	0.18
560	8.12	0.3	0.05	0.18

表6 亭子口水库蓄能分析成果表

宝珠寺水库水位 /m	库容 /亿 m ³	每米库容 /亿 m ³	每米库容蓄能 /亿 kWh	每亿方库容对应蓄能 /亿 kWh
458	34.68	1.02	0.2	0.2
453	29.56	0.93	0.17	0.19
448	24.9	0.78	0.14	0.18
443	21	0.73	0.12	0.16
438	17.36	0.62	0.1	0.16

5.2 宝珠寺与亭子口水库蓄能转换分析

由于宝珠寺出库水量与亭子口入库水量关系固定,进行宝珠寺与亭子口水库蓄能转换分析,主要考虑同样水量在两个电站之间产生的电量比例。

宝珠寺与亭子口的每亿库容蓄能比例,既与宝珠寺水库水位有关,也与亭子口水库水位有关,所以其比例关系是宝珠寺水位~亭子口水位~蓄能转换比例的三维关系。

宝珠寺与亭子口蓄能转换比例成果见表7。

表7 宝珠寺与亭子口蓄能转换比例成果表

宝珠寺	亭子口				
	458	453	448	443	438
588	0.82	0.78	0.73	0.68	0.66
583	0.86	0.81	0.76	0.71	0.69
578	0.9	0.85	0.8	0.74	0.72
573	0.99	0.93	0.88	0.82	0.79
568	1.04	0.98	0.92	0.86	0.83
563	1.10	1.04	0.97	0.91	0.88
560	1.10	1.04	0.97	0.91	0.88

6 结 语

大型梯级水电站具有复杂的流域拓扑结构、紧密的电力和水力联系等特点。由于上述特点导致了其联合优化调度较为复杂。因此,亟需开展大型梯级水电站联合优化调度研究,尤其是枯水期出力关系的研究,在确保梯级水电站安全性的前提下,实现经济效益、最大化。

流域梯级水库群联合调度是一种先进的、高效的调度模式。为追求效益最大化、在满足电网安全稳定运行的前提下,流域内具有良好调节性能的水库逐渐形成统一调度管理的模式,提高水能的利用率。根据宝珠寺电站和亭子口电站的实际情况,建立了上下游电站的耦合关系,特别是在枯水期由于区间来水的相对稳定时,可根据宝珠寺电站与下游

电站的出力比例制定与之匹配的紫兰坝电站、亭子口电站的出力,以避免下游电站因电量不匹配造成弃水以及实现耗水率最低、电量最大等控制目标。同时,可根据两站的蓄能转换比例,从而计算整个流域的蓄能值即可发电量,为电站特别是下游电站进行负荷安排时提供参考,也为电网进行电力平衡时提供决策依据。

参考文献:

[1] 马光文,刘金焕,节菊根 流域梯级水电站群联合优化运行 中国电力出版社 2008.04

作者简介:

周建(1977-),男,四川眉山人,毕业于西华大学水利水电工程专业,工程师,长期从事水库调度工作。

(责任编辑:卓政昌)

大岗山水电站枯期水能利用率创新高

截至4月5日,国电大渡河大岗山水电站2017年度枯期水能利用率达到99.2%,同比增加三个百分点,多发电量2186万千瓦时,创历史新高。水能利用率是衡量水电站水能利用程度的关键指标,大岗山公司历来高度重视水能利用率的提高,今年更是千方百计实现每一滴水发电最大化。