

中小型水电站优化调度提高工作水头的应用与研究

张智涌¹, 孔令川¹, 卫仁娟^{1,2}

(1. 四川水利职业技术学院, 四川 成都 611230; 2. 四川大学 水利水电学院, 四川 成都 610065)

摘要:方竹水电站建成于1995年以前,存在农村中小型水电站设备陈旧老化、效率低下、运行安全隐患多等问题,因此需要对其进行增效扩容改造。针对方竹水电站的特殊性,在机组增效、扩大引用流量的基础上,重点提出了通过优化调度提高水电站工作水头的方法对方竹水电站进行工程改造,改造后的方竹水电站弃水量减少,发电量相应增加,按优化的水库运行方式周而复始获得了最大发电效益。

关键词:方竹水电站;增效扩容;水能利用率;提高工作水头

中图分类号:TV7;TV72;TV737

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)增2-0116-07

我国农村中小型水电站近半数建成于1995年以前,经过多年运行,电站机电设备陈旧老化,效率低下、无消防设施,运行安全隐患较多。电站在操作、控制、保护等方面跟不上时代发展对农村水电站管理的要求^[1]。同时,为贯彻落实2011年中央1号文件中提出的提高水能资源利用效率^[2],保障农村用电需求,促进农村水电持续有序的发展,2011~2012年,财政部、水利部对重庆、湖北、广西等6省(区)的733座水电站按照“先行试点,逐步推开”的原则进行增效扩容改造,巩固和增加水电发电能力,既可以节约标准煤用量,减少二氧化碳排放量,其在增加当地能源供应、促进能源结构调整和保护生态环境等方面也具有积极的推动作用^[3-5]。笔者结合贵州省余庆县龙溪镇苏羊管理区境内的方竹水电站增效扩容实例,重点分析了优化调度中提高工作水头的技术,以为同类项目提供分析、设计和工程经验。

1 工程概况

方竹水电站位于贵州省余庆县龙溪镇苏羊管理区境内,坝址座落于乌江右岸一级支流余庆河中下游,为余庆河的第二个梯级电站,坝址以上流域面积1323 km²,多年平均流量22 m³/s,水库总库容5680万 m³,属中型水库。方竹水电站枢纽建筑物主要由大坝、重力墩、溢洪道、发电引水系统、发电厂房、升压站、冲沙兼放空底孔等组成。工程项目的任务以发电为主。该水电站于1994年7月7日下闸蓄水,同年12月首台机组发电。

方竹水电站现总装机容量为3×2500 kW,总计7500 kW,设计水头为43 m,单机引用流量为7.17 m³/s,设计多年平均电能4183.6万 kW·h,年利用小时数为5578 h。

由表1、表2可知,电站自2007年至2011年年发电量有迅速减少的趋势。2007年与2009年年发电量与设计值基本相符;从水文方面分析,2008年属丰水年,年发电量高出设计发电量530.42万 kW·h;而接下来的2010和2011年年发电量明显不足,但这两年基本属于平水年,发电量应接近设计值,但实际发电量却低于设计值,分别为506万 kW·h和1635万 kW·h,电站运行效果明显下降,说明机组已经出现了严重问题,不能再满足高负荷运行。电站近5 a实际平均发电量为3904.58万 kW·h,实际年利用小时数为5206 h,水量利用率为48.03%,水量利用率较低,与合理充分开发利用水能资源的理念相违背。因此,从水资源开发利用角度考虑,电站增效扩容是十分必要的。

笔者重点分析了如何通过提高电站工作水头以增加发电出力和效率,并提出了增效扩容的辅助技术措施,对同类电站具有借鉴意义。

2 提高工作水头的必要性

2.1 水电站出力和发电量

水电站的水能计算涉及水电站出力、装机容量和水电站的多年平均发电量,其计算公式为:

出力 N :

$$N = 9.81\eta HQ = AQH \quad (1)$$

收稿日期:2017-01-28

表1 方竹水电站2007~2011年逐月发电量表

/kW·h

项目	月份	年 份				
		2007	2008	2009	2010	2011
发 电 量	1	122.2	76.07	127.07	78.3	285.43
	2	94.65	108.84	145.96	84.13	160.64
	3	155.48	143.64	557.7	31.87	185.69
	4	363.26	417.68	514.76	283.8	288.06
	5	427.53	281.9	689.07	602.54	231.31
	6	492.02	512.9	667.65	596.53	334.15
	7	628.59	618.85	662.16	596.81	378.56
	8	619.09	647.4	393.63	136.28	33.61
	9	606.36	636.18	203.89	217.18	36.42
	10	360.69	252.96	91.53	628.81	377.03
	11	203.1	575.58	112.49	223.86	170.01
	12	274.95	442.01	69.06	197.13	67.87
	均值		4 347.92	4 714.02	4 234.97	3 677.24

表2 方竹水电站2007~2011年逐月出力表

/kW

项目	月份	年 份				
		2007	2008	2009	2010	2011
出 力	1	1 642.45	1 022.39	1 707.87	1 052.39	3 836.39
	2	1 408.5	1 563.79	2 172.07	1 252	2 390.43
	3	2 089.74	1 930.58	7 495.94	428.32	2 495.81
	4	5 045.33	5 801.13	7 149.47	3 941.67	4 000.8
	5	5 746.39	3 789.03	9 261.68	8 098.65	3 108.97
	6	6 833.6	7 123.67	9 272.93	8 285.2	4 641
	7	8 448.77	8 317.94	8 899.94	8 021.68	5 088.13
	8	8 321.1	8 701.68	5 290.77	1 831.74	451.81
	9	8 421.6	8 835.87	2 831.8	3 016.33	505.8
	10	4 848	3 400	1 230.26	8 451.81	5 067.61
	11	2 820.8	7 994.13	1 562.33	3 109.13	2 361.27
	12	3 695.59	5 940.97	928.26	2 649.55	912.26
	均值		4 943.49	5 368.43	4 816.94	4 178.21

其中:

$$\eta = \eta_{\text{轮}} \eta_{\text{电}} \eta_{\text{传}} \quad (2)$$

式中 N 为出力, kW; η 为水电站效率; H 为水头, m; Q 为发电流量, m^3/s ; A 为出力系数; $\eta_{\text{机}}$ 、 $\eta_{\text{电}}$ 、 $\eta_{\text{传}}$ 分别为水轮机、发电机、传动装置效率。

水电站的发电量 E :

$$E = hN = 9.81\eta hHQ \quad (3)$$

由式(1)、(2)、(3)可知:水电站发电量 E 与发电机组(水轮机、发电机)、引水系统的效率、发

电站发电流量、上下游水位差(水头)和利用小时数有关。发电站发电流量与水库入库流量、水库运行方式、调节性能、水轮机过水能力等有关;水头与水库水位和尾水位有关。

2.2 水能利用率

若用 a 表示水电站的年理论水能; b 表示实际产生的年平均发电量, 则水电站的年平均水能利用率为:

$$\lambda = b/a \times 100\% \quad (4)$$

结合式(1)、(2)、(3)、(4)可知提高水电站水能利用率途径主要有^[6]:一是充分利用设计水头,尽最大可能增大运行过程工作水头,减少水头损失;二是尽最大可能减少汛期弃水,提高水电站的发电流量;三是减少机电设备中的能量损失,提高机组效率。

2.3 方竹水电站提高工作水头的必要性

根据增效扩容原则和业主要求,方竹水电站增效扩容改造设计不改变原有水工建筑物,只对机电设备进行改造。通过机组增效、引用流量适当扩大和增高发电水头这三个方面进行改造设计。

(1) 机组增效。

根据目前方竹水电站装机情况及相关设计参数,利用式(1)反算电站机组出力系数,得出机组的综合出力系数为7.9。而根据目前各个水轮机、发电机生产厂家的技术水平,水轮机效率可达86%~90%,发电机效率可达94%~98%,则综合出力系数可达7.93~8.65,较电站原机组设计出力系数可提高0.3%~20.89%。本次设计按较为保守的设计取值,初拟水轮机效率为88%,发电机效率为95%,则综合出力系数为8.2,较原设计效率增效3.8%。

(2) 适当扩大引用流量。

从电站引用水量看,电站单机设计引用流量为7.17 m³/s,水量利用率较低,故电站扩容的主要途径应为增大电站的发电流量。若要充分利用本站水资源,需对电站水工建筑物进行全面系统的改扩建,影响巨大,这与国家出台的农村小水电增效扩容改造项目的有关要求(突出重点、量力而行)相违背。该电站采用坝后式布置,压力明管引水,如果对它们进行改造比较困难。目前电站正在使用的压力管道养护较好,镇、支墩稳定,未见位移变形等情况,压力管道为三根直径1.8 m的圆形钢管,按4~6 m/s安全流速反算,压力管道过流能力为10.2~15.3 m³/s,因此,此次电站增效扩容有足够的增大引用流量的空间且能保证压力管道运行安全。另外,通过技术经济比较,改造引水系统得不偿失。故本电站拟在不改变原引水道尺寸的基础上尽量多利用水量来增加电站的发电效益。通过对现有过水建筑物进行水力复核计算得知,该电站单机设计引

用流量可由原来的7.17 m³/s增加到8.9 m³/s,增幅达到24.1%。

(3) 提高发电工作水头。

电站原定的额定水头为43 m。电站设计时,设计水头的取值为最大工作水头51 m(正常蓄水位高程552 m~下游正常水位高程501 m)和最小工作水头34 m(死水位高程535 m~下游正常水位高程501 m)的均值,认为该取值偏低。而且按照该水头计算装机规模仅有9 400 kW,没有达到业主预期要求的10 500 kW,所以,只有提高工作水头,才能满足要求。

3 提高工作水头的路径分析

水电站上、下游水位的差值称为水电站的水头。其中上游水位减去下游水位称为毛水头;毛水头扣除水头损失称为净水头。水头损失是指上游水流由取水口经高压管道至蜗壳进口断面这一过程中的局部水头损失和沿程损失之和。水电站上、下游水位是经常变化的,年内上、下游不同水位实际出现的各种组合将形成不同的水头值,数值最大者为最大水头,数值最小者为最小水头。平均水头指水库径流调节后各时段的水头累计值除以总时段数。

方竹水电站提高工作水头的方式有以下几种:

3.1 抬升上游水位

通过加高挡水建筑物、抬升上游水位是最有效的方法。但是,方竹水电站正常水位受上游条件限制以不淹没余庆万亩大田为原则,将正常蓄水位高程定为552 m,不能抬升且违背《农村水电增效扩容改造项目初步设计指导意见》(水电[2011]437号)中“不改变水工建筑物”的原则,故抬升上游水位的途径不可行。

3.2 降低下游水位

通过开挖降低尾水底板高程的方式来降低下游水位也是有效的办法。但是,方竹水电站下游有已经建成的电站,且电站所在余庆河流域水电开发上下游水位有效衔接,因此只能保持原正常尾水位不变,仍为501 m高程,所以,降低下游水位的途径不可行。

3.3 降低压力管道的水头损失

电站动能计算中,压力管道最长主管长56.63 m,内径1.8 m,设计糙率采用 $n=0.012$,计入弯

道、阀门等局部水头损失,求得压力管道最大总水头损失为0.32 m。若降低水头损失,采取加大管径或更换管材的方式显然也难办到。

3.4 合理调度、尽量在高水位运行

方竹水电站于2009年进行了大坝的除险加固。在此之前,大坝在汛期的防洪限制水位高程为549 m,汛期时的发电水头相应降低。在水库除险加固完成后,针对该水库下游无防洪要求、汛期仅保证大坝本身的安全这一实际情况,重新编制了可行的闸门运用调度方案并获得主管部门审批,水库在汛期的正常蓄水位恢复至高程552 m,即汛期中的防洪限制水位和防洪高水位与水库的正常蓄水位重合。即汛期时的发电水头可以得到相应的提高。

4 提高工作水头取得的效果

4.1 方竹水电站提高工作水头取得的效果

通常情况下,以发电为主、具有一定调节性能

的水库电站工程,水库按蓄水期蓄水、供水期用水的调节方式运行,而方竹水库径流调节系数为0.05,属于不完全年调节电站,调节能力有限,对洪水不具有削峰、滞洪的功能,故在保证电站安全运行的前提下,可以通过人工调度控制库容、进而控制库水位,即:在一年内当水库蓄满后,在较长时间(该电站计算显示该时段可达7~10个月)内维持较高水位,以天然来水作为电站的发电流量;而在下一个丰水期到来前1~2个月内拉空水库至死水位,等待再次蓄水。方竹水电站改进的运行方式相比原运行方式虽无法多利用弃水量,但在相同水量条件下获得了较高的水头,进而使发电量增加。按照上述水库运行方式周而复始获得了较大的发电效益。

笔者按方竹水库调节方式进行了代表年两种运行方式的调节计算比较,计算成果见表3、4、5、6及图1。

表3 方竹水电站代表年($p=10\%$)逐月发电量表

运行方式	月份	天然来水量 $/\text{m}^3 \cdot (\text{s} \cdot \text{月})^{-1}$	调节库容 $/\text{万 m}^3$	对应库水位 高程 $/\text{m}$	调节流量 $/\text{m}^3 \cdot (\text{s} \cdot \text{月})^{-1}$	对应尾水位 高程 $/\text{m}$	毛水头 $/\text{m}$	出力 $/\text{kW}$	电量 $/\text{万 kW} \cdot \text{h}$
常规	4	7.23	1 720	535	7.23	497.8	37.2	2 204	158.7
	5	9.85	1 720	535	9.85	497.87	37.13	2 996	222.9
	6	36.15	5 020	552	26.7	498.34	45.16	9 818	706.9
	7	29.55	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 680	869
	8	73.49	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 680	869
	9	57.63	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 680	840.9
	10	33.79	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 680	869
	11	15.47	3 689.18	546.67	26.7	498.34	51	11 096	798.9
	12	9.52	1 720	535	10.97	497.9	42.94	3 859	287.1
	1	26.3	1 720	535	26.3	498.33	36.67	7 842	583.5
	2	8.02	1 720	535	8.02	497.82	37.18	2 444	164.2
	3	8.48	1 720	535	8.48	497.83	37.17	2 583	192.2
年		26.29							6 562.3
改变	4	7.23	1 720	535	19.96	498.15	45.35	7 395	532.4
	5	9.85	1 720	535	9.85	497.87	37.13	2 996	222.9
	6	36.15	5 020	552	26.7	498.34	45.16	9 818	706.9
	7	29.55	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 680	869
	8	73.49	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 680	869
	9	57.63	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 680	840.9
	10	33.79	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 680	869
	11	15.47	5 020	552	15.47	498.03	53.97	6 834	492
	12	9.52	5 020	552	9.52	497.86	54.14	4 224	314.3
	1	26.3	5 020	552	26.3	498.33	53.67	11 509	856.3
	2	8.02	5 020	552	8.02	497.82	54.18	3 562	239.3
	3	8.48	5 020	552	8.48	497.83	54.17	3 765	280.1
年		26.29							7 092.1

表4 方竹水电站代表年(p=50%)逐月发电量表

运行方式	月份	天然来水量 /m ³ ·(s·月) ⁻¹	调节库容 /万m ³	对应库水位 高程/m	调节流量 /m ³ ·(s·月) ⁻¹	对应尾水位 高程/m	毛水头 /m	出力 /kW	电量 /万kW·h
常规	4	16.48	1 720	535	16.48	498.11	36.89	4 969	357.8
	5	8.59	1 720	535	8.59	497.85	37.15	2 615	194.5
	6	16.58	1 720	535	16.58	498.08	36.92	5 003	360.2
	7	27.4	1 907.5	536.4	26.7	498.34	37.36	8 111	603.4
	8	67.37	5 020	552	26.7	498.34	45.86	9 972	741.9
	9	9.95	1 720	535	22.68	498.24	45.26	8 376	603.1
	10	29.06	2 352.1	539.27	26.7	498.34	38.8	8 425	626.8
	11	35.3	4 581.2	550.39	26.7	498.34	46.49	10 110	727.9
	12	16.09	1 739.42	535.19	26.7	498.34	44.45	9 663	718.9
	1	15.89	1 720	535	15.96	498.13	36.97	4 824	358.9
	2	7.34	1 720	535	7.34	497.76	37.24	2 240	150.5
	3	6.05	1 720	535	6.05	497.65	37.35	1 852	137.8
年	21.34							5 581.9	
改变	4	16.48	5 020	552	16.48	498.11	53.89	7 266.991	523.223 4
	5	8.59	1 720	535	20.910 79	497.85	45.65	7 794.899	579.940 5
	6	16.58	1 720	535	16.58	498.32	36.68	4 970.751	357.894 1
	7	27.4	1 907.5	536.4	26.7	498.34	37.36	8 110.51	603.421 9
	8	67.37	5 020	552	26.7	498.34	45.86	9 971.763	741.899 2
	9	9.95	5 020	552	9.95	498.34	53.66	4 375.103	315.007 4
	10	29.06	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 679.74	868.972 4
	11	35.3	5 020	552	26.7	498.34	53.66	11 679.74	840.941
	12	16.09	5 020	552	16.09	498.15	53.85	7 090.493	527.532 7
	1	15.89	5 020	552	15.89	498.12	53.88	7 006.643	521.294 2
	2	7.34	5 020	552	7.34	497.76	54.24	3 263.6	219.313 9
	3	6.05	5 020	552	6.05	497.65	54.35	2 695.868	200.572 6
年	21.34							6 300.013	

表5 方竹水电站代表年(p=90%)逐月发电量表

运行方式	月份	天然来水量 /m ³ ·(s·月) ⁻¹	调节库容 /万m ³	对应库水位 高程/m	调节流量 /m ³ ·(s·月) ⁻¹	对应尾水位 高程/m	毛水头 /m	出力 /kW	电量 /万kW·h
常规	4	17	1 720	535	17	498.07	36.93	5 131	369.4
	5	41.9	5 020	552	26.7	498.34	45.16	9 818	730.5
	6	20.4	3 387.04	545.21	26.7	498.34	50.27	10 936	787.4
	7	5.18	1 720	535	11.4	497.92	42.19	3 940	293.1
	8	5.09	1 720	535	5.09	497.74	37.26	1 555	115.7
	9	5.71	1 720	535	5.71	497.75	37.25	1 744	125.5
	10	6.22	1 720	535	6.22	497.77	37.23	1 898	141.2
	11	18.9	1 720	535	18.9	498.13	36.87	5 690	409.7
	12	8.26	1 720	535	8.26	497.82	37.18	2 517	187.2
	1	6.2	1 720	535	6.2	497.77	37.23	1 892	140.8
	2	16.9	1 720	535	16.9	498.07	36.93	5 101	342.8
	3	8.81	1 720	535	8.81	497.84	37.16	2 682	199.6
年	13.38							3 842.9	
改变	4	17	1 720	535	17	498.07	36.93	5 131	369.4
	5	41.9	5 020	552	26.7	498.34	45.16	9 818	730.5
	6	20.4	5 020	552	20.4	498.03	53.97	8 998	647.9
	7	5.18	5 020	552	5.18	497.65	54.35	2 308	171.7
	8	5.09	5 020	552	5.09	497.74	54.26	2 265	168.5
	9	5.71	5 020	552	5.71	497.75	54.25	2 540	182.9
	10	6.22	5 020	552	6.22	497.77	54.23	2 765	205.7
	11	18.9	5 020	552	18.9	498.13	53.87	8 325	599.4
	12	8.26	5 020	552	8.26	497.82	54.18	3 668	272.9
	1	6.2	5 020	552	6.2	497.77	54.23	2 757	205.1
	2	16.9	5 020	552	16.9	498.07	53.93	7 457	501.1
	3	8.81	1 720	535	21.13	498.19	45.31	7 817	581.6
年	13.38							4 636.7	

表 6 方竹水电站代表年改变运行方式前后结果比较表

运行方式	代表年	天然来水 $/\text{m}^3 \cdot (\text{s} \cdot \text{月})^{-1}$	发电用水量 $/\text{m}^3 \cdot (\text{s} \cdot \text{月})^{-1}$	加权水头 $/\text{m}$	平均出力 $/\text{kW}$	年发电量 $/\text{万 kW} \cdot \text{h}$
传统		315.5	231.05	48.6	7 463	6 562.3
改进	$p=10\%$	315.5	231.1	51.8	8 068	7 092.1
差值			0.05	3.17	604.99	529.86
传统		256.1	227.18	41.5	6347	5 581.9
改进	$p=50\%$	256.1	216.09	49.6	7 159	6 300
差值			-11.09	8.06	812.34	718.14
传统		160.6	157.89	41.7	4 409	3 842.9
改进	$p=90\%$	160.6	157.69	50.2	5 321	4 636.7
差值			-0.2	8.5	912.08	793.76
传统		244.1	205.38	43.9	6 073	5 329
改进	多年平均	244.1	201.63	50.5	6 849	6 009.6
差值			-3.75	6.58	776.47	680.59

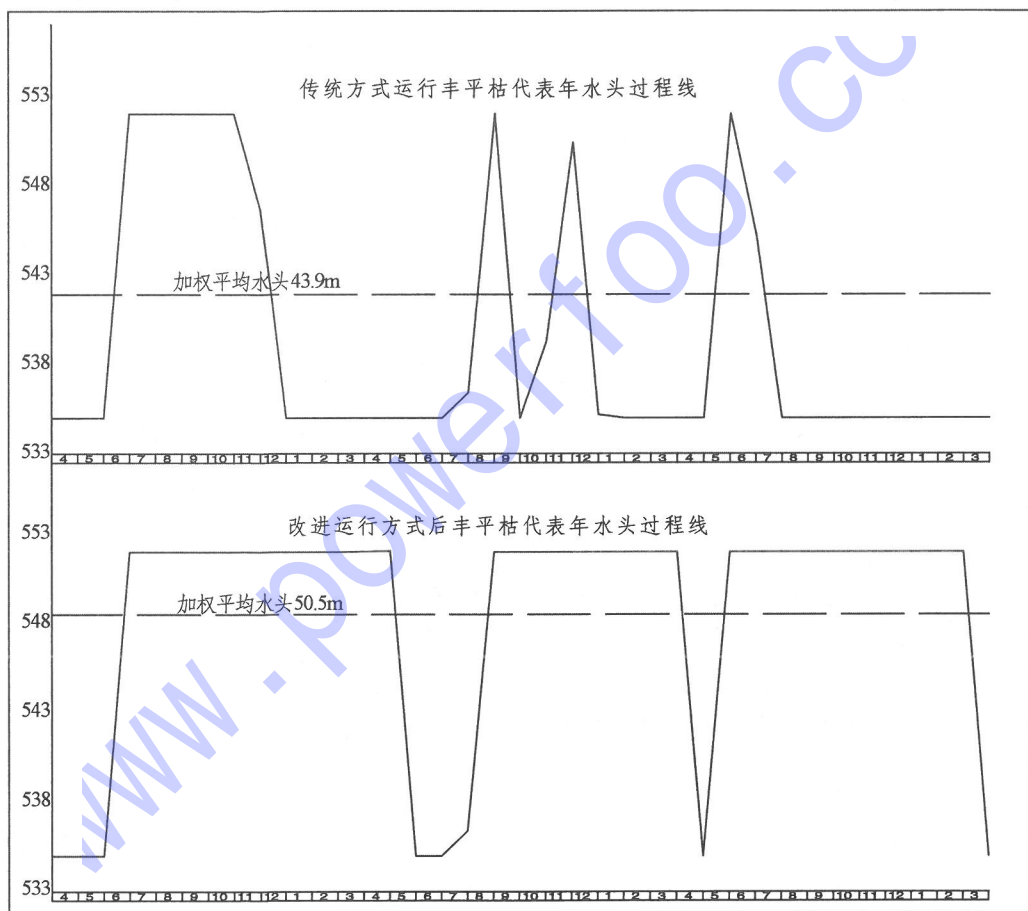


图 1 电站运行丰平枯代表年水头过程线图

方竹水电站优化调度后,各个代表年发电量和平均出力均有所增加,以平水年增加最多。笔者介绍的计算结果与方竹水电站增效扩容后实际运行效果相一致。由上述可知,优化调度提高其工作水头效果非常明显。

4.2 同类电站运行案例

方竹水电站增效扩容实施方案中,通过人为

调节水库水位获得电能效益的做法并非个案,四川省、海南省、云南省、贵州省等地山区同样存在类似小水电站,但由于运行人员文化水平偏低,对电站运行属机械性操作,运行过程中不能为电站获得更好的收益,随着地方水利水电的发展及对人员培训的加强,电站业主逐渐认识到以往运行中能源的浪费,因此,通过改变电站运行方式,众

多小水电效益也在逐渐增加。例如四川省阿坝州热水塘三级水电站、四川省凉山州的苏姑水电站、海南省乐东县的白云水电站、云南省永仁县的

则利水电站、贵州省铜仁市的红花水电站等,同类型水电站改变运行方式前后发电量对照情况见表 7。

表 7 同类型水电站改变运行方式前后发电量对照情况表

电站名称	装机容量 /kW	额定水头 /m	额定流量 /m ³ · s ⁻¹	传统方式发电量/万 kW · h	改进后发电量/万 kW · h	前后电量变化 /万 kW · h	提高率 /%
热水塘三级水电站	5 250	148.6	4.36	2 092.65	2 356.72	264.08	12.6
苏姑水电站	1 200	139.58	1.1	492.96	649.12	156.16	31.7
白云水电站	1 260	88.2	1.8	464.18	523.58	49.4	10.6
则利水电站	7 800	154.5	6.15	3 144.18	3 334.5	190.32	6.1
红花水电站	3 500	110.4	3.86	1 394.75	1 528.45	133.70	9.6

5 结 语

(1)方竹水电站改造前近 5 a 时间的实际平均发电量为 3 904.58 万 kW · h,实际年利用小时数为 5 206 h,水量利用率为 48.03%,水量利用率较低,与合理充分开发利用水能资源的理念相违背。因此,从水资源开发利用角度考虑,电站增效扩容也是十分必要的。

(2)提高水电站水能利用率的途径主要有:一是充分利用设计水头,尽最大可能增大运行过程工作水头,减少水头损失;二是尽最大可能减少汛期弃水,以提高水电站的发电流量;三是减少机电设备中的能量损失,提高机组效率。方竹水电站从这几方面考虑以提高水电站的水能利用率,做出了以下改进:①机组增效;②适当扩大引用流量;③提高发电工作水头。

(3)方竹水电站在提高工作水头过程中,经综合分析后认为:抬高上游水位、降低下游水位、降低压力管道的水头损失等均不可行;方竹水电站 2009 年除险加固且下游无防洪任务,汛期仅保证了大坝本身的安全,汛期中的防洪限制水位和防洪高水位与水库的正常蓄水位重合。故汛期时的发电水头可以得到相应的提高。

(4)在库容受限的情况下,可以通过改变运

行方式增加发电效益。

(5)笔者所述方法适用于中小型流域调节库容有限、但发电水头相对于发电流量在发电量中所占比重较大的电站。

(6)所述方式方法已在西南地区山区小水电实际运行中得到验证且效果较好。唯一不足之处是运行人员需要具有较高的水电站运行调度知识和对气象信息有较好的预判性。

参考文献:

[1] 邓 欢,吴亚杨,胡超鹏,等.小水电站增效扩容的径流和水能计算方法及应用[J].水电能源科学,2014,32(5):160-164.

[2] 王 丽,莫兆祥,钱宗河,等.洋河滩水电站增效扩容改造技术方案及效益分析[J].水电能源科学,2014,32(5):165-167.

[3] 杨 英,姚福海.提高水能利用率的工程方法探讨[J].四川水力发电,2011,30(6):75-77.

作者简介:

张智涌(1964-),男,重庆彭水人,教授级高级工程师,学士,从事水电工程勘测设计与施工技术工作;

孔令川(1983-),男,河北玉田人,讲师,学士,从事水文与水资源方面的研究;

卫仁娟(1988-),女,山西运城人,助教,硕士,从事水文与水资源方面的研究。

(责任编辑:李燕辉)

国家重大水利工程建设基金和大中型水库移民
后期扶持基金征收标准降低 25%

财政部日前发布通知,将国家重大水利工程建设基金和大中型水库移民后期扶持基金的征收标准统一降低 25%。《关于降低国家重大水利工程建设基金和大中型水库移民后期扶持基金征收标准的通知》指出,将国家重大水利工程建设基金和大中型水库移民后期扶持基金的征收标准统一降低 25%。降低征收标准后,两项政府性基金的征收管理、收入划分、使用范围等仍按现行规定执行。《通知》要求,各级财政部门要切实做好经费保障工作,妥善安排相关部门和单位预算,保障其依法履行职责,积极支持相关事业发展。《通知》强调,各地区、有关部门和单位应当按照本通知规定,及时制定出台相关配套措施,确保上述政策落实到位。该通知自 2017 年 7 月 1 日起施行。