

小流域合理外引调水量分析

柳超

重庆市渝西水利电力勘测设计院有限公司

DOI:10.32629/hwr.v4i3.2833

[摘要] 随着社会经济的不断发展,对部分地区而言在单一河道上修建水库,通过本流域来水量的径流调节已经无法满足水库供水任务要求。现必须从外流域引水、加大可调蓄水量方能保证新建水库的经济性合理性。考虑到新建水库的规模与外流域合理引调水量密切相关,故探讨如何分析外流域合理的可引调水量是必要的。

[关键词] 水库规模;合理引水量;引水流量切割

引言

在本次分析中主坝与副坝通过引水隧洞连通,计划从副坝引水至主坝水库,再对水库进行径流调节。副坝坝址集雨面积为40.33km²。副坝流域径流由降水形成,主要受降水特性的支配和下垫面影响,地下水补给极少,径流的年际变化大,汛期为4~10月径流占多年平均径流的88.77%,枯期11月~次年3月径流占多年平均径流的12.23%。

副坝的引水量主要受河道可外引调水量及连通隧洞过流能力的制约,需综合分析确定。

1 引水量计算方法

常用的引水量计算方法有“切割洪水过程方案”和“切割径流过程方案”,本文采用两种方案分别计算可引水量,再通过比较确定推荐方案。

1.1 切割洪水过程方案

副坝来水量主要集中在汛期,且洪水所占比例较大,由于洪水发生时间短,洪峰流量较一般径流非常之大,故主库可引水量并非是无限制的,其受制于连通隧洞的规模和洪水过程,应首先采用典型年洪水过程分析确定连通隧洞的设计引水流量。

为此,本阶段收集了当地气象站历年的逐时暴雨过程,通过降雨排频选择了P=5%、25%、50%、75%和95%五个典型年的历次逐时暴雨过程,并采用瞬时单位线法推求得到副坝五个典型年的逐场洪水过程。

根据副坝坝址处典型年的洪水过程,拟定了5个不同的隧洞引水流量(分别为3m³/s、4m³/s、5m³/s、6m³/s和7m³/s)对其进行切割,洪水过程线引水流量以上部分即为弃水量。经切割后得到五个典型年各月弃水量,月来水量扣除月弃水量即为可引水量,各月可引水量除以当月来水量即为该引水流量下的月引水率,具体计算公式如下:

$$y = (W_{*} - W_{弃} - W_{生}) / W_{*} \times 100\%$$

式中: y——不同引水流量下的月引水率,%; W_{*}——典型年洪水发生月份的径流量,万m³; W_弃——典型年洪水发生月份切割后的弃水量,万m³; W_生——典型年洪水发生月份的生态水量,万m³。

按以上方法对典型年的洪水过程进行切割,得到5个不同隧洞引水流量下的典型年各月引水率。由于各月径流量与洪水发生的频次和量级有关,一般情况下,洪水发生频次越多、峰值越大,径流也越大,故建立不同引水流量下月径流量与引水率之间的关系。经拟合,发现两者呈二次抛物线关系,即在固定引水流量下,引水率伴随月径流量的增多而增大,之后随着月径流量不断增多,弃水也随之增加,引水率反而又减小。不同引水流量下月径流量与引水率之间的关系式如下:

$$3\text{个流量: } y = -0.0003x^2 + 0.1990x + 34.003;$$

$$4\text{个流量: } y = -0.0003x^2 + 0.1879x + 37.743;$$

$$5\text{个流量: } y = -0.0002x^2 + 0.1774x + 41.253;$$

$$6\text{个流量: } y = -0.0002x^2 + 0.1675x + 44.539;$$

$$7\text{个流量: } y = -0.0002x^2 + 0.1580x + 47.668;$$

式中: y——典型年洪水发生月份各月引水率,%; x——典型年洪水发生月份各月径流量,万m³。

由于副坝调节库容较小,其调蓄能力对天然洪水过程线的峰型洪量影响较小,故直接将副坝天然月径流量~引水率关系推广至副坝整个长系列4~10月的来水过程,即可计算得到连通隧洞在不同引水流量下的汛期逐月引水率及引水量。枯期11~次年3月,按照“月径流量大于生态流量时,扣除生态流量后即即可引水量,不足生态流量时不进行引水”的原则,在保障下游生态用水要求后,副库其余水量全部引入主库,以此计算长系列枯水期逐月引水量。

按以上方法即可计算得到不同引水流量下连通隧洞的多年平均可引用水量及引水率,计算成果见表1,并对引水流量和多年平均引水率的关系进行拟合,见图1。

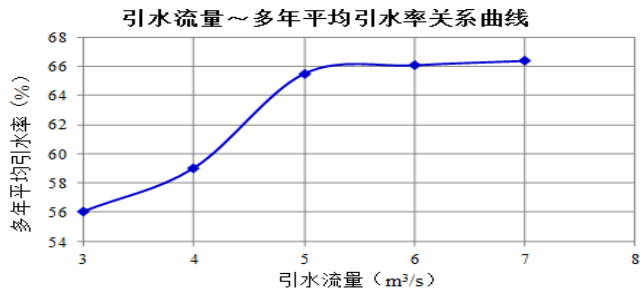


图 1

表1 引水成果计算表

连通隧洞引用流量(m ³ /s)	副坝多年平均弃水量(万m ³)	隧洞可引用水量(万m ³)	年平均引水率(%)	引水率差值(%)
3	1199.10	672.29	56.1	
4	1199.10	707.87	59.0	2.9
5	1199.10	785.37	65.5	6.5
6	1199.10	792.28	66.1	0.6
7	1199.10	795.88	66.4	0.3

从表1和图1可以看出,当引水流量逐步增大时,引水率也相应增加。当引水流量小于5m³/s时,连通隧洞可引水量增加明显,而当引水流量大于5m³/s时,可引水量增加幅度有限。故本阶段连通隧洞设计引水流量取5m³/s,相应的隧洞多年平均可引水量为785.37万m³,引水率为65.5%。

1.2 切割径流过程方案

本方案选取副坝坝址P=5%、P=25%、P=50%、P=75%和P=95%五个典型年的逐日径流过程,采用不同的隧洞引水流量对其进行切割,切割时为保证

副坝下游河道生态用水需求,首先扣除 $0.04\text{m}^3/\text{s}$ 的生态流量(多年平均流量的10%)。经切割后得到各典型年在不同引水流量下的引水量,并求得平均引水率(五个典型年平均可引用水量)/(五个典型年平均来水量),计算结果见表2。

表2 引水率统计表

项目	0.8	1	1.4	5	项目	0.8	1	1.4	5
P=5%	1403.35	1651.63	1894.52	2396.49	年平均来水量	1292.55	1292.55	1292.55	1292.55
P=25%	932.51	1085.71	1235.57	1488.66	年平均引水量	729.09	848.01	964.34	1156.33
P=50%	680.74	785.12	887.23	1021.11	引水率	56.40%	65.60%	74.60%	89.50%
P=75%	429.29	491	551.36	607.71	引水率差值		4.00%	1.50%	13.60%
P=95%	199.58	226.58	252.99	267.67					

根据表2成果可以看出,当引水流量达到 $1.4\text{m}^3/\text{s}$ 时,引水率为74.60%;而当引水流量达到 $5\text{m}^3/\text{s}$ 时,引水率已高达89.5%,在扣除10%的生态流量后,几乎可以将副库来水量全部引入主库。

1.3 成果的合理性分析及采用

根据上述两种引水计算方案分析,在相同引水流量情况下,采用洪水过程切割方案的引水率相对较小,考虑到切割径流过程采用的日均流量是日内瞬时流量均化后的成果,在一定程度上弱化了瞬时流量的大小对隧洞引水能力的影响,故本阶段出于保守角度考虑,推荐采用切割洪水过程计算的引水方案,确定连通隧洞设计引水流量为 $5\text{m}^3/\text{s}$,长系列引水率为65.5%,多年平均引水量为 $826.70\text{万}\text{m}^3$ 。

2 引水隧洞尺寸因数

引水隧洞的最小施工断面净空尺寸为 $2\text{m}\times 2.6\text{m}$,为防止隧洞出现满交替流态,隧洞进口设置胸墙,经计算,最小施工断面过流能力为 $5.2\text{m}^3/\text{s}$,相应借水率为65.87%。即在引水率由56.1%逐步增加至65.87%时,引水隧洞无需额外增加洞径及投资,故从投资上来看,引水流量采用

$4.2\text{m}^3/\text{s}$ 相对合理。

3 引水过程确定

根据上述分析,引水流量计算推荐采用切割洪水过程方案,结合引水率变化情况及隧洞布置,连通隧洞设计流量为 $5\text{m}^3/\text{s}$,并以此计算其长系列引水过程。计算方法同前,即将设计引水流量下月径流量与引水率的相关关系式推广至副坝整个长系列4~10月的来水过程,即可计算得到连通隧洞在 $5\text{m}^3/\text{s}$ 下的汛期逐月引水率及引水量。枯期11~次年3月,副坝在保障下游生态用水要求后,其余水量全部引入主库,以此计算长系列枯水期逐月引水量。

4 结语

随着社会的不断发展,人们的生活水平越来越高,生活质量也得到了较大的改善,但是由于资源被过度开发与利用,使得我国出现了资源紧缺问题。为优化合理的开发水资源,明确确定新建水库工程规模,在设计中我们必须深入分析相关计算方案,实现利益最大化。

从上述分析可知,河道可外调水量随着设计流量的增大而增加,但至某一峰值后,随着设计流量的增大,可引流量增加趋势变缓,引用后的弃水量增加,使得项目建设不经济合理。合理的引水流量应结合引水率变化及水工隧洞尺寸等因数合理确定。

[参考文献]

- [1]郝永怀,杨侃,程卓,等.调水量合理分配指标体系的建立及其应用[J].水电能源科学,2011,29(03):13-15+112.
- [2]周惠成,刘莎,程爱民,等.跨流域引水期间受水水库引水与供水联合调度研究[J].水利学报,2013,44(08):883-891.
- [3]黄荃源.跨流域连通水库径流调节方法初探[J].小水电,1994,(3):29-32.
- [4]巩轶欧.场次洪水径流分割方法实例分析,科技创新与应用,2016,(01):154-155.