

# 白龟山水库旱限水位的确定与应用

徐章耀

(河南省白龟山水库管理局, 河南 平顶山 467031)

**【摘要】** 白龟山水库是一座以防洪为主, 兼顾城市生活工业用水、农业灌溉用水等功能的大(二)型水库, 近年来由于极端天气频繁出现, 干旱年景频现, 白龟山水库流域遭遇连年干旱, 给平顶山市工农业生产和居民生活用水造成了一定影响, 依据《旱限水位(流量)确定办法》, 对白龟山水库入库水量、城市生活工业用水、农业灌溉用水、环境生态用水、取水口高程等进行统计分析, 采用两个月滑动计算的水库应供水量与死库容之和最大值所对应的库水位为依据, 确定白龟山水库旱限水位, 并经过了2014年大旱检验。

**【关键词】** 白龟山水库; 旱限水位; 应用

中图分类号: TV697

文献标识码: B

文章编号: 1005-4774(2017)04-0032-05

## Determination and application of drought limit water level in Baiguishan Reservoir

XU Zhangyao

(Henan Baiguishan Reservoir Administration, Pingdingshan 467031, China)

**Abstract:** Baiguishan Reservoir is a large (II) reservoir which is based on flood control and has functions of applying urban domestic and industrial water, agricultural irrigation water, etc. Drought years are frequent in recent years due to frequent extreme weathers. Baiguishan Reservoir river basin suffers from droughts for many years, thereby leading to certain influence on industrial and agriculture production as well as citizen domestic water in Pingdingshan. The reservoir storage water quantity, urban domestic industrial water, agricultural irrigation water, environmental and ecological water, water inlet elevation, etc. of Baiguishan Reservoir are analyzed statistically according to 'Method of determining drought limit water level (flow capacity)'. Reservoir water level corresponding to the maximum sum of reservoir supply water quantity and dead storage in two-month sliding calculation is adopted as the basis for determining the drought limit water level of Baiguishan Reservoir. It undergoes the test of drought in 2014.

**Keywords:** Baiguishan Reservoir; drought limit water level; application

### 1 水库旱限水位概念及确定方法

当江河湖库水位持续偏低, 流量持续偏少, 影响城乡生活、工农业生产、生态环境等用水安全时, 应采取抗旱措施的水位为旱限水位, 旱限水位是一种警示水位, 水库水位落到旱限水位时, 应考虑抗旱措施, 旱限

水位以下的库容要有限制地使用。旱限水位的确定应依据下游用水类型及方式, 选择水库所承担的供水任务作为主要指标, 结合设计来水情况进行综合分析, 以逐月滑动计算的水库应供水量与死库容之和最大值所对应的水库水位作为依据, 并考虑库内取水设施高程等因素, 综合分析确定。

## 2 白龟山水库旱限水位

### 2.1 白龟山水库概况

白龟山水库位于淮河流域沙颍河水系沙河干流上,坝址位于河南省平顶山市西南郊,距上游昭平台水库40km,与其形成梯级水库,是一座以防洪为主、兼顾城市生活工业供水和农业灌溉供水的大(2)型水利工程,水库控制流域面积2740km<sup>2</sup>,其中昭平台以上1430km<sup>2</sup>,昭、白区间1310km<sup>2</sup>。该水库于1958年动工,1966年竣工,“75.8”大水后,进行了度汛加固,1998年10月开始又对水库进行全面的除险加固,2006年底除险加固完成。工程由拦河坝、顺河坝、北副坝(待建)、拦洪闸、泄洪闸、北干渠首闸、南干渠首闸等主要建筑物组成。防洪标准按100年一遇设计,2000年一遇校核,设计洪水位106.19m,校核洪水位109.56m,兴利水位103.00m,汛限水位102.00m,死水位97.50m,总库容9.22亿m<sup>3</sup>,兴利库容2.36亿m<sup>3</sup>,死库容0.66亿m<sup>3</sup>。由于北副坝工程尚未建成,现阶段汛限水位降低

1.00m运行,即目前汛限水位101.00m<sup>[1]</sup>。

### 2.2 白龟山水库用水需求

水库用水需求有:平顶山部分工业用水(姚孟电厂、平顶山东电厂等),平顶山城市生活用水,白龟山灌区农业灌溉用水,水库下游河道生态用水。

### 2.3 白龟山水库旱限水位各项指标分析

#### 2.3.1 水库来水分析与计算

依据河南省水利厅关于旱线水位确定的资料要求,水文系列时间区间为1990—2011年,统计白龟山水库1990—2011年共计22年的来水量资料,进行频率计算,经频率优化分析均值 $Ex = 741.64$ ,变差系数 $Cv = 0.67$ ,离差系数 $Cs = 2.5Cv$ ,按照偏早年景75%设计频率推算水库来水量,经计算为4.33亿m<sup>3</sup>。

一般应选取水库相应频率下来水分布不均的不利年份作为典型年,然后采用同倍比放大法,求得 $x_p$ 在各月的分配值<sup>[2]</sup>。从来水统计看(见表1),在该频率下,1994年来水不均最不利,故最终选定1994年作为典型年。

表1 白龟山水库历年各月来水量统计

单位:10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
1990	19.92	52.99	75.07	89.55	121.13	95.28	232.39	237.15	63.26	15.18	12.27	20.13	1034.32
1991	22.88	35.68	45.53	60.12	70.71	110.47	209.51	125.59	90.57	16.85	15.87	1.65	805.43
1992	5.53	5.13	20.96	11.01	106.21	30.44	99.34	104.59	40.54	27.84	23.57	26.76	501.92
1993	20.70	24.52	30.14	19.96	19.32	19.84	18.65	26.66	3.38	1.00	7.65	3.83	195.65
1994	2.35	1.92	3.43	16.74	3.20	12.80	144.47	68.28	35.12	6.36	12.88	25.94	333.49
1995	19.01	10.67	14.36	12.13	7.27	3.62	151.33	128.81	71.47	76.10	10.93	45.53	551.23
1996	29.80	8.17	26.61	24.65	21.07	14.47	80.23	299.28	163.40	90.17	148.81	71.44	978.10
1997	58.24	32.30	27.73	96.77	110.24	36.28	36.49	4.58	8.51	2.92	6.60	4.84	425.50
1998	5.44	4.92	10.58	23.44	104.60	183.06	163.16	271.26	65.46	29.92	7.42	9.90	879.16
1999	22.69	9.70	41.33	53.76	70.65	59.66	137.91	11.65	7.21	11.42	5.98	5.78	437.74
2000	9.29	5.09	3.74	0.86	1.90	220.94	1045.52	354.87	98.90	75.74	55.80	55.35	1928.00
2001	59.98	57.84	45.03	42.19	30.67	22.35	165.22	97.81	18.95	5.49	4.01	22.79	572.33
2002	22.67	4.59	16.02	3.12	40.60	65.47	112.92	54.33	39.58	28.22	24.40	11.88	423.80
2003	14.61	30.68	15.02	12.38	19.39	24.55	79.89	124.33	222.87	228.80	115.05	85.57	973.14
2004	58.73	54.74	66.58	54.94	28.21	12.52	111.50	166.34	103.96	69.68	62.63	57.44	847.28
2005	64.38	47.71	14.84	6.60	2.56	10.92	189.03	118.04	143.75	190.57	81.99	51.16	921.54
2006	47.14	64.68	75.20	64.58	40.46	16.49	55.16	51.11	39.85	31.74	25.28	14.62	526.30
2007	13.20	18.51	42.91	43.39	22.05	28.20	207.33	120.10	63.81	46.61	29.42	20.96	656.49
2008	39.16	22.77	11.21	8.81	24.94	8.38	58.85	62.38	41.11	29.93	20.51	21.23	349.28
2009	10.02	6.84	5.89	8.56	16.72	6.55	133.65	108.63	78.58	36.82	47.96	64.17	524.39
2010	20.85	6.13	29.52	69.76	100.47	74.66	494.35	362.47	344.36	114.67	79.45	14.12	1710.82
2011	13.11	14.69	49.00	15.53	26.55	18.36	16.34	58.86	207.55	112.92	99.57	107.73	740.22

## 2.3.2 城市需水

白龟山水库城市需水量包括居民生活用水和工业生产用水,供水单位主要有:平顶山自来水厂、平煤供水总厂、平顶山东电厂、姚孟电厂、姚孟二电,白龟山水库原规划生活工业供水量为1.06亿 $m^3$ ,但随着平顶山城市的发展,城市居民增多,生活用水逐年增加,工业生产用水也不断增加,根据统计的2000—2011年的供水

资料显示,城市生活及工业用水平均每年1.33亿 $m^3$ ,超过了规划用水量,且从2006年开始增加,至2008年达到最大1.48亿 $m^3$ ,之后一直基本保持在这个用水量。因此该次计算的城市需水量拟采用2008—2011年4年的平均值1.47亿 $m^3$ ,月供水量也为4年各月平均值(见表2)。

表2 白龟山水库历年各月城市需水量统计

单位:  $10^6 m^3$ 

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
2000	10.54	10.07	10.42	10.26	10.92	10.45	11.08	10.28	10.03	10.03	9.17	9.67	122.91
2001	10.02	8.82	9.96	8.99	9.88	9.97	9.97	10.26	9.36	9.71	9.40	10.97	117.31
2002	9.91	9.02	11.40	9.52	9.70	10.03	10.50	10.69	10.15	10.77	10.87	10.85	123.42
2003	10.97	9.96	11.27	10.35	10.60	10.16	10.53	10.63	10.38	10.56	10.60	9.94	125.96
2004	10.63	10.20	9.67	10.35	11.04	10.45	11.19	11.06	10.11	9.28	10.93	10.36	125.27
2005	10.84	9.25	10.24	10.18	10.22	10.50	10.24	10.34	10.23	10.64	10.31	11.45	124.41
2006	11.27	10.13	10.92	10.46	10.37	10.21	11.21	10.53	10.82	11.29	11.03	11.42	129.67
2007	11.53	10.44	11.55	10.95	11.39	11.27	11.25	11.63	11.43	12.36	12.06	12.94	138.79
2008	12.21	12.04	12.82	12.71	12.23	11.99	12.48	12.15	12.16	12.74	11.84	12.65	148.01
2009	11.92	10.72	11.56	11.29	18.34	11.28	11.96	11.86	11.57	12.04	12.25	12.32	147.10
2010	12.27	10.99	11.91	11.23	12.92	12.49	13.18	13.60	12.25	11.31	12.10	11.97	146.21
2011	12.00	11.08	12.59	12.49	12.61	13.09	13.14	12.20	11.59	11.83	11.95	12.39	146.97

## 2.3.3 农业灌溉用水

白龟山灌区规划灌溉面积50万亩,现状灌溉面积30万亩,灌溉保证率为50%~75%,在2000年以前灌溉用水量较多,但近些年由于灌区内作物种植结构改变以及灌区续建配套和节水改造工程的实施,灌溉用

水量明显减少,统计2000—2011年实际灌溉用水量,平均年灌溉用水量0.4227亿 $m^3$ 。由于农作物生长不同阶段需水不同,各月灌溉水量呈现明显的季节差异。因此,以历年各月实际灌溉水量均值作为各月灌溉需水量(见表3)。

表3 白龟山水库历年各月灌溉用水量统计

单位:  $10^6 m^3$ 

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
2000	0.00	0.00	2.35	2.08	0.00	0.00	0.00	3.44	2.36	0.00	0.00	0.00	10.23
2001	0.00	0.00	0.00	2.19	6.80	20.49	9.43	10.69	7.24	8.60	0.00	0.00	65.45
2002	0.00	0.00	0.08	0.00	4.35	9.95	8.31	12.56	3.68	4.50	0.00	0.00	43.43
2003	0.00	0.68	2.20	0.00	4.04	8.83	9.05	7.96	4.33	0.00	0.00	0.00	37.09
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	10.14	16.93	6.87	6.44	12.09	0.00	0.00	0.00	52.47
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	3.95	11.66	5.58	7.90	1.98	0.00	0.00	0.00	31.06
2006	0.00	0.00	0.00	0.00	4.43	14.88	6.75	8.25	6.87	0.00	0.00	0.00	41.18
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	6.79	11.25	0.00	12.58	6.93	0.00	0.00	0.00	37.55
2008	0.00	0.00	0.00	0.00	6.16	15.21	3.43	10.41	7.34	0.00	0.00	0.00	42.55
2009	0.00	11.88	0.00	0.00	4.69	13.36	3.53	9.81	8.85	0.00	0.00	0.00	52.13
2010	0.00	0.00	0.00	0.00	4.17	13.42	7.84	2.76	2.46	0.00	0.00	0.00	30.64
2011	0.00	13.84	0.00	0.30	9.91	18.36	10.57	10.27	0.25	0.00	0.00	0.00	63.49
均值	0.00	2.20	0.39	0.38	5.45	12.86	5.95	8.59	5.36	1.09	0.00	0.00	42.27

### 2.3.4 环境生态需水

该次统计采用水库近 10 年平均来水量的 10% 计算,环境生态需供水 0.7673 亿  $\text{m}^3$ ,各月平均 0.064 亿  $\text{m}^3$ 。

### 2.3.5 取水口调查

各取水口高程见表 4。

表 4 水库取水口高程统计

取水口	高程/m	备注
白龟山水厂	100.00	抽水泵可上下滑动
白龟山四水厂	98.12	
平顶山东电厂	98.00	
姚孟电厂	97.50	
供水总厂	97.50	
化肥厂	98.00	

### 2.4 水库应供水量

根据《旱限水位(流量)确定办法》,水库各月应供水量等于月用水量(城市供水、农业灌溉及环境生态需水之和)与水库各月设计频率来水量之差。当来水量大于等于月用水量时,水库来水量满足用水需求,水库应供水量为零。当来水总量小于月用水量时,其差值为水库应供水量。根据各月用水量及各月水库来水量分析计算,分别设定干旱预警期分一个月和两个月,对应以逐月滑动和两个月滑动计算各月应供水量,计算结果见表 5。

表 5 白龟山水库应供水量逐月滑动计算结果

单位:  $10^6 \text{m}^3$

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	
用水需求	城市供水	12.10	11.21	12.22	11.93	14.03	12.21	12.69	12.45	11.89	11.98	12.04	12.33	147.07
	农业灌溉	0	2.20	0.39	0.38	5.45	12.86	5.95	8.59	5.36	1.09	0	0	42.27
	环境生态	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	6.39	76.73
	蒸发渗漏	3.13	3.16	4.79	5.23	6.28	6.03	5.58	5.61	4.99	4.51	3.63	3.70	56.65
	用水总量	21.62	22.96	23.79	23.93	32.15	37.49	30.61	33.04	28.63	23.97	22.06	22.42	322.72
水库来水	75%	3.05	2.49	4.45	21.74	4.15	16.62	187.58	88.65	45.6	8.26	16.72	33.68	433
逐月滑动应供水量	75%	18.57	20.47	19.34	2.19	28.00	20.87	0	0	0	15.71	5.34	0	
两月滑动应供水量	75%	39.04	39.81	21.53	30.19	48.87	20.87	0	0	15.71	21.05	5.34	0	

### 2.5 旱限水位确定

水库旱限水位逐月滑动计算时,水库应供水量与死库容之和最大值所对应的水库水位作为依据,并考虑库内取水设施高程等因素,综合分析确定。

白龟山水库按 75% 偏旱年来水量逐月滑动计算,月最大应供水量为 5 月的 0.28 亿  $\text{m}^3$ ,水库死库容 0.6624 亿  $\text{m}^3$ ,则应供水量与死库容之和最大值为 0.9424 亿  $\text{m}^3$ ,相应水位 98.56m。

按 75% 偏旱年来水量两个月滑动计算时,月最大应供水量为 5 月初的 0.4887 亿  $\text{m}^3$ ,则应供水量与死库容之和最大值为 1.151 亿  $\text{m}^3$ ,相应水位 99.25m。

白龟山水库供水重点为平顶山市居民生活用水,供水保证率要求较高,另外,从表 4 各取水口高程可以看出,取水水位较高,一般在 98.00 ~ 100.00m 之间,综合考虑白龟山水库多年运行情况和历年各月最低水位出现概率,确定干旱预警期为两个月,旱限水位 99.50m,相应库容 1.23 亿  $\text{m}^3$ 。

### 2.6 旱限水位合理性分析

根据白龟山水库 1990—2011 年的历年月、年最低水位资料,统计低于 99.50m 的各月出现次数及年出现次数(见表 6)。

表 6 白龟山水库历年月、年最低水位低于旱限水位次数统计

统计时间	月份												全年	统计年限
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
低于旱限水位次数	3	3	3	3	2	2	1	0	0	1	1	3	7	22

由表 6 看出,白龟山水库各月最低水位低于旱限水位的情况主要出现在 12 月至次年 4 月。从年最低

水位低于旱限水位的情况来看,在 22 年中,共 7 年最低水位低于旱限水位,出现频率为 32%,重现期约为 3

年一遇。旱限水位设置基本合理。

### 3 旱限水位实践应用

2013年12月17日白龟山水库水位降至99.50m,管理局立即向平顶山市政府报告,如果不采取节水措施,白龟山水库水位将在2014年3月底降至死水位,建议加强节约用水管理,严格控制用水,并储备备用水源。平顶山市政府高度重视,于2014年1月13日下发通知,要求各部门加强节约用水管理,限制或暂停高耗水行业用水,园林绿化、市政道路和有条件的企业,最大限度使用再生水。1月14日,平顶山市政府又召开专题会议,研究解决市区供水工作。但即便采取了节水措施,库水位仍于5月底接近死水位。正常情况下,5月15日已进入汛期,水库来水会逐渐增多,水库水位会逐渐回升,干旱缺水现象会得到解决。但由于2014年遭遇特大干旱,在5月底从上游昭平台水库调水2000万 $m^3$ ,7月18日水库水位降至死水位,由于当时昭平台水库也处于无水可调局面,南水北调水源地丹江口水库水位也较低,水无法通过南水北调渠道自流输水至白龟山水库,因此白龟山水库动用了死库容应急供水,直到8月下旬从丹江口通过南水北调渠道引水至白龟山水库,用水紧张局面得到稍稍缓解。如果当时在水位99.50m时没有采取预警措施,动用死库

(上接第31页)

从以上图表分析,在影响农田水利工程设计影响因素中,其中合理布局影响明显,并且管网设置和涌水量都比较高,这也对以后农田水利工程设计方案提出了要求,管网设置和用水量供需成为设计重点。

### 4 结论

本文通过对农田水利工程建设的设计研究,农田水利工程建设设计方案受到多种因素的影响,如何确定工程设计影响因素的重要程度,通过文献分析和专家调查的方法,提出了影响工程设计的指标体系,采用SAD模型分析的方法,结合层次分析法计算权重,最后得到影响水利工程建设设计因素的影响程度,为以后

容时间将会提前,且动用的死库容会更多,对水库工程的危害也会更大,甚至会出现无水可供局面,城市居民用水将受到极大威胁,而提前预警之后,水库水位直到5月底才接近死水位,刚好衔接至汛期。因此,实践证明,99.50m的旱限水位是合理的。

### 4 结语

本文通过对白龟山水库入库水量、城市生活工业用水、农业灌溉用水、环境生态用水、取水口高程等进行统计分析,采用两个月滑动计算的水库应供水量与死库容之和最大值所对应的库水位为依据,确定了白龟山水库旱限水位,实践证明是合理的,但由于枯水期持续时间长,因此不可能整个枯水期采用一个固定水位予以控制,要结合水库的实际情况及详细的用水计划等在今后的工作中将方案进一步完善成熟,为水库控制运用、科学主动抗旱、研究旱情演变趋势及指导农业生产提供重要依据<sup>[1]</sup>。◆

#### 参考文献

- [1] 陈何萱. 白龟山水库水资源量供需平衡分析[J]. 水利建设与管理,2011(11).
- [2] 齐润利,韩明海,崔跃强. 陆浑水库旱限水位技术方案的分析与计算[J]. 人民珠江,2014(5).

类似农田水利工程建设提供借鉴。◆

#### 参考文献

- [1] 康满生. 水利工程建设管理中的典型问题及对策研究[J]. 中国水能及电气化,2014(2):24-26.
- [2] 白美健,刘群昌,江培福,等. 高标准农田水利工程建设现状与思考[J]. 中国水利,2012(23):56-59.
- [3] 吴生栋. 浅谈乡镇小型农田水利工程质量控制[J]. 水利建设与管理,2010(6):36-37.
- [4] 翟利伟. 浅谈水利工程设计中存在的问题及改进措施[J]. 中国水运:下半月,2012(1):178-179.
- [5] 郑良春. 水利施工技术的现状及改进措施分析[J]. 水利技术监督,2012(3):31-33.
- [6] 李蓉,郑垂勇,马骏,等. 水利工程建设对生态环境的影响综述[J]. 水利经济,2009,27(2):12-15.
- [7] 胡志强. 小型农田水利工程建设影响因素的系统分析[D]. 长沙:中南大学,2012.