

新疆博斯腾湖入湖水量变化及其对湖水位的影响分析

王杰, 王俊, 申金玉

(新疆水利水电勘测设计研究院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘要: 根据博斯腾湖 1956–2008 年实测水位、入湖水量资料, 分析了入湖水量与博斯腾湖水位变化关系, 采用相关方法计算了博斯腾湖汛期设计入湖水量, 并指出博斯腾湖水位的变化主要影响因素为汛期入湖水量, 并不是短历时场次洪水, 以此为计算基础, 得出结论: 博斯腾湖最大输水能力下, 100 年一遇洪水位为 1048.6 m, 50 年一遇洪水位 1048.47 m, 可为博斯腾湖水量调度、东、西泵站等输水工程的运行管理提供一定的参考价值。

关键词: 湖水位; 汛期入湖水量; 博斯腾湖; 开都河

中图分类号: P332.1

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2013)04-0199-04

Impact of water change on lake level in Bosten Lake of Xinjiang

WANG Jie, WANG Jun, SHEN Jinyu

(Xinjiang Water Conservation and Hydropower Design Institute, Urumqi, 830000, China)

Abstract: According to the measured water level and water input data of the Bosten Lake from 1956 to 2008, this paper analyzed the relationship between the water input and the change of water level in Bosten Lake, calculated the design water input in flood season of Bosten Lake by using correlative method. It pointed that main influence factors of changing water level of Bosten Lake is the water flowing into the lake in flood season, not the flood of short duration event. On the basis of calculation, it got the conclusion that in Bosten Lake, the flood level one in 100 years under the maximum water capacity is 1048.6 m, that of one in 50 years is 1048.47 m. The result can provide some reference value for water allocation, operation and management of delivery project of east, west pumping station at Bosten Lake.

Key words: lake water level; water input lake in flood season; Bosten Lake; Kaidu River

近年来有关博斯腾湖的相关研究已有很多, 并取得了一定的研究成果^[1-8]。随着西部大开发的深入, 博斯腾湖流域经济迅速发展, 在过去的几十年中, 博斯腾湖水位变化显著^[9], 博斯腾湖作为巴州的经济命脉, 分析研究入湖水量变化及其对湖水位的影响尤为重要, 可为合理有效开发利用博斯腾湖水资源提供必要的技术支撑。

1 概况

博斯腾湖是我国第一大内陆淡水湖, 位于天山东段南坡焉耆盆地南侧低洼处, 地理位置介于东经 $86^{\circ}40' \sim 87^{\circ}26'$, 北纬 $41^{\circ}56' \sim 42^{\circ}14'$ 之间^[10], 根据湖区水域分布情况, 博斯腾湖分为大、小湖区。大湖区湖长约 55 km, 最大宽度约 35 km, 平均宽度 16 km, 水面面积为 988 km², 平均水深 7.38 m, 最大水深 16 m; 小湖区位于大湖区西南部, 由达吾松等 16 个小湖和大片芦苇沼泽湿地组成。总面积 363.94

km², 其中水面 44.54 km², 苇沼 280.14 km², 相间的碱地、牧地等 39.22 km²。

博斯腾湖入流包括开都河、黄水沟、清水河等河流, 其中开都河是目前唯一能常年注入博斯腾湖的河流。开都河发源于天山南麓海拔 4 000 m 的依连哈比尔尕山, 流经巴音郭楞蒙古自治州的和静、焉耆、博湖三县, 最后注入博斯腾湖。开都河河长 525 km, 焉耆水文站以上流域面积约为 22 516 km²。

博斯腾湖出流为孔雀河。自 1983 年博斯腾湖西泵站投入运行后, 孔雀河口被封堵, 大湖水通过西泵站扬水输入孔雀河。小湖水通过达吾提闸流入孔雀河。2008 年东泵站建成运行后, 东、西泵站与达吾提闸联合运行, 共同承担下游库尔勒市及尉犁县城市用水、灌溉供水任务, 同时保护博斯腾湖周边的生态环境, 调节湖水位。博斯腾湖流域水系示意图见图 1。

2 历年水位变化

博斯腾湖水位站位于博湖县大河口, 开都河入

收稿日期: 2013-01-30; 修回日期: 2013-03-19

作者简介: 王杰 (1980-), 男, 安徽萧县人, 工程师, 主要从事水文水资源及水资源利用规划等工作。

通讯作者: 王俊 (1982-), 男, 河南淮滨人, 硕士, 工程师, 主要从事水文水资源及水资源利用规划等工作。

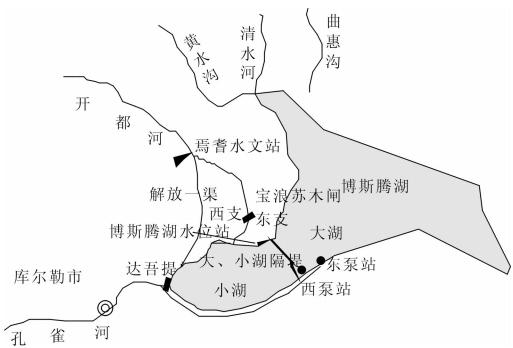


图1 博斯腾湖流域水系示意图

湖处。根据其 1956 – 2008 年实测水位资料分析,博斯腾湖多年平均水位为 1 047. 25 m;最高水位 1 049. 39 m,出现在 2002 年 8 月 15 日;最低水位为:1045. 25m,出现在 1987 年 6 月 9 日。

点绘博斯腾湖历年水位(图 2),分析其年最高、最低及平均水位变化规律,博斯腾湖年平均水位资料包括完整涨平落的过程,这是由不同的年份,其补给源丰平枯决定的。实测水位资料分析:1984 – 1992 年之间,博斯腾湖出现连续低水位,最低水位 1 044. 9 m,为有记载以来最低。而从 1996 – 2002 年间开都河多次发生较大洪水和历史最大洪水,水位持续上升,从 1996 年的 1 047. 19 m 上升到 2002 年 1 049. 39 m,达到有记载以来的最高水位。

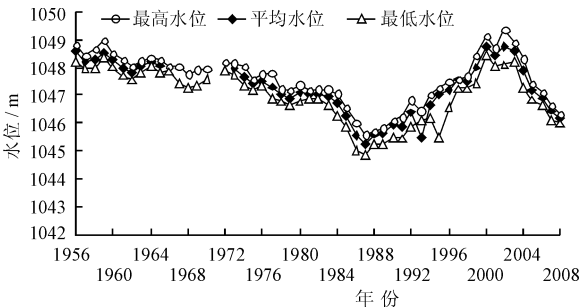


图2 博斯腾湖 1956 – 2008 年历年最高、最低、平均水位变化图

博斯腾湖西泵站于 1980 年建成运行,1983 年竣工验收。1980 年以后,博斯腾湖水位受到人为影响。根据博斯腾湖 80 年代以来水位资料,分析湖水位年内变化情况可知:湖水位最高值多出现在每年 9 月,湖水位最低值出现在每年 1 月,但由于受到人工影响,年内水位变化不大,多年平均水位年内变幅约为 0. 2 m,见表 1。

3 入湖水量

开都河是目前唯一能常年补给博斯腾湖的河流,开都河在博湖县城西南的宝浪苏木处分东、西两支,

东支注入大湖,西支注入西南小湖区,根据开都河下游控制站焉耆水文站 1956 – 2008 年实测径流统计,开都河多年入博斯腾湖径流量为 26. 08 亿 m³。

表 1 博斯腾湖月平均水位年内变化统计表 m

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
水位	1046. 91	1046. 95	1047. 01	1047. 04	1047	1046. 96
月份	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
水位	1046. 98	1047. 04	1047. 1	1047. 04	1046. 94	1046. 93

除开都河外,博斯腾湖北面有清水河、乌什塔拉河、曲惠河也汇入博斯腾湖。由径流深等值线图量算,清水河、乌什塔拉河、曲惠河三河合计年径流量为 1. 803 亿 m³。博斯腾湖入湖径流量为开都河加上博湖北侧的诸小河径流量,即博斯腾湖入湖实测总径流量 27. 88 亿 m³,见表 2。

表 2 博斯腾湖多年平均各月入湖水量统计表
m³/s, 亿 m³, %

月 份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月
月均流量	49. 63	54. 83	59. 31	78. 73	92. 42	131. 94	162. 84
月均水量	1. 33	1. 34	1. 59	2. 04	2. 48	3. 42	4. 36
百分率	4. 78	4. 81	5. 72	7. 34	8. 91	12. 30	15. 69
月 份	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年统计	
月均流量	151. 78	80. 57	63. 11	71. 29	57. 93	88. 08	
月均水量	4. 07	2. 09	1. 69	1. 85	1. 55	27. 88	
百分率	14. 62	7. 51	6. 08	6. 65	5. 58	100	

4 入湖水量与湖水位关系

4. 1 年入湖水量与水位关系

点绘历年博斯腾湖年平均、最高、最低湖水位与博湖周边水系入湖径流量关系图 3,从图 3 可以看出:博期腾湖湖水位与入湖径流量之间有很好的同步性。特别是当开都河(焉耆站)进入丰水段(1986 年)后,这种现象表现的尤为明显。

根据 1956 – 2008 年不连续博湖年平均水位资料可知:博斯腾湖多年平均水位为 1 047. 25 m,年平均最高水位 1 048. 76 m 出现在 2000 年,而 2000 年入湖径流量以及焉耆站实测径流量均排在历年实测最大前三位,博斯腾湖最高水位为 1 049. 39 m,出现在 2002 年,而 2002 年入湖径流量与焉耆站径流量均为实测最大,因此,博斯腾湖的水位变化与入湖径流量(或焉耆站)有着较好的一致性。

由图 3 可知:博斯腾湖近 20 年水位变化规律为:1981 – 1987 年,湖水位是一个急剧下降的过程,

主要原因是由于上游开都河来水量减少和上游各灌区农业用水造成的。自 1987 年至 1992 年,大湖水位处于缓慢回升的过程,主要原因是由于上游开都河来水量有所增加。1993 – 2000 年,大湖水位急速上升,并对大湖区周围造成洪灾,主要是由于上游开都河进入连续丰水段,来水量不断增加造成的,2000 – 2003 年水位变化相对平稳,2003 – 2008 年水位持续下降,这是因为入湖径流量最近几年持续减小,且上游灌溉引水以及博湖泵站扬水造成的。

4.2 汛期入湖水量与水位关系

博斯腾湖目前放水工程主要有大湖区的东、西泵站以及小湖区的达吾提闸,最大输水为东、西泵站及达吾提闸放水能力三者之和 150 m³/s。当博斯腾湖入湖流量大于 150 m³/s 时,湖水位开始上升;根据实测资料分析,历年汛期 6 – 8 月入湖流量均大于或者接近 150 m³/s,博斯腾湖水位仍有可能上升。

根据博湖水位与入湖年径流关系分析可以看出博斯腾湖水位的变化与入湖年水量特别是开都河来水有着较为密切的关系,而汛期 6 – 8 月径流量月占全年径流量的 43%,点绘汛期入湖水量与年入湖水量相关图 4,可以看出,6 – 8 月三个月水量与年水量关系密切,二者相关性较好,相关系数达到 0.95。

另一方面,通过对入湖场次洪水过程分析,洪水过程一般都在十日以内,而汛期却长达三个月,而且汛期入湖流量也多大于博湖最大出流能力 150 m³/s,汛期入湖总量远远大于短历时的场次洪水总量。

如 2002 年博斯腾湖水位达到有实测资料以来最高值,开都河焉耆水文站的实测资料显示:2002 年是 1956 – 2008 年系列中年水量最大的一年,也是汛期三个月入湖水量最大的一年,当年 6、7、8 月总入湖水量达到 26.61 亿 m³,年平均入湖水量达到 46.5 亿 m³,汛期三个月水量占全年水量的 57.2%,造成 2002 年博斯腾湖水位达到最高值 1 049.39 m (2002 年 8 月 15 日),当年年平均水位 1 048.75 m

也接近历年最高值 1 048.76 m。
因此通过对汛期入湖径流和入湖洪水的分析认为,博湖的最高湖水位主要取决于汛期入湖总径流量,而不是由短历时洪水决定,博斯腾湖汛期入湖径流量与湖水位关系见图 5。

5 博斯腾湖设计洪水位

5.1 汛期设计入湖水量

方案一:频率法。博斯腾湖 6 – 8 月多年平均入湖水量 11.57 亿 m³,入湖水量主要来自于开都河补给,由于博斯腾湖水位主要取决于汛期来水量,因此设计洪水位可以采用汛期入湖水量进行频率计算,并将设计汛期水量采用典型放大方法推求相应设计频率汛期水量过程。湖汛期(6 – 8 月)时段入湖设计水量为:设计频率 $P = 1\%$ 时,汛期水量为 28.05 亿 m³, $P = 2\%$ 时,汛 25.25 亿 m³。

方案二:相关法。点绘博斯腾湖 1956 – 2008 历年 6 – 8 月入湖水量与同期焉耆水文站年最大洪峰流量关系,见图 6,从图 6 中可以看出二者相关性较好,相关系数达 0.91,用二者相关方程为依据,采用焉耆站各频率设计洪峰流量插补出相应频率的汛期入湖水量,成果见表 3。

表 3 博斯腾湖汛期入湖水量计算成果表 m³/s, 亿 m³		
设计频率	$P = 1\%$	$P = 2\%$
焉耆站洪峰	1156.8	1018.3
汛期入湖水量	24.2	23.1

对比上述两种方案的计算成果,方案一明显大于方案二,究其原因,方案一直接采用频率计算 3 个月汛期水量,而对于开都河,汛期水量约占全年水量的 1/2,考虑开都河汛期径流主要为夏季高山冰川、永久性积雪的融化补给,主要受到气温因素的影响,而气温变化过程较缓慢,开都河径流年际变化也较稳定;其汛期水量变化应符合开都河径流年际变化很小的特点,因此方案二计算成果相对合理。

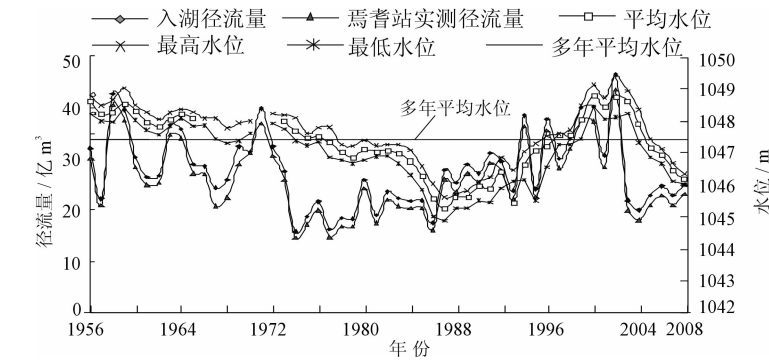


图 3 博斯腾湖入湖径流量与历年水位关系图

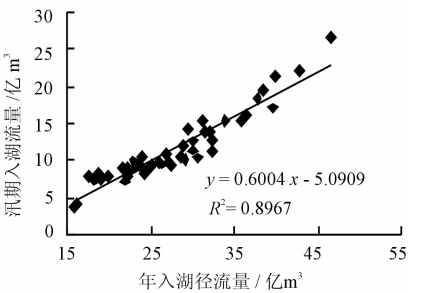


图 4 年入湖与汛期入湖径流量相关图

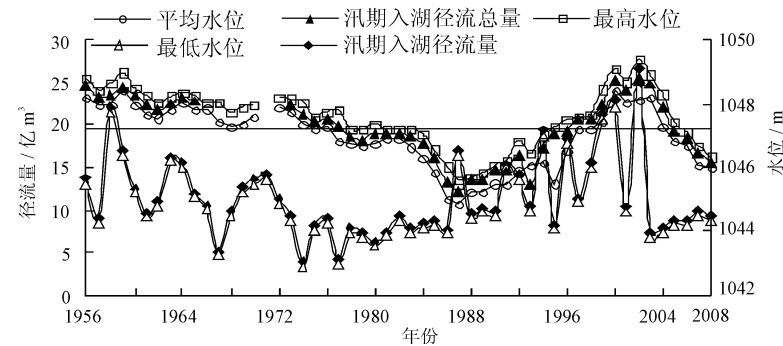


图5 汛期入湖径流量与湖水水位关系图

以焉耆水文站为参证站,选取其实测系列中汛期水量较大的年份作为典型过程,采用同倍比放大方法,计算各频率的汛期设计入湖洪水过程(见表4)。

5.2 设计洪水水位

根据博斯腾湖管理部门相关规定,博斯腾湖运行规则:①当博斯腾湖小湖水位1 047~1 047.5 m,达吾提闸参与泄洪出流,并加大出流以使小湖水位不高于1 047.5 m;②当大湖水位低于1 045 m时,由西泵站

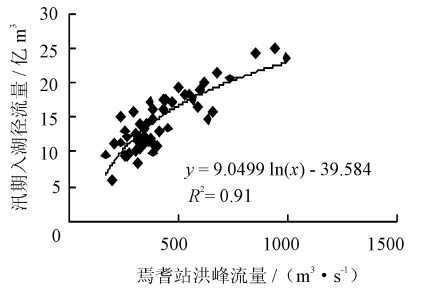


图6 汛期入湖径流量与焉耆站年最大洪峰相关图

承担抽水任务,湖水位1 045~1 047.5 m,由东西泵站共同承担抽水任务,湖水位高于1 047.5 m,东西泵站均加大出流能力控制大湖水位不超过1 048 m。

根据上述规则,对博斯腾湖汛期入湖水量调洪计算, $P=1\%$ 设计洪水水位为1 048.60 m, $P=2\%$ 设计洪水为1 048.47 m。可以看出博斯腾湖1%、2%设计洪水水位均高于其限制水位1 048 m,从侧面说明现有博斯腾湖现有放水、输水工程并不能完全满足湖区的防洪、水量调度要求。

表4 汛期设计入湖水量过程表(相关法计算成果) 万 m³, m³/s

频率	项目	汛期(6-8)三个月水量过程								
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
P=2%	水量	20943	31809	26288	30757	19103	33999	28216	23397	15598
	流量	239	363	300	351	218	388	322	267	178
P=1%	水量	22301	33872	27993	32752	20342	36204	30046	24914	16609
	流量	255	387	320	374	232	414	343	285	190

6 结 语

本文采用1956-2008年实测水文资料,研究了博斯腾湖入湖水量与水位的变化关系,初步分析出博斯腾湖稀遇洪水位主要取决于汛期入湖水量而非短历时大洪水。采用相关法计算汛期入湖水量经调洪计算,100年一遇洪水位1 048.6 m,50年一遇洪水位1 048.47 m,因此博斯腾湖在东、西泵站及达吾提闸等抽、放水设施最大输水能力下,其洪水位仍有可能超过1 048 m限制水位,分析成果可为博斯腾湖管理部门提供一定的参考价值。

参考文献:

[1] 孙占东,王 润. 气候背景下冰川在博斯腾湖水量平衡中的作用[J]. 湖泊科学,2006,18(5):484-489.
[2] 钟新才. 博斯腾湖流域水资源合理配置与“绿色走廊”保护[C]// 刘晏良. 塔里木河中下游实地踏勘报告. 北京:中国统计出版社,2000. 345-353.
[3] 王 润,孙占东,高前兆. 2002年前后博斯腾湖水位变化

及其对中亚气候变化的响应[J]. 冰川冻土,2006,28(3):324-329.
[4] 李宇安,谭莞,姜逢清,等. 20世纪下半叶开都河与博斯腾湖的水文特征[J]. 冰川冻土,2003,25(2):215-218.
[5] 陈 喜,吴敬禄,王 玲. 人工神经网络模型预测气候变化对博斯腾湖流域径流影响[J]. 湖泊科学,2005,17(3):207-212.
[6] 王亚俊,李宇安,谭莞. 新疆博斯腾湖生态环境变迁分析[J]. 干旱区地理,1997,20(3):43-49.
[7] 董新光,弥爱娟,吴永光. 四水平衡模型在博斯腾湖流域水资源利用与保护中的应用[J]. 资源科学,2005,27(3):130-134.
[8] 顾定法. 用层次分析法决策水资源合理利用和保护:以新疆开都河,孔雀河,博斯腾湖为例[J]. 资源科学,1993,15(3):40-47.
[9] 王 润,Emst Giese,高前兆. 近期博斯腾湖水位变化及其原因分析[J]. 冰川冻土,2003,25(1):60-64.
[10] 夏 军,左其亨,邵民诚. 博斯腾湖水资源可持续利用-理论方法实践[M]. 北京:科学出版社,2003.