

DOI:10.3969/j.issn.1004-6933.2013.05.016

特枯水情下青草沙水库取水保证程度研究

关许为, 吴彩娥, 代 斌, 刘晓敏

(上海勘测设计研究院, 上海 200434)

摘要:在长江中上游多年水文观测资料及青草沙水域盐度监测资料分析的基础上,分析长江来水与沿江引排水的基本特征和变化趋势,定量研究长江大通水文站流量与青草沙水域盐度之间的关系,结果表明:大通站月平均流量大于 3 万 m³/s 时,青草沙水域月平均盐度接近或等于 0;月平均流量小于 2 万 m³/s 时,平均盐度增加较快。提出特枯水情下青草沙水域取水保证率,为青草沙水库合理运行调度提供重要依据。

关键词:特枯水情;青草沙水库;取水保证率;上海市

中图分类号:P343.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2013)05-0075-04

Study on water availability in Qingcaosha Reservoir under extremely low water conditions

GUAN Xuwei, WU Cai'e, DAI Bin, LIU Xiaomin

(Shanghai Investigation, Design and Research Institute, Shanghai 200434, China)

Abstract: Based on the analysis of long-term hydrological observation data from the mid- and upstream stretches of the Yangtze River and the information gained from salinity monitoring in the Qingcaosha water area, the basic characteristics and variation trend of the water from the Yangtze River and the draw and discharge of water along the river bank were analyzed. A quantitative study on the relationship between the discharge at the Datong Hydrological Station and the salinity in the Qingcaosha water area shows that when the monthly mean discharge at the Datong Hydrological Station was more than 30 000 m³/s, the corresponding monthly mean salinity in the Qingcaosha water area was close to or equal to zero, and, when the monthly mean discharge was less than 20 000 m³/s, the corresponding monthly mean salinity increased rapidly. The guarantee rate of water availability in the Qingcaosha water area under extremely low water conditions is put forward, providing an important basis for appropriate operation and dispatching of the Qingcaosha Reservoir.

Key words: extremely low water; Qingcaosha Reservoir; rate of water availability; Shanghai City

青草沙水库属于河口江心蓄淡避咸水库,是目前上海市最大的供水水源地。水库位于长兴岛北侧,利用中央沙、青草沙水域圈围形成(图 1),青草沙水库供水规模约占上海市原水供应总规模的 50%,与现有的黄浦江上游水源地、陈行水库联合形成了以青草沙为主导的“两江并举、多源互补”的上海市供水格局,保证了上海市优质水源的供给。

青草沙水库面积 66.26 km²,总库容 5.27 亿 m³,有效库容 4.38 亿 m³,设计供水规模 719 万 m³/d,受

益人口超过 1 000 万^[1]。

长江河口潮汐特性为非正规半日浅潮,属于中等强度潮汐河口,在枯水季节易受到咸潮入侵的影响,局部水体枯水季含氯度超标,因此通过水库调蓄来满足咸潮入侵期间原水供应的需求。青草沙水库取水口设置在水库西北端的新桥通道中南部,特枯水情下水库取水保证率是关系到青草沙水源工程供水目标能否实现的关键因素之一,也是合理确定水库取、输水泵闸规模及运行调度方式的重要基础条

北地区)降雨量的大小,最大年引水量和净引水量分别为 193.92 亿 m³ 和 185.27 亿 m³,出现在 1978 年;最小年引水量为 42.98 亿 m³,出现在 1987 年,当年净排水 51.87 亿 m³。多年平均引水量为 95.43 亿 m³,净引水量为 33.29 亿 m³,图 4 为 1973—1987 年长江大通站以下沿江的引排水和净引排水量统计情况。

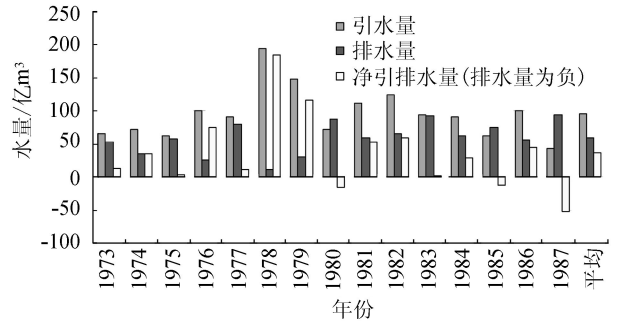


图 4 长江大通站以下沿江年引排水量统计 (1973—1987 年)

20 世纪 90 年代以来,长江大通站以下又新建了不少引水工程,使得引江水量处于增长过程中。根据南汇嘴控制工程和没冒沙水库建设条件综述等相关研究成果^[8],即使遭遇 1978—1979 年型的特枯年,沿江的年净引江量约为 80 年代的 150%,即为 277.91 亿 m³,年平均引江流量为 881 m³/s。笔者根据沿江自来水原水引江量情况,设定未来一定时期自来水原水引江量为 63 m³/s。

三峡水库建成后,枯水年(1978—1979 年)10 月和 11 月大通站流量分别减少 32.4% 和 18.2%,大通站流量降至 11 349 m³/s 和 13 332 m³/s,将对长江口咸潮入侵产生不利影响;1—3 月大通站流量有所增加,对减轻长江口咸潮入侵有益处;12 月和 4 月流量变化不大,对长江口咸潮入侵的影响可不予考虑。

南水北调东线工程在长江下游江都抽水站取水,按规划三期工程的取水量为 800 m³/s。但东线工程调水后特别是枯水季调水将直接引起长江口入海水量变化。

3 取水保证率分析及预测

3.1 淡水百分比最小值

根据青草沙水域 2002 年 12 月—2005 年 10 月实测资料分析,青草沙水域实测盐度与长江大通流量存在良好的相关关系。青草沙水域月平均盐度与大通站流量关系见图 5。考虑到潮汐影响以及南支和南北港水域对上游径流的容蓄作用,在计算大通站月平均流量时,扣除当月最后 10 天的流量,加上前 1 个月最后 10 天的流量,然后求其平均值,作为

修正后的月平均流量。

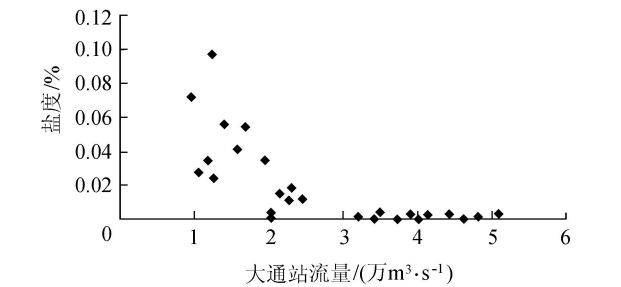


图 5 青草沙水域月平均盐度与大通站流量关系

大通站月均流量大于 3 万 m³/s 时,青草沙水域月均盐度接近或等于 0;当月均流量小于 2 万 m³/s 时,平均盐度增加较快。

2003 年为平水年(大通站年平均流量 29 397 m³/s),青草沙水域 3—12 月出现淡水几率为 98.8%,洪水季 5—10 月达到 100%;2004 年为偏枯年(大通站年平均流量 24 998 m³/s),青草沙水域全年淡水出现几率为 81.6%,洪水季 5—10 月为 99.2%。

青草沙水域月出现淡水的几率或者月出现淡水百分比,与大通月平均流量之间呈对数关系(图 6)。基于安全考虑,笔者分析每月出现淡水的最小百分比。

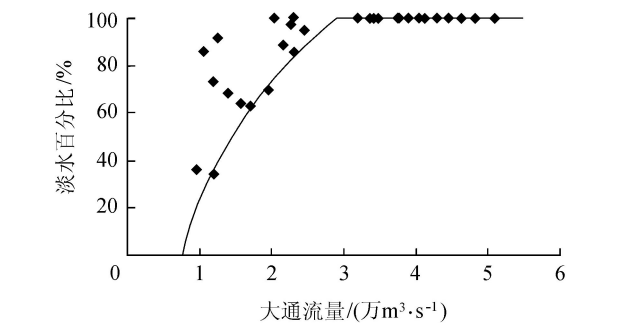


图 6 青草沙水域淡水百分比与大通站流量关系

青草沙水域每月出现淡水百分比的最小值公式为

$$Q_{\text{大通}} < 7\,200\text{ m}^3/\text{s} \text{ 时}$$

$$R_{\text{最小}} = 0 \tag{1}$$

$$Q_{\text{大通}} > 7\,200\text{ m}^3/\text{s} \text{ 时}$$

$$R_{\text{最小}} = 0.7201 \ln(Q_{\text{大通}}) - 6.3986 \tag{2}$$

式中: $Q_{\text{大通}}$ 为大通站流量; $R_{\text{最小}}$ 为出现淡水的最小百分比。

根据实测资料,仅有 4 个月出现淡水的百分比等于最小值公式的推算值,根据最小值公式推算的月出现淡水百分比是安全的。

3.2 特枯年青草沙水域取水保证率预测

以 1978—1979 年为特枯典型年,特枯年淡水百分比计算条件为:南水北调东线工程的调水流量特

枯年枯水季为 400 m³/s,其他月份为 800 m³/s;特枯年沿江净引水流量 944 m³/s,三峡水库建成后大通站流量变化见表 2。

表 2 三峡水库建成后长江大通站流量变化(特枯年) %

月份	流量增减	月份	流量增减
5	0	11	-18.2
6	0	12	0
7	0	1	16.7
8	0	2	24.3
9	0	3	12.2
10	-32.4	4	4.8

根据式(1)和式(2)计算得到未来出现特枯年时青草沙水域取水口各月淡水百分比,见图 7。

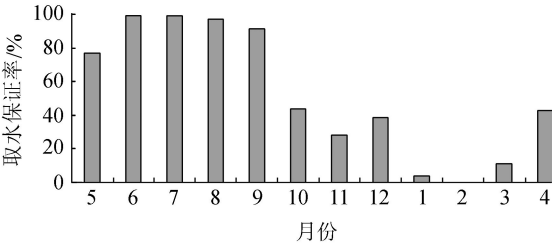


图 7 未来特枯年青草沙水域取水保证率

计算结果表明,未来即使重现 1978—1979 年的特枯年,青草沙水域在洪水季 5—10 月也有充足的淡水,各月淡水出现几率分布在 44.4% ~ 100% 之间。

4 结 论

a. 青草沙水域盐度与大通站流量有较好的定量关系。当大通站月平均流量大于 3 万 m³/s 时,取水口盐度一般低于 250 mg/L,此时青草沙水库月取水保证率为 100%;当大通站月平均流量小于 7 200 m³/s 时,取水口盐度一般高于 250 mg/L,届时青草沙水库不宜取水。

b. 青草沙水域盐度月变化较为明显,当年 11 月至次年 4 月的盐度含量相对较高,淡水出现几率相对较低;其他月份盐度含量相对较低,淡水出现几率相对较高,特别是在进入洪季 5—10 月时,月平均盐度含量等于或接近 0,淡水出现几率接近 1。

c. 未来特枯水情下,青草沙水域能够保证在洪季(5—10 月)有充足的淡水资源可取。

参考文献:

[1] 上海勘测设计研究院,上海市水利工程设计研究院. 青草沙水库及去输水泵闸工程初步设计说明书[R]. 上海:上海勘测设计研究院,上海市水利工程设计研究院,2007.

[2] 关许为,林顺财. 青草沙水库堤线布置论证研究[C]// 顾金山. 上海长江口青草沙水源地原水工程论文集. 上

海:上海科学技术出版社,2011.

[3] 乐勤,关许为,刘小梅,等. 青草沙水库取水口选址及取水方式研究[J]. 给水排水,2009(2):46-51. (LE Qin, GUAN Xuwei, LIU Xiaomei, et al. Study on the selection of raw water intake site and the mode of water intaking for Qingcaosha reservoir [J]. Water & Wastewater Engineering, 2009(2):46-51. (in Chinese))

[4] 关许为,顾伟浩. 长江口咸潮入侵问题的探讨[J]. 人民长江,1991(10):46-50. (GUAN Xuwei, GU Weihao. Discussion on saltwater intrusion at Yantze River Estuary [J]. Yangtze River, 1991(10):46-50. (in Chinese))

[5] 顾玉亮,吴守培,乐勤. 北支盐水入侵对长江口水源地影响研究[J]. 人民长江,2003(4):1-3. (GU Yuliang, WU Shoupei, LE Qin. Impact of saltwater intrusion on north branch on the water source site at Yangtze River Estuary [J]. Yangtze River, 2003(4):1-3. (in Chinese))

[6] 韩乃斌. 长江口南支河段氯度变化分析[J]. 水利水运科学,1983(1):74-81. (HAN Naibin. Analysis of chlorinity variation in south branch at Yangtze River Estuary[J]. Hydro-Science and Engineering, 1983(1):74-81. (in Chinese))

[7] 朱建荣,吴辉,李路,等. 极端干旱水文年(2006)中长江河口的盐水入侵[J]. 华东师范大学学报:自然科学版,2010(4):1-6. (ZHU Jianrong, WU Hui, LI Lu, et al. Saltwater intrusion in the Changjiang Estuary in the extremely drought hydrological year 2006 [J]. Journal of East China Normal University: Natural Science, 2010(4):1-6. (in Chinese))

[8] 上海实业(集团)有限公司. 南汇嘴控制工程和没冒沙水库建设条件综述[R]. 上海:上海实业(集团)有限公司,2005.

(收稿日期:2012-12-28 编辑:高渭文)

