

文章编号:1001-4179(2012)S2-0048-03

# 2011年汉江秋汛杜家台分流水文特征浅析

刘志文

(武汉市水文水资源勘测局,湖北武汉430074)

**摘要:**受强冷空气和西南暖湿气流的共同影响,2011年9月上、中旬汉江上游地区发生连续性强降雨,形成了该区域自1983年以来的最大秋季洪水。分析了该次秋汛期间,杜家台分流量及分洪道沿程控制站水位等水文特征,论述了杜家台分蓄洪区对汉江下游洪量的调节作用。分析结果表明,杜家台分洪对汛情的缓解成效显著。

**关键词:**水文特征;汛情;汉江;杜家台分流

**中图分类号:**TV122 **文献标志码:**A

受强冷空气和西南暖湿气流的共同影响,2011年9月上、中旬汉江上游地区形成连续性强降雨过程,21 d 累计降雨产流146.2亿 $m^3$ ,约为历史同期3倍,形成1983年以来汉江最大秋季洪水。此次具有持续时间长、高流速、大流量及全线超设防水位、沙洋以下超警戒水位等特征。汉江汉川站与长江汉口站的水位落差大,对汉江下游河道的冲刷影响极大,防汛形势十分严峻。

## 1 杜家台分蓄洪区概况

汉江干流皇庄站以下仅有东荆河、杜家台分洪闸两个分流口。其中杜家台分蓄洪区具有分泄汉江洪水和调蓄长江洪水两个作用。杜家台分洪工程于1956年4月建成,由杜家台分洪闸、分洪道、分蓄洪区、黄陵矶闸等4部分组成,是汉江下游唯一的分洪工程,建成至今共运用21次,在历次分洪运用中降低仙桃洪峰水位至少0.60 m、最高不超过3.00 m。分流的洪水经杜家台分洪闸,沿宽约800 m、长74 km的行洪河道,过黄陵矶闸,于沌口注入长江。

杜家台闸全长412 m,共有30个泄洪孔,每孔宽12.1 m、高4 m,设计外江最高水位35.45 m,设计流量4 000  $m^3/s$ ,校核流量5 300  $m^3/s$ 。

黄陵矶闸于1971年投入使用,由9孔泄洪闸门和

1座船闸组成,闸门每孔宽7 m、高10 m,设计外江水位26.90 m、内湖水位27.35 m,设计流量1 535  $m^3/s$ ,校核流量2 008  $m^3/s$ 。分蓄洪区总面积613.98  $km^2$ ,总容积38.6亿 $m^3$ ,围堤总长177.4 km。

杜家台分蓄洪区运行由湖北省防汛抗旱指挥部调度。蔡甸区杜家台分蓄洪区运用预案经武汉市防汛指挥部审批,并报湖北省防汛抗旱指挥部汉江防汛办公室备案。

## 2 杜家台分流主要原因

### 2.1 汉江上游来水量大

2011年9月6~19日,汉江上游地区发生3次大范围强降雨,累计面雨量约260 mm。其中最大7 d 洪量约92.0亿 $m^3$ (即9月14日至21日),居建国以来第4位(仅次于1960,1975,1983年秋汛的最大7 d 洪量),超过秋汛20 a一遇91.6亿 $m^3$ 的洪水标准0.4亿 $m^3$ 。9月19日14:00,丹江口出现最大入库流量26 600  $m^3/s$ ,至9月21日17:00出现入汛以来最高库水位156.60 m,超汛限水位4.10 m。因其调蓄能力有限,使库水位不断攀升,被迫开闸,经科学控泄,降低了抗洪风险。

### 2.2 泄洪持续时间长

丹江口水库从2011年9月9日20:00起开始泄

洪,其中14日15:00~21日20:00,长达7d以10400~12000 m<sup>3</sup>/s的大流量下泄,于9月15日15:00出现最大出库流量13200 m<sup>3</sup>/s;从9月8日开始,在汛限水位以上持续运行了22d,累计泄洪总量约118.5亿m<sup>3</sup>。受长时间大流量下泄影响,9月21日汉江沙洋及以下297km江段全部出现超警戒水位。

### 2.3 汉江中下游水位高

丹江口水库长时间大流量下泄,超过了汉江下游泄洪能力。因汉江下游河道上宽下窄呈“漏斗形”,皇庄至泽口河宽600~2500m,泽口至仙桃河宽300~600m,仙桃以下200~300m,河宽递次缩窄,造成汉江下游江段过洪能力递次降低。2011年9月18日,汉江皇庄站洪峰流量达14600 m<sup>3</sup>/s,且流量在12000 m<sup>3</sup>/s及以上维持135h,持续大流量洪水涌叠,致汉川江段难以安全过洪。9月21日凌晨实测流量显示,仙桃站10600 m<sup>3</sup>/s,汉川站9700 m<sup>3</sup>/s,约有900 m<sup>3</sup>/s的洪水滞留,两站之间来泄洪量不平衡,致使仙桃江段水位迅速上涨,于9月21日11:00达36.23m,超保证水位0.03m,居历史最高水位仅0.01m。

### 2.4 汉江、长江水位落差大

汉江洪水经龙王庙入长江,由于长江水位较低,形成“两江”落差大,使汉江流速增大,2011年9月19日07:00,汉江一桥处实测最大水面流速6.36m/s。汉江新沟站与长江汉口站水位落差5.00m以上,并持续12d(9月16日08:00至27日08:00),最大落差达8.83m,为近40a来最大。汉江沿程各控制站水位特征见表1。

表1 2011年9月汉江沿程各控制站水位特征统计

站名	洪峰流量/(m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )	洪峰出现时间	洪峰水位/m	水情出现时间	超警戒水位/m	汉江沿程各站同时水位/m	邻站水位差/m	与舵落口水位差/m	至汉江河口距离/km
丹江口水	26600	19日14:00	156.60	21日17:00	-	156.60	-	131.76	652
库人库									
黄家港	13200	15日15:00	94.84	15日21:00	-	92.62	63.98	67.78	645
皇庄	14600	18日08:00	47.34	21日02:00	-	47.33	45.29	22.49	384
沙洋	13600	21日07:00	42.45	21日07:00	0.65	42.42	4.91	17.58	297
仙桃	10800	21日05:00	36.23	21日11:00	1.13	35.79	6.63	10.95	157
汉川	-	-	30.55	21日14:00	1.55	30.37	5.42	5.53	78
新沟	-	-	28.04	21日14:00	0.54	27.95	2.42	3.11	49
舵落口	-	-	24.91	21日14:00	-	24.84	3.11	0	20

### 2.5 杜家台分洪闸工况所迫

杜家台分洪闸设计洪水位35.12m,校核洪水位35.45m。2011年9月21日10:00,杜家台闸上水位为35.65m,超过校核洪水位0.20m。该闸始建于1955年10月,现为病险闸,经论证分析其最高运行水位不能长时间高于35.60m,否则易发生较大险情。

### 2.6 汉江堤防承受风险

汉江堤防没有经过大规模的整治,相对而言,堤基较差、堤身单薄,不少堤段处在迎流顶冲处,洪水流速快、冲刷强,尽管采取了一些整治措施,汉江下游防洪风险仍然较大。汉江武汉段全长62km,共22道湾、37处险段,若汉江中下游江段继续高水位、大落差、长时间运行,散浸、脱坡、管涌等堤防险情将会不断出现,后果不堪设想。

## 3 杜家台分洪道水文特征

### 3.1 水位

表2统计数据表明:杜家台分蓄洪区74km的分洪道内沿线各涵闸站于9月下旬相继现峰,洪峰传播时间52h,从杜家台闸下至黄陵矶闸内,同时水位最大落差达10.89m。

表2 杜家台分洪道沿程各涵闸站水位特征值统计

闸名	最高水位/m	出现时间	沿程洪峰传播时间/h	至入长江口距离/km
杜家台闸下	30.82	22日08:00	-	80
挖口低闸	24.78	23日21:00	37	49
北坑低闸	23.91	24日02:00	5	40
小爹湖低闸	22.81	24日06:00	4	32
东城闸	21.97	24日10:00	4	18
黄陵矶闸内	21.65	24日12:00	2	6

杜家台闸上水位开闸时较关闸时下降了1.15m,究其原因:①通过黄陵矶闸下泄发挥分流作用;②分蓄洪区发挥调蓄作用。沿程其他各站中,挖口低闸出现1h最大水位涨幅0.85m。受分洪道调蓄影响,水位涨幅于9月22日开始变缓,水情形势相对平稳。

9月21日至23日的水面比降在逐日减小。因杜家台开闸分流水量持续下泄,致使分洪道内水量增加,引起沿线各涵闸站水位抬升。

### 3.2 流量

杜家台开闸分流后,因洪水大量入闸,其进口流量过程线急剧攀升,后随汉江干流来水量减少而逐渐下降,因杜家台分蓄洪区调蓄作用,黄陵矶闸出口流量过程线变化相对趋缓。杜家台实测最大分流流量1455 m<sup>3</sup>/s,黄陵矶闸实测最大出口流量681 m<sup>3</sup>/s,经分蓄洪区调蓄,流量峰值最多可削减约53.0%。为减轻汉江中下游防洪压力,于2011年9月21日12:30开启杜家台分洪闸30孔,孔高0.4m,分流流量1010 m<sup>3</sup>/s,至21日16:00逐渐加大到1455 m<sup>3</sup>/s,而后逐步下降,于23日18:10关闸,共历时约54h。汉江仙桃站在杜家台闸分流前21日12:00水位36.20m,23日18:00关闭闸门时水位34.91m,水位下降1.32m,数

据表明,分流产生的效果显著。

杜家台开闸分流,其泄洪水流于9月22日06:00抵达黄陵矶闸,历时17.5 h,分洪道下泄平均流速约1.18 m/s。黄陵矶闸在闸内外的水位基本持平情况下开9孔,出水流量从21日14:00的38 m<sup>3</sup>/s逐步增至24日13:00的681 m<sup>3</sup>/s,而后逐步下降。

### 3.3 蓄水量

分流期间,杜家台分蓄洪区分流总水量2.318 8亿 m<sup>3</sup>,而仙桃过洪水量19.845 7亿 m<sup>3</sup>,分流量约占其11.7%。黄陵矶闸截至9月29日,累计出水量2.132 9亿 m<sup>3</sup>,分蓄洪区调蓄洪水0.185 9亿 m<sup>3</sup>,调蓄作用明显,可供枯水期利用。

分蓄洪区蓄水量过程线随着分洪道内分流水量的增加而上升,随杜家台关闸、黄陵矶闸持续下泄的影响而逐步下降,杜家台分流期间相关水文特征值统计见表3。

表3 杜家台分流期间相关水文特征值统计

年份	杜家台闸 分流历时/ h	分流 水量/ 亿 m <sup>3</sup>	占仙桃过 洪水量/ %	削减汉江干 流平均流量/ (m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )	降低仙桃 站洪峰水 位/m	分洪道流 量最大削 减率/%	分洪道洪峰 传播时间/ h	杜家台至黄 陵矶闸最大 水位落差/m
2005	85	3.5330	12.9	1155	0.80	40.0	48	8.70
2011	54	2.3188	11.7	1204	0.60	53.0	52	10.89

## 4 结论

(1) 分流流量调控科学。由表3可知,与2005年相比,杜家台分流历时相对较短,但削减汉江干流流量稍大,分流量占仙桃过洪水量百分比基本一致。统计数据表明,科学地调控好分流流量,可稳妥发挥杜家台分蓄洪区的调蓄作用,并有效防止或降低险情发生

机率。若分流流量过大、历时较长,会增加杜家台分蓄洪区民垸、堤坝的险情,反之则会使汉江仙桃以下江段的流量超过其过洪能力,增加下游江段的抗洪压力。

(2) 分蓄洪区调蓄作用明显。从杜家台开闸到关闸共历时约54 h,整个分流期杜家台实测最大进口流量1 455 m<sup>3</sup>/s,黄陵矶闸实测最大出口流量681 m<sup>3</sup>/s,受分蓄洪区调蓄影响,流量峰值最多削减53.2%。分蓄洪区调蓄洪水总量0.185 9亿 m<sup>3</sup>,可供枯水期开发利用。

(3) 分洪道内水情相对平稳。74 km的分洪道洪峰沿线传播时间为52 h;分流水流从杜家台闸抵达黄陵矶闸只需17.5 h,平均流速约1.18 m/s。因杜家台分流量控制在1 010~1 455 m<sup>3</sup>/s,使分洪道内各站水位涨幅和下泄流量得到较好控制,从杜家台闸至黄陵矶闸最大水位落差达10.89 m,但水势平稳,未诱发较大险情。

(4) 有利于防汛安全。杜家台闸为病险涵闸,分流会减轻其抗洪压力,可提前让分蓄洪区的人民群众安全转移;同时还会降低沿江堤防、涵闸的安全风险,可缩短防洪时间、节约防汛成本。

(5) 有效缓解汉江汛情。杜家台成功分流,分蓄洪区分流总水量2.318 8亿 m<sup>3</sup>,约占仙桃过洪水量的11.7%,相当于削减汉江干流水量约1 200 m<sup>3</sup>/s;降低汉江仙桃站洪峰水位约0.60 m,减少仙桃站维持在保证水位附近的时间36~50 h,推迟汉江洪峰到汉时间至少6 h,杜家台分流成功地缓解了汉江汛情的严峻形势。汉江汉川站及其支流东荆河分别于2011年9月26日、9月28日退出设防水位,标志着抗御“11·9”汉江秋季大洪水取得成功。

(编辑:李慧)

(上接第13页)

由破坏概率模型,得到该滑坡主滑动剖面的破坏概率值,在正常情况下,该滑坡的破坏概率约为12%,而雨季破坏概率增至56.5%。因此认为,该滑坡在非雨季的滑动可能性很小。

## 3 结语

(1) 该滑坡在正常情况即非雨季滑动的可能性很小,主要是由人工堆石触发了滑坡破坏的产生,在雨季滑坡极有可能发生破坏,需进行综合治理和实时监测。

(2) 影响边坡稳定的因素具有随机不确定性,岩土物理学性质不是一个确定值,而是具有某种分布的随机变量,因此,稳定性系数往往也并非是一个确定的值,结合概率理论研究斜坡的稳定性问题不失为一种有效解决其不确定性的方法。

(3) 本文基于概率破坏模型得出该滑坡在2种工况下的破坏概率,与剩余推力法的结果进行对比,两种方法得出的结论基本一致,基于破坏概率模型的稳定性分析方法能够更好地拟合滑坡所处的状态。所以,结合概率理论研究斜坡的稳定性问题也是未来研究发展的方向之一。

### 参考文献:

- [1] 殷坤龙,柳源.滑坡灾害区划系统研究[J].中国地质灾害与防治学报,2000,12(4):28-32.
- [2] 工程地质手册编写委员会.工程地质手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1994.
- [3] 陈祖煜.土质边坡稳定分析-原理,方法,程序[M].北京:中国水利水电出版社,2003.
- [4] 李胡生,熊文林.岩石力学参数概率分布的随机模糊估计方法[J].固体力学学报,1993,14(4):347-350. (编辑:赵凤超)