

卡斯特地貌小流域暴雨洪水分析

周绍文 杨丽

湖北省宜昌市水文水资源勘测局

DOI:10.12238/eep.v5i1.1511

[摘要] 长阳县渔峡口镇枝柘坪流域为典型的卡斯特地貌,枝柘坪流域四面环山,形似漏斗,枝柘坪河口由泌水洞进入地下溶洞,是典型卡斯特地貌小流域。2020年6月8日入梅以来,长阳县渔峡口镇枝柘坪村经历三轮强降雨,枝柘坪雨量站记录分别为6月12日~6月14日66.5mm,6月17日~6月18日104.0mm,6月26日~28日212.5mm。特别是6月26日~28日的暴雨产生的洪水冲毁部分河段护岸、多处河堤决口,导致农田被淹,河边房屋倒塌,损失严重。本文以枝柘坪流域2020年6月27日暴雨洪水为例,分析了枝柘坪流域暴雨成因及暴雨重现期,用暴雨洪水同频率推求了各调查断面的洪峰流量以及流域产水量。

[关键词] 卡斯特地貌; 小流域; 暴雨洪水; 分析

中图分类号: TV122+.1 **文献标识码:** A

Analysis of Storm and Flood in the Small Watershed of Karst Landform

Shaowen Zhou Li Yang

Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Yichang City, Hubei Province

[Abstract] Zhizheping watershed in Yuxiakou town, Changyang county is a typical karst landform, which is surrounded by mountains and looks like a funnel. The outlet of Zhizheping river enters the underground karst cave from the bleeding cave, which is a small watershed of typical karst landform. Since June 8, 2020, which is the beginning of the rainy season, Zhizheping village, Yuxiakou town, Changyang county has experienced three rounds of heavy rainfall. The records of Zhizheping rainfall station are 66.5mm from June 12 to June 14, 104.0mm from June 17 to June 18 and 212.5mm from June 26 to 28. In particular, the flood generated by the rainstorm from June 26 to 28 destroyed the revetments of some river sections and many river banks, resulting in the flooding of farmland, the collapse of houses along the river and serious losses. Taking the rainstorm flood on June 27, 2020 in Zhizheping basin as an example, this paper analyzes the causes and return period of rainstorm in Zhizheping basin, and deduces the flood peak discharge of each survey section and water yield of the basin with the same frequency of rainstorm flood.

[Key words] Karst landform; small watershed; storm flood; analysis

1 枝柘坪河基本情况

枝柘坪河为清江的一级支流,发源于巴东县水布垭镇杨柳池村河沟,源头海拔1940m,河源地理位置:东经110° 18' 37.4",北纬30° 20' 24.8"。枝柘坪流域四面环山,出口附近为盆地,枝柘坪河洪水由泌水洞进入地下溶洞汇入清江,地下溶洞出口位于长阳县渔峡口镇半峡,出口地理位置:东经110° 24' 24.6",北纬30° 27' 01.2"。枝柘坪河流域面积64.5km²(泌水洞入口处),河长18.5km。

为了增加河道泄洪能力,保护沿岸人民生命财产及两岸农田,2009年3月在枝柘坪大桥下游50m建成了枝柘坪溢流隧洞。

枝柘坪河上游有两条支流,分别在李田窑、板桥汇入枝柘坪河。附枝柘坪河流域水系图见图1。

2 暴雨成因

2020年6月26日受到高空槽、西南涡系统的影响,伴随偏南暖湿气流的增强,水汽输送充沛,降雨明显增强。27日~28日在东移高空槽配合下,西南低涡一路

东移,相继影响江汉、江淮、黄淮等地。西南低涡在宜昌境内产生特大暴雨,强降雨带主要稳定在宜昌城区、夷陵区汤渡河至小溪塔城区一带、点军长阳远安至当阳一带。枝柘坪流域的暴雨正是低槽东移及低涡切变线共同影响的结果。

3 暴雨分析

3.1 水文站网情况

枝柘坪河建有枝柘坪雨量站一处,没有水文站。借用清江干流渔峡口水文站和水布垭水文站的资料以及临近金果



图1 枝柘坪河流域图

坪雨量站资料,用于暴雨洪水分析,水文站网情况见表1。

表1 枝柘坪河流附近站网表

站名	站类	资料系列	所在河流
枝柘坪	雨量站	2012-2020	枝柘坪河
渔峡口	水文站	1988-2020	清江
水布垭	水文站	2003-2020	清江
金果坪	雨量站	1998-2020	龙王河

枝柘坪雨量站,站址海拔高620m,2012年正式运行,收集了2012年~2020年雨量资料。

水布垭水文站建于2002年3月,站址海拔高230m,收集了2003年~2020年雨量资料,用水布垭站下游12km的渔峡口站延长水布垭站资料至1988年。用金果坪站资料将枝柘坪站雨量资料延长至1988年。水布垭站与枝柘坪站相距仅7km,

枝柘坪站与金果坪站直线距离10km,属于同一水文分区,同一水系,经2003年~2020年资料分析,水文气象相似程度高,可以用于降水资料系列延长。

3.2 雨情实况

枝柘坪站降水从6月27日10时开始,至28日12时基本结束,该次降水过程6月26日雨量3.0mm,6月27日雨量150.0mm,6月28日雨量59.5mm。强降水时段在27日14~20时63.5mm、28日2~10时105.5mm。

此次暴雨的特点:①前期土壤水量充足。流域前期土壤蓄水饱和,为暴雨洪水的出现创造了条件。②暴雨持续时间长,长历时暴雨叠加,第一时段暴雨产生洪水与第二时段暴雨产生洪水叠加,增加了灾害程度。

3.3 降水频率分析

选用金果坪、水布垭站1988年~2020年33年实测资料及用暴雨洪水图集进行频率分析,经综合分析确定:最大1

小时34.0mm的频率相当于10年一遇;最大3小时60.5mm的频率相当于10年一遇;最大6小时84.0mm的频率相当于10年一遇;最大12小时116.0mm的频率相当于10年一遇;最大24小时203.5mm的频率相当于20年一遇;3天212.5mm相当于20年一遇。虽然暴雨的重现期不大,但暴雨持续时间长,洪水叠加,增加了灾害程度。

4 洪水分析

4.1 洪水基本情况

由于6月12日~15日、6月17日~18日连续两轮洪水,流域前期土壤蓄水量充足,6月17日的洪水刚刚消退,河道淤积严重,6月26日~28日的第三轮暴雨来势猛、量级大、范围集中,枝柘坪河水暴涨,导致河堤多处决口,低处农田被淹或冲毁、临河房屋被淹或倒塌等灾害,枝柘坪河泌水洞下泄能力不足,导致来水集中在泌水洞附近最大淹没水深15.0m,淹没了泌水洞附近房屋及农田,增加了灾害程度。

4.2 洪水分析计算

在灾害野外查勘时沿河道布设了包儿岭、庙湾、李田窑、青龙村、板桥河支流、枝柘坪大桥、泌水洞7个断面,在1:1万地图上分别量算了各断面集水面积。洪水调查断面布置图如图2。

4.3 比降面积法

根据比降面积法推求各断面洪峰流量,比降面积法公式如下:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

式中:Q—河道洪峰流量

n—河道糙率

A—断面面积

R—水力半径

S—水面比降

糙率n的确定青龙村、枝柘坪两处采用实测流量推求,其他断面根据河段及断面情况估算,流量推算成果如表2。

4.4 降雨径流关系法

该流域自6月8日~6月28日出现连续降雨,前期雨量大土壤接近饱和,根据高家堰站类似洪水(前期雨量较大,后续降水产生洪水)的降雨径流关系,高家堰站径流系数达到0.8,根据枝柘坪流地

表2 断面测量及流量推算成果表

序号	断面名称	集水面积(km ²)	比降(‰)	糙率	洪峰水位(m)	洪峰流量(m ³ /s)	备注
1	包儿岭	19.0	26.34	0.055	735.08	99.7	
2	庙湾	20.5	23.17	0.050	716.76	109	
3	李天窑	30.3	20.88	0.048	685.50	121	
4	青龙村委会	34.5	15.42	0.040	652.19	169	
5	板桥	15.5	24.81	0.052	647.70	91.3	
6	枝柘坪大桥	56.5	2.27	0.038	621.27	155	漫水,断面过洪能力
7	溢流隧洞	56.6	5.0	0.020		39.7	断面过洪能力
8	泌水洞	64.5				52.8	断面过洪能力
8	泌水洞	64.5			620.85	339	

形及山势陡峭程度,推算该小流域的降雨径流系数为0.85~0.9之间,取0.85,枝柘坪站24小时降雨量203.5mm,推算24小时产水量1116万m³。

高家堰站为清江流域的一级支流,流域面积334km²,河流在长阳县津洋口镇七里湾注入清江,高家堰与枝柘坪同为清江流域,同一水文分区,用高家堰站径流系数估算枝柘坪径流系数是合理的。

4.5小流域暴雨洪水经验公式法

根据中小流域洪峰流量经验公式推算,其公式为:

$$Q_m = KH_i^\beta$$

$$H_t = H_{F24} \cdot \frac{t}{24} \cdot \left(\frac{24+d}{t+d} \right)^n$$

式中: $H_{F24} = 203.5 \cdot (1 + 0.0054F)^{-0.168}$
=193.6

F: 64.5km²

n: 0.65;

d: 0.2;

t: 造峰历时0.35F^{0.52}

$\beta = 1.63 \times (F + 0.5)^{-0.036}$ (山区扇形流域);

$K = 0.026 F^{0.75}$ (山区扇形流域)。

根据公式推求洪峰流量为326m³/s。

采用三角形简化计算,降雨历时20

小时,基流按6.0m³/s,计算全流域产水量1152万m³,与降雨径流关系推求的水量误差为3%,成果可靠,采用次洪量采用1152万m³。

4.6洪峰流量复核

采用3小时单位线复核20年一遇洪水洪峰流量,3小时雨量采用6月27日~6月28日实测逐时雨量,流域基本参数为:F(流域面积)64.5km²,L(河长)18.5km,S(主河道平均比降)36.4%。采用《湖北省暴雨径流查算图表》给定的3小时单位线分配雨型,根据公式计算单位线参数m₁、m₂、n、k值,由t/k、n查纳须瞬时单位线S(t)曲线,推算出洪峰流量为339m³/s,与小流域暴雨洪水经验公式推算的洪峰流量326m³/s,误差仅为4%。分析采用单位线推算的洪峰流量339m³/s。

4.7洪水消落

根据实际调查,6月28日10时青龙村委会断面下游梁山坝农田淹没达到最高,清理河道后农田淹没积水29日上午10时消退;枝柘坪泌水洞6月28日12时淹没达到最高,淹没高程620.85m,淹没最深处达15m,6月30日19时完全消退。根据91卫图生成的电子地图,量算淹没最高水位620.85m以下积水容积为494万m³,加上泌水洞、溢流隧洞宣泄河道洪水,河道洪水及积水6月30日19时完全消退。洪水历时总时长76小时。

5 结论

(1)枝柘坪2020年6月26日~28日暴雨的频率短历时3、6、12小时为10年一遇,长历时24小时、3天为20年一遇。最大暴雨集中在27日14~20时63.5mm、28日2~10时105.5mm两个时段。

(2)枝柘坪6月8日至6月28日连续三轮洪水,前期土壤含水量大,几乎达到饱和,85%的暴雨全部产生了径流,本次洪水洪量为1152万m³。

(3)泌水洞断面洪峰流量339m³/s,洪水主要由泌水洞下泄,部分洪水由溢流隧洞下泄,泄洪能力不足导致泌水洞附近淹没损失严重。

(4)此次洪水消落时间长,增加了灾害程度。

(5)卡斯特地貌小流域产汇流复杂,本文从实地查勘入手,分析了2020年6月27日暴雨、洪水、积水消落等特性,为类似洪水特性提供参考。

[参考文献]

[1]中华人民共和国水利部,中华人民共和国住房和城乡建设部,《河流流量测验规范》(GB50179-2015)北京:国计划出版社。

[2]中华人民共和国水利部,《水文调查规范》(SL196-2015)北京:中国水利水电出版社。

[3]中华人民共和国水利部,《水文资料整编规范》(SL/T247-2020)北京:中国水利水电出版社。

[4]梁忠民,平安.家鹏编著,水文水利计算,南京:中国水利水电出版社。

作者简介:

周绍文(1968--),男,土家族,湖北长阳人,湖北省宜昌市水文水资源勘测局,高级工程师,长期从事水文勘测及水文资料整编。