

# 宁夏归德沟、韭菜沟流域设计洪水方法分析

王 苗 闫瑾锐 王馨苑

宁夏回族自治区水文水资源监测预警中心 宁夏 银川 750000

**摘 要:** 归德沟、韭菜沟、归韭沟位于宁夏石嘴山市大武口贺兰山东麓北段山地,是典型的石质山区。该区域降雨多以暴雨出现,极易引发山洪,对人民群众的生命财产安全构成极大的损害和威胁,已成为当前防灾减灾中的突出问题,是制约大武口区经济社会可持续发展的重要因素之一。本文分析流域范围内的暴雨洪水特性,以实测水文资料对归德沟洪水进行洪峰流量排频计算,采用暴雨图集法对3条山洪沟道进行设计洪水计算,同时对计算成果进行合理性分析。

**关键词:** 归德沟、韭菜沟、水文分析、设计洪水计算

**引言:** 归德沟和韭菜沟位于大武口区北部,发源于贺兰山东麓境内(大武口区),汛期洪水以引、导、滞、排退入黄河,归德沟出山口向南段(归德沟大桥至煤机专线铁路段)、韭菜沟下游等沟道被洪水冲刷后,直坎、垮塌等安全隐患较多,水土流失较重,沟道两岸环境较差,对河道两岸的北武当公园存在直接安全隐患。2014至2019年,石嘴山市对北武当河(归韭沟,归德沟与韭菜沟在煤机专线铁路涵洞处交汇后向东南穿G110国道后沟道,最终汇入星海湖)7.2km沟道进行治理,使其具有防洪、休闲等功效的一条城市景观大道,但未对归德沟出山口向南段(归德沟大桥至煤机专线铁路)、韭菜沟末梢和归韭沟(煤机专线铁路至110国道段)上游段进行治理。本文对综合整治段落进行水文分析计算,为归德沟出山口段、韭菜沟末梢和归韭沟上游段进行综合整治工程设计提供依据。

## 1 流域概况

流域处于石嘴山市大武口区,毗邻北武当庙风景区、森林公园和西临贰号公墓,流域范围内主要沟道有归德沟、韭菜沟、北武当沟,其中归德沟位于北武当森林公园西侧,主沟道长22.0km,流域面积约为74.3km<sup>2</sup>,沟道比降约为18.9‰;韭菜沟位于北武当森林公园东侧,沟道局部紧邻煤机厂铁路专线,沟道长8.2km,流域面积约为15.4km<sup>2</sup>,沟道比降约为63.4‰,两条沟道交汇于煤机铁路专线涵洞处,汇合成为归韭沟,最终流入星海湖。流域内自然地地形呈北高南低,西高东低,由西北向东南倾斜,东西地面坡降为1/300~1/500,南北坡降为1/200,受洪积冲积影响,有砾石分布,流域内河道发育多为土石山区,土层薄,林木稀少,植被较差,坡面及河道由破碎灰岩及砂砾石构成,岩石风化较重。同时,由于区域山地山势陡峭,形成的自然灾害主要有干

旱、霜冻、冰雹、大风、风沙、热干风及水稻冷害等,当遇到强对流天气,极易造成局地暴雨,引发山洪,洪水陡涨陡落,灾害性极大<sup>[1]</sup>。

## 2 暴雨洪水特征

### 2.1 暴雨洪水特性

流域为干旱石质山区,主要为短历时暴雨,雨强大,笼罩面积小,暴雨发生有明显的季节性,洪水特性年际变化大,有明显的季节性、地区性,7、8月受太平洋副热带高压影响,多为主要暴雨发生季节。洪水形状受暴雨的影响多为尖瘦型,峰高量小,洪水陡涨陡落,历时较短,一般不超过24h,大部分在6h以内,且强度越大暴雨历时越短,产流方式以超渗产流为主。考虑到山洪预警的需求,本次分析将所有小流域的汇流时间统一延长至6小时,常规标准历时取1小时、6小时作为本次分析评价设计暴雨的典型历时。

### 2.2 洪涝灾害

1955年8月21日,归德沟发生暴雨洪水,调查洪峰流量为519m<sup>3</sup>/s;1998年5月20日,归德沟发生超百年一遇洪水,调查洪峰流量632m<sup>3</sup>/s,受灾5万多人,直接经济损失0.8亿元;2012年8月25日10时至12时,石嘴山市大武口区韭菜沟上游突发暴雨,暴雨笼罩面积3km<sup>2</sup>,历时1小时,中心最大降雨量为54mm。沟口调查洪峰流量为30m<sup>3</sup>/s,冲走9名游客,6人遇难,3人受伤;2018年7月22日,大武口区突降特大暴雨,沿山各沟暴发山洪,致使大武口水电站办公设施及测洪基础设施被毁,直接经济损失300万元;大武口沟、大峰沟、小峰沟、韭菜沟、归德沟防洪设施被毁,直接经济损失700万元<sup>[2]</sup>。

## 3 设计洪水

根据《水利水电工程设计洪水计算规范》(SL44-2006),设计洪水计算可采用下列一种或几种方法:(1)

工程所在地区具有30年以上实测和插补延长的流量资料,应采用频率分析法计算设计洪水。(2)工程所在流域内洪水和暴雨资料均短缺时,采用暴雨资料推求设计洪水,本次区域沟道采用《宁夏暴雨图集》方法进行计算。

### 3.1 实测水文资料排频计算

宁夏回族自治区水文水资源监测预警中心在归德沟口设有固定洪调断面1处,有1973~2023年连续51年实测或调查洪水系列资料,其中1998年发生特大洪水,位于特大洪水排位的第一位,另有1955年调查洪峰流量 $519\text{m}^3/\text{s}$ ,为特大洪水排位的第二位,1970年调查洪峰流量 $233\text{m}^3/\text{s}$ 。本次计算的归德沟洪调断面资料较为详实,可以确定特大洪水排位是比较准确的,采用统一样本法处理特大洪水经验频率,按照加入1955年、1970年历史调查洪水进行排频计算,选取皮尔逊Ⅲ型曲线适线。经计算, $C_v = 1.65$ ,  $C_s = 3.56$ ,  $C_s = 2.16C_v$ ,设计洪峰流量5年一遇为 $133\text{m}^3/\text{s}$ 、设计10年一遇为 $246\text{m}^3/\text{s}$ 、设计20年一遇为 $375\text{m}^3/\text{s}$ 、设计50年一遇为 $560\text{m}^3/\text{s}$ 、设计100年一遇为 $707\text{m}^3/\text{s}$ 。

### 3.2 设计暴雨图集法

区域内面积量算采用奥维软件的中国卫星日新图、google地形图、百度地图及opencycle等高线图为底图,导入水系图gis版shp数据水系作为辅助,分别叠加2013、2015、2019年制作的三版水系图进行对比,使用高程叠加、3D模式、山脊线确定等方法作为复核,最终确定产

汇流面积<sup>[3]</sup>。同时根据地形地类,在实地勘察的基础上,山地面积原则上不折减,已开发的山地面积按照实际地形图考虑折减;坡地面积按照50%折减。

本次设计暴雨计算依据《宁夏暴雨洪水图集》(2019版)及重新修订的宁夏不同历时暴雨参数等值线图进行设计暴雨参数确定、时段设计雨量计算以及设计暴雨时程分配计算,查阅《宁夏暴雨洪水图集》(2019版),确定流域设计洪水相关参数,其中韭菜沟流域面积 $15.6\text{km}^2$ 。概化长度 $8.5\text{km}$ ,1h点雨量均值为 $23.5\text{mm}$ , $CV_1 = 0.70$ ,6h点雨量均值为 $36.0\text{mm}$ , $CV_6 = 0.66$ , $C_s = 3.5C_v$ ,清浑比为0.90;归韭沟流域面积 $95.2\text{km}^2$ ,概化长度 $15.0\text{km}$ ,1h点雨量均值为 $23.5\text{mm}$ , $CV_1 = 0.70$ ,6h点雨量均值为 $36.0\text{mm}$ , $CV_6 = 0.66$ , $C_s = 3.5C_v$ ,清浑比为0.90。

### 3.3 设计洪水成果

将归德沟实测水文资料排频法、宁夏暴雨洪水图集法计算成果进行对比分析,设计洪水频率 $P = 20\%$ 、 $10\%$ 、 $5\%$ 、 $3.33\%$ 、 $2\%$ 时,排频法与图集法计算的成果较为接近;设计洪水频率 $P = 1\%$ 、 $0.5\%$ 时,计算结果偏差较大<sup>[4]</sup>。分析原因,主要是由于图集法的资料系列截止到2016年,未考虑2018年大洪水。因此,本次在归韭沟进行设计洪水计算时,将偏差系数 $C_v$ 值进行了适当调整,归德沟口洪调资料与设计暴雨推求设计洪水成果对照结果见表1。

表1 归德沟口洪调资料与设计暴雨推求设计洪水成果对照表

计算断面	计算方法	项目	设计频率P (%)							备注
			20	10	5	3.3	2	1	0.5	
归德沟口	洪调资料排频	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	128	237	367	449	558	713	874	
		洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	154	252	368	457	519	660	789	调整 $C_v$
	暴雨图集计算	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	149	240	348	429	486	566	675	未调整 $C_v$

根据项目区流域汇水面积、概化长度及相应暴雨参数、清浑比,求得归德沟、韭菜沟、归韭沟计算断面不

同保证率设计洪峰流量和洪水总量见表2。

表2 各计算断面设计洪水成果

计算断面	项目	设计频率P (%)							备注
		20	10	5	3.3	2	1	0.5	
归德沟口	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	133	246	375	455	560	707	859	洪调断面排频
	洪水总量 ( $\text{万m}^3$ )	88.2	144	211	261	293	372	443	模数计算
韭菜沟口	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	42.1	67.7	97.9	123	138	175	206	图集计算,包含北武当沟
	洪水总量 ( $\text{万m}^3$ )	20.8	33.4	48.4	60.6	68.4	86.4	102	
归韭沟口	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	181	295	431	535	599	762	907	韭菜沟与归德沟汇合处,忽略归德沟拦洪池
	洪水总量 ( $\text{万m}^3$ )	109	178	261	323	362	461	548	

韭菜沟和归韭沟计算断面不同保证率设计洪水过程线见图1。

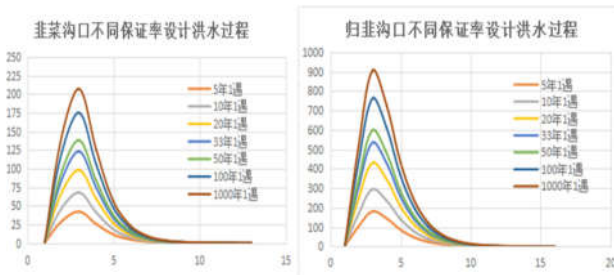


图1 韭菜沟口、归韭沟口设计洪水过程线

#### 4 成果合理性分析

##### 4.1 洪峰模数分析

洪峰流量均值和流域面积有着一定的函数关系， $Q^m =$

$C F^{2/3}$ ，洪峰模数  $C = Q^m / F^{2/3}$ 。洪峰模数  $C$  存在着地区分布规律，并且符合暴雨洪水和下垫面条件的地区分布特点。一般而言，贺兰山中北段  $C$  值最大，贺兰山南段次之。通常可以用  $C$  值来分析洪峰流量的调查精度和频率计算的合理性，贺兰山区洪水重现期 5 年一遇，洪峰模数为 5~10；洪水重现期 10 年一遇，洪峰模数为 10~20；洪水重现期 20 年一遇，洪峰模数为 10~35；洪水重现期 50 年一遇，洪峰模数为 15~60。本次各计算断面设计洪水洪峰模数大都在范围之内，符合地区分布规律，成果合理，具体流域各计算断面洪峰模数见表 4。

表3 流域各沟道计算断面洪峰模数汇总表

序号	断面名称	项目	20%	10%	5%	3%	2%	1%	0.5%
1	韭菜沟口	洪峰流量 (m³/s)	42.1	67.7	97.9	123	138	175	206
		洪峰模数	6.1	9.9	14.3	17.9	20.2	25.5	30.2
2	归德沟口	洪峰流量 (m³/s)	133	246	375	455	560	707	859
		洪峰模数	7.3	13.6	20.7	25.1	30.9	39.0	47.4
3	归韭沟口	洪峰流量 (m³/s)	181	295	431	535	599	762	907
		洪峰模数	8.7	14.1	20.7	25.6	28.7	36.6	43.5

##### 4.2 与典型暴雨洪水的对比

2018年7月22日19时至23日6时，贺兰山东麓中北段降大到暴雨，银川市贺兰县洪广镇局地降特大暴雨。受暴雨影响，贺兰山沿山调查各沟道中共有10条沟道洪峰流量超历史最大洪水，5条沟道洪水总量超历史最大。其中归德沟调查洪峰流量460m³/s，洪水重现期为30年一遇；韭菜沟调查洪峰流量78m³/s，洪水重现期为近20年一遇。2018年8月31日夜间至9月1日白天，受南下冷空气影响，贺兰山沿线中北部出现暴雨和大暴雨过程，暴雨致使贺兰山东麓北段沿线多条沟道发生洪水过程。贺兰山东麓石嘴山段前期降雨充足，此次洪水过程，小沟道洪峰高洪量大。其中，归德沟调查洪峰流量70m³/s，洪水重现期为小于5年一遇；韭菜沟调查洪峰流量122m³/s，洪水重现期为30年一遇[5]。

本次设计洪水与2018年两次洪水相同重现期成果基本接近，因此设计洪水成果合理。

#### 5 结语

本文水文分析计算的内容为归德沟、韭菜沟、归韭沟流域不同频率下的设计洪水计算，为计算河段典型频率洪水水面线推求、淹没分析及淹没图绘制可提供支

撑。其中归德沟使用采用统一样本法处理特大洪水经验频率，加入1955年、1970年历史调查洪水进行排频计算，并采用图集法对归德沟洪水排频计算成果进行对比分析；韭菜沟、归韭沟使用《宁夏暴雨洪水图集》（2019版）进行设计洪水计算。所有计算成果通过洪峰模数分析及历史典型暴雨洪水对比，所得结论为流域洪水成果符合地区分布规律，接近典型洪水历史重现期，结果合理。同时，也希望能够对流域内的其他工程洪水设计提供一定的参考。

#### 参考文献

- [1] 宁夏回族自治区水文水资源监测预警中心.宁夏暴雨洪水图集[M].银川:宁夏人民出版社,1986.
- [2] 宁夏回族自治区水文水资源监测预警中心.宁夏水文志[M].黄河出版传媒集团阳光出版社,2023.
- [3] 胡森林.安徽省中小河流洪水计算分析——以南河为例[J].治淮,2024,(02):16-18.
- [4] 巩建新,刘德玲.大黑河洪峰流量水文分析计算[J].内蒙古水利,2022,(11):45-46.
- [5] 翁娜娜.洪渡河水文计算与分析[J].海河水利,2023,(07):80-82+85.