

基于 GIS 的西峰区沟道雨洪资源可利用量研究

高雅玉, 张新民, 田晋华, 于 惠

(甘肃省水土保持科学研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要:利用庆阳市西峰区的 DEM、Quickbird 影像资料对西峰区沟道特征进行沟道特征分析,并分析了沟道不同降水频率下雨洪特征。以司家沟为典型沟道,采取典型年法和单次暴雨分析法将不同降水频率典型年中大于 20mm 的单次降水与基准暴雨量相对应,计算出典型年的雨洪总量(可收集利用量)和单次降水的洪峰流量,并进一步分析了不同降水保证率的各区域雨洪资源量。结果表明,西峰区各沟道雨洪资源量的总体趋势为高保证率雨洪资源量少、低保证率雨洪资源量大,但是由于洪水频率跟降雨频率不同步,在干旱年降水频率低时,洪水频率有可能较大,因此干旱年份对雨洪资源的利用尤为重要。

关键词: 单次暴雨分析法; 典型年法; 雨洪资源; 可收集利用量; GIS 技术

中图分类号: P333

文献标识码: A

文章编号: 1000-0852(2017)01-0072-07

1 引言

水资源是人类生存和发展的基础、是经济社会可持续发展的重要物质保障,水资源短缺已成为我国经济社会可持续发展的重要制约因素。庆阳市西峰区地处甘肃省东部,泾河上游,位于董志塬腹地,属陕、甘、宁三省区金三角地带,是庆阳市政治、经济、文化、交通和商贸流通中心。西峰区(见图 1)属陇东黄土高原沟壑区,由高原、沟壑、梁峁河谷等多种地形地貌共同组成,区内蕴藏着丰富的煤炭、石油、铝土矿等资源,是中国重要的能源、化工基地。由于自然资源与经济发展模式在黄土高原的极具代表性,近年来其发展问题已日益受到关注。目前发展中面临的资源环境问题主要有:(1)气候干旱,水资源缺乏,社会经济的水资源保障能力低。(2)水土流失严重,生态环境脆弱。(3)水环境容量低,水污染加剧。(4)雨洪缺乏有效管理,利用率不高。因此亟需开展地区雨洪管理与高效利用研究,进一步提高雨洪资源利用效率,缓解能源化工基地水资源供需矛盾,加快生态环境建设,防治水土流失,为全面建设生态文明区域奠定基础。

西峰区发生洪水的时间主要集中在 7~9 月,暴雨主要出现在 7、8 月份,洪水的发生在时间上相比暴雨

具有滞后性。7、8 月份受暴雨影响,洪峰量大、且陡涨陡落,对生态环境及人类生存极易造成危害,因此更应合理高效管理和利用这部分雨洪资源。

区域雨洪资源高效管理和利用,首先应定量区域的雨洪资源量和可收集利用潜力情况,但作为欠发达地区的雨洪资料获取难度很大。国内外对于无(缺)资料地区的雨洪情况的研究取得了一些成果^[1-3]。肖开提、董增川等针对新疆天山北坡小流域暴雨洪水的特点,应用三元联立方程组法和推理公式法由设计暴雨推求了沟道的设计洪水^[4]。赵裕培采用暴雨推求无资料地区流域设计洪水^[5]。黄锋华结合 GIS 技术计算小流域的暴雨推求设计洪水^[6]。苏选军等经过对小流域暴雨洪水计算方法探讨之后,提出了适合城区小流域暴雨洪水计算的方法^[7]。岳华等利用“中铁法”和美国计算公式法推求了缺乏资料地区的中小河流洪峰流量,结果表明“中铁法”更具适用性^[8]。魏宾利用暴雨推求了新疆小流域的设计洪水,并提出了经验模式^[9]。与此同时,GIS、RS 和人工神经网络等技术都被引入到无(缺乏)资料地区的雨洪资源计算中来,为研究提供了便利和提高了准确度^[8,10]。

本文利用庆阳市西峰区的 DEM、Quickbird 影像资料分析了西峰区沟道特征和不同降水频率下雨洪

收稿日期: 2015-10-10

基金项目: 陇原青年创新人才扶持计划(甘组通字[2014]93号); 甘肃省科技厅重大专项课题(1203FKDA035); 甘肃省水利科研技术推广项目(甘水科外发[2013]293号; [2014]223号; [2015]55号); 甘肃省科技支撑计划(1204NKCA087); 甘肃省水利厅水资源费项目(甘财农[2010]162号)

作者简介: 高雅玉(1985-),女,天津人,工程师,主要从事水资源与水土保持方面的研究。E-mail: gaoyayu19851231@163.com

特征,以司家沟为典型,采取典型年法和单次暴雨分析法将不同降水频率典型年中大于 20mm 的单次降水与基准暴雨量相对应,计算出典型年的雨洪总量和单次降水的洪峰流量,并进一步分析了不同降水保证率的各区域雨洪资源量。结果表明,西峰区各沟道雨洪资源量的总体趋势为高保证率雨洪资源量少、低保证率雨洪资源量大,但是由于洪水频率跟降雨频率不同步,在干旱年降水频率低时,洪水频率有可能较大,因此干旱年份对雨洪资源的利用尤为重要。

2 西峰区沟道特征分析

利用庆阳市西峰区空间分辨率为 30mDEM 数据和 Quickbird 资料,借助 ArcGIS 软件对遥感影像与 DEM 处理后,提取了司家沟的沟道长度、高差、纵比降、面积及空间地理位置等相关参数,利用 Quickbird 资料解译出司家沟的土地利用情况以此类推整个西峰区沟道的土地利用情况,连同西峰区降雨量情况,作为计算沟道雨洪资源的基础数据。提取各侵蚀沟道的中心线和沟缘线,提取沟道长度、沟道面积和纵比降,制作出研究区侵蚀沟道分布图,分析侵蚀沟道在沟道长度、纵比降和沟道面积三个方面的特征。

2.1 沟道特征结果分析

侵蚀沟道长度:西峰区内沟道长度(主沟长度,不含支沟)在 500m 以上的侵蚀沟道共 74 条,总长度 329.39km。研究区侵蚀沟道长度较长,单个主沟最大长度达 24.38km。长度大于 1.00km 的沟道有 67 条,占总沟道数的 90.54%,其中长度在 1~5km 范围内的沟道 46 条,占总数的 62.16%。侵蚀沟道高差:侵蚀沟道沟头与沟口高程之差为沟道高差。从研究区 DEM 获取沟头与沟口的高程值,分析研究区沟道高差发现研究区高差较大,高差大于 50m 的沟道数为 70 条,占沟道总数的 94.60%,其中高差在 50~300m 范围内的沟道有 64 条,占总数的 86.49%。

侵蚀沟道纵比降:侵蚀沟道纵比降是沟道的纵向坡面,它反映了沟道在垂直方向上的侵蚀程度,同样也直观、量化地反映出沟道下切侵蚀程度。通过 DEM 数据最终得出侵蚀沟道的纵比降(见表 1)。研究区大部分(占总数的 89.19%)侵蚀沟道的纵比降均在 10% 以下,其中,3%~5%和 5%~8%两个范围内沟道数最多,分别占总沟道数的 37.84%(28 条)和 27.03%(20 条)。纵比降大于 10%的沟道仅有 8 条。

侵蚀沟道面积:利用 DEM 数据及 ArcGIS 软件,首

先生成研究区步长为 10m 的等高线图,再结合人工解译的方式得到侵蚀沟道面积(见表 2)。研究结果表明,西峰区侵蚀沟道面积在 5 个级别范围内均有一定数量分布,其中,面积在 3km² 以内的侵蚀沟道分布最多(49 条,66.22%),其次为 3~5 km² 范围内(9 条,12.16%),分布最少的为 5~8km² 范围内仅有 4 条,占沟道总数的 5.41%。

表1 侵蚀沟道纵比降分级表

Table1 Classification of vertical channel slope erosion

沟道纵比降/%	沟道数量/条	比例/%
0~3	13	17.57
3~5	28	37.84
5~8	20	27.03
8~10	5	6.76
>10	8	10.81

表2 侵蚀沟道面积分级表

Table2 Classification of erosion channel area

沟道面积/km ²	沟道数量/条	比例/%
0~3	49	66.22
3~5	9	12.16
5~8	4	5.41
8~10	5	6.76
>10	7	9.46

2.2 侵蚀沟道分布

利用 DEM 数据生成研究区侵蚀沟道分布图,用于分析研究区内侵蚀沟道分布状况。结果显示侵蚀沟道主要分布于研究区的四周边缘地区,位于西峰区中部的董志塬,塬面较为完整,地势平坦广阔,没有侵蚀沟道分布。研究区四周边缘地带属于典型的黄土高原丘陵沟壑区,平均高差大、地形陡峭,侵蚀沟道密布(见图 2)。

2.3 土地利用分析

通过人机交互的方式解译勾绘出司家沟出口断面以上流域的分水线,量算得流域面积为 $F=7.20\text{km}^2$,主流程长度 $L=5.75\text{km}$,河道平均比降 $J=44\text{‰}$ 。司家沟土地利用类型(见图 3)以草地为主,面积为 4.34km^2 ,占司家沟土地总面积的 60.2%;其次为林地 2.00km^2 ,占总面积的 27.6%,裸地面积也较大,为 0.75km^2 ,占土地总面积的 10.0%;除此之外,司家沟还有少量的水体(0.05km^2 ,0.7%)和耕地(0.09km^2 ,1.3%)。司家沟草地、林地和裸土地在整个沟道内均有分布,所不同的是草

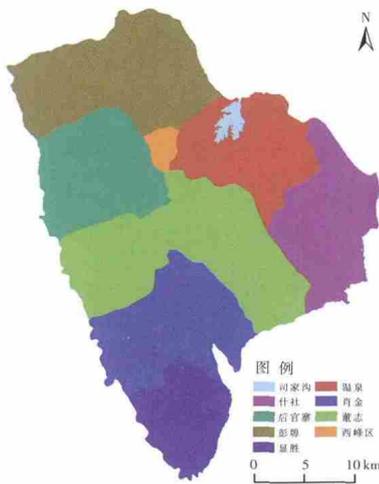


图1 西峰区地理位置图

Fig.1 Location of Xifeng district

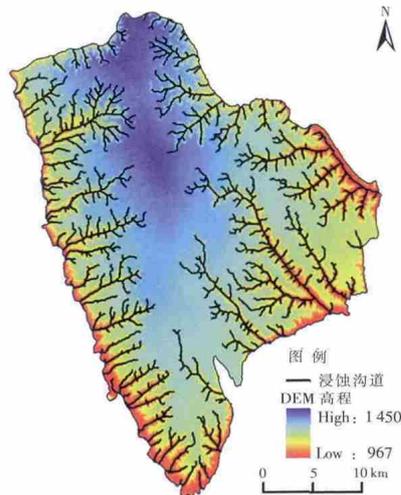


图2 西峰区侵蚀沟道空间分布图

Fig.2 Spatial distribution of erosion channel in Xifeng district

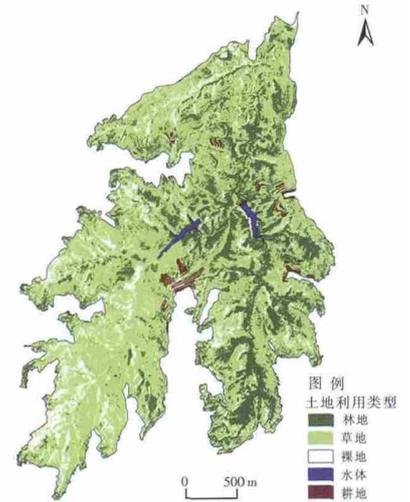


图3 司家沟土地利用类型分布图

Fig.3 Landuse distribution in Sijiagou region

地主要大面积的分布在沟道较高处的两面坡地,林地主要分布在沟谷或是沟道较低处的坡面,而裸土地主要分布在沟道地形比较陡峭的坡地上。水体主要是两个较大的人工淤地坝集水区。耕地主要是以坡耕地和梯田的形式存在,零星分布在沟道的坡地上。

2.4 西峰区雨水情特征

西峰区属于黄土高原半干旱地区,黄河流域,研究区面积 996.35km²,区内大的洪水均由暴雨形成,一般发生在 6~9 月。而且局部暴雨洪水比较多,由于黄土的广泛分布,植被稀疏,洪水多尖瘦,峰高量小,历时短暂。区域内多年平均降水量 492.4mm,折合水体 93.98×10⁸m³,小于全国期望降水量 648mm,但高于全省多年平均降水量。流域降水量年内分配极不均衡,但呈正态分布。12、1、2 三个月是全年降水最小时段,仅占年降水量的 1.87%~2.56%,7、8、9 三个月是全年降水的高峰期,占年降水量的 53.04%~62.73%。最大一个月降水量占全年降水的 18.75%~23.56%。区内人口 38 万,在降水保证率为 95%时,人均雨水资源量为 949.9m³,是常规水资源量的 5 倍,说明西峰区年降水量相对较丰富,但是由于自然地理条件和技术水

平的限制,区内的降水并未全部高效利用,除消耗于蒸发和下渗的雨洪资源外仅有少部分被利用(庆阳市、西峰区统计年鉴 2010~2014)。对于可利用的雨洪资源,选择单次降水量在 20mm 以上的部分(西峰气象站提供降水资料),小于 20mm 的降雨大多消耗于下渗,较难收集和利用。采用典型年的方法,将保证率分为 25%(丰水年)、50%(平水年)、75%(偏旱年)、95%(干旱年)四个特征年,进行雨洪潜力分析计算。根据选定的四个典型年的逐日降水量,筛选出 20mm 以上的降水量(约占总降水量的 35%),利用潜力巨大(见表 3)。

3 典型沟道雨洪资源可利用量分析计算

选取西峰区司家沟为典型沟道,通过分析其沟道属性、详细分析研究该沟道的雨洪资源可收集利用量。

3.1 司家沟暴雨频率分析

选取司家沟流域作为典型沟道进行洪水特性分析及洪水量的计算,在计算过程中选取 $P=1%$, $P=5%$, $P=10%$, $P=20%$, $P=33%$, $P=50%$ 和 $P=99%$ 的暴雨频率

表3 不同典型年20mm以上降水占总降雨量的比值表

Table3 The ratio of total rainfall precipitation of more than 20mm in different typical years

保证率(P)	25%	50%	75%	95%
典型年	1973 年	1980 年	2009 年	1986 年
20mm 以上降水量合计/mm	224.6	221.3	104.5	139.9
年降水量/mm	619.9	528.3	459.6	361.3
20mm 以上降水量所占比例/%	36.23	41.89	22.74	38.72
降水总量/10 ⁸ m ³	61 929.2	52 778.2	45 915.0	36 094.6

进行沟道可收集雨洪量的计算。按照流域面积大小以及流域特性,选取暴雨的控制时段分别为 1h、6h、24h。查暴雨洪水图集^[11]得到流域重心处最大 1h、6h、24h 点雨量均值及 C_V , 根据附表查得 K_P 值,求得 1h、6h、24h 百年一遇点雨量分别为 85.8、154.4 和 189.6mm。利用公式 $H_3=H^{0.3871} \times H_6^{0.613}$ 内插得出 3h 百年一遇点雨量为 122.9mm。利用流域时面深关系查出流域不同控制时段的面折减系数,并内插出 3h 点面折减系数为 0.960。流域的形状近似椭圆形,得到流域的折减系数为 0.920 和 0.905。各历时百年一遇点雨量乘以点面折减系数,再乘以流域的形状改正系数得到相应历时百年一遇的面雨量(见表 4)。

当流域面积小于 100km² 时,选取泾河流域主雨峰为 1h 的综合雨型,按照 3h、6h、24h 面雨量同频率控制放大,得到百年一遇的面雨量过程。流域下垫面属于黄土区,采用黄土区适用表进行产流计算,将产流期各时段的降雨量减去时段入渗量得到净雨过程。产流前第 1 至 8 时段的降雨量之和为初损,产流后的雨量亦全部下渗,最终得到总净雨深为 100.8mm。计算平均净雨强 $i=h/t_c=100.8/9=11.20\text{mm/h}$,用黄土区瞬时单位线汇流参数 m_1 和 m_2 地区综合公式计算 n 和 k 。用 $S(t)$ 曲线表求时段单位线,并汇流计算求得地表洪水过程线,最终得到,百年一遇的洪峰流量为 64.73m³/s,洪水总量为 72.58×10⁴m³。

采用同样的方法计算出司家沟的 $P=5\%$ 、10%、20%、33%、50%和 $P=99\%$ 的洪水特征(见表 5)。

3.2 典型年法沟道雨洪资源量分析计算

为使暴雨频率与降水频率统一起来,将不同降水频率典型年中大于 20mm 的单次降水(由于沟道的植被条件较好,故选单次降水量 20mm 以上的降水量作为有效降水计算的洪水总量,小于 20mm 的降水基本不形成沟道洪水,故不计入计算中)与基准暴雨量相对应,以计算出典型年中司家沟沟道的雨洪总量和单次降水的洪峰流量,见表 6。

司家沟沟道雨洪总量在降水保证率为 25%时,5 场大于 20mm 降水的洪水总量为 83.98×10⁴m³;降水保证率为 50%时,6 场大于 20mm 降水的洪水总量为 81.28×10⁴m³;降水保证率为 75%时,4 场大于 20mm 降水的洪水总量为 34.72×10⁴m³;降水保证率为 95%时,6 场大于 20mm 降水的洪水总量为 42.49×10⁴m³。

4 西峰区沟道雨洪资源可收集利用量研究

将解译出来的西峰区所有沟道(见表 7,限于篇幅只列出 7 条),利用 GIS 软件求得比降、面积和主沟长度进行洪水过程及洪水量计算,以司家沟为参照,根据西峰区沟道分类结果,调整不同沟道的点面折减系数和流域形状改正系数,按照不同降水保证率,计算出西峰区所有沟道的雨洪资源总量(见表 8,限于篇幅

表4 P=1%面雨量计算表

Table4 P=1% area precipitation calculation

控制时段/h	点雨量统计参数		K_P 值 $P=1\%$	百年一遇 点雨量 /mm	点面折减系数 (小数)	流域形状 改正系数	百年一遇 面雨量 /mm
	均值/mm	C_V					
1	25	0.65	3.43	85.8	0.955	0.920	75.3
3				122.9	0.960	0.920	108.6
6	45	0.65	3.43	154.4	0.965	0.920	137.0
24	60	0.6	3.16	189.6	0.985	0.905	169.0

表5 不同暴雨频率洪水统计表

Table5 Statistics of the different rainstorm flood frequency

序号	暴雨频率	重现期	洪水总量/10 ⁴ m ³	洪峰流量/m ³ ·s ⁻¹	基准暴雨量/mm
1	1%	100	72.58	64.73	/
2	5%	20	45.59	40.67	/
3	10%	10	32.24	28.76	/
4	20%	5	25.82	23.03	67.1
5	33%	3	17.78	15.86	50.0
6	50%	2	13.57	12.10	35.0
7	99%	1	7.59	6.77	25.0

只列出 7 条和合计)。

通过对西峰区所有沟道在不同降水保证率下的雨洪资源总量的分析计算,得到在 $P=25\%$ 时,洪水总量为 $3\,970.47 \times 10^4 \text{m}^3$; $P=50\%$ 时,洪水总量为 $3\,842.82 \times 10^4 \text{m}^3$; $P=75\%$ 时,洪水总量为 $1\,641.52 \times 10^4 \text{m}^3$; $P=95\%$ 时,洪水总量为 $2\,008.87 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

与此同时,将西峰区内的沟道按照地理位置属性划分至所属乡镇中,计算出不同降水保证率、不同乡镇的沟道雨洪资源可收集利用量(见表 9,图 4)。在 $P=25\%$ 时,彭原洪水总量为 $472.78 \times 10^4 \text{m}^3$,温泉为 $300.16 \times 10^4 \text{m}^3$,什社为 $1\,385.61 \times 10^4 \text{m}^3$,董志为 $518.44 \times 10^4 \text{m}^3$,肖金为 $462.88 \times 10^4 \text{m}^3$,显胜为 $317.17 \times 10^4 \text{m}^3$,后官寨为

$513.43 \times 10^4 \text{m}^3$; $P=95\%$ 时,彭原洪水总量为 $239.21 \times 10^4 \text{m}^3$,温泉为 $151.86 \times 10^4 \text{m}^3$,什社为 $701.06 \times 10^4 \text{m}^3$,董志为 $262.31 \times 10^4 \text{m}^3$,肖金为 $234.20 \times 10^4 \text{m}^3$,显胜为 $160.47 \times 10^4 \text{m}^3$,后官寨为 $259.77 \times 10^4 \text{m}^3$ 。沟道雨洪资源量排名前三的乡镇为:什社、董志和后官寨。

西峰区不同降水保证率沟道雨洪资源量的基本趋势为高保证率雨洪资源量少,低保证率雨洪资源量大,这与降水保证率总体趋势相一致(见图 5)。但在 95% 保证率下,沟道雨洪资源量反而比 75% 保证率下的大(也与选取的典型年有关),说明在一定程度上,降水保证率与暴雨频率不一致,即在干旱的枯水年也会发生较小频率的暴雨,暴雨量会较大。而 25% 和

表6 不同降水频率司家沟沟道洪水总量计算表

Table6 Calculation of the total channel flood with different precipitation frequencies in the Sijiagou channel

序号	年份	保证率	降水量 /mm	参考暴雨频率 (重现期)	参考降水量 /mm	洪水总量 /10 ⁴ m ³	洪峰流量 /m ³ ·s ⁻¹	
1			32.1	2	35	12.44	11.10	
2			49	3	50	17.43	15.54	
3	1973 年	25%	41.3	3	50	14.69	13.10	
4			67.1	5	67.1	25.82	23.03	
5			35.1	2	35	13.60	12.13	
合计			224.6			83.98		
6					28.9	1	25	8.78
7			36.0	2	35	13.95	12.45	
8	1980 年	50%	22.6	1	25	6.86	6.12	
9			31.9	2	35	12.36	11.03	
10			63.2	5	67.1	24.32	21.70	
11			38.7	2	35	15.00	13.38	
合计			221.3			81.28		
12			23.8	1	25	7.23	6.45	
13	2009 年	75%	23.2	1	25	7.05	6.28	
14			21.9	1	25	6.65	5.93	
15			35.6	2	35	13.80	12.31	
合计			104.5			34.72		
16			26.0	1	25	7.90	7.04	
17			25.2	1	25	7.65	6.83	
18	1986 年	95%	21.5	1	25	6.53	5.82	
19			26.0	1	25	7.90	7.04	
20			20.8	1	25	6.32	5.63	
21			20.4	1	25	6.20	5.53	
合计		139.9			42.49			

表7 西峰区沟道数量统计表

Table7 The channel number statistics in Xifeng district

沟道 id	主沟长度/m	纵比降/%	面积/km ²	沟道 id	主沟长度/m	纵比降/%	面积/km ²
1	7 705	3.41	4.40	5	3 351	2.86	2.51
2	7 025	3.89	10.20	6	1 307	6.28	0.78
3	18 628	1.73	48.49	7	1 307	15.38	0.35
4	1 969	10.36	0.91				

表8 西峰区沟道不同降水频率雨洪资源潜力计算表 (10⁴m³)

Table8 Calculation of the channel rainwater resources potential with different precipitation frequencies in Xifeng district

序号	P=25%	P=50%	P=75%	P=95%	所属乡镇
1	51.25	49.60	21.19	25.93	彭原
2	118.81	114.99	49.12	60.11	温泉
3	564.80	546.64	233.51	285.76	什社
4	10.60	10.26	4.38	5.36	董志
5	29.24	28.30	12.09	14.79	肖金
6	9.09	8.79	3.76	4.60	显胜
7	4.08	3.95	1.69	2.06	后官寨
合计	3 970.47	3 842.82	1 641.52	2 008.87	西峰区

表9 西峰区不同乡镇、不同降水频率沟道雨洪资源统计表 (10⁴m³)

Table9 The statistics of the channel rainwater resources in different precipitation frequencies and different townships in Xifeng district

序号	乡镇名称	P=25%	P=50%	P=75%	P=95%
1	彭原	472.78	457.58	195.46	239.21
2	温泉	300.16	290.51	124.10	151.86
3	什社	1 385.61	1 341.06	572.86	701.06
4	董志	518.44	501.77	214.34	262.31
5	肖金	462.88	448.00	191.37	234.20
6	显胜	317.17	306.97	131.13	160.47
7	后官寨	513.43	496.92	212.27	259.77
	合计	3 970.47	3 842.82	1 641.52	2 008.87

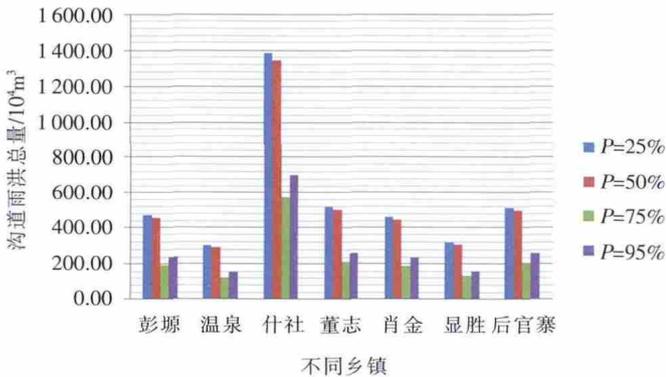


图4 西峰区不同乡镇不同降水保证率沟道雨洪资源可收集量柱状图
Fig.4 The collectible channel rainwater resources in different precipitation frequencies and different townships in Xifeng district

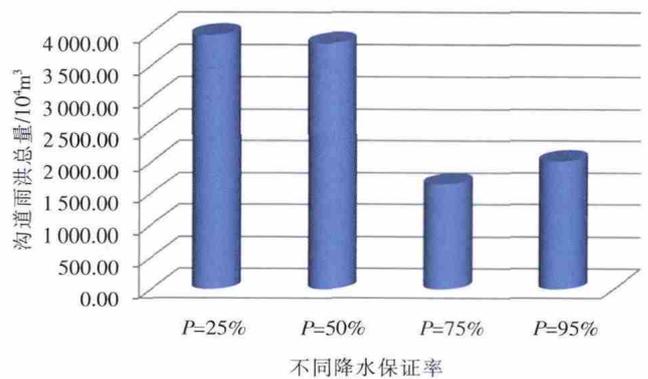


图5 西峰区不同降水保证率沟道雨洪资源量柱状图
Fig.5 The channel rainwater resources with different precipitation frequencies in Xifeng district

50%保证率的结果较为接近,也与典型年的选取有关,主要是因为所选保证率 50%和 95%的典型年的降水年内分布与 25%、75%的相比降雨相对集中。计算结果表明,洪水频率跟降雨频率并不同步,在干旱年降水频率低时,洪水频率有可能较大,发生洪水的可能性较大,因此,在干旱年份对于洪水的利用就显得尤为重要。

5 结论

根据西峰区特殊的地形地貌和雨洪资源的特点,

利用庆阳市西峰区 DEM 数据和 Quickbird 资料,借助 GIS 软件对遥感影像与 DEM 处理后,得到西峰区 74 条沟道的流域面积、主流程长度及河道平均比降等沟道属性,进行了沟道雨洪资源可利用量分析计算,主要结论有:

(1)选取暴雨频率为 1%~99%的情况进行沟道可收集洪水量的计算,得到司家沟重现期为 100a、20a、10a、5a、3a、2a 和 1a 的洪水总量和洪峰流量以及对应基准降雨量。

(2) 采取单次暴雨分析法将暴雨频率与降水频率统一起来,将不同降水频率典型年中大于 20mm 的单次降水与基准暴雨量相对应,计算出典型年中西峰区沟道的雨洪总量和单次降水的洪峰流量。

(3) 计算出不同降水保证率、不同乡镇的沟道雨洪资源可收集利用量,得到沟道雨洪资源量排名前三的乡镇为:什社、董志和后官寨。

(4) 西峰区不同降水保证率沟道雨洪资源量的基本趋势为高保证率雨洪资源量少,低保证率雨洪资源量大,这与降水保证率总体趋势相一致。但洪水频率跟降雨频率并不同步,在干旱年降水频率低时,洪水频率有可能较大,发生洪水的可能性较大。

参考文献:

- [1] Bocchiola D, Rosso R. Use of a derived distribution approach for flood prediction in poorly gauged basis: a case study in Italy [J]. *Advances in Water Resources*, 2009,(32):1284-1296.
- [2] 唐继业,吴俊秀,李百福. 大暴雨对无资料地区设计暴雨洪水的影响分析[J]. *水文*, 2004,24(6):38-40. (TANG Jiye, WU Junxiu, LI Baifu. Analysis of the influence of storms on the design storm flood for the areas without hydrologic data [J]. *Journal of China Hydrology*, 2004,24(6):38-40. (in Chinese))
- [3] 邹长武,熊建秋,李祚泳. 改进的蚂蚁算法及其在暴雨强度公式参数优化中的应用[J]. *四川大学学报(工程科学版)*, 2005,37(5):9-13. (ZOU Changwu, XIONG Jianqiu, LI Zuoyong. Improved ant colony algorithm and its application to parameters optimization in storm intensity [J]. *Journal of Sichuan University (Engineering Science)*, 2005,37(5):9-13. (in Chinese))
- [4] 肖开提,董增川. 新疆天山北坡小流域暴雨洪水计算[J]. *河海大学学报(自然科学版)*, 2011,11(6):612-615. (XIAO Kaiti, DONG Zengchuan. Calculation of rainstorm flood in small watersheds on north slope of Tianshan mountain in Xinjiang [J]. *Journal of Hohai University (Natural Sciences)*, 2011,11(6):612-615. (in Chinese))
- [5] 赵裕培. 暴雨推求洪水方法在岭北溪小流域洪水计算中的应用[J]. *浙江水利科技*, 2009,3(2):162-163. (ZHAO Yupei. Application of flood calculating method by rainstorm to lingbeixi small basin's flood calculation [J]. *Zhejiang Hydrotechnics*, 2009,3(2):162-163. (in Chinese))
- [6] 黄锋华. GIS 技术在小流域地区地区暴雨推求设计洪水的应用[J]. *广东水利水电*, 2010,(10):40-43. (HUANG Fenghua. GIS technology in the area of small watershed areas rainstorm application for deriving design flood [J]. *Guangdong Water Resources and Hydropower*, 2010,(10):40-43. (in Chinese))
- [7] 苏选军,刘伟,高俊发. 城区小流域暴雨洪水计算方法的探讨[J]. *西南给排水*, 2005,27(5):19-21. (SU Xuanjun, LIU Wei, GAO Junfa. Probing into the storm flood calculation method small basin in city [J]. *Southwest Water & Wasterwater*, 2005,27(5):19-21. (in Chinese))
- [8] 岳华,刘发明,颜真梅. 用暴雨资料推求中小河流洪峰流量的方法研究[J]. *四川大学学报(工程科学版)*, 2012,44:39-44. (YUE Hua, LIU Faming, YAN Zhenmei. Study of calculating data with small rivers rainstorm peak flow method [J]. *Journal of Sichuan University (Engineering Science)*, 2012,44:39-44. (in Chinese))
- [9] 魏宾. 新疆小流域暴雨洪水计算经验模式探讨 [J]. *西北水力发电*, 2004,6:91-93.(WEI Bin. Experience mode discussion of storm and flood calculation in Xinjiang small watershed [J]. *Journal of Northwest Hydroelectric Power*, 2004,6:91-93. (in Chinese))
- [10] 傅国斌,刘昌明. 遥感技术在水文学的研究与进展[J]. *水科学进展*, 2001,12(4):547-559. (FU Guobin, LIU Changming. Advances in applications of remote sense [J]. *Advances in Water Science*, 2001,12(4):547-559. (in Chinese))
- [11] 傅世伯,叶贵明,张云枢,等. 甘肃省暴雨洪水图集[R]. 甘肃省水利厅, 1988:46-72. (FU Shibo, YE Guiming, ZHANG Yunshu, et al. Storm and flood atlas in Gansu province [R]. Water Resources Department of Gansu Province, 1988:46-72. (in Chinese))

Research on Available Channel Rainwater Resources in Xifeng District Based on GIS Technology

GAO Yayu, ZHANG Xinmin, TIAN Jinhua, YU Hui

(Gansu Institute of Soil & Water Conservation Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The channel characteristics were obtained by analyzing the DEM data and quickbird images of Xifeng District, and the characteristics of the channel floods with different frequencies were also analyzed. Typical year method and single rainstorm analysis method were used to normalize the storm frequency and precipitation frequency, and make a relation between the single rainstorm precipitation over 20mm in different precipitation frequencies typical years and the baseline storm amount, so as to calculate the total amount of channel rainwater and single rainfall peak flow. The results show that high precipitation frequency has less rainwater resources quantity, and low precipitation frequency has more rainwater resources quantity. However, the flood frequency is not synchronized with the rainfall frequency, and when the low precipitation frequency in drought years, there may be greater flood frequency, thus, the use of rainwater resources is particularly important in drought years.

Key words: single rainstorm analysis method; typical year method; rainwater resources; collectible amount; GIS technology