

中国西南地区河流水文特性^{*}

林三益 繆 韧 易立群
(四川大学水利水电工程学院 成都 610065)

提 要 对西南地区的山区、冰川—森林混合带和喀斯特等 3 种地貌类型的河流,从径流形成机理的角度对洪水过程与水量及其变化等特性作分析。
关键词 高山 喀斯特 水文特性 水量
分类号 《中图法》P343. 1, P343. 6, TV122 文献标识码 A

我国西南部是全国水能资源最丰富的地区,西藏、四川、云南、贵州四省(区)的水资源总量约占全国水资源总量的 38.66%,可能开发的水能资源(以年发电总量计)约占全国的 67.8%^[1,2]。充分开发西南地区水能,合理利用丰富的水资源,必将是 21 世纪国民经济规划与建设中的重要部分,这些概念早被大家所熟悉。但对该地区水文特性全面、深入的分析与研究,还留着许多有待进一步探索的薄弱环节。

1 对西南山区河流水文特性的几点分析

西南地区多高山、高原,山区坡陡、流急,水系发育,河网度较大,气候湿润,雨量充沛,一般年降水量为 800~100mm。由于降雨、地震和造山运动作用,山地常发生滑坡、泥石流、崩塌等多种灾害性现象。但暴雨洪水仍为其主要的自然灾害(见表 1)。

表 1 研究流域的基本情况^[3]
Tabel The general condition for the studied watersheds

| 流域 | 站名 | 集水面积 (km ²) | 流域平均 比降(%) | 地貌类型 | 土壤分布 | 森林覆盖百分比 |
|-----|-------|----------------------------|---------------|------------|--|---|
| 渠江 | 油房沟 | 1.69 | 408 | 低山 | 砂壤土为主 | 柏林木林 60% 31% 灌木林 30% 荒坡 58% 森林约 40%荒坡 11% |
| 嘉陵江 | 大巴口 | 4.07 | 235 | 山区 | 壤土为主 | |
| 渠江 | 蔡家河 | 15.1 | 294 | 山区 | 上部为粘土,中部轻壤土 夹沙土,下部重壤土 | 约 10% |
| 青衣江 | 双福 | 55.6 | 374 | 中低山 | 黄色砂壤土及壤土 | |
| 金沙江 | 横山 | 96.0 | 324 | 中山 | 红色砂壤土及壤土 | 以竹林为主,约 5% 约 5% |
| 渠江 | 华云 | 85.6 | 341 | 山区、 丘陵区 | 粘土和亚粘土 | |
| 涪江 | 油房坝 | 38.8 | 229 | 浅丘 | 紫色土,两岸、山脚为粘 壤土和轻砂土,山顶有部 份紫砂、页岩和砂壤土 | 林地 6 18%,耕地 31.1% |
| 涪江 | 大马口 | 45.1 | 120 | 浅丘 农业区 | 两岸、山脚、田土为粘土 和轻砂壤土 | |
| 渠溪河 | 两河(二) | 157 | 264 | 深丘 | 多为砂壤土,次为粘土 | |

为进一步探索和认识山区河流暴雨洪水的水文特性,我们选择有较好观测资料条件的四川省境内 6 条山区河流,20 多次暴雨、洪水过程以及 3 条丘陵区河流,28 次单峰型暴雨、洪水过程,从几个方面进行分析、统计与对比。

山区河流洪水除陡涨陡落、洪水历时短促、峰型尖瘦、多复式峰、且与雨型相应性好等一般特性外,

^{*} 国家自然科学基金(编号: 49671019, 49371016, 49171019)。
收稿日期: 1998—11—18; 改回日期: 1999—05—16。
© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://

我们对其中 75 次峰型洪水地面径流过程线作了一些具体分析(表 2), 发现:

1. 6 个山区河流的涨率与退水率比值的最小值十分接近, 涨水历时与退水历时比值也很接近, 尤以该比值的最大值更明显;

2 上述两项比值均呈现随集水面积增大而增大的趋势;

3 流域植被度对洪水过程的影响量大于流域面积的影响, 且山区强于丘陵区;

4. $\overline{Q}_M/(\Delta\overline{P}_M\cdot F)$ 值, 山区明显高于丘陵区(其中 \overline{Q}_M 为洪峰流量均值, $\Delta\overline{P}_M$ 为一次降雨量的最大时段雨量平均值, F 为集水面积);

5. 地貌对洪水过程(包括汇流历时等)影响显著。

从大巴口站(集水面积 4 07 km²)洪水过程形成可知, 因流域植被度大, 洪水过程变率明显减小, 洪水径流深度大。

表明在一定降雨量范围内, 森林可增大流域调蓄能力, 增大产流量。因此, 不论从水资源或防洪角度, 在流域上中游大面积植树造林都是有益的。

2 对高山冰川、森林带河流水文特性的初步探索

近期, 我们同中科院成都山地所合作, 利用贡嘎山高山生态站的观测资料, 探索了冰川、森林混合带河流的水文特性, 获得一些初步认识。

2.1 研究流域简况

流域系泸定县海螺沟左岸冰川侧碛堤内的一个堆积台地。地表为冰碛物上覆盖的泥石流沉积层和坡积物, 入渗率大; 地下是深厚的砂石堆积, 滞蓄水能力强; 浅表为碎屑状的石化土壤层, 地面苔藓与森林植被率约 80%。流域下游干、支流上设有 3 个水文站, 另设有降水量、气温、日照、蒸发量、地温、树干径流、辐射平衡等观测项目, 近 5 年有较完整的观测记录。

2.2 对流域水文特性的几点认识

1. 我们选用资料条件较好的 1992、1995、1996 年观测值。各年的年降水量为 1 817. 2mm ~ 1 921. 8mm, 平均为 1 881. 5mm, 年径流量变化于 885. 4mm ~ 1 074. 1mm, 较稳定。其中 5 ~ 10 月降水量为 1 351. 9mm ~ 1 534. 9mm, 径流量大量集中于气温转正以后的季节里。

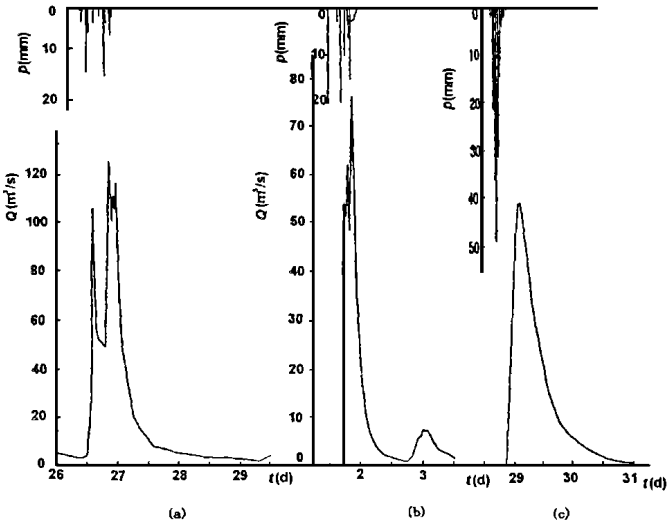
2 从流域出口断面实测流量值可知, 年平均流量变化于 0. 22 m³/s ~ 0. 24 m³/s, 5 ~ 10 月平均值为 0. 41 m³/s ~ 0. 46 m³/s, 年际同月平均流量也变化甚微, 这可能与流域下垫面的地质条件有关。

3 因地表入渗率大, 3 年中无地表径流, 壤中流与地下径流占总径流量的比重接近, 汛期更明显。

表 2 山区 75 次单峰洪水地面径流过程特征统计(部分)^[3]

Table 2 The statistic results for hydrographic features of storm floods in mountainous region

| 站 名 | 涨率/退水率 | | 涨水历时/退水历时 | | 备 注 |
|-----|--------|--------|-----------|-------|------|
| | 平均 | 最小 | 平均 | 最小 | |
| 油房沟 | 6. 25 | 2. 26 | 19. 5 | 47. 4 | 植被度大 |
| 大巴口 | 3. 72 | 2. 08 | 42. 6 | 93. 1 | |
| 蔡家河 | 5. 56 | 2. 79 | 23. 9 | 40. 4 | |
| 双福山 | 7. 99 | 2. 027 | 24. 6 | 48. 1 | |
| 纳云 | 8. 33 | 2. 69 | 16. 3 | 41. 2 | 有丘陵区 |
| 华云 | 3. 90 | 2. 32 | 31. 9 | 48. 1 | |



a. 双福站 1985-08 b. 蔡家河站 1984-07 c. 大马口站 1984-08

图 1 山区河流降雨、洪水过程线

Fig. 1 The hydrographes of storm floods of mountainous rivers

4 在月径流量组成中,林地和非林地单位面积产流量也很接近。其中,汛初和汛末的非林地产流率稍大些。

5 受地形与地质条件影响,研究流域属不闭合流域,通过地下水的水量很大。从 3 年分析计算结果可知,渗漏量约为年径流量的 43% 左右。

6 由于流域海拔> 3 000m,蒸发量小,产流系数达 0.76 大于我国东部和南部湿润地区的产流系数。

上述几点认识是以目前研究成果为基础的,仅供参考。对该流域水文化特性正在进一步探索中。

3 西南湿润地区喀斯特流域水文特性

我国碳酸岩系的面积约 200 万 km²,为国土面积的 20% 左右。大多数省(区)都有分布,尤以湘西、鄂西、贵州、滇东、广西较为集中^[6]。这类地区由于形态多样,地下岩层结构形式繁多,降雨产流过程各地不一,给水文研究带来很大困难。我们与贵州省水文资源局合作,选用长江与珠江分水岭地带的羊昌河为研究流域,对喀斯特区水资源水文特性进行分析与计算。

3.1 研究流域简况 羊昌河为乌江支流猫跳河流的河源水系,控制面积 74km²,主河长 82.6km,平均坡度 9.9%,植被率 13%,直接溶蚀区和裸露裂隙区的面积分别约为 4% 和 14%,有土壤覆盖的面积约达 81%。流域内以溶原—峰林地貌为主,溶盆、溶斗、落水洞十分发育,岩层以石灰岩为主。

3.2 流域水资源水文特性分析 我们以 1972~1991 年的 20a 资料^[4,5]和 23 次洪水过程为依据,对水资源特性进行探讨。

1 洪水过程的径流组成以土壤覆盖区的地面径流和壤中流为主,其统计的平均值分别为径流总量的 71.8% 和 12.6% 左右,但各次洪水的组成比例相差较大,洪水过程线呈尖瘦型,涨落率大。

2 洪水过程中地下径流量以裂隙水为主,约 8.1%,溶洞水仅 2.1%。裂隙水中深层慢速裂隙水量略大于快速裂隙水量。反映在汛期洪水过程上底水较高,且大多呈多峰型过程,单峰少,低水退落不快。

3 年径流量组成情况,根据对 20 a 资料的分析计算,覆盖区的地面径流量和壤中流量仍为主体,所比较的多年平均值分别为 53.4% 和 12.9%;快速裂隙水、慢速裂隙水和溶洞水分别占 10.8%、11.7% 和 5.9%,均大于洪水过程中的组成比;裂隙区的直接径流量仅占 3.5% 左右。

4 喀斯特流域不闭合程度取 于其岩层地质结构对羊昌河流域分析计算后,不闭合量较大,全年外流量约 30~75mm,多年平均为 51.2mm,占关测年径流量的 9.8% 左右。若与上述的黄崩溜沟相比,其不闭合量比重不大。

综上所述,我国西南地区地势起伏大,地貌类型多,下垫面状况各地差异很大,径流补给类别和径流组成规律十分复杂,水文观测站点少,观测资料系列短,且代表性也不强。由此种种原因,对该地区水文特性尚未充分认识,是我国水文研究较薄弱的—个地区,有进一步加强研究的必要。

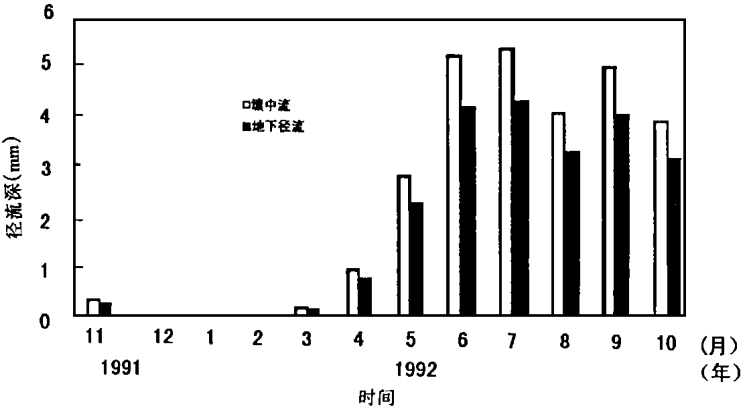


图2 黄崩溜沟站 1992 年径流成分月平均过程分布图
Fig. 2 The monthly runoff components and distribution for Huangbenliu Creek (1992)

参 考 文 献

- 1 陈家琦, 王浩. 水资源学概论. 北京: 中国水利水电出版社, 1996, 5: 56~85
- 2 中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 中国自然地理. 地表水. 北京: 科学出版社, 1981, 1~23
- 3 林三益. 西南湿润山区河流域径流模拟与径流分析. 四川水力发电, 1995, 6(6): 17~23
- 4 缪韧, 林三益. 非均匀下垫面流域径流模拟与径流分析. 四川水力发电, 1995, 6(2): 17~23
- 5 缪韧, 林三益. 应用流域水文模型评估黔中高原分水岭地区地下水资源的探索. 四川水力发电, 1996, 6(2): 22~25
- 6 中国科学院地质研究所岩溶研究组. 中国岩溶研究. 北京: 科学出版社, 1979, 3

第一作者简介 林三益, 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 径流形成理论、水文预报。

HYDROLOGICAL FEATURES OF RIVERS IN SOUTHWEST CHINA

LIN San yi MIAO Ren YI Li qun
(Sichuan University, Chengdu, 610065)

Abstract The typical rivers in the regions of high mountain, glacier—forest and karst zones of southwest China have been explored. This study focuses on flood hydrographes and water yield from the point of view of runoff generation. The mountainous rivers in southwest China are characterized by steep stream and torrent flow. The geomorphy, vegetation and rain intensity conditions affect the hydrograph largely. The ratio of flood rising rate to descending rate is very cloed for different watersheds. The flow features for glacier forest regions of Mt. Gongga are dependent on the climate and season. The water yields between forestation and non forestation lands have little difference. For most regions, the rainfall causes no surface flow on mountain slope. The annual runoff coefficient is higher than that of the eastern and southern regions. The leakage of ground water along unclosed boundary of watershed has high impact on the basin water balance. In karst region with good soil layer, the flow components of flood dydrographes are mainly the surface and subsurfac flows. The water flows through road crack and underground holes take up only a small proportion.

Key words High mountain, karst, hydrological features, water yield.