

# 贡嘎山东坡海螺沟的河川径流特征

李 伟, 程根伟, 罗 辑, 吕 儒仁, 廖晓勇

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041)

**摘 要:** 对贡嘎山高山水文观测试验系统进行了简要介绍, 并对海螺沟冰川河以及黄崩溜沟的径流特征进行了初步探讨。由于大气降水同是冰川河及黄崩溜沟径流的重要补给来源, 故其径流量的季节变化明显带有大气降水过程的烙印, 显得丰、枯分明。在冰川河, 冰雪融水和地下水在枯水季节的稳定补给改变了大气降水对冰川河径流的年内分配过程; 在黄崩溜沟, 由于冰雪融水和地下水对其径流的补给非常有限, 大气降水过程对其径流过程的影响便明显大过冰川河。

**关键词:** 贡嘎山; 海螺沟; 高山水文; 河川径流

**中图分类号:** P33

**文献标识码:** A

水分的存在使植物得以生长发育, 同时又强有力地改造植物赖以生长的环境条件。对森林区降水、蒸散发、穿透雨、树干径流、林冠截流等的观测研究不仅有助于了解森林生长及其与区域水文过程的相互影响, 也是生物地球化学循环、能量代谢和森林生态系统生产力研究的重要一环。贡嘎山高山水文观测试验系统的及时建立及顺利运行, 对于深入研究贡嘎山高山生态系统提供了诸多实验数据和科学依据, 发挥了极为重要的作用。

连续、系统的贡嘎山高山水文观测始于 1986 年。当时, 中国科学院成都地理研究所(现成都山地灾害与环境研究所)在对贡嘎山地区开展数年全面科学考察的基础上, 于 1986 年开始在贡嘎山东坡海螺沟海拔 3 000 m 处建立固定的气象观测点, 并于 1988 年经中国科学院批准正式建立贡嘎山高山生态系统观测试验站。该站于 1992 年被纳入由中国科学院所属的 29 个野外台站组成的中国生态系统研究网络, 并于 2001 年被科技部确定为国家重点野外观测试验站。贡嘎山高山水文观测试验系统作为贡嘎山高山生态系统观测试验站的重要组成部分, 随着贡嘎山高山生态系统观测试验站的发展而不断

完善和发展。

## 1 研究区概况

贡嘎山位于青藏高原东南缘, 大雪山脉的中南段, 地理位置介于  $101^{\circ}30' \sim 102^{\circ}15' E$  和  $29^{\circ}20' \sim 30^{\circ}20' N$ , 主峰海拔 7 556 m, 是大雪山脉最高峰。该区地质构造异常复杂, 地貌形态千奇百怪, 岭谷高差十分悬殊。在贡嘎山东坡海螺沟, 拥有从亚热带到寒带的完整的山地自然垂直带谱, 气候、植物、土壤等具有明显的垂直分异。该区物种资源极为丰富, 生物区系和生物地理成分复杂, 低海拔的现代冰川和古冰川遗迹广泛分布, 生态环境原生性强, 原始状态保持良好。

## 2 观测试验的内容概要

贡嘎山高山水文观测试验系统涵盖气象站水文要素观测、不同尺度的河川径流观测、地下水观测以及人工径流观测试验等多个侧面, 以达到降水与径流观测配套、地面径流与地下水观测配套、天然径流

收稿日期(Received date): 2004- 06- 05; 改回日期(Accepted): 2004- 09- 10。

基金项目(Foundation item): 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所种子基金项目(C3200318)资助。[Supported by the fund of Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy(C3200318).]

作者简介(Biography): 李伟(1969- ), 男, 助理研究员, 主要从事山地环境与生态研究。[Li Wei(1969- ), male, assistant professor, works mainly on mountain environment and ecology.]

观测与人工径流试验配套以及不同空间尺度流域配套的目的。

贡嘎山高山气象站位于贡嘎山东坡海拔 3 000 m 处, 观测与高山水文观测系统直接相关的降水、蒸发、气温和日照等要素; 地下水观测在海螺沟流域中上部的两个地点分别进行, 各设一口观测井, 即流域上游山区的坡脚设一井, 高山气象观测场外下侧设一井, 以开展对比观测; 人工径流观测试验在冰川侧碛堤内侧的冷杉林里进行, 主要观测林下降雨、树干径流、苔藓持水量、土壤持水量和地下渗流量等要素, 并推算森林蒸散和林冠截流。

河川径流观测是贡嘎山高山水文观测的重要一环。该区河川径流观测主要包括冰川水文观测和森林区水文观测。冰川河属于海螺沟的上游河段, 冰川水文观测在海螺沟冰川水文站进行; 黄崩溜沟分布在海螺沟森林区, 属海螺沟流域的一级支流, 而观景台沟和马道沟各是黄崩溜沟的一条支沟, 森林区水文观测便在黄崩溜沟、观景台沟和马道沟这三个不同尺度的流域内分别设置水文站同时进行。上述 4 个水文站及其所控制流域的特征参数详见表 1。

表 1 贡嘎山高山水文站流域特征参数								
Table 1 The parameters of the alpine hydrological gages on Gongga Mountain								
测站 沟 名	集水 面积	河长 (km)	河道 比降 (%)	冰川 面积 (km <sup>2</sup> )	森林灌 丛面积 (km <sup>2</sup> )	高山草 甸面积 (km <sup>2</sup> )	测流工程	
海螺沟	2 920	80.5	1.50	6.93	29.6	15.5	15.0	天然河槽
黄崩溜沟	2 960	7.47	5.07	3.68	0	5.51	1.80	平坦 V 型堰
观景台沟	3 060	1.50	1.20	60.0	0	0.95	0.10	平坦 V 型堰
马道沟	3 100	0.407	1.10	50.0	0	0.31	0.09	三角堰

### 3 观测结果的分析与讨论

贡嘎山高山水文观测自 1986 年起已开展了十余年, 如今已获得了大量珍贵的观测实验数据。由于冰川河是海螺沟海洋性冰川区的控制性河流, 而黄崩溜沟相对于观景台沟和马道沟而言, 在空间尺度上亦属该区大流域, 堪称非冰川区的代表性河流, 故本文仅选取冰川河和黄崩溜沟这两个流域十余年来的部分观测结果进行一些分析与探讨。

#### 3.1 冰川河的径流特征

海螺沟冰川河发源于海螺沟冰川, 而冰川水文

站则位于冰舌末端的冰川河源头。冰川河流域面积 80.5 km<sup>2</sup>, 流域内冰川及常年积雪面积达 29.6 km<sup>2</sup>, 河道比降约 6.93%, 洪水期水流速度可达 3.5 m/s, 最大洪峰流量可达 100 m<sup>3</sup>/s, 故河道冲刷变形异常强烈。

冰川河水文断面多年平均流量约 7.84 m<sup>3</sup>/s, 多年平均年径流深达 3 000 mm, 而根据贡嘎山高山气象站多年的降水观测资料推算得出的冰川河水文断面的多年平均年径流深大约在 2 400 mm, 后两者在数量上大致相差 600 mm。由此可以推断, 冰川河径流的补给来源除降水外, 冰雪融水和地下水的贡献也比较显著。由于该区即使在严寒冬季冰川消融亦较为强烈, 加之地下水的稳定补给, 使得冰川河水文站水文断面即使在降水稀少的枯水季节也有较大的流量, 这可在一定程度上缓解径流的年内分配不均。但是, 由于该区大气降水较为集中, 而雨季气温的偏高又致使冰川消融更为强烈, 故冰川河径流量的季节变化仍非常显著。由图 1 及图 2 可以看出: ①冰川河的枯水期一般为 11 月至第二年的 3 月, 其余时间为丰水期, 而洪水期一般为每年的 7、8 月两个月, 最低水位多出现在 2 月, 最高水位多出现在 7、8 月; ②冰川河的春汛一般出现在 4 月上旬, 主要是气温回升致使冰雪消融加快, 但由于降雨有限, 故洪峰较低, 而夏汛则由冰川消融水和降雨叠加形成, 洪水期流量较大, 其最大洪峰流量于 1997-07-03 曾达到 33.565 m<sup>3</sup>/s; ③冰川河年径流主要分布在雨季的 6-9 月, 雨季 4 个月径流量约占全年径流量的 64.81%, 且洪水期 7、8 月两个月的径流量已占到全年径流量的 37.9%。

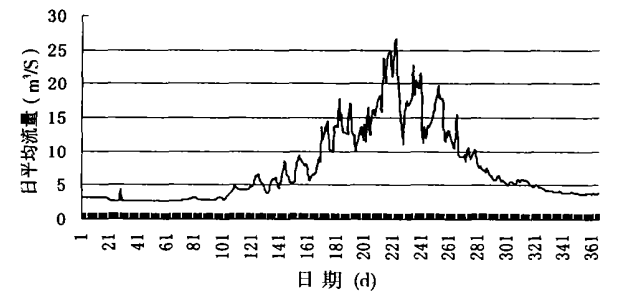


图 1 海螺沟水文站径流的年内分配(%)  
Fig. 1 Runoff distribution of Hailuo Hailuo Ravine(%)

#### 3.2 黄崩溜沟的径流特征

黄崩溜沟发源于高山森林区, 是非冰川区的代表性流域。其河道比降约 3.68%, 流域面积 7.47

km<sup>2</sup>, 其中森林灌丛区 5. 51 km<sup>2</sup>, 占全流域总面积的 73. 76%, 林线 4 200 m 以上为高山草甸, 面积约 1. 80 km<sup>2</sup>, 流域 4 000 m 以上地区有季节性积雪。

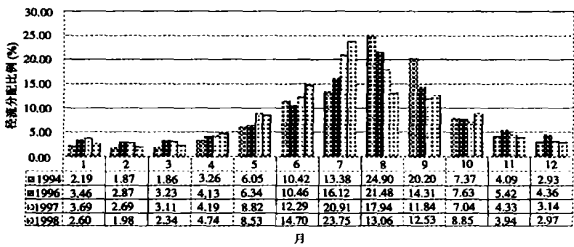


图 2 1996 年海螺沟日平均流量

Fig. 2 Average daily discharge of Hailuo Ravine in 1996

黄崩溜沟水文断面多年平均流量约 0. 57 m<sup>3</sup>/s, 最大洪峰流量接近 10 m<sup>3</sup>/s, 多年平均年径流深约 2 350 mm, 而根据贡嘎山高山气象站多年的降水观测资料推算得出的黄崩溜沟水文断面的多年平均年径流深在 2 100 mm 左右, 后两者在数量上相差约 250 mm。由此可以看出, 与冰川河不同, 黄崩溜沟径流的补给来源主要是大气降水, 而冰雪融水和地下水的贡献较小。故黄崩溜沟径流过程基本上是流域降水过程的响应, 其过程曲线波形相似但相位存在数天的滞后, 这完全可以从同期降水和径流资料得到验证。该地区降水的较大季节变化直接导致了径流的较大季节变化, 使得黄崩溜沟径流年内分配极不均匀。由图 3、图 4 及表 2 可以看出: ①黄崩溜沟的枯水期一般为每年 1- 4 月, 其余时间为丰水期, 而洪水期一般为每年的 6- 9 月。最高水位多出现在 7- 9 月, 最低水位多出现在 2 或 3 月。在天寒地冻的枯水季节, 流域内大气降水、冰雪融水和地下水的补给量都急剧减少, 黄崩溜沟部分河段偶尔还会出现短时间的断流; ②黄崩溜沟的春汛一般出现在 4、5 月, 主要是气温回升使得流域上部季节性积

雪开始消融以及流域内冻土层逐渐解冻, 河道断面流量便随着冰雪融水和地下水的迅速增加而迅速增加, 而夏汛则主要由降雨形成, 但由于黄崩溜沟流域繁茂的森林灌丛和发达的高山草甸(森林灌丛和高山草甸的面积占流域总面积的 97. 86%) 的拦蓄效应, 使得一方面洪峰的出现滞后于相应的暴雨过程, 另一方面径流过程较之于相应的降雨过程又来得较为平缓; ③黄崩溜沟年径流主要分布在雨季的 6 至 10 月, 此雨季 5 个月径流量约占全年径流量的 75. 85%, 且洪水期 7- 9 月 3 个月的径流量已占到全年径流量的 49. 85%。

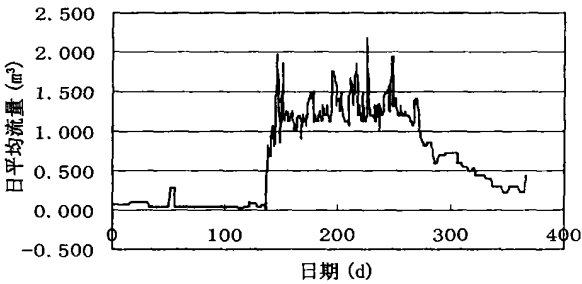


图 3 1992 年黄崩溜沟逐日平均流量

Fig. 3 Average daily discharge of Huangbengliu Gully in 1992

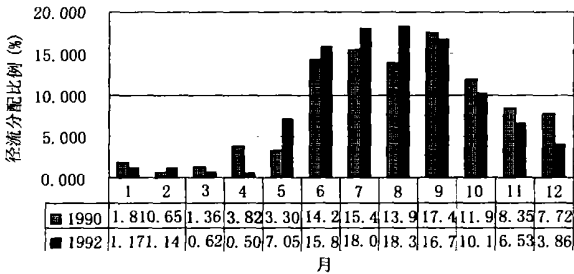


图 4 黄崩溜沟水文站径流的年内分配 (%)

Fig. 4 Runoff distribution of Huangbengliu Gully (%)

表 2 黄崩溜沟逐月径流深 (mm)

Table 2 Monthly runoff depth of Huangbengliu Gully (mm)

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1990	41. 7	14. 9	31. 2	87. 6	75. 7	326. 2	353. 6	318. 7	399. 9	273. 4	191. 4	177	2 291. 3
1992	29. 4	28. 9	15. 7	12. 8	177. 4	397. 4	453. 8	461. 1	421. 9	254. 9	164. 4	97. 2	2 514. 9

## 4 结语

贡嘎山高山水文观测试验系统的及时建立及顺利运行, 对于深入研究贡嘎山高山生态系统提供了诸多重要的实验数据和科学依据。冰川河是海螺沟冰川区的控制性河流, 而黄崩溜沟则属海螺沟非冰川区的代表性河流。在冰川河及黄崩溜沟, 由于大气降水同是其径流的重要补给来源, 故其径流量的季节变化明显带有降水过程的烙印, 显得丰、枯分明。在冰川河, 冰雪融水和地下水在枯水季节的稳定补给改变了大气降水对冰川河径流的年内分配过程; 在黄崩溜沟, 由于冰雪融水和地下水对其径流的补给比较有限, 流域内大气降水过程对其径流过程的影响便明显大过冰川河。

参考文献(References):

- [1] Zhong Xianghao, Luo Ji, Wu Ning. Researches of the Forest Ecosystems on Gongga mountain. Chengdu: Chengdu University of S&T Press, 1997. [钟祥浩, 罗辑, 吴宁. 贡嘎山森林生态系统研究[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1977.]
- [2] Wang Kaiyun. Processes of subalpine forest ecosystems in the west of Sichuan. Chengdu: Sichuan S&T Press, 2004. 王开运. 川西亚高山森林群落生态系统过程[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 2004.]
- [3] Lu Ruren, Li Deji, Tan Wanpei. The hazards and environment on mountains[M]. Chengdu: Sichuan University Press, 2001. [吕儒仁, 李德基, 谭万沛. 山地灾害与山地环境. 成都: 四川大学出版社, 2001.]
- [4] Zhong Xianghao. The environment and ecosystem in the eastern edge of Qinghai-Xizang Plateau[M]. Chengdu: Sichuan university press, 2002. [钟祥浩. 青藏高原东缘环境与生态. 成都: 四川大学出版社, 2002.]
- [5] Yang Zhifeng, Li Chunhui. Abrupt and periodic changes of the annual natural runoff in the subregions of the Yellow River[J]. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(22): 140~146. [杨志峰, 李春晖. 黄河流域天然径流量突变性与周期性特征[J]. 山地学报, 2004, 22(22): 140~146.]

## Features of the Natural Runoff of Hailuo Ravine in Mt. Gongga

LI Wei, CHENG Genwei, LUO Ji, LU Ruren, LIAO Xiaoyong

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences & Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041, China)

**Abstract:** Alpine hydrological observation in Mt. Gongga has been carried out for more than 10 years and has gained a large number of data. Also, a brief description of the observational system and an investigation of runoff of Huangbengliu Gully and the Glacial River in Hailuo Ravine are given in this paper. With precipitation being the major source, the runoff varies in seasons. In Glacial River, ice-melted and ground water offer extra provisions and change the annual distribution of the runoff; in Hangbengliu Gully, the same extra provision is in shortage and the precipitation plays a dominant role.

**Key words:** Mt. Gongga; Hailuo Ravine; alpine hydrology; runoff of rivers