

## 岷江上游水资源问题及可持续利用

刘兴亮<sup>1,2</sup>, 苏春江<sup>1</sup>, 徐 云<sup>1</sup>, 张金盈<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘 要:** 岷江上游是成都平原最主要的供水来源, 被称为是“天府之国”生命的源泉。但是, 岷江上游的水资源面临着总体水量减少, 洪水以及水体污染等问题。在分析岷江上游水资源面临的问题及原因的基础上, 提出了包括生态保护和水利工程建设的方法, 试图解决岷江上游水资源的问题, 为岷江上游水资源的可持续利用提供参考。

**关键词:** 岷江上游; 水资源; 问题; 可持续利用

中图分类号: P343.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)03-0189-03

## Water Resource Problem and Sustainable Utilization in the Upper Reaches of Minjiang River

LIU Xing-liang<sup>1,2</sup>, SU Chun-jiang<sup>1</sup>, XU Yun<sup>1</sup>, ZHANG Jin-ying<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese

Academy of Sciences & Water Resources Ministry, Chengdu 610041, China;

2. Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China)

**Abstract:** The upper reaches of Minjiang River is a main water source in Chengdu Plain and is known as the source of the life of “country in heaven”. But the water resource faces some problems such as flow reduction, flood and pollution. The authors analysed the problem and reason that water resource in the upper reaches of Minjiang River was faced with, put forward the method including ecological protection and engineering construction, attempted to solve the problem of water resource in the upper reaches of Minjiang River, offered reference for sustainable utilization of water resource in the upper reaches of Minjiang River.

**Key words:** upper reaches of Minjiang River; water resource; problem; sustainable utilization

\* 岷江是长江上游的主要支流之一, 就水量而言, 是长江上游最大的支流。岷江位于四川盆地西部边缘, 发源于四川与甘肃交界的岷山南麓的弓杠岭, 由北向南流经四川省阿坝州、都江堰市、成都市、乐山市、由宜宾市注入长江。岷江在都江堰以上称为岷江上游, 上游干流总长约 340 km。岷江上游流域位于北纬 30°10′~30°55′, 东经 102°38′~103°55′之间, 覆盖松潘、黑水、茂县、理县、汶川五县, 与五县辖区基本吻合, 流域面积 2.3 万 km<sup>2</sup>, 人口 38.5 万, 是藏族和羌族等少数民族聚居区<sup>[1]</sup>。

岷江上游水资源相对丰富, 著名的都江堰工程就是引自岷江, 年供水量 70 亿 m<sup>3</sup>, 是成都平原农业、工业、城镇生活、环境功能用水的主要来源。岷江上游来水是成都市工业、环境和居民生活供水的主要水源, 其供水量占成都市用水总量的 90% 左右<sup>[2]</sup>。但是, 成都市人均占有水资源量不足 3 000 m<sup>3</sup>, 已被列入全国 300 多个缺水城市之一。而且由于岷江上游总体水量的逐渐减少, 水资源年内分配不均及水体污染的加重, 导致岷江上游可利用水量的减少, 成都平原水资源的供需矛盾日益突出。因此研究岷江上游水资源的问题及可持续利用对成都平原的发展具有重要意义。

### 1 岷江上游水资源问题

#### 1.1 水量总体减少且分配不均

岷江上游来水一直比较稳定, 但是, 随着上游地区生态环境不断恶化, 尤其是森林植被锐减, 大片采伐区和迹地失去了涵养水源、保持水土的能力, 致使岷江上游径流量逐渐减少, 径流变差增大。据控制岷江上游水文状况的紫坪铺水文站长期连续观测资料, 岷江上游年平均径流量 20 世纪 30 年代为 174 亿 m<sup>3</sup>, 60 年代为 155.8 亿 m<sup>3</sup>, 到 90 年代则降为 132.6 亿 m<sup>3</sup>; 同时, 2 月平均流量从 20 世纪 30 年代的 174.3 m<sup>3</sup>/s, 60 年代的 144.7 m<sup>3</sup>/s 降到 90 年代的 128 m<sup>3</sup>/s。20 世纪 90 年代与 20 世纪 30 年代相比, 年平均径流量减少 23.8%, 2 月平均流量减少 26.7% (图 1)。

一方面, 岷江上游的总体水量逐渐减少, 另一方面, 岷江上游来水面临着年内分配不均的问题。据统计, 岷江上游各时段来水量占全年来水量的比例是: 春季 (3~5 月) 17.07%; 夏季 (6~8 月) 44.57%; 秋季 (9~11 月) 29.62%; 冬季 (12~2 月) 8.74%。即每年的枯水期 (12 月~5 月) 来水量占全年来水量的 25.81%, 丰水期 (6~11 月) 来水量则

占到全年来水量的 74.19% (表 1)。

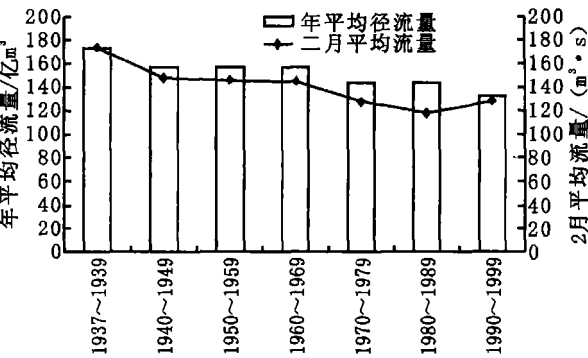


图 1 岷江上游多年平均径流量和二月平均流量变化图

表 1 岷江上游来水量季节分配表

项目	夏季 (6~ 8月)	秋季 (9~ 11月)	冬季 (12~ 2月)	春季 (3~ 5月)	全年
岷江上游多年平均来水量/亿 m <sup>3</sup>	67.6	44.9	13.2	25.9	151.6
各季水量占全年水量的百分比/%	44.57	29.62	8.74	17.07	100
丰、枯水期占全年水量的百分比/%	74.19(丰水期)		25.81(枯水期)		100

1.2 洪灾频繁

岷江上游的洪水直接威胁着沿江和成都平原的安全。据史料记载,民国元年至民国 38 年(1911~ 1949 年)间,灌县(现都江堰市)发生洪涝灾害 22 次,其中大灾 10 次。按水文实测资料,1937~ 1949 年的 13 年间,岷江洪水流量达 3 000 m<sup>3</sup>/s 以上的共有 6 次。1949~ 1991 年间,岷江发生 3 000 m<sup>3</sup>/s 以上洪水 11 次,其中 1964 年 7 月 20~ 22 日,在二王庙出现有实测记录以来的特大洪水,洪峰流量达到 7 700 m<sup>3</sup>/s<sup>[3]</sup>。特别是灌县至新津岷江干流的金马河段,常发生洪水灾害。金马河段全长 78 km,途经灌县、温江、崇庆、双流、新津五个县。由于金马河是具有宽、浅、弯、乱特性的游荡性平原河流,安全下泄流量仅 2 500 m<sup>3</sup>/s,而岷江上游多年平均洪峰流量 2 728 m<sup>3</sup>/s,洪峰流量大于 2 500 m<sup>3</sup>/s 的年数占 50% 以上,所以洪灾严重而且频繁。从 1949~ 1981 年的 32 年中,发生重大洪水灾害就有 15 年,多年平均洪灾损失 800 万元<sup>[4]</sup>。

1.3 水体污染有加重的趋势

岷江上游水体质量总体来讲,处于《地表水环境质量标准》(GB3838— 2002) 类标准和 类标准之间,水质比较好。据四川省水环境监测中心对岷江上游都江堰断面、阿坝州松潘县镇江关断面、阿坝州汶川县威州断面 2002~ 2004 年 3 年监测,总体水质属于较好水质( 类) 和轻微污染水质( 类) 之间(图 2)。但是,2004 年 1~ 2 月连续两次监测威州断面水体污染,如 2004 年 1 月氨氮超标,超标 20%,水质为 类标准,属于轻微污染水质;2004 年 2 月为氨氮超标 6.4 倍,五日生化需氧量超标 1.4 倍,总磷超标 10%,水质达劣 类标准,属于严重污染水质。2004 年 5 月都江堰断面总汞超标 1 倍,水质为 类标准,轻微污染。2004 年 9 月又出现镇江关、都江堰及威州断面氨氮超标,水质分别达到 类及 类标准,水体受到轻微污染和重度污染。由此可见,尽管上游水质相对较好,但是作为成都平原的主要水源地,污染有逐渐加重的趋势。且随着上游工业经济的发展,排入岷江的废弃物逐渐增多,如治

理不力,将引起岷江水质的恶化。

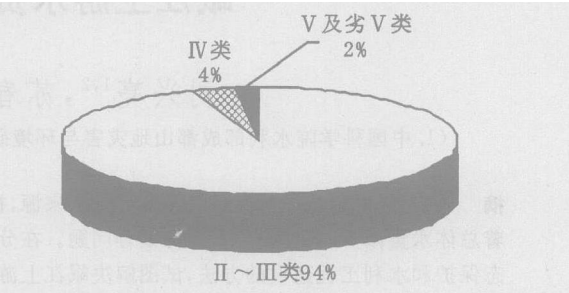


图 2 都江堰、镇江关、威州三断面 2002~ 2004 年 3 年水质情况

2 岷江上游出现水资源问题的原因分析

2.1 森林破坏严重

森林有“绿色水库”之称,据观测资料,当森林的根系达 1 m 深时,每 1 hm<sup>2</sup> 森林面积可以贮水 500~ 2 000 m<sup>3</sup><sup>[5]</sup>。而岷江上游的森林涵养水源调节地表径流的能力随着森林覆盖率的降低而逐渐下降。岷江上游在元代时有森林 120 万 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率 50.0%,经历代砍伐破坏,至 20 世纪 40 年代末降为 74 万 hm<sup>2</sup>,覆盖率 32.0%,建国以来到 1980 年以前,每年采伐森林 100~ 300 万 m<sup>3</sup>,到 80 年代森林面积已经降为 46.7 万 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率下降至 18.8%<sup>[6]</sup>。而有研究显示,岷江上游森林覆盖率每减少 1%,径流模数就减少 0.27 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup><sup>[7]</sup>。因此,大面积的森林砍伐破坏是岷江上游径流量逐渐减少的重要原因。随着岷江上游开始实施天保工程和退耕还林(草)工程,岷江上游的森林面积有所扩大,覆盖率已经开始逐渐提高。90 年代后期森林覆盖率已恢复到 29.6%,但其中大部分是次生林和人工林,原始林越来越少<sup>[8]</sup>。

2.2 水资源利用量大且利用效率不高

以岷江上游来水为主要水源的都江堰工程,提供了成都平原主要的农业、工业、城镇生活、环境功能用水。1949 年都江堰已灌溉成都平原 14 个县,灌溉面积 18.8 万 hm<sup>2</sup>,到 2002 年都江堰灌区灌溉面积已扩大到 67.3 万 hm<sup>2</sup>。随着灌面的扩大、工农业生产和城市人民生活水平的不断提高,工农业生产和城市生活用水也不断增加。成都平原需水量的不断增加使得岷江上游来水量逐渐的减少的问题变得更加严峻。有研究表明,都江堰平原灌区平均缺水 3.10 亿 m<sup>3</sup>,丘陵区平均缺水 3.41 亿 m<sup>3</sup>,合计缺水 6.51 亿 m<sup>3</sup>,在保证率 P= 90% 的干旱年平原灌区年均缺水 7.0 亿 m<sup>3</sup>,丘陵灌区年均缺水 6.42 亿 m<sup>3</sup>,合计缺水 13.41 亿 m<sup>3</sup><sup>[9]</sup>。

同时,岷江上游来水面临着水资源利用率不高的问题。都江堰灌区各级渠道防渗的长度较短,全灌区 70% 的渠道需要衬砌防渗。灌区水利用系数只有 0.48,也即农业用水进入田间之前就损失了 50% 以上<sup>[9]</sup>。而且农业上传统的大水漫灌的灌溉方式也造成水资源的巨大浪费。成都市万元 GDP 用水量约为 410 m<sup>3</sup>,在全国处于较低的水平,相当于发达国家万元 GDP 用水量 150 m<sup>3</sup> 的将近 3 倍。水资源重复利用率只有 50% 左右,而发达国家已达到 70% 以上<sup>[10]</sup>。

2.3 缺少可以调节径流的大型蓄水工程

岷江上游缺少可以调节径流的大型蓄水工程。岷江上游现有水电站均是缺少调节径流能力的中小型水电站,对岷江径流的调节作用非常弱。导致了以岷江上游来水为主要水源的都江堰工程亦只能按照自然来水模式运行,能够利用的水量不足 100 亿 m<sup>3</sup>。枯水期缺水,丰水期大量来水白白

流失,汛期大量弃水甚至会造成洪涝灾害,危害下游。

2.4 水体污染逐渐加重

由于岷江上游特殊的地理位置,使其成为阿坝州工业发展的核心地区。现有水电、制革、造纸、化工、冶炼、机械、水泥、食品等行业。该区面积只有全州面积的 27.7%,人口为全州的 45.9%,2002 年国内生产总值却占全州国内生产总值的 54.3%,工业产值则占到全州工业产值的 90.0%<sup>[1]</sup>。其中汶川县境内的七盘沟工业区和漩口工业区近 70 km 的河段内,集中了阿坝州 80% 的工业企业,年排放工业废水 650 万 t,工业废气 10 亿 m<sup>3</sup>,工业废渣 50 万 t,汶川县威州以下岷江两岸为污染集中区<sup>[11]</sup>。这和四川省水环境监测中心监测结果一致,近三年岷江上游水质达到 Ⅲ 类及劣 Ⅲ 类的两次均在威州断面。岷江上游的这些工业企业大多沿江而建,缺少污染治理,工业三废直接排入江中,很容易造成岷江水质的恶化。

3 岷江上游水资源可持续利用对策

3.1 保护天然植被,实行退耕还林(草)工程,重建岷江上游生态屏障

岷江上游森林植被多属防护林、水源涵养林和水土保持林,由于森林砍伐破坏,使得岷江上游森林涵养水源保持水土的能力下降。因此,必须坚决禁止砍伐天然林,实行天然林保护工程。在保护好天然林的同时,还应该坚决做好退耕还林(草)工程。岷江上游耕地总面积 52 887.49 hm<sup>2</sup>,其中 > 25° 的坡耕地面积就有 11 047.87 hm<sup>2</sup>,占该区耕地总面积的 21.43%。对于 > 25° 的坡耕地实施退耕还林(草)工程刻不容缓。另外,可以针对该流域内不同海拔高度和不同生态环境,分别在干旱河谷、冷湿半山、寒温带亚高山等地区建设不同林型的多层次水源涵养林体系,增加森林覆盖率,形成成都平原和四川盆地的生态屏障。

参考文献:

[1] 四川省统计局. 四川统计年鉴 2003[M]. 北京: 中国统计出版社, 2003.  
[2] 李洪, 由丽华. 树立科学发展观 合理开发岷江水资源[J]. 四川水力发电, 2004, 23(2): 1- 3.  
[3] 汪明忠, 高瑞虎, 马建明, 等. 岷江金马河堤防管理信息系统[J]. 中国水利, 2002, (2): 31- 32.  
[4] 岷江上游以水资源为主的国土综合开发研究课题组. 岷江上游以水资源为主的国土综合开发(研究报告)[R]. 成都: 四川省科学技术学会, 四川省国土局, 1988. 5- 7.  
[5] 吴敏良. 岷江上游森林过伐与都江堰水源减少问题浅叙[J]. 四川水利, 1997, (1): 51- 52.  
[6] 张荣祖. 横断山区干旱河谷[M]. 北京: 科学出版社, 1992. 6- 12.  
[7] 郭永明, 汤宗祥. 岷江上游水土流失及其防治[J]. 山地研究, 1995, 13(4): 267- 272.  
[8] 张建平, 樊宏, 叶延琼. 岷江上游土壤侵蚀及其防治对策[J]. 水土保持学报, 2002, 16(5): 19- 22.  
[9] 刘宇. 关于都江堰灌区水资源及灌面的思考[J]. 四川水利, 2000, 21(2): 27- 29.  
[10] 李晓峰, 刘光中. 成都市水资源现状和可持续利用对策[J]. 四川水利, 2002, (2): 16- 18.  
[11] 鲁晓阳. 岷江上游生态环境治理对策探讨[J]. 四川环境, 1999, 18(1): 72- 74.

(上接第 188 页)

[5] 冯金良, 张稳. 海滦河流域水系分形[J]. 泥沙研究, 1999, (2): 62- 65.  
[6] 张丽萍. 祖厉河流域侵蚀地貌的数理分析[J]. 中国水土保持, 2004(3): 12- 15.  
[7] 承继成. 江美球. 流域地貌数学模型[M]. 北京: 科学出版社, 1986. 12- 38.  
[8] Ferder J. Fractals[M]. New York: Plenum Press, 1988.  
[9] 王协康, 方铎. 流域地貌系统定量研究的新指标[J]. 山地研究, 1998, 16(1): 8- 12.  
[10] 李后强, 艾南山. 分形地貌学及地貌发育的分形模型[J]. 自然杂志, 1991, 15(7): 516- 519.  
[11] 励强, 陆中臣等. 地貌发育阶段的定量研究[J]. 地理学报, 1990, 45(1): 110- 119.  
[12] 何隆华, 赵宏. 水系的分形维数及其意义[J]. 地理科学, 1996, 16(2): 124- 128.