

岷江流域水资源安全及适应对策

王渺林^{1,2,*} 郭丽娟¹, 高攀宇¹, 傅 华³

1. 长江水利委员会 长江上游水文水资源勘测局, 重庆 400014; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所
陆地水循环及地表过程重点实验室, 北京 100101; 3. 重庆交通学院 河海学院, 重庆 400074

摘要:随着经济和社会的发展, 水资源安全问题日益突出, 尤其是水资源短缺、水污染加重以及与水相关的生态环境恶化已经成为中国首要解决的问题之一。本文以岷江流域为例, 从水资源的水量、水质及其生态环境安全等方面, 探讨流域水资源安全问题。研究表明, 随着人类活动和社会经济发展的影响, 岷江流域水资源安全及其生态环境受到威胁, 表现为: ①水量减少。岷江流量明显减少, 70~80年代与30~40年代相比, 年均径流量减少9.5%, 地下水资源量减少, 地下水位降低10m左右。洪旱灾害更加频繁。②岷江水污染呈加重趋势。岷江高场站的综合污染指数由1996年的0.21增加为2000年的0.34, 水质级别由“较清洁”变为“轻污染”。③生态环境恶化。岷江上游森林面积减少和干旱河谷扩大, 水土流失也有加剧的趋势。针对这些变化, 要保障流域水资源及其生态环境安全有必要采取下列对策: 即必须树立可持续利用的观念; 以水资源承载能力为前提, 推进水利和经济的协调发展; 建立水资源保护区, 防治水污染。

关键词:水资源; 水安全; 水量; 水质; 生态环境; 岷江流域

中图分类号: F323.213 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-716X(2006)04-0138-05

水是支撑地球社会经济系统发展不可替代的资源。由于全球变化、人类活动的负面影响, 许多地区发生了严重的水问题与危机, 如洪水、干旱和江河水体污染, 成为限制国家和区域可持续发展的关键因素^[1,2]。2000年3月在荷兰海牙召开的世界部长级会议和2000年8月在瑞典斯德哥尔摩召开的世界水讨论的主题都是“21世纪水安全”。在海牙会议上提出^[3]: 为实现21世纪水安全, 我们面临着“满足基本需求; 保护生态; 食物安全; 水资源共享; 控制灾害; 水的价值; 合理管理水资源”等一系列挑战。因此, 水资源安全已经成为水资源研究的国家前沿热点, 受到世界范围的瞩目。在对水安全问题进行思考的同时, 我们注意到水资源不仅是一个生态环境问题, 也是一个经济问题、社会问题和政治问题, 直接关系到国家的安全^[4]。对那些水资源紧张的国家和地区来说, 水资源已经成为关系到生存和发展的战略问题。因此有必要对区域水安全问题进行深入持续的研究, 便于对区域水安全进行客观真实的评估。目前对水资源安全的研究很少, 且主要针对干旱半干旱地区, 如夏军提出了关于华北地区水资源安全

的水循环基础与应用问题研究的若干建议^[3]; 贾绍凤等建立了区域水资源压力指数与水资源安全评价指标体系^[5], 并利用这些体系, 对海河流域水资源安全现状进行了评价^[6]; 韩宇平等以典型的水资源紧张的宁夏地区为例进行了水资源安全评价^[7]。本文以处于半湿润地区的岷江流域为例, 从水资源的水量安全、水质安全及其相关的生态环境安全等方面, 探讨流域水资源安全问题。

1 水资源安全的概念

水资源安全现在没有一个公认的定义。参照王礼茂等提出的资源安全的定义^[8], 我们认为水资源安全是指相对人类社会生存环境和经济发展过程中发生的与水有关的危害问题, 例如洪涝、溃坝、水量短缺、水质污染等并由此给人类社会造成损害例如人类财产损失、人口死亡、健康状况恶化、生存环境的舒适度降低、经济发展受到严重制约等, 由于人类不可持续的社会经济活动使得水体弱化或丧失正常功能, 不能维持其社会与经济价值, 影响人类对水的基本需求, 进而引发一系列的经济社会和环

* 收稿日期: 2004-09-03; 修订日期: 2004-10-20

基金项目: 国家重点基础研究(973)项目(2003CB415205), 重庆市自然科学基金项目(CSTC2005BB0117)

作者简介: 王渺林(1975-), 男, 安徽黄山人, 工程师, 博士生, 主要从事流域水循环模拟、水文预报、GIS应用和水资源研究。

个是水资源安全的自然属性,即干旱、洪涝、河流改道等自然型的水安全;一个是水资源安全的社会属性,由于人类对自然水循环的大量干预所形成的二元水循环模式导致了水资源安全在具有自然属性的同时还具有社会属性,如水量短缺、水质污染、水环境破坏、水生态系统功能丧失、水分配不合理、水资源浪费、水管理混乱等等。水资源安全的外延指的是由水资源安全引发的其它安全问题,如粮食安全、经济安全和社会政治稳定及国家安全等^[8]。

从以上的论述可以对水资源安全理解为:在现在或将来,由于自然的水文循环波动或人类对水循环平衡的不合理改变,或是二者的耦合,使得人类赖以生存的区域水状况发生对人类不利的演进,并正在或将来要对人类社会的各个方面产生不利的影响,表现为干旱、洪涝、水量短缺、水质污染、水环境破坏等等方面;并由此可能引发粮食减产、社会不稳、经济下滑及地区冲突等等。

水资源包括水量和水质两方面,因此,可从水量和水质两方面阐述水资源安全问题。

1.1 水量的安全

水量的安全主要是指基于供求关系和生态需求的水量安全。供求关系的水量安全要求水供给能力略大于水需求能力,而当水供给远远超过水需求时,就会形成洪涝灾害,这时强调人类要有抵御洪涝灾害的能力。水资源安全的基本度量是水资源承载力,如果一个地区的经济发展需水量超过这个基本度量,我们也认为是不安全的,这时就要寻找新水源或采取区外调水措施。水资源生态安全指生态系统的最低需水应该得到保证,人类不能挤占过多生态用水而使生态系统崩溃。因此人类必须树立水资源可持续利用的概念,即水的利用量不能超过水的再生补充量。水资源量安全分为自然型和人为型的水安全。近百年来,全球变暖,气候异常,导致了我国极端降水量增加,形成洪涝灾害;而局部地区降水量减少又形成了自然资源型缺水;与此同时,水资源需求量的增加和盲目掠夺式的开发,进一步加剧了水量的安全问题,又形成了人为型的缺水。

1.2 水质的安全

水质的安全包括地表水水质的安全和地下水水质的安全。地表水的水质主要是指河流水质、湖泊水质、水库水质、灌渠引水水质以及与人类关系最为密切的饮用水水质。水质安全属于水资源安全中的第一个层次,也是最为重要的一个层次。由于污染造成的缺水属于水质型缺水。上世纪70年代末,尤其是改革开放以来,工农业和城市迅速发展,经济持续高速增长造成水质明显下降。粗放的、外延性的经济增长方式是以牺牲生态环境和大量消耗资源为代价的,是造成中国水质安全问题的主要因素。

2 岷江流域水资源安全问题

岷江发源于岷山南麓松潘县郎架岭,由北往南流经四川盆地西部,于宜宾市汇入长江,全长约730km,流域面积135800km²,天然落差约3650m,是长江流域水量最大的支流,也是中国水利开发最早的河流之一。流域范围大致呈倒置的梯形。多年平均径流量868亿m³。

2.1 水量变化

近年来,岷江流域洪、涝、旱、风雹等时有发生。近年春旱造成毁种面积多在5~7%,严重时达10%以上,20世纪70~80年代洪灾发生频繁,山地灾害严重,泥石流、塌方、滑坡在汶、理、茂三县河谷地带达近百处^[9]。不但造成不可估计的经济损失,而且威胁着当地人民的生命财产安全。

进入20世纪90年代岷江流量明显减少^[9],30年代岷江年径流流量为163.1亿m³,到70年代下降为140.8亿m³,岷江上游50年代的1月份平均流量为82.8m³/s,到80年代仅76.4m³/s,7月份平均流量却由436m³/s上升为524m³/s,80年代年平均洪峰流量2867m³/s,最大洪峰7700m³/s,平均最小枯流量129m³/s,洪枯流量变化幅平均21倍,最高达96倍。紫坪铺水文站1937~1985年49年连续观测资料^[10](表1)表明其水量在减少,70~80年代与30~40年代相比,年均径流量减少9.5%,最小流量减少27.2%。

同时,地下水资源量减少。以成都市为例,随着

表1 紫坪铺水文站水文特性变化^[10]

年 份	最小流量(m ³ /s)	最大流量(m ³ /s)	年均流量(m ³ /s)	年径流量(亿 m ³)	年降雨量(mm)
1937~1950	141.6	2426.4	481.6	15.20	1534.5
1951~1960	122.6	2186.7	468.4	14.78	1508.3
1961~1970	130.3	2548.0	468.1	14.77	1570.3
1971~1985	103.1	2154.3	435.7	13.75	1443.4
1971~1985与1937~1950 相比的变幅(%)	-27.2	-11.2	-9.5	-9.5	-5.9

降水量减少和岷江上游来水量减少,成都市区的地

下水位明显降低^[11]。成都市区地层大多为第四纪松

散沉积物砂卵石层,地下水丰富,埋藏浅.70 年代以前,市区地下水位普遍在 1-3m 左右,普通民宅院内均有水井,水位不超过 2-3m.目前地下水位普遍降至 10-20m.70 年代以前,成都平原有大面积的“下湿田”,即地下水位高,田内积水不易排干,影响小麦种植,大春也有湿害的一种低产田.70 年代末土壤普查时成都市有“下湿田”5.3 多万 hm^2 .近年由于地下水位降低和开展“下湿田”改造工程,1984 年低产田调查时只有 2.4 万 hm^2 .

2.2 水质变化

水资源环境是水资源的涵养、蓄积的空间.随着人口的增长并向城市的聚集,经济的发展和人民生活水平的提高,用水量不断增加的同时污水排放量也在增长,更加剧了水资源供需矛盾,造成水质不断恶化,也造成了生态系统的破坏.

岷江水质污染主要来自三方面:一是城市生活污水及部分生活垃圾.岷江流域人口平均密度为 850 人/ km^2 ,成都市人口平均密度达 2050 人/ km^2 ,岷江中上游及乐山段的非农业人口约 370 万人^[12],每年排放生活污水约 2.16 亿 $\text{t}^{[13]}$,除成都市已建三瓦窑城市污水处理厂外(日处理 10 万 t),其余城镇生活污水直接排入河中;城镇生活垃圾年产量达 134 万多 t ,大多数无处理设施,很多堆于江边,借洪水冲走造成水体污染.二是厂矿企业生产废水污染.岷江流域布局的厂矿企业多数为重污染型,主要有造纸、制革、医药、化肥化工、机械、食品、电子等行业,重点污染企业 86 家,其中造纸厂 38 家,年排工业废水 798805 万 t ,主要污染物 COD、 BOD_5 、石油类、氨氮、 Cr^{6+} 等年排量 301482 t ,加上乡镇工业污染物排放致使一些江段污染更为突出.三是农田径流污染.岷江干流为四川省主要产粮地区,每年施用大量化肥、农药确保农业丰收.据统计,沿岷江干流有耕地 61 万多 hm^2 ,每年施用化肥量 25.9 万 t 、农药 4856.58 t ,化肥农药除作用于农作物外,大量化肥、农药随农田径流入水体,影响河流水质^[14].分析岷江高场站 1996~2000 年的综合污染指数^[15](图 1),可以看出,综合污染指数由 1996 年的 0.21 增加为 2000 年的 0.34,水质级别由“较清洁”变为“轻污染”.水质发生了恶化.

2.3 生态环境变化

森林有巨大的涵养水源、调节径流的作用.以岷江上游为例,岷江上游 600 年前约有森林 120 万 hm^2 ,覆盖率 50% 左右.1950 年森林面积约 74 万 hm^2 ,覆盖率 30%.建国后 30 余年的大规模采伐,到 80 年代森林面积降至 46.7 万 hm^2 ,覆盖率降至 18.8%,森林蓄积量也低于 1.05 亿 m^3 .近 30 余年森林覆盖率

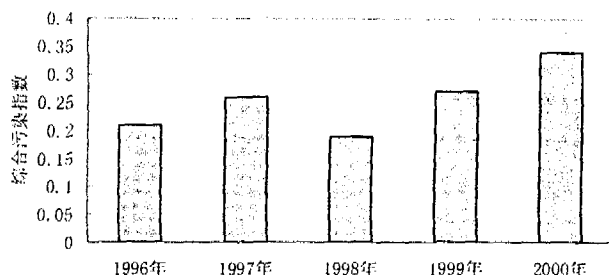


图 1 岷江高场站的水质综合污染指数变化^[15]

和蓄积量减少了 36.9% 和 47.5%^[11].

由于河谷森林破坏严重,干旱河谷扩展十分明显.据调查^[16],岷江河谷近年形成长 300 km (占干流总长度的 88%),宽 2~4 km ,海拔 1020~2800 m 的干旱河谷带,总面积达 4700 km^2 ,约占岷江上游总面积的 20.8%.在干旱河谷中已有 30% 的面积向荒漠化演变,其规模达到 1400 km^2 以上.气候条件在进一步恶化,年均风速近年已增到 4~4.4 m/s ,蒸发量大于降水量 3 倍多,森林植被逆向演变,河谷朝着半荒漠发展.邻近草原地区沙漠化现象发展迅速,近 20 年沙漠面积增长 5 倍多,并进一步恶化^[9].

随着岷江上游森林面积减少和干旱河谷扩大,水土流失也有加剧的趋势.据 1985 年四川省卫星遥感水土流失调查,该区水土流失面积达 1.03 万 km^2 ,占总面积的 41.7%(其中水土流失最严重的理县达 67.2%),平均侵蚀模数达 2547 $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{y}$,年总侵蚀量达 2623.4 万 t .1995 年水土流失面积增加到 1.13 万 km^2 ,占流域总面积的 45.7%,比 10 年前增加了 4 个百分点,侵蚀总量增加到 3313 万 t ,比 80 年代增加 26.3%,侵蚀模数也提高到 2931.8 $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{y}$,比 10 年前增加了 15.1%^[16].

3 适应对策和建议

上述事实证明,随着人类活动和社会经济发展的影响,岷江流域水资源安全及其生态环境受到威胁,表现为:水文状况恶化;水污染加剧;生态环境恶化.针对这些变化,要保障流域水资源安全及其生态环境有必要采取下列对策:

3.1 树立可持续利用的观念

在水资源开发和利用上,要从工程水利向资源水利、传统水利向现代水利、可持续发展水利转变,以水资源的可持续利用保障经济社会的可持续发展.从可持续发展的角度来理解水资源的可持续利用,既满足当代人对水的需求,又不对后代人满足其需求能力构成危害;特定区域的需要不危害和削弱其他区域满足其需求的能力;从人与自然的考虑,要求人与自然和谐共处,以人为本.水资源开采量以保证区域生态环境稳定为前提,以科技发展

为动力,取水应最经济,用水效益应是高效的和合理的,水资源的开发和利用应不损害后代和邻区利用。

3.2 以水资源的承载能力为前提,推进水利和经济的协调发展

按照水资源的承载能力^[17,18],推进水利和经济的协调发展,在一定的流域或区域内,应该根据当地现在有多少水,将来可能有多少水来综合考虑,确定适当的经济社会发展结构和规模,以维系良好的生态系统。只有经济社会发展和水资源承载能力相协调,才能实现可持续发展。

3.3 防治水污染,建立水资源保护区

要采取综合措施,做好污染治理和生态保护工作。一方面加强水污染的防治,要遵循“谁造成污染,谁承担责任”的原则,加大水污染防治的执法和监督工作的力度,依法严格控制污水排放,减少污染源。另一方面,建立水资源保护区,有效地保护水资源的水量和水质。建立流域统一管理机构,设立保护基金,用于发展林业、保持水土、治理污染和山地灾害以及干旱河谷地带综合治理。

参考文献:

- [1] 夏军,谈戈.全球变化与水文科学新的进展与挑战[J].资源科学,2002,24(3):1-7.
- [2] Chen J. Q. and J. Xia. Facing the challenge: barriers to sustainable water resources development in China[J]. Hydrological Science Journal, 1999,44(4):507-516.
- [3] 夏军.华北地区水循环与水资源安全:问题与挑战[J].地理科学进展,2002,21(6):517-526.
- [4] 王小民.二十一世纪的水安全[J].社会科学,2001(2):25-29.
- [5] 贾绍凤,张军岩,张士锋.区域水资源压力指数与水资源安全评价指标体系[J].地理科学进展,2002,21(6):538-545.
- [6] 贾绍凤,张士锋.海河流域水资源安全评价[J].地理科学进展,2003,22(4):379-387.
- [7] 韩宇平,阮本清.区域水安全评价指标体系初步研究[J].环境科学学报,2003,23(2):267-272.
- [8] 王礼茂,郎一环.中国资源安全研究的进展及问题[J].地理科学进展,2002,21(4):333-340.
- [9] 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.
- [10] 《四川森林》编辑委员会.四川森林[M].北京:中国林业出版社,1992,1158-1159.
- [11] 石承苍,罗秀陵.成都平原及岷江上游地区生态环境的变化[J].西南农业学报,1999,12:75-80.
- [12] 陈齐.水土流失知多少[N].四川日报,1999-01-29(6).
- [13] 李江天.把四川建成旅游大省—宋宝瑞省长谈四川旅游业的发展[N].经济日报,1998-10-25(1).
- [14] 梁荫.岷江流域水污染防治对策浅谈[J].四川环境,2000,19(2):60-63.
- [15] 王建平,孙佑佳.宜宾市主要江河水质现状及污染防治对策[J].四川环境,2002,21(1):72-75.
- [16] 陈安勇.岷江上游地区水土保持的特别重要性及战略措施[J].农村经济,1998,1:65-69.
- [17] 刘昌明,王红瑞.浅析水资源与人口、经济和社会环境的关系[J].自然资源学报,2003,18(5):635-644.
- [18] 夏军,朱一中.水资源安全的度量:水资源承载力的安全与挑战[J].自然资源学报,2002,17(3):262-269.

Discussion on water security problem and countermeasure in Minjiang River

WANG Miao-lin^{1,2}, GUO Li-juan¹, GAO Pan-yu¹, FU Hua³

1. Bureau of Hydrology & Water Resources Survey of the Upper Yangtze River, Chongqing 400014, China; 2. Key Laboratory of Water Cycle & Related Land Surface Processes, Institute of Geographical Sciences & Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 3. School of River & Ocean, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China

Abstract: Along with the development of economy and society, water security problem becomes increasingly serious. Especially, the issue of water shortage, water pollution and related eco-environmental degradation has become one of the major emergency problems in China. The water security problem was discussed, including water quantity, water quality and related eco-environmental security. As an example, the issue of water security problem in Minjiang River was analyzed. It was found that influenced by human activities and the development of economy and society, the water security and related eco-environment have been threaten in Minjiang River: a) Water quantity in Minjiang River reduced. It was found that the runoff in Minjiang River decreased obviously. The average annual runoff from 1970s to 1980s decreased 9.5% compared with that from 1930s to 1940s. And the ground water resources reduced too: the ground water level descent about 10m. The flood and drought became more frequent. b) Water pollution in Minjiang River shrew a tendency to aggravate. The comprehensive water pollution index at Gaochang Station was 0.21 in 1996, but it increased to 0.34 in 2000. And the rank of water quality changed from "relatively cleaning" into "

light pollution". c) Related eco-environment degraded. The forest area in the upper reaches of Minjiang River reduced and the aridity river valley expanded. Water loss and soil erosion had the tendency to aggravate too. According to the above changes in Minjiang River, some suggestion and countermeasure for protecting the water security and eco-environment were proposed: Firstly, the idea of sustainable utilization of the water resources must be set up; Secondly, regard the carrying capacity of the water resources as the prerequisite, advance the development of water conservancy and economic coordination; Thirdly, establish the water resources protection area and prevent and control the water pollution.

Key words: water resource; water security; water quantity; water quality; eco-environment; Minjiang River

(上接 123 页)

- [2] 王会义, 宋 健. 汽车电子技术新动向[J]. 电子产品世界, 1999, (11): 44-45.
- [3] 张保国. 电子控制技术在汽车中的应用与发展[J]. 山西机械, 2002(2): 52-54.
- [4] 陈延寿, 王建萍. 信息技术在汽车上的应用[J]. 汽车工业研究, 2001, (10): 26-28.
- [5] 徐友春, 王荣本, 李 兵, 等. 世界智能车辆近况综述[J]. 汽车工程, 2001(5): 289-295.
- [6] 吴基安. 汽车电子技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1999.
- [7] 王文成. 神经网络及其在汽车工程中的应用[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1998.
- [8] Dai Xiaohui, C.K. Li and A.B. Rad. Performance Comparison of Automated Vehicle Controllers[J]. 机电工程技术, 2002(6): 117-121.
- [9] C P Quigley, R J Ball, R P Jones. Fuzzy modeling approach to the prediction of journey parameters for hybrid electric vehicle control[J]. Proc Instn Mech Engrs Vol 214 Part D, 875-885.

Application of the information、digital intelligentize and systemize on vehicles

LI Jun^{1,2}, LI Zao-heng³, ZHANG Shi-yi¹

1. School of Machine & Electronic, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;

2. Chongqing University State Key Lab Mechanical Transmission, Chongqing 400044, China;

3. Guangdong Fuoshan South Mechanism and Electron Ltd, Fuoshan 528000, China

Abstract: With the development of the Computer and Information Technology, the computer、information intellect network have employed in many of fields. The Society Development and People Life have be without the automobiles. This paper introduces the application of the computer and electronic control in vehicles and discusses the development-ward. The application of the informative intelligent network vehicles is requirement in the modern informative society and life. It is result of development in information and intelligent society.

Key words: vehicle electronic technology; information; intelligentize; network and controlling