

岷江上游生态水文研究图集

Eco-Hydrological Atlas of the Minjiang Upstream

刘世荣 孙鹏森 罗传文

等著 □



中国地图出版社

岷江上游生态水文研究图集

刘世荣 孙鹏森 罗传文 等著



中国地图出版社

图书在版编目（C I P）数据

岷江上游生态水文研究图集 / 刘世荣, 孙鹏森, 罗传文著. —北京: 中国地图出版社, 2008.5
ISBN 978-7-5031-4706-7

I. 岷… II. ①刘…②孙…③罗… III. 岷江—上游河段—区域水文学—图集 IV. P344.271-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第055249号

责任编辑: 张世奇
出版审订: 郇向荣

内容简介

《岷江上游生态水文研究图集》是国家基础研究重点规划项目 (2002CB111504) 和国家自然科学基金杰出青年基金项目 (30125036) 的研究成果之一。

图集涉及的是岷江上游完整流域的植被、水文、气象要素的时间和空间变化, 应用了大量的遥感数据、地理数据和地面观测数据, 对研究区域进行了多角度、多方位的分析, 翔实地提供了降雨、径流、蒸发、土地利用、干旱河谷、植被、土壤、潜在沟系等各种因子的时间序列和空间分布。

图集为森林水文学、生态学、地学、资源与环境等学科的研究, 以及流域可持续管理与规划提供了一个重要的科学基础, 是高等学校、科研部门和政府决策部门的研究人员和业务人员的重要参考书。

出版发行	中国地图出版社	社 址	北京市宣武区白纸坊西街3号	邮政编码	100054
电 话	010-68531556	网 址	www.sinomaps.com		
印 刷	北京林业印刷厂				
装 订	北京林业印刷厂	经 销	新华书店		
成品规格	210mm × 285mm	印 张	7		
版 次	2008年5月第1版	印 次	2008年5月北京第1次印刷		
印 数	0001-1000	定 价	55.00元		
书 号	978-7-5031-4706-7/K · 2924				
审 图 号	GS (2008) 464号				

本图集中国国界线系按照中国地图出版社1989年出版的1 : 400万《中华人民共和国地形图》绘制

岷江上游生态水文研究图集

资 助 项 目

国家基础研究重点规划项目

“森林植被对西部典型区域农业生态环境的调控机理与植被恢复”

(2002CB111504)

国家自然科学基金杰出青年基金项目

“长江上游岷江流域森林植被演变与水文过程耦合变化机制及其模拟”

(30125036)

岷江上游生态水文研究图集

作 者

(以姓氏笔画为序)

刘世荣	刘京涛	刘志才	孙鹏森	江 洪
李崇巍	吕喻良	张远东	倪春迪	罗传文
胡远满	何兴元	葛建平		

序

水资源和水环境是地球生命系统的源泉和重要组成部分,在全球生物地球化学循环、大气环流、气候环境以及生物圈地圈进化与动态平衡过程中起着极为重要的作用。森林植被与水相互作用产生了森林生态系统的生物过程和水分循环过程,进而影响地表过程的大气、植被和土壤的组成、结构与功能以及能量转换与平衡。

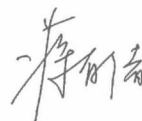
森林流域作为地表系统过程的组合片断,具有清晰的生物地理边界和经济社会的管理单元,形成了完整的自然、经济、社会的复合流域生态系统。水资源和水环境是流域生态系统服务功能的关键属性。流域内,特别是流域上游的人类活动引起的土地利用和土地覆盖变化直接影响流域的生态过程与水文过程,进而影响流域的水资源和水环境。充分发挥和增强森林植被的生态水文功能,对流域的水资源和水环境的改善以及整个流域经济社会复合生态系统的可持续发展至关重要。

长期以来,流域森林植被与水的相互关系一直是学术界争论和关注的焦点。一方面,是由于森林植被与水的耦合作用的非线性和时空异质性以及尺度效应的复杂性;另一方面,是由于森林植被与水的耦合变化与诸多其它生态环境变化相关联,如全球气候变化、景观格局变化、生物多样性变化、土地退化、大气污染和火灾与病虫害等。为深入认识流域森林植被与水的相互关系,需要从多学科、交叉学科和多尺度集成角度来研究流域森林植被分布格局及其时空动态对水资源和水环境的影响,建立流域生态过程和水文过程的耦合机制与尺度转换方法,构建大尺度耦合植被特征的分布式生态水文模型,预测和评价大规模森林植被建设对流域水资源和水环境的综合影响,为优化设计和调控流域森林植被的结构和配置提供科学依据。

科技部在2002年12月批准国家重点基础研究发展规划项目“森林植被对西部典型区域农业生态环境的调控机理与植被恢复”(2002CB111504)立项,开展了面向国家西部大开发战略,服务于天然林资源保护工程和退耕还林还草工程建设重大科技需求的基础研究。鉴于我国西部的生态环境最为脆弱,又是国家生态环境建设的重点,选择西部两个典型流域进行系统研究,即岷江流域作为亚热带湿润地区山间盆地灌溉农业区的代表,重点研究山地森林的防洪减灾、水资源调控功能和对区域农业发展的影响;泾河流域作为半湿润半干旱区灌溉农业的代表,突出研究森林植被控制土壤侵蚀和涵养水源的作用,森林、灌丛、草地植被的合理配置和水分稳定性的问题,促进区域农业和林业的协调发展。

《岷江上游生态水文研究图集》和《泾河流域生态水文研究图集》是以国家重点基础研究发展规划项目“森林植被对西部典型区域农业生态环境的调控机理与植被恢复”(2002CB111504)的重要成果为素材,集成了遥感、地理数据、数值模拟和地面实测观测等数据,对两个典型流域进行了多角度、多方位和多尺度的空间分析,展示了流域植被、土壤、土地利用、水文、气象要素等多种生态水文属性的时间序列和空间特征。两个典型流域生态水文研究图集是在项目首席科学家刘世荣博士带领下的研究团队经过几年研究工作的积累,可为流域生态水文学科学研究和流域经济社会的可持续管理提供翔实数据信息和决策依据。借该图集出版之际,欣然作序为贺,并相信它必将促进我国生态水文学学科的进一步发展。

中国科学院院士



2008年1月

前 言

流域生态水文过程是一个复杂多变的非线性过程,涉及多界面、多尺度的复杂过程与机制,在研究途径上必须采取多学科交叉联合方式和系统集成。全球气候变化、大规模土地利用和土地覆盖变化,以及大面积火灾、病虫害等自然和人为干扰直接影响流域的生态水文过程,促使流域生态水文从中小尺度、偏重单一水文过程更加注重大尺度景观生态格局和生态过程水文学机制。

二十世纪九十年代以来,生态水文学作为一门边缘学科逐渐兴起,它注重研究生态学和水文学的交叉领域,是描述生态格局和生态过程水文学机制的科学。生态水文学研究中,森林植被参与陆地生态水文循环过程并不是作为孤立的水文景观静态要素,森林的生长、结构和功能的动态变化直接影响陆地水文循环过程。另外,由于陆地生态水文过程存在着高度的非线性和时空变异性,因此小流域的研究结果无法直接推绎大流域水文过程,这也是生态水文过程的耦合与不同尺度的匹配和转换问题,以及揭示森林植被影响区域水土资源与环境调控机理的核心科学问题。大流域水文过程的模拟呈现从流域集中式水文模型向分布式水文模型研究发展。分布式水文模型考虑了流域内的时空变异性变化,它基于GIS(地理信息系统)划分的流域溪流网络体系和水文响应单元的水分传输关系,在流域景观尺度上实现植被水量平衡模型和径流传输模型的空间嵌套及尺度转换,从而更有效地预测和评价自然、人为因素对流域水资源和水环境的影响,指导流域森林植被的建设和流域的可持续管理。

《岷江上游生态水文研究图集》是国家重点基础研究发展规划项目“森林植被对西部典型区域农业生态环境的调控机理与植被恢复”(2002CB111504)的重要成果之一,由十多位长期从事岷江生态水文学研究的专家学者直接参与了图集的绘制。图集采用多尺度实测和分布式数值模拟方法,提供了岷江上游数字流域的多方面信息,包括不同时空尺度的植被、气象、水文、土壤数据信息,重建了多特征时段流域森林植被空间特征和同期水资源空间变化,定量反映了岷江上游流域地表结构特征的异质性、生态水文格局与过程的关联性及其尺度效应,可为构建岷江流域植被定向恢复与优化重建模式与流域的安全格局发展模式,以及长江上游实施天然林保护工程和退耕还林还草工程提供科技支持。

图集系统地、全面地、科学地反映了岷江上游流域,是一本生态水文图集研究方面的著作。然而,尽管作者力图展示流域不同尺度上植被、土壤和生态水文特征及空间变化规律,但由于观测设备、观测方法和研究的时间与经费的局限,图集的基础数据信息、模拟生成的专题图和展示的流域生态水文耦合关系不尽完美。图集的欠妥之处,有待今后岷江流域生态水文学研究不断深入发展予以完善。我们愿此图集的出版能促进我国大流域生态水文学走向全面数字化、定量化和模型化,从水文要素分项研究向系统综合和动态变化过程发展,从径流场、小集水区研究向中大流域景观与水文网络以及不同尺度生态水文过程的耦合与尺度转换研究发展。

图集所汇集的大量基础数据来自于岷江流域内的气象站、雨量站和水文站多年的观测资料,也是不同单位、不同部门从事岷江流域研究的多学科研究人员的长期工作积累,对他们给予的鼎力支持和无私奉献表示衷心感谢。国家科技部、国家林业局科技司和国家自然科学基金委员会对本项研究和本图集出版予以了大力资助,深表谢意。图集绘制过程中得到了国家重点基础研究发展规划项目“森林植被对西部典型区域农业生态环境的调控机理与植被恢复”(2002CB111504)首席科学顾问——中国林业科学研究院森林生态环境研究所蒋有绪院士的悉心指导并欣然作序,在此致以诚挚的谢意。

中国林业科学研究院 刘世荣

2008年1月8日

作者简介

刘世荣，男，46岁，中国林业科学研究院研究员、副院长，森林生态学领域首席专家，博士生导师，国家级跨世纪学术技术带头人，国家杰出青年基金获得者。1990年7月毕业于东北林业大学生态学专业，获博士学位；1990年~2004年在中国林业科学研究院森林生态环境研究所工作，研究员。期间：1994年1月~1995年1月在英国爱丁堡大学自然资源与环境管理学院做博士后研究工作；1995年10月~1996年4月在美国北卡罗莱纳州立大学森林资源学院研修；1999年2月~1999年5月，在意大利国家研究委员会生物化学与植物生理生态研究所从事国际合作研究工作。



现任国际林业研究联盟组织（IUFRO）执委和IUFRO森林与水研究组副协调员（Task Force of Forest and Water Interaction），中国生态学会副理事长，中国林学会森林生态专业委员会主任委员，中国林学会城市森林分会副主任委员，中国自然资源学会常务理事，国家林业局科学技术委员会委员，国家林业局国家级自然保护区评审委员会副主任委员，国家林业局暖温带河南宝天曼森林生态定位站站长，《应用生态学报》、《林业科学研究》和《湿地科学与管理》的副主编，《生态学报》、《植物生态学报》、《自然资源学报》、《热带亚热带森林生态系统研究》、《Chinese Forestry Science and Technology》等常务编委或编委。

目前正在主持的项目有国家重点基础研究发展规划项目《西部典型地区森林植被对农业生态环境的调控机理》（2002~2008，项目首席科学家），国家自然科学基金重大项目课题《中国陆地样带生态系统植被分布格局变化的环境驱动力机制》（2006~2010），以及国家“十一五”科技支撑重大项目《林业生态建设关键技术与示范》。主要从事森林生态系统生物生产力、养分循环、生态水文学和全球变化对森林影响研究，取得过国家科技进步二等奖一项，省部级科技进步三等奖三项，获第四届中国林业青年科技奖，主编或参编的学术专著有8部，在国内外发表学术论文100余篇。

目 录

1 岷江上游自然地理和社会经济概况	
1.1 气象 水文	1
1.2 植被 土壤	1
1.3 社会经济	2
1.4 生态与环境状况	2
2 研究方法概论	
2.1 数据源与图的类型	3
2.2 数据计算方法与成图方法	3
3 研究区域基础信息	
研究区域略图	5
研究区域地形特征	6
研究区域社会经济指标	7
4 气象与水文要素时空变化	
1月降水量	8
1月降水量趋势	9
7月降水量	10
7月降水量趋势	11
干季降水量	12
干季降水量趋势	13
湿季降水量	14
湿季降水量趋势	15
1月蒸发量	16
1月蒸发量趋势	17
7月蒸发量	18
7月蒸发量趋势	19
干季蒸发量	20
干季蒸发量趋势	21
湿季蒸发量	22
湿季蒸发量趋势	23
1月~3月蒸散量遥感图像	24
4月~6月蒸散量遥感图像	25
7月~9月蒸散量遥感图像	26
10月~12月蒸散量遥感图像	27
1月日照时数	28

1月日照时数趋势	29
7月日照时数	30
7月日照时数趋势	31
干季日照时数	32
干季日照时数趋势	33
湿季日照时数	34
湿季日照时数趋势	35
1月相对湿度	36
1月相对湿度趋势	37
7月相对湿度	38
7月相对湿度趋势	39
干季相对湿度	40
干季相对湿度趋势	41
湿季相对湿度	42
湿季相对湿度趋势	43
1月降雨量	44
1月降雨量趋势	45
7月降雨量	46
7月降雨量趋势	47
干季降雨量	48
干季降雨量趋势	49
湿季降雨量	50
湿季降雨量趋势	51
年平均降雨量	52
年平均降雨量趋势	53
1月最高气温	54
1月最高气温趋势	55
7月最高气温	56
7月最高气温趋势	57
干季最高气温	58
干季最高气温趋势	59
湿季最高气温	60
湿季最高气温趋势	61
1月最低气温	62
1月最低气温趋势	63
7月最低气温	64
7月最低气温趋势	65

干季最低气温	66
干季最低气温趋势	67
湿季最低气温	68
湿季最低气温趋势	69
1月平均温度	70
1月平均温度趋势	71
7月平均温度	72
7月平均温度趋势	73
干季平均温度	74
干季平均温度趋势	75
湿季平均温度	76
湿季平均温度趋势	77
1月平均径流量趋势	78
7月平均径流量趋势	79
湿季多年平均径流量趋势	80
干季多年平均径流量趋势	81
年平均径流量趋势	82
研究区域潜在沟系	83
5 土地利用与植被时空变化	
土壤类型	84
土地利用 (1974年)	85
土地利用 (1986年)	86
土地利用 (1995年)	87
土地利用 (2000年)	88
1月~3月归一化植被指数	89
4月~6月归一化植被指数	90
7月~9月归一化植被指数	91
10月~12月归一化植被指数	92
7月~9月叶面积指数变化	93
植被类型	94
6 杂谷脑河子流域分析	
杂谷脑河年平均径流量变点分析	95
杂谷脑河年平均降雨量变点分析	96
杂谷脑河上游森林分布	97
杂谷脑河上游林分改造规划	98

岷江上游自然地理与社会经济概况

岷江是长江水系中水量较大的一条支流,发源于青藏高原东端岷山南麓。岷江上游指都江堰以上河段($102^{\circ}59'E\sim 104^{\circ}14'E$, $31^{\circ}26'N\sim 33^{\circ}16'N$),其流域范围包括四川省阿坝藏族羌族自治州的汶川县、理县、茂县、黑水县和松潘县五县以及都江堰市部分辖区,面积约为 $24,740.51\text{km}^2$ (张建平, 2002; 何兴元等, 2005; 彭立等, 2007)。流域内地形复杂,高山耸峙,最高海拔 $6,253\text{m}$,最低海拔 870m ,最大相对高差达 $5,383\text{m}$,地表起伏巨大,属典型的高山峡谷区(赵跃龙, 1999)。该流域是长江上游重要的水源涵养区,也是我国一个重要的大尺度、复合型生态过渡带,其自然环境的复杂性、经济发展的边缘性和社会文化的过渡性在全国都具有代表性。在历史的演进过程中,长期过度的人类活动干扰,尤其是大规模以森林资源、水资源和土地资源为主的开发,远远超过了环境承载力,从而导致整个山地系统的严重退化,生态环境变得十分脆弱。对于大江大河而言,上游地区是生态屏障的关键地区,是整个流域生态安全的重要保障。如果上游地区生态遭到破坏,其危害不仅反映在上游地区,还将影响到中下游地区乃至整个流域。

1.1 气象水文

岷江上游气候垂直分异显著,大部分地区属于山地温带和山地亚寒带气候类型,林线以上有高山寒带和永冻带分布。流域内年平均温度由东南向西北递减,最高值出现在都江堰一带,约为 15°C ,其它地区除海拔在 $2,500\text{m}$ 以下的河谷地带年平均气温可达 10°C 外,一般均在 8°C 以下,北部地区则不足 4°C 。流域内全年降水不均,干季雨季分明,5月~10月降水总量占全年降水的 $75\%\sim 90\%$ 。都江堰及卧龙自然保护区年降水量最多,可达 $1,000\text{mm}\sim 1,500\text{mm}$;流域西侧山地和镇江关以上地区为 $700\text{mm}\sim 1,000\text{mm}$;茂县和汶川干旱河谷地段,降水量最小,一般只有 $500\text{mm}\sim 600\text{mm}$ 。

岷江上游有东西两个源头,东源出自海拔 $3,526\text{m}$ 的弓杠岭南麓,西源出自海拔 $4,000\text{m}$ 的郎架山,两个源头在红桥关汇合形成干流。流域内支流较为发育,右岸支流主要有牦牛沟、小姓沟、松坪沟、黑水、杂谷脑河、渔子溪以及寿溪等,左岸支流极不发育,集水面积在 100km^2 以上的支流,仅有东胜河、归化沟、白沙河三条小河,水网结构极不对称,呈“梳”状分布。岷江上游水源补给主要是雨水,约占年径流量 $50\%\sim 60\%$,其次为地下水,约占年径流量 $30\%\sim 40\%$,季节性融雪可占年径流量 $5\%\sim 10\%$ 。

1.2 植被土壤

岷江上游处于我国东南湿润森林区向西北半干旱草原区的过渡地带,植被类型与所处的复杂自然条件相适应,有着明显的水平和垂直分布规律。以岷江冷杉(*Abies faxoniana*)、紫果云杉(*Picea purpurea*)为建群种组成的亚高山暗针叶林在该流域占很大优势。此外,多种云杉以及铁杉(*Taiga chinensis*)的分布也较为普遍。在海拔 $1,300\text{m}\sim 2,200\text{m}$ 的河谷谷底至山谷坡面 300m 的范围内,分布着干旱河谷灌丛;海拔 $1,600\text{m}\sim 2,200\text{m}$ 的阴坡和沟谷,为壳斗科的常绿种类、樟科树种以及落叶栎(*Quercus* spp.)、槭树(*Acer* spp.)等构成山地常绿阔叶与落叶阔叶混交林;海拔 $2,200\text{m}\sim 3,800\text{m}$ 地带,为亚高山暗针叶林;海拔 $3,800\text{m}$ 以上为高山草甸。草地在岷江上游为第一大植被类型,约占流域面积的 32.27% ,灌丛约占流域面积的 31.85% ,森林(针叶林、阔叶林、针阔混交林)约占流域面积的 28.44% 。

岷江上游土壤类型包括褐土、棕壤、暗棕壤、灌丛草甸土、草甸土、亚高山草甸土、高山草甸土和高山寒漠土,其中以山地褐土和棕壤为主。该流域土壤的基本特征为:①土层浅薄,厚度多在

30cm~50cm之间,薄的仅10cm~20cm,有的甚至基岩裸露,目前流域基岩出露率已达10%以上;
②土壤结构中砾石含量达30%~50%,不利于土壤保蓄水分;③土壤贫瘠,营养先天缺氮少磷,富积钙、钠与钾。

1.3 社会经济

岷江上游是藏族、羌族、回族及汉族等多个民族聚集区,是历史上一条民族迁徙的“走廊”和交汇地带,也是典型的“老、少、边、穷”地区。解放初期的人口不到18万,1957年达到20.8万,1978年达到30.98万,1994年达到35.9万,1999年达到37.5万,2005年达到38.77万,50年间人口增长了一倍多。

岷江上游的土地利用方式主要以传统的林业和牧业为主,耕地主要以坡耕地为主,随着人口的逐年增加,为了求得暂时的粮食、薪柴等,坡耕地愈开愈多,山地垦殖率也由解放初的4%~5%增加到20世纪80年代的15%~25%(张启东和石辉,2006)。坡耕地也越开越陡,1999年,岷江上游坡度 $\geq 25^\circ$ 的陡坡耕地有11,333.75km²,占耕地总面积的21.46%,坡度在 $15^\circ \sim 25^\circ$ 的耕地占耕地总面积的34.12%,而且坡度 $\geq 15^\circ$ 耕地中梯田所占的比重几乎是零(张启东和石辉,2006)。随着国民经济的发展,岷江上游畜牧业也得到了快速发展。从上游五县牲畜总头数来看,1973年为577,227头,1978年为603,300头(杨玉坡和马联春,1980),1995年为611,280头,1997年为650,869头,1998年为667,104头,一直处于增长水平,1999年为665,968头,虽然出现小幅下降,但是总体数量仍处在较高水平(陈文年等,2002)。

1.4 生态与环境状况

从1950年~1980年,经过30年的采伐,累计消耗森林约为50,000,000m³,岷江上游森林面积减少到467,000km²,森林覆盖率下降为18.8%,森林蓄积量约为105,000,000m³,期间平均每年减少森林面积9,000km²、森林覆盖率0.4%、森林蓄积量3,200,000m³,递减速度超过之前的任何时期(满正闯等,2007)。80年代以后,随着对木材需求量的不断增加,对森林采取了掠夺式的砍伐,森林覆盖率下降至约17%。到了90年代中后期,川西北的森林基本被砍光,森林面积减少至278,000km²,森林覆盖率下降到约12%。1998年洪水爆发以后,岷江上游的生态安全问题得到了重视,天保工程和退耕还林还草工程相继实施,扭转了森林过渡采伐和破坏的局面。

岷江上游草场超载过牧也十分严重。依天然草场理论载畜量为1.2225羊单位/km²为准计算(任称罗日尔,1994),1995年到1999年的超载率为13.9%~29.3%。草场面积也处在减少之中,据统计,1994年草场面积为1,007,813km²,占土地总面积的40.79%,仅次于林地面积(占土地总面积的49.85%),1999年草场面积减少为794,766.67km²,所占比重降到33.3%,五年间减少了7个百分点(叶延琼等,2002)。超载过牧和畜群结构的不合理加剧了草地土壤水蚀和风蚀,局部草场出现退化、荒漠化现象,并呈逐年加剧趋势(叶延琼等,2002)。

干旱河谷是横断山区最突出的自然景观之一,在岷江上游分布于汶川县银杏乡沿干流至松潘县安宏乡、沿支流杂谷脑河至理县朴头乡、沿支流黑水河至黑水县西尔乡的所辖范围。它在科学上引人注目,这里气候温暖,虽然雨量偏少但有河水与地下水可资利用,所以耕地集中,人口稠密,历来是该流域农业发展的中心区域。随着近几十年来人口的不断增长,人地矛盾突出,陡坡开垦和过牧现象严重,1980年干旱河谷耕地面积为13,000km²,1990年增加至33,000km²以上,呈现不断扩大的趋势。

研究方法概论

2.1 数据源与图的类型

《岷江上游生态水文研究图集》应用了大量的遥感数据、地理数据和地面观测数据,处理了植被因子图、气象水文因子图、以及归一化植被指数、叶面积指数、蒸散、潜在沟系、干旱河谷与土地利用等诸多种类的图和数据,是森林生态方法、森林水文方法、地学方法和3S技术结合的成果。

图集中归一化植被指数、蒸散、叶面积指数和植被分类等计算,应用了2002年的Modis数据和ETM数据,对于国际上已经比较标准化的计算方法,这里不再详述。

图集中使用的气象数据均来自各气象台站的观测,台站的空间位置已经在图上标出。插值图是根据台站的观测值,进行空间插值所得。趋势图则是根据各年代的观测值绘制,其横坐标是年代,并以年为单位,纵坐标是观测值。在趋势图中有一条回归线,这是观测值随年代的回归线,可以显示观测值随年代的变化趋势,回归方程表示了具体的变化规律。

图集应用了20年(1981年~2000年)的气象数据,15年(1988年~2002年)的降雨数据以及15年(1988年~2002年)的径流数据,因子有气象、降雨及径流三部分,进行了站点趋势分析及多年平均值插值图分析。其中气象主要针对若尔盖、红原、小金、松潘、都江堰、成都、平武及马尔康等气象站测得的数据,降雨主要针对三打古、施加堡、杨柳坝等雨量站进行站点趋势及插值分析,径流主要针对镇江关、沙坝、杂谷脑、桑坪、寿溪、黑水等水文站进行分析。

在降水量和降雨量图中,有些栅格的降雨量数值比降水量大,其原因是降水量是由周边气象站的数据插值而成,降雨量一般坐落河流附近,测到的降雨量数值较大。因此,这两种图要分开看,在气象站附近及研究区周边,降水量更准确,在河流附近,降雨量数值更准确。

潜在沟系,是应用GIS(地理信息系统)对沟系系统的计算模块,通过地形图计算所得,它显示了在地形控制下的沟系产生的可能性,经过对比可以发现,潜在沟系与实际沟系之间吻合非常好。

2.2 数据计算方法与成图方法

数据的计算过程是在测得的多年原始数据基础上,通过VB编程语言将数据统一单位、按月归类、求平均,得到所需要的插值图和趋势图,计算方法精确描述为:

统一单位:流量单位用 m^3/s ,降雨量、蒸发量单位用 mm ,日照时数用 h ,气温用 $^{\circ}\text{C}$ 。

按月统计:插值图应用的数据一般以月为单位,例如设某雨量站共有 N 年的观测数据, X_{ij} 为第 i 年,第 j 月的降雨量观测值,则该雨量站的7月降雨量多年平均值为 Y :

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^N X_{i7}}{N}$$

干季和湿季的规定:5月至10月称为湿季,11月至来年4月称为干季,设某雨量站共有 N 年的观测数据, X_{ij} 为第 i 年,第 j 月的降雨量观测值,则该雨量站湿季降雨量多年平均值为 Y :

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=5}^{10} X_{ij} / 6}{N}$$

该雨量站的湿季降雨量为 Z_i :

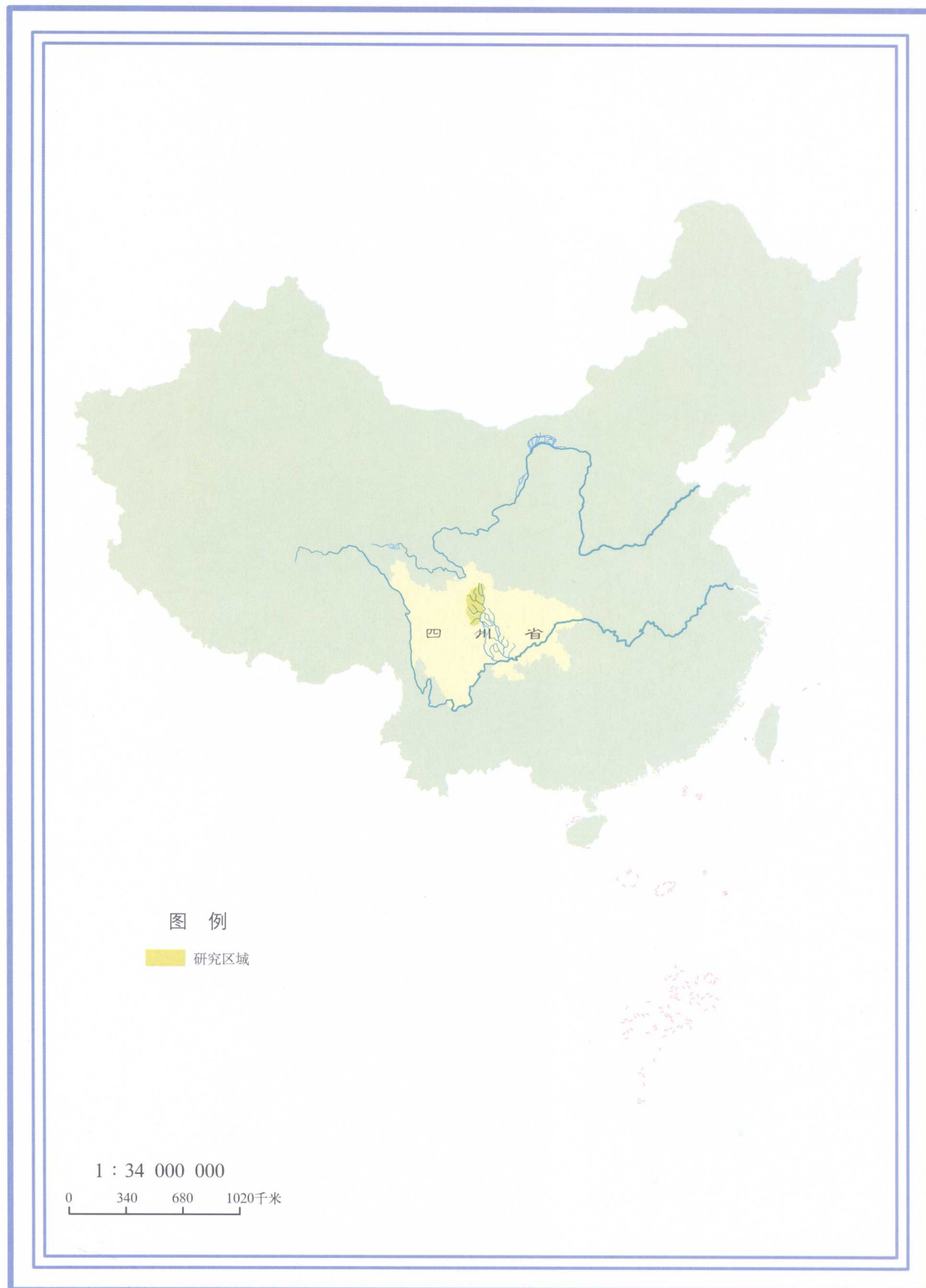
$$Z_i = \sum_{j=5}^{10} X_{ij} / 6$$

可见干季和湿季的指标是按月平均的,而不是干季和湿季的各月总和。趋势图的计算与插值图的计算相比,是相似的,只是少了按年代平均。

参考文献

- Chuanwen Luo et al. A new characteristic index of chaos. *Chaos, Solitons & Fractals*, doi:10.1016/j.chaos, 2007.06.049
- Myers, N. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 2000, 403: 853 ~ 858
- 陈安勇. 岷江上游地区水土保持的特别重要性及战略措施. *农村经济*, 1998, 1: 65 ~ 69
- 陈灵芝. 中国的生物多样性. 北京: 科学出版社, 1993
- 陈文年, 吴宁, 罗鹏. 岷江上游地区的草地资源与畜牧业发展. *长江流域资源与环境*, 2002, 11(5): 446 ~ 450
- 何兴元, 胡志斌, 李月辉等. GIS支持下岷江上游土壤侵蚀动态研究. *应用生态学报*, 2005, 16(12): 2271 ~ 2278
- 李崇巍, 刘世荣, 孙鹏森等. 岷江上游景观格局及生态水文特征分析. *生态学报*, 2005, 25(4): 691 ~ 698
- 李崇巍, 刘世荣, 孙鹏森等. 岷江上游植被冠层截留的空间模拟. *植物生态学报*, 2005, 29(1): 60 ~ 67
- 鲁晓阳. 岷江上游生态环境治理对策探讨. *四川环境*, 1999, 18(1): 72 ~ 74
- 罗传文. 三维虚拟林相的制作技术研究. *林业科学*, 2003, 39(3): 169 ~ 171
- 罗传文, 石福生, 高利. 帽儿山的潜在沟系分析及其应用. *东北林业大学学报*, 2002, 6: 50 ~ 53
- 满正闯, 苏春江, 徐云等. 岷江上游森林涵养水源的能力变化分析. *水土保持研究*, 2007, 3(14): 223 ~ 230
- 彭立, 苏春江, 徐云等. 岷江上游生态环境现状、存在问题及治理对策. *江西农业大学学报 (社会科学版)*, 2007, 1(6): 80 ~ 84
- 任称罗日尔. 理县草地资源的合理利用与保护. *西南民族学院学报 (自然科学版)*, 1994, 20(1): 92 ~ 95
- 孙鹏森, 刘世荣, 李崇巍. 基于地形和主风向效应模拟山区降水空间分布. *生态学报*, 2004, 24(9): 1910 ~ 1915
- 孙鹏森, 刘世荣, 刘京涛等. 利用不同分辨率卫星影像的NDVI数据估算叶面积指数(LAI)——以岷江上游为例. *生态学报*, 2006, 26(11): 3826 ~ 3834
- 叶延琼, 陈国阶, 樊宏. 岷江上游脆弱生态环境刍论. *长江流域资源与环境*, 2002, 11(4): 383 ~ 387
- 张建平, 樊宏, 叶延琼. 岷江上游土壤侵蚀及其防治对策. *水土保持学报*, 2002, 5(16): 19 ~ 22
- 张启东, 石辉. 岷江上游的水沙变化及其与森林破坏的关系. *人民长江*, 2006, 8(37): 30 ~ 37
- 张一平, 何云玲, 钟水新等. 岷江上游山地森林生态气候效应. *山地学报*, 2005, 3(23): 300 ~ 307
- 赵跃龙. 中国脆弱生态环境类型分布及其综合整治. 北京: 中国环境科学出版社, 1999. 1 ~ 30
- 中国科学院中国植被图编辑委员会. 中国植被图集. 北京: 科学出版社, 2001
- 祝青林, 张留柱, 于贵瑞等. 近30年黄河流域降水量的时空演变特征. *自然资源学报*, 2004, 20(4): 477 ~ 482

研究区域略图



研究区域地形特征

