



“十一五”国家重点图书出版规划项目

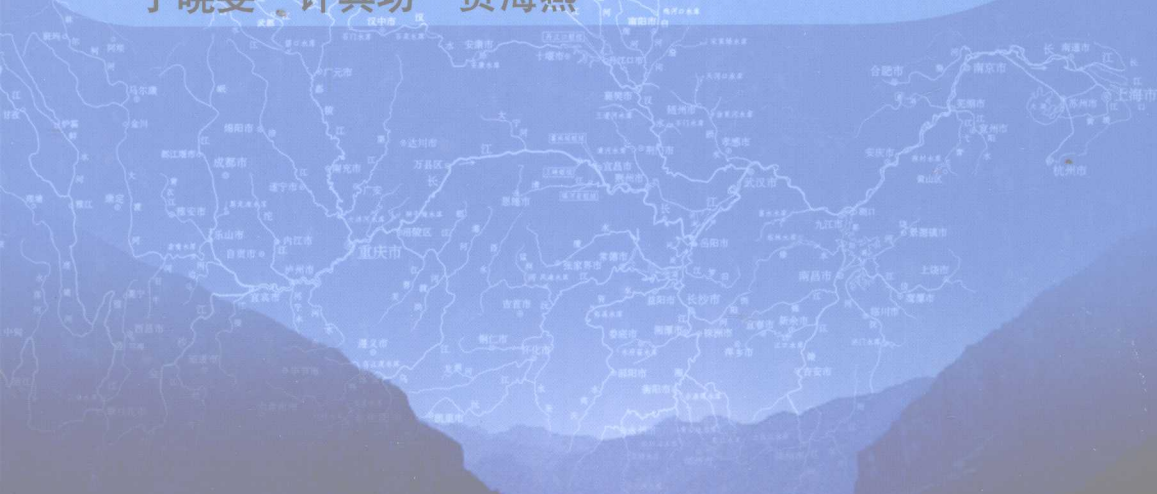
长江流域水沙产输及其与
环境变化耦合机理研究 | 丛书

国家重点基础研究发展计划

长江上游

非点源污染特征 及其变化规律

沈珍瑶 刘瑞民 叶 闽 等著
丁晓雯 许其功 贾海燕



科学出版社
www.sciencepress.com



交通安全知识问答

交通安全知识问答
交通安全知识问答

4:2:1:3

重点路口等待时间
及其变化规律

作者：王明、王明、王明、王明
作者：王明、王明、王明、王明



中国石化出版社
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

“十一五”国家重点图书出版规划项目

长江流域水沙产输及其与环境变化耦合机理研究丛书

长江上游非点源污染特征 及其变化规律

沈珍瑶 刘瑞民 叶 闽 等 著
丁晓雯 许其功 贾海燕

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是作者近年来最新研究成果的总结,从宏观、微观和政策等多个角度系统探讨了长江上游非点源污染的变化规律。在宏观方面,通过将降雨和地形等关键因素添加到传统的输出系数模型中建立了长江上游非点源污染负荷估算和分析模型,提出了基于水文水质数据的参数率定方法,计算出符合长江上游特征的输出系数,在此基础上系统全面地分析了长江上游非点源污染时空分布特征,揭示了自然因素和人为因素共同作用下长江上游非点源污染负荷变化规律;在微观方面,选择三峡库区的香溪河流域、大宁河流域和张家冲流域为典型研究区域,采用现场试验,揭示了长江上游水沙过程对土壤氮磷迁移流失的影响机制,同时选用 SWAT 模型对研究区非点源污染负荷时空变化规律进行模拟与分析,开展了非点源污染模型参数的不确定性研究;在政策方面,主要探讨了农业经济政策对长江上游非点源的影响,包括农业与农村经济政策演变对长江上游非点源污染影响的定性分析、定量分析以及景观空间结构与农村 NPS 污染相关性研究。

本书具有较强的学术性和实用性,适合于从事非点源污染研究、流域环境管理、区域环境科学研究的学者以及高等院校师生阅读,也可供水土流失、生态科学等相关领域的专家学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

长江上游非点源污染特征及其变化规律/沈珍瑶,刘瑞民等著. —北京:科学出版社,2008

(长江流域水沙产输及其与环境变化耦合机理研究丛书)

ISBN 978-7-03-022891-8

I. 长… II. ①沈…②刘… III. 长江流域-水污染-非点污染源-研究 IV. X522.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 134697 号

责任编辑:刘宝莉 沈 建 李 敏 / 责任校对:包志虹

责任印制:刘士平 / 封面设计:三函设计

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 9 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2008 年 9 月第一次印刷 印张:25 1/4 插页:6

印数:1—1 500 字数:496 000

定价:90.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(双青))

前 言

非点源污染的严重性及非点源污染防治的重要性已经逐渐为国内外所认识。国内外开展的多项研究表明,非点源污染源已经成为水环境的重要污染源,甚至首要污染源。许多发达国家的实践已经证实,农业非点源污染是导致水环境恶化的主要原因之一。据报道,美国的非点源污染量占污染总量的 $2/3$,其中农业非点源污染贡献率占 75% 左右。我国的研究也表明,非点源污染已经上升为威胁人类饮用水的主要原因,许多水域的非点源污染超过点源污染。

非点源污染有以下主要特点:发生具有随机性;污染物的来源和排放点不固定,排放具有间歇性;污染负荷的时间变化和空间变化幅度大;监测、控制和处理困难而复杂,因此非点源污染的研究与控制具有较大的难度。

近年来,我们在国家重点基础研究发展计划(973 计划)课题“流域水沙产输对水质变化影响”(No. 2003CB415204)、教育部“新世纪优秀人才支持计划资助项目”(2006)、教育部博士学科点专项科研基金“自然和人为因素共同作用下长江上游非点源污染变化规律”(No. 20050027014)等共同资助下开展了有关长江上游的非点源污染研究,力图从宏观层面——整个长江上游(约 100 万 km^2)、微观层面——三峡库区典型小流域(几千 km^2),从自然因素、人为因素,从技术层面、政策层面等全方位开展有关长江上游的非点源污染研究及控制工作,取得了一些有益的结果。本书奉献给大家的即是这些研究的结晶。

全书共分九章。第一章介绍了研究背景,特别是给出了研究的总体框架;第二章研究了长江上游土地利用/覆盖变化及其对非点源污染的影响,主要从宏观层面进行,特别是开展了长江上游土地利用/覆被变化特征及其驱动力分析,并通过选定的输出系数估算了长江流域上游由土地利用/覆盖变化造成的非点源污染负荷总量等;第三章提出了长江上游非点源污染负荷估算的方法——输出系数法及其改进形式,考虑了降雨和地形特征的影响,并利用水文水质数据获得了符合地域特征的输出系数;第四章开展了长江上游非点源污染负荷变化规律研究,考虑了 20 世纪 60 年代至目前整个长江上游非点源污染负荷变化特征及其空间变化规律,同时区分了自然因素与人为因素的影响;第五章开展了三峡库区典型流

域（香溪河流域）非点源污染机理方面的研究，通过人工降雨方式，着重研究了紫色土地地区及消落带的非点源污染机理；第六章开展了三峡库区典型流域（张家冲小流域）非点源污染氮磷流失特征，在自然降雨条件下，同步观测降雨、地表径流量和污染物浓度，对降雨过程中径流量及污染物浓度随降雨-径流变化过程进行了监测及分析研究；第七章开展了三峡库区典型流域（大宁河流域）农业非点源污染研究，应用 SWAT 模型模拟了非点源污染特征并分析了模型参数的不确定性问题；第八章开展了农业政策对长江上游非点源的影响研究及景观空间结构与农村 NPS 污染相关性研究；第九章为结论。

本书写作分工如下：前言由沈珍瑶完成；第一章由刘瑞民、沈珍瑶完成；第二章由伍星、刘瑞民完成；第三章由刘瑞民、丁晓雯完成；第四章由丁晓雯、沈珍瑶完成；第五章由贾海燕、叶闽、雷阿林完成；第六章由许其功、刘瑞民完成；第七章由沈珍瑶、余红、范丽丽完成；第八章由沈珍瑶、刘芳完成；第九章由沈珍瑶、刘瑞民完成。全书由沈珍瑶和刘瑞民统稿。

在本研究开展与本书写作过程中，刘鸿亮院士、杨志峰教授、李义天教授、赵景柱教授给予了指导，课题组成员杨晓华、牛军峰、孙涛、夏星辉、王洪媛、王颖等参与了讨论，在此一并表达衷心的感谢。

参加研究和书稿整理工作的还有赵鑫、初征、宫永伟、李艳虹、陈磊、张雪、洪倩、孙宗亮、许亮、王秀娟等，研究过程中得到了水利部长江水利委员会、武汉大学、中国科学院成都山地研究所等单位的大力支持，在此深表谢意。

由于作者水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请批评指正。

目 录

前言

第一章 总论	1
1-1 研究背景	1
1-2 研究区概况	2
1-2-1 自然地理概况	2
1-2-2 社会经济概况	5
1-2-3 非点源污染现状	8
1-3 研究内容	14
参考文献	15
第二章 土地利用/覆盖变化及其对长江上游非点源污染的影响	17
2-1 长江上游土地利用/覆被变化特征及其驱动力分析	17
2-1-1 土地利用/覆被变化特征	17
2-1-2 土地利用/覆被变化驱动力分析	31
2-2 基于地形的土地利用分析	32
2-2-1 长江上游地区地形特点	32
2-2-2 基于 DEM 的长江上游土地利用分析	33
2-3 长江上游地区景观格局变化分析	39
2-3-1 景观格局变化研究的意义和方法	39
2-3-2 长江上游地区景观格局变化	40
2-3-3 主要景观生态效应分析	45
2-4 土地利用/覆盖变化对非点源污染的影响	46
2-4-1 前言	46
2-4-2 输出系数模型	47
2-4-3 数据获取及处理	48
2-4-4 结果与分析	48
2-5 大宁河流域生态环境综合评价及其演变	55
2-5-1 研究区概况	56
2-5-2 评价指标体系和评价方法	56
2-5-3 空间主成分分析及评价	58

2-5-4 综合分析和讨论	61
参考文献	61
第三章 非点源污染负荷估算的改进输出系数法	67
3-1 输出系数模型概述	67
3-1-1 输出系数模型开发	67
3-1-2 输出系数模型应用	69
3-1-3 输出系数模型局限及改进	71
3-2 表征降雨和地形特征的改进输出系数模型	72
3-2-1 表征降雨和地形特征的输出系数模型结构	72
3-2-2 降雨影响因子 α 算法及取值	72
3-2-3 地形影响因子 β 算法及取值	76
3-3 长江上游各污染源输出系数值的确定	78
3-3-1 输出系数值确定方法	78
3-3-2 长江上游输出系数的取值	82
3-4 改进模型的合理性分析	86
3-4-1 溶解态 N 负荷总量及空间分布精度对比	88
3-4-2 溶解态 P 负荷总量及空间分布精度对比	89
参考文献	89
第四章 长江上游非点源污染负荷变化规律	93
4-1 长江上游 NPS 污染负荷估算	93
4-1-1 非点源污染数据库的建立	93
4-1-2 长江上游非点源污染负荷模拟	98
4-1-3 长江上游非点源污染负荷估算结果	102
4-1-4 模拟结果可靠性验证	111
4-2 长江上游 NPS 污染时空变化特征分析	117
4-2-1 长江上游 NPS 污染负荷时间变化特征	117
4-2-2 长江上游 NPS 污染负荷空间变化特征	123
4-3 自然及人为因素对长江上游 NPS 污染影响研究	137
4-3-1 自然因素作用分析	138
4-3-2 人为因素作用分析	140
4-3-3 NPS 污染主导因素分析	143
4-4 自然和人为因素共同作用下 NPS 污染变化规律	147
4-4-1 NPS 污染负荷总量时间变化规律	147
4-4-2 NPS 污染负荷强度时间变化规律	147

4-4-3 NPS 污染主要贡献者变化规律	148
4-4-4 NPS 污染负荷总量空间分布变化规律	149
4-4-5 NPS 污染负荷强度空间分布变化规律	150
参考文献	151
第五章 三峡库区香溪河流域农业非点源污染特征研究	154
5-1 研究区概况	154
5-1-1 气候水文特征	154
5-1-2 地质地貌特征	156
5-1-3 土壤及其分布特征	156
5-1-4 农业管理	156
5-1-5 淹没区概况	157
5-2 三峡库区紫色土地地区的产流特征	158
5-2-1 研究方法	158
5-2-2 研究区产流特征	161
5-2-3 径流泥沙的输出特征	167
5-2-4 紫色土地地区壤中流形成的成因	171
5-2-5 紫色土地地区产流特征对环境的影响	172
5-3 紫色土分布地区氮素的流失特征	173
5-3-1 研究方法	173
5-3-2 水沙传输对氮素流失的影响	174
5-3-3 土壤剖面氮素的再分布特征	184
5-3-4 紫色土地地区氮流失控制	187
5-4 紫色土地地区磷流失机制	188
5-4-1 研究方法	188
5-4-2 水沙传输过程中磷素的流失特征	189
5-4-3 壤中流对土壤剖面磷素迁移的影响	193
5-4-4 紫色土地地区磷素迁移流失的特征	196
5-5 香溪河消落区土壤磷素水平及吸持特征	196
5-5-1 试验与研究方法	196
5-5-2 研究区土壤的基本性状	199
5-5-3 土壤磷的分布特征及其影响因子	200
5-5-4 土壤的磷吸持特征及其影响因子	202
5-5-5 消落区土壤磷流失评价因子分析	206
5-6 消落区土壤磷释放特征及环境风险	208

5-6-1	模拟方法	208
5-6-2	模拟试验结果	209
5-6-3	EPC ₀ 与土壤的磷释放特征	211
5-6-4	消落区磷污染源的识别及控制	215
	参考文献	217
第六章	三峡库区张家冲流域非点源污染氮磷流失特征研究	219
6-1	张家冲流域及秭归县概况	219
6-2	非点源污染产生特征的现场试验	220
6-2-1	前言	220
6-2-2	试验设计与方法	221
6-2-3	结果与讨论	224
6-3	张家冲小流域 SWAT 模型的应用	239
6-3-1	模型数据库的建立	240
6-3-2	模型率定和验证	248
6-3-3	土地利用方案对污染物排放的影响	255
	参考文献	261
第七章	三峡库区大宁河流域非点源污染模拟及不确定性研究	264
7-1	研究区特征与数据库建立	264
7-1-1	大宁河流域及巫山、巫溪县概况	264
7-1-2	大宁河流域数据库的构建	266
7-2	大宁河流域 SWAT 模型的应用	270
7-2-1	参数敏感性分析	270
7-2-2	模型率定和验证	271
7-2-3	非点源污染影响因素分析	285
7-3	非点源污染模拟的不确定性研究	304
7-3-1	不确定性研究方法简介	304
7-3-2	FOEA 方法	310
7-3-3	蒙特卡罗方法	316
	参考文献	325
第八章	农业和农村经济政策对长江上游非点源污染的影响	330
8-1	农业与农村经济政策演变对长江上游非点源污染影响的定性分析	330
8-1-1	农业与农村经济政策体系内涵廓清与选择	330
8-1-2	农业与农村经济政策对 NPS 影响的分析思路	331
8-1-3	农业与农村经济政策体系对 NPS 影响分析	331

8-1-4 各项具体的农业与农村经济政策的演变历程及其对 NPS 的影响分析	335
8-2 农业与农村经济政策演变对长江上游非点源污染影响的定量分析	348
8-2-1 农业与农村经济政策指标体系建立	348
8-2-2 研究样本的确定与数据获取	349
8-2-3 非点源污染负荷计算	350
8-2-4 经济指标值与非点源污染负荷之间的相关性分析	354
8-2-5 防治非点源污染的建议	357
8-3 景观空间结构与农村 NPS 污染相关性研究	358
8-3-1 研究区域与年份的选择	358
8-3-2 “源”和“汇”景观类型划分	358
8-3-3 景观空间负荷对比指数计算	359
8-3-4 非点源污染负荷计算	366
8-3-5 景观空间负荷对比指数与非点源污染负荷相关性分析	368
8-3-6 景观空间负荷对比指数的演变分析及原因讨论	368
8-3-7 控制与管理非点源污染空间风险的建议	380
参考文献	380
第九章 结论	384

第一章 总 论

1-1 研究背景

随着人口增长和社会发展,水污染已成为人类当前面临的主要环境问题之一。其按污染源可分为点源污染和非点源污染两大类,非点源污染(或面源污染)是指溶解的或固体污染物从非特定的地点,在降水和径流冲刷作用下,通过径流过程而汇入受纳水体(如河流、湖泊、水库、海湾等)所引起的水体污染(Novotny, Olem, 1993),其主要来源包括水土流失、农业化学品过量施用、城市径流、畜禽养殖和农业与农村废弃物等(Mingteh et al., 2004)。大量的泥沙、氮磷污染物负荷进入江河、湖库,会引起水体悬浮物浓度升高、有毒有害物质增加、溶解氧减少、水体出现富营养化以及酸化趋势,不仅破坏水生生物的生存环境和水生生态系统平衡,还会影响人类的生产生活,威胁人体健康(Kevin et al., 2004)。

近年来,许多国家由非点源污染所造成的水环境恶化问题日益突出。美国的非点源污染量占污染总量的2/3,即使点源污染得到全面控制以后,江河、湖泊和海域的水质达标率也仅为65%、42%和78%(Tim, Jolly, 1994);在荷兰,仅农业非点源污染产生的TN、TP负荷就各占水环境污染总负荷的60%和40%~50%(Boers, 1996);我国三湖(巢湖、滇池和太湖)的污染负荷中,来自农村非点源的TN、TP和COD分别占60%~70%、50%~60%和30%~40%(蒋鸿昆等, 2006),北京密云水库、天津于桥水库、安徽巢湖、云南洱海、上海淀山湖等水域,非点源污染均已超过点源污染,成为威胁饮用水源的主要原因(何萍,王家骥, 1999)。

长江是我国第一大河,其中河源区至湖北省宜昌区域为上游。长江上游长4510km,占长江全长的71.6%;流域面积100.54万km²,涉及青海、西藏、四川、甘肃、陕西、云南、贵州、重庆、湖北等9个省(市、自治区),占流域总面积的55.9%;人口1.68亿,涉及汉、藏、羌、彝等多个民族,占流域总人口的40%左右。长江上游地处我国一级阶梯和二级阶梯,跨高原、北亚热带和中亚热带三大气候区,其地质构造多样,地貌类型丰富,生态环境复杂,生物多样性丰富(虞孝感, 2003)。特殊的自然环境和区位决定着长江上游在整个流域乃至全国有着突出的生态战略地位,由城镇化开发及土地利用变化引起的环境及生

态变化将成为影响全流域甚至全国的敏感问题。

目前,长江上游的水体污染较为严重,若干重要支流(如沱江)和长江干流部分江段的水质已不能满足Ⅲ类水标准;重庆、宜昌、泸州、攀枝花等城市江段,均出现了严重的岸边污染带;大中城市内河,水质普遍为Ⅳ类水,许多城镇饮用水源受到污染威胁。同样,流域内非点源污染物的含量也日趋上升。1999年5月至2000年3月对长江干流宜昌站的TN(总氮)、DIN(溶解无机氮)、TP(总磷)、TDP(总溶解磷)指标的监测平均值分别为 $(0.163 \pm 0.186) \text{mg/L}$ 、 $(0.021 \pm 0.009) \text{mg/L}$ 、 $(0.292 \pm 0.171) \text{mg/L}$ 和 $(0.051 \pm 0.027) \text{mg/L}$,超过地表水Ⅲ类水标准(虞孝感,2003);泥沙也是长江上游重要的污染物之一,区内水土流失面积49.63万 km^2 ,占长江上游流域面积的49.37%,年土壤侵蚀量16.73亿t,年均输沙量5.01亿t(水利部长江水利委员会,2001;中华人民共和国水利部,2005)。

长江水体中非点源污染物含量的增加已引起国内外有关人士的广泛关注。长江上游非点源污染变化规律研究对于确定长江河道的纳污能力,改善长江水环境质量,缓解中下游河段和湖泊的泥沙淤积,保障“南水北调”源头及沿线水库的水环境安全,实施“退耕还林”及“退田还湖”等工作都具有重要现实意义。

1-2 研究区概况

长江是我国的第一大河,全长6300km,流域面积180万 km^2 ,被誉为中华民族的“母亲河”。长江上游是长江源头至湖北宜昌以上的集水区域,长约4510km,流域面积为100.54万 km^2 。长江上游地处我国第一阶梯和第二阶梯,地势变化明显,岭谷高差悬殊,具有地表物质易蚀性的特点,且降雨丰富,暴雨强度大,具有水土流失产生的强大动力条件,是我国坡面侵蚀最为强烈的地区之一(陈治谏等,2000)。近年来,随着农业、畜牧业规模的不断壮大,非点源污染已日益成为威胁长江上游乃至整个长江水环境的一个重要因素。

1-2-1 自然地理概况

1. 流域界限

长江干流从长江源各拉丹东雪山出发,穿过青藏高原、四川盆地和川鄂山地,先后接纳了雅砻江、岷江、沱江、嘉陵江、乌江诸水,至湖北省宜昌地区的集水区域称长江上游。长江上游流域面积占整个长江流域面积的55.9%,国土面积的11.1%,流经7个省(青、滇、贵、川、甘、陕、鄂)、1个自治区(藏)和1个直辖市(渝)的34地级市、15市辖区、13个自治州、4个地区和1个省

直辖行政单位（按 2003 年全国行政区划统计），是我国西南最重要的地区。流域介于东经 $90^{\circ}33'$ ~ $111^{\circ}17'$ ，北纬 $24^{\circ}30'$ ~ $35^{\circ}45'$ 之间，东临湖北、湖南两省，南靠广西壮族自治区和老挝、越南两国，西连青藏高原并与缅甸接壤，北与陕西、甘肃、青海毗邻，其在全流域的地理位置如图 1-1 所示（长江年鉴编纂委员会，2004）。

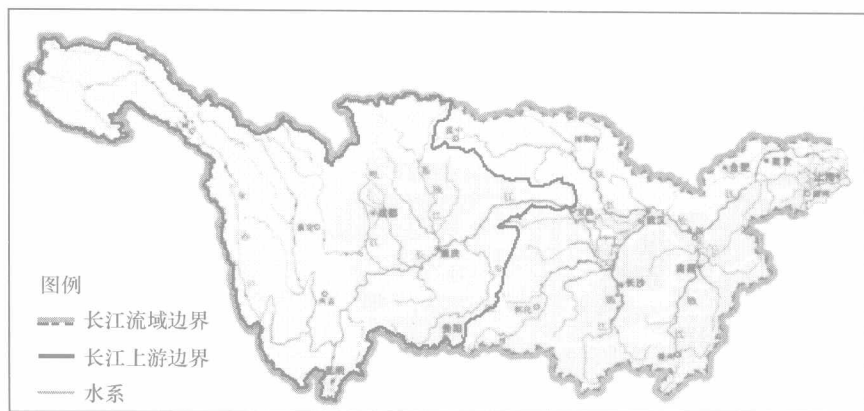


图 1-1 研究区在长江流域地理位置图

2. 地质地貌

长江上游地区以西高东低之势跨越我国第一、二级阶梯，地貌复杂多样，主要为山地、高原、丘陵、盆地和平原等 5 种类型，其中山地、高原面积占 90% 以上。青藏高原和横断山脉山高谷深，地势崎岖，平均海拔 3000~5000m；高原地区主要集中在青藏和云贵两大高原板块，前者以高山峡谷为特色，后者表现为特殊的喀斯特地貌；低山和丘陵主要分布在中山外围地区；盆地主要分布在四川；平原主要为成都平原及江汉平原的一小部分。在活跃的水分循环（尤其是坡面径流和河川径流）的影响下，山地地表物质向下移动具有快速性和强烈性的特点，坡度越大，水土流失越严重，一旦对山地资源开发不当（陡坡垦殖、顺坡种植、破坏山地林草植被），容易加剧水土流失和非点源污染。

3. 水文水系

长江上游水资源总量较为丰富，约 4470 亿 m^3 ，每平方公里水资源量为 44.5 万 m^3 ，人均占有水资源量 2926 m^3 ，高于全国人均占有量的 20% 以上（刘志文，2001）。水资源分布时空差异较大，在时间上来说，降水主要集中在夏季，汛期往往会出现洪涝灾害，而每年 3~5 月的春灌期径流量仅占 15%~25%，严

重时还会导致干旱灾害。从空间上来看，人口密度较小，经济不发达的地区水资源丰富，而人口密度大，生产集中，经济发达的地区水资源十分紧张，这就使得非点源污染也集中在人口众多、经济发达、水资源较少地区。

河流众多是长江上游地区自然地理最显著的特征，从水系上来说主要包括金沙江水系、岷沱江水系、嘉陵江水系、乌江水系和上游干流区间等 5 大水系（见图 1-2），其基本情况见表 1-1。主要河流有金沙江、雅砻江、大渡河、岷江、沱江、嘉陵江、涪江、乌江、茶江、大宁河、赤水河、清水江、龙川江等，流域内中小支流共计达 1500 多条。众多的河流使得非点源污染控制与河流水质保护对区域的可持续发展显得尤为重要。

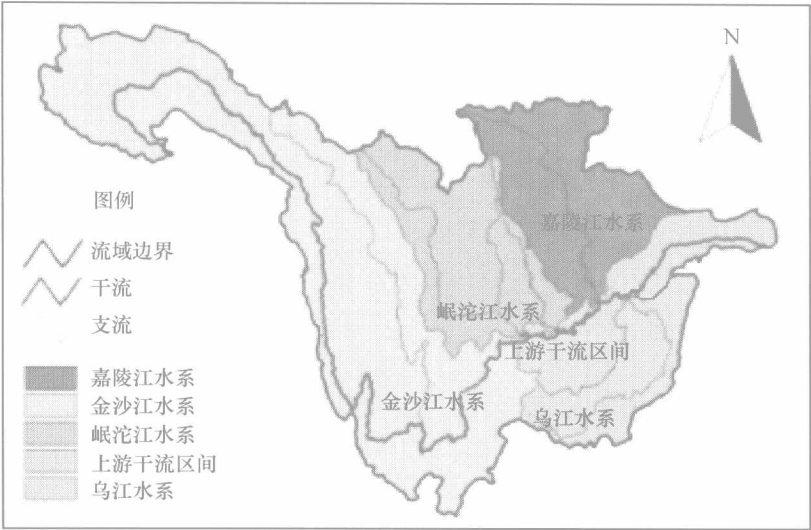


图 1-2 长江上游水系图

表 1-1 长江上游水系基本情况列表（刘志文，2001；虞孝感，2003）

水系名称	河长 /km	流域面积		多年平均年径流量		单位面积 年径流量 /(万 m ³ /km ²)	人均径流量 /(m ³ /人)
		/万 km ²	所占比例/%	/10 ¹⁰ m ³	所占比例/%		
金沙江	3470	48.89	48.63	15.35	34.35	32.6	9848
岷沱江	1358	16.32	16.23	10.33	23.13	62.7	3327
嘉陵江	1119	15.99	15.90	7.04	15.76	44.4	1848
乌江	1018	8.66	8.62	5.39	12.07	62.0	3295
上游干流区间	1040	10.68	10.62	6.56	14.69	54.6	2309
长江上游合计	4510	100.54	100	44.67	100	44.4	2926

4. 气候条件

长江上游气候类型复杂多样，西部和山地属寒带气候，长冬无夏；其他地区分属热带湿润季风气候、亚热带干湿交替的西南季风气候、亚热带高原季风型气候以及中亚热带湿润气候。总体来说，长江上游大部分地区具有雨量充沛、热量丰富、冬季温暖等特点。表 1-2 列出了长江上游各大水系的降水情况。较高的气温、丰富的降水对于热河谷区的水土流失、四川盆地西北部边缘的非点源污染均有较大的影响。

表 1-2 长江上游各大水系降水情况分析

流域	金沙江	岷沱江	嘉陵江	乌 江	上游干流区间
指标					
多年平均降水总量/亿 m ³	3483.87	1800.00	1529.03	1006.45	1180.64
所占比例/%	38.71	20.00	16.99	11.18	13.12

5. 土壤状况

长江上游地区土地面积辽阔，土地资源丰富，土壤类型复杂多样。该区分布最广、最主要的土壤类型是紫色土、水稻土、红壤、黄壤和高山草甸。其中长江以南广泛分布着红壤土和黄壤土，长江以北大面积分布着黄棕壤土，流域北部、西北部边缘分布着棕壤土和黄壤土，长江源区有沼泽土、泥炭土、盐渍土，高山草原有草甸土，贵州多为石灰土，四川盆地多为紫色土。该区坡地多，梯田多，四川盆地的土壤肥力较高。土壤 N、P 背景值是决定水土流失携带污染物量的重要因素，其与吸附态非点源污染负荷密切相关。

1-2-2 社会经济概况

1. 行政区划

长江上游范围广阔，横跨我国西南、华中两大经济区。行政区涉及 7 个省、1 个自治区和 1 个直辖市的 67 个地级市、市辖区、自治州、地区和省直辖区单位（按 2003 年全国行政区划统计）（见图 1-3），其中四川和重庆基本都在流域辖区以内，达 90% 以上，云南、贵州、青海 3 省的辖内面积在 20%~50% 之间，其他省（区）的辖内面积都低于 10%（见表 1-3）。

2. 人口数量与组成

2003 年长江上游人口 1.68 亿，其中农业人口 1.34 亿，占流域总人口的 40% 左右，是我国藏、羌、彝等少数民族的重要聚居地。流域内农业人口比重很

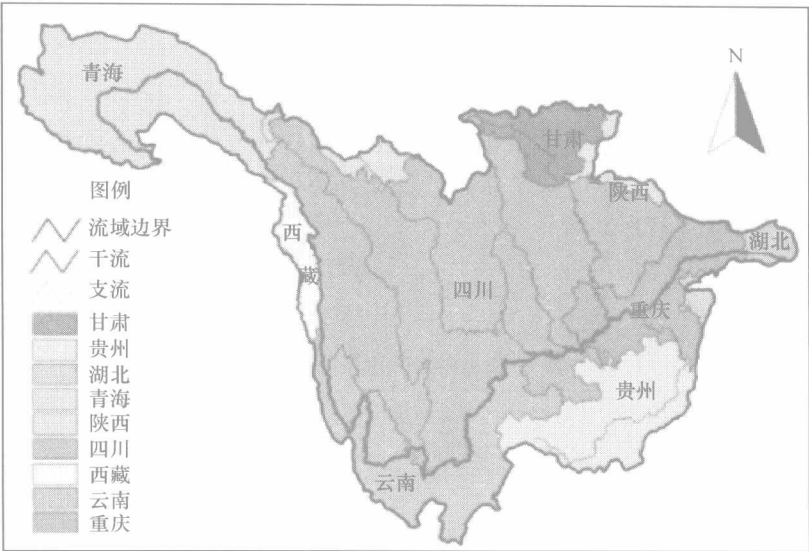


图 1-3 长江上游行政区划简图

表 1-3 长江上游行政区划一览表 (2003 年)

省区	指标	全省面积 /万 km ²	流域内面积 /万 km ²	流域面积占全省 面积比例/%	流域内所含地、市、州、区 和省直辖行政单位个数
青海		72.23	15.85	21.94	3
西藏		122.84	2.28	1.86	1
云南		39.40	11.96	30.36	7
贵州		17.61	8.65	49.12	8
四川		48.41	47.81	98.76	21
重庆		8.24	7.51	91.14	15
陕西		20.56	1.11	5.40	3
甘肃		45.44	3.69	8.12	4
湖北		18.59	1.68	9.04	5

大且分布不均，青海、西藏等省区人口稀少，贵州、四川、重庆、湖北人口密集。流域的平均人口密度达 144 人/km²，为全国平均值的 1.05 倍，详见表 1-4。

表 1-4 2003 年长江上游人口状况统计表

省区	指标	人口/万人			人口密度 /(人/km ²)
		总人口	城镇人口	农业人口	
青海		17.21	3.07	14.14	1
西藏		11.63	1.70	9.93	5
云南		1394.26	206.36	1187.90	124