

川江航道整治

长江航道局 编



人民交通出版社

川江航道整治

NAVIGATION CHANNEL REGULATION OF THE CHUANJIANG RIVER

长江航道局 编

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

川江航道整治/长江航道局编. —北京:人民交通出版社,1997.8

ISBN 7-114-02678-1

I. 川… II. 长… III. 航道整治-经验-长江-四川
IV. U617

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 10013 号

川江航道整治

长江航道局 编

责任印制:孙树田 版式设计:刘晓方 责任校对:王静红

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京牛山世兴印刷厂印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:14 插页:1 字数:338 千

1998 年 1 月 第 1 版

1998 年 1 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—2000 册 定价:30.00 元

ISBN 7-114-02678-1

U · 01905

内 容 提 要

本书是对新中国成立后川江航道整治经验的系统总结,全书共分四篇。其中概论篇主要介绍川江河道特性,论述川江航道的历史地位及其开发意义,并系统地介绍其整治进程、成效与基本经验;勘测篇着重介绍为进行川江整治而进行的勘察、调查和观测的基本内容与方法;设计篇系统总结了川江各类滩险以及葛洲坝库区航道的整治经验,介绍了有关的分析计算与试验研究工作;施工篇主要介绍如何在坡陡流急的条件下进行疏浚、炸礁、筑坝等各项整治工程的施工方法与经验。

本书内容丰富,既有实践经验,又有理论分析,不仅可供国内从事航道治理的工程技术人员和管理人员参考,而且可作为大专院校港口、航道和治河专业的辅助教材,对于国际间的技术交流也有较重要的价值。

SYNOPSIS

This book is a systematic summarization of navigation channel regulation works executed on Chuanjiang River (upper Yangtze River) after the founding of New China. It consists of four parts: In the introduction part, the feature of Chuanjiang River, its historical status and the significance of its exploitation are elaborated, in addition, the progress, effects and basic experiences of the regulation works are systematically introduced. The reconnaissance part puts emphasis on the basic contents and methods of investigation, observation and surveying for the regulation of the river. The design part sums up the experience on regulation works of various kinds of rapids and Gezhouba Reservoir region of Chuanjiang River, and briefs on the relative analyses, Calculations and model tests. The Construction part summarizes the methods and experiences of variows regulation works Such as dredging, reef blasting and dik-ing under conditions of steep slope and torrential current.

Substantial contents of practical experiences and theoretical analyses are covered in this book. It not only provides materials for reference of engineers and managing personnel engaged in waterway improvement, but also may be used as supplementary teaching material for students of harbour and waterway engineering speciality. It is also of great value to the international exchange of technology.

航道整治工程



土石方控制爆破



水下爆破



水下钻孔



爆破、挖掘、运输配套的机械化施工



水下清渣



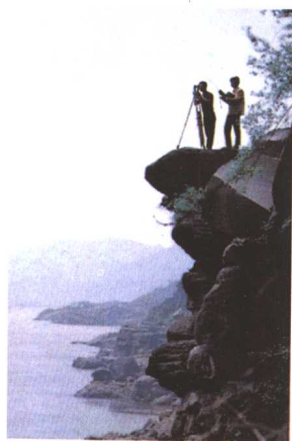
抓斗挖泥船在川江急流滩施工



江中筑起导流大坝



在泥石流多发的溪沟中筑起栅栏坝



测量



航道整治设计

航道整治工程

序

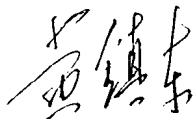
川江是我国第一大河——长江上游的重要组成部分，它横贯西南地区，流经四川、重庆、湖北等省市，资源丰富，潜力巨大，具有广阔的发展前景。开发利用川江，发展航运事业，对于加快西南地区经济发展，加快沿长江地区的开发开放，促进长江经济走廊的形成，具有极其重大的意义。

川江属大型山区河流，沿途断崖壁立，险滩密布，航道浅窄，行舟甚难，素有“天险”之称。前人对川江的开发利用曾进行过多次尝试，但限于当时的社会制度和生产力发展水平，效果甚微。直至新中国成立前夕，川江仍基本处于天然状态，“滩如竹节稠，滩滩鬼见愁”，这即是对当时川江的真实写照。新中国成立以后，党和国家对川江整治十分重视。40多年来，相继治理了被称为“拦路虎”的滟预堆、“铁门槛”的青滩、“鬼门关”的崆岭滩，以及折桅子滩、下马滩等90多处恶礁险滩，通航条件得到了极大地改善。如今，重庆至宜昌段航道下行全线达到三级航道通航标准，单向年通过能力由1949年的230万吨左右提高到2000万吨，可常年通行1000吨驳船组成的3000吨级船队；上行可通行800吨驳船组成的2400吨级船队。这是我国内河航运建设的一大成就，充分说明，只有在社会主义制度下，川江才能得到有效的整治，才能真正造福于人民。

目前，举世瞩目的三峡工程已开工建设，为进一步全面整治川江创造了条件。三峡工程建成后，宜昌至重庆段上下行均可达到一级航道通航标准，单向年通过能力将提高到5000万吨；由1000吨至3000吨驳船组成的万吨级船队可从宜昌直抵重庆，运输成本可望降低1/3。到那时，“高峡出平湖”的壮丽画卷将展现在世人的面前，“川江天险变通途”将真正成为现实。

我国幅员辽阔，江河湖泊众多，具有发展内河航运的优越自然条件。内河航运建设虽然取得了可喜的成绩，但与国民经济发展的需求相比，与资源潜力相比，差距很大；与其它运输方式相比，发展也相对迟缓。加快内河航运建设，振兴我国内河航运事业，是历史赋予我们的使命和重任。长江航道局组织本单位和有关高等院校、科研院所的专家、教授编写《川江航道整治》一书，是一件很有意义的工作。该书理论联系实际，系统地介绍了川江整治的历史进程，全面总结了川江航道整治在勘测、设计、施工等方面的经验，反映了我国内河航道建设取得的科研成果，不仅为今后进一步整治川江提供了详实的资料，也为整治其它大江大河提供了可资借鉴的经验，值得从事航道工作的广大科研人员、工程技术人员、行政管理人员及大专院校港口、航道等专业的师生一读。

交通部部长



一九九七年三月

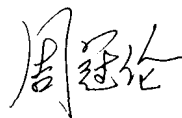
序 言

川江系长江干流的上游段,全长 1045 公里,是典型的山区河流,以滩多、流急、水乱而闻名于世,素有“天险”之称。在漫长的旧社会,川江航道一直处于落后的自然状态,严重制约了航运的发展。

新中国成立后,优越的社会主义制度,使航道事业得到迅速发展。在短短的 40 多年时间里,对川江的 100 余处碍航滩险进行了有效治理,改变了航道落后面貌,使航道尺度提高 50% 左右,下水通过能力提高 8 倍,出川运量扩大了近 200 倍,川江“天险”变通途,为川江航运和国民经济的发展作出了重大贡献。

山区河流航行条件的改善,在发达国家主要是通过河流渠化来实现的,川江航道的治理是在国家财力有限的情况下,因地制宜,探索滩险演变规律,采用科学的整治措施来大幅度提高航道通过能力,投资省、效益高,全面整治全长 1045 公里川江航道,总共只用投资 2 亿多元,这是一种符合中国国情的经济有效的成功经验。川江航道整治的经验,不仅可供三峡工程兴建后,库尾航道治理和国内其它山区航道治理时借鉴,同时亦可供其他发展中国家参考。为此我们组织了一批长期从事川江航道整治的工程技术人员和专家、教授,对川江航道整治的勘测、设计及施工经验进行了全面总结,写成了《川江航道整治》这本书。由于航道整治是一门相当复杂的学科,还需要在实践中不断探索,本书仅限于川江的工程实践,有不当之处,恳请各位专家、学者批评指正。

长江航道局局长



一九九七年二月

编写说明

川江为长江的上游河段,属大型山区河流,解放前基本处于天然状态,船舶航行十分困难,素有“天险”之称。解放后经过四十年来的整治,大大改善了通航条件,使“天险”变通途,受到国内外重视与赞誉。1990年,长江航道局决定组织力量进行川江航道整治经验的系统总结,编印成书,公开发行。

从1991年3月起,以长江航道局重庆工程局为主,邀请有关单位的专家、教授参加,组成编写委员会。编委会由周冠伦任主编,孙仲茂、王士毅任副主编,聘请刘书伦、荣天富为顾问,组织有经验的工程技术人员分工负责各个章节的编写。编写中以过去已进行的专题试验研究成果为基础,突出川江山区河流特点,对川江航道整治的勘测、设计与施工经验,进行了详细分析,系统总结,力求使认识在理论上得到进一步的提高和发展。

在编写人员的共同努力下,初稿和二稿先后在1992年8月和1994年5月完成。1992年10月与1995年6月,在主编周冠伦的主持下,两次召开专家审议会,对书稿进行了审查和讨论。应邀参加会议的专家有:交通部工管司刘书伦教授级高工,交通部水运规划设计院闵朝斌教授级高工,天津水运科研所卢汉才研究员、刘建民研究员,西南水运科研所李春华高级工程师,重庆交通学院王绍成教授,长江航道局荣天富教授级高工、傅理明教授级高工、蔡长福高级工程师等。两次会议均对书稿进行了认真细致的讨论。专家们对书稿作出了较高的评价,同时也提出了许多宝贵的修正意见。在此基础上,指定有关人员分篇统稿,于1996年7月形成第三稿。1996年11月由顾问刘书伦与荣天富分工负责,对书稿进行了审定。同年12月,在主编周冠伦的主持下,进行了书稿的最后审定。

参与本书编写的主要人员有:王士毅、甘监登、潘必达、黄超、刘建民、李春华、徐彪斯、史光华、吴炳海、陈国兴、彭光瑞、陈晓云、吴仕臣、蒲正川、龙一鸣、郑河清、余俊华等17人。在本书的形成过程中,除得到前述有关专家、教授的指导帮助外,与交通部基建管理司、人民交通出版社、交通部水运规划设计院以及为川江航道整治作过大量科学研究工作的天津水运科学研究所、西南水运科学研究所、南京水利科学研究院、重庆交通学院等单位的大力支持与协助分不开的,谨此一并致谢。

目 录

第一篇 概 论

第一章 川江自然概况	1
第一节 河流地质地貌.....	1
第二节 沿线气候特征.....	3
第三节 河流水文泥沙.....	3
第四节 碍航滩险分布.....	5
第二章 整治川江航道的重要意义	10
第一节 川江的重要战略地位	10
第二节 发展川江航运的不可替代性	11
第三节 持续整治川江航道的重要性	11
第三章 川江航道整治进程	13
第一节 酝酿准备与队伍组建	13
第二节 宜渝段航道的初期整治	15
第三节 宜渝段航道的进一步整治	18
第四节 渝叙段航道分期整治	24
第四章 航道整治成效与基本经验	27
第一节 航道整治成效	27
第二节 基本经验体会	29
第三节 对今后川江航道建设的展望	32

第二篇 勘 测

第五章 勘察与调查	34
第一节 长河段调查	34
第二节 滩险踏勘	35
第三节 溪沟调查	35
第六章 长河段航道图测量	36
第一节 控制测量	36
第二节 水道地形图测量	37
第三节 航道图资料整编	41

第七章 试验研究测量	43
第一节 滩段水文测验	43
第二节 滩险模试观测	48
第三节 浅滩演变测量	50
第八章 滩险工程测量	51
第一节 滩险江床图测量	51
第二节 船舶航态观测	53
第三节 施、竣工测量	57
第四节 滩险整治效果观测	58

第三篇 设 计

第九章 川江滩险河段特征分析	59
第一节 滩险河段河床特征与泥沙运动	59
第二节 浅滩河床演变规律	61
第三节 急、险滩水流特征及其变化规律	64
第十章 整治设计的基本准则与要求	66
第一节 整治工程设计标准	66
第二节 整治原则与基本措施	70
第三节 设计工作要求	72
第十一章 浅滩整治	74
第一节 浅滩特征与成因分析	74
第二节 过渡段浅滩整治	77
第三节 弯道浅滩整治	80
第四节 汊道浅滩整治	83
第五节 卵石包浅滩整治	89
第六节 淤沙浅滩整治	90
第七节 浅滩整治建筑物设计	95
第八节 浅滩整治水力计算	97
第十二章 急滩整治	104
第一节 急滩的成因、分类与水流特征	105
第二节 急滩的碍航情况	106
第三节 急滩整治的基本方法	107
第四节 卵石急滩整治	110
第五节 崩岸急滩整治	111
第六节 滑坡急滩整治	112
第七节 溪口急滩的溪沟治理	114
第八节 急滩整治的开挖设计	117
第九节 急滩整治的水力计算	118

第十三章	险滩整治	124
第一节	险滩成因及碍航情况	124
第二节	礁石险滩整治.....	126
第三节	泡漩险滩整治.....	127
第四节	滑梁险滩整治.....	130
第五节	扫弯险滩整治.....	131
第十四章	葛洲坝库区航道整治	133
第一节	建库前后航道条件的变化.....	134
第二节	库区航道整治的原则与标准.....	135
第三节	整治措施与工程实例.....	137
第四节	工程成效分析与展望.....	140
第十五章	模型试验与数值模拟	141
第一节	河工模型试验.....	141
第二节	船模航行试验.....	146
第三节	数值模拟计算.....	148

第四篇 施 工

第十六章	川江航道整治施工概述	151
第一节	工况特点.....	151
第二节	工程项目分类.....	153
第三节	施工安排.....	153
第十七章	航道疏浚	154
第一节	挖泥船和抓斗选型.....	154
第二节	挖泥船疏浚.....	158
第三节	钢耙船疏浚.....	163
第十八章	陆上炸礁	165
第一节	浅孔爆破.....	165
第二节	深孔爆破.....	168
第三节	硐室爆破.....	171
第四节	石碴运输.....	178
第十九章	水下炸礁	179
第一节	水下裸露爆破.....	179
第二节	水下钻孔爆破.....	183
第三节	水下硐室爆破.....	187
第四节	水下清碴.....	191
第五节	水下扫床.....	192
第二十章	筑坝工程	194
第一节	块石坝施工.....	195

第二节 溪沟坝施工.....	200
第二十一章 施工管理	201
第一节 施工技术管理.....	201
第二节 工程质量管理.....	204
第三节 施工安全管理.....	205
第四节 施工设备管理.....	208
名词注释.....	211

第一篇 概 论

第一章 川江自然概况

长江是我国第一大河,发源于青藏高原唐古拉山脉主峰格拉丹东雪山西南侧,全长逾 6300km,总落差约 5400m,横跨我国西南、华中、华东三大经济区。干流流经青、藏、川、滇、渝、鄂、湘、赣、皖、苏、沪等 11 个省、自治区、直辖市;支流布及甘、陕、黔、豫、桂、粤、闽、浙等 8 个省、自治区。流域面积 $180 \times 10^4 \text{km}^2$,约占全国总面积的 18.8%。

长江干流上游,上起沱沱河源头,下迄湖北宜昌,长逾 4500km,控制流域面积约 $100 \times 10^4 \text{km}^2$ 。其中四川宜宾至宜昌一段长 1045km,因其大部分在四川境内,故习称川江。川江上接金沙江,汇入的主要支流,北岸有岷江、沱江、嘉陵江,南岸有赤水河、乌江,水量丰沛,比降较金沙江大为减缓,是西南地区最为重要的水运干线,自古至今一直受到人们的重视。

第一节 河流地质地貌

川江自上而下流经四川盆地边缘的丘陵地区以及川东、鄂西的高山峡谷地区。从原始雏形,历经漫长地质年代的演变,形成了现今的地质地貌特征和河床形态。

从地质结构上看,川江大致可分为上、下两段。上段宜宾至奉节,处在新华夏系第三沉降带,地壳较稳定,断裂少,规模小。主要岩石为侏罗系红色砂岩、泥岩、页岩,在背斜核部为三迭系灰岩。河床覆盖层薄,一般 10m 左右。河谷阶地的组成物质,上层多为粘性土,下部为砂砾石。下段奉节至宜昌,为著名的三峡河段,处在新华夏系第三隆起带,以震旦系至三迭系的灰岩为主,局部有志留、三迭、侏罗系的砂页岩。三斗坪一带为前震旦系花岗岩,断裂不发育,地震活动处在弱震环境中。两岸岩石裸露,河床覆盖层更薄。

从河流地貌上看,川江大致可分为上、中、下三段。上段宜宾至万县,长 713km(图 1-1),河道大都流经较低的丘陵地区,几条主要支流均在此段汇入。两岸山势平缓,河谷阶地较为发育,河槽内多边滩和江心洲滩(大都为卵石磧坝),其间尤以重庆以上 385km 为甚。河道穿越峡谷之处很少,有几处峡谷,长度也只 2000m 左右,如重庆上下游的大猫峡、铜锣峡、明月峡和长寿下游的黄草峡等。中段万县至奉节,长 123km,河道主要流经较高的丘陵和山地,仅有较小的支流汇入。两岸山势渐陡,河谷阶地不及上段发育,边滩和江心洲也明显少于上段。下段奉节至宜昌,长 209km,河道穿行在高山峡谷间,两岸山势陡峻,即令是间隔存在的一些宽谷河段,岸坡也大都陡于 25° ,极少见较发育的阶地和边滩。

与地质、地貌相联系,不同河段的河床形态也有相当的差异。宜宾至奉节河段宽谷较多,峡谷较少。一般情况是,河流流经向斜层时形成宽谷,穿过背斜层时形成峡谷。除为数较少的峡

谷段河宽仅 150m~300m 外,其余河段河宽多为 500m~1000m,最宽可达 2000m。而奉节至宜昌河段则以峡谷为主,著名的瞿塘峡、巫峡、西陵峡等三峡河段江面宽均为 150m~450m,其最窄处仅约 100m。在中等宽度的河段(宜宾至重庆约为 500m~1500m,重庆至奉节约为 300m~1000m) 往往有边滩出现;河宽达到 1000m 以上的河段往往形成江心洲,或边滩与江心洲并

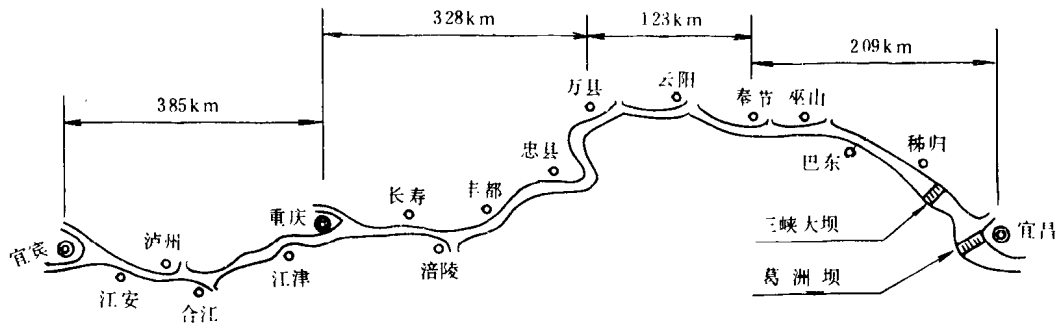


图 1-1 川江宜宾至宜昌河道示意图

存。在宽谷河段,由于有岸边石梁、石嘴或河心石梁、碛坝的存在,枯、洪水期的主流流向不一,往往导致枯水主槽过分弯曲,乃至急剧缩窄,形成局部急流或乱水。在峡谷河段,由于两岸岸壁陡峻,汛期断面面积的增加率大大小于流量的增加率,往往导致洪水期峡内水流汹乱。在水流的长期作用下,川江河道形成了目前宽窄相间(有些段落甚至是较为明显的‘一滩一沱’间隔

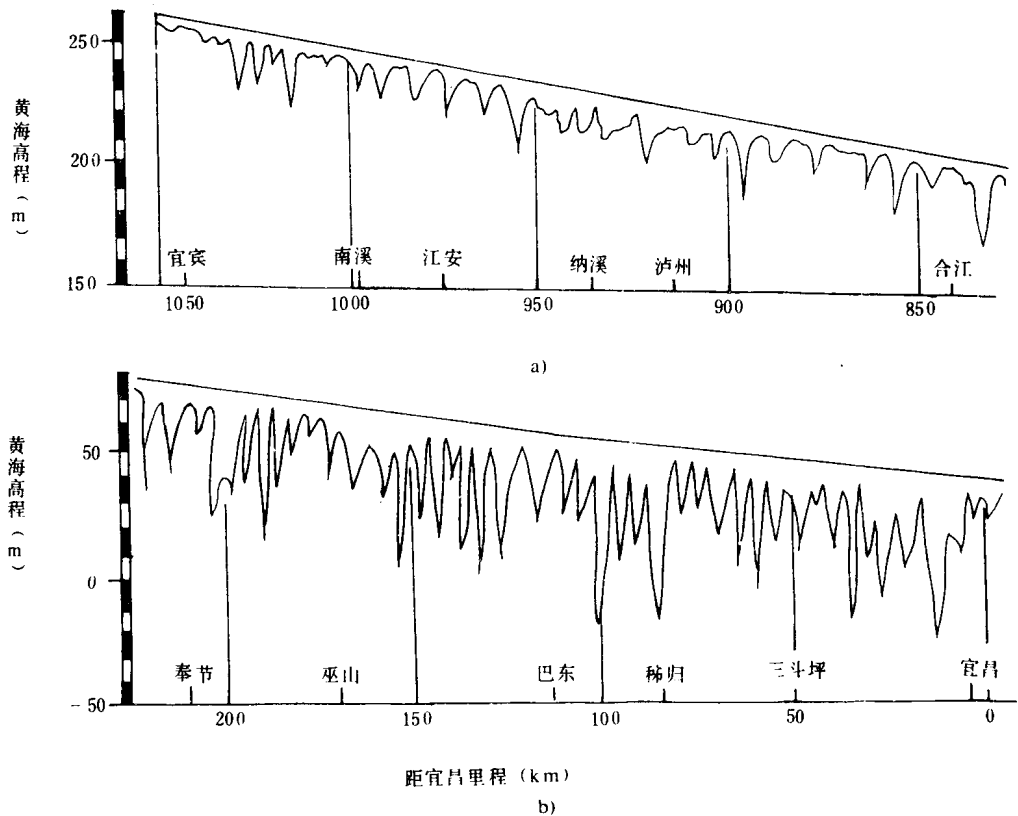


图 1-2 川江河床深泓线纵剖面图

a) 宜宾至合江; b) 奉节至宜昌

分布)的总形态,与这一平面形态相对应,在沿河道的深泓线上,则形成明显的锯齿形的剖面形状,尤以奉节至宜昌河段为甚(图 1-2),在局部河段,河床高差可达到 60m 以上;就全川江而言,航线上的枯水水深,浅处仅有 2m~3m,而深处则可达 80m~100m。

第二节 沿线气候特征

川江地处亚热带湿润的东南季风气候区,从总体上看,具有冬暖夏热春来早、水量充沛夜雨多和冬春风小雾日多三大气候特征。

根据重庆、万县、奉节三站的气象资料,川江 1 月份气温最低,月平均 5.1℃~7.5℃,越往下游气温越低,奉节极端最低气温可达到-9.2℃。奉节以上霜雪较少,每年无霜期多于 300 天。2 月上旬后,日平均气温即达 10℃~11℃,春回大地的时间较长江中下游约早一个月。川江夏季炎热,暑期时间有时长达 4~5 个月,尤以 7、8 月最热,平均气温 27.4℃~28.6℃。重庆是长江“三大火炉”之一,极端最高气温可达 42.2℃。有关气温的特征值详见表 1-1。

川江气温特征值统计表(℃) 表 1-1

站 名	年平均气温	极端最高气温	出现日期	极端最低气温	出现日期
重 庆	18.3	42.2	1953 年 8 月 19 日	-1.8	1955 年 1 月 11 日
万 县	18.1	42.1	1972 年 8 月 26 日	-3.7	1955 年 1 月 2 日
奉 节	16.5	39.8	1959 年 8 月 23 日	-9.2	1977 年 1 月 30 日
资 料 年 限	重庆站 1951~1989 年,共 39 年;万县站 1955~1980 年,共 26 年;奉节站 1957~1980 年,共 24 年				

川江降水量大,主要是降雨,其次是青藏高原的融雪。据高县、寸滩、万县、巫山等 18 处雨量站的资料统计,各站多年平均降水量为 1016mm~1489mm。降水状况有以下几个特点:一是在地域上分布不均,受地形影响,降水量有山地大于河谷的趋势,例如山区的大进站多年平均降水量为 1489.3mm,而川江边的长寿站为 1022.1mm。二是降水量年内分配不均,5 月~9 月降水量约占全年的 68%~71%,而 12 月至次年 2 月则只占 4%~7%;万县站最大月降水量为 681.4mm(1982 年 7 月),最小月降水量仅 0.9mm(1979 年 2 月)。三是降水量的年际变化大,寸滩站最大年降水量为 1477.8mm(1956 年),最小仅 702.1mm(1961 年);大进站最大年降水量为 2179.9mm(1983 年),最小仅 976.1mm(1966 年)。四是暴雨大部分发生在 7 月~9 月,并具有来势猛,延时短的特点;暴雨发生的次数以忠县至奉节区间最多,万县站平均每年出现 3.3 次,而寸滩站只出现 1.8 次。五是降水量多发生在夜间,年平均夜雨率超过 60%,全国少见,“巴山夜雨”的说法古已有之。

因受高空气流和地理环境的影响,川江两岸风力较小,强风多发生在夏季,峡谷河段夏季往往有顺着河谷的“峡风”,而春冬两季则多微风,乃至无风。由于河谷内相对湿度大,日照少,加上风力小,这就形成了川江雾多的气候特征。以重庆为例,年平均雾日约 50 天,最高年份曾达 205 天,故有“雾重庆”之称。川江沿线计有雾区 39 处,雾区总长约 187km,每处平均长近 5km。冬春两季多雾,元月雾天最多,延时较长;年平均中雾和浓雾有 36 天左右,其中兴隆滩最少,年平均 18.1 天,蔺市最多,年平均 85.6 天。雾多发生在凌晨,一般上午 10 时至 12 时消散,个别浓雾可延续几天。1986 年 1 月,广元坝雾区的一次浓雾,延时竟长达 7.5 天之久。

第三节 河流水文泥沙

川江属大型山区河流,汇水面积广,流量丰沛。据实测资料统计,多年平均径流量李庄站为

$2572 \times 10^8 \text{m}^3$, 寸滩站为 $3490 \times 10^8 \text{m}^3$, 宜昌站为 $4390 \times 10^8 \text{m}^3$, 呈沿程增大的趋势。宜昌站约占长江径流总量的 49.3%。

在一个水文年内,流量的分配很不均匀,6月~10月的径流量占到全年的 73%~75%,而 12 月至次年 3 月仅占 10%~12%。在寸滩站,汛期流量一般可达 $40000 \text{m}^3/\text{s} \sim 60000 \text{m}^3/\text{s}$,而枯季只有 $3000 \text{m}^3/\text{s}$ 左右。1981 年 7 月 16 日寸滩实测最大流量为 $85700 \text{m}^3/\text{s}$,而 1978 年 3 月 24 日实测的最小流量仅为 $2270 \text{m}^3/\text{s}$,相差达 38 倍之多。而且汛期洪峰来势凶猛,流量变幅大,导致水位陡涨陡落,日变幅一般河段约为 3m 左右,峡谷河段可达 8m。

由于径流量的年内变化大,造成川江沿线各站水位年变幅也显著高于一般平原河流。川江各站洪、枯水位的变幅如表 1-2 所列。从表中数字可以看出,位于河谷较开阔河段的水文站,如宜昌、朱沱、合江三站,其水位年变幅均在 20m 以内;而位于河谷较窄河段的站,如万县、奉节两站,其水位年变幅则高达 42m 以上,相差超过一倍。足见川江水位变幅大不仅源于流量的年内变化幅度大,而且也与河槽狭窄,调蓄能力低有关。

川江沿线各站水位年变幅情况

表 1-2

站名	水位年变幅 (m)	站名	水位年变幅 (m)	站名	水位年变幅 (m)	站名	水位年变幅 (m)
宜宾	24.75	合江	19.63	寸滩	33.27	奉节	54.89
泸州	20.46	朱沱	15.41	万县	42.29	宜昌	17.00

川江的河流泥沙有悬移质和推移质。悬移质泥沙主要来自金沙江和嘉陵江。寸滩、宜昌两站多年平均含沙量分别为 $1.32 \text{kg}/\text{m}^3$ 和 $1.19 \text{kg}/\text{m}^3$, 年输沙量分别为 $4.62 \times 10^8 \text{t}$ 和 $5.30 \times 10^8 \text{t}$ 。由于支流汇入,川江输沙率有沿程增大的趋势,而含沙量则沿程减小。在同一个水文年内含沙量变化也很大,汛期月均含沙量可高达 $2.02 \text{kg}/\text{m}^3$ (7 月份),而枯季仅为 $0.031 \text{kg}/\text{m}^3 \sim 0.047 \text{kg}/\text{m}^3$ 。由于汛期水量较集中,含沙量又大,形成汛期输沙量更加集中。据实测资料分析,5 月~10 月的输沙量约占全年总量的 96% 以上。图 1-3 为寸滩站 1983 年日平均流量与输沙率过程线图。由图可以看出,沙峰比洪峰更为瘦削,足见悬移泥沙集中输移的特性。川江推移质输沙量远较悬移质输沙量为小,据实测,朱沱、寸滩、万县、奉节、宜昌等站,多年平均卵石推移质年输沙量分别为 $(32.8, 27.7, 32.3, 38.7, 75.8) \times 10^4 \text{t}$ 。卵石输沙量年内分配也很不均匀。朱沱、寸滩、万县三站 5 月~10 月的卵石输沙量占全年的 96.8%~99.8%;而奉节站因受瞿塘峡口汛期壅水的影响,卵石推移质的输移受阻,故 5 月~10 月的卵石输沙量,仅为全年 22.5% 左右,而 11 月至次年 4 月却占 77.5%,其中 12 月和 1 月占全年的 59.4%。

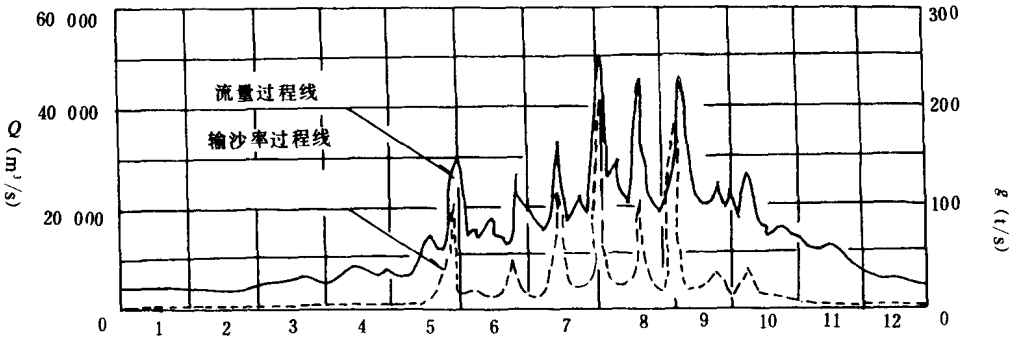


图 1-3 寸滩站 1983 年日平均流量与输沙率过程线

川江泥沙粒径较粗,表 1-3 列出了沿线各主要测站测得的悬移质和卵石推移质的粒径资料。从该表中可以看出:卵石推移质的粒径沿程细化的趋势较为明显;悬移质泥沙中值粒径的