

国家自然科学基金重点项目  
“流域水文水资源与社会耦合系统新理论新方法研究”  
(批准号: 51539009)



# 汉江流域水文模拟预报 与水库水资源优化调度配置

郭生练 田晶 杨光 段唯鑫 邓乐乐 著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

国家自然科学基金重点项目  
“流域水文水资源与社会耦合系统新理论新方法研究”  
(批准号: 51539009)

# 汉江流域水文模拟预报 与水库水资源优化调度配置

郭生练 田晶 杨光 段唯鑫 邓乐乐 著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

·北京·

## 内 容 提 要

本书通过大量的文献资料和汉江流域的应用示范,系统地介绍了汉江流域水文模拟预报与水库水资源优化调度配置的理论方法和研究进展。主要内容包括:汉江流域分布式水文模型,气候和土地利用变化对汉江径流的影响,丹江口水库防洪兴利综合调度,安康—丹江口梯级水库多目标联合调度,汉江中下游水质模拟和水华控制,水资源承载能力和优化配置等。书中介绍的方法客观全面,既有新理论方法介绍,又便于实际操作应用。

本书适合于水利、电力、交通、地理、气象、环保、国土资源等领域的广大科技工作者、工程技术人员参考使用,也可作为高等院校高年级本科生和研究生的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

汉江流域水文模拟预报与水库水资源优化调度配置 /  
郭生练等著. — 北京:中国水利水电出版社, 2020. 11  
ISBN 978-7-5170-8957-5

I. ①汉... II. ①郭... III. ①水文模拟—水文预报—  
湖北②水库—水资源—资源配置—湖北 IV. ①P338  
②TV697.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第196420号

审图号:GS(2020)5449号


书 名	汉江流域水文模拟预报与水库水资源优化调度配置 HAN JIANG LIUYU SHUIWEN MONI YUBAO YU SHUIKU SHUIZIYUAN YOUHUA DIAODU PEIZHI
作 者	郭生练 田晶 杨光 段唯鑫 邓乐乐 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	天津嘉恒印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 20印张 487千字
版 次	2020年11月第1版 2020年11月第1次印刷
印 数	001—800册
定 价	128.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究



**作者简介：**郭生练，男，1957年出生于福建省龙岩市，1982年毕业于武汉水利电力学院，1986年和1990年先后获爱尔兰国立大学硕士和博士学位，1991—1993年武汉水利电力大学博士后。1993年晋升为教授，1995年增选为博士生导师，享受国务院政府特殊津贴专家，2020年当选为挪威工程院外籍院士。现任武汉大学水问题研究中心主任、二级教授、博士生导师，水文水资源国家重点学科和水资源与水电工程科学国家重点实验室学科带头人，国际水文科学协会中国国家委员会名誉主席，《水资源研究》主编、《水利学报》《水科学进展》《水文》等学术刊物编委。先后主持完成国家级课题30余项和横向课题70多项；指导培养博士后10人、博士和硕士研究生100多人；发表学术论文500多篇，其中SCI收录论文170多篇、引用6000多次，EI收录论文200多篇，授权发明专利12项，《设计洪水研究进展与评价》等著作10部，有18项成果获省部级和国家科技进步奖。第九、十、十一、十二届全国人大代表。



# 前 言

汉江流域水资源是国家和地区发展的重要战略资源，丹江口水库是南水北调中线工程水源地，汉江中下游是湖北省工农业生产的重要基地。经济社会的快速发展和复杂庞大的水利工程体系格局，改变了汉江流域水循环过程和水资源时空分布，给降雨径流模拟预测和水利工程调控带来巨大的不确定性，水生态文明建设和可持续发展面临严峻挑战。本书研究项目面向国家和湖北省的重大战略需求，建立汉江流域分布式水文模型和汉江中下游水资源配置模型，研究气候和土地利用变化对汉江径流的影响，分析汉江流域水文水资源与经济社会互馈关系和演变规律，开展丹江口水库暴雨洪水模拟调度和洪水资源化工作，提出基于决策因子选择的梯级水库多目标调度模型、汉江中下游水质模拟和水华控制、水资源供需平衡和优化配置。作者及其课题组积极参与该领域的多项课题研究与应用实践，与同事和研究生们一起，发表了100多篇学术论文，积累了丰富的经验和知识。本书对于汉江实施最严格水资源管理制度和生态经济带建设、确保防洪、供水和生态安全，提升我国水文水资源学科水平和国际影响力，具有理论和应用参考价值。

本书的第1章简要地概述；第2章为汉江流域降雨径流模拟分析；第3章研究气候和土地利用变化对汉江径流的影响预测；第4章为汉江流域暴雨洪水预报和丹江口水库模拟调度；第5章为丹江口水库防洪兴利调度及其对下游水文情势的影响；第6章为基于决策因子选择的梯级水库多目标调度模型；第7章为考虑预报信息的梯级水库多目标优化调度；第8章为汉江中下游河道水质模拟和水华控制；第9章为汉江流域水资源承载力研究；第10章为汉江中下游水资源供需现状和预测分析；第11章为汉江中下游水资源优化配置和水量调度。希望本书的出版能为汉江流域水文模拟预报和水库水资源优化调度配置研究起到一个抛砖引玉的作用。

全书由郭生练负责统稿，田晶、杨光、段唯鑫、邓乐乐参与了部分章节的编写。武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室的周研来、李丹、洪兴骏等参与了部分研究工作。本书是在综合国内外许多资料的基础上，经过反复酝酿而写成的，其中一些章节融入了作者十多年来的主要研究成果。

由于作者水平有限，书中可能存在不妥之处，有些问题有待进一步深入探讨和研究，希望读者和有关专家批评指出，请将意见反馈给作者，以便今后改正。

本书是在国家自然科学基金重点项目“流域水文水资源与社会耦合系统新理论新方法研究”（批准号：51539009）资助下完成的。合作单位长江水利委员会水文局、湖北省水利水电规划勘测设计院许多同志参与了资料收集和分析计算工作。武汉大学王俊教授、熊立华教授、刘攀教授等专家学者对本书提出了许多宝贵的意见和建议。另外，中国水利水电出版社编辑室王晓惠主任对本书的出版付出了大量的心血。在此一并感谢。

**作者**

2020年6月于武汉大学珞珈山

# 目 录

## 前言

第 1 章	概述	1
1.1	汉江流域概况	1
1.2	水文站网资料	6
1.3	梯级水库群和调水工程	11
第 2 章	汉江流域降雨径流模拟分析	19
2.1	新安江模型参数时空变化规律	19
2.2	汉江流域信息数字化	24
2.3	VIC 分布式水文模型和模拟结果分析	30
2.4	SWAT 分布式水文模型和模拟结果分析	40
2.5	本章小结	45
	参考文献	45
第 3 章	气候和土地利用变化对汉江径流的影响预测	47
3.1	汉江流域未来降水气温变化预测	47
3.2	汉江流域未来径流变化预测与分析	56
3.3	汉江流域土地利用变化预测	63
3.4	气候与土地利用变化对汉江流域径流的影响	69
3.5	本章小结	76
	参考文献	77
第 4 章	汉江流域暴雨洪水预报和丹江口水库模拟调度	79
4.1	汉江流域洪水特性和成因分析	79
4.2	汉江流域水文气象耦合预报模拟技术	86
4.3	汉江 1983 年 10 月洪水模拟预报调度	96
4.4	本章小结	104
	参考文献	105
第 5 章	丹江口水库防洪兴利调度及其对下游水文情势的影响	106
5.1	丹江口水库汛期运行水位动态控制	107

5.2	丹江口水库提前蓄水调度方案研究 .....	116
5.3	丹江口水库调度对下游水文情势的影响 .....	129
5.4	本章小结 .....	137
	参考文献 .....	138
<b>第 6 章</b>	<b>基于决策因子选择的梯级水库多目标调度模型 .....</b>	<b>139</b>
6.1	数据挖掘与水库调度规则提取 .....	140
6.2	汉江上游梯级水库多目标优化调度模型 .....	143
6.3	安康—丹江口梯级水库优化结果分析 .....	146
6.4	本章小结 .....	154
	参考文献 .....	155
<b>第 7 章</b>	<b>考虑预报信息的梯级水库多目标优化调度 .....</b>	<b>157</b>
7.1	预报信息与水库调度规则 .....	158
7.2	安康—丹江口梯级水库多目标调度结果分析 .....	160
7.3	本章小结 .....	177
	参考文献 .....	178
<b>第 8 章</b>	<b>汉江中下游河道水质模拟和水华控制 .....</b>	<b>180</b>
8.1	汉江中下游河道水质模拟 .....	181
8.2	汉江中下游河道水华控制研究 .....	191
8.3	本章小结 .....	201
	参考文献 .....	202
<b>第 9 章</b>	<b>汉江流域水资源承载力研究 .....</b>	<b>204</b>
9.1	水资源承载力评价指标体系和方法 .....	204
9.2	汉江流域水资源承载力评价结果 .....	212
9.3	本章小结 .....	232
	参考文献 .....	233
<b>第 10 章</b>	<b>汉江中下游水资源供需现状和预测分析 .....</b>	<b>234</b>
10.1	汉江中下游地区水资源现状水系概化 .....	234
10.2	汉江中下游地区水资源可利用量分析 .....	242
10.3	汉江中下游地区水资源需求量分析 .....	254
10.4	各行业用水情况和节水潜力评价 .....	267
10.5	本章小结 .....	277
	参考文献 .....	278

第 11 章 汉江中下游水资源优化配置和水量调度 .....	279
11.1 汉江中下游地区水资源配置模型 .....	280
11.2 汉江中下游地区水资源优化配置结果分析 .....	287
11.3 汉江中下游地区供水风险评估 .....	298
11.4 引江补汉工程引水规模初步分析 .....	303
11.5 本章小结 .....	308
参考文献 .....	309



# 第 1 章

## 概 述

### 1.1 汉江流域概况

#### 1.1.1 自然地理

汉江发源于秦岭南麓，襄阳以上河流总体流向东，襄阳以下转向东南，于武汉市注入长江，干流全长 1577km，流域面积约 15.9 万 km<sup>2</sup>。汉江干流流经陕西、湖北两省，支流延展至甘肃、四川、河南、重庆四省（直辖市）。流域北部以秦岭、外方山与黄河流域分界，东北以伏牛山、桐柏山与淮河流域分隔，西南以大巴山、荆山与嘉陵江、沮漳河流域为界，东南为江汉平原、与长江无明显分界线。流域地势西高东低，西部秦巴山地海拔 1000~3000m，中部南襄盆地及周缘丘陵海拔在 100~300m，东部江汉平原海拔一般在 23~40m。西部最高为太白山主峰，海拔 3767m，东部河口高程 18m，干流总落差 1964m。

汉江流域山地约占 55%，主要分布在西部，为中低山区；丘陵约占 21%，主要分布于南襄盆地和江汉平原周缘；平原区约占 23%，主要为南襄盆地、江汉平原及汉江河谷阶地；湖泊约占 1%，主要分布于江汉平原。

汉江流域集水面积大于 1000km<sup>2</sup> 的一级支流共有 21 条，其中面积超过 1 万 km<sup>2</sup> 的有堵河、丹江、唐白河 3 条，面积为 0.5 万~1 万 km<sup>2</sup> 的有旬河、夹河、南河 3 条。

汉江干流丹江口以上为上游，具有峡谷与盆地交替特点，除汉中和安康盆地外，其余均为山地，山高谷深，平均比降在 0.6% 以上，河长 925km，占干流总长的 59%，控制流域面积 9.52 万 km<sup>2</sup>，落差占干流总落差的 95%，水能资源较丰富。主要支流左岸有褒河、旬河、夹河、丹江；右岸有任河、堵河等。地形主要为中低山区，占 79%，丘陵占 18%，河谷盆地仅占 3%。丹江口至钟祥为中游，河长 270km，占干流总河长的 17%，控制流域面积 4.68 万 km<sup>2</sup>。流经丘陵及河谷盆地，平均比降 0.19%。地形以平原为主，占 51.6%，山地占 25.4%，丘陵占 23%。入汇的主要支流左岸有小清河、唐白河，右岸有南河、蛮河和北河。钟祥以下为下游，长 382km，占干流总长的 24%，控制流域面积 1.7 万 km<sup>2</sup>。河床比降小，

平均比降为 0.06‰。河道弯曲，洲滩较多，两岸筑有堤防。下游平原占 51%，主要为江汉平原，丘陵占 27%，山地占 22%，入汇的主要支流为左岸的澧水、汉北河等。

## 1.1.2 水文气象

### 1.1.2.1 气候特征

汉江流域属东亚副热带季风气候区，冬季受欧亚大陆冷高压影响，夏季受西太平洋副热带高压影响，气候具有明显的季节性，冬季严寒，夏季酷热。

汉江流域降水主要来源于东南和西南两股暖湿气流。流域平均年降水量为 873mm。降水年内分配不均匀，流域连续最大四个月降水量占年降水量的 55%~65%，总的趋势由南向北、由西向东递减，白河上游为 60%~65%，白河下游为 50%~60%。由于纬度和地形条件的差异，降水量呈现南岸大于北岸，上游略大于下游的地区分布规律。

流域内多年平均气温为 12~16℃，极端最高气温为 42.7℃（1966 年 7 月 19 日发生于郧县）；极端最低气温为 -17.6℃（1977 年 1 月 30 日发生于房县）。全流域 E601 水面蒸发变化为 700~1100mm，陆地蒸发为 400~700mm。多年平均风速为 1.0~3.0m/s，冬季以东北风为主，夏季以西南风为主，最大风速为安康的 24.3m/s。

### 1.1.2.2 径流

汉江流域河川径流补给主要来自大气降水，地表水资源分布与降水基本一致。1956—1998 年多年平均地表水资源量为 566 亿 m<sup>3</sup>，折合径流深为 356mm，其中，丹江口以上为 388 亿 m<sup>3</sup>，丹江口以下为 178 亿 m<sup>3</sup>。径流年内分配极为不均匀，丹江口建库前皇庄站汛期（5—10 月）径流量占年径流量的 78%，建库后下降为 70%。汉江多年平均连续最大四个月径流占全年的 60%~65%，白河以上为 60%，白河以下为 60%~65%，出现时间由东向西推迟，襄阳以下在 4—7 月和 5—8 月，襄阳以上在 7—10 月。汉江径流年际变化大，以皇庄站为例，其最丰年（1964 年）径流量达 1060 亿 m<sup>3</sup>，最枯年（1999 年）径流量只有 182 亿 m<sup>3</sup>，极值比为 5.82。汉江流域年径流变差系数 C<sub>v</sub> 值为 0.3~0.6，其分布趋势由西向东递增。

### 1.1.2.3 洪水

汉江流域洪水由暴雨产生，洪水的时空分布与暴雨时空分布一致。夏、秋季洪水分期明显是汉江流域洪水最显著的特征。汉江流域地处我国东部平原与青藏高原的过渡地带和南北气候分界的秦岭南坡，受太平洋副热带高压北进南退影响，降水量年过程线有三个峰：第一个峰自 4 月下旬开始，5 月下旬结束，为春汛；第二个峰自 6 月下旬开始，于 7 月上中旬达到最高值，为夏汛；第三个峰自 8 月下旬开始，于 9 月上旬达到最高值，结束于 10 月上旬，为秋汛。其中夏汛峰值最高，秋汛次之，春汛峰值最小，春汛一般不会造成年内最大洪水。从洪水的地区组成上看，夏汛洪水的主要暴雨区在白河以下的堵河、南河、唐白河流域，洪水历时较短，洪峰较大，且常与长江洪水发生遭遇，如“35·7”洪水；而秋汛洪水则以白河以上为主要产流区，白河以上又以安康以上的任河来水量最大，并且秋季洪水常常是连续数个洪峰，其洪量也较大，历时较长，如“64·10”和“83·10”洪水。就洪水季节而言，丹江口—碾盘山区间的夏汛来水量明显大于秋汛，白河以上则是夏汛来水量与秋汛相当。前期夏季洪水发生在 9 月以前，往往是流域性的，如

1935年7月洪水,丹江口坝址和皇庄站洪峰流量分别为 $50000\text{m}^3/\text{s}$ 和 $57900\text{m}^3/\text{s}$ 。后期秋季洪水,一般来自上游地区,多为连续洪峰,历时长、洪峰大,如1964年10月和1983年10月洪水,丹江口坝址洪峰流量分别为 $26000\text{m}^3/\text{s}$ 和 $31900\text{m}^3/\text{s}$ 。

丹江口坝址千年一遇的设计洪峰流量为 $65000\text{m}^3/\text{s}$ ,相应频率7d洪量为189亿 $\text{m}^3$ ,碾盘山站(1973年年底因断面迁移更替为皇庄站)千年一遇的设计洪峰流量为 $67800\text{m}^3/\text{s}$ ,相应频率7d洪量为211亿 $\text{m}^3$ 。

丹江口水库建成后,对汉江中下游防洪发挥了重要作用,皇庄站“75·8”“83·10”还原后的天然洪峰流量分别为 $27300\text{m}^3/\text{s}$ 和 $40400\text{m}^3/\text{s}$ ,相应的实测流量分别为 $17900\text{m}^3/\text{s}$ 和 $26100\text{m}^3/\text{s}$ ,削减洪峰值分别为 $9400\text{m}^3/\text{s}$ 和 $14300\text{m}^3/\text{s}$ 。

#### 1.1.2.4 泥沙

汉江上游年径流量主要集中在7—9月,占年水量一半多。反映在输沙量的年内变化上,就更为集中,按汛期7—9月统计,各控制站的汛期沙量占年沙量的70%多,且在沙量较集中的各月沙量的分配也是极不均衡的,常常集中在历时很短的几次沙峰过程中。石泉、安康、白河站多年平均输沙量分别为554万t、2329万t、5122万t。

丹江口水库建成前,中下游输沙量年内分配不均匀,输沙量集中在汛期7月、8月、9月三个月,占全年来沙量的80%以上;枯水期12月、1月、2月三个月输沙量不到全年的1%。丹江口水库建库后,输沙情况有了较大改变。主要表现为大量泥沙被拦在库内,坝下基本上清水下泄。建库前,黄家港、襄阳、皇庄、沙洋和仙桃等站多年平均输沙量分别为1.28亿t、1.13亿t、1.33亿t、1.13亿t和0.831亿t。蓄水后,水库基本清水下泄,各站多年平均输沙量分别减少为66.2万t、494万t、1600万t、1570万t和2130万t,仅分别占建库前的0.517%、4.37%、12.0%、13.9%和25.6%。

丹江口水库1959年截流,经过8年滞洪,40多年的蓄水运用,中下游河道的河床组成较建库前已发生了明显的粗化,且离坝越近,其粗化程度越大,粗化程度发生显著变化的河段已由黄家港水文站下延至襄阳水文站,其他河段粗化程度不显著。

#### 1.1.3 洪水灾害

汉江干流洪水由暴雨形成,暴雨具有强度大、历时短、雨量集中的特点,极易在汉江干流形成洪水灾害。

汉江中下游干流沿江两岸约1700万亩耕地和1200万人及丹江口以下沿江城镇的堤防保护区,其地面高程低于常年洪水位,而干流河道的泄洪能力不仅小于洪水来量且自上而下递减,各河段的泄洪能力很不平衡,汉江下游干流加东荆河的泄量仅为中游皇庄河段的 $1/3\sim 1/2$ ,加之汉江出口河段的泄量还受长江水位的严重顶托影响,致使泄洪不畅,洪水灾害频繁,特别是下游洪灾频繁而严重。据记载,1822—1955年的134年中,汉江中下游干流堤防发生溃决的有73年,决口130处,平均约2年溃口一次,因此有“沙湖沔阳洲,十年九不收”的民谣。汉江近百余年发生特大洪灾的年份有1832年、1852年、1867年、1921年、1935年等。

1832年洪水汉江两岸溃决10余处,其中汉江左岸王家营1处溃口,经过4年才复堵,1921年洪水又溃,口门长达5km,灾区遍及钟祥等县,费75万银元,经半年才堵成。

1935年7月暴雨洪水为近百年来最严重的一次。从白河—碾盘山汉江右岸的全部地

区和左岸部分地区，降雨量都在 300~600mm，干支流洪水遭遇，造成峰高量大的特大洪水。该次洪水的洪峰流量，堵河  $13700\text{m}^3/\text{s}$ ，丹江  $13700\text{m}^3/\text{s}$ ，黄家港  $50000\text{m}^3/\text{s}$ ，南河  $10000\text{m}^3/\text{s}$ ，唐白河  $12300\text{m}^3/\text{s}$ ，襄阳  $52400\text{m}^3/\text{s}$ ，碾盘山  $45000\text{m}^3/\text{s}$ ，在郧县洪水漫溢，溃口 60 丈（200m）；襄阳城被冲陷数十处，平地水深丈余；钟祥三四弓处堤防溃决，口门超 7000m。洪水横扫汉北平原，直达汉口张公堤，从光化到武汉两岸 16 个县市一片汪洋。淹没耕地 640 万亩，受灾人口 370 万人，直接淹死达 8 万余人，灾情十分惨重，损失值约 1.6 亿银元。三四弓狮子口溃口后，原堤堵复困难，遂废弃旧口以上河堤 54.5km，退建旧口至上罗汉寺一条长达 18km 的堤防作为汉北平原的屏障，历时半年，耗费 300 余万元。15 年后钟祥以下汉江沿岸，依旧是一片荒漠惨淡、人烟罕见的迹象。

1954 年长江发生了全流域性的特大洪水，汉江洪水与长江洪水遭遇，潜江市汉江右岸干堤饶家月，因洪水猛涨，连夜加高子堤不及而漫溃，造成 12.8 万亩农田、45.3 万人受灾。8 月中旬，汉口站水位达 29.73m，江汉平原一片泽国，陆上交通基本瘫痪。

1964 年 10 月汉江秋季洪水（约 20 年一遇），碾盘山洪峰流量  $29100\text{m}^3/\text{s}$ ，最高水位 52.3m；新城洪峰流量  $20300\text{m}^3/\text{s}$ ，最高水位 44.28m；泽口最高水位 42.64m；岳口最高水位 40.62m；仙桃洪峰流量  $14600\text{m}^3/\text{s}$ ，最高水位 36.22m；汉川最高水位 31.16m；东荆河陶朱埠洪峰流量  $5060\text{m}^3/\text{s}$ ，最高水位 42.26m。杜家台闸 10 月 6 日 17 时 30 分开闸分洪，开闸时闸前水位 35.35m，分洪持续时间 7d 多，最大分洪  $5600\text{m}^3/\text{s}$ ，洪量 25.09 亿  $\text{m}^3$ ，防洪形势非常紧张，虽经新中国成立后 15 年加培堤防的抗御及近百万人的紧张防汛抢险，仍然被迫扒口 7 处，分洪量达 14 亿  $\text{m}^3$ ，淹没耕地约 50 万亩。

1975 年 8 月丹江口—碾盘山（皇庄）区间的唐白河、南河发生了特大洪水，由于暴雨中心位于丹江口枢纽以下，对汉江中下游防洪属较恶劣的典型。“75·8”特大暴雨主要受台风登陆影响，暴雨出现在 8 月 5—11 日，强度大，涉及范围广。丹江口—碾盘山（皇庄）区间有两个明显的雨区：一个在唐白河上游地区，过程总降雨量以杨集站 1057mm、闵在站 1012mm 为最大；一个在南河、北河和蛮河地区，以南河上游的白水峪站 688mm 为最大。“75·8”暴雨在丹江口至碾盘山形成了约 40 年一遇的区间特大洪水，丹江口—碾盘山（皇庄）区间洪水最大洪峰为  $18400\text{m}^3/\text{s}$ ，仅次于“35·7”的洪峰流量  $21100\text{m}^3/\text{s}$ ，其中，主要支流南河开峰峪站实测洪峰流量  $8280\text{m}^3/\text{s}$ ，唐河郭滩站实测洪峰流量  $13400\text{m}^3/\text{s}$ ，均为设站以来最大实测值，白河新店铺实测洪峰流量  $4630\text{m}^3/\text{s}$ 。

1983 年汉江发生了夏汛“83·7”和秋汛“83·10”两场大洪水。“83·7”洪水翻过城墙导致安康市城区遭受灭顶之灾，石泉县城西关、东关、居民街被淹，二里桥工业区被冲毁，交通中断，安康段的直接经济损失达 8 亿元。“83·10”洪水发生时，中游皇庄站实测洪峰流量  $26100\text{m}^3/\text{s}$ ，最高水位 50.62m；沙洋站洪峰流量  $21600\text{m}^3/\text{s}$ ，最高水位 44.50m；泽口站最高水位 42.33m；岳口最高水位 40.58m；仙桃站洪峰流量  $13800\text{m}^3/\text{s}$ ，最高水位 36.20m；汉川站最高水位 31.12m；东荆河陶朱埠站洪峰流量  $4910\text{m}^3/\text{s}$ ，最高水位 42.09m。10 月 7 日 16 时杜家台闸前水位 34.86m，开闸分洪，分洪持续时间近 8d，最大的分洪流量  $5100\text{m}^3/\text{s}$ ，分洪量达 23.26 亿  $\text{m}^3$ 。10 月 7 日 16 时，邓家湖在槐路口炸堤分洪，分洪口门由 250m 扩大到 348m，最大的进洪流量约  $4000\text{m}^3/\text{s}$ ，蓄洪总量 3.85 亿  $\text{m}^3$ 。相隔不到 1d，8 日 13 时小江湖在黄堤坝炸堤分洪，分洪口门由 112m 扩大到 386m，

最大的进洪流量约  $6000\text{m}^3/\text{s}$ ，蓄洪总量 5.8 亿  $\text{m}^3$ 。“83·10”洪水，在丹江口调蓄、杜家台分洪的条件下，又运用了邓家湖、小江湖两个民垸，加上各级政府和沿岸群众的紧张防汛，才确保了汉江下游和武汉市的防洪安全。同时，由于丹江口水库超蓄至 160.07m，库区正常蓄水位 157~160.07m 的地区遭受淹没损失。

#### 1.1.4 治理开发概况

新中国成立 70 多年来，汉江流域陆续修建了大量的水利工程，防洪、供水、发电、灌溉能力大大提高。杜家台蓄滞洪工程和丹江口水库建成后在治理开发中起到了关键作用，初步缓解了武汉市及江汉平原受洪水严重威胁的被动局面。

(1) 防洪治涝。汉江上游已初步形成以堤防为主、干支流水库配合拦蓄的防洪体系；中下游已初步形成以丹江口水库为主体，两岸堤防、杜家台蓄滞洪、民垸蓄滞洪区（14 个）、东荆河分流配合的防洪体系。丹江口水库、南河三里坪、堵河潘口水库等工程已经建成。汉江上游平川段已建堤防 196.7km；中下游现有堤防总长度为 1563.44km，其中干流堤长 1132.97km（含大柴湖堤），东荆河堤长 316.87km，杜家台蓄滞洪区围堤长 113.6km。

中下游涝区实施了河流改道撇走山洪，开挖渠道排水，实行河湖分家，开垦湖沼地，兴建电排站，完善排涝沟渠闸站配套工程等措施，建成了府河下游改道、东荆河下游改道、汉北河工程、长湖控制运用等工程。在建立防洪保安体系的基础上，内垸基本形成了湖、渠、闸、站相结合的排涝和引江灌溉系统，为汉江中下游排涝抗灾发挥了巨大作用。

(2) 灌溉供水。全流域已初步形成大中小型水库（含池塘和塘坝）和引提水工程相结合的水资源配置体系；南水北调中线一期工程（调水 95 亿  $\text{m}^3$ ）建成通水；陕西省引江济渭调水工程（调水 10 亿  $\text{m}^3$ ）正在实施；湖北省引江济汉、鄂北调水工程已经投入运行。全流域已建大中小型水库 2724 座，总库容 321.6 亿  $\text{m}^3$ ；塘堰 29.1 万余座，总库容 12.6 亿  $\text{m}^3$ 。起控制作用的 20 座大型水库总库容 265.76 亿  $\text{m}^3$ ，其中陕西省 1 座，总库容 1.09 亿  $\text{m}^3$ ；河南省 3 座，总库容 15.55 亿  $\text{m}^3$ ；湖北省 16 座，总库容 249.12 亿  $\text{m}^3$ 。

流域引提水工程 2.67 万处，设计供水能力 127.7 亿  $\text{m}^3$ 。

(3) 水资源保护。汉江干流总体水质较好，但总磷超标较严重。水质现状Ⅱ类以上河段 1018km，占评价河长的 78%；水质现状为Ⅲ类的河段有 179.5km，占评价河长的 13.82%，主要分布在中、下游河段；水质类别为Ⅳ类的河段有 101km，占评价河长的 7.78%。

(4) 水生态与环境保护。汉江干流共有鱼类 127 种，分别隶属 10 目 23 科。主要经济鱼类有草鱼、青鱼、鲢鱼、鳙鱼、鲤鱼、鲫鱼、黄颡鱼、铜鱼等。上游安康以下现有漂流性鱼类产卵场 10 处，中下游干流漂流性鱼类产卵场 7 处。

流域内湿地众多，重要湿地有陕南湿地、湍河湿地、瀛湖湿地、丹江口库区湿地及武汉沉湖湿地等；流域内国家级自然保护区 9 个，省级自然保护区 19 个；国家级风景名胜区 3 个，省级风景名胜区 9 个。

(5) 水利血防。汉江流域内 17 个血吸虫病综合治理重点项目县（除襄城、谷城两个达到传播阻断标准的县区外）的钉螺面积为 26956 万  $\text{m}^2$ ，患者 78577 人，分别占湖北省的 35.0%和 47.6%。

(6) 水土保持。根据全国第二次遥感调查, 全流域水土流失面积  $62619\text{km}^2$ , 占土地总面积的  $39.4\%$ 。其中轻度流失面积  $23188\text{km}^2$ , 中度流失面积  $21569\text{km}^2$ , 强度流失面积  $12229\text{km}^2$ , 极强度流失面积  $4247\text{km}^2$ , 剧烈流失面积  $1386\text{km}^2$ 。

(7) 航运。汉江干流可通航里程达  $1313\text{km}$ , 襄阳市以下可通航  $300\sim 500\text{t}$  级船舶。20 世纪 50 年代初, 汉江航运是流域交通的主要方式, 据 1953 年统计资料, 水陆运输量的比例约为  $25:3$ 。流域内已形成铁路、公路、水运及航空立体交通体系, 航运地位有所下降。但随着流域内经济发展和航运条件改善, 汉江货运量总体呈向上发展趋势, 干流货运量已由 1952 年的 22 万 t 增加到 1990 年的 897 万 t。

(8) 流域管理。汉江流域现行管理体制主要是“统一管理 with 分级、分部门管理相结合”体制。流域以流域机构管理为主, 各地方、各部门协作; 区域以地方水行政主管部门管理为主, 其他各部门协作管理。其中防洪管理体系比较健全, 包括国家防总、长江防总、地方各级防汛办。河道管理由水行政主管部门与航道管理部门分别管理, 以水行政主管部门为主。堤防及沿江闸站等工程由各级水行政主管部门管理, 梯级枢纽工程由项目业主负责, 防汛服从主管部门统一调度。

## 1.2 水文站网资料

汉江流域水文记录始于 1929 年, 但仅限于干流中下游的少数水位站。到 1935 年增设了安康、白河、郧县、襄阳等控制性水文站 10 余个, 观测水位、流量。这些测站除抗日战争及新中国成立前夕部分时期停测外, 其余各年均均有连续记载。新中国成立后, 汉江干、支流又增设了大量水文、水位站, 整个流域水文、水位站已达 180 多个。江口以上汉江上游干流设有武侯镇、洋县、石泉、安康、白河、郧县等水文站, 汉江中下游干流设有黄家港、襄阳(余家湖)、皇庄(碾盘山)、沙洋、仙桃等控制性水文站。

表 1.1 和表 1.2 分别列出汉江流域主要支流和干流水位、水文测站, 图 1.1~图 1.3 分别为汉江流域上游、中游和下游水文站网分布图。

表 1.1 汉江流域主要支流水位、水文测站

河名	站名	站别	集水面积 / $\text{km}^2$	至河口距离 / $\text{km}$	使用资料年份	备注
酉水河	酉水街	水文	911	18.3	1958—1998	
子午河	两河口	水文	2816	29.7	1963—2004	1977—1980 年仅观测水位
牧马河	西乡	水文	1224		1958—2004	1974 年由白龙塘迁来
池河	马池	水文	984	9.3	1971—1998	
任河	瓦房店	水文	6704		1956—1989	1973—1980 年仅观测水位
渚河	红椿	水文	933		1979—1987	
岚河	佐龙沟	水文	772	29.5	1958—1980	1981 年撤销
	六口	水文	1749	47.0	1981—2004	

续表

河名	站名	站别	集水面积 /km <sup>2</sup>	至河口距离 /km	使用资料年份	备注
月河	长枪铺(二)	水文	2814	9.9	1959—2004	
黄洋河	县河口(三)	水文	772	18	1962—1998	
坝河	桂花园(二)	水文	1275	7.3	1963—2004	1984年上迁3km
旬河	向家坪(二)	水文	6448	14.0	1955—2003	
蜀河	蜀河	水文	581	5.6	1968—1998	
夹河	长沙坝(二)	水文	5578	7.5	1965—2003	
南河	开峰峪	水文	772		1959—2002	
	谷城	水文	5781		1956—1963 1991—2004	
唐河	郭滩	水文	6877		1956—2004	
白河	新店铺	水文	10958		1956—2004	
东荆河	潜江	水文	772		1956—2004	

表 1.2 汉江流域干流水位、水文测站

站名	站别	断面地点	至河口 距离 /km	集水面积 /km <sup>2</sup>	观测时间	冻结或测站 基面高程	
						高程 /m	基面
武侯镇	水文	陕西勉县老城	1400	3092	1935年9月至今	-2.010	黄海
洋县(二)	水文	陕西洋县城关镇	1316	14484	1967年3月至今	-1.927	黄海
石泉(二)	水文	陕西石泉城关镇	1215	23805	1953年12月至今	-2.275	黄海
安康(二)	水文	陕西安康吉和乡	1018	38600	1989年1月至今	-2.050	黄海
安康	水文	陕西安康城关镇	1016	41400	1934年10月至1988年	-2.050	黄海
白河	水文	陕西白河城关镇	842	59115	1934年12月至今	-2.020	黄海
油房沟	水文	湖北郧县青曲		74863	1977年1月至今	-1.742	黄海
郧县	水文	湖北郧县榆树林	763	74863	1934年10月至今		黄海
黄家港	水文	湖北老河口赵岗	619	95217	1953年8月至今	-2.088	黄海
庙港	水位	湖北谷城庙港	554		1980年5月至今	-1.770	黄海
茨河	水位	湖北襄阳县泥咀	544		1956—1980年	-2.075	黄海
襄阳	水文	湖北襄阳市	516	103261	1929年5月至今	-2.065	黄海
宜城	水位	湖北宜城窑湾	466		1929年5月至今	-2.029	黄海
碾盘山	水文	湖北钟祥中山口	402	140340	1936—1973年	-2.032	黄海
皇庄	水文	湖北钟祥皇庄镇	384	142056	1974年至今	-1.799	黄海
沙洋(三)	水文	湖北荆门市沙洋镇	297	144219	1929年5月至今	-1.797	黄海
泽口	水位	湖北潜江泽口镇	241	144535	1933年1月至今	-2.074	黄海
岳口	水位	湖北天门岳口镇	208	144557	1929年9月至今	-2.152	黄海
仙桃(二)	水文	湖北仙桃市	157	144683	1932年3月至今	-2.170	黄海
汉川	水位	湖北汉川城关镇	78		1936年2月至今	-2.084	黄海

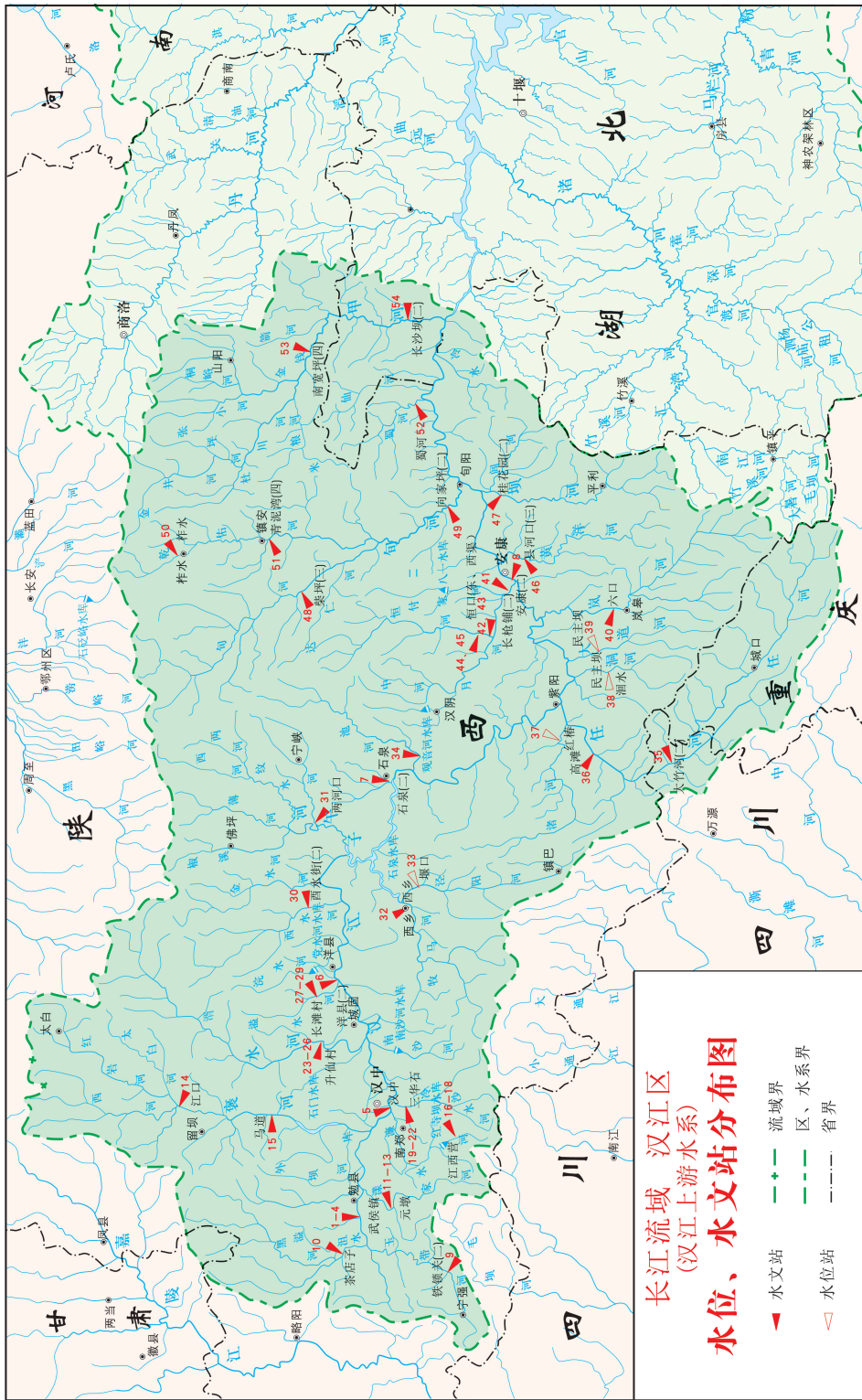


图 1.1 汉江流域上游水文站分布图