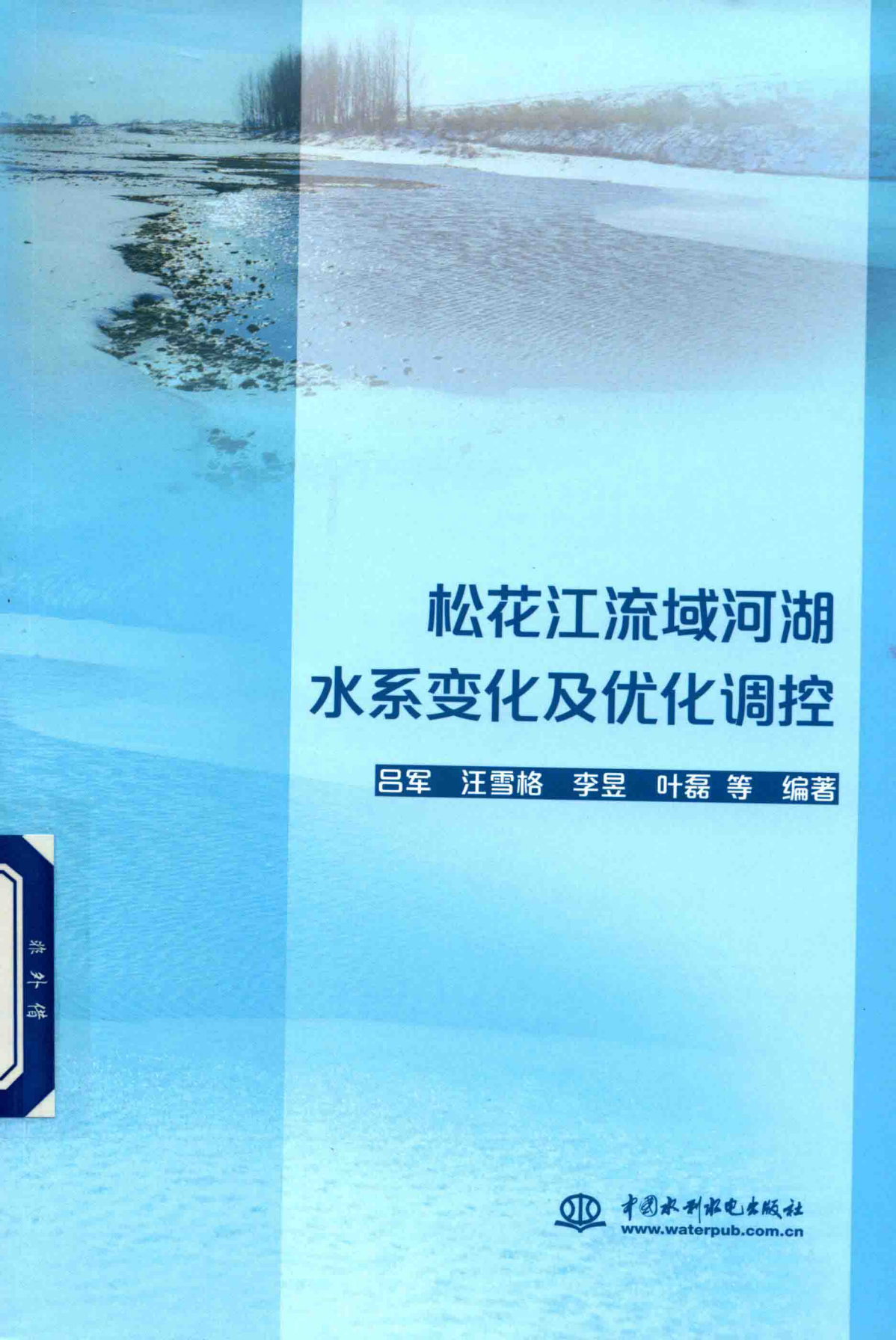




松花江流域河湖 水系变化及优化调控

吕军 汪雪格 李昱 叶磊 等 编著

张外借



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

松花江流域河湖 水系变化及优化调控

吕军 汪雪格 李昱 叶磊 等 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书以松花江流域河湖水系为研究对象,从松花江流域河湖水系变化出发,深入揭示自然和人为因素共同影响下河湖水系的变化特征及规律,分析影响流域河湖水系变化的主要因素,归纳总结出松花江流域河湖水系存在的主要问题,并结合流域特点提出流域生态优化调控的修复措施,以流域中第二松花江流域及嫩江流域这两个子流域的核心控制性水库为典型,分别进行优化调控。本书研究成果将对松花江流域水生态环境保护具有重要意义,对流域开发利用具有一定的指导作用,对国内类似流域的河湖水系及水生态研究也具有一定的借鉴意义。

本书可供生态学、环境科学与工程、水文水资源、流域规划与环境管理等专业的教学、科研工作者借鉴和参考。

图书在版编目(CIP)数据

松花江流域河湖水系变化及优化调控 / 吕军等编著

— 北京:中国水利水电出版社,2017.6

ISBN 978-7-5170-5915-8

I. ①松… II. ①吕… III. ①松花江—流域—水资源
管理—研究 IV. ①TV213.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第234583号

书 名	松花江流域河湖水系变化及优化调控 SONGHUA JIANG LIUYU HEHU SHUIXI BIANHUA JI YOUHUA TIAOKONG
作 者	吕军 汪雪格 李昱 叶磊 等 编著
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	北京市密东印刷有限公司
规 格	170mm×240mm 16开本 8.5印张 172千字 8插页
版 次	2017年6月第1版 2017年6月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	48.00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

编写人员名单

主 编：

吕 军（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

汪雪格（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

李 昱（大连理工大学）

副主编：

叶 磊（大连理工大学）

刘 伟（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

唐 榕（大连理工大学）

参加编写人员：

王彦梅（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

吴计生（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

姚艳玲（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

胡 俊（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

邵文彬（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

魏春风（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

刘洪超（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

张 正（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

田浩然（松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所）

序

河湖水系是由自然演进过程中形成的江河、湖泊、湿地等各种水体构成的自然水系。随着水库、闸坝、堤防、渠系和蓄滞洪区等水利工程的修建以及降雨量等气候变化因素的综合影响，河湖水系不同维度的连通格局发生巨大的变化。河湖水系之间水力联系逐渐减弱，生态水文联系发生较大改变或缺失，这些变化将导致流域难以维持稳健的水循环以及完整的水生态平衡，流域生态水文系统的健康状况不断恶化。如何修复河湖生态水文联系、保护流域水生态环境、维护水生生态系统良性循环已成为流域水资源管理中亟待解决的热点和难点问题。

生态优化调控是一种通过水利工程调度来恢复河湖间原有水力联系、满足河湖水系生态需求的修复措施。该措施既能保证防洪、发电、供水、灌溉和航运等多种社会经济需求，又能兼顾河湖水系生态方面的需求，是一种较易实现的非工程修复手段。然而，由于人们对此认识不足、生态观测资料匮乏等原因，我国对生态优化调控的理论研究尚不深入，实践较为缺乏。生态调控中多以最小生态流量作为目标，仅能满足生态环境的最低要求，一旦调控失效将对河湖生态环境造成严重破坏。相关研究实践中缺乏对具体性修复保护对象的针对性，生态环境修复效果不明显。国外生态调控理论和实践经验虽相对成熟，但因为地理位置、发展观念及现实条件等存在较大差异，能用到我国流域生态修复的理论方法及实践经验不多。为此，结合我国流域实际情况有针对性地进行生态优化调控研究意义重大。

在此背景下，松辽流域水资源保护局松辽水环境科学研究所协同大连理工大学、中国科学院东北地理与农业生态研究所以及北京师范大学共同承担了水利部公益性行业专项经费项目“松花江流域河湖连通特征及修复技术研究”（201401014）的科研工作，并从最终形成的《松花江流域河湖连通特征及修复技术研究报告》中提炼总结出《松花江流域河湖水系变化及优化调控》一书。该书以松花江流域为研究对象，首先，从河流、湖泊、湿地三个方面的不同表现特征来揭示该流域河湖水系的变化规律，并围绕气候变化、人口变化、水利工程建设、土地利用、路桥建设等方面深入探究河湖水系变化的影响因素；其次，确定了松花江流域河湖水系变化下的主要生态环境问题，并以生态调控为重点修复措施，总结提出包括模型构建及求解在内的生态优化调度理论；最后，以嫩江及第二松花江两个子流域为典型区域，分别通过调控丰满水库和尼尔基水库来实现鱼类生境修复和湿地补水修复研究。

松花江流域的生态修复研究结合流域实际情况提出了不同的生态问题，通过构建河湖水系水文过程和水生态需求的有机联系，进行了相应的生态调控，反映了流域生态修复的具体需求。该研究是我国流域尺度生态修复研究的一次重要探索，有利于提高流域水资源可持续管理水平，为流域水利综合规划、水生态规划与管理等工作奠定基础，对指导和恢复东北地区水生态有着极为重要的指导意义。其生态优化调控的研究思路，可以为其他流域的生态修复研究提供借鉴。此外，该流域的生态优化调控研究对完善我国生态修复的理论研究、推进生态修复的具体实践、提升流域生态修复水平具有极为重要的理论价值和现实意义。



2017 年 5 月

前言

PREFACE



河湖水系不但是水资源的载体，而且是水生态环境的重要组成部分，其连通格局变化会对水生态环境产生较大影响。随着人类活动和气候变化等多重因素的影响，河湖水系横向、纵向、垂向连通性受到阻隔，河湖水系间水力联系减弱，生态水文联系发生较大改变或缺失，河湖生态水文系统平衡被打破，生态环境问题逐步凸显。针对不同流域，结合流域河湖变化的实际情况，识别河湖水系变化的关键影响因素及主要生态问题，有针对性地提出生态修复措施对实现流域生态修复具有极为重要的意义。

松花江流域是我国七大流域之一，包含嫩江、第二松花江和松花江干流，流域面积为 56.12 万 km^2 ，占全国国土面积的 5.85%。该流域水资源丰富，是我国重工业、农业、林业和畜牧业生产基地，有着丰富的渔业资源和湿地资源。近年来，随着人类活动和气候变化的影响，天然河湖、人工河道、水利工程等共同形成了新的水网体系，河湖水系连通格局不断发生变化，流域出现了水生生态环境退化、水生生物丰度及多样性减少、湿地面积萎缩以及功能退化等生态问题。选用何种生态修复措施科学合理地应对流域生态问题，已成为流域亟待解决的问题。

本书以松花江流域河湖水系为研究对象，从松花江流域河湖水系变化出发，深入揭示了自然和人为因素共同影响下河湖水系的变化特征及规律，分析了影响流域河湖水系变化的主要因素，归纳总结出松花江流域河湖水系存在的主要问题，并结合流域特点提出流域生态优化调控的修复措施，以流域中第二松花江流域及嫩江流域这两个子流域的核心控制性水库为典型，分别进行优化调控。

本书是在水利部公益性行业专项经费项目“松花江流域河湖连通特征及修复技术研究”（201401014）课题基础上进行提炼总结，并借鉴前人的一些研究成果编著完成的。

本书分为 6 章，由吕军、汪雪格负责统稿、文字修订和图表设计。每章的具体内容及分工如下：

前言由吕军撰写；第 1 章松花江流域概况，由吕军、汪雪格、刘伟撰写；第 2 章松花江流域河湖水系变化特征，由王彦梅、胡俊、邵文彬、田浩然撰写；第

3 章松花江流域河湖水系变化影响因素分析，由汪雪格、姚艳玲、吴计生撰写；第 4 章松花江流域河湖水系生态问题及水库优化调控基本理论与方法，由李昱、唐榕、刘洪超撰写；第 5 章基于鱼类生境修复的丰满水库优化调控，由李昱、叶磊、魏春风撰写；第 6 章考虑湿地补水的尼尔基水库优化调控，由唐榕、叶磊、张正撰写。

本书在编写过程中历经数十稿，最终成书。尽管作者力争使本书无论在内容上还是在编排上都科学、清晰和完善，但由于自身水平和学识有限，还有资料掌握以及研究范围的限制，错误和不足在所难免，敬请广大读者和同行批评指正。

编者

2017 年 5 月

目 录

CONTENTS



序

前言

第1章	松花江流域概况	1
1.1	自然地理	1
1.2	河湖水系	2
1.2.1	河流	2
1.2.2	湖泊	6
1.2.3	湿地	12
1.3	自然环境概况	18
1.3.1	地形地貌	18
1.3.2	气候概况	21
1.3.3	水资源量	21
1.3.4	洪水	22
1.3.5	主要自然灾害	23
1.3.6	土壤	23
1.3.7	植被	24
1.3.8	生态区域	24
1.4	经济社会概况	25
第2章	松花江流域河湖水系变化特征	27
2.1	河流变化分析	27
2.1.1	部分河流断流	27
2.1.2	人工沟渠修建	28
2.1.3	径流量变化	28
2.1.4	水文情势变化	39
2.1.5	鱼类的组成和结构发生改变	44

2.1.6 水环境变化分析	51
2.2 湖泊湿地变化分析	55
2.2.1 湖泊的变化分析	55
2.2.2 湿地变化分析	59
2.2.3 湖泊湿地减少去向分析	65

第3章 松花江流域河湖水系变化影响因素分析

3.1 气候变化	67
3.1.1 数据处理	67
3.1.2 结果与讨论	67
3.2 人口变化	72
3.3 水利工程	73
3.3.1 水库工程	73
3.3.2 水电站	73
3.3.3 堤防工程	77
3.3.4 灌区工程	78
3.3.5 拦河坝	79
3.3.6 引调水工程及重要湿地补水工程	80
3.4 路桥建设	82

第4章 松花江流域河湖水系生态问题及水库优化调控基本理论与方法

4.1 水生态问题及修复措施	85
4.1.1 主要水生态环境问题	85
4.1.2 水生态修复措施	86
4.2 水库生态优化调控基本理论与方法	88
4.2.1 生态修复目标	88
4.2.2 调度规则	88
4.2.3 目标函数	90
4.2.4 决策变量	90
4.2.5 约束条件	90
4.2.6 优化求解方法——基于精英策略的非支配排序遗传算法	90

第5章 基于鱼类生境修复的丰满水库优化调控

5.1 丰满水库概况	94
5.1.1 水库概况及特性	94
5.1.2 来水用水资料	95

5.1.3	兴利调度要求及原则	97
5.2	基于鱼类生境修复的丰满水库优化调控	97
5.2.1	鱼类生境修复目标确定	98
5.2.2	考虑鱼类生境的水库生态调度模型构建	100
5.2.3	丰满水库生态调度方案设计	101
5.2.4	丰满水库生态调度结果分析	102
第6章	考虑湿地补水的尼尔基水库优化调控	106
6.1	尼尔基水库概况	107
6.1.1	水库概况及特性	107
6.1.2	来水用水资料	107
6.1.3	兴利调度要求及原则	108
6.2	考虑湿地补水的尼尔基水库优化调控	110
6.2.1	湿地补水机制确定	110
6.2.2	生态目标的确定	111
6.2.3	基于湿地补水的尼尔基水库调度模型构建	111
6.2.4	尼尔基水库生态调度方案设计	113
6.2.5	尼尔基水库生态调度结果分析	115
参考文献		120



第1章 松花江流域概况

1.1 自然地理

松花江流域地处我国东北地区的北部，位于东经 $119^{\circ}52'$ ~ $132^{\circ}31'$ 、北纬 $41^{\circ}42'$ ~ $51^{\circ}38'$ 之间，东西宽 920km，南北长 1070km。流域西部以大兴安岭为界，东北部以小兴安岭为界，东部与东南部以完达山脉、老爷岭、张广才岭、长白山等为界，西南部的丘陵地带是松花江和辽河两流域的分水岭。行政区涉及内蒙古、吉林、黑龙江和辽宁四省区，流域面积为 56.12 万 km^2 ，其中内蒙古自治区 15.86 万 km^2 、吉林省 13.17 万 km^2 、黑龙江省 27.04 万 km^2 、辽宁省 0.05 万 km^2 。

松花江是我国七大江河之一，有南北两源。北源嫩江发源于内蒙古自治区大兴安岭伊勒呼里山，南源第二松花江发源于吉林省长白山天池，两江在三岔河汇合后始称松花江，东流到黑龙江省同江市注入黑龙江。

松花江流域三面环山，河谷阶地地形较为明显，主要平原为松嫩平原和三江平原。西部为大兴安岭，海拔高程 700.00~1700.00m；东北部为小兴安岭，海拔高程 1000.00~2000.00m；东部与东南部为完达山脉、老爷岭、张广才岭和长白山脉，长白山主峰白云山海拔高程 2691.00m，是流域内最高点；西南部的丘陵地带海拔高程 250.00m 左右。松花江流域山丘区面积占总面积的 62.2%，平原区面积占 37.8%。

嫩江流域西北部属山区，植被良好，森林覆盖率高，是我国著名的大兴安岭林区；从嫩江镇到尼尔基镇，地形逐渐由山区过渡到丘陵地带；嫩江从齐齐哈尔市逐步进入平原区，向南直至松花江干流形成广阔的松嫩平原。

第二松花江流域东南部是高山区和半山区，植被好、森林覆盖率高，是我国著名的长白山林区；吉林市是第二松花江流域内山区与平原区之间的过渡带，为半山区；在京哈铁路进入平原区。



松花江干流从三岔河口至哈尔滨段为平原区；从哈尔滨到佳木斯市段，为丘陵与河谷平原相间区；从佳木斯开始进入广阔平原区，该流域是三江平原的主要组成部分。

流域内湖泊泡沼多、湿地分布广。矿产资源品种多、储量丰富，石油、砂金、石墨、泥炭、硅线石等储量均居全国之首，煤炭和天然气储量也很丰富，铜、铅、锌、钨、钼等有色金属的矿藏量大、分布广。

流域内的松嫩平原地势低平、城市密集、人口众多、水资源开发利用程度较高；流域内的三江平原土地资源丰富，区内水资源开发利用程度已较高，过境水资源丰富；松嫩平原周围山地主要包括西部的大兴安岭、北部的小兴安岭、东南部的张广才岭及长白山，该区河流发育，森林茂盛，人口及耕地较少，水资源相对丰富。

1.2 河湖水系

松花江流域西、北、东三面环山，中、南部形成宽阔松嫩平原，东北部为三江平原。松花江流域范围包括黑龙江省、吉林省大部分地区、内蒙古自治区东部和辽宁省的一个县，含两个省会城市（哈尔滨和长春）。

松花江流域水系一大特点是湖泊泡沼多，大小湖泊共有 600 多个。这些湖泊大部分在第二松花江下游、嫩江下游，以及嫩江支流乌裕尔河、双阳河、洮儿河和霍林河下游的松嫩平原的低洼地带以及松花江下游地区，有的湖沼在江道上或江道旁侧，并与江道连通，如镜泊湖、月亮泡、向海泡和连环湖等，这些湖泊泡沼对调节和蓄滞洪水，可以起到较为重要的作用。松花江流域河湖水系分布见附图 1。

1.2.1 河流

松花江流域水系发育，支流众多，流域面积大于 1000km^2 的河流有 86 条，大于 10000km^2 的河流有 16 条。河流上游区分别受大兴安岭和长白山山地的控制和影响，水系发育呈树枝状，各支流河道长度较短；在中下游的丘陵和平原区内，河流较顺直，且长度较长。松花江流域主要河流水系特征见表 1.2-1，松花江流域主要支流水系特征见表 1.2-2。

表 1.2-1 松花江流域主要河流水系特征表

河流水系	河长 /km	流域面积 /万 km^2	平原区面积 /万 km^2	多年平均年径 流量/亿 m^3	主要支流
嫩江	1370	29.85	11.83	293.86	甘河、诺敏河、雅鲁河、绰尔河、洮儿河、霍林河、讷谟尔河、乌裕尔河、阿伦河、音河、双阳河
第二松花江	958	7.34	1.77	164.16	辉发河、饮马河、伊通河

续表

河流水系	河长 /km	流域面积 /万 km ²	平原区面积 /万 km ²	多年平均年径 流量/亿 m ³	主要支流
松花江干流	939	18.93	7.61	359.68	阿什河、拉林河、呼兰河、蚂蚁河、汤旺河、牡丹江、倭肯河、梧桐河
合计		56.12	21.21	817.70	

表 1.2-2 松花江流域主要流水系特征表

河流水系	主要支流	流域面积 /km ²	河长 /km	平均坡降 /‰	所属省 (自治区)	所属地(市、州、盟)
嫩江	甘河	2.0442	446	1.98	内蒙古	呼伦贝尔市
	讷谟尔河	1.3740	688	0.59	黑龙江	齐齐哈尔市、黑河市、绥化市
	诺敏河	2.7983	467	1.99	内蒙古、黑龙江	呼伦贝尔市、齐齐哈尔市
	阿伦河	0.6658	318	—	内蒙古、黑龙江	呼伦贝尔市、齐齐哈尔市
	音河	0.3749	215	—	内蒙古、黑龙江	呼伦贝尔市、齐齐哈尔市
	雅鲁河	1.9798	398	2.08	内蒙古、黑龙江	呼伦贝尔市、兴安盟、齐齐哈尔市
	绰尔河	1.7736	576	1.68	内蒙古、黑龙江	呼伦贝尔市、兴安盟、齐齐哈尔市
	乌裕尔河、 双阳河	2.4142	乌: 587 双: 89	0.71	黑龙江	齐齐哈尔市、大庆市、黑河市、 绥化市
	洮儿河	4.3443	553	2.32	内蒙古、吉林	兴安盟、锡林郭勒盟、白城市
	霍林河	3.6623	590	—	内蒙古、吉林	兴安盟、锡林郭勒盟、通辽市、 白城市、松原市
第二 松花江	辉发河	1.4648	289	0.50	辽宁、吉林	抚顺市、通化市、辽源市、吉 林市
	伊通河	0.9336	342.5	0.30	吉林	四平市、辽源市、长春市
	饮马河(不 含伊通河)	0.8056	386.8	0.30	吉林	吉林市、长春市
松花江 干流	阿什河	0.3532	257	1.00	黑龙江	哈尔滨市
	呼兰河	3.1424	523	—	黑龙江	哈尔滨市、齐齐哈尔市、伊春 市、黑河市、绥化市
	拉林河	1.9923	244	1.43	吉林、黑龙江	吉林市、长春市、松原市、哈 尔滨市
	蚂蚁河	1.0547	341	3.16	黑龙江	哈尔滨市
	倭肯河	1.1123	450	0.71	黑龙江	哈尔滨市、佳木斯市、七台 河市
	汤旺河	2.0557	509	0.93	黑龙江	伊春市、佳木斯市
	梧桐河	0.4565	498	—	黑龙江	鹤岗市、佳木斯市
	牡丹江	3.8909	726	1.23	吉林、黑龙江	延边朝鲜族自治州、吉林市、 牡丹江市、七台河市、哈尔滨市



1. 嫩江

松花江北源嫩江是比较大的河流,它发源于大兴安岭伊勒呼里山中段南侧,正源名南瓮河,河源海拔 1030.00m。嫩江自河源流向东南,在十二站林场南约 1km 处,与二根河会合,转向南流,始称嫩江。自北向南流至三岔河,全长 1370km,流域面积 29.85 万 km^2 ,占松花江总流域面积的 53.2%,流量占松花江干流的 31.0%。

嫩江左、右岸支流均发源于大、小兴安岭支脉,主要有甘河、诺敏河、雅鲁河、绰尔河、洮儿河、讷漠尔河和乌裕尔河等,组成树枝状的水系。这些支流顺着大、小兴安岭的斜坡面向东南或向西南入干流。嫩江流域水资源比较丰富,由于上游有 80% 以上面积为茂密的森林覆盖,河流的含沙量较小,富拉尔基断面以上多年平均输沙率为 4.5kg/s ,多年平均输沙量为 140 万 t,年平均最大含沙量为 24.5g/m^3 ,年平均最小含沙量为 1.8g/m^3 。嫩江干流落差 442.00m,水力资源主要在干流的上游和右侧支流,干流可开发装机容量大于 1 万 kW 的水电站有卧都河、古里河、固固河、拉抛、库漠屯、尼尔基、大里湾和大安等 8 座。

根据嫩江流域的地貌和河谷特征,可将嫩江干流分为上、中、下游三段,即从河源到嫩江县为上游段,长 661km,其中河源区河道长 172km。河源区为大兴安岭山地,河谷狭窄,河流坡降大,水流湍急,水面宽 100~200m,洪水时比降 $3\text{‰}\sim 4\text{‰}$,河床为卵石及砂砾组成。从多不库尔河口以下,江道逐渐展宽,水量增大,河谷宽度可达 5~10km。上游段左岸有卧都河、固固河、门鲁河和科洛河注入,右岸有那都里河、大小古里河和多布库尔河注入。由嫩江县到莫力达瓦达斡尔族自治旗为中游段,长 122km,平均坡降 $0.32\text{‰}\sim 0.28\text{‰}$,是山区到平原区的过渡地带。两岸多低山、丘陵,地势比上游平坦,两岸不对称,特别是左岸,河谷很宽。本河段支流很少,除右岸有较大支流甘河汇入外,其余均为一些小支流和小山溪。由莫力达瓦达斡尔族自治旗到三岔河为下游段,长 587km。下游段为广阔的平原,河道蜿蜒曲折,沙滩、沙洲、江岔多。河道多呈网状,两岸滩地延展很宽,最宽处可超过 10km,最大水深 5.5~7.4m。齐齐哈尔市以上平均坡降 $0.2\text{‰}\sim 1.0\text{‰}$,齐齐哈尔以下为 $0.04\text{‰}\sim 0.10\text{‰}$,主槽水面宽 300~400m,水深 3~4m,河道有很好的自然蓄洪的能力。由于右侧多条支流汇入,洪水集中,所以本干流段防汛任务很重。下游河网密度增加,支流增加,从上游到下游,右岸有诺敏河、阿伦河、音河、雅鲁河、绰尔河、洮儿河和霍林河,左岸有讷漠尔河、乌裕尔河和双阳河。

2. 第二松花江

南源第二松花江发源于长白山的天池,干支流流经吉林省的安图、敦化、吉林、长春、扶余等 26 个市(县),河流全长 958km,流域面积 7.34 万 km^2 ,占松花江流域总面积的 13.1%,它供给松花江 39% 的水量。整个流域地势东南高、

西北低,江道由东南流向西北。流域年平均降水量比较丰沛,水资源较丰富,特别是上游山区,山高河陡,水资源也很丰富。第二松花江干流水能理论蕴藏量 8.03 万 kW,河流落差 1556.00m。

第二松花江上游又有两源:南源头道江、北源二道江,均发源于长白山。两源在吉林省靖宇县两江口相汇以后,始称第二松花江。北源二道江的上源又有五道自西向东排列的白河,其中二道白河源——长白山天池是第二松花江的正源。第二松花江上中游河谷狭窄,水量大,落差大,水力资源丰富。两源在黑龙江省和吉林省交界的三岔河(属于吉林扶余县)汇合以后始称松花江。

3. 松花江干流

第二松花江与嫩江汇合口海拔 128.20m。由汇合口至通河,干流流向东,通河以下流向东北,经肇源、双城、哈尔滨、阿城、木兰、通河、方正、佳木斯、富锦、同江等市县,于同江县东北约 7km 处由右岸注入黑龙江,河口海拔 57.20m。干流全长 939km,流域面积 18.93 万 km^2 。松花江干流两岸河网发育,支流众多,集水面积大于 50km^2 的支流有 792 条, $50\sim 300\text{km}^2$ 的有 646 条, $300\sim 1000\text{km}^2$ 的有 104 条, $1000\sim 5000\text{km}^2$ 的有 33 条, $5000\sim 10000\text{km}^2$ 的有 3 条, 10000km^2 以上的有 6 条。干流落差 78.40m,河流坡降比较平缓,平均为 0.1‰,干流上理想的水电站开发坝址为依兰水利枢纽。干流中游右侧支流牡丹江,发源于长白山脉的牡丹岭,全长 725km,落差 1007.00m,河道平均坡降 1.4‰,比降陡峻,水量比较丰富,其水能理论蕴藏量 51.7 万 kW,占松花江干流区段理论蕴藏量的 17.6%。

根据松花江干流的地形及河道特征,可分为上、中、下三段。由三岔河至哈尔滨市为上段。上段全长 240km,流域面积 3 万 km^2 。河道流经松嫩平原和草原、湿地。三岔河至下岱吉坡降较缓(仅为 0.0222‰),下岱吉至谢家屯江道坡降也只有 0.06‰,谢家屯附近至哈尔滨坡降为 0.052‰。本段内支流较少,下岱吉附近右岸有大支流拉林河汇入。哈尔滨市至佳木斯市是松花江干流中段,河道长 432km,穿行于断崖、低丘和草地之间。由哈尔滨市至通河,江道比降较平缓,为 0.055‰~0.044‰,左岸有最大的支流呼兰河汇入。下行 20km,江道进入长达 130km 的低山丘陵地带,两岸是张广才岭和小兴安岭的山前过渡带,河谷较窄,两岸为高平原和丘陵区,左岸有支流少陵河、木兰达河,右岸有蚂蚁河注入。自通河县下行约 70km,进入干流上有名的“三姓”浅滩区,浅滩区长约 27km,江道水面宽 1.5~2.0km,坡降 0.06‰~0.15‰,中、低水位丰水期、平水期时水深只有 1m 多,枯水期水深降至 1m 以下,流速只有 1m/s。航运水路宽 500~600m,江道中多岛屿和沙洲,并有暗礁,且有多处岩石突露水面,为松花江上有名的碍航江段。过“三姓”浅滩,右岸有大支流牡丹江和倭肯河汇入,左岸有汤旺河汇入,本河段水面逐渐展阔,水深也逐渐加大。佳木斯市市区附



近,松花江干流较顺直,主槽宽 800~1300m,水深 8~11m,河道坡降 0.1‰。由佳木斯市至同江市为松花江干流下游段,全长 267km,穿行于三江平原地区。两岸为冲积平原,地势平坦,杂草丛生,河道和滩地比较开阔,水道歧流纵横,滩地宽 5~10km,江道中浅滩很多。松花江干流在同江县城东北注入黑龙江,整个下游河段,地势低平,历来是防洪重点地区之一。

1.2.2 湖泊

松花江流域三面环山,中间为松嫩平原,东部为三江平原,在平原地区有大片湖沼湿地分布,发育有大小不一的湖泊,当地习称为泡子或咸泡子。这类湖泊的成因多与近期地壳沉陷、地势低洼、排水不畅和河流的摆动等因素有关。湖泊具有面积小、湖盆坡降平缓、现代沉积物深厚、湖水浅、矿化度较高等特点。分布于山区的湖泊,其成因多与火山活动关系密切,是本区湖泊的又一重要特色,如镜泊湖和五大连池均是典型的熔岩堰塞湖。前者是牡丹江上游河谷经熔岩堰塞而形成,为我国面积最大的堰塞湖,后者是在 1920—1921 年间,由老黑山和火烧山喷出的玄武岩流,堵塞讷谟尔河的支流——白河,并由石龙河所贯串的 5 个小湖组成。

该流域地处温带湿润、半湿润季风型大陆性气候区。夏短而温凉多雨,6—9 月的降水量约占全年降水量的 70%~80%,汛期入湖水量颇丰,湖泊水位高涨;冬季寒冷多雪,湖泊水位低枯,湖泊封冻期较长。区内湖泊资源开发利用以灌溉、水产为主,有的湖泊兼具航运、发电或观光旅游。

经初步调查统计,松花江流域的大中型湖泊共有 59 个。流域内典型湖泊介绍见表 1.2-3,其空间分布见图 1.2-1。湖泊面积大多数在 10~50km² 之间,少数湖泊面积大于 100km²。流域内的湖泊主要为吞吐型淡水湖和闭流类微咸水湖。嫩江沿岸湖泊受人为影响较大,一般都建有堤防和排水闸门等。湖泊形成原因大多是洼地积水成湖。

表 1.2-3 松花江流域内的主要湖泊

序号	湖泊名称	补给河流	下泄河流	湖泊类型	湖泊成因
1	波罗泡子	2 条溪流	无	闭流类	岗间洼地积水成湖
2	老江身泡	2 条小河	安肇新河	微咸水湖	河成湖
3	中内泡	安肇新河	安肇新河	吞吐型微咸水湖,平原水库型	平原洼地积水成湖
4	七才泡	安肇新河	安肇新河	吞吐型微咸水湖,平原水库型	—
5	库里泡	安肇新河	安肇新河	吞吐型淡水湖	平原洼地积水成湖
6	大布苏湖	大布苏沟	无	闭流类咸水湖	霍林河河床摆动洼地积