

松花江、嫩江流域 主要气象灾害研究

■ 孙永罡 白人海 等编著

气象出版社

松花江、嫩江流域主要 气象灾害研究

孙永罡 白人海 等编著

气象出版社

内 容 提 要

本书充分综合了近年来相关研究的主要成果,全面介绍了松花江、嫩江流域主要气象灾害,如低温冷害、干旱与洪涝、暴雨等灾害的指标及危害,变化规律,形成的环流条件和物理原因,分析预测技术等。

本书可以作为从事该流域生态建设、农业经济、气象、水文及灾害分析研究、业务工作的科技人员的重要参考书,也可以作为国民经济和防灾指挥各部门的领导和有关人员的重要参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

松花江、嫩江流域主要气象灾害研究/孙永罡,白人海编著. —北京:气象出版社,2005.8

ISBN 7-5029-4008-1

I. 松... II. ①孙...②白... III. ①松花江—流域—气象灾害—研究②嫩江—流域—气象灾害—研究
IV. P468.235

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 096728 号

气象出版社出版

(北京中关村南大街 46 号 邮编:100081)

网址: <http://cmp.cma.gov.cn> E-mail: qxcbs@263.net

总编室:010-68407112 发行部:010-62175925

责任编辑:黄丽荣 章澄昌 终审:周诗健

封面设计:张健勇 版式设计:刘祥玉 责任校对:刘 辉

*

北京市京东印刷厂印刷

气象出版社发行

*

开本:787×1092 1/16 印张:14 字数:358 千字

2005 年 8 月第一版 2005 年 8 月第一次印刷

印数:1~600 定价:50.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社
发行部联系调换

前 言

松花江、嫩江是我国东北境内一条重要的河流，是国家规定重点防汛的七大江河之一。松花江的上游分为南北两支，北支发源于大兴安岭称作嫩江，南支发源于长白山称作第二松花江，嫩江与第二松花江汇合以后称作松花江。由于嫩江的长度在松花江的总长度中所占比例很大，通常将这条河流称作松花江、嫩江，其流域也称为松花江、嫩江流域，简称松嫩流域。

松花江、嫩江全长 1927km。流经内蒙古、黑龙江、吉林和辽宁三省一区，流域总面积为 $54.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。松花江、嫩江与我国重点防汛的另外六条江河相比，论长度排在第四位，论流域面积排在第三位。仅从这两点其地位可见一斑。

松嫩流域地处我国东北部的高寒地区，独特的地理环境和气候条件决定了它具有丰富的资源和多样化经济发展条件，是我国石油、化工、煤炭、钢铁、农业、林业生产基地，能够向国家提供商品粮的重要省份黑龙江和吉林主要位于松嫩流域。

松嫩流域位于东亚季风区的最北部，雨热同季适合农业发展。但是，每年的温度和降水变化较大，生长季温度偏低或降水量偏多偏少时便会对农业产生很大的影响。松嫩流域的地形地貌比较复杂，特别是广阔的丘陵和平原给防汛抗洪带来很大的麻烦，缺少可以调控的大型水利设施，降水一多立即造成洪涝泛滥。气象部门一贯很重视这些问题，做过大量的研究，在情报、预报、服务诸方面都有很好的成绩。近年来，我们逐渐认识到对于一个江河流域，如果受到行政区划的限制，一个省的气象部门仅考虑本省范围是远远不够的。因此，在上个世纪 90 年代初就明确提出对松嫩流域进行整体的分析研究，加强全流域气象灾害的监测预警系统建设。这个想法很快就得到当时的黑龙江省科学技术委员会的支持，设立了省级重点研究项目“松花江、嫩江流域防汛抗洪预警系统工程”。以后，又逢中国气象局承担国家“九五”重中之重科技项目“我国短期气候系统的研究”的契机，参加了其中第五课题“区域中心短期气候预测业务系统的建立与产品应用研究”，承担了松花江、嫩江流域夏季低温冷害和旱涝预测的研究。在以上课题研究的进行过程中，1998 年发生了震惊中外的长江、嫩江流域特大暴雨和超历史记录的特大洪涝，一些项目的阶段研究成果发挥了一定的作用。在当年的汛期预报服务中明确指出防御的重点在嫩江流域。事实不仅证明了阶段研究成果的应用价值，也再次说明要真正做到监测及时、预测

准确、服务到位,联合松嫩流域各省区共同攻关是完全必要的。灾后,在原中国气象局温克刚局长和科技教育司、预测减灾司的建议和支持下,批准设立了“1998年长江、嫩江流域特大暴雨的成因及预报应用研究”科研项目。黑龙江、吉林和内蒙古两省一区的气象科技工作者共同完成了第八专题“嫩江、松花江流域大暴雨典型个例分析及预报方法研究”的任务,并参加了第四专题“中尺度降水系统分析”的工作。与此同时,也得到了黑龙江省科技厅的大力支持,增设了科技攻关项目“嫩江、松花江流域特大暴雨洪涝灾害预测研究”。经过东北三省和内蒙古自治区气象部门领导及科研人员的密切合作和不懈努力,这些课题都取得了丰硕的成果。对松嫩流域主要气象灾害的发生规律、形成原因、预测技术和服务手段等有了比较全面、深入的了解和认识,并对业务系统建设也做了大量的工作。本书就是在这些项目研究的基础上,综合编纂而成的,也可以说是这些项目研究的综合研究技术报告。

在以上提及的科研项目执行过程中,先后有中国气象局直属单位国家气象中心、中国气象科学研究院,黑龙江、吉林、辽宁三省和内蒙古自治区气象局及所属单位的三十余位同志参加研究工作,这里就不一一列出了,在每编后面的参考文献目录中可以清楚看到他们所作出的巨大贡献。在研究过程中,还始终得到一批德高望重的老专家,如陶诗言、丑纪范、李泽椿、王绍武等,以及不少老师的指导和帮助。这些都是我们能够取得具有较高水平科研成果的关键,也是作者能够编著这本书的关键。在这里,我们衷心地感谢所有曾经关心、指导和参加过本书研究成果工作的所有人,再一次说声谢谢!

对客观世界的认识是无止境的,本书所反映的内容只是近年来对松嫩流域主要气象灾害的研究成果,只能说是在把全流域作为一个整体进行研究开了个头,以后的任务还是很艰巨的。虽然在大家的帮助下编著了这本书,但是由于我们掌握知识的程度和所具备的科研能力及写作水平等诸方面的限制,难免会在许多地方存在不足,甚至是错误,衷心希望读者向我们提出,以便在以后的工作中予以改进。

编著者

2005年6月

目 录

前言

绪论

第一编 流域基本状况

第一章 自然地理环境	(7)
第一节 流域位置和面积	(7)
第二节 流域的行政区划	(8)
第三节 江河水系	(10)
第四节 地形和地貌	(12)
第五节 社会经济状况	(14)
第二章 基本气候概况	(17)
第一节 气候变迁	(17)
第二节 基本气候要素和气候特征	(27)
第三章 主要气象灾害	(35)
第一节 低温和冷害	(35)
第二节 干旱与洪涝	(36)
第三节 暴雨	(38)
第四节 其他气象灾害	(39)
参考文献	(46)

第二编 低温冷害

第四章 气温的气候特点	(51)
第一节 四季气温的气候特点	(51)
第二节 低温指标及对农业的影响	(55)
第五章 低温冷害发生规律	(60)
第一节 夏季低温冷害特征	(60)
第二节 夏季低温发生的规律	(62)
第六章 低温发生的环流条件	(68)
第一节 夏季平均温度与高空环流场的相关分析	(68)
第二节 夏季平均温度与海平面气压的关系	(73)
第七章 影响气温变化的物理因子	(75)
第一节 海表温度的影响	(75)

第二节 火山爆发对夏季气温的影响·····	(78)
第三节 极区冰雪覆盖状况异常与夏季低温的关系·····	(79)
第八章 夏季低温发生预报·····	(81)
第一节 低温预测系统业务流程·····	(81)
第二节 数据库和气候分析·····	(82)
第三节 低温预测技术·····	(82)
参考文献·····	(86)

第三编 洪涝与干旱

第九章 旱涝指标和旱涝灾害的影响·····	(91)
第一节 干旱与洪涝的含义·····	(91)
第二节 旱涝与降水的关系·····	(92)
第三节 旱涝指标·····	(99)
第四节 旱涝灾害·····	(101)
第十章 旱涝发生规律分析·····	(105)
第一节 近 50 年来旱涝发展总趋势·····	(105)
第二节 旱涝的年代际变化·····	(107)
第十一章 夏季旱涝发生的环流条件和物理过程·····	(109)
第一节 东亚大气环流与干旱年代际变化的关系·····	(109)
第二节 影响旱涝变化的两个环流因子·····	(112)
第三节 西风带环流与旱涝变化的关系·····	(113)
第四节 大西洋海表温度异常与松嫩流域降水·····	(116)
第十二章 春季旱涝·····	(120)
第一节 影响春季旱涝的因素和发生规律·····	(120)
第二节 影响春季旱涝的环流条件·····	(121)
第三节 春季旱涝与夏季旱涝·····	(123)
第十三章 20 世纪 90 年代旱涝分析·····	(124)
第一节 典型涝年分析·····	(124)
第二节 干旱发展趋势分析·····	(127)
参考文献·····	(130)

第四编 暴雨分析和预报

第十四章 暴雨发生的气候规律·····	(135)
第一节 暴雨日地理分布·····	(135)
第二节 暴雨日时间分布·····	(136)
第十五章 暴雨发生的大尺度环流条件和影响系统·····	(138)
第一节 决定暴雨发生的两个基本环流系统·····	(138)
第二节 与暴雨有关的大型环流系统·····	(140)
第三节 区域暴雨的天气形势和地面系统·····	(142)

第四节	1998 年夏季大暴雨天气形势特征	(145)
第十六章	暴雨的中尺度系统和过程分析	(150)
第一节	中尺度雨团和云团分析	(150)
第二节	特大暴雨过程的中尺度滤波分析	(153)
第三节	暴雨的雷达回波特征分析	(160)
第四节	暴雨过程中尺度雨团云型及其 TBB 特征	(161)
第十七章	暴雨过程的物理诊断和水汽条件分析	(169)
第一节	暴雨过程降水性质变化	(169)
第二节	暴雨过程动力条件分析	(172)
第三节	暴雨过程水汽条件和输送	(175)
第十八章	中尺度数值预报和数值试验	(182)
第一节	中尺度数值预报业务系统	(182)
第二节	中尺度数值预报质量检验	(186)
第三节	暴雨过程中尺度数值试验	(197)
第十九章	面雨量分析和预报技术	(201)
第一节	面雨量计算	(201)
第二节	面雨量预报技术	(203)
第三节	基于中尺度数值预报的面雨量预报	(207)
参考文献		(209)

绪 论

人类文明历史的发展从来都是与河流密切相联系的。广泛存在于世界上的丰富历史古迹、众多的地下文物和大量的文字记载,能够清楚地告诉我们,尼罗河畔的古埃及,幼发拉底河和底格里斯河流域的苏美尔和巴比伦,印度河和恒河流域的古印度,以及黄河和长江之滨的中国,是世界文明的四大摇篮。人类历史发展到近代,即使是科学技术飞速进步的今天,无论是农田改造、工业建设、交通运输和能源开发等各项大规模的经济建设活动,更是与江河的利用和改造息息相关。

我国是一个江河湖泊众多的国家,95%以上的国土为各江河水系控制。

在西北地区,主要分布着以高山冰川雪水为源,流失于盆地沙漠的内陆河湖。如著名的塔里木河,全长2137km,是我国最长的内陆河。我国最大的咸水湖青海湖也位于西北地区,湖面面积达到4583km²。除此以外,只有位于新疆维吾尔自治区西北部的额尔齐斯河是外流河,为鄂毕河的上源之一。鄂毕河最终汇入北冰洋,是我国唯一的北冰洋水系河流。

在西南地区,内陆河主要分布在藏北高原。这里也是我国湖泊最多的地方,总数达到一千多个,总面积有近三万平方千米。除藏北高原的内陆河湖以外,西南地区其他河流都为外流河,主要是南亚和东南亚各大江河的上游。如雅鲁藏布江在我国境内的一段长2057km,流域面积 $24.0 \times 10^4 \text{ km}^2$,是印度布拉马普特拉河的上游,属于印度洋水系。其他较大的江河一般也多是因地形向南倾斜而向南流出中国。如怒江是流经缅甸的萨尔温江的上游;澜沧江是流经泰国、老挝、越南和柬埔寨等国的湄公河的上游;元江是流经越南的红河的上游等。这些河流在我国境内一般都是落差很大,峡谷深邃,水流湍急。

在我国东部地区更广泛的地域则都是因地势走向而形成的自西向东流最终汇入太平洋的大江河。从南到北分布着:

珠江:源于云南省的南盘江,全长2197km。流经云南、贵州、广西、广东等省区,流域面积 $45.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。由于珠江地处亚热带地区,雨量充沛,虽然全长不足黄河的一半,流域面积比黄河的一半稍大一点,但是其流量却超过黄河的八倍。著名的珠江三角洲是我国特色农业和轻工业基地,也是历史上与东南亚各国联系的航海出发地。改革开放以来,珠江三角洲更成为重要的窗口。深圳、珠海等地成为我国成立最早,发展最快的经济开发特区。

长江:发源于青海省唐古拉山的北麓。长江全长6300km,是我国第一大河,位居世界第三。长江的年流量为1万亿立方米。流经西藏、四川、重庆、云南、湖北、湖南、江西、安徽、江苏、上海等省、市、自治区,流域总面积为 $180.7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。长江历来素有黄金水道之称,是贯通我国西南、华中和华东地区的水上通道,从西起“天府之国”四川,经洞庭、鄱阳两湖平原,东到长江三角洲,都是我国经济发展的中心地区。其中,尤其是入海处附近的长江三角洲,不仅是富饶的鱼米之乡,更是工业、商业金融和交通的中心,在我国国民经济发展中起着重要的作用。

淮河：发源于河南省桐柏山。淮河干流长约 1000km。流经河南、安徽、江苏等省，流域总面积为 $18.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。淮河在历史上是一条水患灾害严重的江河，经常改道，连入海口位置都不固定。解放后，经过多次精心治理已成为一条为中国人民造福的河流。淮河是我国一条重要的地理南北分界线，南北两侧的自然地理和气候有明显的不同。

黄河：发源于青海省巴颜喀拉山北麓，全长 5464km。流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等省、自治区，流域总面积为 $75.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。黄河流域的相当大一部分是干旱地区，年流量不足长江的二十分之一。黄河习惯被称作中国人民的母亲河，沿河孕育着古老的中华文明。由于黄河的中游经过黄土高原，含沙量极大。当下游进入平原地区后，水流缓慢，泥沙淤积，河床高出两岸，形成“悬河”。因此，历史上黄河经常泛滥成灾，造成河床改道。解放后，在黄河上修建了一系列的水利工程，并开展植树造林改善生态，黄河的水害基本上得到了控制。

海河：海河是由潮白河、永定河、大清河、子牙河、卫河汇合而成的，它们分别发源于燕山、太行山或黄土高原，全长 1090km。海河流经山西、河北、北京和天津等省、市，流域面积为 $26.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。海河的干流很短，上游的这些河流汇合以后形成的干流仅有近七、八十千米。

辽河：由发源于内蒙古自治区的西辽河和发源于吉林省的东辽河汇合而成，全长 1430km。流经内蒙古、吉林、辽宁等省、区，流域总面积为 $16.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

松花江：由发源于大兴安岭的嫩江和发源于长白山的第二松花江汇合而成，全长 1927km。流经内蒙古、黑龙江、吉林和辽宁等省、区，流域面积为 $54.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。由于嫩江的长度在松花江中所占的比例比较大，习惯上多称作松花江、嫩江，流域也称作松花江、嫩江流域，简称松嫩流域（本书以下均称作“松嫩流域”）。松花江不是直接入海的，是中俄界河黑龙江最大的一条支流。

松花江、嫩江与前面六条江河相比，论长度排在第四位，论流域面积排在第三位。从这两点其地位可见一斑。除此以外，松花江、嫩江还具有以下特殊的地方：

(1) 流域形状特殊。流域东西宽 920km，南北长 1070km，即南北的长度大于东西的宽度。因此，流域内的气候差异显著，尤其是影响降水的天气系统多样化，相互之间有明显的不同。

(2) 地处东亚季风的北部边缘。根据高由禧对我国东亚夏季风的研究，松花江、嫩江位于东亚夏季风最北边的地带。由季风强弱的年际变化所造成的各年气候状况有很大的差别。

(3) 地处中高纬度地区，影响天气系统复杂。既受中低纬度天气系统（如副热带高压甚至热带低压、台风）的影响，又同时受中高纬度西风带系统的影响，特别是典型的阻塞形势下冷涡系统的影响，影响天气的系统是复杂多样的。

正因为如此，松嫩流域是一个天气、气候灾害发生频繁且多样的地区。主要灾害有洪涝与干旱、夏季低温、盛夏的暴雨和冰雹、飚线等强对流天气。这些异常的天气气候现象都给本流域直接或间接造成危害，而且危害往往是相当严重的。研究表明，仅夏季低温发生时造成的冷害，能够使当年的粮食产量减产最多达到百分之三十左右。新中国成立以来五次严重的夏季低温冷害年，即 1957、1964、1969、1972、1976 年对农业的影响相当大。80 年代以后，气候变暖和科技发展使低温冷害的影响才变得不那么突出。

松嫩流域是新中国成立以来发展较早的老工业基地和重要的商品粮、轻纺原料基地。

20 世纪 50 年代初期，重点工业建设项目的设立和百万解放军官兵转业开发北大荒，拉开了松嫩流域的大规模开发和建设，使松嫩流域逐渐成为农业、煤炭、木材、汽车制造、石油化工综合发展的基地。以后，随着国民经济的不断发展，松嫩流域的重要地位越来越显赫。

松嫩流域的天气气候状况和异常气象灾害的发生，不仅影响到本地区国民经济的发展和人民生活水平的提高，也关系到我国国民经济发展的总体状况。本书的目的在于详细介绍松嫩流域的气候状况、主要天气气候灾害，如旱涝、低温、暴雨等的发生规律、形成原因、预报技术改进和主要防御措施，以便能够有效地保护生态环境，合理开发利用气候资源，趋利避害，更好地为国民经济发展和保护人民生命财产、提高生活质量服务。

第一编

流域基本状况

本编将详细介绍松嫩流域的基本情况，以便读者对该流域有一个全面的、综合的了解。

首先介绍该流域的自然地理和经济状况，主要包括地理位置、行政区划，江河水系、地形地貌和国民经济发展等主要状况。然后介绍该流域的基本气候条件，包括气温、降水等主要气象要素的状况。最后扼要介绍该流域发生的主要气象灾害，包括夏季低温、旱涝；大风和暴雨以及强对流天气等。

第一章 自然地理环境

松花江是黑龙江南岸中国境内的最大支流，以嫩江为源头计全长 2309km。松花江的上游分为南北两支，分别是北面发源于大兴安岭北段中的嫩江和南面发源于长白山区的第二松花江。嫩江和第二松花江在吉林省的三岔河汇合，以下称为松花江干流。嫩江的长度超过了第二松花江，也超过了松花江干流的长度；嫩江流域的面积超过了全流域的二分之一。因此，习惯上通常将该流域称作松花江、嫩江流域，简称松嫩流域。本书以下为了方便，除个别特殊情况一般使用“松嫩流域”这个简称。

第一节 流域位置和面积

松嫩流域位于中国东北地区的北半部，地理位置为 $41^{\circ}42' \sim 51^{\circ}38'N$ 、 $119^{\circ}52' \sim 132^{\circ}31'E$ 。包括黑龙江和吉林两省的大部分、内蒙古自治区的东北部和辽宁省很小的一部分。图 1.1 中用圆点圈出的区域是松嫩流域范围。

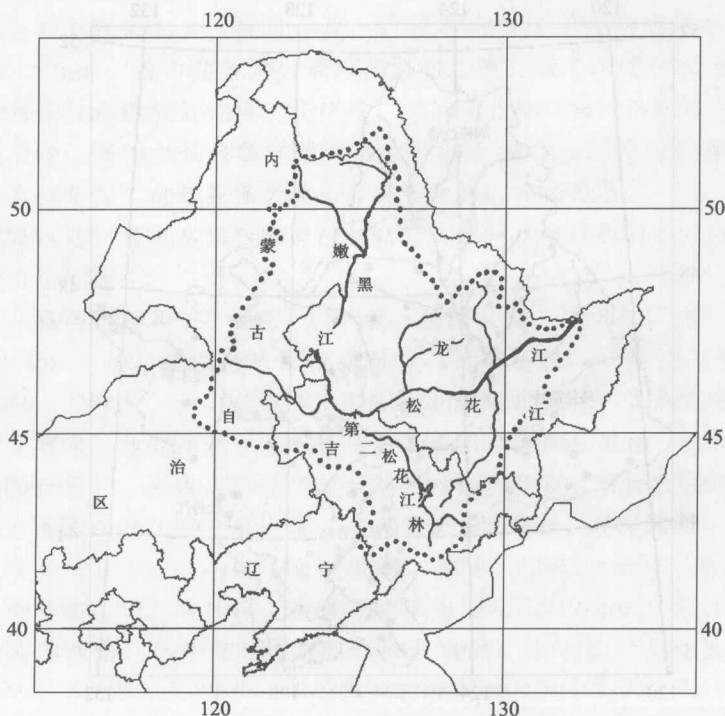


图 1.1 松嫩流域地理位置

松嫩流域东西宽 920km, 南北长 1070km, 总面积为 $54.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。占黑龙江流域面积 ($184.3 \times 10^4 \text{ km}^2$) 的 29.6%, 占黑龙江流域在中国境内面积 ($88.3 \times 10^4 \text{ km}^2$) 的 61.8%。松嫩流域可以分成嫩江流域、第二松花江流域和松花江干流流域三大部分。这三部分的面积分别为 $28.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 、 $7.8 \times 10^4 \text{ km}^2$ 和 $18.5 \times 10^4 \text{ km}^2$, 各占总面积的 51.8%、14.3% 和 33.9%。

第二节 流域的行政区划

松嫩流域分属黑龙江省、吉林省、内蒙古自治区和辽宁省。其中, 在黑龙江省内的面积超过流域总面积的一半 (51%), 主要包括嫩江流域中上游的东部、嫩江流域下游的一部分和松花江干流流域; 嫩江流域的西岸大部分属于内蒙古自治区, 占全流域面积的 27%; 第二松花江流域和嫩江下游的大部分在吉林省境内, 在吉林省的部分占全流域面积的 22%; 在第二松花江的上游有很小一部分, 大约 500 km^2 , 属于辽宁省的清源县。

松嫩流域的行政区域包括黑龙江、吉林、辽宁和内蒙古三省一区, 有 24 个地、市、盟, 共有 106 个市、县、旗 (图 1.2)。其中, 黑龙江省有 63 个, 吉林省有 32 个, 内蒙古自治区有 10 个, 辽宁省有 1 个。具体内容如表 1.1~1.3。分三个流域统计共有 119 个市、县、旗, 因为有 13 个是跨流域的。

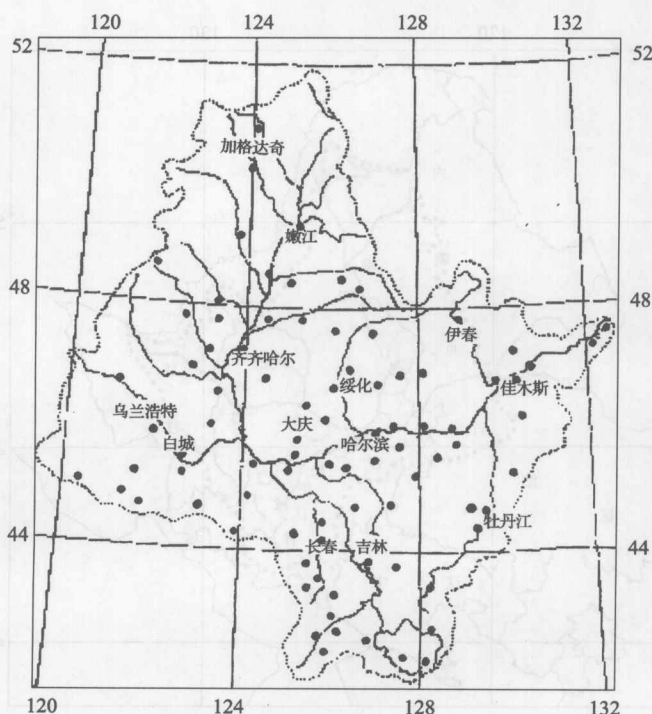


图 1.2 松嫩流域行政区划和气象资料选站 (用圆点标出)

表 1.1 嫩江流域行政区划概况表

省、区	地、市、盟	市、县、旗（气象资料选用站）
黑龙江省	大兴安岭地区	加格达奇、呼玛
	黑河市	孙吴、嫩江、德都、北安*
	齐齐哈尔市*	齐齐哈尔、讷河、依安、甘南、龙江、泰来、富裕、克山、克东*、拜泉*
	大庆市*	大庆、林甸、杜尔伯特、肇州*、肇源*
	绥化市*	安达*、肇东*
内蒙古自治区	呼伦贝尔盟	（鄂伦春旗）、阿荣旗、布特哈旗、（莫力达瓦旗）
	兴安盟	乌兰浩特、扎赉特旗、（科尔沁右翼前旗）、（科尔沁右翼中旗）（突泉）
	哲里木盟	扎鲁特旗
吉林省	白城市	白城、镇赉、大安、通榆
	松源市*	松源、乾安、前郭尔罗斯*
合计	10	40

注：带“*”者为跨流域的地、市、盟或市、县、旗

不加圆括号者为本书基础气象资料选用的站点

表 1.2 和表 1.3 与此相同

表 1.2 第二松花江流域行政区划概况表

省、区	地、市、盟	市、县、旗（气象资料选用站）
吉林省	延边市*	敦化*、安图
	通化市*	辉南、柳河、梅河口
	辽源市	辽源、东丰
	白山市	白山、抚松、靖宇
	四平市	怀德、伊通
	吉林市*	吉林、桦甸、蛟河*、舒兰*、盘石、永吉
	长春市*	长春、榆树*、九台、德惠、农安
	松源市*	长岭、前郭尔罗斯*、扶余*
辽宁省	抚顺市	清源
合计	10	27

表 1.3 松花江干流行政区划概况表

省、区	地、市、盟	市、县、旗（气象资料选用站）
黑龙江省	哈尔滨市	哈尔滨、阿城、宾县、呼兰、双城、五常、巴彦、木兰、通河、尚志、方正、延寿、依兰
	黑河市*	北安*
	齐齐哈尔市*	克东*、拜泉*
	大庆市*	大庆、肇州*、肇源*
	绥化市*	绥化、安达*、肇东*、兰西、海伦、望奎、绥棱、庆安、青冈、明水
	牡丹江市	牡丹江、宁安、林口、海林
	伊春市	伊春、铁力
	佳木斯市	佳木斯、汤原、桦川、桦南、富锦、同江
	鹤岗市	鹤岗、萝北、绥滨
	七台河市	七台河、勃利
	双鸭山市	集贤