

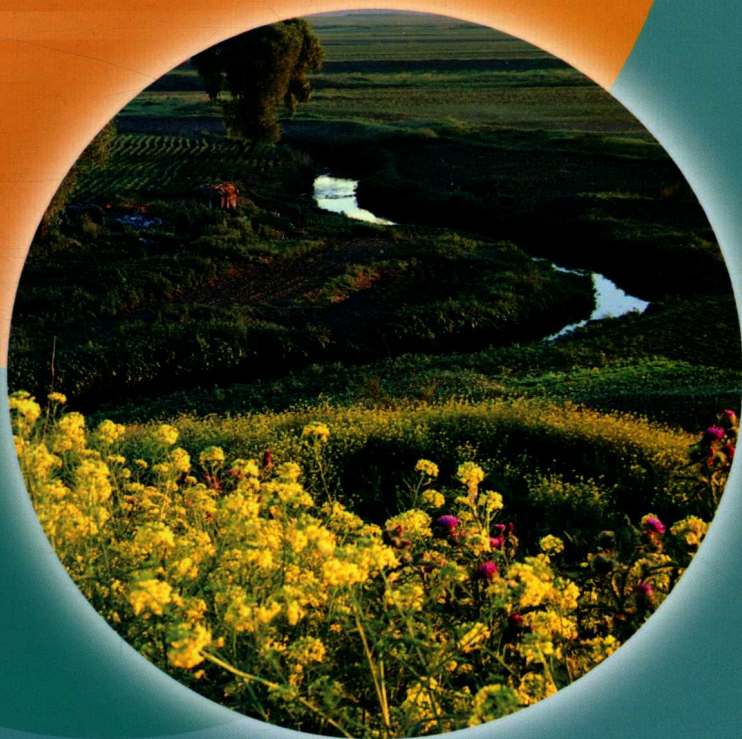
SANJIANG PINGYUAN

SHUIZIYUAN KAIFA HUANJING XIAOYING

JI TIAOKONG JILI YANJIU

三江平原 水资源开发环境效应 及调控机理研究

付强 郎景波 李铁男 刘东 李天霄 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

三江平原 水资源开发环境效应 及调控机理研究

付强 郎景波 李铁男 刘东 李天霄 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书运用现代数据处理理论与方法，以保护区水资源开发环境，实现区域水资源可持续利用为目的，以国家粮食生产核心区——黑龙江省三江平原为研究平台，研究了三江平原水资源开发的环境效应及调控机理。本书共分十一章，系统分析了三江平原水资源开发利用现状和时空分布规律；提出了三江平原农业（水田）灌溉需水规律和灌溉用水特征；分析了三江平原水资源供需平衡，提出了三江平原水资源调配工程优化布局模式和水土资源优化配置模式，并从宏观和微观的角度对三江平原水土资源承载力进行了评价；将复杂适应系统理论引入到三江平原水安全系统评价中，实现了区域水安全的综合评价和仿真；全面分析了三江平原水资源开发对生态环境的影响和人类活动对区域地下水资源系统的影响，提出了三江平原水资源生态补偿机制。

本书针对研究区域水资源开发对环境的影响，从多个角度对研究区域的水资源进行了系统的分析，可为研究区域保护生态环境、保障粮食产能，实现资源的可持续利用提供理论指导和技术支撑，可供从事农业水土工程、水文学及水资源、环境科学与工程、地理学、系统科学、管理科学与工程及其他相关专业的教学、科研人员借鉴与参考。

图书在版编目（C I P）数据

三江平原水资源开发环境效应及调控机理研究 / 付强等著. — 北京：中国水利水电出版社，2016.5
ISBN 978-7-5170-4326-3

I. ①三… II. ①付… III. ①三江平原—水资源管理—研究 IV. ①TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第103245号

书 名	三江平原水资源开发环境效应及调控机理研究
作 者	付强 郎景波 李铁男 刘东 李天霄 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 (发行部)
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	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 18.25印张 433千字
版 次	2016年5月第1版 2016年5月第1次印刷
定 价	76.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究



水是人类赖以生存和发展的重要战略性自然资源，是构成环境的基本要素，是维系社会进步和人类文明的重要物质基础。随着我国人口数量的不断增加和社会经济的快速发展，人类对水资源的开发力度日益加剧，由此产生的各种污染物（或污染因素）进入环境，超过了环境容量的容许极限，使环境受到污染和破坏，引发了一系列环境问题，如水土流失、水环境污染、生态环境质量恶化等问题，直接威胁国家和区域的粮食生产安全。因此，水资源的可持续利用是支撑社会经济可持续发展和生态环境健康的基本保障。

面对水资源的日益紧缺、水资源供需矛盾的日益突出，三江平原水资源开发问题引起了相关学者的广泛关注。作为黑龙江省粮食生产核心区与国家重点湿地生态功能区，年粮食生产能力超过 150 亿 kg，商品粮率高达 80% 以上。首先，长期以来，三江平原由于工程调蓄能力弱，地表水利用率不高，农业灌溉主要以开发地下水为主，井灌水田比例高达 80% 以上；其次，三江平原水利配套设施不完善，设计标准低，中低产田比例达到 60% 左右；同时，三江平原长期大面积开垦沼泽湿地、林地和草地，盲目开发、“重垦轻治”；另外，为了追求增产，三江平原农民长期过量、不合理地施用化肥、农药。在三江平原高强度农业开发的影响下，已经诱发了地下水位下降、水环境恶化、水土流失加剧、湿地生态功能退化等严重问题。为此，本书以黑龙江省三江平原为研究区域，以实现水资源高效利用为目的，以资源可持续发展为指导思想，以系统工程理论为研究方法，以大田试验和广泛的实地调研为研究手段，研究三江平原水资源开发的环境效益及调控机理，提出三江平原水资源生态补偿机制，为该地区生态环境的保护和粮食综合生产能力的提高提供理论依据和技术支撑。

全书共分十一章，第一章介绍了研究区域三江平原的自然概况、社会经济、水资源开发利用现状以及水资源开发利用中存在的问题，由付强、李天霄负责撰写；第二章介绍了三江平原水资源时空分布研究方法 with 理论，降水量、地表水、地下水和水资源总量时空分布规律，由李铁男、邢贞相、刘东负责撰写；第三章主要通过大田试验，全面研究了三江平原农业灌溉需水规律及灌溉用水特征，由郎景波、李铁男负责撰写；第四章研究了三江平原水资源供需平衡分析，由付强、李天霄负责撰写；第五章介绍了三江平原现状年和规划水平年水资源调配工程优化布局模式，由李想、刘东负责撰写；第六章采用复杂适应系统理论，构建了三江平原水土资源优化配置模型，并对所构建的模型进行了验证，提出了三江平原水土资源优化配置模式，由付强、郎景波负责撰写；第七章从宏观和微观的角度，构建了三江平原农业水土资源承载力评价模型，并对三江平原农业水土资源承载力进

行了评价，由付强、刘东、李天霄负责撰写；第八章运用复杂适应系统理论和熵理论构建了三江平原水安全系统评价模型，并对建三江分局的水安全系统进行了评价，由任永泰、付强负责撰写；第九章从水资源开发对生态环境影响的概念入手，全面分析了三江平原水资源开发的环境效应，在此基础上建立了三江平原水资源开发对生态环境影响的评价指标体系和评价模型，实现了三江平原生态系统健康综合评价，由王子龙、付强负责撰写；第十章采用可变模糊优选模型、投影寻踪模型研究了区域人类活动对地下水资源系统的影响程度，由刘东、李铁男负责撰写；第十一章从水资源生态补偿的理论入手，通过对流域生态系统服务价值评价、水资源生态价值和补偿量计算，提出了三江平原生态补偿运行和保障机制，由周延、付强负责撰写。

本书是著者近几年来对三江平原研究工作的总结，针对研究区域水资源开发利用中存在的诸多问题，以及水资源开发的环境效应，通过大量的数据调研和大田试验，采用多种数学方法进行建模和求解，为该领域研究提供了新的研究思路与研究模式。本书的研究成果可以为三江平原水土资源高效利用、粮食生产、水资源调配工程优化布局、生态环境保护等提供技术支撑，研究思路可供其他地区同类研究参考与借鉴。本书可为广大在读研究生、科研工作者解决农业实际问题提供参考。

在本书编写过程中，著者参阅、借鉴了大量国内外学者的有关论著，吸收了同行们的辛勤劳动成果，并从中得到了很大的教益和启发，在此向各位作者表示衷心感谢。另外，本书编写工作的顺利完成还得到了东北农业大学成琨、任守德、蒋睿奇等同志的大力协助，在此表示真诚的谢意。

由于本书是对三江平原水资源开发环境效应及调控机理研究的一次大胆尝试，加之编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，恳请同行专家和广大读者多提宝贵意见，给予批评指正，我们将在今后的研究工作中加以改进。

注：本书得到水利部公益性行业专项科研经费项目（No. 201301096）、国家自然科学基金（No. 51179032、No. 51479032、No. 51579044）、黑龙江省杰出青年基金（No. JC201402）、黑龙江省高校长江学者后备支持计划项目、黑龙江省水利科技项目（No. 201318、No. 201501、No. 201503）的联合资助。

著者

2015年12月



目录

MuLu >>>

前言

第一章 三江平原基本情况	1
第一节 自然概况	1
第二节 社会经济	5
第三节 水资源开发利用现状	7
第四节 水资源开发利用中存在的问题	10
参考文献	11
第二章 三江平原水资源时空分布研究	13
第一节 研究理论与方法	13
第二节 降水量特征分析	17
第三节 地表水资源量特征分析	28
第四节 地下水资源量特征分析	44
第五节 水资源总量特征分析	52
参考文献	58
第三章 三江平原农业灌溉需水规律及灌溉用水特征研究	60
第一节 试验区基本条件及布置	60
第二节 水稻生育阶段调查	61
第三节 试验内容与测试方法	63
第四节 水稻作物需水规律	73
参考文献	77
第四章 三江平原水资源供需平衡分析	78
第一节 社会经济发展预测	78
第二节 需水预测	84
第三节 供需平衡分析	91
参考文献	97
第五章 三江平原水资源调配工程布局分析	99
第一节 现状年水资源调配工程布局分析	99
第二节 规划水平年水资源调配工程布局分析	109
参考文献	113

第六章 区域水土资源优化配置模型构建及应用研究 114

第一节 区域水土资源复杂适应性配置过程仿真模型的构建 114

第二节 区域水土资源优化配置案例分析 118

参考文献 137

第七章 三江平原水土资源承载力评价 139

第一节 农业水土资源承载力评价基本理论分析 139

第二节 水土资源承载力评价指标体系与模型 146

第三节 三江平原农业水土资源承载力预测与评价 158

参考文献 176

第八章 三江平原水安全系统评价理论与应用研究 178

第一节 水安全复杂适应系统理论 178

第二节 水安全复杂适应系统评价模型建立 183

第三节 建三江水安全系统综合评价仿真 189

参考文献 192

第九章 三江平原水资源开发的环境效应研究 195

第一节 水资源开发对生态环境影响的概念分析 195

第二节 三江平原水资源开发的生态环境效应 209

第三节 三江平原水资源开发对生态环境影响的评价 221

第四节 三江平原生态系统健康综合评价 226

参考文献 232

第十章 人类活动对三江平原地下水资源系统的影响程度分析 236

第一节 可变模糊优选模型在区域人类活动对地下水位影响评价中的应用 236

第二节 投影寻踪模型在区域人类活动对地下水位影响评价中的应用 241

第三节 考虑人类活动影响的区域农业水资源开采阈值研究 245

参考文献 250

第十一章 三江平原水资源生态补偿机制研究 252

第一节 三江平原水资源生态补偿的理论依据 252

第二节 三江平原水资源评价及流域生态系统服务价值评估 257

第三节 三江平原水资源生态价值及补偿量的核算 267

第四节 三江平原生态补偿运行和保障机制构建 276

参考文献 284

三江平原基本情况

第一节 自然概况

一、地理位置

三江平原，又称三江低地，是由黑龙江、乌苏里江和松花江三条大江冲积、汇流而成的低湿地平原，是中国最大的沼泽分布区。三江平原包括：黑龙江、松花江和乌苏里江汇流的三角地带，以及倭肯河与穆稜河流域和兴凯湖平原，介于北纬 43°49′55″~48°27′56″，东经 129°11′20″~135°05′26″，位于东北平原东北部，西起小兴安岭东南端，东至乌苏里江，北自黑龙江畔，南抵兴凯湖，东西宽 430km，南北长 520km，总面积 10.89 万 km²，占黑龙江省土地总面积的 22.6%。其中：平原面积为 6.2 万 km²，占三江平原总面积的 57%，占黑龙江省总面积的 12.88%；山区面积为 3.74 万 km²，占三江平原总面积的 34.4%，占黑龙江省总面积的 7.77%；丘陵面积为 0.94 万 km²，占三江平原总面积的 8.6%，占黑龙江省总面积的 1.94%。该区东北低西南高，除西南部和西部边界的老爷岭、小兴安岭、张广才岭和横亘中部的完达山为森林覆盖的山区外，其余均为广阔的冲积低平原和河流形成的阶地，同时，河漫滩上广泛发育着沼泽和沼泽化草甸区。

二、行政区划

三江平原行政区域包括佳木斯市、鹤岗市、双鸭山市、鸡西市、七台河市和穆稜市的全部市县，以及黑龙江农垦总局的 5 个管理分局下的 52 个国有农场和 8 个森林工业局、哈尔滨市的依兰县，共计 5 个地级市、5 个县级市、13 个县，其中：国有农场面积占三江平原总面积的 32.54%，具体见表 1-1。

表 1-1 三江平原行政区划表^[1]

行政区	地级市	县级市	县	管理分局	国有农场	
					名 称	占各市（县） 面积比/%
鸡西	鸡西市	密山市 虎林市	鸡东县	牡丹江 分局	八五〇、八五四、八五五、八五六、八五七、八五八、八五一〇、八五一一、庆丰、云山、兴凯湖	37.90
鹤岗	鹤岗市		绥滨县 萝北县	宝泉岭 分局	二九〇、绥滨、江滨、军川、名山、延军、共青、宝泉岭、新华、普阳	35.80



续表

行政区	地级市	县级市	县	管理分局	国有农场	
					名 称	占各市（县） 面积比/%
双鸭山	双鸭山市		集贤县 友谊县 宝清县 饶河县	红兴隆分局	友谊、五九七、八五二、八五三、饶河、二九一、双鸭山、红旗岭	46.69
				建三江分局	八五九、胜利、红卫	
佳木斯	佳木斯市	同江市 富锦市	桦南县 桦川县 汤原县 抚远县	宝泉岭分局	汤原、梧桐河	32.30
				红兴隆分局	江川、曙光、宝山	
				建三江分局	七星、勤得利、大兴、青龙山、前进、创业、前哨、前锋、洪河、鸭绿河、二道河、浓江	
七台河	七台河市		勃利县	红兴隆分局	北兴	12.47
穆棱		穆棱市				0.00
依兰			依兰县	宝泉岭分局	依兰	3.11
				哈尔滨分局	松花江	

三、气候与环境

(一) 气候

三江平原属于典型的温带湿润、半湿润季风气候，全年日照时数 2400~2500h，1 月份气温最低，可达-40℃，平均气温为-19℃；7 月份温度最高，可达 35℃，但早晚温差大，7 月份平均气温 21~22℃。无霜期 120~140d，冻结期约 7 个月，最大冻深约 2.2m。年均降水量 600mm，其中：75%~85%集中在 6—9 月。由于特定的地理位置和地形特征，使得三江平原气候呈现出明显的四季特征和地区差异。

春季（3—5 月）气温回升较快，无法形成稳定的积雪层，且风大，易出现“春旱春涝”。月平均气温 4℃左右，月平均水汽压 53%，平均相对湿度 56%，多盛行西南大风，5 级以上的大风日数占全年总日数的 35%~40%。春季降水逐渐增多，平均降水量约为 80mm，约占全年的 15%左右，如上一年冬季降雪较多，则易造成平原区“春涝”。如上一年冬季降水较少，加之气温回升快，蒸发量大，则易造成“春旱”。

夏季（6—8 月）气温相对较高，尤其是 7 月，为一年中气温最高的月份。由于受到大陆低压和太平洋副热带高压对峙的影响，夏季降水量较多，平均降水量约为 330mm，约占全年降水总量的 60%以上。由于太阳辐射较强，受变性热带太平洋气团控制，故温度相

对较高，平均气温约为 21℃，月平均水汽压约为 18.3%，月平均相对湿度约为 75%，雨热同期，特别有利于作物的生长。

秋季（9—11 月）温度下降较快，且昼夜温差较大，多年平均气温 4.5℃；降水量相对减少，多年平均降水量约为 100mm，约占全年的 20%左右。在较强的冷空气南下和夜间辐射冷却的综合影响下，易出现“秋霜”和“秋雨”，不仅会影响秋收，而且还易造成翌年的春涝，给农业带来了极大的困难。

冬季（12 月至次年 1 月）昼短夜长、寒冷干燥，降水量一般为 20~40mm，仅占年降水量的 5%~7%，多年平均气温-18.0℃。农田土壤处于冻结状态，最大冻土深度一般为 220cm 左右，这对于土壤的休整起到了很好的保护作用。

(二) 环境

三江平原环境状况保持良好，大部分农场、林区等大气质量均属清洁级水平；但由于近几年水稻种植面积的不断扩大，再加上人类活动对三江平原水资源的大规模开发^[2]，河流水质污染日趋严重^[3]，部分河段中高锰酸盐指数、氨态氮、挥发酚和总铁等元素严重超标^[4]。天然沼泽湿地面积尚有 134.7 万 hm²，是珍稀水禽的重要栖息地和繁殖地，目前已成为国家级湿地自然保护区，其中 3 个被国际社会列入重要湿地名录。

三江平原的收获季节是最繁忙的，也是最令人向往的，在广袤的田野上，渠道纵横、农机轰鸣、稻花飘香、麦浪滚滚，一个个领先全国机械化水平的现代化农场，生机勃勃，忙碌而殷实。冬日的三江平原又是寂静、闲适的，冬季有多漫长，农闲就有多漫长。在这片无数知青奉献了青春和汗水的土地上，已有 10 个沿江县市作为一级口岸面向东北亚开放，生活安逸、祥和的老百姓开始梦想着更美好的未来。

四、河流与水系

三江平原位于松花江、黑龙江和乌苏里江中下游地区，湖泡连片，江河纵横，有大小江河 190 余条，其中乌苏里江中下游地区分布 20 多条，总流程 0.54 万 km，流域总面积 9.45 万 km²。此外，还有大兴凯湖、小兴凯湖，面积约 1220km²，其中：大兴凯湖为中俄两国界湖，位于我国部分的面积约为 1070km²，约占总面积的 1/4。区内除三大江河外，其余多为中小河流，一类主要发源于山区，如挠力河、七虎林河；另一类发源于平原沼泽，如蜿蜒河、别拉洪河、浓江、鸭绿江等。总体上，三江平原河流依地势自西南流向东北注入黑龙江或乌苏里江（倭肯河流域除外），三江平原主要河流特性及分布见表 1-2。

表 1-2 三江平原三大水系主要河流特性

水系	序号	河流名称	流域面积 /km ²	河流面积 /km ²	河岸高 /m	主槽宽度 /m	弯曲系数	河道坡降
松花江	1	松花江	564000	357	—	500~2000	1.2	1/6000~1/12000
	2	倭肯河	10820	176	90~250	30~100	1.5	1/250~1/5000
	3	梧桐河	4536	237	72~420	30~90	2~3	1/250~1/5000
	4	嘟噜河	1737	245	70~300	10~30	1.5~2.2	1/250~1/5000
	5	安邦河	2755	167	70~350	10~15	2.5	1/250~1/10000
	6	蜿蜒河	1036	108	51~63	20~100	2.5~3.5	1/8000~1/12000



续表

水系	序号	河流名称	流域面积 /km ²	河流面积 /km ²	河岸高 /m	主槽宽度 /m	弯曲系数	河道坡降
黑龙江	7	黑龙江	1800000	406	—	1000~2500	1.29	1/5000~1/19000
	8	鸭蛋河	606	95	66~380	5~20	2.0	1/700~1/9000
	9	莲花河	1670	74	45~52	50~100	1.2~2.4	1/10000~1/15000
	10	青龙河	1041	53	46~55	50~100	2.5	1/5000~1/10000
	11	鸭绿河	1336	100	48~60	20~50	1.4~2.5	1/3000~1/10000
	12	浓江	2630	116	41~55	17~100	1.3~2.1	1/8000~1/12000
乌苏里江	13	乌苏里江	187000	478	—	300~1000	1.3	1/16000~1/48000
	14	小松阿察河	1750	172	60~69	40~50	1.3	1/500~1/2000
	15	穆棱河	17600	834	60~1000	50~100	1.2~2.6	1/100~1/8000
	16	七虎林河	2960	262	53~300	10~20	3.0~3.5	1/800~1/8000
	17	阿布沁河	1650	145	54~170	20~40	1.3~3.4	1/1600~1/2000
	18	挠力河	23589	596	44~400	20~100	1.4~4.0	1/200~1/8000
	19	别拉洪河	4340	170	37~56	20~100	1.2~2.6	1/7500~1/12000
	20	内七星河	3985	241	54	10~20	1.75	1/200~1/10000
	21	外七星河	6520	175	50	10~40	1.96	1/1500~1/20000

五、地形地貌

三江平原地势低平，整体上由西南向东北倾斜，以低平无垠的平原为主体，其面积超过了总面积的一半以上，约占总面积的 61.2%；而山区和丘陵面积相对较少，山区约占总面积的 30.8%，丘陵约占总面积的 8%。具体面积见图 1-1 和表 1-3^[1]。

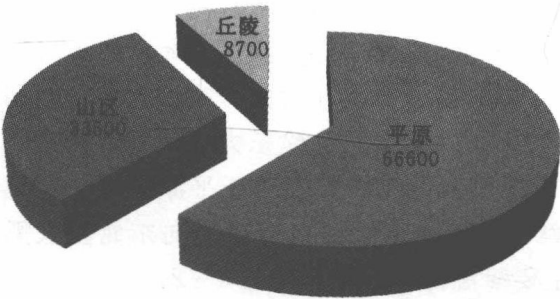


图 1-1 三江平原三大地貌类型饼图（单位：km²）

在地貌上，以二龙山、街津口、别拉音山、讷尔古力山、双山一线为界，分为东西两部。西部属于萝北凹陷区，受小兴安岭抬升的影响，地势相对较高，海拔一般为 60~80m，地面自西向东缓缓倾斜，除部分滩地和水城子古河道区坡降较小（近 1/10000）外，其余坡度均为 1/500~1/1400；东部地势相对较低，属于抚远凹陷区，地势低洼，海拔一般为 45~60m，地

面自西南向东北缓缓倾斜，坡度较小，一般为 1/5000~1/10000。

表 1-3 三江平原地貌类型及面积

平 原			山 地		
类型	面积/km ²	百分比/%	类型	面积/km ²	百分比/%
台地	22310	20.49	中山	1423	1.31
河漫滩	35210	32.34	低山	21400	19.66
洼地	3440	3.16	丘陵	8700	7.99

续表

平 原			山 地		
类型	面积/km ²	百分比/%	类型	面积/km ²	百分比/%
湖积平原	1070	0.98	熔岩台地	3766	3.46
洪积平原	2070	1.9	河谷平原	6950	6.38
水域	2540	2.33			
合计	66640	61.2	合计	42239	38.8

在地面物质组成上，由于西部多为由小兴安岭、老爷岭、张广才岭和横亘中部的完达山组成的森林覆盖，其地面组成物质较粗，黏土、亚黏土仅薄层局部出现，亚砂土、沙甚至砂粒层往往直接露出地表。东半部多为广阔的冲积低平原和河流形成的阶地、河漫滩，其地面组成物质较细，地表常见 3m 以上甚至十几米厚的黏土、亚黏土覆盖层。

三江平原三面环山，西为小兴安岭支脉青黑山，南为完达山支脉分水岗，东为完达山主脉那丹哈达岭。海拔相对较低，一般为 500～800m，作为最高峰的老爷岭一天岭，海拔高度仅为 1115m。

第二节 社 会 经 济

一、历史沿革

三江平原是我国开发较晚的地区。据史料记载，在清朝初年，基本上处于三姓封地内。“三姓”指赫哲族三个盟长的姓，满语为依兰哈拉，首府设在依兰县。18 世纪末叶，帝俄势力东侵，1900 年建成西伯利亚大铁路。清政府为了边陲防御，实行移民垦荒、实边安内政策，关内开始移民到三江平原。1901—1912 年，帝俄日入侵境内，修筑铁路，开采煤矿，森林渐被滥伐，形成大面积以杨树、桦树为主的天然次生林。日侵时期，日寇取代帝俄，并实行军事屯田，除从关内移民外，还拟定了日本百万户移民计划，建立了开拓团以及满蒙开拓青年义勇队等，对区内森林和土地进行掠夺；1931 年，日本开拓团进驻三江平原内垦荒。1931—1945 年，日本帝国主义的野蛮入侵和开拓团的移民掠夺，激起了东北人民的强烈反抗，经过抗日义勇军和抗日联军 14 载的浴血奋战、1945 年 8 月 6 日苏联红军对日宣战，迎来了 1945 年八一五抗日战争胜利，从而三江平原也全面光复。至今 100 多年的三江平原已经成为中国农业现代化的代表性区域。

二、经济发展

1949 年以来，三江平原的人口逐年增加，由 1949 年的 139.9 万人增长到 2013 年的 848 万人，占全省总人口的 24.0%。新中国成立后，随着各项建设事业的发展，外来人口大量涌入，民族构成也愈加复杂。三江平原主要民族为汉族，多来自山东与河北等省。少数民族主要有朝鲜族、满族、回族、赫哲族、锡伯族等。

三江平原 2013 年各地区社会经济统计数据见表 1-4 和图 1-2～图 1-4。由表 1-4



可知：三江平原 2013 年地区生产总值为 2743.6 亿元，占同期黑龙江省地区生产总值的 20.0%。三产业中第二产业比重占地区生产总值最大，达到了 41.25%，其他一、三产业比例分别为 27.35%和 31.41%。从地区组成来看，佳木斯市地区生产总值最大，达到了 747.2 亿元，占同期三江平原地区生产总值的 27.23%；依兰县地区生产总值最小，仅为 144 亿元，占同期三江平原地区生产总值的 5.25%。

人均 GDP 反映了人民的生活水平，2013 年，三江平原地区人均 GDP 为 32354 元。虽然佳木斯市的地区生产总值最大，但由于人口相对较多，其人均 GDP 在整个三江平原地区并非最高，穆棱县虽然地区生产总值排在三江平原的倒数第二位，但人口数量仅为 29.2 万人，故其人均 GDP 在三江平原地区最高，其余依次为双鸭山市、依兰县、佳木斯市、鸡西市、鹤岗市。

从三产业构成来看，鸡西市、鹤岗市、双鸭山市、七台河市和穆棱县等地区矿产和林木资源丰富，其第二产业占地区生产总值比例高于其他产业，其他地区均以第三产业为主。另外，佳木斯市的第一产业产值高于第二产业，说明该地区的经济来源主要以农业为主。

表 1-4 2013 年三江平原地区社会经济统计

地区	人口 /万人	非农业人口 /万人	农业人口 /万人	GDP /亿元	三大产业构成/%			人均 GDP /元
					第一产业	第二产业	第三产业	
鸡西	186.6	118.4	68.2	570.9	29.18	38.54	32.28	30653
鹤岗	107.8	87.1	20.7	320.0	29.25	44.84	25.91	29594
双鸭山	149.8	96.2	53.6	555.1	34.14	43.06	22.80	36983
佳木斯	242.1	122.9	119.2	747.2	30.13	26.51	43.36	31613
七台河	91.9	54.0	37.9	241.0	13.36	46.31	40.33	26122
穆棱	29.2	15.4	13.8	165.4	16.51	58.67	24.82	56643
依兰	40.6	12.8	27.8	144.0	29.72	29.86	40.42	35468
三江平原	848.0	506.8	341.2	2743.6	27.35	41.25	31.41	32354

注 数据来源于参考文献 [5]。

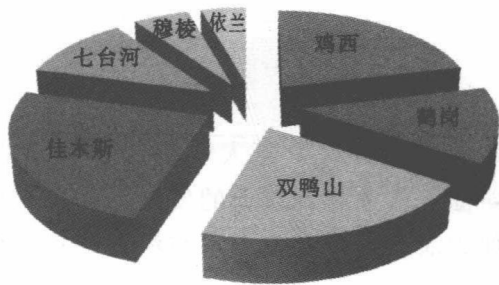


图 1-2 2013 年三江平原各地区 GDP 饼图

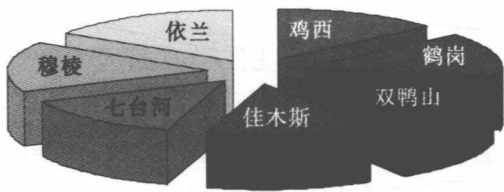


图 1-3 2013 年三江平原各地区人均 GDP 饼图

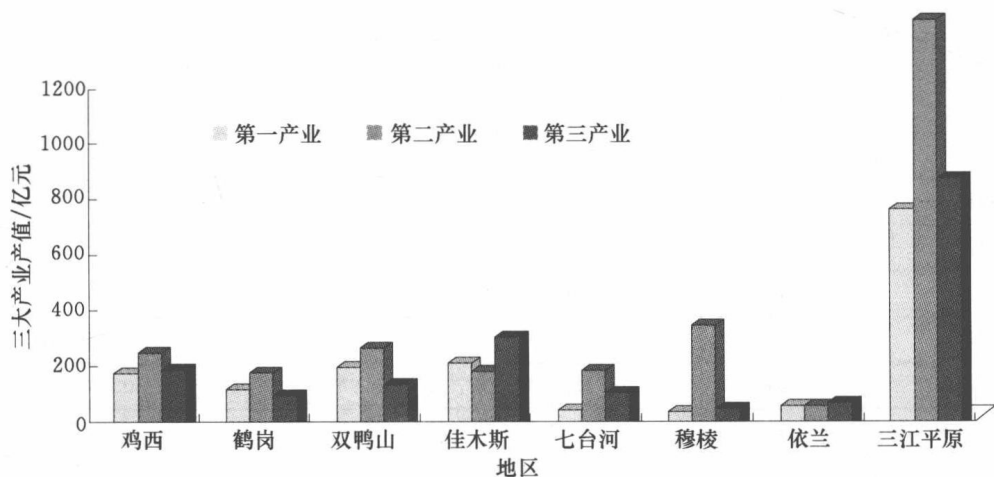


图 1-4 2013 年三江平原各地区三大产业产值图

第三节 水资源开发利用现状

一、水资源总量及分布

(一) 地表水资源量

根据三江平原的水文站多年实测资料计算径流量，三江平原地区多年平均地表水径流量总量为 116.36 亿 m³。P=25%年径流量 154.19 亿 m³；P=75%年径流量 59.91 亿 m³；P=50%年径流量 99.36 亿 m³，见表 1-5 和表 1-6。

表 1-5 三江平原各分区地表水资源量

分区	区域面积 /km ²	多年平均径流量 /亿 m ³	设计年径流量/亿 m ³			
			P=25%	P=50%	P=75%	P=95%
穆稜河地区	29314	35.22	45.74	31.38	20.43	9.96
倭肯河地区	11464	12.87	17.06	11.13	6.72	2.86
安邦河地区	6006	4.78	6.46	4.09	2.38	1.00
挠力河地区	26553	25.15	33.79	20.62	11.47	4.32
萝北地区	17805	27.20	35.88	23.87	15.00	6.93
同抚地区	14534	11.08	15.26	8.28	3.91	0.90
合计	105677	116.30	154.19	99.36	59.91	25.97

表 1-6 三江平原各流域地表水资源研究成果表

河流名称	区域面积 /km ²	多年平均径流量 /亿 m ³	设计年径流量/亿 m ³			
			P=25%	P=50%	P=75%	P=95%
穆稜河	18829	23.69	31.07	20.94	13.14	6.01
阿布沁河	1667	3.87	4.88	3.55	2.57	1.46
七虎林河	2690	3.31	4.20	3.00	2.10	1.10



续表

河流名称	区域面积 /km ²	多年平均径流量 /亿 m ³	设计年径流量/亿 m ³			
			P=25%	P=50%	P=75%	P=95%
挠力河	23283	23.51	31.57	19.41	10.87	4.11
倭肯河	11123	12.53	16.62	10.82	6.52	2.76
梧桐河	4565	12.26	15.87	11.07	7.32	3.69
嘟噜河	1849	3.66	4.80	3.30	2.10	1.00
安邦河	1679	1.55	2.13	1.31	0.73	0.28
青龙莲花河	2825	1.55	2.14	1.16	0.55	0.13
浓江鸭绿河	4051	3.56	4.91	2.67	1.25	0.29
别拉洪河	3059	2.38	3.24	1.76	0.88	0.27
松花江干流	11749	9.71	13.01	8.14	4.71	1.89
黑龙江干流	6589	6.83	9.29	5.70	3.31	1.31
乌苏里江干流	11719	7.90	10.46	6.53	3.86	1.67
全区	105677	116.30	154.79	99.36	59.91	25.97

(二) 地下水资源量

三江平原地区在经历了漫长地质时期的地壳运动和相应的外力剥蚀堆积作用之后，才形成目前的山地与平原的总体格局。平原区地下水广泛分布埋藏第四系砂、砂砾石孔隙潜水，三江低平原东部分布埋藏第四系砂、砂砾石孔隙弱承压水，在平原周边的山前台区，主要分布亚黏土裂隙微孔隙水，平原区底部广泛分布埋藏第三系孔隙裂隙承压水。山丘区地下水主要分布花岗岩、变质岩及火山岩，由于地质构造及风化作用强烈，故普遍分布基岩裂隙水，其中大面积分布风化裂隙水，局部分布构造裂隙水。

三江平原全区多年平均地下水资源量为 85.56 亿 m³，平原区地下水资源量为 67.04 亿 m³，可开采量为 66.42 亿 m³，山丘区地下水资源量为 24.47 亿 m³，山丘区与平原区之间的重复计算量为 5.95 亿 m³。三江平原各分区地下水资源量研究成果见表 1-7。

表 1-7 三江平原各分区地下水资源量

分区	区域面积/km ²	地下水资源量/亿 m ³			平原区地下水可开采量/亿 m ³	
		合计	山丘区	平原区	总补给量	可开采量
穆棱河地区	29314	23.37	10.4	14.91	16.35	14.41
倭肯河地区	11464	5.73	2.97	3.13	3.17	2.56
安邦河地区	6006	5.37	1.24	4.4	5.04	4.46
挠力河地区	26553	16.91	5.14	12.51	14.58	12.17
萝北地区	17805	18.18	4.72	14.84	17.04	15.75
同抚地区	14534	16	—	17.25	19.01	17.07
合计	105677	85.56	24.47	67.04	75.19	66.42

(三) 水资源总量

三江平原地区水资源总量为 161.96 亿 m³，其中多年平均地表径流量为 116.30 亿 m³，地下水 85.56 亿 m³，地表水与地下水重复量 39.90 亿 m³，见表 1-8。

表 1-8 三江平原各河流多年平均水资源总量

河流名称	区域面积 /km ²	多年平均径 流量/亿 m ³	地下水资源量/亿 m ³			平原地下水可 开采量/亿 m ³	地表与地下水 重复量/亿 m ³	水资源总量 /亿 m ³
			合计	山丘区	平原区			
穆棱河	18829	23.69	14.03	8.07	7.12	7.10	9.84	27.88
阿布沁河	1667	3.87	1.37	0.92	0.48	0.46	0.95	4.29
七虎林河	2690	3.31	2.35	0.48	1.99	1.97	0.78	4.88
挠力河	23283	23.51	14.13	3.88	10.82	10.77	5.18	32.47
倭肯河	11123	12.53	5.53	2.93	2.95	2.47	2.93	15.14
梧桐河	4565	12.25	3.68	2.18	1.71	1.72	2.34	13.59
嘟噜河	1849	3.66	1.76	0.54	1.37	1.36	0.84	4.58
安邦河	1679	1.55	1.09	0.61	0.48	0.46	0.54	2.10
青龙莲花河	2825	1.55	3.84	—	4.21	4.20	1.35	4.05
浓江鸭绿河	4051	3.56	4.44	—	4.83	4.82	1.44	6.56
别拉洪河	3059	2.38	2.28	—	2.32	2.35	0.19	4.47
松花江干流	11749	9.71	14.30	1.40	14.20	14.25	5.87	18.14
黑龙江干流	6589	6.83	6.11	1.22	5.35	5.31	2.74	10.19
乌苏里江干流	11719	7.90	10.66	2.25	9.23	9.18	4.93	13.63
全区	105677	116.30	85.56	24.47	67.04	66.43	39.90	161.96

二、水利工程现状

截至 2013 年，三江平原地表水供水工程共建成各类水库 242 座，总库容 31.87 亿 m³。其中大型水库 7 座，总库容 18.46 亿 m³，兴利库容 18.38 亿 m³；中型水库 23 座，总库容 8.11 亿 m³，兴利库容 5.01 亿 m³；小型水库 235 座，总库容 5.31 亿 m³，兴利库容 3.00 亿 m³；现有水库净调节水量为 13.63 亿 m³。地下水供水工程共有生产井 14.27 万眼，配套的机电井 14.09 万眼。其中：浅层配套机电井 13.97 万眼，深层配套机电井 3000 眼。各地区水利工程现状见表 1-9。



表 1-9 2013 年三江平原地区水利工程现状

行政区	灌区数量 /处	水库 /座	水库库容 /万 m ³	堤防长度 /km	水闸 /座	机电井 /眼
鸡西	13	54	77550	480.76	29	14816
鹤岗	8	15	15420	294.94	13	23242
双鸭山	9	13	76939	633.35	7	5164
佳木斯	29	33	25454	1235.7	9	40512
七台河	7	20	69580	339.19	23	775
三江平原	66	135	264943	2983.94	81	84509

三、水资源开发利用现状

三江平原区内的黑龙江、松花江和乌苏里江三大水系为三江平原提供了丰沛的水源，水质较好，适于工业、农业生产用水和人民生活用水。2013 年三江平原总供水量 76.28 亿 m³，按供水用途分，农业供水、工业供水、生活供水、生态环境供水占总供水量的比例分别为 95.38%、1.63%、2.99%、0.04%。按工程设施分，蓄水工程供水、引水工程供水、机电井供水、水电站及水轮泵供水占总供水量的比例分别为 9.67%、14.31%、62.61%和 13.41%。可见，农田灌溉用水是三江平原最主要的用水大户，农业是最主要的用水产业。2013 年三江平原用水结构见图 1-5。

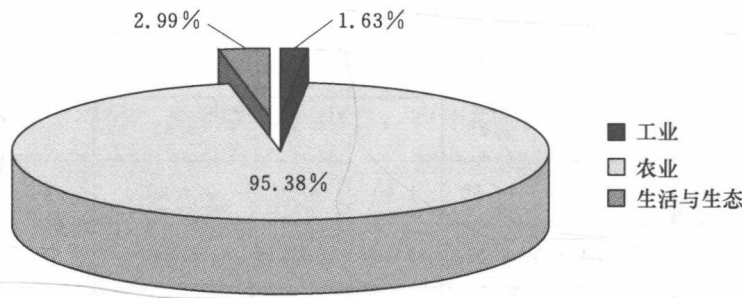


图 1-5 2013 年三江平原用水结构

第四节 水资源开发利用中存在的问题

水资源高效利用是水资源管理的核心，但三江平原在长期的开发利用中，普遍存在一些缺陷，使水资源在开发利用中存在水资源利用效率低下、水资源浪费严重等诸多制约农业和社会发展的问題。主要包括以下几个方面：

(1) 水资源总量相对丰富，但水资源利用率低。三江平原水资源总量虽然比较丰富，但用水浪费现象突出，尤其是农业用水。由于基础设施较为薄弱，水利设施多以防洪排涝为主，灌溉功能相对滞后，且水利设施的不配套、维护资金短缺、建设标准低等现象的存在，造成了输水过程中水资源浪费严重，再加上落后的灌水方法，如大水漫灌等现象普遍存在。2013 年，三江平原农业用水结构中，农业用水占到了总用水量的 95.38%，作