

北部引嫩工程 扩建机理系统研究

● 彭旭明 龙显助 刘加海 主编



中国农业科学技术出版社

北部引嫩工程 扩建机理系统研究

● 彭旭明 龙显助 刘加海 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

北部引嫩工程扩建机理系统研究/彭旭明, 龙显助,
刘加海主编. —北京: 中国农业科学技术出版社,
2006.12

ISBN 7-80167-916-4

I. 北… II. ①彭…②龙…③刘… III. 嫩江—
引水—水利工程—研究—黑龙江省 IV. TV67

中国版本图书馆 CIP数据核字 (2006) 第 135027 号

责任编辑 李 芸

责任校对 贾晓红

出 版 者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 (010) 68919704 (发行部) (010) 62121118 (编辑室)

(010) 68919703 (读者服务部)

传 真 (010) 68919709

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 17.75

字 数 402 千字

版 次 2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数 1~350 册

定 价 35.00 元

《北部引嫩工程扩建机理系统研究》参加人员名单

主要研究人员：刘加海 龙显助 彭旭明 勾智慧 王贵孝
刘群义 王国志 林 明 王宏伟 王忠伟
曹文洪 韩守江 王玉莲 王 逊 龙 丽
李基明 张 明 毛文友

参加研究人员（按姓氏笔画排序）：

于吉增	于福军	王立民	王应旭	王延平
王威成	王 敏	田 文	东迎欣	付景春
闫 哲	吕 生	吕鹏环	曲茉莉	曲德双
刘 伟	刘志扬	刘明举	刘忠仁	刘军红
李旭升	李 丽	李佳民	李海滨	李 辉
杨红鹰	何 青	汪晨江	陈 东	张 泓
张洪志	周福全	单树忠	孟庆斌	经 涛
胡海华	郝春启	姜乃森	姜连杰	徐广军
梁彦彪				

田壮飞、戴春胜、赵义、刘彦君等领导对此项研究给予大力支持；黑龙江省水利厅水政水资源处、农水处、水保处、水文局提供了资料。在此，全体研究人员对他们的支持与帮助，表示深深的感谢！

北部引嫩工程扩建机理研究鉴定意见

本项目是针对北部引嫩工程扩建后的水资源保护与利用和生态环境安全问题而设立的研究项目，所以本项目具有重大的生产实践和理论意义。

项目对引嫩工程所覆盖的地区自然资源数量、属性进行了系统研究，提出了资源利用与保护、干旱与治理对策、地下水资源利用与补给技术参数与生产对策及其生态环境发展变化趋势。根据对引嫩工程引水后土壤次生盐渍化变化规律的长期监测，提出了通水后可以改善土壤盐分可能造成的危害。通过干渠冲淤状况和侵蚀原因，提出了渠道整治的工程措施和生物措施。

上述研究成果已经得到安达等市县重视，并在建设农业生态园区中得以应用，同时还发表 26 篇论文，取得较好的理论成果。项目采用了对原引嫩工程的 17 年环境地面水质监测、34 年的土壤水盐动态规律、4 年的侵蚀和泥沙淤积、200 年的水旱灾害和节水灌溉的技术资料，研究方法正确，技术路线合理、数据多、信息量大，已全面完成合同书中规定的各项研究任务。该项研究达到了世界先进水平。

建议，本项目是采用北部引嫩工程的技术资料和观测数据而形成的成果，建议扩建工程建成后，应以该项工程为依托对它的效益与生态安全继续进行系统监测与研究。

鉴定委员会主任：

赵基田

副主任：

何万宁

韩峰

年 月 日

2006 11 21

序

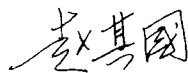
《北部引嫩工程扩建机理系统研究》一书，是针对松嫩平原“北部引嫩工程”长期监测研究，并在近四年内，对其生态与环境演化机理进行系统研究所取得的综合成果。这项研究成果，对该地区引嫩工程的建设与经济可持续发展，具有重要的理论与实践意义。

北部引嫩总干渠所在地区，是国家重要的石油化工基地，该干渠总长 203.2 公里，是黑龙江省西部松嫩平原建设最早与最大的大型引水工程，该工程建设 30 余年来，对解决大庆石油、石化工业用水、城镇居民用水，改善生态环境，均发挥了巨大作用。另一方面，在北部引嫩工程建成后，水资源总量虽有所增加，但随着多年来社会经济建设的发展，近些年来，水资源供需矛盾出现了新的问题，水的问题尚有待进一步全面解决，同时由于管理不善，次生盐渍化与次沼泽化不断发生，生态环境问题较为突出。为此，在国家推动下，开展了此项综合研究，可见本项研究的成果，具有明显的实践意义。

本书内容共分八篇。第一篇与第二篇介绍了研究地区的自然情况与北部引嫩工程概况。第三篇到第六篇，全面论述了四个研究项目，包括：利用和保护水资源对策研究、干旱问题与治理对策研究、土壤水盐动态规律研究及侵蚀、淤积与防治措施研究等。这些研究内容主要论述了水资源与水盐动态的机理及过程，具有较高的学术研究水平。第七篇是几个专题研究，如灌区地下水资源、地面水资源及水库底泥的研究等。最后，第八篇是全书的总结，主要对存在问题与建议作了详细论述，这些建议对地区的生态环境建设与经济可持续发展具有重要的现实意义。

水资源的开发整治与利用，特别是流域水利工程建设中的生态环境治理问题，是一项综合的系统工程，更是一项长期的建设任务，本项研究虽提出不少新的思路与解决问题的途径，但诸如水分平衡、盐碱化问题治理等环境问题，均需通过长期实践，才能得到巩固与发展。因此，很多工作今后仍需深入持久进行。

总之，本书是一本综合研究的系统性专著，论题明确，针对性强，内容充实，结构完整，研究的技术路线正确，是区域水资源开发整治与合理利用的一个典型的示范研究范例，可向有关地区辐射与推广。因此，本书是区域水资源与生态环境治理研究的重要参考资料，可供有关方面，特别是可供政府部门、研究机构及学校单位参考。



2006 年 11 月 5 日

目 录

前言	(1)
----------	-----

第一篇 自然条件与社会经济

第一章 自然条件	(7)
第一节 气候	(7)
第二节 地质与水文地质	(10)
第三节 水文	(13)
第四节 生物	(16)
第五节 土壤	(18)
第二章 社会经济	(23)
第一节 区域经济	(23)
第二节 交通运输	(24)
第三节 地方病与流行性疾病	(24)
第四节 自然保护区与旅游业	(25)

第二篇 北部引嫩工程概述

第一章 北部引嫩工程建设期	(29)
第一节 渠首工程	(29)
第二节 渠道工程	(30)
第三节 交叉工程	(32)
第四节 蓄水工程	(34)
第五节 总体工程验收	(36)
第二章 工程岁修、整修加固、改建扩建	(37)
第一节 历年工程岁修	(37)
第二节 整修加固	(38)
第三节 改建、扩建工程	(43)
第三章 工程效益与防治土壤盐碱	(50)
第一节 工程效益	(50)
第二节 防治土壤盐碱	(53)

第三篇 利用与保护水资源对策研究

第一章 研究区水资源现状	(57)
第一节 水资源量	(57)

第二节 环境地面水质监测研究 (57)

第二章 水资源存在的问题 (131)

第一节 干旱缺水 (131)

第二节 丰水年水多 (131)

第三节 水质污染 (132)

第四节 嫩江对研究区的影响 (133)

第三章 水资源科学利用与治理对策 (136)

第一节 提高全民对水资源可持续利用重要性的认识 (136)

第二节 进一步搞好水利规划 (136)

第三节 加速修建水源工程 (136)

第四节 全面节水 (136)

第五节 提高防洪治涝治碱排水工程标准 (137)

第六节 加强水资源污染的防治力度 (137)

第四篇 干旱问题与治理对策研究

第一章 研究区干旱与干旱灾害概述 (141)

第一节 1949 年前 (141)

第二节 1949 年以后至今 (141)

第二章 干旱形成原因 (144)

第一节 气候 (144)

第二节 土壤 (146)

第三节 作物需水与土壤供水不足 (152)

第三章 防治干旱对策及措施 (154)

第一节 大力推进节水型社会建设是解决干旱缺水的战略措施 (154)

第二节 农业灌溉采取高效节水工程技术措施 (155)

第三节 旱地农业抗旱措施 (160)

第四节 将防治干旱列入农业管理措施一体化 (161)

第五篇 土壤水盐动态规律研究

第一章 土壤水盐动态规律研究方案设计 (165)

第一节 监测研究点的布设 (165)

第二节 监测研究内容 (166)

第三节 监测研究水、土样的采取 (166)

第四节 土壤、水质监测研究的方法 (167)

第二章 研究结果与分析 (168)

第一节 地面水质监测研究 (168)

第二节 地下水监测研究 (182)

第三节 土壤盐分(化学成分)与 pH 值监测研究 (196)

第六篇 侵蚀、泥沙淤积与防治措施研究

第一章 研究方法与主要研究成果	(223)
第一节 研究方法	(223)
第二节 主要研究成果	(223)
第二章 北部引嫩渠道的整治措施	(226)
第一节 铺砌护岸措施	(226)
第二节 生物措施	(228)
第三节 防渗措施	(229)
第四节 排水措施	(230)
第五节 新技术的试验与应用	(230)
第三章 北引重点渠段侵蚀淤积与治理措施	(234)
第一节 北引总干渠乌北 41 ~ 52km 渠段冲淤状况	(234)
第二节 造成渠道冲淤严重的原因	(237)
第三节 治理措施	(238)

第七篇 专题研究

第一章 典型灌区地下水资源研究	(241)
第一节 区域水文地质概述	(241)
第二节 地下水赋存类型与循环特征	(243)
第三节 地下水资源量	(244)
第四节 地下水化学特征及水质	(250)
第二章 地面水质研究	(253)
第一节 地面水研究点设计	(253)
第二节 监测研究结果与分析	(253)
第三章 北引总干渠与水库底泥	(257)

第八篇 结论、问题与建议

第一章 结论	(261)
第一节 资源优势、问题与解决途径	(261)
第二节 北引扩建机理研究	(261)
第二章 问题	(265)
第一节 水少、水多、水脏	(265)
第二节 土壤盐渍化存在潜在危害	(265)
第三节 土壤渗漏损失大	(266)
第四节 渠道冲刷和淤积与日俱增	(266)
第五节 乌裕尔河交叉水质改善工程泥沙沉积	(266)
第六节 观测试验满足不了运行需要	(266)

第七节 农田灌溉滞后 (266)

第三章 建议 (267)

第一节 开源节流,利用保护水资源 (267)

第二节 防治土壤盐渍化 (268)

第三节 提高现有工程标准 (269)

第四节 对水库淤积进行深入研究 (269)

第五节 制定生态、公益用水相关政策 (269)

第六节 利用地下水资源扩大水田灌溉 (269)

第七节 加强基础研究 (270)

附:阶段研究成果在《黑龙江水利科技》与《黑龙江水专学报》发表的论文

目录 (271)

前 言

一、研究区地理位置与北部引嫩工程的兴建

北部引嫩工程（以下简称“北引”）扩建机理研究区域，位于嫩江干流左岸黑龙江境内的松嫩低平原。地理坐标：东经 $123^{\circ}43' \sim 124^{\circ}30'$ ；北纬 $45^{\circ}33' \sim 48^{\circ}29'$ 。北起讷漠尔河，南抵松花江，东至呼兰河分水岭，西至嫩江干流，总面积约 $2.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。北部引嫩总干渠渠首进水闸处于嫩江干流尼尔基水利枢纽坝下 28km 的讷河市拉哈镇西北约 4.5km，经讷河、富裕、依安、明水、大庆、林甸、青冈、安达 8 个县、市的部分地区，分别向大庆市境内的大庆水库、安达市境内的红旗泡水库与东湖水库等反调节水库供水。总干渠至末端的节制闸全长 203.2km，由末端节制闸经 39.43km 萨分干渠向红旗泡水库供水；由总干末端经 44.12km 引水渠向东湖水库供水，从北引总干乌南 76km 处进水闸经 38km 引水渠道向大庆水库供水。海拔高程：北部引嫩渠首进水闸底板为 172.5m（闸后水位 174.2m），到南端反调节水库的死水位：东湖水库为 153.0m；红旗泡水库为 144.0m，大庆水库水利水位 149.7m。这三个水库的泄水闸均与骨干排水河道工程相连，从引水至排水完全可以自流，无须提水或强排。

本研究区是国家重要石油化工业基地，亦是黑龙江省和国家的农牧业生产基地。区内多风少雨，河流稀少，自然洼地、泡、沼多，形成自然闭流区，致使干旱、洪涝、盐碱、水土流失（主要是风蚀）灾害严重。20 世纪 70 年代初，大庆油田水源严重短缺，地下水开采过量，形成地下漏斗，若不及时解决水源，石油产量将受影响，石油化工业将不能按期投产。为了解决油田及石油化工业急需用水和松嫩平原干旱、盐碱以及病区地方病改水需要，决定修建北部引嫩工程。1970 年，由黑龙江省水利勘测设计院进行规划设计，报国家水电部审查，经水电部（70）水电综字第 287 号文批准兴建。工程兴建运行后，促进了区内经济持续、稳定发展，生态环境亦有明显改善，并为北部引嫩工程扩建提供了丰富经验。

二、研究目的意义与立题研究的依据

（一）目的意义

北部引嫩工程是黑龙江省西部松嫩平原干旱、盐碱季节性冻土区，建设最早、最大的，也是黑龙江省最大型的引水工程，建成运行 30 余年来，为解决大庆石油、石化工业供水、城镇居民生活用水、改善生态环境等方面发挥了巨大的综合效益，促进了区内经济持续、稳定快速发展，人民健康水平、生活环境也有不同程度的改善。但是，由于北部引嫩处于已基本建成的嫩江干流最大的水利枢纽——尼尔基水库坝下的嫩江干流上，尼尔基水利枢纽的建成和运用将给北引带来一定的影响，为此，开展北部引嫩工程扩建机理的研

究，不但可以系统地将北部引嫩工程建成运行以来的经验直接运用于新的扩建工程，又可根据北引工程扩建需要解决的技术难点、参数进行有针对性地研究。特别是引嫩工程区域是全国乃至世界苏打盐渍土集中分布区，大量引水而未发生大面积的次生盐渍化和次生沼泽化，其研究成果具有现实和深远的重要意义。

(二) 立题研究的依据

1. 发挥水资源最大综合效益的需要

小雨干旱、水资源贫乏，是研究区制约经济持续发展、生态改善的重要因素。北部引嫩工程扩建后，水资源总量虽有增加，但水资源供需矛盾仍难以得到全面的解决。为此，必须深入进行研究，使有限水资源既不受污染，又能发挥最大的综合效益。

2. 提高北部引嫩工程管理水平需要

北部引嫩工程从 20 世纪 70 年代兴建，运行至今已有 30 余年，发挥了很大的经济、社会和生态效益，积累了很多正反面的经验，不但可以提高本工程的管理水平，发挥更大的效益，而且对全省、全国在建和新建的水利水电工程也有一定的指导意义。

3. 引嫩工程扩建的需要

研究区嫩江干流最大的水利枢纽工程——尼尔基水库已基本建成，根据国家对水库水利后水资源量的分配，黑龙江省将有 $30 \times 10^8 \text{m}^3$ 左右优质的嫩江水引入西部松嫩平原，而这个区域是我国乃至世界上最大面积的苏打盐渍土集中分布的季节性冻土区，国内外在干旱的盐渍土区，大面积引水以后，如灌溉、引用不当，可能形成大面积次生盐渍化、次生沼泽化。土壤一旦形成盐渍化后，轻则减产，重则寸草不生，形成不毛之地。此外，大面积、长距离引水、用水对生态环境影响以及为延长工程使用寿命，减少工程维修费用的技术难点和问题都必须进一步研究解决。

本项研究进行以来，在研究期间已经为引嫩扩建灌区配套规划设计和环境评价提供了一些阶段性研究成果。

三、研究内容

- 根据扩建区一些技术难点和相关的参数进行综合研究，主要内容有：
- 利用与保护水资源对策研究。
- 干旱问题与治理对策研究。
- 土壤水盐动态规律研究。
- 侵蚀、泥沙淤积与防治措施研究。
- 专题研究。

四、研究方法与技术路线

运用系统工程学原理，以科学发展观为指导，以人为本，以北部引嫩工程为基础，将北引工程涉及的松嫩平原区域的水土资源与生态环境优势、问题、利用途径与措施进行综

合系统研究,坚持四个结合:即研究水土资源、环境现状与利用改造结合;定位、定期监测研究与专题研究结合;阶段研究与学术交流结合;边研究边应用结合。研究期间,撰写阶段研究成果(学术论文)26篇,分别在黑龙江科技和黑龙江水专学报发表,其中论文“北引工程区土壤水盐动态规律”在18届世界土壤科学大会上作了交流。

五、完成的工作量

2003年8月,经水利部水利水电规划设计总院立题研究以来,至2006年7月完成主要工作量如下:

收集研究区内有关文献资料100余篇(本)。

定位定期进行环境地面水质监测研究,每年于丰、枯、平3个水期,19~20项累计数据3078~3240个。

土壤水盐动态规律与农田灌溉以及土壤改良监测研究,每年丰、枯水期各12项,其中水质768项次,土壤235项次。

专题研究:典型灌区专题研究包括水文、地质、测绘面积60.3km²;抽水试验12个;地面水质分析7个,计329项。地下水质13个,计611项。

渠道泥沙测试213项。

摘写阶段研究报告:学术论文30余篇,其中参加18届土壤科学大会交流一篇。

北部引嫩工程扩建机理研究。

六、研究单位

本课题研究由水利部黑龙江水利水电勘测设计研究院与黑龙江省引嫩工程管理处共同主持,参加研究单位有中国水利水电科学院泥沙研究所、黑龙江省大庆地区防洪工程管理处、黑龙江省环境监测中心站、黑龙江省水文地质工程地质勘察院。

赵其国院士、何万云教授对此研究报告进行了审阅,在此深表感谢。本项目研究策划与研究报告的统编工作是由龙显助研究员级高级工程师承担。

第一篇

自然条件与社会经济

第一章 自然条件

第一节 气 候

研究区属寒温带大陆性半干旱季节性冻土区，每年 11 月开始结冻，至次年 6 月上中旬化通，地温很低，结冻期达半年之久，最大冻土深达到 2~2.5m。冬季受蒙古及西伯利亚气压影响，严寒漫长，干燥少雪。秋季降温急剧，冷凉晴朗，常有早霜灾害。夏季受海洋季风影响，温热湿润，短促多雨，易涝。春季干燥少雨，多风易旱。研究区年降水量 380~450mm，蒸发量 1 500~1 600mm，降水量分布不均，多集中在 7~9 月，占全年降水量 70%~80%，且多暴雨。春秋干燥季节多风，降水少，空气干燥，蒸发强烈（见表 1）。

表 1 北引工程区域周边各（市）县近年来降水、蒸发量 （单位：mm）

项 目	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	4~6 月	7~9 月
肇 州	降雨	11.5	37.3	63.7	141.0	88.7	54.8	17.6	112.5
	蒸发	266.4	348.6	293.8	193.9	204.2	157.4	138.4	908.8
	蒸/降	20.3	9.5	4.6	1.4	2.5	2.9	7.9	8.1
肇 源	降雨	11.6	23.2	66.2	130.7	78.6	47.0	28.1	103.0
	蒸发	210.6	316.1	244.5	223.2	188.8	167.9	118.7	773.2
	蒸/降	10.8	12.6	3.7	1.7	2.4	3.6	3.9	7.5
安 达	降雨	9.7	36.2	58.9	137.6	118.5	64.1	15.4	104.8
	蒸发	173.5	328.3	273.9	223.1	203.0	169.0	124.6	770.7
	蒸/降	10.8	8.9	4.7	1.6	1.7	2.6	8.1	7.4
林 甸	降雨	13.7	25.2	81.5	145.4	117.2	55.6	65.1	120.4
	蒸发	192.7	323.8	276.6	233.5	185.5	165.7	109.0	793.1
	蒸/降	10.4	9.2	3.4	1.6	1.6	3.0	1.7	6.6
富 裕	降雨	19.0	37.6	53.1	138.9	106.3	57.3	19.0	109.7
	蒸发	200.7	297.1	267.1	206.6	176.4	141.2	96.2	764.9
	蒸/降	10.5	7.9	5.0	1.5	1.7	2.5	5.1	7.0

一、各季气候变化特点

1. 春季

冷暖空气交替活动频繁，温度日差较大，3 月份气温开始回升，地表也开始解冻，是主要的返盐季节。3~5 月平均降水只占全年降水量的 15%，大风日较多，最大风力可达 8 级以上，风速 24m/s。气候干燥，风蚀严重，春季易发生干旱，严重影响农作物播种出苗。