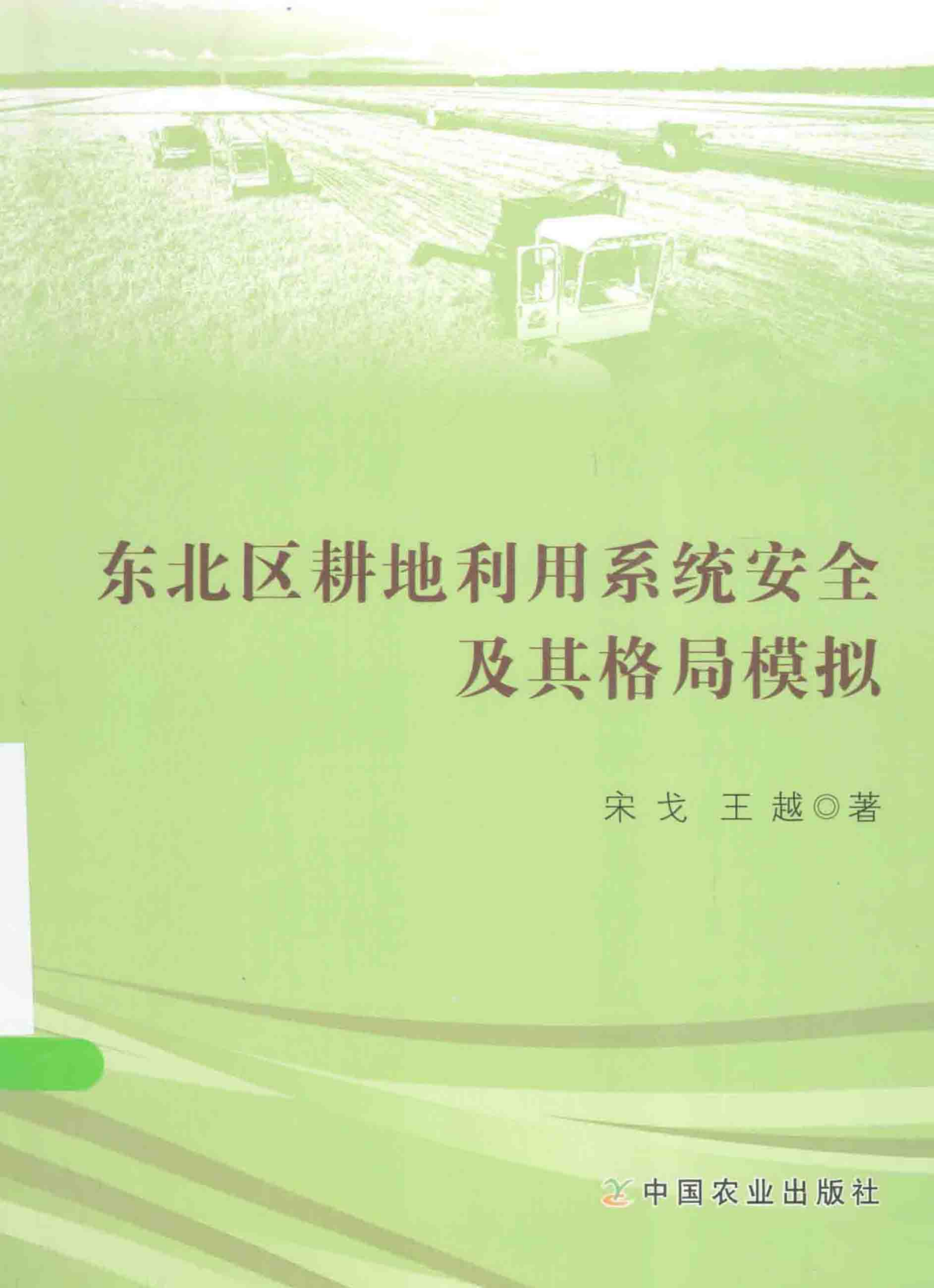




东北区耕地利用系统安全 及其格局模拟

宋戈 王越◎著

 中国农业出版社

东北区耕地利用系统安全 及其格局模拟

王 恩 吕 国 昌 著

中国环境出版社



东北区耕地利用系统安全 及其格局模拟

宋戈 王越 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

东北区耕地利用系统安全及其格局模拟 / 宋戈, 王越著. —北京: 中国农业出版社, 2015. 1
ISBN 978-7-109-20033-3

I. ①东… II. ①宋… ②王… III. ①耕地利用—研究—东北地区 IV. ①F323.211

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 002255 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 姚 红

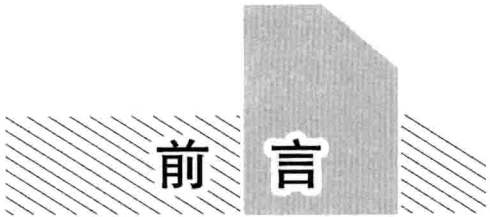
中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 14 插页: 2

字数: 242 千字

定价: 40.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)



前言

耕地利用系统安全是保护耕地健康和保障国家粮食安全的前提和基础。近年来,我国耕地数量变化、质量下降、耕地生态环境脆弱,耕地保护形势严峻。尽管第二次土地调查数据表明,部分地区耕地数量有所增加,但增加的部分多为滩涂、超坡耕地、开垦沼泽地、开垦草地等不稳定耕地。同时生态用地减少,生态承载问题突出,耕地利用安全问题面临严峻挑战。资源约束和人口增长的矛盾迫切需要我们重新审视,应如何突破传统研究区域、研究角度及研究方法的局限,探索耕地利用安全问题。东北三省是我国粮食主产区,尤其黑龙江省粮食产量多,商品率高,是我国商品粮第一大省。本书以我国东北区重要的商品粮基地——巴彦县为研究区域,此区域具有土壤肥沃,腐殖质深厚,有机质含量高,团粒结构好等得天独厚的自然特点,成为重要的农业土壤,是宝贵的土地资源,年均粮食商品率高达70%以上。然而,由于多年来掠夺性耕种,严重破坏了黑土层,存在土壤养分流失,土层变薄,土壤侵蚀、土壤盐渍化、土壤荒漠化等土壤退化问题较严重,威胁着区域耕地安全和农业的可持续发展。为此,明确研究区耕地资源的时空变化特征,识别研究区耕地利用系统安全关键性影响因子,阐明单一因子和复合因子对耕地利用系统安全的作用机理,预测研究区耕地利用系统安全格局,确定研究区耕地利用系统安全阈值范围,优化研究区耕地利用系统安全格局,以此提出耕地利用系统安全的调控对策。研究成果将对促进区域农业可持续发展、保护耕地、保障粮食安全及改

善生态环境具有重要意义。

本书的研究内容共分为 10 章,第 1 章绪论,主要对研究的背景、目的意义和国内外研究动态进行评述。第 2 章耕地利用系统安全相关理论概述,主要界定了耕地利用系统、耕地利用系统安全以及耕地利用系统安全格局及其模拟的内涵,系统地阐述系统理论、协同学理论、耗散结构理论等对耕地利用系统安全的指导意义。第 3 章研究区概况与数据处理及耕地利用分区,主要阐述了研究区耕地利用的自然生态概况和社会经济概况,结合研究区地理特征,对研究区耕地利用进行分区,并分析了不同耕地利用分区的耕地利用特点。第 4 章研究区耕地资源利用动态变化特征分析,分别阐述了耕地数量、耕地质量、耕地生态安全的变化特征。第 5 章研究区耕地利用系统安全影响因子作用机理,本章主要是结合耕地资源利用变化特征,划分耕地利用子系统,识别耕地利用系统安全关键性影响因子,确定单一因子和复合因子对耕地利用系统安全的作用机理,并分析耕地利用系统安全影响因子空间分异规律。第 6 章研究区耕地利用系统安全格局预测,建立耕地利用系统安全格局预测模型,预测研究区耕地利用系统安全格局的动态变化趋势,并揭示其变化规律。第 7 章研究区耕地利用系统安全阈值范围的确定,阐明了耕地利用系统安全格局空间演变过程,基于突变理论,确定了耕地利用系统安全阈值范围,分析了系统安全阈值时空差异。第 8 章研究区耕地利用系统安全格局优化,建立耕地利用系统安全格局优化模型,在耕地利用系统安全关键性影响因子的约束下,对耕地利用系统安全格局进行优化。第 9 章研究区耕地利用系统安全调控对策,在对耕地利用系统安全格局优化的基础上,设定耕地利用系统安全调控目标、制定耕地利用系统安全的调控措施、提出耕地利用系统安全的调控模式。第 10 章结论和讨论。

本书主要是国家自然科学基金(41071346)及中央高校基本科研业务费(N130714001)项目的研究成果,课题的主要核心内容已经在《农业工程学报》《自然资源学报》《中国土地科学》《地理研究》《经济地理》《中国农学通报》《水土保持通报》等杂志发表,也

有部分内容作为第一著者学生的硕博论文。该书虽然署名为2人，但研究成果集中了团队集体力量和智慧，这里特别感谢高志昊、梁海鸥、孙丽娜、李丹、徐珊、林佳、崔晓伟、李晓静、尚倩倩、邹朝晖、鄂施璇、柳清、韩天宇、刘媛媛、王盼盼、王学伟、刘璐璐、张雪、武晋伊、马冠华、苏成信等众多博士和硕士研究生的大力帮助。本书在编写过程中得到了诸多前辈的指点和同行师友的帮助，也参考了部分学者的研究资料，在此一并表示感谢。感谢中国农业出版社的编辑同志们，没有他们的支持，本书不会如此顺利出版。

目前，关于耕地利用系统安全及其格局模拟方面的研究仍处于起步阶段，许多问题仍需探讨，由于著者的水平有限，书中的疏漏之处在所难免，恳请同行和读者不吝赐教。

著 者

2014年11月

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 背景分析	1
1.2 目的意义	7
1.3 国内外研究动态评述	9
1.4 研究总体思路和技术路线	26
1.5 研究方法	29
第2章 耕地利用系统安全相关理论概述	33
2.1 相关内涵的界定	33
2.2 相关理论基础	34
第3章 研究区概况与数据处理及耕地利用分区	39
3.1 研究区概况	39
3.2 数据来源与处理	43
3.3 耕地利用分区	54
第4章 研究区耕地资源利用动态特征分析	59
4.1 耕地数量及景观格局变化分析	59
4.2 耕地质量变化特征	79
4.3 耕地生态安全变化特征	117

第5章 研究区耕地利用系统安全影响因子作用机理	131
5.1 研究区耕地利用系统的子系统划分	131
5.2 研究区耕地利用系统安全影响因子识别	132
5.3 研究区耕地利用系统安全影响因子间相互作用机理	138
5.4 研究区耕地利用系统安全影响因子空间分异	145
5.5 不同耕地利用区影响因子分析	149
第6章 研究区耕地利用系统安全格局预测	151
6.1 研究区耕地利用系统安全格局预测模型的构建	151
6.2 研究区耕地利用系统安全格局预测分析	157
第7章 研究区耕地利用系统安全阈值的确定	161
7.1 研究区耕地利用系统安全格局现状分析	161
7.2 研究区耕地利用系统安全格局空间演变	166
7.3 研究区耕地利用系统安全阈值模型的构建	170
7.4 研究区耕地利用系统安全阈值时空差异分析	173
第8章 研究区耕地利用系统安全格局优化	176
8.1 研究区耕地利用系统安全格局优化模型的构建	176
8.2 研究区耕地利用系统安全格局优化分析	181
第9章 研究区耕地利用系统安全调控对策	183
9.1 调控目标	183
9.2 调控模式	183
9.3 调控措施	187
第10章 结论与讨论	190
10.1 结论	190
10.2 讨论	195
参考文献	198

第1章

绪 论

1.1 背景分析

1.1.1 政策背景

耕地作为土地资源中的精华,是农业生产最重要的物质基础。耕地资源的数量和质量是粮食生产的基本保证,反映了一个国家的基本国情,大体上决定了一个国家的人口承载力和可持续发展能力,保持一定数量和质量耕地是人类赖以生存和发展的基础,也是粮食安全的关键(李平等,2001;陈亚恒等,2013;杨丽霞,2014)。耕地资源的数量和质量上的变化必将影响到耕地的有效供给与粮食生产的持续增长及粮食安全水平。随着全球气候变暖的加剧,人类对耕地资源不合理开发利用导致的农业和生态环境系统负向效应日益显著,作为人类活动对陆地生态系统结构与功能干扰之一的耕地利用变化与资源安全也日益成为全球关注的焦点。众多学者开始重视对不同区域尺度的耕地资源变化的研究。耕地变化直接影响到地球生命支撑系统,已成为地理学及相关学科研究的热点问题(张福锁等,2008;刘文超等,2013)。此外,耕地作为包含自然与社会双重属性的生态系统,既承载着粮食安全、社会保障等直接功能,又蕴含着重要的生态服务和经济发展等功能,从系统角度综合考虑耕地不同的功能来确定耕地的变化特征,比单一的耕地数量或质量保护具有更重要的意义。而且耕地保护已由单纯的数量保护向数量、质量、生态保护并举转变,研究耕地变化问题也就并不能简单的仅仅依靠研究耕地数量或质量问题就能解决,应该借鉴以往学者关于耕地安全问题的研究视角,全面把握耕地数量、质量、景观与生态问题。

20世纪90年代初期,全球环境变化研究领域有重要影响的两大组织“国际地圈生物圈计划(IGBP)”与“全球变化人文因素计划(IHDP)”联合推动

筹划的全球性综合研究计划,于1995年共同拟定并发表了《土地利用/土地覆被变化科学研究计划(LUCC)》。2005年10月,国际地圈生物圈计划(IGBP)与全球变化人文因素计划(IHDP)联合提出了全球土地计划(Global Land Project, GLP)项目,将土地系统看作由自然因素、人文因素、生态因素构成的地域综合体(Tumer II B L, 1994; Meyer W B et al, 1994; Tumer II B L et al, 1995; Ojima D, 2005)。这些计划的提出使全球土地变化的研究成为当今国际上的前沿和热点课题,耕地作为土地覆被的一个重要组成,研究耕地利用系统安全具有广阔的前景。随着GLP的不断深入,人们逐步认识到研究土地问题需要从系统角度考察土地系统中诸多影响因素的相互作用与联系,耕地利用系统作为土地利用系统的子系统,受诸多驱动力因子的影响,其安全格局及动态演变的结果直接影响系统的安全性,并影响国家粮食安全。因此,研究耕地利用系统安全驱动力因子及其安全格局,并采取有效措施调控耕地利用系统安全不容忽视。

1997年4月15日,中共中央国务院出台的《中共中央、国务院关于进一步加强土地管理切实保护耕地的通知》,提出各省、自治区、直辖市必须严格按照耕地总量动态平衡的要求,做到本地耕地总量只能增加,不能减少,并努力提高耕地质量。各级人民政府要按照提高土地利用效率,占用耕地与开发、复垦挂钩的原则,以保护耕地为重点,严格控制占用耕地,统筹安排各业用地的要求,认真做好土地利用总体规划的编制、修订和实施工作。

1998年12月27日,为了对基本农田实行特殊保护,促进农业生产和社会经济的可持续发展,根据《中华人民共和国农业法》和《中华人民共和国土地管理法》,制定《基本农田保护条例》。国家实行基本农田保护制度,该条例明确规定各级人民政府在编制土地利用总体规划时,应当将基本农田保护作为规划的一项内容,明确基本农田保护的布局安排、数量指标和质量要求,确保土地利用总体规划确定的本行政区域内基本农田的数量不减少。

2002年12月14日,国务院颁布的《退耕还林条例》中强调退耕还林应当与调整农村产业结构,发展农村经济,防治水土流失,保护和建设基本农田,提高粮食单产,加强农村能源建设,实施生态移民相结合。基本农田保护范围内的耕地和生产条件较好、实际粮食产量超过国家退耕还林补助粮食标准并且不会造成水土流失的耕地,不得纳入退耕还林规划。但是,因生态建设特殊需要,经国务院批准并依照有关法律、行政法规规定的程序调整基本农田保护范围后,可以纳入退耕还林规划。

2003年8月21日,由国土资源部颁布的《关于严禁非农业建设违法占用

基本农田的通知》强调，党中央、国务院一直高度重视耕地保护工作，特别强调要把保护基本农田作为“一条不可逾越的红线”。土地是民生之本，保护土地是一项基本国策，要实行最严格的土地管理制度，珍惜和保护每一寸土地。为贯彻落实国务院重要批示精神和国务院办公厅《关于清理整顿各类开发区加强建设用地管理的通知》要求，结合基本农田保护中出现的新情况、新问题，进一步加强基本农田保护工作，坚决遏止各类非农业建设违法占用基本农田。

2004年8月28日，第十届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议第二次修正了《中华人民共和国土地管理法》，明确指出国家实行基本农田保护制度，大力保护耕地，严格控制耕地转为非耕地，国家实行占用耕地补偿制度；严格执行土地利用总体规划和土地利用年度计划，采取措施，确保本行政区域内耕地总量不减少；禁止任何单位和个人闲置、荒芜耕地，在城市规划区范围内，以出让方式取得土地使用权进行房地产开发的闲置土地，依照《中华人民共和国城市房地产管理法》的有关规定办理。

2006年3月14日，十届全国四次会议表决通过的《国民经济和社会发展规划第十一个五年规划纲要》明确提出，1.2亿 hm^2 （18亿亩）耕地是未来5年一个具有法律效力的约束性指标，是不可逾越的一道红线。但从近些年的各项数据来看，“18亿亩红线”，仅仅从数量上进行了保障，而耕地的实质安全仍令人堪忧。

2006年8月1日，国土资源部颁布的《耕地占补平衡考核办法》的提出，是为了加强耕地保护，规范耕地占补平衡考核工作，督促非农业建设占用耕地的单位履行补充耕地的法定义务。实施补充耕地的土地开发整理项目，应当与被占用的耕地等级相同或者高于被占用耕地的等级，按照占用耕地面积确定补充耕地面积；确实无法实现等级相同，难以保证补充耕地质量的，应当选择等级接近的项目，并按照数量质量等级折算方法增加补充耕地面积。同时补充耕地的土地开发整理项目，应当符合土地利用总体规划和土地开发整理专项规划，实现数量、质量和生态管护相统一。

2007年3月5日，国家总理温家宝在《政府工作报告》中指出：“节约集约用地，不仅关系当前经济社会发展，而且关系国家长远利益和民族生存根基。在土地问题上，我们绝不能犯不可改正的历史性错误，遗祸子孙后代。一定要守住全国耕地不少于18亿亩这条红线”。

2007年9月5日，国土资源部颁布了《实际耕地与新增建设用地面积确定办法》，国土资源部利用遥感监测、抽查巡查等办法，对各省（自治区、直辖市）当年耕地面积和实际新增建设用地面积数据进行核查。农业结构调整、

生态退耕、耕地灾毁等造成的耕地减少和土地开发整理等增加的耕地,按实地变化情况进行年度土地变更调查,实际耕地面积作为耕地保护责任目标考核的重要依据。

2008年1月3日,由国务院颁发的《国务院关于促进节约集约用地的通知》明确指出,我国人多地少,耕地资源稀缺,当前又正处于工业化、城镇化快速发展时期,建设用地供需矛盾十分突出。切实保护耕地,大力促进节约集约用地,走出一条建设占地少、利用效率高的符合我国国情的土地利用新路子,是关系民族生存根基和国家长远利益的大计,是全面贯彻落实科学发展观的具体要求,是我国必须长期坚持的一条根本方针。要充分认识节约集约用地的重要性和紧迫性,增强节约集约用地的责任感,切实转变用地观念,转变经济发展方式,调整优化经济结构,将节约集约用地的要求落在政府决策中,落实到各项建设中,科学规划用地,着力内涵挖潜,以节约集约用地的实际行动全面落实科学发展观,实现经济社会的可持续发展。

2008年10月23日,国务院决定实施《全国土地利用总体规划纲要(2006—2020年)》,要求到2020年全国耕地保有量保持在1.2033亿 hm^2 ,且基本农田数量不减少、质量有提高。为了实现该目标就要求我们重新审视传统耕地变化单方面研究的弊端,采用科学的方法对耕地变化情况做全面研究。

2011年10月,国家环保部部长周生贤,在《十一届全国人大常委会第二十三次会议报告》中披露,耕地污染状况恶化,中国受污染的耕地约有0.1亿 hm^2 ,占1.2亿 hm^2 耕地的8.3%。污染最严重的耕地主要集中在耕地土壤生产性状最好、人口密集的城市周边地带和对土壤环境质量的要求应当更高的蔬菜、水果种植基地。

2013年11月召开的中共十八届三中全会及2010—2013年中央1号文件,连续多年强调毫不放松抓好粮食生产,加快发展现代农业,增强农业综合生产能力,确保国家粮食安全和重要农产品有效供给。

2013年12月召开的中央经济工作会议,提出2014年经济工作的首要任务为保障国家粮食安全。

黑龙江省在1994年12月3日,由黑龙江省人大常委会颁布的《黑龙江省农业综合开发管理条例》,是为提高农业综合开发的整体水平,促进农业和农村经济的发展,根据《中华人民共和国农业法》和有关法律、法规的规定,结合黑龙江省实际情况而制定的。1996年11月3日颁布的《黑龙江省耕地保养条例》就是为了加强耕地保养的管理,防止耕地质量下降,不断提高土壤肥力,切实保护耕地资源,根据《中华人民共和国农业法》等有关法律、法规,

结合本省实际而制定的,耕地使用必须坚持用地和养地相结合,做到养分投入和消耗平衡有余。1999年12月18日,通过的《黑龙江省土地管理条例》要求各级人民政府应当加强耕地保护,确保本行政区域内耕地总量不减少;个别市、县确因土地后备资源匮乏,新增建设用地后,新开垦耕地的数量不足以补偿所占用耕地的数量的,必须报经省人民政府批准减免本行政区域内开垦耕地的数量,进行易地开垦。同日发布的《黑龙江省基本农田保护条例》要求基本农田保护面积实行指标控制。全省基本农田保护面积比例不低于耕地面积的80%,要按照国家或省批准的土地利用总体规划下达的控制指标执行。基本农田保护区应根据上一级人民政府下达的控制指标以及本地区的土地利用总体规划、人口状况和国民经济发展的需要编制,并与城市规划、村镇建设规划相协调。2008年3月31日,黑龙江省政府讨论并原则性通过了《黑龙江省千亿斤粮食生产能力战略工程规划》,目标是到2015年再增产粮食116.5亿kg,粮食生产能力达到500亿kg,商品粮达到350亿kg。该目标的实现,对黑龙江省耕地数量及质量状况提出了巨大的挑战。

1.1.2 国情背景

我国人多地少,从系统角度探讨耕地利用系统安全是实现耕地可持续发展的重要途径和方式。人们逐渐认识到人口、资源和环境问题成为土地利用变化研究的前沿和热点领域(刘燕红等,2013;孟鹏等,2013)。近年来随着经济的发展,耕地问题越来越引起政府和社会各界广泛的关注。我国耕地数量的持续减少、质量持续下降、耕地生态环境不断恶化、人口不断增加、城市建设、农业结构调整、生态退耕和灾毁导致耕地数量逐年减少。在宏观角度,耕地景观的组成要素与空间格局有所改变;在微观角度,耕地污染及质量下降趋势严重(谭淑豪等,2001;王玉佳等,2013)。

从耕地数量来看,我国耕地资源十分有限,而且耕地闲置和浪费现象时有发生。近20年来我国耕地总量呈明显的下降趋势,伴随耕地总量持续减少的是人口的刚性增长,其直接结果是人均耕地数量的持续下降。据国土资源公报统计,1998—2008年,我国耕地资源数量日趋减少,人均耕地由1998年的 $0.11\text{hm}^2/\text{人}$,降低到2008年的 $0.09\text{hm}^2/\text{人}$,耕地面积净减少0.1557亿 hm^2 ,平均每年减少0.0142亿 hm^2 。从耕地质量来看,出现了较为严重的耕地质量退化趋势,耕地污染面积不断扩大,导致耕地质量日趋退化。即使从数量上勉强保住了“18亿亩耕地”,总体质量却是耕地面临的主要问题。一方面,我国耕地的生产能力逐年下降,优质耕地的数量逐年减少,调查显示:全国耕地质

量平均等别为 9.80 等,等别总体偏低。优等地、高等地、中等地、低等地面积占全国耕地评定总面积的比例分别为 2.67%、29.98%、50.64%、16.71%。全国耕地低于平均等别的 10~15 等地占调查与评定总面积的 57% 以上;全国生产能力大于 7 500kg/hm² 的耕地仅占 6.09%。另一方面,耕地污染状况恶化,我国受污染的耕地约有 0.1 亿 hm²,占 1.2 亿 hm² 耕地的 8.3%。污染最严重的耕地主要集中在耕地土壤生产性状最好、人口密集的城市周边地带和对土壤环境质量的要求应当更高的蔬菜、水果种植基地。同时,当前约有 1.2 万座尾矿库,其中危、险、病库占 12.4%,对周围水和土壤环境污染严重;全国耕地水土流失面积占全部耕地面积的 34.26%,受污染的耕地面积约为 0.01 亿 hm² (张福锁等,2008);酸雨、垃圾、化肥和农药等,也在不断侵蚀着大面积的耕地 (徐英华,2008);中低产田占耕地面积的 79%,有水源保证和灌溉设施的只占 40% (孙大胜,2005)。耕地的数量安全和质量安全是保障我国粮食安全和社会稳定的重要因素,其数量的减少和质量的下落,使研究耕地利用系统安全成为必然选择,从系统角度探讨耕地利用系统安全问题,是国家粮食安全的重要保证。虽然耕地质量的下降相对于耕地面积的有形减少而言是隐性的,但是其影响却绝不亚于耕地数量的减少,耕地质量的变化正在对生态环境和社会经济发展构成严重的威胁,在高强度开发背景和耕地数量持续减少的态势下,研究耕地质量变化具有重要作用。另外,由于耕地退化和耕地环境污染引起的耕地质量下降,也是近年来耕地资源生产能力下降的重要因素。重视耕地质量建设,落实耕地质量评价,实现耕地科学管理,在相当长的时期内,仍将是我国政府和研究者急待解决的课题。耕地质量的变化不仅能反映出人类活动的环境效应,还可以帮助人们摒弃引起负效应的耕地利用方式,把握可持续利用的正效应。

1.1.3 现实背景

近 100 年来,黑龙江省耕地垦殖由松嫩平原向三江平原不断推进,耕地面积持续增加 (叶瑜等,2009)。黑龙江省黑土占全省总耕地面积的 31.24%,是国家商品粮基地,是保障国家粮食安全的重要后备力量,承担着保护国家粮食安全的重要战略任务。因土壤肥沃,团粒结构好等得天独厚的自然优势而成为重要的农业土壤,自古以来就有“谷物仓库”之称 (雷国平等,2009),对于确保我国的粮食安全具有重要的意义。随着黑龙江省人口增加,人类活动对自然环境的干扰强度加剧,资源减少、质量退化。2008 年《黑龙江省千亿斤粮食生产能力战略规划》指出:到 2015 年再增产粮食 116.5 亿 kg,商品粮达到 350 亿 kg,

粮食生产能力达到 500 亿 kg。该目标对黑龙江省耕地的数量和质量提出了巨大挑战。在《黑龙江省耕地及后备资源调查与潜力评价》项目中,分析了黑龙江省耕地资源的现状和后备的耕地资源总量,结果显示,黑龙江省耕地后备资源潜力总量为 120.50 万 hm^2 , 占全省土地总面积的 2.55%, 是全省现有耕地总量的 10.12%, 为黑龙江省千亿斤粮食生产能力提供了重要保证。黑龙江省黑土占其总耕地面积的 31.24%, 其中有 9 060.00 万 hm^2 中低产田(按遥感测定面积计算), 其中渍涝干旱型 200.00 万 hm^2 , 瘠薄型 121.00 万 hm^2 , 缺水型 118.00 万 hm^2 , 坡耕地型 280.00 万 hm^2 , 盐碱、风沙型 188.00 万 hm^2 (孟凯, 2009)。目前黑土区已经出现水土流失严重、黑土退化等问题(王小兵, 2008), 据第二次全国土壤侵蚀遥感普查, 黑龙江省水土流失总面积 1 120.00 万 hm^2 , 占全省总面积的 25%, 平均 2~3 年流失 1cm, 每年流失的土壤总量约 2 亿~3 亿 m^3 。

巴彦县作为黑龙江省一个传统的农业大县, 是黑龙江省典型的黑土耕作区, 位于我国著名的大豆和玉米生产区, 以较厚黑土层闻名于省内外, 是黑龙江省典型黑土区之一(范昊明, 2005), 年均粮食商品率高达 70% 以上。此区域土壤肥沃, 有机质含量高, 腐殖质深厚, 是我国重要的商品粮基地之一。但随着经济的发展, 东北区近 10 年间耕地利用发生了较大的变化, 多年来掠夺性耕种严重破坏了黑土层, 土壤养分流失, 土层变薄, 威胁着区域农业的可持续发展(曾晔等, 2005; 高淑梅等, 2011)。另外, 土壤有机质下降、黑土耕层逐渐变薄, 黑土区土壤侵蚀、土壤盐渍化等严重的土壤退化和生态问题要求全面对其耕地变化状况进行研究, 为保护珍贵的黑土资源提供技术指导和现状。因此, 选择东北区的巴彦县为研究区, 是探讨耕地利用系统安全的理想研究区, 为同类区域耕地利用系统安全提供了一定的借鉴。

1.2 目的意义

耕地利用系统安全是保护耕地和保障国家粮食安全的基础。已有研究大部分工作都是针对耕地资源与粮食安全的关系(Brown Lester, 1994; Avrum J. Shriar, 2002; 王琳等, 2008; 邹健等, 2009; 季翔等, 2014)、耕地生态安全(谢花林, 2008; 张锐等, 2013; 奉婷等, 2014)、土地资源安全评价(吴次芳, 2004; Georgeta Vidican, 2009; 刘彦随, 2013; 赵源, 2013)等方面。尽管传统的研究对耕地利用安全起到积极作用, 但实践证明, 我国耕地利用安全问题仍然面临严峻的挑战(Yang H et al, 2000; 刘彦随, 2006; Y S Liu et al, 2009)。重要的原因是, 一定区域的耕地本身是一个复杂系统, 系统内部的因子

关系复杂、相互联系和共同作用（黄贤金等，1997；马忠强等，2013），即使是单因子变化也会引起其有关因子的“共振”，从而导致系统整体的重大变动，使耕地利用系统更具复杂性。因此，从系统角度，调控耕地利用系统安全，是实现耕地持续生产能力的重要途径。

2008年全国耕地净减少1.93万 hm^2 ，全国耕地水土流失占全部耕地面积的34.26%，耕地主要土壤养分表现为大面积缺乏，全国受污染的耕地面积约为100.00万 hm^2 （张福锁等，2008）。此外，酸雨、垃圾及化肥和农药等，也在不断侵蚀着大面积的耕地（徐英华，2008）。中低产田占耕地面积的79%，有水源保证和灌溉设施的只占40%（孙大胜，2005）。多样化的污染、退化和农业基础设施等资源条件的限制，对耕地利用安全造成了重大的威胁，加大了耕地保护的难度，成为制约我国农业可持续发展、粮食安全和社会稳定的重要因素。2001年召开“中国资源安全学术研讨会”，2003年召开“全国土地资源安全学术研讨会”，2006年召开“全国土地资源战略与区域协调发展学术研讨会”，2008年召开“中国土地学会学术年会”。这几次会议在耕地问题上取得普遍的共识，21世纪，脆弱的资源基础难以保证人口增长与经济发展的需求，应建立中国耕地资源安全保障体系。这明显的警示我们，研究耕地利用安全问题刻不容缓。确保18亿亩耕地红线目标以及目前耕地数量的减少和质量下降的事实，同样也加剧了耕地利用安全研究的迫切性。这需要我们重新审视，应该如何突破传统研究的弊端，从系统角度探索耕地利用安全问题。

开展耕地利用系统安全研究，首先应该考虑两个重要因素：一是组成耕地利用系统的地形、地貌、气候、水文、植被、生物和土壤等自然因素；二是对耕地利用系统安全产生重要影响的人文因素，包括耕作方式、灌排基础设施、水土保持设施、投入、农业政策等。这些要素共同作用，使耕地利用系统持续不断地进行着复杂的物质循环和能量转换，作用的结果具有很大的变动性和不可预知性。同一结果可能由多种原因引起，同一原因也可导致几个结果，直接影响耕地利用系统的稳定性和安全性。因此，研究耕地利用系统安全相关因子的影响机理，探索各因子相互作用的时空序列、影响强度和方向，揭示各变量之间相互制约关系是该研究需要解决的首要问题。然而，目前尚没有关于这方面的系统研究。

进一步研究耕地利用系统安全问题，寻找有效调控耕地利用系统安全的机制，需要从三方面来进行更深一步研究：第一，确定耕地利用安全动态变化的驱动力空间差异。例如，在不同驱动力因子作用下，耕地安全状态的空间分布。第二，模拟耕地利用系统安全空间格局的动态变化，揭示其变化规律以及