



中青年经济学家文库
ZHONGQINGNIAN JINGJIXUEJIA WENKU

耕地安全系统动态 分析与评价

李春华 / 著

GENGDI ANQUAN XITONG DONGTAI FENXI YU PINGJIA



经济科学出版社
Economic Science Press

中青年经济学家文库

耕地安全系统动态 分析与评价

李春华 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

耕地安全系统动态分析与评价/李春华著. —北京:
经济科学出版社, 2015. 12

(中青年经济学家文库)

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6445 - 9

I. ①耕… II. ①李… III. ①耕地保护 - 研究

IV. ①F301. 21

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 313344 号

责任编辑: 李 雪

责任校对: 隗立娜

责任印制: 邱 天

耕地安全系统动态分析与评价

李春华 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http: //jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京财经印刷厂印装

710 × 1000 16 开 13.5 印张 220000 字

2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 6445 - 9 定价: 48.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

耕地是土地资源的精华，也是最为重要的农业生产资料。耕地资源对于保障国家粮食安全和维护社会经济稳定持续发展具有非常重要的意义。尽管中国政府已采取了世界上最为严格的耕地保护政策，但近年来耕地资源数量不断减少、质量下降、生态环境状况持续恶化却是不争的事实。在这种情况下，寻找区域耕地安全的路径成为现实的迫切要求。

为解决这一重大问题许多学者分别从各自的专业角度，阐述耕地资源安全的理论问题，寻找协调经济发展和耕地保护的路径，但是，由于耕地资源本身和耕地安全管理的系统特性，导致他们的分析出现片面性的现象。所以，以系统科学理论为基础来研究耕地安全问题，就成为理论研究的必需。

耕地安全系统是一个复杂的非线性动态反馈系统，是一个多学科相交叉的研究课题，涉及经济学、管理学、地理学、生态学等众多学科知识。作为一个新的研究领域，耕地安全系统有很多问题值得我们去研究，系统动力学是专门研究信息反馈系统的学科，十分适合用来深入探究耕地安全系统的内部结构及其运行规律。系统科学理论方法能够从系统整体角度来认识系统行为的规律。因而，用系统分析和评价的方法来分析研究耕地安全系统问题是非常适宜的。鉴于任何科学方法的片面性，本书把神经网络理论、灰色系统理论和耗散结构理论方法和系统动力学方法结合起来，发挥每种方法的优势。全书按照耕地安全系统问题诊断—系统分析—动态模拟—系统评价的思路，通过以下章节来开展研究：

第1章绪论。对本书研究目的、意义及研究内容进行分析，并提出本书研究方法，以及技术路线。

第2章国内外相关研究综述。对耕地安全系统相关研究文献进行简单回顾,重点对资源安全问题和土地系统研究方面的文献进行综述和评价。分析可资借鉴的方法和发现研究的不足,从而找到深入研究的突破口。

第3章耕地安全系统结构功能和演化路径。从系统科学和可持续发展的角度,对耕地安全系统的内涵进行阐述,分析耕地安全系统的组成要素和结构,对耕地安全系统的演化路径进行理论分析,为系统变量的选取和因果关系分析做理论铺垫。

第4章江苏省耕地安全系统分析和模型建立。根据耕地数量、质量和生态安全系统的一般理论,采用系统动力学这一定性分析与定量分析综合集成的方法,结合江苏省耕地安全系统的实际选择模型变量,分析变量间逻辑关系,利用土地经济学、计量经济学、数理统计等有关理论和方法,在对江苏省耕地安全系统进行研究的基础上,建立耕地安全系统动力学模型。

第5章江苏省耕地安全系统演化的系统动力学模拟。利用相关资料和数据确定系统参数和建立方程,对系统灵敏度和有效性进行分析,设定政策模式对江苏省耕地安全系统的主要变量进行预测分析并进行政策模拟,根据主要变量的动态变化,比较不同政策模式的耕地安全系统政策绩效。

第6章江苏省耕地安全系统状态评价。论证耕地安全系统的灰色特性,用灰色关联方法遴选耕地安全系统的主要指标,构建 PNN 神经网络模型,对江苏省耕地安全系统在不同模式的安全状况进行判定。

第7章江苏省耕地安全系统演化分析。根据耗散结构理论,利用信息熵方法对江苏省耕地安全系统,数量、质量和生态子系统的熵变情况进行分析,从而判断系统及其子系统的有序性,然后建立发展度和协调度模型对耕地安全系统的协调性和稳定性进行评价。

第8章结论和展望。对本书研究结果进行总结,提出未来研究的方向。

以上分析得出如下结论:第一,基于粮食安全考虑,耕地安全包括耕地数量、质量和生态环境三个方面。第二,江苏省耕地安全系统动力学模型的模拟和政策对比表明,协调发展道路下,耕地安全系统状态最佳,概率神经网络模型进行的耕地安全状态评价进一步验证了这个结论。第三,

基于信息熵的计算表明，耕地安全系统的总体安全性和子系统的安全不是完全一致的，依据信息熵变规律，加强系统的协调是实现耕地安全的策略之一。第四，基于系统理论和系统动力学方法的区域耕地安全系统的分析为耕地资源安全的研究探索了一个新的方法，通过系统模型得出的结论为保障区域耕地系统的安全政策的制定提供了科学的依据。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究目的和意义	1
1.2 研究内容	4
1.3 研究理论、方法和技术路线	5
第 2 章 国内外相关研究综述	13
2.1 土地（耕地）资源安全研究	13
2.2 土地（耕地）系统的相关研究	27
2.3 研究现状的分析和评价	31
第 3 章 耕地安全系统结构功能和演化路径	37
3.1 耕地安全系统内涵和特性	37
3.2 耕地安全系统的结构	40
3.3 耕地安全系统功效	47
3.4 耕地安全系统动态变化演化模式和机制	52
第 4 章 江苏省耕地安全系统分析和模型建立	57
4.1 建模的目的和步骤	57
4.2 模型的总体结构分析	58
4.3 系统流图模型建立	62
第 5 章 江苏省耕地安全系统演化的系统动力学模拟	87
5.1 耕地安全系统建模原理	87

5.2	系统参数的确定和方程的建立	89
5.3	模型有效性检验和灵敏度分析	105
5.4	江苏省耕地安全系统发展模式比较	111
5.5	结论和讨论	120
第6章	江苏省耕地安全系统状态评价	122
6.1	耕地安全系统的灰色特征分析	122
6.2	耕地安全系统状态的神经网络评价	128
6.3	不同发展模式下耕地安全状况的评价	135
第7章	江苏省耕地安全系统演化分析	143
7.1	基于熵变性质的耕地安全系统演化的指标体系设计	144
7.2	耕地安全系统分析的信息熵方法	145
7.3	耕地安全系统的协调发展模型	150
7.4	结果分析	153
7.5	保障耕地安全的熵变机制和对策	160
第8章	结论和展望	162
8.1	基本结论	162
8.2	研究创新和不足	165
8.3	研究展望	169
附录一	江苏省耕地安全系统动力学模型变量	173
附录二	自然演变模式下耕地安全系统主要变量标准化值	176
附录三	经济模式下耕地安全系统主要变量标准化值	179
附录四	环境资源保护模式下耕地安全系统主要变量标准化值	182
附录五	协调模式下耕地安全系统主要变量标准化值	185
附录六	耕地安全系统总流图	188
附录七	江苏省耕地安全系统总流图	189
参考文献		190
致谢		205

第 1 章

绪 论

1. 1

研究目的和意义

1. 1. 1 研究目的

中国是一个农业大国、人口大国，满足国内食物需求是农业安全的主要内涵。耕地作为农业最重要基础资源，其安全无疑成为农业安全问题的重点。尤其在加入世界贸易组织后及全球经济一体化背景下，耕地安全作为支撑食物保障与提供农产品参与国际竞争的基本保证，意义重大。尽管耕地安全在保障可持续发展中占有如此重要地位，但是中国耕地资源安全的现实状况却令人担忧。主要表现在：首先，数量危机。根据 2005 年第 5 次人口普查结果，全国总人口数为 12.9533 亿人，全国平均人口密度为 132 人/平方公里，人均耕地为 0.093 公顷，而世界人均耕地面积为 0.25 公顷，我国耕地面积不足世界人均耕地面积的 40%，不到俄罗斯的 1/6，美国的 1/6，加拿大的 1/15，印度的 1/2。我国正处于经济的黄金发展时期，对于土地资源的需求日益加剧，经济要发展，还要解决 13 亿人口的吃饭问题，人地矛盾越来越突出。其次，质量限制。根据耕地质量等级评价，我国的现有耕地无限制、质量好的一等耕地占耕地面积的 40%，有一定限制、质量中等的二等耕地占 34%，受较大限制、质量差的三等耕地占 22.5%，不宜农耕地占 3.5%。我国现有耕地有灌排保证的仅占耕地

面积的 2/5 左右, 全国耕地有机质含量平均不足 1%, 远低于欧美 2.5% ~ 4% 的水平。耕地中水、旱田比例为 1:3, 高产田占耕地 30% 左右, 其余均为中低产田, 我国耕地总体质量并不高。最后, 生态背景下降。截至 2004 年, 我国的荒漠化土地面积为 263.62 万平方公里, 沙化土地面积 173.97 万平方公里, 分别占国土总面积的 27.46% 和 18.12%, 我国荒漠化的土地面积每年以 2400 平方公里的速度增长, 相当于每年我国就有一个中等县的土地面积荒漠化, 大大影响了土地的质量和产出能力。另外, 每年汛期我国一些山区会发生山体滑坡、泥石流、洪涝等灾害破坏我国大量耕地, 水旱灾害的交替发生也一度严重影响了土地的产出。

虽然我国耕地安全系统的现实显示出强烈的政策和管理需求, 但是, 肩负保障耕地安全任务的耕地管理模式缺乏系统性的思考和系统性的结构, “头痛医头, 脚痛医脚” 在保障耕地安全的问题上表现得尤为突出, 现行耕地安全保障政策主要是注重保护耕地的数量, 对耕地质量保护的规定甚少, 对耕地生态环境的保护就少之又少了。

与此相对照, 关于耕地安全的理论论述比较多, 但仅限于耕地数量与国内食物需求的关系探讨, 而且都是从各自专业出发, 缺乏科学性、系统性、全面性和完整性。有些地方政府制定了耕地安全应急预案, 也只是从耕地开发、整理、复垦等方面做文章, 带有很大的片面性。所以, 研究包括耕地数量与质量、耕地资源系统自身安全、耕地的食物供给安全以及耕地利用的环境效应安全在内, 较广泛意义上的耕地安全问题, 进行全面、系统、完整、科学的探讨, 并由此探索中国耕地安全的诱发机制, 针对性地提出耕地安全的相关对策成为一种理论研究需要解决的迫切任务。

选取江苏省作为典型研究区域。一方面, 江苏省自然条件优越, 经济发展处于全国前列。全省土地总面积占全国的 1.06%, 其中耕地面积占全国的 3.86%。光、热资源与水资源丰沛, 而且在季节上配合较好; 平原面积占全省总面积的 68.81%; 水域面积占全省总面积的 17.47%, 素有“水乡泽国”之称; 海洋与海涂资源丰富; 耕作土壤的耕层深厚, 结构性好; 土地利用集约程度高, 农业精耕细作, 选用优良品种可实现高产稳产。2006 年全省 GDP 产值占全国的 10.3%, 人均 GDP 产值高出全国 12730 元。2006 年全省粮食产量占全国的 6.1%。

另一方面,江苏省社会和耕地安全上存在不少问题,主要表现是人口众多,2006年末全省总人口7549.50万人,占全国的5.7%,人口密度736人/平方公里。人均耕地仅0.06282公顷,接近联合国粮农组织所规定的人均耕地的警戒线,形势十分严峻。耕地减少与人口增加的反差日益明显,非农建设对耕地保护的强烈冲击,耕地肥力降低和退化加剧,耕地环境污染日趋严重,粮食形势日趋严峻。所以以江苏省耕地安全系统作为案例,用系统科学的方法分析江苏省耕地安全系统演变的特点和规律,分析江苏省耕地安全和系统协调的状况不仅是江苏省耕地安全保障的需要,而且也是全国耕地安全系统理论研究的需要。通过江苏省耕地安全系统的实证研究可以为其他区域的耕地安全系统建模示范。所以,该项研究的深入开展具有示范、先导和前瞻作用。

1.1.2 研究意义

通过江苏省这个典型地区耕地安全系统的剖析,可以发现危害耕地安全系统健康的因素,研究这些因素的动态变化过程和作用机制,预测和评价不同政策的效果,研究结论的现实意义表现在以下几个方面:一是有利于区域耕地安全发展战略的制定;二是有利于区域耕地安全政策和措施的制定;三是有利于全面落实经济—人口—耕地—环境的和谐发展实践;四是通过典型地区的案例分析,借以指导其他地区的耕地安全管理实践。

本书以耕地安全系统作为研究对象,运用系统科学和可持续发展的理论方法,对耕地安全系统安全的概念、内涵、特性、理论基础、安全评价等方面进行研究,在理论上具有三个方面的意义:一是把耕地安全作为耕地可持续利用的条件,拓展了耕地可持续利用的研究内容,丰富了可持续发展的理论;二是对耕地安全系统数量安全、质量安全、生态安全的概念、特性进行准确界定,并构建区域耕地安全系统模型,拓展了系统科学的研究领域,刷新了耕地资源研究的方法;三是通过区域耕地安全系统模型,对区域耕地安全的情况进行了预测和评价,把系统仿真实理论和系统科学理论相结合,显示了多种方法配合使用的优势。

1.2

研究内容

本书的耕地安全系统研究拟涉及如下几个方面问题：第一，系统要素。分析耕地资源安全系统由什么构成的？它的要素是什么？可以分为哪些子系统？第二，系统结构。分析耕地资源安全系统内部结构如何？耕地资源安全系统内要素和子系统之间是如何联系的？组成系统的各要素作用的方式是什么？第三，系统功能。弄清耕地资源安全系统及其要素具有什么功能？第四，系统集合。弄清维持、完善与发展耕地资源安全系统的源泉和因素是什么？第五，系统联系。研究耕地资源安全系统同其他系统在纵横各方面的联系怎样？第六，系统动态和协调。弄清耕地资源安全的演进机理是什么、经历了哪些阶段，发展前景及协调程度如何？

具体分析按照如下思路展开：

(1) 对耕地资源安全和土地系统研究现状进行综述的基础上，从系统科学和系统安全的角度对研究现状进行分析和评价，从中发现可以借鉴的方法和深入研究的思路。

(2) 基于耕地安全系统和可持续发展的二者关系原理和系统分析和评价的科学方法，对耕地安全系统概念进行界定和对耕地安全系统资源数量安全、质量安全和生态安全的含义和特征进行阐述。揭示区域耕地安全系统及其三个子系统——数量子系统、质量子系统和生态子系统之间的相互联系、相互影响、相互作用的内在机理。

(3) 对改革开放以来江苏省耕地面积数据进行修正，并在此基础上预测江苏省耕地安全数量子系统的未来变化趋势；分析影响耕地数量子系统安全的因素，以此为基础，建立评价指标体系，构建耕地数量安全系统动力学模型；同样的思路，对耕地质量安全子系统和生态安全子系统进行分析并构建质量安全和生态安全子系统模型。

(4) 以江苏省耕地安全系统相关数据为基础，构建耕地数量安全子系统、质量安全子系统和生态安全子系统的仿真模型，对模型在结构、行

为模式的一致性,适应性进行验证,设计不同的政策发展模式,对耕地安全系统的主要指标动态趋势进行预测,对各种备选方案进行比较选优,发挥系统动力学的“政策实验室”作用。

(5) 以数量安全、质量安全和生态安全的预测结果为基础,用概率神经网络模型对江苏省耕地安全系统在不同政策模式下的安全状况进行评价,对安全状态的影响机制进行分析。

(6) 根据灰色耗散结构理论,建立耕地安全系统的动态度和协调度模型,对江苏省现行耕地安全系统的有序性和稳定性进行分析,找出江苏省耕地安全系统存在的问题及原因,为提出保障耕地安全系统的良性运行政策提供依据。

1.3

研究理论、方法和技术路线

1.3.1 研究理论

1.3.1.1 耕地安全和可持续利用的关系原理

耕地是一种可再生资源,要实现其再生的能力,必须使其处于安全的状态下,按照循环经济理论实现循环利用,循环利用是可持续利用的途径和阶段。如图1-1所示,这里的耕地利用过程包括耕地投入农业过程生产农产品的过程和作为建设用地提供服务的消耗过程。在农业生产中,由于过度的投入农药和化肥可能导致耕地质量退化,使实际耕地使用能力降低,另外,工业化和城市化的发展也要占用大量的耕地,使耕地面积减少。耕地是在动态平衡条件下的循环利用,还是在循环过程中,逐渐减少,会影响耕地可持续利用目标的实现。

耕地利用本质告诉人们,耕地利用是一个过程,是一个不断逼近耕地利用目标的过程。耕地利用不是时点行为,而是时期行为。这就决定了耕地利用过程中不仅包含耕地利用获取收益过程,而且,还把耕地保护作为

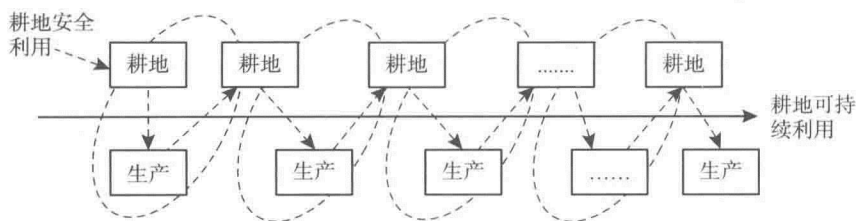


图 1-1 耕地安全利用和可持续利用关系

耕地利用过程中不可或缺的组成部分。耕地利用者和管理者义不容辞将耕地利用安全视为己任，在实施过程中与耕地利用实施单位保持密切联系，并根据实施反馈信息、按规定的法定程序适时修改和完善原有的耕地利用方案，为此，必须转变静止地对待耕地利用方案的传统观念。

但是，由于影响耕地安全的因素的复杂性、多重性和不确定性，在实践活动中主观和客观完全相符的情况是极为少有的。这就好像一位司机一次决定好方向和速度，把方向盘调整好固定不动使自己驾驶的汽车开到预想的目的地一样，只能是空想。司机要想达到预想的目的地，必须从起始地点开始，根据外界的条件和汽车运行情况，不断地做出一系列新的决定，这种不断地做出一个又一个对未来的实践的决定的长链条，在管理学上称之为微分决策的积分。耕地可持续利用目标的实现是耕地资源一次次安全利用的条件下，累积的结果。

所以，可以简单地概括耕地安全和耕地可持续利用二者的关系：从相同方面来看，耕地资源可持续利用包括两个方面的含义：一是耕地资源可以满足当代人生存发展的需求；二是耕地资源利用兼顾后代人的利益，满足人类持续生存的需要。从耕地资源安全的定义来看，耕地资源安全与耕地可持续利用具有相同的含义，其目的都是为了满足人类可持续生存的需要。资源安全问题的提出源自人类对可持续发展前景的思考，资源安全问题的研究和解决应立足于可持续发展理念（姚予龙等，2002），耕地资源安全问题研究亦不例外，耕地资源安全研究就是一个应用可持续发展理论去寻求耕地资源可持续利用现实途径的过程。

但是，二者的不同方面也是非常明显：一是耕地资源安全更加强调耕地资源系统自身的安全，在此基础上才能保障人类生存的安全。二是耕地

资源安全目标更加明确。虽然二者同样都是为了满足人类持续生存的需要,但耕地资源可持续利用目标宽泛,不便于实施,耕地资源安全目标则更加细致和明确,我们可以将它划分为数量安全、质量安全、生态安全等几方面来理解。三是耕地资源安全研究实质上可以看作是对耕地资源可持续利用研究的一种具体化,只有这种具体化才能使耕地资源持续利用目标实现成为可能。

1.3.1.2 系统科学理论

耕地安全是耕地持续性利用的具体途径,耕地持续性利用是耕地安全系统的发展目标之一。持续性分析的理论基础是系统自组织演化理论,普里高津的“耗散结构论”、哈肯的“协同学”和托姆的“突变论”,这些理论从不同侧面总结了复杂系统从无序向有序方向演化的规律,统称为系统自组织理论。自组织理论不仅大大丰富了人们对系统整体规律的认识,也对分析和理解经济和社会现象提供了新的思路,对自然科学和社会科学的广泛领域都产生了深远的影响。运用自组织理论分析复杂系统的实际问题时,经常有两种方式,一种是严格按照一定的步骤,通过建立数学模型(系统运动方程和序参量方程等),定量分析系统演化特点,给出系统的演化轨迹,预测系统未来发展;另一种是运用自组织理论的概念和分析方法,定性地分析复杂系统现象,进行理论解释,提出相应的对策、策略或政策。对于区域耕地安全这样的复杂系统问题,一方面,不可能完全照搬来自物理、化学和其他工程科学中的自组织理论和方法,例如,我们无法完全定量地描述子系统之间的相互作用、甚至一时无法确定系统的运动方程形式和序参量的个数,要通过精确求解来全面解决可持续发展一切问题更是不现实的。另一方面,自组织现象在人类社会系统中又是普遍存在的,运用自组织的原理和思路研究可持续发展系统问题,发现并认识系统自组织演化规律,促进系统协同有效发展,具有重要的理论意义和实用价值,这是不容置疑的。

系统分析与评价是系统工程领域研究的重要问题。也是一种重要的分析问题、解决问题的科学方法。

系统分析是为了解决人类活动和社会系统中不断涌现出的许多复杂难

题而发展起来的一种以人为中心、服务于管理决策的科学和理论。经过半个世纪的实践与发展,系统分析不仅在世界许多国家的不同层次、不同领域内的政策研究中获得了广泛应用,也成为各类组织管理系统中的一个重要活动内容。

系统分析的定义可以描述为:系统分析是一种决策辅助技术。它采用系统方法对所研究的问题提出各种可行方案或策略,进行定性和定量分析、评价和协调,帮助决策者提高对所研究的问题认识的清晰度,以便决策者选择行动方案。系统分析的重点在于通过系统研究,调查问题的状况和确定问题的目标,再通过系统设计,形成系统的结构,拟订可行方案,通过建模、模拟、优化和评价技术对各种可行方案和替代方案进行系统量化分析与评价比较,最后输出适宜的方案集及其可能产生的效应,供决策参考(见图1-2)。

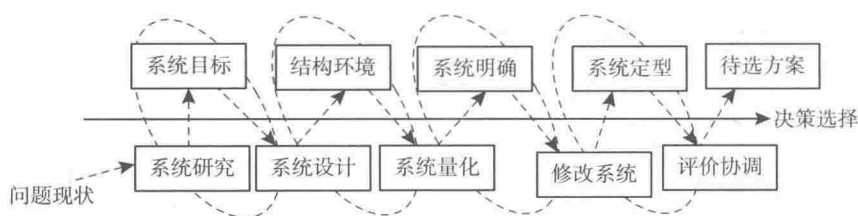


图1-2 系统分析流程

其主要基本特征体现在:第一,系统分析把研究对象,尤其是复杂系统,看作是一个有机整体,并以问题状况为导向,重点考虑系统的结构及其发展变化的动态过程机理。第二,系统分析重视对系统子系统间的内部关联和系统与环境的外部关联的研究,从系统的整体结构出发研究各子系统间的相互关系及其动态变化过程建立具有学习型组织功能的协调系统,正是系统分析的思考方式。第三,系统分析实质上是在系统的目标与现状、计划与实施之间建立一个中间环节,以帮助决策者进行有效的控制和管理,并且使系统按预期的目标运转。第四,系统分析把系统科学理论与方法和现代科学技术的最新研究成果应用于管理决策中,使之科学化、量化、准确化。

系统评价是系统分析过程中的一个作业活动步骤，系统评价是系统分析和决策活动的结合点，系统评价提供的结论是决策者进行决策的基础和依据。因此系统评价在系统应用研究中占有重要地位。按照系统分析的过程，系统评价可以理解为：根据明确的系统目标、结构和属性，用有效的标准测定出系统的性质和状态的活动。系统评价的目的是为了描述系统状态或方案效果，为决策提供科学的依据（顾培亮，1998）。

1.3.1.3 耕地安全系统理论关联理论

耕地安全系统的研究除了可持续发展理论和系统科学理论之外，还有许多与研究密切相关的理论（见图1-3）。下面对几个容易混淆的理论进行区别分析。

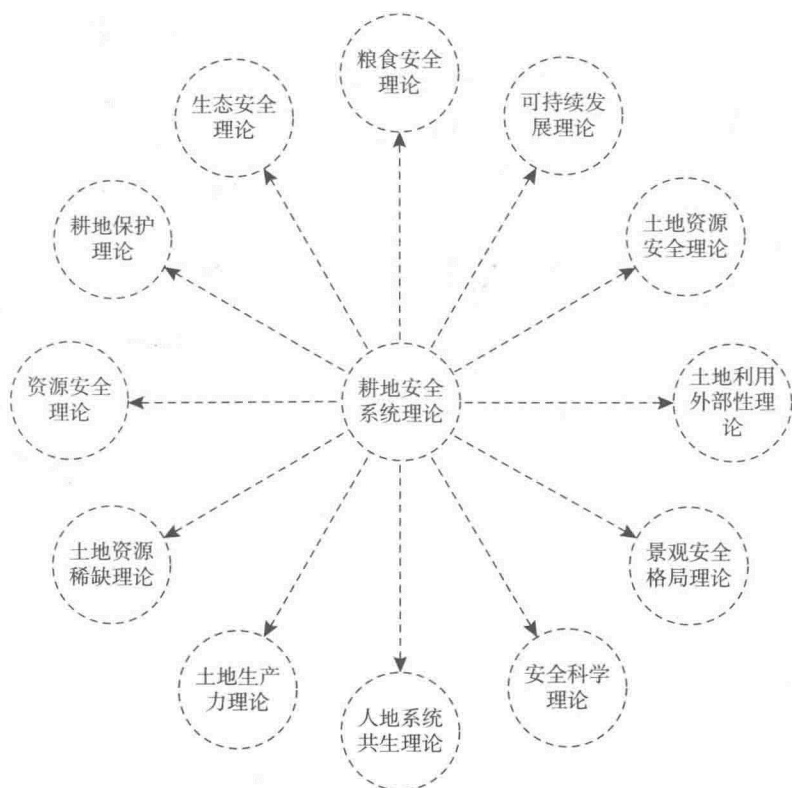


图1-3 耕地安全系统研究相关理论域