

川西山地农业系统

余大富 等著

7.71

成都科技大学出版社

前 言

持续农业是80年代后期国际上刚出现的一种农业发展新趋势。对多山国家和多山地区而言,山地持续农业不仅于山区本身的社会长治久安、经济持续繁荣、人类生存繁衍具有决定性意义,也将由其下游效应对有限的低地、整个下游地区乃至穿越国界产生重大影响。因此,在当今世界性人口急增、耕地和其它自然资源减少或退化的情况下,山地持续农业作为持续农业特别是作为多山国家持续农业的重要组成部分,越来越为人们所关注。

山地持续农业实践或产业是一项超出一般农业运作意义的系统工程,它的健康发展不仅受制于自然生态环境和农业生物生态特性及农艺技术,也极大地受制于社会文化环境以及经营组织管理、产品分配、市场运营等。可以说,持续农业是一个涉及众多因素和组分的复杂大系统,任何单学科、单要素和局部的研究工作,都不能从根本上解决山区持续农业的问题,即必须把山地作为一个整体,以系统论的思想和方法开展综合性的研究和联动协调发展,才能奏效,我们就是在这样的思考过程和农业发展背景上萌动写作本书的。

作者曾参加国际山地综合开发中心与中国科学院一水利部成都山地灾害与环境研究所合作研究项目“农民的战略与川西山地农业的持续发展”,本书的部分资料就引自该项研究。因此,作者借本书出版之机,对促成、支持和帮助该项研究的中国科学院国际合作局和国际山地综合开发中心山地农业系统部及刘东生教授、Ram, P. Yadav博士、N. S. Jodha博士和朱进宁局长、吴积善教授、钟祥浩教授等表示衷心感谢!

本书虽名“川西山地农业系统”,但限于作者的研究经验和水平,研究的深度和广度不够,实际上反映的仅仅是川西山地农业系统的表皮和骨架。冒昧推出本书,只是为了从一个新的视角和视野,以一种新的概念来审视和研究川西山地这个敏感和脆弱的地理生态区乃至一切山地区的农业问题,以此推进山地持续农业的起步和健康发展。如能起到抛砖引玉,我们将感到非常欣慰。。

本书是一本集体著作。在写作过程中虽力图按统一的思想方法、写作体系和提纲来进行,但由于川西山地范围广大,各地社会文化背景、经济技术基础和自然生态条件差别大,农业系统类型较多,发展水平不一,具体问题不同,加之获取资料的难易和多寡,以及各作者的着眼点和兴趣点的差异,因而与不同农业系统类型对应的各有关章节,在写作方式和内容取舍上仍有明显不同,结构上亦有微小差别。

本书的编写分工是:第1、2、4、5章由余大富编写,第3章和附录由陈国阶编写,第6、7章由余思德编写,第8、9章由王飞编写,第10、11章由樊宏编写,第12章由赵宏达编写,最后由余大富修订统稿。

左晓荣为本书清绘了大部分插图。

以农业系统为题进行研究与写作对我们来说尚属一次尝试,疏漏乃至错误之处在所难免。恳请读者批评指正。

作 者

1992年7月于成都

目 录

第1章 山地农业系统的基本概念和研究概况	(1)
1.1. 农业系统的概念	(1)
1.1.1. 农业系统的定义	(1)
1.1.2. 农业系统的科学属性	(3)
1.1.3. 农业系统分类	(5)
1.2. 山地的特性与山地农业系统多样性	(5)
1.2.1. 山地的涵义	(5)
1.2.2. 山地的特性	(6)
1.2.3. 山地农业系统的多样性	(8)
1.3. 山地农业系统研究现状	(9)
1.3.1. 山地农业系统研究概况	(9)
1.3.2. 山地农业系统的研究意义	(10)
第2章 农业系统的一些基本知识	(13)
2.1. 农业系统的结构	(13)
2.1.1. 环境和资源基础	(13)
2.1.2. 农业生物组分	(14)
2.1.3. 产业结构	(15)
2.1.4. 经营管理	(15)
2.1.5. 农业系统结构框架	(16)
2.2. 农业系统的运转	(16)
2.2.1. 农业系统的运转机制	(16)
2.2.2. 农业系统运转过程的质、能流动	(17)
2.2.3. 山地农业系统的物质流动特征	(21)
2.3. 农业系统的组织管理	(22)
2.3.1. 农业系统的组织管理机构	(22)
2.3.2. 农业系统的组织管理活动	(24)
2.4. 农业系统的演变及稳定性	(26)
2.4.1. 农业系统的演变	(26)
2.4.2. 农业系统的稳定性	(26)
2.4.3. 农业系统稳定性评价	(29)
第3章 川西山地农业系统的发展背景	(31)
3.1. 自然环境特点	(31)
3.1.1. 地质地貌特点	(31)

3.1.2. 气候水文特点	(32)
3.1.3. 生物土壤特点	(34)
3.1.4. 自然地带性	(35)
3.2. 社会经济特点	(35)
3.2.1. 人多地少、民族众多	(35)
3.2.2. 比较落后的社会经济条件	(36)
3.2.3. 社会经济的二元结构	(36)
3.3. 川西山地农业发展评价	(37)
3.3.1. 川西山地农业发展过程	(37)
3.3.2. 川西山地农业资源评价	(38)
3.3.3. 川西山地农业发展的战略地位与存在问题	(41)
第4章 川西山地农业系统的组成及运行特征	(45)
4.1. 川西山地农业系统分类	(45)
4.1.1. 主要类型	(45)
4.1.2. 地理分布	(46)
4.1.3. 结构特征	(50)
4.2. 川西山地农业系统的运行机制	(50)
4.2.1. 一般原理	(50)
4.2.2. 不同类型间的差异	(52)
4.3. 川西山地农业系统的运行特征	(54)
4.3.1. 启动动机和动力特征	(54)
4.3.2. 生产特征	(55)
第5章 川西山地农业系统的演变和持续发展	(62)
5.1. 川西山地农业系统的现代演变过程	(62)
5.1.1. 川西山地农业系统的结构演变	(62)
5.1.2. 川西山地农业系统的功能演变	(63)
5.1.3. 川西山地农业系统的演变特点	(65)
5.2. 川西山地农业系统的持续发展	(67)
5.2.1. 农业系统的演变对农业持续发展的影响	(67)
5.2.2. 川西山地农业持续发展的问题和潜力	(68)
5.2.3. 川西山地农业持续发展战略	(74)
5.3. 川西山地农业的持续发展与农业现代化	(76)
5.3.1. 农业现代化的涵义	(76)
5.3.2. 川西山地农业持续发展的现代化方向	(77)
第6章 川西山地种植业优势系统概述	(80)
6.1. 种植业优势系统的分布及发展状况	(80)
6.1.1. 分布状况	(80)
6.1.2. 发展状况	(80)

6.2. 种植业优势系统的类型及其主要特征	(81)
6.2.1. 安宁河下游河谷粮、蔗、烟三熟制系统	(81)
6.2.2. 安宁河中、上游宽谷稻、麦、油二熟制系统	(84)
6.2.3. 川西南二半山玉米、薯类、水稻一熟制系统	(85)
6.2.4. 川西中山峡谷玉米、杂粮、小麦一熟制系统	(85)
6.3. 种植业优势系统的运行特征	(86)
6.3.1. 独立性和依赖性并存	(86)
6.3.2. 区域差异性显著	(86)
6.3.3. 外部服务体系不完善	(86)
6.3.4. 运转效率低	(87)
第7章 种植业系统案例研究——李家村种植业系统	(88)
7.1. 李家村种植业系统概况	(88)
7.1.1. 资源基础	(88)
7.1.2. 运行特征	(88)
7.2. 李家村种植业系统的内、外联系	(89)
7.2.1. 种植业与家庭之间的联系	(89)
7.2.2. 种植业与畜牧业之间的联系	(91)
7.2.3. 种植业系统与外部社会的联系	(92)
7.3. 李家村种植业系统的稳定与持续发展对策	(92)
7.3.1. 稳定性分析	(92)
7.3.2. 持续发展对策	(94)
第8章 川西山地园艺优势系统概述	(97)
8.1. 川西山地园艺优势系统概况	(97)
8.1.1. 分布范围	(97)
8.1.2. 分布区自然特征	(98)
8.1.3. 分布区社会经济特征	(98)
8.2. 川西山地园艺优势系统的类型	(99)
8.2.1. 热带亚热带水果生产系统	(100)
8.2.2. 暖温带水果生产系统	(100)
8.2.3. 北部苹果生产系统	(101)
8.3. 川西山地园艺优势系统的发展	(101)
8.3.1. 优越的发展条件	(101)
8.3.2. 园艺业的发展特点	(102)
第9章 园艺优势系统案例研究——秉里村园艺优势系统	(104)
9.1. 秉里村概况	(104)
9.1.1. 自然条件与农业自然资源	(104)
9.1.2. 社会经济条件	(105)
9.1.3. 村级系统的组织管理机构	(105)

9.2. 里村农业系统特征	(105)
9.2.1. 秉里村农业系统的部门结构	(105)
9.2.2. 秉里村农业系统的生产特征	(106)
9.2.3. 秉里村农业系统的演变特征	(108)
9.3. 秉里村农业系统的内外联系	(109)
9.3.1. 村系统与外界联系	(109)
9.3.2. 系统内部各部门间的联系	(111)
9.4. 秉里村农业系统的持续发展问题与对策建议	(116)
9.4.1. 农业政策	(116)
9.4.2. 管理方式	(117)
9.4.3. 技术问题	(117)
9.4.4. 人口问题	(117)
9.4.5. 运输和市场问题	(118)
第10章 川西山地畜牧系统概述	(119)
10.1. 川西山地畜牧系统概况	(119)
10.1.1. 地理分布	(119)
10.1.2. 自然条件和社会经济基础	(119)
10.1.3. 畜牧业资源基础	(120)
10.2. 川西山地畜牧系统的类型及运转特征	(122)
10.2.1. 高原半游牧系统的运转特征	(122)
10.2.2. 畜牧优势混合系统的运转特征	(123)
10.2.3. 种植业系统内的畜禽饲养特征	(124)
10.3. 川西山地畜牧系统的持续发展	(124)
10.3.1. 持续发展的问題	(124)
10.3.2. 持续发展的潜力	(125)
10.3.3. 持续发展的对策措施	(126)
10.3.4. 问题与建议	(126)
第11章 畜牧系统案例研究——红原县龙壤乡第三村半游牧系统	(128)
11.1. 畜牧业资源基础	(128)
11.1.1. 自然条件	(128)
11.1.2. 畜种资源	(128)
11.1.3. 草地和牧草资源	(128)
11.1.4. 人力资源	(129)
11.2. 系统的运行特征	(129)
11.2.1. 牲畜管理	(129)
11.2.2. 畜产品处理和分配	(130)
11.2.3. 投入—产出特征	(130)
11.2.4. 畜牧技术特征	(130)
11.3. 村级系统的组织管理特征	(131)

11.3.1. 行政经济管理机构	(131)
11.3.2. 物质流通的组织管理	(131)
11.3.3. 社会服务的组织管理	(131)
11.4. 家庭畜牧系统的内部关系和对外联系	(132)
11.4.1. 内部各组分间的关系	(132)
11.4.2. 对外联系	(133)
11.5. 系统的稳定性和持续发展战略	(133)
11.5.1. 系统的稳定性评价	(133)
11.5.2. 系统的持续发展战略	(134)
第12章 川西山地区域林业系统概述	(137)
12.1. 基本情况	(137)
12.1.1. 林种分布及蓄积量	(137)
12.1.2. 林业系统的环境条件	(139)
12.1.3. 林木资源基础	(139)
12.2. 林业在川西山地系统中的地位和作用	(141)
12.2.1. 林业的生态功能	(141)
12.2.2. 林业的社会经济功能	(141)
12.2.3. 林业在大农业系统中的地位和作用	(142)
12.3. 林业生产系统的运行特征和机制	(143)
12.3.1. 运行特征	(143)
12.3.2. 运行机制	(144)
12.4. 林业系统的持续发展	(145)
12.4.1. 持续发展的制约因素	(145)
12.4.2. 林业系统的发展潜力	(146)
12.4.3. 林业持续发展的对策措施	(147)
主要参考文献	(148)
附录：中国山地农业的发展趋势和展望	(150)

第1章 山地农业系统的基本概念 和研究概况

山地农业系统,作为一个有明确定义的概念或术语,而用于交流的情况很少,使人感到陌生。但是,山地农业系统这一事实,却是在山地人告别采集野果和狩猎为生、开始从事驯化生物的有意识的农业活动的时代就已经存在了。只是早期的山地农业系统的天然特征和自然属性较明显。随着社会的进步、经济活动领域的扩大和深化、科学技术的纵深发展和渗透作用的加强,山地农业系统的人工特征日益突出,社会经济属性也相应变得明朗,并在农业科学的理论研究和实践中显示了自身日益重要的价值。

今天,世界上许多山地或多山国家,特别是发展中的国家,在实践中自然形成或有意识塑造了多种多样效果显著的山地农业系统,其中还有一些颇具现代化底蕴的山地农业系统。我国在传统的山地间套轮作农业的基础上,通过开展生态农业、立体农业活动和“大农业”思想的大众传播而出现的新型山地农业系统,在世界上已独具特色。但是,大多数山地农业系统都不是山地农业系统理论指导的结果。人们重视实践,却很少去有意识地抽取其科学内涵、建立科学理论,因此,山地农业系统还算不上一门科学,还未形成农业科学的一个正规分支学科。若继续下去,山地农业系统的发展就容易陷入盲目性,山地农业就难于在多因素交叉作用下协调发展。为此,人们有必要开展有意识的专门性学术研究,从大量的山地农业系统实践中抽提出科学的内涵,建立科学的山地农业系统概念,从而推动现代化山地农业系统的建设和发展。

从形式上看,山地农业系统一词是一个复合词,如按不同的思维方式,可将它分解成四种形式:(1)山地——农业系统;(2)山地农业——系统;(3)山地——农业——系统;(4)山地农业——农业系统。分解形式不同,研究问题的角度也异。但这些分解形式的整体内涵是一致的。这里是按第一种分解形式即山地——农业系统思考方式缀合而成的。农业系统是核心,山地只是农业系统的一类特殊承载体,或者可以看作是农业系统的特殊活动区域或运转背景。我们将据此来讨论山地农业系统。

1.1. 农业系统的基本概念

1.1.1. 农业系统的定义

近年来在一些书刊中,经常大量地出现农业生态系统、农田生态系统等名词术语。也曾出现过农业经济系统、农业生产系统、宏观农业系统、草地农业系统等,虽出现频率小,毕竟已经见到,这些名词及其所包含的概念的共同点,在于它们都是以系统论思想为指导,用系统论方法来研究农业或农业的某个方面及其相互关系。从这个意义上说,它们与本书所述的“农业系统”就其概念产生之基础和方法论上可说是是一致的。但与我们所说的“农业系统”又不是一回事。其根本差别在于,它们的内容和方法都是基于农业的某个方面、从某一学科领域开展研究的。而我们的农业系统,则是立足于人及其所构建的土地经营单位,以人及

其所构建的土地经营单位为主体和核心的农业社会——经济——生态复合系统。由此说来，在我国，一个能独立存在单独使用的农业系统概念刚刚在形成之中，而未真正确立。

在国外，农业系统的研究也只有十多年历史。

外国学者对农业系统有一种诠释：农业的管理单位可称之为农业系统。这样的说明虽然简单明了，但似乎存在两个问题。其一，仅从其解释的字面上讲，农业系统被束缚在经济，顶多还有社会学概念之中。然而就其所涉及的内容和讨论的问题却并不囿于此，甚至可以说大量涉及生态学问题。其二，农业的管理单位本身意义不完全，需要进一步说明。例如，农业的管理单位可以是一级政府机构——纯粹“管理性”机构，也可以是一个群众性的生产经营组织。因此，上述诠释既未表达出准确而有界定的涵义，也就无法作为定义来使用。

事实上，无论怎么说，农业系统是不能离开“生产”生物性产品这一根本内容和基础概念而存在的，因而农业系统首先是一个生产系统，然后才有经营管理及其系统概念。农业生产本身又包含自然再生产和经济再生产双重含义，无论是自然再生产，还是经济再生产又都是在环境和资源基础、农业生物组分及其结构和人的社会劳动这三个基本组分或要素的协同作用下实现的。本书的农业系统概念就是在这样的思想方法和思考过程之基础上发展起来的。

要给农业系统下一个精确、完整、严密的定义，实在是很难的。但是，正如任何事物都是在不断发展演变中成熟和完善的一样，我们将对农业系统下的定义，就是根据作者对农业系统研究现状的有限的认识初步作出的，肯定有待进一步完善和成熟。

究竟什么是农业系统呢？我们权且定义为：一定的土地管理单位内，由环境和农业生物组成的同时具有生物量生产、转化及经济产品生产、分配的功能结构体。为使这个定义所要表达的意思更明确，这里就几个关键概念稍加以阐述。

所谓土地管理单位，是指以土地为中心的生产和经营管理活动单位。它有三种含义。一是指以土地上的活动为基本特征的社会经济组织，如家庭、农场、农业生产合作社及其它农业开发团体；二是指以土地及其生产经营活动为对象的行政管理单位，如村、乡、县等；三是指由前两种意义的若干土地经营管理单元结合构成的一类地理单元，如一个流域、一个特殊的区域（高原、盆地、山脉等）内前两种土地管理单位构成的行政——经济混合体。每种含义的各个土地管理单位，都有相应的土地管理范围，由此形成不同规模、不同级别或层次的土地管理单位。高层次的土地管理单位常常也是规模很大的土地管理单位；但反过来说，规模大的土地管理单位，却不一定是高层次的土地管理单位。

定义中的环境包括自然环境和社会经济环境。自然环境指的是自然地理环境所包含的农业生物生态要素，如光、热、水、地形、土壤、非经济生产性生物、营养元素等；社会经济环境指的是农业社会组织内外的民族、文化及农业经济生产的生产资料和生产要素，如交通、资金、市场、化肥供应等的性状或数量水平。

农业生物主要指直接生产生物性经济产品的植物、动物和微生物，即我们通常所说的作物、家畜、家禽、昆虫和食用菌类。至于那些为上述农业生物的正常生长发育创造良好生态条件或制造障碍的多种生物，如杂草、害虫、害虫天敌、肥料菌等则属于环境条件。

需要特别说明的是定义中的最后一个关键术语——功能结构体。对任何系统而言，为了发挥某种功能，必须要有能产生这种作用的独特的结构；反过来，一定的结构形式只能发挥相应的功能。这就是说，系统的结构和功能是密不可分的，是一个有机统一体。农业生产意义上的功能结构体，是指具有按人类需求目标生产生物产品功能的有关组分，按照一定规则联结起来的组织构造。例如，为了获得粮食，必须要有耕地、粮食作物种子和人的劳动投入

这三个基本要素。但是，单有这三个要素还不具备生产粮食的功能。人们必须把种子按一定方式和规则播入耕地中，然后再按照季节和生物生长过程进行有序的施肥、除草、灌溉等一系列劳动投入直至粮食作物完成一个生命周期。只有在这样的组织构造下才能最后完成粮食生产功能。还需特别强调的是，这样的结构体必须“按一定规则而且必须有序”。假如我们在该灌溉的时候施肥，在该收获的时候把种子重新埋入土中……，我们都不可能实现其功能。同理，为了获得肉和奶，必须把草地（饲料源）、牲畜、放牧活动（饲养活动）三者联成一个有序运转的组织结构。于是，我们可以把前者叫做具有粮食生产功能的结构体，即粮食生产（农业）系统或作物栽培系统；后者可称为具有肉奶生产功能的结构体，即肉奶生产（农业）系统或畜牧业系统。

为了加深对农业系统分类的理解，在讨论分类之前，我们还需要对农业系统的科学属性进行说明。

1.1.2. 农业系统的科学属性

目前农业系统并未发展成为一门学科，因此，这里不是从学科的角度来讨论其科学属性，而是从上述的农业系统涵义中涉及的知识范畴以及进一步研究和发展农业系统所需要的知识体系来讨论它。换言之，此处所言科学属性尚囿于与农业有关的多学科知识的交叉混杂体。笼统言农业系统具有三个基本科学领域的科学属性，即基础农学、生物——生态学、社会——经济学。

从农业系统这个名称就能知道，农业系统首先是一个农事活动系统。而农事活动包含了分属于大农业体系内部的农、林、牧、渔等各业的运筹、操作、管理等各种活动。这些活动所包含和需要的基本技艺和基础知识，就是基础农学及其各分支学科所涉及和研究的技艺和知识。从这个意义上说，农业系统的科学内涵具有农学属性。

其次，农业系统是以土地管理单位来限定其系统边界的。换言之，离开了经营管理单位，就不存在农业系统。而任何与“经营管理”概念和行为相联系的事物，都与人群的社会组织和活动及其经济意识、经济关系和经济活动有关。显然，与农业生物生产的经营管理相联系的社会组织，就是农业社会经济组织，所从事的活动就是农业社会经济活动。于是，我们可以说农业系统蕴含着大量社会经济问题。人们要解决这些问题、要深入研究和认识农业系统，从而进一步创造和发展高效持续协调运转的农业系统，就都需要动用社会经济学原理和知识，与此同时，它也就赋予农业系统的科学内涵以社会——经济学属性。

最后，农业系统的功能即生产生物产品，是通过农业生物的繁殖和生长发育来实现。而农业生物的生长发育和繁殖过程与自然生物的这些过程并无两样，其唯一差别仅在于农业生物的这些过程，在一定程度上受到了人类活动的干预。人类的这种干预实质上就是运用生物生态学知识，在不违背生物——生态基本规律和原则的前提下，对农业生物从细胞分裂开始、到组织和器官的形成、个体发育、种群结构及最适生态环境的选择培养等农业生物量

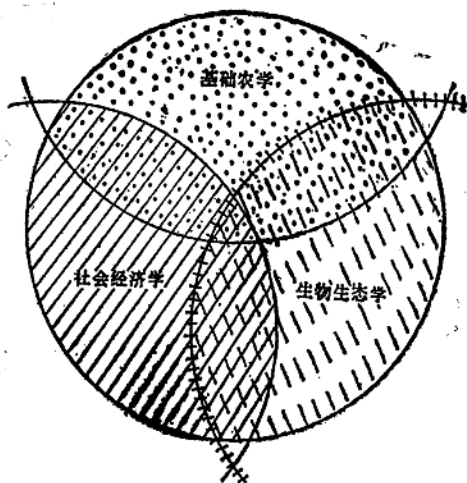


图1-1 农业系统科学属性示意图

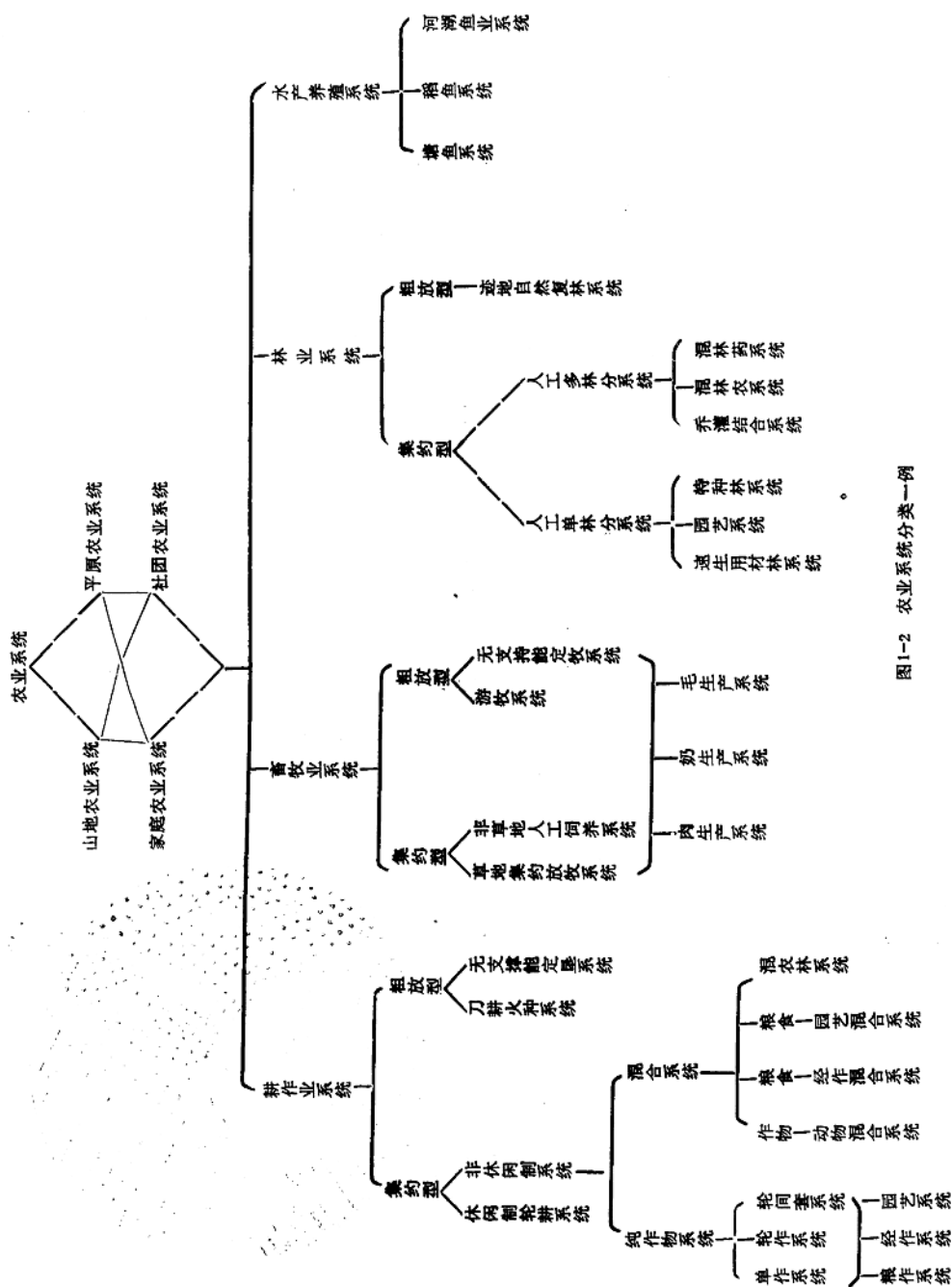


图1-2 农业系统分类——例

形成的全过程进行调控。显然，当我们注意到农业系统的这一类事实时，我们自然就能清楚地意识到农业系统科学内涵的生物——生态学属性。

但是，作为一个独立存在的科学概念，必然有其自己的本质特征。上述三类知识体系，除非它们融合成了一个统一的知识体系，否则，任何一类知识在单独使用时，都无法完整而准确地反映农业系统的本质属性。上述三类知识有机结合的统一知识体系，就包孕于图1-1所示的交叉重合部分内。从现实或实用意义上说，农业生态学和派生的农业生态经济学就正在为全面揭示农业系统的科学属性而起着先导和奠基作用；农学向微观和宏观两个方向的深入发展，也正向着统一的农业系统学靠近。

1.1.3. 农业系统分类

通过对农业系统下的定义，我们已为农业系统概念的内涵及其科学属性勾出了轮廓。接着我们将通过对农业系统类型的讨论来进一步了解农业系统概念的适用范围。

农业系统分类复杂，因此，我们不可能在这里系统地讨论所有农业系统类型。仅列举一些按不同分类标准划分的农业系统类型（表1-1）作为例证。如果我们把表1-1中的某些分类标准进行组合，就可以得出若干种不同农业系统连接关系图。图1-2是按这种原则作出的农业系统分类体系之一。通过表1-1和图1-2，我们不难看出农业系统概念的适用范围是很广泛的。

表1-1 农业系统分类标准及类型举例

分类标准	农业系统类型举例
土地经营单位	家庭农业系统，社团农业系统，村级农业系统，流域农业系统
土地类型	耕地农业系统，林地农业系统，草地农业系统，水体农业系统
土地管理方式	定居农业系统，游耕（轮耕、歇耕）农业系统，游牧农业系统
地形地貌	山地农业系统，平原农业系统，高原农业系统，河谷农业系统，河网农业系统
经营目标	自给农业系统，商品农业系统，兼性农业系统
产业性质	种植业系统，林业系统，畜牧业系统，园艺生产系统，水产养殖系统，混合系统
物种成分	作物种植系统，动物系统，混合系统
产品种类	粮食生产系统，纤维生产系统，木材生产系统，果品生产系统，肉类生产系统，奶生产系统，水稻生产系统，苹果生产系统
发展阶段	原始农业系统，传统农业系统，现代农业系统

1.2. 山地的特性与山地农业系统多样性

前已述及，山地农业系统就是以山地环境为背景和活动场所的农业系统。那么什么是山地？山地有什么特征？有关这些科学概念，又如何理解？

1.2.1. 山地的涵义

什么是山地？勿需特别说明，一般人头脑中都会自觉或不自觉地对地勾勒出一个山地形态。从整体上观察，地球表面高低错落，极不均匀。一些地区开阔平坦，一些地区高耸突兀。人们把前者叫做“原”，把后者叫做“山”。山是山地概念产生之本原。而山与原区别

的本质特征在于原面属二维空间性，而山体则为三维空间性。这种直觉和比较大概就是人们获得山地概念的基本途径或形成山地概念的基本原因。

地理学家对山地下定义也是基于此的。只是，他们通过对山地的透视和分析，抽出了两个核心要素即“高度”和“坡度”，提出“山地就是具有一定海拔高度和坡度的地面”，换句话说，山地就是同时具有一定的绝对高度（海拔高度）和一定相对高度的地面，由此而赋予山地概念以科学内涵。乍一看，这个科学概念似乎将高原排斥在山地之外。但是，从人类经济活动的效果上说，特别是从农业活动的效果上说，高寒高原与上面定义下的山地有许多相似之处。而且从空间位置的角度说，高原总是处在地球陆地的基础台阶之上的较高的台阶，可以说是一种平面方向异常发育的畸形山地。事实上，地理学上的广义山地就不仅包括了高原，还包括了山间盆地。我们所说的山地，着眼于农业和农事活动，主要指在一定海拔高度之上（通常为500米以上）、多个具有一定相对高度的高耸地邻接连绵的整个区域，俗称山区，同时也指海拔高度高到足以显示山地特色的高原。换言之，上述的山地是指一种具有某种特色的农业社会经济活动区域和农业生物生态景观区域。所谓某种特色系指区别于平原和丘陵的自然生态地理和社会文化特色，我们可将其统称为山地特征和特性。

1.2.2. 山地的特性

与平原、丘陵（主要是浅丘）和其它一些非山地区域比较，山地为农业生物生长发育和为农业社会经济活动提供的环境条件具有许多特殊性状和表征。

（1）垂直分带性 由高度变化而出现的地面温度（热量）的垂直带状变化是山地自然生态条件和生物资源种类垂直分带的主要原因。通常，海拔高度每升高100米，其温度（近地面气温）可降低 $0.5\sim 0.7^{\circ}\text{C}$ ，这样的热量变化的结果使植物种群（群落）变化程度，相当于平面上从南到北100公里距离的变化。动物区系和微生物区系也发生相应垂直变化。作为农业生物立地条件和营养源泉的土壤，其垂直分带与植物垂直分带，在大多数情况下更表现出明显的对应变化趋势。

自然生态条件和天然生物资源的垂直分带性，为农业生物种类及其生态生理活性和农业系统类型及其结构的带状布局，提供了坚实的理论依据。

（2）平面异质性 平面即水平方向的延展。平面异质性的质是一种综合属性，也可以理解为某些事物或要素的性质和存在状态。它是通过海拔高度、坡度即坡面陡度、山体形状及地面起伏度、地质和土壤条件、风和降水等众多地质地理要素，相互作用表现出来的综合效应。我们可以把异质性理解为上述因素的函数，表示作 $Y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ，自变量 x_n 越多， Y 的变化越复杂。任何一个自变量的变化都可能导致函数值的改变。这是山地不同于平原而具有明显异质性的本原所在。实践中，人们随处可见，在山区，即使一个不大的范围内，也可能出现许多个各具特色的生态带或小生境，不同生态带和小生境的生态适宜性不同，由此引起其上的农业经济活动的形式和内容、作用和效果的差异，异质性是可以测度的，其测度指标之一就是“生态适宜性”，即自然适合的生物类群和人类的社会经济反应，包括文化方式和特色、社会经济组织形式、生产目标和结构等。

山区平面方向的异质性是引起农业活动的方式和农业系统结构复杂化、功能多样化的根本原因之一。

（3）生态位不饱和性 生态位一词有多种不同的解释。我们从实用的角度出发，用生态位来表达“为生物提供生理生态综合需要的空间”这一概念。这里的生态生理综合需要可被理解为总体生态位（简称生态位），其中的每一个生理生态因子或要素就是这个总体生态

位的一个“维”，可以叫做生态维。

不同生境所蕴含的生物生长发育必需的生理生态要素的种类、性质、显效范围和能力是不相同的。就其总体而言，由于前述两个山地特性协同作用所决定的山区小生境特别发达。因此无论从山区总体上还是单个小生境所具有的总体生态位的维数，显然都比平原多得多。而一定的生物种对生态位的需求在不同区域不同生境差异是不大的。这样，山地与平原相比，对同种（种群或群落）生物而言，就会有生态维的剩余，也就是有一些生态位将不被占据，这就是我们这里所说的生态位不饱和性。事实上，山区的某些生境不仅适宜于多种农作物，也适宜于某些对生态条件要求较严的特种药材，如黄连、虫草、贝母以及某些农业微生物如特种食用菌。通俗地说，山地能容纳或适宜于更多种的生物。

我们还可以从另一个角度来谈生态位不饱和性，即农业活动不仅受自然生态条件限制，也受社会经济条件影响。由于种种自然的和社会经济因素的障碍，使山地农业系统的农业生物种类和农业活动内容并不比平原丰富，如高山旱作种植业和高原牧场那样反而显得更单调。这样，山地就留下了许多生态位空位。

生态位不饱和性为山地农业和山地农业系统的发展保存了巨大的潜力。

（4）生态环境脆弱性 山地生态环境脆弱性的基本涵义有二：一是指山地生物资源对开发活动的承压力低，对破坏性活动后的再生复原力弱；二是山地地质、土壤的抗扰动性差。概而言之，山地生态环境的脆弱性集中表现为山地自然生态系统的脆弱性，又特别突出地表现为土壤—植物系统的脆弱性。在大多数情况下，山地土壤即是坡地土壤。坡地土壤在其下滑势能与雨滴、径流和地质力等的联合作用下，具有很大的侵蚀和石化、沙化、“幼年化”等退化危险性；而谷地和台地、凹地土壤则易遭受斜坡和上游来的碎屑物质、石砾的掩埋，从而使土壤肥力降低、植物立地条件或农业活动条件恶劣。土壤侵蚀和掩埋作用是山地生态环境先天脆弱的集中反映。人类的开发活动如耕作、修路、开渠、垦荒、砍伐木材等稍有不慎或不慎，都将加剧稳定机制本来就脆弱的山地土壤——植物系统的进一步退化，可以说这是山地生态环境后天脆弱的根本原因。

由自然生态环境脆弱性又引出了经济活动支撑系统脆弱性。农业经济活动首先是农业生产活动。建立在脆弱的生态环境背景上的农业生产活动必然是不稳定的。这是山地农业经济活动支撑系统脆弱性的涵义之一。其二，脆弱生态环境上的生产力低下，环境恢复力和生物资源再生力弱，要提高它们，就需要比平原和丘陵区大得多的外部投入特别是资金投入。而依赖于外部投能和投资的经济活动系统肯定也是脆弱的。对于大多数贫穷的山地区而言，通常采取的解决办法或主要途径是强化资源开发。于是“贫穷——环境资源退化——贫穷”的恶性循环就成为山地脆弱性的最好说明。

（5）边际性 边际性有两层含义。其一，山地通常是自然地理区域分异的界线，界就是边，这是边际性的自然的直觉意义。例如，我国的东部季风区、西北干旱区和青藏高原寒区；以及温带、北亚热带、中亚热带和南亚热带，都是由一组或多组山脉连成的山地为界线的。这种界线特征的实质常常表现为自然条件和自然资源的分异起始于这些地区。事实上，不同区域之间的热量、降水量等的等值线，常常沿山脉走向延伸，土壤和动植物资源的类群分化常常以山地为界线。不同的地理生态区（实际上就是上述意义的那些分区），由于自然环境和资源基础的差异和影响，其人类社会经济活体必然形成不同的特色，而同一自然区内的人类活动则总会有相同的特征，由此而使山区自然而然地成为不同类型、不同特征的人类活动的过渡性、转换性的边际地带。这既是山区发展的问题，也是山区发展潜力和机遇所在。

在科技发达、交通不断改善的当代，山区可以全方位吸取经验和引进技术，物质、能量发展自己。

其二，历史上，人类文明的发祥地都在大江大河沿岸及下游地区。山地作为江河流域的分水岭和源地，远离主流、干流和下游低平地，因此常常成为开发较晚、开发程度较低的地区。对于开发较早、经济发达、社会文化方式先进的地区而言，山区同样可被看作是边际区。俗话说，“山高皇帝远”，山区是人们注意力不集中的地区。从经济意义上说，即使在当代全球性的人口和资源矛盾加剧、山区因其开发较晚而成为相对的资源富区，因而可以激起人们对开发山区的激情的情况下，也因其边际性而阻碍了外界的投资倾向和热情。从政治意义说，山区经常是政治斗争的孕育场所，许多农民起义队伍、人民革命组织，乃至土匪和反革命组织都把山地作为根据地或窝点。这对山区农业社会经济活动和农业文化不无影响。有时会成为农业发展的障碍。

(6) 难达性 “难达”指难于到达即难于进入或接近它。这主要是针对外部世界而言的。既然区外人难于进入，也就无法广泛而有效地参与山区的社会经济活动，甚至也难于对山区社会经济活动产生有效的影响。造成难达性的第一性的原因是山区“碎、险、散、远”这种自然属性。碎，指地形破碎起伏分离度大；险，指山地灾害如坍塌、泥石流、滑坡等发生频繁，危险性大；散，指人口稀少居住分散，经济活动分散；远，指远离行政、文化、经济、贸易等中心，即远离城市和市场。这些因素的结合，增加了发展交通和通讯设施的投资，降低了投资效益，从而使山区交通困难、通讯梗塞，严重阻碍了山区内部联系和对外联系。这种意义的难达性又导致了文化意识方面的不易接近性。山区与外界长期分隔的结果，致使山区文化落后，民族和家族意识、宗教和封建意识较为浓厚，对于外界的新事物，无论是科技信息，还是政策，多表现出被动接受势态，而没有建立起主动吸引机制，因此，一些先进的思想和技术就比较难于与山区接近而发生作用。

1.2.3. 山地农业系统的多样性

山地农业系统的多样性，是农业生物群落和农业社会经济活动对上述山地特性的适应性反应之结果。山地既为农业生物生长发育和农业经济生产制造了许多限制因素，又为其提供了多种优越条件和发展机会。山地居民通过世代代的“适应——发展——适应”和“成功——失败——成功”的反复实践和总结，逐渐摸索出一些克服限制因素、利用和发挥有利条件、寻求和把握成功机会，发展起了多种多样的山地农业系统类型或模式及其对应的功能特征和运行机制。当然这是从山区整体上说，也就是从山区区域农业系统的角度说的。假如从基层农业系统如家庭农业系统的角度说，特别是就现状而言，或许不但不“多样”，反而比较单调。

但是，我们所说的“多样性”是一种属性而不仅仅是一种状况或状态。换言之，我们说山地农业系统的多样性，不仅想表达就整体而言的山地农业系统的类型及其所包含的自然和社会经济要素组分比较复杂多样这一状态；由于前述的山地特性和特征，山地不仅有（存在）最原始的刀耕火种农业和游牧业，而且也已经出现了现代化的集约化科学农业；不仅有以维持生存（或生命）为目的的温饱农业，也已经出现了以获取利润（货币或资金）为目的的商品农业（如集约经营的果品和茶叶生产、集约牧场等）；不仅有大农业系统所属各业系统，还有更复杂的多业混合和耦合系统。同时，我们还要强调说明山地农业系统，在结构组分和功能运转上的“趋多样性”。所谓趋多样性是指一种向多样性发展演变的趋向。这种趋向性的动力在于山地的农业发展条件和机会多。

充分认识山地农业系统多样性这一属性,将有助于我们广开思路,运用现代科学技术知识和原理规则,创造和发展多种多样的各具特色的山地农业系统。在这里,我们强调“创造和发展”,是想避免照搬或生搬硬套先期发展起来的外地或平原农业系统模式和实践经验,而要根据山地自身的特性和特征(包括山地区域内的每一个具体地点的具体农业系统内的山地特性),因地制宜地引进、消化外地和平原的经验和技能,在此基础上重点开展创造性的研究工作和开发实践。

1.3. 山地农业系统的研究现状

1.3.1. 山地农业系统研究概况

山地农业系统研究发展很快,要作出一个系统而全面的评述,哪怕是概括性的评述也很难办到。这里我们仅根据联合国大学和国际山地研究会主办的学术刊物以及国际山地综合发展中心有关资料,对山地农业系统研究现状作粗略的介绍。

(1)开展山地农业系统研究的区域 国际上最先集中开展研究的有三个地区。一是欧洲阿尔卑斯山区。这是一个高度发达地区围绕的山区。其研究重点侧重于人类经济活动内容和社会需求的变化,对山地农业系统结构和功能的影响,同时也研究系统稳定性问题及其评价方法等。第二个集中研究区是辛都库什——喜马拉雅山地区。与上一个山地区相反,这是一个极其贫困落后的地区。这个地区的山地农业系统研究起因于人口急增、资源破坏,最后导致山地生态环境退化并殃及下游地区。为解决粮食和燃料缺乏,而着眼于资源保护性土地利用系统研究,是这个地区山地农业系统研究的基本目标和特色。与此同时,政府干预的复林工程以及西方文化影响,对山地农业系统类型转变作用等内容也是正在或已经进行的研究工作之一。第三个集中研究区是南美洲的安第斯山区。这个地区涉及阿根廷、智利、哥伦比亚等国。其研究内容相当广泛。主要的问题是土地利用类型及其社会文化系统的影响与农业系统的发展。

此外,在非洲,山地农业系统研究起步较早的有肯尼亚、埃塞俄比亚、摩洛哥、卢旺达等国家的山地区。亚洲的南朝鲜、日本西南部山地、印度尼西亚、蒙古,大洋洲的新西兰、巴布亚新几内亚等许多国家都已经或正在开展这类研究。而由联合国大学和泰国一些大学研究机构联合在泰国北部山地开展的农林系统研究,可以认为是山地农业系统应用性研究的重要范例。

我国自70年代以来广泛发展的山区立体农业和生态农业,可以说是不以“山地农业系统”名之的山地农业系统研究。特别是对于山地农业的垂直带状产业结构布局、物种的空间多层次立体组合、传统的间套轮作栽培、小流域综合开发以及农业社会——经济——生态复合系统的综合效益研究、农业生产责任制和双层经营制、农村合作基金制等方面的工作,在国际上具有显著特色和重要地位。

(2)山地农业系统研究涉及的主要内容 国际上开展山地农业系统研究的工作内容,几乎涉及人类目前已经认识或觉察到的、与减少外部投入无机能增加生物量生产、提高土地生产率、保护和合理利用山地土地和生物资源、阻止生态环境退化、保持农业持续、稳定、协调发展等问题有关的各个方面、众多领域的工作内容,涉及这些内容的理论探讨和实践探索、总结与推广。归纳起来,主要的内容有:

1)山地农业系统的结构与功能研究 大多是分别着眼于农业生态系统或农业经济系统

的结构和功能开展的研究。也有一些从农业（农村）社会组织和经济管理组织开展研究的。

从农业生态系统的角度看，其结构研究内容主要偏重于土地利用结构和农业生物的空间、时间和食物链结构；其功能研究内容主要是研究解决高效生物量产出的途径，与此相联系的是物质和能量的流动、循环或转化问题。从农业经济系统的角度说，主要研究产业结构、投入产出效益或产投比、资金投入和价值流等。此外，防止水土流失和其它山地灾害、提高可再生资源的更新和恢复能力、人口和资源的协调平衡，发展非农产业等，也属于农业系统结构与功能研究内容。

2) 物质循环与能量传递研究 物质循环既包括农业生态系统内的养分物质（元素）的循环利用过程及特征，也包括农业经济系统或者综合概念的农业系统内的物资（产品、生产资料）的交换和分配。氮循环是研究得最多的一个养分元素循环研究。人们不仅从横向上比较不同类型的系统的氮循环过程和特征，也研究氮循环途径和强度的历史变化。而且不仅涉及农业生态系统各生物组分和自然环境要素间的氮循环，也涉及社会经济要素和科学技术对农业系统氮循环的影响和干扰作用。后者有时还是某特定系统养分循环发生根本性变化的决定性条件。例如，利用石油和煤作能源固定空气中的氮生产化学氮肥，将使某些系统氮循环利用的自然机制减弱。这不但会增强该类农业系统的对外依赖性，从而增大风险性，同时也可能对环境和生物造成某种不利影响。

关于物资的循环，实际上是物资的使用、分配、运输等问题。研究的主要目的在于对物资的合理分配、合理使用、减少运量、增大价值。

对于能量传递的研究包括两个方面：一是如何提高系统的能量转化率、降低能量的无效化散失；二是研究充分有效地利用有机能减少无机能投入。

3) 山地农业系统的稳定性与持续发展研究 系统的稳定是农业系统持续运转，并产生持续高效功能的前提。稳定性研究的内容包括稳定的条件、不稳定的机理、稳定性分类、评价的方法和指标；不稳定因素分析、导致不稳定的关键过程及特征；维持农业系统稳定性的决策措施、作出决策的资料和决策的级别水平的关系等。

持续发展是比稳定性更高层次和更深层含义的课题。除系统的稳定性外，农业的持续发展还必须考虑系统的动态平衡即“协调”。这里的协调不仅指农业系统内外物质和能量的输入——输出关系，也指系统内部各组分、各部门相互关系的协调。其中最主要的协调关系是人与资源和环境的协调、农产品生产与消费的协调。持续发展是当今山地农业研究的一大难题，也是人类不可回避的尖锐问题，因此，是全世界普遍关注并在强化投入的研究课题。我国在这方面已经取得了一些小范围的试点经验和成功范例。但尚缺乏具有普遍性的理论指导。目前这类研究正向纵深发展。

1.3.2. 山地农业系统研究意义

山地农业系统研究正受到人们越来越多的重视。其研究工作有了快速进展，特别是在研究方法上发展更快。目前正由定性描述转向定性和定量的结合，以量定性的阶段；由基本以分析总结现存系统的性状，转向定位实验研究以筛选、培育或设计新型农业系统研究；由单学科、单要素研究，转向多学科、大系统综合研究。并且越来越注重应用计算机模拟技术，以期获得人工控制下的优化农业系统结构和持续、稳定、高效的运转功能。

是什么力量推动山地农业系统研究的发展呢？首先是国际社会经济活动及其随带的文化渗透，对山地传统农业的冲击和影响，特别是山地旅游业的发展和水电、采矿等工业发展对传统农业的挑动和刺激；其次，国际组织特别是联合国教科文组织、粮农组织、环境规划