

农业资源高效利用与管理技术丛书

农业资源高效利用优化 模式与技术集成

▲ 封志明 李 飞 刘爱民/主编



 科学出版社
www.sciencep.com

农业资源高效利用与管理技术丛书

农业资源高效利用优化 模式与技术集成

封志明 李 飞 刘爱民 主编

国家“九五”重点科技攻关成果

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是国家“九五”重点科技攻关成果的总结——《农业资源高效利用与管理技术丛书》之一。全书共 12 章,分上、下两篇。上篇作者分别对区域光热资源、区域作物品种资源、饲料资源、农业水资源、化肥资源等高效利用技术进行了研究;下篇作者分别对华北山前平原、南方红壤丘陵山区、长江三角洲高效利用区、北方农牧过渡地区和西北干旱绿洲区的区域农业资源地区进行了深入的研究,为 21 世纪中国不同类型区农业资源高效利用与可持续发展提供了科学依据和技术支持。

本书对于中国农业加入世界贸易总协定后所面临农业资源利用率低和农业生产成本高的严重挑战具有重要的战略意义和实用价值,可供农业管理人员、农业科技工作者和农业高等院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

农业资源高效利用优化模式与技术集成/封志明等主编. —北京:科学出版社, 2002

(农业资源高效利用与管理技术丛书)

ISBN 7-03-010146-4

I. 农… II. 封… III. ①农业资源-资源利用-中国 IV. F323.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 008925 号

责任编辑:朱海燕 彭胜潮 李增全/责任校对:包志红

责任印制:刘秀平/封面设计:高海英

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2002 年 9 月第一次印刷 印张:19

印数:1—1 500 字数:400 000

定价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

项目编号 96-013

项目名称 农业资源高效利用与管理技术

项目组织部门 中国科学院、农业部、水利部、国家林业局

项目专家委员会

主 任 石玉林

委 员 刘昌明 徐乾清 许越先 胡鞍钢 马晓河
陈建伟

项目总体技术组

组 长 封志明

副组长 李 飞

成 员 鲁 奇 陈百明 叶志华 齐文虎 谢高地
刘爱民

项目成果编辑委员会

主 任 封志明

副主任 李 飞 刘 健

成 员 鲁 奇 陈百明 叶志华 齐文虎 谢高地
刘爱民

《农业资源高效利用优化模式与技术集成》编委会

主 编 封志明 李 飞 刘爱民

编 委 封志明 李 飞 刘爱民 曾江海 樊江文
王德建 田长彦 姚治君 陈同斌

序

农业是国民经济的基础,农业自然资源则是农业乃至人类社会得以生存和发展的物质基础和根本保证。中国农业自然资源绝对量大,人均相对量少,特别是耕地紧张,水资源不足,已成为中国农业持续发展的重要限制性因素。到21世纪20~30年代,中国的人口将达到15亿~16亿人,人均耕地占有量和人均淡水占有量可能较目前分别减少1/4和1/5强,中国的人口与资源矛盾将进一步加剧。一方面,要靠大规模地投入新的资源,尤其是自然资源来缓解这一矛盾是很不现实的。另一方面,中国农业资源利用效率低下,浪费严重。据研究,由于经营粗放,中国平均光能利用率在0.5%以下。土地资源多占少用,耕地每年都以 $270 \times 10^3 \sim 400 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 的速度递减。中国耕地复种指数仅158%左右,可望提高到160%以上,复种指数每增加1%,相当于扩大种植面积 $1.33 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 。由于灌溉技术及管理落后,中国农田灌溉水的有效利用率只有30%~40%,而先进国家已达50%~70%。由于肥料施用比例失调等原因,中国化肥利用率仅36%,氮肥损失率达70%~80%,效益低下,浪费严重。对有限的资源而言,只能提高资源利用效率,走农业资源节约、高效、可持续利用的道路。

农业资源是一个相互联系、彼此依存的耦合系统。只有调节好农业资源系统内部的土-水-肥-气与植物生长的关系,使之处于最佳状态,才能最大限度地挖掘资源系统内在的潜力,充分发挥农业资源效益,减少外部资源的投入,获得少投入高产出的效果,从微观上实现优质、高产、低耗、高效的目标。农业资源的分布具有严格的区域性,不同的资源结构适合于不同的生物生产,选择最适宜地区发展农业生产,才能发挥资源的区域优势,实现资源的区域优化配置,达到宏观上农业资源高效利用的目的。因此,我们必须从宏观与微观两方面研究中国农业资源的高效利用问题。在宏观方面,适应经济体制改革,以社会主义市场经济为导向,从农业资源结构分析入手,着重研究中国不同农业生态区的农业资源优化配置与合理布局,以实现农业生产的区域化、专门化和产业化;同时应用现代科学理论与技术进行中国不同时期的农业资源综合生产能力与人口承载能力的研究,协调人口、资源、环境与发展(PRED)之间的关系。在微观方面,要在宏观指导下,按不同类型区进行以节地、节水、节肥、节粮(节饲)、节本为重点的系统诊断—优化配方—技术组装—科学管理的综合研究,以期探索出一系列不同类型的农业资源高效利用优化模式与工程实施的技术方案;同时,对新技术在农业资源高效利用中的前景与技术政策进行探讨,并研究与此相适应的现代科学管理体系,以使这些成果不仅可以为高层决策、资源管理和资源高效利用提供决策依据,而且可以为基层农业生产提供理论支持和技术支撑,以使中国在资源有限而紧缺的情况下能够满足或基本

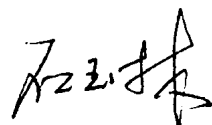
满足人口增长和消费扩张对农、林、畜、禽及水产品的双重需求,以缓解人口、食物和资源的矛盾,实现中国农业的可持续发展。为此,国家科技部在“九五”期间专门立项研究“农业资源高效利用与管理技术”问题。

“农业资源高效利用与管理技术”项目(96-013),包括中国农业资源态势分析、优化配置与合理布局,中国农业资源综合生产能力与人口承载力,不同类型区农业资源高效利用的优化模式与技术体系的集成,农业资源高效利用中的新技术应用前景与政策分析和高效利用农业资源的管理技术5个专题。先后有10多个单位的100多位科技工作者参加了该项研究。经过5年的科技攻关,项目组共完成研究报告40多篇,公开发表论文70多篇,圆满完成了国家攻关任务,于2000年12月27日顺利通过了国家科技部组织的项目验收。

该项研究首先把理论探讨与实际应用相结合,建立了农业资源高效利用评价的理论与方法;构建了可以实际应用的农业资源利用效率评价的指标体系与评价模型;提出了农业生态区划的原则、依据与指标体系;首次编制了中国农业生态区划方案;建立了农业资源高效利用决策支持系统,实际应用于县级农业资源管理部门;提出了农业资源综合生产能力与人口承载能力系统评估的理论与方法,并实际应用于中国研究,取得了一系列合理结论,在农业资源高效利用研究的理论与方法方面取得了一定突破。其次把全国宏观研究与分区研究相结合,系统分析了中国的农业资源态势和发展前景,研究了不同生态区农业资源宏观配置模式,提出了以县为单元的商品粮基地建设构想;综合评估了中国不同时期、不同生态区的农业资源综合生产能力和人口承载能力;相关结论和建议针对性强,对提高中国农业资源综合利用效率具有重要的科学价值。再次把技术创新组合和发展战略研究相结合,研究提出了适宜不同类型区的14种农业资源高效利用优化模式与技术体系集成方案和21项节水、节地、节肥、节粮、节本的高效利用农业资源的技术创新组合方案,有些已得到实地应用,具有一定的推广应用价值;总结提出的充分挖掘耕地和非耕地资源生产潜力、藏粮于土、提高农业资源综合生产能力,以水土资源为核心的农业资源高效利用战略和农业资源高效利用新技术的应用前景与政策建议,对国家和地区进行农业资源高效利用与制定区域可持续发展战略具有参考价值。

为全面反映项目研究成果,总体技术组决定出版《农业资源高效利用与管理技术丛书》。我支持该丛书的出版,一方面希望研究成果能为我国的农业资源高效利用发挥积极作用,另一方面希望项目组同志以此为基础,再接再厉,争取更大的成绩。

中国工程院院士
项目专家委员会主任



2001年3月16日

前 言

建国以来,我国农业建设取得了翻天覆地的巨大变化,向全国提供了大量粮食和其他农副产品,满足不断增长的人口和人民生活水平日益提高的需要,基本上解决了全国 13 亿人口的吃饭穿衣问题。改革开放以来,我国农业生产面貌更是日新月异,目前多种农产品的产量都位居世界前列。但是,我国农业也面临严重挑战:农业资源利用效率低下,浪费严重,经营粗放;在全国多种农产品相对过剩的情况下,农业生产成本过高、市场竞争力弱、农业结构性矛盾突出以及不适应市场经济需要的体制等诸多因素制约了我国农业的可持续发展;我国加入世界贸易总协定后,将还会遇到来自外国农产品的激烈竞争。因此,大力进行农业结构调整,优化资源配置,实现农业资源的高效利用,是加速我国的农业现代化进程的重大举措。

为了促进我国农业资源的高效利用,国家开展了题为“农业资源高效利用与管理技术”的“九五”农业科技攻关项目(96-013)。“不同类型区农业资源高效利用优化模式与技术体系集成”(96-013-01-03)是该项目的第三专题。研究目的是充分利用已有的试验和示范工作基础,在全国宏观研究的基础上,选择对我国农业资源高效利用与持续发展具有重要意义的生态类型区,进行以节地、节水、节肥、节粮为重点的环境识别-系统诊断-模式优化-技术集成的综合研究,以期探索出一整套适合不同类型区农业资源高效利用的优化模式与技术体系集成方案,为 21 世纪中国不同类型区农业资源高效利用与可持续发展提供科学依据和技术支持。

《农业资源高效利用优化模式与技术集成》一书就是这一研究成果的系统总结。全书分上下两篇,共 12 章。第一章为综论;第二至七章属上篇,为专项研究;第八至十二章属下篇,为分区研究。各章的执笔人分别为:第一章封志明,第二章李继由,第三章[许毓英],第四章裴晓菲、黄文秀,第五章姚治君、王秀茹,第六章林忠辉、陈同斌,第七章李季,第八章王智平、胡春胜、曾江海,第九章李飞、刘爱民,第十章王德建、周建民、吕耀、林静慧,第十一章樊江文、梁飏、黄文秀、王淑强,第十二章田长彦、吕昭智、宋郁东、胡明芳。全书由封志明、李飞、刘爱民汇总、修改、定稿。

本书是专题组全体人员五年共同努力的结果。几年的科研合作,专题组的同志们结下了深厚的友谊,通过相互学习、取长补短和精诚团结,保证了专题顺利开展和圆满地完成攻关任务,显示了极其宝贵的大协作精神。本专题由中国科学院地理科学与资源研究所主持,协作单位有中国科学院石家庄农业现代化研究所、中国科学院新疆生态与地理研究所、中国科学院南京土壤研究所、中国农业大学等科研院所,先后约 30 余名科研人员参加了该项研究。中国科学院石家庄农业现代化研究所及栾城试验站为专题的实施提供了多种便利,保证了专题的顺利进行。

本书能得以出版首先应感谢为相关专题提供经费资助的国家科技部农村社会发展司和中国科学院资源环境科学技术局,正是他们对专题研究工作的大力资助和支持,才使本专题得以圆满地完成,并全面实现了“九五”国家农业科技攻关项目——“农业资源高效利用与管理技术”的考核指标。

在本书出版之际,我们特别向项目专家委员会的热心指导表示衷心感谢,尤其是专家委员会主任石玉林院士为本专题付出了大量心血,从本专题的设计、实施到总结等工作均无微不至地关怀和热心地指导,为本专题保质、保量完成国家攻关计划做出了重要贡献。

我们力图在专题研究的基础上,全面系统地总结 5 年的科研成果,系统地反映我国在农业资源开发利用方面取得的成绩,推出行之有效的农业资源高效利用优化模式与配套技术,并希望能及时转化为生产力,以优化资源配置,提高区域农业资源利用效率。愿我们 5 年的劳动成果,能够得到各界的认同并得以在更大范围内推广和应用。若能为中国的农业资源高效利用和区域农业的可持续发展尽自己微薄之力,我们将感到心满意足了。

编著者

2001 年 10 月 20 日

目 录

序

前言

第一章 综论	(1)
第一节 基本思想	(1)
一、关于农业资源及其高效利用	(1)
二、关于农业资源利用效率及其评价指标体系	(2)
三、农业资源利用效率评价的方法及途径	(7)
第二节 研究思路和主要内容	(8)
一、关于环境识别与系统诊断	(9)
二、关于农业资源高效利用的优化模式	(13)
三、关于农业资源高效利用技术体系的集成	(15)
四、模式优化与技术集成辅助专家系统的设计与实现	(18)
第三节 主要研究成果和建议	(23)
一、主要研究成果	(24)
二、重要建议	(29)

上篇 专题研究

第二章 区域光热资源利用率评价及其提高的技术途径	(33)
第一节 光热资源生产力与利用率的计算方法	(33)
一、光热资源生产力的计算方法	(33)
二、光热资源利用率的计算方法	(34)
第二节 光热资源利用率计算结果及评价	(35)
一、实际产量统计	(35)
二、光热资源生产力评价	(36)
三、光热资源利用率评价	(36)
第三节 提高光热资源利用率的技术途径	(37)
一、提高复种面积,挖掘全年增产潜力	(37)
二、提高单产水平,挖掘单产潜力	(38)
三、因地制宜,适区种植	(39)
四、改低产作物为高产作物	(40)
第三章 区域作物品种资源的开发利用及其相关技术	(42)
第一节 我国主要作物品种的演变与利用	(42)
一、水稻的演变与利用	(42)
二、小麦的演变与利用	(43)
三、玉米演变与利用	(43)

第二节 作物品种资源的生产潜力	(43)
一、水稻品种的增产潜力	(43)
二、小麦品种的增产潜力	(44)
三、玉米品种的增产潜力	(45)
第三节 典型区域作物品种资源开发利用与发展策略	(45)
一、南方红壤丘陵山区	(46)
二、长江三角洲地区	(47)
三、华北太行山前平原	(47)
四、北方农牧过渡带	(48)
五、西北干旱绿洲区	(51)
第四章 饲料资源高效转化的指标体系与技术途径	(54)
第一节 饲料资源及其高效利用	(54)
一、饲料与饲料高效利用	(54)
二、关于饲料资源转化效率及其评价	(55)
第二节 饲料转化效率的影响因素及其提高途径	(57)
一、影响饲料转化效率的主要因素	(57)
二、提高饲料转化效率的途径	(58)
第五章 农业水资源高效利用技术体系与区域适宜性	(61)
第一节 农业水资源高效利用的技术体系	(61)
一、关于农业水资源高效利用	(61)
二、农业水资源高效利用的技术体系	(62)
三、农业水资源高效利用综合评价指标体系	(65)
第二节 农业水资源高效利用技术的区域适宜性分析	(66)
一、华北地区农业水资源高效利用技术区域适宜性分析	(67)
二、西北地区农业水资源高效利用技术区域适宜性分析	(68)
第六章 化肥资源高效利用评价指标体系与区域适宜性技术	(70)
第一节 我国化肥利用的现状	(70)
一、化肥施用结构不合理,化肥利用率不高	(70)
二、肥料投入地区之间不平衡	(71)
三、化肥施用引起的环境问题严重	(72)
第二节 化肥资源高效利用评价指标体系	(73)
一、土壤性状的指标体系	(73)
二、化肥施用结构指标	(74)
三、化肥生产效率指标	(75)
四、化肥生产效益评价指标	(76)
第三节 化肥高效施用技术	(77)
一、化肥施用总量的确定	(78)
二、不同生育阶段肥料用量的合理分配	(78)
第四节 化肥资源高效利用的区域适宜性分析	(79)

一、华北太行山前平原地区化肥资源的利用·····	(79)
二、南方红壤丘陵山区化肥资源的利用·····	(80)
三、长江三角洲地区化肥资源的高效利用·····	(81)
四、西北干旱绿洲区化肥资源的利用·····	(82)
第五节 化肥资源区域合理配置·····	(83)
一、化肥资源合理配置原则·····	(83)
二、化肥资源区域合理配置实例·····	(84)
第七章 典型区域保护地蔬菜栽培主要模式及经济效益分析 ·····	(87)
第一节 我国保护地蔬菜空间格局变化·····	(87)
一、基本区域格局·····	(87)
二、设施结构类型·····	(88)
第二节 保护地蔬菜栽培形式的形成因素分析·····	(89)
一、区域气候因素·····	(89)
二、当地经济及设施因素·····	(91)
三、作物生育因素·····	(91)
四、技术因素·····	(92)
五、市场因素·····	(92)
第三节 典型区域保护地蔬菜栽培主要模式·····	(93)
一、华北区·····	(93)
二、东北区·····	(94)
三、南方区·····	(96)
四、西北区·····	(97)
第四节 保护地蔬菜栽培经济效益分析·····	(97)
一、不同保护设施经济效益分析·····	(97)
二、不同保护地蔬菜高效栽培模式经济效益分析·····	(99)

下篇 分区研究

第八章 华北山前平原农业资源高效利用的模式优化与技术体系集成 ·····	(105)
第一节 环境识别与系统诊断·····	(105)
一、农业资源的区域特征·····	(105)
二、作物生产潜力·····	(108)
三、土地利用潜力·····	(110)
四、水资源支持力及利用效率·····	(111)
五、土壤肥力演变与肥料效应·····	(113)
第二节 农业资源高效利用模式与评价·····	(115)
一、栾城县农业结构模式演替·····	(115)
二、小麦-玉米两熟制模式·····	(117)
三、农牧结构模式·····	(127)
第三节 技术体系集成·····	(130)

一、现有技术体系特点	(130)
二、农业资源高效利用技术体系的集成原则和方法	(135)
三、配套技术体系集成方案	(136)
第九章 南方红壤丘陵山区立体农业的优化模式与技术体系集成	(144)
第一节 环境识别	(144)
一、气候资源及其利用	(144)
二、土地资源及其利用	(145)
第二节 农业资源系统分析	(147)
一、立体农业的基本内涵	(147)
二、立体农业的主要模式及结构	(149)
三、农业种植模式的演变	(151)
四、农业资源利用的主要问题	(154)
第三节 农业种植模式比较分析	(155)
一、主要农作物和种植模式的生态适应性分析	(155)
二、农业种植模式的比较分析	(158)
第四节 典型案例——千烟洲立体农业模式分析	(167)
一、千烟洲立体农业的主要模式	(167)
二、千烟洲立体农业模式的效益分析	(169)
第五节 农业资源高效利用技术体系集成	(170)
一、现有农业资源高效利用技术	(170)
二、农业资源高效利用技术体系集成	(172)
三、与双季稻模式相匹配的技术体系集成方案	(179)
第十章 长江三角洲地区农业资源高效利用的优化模式与技术体系集成	(180)
第一节 环境识别与系统分析	(180)
一、气候资源及其光热利用效率	(181)
二、土地利用与土地生产潜力	(182)
三、肥料利用与化肥的生产效率	(184)
四、农业资源利用中存在的主要问题	(186)
第二节 农业资源高效利用模式及效率分析	(189)
一、耕作制度的演变	(189)
二、稻-麦两熟制模式	(190)
三、不同形式的三熟制模式	(193)
第三节 农业资源高效利用的技术体系集成	(199)
一、现有技术体系	(199)
二、与优化模式相配套的技术体系集成方案	(209)
第十一章 北方农牧过渡带农业资源高效利用的优化模式与技术体系的集成	(217)
第一节 农业资源高效利用的环境识别	(217)
一、环境总体特征与评价	(217)
二、农业生态环境适宜性分析	(220)

第二节 农业资源利用的系统分析·····	(222)
一、农业资源利用的能流分析·····	(222)
二、农业资源利用的物流分析·····	(224)
三、农业生产系统的主要问题·····	(226)
第三节 农业资源高效利用的优化模式·····	(227)
一、模式的优化和评价方法·····	(227)
二、现有基本模式的特点·····	(229)
三、现有模式的评价和优选·····	(234)
四、优化模式的建立与综合评价·····	(235)
第四节 与优化模式相配套的技术体系集成·····	(238)
一、典型地区现有技术体系·····	(238)
二、与优化模式相配套的技术体系集成·····	(240)
第十二章 西北干旱绿洲区农业资源高效利用的优化模式与技术体系集成·····	(250)
第一节 环境识别与系统诊断·····	(250)
一、气候资源利用与气候生产潜力·····	(251)
二、区域土地利用与后备土地资源·····	(254)
三、区域水资源与水资源利用效率·····	(255)
四、肥料利用效率分析·····	(258)
第二节 农业资源高效利用模式与评价·····	(260)
一、绿洲农业的演变·····	(260)
二、绿洲农业区域发展模式·····	(261)
三、绿洲农业的生产性模式·····	(266)
第三节 农业高效利用技术体系集成·····	(272)
一、现有的绿洲农业技术体系·····	(273)
二、与优化种植模式相配套的技术体系集成·····	(277)
参考文献·····	(285)

第一章 综 论

“不同类型区农业资源高效利用的优化模式与技术体系集成”(96-013-01-03),是国家“九五”农业科技攻关计划“农业资源高效利用与管理技术”项目(96-013)的第三专题,由中国科学院地理科学与资源研究所主持。参加单位有中国科学院石家庄农业现代化研究所、新疆生态与地理研究所、南京土壤研究所和中国农业大学等。研究目的是充分利用已有的试验和示范工作基础,在全国宏观研究的基础上,选择对我国农业资源高效利用与可持续发展具有重要意义的生态类型区,进行以节地、节水、节肥、节粮为重点的环境识别-系统诊断-模式优化-技术集成的综合研究,以期探索出一整套适合不同类型区农业资源高效利用的优化模式与技术体系集成方案,为 21 世纪中国不同类型区农业资源高效利用与可持续发展提供科学依据和技术支持。本书《农业资源高效利用优化模式与技术集成》就是这一研究成果的总结。

第一节 基本思想

一、关于农业资源及其高效利用

农业资源就是人类从事农业经济活动所利用或可资利用的各种资源。农业资源包括自然资源和社会资源。所谓农业自然资源是指自然界存在的、可作为农业生产原料的物质和能量以及农业生产所必要的环境条件。农业自然资源不同于农业自然条件,后者指自然界为农业生产提供的天然可能性和限制性因素,例如地理位置、地形、气候等。所谓农业社会资源包括社会经济和技术中可用于农业生产的各种因素,主要有劳动力、科学技术与技术装备、信息和管理等。

西方农业生产经济学从微观经济研究出发,把农业资源称作“农业生产资源”(agricultural production resources),认为一切农产品都是由各种生产资源配合而成的,并把资源分为土地(land)、劳动(labor)、资本(capital)和管理(management)四大类,叫做农业生产四大要素。土地是指地球上的一切陆地、水域、空气、阳光、雨水、自然肥力,包括有形的自然物和无形的自然力,土地即自然资源的综合体。劳动是指直接从事生产的人力,包括体力和智力。资本是指一切人类生产之物,如人造雨、人工肥力等人类加工的自然物以及人造的生产资料,如种子、肥料、饲料、机械设备等,统称为生产者的财货(producers goods)或资本财货(capital goods)。而管理则定义为人们组织经营生产的能力,是使土地、劳动和资本三种生产要素赖以结合、生产得以进行的重要因素。随着生产规模和生产社会化的扩大,管理资源将越来越重要。

农业资源内涵与外延广泛考虑到时间,特别是经费的局限性,必须界定有限目标。本专题研究领域界定为以水土资源为核心,考虑气候、生物、肥料与技术等农业资源,以种植

业为主体,考虑林、牧业,主要围绕土地利用与农业结构调整、旱作技术与灌溉用水、土壤肥力与肥料施用、光能利用、耕作制度与复种、生物资源与废弃物资源化、品种资源与关键技术、饲料转化与农牧结合等环节开展农业资源高效利用研究。由于本专题讨论的是农业资源的高效利用问题而不是高效农业。因此首先必须回答什么是农业资源高效利用。

按照项目专家组的诠释,农业资源的高效利用,相对而言是指在同等条件下少投入资源获得同样的产出(节约),或同样投入资源获得更高的产出(高效)。

衡量农业资源高效利用的标准是:节约利用资源,资源利用率高;有效利用资源,资源产出率高;投入少产出多,经济效益高;不造成资源退化、枯竭,可持续利用资源;不污染环境,保持高质量的农业生态环境。

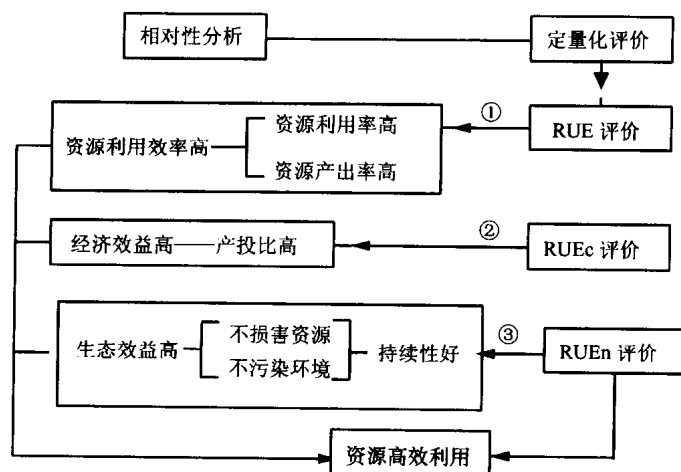


图 1.1 农业资源高效利用示意图

如图 1.1 所示,实际上,农业资源的高效利用是高的资源效益①、经济效益②和生态效益③的三统一。从资源科学研究的角度出发,结合中国资源有限的基本国情,农业资源高效利用的第一含义应是资源利用效率高(或者说资源效益高),其次才是经济效益和生态效益良好。

二、关于农业资源利用效率及其评价指标体系

效率是一个广泛应用的概念。作为热机效率是指有用功的百分比;作为经济学要研究的核心问题,效率则意味着不存在浪费或少浪费,以最低的生产成本,获得最高的收益。经济效率与热机效率不同,采用科学上效率较低的方法,而不采用技术效率较高的方法,在经济学上看来也可能是合理的。从这种意义上讲,农业资源利用效率应是热机效率概念的延伸,经济效益的高低并不总是与资源利用效率的高低相一致的。

1. 农业资源利用效率

广义理解,资源利用效率一般是指资源利用的程度和有效性,至少应包含两层含义,

即:资源利用率与资源产出率。从一定意义上讲,前者反映资源利用的广度,后者反映资源利用的深度。围绕农业资源利用率和产出率的高低,农业资源利用效率可通过一系列效率指标来衡量。区域农业资源利用效率评价以种植业为主体,考虑林、牧业生产等,主要围绕水(天然降水与灌溉用水)、土(土地利用与农业结构、土壤肥力与肥料施用)、气(光热资源与复种潜力)和生(品种资源、生物资源与饲料转化)等环节的单项资源利用效率和资源综合利用效率开展工作。

2. 农业资源利用效率评价指标体系

充分考虑到资料的来源和实现的可能性,筛选出了一套具有意义明确、层次清晰,易于操作的农业资源利用效率评价指标体系(表 1.1)。

表 1.1 农业资源高效利用评价指标体系

指标种类	评价指标及潜力指标		效率指标及持续指标	
	评价指标	潜力指标	资源效率指标	可持续性指标
气候资源	光能利用率(%)	理论光能利用率	光合潜力利用率(%)	
	光热潜力利用率(%)	光热潜力		
	气候资源利用率(%)	气候潜力		
	农业土地利用效率(%)			
土地资源	复种指数(%)	理论复种指数	土地产出率(kg/hm ²)	森林覆盖率(%)
	垦殖率(%)		节地率(%)	
	林地利用率(%)			
水资源	农业水资源利用率(%)		灌溉水产出率(kg/ mm)	地下水下降速度
	水分生产效率(kg/ mm)		节水率(%)	
	灌溉水生产效率(kg/mm)			
土壤肥力	化肥利用率(N,P,K)		土壤养分产投比(氮)	水环境质量指数 土壤养分盈亏量 土壤环境质量指数 施肥水平(kg/ hm ²)
	化肥表观产出率(N,P,K)		节肥率(%)	
	化肥生产效率		化肥边际生产率	
生物资源	作物光热潜力利用率(%)	光热生产潜力	良种普及率(%)	
	牲畜出栏率(%)		秸秆利用率(%)	
	蛋白转化率(%)			
	饲料转化率(%)		料肉比(kg/kg)	
社会资源			投入产出比 劳动生产率	

农业资源单项利用效率评价的主要指标与农业生产潜力的系统分析如图 1.2 所示,农业资源综合利用效率应该是单项资源利用效率的有机合成。其高低可以通过土地产出率(kg/hm²)和光能利用率(%)两项相对综合性指示来衡量,二者反映着农业生产追求的目标,即产量水平的高低。

由图 1.2 可以看出:土地产出率或者说单产的高低在一定程度上反映农业资源利用效率的相对水平,而光能利用率或者说光热生产力则反映着农业资源综合利用效率的绝对水平。

其中各主要指标的定义及计算公式如下。

(1)光合潜力(Y_p)。是指除光以外,所有其他生态条件均适宜,生产条件完全满足

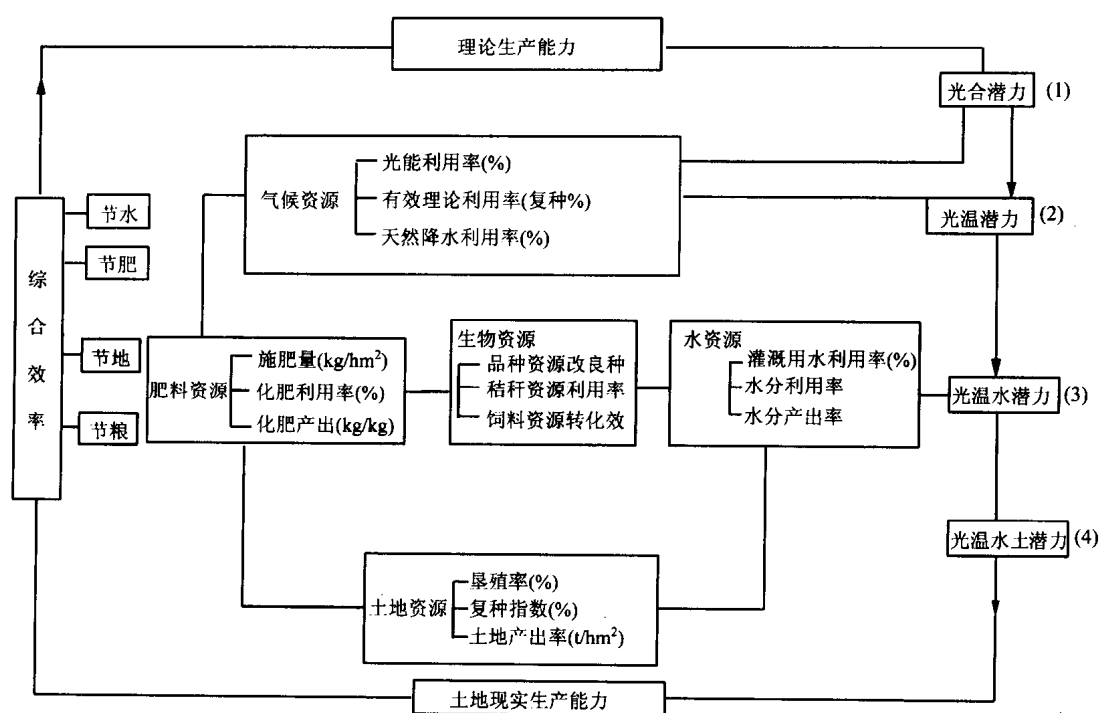


图 1.2 农业资源利用效率与农业生产潜力系统分析(以种植业为例)

时,理想作物群体在当地光照条件下单位面积上所形成的最高产量。

粮食单产的估算方法很多,国内外学者从不同角度做了大量的研究工作。在利用光能利用率估算生产潜力方面概括起来主要有:以竺可桢、汤佩松为代表,利用量子效率等进行估算;以卢米斯(Loomis, 1963)为代表,按光合生产过程和限制因素计算;以威兰斯(Williams, 1970)为代表,利用经济器官形成期的辐射收入计算。

以黄秉维、于沪宁、李继由为代表,从光能利用的角度,估算光能潜力。作者选取用黄秉维院士关于光合潜力的估算方法,这种方法简单明了,易于操作,结果较为保守。

$$Y_p = 0.219 \times Q \quad (1.1)$$

式中: Q 为太阳总辐射 [$J/(cm^2 \cdot \text{年})$], Y_p 为光合潜力 [$(kg/hm^2 \cdot \text{年})$], 0.219 是系数。系数取得的过程如下。

- (a) 为太阳总辐射 [$J/(cm^2 \cdot \text{年})$];
- (b) 太阳总辐射中波长 $0.4 \sim 0.7\mu m$ 的可见光约占 $50\% = (a) \times 50\%$;
- (c) 投射于田间的可见光,有 20% 落在土面上,扣除这部分后 $= (b) \times 0.80$;
- (d) 投射于植物体上的可见光有 10% 落在非光合器官上,扣除后 $= (c) \times 0.90$;
- (e) 投射于植物体上的可见光有 14% 反射掉,扣除后 $= (d) \times 0.86$;
- (f) 太阳辐射中可见光平均每焦耳的量子数为 $4.5\mu mol$,将(e)换算为量子数, $(f) = (e) \times 4.5$;
- (g) 光合的量子需要数为 12,即合成 $1\mu mol$ 的碳水化合物需要 $12\mu mol$ 的光量子,因