

旱作节水农业综合效益评价体系研究

雷波¹, 姜文来²

(1. 国家节水灌溉北京工程技术研究中心, 北京 100044; 2. 中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所, 北京 100081)

摘要: 从旱作节水农业综合效益的基本内涵分析入手, 分析了旱作节水农业的社会效益、经济效益、生态效益及其综合效益, 并以可持续发展理论、生态—经济—社会耦合发展理论和区域局部均衡理论为基础, 初步构建了旱作节水农业综合效益评价理论体系, 包括理论基础、评价模型、指标体系、多目标综合评价方法和评价程序 5 个部分。在此基础上, 重点探讨了评价指标体系的选择和确立, 将指标体系划分为目标层、准则层、准则亚层和指标层 4 个层次, 列出了每个亚层可能包含的基本指标。

关键词: 旱作农业; 节水; 综合效益; 评价

中图分类号: F323.213 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)05-0099-06

我国北方旱区分布在昆仑山脉、秦岭、淮海以北广大地区, 覆盖 17 个省、直辖市、自治区的全部和部分范围, 约占我国土地总面积的 56%, 耕地面积的 51%^[1], 是许多大宗粮食作物和经济作物的重要生产基地, 在我国农业中占据着重要的地位和作用。实现节水高产的农业发展道路是确保我国粮食安全战略、实现农业可持续发展战略以及确保农民增收增收的必然选择^[2]。较为恶劣的自然地理条件加之长期以来奉行掠夺式农业生产方式导致北方旱区的农业面临着诸如水资源短缺、水土流失严重、农业生态环境恶化等许多困境。实现可持续发展条件下的节水高产农业目标必须同时关注这些困境, 换言之, 北方旱区的现实基础要求北方旱作农业必须走资源集约和稳产高产的模式。在现阶段资源集约主要是指水资源的高效利用问题, 而稳产高产则必须立足于地区的自然、气候条件, 寻求适合北方旱区的旱作农业。传统意义上的旱作农业应该泛指在旱农区内进行的农业生产, 这种农业形式主要利用天然降水进行农业生产, 主要位于干旱和半干旱区域。然而, 现在我们所指的旱作农业对传统旱作农业的概念有所延伸和发展, 其主要是指在旱作区通过建立合理的旱作农业结构和采取一系列旱作农业技术, 旨在提高水分和土壤养分的有效性来实现高产稳产和农业可持续发展^[3~4]。无论是采用适合地区特点的旱作农业结构还是采用先进有效的旱作农业技术, 都必须考虑一个问题, 即提高水资源利用的有效性。因此, 旱作农业在提高水资源利用的有效性方面是和节水农业保持一致的。但是, 旱作农业

并不等同于节水农业, 这不仅是因为传统旱作农业生产方式的存在, 还因为在水资源丰富裕的地区也应该推行相应的旱作节水农业生产方式。但是, 从节水这一角度来看, 旱作区的许多旱作农业技术本身也就是一种节水技术, 寻求合理的旱作农业结构和耕作制度也是在推行一种适合的节水型生产和管理方式, 因此, 这就形成了旱作节水农业。旱作节水农业就是在旱作区采用的以旱作节水技术和管理体系为基础的农业生产方式。旱作节水农业是未来我国北方旱作区农业可持续发展的必然选择。旱作节水效益高低决定旱作节水农业成败, 正确评价旱作节水农业效益, 能有效引导区域旱作节水农业发展方向, 促进旱作节水农业生产方式的推广, 指导旱作节水农业技术的研究以及掌控区域农业可持续发展状况。如何对旱作节水农业所产生的效益进行综合评价, 目前, 国内外尚没有成熟的理论和方法, 因此, 开展旱作节水农业综合效益评价研究, 具有重要的理论和实践意义。

1 旱作节水农业综合效益及其评价

1.1 旱作节水农业体系

经过多年的试验、示范和推广, 我国已经形成较为完善的旱作节水农业技术体系, 围绕“提高水分利用效率和生产效益”这一核心, 形成了以工程技术、农艺技术、化控技术和生物技术四大系统为基础的比较完善的旱作节水农业技术体系, 提高了节水、需水工程的利用效率; 改进地面灌溉技术, 发展了微灌、滴灌等多种高效灌溉技术; 发展了高效节水的农

收稿日期: 2006-04-05

基金项目: 国家 863 计划“华北半湿润偏旱井灌区及旱作区节水(山西晋中)综合技术体系集成与示范”(2002-AA-2-Z-43311); 国家公益性项目“中国农业综合生产能力安全及其资源保障研究”(2004DIB4J142)

作者简介: 雷波(1976-), 男, 四川成都人, 工程师, 主要从事水资源经济研究。E-mail: leibo@iwhr.com

艺耕作技术以及各种化学控制节水技术和生物节水技术。

1.2 旱作节水农业综合效益

旱作节水农业的提出是因为水资源危机问题,而旱作节水农业的推行则必须兼顾两个基本目标:节水抗旱和高产。与此同时,在可持续发展条件下,旱作节水农业还必须发挥其作为农业生产的多功能作用。所谓农业功能是指农业产业在一个国家或地区所起的作用^[5~6]。现代农业是一个多功能产业,除了具有生产的经济功能外,同时还具有生态、社会、政治等多方面的非经济功能^[5~6]。节水农业与旱作农业在北方旱区的结合形成旱作节水农业,这一现代农业生产方式也必须承担和发挥农业多功能作用。尤其是在当前北方旱区生态环境恶化、水资源短缺、生产方式粗糙的前提下,实现农业的可持续发展战略只能借助于旱作节水农业节水、高产、低耗的优势发挥农业生产的经济功能、生态功能和社会功能,促进北方旱区经济、社会、环境与人的同步协调发展。旱作节水农业综合效益实际上就是农业多功能在旱作节水农业的推广施行过程中的具体体现,衡量旱作节水农业的综合效益必须考虑其经济功能、生态功能和社会功能给地区和社会所带来的经济效益、生态效益和社会效益及其综合效益。因此,节水和高产只是旱作节水农业最直接的经济目标,或者说是最明显的经济效益体现。按照农业多功能的划分,旱作节水农业的综合效益还包括更为丰富的内涵。

(1) 旱作节水农业经济效益分析

在我国,农业依然具有其基础产业的地位,在国民经济构成中,占据着较高比例。尤其是在北方旱区,农业生产是许多地区的主要经济活动,是地区经济运行和增长的主要动力之一。考虑到北方旱区资源限制因素尤为突出,因此旱作节水农业的经济效益主要包括两个方面,即以节水效益为代表的资源节约效益和以高产为代表的生产效益。节水效益也可以看作旱作节水农业的技术效益,主要指农业水资源利用有效程度,主要通过水资源利用率和利用效率两大指标来衡量。生产效益是指旱作节水农业在旱作区的农业生产具体情况,主要的衡量标准是投入和产出方面的指标。

(2) 旱作节水农业生态效益分析

旱作节水农业的生态效益主要体现在水土保持和生态环境保护两个方面。合理的旱作节水农业可以通过合理的农作制度、节水措施和旱作农艺技术

有效地减少水资源浪费,涵养水源,防止水土流失保护生态环境。并且,节约的水资源可以直接用于区域生态环境建设,有效地促进地区生态环境改善。

(3) 旱作节水农业社会效益分析

从资源消耗来看,旱作节水农业属于资源集约型农业生产类型;从技术投入来看,又属于技术密集型农业类型。旱作节水农业在实现节水高产的目标的同时也通过技术进步、吸纳农村劳动力,促进农村经济增长等方面有效促进地区发展,具有明显的社会效益。

旱作节水农业的推广和施行正是通过高产优产促进农村经济增长、资源节约和保护实现生态环境改善,并最终实现区域社会、经济、环境与人的全面协调发展。因此,旱作节水农业综合效益的内涵是指由于旱作节水农业的推广和实施为地区综合发展所起的促进作用,这些作用主要是通过经济、环境和社会等多个方面的发展和改善而实现的。

1.3 旱作节水农业综合效益评价

评价通常是指借助于一定的理论和方法,采用一定的判定标准,对特定系统进行某种程度的评定^[7]。效益评价则是指用一定的效益评判标准,评价系统的效益高低程度。旱作节水农业综合效益评价是评价旱作节水农业对实施区域的经济增长、环境保护以及社会发展所产生的作用和影响。旱作节水农业综合效益评价不仅评价其经济效益,还包括社会效益和生态效益及其综合问题,是一个多目标综合评价问题。因此,在评价旱作节水农业综合效益时必须坚持以可持续发展理论、生态-经济-社会耦合发展理论和区域发展均衡理论为指导,充分考虑评价区域社会发展目标、经济发展目标和生态环境保护目标等多个方面,做到能够准确地评价旱作节水农业综合效益。综上所述,旱作节水农业综合效益评价是指在可持续发展理论、生态-经济-社会耦合发展理论和区域发展均衡理论的指导下,通过构建合理的评价指标体系,利用多目标综合评价方法来评价区域实施旱作节水农业的综合效益的程度。

2 旱作节水农业综合效益评价体系

根据旱作节水农业综合效益评价的定义我们知道,旱作节水农业综合效益评价体系应该包括五个部分,即理论基础、评价模型、评价指标体系、多目标综合评价方法和评价过程(见图1)。

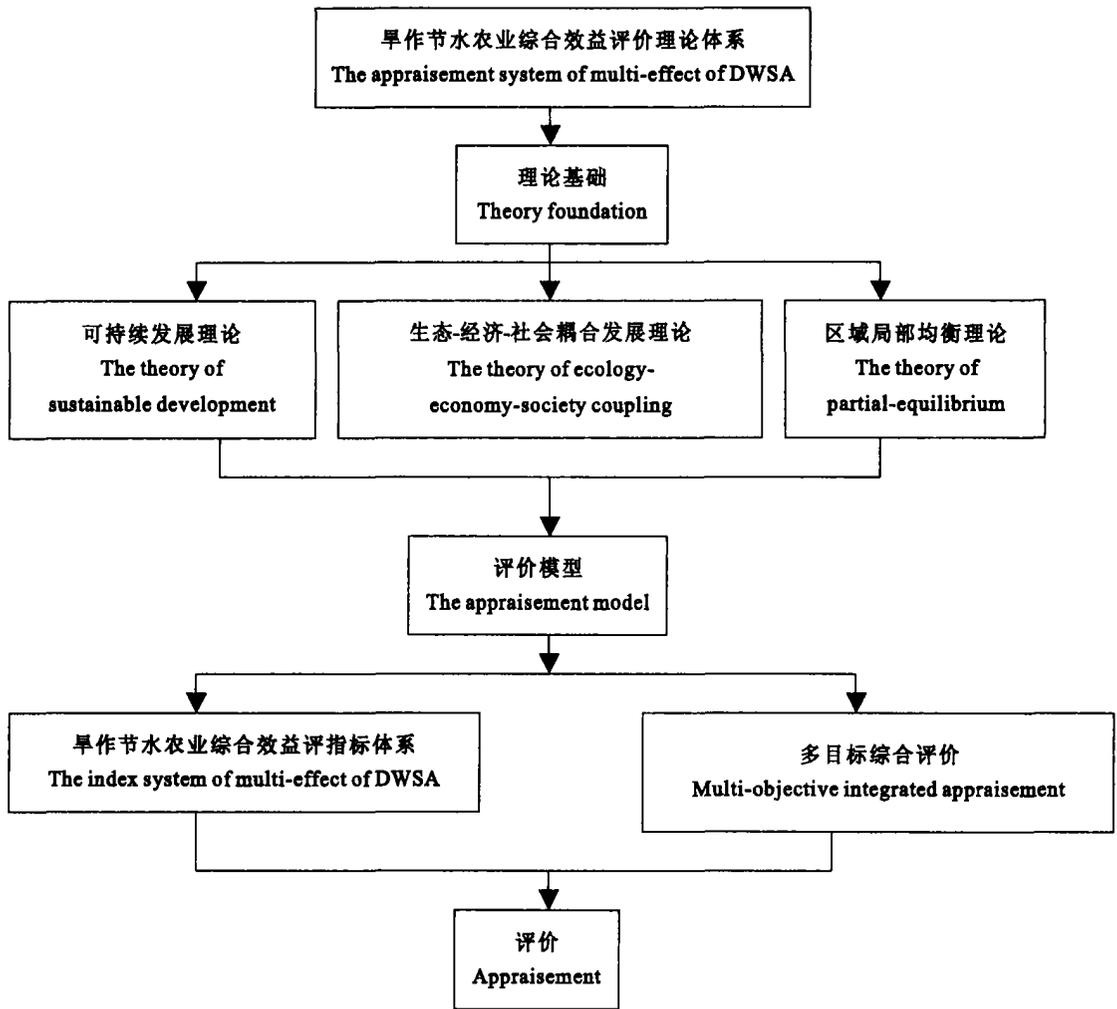


图1 旱作节水农业综合效益评价体系

Fig.1 The appraisal system of multi-effect of DWSA

2.1 旱作节水农业综合效益评价理论模型

旱作节水农业综合效益评价是一个多目标综合评价问题。其评价的基本数学模型可以表述为:

$$R = \sum_{i=1}^3 a_i \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\sum_{k=1}^n a_{jk} R_{jk} \right) \right)$$

式中, a_i , a_{ij} , a_{jk} 分别为准则层、准则亚层和指标层不同指标团或指标的系数; R_{jk} 是指标层指标标准化数值。

2.2 综合效益评价指标体系及其构建

旱作节水农业为旱作区农业生产和社会发展所带来的影响可以通过一些指标的变化来反映。为了准确地反映旱作节水农业对旱作区农业发展的具体影响,需要合理界定和设立符合旱作区实际情况的旱作节水农业效益指标。通过指标体系的构建反映旱作节水农业的经济、社会和生态三大效益,然后利用一定的数学方法对其进行评估以得出旱作节水农业的综合效益。

2.2.1 评价指标体系构建的指导原则 构建合理

的水资源评价指标体系应该遵守以下的原则:

(1) 科学性原则:指标概念必须明确,具有一定的科学内涵,能够较客观地反映旱作节水农业三大效益及其综合的结构关系,并能较好地度量旱作节水农业产生的各种效益,度量和反映旱作节水农业生产方式的特点、问题以及发展趋势;指标选择、数据获取及计算必须有相应的科学原理支撑;指标体系作为一个整体,能够全面地反映旱作节水农业给农村社会、生态和经济发展带来的冲击和问题,指标选择和计算口径一致;指标选择和计算尽量客观合理,避免人为因素的干预,以保证结果的公正、合理。

(2) 可操作性原则,即指标的选择、计算和评价具有可操作性。选择指标必须立足于实际情况,能够获得相应的数据;指标具有可测性和可比性,易于量化,同时避免指标体系过于繁杂。

(3) 针对性原则。反映一个区域内社会、经济和环境状况的指标数目繁多,十分庞大。但并不是

每一指标都和旱作节水农业生产方式相关。既然是衡量旱作节水农业的综合效益, 指标的选择必须与旱作节水农业相关, 即旱作节水农业生产方式的采用会对这一指标的变化产生一定的影响。与旱作节水农业生产方式无关的指标不应选择。

(4) 一致性原则。评价的结果是以数值形式表现, 必然要求存在一个评价标准, 即数值的大或小能够反映旱作节水农业效益的好或坏。因此指标必须具有一致性。即, 指标数值的相同趋势的变化能够反映节水效益。对于变化趋势相反的指标, 应该对其进行一致性处理, 使其变化趋势与评价结果变化趋势相同。

(5) 层次性原则。旱作节水农业效益评价涵盖社会、经济和环境三大效益, 每个效益的衡量指标不同。各个系统不同层次指标的综合评价最终形成一个指标反映水资源效益。因此指标体系的设立必须紧紧围绕着旱作节水农业综合效益评价目的层层展开, 使最后的评价结论正确反映了我们的评价意图。

2.2.2 指标体系构建的程序和方法 依据上述五项基本原则, 旱作节水农业综合效益评价指标体系

的构建一般可以遵循以下几个步骤:

(1) 分析旱作节水农业综合效益的层次体系

从北方旱作区旱作节水农业综合效益评价的总目标出发, 旱作节水农业综合效益可以进一步分解为社会效益、经济效益和生态环境效益, 这三大效益构成评价体系的第二层次。继续分解三大效益, 可以将三大效益进一步划分为不同体系。旱作节水农业综合效益评价指标体系是旱作节水农业综合效益评价的基本框架。构建合理的综合效益评价体系依赖于正确的划分旱作节水农业综合效益层次和准确全面地确定反映旱作节水农业综合效益的具体指标。旱作节水农业综合效益评价体系的基本框架应该明确清晰地反映旱作节水农业对北方旱作区区域发展综合影响的层次性和条理性, 可以基本囊括旱作节水农业综合效益指标。一般而言, 旱作节水农业综合效益应该划分为社会效益、经济效益和生态环境效益三大效益, 其具体指标的确定以这三大效益为标准。按照层次性原则, 将旱作节水农业综合效益评价指标体系分为目标层、准则层、准则亚层和指标层四级层次。其结构如图 2。

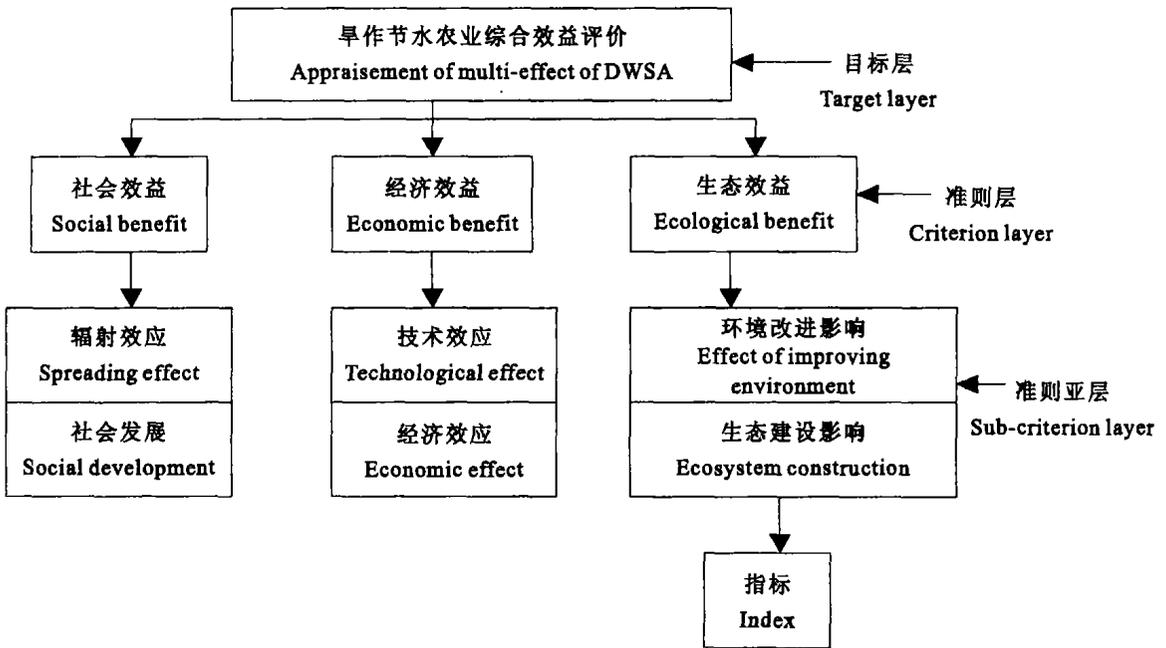


图 2 旱作节水农业综合效益评价指标体系框架

Fig. 2 The index frame of appraisal system of multi-effect of DWSA

(2) 对描述基本层次状态的指标进行“海选”

所谓的“海选”, 就是不受条件限制, 尽可能全面地列出能够描述该层次状态的所有指标, 其目的是为了全方位地考虑问题, 防止重要指标的遗漏。

(3) 初步确立指标体系

初步确立指标体系就是对“海选”的指标群进行初步的筛选, 筛选掉明显不适宜的指标。首先是借助作者和专家的经验 and 专业知识, 分析判断并去除掉明显与所评价问题不相适宜的指标。例如城镇居民人均收入明显不能反映旱作节水农业的效益问

题,可直接剔除。其次是利用理论分析,将相关理论作为衡量指标的一种尺度,将明显不符合该理论的指标删除掉。第三是采用频度统计,通过统计,选用频率较高的指标作为参选指标。经过以上三个步骤,可以筛掉一部分指标,初步确立指标体系。

(4) 确立指标体系

在初步确立指标体系的基础上,对该指标体系

进行最后一次筛选,基本方法是对指标进行独立性分析和主成分分析,其目的是对指标间有交叉重复的指标再次选择和重组,以获得科学合理的评价指标体系。

2.2.3 评价指标体系 通过以上4个步骤,确立了旱作节水农业综合效益评价指标体系。见图3。

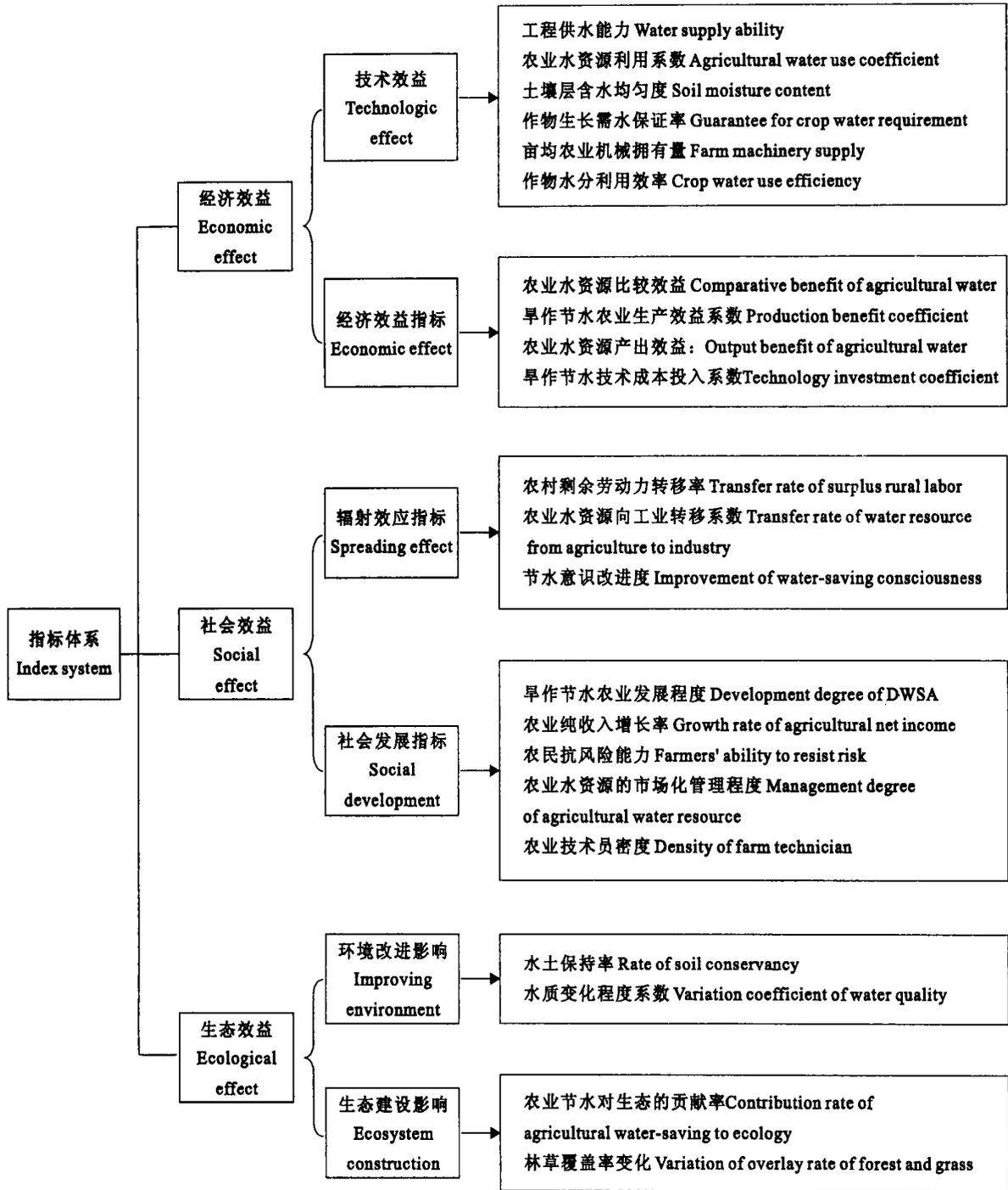


图3 旱作节水农业综合效益评价指标体系

Fig.3 The index system of appraisal system of multi-effect of DWSA

2.3 评价方法

旱作节水农业综合效益评价是个多目标综合评价问题,其评价方法采用多目标综合评价方法。多目标综合评价又称为多变量综合评价方法、多指标综合评估,它是运用于多指标多总体同时进行定量评价和比较的一种方法。在综合评价方法运用的实践中,人们创造了各种不同的综合评价值计算方法(有时也称为各种不同的综合评价方法)。传统方法有打分综合法、排队综合法、综合指数法、功效系数法等。现代方法有主成分分析法、因素分析法、熵值法、模糊评价法、灰色关联分析评价法、层次分析评价法^[7~9]。这些方法有的简单,有的复杂,但都符合综合评价的要求,符合数学和统计运算的要求,都能得到评价总体的综合评价总分值,达到对总体定量评价和分析的目的。综合评价方法的科学性和实用性,使其在我国社会、经济、科技诸方面,在微观和宏观两个层次的评价和分析中得到了广泛的运用。

3 讨论

本文构建的北方旱区旱作节水农业综合效益评价体系只是针对我国北方旱区旱作农业发展做出的

一个粗浅的尝试,评价的对象也仅限于种植业,对农牧业结合发展这一当前及未来旱区农业发展的主要趋势还关注不够。今后,在开展类似的研究时,应该进一步地补充和完善。

参考文献:

- [1] 罗其友,姜文来.旱地农业决策基础研究[M].北京:气象出版社,1998.1-3.
- [2] 雷波,姜文来.旱作节水农业综合效益评价研究进展.灌溉排水学报[J].2004,23(3):65-69.
- [3] 信乃谏.国家十年科技攻关:北方旱地农业研究与开发重大进展[J].科技前沿与学术评论,21(2):49-53.
- [4] 周应华,谢建明.发展旱作节水农业的设想和建议[J].中国农业资源与区划,1999,20(3):5-6.
- [5] 石言波.21世纪我国农业功能定位初探[J].江西农业经济,1999,(1):33-34.
- [6] 陶陶,罗其友.农业的多功能性与农业功能分区[J].中国农业资源与区划,2004,23(1):45-49.
- [7] 张于心,智明光.综合评价指标体系和评价方法[J].北方交通大学学报,1995,19(3):393-400.
- [8] 闫风茹,申玉兰.略论综合评价方法[J].山西统计,2003(1):16-17.
- [9] 苏友华.多指标综合评价理论及方法问题研究[D].厦门:厦门大学,2000.84-111.

Research on appraisal system of multi-effect of dryland water-saving agriculture

LEI Bo¹, JIANG Wen-lai²

(1. National Center for Efficient Irrigation Engineering and Technology Research, Beijing 100044, China;

2. Institute of Agricultural Resources and Agricultural Planning, China Academy of Agricultural Sciences 100081, China)

Abstract: Dryland water-saving agriculture (DWSA) is the inevitable choice to overcome the restriction of shortage of agricultural resources and realize the goal of sustainable agriculture development in North China. It is necessary to construct the appraisal system of multi-effect of DWSA for guiding the development and spreading of DWSA. In accordance with the theory of Sustainable Development, Ecology-Economy-Society Coupling Development, and Partial Equilibrium, this paper primarily constructs the appraisal system of multi-effect of DWSA, including theory foundation, appraisal model, index system, mathematic method and appraisal procedure. Furthermore, it puts emphases on the establishment of index system that is classified into four layers, i.e., target layer, criterion layer, sub-criterion layer, and basic index layer.

Keywords: dry farming; water-saving; multi-effect; appraisalment