

多级参数平衡法在土地利用规划中的应用

段建南

(山西大学黄土高原地理研究所)

提 要

多级参数平衡法,是应用生态学与经济学的理论观点和系统思想方法,以生态、经济和社会三者效益的统一为目标,在规划范围内充分调查研究,收集资料,进行土地利用现状分析与土地资源评价。之后,按农业土地利用系统内部的结构与机能,把土地利用规划中的各种参数归纳成6级,依次逐级求算,多次平衡调整,并用线性规划技术优化求解。最后进行规划方案的综合评价,选择最佳的土地利用方案,提交实施。在实施过程中接受反馈信息,不断修正,最终实现目标。

土地是由气候、地形、地貌、岩石、土壤、植被(生物)和水文条件等自然要素组成的,并深受人类活动影响的自然综合体。在农业生产中,土地、农业生物群体与周围的自然和社会经济因素在人类活动的干预下形成一个相互作用和相互依赖的有机整体,所以土地是农业中最基本的、不可代替的自然资源和生产资料。土地利用规划是在充分了解自然条件和社会经济条件发展规律的基础上,根据土地的自然属性和社会发展的要求,确定土地合理利用方向,建立最佳的土地利用结构,实现现代化农业生产。本文提出一种应用于土地利用规划的多级参数平衡法,并以辽西喀左县后坟村为例,进行了具体应用研究,土地利用规划结果可供与其自然经济条件相类似的地区参考,但作为一种土地利用规划方法则有普遍意义。

一、方法的提出

土地资源的破坏,是目前人类面临的许多挑战之一^[1]。随着世界人口的迅速增长和生产的不断发展,土地资源的紧缺与解决已经紧迫的全球性饥荒以及生活质量问题的矛盾更加突出,因此土地资源的合理开发利用问题已经引起各国的重视^[2,3,4]。我国前一个时期曾在极左思想干扰下,滥垦、滥伐、过牧和乱占、浪费土地严重,土地资源受到破坏,影响了农业生产的发展^[5]。近年来我国开始重视土地资源的研究,先后开展了全国性的土壤普查、土地资源调查、农业区划工作和土地类型、土地评价与土地利用的研究^[6,7]。赵紫阳同志在第五届人民代表大会第四次会议上指出:“我国人口多,耕地少,随着人口的增长,这个矛盾将越来越尖锐,十分珍惜每寸土地,合理利用每寸土地,应该是我国的国策。”土地利用规划是土地研究的实践目的。它从科学利用土地,因地制宜布局生产的角度出发,去寻求各类土地的最佳和最合理利用方向,并以此确定一个区域范围内土地合理利用的格局和该区农林牧业生产的主攻方向。因此,它是土地研究最后的也是最重要的成果^[8]。目前我国的土地规划方法,基本上是采用五十年代从苏联传入我国的,也可以说是凭规划人员的经验和感觉行事的方法。主要存在着缺乏准确系统的基础资料,定量

的概念不清晰,方法原始落后,大多属于静态的,规划与实施脱节,实施缺乏连续性问题。因此,许多土地利用规划方案难以实现,土地利用规划起不到应有的作用。从土地利用规划内容的复杂,目标和因素的多变,要想得到一个切实可行的规划,现行的方法已很不适应我国农业现代化的进程。实际上,土地利用规划所解决的问题是一个系统工程问题。随着社会生产的发展和科学技术的进步,土地利用规划方法应从常规方法向常规方法与新技术应用相结合发展,特别是应用系统工程、遥感技术与电算技术,促进土地利用规划向定量、动态方向发展,使土地利用规划更具有科学性、综合性、预见性和实践性。为此,沈阳农业大学唐耀先教授在研究分析了目前国内外土地利用与土地利用规划的研究成果和发展状况之后,根据我国的国情和生产实际,提出了用于土地利用规划的多级参数平衡法^[9]。

二、多级参数平衡法

多级参数平衡法是应用生态学与经济学的理论观点和系统思想方法,以生态、经济和社会三者效益的统一为目标,在规划范围内充分调查研究,收集资料,进行土地利用现状分析与土地资源评价之后,按农业土地利用系统内部的结构与机能,把土地利用规划中的各种参数归纳成6级,依次逐级求算,多次平衡调整,并应用线性规划技术优化求解。最后进行规划方案的综合评价,选择最佳的土地利用规划方案,提交实施。在实施过程中接受反馈信息,不断修正,最终实现目标。

(一) 基本原则

1、系统思想方法原则,是把规划范围作为以土地为中心的一个系统,应用系统方法来认识和处理土地利用系统,建立合理的土地利用结构。

2、科学性原则,是以土地利用现状分析和土地资源评价为依据,因地制宜合理利用土地。

3、生态、经济和社会三者效益的统一原则,是保护土地,维持良好的生态环境和生态平衡,同时从有限的资源投入获得最大的产出,满足国民经济发展和人民生活提高的需要。

(二) 总体目标

1、按照土地适宜性,在搞好水土保持、保证土地永续利用的基础上,充分合理利用自然和社会经济资源,发挥土地生产潜力,实现良好的生态环境,创造高效益的生态系统。

2、建立最佳的土地利用结构和合理的生产经济结构,实现最大的经济收益。

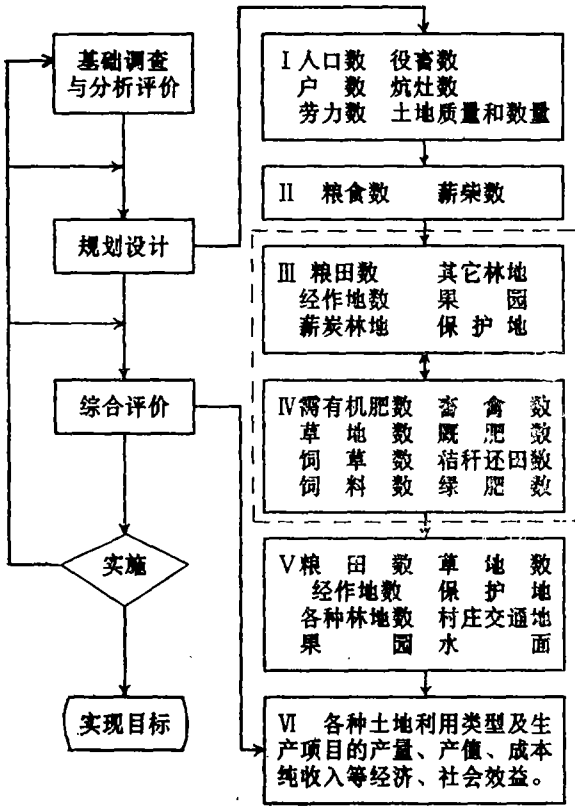
3、满足国民经济建设和人民生活提高的需要。

(三) 方法步骤(见图)

1、基础调查与分析评价。首先,深入细致地进行规划地区的自然、社会和经济情况的调查,广泛收集有关资料,然后进行土地利用现状分析与大比例尺土地资源评价。土地利用现状分析主要包括土地利用结构分析、土地利用经济效果分析与农业生态系统分析。土地评价要从农业生产的要求出发,以土地的适宜性和限制性为依据,综合评价土地的生产力。通过基础调查与分析评价,要求了解土地利用状况和生产水平,掌握土地资源和社会经济特点,找出改善系统结构、提高系统机能的关键途径,提供土地利用规划的科学依据。所以这是本方法的一项关键性的先行工作。

2、规划设计。在基础调查与分析评价基础上,推算Ⅰ级参数,由此求Ⅱ级参数。根据Ⅱ级参数的需要量及分析评价的结果,初步拟出Ⅲ级参数,进而估算Ⅳ级参数。Ⅲ级参数主要解决粮

食与薪柴的需要量，Ⅳ级参数解决饲草与肥料的需要量，Ⅲ、Ⅳ级参数体现了农林牧用地之间物质循环与能量转化的相互关系，所以需要多次平衡调整，其中：可应用线性规划进行计算机模拟，得到不同条件下的最优土地利用结构模型。这个平衡调整的过程，实质上是系统内部结构改善与机能提高的过程，所以这是方法的核心部分。规划设计结果得到Ⅴ级参数，即土地利用结构。



3、综合评价。由于土地的多宜性和土地规划具体目标与参数在一定范围内的可变性，往往规划设计得到的方案不只是一个，因此要对每个方案进行综合评价。又因为规划设计过程主要是从生态学角度加以平衡调整的，所以综合评价主要从经济效益和社会效益两个方面进行计算比较，即对Ⅵ级参数进行计算。由综合评价选出最佳的土地利用规划方案，提交生产单位实施。

4、实施。土地利用规划的实施，既是规划的实现过程，又是对规划的检验过程。所以在规划实施的过程中需要不断地接受土地利用系统中的反馈信息，进行系统内部结构的修正与调整，才能得到合理的土地利用结构，实现规划的总目标。

三、应用研究

本方法于1984—1985年在辽西喀左县后坟村的土地利用规划中进行了具体的应用。

(一) 基本概况。喀左县(全称喀喇沁左翼蒙古族自治县)是辽宁省农业现代化建设基地之一，地处辽宁西部，位于水土流失和干旱等自然灾害严重的朝阳地区中部，属于温带半干旱向暖温带半湿润过渡地带的低山丘陵区。

后坟村位于喀左县中西部，大凌河西支的岸边，现有人口2,164人，土地896.7公顷，每人平均土地0.4公顷，耕地0.17公顷。其地形特点是平地多，坡地较少，在喀左县有一个颇有代表性的“河床——泛滥地——阶地——低山丘陵”地貌类型。地带性土壤为褐土。地下水资源比较丰富，灌溉面积173.7公顷，1984年每人平均收入301元。

(二) 土地利用现状分析与土地资源评价。土地利用现状调查表明，后坟村生产性用地17公顷，占总土地68.8%，其中农林牧用地分别占总土地39.9%、21.1%、7.8%。土地评

价结果(见表1)表明,可利用的I—Ⅶ等土地共584公顷,占总土地65.2%,生产性用地大于可利用土地,说明存在过度利用土地的现象。从土地适宜性分析,农地比例应在20.0—38.3%之间(下限为单宜土地,上限为单宜加多宜土地),林地应在7.1—38.1%之间,牧地也应在6.8—38.1%之间,实际利用现状是农地已超出适宜范围,说明土地利用结构不合理。

表1 后坟村土地资源情况

土地等级	面积(公顷)	占总土地(%)	适宜性	面积(公顷)	占总土地(%)
I	140.3	15.6	宜 农	179.4	20.0
Ⅰ	39.1	4.4			
Ⅱ	76.0	8.5	宜 林	63.5	7.1
Ⅳ	90.3	10.1	宜 牧	61.0	6.8
V	24.4	2.7	宜农林牧	160.8	18.0
Ⅵ	213.9	23.9	宜林牧	116.5	13.0
			宜农牧	2.8	0.3
Ⅶ	261.2	29.1	全不宜	261.2	29.1
合计*	845.2	94.3	合 计	845.2	94.3

* 不包括村庄交通占地51.5公顷

土地利用经济效益分析表明,生产部门产值、费用、投工构成中,种植业约占75—80%,农业生产现状是重视种植业,轻视林牧副业,总的土地利用效益每公顷仅807元。

农田生态系统分析表明,农业生产仍是以有机能投入为主的传统有机农业,投入能量的转化率为2.79%,低于辽宁省的平均水平3.32%,光能利用率仅0.214%。由于农田的粗放经营和大量的秸秆作为燃料,使每年每公顷农田亏缺有机质340.5公斤、氮27.45公斤、磷5.25公斤。

综合以上分析可见,后坟村土地资源比较丰富,适宜性广,生产潜力大,具备发展大农业生产的基础。但由于重农轻林牧副,土地利用结构不协调,致使农业生态系统物质循环不平衡,系统生产力低,土地利用经济效益不高,再加上粗放经营和不合理利用土地,造成水土流失严重,目前已失去利用价值的土地占总土地29.1%。所以,从总体观点和长远利益出发,加强水土保持,营造薪炭林,发展牧草,解决燃料和饲料,扩大林牧业生产,协调好种植业内部粮食和经济作物比例,建立合理的土地利用结构,是后坟村合理利用土地,提高系统机能和生产力的根本途径。

(三) 规划设计。本研究中参数求算所用的原始数据,主要来源于实地调查和测量,并参考当地的有关科研资料和适合当地条件的常用数据。

1、I级参数。以1984年为基数,规划实现年为1990年,人口、户数、劳力数按自然增长法^[10]推算,分别为2,230、557、1,172,役畜规划为100头,炕灶数为557个。土地质量与数量见表1。

2、II级参数。据后坟村的土地资源条件与社会经济状况,假定粮食与薪柴自给,需口粮55.75万公斤,役畜饲料2.33万公斤,薪柴167.1万公斤。

3、III、IV级参数。按II级参数的需要量与分析评价的结果,以土地资源评价图¹为具体依据,参考土地利用现状及土地分布情况进行土地利用配比;即根据土地利用方式和作物生物学特

点与土地的适宜性和限制性进行适宜性调整。具体做法是先把适宜性明确的土地划出来，如Ⅵ等地作为保护地，Ⅰ—Ⅲ等地作为农地，单纯宜林地作为林地，单纯宜牧地作为草地，然后对其它多宜土地根据农林牧之间的关系因地制宜加以配置。通过比配得到初始土地利用结构，见表2。由此平衡计算其它参数，需要有机肥数折算成需补充土壤有机质24万公斤，饲草168.15万公斤，饲料37.33万公斤；畜禽数：役畜100头，牛羊522个牛单位，猪577头，鸡鸭鹅兔共8,448只；各类粪肥可补充土壤有机质24.08万公斤。

表2 初始土地利用结构

利用类型	农 田	林 地	果 园	草 地	保 护 地	其 它
面积 (公顷)	308.4	172.2	42.1	61.3	261.2	51.5
结构 (%)	34.4	19.2	4.7	6.9	29.1	5.7

上述Ⅲ、Ⅳ级参数主要是根据土地适宜性、社会需要和农林牧内部能量转化与物质平衡的要求计算的，总体结构基本上做到了因地制宜相互协调。由于农田内部结构对总体效益关系重大，所以采用线性规划方法进行优化。为了简化计算，先对140.3公顷土壤肥力高、灌溉条件好、适宜高度集约经营的Ⅰ等地，作了具体安排。所以Ⅰ等地可不参加优化。故此，对Ⅱ—Ⅳ等农地设15个变量，根据土地实有量、粮食需要量、投资限制量以及土地适宜性和生态要求设12个约束，以纯收益最大为目标函数建立线性规划模型，见表3。

上述模型中，粮食限定量31.78万公斤是仅考虑口粮、饲粮自给。为了估计后坟村在上述条件下提供商品粮的潜力，将粮食限定量每次增加2.5万公斤，得到4个优化结果，见表4。

根据优化结果，再对林草地和畜牧业结构进行个别调整，得到Ⅴ级参数，即土地利用结构或土地利用规划方案，见表5。

(四) 综合评价。对4个方案进行经济核算，得到Ⅵ级参数，见表6。

比较4个方案：A方案种植业内部粮食作物压缩到了低限，仅满足了后坟村口粮和饲粮的需要，对国家没有粮食贡献。虽然经济效益最高，但对于粮食还不能自给的喀左县，象后坟村这样Ⅰ—Ⅲ等宜农地占总土地28.5%的土地资源，如果不出商品粮，社会效益显然偏低；D方案粮食作物面积比例增加到农田面积的59.1%，每年向国家提供商品粮7万公斤，但经济作物比例下降，经济收益减少近4万元。若把经济作物产品深加工后的经济收益计算上，其经济损失就更大。此方案对经济力量尚薄弱的后坟村，会影响其生产和经济的发展，因而也有缺陷；B和C两个方案介于A、D之间。从喀左县近期内粮食还不能自给的全局着眼，兼顾国家和集体的利益，建议在1990年内实施C方案更为可行。归纳C方案主要有以下优点：

1、土地资源得到充分保护和合理利用，用地结构显著改善。C方案将46.7多公顷有水土流失的坡耕地退耕种草，对261.2公顷Ⅶ等地采取治理和严格保护措施，制止不合理利用土地和水土流失现象，农林牧用地结构由原来5：3：1调整为3：2：1，土地利用结构趋于协调。

2、系统结构合理机能效益高，生态系统开始了良性循环。主要表现在耕地土壤有机质平衡有余，逐步培肥土壤、提高土地生产力。农田光能利用率将由现在的0.214%提高到0.300%，相对提高40.2%。农田产出秸秆的能量与物质由畜牧业生产过程在系统内部转化循环再利用，使整体机能大大提高。豆科植物经营面积达130多公顷，占总土地的15%，增加了系统内部氮素的来源，

表 4

优 化 结 果

方 案			A	B	C	D
粮 食 约 束		万公斤	31.78	34.28	36.78	39.28
可 提 供 商 品 粮		万公斤	0	2.5	5	7.5
I 等 地	玉 米	X ₁	200	200	200	200
	谷 子	X ₂	100	100	100	100
	地 瓜	X ₃	200	200	200	200
II 等 地	谷 子	X ₆	335	488	640	793
	大 豆	X ₇	100	100	100	100
	地 瓜	X ₈	100	100	100	100
	芝 麻	X ₉	485	333	180	27
IV 等 地	谷 子	X ₁₁	640	640	640	640
	地 瓜	X ₁₃	100	100	00	100
	花 生	X ₁₅	100	100	100	100
Max S		元	264,205	253,823	243,510	233,129

水土流失得到控制，减少了系统内物质与能量的无效损失。

3、经济结构合理，经济和社会效益显著提高。C方案的农业经济结构由现在单一的种植业经济转变为种植业与畜牧业并举的农林牧协调的综合经济。农业生产集约度提高，纯收入达173.5万元，为近年平均值的5.1倍；投资效益提高9.7%；土地利用效益每公顷提高到2,827.5元，是现状的3.5倍；种植业内部粮食作物与经济作物面积比为1.26:1，既保证系统内粮食需要和一定量的商品粮，还有较大比例的经济作物面积，促进种植、养殖和加工各业的发展，使自给性生产逐步转变为开放型的商品性生产。到1990年，预计每人平均纯收入仅农林牧3项可达792元，是现在的2.6倍；粮食总产达91.5万公斤，每人平均产粮410公斤，口粮结构中小麦、大豆和谷子可占60%。

四、结 语

本文系统地介绍了土地利用规划的多级参数平衡法，并以辽西喀左县后坎村为例，探讨了方法的具体应用。研究表明，本方法将土地利用规划的科学性与系统性具体化。其中参数明确、程序清晰、简便易行，而且成功地应用了系统工程的理论和方法及电算技术，在土地利用规划向量化、系统化方向发展进程中做出了新的尝试。作为一种新的方法，可望有应用意义，不足之处，敬请专家同行们指教，以便进一步充实完善。

(本文是在沈阳农业大学唐耀先教授、蒋毓衡副教授的悉心指导下完成的，王秋兵同志参加了部分工作，谨此致谢。)

表 5

后坟村土地利用结构

利用类型		A		B		C		D		
		面积 (公顷)	结构 (%)	面积 (公顷)	结构 (%)	面积 (公顷)	结构 (%)	面积 (公顷)	结构 (%)	
耕地		308.4	34.4	308.4	34.4	308.4	34.4	308.4	34.4	
果园		42.1	4.7	42.1	4.7	42.1	4.7	42.1	4.7	
林地	薪炭林	26.0		29.1		32.2		35.9		
	其它林	146.2		143.1		140.0		136.3		
	小计	172.2	19.2	172.2	19.2	172.2	19.2	172.2	19.2	
草地		90.8	10.1	90.8	10.1	90.8	10.1	90.8	10.1	
保护地		205.7	23.0	205.7	23.0	205.7	23.0	205.7	23.0	
村庄交通地		51.5	5.7	51.5	5.7	51.5	5.7	51.5	5.7	
水面		26.0	2.9	26.0	2.9	26.0	2.9	26.0	2.9	
合计		896.7	100.0	896.7	100	896.7	100.0	896.7	100.0	
耕地 内部 结构	粮食 作物	玉米	46.7	15.1	46.7	15.1	46.7	15.1	46.7	15.1
		春麦	26.7	8.7	26.7	8.7	26.7	8.7	26.7	8.7
		谷子	71.7	23.2	81.9	26.5	92.0	29.8	102.2	33.1
		大豆	6.7	2.2	6.7	2.2	6.7	2.2	6.7	2.2
		小计	151.8	49.2	162.0	52.5	172.1	55.8	182.3	59.1
	经济 作物	棉花	53.3	17.3	53.3	17.3	53.3	17.3	53.3	17.3
		花生	13.3	4.3	13.3	4.3	13.3	4.3	13.3	4.3
		土豆	6.6	2.1	6.6	2.1	6.6	2.1	6.6	2.1
		地瓜	26.7	8.7	26.7	8.7	26.7	8.7	26.7	8.7
		芝麻	32.2	10.5	22.0	7.2	11.9	3.9	1.7	0.5
		蔬菜	24.5	7.9	24.5	7.9	24.5	7.9	24.5	7.9
		小计	156.6	50.8	145.4	47.5	136.3	44.2	126.1	40.9
		合计	308.4	100	308.4	100	308.4	100	308.4	100

表 6

后坎村土地利用规划方案经济结构

方 案		种 植 业			林 业	果 树	草 地	养 殖 业	合 计	
		粮 食	经 作	小 计						
A	用 地	公 顷	151.8	156.6	308.4	172.2	42.1	90.8	613.5	
		%	16.9	17.5	34.4	19.2	4.7	10.1	68.4	
	投 资	元	53,423	141,654	195,077	20,115	36,270	3,087	261,357	515,906
		%	10.3	27.5	37.8	3.9	7.0	0.6	50.7	100
	纯 收 入	元	231,010	802,417	1,033,427	196,743	199,718	18,000	314,604	1,762,492
		%	13.1	45.5	58.6	11.2	11.3	1.0	17.9	100
B	用 地	公 顷	162.0	146.4	308.4	172.2	42.1	90.8	613.4	
		%	18.1	16.3	34.4	19.2	4.7	10.1	68.4	
	投 资	元	54,974	140,453	195,427	20,069	36,270	3,087	258,646	513,499
		%	10.7	27.4	38.1	3.9	7.0	0.6	50.4	100
	纯 收 入	元	242,194	780,851	1,023,045	192,189	199,781	18,000	311,373	1,744,325
		%	13.9	44.8	58.7	11.0	11.4	1.0	17.9	100
C	用 地	公 顷	172.1	136.3	308.4	172.2	42.1	90.8	613.4	
		%	19.2	15.2	34.4	19.2	4.7	10.1	68.4	
	投 资	元	56,516	139,255	195,771	20,023	36,270	3,087	263,140	518,291
		%	10.9	26.9	37.8	3.8	7.0	0.6	50.8	100
	纯 收 入	元	253,305	759,427	1,012,732	187,635	199,718	18,000	316,715	1,734,800
		%	14.6	43.8	58.4	10.8	11.5	1.0	18.3	100
D	用 地	公 顷	182.3	126.1	308.4	172.2	42.1	90.8	613.4	
		%	20.3	14.1	34.4	19.2	4.7	10.1	68.4	
	投 资	元	58,067	138,059	196,126	19,967	36,270	3,087	267,634	523,084
		%	11.1	26.4	37.5	3.8	6.9	0.6	51.2	100
	纯 收 入	元	264,489	737,862	1,002,351	182,091	199,718	18,000	322,057	1,724,217
		%	15.3	42.8	58.1	10.6	11.6	1.0	18.7	100

参 考 文 献

- [1] J. S. Kanwar, 肖克谦译: “把土壤资源管理起来——迎接人类面临的挑战”, 《土壤学进展》, 1982年第6期。
- [2] 赵其国、朱显谟: “世界土壤政策会议简况”, 《土壤》, 1981年第4期。
- [3] Frederick R. Troen, et al: "Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection", Printed in the United States of America, 1980.
- [4] Donald A. Davidson: "Soil and Land Use Planning", Printed in Great Britain, 1980.
- [5] 熊毅、赵其国: “合理利用土壤资源在国土整治中的重要意义”, 《土壤》, 1983年第1期。
- [6] 中国科学院自然资源综合考察委员会: 《土地资源研究文集》第1集, 1981年。
- [7] 中国科学院自然资源综合考察委员会: 《土地资源研究文集》第2集, 1983年。
- [8] 申元村: “土地科学研究内容的探讨”, 《自然资源》, 1982年第3期。
- [9] 唐耀先: 《土地资源管理》, 农牧渔业部干部培训班沈阳农业大学专修班教材, 1985年。
- [10] 西北农学院等: 《土地规划学》, 农业出版社, 1982年。

Application of multi-factor balancing system in land use planning

Duan Jiannan

(Geography Institute for Loess Plateau, Shanxi University)

Abstract

The multi-factor system is a method to research land use state and to evaluate soil resources, using the theory of ecology and economy and the systematic thoughts, taking the unity of the benefits of ecology, economy and society as a goal, based on enough investigation and data collection. Then, various kind of factors related to land use planning are divided into six categories, computed in order of grade, balanced in times, and optimized to get solution in linear programming. Secondly, planning programmers are evaluated comprehensively, the optimal land use programmer is chosen and put into use. When used, returning information is gotten, and it is corrected frequently until the final goal is realized.