

宁南山区土地生产力与人口承载量的分析预测

赵养社 陈国良

中国科学院
(水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘 要 土地人口承载力研究是一项涉及区域土地、食物、人口与社会协调发展的、超前的、复杂的生态系统工程,它兼有生态目标与社会目标双重要求,国际上将其归为社会生态范畴,其核心是探寻人与环境相互协调的最佳条件,关键是正确确定合理利用资源的潜力与人口生活质量的科学依据。本文在对宁南山区(固原、海原、西吉、隆德、彭阳、泾源六县)人口增长与土地现实生产力分析的基础上,从农牧潜在生产力估算入手,通过土地资源优化模型的建立和未来人口发展趋势预测,探讨了宁南山区各县在不同投入水平与不同生活水准下的土地人口承载力,及其提高人口承载量和承载质量的基本途径。

关键词 宁南山区 生产潜力 土地人口承载力

Analysis and Calculation on the Productivity and Population Carrying Capacity of the Land Resource in Southern Ningxia Hilly Area

Zhao Yangshe Chen Guoliang

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Science
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract The study of population carrying capacity (PCC) of the land resource is an over over-stepped and complicated ecological system engineering that involves the coordinate development of region, land, food, population and society. It also has requirments of ecology and society targets, and belongs to the soci-ecology category in the nations. Its core is to search the best coordinate condition between people and environment. Its key is to correctly determine potential productivity of reasonably using land resource and scientific foundation of live standard. In this paper, we discussed the PCC of the land under different standard of input and living level, and basic ways raising the quality and quantity of PCC. from the analysis of population increase and the productivity at present in the southrn Ningxia hill area (Guyuan, Haiyuan, Xiji, Longde, Pengyang, Jingyuan), the appraisal of the potential productivity, and through building the model of using land resource and forecasting the tendency of population change.

Key words southern ningxia Hilly area land productivity population carrying capacity

1 引言

当前,世界范围内普遍存在着人口、资源、环境的三大问题,而且三者之间的矛盾随着人口的剧增变得更加突出,由此引起的资源短缺、环境恶化等问题愈发受到注目。在耕地面积不断减少情况下,全球的土地资源生产力能否实现同步增长以满足未来人口对粮食的需求?一个国家的土地资源是否足以使该国未来人口的需求达到自给?一个国家在某一生活水平下到底能养活多少人?这些问题理所当然为有关国际组织和各国政府所瞩目。作为回答这一问题的土地资源承载能力的研究也就应运而生,并且得到迅速发展,目前方法论方面的研究仍在继续。而联合国粮农组织(FAO)已在80年代初期组织力量完成117个发展中国家(不包括中国)土地资源承载力的研究,其结果表明,到本世纪末,如果继续使用传统的耕作方法,发展中国家拥有的全部可垦土地,将只能勉强养活预期人口,其中无法靠本国土地资源供养预期人口的国家将不少于64个。^[1,2]

宁南山区是我国最典型的贫困地区之一。虽然近几年来本区经济发生了较大变化,但温饱问题仍未完全解决。对于未来此区食物前景如何?能否依靠和如何依靠当地自然资源满足当地人口增长对食物的需求等科学问题,即是本文的宗旨,以期当地经济发展提供决策依据和积极途径。

2 研究土地资源人口承载力的基本方法

土地资源承载力的研究是区域土地、粮食、人口与社会发展的系统性工作。从社会学或经济学角度讲,人口承载力(人口容量)是从适度人口理论演变而来,是适度人口思想在区域人口研究的反映。一般指以某一特定方式使某一特定目标达到最大时的人口容量,这一特定目标是社会的,也可以是经济的。从生态角度讲,人口承载量即在不损害生物圈或不耗尽可合理利用的不可更新资源条件下,区域资源在长期稳定的基础上能供养人口的数量。基于此,土地资源承载力是指在未来不同时间尺度上,以预期的技术、经济和社会发展水平及与此相适应的物质生活水准为依据,以合理利用土地为前提,一个国家或地区利用其自身土地资源所能持续稳定供养的人口数量。这一研究广泛涉及到资源、人口以及社会发展变化等各个方面,既包括了自然因素,也包含了社会、经济因素,既着眼于现状,也要考虑未来与发展,是一项综合性研究课题,可概括为土地—人口—社会系统的综合研究。

由于土地人口承载能力研究核心是土地生产潜力,因此在研究宁南山区土地人口承载力时,我们以土地为中心,以“资源—生态—经济科学”和人与资源相协调理论为指导,应用系统工程方法和信息技术,立足于资源可能性和大农业的观点,进行综合动态平衡研究。据此,本文采用的基本方法为:

(1)分析现有资料,确定土地潜在生产力。

(2)根据资源组合方式即结构特点,以及保持水土、保护资源的思想,进行农业结构调整,使农业结构与资源结构趋于合谐,充分发挥资源生产效率。

(3)分析人口增长趋势、食物结构变化、能量的投入水平、投入产出关系,研究预期人口需求量与土地资源承载力。

(4)通过上述层次反馈机制研究,寻求提高土地承载能力的途径和措施,探讨人口适度增长、资源合理利用、环境逐步改善、能源保证供应、经济社会得以持续稳步发展的战略与对策,使研究

结果更具有积极意义。

3 宁南山区自然社经概况与生产力现状

3.1 区域自然社经概况

本文涉及的宁南山区依行政区划为基准,意指宁夏回族自治区固原地区,包括海原、固原、西吉、隆德、彭阳、泾源六县。属于黄土高原丘陵沟壑地区。全区总土地面积 16 783km²(合 167.83 万 hm²),占自治区总土地面积的 32.4%;按 1993 年总人口 172.33 万人计,人均土地面积 0.97hm²,其中川、台、塬、壕等小于 7°的平缓地占 8.17%,大于 15°的坡地占 58.71%,这为农业生产发展提供了广阔多样的土地资源条件。

本区属于温带大陆性季风气候类型。由于六盘山脉的抬升作用和地处大陆,西北水热条件较差。年平均气温 4~8℃,≥10℃积温 1 500~3 600℃,无霜期 100~130 天,年平均降雨量 340~650mm,时空分布不均,60%~70%的雨水集中在 7~9 月。其特点是气候温凉,干旱频繁,光温水匹配不够协调,绝大部分地区为半干旱地区,素有春寒、夏旱、秋雨多之说,故气候生产力较温带地区为低。

全区 1993 年末人口 172.33 万人,其中回族占 46.4%,人口密度 102.7 人/km²。经过 40 多年来的开发和建设,特别是自 1982 年国家实施“三西”重点投资扶贫开发项目以来,生产条件有了较大改善,农业生产水平有一定提高,经济发生了较大变化。1990~1993 年粮食总产平均 32.71 万 t,人均占有粮 235kg;1989 年工农业总产值 26 593 万元,人均纯收入 195 元。但由于自然与经济基础脆弱和愚昧保守传统思想束缚,农业生产始终未摆脱靠天吃饭,其经济发展速度远低于宁夏川区 and 全国平均水平,是全国有名的贫困地区。

3.2 土地类型与利用现状

土地利用类型是人类对土地资源长期开发利用而形成的不同性质和特点的地理景观,具有相对稳定性。据土地利用现状调查(表 1),农林牧占地 90.9%。在耕地中,88%是山坡地,即使川地全部水利化也仅占耕地的 12%,显然旱作地是主要的。全区已无后备土地资源,尤其是耕地资源,尚有部分陡坡耕地需要退耕,因此该区今后的农业生产只能靠提高土地生产力,而不是扩大面积来寻求粮食总产量的稳定增长。

表 1 宁南山区土地利用现状表 (单位:万 hm²,%)

按地形分类				按用途分类				
面积	丘陵地	川台地	土石山地	宜农地	耕地	林地	牧地	其它
167.8	116.1	20.1	31.5	73.5	42.6	26.9	52.2	15.2
100.0	69.2	12.0	18.8	43.8	25.4	16.0	31.1	9.1

注:表中耕地为固原县统计年鉴上册,1982 年普查数为 80 万 hm²

从表 1 可以看出,农林牧各业用地比例为 44:16:31,土地利用结构与本区土地资源和自然环境极不协调,亟待调整。

3.3 土地生产力现状

分析该区历年粮食单产(图 1),土地现实生产力波动性大(变异系数为 28.3%),存在着严重的低而不稳现象。通过单产(Y)对年份(t)的线性回归(回归为:Y = 8.515 + 0.523t, R = 0.499*),可以看出,每年平均增产量仅 7.8kg/hm²,41 年间粮食单产平均仅 669kg/hm²,变动范围介于 277.5kg/hm²(1973 年)与 1173.0kg/hm²(1989 年),极差达 895.5kg/hm²。

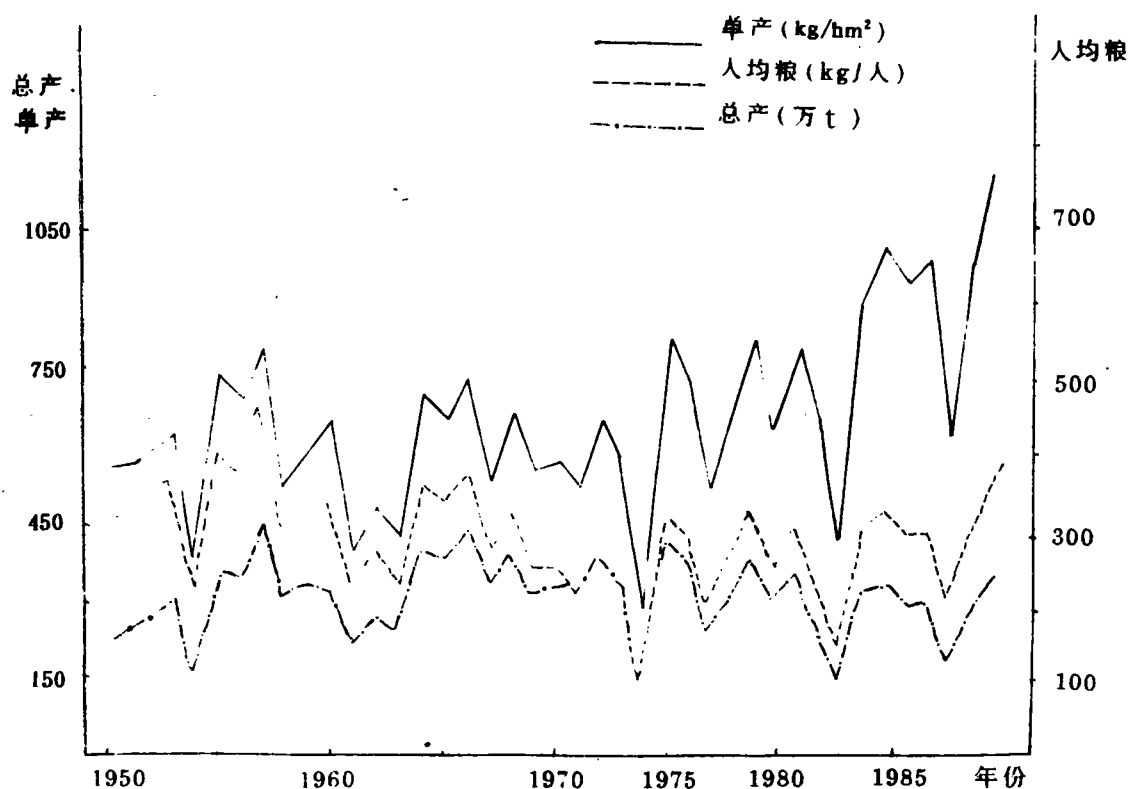


图1 宁南山区历年粮食单产、总产及人均粮变化

鉴于该区自然灾害频繁,产量波动性大,这里我们按气候周期波动的规律,以5年降水周期的粮食单产值作为该时期现实生产力平均量度,以排除偶然性影响,更准确反映生产力现状。经对比分析,结合“‘三西’农业建设投资”开发项目实施(1982年),选定1984~1988年考察现实生产力,通过计算耕地现实周期生产力为 $912.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 。若以勉强维持生计的人均 300kg 粮食计,则 1hm^2 可养活3.04人,而同期宁夏黄灌区 1hm^2 可养活15.5人。若以粮作播种面积 $3.1\times 10^5\sim 4.26\times 10^5\text{hm}^2$ 计,则全区可养活94.04~129.41万人,而1989年全区人口已为158.29万人,就现实周期生产力看只能养活现有人口的59%~82%;若以中等自给水平人均 400kg 粮食计,则仅能养活现有人口的44%~62%,即使是产量最高的1989年(372.341t)也只能养活当年人口的78%,可见现实生产力低下,人口与粮食矛盾突出。

据统计调查,1989年可利用草场面积为 $6.06\times 10^5\text{hm}^2$,加上林地产草和秸秆饲草,估计可利用饲草 $3.78\times 10^8\text{kg}$,若以每一羊单位年食 600kg 饲草计,则全区可负载 6.3×10^5 个羊单位,而1989年实有 2.40×10^6 个羊单位,超载 1.77×10^6 个羊单位。草场现实生产力,特别是天然草场生产力过低,以及农作物秸秆利用率不高,均限制畜牧业的发展规模。

4 土地潜在生产力的估算

4.1 基本思路

根据生理生态理论,作物生产力主要决定于作物本身的遗传特性及其对环境的适应性。也就是必须把作物与环境(气候、土壤等)看成一个不可分割的整体和系统,只有作物与环境能充分协调、适应,环境不断充分地供给作物以物质和能量,才能达到最高产量。在环境系统中,气候条件是不太容易受人为改变的,尤其是光、热这两个因子更难改变。因此,如果植物种类和品种确定后,在其它环境因素满足的条件下,则最高产量决定于太阳辐射能和热量条件,所以光温生产潜力也就是最高气候生产潜力,其它环境条件的改善只能使植物产量接近这个潜力,而极难超过这个产量。据此,我们在估算作物生产潜力时,先计算光合生产潜力,然后逐步进行订正。

4.2 耕地生产潜力

4.2.1 作物光、温、水——气候生产潜力 自60年代以来,国内外研究作物生产潜力的方法不下几十种,本文应用文献[3]提出的旱地作物气候生产潜力方法,求得宁南山区农田气候生产潜力如表2。

表2 宁南山区旱地作物光温水生产潜力 (Y_w)

单位: kg/hm^2

作物种类		春小麦	玉米	谷子	糜子
光能利用率	2%	1470.0	2176.5	1818.0	1650.0
	6%	4411.5	6529.5	5455.5	4845.0
	10%	7351.5	10882.5	9093.0	8286.0

4.2.2 耕地生产潜力 耕地是人类耕作活动与地形、气候、水文及土壤植物的综合产物。与光温水生产潜力相比,耕地生产潜力进一步考虑了灾害、科学技术等因素对产量的影响。灾害对光温水生产潜力衰减的估算是一项较难的工作,江爱良^[37]等讨论灾害等不确定因子对作物生产潜力衰减时,定衰减为10%,即灾害订正系数为90%。

宁南山区干旱、病虫、冰雹、霜冻、风沙和雨涝等灾害俱全,常导致农业减产。据固原地区1949~1989年农业统计资料分析,38年间由于灾害而平均每年减产粮食65334t,平均受灾面积为29.5%,减产率为18.4%。可见灾害等对土地生产力影响是相当大的。考虑到随着社会、科学技术的发展,新的优良品种的应用,管理水平的提高等,会增强作物抵御灾害的能力,故我们假定本区所有不确定因素使光温水生产潜力下降10%,则宁南山区耕地自然生产潜力 Y_n 为:

$$Y_n = 0.90 \times Y_w \quad (1)$$

经计算,不同的光能利用率下耕地生产潜力结果如表3。

表3 宁南山区主要粮食作物耕地生产潜力

kg/hm^2

作物	春小麦			玉米			谷子			糜子		
	2%	6%	10%	2%	6%	10%	2%	6%	10%	2%	6%	10%
旱地	1323.0	3970.5	6618.0	1959.0	5875.5	9792.0	1576.5	4729.5	7882.5	1453.5	4360.5	7267.5
水浇地	2145.0	6433.5	10723.5	2532.0	7744.5	12657.0	2220.0	6658.5	11097.0	1660.5	4980.0	7999.5

4.3 草地生产潜力

4.3.1 牧草生产潜力(1) 天然草地牧草生产潜力本文采用 H·Lieth 和 Box 提出的水热综

合作用蒸散模型^[5]计算:

$$Y_E = 3 \times 10^4 [1 - e^{-0.0009695(E-20)}] \quad (2)$$

式中: $E = \begin{cases} 1.05/[1 + (1.05R/L)^2]^{1/2} & \text{当 } R/L \geq 0.316 \text{ 时} \\ R & \text{当 } R/L < 0.316 \text{ 时} \end{cases}$

Y_E 为牧草气候生产潜力 $[\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})]$, E 为实际蒸散量 (mm) , L 为潜在蒸散量 (mm) , R 为年降水量 (mm) 。计算结果如表 4。

表 4 宁南山区牧草气候生产潜力 单位: $[\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})]$ 年

	固原	海原	西吉	隆德	彭阳	泾源	全区
Y_E	7950.0	7494.0	7443.0	8004.0	7965.0	8706.0	7924.5

进一步考虑到牧草有效利用率,李永宏取 65.7%,我们假定宁南山区天然草场牧草有效利用率为 70%,再加上自然灾害、牲畜践踏、管理水平等的影响,使天然草场生产潜力下降 45%,则结果如表 5。

表 5 宁南山区天然草场牧草生产潜力 单位: $[\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})]$

	固原	海原	西吉	隆德	彭阳	泾源	全区
Y_E	4372.5	4122.0	4093.5	440.5	4372.5	4788.0	4359.5

(2) 人工草地牧草生产潜力人工草地由于人为参与较多,其牧草生产力较天然草场的生产力高,加之科学管理,人工草地的牧草利用率也高,这里假定各种不利因子使其生产潜力仅下降 15%,则人工草地牧草生产潜力计算结果见表 6。

表 6 宁南山区人工牧草生产潜力 单位: $[\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})]$ 年

	固原	海原	西吉	隆德	彭阳	泾源	全区
Y_E	6750.0	6370.5	4327.0	6805.5	6757.5	7399.5	6736.5

4.3.2 草场第二性生产力 草场第二性生产力是指一定时间内,单位面积草地所能生产的畜产品,包括所有植食性动物的生产。在畜牧业草地生态系统中,主要研究家畜生产,其决定于草地的第一性生产(更确切的说,是草地所提供的可利用牧草资源量),以及管理经营家畜生产的水平。对人类利用而言,较高的载畜量并不意味着有较高的畜产能力。因草地的畜产能力主要由其生产的皮毛、奶、肉等产品来衡量,这里仅探讨肉产品的生产能力。

李永宏等^[6,7]在研究内蒙古白音锡勒牧场草地人口承载力时应用下式计算草场第二性生产潜力:

$$Pa = [K \cdot r \cdot Pg - (R + Fu)N \cdot T \cdot W] \cdot C^{-1} \quad (3)$$

式中, Pa 为草地的第二性生产潜力,即家畜生产潜力 (kg/hm^2) ; Pg 为草地第一性生产潜力 (kg/hm^2) ; r 为家畜对牧草的摄取率; K 为食入牧草的热值 (kJ/kg) ; R 为家畜呼吸消耗的能量 $(\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1})$; Fu 为家畜排出尿、尿和甲烷中的能量 $(\text{kJ} \cdot \text{kg} \cdot \text{d}^{-1})$; N 为在 T 时间内,草场上的家畜密度 $(\text{heads}/\text{hm}^2)$; T 为放牧时间 (d) ; W 为家畜平均体重 (kg/head) ; C 为 1kg 畜产品折合的能量数 $(17.79 \times 10^3 \text{kJ}/\text{kg})$ 。上式考虑比较周全,但有部分参数难于获得,为了计算上的方便,我们用植食性动物对饲草的转化率来衡量。转化率与投入多少、管理水平有关。赫钦逊等(1974)认为植物群落固定的能量大约有 10% ~ 20% 转化为植食性动物。在一些发达国家,转化率可达 10%,甚至 15% ~ 16%,我国目前转化率仅 0.5% ~ 1%,高投入水平下,转化率为 10%。

若以出栏率为 33.5%, 每个羊单位体重 12kg 计, 则宁南山区单位面积年出栏羊单位见表 7。

表 7 宁南山区草地不同投入水平下第二性生产力

饲草转化率投入水平	1% (低)		5% (中)		10% (高)	
草地类型	天然草场	人工草地	天然草场	人工草地	天然草场	人工草地
畜产品 (kg/hm ²)	43.59	67.37	216.30	336.75	435.90	473.65
出栏羊单位 (heads/hm ²)	1.22	1.86	6.09	9.41	12.17	18.80

5 人口承载力估算中几个问题的设定

5.1 人口发展的科学预测

宁南山区 1949 年总人口为 44.94 万人, 到 1990 年人口已达 162.35 万人, 42 年间平均人口自然增长率为 30.14%, 其间增长速度相差很大, 在综合分析该区各县人口历史过程基础上, 以 1949 ~ 1990 年人口数为样本, 采用 GM(1, 1) 灰色模型, 对该区未来人口发展趋势进行预测, 其预测模型如表 8。

表 8 宁南山区人口预测模型及分析表

人口预测模型		C	P	S
固原 海原 西吉 隆德 彭阳 泾源 全 区	$X^1(t+1) = 20770.78e^{0.018875t} - 2033.01$	0.20	1.0	0.73
	$X^1(t+1) = 8555.23e^{0.028019t} - 831.79$	0.03	1.0	0.78
	$X^1(t+1) = 1029.298e^{0.024584t} - 118.07$	0.03	1.0	0.72
	$X^1(t+1) = 914.0760e^{0.015854t} - 900.360$	0.07	1.0	0.70
	$X^1(t+1) = 815.3841e^{0.022145t} - 797.628$	0.17	1.0	0.69
	$X^1(t+1) = 456.7404e^{0.017481t} - 448.842$	0.08	1.0	0.66
$X^1(t+1) = 6919.232e^{0.020098t} - 6781.35$		0.15	1.0	0.76

* 根据方差检验方式规定, $P > 0.95, C < 0.35$ 模型为一级, 表中检验结果说明, 本表模型属一级, 精度较高。

按表中全区人口模型进行计算值与实际值检验 (表 9)。

表 9 宁南山区 1983 - 1990 年人口预测值与实际值比较

年 份	预测值 (万人)	实际值 (万人)	误 差 (%)	年 份	预测值 (万人)	实际值 (万人)	误 差 (%)
1983	137.49	137.49	0.00	1987	151.59	151.10	0.32
1984	142.59	146.06	2.37	1988	154.7	154.7	-0.001
1985	145.56	143.42	-1.46	1989	157.90	158.28	0.24
1986	148.52	146.4	-1.44	1990	161.1	162.06	0.56

从表 9 可以看出, 最大相对误差 2.37%, 最小相对误差 0.001%, 精度较高, 可以用作决策和规划的依据。

按表 8 中模型预测, 各时期人口数结果见表 10。

表 10 宁南山区未来人口预测 (单位: 万人)

年 份	固 原	海 源	西 吉	隆 德	彭 阳	泾 阳	全 区
1995	47.76	34.99	42.49	19.60	24.35	10.10	178.46
2000	52.42	40.25	48.04	21.13	27.20	11.03	197.62
2005	57.53	46.30	54.32	22.78	30.38	12.04	218.80
2010	63.14	53.27	61.43	24.56	33.94	13.14	242.34
2015	69.30	61.28	69.46	26.48	37.92	14.34	268.36
2020	76.07	70.49	78.55	28.56	42.35	15.65	297.18
2025	83.49	81.01	88.83	30.79	47.32	17.07	329.09
2030	91.93	93.30	100.04	33.19	48.38	18.63	364.42
2035	100.57	107.32	113.58	35.79	59.04	20.34	403.55
2040	110.38	123.46	128.44	38.59	65.96	22.20	446.88
2045	121.15	142.03	145.24	41.61	73.68	24.22	547.95
2050	132.97	163.39	164.24	44.86	82.31	26.44	614.21

5.2 生活标准的确定

生活标准是在一定社会条件下,维持人类生活所需的物质资料和精神环境,其中最基本的是维持每人每日生活所需的食物质量。因此,生活标准可用以下两种指标:(1)以实际食物消耗量为指标;(2)以热量—蛋白质量为指标。

以热量—蛋白质量为指标,是营养学界常用的方法。他们定义人的营养需要是维持机体正常生理功能所必需的最低基本物质质量和能量。中国中长期食物发展战略研究组,根据我国实际情况,对我国人民膳食营养与主要食物消费需求作出了划分标准^[8],本文拟采用此标准,以热量—蛋白质来衡量人口承载力。其标准为:

(1)温饱阶段(1991年以前),全国按人均主要食物需求量为:粮食 350kg,肉类 18.25kg,蛋类 5.8kg,奶类 9kg,植物油 9kg,合每人每日摄入热量 1 0664kJ,蛋白质 64g,脂肪 58g。

(2)温饱型向小康型过渡阶段(1992~1995年)(宽裕型)。人均粮 380kg 左右,肉类 21.5kg,蛋类 8kg,奶类 7kg,植物油 6.5kg,合每人每日摄入热量 1 1020kJ,蛋白质 68g,脂肪 64 克。

(3)温饱型向小康型过渡末期阶段(1996~2000年)(小康型)。人均粮 400kg,肉类 29kg,蛋类 14kg,奶类 9kg,植物油 9kg,合每人每日摄入热量 1 1301kJ 蛋白质 71g,脂肪 68g。

(4)小康型向富裕型过渡阶段(2001~2020年)(富裕型)。人均粮 450kg,肉类 34kg,蛋类 21kg,奶类 18kg,植物油 10kg,合每人每日摄入热量 1 1706kj,蛋白质 77g,脂肪 83g。

依上述确定的生活标准可见表 11。

表 11 宁南山区生活水准指标

	I 级 (温饱型)	II 级 (宽裕型)	III 级 (小康型)	IV 级 (富裕型)
热量(kJ)	10664	11020	11301	11706
动物性比重(%)	11.4	13.1	14.4	17
蛋白质(g)	64	68	71	77
动物性比重(%)	14.3	18.5	21.7	27.2
脂肪(g)	58	64	68	83
动物性比重(%)	47.4	40.0	48.9	58.1

表 12 宁南山区不同投入水平下的土地生产力 单位:kg/hm²)

投入水平	耕作类型	生产力水平	春小麦	玉米	谷子	糜子
低投入 (实际生产力)	旱地	计算值	1470	2176.5	1818.0	1650.0
		大田平均	1230	4335.0	660.0	585.0
中投入 (现实生产潜力)	旱地	计算值	4411.5	6529.5	5455.5	4845.0
		高产典型	5520.0	5130.0	4920.0	3853.5
	水浇地	计算值	7149.0	8436.0	7398.0	5533.5
		高产典型	7830.0	8250.0	6049.5	—
高投入(理论生产潜力)	旱地 水浇地		7351.5	10882.5	9093.0	8250.0
			11914.5	14059.5	12328.5	9276.0

* 表中高产典型资料由固原地区农科所提供,其中玉米实际产量为地膜覆盖栽培法获得。

5.3 土地投入水平的确定

不同投入水平会有不同生产力,联合国粮农组织在发展中国家土地资源潜在人口承载能力研究中确定了低、中、高三种投入水平,并以此为根据分别计算土地生产力,唯一不足的是仅定性说明,没有定量,难以为生产实际应用。考虑所讨论地区的实际和生活水准,我们以三种不同投入(三个阶段)下的土地生产力,即实际生产力(2% 光能利用率),现实生产潜力(6%光能利用率),

理论生产潜力(10% 光能利用率)来估算宁南山区土地人口承载量,并为了便于决策部门应用给予量化。表12表13分别列出了不同投入水平下土地生产力及投入指标。

表13 宁南山区生产投入指标

	低 投 入	中 投 入	高 投 入
化肥用量(kg/hm ²)	67.5	168.0	256.5
资金投入(元/hm ²)	2250	3300	3300.0
使用技术	本地栽培品种,部分改良品种,不进行或很少进行的病虫害及杂草的化学防治,休闲期长,无长期的土壤保持措施。	改良的栽培品种,简单推广一揽子农业技术措施包括病虫害的化学防治,有一定的休闲期,某些长期水土保持措施。	高光效品种,最适化肥用量,先进农业技术措施,最短休闲期,完全土壤保持措施。

表13投入指标中,化肥量指N、P纯量之和,其比例为1:0.5~0.7;资金投入主要指基本农田建设费用,包括坡地改梯田,旱地变水浇地等的投资。按现有水平的投资计,坡改梯为2250元/hm²,旱地改水浇地为7500元/hm²。

6 土地总体利用结构与人口承载量模型

6.1 土地资源状况与等级

中科院黄考队对宁南山区土地资源评价表明,全区可利用土地面积153.27万hm²,占总土地面积的91.16%,而1989年土地利用率达90.93%,几乎等于全区可利用土地面积,说明目前可利用土地已基本用尽。从土地适宜性分析看,农地应在25.11%~57.64%之间(指占总土地面积的百分数,下限为单宜土地,上限为多宜土地,下同),草地在29.36%~50%之间,林地在12%~41.36%之间。

6.2 土地利用总体结构优化模型

在人口较多的宁南山区,考虑到社会需求和商品经济发展,农业生产的战略方向只能是发展自给性农业(粮食)、商品性畜牧业和保护性林业。应该强调,在人口持续增长,人粮矛盾突出的今天,保证农业生产的稳步发展是首要任务。基于上述方向,我们在进行宁南山区土地利用总体结构设计时,采用农业系统工程与生态学理论和方法,选择在资源配置方面已比较成熟和广为应用的线性规划方法,用以推求不同投入下满足生态经济多目标要求的优化用地结构的模型,结果如表14。

6.3 农田种植结构优化模型

为了获得最大量的食物(指粮油),有一个合理的农田结构(作物布局)是必须的。

在优化农用地利用结构时,我们选择适应当地气候特点的作物,考虑市场需求、作物的丰产性能、倒茬轮作、培肥地力、群众生活习惯和国家计划等自然和社会因素的影响,用线性规划法对作物布局进行优化处理,结果如表15。

表14 宁南山区不同投入下农林牧用地结构 (单位:万hm²)

利用方式		低 投 入		中 投 入		高 投 入	
		面积	%	面积	%	面积	%
农用地 草地 林地 小计	水浇地	3.20	2.6	5.90	4.5	5.90	4.5
	旱地	39.67	32.6	36.77	30.32	36.79	30.32
	人工	8.89	7.4	13.35	11.0	21.36	17.6
	天然	44.51	36.8	40.05	33.0	32.00	26.49
	地计	25.12	20.7	25.12	20.7	25.12	20.7
		121.20	100	121.20	100	121.20	100

表 15 宁南山区不同投入条件作物种植结构(%)与面积 (单位:万 hm²)

地 类	旱 地						水 地					
	低投入		中投入		高投入		低投入		中投入		高投入	
投入水平	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%	面积	%
春小麦	18.22	46.17	16.29	44.32	15.62	44.77	2.96	92.55	5.34	90.49	5.27	89.5
玉米	0.53	1.35	0.99	2.70	1.89	5.42	0.24	7.45	0.56	9.51	0.62	10.5
谷子	6.37	16.16	5.64	15.34	3.08	8.84						
马铃薯	2.92	7.39	4.08	11.08	3.89	11.16						
豆类	3.95	10.00	3.68	10.01	3.49	10.00						
胡麻	5.09	12.90	3.66	9.96	4.19	12.02						
其它	2.38	6.03	2.42	6.58	2.72	7.81						

6.4 人口承载力模型

根据前述已得的优化土地利用结构,可计算出区域土地总生产潜力。按三种投入水平计算,其公式为:

$$Y = Y_1S_1 + Y_2S_2 + \dots + Y_nS_n$$

式中 Y 为一定区域食物生产总量; Y_n 、 S_n 分别为不同土地作物产量或畜产品量及相应的用地面积。计算结果见表 16。

表 16 宁南山区不同投入水平下的食物总量 (单位:万 t)

投入水平		低投入	中投入	高投入
畜产品	天然草地	1.89	8.51	14.09
	人工草地	0.59	4.37	14.56
	合计	2.48	12.88	28.65
农产品	小麦	38.94	94.87	154.11
	玉米	4.24	10.18	26.49
	谷子	9.85	25.73	23.35
品	马铃薯	9.29	30.52	41.96
	豌豆	2.77	8.27	13.08
	油料	3.60	8.45	13.33
	合计	68.69	178.02	272.32

表 17 宁南山区不同投入水平土地生产总能量与营养物质

投入水平	低投入	中投入	高投入
总热量(10 ⁶ kJ)	250.59	706.77	1116.97
动物性量(10 ⁶ kJ)	7.59	31.30	87.76
总蛋白质(10 ⁴ t)	16.99	47.13	75.41
动物性量(10 ⁴ t)	0.65	3.41	7.58
总脂肪量(10 ⁴ t)	8.63	26.23	38.58
动物性热量(10 ⁴ t)	1.70	8.85	19.68

在求得区域每一种作物生产量和畜产品量后,依营养学家所确定的每种作物所含能量及总营养量,给出区域生产物质所含总能量及营养物质(表 17),再依生活水准的热量——蛋白质综合指标,按最小因子律取二者最小值,便可估算出不同投入水平下区域人口承载力(表 18)。

7 承载力模型解析及提高人口承载量的对策

7.1 承载力模型解析

(1) 在近期低投入情况下(1991~1995年),若宁南山区能够合理利用土地资源,维持温饱型生活水准,区域可供养 178.53 万人,按预测 1995 年时总人口达 178.46 万人,也就是说,如果本区能将有限资金用于农田建设与肥料投入,并调整土地利用结构,在低投入水平下便可解决温

饱问题。但到2000年时若还维持低投入生产水平,则严重的食物缺乏问题就会重新出现(2000年时人口达197.62万人)。

(2) 通常,生产仅能维持中投入水平,也就是土地生产力达到可实现的生产潜力。若按此生产水平,维持第Ⅰ级生活水准(温饱型),可供养523.71万人,按前述人口预测,到2050年(人口548.01万人)达到人口饱和状态,若维持第Ⅰ级生活水准,最大人口承载量为436.34万人,维持第Ⅲ级生活水准,承载人口349.10万人。相应,人口饱和期也提前到2039年和2028年。

(3) 在高投入下,土地生产力达到理论生产潜力,若维持第Ⅳ级生活水准,可供养507.957万人(2043年达到)。

表18 宁南山区不同投入水平土地人口承载量 (单位:万人)

投入水平		低投入	中投入	高投入
生活水平	Ⅰ级	178.53	523.71	889.07
	Ⅱ级	152.58	436.34	740.78
	Ⅲ级		349.10	592.67
	Ⅳ级		299.13	507.97

7.2 提高人口承载量的基本对策

研究区域土地人口承载能力的目标不只是指出当地在某一生活水准下可供养人口的多少,而是要从研究中寻找问题,发现问题,从而寻求解决问题的途径。具体地讲就是如何充分合理的利用当地资源,获得区域(系统)最大生产能力,以提高区域人口承载量及承载质量,使人口、资源、环境得到协调发展。因此,提高本区土地人口承载量的基本途径是:

- (1) 制定土地利用总体规划,合理安排各项用地,确保耕地面积;
- (2) 修好、种好基本农田,大力发展雨水集流农业,扩大节水灌溉面积;
- (3) 种草种树,增加人工饲草面积;
- (4) 增加资金、物质、技术投入,提高农牧生产力;
- (5) 改进单一用粮食物结构,发展粮、奶、肉蛋结合的综合型食物结构;
- (6) 严格控制人口增长,搞好人口与资源协调发展。

8 结 语

(1) 从本区历史与现状看,随着人口的增加,本区人口与食物矛盾日益尖锐。以粮食为例,按人均粮食230kg(勉强维持生活)计,可将本区粮食供给水平划分三个阶段:1949~1965年,人口自然增长率平均为20.6%,人均粮食331kg,为自给或基本自给;1966~1982年,人口自然增长率显著上升为31.02%,人均粮228kg,难以自给;1983~1989年,人口自然增长率有所下降,为17.85%,虽然生产力有所提高,但人均粮仅204kg,仍难以维持基本生计。考察土地现实生产力,以300kg粮为生活水准,区域可养活现有人口的59%~82%,若以中等自给水平人均400kg计,则仅能供养现有人口的44%~62%。可见,长期以来,此区食物极为短缺,生产不容乐观。

(2) 宁南山区土地人口承载力低下的主要原因是土地未合理利用与土地生产力低下,按小康标准其植物性食物和动物性食物分别短缺44%和60%(同1989年相比);而作物生产的主要限制因素是水肥不足(水分满足系数0.6,肥力满足系数仅0.35),温度条件也不是十分良好(满足系数0.48),但通过提高土壤肥力,发挥自然降水的生产潜力,本区获得较高土地生产力是有望的。

(3) 在近期低投入水平下,若本区能够合理利用其土地资源,则可解决温饱问题(供养178.53万人,1995年预测人口178.46万人);若生产能提高到中投入水平,以温饱为标准可供养523.71万人,按预测人口在2050年(548.01万人)时人口达到饱和状态。宽裕型标准可供养436.

34万人,小康水平可承载349.10万人;在高投入下,土地生产力达到理论生产潜力,以富裕型生活水平,可供养507.95万人。

(4) 宁南山区提高土地人口承载数量与质量的正确决策是:严格控制人口增长,增加生产投入,适度消费。若按通常生产力能够达到的中投入的水平,2040年要求有小康型生活水平,则本区的人口自然增长率应控制在14.5‰以下。

参考文献

- 1 Jane King. 资源承载能力研究的 ECCO 方法自然资源译丛. 1988, (3)
- 2 陈百明. 国外土地资源承载能力研究评述自然资源译丛. 1987, (2)
- 3 陈国良等. 旱作农业的潜力及其增产途径的系统分析. 水土保持通报, 1983, (6)
- 4 江爱良等. 中国农业气候生产力的一个模式. 中国农业气象, 1988, 9, (1)
- 5 H. Lieth (etc.). 生物圈的第一生产力. 科学出版社, 1985
- 6 李永宏. 草地生产潜力及人口承载力生产潜力与土地承载力网络试验研究. 北京: 工业出版社, 1991
- 7 乌学智. 内蒙古农牧气候生产潜力的探讨干旱区资源与环境. 1987, (1)
- 8 中国中长期食物发展战略研究组. 中国中长期食物发展战略研究. 农业出版社, 1991

(上接 145 页)

葡萄生长期日均温低,造成有效积温或活动积温不高,但由于日较差大,白天温度能满足光合作用之需,而夜晚温度低,呼吸作用消耗较小,这有利于糖分积累及上色,因此,在该区少雨半干旱气候条件下出现积温“升值”现象。故在葡萄区划时应引起注意。

4.2 浆果成熟晚,可反季节销售

在我国南方和东部地区,9月中旬鲜食葡萄晚熟品种早已收获和售销,而宁南山区中熟品种正值成熟时节,此时为“国庆”、“中秋”节前期,可利用这个成熟季节差,为当地和南方市场提供新鲜的鲜食葡萄。以满足人民生活需要。

4.3 浆果耐贮运

宁南山区早、中熟葡萄品种分别在8、9月份成熟,此时已进入气温逐渐下降时期,加之本区气候冷凉,成熟果实呼吸强度小,水分消耗慢,果实耐贮藏运输。乍娜葡萄在室内自然条件下可贮藏40天左右,巨峰可贮藏2月左右。在地窖内贮藏时间更长。这些为鲜食葡萄的贮藏保鲜,延长市场供应,提供了有利条件。可以说本区是鲜食葡萄天然贮藏保鲜库。

4.4 宁南山区鲜食葡萄的品种布局

根据宁南山区的气候条件和引种鲜食葡萄的栽培实践,该地区可在年有效积温 $1\,750\sim 2\,200^{\circ}\text{C}$ 的地区,可发展极早熟、早熟葡萄品种,如早莎巴珍珠、早玫瑰、74—11—19等;在年积温 $2\,200\sim 2\,650^{\circ}\text{C}$ 的地区,发展乍娜、巨峰、布朗无核、高墨等中熟品种。

参考文献

- 1 贾定贤等. 苹果梨桃葡萄草莓优良新品种. 农业出版社, 1992年
- 2 陕西省果树研究所, 中国农林科学院果树试验站. 葡萄品种. 农业出版社, 1977年
- 3 严大义. 葡萄生产技术大全. 农业出版社, 1989年