

# 新疆地区土地资源开发利用 SD 模型\*

戴 健 赵利新 黄训芳

曹爱民

(新疆农科院现代化所)

(新疆土地管理局)

**提 要** 本文根据系统动力学原理和土地资源的有限性、不可替代性及动态发展特性,建立了新疆土地开发利用 SD 模型系统并予以具体应用。该模型由七个子块构成:(1)人口发展子块;(2)水资源开发利用子块;(3)种植业发展子块;(4)林业发展子块;(5)畜牧业发展子块;(6)城镇用地发展子块;(7)交通用地(公路)发展子块。文中主要介绍模型构思,以种植业子块为例,对模型进行描述,并介绍了应用结果。

**关键词** 新疆 土地开发利用 SD 模型

## 一 引 言

土地是国民经济发展的最基本载体,是复杂的生态、社会、经济大系统。土地开发利用涉及国民经济各个部门。人口的不断增长是确定土地开发利用规模、结构和速度的基本因素。在干旱、半干旱地区水资源又是土地开发利用的主要限制因素。新疆是典型的干旱、半干旱地区,生态环境脆弱,水利是国民经济的命脉。同时,新疆又是少数民族聚居区,人口增长速度快,经济基础薄弱。新疆土地资源丰富,总面积 24.88 亿亩,其中宜农林牧荒地 9.40 亿亩,占总土地面积的 37.8%,开发利用潜力较大,但是水资源的限制,以及目前土地开发利用中存在的土地利用不合理,利用率低;农业土地的高产潜力与当前低产水平的矛盾;非农业占地逐年增加,耕地面积相对减少;农林牧争地矛盾突出等问题,都影响着土地的开发利用及其效益。特别是新疆农业土地的发展方向,是以扩大耕地面积为主,还是以挖潜改造,提高生产力为主,其发展趋势如何?土地开发利用不同发展阶段的承载力如何等都是目前亟待研究和解决的课题。本研究从人口的发展模拟入手,并以水资源的开发利用作为土地开发利用的主要限制因素,同时考虑社会、经济和生态诸因素的影响,建立了一个 SD 模型系统,对全疆范围内耕地、有林地、可利用草地、城镇用地和交通用地等与土地开发利用关系重大的部门进行定量的宏观模拟。

## 二 模型构思与描述

大农业生产(农、林、牧)是整个新疆经济发展的基础,与土地开发利用关系非常密切,本文将重点研究大农业的土地开发利用问题。并对以下七个子块或称子系统进行描述,各子块既是一个独立的子系统,又互相联系和影响,形成了一个动态系统整体。

\* 清华大学何建坤、于素花同志对本研究给予了指导,在此致以衷心地感谢。

**1. 人口发展子块** 新疆是少数民族地区, 人口增长快。从历史的发展看, 生产的增长将被不断增长的人口所抵消。因此, 人口的控制是一个十分重要的问题。本模型将总人口分为城镇人口和农村人口, 人口的增减主要受出生率、死亡率、人口政策和人均国民收入增加而产生的人文、传统意识和生活水平提高等综合因素的影响。控制人口的监督指标是自然增长率与期望保持的自然增长率的比率指标。人口发展趋势的模拟, 可提供各时期动态的人口物质生活总需求(主要指粮、肉、奶等)。总需求的满足程度又通过政策影响人口的发展。其主要反馈关系有: 总人口→人均国民收入→自然出生率→新增人口→总人口; 总人口→人均国民收入→自然死亡率→死亡人口→总人口; 总人口→自然增长率→政策影响→新增人口→总人口; 总人口→总需求→供需差→人口增加→总人口。

**2. 水资源开发利用子块** 新疆是干旱半干旱地区, 降雨量稀少, 灌溉农业是农业生产的一大特点。水资源是土地开发利用的主要限制因素, “以水定地”是本区土地开发利用的基本原则之一。水资源开发利用包括开源和节流。可利用总水量的增加是开源问题, 可利用净水量的增加是节流问题。同时, 可利用净水量的供需分配直接影响土地开发利用和人口政策。本模型通过可利用总水量的开发和净水量的利用, 以求提高水资源的利用率, 满足生产和生活用水。主要影响因子有可开发水资源总量; 各部门对水的需求和投资政策。主要反馈关系是: 已利用总水量→净水量→水量分配→水量供需→新增水量→已利用总水量; 已利用净水量→水资源利用率→节流水量→已利用净水量。

**3. 种植业子块** 种植业是新疆大农业的基础, 保证粮食自给自足, 并发展当地优势经济作物和瓜果园林生产。农业生产是建立在绿洲之上的, 开荒是耕地扩大的唯一途径, 但受水资源的制约, 同时, 撂荒和非农业占地使耕地减少。目前新疆耕地中中低产田所占比例较大, 因此, 中低产田的改造比盲目开荒以扩大耕地, 满足人口不断增长和国民经济建设的发展对农副产品的需求要实际。但两者必须有机的协调发展, 才能满足需求, 以保持适当的耕地规模。该子块主要受水资源、粮食供需情况、农业政策和技术政策的影响。同时, 农业土地的开垦将对草地产生一定影响。主要反馈关系有: 耕地面积→播种面积→粮食播种面积→粮食总产量→粮食供需差→开荒强度→新增耕地→耕地面积; 耕地面积→总需水量→水供需差→开荒强度→新增耕地→耕地面积; 宜开垦荒地→低产田→中产田→高产田→弃耕地→宜开垦荒地; 粮食播种面积→粮食供需差→中低产田改造→粮食播种面积。本模型系统流图见图1。各变量的具体含义如表1所示。

**4. 畜牧业发展子块** 本模型设置了牧草场和畜群。草场分为天然草场和人工草场; 畜群设有牛、羊、奶牛、猪和其它畜种。模型通过畜草平衡、饲料平衡, 畜产品满足人口不断增长和人民生活不断提高的需求。以模拟调整牧草场结构和畜群结构, 模拟牧草场和畜群的动态发展趋势。其主要受水资源、饲草料的满足程度、投资和技术政策影响。主要反馈关系有: 天然草场→产草量→牧草供需→新增天然草地→天然草场; 人工草场→产草量→饲草供需→新增人工草场→人工草场; 畜总头数→需饲草(料)量→供需差→新增(或出栏)畜→畜总头数; 人工草场→需水量→水供需差→人工草场。

**5. 林业发展子块** 新疆是干旱、半干旱地区, 生态环境脆弱。森林具有特殊的意义, 既是维护生态的绿色屏障, 又要为本地区提供一定的商品材。本模型主要模拟新疆山区天然林、平原人工林和其它天然林的发展演变趋势, 以探索扩大林地面积, 增强系统功能, 维护生态平衡, 提高林地蓄积, 提供林副产品满足需求的可能程度。水资源的满足程度、木材供

需、投资和林业政策是影响它的主要因素。主要反馈关系有：林地面积→林地蓄积→可采伐蓄积→木材产量→育林基金→更新造林→林地面积；林地面积→需水量→水供需差→林地面积。

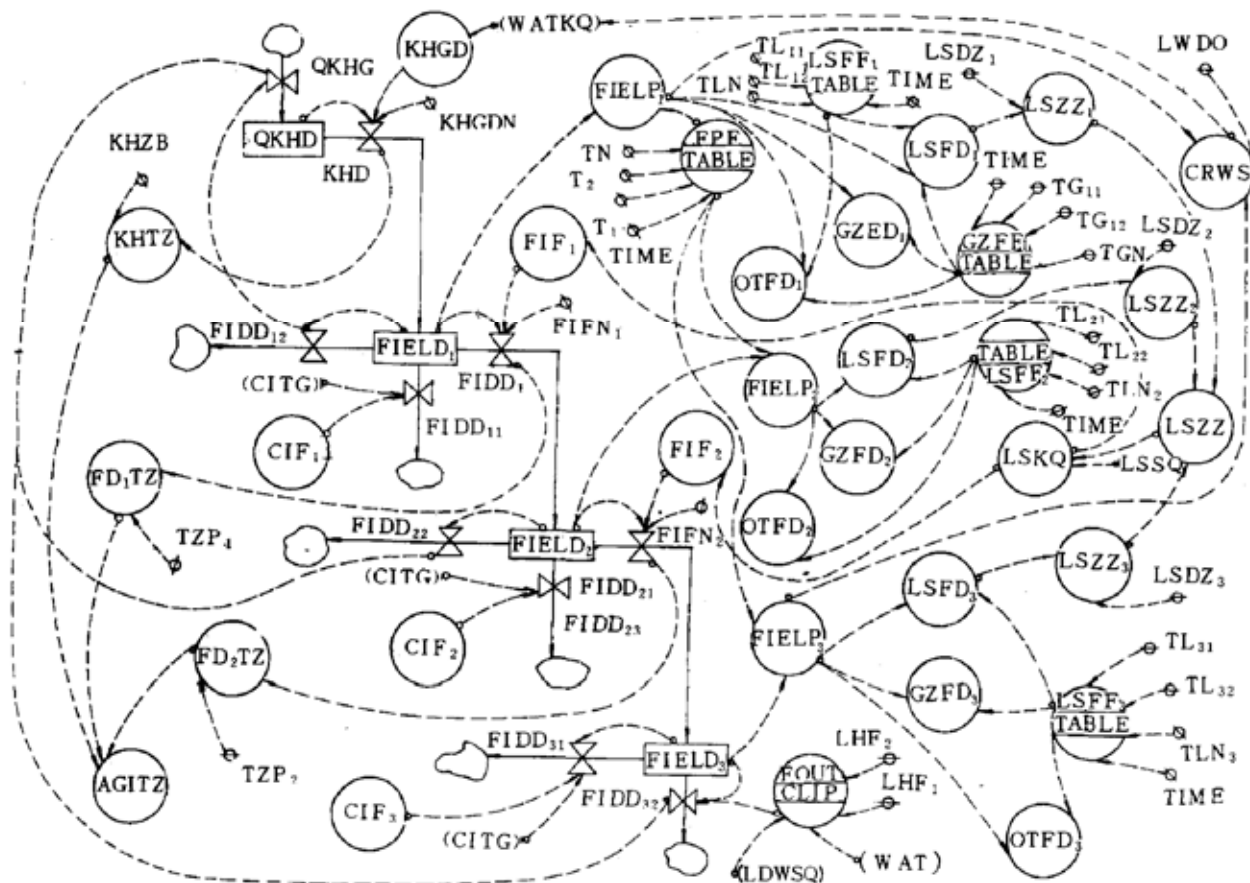


图1 新疆农业发展子块系统流程图

**6. 城镇用地发展子块** 该模型主要描述城镇用地，由于城镇人口的不断增长和经济文化的需要得以发展的趋势。水资源、人均占有标准用地量和投资政策是影响它的主要因素，同时，城镇用地的扩大，将使耕地面积相对减少。主要反馈关系有：城镇用地→城镇用地人均占有量→人均占有量与期望人均占有量之比→新增减城镇用地→城镇用地；城镇用地→城镇用水总需→水供需差→城镇用地扩大→城镇用地。

**7. 交通用地发展子块** 本模型通过交通用地人均占有量，在人口不断增长、社会生产总量不断增加、经济流通不断提高条件下，模拟交通用地的发展趋势。本文主要模拟公路建设，并划分了等级公路和等外公路。新疆地域辽阔，交通建设是国民经济的基础之一。人均占有公路里程和每百平方公里占有公路里程是衡量交通发展状况的指标。其主要影响因素有生产总量的流通、人均占有交通用地与期望值之比和投资水平。主要反馈关系有：公路总里程→人均占有公路总里程→期望人均占有公路总里程对比→新增公路→公路总里程；公路总里程→等外公路→流通总需求→改造政策→等外公路改造→等外公路→公路总里程；新建公路→建投资水平和政策→投资可能程度→新建公路。

以上七个模型子系统偶合成一个模型体系，整个模型系统共 24 阶，有 562 个 DYNAMO

方程。采用了PD—PLUS应用软件在IBM PC—XT微机上实现模拟试验。

表1 新疆种植业发展系统流图代表符合意

代表符	具体含意	代表符	具体含意
FIELD <sub>1</sub>	低产田耕地面积	FIDD <sub>11</sub>	非农业用地占低产田面积
FIELD <sub>2</sub>	中产田耕地面积	FIDD <sub>23</sub>	非农业用地占中产田面积
FIELD <sub>3</sub>	高产田耕地面积	CIF <sub>1</sub>	非农业用地占低产田面积乘子
FIELP <sub>1</sub>	低产田播种面积	CIF <sub>2</sub>	非农业用地占中产田面积乘子
FIELP <sub>2</sub>	中产田播种面积	CIF <sub>3</sub>	非农业用地占高产田面积
FIELP <sub>3</sub>	高产田播种面积	FD <sub>1</sub> TZ	低产田改造为中产田所需投资
LSFD <sub>1</sub>	低产田粮食播种面积	FD <sub>2</sub> TZ	中产田改造为高产田所需投资
LSFD <sub>2</sub>	中产田粮食播种面积	TZP <sub>1</sub>	低产田改造成中产田的投资需求因子
LSFD <sub>3</sub>	高产田粮食播种面积	TZP <sub>2</sub>	中产田改造成高产田的投资需求因子
GZFD <sub>1</sub>	低产田经济作物播种面积	AGITZ	开荒和中低产田改造所需总投资
GZFD <sub>2</sub>	中产田经济作物播种面积	KHGD	开荒强度
GZFD <sub>3</sub>	高产田经济作物播种面积	KHGDN	开荒强度基数乘子
OTFD <sub>1</sub>	低产田其它作物播种面积	FIF <sub>1</sub>	低产田改造影响因子
OTFD <sub>2</sub>	中产田其它作物播种面积	FIF <sub>2</sub>	中产田改造影响因子
OTFD <sub>3</sub>	高产田其它作物播种面积	FIFN <sub>1</sub>	低产田改造控制基数乘子
LSZZ <sub>1</sub>	低产田粮食总产量	FIFN <sub>2</sub>	中产田改造控制基数乘子
LSZZ <sub>2</sub>	中产田粮食总产量	FOUT	高产田弃耕垦荒影响因子
LSZZ <sub>3</sub>	高产田粮食总产量	FPF	耕地面积总播种率
LSZZ	粮食生产总量	LSFF <sub>1</sub>	低产田粮食播种因子
CRWS	种植业总需水量	LSFF <sub>2</sub>	中产田粮食播种因子
KHTZ	开荒投资总额	LSFF <sub>3</sub>	高产田粮食播种因子
QKHG	宜开荒利用地增加	GZFF <sub>1</sub>	低产田经济作物播种因子
QKHD	宜开荒利用土地面积	LSKQ	粮食供需因子
KHD	年开荒土地面积	LWDO	耕地需水量定额
FIDD <sub>12</sub>	低产田弃耕垦荒面积	KHZB	开荒成本
FIDD <sub>1</sub>	低产田改造为中产田面积	TZP <sub>1</sub>	低产田改造为中产田投资指标因子
FIDD <sub>22</sub>	中产田弃耕垦荒面积	TZP <sub>2</sub>	中产田改造为高产田投资指标因子
FIDD <sub>21</sub>	中产田转为高产田面积	WAT	可利用水资源量
FIDD <sub>31</sub>	非农业用地占高产田面积	LDWSQ	水供需平衡因子
FIDD <sub>32</sub>	高产田弃耕垦荒面积	CITG	新增城镇面积

### 三 模拟结果与分析

我们采用SD模型,对新疆地区土地资源开发利用中的主要部门进行了综合模拟。结果如下:

**1.人口发展趋势** 通过“人口控制型”、“人口半控制型”和“人口开放型”三种人口政策模拟,可看出新疆人口总量均呈单调递增趋势,人口增长的压力始终影响着土地开发利用及其生产。一旦人口的增长超过了经济发展所能容纳的限度,将会造成资源的开发利用和经济的发展被人口的增长所抵消,到2020年新疆仍将为摆脱相对贫困而奋斗。因此,人口的控制是一个长期艰巨的任务。

**2.水资源开发利用** 通过“开源为主,节流为辅的开发利用模式”、“开源型开发利用模式”和“节流为主,开源为辅的开发利用模式”模拟,新疆水资源的开发和利用均呈单调递增趋势。若不保持此趋势,将会造成水的供需失调。模拟结果表明,新疆水的供需始终是紧张的,并首先影响农业生产。水资源的开发利用要以节流为主、开源为辅,因为已利用净水量的递增趋势明显大于开发水量的递增趋势。

**3.种植业发展** 耕地面积呈缓慢递增趋势,其中低产田面积明显呈单调递减趋势,高产

田面积呈单调递增趋势。说明新疆农业土地开发利用应以挖潜改造为主、适度开荒为辅。作物播种结构中,粮食作物面积占总播种面积的比例呈递减趋势,但还应保持在45%以上。经济作物面积明显呈单调递增趋势。此发展趋势可使粮食供需平衡。模拟表明耕地面积的扩大或缩小,主要受水资源的影响,粮食总产量的增加主要由高产田所占比例决定。

**4.林业发展** 新疆林地总面积呈递增趋势,其中平原人工林递增趋势明显,天然林递增缓慢。模拟表明林业的土地开发利用,应以保护天然林、大力发展平原人工林来提高森林覆盖率和提供更多的林副产品。

**5.畜牧业发展** 天然可利用草场面积呈缓慢递减趋势,说明了为保证人口不断增加对畜产品的需求,天然草场超载退化以及开垦将影响其发展。人工草场面积呈单调递增趋势。模拟表明,畜牧业的发展主要受草场不足限制,畜牧业的土地开发利用应避免天然草场的减少,并大力发展人工草场。畜牧业应由牧区向农区发展。

**6.城镇用地** 人口的不断增长、城乡经济的不断发展,使城镇用地呈单调递增趋势,势必造成耕地的减少。因此,城镇用地量必须控制在一定的范围内,年扩大量应保持在5万亩以内。另外,城镇特别是大中城市的建筑应向空间发展,且规模不易过大。

**7.交通用地** 在此仅就公路作一介绍。模拟表明,公路建设呈递增的发展趋势,且2000年以后的增加幅度大于2000年前的幅度,说明公路建设在2000年前应以改造等外公路为主,增建公路为辅;2000年后以增建公路为主,加强改造,加速实现交通现代化。

**8.人均生产量** 模拟表明,人均占有粮食、肉、奶和木材产量,在2000年前均呈明显的递增趋势。说明此发展阶段,人口的增长与生产的发展相适应,生产发展较快。2000年后人均占有量逐渐表现出下降的趋势。说明了此发展时期,人口的发展已逐渐达到饱和状态,是一种潜在的人口危机信号。从而,得出新疆不同发展时期的最佳人口经济容量为:2000年1707.5万人;2010年2065.1万人;2020年2417.4万人。因此,控制人口增长在新疆是一个十分艰巨的、长期的任务。

新疆不同发展时期主要模拟结果如表2所示。

## 四 结 论

1.人口的发展与土地开发利用关系密切。新疆人口增长的压力始终影响着土地开发利用及其生产,人口的控制是一个关键。

2.水资源的开发利用是影响新疆土地开发利用的重要限制因素,其开发利用要以节流为主,开源为辅。

3.农业是新疆经济的基础产业。农业土地的开发利用应以挖潜改造为主,适度开荒为辅。

4.林业的土地开发利用,应以保护天然林,大力发展平原人工林,以提高森林覆被率,增强生态环境,提高林副产品为发展方向。

5.新疆畜牧业的发展主要受草场不足所限制。畜牧业土地开发利用应避免减少天然草场,大力发展人工草场,向农区饲养的方向发展。

6.人口的不断增长,城乡经济的不断发展,使得城镇交通呈增长的趋势。

表2 新疆地区土地资源开发利用主要指标模拟结果表

项 目	内 容	单 位	1988年	2000年	2010年	2020年
人 口	人口控制型	万人	1426.4	1707.5	2065.7	2450.7
	人口半控制型	万人	1426.4	1790.4	2148.3	2561.4
	人口开放型	万人	1426.4	1879.4	2462.6	3221.3
水资源 可利用 净水量	开源为主, 节流为辅	亿 m <sup>3</sup>	197.5	233.46	258.83	279.35
	水资源开源型	亿 m <sup>3</sup>	197.5	225.8	252.9	267.3
	节流为主, 开源为辅	亿 m <sup>3</sup>	197.5	298.2	347.6	368.7
种 植 业	耕地面积	万亩	4612	5055.3	5455.3	5776.7
	低产田面积	万亩	1678.8	530.8	321.9	231.1
	中产田面积	万亩	1909.4	1890.7	1352.9	906.9
	高产田面积	万亩	1019.3	2633.8	3780.8	4719.6
	累积中低产改造面积	万亩	140 (起点)	2387.5	3396.9	4143.7
	累积开荒面积	万亩	103 (起点)	732.8	1264.8	1726.4
	粮食总产量	万吨	606.2	864.4	959.8	1087.4
草 地	可利用草地总面积	万亩	7.26	7.10	7.05	6.95
	天然草场	亿亩	7.26	7.0	6.9	6.7
	人工草场	万亩	575	950.4	1542.9	2503.1
畜 产 品	肉总产量	万吨	22.33	41.6	48.2	81.4
	奶总产量	万吨	32.03	65.7	99.4	130.0
	毛总产量	万吨	5.3	7.7	8.37	9.57
林 业	林地总面积	万亩	2416.2	3008	3236.6	3427.4
	山区天然林	万亩	1267	1270	1281.8	1291
	平原人工林	万亩	649.17	1124.6	1234.7	1297.1
	其它天然林	万亩	500	613	720	83.8
	木材总产量	万 m <sup>3</sup>	—	153.7	179.4	244.2
城镇用地	城镇占地面积	万亩	142.9	170.7	208.3	253.1
交通用地	公路总里程	万公里	2.54	2.75	3.76	5.14
	公路占地总面积	万亩	59.8	65.5	89.9	123.0

## 参 考 文 献

- (1) (美) Jay.W. Forroster 著, 王洪斌译: 《系统原理》, 清华大学出版社, 1989.4.
- (2) 王其藩编著: 《系统动力学》, 清华大学出版社, 1989.4.
- (3) 李一智, 林曦和编著: 《系统动态学》, 中南工业大学出版社, 1989.4.
- (4) 《系统动力学——一九八六年全国系统动力学会议文集》, 《系统工程》编辑部出版, 1987.5.
- (5) 《第一届国际农业系统工程会议论文集》, 机械工业出版社, 1987.12.
- (6) 新疆国土整治农业区划局: 《新疆国土资源》, 新疆人民出版社, 1986.6.
- (7) 新疆农业区划委员会: 《新疆土地资源》, 新疆人民出版社, 1988.7.
- (8) 中国科学院新疆资源开发综合考察队: 《新疆土地承载力研究》, 科学出版社, 1989.9.
- (9) 中国科学院新疆资源开发综合考察队: 《新疆交通运输发展方向和运网合理布局》, 科学出版社, 1989.9.
- (10) 新疆社会科学院经济研究所: 《新疆经济发展战略研究》, 新疆人民出版社, 1989.9.
- (11) 新疆农科院现代化所: 《新疆农村发展规划数学模型及其应用》, 1989.10.
- (12) 新疆荒地资源综合考察队: 《新疆重点地区荒地资源合理利用》, 新疆人民出版社, 1985.7.

## **SD Model for the Development and utilization of Land Resources in Xinjiang**

Dai Jian Zhao Lixin Huang Xunfang

*(Modernization Institute of Xinjiang Agricultural Academy)*

Cao Aiming

*(Xinjiang Land Management Bureau)*

### **Abstract**

A system dynamics (SD) model system for the development and utilization of Xinjiang land resources was established in terms of SD principles as the limitation, non-replacability and dynamic development feature of land resources. The system consists of the following seven subsystems: ① population development, ② water resources development and utilization, ③ crop planting development, ④ forest development, ⑤ animal husbandry development, ⑥ the variation of the land resources used for city and town expansion, ⑦ the variation of the land resources used for transportation installation (highway) construction. The paper mainly presents the idea for constructing the model, and taking the crop planting development subsystem as an example, describes the subsystem in detail and gives the results of the subsystem.

**Key words** Xinjiang Land development and utilization SD model