

动态仿真模型在畜牧业发展规划中的应用研究

赖学连¹ 黄学龙²

(¹ 龙岩地区农委; ² 龙岩地区区划办, 龙岩 364000)

摘 要: 采用动态仿真模型, 制定龙岩地区畜牧业发展规划。首先对建模过程作了比较详细的阐述, 尔后规划设计出三种发展方案: 第Ⅰ方案为稳步发展型, 第Ⅱ方案为节粮加速型, 第Ⅲ方案为综合加快型。推荐第Ⅱ方案为最佳方案。提出了战略措施, 并对存在问题作了简要讨论。
关键词: 畜牧业; 动态仿真模型; 发展规划; 系统工程

Studies on Appling the Dynamic Imitation Model to the Development Planning of Animal Husbandry

Lai Xuelian¹ and Huang Xuelong²

(¹*Agricultural Commission of Longyan Prefecture, ²Longyan Prefectural
Area - planning Office, Longyan 364000*)

Abstract: The dynamic imitation model is used in this paper to draw up the development plan for the animal husbandry of Longyan Prefecture. First, a relatively detailed exposition has been made on the process of setting up the model. Then, three development schemes have been constructively put forward: Scheme I is the steady development type; Scheme II is the grain-saving acceteration type; and scheme III is the comprehensive speeding-up type. Scheme II is conclusively recommendes as the best one through our studies. At the end of the paper the strategic measures have been given and the existing disadvantages are briefly discussed.

Key Words: Animal husbandry; Dynamic imitation model; Development planning; System engineering

畜牧业是龙岩地区农村经济大系统中的一个子系统, 如何调整畜牧业内部结构, 提高畜牧业生产水平, 这是发展龙岩地区农村经济的重要课题。本文应用系统工程的理论和方法, 建立畜牧业动态仿真模型, 并且由此设计出一套发展方案, 为科学决策提供依据。

1 建立动态仿真(SD)模型

1.1 绘制流图

根据全区现有生产情况, 结合考虑畜牧技术经济指标的习惯定义, 以经济动物单元存栏数为状态变量, 以增长系数、出栏率、死亡率、淘汰率等为流率变量, 据需要设置辅助变量、表变量, 依经济动物种类建立了猪、牛、羊、禽、兔、蜂等 6 个子模块, 然后把子模块总装构成 SD 模型的系统流图。据流图进行模型程序设计。采用 DYNAMO 语言编写, 共 222 个方程式, 其中状态方程 14 个、初始值状态方程 14 个、决策方程 35 个、辅助方程 83 个、表方程 45 个、常数方程 31 个。在命令语句中, 模型的仿真步长 DT=1, 仿真终止时间 LENGTH=2000 (年), 重复连续打印时间间隔 SAVE=1, 系统流图见图 1(以猪模块为例)。

* 收稿日期: 1995-05-24

1.2 数据处理

1.2.1 原始数据搜集 本规划多数原数据来源于统计年鉴，仅对个别不可信的数据作重新修正处理。

1.2.2 目标参数来源 有如下几种形式：

(1) 以国家及省、地定的目标为参数，以母系统（农村经济系统）的指标要求为依据，参照有关专家系统概念开发的结论进行确定。包括农村产业结构的调整，人均动物蛋白消费量，畜牧业内部结构调整等等。

(2) 技术参数系以全区现有畜牧系统发展水平、区情特点为基本依据，充分考察科技进步因素，参考国内外畜牧兽医科技发展历史、现状、趋势，并由此进行科学预测未来，技术参数见表1。

(3) 所使用的参数在模型运行中，通过人机对话和系统分析，进一步修改完善，使得这个目标尽可能与社会、经济技术条件协调发展。

1.2.3 方程式语句设计 程序设计中的方程式语句要用畜牧技术经济指标和畜牧业生产统计指标进行设计，例如：

猪出栏数 = 上年存栏数 × 出栏率

$A_{A114} \cdot K = SL_{112} \cdot K * TABHL(T_{1150}, TIME \cdot K, 1990, 2000, 1)$

禽产值 = 当年出栏数 + (当年年末存栏 - 上年年末存栏) × 单价

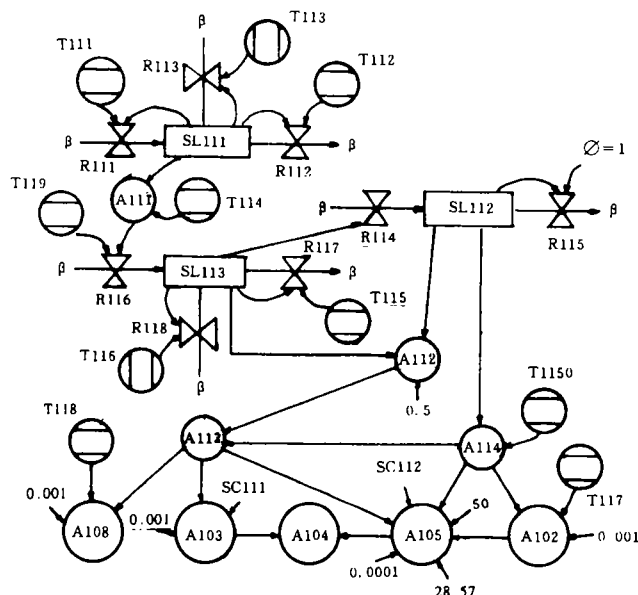
$A_{A403} \cdot K = (A_{412} \cdot K + PL_{142} \cdot K - PL_{411} \cdot K) * PC_{411} * 0.0001$

基建投资 = 净产值 × 基建投资积累率

$A_{ETI} \cdot K = A_{03} \cdot K * TABHL(ETIR, TIME \cdot K, 1990, 2000, 1)$

1.3 模型有效性检验

1.3.1 目的检验 从系统流图可以采出，本模型科学地建立了经济动物单元集及各组成单元中的存栏数、产值、物耗、净产值、出栏数、产量、单位生产水平、饲料改革、基建投资



1. SL111 可繁母猪年末存栏数；2. SL112 上年末存栏数；
3. SL113 当年末存栏数；4. R111 母猪新增量；5. R112 母猪淘汰数；6. R113 母猪死亡数；7. R114 上年新增头数；8. R115 减少头数；9. R116 当年新增头数；10. R117 当年出栏数；11. R118 死亡数；12. A111 仔猪数；13. A112 年末存栏增加数；14. A113 计算产值、物耗、饲料时猪的头数；15. A114 上年出栏数；16. A102 猪肉产量；17. A103 物耗；18. A104 净产值；19. A106 产值；20. A108 精料需要量；21. T111 可繁母猪增长系数；22. T112 母猪淘汰率；23. T113 母猪死亡率；24. T114 繁殖成活率；25. T115 出栏率；26. T116 死亡率；27. T117 胴体重；28. T118 每头精料需要量；29. T119 仔猪调出比例；30. SC111 物耗；31. SC112 价格

图1 猪模块动态仿真图

等要素之间的关系，准确地描述了畜牧系统的运行机制，反馈回路清晰，充分体现本区畜牧业的发展规模、结构和速度等问题。

1.3.2 历史验证 仿真结果与历史数据比较，各指标拟合较好，最大相对误差不超过 0.11%。限于篇幅，以下仅给出仿真结果与 1990 年的主要历史数据进行对照，见表 2。

1.4 模型灵敏性分析

1.4.1 数值灵敏性 通过改变参数，所有输入的信息均能引起仿真行为的数值发生相应的变化，说明数值的灵敏性还是比较高的。

1.4.2 行为灵敏性 经多次运行分析，从总体上说，所建的 LPAHSD 模型行为对参数变化均有灵敏性，同时各模型块不同参数的变化对模型行为的变化又不尽相同。分析结果主要有如下特征：

(1) 模型的行为灵敏性因模块不同而有所差异。模型对猪模块的变化最为敏感，所引起的变幅大且迅速；其次是禽、牛模块的影响程度大，但作用速度慢；兔、羊模块则变化速度快但引起变化幅度小；蜂块仅有微弱影响。

(2) 技术经济指标中的流率变量，大多数单位畜禽生产水平指标对模型行为有很大影响，其微小变化会引起模型行为的突然改变。如出栏率、死亡率、繁殖成活率、出栏胴体重等流率变量和辅助变量均有这种效果。

1.4.3 政策灵敏性 政策对畜牧业的发展影响很大，它主要表现在如下几个方面：

(1) 在饲料约束条件下的模型中，系统规模要扩大的主要途径是通过系统结构的调整，亦即政策杠杆向节粮型经济动物单元倾斜。

(2) 在系统规模保持稳定的前提下，提高单位生产水平等主要技术经济指标是增加系统

表 1 龙岩地区畜牧业技术参数指标

项 目	1990 年实际	1995 年规划	2000 年规划
存栏禽年产蛋(kg/只)	1.14	1.85	2.50
存栏奶牛年产奶(kg/头)	2397	2575	2700
出栏胴体重(kg/头)猪	82.71	83.00	83.00
牛	101.82	109.00	119.00
羊	12.70	12.95	13.20
禽	1.19	1.21	1.25
兔	1.22	1.53	1.76
出栏率(%)猪	80.31	92.53	109.78
牛	9.00	14.50	20.50
羊	66.76	61.00	66.00
禽	108.27	118.00	128.00
兔	133.19	144.00	160.00
繁殖成活率(%)猪	14.00	15.60	16.30
牛	0.30	0.35	0.43
羊	1.80	2.30	3.20
死亡率(%)猪	3.00	2.00	1.80
牛	0.10	0.08	0.08
羊	1.20	1.10	1.00
禽	12.00	10.00	8.00
兔	12.00	10.00	8.00
平均投入产出比		1:2.21	1:1.76

表 2 龙岩地区畜牧业发展仿真结果与 1990 年数据对照

项 目	历史值	仿真值	相对误差(%)
畜牧业总产值(亿元)	4.625	4.620	0.110
肉类总产量(10^7 kg)	7.8523	7.8520	0.004
禽蛋产量(10^3 kg)	7138.00	7137.70	0.004
猪年末存栏(万头)	105.99	106.00	0.009
牛年末存栏(万头)	16.60	16.60	0
禽年末存栏(万只)	621.21	621.20	0.002
猪出栏(万头)	82.524	82.510	0.020
禽出栏(万只)	630.515	630.500	0.002

功能输出的主要途径。

(3) 在饲料饲草和基本建设投资的同时约束下，系统功能输出的增长，要同时依赖于系统结构的调整和系统内部各经济动物单元生产水平的提高。

2 规划设计

通过动态仿真模型的建立，目的是制定出畜牧业发展的目标集。

2.1 制定方案

SD 模型进行多次运行试验，不断调节参数，选择控制变量，得出一系列不同情况下的不同响应效果、最后优选出三种方案见表 3。

方案Ⅰ 稳步发展型。这个方案的指导思想是在控制生猪生产的同时，稳步发展节粮型畜禽。实现此方案，到本世纪末畜牧业总产值（1990 年不变价，下同）为13.6 亿元。

方案Ⅱ* 节粮加速型。这个方案的指导思想是在稳定生猪生产的同时，加速发展节粮型畜禽。实现此方案，到本世纪末畜牧业总产值为15.02 亿元。

方案Ⅲ 综合加快型。这个方案的指导思想是适当发展生猪，加速发展节粮型畜禽。实现此方案，到本世纪末畜牧业总产值 18 亿元。

表 3 龙岩地区畜牧业发展规划不同方案仿真结果							
项 目	1990 年实际	1995 年规划			2000 年规划		
		低方案	中方案	高方案	低方案	中方案	高方案
畜牧业产值(亿元)	4.63	8.50	9.68	11.30	13.60	15.02	18.00
肉类总产量(10 ⁷ kg)	7.85	12.81	13.77	15.80	18.01	20.49	22.98
禽蛋产量(10 ³ kg)	7138	14490	15480	16886	20150	26350	32470
奶类产量(10 ³ kg)	156	400	442	545	1893.7	2013.8	2364.90
生猪年末存栏(万头)	105.99	140.60	146.60	154.30	140	142	150
其中:可繁母猪(万头)	8.02	11.86	12.43	13.77	16	17.96	19
牛年末存栏(万头)	16.60	19.33	20.52	21.56	27.19	28.81	23.05
其中:可繁母牛(万头)	7.66	11.82	12.26	12.82	18.57	21.08	23.05
羊年末存栏(只)	5525	22910	24540	26780	70390	76630	86630
禽年末存栏(万只)	621.21	903	936.80	961	1085.90	1215	1300
兔年末存栏(万只)	79.10	140.66	141.80	144.60	190.40	193.60	197.60
精料需求量(10 ⁷ kg)	47.32	86.87	98.93	115.49	139	153.51	183.97
年均基本建设投资(万元)	1240	2276.46	2592.48	3026.35	3642.33	4022.63	4820.73

2.2 遴选方案

将 SD 模型仿真结果提交有关领导和专家论证，在充分考虑全区畜牧系统与环境及各要素关系基础上，进行评估分析，最后推荐第Ⅱ方案，即节粮加速型为最佳方案。三种方案中，效益综合分析结果是Ⅲ方案>Ⅱ方案>Ⅰ方案。但评审结果认为，第Ⅲ方案的基建投资大，要在资金上得到省、地有关部门的重点支持，目前尚难保证。同时，第Ⅲ方案的精饲料结构性短缺较大，而第Ⅱ方案则通过本区努力可以消除第Ⅲ方案存在的不利因素，并且第Ⅱ方案畜牧业发展规模、速度和结构合理性，比较符合区情，而且风险性较小，所以我们推荐第Ⅱ方案为最佳方案，第Ⅱ方案发展目标见表 4。

表 4 龙岩地区畜牧业发展目标

项 目		“七五”实际		“八五”规划						“九五”规划	
		1990 年	年均递增 (%)	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	年均递增 (%)	2000 年	年均递增 (%)
畜牧业总产值(亿元)		4.63	9.75	5.21	5.74	6.86	8.01	9.68	15.89	15.02	9.18
牧业产值占农业产值 (%)		23.85						35		45	
肉类总产量(10 ³ kg)		78523		84457	94304	111786	120438	137662	11.88	204931	8.28
其中：	猪	68257	6.56	72510	80800	95860	102000	116230	11.23	165100	7.27
	牛	1402	8.81	1836	2097	2694	3820	4760	27.69	12460	21.22
	羊	42		44	54	67	110	165	31.48	610	29.89
	禽	7528		8541	9711	11290	12370	13600	12.56	22390	10.48
	兔	1294		1526	1642	1875	2138	2907	17.57	4371	8.5
禽蛋产量(10 ³ kg)		7138	18.36	9330	10906	12910	13820	15480	16.75	22150	7.43
奶类产量(10 ³ kg)		156		228	262	289	334	442	23.16	2013.80	35.43
猪年末存栏(万头)		105.99	3.71	111.22	120	122.80	135.30	146.60	6.70	142	-0.64
其中：	可繁母猪(万头)	8.02	7.64	8.36	9.47	10.50	11.46	12.43	9.16	17.96	7.64
牛年末存栏(万头)		16.60	4.38	17.20	17.90	18.30	19	20.52	4.33	28.81	7.02
其中：	可繁母牛(万头)	7.66	7.88	7.88	8.60	8.91	9.10	12.26	9.86	21.08	11.45
	奶牛(头)	63		71	85	99	127	245	31.21	958	31.35
羊年末存栏(只)		5525	11.68	6686	6872	10270	20010	24540	34.74	76630	25.58
其中：	可繁母羊	2787		2976	3237	3684	4376	5417	14.22	22310	32.72
	奶山羊	23		25	27	31	37	47	15.36	203	33.99
禽年末存栏(万只)		621.21	0.81	657	667.68	758.50	822.80	936.80	8.56	1215	5.34
兔年末存栏(万只)		79.15	-7.30	91.60	109.90	124.10	136	141.80	12.37	193.60	6.43
蜂年末存栏(箱)		21230	-0.80	22070	24520	25200	26890	27610	5.40	32530	3.33
当年出栏数	猪(万头)	82.52	8.35	89.67	100.84	113.70	129	140	11.15	198.90	7.28
	牛(头)	13769	16.05	16940	19280	25760	32400	43670	25.97	104706	19.11
	羊(只)	3306	26.94	3525	3626	4235	8450	12741	30.97	46212	29.39
	禽(万只)	630.51	17.81	698.30	797	868.60	1001.50	1124	12.26	1471	5.53
	兔(万只)	105.70		126.10	146	161.40	176.7	190	12.44	248.40	5.51

注:畜牧业总产值以及占农业的比重均按 1990 年不变价计算

3 战略措施

要实现上述最佳方案的目标,必须采取切实可行的措施,要改造和充实“硬环境”,完善提高“软环境”。

3.1 调整结构 在各动物单之中,猪的单位母畜产肉最高,综合效益好,且符合饲养习惯和消费习惯,但属耗粮型动物,应提高出栏率、瘦肉率为主要目标,力求稳定、控制发展。禽、兔的饲料报酬高、效益好、发展快,应作近期主攻方向。草食动物尤其是牛、羊利用粗饲料能力强,饲料蛋白质转化率高,应当有计划的大力发展。

3.2 合理布局 根据地域经济及自然资源条件,在本区的工矿企业及城镇人口密集区重点发展猪、禽、蛋、奶等副食品基地,汀江流域产粮区要继续稳定生猪生产同时,重点发展节粮型畜禽品种,中低山区重点发展肉用草食动物。

3.3 完善基础 重点是强化基础建设,抓好节粮型畜禽品种改良和良种繁育体系及技术服务网络建设,重视畜产品加工。按照市场、龙头、基地、农户的产业化链条组织畜牧业生产,建立一批有规模、产业相关性大、能够与农民形成利益共同体、并能体现地方优势的龙头项目。

3.4 依靠科技 畜牧系统自组织分配序是维持动物自身生存（维持消耗）——种的延续（繁衍后代）——畜产品生产，只有充分地依靠科技，才能使畜牧业，由传统的数量型增长转变为现代的结构型增长。首先要综合开发和利用各种资源，种植业结构改二元为三元，扩大优质饲料作物面积，引进优良草种，加强草地建设，提高草地生产能力。其次要高度重视畜牧兽医实用技术和新技术的推广应用，包括推广优良品种、配合饲料和疫病防治技术，努力提高科学养殖水平。

3.5 增加投入 畜牧系统是一个开放系统。今后应在积极争取用好用活国家和地方财政对畜牧业基本建设和畜牧业经费的同时，还要积极开辟新的资金渠道，增加资金来源。一方面通过合作联办畜牧业生产实体，鼓励、吸引社会闲散资金投入畜牧业生产。另一方面积极引进外资，通过合资、补偿贸易等方式，引进国外的先进技术、优良品种，开拓高产品国际市场。

3.6 强化管理 畜牧业要发展，必须锐意改革管理体制，强化政府经济行为。调整投资政策，大力扶持系列化基地建设，税收政策上，应加强屠宰税和返流政策管理，对种苗及饲料生产必须实行一些优惠政策。要有政策导向鼓励科技人员投身到畜牧业项目中去合办和承包实体。此外，还要加强畜牧业法规的实施和管理工作，促进畜牧业稳步健康发展。

4 小结与讨论

本研究比较成功地应用了系统工程原理和方法，建立了龙岩地区畜牧业规划动态仿真模型，运行结果表明：参数准确，结论可靠，总的效果比较好，为全区畜牧业发展提供了科学依据。

所建立的 SD 模型，还可以用于分析畜牧系统及各组成单元的单位生产水平，即科技进步对畜牧业发展规模、结构和速度影响。只要保持模型结构和其它参数不变，有针对性调整出栏率、出栏胴体重、繁殖成活率、死亡率等控制因子，即可实现。

由于饲料调进和基本建设等因素有较大弹性，在 SD 模型中，这种限制作用难以极限给出。还有市场环境对畜产品输出问题，也未能充分的定量分析，所以制定的目标给最优方案的界定带来一些不确定数。此外，为了便于模型分析，家禽仅笼统地作为一个单元，对于家禽结构中蛋鸡、肉鸡、蛋鸭、肉鸭及鹅等组成要素未作具体分析和研究，有待进一步完善和提高。

致 谢：本文得到原龙岩地区畜牧水平干部朱汝明同志提供资料，谨致谢忱。

参考文献

- [1] 王洪斌. 1990. 有关系统动态学模型中若干问题的探讨, 农业系统科学与综合研究, (3): 62~65
- [2] 马凤阳、罗庆成等. 1990. 农牧业系统管理. 117~1280. 浙江大学出版社, 浙江