

基于系统动力学理论的农业技术传播的仿真分析

黄志坚^{1,2}, 吴健辉, 贾仁安

(1. 景德镇高等专科学校数学与计算机系, 江西景德镇333000; 2. 南昌大学系统工程研究所, 江西南昌330031)

摘要 基于系统动力学的理论, 考虑农业技术的传播方式, 建立了农村拥有某些带隐性知识特征的技术在拥有者和非拥有者之间传播的系统动力学方程。根据不同的初始条件, 对仿真结果进行对比分析, 并从中得出相关结论。

关键词 系统动力学; 农业技术; 隐性知识; 仿真分析

中图分类号 F302.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)12-03457-02

1 模型的建立

目前我国农业技术推广的途径主要有: 国家职能部门的推广, 以基层农技站为主, 知识采取从上往下传递; 以农业科研院所为主体的农业技术推广, 主要通过培训等方式进行; 农民相互之间的交流; 科研人员、推广人员与农民相互之间交流的参与式推广方式, 这种方式在传播技术方面优势明显, 成为目前最好地传播知识、技术的方式之一。而技术传播方式分为线性、交互式 and 相互作用传播方式3种, 其中在相互作用传播方式中, 双方信息相互交流, 技术传播快。因此笔者基于系统动力学理论考虑相互作用传播方式下农民之间的某些具有隐性知识特征的生产技术的传播规律。

该系统动力学模型只考虑在一定区域内的某一类具有隐性知识特性的技术知识的传播情况, 这类隐性知识主要是通过模仿、学习、相互探讨、专家咨询等方式获得。为讨论方便, 笔者将这一过程简称为“隐性知识”学习过程, 将某一区域内的人分为2类: L_1 类, 没有获得这一具有隐性知识特征的技术且从事与之相关生产的人, 称为隐性知识学习者; L_2 类, 拥有这一具有隐性知识特征的技术且从事与该技术相关生产的人, 称为隐性知识传播者。根据相互作用传播方式, 隐性知识学习者将从隐性知识传播者中学到技术知识。

用 $L_1(t)$ 表示时刻 t 未获得该项隐性知识且从事相关生产的农民的数量, $R_1(t)$ 表示时刻 t 未获得该项隐性知识农民数的变化率, $L_2(t)$ 表示时刻 t 已获得该项隐性知识且从事相关生产的农民数量, $R_2(t)$ 表示时刻 t 已获得该项隐性知识农民数的变化率。下面笔者建立带有2颗树的隐性知识传播变化情况的系统动力学入树模型。

1.1 未获得某项隐性知识且从事相关生产的农民的树的结构(图1) 在 $R_1(t)$ 这颗树中, 其枝由时刻 t 前未获得该项隐性知识农民的数量 $L_1(t)$, 时刻 t 后通过隐性知识学习获得带有隐性知识特征的技术的农民数量 $A_1(t)$ 以及区域内原来没有加入以后加入的没有获得隐性知识的农民数构成 $B_1(t)$, a 表示一个具有隐性知识的农民通过与不具有隐性知识的农民相互作用而使某一个农民获得隐性知识的比率(用通过相互作用获得隐性知识的农民数除以拥有隐性知识的农民数和没有隐性知识的农民数的乘积), 因此 $a \times L_1(t) \times L_2(t)$ 就表示通过隐性知识的相互作用传播方式获得隐性知

识的农民数量。还存在部分中途加入的没有隐性知识的农民, 其中中途加入的农民人数用区域人数 d 减去当前从事该项生产的农民数与前一时刻从事该项生产且拥有隐性知识但由于某些原因随后退出的农民数的差与进入率相乘。假设没有隐性知识农民的进入率为 $b/$ 年(当然在生产过程中也存在没有隐性知识的农民中途退出, 因此笔者所指的进入率为净进入率), 其数字的大小可反映该行业生产对农民的吸引力(方程中除以12表示将年转化为月, 笔者在仿真分析中主要考虑每月从事该项生产的农民变化情况)。

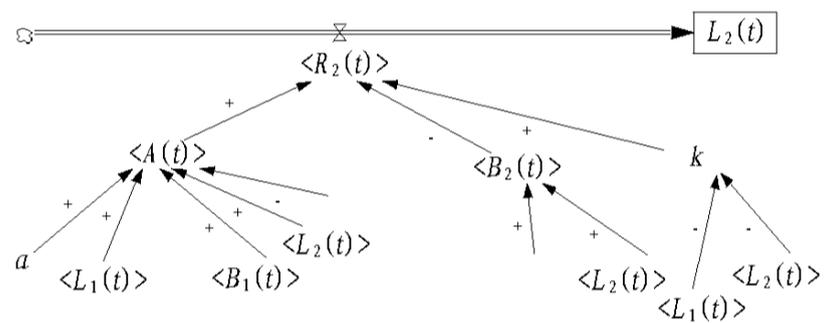


图1 没有隐性知识的农民 $L_1(t)$ 的流率基本入树模型

通过分析可建立没有获得隐性知识且从事该项生产的农民变化数的流率方程。

1.1.1 没有获得隐性知识且从事该生产的农民数的流率方程: $R_1(t) = [L_1(t) - A_1(t) + B_1(t)]$ 。

1.1.2 通过相互作用传播模式获得隐性知识的农民变化数的方程: $A_1(t) = a \times L_1(t) \times L_2(t)$ 。

1.1.3 中途加入的没有隐性知识的农民变化数方程: $B_1(t) = b \times [d - L_1(t) - L_2(t) - B_2(t)]$, 中途农民的进入率 b 为 $[L_1(t) + L_2(t)]$ 的表函数, 传播率 a 为 $[L_1(t) + L_2(t)]$ 的表函数。

因此笔者建立了没有获得隐性知识且从事该项生产的农民变化数的微分方程为: $dL_1(t)/dt = \{L_1(t) - a \times L_1(t) \times L_2(t) - b \times [d - L_1(t) - L_2(t)]\} / 12$ 。

1.2 获得某项隐性知识且从事相关生产的农民的树的结构 在 $R_2(t)$ 这颗树中, 其枝由时刻 t 前拥有该项隐性知识农民的数量 $L_2(t)$, 时刻 t 后通过一定的传播方式和学习方式获得带有隐性知识特征的技术的农民变化数 $A_1(t)$, 及另外在农业生产过程中存在一部分农民虽然拥有了这种隐性知识, 但在生产过程中, 由于风险和其他因素(如从事生产的人数剧增, 利润减少等因素)而退出的拥有隐性知识的农民变化数 $B_1(t)$ 构成。另外, 考虑某项产业对周围环境和基础设施存在一定的要求, 所以对从业人员数存在一定的约束, 笔者用获得隐性知识人员的退出率来表示, 假设退出人数占获得隐性知识人员的比例为 $c/$ 年(方程中除以12表示将年转化为月, 笔者考虑每月的变化情况), 另外考虑当地行业的发

基金项目 国家自然科学基金项目(70361002)。

作者简介 黄志坚(1967-), 男, 江西南丰人, 博士, 副教授, 从事系统动力学与农村人力资源研究。

收稿日期 2007-02-26

展空间的限制,增加当地行业容纳率,超过当地行业容纳限制时,当地行业容纳率数值为零,直至为负数。

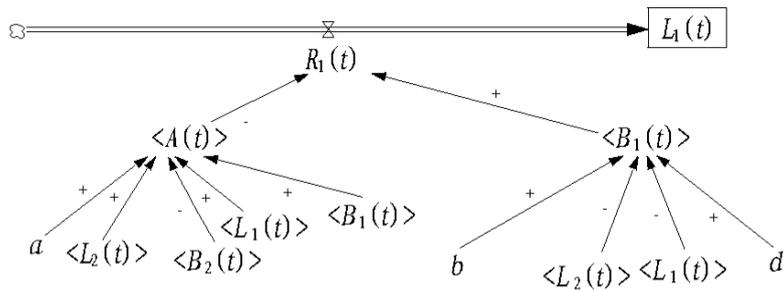


图2 有隐性知识农民 $L_2(t)$ 的流率基本入树

通过分析可建立获得隐性知识且从事该项生产的农民变化数的流位流率方程:

1.2.1 获得隐性知识且从事该生产的农民变化数的流率方程: $R_2(t) = \{[(L_2(t) + A_1(t) - B_2(t)) \times K] / 12\}$ 。

1.2.2 通过相互作用传播模式获得隐性知识的农民变化数的方程: $A_1(t) = \dots \times L_1(t) \times L_2(t)$ 。

1.2.3 中途退出的拥有隐性知识的农民变化数方程: $B_2(t) = c \times L_2(t)$ 。退出率 c 为 $L_2(t)$ 的表函数,当地行业容纳率 k 为 $[L_1(t) + L_2(t)]$ 的表函数,传播率 为 $[L_1(t) + L_2(t)]$ 的表函数。

因此笔者建立了拥有隐性知识且从事该项生产的农民变化数的微分方程为: $dL_2(t)/dt = [L_2(t) + \dots \times L_1(t) \times L_2(t) - c \times L_2(t)] / 12$ 。

假设从事某项农业生产的农民数为100人,其中拥有隐性知识的有10人,也即 $L_1(t) = 90$ 人, $L_2(t) = 10$ 人,区域农民数 $d = 1000$ 人,单个具有隐性知识的农民通过与不具有隐性知识的农民采取一定的传播方式和相互作用而使单个农民获得隐性知识的传播成功率 $a_1 = 0.01/年$ ($a_2 = 0.02/年$)。

表1中几个表函数的建立,考虑了人员变化情况对数值的影响。

表1 退出率、进入率和行业容纳率

$L_1(t) + L_2(t)$	退出率(a) 1/年	进入率(b) 1/年	行业容纳率(k)
100	0.10	0.0083	1.2
200	0.15	0.0067	1.1
300	0.25	0.0042	1.0
400	0.30	0.0025	-0.5
500	0.40	0.0008	0

下面运用 Vensim 软件对其进行仿真分析,仿真的时间考虑在36个月内从事某项农业生产的隐性知识传播的情况,基于不同的初始条件进行对比分析,并分别得出结论。

2 仿真对比分析

主要考虑3种情况: $a = 0.01/年, L_1(t) = 10, L_2(t) = 90$; $a = 0.02/年, L_1(t) = 10, L_2(t) = 90$; $a = 0.02/年, L_1(t) = 5, L_2(t) = 90$ 。

2.1 不同的传播率导致通过相互传播方式获得隐性知识的农民数的变化情况各不相同 在其他条件不变的情况下,传播成功率越大,其获得隐性知识的农民数的峰值越早出现(如传播成功率为0.02/年时,在11个月就达到,而传播成功率为0.01/年时,要到19个月才达到),且在峰值点处的人员数量,传播成功率越低,其峰值越小(如传播成功率为0.01/年时,人员数在17个月达到最大,为293人,而传播成功率为

0.02/年时,人员数在11个月达到最大,为312人),见图3。

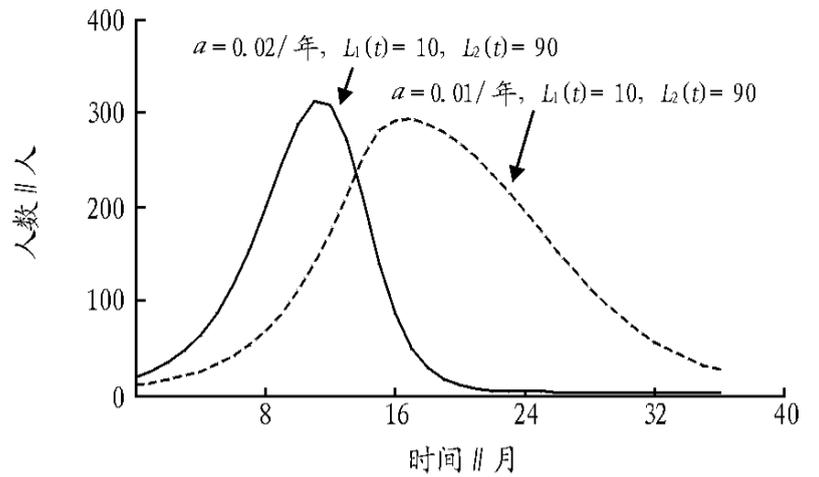


图3 不同的传播率下,通过相互传播方式获得隐性知识的农民数的变化对比

2.2 不同的传播成功率导致从事农业生产但未拥有隐性知识的农民数的变化情况各不相同 在其他条件不变的情况下,传播成功率越大,其从事农业生产但未拥有隐性知识的农民数的峰值越早出现(如传播成功率为0.02/年时,在7个月就达到,而传播成功率为0.01/年时,要到13个月才达到),且在峰值点处的人员数量,传播成功率越低,其数值越大(如传播成功率为0.01/年时,人员数在7个月达到最大,为124人,而传播成功率为0.02/年时,人员数在13个月达到最大,为181人),见图4。

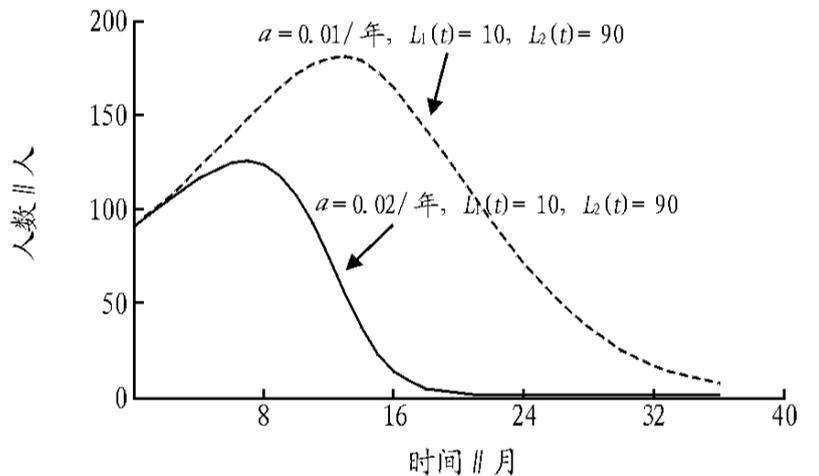


图4 不同的传播率下,从事农业生产但未拥有隐性知识的农民数的变化对比

2.3 不同的传播成功率也导致从事农业生产且拥有隐性知识的农民数的变化情况各不相同 在其他条件不变的情况下,传播成功率越大,其从事农业生产且拥有隐性知识的农民数较早地达到当地对行业的容纳人数(在该仿真中假定从业人员合理数为300人;而当从业人员达到400人时,起抑制作用),如传播成功率为0.02/年时,在15个月就达到308人,而传播成功率为0.01/年时要到27个月才达到303人。传播成功率数值越大,其达到从业人员人数基本稳定的时间也越早(如传播成功率为0.01/年时,从业人员数在40个月达到最大,为360人;而传播成功率为0.02/年时,从业人员数在22个月达到最大,为361人,且其后从业人员数基本稳定在366人),见图5。

另外考虑了在拥有隐性知识的农民数减半,但传播率加倍的情况下,也即传播成功率为 $a = 0.02/年, L_1(t) = 5, L_2(t) = 90$ 时(与传播成功率为 $a = 0.01/年, L_1(t) = 10, L_2(t) = 90$ 的初始条件相同)隐性知识传播的情况,从仿真结果看主要有以下不同:

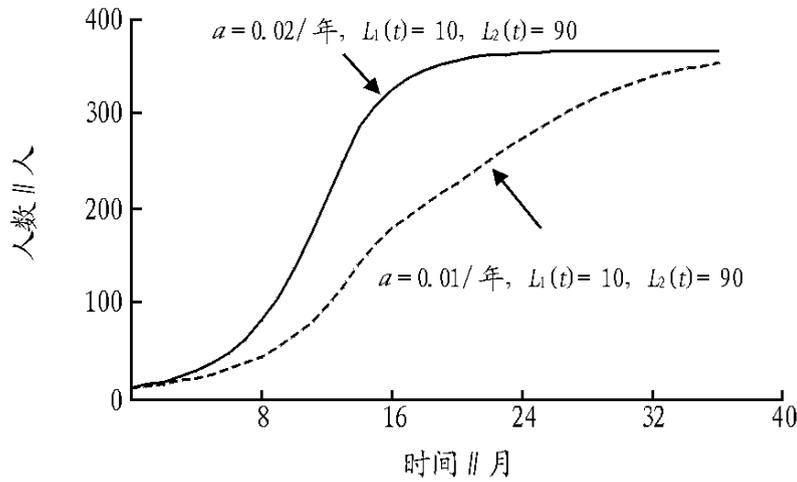


图5 不同的传播率下,从事农业生产且拥有隐性知识的农民数的变化对比

2.3.1 $a = 0.02/\text{年}$, $L_1(t) = 5$, $L_2(t) = 90$ 时,通过相互作用传播模式成为隐性知识拥有者的农民数变化情况在13个月达到最高,人数为392人,远远高于当传播成功率为 $= 0.01/\text{年}$, $L_1(t) = 10$, $L_2(t) = 90$ 时的人数,人员数在17个月达到最大为293人;传播成功率为 $= 0.02/\text{年}$, $L_1(t) = 5$, $L_2(t) = 90$ 时,通过相互作用传播模式成为隐性知识拥有者的农民数变化速度远远快于传播成功率为 $= 0.01/\text{年}$, $L_1(t) = 10$, $L_2(t) = 90$ 时的农民数变化速度,见图6。

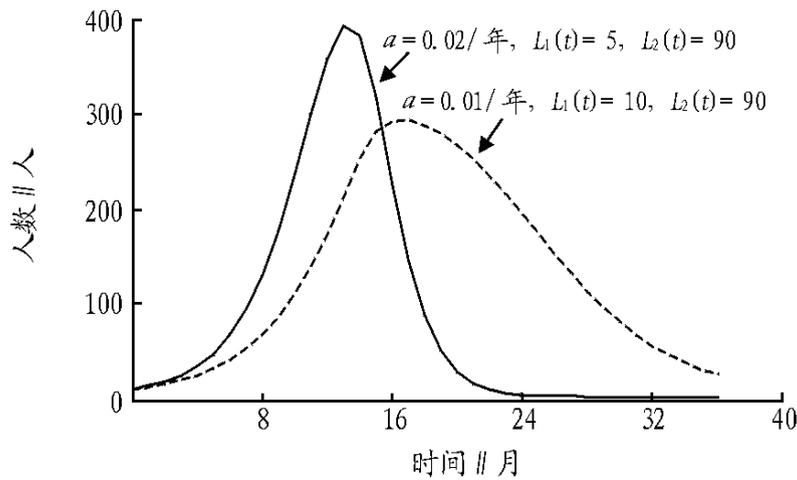


图6 隐性知识的农民数减半,传播率加倍情况下,成为隐性知识拥有者的农民数的变化对比

2.3.2 从事农业生产且拥有相关隐性知识的农民数变化 $L_2(t)$ 情况,在传播成功率为 $= 0.02/\text{年}$, $L_1(t) = 5$, $L_2(t) = 90$ 时,于29个月就达到该行业的稳定从业人员数366人,与 $= 0.02/\text{年}$, $L_1(t) = 10$, $L_2(t) = 90$ 时的情况大致相同,但快于 $= 0.01/\text{年}$, $L_1(t) = 10$, $L_2(t) = 90$ 时的情况,在后一种情况下,要在36个月后才达到稳定从业人员数366人,见图7。

2.3.3 从事农业生产但未拥有隐性知识的农民数 $L_1(t)$ 变化情况,在传播成功率为 $= 0.02/\text{年}$, $L_1(t) = 5$, $L_2(t) = 90$

时,9个月达到最高,为149人,且在22个月后基本上隐性知识得到了全面普及;而在传播成功率为 $= 0.01/\text{年}$, $L_1(t) = 10$, $L_2(t) = 90$ 时,13个月为最高,人数为181人,且在22个月后基本上隐性知识得到了全面普及,见图8。

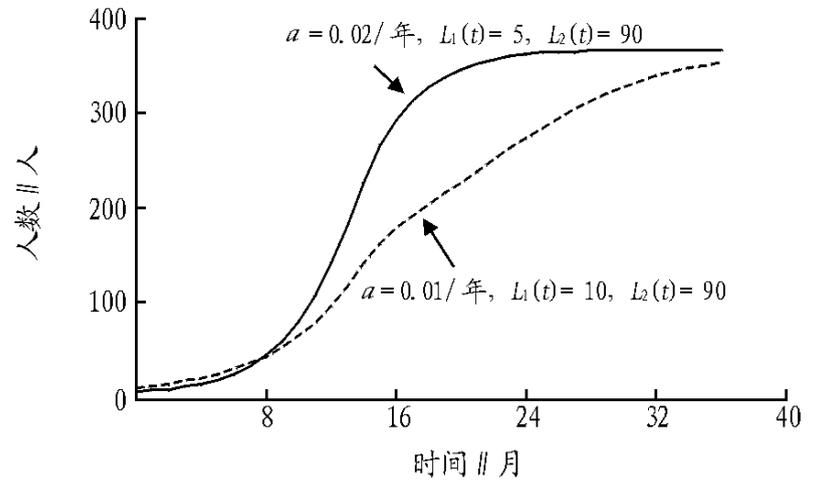


图7 隐性知识的农民数减半,传播率加倍情况下,拥有隐性知识的农民数的变化对比

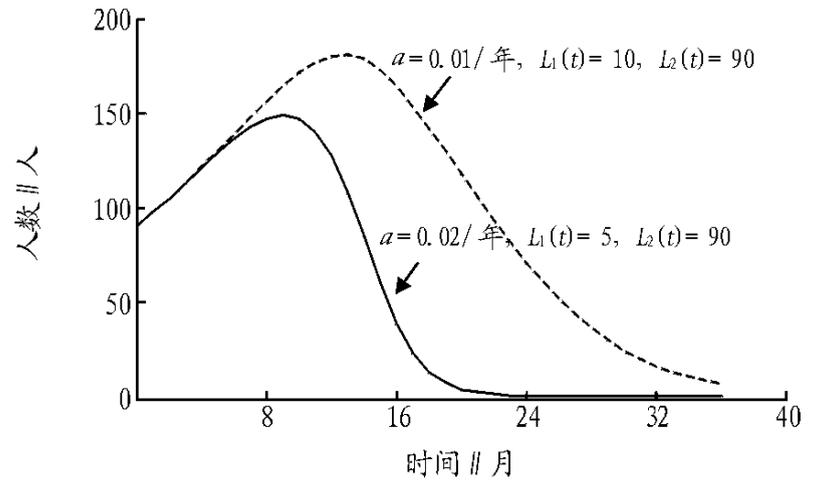


图8 隐性知识的农民数减半,传播率加倍情况下,未拥有隐性知识的农民数的变化对比

3 结论

较高的传播成功率和拥有隐性知识的人员数目是确保不拥有隐性知识的农民获得隐性知识的根本保证,且传播成功率越大,行业稳定从业人员的数目就越早到来,隐性知识的普及时间也越短。

参考文献

- [1] 贾仁安,丁荣华. 系统动力学——反馈动态性复杂分析[M]. 北京: 高等教育出版社,2002.
- [2] 王其藩. 系统动力学[M]. 北京: 清华大学出版社,1989.
- [3] 江新,郑兰琴,黄荣怀. 关于隐性知识的分类研究[J]. 开发教育研究, 2005(1): 28-31.
- [4] 徐倩,冯伟哲. 对农业知识传递基本模型的理论分析和推导[J]. 农场经济管理,2005(3): 11-13.
- [5] 高启杰. 农业技术推广中的农民行为研究[J]. 农业经济,2000(1): 28-30.
- [6] 王开明,万君康. 论知识的转移与扩散[J]. 外国经济与管理,2000(19): 2-7.