基于证据理论的温室选型风险效应评价

李 冬 生
(南华大学 经济管理学院,湖南 衡阳 421001)

[摘 要] 目前,我国农业设施中存在诸如塑料大棚与玻璃自控温室等温室类型,选择何种温室类型,是需要考虑的首要问题。文章从温室选型风险效应视角,通过构建温室选型风险效应层次结构模型,采用证据理论方法、程序评价玻璃自控温室和塑料大棚的风险效应。结果表明:风险厌恶者宁愿选择塑料温室,而风险偏好者宁愿选择玻璃自控温室。

[关键词] 温室; 证据理论; 风险效应
[中图分类号] F323.9 [文献标识码] A [文章编号] 1673 - 0755(2013)04 - 0045 - 05

温室生产在我国占据重要地位,目前,我国设施园艺生产面积已超过 330 万公顷,而温室种植面积超过一半以上,位居世界第一[1]。然而在温室生产过程中存在着大量的风险因素,它们会给温室生产带来极大的影响。我国有多种温室类型,如玻璃自控温室、塑料大棚等,这些因素对不同温室类型的影响不尽相同。因此,研究风险因素对温室类型的影响,评价不同温室类型的风险效应很有必要。

选择何种方法评价温室类型的风险效应是首先需要考虑的问题,证据理论作为一种不确定推理方法,能很好地解决这一问题。证据理论被广泛应用于网络安全风险评估[2]、企业 IT 部门内部服务质量综合评价[3]、事故倾向性综合测评[4]、股票投资风险综合评价[5]等领域,应用于评价温室选型尚不多见。本文将在探讨影响温室选型风险要素的基础上,运用证据理论对玻璃自控温室、塑料大棚的风险效应进行评价,为温室选型决策提供参考。

一 温室选型的风险效应层次结构模型

(一)影响温室选型的风险因素

就风险影响因素而言,主要包括成本因素、市场因素、环境因素和其他因素。

1、成本因素

温室的投入成本包括框架结构成本(如温室房屋折旧)、环境调控成本(如加温费)和人工费用等,不同温室类型的投入成本不同,有的相差很大。据研究,玻璃自控温室的投入为塑料大棚的 3 倍以上。它们的投入结构也不同,玻璃自控温室主要为框架结构成本、人工费与环境调控成本,而塑料大棚主要为人工费[1,6]。

2、市场因素

包括市场供需变化所引起的蔬菜价格的变化,如农产品季节性淡季与旺季造成价格波动引起的风险;市场体系健全程度而引起的风险;市场价格反馈机制灵敏程度所引起的风险等。一般来说,市场因素对所有温室类型都起作用,但对不同温室类型的影响程度不一样,对于玻璃自控温室,因其单位投入大,所需补偿的成本大,单位产量高,价格波动对它的影响最大,因而风险最大,对塑料大棚则相反。

3、环境因素

作物生长受光照强度、温度、湿度、二氧化碳浓度等因子影响。单就温度来说,作物生长所需要温度不可过低,也不可过高,不同温室类型的调节室温的能力不同,玻璃自控温室可以主动调节温度,使室内温度最适宜作物生长。而塑料大棚和连栋塑料温室只能被动调节温度,一般来说,调高室温容易,调低室温比较难。可见,不同温室类型调节环境因子的能力不同,将会直接影响作物产量。

4、其它因素

指除以上三类因素之外对温室生产具有影响的因素。主要包括政策因素、自然灾害因素、财务因素

[收稿日期] 2013 - 05 - 20
[基金项目] 国家自然科学基金项目"基于信息融合的温室环境调控技术"资助(编号:31071327);湖南省 2010 年省级科技计划立项项目"温室生态经济系统基本功能综合评价"资助(编号:2010FJ3163);南华大学博士启动基金项目"温室生态经济系统能量流、物质流和价值流协同效应研究"资助(编号:2011XQD05)
[作者简介] 李冬生(1971 -),男,湖南衡阳人,南华大学经济管理学院副教授,博士。

等。政策因素的影响主要表现在各级政府对温室生产有关政策的稳定性、连续性和差异性会给不同温室类型带来不同的风险;自然灾害因素体现在不同温室类型抗自然灾害的能力有差别,玻璃自控温室对超高温、超低温可以自动调节,而塑料大棚则难以调节;财务因素的影响则体现在生产者因使用负债融资而产生的财务风险上。

(二)温室选型风险效应层次结构模型

成本因素、市场因素、环境因素和其他因素对不同的温室类型造成不同的影响,给温室生产带来风险。一般来说,常见风险包括两个方面,一方面,风险可能会造成风险损失,另一方面,也可能带来风险收益的机会。基于此,本文作出温室选型风险效应层次结构模型图,如图 1。

图 1 中第一层为目标层,对温室选型风险进行综合评价;第二层为指标层,由风险损失指标 x 和风险收益 y 指标组成;第三层为因素层,由影响温室选型的因素组成,主要包括成本因素、市场因素、环境因素和其他因素;第四层为评判层,评判者根据自己的知识、经验和偏好作出的评判信息。

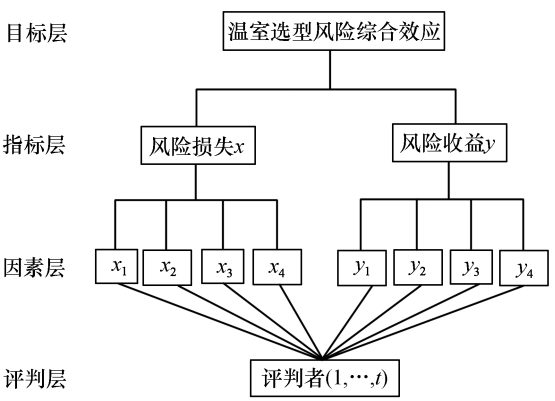

图 1 温室选型风险效应层次结构模型

注:$x_1 - x_4$ 分别为成本风险损失、市场风险损失、环境风险损失、其它风险损失;$y_1 - y_4$ 分别为成本风险收益、市场风险收益、环境风险收益、其他风险收益;t 为评判总人数。

二 基于证据理论的温室选型的风险效应评价

(一)证据理论概述

证据理论由上世纪 60 年代 Dempster 提出,后由 G. Shafer 在 1976 年出版的《证据的数学理论》专著中建立[7]。证据理论的一些基本定义和合成规则如下[8-11]:

1、定义 1 在证据理论中,任意证据均可用一个非空有限集合 $\Theta = \{A_1, A_2, \cdots, A_n\}$ 来表示,即该证据所支持的命题可用 Θ 的子集表示,则称 Θ 为识别框架,称 2^Θ 为 Θ 的幂集,其元素个数为 2^n。

2、定义 2 设 Θ 是识别框,称 2^Θ 为 Θ 的幂集,如果映射 $m: 2^\Theta \to [0,1]$ 满足:

$$m(\Phi) = 0; \sum_{A \subseteq \Theta} m(A) = 1 \qquad (1)$$

那么把 m 称为识别框架 Θ 上的基本可信度分配函数,或基本概率指派函数;对于任意 $A \subseteq \Theta$,$m(A)$ 称为 A 的基本可信度数,它反映了对 A 本身的信度大小。

3、定义 3 设 Θ 是识别框,m 是 Θ 上的一个基本概率赋值,有

$$Bel(A) = \sum_{B \subset A} m(B) \ (\forall A \subset \Theta) \qquad (2)$$

所定义的函数 $Bel: 2^\Theta \to [0,1]$ 称为 Θ 上对应于 m 的信度函数。

4、定义 4 子集 A 称为基本概率赋值 m 的焦元,如果 $m(A) > 0$。

5、Dempster 合成法则

设 Bel_1 和 Bel_2 是同一识别框 Θ 上的两个信度函数,m_1, m_2 分别是其对应的基本可信度分配,焦元分别为 $A_1, A_2, \cdots, A_p$ 和 $B_1, B_2, \cdots, B_q$,若 $\sum_{A_i \cap B_j \neq \Phi} m_1(A_i) m_2(B_j) < 1$,则定义 $m = m_1 \oplus m_2$ 为:

$$m(A) = \frac{\sum_{A_i \cap B_j = A} m_1(A_i) m_2(B_j)}{1 - K} \qquad (3)$$

其中 $K = \sum_{A_i \cap B_j = \Phi} m_1(A_i) m_2(B_j)$

由 m 给定的信度函数称为 Bel_1 和 Bel_2 的直和。

它可以推广到多个 m 函数和 Bel 函数的组合,对于多个证据的合成运算 $m = m_1 \oplus m_2 \oplus \cdots \oplus m_n$ 为

$$m(A) = \frac{\sum_{A_1 \cap A_2 \cap \cdots \cap A_n = A} m_1(A_1) m_2(A_2) \cdots m_n(A_n)}{1 - K} \qquad (4)$$

其中 $K = \sum_{A_1 \cap A_2 \cap \cdots \cap A_n = \Phi} m_1(A_1) m_2(A_2) \cdots m_n(A_n)$。

(二)基于证据理论的温室选型风险效应评价程序

1、确定影响温室选型风险的主要因素

根据影响温室生产的内在要求和有关专家的意见,确定影响温室风险的主要因素。本文主要包括成本因素、市场因素、环境因素和其他因素。

2、确定影响因素基本概率赋值

确定影响因素的模糊评语集和效用值。$\Omega = \{H_1, \cdots H_z\}$ 为模糊评语集,其中 $H_l (l = 1, \cdots, z)$ 为具体评语。例如,决策者关于风险损失因素可能给出的评语。$u(\Omega) = \{u(H_1), \cdots u(H_z)\}$ 为决策者给出的模糊评语的效用值集,$\Omega = \{$很小(H_1),较小(H_2),中等(H_3),较大(H_4),很大$(H_5)\}$ 为对应于

模糊评语 $u(H_c)(l=1,\cdots,z)$ 的模糊效用值,其取值范围为 $0\leqslant u(H_l)\leqslant 1$。

设 p 个评判者对与所有 s 个风险损失因素相对应 $H_l(l=1,\cdots,z)$ 的基本概率赋值分别为 $\beta_{t,l}^{x_j}(t=1,\cdots,p;j=1,\cdots,s)$;对与所有 s 个风险收益因素相对应 $H_l(l=1,\cdots,z)$ 的基本概率赋值分别为 $\beta_{t,l}^{y_j}(t=1,\cdots,p;j=1,\cdots,s;l=1,\cdots,z)$。其中 x_j 为第 j 个风险损失因素,y_j 为第 j 个风险收益因素,$t(1,\cdots,p)$ 为评判者。

3、确定影响因素的确信度与综合效应值

分配给 p 个评判者关于所有风险损失因素的权重相同,均为 $w_t^1(t=1,\cdots,p;\sum_1^p w_t^1=1)$;评判者 $t(t=1,\cdots,p)$ 对风险损失因素 $x_j(j=1,\cdots,s)$ 的可信度为 $\gamma_t^{x_j}$,可信度为 $\gamma_t^{x_j}$ 由式(5)定义,其中 δ_t^1 是权重折扣因子,$v_t^{x_j}$ 为权重修正系数,一般 $0.9\leqslant v_t^{x_j}\leqslant 1$。

$$\gamma_t^{x_j}=v_t{}^{x_j}\times\delta_t^1$$
$$\delta_t^1=\begin{cases}1, & w_t^1\geqslant 1/p\\ p\cdot w_t^1, & w_t^1<1/p\end{cases}\qquad(5)$$

又设评判者 t 对风险损失因素 x_j 关于 $H_l(l=1,\cdots,z)$ 的基本概率赋值为 $m_{t,}^{x_j}l(t=1,\cdots,p;j=1,\cdots,s)$ 及不确信度为 $m_{t,\Omega}^{x_j}$,则有

$$m_{t,l}^{x_j}=\beta_{t,l}^{x_j}\times\gamma_t^{x_j}$$
$$m_{t,\Omega}^{x_j}=1-\sum_{l=1}^{z}\beta_{t,l}^{x_j}\times\gamma_t^{x_j}\qquad(6)$$

根据 Dempster 合成法则可将所有评判者的基本概率赋值融合,得到风险损失因素 x_j 的确信度 $\beta_{g,l}^{x_j}(j=1,\cdots,s;l=1,\cdots,z)$ 和不确信度 $\beta_{g,\Omega}^{x_j}=1-\sum_{l=1}^{z}\beta_{g,l}^{x_j}\times\gamma_t^{x_j}$。设风险损失因素 x_j 的综合效应值为 $\beta_g^{x_j}$,则

$$\beta_g^{x_j}=\sum_{l=1}^{Z}u(H_l)\cdot\beta_{g,l}^{x_j}\ (j=1,\cdots,s)\qquad(7)$$

分配给 p 个评判者关于所有风险收益因素的权重均为 $w_t^2(t=1,\cdots,p;\sum_1^p w_t^2=1)$,同理可以得到各风险收益的确信度 $\beta_{g,l}^{y_j}$ 和不确信度 $\beta_{g,\Omega}^{y_j}$。设风险收益因素 y_j 的综合效应值为 $\beta_g^{y_j}$,则

$$\beta_g^{y_j}=\sum_{l=1}^{Z}u(H_l)\cdot\beta_{g,l}^{y_j}\ (j=1,\cdots,s)\qquad(8)$$

4、确定各因素的权重

风险损失因素 $x_j(j=1,\cdots,s)$ 的权重为 c_j,其中 $\sum_{j=1}^{s}c_j=1$。c_j 可由根据修正层次分析法计算而来,具体方法见文献[6]。风险收益因素 $y_j(j=1,\cdots,s)$ 的权重为 d_j,其中 $\sum_{j=1}^{s}d_j=1$。d_j 也由根据修正层次分析法计算而来。

5、确定综合评价值

设评判者作评判时,评判者 $t(t=1,\cdots,p)$ 给出风险成本指标(x)和风险收益指标(y)的权重分别为 $a_t,b_t\ (a_t+b_t=1)$,分配给评判者 t 关于风险成本指标和风险收益指标的权重均为 $w_t\ (\sum_{t=1}^{p}w_t=1)$,则评判群体关于风险成本指标和风险收益指标的综合权重分别为 $\lambda=\sum_{t=1}^{p}w_tb_t,1-\lambda=\sum_{t=1}^{p}w_ta_t$。从而可得出评判群体对各类温室风险成本评价值 R_g、风险收益评价值 V_g 和风险效应综合评价值 F_g:

$$R_g=\sum_{j=1}^{s}c_j\cdot\beta_g^{x_j}$$
$$V_g=\sum_{j=1}^{s}d_j\cdot\beta_g^{y_j}\qquad(9)$$
$$F_g=\lambda\cdot V_g-(1-\lambda)\cdot R_g$$

三　研究实例

综合专家意见,影响温室选型风险因素为市场因素、技术因素、生产经营因素、其他因素等四个。其层次结构见图 1。

对四个评判者进行了面对面调查,编号分别为 PP_1、PP_2、PP_3、PP_4,统计出他们对影响玻璃自控温室与塑料大棚投资的四个风险因素的基本概率分布见表 1。分配给他们的权重分别为 $w_1=0.3,w_2=0.3,w_3=0.2,w_4=0.2$。$PP_1$ 给出的风险损失和收益权重为 $a_1=0.42,b_1=0.58$,PP_2 为 $a_2=0.38,b_2=0.62$,PP_3 为 $a_3=0.30,b_3=0.70$,而 PP_4 为 $a_4=0.40,b_4=0.60$。故,$\lambda=\sum_{t=1}^{4}w_tb_t=0.62,1-\lambda=0.38$。

$$C=\begin{bmatrix}&x_1&x_2&x_3&x_4\\x_1&1&1/2&1&1\\x_2&2&1&1/2&2\\x_3&1&2&1&2\\x_4&1&1/2&1/2&1\end{bmatrix}$$

综合四人意见,得出成本风险损失、市场风险损失、环境风险损失和其他风险损失等四个因素的判断矩阵 $\boldsymbol{C}$,各风险收益因素判断矩阵亦为 $\boldsymbol{C}$。

根据 $\boldsymbol{C}$,采用修正层次分析法得出成本风险损失(收益)、市场风险损失(收益)、环境风险损失(收益)

和其他风险损失(收益)的权重分别为:$c_1 = d_1 = 0.2026$,$c_2 = d_2 = 0.2865$,$c_3 = d_3 = 0.3407$,$c_4 = d_4 = 0.1703$。

根据表 1 和证据理论 Dempster 合成法则,得到评判群体关于因素的确信度为表 2,取风险的权重修正系数 $v_t^{x_j}$ 与 $v_t^{y_j}$ 为 1。根据公式(7)与(8)计算出评判群体对于各因素的综合效应值见表 3。根据公式(7)进行计算,可得到玻璃自控温室与塑料温室的风险综合效应评价值,见表 4。

表 1 温室(大棚)风险损失与收益基本概率的调研统计

		玻璃自控温室			塑料大棚		
		H_2	H_3	H_4	H_2	H_3	H_4
成本风险损失 x_1	PP_1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.2	0.2
	PP_2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.4	0.1
	PP_3	0.1	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2
	PP_4	0.1	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2
		H_2	H_3	H_4	H_2	H_3	H_4
市场风险损失 x_2	PP_1	0.2	0.2	0.6	0.4	0.4	0.2
	PP_2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.4	0.1
	PP_3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.2	0.2
	PP_4	0.1	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2
		H_2	H_3	H_4	H_2	H_3	H_4
环境风险损失 x_3	PP_1	0.2	0.2	0.6	0.5	0.3	0.2
	PP_2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.4	0.1
	PP_3	0.1	0.4	0.5	0.6	0.2	0.2
	PP_4	0.1	0.3	0.6	0.5	0.3	0.2

续表

		玻璃自控温室			塑料大棚		
		H_2	H_3	H_4	H_2	H_3	H_4
其他风险损失 x_4	PP_1	0.1	0.5	0.4	0.5	0.4	0.1
	PP_2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2
	PP_3	0.2	0.4	0.5	0.6	0.3	0.1
	PP_4	0.2	0.3	0.5	0.6	0.2	0.2
		H_3	H_4	H_5	H_3	H_4	H_5
成本风险收益 y_1	PP_1	0.4	0.1	0.5	0.4	0.4	0.2
	PP_2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2
	PP_3	0.1	0.3	0.6	0.5	0.2	0.3
	PP_4	0.3	0.2	0.4	0.6	0.3	0.1
		H_3	H_4	H_5	H_3	H_4	H_5
市场风险收益 y_2	PP_1	0.1	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2
	PP_2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.2	0.2
	PP_3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.2	0.3
	PP_4	0.1	0.5	0.4	0.5	0.2	0.3
		H_3	H_4	H_5	H_3	H_4	H_5
环境风险收益 y_3	PP_1	0.2	0.2	0.6	0.6	0.2	0.2
	PP_2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.2	0.3
	PP_3	0.1	0.3	0.6	0.5	0.3	0.2
	PP_4	0.1	0.4	0.5	0.6	0.2	0.2
		H_3	H_4	H_5	H_3	H_4	H_5
其他风险收益 y_4	PP_1	0.3	0.3	0.4	0.7	0.2	0.1
	PP_2	0.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.1
	PP_3	0.3	0.4	0.3	0.6	0.2	0.2
	PP_4	0.4	0.2	0.4	0.6	0.2	0.2

表 2 评判群体关于因素的确信度

类 型	风险损失					风险收益				
	模糊评语	成本风险损失 x_1	市场风险损失 x_2	环境风险损失 x_3	其他风险损失 x_4	模糊评语	成本风险收益 y_1	市场风险收益 y_2	环境风险收益 y_3	其他风险收益 y_4
玻璃自控温室	H_2	0.017	0.0085	0.002	0.0203	H_3	0.0189	0.0102	0.0041	0.1035
	H_3	0.2728	0.1368	0.0962	0.3040	H_4	0.0377	0.3072	0.0738	0.3448
	H_4	0.7102	0.8547	0.9018	0.6757	H_5	0.9434	0.6826	0.9221	0.5517
塑料大棚	H_2	0.9036	0.8523	0.9036	0.878	H_3	0.8772	0.9259	0.9494	0.9818
	H_3	0.0867	0.1364	0.0867	0.1171	H_4	0.1053	0.0296	0.0253	0.0156
	H_4	0.0096	0.0114	0.0096	0.0049	H_5	0.0175	0.0444	0.0253	0.0026

表 3 评判群体关于指标的综合效应评价值

类型	风险损失				风险收益			
	成本风险损失 x_1	市场风险损失 x_2	环境风险损失 x_3	其他风险损失 x_4	成本风险收益 y_1	市场风险收益 y_2	环境风险收益 y_3	其他风险收益 y_4
玻璃自控温室	0.7097	0.7547	0.7701	0.6986	0.9358	0.8993	0.9371	0.8517
塑料大棚	0.3222	0.3330	0.3222	0.3259	0.5395	0.5289	0.5190	0.5058

表 4　生产温室风险综合效应值

评价值	玻璃自控温室	塑料大棚
风险损失评价值 R_g	0.7414	0.3259
风险收益评价值 V_g	0.9180	0.5238
风险综合效应评价值 F_g	0.2766	0.2009

从表 4 中可以看出,玻璃自控温室风险损失评价值、风险收益评价值均最大,风险综合效应评价值也最大;而塑料大棚风险损失评价值、风险收益评价值、风险综合效应评价值均较小。

风险偏好对温室类型最终风险综合效应评价值有重要的影响,λ 就是反映风险偏好程度的参数,λ 越大,风险偏好倾向就越大。该例中,λ = 0.62,说明评判群体是风险偏好的。假定各类温室的风险损失评价值与风险收益评价值是已知的,如表 4,则风险综合效应评价值与反映风险偏好程度的参数存在如下关系式:

玻璃自控温室:$F_g^1 = 0.9180\lambda - 0.7414(1-\lambda)$

塑料大棚:$F_g^2 = 0.5238\lambda - 0.3259(1-\lambda)$

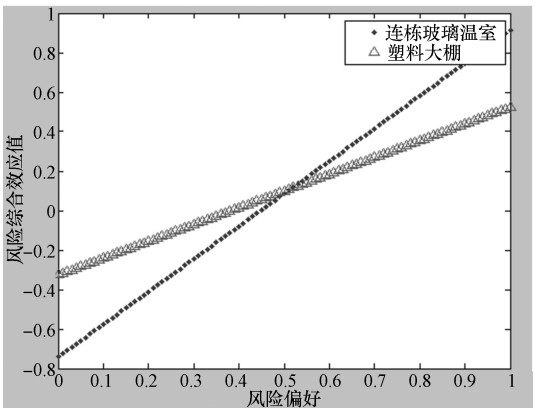

图 2　风险偏好对温室风险综合效应值的影响

如图 2,从图中可以看出,风险厌恶者宁愿选择塑料温室,而风险偏好者宁愿选择玻璃自控温室。因为风险偏好者信奉高风险高回报,风险越大,获得高收益的机会也大。

总的来看,在我国南方目前生产水平下,塑料大棚由于投资低、见效快,比较适合于大面积的推广应用,是高产高效农业的主要模式,可以提高土地的生产力。玻璃自控温室代表了温室种植业的最高水平,但由于投资高、风险大,在现阶段适合于作科学研究、高科技示范、观光农业及种植高档花卉等用途。

[参考文献]

[1] 李萍萍,李冬生. 温室生态经济系统分析[M]. 北京:科学出版社, 2011.

[2] 高会生,朱 静. 基于 D-5 证据理论的网络安全风险评估模型[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(6):157-168.

[3] 刘爱梅,李光华,周国华. 基于证据理论的企业 IT 部门内部服务质量综合评价[J]. 科技管理研究, 2008(6):307-309.

[4] 高珍伟,朱卫东, 张 晨. 基于证据理论的事故倾向性综合测评研究[J]. 合肥工业大学学报:自然科学版, 2008,31(6):918-921.

[5] 鞠彦兵,王爱华. 基于证据理论的风险收益评价模型及其应用[J]. 数学的实践与认识,2006,36(12):19-28.

[6] 李冬生. 温室生态经济系统能量、物质和价值流动特点研究[D]. 江苏大学, 2009.

[7] G Shafer. A Mathematical Theory of Evidence[M]. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1976.

[8] 杨善林. 智能决策方法与智能决策支持系统[M]. 北京: 科学出版社, 2005.

[9] 朱厚任,杨善林,朱卫东. 基于证据理论的公务员绩效评价分析[J]. 合肥工业大学学报:自然科学版, 2006, 29(12):1485-1488.

[10] 李宏坤, 马孝江, 王 珍. 基于多征兆信息融合论的柴油机故障诊断[J]. 农业机械学报,2004,35(1):121-124.

[11] 杨玉建,杨劲松. 基于 D-S 证据理论的土壤潜在盐渍化研究[J]. 农业工程学报,2005,21(4):30-33.

Risk Evaluation of Greenhouse Type Selection Based on Evidence Theory

LI Dong-sheng

(*University of South China*, *Hengyang* 421001, *China*)

Abstract: There are some types of greenhouses in our country now, such as plastic greenhouse and glass self-controlled greenhouse. To select what type of greenhouse is a primary issue to the producer. This paper evaluates risk effect of glass self-controlled greenhouse and plastic greenhouses from the perspective of risk effect of greenhouse type selection by constructing hierarchical structure model. In this paper, the method and evaluating procedure of evidence theory is used. The results show that the risk averter prefers to plastic greenhouse, while risk appetite prefers to glass automatic self-control greenhouse.

Key words: greenhouse; evidence theory; risk effect