

投资项目敏感性分析的简化模型

李晓红

(中国农业大学管理工程学院)

摘要 针对投资项目传统敏感性分析中敏感因素寻找过程的繁琐及多因素敏感性分析时对不确定因素数量的限制,借用经济学上生产弹性定义,提出了以各不确定因素敏感弹性大小来判断其敏感性的方法,并给出计算公式。推导出了各不确定因素以不同幅度同时变换时项目可行性的判断模型,并给出了实例验证。

关键词 不确定因素; 敏感弹性; 敏感因素

中图分类号 F 224. 5

Simplified Model of Sensibility Analysis for Investment Projects

Li Xiaohong

(College of Management Engineering, CAU)

Abstract Due to complication of finding sensibility factors and number limitation of uncertainty factors in traditional multifactor sensibility analysis, the concept of sensibility elasticity is put forward to judge uncertainty factors sensibility, and the calculation formulas are proposed. The model is built to judge feasibility of investment projects when uncertainty factors are changing at the same time at different range, and an example is given.

Key words uncertainty factors; sensibility elasticity; sensibility factors

投资项目敏感性分析是指通过对项目各不确定因素在未来发生变化时对经济效果指标影响程度的比较,找出敏感因素,提出相应对策。它是投资项目风险分析的重要内容,是投资决策的科学依据。传统的敏感性分析方法存在以下缺陷:第一,在通过单因素敏感性分析判断敏感因素时,一般假定其他因素不变;为使各因素的敏感度具有可比性,一般让各因素每次变动相同幅度,据此判断项目经济效果指标对各因素变动的敏感性。这一过程,计算量大且重复操作,极易出错。第二,在进行多因素敏感性分析时,一般采用解析法和图示法,通过比较各因素以不同幅度同时变化的组合点是否在规定的可行域来判断项目的可行性。这一方法虽然直观,但当有3个因素时就要做降级处理;当超过3个因素时,这一方法就不适用了,而是要采用更复杂的敏感面、多维敏感空间分析。这就限制了多因素敏感性分析方法的使用,使得这一方法一直流于形式,无法推广。针对这两方面情况,笔者建立了敏感性分析的简化模型,从而扩大了敏感性分析的使用范围。

1 模型假设

1) 净现值(NPV)是投资项目经济分析中最重要评价指标之一,推导中选NPV为敏感

收稿日期: 2000-09-26

李晓红,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)129信箱,100083

性分析的对象。

2) 影响NPV的所有因素在某种程度上均带有不确定性。为简化模型推导,根据一般的经验和常识,选择投资额,年产(销)量,产品单价,可变经营成本(原材料、燃料、动力、人员工资等)做为不确定因素。

2 敏感因素判断模型

对于生产函数 $Y=f(X)$, 其投入要素 X 的生产弹性 $E_X = \frac{dY/Y}{dX/X}^{[1]}$, 即产出变化百分数与投入变化百分数之比,反映了投入要素 X 变动 1% 所引起的产出 Y 的变动百分数,也反映了产出对投入的敏感程度。投资项目的NPV 可以看成是受各不确定因素作用的一个多元函数,套用生产弹性定义,则投资项目某个不确定因素的敏感弹性可定义为NPV 变动百分数与该不确定因素变动百分数之比,即

$$E_{X_i} = \frac{\partial V_P / V_P}{\partial X_i / X_i} = \frac{(\partial V_P / \partial X_i) X_i}{V_P}$$

其中: X_i 为第 i ($i=1, 2, \dots, m$; m 为不确定因素的个数) 个不确定因素; E_{X_i} 为 X_i 的敏感弹性; V_P 为投资项目确定性分析时的净现值; $\partial V_P / \partial X_i$ 为净现值函数对 X_i 的偏导数。

E_{X_i} 的大小表示第 i 个不确定因素 X_i 变动 1% 所引起NPV 变动的百分数。这一经济含义,使得各不确定因素的敏感弹性之间有了可比性: 某个不确定因素的敏感弹性绝对值越大,说明NPV 对它的敏感程度越大,因此,对所有不确定因素的敏感弹性绝对值按由大到小顺序排列,就得到了各不确定因素的敏感性次序。

下面就 E_{X_i} 的求解做一分析。

为简化推导过程,假定项目一次性投资,投资额为 I , 年产量 Q , 产品单价 p , 销售税金及附加税率 h , 所得税率 t , 生产期年折旧摊销额 D , 年固定经营成本 F_c , 单位产品可变经营成本 V_c , 寿命期 n , 期末固定资产及流动资金回收额 R , 基准折现率 i_0 。由净现值定义可知,该项目净现值 V_P 为

$$V_P = -I + [Qp - QV_c - F_c - Qph - (Qp - QV_c - F_c - Qph - D)t](P|A, i_0, n) + R(P|F, i_0, n)$$

$$\frac{\partial V_P}{\partial Q} = (1-t)(p - ph - V_c)(P|A, i_0, n)$$

$$\frac{\partial V_P}{\partial p} = (1-t)(1-h)Q(P|A, i_0, n)$$

$$\frac{\partial V_P}{\partial V_c} = -(1-t)Q(P|A, i_0, n)$$

$$\frac{\partial V_P}{\partial I} = -1 + \frac{\partial V_P}{\partial D} \frac{\partial D}{\partial I} = -1 + t(P|A, i_0, n) \frac{\partial D}{\partial I}$$

故

$$E_Q = \frac{(\partial V_P / \partial Q) Q}{V_P} = \frac{(1-t)(pQ - pQh - QV_c)(P|A, i_0, n)}{V_P}$$

$$E_p = \frac{(\partial V_P / \partial p) p}{V_P} = \frac{(1-t)(1-h)Qp(P|A, i_0, n)}{V_P}$$

$$E_{V_c} = \frac{(\partial V_P / \partial V_c) V_c}{V_P} = \frac{-(1-t)QV_c(P|A, i_0, n)}{V_P}$$

$$E_I = \frac{(\partial V_P / \partial I) I}{V_P} = \frac{-I + tD(P|A, i_0, n)}{V_P}$$

由于 $Q_P(P|A, i_0, n)$ 为项目销售收入现值, $Q_{V_c}(P|A, i_0, n)$ 为项目可变经营成本现值, $D(P|A, i_0, n)$ 为项目折旧摊销现值, I 为项目投资现值, 考虑项目具体的投资、产出及运营情况后, 令项目销售收入现值为 $V_{P,S}$, 项目可变经营成本现值为 V_{P,V_c} , 项目折旧摊销现值为 $V_{P,D}$, 项目投资现值为 $V_{P,I}$, 则各不确定因素敏感弹性的通用计算公式为

$$E_p = \frac{(1-t)(1-h)V_{P,S}}{V_P} \quad (1)$$

$$E_{V_c} = \frac{-(1-t)V_{P,V_c}}{V_P} \quad (2)$$

$$E_I = \frac{V_{P,D} - V_{P,I}}{V_P} \quad (3)$$

$$E_Q = \frac{(1-t)(1-h)V_{P,S} - (1-t)V_{P,V_c}}{V_P} = E_p + E_{V_c} \quad (4)$$

需要说明的是, 公式推导中现金流出项未计入财务费用; 如果计入, 其结果不受影响。

3 敏感性分析的简化模型

当多个不确定因素同时以不同幅度变动时, 项目的净现值将由原来的 V_P 变为 V_{P+} , $V_{P+} = V_P + \Delta V_{P_0}$ 。若 $V_P > 0$, 则各因素同时变化后项目仍可行。

设投资项目第 i 个不确定因素 X_i 发生 β_{X_i} 变化, 根据敏感弹性定义, 引起的净现值变化率 $\partial V_P / \partial V_{P+} = \beta_{X_i} E_{X_i}$, 相应的净现值增量 $\Delta V_{P,X_i} = \beta_{X_i} E_{X_i} V_P$ ^[2]。故当多个不确定因素以不同幅度同时变化时, 所引起的净现值总增量 $\Delta V_{P+} = \sum_{i=1}^m \Delta V_{P,X_i} = V_P \sum_{i=1}^m \beta_{X_i} E_{X_i}$, 则 $V_{P+} = V_P + V_P \sum_{i=1}^m \beta_{X_i} E_{X_i} = V_P \left[1 + \sum_{i=1}^m \beta_{X_i} E_{X_i} \right]$ 。若确定性分析时 $V_P > 0$, 则 $V_{P+} > 0$ 的条件是 $\sum_{i=1}^m (\beta_{X_i} E_{X_i}) + 1 > 0$, 即

$$\sum_{i=1}^m \beta_{X_i} E_{X_i} > -1 \quad (5)$$

4 敏感性分析简化模型的应用

用简化模型进行敏感性分析的步骤如下。

- 1) 根据投资项目确定性分析时的财务数据, 计算相应的 $V_P, V_{P,S}, V_{P,I}, V_{P,V_c}, V_{P,D}$;
- 2) 计算各不确定因素的敏感弹性;
- 3) 根据各不确定因素的敏感弹性确定敏感因素;
- 4) 根据各不确定因素未来可能的变化幅度, 计算项目的净现值总变化率 $\sum_{i=1}^m \beta_{X_i} E_{X_i}$;
- 5) 根据项目净现值总变化率来判断项目的可行性, 并提出对策。

例 某投资项目设计年产量 15 000 t, 预计一次性总投资 1 775 万元, 生产期年折旧摊销 100 万元, 产品售价 1 300 元 \cdot t⁻¹, 可变经营成本 650 元 \cdot t⁻¹, 销售税金及附加率 0.8%, 所得税率 33%, 寿命期 12 a, $i_0 = 12\%$, 由此计算的项目全投资净现值为 1 970 万元。由于未来影响经

济环境的某些因素具有不确定性,所以,投资额、原材料价格、产品价格及年产量均可能发生变化。假定可变经营成本变动百分比与原材料价格变动百分比相同:1)试确定上述4项不确定因素的敏感次序;2)若预计未来投资额增加50%,原材料、燃料等价格上升15%,产品售价下降10%,年产量提高5%,问项目是否仍可行;3)若项目不可行,应采取何种对策?

根据上述步骤,分别计算相关现值如下。

$V_P = 1970$ 万元, $V_{P,V_c} = 6039.15$ 万元, $V_{P,I} = 1775$ 万元, $V_{P,S} = 12078.3$ 万元, $V_{P,D} = 619.4$ 万元。则 $E_P = 4.075$, $E_{V_c} = -2.054$, $E_I = -0.797$, $E_Q = 2.021$ 。

由于 $|E_P| > |E_{V_c}| > |E_Q| > |E_I|$,所以,项目净现值 V_P 对各因素的敏感次序依次为:产品售价、原材料燃料价格、产品产量、投资额。

根据给定的条件 $\beta_I = 50\%$, $\beta_{V_c} = 15\%$, $\beta_P = -10\%$, $\beta_Q = 5\%$, 计算得

$$\sum_{i=1}^m \beta_{X_i} E_{X_i} = -1.015 < -1$$

所以,按本例给定的变化幅度组合后,项目不可行。

欲使项目可行,则必须控制各因素的变化幅度,即各因素同时变化时,其组合必须满足式(5);若只进行单因素控制,则投资增幅应满足 $\beta_I \leq 0.48$ (投资增幅不超过48%)。同理,可计算出 $\beta_{V_c} \leq 14\%$ (可变经营成本增幅不超过14%), $\beta_P \geq -9.7\%$ (产品单价下降幅度不超过9.7%), $\beta_Q \geq 5.6\%$ (产量增幅应不小于5.6%)。

5 结束语

该模型很好地解决了文章开始时所提出的2个问题。模型中涉及的不确定因素是所有投资项目都适用的几个重要的不确定因素。在实际应用该模型时,使用者可根据项目具体情况选择相应因素进行分析;对本模型中没有涉及的其他不确定因素,如项目的寿命期、折现率、贷款利率等,使用者可根据相同思路进行推导计算,故本模型也有一定的通用性。该模型的应用使敏感性分析有了更广泛的使用价值。

参 考 文 献

- 1 蒋 瑛 中国农业技术经济实用教程 北京:中国人民大学出版社,1997. 87~ 134
- 2 王国华 项目评价敏感性分析模型 数量经济技术经济研究,1989(3): 60~ 63