

基于熵值法的 AMT 投资风险评价

仇 莉,叶紫莲

(燕山大学 经济管理学院,河北 秦皇岛 066004)

摘要:为了规避先进制造技术(AMT)投资的高风险,减少投资损失,建立了先进制造技术投资风险评价模型,提出了先进制造技术投资风险的熵值评估方法。通过计算先进制造技术各级指标的熵值以及影响系统熵值变化的概率,得出投资方案系统熵值。以此衡量投资风险,并按风险排列出各投资方案的优劣顺序,从而为企业的投资决策提供科学依据,降低先进制造技术的投资风险。

关键词:先进制造技术;风险评价;熵值法;投资决策

DOI:10.3969/j.issn.1001-7348.2011.21.027

中图分类号:F224.5

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2011)21-0124-03

0 引言

先进制造技术是制造业在现代制造战略的指导下,不断吸取机械、计算机、信息、自动化、新材料和现代管理技术,并将其综合应用于产品的设计、制造、检测、管理、销售、使用、服务乃至回收的全过程,以实现优质、高效、低耗、清洁、灵活生产,提高对动态多变的产品市场的适应能力和竞争能力的制造技术的总称。先进制造技术投资具有很高的风险,但一旦投资方向正确则具有相当可观的经济收益和隐形效益。当面临着许多不确定的因素时,高收益刺激着投资者的投资行为,而高风险则制约着投资者的投资决策。因此,在决定是否进行投资之前,要对先进制造技术项目的投资风险进行全面的分析与评价,综合考虑收益与风险因素,提高风险分析的准确性和科学性,选取最优的投资方案,使投资者在能够承受的风险水平下得到尽可能高的收益。所以,风险评价的作用不言而喻。

现有风险评价的研究方法主要有德尔菲法、AHP法、灰色系统评价法、主成分分析法、模糊综合评价法及新近广泛应用的神经网络法、熵值法等。如黄元生、石秀芬^[1]运用熵权法和MADM对电力客户信用风险进行了评价研究。李善花等^[2]运用主成分分析法评估了种业上市公司财务风险等。厦门大学周华^[3]在其硕士论文《先进制造技术的效益评价研究》中,运用层次分析法对先进制造技术的投资风险进行分析。宋之杰教授^[4]在其博士论文中运用模糊综合评价模型研究了

AMT项目投资风险。从以往的研究状况来看,国内学者对先进制造技术投资风险的研究还比较少,研究方法也相对传统。如层次分析法不可避免出现主观性较强的弱点,根据专家经验进行判断有时候和实际情况出入较大,不能保证结果的准确性。

本文将熵值法引入先进制造技术投资风险评价中,运用熵的有关知识构建了先进制造技术投资风险评价体系,改进了主观赋权;并通过示例,证明了其可行性,在先进制造技术投资风险评估中具有一定的可操作性。

1 评价指标体系的构建

先进制造技术高成本投资的特征决定了先进制造技术投资的高风险性。先进制造技术投资风险评价主要从技术的适用性、技术的可靠性和技术的替代风险3个方面进行考虑。

技术的适用性指技术在未来投资领域应用的难易程度。技术的适用性风险范围甚广,包括技术与环境条件的协调性。其中,环境条件主要考虑国家的有关政策、自然资源条件及其所处的地理交通等外部环境。技术人员对技术的支持性,技术人员是新技术的操作者,技术人员对新技术的吸收能力对技术投资风险具有很大的影响。在其它条件不变的情况下,技术人员支持技术投资,则技术的适用性风险就降低;反之,则技术的适用性风险则高。除了技术人员外,管理人员、生产人员等其它员工对技术的支持性,对技

收稿日期:2011-02-21

基金项目:国家自然科学基金项目(70971115);河北省自然科学基金项目(G2009000520)

作者简介:仇莉(1961—),女,黑龙江齐齐哈尔人,博士,燕山大学经济管理学院副教授,研究方向为供应链管理、风险投资;叶紫莲(1986—),女,福建泉州人,燕山大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为风险投资。

术投资风险也有着举足轻重的作用。在研究时,应该给予深入分析。此外,还有技术与原有技术系统的兼容性,技术与现有的产品技术标准的兼容性。

技术的可靠性主要指技术运行的顺利程度。技术可靠性风险在企业投资运行过程中经常会出现。可靠性风险反映的是期望达到的技术运行安全性与商业化产品生产的技术要求之间的差距大小。技术的可靠性风险主要包括:技术运行的安全性、技术的成熟性。

技术的替代风险指所有投资的技术被其它技术替代的可能性。对先进制造技术的替代风险,需要考虑竞争对手的技术能力、国内技术发展水平、国外技术发展水平。因此,先进制造技术的替代风险的下级指标包括相对于竞争对手的技术替代可能性、被国内新技术替代的可能性以及被国外新技术替代的可能性。

根据以上分析,先进制造技术投资风险评价指标体系由 3 个二级指标和 10 个三级指标组成,其指标符号表示如表 1 所示。

表 1 先进制造技术投资风险指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
先进制造 技术投资 风险(A)	技术的适用性(B ₁)	技术与环境条件的协调性 C ₁
		技术人员对技术应用的支撑性 C ₂
		其他员工对技术应用的支撑性 C ₃
		技术与企业原有技术系统的兼容性 C ₄
		技术与现有的产品技术标准的兼容性 C ₅
	技术的可靠性(B ₂)	技术的安全性 C ₆
		技术的成熟性 C ₇
	技术的替代风险(B ₃)	相对于竞争对手的技术替代可能性 C ₈
		被国内新技术替代的可能性 C ₉
		被国外新技术替代的可能性 C ₁₀

2 基于熵值法的评价模型

熵值是系统状态不确定性大小的一种度量,也是系统信息已知多少的一种度量,可以用来衡量系统风险的大小。系统的熵值越大,系统越混乱,非确定性越强,风险越大;反之,熵值越小,所蕴含的信息量就越大,风险就越小。熵权是指各指标传递给决策者的信息量大小在总信息量中所占的权数。

下面运用熵值法构建先进制造技术投资风险的评价模型。

2.1 计算指标体系中每个指标影响系统熵值变化的概率

2.1.1 初始数据和标准矩阵

假设在一个先进制造技术投资项目中有 n 个备选的投资方案,第 j 个投资方案反映在三级指标 C_i 上的值用 r'_{ij} 表示,它被称为原始数据。由原始数据 r'_{ij} 构成的矩阵称为原始矩阵,原始矩阵用 R' 表示,即 $R' = (r'_{ij}), i = 1, 2, \dots, 10; j = 1, 2, \dots, n$ 。对于某项指标 C_i ,如果对于不同的方案 j ,指标值 r'_{ij} 的差距越大,则该指标在评价中所起的作用越大;若对于不同的方案 j 指标值 r'_{ij} 全部相等,则该指标在综合评价中是不起作用的。

为了消除指标 C_i 之间不同量纲的影响。需要对方

案的原始数据 $R' = (r'_{ij})$ 作无量纲化处理,得到标准化矩阵 $R = (r_{ij})_{10 \times n}$ 。其中, r_{ij} 表示第 j 个投资方案在指标 C_i 上的得分, $r_{ij} \in [0, 1]$ ^[5]。在指标处理过程中,不同类型的指标,如成本型指标和效益型指标,标准化处理公式不同;但是原理相同,都是为了消除指标间的量纲影响。

2.1.2 三级指标层中每个因素影响熵值变化的概率

标准化数据 r_{ij} 是第 j 个投资方案在指标 C_i 上的得分,把指标得分 r_{ij} 作归一化处理就可以得到三级指标层中每个因素影响系统熵值变化的概率:

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}, i = 1, 2, \dots, 10 \quad (1)$$

2.2 计算评价体系中二级指标的熵值

在先进制造技术投资风险评价中,投资方案的二级指标熵值是系统一级指标熵值的基础。因此,要评价投资系统的风险,首先应该算出系统二级指标 B_j 的熵值。

根据熵的定义式 $H = -k \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$,先进制造技术投资风险评价系统二级指标熵值计算如式(2)所示:

$$H_{B_j} = -k_B \sum_{i=1}^{m_j} P_i \ln P_i, k_B = \frac{1}{\ln k_0} \quad (2)$$

其中 k_B 是系统熵系数, k_0 为指标体系中二级指标 B_j 的个数,需要注意:在实际计算中为了便于比较,可以选择 k_0 的值,使得 $0 \leq H_{B_j} \leq 1$ 。 P_i 为每个子因素影响系统熵值变化的概率,即 $P_i = f_{ij}$ 。 m_j 表示第 j 个投资方案的二级评价指标下三级指标的个数。

2.3 计算系统一级指标的熵值

先进制造技术投资风险评价系统一级指标熵值函数:

$$H_A = \sum_{j=1}^k k_j H_{B_j} \quad (3)$$

其中 k_j 为二级指标权重即二级指标熵权。可由熵权公式:

$$k_j = \frac{1 - H_{B_j}}{k_0 - \sum_{j=1}^{k_0} H_{B_j}} \quad (4)$$

计算得出 k_j 的值。

用熵值确定指标的权重,可以避免多指标变量间信息的重复和人为确定权重的主观性,从而尽量消除各指标权重的人为干扰,使评价结果更为客观、科学。

2.4 风险评价

比较 n 个投资方案的风险大小,对投资方案进行排序。方案一级指标熵值越大,表明其系统风险越大;反之,则风险越小。

评价采用熵值法,能够合理地反映指标熵值的效用,比层次分析法、专家评分法等可信度更高,适用于多元指标体系的综合评价。

3 数值试验

现有 3 个先进制造技术投资方案 A_1 、 A_2 、 A_3 ,其各项三级指标值均给出,原始数据 $C_i \in [0, 1]$, 0 表示方

案在指标上得分为 0,1 表示方案在指标上得分为满分。如:方案 A₁ 在指标 C₁ 上的得分 $r'_{11} = 0.9$, 表示投资方案 A₁ 的技术与环境条件的协调性较好; 方案 A₁、A₂、A₃ 在技术安全性指标上得分分别为 1、0.75、0.95 表示各方案的安全性系数分别为 100%、75%、95%。各方案指标得分如表 2 所示。

表 2 各方案初始值

指标	方案		
	A ₁	A ₂	A ₃
技术与环境条件的协调性 C ₁	0.9	0.6	0.3
技术人员对技术应用的支撑性 C ₂	0.5	0.8	0.7
其他员工对技术应用的支撑性 C ₃	0.7	0.9	0.3
技术与企业原有技术系统的兼容性 C ₄	0.6	0.7	0.8
技术与现有的产品技术标准的兼容性 C ₅	0.65	0.75	0.85
技术的安全性 C ₆	1	0.75	0.95
技术的成熟性 C ₇	0.8	1	0.95
相对于竞争对手的技术替代可能性 C ₈	0.3	0.5	0.6
被国内新技术替代的可能性 C ₉	0.5	0.7	0.8
被国外新技术替代的可能性 C ₁₀	0.75	0.8	0.55

由表 2 可知指标数据之间的量纲一致, 故不需要进行标准化处理。标准矩阵如下所示:

$$R = R' = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.6 & 0.3 \\ 0.5 & 0.8 & 0.7 \\ 0.7 & 0.9 & 0.3 \\ 0.6 & 0.7 & 0.8 \\ 0.65 & 0.75 & 0.85 \\ 1 & 0.75 & 0.95 \\ 0.8 & 1 & 0.95 \\ 0.3 & 0.5 & 0.6 \\ 0.3 & 0.7 & 0.8 \\ 0.75 & 0.8 & 0.55 \end{pmatrix}$$

并可由此算出每个因素影响系统熵值变化的概率

表 3 三级指标熵值及影响系统熵值变化的概率

指标	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀
熵	0.921	0.984	0.922	0.994	0.995	0.993	0.996	0.966	0.984	0.989
熵权	0.308	0.064	0.3	0.024	0.02	0.026	0.015	0.133	0.064	0.046

表 4 各方案二级指标熵值

	A ₁	A ₂	A ₃
技术的适用性	0.914	0.935	0.870
技术的可靠性	0.374	0.372	0.378
技术替代风险	0.537	0.567	0.555

表 5 各方案二级指标熵权

	A ₁	A ₂	A ₃
技术的适用性	0.017	0.013	0.025
技术的可靠性	0.121	0.123	0.120
技术替代风险	0.090	0.085	0.086

表 6 各方案一级指标熵值

	A ₁	A ₂	A ₃
熵值	0.109	0.105	0.114

4 结语

先进制造技术投资风险评价作为一项复杂的风险

矩阵 F:

$$F = (f_{ij}) = \begin{pmatrix} 0.5 & 0.333 & 0.167 \\ 0.25 & 0.4 & 0.35 \\ 0.368 & 0.474 & 0.158 \\ 0.286 & 0.333 & 0.381 \\ 0.289 & 0.333 & 0.378 \\ 0.37 & 0.278 & 0.352 \\ 0.291 & 0.364 & 0.345 \\ 0.214 & 0.357 & 0.429 \\ 0.25 & 0.35 & 0.4 \\ 0.357 & 0.381 & 0.262 \end{pmatrix}$$

由熵值定义式和式(1)可得各三级指标熵值和每个因素影响系统熵值变化的概率(见表 3)。

由式(2), $k_B = \frac{1}{\ln k_0}$, 为了便于比较, 取 $k_0 = 7$, 使得 $0 \leq H_{Bj} \leq 1$ 。可以算出 3 个先进制造技术投资方案技术的适用性、可靠性和替代风险 3 个二级指标的熵值, 结果如表 4 所示。

3 个先进制造技术投资方案技术的适用性、可靠性和替代风险 3 个二级指标的熵权如表 5 所示。

根据上述两表计算结果以及式(3)可以得到 3 个投资方案风险系统一级指标熵, 结果如表 6 所示。

由以上分析以及表 6 的数据显然可知, $H_{A_2} < H_{A_1} < H_{A_3}$ 。方案 A₂ 的熵值最小, 表明该方案投资风险系统最为有序, 风险最小; 而方案 A₃ 的熵值最大, 风险最大。因此, 根据风险大小排序, 可以得到 3 个方案的优劣顺序: $A_2 > A_1 > A_3$ 。

评价过程, 评价指标的定量化一直是制约其风险评价准确性与科学性的瓶颈。在分析研究国内外风险评价理论的基础上, 本文运用熵值法以及熵的相关理论, 计算出指标体系中各级指标的熵值及其权重, 从而克服了在实际操作中由于信息不够充分、估计不够准确等导致的人为确定权重的主观随意性。通过构建先进制造技术风险评价模型, 运用熵值法分别对先进制造技术的适用性风险、可靠性风险以及替代风险进行分析评价, 以此确定先进制造技术的投资方案风险熵值。通过比较各投资方案投资风险熵值来确定投资方案风险大小, 从而为企业开展先进制造技术投资提供依据, 为决策者进行科学决策提供参考。

参考文献:

[1] 黄元生, 石秀芬. 基于熵权法和 MADM 的电力客户信用风险评价[J]. 技术经济与管理研究, 2010(2): 24-27.