

基于 G1-熵值-TOPSIS 的新能源汽车 风险投资项目评价^{*}

张识宇^{**} 苏雯璟

(西北工业大学管理学院,西安 710072)

摘 要:作为我国战略性新兴产业,新能源汽车发展潜力巨大,风险投资已成为其发展的助推器,而进行科学的项目评价对于风险投资成败至关重要。基于核心竞争力理论,本文提出了新能源汽车风险投资项目评价的关键要素,据此构建了包含 11 个一级指标,以及创业企业家资信、产业扶持政策支持度、电池技术先进性、能量管理技术成熟度、汽车安全性、环境保护贡献度等 30 个二级指标的新能源汽车风险投资项目评价指标体系,并提出了新能源汽车风险投资项目的 G1-熵值-TOPSIS 评价方法。实例应用表明该方法可行,评价结果能够兼顾主客观评价信息。

关键词:新能源汽车;风险投资;评价指标体系;G1-熵值-TOPSIS 法

中图分类号:F830.59

文献标识码:A

doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2018.04.002

Evaluation of New Energy Vehicle Venture Capital Project Based on G1-Entropy-TOPSIS^{*}

ZHANG Shiyu^{**} SU Wenjing

(School of Management, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: As a burgeoning strategic industry in our country, the new energy vehicle (NEV) industry has powerful potential of development. And the venture capital has become a booster to the development of NEV. A scientific evaluation of the venture capital project is crucial to its success. Based on the theory of core competence, the key elements of the evaluation of NEV venture capital project are proposed in this paper. Then according to these elements, an evaluation index system of the NEV venture capital project is established. This evaluation index system includes 11 first-level indicators and 30 second-level indicators, such as entrepreneur credit, industry support policy, battery technology advancement, energy management technology maturity, automobile safety, and contribution to environment protection. The G1-Entropy-TOPSIS evaluation method for the NEV venture capital projects is put forward in the paper. The application of the evaluation method shows that the method is feasible and the evaluation result covers both objective and subjective evaluation information.

Key words: new energy vehicle; venture capital; evaluation index system; G1-Entropy-TOPSIS method

1 引言

新能源汽车是指采用非常规车用燃料作为动力来源(或使用常规车用燃料、采用新型车载动力装置),综合应用车辆动力控制和驱动方面的

先进技术而形成的技术原理先进、具有新技术、新结构的汽车^[1]。发展新能源汽车是我国加快落实节能减排、缓解能源供需问题、改善空气质量的重要战略。新能源汽车产业则是国家鼓励发展的战略性新兴产业。中国风险投资研究院的研究报

2018-02-06 收稿,2018-03-21 接受,2018-04-04 网络发表

^{*} 陕西省软科学项目(2014KRM42)、陕西省社会科学基金(13Q163)资助

^{**} 通讯作者,E-mail:zhang_shiyu@163.com

告^[2]显示,新能源及其应用已成为中国经济发展和投资的又一热点。由于其广阔的市场潜力和巨大的利润空间,IDG、红杉资本等多家风险投资机构开始涉足新能源汽车项目的投资。汽车行业本身投资额巨大、回收期长,加之新能源汽车行业的不成熟性,无疑更加大了投资失败的风险,因此项目评估成为关乎新能源汽车风险投资项目成败的重要环节。

目前经济管理领域对于新能源汽车的研究主要集中在国家政策、产业发展、技术创新、消费者行为等方面^[3-6],鲜见关于新能源汽车风险投资的研究。而已有的风险投资评价研究中,一部分研究未区分行业^[7,8],另一部分主要针对 IT、生物医药、农业、创意文化等特定行业^[9-12],非常缺乏适合我国现状的新能源汽车风险投资项目评价方面的研究。具有代表性的研究中,国内学者聂磊、张宁^[13]建立了包含风险性、收益性和企业实力三个方面指标的新能源汽车产业风险投资项目三层评价指标体系,以 AHP 法确定指标权重,再加权求和获得评价值。但其指标体系的“风投”特性和行业特征不够突出,所用指标没有反映风险投资关注“人”的投资特性以及体现新能源汽车的特有技术特性,且评价方法主观性较强。基于此,本文在剖析新能源汽车风险投资项目评价要素的基础上,构建了新能源汽车风险投资项目评价指标体系,建立了基于 G1-熵值-TOPSIS 的新能源汽车风险投资项目综合评价模型,以便为风险投资公司新能源汽车项目决策提供参考依据。

2 新能源汽车风险投资项目评价指标体系的构建

2.1 新能源汽车风险投资项目评价要素分析

核心竞争力是富有战略价值的,能为企业降

低成本,为顾客提供独特的价值和利益,最终使企业获得超过同行业平均利润水平的超值利润^[14]。成功企业的实践也证明了核心竞争力是企业持久竞争优势和长期获利的源泉。创业企业的核心竞争力越强,其获利能力越强,企业增值的潜力也越大,风险投资公司获得高收益的可能性越大。衡量新能源汽车创业企业是否具有企业核心竞争力,是风险投资公司进行项目筛选和评价的出发点。

企业的核心竞争力包括其不可替代的技术能力和将技术能力予以有效结合的组织能力^[15]。故风险投资公司进行创业项目选择时,应重点考虑项目所属企业拥有的技术能力及组织能力。技术能力主要反映在新能源汽车企业的技术与产品方面。掌握先进且成熟的新能源汽车关键技术,拥有新颖、独特的产品性能,可以使创业企业在技术与产品上保持领先地位,获得长久竞争优势,进而转化为风险投资公司收益。企业家与创业团队负责整个企业的运营,是企业核心人力资源,其基本素质奠基了创业企业的组织能力。

此外,企业的技术、组织能力只有与良好的市场机遇结合才能转化为持久的竞争优势;外部环境的高支持性可以助力企业的核心竞争力淋漓尽致地发挥;项目效益是反映企业运营情况最直观的因素^[16],投资决策前,对项目经济、社会收益的预判是保障投资收益的必要手段。

由此可见,产品与技术、企业家与创业团队、市场状况、外部环境,以及项目效益,反映着创业企业构建、保持核心竞争力和获利的潜力,是风险投资公司进行新能源汽车风险投资项目评价的关键要素。这些关键要素的优劣将直接影响风险投资公司的投资成败。

2.2 新能源汽车风险投资项目评价指标体系的构建

本文以新能源汽车风险投资项目评价的五大要素为基础,参考文献[7,8,16,17]的评价指标,结合新能源汽车风险投资项目的行业特点,自主开发,根据系统性、可比性、科学性、独立性和可行性相结合的原则,运用层次分析原理,按目标层、准则层、一级指标层、二级指标层,建立了新能源汽车风险投资项目多层次评价指标体系,如表 1 所示。

表 1 新能源汽车风险投资项目评价指标体系
Tab. 1 Evaluation index system of new energy vehicle venture capital project

目标层	准则层	一级指标	二级指标	
新能源汽车 风险投资项目 评价 x	外部环境 x_1	产业环境 x_{11}	产业扶持政策支持度 x_{111}	
			产业标准规范程度 x_{112}	
			配套设施建设完备度 x_{113}	
		经济环境 x_{12}	宏观经济景气程度 x_{121}	
	产品与 技术 x_2	产品性能 x_{21}	汽车安全性 x_{211}	
			续航里程 x_{212}	
			节能等级 x_{213}	
		关键技术 竞争力 x_{22}	电池技术先进性 x_{221}	
			驱动及其控制技术先进性 x_{222}	
			能量管理技术先进性 x_{223}	
			电池技术成熟度 x_{224}	
			驱动及其控制技术成熟度 x_{225}	
				能量管理技术成熟度 x_{226}
			知识产权 保护度 x_{23}	知识产权数量 x_{231}
	企业家 与创业 团队 x_3	企业家 素质 x_{31}	人格特质 x_{311}	
			资信情况 x_{312}	
			决策能力 x_{313}	
		创业团队 素质 x_{32}	战略规划能力 x_{321}	
			风险管理能力 x_{322}	
			市场营销能力 x_{323}	
			财务管理能力 x_{324}	
			技术实现能力 x_{325}	
市场 状况 x_4	市场吸 引力 x_{41}	目标市场规模 x_{411}		
		市场增长潜力 x_{412}		
	市场风险 x_{42}	市场进入壁垒 x_{421}		
		市场竞争状况 x_{422}		
项目 效益 x_5	经济效益 x_{51}	预期投资回报率 x_{511}		
		预期投资回收期 x_{512}		
		风险资金退出难易程度 x_{513}		
	社会效益 x_{52}	环境保护贡献度 x_{521}		

2.2.1 外部环境

新能源汽车企业作为一个复杂的系统,其稳健发展不仅需要技术、资金、人力资源等内部环境系统的协调,而且需要经济、产业环境系统的支持。新能源汽车产业属于战略性新兴产业,产业的发展依赖政府政策的推动和引导,产业扶持政策的支持程度将会大大影响投资回报^[18];其次,新能源汽车作为我国的新兴产业,缺乏产业标准和准入门槛,可能导致企业无序经营和恶性竞争,因此完善的产业标准是新能源汽车产业健康发展的必要条件;再次,新能源汽车相关配套设施的完善,有利于减轻消费者对汽车能源补充的焦虑,进而提高销量,提升企业的收益;最后,宏观经济环境的景气程度会影响国家经济政策走向,进而使创业企业的生产成本、目标市场需求受到影响,最终影响新能源汽车创业企业和风险投资公司的收益。

2.2.2 产品与技术

先进、成熟的技术可以为创业企业带来独特的竞争优势^[19]。新能源汽车的关键技术在于电池技术、驱动及其控制技术以及能量管理技术^[20]。新能源汽车这三类关键技术的先进性及成熟度决定了其竞争力,是形成创业企业核心竞争力的要素。先进、新颖、独创的技术能够形成企业独特的竞争优势,同时新能源汽车所利用的技术越成熟,产品商品化的可行性就越高,投资价值就越高。此外,掌握较多数量知识产权的创业企业可以给其他竞争者制造进入壁垒,从而加强创业企业的竞争力。续航里程、汽车安全性以及节能等级作为消费者购买汽车重点考虑的产品性能,也是反映新能源汽车产品先进性和可靠性的重要指标。

2.2.3 企业家与创业团队

创业团队在经营过程中,需要确定目标、制定

规划、执行计划并不断进行评价与控制;有效处理不确定事物,顺利开展日常运营工作;洞悉市场变化,提高市场份额;安排财务方面大小资源,进行科学财务管理;将技术转化为现实产品,完善产品质量。因此,出色的战略规划能力、风险管理能力、市场营销能力、财务管理能力和技术实现能力是创业团队应具备的关键素质。此外,就企业家而言,独特的人格魅力不仅可以吸引投资,而且可以在一定程度上影响员工绩效;良好的资信情况可以有效降低道德风险,保障风险投资公司与创业企业良好的合作;在重大问题面前冷静思考、准确判断的决策能力也至关重要。

2.2.4 市场状况

现在的商业环境中,市场影响着企业的发展甚至生存,拥有再好的技术和产品,如果不能被市场认可,也是没有意义的^[21]。创业企业的目标市场需要达到一定规模,否则无论企业经营得多么成功,也无法产生足够的利润;此外,若创业企业目标市场规模大,但缺乏可拓展空间,则意味着市场增长潜力低,创业企业将无法持久地获利;再者,还需要考察目标市场是否存在进入壁垒的情况,譬如政府管制、指标限制等方面;最后,对于新能源汽车创业企业来讲,其竞争除了来自国内外同类产品,还会来自传统能源汽车公司,因此在投资新能源汽车风险投资项目前,需要充分了解市场的竞争格局。

2.2.5 项目效益

城市中使用新能源汽车能够改善空气质量,减少环境污染^[22]。发展新能源汽车是我国加快落实节能减排,改善空气质量的重要抓手,故本文认为进行新能源汽车风险投资项目评价时,项目在环境保护方面的社会效益是必须关注的指标。新能源汽车产品对环境保护贡献程度越高,项目

的社会效益越好,国家的政策优惠、扶持力度越大,同时企业的品牌形象也会越好,消费者的购买意愿越强,企业的发展前景越广阔。其次,风险投资公司通过向创业企业注入风险资金来获得收益,故预期投资回报率越高,越吸引投资;而相等生命周期的新能源汽车项目,回收期越短的盈利时间越长,投资获利越多;对于风险投资退出阶段解决“收益如何实现”的问题,只有风险资金成功退出,才能实现风险资本的价值增值^[23],因而风险资金退出的难易程度是风投公司投资前须关注的指标。

3 新能源汽车风险投资项目 G1-熵-TOPSIS 评价模型

常用的综合评价方法有模糊综合评价法、神经网络法和 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 等方法。TOPSIS 法,通过构建正、负理想解,计算方案与这两个解间的加权欧氏距离,得到该方案与正理想解的邻近程度,越邻近则方案越好^[24,25]。对比模糊综合评价法和神经网络法,TOPSIS 法很好地解决了模糊评价法指标之间的信息相关问题,同时对数据来源无特殊要求,计算步骤清晰且结果易理解,评价人员易于做出判断,可操作性强,适用于新能源汽车风险投资项目评价。

以科学的方法确定指标权重是准确合理地评价新能源汽车风险投资项目的基础。新能源汽车风险投资项目评价指标体系定性指标居多,若单纯采用主观定权法容易导致评价结果主观性过强;只采用客观定权法,则容易忽略评价者的经验认知,采用组合赋权法才能兼顾主客观信息。常用的主观定权法有德尔菲法、AHP 法和 G1 法。其中 G1 法是 AHP 法的改进方法,它避开了两两

比较判断矩阵的建立及一致性检验,计算量比 AHP 法明显减少并且没有德尔菲法受专家情绪影响大。常用的客观定权法有主成分分析法、复相关系数法和熵值法。熵值法通过计算熵值判断指标的分散程度来推断指标重要程度^[26],避免了主成分分析法导致评价信息不完全的问题和复相关系数法对指标独立性要求高的弊端,评价结果更为客观。因此,本文的新能源汽车风险投资项目采用 G1-熵-TOPSIS 评价模型,通过文献[27]的组合赋权法,先运用 G1 法、熵值法分别确定主、客观权重,然后采用最小偏差法进行组合赋权,再以组合权重为基础进行 TOPSIS 评价,以便有效抑制使用单一赋权时 TOPSIS 评价结果的片面性。

3.1 指标预处理

假设有 m 个待评价项目, n 个评价指标,即方案集为 $M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$, 指标集为 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, 指标集的权重向量为 $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, $w_j \geq 0, \sum_{j=1}^n w_j = 1$, 方案 M_i 对指标 x_j 的值记为 $y_{ij}(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$ 。本文采用专家评分法对 y_{ij} 进行指标取值。由风险投资公司专家小组成员对各项目进行评价,对项目的二级指标打分。分数为 1 ~ 10 的整数,指标数值越大表示项目该指标情况越好。

3.2 基于 G1-熵值法的指标权重确定

3.2.1 运用 G1 法确定主观权重

Step1:运用 G1 法确定指标 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 间序关系^[26]。

Step2:专家给出评价指标 x_{k-1} 与 x_k 的重要性程度之比 $\frac{w_{k-1}^*}{w_k^*}$ 的理性赋值 r_k , r_k 的赋值参考文献[26]:

$$r_k = \frac{w_{k-1}^*}{w_k^*}, k = n, n - 1, \dots, 3, 2$$

(1)

Step3:先根据式(2)计算指标 x_n 的主观权重 w_n^* ,再通过式(3)依次计算出按序关系排序后的第 $k - 1$ 个指标 x_{k-1} 的主观权重 w_{k-1}^* ,这样最终得到各指标对应的主观权重 w_j^* :

$$w_n^* = \left(1 + \sum_{k=2}^n r_k \cdot r_{k+1} \cdots r_n\right)^{-1}$$

(2)

$$w_{k-1}^* = r_k w_k^*, k = n, n - 1, \dots, 3, 2$$

(3)

3.2.2 运用熵值法确定客观权重

Step1:计算第 j 项指标下,第 i 个方案的特征比重

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^n y_{ij}}$$

(4)

Step2:计算第 j 项指标的熵值

$$e_j = -(\ln m)^{-1} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij})$$

(5)

Step3:计算熵权系数

$$w_j^{**} = \frac{(1 - e_j)}{\sum_{i=1}^n (1 - e_j)}, j = 1, 2, \dots, n$$

(6)

3.2.3 运用最小偏差法确定组合权重

设组合权重 w_j 为主观权重 w_j^* 与客观权重 w_j^{**} 的线性组合,即 $w_j = \beta w_j^* + (1 - \beta) w_j^{**}, 0 \leq \beta \leq 1$ 。 β 表示主观权重占组合权重的比例, $(1 - \beta)$ 表示客观权重占比。

以“组合权重与主观权重之间的偏差”和“组合权重与客观权重之间的偏差”平方和最小为目标建立目标函数: $\min Z = \sum_{j=1}^n [(w_j - w_j^*)^2 + (w_j - w_j^{**})^2]$ 。参照文献[27]求解得: $\beta = 0.5$ 时,二者平方和最小,则可得组合权重:

$$w_j = 0.5 w_j^* + 0.5 w_j^{**}$$

(7)

3.3 基于 TOPSIS 法的项目综合评价

Step1:构造加权决策矩阵,确定整体方案的正、负理想解。

Step2:计算所有方案与正、负理想解间的欧式距离:

$$Sd_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (S_j^+ - k_{ij})^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (8)$$

$$Sd_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (S_j^- - k_{ij})^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

Step3:计算所有方案与正理想解间相对贴近度 η_i

$$\eta_i = \frac{Sd_i^-}{Sd_i^+ + Sd_i^-}, i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

η_i 越大,方案 M_i 越接近正理想解,即方案越好^[28]。

4 算例

JY 投资管理公司已投资的风险投资项目涉

及通讯技术、生物医药、文化创意、石油勘探等行业,拟进入新能源汽车行业。现需对 $M_1 \sim M_5$ 五个新能源汽车风险投资项目从外部环境、产品与技术、企业家与创业团队、市场状况和项目效益五个方面共计 30 个指标进行综合评价,为是否投资提供决策依据。

Step1:首先由公司投资决策专家小组对五个项目的二级指标进行打分,打分结果如表 2 所示。

Step2:确定指标权重。

1)由专家小组对二级指标、一级指标和准则层指标分别确定序关系,比较判断 x_{k-1} 与 x_k 间相对重要程度,计算各指标权重系数,确定主观权重 w_j^* (表 3)。

表 2 二级指标打分表

Tab. 2 The secondary index scores

	x_{111}	x_{112}	x_{113}	x_{121}	x_{211}	x_{212}	x_{213}	x_{221}	x_{222}	x_{223}	x_{224}	x_{225}	x_{226}	x_{231}	x_{311}
M_1	8	9	6	8	6	10	7	9	7	9	7	6	7	5	9
M_2	4	8	6	7	4	7	4	3	4	10	8	8	6	6	7
M_3	6	7	5	7	8	6	7	9	6	5	6	7	8	6	8
M_4	5	8	6	8	5	4	5	4	2	6	9	9	8	5	6
M_5	7	7	4	7	7	6	8	6	5	7	8	8	9	5	7
	x_{312}	x_{313}	x_{321}	x_{322}	x_{323}	x_{324}	x_{325}	x_{411}	x_{412}	x_{421}	x_{422}	x_{511}	x_{512}	x_{513}	x_{521}
M_1	7	8	7	5	5	6	7	7	6	4	6	7	5	4	6
M_2	9	5	6	4	7	5	8	8	4	5	6	6	7	6	5
M_3	7	5	6	4	9	5	5	8	5	4	5	9	5	4	5
M_4	7	4	8	6	8	6	6	6	5	5	6	7	5	5	5
M_5	8	7	7	5	7	5	8	9	7	7	5	9	6	4	5

表 3 二级指标的权重

Tab. 3 The weight of the secondary index

	x_{111}	x_{112}	x_{113}	x_{121}	x_{211}	x_{212}	x_{213}	x_{221}	x_{222}	x_{223}
主观权重	0.482759	0.215517	0.301724	1.000000	0.432990	0.309278	0.257732	0.197802	0.137363	0.164835
客观权重	0.636961	0.102965	0.260074	1.000000	0.280625	0.427742	0.291633	0.390393	0.332931	0.147691
组合权重	0.559860	0.159241	0.280899	1.000000	0.356807	0.368510	0.274683	0.294098	0.235147	0.156263
	x_{224}	x_{225}	x_{226}	x_{231}	x_{311}	x_{312}	x_{313}	x_{321}	x_{322}	x_{323}
主观权重	0.197802	0.137363	0.164835	1.000000	0.432990	0.257732	0.309278	0.202040	0.144314	0.290937
客观权重	0.042995	0.042995	0.042995	1.000000	0.202877	0.116020	0.681103	0.109433	0.219232	0.320957
组合权重	0.120398	0.090179	0.103915	1.000000	0.317933	0.186876	0.495191	0.155736	0.181773	0.305947
	x_{324}	x_{325}	x_{411}	x_{412}	x_{421}	x_{422}	x_{511}	x_{512}	x_{513}	x_{521}
主观权重	0.120262	0.242448	0.583333	0.416667	0.583333	0.416667	0.432990	0.257732	0.309278	1.000000
客观权重	0.074239	0.276139	0.340840	0.659160	0.854670	0.145330	0.338333	0.267559	0.394108	1.000000
组合权重	0.097250	0.259293	0.462086	0.537914	0.719002	0.280998	0.385662	0.262645	0.351693	1.000000

2) 根据二级指标的打分值计算熵值,由式 (4) ~ (6) 计算二级指标的客观权重 w_j^{**} ,再由式(7)计算其组合权重(表 3)。(表 4)。同理,可计算准则层指标的组合权重 (表 5)。

Step3: 运用 TOPSIS 法进行综合评价。

3)对指标值加权处理,得出不同方案一级指标的指标值。根据式 (4) ~ (6) 计算一级指标的客观权重 w_j^{**} 。再由式(7)计算其组合权重 w_j 方案集为 $M = (M_1, M_2, M_3, M_4, M_5)$, 指标集为 $X = (x_{111}, x_{112}, x_{113}, \cdots, x_{521})$, 由前述五个项目 打分所得的指标值可得决策矩阵 Y 。

$$Y = \begin{bmatrix} 8 & 9 & 6 & 8 & 6 & 10 & 7 & 9 & 7 & 9 & 7 & 6 & 7 & 5 & 9 & 7 & 8 & 7 & 5 & 5 & 6 & 7 & 7 & 6 & 4 & 6 & 7 & 5 & 4 & 6 \\ 4 & 8 & 6 & 7 & 4 & 7 & 4 & 3 & 4 & 10 & 8 & 8 & 6 & 6 & 7 & 9 & 5 & 6 & 4 & 7 & 5 & 8 & 8 & 4 & 5 & 6 & 6 & 7 & 6 & 5 \\ 6 & 7 & 5 & 7 & 8 & 6 & 7 & 9 & 6 & 5 & 6 & 7 & 8 & 6 & 8 & 7 & 5 & 6 & 4 & 9 & 5 & 5 & 8 & 5 & 4 & 5 & 9 & 5 & 4 & 5 \\ 5 & 8 & 6 & 8 & 5 & 4 & 5 & 4 & 2 & 6 & 9 & 9 & 8 & 5 & 6 & 7 & 4 & 8 & 6 & 8 & 6 & 6 & 6 & 5 & 5 & 6 & 7 & 5 & 5 & 5 \\ 7 & 7 & 4 & 7 & 7 & 6 & 8 & 6 & 5 & 7 & 8 & 8 & 9 & 5 & 7 & 8 & 7 & 7 & 5 & 7 & 5 & 8 & 9 & 7 & 7 & 5 & 9 & 6 & 4 & 5 \end{bmatrix}$$

建立决策矩阵 Y 后,本文用 MATLAB2015a 编写 TOPSIS 程序进行数据处理^[28],其中需要区分的是二级指标 x_{421} 、 x_{422} 、 x_{512} 、 x_{513} 是越小越优型指标,其余二级指标为越大越优型指标。编程思路按照 3.3 小节的评价步骤进行,即先构建加权决策矩阵,然后计算正、负理想解,通过计算各方案与正、负理想解之间的距离从而计算出各方案与正理想解的贴近度。程序运算可得五个项目 $M_1 \sim M_5$ 距离正理想解的贴近度依次是 0.5705、0.4023、0.4764、0.3187、0.5639。根据贴近度越大,项目越优的原则,得出这五个新能源汽车风 险投资项目从优到劣的顺序是: $M_1 > M_5 > M_3 > M_2 > M_4$ 。

5 结语与讨论

本文从核心竞争力理论出发,以能够形成创 业企业核心竞争力和保障企业长期获利的因素 为核心建立评价指标体系,为现有风险投资评价 指标体系的构建思路提供了有益补充,从理论上 为风险投资公司建立新能源汽车风险投资项目 评价指标体系找到了依据。

本文建立的多层次新能源汽车风险投资项

表 4 一级指标的权重

Tab.4 The weight of the primary index

	x_{11}	x_{12}	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{31}	x_{32}	x_{41}	x_{42}	x_{51}	x_{52}
主观权重	0.583333	0.416667	0.275229	0.495413	0.229358	0.416667	0.583333	0.615385	0.384615	0.615385	0.384615
客观权重	0.792819	0.207181	0.575024	0.299227	0.125750	0.876953	0.123047	0.446752	0.553248	0.405912	0.594088
组合权重	0.688076	0.311924	0.425126	0.397320	0.177554	0.646810	0.353190	0.531069	0.468931	0.510649	0.489351

表 5 准则层指标的权重

Tab.5 The weight of criterion layer index

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
主观权重	0.094358	0.352419	0.271091	0.159466	0.122666
客观权重	0.193425	0.383437	0.139494	0.274276	0.009368
组合权重	0.143892	0.367928	0.205293	0.216871	0.066017

目评价指标体系,包含了新能源汽车关键技术、社会效益和创业者方面的指标,突显了新能源汽车行业的特点和风险投资关注“人”的特点,弥补了已有研究的不足,从电池技术先进性、能量管理技术成熟度、汽车安全性、企业家资信、产业扶持政策支持度、环境保护贡献度等 30 个二级指标对新能源汽车风险投资项目进行全面评价。所用的 G1-熵值-TOPSIS 评价法,以 G1、熵值法分别进行主、客观赋权,然后运用最小偏差法计算组合权重,再以组合权重为基础运用 TOPSIS 法进行综合评价。由于组合权重的采用,有效抑制了只基于主观或客观权重进行评价的局限性,使评价结果既反映主观要求又兼顾客观实际,且易于理解、可操作性强,是较为实用的风险投资评价方法。实例应用表明方法可行。此外,风险投资是一个分阶段投资的过程,如何将本文提出的新能源汽车风险投资项目评价指标体系和评价方法拓展,使其满足不同投资阶段项目评估的需求,是下一步研究工作的重点。

参考文献

- [1] 张经天,公静. 促进新能源汽车产业发展的财税政策建议[J]. 中国财政,2010(13):49-50.
ZHANG Jingtian, GONG Jing. Suggestions on the Fiscal and Tax Policies on Promoting the Development of New Energy Vehicles Industry[J]. China State Finance,2010(13):49-50.
- [2] 中国风险投资研究院. 中国风险投资年鉴[M]. 北京:民主与建设出版社,2011:615-635.
China Venture Capital Research Institute. China's Venture Capital Annual [M]. Beijing: Democracy and Construction Press,2011:615-635.
- [3] 卢超,尤建新,戎珂,等. 新能源汽车产业政策的国际比较研究[J]. 科研管理,2014,35(12):26-35.
LU Chao, YOU Jianxin, RONG Ke, et al. International Comparison of Industrial Policies for New-energy Vehicles [J]. Science Research Management,2014,35(12):26-35.
- [4] 唐葆君,刘江鹏. 中国新能源汽车产业发展展望[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2015,17(2):1-6.
TANG Baojun, LIU Jiangpeng. Prospects of China's New Energy Vehicle Industry [J]. Journal of Beijing Institute of Technology (Social Science Edition),2015,17(2):1-6.
- [5] 王莉. 技术创新的转型发展研究—基于新能源汽车产业[J]. 科学管理研究,2016,34(5):48-52.
WANG Li. Restructuring and Development of Technological Innovation-driven—Based on the New Energy Automotive Industry [J]. Scientific Management Research,2016,34(5):48-52.
- [6] CAULFIELD B, FARRELL S, MCMAHON B. Examining Individuals Preferences for Hybrid Electric and Alternatively Fuelled Vehicles [J]. Transport Policy,2010,17(6):381-387.
- [7] TYEBJEE T T, BRUNO A V. A Model of Venture Capitalist Investment Activity [J]. Management Science,1984,30(9):1051-1066.
- [8] 杨青,王湛, WILLIAM B G. 新创企业投资价值评价指标体系和模型研究[J]. 科研管理,2008,29(6):145-152.
YANG Qing, WANG Zhan, WILLIAM B G. Indicator System and Valuation Model for Intrinsic Value of a Venture Enterprise [J]. Science Research Management,2008,29(6):145-152.

- [9] 黄德春, 徐敏, 马慧妍. 基于 ANP 的 IT 风险投资项目的融资风险评价研究[J]. 科技与经济, 2011, 24(1): 71-74.
- HUANG Dechun, XU Min, MA Huiyan. Evaluation of IT Venture Capital Financing Risks Based on ANP[J]. Science Technology and Economy, 2011, 24(1): 71-74.
- [10] 韩英, 陈平. 种子期医药风险投资项目评价[J]. 科技管理研究, 2011, 31(2): 74-75.
- HAN Ying, CHEN Ping. Curative Venture Projects Estimation on Seed Stage[J]. Science and Technology Management Research, 2011, 31(2): 74-75.
- [11] 王斌, 王建忠, 王秀芳, 等. 关于农业科技风险投资理论体系的构建[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(4): 387-391.
- WANG Bin, WANG Jianzhong, WANG Xiufang, et al. Construction of Theory System on Agricultural Science and Technology Venture Investment[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2014, 43(4): 387-391.
- [12] 杨小林. 文化创意项目投资决策研究[D]. 上海: 东华大学, 2013.
- YANG Xiaolin. Research on Investment Decision of Culture Creative Project[D]. Shanghai: Donghua University, 2013.
- [13] 聂磊, 张宁. 新能源汽车产业风险投资项目评价研究[J]. 科技和产业, 2014, 14(9): 97-101.
- NIE Lei, ZHANG Ning. Study of Venture Capital Evaluation In The New Energy Automobile Industry[J]. Science Technology and Industry, 2014, 14(9): 97-101.
- [14] 许正良, 徐颖, 王利政. 企业核心竞争力的结构解析[J]. 中国软科学, 2004(5): 82-87.
- XU Zhengliang, XU Ying, Wang Lizheng. An Analysis of Corporate Core Competence Structures[J]. China Soft Science, 2004(5): 82-87.
- [15] 魏江. 企业核心能力的内涵与本质[J]. 管理工程学报, 1999, 13(1): 59-61.
- WEI Jiang. Potentials and Nature of Firm's Core Competence[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 1999, 13(1): 59-61.
- [16] 党耀国, 刘思峰, 刘斌, 等. 风险投资项目评价指标体系与数学模型的研究[J]. 商业研究, 2005(16): 84-86.
- DANG Yaoguo, LIU Sifeng, LIU Bin, et al. The Research on Venture Investment Project Evaluation Index System and Relevant Mathematical Model[J]. Commercial Research, 2005(16): 84-86.
- [17] 张识宇, 徐济超, 李大建. 基于 Theil 指数的公司风险投资项目灰色评价方法[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(11): 2052-2059.
- ZHANG Shiyu, XU Jichao, LI Dajian. Grey Evaluation on Corporate Venture Capital Project Based on the Theil Index[J]. Systems Engineering - Theory & Practice, 2011, 31(11): 2052-2059.
- [18] LIU Y, KOKKO A. Who does what in China's new energy vehicle industry? [J]. Energy Policy, 2013, 57: 21-29.
- [19] 庞锡平. 创投企业投资对象评价体系研究[D]. 济南: 山东大学, 2012.
- PANG Xiping. The Research of Venture Capitalists Investment Targets Evaluation System[D]. Jinan: Shandong University, 2012.
- [20] 刘恒硕, 李军, 张胜根. 新能源汽车种类及其关键技术分析[J]. 汽车零部件, 2015(4): 73-75.

- LIU Hengshuo, LI Jun, ZHANG Shenggen. Analysis of New Energy Vehicles Types and Key Technologies[J]. Automobile Parts, 2015(4):73-75.
- [21] 汤京华, 王玉珍. 风险投资项目评估指标体系的研究[J]. 北京工业大学学报, 1999, 25(S1): 42-44.
- TANG Jinghua, WANG Yuzhen. Research on Risk Investment Indices System[J]. Journal of Beijing University of Technology, 1999, 25(S1):42-44.
- [22] 陆志刚. 新能源汽车的环保效益与环保管理对策研究[J]. 汽车与驾驶维修, 2017(7):94-94.
- LU Zhigang. Research on Environmental Benefit and Environmental Protection Management Countermeasures of New Energy Vehicles [J]. Auto Driving & Service, 2017(7):94-94.
- [23] 徐欣, 夏芸. 风险投资特征、风险投资 IPO 退出与企业绩效——基于中国创业板上市公司的实证研究[J]. 经济管理, 2015(5):97-107.
- XU Xin, XIA Yun. Characteristics of Venture Capital, Venture Capital Exit through IPO and Firm Performance: An Empirical Research on Listed Companies of ChiNext Market[J]. Economic Management Journal, 2015(5):97-107.
- [24] HWANG C L, YOON K P. Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications. A State-of-the-art Survey [M]. New York: Springer-Verlag, Inc. 1980.
- [25] 郭韬, 王晨, 王淞, 等. 基于组合赋权-Topsis 的军工集团军民两用技术推广能力评价研究[J]. 科研管理, 2017, 38(6):76-83.
- Guo Tao, WANG Chen, WANG Song, et al. A Research on Evaluation of Military Industry Groups' Military and Civilian Dual-use Technology Promotion Ability Based on Combination Weights-Topsis [J]. Science Research Management, 2017, 38(6):76-83.
- [26] 郭亚军. 综合评价理论、方法及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008:44-47.
- GUO Yajun. Theory, Method and Application of Comprehensive Evaluation [M]. Beijing: Science Press, 2008:44-47.
- [27] 迟国泰, 祝志川, 张玉玲. 基于熵权-G1 法的科技评价模型及实证研究[J]. 科学学研究, 2008, 26(6):1210-1220.
- CHI Guotai, ZHU Zhichuan, ZHANG Yuling. The Science and Technology Evaluation Model Based on Entropy and G1 and Empirical Research of China[J]. Studies in Science of Science, 2008, 26(6):1210-1220.
- [28] 何逢标. 综合评价方法 MATLAB 实现[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2010.
- HE Fengbiao. Integrated Evaluation Method by MATLAB [M]. Beijing: China Social Sciences Press, 2010.