

电动汽车项目可行程度评价方法研究

李北伟,杨春丽

(吉林大学 管理学院,长春 130021)

摘 要:本文密切结合我国电动汽车发展的现状及未来趋势,综合运用德尔菲法及层次分析法,全面考量了影响电动汽车项目可行的因素,构建了电动汽车项目可行程度评价指标体系。同时,不同于基于传统评价方法得出的“非此即彼”的极端结论,本文将评价结论定量化,使得项目投资者可根据定量数值进行投资决策或项目调整。此外,由于我国电动汽车的发展尚处于探索阶段,本文还试图通过建立电动汽车项目可行程度评价指标体系为我国电动汽车的进一步发展提供一定的参考。

关键词:电动汽车;可行程度;评价体系;德尔菲法;层次分析法

中图分类号:F062.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)09-0078-05

电动汽车科技含量高、资源消耗低、环境污染少,是当代汽车产业竞争的焦点之一。世界各国政府和企业都在制定相关计划、投入巨额资金发展电动汽车产业。“十五”期间,我家科技部将电动汽车列为“十五”“八六三”计划重大科技专项,并于2001年底正式启动。经过几年的努力,电动汽车重大专项经过三轮技术研发,安排课题161个,不仅在电动汽车产品研发和工程化方面取得了长足的进步,在电动汽车示范运营方面还开展了电动汽车技术性能、经济性能、政策法规、试验验证、市场化推广等方面的研究,并取得了一系列的成果。在具备电动汽车资质的前提下,如何评价电动汽车项目的可行程度是汽车产业也是技术经济领域内一个崭新的问题。据此,笔者根据国内外尤其是国内电动车产业发展的现状及趋势,对电动汽车项目可行程度评价方法进行探索和研究^[1-2]。

1 评价指标体系的构建原则

1)客观性。评价指标体系中,各指标均要有科学可靠的数据来源,不能出现完全凭主观进行判断的指标。评价指标体系中各个指标要严格根据电动汽车产业发展的实际情况确定。

2)全面性。评价指标体系要能够比较全面地反映我国电动汽车的发展情况,包括软硬件环境及电动车项目本身,因此前期研究要全面、透彻。具体项目可以本评价指标体系作为基础蓝本,根据实际情况酌情增减指标。

3)独立性。评价指标体系中各个指标要能够独

立反映各自属性。

4)可操作性。构建评价指标体系的根本目的是为了指导实践,因此该指标体系必须与实际情况相一致,具有实际可操作性。因此,应确保所选指标有科学的数据来源,同时在数据处理等方面要有可比性、一致性。

2 可行程度评价指标体系的构建

电动汽车产业是新兴产业,尚处于发展初期,不确定性较大,可行性影响因素较多。根据目前国内外关于电动汽车的研究,笔者重点从以下五个方面建立简化的可行程度评价指标体系:人才资源;技术实力;地理位置;宏观环境;经济效果^[3]。

2.1 人才资源

电动汽车业属于高技术行业,人才支撑是决定其成败的重要因素之一。反映人才资源的主要指标有:

①电动汽车人才水平。电动汽车作为新能源车的一种具体形式,技术人才水平是人才资源中重要的子因素之一。电动汽车的人才水平直接关系到电动汽车技术现阶段的可行性及未来的可持续发展性,因此要确定技术人才的专业构成、学历层次、工作背景等。

②电动汽车人才资源的可获得性。除技术水平外,还应确定该人才资源获得的可能性及其需要的条件。具体包括人才资源的供应周期、人才资源的供应地域等。

③电动汽车人才资源的数量。电动车项目需要

收稿日期:2009-08-18

作者简介:李北伟(1963—)男,吉林长春人,吉林大学管理学院技术经济及管理系主任、教授,博士生导师,技术经济及管理专业博士,研究方向:投资经济与管理、技术管理;杨春丽(1983—)女,吉林长春人,吉林大学管理学院技术经济及管理专业博士研究生,研究方向:高新技术产业化、投资经济与管理、项目管理。

的人才众多,因此需要确定项目建设中人才资源的数量,并细化到各个配套领域人才资源的数量。根据项目规模,对其人才资源数量进行评分等处理。

2.2 技术实力

电动汽车项目的实施除了要有上述人才方面的储备外,还必须保证项目具有可实施的前提,即现阶段的技术可行性。这具体包括:

①整车开发及示范运行情况。包括整车研究阶段、整车各项技术指标、运行里程、节油减排数值、最高时速、稳定性等。

②关键零部件开发进展情况。具体包括发动机组、电控等。

③动力电池性能。由于动力电池的性能在很大程度上决定了电动汽车的整体性能,故将动力电池从上述关键零件中剥离出来单独进行研究。

④基础设施建设。具体包括充电、维修、培训、车辆与电池测试、数据收集与存储等能力。

⑤实验室建设情况。作为新技术产品,需要具备技术的持续发展性,因此实验室建设至关重要。

2.3 地理位置

①示范效应。电动汽车尚属新事物,尚未大范围建设。该类项目的建设首先要有一定的示范效应。

②市场需求。除示范效应外,还要从经济等角度,选择有实际需求的区域。简言之,要选择具有代表性的区域和线路。

综合上述两项指标,应选择的区域和路线应当具备以下基本特征:路面复杂、沿线车辆较多且污染较重、人口密集、经济繁荣等。这样既具有一定的示范效应,同时也兼顾了市场条件下项目盈利的需求。

③零部件配套半径。这是汽车行业共同关注的一个问题,零部件配套半径的大小直接关系到项目的可行性。

2.4 宏观环境

虽然发展电动汽车具有战略意义,但当前电动汽车的性价比在我国还无法与传统燃油汽车相比,因此需要政府给予大力支持,为商业化运行提供良好的政策环境,改善电动汽车市场环境。这些支持具体包括中央及地方的财政补贴、中央及地方其他优惠政策。

我国在这方面还不健全,笔者希望通过建立评价指标体系,为电动汽车产业政策法规体系的建设进行有益的探索。

2.5 经济效益

电动车项目具有显著的社会效益和环境效益,其经济效益亦为重要。反映项目经济效益的指标较

多,本文选取主要的3个指标,即净现值、内部收益率和动态投资回收期。

①净现值(NPV)。即在项目计算期内,按行业基准折现率或其他设定的折现率计算的各年净现金流量现值的代数和。

②内部收益率(IRR)。即资金流入现值总额与资金流出现值总额相等、净现值等于零时的折现率。

③动态投资回收期。即,为了弥补静态投资回收期没有考虑资金时间价值这一缺点,把投资项目各年的净现金流量按基准收益率折成现值之后,再来推算出的投资回收期。该指标能够较为实际地反映项目资金回收情况。

根据以上分析,构建如图1的评价指标体系^[4-5]。

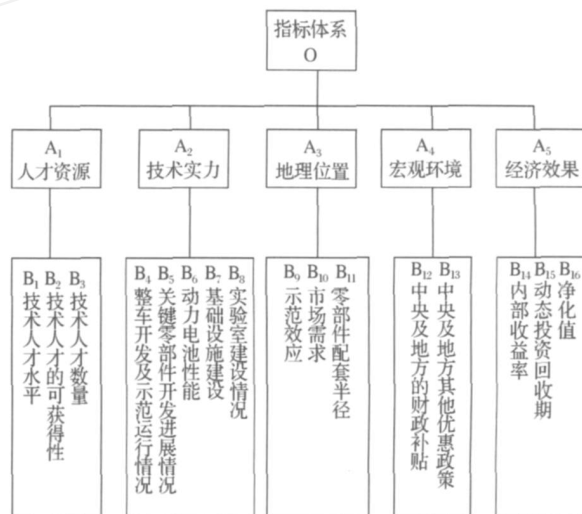


图1 电动汽车项目可行程度评价指标体系图

3 电动汽车项目可行程度评价方法与过程

3.1 数据处理

评价指标体系中涉及的指标有两类,一类是定性指标,一类是定量指标。

1) 定量指标。

该指标体系涉及范围较广,各个指标的性质不同,因此其单位和数量级也有所差别。如内部收益率、动态投资回收期、净现值、零部件配套半径、电动汽车人才数量、动力电池性能、其他配套产品性能等均为定量指标。若采用原值,则难以进行比较,因此必须进行数据处理,使得数据变为统一、可比的数值。

数据处理的方法可采取数学方法,将各指标原值变为0~1之间的数值作为指标值。

另外,也可以直接采用德尔菲法进行专家评分。由于德尔菲法存在一定的主观性,因此,笔者建议对

定量指标的处理尽量采取上述原值转绝对值的方法。

2) 定性指标。

该体系中存在一定数量的定性指标,如电动汽车人才水平、人才的可获得性、整车开发进展情况、关键零部件开发进展情况、电动车示范运行情况、实验室建设情况、交通便利程度、示范效应与市场需求的兼顾性、基础设施建设、国家标准、财政补贴、税收优惠等。定性指标的特点是难以进行量化,为得出最后的结论,必须将该类指标量化。

量化的方法可采取德尔菲法及专家评分法。为保证评分结果的科学性,应做到:合理选择专家,根据评分对象选择相应专家,匿名评分,尽量做到权威性、严谨性;专家数量要保证,一般以不超过 20 人为宜,不能以点盖面;评分说明要详尽,项目背景介绍要具体;为方便评分,评分时可将分数设定在 1~10 之间,评分后取平均值作为结果,统计数据时再将其转化为 0~1 之间作为指标值。

3.2 权重确定

这一环节将采用层次分析法(AHP)^[6-7]。AHP 是将决策有关的因素分为几个层次,在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。该方法的特点是在对复杂的决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上,利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化,从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法。

在前文指标体系构建的基础上,该指标体系权重的计算步骤如下:

1) 构造两两比较判断矩阵及矩阵运算的数学方法,确定相对权重,即对于上一层的某个元素而言,本层次中与其相关的元素的重要性排序。

①因素之间两两比较。

评价者根据自己的知识、经验和判断,逐步确定各层诸因素相对于上一层各因素的重要性权数。

在进行因素比较时,层次分析法使用了两两比较的方法。在这一步骤中,T. L. Saty 提出的 1~9 标度法应用较多,两因素重要程度比较结果以表 1 中的标度表示。

表 1 因素两两比较标度列表

标度 a_{ij}	定义
1	i 因素与 j 因素同样重要
3	i 因素比 j 因素略重要
5	i 因素比 j 因素较重要
7	i 因素比 j 因素重要得多
9	i 因素比 j 因素重要得很多
2、4、6、8	i 与 j 两因素重要性比较结果处于以上结果的中间
倒数	j 与 i 两因素重要性比较结果是 i 与 j 两因素重要性比较结果的倒数

②建立判断矩阵。

通过德尔菲法,对数据进行统计后可以得到下一层因素相对上一层因素的判断矩阵,判断矩阵的一般形式如表 2 所示。

表 2 判断矩阵的一般形式

A_K	B_1	B_2	$\cdots$	$B_{(n-1)}$	B_n
B_1	B_{11}	B_{12}	$\cdots$	$b_{1(n-1)}$	b_{1n}
B_2	B_{21}	B_{22}	$\cdots$	$b_{2(n-1)}$	b_{2n}
$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$	$\cdots$
$B_{(n-1)}$	$b_{(n-1)1}$	$B_{(n-1)2}$	$\cdots$	$b_{(n-1)(n-1)}$	$b_{(n-1)n}$
B_n	b_{n1}	b_{n2}	$\cdots$	$b_{n(n-1)}$	b_{nn}

其中, A_K 为因素 $B_1、B_2、\cdots、B_{(n-1)}、B_n$ 上一层的某因素; b_{ij} 为因素 B_i 与 B_j 相对重要程度的表征值(根据表 1 判断表征值)。

需要说明的是,判断矩阵是个人进行两两比较后的结果,所以不同使用者的判断矩阵可能不同。因此,为保证结果的科学有效性,应该尽量保证专家的权威和严谨。

2) 计算各层元素对系统目标的合成权重,进行总排序,以确定递阶结构图中最底层各个元素对于总目标的重要程度。

第一,进行单层次排序。

即确定各层次中各个因素对相邻上一层的各个因素的优先次序。进行单层次排序的过程是计算各判断矩阵的最大特征根及其相应的特征向量(或权重) W 并检验判断矩阵的一致性的过程。基本步骤为:

①将判断矩阵的每一列进行正规化处理;②判断矩阵正规化后,计算权重;③求解判断矩阵最大特征根;④计算判断矩阵随机偏离一致性指标 CI ;⑤求取 1~9 标度的平均随机一致性指标 RI ;⑥计算判断矩阵的随机一致性比率 $CR = CI / RI$;⑦将 CR 与 0.01 进行比较,得出结论。

步骤 ③、④、⑤、⑥、⑦即为一致性检验步骤。

计算一致性指标 CI 。当 $CI = 0$ 时,即称作具有完全一致性; CI 越大,一致性越差。

做到完全一致性很困难,但是必须有满意一致性。将 CI 与平均随机一致性指标 RI 进行比较。判断矩阵的一致性指标 CI 与同阶随机一致性指标 RI 的比称作一致性比率,记作 CR 。当 $CR < 0.10$ 时,判断矩阵即具有满意一致性,模型可靠。否则,需要对判断矩阵进行重新调整。

表 3 平均随机一致性指标 RI 值

矩阵阶数 (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

第二,进行层次总排序。

即计算同一层次上不同因素对总目标的优先次序。

如果上一层次 A 包括 m 个因素 $A_1, A_2, \dots, A_m$, 其层次总排序权值分别为 $a_1, a_2, \dots, a_m$, 下一层次 B 包含 n 个因素 $B_1, B_2, \dots, B_n$, 它们对于因素 A_i 的层次单排序权值分别为 $b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj}$ (B_k 与 A_j 无联系时, $b_{kj} = 0$), 此时 B 层次总排序权值如表 4 所示。

表 4 B 层次总排序权值

层次 B	层次 A	B 层次总排序权值
	$A_1, A_2, \dots, A_m$	
	$a_1, a_2, \dots, a_m$	
B_1	$b_{11}, b_{12}, \dots, b_{1m}$	$\sum a_j b_{1j}$
B_2	$b_{21}, b_{22}, \dots, b_{2m}$	$\sum a_j b_{2j}$
...	...	...
B_n	$b_{n1}, b_{n2}, \dots, b_{nm}$	$\sum a_j b_{nj}$

计算层次总排序, 各项指标对总目标的权值计算结果 $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)$, 即为各个指标的最终综合权重。

最后, 按照上述一致性检验的方法对结果进行一致性检验。

3.3 评价结论

根据数据处理及权重计算两个步骤, 将结果进行乘积处理, 即将指标向量与指标最终综合权重相乘。公式表述如下:

$A = W X^* = (W_1, W_2, \dots, W_n) (x_1, x_2, \dots, x_p)^T$ 。

A 值即为项目的可行程度。根据前面的计算可知, 该值介于 $0 \sim 1$ 之间, 其数值越大, 表示其可行程度越高; 反之亦然。

项目投资者可参考评价结论进行投资决策或进行项目调整。

4 范例计算

为说明该方法的应用, 笔者以某电动汽车项目为例, 简化说明。选取上述 16 个评价指标中的 10 个, 利用德尔菲法和层次分析法进行计算, 最终得出结论。

选取的 10 个指标为: 技术人才的可获得性 (B_2)、技术人才数量 (B_3)、整车开发及示范运行情况 (B_4)、动力电池性能 (B_6)、市场需求 (B_{10})、零部件配套半径 (B_{11})、中央及地方的财政补贴 (B_{12})、中央及地方其他优惠政策 (B_{13})、内部收益率 (B_{14})、动态投资回收期 (B_{15})。

首先构造总目标 O 的判断矩阵, 如表 5 所示。

对表 5 中的数据进行正规化处理, 正规化的计

算结果如表 6 所示。由表 6 可知, 该层次中各个因素的权重为: $W = (0.4408, 0.0898, 0.0550, 0.1478, 0.2398)$ 。

表 5 总目标 O 判断矩阵

O	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
A_1	1.00	5.00	5.00	5.00	3.00
A_2	0.20	1.00	2.00	0.33	0.33
A_3	0.20	0.50	1.00	0.33	0.33
A_4	0.20	3.00	3.00	1.00	0.33
A_5	0.33	3.00	3.00	3.00	1.00
各列之和	1.93	12.50	14.00	9.67	5.00

表 6 正规化后的计算结果

O	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	特征向量
A_1	0.5172	0.4000	0.3571	0.5172	0.6000	0.4408
A_2	0.1034	0.0800	0.1429	0.0345	0.0667	0.0898
A_3	0.1034	0.0400	0.0714	0.0345	0.0667	0.0550
A_4	0.1034	0.2400	0.2143	0.1034	0.0667	0.1478
A_5	0.1724	0.2400	0.2143	0.3103	0.2000	0.2398

一致性检验: 特征值 $\lambda_{max} = 5.3988$, $CR = 0.0890 < 0.1$ 。故判断矩阵 O 符合满意一致性要求, 可以接受。

构造 A_1 的判断矩阵, 如表 7 所示。对表 7 中 A_1 的判断矩阵进行正规化处理, 正规化的结果如表 8 所示。

表 7 A_1 的判断矩阵

A_1	B_1	B_3
B_1	1.00	7.00
B_3	0.14	1.00
各列之和	1.14	8.00

表 8 A_1 正规化的结果

A_1	B_1	B_3	特征向量
B_1	0.8750	0.8750	0.8750
B_3	0.1250	0.1250	0.1250

一致性检验: 特征值 $\lambda_{max} = 2$; $CR = 0$ 。故判断矩阵 B_1 符合满意一致性要求, 可以接受。

同样, 构建 A_2, A_3, A_4, A_5 的判断矩阵。

权重的最终汇总表如表 9 所示。

表 9 各指标计算权重汇总表

O	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	权重
O	0.4408	0.0898	0.0550	0.1748	0.2398	1.0000
B_1	0.8750					0.3858
B_3	0.1250					0.0552
B_4		0.7500				0.0672
B_6		0.2500				0.0224
B_{10}			0.7500			0.0412
B_{11}			0.2500			0.0138
B_{12}				0.8333		0.1456
B_{13}				0.1667		0.0292
B_{14}					0.8750	0.2098
B_{15}					0.1250	0.0300

以上计算结果都经过一致性验证,符合满意一致性条件。

即: $W = (W_1, W_2, \dots, W_n) = (0.3858, 0.0552, 0.0672, 0.0224, 0.0412, 0.0138, 0.1456, 0.0292, 0.2098, 0.0300)$ 。

通过专家评分及数据处理,该项目的指标数据为: B_2 得分 0.70; B_3 得分 0.65; B_4 得分 0.75; B_6 得分 0.80; B_{10} 得分 0.80; B_{11} 得分 0.85; B_{12} 得分 0.78; B_{13} 得分 0.80; B_{14} 得分 0.60; B_{15} 得分 0.65。

$A = W X^* = (W_1, W_2, \dots, W_n) (x_1, x_2, \dots, x_p)^T = 0.70$ 。

结果表明,该电动汽车项目的可行程度为 0.70。

5 结束语

本文利用德尔菲及层次分析法将电动汽车项目可行评价结论定量化,不同于传统评价方法“非此即彼”的极端结论,项目投资者可根据定量数值进行投资决策或项目调整。

对于有若干方案备选的情况,较容易根据结论

数值的大小进行比选。

当然,由于电动汽车目前尚属于各国政府鼓励发展的方向,很多方面还不成熟、不稳定,因此在构建评价指标体系的过程中,不可避免地会有些偏差和不足,在项目研究中应根据项目的具体情况酌情处理。

参考文献

- [1] 温海峰. 构建高技术产业竞争力评价指标体系的思考[J]. 财贸研究, 2004(6): 63-69.
- [2] 薛志峰, 刘晓华. 一种评价能源利用方式的新方法[J]. 太阳能学报, 2006(4): 349-354.
- [3] 中国纯电动汽车行业市场调查分析报告[R]. 中国社会经济调查研究中心, 2008: 53-75.
- [4] 朱峰. 城市大型主题公园可行性评价体系初探[J]. 桂林旅游高等专科学校学报, 2005(6): 45-47.
- [5] 王伯春. 新能源系统社会评价模型方法研究[J]. 新能源与新材料, 2004(6): 20-24.
- [6] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1998: 76-87.
- [7] 张波. AHP 基本原理简介[J]. 西北大学学报, 1998(4): 109-113.

Research on Evaluation Method of Extent of Feasibility of Electric Vehicle Project

Li Beiwei, Yang Chunli

(School of Management, Jilin University, Changchun 130021, China)

Abstract: Linked with the development status and the future trend of electric vehicles in China closely, this paper uses the methods of Delphi and analytic hierarchy process to study the factors influencing the extent of feasibility on electric vehicle project, and builds the evaluation index system of the extent of feasibility on electric vehicle project. Differing from the extreme conclusion of 'either - or' based on traditional evaluation methods, it draws the quantitative conclusion based on this evaluation index system, which helps investors make decisions or adjust projects according to quantitative evaluation results. In addition, as the development of electric vehicles in China is still at the exploratory stage, it tries to provide references for the further development of electric vehicles in China.

Key words: electric vehicle; the extent of feasibility; evaluation system; Delphi; analytic hierarchy process

(上接第 38 页)

FDI and China's Industrial Structure Change: Co-integration Testing and Analysis

Wang Haijun

(School of Economics, Central University of Finance and Economics, Beijing 100081, China)

Abstract: This paper expounds the relationship between FDI and industrial structure change by a neoclassical general equilibrium model. Then, through establishing the co-integration model about FDI and the employment structure of three industries as well as the output value structure, it studies the influences of FDI on the change of China's industrial structure from the perspective of long-term dynamic equilibrium. Result shows that FDI helps to promote the employment of non-farm in China and the industrial upgrading, but it has few influences on the tertiary industry.

Key words: FDI; industrial structure change; co-integration analysis