

doi:10.3772/j.issn.1000-0135.2013.03.012

基于专利共引的电动汽车核心技术领域分析¹⁾

刘云 周友富 安菁

(北京理工大学管理与经济学院,北京 100081)

摘要 电动汽车仍处于产业生命周期的萌芽期,技术发展尚不成熟,市场对其前景没有一致的预期,电动汽车产业发展还存在着诸多的不确定性。本文采用《德温特专利创新索引数据库》(DII)为数据源,对电动汽车领域的核心专利进行专利共引分析,采用层次聚类和多维尺度分析等文献计量分析方法对1990~2007年期间的电动汽车的核心专利技术进行挖掘,分析不同阶段电动汽车产业的核心技术分布情况及其演变特点,为国家有关部门和产学研把握电动汽车产业发展的技术重点,选择正确的研发方向,优化配置创新资源,提高创新效率和抢占技术制高点提供决策依据。

关键词 专利 专利共引分析 电动汽车

Analysis on Key Technology of Electric Vehicles Based on Patent Co-citation

Liu Yun, Zhou Youfu and An Jing

(School of Management and Economics of Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

Abstract Electric vehicle is still in the infancy stage of its industrial life cycle, and its relevant technology is not yet mature. There is no consensus expectations for its marketing, also there are many uncertainties on the development of electric vehicle industry. Blind investment may lead to low innovation efficiency and waste social wealth. In this paper we use the "Derwent Innovation Index" database as data source, apply patent co-citation analysis method, combining with hierarchical clustering and multidimensional scaling analysis to mining the key technologies of electric vehicles between the year 1990 and 2007. Studying the core technology of electric vehicle industry can identify the development target of EV industry, can identify research and development goals, and improve innovation efficiency.

Keywords patent, patent co-citation analysis, electric vehicles

1 引言

汽车产业的发展始终伴随着石油消耗和环境污染的双重危机。汽车的迅速普及,在改善居民生活的同时也带来了诸如能源、环保等方面的问题。随着全球能源日趋紧张,电动汽车产业作为减少温室气体排放的重要手段和获得国家竞争优势的重要来

源,被列入我国大力发展的战略性新兴产业。加快培育和发展战略性新兴产业对于推进产业结构升级和经济发展方式转变,提升我国自主创新能力和国际竞争力,促进经济可持续发展具有重要意义。

近20年来,欧、美、日及中国等国家和地区先后出台了一系列法律法规和政策文件,投入大量研发资金,大力推进电动汽车的技术研发,扶持电动汽车产业发展。但是电动汽车仍处于产业生命周期的萌

收稿日期:2012年6月19日

作者简介:刘云,男,1963年生,北京理工大学管理与经济学院教授、博士生导师,主要研究方向:科技评价、科技政策、技术创新管理。E-mail:liuyun@bit.edu.cn。周友富,男,1987年生,硕士研究生,主要研究方向:知识产权管理、技术创新管理、数据挖掘。安菁,女,1983年生,博士研究生,主要研究方向:技术创新管理,知识产权管理、科技政策。

1) 本文得到国家自然科学基金重点项目“国家自主创新体系国际化理论与政策研究”(71033001)资助。

芽期,技术发展尚不成熟,市场对其前景没有一致的预期,电动汽车产业未来发展仍存在诸多的高风险和不确定性,明确其发展方向有很大的难度。电动汽车技术面临诸多瓶颈,混合动力汽车、燃料电池电动汽车、纯电动汽车技术路线图尚不明确,没有统一的技术标准,产业规模小,存在重复建设、盲目投资等现象,这可能导致创新效率的低下和社会资源的浪费。研究电动汽车产业的关键技术领域,可以找准电动汽车产业发展的重点,认清研发目标,做到有的放矢;有助于合理的配置资源,提高创新效率和抢占技术高地。

本文采用《德温特专利创新索引数据库》为数据源,对电动汽车领域的核心专利进行专利共引分析,采用层次聚类和多维尺度分析方法对1990~2007年期间的电动汽车的核心技术领域进行挖掘。

2 专利共引分析的概念与方法

共引(Co-citation)即两篇文献同时被后来的文献所引用,把共同引用这两篇文献的文献数目作为共引强度,共引强度越大,这两篇文献的关系就越密切。专利共引分析就是以不同专利共同被其他专利引用的次数(专利共引强度)作为基础,利用因子分析、聚类分析和多维尺度分析等多元统计分析方法,将专利按照相似性进行分类,并且利用数据可视化的方法直观显示出来。

共引分析方法一般遵循三个步骤,即第一步构造共被引矩阵;第二步将构建的矩阵转化为相似性矩阵,方法大多为皮尔森相关系数法(Pearson's Correlation Coefficient);第三步进行聚类(Cluster)和多维尺度分析(MDS)^[1,2]。下面就每一步骤进行分别介绍。

2.1 构造专利共引矩阵

专利共引矩阵是专利之间以专利共引强度为数值构造的矩阵,用来表达专利之间的共引关系^[3]。理论上说我们可以建立所研究领域内所有专利之间的共引矩阵,但这样做是没有多大必要,也是不恰当的,第一是因为当所要研究的专利库很大时,这个工作量相当大,另外一个原因是并非所有专利之间都存在共引关系,这样就导致最终的共引矩阵中存在过多的零值,这不利于进行后面的分析。所以通常的做法是首先选择核心专利,通过设置一定的阈值选择高被引专利,即选取被引频次高于某一数值的

专利作为核心专利(Core Patents)^[4,5]。为了便于说明这里我们将检索到的所有专利称之为基本专利(Basic Patents)。这样有矩阵:

$$[\alpha_{ij}]_{N \times N}, \alpha_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{当 } BP_i \text{ 被 } BP_j \text{ 引用} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

其中, N 为基本专利的数量,即使用专利检索策略检索到的最终的专利数量,该矩阵表达的是基本专利之间的被引关系。

(1) 选择核心专利

专利的被引次数是衡量专利质量的重要指标之一,一项专利被后来专利引用的次数越多说明该专利是核心专利,对其之后的专利影响越大。所以这里我们采用被引频次作为筛选核心专利的标准。

$$CT_i = \sum_{j=1}^N \alpha_{ij}, 1 \leq i \leq n \quad (2)$$

如公式(2)所示, CT_i (Cited Times)即表示专利的被引次数,只有被引次数达到一定阈值的基本专利才能选为核心专利。因此核心专利(CP)可定义为:

$$CP_i = \begin{cases} 1 & \text{当 } CP_i \text{ 被 } BP_j \text{ 引用} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (3)$$

筛选出核心专利之后,就可以构造一个新的矩阵,即核心专利被基本专利引用的引用矩阵,其中 M 为核心专利的数目:

$$[\varepsilon_{ij}]_{M \times N}, \varepsilon_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{当 } CP_i \text{ 被 } BP_j \text{ 引用} \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (4)$$

(2) 构造专利共引矩阵

第一步要计算核心专利之间的共被引强度,即计算核心专利对的共引次数TCC(Times of Co-Citation):

$$TCC_{jj'} = \begin{cases} \sum_{k=1}^N \varepsilon_{kj} \varepsilon_{kj'}, & \text{当 } j \neq j' \\ 0 & \text{当 } j = j', 1 \leq j, j' \leq M \end{cases} \quad (5)$$

其中, ε_{ij} 和 $\varepsilon_{ij'}$ 是在公式(4)中定义,公式(5)表示 CP_j 和 $CP_{j'}$ 共引,当且仅当两者同时被引用,计算出的 CP_j 和 $CP_{j'}$ 在所有基本专利中共同被引用的次数即为 $TCC_{jj'}$ 。通过计算所有核心专利的共被引次数,将获得一个 $[TCC_{jj'}]_{M \times M}$ 的对称矩阵。

第二步使用Jaccard系数计算每一共引专利对的链接强度(Linkage Strength):

$$\pi_{jj'} = \begin{cases} \frac{TCC_{jj'}}{s_j + s_{j'} - TCC_{jj'}}, & \text{当 } j \neq j' \\ 0 & \text{当 } j = j' \end{cases} \quad 1 \leq j, j' \leq M \quad (6)$$

公式(6)Jaccard系数计算的是共引专利对两者

的交集除以两者的并集,表示共引专利对他们的交集占其并集的比例,也即共引专利对的链接强度。

其中 $S_j = \sum_{i=1}^M \varepsilon_{ij}$, 链接强度组成 $M \times M$ 的共引强度矩阵 $[\pi_{jj'}]_{M \times M}$, 将作为下一步计算皮尔森相关系数的输入。

2.2 构造相关性矩阵——皮尔森相关系数矩阵

由于上述 Jaccard 系数标准化的过程中存在以下三个方面的问题^[6-8], 因此我们将上一步中得到的共被引矩阵 $[\pi_{jj'}]_{M \times M}$ 矩阵转化为皮尔森相关系数矩阵。

(1) Jaccard 系数存在数量级之间的差异, 举个例子, 假设我们的共引阈值为 20 次, 有两条专利 p1

$$\gamma_{jj'} = \begin{cases} \frac{(n-1) \left(\sum_{k=1}^M \pi_{kj} \pi_{kj'} \right) - \sum_{k=1}^M \pi_{kj'}}{\sqrt{(n-1) \left(\sum_{k=1}^M \pi_{kj}^2 \right) - \left(\sum_{k=1}^M \pi_{kj} \right)^2} \sqrt{(n-1) \left(\sum_{k=1}^M \pi_{kj'}^2 \right) - \left(\sum_{k=1}^M \pi_{kj'} \right)^2}} & \text{当 } j \neq j' \\ 1 & \text{当 } j = j' \end{cases} \quad (7)$$

至此我们就获得了皮尔森矩阵 $[\gamma_{jj'}]_{M \times M}$ 。我们使用皮尔森矩阵的原因是为了克服单纯的使用共引次数和链接强度造成的低估或者高估专利共引对的相似性, 从皮尔森相关系数矩阵可以看出, 共引专利对是相关的不单单决定于两者的共被引次数和链接强度, 还取决于两者与其他专利的之间的关系^[9,10], 换句话说 CP_j 和 $CP_{j'}$ 的相关性高低取决于向量 CP_j 和 $CP_{j'}$ 的皮尔森相关系数。

2.3 聚类 (Cluster) 和多维尺度分析 (MDS)

聚类分析 (Cluster Analysis) 是将研究对象分为相对同质的群组 (clusters) 的统计分析技术^[11]。我们将使用聚类分析方法按照相似程度将专利划分为不同的类别, 同一类别中的专利具有相似的属性, 而不同类别之间则存在较大的差异。这样就可以将核心专利划分为不同的子领域, 并可以描述出各自领域的特征, 从而更准确的了解核心技术的分类情况。传统的聚类分析方法包括系统聚类法、层次聚类法、快速聚类法和模糊聚类法等分析方法, 其中层次聚类法和快速聚类法时使用较多的聚类分析方法^[12-14]。快速聚类法需要事先确定分类的数目, 而层次聚类法则根据分类数据自动的分类, 最后可以显示不同分类树目下的分析结果, 这里本文采用的是层次聚类分析法 (Hierarchical Clustering Analysis)。

多维尺度分析 (Multidimensional Scaling) 是

被引 40 次, p2 被引 20 次, p1、p2 共同被引 20 次, 那么它们的 Jaccard 系数是 $20 / (40 + 20 - 20) = 0.5$; 另外, 同样有两条专利 p3、p4 的被引分别是 4000 次、2000 次, 共被引是 2000 次, 那么 p3、p4 的 Jaccard 系数也是 0.5, 虽然两者的 Jaccard 系数数值相同, 但是我们倾向于认为 p3、p4 更加的相似。

(2) 两个专利的共被引对于表达专利的相似性有时还不够, 因为他没有包含这两个专利的不同的地方, 所以相似性更应该从这两条专利的共被引向量来进行量化, 也就是 Person 相关系数。

(3) 仅使用 Jaccard 系数存在大量的零值, 这不利于后面聚类和多维尺度分析。

皮尔森相关系数的计算公式如下:

Torgenson 在 1958 年提出的, 是一种探索性数据分析技术, 可以将含有多个变量的大型数据压缩到一个低维空间, 形成一个直观的空间图形, 以空间中的点表示变量之间的潜在规律性^[15]。通常是将对象之间的关系在一个二维平面上显示, 关系密切的对象在二维平面上的距离近, 关系疏远的对象在二维平面上的距离远, 从而可以通过观测平面上对象点的分布情况, 直观地了解不同研究对象之间的关系。在本文的研究中, 利用多维尺度分析结果, 可以判断核心专利之间的亲属关系, 在分析结果的对象点空间中分析核心专利的分类情况。

3 电动汽车核心技术领域分析

3.1 数据来源和处理

3.1.1 数据来源

本文选取信息计量学研究普遍采用的汤姆森·路透 ISI Web of Knowledge 数据库平台的德温特专利创新索引 (DII) 数据库。德温特专利创新索引数据库 (Derwent Innovations Index[®]) 以德温特世界专利索引 (Derwent World Patents Index[®]) 和德温特专利引文索引 (Derwent Patents Citation Index[®]) 的专利信息资源为基础形成的专利信息和专利引文信息数据库, 是世界上最大的专利文献数据库, 涵盖了来

自世界上 100 多个国家、40 个专利授权机构的 1430 多万项基本发明, DII 数据库已成为专利计量分析最重要的数据来源之一。

专利数据的检索策略由“主题关键词 + 领域限定词 + IPC 分类号 + 德温特手工分类号”四部分组成。德温特手工分类号是德温特专利文献专家对专利文献进行一种分类方法, 相比与国际专利分类号 (IPC) 能更加准确的对专利进行分类。作者于 2011 年 4 月 10 日, 检索的时间窗口设定为 1990 ~ 2007 年, 共检索到专利文献 33 872 条。我们之所以选择专利检索的时间窗口为 1990 ~ 2007 年是因为通过观察我们发现 2007 年之后的专利数据由于公布时间短, 被引用的次数较少, 大部分专利尚未被引用过, 这一部分专利对电动汽车技术的发展在现阶段的专利数据库中尚未体现出来, 且由于被引次数的偏少影响到共被引分析的效果, 所以本文所使用的专利数据将时间窗口限定在基本专利年为 1990 ~ 2007 年。

3.1.2 数据处理

我们依据上述的专利共引分析方法进行数据处理, 最终生成共被引矩阵的皮尔森相关系数矩阵。

(1) 筛选核心专利

第一步是从所有专利中筛选出核心专利。1990 ~ 2007 年电动汽车专利共有 33 872 项, 专利数量很大, 不可能对每一件专利都进行分析。因此, 我们需要找出对该领域技术发展有较大影响力的核心专利。

另外, 在筛选核心专利时应该充分的考虑到授权时间对专利被引次数的影响, 一般来说专利授权越早, 获得引用的机会也就越大。并且我们将整个时间窗口 1990 ~ 2007 年分为三个时间段, 这样就必须考虑不同时间段内核心专利选取均匀, 因此我们采用分层抽样方法, 保证每个时间窗口内每年的专利数据选取均匀。

我们的筛选策略是每一时间窗内选取每年专利中被引次数最多的前 50 项专利作为核心专利, 这样每一时间窗口内的专利数目都是 6×50 共 300 项核心专利, 一共选取专利 900 项作为核心专利。

(2) 专利共引数据处理

德温特专利数据库将专利第一次收录入库的专利号作为该专利的基本专利号, 并作为该专利家族的唯一标识, 因此我们在进行数据处理时, 将德文特专利的基本专利号代表一条唯一的专利, 同时该时间窗口内的属于该专利家族的被引次数将累计到其

基本专利。这样进行处理之后, 高被引专利中并不存在重复的专利了。

(3) 创建共被引矩阵

获得核心专利之后, 接下来就是创建共被引矩阵。首先获得共被引强度矩阵 $[TCC'_{jj'}]_{M \times M}$, 共被引强度矩阵由核心专利对被基本专利共同引用的次数组成。通过分析我们发现得到的矩阵有较多的零元素块, 过多零块的存在将影响到皮尔森相关系数矩阵, 并最终影响分析结果的准确性, 所以这里为了分析结果的准确性, 我们进一步对共被引强度矩阵进行约束, 得到约束之后的矩阵 $[TCC'_{jj'}]_{M \times M}$:

$$TCC'_{jj'} = \begin{cases} \sum_{k=1}^M \varepsilon_{kj} \varepsilon_{kj'} \geq \beta & \text{当 } j \neq j' \\ 0 & \text{当 } j = j' \end{cases} \quad 1 \leq j, j' \leq M \quad (8)$$

其中, β 是一个阈值用来约束共被引强度矩阵的元素必须不小于 β 值, 方程的现实的意义在于约束矩阵中共被引强度的大小, 对于共被引次数小的专利对将不会出现在矩阵中。这样约束之后, 第一减少了矩阵中零元素块的数量, 第二也减少了矩阵的维度, 这样就对数据分析更加有利。

(4) 创建皮尔森矩阵

获得共被引强度矩阵之后, 便可依据公式 (6) 和公式 (7) 创建 Jaccard 矩阵和皮尔森相关系数矩阵。

3.2 核心专利共引分析

本节使用 SPSS 软件对最终得到的皮尔森相关系数矩阵进行聚类和多维尺度分析。在层次聚类时, 聚类方法选择“组间连接”, 使得聚类过程中组间将平均距离最小的两类合并为一类, 度量标准选择 SPSS 聚类分析通常采用和默认的“区间—平方欧氏距离”, 因为我们的输入数据是 Pearson 数据, 所以数据标准化选项选择“无”。

在多维尺度分析时, 距离格式选择“数据是近似值”, 源的数目选择“一个矩阵源”; 在下一步的模型选项卡中, 形状选择“满矩阵”, 近似值选项选择“相似性”, 因为输入值 Person 矩阵就是关于专利共引关系的相似性矩阵。

3.2.1 1990 ~ 1995 年电动汽车核心技术领域分析

按照数据选取规则, 通过专利共引强度阈值的限制, 1990 ~ 1995 年之间最终获得的 Pearson 相关性矩阵的维度为 55, 即最后我们进行聚类分析和多

维尺度分析的矩阵维度为一个的矩阵。依据聚类/多维尺度分析的结果以及专业领域的相关知识,我们把核心技术领域进行了分类。

从图中我们可以看出,1990~1995年电动汽车核心技术领域可分为四大类,分别为电动汽车发动机设计、电动汽车动力总成系统、电动汽车驱动与控制系统和电动汽车电池与能量管理(电动汽车核心技术领域分类是在征求专家意见基础上归纳整理出来的)。每一类别对应电动汽车领域相应的核心技术领域,下面就1990~1995年电动汽车核心技术领域进行逐一说明。

首先从占有核心专利最多的一类开始,电动汽车驱动及控制系统所占的专利数量最多,包含55件核心专利中的35件专利,涉及电动汽车核心技术领域中电动汽车驱动系统拓扑结构以及电动汽车驱动系统的控制技术两个方面。从图中我们可以看出,电动汽车驱动及控制系统又分为纯电动汽车驱动及控制系统、混合动力汽车驱动及控制系统、行星齿轮和转向控制系统四个小类,其中纯电动汽车驱动专利占20件,涉及电动汽车电机控制系统的(再生)制动系统、速度控制和安全探测系统等多个领域;混合动力汽车驱动及其控制系统专利占10件,以混合动力汽车中内燃机和电机混合控制技术为主;其余两个小类分别为电动汽车的转向控制系统和行星齿轮,分别包含3个核心专利和4个核心专利。

电机设计包含5件核心专利,内容涉及交流电机(DE4202083)、内燃机(WO9419856)和电机部件扭矩与离合器等的设计。

动力总成系统这一类中包含6项核心专利,这部分核心技术领域涉及动力总成系统与能量传送控制系统的设计和改进行等相关专利,通过对电动汽车动力总成系统和能量传送控制的改进达到提高电动汽车能量的整体使用效率和能量转化率的效果。

电池与能量管理包含核心专利5项,分别是DE4116899、DE4133059、EP543390、US5264764和JP7087615,都是关于混合动力汽车。专利内容涉及电动汽车蓄电池的设计(DE4116899),电池充放电状态监测(US5264764),电池能量/电压管理与控制(JP708761和EP543390)和电动汽车动力源切换控制(DE4133059)。通过对电动汽车电池和能量源的管理与控制,提高电池能量的输出率和汽车整体能量的使用效率。

从结果可以看出,1990~1995年电动汽车的核心技术领域主要围绕电动汽车驱动及其控制系统技术展开,这一核心技术专利数量占该时期总的核心专利数量的60%以上,涵盖的领域包括了混合动力汽车和纯电动汽车的驱动和驱动控制系统技术,并且以纯电动汽车的核心专利数量居多(35项中的20项专利),说明在该阶段纯电动汽车驱动系统的研

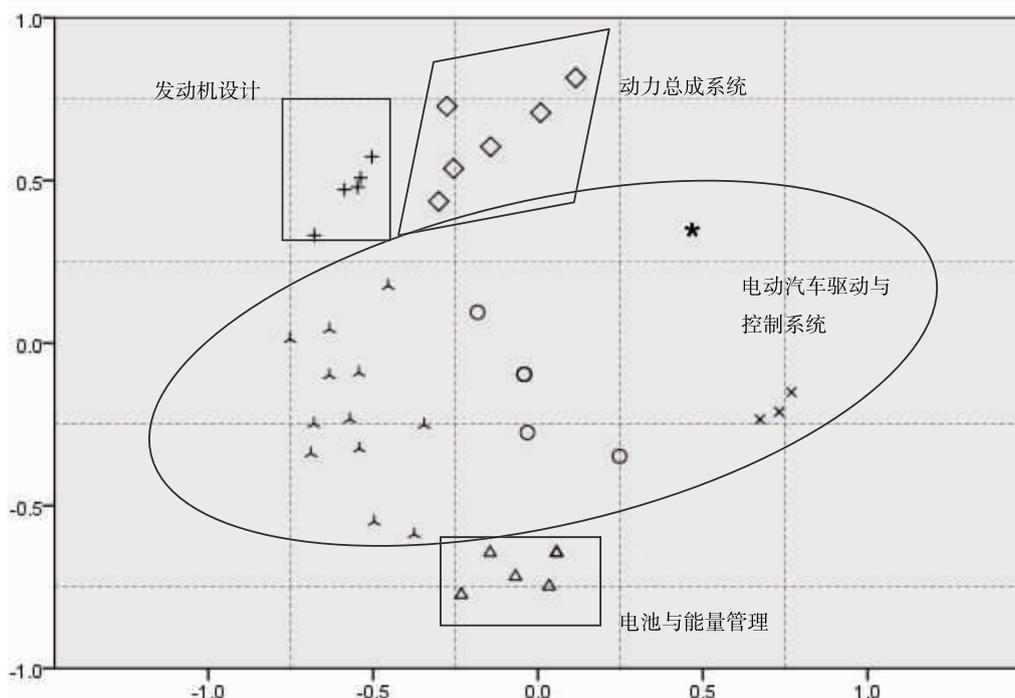


图1 1990~1995年电动汽车核心专利多维尺度分析结果

究相对比较热门。除此之外,该时期核心技术领域还包含电动汽车发动机、电动汽车动力总成系统和电池与能量管理等三个方面。在电动汽车电机方面,该时期电动汽车核心技术的研究还是以纯电动汽车和混合动力汽车为主;在电池方面,主要的研究方向是电池的充放电状态检测和电动汽车电池动力源和内燃机动力源之间的控制管理方面;而动力总成系统方面,关注的是从整体上提高电动汽车能量的转化率和使用效率。

3.2.2 1996~2001年电动汽车核心技术领域分析

按照数据选取规则,在生成 Pearson 相关系数矩阵之前通过专利共引强度阈值的限制,最终获得 1996~2001 年的 Pearson 相关性矩阵的维度为 71,即最后我们进行聚类分析和多维尺度分析的矩阵维度为一个 71×71 的矩阵,一共包含核心专利数量为 71 件。图 2 给出了 1996~2001 年电动汽车核心专利的多维尺度分析结果。

从图 2 电动汽车核心专利多维尺度分析结果和 1996~2001 年电动汽车核心专利层次聚类分析结果树状图我们可以看出,1996~2001 年电动汽车核心专利可以分为 3 个大类,分别对应着电动汽车三个核心技术领域,分别为电动汽车整车技术、电动汽

车电池与能量管理和电动汽车驱动与控制系统三类核心技术领域。

与第一时间段 1990~1995 年相似,1996~2001 年电动汽车的核心技术领域仍然集中在电动汽车发动机及其驱动控制技术领域,在这一大类中占据了所有 71 项核心专利中的 55 项专利,占到了接近 78% 的核心专利份额。从图中的标识我们又可以看出核心技术电动汽车驱动与控制系统又可以分电动汽车发动机、电动汽车驱动控制系统和电动汽车安全控制系统三个小类。这一阶段电动汽车发动机的设计除了提高电动汽车发动机能量效率以外,还关注提高电动汽车行驶顺畅和舒适,以及提高电动汽车的操作的简易方便程度;电动汽车驱动系统的设计则更多的关注电动汽车的燃料优化使用、热效率和减少污染物的排放等方面;在电动汽车安全控制方面,有 5 项核心专利致力于改进电动汽车的安全感应探测系统和电动汽车安全气囊的使用,另有 2 项核心专利关注在电动汽车的安全带系统上,用于提供更加安全和舒适的开车环境。

55 项电动汽车发动机及其驱动控制核心专利中,有 15 项核心专利是属于纯电动汽车,3 项属于燃料电池电动汽车,其余的 37 项核心专利均属于混合动力汽车发动机及其驱动控制技术。涉及的专利内容包括了再生制动系统、内燃机与电机之间的模

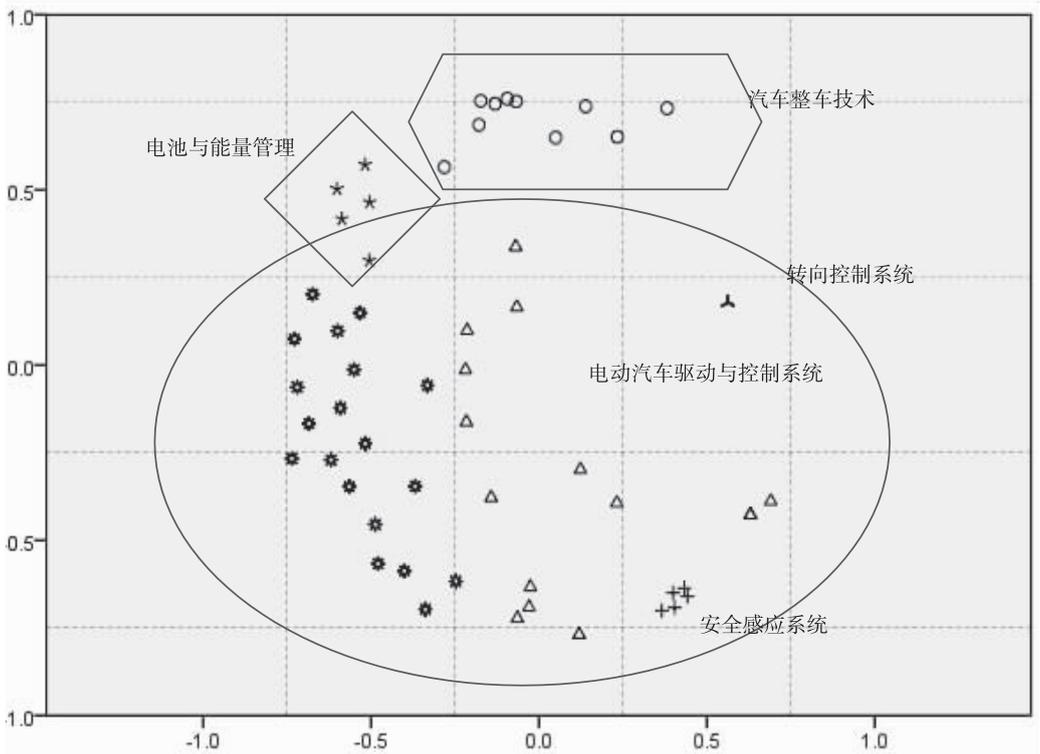


图 2 1996~2001 年电动汽车核心专利多维尺度分析结果

式切换、电子控制单元和扭矩控制等传统技术。当然这一阶段也出现了之前阶段没有出现过的电动汽车安全感应探测系统和电动汽车减少污染物排放和环境保护等相关技术。

从上面电动汽车发动机及其控制系统技术核心专利的分析我们可以看出,电动汽车在经过了前一段时间的发展之后,该领域的核心技术领域除了对已有的技术进行传统上的改进之外,更多的注意力集中在了提供舒适顺畅的开车体验、安全系统保障和减低污染排放以及环境保护等方面。这一点也正好印证了进入到20世纪90年代后期、21世纪初随着电动汽车技术,特别是混合动力电动汽车技术的成熟,人们更加注重电动汽车给用户带来的方便和舒适程度,以及对安全和环境保护的考虑。

第二类核心技术领域是电动汽车电池与能量管理,该类一共包含核心专利6项,其中3项是燃料电池相关专利(FR2792259、DE19732117和DE19731250),涉及燃料电池的能量存储和冷却等相关技术;其余三项核心专利涉及电动汽车的能量管理与控制技术,能量控制系统依据电动汽车行驶的实际状况选择相应的能量供应方式,以提高能量的使用效率。

最后一类核心技术领域是电动汽车整车技术。同样包含6项核心专利,一项关于纯电动汽车,其余5项关于混合动力电动汽车的整车性能与稳定性设计。通过电动汽车整体设计减少燃料消耗,提高电动汽车的整车性能和能量效率。

从以上结果分析我们知道,1996~2001年电动汽车的核心技术领域仍然以电动汽车驱动与控制系统技术为主,但是除了在传统技术上改进外,本阶段还在电动汽车行驶的顺畅和舒适度、汽车安全控制以及汽车环境保护等方面出现了前一阶段未出现的新趋势。核心专利的分布也较上一阶段有所变化,在1990~1995年我们知道电动汽车驱动与控制系统技术的核心专利主要集中在纯电动汽车上面,在本阶段该核心领域的核心专利则混合动力汽车占有最多,占据了该核心领域55项核心专利中的37项,纯电动汽车只占有15项核心专利;同时看到燃料电动汽车在本阶段出现在核心专利中,并且占有3项核心专利。说明在1996~2001年电动汽车技术研究的主要领域从之前的纯电动汽车转向了混合动力汽车研究,同时燃料电池电动汽车在该阶段也开始受到人们的关注。

3.2.3 2002~2007年电动汽车核心技术领域分析

按照数据选取规则,在生成Pearson相关系数矩阵之前通过专利共引强度阈值的限制,最终获得2002~2007年之间的Pearson相关性矩阵的维度为43,即最后我们进行聚类分析和多维尺度分析的矩阵维度为一个 43×43 的矩阵,一共包含核心专利数量为43件。图3给出了1996~2001年电动汽车核心专利的多维尺度分析结果。

由于专利公布年限短的原因,2002~2007年之间的核心专利被引用次数相对于前两个时间段的核心专利明显减少,导致生成的核心专利之间共引矩阵数据的稀疏和Pearson相关稀疏矩阵值偏小的结果,在使用2002~2007年Pearson相关系数矩阵进行多维尺度分析时,由于核心专利之间相关性不显著,所以我们从图3电动汽车核心专利多维尺度分析结果可以看出,2002~2007年核心专利多维尺度分析结果的对象空间点较前两个时间段分散。但是结合从图3的分析结果和2002~2007年电动汽车核心专利层次聚类分析结果树状图我们依然可以看出,2002~2007年电动汽车核心专利可以分为2个大类,分别对应着电动汽车的2个核心技术领域:电动汽车驱动与控制系统技术和电动汽车电池与能量管理。与前两个阶段相似,电动汽车发动机及其驱动系统控制技术仍然遥遥领先其他核心技术领域占据了该阶段核心专利的绝大多数,43项核心专利中该项核心技术领域就占据了33项,占总数的77%左右;其余有7项与电动汽车电池与能量管理相关,最后三项专利是关于混合动力电动汽车的电子控制单元技术,但并未在多维尺度分析结果中显示出来,所以我们将2002~2007年电动汽车核心技术领域分成电动汽车驱动与控制系统技术和电动汽车电池与能量管理两大类是依据2002~2007年数据的多维尺度分析结果为主,并结合该阶段的层次聚类结果树状图进行说明分析。

在第一类核心技术领域中,又可以分为三个不同的小类。图3最上方椭圆圈出的核心专利包含了第一类核心专利中的大部分,这一部分专利涉及电动汽车驱动与控制系统技术中的电机设计、驱动系统控制、动力传送控制和电子控制单元等技术;接下来紧挨着的圆形圈出的核心专利包含三个专利,分别是EP1229636、WO2003055714和WO2003093046,这三项专利的内容主要涉及纯电动汽车和混合动力汽

车控制单位的微处理器技术;最后一个小类位于图3下方的椭圆中,这小类专利涉及用于电动汽车的动力传输控制、电动汽车车内通信网络、电压控制、速度控制和电机安全保护等内容。

电动汽车发动机及其驱动系统控制技术出现了之前两个阶段没有出现的新趋势:第一是注重电机的保护,有两项核心专利(EP1291220、EP1306257)设计用来对行驶中的电动汽车进行电机保护;第二防抱死系统首次出现在核心专利中,说明到2002~2007年防抱死系统已经得到了广泛的使用。除此两个趋势之外,本阶段仍然十分关注电动汽车的安全问题和环境保护问题,有2项专利涉及电动汽车的安全问题,US6407347关于电动汽车安全气囊技术和US6506069关于电动汽车的防抱死系统设计;另外有4项专利用于减少污染物排放,减少环境污染。

第二大类核心技术领域电动汽车电池与能量管理一共包含7项核心专利,涉及电动汽车电池充电状态、电池充电策略、电池管理和电动汽车电池组等四个方面。其中专利US6484830提出了一种高能效、低消耗、低排放的电动汽车的超级电容设计;专利US6651759涉及电动汽车电容电压的控制设计,通过对电容电压的控制管理提高电动汽车能量的使用效率。

从总体上看,本阶段电动汽车的核心技术领域依旧是以电动汽车驱动与控制系统技术为主,电动汽车电池与能量管理位居其次;电动汽车核心专利的在电动汽车类型分布上,混合动力电动汽车占据了全部核心专利43件中的30项,纯电动汽车核心专利占了12项,只有1项专利与燃料电动汽车相关,说明在2002~2007年电动汽车的核心研究领域仍然处在混合动力电动汽车的研发,其次是纯电动汽车,而燃料电池电动汽车的研究则相对较少。在专利内容方面,与前一时间段1996~2001年相似,电动汽车的安全控制系统技术和电动汽车环境保护方面同样受到了很大的关注,而电动汽车的电机保护电动汽车防抱死制动系统是现阶段新出现的两个技术领域;同时超级电容的出现使制造高效能、低消耗和低排放的电动汽车成为可能。此外本阶段的关注点还有电动汽车的微处理器和电动汽车车内电子通讯系统等核心领域。

4 总 结

本文我们通过将专利数据分为1990~1995年、1996~2001年和2002~2007年3个时间窗口,利用专利共引分析方法,结合聚类和多维尺度分析,揭示出了不同时间段内电动汽车的核心技术领域、不同

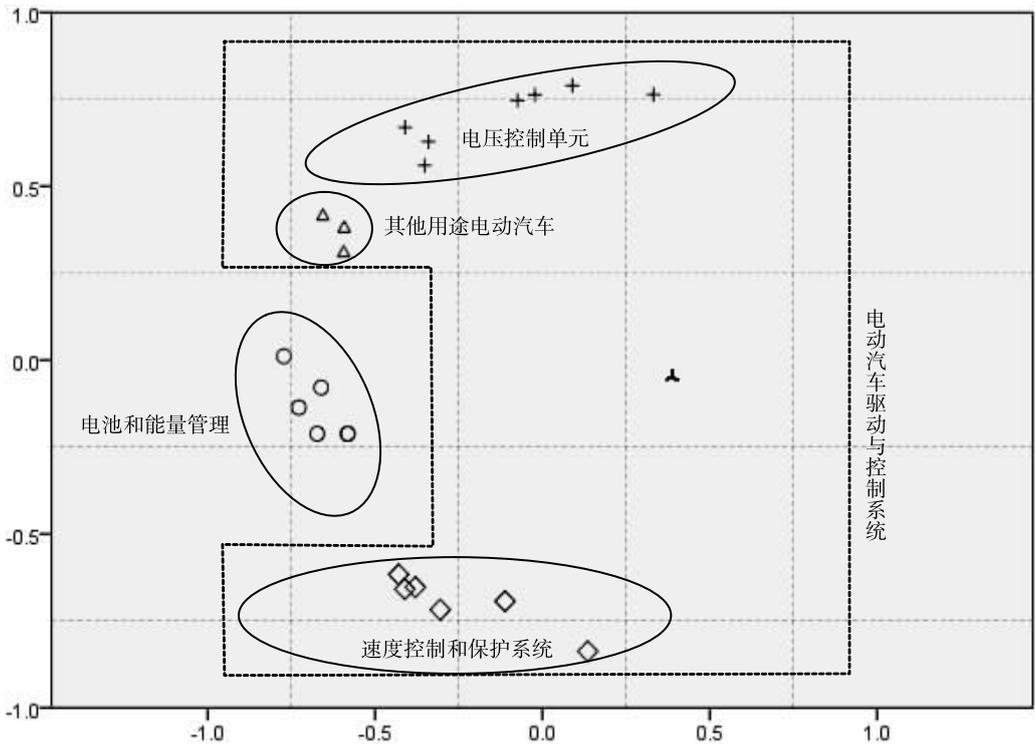


图3 2002~2007年电动汽车核心专利多维尺度分析结果

阶段核心技术领域的变化情况以及变化趋势。分析结果显示,从电动汽车分类上看,1996年之前以纯电动汽车的研发为主,1996年之后混合动力汽车超过了纯电动汽车,成为主要的技术创新领域;1996~2001年,还出现了燃料电池电动汽车相关的核心专利。虽然在不同的时间段,核心技术领域会有所不同,但是1990~2010年20年间电动汽车技术研发的核心技术领域主要集中在电动汽车驱动与控制系统技术、电动汽车电池与能量管理、电动汽车整车设计和电动汽车动力总成系统等四大方面。

参 考 文 献

- [1] Callon M, Courtial P J, Laville F. Co-word analysis as a tool for describing the network of interactions between basic and technological research: The case of polymer chemistry[J]. *Scientometrics*, 1991, 22(1): 155-205.
- [2] Egghe L. Expansion of the field of informetrics: Origins and consequences [J]. *Information Processing & Management*, 2005, 41(6): 1311-1316.
- [3] Francis Narin, Elliot Noma, Ross Perry. Patents as indicators of corporate technological strength[J]. *Research Policy*, 1993, 22(2): 108.
- [4] 邱均平, 马瑞敏, 徐蓓, 等. 专利计量的概念、指标及实证——以全球有机电激发光技术相关专利为例[J]. *情报学报*, 2008, 27(4): 556-565.
- [5] 杨祖国, 李文兰. 中国专利引文分析研究[J]. *情报科学*, 2005, 23(5): 700-703.
- [6] 李伟, 刘红光. 国外混合动力汽车领域专利引证分析[J]. *情报杂志*, 2011, 30(09): 6-13.
- [7] 吴海燕, 张国卿. 基于专利计量的专利引文数据库的设计[J]. *科技情报开发与经济*, 2009, 19(22): 88-91.
- [8] 秦春娟. 全球电动汽车产业专利计量分析[J]. *技术与创新管理*, 2011, 32(02): 114-116.
- [9] 卞志昕. 基于共引的专利情报与学术文献对比分析[J]. *图书情报工作*, 2009, 53(16): 104-107.
- [10] 崔雷, 胡海荣, 李纪宾. 文献计量学共引分析系统设计与开发[J]. *情报学报*, 2000, 19(04): 308-312.
- [11] 韩胜娟. SPSS 聚类分析中数据无量纲化方法比较[J]. *科技广场*, 2008(03): 229-231.
- [12] 吴海建. 多元统计的聚类分析方法及应用[J]. *河南省情与统计*, 2003(03): 34-35.
- [13] 王鑫, 王洪国, 张建喜, 等. 聚类分析方法及工具应用研究[J]. *计算机科学*, 2006, 33(02): 197-205.
- [14] 陈洽. 使用 SPSS 软件进行因子分析和聚类分析的方法[J]. *市场研究*, 2006(06): 45-48.
- [15] 赵守盈, 吕红云. 多维尺度分析技术的特点及几个基础问题[J]. *中国考试*, 2010(04): 13-19.

(责任编辑 马 兰)

基于专利共引的电动汽车核心技术领域分析

作者: [刘云](#), [周友富](#), [安菁](#), [Liu Yun](#), [Zhou Youfu](#), [An Jing](#)

作者单位: [北京理工大学管理与经济学院, 北京, 100081](#)

刊名: [情报学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#) [CSSCI](#)

英文刊名: [JOURNAL OF THE CHINA SOCIETY FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION](#)

年, 卷(期): 2013, 32 (3)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_qbxb201303013.aspx