

中国新能源汽车企业股权结构与技术创新效率

——基于 24 家上市公司的 DEA 测度

王杨坤

(杭州师范大学 阿里巴巴商学院, 杭州 311121)

摘要:基于 2015—2019 年 24 家新能源汽车上市公司面板数据,运用 DEA 方法测算新能源汽车上市公司的技术创新效率值,并探讨股权结构与技术创新效率的相关性。结果表明:新能源汽车企业总体技术创新效率偏低,主要是纯技术效率较低所致;股权结构对技术创新效率存在显著影响,同时对主营整车制造业务、国有控股和东部地区的企业影响程度更大。基于此,建议重视股权结构对技术创新效率的影响,不断改善上市公司股权结构,同时大力提高技术创新效率。

关键词:新能源汽车企业;技术创新效率;数据包络分析(DEA);股权结构

中图分类号:F273.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2022)08-0068-11

随着汽车技术的快速进步和世界能源问题的凸显,传统的汽车产业逐渐向电动化和节能化方向发展,新能源汽车产业发展迅猛,新能源汽车也成为全球各大汽车企业研发的重点。新能源汽车产业作为中国战略性新兴产业之一,技术创新是促进产业高质量发展不可忽视的重要一环。国家相关部门积极出台相关政策支持产业技术创新。2020 年 11 月国务院印发的《新能源汽车产业发展规划(2021—2035 年)》中强调,要坚持电动化、网联化和智能化的发展方向,以融合创新为重点,提高技术创新能力,突破关键核心技术,不断推动中国新能源汽车产业高质量可持续发展。

然而,中国的新能源汽车企业大多从传统汽车制造企业发展而来,在发展历程中很长时间以合资为手段,通过“以市场换技术”战略,引进国外先进技术,然后经过消化吸收,形成自主创新能力。但在实际发展过程中,技术创新水平并未提高,由于政府政策的扶持和保护,已形成长时间的路径依赖,缺乏自主创新能力^[1],在投入了大量研发资金和人员的情况下,无论从技术还是经济效益层面衡量创新产出,情况都不乐观;另外,新能源汽车包括电池、电机、电控和智能科技等方面的核心技术难题亟须解决。因此,评估和研究新能源汽车企业的技术创新效率对引导新能源汽车产业发展具有重

要意义。

鉴于此,本文首先构建技术创新投入和产出指标体系并运用数据包络分析对 2015—2019 年 24 家新能源汽车上市公司的技术创新效率进行测度和分析。另外,进一步从股权结构视角出发,分别从股权集中度、两权分离度、股权制衡度和股权性质 4 个方面分析其对技术创新效率的影响,以期为新能源汽车企业高质量发展提供参考。

1 文献综述

现有研究多从区域和产业层面出发对技术创新效率及其影响因素进行分析。从区域层面对技术创新效率进行分析的文献较多。罗良文等^[2]运用 DEA 两阶段模型和主成分分析法对中国各区域工业企业绿色技术创新效率进行测算和分析;钱丽等^[3]采取 DEA 模型和共同前沿理论对各省份企业绿色技术创新效率进行测度,而且选取企业管理和区域技术环境两个方面对技术创新效率的影响因素进行系统分析;高阳等^[4]运用 DEA 两阶段模型和主成分分析法对新能源汽车主要推广城市的技术创新效率进行测度,整体技术创新效率偏低主要是规模效率和纯技术效率的交叉作用以及研发投入过多所致。从产业层面对技术创新效率进行分析的文献较多。肖文等^[5]运用 SFA 方法对中国 36 个工业行业的技术创新效率进行测度,研究发现研

收稿日期:2022-03-23

作者简介:王杨坤(1998—),女,黑龙江齐齐哈尔人,杭州师范大学阿里巴巴商学院,硕士研究生,研究方向为企业技术创新管理。

发资金分配不合理、带有销售管理倾向的技术创新不利于工业企业技术创新效率的提升,而行业竞争程度、外资研发投入对技术创新效率的提高具有显著的促进作用;Frank 等^[6]研究了巴西工业企业的创新战略对技术创新效率的影响,研究表明以市场为导向的创新战略对于提高技术创新效率具有正面影响,而技术收购战略则会导致技术创新效率提高缓慢;刁秀华等^[7]研究了高技术产业企业的规模质量与技术创新效率之间的关系,发现二者之间存在三重门槛模型,只有处在第一到第二门槛值中间,R&D 投入才能够促进技术创新效率的提高,到达第三门槛之后,知识积累的重要性凸显。

少数学者从微观企业层面进行研究。邓立治^[8]运用 SFA 方法对沪深上市汽车企业的技术效率进行测度,研究发现中国汽车企业整体技术创新效率较低,研发资金和人员的投入以及销售净利率对技术创新效率有正向影响,而资产负债率和高层人员管理费用则不利于企业技术效率的提高;张根文等^[9]运用 DEA-Tobit 模型,分别选取成长能力、运营能力、员工素质结构和企业规模对新能源汽车上市公司的技术创新效率进行评价,对于影响因素的分析更为细致。

总体来说,有关技术创新效率的现有研究仍存在一定局限:①现有对于技术创新效率的研究多集中在区域和产业层面,微观企业层面的研究较少;②对于新能源汽车产业更加细分领域——新能源整车上市公司的现有研究更少;③大多数文献对企业技术创新效率进行测算后,仅停留在对于测算结果和多视角影响因素的简单分析上,从单一视角出发的深入研究较少。因此,本文首先运用 DEA 方法对 2015—2019 年 24 家新能源汽车上市公司的技术创新效率进行测算和分析,之后从股权结构视角出发,对股权结构与技术创新效率之间的关系进行研究。

2 指标体系与数据说明

2.1 指标体系

由于技术创新活动具有公共外部性、风险性、不确定性和非竞争性等特征,企业在一般情况下投入资金进行研发难以获得预期效益,即实现较高的技术创新效率,如何提高技术创新效率也成为企业关注的重点。因此,对于企业技术创新效率的评估,需选取恰当的投入和产出指标。根据柯布道格

拉斯生产函数,R&D 投入分为资本和人员两方面,选取新能源汽车上市公司的 R&D 费用和 R&D 人员作为投入指标;鉴于技术成果和市场表现均能体现企业的技术创新产出情况,发明专利的审查和授权严格,综合考量后选取发明专利拥有量和主营业务收入作为反映技术成果产出和市场表现的指标。构建技术创新效率评价指标体系见表 1。

表 1 投入产出指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
投入指标	资本投入	R&D 费用
	人力投入	R&D 人员
产出指标	技术成果	发明专利拥有量
	市场表现	主营业务收入

2.2 数据说明

根据申万行业分类标准,将新能源汽车上市公司按照整车和零部件制造业务收入占主营业务收入的比重进行划分,将整车制造业务收入占主营业务收入的比重在 48.72% 以上的样本企业划分为新能源整车企业(I 类企业)^①,主营业务为新能源整车(包括乘用车、专用车和商用车)的制造和销售;将其余上市公司划分为新能源汽车零部件和基础设施配套企业(II 类企业),主营业务包括新能源整车配套的核心零部件的产销以及充电桩、充电站等基础设施的搭建和销售。

本文从沪深股市新能源汽车板块选取经营业务中含有新能源整车制造业务的上市公司,总计 34 家,其中包含 5 家 ST 和 5 家指标数据缺失的公司,剔除这 10 家上市公司之后,剩余的 24 家新能源汽车上市公司为研究样本,样本企业分类见表 2。专利数据来源于 CNIPR(中国知识产权网),其余数据从各上市公司年报、2015—2019 年《节能与新能源汽车发展报告》以及 IHS Markit 分析报告手工整理而来。

表 2 样本企业分类

企业类型	分类名称	样本企业
I 类	新能源整车企业	上汽集团、比亚迪、长城汽车、广汽集团、长安汽车、江淮汽车、一汽解放、东风汽车、宇通客车、中通客车、金龙汽车、曙光股份、亚星客车、福田汽车、隆鑫通用
II 类	新能源汽车零部件和基础设施配套企业	汇川技术、潍柴动力、合康新能、科泰电源、华锋股份、京威股份、传化智联、东旭光电、富瑞特装

注:①整车制造业务的收入占主营业务收入的比重由笔者依据新能源汽车上市公司年报手工整理和计算得出。

2.3 描述性统计

对 24 家样本企业技术创新投入和产出指标进行描述性统计,见表 3。从整体角度来看,投入和产出指标的最大值都集中在 I 类企业中,最小值都集中在 II 类企业中。具体而言,从投入指标来看, I 类样本企业 R&D 费用均值为 24.7 亿元, II 类样本企业 R&D 费用均值为 7.702 亿元, I 类样本企业研发费用投入明显高于 II 类样本企业; I 类样本企业平均拥有 R&D 人员 6 424 名, II 类样本企业平均拥有 R&D 人员 1 235 名, I 类样本企业研发人员投入大于 II 类样本企业。从标准差

数值来看, I 类样本企业研发投入的标准差数值大于 II 类样本企业,说明各 I 类企业间技术创新投入差异较大。从产出指标来看, I 类样本企业发明专利拥有量均值为 359.7 件, II 类样本企业发明专利拥有量均值为 69.96 件; I 类样本企业主营业务收入均值为 892.4 亿元, II 类样本企业主营业务收入均值为 193 亿元, I 类样本企业技术创新产出明显高于 II 类样本企业。从标准差数值来看, I 类样本企业研发产出的标准差数值大于 II 类样本企业,说明各 I 类企业间技术创新产出差异较大。

表 3 样本企业描述性统计

指标	样本量	平均值	标准差	最小值	中位数	最大值
R&D 费用/亿元	24	18.33	27.86	0.246	5.68	119.1
I 类企业	15	24.7	31.55	0.695	15.65	119.1
II 类企业	9	7.702	16.95	0.246	1.478	52.59
R&D 人员/个	24	4 478	7 514	101.2	1 122	27 907
I 类企业	15	6 424	8 948	171	3 245	27 907
II 类企业	9	1 235	1 806	101.2	491.8	5 829
发明专利拥有量/件	24	251.1	382.6	0.2	58.2	1 382
I 类企业	15	359.7	440	0.6	259.4	1 382
II 类企业	9	69.96	151.6	0.2	8.8	467.8
主营业务收入/亿元	24	630.1	1 604	4.934	151.5	7 959
I 类企业	15	892.4	1 982	25.93	325	7 959
II 类企业	9	193	420.8	4.934	46.31	1 305

注:描述性统计数据由 2015—2019 年各样本企业投入和产出指标的均值算出。

由于发明专利具有创新要求高、审批流程长、申请费用高和保护期限长等特点,申请难度远高于其他类型的专利,更能反映企业的技术创新产出水平,因此将其与 R&D 人员和费用的关系做进一步的分析,给出样本企业技术创新投入和产出指标之间的关系图,如图 1 所示。

图 1(a)和(b)分别反映了样本企业 R&D 费用和 R&D 人员与发明专利拥有量之间的关系。由图 1 可

知,样本企业平均投入几千万至一亿元研发费用和 50 至 150 名研发人员才能换来一件发明专利。由此可见,单位研发投入所获得的以发明专利拥有量衡量的技术创新产出状况并不理想,而这一情况在 2017 年 I 类企业中体现得尤为明显。2017 年 9 月 27 日,中国工信部等五部委发布《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源积分并行管理办法》(以下简称《积分办法》),旨在建立节能与新能源汽车管理长效机制,

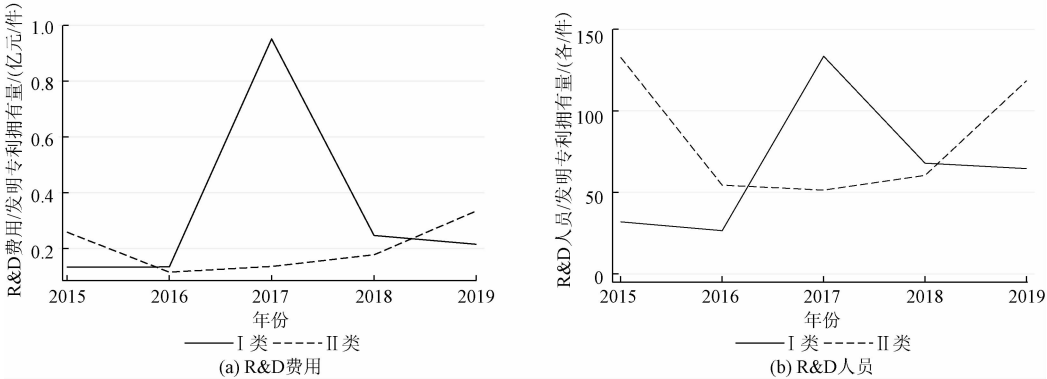


图 1 2015—2019 年样本企业 R&D 投入与发明专利拥有量相关性

促进汽车产业健康发展,《积分办法》出台后中国新能源汽车企业加大新能源汽车相关技术的研发投入,但由于汽车产业长时间“以市场换技术”的路径依赖,同时新能源汽车领域存在多重技术难题,技术创新存在一定程度的滞后性,因此导致 2017 年的技术创新效率状况并不理想。

描述性统计分析结果显示,样本企业的技术创新效率很大程度上并未达到理想水平。因此,运用 DEA-BCC 模型进一步对 24 家新能源汽车上市公司的技术创新效率进行测度和分析。

3 技术创新效率测度及分解

3.1 技术创新效率的测度方法选择

现有对于企业技术创新效率的测度主要采取生产前沿理论的方法,分为参数和非参数方法两种。参数方法针对多投入单一产出情况,以随机前沿理论为代表,优点在于能够有效解决具体生产函数的随机因素的影响问题,但缺点在于不能测度各影响因素的强度;而非参数方法则针对多投入多产出情况,以 DEA 方法为代表,此方法无须设置任何权重假设,排除众多主观因素,具较强客观性,也不必确定投入产出关系之间的显性表达式。根据是否假设各决策单元(DMU)规模报酬变动,分为 CCR 和 BCC 模型,BCC 模型由 Banker 等在 1984 年对传统的 CCR 模型进行改进后提出,该模型以规模报酬可变为前提对决策单元的相对有效性进行评价,同时能够将测算出的综合技术效率结果进一步分解成纯技术效率和规模效率,分析结果更具严谨性。

根据 Banker 等提出的测度方法,假设有 n 个决策单元(DMU),记为 $DMU_j(j = 1, 2, \dots, n)$,每个 DMU 都有 a 种投入和 b 种产出,记 $X = (x_1, x_2, \dots, x_a)$, $Y = (y_1, y_2, \dots, y_b)$,在 CCR 模型基础上进行 Charnes-Cooper 变换和对偶规划,并加入

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \text{ 这个约束条件,得到 BCC 模型}^{[10]} \text{ 如下:}$$

$$\min \theta$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta x_{ik} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{rk} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda \geq 0 \\ i = 1, 2, \dots, a; r = 1, 2, \dots, b; j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right.$$
$$\text{s. t.}$$

(1)

式中: λ 表示 DMU 的线性组合系数; θ 表示各 DMU 的技术创新效率值,且满足 $0 < \theta \leq 1$ 。当 $\theta = 1$ 时,表示 DMU 处于 DEA 有效状态,即技术创新效率达到最优;当 $\theta < 1$ 时,DMU 处于 DEA 无效状态,在不减少产出的情况下,各项投入需减少 $1 - \theta$ 比例。

本文运用 DEA-BCC 模型对 24 家新能源汽车上市公司 2015—2019 年的技术创新效率进行测算,将每一家样本企业设置为一个 DMU。

3.2 综合技术效率测度结果

综合技术效率是测量技术创新效率的一个综合评价指标,它反映了企业在资源配置和整合方面的能力,受技术创新水平和最优生产规模的双重影响。

构建 2015—2019 年样本企业综合技术效率核密度图,如图 2 所示。一方面,从中心位置来看,2015—2019 年核密度曲线的中心位置经历了“右移-左移-右移”的过程,2015 年核密度估计曲线的中心位置居于最左边,表明 2015 年多数样本企业的综合技术效率达到最低,2016 年密度曲线的中心位置居于最右,表明 2016 年多数企业的综合技术效率达到最高;另一方面,从峰度来看,2018 年峰度最低、宽度最宽,表明 2018 年样本企业间综合技术效率差距最大,2015 年峰度最高、宽度最窄,表明 2015 年样本企业间综合技术效率差距最小。初步分析表明,虽然绝大多数企业综合技术效率有所增长,但增长幅度较小,从 2019 年综合技术效率结果来看,多数企业的效率状况并未有所改善。

图 2 2015—2019 年样本企业综合技术效率-核密度图

为了更直观地观察各 DMU 综合技术效率值的分布情况,根据综合技术效率值将效率状况分为 DEA 有效或近似有效、DEA 相对有效和 DEA 低效或无效 3 种,见表 4。2015—2019 年,仅上汽集团和

71

一汽解放两个 DMU 的技术创新效率值为 1,达到 DEA 有效,不存在投入冗余和产出不足的情况,技术创新效率处在生产前沿面上。从表 4 的结果来看,达到 DEA 有效或近似有效的 I 类企业占比为 12.5%,II 类企业占比为 4.17%;达到 DEA 相对有

效的 I 类企业占比为 20.83%,II 类企业占比为 12.5%;DEA 低效或无效的 I 类企业占比 29.17%,II 类企业占比 20.83%。从整体上来看,样本企业间综合技术效率存在明显差距,大多数与生产前沿面存在较大的距离。

表 4 新能源汽车企业综合技术效率测算结果

企业类型	效率状况 ^①	综合技术效率值 ^②	DMU 数量	DMU	占比/%
I 类	DEA 有效或近似有效	0.901~1	3	上汽集团、一汽解放、江淮汽车	12.5
	DEA 相对有效	0.542~0.675	5	曙光股份、亚星客车、东风汽车、隆鑫通用、福田汽车	20.83
	DEA 低效或无效	0.344~0.468	7	金龙汽车、中通客车、宇通客车、长城汽车、长安汽车、比亚迪、广汽集团	29.17
II 类	DEA 有效或近似有效	0.827~1	1	传化智联	4.17
	DEA 相对有效	0.605~0.827	3	科泰电源、东旭光电、潍柴动力	12.5
	DEA 低效或无效	0.185~0.470	5	京威股份、汇川技术、富瑞特装、华锋股份、合康新能	20.83
总计			24		100

注:①综合技术效率值在 0.8 以上的,效率状况为 DEA 有效或近似有效,0.5~0.8 划分为 DEA 相对有效,小于 0.5 划分为 DEA 低效或无效;②综合技术效率值为各 DMU 2015—2019 年技术创新效率测度结果的均值。下同。

3.3 效率的分解测度

从上述各样本企业综合技术效率的测算结果来看,多数新能源汽车上市公司的技术创新效率并未达到 DEA 有效,为了寻找到技术创新效率普遍低下的原因,进一步对综合技术效率分解的纯技术效率和规模效率结果进行分析。

3.3.1 纯技术效率测度结果

纯技术效率反映企业在公司运营管理和技术研发方面的能力,其结果直观体现每个决策单元与前沿技术创新水平的差距。

测度结果表明,样本企业纯技术效率较低,均值为 0.656。2015—2019 年均达到纯技术效率 DEA 有效的 DMU 共 3 家,分别为上汽集团、一汽解放和江淮汽车。从表 5 的结果来看,达到纯技术效率 DEA 有效或近似有效的 I 类企业占比为 16.67%,II 类企业占比 12.5%;DEA 相对有效的 I 类企业占比为 20.83%,II 类企业为 16.67%;DEA 低效或无效的 I 类企业占比 25%,II 类企业占比 16.67%。II 类企业纯技

术效率均值略高于 I 类企业。II 类企业纯技术效率最小值为 0.226,而 I 类企业的为 0.393, I 类企业间纯技术效率差距小于 II 类企业。

3.3.2 规模效率测度结果

规模效率反映了企业的规模因素对技术创新效率的影响,其结果直观体现实际与最优生产规模间的差距。

测度结果表明,样本企业规模效率较高,均值为 0.834。2015—2019 年均达到规模效率 DEA 有效的 DMU 仅两家,分别为上汽集团和一汽解放。从表 6 的结果来看,规模效率 DEA 近似有效的 I 类企业占比为 54.17%,而 II 类企业为 16.67%;I 类企业 DEA 相对有效企业占比 8.33%,II 类企业占比 12.5%;I 类企业中无 DEA 低效或无效企业,II 类企业占比 8.33%。I 类企业的规模效率均值为 0.899,II 类企业为 0.726,从整体上看,I 类企业规模效率高于 II 类企业,而且 I 类企业间规模效率差距小于 II 类企业。

表 5 新能源汽车企业纯技术效率测度结果

企业类型	效率状况	纯技术效率值	DMU 数量	DMU	占比/%
I 类	DEA 有效或近似有效	0.892~1	4	上汽集团、一汽解放、江淮汽车、亚星客车	16.67
	DEA 相对有效	0.572~0.763	5	曙光股份、比亚迪、东风汽车、隆鑫通用、福田汽车	20.83
	DEA 低效或无效	0.393~0.480	6	金龙汽车、中通客车、长城汽车宇通客车、长安汽车、广汽集团	25
II 类	DEA 有效或近似有效	0.834~0.977	3	科泰电源、华锋股份、传化智联	12.5
	DEA 相对有效	0.549~0.766	4	潍柴动力、富瑞特装、东旭光电、京威股份	16.67
	DEA 低效或无效	0.226~0.305	2	合康新能、汇川技术	8.33
总计			24		100

表 6 新能源汽车企业规模效率测度结果

企业类型	效率状况	规模效率值	DMU 数量	DMU	占比/%
Ⅰ类	DEA 有效或近似有效	0.855~0.987	13	上汽集团、一汽解放、宇通客车、金龙汽车、隆鑫通用、长城汽车、福田汽车、长安汽车、东风汽车、广汽集团、江淮汽车、中通客车、曙光股份	54.17
	DEA 相对有效	0.592~0.666	2	亚星客车、比亚迪	8.33
Ⅱ类	DEA 有效或近似有效	0.853~0.987	4	传化智联、东旭光电、汇川技术、京威股份	16.67
	DEA 相对有效	0.606~0.799	3	潍柴动力、科泰电源、合康新能	12.5
	DEA 低效或无效	0.333~0.477	2	富瑞特装、华锋股份	8.33
总计			24		100

3.3.3 样本企业效率测度结果的分布

通过对样本企业技术创新效率进行测度和分解,规模效率和纯技术效率分别设置为横坐标和纵坐标,并将二者均值作为分界点,进而依据 2017 年技术创新效率测度结果,将样本企业分为 4 个区域^[11],如图 3 所示。纯技术效率和规模效率均较高的企业共 6 家,Ⅰ类和Ⅱ类企业分别为 5 家和 1 家;纯技术效率较低而规模效率较高的企业共 9 家,Ⅰ类和Ⅱ类企业分别为 6 家和 3 家,大部分样本企业分布在此区域,一定程度上说明新能源整车企业技术创新效率普遍较低主要是纯技术效率较低所致;纯技术效率较高而规模效率较低的企业共 3 家,Ⅰ类和Ⅱ类企业分别为 1 家和 2 家;纯技术效率和规模效率均较低的企业共 5 家,Ⅰ类和Ⅱ类企业分别为 3 家和 2 家。同时,新能源汽车企业分布较为分散,呈现出较大的差异性。

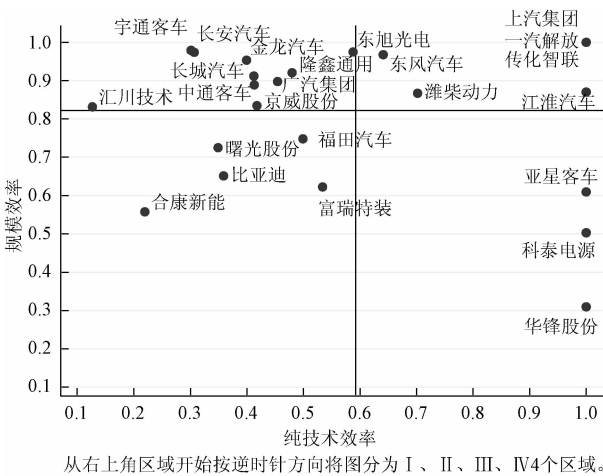


图 3 样本企业技术创新效率测度结果分布

4 对技术创新效率的再探讨:股权结构视角

4.1 假说提出

对图 3 第Ⅰ和第Ⅲ区域的 11 家样本企业进一步分析后发现,股权结构可能是技术创新效率的一个重要的影响因素。一方面,从股权集中度的角度来看,除去境外法人持股比例,处在第Ⅰ区域内技

术创新效率较高的 6 家企业中有 5 家第一大股东持股比例之和均超过 50%,而处在第Ⅲ区域内较低的 5 家企业均未超过 30%。另一方面,从股东性质角度来看,处在第Ⅰ区域内的 6 家企业中除传化智联外,均为国有企业控股;而处在第Ⅲ区域内的 5 家企业中除福田汽车为国有企业控股外,其余 4 家企业均为非国有企业控股。

在新能源汽车上市公司中,多数由已在中国汽车市场深耕多年、以产销燃油车为主的车企演变而来,大股东控股现象非常普遍。当控股股东持股比例较大时,为了防止中小股东因自身持股比例较低而消极看待和做出不利于公司长期发展的决策,控股股东会加大对管理层日常经营的监督,从而有效避免中小股东“搭便车”现象的发生;同时,由于占据较大比例的表决权,对于公司经营承担着较大责任,往往会做出利于公司长远发展的正确决策,积极开展技术创新活动,并在日常经营管理中不断提高技术创新和治理效率。

因此,提出假设 1:股权集中度与技术创新效率呈正相关关系。

当上市公司经营权和所有权分离程度较大时,公司管理者(CEO)为公司所有者提供管理服务,但管理者实际在企业并无长期相关利益,这会导致管理者的经营意愿大大降低;同时,为了保证自身利益不受损失,很大程度上不愿将现有资源分配到高风险项目中,而更愿意投资一些短平快的技术创新项目,因此,不利于企业技术创新效率的提高。

因此,提出假设 2:两权分离度与技术创新效率呈负相关关系。

当公司由多股东共同治理、股权较为分散时,非控股股东享有大多数表决权,但由于控股股东和中小股东的持股比例相差较小,对控股股东的监督力度会下降,从而降低对技术创新活动的积极性;同时,利益相关者数量的增加,治理结构的复杂性和决策实施的难度进一步加大,即使做出正确决策

但却不能及时得到实施的可能性大大提高。因此，股权制衡度越低，对技术创新效率和治理效率的提高越具较大的促进作用。

因此，提出假设 3：股权制衡度与技术创新效率呈负相关关系。

4.2 变量与模型

4.2.1 变量定义与处理

以第 3 节测算的样本企业 2015—2019 年综合技术效率均值作为被解释变量，选取第一大股东的

持股比例(Shlratio)、第二到第十大股东的持股比例之和与与第一大股东的持股比例之比(S)、两权分离度(Sep)以及第一大股东的股权性质虚拟变量(Nature)作为反映股权结构的解释变量。

参照郝阳等^[12]、鲁桐等^[13]、陈德萍等^[14]和关璧麟等^[15]的研究，选取以下控制变量：公司规模(Asset)、公司年龄(Age)、成长能力(Growth)、资产负债率(Lev)和流动比率(Liq)。同时，对年度进行控制。各变量说明见表 7。

表 7 变量说明

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	技术创新效率	Crste	2015—2019 年各样本企业综合技术效率的均值
解释变量	股权集中度	Shlratio	第一大股东的持股比例
	两权分离度	Sep	实际控制人拥有上市公司控制权与所有权之差
	股权制衡度	S	第 2~10 大股东的持股比例之和与与第一大股东的持股比例之比
	股权性质	Nature	公司由国有企业控股时，取值为 1，由非国有股东控股时，取值为 0
控制变量	公司规模	Asset	ln(期末资产总额)
	公司年龄	Age	ln(统计年份-成立年份+1)
	成长能力	Growth	总资产同比增长率
	资产负债率	Lev	总负债与总资产之比
	流动比率	Liq	流动资产与流动负债之比

数据来源：CSMAR 数据库和各样本企业年报。

4.2.2 构建模型

设定如下计量模型来检验股权结构对技术创新效率的影响：

$$Crste_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Shlratio_{i,t} + \alpha_2 Controls_{i,t} + \mu_t + \epsilon_{i,t} \tag{1}$$

$$Crste_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Sep_{it} + \alpha_2 Controls_{i,t} + \mu_t + \epsilon_{i,t} \tag{2}$$

$$Crste_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 S_{i,t} + \alpha_2 Controls_{i,t} + \mu_t + \epsilon_{i,t} \tag{3}$$

$$Crste_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Nature_{i,t} + \alpha_3 Controls_{i,t} + \mu_t + \epsilon_{i,t} \tag{4}$$

$$Crste_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Shlratio_{i,t} + \alpha_2 Sep_{it} + \alpha_3 Controls_{i,t} + \mu_t + \epsilon_{i,t} \tag{5}$$

$$Crste_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 S_{i,t} + \alpha_2 Sep_{it} + \alpha_3 Controls_{i,t} + \mu_t + \epsilon_{i,t} \tag{6}$$

式中：Crste_{it} 为企业 i 在 t 年的技术创新效率；α₀ 代表个体固定效应；α₁ 表示股权结构对技术创新效率的影响效果；Controls_{it} 表示控制变量；μ_t 为时间固定效应；ε_{it} 为随机扰动项。模型(1)~模型(4)分别从股权集中度、两权分离度、股权制衡度和股权性质 4 个方面检验其对技术创新效率的影响，模型(5)和模型(6)检验在考虑两权分离度后，股权集中度

和股权制衡度对企业技术创新效率的影响。

4.3 实证结果与分析

4.3.1 基准回归

表 8 报告了股权结构对新能源汽车上市公司技术创新效率的影响。模型(1)的结果显示，股权集中度的系数在 1% 的显著性水平下显著，说明股权集中度对技术创新效率具显著的正向影响，第一大股东持股比例越高，新能源汽车上市公司的技术创新效率越高，验证了假设 1。模型(2)的结果表明，两权分离度对技术创新效率具显著的抑制作用，两权分离度越高，技术创新效率越低，随着企业经营权和所有权的分离程度的加深，控股股东谋取自身利益的可能性越大^[16]，越不利于企业技术创新活动的开展，从而导致企业技术创新效率得不到提高，验证了假设 2。模型(3)的结果表明，股权制衡度对技术创新效率具有显著的负向影响，验证了假设 3，但与两权分离度(Sep)相比，股权制衡度(S)对技术创新效率的负向影响相对较小。模型(4)的结果显示，控股股东的股权性质是否为国有企业对技术创新效率的提高并无显著影响。

模型(5)和(6)与模型(1)和(2)的结果相似，但通过对比股权集中度(Shlratio)、股权制衡度

(S)和两权分离度(Sep)的系数发现,股权集中度越高,第2~10大股东的持股比例且经营权与所

有权的分离程度越低,对于技术创新效率的促进作用越大。

表 8 基准回归结果

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)
Shlratio	0.538*** (4.05)				0.591*** (4.69)	
Sep		-0.791*** (-3.03)			-0.915*** (-3.80)	-0.958*** (-4.02)
S			-0.146*** (-4.22)			-0.164*** (-5.02)
Nature				0.082 (1.32)		
Asset	0.019 (1.28)	0.036** (2.43)	0.040*** (2.76)	0.029 * (1.82)	0.018 (1.28)	0.041*** (3.03)
Age	0.024 (0.22)	0.044 (0.38)	-0.019 (-0.17)	0.006 (0.05)	0.040 (0.38)	-0.007 (-0.07)
Growth	-0.000 (-0.10)	-0.000 (-0.20)	0.000 (0.04)	0.000 (0.02)	-0.000 (-0.35)	-0.000 (-0.20)
Lev	0.344 * (1.97)	0.276 (1.55)	0.296 * (1.72)	0.129 (0.63)	0.386** (2.34)	0.337** (2.09)
Liq	-0.846 (-0.20)	-0.166 (-0.04)	1.331 (0.31)	-1.255 (-0.28)	0.829 (0.21)	3.376 (0.84)
截距项	-0.385 (-0.88)	0.000 (-1.23)	0.000 (-1.00)	0.000 (-0.57)	0.000 (-0.99)	0.000 (-1.14)
年份效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	120	120	120	120	120	120
R ²	0.246	0.200	0.255	0.147	0.335	0.352

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10%的显著性水平下显著;括号内为 t 值。下同。

4.3.2 异质性分析

表 9 报告了异质性分析回归结果。列(1)和列(2)显示,新能源整车企业(I 类企业)股权集中度对技术创新效率的促进作用大于新能源汽车零部件和基础设施配套企业(II 类企业);列(3)和列(4)显示,股权制衡度对 I 类企业技术创新效率的提高有显著的抑制作用,而对于 II 类企业则并无显著影响。II 类企业两权分离度对于技术创新效率的负向作用大于 I 类企业,II 类企业在提高股权集中度以及降低股权制衡度的同时,应重点关注经营权和所有权的分离程度,减少因控股股东为谋取私利而做出不利于公司长期目标实现的行为发生。列(5)和列(6)显示,股权集中度对国有上市公司技术创新效率的促进作用大于非国有企业,股权制衡度对技术创新效率具有显著的抑制作用。列(7)和列(8)显示,对于非国有企业来讲,应该重点关注其经营权和所有权的分离程度,避免因控股股东为谋取私利而做出不利于公司长期目标实现的行为发生。

新能源汽车企业的技术创新活动具备周期长、风险大和收益低等特点,在两权分离度较高的情形下,企业管理者为了保证自身利益不受损失,很大程度上会避免将现有资源分配到高风险领域,而更愿意投资一些短平快的技术创新项目,不利于企业技术创新效率的提高^[16]。

表 10 的结果显示,股权集中度对处于东部地区的企业技术创新效率具有显著的促进作用,股权制衡度对处于东部地区的企业技术创新效率的提高具有显著的抑制作用,而对于中部和西部地区的企业来讲,并未产生显著影响。中国各地区经济发展水平差异较大,东部地区凭借优越的地理位置以及对外开放政策等优势,整体的经济发展水平显著高于中西部地区^[17];同时,新能源汽车企业多设立在东部地区,区域内资源共享和创新氛围浓厚,有利于企业提高技术创新效率。因此,股权结构对企业技术创新效率的作用效果受企业所处地理位置的影响。

表 9 主营业务和股权性质对股权结构作用效果的影响

变量	I 类	II 类	I 类	II 类	国有	非国有	国有	非国有
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Shlratio	0.996***	0.713***			0.715***	0.665***		
	(5.48)	(3.41)			(4.45)	(3.29)		
S			-0.254***	-0.104			-0.193***	-0.160**
			(-6.04)	(-1.48)			(-3.36)	(-2.30)
Sep	-0.783***	-1.408***	-0.637***	-2.259***	-0.587*	-1.008***	-0.635**	-1.214***
	(-3.68)	(-3.12)	(-3.80)	(-4.85)	(-1.87)	(-3.57)	(-2.07)	(-4.04)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
截距项	1.956***	-2.366***	0.764	-2.408***	2.666**	-0.588	2.334*	-0.789
	(3.51)	(-3.93)	(1.45)	(-3.43)	(2.26)	(-0.88)	(1.82)	(-1.14)
观测值	75	45	75	45	55	65	55	65
R ²	0.452	0.687	0.453	0.643	0.570	0.395	0.428	0.422

表 10 地区对股权结构作用效果的影响

变量	东部	中部	西部	东部	中部	西部
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Shlratio	0.427***	-0.041	-1.299			
	(2.90)	(-0.10)	(-0.79)			
S				-0.134**	-0.037	0.326
				(-2.14)	(-0.35)	(1.34)
Sep	-1.077***	-0.583	2.356	-1.189***	-0.647*	2.412
	(-5.16)	(-1.71)	(0.96)	(-5.58)	(-1.89)	(1.05)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
截距项	-1.014*	7.892*	5.513	-0.962	6.987**	2.693
	(-1.88)	(2.30)	(1.14)	(-1.35)	(2.42)	(0.53)
观测值	90	20	10	90	20	10
R ²	0.381	0.902	0.745	0.411	0.903	0.788

4.3.3 稳健性检验

除了采用异质性回归对股权结构对新能源汽车企业技术创新效率的影响进行分析外,采取变量替换法和变量滞后一期对实证结果进行稳健性检

验。将被解释变量转换为纯技术效率(vrste);另外,将各变量滞后一期回归进行稳健性检验。稳健性检验结果见表 11。稳健性检验结果与基准和异质性回归结果一致,验证了本文结论的稳健性。

表 11 稳健性检验结果

变量	替换被解释变量				滞后一期			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Shlratio	0.480***				0.613***			
	(3.23)				(4.22)			
Sep		-1.220***				-0.683**		
		(-4.47)				(-2.31)		
S			-0.071*				-0.153***	
			(-1.77)				(-4.06)	
Nature				0.027				0.103
				(0.40)				(1.51)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
截距项	1.429***	1.258***	1.349***	1.385**	-0.253	-0.419	-0.293	-0.094
	(2.91)	(2.67)	(2.67)	(2.53)	(-0.51)	(-0.83)	(-0.62)	(-0.17)
观测值	120	120	120	120	96	96	96	96
R ²	0.177	0.237	0.123	0.099	0.259	0.158	0.249	0.129

5 结论及政策建议

本文采用 DEA 方法对中国 24 家新能源汽车上市公司的技术创新效率进行测度和分解,并对样本企业技术创新效率的分布情况进行分析。测度结果表明,样本企业技术创新效率偏低,均值仅为 0.533,整体呈现上升趋势,但上升幅度较小;纯技术效率较低,均值为 0.656,整体呈小幅度上升趋势;规模效率较高,均值为 0.834,整体呈平稳上升趋势。根据纯技术效率和规模效率的结果,构建样本企业技术创新效率分布图,分析发现整体技术创新效率偏低主要是纯技术效率偏低所致,仅 6 家企业处在纯技术效率和规模效率均较高的状态,各样本企业间技术创新效率差距较大。

进一步从股权结构角度分析了其与企业技术创新效率之间的关系,实证结果显示:①股权集中度和技术创新效率之间存在显著的正相关关系;②两权分离度与技术创新效率呈显著负相关关系;③控股股东性质对技术创新效率并未产生显著影响;④股权制衡度与技术效率之间存在显著的负相关关系。异质性分析结果表明,新能源整车企业(I类企业)提高股权集中度对技术创新效率的促进作用大于新能源汽车零部件和基础设施配套企业(II类企业),东部地区和国有控股的新能源汽车上市公司调整股权结构更有利于提高技术创新效率,非国有控股企业应重点关注其经营权和所有权的分离程度,尽量保持两权一致,从而提升公司治理水平,进而提高技术创新效率。

新能源汽车企业技术创新效率的提高需要社会和企业共同努力,由政策推动尽快过渡到由产品和技术驱动发展,具体来讲,应从以下两方面着手:

1)政府应进一步降低新能源汽车市场的准入门槛,促进业内公平竞争,营造良好的外部环境以推动新能源汽车企业开展“产学研”合作,充分为行业内企业创造技术交流机会,加快破解新能源汽车行业的技术创新瓶颈,提高企业的技术创新效率,从而带动整个新能源汽车产业向前发展;另外,应继续加大充电服务的基础设施建设力度,尽快实现充电设施互联,扩大新能源汽车出行的便捷性,从而带动新能源汽车的消费,在促进企业盈利水平的提高的同时,使企业技术创新效率得到提升。

2)从企业自身角度出发,应加强对于研发资源投入的分配与管理,减少不必要的资源浪费,根据公司具体情况调整专利研发结构,提升对发明专利研发的重视程度,着力改善专利结构不合理的问题;

另外,在研发人员的配置上,应进一步提高对高素质研发人员的搜寻、培训、使用和激励力度,营造良好的技术创新氛围;最后,技术创新效率的提高受公司股权结构的影响,优化治理机制、改善治理状况是企业面临的重要问题。对于新能源汽车企业而言,优化股权结构,结合公司具体情况,保持一定程度的股权集中的同时,构建大股东多元化、股权相互制衡的治理机制,利于缓解治理矛盾,从而提高企业的技术创新效率。

参考文献

[1] 赵晓庆. 中国汽车产业的自主创新: 探析“以市场换技术”战略失败的体制根源[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2013, 43(3): 164-176.

[2] 罗良文, 梁圣蓉. 中国区域工业企业绿色技术创新效率及因素分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(9): 149-157.

[3] 钱丽, 肖仁桥, 陈忠卫. 我国工业企业绿色技术创新效率及其区域差异研究: 基于共同前沿理论和 DEA 模型[J]. 经济理论与经济管理, 2015(1): 26-43.

[4] 高阳, 张蒙蒙, 游达明. 基于城市视角下新能源汽车产业技术创新效率评价[J]. 工业技术经济, 2016, 35(3): 47-54.

[5] 肖文, 林高榜. 政府支持、研发管理与技术创新效率: 基于中国工业行业的实证分析[J]. 管理世界, 2014(4): 71-80.

[6] FRANK A G, CORTIMIGLIA M N, RIBEIRO J L D, et al. The effect of innovation activities on innovation outputs in the Brazilian industry: market-orientation vs. technology-acquisition strategies [J]. Research Policy, 2016, 45(3): 577-592.

[7] 刁秀华, 李姣姣, 李宇. 高技术产业的企业规模质量、技术创新效率及区域差异的门槛效应[J]. 中国软科学, 2018(11): 184-192.

[8] 邓立治. 中国汽车企业技术创新效率及其影响因素研究: 以沪深上市公司为例[J]. 技术经济与管理研究, 2015(3): 26-31.

[9] 张根文, 曾行运. 基于 DEA-Tobit 模型的新能源汽车生产效率及影响因素研究[J]. 工业技术经济, 2014, 33(3): 130-137.

[10] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision-making units [J]. European Journal of Operational Research, 1978(2): 429-444.

[11] 郑建锋, 王应明. 共享产出关联视角下中国工业企业绿色研发投入效率测度与分解[J]. 生态经济, 2021, 37(3): 61-67, 87.

[12] 郝阳, 龚六堂. 国有、民营混合参股与公司绩效改进[J]. 经济研究, 2017, 52(3): 122-135.

[13] 鲁桐, 党印. 公司治理与技术创新: 分行业比较[J]. 经济研究, 2014, 49(6): 115-128.

[14] 陈德萍, 陈永圣. 股权集中度、股权制衡度与公司绩效关

[15] 关璧麟,葛志苏. 股权制衡对企业绩效的门槛效应分析: 基于中小板上市公司的实证分析[J]. 南方金融, 2021 (12):59-70.

[16] 吴剑峰,杨震宁. 政府补贴、两权分离与企业技术创新 [J]. 科研管理, 2014, 35(12): 54-61.

[17] 薛晓珊,方虹,杨昭. 新能源汽车推广政策对企业技术创新的影响研究: 基于 PSM-DID 方法[J]. 科学学与科学技术管理, 2021, 42(5): 63-84.

Ownership Structure and Technological Innovation Efficiency of China’s NEV Enterprises:
DEA measurement based on 24 listed companies

WANG Yangkun

(Alibaba Business College, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, China)

Abstract: Based on the panel data of 24 listed companies of new energy vehicles from 2015 to 2019, DEA method is used to calculate the technological innovation efficiency of listed companies of new energy vehicles, and the correlation between ownership structure and technological innovation efficiency is discussed. The results show that the overall technological innovation efficiency of NEV enterprises is low, and it is mainly caused by the low pure technological efficiency. Ownership structure has a significant impact on technological innovation efficiency, and it has a greater impact on the main vehicle manufacturing business, state-owned holding and eastern enterprises. Based on this, it is suggested to pay attention to the impact of ownership structure on the technological innovation efficiency, continuously improve the ownership structure of listed companies, and vigorously improve the efficiency of technological innovation.

Keywords: new energy vehicle enterprises; technological innovation efficiency; data envelopment analysis (DEA); ownership structure