

基于技术成熟度预测的河南省锂离子电池 产业发展对策研究

徐文洪, 周惠来, 付志新, 卫 冉

(河南省科学技术情报中心, 郑州 450008)

摘要: 运用 TRIZ 创新方法对中国锂离子产业技术成熟度进行预测, 分析河南省锂离子电池产业专利在我国中的地位及产业链分布情况。研究发现, 我国锂离子电池产业已步入收益最大的成熟期; 河南省锂离子电池产业产量居我国前列; 专利申请量居我国中等偏上位置, 其中电解质、电池回收子系统专利申请量居我国前列; 专利价值低于全平均水平; 锂离子电池产业主要分布在新乡、郑州、洛阳、焦作 4 地市; 2023 年河南省锂离子电池专利申请量地市分布与 2014 年地市分布相比, 产业集中度有分散趋势。提出支持河南省锂离子电池优势领域持续创新、鼓励河南省锂离子电池企业与我国锂离子电池头部企业合作、实施弯道超车战略、打造中国锂电池回收之都等 4 条建议。

关键词: 技术成熟度预测; 河南省; 锂离子电池; TRIZ 创新方法; 专利分析

中图分类号: F273.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)02-0212-08

在新能源汽车产业爆发式增长的带动下, 中国锂离子电池产业发展迎来了春天, 经过近十年的快速增长, 中国锂离子电池产量、产能已居世界第一, 实现了从跟随到引领的华丽转身。2023 年末, 在国内, 锂离子电池产业链整体出现产能过剩、利润下滑的局面; 在国外, 遭受欧美国家的贸易壁垒; 在技术上, 随着中国技术创新能力的不断提升, 能量密度已接近理论极限。基于当前困境, 本文通过专利分析, 运用 TRIZ 理论技术成熟度预测方法对中国锂离子电池产业技术成熟度进行预测, 并对中国、河南省锂离子电池产业发展态势进行分析。摸清了当前中国锂离子电池产业所处的技术阶段和河南省锂离子电池产业发展现状, 最后提出河南省锂离子电池产业发展思路及建议。

1 研究综述

由于石油危机和环境污染事件频发, 各国政府对发展绿色清洁能源都加大了支持力度, 在此背景下, 锂离子电池于 20 世纪 70 年代登上历史舞台, 在 1991 年由索尼成功实现商业化^[1]。随后, 锂离子电池凭借其突出的优异性能和高能量密度快速发展

壮大。2022 年中国动力电池装车量占全球总销量的 56.9%; 储能电池出货量占全球比例达 87%; 正/负极材料出货量约占全球市场份额的 90%, 电解液出货量全球占比超 85%, 锂电隔膜占据全球超 80% 的市场份额^[2]。我国已有不少学者通过分析锂离子电池专利情况, 对我国锂离子电池产业进行研究, 但大都集中在专利申请趋势、专利类型、区域分布、技术分布、主要申请人、主要发明人、技术功效等方面进行客观描述, 未就锂离子电池技术成熟度进行研究, 如赵晏强和李金坡^[3]、王云飞等^[4]、兰凤崇等^[5]、方曦和刘源源^[6]。徐文洪等^[7]于 2016 年也曾研究过基于专利分析的全球锂离子电池产业发展态势, 并提出我国锂离子电池产业的发展建议, 但并没有从锂离子电池产业技术成熟度视角对河南省锂离子电池产业进行研究。

TRIZ (theory of inventive problem solving, TRIZ), 译为“发明问题解决理论”, 是苏联科学家根里奇·阿奇舒勒及其团队在研究了 250 万例世界上不同的技术领域专利的基础上, 提出的一套系统高效创新方法, 目前已在全球广泛应用。其中, 技术系统是 TRIZ 中最重要、最基本的概念之一, TRIZ

收稿日期: 2024-08-21

基金项目: 河南省科学技术情报中心基本科研业务费项目(KY202208); 河南省重点软科学项目(202400410046)

作者简介: 徐文洪(1968—), 女, 河南郑州人, 硕士, 正高级工程师, 研究方向为科技情报; 周惠来(1972—), 女, 河南开封人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为科技情报; 付志新(1981—), 女, 河南南阳人, 硕士, 工程师, 研究方向为科技情报; 卫冉(1995—), 男, 河南郑州人, 硕士, 助理工程师, 研究方向为科技情报。

的一切功能与作用,都是围绕技术系统展开的。对于一个具体的技术系统来说,人们对其子系统或元件不断地进行改进,以提高整个系统的性能,这个不断改进的过程,就是技术系统的进化过程。技术系统的进化和发展并不是随机的,而是遵循着一定的客观规律。TRIZ认为技术系统的进化符合S形曲线的发展轨迹,任何一个技术系统的进化都需要经历婴儿期、成长期、成熟期和衰退期4个阶段(图1),这4个阶段组成产品的技术生命周期。Altshuller(阿奇舒勒)认为可以通过专利数量、专利等级、技术或产品的性能参数和经济效益来判别产品的技术成熟度,并绘制出4条标准曲线,直观呈现技术参数的演变过程(图2)。因此,基于TRIZ的技术成熟度预测就是通过对专利的各种信息进行分析与挖掘,确定当前技术在S曲线上对应的位置,从而判断其技术成熟度^[8-10]。

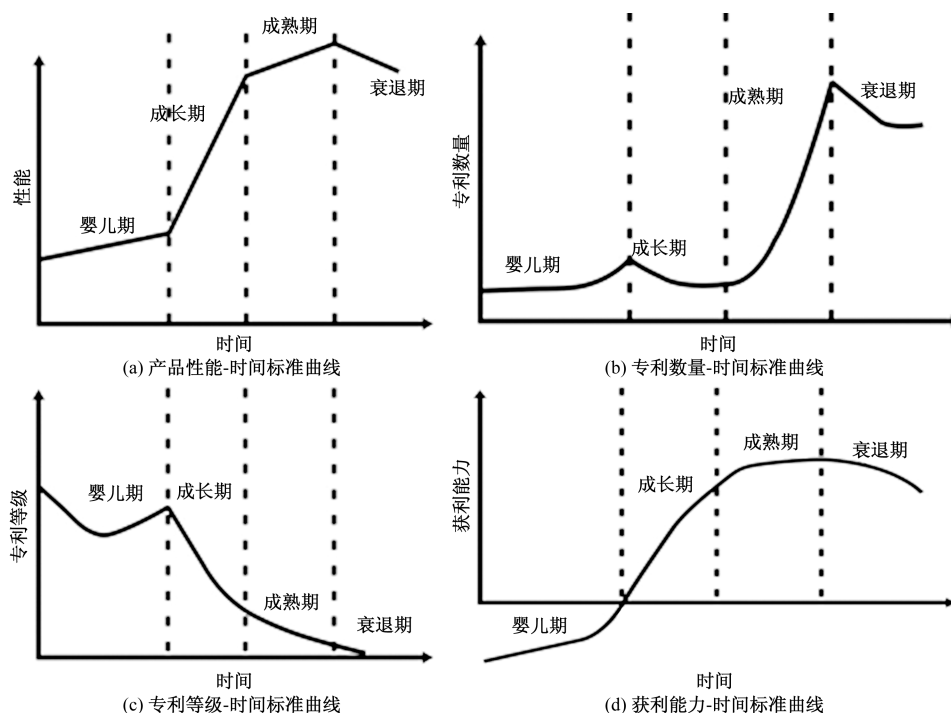
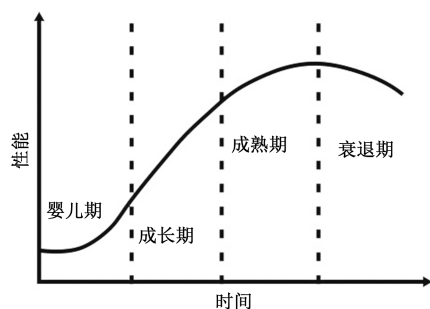


图2 TRIZ理论各指标技术生命周期标准曲线

我国已有不少学者运用TRIZS曲线进化法则对技术系统进化进行成熟度研判或发展趋势预测,主要集中在三个方面:一是技术成熟度评估,二是技术生命周期研究,三是技术进化趋势预测^[11]。本文主要研究技术成熟度评估。目前,关于TRIZ技术系统成熟度评估的研究主要集中在两个方面:一是通过构建S曲线数理模型直接研判技术所处阶段,二是基于专利数量、专利等级、技术或产品的性能参数和经济效益来判别产品的技术成熟度。魏延等^[12]选取专利数量、专利等级和技术强度三个指标并结合长短时记忆神经网络模型(long-short term memory, LSTM)算法对航天器电推进技术进行技术成熟度预测,得出航天器电推进技术1965—1995年处于婴儿期,1995—2005年处于成长期,自2005年航天器电推进技术进入成熟期,2029年进入衰退期的结论。黄杰琪和文宗川^[13]基于Logistic(罗吉斯曲线)回归模型对我国风电产业技术成熟度进行了技术生命周期预测,研判我国风电产业于2014年进入成熟期,2020年以后将进入衰退期。何晓斐和夏志杰^[14]基于多指标模型与隐马尔可夫模型相结合的方法对智能手表进行了技术成熟度预测,研判智能手表子技术的技术生命周期所处阶段不一,大多数智能手表子技术处于成长期。黄山和陈洲玲^[15]运用技术生命周期Logistic模型预测方法对新能源汽车全产业链进行了技术预测,得出

新能源汽车产业链上游技术于 2021 年进入成熟期, 2028 年之后将进入衰退期。中游产业链技术于 2020 年进入成熟期, 2026 年之后将进入衰退期。下游产业链技术于 2019 年进入成熟期, 2024 年之后进入衰退期。

基于专利数量、专利等级、技术或产品的性能参数和经济效益来研判技术成熟度的难点主要在于技术产品性能参数的选择及数据获取困难较大。因此, 有经验的学者常用一些易获取数据的指标代替。王冰等^[16]从专利数量、发明级别、销售额和技术相关论文的发表情况来对细胞治疗技术成熟度进行了预测, 发现细胞治疗技术处于技术生命周期的成长期。高常青等^[17]选取专利数量、专利等级、弥补缺陷专利数量曲线判断打夯机已于 2012 年进入成熟期。王宇松^[18]选取专利数量、利润曲线判断手机处于成长期, 并结合 TRIZ 技术系统三大基本进化法则提出了手机进化路线。赵斌和张敏^[19]选取专利数量、专利等级、获利能力曲线对新能源汽车进行了技术成熟度预测, 判断新能源汽车已步入成熟期。岳高峰^[20]选取专利数量、专利级别、产量、安全性能曲线对传统微耕机进行了技术成熟度预测, 判断传统微耕机技术基本处于成熟阶段。王昕等^[21]首次将 TRIZ 技术生命周期理论应用到技术功效图中, 选取电网除冰重点技术专利数量曲线生成技术功效成熟度矩阵图, 不但清晰地展现了技术点与功效点之间的关系, 而且也直观地反映技术点目前所处的生命周期, 对于研究人员来说, 可以很方便地判断该技术点是否值得花时间精力去研究。毕帆和李斌^[22]运用专利数量、装机量曲线对医用磁共振成像技术进行了技术成熟度预测, 得出医用磁共振成像技术处于成长期。温会涛等^[23]以制革专利数量、专利等级、弥补缺陷专利数量、经济收益以及皮革产品性能为评价指标进行多项式拟合, 与标准 S 曲线进行比较, 判断铬鞣技术制革工艺处于成熟期后期。

综上所述, 运用 TRIZ 对产品技术成熟度进行预测, 已经得到了众多学者的研究验证, 应用领域广泛, 预测结果科学有效, 可为企业、技术贸易和职能部门制定战略决策提供重要参考依据。

2 数据来源及研究方法

本文数据来自 HimmPat 全球专利智能检索分析平台、中国知识产权局专利之星数据库。数据分析利用了 Microsoft Excel 统计分析软件。

运用主题词与国际专利分类(international patent classification, IPC)相结合的方法, 在 HimmPat 全球专利信息分析平台共检索到我国锂离子电池申请专利 172 013 件, 数据检索时间区间为 1985 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日, 检索时间 2024 年 2 月 26 日。基于专利数据, 运用 TRIZ 产品技术成熟度预测判断我国锂离子电池产业所处技术生命周期; 检索中国及河南省锂离子电池 1985—2023 年的全部申请专利数量并进行定量可视化分析; 通过网络、走访相关专家收集整理锂离子电池市场、产能、性能等发展情况。在此基础上归纳总结我国及河南省锂离子电池产业发展态势及特征, 最后提出河南省锂离子电池产业发展对策建议。

3 基于 TRIZ 理论判断我国锂离子电池技术成熟度

TRIZ 创新方法总结出产品处于每个技术阶段的特征, 并给出了相应的应对策略, 如表 1 和表 2 所示^[8-23]。由于专利申请公开的延迟性, 为了使数据更加真实客观的反映我国锂离子电池产业所处技术阶段, 舍弃了 2023 年的专利数据。

3.1 专利数量-时间曲线

对照 TRIZ 专利数量-时间标准曲线, 在婴儿期由于技术没有特定的市场, 市场方向不明, 市场进入意愿度低, 申请的专利数量较少, 申请人也较少, 这个时期应持续到 2000 年, 锂离子电池专利申请量

表 1 技术生命周期不同阶段的研发目标及技术战略

技术成熟度	技术战略	研发目标
婴儿期	评估该技术创新的功能能力, 如果优于现有技术, 分析技术转化为产品的主要障碍, 投入资金进行攻关, 尽快实现技术产品化, 争取尽快推向市场, 抢占技术领先优势	开辟市场
成长期	首先将新产品推向市场, 抢占先发优势, 然后不断对新产品进行改进, 不断推出基于该核心技术的性能更好的产品, 到成长期结束要使其主要性能指标(性能参数、效率、可靠性等)基本达到最优	保持增长和竞争优势
成熟期	改进工艺、材料和外观, 尽快使成本降到最低, 这个时期的利润主要靠市场营销手段来获取。同时必须投入资金跟踪或探索可能的替代技术, 判断新技术的技术成熟度, 采取相应对策, 也可以采取破坏性创新战略, 开辟新市场	保持现状或颠覆创新
衰退期	重点投入资金寻找、选择和研究能够进一步提高产品性能的替代技术	更新技术系统并放弃原技术

表2 技术生命周期不同阶段的特征及创新战略

技术成熟度	特征	创新战略
婴儿期	技术没有特定的针对市场,企业投入意愿较低,专利权人数、申请的专利数量都较少、专利质量较高,产品性能不稳定,利润少或没利润	局部创新
成长期	随着技术的不断发展,市场不断扩大,获利吸引力增大,专利申请数量及申请人数量开始缓慢上升,专利质量开始下降,企业获利开始增长,产品性能持续提升	局部创新
成熟期	由于技术相对成熟,产品性能达到最优并稳定,受市场的挣钱效应的影响,进入的企业和申请专利数量急剧增长,但专利质量持续下滑,利润达到最佳,市场竞争激烈	局部创新和系统创新
衰退期	由于技术老化,替代技术出现,企业利润下降,退出的企业增多,申请的专利及申请人数量也呈下降趋势	系统创新

在2000年以前从没有超过100件。随着技术不断完善,开始有企业获利,市场吸引力增大,专利申请数量开始缓慢上升,这个时期应持续到2010年,锂离子电池专利在2010年接近2000件,这说明已有市场灵敏的企业开始步入锂离子电池领域,锂离子电池产业步入成长期。随着技术不断成熟,产品性能逐渐优化稳定,市场需求不断增加,受市场获利效应的影响,大量机构蜂拥而至,专利申请人和专利申请量急剧增长;2011年我国锂离子电池申请专利2726件,到2017年申请专利10399件,突破1万件专利只用了6年的时间,在专利申请公开延迟的情况下2022年申请专利量已达18592件。对照TRIZ专利数量-时间标准曲线,申请专利量急剧增长说明锂离子电池产业进入了成熟期。如图3所示。

3.2 产品性能-时间曲线

使用Himmpat专利技术价值得分代表产品性能指标。Himmpat专利技术价值得分是从技术独立性、技术先进程度、技术应用广度、技术应用前景等方面,对影响专利技术评分的共14个指标进行归一化处理,并根据各指标的影响力,利用层次分析法进行量化评估,经一致性检验,得到专利技术价值的综合评分。

对照TRIZ产品性能-时间标准曲线特征,在婴儿期,由于新产品刚刚面市,产品各种性能还未在市场中得到检验,性能不高,这一时段应持续到1999年以前,1999年性能得分为34。随着产品用户的增多,产品技术创新不断加强,产品性能不断提升,锂离子电池性能得分在2000年达到72分,到2018年最高达到233分,此段时间应为锂离子电池产业成长期。2018年以后,锂离子电池性能呈现一条直线,对照TRIZ产品性能-时间标准曲线特征,产品性能达到最高后保持稳定,几乎呈现为一条直线,说明此时锂离子电池产业进入成熟期。如图4所示。

3.3 锂离子电池产品获利能力-时间曲线

使用Himmpat专利市场价值得分代表锂离子

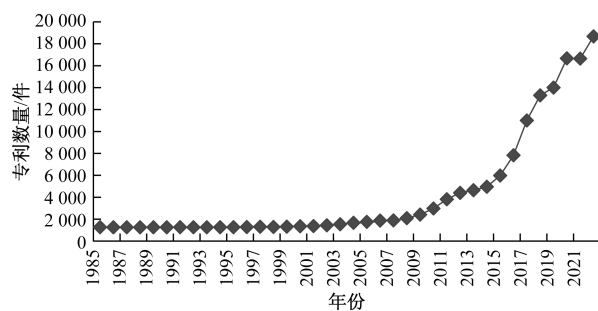


图3 锂离子电池申请专利数量

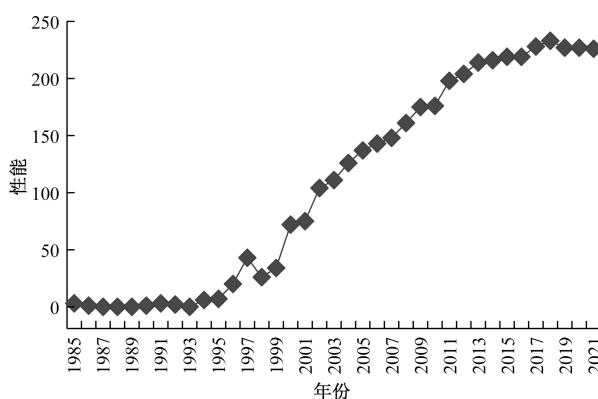


图4 锂离子电池专利技术价值得分

电池产品获利能力指标。Himmpat专利市场价值得分是从专利实施情况、许可情况、质押情况、转让情况、判决情况等方面,对影响专利市场评分的共16个指标进行归一化处理,并根据各指标的影响力,利用层次分析法进行量化评估,经一致性检验,得到专利市场价值的综合评分。

对照TRIZ产品获利能力-时间曲线特征,在婴儿期,由于新产品刚刚面市,很多潜在用户并不了解新产品,性能也不稳定,产品很难获利,这一时期应持续到2000年,这一年产品获利能力得分为39分。随着产品技术性能的不断提升,越来越多的客户逐渐了解了锂离子电池的优越性能,锂离子电池获利能力大幅提升,获利能力得分从2001年的54分达到2018年的200分,这一时期应是锂离子电池

的成长期。2018 年以后,锂离子电池获利能力得分增长缓慢,几乎没有起伏,对照获利能力标准曲线,此时锂离子电池应是进入了成熟期。如图 5 所示。

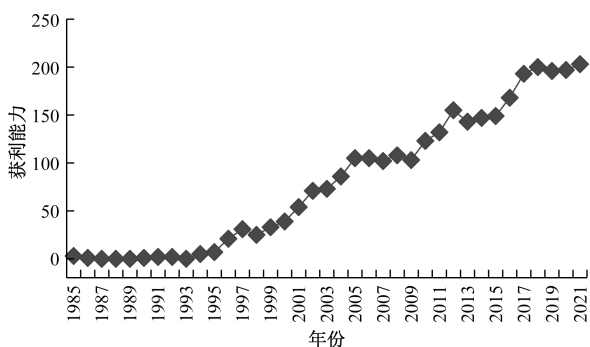


图 5 锂离子电池市场价值得分

3.4 锂离子电池专利等级-时间曲线

使用 Himpapat 专利价值评分前 10% 的 A 级专利数量与专利价值评分后 40% 的 D 级专利数量的比值代表专利等级。Himpapat 专利价值评分是从对影响专利技术、法律、市场、战略 4 方面评分的共 62 个指标进行归一化处理,并根据各指标的影响力,利用层次分析法进行量化评估,经一致性检验,得到专利的综合评分。根据专利在 IPC 主分类小类所在的评分位置,位于前 10% 的专利评级为 A,前 10%~30% 为 B,前 30%~60% 为 C,后 40% 为 D。

对照 TRIZ 专利等级-时间标准曲线特征,在婴儿期,由于发明是采用全新的原理解决已有系统功能的新解,属重大技术发明,尽管申请专利量很少,但申请专利的价值较高,专利等级也高,至少是 4 级以上的发明专利^[9-10]。随着产品性能的逐渐完善,技术创新的范围基本上限于对已有产品的局部改进,属于小发明,专利申请量越来越多,但专利等级越来越低,由 TRIZ 专利等级-时间标准曲线可看出,专利等级曲线是随时间一路下滑的。锂离子电池专利等级得分 2001 年为 0.92,然后振荡下行,到 2018 年专利等级得分仅为 0.22,从 2018 年开始专利等级得分持续下滑,到 2022 年仅为 0.03 分。对照 TRIZ 专利等级-时间标准曲线特征,判断锂离子电池产业 2001 年以前为婴儿期,2001—2018 年为成长期,2018 年以后进入成熟期。如图 6 所示。

基于 TRIZ 技术成熟度预测,判断我国锂离子电池产业已于 2018 年进入获利最大的成熟期。由于各国政府对环境保护的重视及碳排放的承诺,预计未来几年内,锂离子电池技术仍将是研究热点及投资方向。

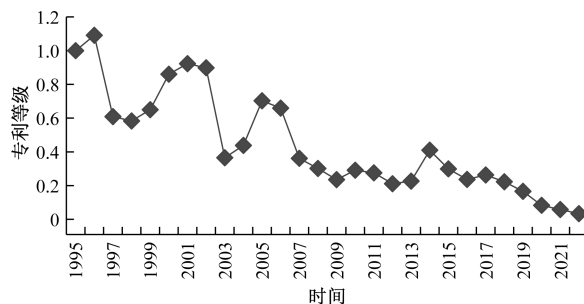


图 6 锂离子电池 A 级专利/D 级专利

4 河南省锂离子电池产业发展态势分析

4.1 河南锂离子电池产业居我国中等偏上,电解液、电池回收技术居我国前列

河南省锂离子电池专利申请比我国晚了十几年,第 1 件专利申请在 2001 年,发展趋势与我国基本相同,专利申请总量居我国第 13 位。从锂离子电池子系统专利申请量来看,河南省电解质技术、电池回收技术在我国处领先地位,分别名列第 8、9 名,隔膜技术和充放电技术名列全国第 11、12 名。综合来看,河南省锂离子电池技术专利申请量在我国处中等偏上水平,如表 3 所示。

随着河南省各级政府对新能源产业的大力支持和河南雄厚的电池工业基础,锂离子电池产业发展迅猛。2020 年河南锂离子电池产量 16.37 亿自然只,同比增长 32.7%,2021 年河南锂离子电池产量 24.57 亿自然只,同比增长 42.9%。河南锂离子电池产量在全国排名从 2013 年的 16 名上升到 2020 年第 4 名,在我国名列前茅,涌现了中航锂电、多氟多、河南锂动、新乡中科、科隆新能、洛阳大生等一批较优秀的电池生产企业,如表 4 所示。

表 3 河南省锂离子电池专利申请量在全国排名情况

技术领域	专利申请量/件	全国排名
总体技术	3 967	13
电极	778	14
电解质	235	8
隔膜	175	12
充放电	161	11
电池回收	256	9

表 4 河南省锂离子电池产量在全国排名情况

时间	锂离子电池产量/只	在全国排名
2012 年 1—8 月	538 091	19
2013	11 874 099	16
2014	34 708 800	15
2015 年 1—7 月	28 799 905	12
2020	1 637 257 213	4

注:数据来源于中国轻工业联合会(DS)。

4.2 河南省锂离子电池产业主要分布在新乡、郑州、洛阳和焦作

河南省锂离子电池专利主要分布在新乡、郑州、洛阳和焦作四市,占比高达75%,特别是新乡市占比达29%,郑州占比为23%,洛阳占比为14%。通过与2014年以前全省申请锂离子电池专利量占比情况比较发现,郑洛新3市虽然仍是河南省锂离子电池专利申请量前三名,但占比情况却发生了重大变化。新乡、郑州、洛阳3市占比较2014年前下降了16个百分点,新乡占比较2014年前下降17个百分点,郑州占比较2014年前上升了13个百分点,洛阳占比较2014年前下降了12个百分点。这说明河南省锂离子电池产业分布在发生变化,新乡、洛阳占比下降趋势明显,而郑州、焦作、南阳占比却有较大提升(表5)。说明河南省锂离子电池产业集中度有分散趋势。

通过对河南省锂离子电池子技术专利申请情况的分析,发现河南省锂离子电池产业链完整,各主要子系统同样分布在新乡、郑州、洛阳和焦作4地市,如表6所示。

4.3 河南省专利价值低于全国平均水平

河南省锂离子电池专利无论是技术价值还是市场价值均不高,主要表现在三个方面:一是河南省专利等级领域前10%的A级专利占总量的比例为0.79%,而我国这一比例为5.90%,河南省领域后40%的D级专利占比为66.84%,而我国这一比例为53.08%;二是专利转让率、许可率均低于我国平均水平,河南省专利转让率只有我国平均水平的1.8%,专利许可率为我国平均水平的36%,这与河

表5 河南省锂离子电池专利申请量地域分布变化情况

排名	地市	2014年以前 全省占比/%	地市	2023年以前 全省占比/%
1	新乡	46	新乡	29
2	洛阳	26	郑州	23
3	郑州	10	洛阳	14
4	焦作	5	焦作	9
5	三门峡	4	南阳	7
6	南阳	2	驻马店	3
7	其他地市	7	其他地市	15

南省锂离子电池专利价值较低有很大关系,低价值专利在市场上很难获得认可,取得经济效益;三是河南省锂离子电池专利施引专利量及专利撰写质量在我国排名较落后,如表7所示。

5 结论与建议

综上所述,我国锂离子电池产业已进入收益最大的成熟期,产能产量居世界第一,河南省锂离子电池产业链比较完整,产量居我国前列,产业主要分布在新乡、郑州、洛阳、焦作4地市,专利申请量在我国处中等偏上位置,其中电解液、电池回收技术居我国前列;专利价值较低,专利运营不理想,产业基地布局缺乏整体性考虑,有分散的趋势。基于TRIZ创新理论技术成熟度处成熟期时的应对策略和河南省锂离子电池产业存在的问题提出如下几点建议。

5.1 继续加强河南省锂离子电池优势领域的技术创新

鉴于我国锂离子电池产业已步入成熟期,产品处成熟期时的技术进化法则为向微观级进化。河南省有色金属矿藏资源丰富,产量居我国前列,河南省锂离子电池产业多为正极材料、负极材料、电解液等电池材料企业,在我国具有一定的地位和影

表6 河南省锂离子电池产业链分布情况

产业链	专利申请量 前3名地市	领军企业
锂离子电池	新乡、郑州、洛阳	中航锂电(洛阳)、河南师大、多氟多、郑州大学、河南电池研究院、郑州比克
电极	新乡、郑州、洛阳	中航锂电(洛阳)、河南师范大学、河南电池研究院、洛阳月星
电解液	新乡、焦作、郑州	河南省法恩莱特公司、河南华瑞新材料、洛阳大生新能源
隔膜	新乡、驻马店、郑州	河南惠强新能源、新乡市中科科技、新乡市新瑞电池材料
充放电	郑州、新乡、洛阳	尼佳特(洛阳)电子、河南小威环境、河南锂动电源
电池回收	郑州、新乡、洛阳	河南师大、巩义市瑞赛克、河南小威环境、郑州中科研究院、中航锂电(洛阳)

表7 河南省锂离子电池专利质量分析

变量	高等级专利占比/%	低等级专利占比/%	专利价值得分	施引专利数量(均值)	权利要求数量(均值)	转让率/%	许可率/%	质押率/%
河南	0.79	66.84	129	2.71	6.52	0.42	0.29	2.52
在我国排名或全国平均值	5.90(均值)	53.08(均值)	16名	24名	47名	23.36(均值)	0.80(均值)	2.39(均值)

响,比如多氟多、天力锂能、河南科隆、龙佰新能源等,要鼓励这些锂电池材料生产企业加强科技创新改进工艺、材料和外观,使成本降到最低,提高市场营销手段来获得更多利润。

5.2 鼓励河南省锂离子电池企业与锂电头部企业紧密合作

随着锂离子电池产业技术进入成熟期和我国锂离子电池行业进入门槛的提高,没有核心技术支撑的中低层次的锂离子电池企业生存空间会越来越小,竞争压力越来越大,建议河南省锂离子电池企业积极主动加强与行业头部企业密切合作,寻找商机。目前,比亚迪、宁德时代已进驻河南郑州、洛阳,这是良好的开始,河南锂离子电池强企中航锂电(洛阳)公司是中创新航的十大基地之一。建议政府和相关机构继续加大招商力度,利用矿产资源、人力资源、位置资源、良好的营商环境等优势吸引更多头部锂离子电池企业来豫落户。

5.3 实施弯道超车战略

目前,锂离子电池产业技术已进入成熟期,市场竞争激烈、利润有下滑趋势,替代技术已在酝酿之中。2022年河南省首个氢能产业园在新乡落地,目前已雏形初现;2024年河南省政府与富士康签署协议,其中就有固体电池研发项目。开发新技术、上马替代技术,河南省政府已经在行动。大圆柱形电池、固态电池已实现突破,当然距商业化还有一段路要走。建议政府及相关机构继续投入资金跟踪探索可能的替代技术,紧跟技术前沿,密切关注锂离子电池头部企业的一举一动,判断新技术的技术成熟度,采取相应对策或破坏性创新战略,开辟新市场。

5.4 打造中国锂电池回收之都

随着我国新能源汽车产业爆发式增长,退役动力电池逐年增多。目前来看,锂离子动力电池的回收率并不高,中研产业研究院《2023—2028年中国动力电池回收行业发展分析与投资前景预测报告》显示,截至2023年,中国新能源汽车动力电池规范化回收率不足25%。这一方面说明我国电池回收率低,另一方面也说明我国电池回收市场潜力巨大。河南省电池回收专利申请量在全国排第9名,工信部目前共认定五批《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》企业名单,共计152家企业,河南省共有8家企业上榜,数量名列全国第6名^[24-28]。因此,加大力度支持河南省锂离子电池回收企业发展既有技术优势,又有产业基础。2024年

5月杰瑞环保“锂电池资源化循环利用”项目在郑州航空港落户,这是国内首家智能锂电池回收工厂,说明河南省政府已经敏锐地捕捉到锂电池回收产业的巨大商机,建议河南省政府及相关部门引进支持更多锂电池回收企业,把河南省锂电池回收产业做大做强,打造中国的锂电池回收之都。

参考文献

- [1] 陈昕,赵宁,刘桂贤,等.当前固体电解质与固态电池技术成熟度分析[J].电源技术,2024,48(6):969-984.
- [2] 张颖超.锂离子电池材料发展现状及展望[J].化学工业,2024,42(1):35-45.
- [3] 赵晏强,李金坡.基于中国专利的锂电池发展趋势分析[J].情报杂志,2012,31(1):35-40.
- [4] 王云飞,初志勇,管泉,等.基于专利分析的动力型锂离子电池发展态势分析[J].现代情报,2015,35(6):102-106.
- [5] 兰凤崇,李诗成,陈吉清,等.基于专利分析的锂离子动力电池产业发展趋势[J].科技管理研究,2019(12):144-150.
- [6] 方曦,刘源源.基于专利分析的锂离子电池隔膜技术发展态势研究[J].化工新型材料,2023,51(9):13-19.
- [7] 徐文洪,周惠来,胡弘,等.锂离子动力电池产业技术发展态势分析及对策[J].地域研究与开发,2016,36(6):31-36.
- [8] 赖朝安,徐翠璐.一种基于专利分析的技术成熟度评估算法[J].科研管理,2017,38(4):237-243.
- [9] 檀润华.发明问题解决理论[M].北京:科学出版社,2004.
- [10] 创新方法研究会.创新方法教程(中级)[M].北京:高等教育出版社,2012.
- [11] 王冰,王理,陈大明,等.基于TRIZ的S曲线进化法则应用研究综述[J].情报探索,2023(1):112-118.
- [12] 魏延,杨春颖,王永芳,等.基于TRIZ理论和LSTM的技术成熟度评估及预测方法[J].导弹与航天运载技术,2022(3):153-158.
- [13] 黄杰琪,文宗川.基于S曲线的我国风电产业发展阶段研究[J].资源开发与市场,2015,31(4):415-418.
- [14] 何晓斐,夏志杰.基于多指标隐马尔可夫模型的技术生命周期识别方法研究[J].物流科技,2023,46(1):7-10.
- [15] 黄山,陈洲玲.基于专利计量和技术生命周期预测的新能源汽车全产业链技术竞争态势研究[J].中国科技论坛,2023(10):62-73.
- [16] 王冰,方淑蓓,陈大明,等.基于TRIZ的细胞治疗技术成熟度预测[J].竞争情报,2023,19(2):32-40.
- [17] 高常青,陈伟,密善民,等.基于TRIZ的技术预测方法研究与应用[J].机械设计,2014,31(8):1-4.
- [18] 王宇松.TRIZ进化曲线理论在产品研究发预测中的应用研究[J].中国质量,2015(4):84-86.
- [19] 赵斌,张敏,朱妍雯.基于TRIZ的新能源汽车产业技

- 术成熟度分析[J]. 信息记录材料, 2019, 20(2): 205-207.
- [20] 岳高峰. TRIZ原理在农机产品技术成熟度预测中的应用[J]. 农机质量与监督, 2014(9): 21-22.
- [21] 王昕, 郭晶, 龙华中. 基于TRIZ进化理论的电网除冰技术功效成熟度矩阵图[J]. 中国发明与专利, 2017, 14(1): 80-84.
- [22] 毕帆, 李斌. 基于专利分析的医用磁共振成像技术成熟度预测[J]. 中国医疗设备, 2015, 30(5): 14-17.
- [23] 温会涛, 林可心, 刘琳, 等. 基于TRIZ技术进化理论的制革工艺技术成熟度预测[J]. 北京皮革, 2022, 47(C1): 28-35.
- [24] 中华人民共和国工业和信息化部公告 2018年第40号 [EB/OL]. (2018-09-03)[2024-06-25]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5438758.html.
- [25] 中华人民共和国工业和信息化部公告 2021年第3号 [EB/OL]. (2021-01-20)[2024-06-25]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/jns/wjfb/art/2021/art_03420a0f99fc49fa86955303c579db8a.html.
- [26] 中华人民共和国工业和信息化部公告 2021年第40号 [EB/OL]. (2021-12-23)[2024-06-25]. https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/gg/art/2021/art_cb6ce8dd36f24c43a84ee0d043892fb8.html.
- [27] 中华人民共和国工业和信息化部公告 2022年第32号 [EB/OL]. (2022-12-16)[2024-06-25]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/jns/wjfb/art/2022/art_6b4c6b1f79494096a0f648d897b8e543.html.
- [28] 中华人民共和国工业和信息化部公告 2023年第43号 [EB/OL]. (2024-01-17)[2024-06-25]. https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/gg/art/2024/art_0cb2f2d9e61d4326806ac25390a2a816.html.

Research on Development Strategies for Lithium-ion Battery Industry of Henan Province Based on Technology Maturity Prediction

XU Wenhong, ZHOU Huilai, FU Zhixin, WEI Ran

(Henan Science and Technology Information Center, Zhengzhou 450008, China)

Abstract: The TRIZ innovation method was used to predict the technological maturity of China's lithium-ion industry, and to analyze the status and distribution of patents in the lithium-ion battery industry in Henan Province in China. It is found that China's lithium-ion battery industry has entered a mature stage of maximum profitability. The output of lithium-ion battery industry in Henan Province ranks among the top in China. The number of patent applications ranks above average in China, with the number of patent applications for electrolyte and battery recovery subsystems ranking among the top in China. The patent value is lower than the national average. The lithium-ion battery industry is mainly distributed in four cities, such as Xinxiang, Zhengzhou, Luoyang and Jiaozuo. Compared with the distribution of cities in 2014, the industrial concentration of lithium-ion battery patent applications in Henan Province in 2023 shows a trend of dispersion. Four suggestions are proposed, including supporting continuous innovation in the advantageous fields of lithium-ion batteries in Henan Province, encouraging cooperation between lithium-ion battery enterprises in Henan Province and leading lithium-ion battery enterprises in China, implementing a strategy of overtaking in the curve, and building China's lithium-ion battery recycling capital.

Keywords: technology maturity prediction; Henan Province; lithium-ion battery; TRIZ innovation method; patent analysis