

我国新能源汽车动力电池回收市场空间预测

朱青 张琳

(中汽信息科技(天津)有限公司,天津 300300)

【欢迎引用】朱青,张琳.我国新能源汽车动力电池回收市场空间预测[J].汽车文摘,2024(10):51-55.

【Cite this paper】ZHU Q, ZHANG L. Market Space Forecast for Power Battery Recycling of New Energy Vehicles in China[J]. Automotive Digest (Chinese), 2024(10): 51-55.

【摘要】随着我国新能源汽车产业的蓬勃发展,动力电池装车量迅速升量,现有动力电池的使用寿命约为5~8年,未来我国将面临着动力电池大规模的集中退役,动力电池回收市场潜力巨大。通过数据测算,保守预计至2030年我国动力电池总退役量将达380.3 GW·h,回收市场总规模可达787.9亿元,其中,梯次利用市场的规模有望在2025年后实现快速增长,再生利用市场将成为动力电池回收企业竞争的主场景,为全行业前期发展贡献核心增量。

关键词:动力电池回收;市场规模预测;磷酸铁锂电池;三元锂电池;梯次利用;再次利用

中图分类号:U469.72 文献标志码:A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20230280

Market Space Forecast for Power Battery Recycling of New Energy Vehicles in China

Zhu Qing, Zhang Lin

(China Automotive Information Technology (Tianjin) Co., Ltd., Tianjin 300300)

【Abstract】With the vigorous development of new energy vehicles industry in China, the installed capacity of power batteries has rapidly increasing. The service life of existing power batteries is about 5~8 years, large-scale centralized retirement of power batteries will come, and the market potential for power battery recycling is enormous. According to calculated data, it is conservatively estimated that the total retirement of power batteries in China will reach 380.3 GW·h by 2030, and the total scale of the recycling market can reach 78.79 billion RMB, the scale of the cascading utilization market will grow rapidly after 2025, and the recycling market will become the main competition scenario for power battery recycling enterprises, contributing core increment to the early development of the entire industry.

Key words: Power battery recycling, Market size forecast, Lithium Iron Phosphate (LFP) battery, Nickel Cobalt Manganese (NCM) battery, Cascade utilization, Recycling

0 引言

随着“碳中和”目标成为全球发展战略的重要组成部分,2020-2022年,各国相继出台新能源汽车推广政策,政策端的倾斜带来了产业端的红利,全球新能源汽车产业呈现快速发展趋势。据中国汽车工业协会统计数据,2022年,我国新能源汽车全年销售量达688.7万辆,同比增长93.4%,呈现持续高速增长态势。动力电池作为新能源汽车最为核心的零部件,亦得到了长足发展,装车量快速提升。据中国汽车动力电池产业创新联盟统计数据,2022年,我国动力电池全年装车量为294.6 GW·h,同比增长90.7%。在当前的技

术条件下,动力电池的使用寿命一般为5~8年,随着动力电池装车量的持续走高,我国将面临动力电池的大规模集中退役,其回收处置需求将呈现出爆发式增长。

动力电池虽然不含铅、汞等有害重金属,但报废的动力电池中常用的组成材料的一些化学特性仍会对环境产生潜在的危害。如动力电池正极常用的钴酸锂、锰酸锂、磷酸铁锂等材料与水、酸或者强氧化剂发生剧烈反应会产生有害的金属氧化物导致环境重金属污染;同时,动力电池中富含钴、镍、锰等金属,可通过食物链在人体中逐渐富集,严重威胁人体健康;此外,近年来动力电池的原材料镍、钴、锂等金属价格

持续走高,我国钴、镍资源已探明储量极少,供需严重失衡,且受限于开采条件和锂资源品质,我国锂资源的实际供应能力也相对较弱,资源对外依存度很高。因此,对废旧的动力电池进行回收处理,不仅环保、经济,还能循环利用锂、钴等对外依存度高的资源,是实现环境可持续发展、稀缺资源循环利用的重要举措,动力电池回收再利用市场的潜力巨大。

本文旨在对新能源汽车动力电池回收利用空间进行预测,与以往研究成果相比,更加注重对动力电池回收利用市场的动态变化、技术发展趋势及政策环境的综合分析。通过深入挖掘动力电池回收利用的技术路径、经济效益及环境影响,力求为行业提供更加精准的未来发展趋势预测,明确动力电池回收利用的潜在市场空间,为相关企业、政府及投资者提供决策支持,以系统性、前瞻性和实用性为导向,为新能源汽车产业的可持续发展贡献新的思路和方法。

1 动力电池回收政策梳理

近年来,我国政府出台了系列政策支持新能源汽车动力电池回收产业发展,政策发展历程可分为3个阶段,车用动力电池回收利用体系也随着政策深入推进而逐步完善。2012-2016年,动力电池回收利用相关内容仅作为推广新能源汽车专项文件的部分条款;2016-2018年,发改委、工信部、科技部等国家部委相继出台新能源汽车动力蓄电池回收的专项政策;2018年至今,废旧动力电池回收政策密集出台,行业规范化进程明显加快,进入试点实施阶段,见表1。

表1 2018-2022年我国动力电池回收相关政策汇总

发布时间	发布单位	政策名称
2018年4月	工信部等七部委	《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》
2018年7月	工信部	《关于做好新能源汽车动力蓄电池回收利用试点工作的通知》
2018年7月	工信部	《新能源汽车动力蓄电池回收利用溯源管理暂行规定》
2019年10月	工信部	《动力蓄电池回收服务网点建设和运营指南》
2020年1月	工信部	《废旧动力蓄电池综合利用行业规范公告管理暂行办法(2019年本)》
2020年10月	国务院	《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》
2021年8月	工信部等五部委	《新能源汽车动力蓄电池体系利用管理方法》
2021年8月	生态环境部	《废锂离子动力蓄电池处理污染控制技术规范(试行)》
2022年1月	工信部等八部委	《加快推动工业资源综合利用实施方案》

2 动力电池回收利用方法

2.1 梯次利用

通常情况下,当动力电池容量降至80%以下时,其性能将不再能满足汽车正常行驶的动力需求,但仍然可以用于其他方面,可对退役动力电池中剩余容量较高的电池进行筛选、拆解、重组后应用于对电池性能要求不太高的低速电动车、储能领域,即实现梯次利用。磷酸铁锂电池循环寿命长,在电池容量降至80%以下后仍能保持较好的电化学功能,电池容量亦不会加速衰减,同时,磷酸铁锂电池有耐高温的特性,安全性高,具有更高的梯次利用价值。

2.2 再生利用

当动力电池容量降至20%以下时,其容量和性能均不再能满足商业化需求,不再具有梯次利用价值,此时应对废旧动力电池实施分解、切碎、熔炼等工序,从中分离提取出有价值的镍、锂、钴、铜、锰等金属离子,再应用于电池生产,从而实现资源的循环再生利用。目前,动力电池回收行业已形成以火法冶金、湿法冶金、生物冶金为标杆的多项再生回收工艺,其中,湿法工艺拥有回收率高、可定向回收金属的优势,现已成为动力电池回收的主流技术路线。从资源视角看,废旧三元锂电池富含锂、镍、钴、锰等金属,具备极高的再生利用价值。

3 动力电池回收市场空间预测

3.1 动力电池退役量

根据沙利文公司预测,至2026年,我国动力电池装车量将达到762 GW·h,其中三元锂电池为305.8 GW·h,磷酸铁锂电池为456 GW·h^[12],见图1。2021-2026年,我国动力电池装车量的复合年均增长率高达37.6%,三元锂电池和磷酸铁锂电池装车量的复合年均增长率分别为32.67%、41.71%。

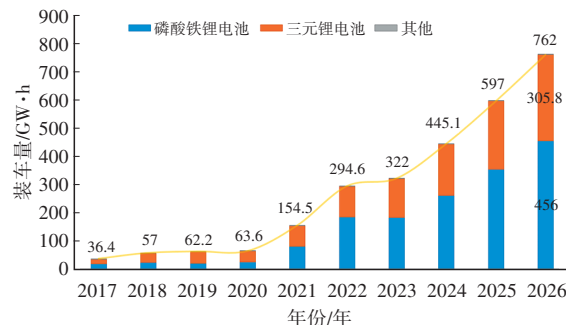


图1 2017-2026年我国新能源汽车动力电池装车量同时,根据《关于2016-2020年新能源汽车推广

应用财政支持政策的通知》^[1]的相关规定,对于新能源汽车的关键零部件(电池、电控、电机),乘用车车企应提供不少于8年或 12×10^4 km的质保,商用车车企应提供不少于5年或 2×10^5 km的质保。基于此规定,本文假设新能源汽车动力电池的使用寿命为5~8年,分别以10%、40%、30%、20%的比例退役,见表2。

表2 新能源汽车动力电池使用寿命假设表

使用时间/年	5	6	7	8
退役比例/%	10	40	30	20

根据以上假设,本文新能源汽车动力电池退役量核心测算公式设定如下:

$$R_T = 0.1 \times I_{T-5} + 0.4 \times I_{T-6} + 0.3 \times I_{T-7} + 0.2 \times I_{T-8} \quad (1)$$

式中: R_T 为第 T 年的退役量, I_T 为第 T 年的装机量, I_{T-N} 为第 $T-N$ 期的装机量。

综上所述,如表3所示,预计至2030年我国动力电池总退役量可达到380.3 GW·h,其中,磷酸铁锂电池为219.6 GW·h、三元锂电池为160.4 GW·h。2021-2030年,我国动力电池退役量将以每年49%的复合年均增长率快速升量;2021-2025年,三元锂电池退役量的年均复合增长率高达89%,远高于同期磷酸铁锂电池退役量的增长率;2026-2030年,磷酸铁锂电池退役量有望快速增长,年均复合增长率可达67%,同期三元锂电池退役量增速则放缓至40%。

表3 2021-2030年我国动力电池退役量预测 GW·h

年份/年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
磷酸铁锂电池	7.4	13.9	17.7	20.3	20.8	28.2	55.9	97.4	152.8	219.6
三元锂电池	2.6	5.7	12.6	23.5	33.2	41.8	59.9	85.5	120.1	160.4
其他	0.5	1.0	1.7	1.8	1.6	0.9	0.5	0.3	0.3	0.3
合计	10.5	20.7	32.1	45.6	55.6	71.0	116.3	183.2	273.2	380.3

3.2 动力电池回收市场规模测算

根据《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》^[2],废旧动力蓄电池的利用应遵循先梯次利用、后再生利用的原则。三元锂电池的循环寿命与耐高

温性均较差,梯次利用存在安全风险,适合直接再生利用;磷酸铁锂电池的循环寿命长且耐高温,更适合先梯次利用后再生利用,但目前梯次利用市场存在标准体系与商业模式尚不清晰的应用难题,退役磷酸铁锂电池大规模的梯次利用暂不现实。

综上本文设定如下假设:(1)每年退役的三元锂电池将全部进行再生利用;(2)每年退役的磷酸铁锂电池将部分进入梯次利用环节,梯次利用3年后再进行再生利用,而同期未进入梯次利用环节的退役电池则直接再生利用。动力电池后续梯次利用、再生利用核心假设及测算公式见表4。

表4 动力电池后续梯次利用、再生利用核心假设与测算公式

退役动力电池类型	第 T 年梯次利用的退役电池量	第 T 年再生利用的退役电池量
磷酸铁锂电池	$\alpha_T * LFP_T$	$\alpha_{T-3} * LFP_{T-3} (1 - \alpha_T) * LFP_T$
三元锂电池	0	NCM_T
α_T 为第 T 年梯次利用比例	$\alpha_T = \alpha_{T-1} + \beta * (T - 2021)$ 【 $\alpha_{2021} = 6\%, \beta = 1.2\%$ 】	

3.2.1 梯次利用市场规模

基于以上假设,如表5所示,我国2030年退役磷酸铁锂电池的梯次利用量有望达到131.8 GW·h。目前,梯次利用电池的价格约为全新电池价格的60%~70%,随着动力电池领域的技术进步和规模效应,动力电池制造成本总体呈现下降趋势,故本文假设全新电池价格将从2019年的156美元/kW·h线性降至2030年的61美元/kW·h,并按照6.5的汇率进行换算,保守估计梯次利用电池的价格为全新电池价格的60%,预计至2030年,我国退役动力电池梯次利用市场规模将达到313.5亿元。

3.2.2 再生利用市场规模

基于以上假设,如表6所示,2030年退役动力电池的再生利用量有望达到265.6 GW·h,其中退役磷酸铁锂电池再生利用量为105.2 GW·h、三元锂电池为160.4 GW·h,忽略极少量其他类型退役电池的影响。

表5 梯次利用市场规模预测

年份/年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
磷酸铁锂电池退役量/GW·h	7.4	13.9	17.7	20.3	20.8	28.2	55.9	97.4	152.8	219.6
梯次利用比例/%	6	7.2	9.6	13.2	18	24	31.2	39.6	49.2	60
梯次利用量/GW·h	0.44	1.00	1.70	2.68	3.74	6.77	17.44	38.57	75.18	131.76
全新动力电池价格/元·(kW·h) ⁻¹	901.4	845.3	789.2	733.1	677.0	620.9	564.8	508.7	452.6	396.5
梯次利用电池价格/元·(kW·h) ⁻¹	540.9	507.2	473.5	439.9	406.2	372.6	338.9	305.2	271.6	237.9
市场规模/亿元(人民币)	2.4	5.1	8.1	11.8	15.2	25.3	59.1	117.7	204.2	313.5

表6 退役动力电池再生利用量预测

年份/年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
磷酸铁锂电池退役量/GW·h	7.4	13.9	17.7	20.3	20.8	28.2	55.9	97.4	152.8	219.6
当期末梯次利用比例/%	94.0	92.8	90.4	86.8	82.0	76.0	68.8	60.4	50.8	40.0
当期再生利用量/t	6.96	12.90	16.00	17.60	17.00	21.40	38.50	58.80	77.60	87.80
梯次使用三年后再生利用量/t	0.13	0.22	0.31	0.44	1.00	1.70	2.68	3.74	6.77	17.44
磷酸铁锂电池再生利用量合计/GW·h	7.1	13.1	16.3	18.0	18.0	23.1	41.2	62.5	84.4	105.2
三元锂电池再生利用/GW·h	2.6	5.7	12.6	23.5	33.2	41.8	59.9	85.5	120.1	160.4

根据正极材料中镍、钴、锰金属的占比不同,三元锂电池又可以分为 NCM111、NCM523、NCM622、NCM811 四种型号,不同型号的三元锂电池在技术路线和能量密度上都存在差异。随着钴金属材料价格

的上涨,三元锂电池行业高镍低钴化趋势明显,未来高镍电池有望成为行业主流,故本文参照相关文献设定了各型号三元锂电池的装机量占比如表7所示。不同类型正极材料所含金属质量如表8所示。

表7 各型号三元锂电池装机量占比假设

年份/年	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
NCM111	100	90	55	40	15	2	1	0	0	0	0	0
NCM523	0	10	45	50	65	70	54	45	25	20	10	10
NCM622	0	0	0	10	17	20	23	30	25	25	30	30
NCM811	0	0	0	0	3	8	22	25	50	55	60	60

表8 不同类型电池正极材料所含电池金属质量 kg

电池类别	1 kW·h 正极材料中各金属元素的含量			
	锂	镍	钴	锰
磷酸铁锂	0.106	0	0	0
NCM111	0.143	0.403	0.403	0.376
NCM523	0.134	0.564	0.226	0.315
NCM622	0.125	0.634	0.211	0.197
NCM811	0.117	0.788	0.099	0.092

根据《废旧动力蓄电池综合利用行业规范公告管理暂行办法(2019年本)》^[3],对钴、镍、锰的综合回收率应不低于98%,对锂的回收率不低于85%,故本文假定退役动力电池中镍、钴、锰金属的回收率为98%,锂回

收率以1%的年增速自2020年的85%线性提升,至2030年可达95%。

同时,随着全球汽车电动化的逐步深入,近年来电池金属价格大幅上涨,而近期相关电池金属价格也出现了较大波动,故本文选取2012-2022年各电池金属价格的80%历史分位点作为各电池金属的预测价格,其中,锂为80万元/t,钴为39万元/t,镍为12.9万元/t,锰为1.6万元/t。

综合以上假设,如表9、表10、表11所示,本文预测至2030年我国退役动力电池再生利用市场规模可达474.4亿元。

表9 各电池金属可回收率

年份/年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
锂回收率	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
钴回收率	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
镍回收率	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
锰回收率	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98

表10 再生利用回收金属质量预测

年份/年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
锂	967.2	1917	3 062.5	4554.1	5 705.2	7 208.2	11 088	16 267	22 321	29 245
其中:三元锂	320	709	1 542	2 856	3 988	4 980	7 070	10 106	13 911	18 651
磷酸铁锂	647.2	1 208.0	1 520.5	1 698.1	1 717.2	2 228.2	4 018.0	6 161.0	8 410.0	10 594.0
钴	1 026	2 165	3 996	6 793	8 020	8 857	11 530	15 905	18 680	23 956
镍	1 026	2 355	5 876	11 653	18 192	24 262	36 858	53 728	81 603	110 773
锰	957	2 079	4 307	7 536	9 688	11 248	14 056	18 763	20 474	25 599

表 11 再生利用市场规模

亿元(人民币)

年份/年	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
锂	7.7	15.3	24.5	36.4	45.6	57.7	88.7	130.1	178.6	234.0
钴	4.0	8.4	15.6	26.5	31.3	34.5	45.0	62.0	72.9	93.4
镍	1.3	3.0	7.6	15.0	23.5	31.3	47.5	69.3	105.3	142.9
锰	0.2	0.3	0.7	1.2	1.6	1.8	2.2	3.0	3.3	4.1
合计	13.2	27	48.4	79.1	102	125.3	183.4	264.4	360.1	474.4

4 结束语

我国动力电池回收行业发展潜力大,市场空间广阔,保守预计2030年动力电池回收的市场总规模将达到787.9亿元,其中梯次利用市场规模313.5亿元、再生利用市场规模474.4亿元,2021-2030行业年均复合增长率可达54.6%。

梯次利用市场厚积薄发,2025年后规模有望实现快速升量。当前梯次利用市场标准体系与商业模式尚不清晰,预计行业未来2~3年仍将处于政策规范与商业化探索期,保守估计至2025年梯次利用市场规模将达到15.2亿元,随着行业标准与商业模式逐渐完善,梯次利用市场将在后续迎来指数式增长期,2030年市场规模有望达到313.5亿元。

再生利用市场发展迅猛,技术日趋完备,在商业模式上已经有了比较成熟的案例,是当前废旧动力电池的主要利用方式,再生利用市场将成为动力电池回收企业角力的主场景,同时也将为行业发展贡献核心增量,在再生利用市场中优势明显的企业将有望成为未来行业的领军者。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国财政部. 关于2016-2020年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知[EB/OL]. (2015-04-22)[2023-06-08]. https://www.mof.gov.cn/zcsjtsjsgb/gfxwj/201504/20150422_3583332.htm.

[2] 中华人民共和国工业和信息化部. 新能源汽车动力电池回收利用管理暂行办法[EB/OL]. (2018-02-26)[2023-06-08]. https://wap.miit.gov.cn/jgsj/jns/wjfb/art/2018/art_17a5faefc23c49e5b91d61baf1fefafe.html.

[3] 中华人民共和国工业和信息化部. 新能源汽车废旧动力电池综合利用行业规范公告管理暂行办法(2019年)[EB/OL]. (2010-01-02)[2023-06-08]. https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcwj/wjfb/gg/art/2020/art_c1073817285c4b26a9fb34ed75a2e69d.html.

[4] 韩路,贺狄龙,刘爱菊,等. 动力电池梯次利用研究进展[J]. 电源技术, 2014, 38(3): 548-550.

[5] 陈轶嵩,赵俊玮,乔洁,等. 我国电动汽车动力电池回收利用问题剖析及对策建议[J]. 汽车工程学报, 2018, 8(2): 97-103.

[6] 苗雪丰. 我国车用动力电池循环利用模式研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2019.

[7] 李建林,李雅欣,吕超,等. 退役动力电池梯次利用关键技术及现状分析[J]. 电力系统自动化, 2020, 44(13): 172-183.

[8] 葛志浩,颜辉. 国内动力电池梯次回收利用发展简述[J]. 中国资源综合利用, 2020, 38(5): 91-96.

[9] 钟雪虎,陈玲玲,韩俊伟,等. 废旧锂离子电池资源现状及回收利用[J]. 工程科学学报, 2021, 43(2): 161-169.

[10] 刘梦宁,李晓强. 退役磷酸铁锂电池的梯次利用和正极材料回收方法现状[J]. 人工晶体学报, 2021, 50(11): 2192-2203.

[11] 雷舒雅,黄佳琪. 国内外新能源汽车电池回收产业法律政策研究[J]. 时代汽车, 2022(2): 86-88.

[12] 东亚前海证券. 动力电池“退役潮”来临,回收行业景气将至[J]. 汽车与配件, 2022(5): 58-61.

[13] 曾诗涵,张继享,吴燕芳,等. 退役动力电池磷酸铁锂正极材料的应用现状和回收利用技术[J]. 再生资源与循环经济, 2022, 15(3): 28-32.

[14] 孙旭. H车企新能源汽车动力电池回收模式研究[D]. 长春: 吉林大学, 2022.

[15] 李珊. 供需视角下中国动力电池梯次利用现状及展望[J]. 中国资源综合利用, 2022, 40(5): 122-126.

[16] 牟思宇,谢宇斌. 我国废旧动力电池回收利用的发展现状、存在问题及对策建议[J]. 有色金属工程, 2022, 12(12): 153-158.

[17] 马凯,孔春花. 我国新能源汽车动力电池回收现状及对策[J]. 中国科技产业, 2023(7): 53-55.

(责任编辑 明慧)