

推荐 (维持)

## 动力电池与电气系统系列报告之 (四十八)

2020 年 05 月 05 日

### 特斯拉自制电池, 将在电池材料和制备工艺上加快创新

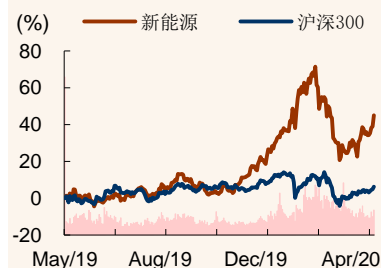
上证指数 2860

#### 行业规模

	占比%
股票家数 (只)	44 1.2
总市值 (亿元)	9232 1.6
流通市值 (亿)	6545 1.4

#### 行业指数

%	1m	6m	12m
绝对表现	16.5	40.6	35.8
相对表现	10.3	40.0	35.8



资料来源: 贝格数据、招商证券

#### 相关报告

1、《新能源汽车国补政策落地, 中游产业有望逐步复苏—动力电池与电气系统系列报告之 (四十七)》2020-04-26

2、《新能源车充电设施纳入新基建, 建设可能加快—动力电池与电气系统系列报告之 (四十六)》2020-03-13

3、《干法电极与超级电容能在新能源车上应用吗? —动力电池与电气系统系列报告之 (四十五)》

#### 游家训

021-68407937

youjx@cmschina.com.cn

S1090515050001

#### 刘珏涵

liujunhan@cmschina.com.cn

S1090519040004

#### 赵旭

zhaoxu2@cmschina.com.cn

S1090519120001

特斯拉电池日有望在 5 月中旬召开, 业界与二级市场都在高度关注。业内预期, 除了介绍其电池供应体系, 也可能宣布自主研发锂电池, 并展示其部分研究成果与方向。我们认为, 特斯拉自产电池的技术创新将集中在电池材料和生产工艺上。一方面, 特斯拉通过与全球应用型锂电先驱 Jeff Dahn 教授合作, 未来可能在单晶、无钴正极材料和新型电解液添加剂方面实现一定的突破; 同时, 特斯拉并购 Maxwell 获得干法电极制备技术, 不排除未来在电极制备等领域推进工艺创新。

- **特斯拉自身在电池领域有一定积累, 并与 Jeff 在电化学领域合作。**特斯拉外部电池供应商有松下、LGC 和宁德时代, 其自身也有 400 余项电池领域专利, 主要集中在热管理、pack、BMS 等领域。2016 年特斯拉与 Jeff Dahn 教授开始合作, 先后在 ECS 等期刊上合作发布超过 40 篇关于高镍正极、新型电解液添加剂的论文, 其中部分研究成果已转化为专利。
- **高镍、单晶、无钴是特斯拉重点研究方向。**Jeff 团队 2017 年至今的正极论文大多涉及高镍, 并基于此展开了单晶和无钴材料的研究。其中, 单晶 NCM 材料已开始应用, 虽然克容量稍低, 但在长循环下的容量保持、结构稳定性、安全性能等方面有较明显的优势, 其去年探讨的两步锂化合成单晶 NCA 的工艺, 有望解决现有单晶材料的克容量瓶颈。此外, Jeff 团队认为钴在改善热稳定性、容量保持、稳定材料结构等方面作用并不明显, 进而认为无钴可能是未来的方向, 但可能会从低钴高镍开始逐步实现“无钴”应用。
- **新型电解液添加剂也是其重点突破口。**Jeff 团队 2017 年至今的研究成果中, 涉及添加剂的比例也很高。其众多研究成果中讨论了包括 VC、FEC 等传统添加剂, 以及 DTD、LFO、PDO 等新型添加剂的优秀性能。我们推测 DTD、LFO 在特斯拉体系已开始商用化应用。展望未来, 新型添加剂的广泛使用有可能成为行业趋势, 其市场规模可能快速增长, 并在可见的时期内接近六氟磷酸锂的市场规模。
- **有可能推出干法电极等工艺创新。**特斯拉 2019 年收购 Maxwell, 后者 2014 年就申请了以 PTFE 为粘合材料的锂电池干电极专利。理论上, 干法制备锂电电极可以解决现行湿法工艺带来的流程复杂、加工慢、能耗高、有杂质等一系列问题, 未来不排除特斯拉进行干法电极等工艺体系方面的创新。
- **投资建议。**新型电解液添加剂推荐天赐材料、新宙邦 (化工联合)。继续推荐与关注: 宁德时代、亿纬锂能、嘉元科技 (有色联合)、当升科技 (化工联合)、恩捷股份、科达利 (汽车)、杉杉股份、星源材质 (化工联合)。磷酸铁锂关注湘潭电化、德方纳米, 干电极推荐思源电气。
- **风险提示:** 新能源汽车销量低于预期, 新技术无法顺利的商业化应用。

#### 重点公司主要财务指标 (部分公司采用市场一致预期)

	股价	19EPS	20EPS	21EPS	20PE	21PE	PB	评级
宁德时代	144.38	2.07	2.46	3.16	58.7	45.7	7.2	强烈推荐-A
亿纬锂能	67.50	1.57	2.14	2.87	31.5	23.5	6.9	强烈推荐-A
天赐材料	27.46	0.03	0.95	1.19	28.9	23.1	4.6	强烈推荐-A
新宙邦	41.67	0.86	1.21	1.52	34.4	27.4	4.4	强烈推荐-A
嘉元科技	60.60	1.43	1.80	2.69	33.7	22.5	4.9	强烈推荐-A
当升科技	24.18	-0.48	0.75	0.97	32.2	24.9	3.2	强烈推荐-A
恩捷股份	54.81	1.06	1.33	1.78	41.2	30.8	8.0	强烈推荐-A
科达利	58.50	1.13	1.45	2.10	40.2	27.9	4.4	未有评级
杉杉股份	10.96	0.24	0.32	0.43	34.3	25.5	1.1	强烈推荐-A
星源材质	29.55	0.59	0.87	1.25	34.0	23.6	2.9	审慎推荐-A
思源电气	19.76	0.73	1.10	1.39	18.0	14.2	2.6	强烈推荐-A
湘潭电化	8.02	0.12	0.27	0.41	30.2	19.6	2.7	未有评级

资料来源: 公司数据、招商证券

## 正文目录

一、特斯拉的电池大批量供应始于松下 .....	5
二、出于供应链安全等考虑，引入 LGC 与 CATL .....	6
2.1 电池超级工厂产能不足拖累特斯拉交付 .....	6
2.2 近几年先后引入 LGC 与 CATL .....	7
三、特斯拉自产电池，电池材料与生产工艺创新可能加快 .....	9
3.1 特斯拉在电池领域有一定积累 .....	9
3.2 Jeff.R.Dahn 团队成果分析 .....	9
3.2.1 Jeff.R.Dahn 一直专注于实用型研究 .....	9
3.2.2 高镍、单晶、无钴是其重点研究领域 .....	11
3.2.3 新型电解液添加剂也是重点研究方向 .....	14
3.3 可能加快电池制备工艺创新 .....	18
3.3.1 不排除未来将干法电极制备技术应用到锂电池领域 .....	18
3.3.2 收购 hibar Systems 完善设备供应 .....	21
四、投资建议 .....	22
风险提示 .....	22
相关报告 .....	22

## 图表目录

图 1：特斯拉与松下合作逐渐产生分歧 .....	7
图 2：宁德时代 CTP 实用新型专利结构示意图 .....	8
图 3：宁德时代 CTP 实用新型专利爆炸图 .....	8
图 4：特斯拉涉及电池领域的专利 .....	9
图 5：2017-2020 年 Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的论文涉及领域 .....	10
图 6：2017-2020 年 Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的正极领域的论文 .....	11
图 7：不同正极材料克容量情况（1） .....	12
图 8：不同正极材料克容量情况（2） .....	12
图 9：单晶正极容量保持能力强 .....	13
图 10：单晶材料克容量相对较低 .....	13
图 11：单晶 NCM811 电池循环后正极横截面 SEM 图像 .....	13
图 12：单晶 NCM811 电池循环前正极横截面 SEM 图像 .....	13

图 13: 掺入 Co 不能解决热失控 .....	14
图 14: 掺入 Co 对容量保持没有太大帮助 .....	14
图 15 2017-2020 年 Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的电解液领域的论文 .....	14
图 16 某标杆客户电解液成本构成演变 .....	14
图 17: NCM523 电芯中 LFO 单独作为添加剂在容量保持能力和平均充放电电压差方面表现更好 .....	16
图 18: LFO 作为添加剂在压降、气体逸出、阻抗方面表现更好 .....	16
图 19: NCM523 电芯中 LFO 组合和 DTD 组合的容量保持能力和平均充放电电压差表现对比 .....	16
图 20: NCM523 电芯中 LFO 组合和 DTD 组合的容量保持能力和平均充放电电压差表现对比 .....	16
图 21 PDO 与其他添加剂的组合在气体逸出上表现更好 .....	17
图 22 PDO 与其他添加剂的组合在在容量保持能力和平均充放电电压差方面的表现更好 .....	17
图 23: ODTO 与 MMDS 性能的比较 .....	17
图 24: 不同组合的循环稳定性、容量保持率和电压变化 .....	17
图 25: Maxwell 干电极相关专利申请分布 .....	20
图 26: Maxwell 超级电容干电极流程图 .....	20
图 27: Maxwell 锂电池干电极技术 .....	20
图 28: 新能源行业历史 <a href="#">PEBand</a> .....	24
图 29: 新能源行业历史 <a href="#">PBBand</a> .....	24
表 1: 特斯拉与松下的合作 .....	5
表 2: 18650 与 21700 圆柱电池参数对比 .....	5
表 3: 特斯拉车型产销量和电池需求情况 .....	6
表 4: 特斯拉与松下总裁背景、企业文化差别较大 .....	6
表 5: Model 3 电池参数情况 .....	7
表 6: Jeff Dahn 学术和从业经历 .....	10
表 7: Jeff Dahn 团队的重点研究领域 .....	10
表 8: 特斯拉加拿大申请的专利 .....	10
表 9: Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的主要的正极材料论文 .....	11
表 10: Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的主要的电解液材料论文 .....	15

表 11: 超级电容能量密度较低, 不适合作为主力电源 .....	18
表 12: Maxwell 超级电容未作为存储器件用于新能源汽车 .....	19
表 13: 干电极技术优势对比 .....	19
表 14: Maxwell 干电极专利申请地一览 .....	19
表 15: Hibar 专利一览.....	21

## 一、特斯拉的电池大批量供应始于松下

**2009 年起开始与松下合作。**特斯拉与松下合作已久，2009 年双方就签署协议，由松下向特斯拉供应 18650 圆柱电池。2012 年搭载松下 18650 圆柱电池的 Model S 下线，随后双方于 2014 年 9 月决定建设 Gigafactory 加码电池产能。

**2017 年合作产品由 18650 向 21700 升级。**特斯拉与松下在合作初期使用 18650 圆柱电池，主要是因该型号电池具备工艺成熟度高、自动化程度高、良品率高、一致性高等优势，但受限于体积等因素，18650 单体容量提升空间较为有限。

综合考虑电池物理性能（持续增大规格会加速牺牲安全性）与经济性，2017 年特斯拉与松下合作产品升级为 21700 圆柱电池。

**表 1：特斯拉与松下的合作**

时间	事件
2009 年	特斯拉与松下开始合作，签署协议供应 18650 圆柱电池
2010 年 6 月	松下向特斯拉投资 3000 万美元
2012 年	搭载松下 18650 的 Model S 下线
2013 年 10 月	松下与特斯拉达成协议，松下将在接下来 4 年内为特斯拉 Model S 提供 18 亿颗电芯
2014 年 7 月	双方拟建大型电池制造厂
2014 年 9 月	双方决定在内华达州建设超级工厂 Gigafactory
2016 年初	松下宣布计划投资 16 亿美元于 Gigafactory，加码产能建设
2016 年 7 月	Gigafactory 1 开工
2017 年 7 月	松下开始为 Model 3 生产 21700 圆柱电池
2018 年 2 月	21700 圆柱电池量产

资料来源：公开资料，招商证券

**表 2：18650 与 21700 圆柱电池参数对比**

	18650	21700	变化幅度
直径 (mm)	18mm	21mm	
长度 (mm)	65mm	70mm	
形状	圆柱形	圆柱形	
正极类型	NCA	NCA	
负极类型	石墨	硅碳	
电压 (V)	3.6	3.7	
容量 (Ah)	3.35	5.75	
重量 (g)	49	66	36%
单体能量密度 (Wh/kg)	250	340	36%
系统能量密度 (Wh/kg)	155	168	8%

资料来源：GGII，招商证券



## 二、出于供应链安全等考虑，引入 LGC 与 CATL

### 2.1 电池超级工厂产能不足拖累特斯拉交付

**Model 3 多次交付延期主要是因电池产能不足。**自 2017 年 7 月 Model 3 开始交付之后的半年多的时间内产能爬坡一直低于预期，5000 辆/周的目标连续 2 次延后。问题主要在于新采用 21700 电池在生产方面出现问题。由于 Gigafactory 产线投入时间延后，部分 Model 3 的电池组装不得不依靠手工组装，但这又带来了效率低和良品率低的问题。

据测算，Model 3 周产 4000-5000 辆需要 0.3-0.4GWh 电池，而 Model S/X 的周产量基本稳定在 2000 辆左右，电池需求约 0.18GWh。以此折算全年电池需求约 24.7-28.6GWh，这已经超过公司 2017 年 Gigafactory 的总产能。

企业文化差异可能是导致特斯拉与松下扩张态度不一致的原因之一。双方企业文化的差异也较为明显，特斯拉深受硅谷文化基因影响、富有冒险精神，松下则相对稳重。双方高管的背景差别也比较大。多方因素导致特斯拉与松下面对扩张持不同态度，逐渐产生分歧。2019 年双方各自宣布暂时冻结 Gigafactory 扩张开支计划。

表 3：特斯拉车型产销量和电池需求情况

	2017 Q3	2017 Q4	2018 Q1	2018 Q2	2018 Q3	2018 Q4	2019 Q1	2019 Q2	2019 Q3
Model 3 季度产量(辆)	260	2,425	9,766	28,578	53,239	61,394	62,975	72,531	79,837
Model S/X 季度产量(辆)	25,076	22,140	24,728	24,761	26,903	25,161	14,163	14,517	16,318
Model 3 周产量(辆)	20	185	760	2,198	4,051	4,671	4,898	5,579	6,075
Model S/X 周产量(辆)	1,908	1,685	1,923	1,905	2,047	1,914	1,102	1,117	1,242
Model 3 带电量(KWh)	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	75.0	67.5	60.0	60.0
Model S/X 带电量(KWh)	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5	87.5
Model 3 电池需求(GWh)	0.02	0.18	0.73	2.14	3.99	4.60	4.25	4.35	4.79
Model S/X 电池需求(GWh)	2.19	1.94	2.16	2.17	2.35	2.20	1.24	1.27	1.43

资料来源：公司公告，招商证券

注：假设 75 和 100KWh 带电量的 Model S/X 车型需求各 50%，Model 3 在 2018 年只有 75KWh 版本，2019 年 3 月以后发布 60KWh 版本，并且以此为主要需求

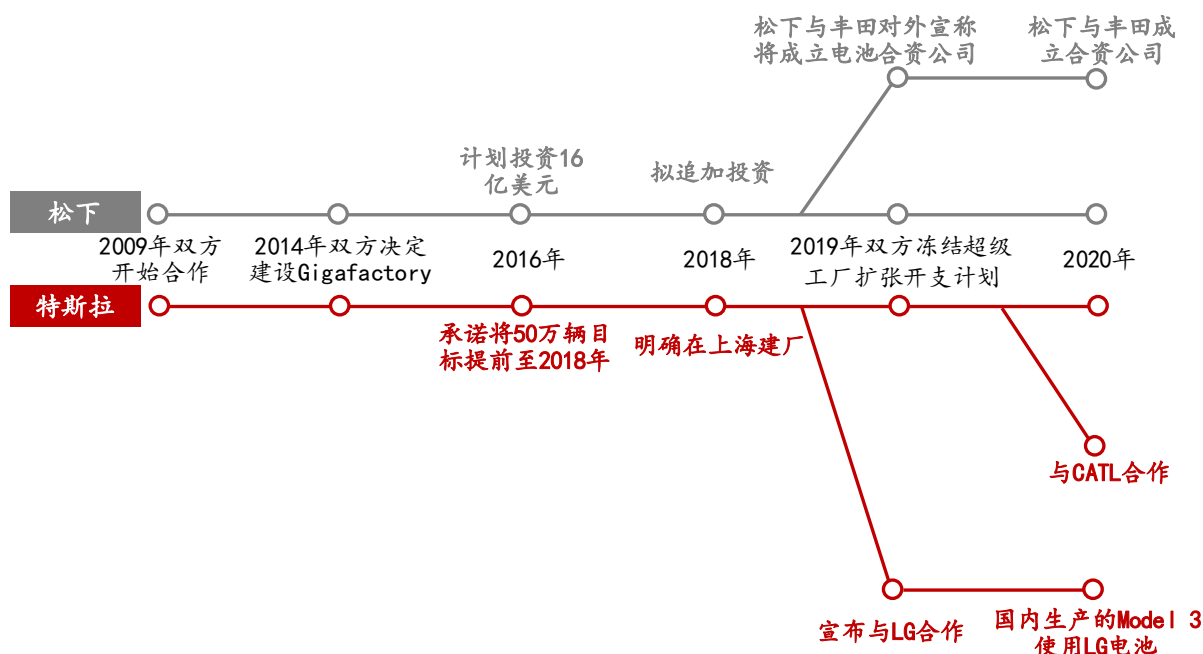
表 4：特斯拉与松下总裁背景、企业文化差别较大

	特斯拉	松下
董事长	马斯克	津贺一宏
出生时间	1971 年	1957 年
年龄	48 岁	63 岁
背景	宾夕法尼亚大学，经济学+物理学双学位	大阪大学
目前岗位担任总裁时间	16 年	8 年
创业经历	1995 年创办 Zip2 (24 岁)；1999 年创办 X.com (28 岁)；2002 年创立 Space X (31 岁)；2004 年投资特斯拉并成为董事长 (33 岁)	无
企业文化/精神	唯快 为人所不能 持续创新 溯本清源 业主思维 全力以赴	产业报国 光明正大 亲和一致 奋斗向上 理解谦让 顺应形势

资料来源：第一电动网，金融界，商业文化，招商证券

注：特斯拉企业原文为“Move fast, Do the impossible, Constantly innovate, Reason from the “First principles”, think like owners, We are ALL IN “

图 1：特斯拉与松下合作逐渐产生分歧



资料来源：公开资料，招商证券

## 2.2 近几年先后引入 LGC 与 CATL

**LGC 与宁德时代先后都切入特斯拉产业链。**伴随着特斯拉在中国的快速扩张，供应链本土化的诉求更强，与松下矛盾也逐渐显现，因此综合考虑供应链安全和成本，特斯拉国产车型在保留一部分松下进口电池供应的情况下，先后引入 LGC 南京、CATL。

Model 3 标准续航版同时搭载了松下 NCA 和 LGC NCM811 电池，2 者主要在续航里程和百公里电耗方面略有差异，差异源于电芯容量和能量密度等原因。不过在国内可获得相同的单车补贴；Model 3 长续航版搭载的是 LGC 的 NCM811 电池，能量密度进一步提升至 161Wh/kg。

表 5：Model 3 电池参数情况

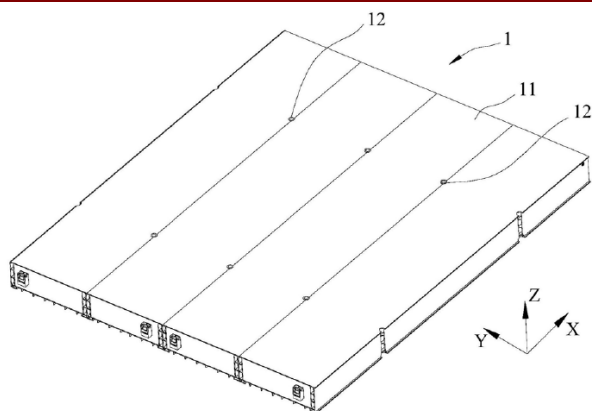
	Model 3 标准续航升级版		Mode 3 长续航版
电池生产商	松下	LG	LG
外廓尺寸长（mm）		4694	
外廓尺寸宽（mm）		1850	
外廓尺寸高（mm）		1443	
电池类型	NCA	NCM811	NCM811
整备质量（kg）		1614	1745
续航里程（km，工况法）	455	445	668
百公里电耗（KWh/100km）	12.4	12.5	12.8
电池系统能量密度（Wh/kg）	145	153	161
补贴金额（万元）	2.025	2.025	2.25

资料来源：公司官网，招商证券

宁德时代今年 7 月后有望开始供应，从铁锂电池开始。宁德时代在 2020 年 2 月公告与特斯拉签署供货协议，供货期限为 2020 年 7 月 1 日至 2022 年 6 月 30 日。根据市场公开信息，双方的合作可能先由磷酸铁锂车型开始。

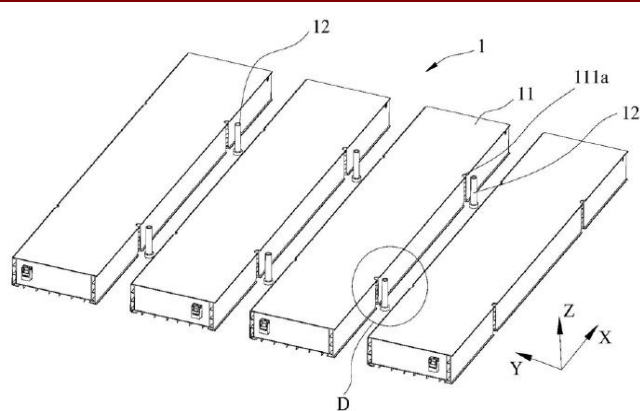
磷酸铁锂电池主要优势在于安全性高、循环寿命长、成本比较低。但主要缺陷就是能量密度比较低，重量与体积能量密度较三元电池有一定差距。而随着 CTP 技术的探索与应用，预计铁锂电能量密度将会有比较显著的提升，特别是体积能量密度，并且综合成本也可能进一步降低。目前对磷酸铁锂成本影响较大的可能是 CTP 方案，即通过节省电池模组，直接将电芯集成到电池包、取消了现有技术中的电池箱体，从而在提升电池包空间利用率、减轻电池包重量、提升能量密度并实现降本。

图 2：宁德时代 CTP 实用新型专利结构示意图



资料来源：国家知识产权局，招商证券

图 3：宁德时代 CTP 实用新型专利爆炸图



资料来源：国家知识产权局，招商证券



## 三、特斯拉自产电池，电池材料与生产工艺创新可能加快

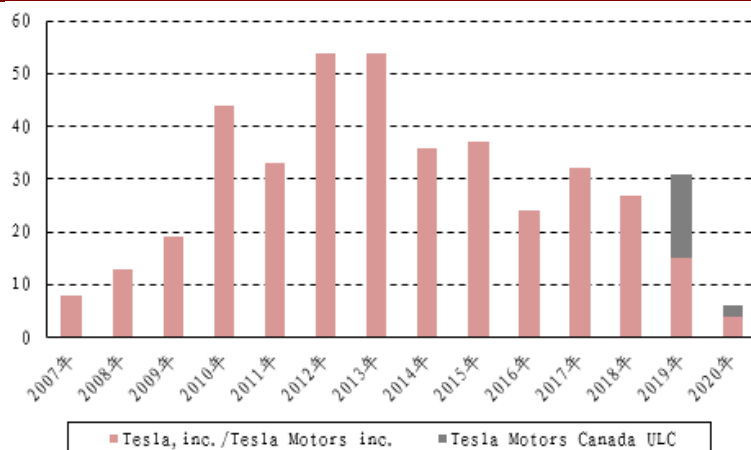
### 3.1 特斯拉在电池领域有一定积累

电池日广受关注。在一季度业绩说明会中，马斯克透露将于5月第3周举行电池日活动。结合 Electrek 与业界推测，特斯拉在电池日披露内容可能包括：

- a) 展示其内部 Roadrunner 项目成果，可能包括 Jeff.D 研究成果、Maxwell 技术应用、低于 100 美元/kwh 的电池成本目标；
- b) 在美国、柏林、上海以外，新的动力电池工厂选址；
- c) 在 Model S 或 Model X 上率先应用自产电池。

特斯拉本身在电池领域已有一定的积累。特斯拉自身在电池领域的专利超过 400 项，主要集中在热管理、充电、模组与 pack、BMS 等领域，在 2016 年与 Jeff Dahn 教授确立合作关系至今，通过特斯拉加拿大申请了 18 项电池材料领域专利。

图 4：特斯拉涉及电池领域的专利



资料来源：IOPscience，招商证券

### 3.2 Jeff.R.Dahn 团队成果分析

#### 3.2.1 Jeff.R.Dahn 一直专注于实用型研究

Jeff 教授是全球应用型锂电先驱，也是三元正极材料共同发明人，在锂电池领域具有极深的学术和产业积淀。其重点研究领域包括高镍正极、硅碳负极、新型电解液添加剂、锂离子电池安全性等方面。

与特斯拉合作较久。2016 年在 3M 与 Jeff 教授合作结束后，特斯拉与 Jeff 教授开启了 5 年的合作周期。之后 Jeff 教授与特斯拉陆续合作发布超过 40 篇关于高镍正极、新型电解液添加剂等领域的论文。其中部分研究成果已经转化为专利，特斯拉加拿大的电池领域专利，相关理论与观点均来自于此此前 Jeff 团队发布的论文。

表 6: Jeff Dahn 学术和从业经历

学术经历	
时间	事件
1978 年	毕业于 Dalhousie University 物理学专业，并获理学学士学位
1980 年	毕业于 University of British Columbia 物理学专业，并获理学硕士学位
1982 年	毕业于 University of British Columbia 物理学专业，并获理学博士学位
从业经历	
时间	事件
1982-1985 年	任加拿大国家研究委员会（NRC）固态化学研究助理、常驻研究人员
1985-1990 年	任 <b>Moli Energy</b> 材料科学项目负责人、研究总监
1990-1996 年	任 Simon Fraser University 物理学副教授、教授，与 <b>NEC/Moli Energy Canada</b> （现在的 E-One/Moli Energy Canada）的研发团队紧密合作
1996-2016 年	任加拿大自然科学与工程研究理事会（NSERC）/3M 加拿大工业研究分会主席，Dalhousie University 物理和化学教授
2016 年至今	任加拿大自然科学与工程研究理事会（NSERC）/ <b>特斯拉</b> 加拿大工业研究分会主席，Dalhousie University 物理和化学教授

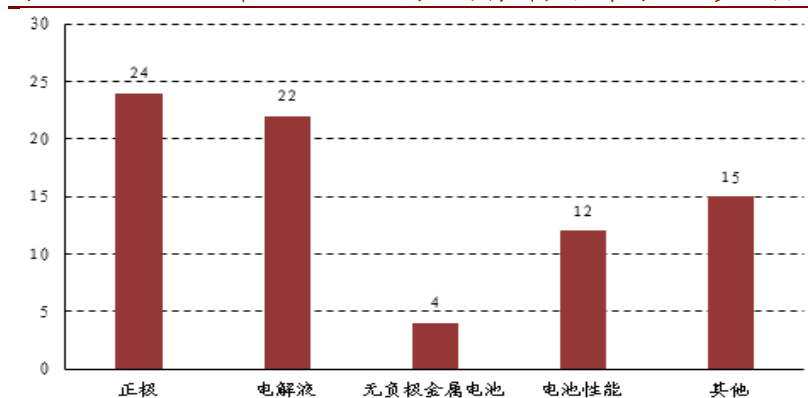
资料来源：Jeff Dahn Research Group，招商证券

表 7: Jeff Dahn 团队的重点研究领域

重点研究领域
新型电极材料（高镍正极、硅基负极等）
可确定锂离子电池故障机理的先进诊断机制
新型电解液添加剂如何发挥功效
钠离子和锂离子电池的安全性研究

资料来源：Jeff Dahn Research Group，招商证券

图 5: 2017-2020 年 Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的论文涉及领域



资料来源：IOPscience，招商证券

注：以 the Journal of The Electrochemical Society 为主

表 8: 特斯拉加拿大申请的专利

公开(公告)号	公开(公告)日	标题(译)	摘要(译)
US20190036171A1 CA2992224A1	2019-01-31	Novel battery systems based on two-additive electrolyte systems	通过 2 种添加剂组合改善电池性能
WO2019025980A1 CA3071314A1	2019-02-07	Novel battery systems based on lithium difluorophosphate	通过二氟磷酸锂与其他添加剂的组合（包括 FEC、VC 等）改善电池性能，包括容量保持、延长循环寿命的过程中控制阻抗增长、减少气体逸出等

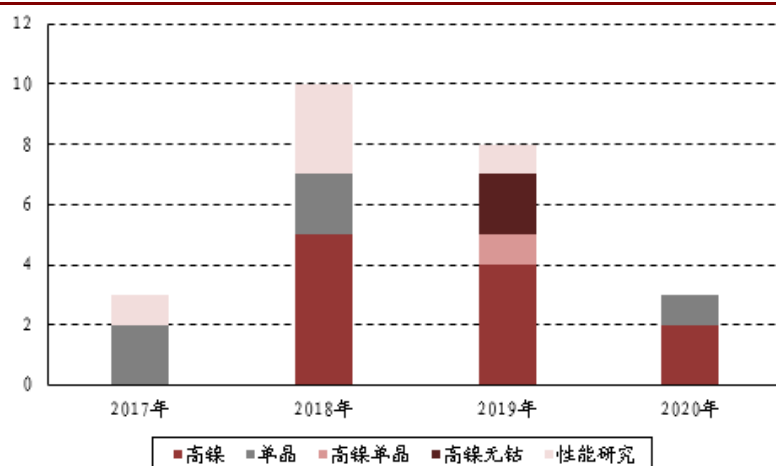
公开(公告)号	公开(公告)日	标题(译)	摘要(译)
WO2019109167A1 US20190173122A1 CA2992228A1	2019-06-06 2019-06-13	Method and system for determining concentration of electrolyte components for lithium-ion cells	提供了一种用于确定锂离子电池中的电解液组分浓度的方法
WO2019173892A1 US20190280333A1 CA3010941A1	2019-09-12 2019-09-19	Novel battery systems based on two-additive electrolyte systems including 2-furanone, and method of formation process of same	通过 FEC、VC 等与 2-furanone 组合改善电池性能
WO2019173891A1 US20190280334A1 CA3013596A1	2019-09-12 2019-09-19	Novel battery systems based on two-additive electrolyte systems including 1,2,6 - oxodithiane - 2,2,6,6 - tetraoxide	通过使用包括 OTDO 的 2 种添加剂组合改善电池性能, 包括容量保持、延长循环寿命的过程中控制阻抗增长等
WO2019241869A1 CA3013743A1 US20190393546A1	2019-12-20 2019-12-26	Dioxazolones and nitrile sulfites as electrolyte additives for lithium-ion batteries	通过使用包括 PDO、MDO 的添加剂组合可以改善电池性能, 包括容量保持、延长循环寿命的过程中控制阻抗增长、减少气体逸出等, 其中 PDO 组合的添加剂可能更适合在镍含量更高的电池中使用
WO2020082019A1 US20200127280A1	2020-04-23	Method for synthesizing nickel-cobalt- aluminum electrodes	使用两个锂化步骤制备单晶 NCA, 其中第一锂化步骤的温度高于第二锂化步骤

资料来源: patsnap, 招商证券

### 3.2.2 高镍、单晶、无钴是其重点研究领域

在 Jeff Dahn 团队 2017 年至今特斯拉合作的关于正极材料主要的论文中, 绝大多数都与高镍正极材料有关, 涉及电化学性能、制备工艺、安全性等方面。同时, 配合高镍正极的单晶和无钴材料的研究也在近两年陆续展开。

图 6: 2017-2020 年 Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的正极领域的论文



资料来源: IOPscience, 招商证券

表 9: Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的主要的正极材料论文

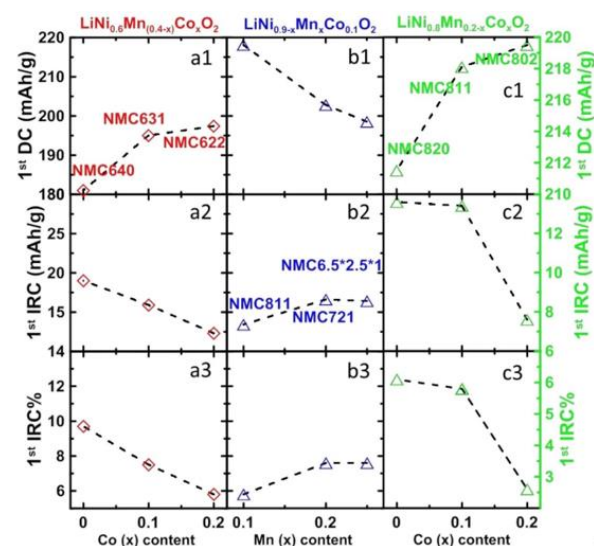
发布时间	所属领域	中文译名
20170323	单晶	高压锂离子电池用单晶和多晶锂离子电池正极材料的比较
20170529	性能研究	烧结过程中阳离子从金属氧化物表面涂层到 LiCoO <sub>2</sub> 的扩散
20171115	单晶	锂离子电池单晶 LiNi <sub>0.5</sub> Mn <sub>0.3</sub> Co <sub>0.2</sub> O <sub>2</sub> 的合成
20180424	性能研究	使用加速量热法测试 Li <sub>1-n</sub> [Ni <sub>x</sub> Mn <sub>y</sub> Co <sub>z</sub> ] O <sub>2</sub> 正极在高温下与电解质的反应性

敬请阅读末页的重要说明

发布时间	所属领域	中文译名
20180501	单晶	增强锂离子电池电化学性能的单晶 $\text{LiNi}_0.6\text{Mn}_0.2\text{Co}_0.2\text{O}_2$ 的合成
20180825	高镍	研究通过共沉淀制备的 $[\text{Ni}_0.80\text{Co}_0.15]\text{O}_2$ 的 $0.95-x\text{Al}_0.05 + x(\text{OH})_2$ ( $x = 0, 0.05$ ) 中层状双氢氧化物的消除
20180920	高镍	$\text{Li}_x\text{NiO}_2$ 的结构和电化学性能更新 ( $0 \leq x \leq 1$ )
20180925	单晶	单晶颗粒: 改善 $\text{LiNi}_0.6\text{Co}_0.2\text{Mn}_0.2\text{O}_2$ 电极的晶内开裂、热稳定性和容量衰减的有效方法
20181117	高镍	合成条件对高镍低钴的 $\text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Al}_z\text{O}_2$ 性能的影响
20181119	性能研究	$\text{Li}[\text{Ni}_0.5\text{Mn}_0.3\text{Co}_0.2]\text{O}_2$ 钛基表面涂层对锂离子电池性能的影响
20181123	高镍	$\text{LiNi}_0.8\text{Co}_0.15\text{Al}_0.05\text{O}_2$ 中电池失效对截止电压范围的依赖性和动力学阻碍的观察
20181126	高镍	高镍 $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$ 材料的结构、电化学和热学性能
20181217	性能研究	$\text{Li}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$ 电极的结构演变和高压结构稳定性
20190206	高镍无钴	锂离子电池中的高镍正极材料需要钴吗?
20190327	性能研究	对氧化铝阴极涂层在锂离子电池中的有益作用的新化学见解
20190409	高镍	NCA 共沉淀合成中双氢氧化物分层的形成
20190531	高镍	$\text{LiNi}_0.80\text{Co}_0.15\text{Al}_0.05\text{O}_2$ 正极在锂离子软包电池中的电阻增长以及与电压有关的电荷转移电阻的建议机理
20190611	高镍单晶	两步锂化法合成单晶 $\text{LiNi}_0.88\text{Co}_0.09\text{Al}_0.03\text{O}_2$
20190812	高镍	锂离子电池用高镍正极材料正面临着不可回避的挑战
20190820	掺杂	掺杂剂 (Al、Mg、Mn、Co) 对 $\text{Li}_x\text{NiO}_2$ 与锂离子电池电解质反应性的影响
20191122	高镍无钴	具有核-壳结构的无钴高镍正极材料
20191202	高镍	研究镁掺杂对锂离子电池中各种高镍正极材料的影响
20200110	单晶	截面扫描电子显微镜观察长周期循环前后单晶正极材料的显微组织观察
20200414	高镍	使用等温微量热法、超高精度库仑法和长期循环法比较 $\text{LiNi}_0.8\text{Mn}_0.1\text{Co}_0.1\text{O}_2$ 不同形貌的性能
20200501	高镍	氟掺杂对锂离子电池高镍正极材料的影响

资料来源: Jeff Dahn 团队, 招商证券

图 7: 不同正极材料克容量情况 (1)



资料来源: Structural, Electrochemical and Thermal Properties of Nickel-rich  $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$  Materials, 招商证券

图 8: 不同正极材料克容量情况 (2)

NMC Composition	Li/TM	1 <sup>st</sup> CC (mAh/g)	1 <sup>st</sup> DC (mAh/g)	1 <sup>st</sup> IRC (mAh/g)	1 <sup>st</sup> IRC%
622	1.05	210(1)	197.4(5)	12.3(7)	5.8(3)
631	1.05	211.2(6)	195(1)	15.9(3)	7.5(1)
640	1.05	200.3(5)	181(1)	19(2)	9.7(8)
6.5:2.5:1	1.05	214.9(0)	198.5(1)	16.4(1)	7.6(1)
721	1.05	219.3(7)	202.8(9)	16.6(1)	7.6(0)
811	1.05	231.5	218.1	13.4	5.8
802	1.05	225(1)	219.5(5)	6(2)	2.6(7)
820	1.05	225.2(3)	211.5(0)	13.7(3)	6.1(1)

资料来源: Structural, Electrochemical and Thermal Properties of Nickel-rich  $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$  Materials, 招商证券

注: CC 为充电容量, DC 为放电容量, IRC 为不可逆容量

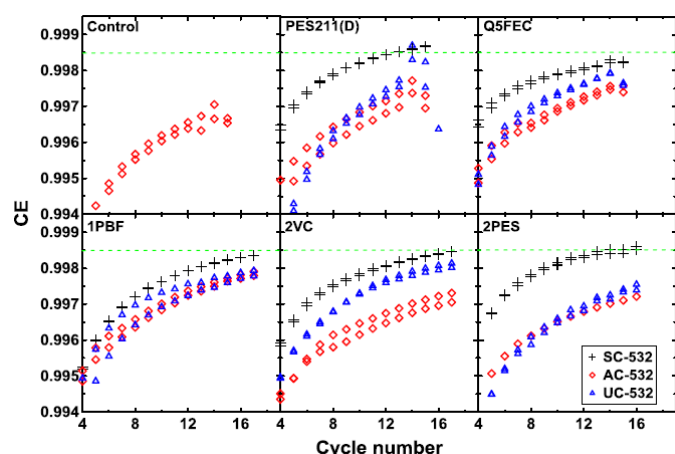
单晶材料已开始商业应用, 更适合长寿命电池。根据近几年 Jeff Dahn 团队涉及单晶材



料的论文，单晶材料在长循环下的容量保持、结构稳定性、安全性能等方面均有较为明显的优势。因此，虽然克容量稍低，但在长寿命的电池研发方向上，单晶仍然是正极材料研究的重点领域。

NCM 体系下的单晶正极已经实现商用化，Jeff Dahn 团队正在研究通过两步锂化方法合成单晶 NCA，进一步拓展单晶材料的使用范围。

图 9：单晶正极容量保持能力强



资料来源：Comparison of Single Crystal and Polycrystalline LiNi 0.5 Mn 0.3 Co 0.2 O 2 Positive Electrode Materials for High Voltage Li-Ion Cells，招商证券

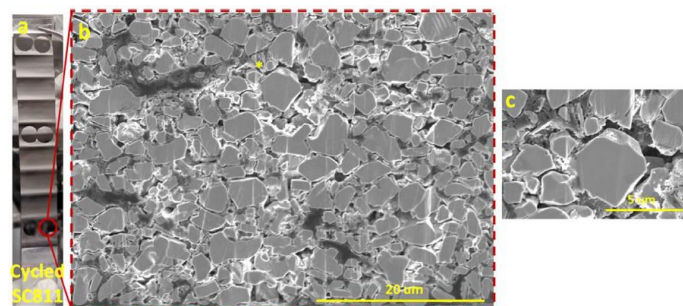
注：SC 为单晶 NCM523、UC 为未包覆的多晶 NCM523、AC 为氧化铝包覆的 NCM523

图 10：单晶材料克容量相对较低

4.3 V	1 <sup>st</sup> CC (mAh/g)	1 <sup>st</sup> DC (mAh/g)	IRC (mAh/g)	IRC (%)
AC	191.6(2)	174.6(1)	17.2(2)	8.8(1)
UC	191.6(5)	169.5(2)	22.1(2)	11.5(1)
SC	187(1)	165.6(3)	21.9(7)	11.6(4)
4.4 V	1 <sup>st</sup> CC (mAh/g)	1 <sup>st</sup> DC (mAh/g)	IRC (mAh/g)	IRC (%)
AC	204.9	188.1	16.8	8.2
UC	204.4(1)	181.7(2)	22.7(2)	11.1(1)
SC	201.3(5)	179.2(1)	22.1(5)	10.9(2)
4.5 V	1 <sup>st</sup> CC (mAh/g)	1 <sup>st</sup> DC (mAh/g)	IRC (mAh/g)	IRC (%)
AC	217.5(3)	199.2(1)	18.2(4)	8.4(2)
UC	215.9(5)	192.7(4)	23.2(1)	10.7(1)
SC	211.8(1)	189.9(1)	21.9(1)	10.4(1)

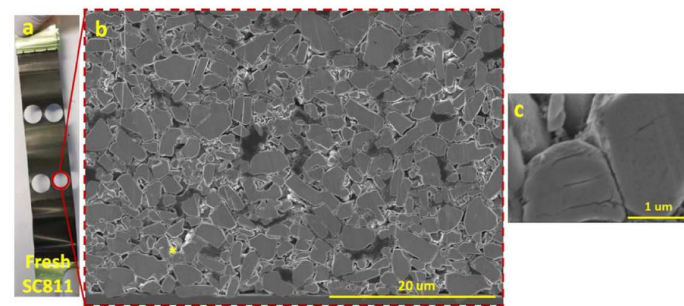
资料来源：Comparison of Single Crystal and Polycrystalline LiNi 0.5 Mn 0.3 Co 0.2 O 2 Positive Electrode Materials for High Voltage Li-Ion Cells，招商证券

图 11：单晶 NCM811 电池循环后正极横截面 SEM 图像



资料来源：Microstructural Observations of Single Crystal Positive Electrode Materials Before and After Long Term Cycling by Cross-section Scanning Electron Microscopy，招商证券

图 12：单晶 NCM811 电池循环前正极横截面 SEM 图像



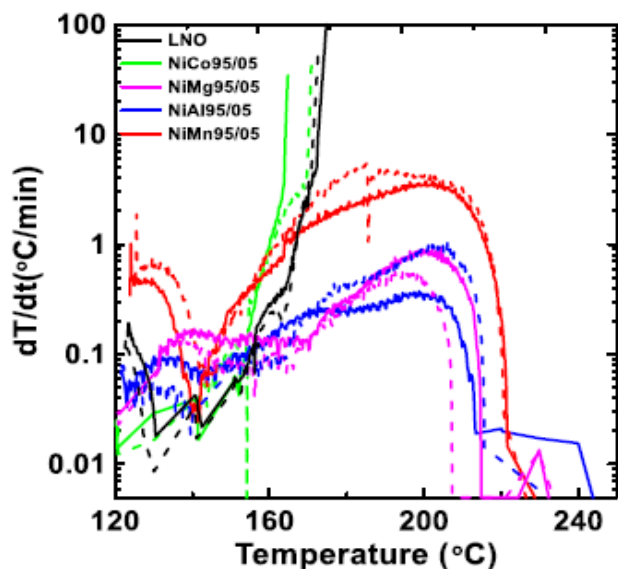
资料来源：Microstructural Observations of Single Crystal Positive Electrode Materials Before and After Long Term Cycling by Cross-section Scanning Electron Microscopy，招商证券

无钴或低钴可能是未来的方向。Jeff Dahn 团队认为，NCA 材料是由镍酸锂正极材料衍生出来的。用 Al 代替 Ni 可以改善热稳定性和安全性。用 Co 部分置换 Ni 可以有效地阻止 Ni 和 Li 之间的阳离子混合，而起到稳定材料结构的效果。然而通过该团队的实验，钴的必要性似乎并不高，主要系，

- 1) 在目前的合成方法下，若没有掺入钴，镍酸锂可以几乎没有 Ni / Li 阳离子混合的情况下被制造；
- 2) 5%Mg、5%Al 或 5%Mn 的掺入可抑制热失控，并降低抑制正极和电解液的反应，而 5%的 Co 掺入几乎没有改善热稳定性；

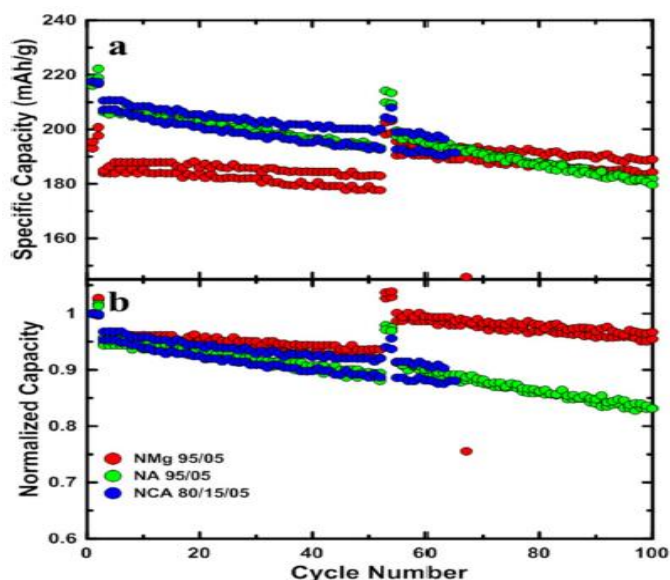
3) Co 的掺入对于长循环下的容量保持没有太大帮助。

图 13: 掺入 Co 不能解决热失控



资料来源: Is Cobalt Needed in Ni-Rich Positive Electrode Materials for Lithium Ion Battery?, 招商证券

图 14: 掺入 Co 对容量保持没有太大帮助



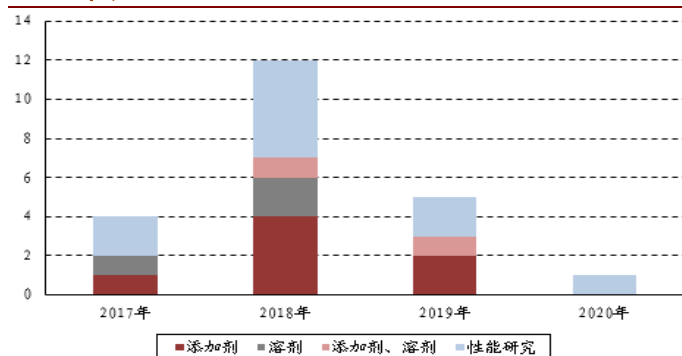
资料来源: Is Cobalt Needed in Ni-Rich Positive Electrode Materials for Lithium Ion Battery?, 招商证券

### 3.2.3 新型电解液添加剂也是重点研究方向

在 Jeff Dahn 团队 2017 年至今特斯拉合作的关于电解液主要的论文中, 添加剂领域涉及较多, 讨论了多种添加剂组合对电池性能的影响, 包括 VC、FEC 等传统添加剂, 以及 DTD、二氟磷酸锂 (LFO)、PDO、GA、CA、ODTO 等新型添加剂。

新型添加剂的广泛应用可能是行业趋势。结合业界反馈, 我们推测 DTD、LFO 等新型添加剂已经开始在特斯拉体系商业化应用, 预计新型添加剂的广泛应用有望成为行业趋势, 电解液添加剂产业可能快速增长, 其市场规模有望在未来可见的时期内接近六氟磷酸锂的规模。

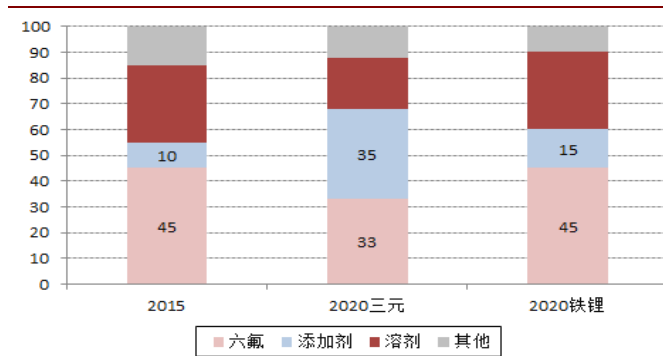
图 15 2017-2020 年 Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的电解液领域的论文



资料来源: IOPscience, 招商证券

注: 以 the Journal of The Electrochemical Society 为主

图 16 某标杆客户电解液成本构成演变



资料来源: 行业信息, 招商证券



表 10: Jeff Dahn 团队与特斯拉合作的主要的电解液材料论文

发布时间	所属领域	中文译名
20170127	溶剂	测量含自由 EC 的电解液的锂离子囊细胞的寄生热流
20170202	添加剂	LiNi <sub>0.8</sub> Mn <sub>0.1</sub> Co <sub>0.1</sub> O <sub>2</sub> 电极中电解液添加剂和上限电压对岩盐表面层形成的影响
20170719	性能研究	低盐浓度对含无 EC 的电解质的锂离子电池的巨大影响
20171102	性能研究	利用正极对称电池的充放电循环找出反应活性最低的电解液/电极组合
20180103	溶剂	含酯类锂离子电池电解液的物理性质研究
20180106	性能研究	不含 EC 的电解液的一些物理性质
20180110	添加剂	二氟磷酸锂添加剂对锂离子电池中多余锂镀层的影响
20180119	性能研究	傅立叶变换红外光谱法和机器学习技术确定锂离子电池中电解液成分浓度的新方法
20180223	性能研究	长寿命 NMC532 人造石墨单晶电池的电解液开发
20180302	溶剂	Li [Ni <sub>0.5</sub> Mn <sub>0.3</sub> Co <sub>0.2</sub> ] O <sub>2</sub> 石墨软包电池中高导电性酯助溶剂的研究
20180312	性能研究	不含 EC 的锂电电解液的输运性能研究
20180323	添加剂	二氟磷酸锂作为 Li[Ni <sub>0.5</sub> Mn <sub>0.3</sub> Co <sub>0.2</sub> ] O <sub>2</sub> 石墨软包电池中的电解液添加剂
20180323	添加剂	乙酸甲酯、DTD 和碳酸盐共混物对 NMC532 石墨锂离子软包电池寄生热流的影响
20180522	添加剂	Li [Ni <sub>0.5</sub> Mn <sub>0.3</sub> Co <sub>0.2</sub> ] O <sub>2</sub> 石墨软包电池中二氟磷酸锂和其他电解液添加剂的组合
20180919	添加剂	二恶唑酮和腈亚硫酸盐作为锂离子电池电解质添加剂
20181025	性能研究	先进电解液模型的关键评估
20190101	添加剂、溶剂	高性能锂离子电池的电解液开发: 添加剂, 溶剂以及与广义分子模型的协议
20190312	添加剂	谷氨酸和柠檬酸酐的两种添加剂对锂离子电池性能的影响
20190715	性能研究	双盐液体电解液使无阳极锂囊电池具有长循环寿命和无枝晶锂形态
20190805	添加剂	ODTO 作为一种先进的 Li [Ni <sub>0.5</sub> Mn <sub>0.3</sub> Co <sub>0.2</sub> ] O <sub>2</sub> 石墨软包电池的电解液添加剂
20190913	性能研究	用户友好的免费软件, 使用傅里叶变换红外光谱法, 比尔定律和机器学习技术确定锂离子电池中电解液成分的浓度
20200222	性能研究	快速充电锂离子电池的电解液设计

资料来源: Jeff Dahn 团队, 招商证券

**LFO、DTD 的实用性高。**2018 年 Jeff 团队发布 3 篇论文研究 NCM523 电池中 LFO 的性能。与 VC 相比, LFO 在容量保持、延长循环寿命的过程中控制阻抗增长、减少气体逸出、减少寄生热流等方面具有优势。整体看, 1%的 LFO 比 2%的 VC 更有效。若与其他添加剂掺混使用可以强化上述性能优势, 1%LFO+2%FEC、1%LFO +2%DiFEC、1% LFO+1%VC+1%FEC 的组合表现更好一些。

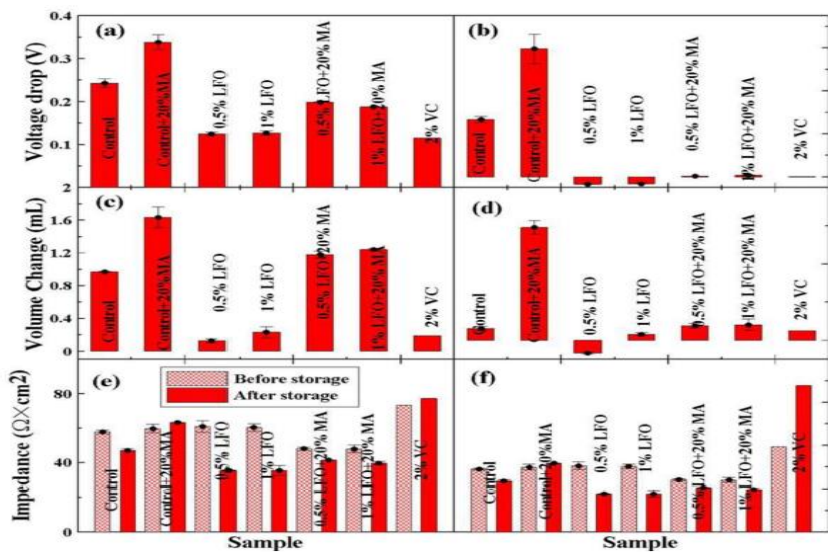
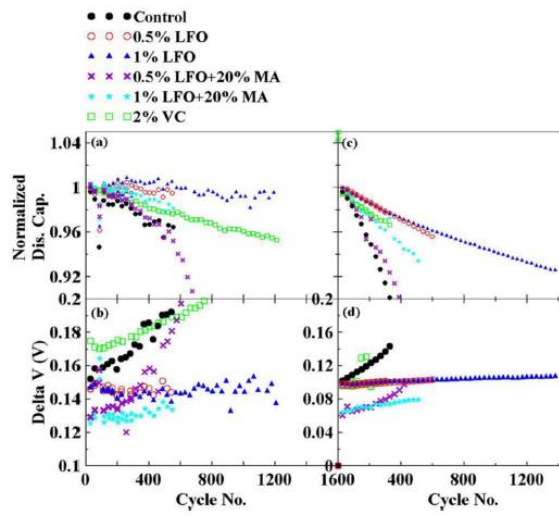
在 2019 年的 2 篇论文中, Jeff 团队发现 2%FEC +1%LFO 的组合在 20℃下比 2%VC+1%DTD 容量衰减的表现更优异, 但在 40-55℃下是反转的情况。因此在实际应用中需要因地制宜。

**新型添加剂 PDO、ODTO 也有较好的应用前景。**从长周期的循环试验看, 2%的 PDO+1%DTD, 2%PDO +1%LFO 的组合表现超过含有 VC 的电芯。然而, 在高温性能的比较下, 2%PDO+1%LFO 表现超过 2%PDO+1%DTD。PDO 组合的添加剂更适合在镍含量更高的电芯上使用。

当使用 2%V 或 2%FEC 作为第一添加剂时, 再添加 1%ODTO 的电池有更好的容量保持率, 同时循环时阻抗更为稳定, 综合性能均优于单独使用 2%VC 或 2%FEC。

在于 LFO 混合使用方面, 1%LFO+1%ODTO 在所有添加剂组合中表现最好, 在 40℃下 1300 次循环后仅有约 4.2%的容量衰减。

图 17: NCM523 电芯中 LFO 单独作为添加剂图 18: LFO 作为添加剂在压降、气体逸出、阻抗方面表现更好在容量保持能力和平均充放电电压差方面表现更好

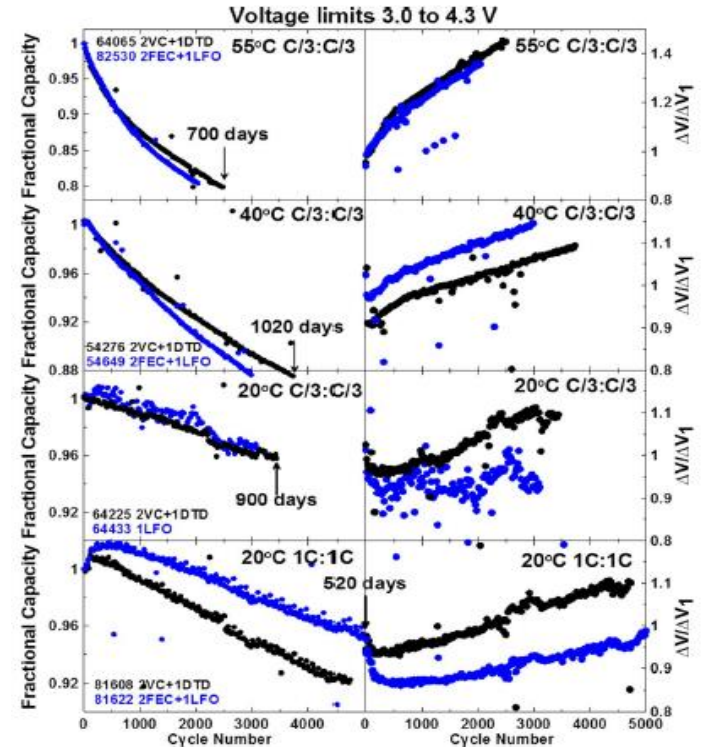
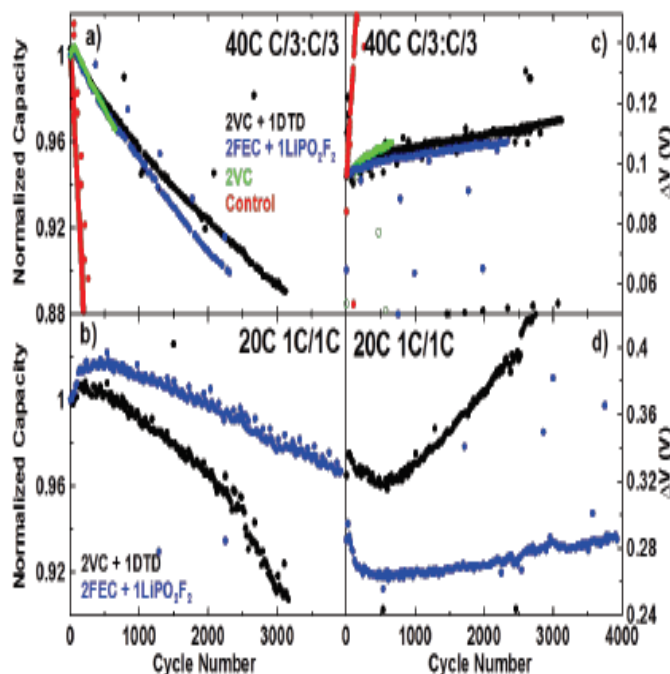


资料来源: LiPO2F2 as an Electrolyte Additive in Li[Ni0.5Mn0.3Co0.2]O2 Graphite Pouch Cells, 招商证券

资料来源: LiPO2F2 as an Electrolyte Additive in Li[Ni0.5Mn0.3Co0.2]O2 Graphite Pouch Cells, 招商证券

图 19: NCM523 电芯中 LFO 组合和 DTD 组合的容量保持能力和平均充放电电压差表现对比

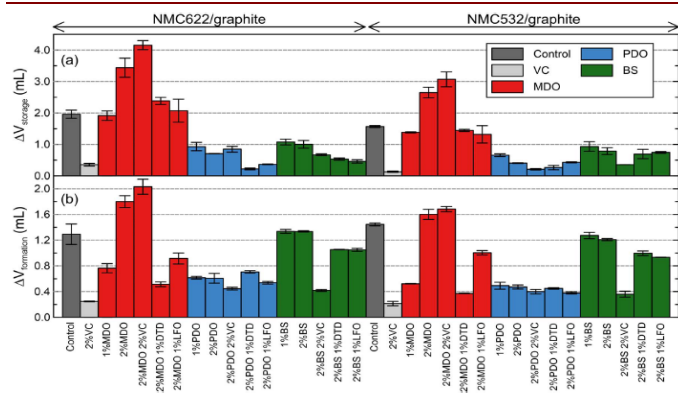
图 20: NCM523 电芯中 LFO 组合和 DTD 组合的容量保持能力和平均充放电电压差表现对比



资料来源: Electrolyte Development for High-Performance Li-Ion Cells: Additives, Solvents, and Agreement with a Generalized Molecular Model, 招商证券

资料来源: A Wide Range of Testing Results on an Excellent Lithium-Ion Cell Chemistry to be used as Benchmarks for New Battery Technologies, 招商证券

图 21 PDO 与其他添加剂的组合在气体逸出上表现更好





### 3.3 可能加快电池制备工艺创新

#### 3.3.1 不排除未来将干法电极制备技术应用到锂电池领域

特斯拉收购 Maxwell 的主因，可能是干法电极技术而非超级电容。2019 年 2 月，特斯拉溢价收购控股 Maxwell，该公司主要业务是超级电容器，同时在干电极方面也有较长时间的研究经历。超级电容相比锂电池有一些优势，但局限性也很明显，如能量密度太低，因此并不适合作为新能源汽车主力电源，更适合应用于汽车启停、制动回收等场景。业内也多分为，特斯拉并购 Maxwell，主要的目标可能是干法电极制备技术。

Maxwell 在干电极方面已有多年积累，不排除未来将该工艺应用到锂电池领域。截止目前，Maxwell 与干电极相关的专利数量共计 73 项，密集申请的时间段主要集中在 2004-2005 年、2014-2019 年。2004-2005 年 Maxwell 干电极技术（活性炭+导电炭+聚合物）主要用于超级电容器，在形成一定经验积累后，Maxwell 将这一技术延伸至锂电领域，并于 2014 年起密集申请以 PTFE 为粘合材料的锂电池干电极专利。

干法电极与现有技术的区别主要在于生产工艺和设备改造，由于干法技术是将 PTFE 与正极或负极活性材料混合，再通过喷涂或者高温挤压等方式形成材料带，理论上能解决现有湿法制备工艺（将混有粘接剂的溶剂与正极或负极粉末混合，并将混合后的浆料涂在电极集流体上）带来的一些问题。

表 11：超级电容能量密度较低，不适合作为主力电源

		铅酸电池	镍镉电池	钠硫电池	镍氢电池	锂电池	超级电容
功率等级、连续发电时间	功率等级	0-20MW	0-40MW	50KW-8MW	0-300kW	0-100kW	0-300kW
	持续发电时间	秒-小时	秒-小时	秒-小时	秒-小时	分钟-小时	毫秒-60 分钟
储能周期	能量自耗散率	0.1-0.3%	0.2-0.6%	约为 20%	约为 15%	0.1-0.3%	20-40%
	合适储能期限	分钟-天	分钟-天	秒-小时	秒-小时	分钟-天	秒-小时
成本	美元/kW	300-600	500-1500	1000-3000	150-300	1200-4000	100-300
	美元/kWh	200-400	800-1500	300-500	100-200	600-2500	300-2000
	美元/(kWh*单次循环)	20-100	20-100	8-20	5-10	15-100	2-20
能量和功率密度	Wh/kg	30-50	50-75	150-240	100-120	75-200	2.5-15
	W/kg	75-300	150-300	150-230	150-200	150-315	500-5000
	Wh/L	50-80	60-150	150-250	150-180	200-500	
	W/L	10-400			220-300		100000 以上
	循环次数	500-1000	2000-2500	2500	2500 以上	几千次	100000 以上

资料来源：中国科学院工程热物理研究院，招商证券

表 12: Maxwell 超级电容未作为存储器件用于新能源汽车

单体系列	电压 (V)	容量 (F)	应用领域
标准系列	2.7-3.0	3-450	UPS 与工业电源、备份系统、消费和工业电子产品、机器人技术等
XP 系列	2.7-3.0	3-50	智能计量、汽车（数据记录，先进的驾驶员辅助系统，自动驾驶，后备动力）、UPS、机器人技术等
DuraBlue 系列	2.7-3	3000-3400	汽车峰值功率辅助、混合动力汽车、汽车启停、风力发电机变桨控制等
Pseudocapacitors	2.3	50-300	汽车子系统，包括电动车窗、门锁、紧急呼叫；便携式手持设备；内存备份等

资料来源：Maxwell，招商证券

表 13: 干电极技术优势对比

干电极技术与现有技术对比	
优势	1、省去昂贵的涂覆设备 2、省去了耗时耗能高的烘烤设备 3、不需要使用有毒且需要复杂回收体系的 NMP 溶剂（如果干法用于正极则省掉 NMP，负极不需要用水剂） 4、压实密度更高，材料纯度更高，能量密度更高
缺点	1、材料损耗比湿法大 2、干法工艺用到的 PEFE 材料含氟，长期使用可能与锂发生反应

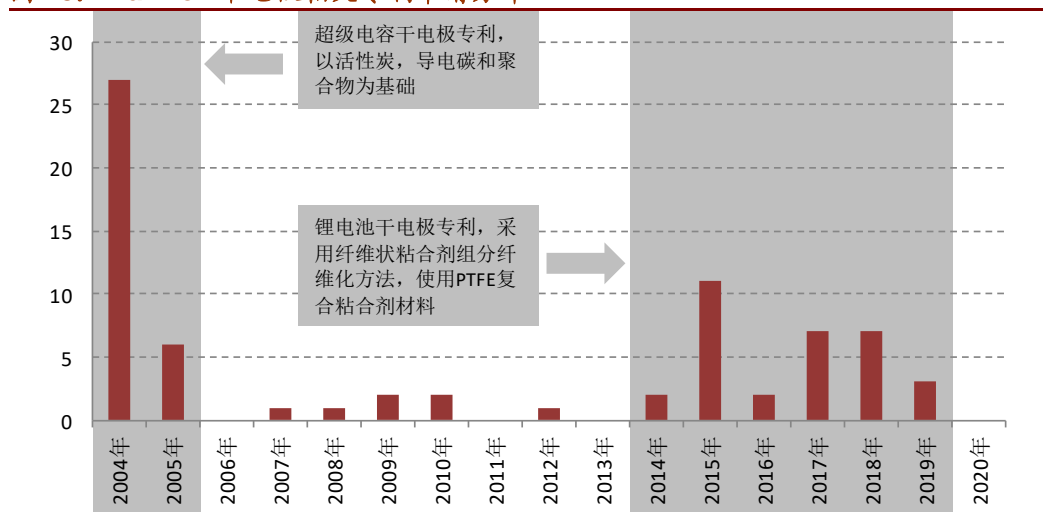
资料来源：Maxwell，招商证券

表 14: Maxwell 干电极专利申请地一览

	专利数量	干电极相关专利数量	干电极有效专利	干电极审中专利
美国	187	27	21	6
欧洲专利局	60	15	9	6
中国	46	11	4	7
日本	34	6	5	1
中国香港	33	4	1	3
韩国	33	5	2	3
德国	6	0	0	0
西班牙	5	2	2	0
加拿大	2	0	0	0
匈牙利	1	1	0	1
捷克	1	0	0	0
荷兰	1	0	0	0
澳大利亚	1	0	0	0
奥地利	1	0	0	0
共计	411	73	0	73

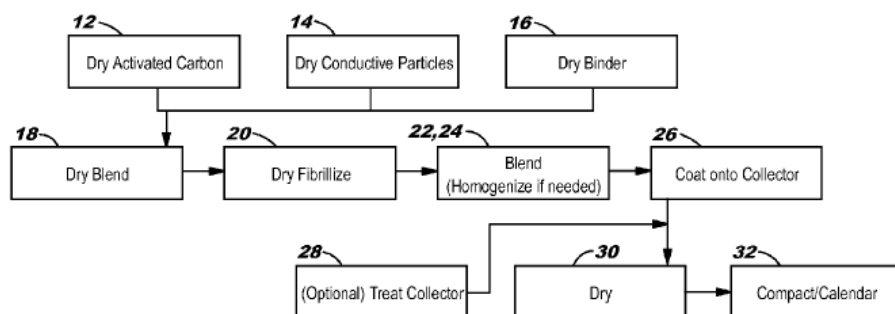
资料来源：美国专利商标局，招商证券

图 25: Maxwell 干电极相关专利申请分布



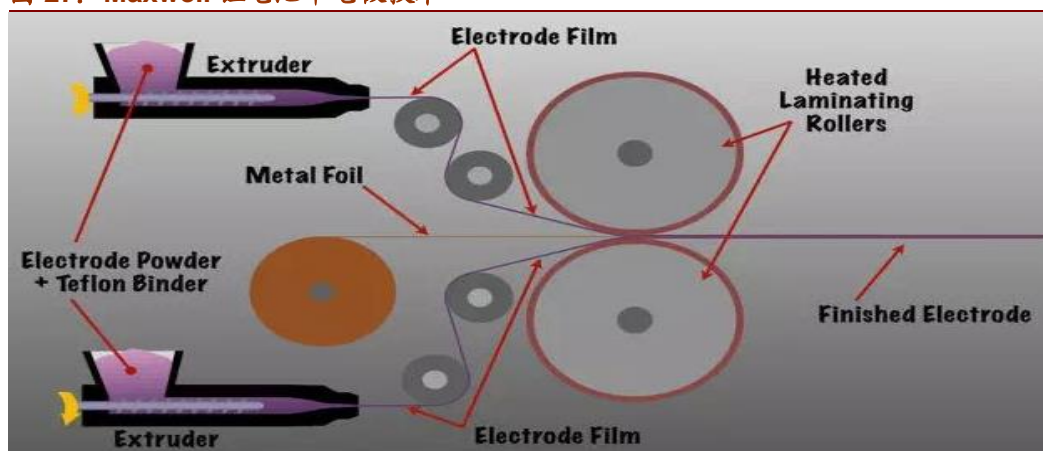
资料来源：美国专利商标局，招商证券

图 26: Maxwell 超级电容干电极流程图



资料来源：Maxwell，招商证券

图 27: Maxwell 锂电池干电极技术



资料来源：Maxwell，招商证券



## 3.3.2 收购 hibar Systems 完善设备供应

**Hibar 简介。**Hibar Systems 成立于 1970 年初，是精密分配泵和灌装系统的前沿企业，在国际市场上以精密计量泵、注液系统及电池制造系统而著名。除在北美设有工厂，Hibar 在欧洲、韩国、日本、马来西亚和中国均设有制造工厂。

**已拥有部分锂电设备专利。**公司起步于精密计量泵业务，从申请专利情况来看，目前公司在圆柱电池隔板和注液环节有所较多积累。此外，公司于 2019 年 4 月通过联邦加拿大国家研究委员会工业研究援助计划获得 200 万美元资助用于开发高效锂离子制造系统。

表 15: Hibar 专利一览

专利号	专利名称	受理局	公开(公告)日	可能涉及的领域
EP1680824A1	圆柱形电池的分离器	欧洲专利局	2006-07-19	隔板(更加充分利用电池内部体积)
US20070082260A1	圆柱形电池的分离器	美国	2007-04-12	
EP1680824B1	圆柱形电池的分离器	欧洲专利局	2007-12-19	
DE60318260D1	圆柱形电池的分离器	德国	2008-01-31	
DE60318260T2	用于圆柱形电池的分离器	德国	2008-12-04	
US8389148	圆柱形电池的分离器	美国	2013-03-05	
US20130118005A1	圆柱形电池的分离器	美国	2013-05-16	
US8835040	圆柱形电池的分离器	美国	2014-09-16	
US20090242073A1	将电解质填充到电池单元中的方法和实施该方法的装置	美国	2009-10-01	注液
US8047241	将电解质填充到电池单元中的方法和实施该方法的装置	美国	2011-11-01	
EP2885537A1	电控直线泵驱动执行器	欧洲专利局	2015-06-24	
US20150219081A1	电控直线泵驱动	美国	2015-08-06	
US9347439	电控直线泵驱动	美国	2016-05-24	
EP2885537A4	电控直线泵驱动执行器	欧洲专利局	2016-05-25	
EP2885537B1	电控直线泵驱动执行器	欧洲专利局	2018-12-05	

资料来源：美国专利商标局，招商证券

## 四、投资建议

电池供应商扩充至 3 家，铁锂电池也有可能引入供应体系。特斯拉电池的大批量供应始于松下，2019 年以来考虑到松下在扩产方面的谨慎态度、供应链安全、成本等问题，LGC、宁德时代陆续进入特斯拉供应体系。根据行业信息，以及 CTP、刀片电池等新技术的应用正在补铁锂电池短板，铁锂电池可能已经进入特斯拉的考虑范围。

**特斯拉自制电池的技术创新。**特斯拉自制电池的技术创新将集中在电化学体系和生产工艺等方面。前者主要通过全球应用型锂电先驱 Jeff Dahn 教授合作，Jeff 教授在高镍、单晶、无钴正极材料和新型电解液添加剂领域做了大量前瞻性研究工作。后者主要系 Maxwell 的干法电极制备技术，若应用在锂电池制备上有望大幅简化极片制造工艺、降低成本。

**新型添加剂与新型锂盐：**推荐天赐材料、新宙邦（化工联合）；

**原有推荐与关注：**宁德时代、亿纬锂能、嘉元科技（有色联合）、当升科技（化工联合）、恩捷股份、科达利（汽车联合）、杉杉股份、星源材质（化工联合）；

**磷酸铁锂关注：**湘潭电化、德方纳米/天奈科技；

**干法电极相关：**思源电气。

## 风险提示

**1) 新能源汽车政策低于预期：**如果相关产业政策发生重大不利变化，将会对行业的销售规模和盈利能力产生不利影响。

**2) 新能源汽车销量低于预期：**国内新能源汽车市场增长较快，但购买成本、充电时间、续航能力、配套充电设施等因素仍会产业发展形成制约。未来如果配套设施建设和推广不足，或者长期无法获得市场化的认可，销量增长可能低于预期。

**3) 新技术与工艺的应用进展低于预期。**Jeff 教授在正极和电解液领域做了大量前瞻性研究工作，其中部分研究成果可能存在无法商用化的风险。干法电极制备技术可以应用到锂电池制备领域，但是目前还没有大规模商用化，实际使用后在提升材料能量密度、降低成本等方面的效果可能低于预期。

## 相关报告

**系列报告(四十七)：**新能源汽车国补政策落地，中游产业有望逐步复苏

**系列报告(四十六)：**新能源车充电设施纳入新基建，建设可能加快

**系统系列(四十五)：**干法电极与超级电容能在新能源车上应用吗？

**系列报告(四十四)：**媒体披露特斯拉或采用无钴电池，铁锂电池行业受关注

**系列报告(四十三)：**铜箔轻薄化已成趋势，工艺将拉开企业间差距（招商有色联合）

**系列报告(四十二)：**特斯拉 2019 年业绩超预期，2020 年开启 Model Y 新品周期

- 系列报告(四十一): 新技术应用带动铁锂电池性能提升, 车用渗透有望提高
- 系列报告(四十): Model Y 启动国产化, 特斯拉未来发展将更具爆发力
- 系列报告(三十九): 特斯拉为代表的优质供给, 拉开行业新一轮发展序幕
- 系列报告(三十八): 全国财政工作会议再提新能源汽车, 财政支持力度有望加强
- 系列报告(三十七): 下游应用领域持续拓展, 磷酸铁锂产业将良性发展
- 系列报告(三十六): 美国电动化政策有望加码, 全球电动化持续推进
- 系列报告(三十五): 中国新能源车长期规划出台, 全球电动化再获强支持
- 系列报告(三十四): 德系车企启动新一轮电动化进程, 中国中游将显著受益
- 系列报告(三十三): 德国新能源汽车补贴升级, 全球电动化正在加速
- 系列报告(三十二): 特斯拉上海工厂投产, 拉开新一轮发展序幕
- 系列报告(三十一): 法兰克福车展开幕, 海外车企电动化正在加速
- 系列报告(三十): 新能源汽车终端需求草根摸底(第五季)
- 系列报告(二十九): 燃料电池: 还在商业化初期, 每一年都是产业元年
- 系列报告(二十八): 新能源汽车补贴政策对产业链影响再分析
- 系列报告(二十七): 电动自行车新国标与认证实施在即, 行业将有巨变
- 系列报告(二十六): 海外车企将在近几年拉开新一轮快速增长, 中国中游将深度参与全球供应
- 系列报告(二十五): 新能源车 1 月产销大增, 中游 Q1 有望保持较高景气
- 系列报告(二十四): 孚能科技开始全球产能扩张, 动力软包电池发展加速
- 系列报告(二十三): 新能源汽车补贴政策对中游盈利影响分析
- 系列报告(二十二): 第 8 批推荐目录发布, 高能量密度保持与燃料电池车型增
- 系列报告(二十一): 上半年锂电池数据分析: 动力电池库存已降到合理水平
- 系列报告(二十): 2018 年第 7 批推荐目录发布, 高能量密度趋势不改
- 系列报告(十九): 从去库存向备库存转变, 中游库存拐点正在来临
- 系列报告(十八): 第 6 批目录发布, 高能量密度车型持续推出
- 系列报告(十七): 新能源汽车国补力度可承受, 长期看好板块投资机会
- 系列报告(十六): 第 4、5 批推荐目录发布, 行业将平稳过渡
- 系列报告(十五): 动力软包正在回归主流, 铝塑膜大范围国产化替代启动
- 系列报告(十四): 2017 年以来 15 批目录回顾
- 系列报告(十三): 双积分近期或落地, 六大电气系统机会将贯穿未来几年 [V](#)
- 系列报告(十二): 第 8 批推荐目录发布, 电池技术趋势延续, 专用车型放量
- 系列报告(十一): 第 7 批推荐目录发布, 技术路线、技术进步趋势延续
- 系列报告(十): 需求强劲, 电解液及其上游产业已经触底并即将恢复

系列报告(九): 材料价格暴涨, 负极材料涨价在即

系列报告(八): 第6批新能源推荐目录发布, 技术路线、技术进步趋势更明确

系列报告(七): 北汽与戴姆勒签署新框架协议, 北汽供应链大放异彩

系列报告(六): 积分制政策超预期, 继续推荐正极与钴、电气配件产业

系列报告(五): 第5批推荐目录发布, 技术路线与行业集中度趋势延续

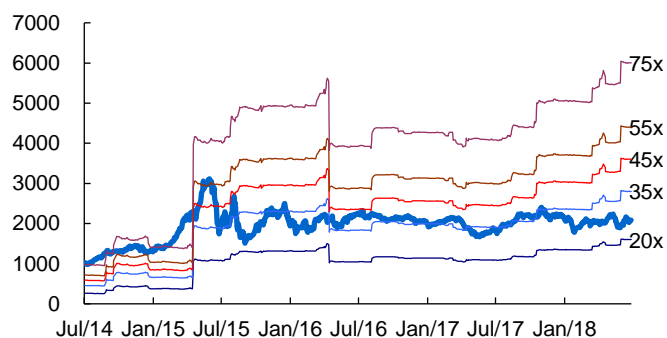
系列报告(四): 电池行业格局正在调整和形成, 技术进步可能是主导要素

系列报告(三): 硅碳负极材料正在走向产业化

系列报告(二): 动力电池产业链以价换量, 关注企业经营效率提升

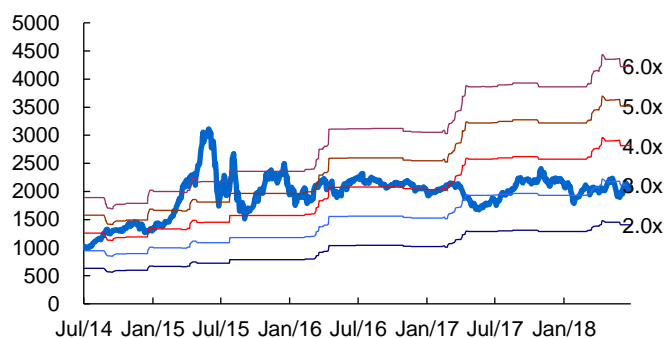
系列报告(一): 动力电池市场 2017 年展望-市场驱动、产业分化和新的技术进步

图 28: 新能源行业历史PEBand



资料来源: 贝格数据、招商证券

图 29: 新能源行业历史PBBand



资料来源: 贝格数据、招商证券

## 分析师承诺

负责本研究报告的每一位证券分析师，在此申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

**游家训：**浙江大学硕士，曾就职于国家电网公司上海市电力公司、中银国际证券，2015 年加入招商证券，现为招商证券电气设备新能源行业首席分析师。

**刘珺涵：**美国克拉克大学硕士，曾就职于台湾元大证券，2017 年加入招商证券，研究新能源汽车上游产业。

**普绍增：**上海财经大学硕士，2017 年加入招商证券，覆盖光伏、工控自动化与信息化产业。

**刘晓飞：**南开大学硕士，2015 年加入招商证券，覆盖光伏产业。

**赵旭：**中国农业大学硕士，曾就职于川财证券，2019 年加入招商证券，覆盖风电、新能源汽车产业。

## 投资评级定义

### 公司短期评级

以报告日起 6 个月内，公司股价相对同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

强烈推荐：公司股价涨幅超基准指数 20%以上

审慎推荐：公司股价涨幅超基准指数 5-20%之间

中性：公司股价变动幅度相对基准指数介于±5%之间

回避：公司股价表现弱于基准指数 5%以上

### 公司长期评级

A：公司长期竞争力高于行业平均水平

B：公司长期竞争力与行业平均水平一致

C：公司长期竞争力低于行业平均水平

### 行业投资评级

以报告日起 6 个月内，行业指数相对于同期市场基准（沪深 300 指数）的表现为标准：

推荐：行业基本面向好，行业指数将跑赢基准指数

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随基准指数

回避：行业基本面向淡，行业指数将跑输基准指数

## 重要声明

本报告由招商证券股份有限公司（以下简称“本公司”）编制。本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告基于合法取得的信息，但本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。报告中的内容和意见仅供参考，并不构成对所述证券买卖的出价，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。除法律或规则规定必须承担的责任外，本公司及其雇员不对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失负任何责任。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。

本报告版权归本公司所有。本公司保留所有权利。未经本公司事先书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、引用或转载，否则，本公司将保留随时追究其法律责任的权利。