BatteryBits.org

锂电池行业年度报告2020

2021年1月30日

本报告由能源学人（Energist）整理翻译

“电池技术正当时。”- 经济学人

在这份报告中，我们总结了2020年全球电池行业最重要的进展。该报告旨在提供有关电池研究，产业，人才和政策的当前状况，并希望以此促进电池领域更多更深入的交流，追踪其发展轨迹，并对未来进行合理预测。

本报告主要囊括以下部分：

- **第1部分：产业** 电池开发和制造的商业里程碑
- **第2部分：研究** 基础电池科学的学术突破
- **第3部分：人才** 供应，需求和对在该领域工作的人才的见解
- **第4部分：政策** 政府目标，激励措施，法规及其含义

由BatteryBits.org编辑委员会制作

*免责声明：本文所表达的观点仅为作者个人观点，未经任何其他组织、机构、雇主或公司审核或批准。这项工作的主要目的仅为教育和提供参考。The views expressed herein are solely those of the authors, and have not been reviewed or approved by any other organization, agency, employer or company. The primary purpose of this work is to educate and inform.

第1部分：产业

介绍

电池产业正加速实现更高能量密度和更低成本的电池解决方案。几大技术策略主要涉及无钴、高镍、硅基负极和固态电池技术（SSB）。业内重大趋势包括电池制造商与汽车制造商建立战略合作伙伴关系并创办合资企业（Joint Venture）以提高动力电池装机量和产能。同时，一级市场和二级市场对电池行业的投资加速，通过SPAC上市成为动力电池及电动汽车公司的热选之路。此外，业界仍面临在锂电供应链上下游和电池安全性能等方面等挑战。

在这一部分，我们将包括以下内容：

- 产业发展
- 公司聚焦
- 技术路线图
- 制造路线图
- 供应链洞察
- 能源投资

产业发展：Q4 2020

十二月

Indonesia：LG化学和CATL将在印尼投资数十亿美元建设电池厂。
苹果：瞄准2024年的汽车生产并关注“下一级”电池技术
丰田：将于2021年推出EV固态电池原型
Solid Power：现在生产多层20 Ah固态电池
QuantumScape：发布其固态电池技术的性能数据

十一月

LG化学：使用新的电池平台实现无模块运行
QuantumScape：SPAC与Kensington Capital的合并获得批准
特斯拉：在柏林Giga建造100+ GWh大型电池工厂
SVOLT：在德国建立电动汽车电池工厂

十月

富士康：承诺在2024年出售固态电池
梅赛德斯奔驰：eCitaro使用BlueSolutions的全固态电池
蔚来：完成百万次电池更换
Solid Power：开始交付第一代全固态电池
Northvolt：增资6亿美元







产业发展：Q3 2020

九月

特斯拉：2020年股东年会暨电池日
LG化学：锂硫电池在高空飞机上成功测试
GM：未来的电动汽车将配备无线电池管理系统
比亚迪：在巴西成立电池工厂

八月

松下：将在美国为特斯拉电池投资1亿美元
SK Innovation：目标是到2023年镍含量达到88%，到2030年镍含量达到98%
宁德时代：目标通过 cell-to-chassis EV电池续航里程将超过500英里
Lucid：宣布提供113 kWh锂离子电池，实现500英里续航
Britishvolt：新建位于南威尔士电池超级工厂

七月

万向A123：向大众集团供应电池
宝马：宣布与Northvolt达成20亿欧元的电池供应协议
本田和宁德时代：组建全面的战略电动汽车电池联盟
戴姆勒和孚能科技：宣布战略合作伙伴关系









产业发展：Q2 2020

六月

大众：增加对固态电池公司QuantumScape的投资
特斯拉与松下：签订三年电池定价协议
优美科：从EIB获得1.25亿欧元贷款，用于电池材料厂
特斯拉：特斯拉获准在中国生产采用LFP电池的Model 3

五月

OXIS能源：在巴西建立世界上第一家锂硫电池生产工厂
SK Innovation：宣布在佐治亚州建立第二家电池超级工厂
Battery500联盟：电池性能达到350 Wh/kg和350次循环
孚能科技：进行4.8亿美元的IPO

四月

SK Innovation：向北汽供应电动汽车电池
日产：将全聚合物电池技术授权给APB
Enovix：筹集4500万美元，用于启动3D硅锂离子电池







产业发展：Q1 2020

三月

大众：增加对固态电池企业QuantumScape的投资
比亚迪：发布超安全刀片电池：针刺测试无起火爆炸
Sion Power：提供可商业化的420 Wh/kg锂金属电池
LG化学：从欧洲投资银行获得4.8亿欧元贷款，用于波兰的电池厂
沃尔沃：在比利时启动动力电池组组装线

二月

特斯拉：中国制造的特斯拉Model 3将配备方形LFP电池
丰田和松下：宣布合资生产汽车方形电池
宁德时代：确认与特斯拉达成电池供应协议
巴斯夫：在德国启动电池材料生产

一月

特斯拉：与LG Chem和CATL合作电动汽车电池
OXIS能源：Li-S电池能量密度：接近500 Wh/kg，新目标是600 Wh/kg
Enevate：宣布超级电池负极的商业化
京瓷&24M：推出半固态家用锂电系统

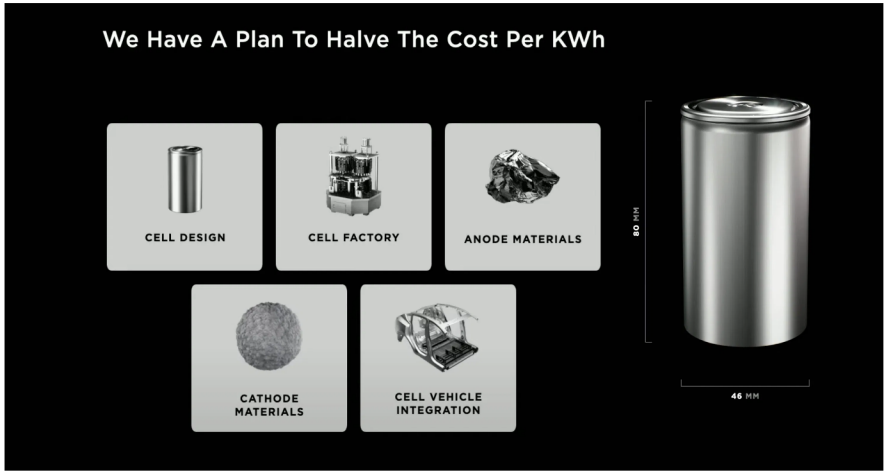




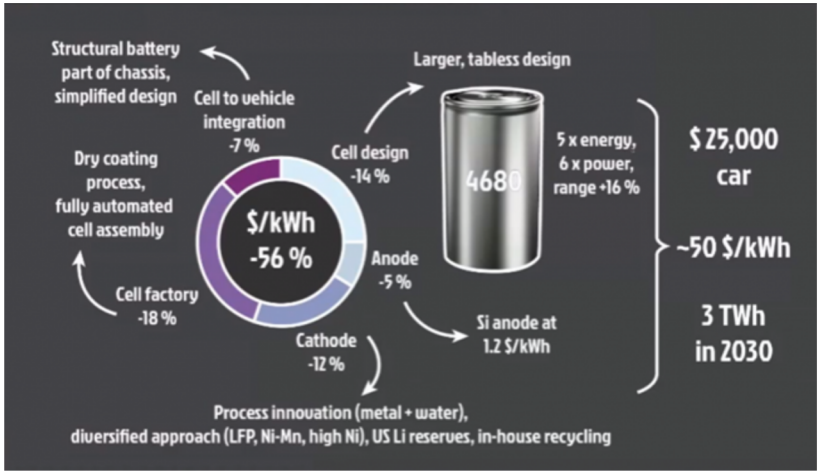




公司聚焦：特斯拉的电池日（I）



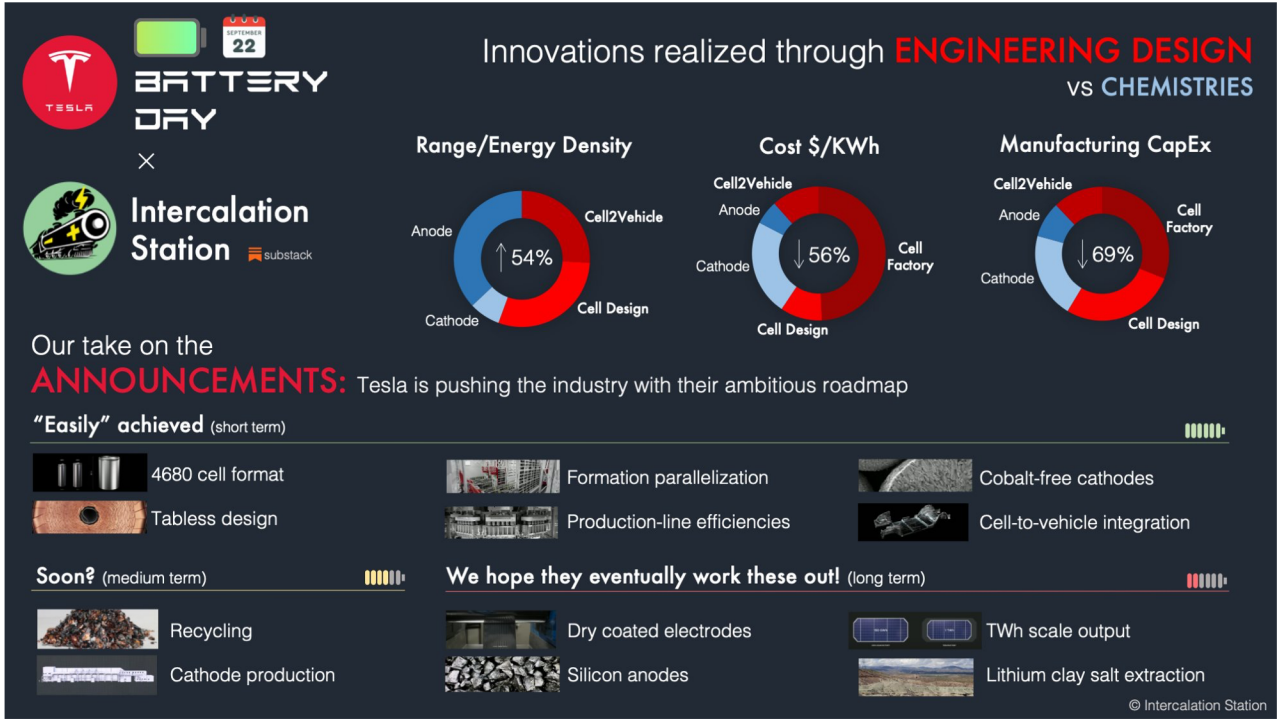
*资料来源：特斯拉电池日



*资料来源：Battery Associates

		成本下降比例
电芯设计	无极耳设计，4680 大圆柱电芯，激光焊接，5倍能量提升，6倍功率提升，里程提升16%	-14%
电芯制造	Maxwell 干法电极涂布技术，全自动产线，化成成本降低 75%	-18%
负极材料	生硅制造低成本硅负极，弹性聚合物离子导体包覆，硅成本降至$1.2/kWh，里程提升20%	-5%
正极材料	长里程-高镍设计，入门版本-LFP 无钴正极，智能制造，工厂内回收利用	-12%
电池-电车整合	电芯-整车，铝合金一体铸造，减重10%，里程14%	-7%

公司聚焦：特斯拉的电池日（II）



*Source: Intercalation Station

所有策略结合在一起，
特斯拉可以实现：
续航增加54%
成本降低56%
每GWh的投入减少69%

短期：
4680电池，Tabless design，结构平行化，生产效率，无钴（LFP）正极，Cell-to-Vehicle集成

中期：
正极电极生产和回收

长期：
干法涂布，硅负极，TWh产能，锂盐提取

公司聚焦：比亚迪刀片电池



刀片电池

体积能量密度：+ 50%

电池成本：-30%

循环寿命：3500次

能量密度：140 Wh/kg

价格：约$85/kWh（低于宁德时代在中国为特斯拉Model 3提供的LFP电池包价格约$100 / kWh）



NCM Lithium Battery:
severely damaged
surface temperature exceeded 500 ℃



Lithium Iron Phosphate Block Battery:
no fire or smoke observed
surface temperature of 200 ℃ to 400 ℃



BYD Blade Battery:
no fire or smoke
surface temperature of 30 ℃ to 60 ℃

安全测试

针刺测试✓

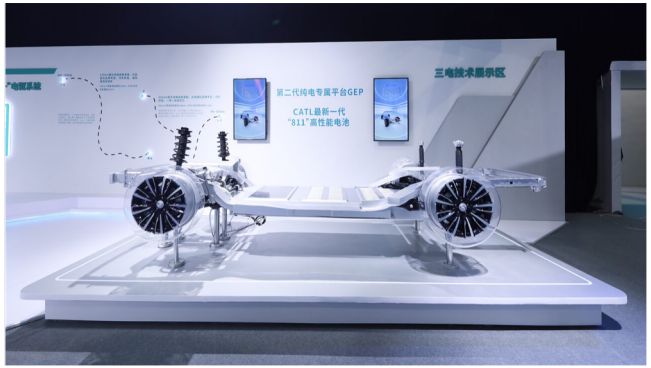
挤压、弯曲测试✓

过充260%测试✓

加热到572F（300℃）测试✓

*相关阅读：BatteryBits-BYD

公司聚焦：宁德时代的CTP/CTC、无钴和高镍技术



Cell to Pack:

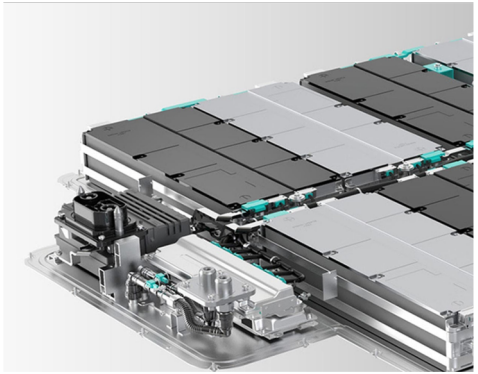
体积利用率 +15~20%

电池包数量 -40%

生产效率 + 50%

Cell to Chassis:

将电池集成到整车箱体中，以进一步提高能量密度和降低成本



无钴（LFP）

最高能量密度：160 Wh/kg

（用于宇通客车）

特斯拉Model 3：125 Wh/kg

快速充电：LFP+ EnerSpeed, fast ionic ring technology，0-80%电量，充电时间低于20分钟

成本：$100/kWh，比NCM 811便宜43%



高镍及其他

Ni55单晶正极

抗氧化电解质

4.5um超薄集流体

FIC涂层技术

仿生自修复电解质

*相关阅读：BatteryBits-CATL

公司聚焦：蔚来NIO Day和BaaS





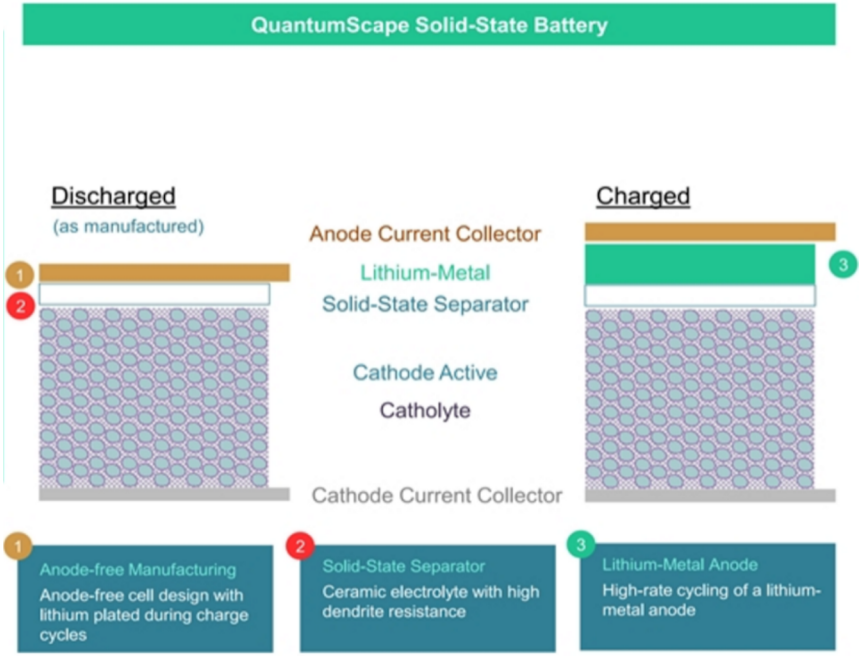
电池服务

车电分离
3分钟更换电池
可充电，可更换和可升级电池
按需订购电池、灵活改变电量
超级换电站 2.0: 高达312 次换电/天/站

从100 kWh至150 kWh的电池组

CTP制造速度+40%，能量密度+37%
150 kWh，360 Wh/kg固态电池
纳米涂层超高镍正极
无机预锂化硅碳复合负极材料
混合电解质原位固化
全气候热管理

公司聚焦：QuantumScape固态电池



*资料来源：SEC

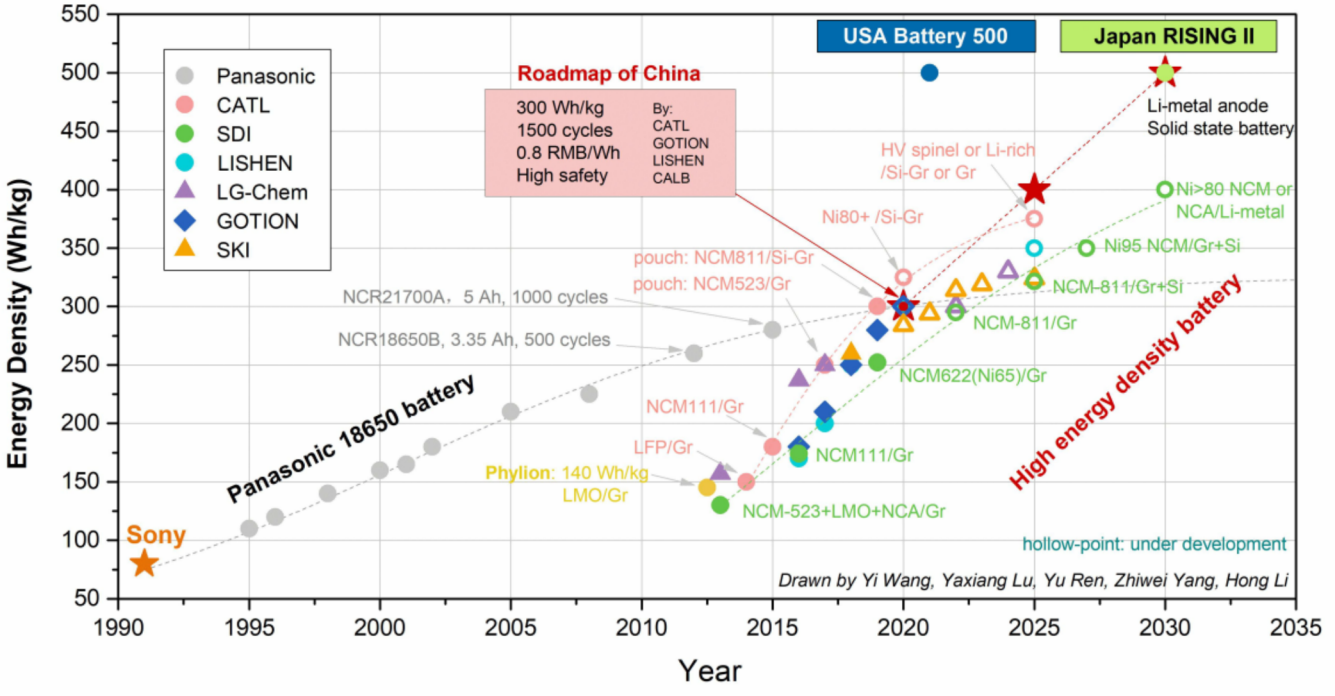
无负极单层锂金属固态电解质软包电池

- **能量密度**：>400 Wh/Kg
- **隔膜**：固态陶瓷电解质，防止锂枝晶刺穿
- **锂金属负极**：无负极电池设计，充电时锂直接沉积至集流体
- **循环**：1C循环800次容量保持率为80%
- **快充**：0到80%电量，充电时长低于15分钟
- **知识产权**：200多个专利和100多个商业秘密
- **成本**：匹配现有制造流程，制造成本降低17%
- **市场**：唯一经过汽车OEM验证的锂金属固态电池
- **制造**：2025 生产规模达到25GWh，factory #1 (QS-1)

*相关阅读：BatteryBits-固态

技术路线图：能量密度目标与进展

锂离子电池能量密度发展历史与目标路线图



已实现能量密度：

On the road:
CATL：279.56 Wh/kg
(Leap Motor T03)

SKI：269.44 Wh/kg
(Arcfox Alpha-T)

LG化学：257.10 Wh/kg
（特斯拉Model 3）

USA Battery 500:
350 Wh/kg，350次循环
（Li/NMC622软包电池）

*Source: Battery 2030+ Roadmap; Redrawn from Li, et al, cited from Figure 1 in Energy Storage Materials, 23(2019) 144-153

一些初创企业的高能量密度实现路径

公司	主要技术	能量密度进展
Nanoramic Laboratories	Neocarbonix™ 电极处理工艺	能量密度提升30% 成本降低20%
NOHMs	高压电解液	C/5-C/3充放电电流密度下， 循环1000次，能量密度375Wh/kg
ZenLabs	新颖的电解质 SiOx负极	超过1000次循环，能量密度315Wh/kg 超过250次循环，能量密度400Wh/kg
Cuberg	锂金属负极 稳定电解质	超过370次循环，能量密度369Wh/kg， 比功率 2000W/kg
Oxis Energy	锂硫电池	400Wh/kg, 200-300次循环

*Table by BatteryBits

技术路线图: 更高能量密度-硅负极

公司	主要技术	融资规模	融资/投资方
Sila	硅纳米复合材料	285M	DAIMLER
Enovix	3D Si	191.3M	intel Qualcomm
Enevate	硅多孔膜	111.6M	RENAULT NISSAN MITSUBISHI LG Chem SAMSUNG
Nexeon	硅多孔柱	95M	WACKER
Amprius	硅纳米线	61.4M	AIRBUS
Group 14	硅碳复合材料	35M	SK materials ATL BASF
Advano	硅纳米粒子	23.8M	MITSUI KINZOKU
NanoGraf	硅合金-石墨烯	22M	PPG JNC

*Table by BatteryBits

Related reading: BatteryBits-Silicon Anode

技术路线图: 更高能量密度-固态

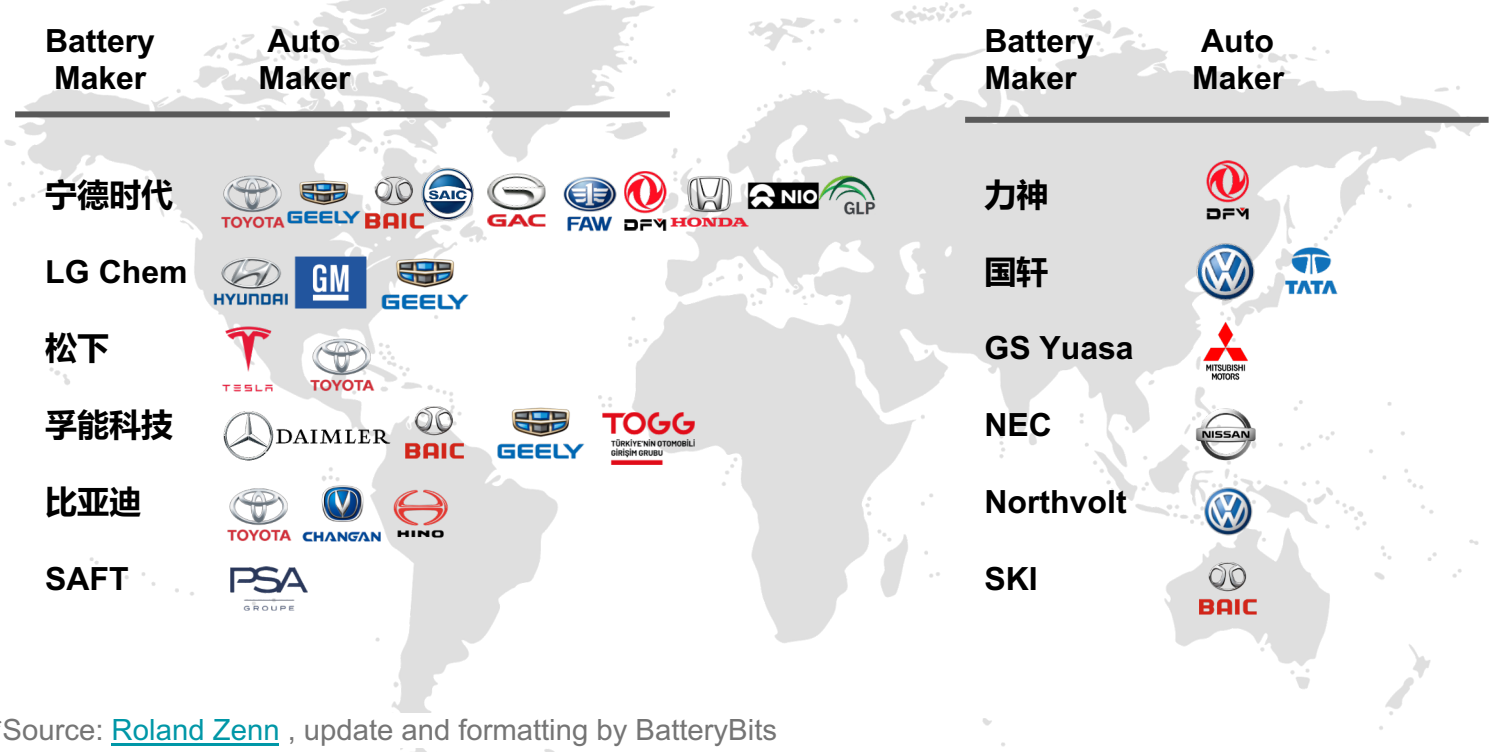
Company	Anode	Electrolyte	Fund Raised	JV/JD/ Investment
QuantumScape	无负极锂	氧化物和硫化物陶瓷	$1B+	VW
Prologium	锂/石墨/硅	氧化物陶瓷	$100M	FAW, NIO
Solid Energy	锂金属	半固体盐溶溶剂	$86M	GM
Ionic Materials	锂/石墨	掺杂的Pi共轭聚合物	$65M	Nissan, Mitsubishi Motors, Renault, Hyundai
Sion Power	锂金属	混合陶瓷聚合物	$50M	BASF, Airbus
Solid Power	锂金属	硫化玻璃陶瓷	$23.5M	BMW, Mercedes, Ford, Samsung
Bollore	锂金属	乙二醇基聚合物	N/A	Mercedes
Hydro Quebec	锂金属	乙二醇基聚合物	N/A	Mercedes

*Source: Roland Zenn , updated by BatteryBits

Related reading: BatteryBits-Solid State

制造路线图: 动力电池企业与整车厂组建战略合资

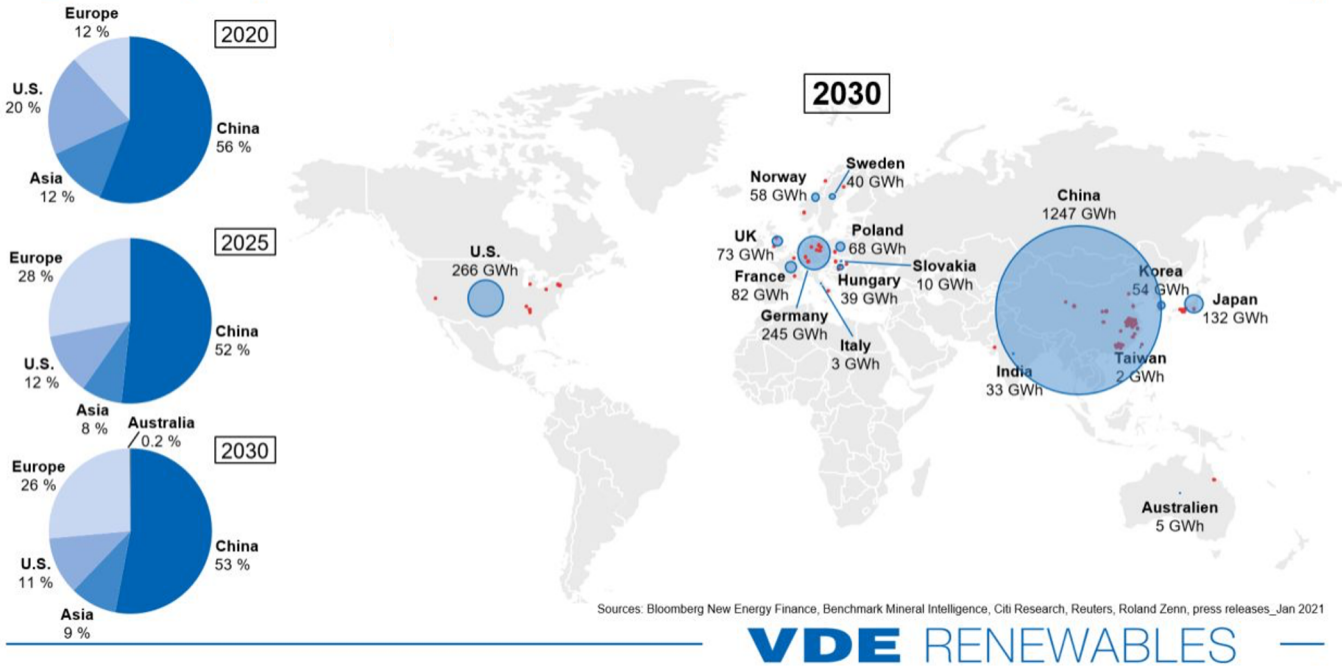
电池制造商与电动汽车制造商战略合作进一步加深



*Source: Roland Zenn , update and formatting by BatteryBits

制造路线图: 全球装机容量

中国主导全球锂电装机量，占全球65%的装机份额



Capacity GWh	2020	2025	2030
CN	213	704	1247
NA	65	165	266
EU	39	382	617
AS	41	110	219
Total	328	1360	2353

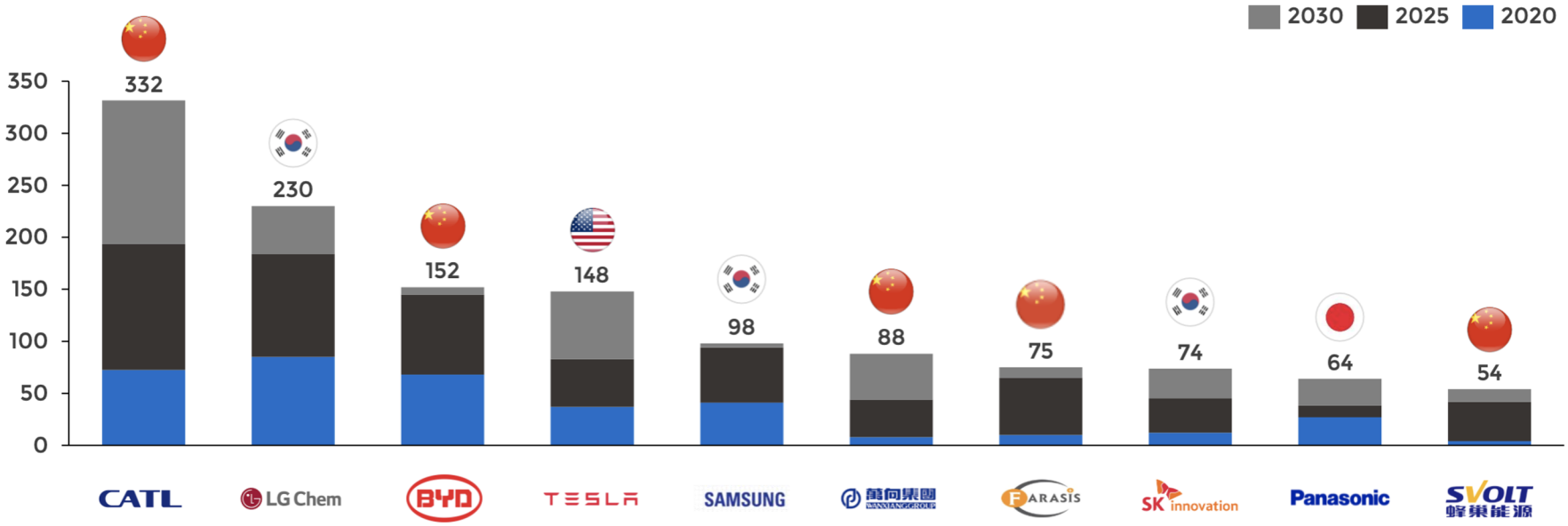
● 红点代表2030年计划建设的超级工厂。

*Source: VDE Renewables

制造路线图：顶级制造商的全球计划产能

全球动力电池计划产能将在2030年超过2.4 TWh

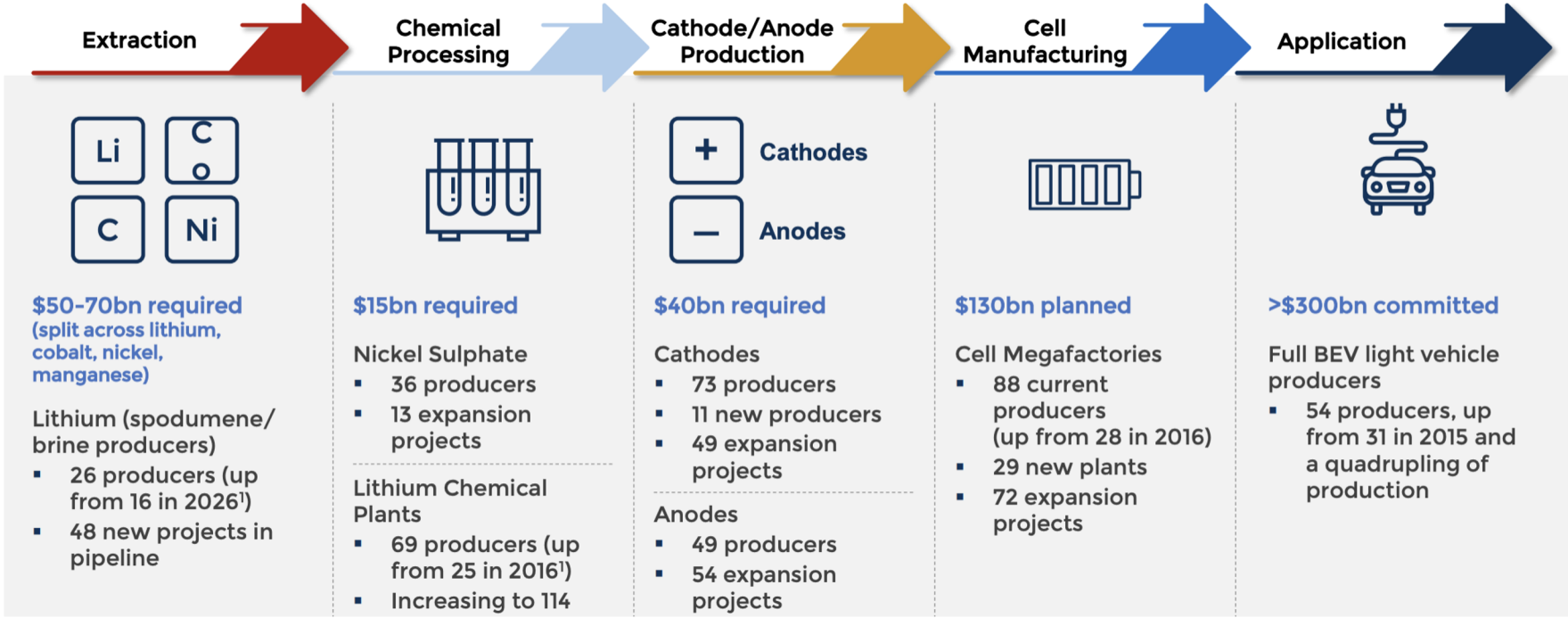
Expected GWh battery cell manufacturing production through 2030 – Top 10 producers



*Source: BENCHMARK MINERAL INTELLIGENCE

供应链洞察：建立电动汽车供应链

电动汽车供应链在原料采集，化学处理，电极制造领域仍需超百亿美元的投资

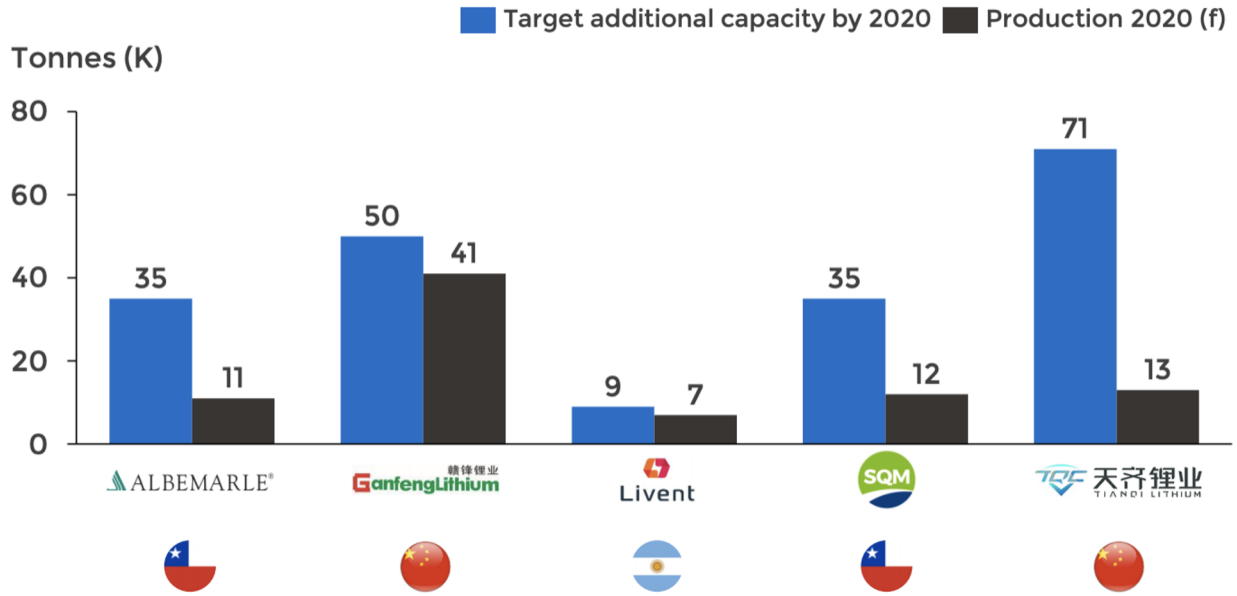


*Source: BENCHMARK MINERAL INTELLIGENCE

供应链洞察：上游锂电原材料开采

各大锂供应商难以实现既定产能目标

2020 target vs. actual production – major lithium production assets ('000 MT LCE)

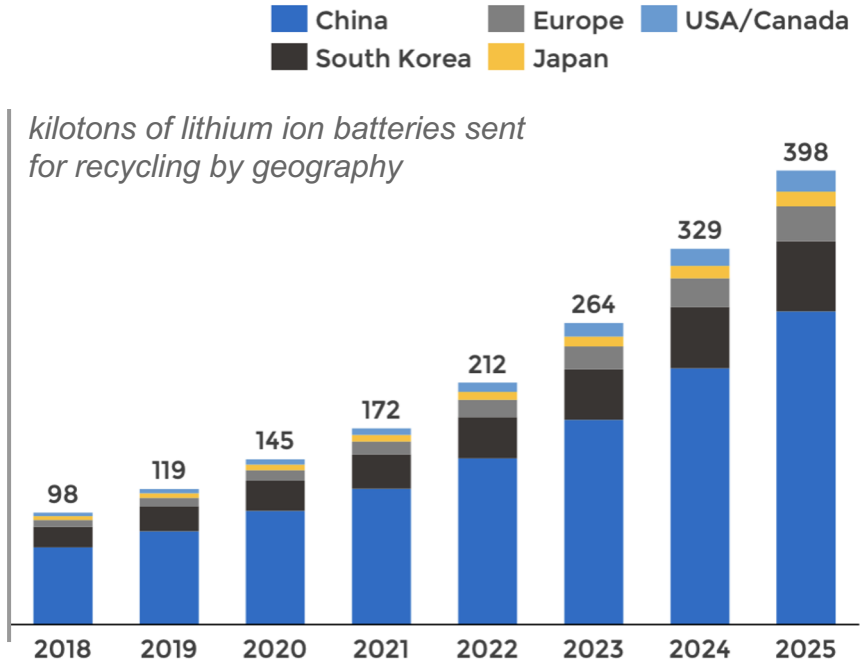


*Source: BENCHMARK MINERAL INTELLIGENCE

- 锂供应在地理上高度集中
- 需要生产电池级锂技术的创新
- 锂供应链产生大量碳排放，限制锂矿行业规模化发展
- 预计未来十年锂资源会短缺

供应链见解：下游电极材料回收

预计到2025年，需要回收处理电池数量将增长4倍



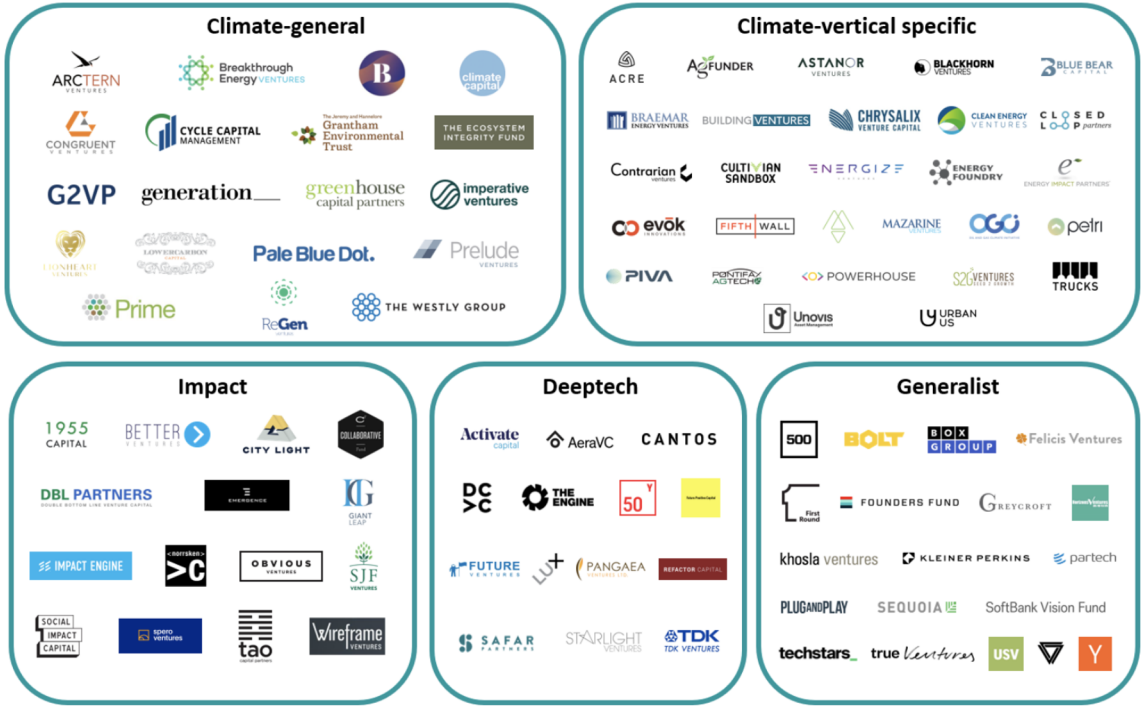
*Source: BENCHMARK MINERAL INTELLIGENCE

回收行业正处于起步阶段，在实现盈利和扩大规模的道路上面临着许多障碍：

- 二次电池
- 用户电池回收率低
- 铅酸电池和锂离子电池之间缺乏差异化回收标准
- 废旧电池来源复杂
- 化学回收过程效率低下
- 来自提升电池寿命技术的平行竞争

投资：专注清洁能源技术的风险投资兴起

清洁能源基金群：约有95只基金正在积极投资清洁技术和新能源领域



*Source: Climate Tech VC

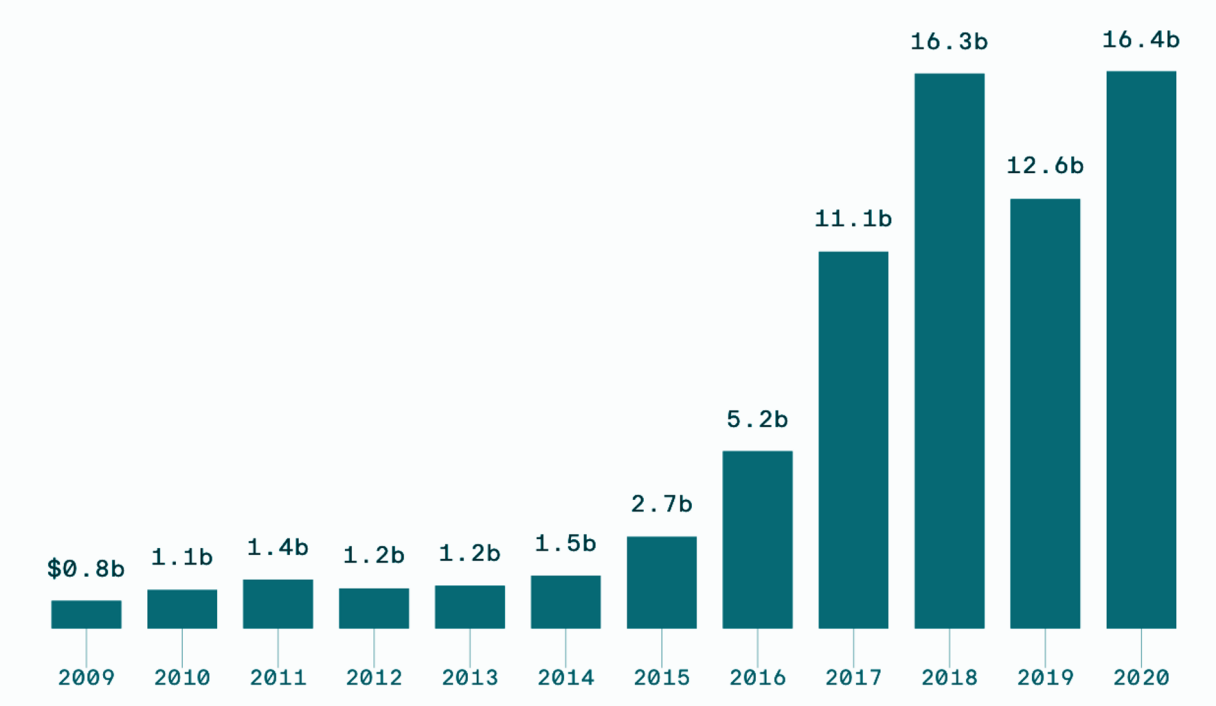
具有环境意识的风险投资人越来越积极地参与气候和能源存储投资，针对清洁能源的基金也越来越受欢迎。自2013年以来，清洁能源风险投资已飙升了3750%（PwC）。

风险投资公司类型统计：

- 气候/清洁能源-综合: 19家
- 气候/清洁能源-垂直: 28家
- 影响类: 15家
- 硬科技类: 14家
- 综合类: 19家

投资：对清洁能源技术的投资数额创历史新高

2020年，对清洁技术的风险投资达到了创纪录的164亿美元



*Source: Data-pitch book, Chart-Axios Visuals

- 清洁能源技术市场规模约为2.5万亿美元
- 风险投资在2016年和2017年开始显著增加，近五年投资额10倍增长
- 清洁能源技术有望在未来30年加速发展

投资：2020年电池-储能领域的风险投资基金配置

对电池领域相关的初创公司获得超过5亿美元的风险投资

储能技术

Form Energy: $76M

Highview Power: $55.5M

Quidnet Energy: $10M

Orison: $8.5M

Voltstorage: $7.4M

QuantumScape

Eos Energy Storage

REDWOOD MATERIALS

Natron

ENERVENUE

电池管理，电池软件，微电网，电动充电及其他

Demand Power: $71M

Skeleton: $49M

FreeWire: $25M

PowerUp: $6M

form energy

Highview Power

Quidnet Energy

电池技术

QuantumScape (solid-state battery): SPAC IPO

Eos Energy Storage (Zinc-based battery): SPAC IPO

Redwood Materials (battery recycling): $40M

Natron (Na-ion battery): $35M

EnerVenue (Ni-H battery): $12M

Demand Power

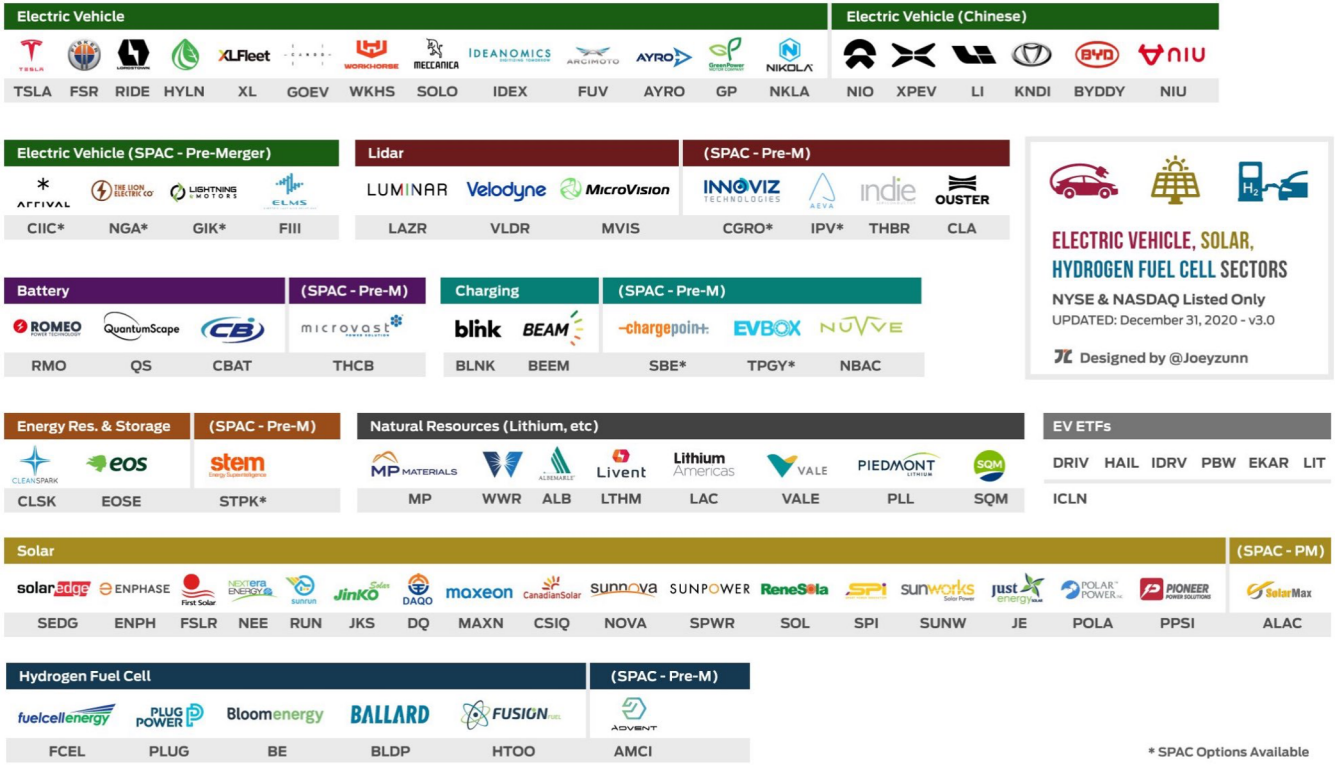
SKELETON TECHNOLOGIES

FREEWIRE

*Source: pv-magzine

投资：SPAC上市模式的兴起

电池公司与电动汽车企业上市募资的快速通道



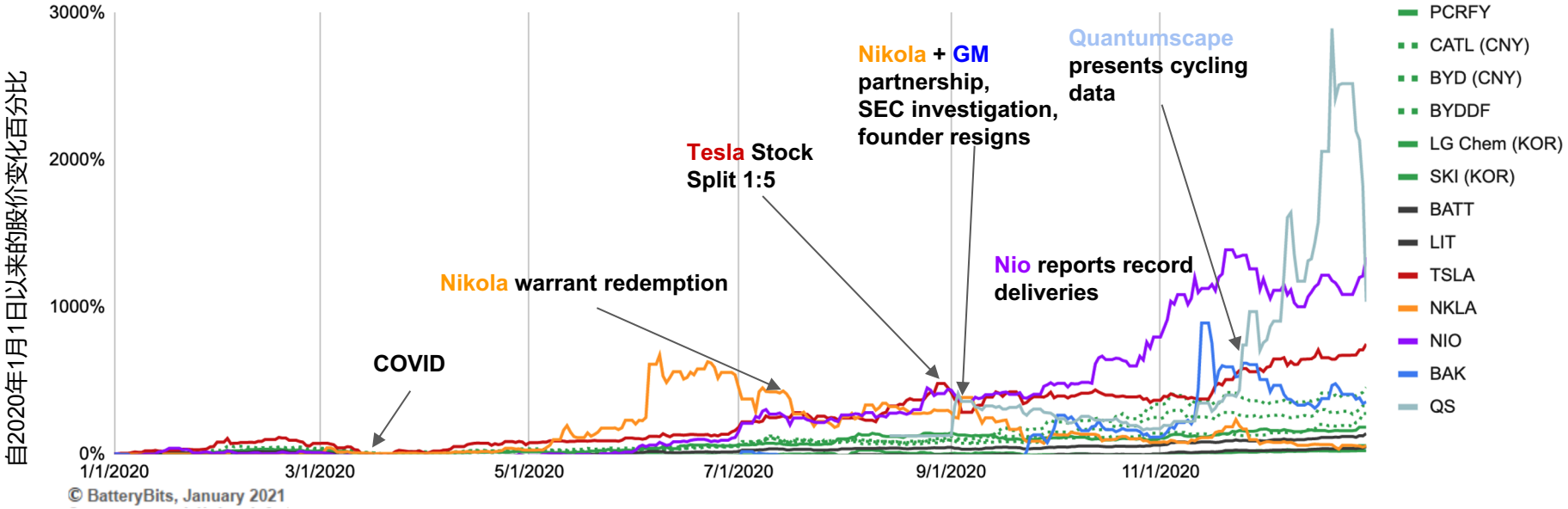
SPAC公司：特定目标收购公司。

电动汽车和电池公司正依赖SPAC作为一种新的融资机制，以满足其庞大的资本需求，而不必依靠传统IPO上市来募集资金。

*资料来源：Joeyzunn

投资: 机遇与风险并存的二级市场

在投资者寻求“下一个特斯拉”的驱动下，电池/电动汽车股票整体看涨，利好与看空并存

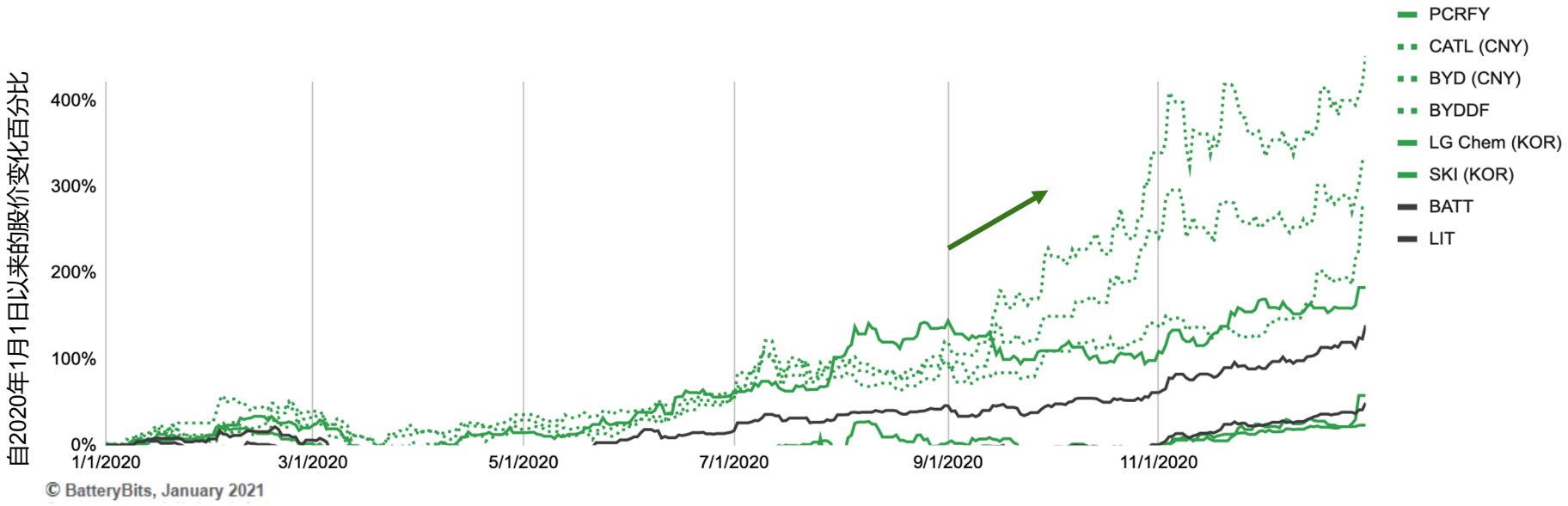


* Related reading: BatteryBits - Preventing Fraud

投资：全球疫情重创制造业，而锂电市场2020增长仍然强劲

2020年BATT和LIT ETF基金分别增长50%和140%

除了LG Chem以外，中国制造商的市场表现比韩国和日本同行高出2倍。



电动汽车安全问题屡登头条，仍为业内最大顾虑

GM recalls 68,000 electric Chevy Bolts over battery fire concerns

There have been at least five incidents of Bolt batteries catching fire

By Andrew J. Hawkins | @andyjayhawk | Nov 13, 2020, 2:03pm EST

A Tesla Model S erupted 'like a flamethrower.' It renewed old safety concerns about the trailblazing sedans.

By **Faiz Siddiqui**

Dec. 28, 2020 at 5:00 a.m. PST

[News Analysis] EV fires draw attention to separator tech of LG Chem, Samsung SDI, SK Innovation

Korean battery giants apply different technologies to make batteries safer

By Kim Byung-wook Published : Nov 2, 2020 - 16:31 Updated : Nov 2, 2020 - 18:39

ELECTRIC CARS IN CHINA

China EV startup WM Motor issues recall after battery fires

Tencent-backed producer blames supplier and offers free replacements

NIKKI SUN, Nikkei staff writer

October 28, 2020 21:25 JST ● Updated on October 28, 2020 22:15 JST

Chinese EV battery maker CATL faces criticism after three GAC electric cars ignite fires

LG Chem Recalls Home Battery Systems After Reports of Fires

By Mark Chediak and Brian Eckhouse

December 3, 2020, 11:12 AM PST *Updated on December 4, 2020, 10:00 AM PST*

*Sources: Bloomberg, Washington Post, The Korea Herald, The Verge, Asia Nikkei, MorningTick

第2部分：研究

研究重点

2020年，电池领域研究成果丰硕。

BatteryBits甄选出2020年度最前沿的研究成果，涵盖了以下领域：

正极 | 负极 | 快速充电 | 电池老化 | 锂金属

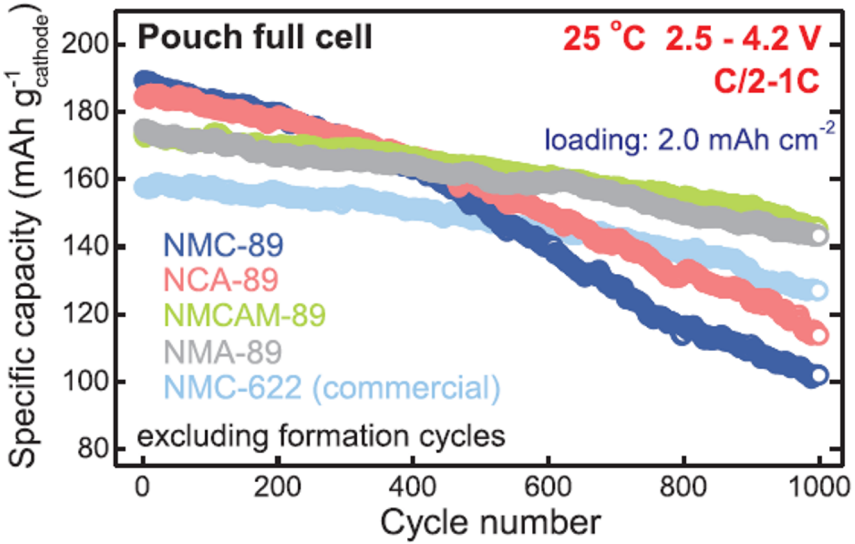
固态 | 电解液 | 电池回收 | 电池检测 | 机器学习

1. 正极：无钴，可持续的未来

新型无钴高镍NMA正极在1000次循环后的容量保持率优于NMC和NCA。

- NMA由Ni（89 mol%），Mn，Al组成
- 放电电压提升40 mV
- 出色的热稳定性
- 比容量略低

NMA的无钴化学性质以及与NCA和NMC相似的合成工艺使其成为下一代高能锂离子电池的有力竞争者。



*Source: Advanced Materials

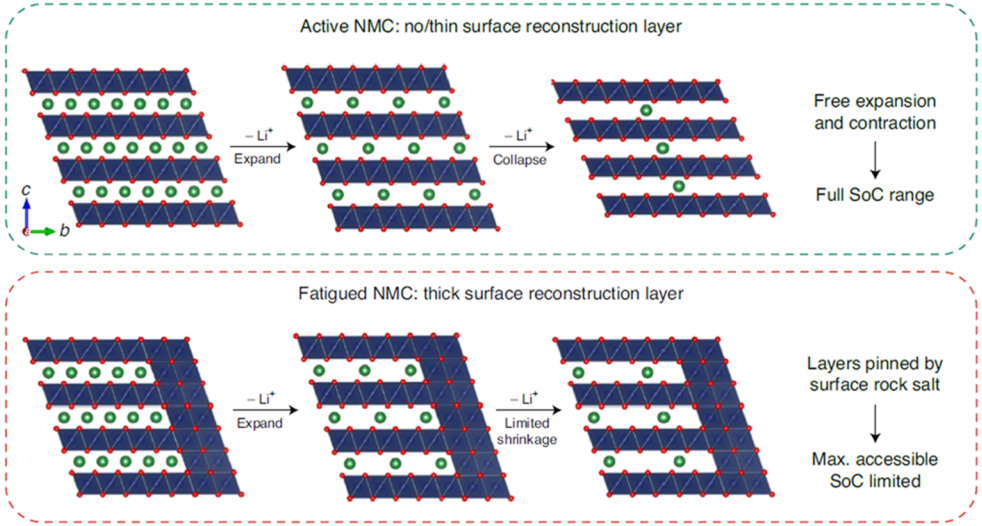
Research Group: Dr. Arumugam Manthiram, UT Austin

2. 正极：发现新的衰减机制

层状高镍正极的老化与其微观结构失配有关。

- 疲劳相限制了充电状态
- 作者提出，疲劳相是由高晶格失配引起的，这种失配产自于正极材料层状结构与岩石盐表面重构层（>75%SOC）之间。

这种机制的提出为未来高镍正极研究的奠定了基础，并且可以推动添加剂，掺杂剂和涂覆方法的发展。



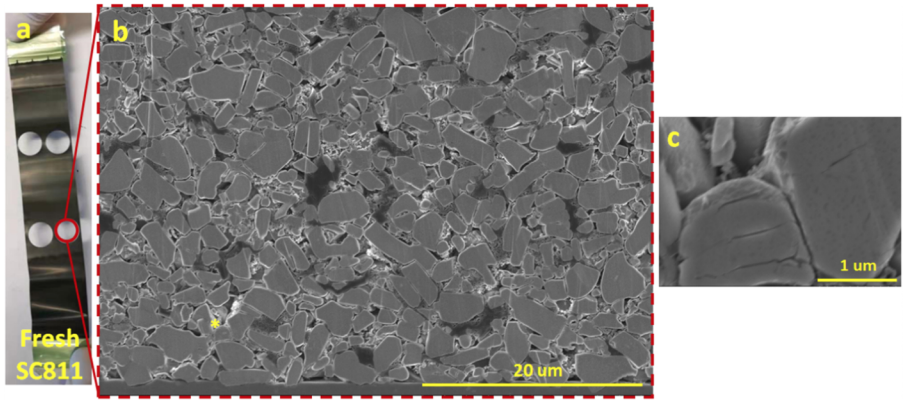
*Source: Nature Materials

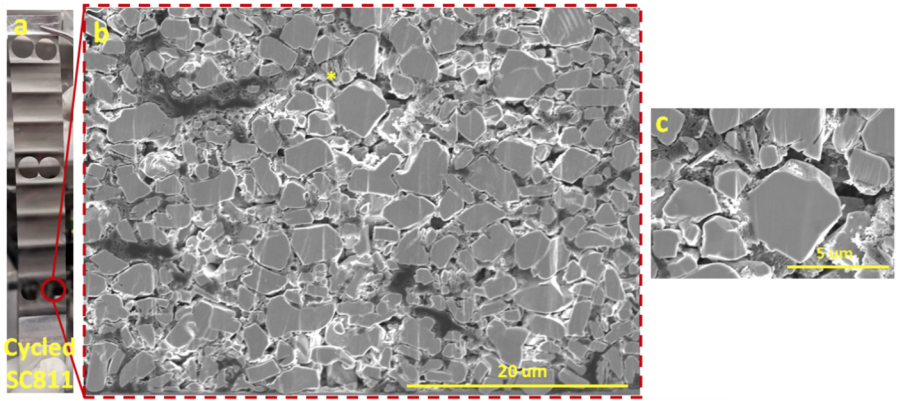
Research Group: Dr. Clare P. Grey, Cambridge University

3. 正极：单晶材料

单晶正极具有抗微裂纹的能力。

- 新的和循环1100次后的材料之间没有视觉差异
- 单晶材料在高能量密度和长寿命锂离子电池方面极具前景





*Source: Journal of Electrochemical Society

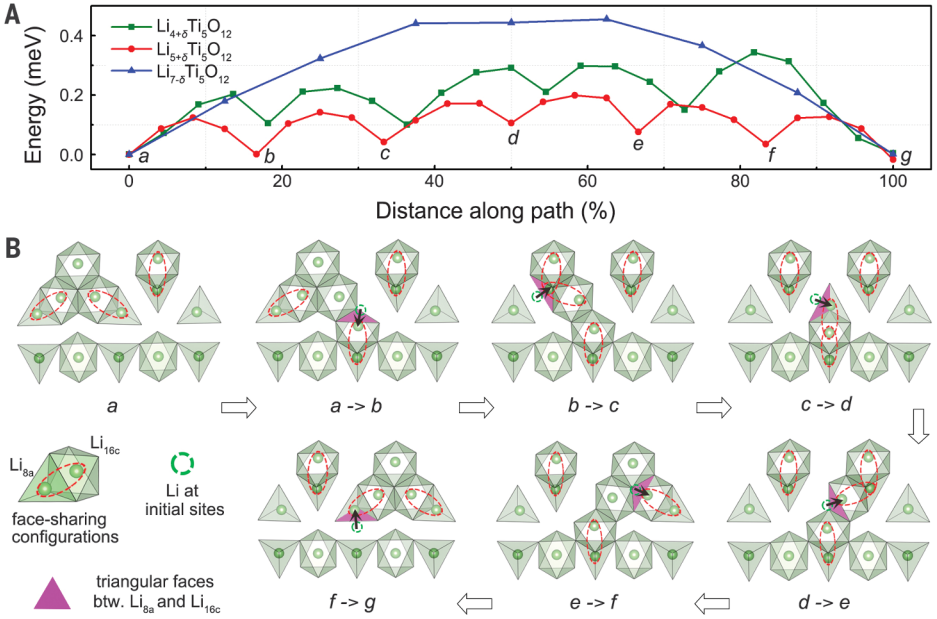
Research Group: Yulong Liu, Western University; Jessie Harlow, Dalhousie University; Jeff Dahn, Dalhousie University.

4. 负极：Li^+ 迁移的实时跟踪

LTO通过其亚稳中间体中的动力学途径促进Li+ 的快速运输。

- 基态上方的能级可实现LTO中的Li^+ 快速传输
- 这项研究是通过将原位TEM与计算模型相结合来进行的

该研究为电极内Li^+ 传输的实时原位研究提供了框架，并为未来的电极设计奠定了基础。



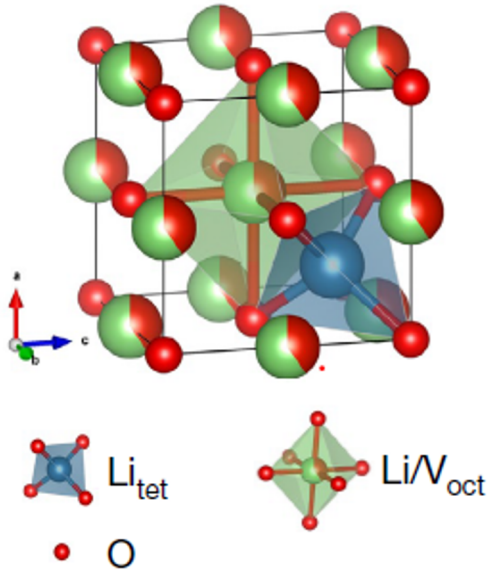
*Source: Science

Research Group: Dr. Feng Wang, BNL; Prof. Gerbrand Ceder, UC Berkeley and LBNL

5. 负极：用于超快电池的新型材料

岩盐负极Li3V2O5 既具有高容量，又具有快充性能。

- 新型岩盐负极锂钒氧化物（$Li_3V_2O_5$）在0.6 V下可实现可逆循环，容量为260 mAh g^{-1}，可在20秒内快速充电至容量的40%，稳定循环超过6000次。
- 初创公司Tyfast着力将该技术商业化，市场目标重点是电动巴士和电动工具。



一种有望实现商业化的、用于超快充电电池的材料。

*Source: Nature

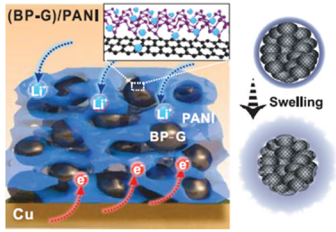
Research Group: Dr. Ping Liu, Dr. Shyue Ping Ong, UC San Diego; Dr. Huolin L. Xin, UC Irvine; Dr. Jun Lu, ANL

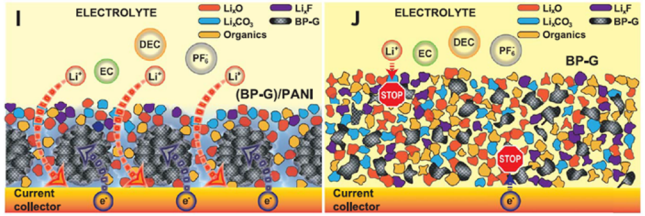
6.负极：提高石墨负极的倍率性能

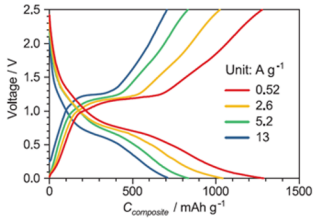
带有薄聚苯胺聚合物凝胶涂层的黑磷-石墨复合负极，其表面可形成稳定的SEI，显示出出色的容量，倍率和循环寿命。

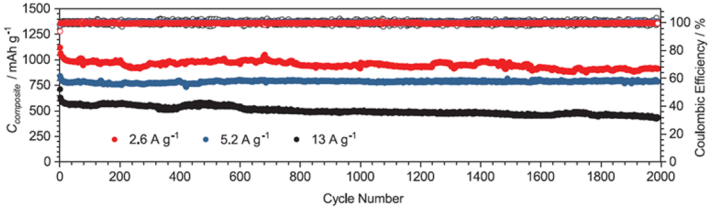
- 以共价键结合的黑磷-石墨界面可防止负极界面边缘重构，并确保Li^+快速嵌入/脱出
- 薄的聚苯胺聚合物凝胶涂层可抑制导离子率较低的氟化锂和碳酸盐形成

此负极设计是对当前锂离子电池技术的一大补充。我们希望能很快在生产线上看到它。









*Source: Science

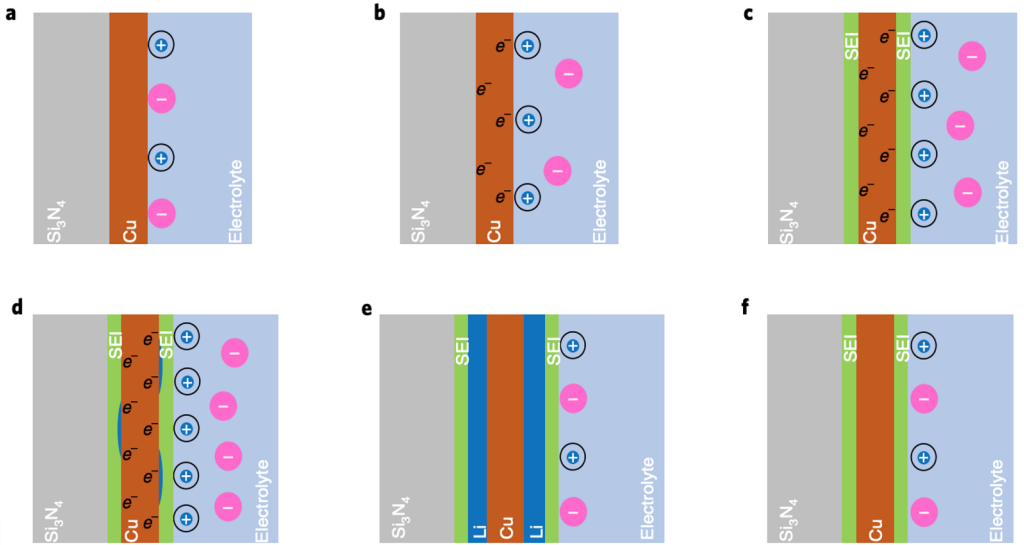
Research Group: Dr. Xiangfeng Duan, UCLA; Dr. Hengxing Ji, University of Science and Technology of China

7.负极：固态电解质界面（SEI）的实时观测

SEI的原位液体二次离子质谱（SIMS）表征

- 在初始充电过程中，双电层在电极/电解质界面形成
- 这种双层结构可影响最终的SEI化学组成
- SEI由内外两层组成。内部是致密、无机薄SEI层，外部是多孔且富含有机物的SEI层

纳米级实时观测为我们提供了对SEI的分子级理解，并为将来设计更好的界面奠定了基础。



*Source: Nature Nanotechnology

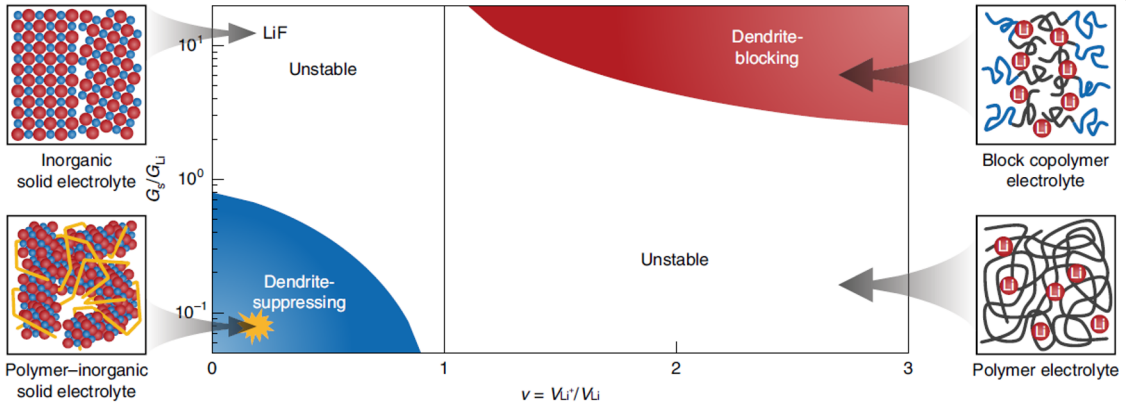
Research Group: Dr. Zihua Zhu,Dr. Chongmin Wang, Dr. Zhijie Xu, PNAL; Dr. Kang Xu, US Army Research Laboratory

8. 固态：固态电解质设计模型

一种全面的、用于解释电解质材料对锂枝晶生长抑制机理的化学-力学模型

- 作者结合了剪切模量与偏摩尔体积两个参数，成功解释并模拟了两种抑制锂枝晶生长的机理：压力驱动和密度驱动的织晶抑制。在同一种材料中，两种机制无法共存。

该研究是从Monroe-Newman模型向前迈出的一步。它从理论上解释了实验中观察到的现象：软材料也具备抑制李织晶生长的能力，并奠定了未来固态电解质的基础设计原则。



*Source: Nature Materials

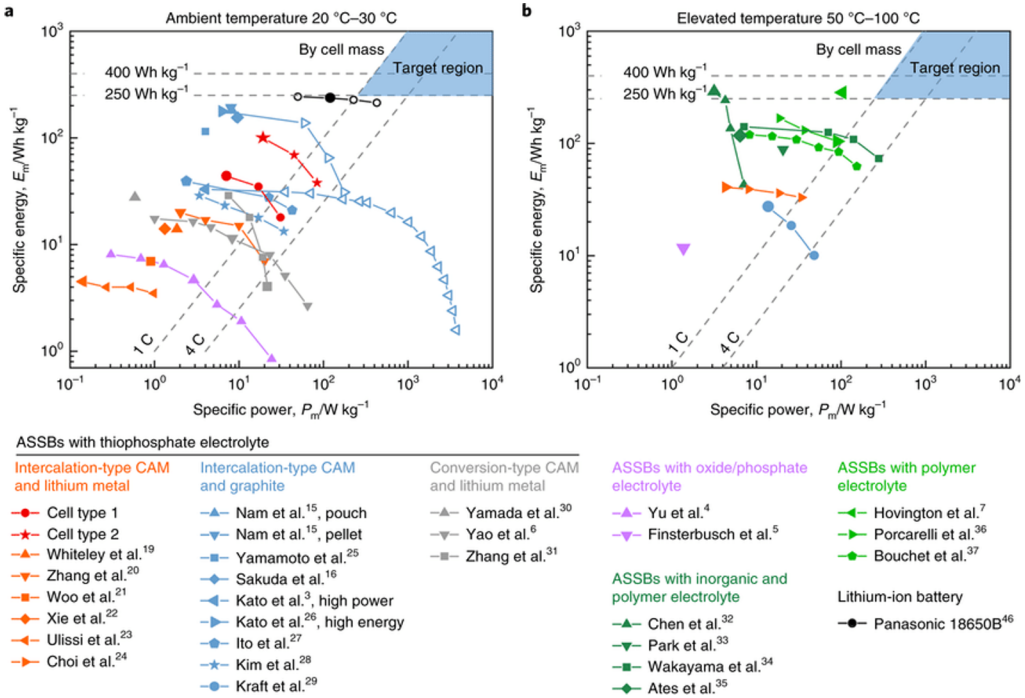
Research Group: Dr. Brett A. Helms, LBNL, Prof Venkat Viswanathan, Carnegie Mellon University.

9. 固态：标准化的构建

在同一参照标准下，对比评价固态电池的性能

- 构建了一个简单的固态电池作为参考系统，进行基准测试。该电池由锂金属负极，β-Li_3PS_4 固体电解质和NMC-622正极组成的
- 确定了固态电池系统的新研究目标

随着固态电池技术和商业化的飞速发展，这些标准指标可以在整个领域之间进行逐个比较。



*Source: Nature Energy

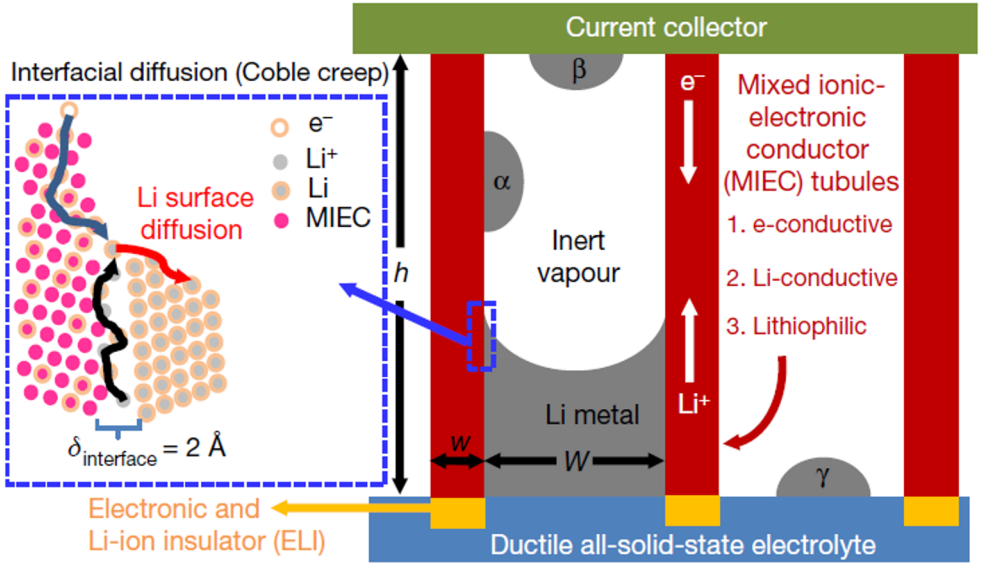
Research Group: Dr. Jürgen Janek, Dr. Felix H. Richter, Justus-Liebig-University Giessen

10. 锂金属：新型3D负极架构

平行的空心小管通过Cobel蠕变引导金属Li的稳定沉积和剥离。

- 负极处混合离子电子导体（MIEC）的空心管可在固态电池中可逆地沉积/剥离金属Li
- 界面扩散的蠕变机理可缓解应力，从而实现可逆沉积/剥离

更高能量密度的竞赛正在如火如荼地进行，采用新型负极材料和结构为锂金属负极提供了前进的道路。

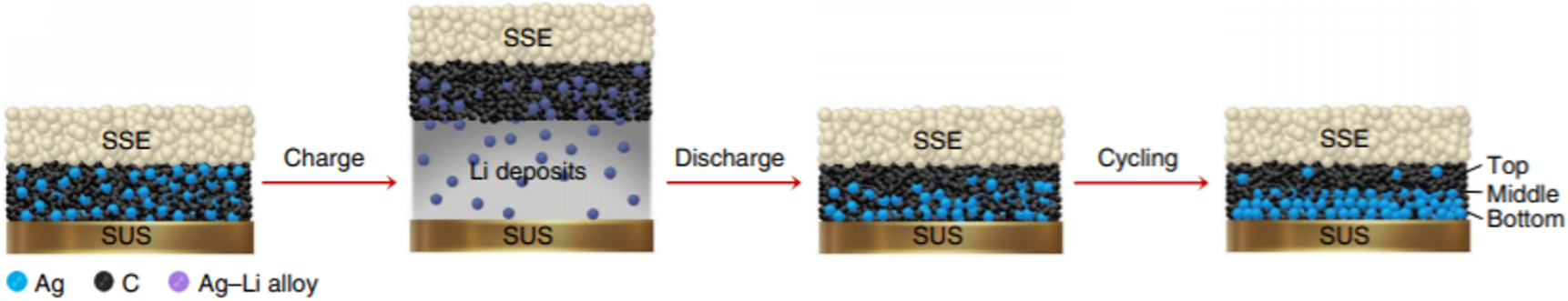


*Source: Nature

Research Group: Dr. Ju Li, MIT

11. 锂金属：无负极解决方案

Ag-C复合物人工界面帮助固态锂金属电池实现具高能量密度（900 Wh / L）和长循环寿命（1000次）。



本文展示了一种新型的且具有商业前景的负极界面修饰材料，可用于实现商用锂金属电池。

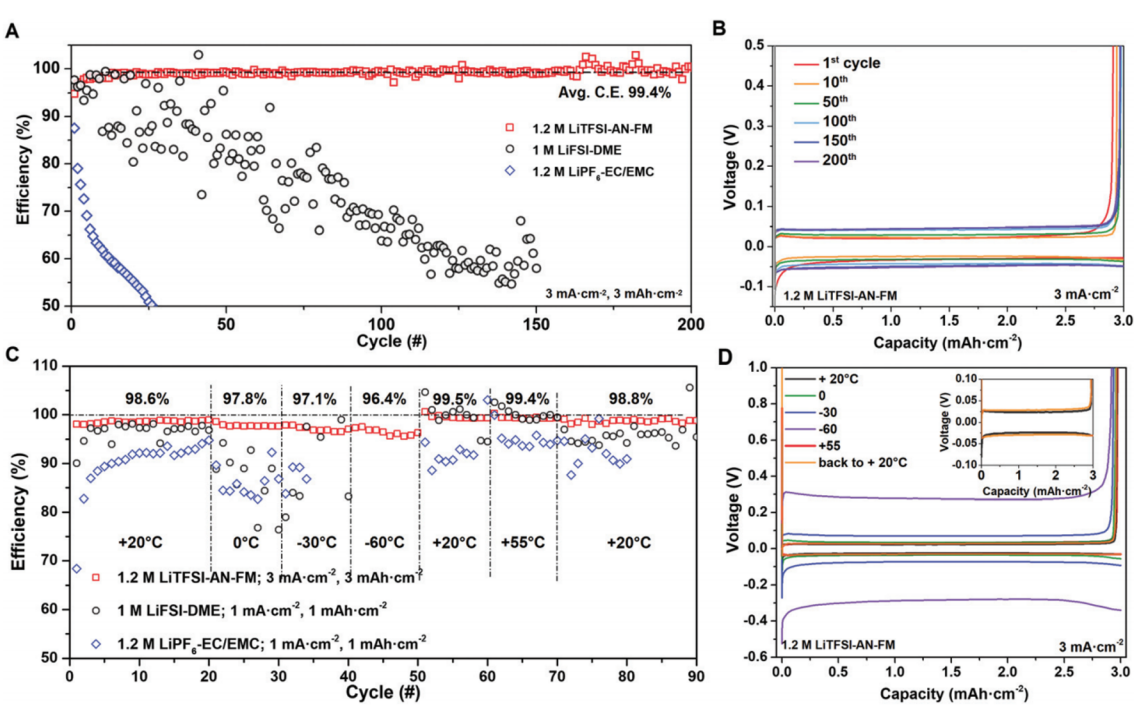
*Source: Nature Energy

Research Group: Dr. Yong-Gun Lee, Dr. Yuichi Aihara, Dr. Dongmin Im, Samsung Advanced Institute of Technology

12. 锂金属：基于氟甲烷的液化气电解质

在宽温度范围（-60至55℃）下，高能量密度锂金属电池均可进行工作。

- 选择乙腈作为辅助溶剂，以补充氟甲烷基（FM）液化气电解质
- 首次超过FM的临界温度范围44℃
- 电导率> 4mS cm^{-1}
- 库仑效率：99.4%，在3 mA cm^{-2}电流密度下循环200圈

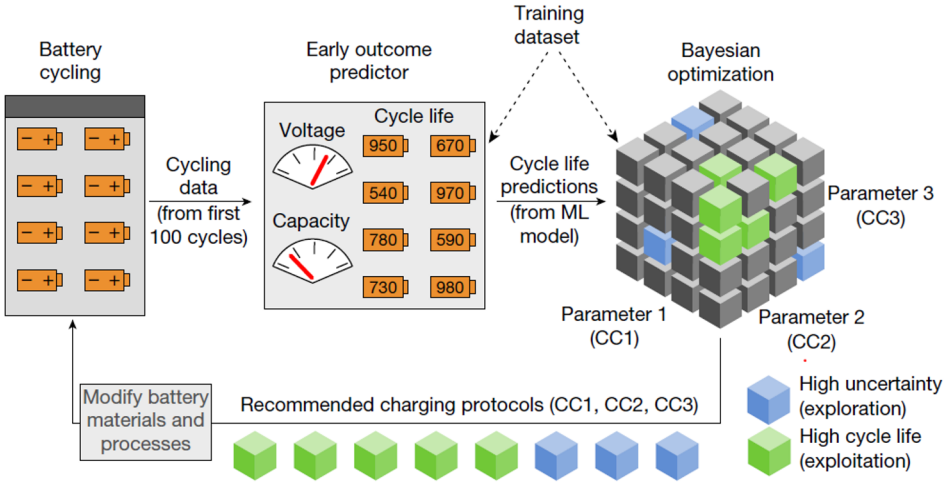


*Source: Energy & Environmental Science

Research Group: Dr. Shirley Meng, UC San Diego; Dr. Oleg Borodin, US Army Research Laboratory

13. 机器学习辅助电池开发

结合早期预测模型和贝叶斯回归算法的闭环方法将优化电池快充程序的测试时间，从500天减少到16天。



电池循环和验证既昂贵又费时。我们很高兴看到AI对电池研发的影响。

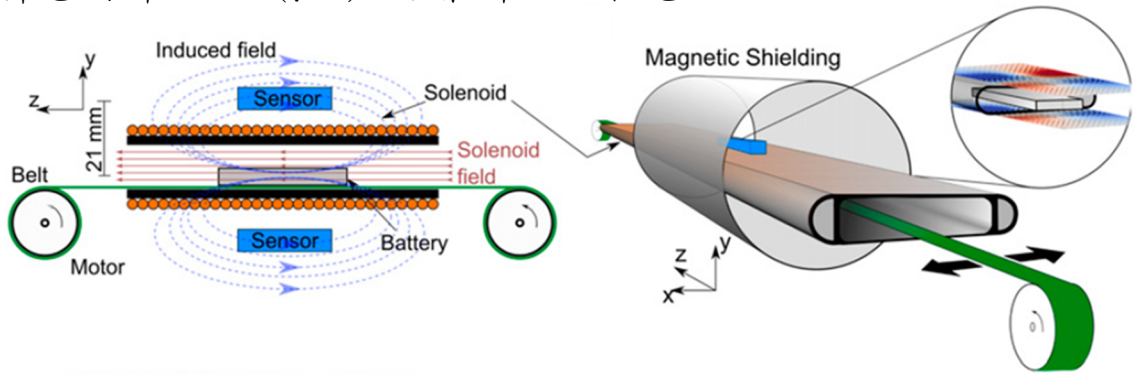
*Source: Nature

Research Group: Dr. William C. Chueh, Dr. Stefano Ermon, Stanford University; Dr. Richard D. Braatz, MIT

14. 非接触式电池诊断

使用原子磁力计对电池荷电状态（SoC）和缺陷进行检测，这种方法具有简单，高效且无损的特点。

- 这种新颖的诊断方法可以识别电荷存储的hot spots
- 测量微弱的瞬态内部电流（μA）可推断充电状态



这项研究提供了一种低成本，无损的技术，可以快速检测电池的局部缺陷。

*Source: PNAS

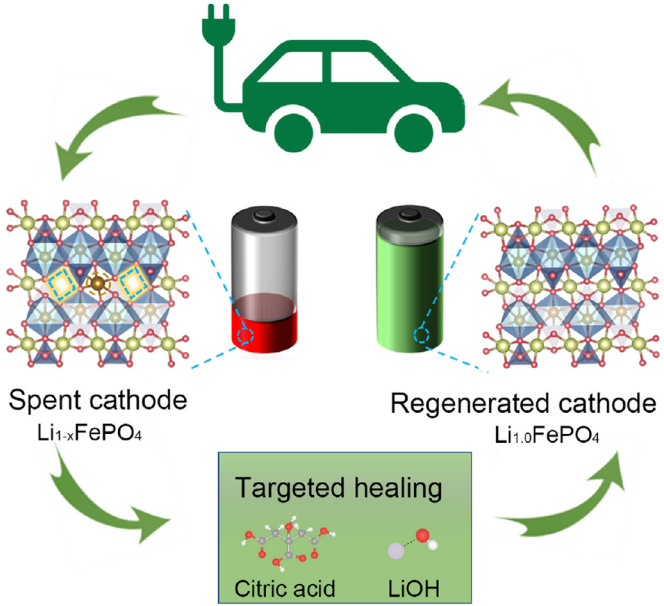
Research Group: Geoffrey Z. Iwata, Johannes Gutenberg-Universität Mainz; Alexej Jerschow, New York University

15. 回收：LFP新回收方法

靶向复原：一种可以降低能源消耗和温室气体（GHG）排放的LFP回收方案。

- 再生磷酸铁锂（LFP）的性能与原始LFP相当
- LFP通过在低温水溶液中再结晶和快速退火处理后可进行再生

设计良好的电池回收过程对于最大限度地减少锂电池在其整个生命周期中的环境影响至关重要。

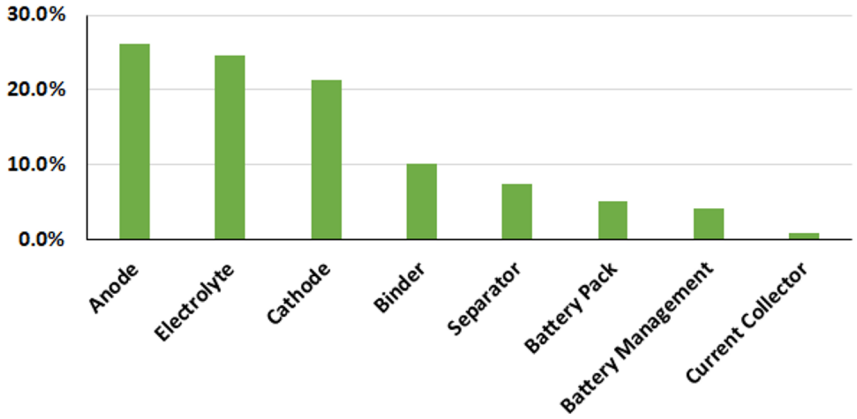


*Source: Joule

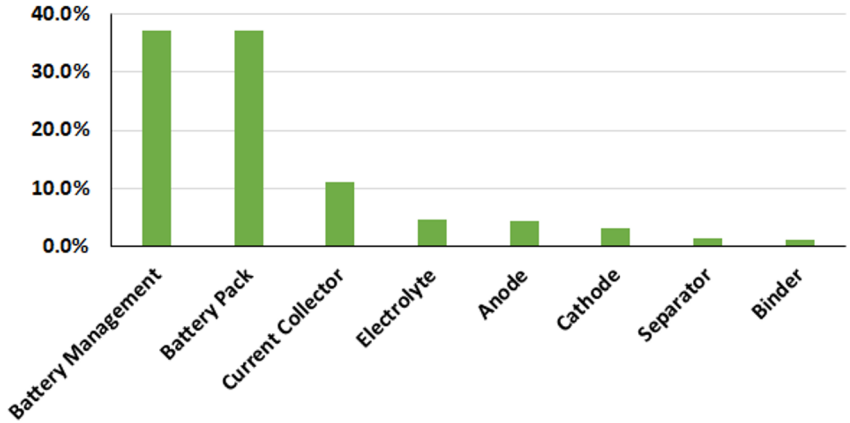
Research Group: Dr. Zheng Chen, UC San Diego

锂电各组分的研究成果和专利数量排名

2020 科研论文发表数量占比统计



2020 专利发表数量占比统计



材料层面的创新主要发生在学术界。正极，负极和电解质材料是研究热点，占所有出版物的90%。

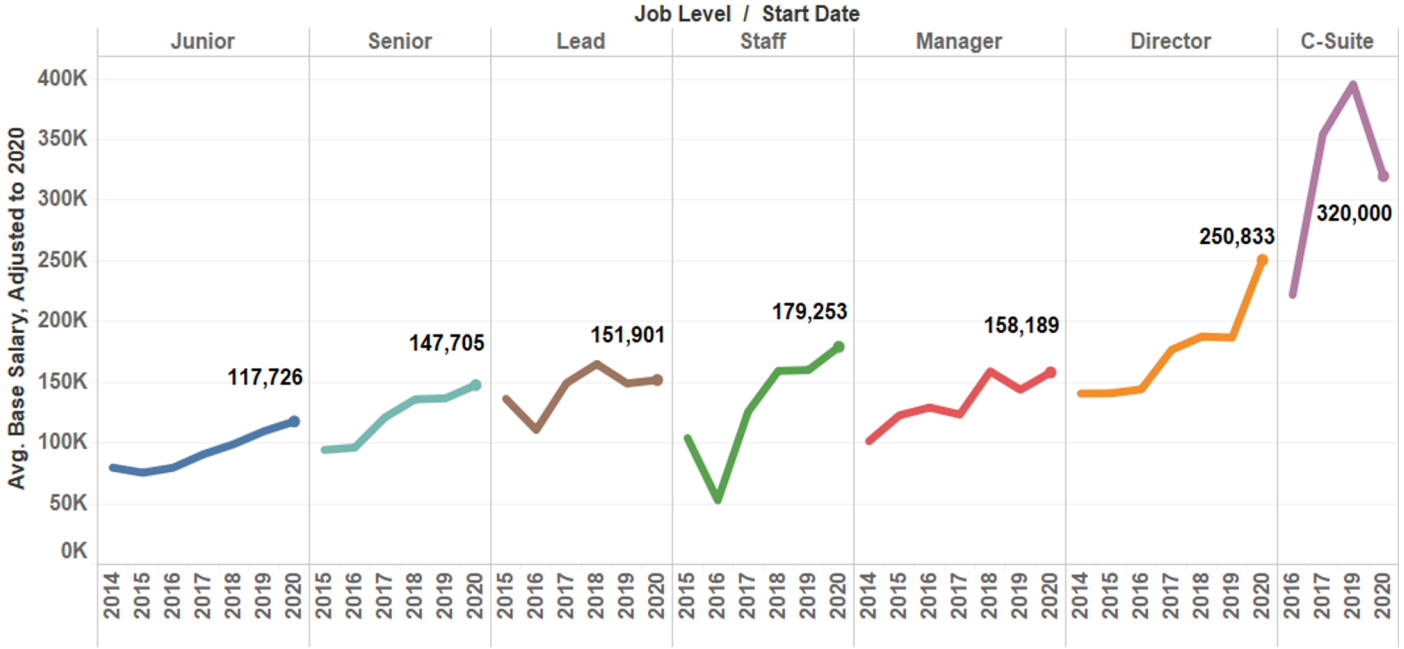
工业界正在努力进行电池组和系统优化。发明专利主要涉及的范围是电池管理，电池组和集流体。

*Source: Google Scholar

第3部分：人才

随着公司争夺电池人才加剧，人员工资飙升

美国报告称，过去5年中，电池行业人员的工资（H1B）猛增40%。

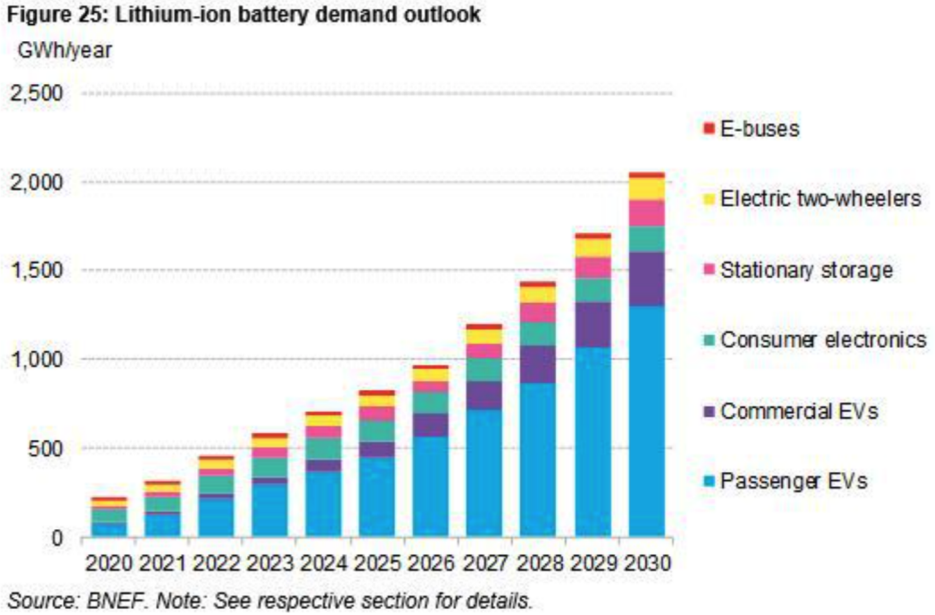


© BatteryBits, January 2021
Sources: www.h1bdata.info (n = 1675)
Note: Salaries have been adjusted for inflation, set to 2020. Actual earnings may be higher as stock compensation is not included. Data for certain job levels may not be representative due to insufficient data sources (e.g. C-Suite, Director).

锂离子制造业创造新的就业市场

到2030年，全球电池行业将创造423,000-813,000个新职位。

- 预计2030年的电池生产能力：
  - 1.4TWh（Wood Mackenzie）
  - 2.5TWh（Benchmark Minerals）
- 每GWh的电池容量在直接生产中可创造40个工作机会，在上游价值链中（例如材料，研发和设备制造商）可再创造200个间接工作机会。
- 在开始大规模生产时，由于缺乏规模经济，就业率可能会更高，估计为125名员工/GWh。（Fraunhofer ISI）



Source: BNEF

公司争夺人才以加速推进生产落地

GM to hire 3,000 engineers, designers, IT workers to speed up electric vehicle production

Jamie L. LaReau Detroit Free Press

Published 1:47 p.m. ET Nov. 9, 2020 | Updated 4:36 p.m. ET Nov. 9, 2020

SK Innovation Accelerates Hiring At Its EV Battery Site In Georgia

Bloomberg

Tesla Pitches 5,000 'Middle-Skill' Factory Jobs to Texas County

Executives from Tesla Inc. will use an unassuming job-type description in their pitch to a Texas county on the merits of the carmaker's ...

Jun 23, 2020

Britishvolt Gigaplant to create 5,000 supply chain jobs



By CHRISTOPHER WALTON — 14th December 2020

How Panasonic Is Closing a Lithium-Ion Engineer Skills Gap

The battery industry is just one of many industries that can benefit from broadening the talent pool by looking at different skill sets to fill open positions.

Posted: June 18, 2020

GM CEO: Lordstown battery plant hiring, construction ahead of schedule

According to Ultium's website, the jobs will offer immediate health benefits, holiday pay, GM vehicle discounts, and $20,000 in annual educational support.

Thursday, November 5th 2020, 4:34 PM EST by Mike Gauntner

*Sources: Bloomberg, Detroit Free Press, InsideEVs, LogisticsManager, TrainingMag, WFMJ

电池生产为当地创造更多就业机会

LG Chem	Wroclaw, Poland	“到2022年底，弗罗茨瓦夫工厂将创造1800多个工作岗位，使总员工人数超过6000名全职员工。”（EIB）
Tesla	Berlin, Germany	“特斯拉得到了当地政治领袖的大力支持，他们对10,000个新职位的前景感到振奋，并且该公司在股票市场上的价值远远超过所有德国汽车制造商的总和。”（纽约时报）
Farasis + Mercedes	Bitterfeld-Wolfen, Germany	“Farasis正在Bitterfeld-Wolfen建造一座电池生产工厂，预计将创造多达2,000个新工作。”（电动）
SK innovation	Commerce, GA, USA	“已经有60名员工加入了SK Innovation，到今年年底，这一数字预计将增加到150名，到2021年底将增加到1000多名……。到2024年，直接工作的数量将增加到2600多名。”（InsideEV）
Opel, Saft, PSA Groupe	Kaiserslautern, Germany	“最终的工厂将创造约2,000个工作岗位，产能为32 GWh。”（电动）
SVOLT 蜂巢能源	Saarland,& Heusweiler, Germany	“到2023年末（萨尔州）开始生产，将创造约400个工作岗位……”。到2022年中旬开始生产时，将在Heusweiler地点创造约150个工作岗位。”（LinkedIn）

建立人才供应体系

全球竞争加剧，吸引和留住顶尖人才以满足供应链需求。

- “中国正试图重金从韩国的LG，SK挖走工人”（韩国时报），为有才华的工程师提供的工资是韩国的3-4倍 (CBCU)。
- 长期致力于招募海外科学家（Foreign Policy）

- 作为国务院《国家中长期人才发展计划（2010-2020年）》的一部分，中国相关培训机构持续开展了“电池制造工程师”职业培训计划（点击查看）。该计划目标包括建立全面的人才评估系统，提高电池制造从业人员的技能水平，目前已有数百家中国电池相关单位的500余名电池工程师参加了培训。



电池人才聚集在哪里？

尽管新冠疫情肆虐全球，但我们仍创建了社区和组织来分享电池行业的相关信息。

Community Events

Battery Brunch

Newsletters & Blogs

Intercalation Station
BatteryBits
The Mobilist

Online Battery Symposiums

Battery Modeling Webinar Series
Stanford Storage X International Symposium
Oxford Battery Modeling Symposium

Social Media

YouTube: The Limiting Factor
Twitter:
@electrochemicat @YingShirleyMen1
@BatteryPapers @SteveLevine
@MjLacey
@JamesTFrith
@VenkVis @mart_di_be
@KristinaEdstrm2

*Source: ACS

第4部分：政策

环境可持续未来的政策

一石二鸟：新冠疫情后的刺激措施可创造就业机会并改善气候（麦肯锡）。

在2008-09年经济危机之后，全球排放量急剧下降。但由于实施了忽略影响环境的经济刺激计划，2010年又反弹至历史最高水平。那么，我们如今该如何改善2020年的刺激方案？

COVID-19 经济危机恰逢应对气候变化的关键时刻。优先考虑低碳举措的刺激计划可以提供社会经济和气候双效益，并开创实现《巴黎协定》目标的新时代，即将全球变暖保持在1.5℃和2℃以下。

下一张幻灯片重点介绍了美国，欧洲和中国的主要政策动向，重点是储能。

市场更为看好第二轮清洁能源浪潮Clentech 2.0 ...

...以及如何避免CleanTech 1.0的失败（PwC）。

- 随着一系列支持疫情和绿色刺激计划的政策颁布，需要调整投资和政府政策，以避免2006-11年第一次清洁技术繁荣的陷阱。当时投资了250亿美元，约有90%都打了水漂。
- **最初的CleanTech失败有几个原因：**全球经济衰退的出现，来自中国的硅价下跌打压了太阳能初创企业，油价下跌打击了生物燃料初创企业，而风险投资对于研发初创企业来说是非常差的。
- **今天不一样了。**越来越多的人关注气候变化。清洁技术（包括电池）已经进行了十多年的研发，现在成本更低，技术上更可靠并且可以与现有的化石燃料技术直接竞争。政府机构和气候专用风险投资资金，它们了解这些技术开发时间长且资本要求高，这也就消除了技术准备水平方面的风险，并能够更好地支持新的清洁技术市场。

拜登政府的美国政策

美国总统拜登计划实施绿色投资作为应对冠状经济危机的方法。

- $2T资金，用于其执政四年内“build back better”：使运输，电力和建筑部门脱碳，该计划重点包括电池储能创新和国内生产（乔·拜登）。
- 拜登总统设定的到2050年实现零碳净排放的目标要求将美国的排放量减少750亿吨，这足以在2100年将温度上升幅度降低0.1摄氏度（Climate Action Tracker）。
- 拜登计划建立专注于气候技术的ARPA-C（包括电池储能）（《华尔街日报》）。



欧洲促进对储能的支持

欧洲主要国家在欧洲绿色协议方面步入正轨。

- 英国披露了一项绿色工业革命计划，以在未来十年内增加22万个工作岗位，其中还包括用于电动汽车充电基础设施的1.3亿英镑和用于汽车电动化（包括电池的批量生产）的10亿英镑（英国能源白皮书，十点计划）。
- 增加对欧盟的财政支持：2020年用于电池项目的资金为10亿欧元，未来十年的拨款为100亿欧元。欧洲的目标是到2050年实现气候中和（欧洲委员会）。
- 由于“原产地规则”，英国脱欧自由贸易协定不利于低碳电动汽车的贸易，因为大部分电动汽车零件来自亚洲国家。英国的政策将为英国或欧盟制造的电池建立本地供应链（泰晤士报）。
- 欧盟的电池在整个生命周期中都必须具有可持续性，高性能和安全性，以提高竞争力和可持续性并最大程度地降低电池对环境的影响。将引入一种新的“电池护照”机制，以确保整个供应链中矿物采购责任到位（欧洲委员会）。

中国的绿色未来计划面临风险

中国正在向碳中和迈进，但仍是“重度污染”项目投资的主要利益相关者。

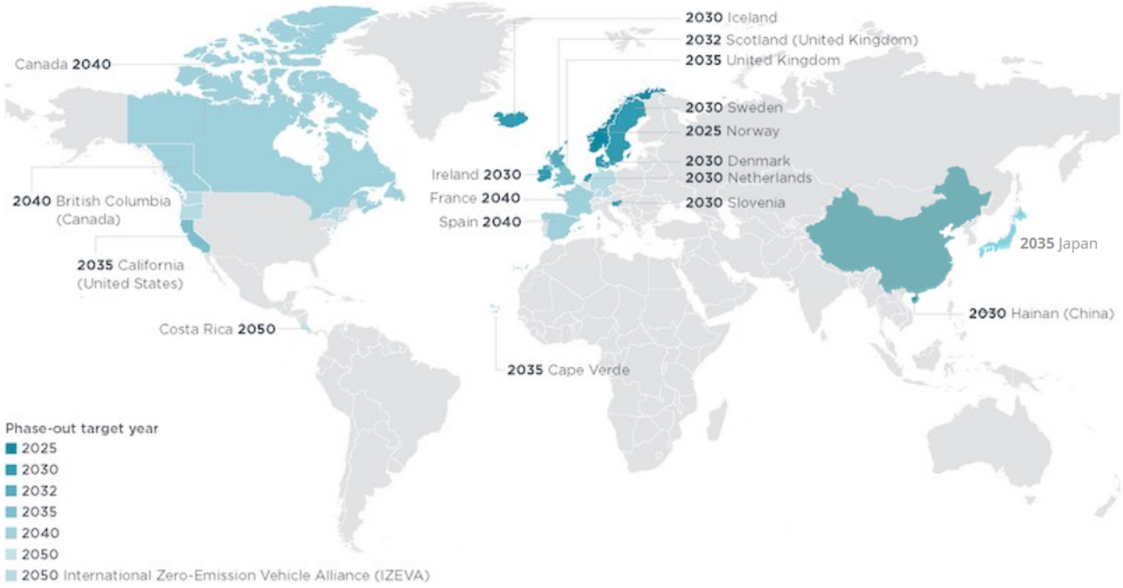
- 中国$2.9T的新冠病毒刺激计划未能优先考虑清洁能源，而是转向了像煤炭这样的行业（高碳能源和基建）来推动经济发展（CarbonBrief）。
- 中国透露了财政补贴新政策，以推广包括BEV，PHEV和FCV在内的新能源汽车，从而有效地将车辆补贴延长至2022年（ICCT）。
- 中国国家主席习近平在联合国大会上公开承诺到2060年实现碳中和。这一声明意义重大，因为中国目前是世界上最大的CO_2排放国，但高碳刺激计划使其在联合国的承诺受到质疑。
- 中国拥有一些世界上最大的电池制造商：CATL，比亚迪和国轩高科。绿色和平组织正在积极推动北京实施有关报废，回收和原材料的政策（绿色和平组织）。



世界各地的化石燃料汽车禁令🌎

电动汽车是当今最大的电池市场。迄今为止，已有23个国家和州公开宣布了逐步淘汰化石燃料汽车的计划。

- 奥地利，2035年
- 比利时，2026年
- 加利福尼亚，2035年*
- 加拿大，2040年
- 中国，2035年
- 哥斯达黎加，2050
- 丹麦，2030年
- 埃及，2040
- 法国，2040
- 冰岛，2030年
- 印度，2030年
- 以色列，2030年
- 日本，2035年*
- 马萨诸塞州，2035年*
- 荷兰，2030年
- 挪威，2025年
- 新加坡，2040年*
- 斯洛文尼亚，2030年
- 西班牙，2040年
- 斯里兰卡，2040年
- 瑞典，2030年
- 台湾，2040年
- 英国，2030年*
- *于2020年宣布



Source: modified from The Driven

第5部分：预测

未来12个月的预测

1. 作为私有清洁技术公司上市的公认途径，SPAC的合法性将收到市场更多的关注与接纳。 Cleantech SPACs将在2021年筹集超过30亿美元的资金。
2. BEV电池级成本（按体积加权平均）将降至$95/kWh以下。
3. 在QuantumScape成功上市之后，将成立至少3家新的初创公司，将“ Beyond-NMC”商业化，例如无钴，固态，硅负极，锂硫等。
4. 混合型（固态+液态）电池在工业上将达到80Ah。
5. 宣布将推出150kWh的电动汽车。
6. AI/ML第一家公司将进入该行业，至少将组建3家新的（AI + Energy）初创公司。
7. 对熟练工人的需求将继续超过供应。美国电池工程师的平均基本起薪(年薪)将超过$ 125k。
8. 拜登政府将宣布一系列支持清洁技术的政策，包括用于研究的新资金，电动汽车补贴以及对清洁能源基础设施发展的支持。
9. 电动汽车市场渗透率加快-全球电动汽车销量将首次突破300万辆。
10. 市政公共汽车的电动化速度超过了轮式运输的其他任何部分，占全球新公共汽车销售的30％以上。

结论

感谢您阅读电池报告2020!

在这份报告中，我们总结了2020年全球电池行业最重要的进展。该报告旨在提供有关电池研究，产业，人才和政策的当前状况，并希望以此促进电池领域更多的深入交流，追踪其发展轨迹。

我们期待收到您对本报告的反馈，以及有关下一版的建议。请通过editors@batterybits.com与我们联系。

谢谢!

BatteryBits编辑委员会

关于作者



Linda W. Jing

Linda是特斯拉电池工程团队的高级工艺工程师。她是BatteryBits的总编辑，并共同主持每月的BatteryBrunch社群活动。



Nicholas Yiu

Nicholas是UCL Business的业务副经理，Berkeley SkyDeck基金的风险研究员，也是电池行业新闻网站Intercalation Station的联合创始人。



Yen T. Yeh

Yen是Voltaiq的工程师，从事电池与数据科学的交叉研究。他是Outliers基金的风险合伙人，是2019 CELI Fellow，并共同主持每月的Battery Brunch社群活动。



Dr. Katherine He

Katherine是一位高级储能工程师，她还担任BatteryBits的执行编辑，并且是MIT CEO能源社区的执行领队。



Dr. Eric Y. Zheng

Eric是Drexel大学的研究人员，从事固态聚合物电解质和固态电池研究，同时也是BatteryBits的执行编辑。

免责声明

本文所表达的观点仅为作者个人观点，未经任何其他组织、机构、雇主或公司审核或批准。这项工作的主要目的仅为教育和提供参考。

The views expressed herein are solely those of the authors, and have not been reviewed or approved by any other organization, agency, employer or company. The primary purpose of this work is to educate and inform.

鸣谢

我们要特别感谢以下个人对这篇报道作出的贡献:

- Vivas Kumar, Principal, Benchmark Minerals
- Hong Li, Professor, Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences
- Dr. Jochen Mähliß, Head of Batteries and Energy Storage Systems, VDE Renewables GmbH
- Roland Zenn, Procurement & Purchasing Senior Manager, Farasis Europe
- Andrew Wang, PhD Candidate at Oxford University, Co-Founder at Intercalation Station
- Nathan Benaich and Ian Hogarth, AI investors and State of AI authors

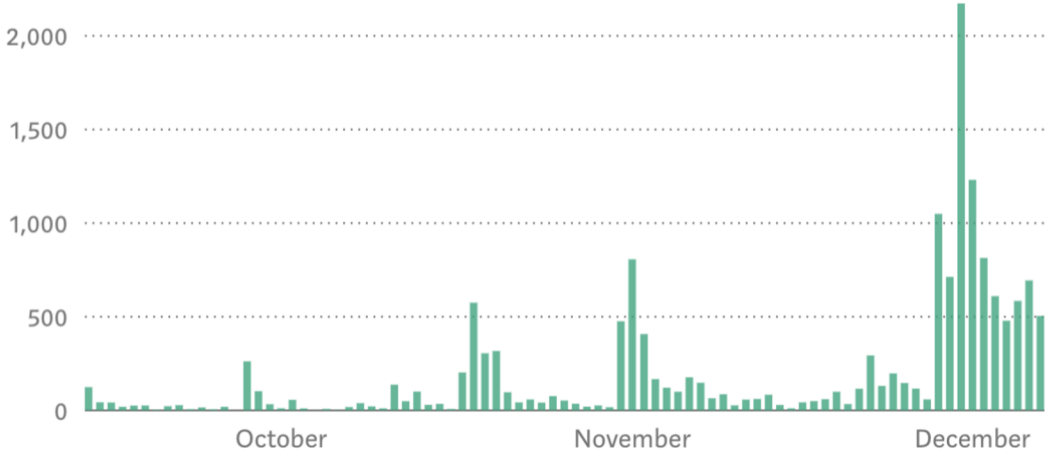
我们要感谢以下朋友提出的修改想法和建议:

- Darren Lim
- Zhiwen Huang
- Crystal Jain
- Eli Leland
- Steve He
- Raymond Smith
- Tim Suen
- Gabe Hege

Get involved with BatteryBits!

Key insights in the world of batteries.

BatteryBits is a publication written for the world's battery professionals to gain an insider's view on the trends and directions of the industry. We publish insights and ideas by battery experts in industry, academia, policy, and finance. Since June 2020, our publication has received more than 15k views.



Want to share your unique insights with the industry? Contribute to the Battery Bits Publication. Apply here.

For business enquiries, please send us a note at editors@batterybits.com and let's chat!

引用要求

Yiu, Nicholas. Jing, Linda. Yeh, Yen. He, Katherine. Zheng, Eric. “State of Batteries Report 2020.” BatteryBits, 16 January 2021. Web. Date accessed.

Please remember to acknowledge the BatteryBits team and cite the report appropriately.

如有疑问，请发送电子邮件至editors@batterybits.com沟通！

BatteryBits.org

State of Batteries Report 2020

January 30, 2021