

出國報告（出國類別：會議）

參加 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會及第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇，並參訪相關業界公司

服務機關：台灣中油股份有限公司綠能科技研究所

姓名職稱：黃瑞雄

派赴國家：中國大陸

出國期間：108 年 11 月 3 日至 11 月 8 日

報告日期：108 年 11 月 19 日

參加 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會及第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展
高峰論壇，並參訪相關業界公司

摘要

本計畫參加 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會及第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇，並參訪相關業界公司，不僅了解目前最新儲能及電動車領域最新發展趨勢及獲取電池製作/安全等相關設備及技術，亦吸取全球各國全力發展固態全電池相關資訊，另外藉由此行拜訪廠商，經驗交流並建立關係，直接獲取固態電池及固態電解液製作相關訊息與經驗，提供本所往後在儲能電池及關鍵材料產品開發與應用的參考，將有助於未來發展新一代儲能材料及技術。

參加 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會及第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展
高峰論壇，並參訪相關業界公司

目次

一、 目的-----	4
二、 過程-----	4
1、2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會、深圳儲能技術展、深圳充電樁技術設備 展-----	4
2、第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇-----	18
3、拜訪深圳科晶智達科技公司-----	40
4、拜訪高盛高新材料公司-----	48
三、 具體成效-----	51
四、 心得及建議-----	51

參加 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會及第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展
高峰論壇，並參訪相關業界公司

內容

一、目的

綠能所材料科技組於 104 年開始進行儲能材料開發研究，此行參加中國深圳國際鋰電技術展覽會，及中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇，目的在於了解目前國際儲能鋰電池相關材料、製造設備及電池技術發展，會期同時舉辦電動汽車及技術展、儲能技術展、無線充電技術展、充電樁技術設備展等，藉由現場與會討論及專題演講吸收新知，增進研究發展能力。此行亦參訪中國深圳科晶智達科技公司及高盛高新材料公司，蒐集與討論有關下世代固態電池製作設備及技術經驗，與中國儲能電池材料市場，做為往後產品開發應用的參考資料。

二、過程

本次出國行程共計 6 天：

108.11.3 由高雄小港機場啟程前往中國深圳寶安機場；第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇報到。

108.11.4 參加第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇。

108.11.5 參加第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇。

108.11.6 參加 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會、深圳儲能技術展、深圳充電樁技術設備展

108.11.7 拜訪深圳科晶智達科技公司。

108.11.8 拜訪高盛高新材料公司；由中國深圳寶安機場返程桃園機場。

1、2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會、深圳儲能技術展、深圳充電樁技術設備展

2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會(深圳鋰電技術展 Shenzhen international

lithium battery technology exhibition), 11月4-6日在中國廣東省深圳市會展中心舉行, 展會由中電聯電動汽車與儲能分會、南方電網電動汽車服務有限公司、深圳市電池行業協會、江蘇省動力及儲能電池產業創新聯盟、賀勵博覽集團聯合主辦, 協辦單位包括鵬城智造、深圳市智慧製造協會、深圳市機器人協會、東莞市鋰電行業協會、中國科學院電動汽車研發中心、深圳電動汽車行業協會、華中科技大學深圳友會新能源與電池行業分會、南方電網電動汽車服務有限公司、中電聯電動汽車與儲能分會、中國電力技術市場協會充電技術與設備專業委員會等。本展覽會並與深圳國際電動出行展覽會、深圳國際充電樁展覽會(SZEVE、CPTe)三展共同聯合展出。會場展示面積達3萬平方米, 本屆展會現場全方位呈現了電動車、電池、充電樁三大版塊, 展出廠商超過500家, 包括有: 南網電動、蔚來汽車、小鵬汽車、威馬汽車、深圳城投汽車集團、廣汽新能源、北汽新能源、江淮汽車、鄭州日產、遠鑒汽車、特來電、星星充電、滴滴(小桔充電)、中恒、永聯、英飛源、科華恒盛、車電網、奇輝、核達中遠通、廣天川新能源、盛弘、極數充、麥格米特、許繼、青島鼎信、國信能源、點點電工、東方電子、橙電新能源、陽越安防、中興通訊、珠海派諾、安和威、潤誠達、得康、多羅星科技、沃爾新能源、充電之家、鼎充新能源、優優綠能、合康智能、山東魯能智能、賽特新能、微充網、明天新能源、深圳優力特、科士達、青島克萊瑪、智電偉聯、昇偉電子、欣旺達、路華集團、吉陽、盛雄、華工、星源材質、矽寶、銳科鐳射、海宏科技、斯威克、鴻寶科技、巨賢、利寶能、日升質、鋰寶、長峰金鼎、密友集團、優動能、HITACHI、CENOTEC、HIOKI、基恩士、西部技研、JEOL 捷歐路、百瑞、明勝機械、米開羅那、思肯德等公司。

同期也舉辦第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇(金磚鋰電峰會)、中國國際動力軟包電池暨固態電池技術發展高峰論壇、全球電動汽車產業生態鏈高峰論壇、2019中國國際電源產業發展高峰論壇等研討會。

為推動中國鋰電產業健康快速發展, 主辦單位特別推動鋰電池產業交流平台。在會場中, 展示了甚多新能源汽車產業在設計理念及充電技術和電池製造技術等方面的變革, 如電動車、充電安全, 換電技術、高能量密度電池技術, 電池安全、電池材料

/設備等。



圖一 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會舉辦地-深圳會展中心



圖二 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會場圖及高峰論壇

電動車方面，會場有遠鑒（北京）新能源汽車純電動 SUV S7EV 車型、蔚來汽車長續航智能電動 SUV ES6 車型/ 電動旗艦 SUV ES8 車型、北京新能源汽車平台評價榜首 EU-5 車型/EU-7 車型、安徽江淮汽車帥鈴 i3-T330 純電動皮卡/帥鈴 i6-R350 純電動物流車/帥鈴 i5-V330 純電動物流車、廣汽新能源、比亞迪汽車、威馬汽車等，參訪者多數集中在蔚來汽車展區前，這家號稱中國的特斯拉公司，2014 年成立於中國上海，現場展示的 ES6、ES8 車型可充電及三分鐘換電，通過蔚來汽車的換電站即可全程自動更換動力電池，並於京港澳高速投入多個換電站，標榜電池永久保固，業務員並宣稱蔚來汽車是全球化的智慧電動汽車公司，車載機器 Nomi 可協助做車上/遠端智能操作，但我們價格不到特斯拉的一半，表現更為突出、速度也更快。



圖三 2019 第三屆深圳國際鋰電技術展覽會場各式電動車款

NIO ES6
FAST & FURTHER

0首付 0利息 0购置税 0上牌费 0按揭服务费
终身免费质保, 终身免费换电 (首任车主)
最高25,000元国补

4.7
0-100km/h加速 (s)*

33.9
100-0km/h制动距离 (m)*
*配备21英寸碳纤维复合轮毂

544
最大功率 (ps)*
*搭载NIO自主研发的电机驱动系统

全铝车身
航空级7系铝合金

空气悬挂
最新一代主动式空气悬挂*

扫码了解详情

深圳车辆购置成本对比		深圳车辆购置成本对比	
	蔚来ES6		同价位燃油车
售价	35.8 万起	售价约	35.8 万
国补金额*	-2 万起	国补金额	无
购置税	免	购置税	3.17 万
竞价费用	免	竞价费用*	3.5 万
购置总价	33.8 万起	购置总价	42.47 万
为你节省约 8.67 万起			
*竞价费用参考2019年8月深圳个人牌照竞价成交最低价		*竞价费用参考2019年8月深圳个人牌照竞价成交最低价	
*补贴政策适用于12月31日前上牌用户		*补贴政策适用于12月31日前上牌用户	

深圳车辆购置成本对比		深圳车辆购置成本对比	
	蔚来ES8		同价位燃油车
售价	44.8 万起	售价约	44.8 万
国补金额*	-1.15 万起	国补金额	无
购置税	免	购置税	3.96 万
竞价费用	免	竞价费用*	3.5 万
购置总价	43.65 万起	购置总价	52.26 万
为你节省约 8.61 万起			
*竞价费用参考2019年8月深圳个人牌照竞价成交最低价		*竞价费用参考2019年8月深圳个人牌照竞价成交最低价	
*补贴政策适用于12月31日前上牌用户		*补贴政策适用于12月31日前上牌用户	

圖四 蔚來汽車長續航智能電動 SUV ES6 車型/ 電動旗艦 SUV ES8 車型

品質江淮 贏領未來 帥鈴i6-R350純電動物流車產品參數

型號	HFC5040XXEV6PH																								
車型	廂式																								
軸距(mm)	3570																								
外體尺寸(mm)	5999*2098*2545																								
貨廂尺寸(mm) (長*寬*高)	3556*1820*1880 (13.2m³)																								
整車質量(kg)	4495																								
整車質量(kg)	3050																								
載重質量(kg)	1500																								
准乘人數	3																								
驅動形式	前：215/75 R16LT 後：195/75 R16LT																								
動力參數	<table border="1"> <tr> <th>部件</th> <th>參數值</th> <th>標本參數</th> </tr> <tr> <td>類型</td> <td>永磁同步電機</td> <td></td> </tr> <tr> <td>額定/峰值功率 (kW)</td> <td>40/120</td> <td></td> </tr> <tr> <td>額定/峰值轉速 (r/min)</td> <td>400/750</td> <td></td> </tr> <tr> <td>額定/峰值轉矩 (rpm)</td> <td>1400/4500</td> <td></td> </tr> <tr> <td>淨重方式</td> <td>減重</td> <td></td> </tr> <tr> <td>電壓</td> <td>磷酸鐵鋁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>電池</td> <td>電池質量 (kWh) 額定電壓(V)</td> <td>92.15 384</td> </tr> </table>	部件	參數值	標本參數	類型	永磁同步電機		額定/峰值功率 (kW)	40/120		額定/峰值轉速 (r/min)	400/750		額定/峰值轉矩 (rpm)	1400/4500		淨重方式	減重		電壓	磷酸鐵鋁		電池	電池質量 (kWh) 額定電壓(V)	92.15 384
部件	參數值	標本參數																							
類型	永磁同步電機																								
額定/峰值功率 (kW)	40/120																								
額定/峰值轉速 (r/min)	400/750																								
額定/峰值轉矩 (rpm)	1400/4500																								
淨重方式	減重																								
電壓	磷酸鐵鋁																								
電池	電池質量 (kWh) 額定電壓(V)	92.15 384																							
性能	<table border="1"> <tr> <th>性能項目</th> <th>性能參數</th> </tr> <tr> <td>最高车速 (km/h)</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>最大爬坡度 (%)</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>續航</td> <td>標准400km/年續航 (km) 實際 C-WTC工况續航 (km)</td> </tr> <tr> <td>充電</td> <td>快充(小時) 慢充(小時)</td> </tr> </table>	性能項目	性能參數	最高车速 (km/h)	100	最大爬坡度 (%)	20	續航	標准400km/年續航 (km) 實際 C-WTC工况續航 (km)	充電	快充(小時) 慢充(小時)														
性能項目	性能參數																								
最高车速 (km/h)	100																								
最大爬坡度 (%)	20																								
續航	標准400km/年續航 (km) 實際 C-WTC工况續航 (km)																								
充電	快充(小時) 慢充(小時)																								



產品特點

- 風尚造型：結合意大利真法設計公司動感流暢、簡潔現代的設計理念，洋溢着輕快、動感、整體的感覺。
- 綠色環保：純電驅動，無排放，使用環境友好型鋰離子電池。
- 安全可靠：採用歐洲安全標準，短頭、高剛性框架車身結構，多維度安全設計，零部件、系統、整車三層安全防護，電池、電機防護等級達到IP67。
- 駕駛舒適：天然的自動擋，轎車化內飾，電動化儀表，給您帶來更舒適的駕乘體驗。

配置	配置標志	配置	配置標志	配置	配置標志
ABS+EBD	●	收音機+MP3接口	●	巡航定速和油門診斷	●
剎車鎖止	●	行人警示系統	●	制動能量回收系統	●
多媒體音響	●	智能鑰匙	●	高低壓電池	●
電動尾門	●	遙控剎車鎖	●	高低壓維修專用接口	●
電動外后视镜	●	電子鎖止	●	前車身防撞立車架/后車身防撞立車架	●
充電顯示屏	●	電動剎車燈	●	電池溫度感知	●
充電顯示屏	●	電動剎車燈	●	電池溫度感知	●

4个24小时服务承诺

- 24小时为客户提供服务；
- 24小时内反馈和处理客户来电、来函、来电；
- 24小时内落实客户的报修和紧急调件需求；
- 24小时内到达现场处理客户的外出救援需求（边远、山区、恶劣天气除外）。

注：●表示标配配置“○”表示可选配置
 声明：具体车型所有参数和配置以实物为准，广告仅供参考，江淮汽车保留对所有参数和配置修改的权力，如有变更，恕不另行通知，在法律法规范围内，江淮汽车拥有最终解释权。



圖五 安徽江淮汽車帥鈴 i6-R350 純電動物流車

充電樁方面，參展區域佔了約一半展場，包括特來電、車電網、微充網、南網電動、科士達、國網智能、中興新能源、星星充電、滴滴(小桔充電)、核達中遠通、橙電新能源、鼎充新能源、極數充、奇輝電氣等不勝枚數。以車電網為例，已不再強調基礎充電設備的硬體規格，因為各家規格均大同小異，反而著重強調電網充電網絡及雲端管理平台，並打著與現行加油站相似的經營模式，藉由這套充電網絡系統，業著可選擇加盟自營或加盟代營，此套系統也結合停車系統及分時租賃服務，並與大巴物流及新能於保險合作，儼然已將充電服務擴展到一商業模式經營。



车电网云平台



充电站加盟合作

加盟车电网充电网络 实现共享共赢

加盟自营

免费加盟
加盟车电网充电网络, 以自有品牌进行充电站的运营管理工作。

- 资源共享
- 客户引流
- 管理灵活
- 资金管理
- 投入成本低

加盟代营

限深圳地区
统一以车电网·象前充品牌对外经营, 由车电网负责场站的运营管理推广促销等工作。

- 统一品牌宣传
- 日常充电维护
- 管理人员培训
- 故障异常处理
- 设备定期巡检
- 升级保养维修
- 投资建站咨询

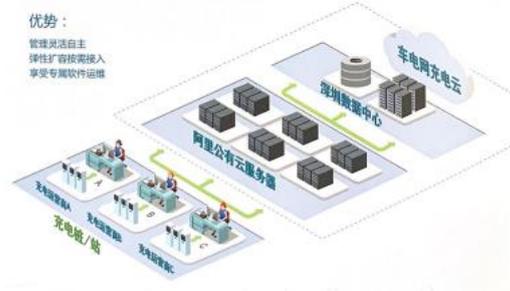
自主品牌

提供自主品牌APP和运营管理系统一体化解决方案, 让企业专注充电网络的建设运营。

- 服务牌照租用
- 自主品牌APP
- 域名申请及备案
- 微信公众号充电功能接入

优势:

管理灵活自主
弹性扩容完美接入
享受专属软件运维



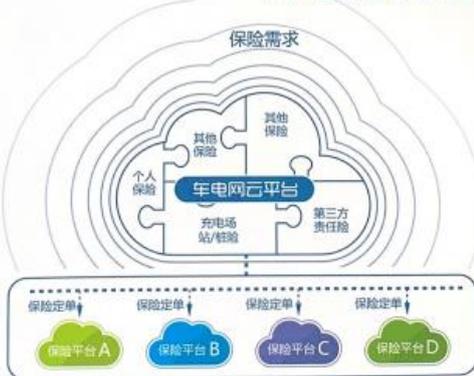
大巴物流合作



互联互通合作



新能源保险合作



分时租赁合作

车+桩+位, 一体化运营解决方案



圖六 車電網基礎充電設備與電網充電網絡及雲端管理平台



圖七 微充網基礎充電設備與電網充電網絡及雲端管理平台



圖八 奇輝電氣社區創能、儲能及充電用能概念

综合能源产品

● 概述

国网智能聚焦综合能源领域，为用户提供整体解决方案，自主研发智能微电网、储能、物联网等核心技术及设备，整合能源数据，开展多种能源协调应用，加强需求侧互动响应，实现多能互补，帮助用户提高能源整体利用率的同时达到节能减排的目标。



充电站全景感知管理系统

电动汽车公共充电站多为无人值守的管理方式，在原有的日常使用、维护保养的过程中，车位占用、恶意破坏、缺少交互、状态不明、难以干预、运维工作量大或成本高等诸多问题是管理的痛点，也会影响用户的充电体验。国网智能依托物联网技术和人工智能技术，推出充电站全景感知管理系统，科学、高效的提升充电站运营管理和日常维护的智能化水平，增强充电服务体验，提高充电站自动化水平。

● 全面感知

- 设备状态感知：**感知设备完整性、设备密封性、充电桩归位、急停按钮状态、易损件的使用情况、防尘锁的更换提醒，以及充电桩温度和电流等。
- 使用环境感知：**感知设备使用环境中的温度、湿度、水位、粉尘等。
- 站内感知：**感知站内车辆、人员的信息及行为。



圖九 國網智能基礎充電設備與電網充電網絡及雲端管理平台

電池/模組技術與電池安全方面，因展示品較小規模，展區較小，但仍不少電池模組相關展示，包括欣旺達、昇偉電子、路華集團、惠州億緯鋳能、矽寶、吉陽、盛



电动汽车充电运营服务平台



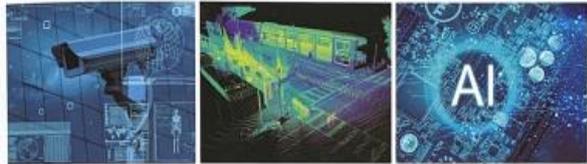
国网智能经过多年电动汽车充电运营行业实践积累，以电动汽车充电运营服务平台为基础，建设电动汽车充电运营管理系统、新能源公共服务平台、充电站站级监控系统、智能充电站和管理端APP，并面向政府、运营商、设备生产厂商、公交集团等行业领域，打造电动汽车充电运营系列应用服务，实现“依托平台，聚集N应用，构建生态系统，实现开放共赢”总体目标。

系统特点

- 充电运营大数据：**海量电动汽车充电运营数据，领先的运营数据分析模型，实时的专业数据分析，可靠的统计报表，研判热点范围和发展趋势。
- 开放的平台：**平台遵循国家标准体系要求，支持充电设施的海量终端接入，实现全面监控和控制。
- 灵活可定制：**平台各业务模块可灵活定制，根据不同用户要求进行行业领域的平台定制和部署。
- 管家式服务：**支持运营商入驻和个人充电设施托管管理两种管理模式，接入平台后享受管家式服务，提供结算分成、统计分析、实时账单等。
- 平台安全稳定：**平台架构满足安全、稳定、可扩展、易管理和易维护等要求。
- 智能运维检修：**实现设备故障智能预测，并派发巡检工单、检修工单，根据故障类型智能推送解决方案。

● 人工智能

- 图像识别：**捕捉站内影像进行图像识别，包括车牌识别、车型识别、充电桩状态识别、人脸识别、防窃电等行为识别。
- 智能运维：**应用全面感知和人工智能图像识别技术，实现整站设备状态及运行情况的信息采集、处理和监测，为运维工作提供可靠数据支撑，减少运维管理压力，使运维工作更加高效、智能。



● 增强用户体验

- 解决车辆占位：**通过车牌识别、智能地图和经济化手段，解决非充电车辆占位及充电资源问题。
- 提供精准服务：**通过站内感知、车辆识别，对比充电车型，分析用户充电习惯，为用户提供更精准高效的充电服务，确保充电过程的安全可靠，增强用户充电体验。



雄、華工等。除了熱門的車載電池模組之外，此部分展商也強調儲能應用，包括基地站備用電源、儲能櫃系統、家用儲能產品等，這些產品除了基本的內置 BMS 保護功能之外，也具有對電池資料的遠距離即時監控通訊功能，支援並/離網運行方式，這些產品除了適用於普通家庭用電需求，也特別適用於邊防哨所等無電區供電、電力不穩或孤島離網地區供電、能源短缺地區，緩解電網壓力及自然災害頻發地區。



圖十 欣旺達動力電池及車載電池模組

電池材料/設備方面，涵蓋有電池材料製作設備、電池芯製作設備及相關檢測分析設備，包括密友集團、北京長峰金鼎、江蘇巨賢合成材料、江蘇斯威克新材料、鴻寶科技、深圳吉陽智慧、HITACHI、CENOTEC、HIOKI、銳科鐳射、廣麟材耀、蘇州金遠勝智能設備、海宏科技、JEOL 捷歐路、星源材質科技、明勝機械等公司

其中從事粉體、電池材料製作設備製造商-密友，展示 QF 氣流粉碎機，具有不升溫、無污染、磨損小、能耗低等優點，對易燃、易爆物料可用惰性氣體作為工作介質粉碎，自動化控制等特點；另外也展示鋰電池負極材料專用的高溫包覆釜設備，此設

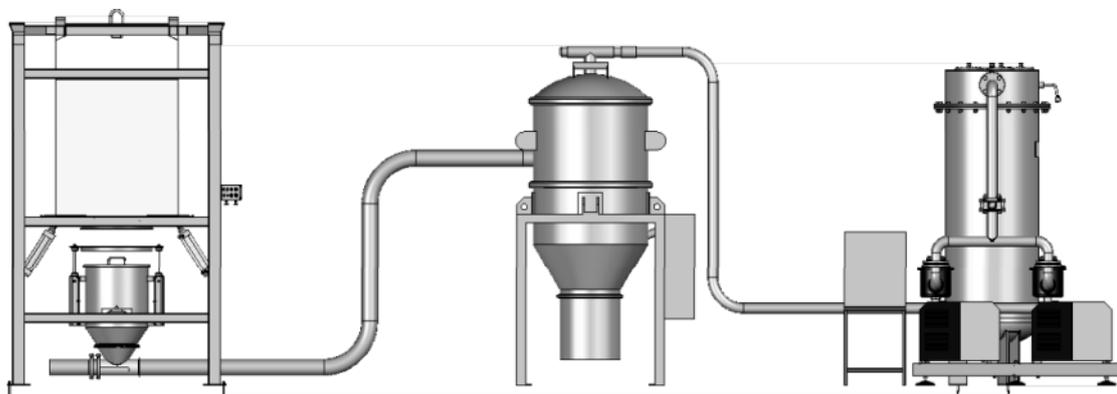
備使用溫度可達 650°C，高效的攪拌技術徹底解決了物料粘壁下料困難等難點，並採用自動化控制，避免了人為誤操作帶來的產品不穩定因素，可提供從實驗室 90-10,000 L 立式、臥式整體鋰電池負極生產線。



圖十一 密友集團粉體、電池材料製作設備

北京長峰金鼎科技公司，專業從事粉體自動化、無塵化作業系統的設計及設備應用，提供噸袋解包、遠端輸送、高混配料系統生產過程全密閉無塵化/自動化；該系統能夠實現噸袋自動解包、自動上料、自動配料、調用配方等功能，系統具有計量精度高，自動生成稱量配料記錄，便於追溯等特點。

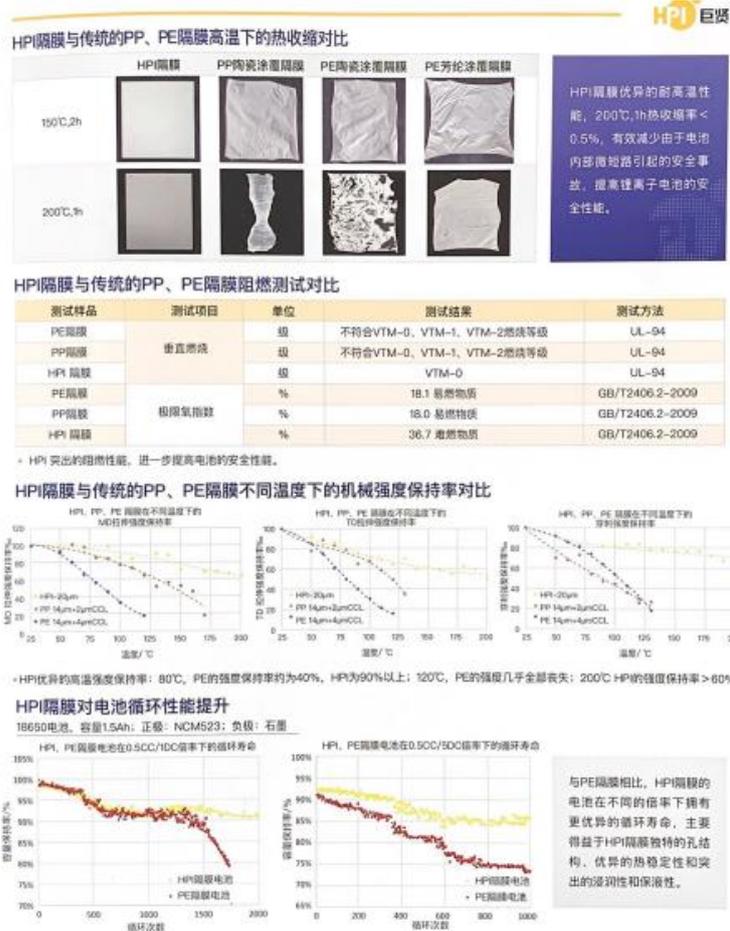
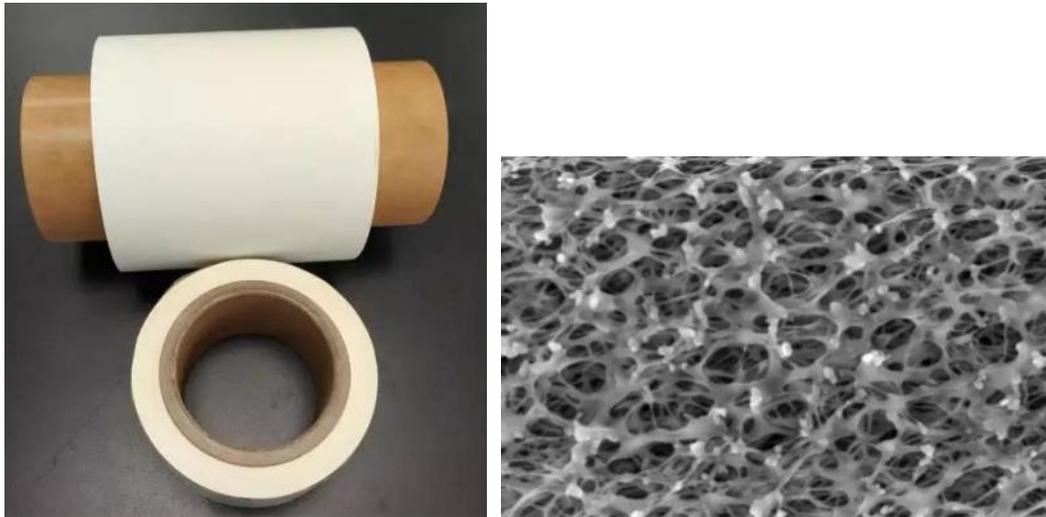
噸袋解包遠端輸送系統適用於噸袋裝粉粒狀物料的密閉式拆包卸料作業和遠端輸送作業。適用於粉體工程中大多數物料從噸袋到不同工藝點全程密閉、遠距離快速輸送。具有杜絕粉塵飛揚，能讓物料均勻餵料、不架橋/不堵管等特點。



圖十二 長峰金鼎科技噸袋解包遠端輸送系統

江蘇巨賢合成材料公司主要展示新能源汽車用鋰電池隔膜。該公司研發的高性能聚醯亞胺鋰電池隔膜(HPI)目前已經完成中試，正進入大規模量產階段。宣稱 HPI 鋰

電池隔膜的耐高溫性能明顯優於 PP、PE 傳統隔膜，是一種高安全性隔膜。HPI 鋰電池隔膜在 200°C 下一小時的熱收縮率小於 0.5%，在高溫下有著優秀的機械強度保持率，同時擁有獨特的孔結構、高的孔隙率和良好的電解液浸潤性能，可使得鋰離子電池具有更高的安全性能、更好的倍率放電性能和更長的迴圈壽命。



圖十三 巨賢合成材料公司 HPI 電池隔膜

江蘇斯威克新材料公司展示量產的產品 EV-113 和 EV-152 隔離膜，該產品採用熱法複合工藝生產，複合強度高、封裝性能優異，具有優良的延展性能和耐電解液性能。目前已分別應用於數位 3C 和動力儲能領域。

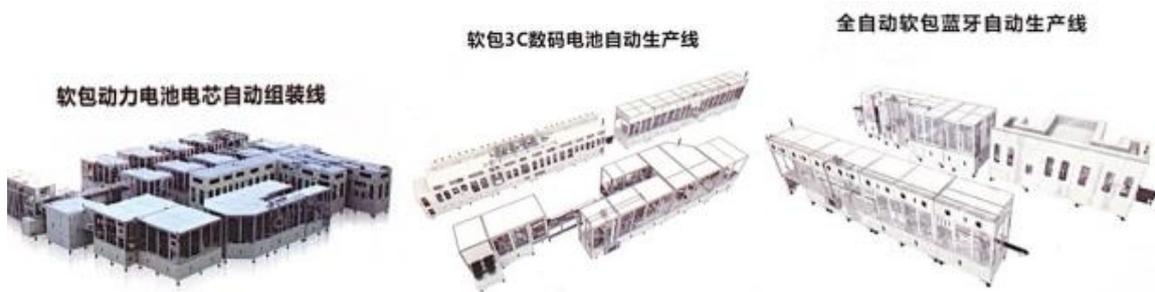


EV-113

EV-152

圖十四 斯威克新材料公司隔離膜產品

廣東鴻寶科技主要從事鋰電池自動化生產設備、工業製造自動化設備的高新技術企業。客戶包括與韓國三星、日本村田、光宇集團、新能源、天津力神、比亞迪、欣旺達、中航鋰電、合肥國軒、超微集團。展示產品包括軟包裝動力電池疊片/捲繞電芯超聲波自動焊接，具備焊前/焊後電芯短路測試、極耳自動上料焊接、焊後極耳裁切、極耳折彎、焊印面壓毛刺、焊印面貼保護膠、自動分選 OK/NG 品等功能。各功能性能成熟，模組化設計，可根據使用者需求靈活配置。



圖十五 鴻寶科技公司鋰電池自動化生產設備

深圳吉陽智慧科技公司主要展示鋰離子電池捲繞、疊片、鐳射切割圓柱製片捲繞一體機、大方形自動捲繞機、方形製片捲繞一體機、方形自動捲繞機、圓柱自動捲繞機等設備



圓柱自動捲繞機



方形自動捲繞機

圖十六 吉陽智慧科技公司鋰電池自動捲繞設備

鋰電池方面，有河北飛豹新能源科技公司，號稱該電池產品能最高能 120C 持續放電；安全性高，通過國家相關機構檢測，針刺、過充、重物衝擊、擠壓等無起火、無爆炸、60°C 環境下 7 天無脹氣；迴圈壽命長，25C 放電迴圈 2,500 次以上；能量密度高，可達 240WH/Kg。深圳利寶能科技有限公司（N-Power Energy Limited (NPE)）總部位於香港，行銷和客戶服務台灣能元集團所有產品的，包括 18650(標稱容量：2600mAh), 20700(標稱容量：3000mAh) 至 21700(標稱容量：4000mAh) 電池等 3 種型號系列。



圖十七 飛豹新能源科技公司鋰電池產品

2、第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇

2019 第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇(又簡稱為金磚鋰電峰會)於 11 月 4-5 日在深圳會展中心桂花廳舉辦，此高峰論壇主要為推動中國鋰電和電動汽車技術發展，針對電動汽車未來的發展方向，中國電力企業聯合會黨委書記、常務副理事長楊昆先生在開幕式表示目前中國電動汽車市場已逐漸從政策導向轉變為市場導向，動力電池、核心零部件、智慧化等方面的技術需要持續突破，充電基礎設施、標準體系需要優化完善，可盈利、可持續的商業模式需要不斷探索。電動汽車的發展將是一場持久戰，需要產業鏈上的各方，繼續協同創新、配套推動、互利共贏。



圖十八 2019 第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇

高峰論壇第一場由中國汽車技術研究中心的劉仕強博士簡報動力電池安全測試技術及標準化，劉博士表示 2019 年新能源車事故頻發，大家對安全性要求更高於其

他的方面。2012-2014 年時，對動力電池安全的關注在於電芯、模組，現在逐漸擴及整車，大家對於安全的角度，已經從電池本身，逐漸地過渡到了整車的安全，即將電池安全跟整車安全結合起來。從 2019 年初開始到現在，已有超過 100 多起，而且事故不光是在中國發生。2011 年 2 月到 2019 年 10 月，所有的事故是 229 起，其中 53% 是無事故自燃發生事故；充電 23%，碰撞 10%，其他 11%。在充電 23%有幾個比較重要的方面，像電芯一致性、電池管理系統的策略設計不當，或充電樁與電池系統不匹配。碰撞主要是正碰、側碰，這種劇烈碰撞會瞬間引起著火的事故。還有一類是托底，大多數情況下它不會很快引起事故，但長時間下來，對電池使用過程會造成損壞。浸水事故一方面是車輛本身的 IP 設計有問題，還有在使用過程當中，結構老化和異常，所以防水防護性能就下降了。比例最大的就是自燃導致的，今年比較有特點的事故，包括幾起發生在地庫裡面的，影響比較大。經過事故分析，大部分是電芯發生熱失控，導致熱擴散，再導致車的自燃。劉博士總結了動力電池事故四個方面，(1)材料/部件，即電池隔膜和關鍵材料有異常，另一部分是電池老化，老化過程當中正負極材料結構的變化，都會對電池安全性造成影響；(2)電芯製造；(3)系統整合，此部分正不斷的優化中，但還是有排線不佳等情況發生；(4)實際使用過程當中的濫用。劉博士也分析動力電池事故，有兩個重要點：1. 充電靜置過程中，包括特斯拉的事故是充電完了之後放在家裡，到了晚上九點發生事故。2. 行使過程當中的事故。針對這些事故簡單分析了原因，首先他認為電動車持有數量增加了，目前全球已超過三百萬，以這數量為分母，事故發生數微分子，其實比例算是很正常的；另外是車輛行駛狀況隨著使用者駕駛及使用習慣而日趨複雜，如使用者採用慢充，對電池損傷比較小一些。但是目前使用的電動車輛 80-90%採用快充，對動力電池品質來說，是依很嚴峻的考驗。劉博士表示動力電池的測試評價一定要結合整車，現在人們對整車的要求很高，包括續駛里程、全氣候使用條件、回收利用、使用便捷性、經濟性、使用安全等等，還要想著車用幾年之後，還能跟傳統燃燒汽車一樣，賣二手車還有價值。針對這些要求對應到電池上，即須有高能量密度、自然放電率低、溫度範圍好等良好品質。因此電池的安全測試標準化相對重要，目前動力電池標準在中國算是很完善的，尤其是在安全性

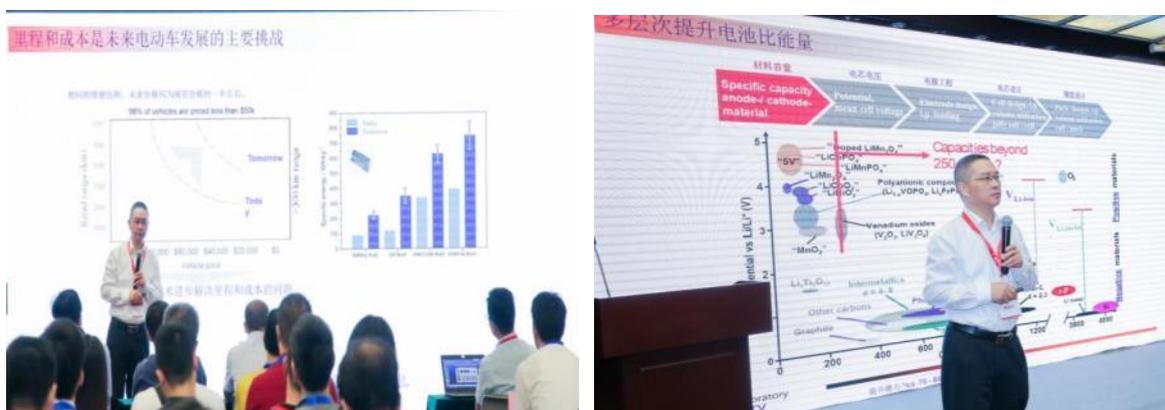
這一塊，從最早的體系安全性標準，再到 GB/T31485-2015、GB/T31467.3-2015+修正版，近期可能會再發佈出一個新安全性標準規範，大家可留意。而不光是中國在推動動力電池的安全性標準，目前全球也正在做相關的法規。第一階段對電池系統和一致性安全性做了驗證工作，包括和加拿大、美國、日本、韓國等國，均起草並發佈了第一階段的法規。第二階段的工作包括：熱擴散、振動、海水浸泡、毒氣分析、整車高壓安全，是在 2018 年 3 月在北京召開啟動，目前在安全性方面，中國算是走得比較前面的，應該是全球第一個將熱擴散轉化為國家的強制性標準。



圖十九 中國汽車技術研究中心的劉仕強博士簡報動力電池安全測試技術及標準化

高峰論壇第二場由清華大學核研院鋰離子電池實驗室主任何向明教授介紹動力電池能量密度的發展方向，何教授分別從能源領域、價格領域及材料角度分析了動力電池能量密度的發展方向。依據國際能源機構的預測，2030 年將有 2.2 億輛電動車，目前全球多數車廠都已經跨入電動車了，比如說大眾，在上海大眾的計畫，現在做的所有生產線都是混合生產線，並且逐步提升電動車生產比例。按照規劃，5 年後，上海大眾就不生產燃油車了，全部生產電動車，這是個重要的轉捩點，轉捩點的開始是傳統燃油車增幅會下降，雖仍會保有一定的量，但電動車會有一個非常快的增長。這是每個行業的發展趨勢，以目前中國的成長算是快的，中國補貼退出之後，現在增長有所放緩，但長期仍是向上增長的。目前全球科學家在能源領域，對鋰電的研究占比是最大的，基本上鋰電池是主流的方向，現在 300 瓦時逐漸變成主流產品，鋰電負極全球的研發力量加入，但是還沒有解決一些技術問題，目前的技術進步還不足以走向量產階段，基本上是處於研究探索。而價格方面，車輛對價格是非常敏感的，目前得

到的資訊，C 公司給主流車廠的報價，2020 年底，模組會低到僅剩 7 毛錢，可能很多鋰電池公司將無法生存了。價格之後就是比能量，目前大家均把能量壓注材料上，全球科學家也正做很多努力。從材料角度來看，有一個非常清晰的脈絡，我們最近發表了一篇文章，紅磷在 1400 毫安培時/克的條件下做很好的迴圈，現在能達到一兩千次。這個材料在做快充時，都會有很好的貢獻。達到目前電池的密度情況下，厚度僅 16 微米，這個材料將來會在混動電池，在平衡量要求不那麼極端的情況下，做混動電池具有非常好的前景。另外一個材料是矽，矽是非常難做的，何教授表示最近我們做到差不多 1400 毫安培時/克，且也從科學上找到了一些為什麼衰減的原因。如果未來一些問題有突破，矽是很有希望的。何教授也表示目前正極、負極等等厚度越來越薄，但如果極片厚度再薄，動力電池就很難做到安全，勢必得開發新的非常高機械強度且非常薄的隔離膜。從科學家的角度來說，都希望顛覆性的技術來提升電池的發展，但是，實際上是很難的，因為顛覆性的技術做起來都有很多問題需要解決，是漸變式不斷的發展。這麼多年來，電池能量不斷的提升，基本上是漸進式的發展。



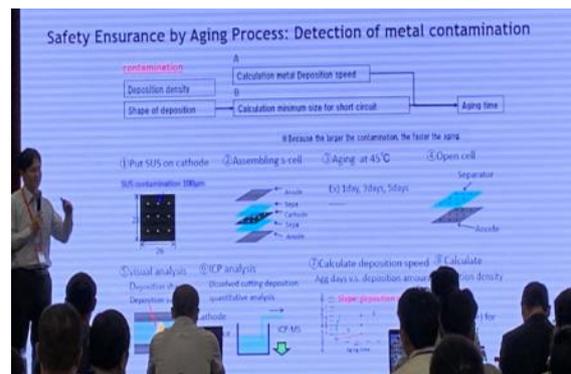
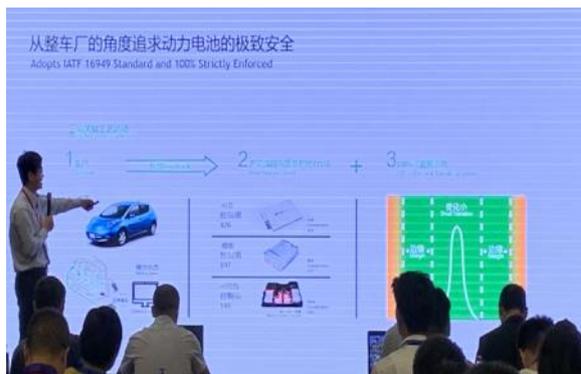
圖二十 清華大學鋰離子電池實驗室何向明教授介紹動力電池能量密度的發展方向

高峰論壇第三場由合眾新能源汽車首席總工程師兼智能駕駛研究院院長申水文簡報探索智慧化-合眾汽車在路上，申院長指出合眾是小公司，不像其他的公司資金比較雄厚，因此更注重和堅持平台化的開發技術。從平台化技術上，主要是關注幾個方向：一是安全。尤其是電池的安全，還有通過大資料對電池狀況進行診斷，對風險進行及時的甄別和控制；二是集成化，包括電機，電機控制器和變速箱的集成化動力總成平台，與無模組電池包技術平台；三是網域控制站技術，把整車的控制、電機的

控制和電池的管理系集成在一個控制器裡。智慧化是合眾重點投入和支持的創新技術。合眾的智慧化平台為 PIVOT(Personal Intelligent Vehicle Operating System)。申院長亦指出從電動車的角度來說，大家都希望開發比較理想的電池放電曲線、平衡量比較高、放電曲線有一定的斜度，不希望出現像現在一樣比較低的狀態。這也是正極及新世代負極材料研發的方向，在未來是很好的發展方向。

高峰論壇第四場由遠景 AESC 公司中國區研發負責人林玉春博士簡報追求極致安全的電池設計，林博士先說明 AESC 公司旗下有中國第三大動力電池企業遠景 AESC(第一為寧德時代 ATL、第二為比亞迪 BYD)、第二大智慧風機製造企業遠景能源、及全球領先智慧物聯網作業系統的遠景智慧。遠景 AESC 的前身是 AESC，2007 年由日產汽車與 NEC 集團合資成立，致力於生產世界一流的高性能動力電池。2010 年 AESC 生產日產 FUGA HYBRID 的動力電池；2010 年生產專門給日產 Leaf 配套的動力電池；2012 年美國、英國工廠開始量產；2014 年 6 月，日產開始銷售應用 AESC 電池的 E-NV200 電動汽車；2019 年遠景 AESC 正式成立，打造 AIoT 定義的智慧電池。AESC 從 2010 年開始到現在 9 年時間，銷售 48 萬輛電動汽車，搭載超過 8800 萬顆電芯，至目前為止沒有一起因電池引起的安全事故。林博士指出在生產電池中，品質、管控是非常的嚴格，很多的設計、工藝、製造、使用，都是以品質一致性保證為目標。公司成立一開始到現在，堅定走軟包路線，也積累了非常多的優勢，在這個領域有超過 2,000 個專利。之所以採用疊片軟包，就是因為它在安全方面會有比較好的表現，不大容易出現爆炸的問題。在追求安全電池研發流程中，林博士說遠景 AESC 公司會把電池狀態預先做一個邊界，分成三個部分。研究分析清楚不同的範圍區間，哪些範圍是可用的，哪些是失效安全的。失效安全的這個地方，電池存在著失效的風險但是實際上還有可用的空間。故障是臨界點，產品處於比較危險的狀態。關鍵點就在於在每一個狀態中都要設置好電池使用的情況。產品跟著車在不同工況底下運行，不斷測試分析不同工況下能夠始終讓產品處於安全狀態的方案。如果一旦出現這個產品落在失效安全或者是故障區間，對應哪一種策略。在遠景集團收購 AESC 之後，遠景 AESC 公司希望能夠打造以 AIoT 賦能的電池。遠景集團擁有全球最大的智慧物聯網作業系統 EnOS™，

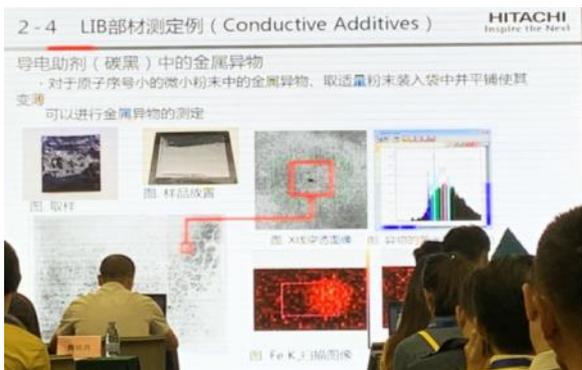
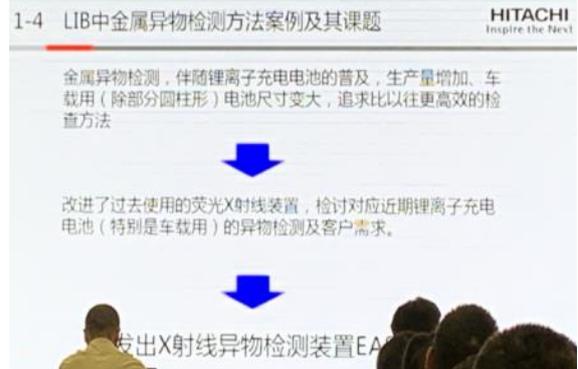
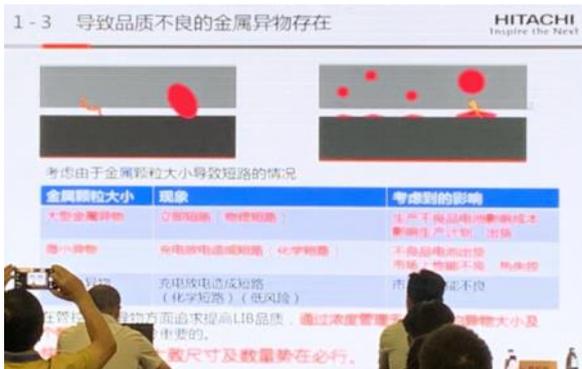
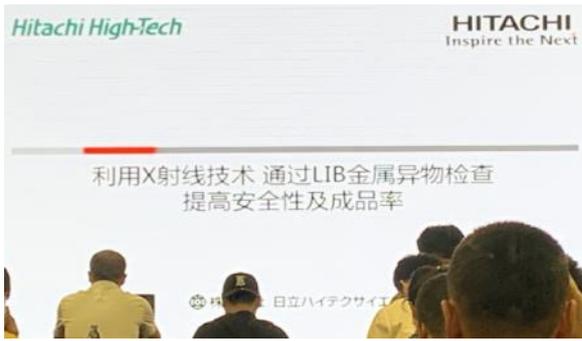
在 2012 年就開始開發，目前已經擁有全球超過 100GW 的能源資產，連接超過 6,000 萬個感測器和智慧設備，覆蓋新能源發電、智慧電網、智慧儲能、數位化工廠、智慧樓宇/園區、智慧出行等領域。AIoT 賦能的電池將會應用在如下幾個方面：第一是實現電池的主動安全。通過即時監控+大資料模型判斷電池的健康程度，對潛在安全隱患做到主動預警。其次是實現電池的全生命週期資料管理。將電池在不同生命階段的狀態資料化、標準化，讓業務表達轉化為資料表達，促進產業鏈協同發展。提升電池梯次利用效率，最大化電池全生命週期價值，幫助判斷梯次利用。最後就是發揮電池的用能，儲能，發電的多元價值屬性，協同能源網路中的各種雙向電能設施，在不同場景下產生協同價值（家庭，樓宇，園區，電網調頻，調峰），讓電池的能源屬性價值變現，從而讓電池成本更低。





圖二十一 遠景 AESC 公司中國區林玉春博士簡報追求極致安全的電池設計

高峰論壇第五場由日立高科新技術公司應用技術工程師母起明先生介紹利用 X 射線技術通過 LIB 金屬異物檢查提高安全性及成品率，他表示鋰離子正在向小型化、高能量型的方向轉變，作為電動汽車的動力能源，鋰離子電池曾經在小型的電子產品當中出現過發熱、易爆的現象，因此它作為汽車裡的動力能源，安全性和品質管理就顯得尤為重要。除了安全性之外，電池的使用壽命、使用特點、可生產性、生產成本，也是越來越受到生產企業的重視。如果鋰離子電池混入了大顆粒的金屬異物，在使用時可能造成金屬異物直接穿透隔膜，形成短路，短時間內就會讓電池發熱發燙，甚至是著火。如果是混入小的金屬異物，可能不會馬上出現發熱、發燙和著火，但是，金屬異物在長期的衝撞過程當中會有離子化的過程，離子化會慢慢沉積，沉積了之後會逐漸形成電池內的短路，也是很危險的。直接影響會導致電池的電壓下降，影響鋰電池的使用效能。因此能夠快速檢測金屬異物，對於電池廠來說是非常重要的。伴隨著鋰離子電池產業的快速成長，及電池產品產量的極速增加，對於金屬異物檢測需求也是與日俱增。日立公司從原來已有的 X 射線螢光設備當中做了改進，增加了一套透射 X 射線，具有快速應對金屬異物的檢測，包括尺寸、數量、以及異物的元素分析的產品，可參考日立高科的 EA8000 產品。通過 X 射線光電效應，不破壞樣品的情況下對樣品進行元素分析，以此確定元素的異物成分。EA8000 也可使用對鋰電池使用的隔膜、電極板和導電助劑進行異物的檢測。



EA8000 X射线异物分析仪

提高成品率 提高 LIB 制造工序的效率 构建工序管理的异物监测系统
通过改进工序,有效控制异物混入情况

本仪器可以从A4大小范围内,经过数分钟~数十分钟的检测,检出20 μm左右的金属异物,并直接对异物进行荧光X射线分析,以实现高效率异物识别。

● 典型应用 (异物的检查和分析)



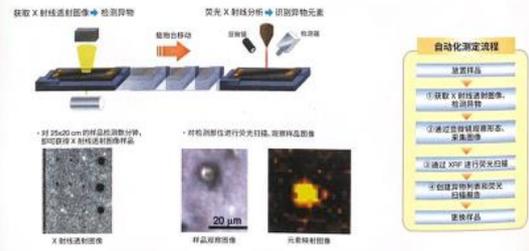
优点

本仪器配有高分辨率20万像素的透射X射线检查装置,和能够向微小区域照射高密度X射线的荧光X射线分析装置组合而成,可以进行高效异物分析。

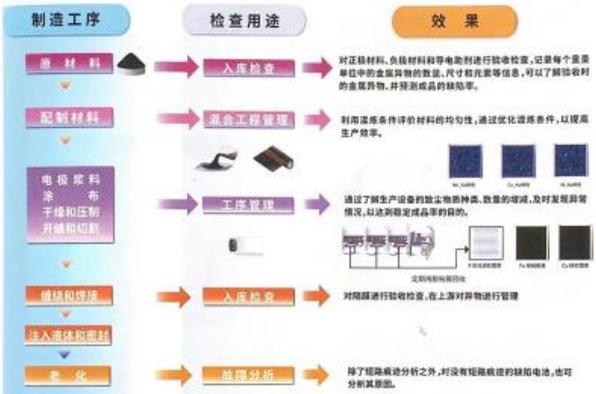
对嵌入式异物可直接识别元素

考虑了工作效率因素的操作性能

“X射线透射图像 异物检测 观察 元素识别”以及“异物列表和报告的创建”实现全自动化
由于采用全自动化方式,因此不会出现因测定者不同而产生的结果差异,时间上也有限制,从而减轻了测定者的工作负担,提高了工作效率。



锂离子电池中的应用



异物测定案例



圖二十二 日立高科新技術公司母起明先生介紹 X 射線技術 LIB 金屬異物檢查

高峰論壇第六場由欣旺達電子集團副總裁梁銳簡報汽車電動華動力趨勢及電池

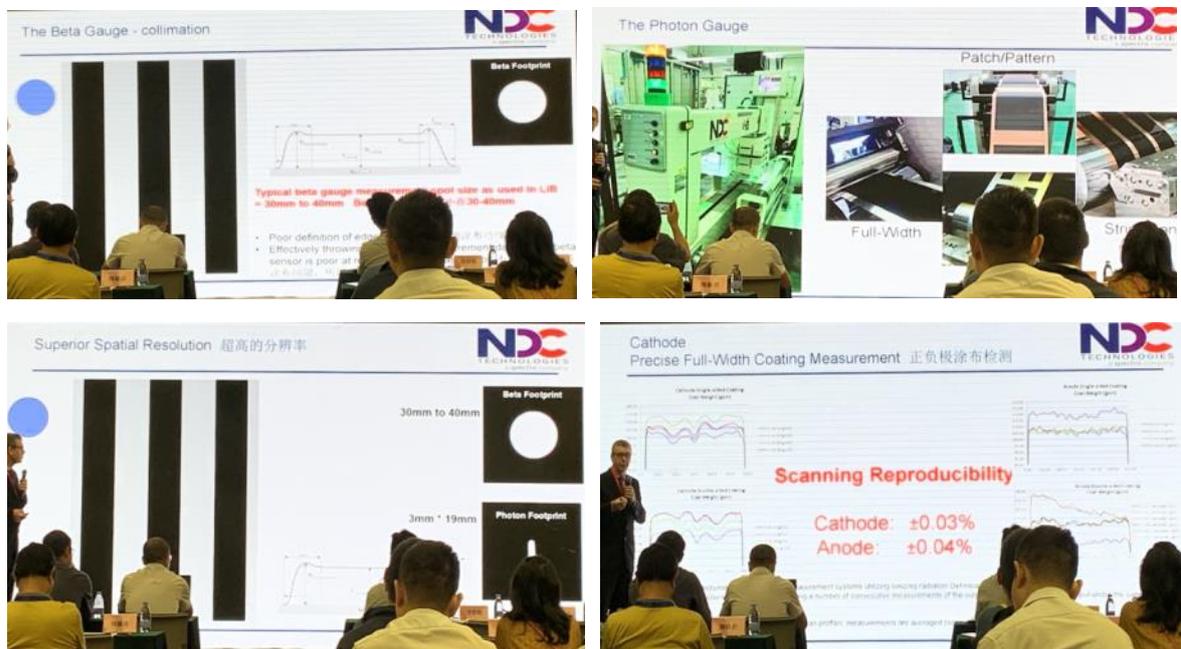
系統探討,梁副總裁表示由於大家對於環保的意識提升,及各國對於使用端的政策加強,消費者對於新能源汽車的節能和新能源汽車的青睞有提升,在中國有 65%的消費者願意使用節能和新能源汽車;日本有 59%;韓國有 43%,從 2018 年到 2019 年是上升的趨勢。混合動力在節能和新能源汽車裡面佔有非常大的比重,中國是 44%,日本是 46%,日本混合動力車的普及面更多一些。從經濟性、便利性和用戶體驗方面,燃油車、HEV、BEV 和 PHEV 來說,HEV 沒有路程焦慮問題,使用油耗低,是目前很多的消費者採用的。目前車廠車正從內燃機的汽車逐漸變成 HEV 和 PHEV,以減少油耗和尾氣排放,未來將變成純電動。目前車廠正處於一個過渡時期,預計今後一段時間,2019 年內燃汽車還是主流,2020 年之後,HEV 和 EV 將逐步佔有更大的市場份額。從過渡戰略來說,先發展 HEV,從以後的轉型戰略就是要開放新一代的 BEV 和 FCV (燃料電池汽車)。對動力電池的技術來說,HEV 和 PHEV 完全不一樣,HEV 裝載 1-2 度電,但是使用區間很小,可用 SOC 範圍只有 30%-70%,目前國際上很多電池企業都在開發

HEV 的電池，PEVE 是屬很早期的，松下、日立、Blue Energy、LG、SWD 等均是，欣旺達電子 HEV 開發在中國國內屬領先，跟世界其他企業相比，也是處於第一陣營的位置。欣旺達從 1997 年開始做鋰電池的模組，現在手機電池全球供貨量最大，從蘋果、華為、OPPO、VIVO 等等都是供應商。產品包括 3C 消費類電池，智慧終端機產品如 VR/VA、自動車和平衡車、無人機、掃地機等。



圖二十三 欣旺達電子集團副總裁梁銳簡報汽車電動華動力趨勢及電池系統探討
 高峰論壇第六場由 NDC Technology 的 Gareth Joseph 介紹 Helping cell manufacturers with greater product and process visibility through enhanced on-line gauging, Joseph 表示 β 分析測試屬非常老的技术，在一九三幾年就有了，是噪音比較大的感測技术。在鋰電池檢測時，為了提高檢測精度，要增加發射端的埠，NDC Technology 希望弱輻射或者是去輻射的狀態進行檢測。除了 β 分析測試技术，還有 X-Ray 分析測試技术，它相當於 β 分析測試技术來說具有優勢，但是應用場景有限，比如重金屬檢測方面，對於銅箔，X-Ray 射線沒有辦法檢測，很多廠家會考慮採用放射強度更高 X-Ray 的測量，這時就會出現螢光測量錯誤。於是 NDC Technology 推出了一個全新的技术，可以在各個行業分析檢測，此新技术是以 Photon 光子技术

特別針對鋰電池應用所做檢測技術， β 分析光點大約是 30 毫米x40 毫米，而 Photon 分析光點則可小至 3 毫米x19 毫米，光點縮小很多，因此可具有較好的檢測效果。



圖二十四 NDC Technology 簡報 Photon 光子檢測技術

高峰論壇第七場由北京大學深圳研究生院新材料學院的肖蔭果先生介紹基於材料基因組學探索鋰電池材料，他表示目前材料科學的發展趨勢是基於實驗和計算的大資料進行的機器學習和深度分析，進入密集大資料與人工智慧相結合的新研究時代，材料基因組的研究方向也應運而生，關鍵技術在於構建高通量的材料製備、高通量材料表徵、高通量材料計算以及專用資料庫平台的建立，通過對材料微結構和宏觀性質的快速表徵和分析，建立材料成分、工藝、結構和性能之間關係的廣義相圖，相當於材料的基因圖譜。基於材料基因組學探索鋰電池材料正是目前中國推動材料基因組計畫的背景而推動的。2016 年北大深研院新材料學院的潘鋒院長作為牽頭人，聯合了包括 8 所高校和 2 家公司在內的 11 個單位，擔任了中國材料基因組平台重點專項下的「基於材料基因組工程研發全固態電池及關鍵材料」。從對鋰電池材料基因探索的角度，對材料的電化學性能和其他物性從原子尺度加以理解，這研究探索的內容不但包括體相結構基元，而且還涉及材料中存在的局域和介面的對稱性，以及伴隨材料結構形成和演變過程中出現的多種相互作用。以磷酸鐵鋰正極材料來說，在結構上存在 α 和 β 兩種正交結構，兩種結構具有不同的鋰離子傳輸通道，宏觀表現出了不同的

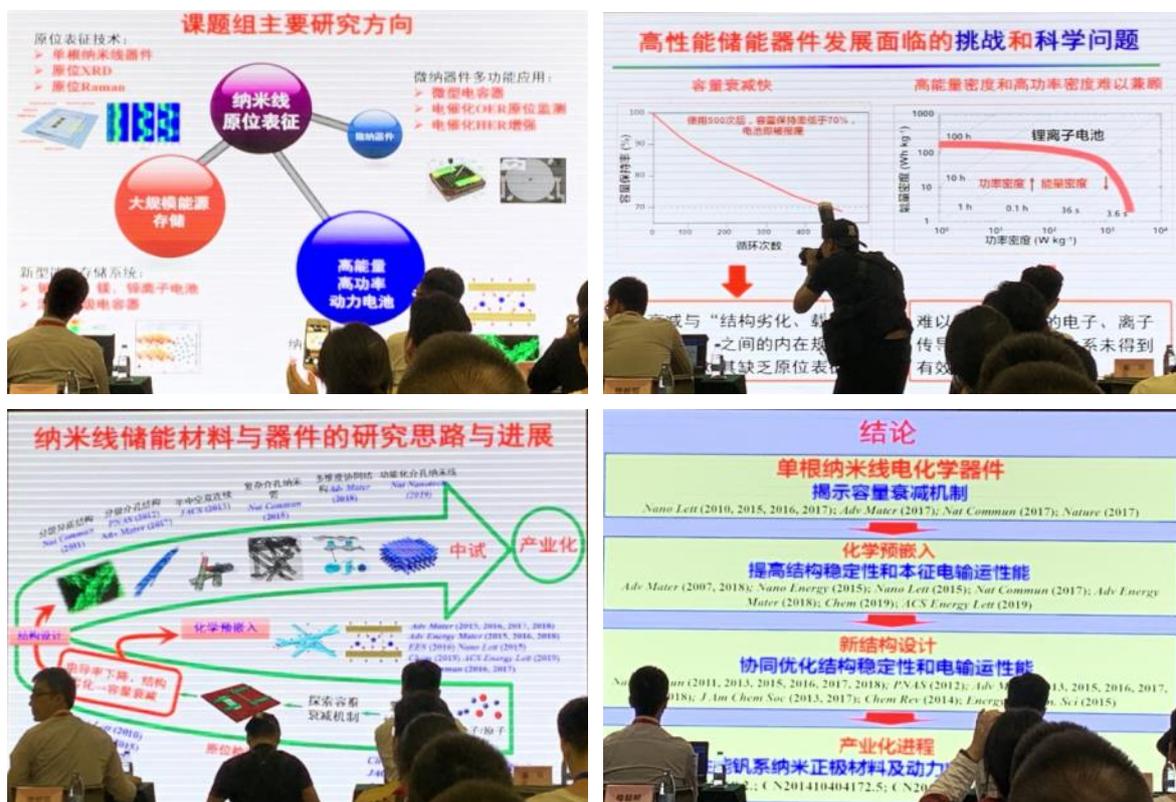
電化學特徵。另外一種比較典型的層狀正極材料也得益於本身存在的層狀結構特性。我們把幾個正極材料羅列起來，從結構方面進行分析，明顯地看到這裡不僅是過渡金屬還是鋰原子，全部都存在多面體結構，而多面體的配位環境，對於離子的遷移能壘會有直接的影響，而這些影響直接會反映在正極材料的電池穩定性、容量、電壓特性上，因此需要從原子尺度和結構基元的角度，對正極材料進行深入研究。除了晶體結構之外，正極材料的電子結構也非常重要。目前常用的正極材料全部都是過渡金屬氧化物。過渡金屬的 3d 電子層通常有未配對電子，因此具有磁性，並且在特定情況下還會出現軌道有序，這些特性在研究中都需要考慮。肖蔭果先生也指出採用量子化學的第一性原理的理論計算發現三元層狀正極材料中存在兩種類型的鋰離子擴散通道：1. 氧原子對的擴散通道。2. 四面體擴散通道。研究發現，在不同的電池充放電過程中，這兩種擴散機制也有所不同。這個擴散機制非常依賴於鋰原子周邊的配位元情況，也就是說，如果鋰離子周邊配位是比較多的鎳二價或者是三價，它就會形成比較低的擴散能壘。這是從鋰離子的擴散角度，對鋰離子擴散路徑的研究，這可以對不同的擴散機制，有一個深入的理解。這是從鋰離子的擴散角度的研究，除了鋰離子輸運之外，層狀材料的熱穩定性也是非常重要的，一般情況下，充放電過程中引起爆炸和起火，就是歸因於材料結構的不穩定性，結構框架被破壞後會釋放氧氣，這些氧氣和電解質接觸之後容易起火燃燒。我們通過第一性原理計算和實驗驗證，發現層狀正極材料的穩定性與晶格結構中最不穩定的氧有關，而氧的穩定性又由其基本的配位元單元決定。這裡展示了不同配位元情況下的氧原子的穩定性，氧原子配位的變化，包括原子的變化、價態的變化，它有趨向於不穩定性的特點，但是，對於鎳錳相等和不相等的情況下，熱穩定性表現出不同的變化規律，這是從氧的穩定性角度來理解三元材料的熱穩定性。



圖二十五 北京大學新材料學院肖蔭果先生介紹基於材料基因組學探索鋰電池材料

高峰論壇第八場由嘉定區安亭鎮經濟貿易辦公室副主任暨上海綠地經濟城副總經理俞竹介紹打造產業新生態助推發展新高地，俞副主任首先介紹安亭是一個千年古鎮，建始於東漢，千里一亭，以亭為鎮。安亭地理交通位置非常的方便，是上海市的

件進行原位的監測，由此得出電導率下降、結構劣化導致容量衰減。如何改善，目前正在提出了兩種解決思路：一個是結構設計，另一個是化學預嵌入。



圖二十七 武漢理工大學朱少華博士介紹納米線儲能材料與器件新進展

高峰論壇第十場由惠州億緯鋰能公司湖北金泉新能源行銷中心總經理陳翔簡報鋰離子電池電容器及其在動力汽車領域的應用，陳總經理表示鋰電池電容器可應用於及其在新能源汽車、48V 啟停電池和新能源大巴。48V 的電池組，從汽車上的動力系統來看，電池的系統從最開始的鉛酸，再到現在的鋰電池，及超級電容器，有不同的技術路線出來。需求包括高功率、高容量、長壽命、快充性能。壽命部分除了迴圈壽命之外還有韌性壽命。這個車買過來到報廢，整個這麼多年中，車真正看有多長時間？絕大部分時間是滿電狀態，或者是存儲狀態。韌性也是我們在電池系統裡面需考慮，也是不太談及的話題。快充性能方面，目前 30 分鐘快充都太慢了，因為喝咖啡只要 10 分鐘，所以快充需要進一步的提升。鋰離子電池電容器 SPC，結合了鋰電池及超級電容器的特徵，它具有較好的能量密度，還有較佳的功率密度。以公車的快速充放電等，都是要求比較高的功率密度的。傳統的鋰電池較多是談能量密度，對於功率密度是不太容易的事情。對於鋰離子電池電容器 SPC，有可能在啟停領域再加上快充電動

大巴會得到應用，尤其在快充電動大巴會有一些解決方案，如果採用這樣的方案，估算可以大幅減少基礎設施的建置量，只需要在電動大巴的起始站和重點站建置，在並且在很短時間充滿，就能有效的巡航新能源汽車的行駛里程。



圖二十八 惠州億緯鋰能公司陳翔簡報鋰離子電池電容器及其在動力汽車領域的應用

高峰論壇第十一場由中國汽車動力電池產業創新聯盟王子冬副秘書長簡報面對
 新能源汽車後補貼時代如何應對安全性問題，王副秘書長指出豐田混合動力車在全球已銷售超過 1,300 萬輛，二氧化碳減排超過一億噸，但不可否認的，從 2019 年初開始到現在，新能源車已有超過 100 多起事故，有許多人曾問說，燃油車也經常著火，而且比電動車還多，為何對電動車要求這麼嚴苛？必須有個概念說清楚，燃油車的著火總是能規律性找到原因，燃油車的易燃物是燃油，它是被密封在一個與外界隔絕的

環境裡，與氧即火源分開的，這種隔絕條件一旦被打破(如管線老化漏油遇到發動機的高溫)，著火即會發生，然而面對動力鋰電池系統，易燃物是電解液，它與助燃劑氧氣被密封在同一個容器環境裡，因此它的安全不確定性也就較高。目前動力電池性能要求愈來愈高，如 2016 年三星 Note7 電池火災即是因為隔離膜減薄，容易被一些極耳焊接毛邊刺破，整個電池就像是把火藥桶，助燃劑和打火機關在一個小屋子裡，誰進去都會膽戰心驚的。因此高能量動力電池帶來了更多安全挑戰，如製造缺陷導致安全隱患、有效的熱失控提前預警、充電導致安全隱患及事故、全生命週期安全性評估、熱失控誘發及蔓延抑制技術、二次安全防護等。關於動力電池安全性問題，關鍵點在於目前我們還沒搞明白鋰電池為什麼著火?好像我們大家都能說出來引起著火的各種原因，但實際上我們又說不清楚到底是甚麼!目前在中國生產動力電池的公司很多，各公司間電池生產品質管控水準參差不齊，如此一來，不管做甚麼種類的鋰電池都會著火的;特別是現在有很多人深入研究 BMS，但我們看這些大量著火的事件中，這些 BMS 好像都沒起到作用，電池如果受到外部影響，BMS 能夠保護，但如果是電池內部出問題，BMS 也就起不了作用了，這就是 BMS 也不能避免各事故的主要原因。提高動力電池安全性主要可由三個層級來做，包括單電芯品質控制、良好模組設計和提高材料穩定性。在這些年市場需求來看，有二個明顯發展趨勢，一是電動汽車會朝二頭發展，即豪華長李成的 B 級車如特斯拉 S/X 系列、寶馬 i8、保時捷等產品，解決個性化需求市場，量不會大；另一項是二人座的 A00 級為型電動汽車，滿足城市內老百姓日常生活需求，量比較大。另一趨勢是 PHEV、增程式電動汽車會佔中間段大部份市場，降低社會基礎設施建置壓力，滿足長里程行駛情況，降低新能源汽車的成本壓力。為此，新一代的電池級驅動系統也會按照趨勢而做出市場需求調整，高能量密度不再是追求的目標，高安全性、高可靠性、高功率密度的能量型動力電池會是未來市場所需求。



- ### 动力电池模块的设计要点-安全性设计
- 安全设计,可以分为3个层次的要求:
 - 良好的设计,确保不要发生事故;
 - 如果不行,发生事故了,最好能提前预警,给人以反映时间;
 - 故障已经发生,则设计的目标就变成阻止事故过快蔓延。
 - 实现第一个目的,是合理布局,良好的冷却系统,可靠的结构设计
 - 次级目标,则需要传感器更加广泛的分布到每一个可能的故障点,全面检测电压和温度,最好监测每一颗电芯的阻抗;
 - 最低目标,可以通过电芯和模组设计,提高电芯和模组的强度冗余,以应对意外发生时的冲击。

- ### 为了寻找安全的解决途径开展的研究工作
- 既然我们承认电池组是一种含高能物质的部件,具有危险性的本质。而且,随着电池比能量和比功率的提高,发生事故的危险性将增大。
 - 故此我们就需要研究能量密度与安全性这对矛盾的平衡。包括:
 - 材料性能的平衡、电池模块结构的平衡、电池组系统级别的平衡、成本可接受性的平衡、考虑多级利用过程中的平衡、动力电池材料回收过程中的平衡。
 - 途径有:
 - 材料性能匹配优化、电池模块结构设计、的优化、电池组系统身一体设计、生产制造成本的控制、推广多材料修复再利用。
 - 技术进步比较明显。

- ### 在政府的财政补贴退出后市场上需要什么样的新能源汽车
- 从这些年的市场需求来看,有两个明显的发展趋势:
 - 1、电动汽车会朝两头发展,即豪华长里程的B级车,如特斯拉的S、X系列,宝马i8,路虎、保时捷等产品,解决个性化需求市场,量不会大;另外一头就是两人坐的A00级微型电动汽车,满足城市内老百姓日常生活需求,量比较大。
 - 2、PHEV、增程式电动汽车会占领中间段的大部分市场,降低社会基础设施保障压力,满足长里程行驶工况,降低新能源汽车的成本压力。
 - 为此,电池和驱动系统也会按照这个趋势进行调整,随着技术的进步,高能量密度不再是追求的目标,高功率密度、高能量型、高安全性、高可靠性的产品将是市场的重点。

- ### 如何选择低能耗的生活方式?
- 我国2018年发电7万亿度电,未来会有30%是来自于可再生能源,目前是煤炭、油气、可再生能源三部分组成。
 - 我国2018年大数据处理消耗的电力能源相当于北京市一年的用电量,这些电力发电造成的环境污染是多少,大家有想过吗?
 - 我们每年用于玩手机、玩游戏消耗的能源有多少?
 - 近年快速发展的消费电子领域的能耗有望超越运输业,成为全球能源消费的主力。据统计,2017年,手机、与互联网连接的设备、高分辨率视频流、电子产品、监控摄像头和智能中等的电力能量消费量占世界电力总量的5%-7%,而在物联网、无人驾驶汽车、机器人和人工智能(AI)的增长,将增加全球电力需求的20%。
 - 关键部分在于2025年计算机和通信领域使用能源的20%。
 - 我们应提倡绿色出行,在我们解决运输业排放问题的同时,也要从个人做起,减少产品的使用频率,节约电量。

圖二十九 中國汽車動力電池產業創新聯盟王子冬副秘書長簡報

高峰论坛第十二場由吉陽智慧市場技術總監左龍龍介紹理想動力電池機構與製造,左總監指出動力電池的製造有兩個核心,可做一個對比,在晶片製造相當於是產業大腦,對於我們來說就是電池,這就是產業的心臟。把這兩個產品是可以拿來做對比的,有很多的相同點借鑒,在動力電池的製造上,可以借鑒晶片製造的標準化和發展,還是有存在著一定的異常,動力電池的製造不僅僅包括化學、物理、設備的應用,從製造角度來說,它是從連續型轉到了離散型,簡單來說是可當成化工廠和電子廠。這就需要我們有比較多的經驗積累,不然是很難把電池芯做好。左總監也認為電池的發展方向,會從液態往全固態的發展。在這裡面也會遇到動力電池的安全性問題,常

看到目前因為機械的濫用、熱的濫用導致了熱失控。再往深層次研究的話，不僅僅是在熱失控上，更多是想研究出它的本質因素。第二部份左總監分享製造的動力電池理想狀態，除了常規的迴圈、容量、壽命之外，車規級的動力電池的需求一定要重視可靠性、環境要求、振動衝擊需求、安全要求等四個方面。目前對能量密度的提升需求，到了材料端的特性，遇到正極材料的壓實密度大、硬脆，還有負極碰撞度更高等等的特性。目前更多問題是捲繞製程，無論是方形還是圓柱，它在迴圈過程當中都會產生碰撞和不均勻性，這就會導致最終內部的變形，也是電池安全性的不良源頭。左總監指出做了多次的電池拆解，可以明顯地發現它在捲繞電池折彎的地方會有脫落現象。目前疊邊電池主流做的是 Z 型的疊片，它有的弊端是製造過程跟是隔膜高速往返，就不可避免對隔膜產生拉升，特別是多層碟片，電芯會更長，這就會導致隔膜內部的褶皺。動力電池製造的理想狀態，製造首先就會設定目標，目標是可以理解為五個方面，包括安全、品質、效率、柔性和速度。電池的規格未來不需要太多，而是把規格定量化，做得更好。在提升品質上有一些思路，現在主要做的是邏輯控制和檢測水準，最終為了實現智慧製造，一定要導入工藝模型，把工藝的資料和製造做成一個閉環，把製造過程進行可控化。智慧工廠是可以大致分為三個階段：前端的混漿到烘烤；中間是組裝到分選；後端是模組。除了智慧工廠之外，還有工業互聯網的概念，工業互聯網就是微服務的平台，希望最終是能夠做成綜合 APP，這樣能直接的回應和實現智慧製造過程滿足需求。



内容	相同点		不同点	
	芯片制造	电芯制造	芯片制造	电芯制造
用途	核心产品, 无穷的組合应用	处理信息 (人的大脑)	处理信息 (人的大脑)	处理能量 (人的心脏)
运行原理	物理过程, 锂离子/电子移动 (电子云) 是12倍, 锂离子/电子是3100倍	物理+化学过程, 电子、离子移动, 能量转移, 物质转移过程	物理过程, 电子移动, 信号转移过程, 是单体转移行为	物理+化学过程, 电子、离子移动, 能量转移, 物质转移过程, 是群体转移行为
环境要求	温度、湿度	10级, 100级	10级, 100级	1万级, 10万级
制造精度与安全	高准, 具备足够的安全	纳米, 微米	纳米, 微米	微米, 毫米
制造现控	单一品种	不断升级	500万-1000万颗	10万-100万颗
制造网络连接			标准尺寸 SEMI标准	

锂电的制造特征

A >

化学条件

B >

制造控制

C >

动态变化

技术、新材料应用
— 控制(CT)

新工艺和旧工艺影响
— 误差、加工

材料、设备的使用要求
— 材料精度、高速控制

产品不断升级、材料、制造
— 工厂、制造

成为机器创造人类美好生活

从液态到全固态复合金属锂电池

电芯中液态电解质含量

负极锂的含量

能量密度提升

250 Wh/kg 300 Wh/kg 350 Wh/kg 400 Wh/kg 500 Wh/kg

决定性因素：
 > 含锂负极
 > 固态正极
 > 固态电解质
 > 对卷

成为机器创造人类美好生活

动力电池安全事故诱因

安全本质诱因

滥用 缺陷 机理

机械滥用：碰撞、挤压、针刺、短路

电滥用：过充电、过放电、内短路

热滥用：过热

成为机器创造人类美好生活

动力电池的安全性

动力电池的安全性

- 设计安全性：结构安全性、尺寸公差、集流设计、安全阀
- 制造安全性：材料安全性、正负极、隔膜、电解液、壳体、密封件
- 使用/滥用安全性：BMS、电流、电压保护、均流

解决制造安全性

高精度

全制程

体系化

69

成为机器创造人类美好生活

动力电池的性能要求

- 安全性能：必须保证安全标准要求
- 容量：适度范围，20-120Ah
- 内阻：越小越好，要一致
- 循环寿命：不少于2000次
- 荷电保持能力：自放电
- 倍率放电性能：1-5C
- 能量密度（比能量）：200Wh/Kg
- 高低温性能：适应车规级要求

成为机器创造人类美好生活

汽车车规标准要求

可靠性

- 设计寿命
- 质量水平
- 一致性

环境要求

- EMC
- 温湿度
- 粉尘、盐雾等

振动冲击

- 车辆行驶过程中所承受的振动冲击

安全要求

- 设计
- 制造

成为机器创造人类美好生活

汽车车规标准要求——适应环境温度要求

按温度适应能力及可靠性分为四类：

- C级，商业级（0-70摄氏度）
- I级，工业级（-40-85摄氏度）
- S级，车规级（-40-120摄氏度）**
- M级，军工级（-55-150摄氏度）

工业产品 汽车产品

产品的升级需求

成为机器创造人类美好生活

车规级动力电池制程能力要求

质量等级	Cpk范围	不合格PPM	备注
A++级	Cpk≥2.0	PPM<3.4	特优，不用筛选直接使用。
A+级	2.0>Cpk≥1.67	230≥PPM>3.4	优，应当保持之，核心工序Cpk大于2.0，可以不用筛选直接使用。
A级	1.67>Cpk≥1.33	6200≥PPM>230	良，能力良好，状态稳定，但应尽力提升为A+级，100%筛选使用。
B级	1.33>Cpk≥1.0	66800≥PPM>6200	一般状态，制程会隐含变异和安全隐患，要求特性指电池使用要求的基本特性，同时应加大制程控制及方法，为A++级。
C级	Cpk<1.0	PPM>66800	不可用，制程不稳定，需重新。

成为机器创造人类美好生活

车规级动力电池对结构要求

充放电极片膨胀收缩下，整体结构稳定

充放电中，离子移动路径保持一致

隔膜与极片界面长期保持稳定、不脱落

电场分布均匀，没有形状突变

集流均匀、温度场均匀（发热、散热）

连接、密封牢固，合格率高、耐候性

成为机器创造人类美好生活

动力电池制造能力评估的指标

- 电池制造合格率**
定义：满足电池要求特性的电池与总投入电池的比。要求特性指电池使用要求的基本特性，如容量、内阻、倍率、尺寸、自放电等
- 材料利用率**
定义：实际产出合格电池的材料价值与投入材料价值之比；包括构成电池的基材、辅材及回收价
- 人工成本率**
定义：人工成本在制造成本中所占的比例
- WH制造成本**
定义：电池制造消耗的费用与在此期
- WH设备投入**
定义：生产线所有固定投入与连续20小时生产的合格电池WH之比
- 安全指标**
遵从安全标准，杜绝不安全因素
- 能耗指数**
WH能耗标准/生产WH吨数之比
- 运输指数**
平均运输距离/生产WH吨数之比

成为机器创造人类美好生活

动力电池大规模制造的条件

- ◆设计满足相关标准：安全、生产、组合、使用；
- ◆基于可制造的设计：元部件、装配、测试、连接、PACK；
- ◆企业规范：设计、工艺、制造、质量管理规范；
- ◆设计：电池材料、结构没有天生缺陷、制程工艺不可克服的缺陷；
- ◆规模产能：动力电池单线2-4GW
- ◆制造：电池合格率不低于96%

电池材料体系——制造特征

2020:300Wh/Kg	2025:400Wh/Kg	2030:500Wh/Kg
磷酸铁锂：165mAh/g 三元材料：200mAh/g 富锂固态280mAh/g	磷酸铁锂：170mAh/g 三元材料：210mAh/g 富锂固态300mAh/g	磷酸铁锂：185mAh/g 三元材料：220mAh/g 富锂固态300mAh/g 其他材料350mAh/g
石墨材料：360mAh/g 无锂型碳：280mAh/g 硅碳材料：800mAh/g	无锂型碳：350mAh/g 硅碳材料：1000mAh/g 硅、预锂：1000mAh/g	无锂型碳：400mAh/g 硅碳材料：1200mAh/g 硅、预锂：3000mAh

这些材料的制造特征：

- 正极：三元、高镍氧化物固溶体，特性：压实密度高
- 负极：硅碳负极，硬炭负极，膨胀20-30%（体积）
- 控制：制造精度、时间控制
- 设备：材料处理、机械装备

卷绕电池变形的机理

极片的膨胀与收缩，隔膜拉伸变形

膨胀导致的接触不均及严重变形

循环充放电后卷绕电池

卷绕方形电池充放电100次后折返处的极片掉粉情况。

什么原因？

正极 负极 隔膜

卷后在隔膜片间的间隙变大，造成脱落，影响极片涂布，造成容量衰减。

方形卷绕内部结构变化

The deformation in winding jellyroll

动力电池电芯的理想结构——全片式叠片

原理解理解

动力电池制造设定目标

安全、质量、效率、柔性、速度

设计安全、制造安全、网络安全、控制安全、应急响应

产品质量、运行质量、透明度、可观测控

能源效率、材料效率、运行效率、适应效率

产品柔性、适应柔性、生产柔性

虚拟孪生、工厂建模、瓶颈优化

动力电池的制造愿景——动力电池制造路线图

晶圆、芯片规格：PDP-8, INTEL4004,8008,8080,80186,80286,80486...

晶圆：4", 6", 8", 12"...

芯片规格：VDA: 5个规格, MEB: 3个规格, 电芯要做100多种规格?

智能工厂构建——设备集成

极片制造：LMS, 合浆, 涂布, 滚压, 制片, 烘烤

电芯制造：LMS, 组装, 注液, 化成, 分选

电池PACK：模组, 连接, PA

智能工厂构建——学习、闭环、优化

设备、物料、系统互联互通，大于2000个质量数据监控点

基于二维码ID (Barcode)的可追溯系统

IQC 极片制造 电芯制造 电池PACK OQC

尺寸、成份组成、金属、新材、材料可靠性

粘度、固含量、厚度、尺寸、强度

厚度、尺寸、湿度

张力、对齐、J/R尺寸、湿度、选择强度

电流、电压、容量、内阻、温度

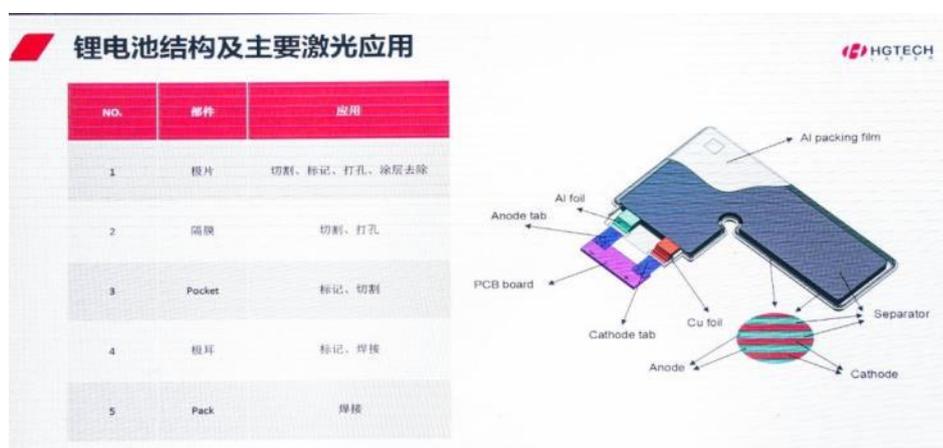
尺寸、电压、内阻、放电、可靠、安全

极片 FMEA, 电芯 FMEA, 电池包 FMEA

电池制造大数据分析

圖三十 吉陽智慧市場技術總監左龍龍介紹理想動力電池機構與製造

高峰論壇中也有多場雷射(中國稱激光)在電池業的應用介紹,如通快鐳射李自強介紹通快先進雷射技術助力電池製造,他指出動力電池的銅箔焊接應用,隨著能力密度的不斷提高,銅箔的箔材厚度不斷的降低,傳統的焊接多部分是超聲焊,它是無法解決 80 層以上的焊接要求。傳統綠光焊接,是 1 層的焊接。用綠光焊接銅可以精確控制熔深,通快能做到焊接 8 微米以上,1-100 層,逐層焊接都能精確控制熔深。但 100 層的純鐳射焊,可以看到沒有任何的裂紋和氣孔,並且一步到位,通快公司目前對於銅的焊接有非常成熟的工藝和非常穩定的鐳射焊接的工藝。



圖三十一 先進雷射技術與動力電池製造

除了第五屆中國國際鋰電暨電動技術發展高峰論壇,會場也有多場精采論壇同步舉行,如 2019 全球電動出行創新大會,會中南方電網電動汽車服務公司鄒大中董事長指出南網電動以綠色能源服務為核心,以充電服務為基礎,以服務出行為導向,搭建產業鏈生態平台,以建設智慧能源、智慧交通、智慧生活、智慧城市為目標。打造卓越的電動汽車服務運營商,電動汽車產業價值鏈整合商,綠色能源生態服務商,推動充電網、車聯網、能源網、物聯網四網”融合發展。

中國中科院院士、清華大學歐陽明高教授在致辭中指出,選擇電動汽車作為新能源汽車產業化突破口,帶動新能源汽車產業的全方位發展。新能源汽車生態鏈涉及三大革命,一是從電池到電動汽車的動力電動化革命;二是能源低碳化革命,電動汽車具有巨大的儲能潛力,有望突破大規模儲能的瓶頸,推動波動性清潔能源的消納,這是能源發展的重大機遇;三是系統智慧化革命。將動力電動化、能源低碳化和系統智

慧化三大革命連結起來，就構成了真正的電動汽車全產業鏈。此也是這次大會的價值和意義所在。在全球交通出行智慧化的需求之下，電動化、綠色化、網聯化、智慧化和共用化出行構成最優組合，為再造城市交通體系展現了美好的前景，實現經濟、社會和環境效益的做出更大貢獻意義重大。新能源汽車產業不僅僅是汽車產業發展的問題，還是能源轉型和氣候變化的全球性課題，這已經成為全球共識。



圖三十二 2019 全球電動出行創新大會

3、拜訪深圳科晶智達科技公司

深圳市科晶智達科技有限公司(簡稱：深圳科晶)成立於 2001 年，此行接待者為負責港澳台行銷的黃潔經理及劉輝研發工程師，黃潔經理表示公司創始人江曉平為師昌緒院士和胡壯麒院士的博士生，在美國麻省理工學院的博士後，在美國創建 MTI 公司，並後續在中國國內先後創建了合肥科晶(主攻燒結製程)、瀋陽科晶(主攻材料研製)與深圳科晶(主攻電池製作設備及較前瞻的製程研究)，同屬於 MTI-科晶聯盟。深圳科晶目前針對新世代可充電電池、超級電容器與快速儲能材料提供基礎研究、小試與中試、測試與評估一站式的完整設備解決方案。並提供鈕扣電池、柱狀電池、軟包電池、固態電池的各式實驗室研發製備，設備覆蓋混料-燒料-分析-塗層-成型-封

裝-測試等完整的全套製備工藝。同時深圳科晶配備研發環節所需的各種電池材料，為電池研究者提供全面的產品配套服務。

主要產品系列：

- 材料基礎研究實驗裝備（包括混料、塗覆、鍍膜、壓制、燒結、切割、研磨、拋光、粉碎、制粉、造粒、熔煉等）；
- 電池研發實驗製備裝備（包括鋰離子電池、固態電池、超級電容器、金屬空氣電池、鈉離子電池、液流電池、太陽能電池等製備方案）；
- 電池安全測試裝備（符合 GB31241、GB31485、IEC62133、UN38.3 等國際/中國標準等）；
- 鋰離子電池中、小試生產製備全流程系統裝備方案，關鍵性(turn-key)製程(包括扣式、柱狀、軟包、方形鋁殼等各種全電池製備方案)；
- 燃料電池研發實驗製備裝備(包括固體氧化物、質子交換膜燃料電池等製備方案)；
- 鈣鈦礦太陽能電池研發實驗製備；
- 功能薄膜研發實驗設備（包括混料、塗布、輥壓/複合、分切、複卷等）；
- 高通量材料基因組實驗設備（包括配液、配粉、混合分散、壓片、燒結、測試表徵等）；

本次拜訪最主要目的在於討論最新固態電池技術及參訪電池製作設備，科晶公司表示依據中國《促進汽車動力電池產業發展行動方案》，到 2020 及 2025 年，動力電池能量密度分別需達到 300 及 500Wh/kg；而最新的國家製造強國建設戰略諮詢委員會發佈<中國製造 2025>重點領域技術路線圖也顯示 2020、2025、2030 年動力電池能量密度分別達到 350、400、500Wh/kg。依目前電池發展長期趨勢來看，勢必固態電池才有達到目標的可能性。



圖三十三 拜訪深圳科晶智達科技公司

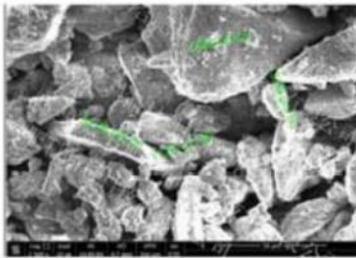
固態電池是指電池正/負極及電解質均使用固態材料，不含有任何液體，即所有材料都由固態材料組成的電池。科晶公司表示如果電池能量密度需大於 500 Wh/kg，肯定只有固態鋰電池是唯一選擇了，固態鋰電池有兩大優勢，(1) 安全性更高：使用的是全固態電解質，不易燃、不易發生副反應；(2) 能量密度更高：由於負極可採用金屬鋰，電池容量可再提升，電壓也可提高。

然而目前受限於固態電池材料技術與製程成熟度仍未臻成熟，無法達到量產規模，目前較成熟的薄膜固態電池需搭載價格昂貴設備來製作，目前產品容量偏低，且價格過高，導致限制其應用範圍。為改善各系統材料組合搭配上，目前各家公司固態電解質選用方面，以高分子型與無機型為主，如 SEEO 與 Bolloré 公司使用高分子系電解質，但為抵擋鋰枝晶影響，其高分子層變厚，且為達到高離子傳導度需高溫操作，進而使電池較難給系統進行整合操作；而在無機固態電解質部份，如生產薄型電池的 CYMBET 公司使用氧系 LIPON，但由於採用 CVD 製程僅適用於薄型電池，不適用於大型電池；或是由豐田車廠採用硫系電解質 ($\text{Li}_{10}\text{GeP}_2\text{S}_{12}$)，但其易與正極活物、負極金屬及環境水氣反應，大量應用有其困難性，而台灣輝能科技公司使用陶瓷隔離膜與液態電解質，性能仍有待驗證。為了提高電解質層的離子傳導效率，電池結構的製程有各種方法被提出，雖然有乾式塗層方法有真空濺鍍和濕式塗佈方法，但目前技術仍以濕式塗佈與押出塗佈方法較可能大面積與連續製作。

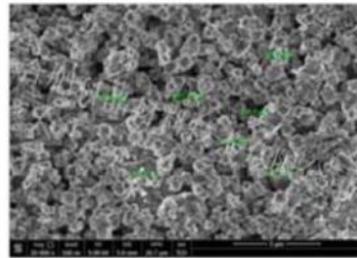
深入討論過程中，也進一步瞭解深圳科晶對於固態電池製備方案之流程與相關設備。科晶提供實驗室規模之固態電池研究方案，包含固態電解質材料合成與加工成型

之相關製程設備，亦包含固態電池之製作，主要針對鈕扣型與小軟包電池。在固態電解質材料合成與加工成型方面，深圳科晶介紹製程包括有粉碎球磨、粉末壓片、材料燒結、精密切割、研磨拋光、表面修飾、電池組裝等；粉碎球磨方面，介紹了該公司高速三維擺震球磨機 MSK-SFM-3 單罐及 MSK-SFM-3-II 雙罐，可一次性放置兩個球磨罐進行球磨，球磨容量達 160mL，球磨速度可調，調速範圍 0-1000rpm，可放置於手套箱中進行氧敏感性材料的球磨實驗，由於進料細微性有要求，所以大塊樣品球磨前需先破碎至 $\leq 1\text{mm}$ ，再進行球磨，對於氧化物材料建議使用剛玉罐、尼龍罐、瑪瑙罐。

球磨实验结果（仅供参考）：
LAGP固态电解质粉



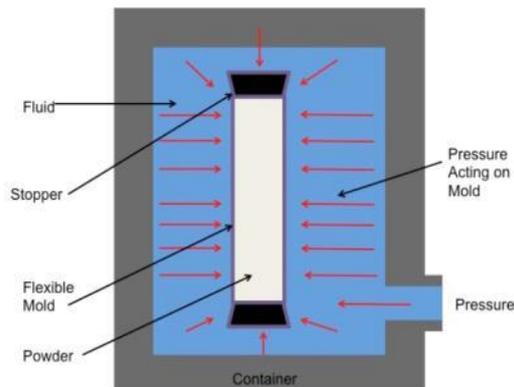
LAGP陶瓷粉（球磨前：15 μm ）

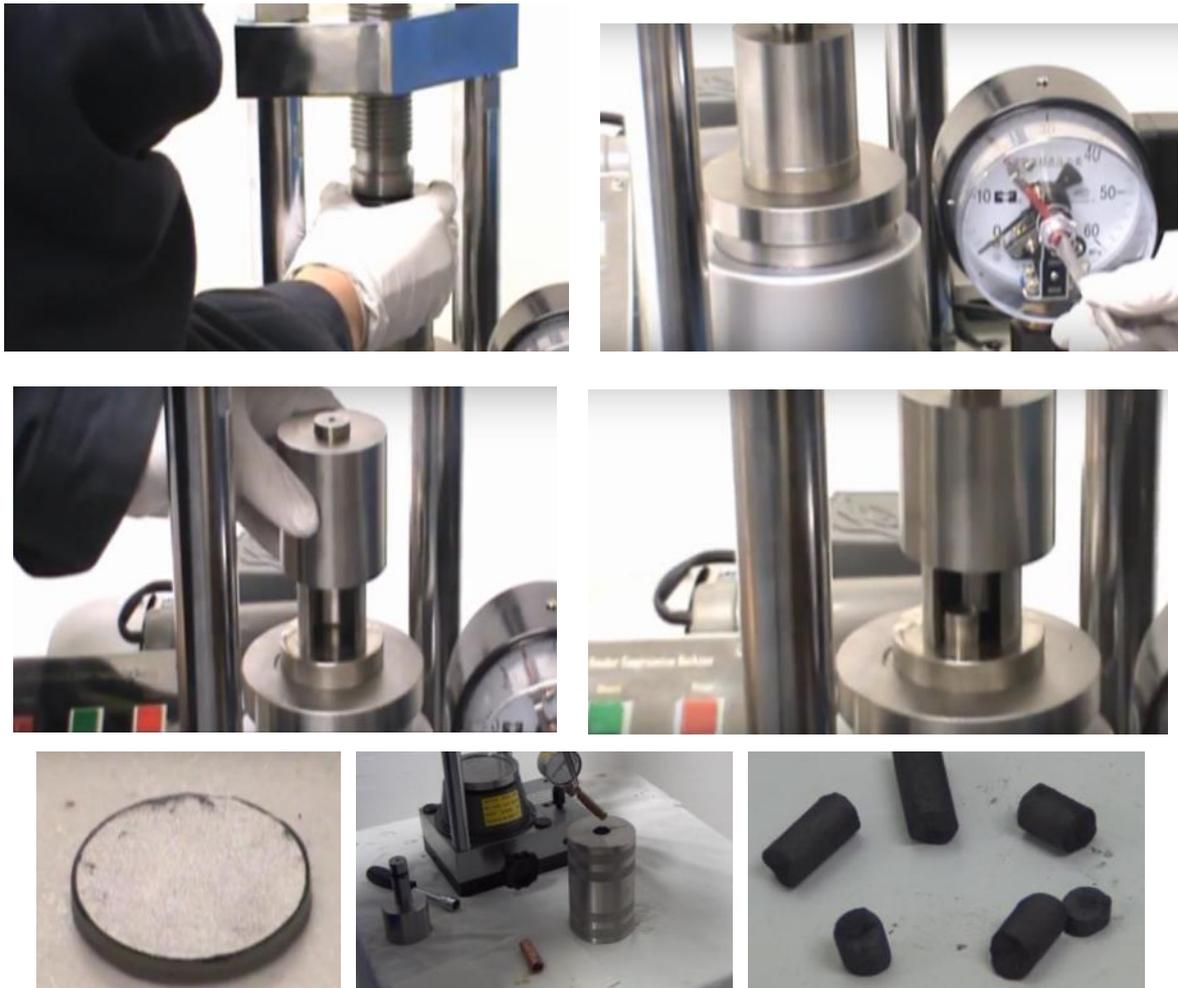


LAGP陶瓷粉（球磨1.5h: 0.3 μm ）

圖三十四 深圳科晶公司固態電解質粉球磨成果

粉末壓片方面，特別介紹了該公司獨特的微型等靜壓設備(Cold Isostatic Press)，此設備是將製作材料放置於盛滿液體的密閉容器中，在高壓環境下，通過對其各表面施加相等的壓力，使製作成品的密度變大，並得到所需的形狀。





圖三十五 深圳科晶公司粉末壓片獨特的微型等靜壓設備

材料燒結方面，介紹了該公司獨特的冷燒結電動液壓設備，具有最大壓力可達 40ton 且帶有可加熱的單軸壓模（最高溫度可達 250℃），此設備專為冷燒結過程製備陶瓷、聚合物或陶瓷/聚合物複合材料而量身打造，在不破壞或改變粉體晶相情況下，可將晶粒邊界及孔隙予以接連；精密切割方面，介紹了該公司 STX-202AQ 小型金剛石線切割機，此機種專為材料研究人員而設計，用於脆性材料樣品的精密切割，切割線採用單根線循環往復的運動模式，切得的薄片可達到 80 微米(um)薄。該款切割機，設置好切割程式後，試片可連續進料，無需手動調節，切割後的樣品尺寸精度可落於 $\pm 10 \mu\text{m}$ 範圍內。研磨拋光方面，介紹了該公司 UNIPOL-1260 無級變速調壓高精度研磨拋光機，該設備可用於對於人工晶體、陶瓷、石英玻璃、岩石等材料的研磨拋光，特別適合於金相試樣的製備。



圖三十六 深圳科晶冷燒結電動液壓設備、金剛石線切割機、研磨拋光機(由左至右)

另外，在實驗室參訪中，也討論 Micro Gravure Coating 技術與製程設備，固態電解質與正極材料貼合過程，為降低介面阻抗，除在正極材料塗佈一層固態電解質外，亦可在隔離膜塗上一層約 2um 之陶瓷或氧化物材料，降低介面阻抗。Micro Gravure coating 則是一種薄膜塗佈技術，可在 5~10um 以內之薄膜均勻塗上一層<5um 之奈米塗層。正極活物利用氧化物固態電解質進行表面改質：針對活物粉體進行表面改質或是將固態電解質混摻入正極極板中，以加強極板之導離子效率。為降低介面阻抗，除上述所之正極材料塗佈、隔離膜塗佈之外，亦可利用在正極材料制備漿料時，添加適當之鋰鹽或固態電解質，以增進鋰離子之傳導，深圳科晶劉輝工程師特別推薦了他們技術人員常使用的鋰鹽-雙三氟甲基磺酸亞胺鋰，可供我們日後製程使用參考。



深圳科晶
SZKEJING.COM
SINCE 2001

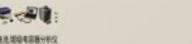
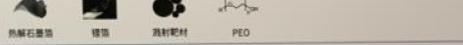
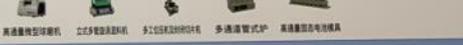


微信公眾號

科學領航 技術結晶
實驗室一站式解決方案

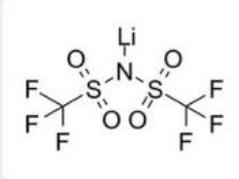
固態電池製備方案

與使用液態有機電解質的鋰離子電池相比，固態電池由於具有高安全性、高能量密度、低製造成本及較寬範圍的工作溫度而受到研究者高度關注。科晶提供固態電池研究整套方案，包括提供從化學原料到測試等一系列相關設備。

步驟	相關產品		步驟	相關產品	
名稱	无机全固態陶瓷電解質	聚合物固態電解質(全固態和雜嵌式)	扣式電池測試裝置		
前驅體材料	氧化物: Bi ₂ O ₃ , 氮化物及衍生物: Li ₂ N, P ₂ N ₅ , 氧化物: Al ₂ O ₃ , La ₂ O ₃ , Nb ₂ O ₅ , Ta ₂ O ₅ , TiO ₂ , ZrO ₂ , SiO ₂ , Bi ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ , 硫化物: MoS ₂ , TiS ₂ , SiS ₂ , SnS ₂ , Li ₂ CO ₃ , Ge Nanopowder, Si Nanopowder, Li-ion Cathode Powder, Li-ion Anode Powder	聚氧化乙烯 (PEO) 聚丙烯腈 (PAN) 聚甲基丙烯酸酯 (PMMA) 聚碳酸乙稀 (PVDF)	軟包電池封裝		
烘干 稱分 計算			電池 測試分析		
原料 製粒 篩選			陶瓷導電 電極製		
固態電解質 制片			相關材料		
正負極片 制備			高通量研究 相關設備		

圖三十七 深圳科晶公司固態電池製備總體方案







产品名：双三氟甲烷磺酰亚胺锂
CAS 号：90076-65-6
英文名：Lithium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide
分子式：C₂F₆LiNO₄S₂
分子量：287.08
熔点：234-238 °C



深圳科晶
SZKEJING.COM
SINCE 2001

www.szkejing.com

锂离子固态电解质

锂铝磷体系 (LiAlP)

磷酸铝锂固态电解质 15微米粉体

产品型号	LAP-01
化学名称	LiAlP
分子量	114.04 g/mol
外观	白色粉末
颗粒粒径	3.0 μm
堆积密度	0.85 g/cm ³
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (25°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (30°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (35°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (40°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (45°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (50°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (55°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (60°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (65°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (70°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (75°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (80°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (85°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (90°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (95°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (100°C)

锂锆磷氧体系 (LLZO)

锂锆磷氧氧化物固态电解质 500微米粉体

产品型号	LLZO-01
化学名称	Li ₇ Zr ₂ P ₂ O ₁₄
分子量	1140.04 g/mol
外观	白色粉末
颗粒粒径	5.0 μm
堆积密度	0.85 g/cm ³
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (25°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (30°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (35°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (40°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (45°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (50°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (55°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (60°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (65°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (70°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (75°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (80°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (85°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (90°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (95°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (100°C)

锂磷硫体系 (LiPS)

四硫代磷酸锂硫化物固态电解质

化学名称	LiPS
分子量	114.04 g/mol
外观	白色粉末
颗粒粒径	3.0 μm
堆积密度	0.85 g/cm ³
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (25°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (30°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (35°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (40°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (45°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (50°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (55°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (60°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (65°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (70°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (75°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (80°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (85°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (90°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (95°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (100°C)

LiPS_x 硫化物固态电解质

化学名称	LiPS _x
分子量	114.04 g/mol
外观	白色粉末
颗粒粒径	3.0 μm
堆积密度	0.85 g/cm ³
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (25°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (30°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (35°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (40°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (45°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (50°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (55°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (60°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (65°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (70°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (75°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (80°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (85°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (90°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (95°C)
电导率	1.0 × 10 ⁻⁴ S/cm (100°C)



微信扫码 手机浏览

深圳市科晶智达科技有限公司

SHENZHEN KEJING STAR TECHNOLOGY COMPANY

圖三十八 深圳科晶公司固態電解質產品種類

固态电解质片方案相关设备

参考工序	设备名称	相关产品
粉碎球磨	球磨	   MSK-SFM-HM MSK-SFM-ALO MSK-SFM-3
粉末压片	压片	    YLJ-40TA YLJ-CSP-40A YLJ-CIP-20A CM-HIP-2
材料烧结	箱式炉 管式炉	  KSL-1200X-5L OTF-1200X-4-VTQ
精密切割	切割	 STX-202A
研磨抛光	研磨抛光	 UNIPOL-802
表面修饰	镀膜	    ALD-1200X-4 VTC-600-SHD MSK-NFES-3 MSK-USP-02
电池组装	测试	    EQ-JIG-1 YLJ-5T HSC-8 BST8-STAT
		 BST8-3A

圖三十九 深圳科晶公司固態電解質片製作設備方案



圖四十 深圳科晶公司小型實驗室級固態電池線

4、拜訪高盛高新材料公司

高盛新材料公司屬格雷蒙集團，公司辦公室位於深圳市南山區，接待的電池材料部劉基生經理，劉經理表示該部門主要負責鋰電池產業相關材料的開發與供應，包括正極材料、負極材料、隔離膜、電解液、銅/鋁箔、正/負極黏結劑、鋁塑膜等等，提供客戶技術服務及材料組配最佳解決方案。目前主要代理的產品如下：

(1)韓國 L&F 公司的三元正極材料：目前已廣為韓國國際大廠全系列電池產品使用。

產品特色：①高容量；② 低鋰殘存含量；③ 表面包覆；④ 長迴圈壽命

應用領域：① 電動工具；② 電動車；③ 儲能系統

(2) 韓國 Posco 公司的天然石墨負極材料：目前已廣為韓國國際大廠全系列電池產品使用。

產品特色：① 高容量；② 高壓實密度；③ 具表面包覆；④ 高導電度；⑤ 長迴圈壽命；⑥ 抗 PC

應用領域：① 電動工具；② 電動機車；③ 數碼/IT；④ 儲能裝置

(3)台灣中鋼碳素公司的中間相碳微球(MCMB)：

利用獨特的技術將煤焦油瀝青經熱處理及數道化工製程製造成高品質、高性能之鋰離子電池用負極材料。層間結構緊密、表面積小且具異向性，粒徑可利用製程參數的控制而調整。

產品特色：① 高容量 (350mAh/g)；② 高倍率放電能力；③長迴圈壽命；④ 抗 PC 電解液

應用領域：① 電動工具；② 電動機車；③ 數碼/IT；④ 儲能裝置

(4) 日本 DIC 公司的負極黏結劑：

此款為專用於鋰離子電池的水性粘合劑。相較于傳統的黏結劑，該水性粘合劑具有優良的低溫放電效率、低內阻及倍率放電效率，可以在較低的濃度使用增加電池率及迴圈壽命性能。且該水性粘合劑為高性能、低成本和環境友好的最佳選擇。

產品特色：① 低溫放電效率高；② 低內阻；③ 倍率放電容量高

應用領域:① 電動工具; ② 電動車 (EV/PHEV/xEV); ③ 儲能系統(ESS); ④ IT(Heavy);

(5) 韓國栗村公司的鋁塑膜包裝材:

此款材料使用新技術及獨特的粘合劑於鋁塑複合膜之中,因此具有與一般常規包裝材料具有更優異的水蒸氣阻隔性能,可有效提升電池的安全性。

產品特色:①耐電解液能力; ② 耐 HF 能力

應用領域:①電動工具; ② 電動車; ③ 儲能系統; ④ 3C

(6) 美國 CELGARD 公司的隔離膜:

產品特性:①使用乾式拉伸製造工藝生產; ② 對酸、鹼和大多數化學品優異的耐浸性均勻的多孔結構具有高的化學穩定性和熱穩定性; ③ 低橫向(TD)收縮率可減少內部短路,提高高溫尺寸穩定性; ④ PP 外層提供抗氧化性能可提高長循環壽命和涓流充電性能; ⑤PE 內層提供高溫高速阻斷功能

應用領域:① 電動工具; ② 電動車; ③ 儲能系統; ④ 3C

(7) 日本古河公司的銅箔:

產品特色:①優異的耐撓曲性; ② 熱處理後優異的機械特性; ③ 優異的表面光滑性; ④優異的充放電和不易斷裂特性; ⑤ 高安全性

應用領域:① 電動工具; ② 電動車; ③ 儲能系統; ④ 3C



圖四十一 拜訪高盛高新材料公司

除了代理材料討論之外，劉經理亦分享他個人多年與鋰電池公司及相關應用產業的心得觀點，他認為最近全球各地儲能系統火燒事件頻傳，今年 10 月挪威電動船也發生起火事件，鋰電池安全問題從電動車、儲能系統再到電動船舶一再地發生，如何提高鋰電池在電動車、電動船舶、儲能系統等大型應用的使用安全性，以保護乘客與使用者的生命安全與財產損失，成為全球鋰電池業界重視與關心的公共議題。

另外，這幾年來韓國儲能系統火災事件超過 28 起，其中一個原因就是太陽能發電板因陽光受到雲層的遮擋與雲走後造成的瞬間電流大幅波動衝擊儲能系統，這些影響不在當初儲能電池系統設計考量範圍，韓國鋰電池系統多用 NMC 三元正極材料，這種材料對鋰晶枝析出抵抗力是最差的，未來勢必在儲能應用上須多加考量。儲能系統若是用在削峰填谷，只用三元或鋰鐵電池就足夠了，因為充放電很穩定，晚上慢慢充電，白天慢慢放電；若配合太陽能及風能發電，儲能系統就必須搭配一部份鈦酸鋰(LTO)電池做為緩衝，使用比例數量可根據瞬間電流波動的試算去設計，例如 1MWh 的儲能櫃，可使用 1/10 的 LTO 電池，1MWh 儲能櫃通常會有 6-7 個支路併在一起，其中一個支路是 LTO，若是穩定的電流，ESM 管理系統可讓某幾個支路或全部支路充電，若突然有快速波動的電流出現，就優先讓 LTO 支路充電。LTO 電池雖然價格較高，好處是很耐操、壽命長，也許 10 年後儲能系統中的三元或鋰鐵電池已汰換更新，但 LTO 電

池仍能持續在工作。

討論中劉經理亦對本公司正發展的 LTO 負極材料有極大興趣，未來期望有機會能協助中油公司 LTO 負極材料在中國推廣及銷售，建議推廣客戶包括：微宏、銀隆及天康等電池生產公司。

三、具體成效

1. 蒐集到豐富儲能及中國/國際相關技術現況與市場應用趨勢，如鋰電池相關材料、儲能技術、充電樁技術設備系統及固態電池技術等，做為中油公司研究所深入探討及開發新材料之參考。
2. 瞭解有關下世代固態電池製作設備及技術開發經驗，與全球最大儲能市場廠商面對面討論產品開發及相關經驗交流，提升中油公司儲能電池關鍵材料研發能力與國際宏觀視野。

四、心得及建議：

根據 2019 年中國汽車流通協會針對新能源汽車消費者的調查顯示，車輛續航問題、電池安全問題、電池回收問題是目前消費者放棄購買新能源汽車三大主要因素，合計占比 87%，均與電池有關。動力電池行業面臨的諸多痛點能否得到解決直接關係到新能源汽車行業的平穩健康發展。此次高峰論壇及展場與廠商面對面討論過程均有商討到這些議題，由於中國目前電動車採政府補貼方式，為全球電動車銷售量/使用量最多的國家，因此中國遇到問題及議題，未來均可作為全球各國的借鏡，且語言及習性相近之下，中國情況更適合台灣未來發展電動車的的最佳借鏡。

關於車輛續航問題，提高電池能量密度是增加電動車續航最好的辦法，其中高容量電池技術是關鍵。三元高鎳體系能夠滿足 2020 年動力電池單體 300Wh/kg 目標，但無法實現 2025、2030 要求，未來儲能全固態鋰電池值得關注。關於電池安全問題，新能源汽車安全問題既有技術因素，也有監管因素，但經由此次高峰論壇中國各方專家指出大多數安全問題是由部分企業急功近利、缺乏安全意識所致。依據中國《新能源汽車國家監管平臺大資料安全監管成果報告》顯示，79 起新能源汽車安全事故中，屬於中國國家監管平台的事故車輛有 47 輛，28 起事故在發生前 10 天內曾被監管平

台預警提醒。未來可利用大資料平台等建立預警機制，並通過生產管理加強對電池產品的品質管控。關於電池回收問題，這是全球各國發展電動車所面臨的相同問題，此應透過統一動力電池的型號標準，同時建立更完善的回收體系，2018 年中國廢舊動力電池回收 1.35 萬噸，實際回收比例只有 22.9%，此部分與政策約束力差、回收體系混亂、梯次市場空間剛起步、利潤率低有直接關係。

另外，相比燃油車 3 分鐘加油、5 分鐘出站，目前電動車一般 30 分鐘左右才能充到 80%，算上排隊等候時間則需要更久。充電體驗不佳已大大地限制了電動車推廣時程。2019 年中國汽車流通協會發佈的《2019 新能源汽車消費市場研究報告》調查顯示，新能源汽車在考慮充電時，快充關注度最高，達到 27.7%；新能源車用戶對充電體驗滿意度最低，只有 7.3 分，說明充電體驗已是目前消費使用者的核心痛點。

而動力電池是新能源電動汽車的心臟，占整車成本的 30%-40%，直接影響著電動車的續航和安全性。在新能源汽車產業的帶動下，動力電池過去十年迎來爆發式增長，2009 至 2018 年光中國國內電池設備裝機量從 0.03GWh 暴增至 57GWh，增長超千倍。目前中國動力電池產業產品參差不齊，電動車廠面對消費者里程焦慮、電池安全等挑戰，能否與電池廠商一同思索電池品質掌控及檢測技術再提升，也是未來一大課題。

從產業鏈來看，能量密度更高、更安全、充電更快、成本更低是動力電池產業發展的核心目標。動力電池上游有正極、負極、電解液、隔膜四大原材料，中游有圓柱、方形、軟包三大電池芯技術，下游模組 Pack 有整車廠、電池廠、協力模組廠商 Pack 三大勢力。依此次論壇及拜訪二家公司均一致性表示上游原材料方面，高鎳正極、矽碳負極、陶瓷隔膜是動力電池未來趨勢。其中三元高鎳正極安全性、製程成熟度，矽碳負極壽命方面均有待提升。電池芯技術方面，方形、軟包、圓柱在不同車型上占比差異較大，其中方形電池是目前主流，軟包電池能量密度、安全性優勢明顯，預計未來占比提升。下游模組 Pack 方面，電動車廠一直想切入 Pack 領域，使得傳統模組協力 Pack 廠商被邊緣化，但目前 pack 廠商仍積極佈局無模組化、快充、低溫改性等技術以提升能量密度和充電性能。

對於近年來討論及為熱門的全固態電池，最主要是能將電池能量密度提高，目前

正極材料系統相較負極選擇較多，但全球各家廠商應用上從早期鋰鈷氧、鋰鐵磷氧化物轉進至高能量三元系材料為主，各家應用策略是藉由表面改質來提升其所導引正極材料的特性；而在負極材料從較低容量的石墨到高容量合金(鋰金屬、鈹金屬)，雖都有廠商使用，但在使用高容量合金時往往易造成鋰枝晶，進而使電池有安全危害之疑慮。與易燃之有機電解液相比，全固態電池採用固態電解質與高容量合金如鋰金屬接觸不易發生危險，故以固態電解質取代有機電解液，此視為鋰金屬負極應用之契機。然而目前少有固態電池能達到商業化規模生產、大面積製作、長壽命的目標。除了負極鋰金屬與界面副反應導致電解質失效之外，電極與固態電解質之不良接觸高阻抗界面，也是導致固態電池失效原因。目前全球各國均將全固態電池發展列為國家重點項目，日經新聞網 2019 年 10 月 31 日才剛報導「日本舉國之力開發全固態電池」，為了確保汽車產業的優勢地位，日本政府與民營企業正在攜手致力於實用化，如日本政府全面支援豐田等企業的全固態電池開發行動。2018 年夏季，日本新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)啟動了開發全固態電池的項目。2018~2022 年度的 5 年內將投入 100 億日元。日本新能源產業技術綜合開發機構此前也攜手材料廠商等推進全固態電池的研究，豐田、日產、本田技術研究所等汽車廠商、松下和傑士湯淺等電池企業加入，正在以「全日本」的體制進行開發。日本政府向全固態電池傾斜，是因為這有可能左右日本產業整體的沉浮。在現有的車載鋰離子電池領域，日本企業曾保持優勢地位，但如今已逐漸被中國企業超過。由於純電動車並未普及到超越燃油車的程度，影響仍然很小。但如果在全球環保政策加強的背景下，純電動車不斷普及，日本汽車廠商的地位將變得危險。

目前台灣方面，電池芯製造廠商多轉向開發車用動力電池，將產能及發展重點移往電動車輛與儲能產品應用領域，包括能元與 Uber 合作開發 eVTOL 電池組，有量已經應用到中華電動機車(國產化電芯)，並藉由泰國 EA 集團投資，也逐步應用在泰國電動車產業鏈中，但台灣在有限的資源下，相較於全球各國，目前對全固態電池投入明顯不足，主要受限於固態電池材料技術與製程成熟度仍未臻成熟，無法達到量產規模，影響廠商投入研發意願，且目前台灣沒有生產無機固態電解質材料及成品的廠商，

因此固態電池的關鍵材料仍受制於國外廠商的供應。此部分十分值得中油公司研究所在未來列入開發方向並多加努力整合國內外各單位，方能掌握未來固態全電池的契機。本次行程參訪深圳科晶公司，最主要目的即是獲得固態電池最新製作技術及中國地區最先進的固態電池設備，見識到中國公司整線硬體設備供應的完整性，此部分台灣是十分缺乏的，同時在拜訪高盛高科公司時，也獲取許多中國電池業界的看法與訊息，除了高能量密度趨勢之外，中國電池界逐漸強調快充技術及電池安全性，包括整車廠如比亞迪、北汽新能源；電池廠如 CATL、微宏動力；充電樁營運商如國家電網、星星充電等相關業者也均一致認為充電是未來趨勢，換電模式極可能如手機電池更換趨勢一樣逐漸消失淘汰，目前中國相關企業均已開始布局快充相關經營模式，因此在參訪同時，也同時確認日後如何在固態電池、材料、製程、快充模式等研究切入議題，以協助公司能加速轉型。