

A scanning electron microscope (SEM) image showing numerous spherical particles of varying sizes. The particles have a porous, textured surface composed of smaller sub-particles. They are scattered across a dark background. A red horizontal bar is at the top of the image, containing the text 'PHENOMSCIENTIFIC'.

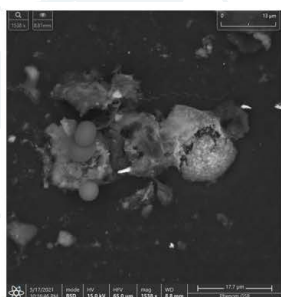
PHENOMSCIENTIFIC

Phenom ParticleX 全自动锂电清洁度分析系统

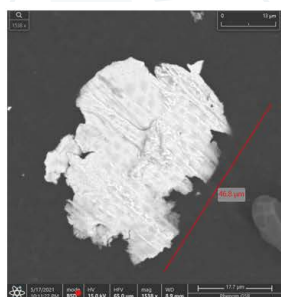
全面检测 / 评估锂电池原材料及生产环境中的异物

PHENOMSCIENTIFIC
飞 纳 电 镜

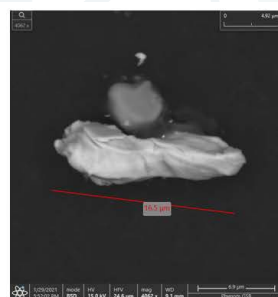
金属异物对锂电池安全性的影响



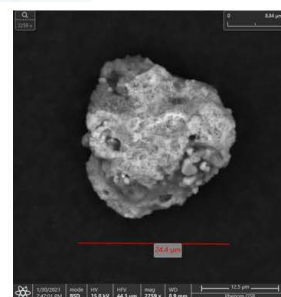
Cu-O



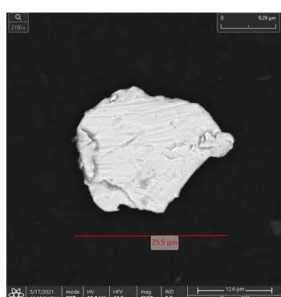
Cu



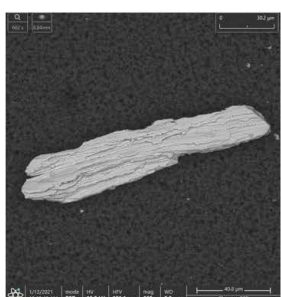
Zn



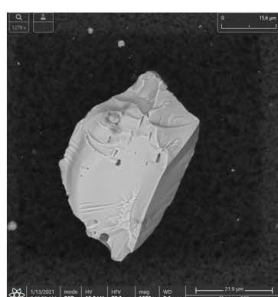
Zn-O



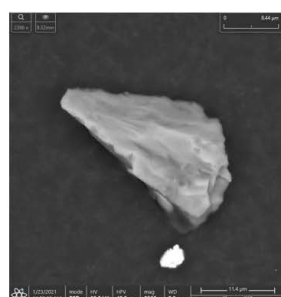
Fe



Fe-Cr-Ni



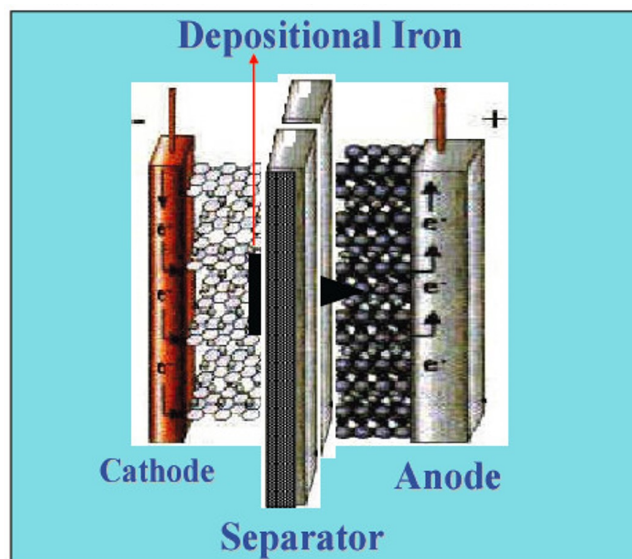
Cr



Si-O

各类金属异物颗粒

锂离子电的性能与正/负极材料的质量息息相关，当在正/负极材料中存在铁 (Fe)、铜 (Cu)、锌 (Zn)、铬 (Cr)、镍 (Ni) 等金属异物时，这些金属会先在正极氧化再到负极还原，当负极处的金属单质累积到一定程度，其沉积金属坚硬的棱角就会刺穿隔膜，引起锂离子电池内部微短路，造成起火或爆炸等安全事故。



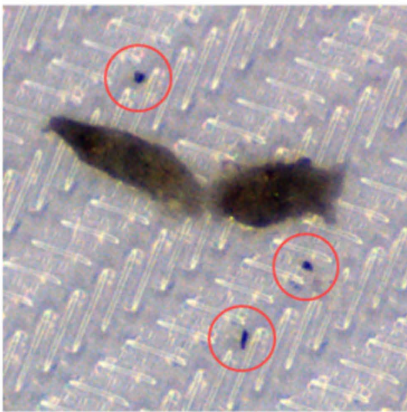
现有测试方法及其局限性

国家标准中采用的化学滴定法和 ICP 测试法，可对正 / 负极中的金属异物的整体含量进行定量评估。但存在如下问题：

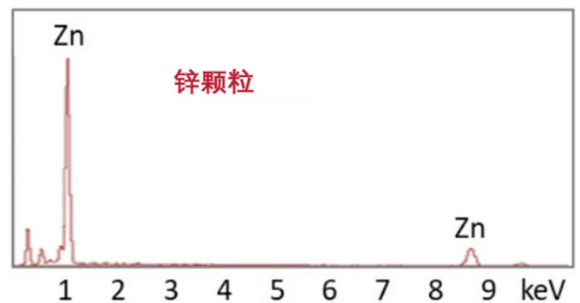
- 看不到异物颗粒的形态及大小
- 无法区分异物颗粒的种类及数量
- 因此无法判定是哪个生产环节出了问题

行业内普遍采用的光镜清洁度分析法，容易造成金属和非金属的误判，也无法分析异物的成分信息，因此无法区分是哪一类杂质。同时，由于光镜的分辨率有限，对于小尺寸的颗粒数量会产生误判。

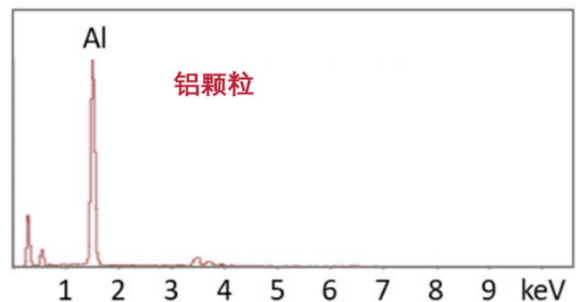
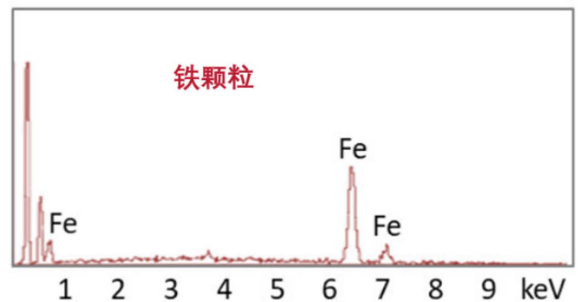
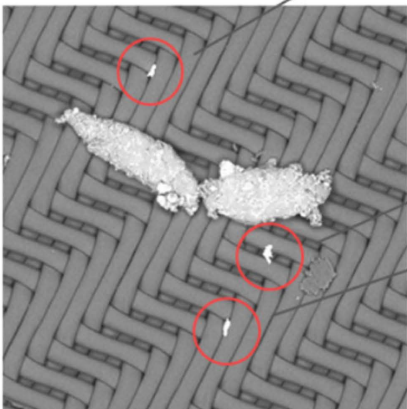
光镜测试结果 → 非金属颗粒



Elemental Spectrum (EDX)



SEM+EDS结果 → 金属颗粒

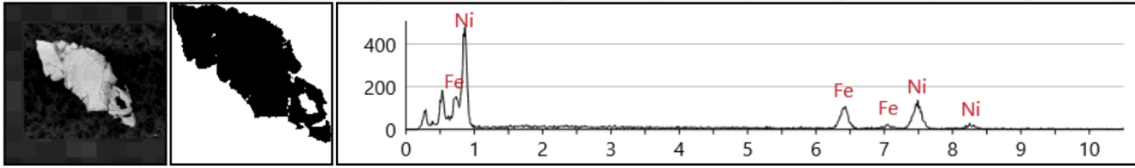


ParticleX 全自动锂电清洁度分析系统

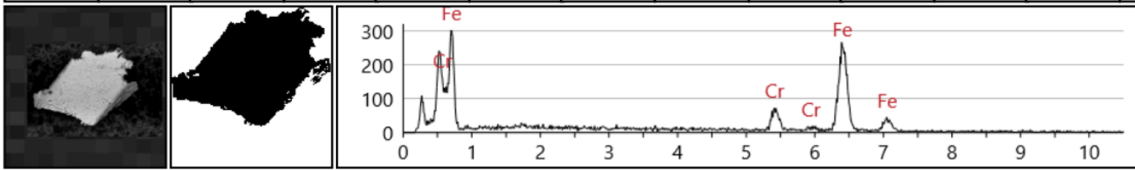
扫描电子显微镜和能谱成分分析仪（SEM+EDX）一直是做锂电池材料微观分析的重要工具。以往，这个过程都是手动完成的且非常耗时。由此带来操作人员容易疲惫，结果准确度受人为因素影响，以及结果获得不及时等问题。如今利用 ParticleX 全自动锂电清洁度分析系统，生产工程师可以轻松实现实时监控生产车间的质量控制。

特殊颗粒详细信息展示

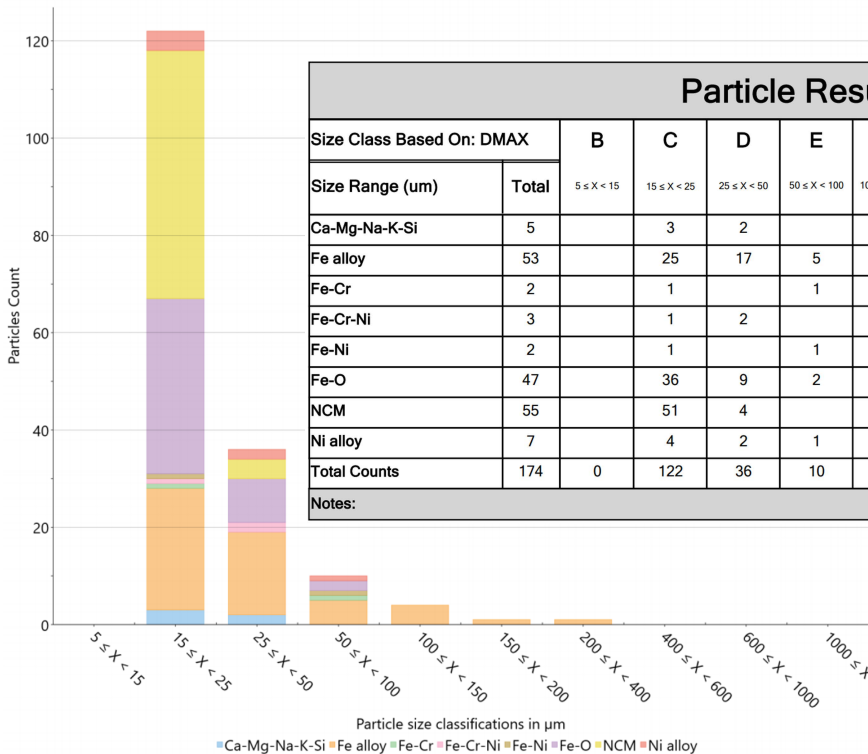
Rank	ID	Size (μm)	Width (μm)	Class	Aspect	Area	Roundness	Form Factor	ECD	Ni	Fe	O	
11	30	64.110	26.469	Fe-Ni	2.701	962.757	0.298	0.275	35.012	64.100	29.100	6.800	0.000



Rank	ID	Size (μm)	Width (μm)	Class	Aspect	Area	Roundness	Form Factor	ECD	Fe	Cr	O	
12	15	57.017	37.765	Fe-Cr	1.510	1262.645	0.495	0.279	40.096	82.000	9.700	8.300	0.000



Histogram Chart Generated Based on DMAX



异物颗粒分类统计

Particle Results											
Size Class Based On: DMAX		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Size Range (μm)	Total	5 ≤ X < 15	15 ≤ X < 25	25 ≤ X < 50	50 ≤ X < 100	100 ≤ X < 150	150 ≤ X < 200	200 ≤ X < 400	400 ≤ X < 600	600 ≤ X < 1000	1000 ≤ X
Ca-Mg-Na-K-Si	5		3	2							
Fe alloy	53		25	17	5	4	1	1			
Fe-Cr	2		1		1						
Fe-Cr-Ni	3		1	2							
Fe-Ni	2		1		1						
Fe-O	47		36	9	2						
NCM	55		51	4							
Ni alloy	7		4	2	1						
Total Counts	174	0	122	36	10	4	1	1	0	0	0
Notes:											

Phenom ParticleX 的技术特点

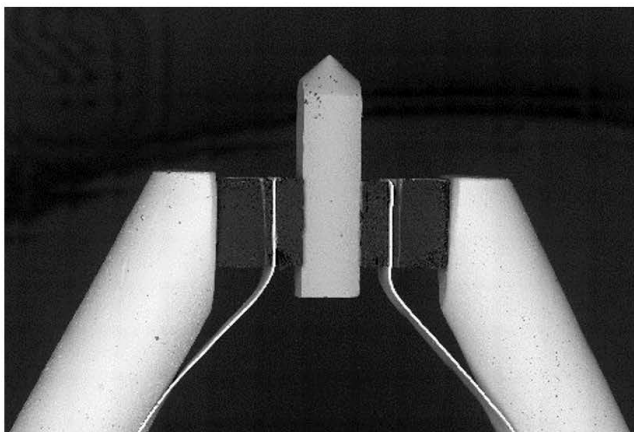
深厚的技术积累

- 历经 29 年研发与升级，系统功能不断丰富；
- 国内外公认的最准确和专业的清洁度自动分析系统；
- 软硬件一体化设计，保证了软硬件的协调工作；

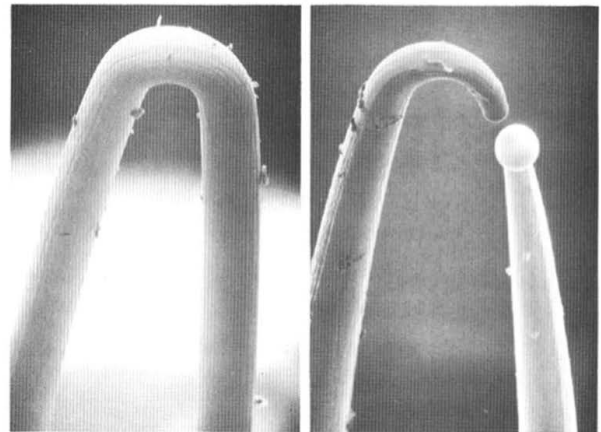


高亮度 / 长寿命 CeB₆ 晶体灯丝

- 使用寿命超过 2000 h，轻松应对隔夜分析，无需频繁更换灯丝；
- 亮度稳定性好，确保测试结果的准确性



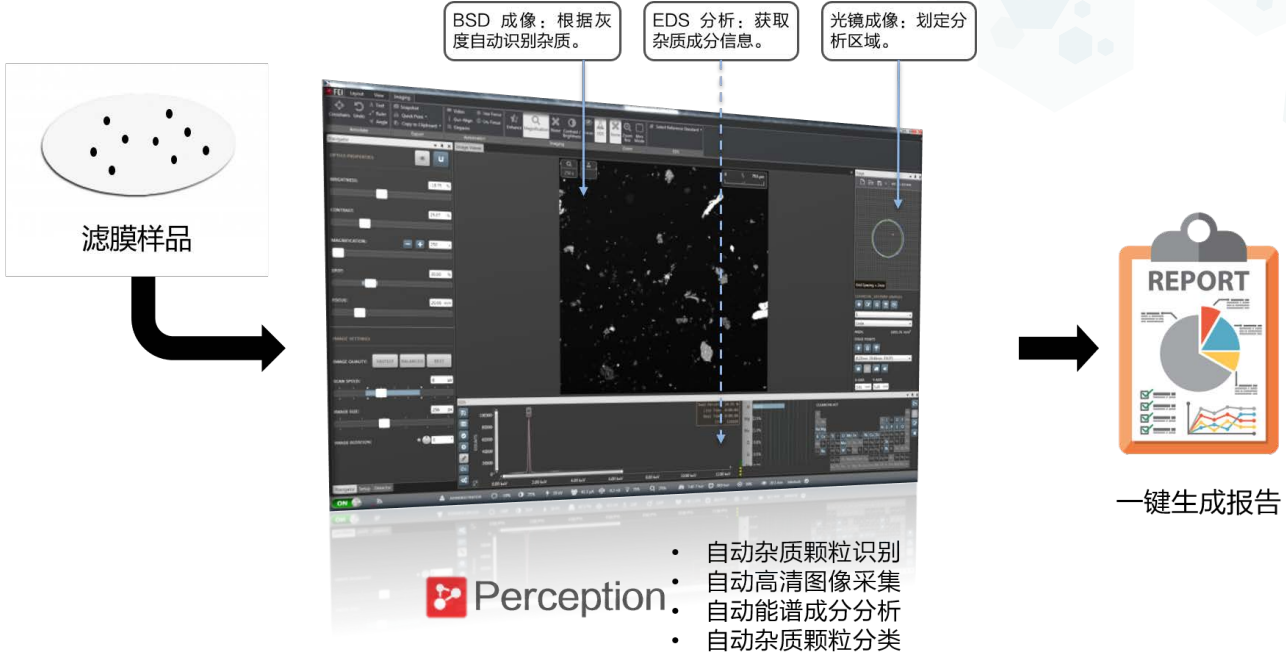
CeB₆ 晶体灯丝



钨灯丝

Phenom ParticleX 的技术特点

异物颗粒自动统计分析流程设计，一键自动开始



方便的数据查看与分析，测试结果轻松读取

全部杂质数据

分类统计

杂质分布图

BSD 图像

杂质掩膜

EDS 成分含量

EDS 成分谱图

Classification

Density (pg/μm³)

PAction

Void (μm)

SELECT ALL

AL ALLOY

AL-O

CA-MG-NA-K-SI

CR ALLOY

CR ALLOY

CU ALLOY

CU ALLOY

CU-O

FE ALLOY

FE-CR

FE-CR-NI

FE-O

SHOW ROWS WITH VALUE THAT

IsEqualTo

And

IsEqualTo

APPLY CLEAR

可筛选出某类杂质，并按尺寸从大到小排列。

规格参数



分析自动化

- 每小时完成多达 5,000 个颗粒的完整形态和化学成分表征，或者是完成多达 10,000 个颗粒的形态表征

数据输出格式

- CSV, JPG, TIFF, ELID, EMSA

探测器

- 四分区 BSD 和选配的 SED

放大倍数

- 最高放大倍数 200,000x
- 光学放大: 3-19x

加速电压

- 4.8 kV - 20.5 kV

电子源

- 长寿命 CeB₆ 晶体灯丝

真空系统

- 低-中-高三档真空度，直接观察不导电样品

真空泵

- 无油隔膜泵和涡轮分子泵

减震

- 内置减震

图像分辨率

- 8 nm

抽真空时间

- < 30 秒达到高真空状态

最大样品尺寸 XYZ 样品台

- 50 mm × 50 mm
- 100 mm × 100 mm (选配)
- 自动控制X, Y方向移动

最大样品质量

- 1 kg / 2 lbs

复位精度

- ≤ 7 micron (X 和 Y)

室温

- 15° 到 25° C

湿度

- 20% 到 60% (无冷凝)

电源

- 110 - 240 VAC, 50/60 Hz, 6.5 A

PC 和及控制系统

- Windows 10 专业版
- 16 GB RAM
- 24" 显示器

用户界面

- Phenom UI 常规电镜分析系统
- Perception 全自动分析系统

EDX 性能

- 窗口面积: 30 mm²
- 分辨率: Mn K α ≤ 123 eV
- 最大计数率: 300,000 cps

EDX 集成方式

- 完成集成，非第三方

EDX 检测范围

- B 元素到 Cf 元素

EDS 识别方式

- 自动识别元素种类

图片存储格式

- JPEG, TIFF, BMP

图像质量

- 456 x 456, 684 x 684, 1024 x 1024 和 2048 x 2048

化学分析

- 谱图点采集或面采集

测量精度

- 0.5 micron 或更优

桌面尺寸

- 150 x 75 cm, 承重 150 kg

系统尺寸及重量

- 主机:
316(w) x 587(d) x 625(h) mm, 75kg
- 外置隔膜泵:
145(w) x 220(d) x 213(h) mm, 4.5kg
- 电源:
156(w) x 300(d) x 74(h) mm, 3kg
- 显示器:
531.5(w) x 515.4(h) x 250(d) mm, 6.7kg
- 工作站:
169(w) x 456(d) x 432(h) mm, 15kg

自动化、同步分析，获取金属异物的粒度分布、形貌和成分信息

- 颗粒粒度分布 - 最全面的颗粒粒度范围
- 颗粒形貌分析 - 多种测量方法可供选择
- 杂质颗粒检测 - 可检测出数千颗粒中夹杂的微量杂质颗粒
- 高分辨率成像 - 8 nm 分辨率

系统解决方案

全自动锂电清洁度分析系统

真正一体化 SEM / EDX 平台

- 分析快速
- 减震/ 电磁屏蔽
- 简便的用户界面
- 长寿命稳定运行
- 自定义分类规则
- 一键点击生成报告



更多信息请访问: www.phenom-china.com

复纳科学仪器(上海)有限公司
上海市闵行区张申滨路 88 号虹桥丽宝广场 T5, 705 室



服务热线: 400 857 8882
网站: www.phenom-china.com
Email: info@phenom-china.com

PHENOMSCIENTIFIC
飞 纳 电 镜