

ANCOREN



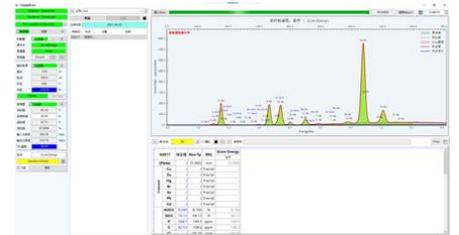
RAY FLUORESCENCE



PHECDA-ECO (便携式)



PHECDA-HES (台式机)



Fast FP2.0

## 锂电池正极材料元素含量分析

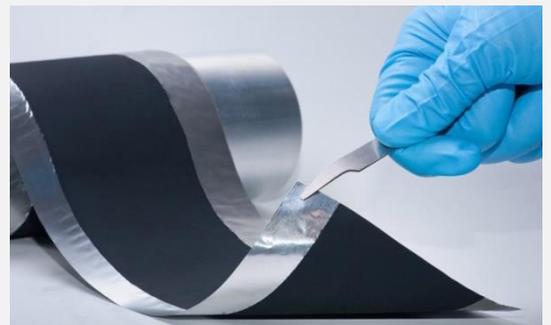
高灵敏度 X 射线荧光光谱仪 (HS XRF) 与快速基本参数法 (Fast FP)

### 应用概述

锂电材料中主量元素和杂质元素的含量对锂电池的性能与安全性有着关键性影响,锂电池相关材料的元素检测是原材料以及产品质量控制的关键。

当前,锂电行业多采用 ICP-OES 分析元素含量,样品处理周期长,对生产质量控制存在滞后性。

常规 X 射线荧光光谱仪 (XRF) 分析轻元素能力不足,且无法分析主元素锂 (Li) 的含量。高灵敏度 X 射线荧光光谱仪采用全聚焦双曲面弯晶技术,实现对 X 射线管出射谱单色化聚焦衍射,消除散射线背景干扰,增强元素激发和探测效率,对锂电池中金属杂质元素检测限 < 10mg/kg。快速基本参数法是 X 射线荧光领域的核心算法,提升元素定量精度与样品适应性。两项核心技术的结合,为锂电材料元素分析提供快速、精确、全元素分析的解决方案。



## 方法原理

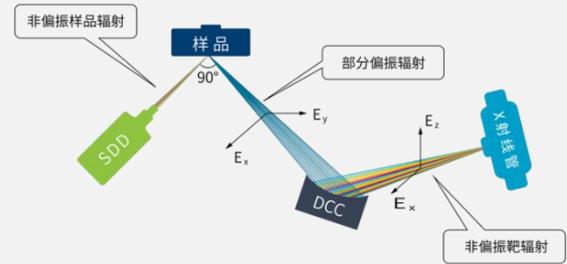
### 1) 硬件核心技术：单波长激发-能量色散 X 射线荧光光谱仪 (HS XRF®)

发明专利：ZL 2017 1 0285264.X

X 射线管出射谱经双曲面弯晶单色化聚焦入射样品，消除 X 射线管韧致辐射所产生的散射线背景，同时光路符合偏振消光光路设计，进一步降低单色化入射射线散射线背景。

聚焦激发，增加有限的 SDD 窗口面积接收样品元素荧光射线强度，实现对元素的高灵敏度检测。

单波长激发-能量色散X射线荧光光谱仪偏振消光光路原理图



www.ancoren.com



快速基本参数法 Fast FP2.0

### 2) 软件核心技术：快速基本参数法 (Fast FP2.0®)

- 对 X 射线入射、与物质相互作用、探测的整个物理过程进行理论计算；
- 基本参数库和先进数学模型相结合；
- 少量标样进一步提升元素定量精度；
- 解决无标准样品情况下元素定量分析难题；

## 性能数据

### 1. 样品制样

- 压片制样

取4g正极材料样品



压片机压片



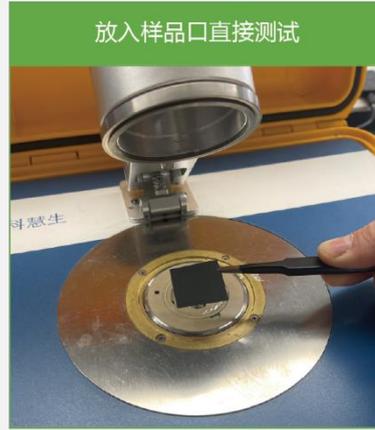
制成压片样品



上机测试



• 涂布层直接测试



2. 谱图

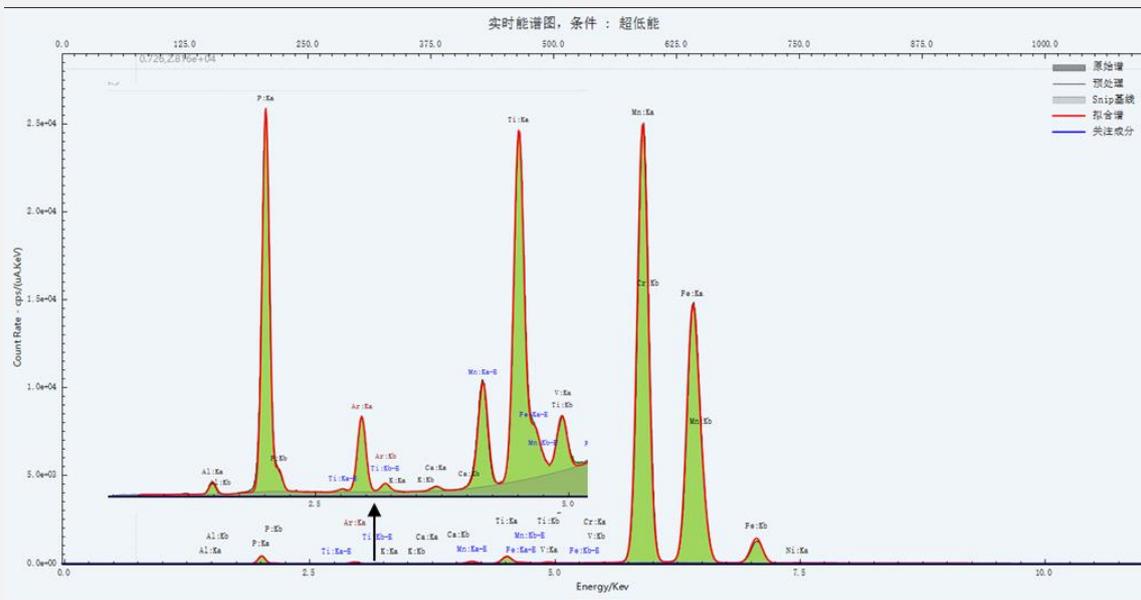


图 1: LiFePO4 元素荧光能量谱图

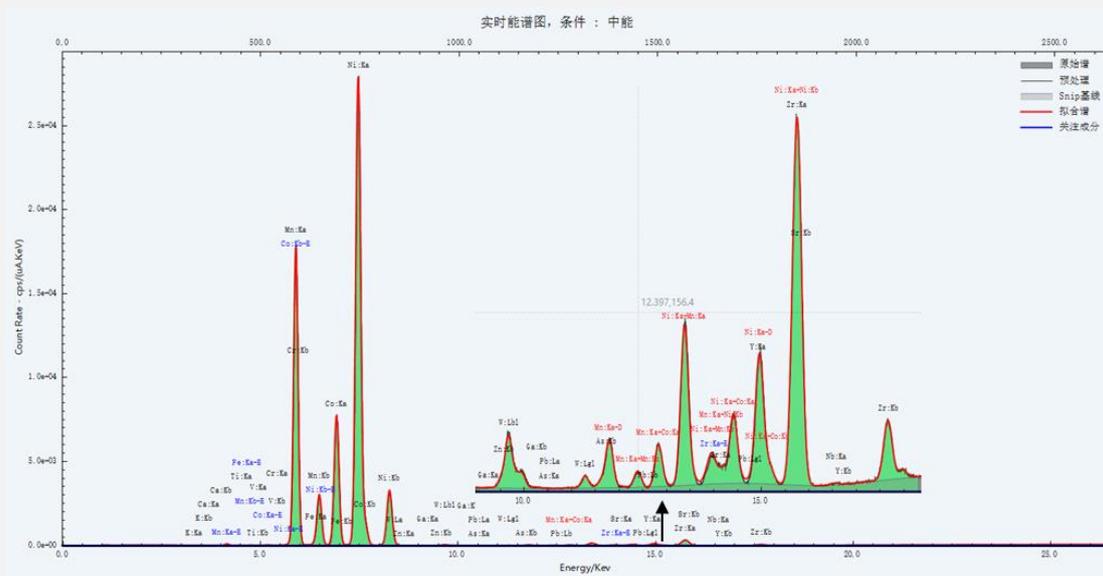


图 2: 三元锂电正极材料 (NCM523) 元素荧光能量谱图

高灵敏度 X 射线荧光光谱仪 PHECDA 同步分析 LFP 与 NCM 电池材料中主量元素以及杂质元素，快速基本参数法通过全元素化学平衡计算得到锂电池材料中锂（Li）含量。

### 3. 精密度

表 1：磷酸铁锂正极材料主量元素分析表

单位：%

元素 测试次数	Li	P	Fe
No1	4.09	20.61	33.64
No2	4.10	20.65	33.68
No3	4.02	20.50	33.49
No4	4.03	20.73	33.72
No5	4.05	20.49	33.55
No6	3.98	20.56	33.62
No7	4.04	20.44	33.45
Average	4.04	20.57	33.59
STDEV	0.04	0.10	0.099
RSD(%)	0.99%	0.50%	0.3%

表 2：磷酸铁锂正极材料杂质元素分析表

LFP	杂质元素						
测试次数	K(ppm)	Ca(ppm)	Ti(ppm)	V(ppm)	Cr(ppm)	Ni(ppm)	Zr(ppm)
No1	351	328	222	1517	183	143	2
No2	416	452	258	1496	196	153	2
No3	294	357	242	1507	137	147	1
No4	335	389	234	1518	173	144	2
No5	298	381	237	1489	181	142	2
No6	225	283	233	1527	143	137	2
No7	325	318	210	1501	165	142	1
AVERAGE	320	358	234	1508	168	144	1.7
STDEV	58.57	55.30	15.14	13.72	21.71	5.05	0.26
RSD	18.3%	15.4%	6.5%	0.9%	12.9%	3.5%	15.3%

表 3：三元锂电正极材料（NCM523）主量元素含量与摩尔比分析表

元素 分析次数	Li (%)	Ni (%)	Co (%)	Mn (%)	Ni+Co+Mn(%)	摩尔比
No1	7.44	30.40	11.66	16.98	59.03	1.05
No2	7.49	30.34	11.64	16.98	58.95	1.05
No3	7.46	30.38	11.64	16.98	58.99	1.05
No4	7.37	30.46	11.68	17.00	59.14	1.03
No5	7.51	30.32	11.64	16.96	58.92	1.06
No6	7.45	30.37	11.64	16.98	58.99	1.05
No7	7.58	30.27	11.62	16.93	58.83	1.07
Average	7.47	30.36	11.64	16.97	58.98	1.05
STDEV	0.065	0.061	0.017	0.020	0.097	0.011
RSD	0.87%	0.20%	0.15%	0.12%	0.16%	1.03%

## 优势特点



### 快速

仅需要对电池材料粉末样品压片处理，仪器分析时间 5 分钟/样品；  
可以直接分析锂电材料涂布层元素摩尔比和杂质元素含量；



### 元素分析范围宽

同步分析锂电池正极材料中主量元素以及杂质元素；



### 精密度

主量元素 LFP (P、Fe)、NCM (Ni、Co、Mn) RSD < 0.5%，LiRSD < 1.0%；



### 检出限

杂质元素检出限为 5-20mg/kg；



### 扩展性

可以扩展分析各类锂离子电池相关电解液、涂布层面密度；

**保密声明：** 1) 对于任何客户测试的锂电池材料，安科慧生仅负责仪器性能评价和应用开发，对客户提供的锂电池材料所获得的数据信息，不作为宣传信息，与客户任何合作信息不泄露。

2) 安科慧生拥有单波长激发-能量色散 X 射线荧光光谱仪中国发明专利，未经公司允许，安科慧生所提供的资料，不得转发或用于商业宣传。