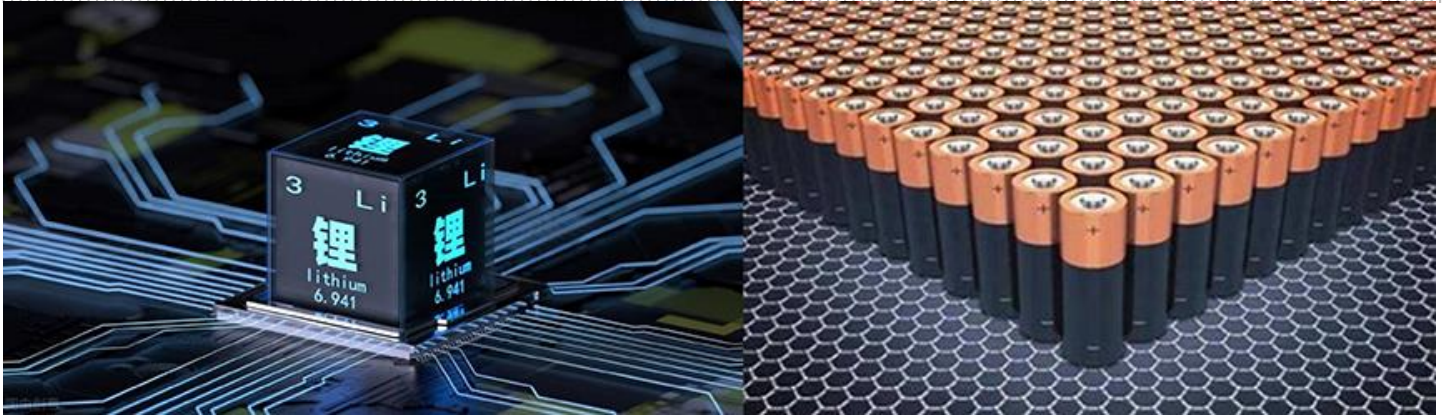


ANCOREN



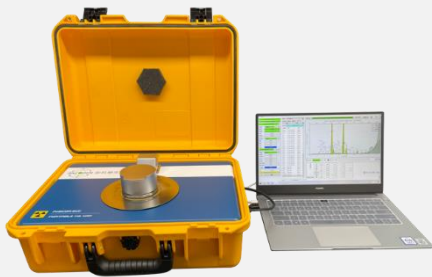
RAY FLUORESCENCE



涂布层面密度测量

高灵敏度 X 射线荧光光谱仪与全息基本参数法
锂电池集流体涂布层面密度测量解决方案
高灵敏度 X 射线荧光光谱仪与全息基本参数法

应用概述



高灵敏度 X 射线荧光光谱仪与全息基本参数法

锂电池极片制造中涂布质量直接影响电池性能优劣，涂布工艺最主要是控制涂布层面密度的准确度和均匀性。采用重量法检测集流体以及涂布层面密度，方法繁琐耗时，只能对于一定面积的涂布层进行检测，无法完成点与点的差异检测。

先进的基本参数法是 XRF 镀层和涂层分析的前提条件，安科慧生第二代全息基本参数法 (Holospec FP 2.0) 结合先进数学模型 (Advanced MM)，胜任各类镀 (涂) 层样品定量分析。高灵敏度 X 射线荧光光谱仪 PHECDA 系列元素灵敏度大幅提升，结合全息基本参数法，能够快速精确分析集流体 (铝箔、铜箔) 厚度、涂布层面密度，为锂电池极片制作测量提供先进解决方案。

方法原理

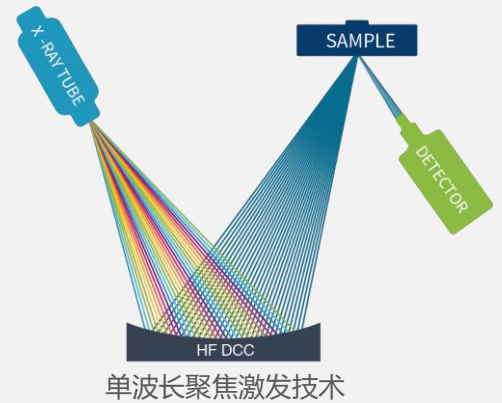
1. 单波长激发-能量色散 X 射线荧光光谱仪 (HS XRF®)

• 单色化激发

X 射线管出射谱经全聚焦型双曲面弯晶单色化入射样品，降低由于 X 射线管出射谱连续散射线产生的背景干扰 2 个数量级以上。

• 聚焦激发

能量聚焦于样品一点，进一步增加 SDD 探测器接收样品元素荧光射线强度。



1) 软件核心技术：全息基本参数法 (Holospec FP 2.0)

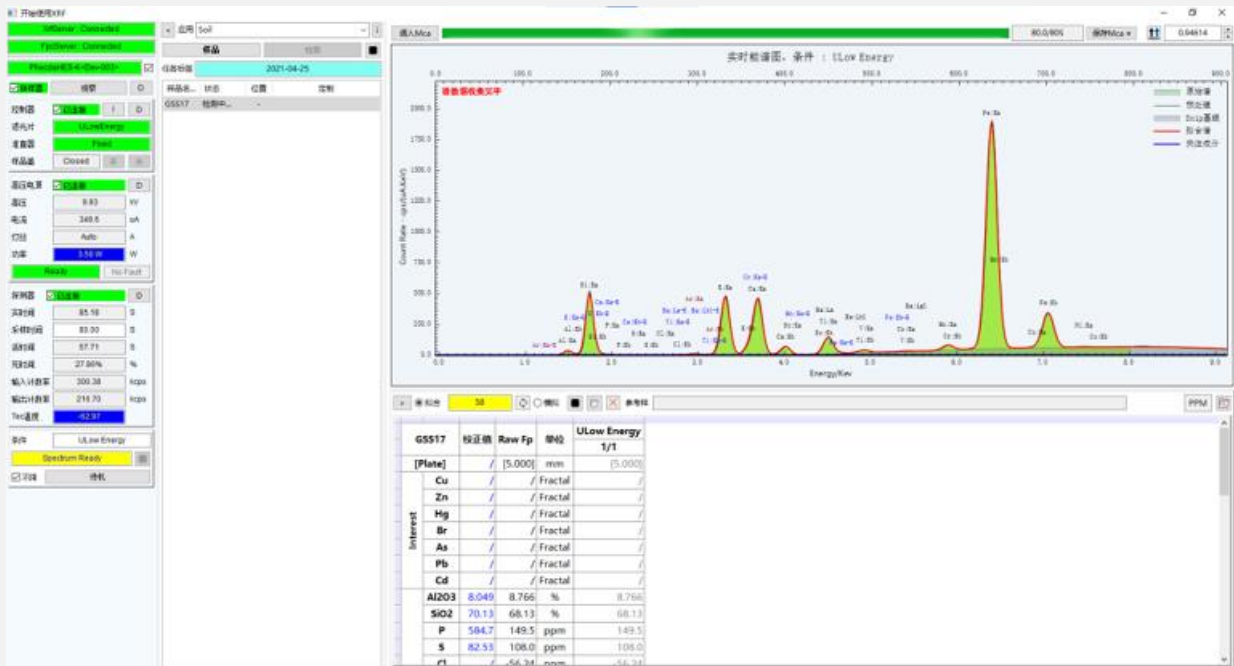
基本参数法 (FP: Fundamental Parameters method) 是 X 射线荧光领域的核心算法和研究重点。安科慧生研发人员历时十几年，颁布全息基本参数法-Holospec FP 2.0，将基本参数法的应用提升到前所未有的水平。

Holospec FP 与常规 FP 区别：

- 1) 全谱拟合：当前唯一采用全谱拟合的基本参数法
- 2) 完整性：基本参数库结合先进的数学模型 (Advanced MM)，从而完成对 XRF 整个物理学过程的数字化描述
- 3) 快速：CPU 多核并行运算结合 GPU 单元，采集谱图与海量运算同步完成
- 4) 可视化与支持用户开发：可视化图形界面与开放的参数设置

Holospec FP 功能与优势：

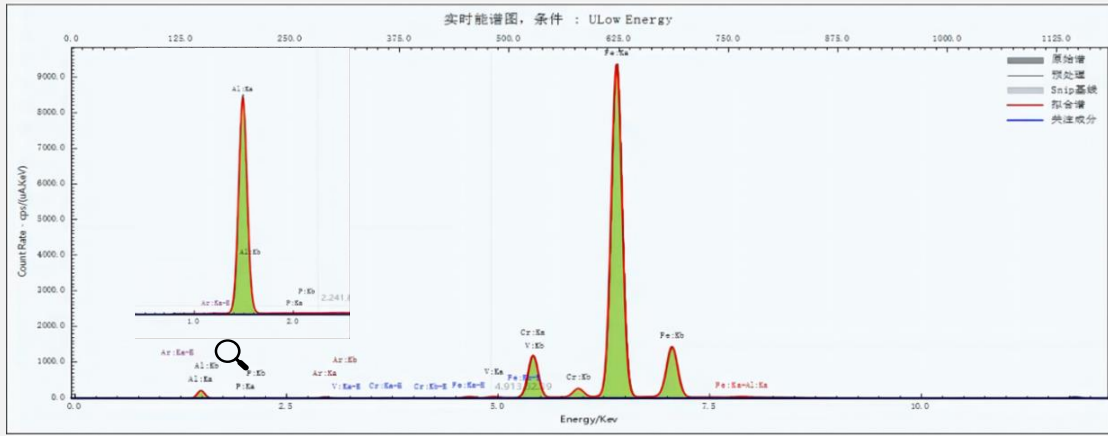
- 1) 通过精确计算消除 (或减少) XRF 物理学各种效应
- 2) 达到元素无标定量分析精度
- 3) 减少标准物质要求，快速建立 XRF 元素分析方法
- 4) 提升元素定量精度和扩展样品适应性



全息基本参数法 (Holospec FP 2.0)

1. 正极材料涂布层分析

• 铝箔+LFP 涂布层

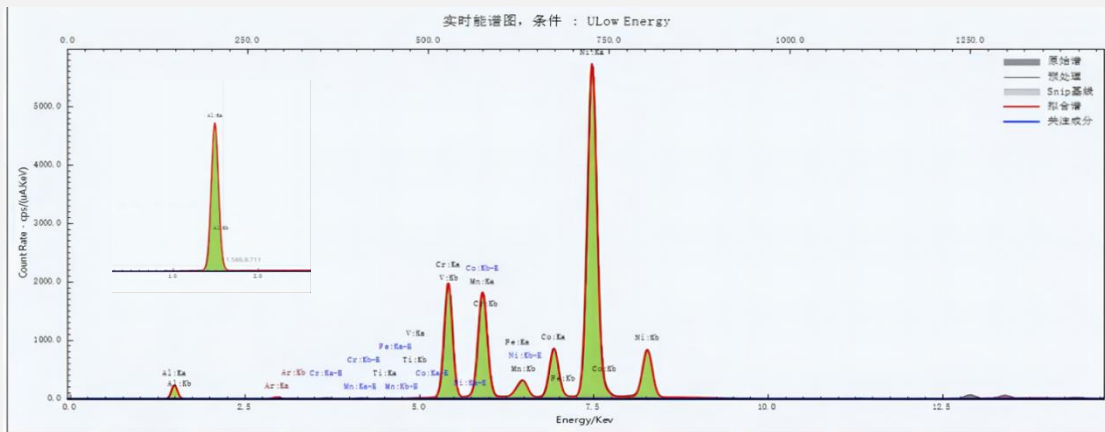


图：铝箔涂布 LFP 元素荧光能量谱图

表：铝箔涂布磷酸铁锂面密度测试结果

Items	测量次数	LFP 涂布层 (mg/cm ²)	Al 箔集流体(mg/cm ²)
给定值	-	11.5	3.2
4 次称重平均值	-	11.56	3.21
HS XRF 重复性测试	1	11.46	3.16
	2	11.47	3.15
	3	11.51	3.14
	4	11.51	3.15
	5	11.47	3.18
	6	11.48	3.16
	7	11.48	3.17
	平均值	11.48	3.16
	RSD	0.18%	0.40%

• 铝箔+NCM 涂布层

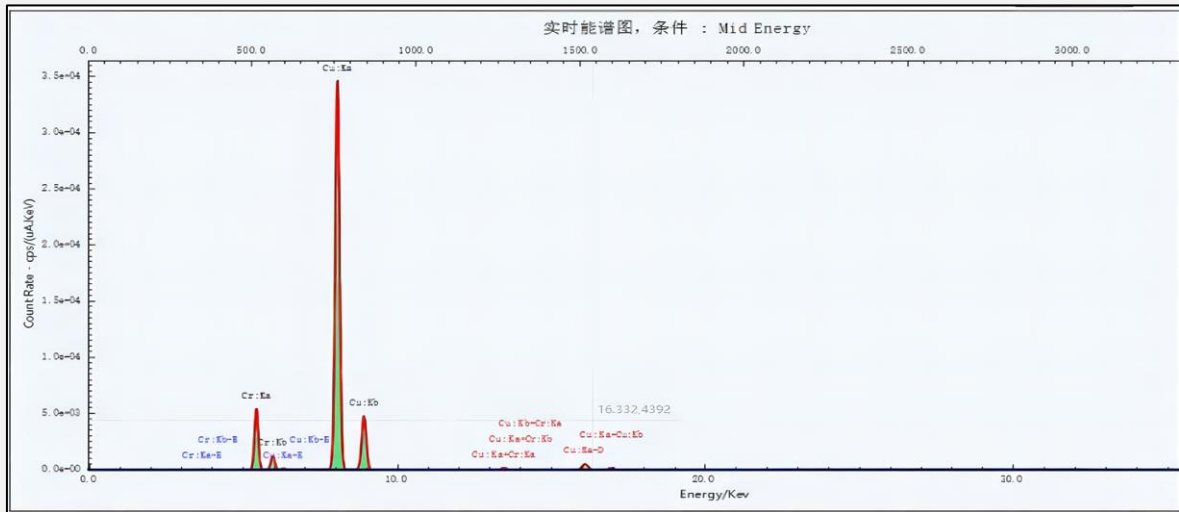


图：铝箔涂布 NCM 元素荧光能量谱图

表：铝箔涂布三元锂电池正极材料面密度测试结果

Items	测量次数	NCM 涂布层 (mg/cm ²)	Al 箔集流体 (mg/cm ²)	Ni(%)	Co(%)	Mn(%)
给定值	-	8.4	4.15	-	-	-
4 次称重平均值	-	8.57	4.05	-	-	-
HS XRF 重复性测试	1	8.61	4.14	49.74	4.31	5.61
	2	8.58	4.18	49.74	4.28	5.63
	3	8.63	4.13	49.75	4.28	5.63
	4	8.58	4.18	49.73	4.30	5.62
	5	8.62	4.14	49.75	4.27	5.64
	6	8.61	4.16	49.74	4.27	5.65
	7	8.59	4.17	49.75	4.30	5.61
	平均值	8.60	4.16	49.74	4.29	5.63
	RSD	0.23%	0.53%	0.01	0.41	0.24

2. 负极材料涂布层分析



图：铜箔涂布石墨元素荧光能量谱图

表：铜箔涂布石墨面密度测试结果

石墨极片面密度测试结果			
Items	测量次数	石墨涂布层 (mg/cm ²)	铜箔集流体层 (mg/cm ²)
给定值	-	5.8	7.28
4 次称重平均值	-	5.7	7.25
HS XRF 重复性测试	1	5.79	7.31
	2	5.83	7.31
	3	5.79	7.31
	4	5.70	7.31
	5	5.85	7.31
	6	5.79	7.31
	7	5.78	7.31
	平均值	5.79	7.31
	RSD	0.81%	0.03%

优势特点



快速

单点分析时间 3 分钟；



精确

涂布层面密度重复性 $RSD < 1\%$ ；



应用范围广

铝箔涂布正极材料、铜箔涂布负极材料、隔膜材料厚度、电池包装膜层等；

原创声明：本文除注明引用之外属于安科慧生（Ancoren）公司原创，若有转发和引用，必须注明出处，否则可能涉及侵权行为！

更详细技术信息，请咨询安科慧生工作人员！