

# Phenom ParticleX全自动颗粒分析系统

## 颗粒分析及过程控制的工业级解决方案



## 产品历史



### 第一代: Aspen

1992 年, ASPEX 诞生, 主打基于 SEM+EDS 的自动化颗粒分析, 满足客户对颗粒大小、形态和元素组成的颗粒分析需求, 并强调给客户整体解决方案。

### 第二代: Explorer4

2017 年, ASPEX 升级为 Explorer4, 除了软件进行了大幅升级外, 硬件方面也采用了长寿命的  $\text{CeB}_6$  晶体灯丝, 自动化程度进一步强化。



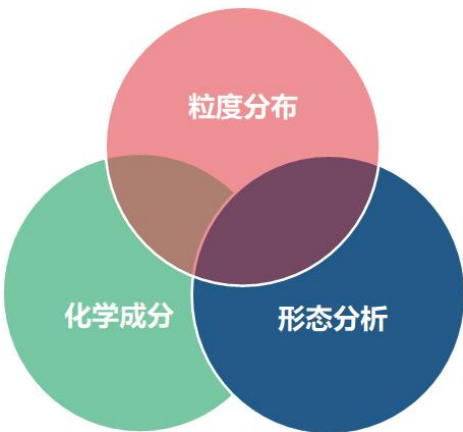
### 第三代: ParticleX

2019 年, Explorer4 升级为双系统的 ParticleX, 在全自动分析系统的基础上, 加入常规电镜操作系统, 使其适用更多应用场景。

# 基本介绍

ParticleX 主要用于杂质或颗粒物的综合评估,可以自动获取大量颗粒的微观形貌和成分信息,具体包括:

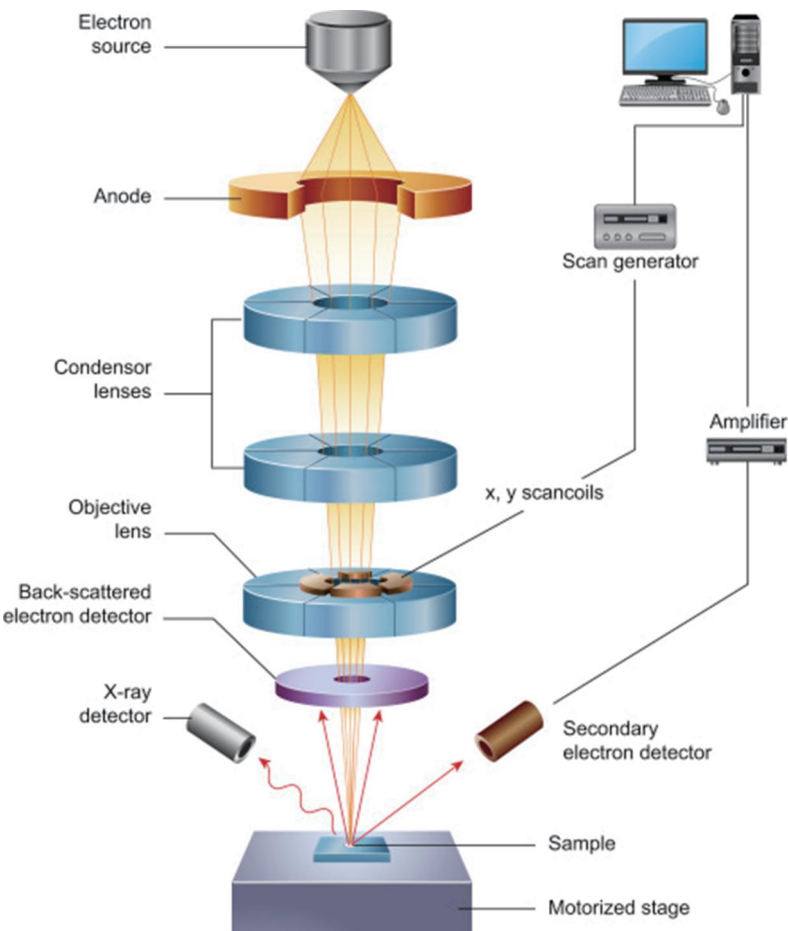
- 颗粒粒度分布
- 颗粒形貌分析
- 杂质成分检测
- 高分辨率成像



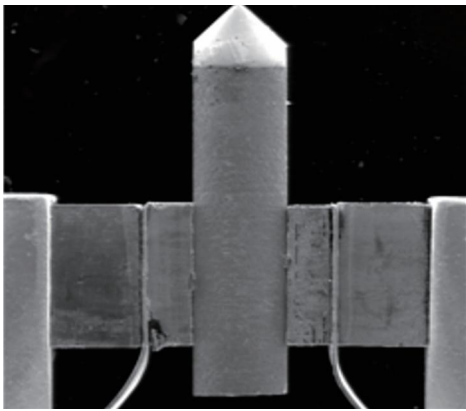
ParticleX 以扫描电镜和能谱仪为基础,结合自动控制系统以及强大的数据库系统,可以全自动对杂质颗粒进行快速识别、分析和分类统计,为客户的研发以及生产提供快速、准确和可靠的定量数据支持。

# 工作原理

## 1. 电镜-能谱基本原理



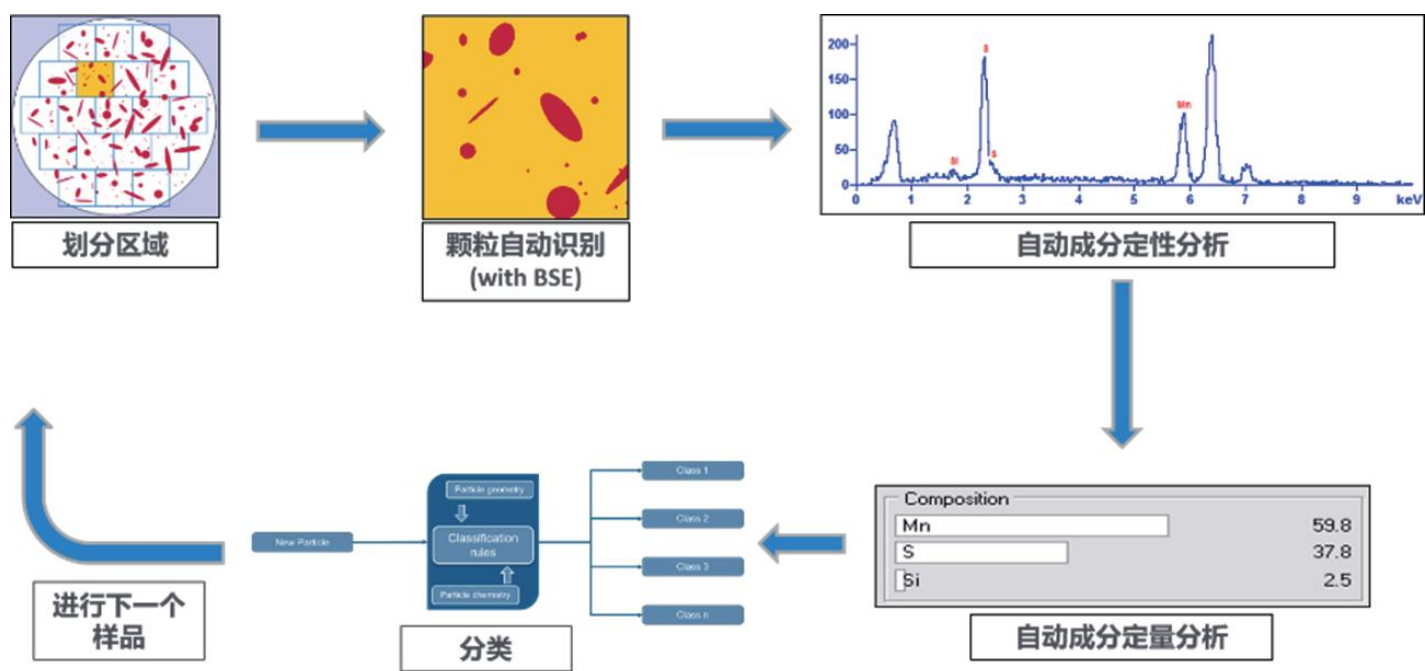
由灯丝发射出的电子束,经过电磁线圈的作用,最终作用到样品上,并激发出背散射电子信号、二次电子信号、X 射线等。相应的探头接收这些信号,并进行数据处理,最终得到形貌和成分信息。



采用 CeB<sub>6</sub> 晶体灯丝，确保自动化分析的流畅运行：

- CeB<sub>6</sub> 灯丝寿命更长, 使用时间超过 3000 小时 (厂家质保)；钨灯丝寿命较短 (仅为 100 小时左右)
- CeB<sub>6</sub> 灯丝亮度更高, 因此图像质量更高, 结果准确性也更高
- CeB<sub>6</sub> 灯丝性能更稳定, 不会熔断, 挥发量极小, 保证自动化分析的流畅运行; 钨灯丝后期会熔断, 导致分析过程立刻终止
- 色散更小, 仅为钨灯丝的 1/3~1/2

## 2. 全自动分析原理



| Rank | ID  | Size (μm) | Width (μm) | Class | Aspect | Area     | Roundness | O      | Fe     | Co    |       |
|------|-----|-----------|------------|-------|--------|----------|-----------|--------|--------|-------|-------|
| 1    | 246 | 135.588   | 52.637     | Steel | 2.007  | 5612.314 | 0.389     | 49.300 | 46.400 | 4.300 | 0.000 |

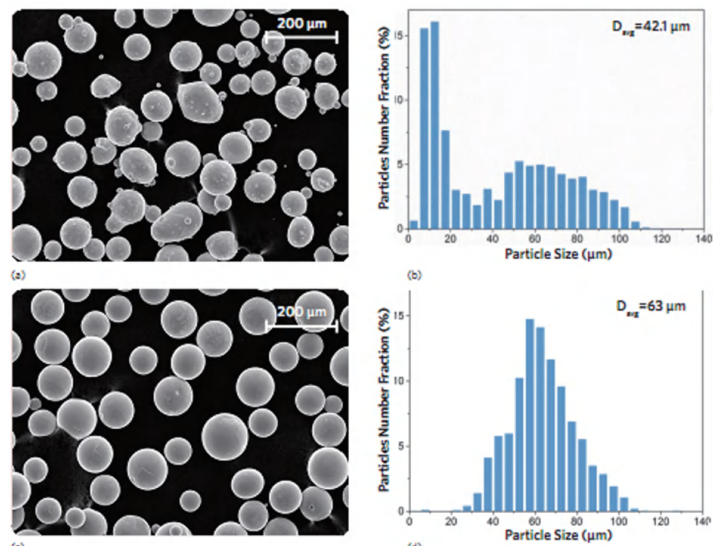
其工作原理为, 通过背散射成像的明暗衬度识别颗粒, 进而对颗粒进行能谱成分分析。根据颗粒形貌和成分信息对其分类。

通过 ParticleX, 可以自动获得每个颗粒的形貌, 尺寸及成分; 进而对大量的颗粒进行统计分析, 获得统计分布, 实现由定性到定量。

# 结果分析

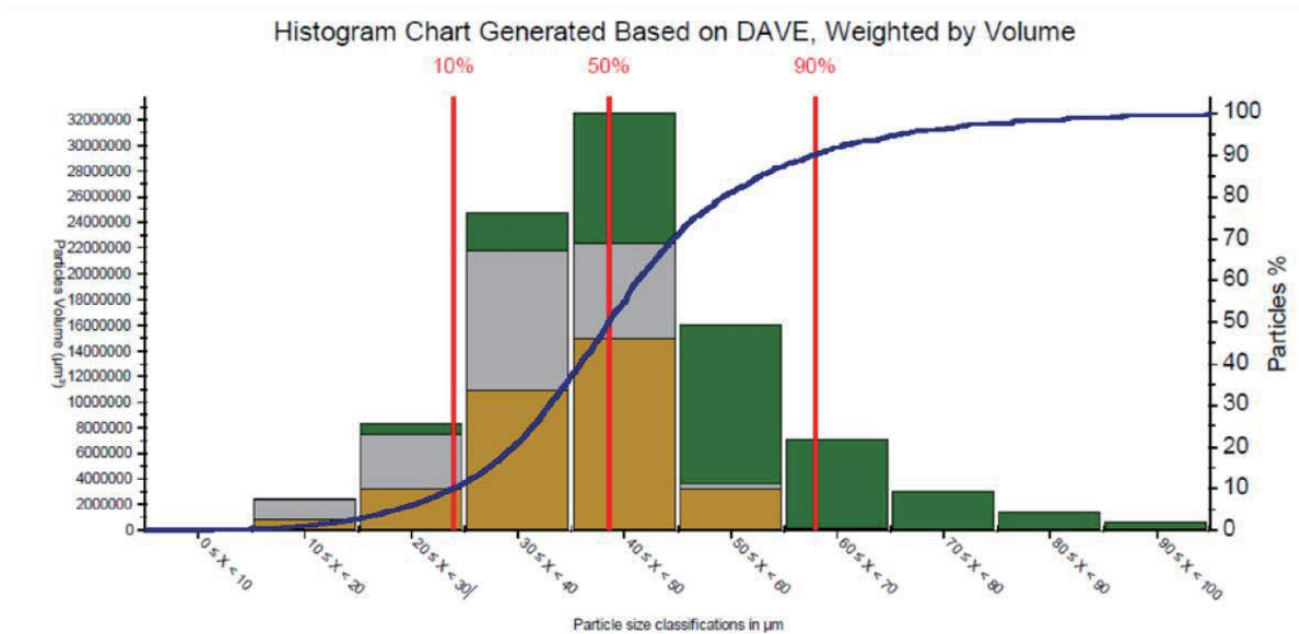
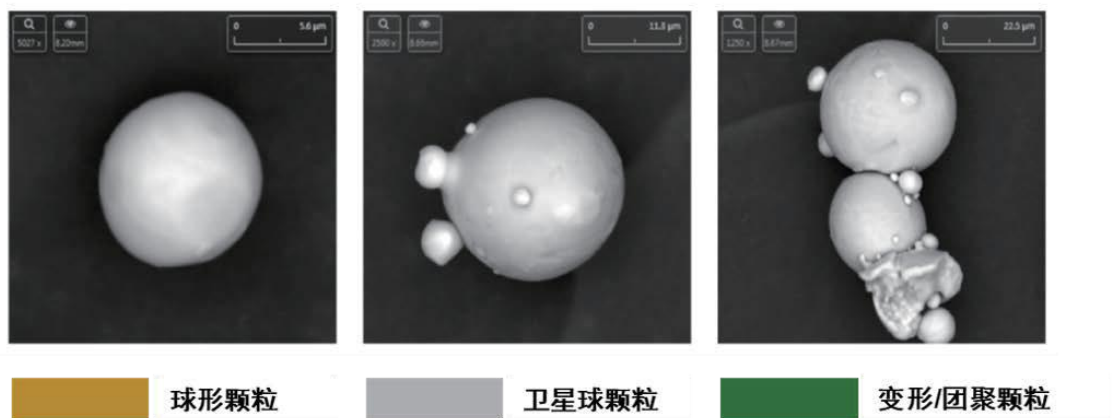
## 1. 按粒径进行统计

用 ParticleX 对两批次的 Ti64 粉末颗粒粒度进行统计，获得粒度分布。



## 2. 按形状进行分类统计

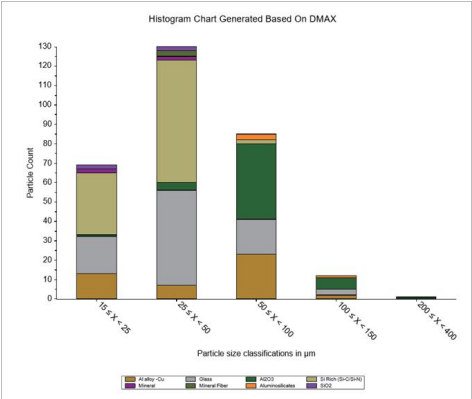
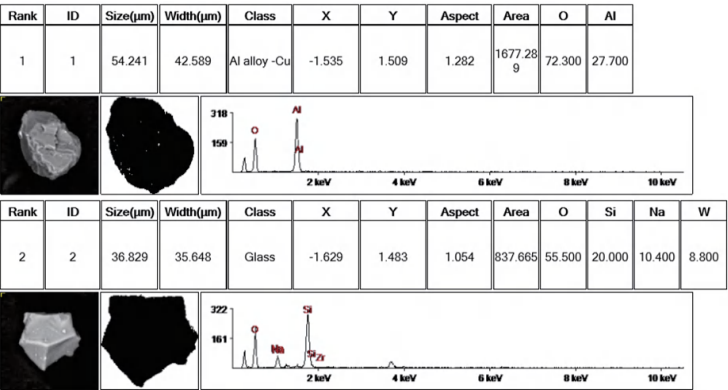
按照设定好的形态规则识别颗粒类型，并使用这些规则，分离出每种形态类型颗粒的粒径体积分布。





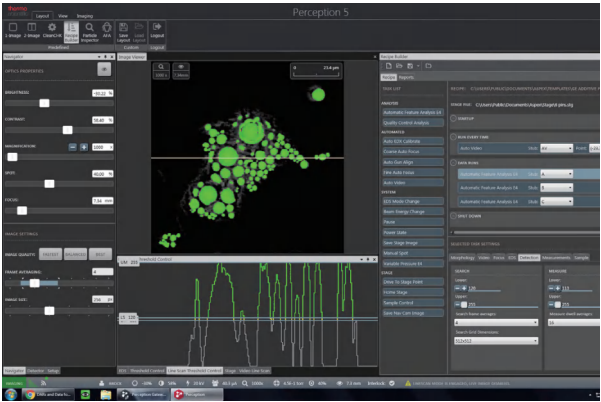
3. 按成分进行分类统计

我们不仅可以获得粒度和形状分布信息,同时还可以利用 EDS 探测器区分出不同化学物质的粉末颗粒或微结构特征。进而对颗粒按照化学组成进行颗粒分类统计,并自动生成报告。

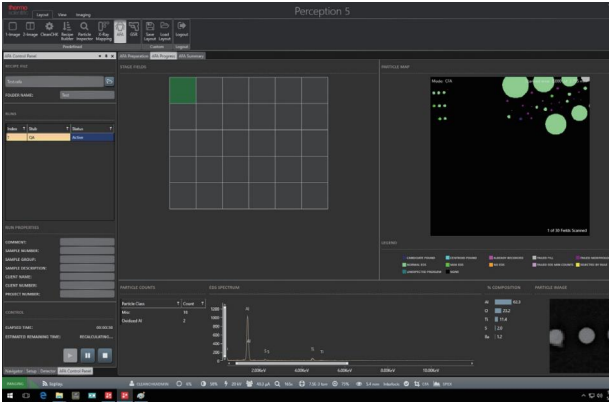


| ISO16232 / VDA-19 Results                                                    |       |            |             |             |              |               |               |               |               |                |          |
|------------------------------------------------------------------------------|-------|------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------|
| Size Class                                                                   |       | B          | C           | D           | E            | F             | G             | H             | I             | J              | K        |
| Size Range (um)                                                              | 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 |
| Al alloy -Cu                                                                 | 45    |            | 13          | 7           | 23           | 2             |               |               |               |                |          |
| Glass                                                                        | 89    |            | 19          | 49          | 18           | 3             |               |               |               |                |          |
| Al2O3                                                                        | 51    |            | 1           | 4           | 39           | 6             |               | 1             |               |                |          |
| Si Rich (Si-C/Si-N)                                                          | 97    |            | 32          | 63          | 2            |               |               |               |               |                |          |
| Mineral                                                                      | 4     |            | 2           | 2           |              |               |               |               |               |                |          |
| Mineral Fiber                                                                | 3     |            |             | 3           |              |               |               |               |               |                |          |
| Aluminosilicates                                                             | 4     |            |             |             | 3            | 1             |               |               |               |                |          |
| SiO2                                                                         | 4     |            | 2           | 2           |              |               |               |               |               |                |          |
| Total Counts                                                                 | 297   | 0          | 69          | 130         | 85           | 12            | 0             | 1             | 0             | 0              | 0        |
| Cleanliness Level                                                            |       | 00         | 7           | 7           | 7            | 4             | 00            | 0             | 00            | 00             | 00       |
| Component Cleanliness Code (CCC): V(B00/C7/D7/E7/F4/G00/H0/I00/J00/K00)      |       |            |             |             |              |               |               |               |               |                |          |
| Specification: V(B20/C20/D20/E20/F20/G20/H20/I20/J20/K20) Pass specification |       |            |             |             |              |               |               |               |               |                |          |
| Notes:                                                                       |       |            |             |             |              |               |               |               |               |                |          |

用户界面



分析参数设定

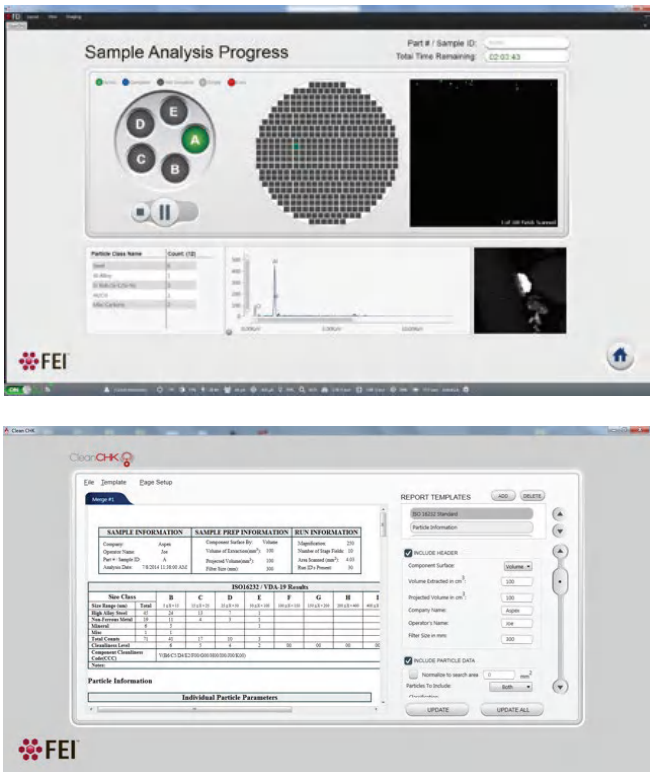


一键自动分析

报告生成器

Phenom ParticleX 软件的报告生成模块可以按照汽车行业标准 VDA-19 和 ISO 16232 生成,也允许用户将报告定制为其内部生成的标准。生成定制报告后可以并将其导出为 PDF 或 Microsoft Excel 格式,同时提供以下功能:

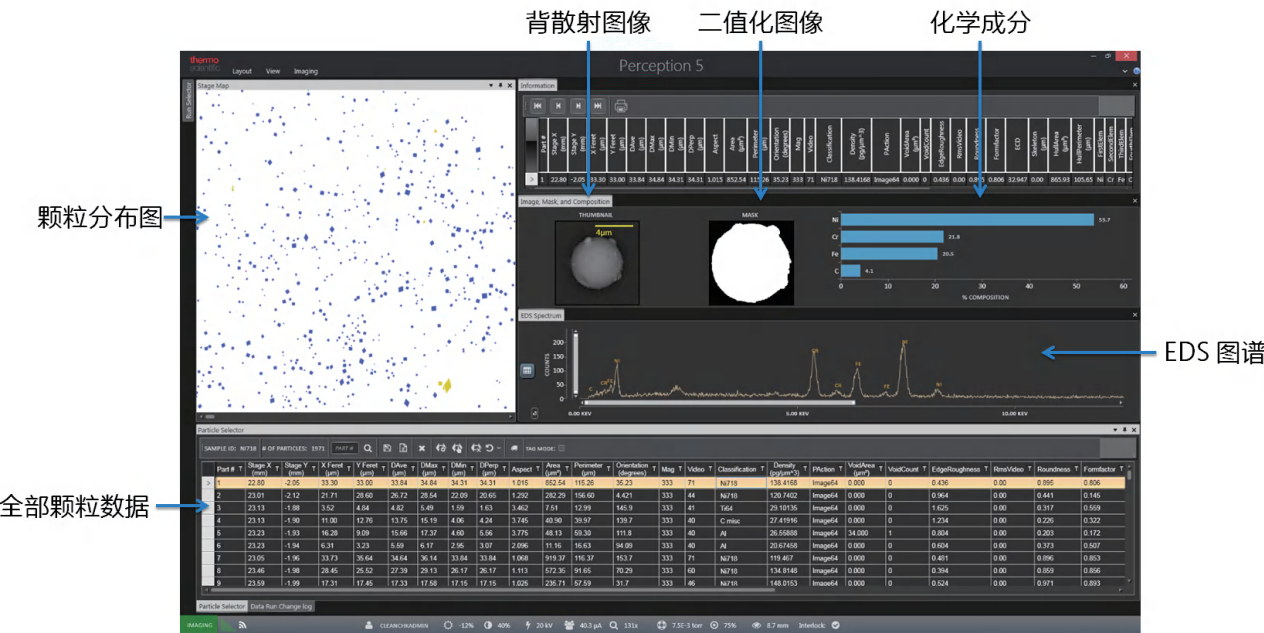
- 尺寸或者化学分类特征的颗粒报表
- 每一个颗粒或者用户定义数量的颗粒的图像
- 通过化学分类报告单个颗粒参数
- 颗粒物位置的分布图
- 每个颗粒的 EDS 谱图
- 根据形态参数给颗粒排序
- 为趋势数据创建直方图
- 重新分类数据,无需重新分析
- 一次点击重新定位颗粒
- 为快速生成报告创建客户模板



↑ ParticleX 软件报告器提供了灵活的报告和定制模式

报告生成器

- 感兴趣的颗粒常常需要根据尺寸或化学进行进一步检查。检测器允许用户重新定位感兴趣的颗粒,并创建包含单个颗粒图像,粒子参数和化学成分的报告。该功能还提供了每个颗粒的离线列表视图,可以让仪器继续测试。



↑ 颗粒检查器允许创建关于感兴趣颗粒的详细报告

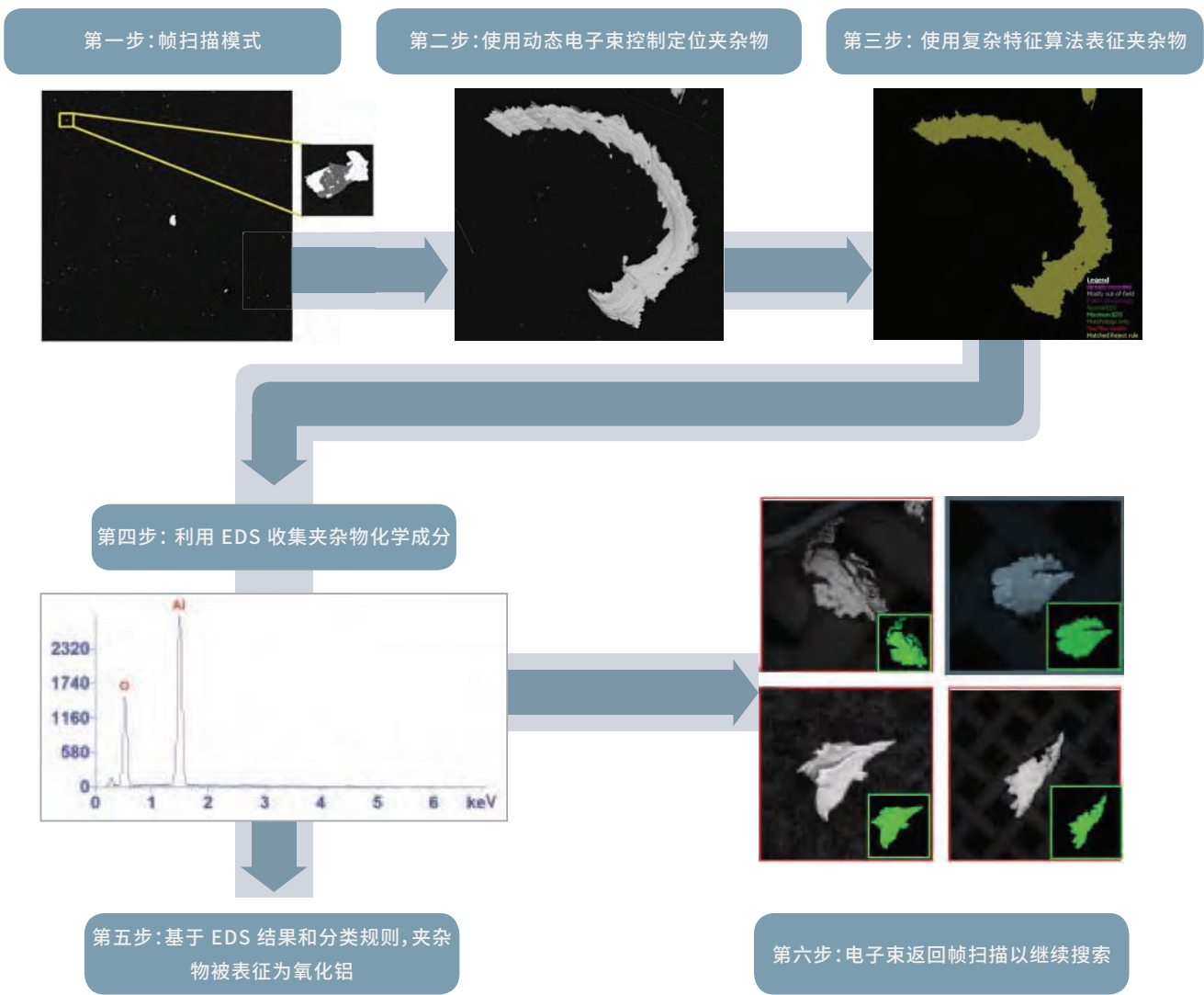
- ParticleX 以扫描电镜和能谱仪为硬件基础,可以全自动对杂质颗粒进行快速识别、分析和分类统计,整个过程无需人员值守
- 每个颗粒都分别分析并存储相应的数据。利用颗粒查看器,用户可以轻松地单个颗粒重新查看进行更深入的分析或成像
- 根据样品的数量,ParticleX 可以实现连续几个或十几个小时连续不间断工作
- 最终,客户可以根据需求,一键生成检测报告,为研发以及生产提供快速、准确和可靠的定量数据支持

# 为什么 ParticleX 的结果可信度更高？

## 不同于传统的自动 SEM + EDX 分析方法

传统基于帧的数据收集方法，在同一区域使用多重的扫描来全面表征任何观察到的夹杂物。该过程需要几毫秒的时间，而这个大的时间间隔会导致电子束漂移，从而影响结果的准确性和精度。

与传统的等待全帧捕捉的方法不同，ParticleX 分析仪在收集 EDS 使用专用的动态电子束控制和复杂特征算法 (CFA)，以及特征锁定技术。如下图所示，通过在粗栅格中移动光束，来搜索检查每步中观察到的图像亮度。一旦来自给定步的特征亮度超过检测阈值，动态电子束控制接管并开始使用复杂特征算法 (CFA) 确定观察到的夹杂物的大小和形状。



在确定颗粒的大小和形状后，ParticleX 分析仪使用 EDS 技术获取用于颗粒分类的组分 X 射线光谱。EDS 采集可能需要几百毫秒，通过与成像扫描一起进行此任务，得到的数据更准确，信号丢失和电子束漂移的可能性更小。CFA 和 EDS 算法使 ParticleX 成为颗粒分析、清洁度过程控制和优化应用的理想解决方案。



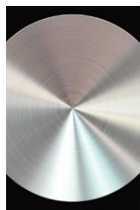
## 应用领域



增材制造行业



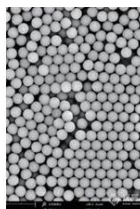
工业清洁领域(汽车)



金属杂质分析



锂电池清洁度分析



颗粒形貌/杂质分析



常规 SEM 应用

### Phenom ParticleX 全自动汽车零部件清洁度分析系统

ParticleX 可以监控清洁度并识别机动车流体系统中的污染源,可降低现场故障率和保修成本。用于磨损碎屑表征的自动化解决方案有助于制造商在生产车间实现清洁度和质量控制的新标准。

### Phenom ParticleX 全自动锂电正负极杂质分析系统

ParticleX 可以全自动对正负极中的铁类杂质颗粒进行快速识别、分析和分类统计,整个过程无需人工参与。定量磁性杂质颗粒的形态、数量和种类,以此判定是哪个生产环节出了问题。

### Phenom ParticleX 全自动钢铁夹杂物分析系统

ParticleX 为钢铁中夹杂物的分析提供了便捷、高效、可重现的分析工具。为钢铁材料的研发、生产、质量控制与评级提供了便利。

### Phenom ParticleX 全自动 3D 打印金属粉末评估系统

粉末的尺寸、形状和化学性能对于粉末床的行成、熔池和微观均质性可能会产生重大影响。ParticleX 可以全自动对颗粒或杂质进行快速识别、分析和分类统计,为客户的研发以及生产提供快速、准确和可靠的定量数据支持。

# 系统解决方案

## 颗粒分析及过程控制的工业级解决方案

使用自动化 SEM-EDS 解决方案实现粒度、形状和化学成分的快速、便捷分析



### 真正一体化 SEM / EDS 平台

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

### 自动化、同步分析，获取颗粒粒度分布、形貌和杂质信息

- 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

### Nebula 颗粒分散器

使用 Nebula 可以在样品上实现干粉均匀分散，获取单层颗粒，同时避免颗粒的团聚，保持脆性颗粒的结构完整，为用户提供最佳制样方法。配合 ParticleX 全自动颗粒分析系统，为用户提供最好的颗粒分析结果。



# Phenom ParticleX 规格参数



## 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

- 基本模式:2kV,5kV,10kV 和 20kV
- 高级模式:4.8kV-20.5kV 连续可调

## 电子源

- 优于 3000h 长寿命 CeB<sub>6</sub> 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

## 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

## 真空泵

- 无油隔膜泵和涡轮分子泵

## 图像分辨率

- 优于 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

- 100 mm × 100 mm x 40mm
- 自动控制 X,Y 方向移动

## 最大样品质量

- 1kg / 2lbs

## 复位精度

- ≤ 7 micron (X 和 Y)

## 室温

- 59° 到 77° F (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

- Perception 全自动分析系统
- Phenom UI 常规电镜分析系统
- ThinkPad 工作站
- 24” 显示器

- 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

## EDS 性能

- 窗口面积:30mm<sup>2</sup>
- 分辨率:Mn Kα≤ 123 eV
- 最大计数率:300.000 cps

## EDS 集成方式

- 完成集成,非第三方

## EDS 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, PNG

## 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

# 我们的用户



更多信息请访问：[www.phenom-china.com](http://www.phenom-china.com)

复纳科学仪器(上海)有限公司

上海市闵行区申滨路 88 号虹桥丽宝广场 T5 办公楼 705 室

服务热线:400 857 8882

Email:info@phenom-china.com

