

# 三元锂电正极前驱体颗粒抗压强度测试

## MCT-001

**摘要：**本文介绍了参考《GB/T 43091-2023 粉末抗压强度测试方法》测试标准，使用配有侧向观察记录试验过程装置的岛津 MCT-211 微小压缩试验机，对三元锂电正极前驱体颗粒进行抗压强度测试。试验结果表明，MCT-211 微小压缩试验机以其载荷高精度度、运行高稳定性可以对微米级三元锂电正极前驱体颗粒进行抗压强度评价，具有丰富功能的分析软件可以清晰直观查看对比不同数据点的特性。

**关键词：**MCT-211 三元锂电正极前驱体 抗压强度

### 技术特点：

- ❖ MCT-211 以其载荷高精度度、运行高稳定性可以对微米级单颗粒进行强度评价。
- ❖ 丰富的软件分析功能可以轻松查看多种曲线图，从而更直观对比不同数据点之间的特性。

锂离子电池由于具有无记忆效应、能量密度高、环境友好等优点，已成为便携式电子产品、储能系统、新能源汽车等领域的主要电源。

锂电池材料分为正极材料、负极材料、隔膜、电解液等。正极材料是锂离子电池的重要组成部分之一，占锂电池生产成本的 1/3 以上，其性能直接决定了锂电池的优劣，在锂离子电池中占有重要地位。正极材料是生产锂电池的关键材料之一，常见的正极材料有磷酸铁锂和三元正极材料。三元正极材料能量密度高，循环寿命长，成为新能源汽车企业的主要选择。用于制备三元正极材料的一种中间体是三元前驱体，由于正极材料的最终性能会继承

其前驱体的形貌结构特点，因此前驱体的品质直接决定了正极烧结产物的理化指标，是三元正极材料制备的关键原材料。三元前驱体颗粒的形状、粒径、粒度比、外观、振动密度、比表面积、杂质含量、抗压强度等直接决定了正极材料的质量和性能。可以说，三元正极材料的主要技术含量在前驱体工艺，而评价三元锂电正极前驱体颗粒的抗压强度对产品应用有很大意义。

本研究中，参考《GB/T 43091-2023 粉末抗压强度测试方法》测试标准，使用岛津 MCT-211 微小压缩试验机对微米级三元锂电正极前驱体颗粒进行抗压强度测试。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

MCT-211 微小压缩试验机

### 1.2 分析条件

试验类型：压缩试验

试验力精度：显示值的 ±1%

位移测量精度：0.0001 μm

试验力范围：0.1~1961 mN

位移测量范围：0~10 μm

显微镜放大倍率：X500 (X50 倍物镜)

## ■ 试验介绍

本文根据《GB/T 43091-2023 粉末抗压强度测试方法》标准进行测试。该标准规定了粉末抗压强度的测试方法，适用于可压溃的球形、类球形或不规则粉末抗压强度的测定。图 1 为带有侧向观测装置的 MCT-211 微小压缩试验机和压缩测试示意图，图 2 为颗粒抗压强度测试方法原理图，表 1 为颗粒抗压强度测试条件。

此外，粉末颗粒抗压强度计算公式如下：

$$P_{cs} = a \times 1000 \times \frac{F_{yk}}{\pi \times d^2}$$

- $P_{cs}$ : 抗压强度, 单位为 MPa;
- a: 计算系数, 取值为 2.48;
- $F_{yk}$ : 压溃力, 单位为 mN;
- d: 颗粒粒径, 单位为  $\mu\text{m}$ , 通过显微镜测长装置测得。

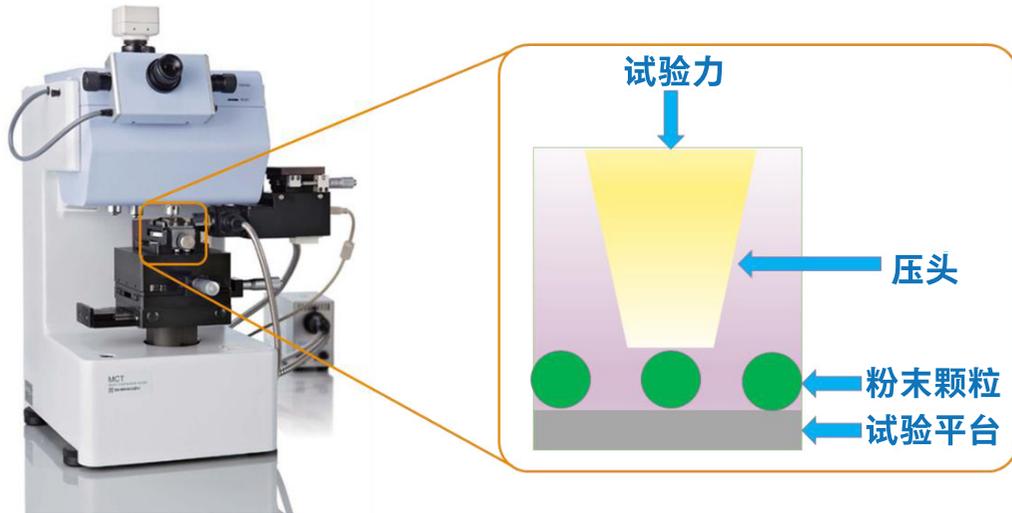


图 1 MCT-211 微小压缩试验机和压缩测试示意图

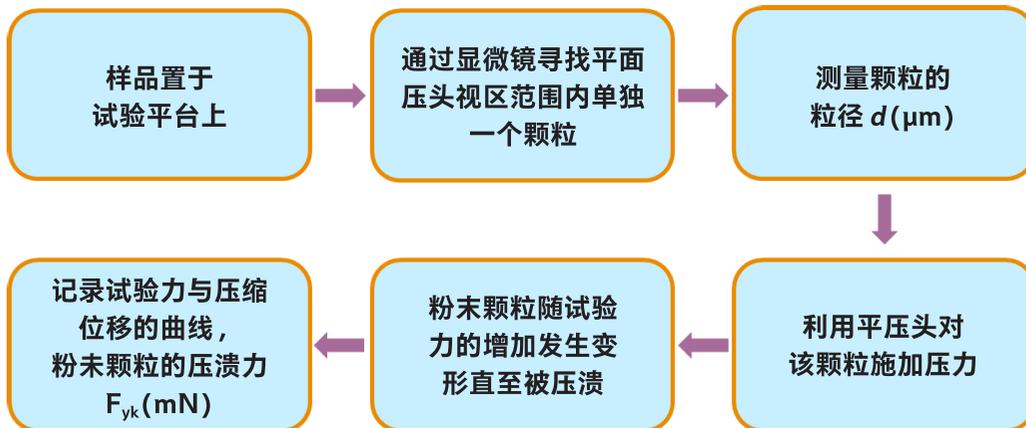


图 2 测试方法原理图

表 1 测试条件

参数	参数设定
试验模式	压缩试验
压头	金刚石平压头, 直径 20 $\mu\text{m}$
最大试验力 (mN)	25
加载速率 (mN/s)	1.9034
保持时间 (s)	0

## ■ 试验结果

图 3 为通过显微镜观测的颗粒压缩前后图像，正向 CCD 观测和侧向 CCD 观测分别为 500X 和 100X 放大采集的颗粒压缩前后的图像，侧向 CCD 观测装置可以清晰直观记录压缩试验全过程。图 4 为试验力 - 压缩位移曲线图，曲线的平台拐点为颗粒被压溃时的试验力  $F_{yk}$ 。表 2 为颗粒抗压强度试验结果。

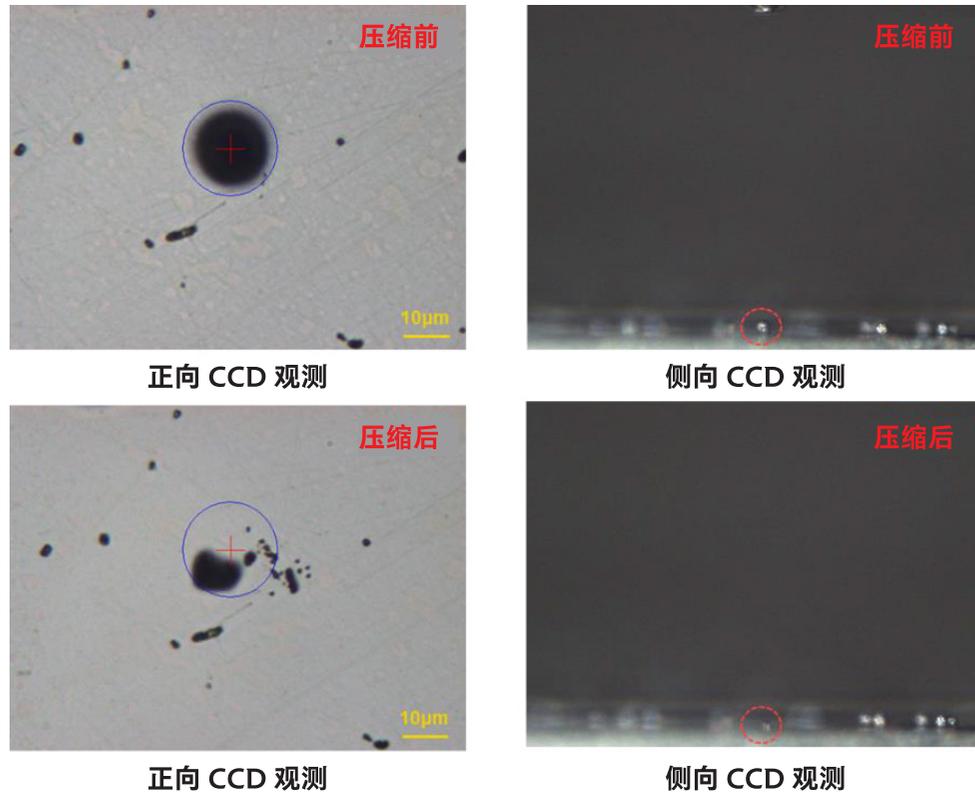


图 3 颗粒压缩前后图

表 2 试验结果

序号	压溃力 $F_{yk}$ (mN)	粒径 $d$ ( $\mu\text{m}$ )	抗压强度 $P_{cs}$ (MPa)
1	6.82	14.560	25.406
2	7.08	14.190	27.749
3	6.96	14.335	26.741
4	7.13	14.560	26.533
5	7.47	14.850	26.742
6	7.22	14.780	26.079
7	7.33	14.630	27.053
平均值	7.14	14.588	26.615
相对标准偏差 (%)	3.075	1.598	2.772

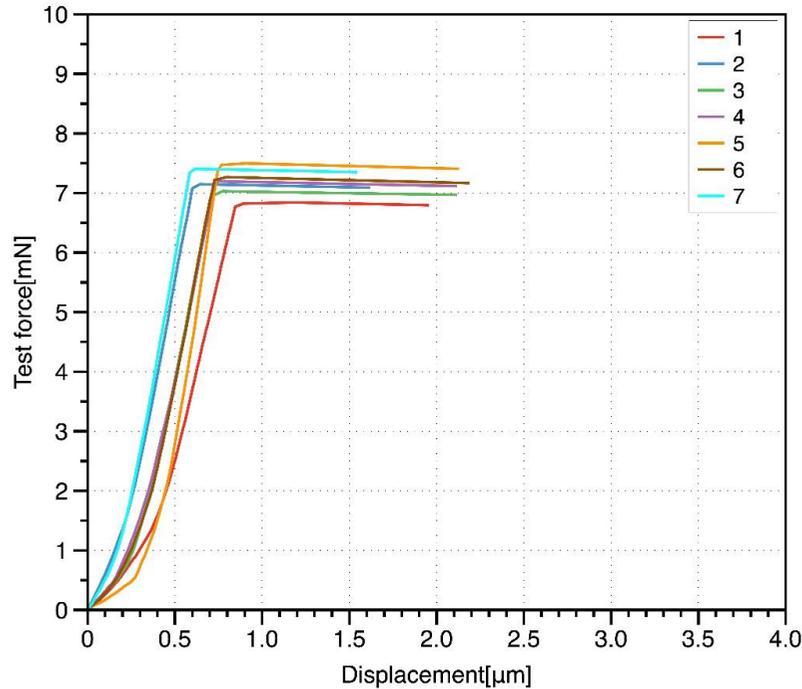


图 4 试验力 - 压缩位移曲线图

## ■ 结论

综上所述，参考《GB/T 43091-2023 粉末抗压强度测试方法》测试标准，使用配有侧向观察记录试验过程装置的岛津 MCT-211 微小压缩试验机可以轻松对三元锂电正极前驱体颗粒进行抗压强度测试。测试过程友好便捷，试验数据稳定，丰富的软件分析功能可以轻松查看多种曲线图，从而更直观对比不同数据点之间的特性，侧向 CCD 可实时观测和记录压缩试验全过程。总之，岛津 MCT-211 微小压缩试验机可以非常好地对微米尺度的正负极颗粒进行强度评价，为不断提高锂电能量密度研究提供更好地助力。

岛津应用云

