

使用不同材质穿刺针对锂电池隔膜穿刺测试与研究

AGS-009

摘要：本文介绍了岛津 AGS-X 电子万能试验机，遵循标准《GB/T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜》，对锂电池隔离膜进行穿刺试验测试其强度。使用不同材质的穿刺针，对同一样品进行穿刺测试，进行数据对比，通过这项研究，我们能够评估同一穿刺针测试数据的稳定性，以及不同穿刺针测试下的数据差异性。

关键词：AGS-X 锂电池隔离膜 穿刺

锂离子二次电池又称充电电池(以下简称锂电池)，因其能量密度高、电池电压高等优点，被广泛用作信息终端和消费电子等领域的能源。近年来，其应用范围渐渐扩大至日常生活领域(包括混合电动汽车等)，未来的需求将进一步增加。

锂电池的组成部分中，锂电池隔离膜防止正极和负极之间的接触，同时起到允许锂离子通过的间隔物的作用。由于锂电池隔离膜放置位置，使其与正负极粗糙表面接触，因此需要较高的机械强度。由于电极表面不够平整，以及装配过程中工艺水平有限，要求隔膜有相当的穿刺强度。穿刺强度测试遵循标准《GB/T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜》，以

100 mm/min 的速度，使用直径为 1 mm，尖端球面 R0.5 的穿刺针，刺向 10mm 直径环状固定的隔膜，穿透隔膜所施加在针上的最大力与样品厚度比就称为穿刺强度。标准对穿刺针的材质与硬度没有明确的规定，尺寸符合标准，材质不同的穿刺针，所测的数据会有差别。

因此，我们使用岛津 AGS-X 电子万能试验机、隔膜专用气动穿刺夹具，三种穿刺针(SKD61、钨钢、红宝石)，对同种隔膜进行穿孔测试，以评估穿刺强度的稳定性，探究不同材质穿刺针对实验结果的影响变化。

■ 实验部分

1.1 仪器

AGS-X10KN 电子万能试验机

500N 气动穿刺夹具(三种穿刺针)

1.2 分析条件

试验类型：穿刺试验

负荷传感器容量：50 N

试验力精度：显示值的 $\pm 0.5\%$

试验速度：100 mm/min

试验温度：25°C

夹具：500 N 气动穿刺夹具

■ 实验介绍

2.1 试验方法

本次使用的是 500 N 气动穿刺夹具，夹具打开、闭合通过夹具右侧手拨开关切换，样品的夹持力由气缸提供，固定样品的上、下环内径 $\varnothing 10$ mm。图 1 为穿刺试验实际状态。

样品尺寸长 245 mm，宽 150 mm，厚 12 μm ，由专用隔膜厂家提供(见图 1)。

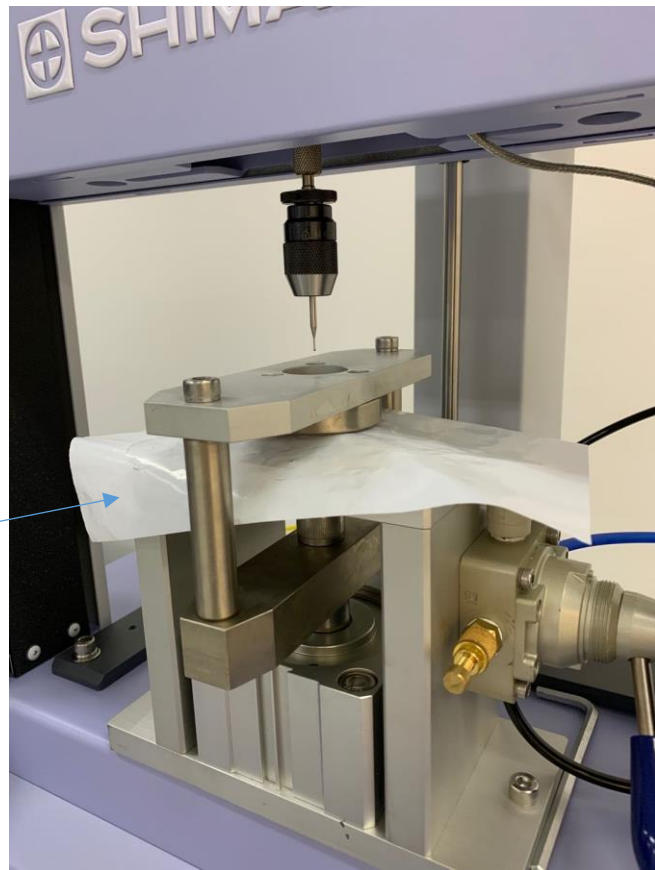


图1 隔离膜样品及穿刺试验图

穿刺测试使用的穿刺针直径为 1 mm，尖端球面 R0.5，图 2 为三种穿刺针照片，表 1 为三种穿刺针的材质与硬度对照表。

表 1 穿刺针材质硬度表

穿刺针	材质	硬度
1号	SKD61	约 HRC55
2号	钨钢	约 HRA90
3号	红宝石 (刚玉)	莫氏硬度 9 (与钨钢接近)

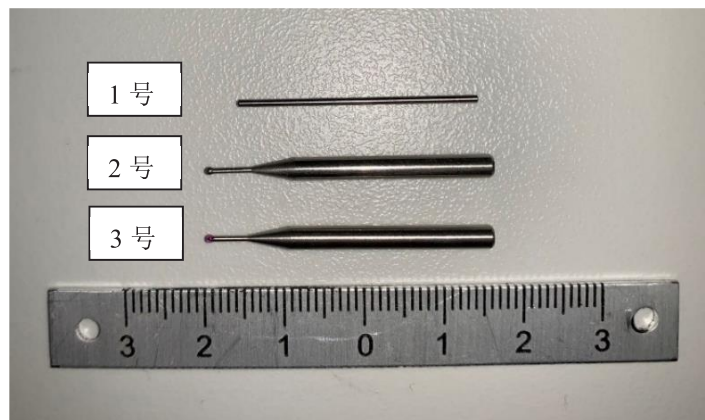


图2 穿刺针

2.2 试验结果

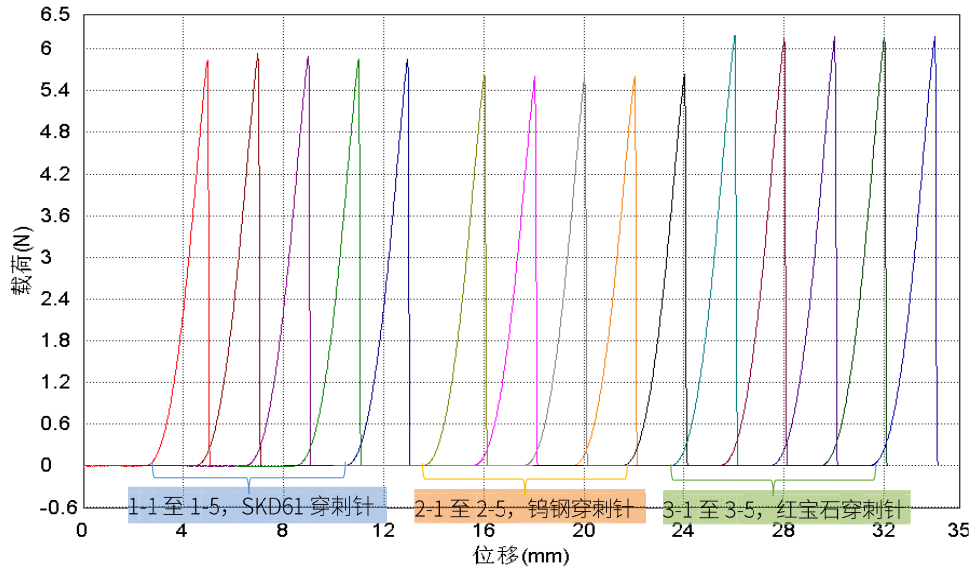


图 4 穿刺试验曲线（位移 - 载荷）

图 4 与表 2 分别为穿刺试验曲线与试验数据，同一种样品，用三种穿刺针，每种穿刺针测试 5 个样品。

表 2 试验数据

穿刺针	样品	最大穿刺力 (N)	穿刺强度 (N/um)	最大位移 (mm)
SKD61 穿刺针	1_1	5.8395	486.629	1.868
	1_2	5.9393	494.947	1.893
	1_3	5.8886	490.718	1.910
	1_4	5.8486	487.390	1.887
	1_5	5.8532	487.768	1.880
	平均值	5.8739	489.490	1.888
	标准差	0.0411	3.42225	0.0157
	钨钢 穿刺针	2_1	5.6415	470.127
2_2		5.6088	467.396	1.844
2_3		5.6087	467.393	1.833
2_4		5.6025	466.875	1.844
2_5		5.6404	470.037	1.855
平均值		5.6209	468.366	1.844
标准差		0.0190	1.58146	0.0080
红宝石 穿刺针		3_1	6.1911	515.923
	3_2	6.1653	513.776	1.947
	3_3	6.1844	515.368	1.952
	3_4	6.1734	514.451	1.942
	3_5	6.1764	514.703	1.965
	平均值	6.1781	514.844	1.950
	标准差	0.0100	0.82971	0.0088

表 2 中的试验数据包括最大穿刺力（穿刺测试过程中的最大载荷）、穿刺强度（最大载荷除以样品厚度）、最大位移（最大载荷时的位移减去样品受力 0.3 N 时位移，避免因样品装夹松紧度不同、更换穿刺针后的初始位置不同的影响。）

从数据可以看出，同一根穿刺针得出的数据，一致性很高、误差小，说明整套测试系统稳定性高。不同的穿刺针的平均穿刺力对比，红宝石（6.1781 N）>SKD61 材质（5.8739 N）> 钨钢材质（5.6209 N），红宝石穿刺针所得穿刺力比钨钢针测的穿刺力大 0.3042 N（约 5%）。从以上可得出不同材质的穿刺针，同一样品的穿刺力会有差异。

钨钢与红宝石穿刺针的硬度达到 HRA90，超高硬度，耐磨性好，穿刺针的穿刺寿命（次数）会更高。

■ 结论

综上所述，本试验中使用 AGS-X 电子万能试验、50 N 传感器、500 N 气动穿刺夹具，可以满足标准《GB T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜》要求，获取锂电池隔膜穿刺强度等数据，稳定性好，一致性高；同时，通过试验发现，使用不同材质的穿刺针，对同样的样品进行穿刺测试，测试结果有差异。

岛津应用云

