

# 多轴冲击测试-非金属材料

产品名称	多轴冲击测试-非金属材料
公司名称	江苏江测检测技术服务有限公司
价格	500.00/材料
规格参数	
公司地址	江苏省无锡市新吴区弘毅路6号
联系电话	18605102423

## 产品详情

为确保整车的安全性，在开发过程中需认真考察用于内外饰生产的塑料材料的常温和低温韧性，以避免高分子内外饰部件在碰撞过程中产生碎片，危及驾乘人员的安全。多轴冲击试验是一种能用于表征材料韧性的方法，本文对这种测试方法的原理、仪器、测试条件、结果的表征和断裂方式的判定进行了阐述，并对影响试验结果的因素，以及测试曲线图与样件断裂状态之间的关系进行了分析。

多轴冲击试验相当于缺口冲击与面冲击的结合。缺口冲击常用的方法有简支梁和悬臂梁两种，此测试主要用于表征材料吸收能量的能力；面冲击实际上就是落球冲击，主要用来衡量材料抵抗破坏的能力。而多轴冲击是上述二者的结合，主要用于测试材料的抗冲击性能，表征材料的韧性。

一般，多轴冲击对材料的要求比较严格，对于汽车行业而言，为确保整车的安全性，常会采用多轴冲击对由高分子材料制成的塑料件进行测试，通过模拟汽车的碰撞情况，检验内外饰材料在受到强大冲击力或破坏力时的表现，从而避免零件在实际碰撞过程中产生尖锐的碎片或断裂，进而危及驾乘人员的安全。

本文对常用于汽车行业的多轴冲击试验方法进行了详细阐述，并对多种改性塑料材料的试验结果判定和影响因素进行了简要分析。

### 试验部分

现行的多轴冲击测试标准为ISO 6603、ASTM D3763。以下简要介绍一下具体的测试原理、设备以及其他的测试条件。

#### 1. 试验原理

多轴冲击试验可以确定材料的低温脆性温度，同时也能比较不同材料的性能。在实际测试中，要根据产品的功能要求选择对应的材料试验温度，用高速行驶的落锤冲击材料样板，根据设备采集的曲线以及材料样板的断裂方式来确定材料在此温度和速度下的冲击韧性。

## 2. 试验设备

试验设备为多轴冲击试验仪，目前普遍采用的是Instron公司生产的落锤冲击试验系统，该设备由一套多轴台架，一个温度控制箱以及一套电子采集系统组成。其中，多轴台架由固定支座和落锤组成。落锤重量可通过增加砝码进行调整，锤头直径可更换，有20mm和10mm两种规格可供选择。直径20mm的锤头适用于ISO 6603标准，直径10mm的锤头适用于ASTM D3763标准。试验时，可根据测试材料的种类来选择落锤的总重量。为了降低冲击过程中的摩擦损耗，每次测试前需对锤头进行润滑。

温度控制箱的温度范围在-40~150 范围内，低温时可用液氮进行降温。

电子采集系统可全程连续采集落锤将材料样板击穿过程中的时间、位移和能量等数据，最终得出时间-位移-能量曲线。

## 3. 试验条件

试验条件包括测试温度、落锤总重量、冲击速度和样板规格等参数。

首先，介绍一下测试温度：根据零件使用的环境工况，内饰材料一般考察的温度为常温23 和低温-20、-30 以及-35 共4个温度工况，外饰材料一般考察常温23 的工况。

其次是落锤总重量：不同型号的设备可达到的落锤总配重不完全一样。所选择的落锤需保证能将测试样板冲穿，若不能冲穿，则需增加落锤总重量。一般，改性PP材料的落锤总重量选择在11 kg以上；ABS、PC等材料需选择更大的落锤配重。

冲击速度代表落锤与材料样板接触时的行驶速度。根据ISO 6603标准，针对一般韧性材料，常温下的冲击速度通常选择4.4m/s；根据ASTM D3763标准则选择6.6m/s，脆性材料可选择1m/s。值得一提的是，4.4m/s及以下速度可由落锤自由落体实现，也可由机器控制匀速下降，但6.6m/s或更大的速度只能由机器控制。冲击速度的选择以落锤冲穿样板后的速度衰减在20%以内为最佳。

关于样板规格和数量：标准材料样板可选择直径为 $60 \pm 2$ mm的圆形或边长 $60 \pm 2$ mm的正方形。材料样板的厚度为2.5~3mm，一般多选择3mm。为保证试验数据的有效性，试验样板数量为5个。在试验前，要对测试样件进行厚度测量，其要求是在半径为10mm的圆圈内并且是等距离的3个点上进行测量，取其平均值作为厚度值。对于低温试验，样件需在带有氮气冷却的环境箱中调节至少3h。

## 结果分析

测试后，对材料样板冲击韧性的评价主要从两个方面进行，其一是从样件的断裂过程即微观方面；其二是直观地根据样件的断裂面进行评价。两种方法缺一不可。

### 1. 时间-载荷-能量曲线

图1所示为多轴冲击试验中采集的时间-载荷-能量双纵轴曲线。从曲线中可以看出，时间-载荷曲线中的*zui*高点为样板被击穿过程中的*zui*大载荷，其对应的时间点的时间-能量曲线中的能量为*zui*大载荷时样板所吸收的能量。时间-能量曲线的*zui*高点表示样板被击穿前后所吸收的总能量。一般情况下，*zui*大载荷时吸收的能量越高，代表材料受到冲击时吸能效果越好，但还需结合样件的断裂面形态才能确定材料的断裂方式。

图1 时间-载荷-能量双纵轴曲线

## 2. 断裂面形态

材料的断裂面有韧性断裂和脆性断裂两种形态，其中韧性断裂随裂口的不同其延展度分为多种情况，脆性断裂随冲击部位的不同其断裂形态也存在多种情况。图2所示为多轴冲击试验中样板的断裂面形态，其中上排样品的断裂均为韧性断裂，下排样品的断裂为脆性断裂。

图2 不同样品的断裂面形态（上排为韧性断裂，下排为脆性断裂）

## 3. 断裂方式的判定

按照ISO 6603标准的描述，判断材料脆性断裂和韧性断裂的方式主要有4种（如图3所示）——YD、YS、YU和NY。其中，YD型断裂方式在曲线图中表现为有明显的屈服点，断裂表面有整体深度一致的延展，击穿孔只有一圈裂纹；YS型断裂方式在曲线图中表现为有明显的屈服点，断裂表面有稳定但不一致的延展性，可均匀区分，击穿孔有不重复的两圈裂纹；YU型断裂方式在曲线图中表现为有明显的屈服点，断裂表面有不稳定延性断裂，可能有延性断裂的部分，击穿孔有不重复的两圈裂纹或者击穿部位发生不稳定的无延展性断裂，有明显裂纹但未与样板间脱落；NY型断裂方式表现为无屈服。

图3 根据4种断裂方式，对11种断裂面进行了归类

总体而言，表现为YD型和NY型断裂方式的材料较容易断裂，表现为YU和YS型断裂的材料较难断裂。

## 多轴冲击试验的影响因素

从试验的结果分析来看，影响多轴冲击试验的因素主要有以下几个：锤头直径、落锤总重量、测试温度、冲击速度、锤头润滑程度、样板厚度和材料种类等。

### 1. 锤头直径

对于同种材料样板的测试，在冲击速度和测试温度一致时，采用10mm直径的锤头时，样板的断裂状态比采用20mm直径锤头时好。

### 2. 落锤总重量

对于同种材料样板的测试，在冲击速度和测试温度一致时，根据  $F=mv$ ，落锤总重量越大，样板受到冲击的瞬间作用力越大，其表面的断裂形态越差。因此在选择落锤重量时，既要保证选择的锤头能将样板击穿，也要保证样件的击穿状态为最佳。

### 3. 测试温度

测试温度越低，材料韧性越差，样板吸收的能量越低，其表面的断裂形态越差。

### 4. 冲击速度

根据  $F=mv$ ，冲击速度越大，样板受到冲击的瞬间作用力越大，其表面的断裂形态越差。

### 5. 锤头润滑程度

锤头润滑后会降低锤头与样板间的摩擦力，若不润滑锤头，会降低样板在被击穿过程中吸收的能量，使曲线图发生变化。

### 6. 样板厚度

同种材料的样板越厚，击穿时间越长，样板吸收的总能量越高，也会对曲线图产生影响。

## 7. 材料种类

一般，PP材料吸收能量的能力比ABS、PC/ABS、PA6和PA66类的材料低。在PP材料中，脆性PP其吸收能量的能力比韧性较好的PP差。

### 曲线图、断裂表面与断裂方式之间的关系

同一种材料的曲线图和断裂表面之间有一定的联系，从曲线图中可以大致判断断裂表面的趋势。例如，图4所示为某材料厂家的PC/ABS材料在某条件下的冲击曲线图，图5为该材料断裂表面图，表1为该材料被击穿过程中的承载力和能量数据。

图4 PC/ABS冲击曲线图

图5 PC/ABS断裂表面图

图6为某PA66材料在某条件下的冲击曲线图，图7为该材料断裂表面图，表2为该材料被击穿过程中的承载力和能量数据。

图6 PA66冲击曲线图

图7 PA66断裂表面图

结合图4、图5，以及图6、图7可以看出，当曲线图中时间-载荷曲线有明显的屈服点，曲线末端的起伏较小且稳定时，断裂方式为YD型断裂；当曲线图中时间-载荷曲线有明显的屈服点，但屈服点后的曲线不平稳，起伏较大时，断裂方式为YU或YS型断裂。

从表1、表2中可以看出，样板zui大载荷时吸收的能量值与总能量相差越大，韧性断裂的可能性越大；若相差一倍，可判定为韧性断裂。

图8为某PP材料在某条件下的冲击曲线图，图9为该材料的断裂表面图，该材料的断裂方式为NY型断裂。

图8 PP冲击曲线图

图9 PP断裂表面图

## 结论

综上所述，在设计仪表板、门护板以及保险杠时需要对所使用材料的常温和低温韧性进行相关的规定。为避免因材料的脆性断裂而形成的尖角伤害到乘客，用多轴冲击性能来管控是非常有必要的。随着市场对汽车内外饰零件性能要求的不断提高，对材料低温性能的要求也越发严格，因此需要材料供应商开发耐低温高抗冲的汽车专用料，以满足高性能汽车材料的需求。