

塑料制品全流程质量检测研究

莫忠华 杨璐 林威辛 潘霖杰 潘政良 陈星安
利欧园林机械有限公司 浙江 台州 318000

摘要：针对工程塑料制品质量控制需求，构建涵盖原材料特性分析、成型工艺参数优化、成品性能检测的三维质量评估体系。通过DSC、FTIR等材料表征手段解析PP/PA66等常用塑料的熔融特性，结合Moldflow模流分析软件建立注塑参数与制品变形的量化模型。经割草机、旋耕机、骑乘式割草机等典型案例验证，该体系可使产品合格率提升12.6%，为塑料制品全生命周期质量管理提供技术支撑。

关键词：塑料件；成型工艺；检测技术；质量控制

1 塑料件检测体系的构建背景

全球工程塑料市场规模于2024年突破600亿美元，我国注塑件出口合格率仍低于国际先进水平3.2个百分点。消费者对产品质量和安全性的关注度不断提高，企业为提高产品质量和可靠性、减少次品率和召回风险，需建立检测体系对塑料件生产全过程进行监控。本体系整合TÜV莱茵材料认证规范与ASTM/ISO检测标准，建立适用于园林割草机、骑乘式割草机、电子等行业的塑料件检测规程^[1]。

2 核心检测项目

2.1 塑料拉伸性能的测定

试样尺寸：1A型试样：总长 $\geq 115\text{mm}$ ，端部宽度 $25\pm 2\text{mm}$ ，中间平行部分宽度 $6\pm 0.4\text{mm}$ ，厚度根据材料不同有差异。1B型试样：用于机加工试样，具体尺寸在标准中有详细的图纸和公差规定。

试验环境：一般在温度 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(50\pm 5)\%$ 的标准环境下进行。

测试设备：主机：万能拉力试验机。夹具：楔形夹具等，能确保试样轴向受力，不打滑。附件：如引伸计，用于测量试样变形。

试验步骤与方法

试样准备：根据材料选择合适的试样类型，制备或选取符合尺寸要求的试样，检查试样表面应平整、无气泡等缺陷。安装夹具和试样：将试样稳固地装夹在拉力试验机的夹具上。设备设置：设定试验速度，如测定拉伸模量可选 1mm/min ，测定拉伸强度/断裂伸长率可用 50mm/min 。开始试验：启动试验机，施加拉伸力，记录力值和位移数据。试验结束：试样断裂或达到预定条件

后，试验机停止，记录相关数据。

试验结论：通常根据试验数据计算拉伸强度、断裂拉伸应变、拉伸模量等性能指标。通过对这些指标的分析，评价塑料材料的拉伸性能，为材料选择、产品设计等提供依据。

2.2 塑料弯曲性能的测定

核心参数：弯曲强度、弯曲模量和弯曲应变等。测试方法：提供三点弯曲法和四点弯曲法两种，根据塑料类型和应用场景选择。测试内容：测定塑料在弯曲载荷下抵抗变形的能力，确定弯曲强度、弯曲模量等指标，观察材料从弹性变形到塑性变形及最终断裂的力学特性。测试步骤：（1）试样准备：选材后用精密工具切割出符合尺寸形状要求的矩形试样，打磨、清洁并干燥试样。（2）仪器校准：使用标准砝码对弯曲试验机校准。

（3）试样安装：将试样稳固安装在弯曲试验机夹具上，确保位置正确。（4）弯曲测试：按选定方法和规定速度进行弯曲测试，记录弯曲力、位移等数据。（5）数据分析：计算弯曲强度、弯曲模量等指标并分析。测试环境：温度 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(50\pm 5)\%$ ，避免强光照射。测试设备：弯曲试验机、试样夹具、测力传感器、位移传感器、数据采集系统、温度计或湿度计等。测试结论：计算弯曲强度、弯曲模量等参数，与标准要求或预期性能对比判断材料是否合格，分析材料弯曲性能及影响因素，为材料选择和产品设计提供依据。

2.3 塑料悬臂梁冲击强度的测定

适用范围：适用于酯类热塑性模塑和挤塑材料、硬质热塑性板材、酯类热固性模塑材料、硬质热固性板材、纤维增强热固性和热塑性复合材料、热致液晶聚合物等，通常不适用于硬质泡沫材料及含有泡沫材料的夹层结构材料，缺口试样通常不适用于长纤维增强的复合材料或热致液晶聚合物。

作者简介：莫忠华（1988.03—），男，民族：汉，籍贯：浙江台州温岭，学历：本科，职称：工程师，研究方向：塑料制品全流程质量检测研究。

试样要求：试样可由标准多用途样品中部机加工制成，或由成品、半成品机加工制成。优选尺寸为长 $80\text{mm}\pm 2\text{mm}$ 、宽 $10\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ 、厚 4mm ，缺口试样有A型缺口（ $45^\circ\pm 1^\circ$ ，缺口底部半径 $R0.25\pm 0.05\text{mm}$ ）和B型缺口（ $45^\circ\pm 1^\circ$ ，缺口底部半径 $R1\pm 0.05\text{mm}$ ）。

测试环境：除特殊规定外，一般在温度（ 23 ± 2 ） $^\circ\text{C}$ ，相对湿度（ 50 ± 5 ）%环境下进行^[2]。

测试设备：悬臂梁冲击试验机，冲击速度一般为 3.5m/s ，摆锤能量有 1J 、 2.75J 、 5.5J 、 11J 、 22J 等可选。

测试步骤：先将试样按要求进行状态调节；测量试样中部的厚度和宽度或缺口试样的剩余宽度；确定试验机有规定的冲击速度和合适的能量范围，冲断试样吸收的能量应在摆锤标称能量10%至80%范围内；抬起并锁住摆锤，安装试样，缺口应在摆锤冲击刃的一侧；释放摆锤，记录被试样吸收的冲击能量，并对其摩擦损失等进行必要的修正。

测试结论：计算悬臂梁冲击强度，计算公式为 $\alpha_i = \frac{W}{b'h}$ ，其中 α_i 为悬臂梁冲击强度， W 为修正后的冲击能量， b' 为缺口试样剩余宽度或无缺口试样宽度， h 为试样厚度。根据材料预期用途和相关标准判断材料冲击性能是否满足要求。

2.4 塑料非泡沫塑料密度的测定

测试温度：一般为（ 23 ± 2 ） $^\circ\text{C}$ ，比重瓶法调节温度为（ 23 ± 0.5 ） $^\circ\text{C}$ 。试样质量：浸渍法试样质量应至少为 1g ；液体比重瓶法试样质量在 1g - 5g 范围内。天平精度：试样质量不大于 10g ，精确到 0.1mg ；大于 10g ，精确到 1mg 。

测试方法

浸渍法：在空气中用直径不大于 0.5mm 金属丝悬挂试样称量，再将试样浸入 $23^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ 浸渍液中，除去气泡后称量在浸渍液中的质量，若浸渍液不是水，需用比重瓶法测定其密度。

液体比重瓶法：称量干燥空比重瓶，装适量试样称重，用浸渍液浸过试样抽真空赶空气，在 $23^\circ\text{C}\pm 0.5^\circ\text{C}$ 恒温后装满浸渍液称量，倒空清洁后装入蒸馏水或去离子水，同样排除空气后称量。

滴定法：用容量瓶取 100ml 较低密度浸渍液倒入量筒，恒温到 $23^\circ\text{C}\pm 0.5^\circ\text{C}$ ，放入试样，用滴定管滴加重浸渍液，观察试样状态，记录最轻和最重试样分别稳定悬浮时添加的重浸渍液总量，建立加入量与混合液密度函数关系曲线。

测试结论：试验报告需给出单次密度测试值以及密度算术平均值，注明是否进行浮力校正及校正类型，依据测

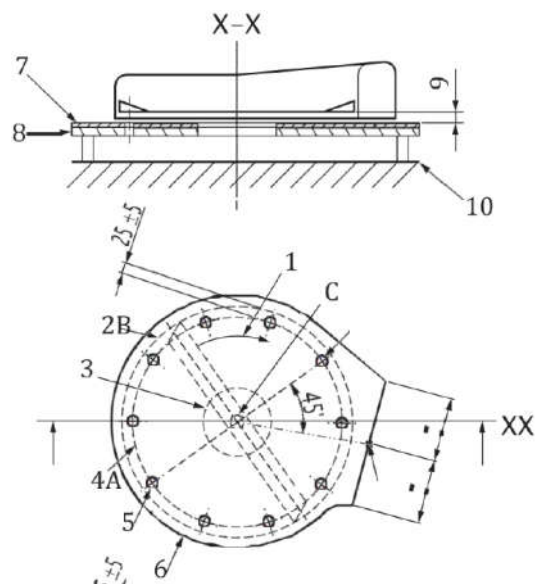
试目的和相关标准判断所测材料的密度是否符合要求。

结构完整性测试夹具，在 19mm 厚的胶合板基座上，或在在最小厚度为 4mm 的单块钢板上，有一个至少 1.5mm 厚的光滑坚硬的水平钢面，至少延伸到切割器外壳之外 25mm （如表1所示）。底板上必须有一个进气孔，其位置与每个切割工具的中心相对应，直径如表1所规定。

表1 结构完整性测试的通孔尺寸

割草机类型	切削面尖端圆直径 (CTCD)	进气孔直径 (mm) $\pm 5\text{mm}$
非木质化	全部	$0.3\times\text{CTCD}$
覆盖物	$\text{CTCD} < 635\text{mm}$	$\text{CTCD}-127$
覆盖物	$\text{CTCD} \geq 635\text{mm}$	$0.8\times\text{CTCD}$

应有办法以可变的速率注入球。注入球的速度范围应使每个球在切割装置的切割面上方达到 30mm 至 270mm 的自由上升高度。应有10个等距的注入点，在切割器尖端圆内 $25\text{mm}+5\text{mm}$ 长。这些注射点应从“B”点开始，该点位于“BC”线上，与“AC”线成 45° ，方向与割草机旋转方向相压反。对于有排料口的割草机，“A”是排料槽出口的中心，“C”是切割器尖端圆的中心（见图D.1）。对于没有排料口的割草机（例如，除草机），起点“B”应在纵轴的12点钟位置。注射管不应突出于钢板之上^[3]。



图D.1 结构完整性测试位置示意图

A排料槽出口的中心，B注射球点，C切割中心--指尖端圆，1旋转方向，2切割--指尖圆，3进气孔，4注射孔中心线，5每个主轴上有10个015的注射点，间距相等，6切割--手段的围墙，7钢板，8胶合板，9切削高度，10坚硬的水平地面

测试条件：试验应在环境温度为15℃至35℃之间进行。

割草机应放置在钢板上，割草轴“C”在D.3.2所述的进气孔中心上方。行人控制的割草机应在手柄处受

到弹性约束，以确保割草机在测试期间没有任何永久性白的水平运动^[4]。骑乘式割草机应被限制在水平方

向上移动。注射点的调整应使其中心在切割器尖端圆内25毫米±5毫米。割草装置应设置在可调节的最低割草高度，但不低于30毫米。如：果最大切割高度小于30毫米，那么割草机应在调整到最大切割高度时进行测试。割草机应在发动机最大工作速度下运行。测试前应检查发动机的最大工作速度。如果测量的发动机最大工作速度超出了说明书中规定的数值，应按照制造商的为说明调整发动机速度^[5]

测试流程：10个球应注入10个注射点中的每一个。如果愿意，可以不使用10个注射点，而是从注射点“B”开始以36°的增量旋转割草机，以达到同样的效果。或者只使用一个注射点，这个注射点可以从B点开始以36°的增量旋转，以达到同样的效果。试验应针对每个切割器组件和切割器外壳的组合进行一次。如果进行测试的人和割草机制造商没有达成协议，割草机应在每次测试中配备一个新的切割器组件。检查并报告切割工具外壳上的任何损坏。在测试失败的情况下，可以再测试两台相同型号和配置的割草机，以试图证明符合要求。如果是这样，两台额外的割草机都应进行测试，如果其中任何一台合失败，割草机应被视为不符合本标准的结构完整性要求^[6]。

不要求割草机在完成这个结构完整性测试后适合

使用。

•判定标准

（1）防护装置、捕草器、围栏只要是塑料材质的零部件均不能出现裂痕、破损、击穿等不良状态

（2）防护装置、外壳、底座、捕草器等任何部件不能发生变形，以致与切割工具与其接触

（3）捕草器以及防护装置发生位移，脱离的原始位置

（4）二级护栏上的孔或开口，如果不是防护装置，如内部挡板，则不应被认为失败

•结论：只有通过塑料成型零件的最后考核，才能判定此塑料成分配比、设计结构以及注塑工艺等符合要求。

3 结束语

①第二章节中的2.1—2.4段落适用于塑料材质的分析、验证以及考核，从拉伸强度、弯曲强度、弯曲模量、缺口冲击、溶体流动速率以比重测试等进行多维度的检验塑料材质的合规性，为产品的综合性能进行前期的考核

参考文献

[1]GB/T1040.2-2022《塑料拉伸性能的测定第2部分：模塑和挤塑塑料的试验条件》

[2]GB/T 9341-2024《塑料弯曲性能的测定》

[3]GB/T 1843-2008《塑料悬臂梁冲击强度的测定》

[4]GB/T 1033.1-2008,全称为《塑料非泡沫塑料密度的测定第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法》

[5]GB/T3682,该熔融指数仪测试

[6]ISO 5395-1-2013园林设备-内燃机割草机的安全要求-第一部分