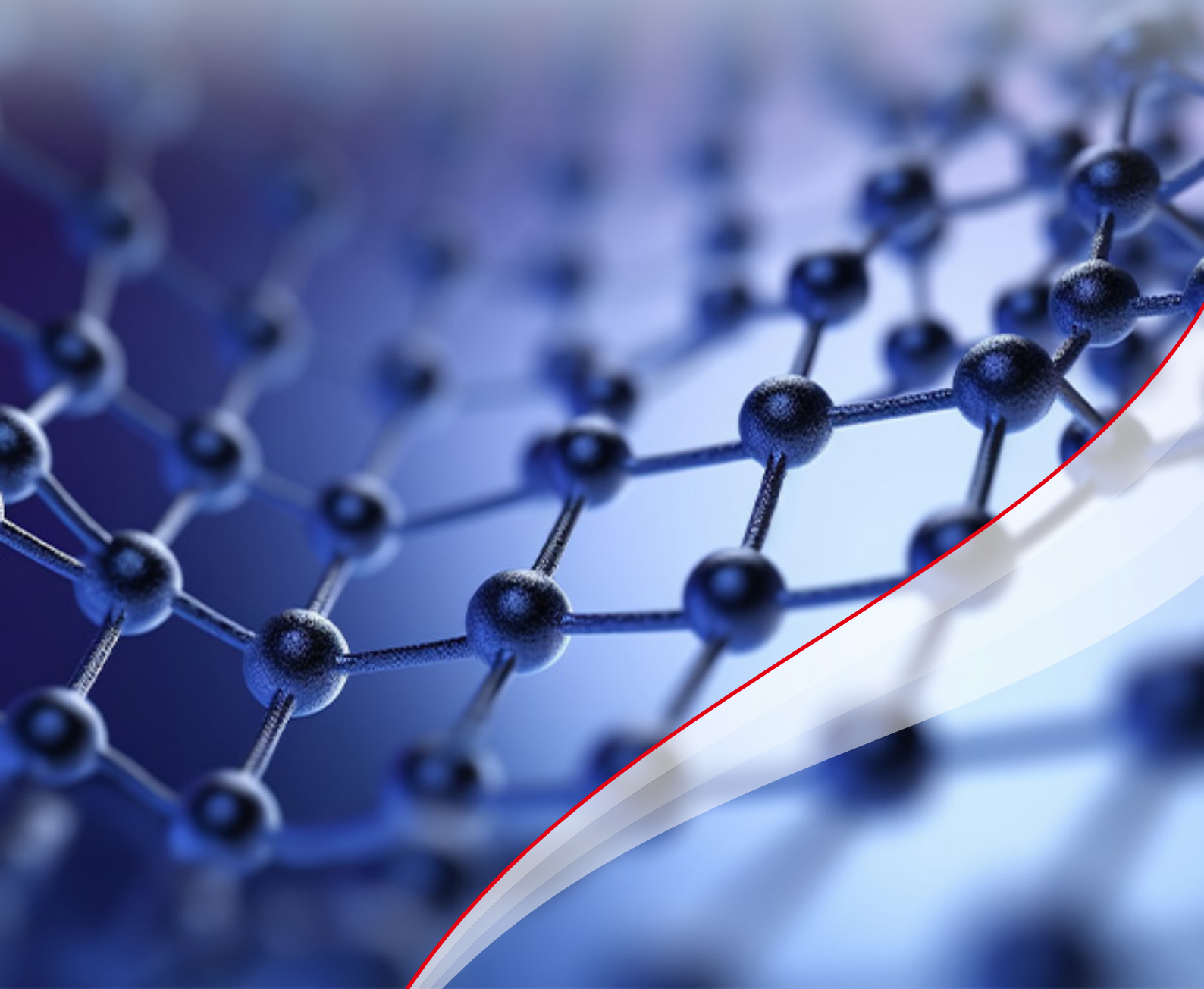


试验机应用文集

——高分子与复合材料分册



前言

自 19 世纪以来，随着工业化的推进和科学技术的发展，尤其是化学工业的崛起，人类利用天然矿物、植物、石油等原料，创造和合成了众多高分子材料与复合材料，如合成橡胶、塑料、合成纤维、化肥、染料、玻纤、碳纤等。这些新材料以其优异的性能和广泛的应用，极大地推动了现代工业和社会生活的发展。

为了确保高分子与复合材料的质量和性能，进行科学的测试和分析是至关重要的。这不仅涉及到产品的设计和制造，更关乎到产品的质量、安全性评估、失效分析等方面。在新材料、新工艺、新技术的研究和开发中，材料试验机与毛细管流变仪是必不可少的工具。它能进行各种力学性能、流动性测试，如拉伸压缩、弯曲、剪切、粘弹性、熔融性、流变性等，并能满足 GB、ISO、DIN、ASTM、JIS 等各类国际标准或相关行业标准的要求。

岛津材料试验机是试验机行业的领先者，至今已有 100 多年的历史，在行业内的探究、钻研、积累了十分丰厚的技术与经验，以其优异的性能和可靠的质量，赢得了业界的广泛认可。产品线丰富，包括电子/液压万能试验机、疲劳试验机、显微硬度计、粘度计、流变仪等多系列产品。我们始终坚持技术创新，如 2022 年推出的 AGX-V2 系列电子万能试验机，是目前业界最高级别的材料试验机，具有行业领先的三大特性：先进功能的集合体（如：高采样频率（10KHz）、多通道（20 个）、大量程（1/2000-100%）、高刚度、高同轴度等）；给操作员与设备提供高安全性保护；更便捷的操作性与可靠的测试结果具有行业领先的性能和特性。岛津的 CFT-EX 固定力挤出型毛细管流变仪拥有准确的温度测量与温控系统，可以确保高度重现性的测试过程与更高的测试效率，在热塑性树脂、热固性树脂、墨盒、复合材、橡胶等流动性素材的研究开发、生产工艺、质量管理环节中大展身手。

在聚合物材料与复合材料的测试和研究中，我们不仅可以进行常规的拉伸、压缩、弯曲测试，还可以根据 ISO/ASTM/GB/JIS 等标准进行更深入的应力、应变测试和研究。我们还可以配合使用高速摄像机、电子探针、X 射线、CT 等设备，进行更深、更广的研究。岛津 CFT-EX 毛细管流变仪可以用于研究液体和固体材料的粘弹性、流变行为、熔融性等。在材料研究中，流变仪可以用于评估聚合物的加工性能、涂料的流动性以及油漆的粘度等。

岛津公司作为全球知名的分析仪器制造商，自 1875 年以来，我们始终秉承“以科学技术为社会做贡献”的宗旨，不断研究和开发领先时代的科学技术。

岛津企业管理（中国）有限公司
分析中心

目 录

概 述	1
第 1 章 塑料	4
模塑塑料拉伸测试方法（对应 GB1040.2-2022）	6
塑料拉伸试验	11
塑料材料的低温拉伸试验（-40°C）	15
视频引伸计 TRView 测定塑料拉伸弹性模量与泊松比	17
塑料静态拉伸与高速拉伸断裂面的微观评估	22
塑料拉伸蠕变性能测试	29
塑料三点弯曲试验	33
测试薄片弹性模量与泊松比	36
第 2 章 塑料薄膜	39
质子交换膜的杨氏模量测试	41
聚酰亚胺（PI）薄膜拉伸测试	44
PET 塑料薄膜拉伸测试（测定泊松比）	47
薄膜拉伸试验	51
测薄膜摩擦系数	53
手机的多功能薄膜力学强度评价	56
液晶高分子聚合物（LCP）薄膜拉伸试验	59
锂电池隔膜拉伸试验	63
对锂离子电池隔膜进行穿透与拉伸试验以评估其与温度相关的强度属性	66
使用不同材质穿刺针对锂电池隔膜穿刺测试与研究	70
锂电池隔离膜拉伸试验与应变研究	74
第 3 章 橡胶和凝胶	78
新月形橡胶试样撕裂试验	81
直角形橡胶试样撕裂试验	83
胶带 90°剥离试验	85
胶带 180°剥离试验	87
婴幼儿硅胶奶嘴三种强度测试	89
复合气凝胶 MXENE/BC 循环压缩试验	95
第 4 章 复合材料	99
复合材料压缩试验	104
开洞复合材料压缩试验	107

复合材料冲击后压缩试验.....	111
碳纤维增强塑料帽型试样的轴向压缩试验.....	119
MST-I 碳纤维单丝拉伸试验.....	124
碳纤维复丝拉伸性能试验方法.....	128
高强度纤芳纶 1414 长丝拉伸试验.....	131
单向 CFRP 静态拉伸断裂的观察.....	136
碳纤维增强塑料弯曲试验.....	139
纳米增强型纤维塑料的三点弯曲试验.....	142
纤维素强化树脂在不同温度下的弯曲特性.....	145
复合材料剪切试验.....	149
复合材料剪切试验（霍氏法）.....	155
复合材料 CFRP 的 MMB 试验.....	159
MMT-100N 对复合材料 EVA 薄膜的疲劳测试与动态滞弹性测试.....	163
碳纤维复合材料内部损伤过程可视化及冲击强度机理.....	167
3D-DIC 分析（3D 全场景化分析）复合材料的层间剪切冲击测试.....	173
通过应变分布可视化技术进行材料测试——DIC 分析.....	176
玻纤 PCB 基板的拉伸试验.....	179
微型 PCB 板三点弯曲试验.....	183
玻纤增强塑料的三点弯曲试验.....	186
第 5 章 纺织类	190
锦纶长丝拉伸测试方法（对应 GB/T 14344-2022）.....	194
PET 短纤维拉伸测试（对应 GB/T 14337-2022）.....	197
布料拉伸试验（JIS L1096 样条法）.....	204
布料拉伸试验（JIS L1096 抓样法）.....	208
布料撕裂试验（JIS L1096 单舌法）.....	211
布料撕裂试验（JIS L1096 梯形法）.....	214
医用防护口罩熔喷布拉伸试验及微观形貌观察.....	217
日常防护口罩带强度拉伸试验.....	223
第 6 章 流动性评估（流变仪）	227
热固性树脂评价.....	228
IC 密封胶流动性评估.....	231
常用塑料温度特性的评价.....	234
对于热固性树脂的评价.....	236
环氧树脂流动性评估.....	239
墨盒温度特性的评估.....	242

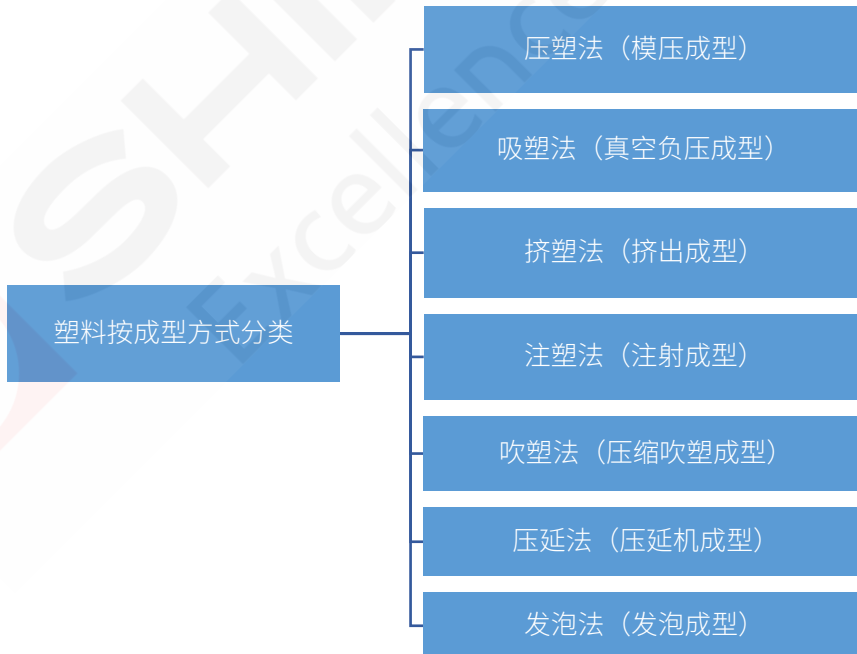
概述

高分子材料也叫聚合物材料，是指将动植物体内的高分子物质，添加其它助剂所形成的材料。常见的高分子材料有：橡胶、纤维、薄膜、淀粉、塑料、粘合剂、涂料等。因为高分子材料具有耐磨性好、电绝缘性好、韧性强、比强度高、质量轻等特点，所以多应用于建筑、交通运输、农业、电气电子等经济领域。高分子材料按来源分为天然高分子材料和合成高分子材料，天然高分子是存在于动物、植物及生物体内的高分子物质，可分为天然纤维、天然树脂、天然橡胶、动物胶等。合成高分子材料主要是指塑料、合成橡胶和合成纤维三大合成材料。高分子材料按特性分为橡胶、纤维、塑料、高分子胶粘剂、高分子涂料和高分子基复合材料等。

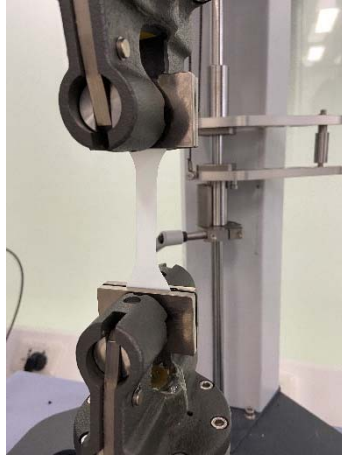
复合材料是由两种以上组分材料按一定方式组合而成的材料，它的许多性能都由于单组分材料。常见的复合材料按增强纤维种类可分类为碳纤维复合材料、玻璃纤维复合材料、有机纤维复合材料等。按加工方法可分为纤维复合类，层压复合类和基材颗粒复合类三种。

塑料、塑料薄膜、橡胶与凝胶、复合材料和纺织材料都是我们常见的材料类型，已广泛应用于各个领域。它们各自具有独特的构成和特点。力学测试是评估这些材料的理化性能的常见手段，可以用于确定其力学性能、强度等特性。

塑料通常由聚合物作为基础材料，通过加入填料、增强材料、添加剂等进行改性。具有低密度、化学稳定性、良好的成型性和加工性、多样的外观和色彩选择等特点。然而，它们的耐热性、耐寒性和耐老化性可能有所不足。使用电子万能试验机进行常见的力学测试包括拉伸测试、压缩测试、弯曲测试等，用于评估塑料的强度、延展性，抗压缩与抗弯曲等力学性能。



塑料薄膜可以由聚合物、金属、氧化物等构成，通常采用单层或多层结构。薄膜具有轻薄、柔韧、透明或半透明、表面光等特点。不同材料的薄膜还具有各自的特殊性能，如氧气阻隔性能、防潮性能、耐化学腐蚀性能等。通过电子万能试验机对薄膜可进行的力学测试包括拉伸测试、撕裂测试、穿刺测试、压缩测试等，用于评估其强度、延展性、抗破裂性能、抗压缩性等。



塑料薄膜拉伸测试

橡胶通常由弹性高分子聚合物构成，如天然橡胶、合成橡胶等。橡胶具有良好的弹性、延展性、耐磨性和耐腐蚀性。它们还具有吸震、绝缘和抗紫外线性能等。通过电子万能试验机对橡胶可进行的力学测试主要包括拉伸测试、压缩测试等，用于评估其强度、伸长率、抗压和抗疲劳性能等。

凝胶是由多种材料构成的网状结构，其中包括高分子聚合物、溶剂和添加剂等。凝胶具有高吸水、柔韧性和可逆变形性。它们还具有生物相容性、渗透性和吸附性等特点。使用电子万能试验机可对凝胶材料实施压缩测试、剪切测试等，用于评估其弹性模量、可压缩性和抗变形性等特性。



凝胶拉伸测试

复合材料由两种或多种不同类型的材料组成，通常包括增强材料和基质材料。复合材料结合了不同材料的优点，具有高强度、轻质、耐腐蚀性和耐高温性等特点。不同类型的复合材料还具有各自特殊的性能，如导电性、热传导性等。复合材料的力学测试主要包括拉伸测试、弯曲测试、剪切测试等，用于评估其强度、刚度、疲劳性能和断裂韧性等。

纺织材料通常由纤维构成，可以是天然纤维（如棉、羊毛）或人造纤维（如聚酯、尼龙）。纺织材料具有柔软、透气、吸湿、保暖和耐磨性等特点。不同类型的纺织材料还具有各自特殊的性能，如防火性能、防静电性能等。纺织材料的力学测试主要包括拉伸测试、撕裂测试、磨损测试等，用于评估其强度、伸长率、耐磨性和抗撕裂性能等。

常用纤维的名称与代号

通用名	中文/英文名	中国商品名	代号
再生纤维素纤维	再生纤维素纤维 viscose	粘胶纤维	RCF
聚酯系	聚对苯二甲酸乙二酯纤维 polyester	涤纶	PET
脂肪族聚酰胺系	聚酰胺 6 纤维 nylon 6	锦纶 6	PA6
	聚酰胺 66 纤维 nylon 66	锦纶 66	PA66
聚丙烯腈系	聚丙烯腈纤维 acrylic	腈纶	PAN
聚乙烯醇系	聚乙烯醇缩甲醛纤维 vinylon	维纶	PVA
聚烯烃系	聚丙烯纤维 propylene	丙纶	PP
	超高分子量聚乙烯纤维	乙纶	UHMWPE
含氯纤维	聚氯乙烯纤维 chlorofibre	氯纶	PVC
聚氨酯系	聚氨基甲酸酯纤维 spandex	氨纶	PU
芳香族聚酰胺系	聚间苯二甲酰间苯二胺 Nomex	芳纶 1313	PMIA
	聚对苯二甲酰对苯二胺 Kevlar	芳纶 1414	PPTA

由此可见，这些材料在力学特性上各有差异。试验机力学测试对于这些材料的性能评估和质量控制至关重要，这些测试，需要根据其特点选择相应的测试标准或测试方法进行，以获取其量化的性能、强度、模量等参数，从而确保材料在实际应用中的可靠性和安全性。电子万能试验机作为一种常用的力学测试设备，具有操作简便、多功能、高精度的特点，可以适用于不同材料的力学测试需求。它能够提供准确可靠的测试结果，为材料的研发、生产和应用提供有力的支持。通过电子万能试验机对材料进行力学测试和研究，我们可以更好地了解 and 掌握这些材料的力学性能，为各个领域的应用带来更高的性能和质量保证。

第 1 章 塑料

塑料广泛应用于人们的生活、工业制造、国防军工等各项领域。是家电、汽车、手机、PC、医疗器械、照明电器等产业中不可或缺的部件，是国民经济的重要基础产业。近年来，塑料行业的年产量呈现高速发展态势，特别是汽车、家电、消费电子、医疗器械等行业将继续保持较快发展，这些行业对塑胶、橡胶件的需求将持续扩大，同时需求将也呈现高端化、精密化、标准化趋势。

塑料具有很多非金属优异性能，如密度低、质轻，化学性稳定，不会锈蚀，韧性、弹性、延展性高，耐冲击性好，绝缘性好、导热性低，成型性、着色性好，加工成本低等。同时，也存在不少缺点，如耐热性差，热膨胀率大，易燃烧，尺寸稳定性差，容易变形耐低温性差，低温下变脆，容易老化，部分易溶于溶剂等。为了准确掌握塑料的各项参数与性能，为产品设计、材料检验、行业标准制定提供数据支撑，我们需对尺寸、成份、结构、力学性能、流变性等进行测试与研究。

我国力学性能试验标准的发展经历了“重试标”、“制标”和“国标”三个阶段。至今，已经走过 50 年的历程。目前已经形成和建立了较完善的力学性能试验国家标准体系，体系中涵盖国际上常用的力学性能试验方法标准的门类:包括基础、拉伸、压缩、冲击、硬度、弯曲、扭转、剪切、持久蠕变、疲劳、断裂力学、磨损和工艺性能等 52 个标准。目前国际标准和主要发达国家的国家标准，在力学性能试验标准化方面的发展趋势是：①等同采用、等效采用(或修改采用)国际标准。②标准的适用范围和技术覆盖面扩大，减少标准数目，方便管理的方向调整。③鼓励和促进采用自动化测试方法。④新的力学性能试验标准必须包含测量不确定阐述的技术内容。⑤高技术领域需求的标准正在加快发展。我国力学性能试验标准正在实行体系转轨，与国际接轨，顺应上述发展趋势，实现建立一个与国际通用性接轨的，科学合理的力学试验标准体系。

目前，我国对于塑料测试要求主要采用 GB 标准体系，以及部分 HG 化工行业标准。同时，有些领域也会沿用国外或国际标准如 ISO，ASTM，BS，JIN 等标准体系的要求或参数，这就要求测试仪器要能够满足多样化标准的要求。成型塑料主要的试验类型有：拉伸、压缩、弯曲、摩擦力等。我们收集了以下常用国内、国际成型塑料行业测试标准，整理出标准中涉及力学性能的检测项目，并给出岛津对应此测试的机型。

试验标准	拉伸	压缩、 穿刺	弯曲	剥离	适用仪器
GB/T 1040.1-2018 塑料拉伸性能的测定第一部分 (ISO527-1:2012)	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1040.2-2022 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 ISO527-2:2012)	○				AGS-X AGX-V

GB/T 1040.3-2006 塑料拉伸性能的测定第三部分 (ISO527-3:1995)	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1040.4-2006 塑料 拉伸性能的测定 第4部分：各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验方法 (ISO527-4:1997)	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1040.5-2008 塑料 拉伸性能的测定 第5部分：单向纤维增强复合材料的试验条件 (ISO527-5:1997)	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1041-2008 塑料 压缩性能的测定		○			AGS-X AGX-V
GB 1449-2005 纤维增强塑料弯曲性能测试			○		AGS-X AGX-V
GB/T 9341-2008 塑料弯曲性能的测定 (ISO 178:2010)			○		AGS-X AGX-V
GB/T 37841-2019 塑料薄膜和薄片耐穿刺性测试		○			AGS-X AGX-V
FZT 90003.1-1991 塑料经纱管和纬纱管试验方法静弯曲			○		AGS-X AGX-V
FZT 90003.2-1991 塑料经纱管和纬纱管试验方法冲击功		○			AGS-X AGX-V
ISO8295:2004 塑料.薄膜和薄板.摩擦系数的测定				○	AGS-X AGX-V

模塑塑料拉伸测试方法（对应 GB1040.2-2022）

摘要：本文介绍了使用岛津 AGS-X 电子万能试验机，配合岛津 SSG75-65SHAD 高精度引伸计和岛津 10KN 手动定位式楔形夹具，参考最新发布的塑料拉伸新国标《GB/T 1040.2-2022 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》要求，用模塑塑料哑铃型试样进行拉伸测试，测得试样的弹性模量，抗拉强度，断裂延伸率等参数。该标准是当前主流的模塑塑料拉伸测试方法，对试验机主机，引伸计，测试方法都有较高的要求。

关键词：试验机 模塑塑料拉伸试验 新国标

技术特点：

- ❖使用岛津 AGS-X 电子万能试验机，性能参数完全能满足标准要求。
- ❖使用岛津 SSG75-65SHAD 高精度引伸计，可测得准确的弹性模量、延伸率等参数。
- ❖岛津 10 kN 手动定位式楔形夹具完成测试，有效避免试样打滑现象。

《GB/T 1040.2-2022 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》是GB/T 1040《塑料 拉伸性能测定》的第2部分，旨在规范模塑和挤塑塑料的测试设备和测试方法。

新国标增加了75mm的标距试样规定（1A试样），并规定用于弹性模量测定的引伸计精度应为±1%，绝对精度必须达到±

1.5μm（75mm标距样）或±1μm（50mm标距样）的要求。

本报告借助岛津AGS-X电子万能试验机和SSG75-65SHAD高精度接触式引伸计和拉伸夹具，对一种高强度模塑塑料进行拉伸测试，可以很方便地获取材料的拉伸测试需求，获取弹性模量，拉伸强度，断裂延伸率等数据。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 10 kN 电子万能试验机

TRAPEZIUM X软件（单一拉伸测试）

岛津SSG75-65SHAD接触式引伸计

1.2 试验条件

试验温度：室温 25°C左右

引伸计：SSG75-65SH (50/75mm) 引伸计（精度±0.5%或 0.3mm 以内±1.5μm）

样品名称：模塑塑料哑铃型试样

载荷传感器：10kN

拉伸速度：1mm/min

夹具：岛津 10 kN 手动定位式楔形夹具

1.3 样品及处理

样品为高强度模塑塑料哑铃型试样，厚度为 4mm，宽度为 10mm，1A 型标样，标距 75mm，测试开始前分别用上下夹具夹住试样两端的夹持位置，消除夹持造成的载荷使

试样受力接近于 0N，随后将岛津 SSG75-65SHAD 接触式引伸计夹持在试样平行段中间位置，可开始测试。

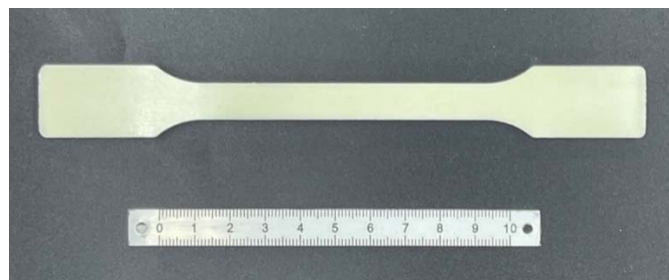


图 1.模塑塑料哑铃型试样

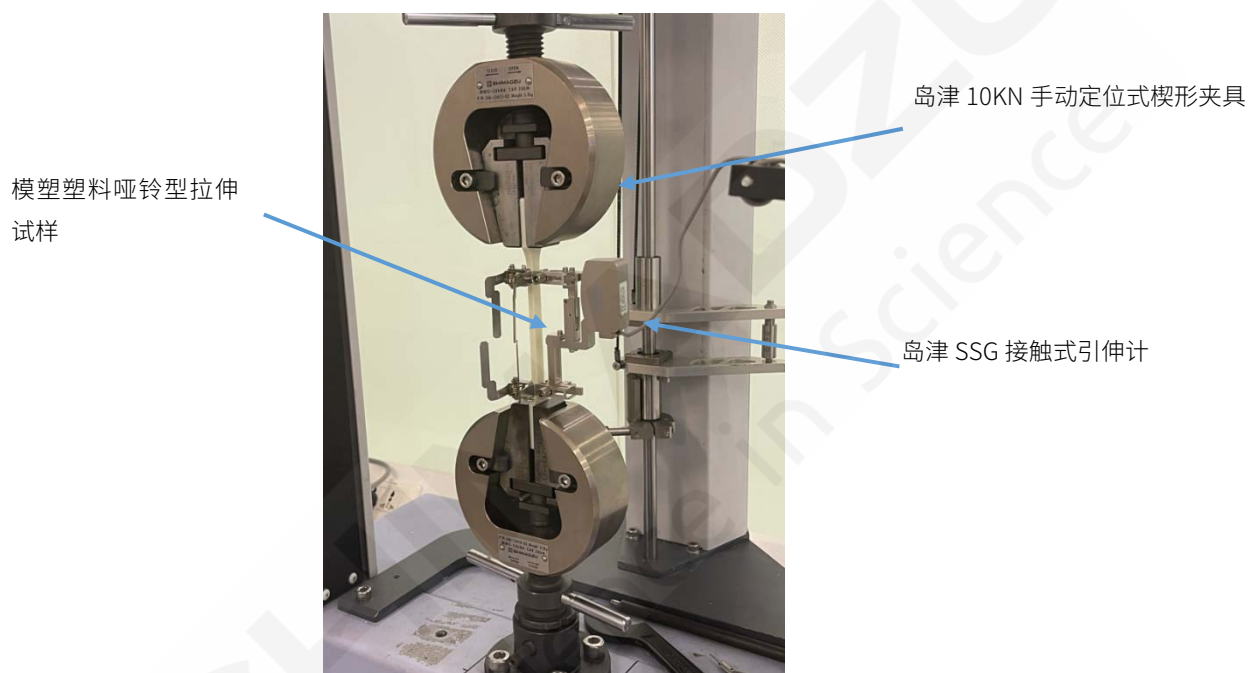


图 2.模塑塑料拉伸测试前特写

表 1. 试样尺寸信息

样品	宽度 (mm)	厚度 (mm)	标距 (mm)	总长 (mm)
模塑哑铃型试样 1-1	10.02	4.05	75	170
1-2	10.02	4.03	75	170
1-3	10.03	4.05	75	170
1-4	10.01	4.02	75	170
1-5	10.06	4.00	75	170

2. 试验介绍

根据标准要求，预加载载荷为 1N，测试正式开始加载速率为 1mm/min，引伸计全程跟踪到试样断裂，测试结束，记录下弹性模量，抗拉强度和断裂延伸率。

表2 拉伸试验结果

试样	弹性模量 (GPa)	抗拉强度 (MPa)	断裂点载荷 (N)	断裂点应变 (%)
1-1	12.179	205.207	8208.26	2.26
1-2	12.021	211.256	8450.22	2.45
1-3	12.457	211.362	8454.46	2.45
1-4	12.411	211.279	8451.17	2.44
1-5	12.143	206.307	8252.29	2.31
平均值	12.242	209.082	8363.28	2.38

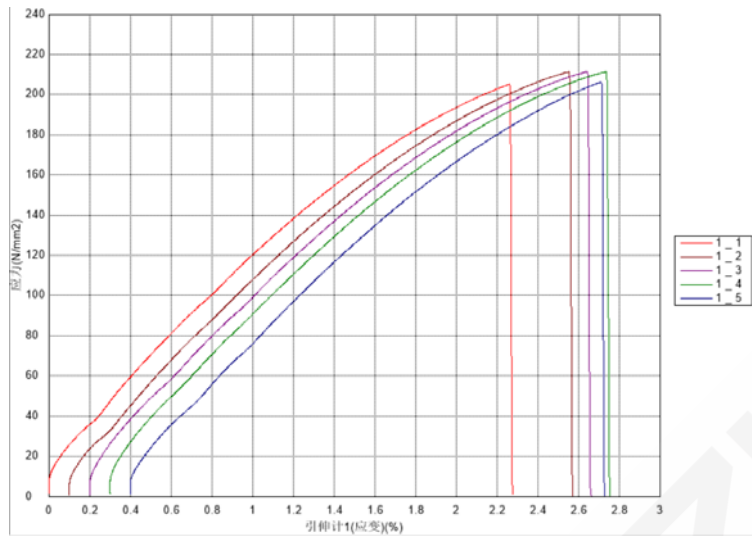


图 3.应力-引伸计应变曲线.

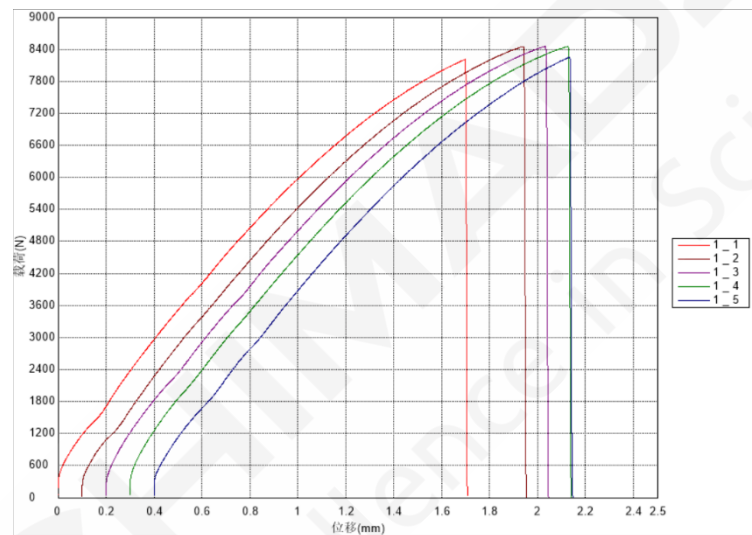


图 4. 载荷-位移曲线

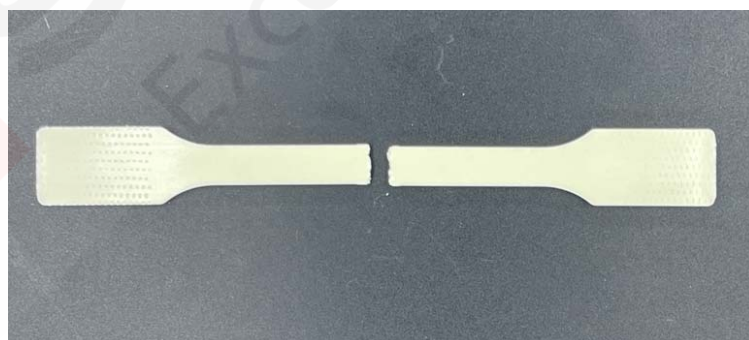


图 5.试验破坏位置良好

从测试结果和测试曲线来看，无论是获取的引伸计应力-应变曲线还是载荷-时间曲线，5个试样都保持稳定，测得的弹性模量，抗拉强度，断裂点应变都非常接近，试样断裂位置良好，没有发现明显打滑现象，数据可靠性好。

3. 结论

岛津 AGS-X 试验机本试验使用 10KN 手动定位式楔形夹具, 配合岛津 SSG 接触式引伸计可根据最新发布的《GB/T 1040.2-2022 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》标准要求能够对应模塑塑料拉伸测试的需求, 实时测得稳定的数据与曲线, 证明了岛津 AGS-X 电子万能试验机良好的控制测试与获取数据的能力, 能有效提升用户力学测试的能力与效率, 为客户带来更好的测试体验。



塑料拉伸试验

摘要：本文使用岛津公司 AGS-X 电子万能试验机，气动平推夹具，岛津接触式/非接触式引伸计，根据 ISO 527-1，JIS K 7161 塑料拉伸测试标准要求，采用十字头（横梁）位移速度的控制方法进行塑料拉伸试验。试验证明，岛津公司 AGS-X 可满足试验标准的各项指标要求，接触式/非接触引伸计具有操作方便，精度高，气动平推夹具可保证塑料试样在测试中不打滑等特点。

关键词：AGS-X 塑料拉伸 引伸计

材料的物理特性是产品设计与质量控制重要组成部分。因此进行各种材料试验，其中最基本的测试是拉伸测试，其拉伸特性在许多产品规范中引用。塑料拉伸性能包括拉伸强度、弹性模量、断裂伸长率。本次试验塑料材料包括PP(聚丙烯)、PC(聚碳酸酯)和PVC(聚乙烯醇氯化物)三种。

对于塑料试样的测试，岛津公司配置有气动平推夹具，接触式引伸计，非接触式视频引伸计，根据塑料试样不同选择不同夹齿，保证试样不打滑，断裂位置好，同时保证试样上下夹持位置的平行，根据不同的试样的拉伸强度，选择相应规格的夹具与引伸计。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 电子万能试验机 气动平推夹具 接触式引伸计 非接触式视频引伸计

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

传感器容量：5KN

试验温度：室温

引伸计型号：SG75-10、TRViewX 240S

加载试验速率：1mm/min

试验夹具：气动平推夹具

50mm/min (1mm 位移后)

2. 试验介绍

2.1 试验配件介绍

图1/图2 为本次试验所用配件，因需要高精度测试样品拉伸应变，分别采用了接触式引伸计SG75-10(标距：75mm 满量程：10mm)、非接触式引伸计TRViewX240S(视野240mm，伸长精度：±1.5um 宽度精度：±2um)，确保试验结果的应变测量准确性；使用气动平推夹具，提供稳定可靠夹持力，保证试样不会出现打滑。

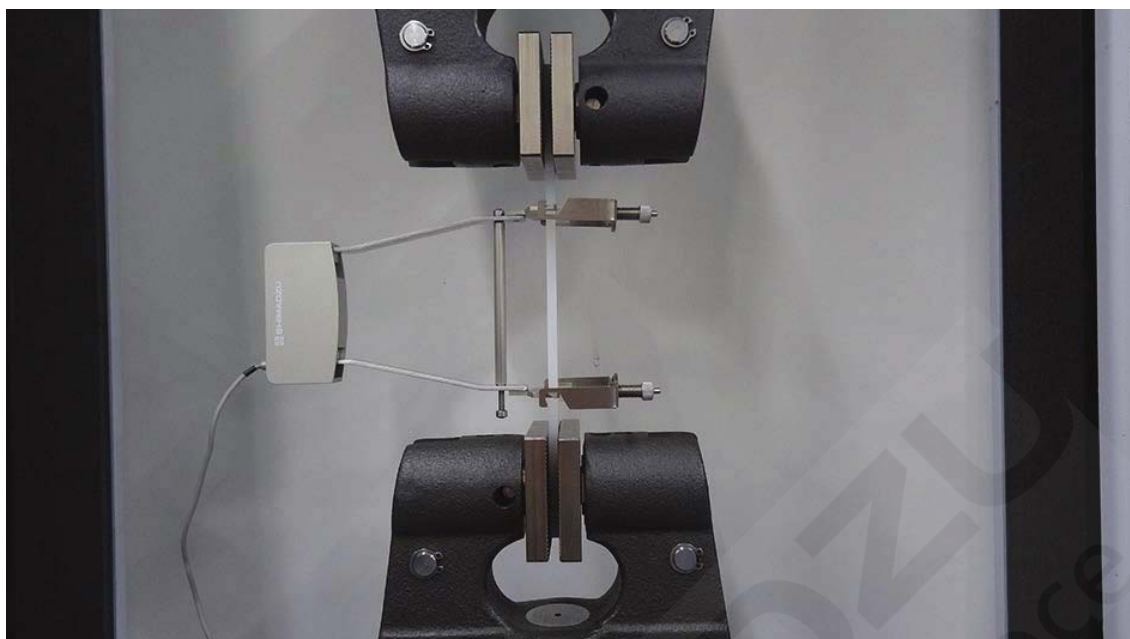


图 1. 应用 SG75-10 测试

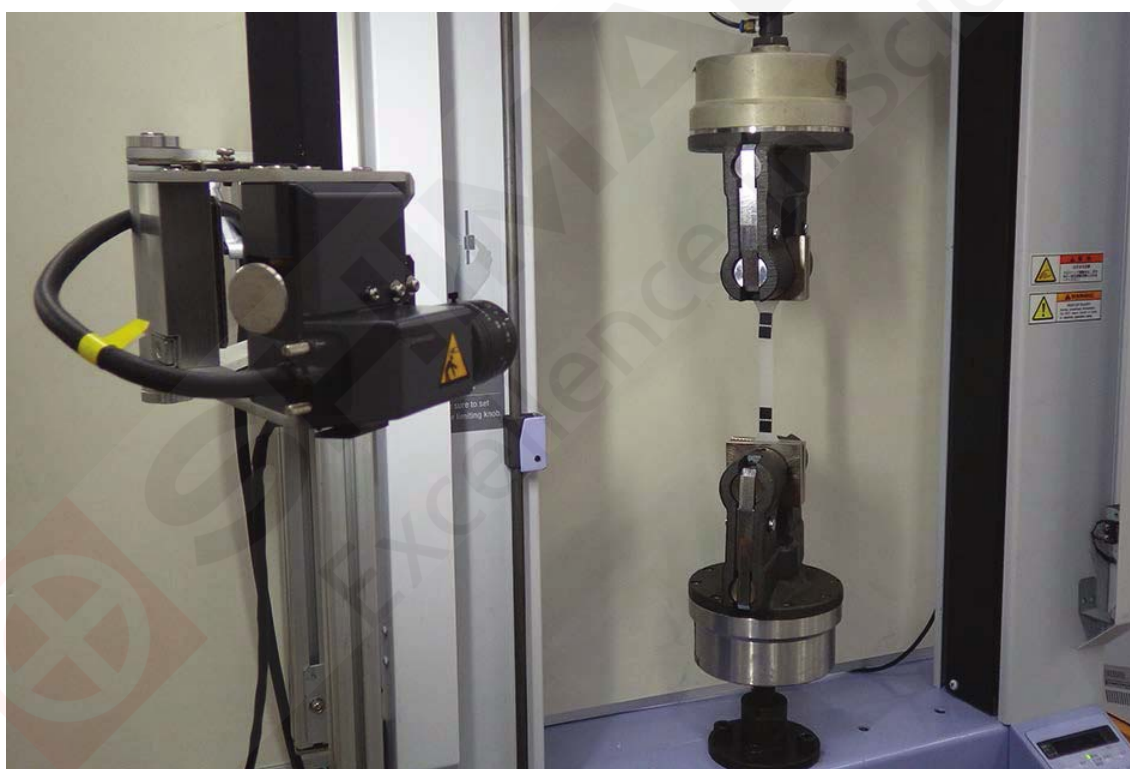


图 2. 应用 TRViewX240S 测试

2.2 试验条件

根据标准要求，先夹持试样的上端，然后载荷传感器清零，再夹持试样的下端，初始速度设定为 1mm/min，在位移达到 1mm 时，摘除接触式引伸计 SG75-10，试验速度改变为 50mm/min，直到试样断裂。试验软件可根据要求，不同阶段设置不同试验速度，完成试验。

2.3 试验结果

图 3 为三种塑料样品的拉伸应力与应变曲线，均为采用的引伸计为 SG75-10 的试验结果。表 1 显示的是应用接触式引伸计 SG75-10 测试拉伸强度，弹性模量；表 2 显示的是非接触式视频引伸计 TRViewX240S 测试拉伸强度，弹性模量。

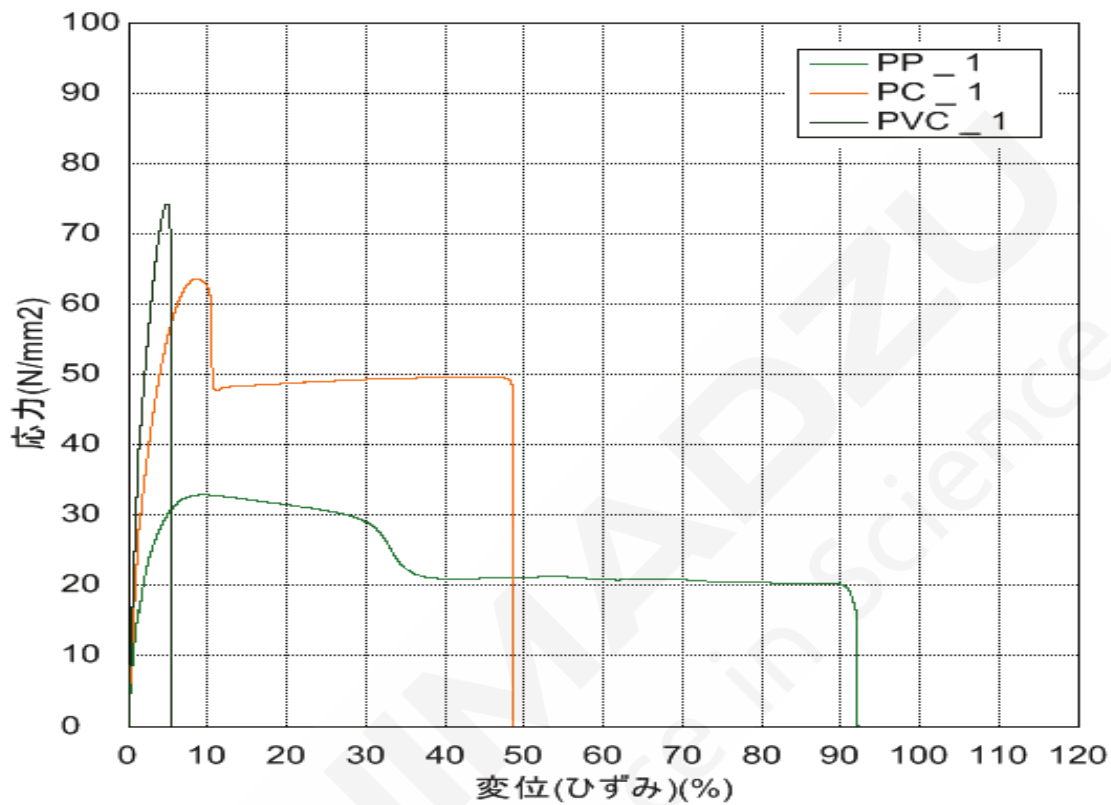


图 3. 应力-应变图

表 1. 使用 SG75-10 试验结果

试样	拉伸强度 (Mpa)	弹性模量 (Gpa)
PP	32.5	1.66
PC	63.3	2.30
PVC	73.4	3.23

表 2 使用 TRViewX 试验结果

试样	拉伸强度 (Mpa)	弹性模量 (Gpa)
PP	32.5	1.63
PC	63.7	2.26
PVC	73.4	3.12

3. 结论

本文介绍了一个按 ISO 527-1, JIS K 7161 标准要求, 按横梁位移速度对塑料样品进行拉伸实例。在本试验中, 使用气动平推夹具与引伸计, 可以稳定可靠的测量样品伸长应变, 直至断裂。这些结果表明, 使用 AGS-X 电子万能试验机、气动平推夹具, 引伸计, 采用位移速率控制, 可满足不同塑料样品的拉伸测试, 能得到准确可靠的数据。

塑料材料的低温拉伸试验 (-40°C)

摘要: 本文是利用岛津电子万能试验机 AGS-X10KN, 配合 TRAPEZIUM LITE X 软件, 气动拉伸夹具和 TCR2W 环境箱, 根据 ISO527-1:2012 (JIS K 7161:1994) 标准进行低温环境下拉伸试验的实例。试验表明岛津 AGS-X 电子万能试验机结合配件, 能够完全对应材料在低温环境下的拉伸测试, 并获取完整、准确数据。

关键词: Autograph 精密万能试验机 低温拉伸 引伸计

拉伸试验被广泛用于评估塑料材料性能, 其结果被用于新材料开发和质量控制 (QC)。评估塑料材料拉伸特性的项目, 包括弹性模量, 拉伸强度和断裂应变。

在本测试中, 聚丙烯 (PP) 和聚氯乙烯 (PVC) 试样的弹性模量 (哑铃形试样) 数据, 是在在 -40°C 低温条件下, 基于使用引伸计采集的数据计算得出。此外, 还评估了相应塑料材料的强度和断裂应变。

准确测定塑料试样的弹性模量和应变需要配备合适的引伸计, 根据客户试样的尺寸不同, 断裂应变不同, 试验环境要求不同,

选用合适型号的引伸计来测定样品的应变·与弹性模量尤其重要。

岛津配备的 TCR2W 环境箱, 可实现样品在 -60°C 至 +250°C 温度环境下, 进行试验。低温环境下材料的力学性能会发生变化。能在特殊温度环境下进行试验的试验机, 在机械制造, 电子电器, 航空航天等领域广泛使用, 岛津试验机与环境箱配套使用, 能确保试验过程满足相关标准的要求, 给客户id提供可靠、准确的试验数据以及直观的数据曲线, 并借助完善的软件功能和便利的操作方法, 为客户提供良好的使用体验。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 10KN 电子万能试验机

TCR2W 环境箱

引伸计: 接触式引伸计 (50mm 标距, 10mm

量程)

外部放大器: ESA-CU200

5KN 气动平面夹具 (单斜纹夹具面)

1.2 分析条件

试验温度: -40°C (环境箱中)

试验夹具: 岛津气动平推夹具

载荷传感器: 5KN (0.5 级)

采样速率: 10 毫秒 (最高 1 毫秒)

1.3 样品及处理

在软件中设置好试验方法, 将按标准要求制作好的样品, 安装在环境箱内的上、下夹具上。微调中横梁, 当载荷传感器的显示值在 0N 左右时, 将引伸计垂直安装在样品正中央, 开始试验。

2. 试验介绍

引伸计能准确测量试样的微小应变, 采用试验机横梁位移变化替代试样伸长时, 会包含

主机与夹具的间隙与变形，存在误差。当样品标距很小时，造成的误差率会更大。因此，精确测定样品弹性模量时，需使用引伸计（至少为±1%精度引伸计）。本试验中，使用 50 mm 标距，10mm 量程，±0.5%精度，能在-40℃的环境中使用的引伸计，测量样品伸长。如下图 1 所示。



图 1. 测试系统图（主机，夹具）

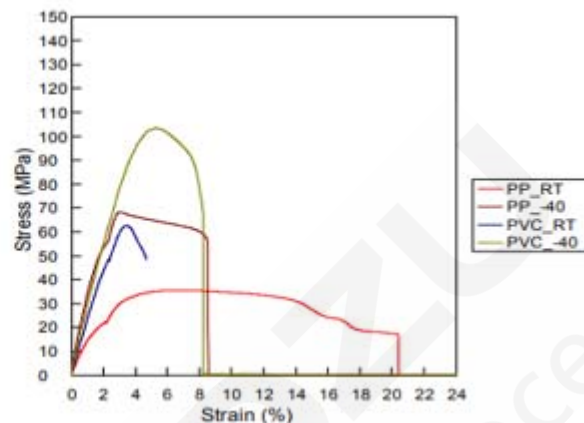


图 2 拉伸应力-应变曲线图

2. 结果与结论

2.1 试验结果

试验结果如上图 2 所示，在室温环境下测量的样品以（RT）表示，-40℃环境下测试的样品以（-40）表示。所有试样都以 1mm/min 试验速度测定样品拉伸应变至 2%，然后改变速度，以 50mm/min 的速度继续拉伸，直至试样断裂，试验结束。在室温环境中，样品的断裂应变可能会超过了引伸计量程，因此，试样拉伸至 2%应变时，移除引伸计，再继续试验。测试数据如下：

表 1. 试验结果

试样类型	弹性模量 (MPa)	应力(MPa)	行程应变(%)
PP_RT	1955	36	20.2
PP_-40	5333	68	7.8
PVC_RT	3150	63	4.3
PVC_-40	3942	103	7.1

3. 结论

上述测试表明，岛津 AGS-X 万能试验机配合环境箱在低温环境下，使用接触式引伸计和外置放大器能够模拟相关标准的要求完成聚丙烯（PP）和聚氯乙烯（PVC）拉伸测试。配合高精度传感器的高采样频率绘制实时的测试曲线，可以满足客户对相关应用的要求。

视频引伸计 TRView 测定塑料拉伸弹性模量与泊松比

摘要: 本文参照《GB/T1040.1-2018 塑料 拉伸性能的测定 第1部分: 总则》(ISO 527-1:2012) 使用岛津万能试验机 AGX-V10KN 配合岛津 TRView 非接触式视频引伸计对塑料哑铃型试样进行拉伸, 并测定其弹性模量和泊松比变化。试验证明, 岛津 AGX-V 电子万能试验机配合 TRView 视频引伸计可以测出材料的弹性模量和泊松比, 而且曲线数据稳定。

关键词: 万能试验机 视频引伸计 拉伸试验

弹性模量和泊松比是用来表征材料力学的重要参数。弹性模量是描述物质弹性的一个物理量, 材料在弹性形变阶段, 其应力和应变成正比例关系(胡克定律), 其比例系数称为弹性模量。泊松比的定义是材料在特定方向受到拉伸时横向应变和纵向应变的比值的负值, 代表了试样变形时的体积变化, 泊松比越小, 材料的拉伸体积变化及膨胀越大。测定材料的精确弹性模量和泊松比一般都需要借助引伸计或宽度规来完成, 引伸计的自重测定轻薄材料时会受到一定限制,

其自重会对测试结果造成影响。而选用非接触式视频引伸计就能避免上述问题。

岛津 TRViewX 视频引伸计, 不仅比前代产品的测定精度有了大幅提高, 而且还能对宽度方向进行测定。在设计上采用摄像头功能, 并通过与 TRAPZIUM 试验软件全动态同步, 实现了普通引伸计由于自重影响而无法测定的问题, 如薄膜, 箔材, 橡胶, 线材等刚性低的样品及恒温槽内样品的伸长测定应用。在不对试样产生直接影响的同时保证了高精度。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 10KN 电子万能试验机

10KN 手动楔形夹具 (斜纹夹齿)

TRAPEZIUM X 软件 (单一试验)

TRViewX500D 非接触式视频引伸计

1.2 分析条件

试验温度: 室温 20°C左右

载荷传感器: 10KN (0.5 级)

试验夹具: 10KN 手动楔形夹具 (斜纹夹齿)

试验速率: 30mm/min

1.3 样品及处理

测试试样为标准哑铃型 PC 试样, 平行段宽度 10mm, 厚度 4mm, 标距为 50mm。在试样平行段上贴上反光贴纸, 两光点之间距离保持 50mm。

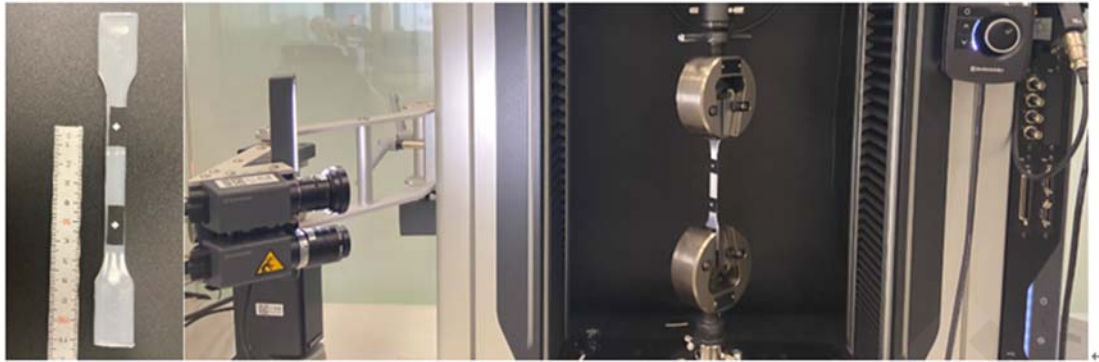


图 1. 哑铃型塑料试样贴光点纸与装夹（间距离保持）

2. 拉伸试验介绍

采用岛津电子万能试验机 AGS-X 10KN 和 10KN 手动楔形夹具（斜纹面夹齿）进行拉伸强度试样。将试样夹持段夹在两端夹具上，通过载荷零点保持功能消除内应力。在完成 TRView 视频引伸计校准后，捕捉试样平行段反光贴纸上的点和试样边缘以确定初始长度与宽度，TRView 会自动测得长度与宽度的准确数值。

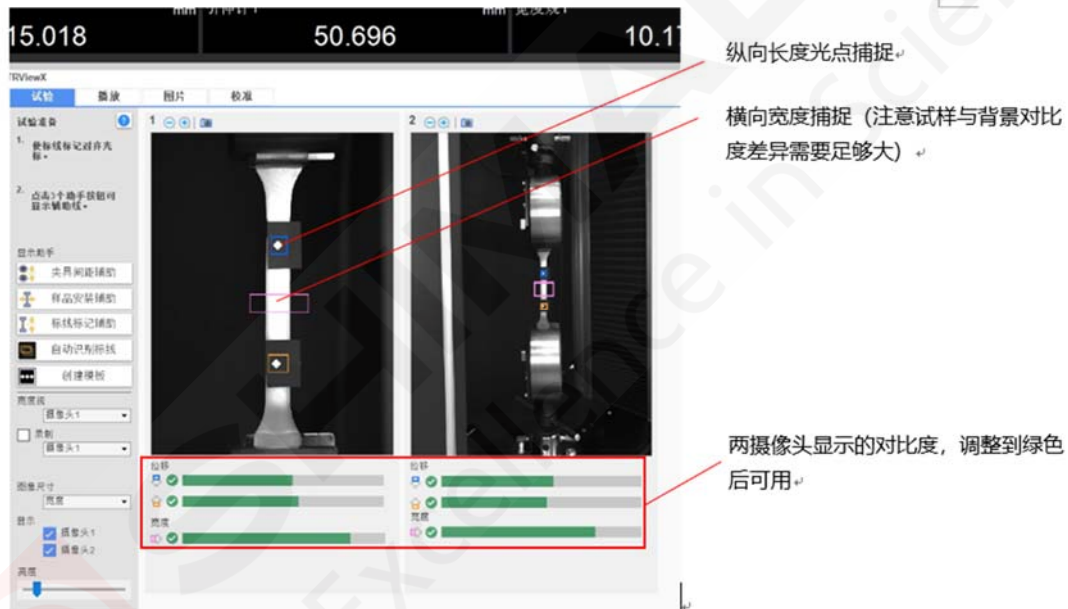


图 2. 设定 TRView 引伸计捕捉试样的横向与纵向特征

另外，在测试泊松比时采样方式使用高精度模式效果会比较好。如下图。



图 3. TRView 高级设置中调整采样方式

完成以上步骤后，设定拉伸速度为 30mm/min，开始测试后 TRView 全程跟踪测试直到试样拉断。

3. 试验结果

表 1. 测试结果

试样名称	弹性模量(MPa)	泊松比	最大点应力(MPa)	断裂点载荷(N)
1_1	2236.08	0.3786	34.89	1217.79
1_2	2164.62	0.3743	34.97	1245.05
1_3	2190.63	0.3745	35.10	1199.85
1_4	2215.95	0.3718	34.81	1228.90
1_5	2143.55	0.3738	34.64	1232.57

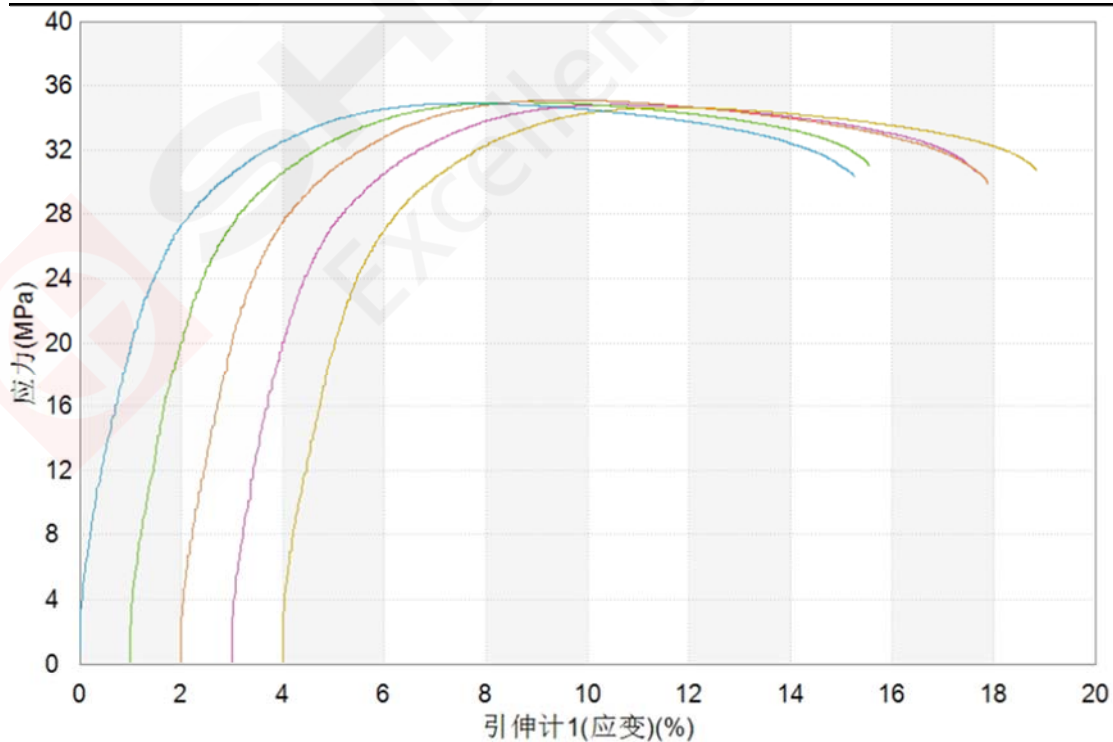


图 4. 应力—应变（引伸计）曲线

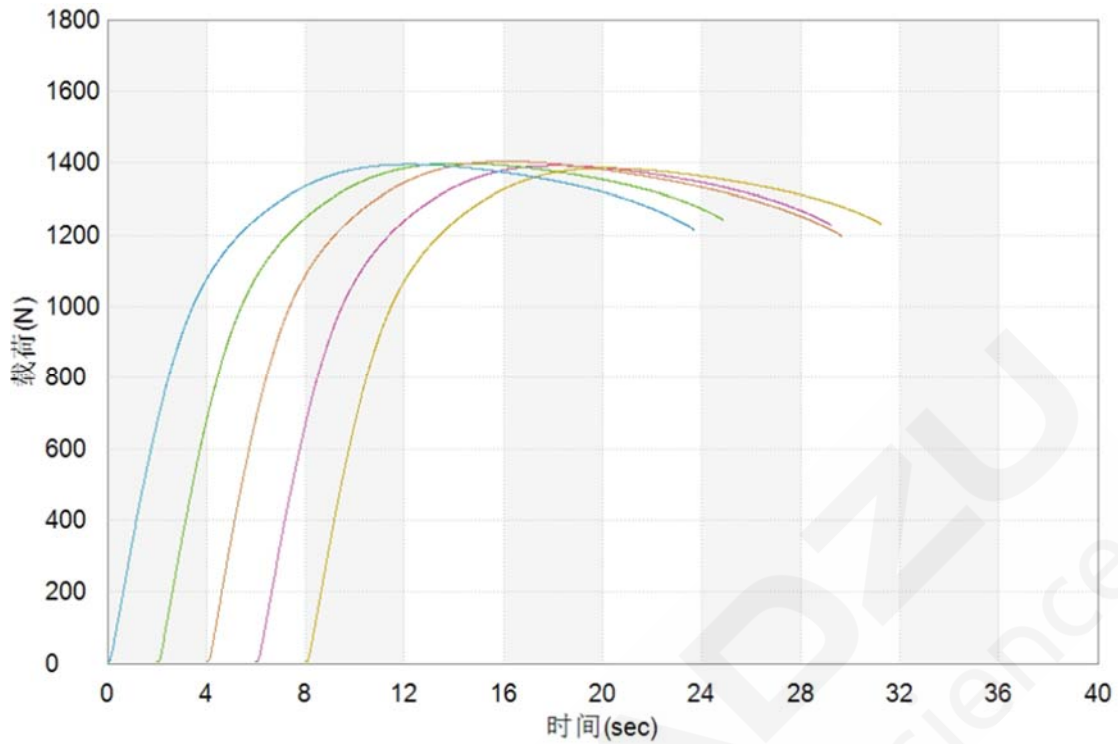


图 5. 载荷—时间曲线

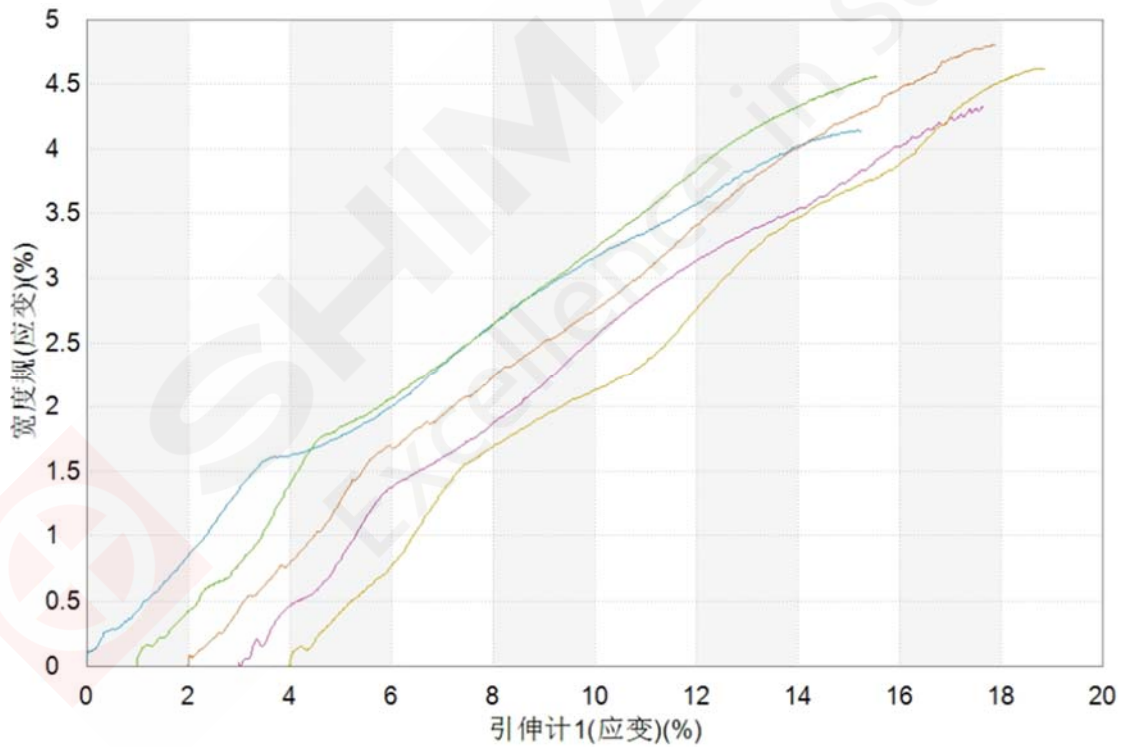


图 6. 宽度应变—长度应变曲线

从表 1 中的曲线可知拉伸测试的结果，可见使用岛津视频引伸计 TRView 测得的弹性模量趋同，而在泊松比测定上，只要试样与背景板的色差对比明显（试验中为白色半透明试验配黑色背景板），能获得准确的宽度变化数据进而获取较准确的泊松比。从图 5~7 中可见，应力—应变曲线（引伸计），载荷—时间曲线，宽度应变（宽度规）—纵向应变（引伸

计) 曲线上都获取了趋同的曲线, 表明测试的数据比较稳定。

4. 结论

综上所述, 根据《GB/T1040.1-2018 塑料 拉伸性能的测定 第1部分: 总则》(ISO 527-1:2012) 使用岛津万能试验机 AGX-V10KN 配合岛津 TRView 视频引伸计和手动拉伸夹具可测出塑料哑铃型试样的弹性模量与泊松比数值, 且能够保证测试曲线稳定趋同, 测试效果良好。使用视频引伸计 TRView 在操作便利性, 减小对试样本身的影响, 以及对材料的适用范围方面效果更胜一筹, 在测定薄膜, 箔材, 橡胶, 线材等刚性低的样品方面更加适用。



塑料静态拉伸与高速拉伸断裂面的微观评估

摘要：本文使用岛津公司 AG-X Plus 电子万能试验机，HITS-TX 高速拉伸试验机，EMPA-8050G，气动平推夹具，高速拉伸平推夹具等。根据拉伸测试标准要求，采用速度控制方法对丙烯酸树脂和聚丙烯进行静态拉伸、高速拉伸试验，并进行微观评估。试验证明，岛津公司 AG-X Plus 、HITS-TX 可满足试验标准的各项指标要求，平推夹具具有在测试中不打滑，断口位置好等特点。

关键词：AG-X Plus HITS-TX EMPA

近年来，塑料材料利用塑料的热特性和轻质性，广泛应用于从小齿轮到汽车、飞机等各个工业领域和应用领域。这些材料可能会受到动态变形的影响，例如，在涉及运输设备的碰撞和产品掉落时。因此，除了常规的静态试验外，为了保证可靠性，还必须进行冲击试验。特别是，由于构成塑料的聚合物具有粘弹性，既有粘性又有弹性，其力学特性表现出对环境温度、时间和变形速率的依赖性。另一方面，当发生损坏、故障事故或劣化现象时，迫切需要调查和对策。塑料的失效形式多种多样，包括静态断裂、冲击

断裂、疲劳断裂、蠕变断裂、环境引起的断裂。根据这些不同类型的断裂，可以观察到具有不同特征的断裂面。这表明可以通过断口观察来确定损伤的原因，并研究解决损伤的方法。

采用岛津 AG-X Plus 精密万能试验机和 HITS-TX 高速冲击试验机，研究了丙烯酸树脂 (PMMA) 和聚丙烯 (PP) 与试验速度关系。此外，试验后试样的断裂面用岛津 EPMA (EPMA-8050G，以下简称 EPMA) 电子探针微区分析仪观察了各种条件下的微观情况。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X Plus 电子万能试验机 HITS-TX 高速拉伸试验机 EMPA-8050G 平推夹具

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

试验温度：室温

加载试验速率：5/1000 mm/min (静态拉伸)

10m/s (动态拉伸)

传感器容量：10KN

试验夹具：气动平推夹具/平握夹具

2. 试验介绍

2.1 试验配件介绍

静态拉伸试验采用AG-X Plus精密万能试验机，高速拉伸试验采用HITS-TX高速拉伸试验机。图1/2分别显示了静态、高速拉伸试验照片。试验结束后，在断裂表面涂上金，并用光学显微镜和电子探针进行观察。图3显示了EPMA的外观。图4显示了HITS-TX的外观。



图 1. 静态拉伸试验



图 2. 动态拉伸试验



图 3. EMPA-8050G



图 4. HITS-TX

拉伸试验后,对 PMMA 试样的断口进行镀金,并用光学显微镜和 EPMA 进行观察。PMMA 静态拉伸后的断口如图 5 所示,高速拉伸后的断口如图 6 所示。在这些图中,(a) 显示光学显微镜图像,(b) 到 (l) 显示二次电子 EPMA 提供的图像。从静态拉伸试验看断裂面(图 5 (a)),估计裂纹从左边缘开始并向右侧扩展。图 5 (a) 中的左边缘、中心和右边缘的 EPMA 二次电子图像分别在图 5 (b) 到 (d) 中示出。在左侧(图 5 (b)),即假定的裂纹萌生点,可以观察到没有明显特征的光滑表面。作为裂缝传播时,可以观察到沿裂纹扩展方向绘制的

抛物线图案，如图 5 (e) 所示，其放大图如图 5 (i) 所示，并且随着进一步传播，可以观察到等轴抛物线图案，如图 5 (f) 所示，其放大图如图 5 (j) 所示。这种抛物线模式被认为是由从主裂纹扩展前树脂的杂质或其他特征 (3)。研究认为，抛物线图案的形状是由于主裂纹的加速而改变的。尽管在断裂面中心周围也能观察到等轴抛物线图案，如图 5 (g) 及其在图 5 (k) 中的放大，在图 5 (c) 的宏观图中，断裂表面的形态变为块状，与左侧相比水平差异较大。基于断裂表面形貌的这种变化，研究认为裂纹扩展会进一步加速。另一方面，即使在高速拉伸试验的断裂面 (图 6)，在上部也观察到沿裂纹扩展方向绘制的抛物线图 (图 6 (e) 及其放大图 6 (i)) 和与静态拉伸试验类似的等轴抛物线图 (图 6 (f) 及其放大图 6 (j)) 断裂面的左侧，这是假定的裂纹萌生点。然而，基于该区域较窄的事实，可以推断裂纹在萌生后很快发生加速。此外，在断裂面中心周围区域，观察到与静态拉伸试验类似的块状断裂面 (图 6 (g))，并观察到等轴抛物线图案 (图 6 (k))。最后，聚焦于两个断裂面的最终断裂部分，可以确定两个试样中较为平滑的抛物线型。在图 6 (h) 及其放大图 6 (l) 中，也可以观察到沿裂纹扩展方向绘制的抛物线图案，但在最终断裂时，该图案与之前的不同，表明裂纹扩展速率减速的可能性。

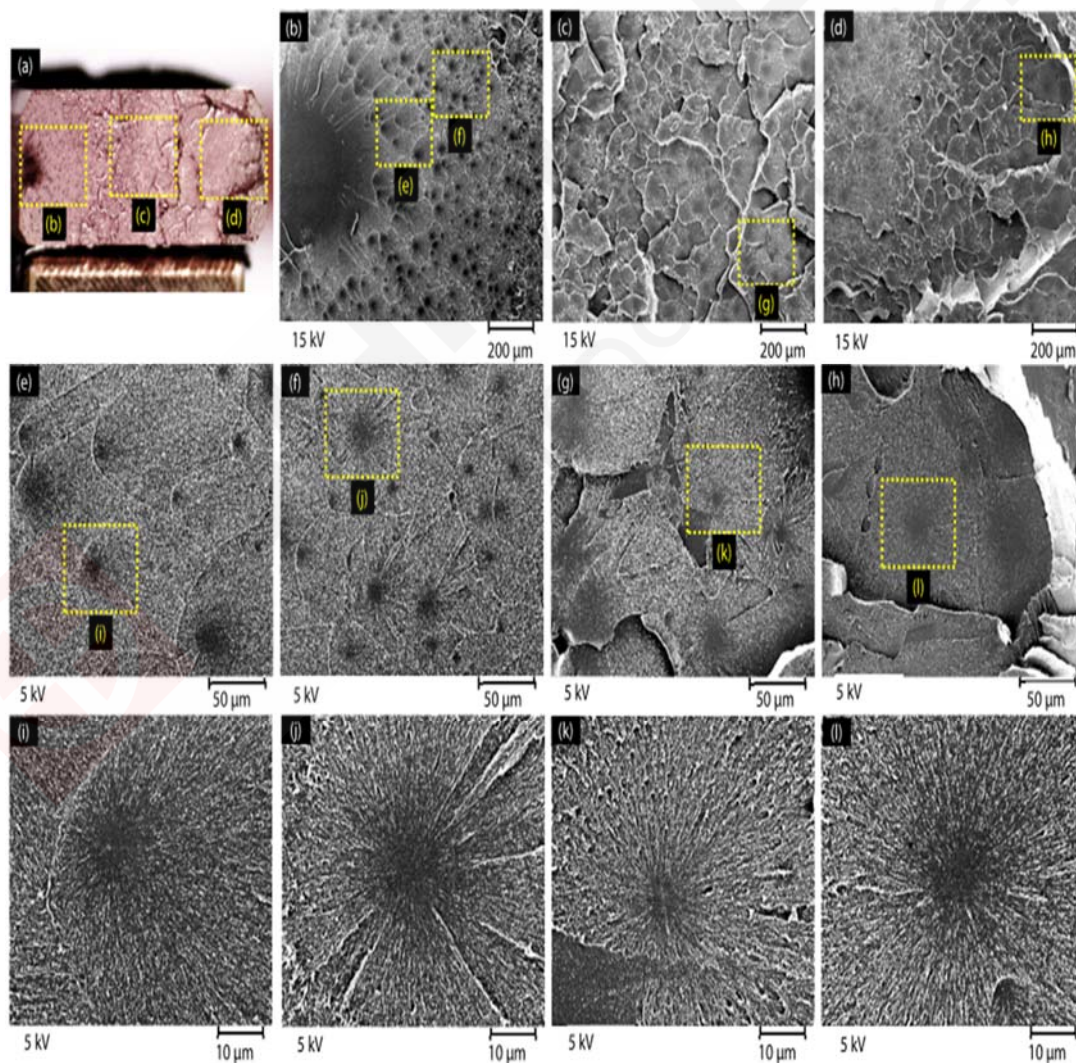


图 5. PMMA 静态拉伸微观图

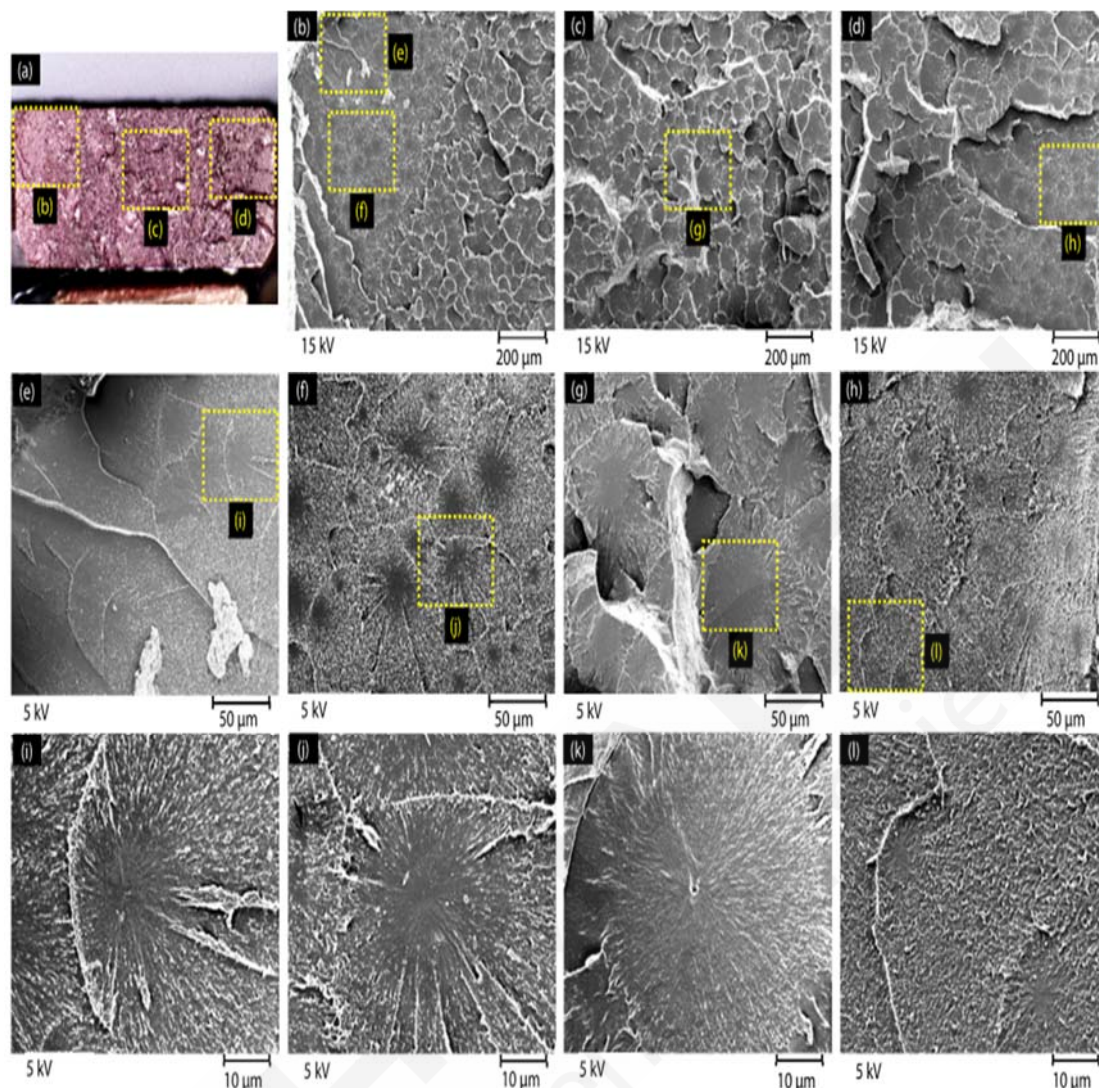


图 6. PMMA 动态拉伸微观图

与 PMMA 试样一样，试验结束后，在 PP 断裂表面镀金，并用光学显微镜和 EPMA 进行观察。静态拉伸试验和高速拉伸试验后的聚丙烯断裂表面分别如图 7 和图 8 所示。在这两中 (a) 显示光学显微镜图像，(b) 到 (l) 显示次级电子探针成像。由于静态拉伸试验的断口面积与高速拉伸试验的断口面积相比较小，可以理解，静态拉伸断裂是塑性变形伴随颈缩产生的。在图 (b) 中的断裂面中部，观察到纤维断裂面以韧性方式伸长。图 7 (c) 和 (d) 示出了图 7 (b) 的左侧和中心区域附近的放大二次电子图像。看着图 7 (d) 及其放大图，图 7 (e) 至 (h)，可见树脂纤维伸长的情况。另一方面，图 7 (c) 中断裂表面周边的放大视图显示断裂表面上有许多孔，如图 7 (i) 所示。然而，这些都被认为是由于微腔的形成是由于树脂（如低分子量物质）或杂质。随着进一步增大（图 7 (j) 至 (l)），也可以观察到树脂的伸长情况。在高速拉伸试验中，断裂处没有出现颈缩现象，整个断口呈扁平、粗糙的片状。也就是说，认为试验速度的提高会导致无塑性变形的脆性断裂。断裂面中心的放大图如图 8 (d) 和 (e) 至 (h) 所示，以及外周放大图如图 8 (c) 和 (i) 至 (l) 所示。中部和外周的断口形貌无明显差异，整个断口表面有多个微腔。此外，还可以看到树脂纤维伸长的局部区域，因此认为裂纹在微观尺度上是伴随塑性变形而扩展的。

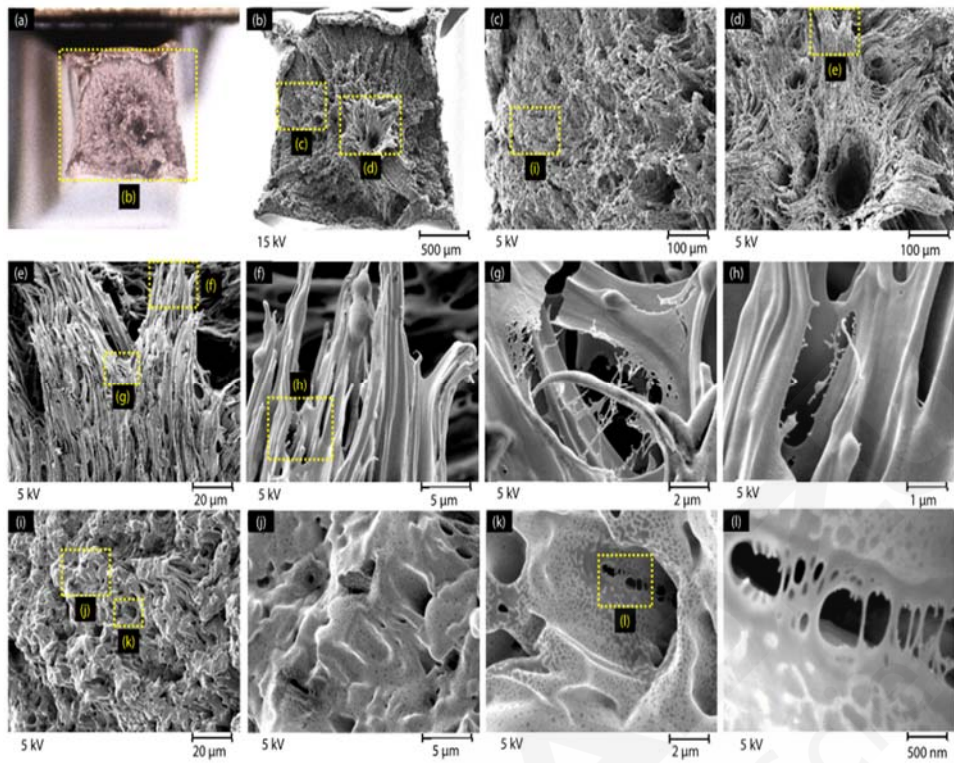


图 7. PP 静态拉伸微观图

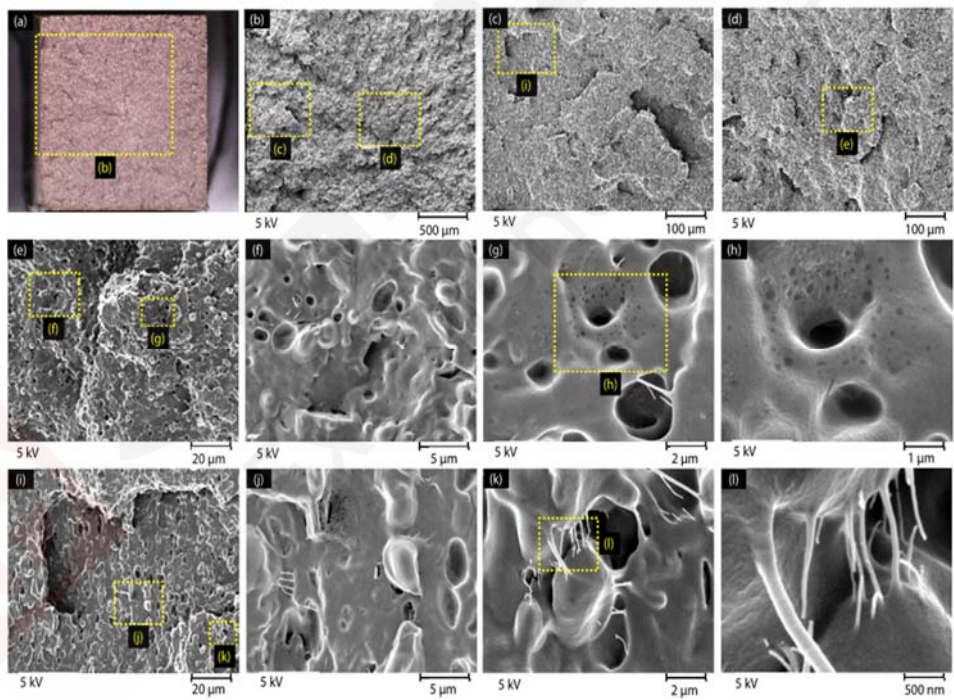


图 8. PP 动态拉伸微观图

2.2 试验结果

应力-行程曲线和试验结果分别如图 9 和表 1 所示。高速拉伸试验中 PMMA 和 PP 的拉伸强度均高于静态拉伸试验，证实了这两种塑料材料拉伸强度的试验速度依赖性。

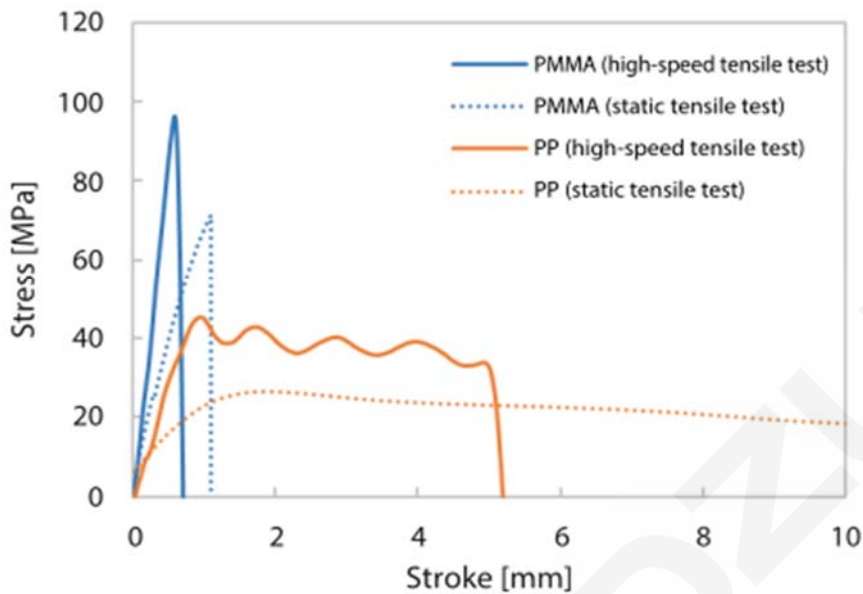


图9. 应力-行程

表1 试验结果

试样	断裂伸长率 (%)
PMMA (高速拉伸试验)	96.2
PMMA (静态拉伸试验)	71.3
PP (高速拉伸试验)	45.5
PP (静态拉伸试验)	26.4

3. 结论

采用岛津 AG-X Plus 精密万能试验机和 HITS-TX 高速冲击试验机，对 PMMA 和 PP 的拉伸强度进行了测试。结果表明，随着 PMMA 和 PP 拉伸强度的提高，PMMA 和 PP 的拉伸强度均呈线性依赖关系。用岛津公司 EPMA-8050G 型电子探针微区分析仪对两种塑性材料的断口进行了观察。在静态拉伸试验和高速拉伸试验中，两种塑料都观察到了不同的断裂表面，这表明可以通过断裂表面观察来确定损伤的原因。岛津试验系统可用于更精确的安全性评估和分析产品损坏根本原因。虽然 EPMA 通常是元素分析的主要仪器，但是岛津 EPMA-8050G 的使用使得在极端表面区域（如 FE-SEM，甚至在塑料材料中）的微观结构可以得到非常详细的观察。

塑料拉伸蠕变性能测试

摘要: 本文参考《GB/T 11546.1-2008 塑料 蠕变性能的测定 第1部分: 拉伸蠕变》

(ISO 899-1:2003, IDT), 使用岛津电子万能试验机 AGS-X 对塑料标准哑铃型试样进行拉伸蠕变测试。试验证明, 岛津 AGS-X 电子万能试验机可满足 10 小时以下短时材料拉伸蠕变试验的要求。配合岛津 TRAPZIUM 软件可以设定具体的试验条件, 测得蠕变弹性模量和稳定的蠕变曲线。

关键词: 万能试验机 塑料拉伸 蠕变试验

任何材料, 当它受到载荷时, 都会发生程度不同的结构形变, 聚合物材料的蠕变是一种在低于屈服强度的应力作用下产生的(在初始受载变形之后发生的)缓慢而又部分不可逆的形变。他的变化依赖于载荷, 温度, 时间和材料。蠕变的过程不仅因材料而异, 而且与材料的弹性模量成反比。

聚合物材料在一定温度下承受恒定载荷时, 将迅速发生变形, 随后在缓慢速率下无限期的形变下去。载荷足够高时形变会继续下去直到断裂为止。这种在温度和载荷恒定的条件下, 变形对时间以来的性质, 就是蠕变性。典型聚合物材料的蠕变变形分为 3

个阶段, 第一阶段是曲线段(蠕变速率 $(\Delta\epsilon/\Delta t)$ 随时间而呈下降趋势), 第二阶段是线性段(蠕变速率不变, 即 $(\Delta\epsilon/\Delta t) = \text{常数}$, 这一段是直线), 第三阶段又是曲线段(蠕变速率随时间而上升, 随后试样断裂), 第一和第三阶段几乎没有研究价值, 而第二阶段是线性的, 大约从 1 小时到 2 万小时或更多, 因为这个阶段是线性的, 所以通过获取第二阶段的曲线能够推断该材料材料的可用寿命(即单位时间后的应变与时间成正比, 单位时间后的弹性模量与时间成反比, 且在阶段二中都呈线性变化)。这在估算塑料部件的可用寿命应用中是非常重要的。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 5000N 电子万能试验机

5KN 气动双推夹具(斜纹面夹齿)

TRAPEZIUM X 软件(单一试验)

1.2 分析条件

试验温度: 室温 20°C 左右

试验夹具: 5KN 气动双推夹具(斜纹面夹齿)

载荷传感器: 5000N (0.5 级)

试验速率: 10mm/min

1.3 样品及处理

试样为 2 种塑料哑铃型标准试样, 厚 4mm, 宽 10mm, 标距为 50mm。无需特殊处理。

试验参考《GB/T 11546.1-2008 塑料 蠕变性能的测定 第1部分: 拉伸蠕变》建议的测试方法展开, 岛津试验机 TRAPZIUM 软件手册中也提供了蠕变拉伸测试的设定方法。

2. 试验介绍

采用岛津电子万能试验机 AGS-X 5000N，配合 5KN 气动双推夹具（斜纹面夹齿）进行拉伸蠕变试验，以 10mm/min 速度开始拉伸到 300N 后（注意要低于试样屈服强度）开始保持载荷 2 小时直到试验结束。



图 1. 拉伸蠕变测试进行中

3. 试验结果

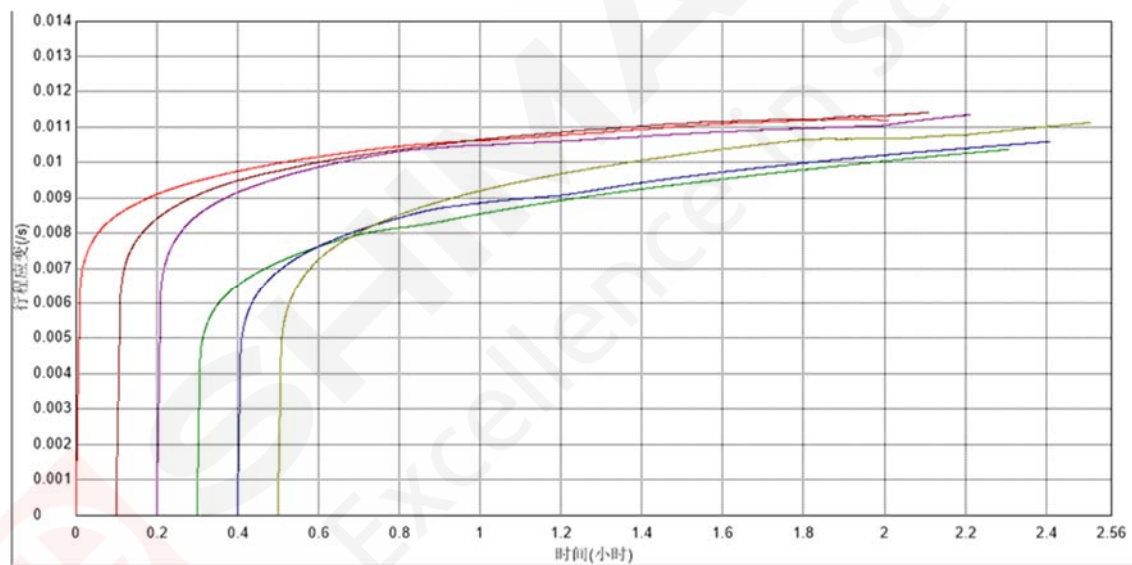


图 2. 试验测得的 2 种塑料拉伸应变-时间曲线

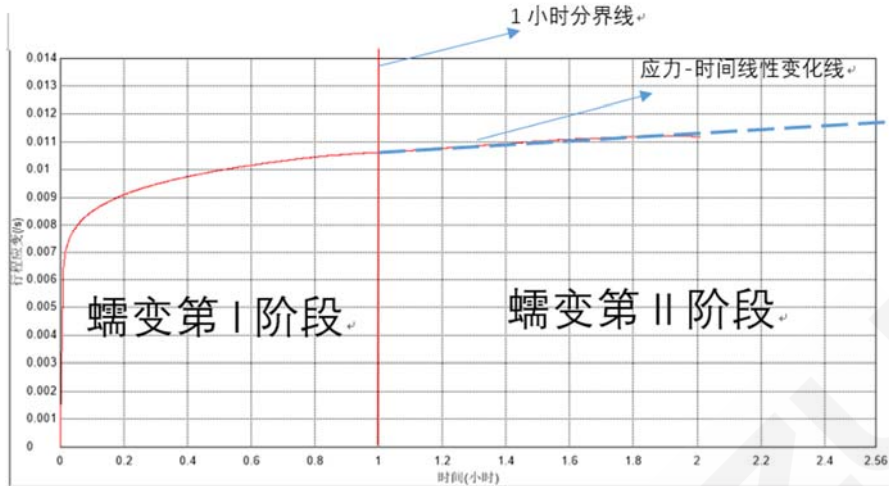


图 3.试验测得的蠕变曲线第 I, 第 II 阶段分布

如上图所示，塑料蠕变第二阶段从约 1 小时到上万小时不等（取决于环境温度和载荷），这一阶段试样的应变是线性变化的，蓝色虚线代表应变—时间线性变化的推定值，可以延伸到比实际测试时间长很多，我们可以利用这一规律通过短期拉伸蠕变试样从而判定一个较长时间试样的蠕变的应变量，曾经有这方面的试验证明，一天内求取的塑料蠕变变形通过线性换算后计算取得的一万小时的应变量与实际测试应一万小时蠕变应变量之间的误差在 5%左右。

图 4. 岛津 TRAPZIUM 软件中关于拉伸蠕变模量的说明

上图所示为岛津 TRAPEZIUM 软件中设定的蠕变弹性模量计算公式，能够获取材料拉伸蠕变中的蠕变弹性模量值。

表 1. 试验测得的拉伸蠕变数据

试样名	行程应变 1 小时%	行程应变 1.2 小时%	行程应变 1.4 小时%	行程应变 1.6 小时%	行程应变 1.8 小时%	蠕变 1 小时 时弹性模量 N/mm ²
1-1	0.01062	0.01078	0.01094	0.01110	0.01119	1177.03
1-2	0.01076	0.01094	0.01110	0.01120	0.01129	1161.71
1-3	0.01060	0.01074	0.01087	0.01096	0.01106	1179.25
2-1	0.00910	0.00940	0.00967	0.00992	0.01016	1373.63
2-2	0.00944	0.00974	0.00999	0.01021	0.01040	1324.15
2-3	0.01023	0.01052	0.01066	0.01073	0.01090	1221.90

表 1 为测得的塑料拉伸蠕变试验中，从 1 小时到 2 小时中，2 种塑料材料应变的变化值与 1 小时的蠕变弹性模量，由数据可知，这段时间内，试样的应变呈比较稳定的线性变化，且 2 组试样蠕变 1 小时的蠕变弹性模量波动很小，数值稳定在同一区间中。

4. 结论

综上所述，使用岛津的 AGS-X 5000N 电子万能试验机，配合岛津 5KN 气动夹具，能够根据《GB/T 11546.1-2008 塑料 蠕变性能的测定 第 1 部分：拉伸蠕变》(ISO 899-1:2003, IDT) 的测试要求准确测得塑料哑铃型试样的蠕变弹性模量和稳定的蠕变曲线。根据 1 小时后的线性段可用于判断塑料的应力应变线性变化，利用材料蠕变中第二阶段变形应变-时间呈线性变化的特性，可以推断塑料部件的较长时间后的变形，对评估材料寿命具有重要意义。

塑料三点弯曲试验

摘要：本文使用岛津公司 AGS-X 电子万能试验机，塑料三点弯曲夹具，挠度测量装置。根据 ISO 178-2010，JIS K 7171-2016 塑料三点弯曲测试标准要求，采用十字头（横梁）位移速度的控制方法进行塑料三点弯曲试验。试验证明，岛津公司 AGS-X 可满足试验标准的各项指标要求，塑料三点弯曲夹具具有跨距可调，操作简便等特点，挠度测量装置可保证试样在测试中挠度的精确测量。

关键词：AGS-X 三点弯曲 挠度测量装置

塑料因其热塑性、质量轻等特点，广泛应用于各行各业，所以必须对塑料材料进行测试评估，试验包括拉伸、压缩和弯曲试验，其中弯曲试验是检查试样或组件在外力作用下，获得材料的弯曲力学性能，因此弯曲试验是评价材料性能最基本的方法之一。常见的塑料材料包括PC、PVC和玻璃纤维增强塑料（GFRP）等。

对于塑料试样的测试，岛津公司配置有塑料三点弯曲，挠度测试装置，具有高平行

度，同轴度，高精度挠度测量等。塑料材料的评价项目主要包括弯曲应变、应力、弯曲模量等，本文中根据材料试验标准ISO 178-2010和JIS K 7171-2016测量塑料材料的弯曲性能，配合挠度测量装置，对PC、PVC、GFRP 三种材料进行了三点弯曲试验。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 电子万能试验机 塑料三点弯曲夹具 挠度测量装置

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

弯曲跨距：64mm

试验温度：室温

挠度位移计：根据弯曲位移选取型号（分辨率：0.5um/0.1um 量程：10/25mm）

加载试验速率：初始 2mm/min

试验夹具：塑料三点弯曲夹具

加载试验速率：100mm/min（0.3%应变后）

传感器容量：1KN

2. 试验介绍

2.1 试验配件介绍

图1为本次试验所用配件，因需要测试样品弯曲模量，此次试验配置了高精度挠度测试装置，它可以精确测量试样挠度（精度1um），通过挠度位移计-电机-横梁闭环控制，确保高控制精度。

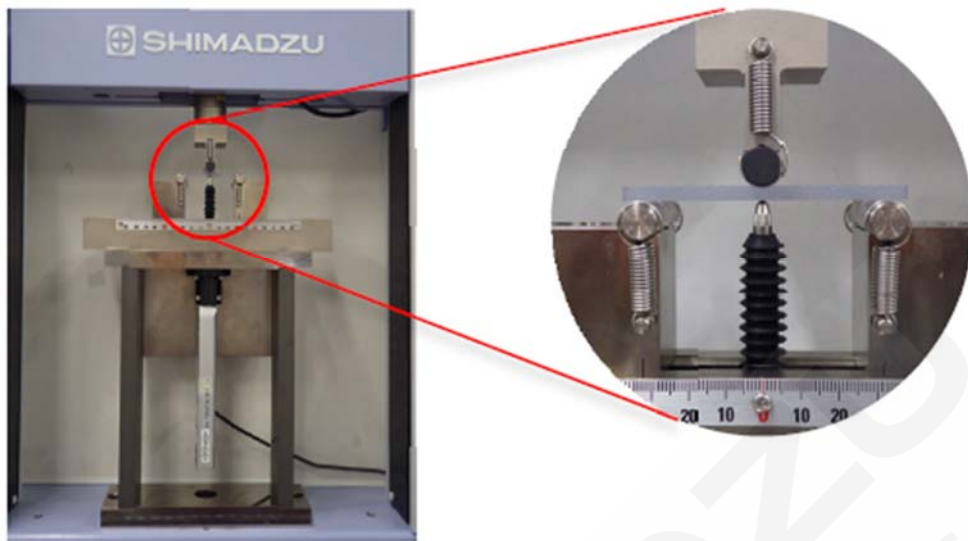


图 1. 试验配件

2.2 试验条件

根据标准要求，测量试样中部宽度 b ，精确到 0.1mm ；厚度 h ，精确到 0.01mm ，计算一组试样的平均厚度（本试验中试样厚度 $h=4\text{mm}$ ）；调节跨距 L ($L=(16\pm 1)h$ ，本实验中跨距为 64mm)；为避免应力-应变曲线起始部分出现弯曲，有必要施加预应力；设置试验速度 $2\text{mm}/\text{min}$ ，达到 0.3% 弯曲应变以后，试验速度改成 $100\text{mm}/\text{min}$ ；把试样对称地放在两个支座上，并于跨度中心施加力；记录试验过程中载荷值和相应的挠度值。

2.3 试验结果

图 2 为弯曲应力/弯曲应变曲线，X 轴是弯曲应变，由挠度测量得出，Y 轴是弯曲应力，由载荷值及样品尺寸综合算出。曲线显示玻璃纤维增强塑料弯曲应力会出现突然降低，是样品内部玻璃纤维发生了断裂导致。但 PC 和 PVC 的弯曲应力没有出现这种情况，说明此两种 PC 和 PVC 样品没有突然的断裂。表 1 显示了每种材料的弯曲强度与弯曲模量。

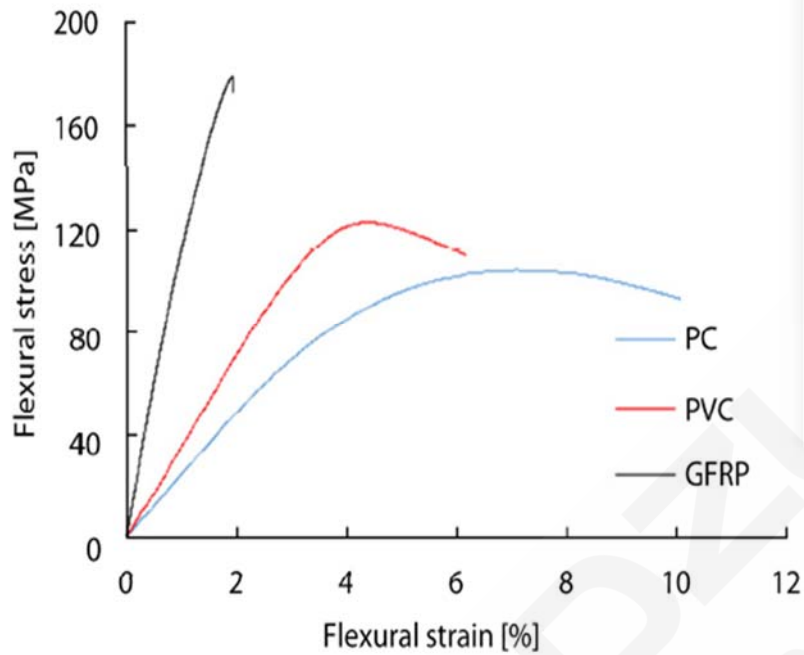


图 2. 应力-应变图

表 1. 试验结果

试样	弯曲强度 (Mpa)	弹性模量 (Gpa)
PC	104.4	2.44
PVC	123	3.48
GFER	179.4	12.1

3. 结论

本文介绍了一个按 ISO 178-2010, JIS K 7171-2016 标准要求, 按横梁位移速度控制, 对塑料进行三点弯曲实例。在本试验中, 使用具有高精度挠度测量装置与塑料三点弯曲夹具, 可以精确可靠测量样品挠度, 直至断裂。这些结果表明, 使用 AGS-X 电子万能试验机、塑料三点弯曲夹具, 挠度测量装置, 采用位移速率控制, 对三种不同塑料试样进行弯曲试验, 均能得到准确的数据。

测试薄片弹性模量与泊松比

摘要：本文使用岛津公司 AG-X Plus 电子万能试验机，气动平推夹具，岛津非接触式视频引伸计，根据 ISO 527-1/3: 2012, JIS K 7161: 1994, JIS K7127:1999 测试标准要求，采用十字头（横梁）位移速度的控制方法进行塑料拉伸试验。试验证明，岛津公司 AG-X Plus 可满足试验标准的各项指标要求，非接触式视频引伸计具有操作方便，精度高，气动平推夹具可保证塑料试样在测试中不打滑等特点。

关键词：AG-X Plus 塑料拉伸 视频引伸计

材料的物理特性是产品设计与质量控制重要组成部分。因此进行各种材料试验，其中最基本的测试是拉伸测试，在拉伸测试特性中弹性模量与泊松比应用广泛。对于薄膜、薄板，拉伸弹性模量和泊松比比较难以测试，试验方法没有规定标准，但对这些值有的情况下是必要且非常重要。

对于塑料薄膜试样的测试，岛津公司配置有气动平推夹具，非接触式视频引伸计，宽度传感器。根据塑料试样不同选择不同夹齿，保证试样不打滑，断裂位置好，同时保证试样上下夹持位置的平行，根据不同的试样的拉伸强度，选择相应规格的夹具与引伸计。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X Plus 电子万能试验机 气动平推夹具 非接触式视频引伸计

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

引伸计型号：TRViewX 55S

试验温度：室温

试验夹具：1KN 气动平推夹具

加载试验速率：1mm/min

夹持距离：100mm

传感器容量：1KN

标准距离：40mm

2. 试验介绍

2.1 试验配件介绍

图 1 为本次试验所用配件，因需要高精度测试样品拉伸应变，分别采用非接触式引伸计 TRViewX55S（视野 50mm，伸长精度： $\pm 1.5\mu\text{m}$ 宽度精度： $\pm 2\mu\text{m}$ ），可同时精确测量样品的长度与宽度方向变形，确保试验结果的准确性；使用气动平推夹具，提供稳定可靠夹持力，保证试样不会出现打滑。非接触式伸长计、宽度传感器能够在不影响样品性能的情况下进行精细位移测量，以准确获得薄膜的拉伸模量和泊松比。在测量这些物理量时性能方面，样品必须夹持均匀，抑制皱纹的发生，所以选择夹持器很重要。薄膜拉伸试验推荐使用非接触式伸长计、宽度传感器。



图 1. 应用 TRViewX55S 测试

2.2 试验结果

测试结果是，应力-位移曲线为如图 2 所示。结果如表 1 所示，拉伸强度为 4139Mpa，泊松比为 0.37

表 1. 测试结果

试样	厚度 (um)	弹性模量 (Mpa)	泊松比
PET 薄膜	25	4139	0.37

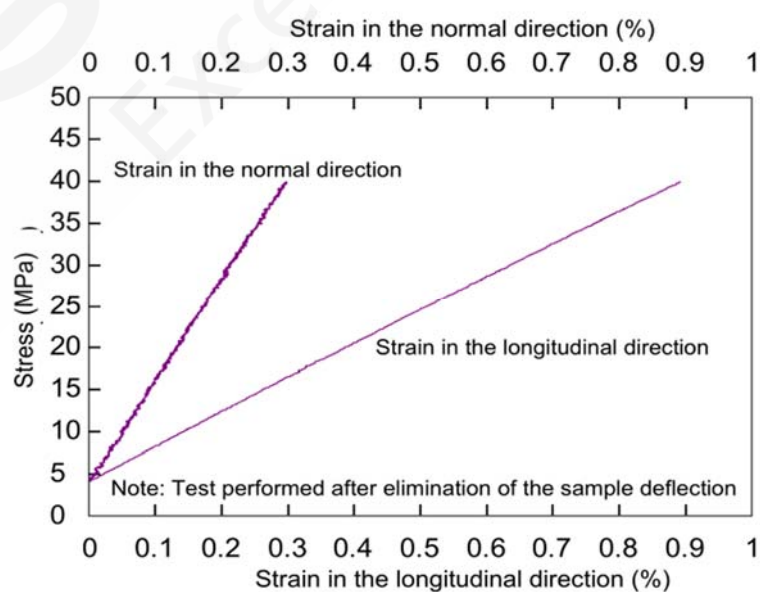


图 2. 应力-应变曲线

3. 结论

本文介绍了一个按 ISO 527-1/3: 2012, JIS K 7161: 1994, JIS K7127:1999 标准要求, 按横梁位移速度对塑料样品进行拉伸实例。在本试验中, 使用气动平推夹具与引伸计, 可以稳定可靠的测量样品伸长应变, 直至断裂。这些结果表明, 使用 AG-X Plus 电子万能试验机、气动平推夹具, 视频引伸计, 宽度传感器, 采用位移速率控制, 可满足塑料样品的拉伸测试, 能得到准确可靠的数据。



第 2 章 塑料薄膜

塑料薄膜是一种由塑料材料制成的薄而柔韧的片状材料。它广泛应用于包装行业、建筑行业、电子行业等领域，具有轻便、透明、耐久等特点。

塑料薄膜根据材料的类型和用途的不同可以分为多种分类，包括如聚乙烯(PE)薄膜、聚丙烯(PP)薄膜、聚氯乙烯(PVC)薄膜、聚酯(PET)薄膜，每一种薄膜材料都有其独特的性能和用途。随着制膜技术的发展，还研发出很多复合薄膜，复合薄膜由两层或多层不同材料的薄膜复合而成的高分子材料，主要用于包装。通过复合，可以获得具有各单一材料综合性质的材料，使用的基材主要有塑料薄膜、玻璃纸、纸张和金属箔 aL 等。基材的复合可以采用挤出复合方法或借助于胶粘剂进行胶粘复合。在满足工艺要求的前提下，通过不同聚合物的组合，满足包装材料的阻隔、热封、本体强度、抗穿刺、耐环境适性、二次加工特性、延长储藏和货架期限等功能需求。

我国塑料薄膜类材料的力学性能试验标准在塑料薄膜行业的发展经历了“试标”、“制标”和“国标”三个历史阶段。经过 50 多年的发展，我国已经形成和建立了较完善的力学性能试验国家标准体系。这个体系包括了 52 个标准，涵盖了基础、拉伸、压缩、冲击、硬度、弯曲、扭转、剪切、持久蠕变、疲劳、断裂力学、磨损和工艺性能等方面的试验方法标准。当今国际标准和主要发达国家的国家标准，在力学性能试验标准化方面的发展趋势是：①等同采用、等效采用(或修改采用)国际标准。②标准的适用范围和技术覆盖面扩大，减少标准数目，方便管理的方向调整。③鼓励和促进采用自动化测试方法。④新的力学性能试验标准必须包含测量不确定阐述的技术内容。⑤高技术领域需求的标准正在加快发展。我国力学性能试验标准正在实行体系转轨，与国际接轨，顺应上述发展趋势，实现建立一个与国际通用性接轨的，科学合理的力学试验标准体系。

目前，我国在塑料薄膜材料测试方面主要采用 GB 标准体系和部分 HG 化工行业标准。同时，一些领域也会参考国际标准如 ISO、ASTM、BS、JIN 等标准体系的要求或参数。这要求测试仪器能够满足多种标准的要求。主要的力学性能试验类型包括拉伸、压缩、弯曲、穿刺、撕裂、剥离、摩擦力等。这些试验项目能够评估塑料薄膜的力学性能，如强度、延展性、刚度、抗冲击性、耐磨性等。

总而言之，高分子薄膜作为一种重要的材料，在各个领域都有广泛的应用。为了确保薄膜类产品的质量和性能，对其进行力学性能的测试是必要的。我国在力学性能试验标准方面已取得了长足的进展，不断与国际接轨，建立科学合理的标准体系，以满足塑料薄膜行业的需求。我们收集了以下常用国内、国际塑料行业测试标准，整理出标准中涉及力学性能的检测项目，并给出岛津对应此测试的机型。

试验标准	拉伸	压缩、 穿刺	弯曲	剥离	适用仪器
GB/T 1040.1-2018 塑料拉伸性能的测定第一部分 (ISO527-1:2012)	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1040.3-2006 塑料拉伸性能的测定第三部分 (ISO527-3:1995)	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1040.4-2006 塑料 拉伸性能的测定 第 4 部分: 各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验方法 (ISO527-4:1997)	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1040.5-2008 塑料 拉伸性能的测定 第 5 部分: 单向纤维增强复合材料的试验条件 (ISO527-5:1997)	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1041-2008 塑料 压缩性能的测定		○			AGS-X AGX-V
GB 1449-2005 纤维增强塑料 弯曲性能测试			○		AGS-X AGX-V
GB/T 9341-2008 塑料弯曲性能的测定 (ISO 178:2010)			○		AGS-X AGX-V
GB/T 37841-2019 塑料薄膜和薄片耐穿刺性测试		○			AGS-X AGX-V
ISO8295:2004 塑料.薄膜和薄片.摩擦系数的测定				○	AGS-X AGX-V

质子交换膜的杨氏模量测试

摘要：本文参考标准《GB/T 1040.3-2006 塑料拉伸性能的测定第3部分：薄膜和薄片的试验条件》、《GB/T 20042.3-2022 质子交换膜燃料电池 第3部分：质子交换膜测试方法》，使用岛津电子万能试验机 AGS-X 10kN，配合 1kN 气动单推夹具，对质子交换膜进行拉伸试验的示例。该试验主要检测质子交换膜的杨氏模量、抗拉强度，可为相关企业的产品开发、品质控制提供精确数据。

关键词：万能试验机 拉伸测试 质子交换膜。

技术特点：

- ❖ 1kN 气动单推夹具对样品保护好，测试数据稳定、精度高。
- ❖ TRAPEZIUM LITE X 软件功能强大，能获得精确可靠的数据与曲线，便于分析对比。

质子交换膜燃料电池具有工作温度低、启动快、比功率高、结构简单、操作方便等优点，是公认为电动汽车、固定发电站等的首选能源。在燃料电池内部，质子交换膜为质子的迁移和输送提供通道，使得质子经过膜从阳极到达阴极，与外电路的电子转移构成回路，向外界提供电流，因此质子交换膜是质子交换膜燃料电池的核心部件，对燃料电池的性能起着非常重要的作用，它的好坏直接影响电池的使用寿命。

质子交换膜是一种厚度仅为 18-50 微米的极薄膜片，是电极活性物质（催化剂）的基底。其物理性能对整个电池的性能与使用寿命影响极大。

“GB/T 20042.3-2022”规定了在规定条件下对质子交换膜进行拉伸与剥离的测试要求。本文参照上述标准要求，对质子交换膜进行拉伸测试，测试其杨氏模量、抗拉强度等力学性能。

1. 试验部分

1.1 仪器

AGS-X-10kN 电子万能试验机

TRAPEZIUM LITE X 软件（单一试验）

1kN 气动单推夹具（斜纹夹面）

1.2 试验条件

试验温度：室温 20°C 左右

试验夹具：1kN 气动单推夹具

载荷传感器：10kN（0.5 级）

试验速率：200mm/min

1.3 样品及处理

样品尺寸长 200mm，宽 25mm，厚度 0.064mm，标距为 70mm，MD 和 TD 方向各取 5 根。夹具选用岛津 1kN 气动平面夹具，斜纹夹块，气压为 0.5MPa。

2. 试验介绍

使用岛津电子万能试验机 AGS-X-10kN，1kN 气动单推夹具，进行质子交换膜试样拉伸试验。标距为 70mm，以 200mm/min 的横梁位移速度进行断裂试验。测定质子交换膜试样的杨氏模量、抗拉强度。下图为实验前与断裂后的实时图片。

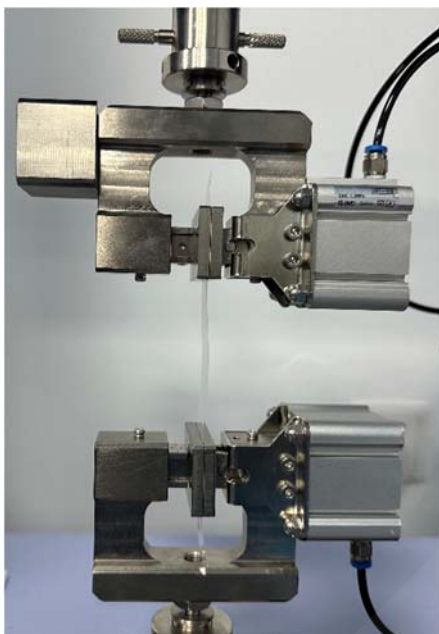


图 1 试验前时的状态



图 2 断裂后的状态

3. 试验结果

表 1.测试结果

试样名称	杨氏模量 N/mm ²	最大载荷 N
MD-1	3677.85	190.450
MD-2	3775.11	211.022
MD-3	3662.44	216.223
MD-4	3660.83	201.550
MD-5	3701.06	206.155
平均值	3695.49	205.08
TD-1	4013.78	258.765
TD-2	4095.34	258.823
TD-3	4157.23	259.780
TD-4	4026.80	248.026
TD-5	4193.74	265.387
平均值	4097.38	258.16

本文介绍了质子交换膜的拉伸试验实例。试验结果表明岛津试验机和专用夹具可应对质子交换膜的样品拉伸试验。数据准确，并具有良好的重复性与稳定性。

4. 结论

综上所述，岛津 AGS-X-10kN 电子万能试验机，配合使用岛津 1kN 气动单推夹具和 TRAPZIUM LITE X 软件，能够应对质子交换膜拉伸测试要求，获取杨氏模量和最大载荷等参数。



聚酰亚胺 (PI) 薄膜拉伸测试

摘要: 本文介绍使用岛津AGS-X 100N电子万能试验机, 配合岛津500N薄膜气动单推夹具, 参考《GB/T 13542.6-2006 电气绝缘用薄膜 第6部分电气绝缘用聚酰亚胺薄膜》标准要求, 对聚酰亚胺薄膜进行拉伸测试, 获取拉伸强度和断裂延伸率数据。该测试对于评估聚酰亚胺 (PI) 薄膜的生产质量和力学性能稳定性, 提供了准确的数据支持。

关键词: Autograph 电子万能试验机 聚酰亚胺薄膜 拉伸测试

聚酰亚胺 (PI) 是以酰亚胺环为连接结构单元的一类具备高性能特点的聚合物高分子材料, 是目前耐热性能最好的聚合物材料之一, 其耐热可以达到 350°C或更高。同时, 聚酰亚胺薄膜还具有优异的热稳定性、良好的机械性能、耐溶剂性和较低的介电常数, 因而显示出了无可替代的优势。聚酰亚胺薄膜被广泛地应用在信息、能源、医疗等领域。随着柔性 OLED 可折叠屏幕开始大规模应用, 推动了对聚酰亚胺薄膜的开发力度, 也推动了科研人员继续努力研发出单个性能更加突出、综合性能更强、成本更低的 PI 薄膜。

聚酰亚胺的绝缘性能优异, 它可以作为绝缘材料来隔断电机跟电线内流动的电流。因为聚酰亚胺具有的介电损耗跟介电

常数比较小, 它可以被用作夹层中间的介电绝缘材料。由于聚酰亚胺的耐化学特性, 它常被用在微电子类型的封装器件上作为封装阻隔材料, 减少外界环境对于电子器件造成的影响。

《GB/T 13542.6-2006 电气绝缘用薄膜 第 6 部分电气绝缘用聚酰亚胺薄膜》标准要求 PI 薄膜拥有大于 165 MPa 以上的拉伸强度, 25 μ m 以上后的聚酰亚胺薄膜断裂延伸率要求不低于 40%, 此外, 其在高温和低温下都能够保持非常好的耐磨减摩性和力学性能。

因此, 使用电子万能试验机测试聚酰亚胺薄膜强度并获取力学测试与曲线越发显得重要, 是判断聚酰亚胺薄膜工艺水平的重要一环。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 100N 电子万能试验机
岛津 500N 气动薄膜拉伸夹具

TRAPEZIUM X 软件 (单一拉伸试验)

1.2 分析条件

试验温度: 室温 25°C左右
载荷传感器: 100N (0.5 级)

岛津 500N 气动薄膜拉伸夹具
试验速率: 50mm/min

2. 试验介绍

使用岛津 AGS-X 100N 电子万能试验机对聚酰亚胺薄膜进行拉伸试验，先将聚酰亚胺试样两头分别夹在上下夹具上，夹齿之间距离 100mm，设定预加载为 0.1N，测试速度 50mm/min 开始拉伸直到试样断裂，测试结束后记录下最大应力，断裂点载荷和应变。



图 2. 测试系统构成与夹具、样品特写

3. 结果与结论

3.1 试验结果

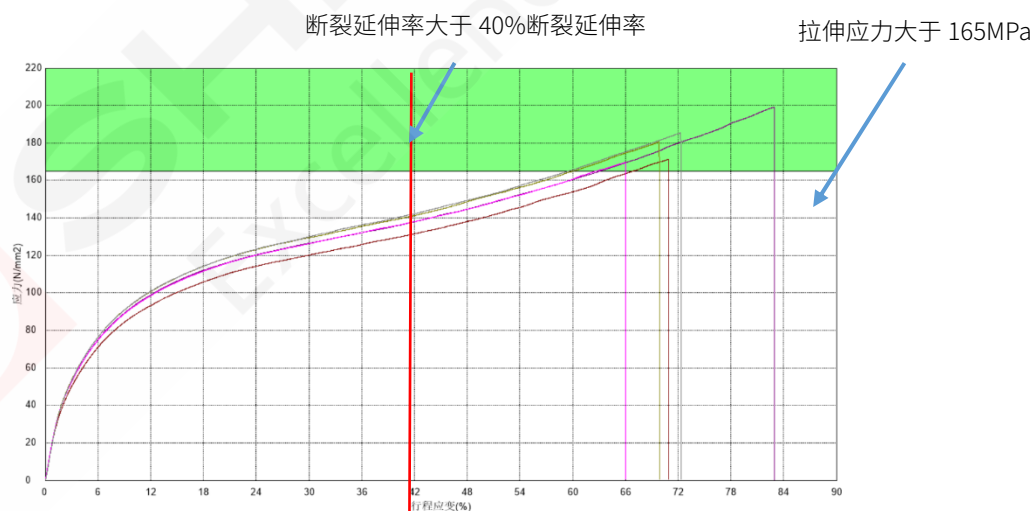


图 3. 聚酰亚胺拉伸应力-应变曲线

表 2. 拉伸试验结果

试样	最大应力 (MPa)	断裂点载荷 (N)	断裂点应变 (%)
1-1 (玫红)	171.297	51.3892	70.88
1-2 (深红)	199.073	59.7219	82.91
1-3 (土黄)	180.536	54.1609	69.02
1-4 (紫)	169.668	50.9004	65.98
1-5 (灰)	185.546	55.6637	72.29

通过图 3 与表 2 的曲线、数据所示，5 组测试数据，最大应力都大于了 165MPa，断裂延伸率都大于 40%，能够达到《GB/T 13542.6-2006 电气绝缘用薄膜 第 6 部分电气绝缘用聚酰亚胺薄膜》中对薄膜的力学拉伸要求。测得的曲线形态轨迹相似，也没有抖动和打滑现象，证明测试成功，数据稳定可靠。



图 4.聚酰亚胺断裂特写

4.结论

综上所述，使用岛津 AGS-X 50N 电子精密万能试验机，配合使用岛津 500N 气动薄膜单推夹具，可以满足《GB/T 13542.6-2006 电气绝缘用薄膜 第 6 部分电气绝缘用聚酰亚胺薄膜》标准的要求，能够准确测得聚酰亚胺薄膜的抗拉强度和延伸率，能够保证测试曲线稳定，断裂位置远离夹齿，为聚酰亚胺薄膜开发，工艺调试，品质控制和规范提供了直观的数据支持。

PET 塑料薄膜拉伸测试（测定泊松比）

摘要：本文参考《GB/T 1040.1-2018 塑料拉伸性能的测定 第1部分：总则》和《GB/T 1040.3-2006 塑料拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件》的要求，使用岛津电子万能试验机AGX-V对PET塑料薄膜进行拉伸测试，主要获取样品的弹性模量，泊松比，断裂点延伸率等数据。试验表明，岛津AGX-V电子万能试验机可满足对薄膜材料的拉伸测试要求，岛津气动平推夹具适用PET塑料薄膜拉伸测试。

关键词：万能试验机 PET塑料薄膜 拉伸试验（泊松比）

技术特点：

- ❖ 使用 TRV 视频引伸计，不对试样表面造成影响，测试效率高，数据精度高。
- ❖ TRAPEZIUM V 软件功能强大，能获得精确可靠的数据与曲线，便于分析对比。

PET (Polyester Film) 薄膜是一种性能比较全面的薄膜。其透明性好，有光泽；具有良好的气密性。PET 薄膜的机械性能优良，其强韧性是所有热塑性塑料中最好的，抗拉强度和抗冲击强度比一般薄膜高得多，是各光学功能膜制备最常用的主要基材，应用领域非常广泛。

光学级聚酯薄膜 (PET) 由聚酯切片和添加剂母料 切片等合成，广泛用于液晶面板、触控面板、柔性显示器等功能性薄膜中，作为预涂底层薄膜，除对透光率、雾度、清晰度、热收缩率、表观质量等有较高要求外，对附着性 也有特别要求，价格相对其他基材而言更加低廉。

PET 薄膜的制造和工艺要求很高，要求厚薄均匀，表面无凸起，边口平齐，要考察这些参数，最直观的办法就是通过力学测试考察试样力学数据稳定性和力学性能对它使用上的影响；随着 PET 光学薄膜应用热度的持续提高，客户对其测试要求也随之提高，使用电子万能试压机除了测试 PET 薄膜的抗拉强度、弹性模量、断裂点延伸率之外，拉伸泊松比也被作为判断 PET 薄膜质量的一项重要参数。

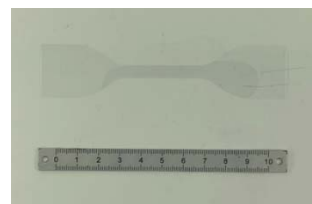


图 1.PET 薄膜试样拉伸试样

1 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGX-V 500N 电子万能试验机
1KN 气动双推夹具（配双斜纹夹齿）

TRAPEZIUM V 软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温 20℃左右
载荷传感器：500N（0.5 级）
TRV500D 非接触式视频引伸计

试验夹具：1KN 气动双推夹具（双斜纹夹齿）
试验速率： 10mm/min

1.3 样品及处理

测试试样为哑铃型 PET 薄膜拉伸试样，宽度 6mm，平均厚度 0.085mm，标距为 25mm。测试前确认试样表面无折痕，破损；边缘没有毛刺存在。参考《GB/T 1040.1-2018 塑料拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》和《GB/T 1040.3-2006 塑料拉伸性能的测定 第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件》以及客户自主提出的要求设定拉伸测试方法。

测试前，在试样平行段相隔 25mm 贴上反光标贴，中间段横向涂上白漆用于标示试样宽度。测试中通过 TRV500D 来获取试样弹性模量，断裂延伸率，泊松比的数据。

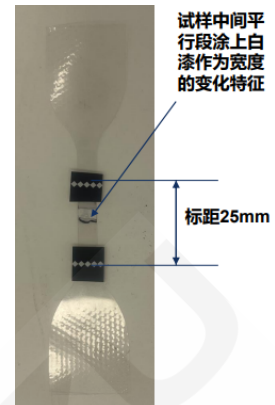


图 2.PET 薄膜试样拉伸测试前准备

表 1. 试样信息

试样类型	厚度 (mm)	宽度 (mm)	标距 (mm)	数量
PET 薄膜	0.085	6mm	25mm	5

2. 拉伸试验介绍

采用岛津电子万能试验机 AGX-V 500N 配合岛津 1KN 气动双推夹具（双斜纹夹齿）进行拉伸强度试样。将哑铃型试样两端先后用上下夹具夹住，松式夹持。设定预加载力为 0.1N，保证试样充分张开后以 10mm/min 速度开始拉伸直到试样断裂。

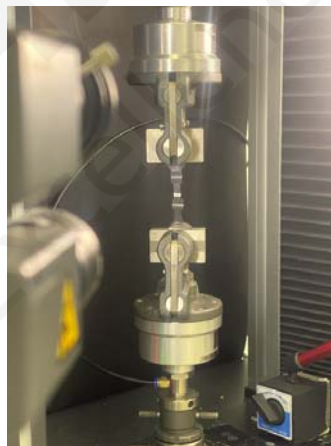


图 3.拉伸测试中使用 TRView 引伸计

3.结果与结论

3.1 拉伸试验结果

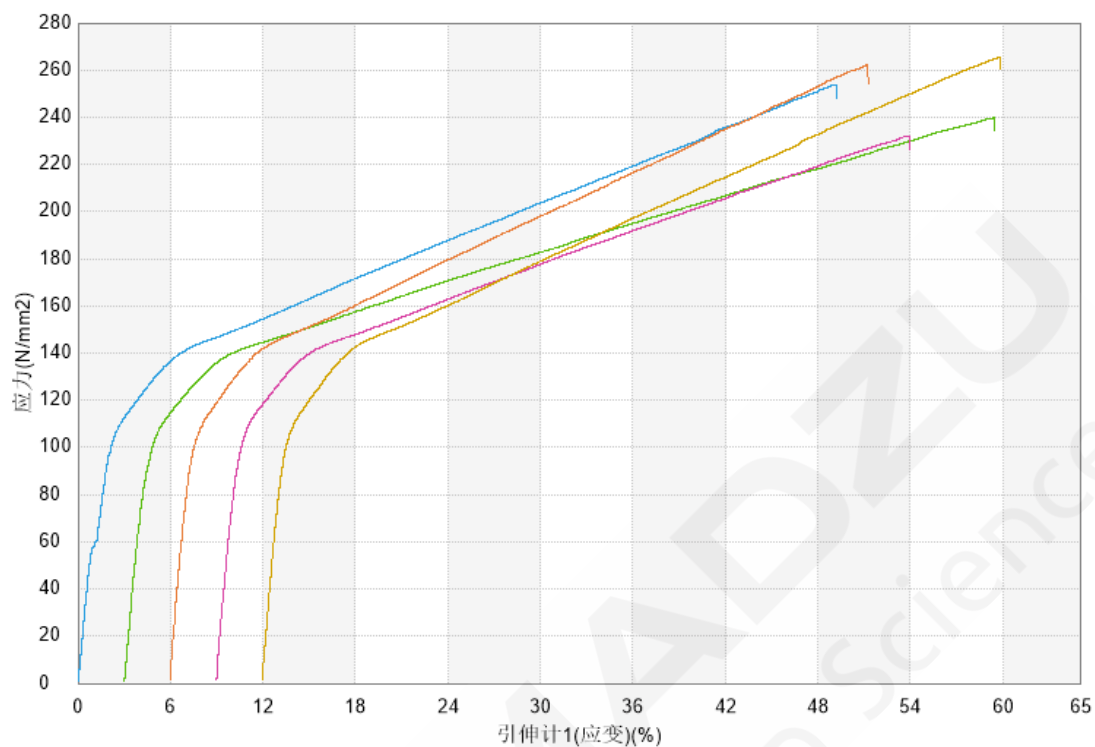


图 4.拉伸测试应力-应变曲线

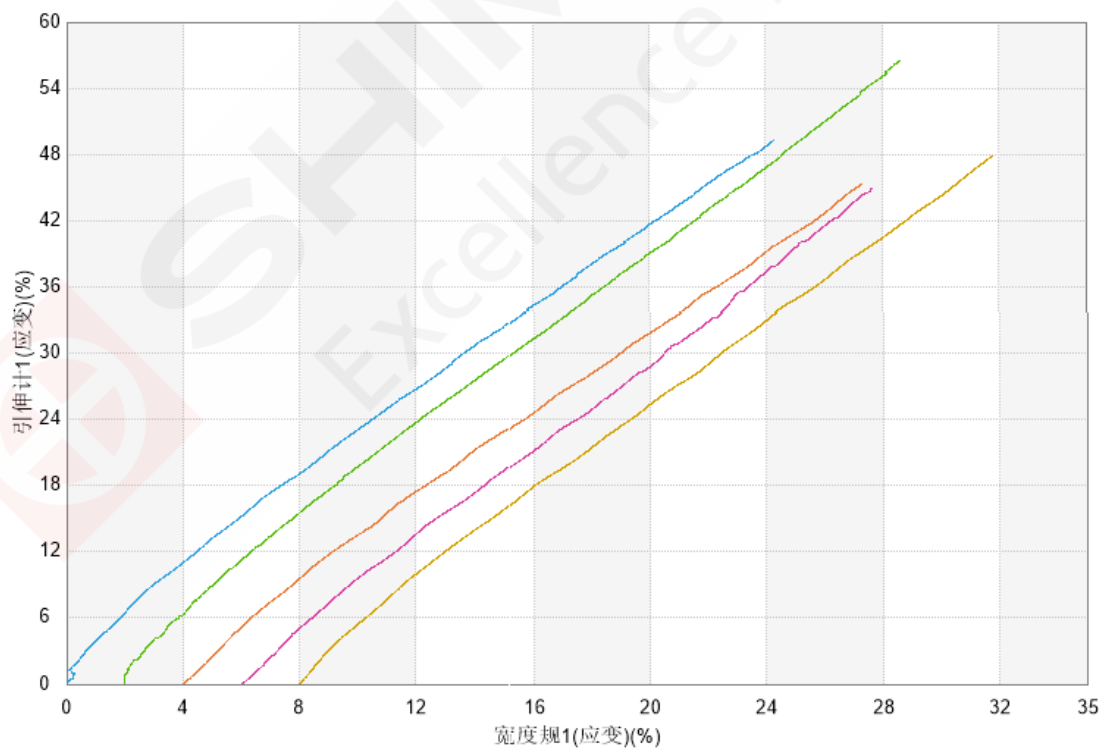


图 5.拉伸测试纵向应变-横向应变曲线

表 2. 测试结果

试样名称	弹性模量 (MPa)	最大应力 (MPa)	断裂点_行程应变 (%)	泊松比
1 (蓝)	7652.11	253.86	49.24	0.44400
2 (绿)	7605.60	239.74	56.47	0.43749
3 (褐)	8359.08	262.23	45.26	0.50611
4 (紫)	7638.37	232.06	44.93	0.51064
5 (土黄)	8241.15	265.42	47.81	0.36871
平均值	7899.26	250.663	48.74	0.45339

根据测得的拉伸测试曲线和数据，PET 薄膜的拉伸测试曲线保持稳定，弹性模量，最大应力，断裂点延伸率和泊松比都保持在一个区间中。

4.结论

综上所述，使用岛津的 AGX-V 500N 电子万能试验机，配合岛津 1KN 气动夹具，能够根据《GB/T 1040.1-2018 塑料拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》和参考《GB/T 1040.3-2006 塑料拉伸性能的测定 第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件》以及用户自主提出的要求，对超薄的 PET 薄膜进行拉伸力学测试，借助岛津 TRView 非接触式视频引伸计的帮助，能够在不接触试样表面的前提下测得柔性超薄塑料 PET 薄膜稳定的弹性模量，断裂延伸率和泊松比数据，是一种方便，有效，经济的评估 PET 塑料薄膜性能和质量的方法。

薄膜拉伸试验

摘要：本文使用岛津公司 AGS-X 电子万能试验机，非接触式引伸计，气动平推夹具，根据 ISO 527-3: 2012 和 JIS K 7127:1999 两种拉伸测试标准要求，采用速度控制方法对薄膜进行拉伸试验。试验证明，岛津公司 AGS-X 可满足试验标准的各项指标要求，非接触式引伸计具有操作方便，精度高，气动平推夹具具有在测试中不打滑，断口位置好等特点。

关键词：AGS-X 薄膜拉伸 视频引伸计

拉伸试验广泛应用于塑料材料的评价，其结果可作为新材料开发和实施质量控制的指标。被广泛评价为塑料材料拉伸特性的项目包括拉伸弹性模量、强度和断裂应变。在本次试验中，使用视频引伸计测量样品伸长数据，软件计算得出断裂应变，同时断裂强度也被评估。对于薄膜材料，非接触式引

伸计能够在不影响样品性能的情况下准确测量薄膜的断裂应变是非常重要的。在测量此类样品力学性能时，均匀地夹持住样品，抑制皱纹的发生，试验过程不打滑，仔细选择夹具是很重要的。在本试验中，薄膜拉伸试验建议使用非接触式引伸计与气动平推夹具。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 电子万能试验机 视频引伸计 气动平推夹具

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

传感器容量：1KN

试验温度：室温

引伸计型号：TRViewX 240S

加载试验速率：50mm/min

试验夹具：气动平推夹具

2. 试验介绍

2.1 试验配件介绍



图 1. 试验配件

图1 为本次试验，使用气动平推夹具，胶面夹齿，提供稳定可靠夹持力，即不会损坏

样品，又不会出现打滑。此次试验使用了岛津TRViewX 240S视频引伸计，它可以高精度地测量试样实时应变，通过引伸计-电机-横梁闭环控制，确保高控制精度。

2.2 试验条件、步骤

根据标准要求,在软件 TRAPEIUMX中设定好相关试验方法;上夹具夹持好试样的上端,传感器清零,下夹具再夹持试样的下端。开始测试,试验速度为 50mm/min,直到试样断裂。

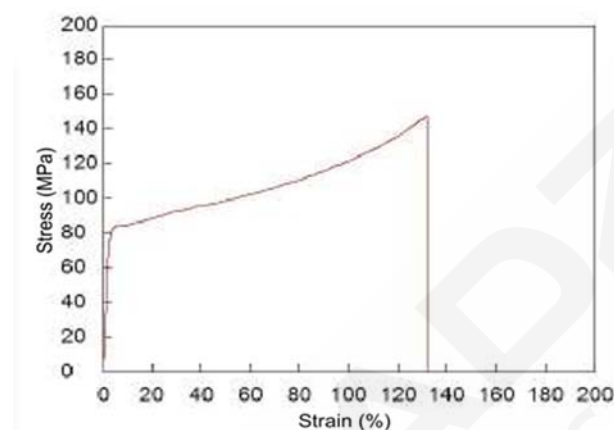


图 2. 应力-伸长率图

2.2 试验结果

由应力-伸长率曲线图 2 可以查看;试验结果见表 1, 拉伸强度、断裂伸长率。

表 1 试验结果

试样	厚度 (um)	拉伸强度 (MPa)	断裂伸长率 (%)
PET Film	150	148	132

3. 结论

本文介绍了一个根据 ISO 527-3: 2012, JIS K 7127: 1999 标准要求,按横梁位移速度对薄膜进行拉伸实例。在本试验中,使用气动平推夹具夹持样品,视频引伸计测量样品伸长。测试结果表明,使用 AGS-X 电子万能试验机、气动平推夹具,视频引伸计,采用位移速率控制,对薄膜试样进行拉伸试验能得到准确的数据。

测薄膜摩擦系数

摘要: 本文使用岛津公司 AGS-X 电子万能试验机, 摩擦系数测定装置, 根据 ISO 8295: 1995 和 JIS K 7125: 1999 两种摩擦系数测试标准要求, 采用横梁位移速度方法对薄膜摩擦系数进行试验。试验证明, 岛津公司 AGS-X 可满足试验标准的各项指标要求, 摩擦系数测定装置具有稳定、可靠等优点。

关键词: AGS-X 薄膜摩擦系数

塑料薄膜用于各种材料涂覆和包装。通常需要测量两个薄膜之间或薄膜与不同材料之间的摩擦系数。例如: 例如, 测量了食品薄膜和智能手机保护膜的摩擦系数。

根据ISO标准, 介绍了测量聚乙烯薄膜的静摩擦系数和动摩擦系数。采用AGS-X电子万能试验机和薄膜摩擦系数测定装置可准确可靠的测定了薄膜摩擦系数。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 电子万能试验机 摩擦系数测定装置

1.2 分析条件

速度控制方式: 位移速度控制

传感器容量: 5N

试验温度: 室温

试验夹具: 摩擦系数测定装置

加载试验速率: 100mm/min

试验软件: TRAPEZIUM LITE X

2. 试验介绍

2.1 试验方法、结果

根据标准介绍, 该方法测量厚度不超过 0.5mm 的塑料薄膜和片材的摩擦系数, 试验需要两个尺寸约为 80mmX200mm 的试样。试验装置包括水平测试台、滑动构件和在试验台与滑动构件产生相对运动的驱动机构。在这些试验中, AGS-X 台式精密万能试验机 并用摩擦系数装置对聚乙烯薄膜进行了评价。如图 1, 试验模型示意简化图, 图 2 为实际试验图, 图 3 为试验曲线, 表 1 为软件计算出的试验结果。

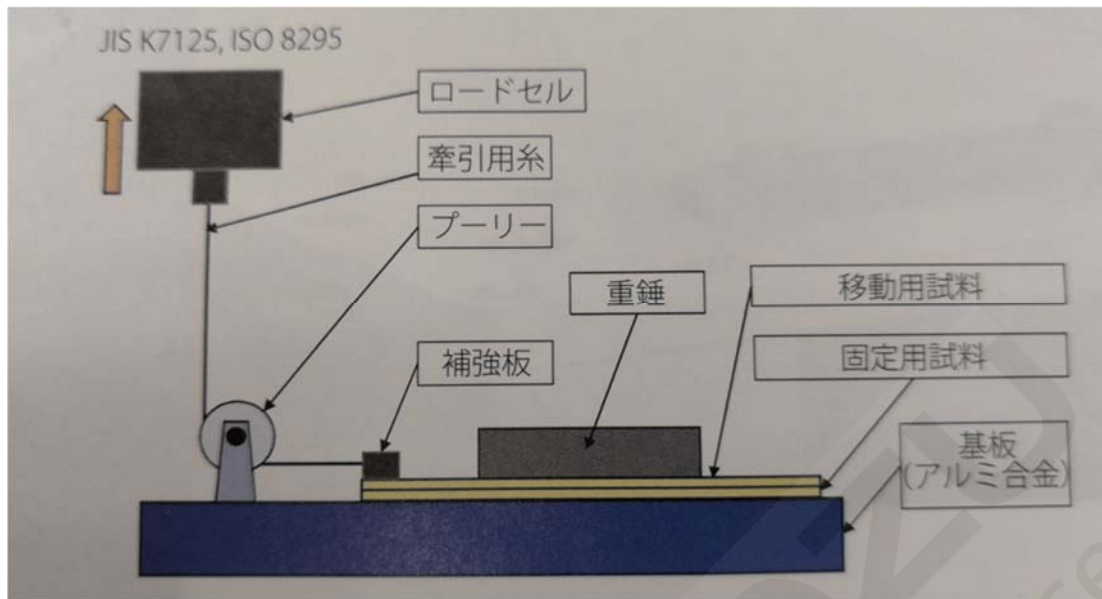


图 1. 试验模型示意简化图

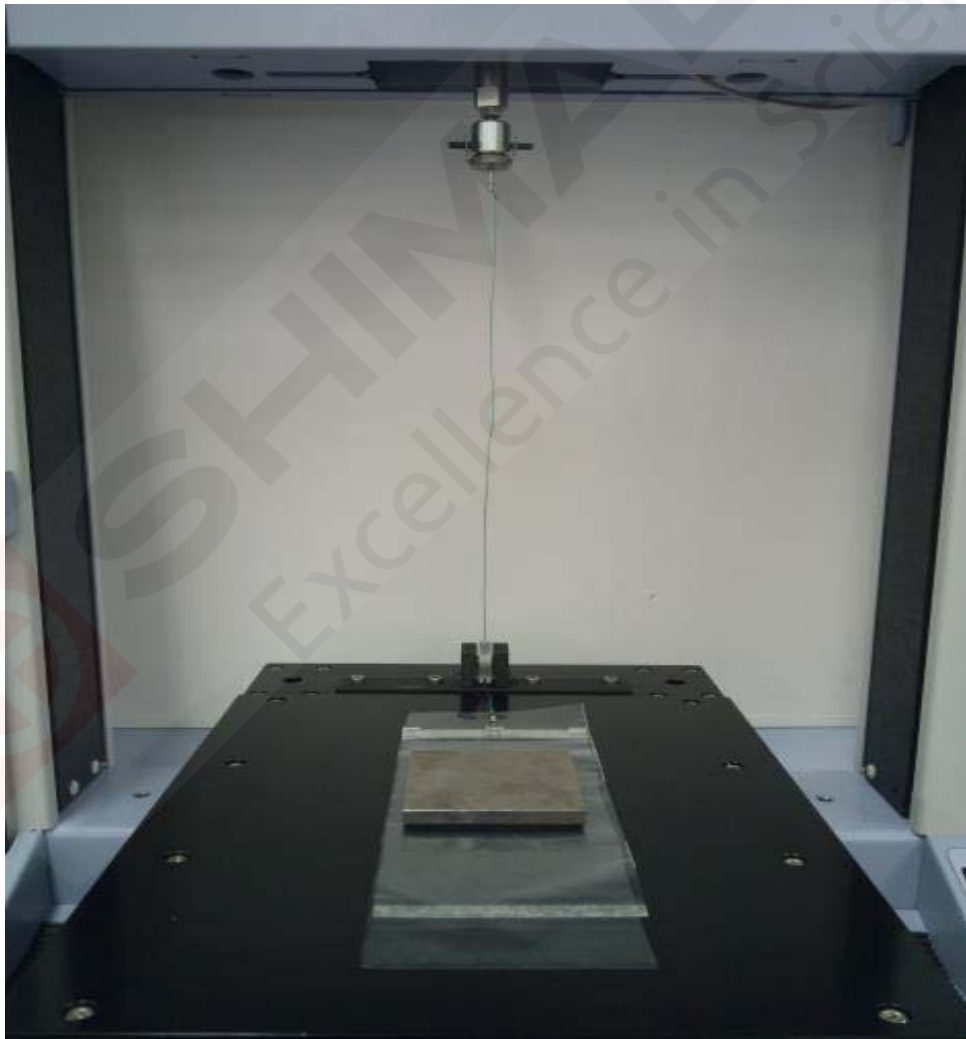


图 2. 实际试验图

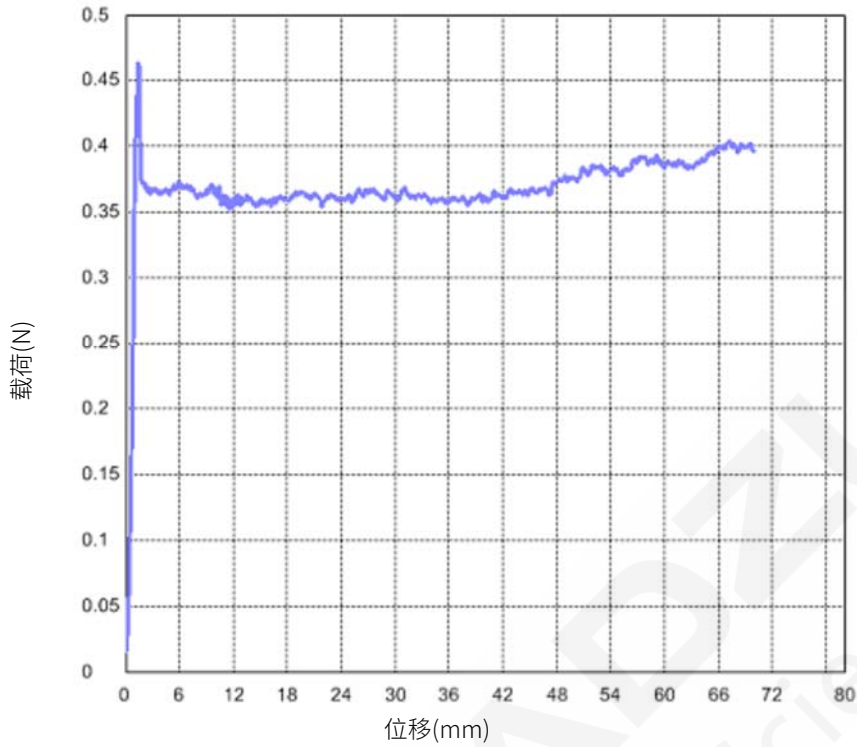


图 3. 试验曲线

表 1. 试验结果

静摩擦系数	动摩擦系数
0.23	0.19

3. 结论

本文介绍了一个按 ISO 8295: 1995 和 JIS K 7125: 1999 标准要求, 对聚乙烯薄膜摩擦系数进行横梁位移速度控制的试验实例。测定摩擦系数装置具有稳定可靠的优点, 测试结果准确。这些结果表明, 使用 AGS-X 电子万能试验机、摩擦系数测定装置, 采用位移速率控制, 对试样进行试验, 均能得到准确的数据。

手机的多功能薄膜力学强度评价

摘要：本文介绍了用岛津 MST-I 型显微强度试验仪，配合 TRViewX 视频引伸计的 CCD 摄像机与立体显微镜，对拉伸载荷引起的显微状态变化进行观察。通过这项研究，我们能够定量地评估智能手机功能膜中自修复涂层的强度特性。

关键词：显微强度 自修复涂层

塑料薄膜是利用聚合物挤出和拉伸成型等技术形成的薄膜。在我们周围可以找到工业产品、建筑材料以及日常生活用品等。各种产品都有其特殊的特性，如保水性、光反射性和对特定物质的选择性与渗透性。近年来，人们开发出了各种各样的多功能薄膜，这些薄膜具有各种特殊的特性，在智能手机和液晶电视等方面使用的薄膜，具有增强保护和可视性等功能。这些多功能塑料薄膜还可以设计为增强汽车

和建筑玻璃产品的安全性、绝缘性和遮光性。

本文介绍了一种用于智能手机、平板电脑等产品液晶屏的自修复膜强度评估的实例。为了进行这项研究，我们使用带有 CCD 摄像机的 TRViewX 视频引伸计，MST-I 显微强度测试仪与立体显微镜，对样品受拉伸载荷引起的状态变化进行非接触观察与测量。

1. 实验部分

1.1 仪器

MST-I 显微强度测试仪 TRViewX 视频引伸计

1.2 分析条件

试验类型：拉伸试验

测试点数量：6（间隔约 2um）

传感器容量：1kN

试验速率：5mm/min

样品：多功能薄膜（详见下表）

夹具：螺纹平推夹具

表 1. 样品信息

样品描述	形状	长度 (mm)	宽度 (mm)	厚度 (um)
PET 自修复层	带状	40	10	150

2. 实验介绍

2.1 试验过程

本试验为拉伸试验，试验装置由图 1 可示。本研究所评估的样本，是用于智能手机液晶显示器的保护膜。保护膜结构从顶部依次包括自修复涂层膜、膜基板和用于将 LCD 屏幕连接到保护膜的粘合剂膜，其示意图可见图 2。

2.2 试验结果

非接触式 TRViewX 视频引伸计可以将拉伸试验过程中样品状态的变化拍摄成视频，使用‘点拾取’的内置功能轻松地提取诸如变形瞬间的试验力及其变形量等信息。这种点拾取的定量分析方式常用于评价施加拉伸载荷时顶部自修复涂层膜的白化现象（由于无数小裂纹的出现，自修复膜出现浑浊的现象）。具体试验过程的图片可见图 3。试验自修复层受拉伸的显微裂缝。

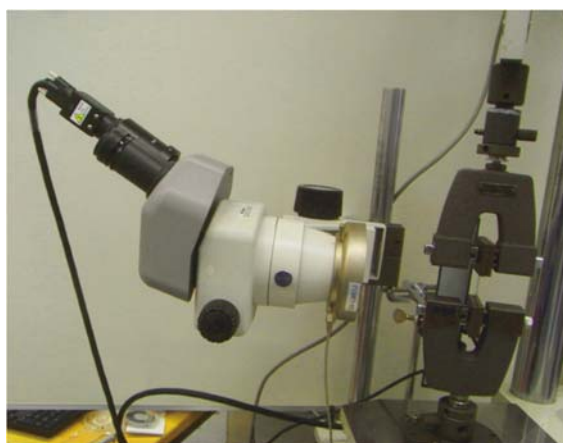


图 1. 试验装置图

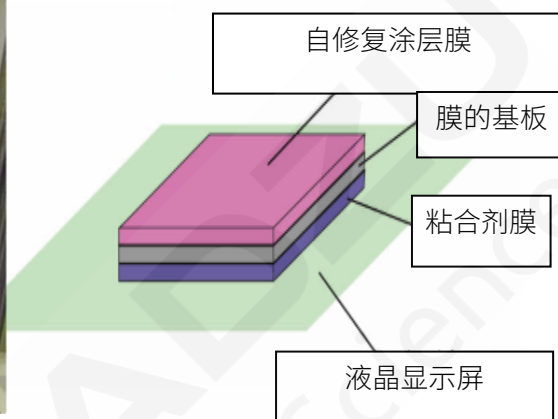


图 2. 膜组成示意图

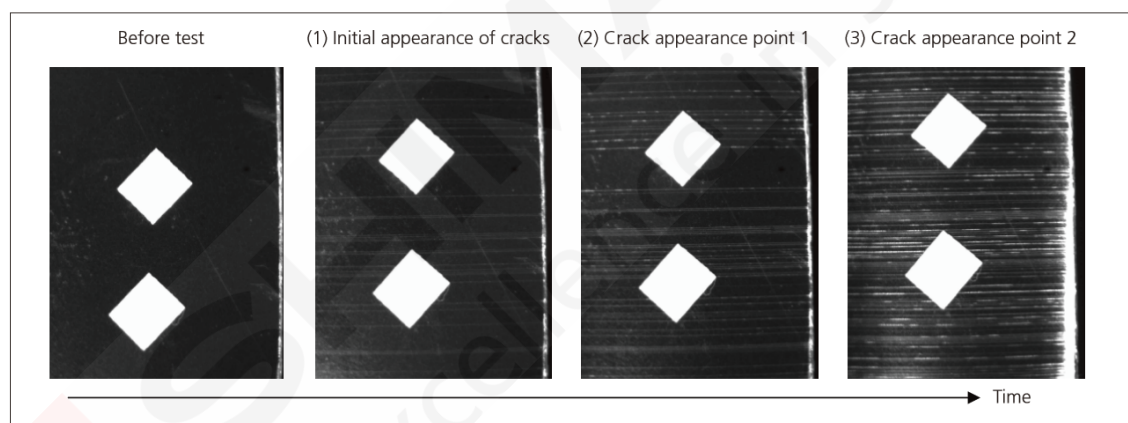


图 3. 自修复层的显微裂缝扩张

3. 实验分析

图3表示了从TRViewX拉伸试验视频中提取的样品表面的自修复涂层膜的时间历程变化。捕获状态包括：（1）裂纹的初始出现点；（2）裂纹出现点1：裂纹变得明显时的点；（3）裂纹出现点2：裂纹在整个涂层膜上变得明显时的点，此时出现白化现象。接下来，将实验过程中的数据绘制成力与位移曲线，可在曲线上进行点选取，选取（1）-（3）三个点进行分析，同时会出现TRViewX拍摄的图像。图4显示了试验力-行程曲线。表2表示三个点对应的加载力与行程位移。

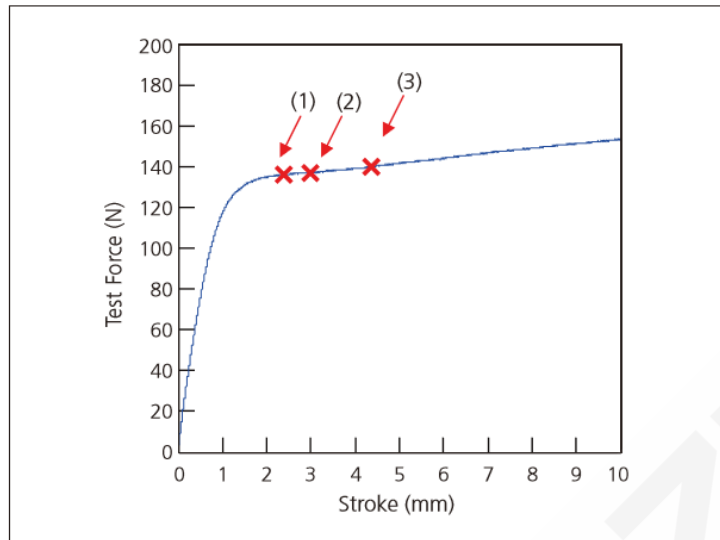


图 4. 加载力与行程曲线

表格 2. 检测结果

点	加载力 (N)	行程位移 (mm)
(1)	135.66	2.38
(2)	137.25	2.98
(3)	139.53	4.36

图4显示，当样品表现出非线性行为（即，当达到塑性区时）后，自修复涂层膜中出现裂纹。涂层膜的裂纹出现在135N载荷点附近，当过在137N载荷点之后，裂纹扩张开始变得明显。在之后，虽然膜仍能承受荷载，但其变形裂缝越来越大，产生白化现象，此时裂缝不可自修复。

4. 结论

通过这项研究，我们能够定量地评估功能膜中自修复涂层的强度特性。可以准确测量自修复涂层膜的在不丧失修复功能下的最大承载力。岛津 MST-I 在此试验中的表明，该机器可以应用于电子电器行业中薄膜强度的测试。配合带有 CCD 摄像机的 TRViewX 视频引伸计与立体显微镜，更是可以具体观察其显微细节的变化与定量分析变形，可更好地对薄膜力学性能进行评估。

液晶高分子聚合物（LCP）薄膜拉伸试验

摘要：本文参考《GB 1040.3 塑料拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条》《ISO 527-3:2012》，使用岛津电子万能试验机AGS-X 对LCP薄膜进行拉伸，对比不同LCP试样的最大强度（应力），弹性模量，断裂点行程应变。试验证明，岛津AGS-X电子万能试验机可满足试验标准的各项指标要求测得试样拉伸的数据，选用的岛津气动平推夹具在测试中不打滑，断口位置良好等特点。

关键词：万能试验机 LCP薄膜 拉伸试验

液晶高分子聚合物（Liquid Crystal Polymer），简称LCP。是80年代初期发展起来的一种新型高性能特种工程塑料。LCP材料具有自增强性（强度和模量远超普通工程塑料），优异的力学性能（厚度越薄，拉伸强度越大：低蠕变，耐磨，热膨胀率接近金属），耐高温性耐老化，难燃性；优秀的绝缘性能，易加工性的特点。

LCP材料的特殊性能，使其在电子电器（LED），汽车（隔热部件），航空航天（耐

高温耐辐射表层），医疗器材（腹腔镜）等领域具有广阔的应用前景。

而在5G通讯领域，更是行业新宠。如5G所需的高频天线小型化和柔性电路板领域，LCP材料越来越展现出其特殊的优势与不可替代性，其中对LCP薄膜试样的拉伸测试可能会成为LCP材料力学性能测试的主流。因此，电子万能材料试验机在LCP材料方面的应用势必会成为一个热点，进而为试验机在相关材料领域的应用打开契机。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 500N 电子万能试验机

1KN 气动双推夹具（配橡胶面夹齿）

TRAPEZIUM X 软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右

载荷传感器：500N（0.5级）

试验夹具：1KN 气动双推夹具（橡胶面夹齿）

试验速率：1mm/min

1.3 样品及处理

测试试样为切成条状的 LCP 薄膜，长 190mm，宽 20mm，平均厚度 0.68mm，分为 TD 和 WD 两种切割方向，而且每种又分为普通试样与经过老化处理的试样，来鉴定 LCP 经过老化处理后性能是否发生显著变化。试样需要使用专用刀具切割以保证试样边缘没有损伤与毛刺。参考《GB 1040.3 塑料拉伸性能的测定 第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件/ISO 527-3:2012》规定的测试方法。

表 1. 试样信息

试样类型	数量
TD	5
WD	4
TD 老化处理	5
WD 老化处理	3

2. 试验介绍

采用岛津电子万能试验机 AGS-X 500N 和 1KN 气动双推夹具（配合橡胶面夹齿）进行拉伸强度试样。将裁切好的矩形试样两端用夹具夹住，松式夹持，上下夹具夹齿之间距离设定为 100mm，预加载力设为 0.1N，拉伸以 1mm/min 速度开始拉伸直至试样断裂。如试样断裂位置离开夹口线超过 5mm 处，则为有效试样。

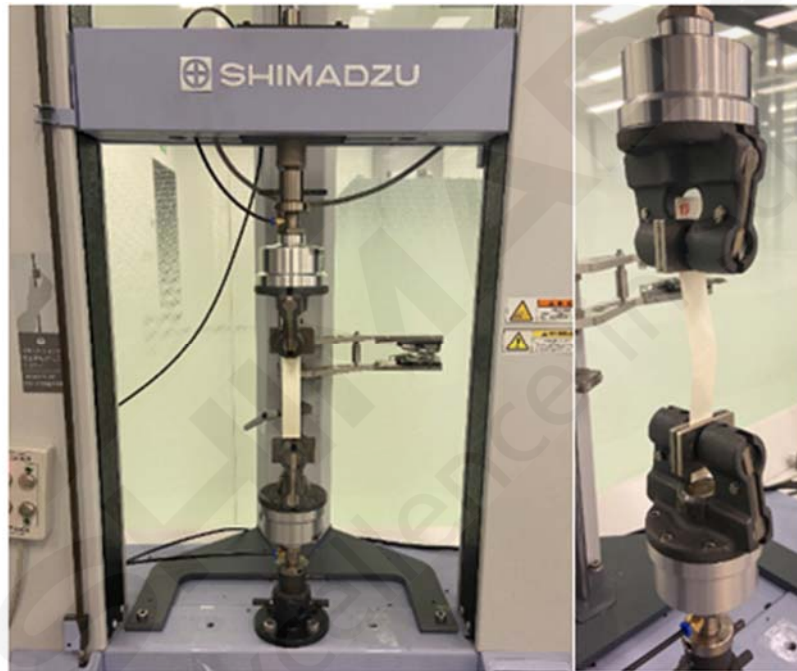


图 1. 岛津 AGS-X 电子万能材料试验机与气动夹具

3. 试验结果

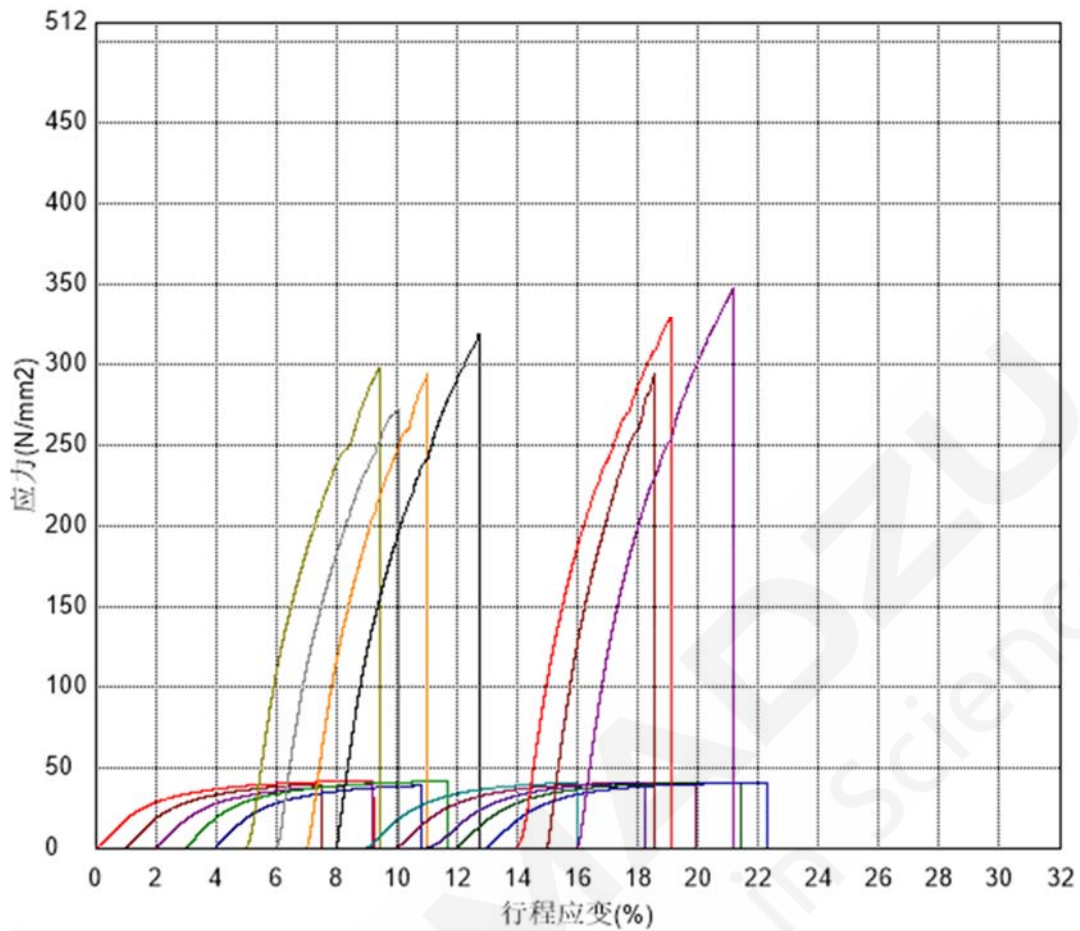


图 2. 试样拉伸测试曲

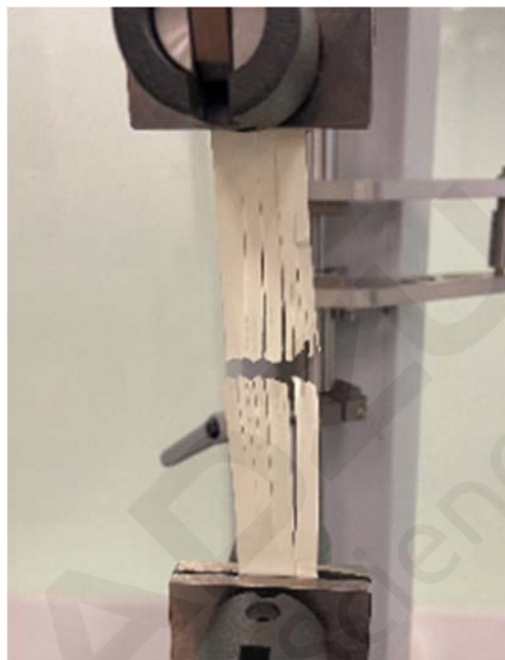
表 2. 测试结果

试样名称	最大应力 N/mm ²	弹性模量	断裂点_行程应变
TD1	41.5156	1880.06	9.23093
TD2	39.3266	1845.86	6.51610
TD3	39.0339	1802.27	7.20817
TD4	41.1624	1880.88	8.70663
TD5	38.4699	1786.90	6.81530
WD1	297.804	9121.06	4.42317
WD3	271.733	12411.9	4.04330
WD4	294.076	10894.5	4.03147
WD5	318.794	14175.6	4.75247
TD 老化 1	40.6915	1761.79	6.99233
TD 老化 2	40.6915	1727.50	9.91600
TD 老化 3	40.2673	1744.53	7.22230
TD 老化 4	40.5546	1735.29	9.40733
TD 老化 5	40.2854	1737.60	9.32230
WD 老化 1	329.258	8890.34	5.11597
WD 老化 2	293.740	14768.4	3.58417
WD 老化 3	346.786	12438.3	5.15483

图 2 与表 2 显示了拉伸试验的结果，可见 LCP 试样 TD，WD 两种方向拉伸的强度显著不同，断裂方式也不一样，WD 方向试样均为纵向崩开断裂，TD 方向试样为中间断开，但老化处理对 LCP 材料的影响很小。



TD 试样断裂情况



WD 试样断裂情况

4. 结论

综上所述，使用岛津的 AGS-X500N 电子万能试验机，配合岛津 1KN 气动夹具，能够根据《GB 1040.3 塑料拉伸性能的测定 第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件/ISO 527-3:2012》规定的测试要求准确测试 LCP 薄膜试样的拉伸强度，弹性模量和断裂点延伸率，配合所选夹具可以获得稳定良好的断裂点且不出现打滑现象。测试结果显示，LCP 薄膜试样切割制样的方向不同会导致试样拉伸强度显著变化，WD 方向试样的拉伸强度会比 TD 方向试样增加好几倍。

锂电池隔膜拉伸试验

摘要：本文介绍使用岛津电子万能试验机AG-X 50N，进行锂电池隔膜试样拉伸试验的示例。该示例主要用于对锂电池隔膜力学性能的评估，可为产品开发、品质管理、制造工艺设定、性能鉴别等提供可靠数据。

关键词：Autograph 精密万能试验机 锂电池隔膜 拉伸试验

双极锂离子电池（在本报告中被称为“锂离子电池”）因其特有的高能量密度和高电压，被广泛用于手机、信息设备和其他小型电子设备中。

近年来，随着人们环保意识的加强，混合动力汽车和纯电动汽车加速发展。锂离子电池对人类的电力系统也是至关重要的。此外，对大容量二次电池的需求已经出现，即使是在自然能源（太阳能电池和风力发电）领域，也对电力需求做出灵活的响应。但另一方面，短路、过充、物理冲击等因素有时会导致锂离子电池变得不稳定。因此，本篇应用报告介绍了一些这方面的尝试，如对隔

膜的力学评估。隔膜具有双重作用，可以防止正负电极之间短路让锂离子顺利通过。它们还有一个功能就是阻绝实时产生的热量，例如，当产生短路时，PE 多孔薄膜能够立刻成为阻隔热量的隔热膜。PE 具有关闭机制，当电池异常升温，PE 隔膜的多孔结构上的小孔结构会封堵最近的电池熔点，防止锂离子传导到隔离膜的另一端去。锂电池中的隔膜与电极表面接触，并受到各种机械和高温波动的影响。因此，评价隔膜的机械性能（强度等）对提高锂离子电池的可靠性具有重要意义。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AG-X 50N 电子万能试验机
50N 气动双推拉伸试验夹具

岛津非接触式视频引伸计
TRAPEZIUM X 软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右
载荷传感器：50N（0.5 级）

试验夹具：50N 气动双推拉伸试验夹具
试验速率：50mm/min

1.3 样品及处理

用于评估的样本有三个从锂离子电池中取出的电池隔膜（试样 A 至 C）。所有这些样品都使用聚烯烃作为他们的主要材料。此外，用一组普通聚烯烃薄膜（从这里简单地称为“标本 PE”）也进行比较评估。表 1 总结了这些试样的列表。

表 1. 试样信息

试样	锂电池隔离膜			通用聚烯烃薄膜
试样名	A	B	C	PE
厚度	20	20	10	13

2. 试验介绍

采用岛津精密万能试验机AG-X 50N和非接触式视频引伸计对锂电池隔离膜的机械强度进行了拉伸试验。以50mm/min的横梁位移速度进行断裂试验。由于非接触式视频引伸计与试样不接触，且使用了两台摄像机，在弹性区可以测量微小的延伸率，在随后的拉伸区域可以连续测量延伸率直至断裂。（图1为安装好的试样和引伸计。）

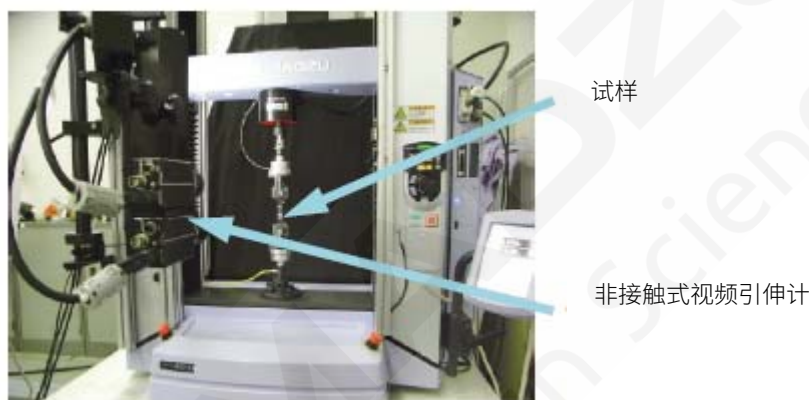


图 1. 试样与引伸计

3. 结果与结论

3.1 试验结果

图 2 显示了拉伸试验的结果，即应力（通过将试验力除以试样横截面积获得的值）和应变（通过将延伸数值除以标距长度获得的值）之间的关系。表 2 从数据曲线统计、计算的弹性模量、拉伸强度（最大应力）和断裂点应变。从这些结果可以看出，每种隔离膜（试样 A 至 C）的拉伸强度比通用薄膜（试样 PE）高一个数量级，因为在制造过程中进行了拉伸和其他处理以提高机械强度和控制孔隙。

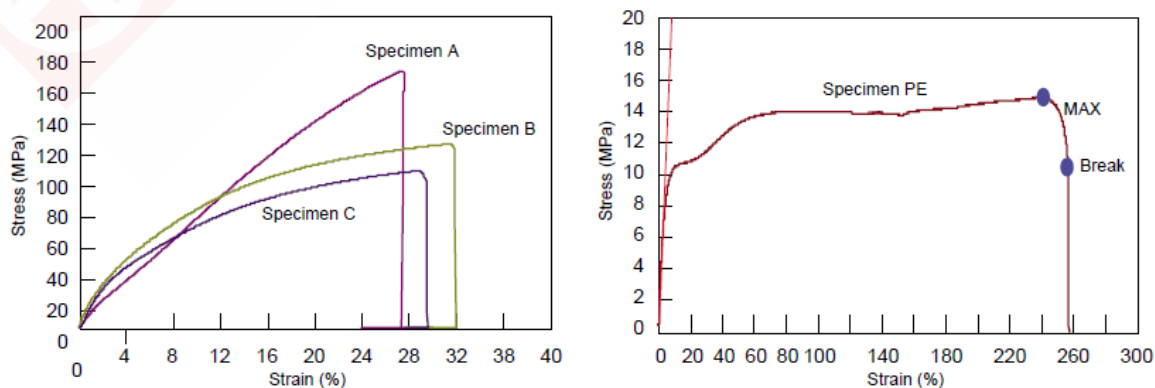


图 2. 拉伸试验结果

表2. 拉伸试验结果

试样	锂电池隔膜			通用聚烯烃薄膜
试样名	A	B	C	PE
弹性模量 (MPa)	902	1856	1378	265
拉伸应力 (MPa)	165	118	101	15
断裂延伸率 (%)	27.6	31.7	29.1	255

4.结论

综上所述,使用岛津的电子精密万能试验机配合岛津非接触式视频引伸计可以获取比较全面精确的锂电池隔膜力学数据,这对于隔膜产业的发展与质量保证非常重要,能够为该产业和产品的规范化提供有力的技术保障。



对锂离子电池隔膜进行穿透与拉伸试验以评估其与温度相关的强度属性

摘要: 本文介绍了岛津 AG-X 电子万能试验机, 配合恒温箱, 对锂电池隔离膜进行穿刺与拉伸试验测试其强度。通过这项研究, 我们能够评估在生产和使用过程中, 隔离膜在不同温度下的强度特性。

关键词: AG-X 锂离子隔离膜 穿刺 拉伸

锂离子二次电池又称充电电池(以下简称锂离子电池), 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。最近, 它们越来越多地传播到一般家庭应用领域, 包括混合电动汽车, 而且很明显, 未来的需求将进一步增加。由于锂离子电池有时会因短路、过充放电、冲击等原因变得不稳定, 因此在电池组件层面上加入了多种保护机制, 以确保安全由于锂离子电池重量轻、体积小。

在这些组成部分中, 锂离子电池隔离膜

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。并且, 它还具有防止短路时由于电流过大而导致电池温度升高的功能。由于锂离子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。这种机械强度必须保持稳定, 即使温度有一些上升(这在某种程度上是常见的), 例如电池充电。因此, 我们使用岛津AG-X电子万能试验机与恒温箱配合, 在不同温度状态下, 对隔离膜进行了穿孔和拉伸测试, 以评估强度随温度变化的情况。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X 电子万能试验机 TCR-1W 恒温箱

1.2 分析条件

试验类型: 穿刺/拉伸试验

负荷传感器容量: 100N

试验力精度: 显示值的±0.5%

试验速度: 50mm/min

试验温度: 25°C 60°C 90°C

夹具: 50N 气动夹具 (平面齿 0.4Mpa)

2. 实验介绍

2.1 试验方法

用于穿刺试验的隔离膜, 从两个小型电子设备上的锂离子电池(圆柱形)中取出, 用于测试环境温度变化对隔离膜特性的影响。图 1 为穿刺试验实际状态。



图1. 穿刺试验

用于拉伸试验的隔膜是从商用锂离子电池（方形）中取出的，共有 2 种样品（如下，样品（1）和（2）是指含有聚乙烯（PE）作为主要成分的样品。进行拉伸试验时，将每个分离样品（如图 2（a）所示）制成哑铃形样品，其方向为每个分离样品的长度和宽度，如图 2（b）所示。所有标本的总长度为 35mm，平行截面尺寸为 10（长）×2（宽）mm。

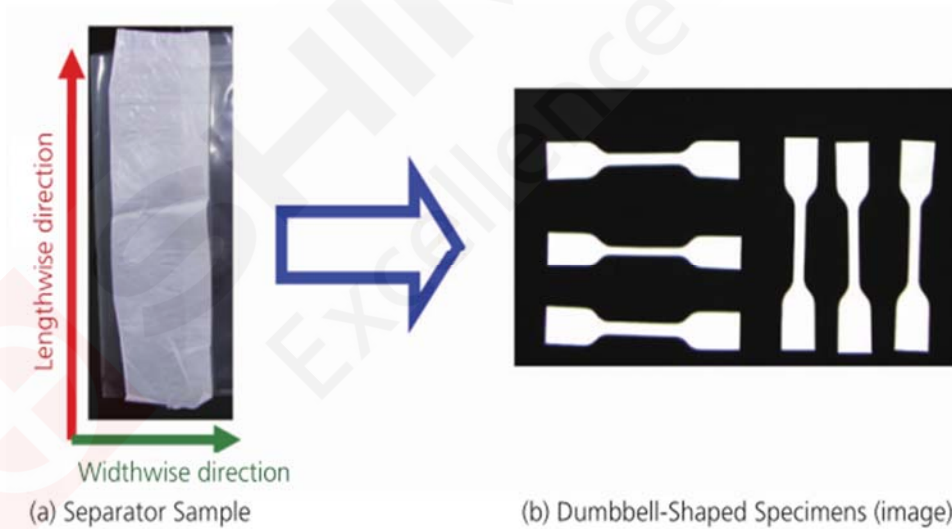


图 2. 拉伸试验样品

3. 试验结果

图 3 为穿刺试验的力-位移曲线，表 1 示出了与温度对应的最大力和最大位移。在 25°C 和 60°C 下的试验结果对比表明，最大力没有太大的差别，但最大位移是在 60°C 时更大。在 60°C 和 90°C 的结果值比较，最大力在 90°C 处明显减小，但最大位移值变化不明显。综上所述，可以判断在 60°C 时，锂离子电池分离器的强度没有降低，尽管其延伸性能明显增加。

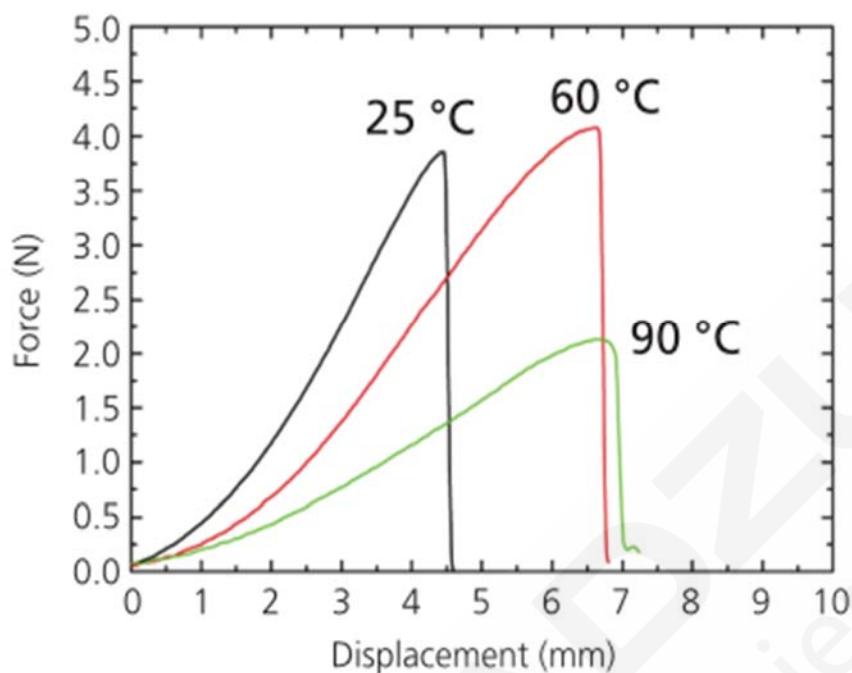


图 3. 穿刺试验结果

表 1. 测量样本

温度 (°C)	最大穿刺力 (N)	最大位移 (mm)
25	3.85	4.45
60	4.07	6.63
90	2.13	6.68

图 4 和图 5 分别示出了样品 (1) 的宽度和长度方向, 应力-应变曲线。图 6 和图 7 分别示出了样品 (2) 的宽度和长度方向, 应力-应变曲线。表 2 显示了在每个温度下获得的力学性能的测试值, 每个样品中, 宽度方向拉伸强度都比长度方向低, 但宽度方向伸长率更大。再比较表 2 中的数据时, 试样 (1) 的长度方向拉伸强度约为宽度方向的 5 倍。此外, 样品 (1) 在长度上的断裂应变降低了, 在宽度方向上大约是长度方向的 15 倍。根据上述结果, 可以推测该隔离膜 (样品 (1)) 为采用长度拉伸的方法制造。

试样 (2) 的宽度方向拉伸强度约为试样 (1) 的两倍, 断裂应变较低。

因此, 由于试样 (2) 在长度方向上具有更大的拉伸强度和较低的断裂应变的倾向, 推测样品 (2) 是以低的双轴拉伸比制造的, 并且在长度方向上的拉伸比大于宽度方向的拉伸比。

当比较 25°C 和 60°C 下的试样断裂应变和拉伸强度时, 尽管由于试验温度增加到 60°C, 断裂应变值增加了 2 倍, 但拉伸强度略有下降。同样, 当与 60°C 和 90°C 下的物理性能测量值相比, 断裂应变与 25°C 和 60°C 下的应变相比, 表现出同样的显著增加趋势。然而, 在这种情况下, 拉伸强度值出现显著的降低。

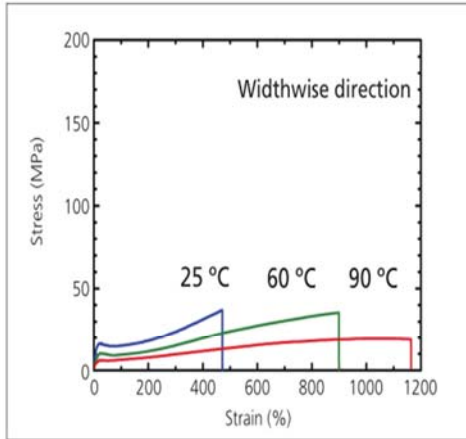


Fig. 4 Test Results (Sample 1), widthwise direction)

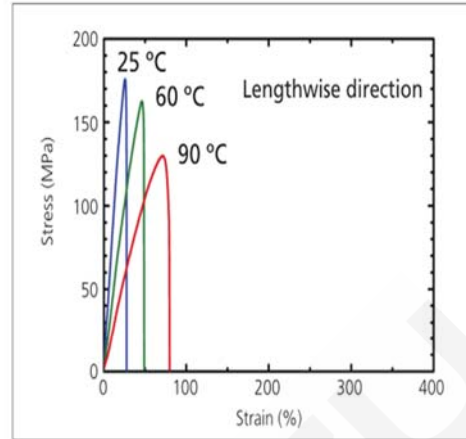


Fig. 5 Test Results (Sample 1), lengthwise direction)

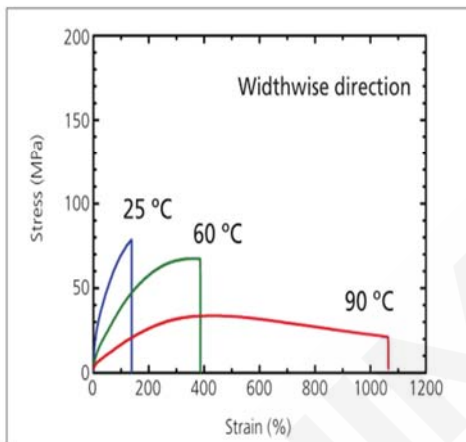


Fig. 6 Test Results (Sample 2), widthwise direction)

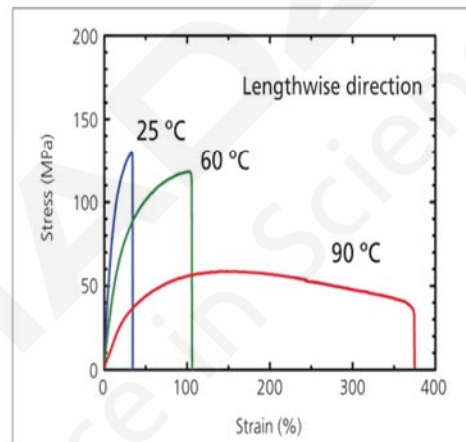


Fig. 7 Test Results (Sample 2), lengthwise direction)

表 2. 试验结果

样品	25°C		60°C		90°C	
	拉伸强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)	拉伸强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)	拉伸强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)
1宽度方向	36.9	471.4	35.4	898.8	19.3	1044.0
1长度方向	175.6	26.8	162.5	57.0	129.9	76.7
2宽度方向	78.2	138.5	68.8	347.6	33.8	427.9
2长度方向	129.5	34.1	118.3	105.3	58.7	367.2

4. 结论

综上所述，很明显，本试验中使用的锂离子电池隔离膜在 60°C 下仍保持良好的机械强度，尽管其伸长特性提高。隔离膜需要高机械强度性能，以承受电池内温度的变化。这里，从锂离子电池隔膜在常温下的穿孔和拉伸试验结果可以清楚地看出，使用岛津 AG-X 电子万能试验机，可以可靠地评估锂离子电池隔膜的机械性能。

使用不同材质穿刺针对锂电池隔膜穿刺测试与研究

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(包括混合动力汽车等), 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/T36363-

2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜》, 以 100mm/min 的速度, 使用直径为 1mm, 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。

1. 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

试验速度: 100mm/min

负荷传感器容量: 50N

试验温度: 25°C

试验力精度: 显示值的±0.5%

夹具: 500N 气动穿刺夹具

2. 试验介绍

本次使用的是 500N 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 $\varnothing 10\text{mm}$ 。图 1 为穿刺试验实际状态。

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

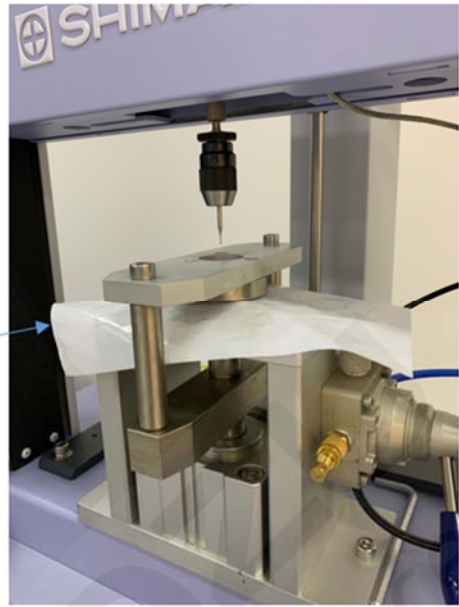


图 1. 隔离膜样品及穿刺试验图

穿刺测试使用的穿刺针直径为 1mm，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)

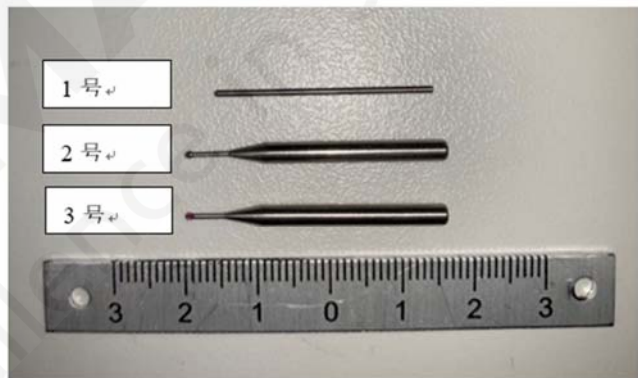


图 2. 穿刺针

3. 试验结果

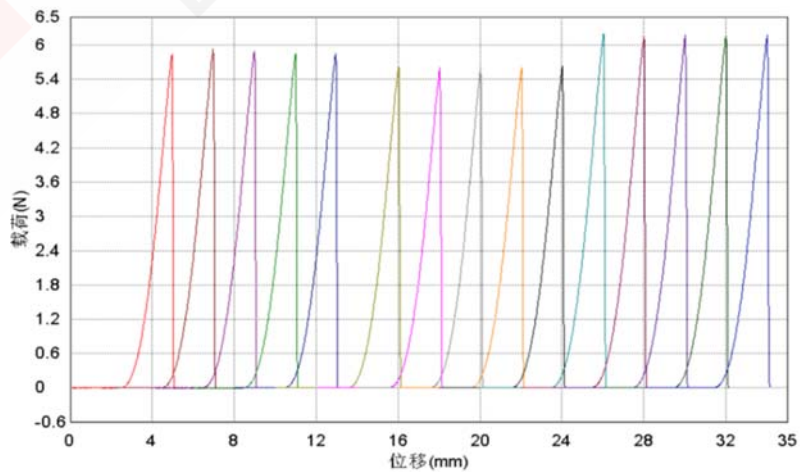


图 4. 穿刺试验曲线 (位移-载荷)

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掉样品受力 0.3N 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 (6.1781N) >SKD61 材质(5.8739N)> 钨钢材质(5.6209N)，红宝石穿刺针所得穿刺力比钨钢针测的穿刺力大 0.3042N (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。

4. 结论

综上所述，本试验中使用 AGS-X 电子万能试验、50N 传感器、500N 气动穿刺夹具，可以满足标准《GBT 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜》要求，获取锂电池隔离膜穿刺强度等数据，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。



锂电池隔离膜拉伸试验与应变研究

摘要：本文介绍使用岛津 AGX-V 1kN 电子万能试验机、TRViewX 视频引伸计、500N 箔材专用夹具，参照标准《GB/T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜》，对隔离膜试样进行拉伸试验的示例。该示例对隔离膜常规力学性能（抗拉强度、断裂伸长率等）进行了评估；并使用了视频引伸计来精确测量样品变形，获取弹性模量等数据。可为产品开发、品质管理、制造工艺设定、性能鉴别等提供可靠数据。

关键词：Autograph 精密万能试验机 隔膜 拉伸试验 弹性模量

近年来，随着人们环保意识的加强，混合动力汽车和纯电动汽车加速发展，锂离子电池使用广泛。锂电池的结构中，隔膜是关键的内部组件之一。隔膜的性能决定了电池的界面结构、内阻等，直接影响电池的容量、循环以及安全性能等特性，性能优异的隔膜对提高电池的综合性能具有重要的作用。对于锂电池系列，一般采用高强度薄膜化的聚烯烃多孔膜。短路、过充、物理冲击等因素有时会导致锂离子电池变得不稳定。

随着材料的研发、工艺改进，隔离膜的厚度越来越小，但足够的力学性能是基础要求，常规力学性能包括穿刺强度、拉伸强度

等。

本篇应用报告是参照标准《GB/T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜》，对隔离膜试样拉伸试验的示例，标准要求：样品宽度 $15 \pm 0.1(\text{mm})$ 的 2 型试样，夹具间的初始距离为 $100 \pm 5(\text{mm})$ ，试验速度为 $250 \pm 10(\text{mm}/\text{min})$ 。评价结果：拉伸强度、断裂延伸率、弹性模量等，试验过程中使用了使用 TRViewX 视频引伸计精确测量样品变形，可测取弹性模量等数据；并能录制整个试验过程，可回放查看样品实时受力状态下的画面。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGX-V 1kN 电子万能试验机
岛津 TRViewX 视频引伸计

500N 气动箔材专用夹具
TRAPEZIUM X 软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温 25°C 左右
夹具气压：0.4-0.6 (MPa)

载荷传感器：1000N (0.5 级)
试验速率：250mm/min

1.3 样品及处理

本次试验，选取国内主流隔膜生产商的样品（在 235×200 的方形样品上，切取 15mm 宽长条状样品。见下图 1）；分为纵向取样、横向取样两组样品，每组各测试 5 件。表 1 是试样的信息。

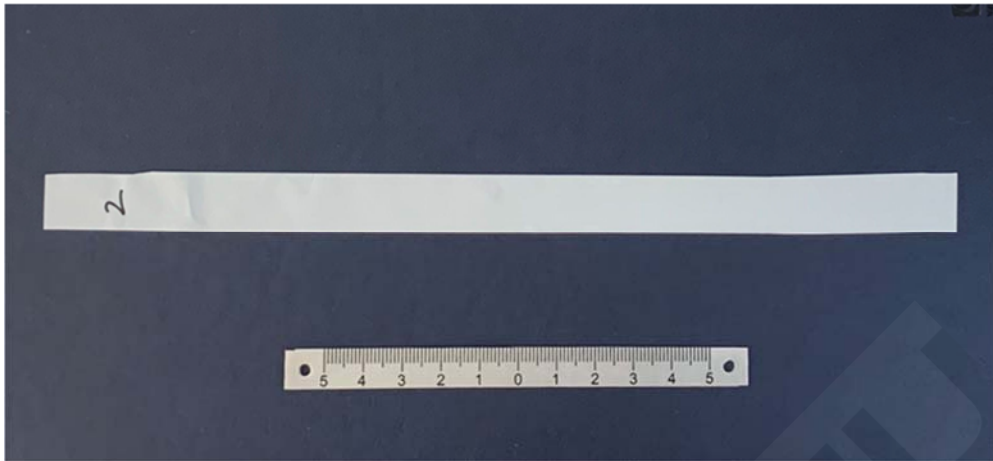


图 1. 隔离膜样品图

表 1. 试样信息

试样	锂电池隔离膜	
试样名	横向隔膜	纵向隔膜
厚度	12um	12um
宽度	15mm	15mm
标距	75mm	75mm
夹具间距	100mm	100mm

2. 试验介绍

使用 AGX-V 1kN 电子万能试验机和 TRViewX 视频引伸计对隔离膜进行了拉伸试验。以 250mm/min 的横梁位移速度进行断裂试验。样品为 12 微米厚薄膜，不适合使用接触式引伸计测量变形，此次试验使用岛津 TRViewX 视频引伸计（双镜头，120mm 量程与 500mm 量程相结合，试验中自动切换量程。），通过摄像头识别、跟踪贴在样品上的标签进行测量，与试样不接触，精度 0.5 级，即可以测量弹性区域内微小的变形，也可测量随后变形大的塑性区域，连续测量，直至样品断裂。（图 2. 试样开始前与测试结束时图片）

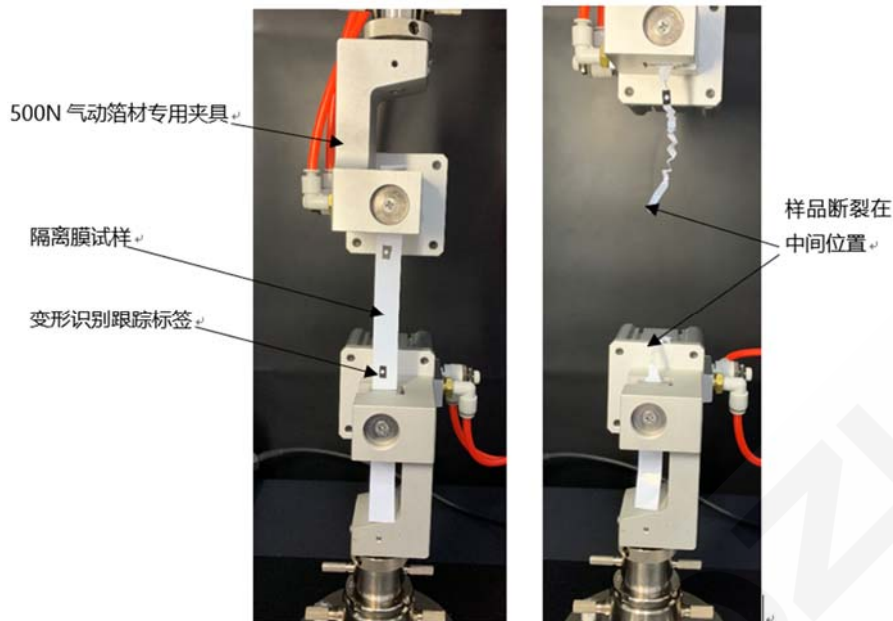


图 2. 试样开始前与测试结束时图片

3. 试验结果

图 3 为拉伸试验曲线图（左图为位移-载荷图、右图为应变-应力图），左图为拉伸载荷与拉伸变形的对应曲线（变形数据由视频引伸计提供。）；右图为应力（试验力除以试样横截面积所得值）和应变（延伸长度除以标距长度所得值）之间的关系。

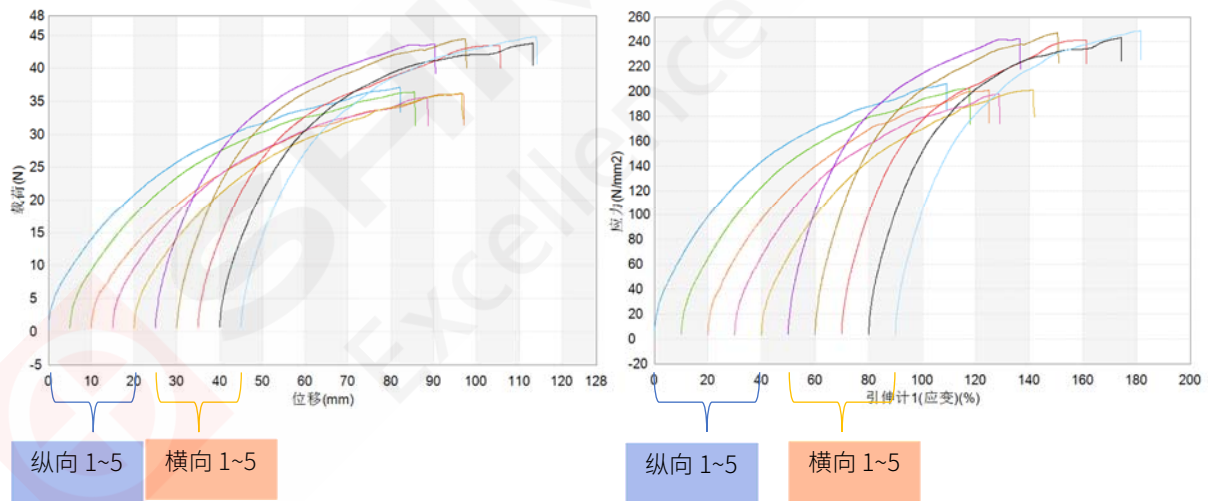


图 3. 拉伸试验曲线图（位移-载荷图、应变-应力图）

表 2 为隔离膜拉伸试验数据统计表。包括有弹性模量、拉伸强度（载荷、应力）和断裂点应变。从这些结果可以看出，同一种材料，横向样品的弹性模量与抗拉强度要高于纵向样品，纵向样品的延伸率（变形能力）要高于横向样品，表明此种隔离膜力学性能与取样方向有关。每组 5 个样品的各种数据比较稳定，变化量不大，表明样品的均匀性好、测试系统稳定可靠。

表 2. 拉伸试验结果

试样 类型	批次	弹性模量 (GPa)	最大点_载荷 (N)	最大点_应力 (MPa)	断裂点_应变 (%)
纵向	1	0.385	37.142	206.347	109.196
	2	0.379	36.425	202.363	107.729
	3	0.369	36.166	200.920	104.941
	4	0.386	35.586	197.698	98.818
	5	0.386	36.216	201.201	101.574
	平均值	0.381	36.307	201.706	104.452
	标准差	0.0073	0.561	3.118	4.287
横向	1	0.842	43.639	242.536	86.565
	2	0.850	44.476	247.090	90.725
	3	0.812	43.417	241.204	91.291
	4	0.823	43.805	243.358	94.272
	5	0.834	44.761	248.670	91.704
	平均值	0.832	44.020	244.572	90.911
	标准差	0.015	0.573	3.167	2.784

4.结论

综上所述，使用岛津的电子精密万能试验机配合 TRViewX 视频引伸计、500N 气动箔材专用夹具，可以满足标准《GB/T 36363-2018 锂离子电池用聚烯烃隔膜》要求，可精确、全面测取隔膜的各项力学数据，数据稳定可靠。这对于隔膜产业与锂电行业的技术发展非常重要，能够为该产业的产品品质与规范化提供有力的技术保障。

第3章 橡胶和凝胶

橡胶是当今社会各个领域不可或缺的材料，它们广泛应用于家电、汽车、手机、PC、医疗器械、照明电器等产业中，成为国民经济的重要基础产业。近年来，橡胶行业的年产量呈现高速发展态势，特别是汽车、家电、消费电子、医疗器械等行业将继续保持较快发展，这些行业对橡胶件的需求将持续扩大，同时需求将也呈现高端化、精密化、标准化趋势。

橡胶材料具有许多优异性能，如韧性、弹性、延展性高，耐冲击性好，绝缘性好、导热性低，成型性、着色性好，加工成本低等。然而，也存在一些缺点，如耐热性差，易燃烧，尺寸稳定性差，低温下变脆等。为了准确掌握橡胶的各项参数与性能，为产品设计、材料检验、行业标准制定提供数据支撑，我们需对尺寸、成份、结构、力学性能、流变性等进行测试与研究。

橡胶材料在工业和日常生活中的应用非常广泛。它具有良好的弹性、耐磨、耐腐蚀和绝缘性能，因此被广泛用于汽车轮胎、密封件、管道、橡胶制品等领域。橡胶材料的性能测试也是非常重要的，它可以帮助我们评估橡胶材料的质量和耐久性。

橡胶材料的性能测试分为几个等级：

1、组分试验：

对橡胶原料的性能进行评价。例如，密度、硬度、拉伸强度和断裂伸长率等。

2、单层级试验——选材、材料许用值等

对橡胶材料的基本性能进行评价。关键的性能包括拉伸、压缩和剪切强度等。

3、橡胶制品级试验

对成品橡胶制品的性能进行表征。关键的性能包括拉伸、压缩、剪切强度和硬度等，以及耐油性能和耐温性能等。

4、结构元件试验——结构设计许用值

评价橡胶制品在实际工程中的性能。关键的性能包括连接的拉伸/压缩强度、耐磨性能和耐腐蚀性能等。

5、组合件（或部件、全尺寸）试验：

评价复杂性逐渐增大的橡胶制品的行为与破坏模式。

目前橡胶材料性能测试的标准大部分是在本世纪初制订和增添的，国内标准与国际标准相比，国际标准更加详细和严格，适用范围也更广。橡胶材料的性能测试是确保橡胶制品质量和安全的重要手段，只有通过科学严谨的测试，才能确保橡胶制品在各种复杂环境下能够正常使用，为各行各业的发展提供坚实的保障。

凝胶材料也属于硅胶的其中一种，纯度较高，弹性较强，凝胶成型固化后属于半凝固状态，具有良好的密封性和耐高温性能。凝胶对环境具有良好的适应性，受力挤压破损后可自动愈合，有一定防潮防水作用，所以也被用作于精密电子元器件、背光源和电器模块的防水、防潮、防气体污染的涂覆、浇注和灌封保护等。

其中水凝胶可分为多种使用类型，医疗行业会使用到医疗级凝胶，由于它具有柔软性，而且具备一定的自动愈合特性，可用于长期接触皮肤内部以及植入人体内，是一种新兴的生

物医用材料。

凝胶力学性能的测试方法包括拉伸、压缩、剪切、循环控制、剥离等多种力学测试方法。拉伸测试是评估凝胶抗拉性能的主要方法，压缩测试主要用于评估凝胶的抗压缩性能，剪切测试用于评估凝胶的剪切性能。压缩/卸载循环控制测试可以评估凝胶材料的力学稳定性和疲劳性能。剥离测试用于评估凝胶材料在受到剥离力作用下的性能表现，如测试凝胶对组织表面的粘附力或对贴片贴膜的粘附强度。

试验标准	拉伸	压缩	弯曲	剥离	
GB/T 528-2009 硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定	○				AGS-X AGX-V
GB/T 529-2008 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定（裤形、直角形和新月形试样）	○				AGS-X AGX-V
GB/T 1696-2001 硬质橡胶弯曲强度测试			○		AGS-X AGX-V
GB/T 2790-1995 胶粘剂 180°剥离强度试验方法				○	AGS-X AGX-V
GB/T 7757-2009 硫化橡胶或热塑性橡胶压缩应力应变性能的测定		○			AGS-X AGX-V
GB/T 7760-2003 硫化橡胶或热塑性橡胶与硬质板材粘合强度的测定 90°剥离法（ISO29862:2007）				○	AGS-X AGX-V
橡胶胶丝定伸负荷伸长率的测定	○				AGS-X AGX-V
HGT 2488-1993 橡胶胶丝拉伸性能的测定	○				AGS-X AGX-V
橡胶或塑料涂覆织物拉伸强度和扯断伸长率的测定	○				AGS-X AGX-V
HGT 2581-2009 橡胶或塑料涂覆织物耐撕裂性能的测定	○				AGS-X AGX-V
HGT 2715-1995 橡胶或塑料涂覆织物 抗粘合性的测定				○	AGS-X AGX-V

HGT 3321-2012 硫化橡胶弹性模数的测定方法					AGS-X AGX-V
HGT 3322-2012 硫化橡胶定伸永久变形的测定方法	○				AGS-X AGX-V
HG-T3243-2005 硫化橡胶拉伸应力松弛仪技术条件	○				AGS-X AGX-V
HGT 3843-2008 硫化橡胶 短时间静压缩试验方法		○			AGS-X AGX-V
HGT 3844-2008 硬质橡胶 弯曲强度的测定			○		AGS-X AGX-V
HGT 3868-2008 硫化橡胶高温拉伸强度和拉断伸长率的测定	○				AGS-X AGX-V
ISO 37-2017 硫化或热塑性橡胶拉伸应力应变特性的测定	○				AGS-X AGX-V
FZT 90078.3-1995 棉纺机用丁腈缓冲圈试验方法 抗张强度	○				AGS-X AGX-V
FZT 90079.3-1995 棉纺机用丁腈投梭试验方法 抗张强度	○				AGS-X AGX-V
YBB 00152004-2015 笔式注射器用氯化丁基橡胶活塞和垫片		○			AGS-X AGX-V EZ
YBB 00152004-2015 笔式注射器用氯化丁基橡胶活塞和垫片		○			AGS-X AGX-V EZ

新月形橡胶试样撕裂试验

摘要： 本文是使用岛津电子万能试验机 AGSX 10KN，配合 TRAPEZIUM LITE X 软件和气动双推拉伸夹具，根据 ISO34-1: 2004 (JIS K6252: 2007)标准，进行新月形橡胶试样撕裂试验的实例。试验表明，使用岛津 AGS-X 电子万能试验机能够完全对应新月形橡胶试样拉升试验。

关键词： Autograph 精密万能试验机 新月形试样 橡胶拉伸

橡胶材料具有良好的弹性和柔韧性等特有的力学性能，广泛应用于工业领域、零件、建筑材料和家庭用品。特别是各种不同性质的合成橡胶材料开发、应用。测量这些力学性能对于确保质量控制和新材料开发

发尤其重要。

本实例介绍了两种合成材料的撕裂试验，评估实例橡胶材料的（新月形试样）力学性能。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X10KN 电子万能试验机

1KN 气动双推夹具

Autograph LITE X 软件

1.2 分析条件

试验温度：室温 20℃左右

载荷传感器：1KN (0.5 级)

试验夹具：1KN 气动夹具（单面锯齿面）

加载试验速率：500mm/min

1.3 样品及处理

新月形橡胶试样的撕裂试验要求夹具具有自紧功能。橡胶材料进行拉伸试验时，随试样被拉伸长，样品厚度减小。如果夹具没有自紧功能，在达到最大拉伸载荷前，试样将从夹具中脱开或打滑，无法有效完成试验。因此，在橡胶撕裂试验中，必须使用气动拉伸夹具或其他带有自紧功能的夹具。此次试验，共两组样品，黑色、白色橡胶样品各 5 个。

2 试验介绍

夹具与样品按（图 1）所示，安装在主机上，确保测试前，上下夹具分别夹住新月形试样的两端，夹齿间距离保持 60mm 距离，并卸除内应力使载荷保持在接近 0N 附近。试验时，以 500mm/min 的速率加载完成试验。



图1 测试系统图（主机、夹具）

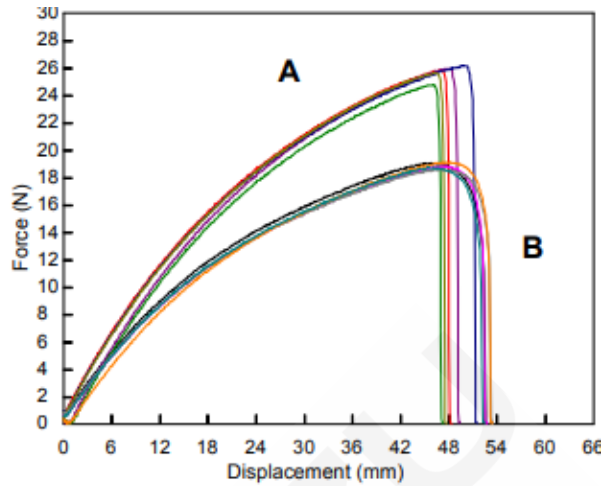


图2 载荷-位移曲线图

3.结果与结论

3.1 试验结果

两种新月形试样的拉伸撕裂试验载荷-位移曲线图如图 2 所示。曲线在开始拉伸后，载荷一路到达高点后断裂，没有明显的屈服现象。通过 TRAPEZIUM LITE X 软件，可以获取完整的试验曲线，以及最大值载荷，应力，行程应变与位移等各项数据，此项试验软件获得的测试结果为：

A 橡胶试样（黑色）最大载荷 25.9N，撕裂强度 13.0KN/m

B 橡胶试样（白色）最大载荷 18.9N，撕裂强度 9.5KN/m

4.结论

上述测试表明，岛津万能试验机 AGS-X 在新月形橡胶样品在撕裂试验中，可以完全满足相关标准要求，顺利完成试验。配合高精度传感器和带自紧功能的高性能气动夹具和软件，可以实时绘制试验曲线，获取准确的测试数据。

直角形橡胶试样撕裂试验

摘要：本文是使用岛津电子万能试验机 AGS-X 10KN，配合 TRAPEZIUM LITE X 软件和气动双推拉伸夹具，根据 ISO34-1: 2004 (JIS K6252: 2007)标准，进行直角形橡胶试样撕裂试验的实例。试验表明，使用岛津 AGS-X 电子万能试验机能够完全对应直角形橡胶试样撕裂测试。

关键词：Autograph 精密电子万能试验机 直角形试样 橡胶撕裂

橡胶材料具有良好的弹性和柔韧性等特有的力学性能，广泛应用于工业领域、零件、建筑材料和家庭用品。特别是各种不同性质的合成橡胶材料开发、应用。测量这些力学性能对于确保质量控制和新材料开发

尤其重要。

本实例介绍了两种合成材料的撕裂试验，评估橡胶材料的（直角形试样）力学性能。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 10KN 电子万能试验机

1KN 气动双推夹具

TRAPEZIUM LITE X 软件

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右

试验夹具：1KN 气动夹具（单面锉齿面）

载荷传感器：1KN（0.5 级）

加载试验速率：500mm/min

1.3 样品及处理

直角形橡胶试样的撕裂试验要求夹具具有自紧功能。橡胶材料进行拉伸试验时，随试样被拉伸长，样品厚度减小。如果夹具没有自紧功能，在达到最大拉伸载荷前，试样将从夹具中脱开或打滑，无法有效完成试验。因此，在橡胶撕裂试验中，必须使用气动拉伸夹具或其他带有自紧功能的夹具。此次试验，共两组样品，黑色、白色橡胶样品各 3 个。

2 试验介绍

夹具与样品按（图 1）所示，安装在主机上，确保测试前，上下夹具分别夹住直角形试样的两端，夹齿间距离保持 60mm 距离，并卸除内应力使载荷保持在接近 0N 附近。试验时，以 500mm/min 的速率加载完成试验。



图 1 测试系统图（主机、夹具）

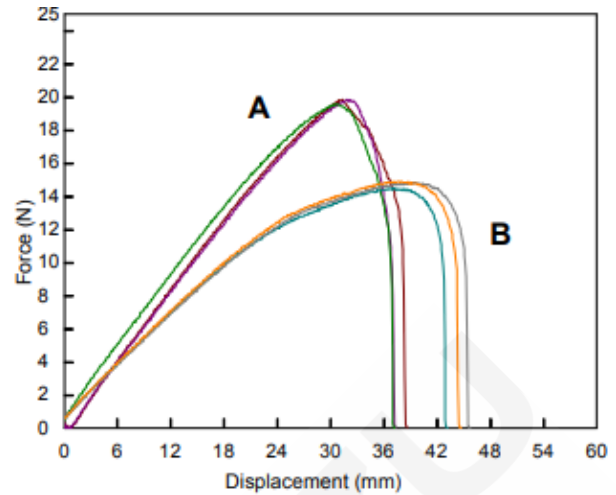


图 2 载荷-位移曲线图

3.结果与结论

3.1 试验结果

两种直角形试样的拉伸撕裂试验载荷-位移曲线图如图 2 所示。曲线在开始拉伸后，载荷一路到达高点后断裂，没有明显的屈服现象。通过 TRAPEZIUM LITE X 软件，可以获取完整的试验曲线，以及最大值载荷，应力，行程应变与位移等各项数据，此项试验软件获得的测试结果为：

A 橡胶试样（黑色）最大载荷 19.7N，撕裂强度 9.85KN/m

B 橡胶试样（白色）最大载荷 14.7N，撕裂强度 7.35KN/m

4.结论

上述测试表明，岛津万能试验机 AGS-X 在直角形橡胶样品在撕裂试验中，完全满足相关标准要求，顺利完成试验。配合高精度传感器和带自紧功能的高性能气动夹具和软件，可以实时绘制试验曲线，准确获取样品的各项力学数据。

胶带 90°剥离试验

摘要： 本文是使用岛津电子万能试验机 AGSX 10KN，配合 TRAPEZIUM LITE X 软件和 90°剥离夹具，根据 ISO29862:2007 (JIS Z 0237:2009) 标准，进行了胶带 90°剥离试验的实例。试验表明，使用岛津 AGS-X 电子万能试验机能够完全对应胶带的 90°剥离试验。

关键词： Autograph 精密万能试验机 90°剥离 胶粘剂

胶粘剂广泛应用于电子、电器等工业领域。囊括从基本的将固体材料粘合在一起的胶水，到用合成聚合物作原料的粘合剂。随着化学工业的进步与商业化。胶粘剂用途越来越广。本应用介绍了胶带用胶粘剂的 90°剥离度试验。

岛津试验机配备的胶带90°夹具，可以

实现试样与试验机轴向始终保持90°角度不变，确保试验过程满足相关标准要求，为客户提供可靠、准确的试验数据以及直观的数据曲线，配合高精度与高采样频率的主机，可以准确呈现整个试验的全貌，借助功能完善的软件和便利的操作方法，为客户提供良好的使用体验。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X10KN 电子万能试验机

胶带 90°剥离夹具

Autograph LITE X 软件

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右

载荷传感器：50N (0.5 级)

试验夹具：90°剥离夹具

加载试验速率：300mm/min

1.3 样品及处理

制作宽度为 24mm、长度为 300mm 的普通胶带作为试验样品，并采用 SUS304 不锈钢板作为试验样品的粘接基板。胶带剥离试验要求试验机夹具始终与不锈钢粘接基板成 90 度的恒定角度进行剥离。

2 试验介绍

夹具与样品按（图 1）所示，安装在主机上，确保测试前，夹在上夹具中的胶带与胶带基板成 90°。试验时，以 300 mm/min 的速率加载进行测试。忽略测试开始后 25mm 长度内的测量数据，取后续剥离长度 50mm 长的剥离力平均值，得到剥离强度值，试验数据曲线见（图 2）。



图1 测试系统图（主机、夹具）

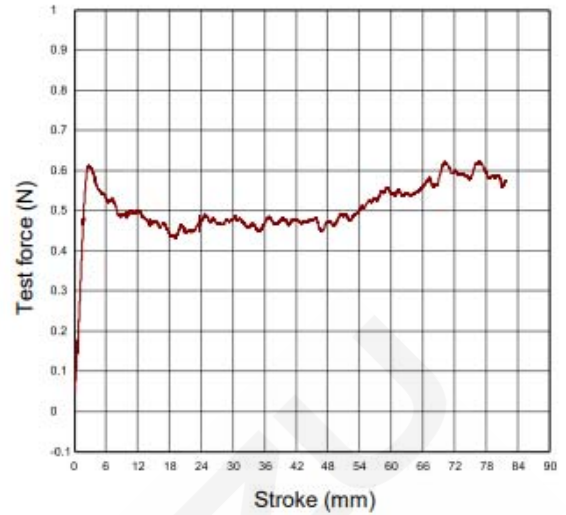


图2 90°剥离强度曲线图

3.结果与结论

3.1 试验结果

试样 90°剥离测试的载荷-位移曲线见（图 2）。曲线在剥离初始过程中达到高点，随后在一个相对较小区间里上下震荡，这是正常的剥离试验曲线，可通过软件，在曲线上获取载荷峰值，谷值，平均值等数据。软件计算得出，此样品的剥离强度值为 0.238N/10mm。

4.结论

上述测试表明，岛津万能试验机 AGS-X 在胶带 90°剥离试验的应用中，可以完全满足相关标准要求，顺利完成试验。配合高精度传感器与高采样频率控制系统，实时绘制的试验曲线，获取准确的测试数据。

胶带 180°剥离试验

摘要： 本文是使用岛津电子万能试验机 AGSX10KN，配合 TRAPEZIUM LITE X 软件和 180°剥离夹具，根据 ISO29862:2007（JIS Z 0237:2009）标准进行了胶带 180°剥离试验的实例。试验表明，使用岛津 AGS-X 电子万能试验机能够完全对应胶带的 180°剥离试验。

关键词： Autograph 精密万能试验机 180°剥离 胶粘剂

胶粘剂广泛应用于电子、电机等工业领域。囊括从基本的用胶水等材料将固体粘合在一起，到用合成聚合物作原料的粘合剂。随着化学工业的进步与商业化。在本应用数据表中，介绍了胶带用胶粘剂的 180°剥离度试验。

岛津试验机配备的胶带 180°夹具可以

实现试样与试验机轴向始终保持 180°角度不变，保证了试验过程契合相关标准的要求，提供给客户更加可靠准确的试验数据以及直观的数据曲线，配合业内领先的精度与采样频率可以准确呈现整个试验的全貌，并借助完善的软件功能和便利的操作方法为客户提供良好的使用体验。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X10KN 电子万能试验机

胶带 180°剥离夹具

TRAPEZIUM LITE X 软件

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C 左右

载荷传感器：50N（精度 0.5 级）

试验夹具：180°剥离夹具

加载试验速率：300mm/min

1.3 样品及处理

制作宽度为 24mm、长度为 300mm 的普通胶带作为试样，以 SUS304 不锈钢板为试样的粘贴基板。胶带的长度约为基板长度两倍，将试样从试板上剥离 25mm 后，胶带的末端折叠成 180 度，胶带的背面与不锈钢基板重叠，将已剥离开胶带固定在试验机的上部夹具组中，将基板固定在下部夹具中。样品开始剥离测试时，胶带与基板始终保持 180 度。

2 试验介绍

夹具与样品按（图 1）所示，安装在主机上，确保测试前，夹在上夹具中的胶带与下夹具中的胶带成 180°。试验以 300mm /min 的速率进行。忽略测量初始 25 毫米长度的测量值，取后续从不锈钢基板上剥落的 50mm 长度的粘附力测得值，取平均值得到剥离力值。如图 2 所示。



图1 测试系统图（主机 夹具）

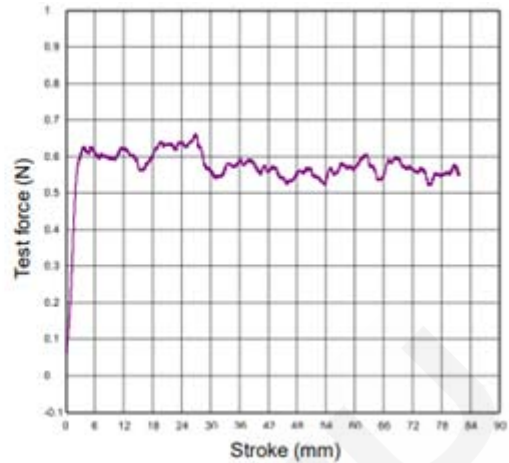


图2 180°剥离强度曲线

3.结果与结论

3.1 试验结果

如上图2所示，试样在180°剥离过程中软件生成了载荷-位移曲线。曲线在剥离初始过程中达到高点，随后在一个相对较小区间里上下震荡的过程，这是正常的剥离曲线，软件可以在曲线上获取载荷峰值，谷值，平均值等数据。软件计算得出，此样品的剥离强度值为0.217N/10mm。

4.结论

上述测试表明，岛津 AGS-X 万能试验机在胶带 180°剥离试验的应用中能发挥良好的作用，可以始终满足相关标准的要求完成试验。配合高精度传感器与高采样频率控制系统，实时绘制的试验曲线，获取准确的测试数据。

婴幼儿硅胶奶嘴三种强度测试

摘要：本文参考《GB 38995-2020 婴幼儿奶瓶和奶嘴》最新国家标准上对婴幼儿奶嘴的部分测试要求结合硅胶奶嘴制造企业的行业做法，使用岛津电子万能试验机AGX-V 对硅胶奶嘴样品进行力学测试。试验表明，岛津AGX-V电子万能试验机选择对应测试项目的夹具，可以满足对婴幼儿硅胶奶嘴的强度测试要求。

关键词：万能试验机 婴幼儿硅胶奶嘴 强度测试

高透型食品级液体硅胶是一种无毒、环保、经过FDA认证的具有流动性的液态硅橡胶。与人体可以直接接触，对人体没有任何的伤害，婴儿硅胶奶嘴就是它的产物之一。

婴幼儿用奶瓶和奶嘴用量大，质量好坏直接关系到婴幼儿的身体健康和使用安全。为此，我国最新颁布了《GB 38995-2020婴幼儿用奶瓶和奶嘴》国家标准。该标准首次规范了婴幼儿奶嘴安全技术要求，填补了婴幼儿用奶嘴在使用安全方面标准的空白，对成。

于促进行业健康发展有着深远意义，也对引导消费者正确购买使用婴幼儿用奶嘴具有重要的意义。

随着婴幼儿硅胶奶嘴国家标准的实施，科学测定婴幼儿硅胶奶嘴的力学强度，量化产品数据的需求更为迫切，如对硅胶奶嘴抗拉扯性能，安全保持力（45°拉扯测定与奶瓶组件的分离力），奶嘴抗轴线两侧挤压力等，都可以通过岛津电子万能试验机配合相应的夹具来完

1. 实验部分

1.1仪器与夹具

AGX-V 1KN电子万能试验机

三种硅胶奶嘴测试夹具

TRAPEZIUM V软件（单一试验）

1.2分析条件

试验温度：室温20℃左右

载荷传感器：1KN（0.5级）

试验夹具：三种硅胶奶嘴测试夹具

试验速率：200mm/min

1.3样品及处理

测试试样为普通婴幼儿硅胶奶嘴，无需加工，可直接放在夹具上测试

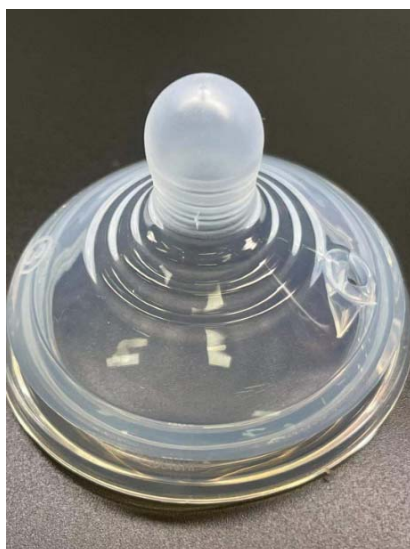


图 1. 硅胶奶嘴试样

2. 婴幼儿硅胶奶嘴三种强度测试

2.1 婴幼儿硅胶奶嘴抗拉扯测试介绍

参考《GB 38995-2020 婴幼儿奶瓶和奶嘴》国家标准的要求，选择1KN气动双推夹具完成测试。上下夹具各夹住奶嘴试样的两端，设定预加载为5N，开始测试后以200mm/min匀速拉伸直至到奶嘴拉断，测试结束，采集拉伸断裂点载荷。



图2. 硅胶奶嘴抗拉扯测试进行中

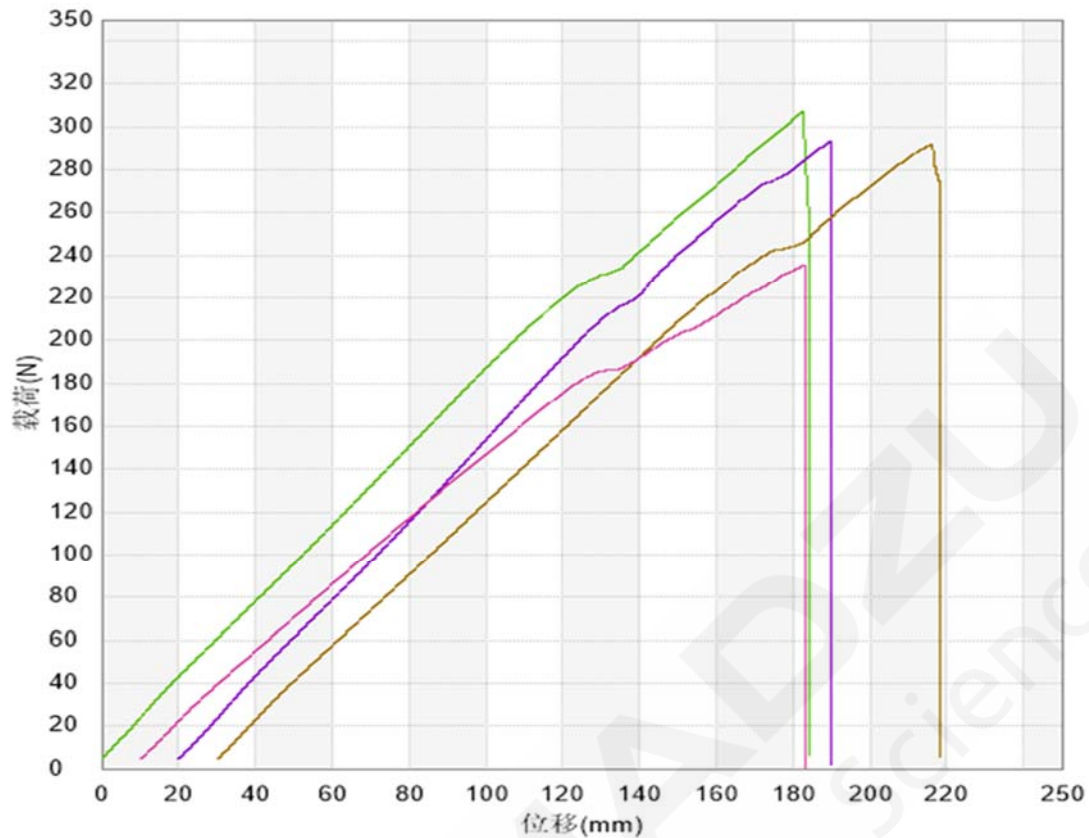


图 3.硅胶奶嘴抗拉扯测试曲线

表1. 测试结果

试样名称	最大载荷N
1_1	304.306
1_2	235.475
1_3	292.673
1_4	272.666

观察以上的曲线与数据，可以将所获的载荷-位移曲线作为直观的测试参照，4组试样的形态保持了一致，同时符合《GB 38995-2020 婴幼儿奶瓶和奶嘴》国家标准中奶嘴抗拉扯力不低于90N的要求，并保持 $10 \pm 0.5S$ ，上述测试数据强度远超该标准要求，显然是合格的。

2.2 婴幼儿硅胶奶嘴安全保持力测试介绍（45°拔脱力）

参考《GB 38995-2020 婴幼儿奶瓶和奶嘴》国家标准的要求，安全保持力测试的目的是检测奶嘴的部件（包括奶嘴和饮用部件）在正常使用时的安全性。因奶瓶是由多部件构成一体使用的，因此要测定奶嘴安装在奶瓶上受到45°方向上拔脱力的影响，从而评估奶瓶整体安全性。

将奶嘴与奶瓶组合后放在专用的45°工装上并固定在试验机底座上，用1KN气动夹具夹住奶嘴上端，设定预加载为5N，随后以200mm/min匀速拉伸直至奶嘴与奶瓶脱离，试验结

束，采集奶嘴拉脱点载荷。

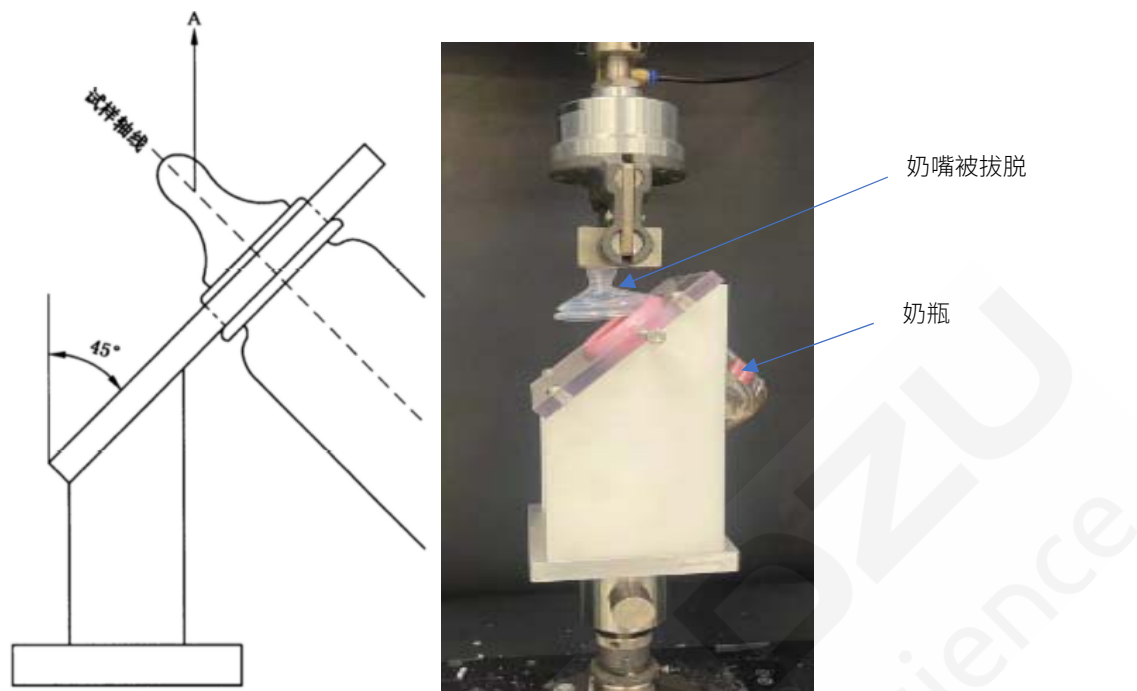


图 4. 硅胶奶嘴安全保持力测试原理与实测图

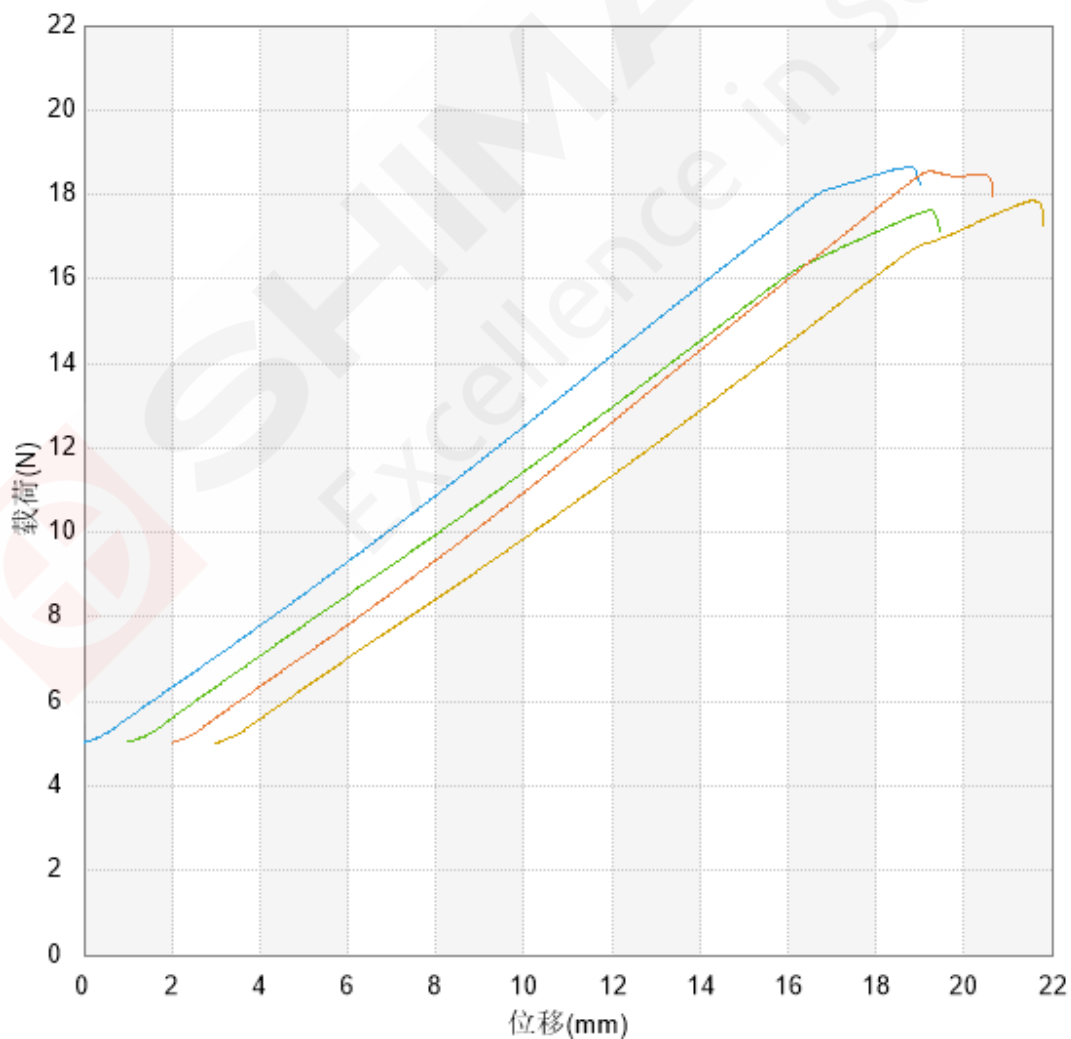


图 5. 硅胶奶嘴安全保持力测试曲线

表2. 测试结果

试样名称	拔脱力载荷N
1_1	18.64
1_2	17.62
1_3	18.54
1_4	17.85

观察以上的曲线与数据，可以将所获的载荷-位移曲线作为直观的测试参照，4组试样的形态保持了一致，4组拔脱力值非常接近。测试结果得到了试样开发者的认可。而根据《GB 38995-2020 婴幼儿奶瓶和奶嘴》国家标准的要求，硅胶奶嘴安全保持力应能达到 $60 \pm 5\text{N}$ ，并保持 $10 \pm 0.5\text{S}$ ，岛津AGX-V电子万能试验机能够根据使用者不同的要求完成相关测试。

2.3 婴幼儿硅胶奶嘴挤压咬合力测试介绍

奶嘴挤压咬合力测试主要考察奶嘴咬合部位承受相同幅度挤压时受到的挤压力是否稳定，从而评价奶嘴的质量能否得到保证。将上压杆直接连接在载荷传感器下方，下压杆与奶嘴固定工装安装在下连接件上。测试前上压杆放置到接近奶嘴上端处，测试开始前设定压缩预加载为 0.1N ，随后开始压缩直到上下压杆端面距离缩小到 1.5mm 时，测试结束，采集该位置上奶嘴的压缩载荷。

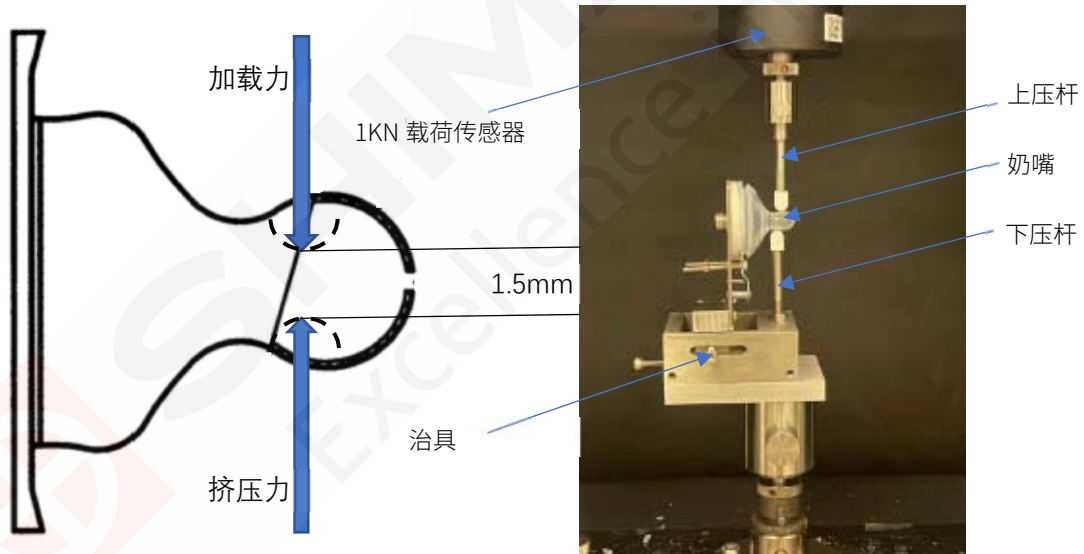


图 6. 奶嘴挤压咬合力测试示意图与实测图

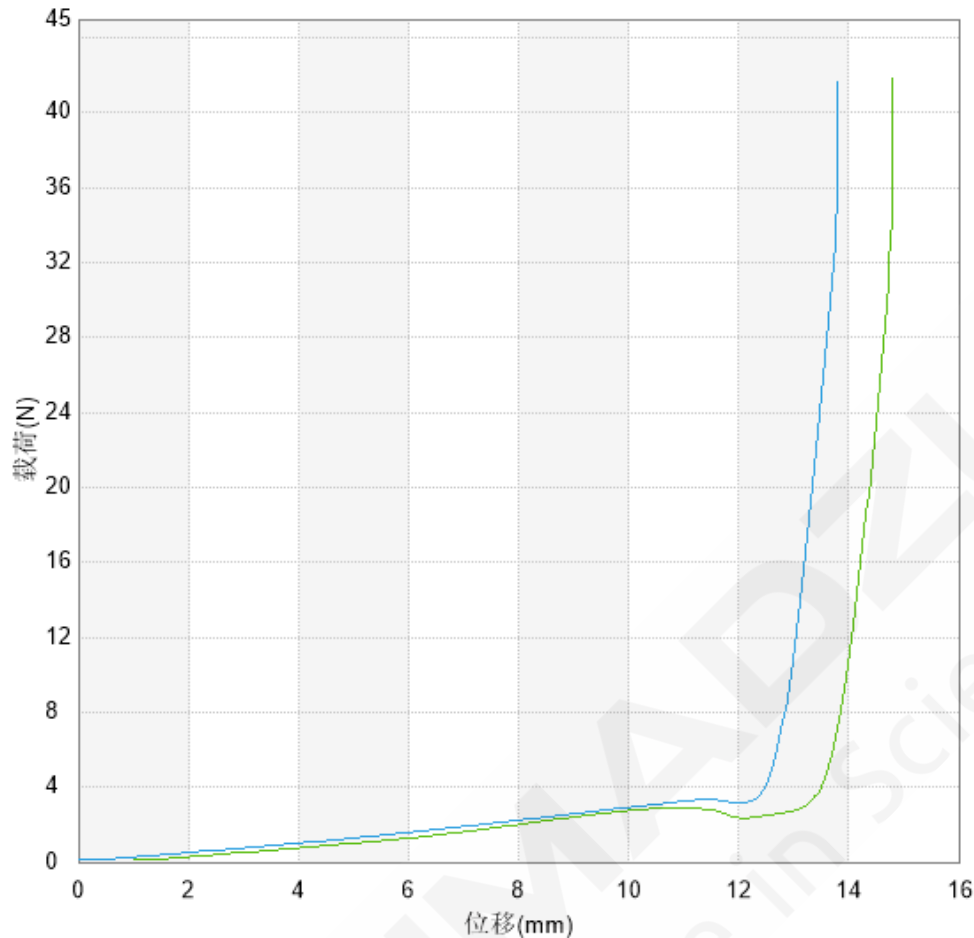


图 7. 奶嘴挤压咬合力测试载荷-位移曲线

表3. 测试结果

试样名称	挤压咬合力载荷N
1_1	41.61
1_2	41.81

观察两个奶嘴样品挤压咬合力测试的曲线与数据，可以将所获的载荷-位移曲线作为直观的测试参照，2组样品在相同位移挤压力的影响下，咬合部位收到的载荷大致相等，证明2个硅胶奶嘴样品咬合部位的参数稳定，产品一致性较好。

3.结论

综上所述，参考《GB 38995-2020 婴幼儿奶瓶和奶嘴》最新国家标准中的规定和硅胶奶嘴制造企业的个性化要求，使用岛津电子万能试验机AGX-V 1KN都可以对婴幼儿硅胶奶嘴进行三种方法的力学强度测试，能够准确获取奶嘴的强度数据和测试曲线，这在婴幼儿硅胶奶嘴企业的研究开发与品质控制中都具有重要的参考价值。

复合气凝胶 MXene/BC 循环压缩试验

摘要: 本文参考了目前国内复合气凝胶MXene/BC(bacterial cellulose (细菌纤维素, 以下简称BC))研究团队的测试方法, 使用岛津电子万能试验机AGX-V对复合气凝胶MXene/BC压缩试样进行11小时慢速循环压缩, 获取在大应变下, 每次循环的最大应力与载荷值, 以检验其具有良好的压缩回弹性与稳定性。试验证明了岛津AGX-V电子万能试验机配合标准压缩夹具, 可以满足复合气凝胶循环压缩测试的需要。

关键词: 万能试验机 复合气凝胶 循环压缩试验

MXene/BC作为一种新型的复合气凝胶纳米二维片层碳材料, 是由几个原子层厚度的过渡金属碳化物, 氮化物或碳氮化物构成。由于MXene材料表面有羟基或末端氧, 它们有着过渡金属碳化物的金属导电性, 可以完全代替电线中的铜和铝, 使电离子移动时阻力会小很多。同时细菌纤维素BC(bacterial cellulose)能改善MXene材料的片层结构, 使其获得优异的可压缩性、高回弹性和抗疲劳性。

MXene/BC具有优异的导电性和机械强度等优势, 将该碳气凝胶组装成简易电子器件后, 可实现对声带发声、关节活动和脉搏跳动等人体生物信号的灵敏检测, 在柔性碳材料设备和可穿戴电子器件等方面具有重要的应用价值。而测定MXene/BC材料的压缩回弹性和压缩稳定性, 是评价MXene/BC材料性能的重要参数, 在相关材料的研究与改进中具有很重要的意义。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGX-V 100N电子万能试验机

岛津压缩夹具 (压盘)

TRAPEZIUM V软件 (循环压缩试验)

1.2 分析条件

试验温度: 室温20°C左右

载荷传感器: 100N (0.5级)

试验夹具: 压缩夹具 (直径100mm压盘)

试验速率: 0.5mm/min

测试时长: 11小时

1.3 样品前处理

试样为已制备完成的MXene/BC复合气凝胶圆柱形压缩试样, 直径为25mm, 高度为20mm。无需后续处理。夹具选用岛津标准压缩压盘夹具, 直径为100mm, 将MXene/BC试样放置在压盘中间, 随后开始测试。

2. 试验介绍

根据测试要求，设定循环压缩试验的预加载力为 0.005N，确保压盘与 MXene/BC 试样充分接触。随后开始试验，加载速度为 0.5mm/min，先将 MXene/BC 试样压缩到 80%应变（位移 16mm），然后恢复到初始位置，循环 10 次。记录下应力-应变曲线和每次压缩到 80%应变时的应力值与载荷值。

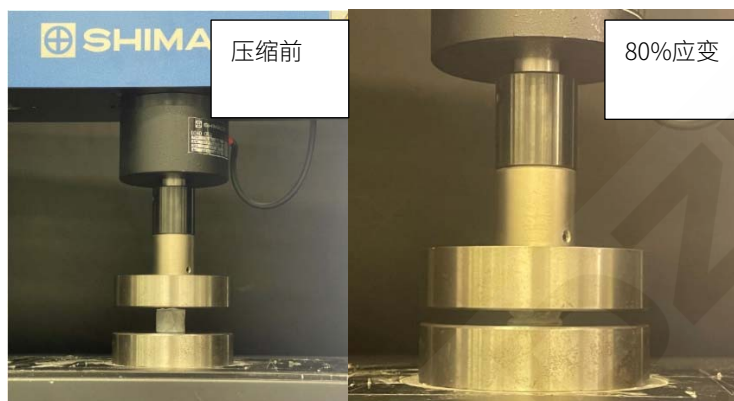


图 1. 使用岛津压盘压缩夹具进行循环压缩测试

3. 试验结果

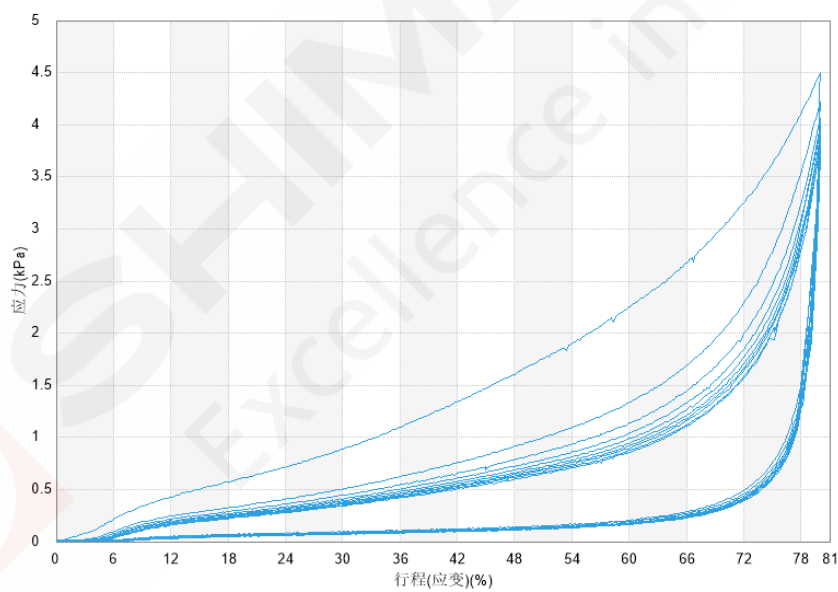


图 2. 循环压缩试验应力-应变曲线

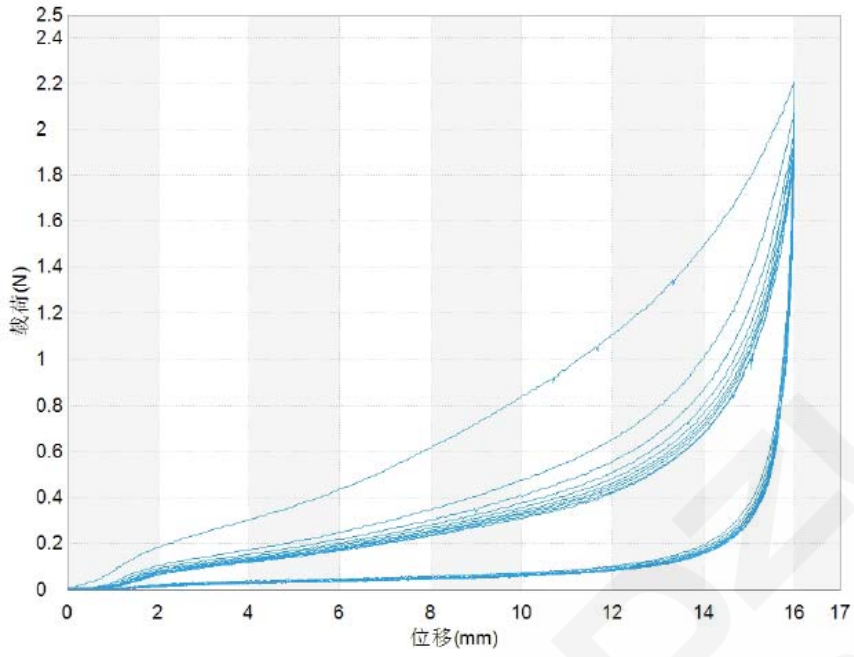


图3. 循环压缩试验载荷-位移曲线

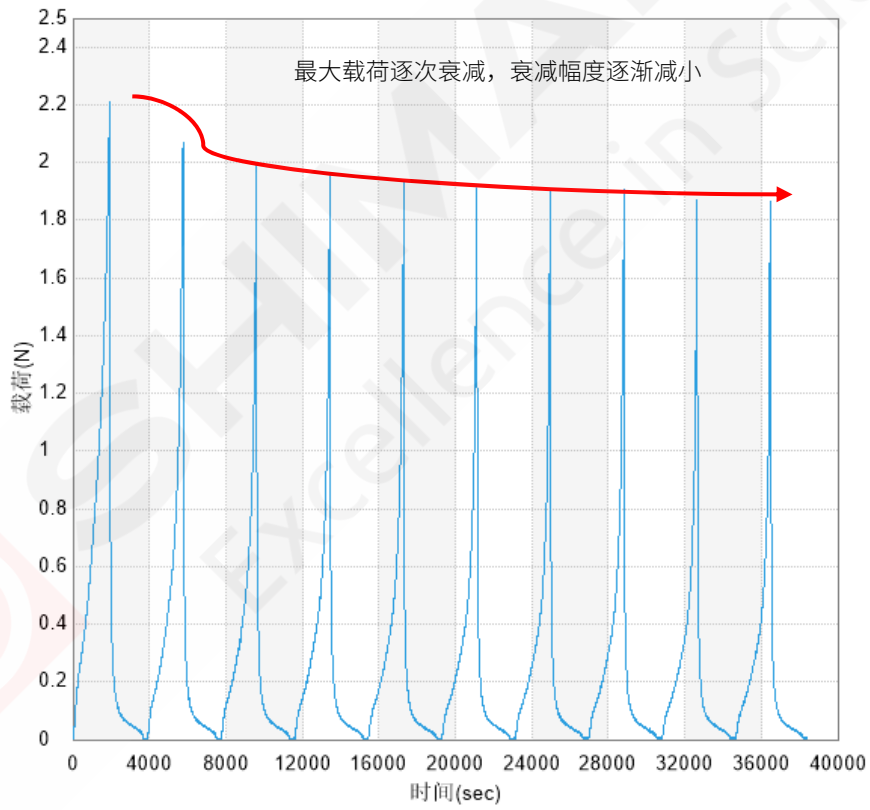


图4. 循环压缩试验载荷-时间曲线

表 2. 测试结果

试样名称	80%应变时应力 KPa	80%应变时载荷 N
循环 1	4.500	2.209
循环 2	4.218	2.070
循环 3	4.058	1.992
循环 4	3.984	1.955
循环 5	3.932	1.930
循环 6	3.890	1.910
循环 7	3.878	1.904
循环 8	3.879	1.904
循环 9	3.804	1.867
循环 10	3.803	1.867

如上图，TRAPZIUM V 软件可以获取循环压缩测试的载荷-时间曲线，由曲线和数据可知每次循环极限应变的应力和载荷情况，衰减幅度随循环次数增加逐步降低，从而证明测试的 MXene/BC 复合气凝胶试样具有良好的压缩回弹性与稳定性。

4. 结论

综上所述，使用岛津的 AGX-V 100N 电子万能试验机，配合使用岛津压缩夹具和 TRAPZIUM V 软件，能够完成长时间循环压缩试验的要求，获取循环压缩测试的应力-应变曲线和每次循环的应力和载荷变化情况，可用于测定和评价 MXene/BC 复合气凝胶材料的抗压性能和衰变数据，在 MXene/BC 复合气凝胶材料的评估与压缩衰变测试中可以发挥重要作用。

第 4 章 复合材料

20 世纪 40 年代，一位名叫 Richard Young 的航空工程师偶然发现了将玻璃纤维与环氧树脂混合在一起的方法，从而创造出了一种轻质高强度的玻璃纤维增强树脂基体材料。这种新材料被称为“奇特”材料，因为它打破了金属与非金属材料性能之间的差异界限，具有了金属材料特有的高强度性能。到了 1960 年，碳纤维也成功研制出来。碳/环氧材料问世后，才出现了“复合材料”这一名称。复合材料因其重量轻、比强度高、耐腐蚀性强、弹性优良等特点，迅速应用于航空航天、汽车、电子电器、体育器材等领域，推动了复合材料行业的快速发展。复合材料的广泛应用促进了产业结构的优化升级，实现了绿色发展，同时也成为衡量一个国家科技水平的重要标志之一。然而由于复合材料力学性能测试的特殊性，使得复合材料的力学性能测试充满了挑战。

当前，常见的复合材料主要分为有机复合材料、碳纤维材料和玻璃纤维材料，它们分别具有不同的特点和应用领域。

有机复合材料是由有机基质和强化材料（如纤维、颗粒或填料）组成的复合材料。有机基质通常是聚合物，如聚酯、聚酰胺、聚酰亚胺等。强化材料可以是纤维，如碳纤维、玻璃纤维，也可以是颗粒或填料。有机复合材料具有较低的密度、良好的耐腐蚀性和绝缘性能，且易于成型和加工。它们广泛应用于汽车、航空航天、建筑和电子等领域。

碳纤维是一种由纯碳纤维构成的复合材料。它采用高强度的碳纤维作为增强材料，通常与环氧树脂等有机基质结合。碳纤维具有极高的强度和刚度，同时具有较低的密度和优异的耐腐蚀性能。它还具有优秀的热导性能和电导性能。碳纤维常用于航空航天、运动器材、汽车和船舶等领域，用于提高产品的轻量化、强度和刚度。

玻璃纤维是一种由玻璃纤维构成的复合材料。它采用玻璃纤维作为增强材料，通常与热固性树脂（如聚酯树脂）结合。玻璃纤维具有较高的强度和刚度，同时具有良好的耐腐蚀性和绝缘性能。它的成本相对较低，且易于成型和加工。玻璃纤维广泛应用于建筑、船舶、风能和电气绝缘等领域。

总结而言，有机复合材料具有较低的密度和良好的加工性能；碳纤维具有极高的强度和刚度，且具有良好的耐腐蚀性能；玻璃纤维具有较高的强度和刚度，且具有良好的耐腐蚀性和绝缘性能。这三种复合材料各具特点，在不同的应用领域有着广泛的应用。

目前，复合材料的力学性能试验被分为 5 个等级：

1、组分试验：

对纤维和基体的性能进行评价，例如密度、拉伸强度和模量等。

2、单层级试验——选材、材料许用值等：

评价纤维和树脂的共同性能，包括物理性能和力学性能，如单层（单向板）的拉伸、压缩和剪切强度与模量。

3、层压板级试验：

对给定层压板的性能进行表征，包括拉伸、压缩、剪切强度与模量，以及层间断裂韧性和疲劳阻抗。

4、结构元件试验——结构设计许用值：

评价材料容许常见层压板中不连续性的能力，包括开孔与充填孔拉伸/压缩强度、冲击后压缩强度以及连接的挤压强度与挤压旁路强度。

5、组合件（或部件、全尺寸）试验：

评价复杂性逐渐增大的结构组合的行为与破坏模式。

目前复合材料力学性能测试的 ASTM 标准大部分是在本世纪初制订和增添的，少量是上世纪末期制订和修订的。国内标准与 ASTM 标准相比较，国内标准比较简单和单一，一般只用于对单项性能的测试，少数可用于正交铺层单向带复合材料，基本上未提及织物增强复合材料。特别是有关结构性能的测试标准（如开孔拉伸和压缩及冲击后压缩强度），也只能用于特定铺层的试样。ASTM 标准有比较明确详细的说明，适用范围比较广，除了单向层压板以外，还可用于多向层压板，同时也适用于织物复合材料。除了测试表征材料体系的 11 个性能外，还可用于测试元件级结构设计许用值，和进行有关性能的对比研究。

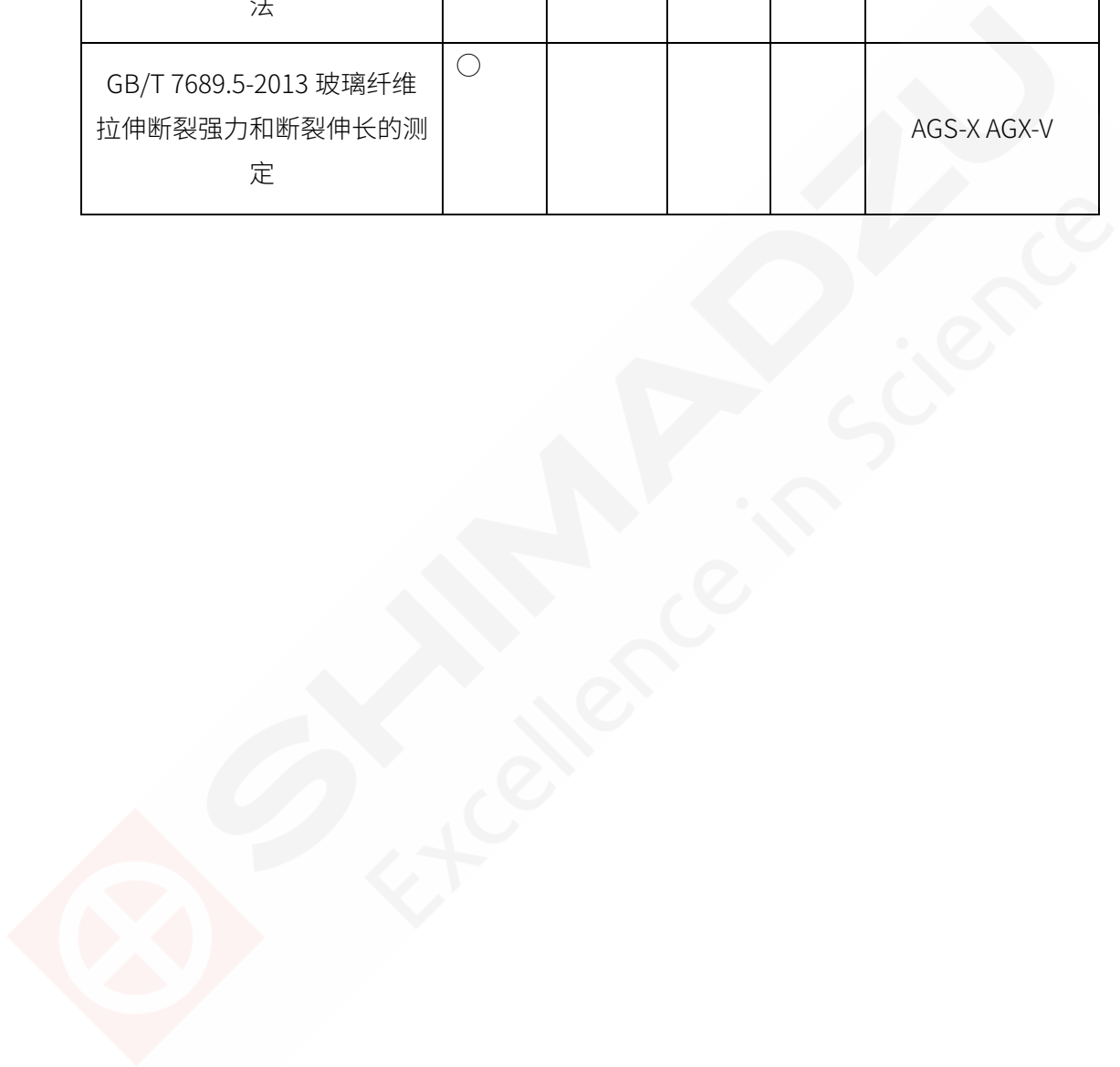
从试验步骤上比较，国内标准在这方面的规定相对来说比较简单，有可能在不同的实验室，由不同的试验人员采用同一方法而得到差别很大的试验数据。ASTM 标准则规定得相当细致，从而有可能避免不同实验室中不同试验人员的操作差别引起的试验结果分散性。从试验破坏模式上比较，国内标准基本上都没有对破坏模式的要求，ASTM 标准对破坏模式非常重视，因为只有破坏模式正确，其试验数据才可能有效。从测试环境条件相比，国内标准只适用于实验室的标准环境条件下的试验，对非实验室条件下的试验方法有待完善。ASTM 标准均对非实验室环境下的试验有专门的说明，因此不需要针对不同的性能制订非实验室环境下的试验标准。因此，我们以下主要以 ASTM 试验标准为主，对应的日本标准为辅，对常用与典型的复合材料标准进行统计和简单介绍。

试验标准	拉伸	压缩、 剪切	弯曲	剥离	适用仪器
ASTM D3039M-17 聚合物基复合材料拉伸性能标准试验方法	○				AGS-X AGX-V
ASTM D5450M-12 聚合物基复合材料缠绕圆柱体拉伸压缩性能试验方法	○	○			AGS-X AGX-V
ASTM D6641M-16 用复合加载压缩（CLC）试验夹具确定聚合物基复合材料压缩性能的标准		○			AGS-X AGX-V
ASTM D3410M-03 测量段无支持通过剪切加载测量聚合物基复合材料压缩性能的试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D5467M-97 采用夹层梁的单向聚合物基复合材料压缩		○			AGS-X AGX-V

性能试验方法					
ASTM D5449M-16 聚合物基复合材料缠绕圆柱体横向压缩性能试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D3518M-13 由±45°层压板拉伸确定聚合物基复合材料面内剪切响应的标准试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D5379M-2019 采用V形缺口梁方法的复合材料剪切性能试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D4225-03 由轨道剪切方法确定复合材料面内剪切性能标准试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D5448M-16 聚合物基复合材料缠绕圆柱体面内剪切性能试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D6415M-06 测量纤维增强聚合物基复合材料曲梁强度的试验方法	○				AGS-X AGX-V
ASTM D2344M-16 聚合物基复合材料—用短梁方法测量层间剪切强度		○			AGS-X AGX-V
ASTM D5379M-19 由V型缺口梁方法确定复合材料剪切性能标准试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D3846-08 增强塑料面内剪切强度的标准试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM C393M 夹层结构弯曲性能的标准试验方法-2016	○	○			AGS-X AGX-V
ASTM D5467-1997 采用夹层梁的单向聚合物基复合材料压缩性能试验方法		○			AGS-X AGX-V

ASTM D6416M-01(2012) 承受分布载荷的简支复合材料夹层板二维弯曲性能试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D790-2017 非增强和增强塑料及电绝缘材料弯曲性能标准试验方法			○		AGS-X AGX-V
ASTM D6272-2017 夹层芯材尺寸稳定性的标准试验方法			○		AGS-X AGX-V
ASTM D5528M-21 单向纤维增强聚合物基复合材料 I 型层间断裂韧性试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D6671M-19 单向纤维增强聚合物基复合材料的混合模式 i 和模式 ii 层间断裂韧性的标准试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM E1922-2022 层间聚合物基复合材料跨层断裂韧性的标准试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D5766M-11 聚合物基复合材料开孔拉伸强度试验方法	○				AGS-X AGX-V
ASTM D6742M-23 聚合物基复合材料层压板充填孔拉伸和压缩标准试验方法	○	○			AGS-X AGX-V
ASTM D6484M-14 聚合物基复合材料开孔压缩强度试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D4018-17 连续碳长丝和碳纤维束性能试验方法	○				MST
ASTM D7078M-20 用 V 形轨道剪切方法测试复合材料剪切性能标准试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D7264M-2015 聚合物基复合材料弯曲性能标准试验方			○		AGS-X AGX-V

法					
ASTM D7137M-2017 含损伤聚合物基复合材料板压缩剩余强度性能的标准试验方法		○			AGS-X AGX-V
ASTM D5961M-23 聚合物基复合材料层压板挤压响应试验方法		○			AGS-X AGX-V
GB/T 7689.5-2013 玻璃纤维拉伸断裂强力和断裂伸长的测定	○				AGS-X AGX-V



复合材料压缩试验

摘要：本文向您介绍使用岛津电子万能试验机AG-XPlus 50KN进行复合材料（CFRP）板材试样压缩试验的示例（参考ASTM D6641标准的CLC法（Combined Loading Compression））。该方法作为复合材料压缩试验法被广泛应用于复合材料领域。CLC法的特征是夹具结构简单，可使用无翼片的长条形试样进行试验，并可同时进行抗压强度评估和弹性模量测定。

关键词：Autograph 精密万能试验机 复合材料 压缩试验

碳纤维增强复合材料是以碳纤维或碳纤维织物为增强体，以树脂、陶瓷、金属、水泥、碳质或橡胶等为基体所形成的复合材料。在众多轻量化材料中轻量化效果十分明显，在航空航天、军工产品中得到广泛应用。应用在车身结构件中，减轻质量效果尤为明显，比钢铁材料轻50%，比铝材轻30%，因此得到国内外各大汽车公司的广泛关注。

碳纤维强化塑料（CFRP）与以往的材料相比，在平行于增强方向上具有高强度高刚性，且氧化后不会生锈等特点，所以适用于

强度和耐久性 要求较高的工业产品。CFRP 复合材料不同于以往的均质材料，具有各向异性，在承受载荷的应力主轴方向呈现出拉伸、压缩、弯曲、向内剪切、向外剪切或兼有上述动向的复杂受力情况。近年来，为了减少试制次数，降低新产品开发的成本，CAE 分析被广泛应用。为了提高对所设计产品的性能预测精度，需要采集各种数据，因此，在进行 CFRP 试验时，对于分别测量各断裂现象的试验方法的要求越来越高。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AG-X Plus 50KN 电子万能试验机

CLC 复合材料试验夹具

TRAPEZIUM X 软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右

载荷传感器：50KN（0.5 级）

试验夹具：复合材料剪切夹具

试验速率：1.3mm/min

1.3 样品及处理

此次使用的CFRP试样为T800S/3900，规格信息，如表1所示。此次使用的试验装置如表2 所示。按照ASTM D6641 标准的CLC法，将试样安装在夹具上，使用压盘进行压缩（图1）。图2 为试样的照片。如图2 所示，在试样中央位置的正反两面均粘贴了应变仪。

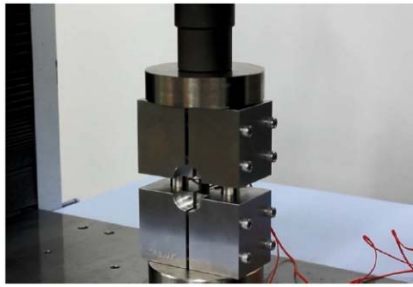


图 1. CLC 复合材料夹具



图 2. 试样及应变片

表 1. 试样信息

长度:	140mm
宽度:	13mm
厚度:	3mm
层压方法:	[90/0]4s

2 试验介绍

根据两面应变仪的输出数据, 可知样片已稳固、可靠的安装在夹具上。安装样片需使用扭力扳手均匀紧固。试验速度设置为1.3 mm/min。

3. 结果与结论

3.1 试验结果

一共进行了2次试验。图3 为得到的应力-应变曲线图。应变值为试样正反两面应变的平均值。图4 为应变仪的输出示例, 即第1次测量中正反面应变与时间的关系。由图4可知, 压缩到约40秒为止, 正反两面应变仪的输出数值几乎相同, 说明试样装夹可靠, 试验效果良好。应变超过0.5%后, 因试样的细微弯曲造成数值上的微小偏差。表3为试验结果。由表可知, 压缩强度和弹性率的平均值分别为640.7MPa、72.9 GPa。弹性率由应变仪的平均值计算得出。

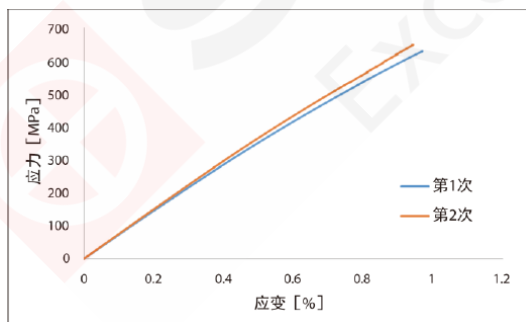


图 3. 应力-应变曲线

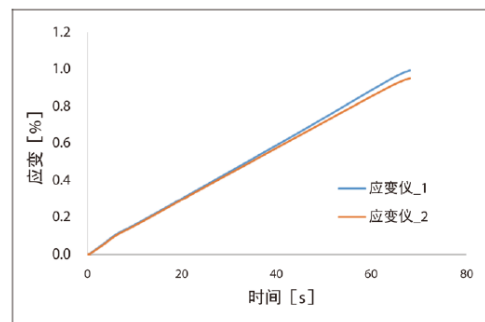


图 4. 位移-时间曲线

表 2. 试验结果

	压缩强度【MPa】	弹性模量【GPa】
第一次	629.9	71.4
第二次	651.4	74.3
平均	640.7	72.9

4.结论

综上所述，使用本测试系统可按照ASTM D6641 标准进行CFRP的压缩试验。可使用无翼片长条形试样进行试验，能够稳定测得准确的CFRP抗压强度和弹性模量。



开洞复合材料压缩试验

摘要：本文使用岛津公司 AG-X Plus 电子万能试验机，开洞压缩夹具，视频引伸计，根据 ASTM-D6484 测试标准要求，采用位移速度控制方法对碳纤维增强塑料进行压缩试验。试验证明，岛津公司 AG-X Plus 配上对应夹具可满足试验标准的各项指标要求。

关键词：碳纤维增强塑料 压缩试验

碳纤维增强塑料 (CFRP) 以其强度高、重量轻等优点，在航空航天领域得到了广泛的应用。碳纤维具有优良的强度特性和高刚度特性，但在开孔时会损失很大的强度。

复合材料零部件实际使用中，常需要开

孔与别的部件连接。因此，飞机上使用的复合材料，必须对中心切出一个孔的试样的试验进行评估。我们根据 ASTM-D6484 对碳纤维塑料进行了开孔压缩试验。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X Plus 电子万能试验机 开洞压缩夹具

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速率控制

加载试验速率：2mm/min

传感器容量：50KN

样品规格：305X38.1X3.1(mm)

样品层压方法：(45/0/-45/92) 2s

试验夹具：开洞压缩夹具

2. 试验介绍

2.1 试验条件

所用CFRP试件为T800S/3900。如图1所示，在试样中间形成一个孔。ASTM-D6484描述了试验方法采用国际单位制和英制单位制，其中夹具和试样的尺寸各不相同。我们用AG-X Plus进行了测试。ASTM-D6484包括两种加载方法，分别称为方法A和方法B。在方法A中，试样和试验夹具夹在夹紧装置中，试样通过夹具和夹紧装置施加的剪切力对试样进行压缩。在方法B中，压缩板位于试样和夹具端部，用于压缩试样。本次试验使用方法B，如图2所示。



图 1. 样品

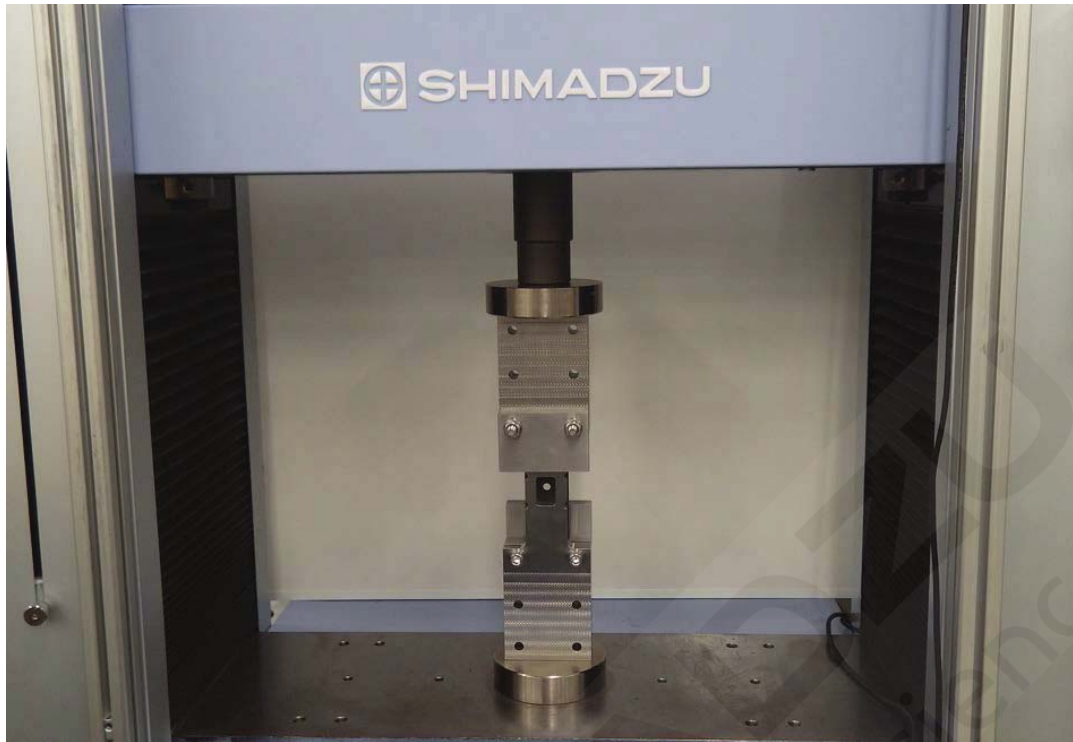


图 2. 试验设备

使用 TRViewX 非接触式引伸计，可使采集的样本图像和视频与主机采集的测试结果同步。此外，在观察到的试样表面上涂上随机图案的油漆，可以使用图像或视频通过 DIC 分析，确定试验期间试样表面上的应变分布。图 3 显示了一张带有非接触式引伸计的开洞压缩试验系统的照片。图 4 显示了通过 DIC 分析获得的试样中开孔周围的应变分布。图 4 显示出应变在开孔（区域（1）（3））的垂直侧较大，应变沿竖轴呈条状分布，并且最终破裂发生在此区域内。同时，在整个试验过程中，孔的中心部分（区域（2））几乎没有出现应变，这种应变分布可能是由于试样表面的 0° 纤维取向引起的。

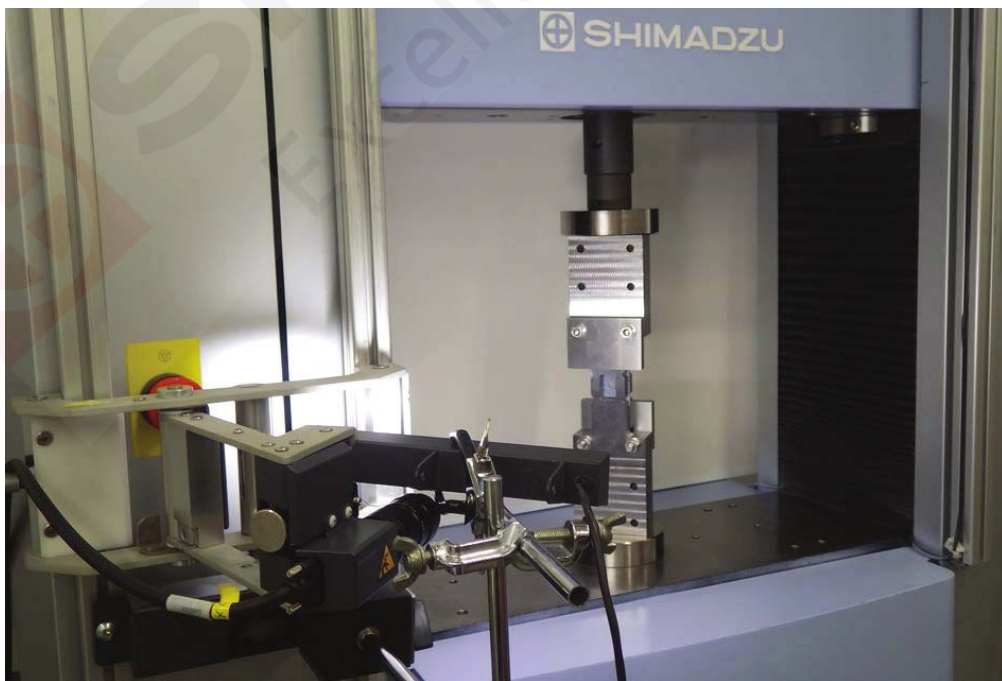


图 3. 试验设备 (DIC)

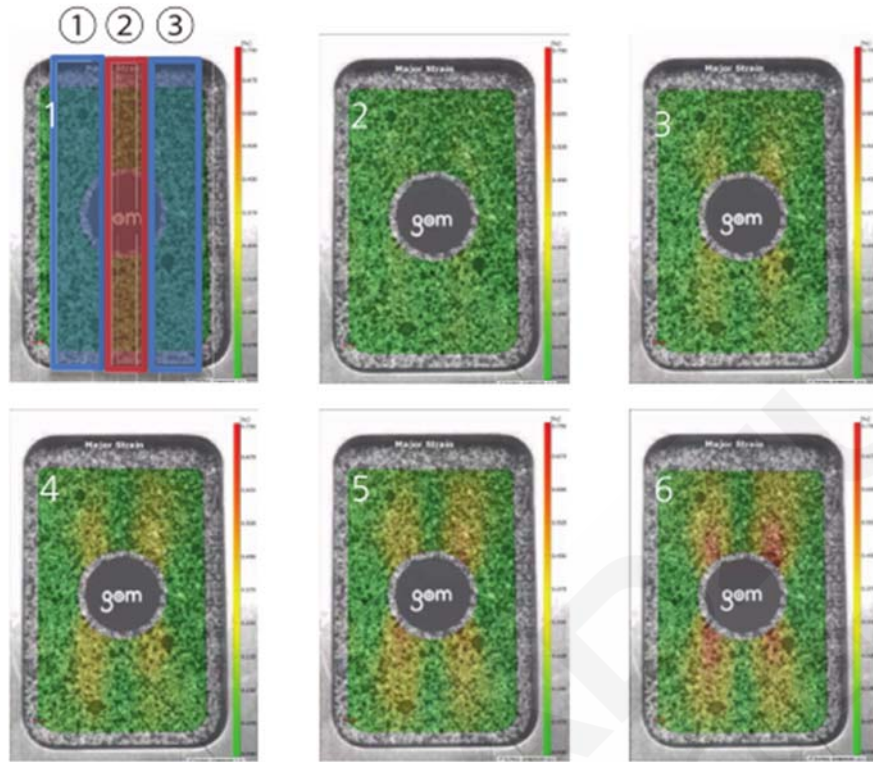


图 4. 有限元分析 (DIC)

2.2 试验结果

测量两次。试验结果见表1，应力-位移曲线见图5。如表1所示，平均开洞抗压强度为275.6mpa。。

表 1. 试验结果

试样	开洞压缩强度
1	278.2Mpa
2	273Mpa
平均值	275.6Mpa

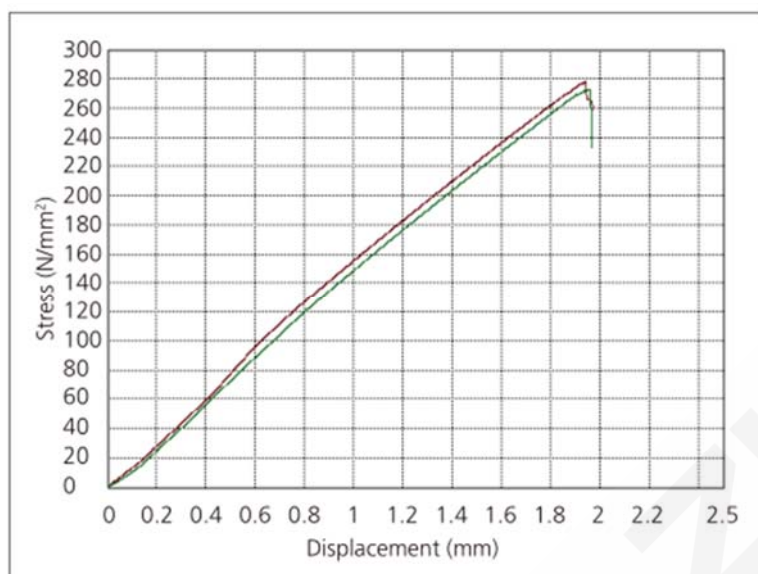


图 5. 压力位移曲线图

3. 结论

利用该测试系统，根据 ASTM D6484 标准，成功地对 CFRP 进行了开洞压缩试验。使用非接触式引伸计，我们还能够捕获与载荷、位移同步的视频（图像）数据。基于此视频执行 DIC 分析，可以直观评估试样表面上的应变、应力分布。AG-X Plus 与 TRViewX 非接触式引伸计，以及专用夹具组成的测试系统，对于 CFRPs 的研究、开发和使用是非常有效的。

复合材料冲击后压缩试验

摘要：本文使用岛津公司 AG-X plus 电子万能试验机，根据 ASTM D7137 和 JIS K7089 两种测试标准要求，采用位移速度控制方法对受到冲击后的复合材料样品进行压缩试验。试验证明，岛津公司 AG-X plus 可满足试验标准的各项指标要求。

关键词：复合材料 剪切试验

碳纤维增强复合材料（CFRP：Carbon fiber reinforced plastic）与金属材料相比，比强度和比刚度较高，因其重量轻可节约燃料，所以被广泛应用于航空和航天领域。但是，CFRP 在纤维方向有着优势，但与纤维垂直的方向及层间的强度较低，如在 CFRP 层压板上施加压力，与纤维平行的方向可能会产生基质裂纹或发生层间剥离。并且 CFRP 的韧性较低，抗冲击能力较弱。也就是说，对 CFRP 层压板施加冲击负荷时，虽然并未发生外伤，但其内部可能已发生了基质破裂或层间剥离。现实中可能对 CFRP

造成冲击负荷的示例有：工具掉落到 CFRP 制造的航空器机翼上，或在着陆时有碎石冲撞到机翼上等情况。因而，需要假设发生此类现象为前提进行试验。冲击后压缩试验（CAI：Compression after impact）即为其其中之一。在冲击后压缩试验中，我们对样片施加指定的冲击载荷，通过非破坏性检查对样片的损伤程度进行检查，其后使用该样片进行压缩试验。本文向您介绍按 ASTM D7137（JIS K 7089）进行冲击后压缩试验的示例。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X plus 电子万能试验机 冲击后压缩试验夹具

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

试验温度：室温

加载试验速率：1.25mm/min

传感器容量：250KN

软件：TRAPEZIUM X

试验夹具：冲击后压缩试验夹具

2. 试验介绍

2.1 冲击试验

在冲击试验中使重量为 5kg，直径距为 16mm 的半球状前端的钢球锤头，掉落至样片的中央，以对样片造成冲击。样片用 4 点铰接夹进行固定。由于标准中规定尽量避免二次冲击，因而试验中采用了防止二次冲击的结构。按照标准推荐的对每 1mm 的样片厚度施加 6.67J 的冲击能量。本次试验中为了进行比较，对每 1 mm 的样片厚度分别施加 6.7、5.0、3.3、1.7 J 共 4 个等级的冲击能量。

表 1. 样品信息

尺寸 (mm) :	<u>100X450X4.36</u>
层压方法:	(45/0-45/90)
材质:	T800, 22525-21

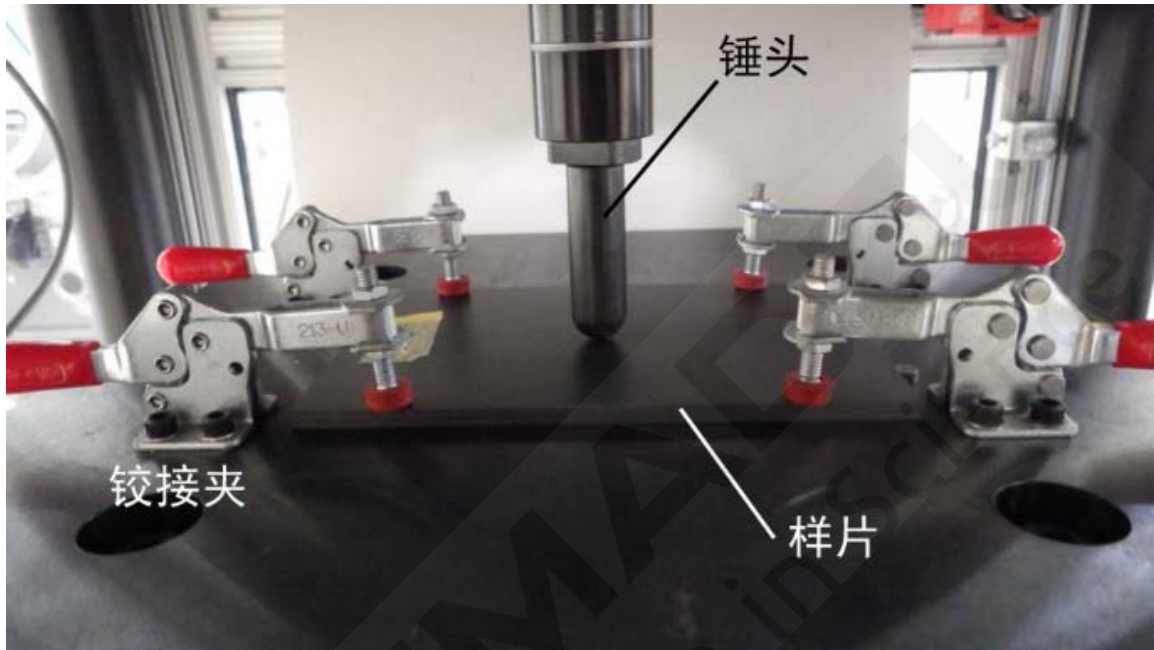


图 1. 冲击试验

表 2. 冲击试验条件

冲击能量 (J) :	<u>30.5, 22.9, 15.2, 7.6</u>
试验次数:	n=4

2.2 非破坏性检查

冲击试验后,使用非破坏性检查装置对层压板内发生的层间剥离面积及最大径距进行测量。在冲击后压缩试验的非破坏性检查中,通常使用超声波探伤装置。根据标准规定,在超声波探伤试验后,如果样片宽度的一半以上发生损伤,对整个截面的影响过大,需要降低冲击能量。图 2 为超声波探伤的试验状况。图 3 为采用冲击能量 30.5 J 进行冲击试验后的样片。由此可知,样片中央位置出现凹痕,但无法确认层间剥离导致的损伤区域。图 4 为各冲击能量下的超声波探伤结果。其中白色部分是发生层间剥离的区域。颜色越亮,表示剥离越严重。与图 3 比较可知,中央的凹痕以外的地方也发生了层间剥离,由此说明无法根据外部损伤确认内部损伤。还可知冲击能量越大,损伤面积就越大。根据超声波探伤试验得到的图像计算损伤面积和最大径距。以冲击能量 30.5 J 为例,计算损伤面积和最大径距后的图像如图 5 所示。图 6 和图 7 为冲击能量对应的损伤面积和最大径距。

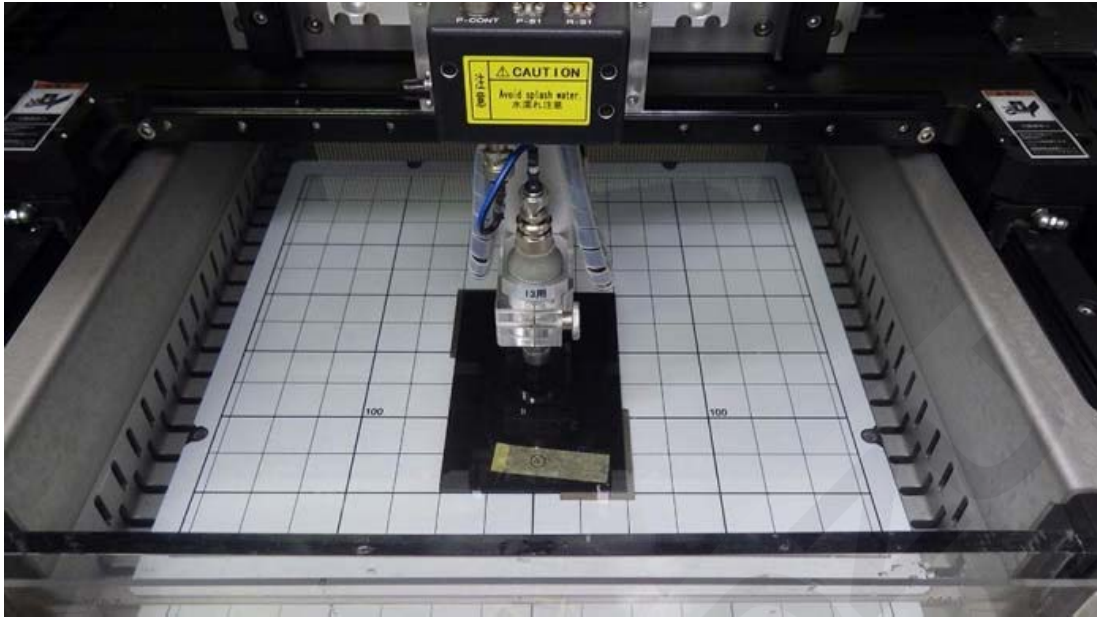


图 2. 超声波探伤



图 3. 冲击后的图片 (30.5J)

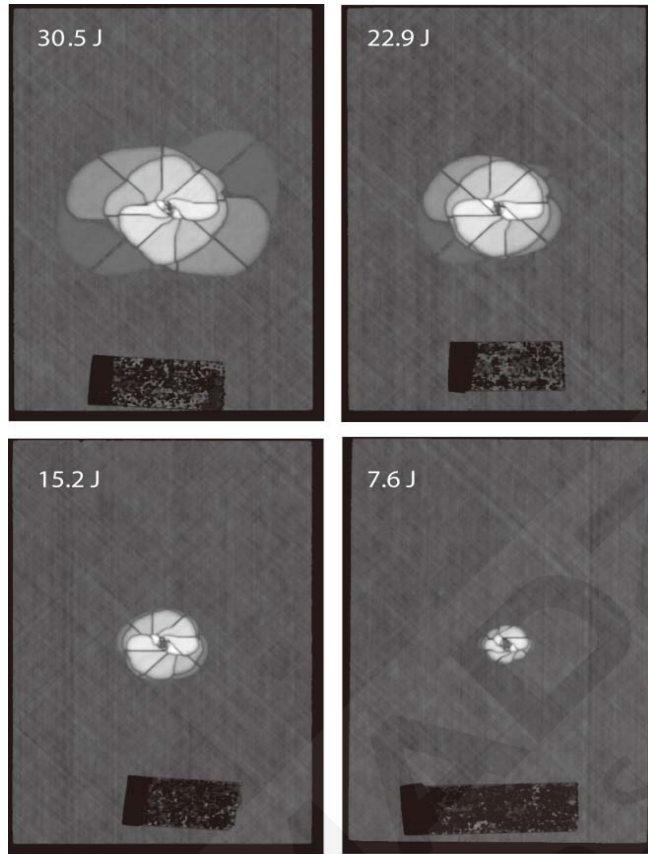
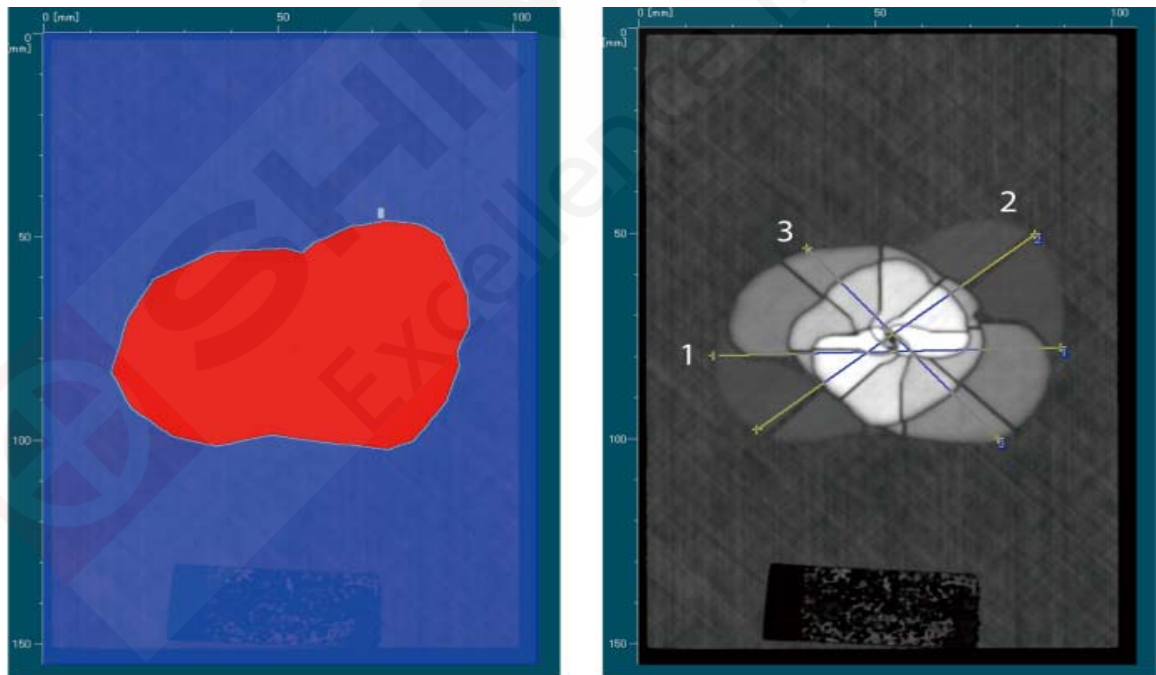


图 4. 各冲击能量的探伤结果



区域 号码	面积率 (%)	绝对面积 (mm ²)
1	99.9988	3326.2400

No.	距离 (mm)
1	73.03
2	75.50
3	61.37

图 5. 探伤面积与最大径距示例

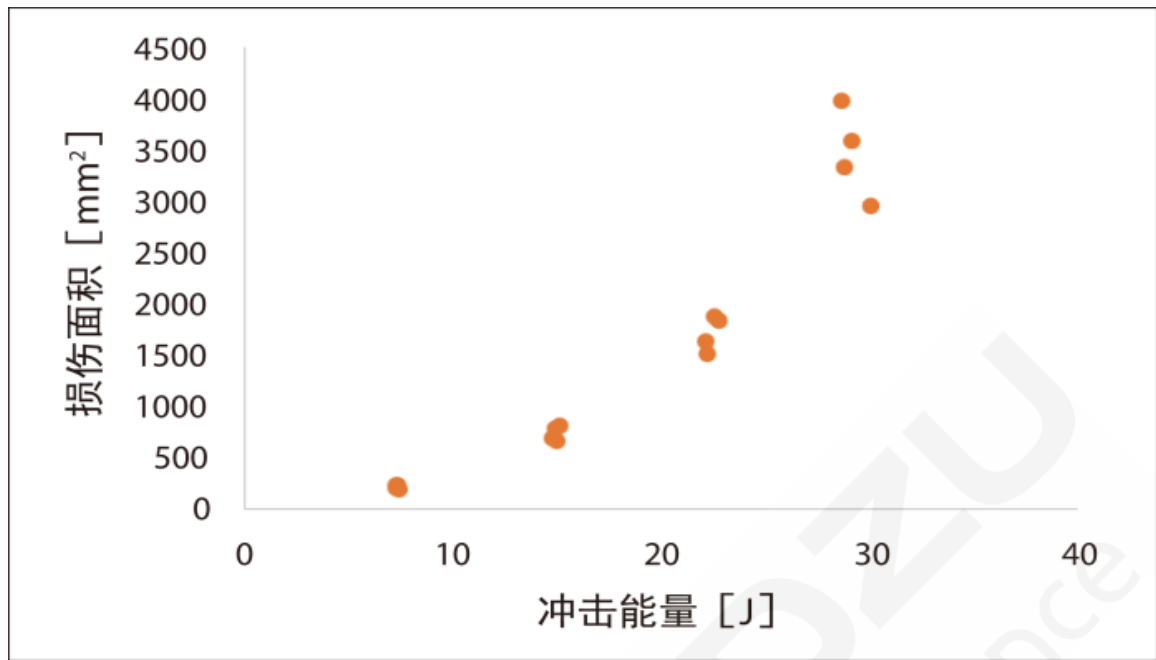


图 6. 冲击能量对应损伤面积

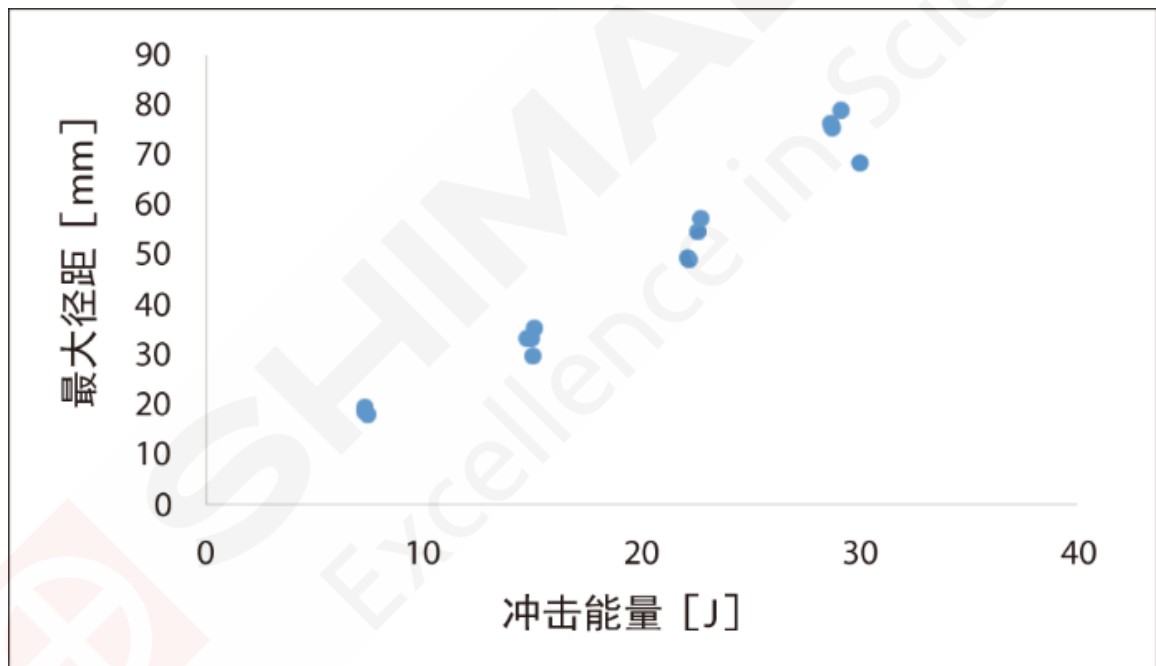


图 7. 冲击能量对应最大径距

2.3 测试系统

需要在样片的正反面各选 2 处粘贴应变仪。图 8 为已粘贴应变仪的样片。在冲击后压缩试验中，图 8 中所示的试件在纵向方向先进行压缩到 10%的预期抗压强度，在确认前和后应变仪之间的差值在 10%以内后再进行 CAI 测试。试验速度 1.25mm/min，共测试 4 个样品。图 9 为试验状况。

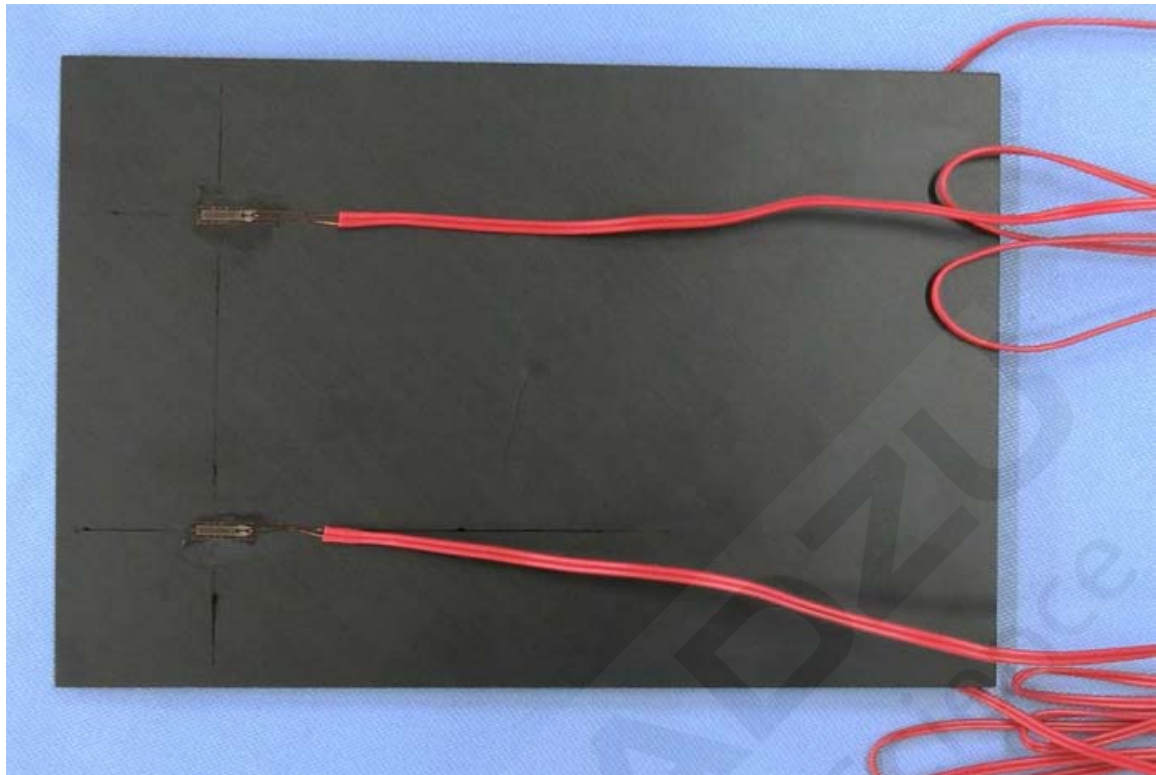


图 8. 样片

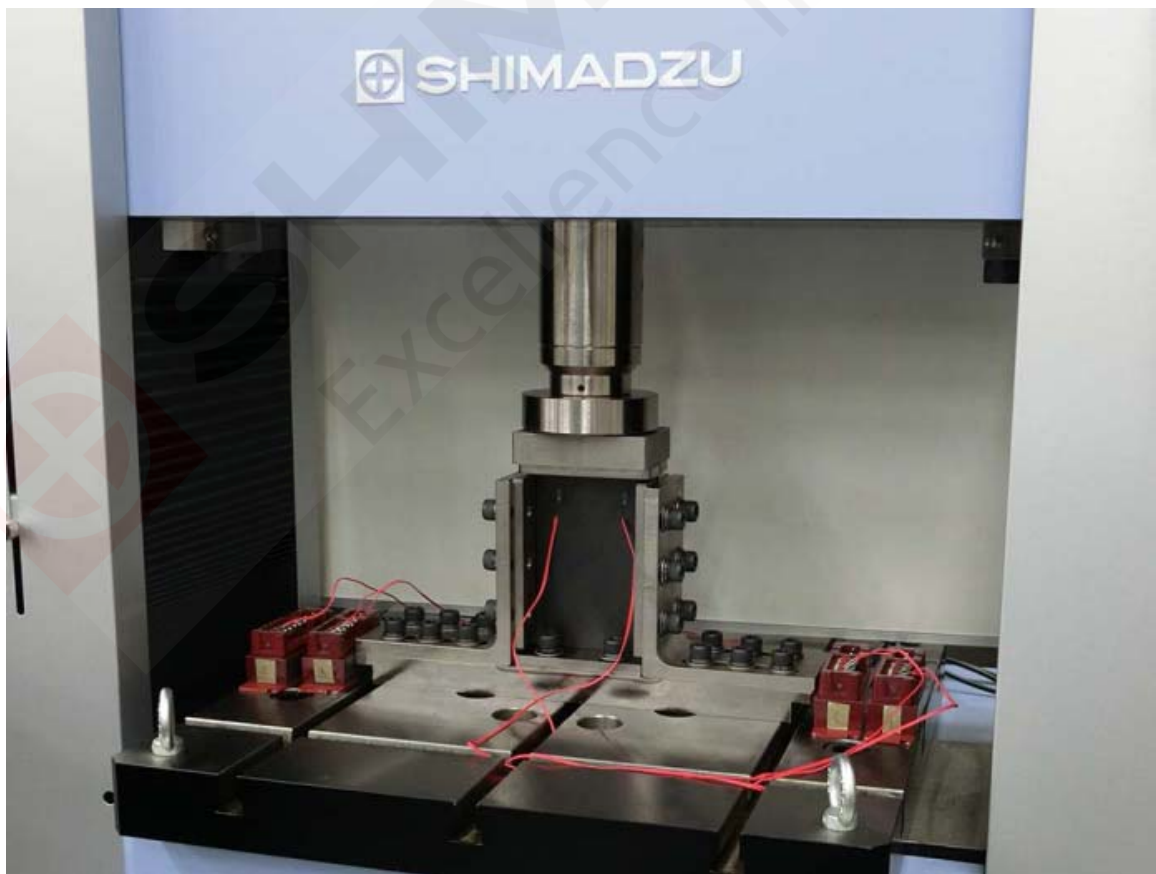


图 9. 试验装置

2.4 试验结果

图 10 为受各冲击能量后，样品的压缩应力-应变曲线图；表 3 为各冲击能量对应的冲击后压缩强度和压缩弹性率的对应值。冲击后压缩弹性率按照标准中的规定，以应变 0.1%~0.3% 的范围进行计算。但是，此次测量的冲击能量 30.5 J 的样片中存在断裂应变小于 0.3% 的情况，针对此类样片，需要根据应力应变曲线中的线性范围计算弹性率。由图 10 和表 3 可知，冲击能量越小，冲击后压缩强度就越大。并且，冲击后压缩弹性率并不取决于冲击能量的大小，而几乎为固定值。图 11 为损伤面积与冲击后压缩强度的关系；图 12 为损伤的最大径距与冲击后压缩强度的关系。由此可知，损伤面积或最大径距越小，冲击后压缩强度就越大。另外，作为参考信息，不受冲击样品的进行试验，其压缩强度为 388MPa。

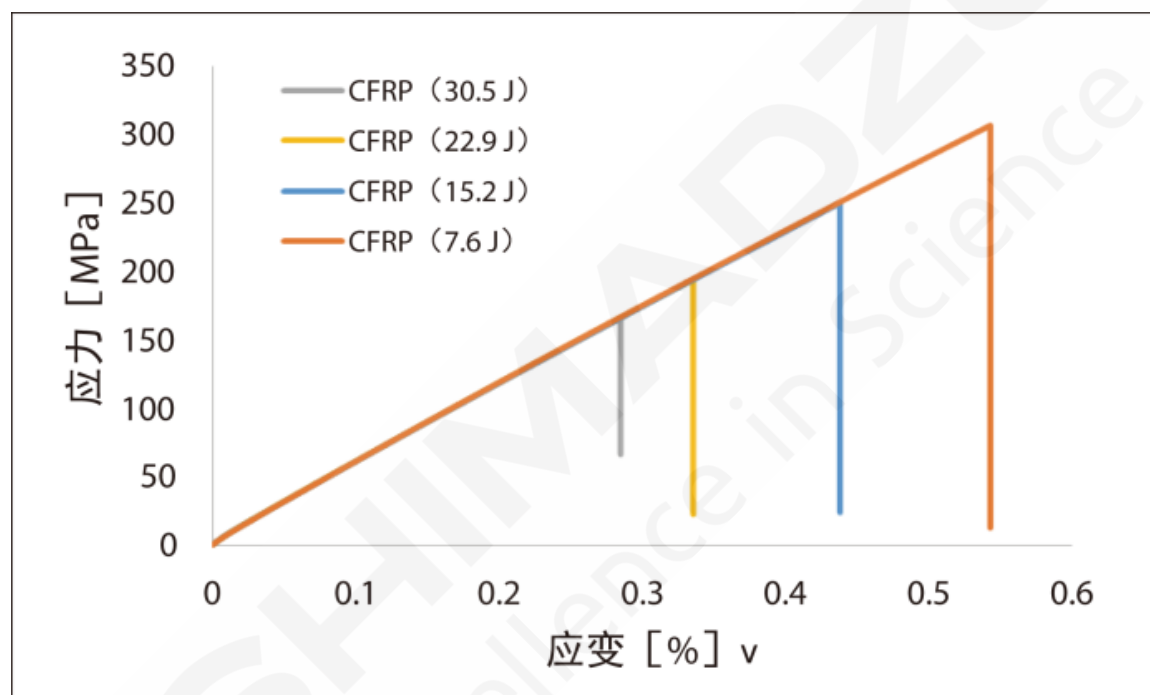


图 10. 应力-应变曲线图

表 3. 试验结果 (平均)

冲击能量 (J)	冲击后的压缩强度 (MPa)	冲击后压缩弹性率 (GPa)
30.5	162.9	57.2
22.9	203.3	56.4
15.2	246.4	56.0
7.6	308.6	56.3

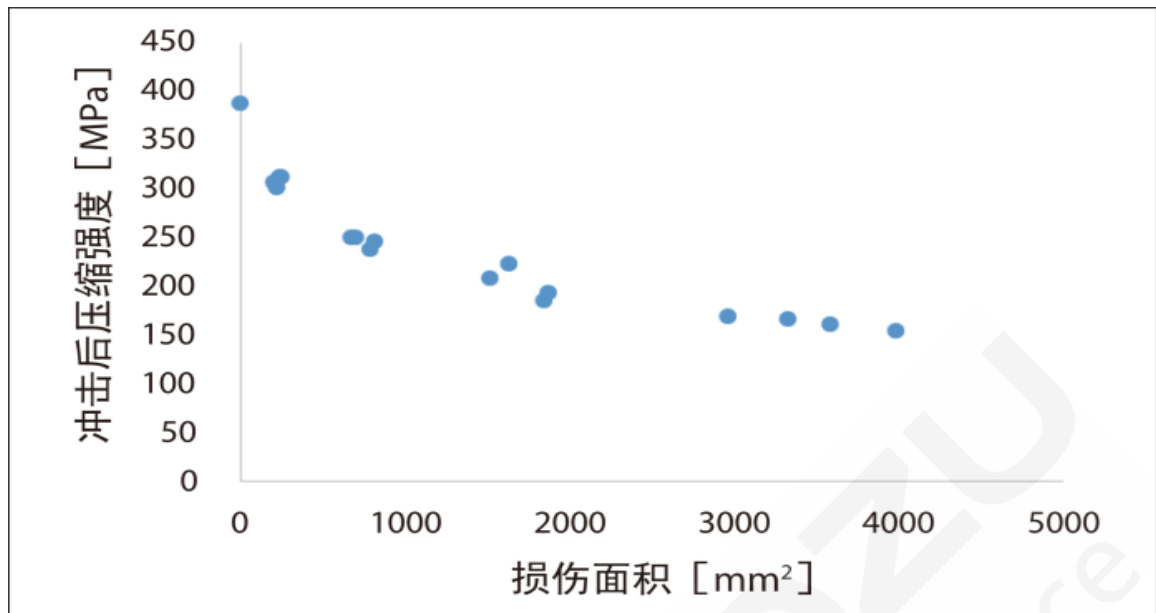


图 11. 损伤面积与压缩强度的关系

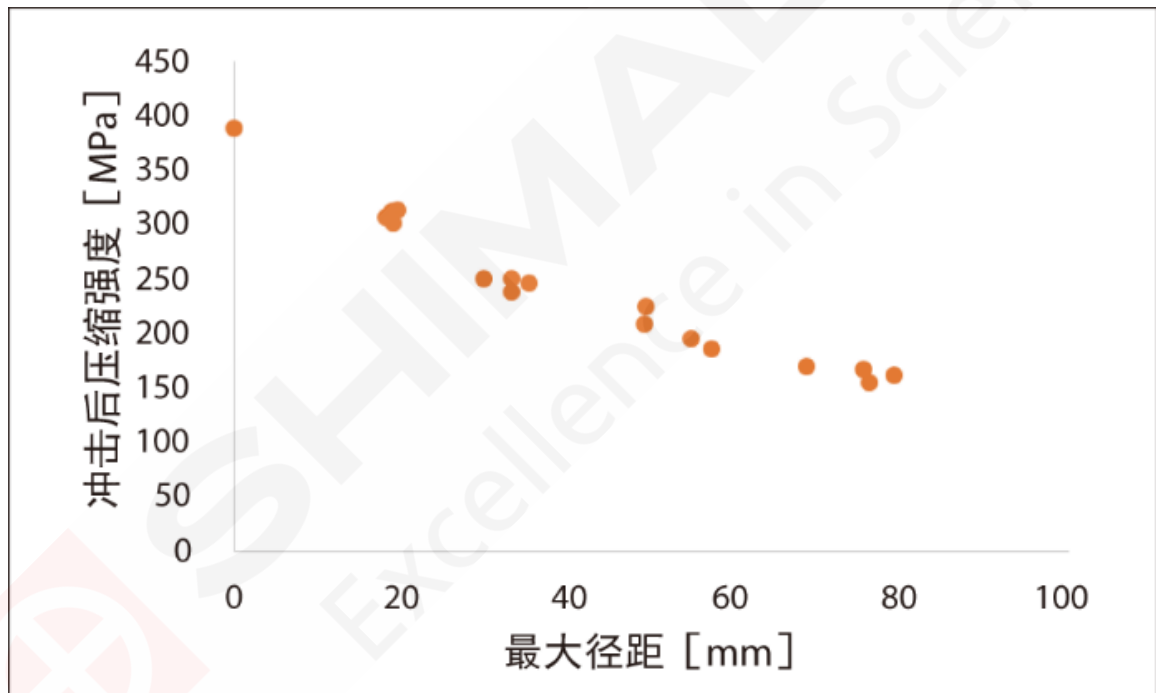


图 12. 最大径距与冲击后压缩强度的关系

3. 结论

我们对样品施加了 4 种等级的冲击能量后进行了压缩试验。根据结果可知，施加的冲击能量越大，冲击后压缩强度就越小。并且，与无损伤状态比较后发现，即使是微弱的能量（此次试验中的 7.6 J 相当于 5 kg 的物品从 0.15 m 高处掉落能量）也会降低强度，因此进行冲击负荷试验尤为重要。使用本试验系统按照 ASTM D7137（JIS K 7089）进行冲击后压缩试验，可以有助于进行 CFRP 的评估。

碳纤维增强塑料帽型试样的轴向压缩试验

摘要：本文利用岛津公司最新款 AGX-V 电子万能试验机，将碳纤维增强塑料（CFRP）帽形试样在高度方向上分成 10 段，在前后两侧共粘贴 20 个应变片，并捕获其信号，除了测量材料的抗压强度外，还进行与试验结果同步的视频记录，以确定断裂点。通过比对应力-应变曲线与 USB 摄影机拍摄的视频、图片，可以进行同步的破坏分析，这些分析有利于结构部件的力学性能研究。

关键词：CFRTP 复合材料 轴向压缩试验 应变片式应变片

在由碳纤维和纤维结合而成的复合材料，由于其比重小、刚性好和强度高而成为一种先进的航空航天材料。因为航天飞行器的重量每减少 1 公斤，就可使运载火箭减轻 500 公斤。所以，在航空航天工业中争相采用先进复合材料以减小构件重量。一方面降低自重，另一方面也必须满足安全要求。从这一观点出发，高强度复合材料的发展显得尤为重要。

碳纤维复合材料（CFRP）是一种以碳纤维为增强材料的树脂材料，即使是在复合材料中，也具有特别高的比强度和比刚度。以热固性树脂为基体树脂的碳纤维增强塑料

（CFRP）已广泛应用于赛车和豪华车上，近年来，碳纤维增强热塑性复合材（CFRTP）也以高成型性热塑性树脂为基体树脂而得到发展。

本研究以 CFRTP 材料为试件，在汽车车身上大量使用空心框架，并进行了轴压试验。本试验采用岛津公司最新电子万能试验机 AGX-V。由于 AGX-V 系列可以实现最多 20 个通道的模拟或数字输入，所以将 CFRTP 帽形试样在高度方向上分成 10 段，在前后两侧共连接 20 个应变片，并捕获其信号，除了测量相应材料的抗压强度外，还进行了与试验结果同步的视频记录，以确定断裂点。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGX-V 电子万能试验机 动态应变片 DPM-952A

1.2 分析条件

速度控制方式：横梁行程控制

试验温度：室温

加载试验速率：20mm/min

传感器容量：300KN

试验夹具：固定压盘

样品材料：CFRTP 材料帽型试样

样品高度：400mm

应变片组数：10 组

2. 试验系统介绍

图 1 为本次试验的试验系统，包括有 AGX-300kN 试验机、动态应变片（Dynamic strain gauge）、LifeCam Studio® USB 摄像机。本试验对汽车车身上的空心框架直接进行模拟测试，这类部件的测试更能直接反映出此部件的最不利破坏条件。对于此类大部件，若是只对某一

处进行应力应变分析，则会使得实验结果较为片面。岛津公司新型试验机 AGX-V 配置最多 20 个模拟信号输入输出端口。对于此类试验，可以使用应变片式应变仪测试部件多个位置应变应力关系。除此之外，配置 LifeCam Studio® USB 摄像机，可以清楚地观察试验的同步影像记录，以更好地确定部件最不利点。测量其应变时，将帽形试样在高度方向上分成 10 段，在前后两侧共连接 20 个应变片，并捕获其信号。应变片粘贴方式看图 2。

3. 试验结果分析

图 3 显示了连接到 CFRTP 帽形试样正面的应变片的测量结果。在图中，图例中的符号

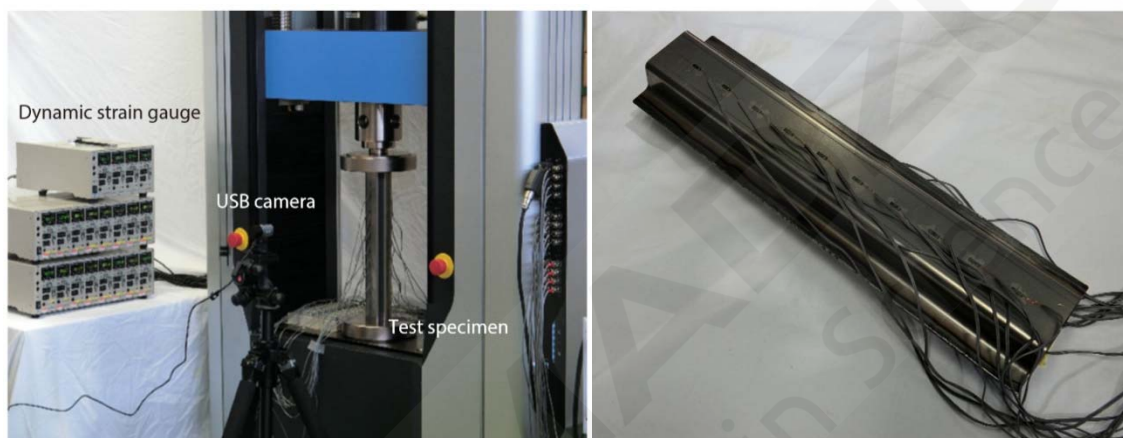


图 1 测试系统

图 2 应变片粘接方式

表示应变片的连接位置。应变片从帽形试样的顶部以相等的间隔安装，自上往下分别表示 1-10 号应变片的应变值。图 4 为 CFRTP 帽型试样的试验力与位移的关系图。图 5 为与图 4 对应的试验图像过程。

本试验中使用的 CFRTP 是一种随机排列的材料，因此认为测量结果可能存在局部差异。由图 3 可以看出，各个位置的应变值不同。通过图 3 中的 1 号应变片与 3 号应变片的曲线可以得试验的应变集中在上部。此外，图 5 示与图 3 相对应，在图 5 (4) 中可以直接在上压缩板下方观察到损伤。在这一点之后，破坏以压力从与压盘接触的部分扩散的形式进行，但没有发生屈曲。

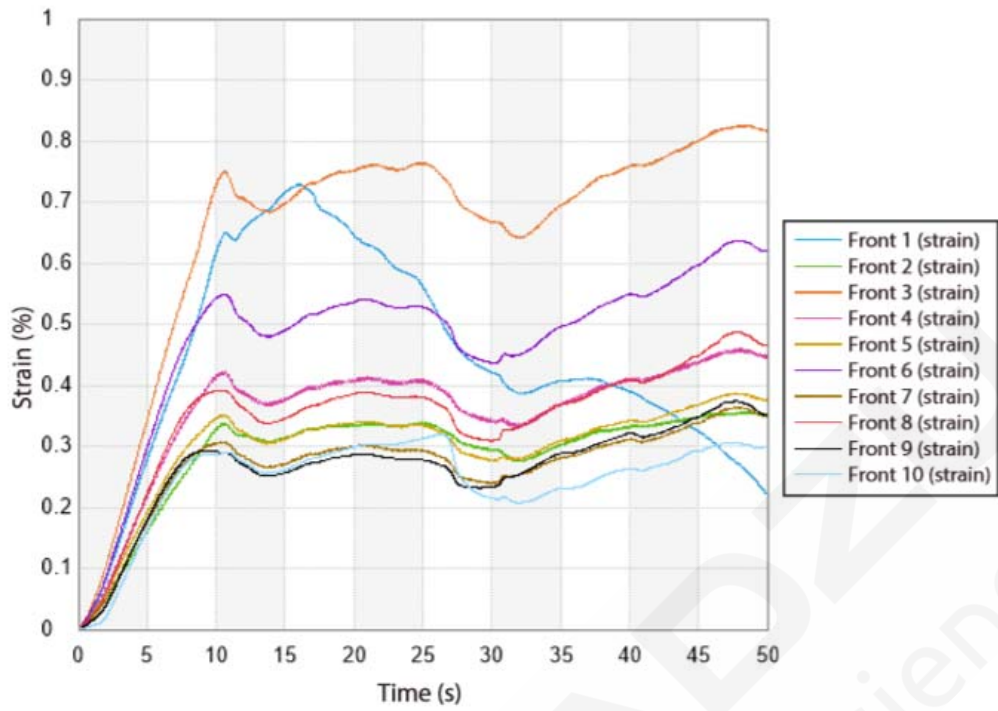


图 3 应变与时间曲线

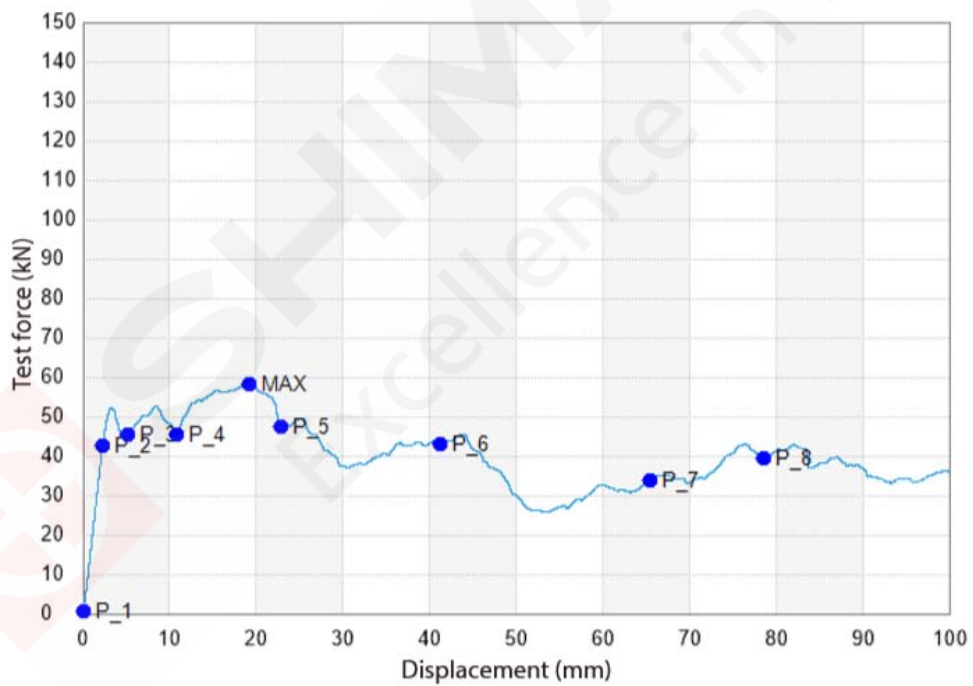


图 4. 压缩载荷与位移曲线

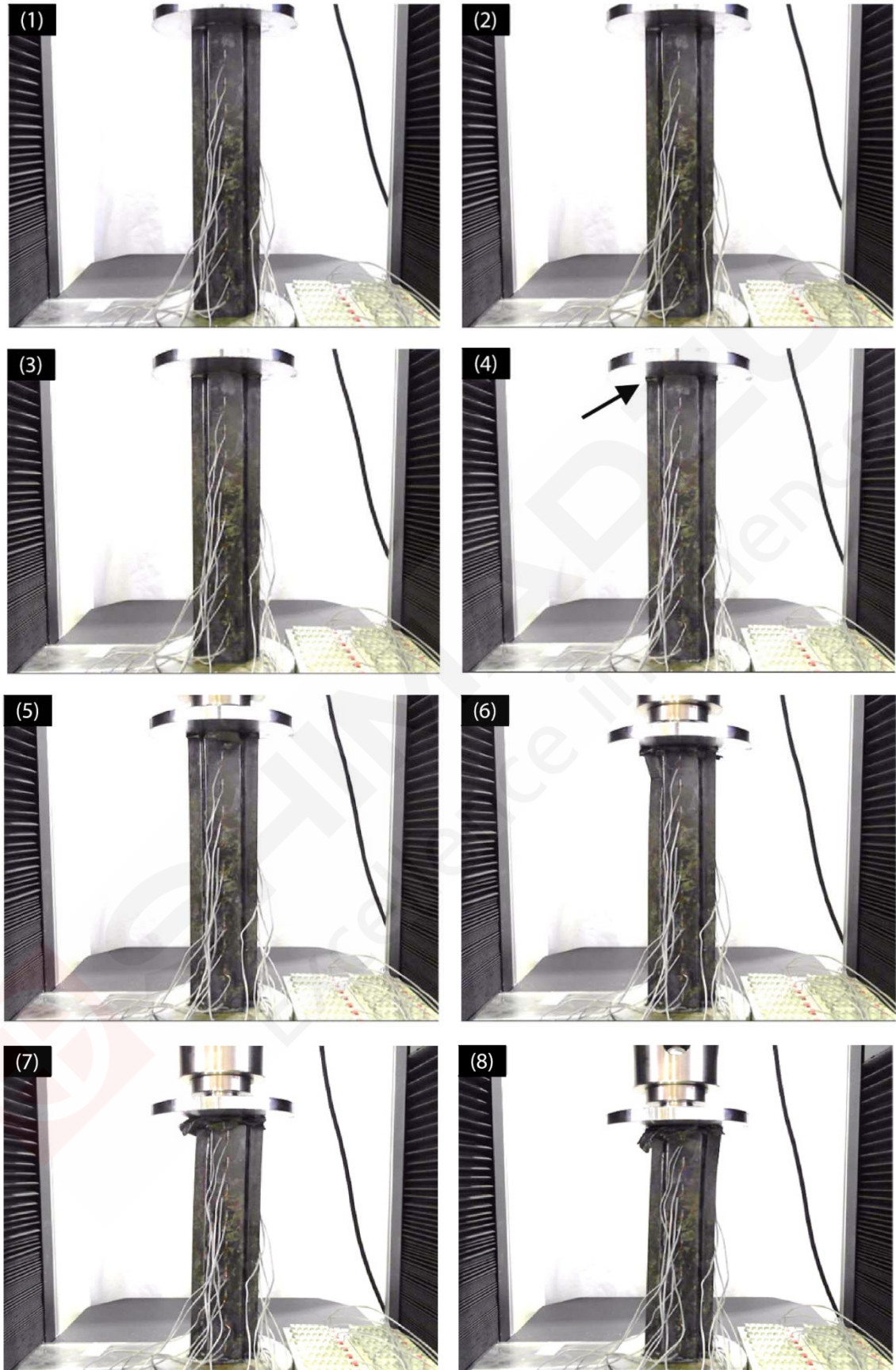


图 5 试验过程对应图像 (1-8)

4. 结论

本文采用 CFRTP 材料制备的帽形试样进行了实际结构的轴向压缩试验。AGX-V 系列的模拟输入通道多达 20 个，因此在实际结构试验中可以在多点上进行应变测量。此外，通过使用 USB 摄像机记录与测试结果同步的视频，还可以对测试结果和测试图像进行比较评估。AGX-V 系列将成为实际结构测试的有效工具。



MST-I 碳纤维单丝拉伸试验

摘要: 本文使用岛津公司 MST 试验机, 橡胶涂层夹齿, 根据 ISO11566: 1996 和 JIS R 7606: 2000 两种拉伸测试标准要求, 采用位移速度控制方法, 对碳纤维单丝进行拉伸试验。试验证明, 岛津公司 MST-I 可满足试验标准的各项指标要求, 橡胶涂层夹齿可保证高强度钢在测试中不打滑。

关键词: 碳纤维复合材料 拉伸

碳纤维增强塑料 (CFRP) 是一种具有优良相对强度的复合材料。这种塑料很快在航空和航天领域被采用, 并大大减轻了机身重量。最初, 这种塑料只用于部分替换金属材料。然而, 在最新的飞机中, 复合材料, 主要是碳纤维增强塑料, 占 50% 机身重量。碳纤维是一种重要的工业材

料, 是碳纤维增强塑料 (CFRP) 的重要组成部分, 其比重是普通钢的四分之一, 比强度是普通钢的七倍。

我们应用岛津试验机 MST-I, 相应的橡胶涂层夹齿, 介绍了基于 ISO 标准的单碳纤维拉伸试验的实例。

1. 实验部分

1.1 仪器

MST-I 试验机 橡胶涂层夹齿

1.2 分析条件

速度控制方式: 位移速度

试验温度: 室温

加载试验速率: 1mm/s

传感器容量: 1N

夹齿类型: 1N 橡胶涂层夹齿

夹齿距离: 25mm

2. 试验介绍

2.1 试验配件介绍

在本试验中, 试样固定在试样辅助板上, 由如图 2 所示的纸、金属或树脂板制成。试样安装在夹具中, 试验前用剪刀剪开试样辅助板的两侧边, 再进行拉伸试验。标准详细描述了辅助板的形状, 所用粘合剂的类型, 将碳纤维固定到安装板上, 以及安装碳纤维 (有关详细信息, 请参阅标准)。测试使用夹持力可为根据样品强度进行调整。图 3 为试验实物图。



图 1. MST-I 试验机

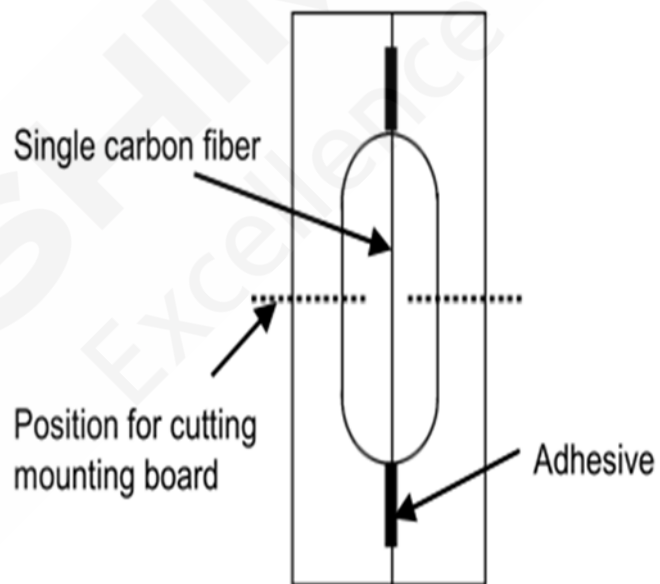


图2. 试样和辅助板（框架）



图3. 拉伸实物图

2.2 试验结果

应力-应变图如图 4 所示，试验结果如表 1 所示。

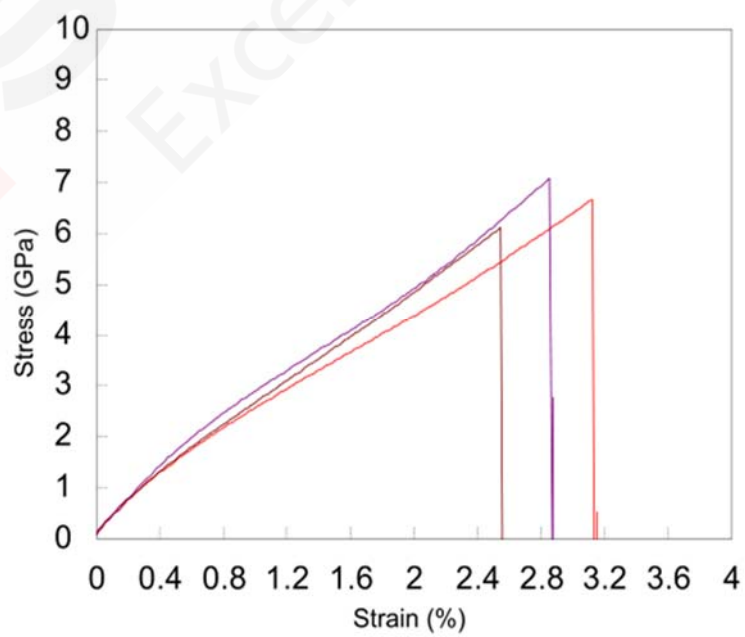


图 4. 试验结果

表 1. 试验结果 (平均值)

试样	直径	拉伸强度	断裂延伸率
碳纤维	6um	7. 1Gpa	2.84%

3. 结论

本文介绍了一个按 ISO11566: 1996 和 JIS R 7606: 2000 标准要求, 对碳纤维进行位移速率控制的拉伸试验实例。试验结果表明, 使用 MST-I 试验机、橡胶涂层夹齿, 可对应碳纤维单丝样品拉伸试验, 获取准确的数据。



碳纤维复丝拉伸性能试验方法

摘要：本文介绍了岛津 AGS-X 电子万能试验机，遵循标准《GB T3362-2017 碳纤维复丝拉伸性能试验方法》，对碳纤维复丝进行测试。本试验适用于材料开发、质量控制、性能表征研究和产品性能调和等方面的应用。

关键词：AGS-X 碳纤维复丝 拉伸

碳纤维（carbon fiber，简称 CF），是一种含碳量在 95%以上的高强度、高模量纤维的新型纤维材料。它是由片状石墨微晶等有机纤维沿纤维轴向方向堆砌而成，经碳化及石墨化处理而得到的微晶石墨材料。碳纤维“外柔内刚”，质量比金属铝轻，但强度却高于钢铁，并且具有耐腐蚀、高模量的特性，在国防军工和民用方面都是重要材料。碳纤维不仅具有碳材料的固有本征特性，又兼备纺织纤维的柔软可加工性，是新一代增强纤维。

碳纤维具有许多优良性能，碳纤维的轴向强度和模量高，密度低、比性能高，无蠕变，非氧化环境下耐超高温，耐疲劳性好，比热及

导电性介于非金属和金属之间，热膨胀系数小且具有各向异性，耐腐蚀性好，X 射线透过性好。良好的导电导热性能、电磁屏蔽性好等。碳纤维与传统的玻璃纤维相比，弹性模量是其 3 倍多；它与凯夫拉纤维相比，弹性模量是其 2 倍左右，在有机溶剂、酸、碱中不溶不胀，耐蚀性突出。

针对碳纤维的诸多优点，我们使用岛津 AGS-X 电子万能试验机，利用岛津试验机 PFG-5KNA 气动双推夹具和岛津 SG 引伸计测试其强度和弹性模量、断裂伸长率，在碳纤维研究开发和规模化生产领域提供可靠的应用支持。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 5KN 电子万能试验机

1.2 分析条件

试验类型：拉伸试验

负荷传感器容量：5KN

试验力精度：显示值的±0.5%

试验速度：10mm/min

试验温度：25℃

夹具：PFG-5KNA 气动夹具

引伸计：SG75-10

2. 试验介绍

2.1 试验方法

本次使用的是 PFG-5KNA 气动拉伸夹具，装夹 12K 碳纤维复丝试样，使复丝试样与上下夹头的加载轴线重合，样品保护清除夹具对试样的内应力，在试样上装载接触式引伸计 SG75-10，对试样施加初始载荷 5N，启动试验机和数据采集设备进行试验。

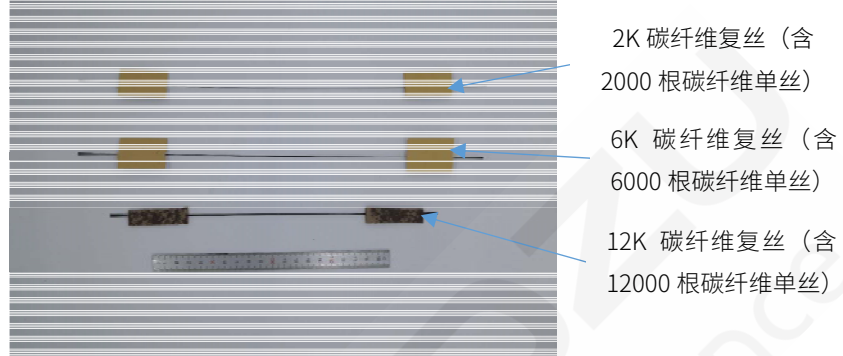


图 1. 试样

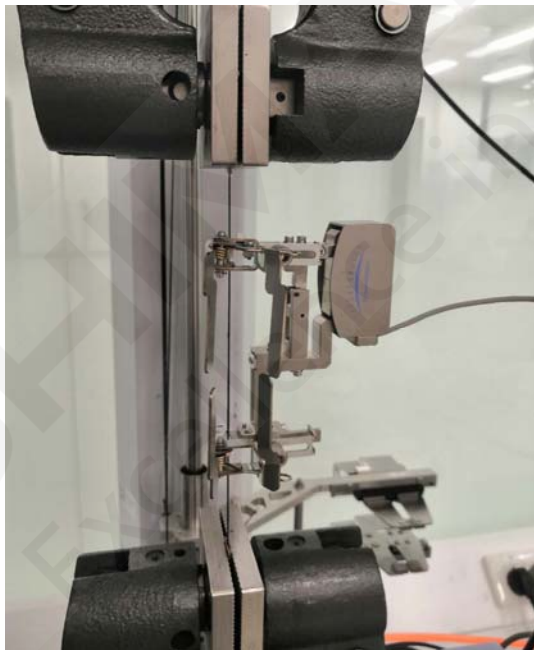


图2. 试验情形

2.2 试验结果

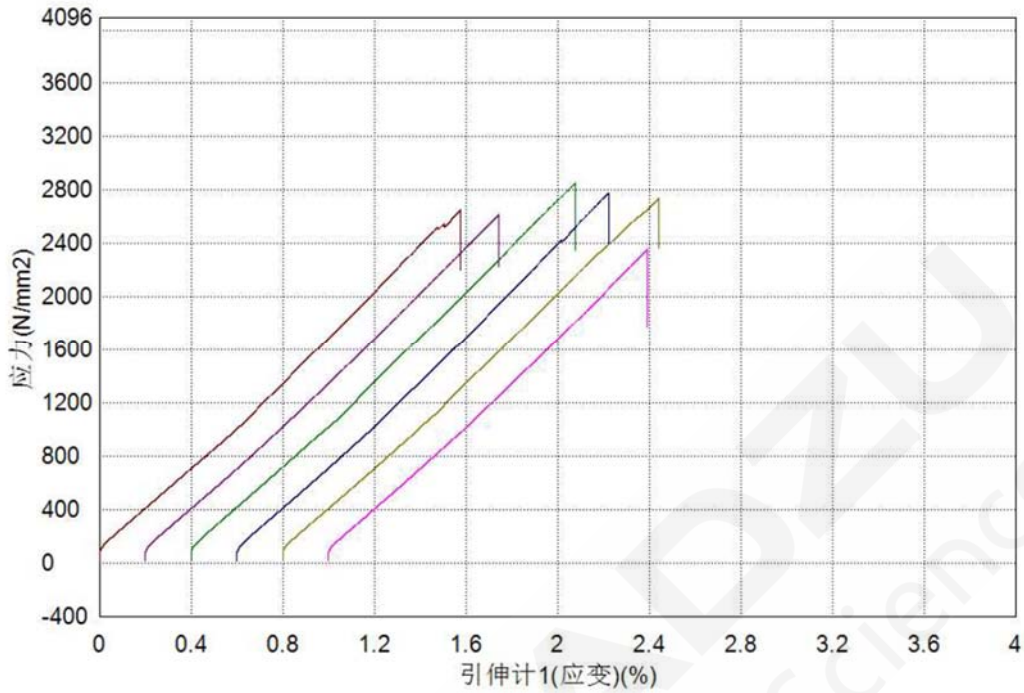


图 3. 拉伸试验曲线 (应变-应力)

表 1. 试验结果

样品	试样截面积 (mm ²)	拉伸强度 (N/mm ²)	弹性模量 (Gpa)	断裂伸长率%
1_1	0.476	2649.72	148.159	1.57
1_2	0.476	2614.95	151.617	1.54
1_3	0.476	2851.22	150.638	1.67
1_4	0.476	2788.40	151.562	1.62
1_5	0.476	2741.94	150.384	1.64
1_6	0.476	2355.48	151.910	1.39

如图表显示了碳纤维复丝拉伸试验的曲线，并获取了6个试样的准确弹性模量，拉伸曲线表现出高同步性。再检查试样的弹性模量与断裂延伸率，数据的波动较小，表明测试数据稳定可靠。

3. 结论

综上所述，本试验中使用 AGS-X10KN 电子万能试验，配合岛津气动双推夹具和岛津 SG 引伸计，可以满足标准《GB T3362-2017 碳纤维复丝拉伸性能试验方法》要求，获取准确的弹性模量与断裂延伸率等数据，测试曲线稳定，同步性高，在碳纤维材料的研究与质量控制中能提供了可靠的数据与良好的操作体验。

高强度纤芳纶 1414 长丝拉伸试验

摘要：本文介绍了岛津 AGS-X 电子万能试验机，遵循标准《GB T19975-2005 高强度纤长丝拉伸性能试验方法》，对芳纶 1414（俗称：凯夫拉）进行测试。本试验适用于材料开发、质量控制、性能表征研究和产品性能调和等方面的应用。

关键词：AGS-X 芳纶 1414 拉伸

上世纪 60 年代，美国杜邦公司研制出一种新型芳纶纤维复合材料——芳纶 1414，材料原名叫“苯二甲酰对苯二胺”，是由对苯二胺和对苯二甲酰氯聚合而成的高分子聚合物。分子式为 $(C_{14}H_{10}O_2N_2)_n$ ，也就是说它是由重复单位彼此连接形成链状结构，这些链状结构之间又通过氢键相连形成网。凯夫拉的分子结构决定了其具有很强的耐热性和阻燃性，熔点高达 371°C，此外其分子重量很轻，并且氢键、酰胺键以及亚胺键的紧密结合，使其具有很好的抗张性。由于这种新型材料密度低、强度高、韧性好、易于加工和成型，其强度为同等质量钢铁的 5 倍，但密度仅为钢铁的五分之一，而受到们

的重视。凭借着良好的耐热性、抗张性以及高强度等优点，凯夫拉已经广泛的应用于各种日常生活产品以及防弹装备的制造上。比如我们生活方面经常用到的饮料吸管，安全手套；航空航天降落伞绳、舰船用的缆绳；赛车服、消防员的隔热防护服；军事方面的防弹衣、防弹插板、防弹头盔等等。凯夫拉的应用极大的方便了我们的生活，推动了生产制造行业的进步。

针对凯夫拉的诸多优点，我们使用岛津 AGS-X 电子万能试验机，利用岛津试验机和气动缠绕夹具（346-56808-XX）试其强度和弹性模量、断裂伸长率，在研究开发和规模化生产领域提供可靠的应用支持。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 500N 电子万能试验机

1.2 分析条件

试验类型：拉伸试验

负荷传感器容量：500N

试验力精度：显示值的±0.5%

试验速度：250mm/min

试验温度：25°C

夹具：500N 缠绕夹具

2. 实验介绍

2.1 试验方法

本次试验采用芳纶 1414 的三种规格试样，分别是 203、302、303，每种规格取样 10 次。采用气动缠绕夹具，夹持间距为 500mm，先将线材缠绕装夹在上夹具，再装夹在下夹具，对试样施加初始载荷 2N，启动试验机和数据采集设备进行试验。



图1. 试样



图2. 试验情形

2.2 试验结果

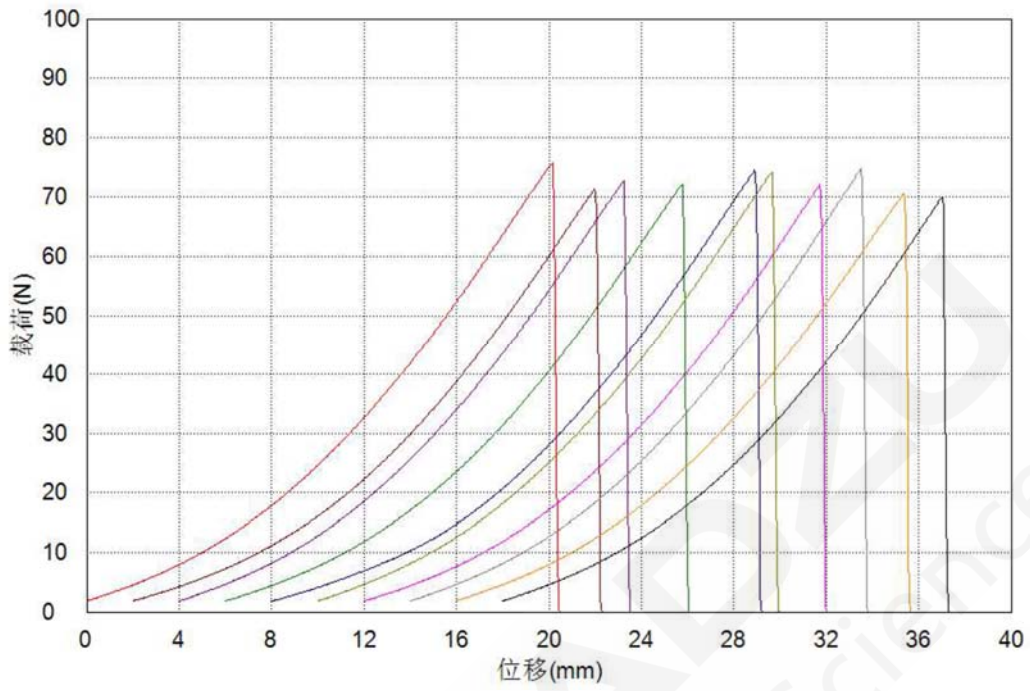


图3.芳纶203试验曲线

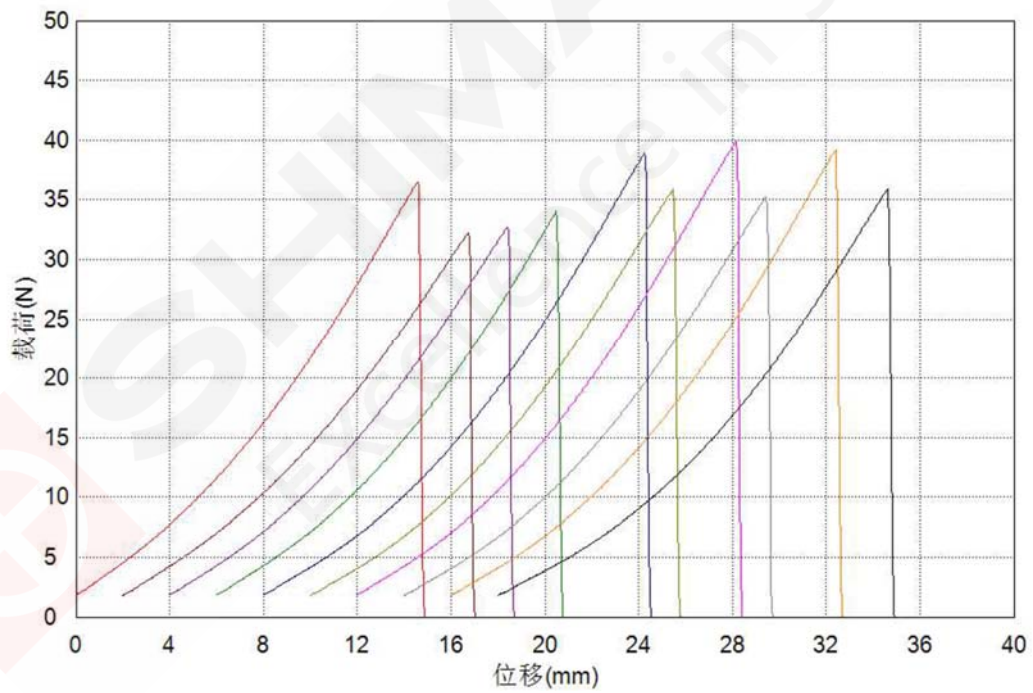


图4.芳纶302试验曲线

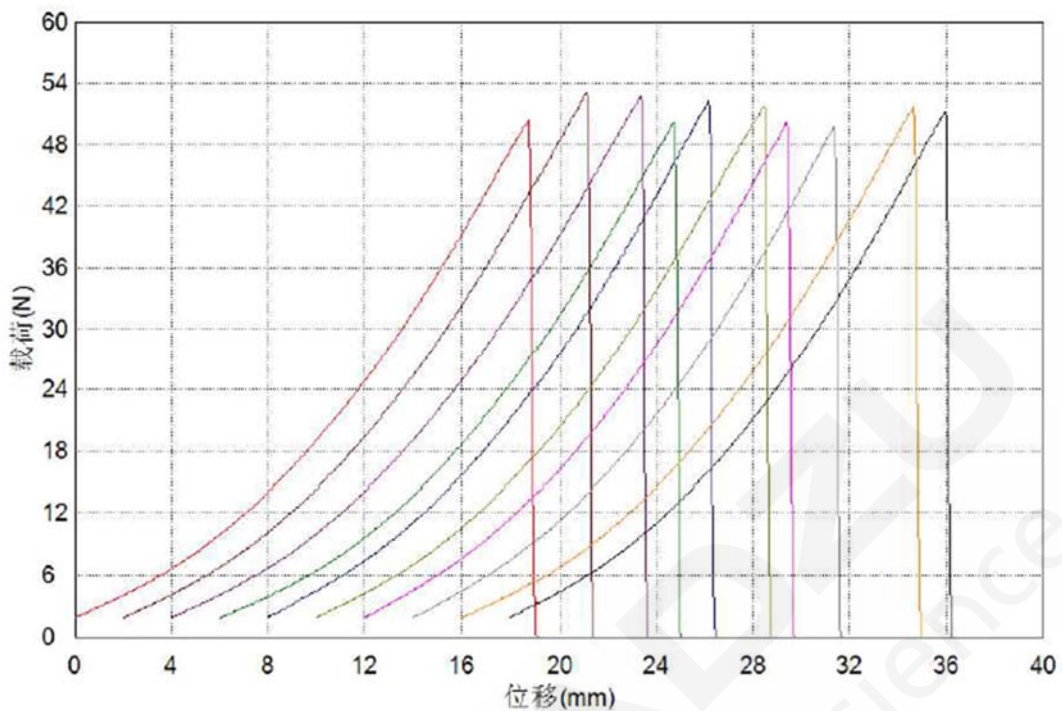


图5.芳纶303试验曲线

表 1. 试验结果

芳纶 1414 试样规格	样品序号	弹性模量 (Mpa)	断裂强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)
203	1-1	28759.2	941.025	4.03061
	1-2	28877.1	888.379	3.99728
	1-3	29168.3	903.786	3.84729
	1-4	28952.3	897.996	3.95557
	1-5	29053.3	925.805	4.18061
	1-6	28944.0	921.942	3.93059
	1-7	28625.0	896.809	3.94729
	1-8	29332.4	928.468	3.90561
	1-9	28581.6	928.142	3.87223
	1-10	28891.6	870.215	3.80562
	平均值	28918.5	905.257	3.94727
	标准差	231.213	23.3167	0.10629
302	1-1	46850.8	1162.54	2.91395
	1-2	42584.4	1026.53	2.94728
	1-3	44185.0	1042.46	2.88061
	1-4	45853.0	1082.72	2.89731
	1-5	45462.0	1237.38	3.24726
	1-6	45335.0	1141.24	3.09723
	1-7	46398.3	1268.24	3.23061
	1-8	44989.9	1122.15	3.08894
	1-9	45146.8	1247.14	3.28061

	1-10	43311.9	1143.00	3.32224
	平均值	45011.6	1147.35	3.09060
	标准差	1325.12	83.915	0.17229
303	1-1	35008.1	1027.56	3.75558
	1-2	35362.6	1082.14	3.82223
	1-3	34837.6	1073.46	3.87225
	1-4	35581.2	1021.41	3.74724
	1-5	36203.3	1063.60	3.63063
	1-6	35997.2	1052.92	3.68889
	1-7	36495.8	1022.36	3.48058
	1-8	36466.6	1015.28	3.47223
	1-9	35696.4	1053.39	3.73062
	1-10	36242.1	1043.60	3.58896
	平均值	35789.1	1045.57	3.67892
	标准差	589.495	23.3895	0.13487

如图表显示了3种规格凯夫拉拉伸试验的曲线，并获取了30个试样的稳定的弹性模量数据，各规格拉伸曲线表现出高同步性。再检查各组试样的弹性模量、断裂强度与断裂伸长率，数据的波动较小，表明测试数据稳定可靠。从试验结果中可以看，断裂载荷随着试样直径的增大而增大。

3. 结论

综上所述，本试验中使用AGS-X 500N电子万能试验机，配合岛津500N气动缠绕夹具，可以满足标准《GB T199975-2005高强度纤长丝拉伸性能试验方法》要求，获取稳定的弹性模量与断裂强度、断裂延伸率等数据，测试曲线稳定，同步性高，在芳纶材料的研究与质量控制中能提供了可靠的数据与良好的操作体验。

单向 CFRP 静态拉伸断裂的观察

摘要： 本文使用岛津公司 AG-X Plus 电子万能试验机，HPV-X2 高速摄像机，楔形夹具，根据拉伸测试标准要求，采用速度控制方法对碳纤维增强塑料进行拉伸试验。试验证明，岛津公司 AG-X Plus 可满足试验标准的各项指标要求，HPV-X2 高速摄像机具有操作方便，精度高，楔形夹具具有在测试中不打滑，断口位置好等特点。

关键词： AG-X Plus 碳纤维增强塑料拉伸 HPV-X2

碳纤维增强塑料 (CFRP) 是一种比强度特别高的复合材料。它被用于飞机和一些运输设备中，通过减轻重量来降低燃料成本。而作为一种复合材料材料在发生内损伤时，表现为脆性破坏行为，断裂从损伤点开始不断扩展。

因此，CFRP 的开发不仅涉及材料试验，

还涉及材料失效的观察，以检查薄弱点的断裂位置。此外，通过最近的辅助工程软件 (CAE) 观察材料失效来评估计算机仿真的有效性。如上所述，碳纤维断裂事件发生得非常快，肉眼无法观察到，因此配合使用高速摄像机。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X Plus 电子万能试验机 HPV-X2 高速摄像机 楔形夹具

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

试验温度：室温

加载试验速率：5mm/min

传感器容量：50KN

摄像机记录速度：500 万帧/s

试验夹具：50KN 楔形夹具（锉面夹齿）

试样规格：6mmX0.4mm（宽 X 厚）

2. 试验介绍

2.1 试验介绍

实验采用AG-X Plus精密万能试验机和HPV-X2高速摄像机。使用的设备如表1所示。在拉伸试验过程中观察材料的失效需要一个信号，以便在材料失效时及时触发高速摄像机。当单向碳纤维发生破坏时，由于裂纹沿着单向纤维的方向扩展，我们贴上了铝箔垂直于纤维的方向。附铝箔的试样如图1所示。通过试样断裂引起的铝箔触发失效事件的观察。试验视图如图2和图3所示。如图3所示，铝箔也包裹在试样周围的夹具上，以便将光聚焦在试样。

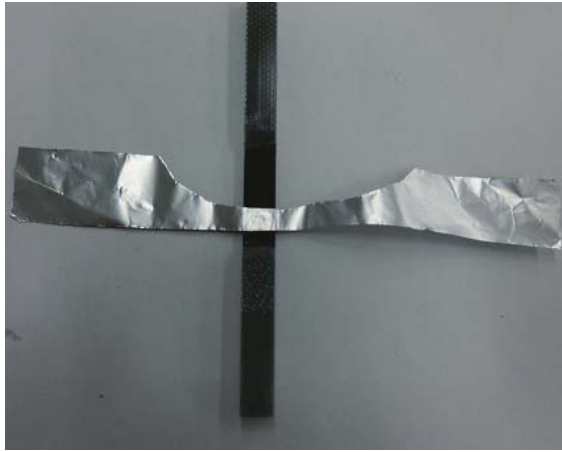


图 1. 试样



图 2. 试验配件



图3. 试验配件

2.2 试验结果

单向碳纤维样品的破坏如图 4 所示。在图 4 的图（2）中，试样的左侧可见纵向裂纹。在图（3）中，这些裂纹已经向上扩展，在图（3）中的样品右侧也可以看到纵向裂纹。图像（6）是样本刚刚破断后的照片。使用 HPV-X2 可以在静态拉伸试验期间观察 CFRP 的失效过程，这对 CFRP 的未来研发是很有用的。

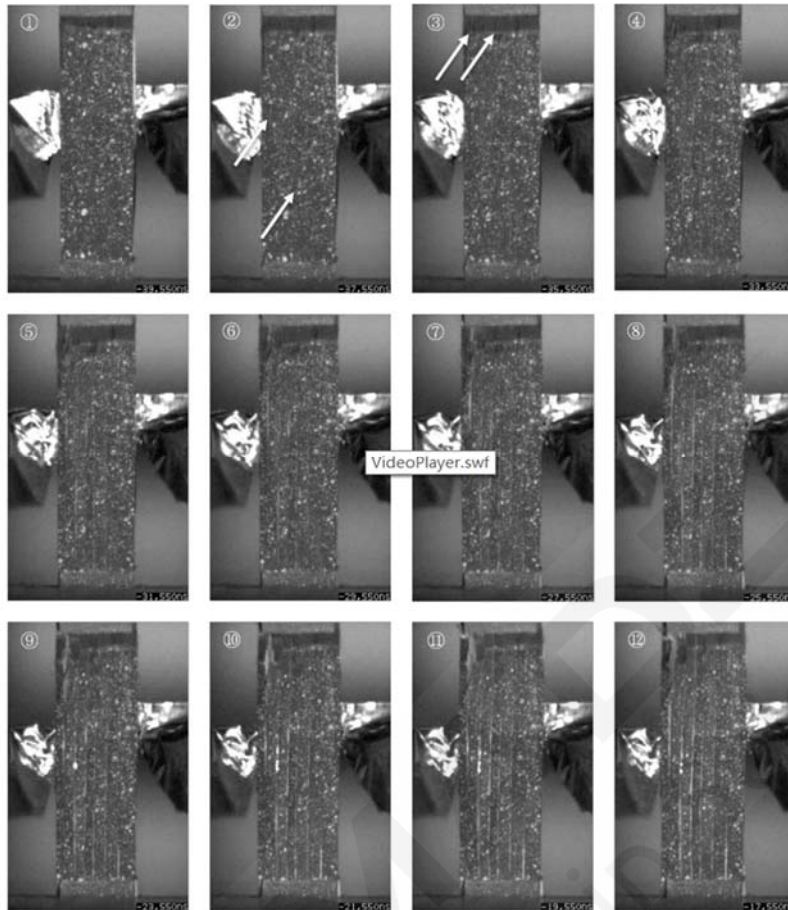


图 4. 抓捕图像

3. 结论

本文介绍了按横梁位移速度对碳纤维增强塑料进行拉伸实例。在本试验中，使用楔形夹具夹持样品，高速摄像机记录。测试结果表明，使用 AG-X Plus 电子万能试验机、楔形夹具，高速摄像机，采用位移速率控制，对试样进行拉伸试验能得到准确的数据。

碳纤维增强塑料弯曲试验

摘要: 本文使用岛津公司 AG-X Plus 电子万能试验机, 塑料三点弯曲夹具, 根据 JIS K7074 弯曲测试标准要求, 采用速度控制方法对塑料进行弯曲试验。试验证明, 岛津公司 AG-X Plus 可满足试验标准的各项指标要求, 塑料三点弯曲夹具具有对中精度高, 调整方便等优点。

关键词: AG-X Plus 塑料弯曲

碳纤维增强塑料 (CFRP) 是一种具有优良相对强度的复合材料。这种塑料很快在航空和航天领域被采用, 并大大减轻了机身重量。最初, 这种塑料只用于部分替换金属材料。然而, 在最新的飞机中, 复合材料, 主要是碳纤维增强塑料, 占 50% 机身重量。由

于随后的技术发展, 预计生产率将提高, 成本将降低, 而且这种塑料也将成为汽车车架的主要材料。

在本数据表中, 使用精密万能试验机对碳纤维增强塑料进行弯曲试验, 以评估材料的强度。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X Plus 电子万能试验机 塑料三点弯曲夹具

1.2 分析条件

速度控制方式: 位移速度控制

传感器容量: 5KN

试验温度: 室温

试验夹具: 塑料三点弯曲夹具

加载试验速率: 5mm/min

2. 试验介绍

2.1 试验条件介绍

在 JIS K7074 规定的弯曲试验中, 加载边缘半径为 5 mm, 以及规定支撑半径为 2 mm。试样标准尺寸为具体如下:

长度=100 mm±1 mm 宽度=15 mm±0.2 mm 厚度=2 mm±0.4 mm

对于使用标准尺寸试样进行的试验, 跨度支架之间 (L) 应为 80 mm±0.2 mm。使用软件时, 弯曲应力可以自动计算并绘制成试验图和试样尺寸。弯曲强度和其他特性也可以通过一些简单的操作获得值。

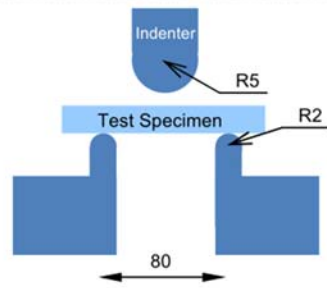


图 1. 试验示意图



图 2. 试验实物图

2.2 试验结果

由应力-位移曲线图 3 可以查看；试验结果见表 1。

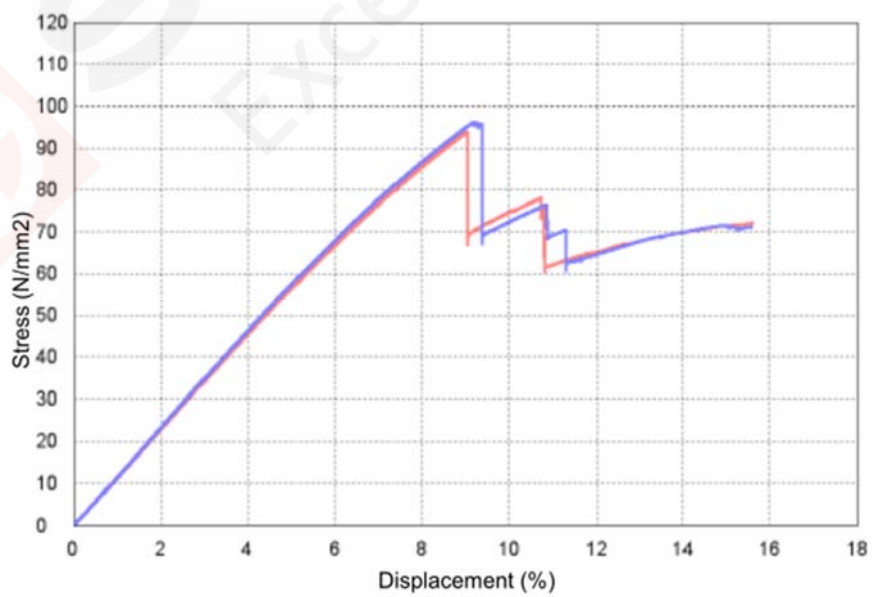


图 3. 应力-位移曲线

表 1 试验结果 (平均值)

施加力 (N)	弯曲率 (%)
485	95

3. 结论

本文介绍了一个根据标准要求,按横梁位移速度对碳纤维增强塑料进行弯曲实例。在本试验中,使用塑料三点弯曲夹具。测试结果表明,使用 AG-X Plus 电子万能试验机、塑料三点弯曲夹具,采用位移速率控制,进行弯曲试验能得到准确的数据。



纳米增强型纤维塑料的三点弯曲试验

摘要：发泡塑料是轻质的，具有优异的隔热和减震性能的材料。本试验通过使用岛津 AGS-X 电子万能试验机测定其三点弯曲性能，采用符合 JIS K 7171 标准的挠度测量装置和试验速度，该标准通常用于塑料的强度评定，并比较了有无纤维素和是否为发泡塑料的弯曲强度的差异。

关键词：塑料 三点弯曲试验

发泡塑料是轻质的，具有优异的隔热和减震性能，其原因是因为材料内部含有许多空隙；另一方面，由于单位体积的塑料体积较小，发泡塑料的强度低于非发泡塑料。纤维或其他增强材料的添加是增强其强度的有效技术，而泡沫则有轻质和隔热的性能。虽然玻璃纤维和碳纤维常被用作增强材料，但近年来利用纤维素纳米纤维（以下简称 CNF）作为植物源性高性能新材料的研究和开发取得了进展。纤维素主要由植物细胞壁和棉花等物质组成，是地球上最常见的碳水化合物，长期以来一直被用作造纸和棉纤维的原料。近年来，通过将纤维素热分解到纳米级来实现更高功能的 CNF 引起了人们的

关注。CNF 作为一种植物源性材料，对环境影响小，并且具有多种理想的性能，包括低线性膨胀、气体阻隔性和透明性。与铁基材料相比，CNF 重量仅为钢的 1/5，但比强度高，比钢强 5 倍，可以实现 CNF 与塑料、橡胶的复合，达到或优于传统材料的强度。因此，CNF 作为继碳纤维之后的一种新型材料引起了人们的兴趣。

本文介绍了一种三点弯曲试验，采用符合 JIS K 7171 标准的挠度测量装置和试验速度，该标准通常用于塑料的强度评定，并比较了有无 CNF 和是否为发泡塑料的弯曲强度差异。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 三点弯曲夹具 挠度计 SMX100CT

1.2 试验条件

样品名称：塑料弯曲样品

样品数量：3 组

样品尺寸：50 mm × 10 mm × 4 mm

试验温度：室温

试验类型：三点弯曲试验

试验速度：1 mm/min → 20 mm/min

传感器容量：1kN

夹具：三点弯夹具（R5）

2. 试验介绍

2.1 样品介绍

研究中测试的 CNF 增强塑料是高密度聚乙烯（以下简称 HDPE）。试样*1 是通过向 HDPE 中添加 5% CNF 作为基体塑料制备的。为了研究内部条件的差异，在试验前用 SMX100CT 微

焦点X射线CT系统对标本进行内部观察。图1显示了样本的CT图像，其中空洞显示为黑色区域。不含CNF的非发泡塑料 (①) 与非发泡CNF增强塑料 (②)，外观上无显著差异。CT扫描结果表明，与未加CNF的塑料相比，CNF增强塑料 (④) 具有更细更均匀分布的孔洞。因此，认为CNF有阻碍气孔的生长和合并的可能。

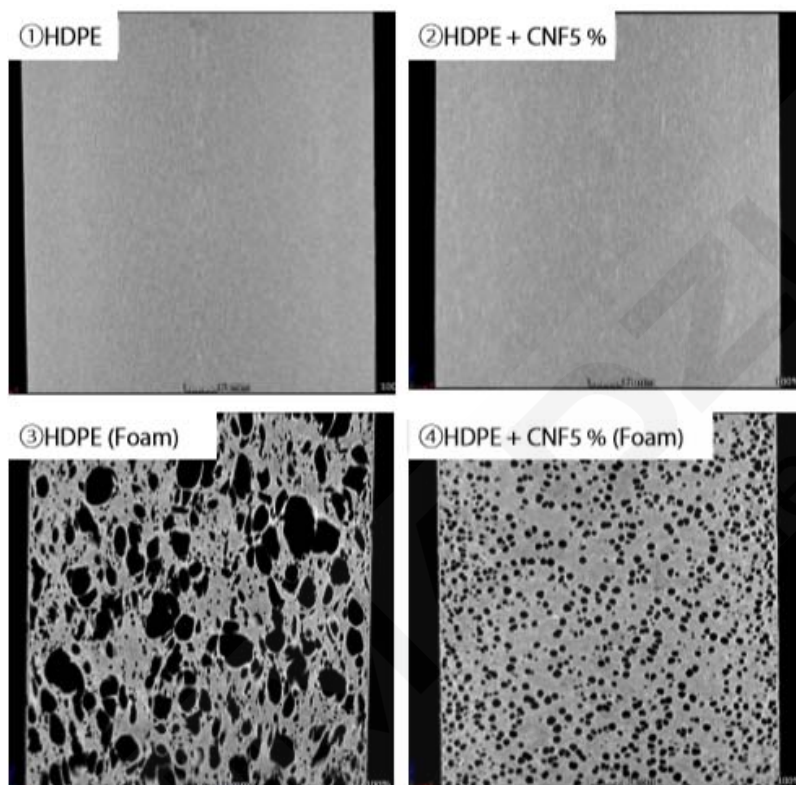


图 1.CT 图像

2.2 试验过程

本试验测试弯曲弹性模量时使用1mm/min试验速率，测量弯曲弹性模量后，改变试验速度至20mm/min，以有效地测量弯曲强度。为了精确测量试样的挠度，在位移测量中使用挠度计进行试验。



图 2.试验过程

3. 试验结果

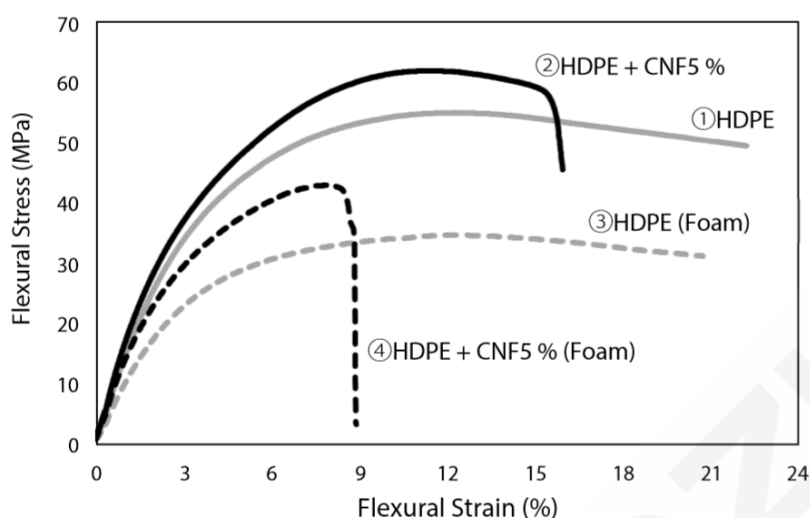


图 3. 试验结果曲线

表 1 试验数据

样品项目	弯曲弹性模量 (GPa)	弯曲强度 (MPa)	最大挠度 (%)
①HDPE	1.29	55.2	0.7
②HDPE + CNF5 %	1.56	61.8	0.2
③HDPE (Foam)	0.87	32.7	4.0
④HDPE + CNF 5 % (Foam)	1.29	42.5	0.2

图 3 为试验结果曲线，表 1 为试验所得数据。CNF 增强塑料（②，④）在达到最大强度后，试验力急剧下降，出现脆性断裂。非 CNF 增强塑料（①、③）表现出韧性，试验力逐渐减小。表 2 总结了所有试样的试验结果。弯曲应变斜率为 0.05%~0.25%时计算出弯曲弹性模量。比较非 CNF-HDPE（①、③）和 CNF 增强塑料（②、④）的弯曲弹性模量和弯曲强度，CNF 增强塑料的弯曲弹性模量和弯曲强度均较高。通过比较 HDPE 发泡塑料（③）和 CNF 增强发泡塑料（④）弯曲强度的变化系数，发现 CNF 增强发泡塑料的弯曲强度变化较小。

4. 结论

添加 CNF 可以提高塑料的弯曲弹性模量和弯曲强度。除了改善这些机械性能外，并对塑料发泡成型有稳定的作用，例如，通过添加 CNF，可改变发泡塑料的孔洞。CNF 复合材料在构件中的应用需要进行多种形式的评估，强度评估是其中的一个关键项目。此外在这项研究中，由于使用了挠度计，因此可以高精度地测量试样的挠度。岛津试验机测量系统可以准确评价含 CNF 材料的各项力学性能。

纤维素强化树脂在不同温度下的弯曲特性

摘要：纤维素是植物细胞壁及纤维的主要成分，是在地球上存量最多的碳水化合物，自古以来一直作为纸、棉的原料使用。近年来，通过将纤维素解纤至纳米水平从而提高了功能性的纤维素纳米纤维 (CNF) 得到了广泛关注。CNF “强度是钢的 5 倍，但重量只有钢的 1/5”，还具有许多其他理想的性能，包括“透明度”、“低热膨胀性和高耐热性”、“气体阻隔性”和“增稠性和触变性”，作为一种植物源性物质，其对环境影响较小，由此成为一种继碳纤维之后备受关注的材料。特别是在运输机械领域，使用 CNF 与树脂结合制成的部件应用于汽车车体，实现轻量化，有效地减少 CO₂ 1)，而考虑到汽车的使用环境，不仅是室温，还需要明确材料从低温到高温的大范围温度领域下的特性。

本文针对分别使用 CNF、玻璃纤维 (GF) 强化尼龙 6 (PA6) 的材料，进行弯曲试验，评价了弯曲强度、弯曲模量的温度相关性

关键词：塑料 三点弯曲试验

1. 实验部分

1.1 仪器

AGX-V 三点弯曲夹具 挠度计 高低温恒温箱 TCR1WF

1.2 试验条件

样品名称：塑料弯曲样品	试验速度：1 mm/min → 20 mm/min
样品数量：3 组	传感器容量：1kN
样品尺寸：50 mm × 10 mm × 4 mm	夹具：三点弯夹具 (R5) 跨距 (64mm)
试验温度(°C)：-30 0 室温 60 80	方向器 (恒温箱内)
试验类型：三点弯曲试验	

2. 试验介绍

本次测定采用了电子万能材料试验机AGX™-V进行试验。图 1 所示为试验的过程图像。图2 所示为试验条件。在室温下使用塑料 3 点弯曲试验夹具 (a)，在恒温槽内使用延长杆，因而利用反向器与夹具 (b) 进行了试验。反向器是一种将拉伸负载转换为向试验片施加弯曲负载的装置，与直接弯曲负载方式相比，可在不压弯延长杆的状态下完成试验。此外，考虑到汽车的使用环境，在 -30°C ~80°C 的温度条件下进行了试验。试验片使用不含有纤维的 PA6 与纤维质量百分比浓度不同的 3 种 (3、5、10wt%) CNF/PA6 和 GF/PA6 共计 7 种制成日标 JIS K7171 推荐的试验片的形状，分别以 n=3 进行了试验。

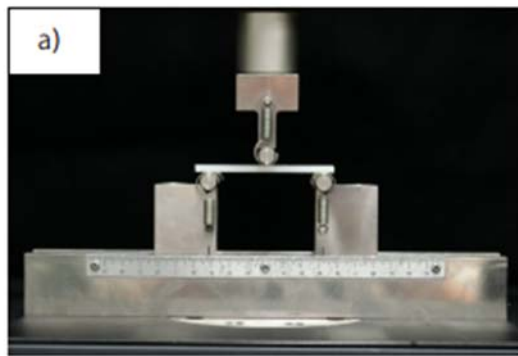


图 1. 试验过程 (a: 室温 b: 恒温箱内)

3. 试验结果

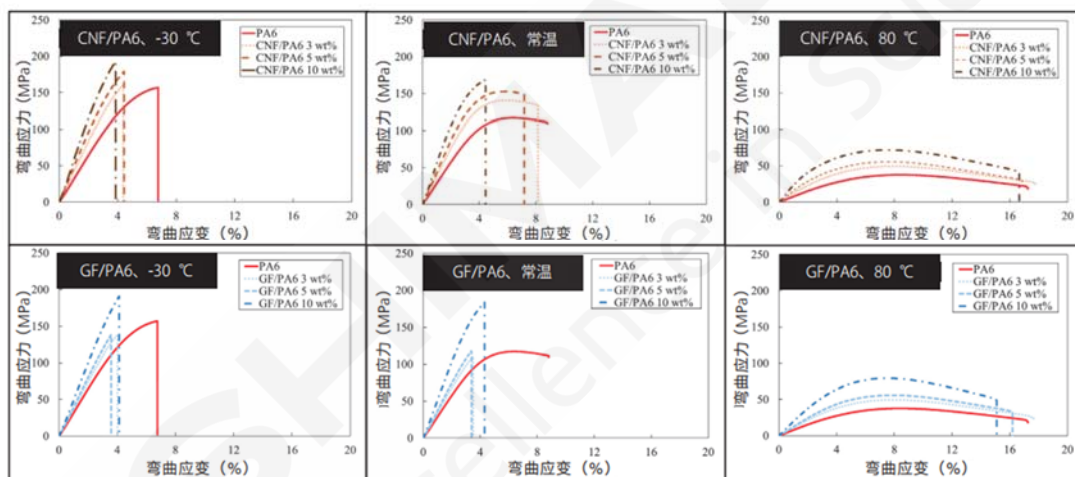


图 2. 试验结果曲线

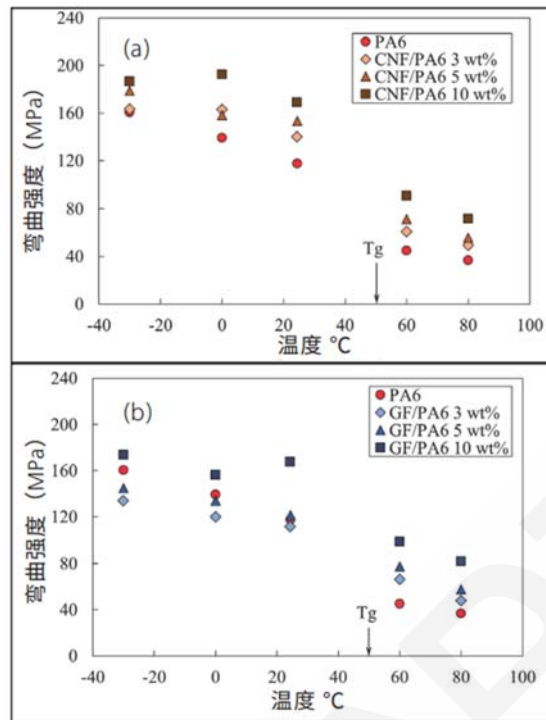


图 3. 弯曲强度与温度的相关性 (a:CNF/PA6 b: GF/PA6)

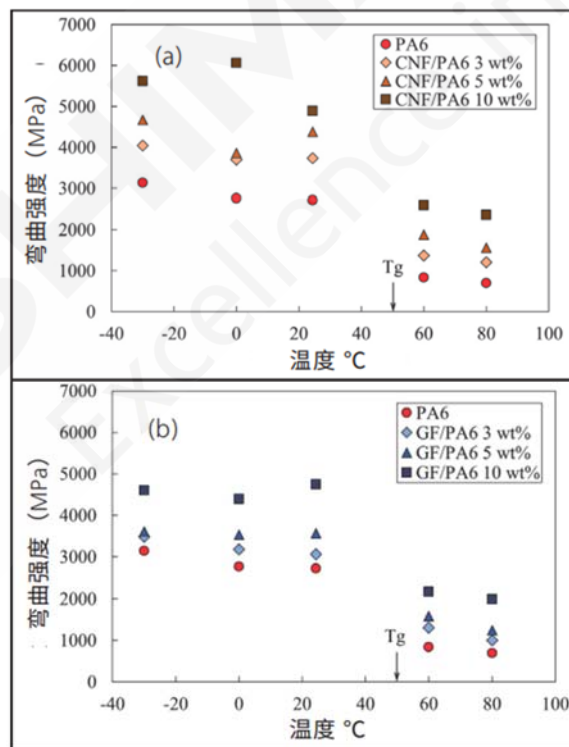


图 4. 弯曲模量与温度的相关性 (a:CNF/PA6 b: GF/PA6)

列举其中一系列试验结果，图 2 所示为 -30 °C、常温、80 °C 下的结果。高于室温时，所有试验片在超过最大应力后均未损坏，表现出应力缓慢降低的韧性状态，而在低于室温时，

超过最大应力后立即损坏，表现出应力瞬间降低的脆性状态。图 3 所示为各试验片的弯曲强度和与温度的相关性。由图 3 可知 CNF/PA6、GF/PA6 均有温度相关性，弯曲强度随着温度增加而降低。此外，虽然样品强度随着纤维含有量增加而增强但在不同温度下，GF/PA6 的强度也可能会低于 PA6。图 4 所示为各试验片的弯曲模量和与温度的相关性。在两种增强纤维中，纤维含量越高，弯曲弹性模量越高，并且在每种混合比中，CNF 增强纤维均比 GF 增强纤维具有更高的弯曲弹性。此外，温度依存性小于弯曲强度，在-30℃~ 室温之间、60~80℃之间，弯曲模量几乎没有变化，而从室温到 60℃之间，弯曲模量则大幅降低。推测在基质树脂 PA6 的玻璃化转变温度（50℃）附近，物性会出现变化。

4. 结论

本文针对 CNF、GF 等 2 种纤维强化树脂，在各种温度环境下实施了弯曲试验。结果表明，弯曲强度和弯曲模量会根据试验温度不同而不同。使用本文中的仪器型号进行试验，可明确材料的温度特性。

复合材料剪切试验

摘要：本文使用岛津公司 AG-X plus 电子万能试验机，复合材料剪切夹具，根据 ASTM D5379 ISO14129 和 ASTM D7078 三种测试标准要求，采用位移速度对复合材料进行剪切试验。试验证明，岛津公司 AG-X plus 可满足试验标准的各项指标要求。

关键词：AG-X plus 复合材料 剪切试验

因为碳纤维增强塑料 (CFRP) 与以往的材料相比，具有高强度高刚性，且不会氧化生锈等特点，特别适用于强度和耐久性要求较高的工业产品。CFRP 复合材料不同于以往的均质材料，具有各向异性，在承受载荷的应力主轴方向呈现出拉伸、压缩、弯曲、面内剪切、面外剪切或兼有上述动向的复杂断裂现象。近年来，为了减少试制次数，降低新产品开发的成本，CAE 分析被广泛应用。为了提高对所设计产品的性能预测精度，需要采集各种数据，因此，在进行 CFRP 试验时，对于分别测量各断裂现象的试验方法

的要求越来越高。评价复合材料的试验方法有多种。其中，作为面内剪切试验方法，以纤维增强复合材料的纤维方向或织物层压材料为目标，在设有缺口的样片上取非对称的 4 个点加载弯曲负荷的 Iosipescu 法 (ASTM D5379)，以及在 $\pm 45^\circ$ 的层压材料上加载拉伸负荷的方法 (ISO 14129) 最为普及。本次试验使用 V-Notched Rail Shear 法 (ASTM D7078)，能够稳定进行面内剪切试验。另外，因样片的测量部位较大，可同时适用于无孔样片及短纤维系列 CFRP 层压材料的测量。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X plus 电子万能试验机 复合材料剪切夹具

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

试验温度：室温

加载试验速率：2mm/min

传感器容量：50KN

软件：TRAPEZIUM X(单一试验)

试验夹具：复合材料剪切夹具

2. 试验介绍

2.1 测量系统

图 1 为 ASTM D7078 中规定的样片信息。样片为 [0/90] 10s 的交差层压材料，将东丽公司生产的 T800S 预浸料通过热压罐成型。样片上 31mm 为测量部分 (参照图 1)，为了测量 -45° 以及 45° 方向的变形，将 2 轴式应变仪粘贴于加工有上下 V 型缺口的中央部位 (标定部位中央)。将上述两个应变仪测得的应变数值代入公式，可求出剪切应变值，这是评价剪切弹性模量所不可或缺的特性数据。本次试验中在样片正面与背面分别设置了应变仪。通过读取应变仪的输出数值并计算平均值，可准确得到样片上出现的剪切应变信息，由

此确认样片正面与背面对称加载时的剪切应变负荷。图 2 和图 3 为试验的状况。通过 TRViewX（非接触式引伸计）得到的观察图像与从试验机得到的样片应力及应变仪的输出值相同，因此与各种数据进行比较的同时，可相对简单地对以往试验计量系统难以掌握的CFRP断裂过程进行评价。此外，根据TRViewX观察图像，可以通过 DIC (Digital Image Correlation) 分析评价变形分布。为了进行 DIC 分析，需要使用喷涂式涂料。试验前在样片表面上喷出不规则图案。

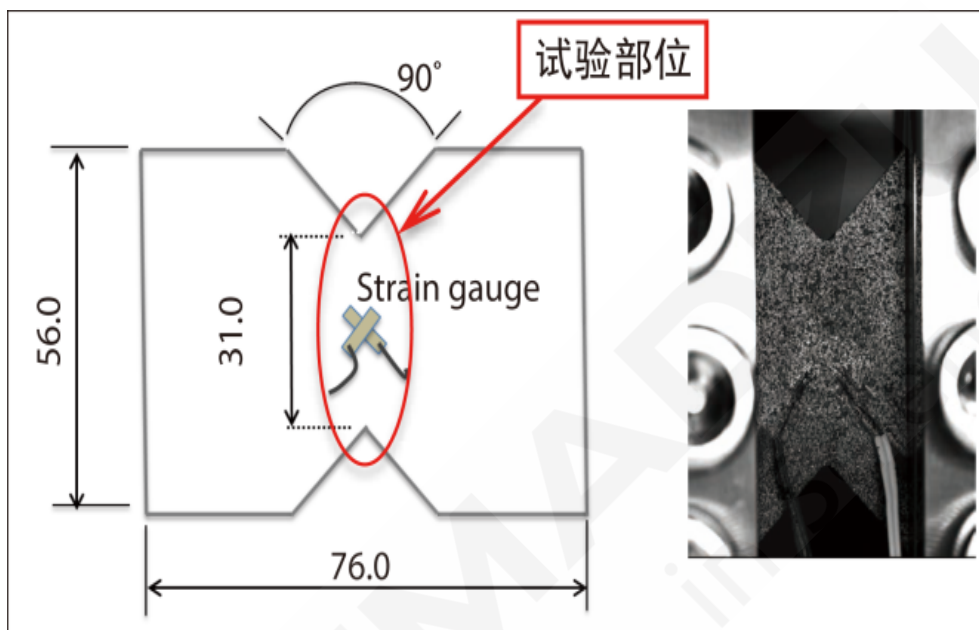


图 1. 样片形状



图 2. 正在试验
7543



图 3. 正在拍摄

3. 试验结果

表 1 为本次试验中采集的各种数据；图 4 为试验后的样片照片；图 5 为剪切应力-应变线（应变值为从应变仪读取的数值）；图 6 为剪切应力-剪切应变线图（剪切应变值为根据公式 (1) 算出的数值）；图 7 为剪切应力-位移线图。通过表 1 可知，各种剪切数据说明重复性良好。由图 5 和图 6 可知，由于样片表面与背面的应变仪显示出相同的输出值，可以推测样片上加载有对称且剪切应变良好的载荷。图 8 为样片的断裂状况。由图可知，在上部缺口附近出现的龟裂随着试验受力的急剧降低而向下部缺口方向延伸。图 9 为通过 DIC 分析得到的剪切应变分布图像。样片上出现的应变量以相应的颜色表示。应变量较小的部位以冷色（黑色、蓝色）表示，应变量较大的部位以暖色（橘色、红色）表示。随着试验的进展，发现 V 型缺口间的局部出现应变集中现象。

表 1. 试验结果

试样	剪切弹性模量 (GPa)	剪切强度 (MPa)
1	4.63	121.72
2	4.55	120.00
3	4.58	120.05
平均值	4.59	120.60

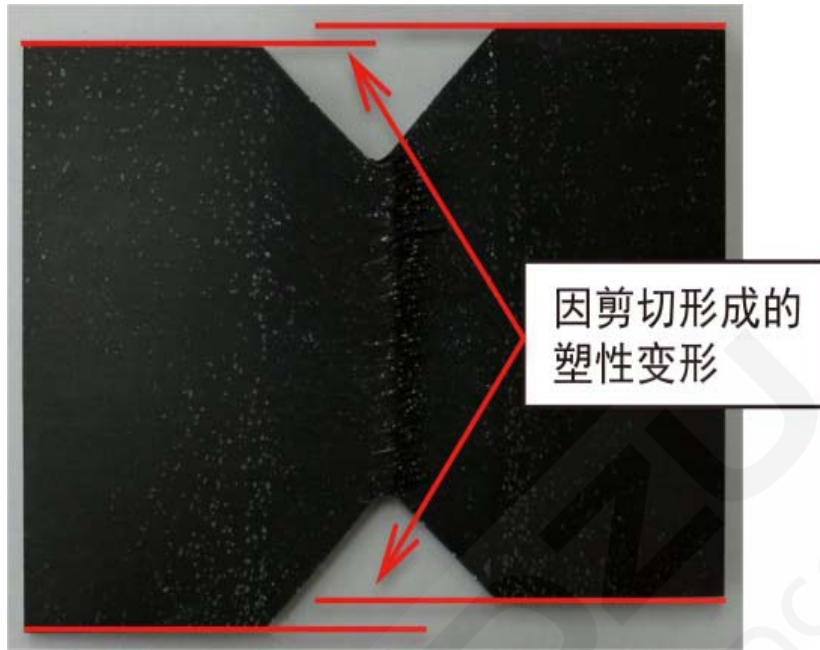


图 4. 试验后样品

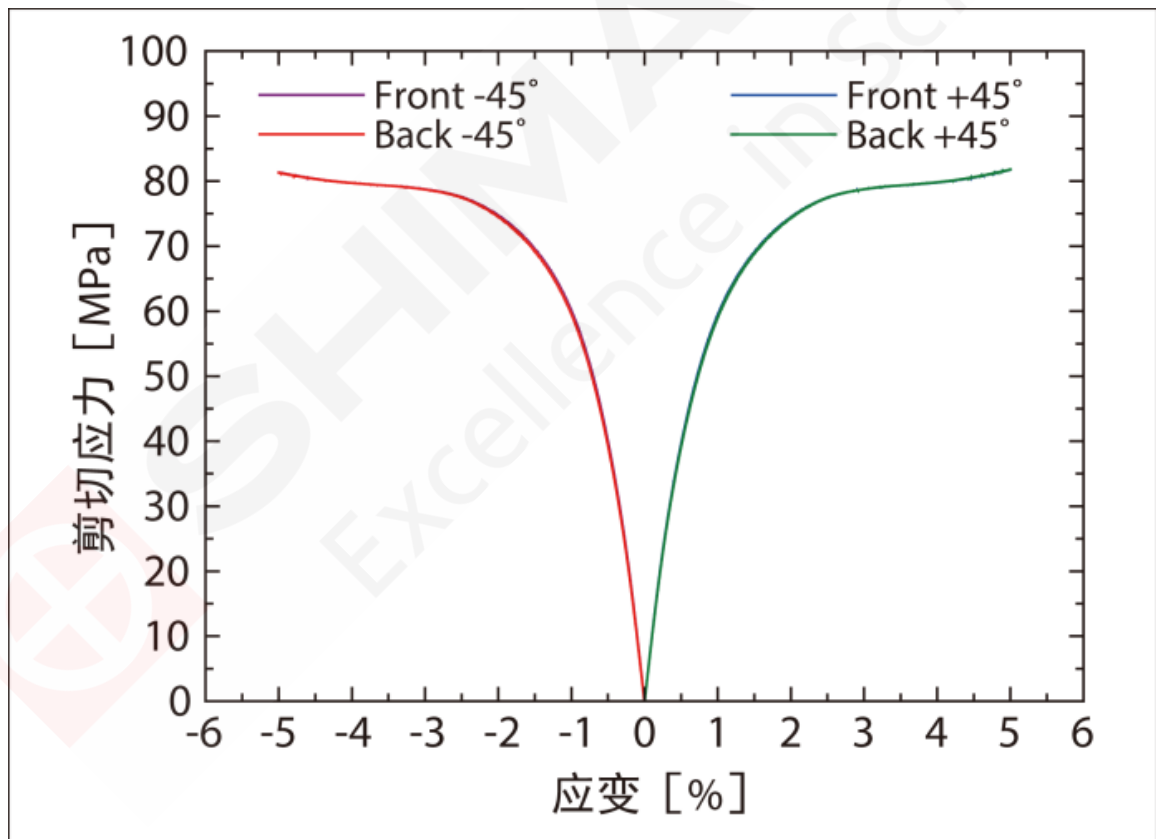


图 5. 剪切应力-剪切应变曲线

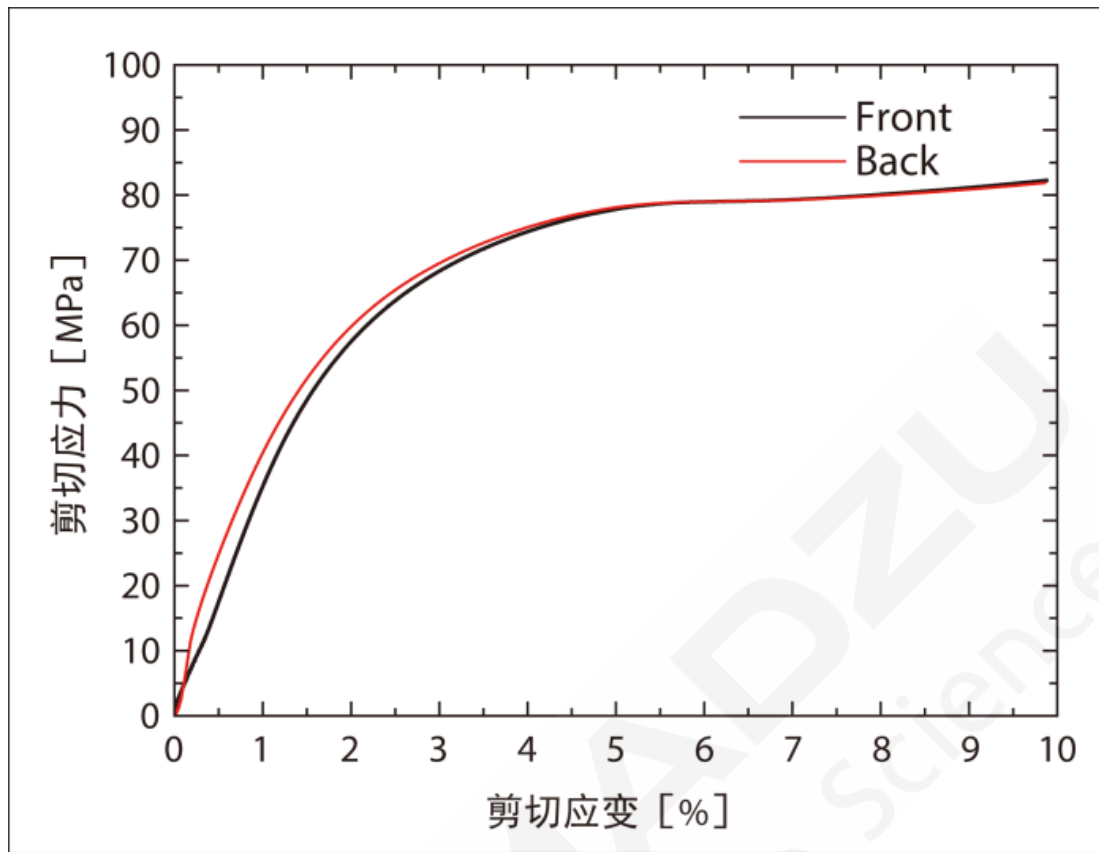


图 6. 剪切应力-剪切应变曲线

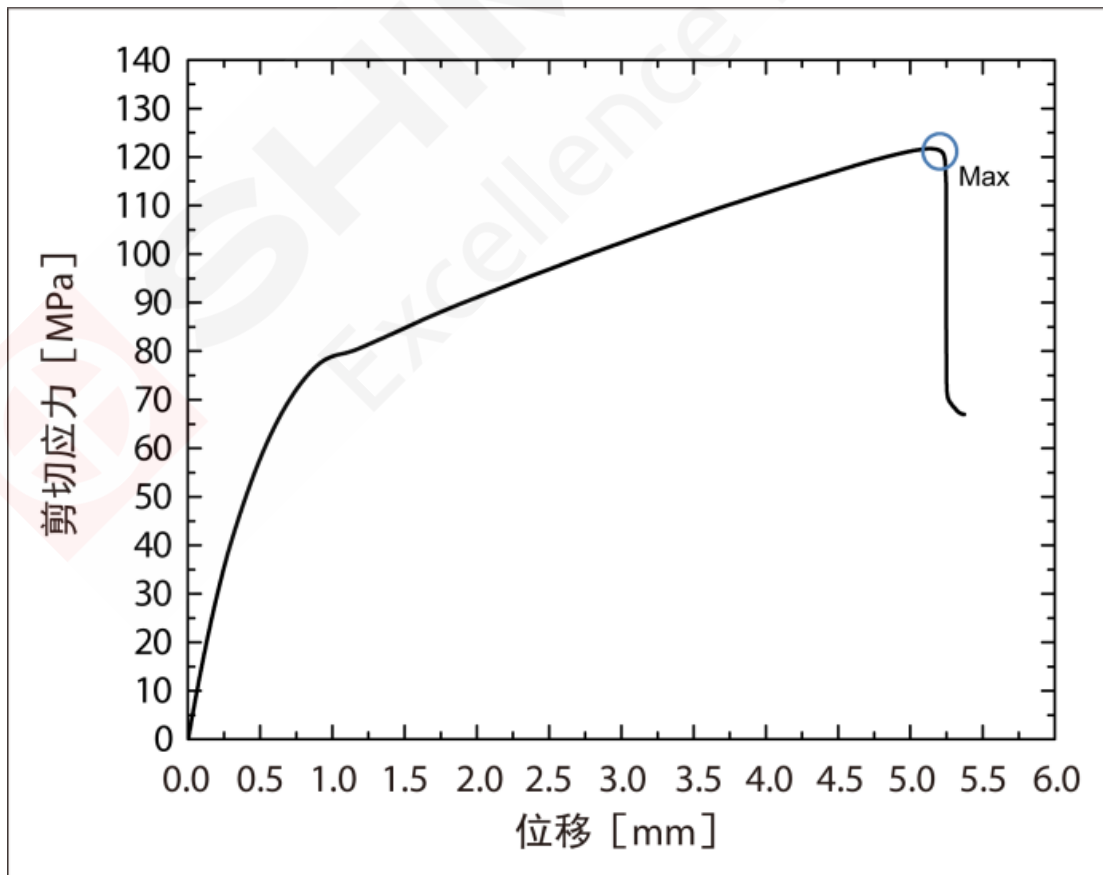


图 7. 剪切应力-位移曲线

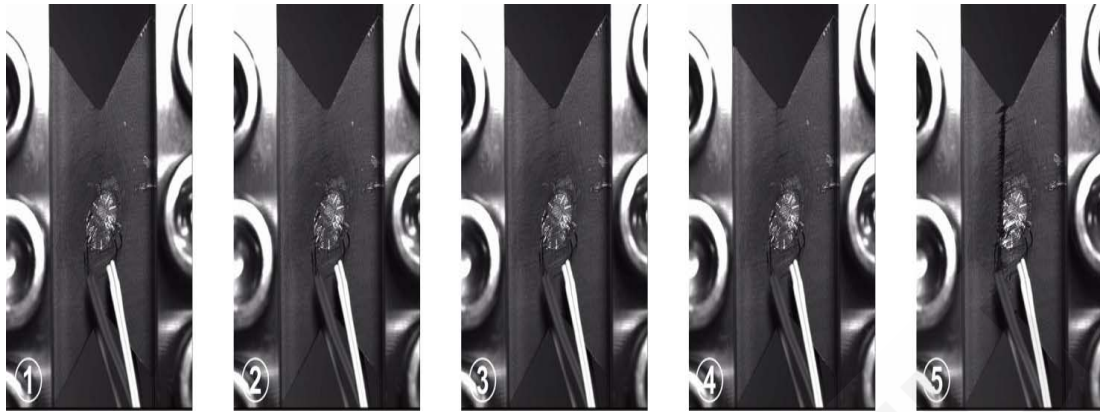


图 8. 样品的断裂情况 (样品上断裂部位附近图像)

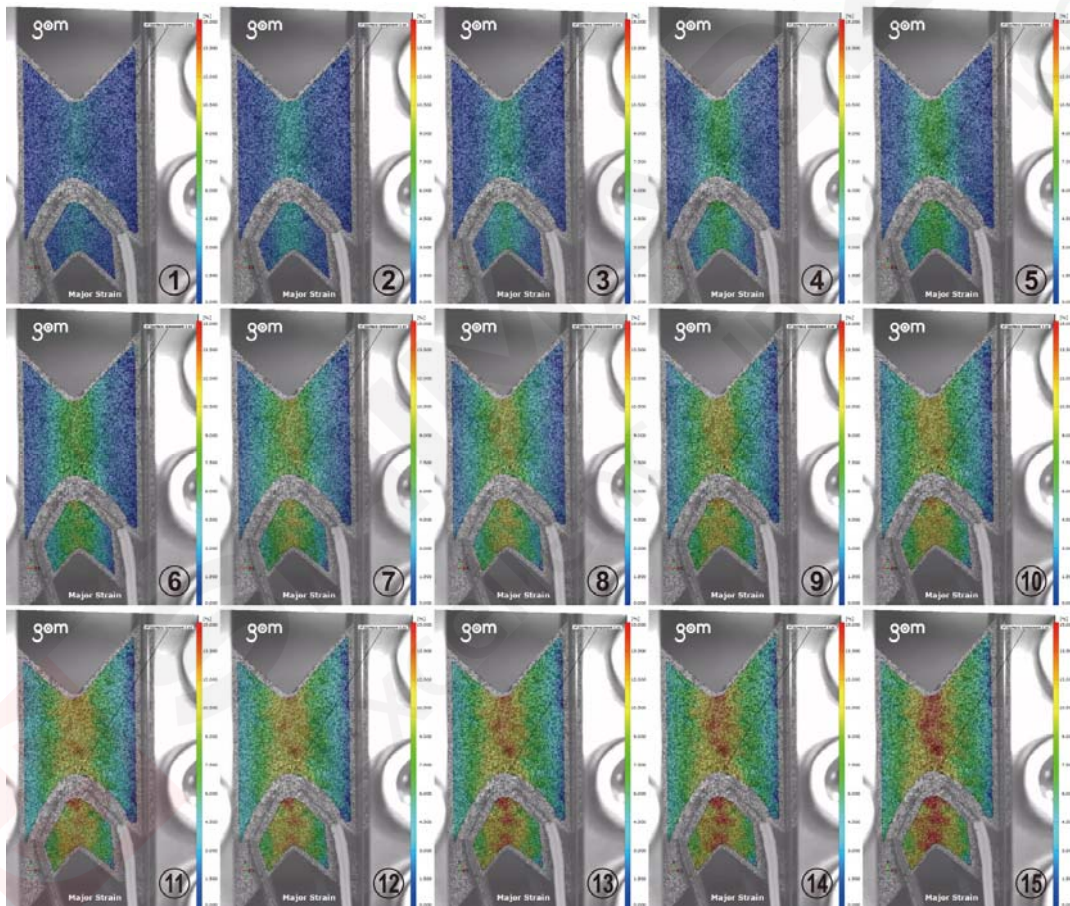


图 9. 剪切应变分布 (DIC 分析图像)

4. 结论

综上所述, 使用本次试验系统可顺利进行 V-Notched RailShear (ASTM D7078) 的剪切试验。在系统中安装非接触式引伸计后, 不仅能够评价剪切弹性模量和剪切强度等基本数据, 还可做为分析 CFRP 破坏原理的参考数据, 实时跟踪样片的破坏状况, 以及通过 DIC 技术进行应变分析。

复合材料剪切试验（霍氏法）

摘要：本文介绍使用岛津电子万能试验机 AGS-X 50KN 进行复合材料（CFRP）V 型切口梁试样（V-Notched Beam）霍氏法剪切试验的示例（参考 ASTM D5379 标准）。该方法作为面内剪切试验法被广泛应用于复合材料领域。本次试验对 V 型缺口的样片以非对称的 4 个点支撑并加载压缩载荷，可在试验部位（参照图 1）加载单纯剪切应力的试验方法。该方法夹具相对容易且便于放置样片，适用于测量单向材料、交错层压材料以及短纤维材料等各种 CFRP 层压材料。

关键词：Autograph 精密万能试验机 复合材料 剪切试验

碳纤维增强复合材料是以碳纤维或碳纤维织物为增强体，以树脂、陶瓷、金属、水泥、碳质或橡胶等为基体所形成的复合材料。在众多轻量化材料中轻量化效果十分明显，在航空航天、军工产品中得到广泛应用。应用在车身结构件中，减轻质量效果尤为明显，比钢铁材料轻50%，比铝材轻30%，因此得到国内外各大汽车公司的广泛关注。

碳纤维强化塑料（CFRP）与以往的材料相比，在平行于增强方向上具有高强度高刚性，且氧化后不会生锈等特点，所以适用于

强度和耐久性 要求较高的工业产品。CFRP 复合材料不同于以往的均质材料，具有各向异性，在承受载荷的应力主轴方向呈现出拉伸、压缩、弯曲、面内剪切、向外剪切或兼有上述动向的复杂受力情况。近年来，为了减少试制次数，降低新产品开发的成本，CAE 分析被广泛应用。为了提高对所设计产品的性能预测精度，需要采集各种数据，因此，在进行 CFRP 试验时，对于分别测量各断裂现象的试验方法的要求越来越高。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 50KN 电子万能试验机
复合材料剪切夹具

TRAPEZIUM X 软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右
载荷传感器：50KN（0.5 级）

试验夹具：复合材料剪切夹具
试验速率：2mm/min

1.3 样品及处理

图 1 为 ASTM D5379 中规定的样片信息。样片使用东丽株式会社生产的 T800S 预浸料通过热压罐成型，[0/90] 交叉叠层压材料。为了测量-45°以及 45°方向的变形，将 2 轴式应变仪粘贴于加工有上下 V 型缺口的中心部位（标定部位中央）。

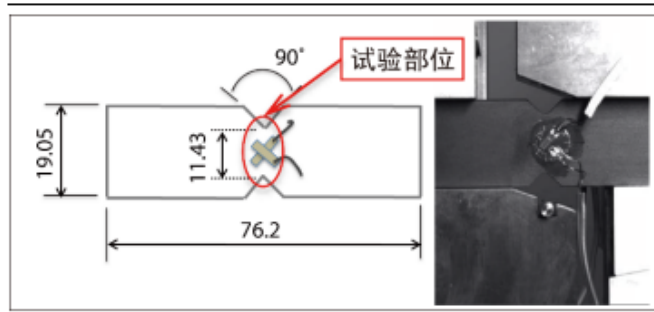


图 1. 复合材料剪切试验样片形状

2 试验介绍

将上述两个应变仪测得的应变值代入公式 (1)，可求出剪切应变值，这是评价剪切弹性模量不可或缺的特性数据。本次试验中，在样片的表面与背面分别粘贴了应变仪。通过读取上述两个应变仪的输出数值并求出其平均值，可准确得到样片上出现的剪切应变信息，由此确认样片的正面与背面对称加载时的剪切应变负荷。

$$\gamma = |\epsilon_{+45}| + |\epsilon_{-45}|.$$

γ : 剪切应变

ϵ_{+45} : +45°时出现的应变

ϵ_{-45} : -45°时出现的应变

公式 (1)

通过 TRViewX (非接触式视频引伸计) 得到的拍摄图像与从应变仪输出的样片应力与应变值同步，可以对各种数据进行比较，可以相对以往的试验计量系统难以掌握的 CFRP 断裂过程进行评价。此外，根据 TRViewX 拍摄图像，可以通过 DIC (Digital Image Correlation) 技术，分析评价变形分布。为了进行 DIC 分析，需要使用喷涂式涂料。试验前在样片表面上喷出不规则图案。



图 2 为试验的状况

3.结果与结论

3.1 试验结果

表 2 为本次试验中采集的各种数据；图 3 为试验后的试样照片；图 4 为剪切应力-应变

线图（应变值为从应变仪读取的数值）；图 5 为剪切应力-剪切应变线图（剪切应变值为根据公式 (1) 算出的数值）；图 6 为剪切应力-位移线图。通过表 2 可知，各种剪切数据说明重复性良好。由图 4 和图 5 可知，由于试样表面与背面的应变仪显示出相同的输出值，可以推测样片上加载了对称且剪切应变良好的载荷。

表 2. 试验结果

试样	剪切弹性模量 (GPa)	剪切强度(MPa)
Test 1	4.62	135.0
Test 2	4.63	133.0
Test 3	4.50	131.0
平均	4.58	133.0

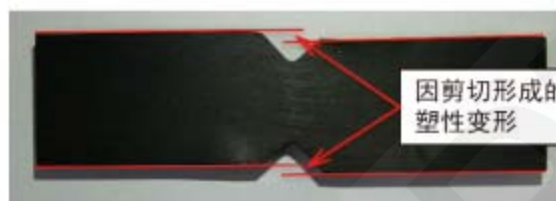


图 3. 试验完成后的试样

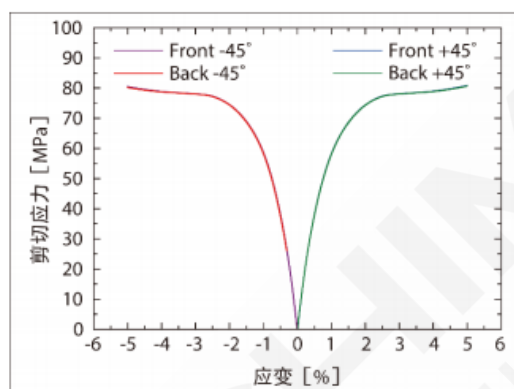


图 4. 剪切应力-应变曲线

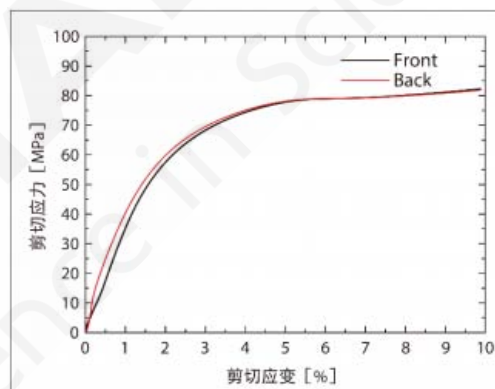


图 5. 剪切应力-剪切应变曲线

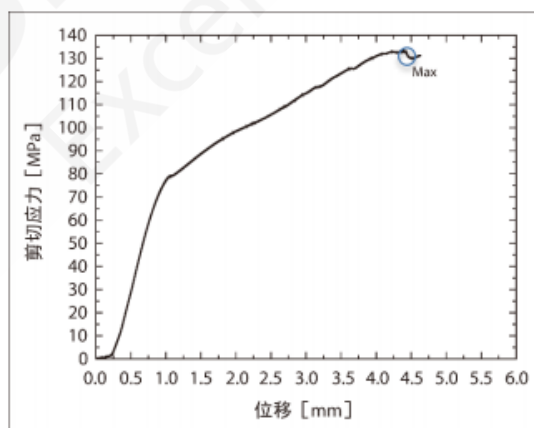


图 6. 剪切应力-位移曲线

图 7 为样片的断裂状况。图 8 为通过 DIC 分析得到的剪切应变分布图像。样片上出现的应变量以相应的颜色表示。应变量较小的部位以冷色（黑色、蓝色）表示，应变量较大的部位以暖色（橘色、红色）表示。随着试验的进展，发现 V 型缺口间的局部出现应变集中现象。

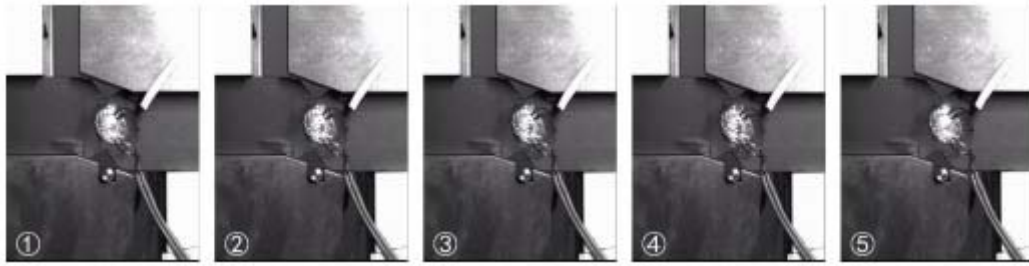


图 7. 试样断裂状况 (断裂点细部)

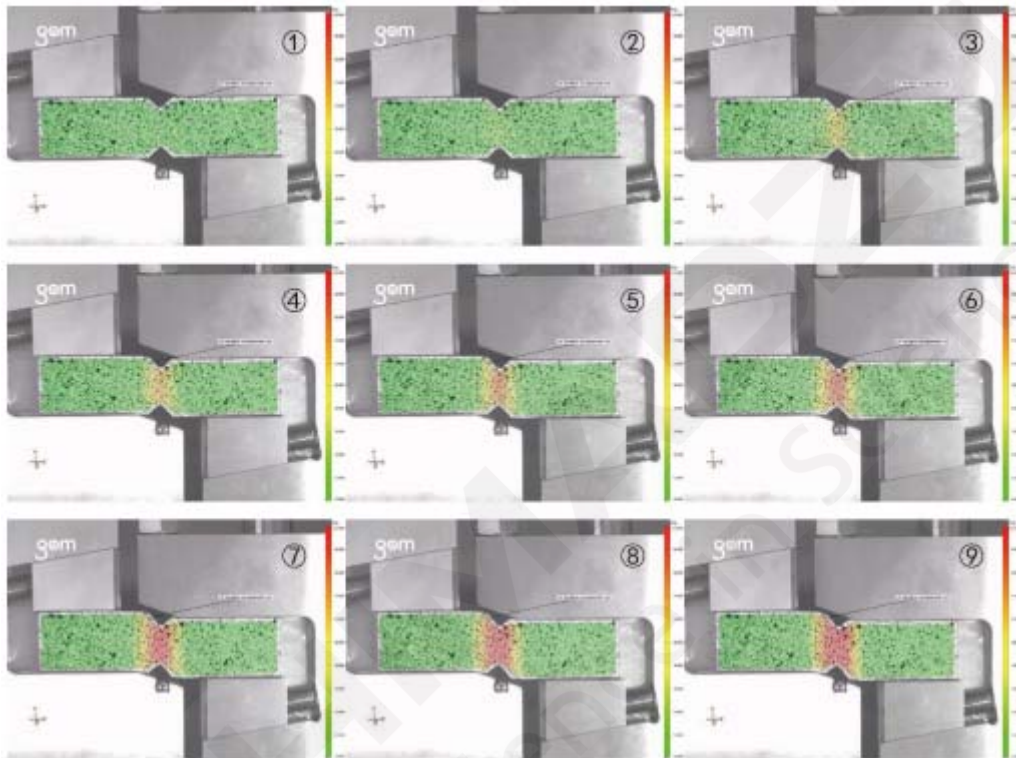


图 8. 剪切应变分布 (DIC 分析图像)

4.结论

综上所述, 使用本试验系统可顺利进行 V 型缺口的剪切试验。在系统中安装非接触式视频引伸计后, 不仅能够评价剪切弹性模量和剪切强度等基本数据, 还可作为了解 CFRP 破坏原理的参考数据使用, 通过 DIC 技术详细分析样片的破坏过程及程度。

复合材料 CFRP 的 MMB 试验

摘要： 本文使用岛津公司 AG-X Plus 电子万能试验机，非接触式引伸计，MMB 夹具，根据 ASTM D6671/ D6671M-19 测试标准要求，采用速度控制方法试验。试验证明，岛津公司 AG-X Plus 可满足试验标准的各项指标要求，非接触式引伸计具有操作方便，精度高。

关键词： AG-X Plus MMB 视频引伸计

碳纤维增强塑料 (CFRP) 不氧化或生锈，并具有比传统材料更高的比强度和刚度。CFRP 的应用正在进行研究，重点是作为飞机材料的应用，需要强度和耐久性。然而，CFRP 层合板的优异力学性能仅限于强化方向 (与纤维平行)，未强化方向的 CFRP 层合板强度显著降低 (例如，层间方向)。CFRP 层压板也容易受到冲击，冲击会对 CFRP 层压板造成内部损伤，如剥离层压板。因此在设计和产品开发采用 CFRP 层压板采用了损伤容限的设计，该设计考虑了内部损伤对材料强度的影响。损伤容

限设计必须确定材料对层间裂纹扩展的抵抗力，这是通过断裂韧性测试来完成的。由树脂基体和纤维组成的复合材料是各向异性的，评估这些材料不仅对断裂模式 I，而且对断裂模式 II (裂纹滑动模式)、断裂模式 III (裂纹撕裂模式) 的研究，混合模式断裂也非常重要 (见图 1)。混合模式弯曲 (MMB) 试验用于评估混合模式下的断裂韧性，该模式结合了模式 I 和模式 II。MMB 测试的特点是混合模比 (以下简称模比) 可以在随后的测试中改变。

1. 实验部分

1.1 仪器

AG-X Plus 电子万能试验机 视频引伸计 MMB 夹具

1.2 分析条件

速度控制方式：位移速度控制

加载试验速率：0.5mm/min

传感器容量：5KN

引伸计型号：TRViewX 55S

试验夹具：MMB 夹具

试样规格：137X25.2X5.5mm (长 X 宽 X 厚)

2. 试验介绍

2.1 试验条件、步骤介绍

图2示出了用于MMB测试的夹具的示意图。利用MMB试验夹具，可以同时进行I型双悬臂梁 (DCB) 试验 (ASTM D5528) 和II型端部缺口弯曲 (ENF) 试验 (JIS K 7086)。

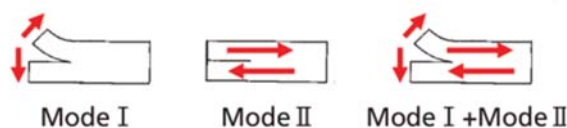


图 1. 模型示意图

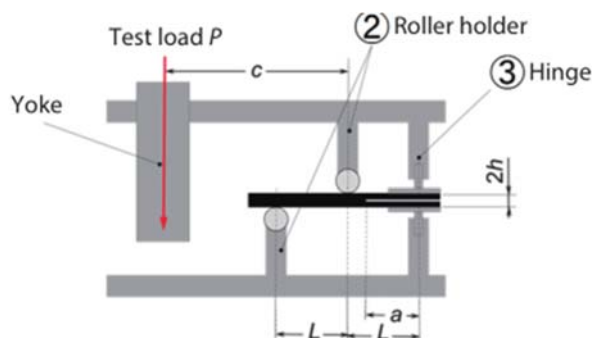


图 2. MMB 测试夹具模型示意图

图 3 为所用试样，图 4 为试验的设置。在试样侧面画上刻度标记，以确认裂纹扩展长度，并在试样上固定一个 I 型试验装置。在试样制备过程中，在两层之间插入 13 μm 薄膜，将初始裂纹引入试样。在测试中，裂纹扩展长度需达到 10 mm（分层长度 a 为 35 mm）。在 TRViewX 非接触式数字视频引伸计上安装了一个特别镜头，以高分辨率捕捉刻度线的视频并确认视频上的裂纹扩展进度。



图 3. 试样

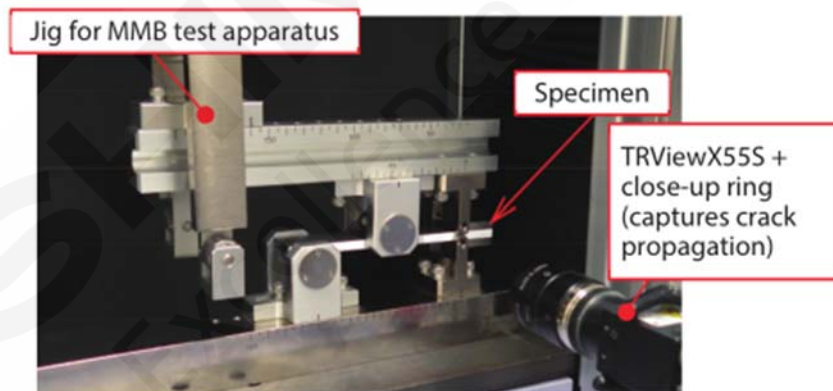


图 4. 试验装置

2.2 试验结果

TRView X 用于录制视频，因此在数据计算处理中，可以将录制的视频与测试结果同步起来。图 5 (b) 中的图像 (1) 到 (5) 对应于图 5 (a) 中所示的点 (1) 到 (5)。试验结果如表 1 所示。

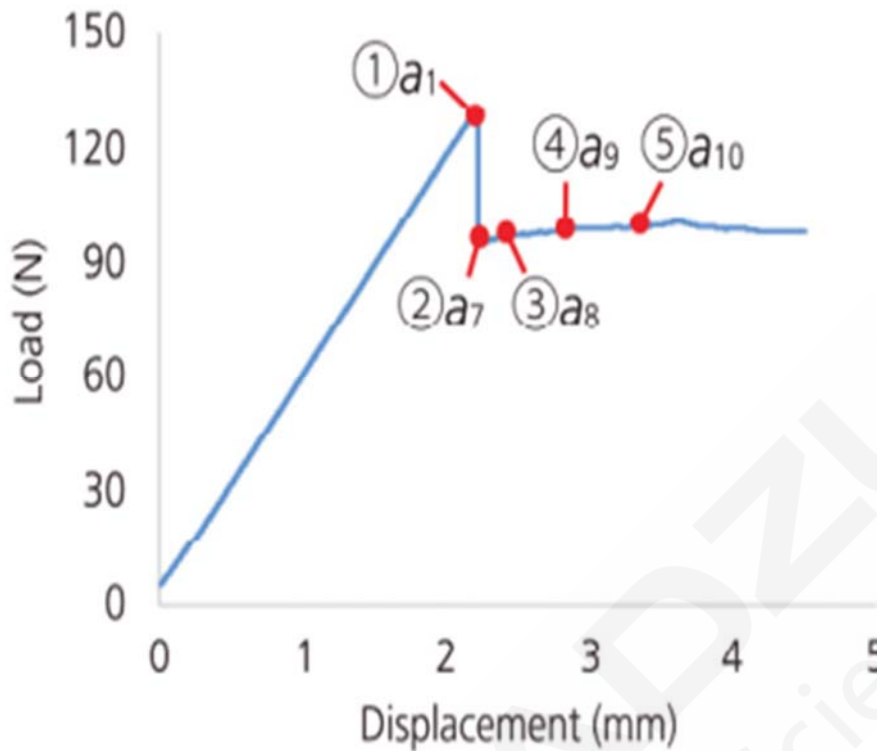


图 5 (a) . 力-位移曲线图

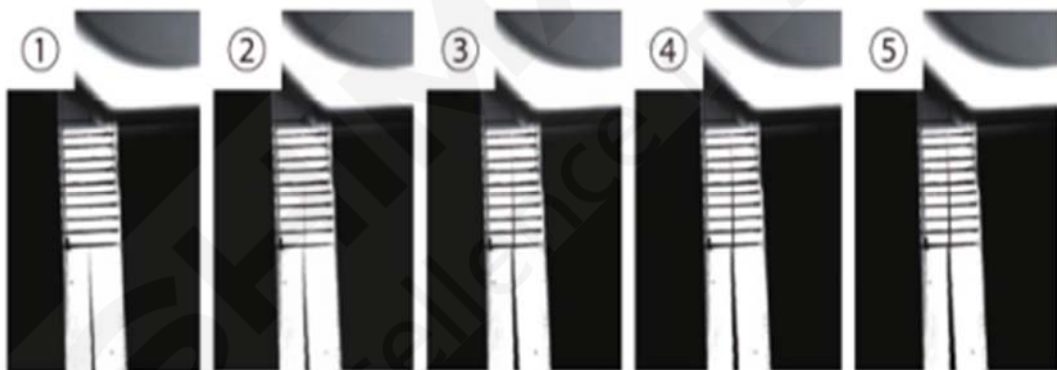


图 5 (b) 裂纹扩展图像

表 1 显示了在模数比 0.16 ($c = 110$, $L = 50$)下的测试结果，模数比是恒定的。没有显示 a_2 到 a_6 的测试结果，因为裂纹扩展在该区域非常迅速地发生，从而阻止了计算结果，因为无法在捕获的视频图像上确认分

层长度。ASTM D6671 要求根据裂纹起始点 a_0 的值计算总混合模式断裂韧性 G_c 。确定 a_0 的方法有三种(见图 6)：(1) NL，(2) 5%/max 和 (3) VIS。通常， a_0 的值按 (2) > (3) > (1) 的顺序增加。图 5 示出了在表 1 中所示的每个裂缝长度处捕获的视频图像。图 5 (b) 中的图像 (1) 至 (5) 对应于图 5 (a) 中的点 (1) 至 (5)。

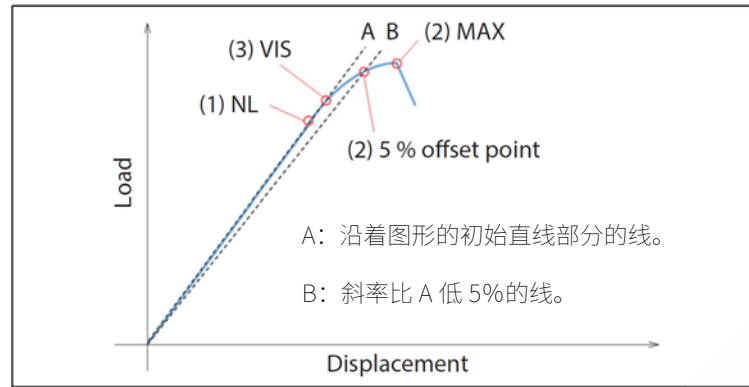


图 6 确定 a_0 方法曲线

表 1. 试验结果

裂纹扩展长度 a (mm)	力 P(N)	G_I (KJ/ m^2)	G_{II} (KJ/ m^2)	G (KJ/ m^2)	模比 G_{II}/G
a_0 25	NL	113.7	0.232	0.278	0.165
	5%/max	130.4	0.303	0.363	0.165
a_0 25	VIS	126.4	0.286	0.343	0.165
a_1 26	1	97.3	0.664	1.333	0.157
a_2 27	2	-	-	-	-
a_3 28	3	-	-	-	-
a_4 29	4	-	-	-	-
a_5 30	5	-	-	-	-
a_6 31	6	-	-	-	-
a_7 32	7	94.6	0.323	0.385	0.162
a_8 33	8	96.1	0.352	0.420	0.162
a_9 34	9	97.2	0.379	0.453	0.163
a_{10} 35	10	98.2	0.407	0.513	0.164

3. 结论

岛津 AG-X Plus 电子万能试验机，配合 MMB 夹具，可按照 ASTM D6671 进行 MMB 试验，测定混合模式断裂韧性 G_c 。此试验装置可满足 ASTM D6671 标准要求确定能量释放率 G 随裂纹扩展达到 25 mm（分层长度为 50 mm）的变化的选项。

TRViewX 可用于确认裂纹扩展。使用 TRViewX 捕获与测试载荷-位移曲线结果同步的试样视频图像（见图 5），从而可以更轻松计算 G_c 。使用此 MMB 测试设备几乎不会改变模式 I 和模式 II 的混合模式比率，从而可以准确、有效的进行混合模式测试。

MMT-100N 对复合材料 EVA 薄膜的疲劳测试与动态滞弹性测试

摘要: 本文使用岛津公司电磁式疲劳试验机 MMT-100N, 复合材料专用夹具, 对复合材料 EVA 薄膜的疲劳测试与动态滞弹性测试。试验证明, 岛津公司 MMT-100N 可满足各项测试要求, EVA 薄膜夹具保证疲劳试验中样品不打滑等特性。

关键词: 复合材料 疲劳 动态滞弹性

EVA (乙烯-醋酸乙烯酯) 薄膜具有很高的弹性, 同时又具有抗应力开裂的特性, 被广泛应用于太阳能电池的键合。太阳能电池在白天暴露在阳光下会达到高温, 但在晚上会降温。这就要求EVA薄膜具有足够的耐用

性, 能够承受每天由于白天紫外线的持续照射, EVA薄膜需承受热膨胀和热收缩, 随着使用时间的延长, 性能逐渐恶化。

本文介绍了紫外辐照前后EVA薄膜拉伸疲劳(耐久)测试和动态粘弹性测试的实例。

1. 实验部分

1.1 仪器

MMT-100N 电磁式疲劳试验机 EVA 薄膜夹具

1.2 分析条件

传感器容量: 100N

试验夹具: 复合材料特制夹具

试样尺寸(mm): 40X20X0.5

2. 试验介绍

2.1 试验条件介绍

采用两种EVA薄膜样品进行耐久性试验。一类是从未暴露在紫外线辐射下的原始薄膜样品 ((1), (2), (3)), 另一类是暴露在紫外线辐射下100小时的样品 ((4), (5), (6))。试样由40 (长) × 20 (宽) × 0.5 (T) mm的EVA薄膜条组成, MMT电磁疲劳试验机 and 加载夹具 (夹具) 分别如图1和图2所示。疲劳耐久试验中的应力是根据未暴露于紫外线辐射下的样品的静态拉伸强度 (TS=9mpa) 设定的。辐照前、后的样品, 应力分别按以下三种进行: 1.8MPa、1.4MPa、0.9MPa, 目标循环次数100000次。

EVA薄膜的动态粘弹性, 可以使用MMT电磁式疲劳试验机测试软件来测量样品的动态粘弹性 (如绝对弹簧常数, 存储弹簧常数, 损耗弹簧常数, 阻尼系数和损耗系数所示)。储存杨氏模量和损耗杨氏模量可从试验载荷和样品伸长 (试验机的活塞位移) 中获得的, 这些位移是通过疲劳试验中的不同的循环次数测得的。我们同时增加了负载循环的重复次数, 比较这些常数的变化。



图 1. 电磁疲劳试验机 MMT-100N



图 2. 带样品的夹具

2.2 试验结果

疲劳耐久性试验结果如表1。使用获得的样品（1）-（6）的耐久性试验数据，在Y轴上绘制应力幅值的SN曲线，以及在X轴上断裂之前的周期重复次数，如图3所示。根据这些数据，我们可以得出结论，紫外线照射对EVA薄膜有很大的影响，在相同的试验频率下，它显著降低了EVA薄膜寿命。因此，在评估长期使用的太阳能电池产品的寿命与可靠性时与寿命评估时，应该考虑温度效应引起的应力（热膨胀和收缩的每日范围）和接收的紫外线辐射量。

图4示出从第100个负载循环开始的样本（2）和（5）的存储弹簧常数和损耗弹簧常数的曲线。在第100次循环中，辐照样品（5）的储存弹簧常数，比未辐照的样品（2）小

25%，并且随着循环次数的增加，它们都呈现逐渐减少的趋势。此外，试样（5）在加载初期的损耗弹簧常数略小于试样（2），试样（5）的损耗弹簧常数逐渐减小的程度更大。此外，样品（2）的储存弹簧常数和损耗弹簧常数在60000到100000个周期之间呈现一个平台区域，趋于平稳。

表 1.试验结果

紫外线照射条件	未被紫外线辐射			紫外线辐射 100 小时		
样品号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
最大强度 (Mpa)	1.8	1.4	0.9	1.8	1.4	0.9
最小强度 (Mpa)	0.9	0.7	0.45	0.9	0.7	0.45
未破坏试验次数	100000	100000	100000	139	4883	100000

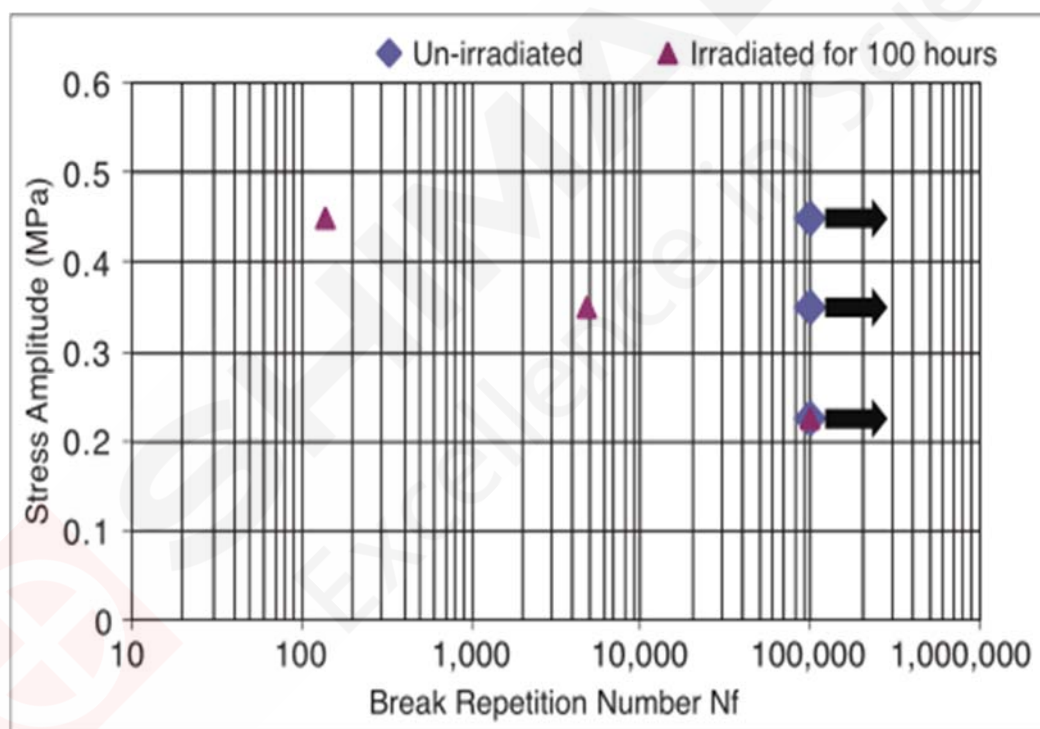


图 3.EVA 试验 SN 曲线

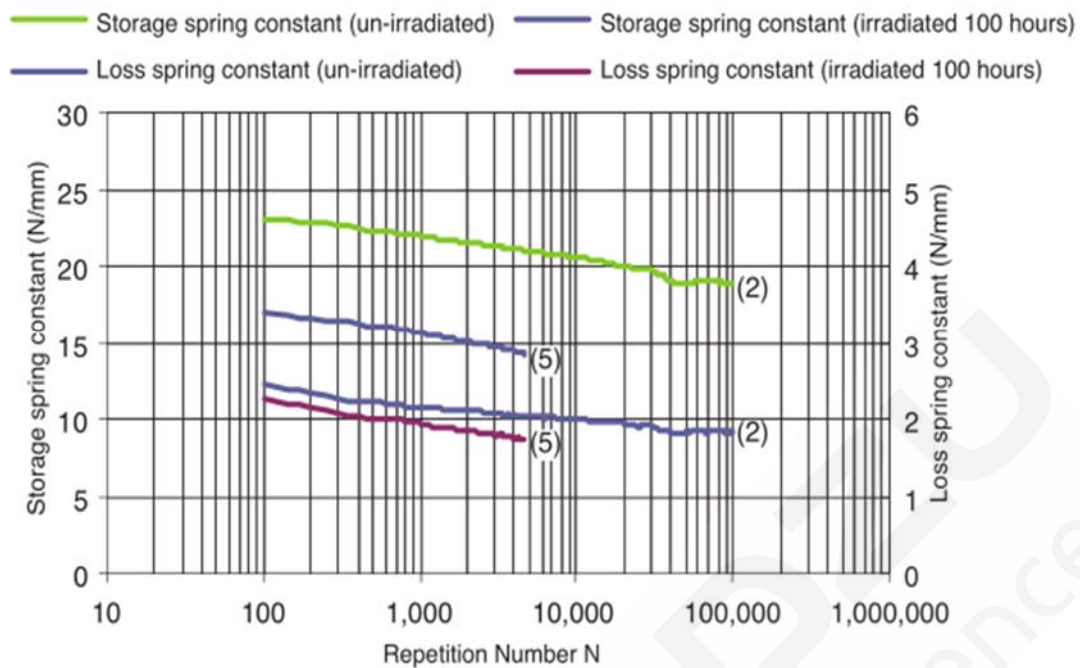


图 4. EVA 薄膜的储存与损耗弹簧常数

3. 结论

在本研究中，使用 MMT 电磁疲劳试验机，对 EVA 薄膜样品进行疲劳耐久性测试，评价了样品的疲劳寿命与动态粘弹性。该系统采用了电磁力作动器，不需要液压油与水，可以在节能环保的条件下进行测试；还可以选配恒温箱和其他可选的附件进行试验。

碳纤维复合材料内部损伤过程可视化及冲击强度机理

摘要: 本文使用岛津公司高速冲击试验机 HITS-T, 三点弯曲夹具, 恒温箱, 高速摄像机, X-Ray CT, 根据 JIS K 7074 标准进行碳纤维复合材料弯曲试验。试验证明, 岛津公司 HITS-T 可满足试验标准的各项指标要求, 并通过恒温箱、高速摄像机, X-Ray CT 满足对碳纤维复合材料内部损伤过程和冲击强度机理的观察。

关键词: 碳纤维复合材料 高速冲击

纤维增强塑料 (FRP) 比钢和铝等金属材料具有更高的单位重量力学性能, 因此现在被用作各种工业产品中金属的替代材料。特别是近年来, 高质量的碳纤维、含碳纤维的树脂浸渍、预浸料和先进的成型技术得到了发展。因此, FRP 目前已得到广泛的认可, 并有着广泛的实际使用记录, 而且也开始用于飞机和汽车的主要结构部件, 其中高可靠性是必不可少的。然而, 在碳纤维增强塑料 (CFRP) 的情况下, 它由碳纤维和树脂组成, 结合粘结剂界面的存在, 破坏过程也具有极其复杂的机制。此外, 在实际应用中, 使用不连续的 CFRP 纤维板来提高成形性, 尽管这极大地改善了形状设计的自由度, 但动力学原理也更加复杂。由于近年来碳纤维复合材料具有更高的成形性等性能, 因此有望在工业产品中得到更广泛的应用。

人们对这种材料的高度兴趣, 也正在进

行积极的研究, 但是目前, 仍从理论上/定量上阐明动力学原理, 以解释可靠性尚不足以解决这一问题。其中的关键是精确观测现象的可视化技术, 和在模拟真实环境下同时测量动态特性的技术。如果能够积极利用这些分析/测量技术, 阐明具有未来潜力的高性能材料的动力学机理, 就可以对产品设计进行反馈, 实现满足规范要求的可靠性设计, 而这反过来又将有助于新材料的更广泛使用/扩展。弯曲试验是测量机械特性的一种简单方法, 并已在标准中得到标准化。因为测试操作很简单, 可以使用相对小型的紧凑型试验机, 这种方法在复合材料领域应用较多。

因此, 我们采用岛津高速冲击试验机 HITS-T 并通过恒温箱、高速摄像机, X-Ray CT 满对碳纤维复合材料内部损伤过程和冲击强度机理的观察。

1. 实验部分

1.1 仪器

HITS-T 高速冲击试验机 三点弯曲夹具 恒温箱 X-ray CT

1.2 分析条件

弯曲应变率[s]: 0.01, 0.1, 1.0, 10

视野: 17.5mm

试验温度[$^{\circ}C$]: -30, 0, 25, 50, 75,

像素大小: 512X512 像素

100

体素等效长度: 0.034 毫米/体素

传感器容量: 10KN

CT 成像时间: 10min

最大试验速度: 20m/s

2. 试验介绍

2.1 试验条件介绍

图 1 显示了 3 点弯曲试验系统，该系统的开发是为了能够记录弯曲变形条件下试件的内部。该测试系统可安装在岛津 SMX-100CT 内。图 1 (a) 示出了 CT 系统中的弯曲试验系统，并且 (b) 示出了弯曲试验系统的示意图。试件记录部分叠加在压痕附近的 X 射线光轴上，其中最高应力发生在三点弯曲过程中。弯曲变形的载荷是通过支点侧的移动来施加的，而三点弯曲压头是固定的。压头由树脂制成，不妨碍 X 射线的传播，弯曲试验力由图中所示的两个测力传感器测量。在实际记录中，可以观察行程和试验力以及内部损伤的关连情况，其随弯曲变形而变化，例如，通过将支点和压头仅接触试样时的状态设置为零，从该状态开始，支点侧每压入压头侧大约每 0.7 毫米的步长，并记录每一步 CT 图像。

其次，利用液压高速冲击试验机、恒温箱，对同一材料弯曲强度的温度依赖性和应变速率依赖性进行了评价，并研究了树脂基体的粘弹性数据与理论关系。在 HITS-P10 岛津液压高速冲孔冲击试验机上新开发了弯曲夹具用于此次试验，恒温箱如图 2 所示。为了观察弯曲压头高速撞击、损坏试件时的状况，将高速摄像机放置在试件的前部，对准样品。

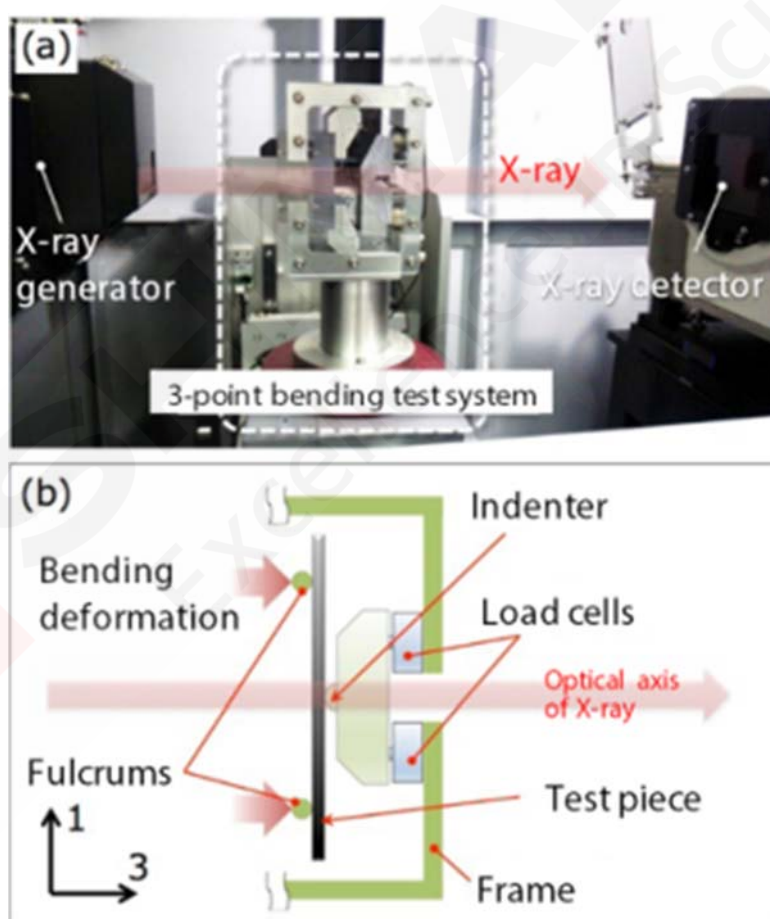


图 1. 三点弯曲系统



图 2. 恒温箱及三点弯曲夹具

2.2 试验结果

图 3 示出样品不同截面不同角度下的 CT 图像。图 4 示出了每个指定弯曲行程处的损伤情况图像分析与结果。从图中可以清楚地看到，随着弯曲变形的增加，宽度方向上的损伤扩展，压头正下方的压缩侧的损伤也逐渐加深。同时，图 5 所示的关系可以通过测量出图像上压头下的损伤深度，并可根据试验力计算并绘制弯曲应力曲线。根据数据与图象，可以确定损伤发生在非线性开始的位置，并且应力增量随着损伤深度的加深而减小。换言之，从这一关系可以得出，试验力-位移曲线中弯曲刚度的降低是由于内部损伤引起的。这对于材料和结构设计是非常有价值的信息，并且与系数一起，也有助于建立用于数值模拟的损伤过程模型。

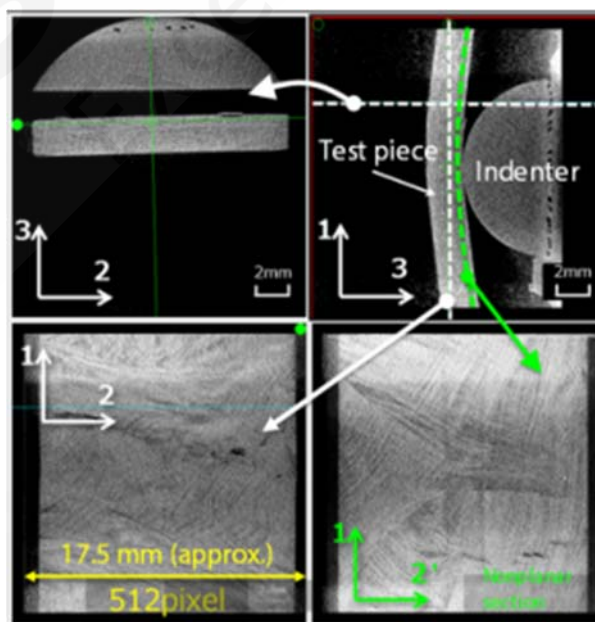


图 3. 弯曲加载过程中的 X 射线 CT 图像

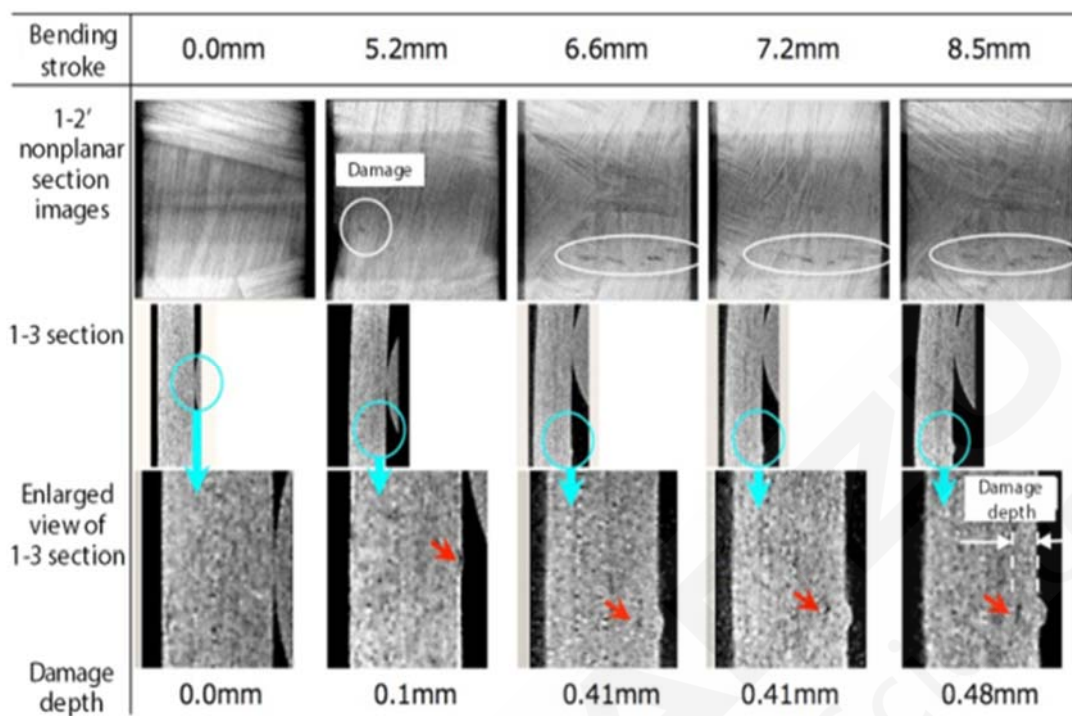


图 4. 弯曲变形引起的内部损伤条件转变

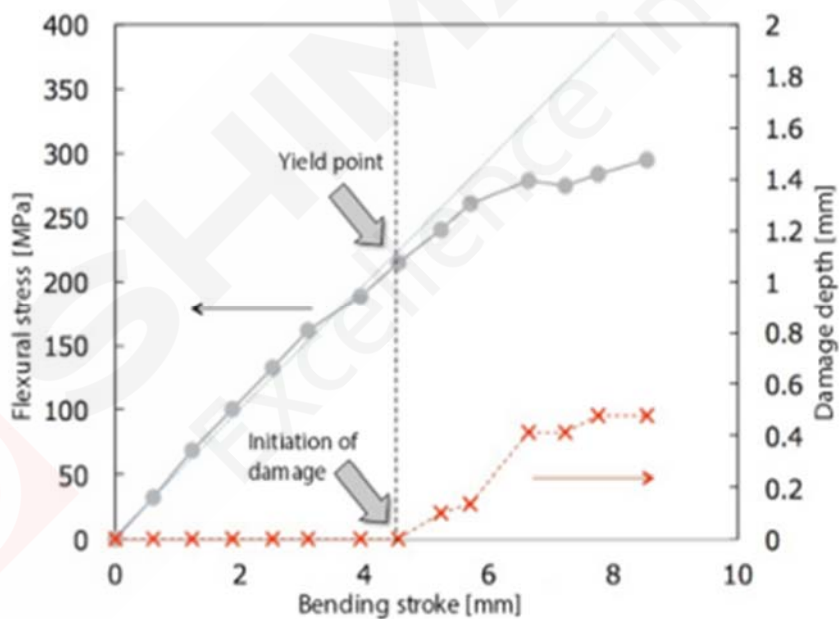


图 5. 弯曲变形非线性行为与损伤深度的关系

图 6 展示了样品受高速弯曲的过程与结果，位移和试验力转换成弯曲应力-应变曲线的示例，高速照相机面向测试件的正面放置，以观察、拍摄被撞针高速撞击而损坏测试件的情况，并与载荷、位移曲线上多个点一一对应的图像。在图 6 中的图表中，在达到最大应力之后，当撞击点 (3) 正下方压缩侧的表层发生损伤时，试验力减小，随后，由于拉伸侧也发生损伤，试验力在点 (4) 之后逐步减小。基于这些结果，现在可以详细解释弯曲变形过程中如何发生损伤。图 7 示出了弯曲强度与应变率和温度的关系图。可以理解，弯曲强度随着

温度的降低而增加，也随着应变速率的增加而增加。

同时，通过用高速摄像机拍摄、记录从强度增加到失效的整个过程，还可以捕获各分层间失效位置实际图象。

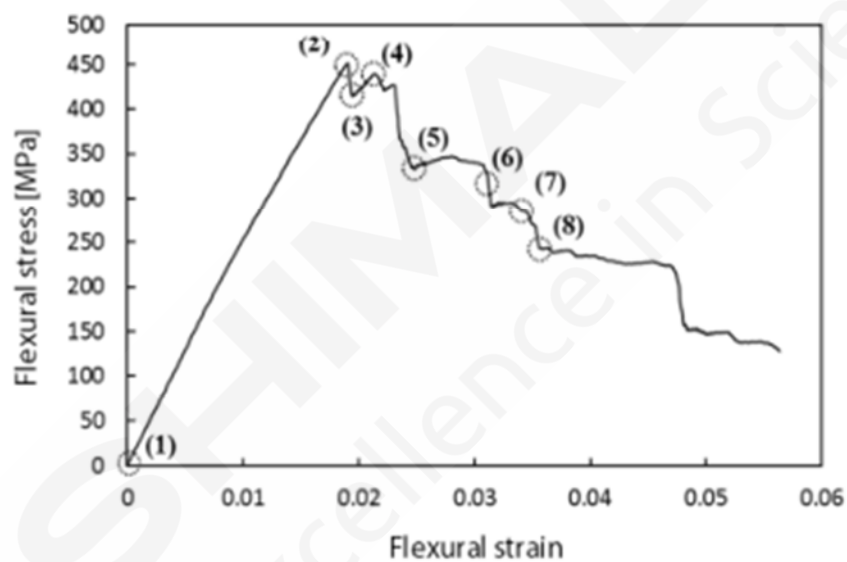
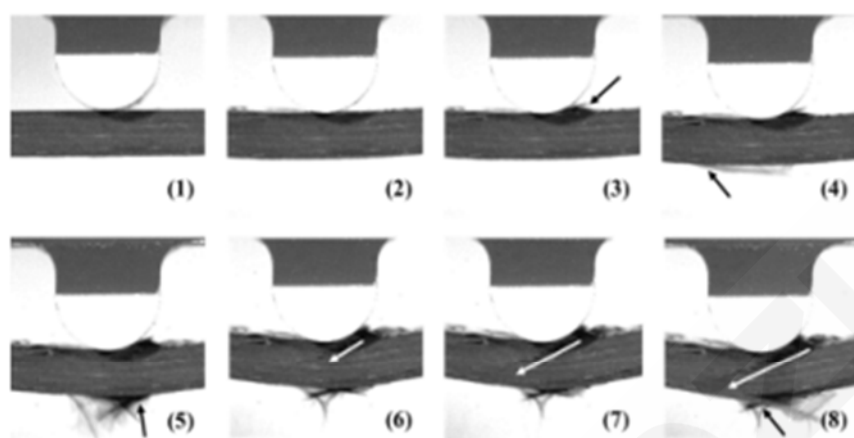


图 6. 弯曲变形时应力应变曲线及高速图像记录

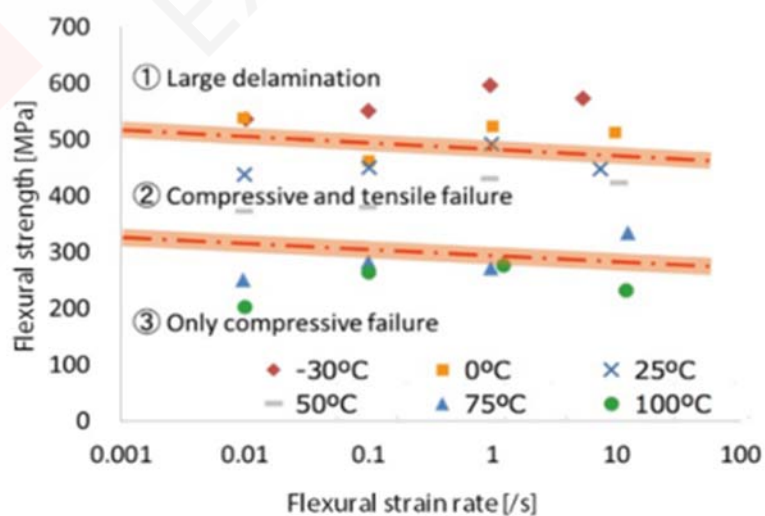


图 7. 弯曲强度与温度应变速率的关系

3. 结论

在本试验中，一方面应用特制三点弯曲试验装置和 X-Ray、CT (SMX-100CT)，组成综合三点弯曲试验系统，使用 CT 实时观察样品弯曲过程中内部的状态，与力、变形进行综合分析；另一方面应用岛津高速冲击试验机 HITS-T 和高速摄像机做三点弯曲试验，能够高精度再现高速撞击、变形实况。各种高、精测量仪器与传统力学分析设备配合使用，可扩展研究领域与改变研究方向，促进技术快速发展。



3D-DIC 分析 (3d 全场景化分析) 复合材料的层间剪切冲击测试

摘要: 本文使用岛津公司高速冲击试验机 HITS-T, 短梁试验夹具, HPV-X2 高速摄像机 根据 JIS K 7057 标准对复合材料剪切冲击剪切试验。试验证明, 岛津公司 HITS-T 可满足试验标准的各项指标要求, 高速摄像机可满足对碳纤维复合材料冲击剪切试验过程的观察。

关键词: 复合材料 高速冲击剪切

复合材料比金属材料具有更高的比强度和比刚度。因此, 复合材料在客机和各种运输飞机上的使用量逐年增加通过减轻重量来提高燃油效率。然而, 由于复合层压材料的优越性能仅限于纤维方向, 且层间仅用基体树脂粘合, 因此这些材料的强度很低。如果层间强度较低且施加外部荷载, 则容易发生分层并导致抗压强度降低。因此, 在评价复合材料层合板的性能时, 层间性能的评价

是非常重要的。此外, 由于这些材料在运输飞机上使用可能受到冲击载荷的影响, 因此除了静态特性外, 确定冲击特性也很重要。

在本研究中, 使用基于 JIS-K7057 的短梁方法的层间剪切冲击试验产生的应变分布可视化, 以评估层间性能。使用两台 HPV-X2 高速摄像机和 3D 数字可视化技术, 对应变分布图像相关性 (DIC) 分析。

1. 实验部分

1.1 仪器

HITS-T 高速冲击试验机 短梁试验夹具 HPV-X2

1.2 分析条件

传感器容量: 10KN

最大试验速度: 10m/s

记录速度: 670kfps

DIC 软件: VIC-3D

支撑跨距: 1.2in

试验夹具尺寸: 压头半径: R1in

支撑头半径: R0.25 in

试样尺寸(in):0.25X0.25X1.75

2. 试验介绍

2.1 试验条件介绍

用 HITS-T10 高速冲击试验机进行层间剪切冲击试验, 用两台 HPV-X2 高速摄像机观察断裂过程。从两个方向捕获视频可以实现三维应变测量, 可实现考虑到平面外变形的高精度应变测量。图 1 显示了整个测试系统, 图 2 显示安装样品后的测试夹具。用 VIC-3D-DIC 软件对 HPV-X2 摄像机采集的视频进行分析, 确定应变分布。由于 VIC-3D 可以控制 HPV-X2 摄像机, 因此无需单独的个人计算机进行分析和 HPV-X2 控制, 即可轻松进行校准和分析

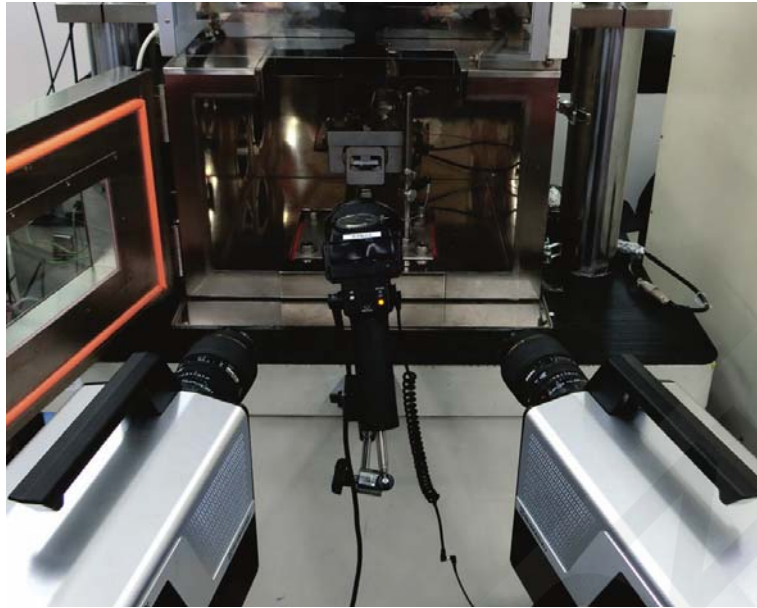


图 1. 测试装置

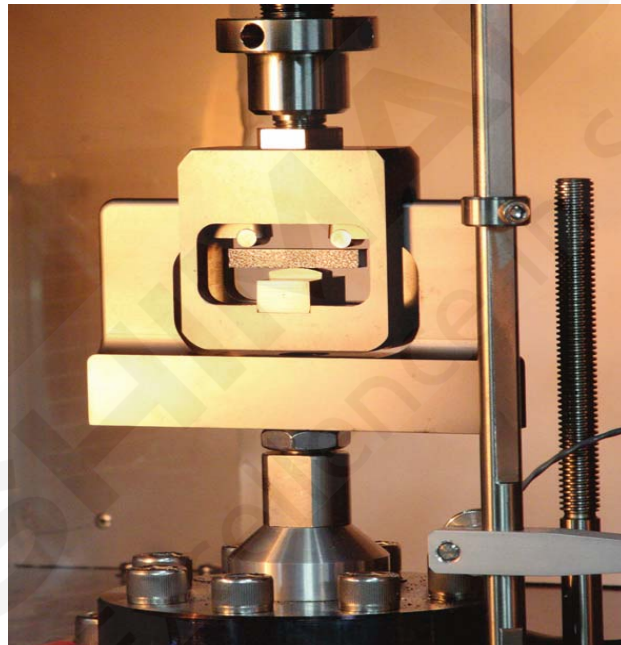


图 2. 带样品的夹具

2.2 试验结果

图 3 显示了断裂前剪切应变的 DIC 分析结果。试验开始后，剪切应变立即集中在支架正下方，如图 3 (1) 所示。其次，剪切应变从支座到压头对称发生，在断裂前，剪切应变分布在整个试样上。图 4 显示出现层间分开现象。在图 4 (2) 中，分层发生在试样的左侧，分层从这里开始；图 4 (4) 所示右边开始出现分层。图 5 示出了与图 4 同步的 DIC 分析结果。图 5 显示分层发生在剪切应变集中的位置。执行 DIC 分析可以确定分层位置，这在图 4 中很难识别。

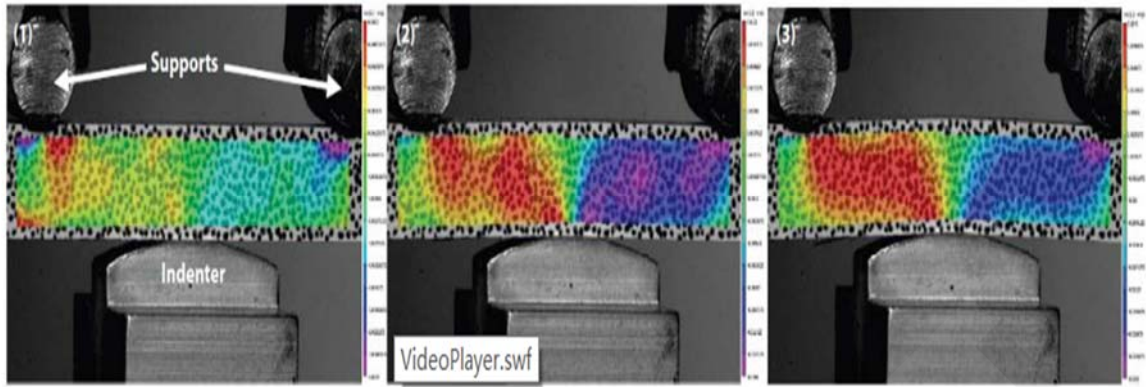


图 3. 层间断裂前剪切应变的 DIC 分析结果 (图像间隔时间: 27 μ s)

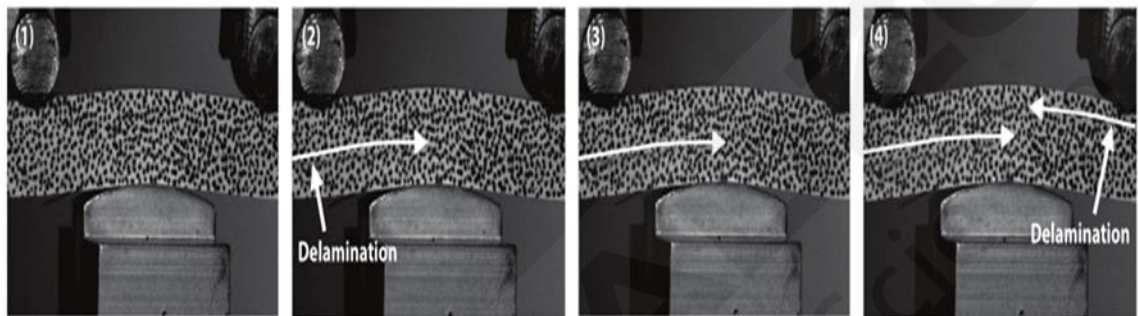


图 4. 层间断裂过程 (图像间隔时间: 6 μ s, 白色箭头表示分层位置)

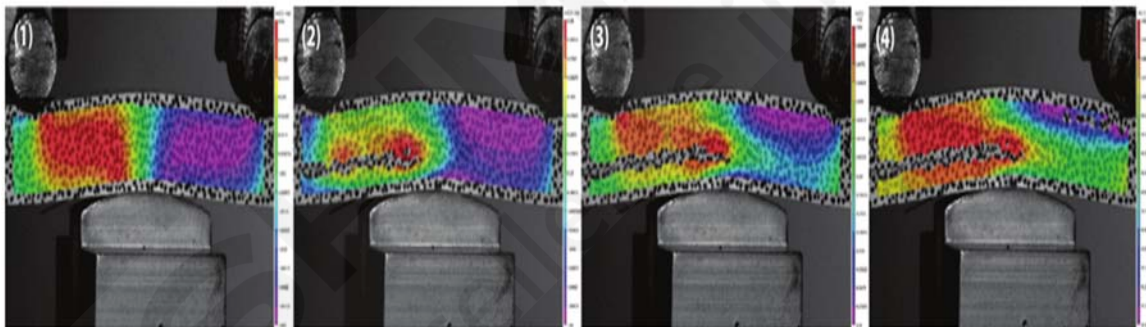


图 5. 层间断裂过程 DIC 分析 (图 4 的 DIC 分析结果)

3. 结论

在本研究中, 我们使用两个 HPV-X2 摄影机, 对玻璃纤维单向层合板进行层间剪切冲击试验, 并对剪切应变进行三维 DIC 分析。通过进行 3D-DIC 分析, 我们可以确认测试过程中剪切应变的增加以及发生层间断裂时的应变分布。HPV-X2 非常适合于观察冲击剪切试验中的断裂过程, 并在对冲击剪切测试的研究、分析中是非常有用的。

通过应变分布可视化技术进行材料测试—— DIC 分析

摘要： 本文使用岛津公司高速冲击试验机 HITS-T、复合材料专用夹具、HPV-X2 高速摄像机，根据拉伸标准对复合材料高速拉伸试验。试验证明，岛津公司 HITS-T 可满足试验标准的各项指标要求，高速摄像机可满足对复合材料高速拉伸试验过程的进行可视化观察。

关键词： 复合材料 高速拉伸

试样的应变分布是材料试验中越来越重要的组成部分。作为这一趋势的背景，CAE (Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程) 是一种辅助分析技术，由于减少了昂贵的原型设计的使用而节省了成本，现在正被计算机化的产品设计模拟所取代，它正被广泛地应用于科学和工业领域。一个典型的要求是对产品可能发生应变的区域进行机械测试分析，并阐明模拟分析结果与实际机械测试中获得的应变分布之间的相关性。

DIC (Digital Image Correlation, 数字图像相关) 分析是一种用于比较试样变形前

后表面随机图案以确定试样变形程度的技术。这种技术的优点包括能够从数字图像中测量位移和应变分布，而不必使传感器与试样接触，也不需要复杂的光学系统由于这些原因，DIC分析的应用程序开发正在迅速扩展。使用现有技术进行测量的范围很广，这里介绍了CFRP的DIC分析实例。到目前为，材料应变分布的测量方法多种多样，包括将大量的应变片直接连接到试验材料上。但是，有些测试不适用应变片，或使用困难而且很复杂。包括难以测量易受接触式传感器影响的某些类型的物质，如薄膜。

1. 实验部分

1.1 仪器

HITS-T 高速冲击试验机 高速拉伸特制夹具 HPV-X2

1.2 分析条件

传感器容量：10KN

最大试验速度：10m/s

记录速度：500kfps

DIC 软件：VIC-3D

试验夹具尺寸：高速拉伸特制夹具

试样尺寸(mm): 60X3.2X3

2. 试验介绍

2.1 试验条件介绍

图 1 所示为 CFRP 高速拉伸试验所用的试验装置和软件。本实验在 HITS-T10 高速拉伸试验机上安装了复合材料专用夹具，并将试样固定在夹具上。在夹持器之间的测试间隙前安装高速 HPV-2A 摄像机，采集试样断裂的视频数据，开始摄像的信号是高速拉伸试验机发出的位移信号。将采集到的视频数据加载到 StraintMaster (LaVision GmbH) DIC 分析软件中，分析样

本中的应变分布。在本试验中，HITS-T10 型高速拉伸试验机和 HPV-2A 型高速摄像机同步拍摄试样断裂瞬间的视频。试样在试验前以随机方式在其表面喷漆，用于试验过程中对应变分布分析。根据随机模式的偏移量，通过 DIC 技术对本进行可视化分析。

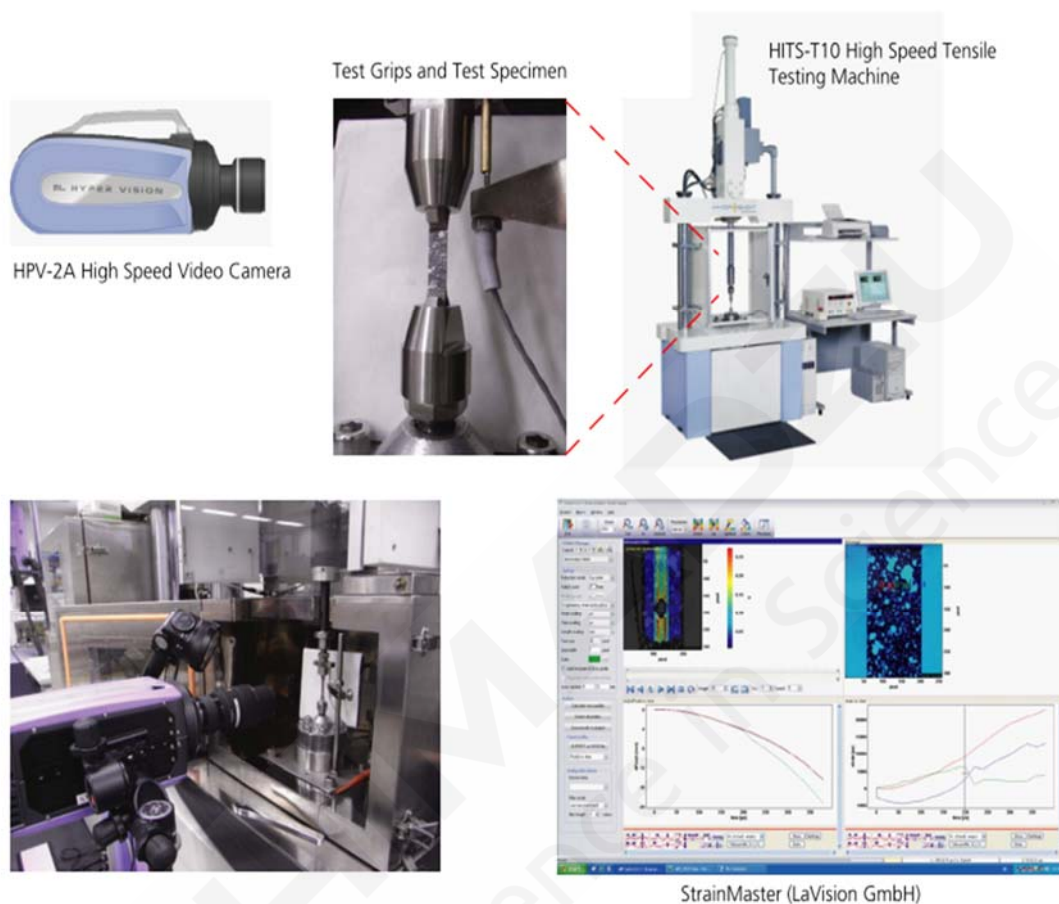


图 1. 测试装置

2.2 试验结果

图 2 和图 3 分别显示了 CFRP-OH 样品 (W8x0.4(mm), 开孔 ϕ 1) 和 ABS 树脂试样 (L60xW3.2xT3.2(mm)) 拉伸试验中获得的 DIC 分析结果。这些图像是按照典型的时间历程分析 (图像顺序对应于图像中显示的数字) 的顺序从拉伸试验开始至试样断裂。图像中颜色的出现对应于试样中的应变分布。试样中出现的应变与颜色深浅程度相对应, 颜色较深的区域 (如蓝黑色) 表示应变较低, 颜色较亮的区域 (如红色、橙色) 表示应变较大。显然, 在图 2 中, 当荷载作用于试样时, 在圆孔附近的应变增加。由于试样是 [0/90]_{2s} 层压板材料, 可认为试样表面层纤维方向与拉伸方向上一致的。在图 3 中, 局部应变发生在试样平行区域的边缘, 随着时间的推移, 局部应变在上部明显以及平行区域的下边缘。因此, 通过将高速拉伸试验机与高速摄像机以及 DIC 分析软件相结合, 可以将试样中产生的应变分布可视化。

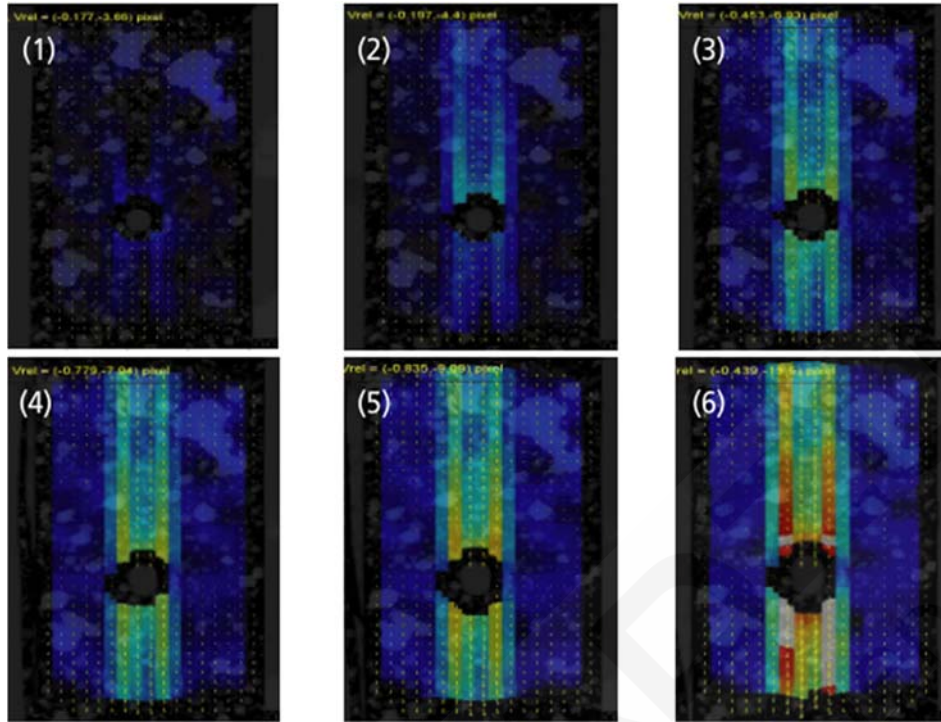


图 2.CFRP-OH 试样的 DIC 分析结果

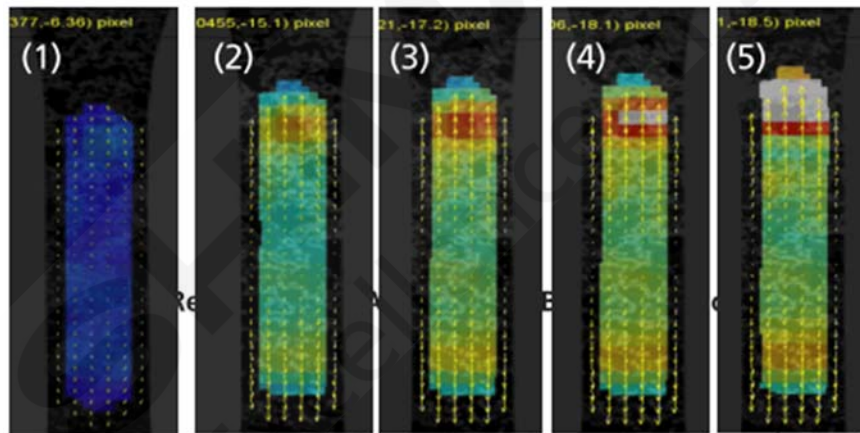


图 3. ABS 树脂试样的 DIC 分析

3. 结论

在本研究中，我们使用 HPV-X2 摄影机，对复合材料进行高速拉伸三维 DIC 分析。通过进行 3D-DIC 分析，我们可以确认测试过程中拉伸应力的增加以及发生分层时的应力分布。HPV-X2 非常适合于观察高速拉伸过程，并证明在评估测试中是非常有用的。

玻纤 PCB 基板的拉伸试验

摘要:玻纤增强型塑料广泛应用于电工绝缘领域、建筑领域、生物医学领域等生活中方方面面。其中，目前大部分的 PCB 基板都会采用玻璃纤维层压增强型塑料。本试验参考《GB/T 1040-2018 塑料 拉伸性能的测定》对玻纤板进行拉伸试验，测试其拉伸性能。

关键词: PCB 基板 玻纤增强型塑料 拉伸性能

玻纤PCB基板也称为环氧板、玻纤板、FR4、纤维板等，它是以环氧树脂作粘合剂，同时用玻璃纤维布作增强材料。这种电路板工作温度较高，受环境影响很小、在双面PCB经常用这种板，但是价格相对复合PCB基板价格贵，常用厚度1.6mm。玻纤PCB板作为一种玻纤增强型塑性，其拉伸强度较高，且有一定

脆性。直接使用楔形夹具进行夹持容易断在夹口位置。本试验参考标准《GB/T 1040-2018 塑料 拉伸性能的测定》，使用乙基强力胶水粘贴上受试样品，制成端柄。使用AGX-V 100kN试验机进行拉伸试验，测试其抗拉强度与弹性模量等拉伸试验数据。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGX-V 100kN 楔形夹具 epsilon3542引伸计

1.2 试验条件

样品名称：玻纤板材

样品数量：1组

试验温度：室温

试验类型：塑料拉伸试验

试验速度：0.5mm/min（引伸计测应变阶段）

传感器容量：100kN

2. 试验介绍

本试验使用AGX-V 100kN万能试验机，搭配100kN气动楔形夹具进行夹持。位移测量装置使用epsilon3542-75mm标距引伸计。测试速度使用0.5mm/min进行测试。为了避免拉伸时由于材料本身的脆性断裂容易断裂在夹口处，所以需要使用被测试样粘贴在端部制成端柄进行拉伸试验。



图 1. 样品尺寸图片

表 1. 样品尺寸数据

样品	厚度 (mm)	宽度 (mm)	测试标距长度 (mm)
铝样品	1.58	23.88	75



图 2. 试验过程图片

3. 试验结果

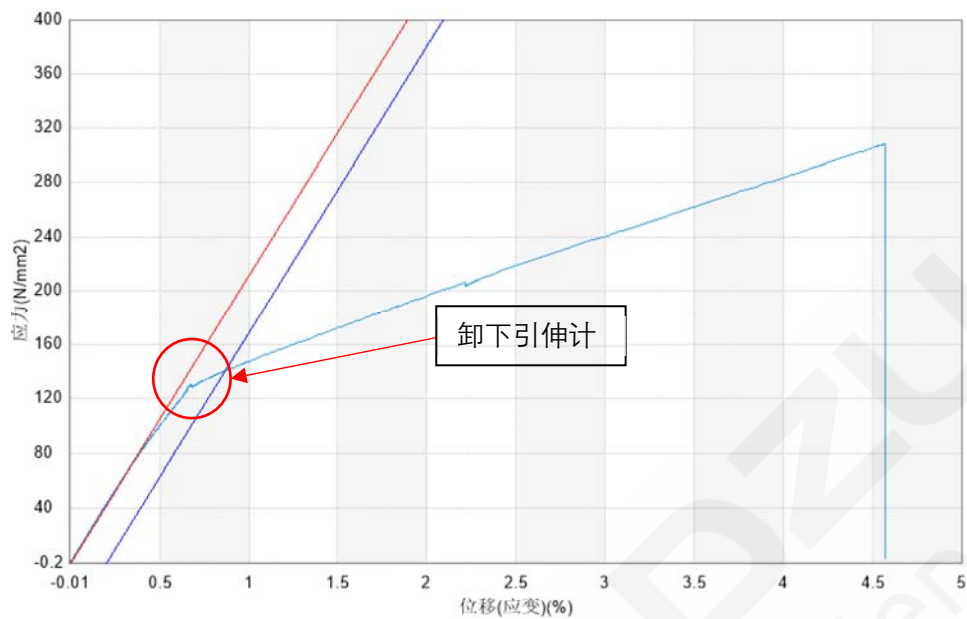


图 3. 应力-应变曲线结果图像

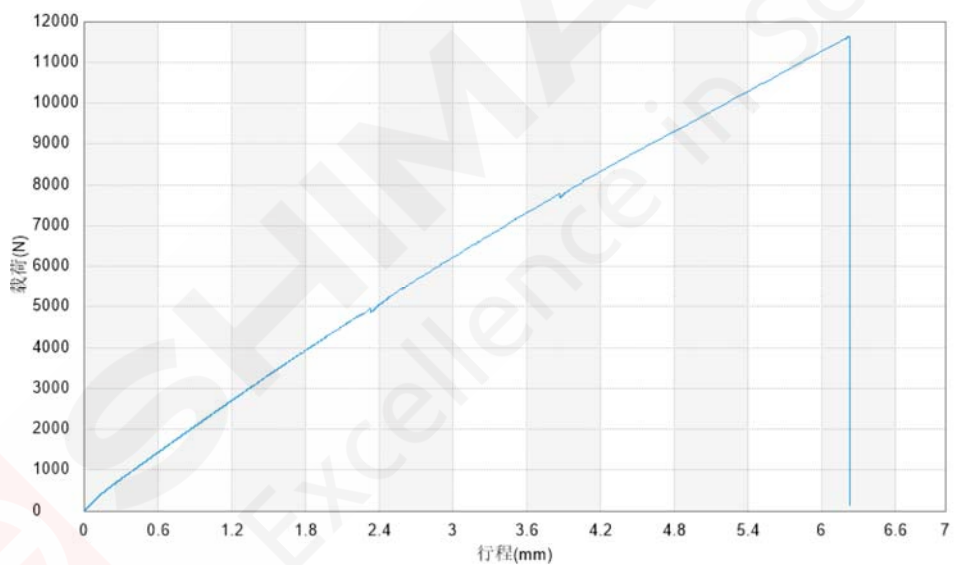


图 4. 载荷-行程曲线

表 2. 试验数据结果

	抗拉强度 (Mpa) Max	弹性模量(GPa) 应变 0.05%-0.25%	屈服强度 (Mpa) Rp0.2
玻纤样品	308.258	21.178	136.944



图 5. 试验断裂后图片

4. 结论

岛津 AG 系列电子万能试验机搭配 epsilon3542 引伸计，对玻纤 PCB 基板进行拉伸试验，测试其弹性模量、抗拉强度等力学性能。试验结果表明，岛津试验机可以满足这类样品的试验要求，使用 100kN 的气动楔形夹具能够保证样品夹持不打滑，数据稳定有效。

微型 PCB 板三点弯曲试验

摘要: 本文参考《SEMIG86-0303 シリコンチップ(ダイ)の三点曲げテスト方法》(《SEMIG86-0303 硅芯片三点弯曲测试方法》)的部分要求,使用岛津电子万能试验机 AGX-V 对微型 PCB 板进行三点弯曲测试,获取其一定载荷(10N)时的最大弯曲应力。试验证明,岛津 AGX-V 电子万能试验机可满足微型 PCB 板三点弯曲测试的要求,配合岛津日本产 346-53947 硅片三点弯曲夹具,可以有效满足客户的测试要求,且对试样的影响保持稳定。

关键词: 万能试验机 微型 PCB 板 三点弯曲试验

PCB(printed circuit board)即印制线路板,简称印制板,是电子工业的重要部件之一。几乎每种电子设备,小到电子手表、计算器,大到计算机、通信电子设备、军用武器系统,只要有集成电路等电子元件,为了使各个元件之间的电气互连,都要使用印制板。印制线路板由绝缘底板、连接导线和装配焊接电子元件的焊盘组成,具有导电路径和绝缘底板的双重作用。

PCB 板可以代替复杂的布线,实现电路中各元件之间的电气连接,不仅简化了电子产品的装配、焊接工作,减少传统方式下的接线

工作量,大大减轻工人的劳动强度;而且缩小了整机体积,降低产品成本,提高电子设备的质量和可靠性。印制线路板具有良好的产品一致性,它可以采用标准化设计,有利于在生产过程中实现机械化和自动化。同时,整块经过装配调试的印制线路板可以作为一个独立的备件,便于整机产品的互换与维修。目前,印制线路板已经极其广泛地应用在电子产品的生产制造中。对 PCB 板进行力学测试,可以有效保证产品强度,在 PCB 板的开发与大规模生产中的应用越发广泛。

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGX-V 100N 电子万能试验机

岛津日本产硅片三点弯曲夹具

TRAPEZIUM V 软件(单一试验)

1.2 分析条件

试验温度:室温 20°C左右

载荷传感器:100N(0.5级)

试验夹具:硅片三点弯曲夹具

试验速率:0.01mm/min

1.3 样品及处理

测试试样为 17*12.2mm 的微型 PCB 板材,平均厚度 0.37mm,试样无需加工,可以直接测试。

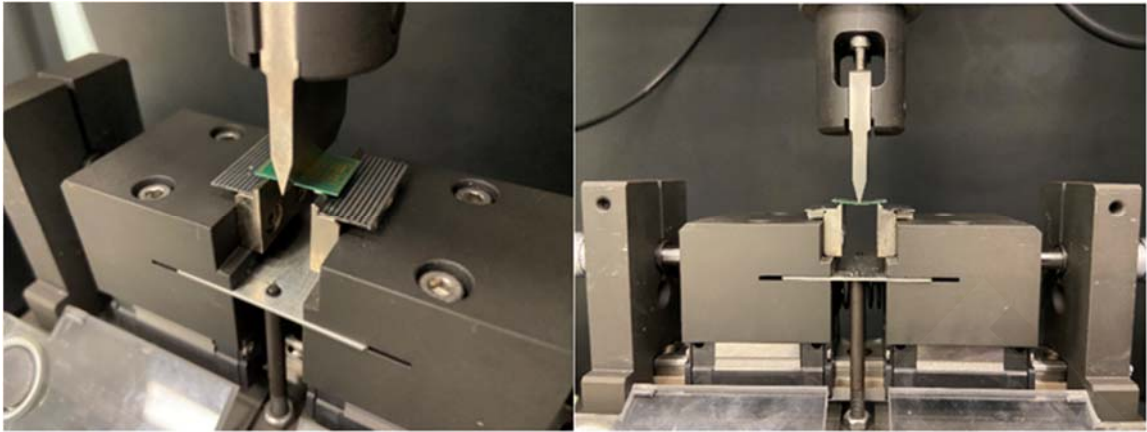


图 2.使用硅片三点弯曲夹具进行测

表 1. 试样信息

试样数量	厚度	试样长宽
3	0.37mm	17*12.2mm

2. 试验介绍

参考《SEMI G86-0303 シリコンチップ(ダイ)の三点曲げテスト方法》(《SEMIG86-0303 硅芯片三点弯曲测试方法》)规定的测试要求, 将岛津日本产硅片 3 点弯曲夹具下跨距调整为 10mm, 设定预加载为 0.01N, 加载速度为 0.01mm/S, 施加弯曲载荷直到 10N 测试停止。

3. 试验结果

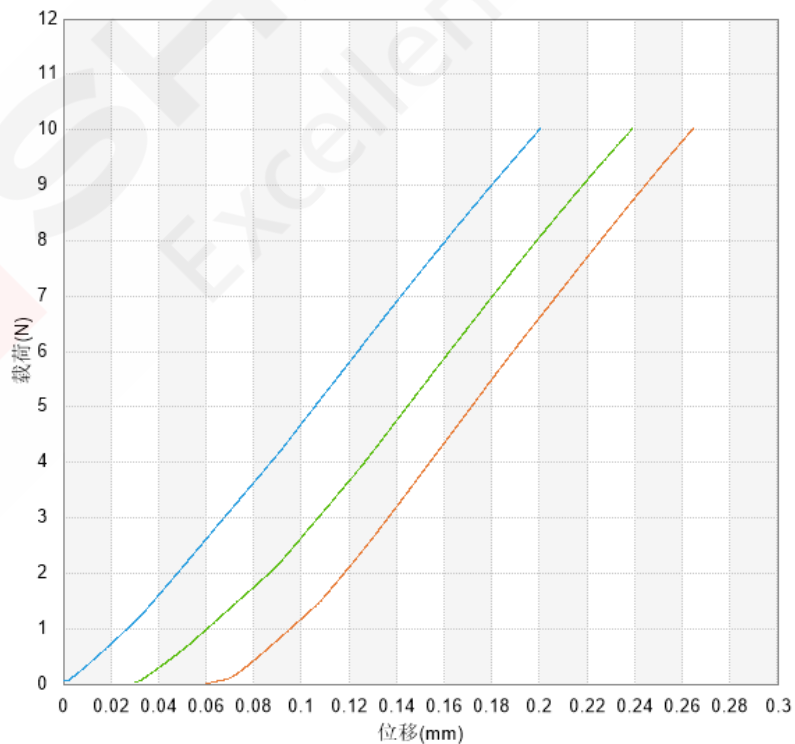


图 3.弯曲测试获取的载荷-位移曲线

表 2. 测试结果

试样名称	最大应力 N/mm ²
试样 1	89.9724
试样 2	89.9804
试样 3	90.0288

如上图，可以获取客户所需的载荷—位移曲线，观察3个试样的测试曲线基本一致，，从表中数据可知，施加的弯曲载荷达到10N时，试样的最大弯曲应力基本趋同。

4. 结论

综上所述，使用岛津的 AGX-V 100N 电子万能试验机，配合岛津硅片 3 点弯曲夹具，能够满足《SEMI G86-0303 シリコンチップ(ダイ)の三点曲げテスト方法》（《SEMIG86-0303 硅芯片三点弯曲测试方法》）的测试要求准确测试微型电路板的最大弯曲应力数据，并获取相应位移与其他数据，且所选夹具对试样的影响保持稳定。

玻纤增强塑料的三点弯曲试验

摘要:玻纤增强型塑料广泛应用于电工绝缘领域、建筑领域、生物医学领域等生活中方方面面。其中，使用环氧树脂作为基体与增强材料（一般使用纤维与织物等）复合而成的复合材料，使用更为广泛。本试验参考《GB/T 1449-2005 纤维增强塑料弯曲性能试验方法》对玻纤板进行三点弯曲试验，测试其弯曲模量。

关键词: 玻璃钢 玻纤增强型塑料 弯曲性能

玻纤增强型塑料作为复合材料的一种，也被称之为“玻璃钢”，因其独特的性能优势，在航空航天、铁道铁路、装饰建筑、家居家具、建材卫浴和环卫工程等等相关行业中得到了广泛应用。玻纤塑料作为一种玻纤增强型塑性，其强度较高。测试玻璃纤维样品弯曲模量等参数，若是使用横梁位移测试其挠度，则机架的刚性、连接件与夹具之间间隙都会对挠度计算

有影响，存在较大的系统性误差。若要获取精确的挠度变形数据，则必须使用位移测量装置。本试验参考标准《GB/T 1449-2005 纤维增强塑料弯曲性能试验方法》，使用AGS-X 10kN试验机进行三点弯曲试验，使用高精度位移计测试其试验过程中挠度变化，获得其弯曲应力与弯曲模量等数据。

1. 实验部分

1.1 仪器

AGS-X 10kN 塑料三点弯曲夹具 挠度计

1.2 试验条件

样品名称：玻纤增强型塑料

样品数量：3 组

试验温度：室温

试验类型：塑料三点弯曲试验

试验速度：2mm/min;卸下位移计后使用

10mm/min 横梁速度

传感器容量：10kN

位移计主要参数：量程 10mm、分辨率 0.1um

2. 试验介绍

本试验使用AGS-X 10kN万能试验机，标准塑料三点弯曲夹具。位移测量装置使用三丰位移计，使用分段速率测试：2mm/min测试弹性模量，样品屈服后，切换到10mm/min速度测取断裂载荷与变形。本试验使用了高精度位移测量装置，可以精准测量试验过程的样品挠度变化。



图 1. 样品尺寸图片

表 1. 样品尺寸数据

样品	厚度 (mm)	宽度 (mm)	跨距长度 (mm)
标准玻纤样品	10.32	19.89	160

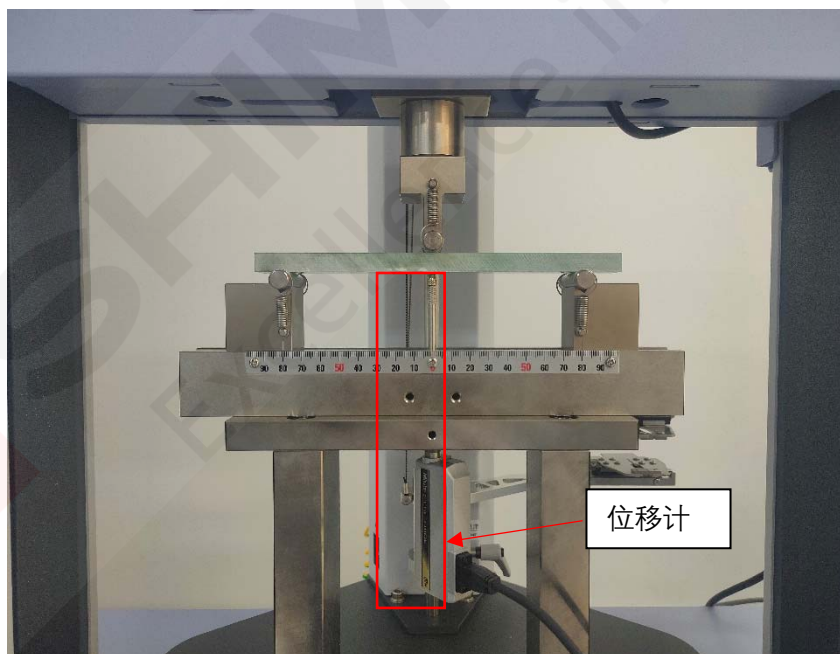


图 2. 试验过程图片

3. 试验结果

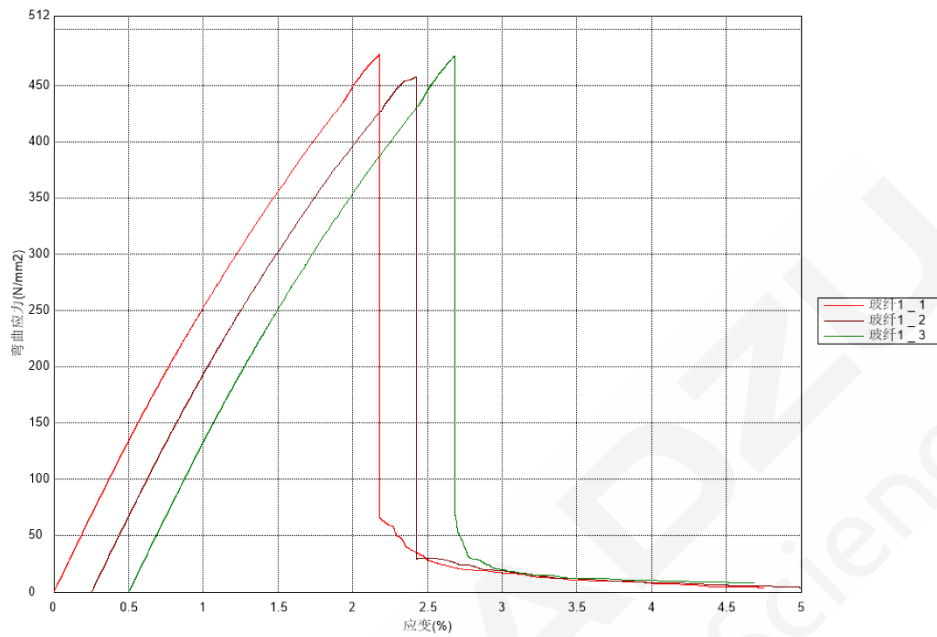


图 3. 弯曲应力-应变曲线结果图像 (重叠绘图)

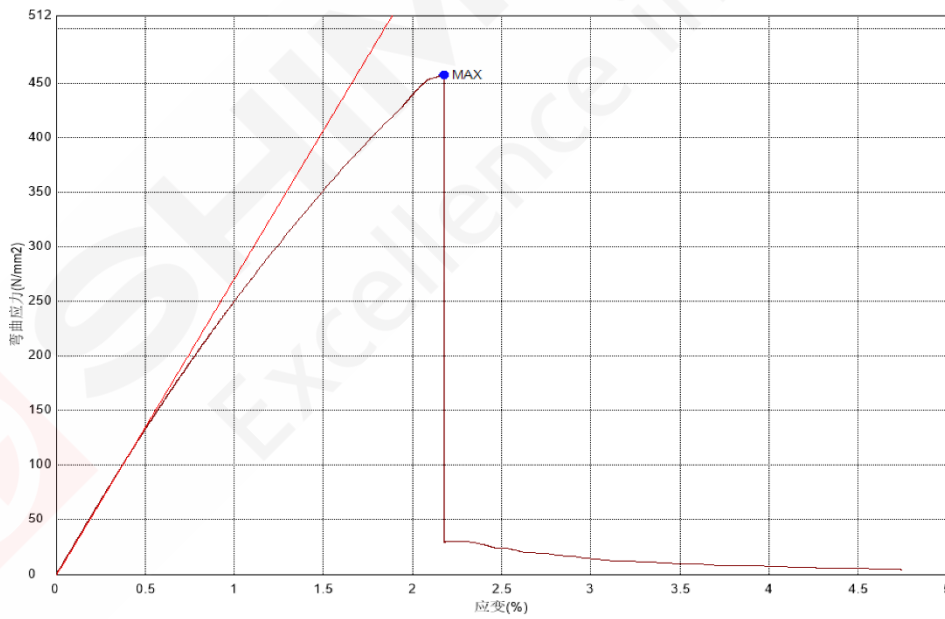


图 4. 弯曲应力-应变曲线结果图像 (弹性模量线 玻纤 1-2)

表 2. 试验数据结果

	最大弯曲强度 (Mpa) Max	弹性模量(GPa) 应变 0.05%-0.25%
玻纤样品 1	477.555	27.441
玻纤样品 2	457.639	27.215
玻纤样品 3	476.322	27.277



图 5. 样品断裂后图片

由试验结果图像与数据可以看出，样品最大弯曲强度存在一定差异，其中样品 1-2 的弯曲强度小于样品 1-1 与 1-3。试验的弹性模量根据标准要求，使用给定的弯曲应变 0.05%-0.25%对应的应力进行计算，获得各个样品的弯曲模量。可以发现各个样品弯曲模量重相差较小、复性高、数据稳定，也表明整套测试系统稳定、可靠。

4. 结论

岛津 AG 系列电子万能试验机搭配高精度位移计，对玻纤塑料板进行三点弯曲试验，测试其弹性模量、最大弯曲应力等力学性能。试验结果表明，岛津试验机可以满足这类样品的试验要求，数据稳定有效。

第 5 章 纺织类

纺织原本是指纺纱和织布的总称，随着纺织知识体系和学科体系的发展，特别是非织造纺织材料和三维复合编织等技术的出现，纺织已经不再局限于传统的手工纺纱和织布，而是涵盖了无纺布技术、现代三维编织技术、现代静电纳米成网技术等生产的服装、产业用和装饰用纺织品。因此，现代纺织是指对纤维或纤维集合体进行多尺度结构加工的技术。中国是纺织品生产和出口大国，经过多年发展，中国纺织行业具有竞争优势，拥有世界上最完整的产业链和最高的加工配套水平，以及众多发达的产业集群地，自主研发能力不断增强，为行业稳健发展提供了坚实保障。

纺织物的力学性能是指织物在各种机械外力作用下所呈现的性能，是评价织物优劣的基本性能。织物抵抗外力引起损坏的性质称为织物的耐久性或坚牢度，通常通过拉伸断裂、顶裂、撕裂、纱线滑移以及耐磨性等测试来反映这一性能。国内现行的纺织业 GB 标准与 FZ 中国纺织工业协会行业标准在国际范围内处于较为先进的水平，有些标准已经处于国际领先地位。

因此我们收集了常用纺织品的 GB 标准与行业标准，整理出标准中涉及力学性能的检测项目，并给出了对应此测试的岛津机型。

试验标准	拉伸	压缩、 穿刺	弯曲	剥离	适用 仪器
GB/T 3916-2013 纺织品卷装纱单根纱线断裂力和断裂伸长率的测定	○				AGS-X AGX-V
GB/T 3923.1-2013 纺织品 织物拉伸性能 断裂强力和断裂伸长率的测定 条样法	○				AGS-X AGX-V
GB/T3923.2-2013 纺织品织物拉伸性能 断裂强力的测定抓样法	○				AGS-X AGX-V
GB/T 13772.1-2008 纺织品 机织物接缝处纱线抗滑移的测定 第 1 部分：定滑移量法	○				AGS-X AGX-V
GB/T 13772.2-2018 纺织品 机织物接缝处纱线抗滑移的测定 第 2 部分：定负荷法	○				AGS-X AGX-V
GB/T 13772.3-2008 纺织品 机织物接缝处纱线抗滑移的测定 第 3 部分：针夹法	○				AGS-X AGX-V

GB/T 13773.1-2008 纺织品 织物及其制品的接缝拉伸性能 第 1 部分：条样法接缝强力的测定	○				AGS-X AGX-V
GB/T 13773.2-2008 纺织品 机织物接缝处纱线抗滑移的测定 第 2 部分：抓样法接缝强力的测定	○				AGS-X AGX-V
GB/T14209-93 纺织玻璃纤维无捻粗纱棒状复合材料压缩强度的测定		○			AGS-X AGX-V
GB/T 19976-2005 纺织品顶破强力的测定 钢球法		○			AGS-X AGX-V
GB/T 32610-2016 日常防护型口罩技术规范	○				AGS-X AGX-V
YY0331—2017《脱脂棉纱布、脱脂棉粘胶混纺纱布的性能要求和试验方法》	○				AGS-X AGX-V
FZT 01010-2012 涂层织物涂层粘附强度测定方法	○				AGS-X AGX-V
FZT 01031-2016 针织物和弹性机织物接缝强力和伸长率的测定抓样拉伸法	○				AGS-X AGX-V
FZT 01051.1-1998 纺织材料和纺织制品压缩性能 第 2 部分 连续压缩特性的测定		○			AGS-X AGX-V
FZT 01051.2-1998 纺织材料和纺织制品压缩性能 第 2 部分 连续压缩特性的测定		○			AGS-X AGX-V
FZT 01077-2018 织物氯损强力试验方法	○				AGS-X AGX-V
FZT 01085-2019 热熔粘合衬布剥离强力试验方法				○	AGS-X AGX-V
FZT 60005-1991 非织造布断裂强力及断裂伸长的测定	○				AGS-X AGX-V

FZ/T 60006-91 非织造布撕破强力的测定	○				AGS-X AGX-V
FZT 60008-2019 毛毯非可复性伸长试验方法	○				AGS-X AGX-V
FZT 60010-1993 金属镀膜复合絮片断裂强力和断裂伸长及拼搭强力的测定	○				AGS-X AGX-V
YY 0331—2006 脱脂棉纱布、脱脂棉粘胶混纺纱布的性能要求和试验方法	○				AGS-X AGX-V EZ
FZ/T 60006-91 中华人民共和国纺织行业标准-非织造布撕破强力测定	○				AGS-X AGX-V EZ
GB/T 32610-2016 日常防护口罩标准	○				AGS-X AGX-V EZ
YY 0469.2011 医用外科标准	○				AGS-X AGX-V EZ
YBB00332002-2015 低硼硅玻璃安瓿			○		AGS-X AGX-V EZ
YBB 00322005-2015 中硼硅玻璃安瓿			○		AGS-X AGX-V EZ
YBB 00372003-2015 抗生素瓶用铝塑组合盖	○				AGS-X AGX-V EZ
YBB00402003-2015 输液瓶用铝塑组合盖	○				AGS-X AGX-V EZ
GB/T 15811-2016 一次性使用无菌注射针		○			AGS-X AGX-V EZ
YBB00112004-2015 预灌封注射器组合件（带注射针）		○			AGS-X AGX-V EZ
ISO7206-4-2010 外科植入物.部分和全部髌关节假体.第4部分:					疲劳试验机
带柄股骨部件耐久性和性能的测定、ASTM F2606-2014 球囊			○		AGS-X AGX-V EZ

可膨胀血管支架和支架系统的 三点弯曲标准					
ASTM F382-17 金属接骨板弯曲 疲劳试验					疲劳试验机



锦纶长丝拉伸测试方法（对应 GB/T 14344-2022）

摘要：本文介绍了使用岛津 AGX-V10KN 电子万能试验机，配合使用岛津 1KN 气动缠绕夹具，参考最新发布的《GB/T 14344-2022 化学纤维长丝拉伸性能试验方法》标准要求，对锦纶长丝进行拉伸测试，该测试对于化学纤维类长丝拉伸测定都有积极的参考意义。

关键词：锦纶长丝 拉伸测试 新国标

技术特点：

- ❖ 气动缠绕夹具能有效保护样品，测试数据准确、稳定。
- ❖ 试验软件功能强大、操作便捷，测试结果简洁直观，好对比。

化纤长丝是用天然高分子化合物或人工合成的高分子化合物为原料，经过制备纺丝原液、纺丝和后处理等工序制得的具有纺织性能的纤维。在化学纤维制造过程中，纺丝流体（熔体或溶液）经纺丝成形和后加工工后，得到的长度以千米计的纤维称为化学纤维长丝。化学纤维具有强度高、耐磨、密度小、弹性好、不发霉、不怕虫蛀、易洗快干等优点，但其缺点是染色性较差、静电大、耐光和耐候性差、吸水性差。其中《GB/T 14344-2022 化学纤维 长丝拉伸性能试验方法》是描述化学纤维长丝拉伸性能试验方法的重要标准。

标准规定了在试验机设备上将纤维拉伸至断裂，从拉伸曲线和数据采集系统中得到化学纤维长丝的断裂强度、断裂延伸率、定

强力伸长、模量、断裂功和断裂韧度等拉伸性能数据。

借助岛津AGX-V电子万能试验机和气动缠绕型夹具来完成锦纶长丝拉伸，并获取拉伸曲线与参数加以分析，可以证明岛津AGX-V电子万能试验机在应对化学纤维长丝拉伸测试时的可靠性与精确性，能够很好地满足此类测试的要求。



1. 实验部分

1.1 仪器

AGX-V 10 kN 电子万能试验机

TRAPEZIUM V软件（单一拉伸测试）

1.2 试验条件

试验温度：室温 25°C左右

载荷传感器：1kN

样品名称：锦纶长丝试样

夹具：岛津 1KN 气动缠绕夹具

1.3 样品及处理

样品取自锦纶长丝线卷，拆开包装后按标准要求取样，避免试样有受潮，损伤等问题。首先测定试样 1m 样品的质量为 74.5mg，换算为线密度 $74.5\text{g}/\text{km}=74.5\text{tex}$ （特克斯）。每个样品取样长为 750mm，其中试验隔距 250mm（隔距长度为上下夹具夹口之间的纤维总长度）。先将锦纶长丝上端夹持在 1KN 气动缠绕夹具上，随后将下端夹住，保持试样松弛，预紧力设为 1N。可开始测试。



图 1. 锦纶长丝试样

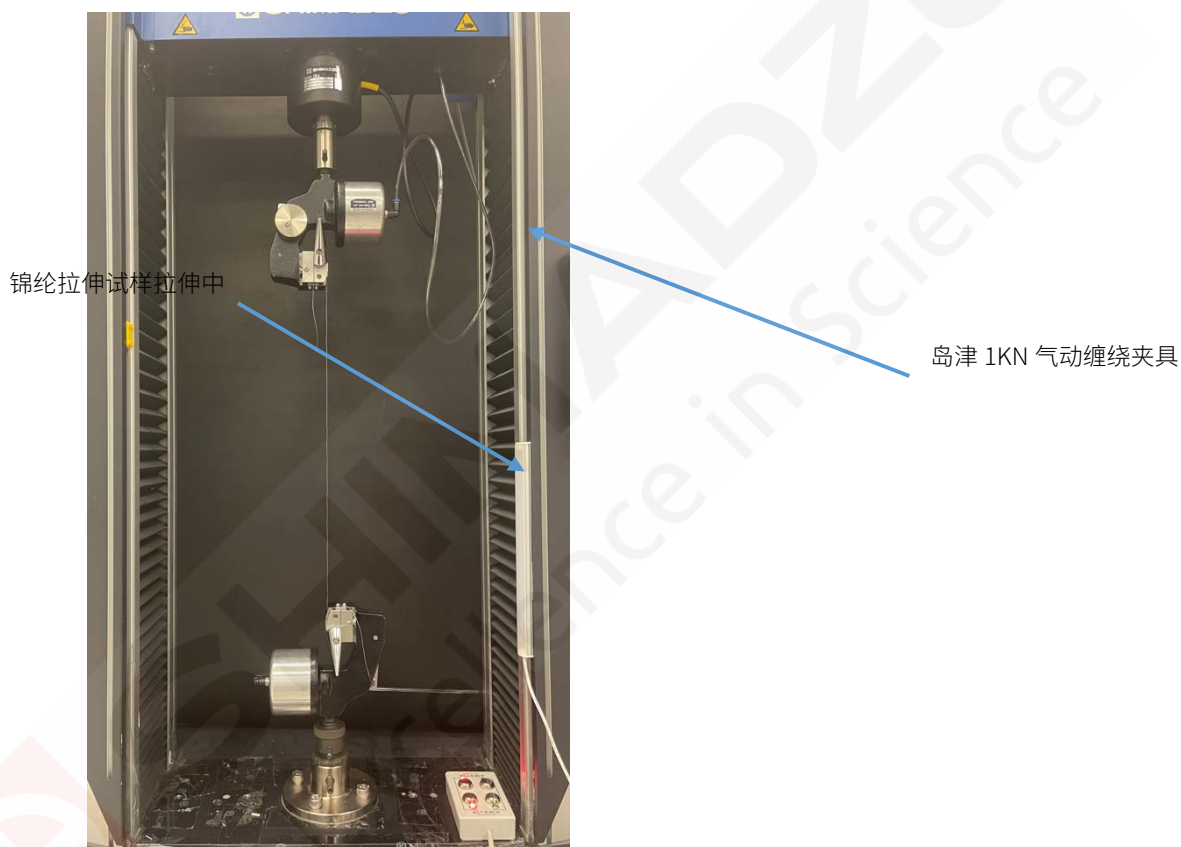


图 2. 锦纶长丝拉伸测试中

表 1. 试样尺寸信息

样品	线密度 (tex)	试样总长度 (mm)	隔距长度 (mm)
锦纶长丝试样	74.5	500	250

1.4 试验介绍

根据标准要求，设定测试速率为 1000mm/min，直到试样拉断，测试结束，获取拉伸曲线，记录下拉伸弹性模量，断裂点载荷、应力，断裂延伸率。

表2 锦纶长丝伸试验结果 (表中字体格式不对)

名称	弹性模量 cN/dtex	断裂点_载荷 N	断裂点_应力 cN/dtex	断裂点应变%	断裂功 J	断裂韧性 J/g
1_1	13.1226	25.0412	3.36123	52.35	4.325	2322.30
1_2	13.0150	24.8370	3.33382	54.23	4.463	2396.18
1_3	12.4683	26.2680	3.52591	65.33	5.832	3131.23
1_4	12.5268	24.7649	3.32415	57.68	4.769	2560.75
1_5	13.1217	23.9747	3.21809	51.08	4.048	2173.32
1_6	12.5319	24.8717	3.33848	58.24	4.876	2618.02
1_7	12.8852	26.4753	3.55374	67.15	6.030	3237.40
1_8	13.3858	23.5935	3.16691	45.59	3.470	1863.13
1_9	12.6190	25.3109	3.39743	56.75	4.767	2559.54
1_10	13.3696	24.6409	3.30751	53.63	4.409	2367.18
平均值	12.9046	24.9778	3.35273	56.20	4.699	2522.91

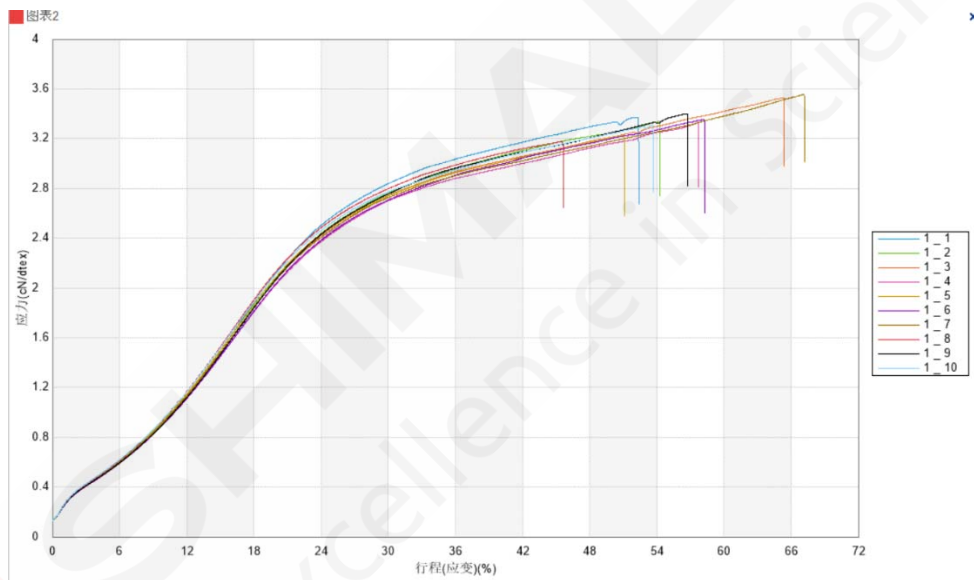


图3. 应力-应变曲线.

从测试结果和测试曲线来看, 10 个锦纶长丝拉伸样品的曲线形态相近, 重合度很高, 断裂位置有差异但在一个相近区间内波动。获得的数据印证了这一结论, 每组数据都很接近, 没有特别明显的偏差。

3. 结论

岛津 AGX-V 试验机配合 1KN 气动缠绕式夹具, 可以满足最新发布的《GB/T 14344-2022 化学纤维长丝拉伸性能试验方法》标准要求, 对锦纶等化学纤维长丝的力学性能进行拉伸测试, 测得的数据接近, 偏差较小, 曲线形态稳定, 能够满足纺织行业的相关测试需求, 为客户提供精确可靠, 性能卓越的力学测试仪器, 必将为客户带来更高的工作效率, 更可靠的测试数据和更舒适的测试体验。

PET 短纤维拉伸测试（对应 GB/T 14337-2022）

摘要：本文介绍了使用岛津 AGX-V 50N 电子万能试验机，配合使用岛津 10N 气动对夹夹具，参考最新发布的《GB/T 14337-2022 化学纤维 短纤维拉伸性能试验方法》标准要求，对 PET 短纤维进行拉伸测试，该测试对于化学纤维类短纤维拉伸测定都有积极的参考意义。

关键词：PET短纤维 拉伸测试 打结拉伸 钩接拉伸

《GB/T 14337-2022 化学纤维 短纤维拉伸性能试验方法》是描述化学纤维短纤维拉伸性能试验方法的标准。

PET纤维是一种常用的聚酯纤维，具有如耐磨性、抗皱、易干等优点，因此广泛应用于纺织、塑料、包装等领域。

根据标准制备PET短纤维样品，在试验机设备上按照标准要求将纤维拉伸至断裂，并测试钩接拉伸和打结拉伸，从拉伸曲线和数据采集系统中得到化学纤维短纤维的断裂强度、断裂延伸率和模量等拉伸性能数据。

借助岛津AGX-V电子万能试验机和气动

对夹型夹具来完成PET短纤维拉伸，并获取拉伸曲线与参数加以分析，可以证明岛津AGX-V电子万能试验机在应对化学纤维短纤维拉伸测试时的可靠性与精确性，能够很好地满足此类测试的要求。



1. 实验部分

1.1 仪器

AGX-V 50 N 电子万能试验机

TRAPEZIUM V软件（单一拉伸测试）

1.2 试验条件

试验温度：室温 25°C左右

载荷传感器：50N

样品名称：PET 短纤维试样

夹具：岛津 10N 气动对夹夹具

2. 试验样品及结果

2.1 拉伸试验

样品取自 PET 线卷，拆开包装后按标准要求裁剪成短纤维，并避免试样有受潮，损伤等问题。试样线密度为 40D，换算为=44.44dtex（分特克斯）。

每个样品取样为 40mm，其中隔距长度为 20mm（隔距长度为上下夹具夹口之间的纤维总长度）。先将 PET 短纤维上端夹持在 10N 气动对夹夹具上，随后将下端夹住，保持试样松弛，根据标准计算，预紧力设为 0.7N 后可开始测试。

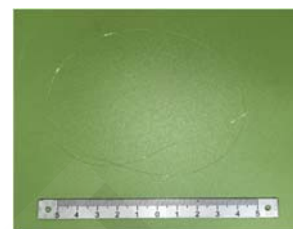


图 1 锦纶试样



图 2 PET 短纤维拉伸测试中特写

表 1 试样尺寸信息

样品	线密度 (dtex)	试样总长度 (mm)	隔距长度 (mm)
PET 短纤维试样	44.44	40	20

根据标准要求，设定测试速率为 100mm/min，直到试样拉断，测试结束，获取拉伸曲线，取最大斜率计算拉伸弹性模量，记录下断裂点载荷、应力，断裂延伸率。

表2 PET短纤维伸试验结果

名称	断裂载荷	断裂强度	断裂伸长率	弹性模量_最大斜率
单位	N	cN/dtex	%	cN/dtex
PET_1	2.20	4.95	15.28	111.50
PET_2	2.32	5.22	15.76	112.51
PET_3	2.24	5.04	15.97	112.96
PET_4	2.26	5.09	15.36	109.72
PET_5	2.29	5.16	15.22	109.06
平均值	2.26	5.09	15.52	111.15

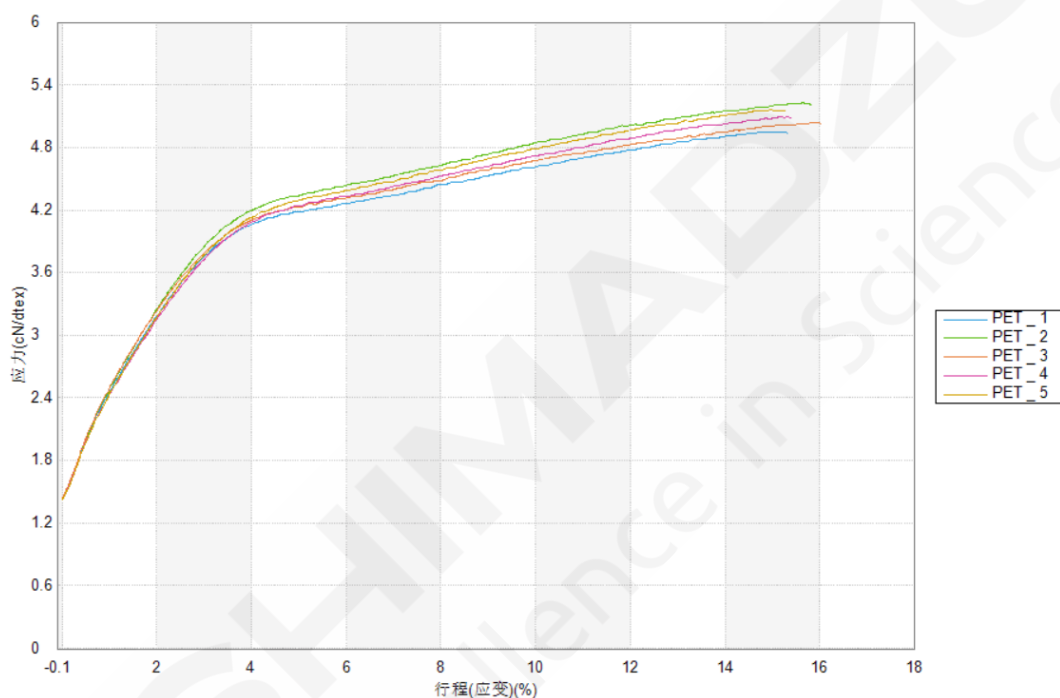


图3 应力-应变曲线.

2.2 钩接拉伸试验

每个样品取样为 40mm，随机取出两根样品进行钩接，按照 2.1 短纤维拉伸方法将样品设置好，使钩接处位于夹持长度二分之一处。根据标准计算，预紧力设为 0.7N 后可开始测试。

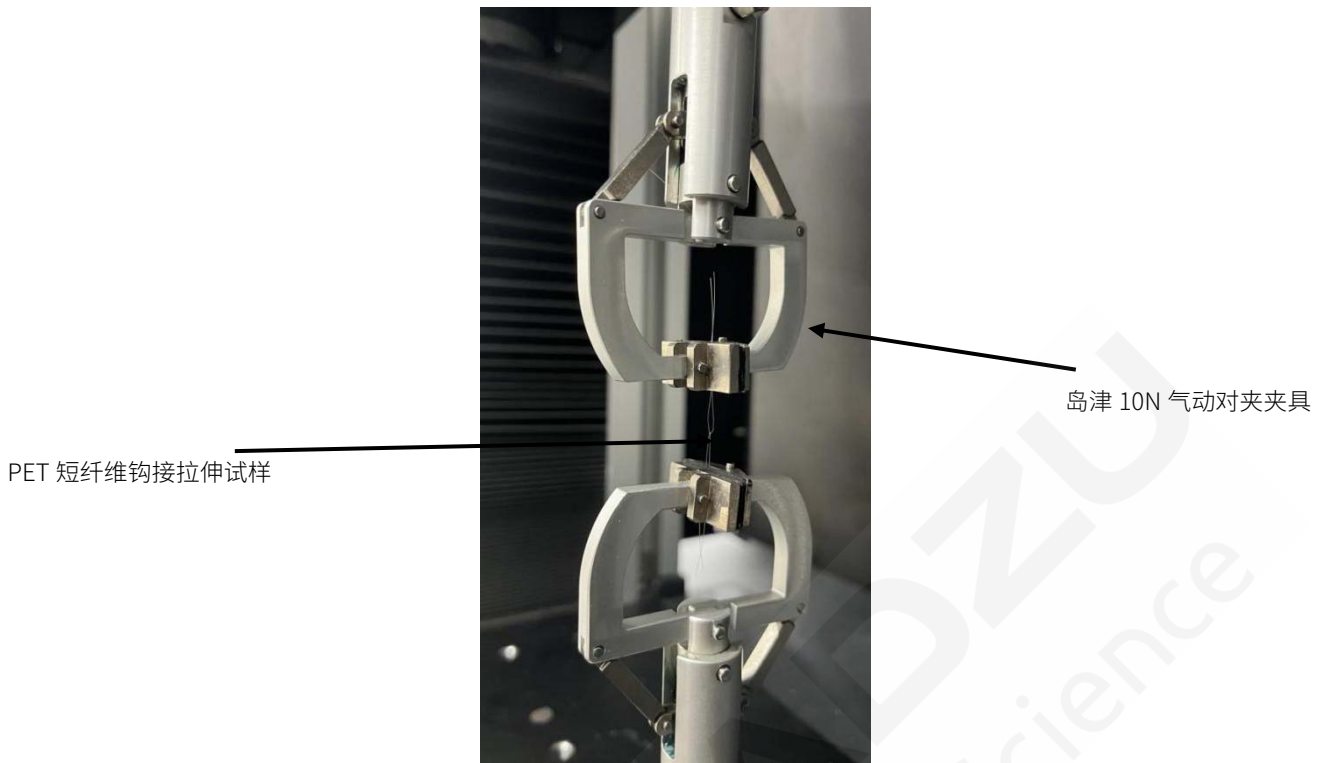


图 4 PET 短纤维钩接拉伸测试中特写

表 3 试样尺寸信息

样品	线密度 (dtex)	试样总长度 (mm)	隔距长度 (mm)
PET 短纤维钩接试样	44.44	40	20

根据标准要求，设定测试速率为 100mm/min，直到试样拉断，测试结束，获取拉伸曲线，记录下断裂点载荷，应力。

表4 PET短纤维伸钩接试验结果

名称	断裂载荷
单位	N
PET 钩接 _1	4.23
PET 钩接 _2	4.33
PET 钩接 _3	4.49
PET 钩接 _4	4.42
PET 钩接 _5	4.39
平均值	4.37

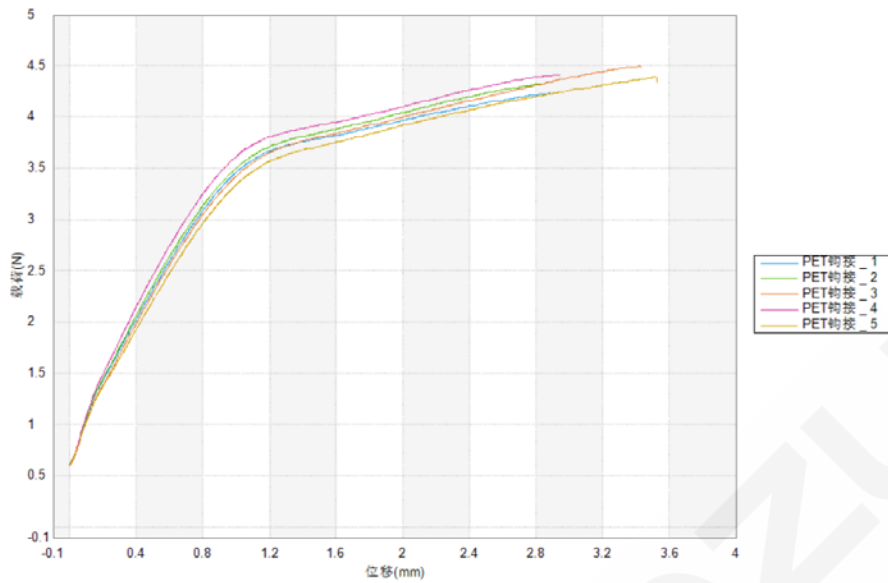


图5 载荷-位移曲线.

2.3 打结拉伸试验

每个样品取样为 40mm，随机取出一根样品进行打结，按照 2.1 短纤维拉伸方法将样品设置好，使打结处位于夹持长度二分之一处。根据标准计算，预紧力设为 0.7N 后可开始测试。

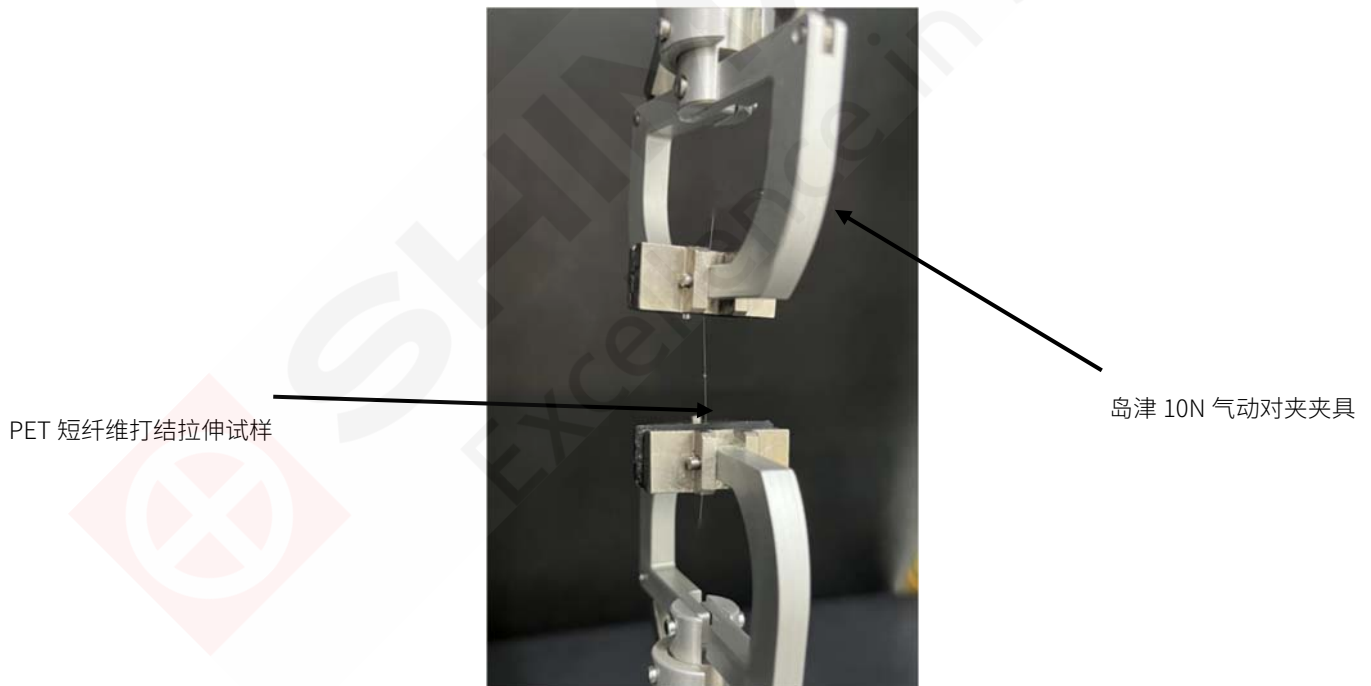


图6 PET 短纤维打结拉伸测试中特写

表 5 试样尺寸信息

样品	线密度 (dtex)	试样总长度 (mm)	隔距长度 (mm)
PET 短纤维打结试样	44.44	40	20

根据标准要求, 设定测试速率为 100mm/min, 直到试样拉断, 测试结束, 获取拉伸曲线, 记录下断裂点载荷, 应力。

表6 PET短纤维打结拉伸试验结果

名称	断裂载荷	断裂强度
单位	N	cN/dtex
PET 打结 _1	2.28	5.14
PET 打结 _2	2.22	5.00
PET 打结 _3	2.34	5.27
PET 打结 _4	2.31	5.20
PET 打结 _5	2.37	5.33
平均值	2.31	5.19

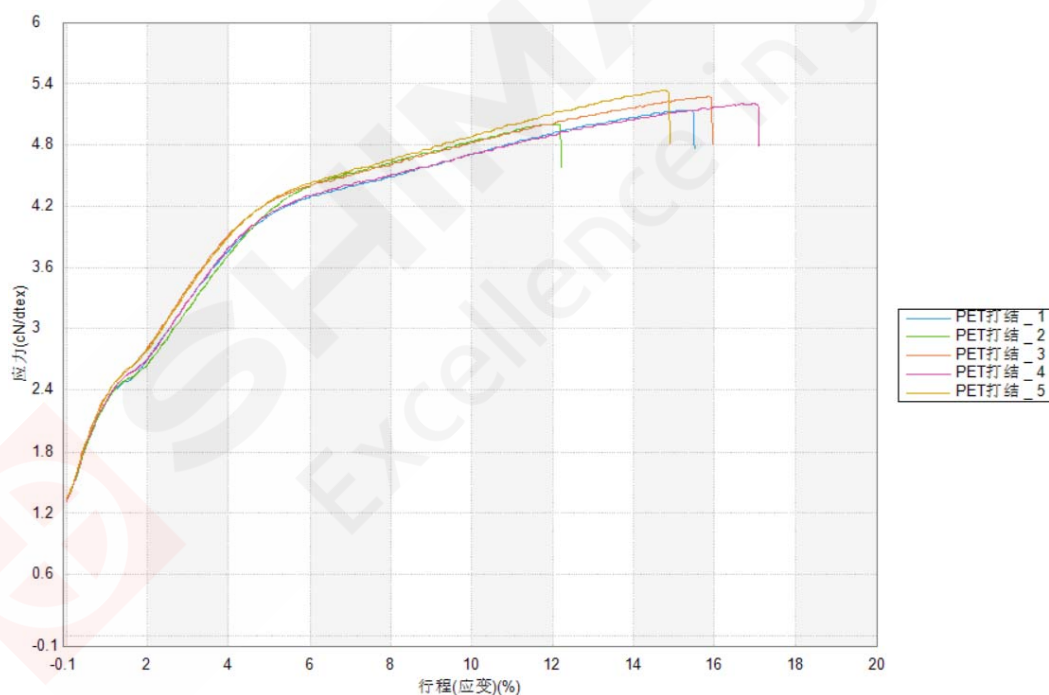


图 7 应力-应变曲线.

从测试结果和测试曲线来看, 每组实验 5 个 PET 短纤维拉伸样品的曲线形态相近, 重合度很高, 断裂位置都在打结处。获得的数据印证了这一结论, 每组数据都很接近, 没有特别明显的偏差。

3. 结论

岛津 AGX-V 试验机配合 10N 气动对夹式夹具，可以满足最新发布的《GB/T 14337-2022 化学纤维 短纤维拉伸性能试验方法》标准要求，对 PET 等化学纤维短纤维的力学性能进行拉伸测试，测得的数据接近，偏差较小，曲线形态稳定，能够满足纺织行业的相关测试需求，为客户提供精确可靠的测试结果，必将为客户带来更高的工作效率，更可靠的测试数据和更舒适的测试体验。



布料拉伸试验 (JIS L1096 样条法)

摘要: 我们在每一天、不同季节、不同时间段、不同情况和场景下会换穿各种衣服。例如，我们在夏季的白天会穿着透气性良好的T恤，在寒冷的冬季会穿保暖的羽绒服。另外，在现场作业时，会穿着面料结实、方便活动的工作服。对服装性能的要求取决于优先舒适性、功能性、款式等的哪种价值观，每天都有新的产品面世。

既然是一种产品，就需要进行强度评估，以确保其保持一定的品质。关于我们的生活中必不可少的机织物和针织物，JIS L1096:2010除规定了拉伸强度、断裂强度等的检测方法之外，还记载了透气性、保暖性等各种性能的评估方法。其中，关于拉伸试验，包括JIS法和ISO法在内，一共规定了6种试验方法。JIS法有A法（样条法）、B法（抓样法）、C法（润湿样条法）、D法（润湿抓样法）等4种，ISO法有E法（样条法）、F法（抓样法）两种。本文中介绍使用A法（样条法）进行布料拉伸试验的案例。

关键词: 万能试验机 布料 样条法

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 5KN电子万能试验机

5KN气动双推夹具（平齿、波纹齿（R5））

TRAPEZIUM X软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温20℃左右

载荷传感器：5KN（0.5级）

试验速率：150mm/min

1.3 样品处理

试验片形状：扯边纱样条法

宽度调整后的试样尺寸：宽50 mm×长300 mm（①、②）

宽30 mm×长200 mm（③、④）

试验片种类：①. 方格花纹布面料

②. 棉麻面料

③. 缎纹面料

④. 阔幅平布面料

试验数量：n=3

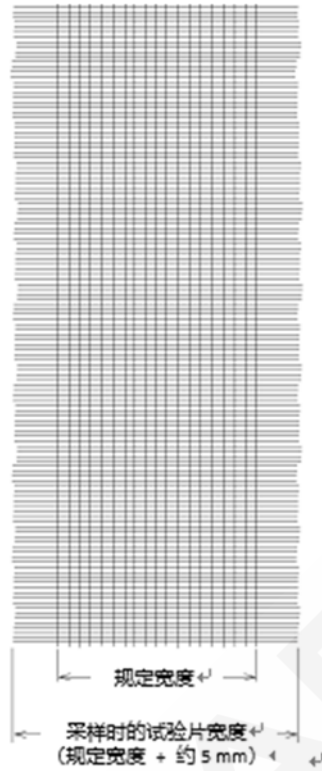


图1. 扯边纱样条法试验片模式图

2. 试验介绍

本次检测使用了AGS-X型台式精密电子万能试验机和气动平面型夹具。带锉纹的夹面可能会损伤布料纤维，导致抓握部位断裂。因此，使用了不带锉纹的平齿和波纹齿（R5）夹钳。制作A法样品的方法包括适用于机织物的扯边纱样条法和适用于针织物及特殊机织物的剪切样条法。采用扯边纱样条法时，如图1所示，在切断试验片后，在宽度方向两侧去除相同数量的纱线后，将规定宽度的样品作为试样，而在采用剪切样条法时，将剪切为规定宽度的布料作为试样。拉伸试验中使用的加载模式是恒定速率的横移模式，在这种模式中，无论夹具之间的距离如何，都以恒定的速度进行试验。另一种恒定速率的试样拉伸模式，根据夹头之间的距离调整速度，以保持恒定的延伸率。试验的实际情形如图2所示。本次按照恒定速率的横移模式的试验速度，对使用扯边纱样条法制作的4种试样进行了强度评估。在取样时，以织物的较长的方向为长度方向，剪切了纵向和横向的试样。

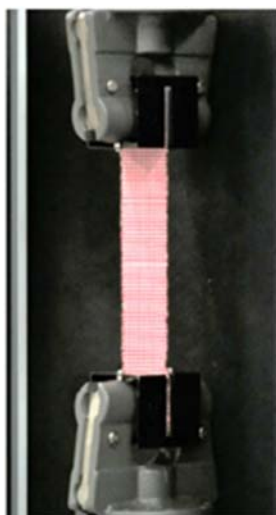


图2. 试验情形

试验结果如图3所示。在JIS L1096规定：距夹持端10 mm以内断裂的样品、发生异常断裂的样品排除在结果之外。本次试验使用的是平齿和波纹齿（R5），试验时未在夹齿附近位置发生断裂。试验结果的汇总如表1所示。在本次的试验中观察到所有试样在纵向和横向存在强度差异。另外，断裂方式也因试样材质、夹取方向的不同而异。在横向和纵向的试样试验中，试验力在达到最大试验力后随着纱线逐个断裂而逐渐减小。在一个试样（③横向）中，当纱线在最大试验力之前逐渐断裂时发生断裂，而在另一个试样（②纵向）中，断裂在达到最大试验力后瞬间发生）。

表1. 试验结果（n=3的平均值）

试验片名称	方向	强度 (N)	延伸率 (%)
方格花纹布面料	纵向	445	22.5
	横向	270	9.85
棉麻面料	纵向	351	12.4
	横向	271	20.9
缎纹面料	纵向	618	52.6
	横向	604	69.6
阔幅平布面料	纵向	193	28.5
	横向	96.0	6.87

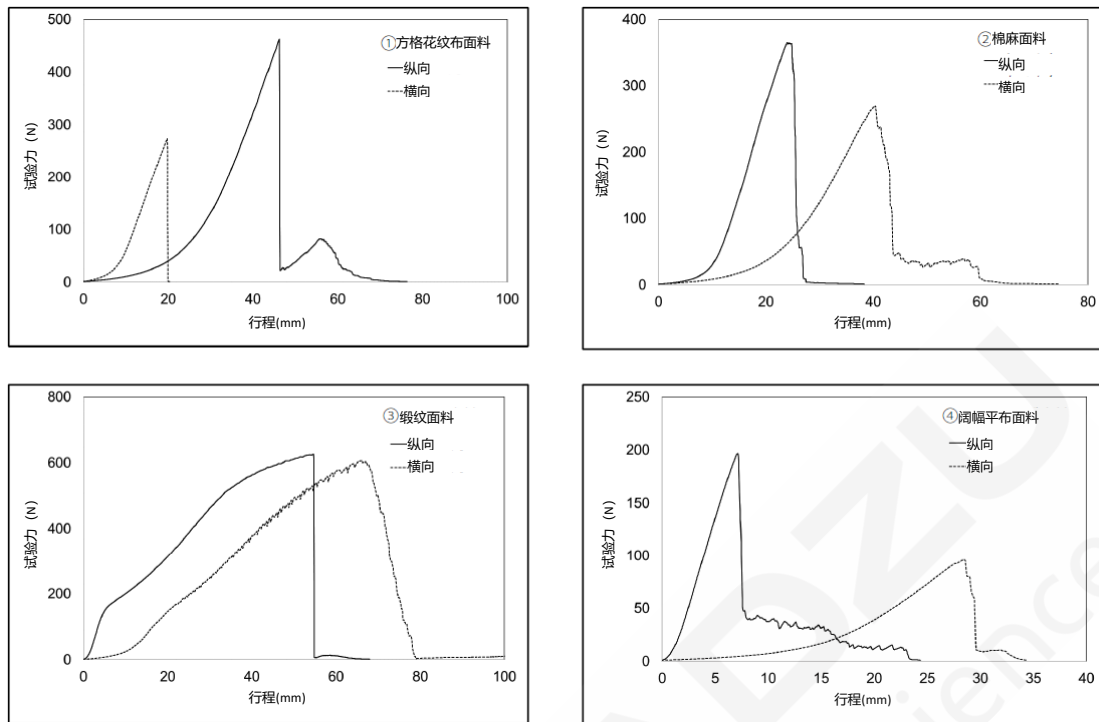


图3. 试验结果

4. 结论

本次使用台式精密电子万能试验机，依据JIS L1096实施了布料拉伸试验。在布料强度试验中，为正确地评估强度，需要使用合适的夹钳和夹齿。本文中介绍了使用平齿、波纹齿（R5）的案例，除上述夹钳之外，本公司还可以根据面料质量，提供各种合适的夹齿。

布料拉伸试验 (JIS L1096 抓样法)

摘要: 我们在每一天、不同季节、不同时间段、不同情况和场景下会换穿各种衣服。例如，我们在夏季的白天会穿着透气性良好的T恤，在寒冷的冬季会穿保暖的羽绒服。另外，在现场作业时，会穿着面料结实、方便活动的工作服。对服装性能的要求取决于优先舒适性、功能性、款式等的哪种价值观，每天都有新的产品面世。

既然是一种产品，就需要进行强度评估，以确保其保持一定的品质。关于我们的生活中必不可少的机织物和针织物，JIS L1096:2010除规定了拉伸强度、断裂强度等的检测方法之外，还记载了透气性、保暖性等各种性能的评估方法。其中，关于拉伸试验，包括JIS法和ISO法在内，一共规定了6种试验方法。JIS法有A法（样条法）、B法（抓样法）、C法（润湿样条法）、D法（润湿抓样法）等4种，ISO法有E法（样条法）、F法（抓样法）两种。本文中介绍使用B法（抓样法）进行布料拉伸试验的案例。

关键词: 万能试验机 布料 抓样法

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 5KN电子万能试验机

5KN气动双推夹具（平齿、波纹齿（R1））

TRAPEZIUM X软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温20℃左右

载荷传感器：5KN（0.5级）

试验速率：300mm/min

预加载：0.1N

夹持间隔：76mm

1.3 样品处理

试样尺寸：宽100 mm×长150 mm（①、②）

试验片种类：①. 方格花纹布面料

②. 绸缎面料

试验数量：n=3

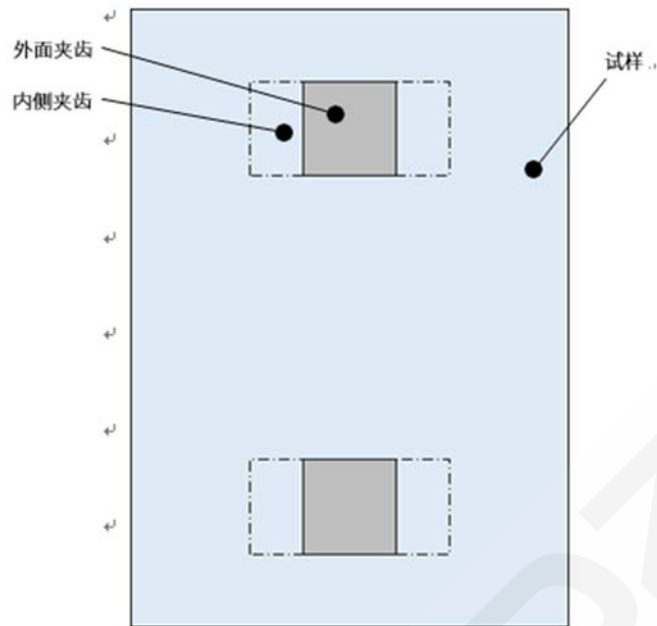


图1. 试验片模式图

2. 试验介绍

本次检测使用了 AGS-X 型台式精密电子万能试验机和气动平面型夹具。在 B 法中规定，夹齿的大小为外侧 $25\text{mm} \times 25\text{mm}$ 、内侧 $51\text{mm} \times 25\text{mm}$ 以上。另外，带锉纹的夹面可能会损伤布料纤维，导致抓握部位断裂。因此，使用了不带锉纹的平齿和波纹齿 (R1) 夹具。试验的实际情形如图 2 所示。本次使用三种试样进行了强度评估。在取样时，以织物的较长的方向为长度方向，剪切了纵向和横向的试样。



图2. 试验情形

试验结果的示例如图 3 所示。在 JIS L1096 规定：“距夹持端 10 mm 以内断裂的样品、发生异常断裂的样品排除在结果之外”。在本次试验中，①方格花纹布面料使用平齿、②棉麻面料、③缎纹面料使用波纹齿 (R1) 加缓冲材料，在夹持位置未发生断裂，顺利完成了试验。试验结果的总结如图 4 所示。在本次的试验中观察到所有试样在纵向和横向存在拉伸率差异。另外，在抗拉强度方面，与其他面料相比，③缎纹面料几乎未出现纵向与横向的差异

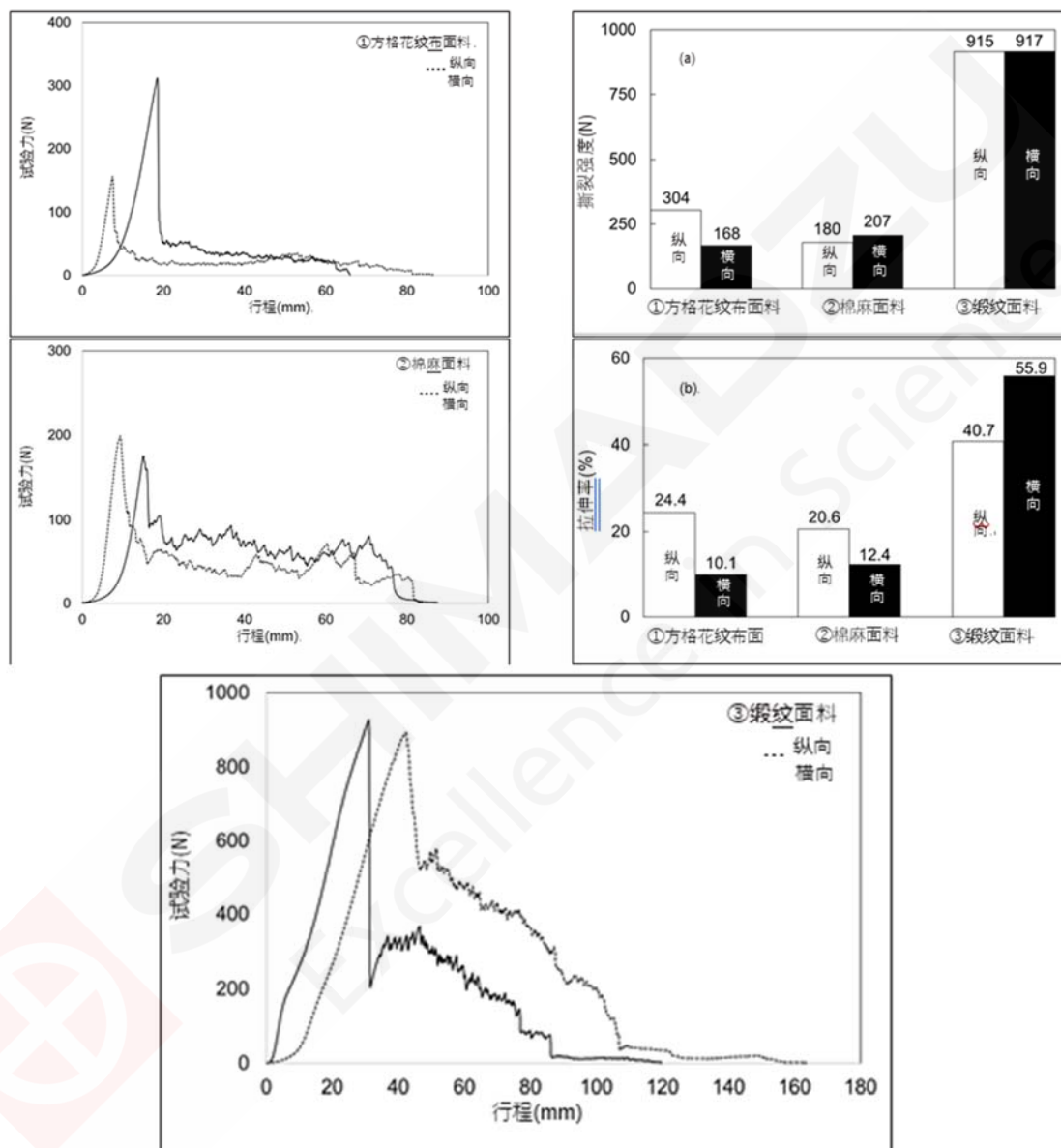


图3. 试验结果

4. 结论

本次使用台式精密万能电子试验机，依据 JIS L1096 B 法（抓样法）实施了布料拉伸试验（抓样法）。在布料强度试验中，为正确地评估强度，需要使用合适的夹具和夹齿。本文中介绍了使用平齿、波纹齿 (R1) 的案例，除上述夹具之外，本公司还可以根据面料质量，提供各种合适的夹齿。

布料撕裂试验 (JIS L1096 单舌法)

摘要: 我们在每一天、不同季节、不同时间段、不同情况和场景下会换穿各种衣服。例如，我们在夏季的白天会穿着透气性良好的T恤，在寒冷的冬季会穿保暖的羽绒服。另外，在现场作业时，会穿着面料结实、方便活动的工作服。对服装性能的要求取决于优先舒适性、功能性、款式等的哪种价值观，每天都有新的产品面世。

既然是一种产品，就需要进行强度评估，以确保其保持一定的品质。关于我们的生活中必不可少的机织物和针织物，JIS L1096:2010除规定了拉伸强度、断裂强度等的检测方法之外，还记载了透气性、保暖性等各种性能的评估方法。其中，关于拉伸试验，包括JIS法和ISO法在内，一共规定了6种试验方法。JIS法有A法（样条法）、B法（抓样法）、C法（润湿样条法）、D法（润湿抓样法）等4种，ISO法有E法（样条法）、F法（抓样法）两种。本文中介绍使用 A 法（单舌法）进行面料撕裂试验的案例。

关键词: 万能试验机 布料 单舌法

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 5KN电子万能试验机

5KN气动双推夹具（单侧钳纹夹齿）

TRAPEZIUM X软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温20℃左右

载荷传感器：5KN（0.5级）

试验速率：100mm/min

1.3 样品处理

试样尺寸：宽50 mm×长250 mm

短边中央与短边呈直角的100mm切口

试验片种类：
①. 方格花纹布面料
②. 素面薄缎纹面料
③. 棉麻面料
④. 背缎面料

试验数量：n=3

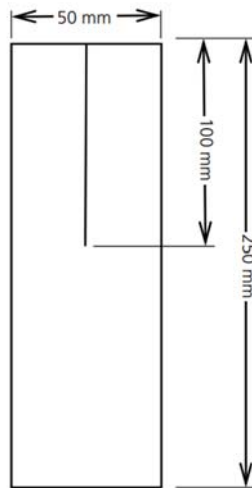


图1. 试验片模式图

2. 试验介绍

本次检测使用了 AGS-X 型台式精密电子万能试验机和气动平面型夹具，另外，为了确保试验过程中不会出现打滑问题，采用了单侧锉纹夹齿。A 法包括适用于机织物和编织物的 A-1 法和主要适用于毛织物的 A-2 法。在 A-1 法中制作试样时，剪出约 50 mm×约 250mm 或约 100mm×约 250mm 的试样，在短边中央与短边呈直角剪出 100mm 的切口（参见图 1）。然后使用比试样宽度大的夹齿，与上下夹齿呈直角夹住试样的各舌片进行试验。检测本试验中的最大试验力，作为撕裂强度。

试验的实际情形如图 2 所示。在取样时，以织物的较长的方向为长度方向，剪切了纵向和横向的试样。



图2. 试验情形

试验结果的示例如图 3 所示。纵向求出纬纱撕裂强度，横向求出经纱的撕裂强度。在本次试验中，所有试样的夹持状态良好，顺利完成了试验。试验结果的总结如图 4 所示。本次试验中，①、②、③试样的纵向和横向撕裂强度发现较大的差异，而④试样的方向差异很小。

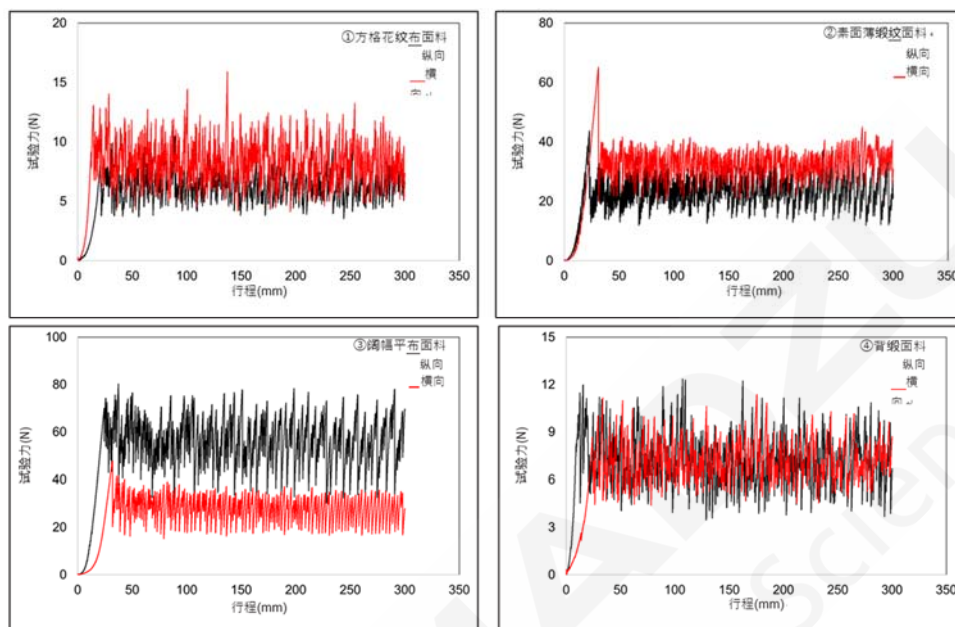


图3. 试验结果

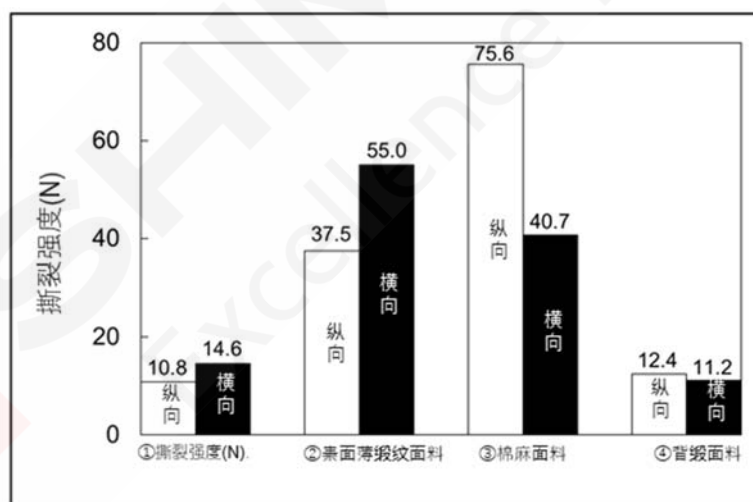


图3. 试验结果的总结 (n=3)

4.结论

本次使用台式精密万能电子试验机，依据 JIS L1096 实施了布料撕裂试验（单舌法）。使用本公司的试验系统可以进行布料的强度评估。

布料撕裂试验 (JIS L1096 梯形法)

摘要: 我们在每一天、不同季节、不同时间段、不同情况和场景下会换穿各种衣服。例如，我们在夏季的白天会穿着透气性良好的T恤，在寒冷的冬季会穿保暖的羽绒服。另外，在现场作业时，会穿着面料结实、方便活动的工作服。对服装性能的要求取决于优先舒适性、功能性、款式等的哪种价值观，每天都有新的产品面世。

既然是一种产品，就需要进行强度评估，以确保其保持一定的品质。关于我们的生活中必不可少的机织物和针织物，JIS L1096:2010除规定了拉伸强度、断裂强度等的检测方法之外，还记载了透气性、保暖性等各种性能的评估方法。其中，关于拉伸试验，包括JIS法和ISO法在内，一共规定了6种试验方法。JIS法有A法（样条法）、B法（抓样法）、C法（润湿样条法）、D法（润湿抓样法）等4种，ISO法有E法（样条法）、F法（抓样法）两种。

本文介绍使用 C 法（梯形法）进行面料撕裂试验的案例。

关键词: 万能试验机 布料 样条法

1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 5KN电子万能试验机

5KN气动双推夹具（单侧锉纹夹齿 宽150mmX长20mm）

TRAPEZIUM X软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温20℃左右

载荷传感器：5KN（0.5级）

试验速率：200mm/min

1.3 样品处理

试样尺寸：宽75 mm×长150 mm

标记的短边中央与短边呈直角的10mm的切口

试验片种类：①. 方格花纹布面料

②. 棉麻面料

③. 阔幅平面布料

④. 牛仔布面料

试验数量：n=3

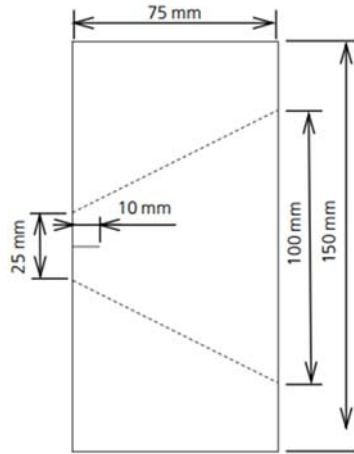


图1. 试验片模式图

2. 试验介绍

本次检测使用了 AGS-X 型台式精密电子万能试验机和螺纹式平面型夹具，另外，为了确保试验过程中不会出现打滑问题，采用了单侧锉纹夹齿。在 C 法中制作试样时，剪切约 75mm×约 150 mm 的试样，按图 1 的虚线所示，标记等脚梯形，在该标记短边中央剪出与边呈直角的10mm 切口。以织物的较长的方向为长度方向，剪切了纵向和横向的试样。试验的实际情形如图 2 所示。使用宽 75mm 以上的夹齿，沿等脚梯形的标记夹住试样进行试验。试验时，夹好后，等脚梯形标记的长边侧松动（图2-1），从事先剪出的10mm 切口开始撕裂，最终分成两块（图 2-2、图 2-3、图 2-4）。检测本试验中的最大试验力，作为撕裂强度。

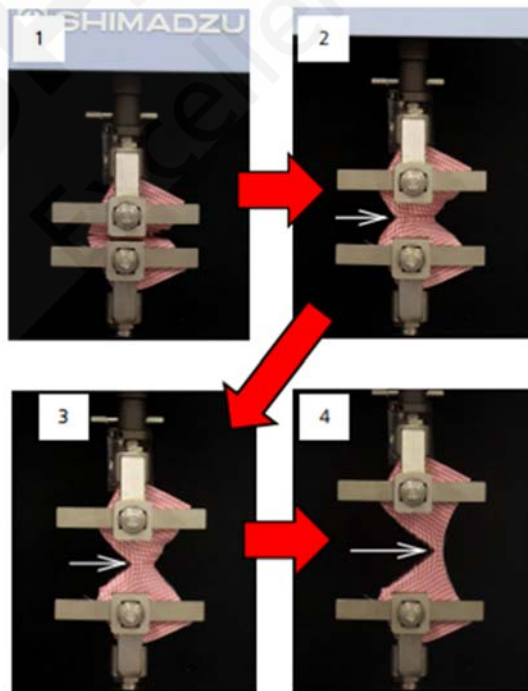


图2. 试验情形

试验结果的示例如图 3 所示。纵向求出纬纱撕裂强度，横向求出经纱的撕裂强度。在本次试验中，所有试样的夹持状态良好，顺利完成了试验。试验结果的总结如图 4 所示。本试验中，①、③、④试样的纵向和横向撕裂强度发现较大的差异，而②试样的方向撕裂强度差异很小。

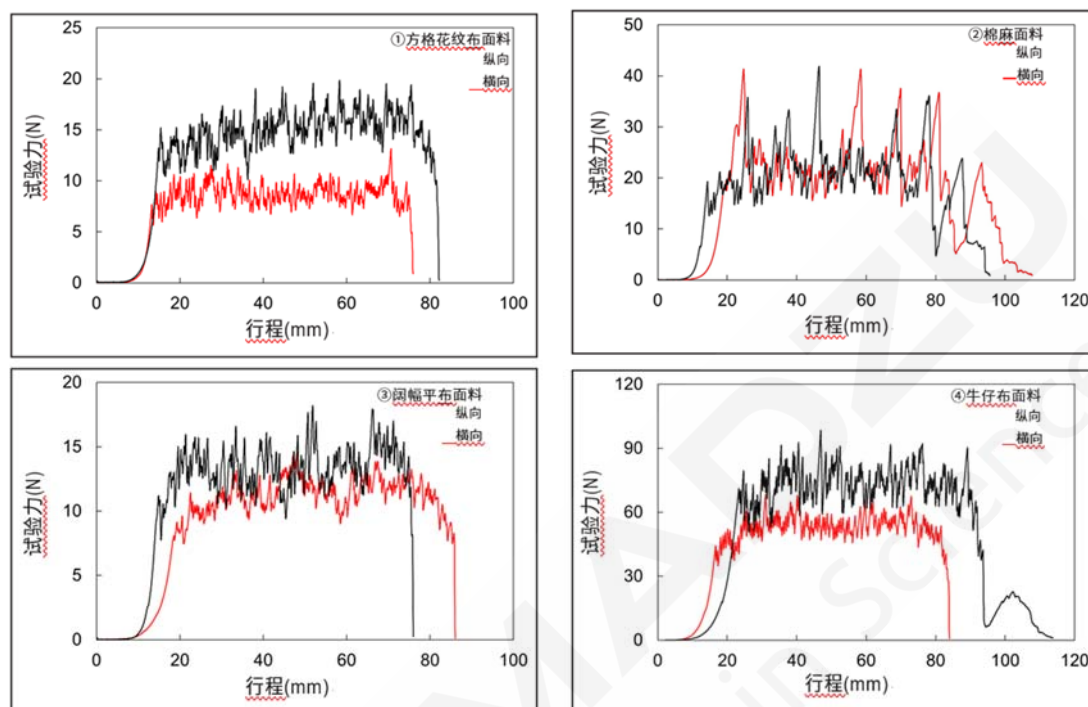


图3. 试验结果

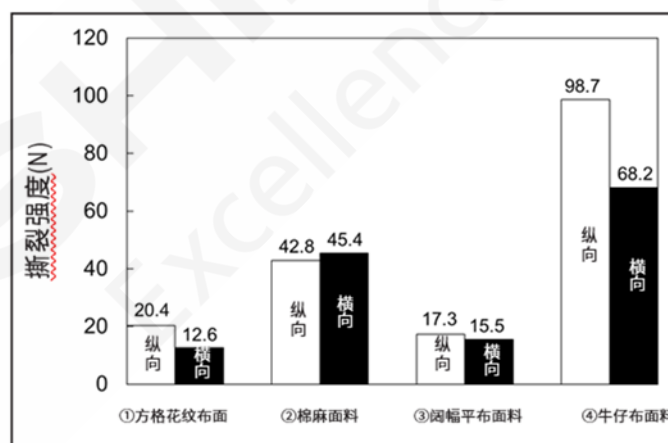


图4. 试验结果 (n=3平均值)

4. 结论

本次使用台式精密万能电子试验机，依据 JIS L1096 实施了布料的撕裂试验（梯形法）。使用本公司的试验系统可以进行布料的强度评估。

医用防护口罩熔喷布拉伸试验及微观形貌观察

摘要：本文参考《FZ/T 60006-91 中华人民共和国纺织行业标准-非织造布撕破强力测定》标准，使用岛津电子万能试验机AGS-X 1KN实施医用防护口罩熔喷布拉伸对比试验，为口罩和防护用品企业研究相关材料和获取拉伸测试数据提供参与依据。同时使用岛津电子探针显微分析仪EPMA-1720对拉断后的熔喷布断口以及不同防护级别口罩中的熔喷布及纤维细节行了形貌观察，结果显示，相对于普通口罩，医用口罩熔喷布的厚度更厚，并具有更细小更致密的微观纤维构造，所以过滤性能更好，综合力学性能也更突出，可以满足医护人员更高级别的防护需求。

关键词：万能试验机 医用防护口罩熔喷层 拉伸试验 电子探针 微观形貌观察

熔喷布，外文名叫 melt-blown nonwovens，原料主要是聚丙烯，具有独特的毛细结构，别名是熔喷无纺布、熔喷法非织造布等。熔喷布主要用于过滤粉尘、微生物、雾霾等微米级颗粒物，堪称口罩的“心脏”。由聚丙烯超细纤维随机分布沾结在一起，外观洁白、平整、柔软，材料纤维细度为 0.5-10 微米，纤维的随机分布提供了纤维间更多的热粘合机会，因而使熔喷气体过滤材料具有更大的比表面积，更高的孔隙率（ $\geq 75\%$ ）。经过高压驻极静电处理，具有低阻、高效、高容尘等特点。

熔喷无纺布的过滤效果是个“微笑曲线”，小颗粒和大颗粒都容易被过滤。直径小于 0.1 微米纳米级非油性颗粒物，可通过静电吸附，过滤效果高达 99%。直径大于 10 微米的颗粒物，可通过交织纱线的物理结构吸附，即便最烂的纱布口罩，也能做到接近 80%的防护率。最难过滤的，是直径在

0.3 微米范围的颗粒物。因此，我国对口罩的检测标准，就使用 0.3 微米的氯化钠颗粒物作为检测指标。厚度不足 0.1 毫米的熔喷无纺布，可对 0.3 微米的氯化钠颗粒物过滤效果大于 70%。病毒以飞沫和气溶胶状态飞沫核存在，其中 82%的飞沫核，直径在 0.74~2.12 微米范围。因此熔喷无纺布成为口罩、HEPA 滤纸等核心材料，能有效防病毒，在医疗、卫生领域发挥着不可替代的作用。



1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 1KN 电子万能试验机

1KN 气动双推夹具（配橡胶面夹齿）

TRAPEZIUM X 软件（单一试验）

EPMA-1720 电子探针纤维分析仪

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右

载荷传感器：1KN（0.5级）

试验夹具：1KN 气动双推夹具（橡胶面夹齿）

试验速率：100mm/min

电子探针加速电压：4kV

电子探针电流：0.01nA

1.3 样品及处理

测试试样为成品医用防护口罩，需要裁切粘接层之后，将中间的熔喷布整片剥离出来，按照《FZ/T 60006-91 中华人民共和国纺织行业标准-非织造布撕破强力测定》中的要求裁切成长 200mm 宽 50mm 实施拉伸测试试样断裂强度与延伸率。（特别说明，最好的测试试样应是成卷的熔喷布原料经过良好裁切后的试样。）拉断后的熔喷布直接放入电子探针，使用低加速电压和小电流进行观察横截面的断口形貌特征。



表 1. 试样信息

试样类型	数量
熔喷布试样 1	4
熔喷布试样 2	4



图 1. 医用口罩熔喷布与普通口罩滤纸

2 拉伸试验介绍

采用岛津精密万能试验机AGS-X 1kN试验机和1KN气动双推夹具（配合橡胶面夹齿）进行拉伸强度试样。将裁切好的矩形试样两端用夹具夹住，松式夹持，设定预加载力为2N，拉伸以100N/min速度开始拉伸直至试样断裂。如试样断裂位置离开夹口线超过5mm处，则为有效试样。

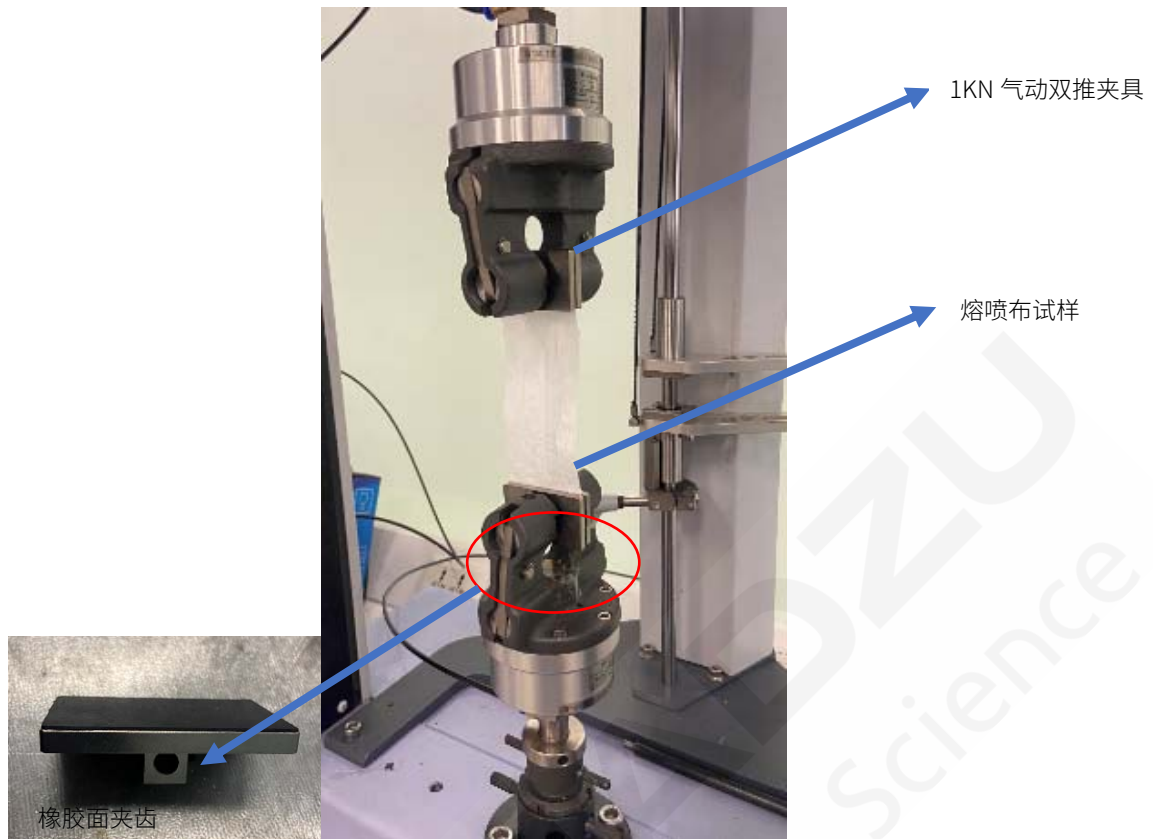
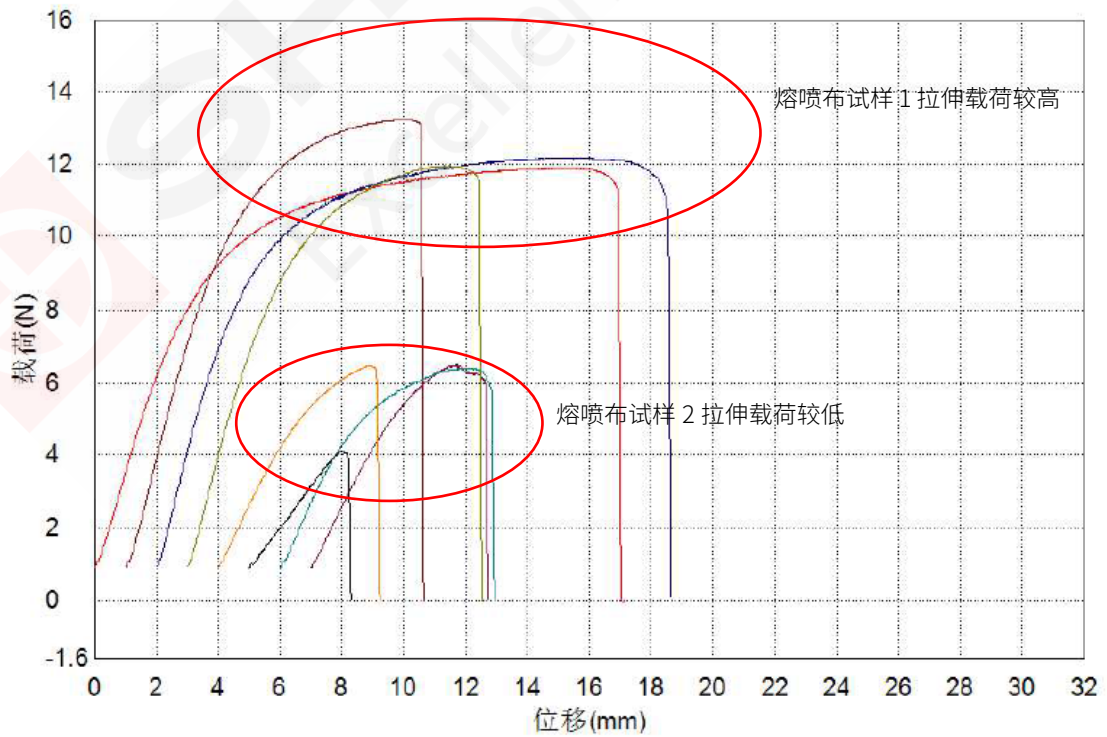


图 2. 试样与夹具外观

3. 结果与结论

3.1 拉伸试验结果



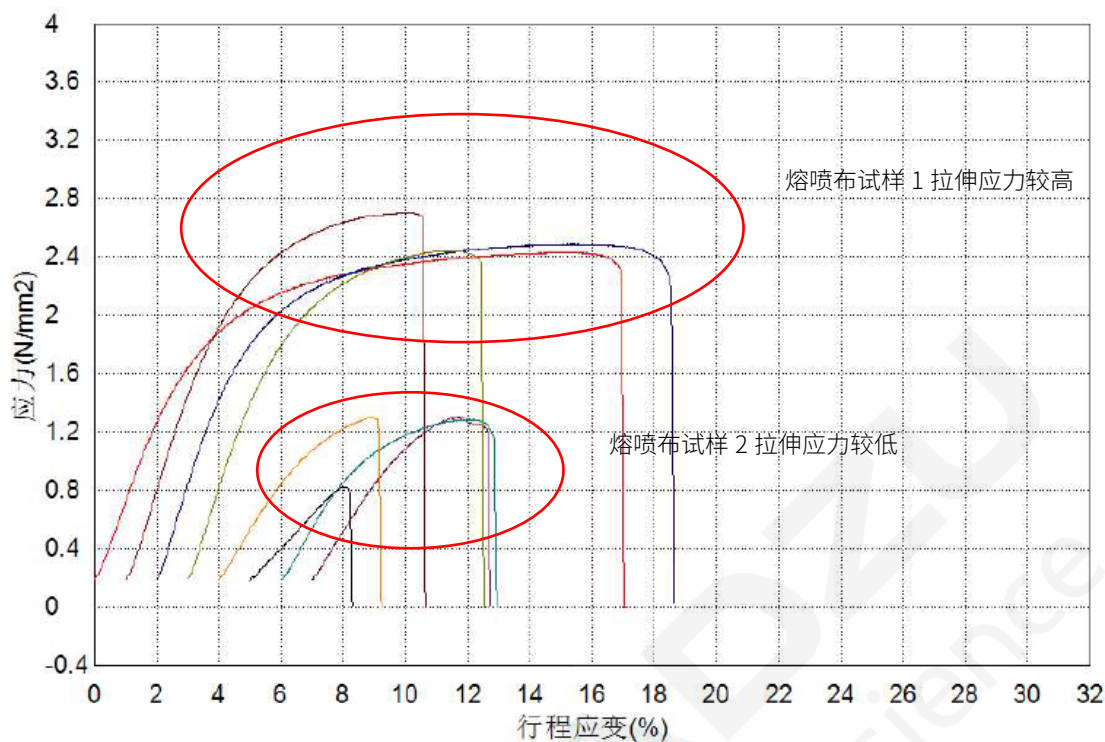


图 3. 拉伸试验结果 (载荷-位移/应力-应变曲线)

表 2. 测试结果

试样名称	最大载荷 N	断裂点行程应变%
熔喷布 1-1	11.8863	16.5362
熔喷布 1-2	13.2321	9.46930
熔喷布 1-3	12.1706	15.8692
熔喷布 1-4	11.9437	9.21937
熔喷布 2-1	6.46623	5.01937
熔喷布 2-2	4.07219	3.13610
熔喷布 2-3	6.40949	6.43610
熔喷布 2-4	6.49468	4.80263

图 3 显示了拉伸试验的结果, 可见熔喷布试样 1 的拉伸载荷, 强度与断裂延伸率都要明显好于熔喷布试样 2。

3.2 防护口罩微观特征形貌的观察

使用岛津电子探针 EPMA 对两类具有不同强度和拉伸率的熔喷布拉断后的断口横截面进行了观察。从结果可以看出, 强度较好的医用口罩中熔喷布相对于普通口罩中的滤纸要厚很多, 里面包含了更多更细小的纤维, 内部构造也显得更致密一些。

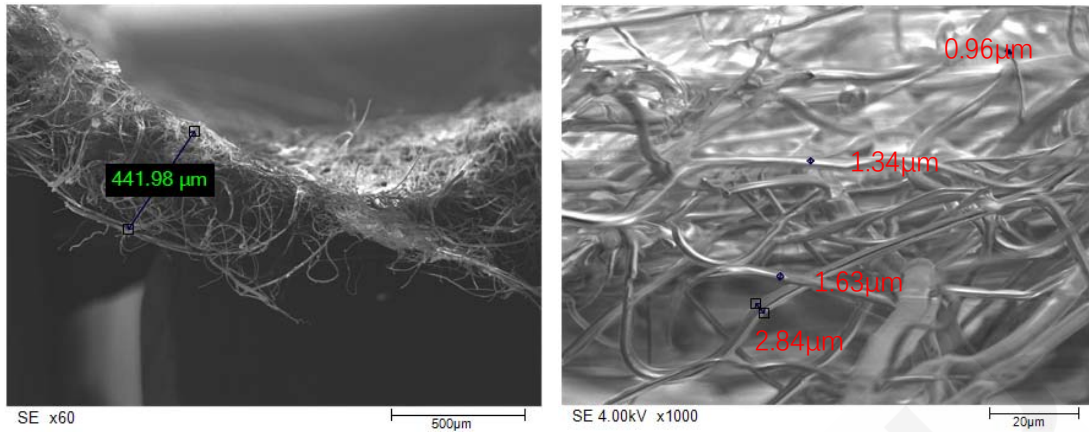


图 4 医用口罩熔喷布的拉断后的整体横截面形貌及放大后的纤维构成细节

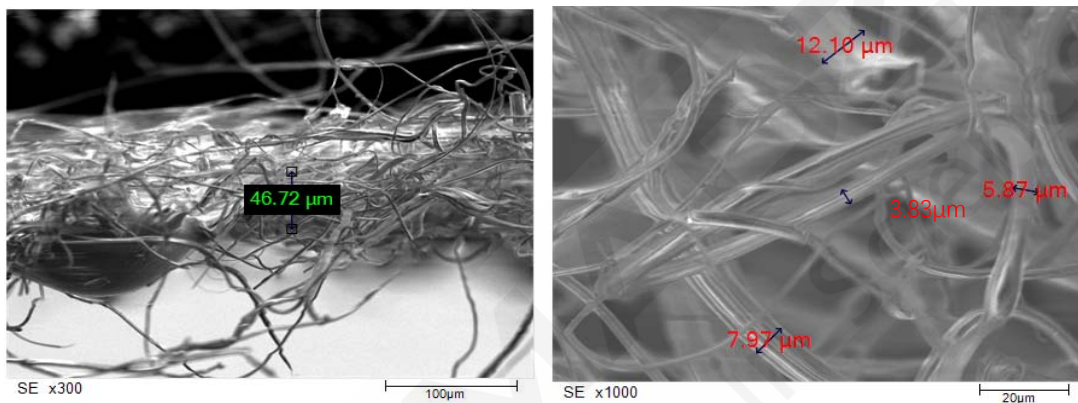


图 5. 普通口罩中熔喷布(滤纸)拉断后的形貌及纤维形貌

不同国家对防护口罩分级标准的制定及要求不尽相同,按照国内市场及海外代购可以买到的型号,一般防护级别: FFP3>FFP2>N95=KN95=DS2>KF94>KN90>FFP1>普通口罩。使用电子探针EPMA对几类口罩中的熔喷布进行了观察。可以看到,某厂生产的欧标FFP3和FFP1的纤维尺寸和孔隙率相当,最大的区别在于熔喷布的厚度。除了熔喷布之外,FFP3还有更多层的聚丙烯纺粘布(spunbonded polypropylene),这也会提升防护口罩的过滤性能。

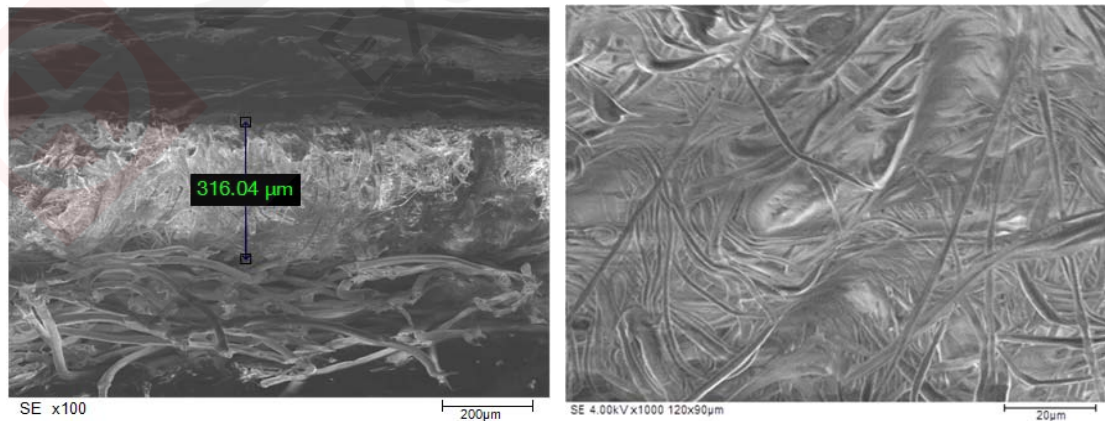


图 6. FFP3 中的熔喷布厚度及细纤维细节

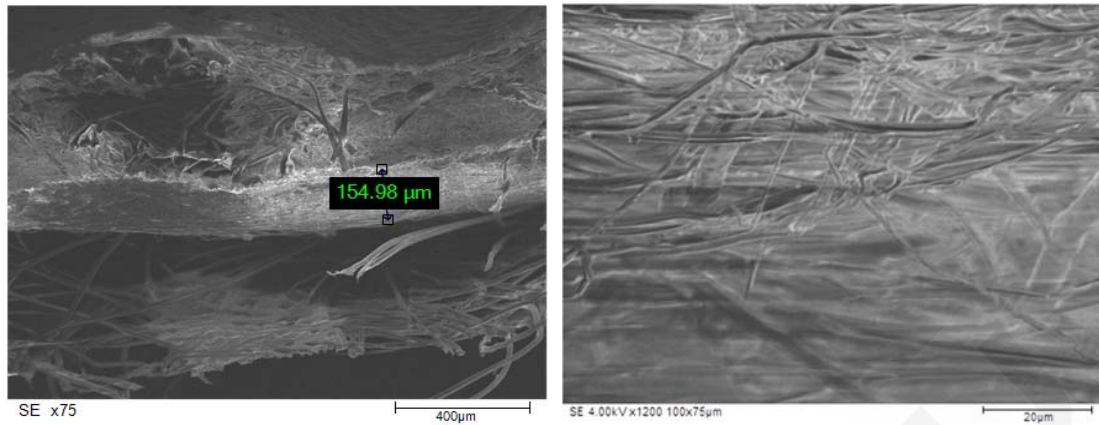


图 7. FFP1 中的熔喷布厚度及细纤维细节

4.结论

综上所述，使用岛津的AGS-X 1KN电子精密万能试验机，配合岛津1KN气动夹具，能够根据《FZ/T 60006-91 中华人民共和国纺织行业标准-非织造布撕破强力测定》中的要求准确测试熔喷布层材料试样的拉伸强度，以保证产品能够达到相关行业标准的要求，有望在品质控制与材料开发方面提供可靠的测试数据与解决方法。同时，使用岛津电子探针纤维分析仪EPMA-1720对拉断口的微观形貌进行了观察，结果显示，相对于普通口罩，医用口罩熔喷布的厚度更厚，并具有更细小更致密的微观纤维构造，所以过滤性能更好，综合力学性能也更突出，可以满足医护人员更高级别的防护需求。

日常防护口罩带强度拉伸试验

摘要：本文向您介绍使用岛津电子万能试验机AGS-X 1KN实施日常防护口罩带强度测试示例。该示例在满足《GB/T 32610-2016 日常防护口罩标准》、《YY0469.2011医用外科标准》中的试验要求与条件基础上，配合岛津气动双推夹具与特制工装，可为相关企业在口罩产品开发与品质控制中提供准确的数据依据。

关键词：Autograph 精密万能试验机 日常防护用口罩带 拉伸试验

日常防护型口罩的面罩体是由过滤材料做成的，口罩带的材料一般为弹性较好的氨纶或涤纶。佩戴者靠自主呼吸克服滤料对气流的阻力，因此称之为自吸过滤式呼吸器。吸气时，口罩内的低气压使气流进入口罩；呼气时口罩内气压高于环境气压，气流通过口罩排出。当口罩滤料符合标准的要求，而且面罩与使用者脸部足够密合时，绝大部分吸气流会经过滤料过滤。日常防护型口罩无法 100%地与人脸密合，所以日常防护型口罩的密合度非常重要。如果口罩带太紧，时间长了就会把皮

肤勒伤；口罩带太松，口罩就起不到阻隔病菌的作用，因此，口罩带与口罩本体的连接强度就是保证口罩有效与否的关键。



1. 实验部分

1.1 仪器与夹具

AGS-X 1KN 电子万能试验机
1KN 气动线材双推夹具（配特制 L 型工装）

TRAPEZIUM X 软件（单一试验）

1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右
载荷传感器：1KN（0.5 级）

试验夹具：1KN 气动双推夹具（配 L 型工装）
试验速率：100mm/min

1.3 样品及处理

测试试样为随机购得的两组普通日常防护口罩各 5 枚，口罩带材料为弹性较好的氨纶或涤纶，拉伸试验按照《GB/T 32610-2016 日常防护口罩标准》、《YY0469.2011 外科口罩标准》中的要求验证口罩带与口罩本体连接的强度。

表 1. 试样信息

试样类型	数量
随机批次口罩 1	5 枚
随机批次口罩 2	5 枚



图 1. 2 种口罩试样 (可见口罩带有明显差异)

2 试验介绍

采用岛津精密万能试验机AGS-X 1kN试验机和1KN气动双推夹具 (配合特制L型工装) 进行口罩带拉伸强度试验。

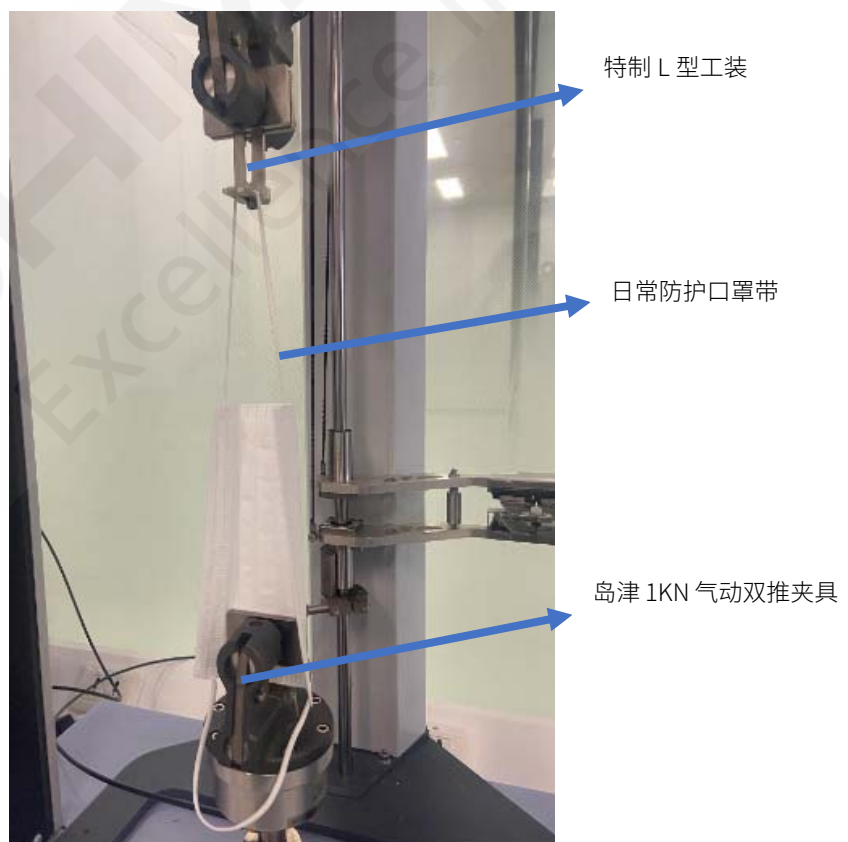


图 2. 试样与夹具外观

将口罩带挂在试验机上夹具的L型工装上，口罩本体沿轴线夹在下夹具夹齿中间，松式夹持，设置预加载载荷为0.1N，试验开始后以100mm/min的拉伸速度，将口罩一端的口罩带拉伸到10N载荷，保载5秒后试验结束，如口罩带没有断裂脱落，则此试样为有效试样。

3.结果与结论

3.1 试验结果

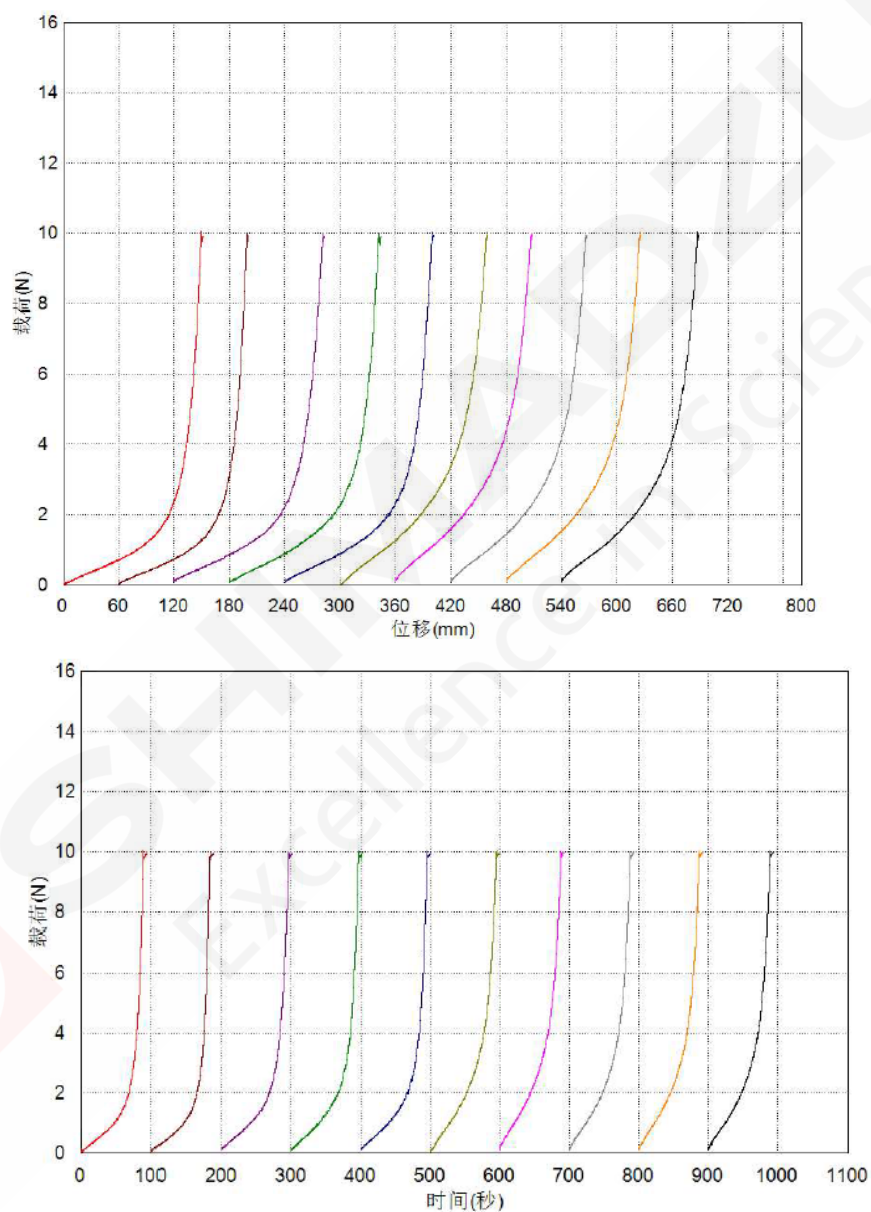


图3.拉伸试验结果（载荷-位移/载荷-时间曲线）

图3显示了拉伸试验的结果，可见两组口罩带拉伸到10N并保载5秒后，曲线中没有发生载荷明显滑落现象，观察试样，口罩带没有脱离口罩本体，说明口罩带的强度符合标准要求，可以判定口罩带连接强度合格。

4.结论

综上所述，使用岛津的 AGS-X 1KN 电子精密万能试验机，配合岛津 1KN 气动夹具与特制 L 型工装，能够根据《GB/T 32610-2016 日常防护口罩标准》、《YY0469.2011 医用外科口罩标准》中的要求给出口罩带的连接强度测试的解决方案并获取稳定可靠的量化数据，这为口罩生产企业的研发，工艺改进，以及准确掌握产品质量情况提供了科学依据。



第 6 章 流动性评估（流变仪）

流变仪是一种用于测定聚合物熔体、溶液、悬浮液、乳液、涂料、油墨和食品等流变性质的仪器。它提供了观察高分子材料内部结构的窗口，通过观察高分子材料中不同尺度分子链的响应，可以表征高分子材料的分子量和分子量分布。流变仪能快速、简便、有效地进行原材料、中间产品和最终产品的质量检测和质量管理。

流变仪在高聚物的分子量、分子量分布、支化度和加工性能之间构建了一座桥梁，帮助用户进行原料检验、加工工艺设计和预测产品性能。例如，对于树脂产品来说，树脂溶熔度的下降将改善流动性和熔融温度下降会使金属模具的冷却时间缩短。但是，温度过于下降会导致树脂在还未完全填充模具时就固化，可能引起产品刮伤和开裂。另外，温度过于升高则会引起热分解，这些都是可能产生的问题。因此，确定生产条件和进行工艺、品质管理非常重要。

流变仪的试验方法主要有两种方式，一种是恒温模式，在保持一定试验温度的状态下加载并开始试验，通过行程-时间曲线计算流量来进行材料粘度的测量。另一种是升温模式，在施加一定载荷之后开始升温并开始试验，测定软化温度或流出开始温度，可测定试验料在固化状态到流动状态的流变性质。

岛津流变仪 CFT 的试验原理主要是测定粘度，即对试验料经过口模时进行流动阻力测量。大概试验过程如下：试验料填充在模腔里，周围加热后开始溶化，在上面由活塞施加压力之后，溶化的试验料通过口模上的细孔被挤出。通过测量活塞的移动速度计算出流速(流量)，综合考虑压力，计算出试验料的流动特性（溶熔粘度）。CFT 流变仪通过砝码和恒载荷加载系统能保证高精度试验力、正确的温度测定和稳定控制的温度控制、高试验生产性和高测定性等优点，从而实现准确的温度测定和稳定控制的温度控制，提高测试效率与操作性、再现性，实现高测定性和高试验生产性。通过正确设定软件的操作流程，条件设定、试验开始、停止、数据采集、数据保存、保存数据再解析等功能都可平稳快速完成。

岛津 CFT 已经参与了 50 年以上的热塑性树脂、热固性树脂、碳粉、橡胶等各种流动性材料的研究开发、生产工艺和品质管理。根据用户的要求提供各种操作，并给予了充分的评价和分析。因此，流变仪在高分子材料的研究和应用中发挥着重要作用。

热固性树脂评价

摘要: 本文利用岛津公司的 CFT-EX 毛细管流变仪, 使用恒温测试法对三种热固性树脂进行测试, 自动确定熔体的最小粘度值。实验结果稳定, 具有高度重复性。

关键词: 热固性树脂 最小粘度值 流变仪

环氧树脂在各个领域都有广泛的应用, 其中在电子电器方面的应用尤为广泛。对于高分子材料的加工性能的评价主要是其流变行为的评价。当热固性树脂被加热时, 它们会融化并流动, 当粘度达到某个点最小值之后, 再继续加热则粘度会逐渐增加并硬化。根据树脂融化温度的不同, 粘度最低值以及达到最低值时间, 再硬化时间都不同, 因此如果该粘度和时间与成型时间不匹配, 则容

易造成成型不良。树脂批次不同其物理特征值也不相同, 因此树脂粘度的管理需要非常严格, 随时确认特征值是否发生改变, 是保证产品质量的重要措施。

本试验使用恒温法测试了三种热固性树脂。选择合适测试压力, 使样品融化并流动, 然后树脂固化而停止流动。测得三种样品的最小粘度值、时间与再硬化的时间曲线。

1. 实验部分

1.1 仪器

CFT-EX 毛细管流变仪

1.2 分析条件

试验方法: 恒温测试法

模具直径: 0.5mm

测试挤出压力: 245 MPa

测试温度: 185 °C

模具长度: 10mm

预热时间: 15s

样品尺寸: 1.5g 小球

2. 试验介绍

2.1 试验仪器介绍

岛津CFT-EX毛细管流变仪广泛应用于塑料、粘着剂、橡胶、涂料、印刷用墨、食品、化妆品等所有流动性材料的研发开发, 生产工程控制与品质管理中。其主要原理是试验料填充在模腔里, 加热体加热使之溶化后, 在上方由活塞施加一定压力。溶化后的试料从口模上的细孔挤出。测定活塞的移动速度, 求出流速(流量), 计算试验料的流动特性(溶熔粘度)。

2.2 试验方法介绍

热固性树脂的流动性通常用恒温测试法来测定。与热塑性树脂不同，热固性树脂的粘度是不断变化的。因此，采用自动恒温测试可以自动确定熔体的最小粘度值。在这种情况下，用恒温法测试了三种热固性树脂。选择测试压力，使样品熔化并流动，然后由于固化而停止流动。



图 1. CFT-EX 毛细管流变仪

3. 结果与讨论

3.1 试验过程讨论

图2为粘度-时间图，显示了粘度随时间的变化。通过图像表明前3秒前，其粘度值没有较大改变此时样品处于融化阶段；大约3秒后开始流动，此时粘度随着时间变化不断减小；直到大约10秒时达到其最小粘度，之后大约18秒后停止流动。

表 1. 试验结果

样品编号	剪切速率(s^{-1})	最小粘度值 ($Pa \cdot s$)
(1)	2, 471	12.4
(2)	4, 073	7.5
(3)	5, 810	5.3

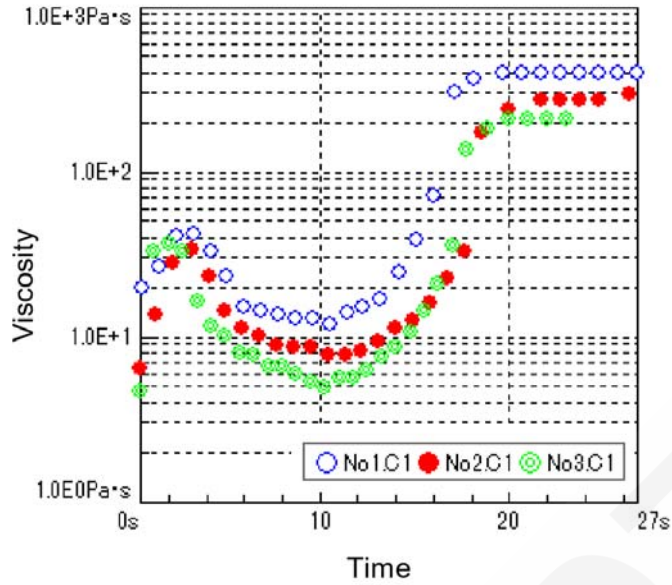


图 2. 试验加载过程

3.2 试验结果分析

图3为活塞的移动量与时间关系曲线。CFT通过测量恒定试验力挤压过程中活塞的移动量（移动速度）来计算粘度。因此，即使试样因加热而固化，活塞位移也仅仅停止，对控制试验力没有影响。因此，它提供了非常稳定和高度可重复性的测试。最终最小粘度值的试验结果为表1，3种样品的材料特征可以结合图2与图3进行分析。

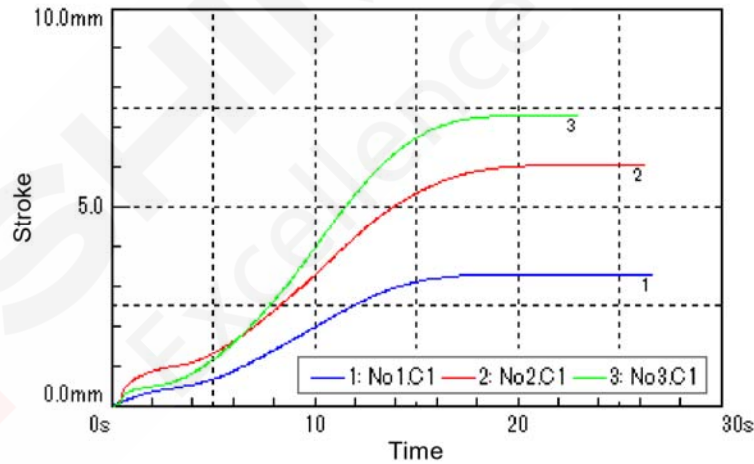


图 3. 试验加载过程

4. 结论

本试验使用 CFT-EX 毛细管流变仪，使用恒温法对三种热固性树脂分别进行测试。测试得到热固性树脂的达到最小粘度值与再硬化的时间，表明该套实验系统对这类树脂材料加工性能的测试结果具有极高的可靠性与良好的重复性。有利于对此类材料的性能进行一个精准的考量。

IC 密封胶流动性评估

摘要：本文使用岛津公司 CFT-EX 流变仪，采用恒温 and 升温两种模式，测试 IC 密封胶流动性。试验证明，岛津公司 CFT-EX 可满足试验标准的各项指标要求，可精准测量 IC 密封胶的流动性。

关键词：IC密封胶 流变仪

热固性树脂(含填充物)在印刷配线板里用得很多，了解材料的物理特性、粘度和硬化时间对管理硬化温度等的品质问题就变得非常重要。热固性树脂是IC, LSI等的封装材料里经常用到的。因此，如何提高生产效率降低不良率就显得非常重要。熔融粘度也

是有关系的，试料至固化为止需要的时间越短，提高生产效率越好，但是缩短成形时间又会造成质量不好的情况。为了寻找更好的工艺方法和成形条件就必须对它的特性进行评价。因此我们采用岛津CFT-EX对其进行流动性评价。

1. 实验部分

1.1 仪器

CFT-EX 流变仪

1.2 分析条件

加压方式：砝码定试验力

温度测定精度： $\pm 0.3^{\circ}\text{C} + \text{检出器误差}(\pm (0.3+0.005|t|)^{\circ}\text{C})$

试验方法：恒温法、升温法

加热方式：电热方式 500W

温度升温速度：0.5~6.0 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$

使用范围：(室温+20 $^{\circ}\text{C}$) ~400 $^{\circ}\text{C}$

所需电源：AC100V, 50/60Hz, 700VA

2. 试验介绍

CFT-EX (如图 1) 的测定方法有试验温度保持一定的恒温模式及试料温度按一定的速率升温的恒速率升温模式两种。特别要说明，恒速率升温模式下试料由塑性流动到固态范围的流变性质仅用 1 次试验就可以求得结果，是其他流变仪所没有的特有试验模式。

图 2 表示的是恒温试验法测定的 IC 封装剂 (环氧树脂+填充物) 的行程-时间曲线。试料是未处理和处理后干燥的树脂，使两者进行试验比较。试料 1 是未处理的树脂，可从曲线看到它固化时间长，粘度低。试料 2 是试料 1 干燥后的树脂，硬化时间短，粘度变高。2 种试料的粘度差，即是对保管条件 (吸湿等) 的评价确认。

图 3 表里是将 IC 封装剂最低粘度(粘度变化)用恒速率升温模式测试的粘度-时间曲线。从曲线上可以看出，117 $^{\circ}\text{C}$ 附近是最低粘度。对成形温度进行评价。



图 1. CFT-EX

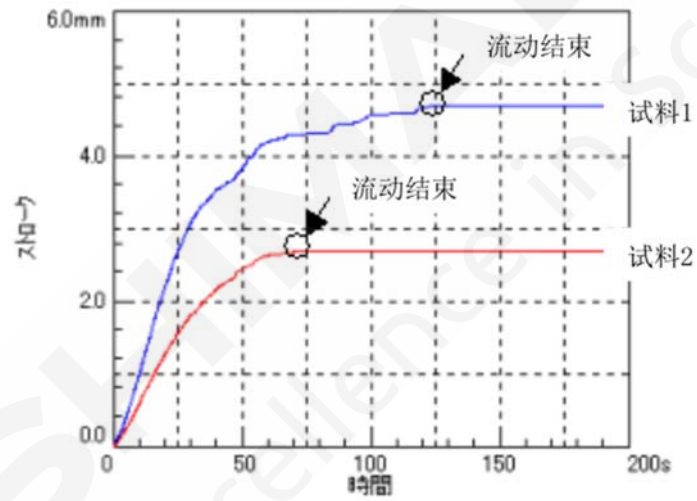


图 2. 恒温模式测试结果

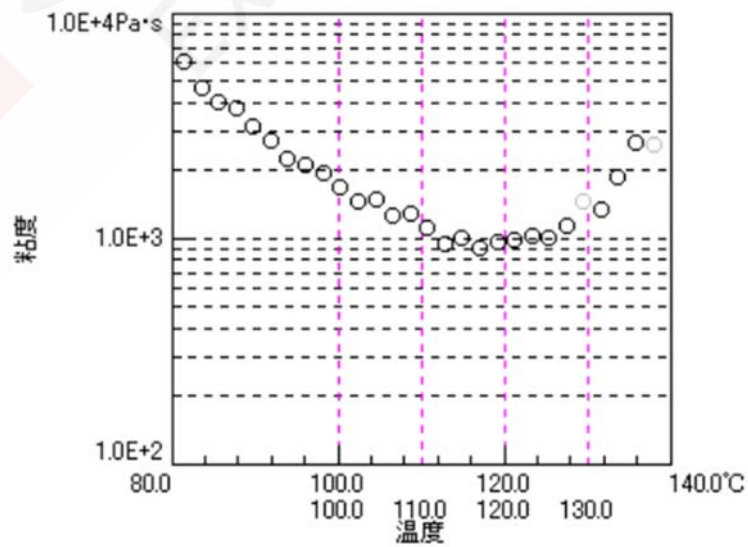


图 3. 升温模式测试结果

3. 结论

本文介绍了岛津 CFT-EX 流变仪采用升温模式和恒温模式测试 IC 密封胶流动性的试验。岛津 CFT 系列 50 多年应用、技术积累，在热塑性树脂、热固性树脂、碳粉、橡胶等领域，各种流动性材料的研究开发、工艺制定和品质管理等方面，提供粘度、硬化特性、流动性能等物理特性评价和分析。



常用塑料温度特性的评价

摘要: 本文使用岛津公司 CFT-EX 流变仪, 采用等速率升温模式, 对于常用塑料温度特性的评价。试验证明, 岛津公司 CFT-EX 可满足试验标准的各项指标要求, 可精准评价常用塑料温度特性。

关键词: 塑料 流变仪

与金属、陶瓷、玻璃等传统材料相比, 塑料的缺点之一为耐热性不高, 这往往限制了其在高温场合的使用。在塑料材料中, 不同品种塑料的耐热性能不同; 有的耐热很低, 有的则较高。了解材料的物理特性、粘度和硬化时间对管理硬化温度等的品质问题就变得非常重要。因此, 如何提高生产效率降

低不良率就显得非常重要。熔融粘度也是有关系的, 试料到固化为止需要的时间越短, 提高生产效率越好, 但是缩短成形时间又会造成质量不好的情况。为了寻找更好的工艺方法和成形条件就必须对它的特性进行评价。因此我们采用岛津CFT-EX对塑料的温度特性进行评价。

1. 实验部分

1.1 仪器

CFT-EX 流变仪

1.2 分析条件

试验压力: 0.98Mpa

温度升温速度: 0.5°C/min

试验方法: 等速率升温法

口模直径: 1mm

温度范围: 100°C-300°C

口模厚度: 1mm

预热时间: 300s

试料量: 1.2g

2. 试验介绍

树脂大约在多少温度下软化开始流动的测定, 恒速率升温试验是测定流动性最适合的法。在此用通用树脂以恒速率升温模式试验的实例说明。超过流出开始温后试料开始流动, 之后随着温度的上升粘度下降(曲线倾斜度变大)趋势非常明显可被看到。流出开始后, 可以根据温度来计算粘度。另外, 根据正确的温度与粘度数据, 可再进行进行恒温法试验。CFT-EX (如图 1)。通用树脂流动特性图如图 2, 测试结果如表 1。



图 1. CFT-EX

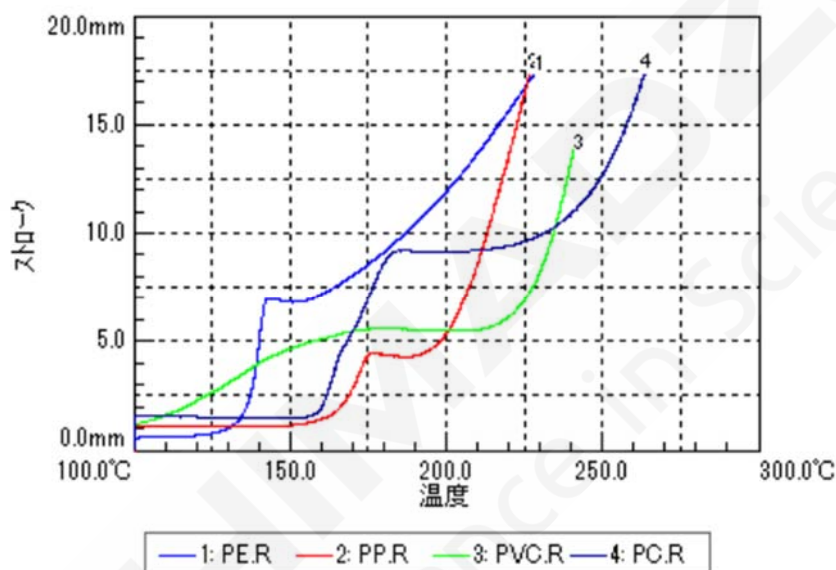


图 2. 通用树脂流动特性图

表 1. 测试结果

试料名	软化温度 (°C)	流出开始温度 (°C)	1/2 法 温度(°C)	1/2 法 粘度(Pa.s)
聚乙烯	142.4	153.6	203.6	16370
聚丙烯	175.6	187.2	215.6	5716
聚氯乙烯	175.3	208.2	234.4	6138
聚碳酸酯	183.1	205.1	253.9	10590

3. 结论

本文介绍了岛津 CFT-EX 流变仪采用升温模式测试通用塑料温度特性的试验。岛津 CFT 系列 50 多年应用、技术积累，在热塑性树脂、热固性树脂、碳粉、橡胶等领域，各种流动性材料的研究开发、工艺制定和品质管理等方面，提供粘度、硬化特性、流动性能等物理特性评价和分析。

对于热固性树脂的评价

摘要：本文使用岛津公司 CFT-EX 流变仪，采用恒温模式，对热固性树脂的评价。试验证明，岛津公司 CFT-EX 可满足试验标准的各项指标要求，可精准评价热固性树脂。

关键词：热固性树脂 流变仪

热固性树脂加热后会熔融流动，有一个粘度最低点，再继续加热就会增加粘度并硬化。根据树脂的熔融温度、粘度的最低值和到达时间到固化为止的时间变化。粘度和时间与成形条件不符时会造成成形

不良的结果。树脂种类很多，其特性值会有不同，因此对树脂的粘度管理十分重要，确保可以持续生产特性值恒定的产品。因此我们采用岛津CFT-EX对其进行评价。

1. 实验部分

1.1 仪器

CFT-EX 流变仪

1.2 分析条件

试验方法：恒温模式

加热方式：电热方式 500W

试验温度：185℃

预热时间：15s

试验压力：245Mpa

口模直径：0.5mm

口模厚度：10mm

试料量：2.5g (颗粒)

2. 试验介绍

对热固性树脂流动特性的测定来讲，CFT-EX(如图1)采用恒温模式试验较多。与热塑性树脂不同的是，粘度时刻都在变化中，因为采用恒温模式的自动法试验，可以求得熔融粘度的最低值。热固树脂(环氧树脂)的3种类型都采用恒温模式进行试验。样品溶熔后流动，固化后流动停止。从粘度随时间变化的粘度—时间曲线(如图2)上可以看出，在约3秒的时间开始溶熔流动，大约10秒到最低值，约18秒流动停止。CFT-EX系列采用「恒载荷挤出式」，测定活塞的移动量(移动速度)来计算粘度，即使样品加热固化之后活塞移动停止，这对试验力的控制也没有影响。可得到非常稳定再现性很高的试验数据。从行程随时间变化如图3，试验结果如表1。



图 1. CFT-EX

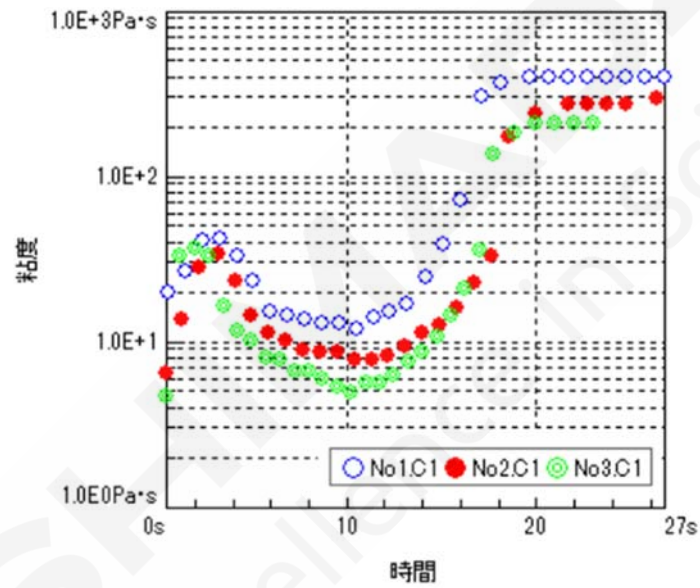


图 2. 粘度-时间曲线

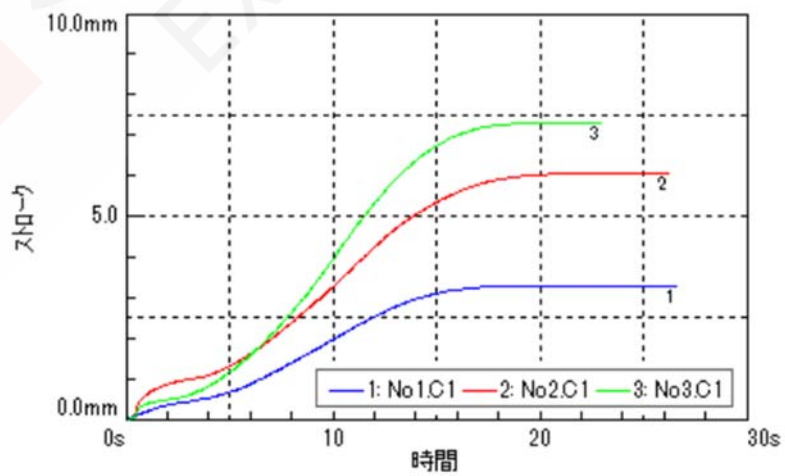


图 3. 行程-时间曲线

表1. 试验结果

试验编号	剪切速度(s ⁻¹)	粘度(Pa · s)
1	2471	12.4
2	4073	7.5
3	5810	5.3

3. 结论

本文介绍了岛津 CFT-EX 流变仪采用恒温模式评价热固性树脂。岛津 CFT 系列 50 多年应用、技术积累，在热塑性树脂、热固性树脂、碳粉、橡胶等领域，各种流动性材料的研究开发、工艺制定和品质管理等方面，提供粘度、硬化特性、流动性能等物理特性评价和分析。



环氧树脂流动性评估

摘要: 本文使用岛津公司 CFT-EX 流变仪, 采用恒温模式, 测试环氧树脂的流动性。试验证明, 岛津公司 CFT-EX 可满足试验标准的各项指标要求, 可精准测量环氧树脂的流动性。

关键词: 环氧树脂 流变仪

印刷电路板用环氧树脂或带填料的环氧树脂。为了使产量高, 并保持质量不变, 需要更多的快速挤压和快速硬化条件和材料。为了获得这样的条件或材料, 研究材料的粘度、硬化时间和硬化温度是非常重要的。

环氧树脂也用于大规模集成电路的封装。LSI制造商的主要关注点也是如何提高

产量。这意味着如何提高挤压速度和硬化时间更短的。许多研究人员试图找到更好的化合物组合。为了找到这样的材料与配比, CFT是最合适的设备。使用CFT可以获得材料的粘度与时间特性以及硬化时间。因为这些材料性能, 随着化合物成份、温度和压力的变化而改变。因此我们采用岛津CFT-EX对其进行流动性评价。

1. 实验部分

1.1 仪器

CFT-EX 流变仪

1.2 分析条件

加压方式: 砝码定试验力

试验方法: 恒温法、升温法

加热方式: 电热方式 500W

测试温度: 150°C

温度测定精度: $\pm 0.3^{\circ}\text{C} + \text{检出器误差}(\pm (0.3+0.005|t|)^{\circ}\text{C})$

温度升温速度: 0.5~6.0°C/min

所需电源: AC100V, 50/60Hz, 700VA

2. 试验介绍

CFT-EX (如图1) 的测定方法有试验温度保持一定的恒温模式, 以及试料温度按一定的速率升温的恒速率升温模式两种。特别要说明, 恒速率升温模式下试料由塑性流动到固态范围的流变性质仅用1次试验就可以求得结果, 是其他流变仪所没有的特有试验模式。



图 1. CFT-EX

图2显示了恒温测试下环氧树脂的粘度与时间的关系曲线。两种数据的样品相同，但挤出试验的温度不同。挤出压力为0.98Mpa。

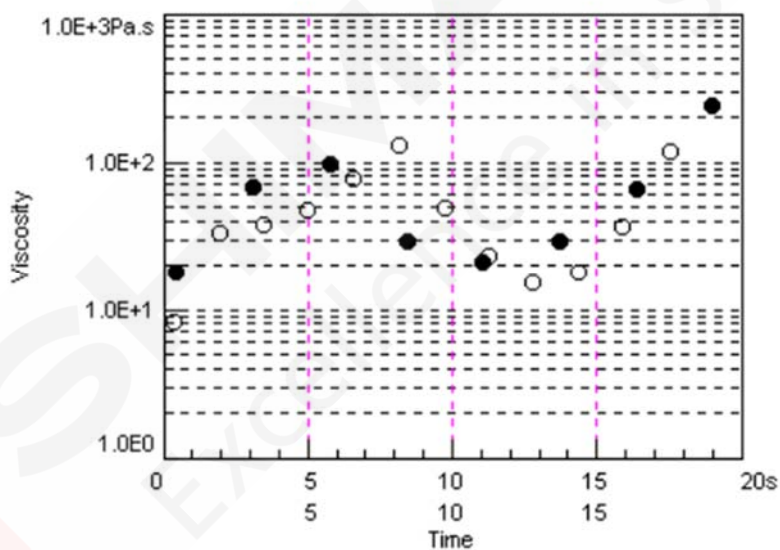


图 2. 恒温模式测试结果 (同一样品)

表1为试验结果。

表 1. 测试结果 (同一样品)

试样	粘度 1	粘度 2	粘度 3
SMTCl.c1	46.24	43.16	22.98
SMTCl.c1	85.14	23.57	41.84

图3测试了三种环氧树脂之间差异，测试温度条件为150摄氏度。

表2显示了从挤出开始后10、20、30、40和50秒时粘度值，从数据可以看出样本之间的巨大差异。

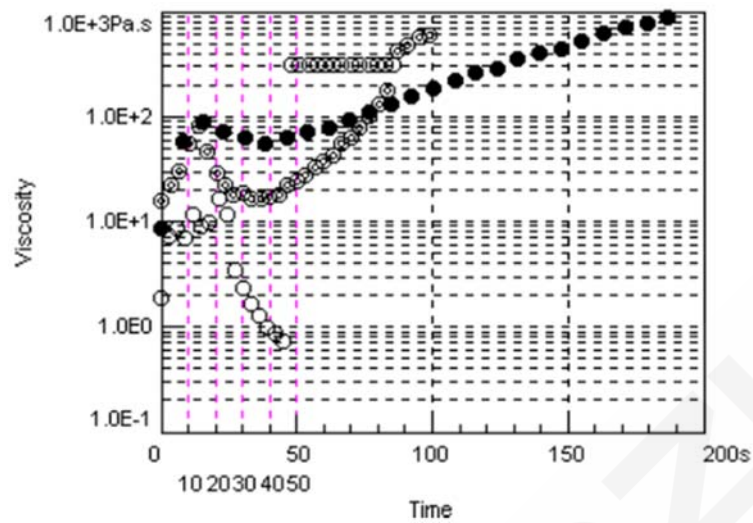


图 3. 恒温模式测试结果（三种样品）

表 2. 测试结果（三种样品）

试样	粘度 1	粘度 2	粘度 3	粘度 4	粘度 5
SMTC11.c1	74.98	12.41	24.17	94.70	30.16
SMTC12.c1	62.84	77.62	63.13	55.34	64.99
SMTC13.c1	47.27	31.33	17.89	16.84	23.37

3. 结论

本文介绍了岛津 CFT-EX 流变仪采用恒温模式测试环氧树脂流动性的试验。岛津 CFT 系列 50 多年应用、技术积累，在热塑性树脂、热固性树脂、碳粉、橡胶等领域，各种流动性材料的研究开发、工艺制定和品质管理等方面，提供粘度、硬化特性、流动性能等物理特性评价和分析。

墨盒温度特性的评估

摘要: 本文使用岛津公司 CFT-EX 流变仪, 采用升温模式, 对墨盒温度特性进行评估。试验证明, 岛津公司 CFT-EX 可满足试验标准的各项指标要求, 可精准评估墨盒温度特性。

关键词: 墨盒 流变仪

碳粉是直径 $5\mu\text{m}$ 左右的粉末, 激光打印机印刷时印在用纸上, 加温之后可以附着在纸上。在彩色激光打印机上, 有4种颜色要反复印刷才能成为彩色印刷。如果四种颜色的熔融温度和熔融粘度不同, 则可能会导致在第一次打印的区域出现渗色或附着力差, 从而降低打印质量。为避免这种情况, 与所有四种颜色的墨粉流量相关的温度特性必须

相同就显得十分必要了。

所有四种碳粉颜色都有非常相似的特征值。特别是, 三种非黑色的特性值几乎相同。确保各自的温度和流动性特性大致相同对于保持彩色激光打印机的打印质量非常重要。因此, 我们采用岛津CFT-EX对墨盒的温度特性进行评价。

1. 实验部分

1.1 仪器

CFT-EX 流变仪

1.2 分析条件

试验压力: 0.98Mpa

口模直径: 0.5mm

试验方法: 等速率升温法

口模厚度: 1mm

加热方式: 电热方式 500W

温度升温速度: $5.0^{\circ}\text{C}/\text{min}$

试验温度: $50^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$

试料量: 1g (造粒)

2. 试验介绍

对同一个彩色激光打印机上使用的 4 色碳粉(青·红·黄·黑)实施了恒速率升温试验。根据恒速率升温试验、软化温度流动开始温度、 $1/2$ 温度法、偏移温度法的特性值将被算出。

- $1/2$ 温度法: 流动开始和结束时的中间点温度
- 偏移温度法: 流动开始行程+任意行程的温度

4 色碳粉试料粘度与温度曲线如图 1, 行程与时间曲线如图 2, 试验结果如表 1。

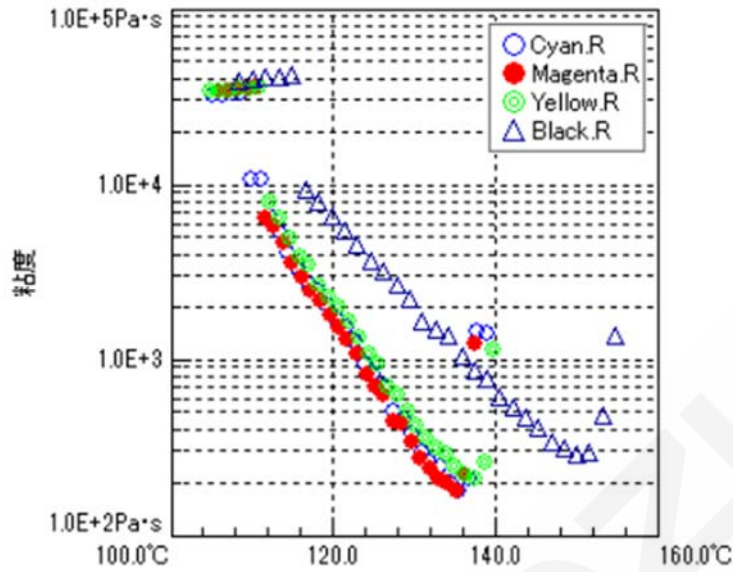


图 1. 粘度-温度 曲线图

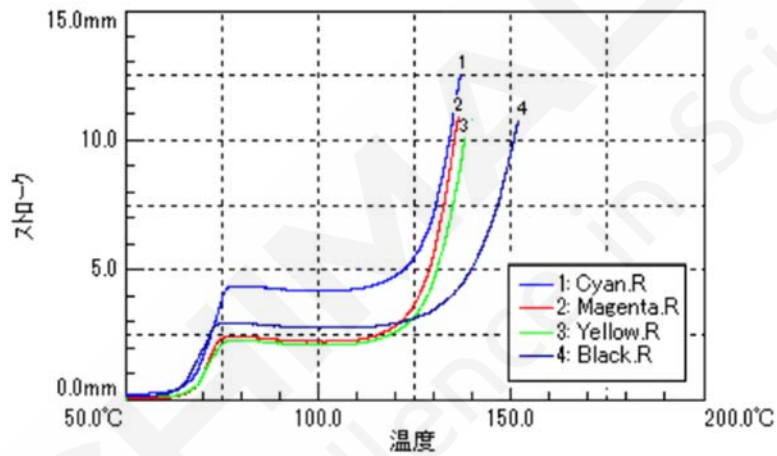


图 2. 行程-时间 曲线图

表 1 结果数据

试料名	软化温度 (°C)	流动开始 温度(°C)	½ 温度法 (°C)	½ 粘度法 (Pa · s)
青	76.8	105.1	132.5	248.2
红	75.4	105.8	131.8	240.7
黄	76.3	104.8	133.5	285.8
黑	73.8	108.5	145.9	402.4

3. 结论

本文介绍了岛津 CFT-EX 流变仪采用升温模式测试墨盒温度特性。岛津 CFT 系列 50 多年应用、技术积累,在热塑性树脂、热固性树脂、碳粉、橡胶等领域,各种流动性材料的研究开发、工艺制定和品质管理等方面,提供粘度、硬化特性、流动性能等物理特性评价和分析。

分析测试仪器客服热线电话: 800-810-0439
400-650-0439

本公司在此对中国地图标注信息的行为仅限于表明本公司在中国各地分支机构区域分布状况, 不作为任何测绘、绘制或其他用途。

本产品资料所宣传的内容, 以本版本为准, 资料中的试验数据除注明外均为本公司的试验数据。本资料所有信息仅供参考, 如有变动恕不另行通知。

印刷日期: 2024

岛津企业管理(中国)有限公司 / 岛津(香港)有限公司

<http://www.shimadzu.com.cn>

北京

北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦14层
邮政编码: 100020
电话: (010)8525-2310/2312 传真: (010)8525-2531

沈阳

沈阳市青年大街167号北方国际传媒中心11层
邮政编码: 110016
电话: 024-23255577 传真: (024)2325-5577

西安

西安市锦业一路56号研祥城市广场A座501
邮政编码: 710065
电话: 029-62737878 传真: (029) 6273-7879

乌鲁木齐

乌鲁木齐市中山路339号中泉广场14H座
邮政编码: 830002
电话: (0991)230-6271/6272 传真: (0991)230-6273

郑州

郑州市中原路220号裕达国际贸易中心A座20层2011室
邮政编码: 450007
电话: (0371)8663-2981/2983 传真: (0371)8663-2982

上海

上海市徐汇区宜州路180号华鑫慧享城B2栋
邮政编码: 200233
电话: (021)3419-3888 传真: (021)3419-3666

成都

成都市锦江区创意产业商务区三色路38号博瑞·创意成都写字楼
邮政编码: 610063 B座12层
电话: (028)8619-8421/8422 传真: (028)8619-8420

南京

南京市鼓楼区汉中路2号亚太商务楼27层B座
邮政编码: 210005
电话: (025)8689-0258 传真: (025)8689-0237

重庆

重庆市渝中区长滨路2号来福士A座601
邮政编码: 400011
电话: (023)6380-6057 传真: (023)6380-6551

武汉

武汉市武昌区临江大道96号武汉万达中心31层3112室
邮政编码: 430060
电话: (027) 5908-0488 传真: (027) 5908-0470

广州

广州市天河区高唐路230号广电智慧大厦
邮政编码: 510656
电话: (020) 3718-3888 传真: (020) 3718-3804

昆明

昆明市青年路432号天恒大酒店 908室
邮政编码: 650021
电话: (0871)6315-2986/2987 传真: (0871)6315-2991

深圳

深圳市福田区天安数码城天展大厦1楼 F2.6-1C
邮政编码: 518040
电话: (0755)8340-2852 传真: (0755)8389-3100

长沙

湖南省长沙市芙蓉区解放西路188号国金中心T1大楼3115室
邮政编码: 410005

香港

香港九龙尖沙咀海洋中心1028室
SUITE 1028, OCEAN CENTRE, HARBOUR CITY,
TSIM SHA TSUI, KOWLOON, HONG KONG
电话: (00852)2375-4979 传真: (00852)2199-7438

株式会社 岛津制作所

604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1
电话: 81(75)823-1111 传真: 81(75)811-3188
URL: <http://www.shimadzu.com>

本书中所记载的公司名称、产品服务名称及商标均为株式会社岛津制作所
的注册商标或商标。本书中有未标明 TM 标志和 © 标志之处。
本书中所使用的其他公司的商号、商标的所有权非株式会社岛津制作所所有。