



中国人民大学化学与生命资源学院

SCHOOL OF CHEMISTRY AND LIFE RESOURCES, RENMIN UNIVERSITY OF CHINA

理化分析测试中心

INSTRUMENTAL ANALYSIS CENTER (IAC)

Instron 2367

电子万能材料试验机

操作指南

制作团队：朱靖豪, 叶浩浩, 梁文豪, 余志祥

指导老师：贺泳霖, 袁斌, 关丽, 杨旻

中国人民大学化学与生命资源学院

一、仪器基本信息



1. 仪器型号：Instron 2367 电子万能材料试验机
2. 生产厂家：英斯特朗（Instron）公司
3. 核心功能：通过施加拉伸、压缩、弯曲、剪切等力，来测量和分析金属、高分子材料、复合材料等材料在受力时的反应，从而确定材料的弹性模量、抗压强度、弯曲模量、剪切强度和剥离强度等关键力学属性。
4. 关键参数：载荷容量：30 kN；载荷测量精度： $\pm 0.5\%$ ；应变测量精度：满足或优于标准 ASTM E83、ISO 9513 和 EN 10002-4；测

试速度范围：0.005 – 600 mm/min；横梁速度精度：（零载荷或恒载荷下）设定速度的 $\pm 0.2\%$ 。

5. 放置位置：理工楼 109 实验室

6. 责任人：贺泳霖 18911521825

二、操作前准备

①人员要求

a. 操作人员需完成 Instron 2367 电子万能材料试验机专项培训并通过考核，持“仪器操作资格证”预约使用；

b. 操作人员应提前到中国人民大学大型仪器共享管理系统预约；

c. 操作人员在操作前应明确测试的目的、所需的工具、测试的运行速度、测试试样的形状和尺寸、所需的数据等信息；

d. 操作人员应严格按照操作说明书使用仪器，应自觉地爱护和保护仪器，自觉地保持实验室的卫生，不得损害和破坏仪器和操作环境。

②仪器检查

a. 外观检查：确认仪器外壳无破损、接口无松动，电源线/数据线连接牢固；

b. 环境检查：仪器应放置在平稳、无振动的工作台上，周围整洁卫生，无杂物、液体、振动源或强电磁干扰；工作环境应控制在 $10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 80\%$ ，避免高温、潮湿或灰尘过多。

c. 机械与硬件检查：

横梁运动检查。在软件控制面板上，以较低速度（如 5-10 mm/min）让横梁小范围上下移动，观察是否有异常的摩擦、撞击或尖锐噪音以及运动是否平稳顺畅，无卡顿或抖动；

夹具检查。确认安装的夹具与当前要进行的测试类型和样品完全匹配；对于手动夹具，确保夹具已用紧固件牢固地安装在测试空间内。对于气动夹具，检查气源压力是否达到要求，气管连接无泄漏。用样品测试一下气动夹具的夹紧力是否足够，防止测试过程中打滑；检查夹具的钳口是否完好、清洁，无磨损、崩齿或残留的碎屑。损坏的钳口会损坏样品或导致夹持失败；

传感器检查。对于载荷传感器，确认安装的载荷传感器量程覆盖待测样品的最大力值。严禁超量程使用；

软件检查。仔细核对样品尺寸如直径、厚度、标距、测试速度和结束条件等所有参数是否设置正确；确认需要采集的数据通道，如载荷、位移、变形等已正确选择并开启。

三、标准操作流程

按照先后顺序安全开关计算机及仪器相关部件，安全使用相关软件。

步骤一：选择并安装合适范围的载荷传感器附件

仪器主机配备两个载荷传感器，大量程传感器可施加应力最大到 30 kN，小量程传感器为 100 N。选择传感器时需要确保所施加的载荷不能超过载荷传感器的量程，防止出现过载的报错情况。在正式测试前，建议优先使用大量程传感器测试（完整测试过程下详述之）。测试载荷应大于等于载荷满量程的 1%。如果测试载荷小于满量程的 1%，应采用小量程载荷传感器。传感器如图 1 所示。



图 1 传感器实物图：左图为大量程传感器；右图为小量程传感器

传感器的安装如下图 2 所示，其中芯片应安装在仪器底部左侧的相应安装部位，壳体应安装在仪器上。

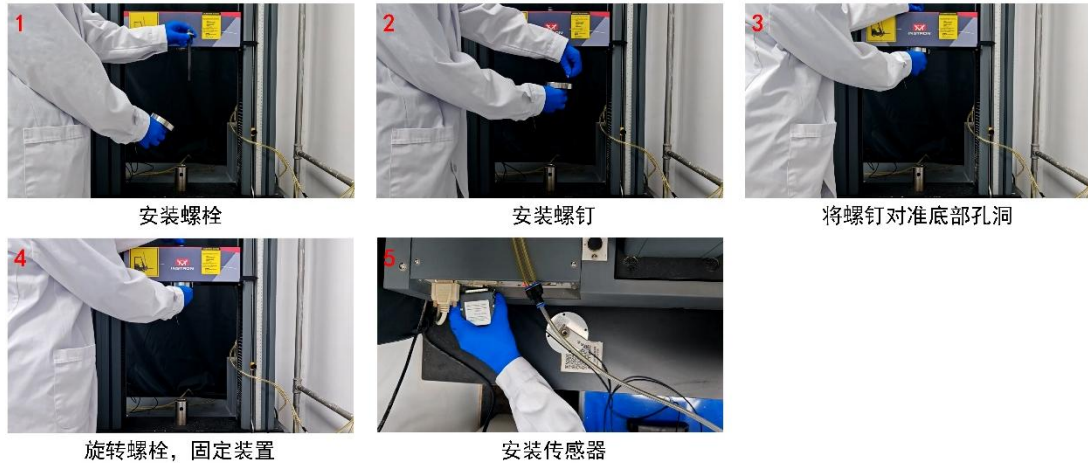


图 2 传感器安装流程

步骤二：开启仪器

仪器主机电源位于仪器后方下侧右处。开启主机开关，主机发出“滴”的响声后便表明主机成功开启。仪器主机开关位置实物图如图 3 所示。



图 3 仪器主机开关位置实物图

步骤三：开启电脑

Instron 2367 电子万能材料试验机配套软件为 Bluehill 3（见图 4）；开启软件需 20s 左右。若软件能够成功打开说明仪器连接成功，软件界面如图 5 所示。

注意：Bluehill 3 会影响仪器使用，务必提前打开 Bluehill 3!!!

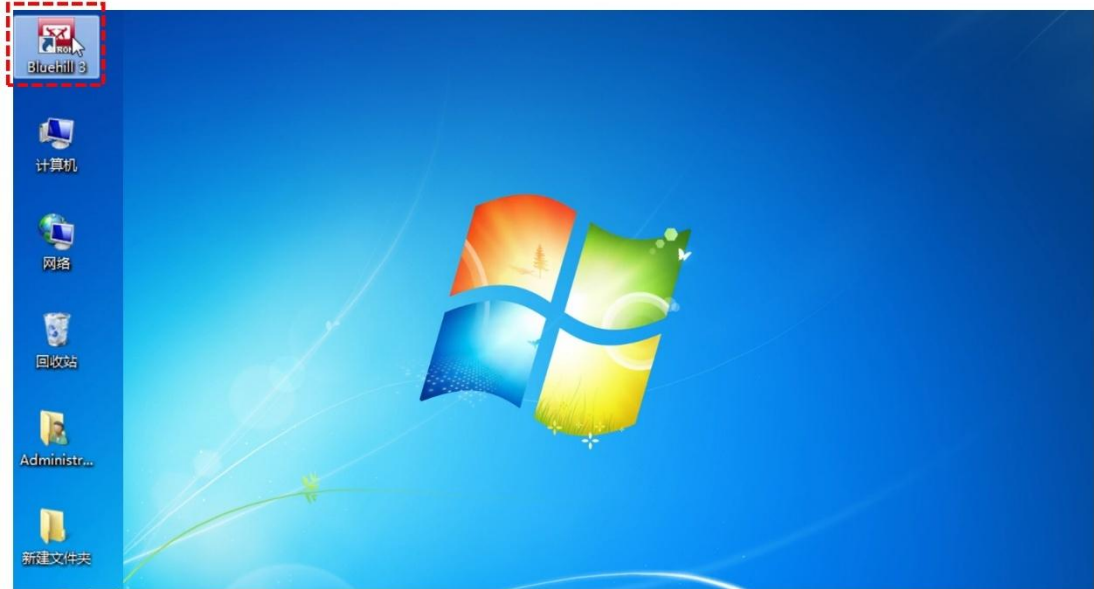


图 4 Bluehill 3 软件示意图（红色框出）

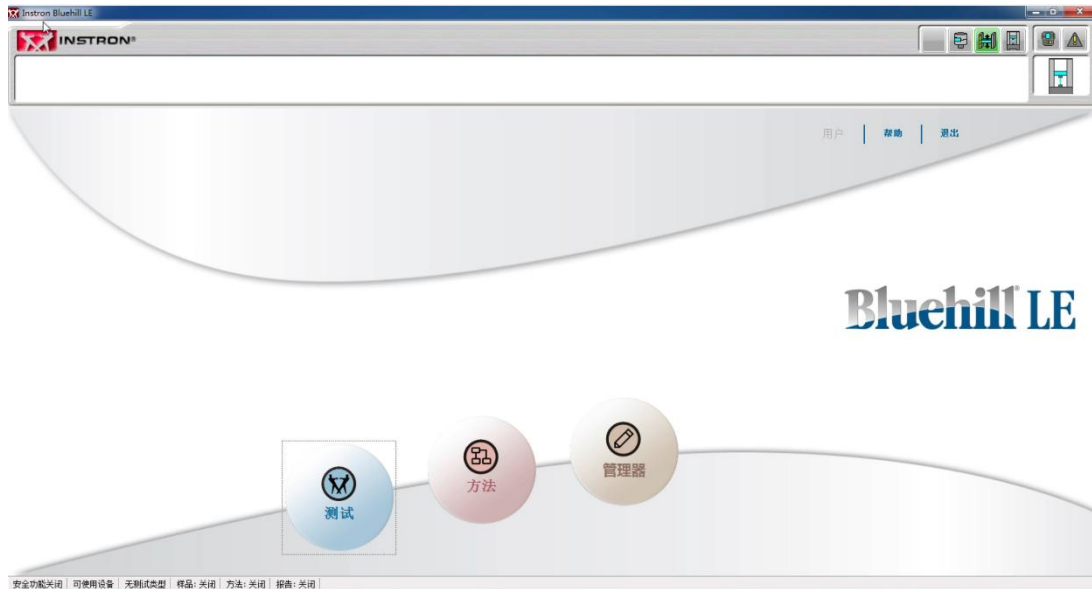


图 5 软件开启界面

步骤四：安装夹具

根据材料性质和功能需求选择并安装合适的拉伸夹具和压缩附件。夹具用于夹紧材料使其在测试中不滑脱，但夹得过紧材料有可能被夹钳面损坏和断裂。实验室目前配备有手动夹具、气动夹具和楔形夹具，手动夹具的夹紧力完全来自操作者，简单便携但夹持力有限，可用于夹持水凝胶等杨氏模量较低的材料；气动夹具夹紧力由气压调节器精确控制。夹持性力高且可调，但有可能破坏材料的结构，可用于夹持金属等固态材料；楔形夹具夹持力高但较为笨重，使用频率较低。对于夹具的选择，可参考已有的文献或有经验的实验操作人员，但倘若预测试材料为新合成材料，鲜有文献记载其力学性能，反复测试是选择夹具的唯一方法。压缩测试仅使用固定的连接件和压盘即可。实验室目前配有的夹具如下图 6 所示。



图 6 夹具种类：手动夹具（左）；气动夹具（中）；楔形夹具（右）

注意，若使用气动夹具，需要额外开启气泵，气泵与气阀开关如图 7 所示，图示气泵为关闭状态，若要开启，需将开关朝顺时针方向拨开。



图 7 气泵及其开闭

为了实现拉伸/压缩功能，需要选择配套的夹具，拉伸配件与压缩配件如图 8 所示。安装过程如图 9 所示，整个安装过程以安装气动夹具下夹具为例，其他夹具与上夹具的安装与气动夹具下夹具的安装过程同理。

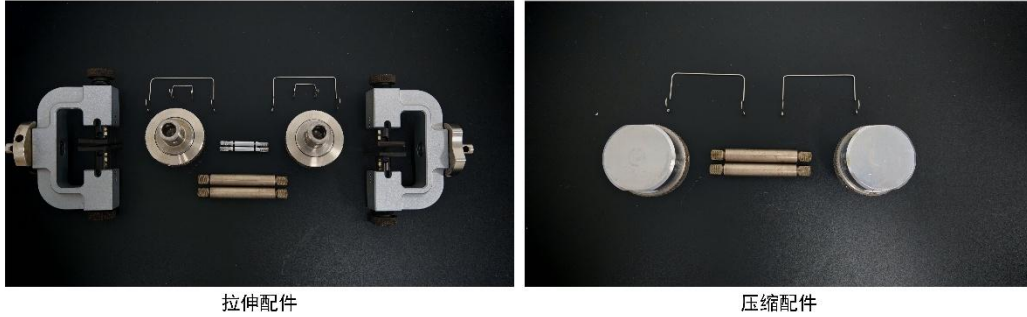


图 8 拉伸（图为手动夹具，可替换）/压缩配件示意图

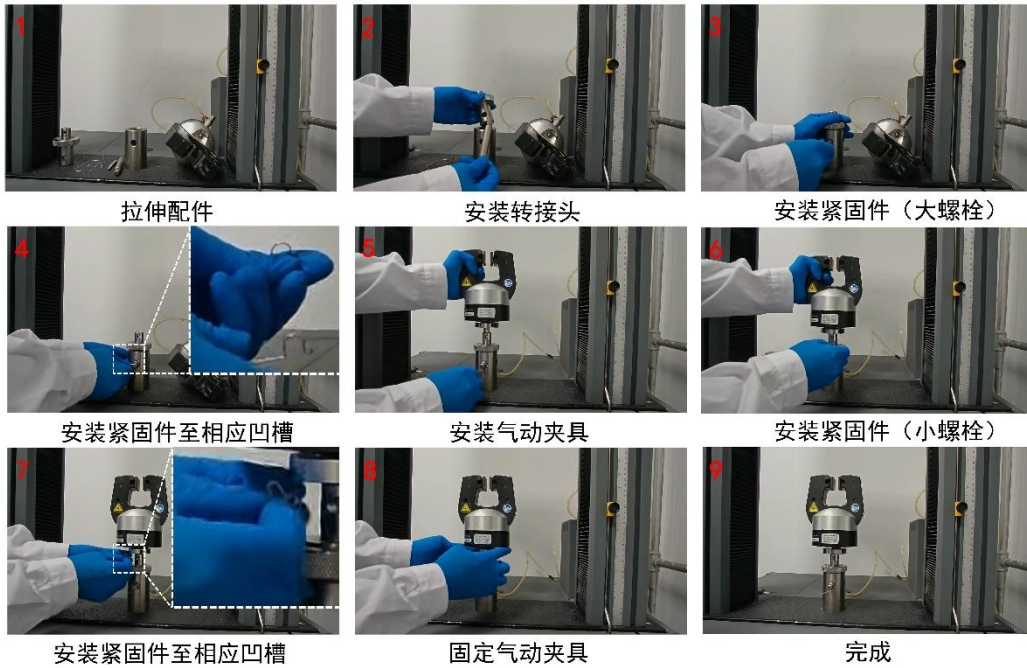


图 9 气动夹具安装过程

步骤五：放置样品

夹具一共分为上下两个部分，对于拉伸测试，优先使用“上夹具”夹持样品，需确保样品夹在上夹具的中部，左右前后没有任何倾斜；待样品自然下垂，通过底部按钮调整横梁位置，让样品下端处于“下夹具”的中部。整个过程如图 10 所示。

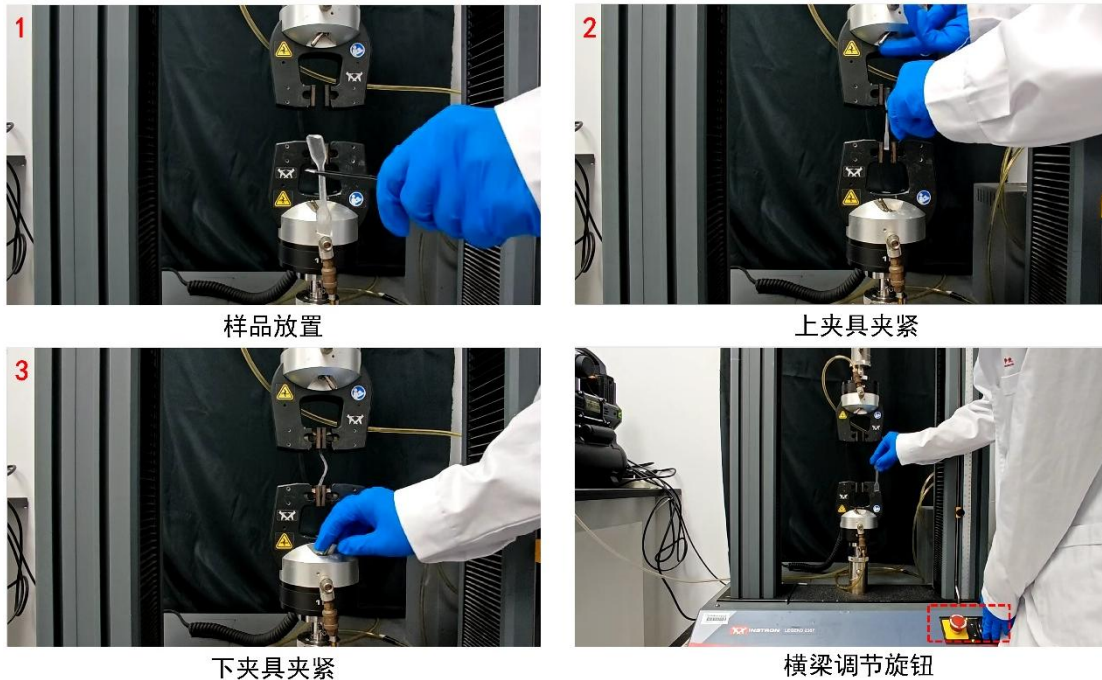


图 10 样品放置过程

柔软、易变形或具有黏弹性的材料在放置样品的过程中会产生不必要的塑性流动或位置偏移，这会对材料的拉伸/压缩测试产生负面影响，故在正式开始测试之前，需通过仪器底部按钮预先对试样施加一个微小而恒定的初始载荷，即预拉伸，确保试样在夹具中自然绷紧，以消除任何由于安装不当、试样轻微弯曲或夹具滑动造成的不必要松弛。预拉伸可手动控制，也可通过仪器控制，手动控制预拉伸过程如图 11 所示，仪器控制预拉伸（也称“预加载”）的过程详见下文步骤六第三部分。

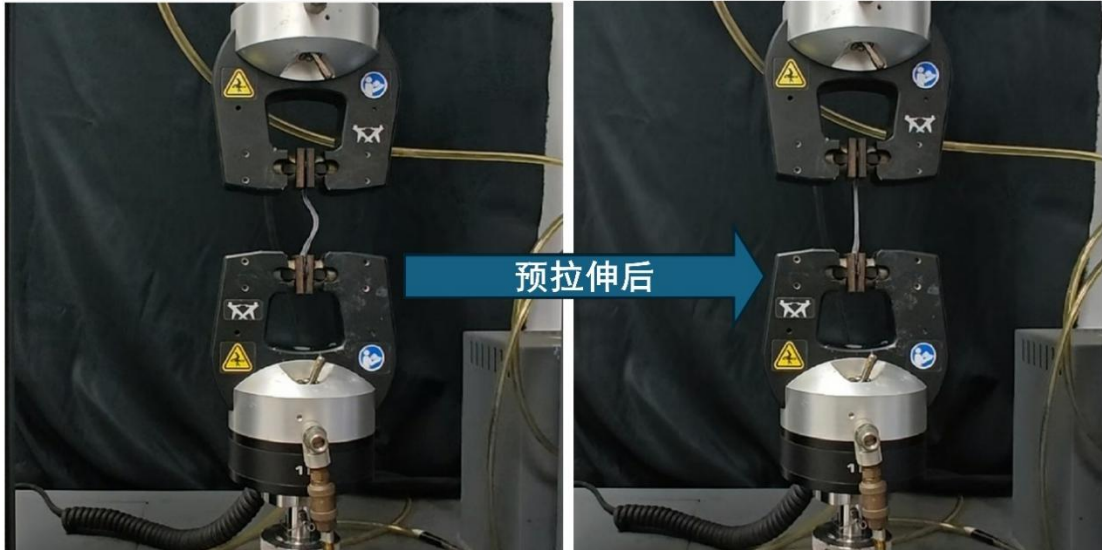


图 11 夹具夹持样品及预拉伸示意图

对于压缩测试，也应安装压缩配件，压缩配件较拉伸配件较为简单，其过程如图 12 所示。

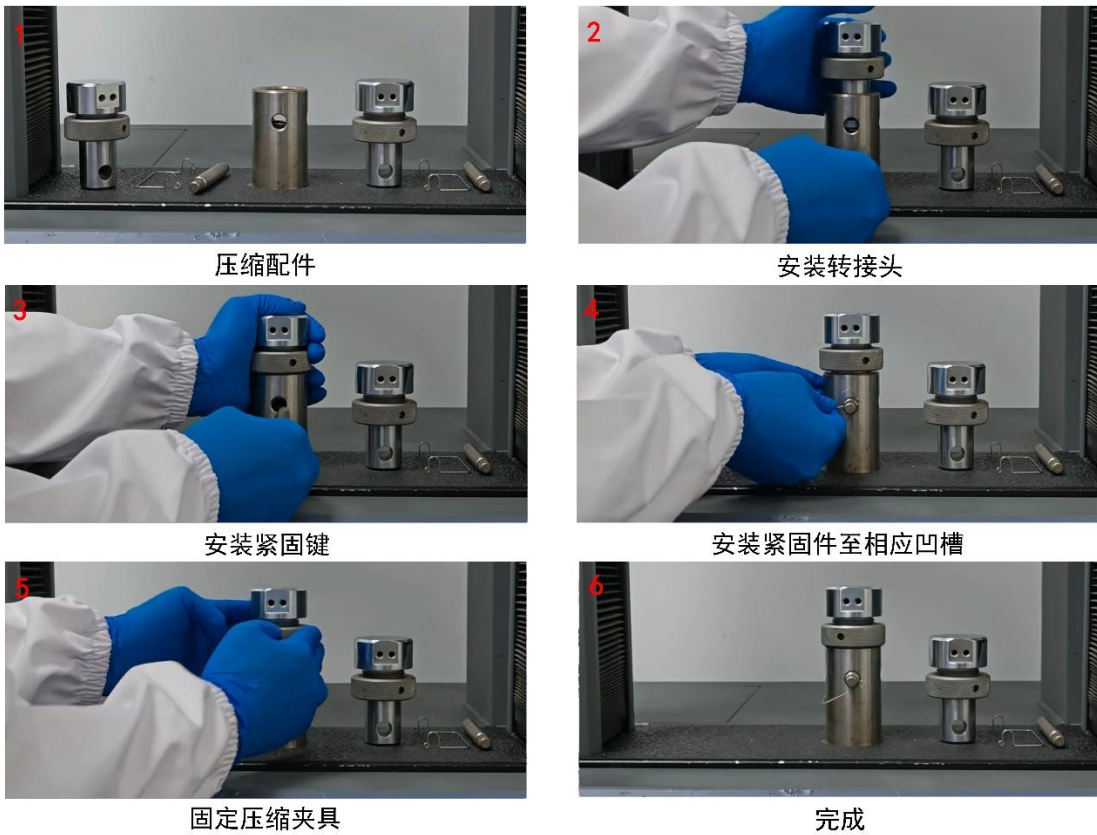


图 12 压缩夹具安装过程

注意：不连接 Bluehill 3 无法移动夹具！！！！

③ “创建方法” 参数设置（如图 15 所示）。

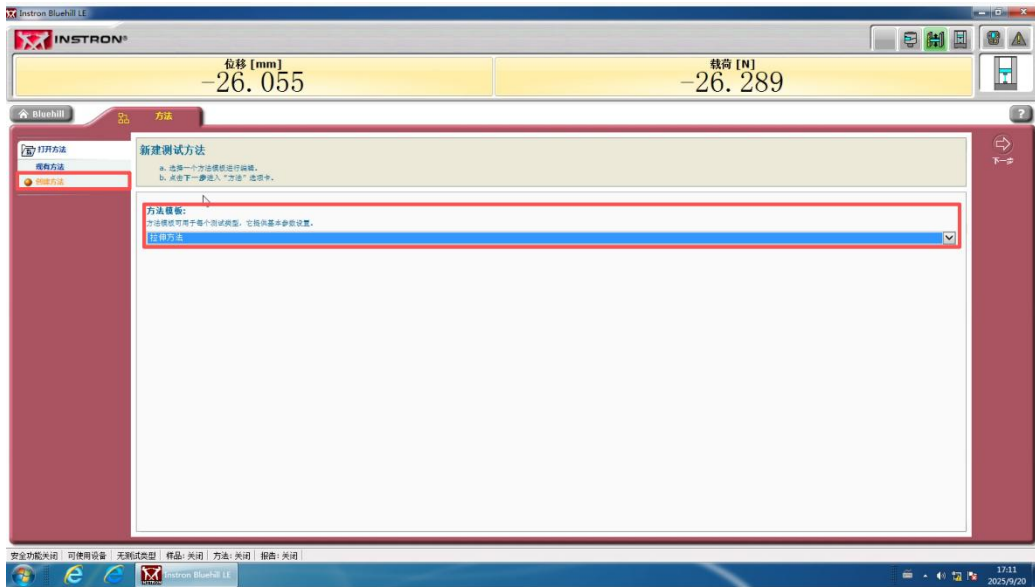


图 15 软件使用步骤③

方法设置面板左侧导航栏如图 16 所示。



图 16 创建方法面板

导航栏的第一项为“常规”。在此页面可修改“测试方法单位”“国际单位制”“公制”“英制”或“全部”等参数。但在无特殊情况下，“常规”栏建议直接使用系统设定值；

导航栏的第二项为“样品”。此项主要用于描述和注释样品信息和特征；

导航栏的第三项为“试样”。在样品测试前，需要根据材料自身的特性选择样品的几何形状（一般为“矩形”）和尺寸信息，可

用游标卡尺准确测量样品的宽度和厚度，但试样长度信息需待样品装样完成、预拉伸后再测量；

导航栏的第四项为“测量”，该栏可以导出位移、时间和载荷等直接从传感器中得到数据。通常情况下采用系统默认值，不修改；

导航栏的第五项为“计算”，即测试中或测试后所执行的计算，包括弹性模量、泊松比等（通常在导出原始数据后根据需要自行计算）；

导航栏的第六项为“测试控制”，该栏可改变触发仪器测试的条件，在不做任何更改的情况下，系统默认通过“开始”按钮触发测试，“开始”按钮见图 17；

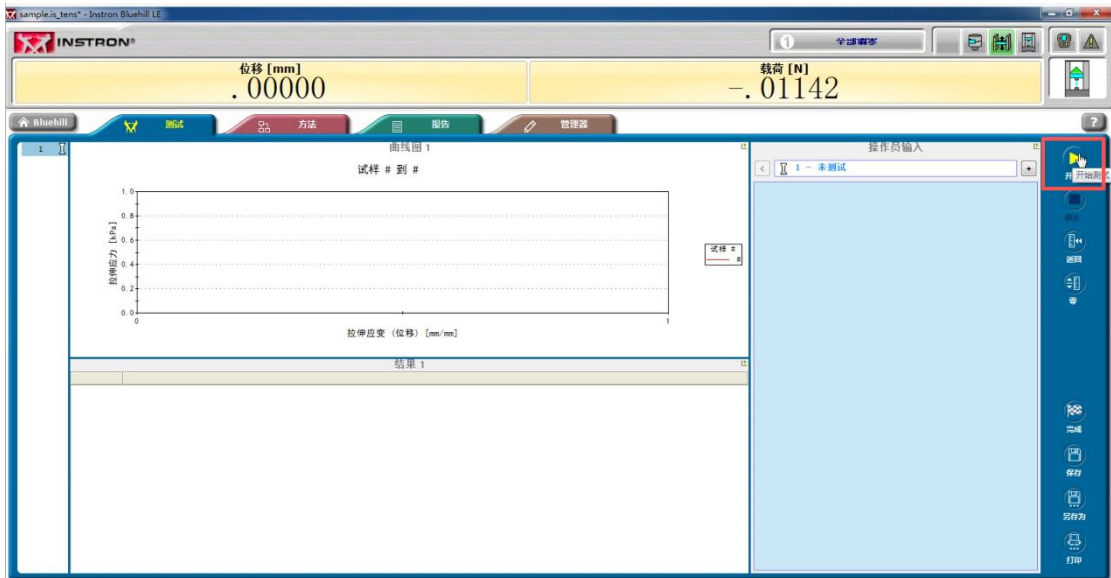


图 17 “开始”按钮（红框标注）

“测试控制-应变”通过改变横梁位置获得拉伸/压缩位移数据（注意：由于本仪器未安装引伸计，系统默认横梁位置为首选数据来源，如图 18 所示）；



图 18 横梁位置标尺（红框标注）

如果测试需要预加载、自动调零和预循环等功能，可在“测试控制-测试前”处定义所需参数。步骤五详细介绍了人为控制预拉伸的过程，此处也可通过系统程序控制仪器进行预拉伸。该栏可根据需要改变控制测量、预加载速度、目标测量和目标值。通常预加载使用力控制模式，设定的目标力值一般可以为 0.1 N，但要确保预加载力足够大。预加载阶段系统不采集数据；

自动调零：预加载后、开始测试前，可自动将选定的物理量（如位移、载荷、拉伸应变和拉伸应力等）调零；

预循环：测试开始前，让系统能够在两个指定边界点内循环，通常用于循环拉伸测试；

“测试控制-测试”，设置测试的控制参数，包括位移（mm/min）、载荷（N/min）和拉伸应力（kPa/min）等，通常选择位移控制；

“测试控制-测试结束”，可设置测试结束的标准，当满足某一测试结束标准时系统按照设定的程序自动结束测试，包括载荷加载

速率、载荷门槛值和测试事件等。通常压缩模式采用载荷门槛值结束测试，即压缩过程中载荷达到门槛值后，自动停止，以保护压盘免受非必要的损耗，避免压缩过程中出现过载故障；拉伸模式采用事件控制结束测试，如应力下降比例等；或设置足够长的测试时间，通过人为手动控制测试结束，（测试结束动作包括停止：横梁停止；返回：横梁先停止，再返回 0 位移点）整个过程如图 19 所示。

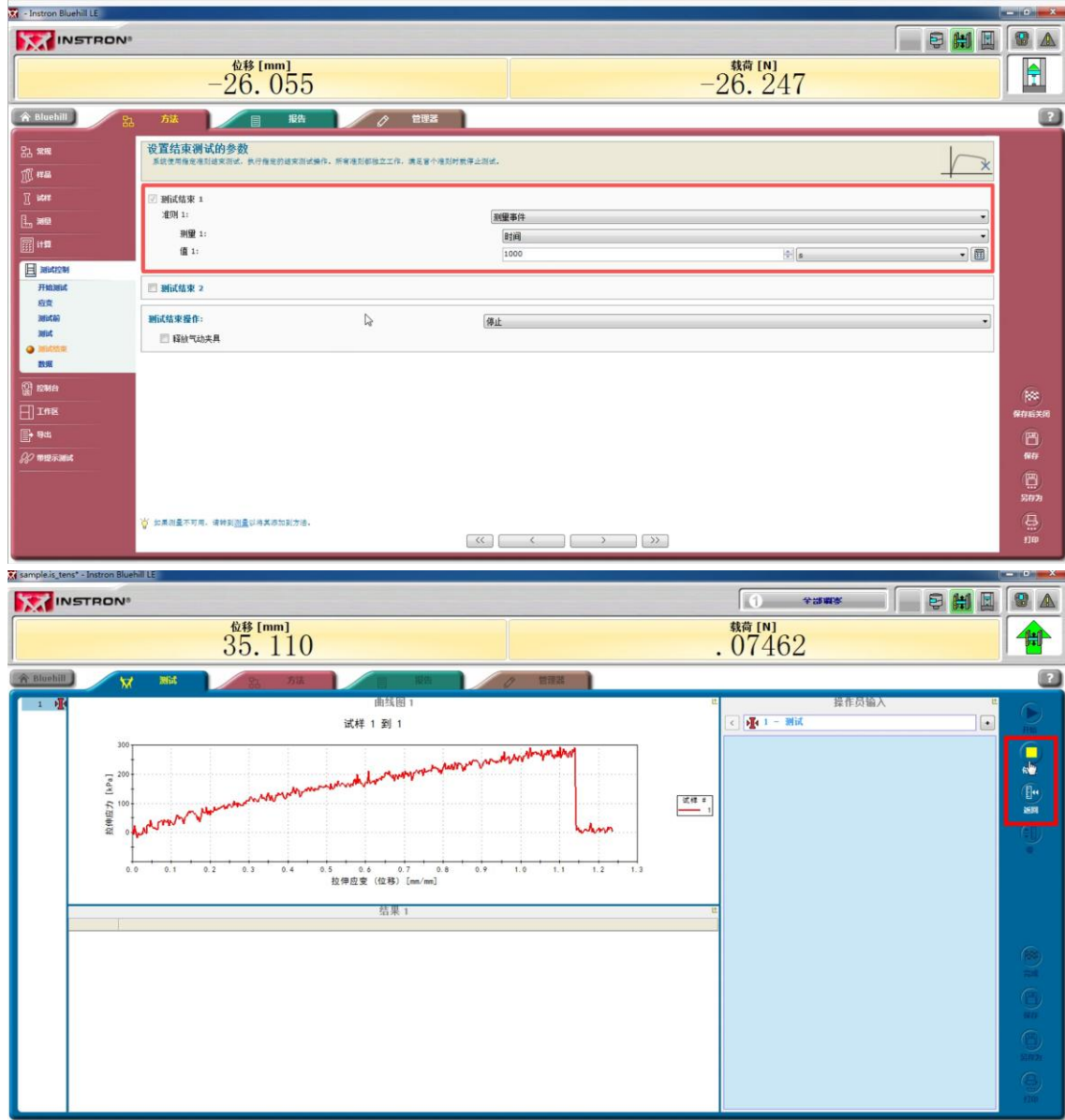


图 19 人为结束测试流程图

“测试控制-数据”，设置测试数据文件内的数据集数量，默认数据采集标准为每秒采集 10 个数据点；

导航栏的第七项为“控制台”，如图 20 所示，“控制台-实时显示”可实时显示包括位移、载荷、时间和循环计数等在内的信息，以监测测试过程中所选显示的实时数据。“控制台-功能键”，即测试设备控制面板上使用的功能按键，可快速执行各项任务，主要为载荷位移的快速调零。“控制台-机架”和“控制台-夹具”通常为默认设置，不进行更改变动；

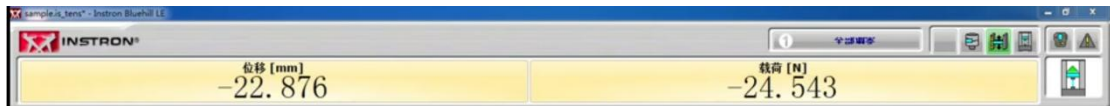


图 20 可实时显示的数据（界面上方）

导航栏的第八项为“工作区”，通过该项可以根据用户界面定制测试需要，如“工作区-操作员输入”，可以通过该工作区设置，在测试界面处输入试样的参数，并显示试样参数；

导航栏的第九项为“导出”，勾选“导出结果”和“导出原始数据即可”。所有参数设置完成后保存方法，测试方法参数设置完毕。

④为样品命名（如图 21 所示）。

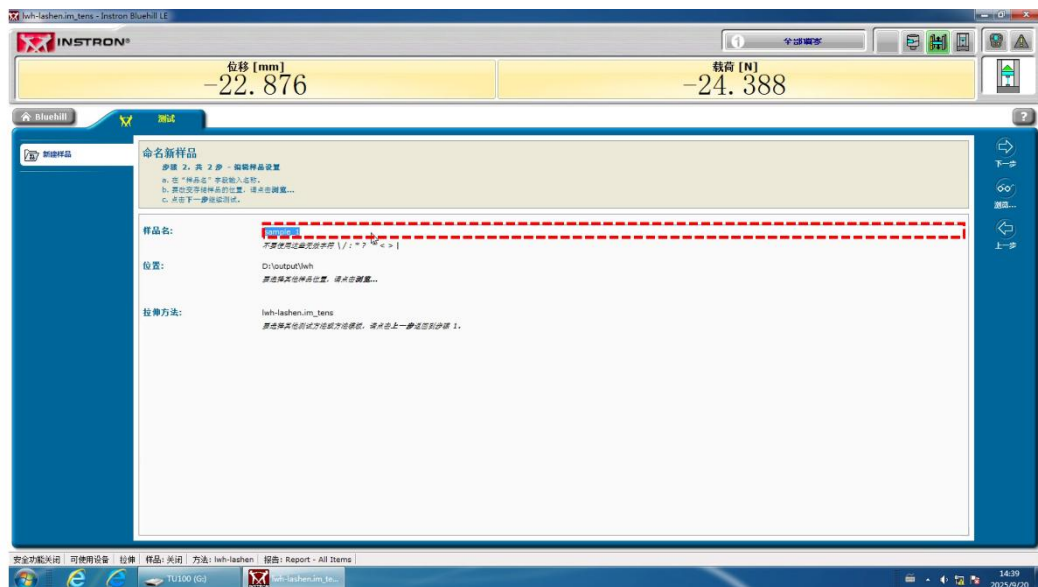


图 21 软件使用步骤④

⑤设置数据存放位置（如图 22 所示）。

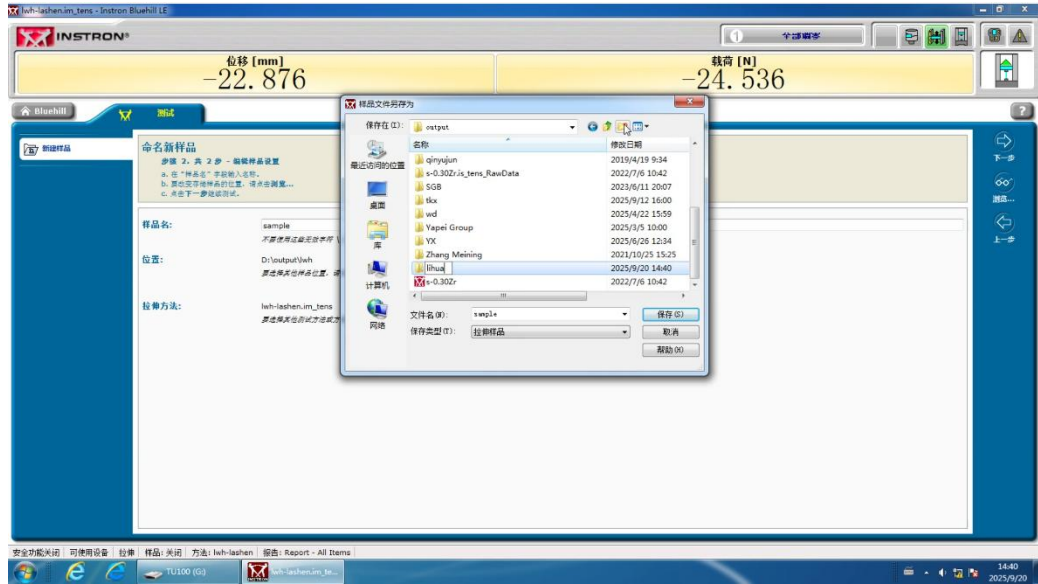


图 22 软件使用步骤⑤

⑥按照样品的实际尺寸（长度数据需要为样品预拉伸后的数据）设置方法参数和特征，本次实验样品宽度为 4.00 mm，厚度为 1.75 mm，长度为 28.39 mm，将尺寸分别输入到参数中。（如图 23 所示）。

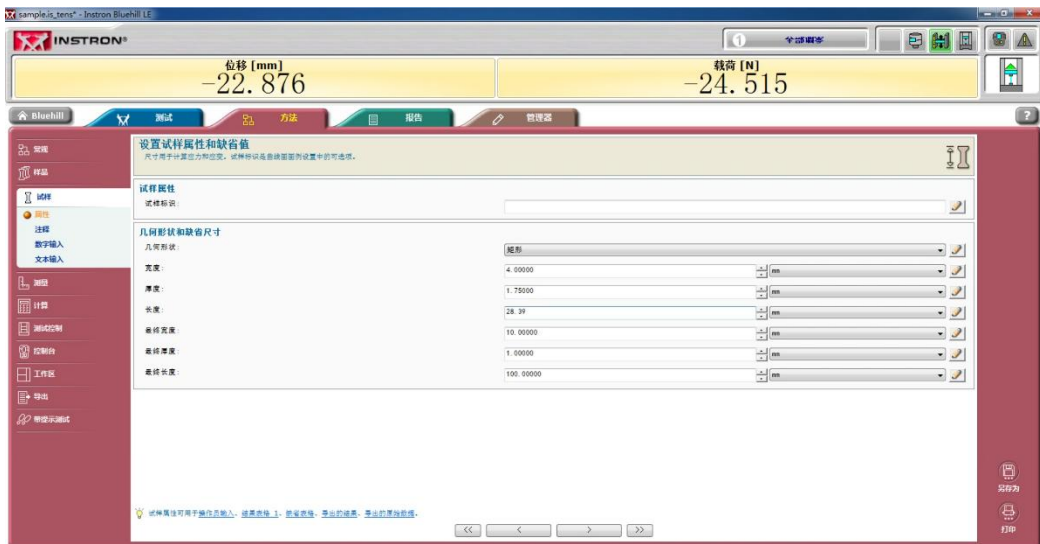


图 23 软件使用步骤⑥

⑦调整横纵坐标。单击坐标轴，出现“曲线图 1 属性-多试样曲线图”属性框，根据材料自身的性质调整横纵坐标单位与范围。（如图 24 所示）。

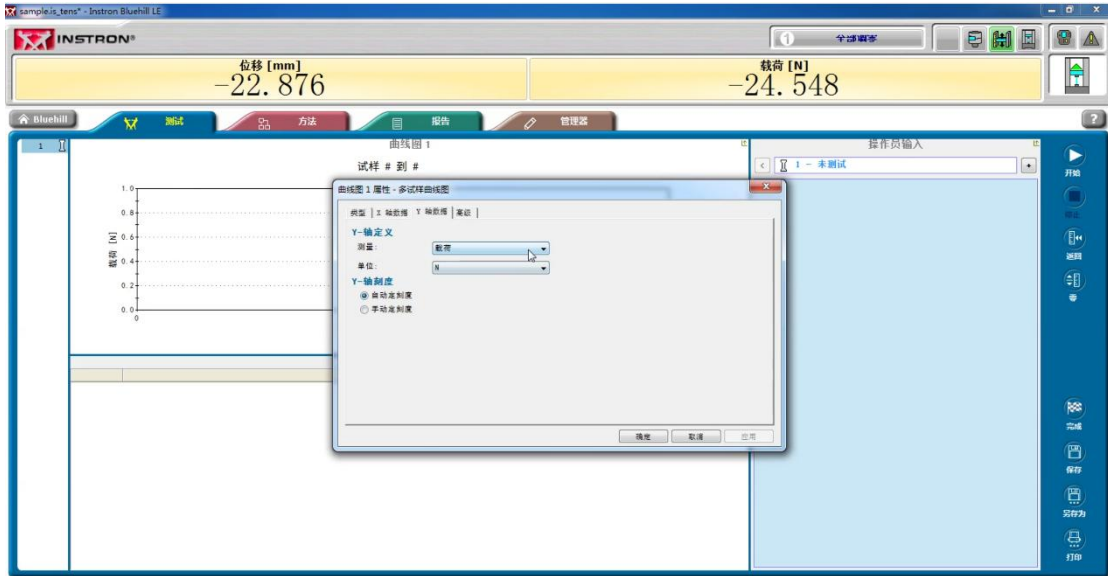


图 24 软件使用步骤⑦

⑧测试。点击“调零”按钮，再点击“开始”按钮，开始测试（如图 25 所示）。整个测试过程如图 26 所示。

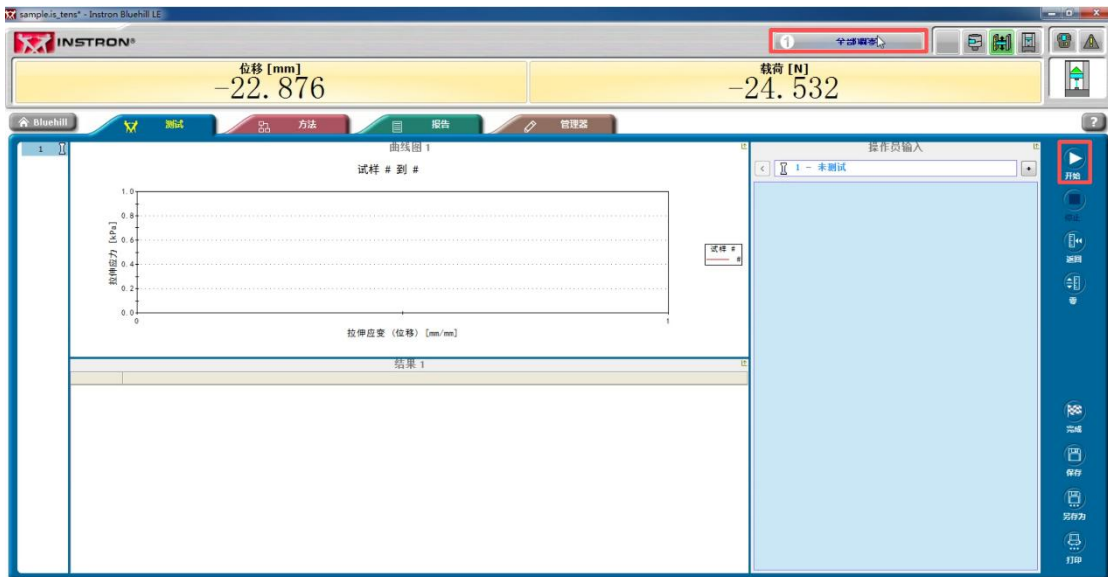


图 25 软件使用步骤⑧

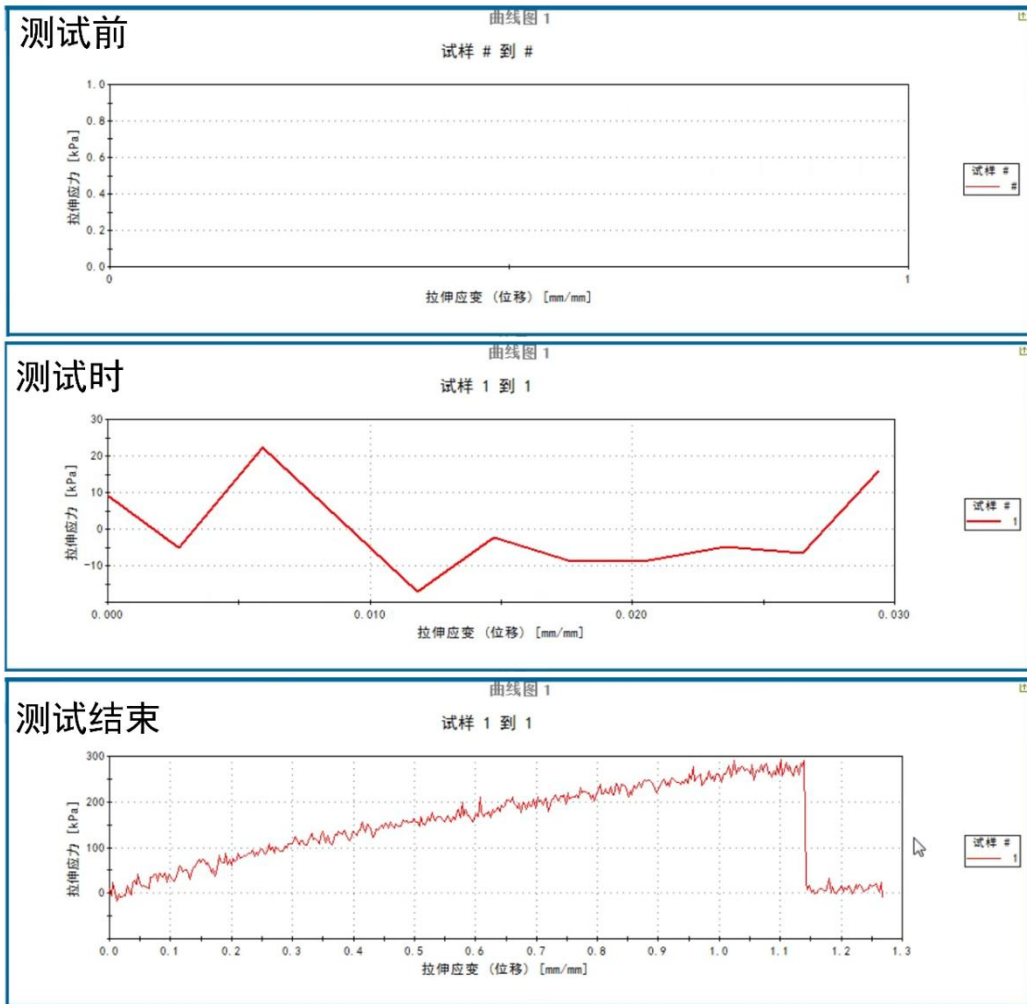


图 26 软件测试过程

⑨结束测试。测试完毕后，先点击“保存”按钮，再点击“完成”按钮，测试结束。（如图 27 所示）。

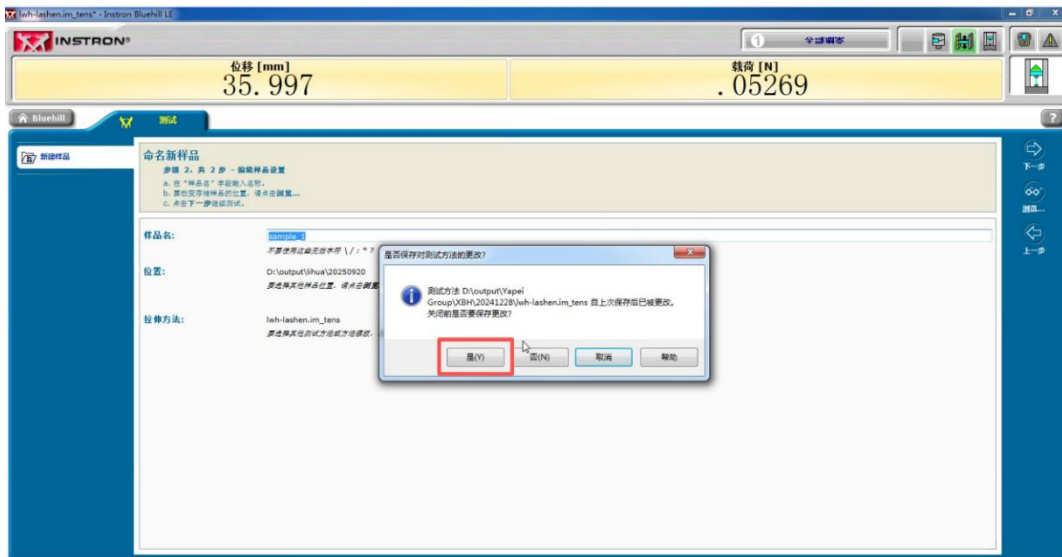


图 27 软件使用步骤⑨

⑩台面整理。将使用后的夹具放回原处，关闭仪器和计算机，如实记录仪器使用的操作者，时间和实验仪器情况，发现不正常的情况应及时汇报仪器管理员以便及时处理，严禁隐瞒真相或擅自处理，一经发现使用者将停用仪器 4 周，情节严重造成仪器损坏者将永久剥夺使用该仪器的权利；个人物品、用具请及时带走，将公用器件归还原位。并将工作台收拾干净，保持室内整洁；检查电灯、空调等关闭后，最后锁好门。

四、数据处理

按照数据保存位置打开原文件，原始数据如下图 28 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	位移	载荷	拉伸应力	时间	PIP 计数	强力	拉伸位移	拉伸应变 (位移)	
2	(mm)	(N)	(MPa)	(s)		(N/tex)	(mm)	(mm/mm)	
3	0	0.06391	0.00913	0	0	0.06391	0	0	
4	0.0772	-0.0363	-0.00519	0.1	0	-0.0363	0.0772	0.00272	
5	0.16736	0.15646	0.02235	0.2	0	0.15646	0.16736	0.00589	
6	0.25157	0.01787	0.00255	0.3	0	0.01787	0.25157	0.00886	
7	0.33498	-0.11961	-0.01709	0.4	0	-0.11961	0.33498	0.0118	
8	0.41834	-0.01669	-0.00238	0.5	0	-0.01669	0.41834	0.01474	
9	0.5017	-0.06291	-0.00899	0.6	0	-0.06291	0.5017	0.01767	
10	0.585	-0.06081	-0.00869	0.7	0	-0.06081	0.585	0.02061	

图 28 原始数据

将拉伸应变 (%) 作为 x 轴，拉伸应力 (kPa) 作为 y 轴，利用 origin 作图，得到 PDMS 拉伸测试应力-应变曲线，如图 29 所示。

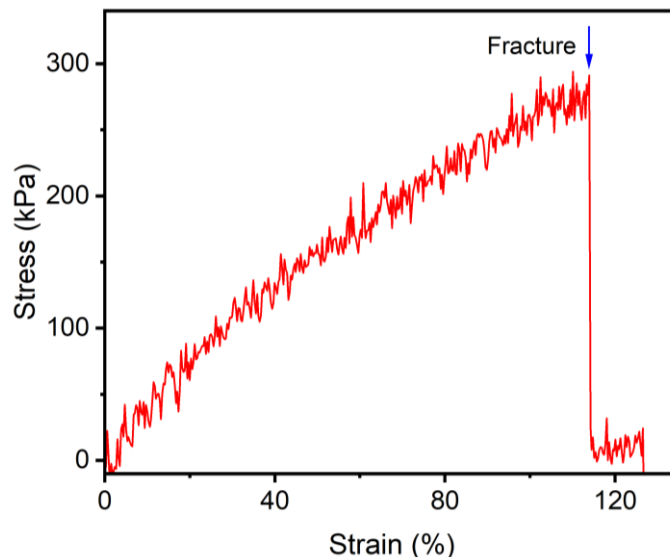


图 29 PDMS 拉伸测试应力-应变曲线

五、常见故障处理

① 电脑故障与处理

1. 显示屏无显示或显示不正常

可能原因与处理措施：

a. 电源故障：电源线路连接不良或电源本身存在问题。检查电源线连接是否牢固，确保电源正常。

b. 显示器损坏：显示器本身出现故障，如背光损坏。如果电源正常但显示屏仍无显示，考虑更换显示器。

c. 主板故障：主板出现问题，导致信号传输异常。如果显示器正常，但问题依然存在，检查主板连接，必要时联系厂家进行维修或更换主板。

2. 加载系统无法正常工作

可能原因与处理措施：

a. 负载传感器问题：负载传感器损坏或校准不准确。检查负载传感器的状态，必要时进行校准或更换；

b. 电机故障：加载系统的电机出现故障。对电机进行检查，确认其运行正常，如果电机故障，需进行维修或更换；

c. 机械部件磨损：加载系统的机械部件如导轨等磨损严重。检查机械部件的磨损情况，定期进行润滑和维护，如有磨损严重的部件及时更换。

3. 操作系统无响应或运行缓慢

可能原因与处理措施：

a. 系统软件故障：操作系统或控制软件出现故障。重启系统，检查软件是否正常运行，必要时重装操作系统或更新控制软件；

b. 计算机性能问题：计算机硬件配置不足或出现故障。检查计算机硬件配置是否满足要求，如有问题可进行升级或维修；

c. 系统病毒：系统可能感染了病毒或恶意软件。使用杀毒软件进行全盘扫描，确保系统安全。

②测试仪器故障与处理

1. 力值测量不准或漂移

可能原因与处理措施：

a. 传感器未清零：正式测试前，在软件中对力和形变进行“清零”操作。确保夹具和试样安装好但尚未开始受力时清零；

b. 传感器过载：检查是否曾经过载使用，导致传感器损坏。力传感器非常精密，严禁超量程使用；

c. 机械安装问题：检查试样是否夹正、上下夹具是否对中不良、夹具是否拧紧固定，存在侧向力，这会严重影响测试结果。

2. 横梁不移动，移动速度不准或抖动

可能原因与处理措施：

检查横梁是否已触发机械式安全限位开关，手动将其移回行程范围内并复位。横梁复位键位于底座，按下可紧急停止，重启横梁，如图 30 所示。



图 30 安全限位开关示意图

如出现任何故障，请优先联系仪器负责人，再商议处理方案！

六、注意事项

1. 实验前选择合适的夹具，正确安装好夹具，并确定自动夹具气泵气压与样品性质相匹配；
2. 为保证实验结果的有效性，测试开始前对力和位移进行调零；
3. 使用仪器或夹具时，注意轻拿轻放，避免磕碰掉落等造成设备或者人身安全隐患；
4. 调节夹具位置时，注意机械臂上下的作用力，小心夹手或者碰伤；
5. 仪器的位移会有一定误差，测量时要检测仪器读数和实际距离的倍数关系。
6. 做拉断实验时，不要离样品太近，宜佩戴护目镜，以避免样品断裂时样品碎片飞溅伤人。
7. **严禁超载!!! 严禁在设备运行时调整夹具或触碰移动部件!!! 严禁在未经过培训的情况下，修改控制器内部的校准参数和高级设置!!! 严禁私自打开机箱、拆卸部件!!!**

七、维护与保养

①**日常维护**：保持设备清洁，防止灰尘铁屑进入；每次使用后清洁设备，防止灰尘、金属碎屑堆积；检查夹具、传感器等关键部件，发现磨损及时更换；

②**定期保养**：定期由专业工程师进行预防性维护，包括检查电缆、紧固螺丝、进行系统精度验证等；每 3 个月对传动部件（如滚珠丝杠）加注润滑脂，确保运行顺畅；每 6 个月进行一次全面检查，包括电气系统、机械结构等。