

ICS 31.120
CCS L47

团 体 标 准

T/CVIA xxx-2024

T/DTIA 00X-2024

中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 2 部分：复合形态

Mechanical testing methods for large and medium-sized flexible OLED displays—
Part 2: Multiple form

（征求意见稿）

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国电子视像行业协会
国家新型显示技术创新中心

联合发布

目 录

前言.....	III
引言.....	V
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 柔性 OLED 显示屏机械试验对应的形态	1
4.1 卷曲-折叠复合形态.....	1
4.2 卷曲-滑移复合形态.....	1
4.3 折叠-滑移复合形态.....	2
4.4 卷曲-弯曲复合形态.....	错误!未定义书签。
5 标准试验环境条件	2
6 机械试验装置及试验方法	3
6.1 总则.....	3
6.2 卷曲-折叠机械试验装置及方法.....	3
6.3 卷曲-滑移机械试验装置及方法.....	5
6.4 折叠-滑移机械试验装置及方法.....	8
6.5 卷曲-弯曲机械试验装置及方法.....	10
7 试验结果的判据.....	错误!未定义书签。

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是《中大尺寸柔性OLED显示屏机械试验方法》的第2部分。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电子视像行业协会和国家新型显示技术创新中心共同提出并归口，由新型显示产业技术创新战略联盟组织起草。

本文件起草单位：深圳市华星光电半导体显示技术有限公司、TCL华星光电技术有限公司、北京大学深圳研究生院、广东聚华印刷显示技术有限公司、深圳瑞华泰薄膜科技有限公司、TCL实业控股股份有限公司、广东欧莱高新材料股份有限公司、北京驳凡科技有限公司、海信视像科技股份有限公司、武汉国创科光电装备有限公司、北京马尔斯精密设备有限公司、湖南大学、广东鲁发智能科技有限公司。

本文件主要起草人：夏蓉、刘逸飞、李欢、黄卫东、冯艳丽、陆磊、郑本顾、廖聪维、付东、高卓、刘祖刚、韩秋峰、卢宽宽、李培林、丁立兴、孟令琦、刘露、陈建魁、夏小飞、陈承建。

引 言

《中大尺寸柔性OLED显示屏机械试验方法》系列标准拟由以下部分构成：

- 第1部分：单一形态；
- 第2部分：复合形态；

伴随柔性显示技术的应用不断扩展，一些拥有极致收纳体积的小尺寸概念产品不断被推出，甚至一些中尺寸乃至大尺寸产品也想要实现更小的收纳体积，然而单一形态下的OLED显示屏往往因高应力问题（例如多圈卷曲）或收纳后尺寸仍显得较大（单一折叠/滑移）而难以胜任，此时，复合柔性形态即被提出以解决上述困扰。

中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法

第 2 部分：复合形态

1 范围

本文件规定了中大尺寸（17inch及以上）柔性OLED显示屏在卷曲-折叠、卷曲-滑移、折叠-滑移以及卷曲-弯曲等复合形态的机械试验方法。

本文件规定的试验方法是适用于中大尺寸柔性OLED显示屏的机械可靠性试验方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 38001.61-2019《柔性显示器件 第6-1部分：机械应力试验方法》（IDT IEC 62715-6-1:2014）

ICS 31.120 CCS L47 团体标准《中大尺寸柔性OLED显示屏机械试验方法 第1部分：单一形态》（T/CVIA 125-2023 T/DTIA 004-2023）

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 柔性 OLED 显示屏机械试验对应的形态

4.1 卷曲-折叠复合形态

卷曲-折叠复合形态将中大尺寸柔性OLED显示屏卷曲后，对剩余部分进行折叠收纳，可有效减少柔性OLED显示屏的卷曲收纳圈数，改善多圈卷曲带来的高应力等问题，如图1所示。

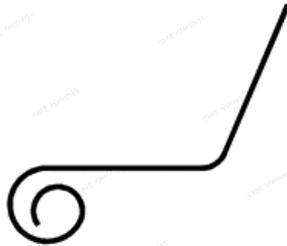


图 1 卷曲-折叠复合形态示意图

4.2 卷曲-滑移复合形态

同样,卷曲-滑移复合形态也是目前中大尺寸柔性OLED显示屏实现小体积收纳的复合应用形态之一,它使得部分的柔性OLED显示屏参与堆叠卷曲,降低其卷曲应力及圈数,如图2所示。



图 2 卷曲-滑移复合形态示意图

4.3 折叠-滑移复合形态

折叠-滑移复合形态将中大尺寸柔性OLED显示屏滑移后的剩余部分进行进一步折叠收纳,或折叠展开后进行进一步拉伸OLED显示屏宽幅以应对不同的应用场景,如图3所示。

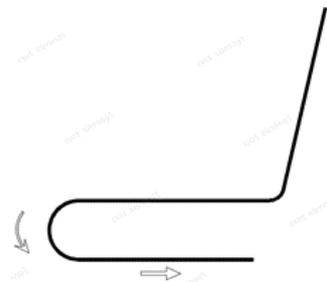


图 3 折叠-滑移复合形态示意图

4.4 卷曲-弯曲复合形态

卷曲-弯曲复合形态也是比较常见的柔性OLED显示屏复合应用形态之一,卷曲和弯曲两种柔性形态的结合,不仅可以实现柔性OLED显示屏展开后的自由曲率变换,还能通过双侧卷曲的方式实现显示屏的收纳和展开,如图4所示。

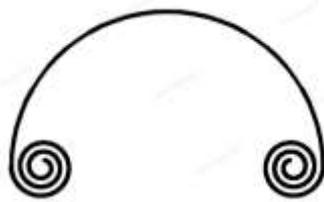


图 4 卷曲-弯曲复合形态示意图

5 标准试验环境条件

除非另有规定,中大尺寸柔性OLED显示屏机械试验按以下标准环境条件进行:

——温度: $25^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$;

——相对湿度: 25%~85 %;

——大气压力: 86 kPa~106 kPa。

当试验的环境条件与本部分要求不一致时,应在试验报告中注明。

6 机械试验装置及试验方法

6.1 总则

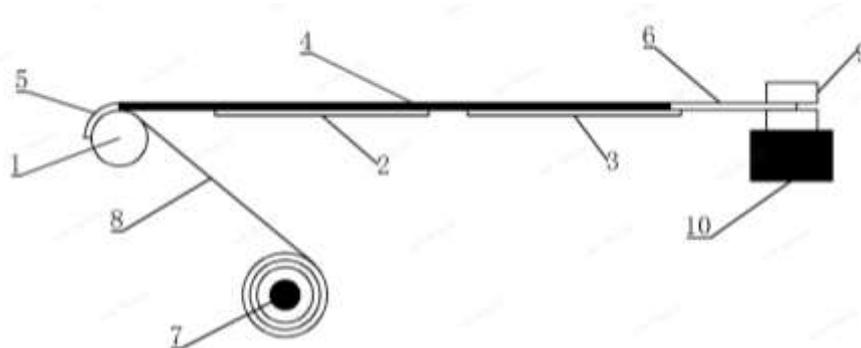
由于中大尺寸柔性显示屏对应形态的多样性及在试验过程中操作的复杂性都会影响到试验结果,给验证结果带来随机性,因此有必要对机械试验装置及试验方法进行详细的规定和要求,使得验证按照标准的试验方法和程序进行。相关方法也可作为柔性显示材料的机械试验方法的参考。

为了便于试验观察,同时保护试验人员的安全,试验装置的设定需将试验区域和操作人员区域进行物理隔离,试验装置还应当设定急停开关,用于试验过程中意外情况发生时的紧急停止,在试验过程当中还应当避免试验装置对样品产生额外的应力。

6.2 卷曲-折叠机械试验装置及方法

6.2.1 卷曲-折叠复合形态试验装置

本试验主要规定了卷曲-折叠及其衍生的复合形态的机械试验方法,主要应用于该复合形态的动态及静态试验,卷曲-折叠试验装置除了《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分:单一形态》折叠及卷曲试验设备的部分部件及控制系统外,还应当包括用于维持试验样品两端预紧力平衡的推动电机及固定夹具装置,如图 5 所示。



标引序号说明:

- 1- 卷轴 1: 用于试验样品的卷曲动作;
- 2- 固定载板;
- 3- 活动载板;
- 4- 试验样品;
- 5- 预卷膜;
- 6- 预拉膜;
- 7- 绒布收卷轴;
- 8- 绒布,由于样品在卷曲过程中正反面会直接接触,易造成试验样品外观的划伤或因小颗粒异物造成样品的刺伤,因此试验装置有必要设置绒布作为夹层来保护样品的外观面
- 9- 固定夹具;
- 10- 推动电机,电机速度的设置应当确保样品在水平方向受力均衡。

图 5 卷曲-折叠复合形态试验装置示意图

6.2.2 卷曲-折叠复合形态试验条件

本文件规定的卷曲-折叠试验方法是对柔性 OLED 显示屏卷曲和折叠特性的一类机械试验方法，因为其复合形态试验，试验参数应当包含《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》章节 6.2.2 和 6.3.2 单一卷曲及单一折叠试验中的所有功能特性，具体参数从以下参数进行选取：

- 1) 折叠半径： R (mm)，一般取值范围 1 ~ 50，此处 R 以显示屏上表面距离定义；
- 2) 折叠角度： θ ($0^\circ \sim \pm 180^\circ$)；
- 3) 折叠频率： S (次/min)，一般取值 0.5、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10；
- 4) 折叠形状：半圆型、楔型、水滴型或其它；
- 5) 折叠方向：内折、外折、 360° 折；
- 6) 卷轴 1 半径范围： R_1 (mm)，一般取值 5、10、15、20、25、30、40、50；
- 7) 卷曲频率范围： S_1 (次/min)，一般取值 0.5、1、2、3、4、5；
- 8) 卷曲-折叠次数： N (次)，一般要求 >5 万次，通常来说，为避免弯折区域意料外形变，测试流程为先完成卷曲动作后再完成弯折动作；
- 9) 卷曲态静置时长： T_1 (h)，一般取值 240，500，1000，指卷曲动作完成，进行弯折动作前的静置时长；
- 10) 复合态静置时长： T_2 (h)；一般取值 240，500，1000，指弯折动作完成，复原为平面状态前的静置时长；
- 11) 卷曲长度： L (mm)，根据样品尺寸自定义。

6.2.3 卷曲-折叠复合形态试验装置检查

由于中大尺寸柔性机械试验装置在体积、尺寸上的大型化，以及装置在制造及组装后会产生一定的公差、形变等，使样品存在受应力不均的情况，可能对试验结果产生影响。因此在试验前除必要的装置系统自检外，还需要对关联试验的装置部位进行检查并做校对。

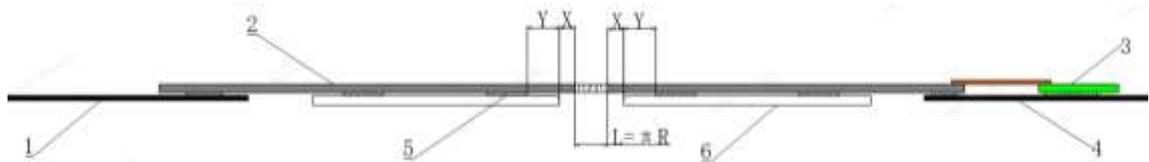
因卷曲-折叠复合形态试验为卷曲及折叠各自单一测试模块所组成的复合试验方法，装置检查可使用《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》章节 6.2.3 和 6.3.3 单一折叠及单一卷曲下的方式进行。

6.2.4 卷曲-折叠复合形态试验方法及步骤

根据 GB/T 38001.61-2019 的试验方法，卷曲-折叠复合形态试验是指柔性样品在卷曲-折叠交叉进行过程中机械应力的试验，以评价其在实际使用环境条件下样品的卷曲-折叠耐受能力，该方法可用于卷曲-折叠复合形态下在静态和动态过程中的机械试验，如图 7 所示。

- 1) 根据试验目的设置卷曲-折叠复合形态试验装置的参数：卷曲长度、卷曲半径、卷曲速度、卷曲次数、卷曲频率、折叠半径、折叠形状、折叠次数、折叠频率、起点角度和终点角度等，完成参数设置后，进行装置系统的自检后空载试运行，并手动进行 6.2.3 中的检查；
- 2) 在试验样品进行机械试验前，应对试验样品进行相应的通电工作，按本文第 7 章规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，并予以详细记录；
- 3) 将预卷膜、预拉膜粘贴在试验样品背面，胶带粘贴后不应外露，避免卷曲过程中卷曲层相互粘结，粘贴过程中应使用滚轮进行压合。胶带应尽量选择厚度 $H \leq 0.2\text{mm}$ 的规格，避免胶带厚度形成的凹凸台阶对试验样品造成额外的应力损坏，应当选择粘性强的胶带，避免试验样品掉落，同时注意将柔性电路板及 PCB 板粘贴在预拉膜上，胶带的粘贴方式可参照图 6；

- 4) 将试验样品上已粘贴好预卷膜的一侧通过夹具固定在卷轴 1 上，保持试验样品紧贴滑轮表面，将试验样品已粘贴好预拉膜的另一侧通过夹具固定在推动电机上，固定预卷膜、预拉膜的时候应将试验样品处在平放状态下进行操作；
- 5) 将试验样品的底侧用胶带固定在固定及活动载板上，单个载板的平行胶带数量应当大于 2 条，试验装置在设计时应考虑胶带的可拆卸性，便于完成试验后完整安全的取出试验样品，应选择粘性强的胶带，避免试验样品掉落；
- 6) 根据试验折叠半径及位置，参照载板的刻度尺寸计算好试验样品在载板上对应的位置，折叠中心应居于两块载板的中心，同时应根据折叠半径调整 X 和 Y 的取值大小，示意图参见图 6；
- 7) 将试验样品固定好了以后，根据卷曲行程及折叠区域大小调整试验样品在水平方向的位置；
- 8) 完成试验样品的位置调整后，应对试验样品进行再次通电工作，按规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，并予以详细记录；
- 9) 做好防护隔离，启动卷曲-折叠试验设备对样品进行卷曲-折叠机械试验，注意应根据试验目的区分样品的工作与非工作状态，过程中可根据试验目的进行停机，对样品进行通电工作，按规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，并予以记录；
- 10) 试验完成后，使试验样品恢复至初始状态，对试验样品进行通电工作，按规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，对比试验前后的检查结果，并予以详细记录；
- 11) 最后应将预卷膜、预拉膜连同试验样品一并取出，过程中应注意保护试验样品不受损伤。



标引序号说明：

- 1——预卷膜；
- 2——试验样品；
- 3——PCB 板；
- 4——预拉膜；
- 5——胶带；
- 6——载板。

图 6 卷曲-折叠试验样品胶带粘贴示意图

X 表示载板边界到折叠区域边界的距离，一般取 1mm~10mm。Y 表示胶带边界到载板边界的距离，一般取 1mm~5mm，L 表示有效折叠长度，一般为半圆的长度， $L=\pi R$ 。

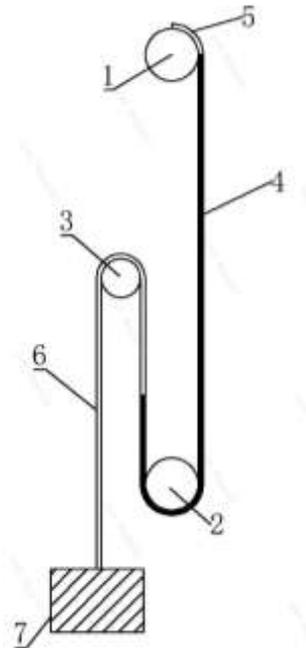


图 7 卷曲-折叠试验示意图

6.3 卷曲-滑移机械试验装置及方法

6.3.1 卷曲-滑移复合形态试验装置

本试验主要规定了卷曲-滑移及其衍生的复合形态的试验方法，主要应用于该复合形态的动态及静态试验，卷曲-滑移试验装置可基于《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》滑移及卷曲试验设备的部分部件及控制系统进行整合所得，如图 8 所示。



标引序号说明：

- 1- 卷轴 1：用于试验样品的卷曲动作；
- 2- 滑轮 1；
- 3- 滑轮 2；
- 4- 试验样品；
- 5- 预卷膜：为了避免试验样品因夹具直接固定而造成的损伤，同时为了便于将试验样品固定在卷轴上；
- 6- 预拉膜：为了避免试验样品因夹具直接固定而造成的损伤，需要采用预拉膜来连接试验样品跟配重块，同时可以起到固定柔性线路板及 PCB 板的作用；
- 7- 配重块：为了使试验样品在试验过程中保持垂直平整状态，采用重力下拉的方式使样品平整，以便保证试验过程的力学稳定性，可通过增减配重使样品保持平整即可，试验中应予以说明。配重夹具的设置应当确保样品在竖直方向受力均衡。

图 8 卷曲-滑移复合形态试验装置示意图

6.3.2 卷曲-滑移复合形态试验条件

本文件中规定的卷曲-滑移试验方法是对柔性 OLED 显示屏卷曲和滑移特性的机械试验方法。因为其复合形态试验，试验参数应当包含《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》章节 6.3.2 和 6.5.2 单一卷曲及单一滑移试验中的所有功能特性，具体参数从以下参数进行选取：

- 1) 滑移半径：R1 (mm)，一般取值 5、10、15、20、25、30、40、50；

- 2) 滑移频率: S1 (次/min), 一般取值 0.5、1、2、3、4、5、6、7、8;
- 3) 滑移次数: N (次), 一般要求>5 万次;
- 4) 配重质量: F (kg), 按试验规定进行配置;
- 5) 卷轴半径范围: R2 (mm), R2 通常要求等于 R1 以保持两侧收放速度相同;
- 6) 卷曲频率范围: S2 (次/min), S2 通常要求等于 S1 以保持两侧收放速度相同;
- 7) 卷曲次数: N (次), 一般要求>5 万次;
- 8) 卷曲长度: L (mm), 根据样品尺寸自定义
- 9) 复合态静置时长: T (h), 一般取值 240、500、1000。

6.3.3 卷曲-滑移复合形态试验装置检查

由于中大尺寸柔性机械试验装置在体积、尺寸上的大型化, 以及装置在制造及组装后会产生一定的公差、形变等, 使样品存在受应力不均的情况, 可能对试验结果产生影响。因此在试验前除必要的装置系统自检外, 还需要对关联试验的装置部位进行检查并做校对。

因卷曲-滑移复合形态试验为卷曲及滑移各自单一测试模块所组成的复合试验方法, 装置检查可使用《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分: 单一形态》章节 6.3.3 和 6.5.3 单一卷曲及单一滑移下的方式进行。

6.3.4 卷曲-滑移复合形态试验方法及步骤

根据 GB/T 38001.61-2019 的试验方法, 卷曲-滑移复合形态试验是指柔性样品在卷曲-滑移同时进行过程中机械应力的试验, 以评价其在实际使用环境条件下样品的卷曲-滑移耐受能力, 该方法可用于卷曲-滑移复合形态下在静态和动态过程中的机械试验。

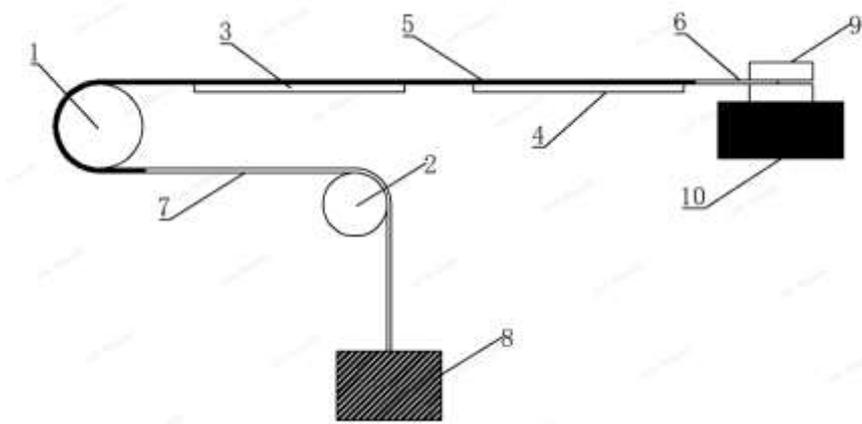
- 1) 根据试验目的设置卷曲-滑移复合形态试验装置的参数: 卷曲长度、卷曲和滑移半径、卷曲和滑移速度、卷曲和滑移次数、卷曲和滑移频率等, 完成参数设置后, 进行装置系统的自检后空载试运行, 并手动进行 6.3.3 中的检查;
- 2) 在试验样品进行机械试验前, 应对试验样品进行相应的通电工作, 按本文第 7 章规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量, 并予以详细记录;
- 3) 将预卷膜、预拉膜粘贴在试验样品背面, 胶带粘贴后不应外露, 避免卷曲和滑移过程中卷曲层相互粘结或与卷轴粘结在一起, 粘贴过程中应使用滚轮进行压合。胶带应尽量选择厚度 $H \leq 0.2\text{mm}$ 的规格, 避免胶带厚度形成的凹凸台阶对试验样品造成额外的应力损坏, 应当选择粘性强的胶带, 避免试验样品掉落。同时注意将柔性电路板及 PCB 板粘贴在预拉膜上;
- 4) 将试验样品上已粘贴好预卷膜的一侧通过预卷膜夹具固定在卷轴上, 将试验样品已粘贴好预拉膜的一侧紧贴两个滑轮表面, 通过另一侧夹具固定在配重块上, 固定预卷膜、预拉膜的时候应将试验样品处在平放状态下进行操作。配重块的重量设定应确保样品竖直平整, 依据试验目的进行增减;
- 5) 将试验样品固定好了以后, 应调整试验样品改为竖直状态, 根据卷曲和滑移行程调整试验样品在竖直方向的位置, 注意样品的柔性电路板及 PCB 板不得参与滑移, 避免损伤样品;
- 6) 完成试验样品的调整后, 应对试验样品进行再次通电工作, 按规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量, 并予以详细记录;
- 7) 做好防护隔离, 启动卷曲-滑移试验设备对样品进行卷曲-滑移机械试验, 注意应根据试验目的区分样品的工作与非工作状态, 过程中可根据试验目的进行停机, 对样品进行通电工作, 按规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量, 并予以记录;
- 8) 试验完成后, 使试验样品恢复至初始状态, 对试验样品进行通电工作, 按规定检查试验样品的

光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，对比试验前后的检查结果，并予以详细记录；
9) 最后应将预卷膜、预拉膜连同试验样品一并取出，过程中应注意保护试验样品不受损伤。

6.4 折叠-滑移机械试验装置及方法

6.4.1 折叠-滑移复合形态试验装置

本试验主要规定了折叠-滑移及其衍生的复合形态的试验方法，主要应用于该复合形态的动态及静态试验，折叠-滑移试验装置可基于《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》折叠及滑移试验设备的部分部件及控制系统进行整合所得，如图 9 所示。



标引序号说明：

- 1 – 滑轮 1：用于样品屏幕的滑移动作；
- 2 – 滑轮 2；
- 3 – 固定载板；
- 4 – 活动载板；
- 5 – 试验样品；
- 6 – 牵引膜：连接试验样品和推动电机，避免试验样品因夹具直接固定而造成损伤；
- 7 – 牵引膜：连接试验样品和配重块，同时起到固定柔性线路板及 PCB 板的作用；
- 8 – 配重块：为使试验样品在滑移过程保持平整以及模拟受稳定拉力的情况，采用配重下拉的方式。配重夹具的设置应当保证样品在竖直方向受力均衡；
- 9 – 固定夹具；
- 10 – 推动电机。

图 9 折叠-滑移复合形态试验装置示意图

6.4.2 折叠-滑移复合形态试验条件

本文件中规定的折叠-滑移试验方法是对柔性 OLED 显示屏折叠和往返滑移特性的机械试验方法。因为其为复合形态试验，试验参数应当包含《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》章节 6.2.2 和 6.5.2 单一折叠及单一滑移试验中的所有功能特性，具体参数从以下参数进行选取：

- 1) 折叠半径： R_1 (mm)，一般取值范围 1 ~ 50，此处 R 以显示屏上表面距离定义；
- 2) 折叠角度： θ ($0^\circ \sim \pm 180^\circ$)；
- 3) 折叠形状：半圆型、楔型、水滴型或其它；

- 4) 折叠方向：内折、外折、360°折；
- 5) 折叠频率：S1（次/min），一般取值 0.5、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10；
- 6) 滑移半径：R2（mm），一般取值 5、10、15、20、25、30、40、50；
- 7) 滑移频率：S2（次/min），一般取值 0.5、1、2、3、4、5、6、7、8；
- 8) 滑移-折叠次数：N（次），一般要求>5 万次，通常来说，为避免弯折区域意料外形变，测试流程为先完成滑移动作后再完成弯折动作；
- 9) 配重质量：F（kg），按试验规定进行配置；
- 10) 复合态静置时长：T（h），一般取值 240，500，1000，指弯折动作完成，复原为平面状态前的静置时长。

6.4.3 折叠-滑移复合形态试验装置检查

由于中大尺寸柔性机械试验装置在体积、尺寸上的大型化，以及装置在制造及组装后会产生一定的公差、形变等，使样品存在受应力不均的情况，可能对试验结果产生影响。因此在试验前除必要的装置系统自检外，还需要对关联试验的装置部位进行检查并做校对。

因折叠-滑移复合形态试验为折叠及滑移各自单一测试模块所组成的复合试验方法，装置检查可使用《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》章节 6.2.3 和 6.5.3 单一折叠及单一滑移下的方式进行。

6.4.4 折叠-滑移复合形态试验方法及步骤

根据 GB/T 38001.61-2019 的试验方法，折叠-滑移复合形态试验是指柔性样品在折叠-滑移交叉进行过程中机械应力的试验，以评价其在实际使用环境条件下样品的折叠-滑移耐受能力，该方法可用于折叠-滑移复合形态下在静态和动态过程中的机械试验。

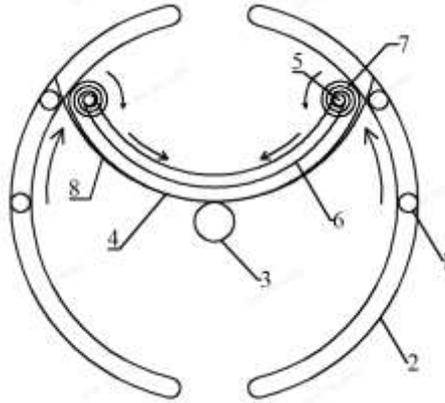
- 1) 根据试验目的设置折叠-滑移试验装置的参数：折叠半径、折叠角度、折叠频率、折叠形状、折叠方向和滑移半径、滑移频率、滑移和折叠次数等，完成参数设置后，进行装置系统的自检后空载试运行，并手动进行 6.4.3 中的检查；
- 2) 在试验样品进行机械试验前，应对试验样品进行相应的通电工作，按本文第 7 章规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，并予以详细记录；
- 3) 将牵引膜粘贴在试验样品的背面，胶带粘贴后不应超出样品边缘外露或者不齐平，避免滑移过程中与滑轮粘结在一起。粘贴过程中应当用滚轮进行压合，胶带应尽量选择厚度 $H \leq 0.2\text{mm}$ 的规格，避免胶带厚度形成的凹凸台阶对实验样品造成额外的应力损坏，应当选择粘性强的胶带，避免试验样品掉落。同时注意将柔性电路板及 PCB 板粘贴在牵引膜上；
- 4) 将试验样品粘贴好牵引膜的一侧通过夹具固定好，将试验样品粘贴好牵引膜的另一侧通过夹具固定在配重块上，配重块的重量设置应确保样品水平平整为前提，并依据试验目的进行增减；
- 5) 将试验样品的底侧用胶带固定在两个载板上，单个载板的平行胶带数量应当大于 2 条，试验装置在设计时应考虑胶带的可拆卸性，便于完成试验后完整安全的取出试验样品；
- 6) 根据试验折叠半径及位置，参照载板的刻度尺寸计算好试验样品在载板上对应的位置，折叠中心应居于两块载板的中心，同时应根据折叠半径调整 X 和 Y 的取值大小，具体参见本文章节 6.2.4 图 6 折叠部分；
- 7) 将试验样品固定好以后，根据滑移行程及折叠区域调整试验样品在水平方向的位置，注意样品的柔性电路板及 PCB 板不得参与滑移，避免损伤样品；
- 8) 完成试验样品的调整后，应对试验样品进行再次通电工作，按规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，并予以详细记录；

- 9) 做好防护隔离，启动滑移-折叠试验设备对样品进行滑移-折叠机械试验，注意应根据试验目的区分样品的工作与非工作状态，过程中可根据试验目的进行停机，对样品进行通电工作，按规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，并予以记录；
- 10) 试验完成后，使试验样品恢复至初始状态，对试验样品进行通电工作，按规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量，对比试验前后的检查结果，并予以详细记录；
- 11) 最后应将牵引膜连同试验样品一并取出，过程中应注意保护试验样品不受损伤。

6.5 卷曲-弯曲机械试验装置及方法

6.5.1 卷曲-弯曲复合形态试验装置

本试验主要规定了卷曲-弯曲及其衍生的复合形态的试验方法，主要应用于该复合形态的动态及静态试验，卷曲-弯曲复合形态试验装置可基于《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》卷曲及弯曲试验设备的部分部件及控制系统进行整合所得，如图 10 所示。



标引序号说明：

- 1 - 轨迹轴 1，以实现曲率半径变化的运动连杆，会沿着设定好的曲率轨迹往复运动或在某一设定的曲率半径状态下保持静止；
- 2 - 曲率变化轨迹，是指为实现曲率半径大小变化，轨迹轴 1 的运动轨迹；
- 3 - 固定轴，处于弯曲的中心线位置，主要是固定背板夹具，当曲率半径变化时，中心部位保持不动；
- 4 - 背板夹具，固定试验样品，随着轨迹轴的运动不断改变曲率半径，并带动试验样品一并变化；
- 5 - 轨迹轴 2，以实现卷曲长度的运动连杆，会沿着设定好的卷曲长度轨迹往复运动或在某一设定的卷曲长度状态下保持静止；
- 6 - 卷曲长度变化轨迹，是指为实现卷曲长度变化，轨迹轴 2 的运动轨迹；
- 7 - 卷轴，通过电机控制卷轴的转动，以实现样品屏幕的卷曲动作；
- 8 - 试验样品。

图 10 卷曲-弯曲复合形态试验装置示意图

6.5.2 卷曲-弯曲复合形态试验条件

本文件规定的卷曲-弯曲试验方法是对柔性 OLED 显示屏卷曲和弯曲特性的一类机械试验方法，试验参数应当包含《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分：单一形态》章节 6.3.2 和 6.4.2 单一卷曲及单一弯曲试验中的所有功能特性，具体参数从以下参数进行选取：

- 1) 曲率半径: R_1 (mm), 一般取值 100、200、300、400、500、600、800、1000;
- 2) 曲变频率: S_1 (次/min), 一般取值 0.5、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10;
- 3) 曲变寿命: N_1 (次), 一般要求>5 万次;
- 4) 卷曲半径: R_2 (mm), 一般取值 5、10、15、20、25、30、40、50;
- 5) 卷曲频率: S_2 (次/min), 一般取值 0.5、1、2、3、4、5;
- 6) 卷曲次数: N_2 (次), 一般要求>5 万次;
- 7) 卷曲长度: L (mm), 根据样品尺寸自定义;
- 8) 复合态静置时长: T (h), 一般取值 240, 500, 1000。

6.5.3 卷曲-弯曲复合形态试验装置检查

由于中大尺寸卷曲试验装置在体积、尺寸上的大型化, 装置及部件在制造及组装后会产生公差、形变等, 这使样品在试验过程中存在受力不均的情况, 可能对试验结果产生影响。因此在试验前除必要的装置系统自检外, 还需要对关联试验的装置部位进行检查并做校对。

因卷曲-弯曲复合形态试验为卷曲及弯曲各自单一测试模块所组成的复合测试方法, 装置检查可使用《中大尺寸柔性 OLED 显示屏机械试验方法 第 1 部分: 单一形态》章节 6.3.3 和 6.4.3 单一卷曲及单一弯曲下的方式进行。

6.5.4 卷曲-弯曲复合形态试验方法及步骤

根据 GB/T 38001.61-2019 的试验方法, 卷曲-弯曲复合形态试验是指柔性样品在卷曲-弯曲交叉进行过程中机械应力的试验, 以评价其在实际使用环境条件下样品的卷曲-弯曲耐受能力, 该方法可用于卷曲-弯曲复合形态下在静态和动态过程中的机械试验。

- 1) 根据试验目的设置卷曲-弯曲复合形态试验装置的参数: 曲率半径、曲变频率、曲变次数和卷曲长度、卷曲半径、卷曲速度、卷曲次数、卷曲频率等, 完成参数设置后, 进行装置系统的自检后空载试运行, 并手动进行 6.5.3 中的检查;
- 2) 在试验样品进行机械试验前, 应对试验样品进行相应的通电工作, 按本文第 7 章规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量, 并予以详细记录;
- 3) 将试验样品固定在背板夹具上, 可以通过磁力片或者其它的方式固定, 在使用磁力片固定试验样品时, 应尽量采用水平粘贴的方式固定。固定之前应计算好试验样品的位置, 应将试验样品的竖直中心位置与背板夹具的竖直中心位置重合;
- 4) 将预卷膜一侧粘贴在试验样品背面, 另一侧粘贴在卷轴上, 设置卷轴电机参数使预紧力保持在一定范围内, 以 32inch 卷曲机械试验设备为例, 卷轴预紧力应控制在 10~20N;
- 5) 完成试验样品的固定后, 应对试验样品进行再次通电工作, 按规定检查试验样品的规格特性及外观, 并予以详细记录;
- 6) 做好防护隔离, 启动卷曲-弯曲试验设备对样品进行卷曲-弯曲机械试验, 注意应根据试验目的区分样品的工作与非工作状态, 过程中可根据试验目的进行停机, 对样品进行通电工作, 按规定检查样品的规格特性及外观并予以记录;
- 7) 试验完成后, 使试验样品恢复至初始状态, 对试验样品进行通电工作, 按本文第 7 章规定检查试验样品的光电性能、外观质量、视觉质量以及图像质量, 对比试验前后的检查结果, 并予以详细记录;
- 8) 最后应将预卷膜连同试验样品一并取出, 过程中应注意保护试验样品不受损伤。

7 试验结果的判据

试验样品为显示模块，最终的判定标准应基于外观和图像质量，例如亮度、色度、点缺陷和线缺陷等参数指标，由于在结束机械试验后可能会引起外观的变化和图像质量的下降，因此在试验前后应根据实际情况制定相关的参数指标，并观察前后的变化。因此在采用标准方法时，应规定以下内容：

- 1) 光电性能、外观质量、视觉质量、图像质量，其中光学测试项目包括亮度和亮度均一性、暗室对比度、色度和色度均一性、色域、白场相关色温以及功率消耗等；
 - 2) 试验条件；
 - 3) 终点试验和初始试验的允许差异。
-