

团 体 标 准

T/CI 144—2023

复合结构透明件中间层胶片粘接强度试验 方法

Test method for adhesive strength of the interlayer in the laminated transparency

2023-09-22 发布

2023-09-22 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验装置	1
5 试样	2
6 试验环境	4
7 试验步骤	4
8 试验结果	5
9 试验报告	5

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。

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。

本文件由北京航空材料研究院股份有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：北京航空材料研究院股份有限公司、中国直升机设计研究所、航空工业沈阳飞机设计研究所、中国航发北京航空材料研究院、北京高科中创科学技术中心。

本文件主要起草人：郑梦瑶、张晓雯、颜悦、戴文鸣、孙皓天、杨木泉、相宁、于泽宗、王德周。

复合结构透明件中间层胶片粘接强度试验方法

1 范围

本文件规定了复合结构透明件中间层胶片粘接强度的试验装置和试样要求,描述了试验环境和试验步骤,同时给出了试验结果、试验报告等要求。

本文件适用于固定翼飞机和旋翼飞机等领域层合结构透明件中间层胶片与不同基体材料之间的粘接强度测试。

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 1040.1-2018 塑料 拉伸性能的测定 第1部分:总则

GB/T 16997 胶粘剂 主要破坏类型的表示法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复合结构透明件中间层胶片 the interlayer in the laminated structure transparency

通过一定的工艺如热压、灌注等方式将两层或多层无机玻璃、有机玻璃、聚碳酸酯等玻璃基材粘接在一起的透明材料。

3.2

粘接强度 adhesive strength

评价中间层胶片与玻璃基材之间结合强度。本文件采用了90°剥离强度(方法A)或者拉伸剪切强度(方法B)的试验方法。

方法A:层合结构样片在90°剥离作用力下测得的中间层胶片与玻璃基材分离时单位宽度上的剥离力,以N/mm表示。

方法B:层合结构样品在拉伸剪切作用力下测得的中间层胶片与玻璃基材分离时的单位面积上的剪切力,以MPa表示。

4 试验装置

4.1 试验机

试验机应符合以下条件:

- a) 载荷测量范围应适宜,试样的破坏载荷应处于满量程的区间为10%~80%;
- b) 应满足GB/T 1040.1-2018中5.1.2规定的恒定的速度;
- c) 载荷误差应不超过±1%。

4.2 夹具

4.2.1 试验夹具—方法 A

4.2.1.1 90°剥离粘接强度试验应在专用的夹具上进行,试验夹具原理如图1所示。

4.2.1.2 夹具固定在试验机的基座上,并能保证挠性金属片能被试验机拽离,挠性金属片拉力方向与玻璃基材之间角度为90°。

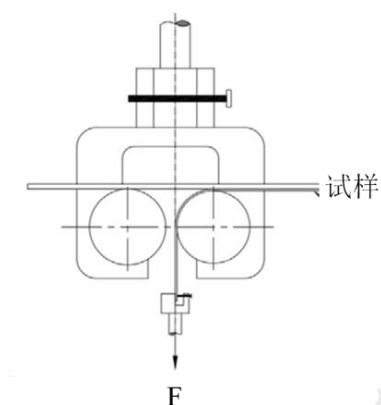


图1 方法 A 夹具示意图

4.2.2 试验夹具—方法 B

4.2.2.1 拉伸剪切粘接强度试验在常用的拉伸试验夹具上进行即可，夹面为两平行面，夹持厚度可满足试样厚度要求，如图 2 所示。试样的长轴与通过夹具中心线的拉力方向重合。

4.2.2.2 尽可能防止被夹持试样相对于夹具滑动；当加载到试样上的拉力增加时，能保持或增加对试样的夹持力，且不会在夹具处引起试样过早破坏。

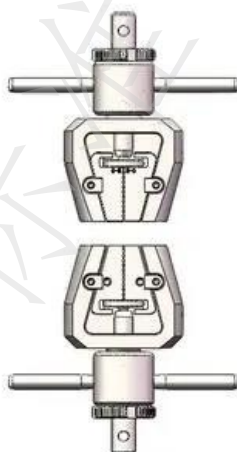


图2 方法 B 夹具示意图

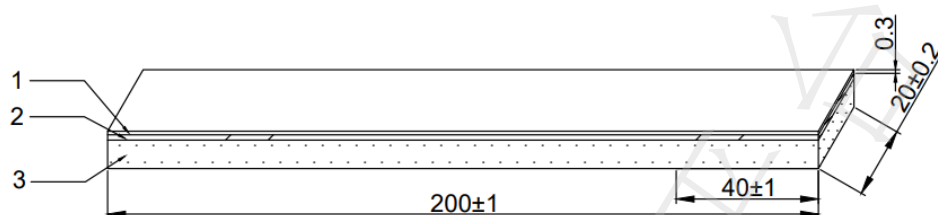
5 试样

5.1 形状和尺寸

5.1.1 形状和尺寸—方法 A

90° 剥离粘接强度试样的形状和尺寸示意图如图3所示，试样的长度为 (200 ± 1) mm，宽度为 (20 ± 0.2) mm。玻璃基材为有机材料（有机玻璃、聚碳酸酯等）或硅酸盐玻璃，推荐厚度为8mm。中间层胶片的推荐厚度为1mm左右。挠性金属片推荐使用厚度为0.3mm的经阳极化处理的铝片，所用的玻璃基材和挠性金属片表面应平整、洁净，不应有弯曲、歪斜等变形。

单位: mm



标引序号说明:

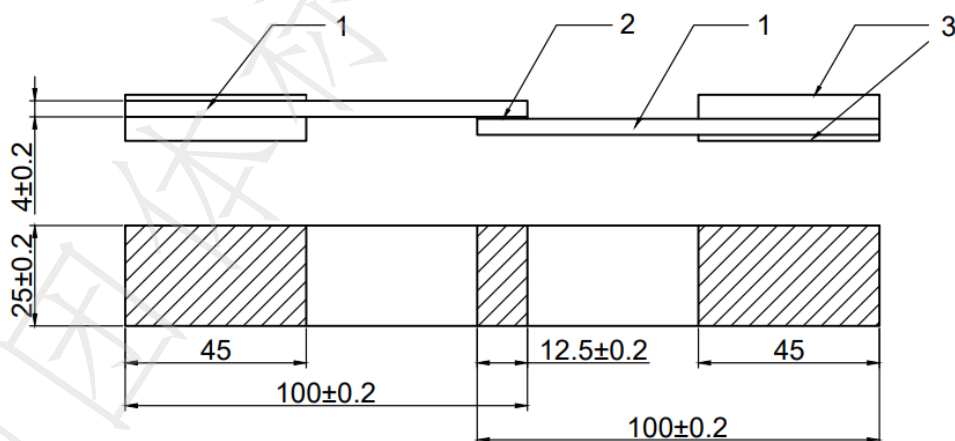
- 1——挠性金属片;
- 2——中间层胶片;
- 3——玻璃基材。

图3 方法 A 试样示意图

5.1.2 形状和尺寸—方法 B

拉伸剪切试样的形状和尺寸示意图如图4所示, 两片玻璃基材搭接胶结, 试样的宽度为 (25 ± 0.2) mm, 搭接面长度为 (12.5 ± 0.2) mm, 中间层胶片的推荐厚度为1mm左右。2块玻璃基材的长度均为 (100 ± 0.2) mm, 夹持区长度均为45mm, 夹持区的两侧用AB胶各粘接一片厚度合适的夹持垫块(推荐材料为涤纶钢), 薄垫块推荐厚度为2mm, 厚垫块的厚度为薄垫块、玻璃基材以及胶层三者的厚度之和, 试样中垫块的上、下端面平齐, 保证作用力在搭接粘接面内。

单位: mm



标引序号说明:

- 1——玻璃基材;
- 2——中间层胶片;
- 3——夹持垫块。

图4 方法 B 试样示意图

5.2 制备

5.2.1 制备—方法 A

5.2.1.1 使用中性洗涤剂清洗玻璃基材粘接面并干燥, 并在玻璃基材一端长约 40mm 的范围内用防粘隔离布包裹玻璃基材(如图 3 所示), 防止玻璃基材与中间层胶片粘连。

5.2.1.2 使用铝片时, 应避免直接接触铝片的粘接面, 在制样前使用无尘布小心擦拭粘接面, 确保粘接面无灰尘及油污。

5.2.1.3 中间层胶片表面清洁无油污，按 20mm×200mm 的尺寸裁剪，并按图 3 的结构铺放在玻璃基材和挠性金属片之间，用高温胶带进行固定，防止错位。

5.2.1.4 粘接工艺按中间层胶片的相关工艺按进行复合。粘接后试样应平整，粘接面的错位应不大于 0.5mm。试样粘接面的溢胶可用工具刀沿试样外沿小心清除，但不应损伤粘接面。

5.2.2 制备—方法 B

5.2.2.1 使用中性洗涤剂清洗玻璃基材粘接面并干燥。

5.2.2.2 中间层胶片表面清洁无油污，按 25mm×12.5mm 的尺寸裁剪，按照图 5 的结构铺放在 2 片玻璃基材搭接处，用高温胶带进行固定，防止错位。

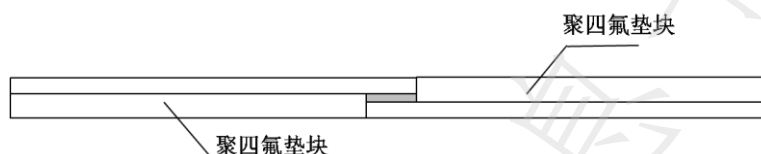


图5 方法 B 试样制备

5.2.2.3 选用合适尺寸的聚四氟垫块对拉伸剪切搭接试样进行厚度补偿，按照图 5 的结构进行组装，并用高温胶带进行固定，防止错位。

5.2.2.4 将组装好的试样按中间层胶片相应工艺进行复合。粘接后试样应平整，粘接面的错位应不大于 0.5mm，样品的玻璃基材上下表面为两平行面、翘曲不超过 0.5mm、无明显不同轴的情况。试样粘接面的溢胶可用工具刀沿试样外沿小心清除，但不应损伤粘接面。

5.2.2.5 按照图 4 用 AB 胶在试样的夹持段的两侧粘接厚度合适涤纶钢垫片，对试样的夹持段进行加强以及厚度补偿，试样的上端面及下端面为两平行面、翘曲不超过 0.5mm、无明显错位及不同轴的情况。

5.3 数量

数量不少于5个（剔除离群值后）。

5.4 状态调节

除非另有规定，试样应在试验环境条件下调节不少于16h。

6 试验环境

试验应在温度（23±2）℃、相对湿度（50±5）%的标准条件下进行。

当试验环境另有规定时，可以结合材料的使用工况设置不同的测试环境，如高温、低温试验温度。

7 试验步骤

7.1 试验步骤—方法 A

7.1.1 测量试样粘接面的宽度，测量 3 个~5 个位置的宽度值，精确到 0.1mm，取平均值。

7.1.2 将试样挠性金属片未粘接端从夹具两滚轮间穿过，并于夹具钳口中夹紧，试样两侧不得与夹具框架接触。

7.1.3 推荐使用 100mm/min 的速度进行试验。

7.1.4 试验时，连续加载，用自动记录装置连续记录加载的载荷曲线，剥离位移至少 120mm。

7.1.5 按 GB/T 16997 中规定记录破坏类型。

7.2 试验步骤—方法 B

7.2.1 测量试样粘接区域的长度、宽度，测量 3 个位置，精确到 0.1mm，取平均值。

7.2.2 将试样对称地夹在夹具上，夹持段完全处于夹具内，拉伸夹具的中线与试样的中线重合。

7.2.3 启动试验机，以恒定速率加载，推荐加载速度为 1.3mm/min。

7.2.4 加载试样至破坏，记录拉伸剪切破坏的最大负荷作为破坏载荷。

7.2.5 按 GB/T 16997 中规定记录破坏类型。

8 试验结果

8.1 试验结果—方法 A

8.1.1 剔除试验起始区域的数据，取不少于 100mm 的有效位移 AB，计算载荷的平均值（即该段曲线积分的平均值），作为该试样的平均载荷，如图 6 所示。

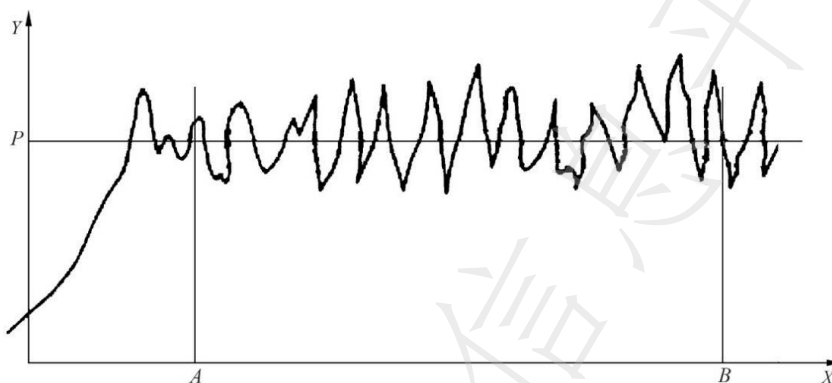


图6 90° 剥离载荷位移曲线示意图

8.1.2 中间层胶片 90° 剥离粘接强度 (N/mm) 由在有效位移 AB 内的平均载荷 (N) 除以试样的平均宽度 (mm) 来计算，计算结果取三位有效数字。

8.1.3 试验过程中出现玻璃基材、挠性金属片、中间层胶片与挠性金属片之间破坏的试样，以及个别试样结果异常低的情况，应剔除并补充试样。

8.2 试验结果—方法 B (拉伸剪切)

8.2.1 拉伸剪切强度 (MPa) 由破坏载荷 (N) 除以剪切面积 (搭接区的长度乘以宽度，mm²) 来计算，计算结果取三位有效数字。

8.2.2 试验过程中出现玻璃基材、夹持段破坏的试样，以及个别试样结果异常低的情况，应剔除并补充试样。

8.3 试验结果应包括每组试样的粘接强度算数平均值、标准差和离散系数。

8.3.1 每组试样的粘接强度算数平均值 $\bar{\sigma}$ 按 (1) 式计算，取三位有效数字。

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i \quad (i = 1, 2, \dots, n; n \geq 5) \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中：

σ_i ——试样 i 的剥离强度，N/mm；

n——试样的个数。

8.3.2 每组试样的标准差 S 按照 (2) 式计算，取二位有效数字。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_i - \bar{\sigma})^2}{n-1}} \quad (i = 1, 2, \dots, n; n \geq 5) \quad \dots \dots \dots (2)$$

8.3.3 每组试样的离散系数 C_v 按 (3) 式计算，取二位有效数字。

$$C_v = S/\bar{\sigma} \quad \dots \dots \dots (3)$$

9 试验报告

试验报告应包括下列内容：

- a) 本标准的编号；
- b) 采用的测试方法（方法 A 或方法 B）；
- c) 加载速度；

- d) 状态调节和试验环境；
 - e) 试样编号和数量；
 - f) 试样的外观质量；
 - g) 试样的完整表述，包括玻璃基材以及中间层胶片的型号、批号、规格等；
 - h) 试验机的型号；
 - i) 每个试样的粘接强度和破坏类型；
 - j) 粘接强度算数平均值、标准差和离散系数；
 - k) 试验人员、试验日期等。
-