

PhotoStress® Plus 光应力测试系统

——应力分析测试中的全域解决方案

什么是光应力（PhotoStress）

光应力是一种流行的及被广泛使用的技术，用于测量表面应变，以便确定静、动态测试中零件或结构上的应力。

当使用光应力方法时，首先将一种对应变敏感的可塑性的特殊涂层粘贴在需要测试的部件上；然后加上载荷，把从反射偏振器中发出来的偏振光照射在涂层上进行测试。当通过该偏振器观察时，涂层将通过带有颜色指示的图案展现出该部件上的表面应变，这种图案可以立即展现出整个覆盖区域的全域应变（或应力）分布。

如果把一个配有计算机软件的光传感器（电子补偿器）安装在该偏振器上，则在被测部件的任何一点上，可以快速简便地进行定量的应力分析。同样，如果使用数字摄像技术，则通过计算机网络的传输，他人也可同时观看到测试期间展现的光应力图案和获得的计算结果。



功能

对于任何零件或结构的应力分析，光应力测试提供了一个既精确又经济的手段，而且无需考虑被测部件的复杂性或材料的复合情况。用 PhotoStress® Plus 光应力测试系统，你能：

- ◆ 立即识别出临界区域、明显的应力超强和应力不足的区域。
- ◆ 测量主应力方向和主应力大小。
- ◆ 精确测量峰值应力和确定环绕在孔、槽口、内圆角及其它潜在故障点周围的应力集中情况。
- ◆ 用最小载荷获得最大可靠性，对应力分布进行优化设计。
- ◆ 在改变负载情况下，可重复测试，而不用重新粘贴涂层。
- ◆ 在实验室或户外进行应力测量，不受湿度和时间的影响。
- ◆ 探测屈服点并且测量装配应力和残余应力。

光应力（PhotoStress）和有限元分析（FEA）



随着当今计算机软件程序的发展，有限元分析（FEA）被广泛用于帮助解决复杂应力问题。但是，在结构完整性极大化的设计过程中和把产品推向市场时，都需要鉴定测试，以便验证计算结果。

光应力测试是一个验证数值计算结果精度的极佳工具，同时还可作为改进有限元分析模型的指南。左图为汽车悬挂单元的实例：

- 1、启用 FEA 模型分析
- 2、实际原型样机部件的光应力分析
- 3、基于光应力分析结果修正 FEA 模型

PhotoStress® Plus 光应力测试系统



PhotoStress® Plus 光应力测试系统，是一个实施光弹性涂层分析的完整系统。它具体表现为如下特点：

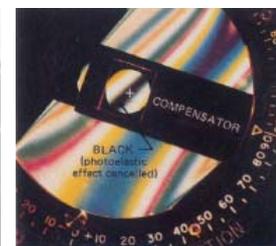
- ◆ 新型的 LF/Z-2 型反射偏振器，其特点为操作简便且不需要任何光测弹性学基础知识。
- ◆ 作为偏振器整体组成部分的数字摄像机，可以实现在计算机或电视监视器上观看光应力图案，并记录为静止画面或动态的图像。
- ◆ 一种新的配有特殊软件电子补偿器，可以进行对主应变和主应力的快速测量和计算。
- ◆ 安装在偏振器上的激光器，可以实现在被覆盖的零件上直接读取主应力方向。
- ◆ 为了在零件和结构上进行光应力测试，专门配有完整的制作涂层的工具箱。

简单的测量三部曲

1. 从全域应力分布展示图中，确定出您所感兴趣的点（或区域）。
2. 为了确定主应力方向，需要旋转偏振器上的刻度盘，直至黑线覆盖在被测点上。这时从刻度盘上就可以读出该方向，同时激光也指示出了该方向。
3. 为了测量应力数值，需要旋转配在偏振器上的旋钮，直至被测点上的颜色全部消失（变成黑色）。通过补偿器给计算机发送一个信号，由计算机应用 PSCalc™ 软件计算出数值。



应力分布测量



应力数值测量

注：直接测量任何一点上的 $\sigma_1 - \sigma_2$ （主应力差），直接测量所有自然边界上的 σ_1 或 σ_2 及符号；利用切应力差法，可以测量出任何一点上的 σ_1 和 σ_2 及符号。

PhotoStress[®] Plus 光应力测试系统组件

- ◆ LF/Z-2 型基本偏振器
- ◆ 832 型电子补偿器
- ◆ 方向指示激光器
- ◆ 数字摄像机
- ◆ PSCalc™ 计算软件
- ◆ 数据采集卡和软件
- ◆ 校准硬件
- ◆ 视频图像采集接口和软件
- ◆ 所有电缆与计算机接口的软硬件
- ◆ 光应力涂层演示样品
- ◆ 三脚架
- ◆ 便携操作的手持柄
- ◆ 技术/操作手册和应用说明
- ◆ 制作光应力涂层的工具箱，包括：
 1. 温度可控的铸件金属板
 2. Teflon[®] 衬底薄片
 3. 硅树脂橡胶聚合而成的浇铸框
 4. 混合式温度计
 5. 为在测试部件上加工和粘贴等高的光弹性薄片所需的其它工具



三角架



LF/Z-2 型基本偏振器



便携手持柄



涂层工具箱

PhotoStress® Plus 光应力测试系统选件

- ◆ **236A 频闪灯**
在动态情况下进行应力分析，需要把标准光源从偏振器上移走，替换上一个带有频闪灯的光源。该光源可以容易地装在 LF/Z-2 型反射偏振器上，而不会影响其便携性。236A 的主要特点就是它的特有强光，利用这种强光可以在一定距离范围内观察很小的区域，而且可以把测试区域照得很亮。整个 236A 单元包括灯、电源和连接电缆。
- ◆ **036 型单色器**
该单色器是一种高质量的干涉滤光器，当把它置于观察场中，通过它可以把带有颜色的光应力图案变成单色光的图像。在光应力测试中，单色光有两个主要用途：(1)观察高应力等级区域的应力带(因为在白光中，极高应力区域的颜色会失色)，(2)可以得到光应力图案的黑白影像。单色器可以手持或通过特殊附件安装在摄像机镜头上。
- ◆ **剪切工具箱**
为了在远距离自然边界的位置上获得主应力值，需要进行一项附加工作，在光应力涂层上切割出狭长切口(即产生一个人工边界)。剪切工具箱包括：一个变速电机和一个端头上带有切刀的可弯曲的转轴，用这套装置进行切割，只需要几秒钟的时间；还包括一个冷却喷雾器，以防光应力涂层在切割过程中过热。



PhotoStress® Plus 光应力测试系统涂层材料

PhotoStress® Plus 光应力测试系统涂层的选择和它们在测试件上的正确使用，是获得光应力分析成功的最基本要素。用平的薄片和液体的形式提供多种规格的涂层材料，应用在金属、混凝土、塑料制品、橡胶和许多其它材料上，这些涂层是由多种树脂按照严格控制的配方设计混合而成的，以便提供已知的和可重复的光弹特性，并配有详细的应用和操作说明。

如需光应力涂层材料的中英文资料，请向我们索取。

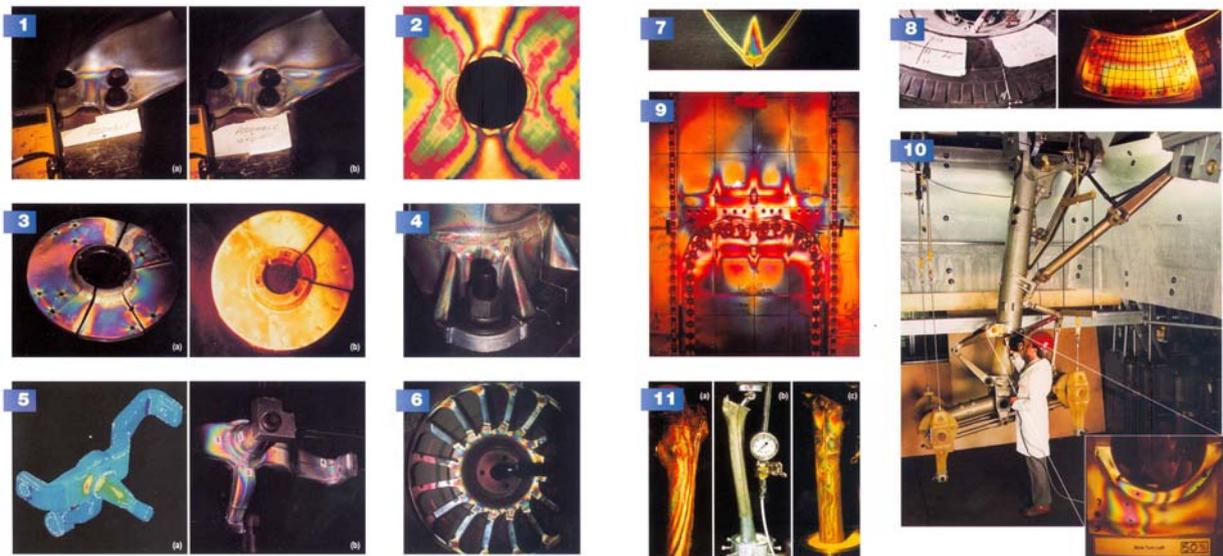


应用范例

在制造业和建筑业的每个运用应力分析的领域中，光应力具有若干成功应用的案例。应用范围包括：汽车—农业机械—航空航天—压力容器—发动机—器具—办公设备—建筑—生物医学—复合材料等。

更全面的带有光应力涂层的部件和应用案例，都生动地展现在 46 页的应用手册中（如需要，请向我们索取）。

几种主要应用：



1. 卡车弹性架托等的装配应力分析。
(a) 只是螺钉拧紧的应力状况。
(b) 拧紧应力加上外部施加的测试力的光应力图案。
2. 复合材料结构面板的测试。
3. 金属风扇毂上的残余应力测试。
(a) 先把光应力涂层覆盖在毂上，然后切开以便释放内部的残余应力。
(b) 在加工后退过火的毂上重新测试，切开后，光应力图案显示没有任何残余应力。
4. 路灯柱基座上焊接区域的应力分析。光应力涂层可以直接覆盖在焊缝上。
5. 在汽车方向机上，对 FEA 分析进行确认的光应力实验。
6. 家用甩干机风扇的光应力分析。
7. 源于金属测试样品槽口的光应力屈服图案。
8. 光应力可用于延展率达到 100% 的弹性材料上。如汽车轮胎的测试。
9. 在军用飞机镶板上的光应力测试。
10. 某种航天器着陆传动装置的比例模型上的光应力分析。
11. 为评估某种大腿骨传递到整个髌骨的代替物上的应力状况，在大腿骨上进行的光应力分析。
(a) 移植前大腿骨上的应力图案。
(b) 带有嵌入移植物的光应力涂层覆盖的大腿骨。
(c) 通过移植加载后的应力图案。在其它生物医学应用中，光应力已经被用于头骨、骨盆、膝盖和牙齿的移植及整形上。