

· 研究简报 ·

26

微分等达因实验系统的研究

142-144

Research for Experimental System of Differential Isodyne

钱振明

Qian Zhenming

(重庆大学)

郑旭

Zhen Xu

(四川建筑材料工业学院)

0348.1

摘要 介绍了所研制的微分等达因实验系统。主要讨论了缸内旋转实时加载装置、液压扫描装置和入射光束与等达因收集器的同步移动装置的功能和结构特征。该系统可实时拍摄各种特征方向和特征平面的微分等达因条纹图。该系统能应用于局部效应、复合材料和结构的应力分析。

关键词 光弹性; 微分等达因; 实验系统

中国图书资料分类法分类号 O348.1

ABSTRACT The experimental system of differential Isodyne developed by authors is represented. The function and structure characteristic of the rotatable real-time loading device which is set in oil tank, the hydraulic scanning device and the device for synchronous movement of incident beam and Isodyne collector are mainly discussed. The fringe pattern of differential Isodyne in various characteristic directions and planes can be real-timely taken by using this system. This system is able to apply to stress analyses of local effect, composite materials and structures.

KEY WORDS Photoelasticity; differential Isodyne; experimental system

等达因法的基本原理和实验技术的初步研究已在[1,2]中讨论过。微分等达因实验系统可以对实时加载模型拍摄各种特征方向(在90°范围内)和特征平面(在模型厚度为40 mm范围内)的微分等达因条纹图。因此可用来分析平板中凹槽、裂纹附近的局部三维效应和复合材料或结构内部因界面损伤而引起的应力集中等问题。与[2]中讨论的实验技术相比,新研制了三种装置:1) 入射光束可沿模型两个垂直侧面穿过模型的可旋转90°的油缸内实时加载装置;2) 载重量大,速度均匀可调的液压升降扫描装置;3) 光束和等达因收集器沿模型厚度方向的同步移动装置。

1 可旋转的缸内加载装置

* 收文日期 1992-3-30

系国家自然科学基金资助项目(1880383)部分内容

对加载装置的要求：1)为保证入射光束在模型边界不发生折射和反射，模型需置于折射率匹配的浸渍油中；2)为至少获得两个相互垂直特征方向的等达因图，加载装置需以特征平面的法线为轴旋转90°，并不能阻挡模型侧面的入射光束；3)加载装置中需有测力传感器，并且当加载装置旋转时传感器应始终在油缸外面。

所研制的缸内实时加载装置的简图见图1。采用螺旋杠杆加载，传感器测力的方式。承力框架由两块圆板组成，内部挖有可提供放置模型

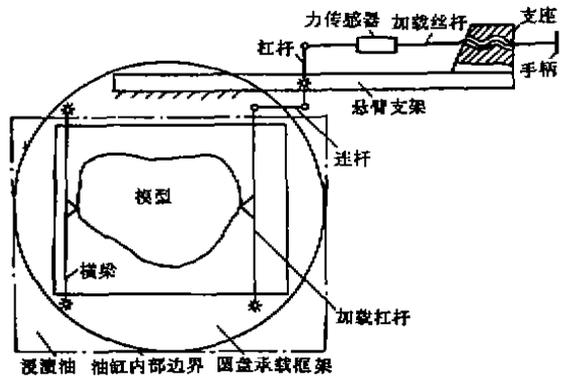


图1 可旋转的缸内加载装置

空间的方孔。一块圆板正好放在油缸左、右、下三边的滑槽中，以实现整个加载装置在油缸内的90°旋转。圆板和横梁间的空间最大可达40 mm，能使足够厚的模型置于方孔空间内，并不阻挡从两个垂直侧面射入模型的入射光束。为使加载过程中传感器不随丝杆旋转而转动，在丝杆和传感器联结杆之间加一可允许两杆相对转动的联接套。为使加载过程中，避免由于杠杆摆动导致丝杆和传感器轴弯曲，支座可相对于悬臂支架绕垂直于纸面的轴转动。

油缸的容积应保证安放加载装置和等达因收集器，并留有收集器前后移动的足够空间，但不宜过大，因为浸渍油—275°真空扩散泵油（甲苯基硅油）的价格十分昂贵。所研制的油缸系前后、左右嵌有光学玻璃的金属框架结构。底面厚为10 mm，中央有漏油阀门。4根立柱和底板开有镶嵌玻璃的槽，装上玻璃后用硅橡胶密封。在后立柱间的底板上装有适当高度的金属底座，底座和两根较粗大的后立柱上开有滑槽，可使承力框架圆盘在滑槽内转动。底座的高度以保证收集器可提取模型最低点的等达因信息。立柱顶部的矩形框架以增加整个油缸的刚度。油缸四周是厚度为3 mm的K9玻璃，经过计算，它在油静压作用下的最大挠度为0.393 mm，其不平行度 θ 为8' 26"，最大应力为11.09 MPa，它们均小于不平行度的许可值20'（考虑等达因光学系统的要求与其他光学系统相似）和应力许可值16.7 MPa。

2 液压扫描装置

仍采用[2]中的入射光束和收集器不动，模型、副收集器和相机上下移动的扫描方式。所研制的液压升降装置的原理图如图2所示。采用双向节流方法，即通过溢流阀和单向节流阀，保证工作台的上升和下降的速度均匀、平稳。速度的可变范围很大：上升速度，1.25~300 mm/min；下降速度，2~300 mm/min。速度由调速阀控制，可预先进行标定，当溢流阀和节流阀的开度固定时，测出调速阀旋转角与速度的关系。电磁换向阀装有连续升降、停开关和点动开关，并且在导向杆上安有行程开关，当工作台触及时，可使电磁换向阀关闭油缸的所有油路，因此使用起来十分方便灵活。在工作台的前后可接出附加工作台，安放场镜（副收集器）、相机和偏振元件等。由于液压油缸较大，工作平台的负重能力带动置于平

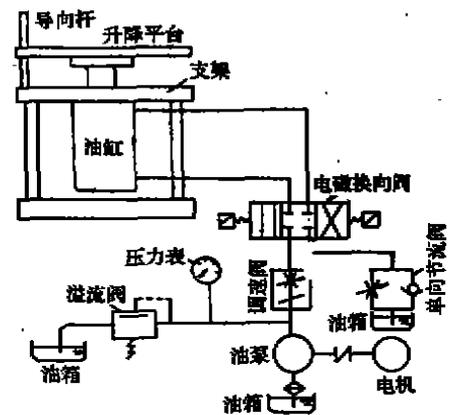


图2 液压扫描装置

台。由于液压油缸较大，工作平台的负重能力带动置于平

台上的油缸,加载装置以及各种光学元件等足有余。

3 光束和等达因收集器的同步移动装置

为了使入射光束能在模型不同厚度的平面内扫描,即获得不同特征平面内的等达因条纹图,研制了同步移动装置,其方案简图(顶视图)如图3所示。反射镜1和2调整到使由反射镜1反射的光束与经由反射镜2反射的光束(即模型的入射光束,与平板模型表面平行)相互垂直。这样,当前后移动载物平台时,入射光束与固定于载物平台上的等达因收集器沿着模型厚度方向同步移动,可方便地拍摄不同特征平面的微分等达因条纹。如果应用置于油缸外的折射棱镜式等达因收集器^[2],当载物台前后移动时由于改变了前缸壁玻璃与棱镜间空气的距离,等达因收集器有时尚需作些上下调整。

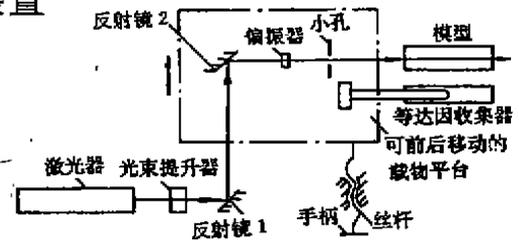


图3 同步移动装置

4 结束语

1. 利用图4所研制的实验系统拍得的一边含凹槽的纯弯梁(环氧树脂,梁高30 mm,梁厚17 mm)的一张微分等达因照片(特征方向为梁高方向)如图5所示。
2. 使用中不足之处是安装等达因收集器的悬臂支架的刚度不够,三维调节还不够方便和精确,现在已作了改进。
3. 今后的发展:扫描和信号采集的微机程控;条纹的图象处理;应力分析自动化。

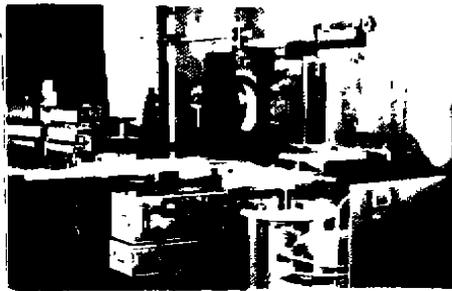


图4 实验系统全貌



图5 典型的微分等达因照片

致谢:研制实验过程中得到李贤荪、张德文、翟华婴、傅丽容、邓传斌的协助,特致谢意。

参 考 文 献

- 1 钱振明,光弹性等达因法的初步研究 I. 基本原理,第六届全国实验力学学术会议论文集,北京,北京大学出版社,1989,574~580
- 2 钱振明,万亚兰,万夫,光弹性等达因实验技术的初步研究,重庆大学学报,1990,13(1),102~109
- 3 钱振明,光弹性中的矩阵理论和散光法,重庆:科学技术文献出版社重庆分社,1990