

# 数字照相变形量测技术及其在岩土模型实验中的应用研究

李元海

(中国矿业大学 建筑工程学院, 江苏 徐州 221008)

**博士学位论文摘要:** 数字照相变形量测技术(以下简称 DPDM)是用高分辨率数字相机作为数据采集工具,利用图像分析方法,在计算机上实现变形量测与分析的一项先进的实用量测技术。与使用机械传感器和应变片等传统方法相比,DPDM 在材料宏观、细观和微观结构变形观测中都具有突出的优越性;与 X 光层析成像、激光辅助层析照相、干涉成像与全息摄影等相关技术相比,则具有设备普及、操作简单和易于推广等特点,因此,它已逐渐成为现代实验力学中一项重要的量测手段,尤其对于岩土模型的全程渐进性变形观测难点问题与局部化热点问题等研究,具有十分重要的意义。

首先,根据是否在实验模型上使用人工标志点,将 DPDM 方法简单划分为 2 类:标点法和无标点法,然后,利用图像相关、质心方法、双线性插值和四边形等参单元图像校准法,实现了两类方法的亚像元精度的变形量测。在重点研究的无标点法中,将复杂的岩土材料变形模式简化为平移和旋转 2 种形式,提出了图像相关三步搜索算法:粗搜索 + 平移细搜索+旋转细搜索,精度检验表明:15° 旋转刚体变形量测,三步搜索算法和通常算法的标准方差分别为 0.08 和 0.49 个像素。设计开发了一套包含图像分析与结果可视化处理的应用软件系统 GeoDPDM<sup>2D</sup>,为 DPDM 的应用提供了软件技术支持。

标点法在含空洞粘土地基承载力实验中得到应用,无标点法首次应用于砂土地基离心机承载力实验的变形特性的全程观测,结果表明:DPDM 可以追踪地基的渐进性变形与破坏全过程,能清晰地捕捉地基的变形场、变形模式、滑移面、剪切带和变形局部化特征。为研究砂土的剪切变形特性,设计并制作了大型剪切实验装置,利用无标点法,首次对砂土在不同围压条件下的全场变形和局部化变形的产生、发展和演化特点进行了量测和定量分析,并提出一种基于数字照相和图像分析的砂土剪切带准确识别新方法。

实验研究结果证明,DPDM 是岩土结构模型实验研究中的一个强有力的手段,并且,随着计算机运行速度的不断提高和数字相机的发展,在岩土工程领域,DPDM 技术具有很大的开发潜力和应用拓展空间。

**关键词:** 岩土力学; 数字照相; 图像分析; 岩土工程; 变形量测; 离心机实验; 地基承载力; 剪切实验; 剪切带

**中图分类号:** U 45

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-6915(2005)07-1273-01

## STUDY ON DIGITAL PHOTOGRAPHY-BASED DEFORMATION MEASUREMENT TECHNIQUE AND ITS APPLICATION IN GEO-PHYSICAL MODEL EXPERIMENT

LI Yuan-hai

(School of Architecture and Civil Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

**收稿日期:** 2005-03-14

**作者简介:** 李元海(1969-),男,2004年5月于同济大学地下建筑与工程系结构工程专业获工学博士学位,导师为朱合华教授,现任副教授,主要从事岩土及地下工程方面的教学与研究工作。E-mail: lyh@cumt.edu.cn.