

# 利用杠杆式固结仪校准测力环的方法

刘钰<sup>1</sup>, 黄正均<sup>1</sup>, 张栋<sup>1</sup>, 陈倩男<sup>1</sup>

(1.北京科技大学土木与资源工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 测力环是土工试验设备的重要组成部分, 测力环系数对试验结果的可靠性和精度有着至关重要的作用, 因此测力环需要定期进行校准。为了解决实验室内数量较大的测力环校准问题, 在实验室现有条件下, 开发了一种利用杠杆式固结仪进行测力环校准的方法。该方法具有改造成本低、试验设备易取得、易于推广等优点, 为实验室节省了大笔校准费用。应用该方法对实验室内测力环进行校准, 并应用到实验教学中, 取得了良好的教学效果。

**关键词:** 杠杆式固结仪; 测力环; 测力环系数; 校准

**中图分类号:** U416.03 **文献标识码:** A

## Method for Calibrating Force Measuring Ring Using Lever Type Consolidation Apparatus

**Abstract:** The force measuring ring is an important part of the geotechnical testing equipment. The force measuring ring coefficient plays a vital role in the reliability and accuracy of the test results. Therefore, the force measuring ring needs to be calibrated regularly. In order to solve the problem of calibration of the large number of force measuring rings in the laboratory, under the existing conditions of the laboratory, a method of using the consolidation apparatus to calibrate the force measuring rings was developed. This method has the advantages of low modification cost, easy acquisition of test equipment, easy promotion, which saves a large amount of calibration costs for the laboratory. This method is used to calibrate the force measuring ring in the laboratory, and it is applied to the experimental teaching, and a good teaching effect has been achieved.

**Keywords:** leveraged consolidation apparatus, force measuring ring, force measuring ring coefficient, calibrate

### 1 背景介绍

在土工试验设备中, 需要应用到测力环的仪器设备较多, 如土工直剪仪、无侧限压力仪、三轴仪等。每一个测力环出厂时都会有检定证书, 并记录有其测力环系数。随着在实验中的不断使用, 测力环在循环应力的作用下会产生疲劳损伤, 测力环系数会有所变化。根据测力环的使用情况以及《工作测力仪检定规程》(JJG455-2000) [1] 5.4 条的规定, 一般要求至少一

年需要对测力环进行标定一次，如果平时使用的比较频繁，需要适当缩短校准周期。

周亦泉<sup>[2]</sup>等运用回归分析中散点图和相关系数的方法确定测力环的负荷和百分表示值的相互关系；王蓁丽<sup>[3]</sup>等利用 EXCEL 来分析基于最小二乘法的测力环线性回归方程；麻青春<sup>[4]</sup>等通过理论分析证实，基于最小二乘法的测力环线性回归分析法建立的回归方程回归直线误差最小，是测力环回归分析的最佳方法。以上研究主要是针对测力环的线性数据分析，但是针对测力环的校准方法及校准设备的研究未见涉及。因此提出一种利用杠杆式固结仪对测力环进行校准的方法，可以解决实验室内数量较多的测力环校准问题，达到高效且节约成本的目的。

## 2 校准原理及设备

### 2.1 校准原理

常见的测力环是用线性和重复性较好的金属弹性体制成圆环，圆环内装置百分表，当金属弹性体圆环受力产生变形后，通过百分表读出变形量。根据弹性力学理论，测力环在弹性范围内，受到的力与变形的比值为常量，称为测力环系数。如式（1）所示：

$$C = \frac{F}{R} \quad (1)$$

式中， $C$ 为测力环系数； $F$ 为测力环受力； $R$ 为百分表读数。

据水利部行业标准《应变控制式直剪仪校验方法》（SL116-2012）<sup>[5]</sup>，测力环既可按《工作测力仪检定规程》（JJG455-2000）方法校准，也可用专用砝码直接加荷法校准。水利水电部《土工试验规程》（SD128-84）<sup>[6]</sup>中提到 2 种直接加荷法：直立率定法和磅秤率定法，本文所采用的方法是受到直立率定法的启发，对实验室内现有的杠杆式固结仪进行加工改造，完成测力环的校准工作。

### 2.2 试验设备

图 1 和图 2 分别为测力环校准方法中改造使用的单联杠杆式固结仪的实物图和示意图，是土力学实验室中比较常见的土工试验设备，主要用于测定土在不同载荷和有侧限的条件下的压缩性能。根据固结仪正向压力范围等参数的不同分为多个型号，本次用于改造的单联杠杆式固结仪型号为 YS-1，最大载荷为 12KN，杠杆比为 1:12。