

# 团 体 标 准

全国团体标准信息平台

T/GMES 003-2018

---

## 承载设备应变测试方法

Strain test method of bearing equipment

全国团体标准信息平台

2018-12-29 发布

2018-01-31 实施

---

甘肃省机械工程学会 发布



# 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 符号和说明.....	2
5 测试.....	2
6 应力值的计算.....	4
7 测试报告.....	4
附录 A（资料性附录）测量原理.....	7
附录 B（规范性附录）应变测试原始记录及测试报告规范.....	8

全国团体标准信息平台

## 前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本标准由甘肃省机械工程学会提出。

本标准由甘肃省机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：兰州兰石检测技术有限公司、兰州交通大学、甘肃省建投钢结构有限公司。

本标准主要起草人：李岗、李志霞、赵锡龙、连晓荣、史伟、雷万庆、齐文宽、赵江涛、俄馨、杨莉、李金梅、范伟国

本标准系首次发布。

全国团体标准信息平台

# 承载设备应变测试方法

## 1 范围

本标准规定了金属构件应变测试的定义、符号和说明、测试、应力值计算及测试报告。

本标准适用于金属材料制成的压力容器、锻压设备和钻机及其配件的应变测试,其余承载设备的应变测试可参照本方法。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本部分。

GB/T8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T18806-2002 电阻应变式压力传感器总规范

JJG623-2005 电阻应变仪检定规程

SY/T6326 石油钻机用井架承载能力检测评定方法

## 3 术语和定义

### 3.1

微应变

$\mu\varepsilon$

测试力值达到一定时,所对应的微应变,无量纲。

$$\mu\varepsilon = (\Delta L/L) \times 10^{-6} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\Delta L$ —加载一定力值时的长度变化量, mm;

L—原始总长度, mm。

## 3.2

**试验力**

F

拉伸试验机加载被测工件的力值。

## 3.3

**灵敏系数**

安装在被测试件上的应变计，在其轴向受到单向应力时引起的电阻相对变化，与由此单向应力引起的试件表面轴向应变之比。

## 3.4

**电桥**

用比较法测量各种量（如电阻、电容、电感等）的仪器。

## 3.5

**破坏**

测试过程中工件发生整体断裂或局部开裂的现象。

**4 符号和说明**

表 1 符号和说明

符号	单位	说明
$\mu\varepsilon$	/	微应变（见 3.1）
F	KN	试验力
$\sigma$	MPa	应力值
E	GPa	弹性模量（杨氏模量）

**5 测试****5.1 测试条件**

测试温度一般在室温 10℃~35℃，当测试温度不在 10℃~35℃ 范围内时，应记录并在报告中注明。

整个测试过程应无冲击、振动以及强电磁场干扰。

## 5.2 测试设备

测试设备要有足够的测量范围，及被测工件的测量数据应在测试设备的有效测量范围之内。

测试设备需国家法定计量部门进行检定，应按照 JJG623-2005《电阻应变仪检定规程》检定。

## 5.3 测试工件

### 5.3.1 要求

测试工件表面应平坦光滑，无油渍、氧化皮及外界污物等。

### 5.3.2 预处理

- (a) 工件表面采用砂轮机粗磨；
- (b) 用砂纸细磨；
- (c) 使用清洗油污的液体，清洗干净；
- (d) 需划线时，要求轻微划线，肉眼可见即可。

## 5.4 测试步骤

### 5.4.1 测点

根据被测试件的受力分析，确定合理的应力测试点分布并附图纸及详细说明。一般要求被测点选在主要受力部位、有损伤的部位，同时被测点应对称分布。

### 5.4.2 应变片选择

本方法适用的应变片有单轴，二轴  $90^\circ$ ，三轴  $45^\circ$ 。其余应变片的使用可参照本方法。

### 5.4.3 粘贴应变片

在贴片部位和应变片的底面上均匀的涂抹应变片粘贴剂，将应变片粘贴在贴片部位。确保应变片紧密粘贴在被测部位，粘贴后的应变片应无气泡、翘起、折皱、划痕等贴合不紧密的现象。

### 5.4.4 应变片与导线连接

(a) 应变片的连接方式较多，具体连接方式见表 2。本方法使用  $1/4$  电桥进行测量，其余电桥的测量亦可参照本方法；

(b) 测量导线应选用电阻率和电阻温度系数都比较小的材料，并在规定的工作温度范围内保证电性能的稳定和足够的绝缘电阻，必要时可采用屏蔽导线，以减少环境的电磁干扰；

(c) 为避免应变片引脚线与被测部位接触，导致短路，应采取绝缘措施；

(d) 连接测量导线时，应保证连接处的接触电阻稳定，并对引脚线与测量导线的进行焊接；

(e) 将应变片的焊接点固定在被测部位，各导线的布置应合理，留适当长度的余量，将导线另一端连接测试设备。

#### 5.4.5 加载试验力值

- (a) 检查设备以及连接导线使其达到规定的要求；
- (b) 打开测试设备，依据应变片灵敏系数在测试设备中录入相应的数值；
- (c) 调试测试设备，确定基准零位；
- (d) 按照预定的载荷顺序对试件进行加载试验力，当加载到设定的载荷时，在稳定状态下记录数据。若加载过程中发生破坏，则双方商议；
- (e) 在测试过程中出现异常情况应中止试验并查其原因。出现油漆起皱、焊缝开裂等视为异常现象。

## 6 应力值的计算

依据测试数据计算应力值，按照 GB/T8170 中的规定进行数值修约。

单轴应变片计算： $\sigma = E \times \mu \varepsilon$  ..... (2)

二轴 90°、三轴 45° 应变片计算：

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{array} \right\} = \frac{E}{2} \left[ \frac{\mu \varepsilon_0 + \mu \varepsilon_{90}}{1 + \mu} \pm \frac{1}{1 + \mu} \sqrt{(\mu \varepsilon_0 + \mu \varepsilon_{90})^2 + (2\mu \varepsilon_{45} - \mu \varepsilon_0 - \mu \varepsilon_{90})^2} \right] \dots \dots \dots (3)$$

式中：

E—弹性模量；

$\mu$ —泊松比；

$\mu \varepsilon_0$ —平行于主应力的微应变；

$\mu \varepsilon_{90}$ —垂直于主应力的微应变；

$\mu \varepsilon_{45}$ —45° 方向的微应变。

## 7 测试报告

测试报告应包括以下内容：

- (a) 测试标准；
- (b) 测试工况；
- (c) 如果测试温度不在  $10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$  范围内时，应注明测试温度；
- (d) 不在本标准规定之内的操作；
- (e) 影响测试结果的各种细节；
- (f) 测试结果（一般提供应变值，如有特殊要求可以提供应力值，依据式 2、3 进行计算）；
- (g) 测试点的布点图。

表 2 应变片接线法

工作模式	图例	电桥接法	桥盒接法	适用范围	特点
1/4 桥 单片接法 二线制				单一轴向 应变拉伸 或压缩	无温度补偿 大应变需非线性补偿
1/4 桥 单片接法 三线制				单一轴向 应变拉伸 或压缩	无温度补偿 大应变需非线性补偿、 导线热效应抵消
半桥 工作片+补 偿片				轴向应变 拉伸或压 缩	温度补偿 导线热效应抵消
半桥 双工作片 (直角)				单一轴向 应变拉伸 或压缩	温度补偿 导线热效应抵消
半桥 双工作片				弯曲应变	温度补偿 大应变需非线性补偿、 导线热效应抵消 拉伸压缩应变抵消
半桥对边 双工作片 (三线)				单一轴向 应变拉伸 或压缩	无温度补偿 弯曲应变抵消 大应变需非线性补偿、 导线热效应抵消

附 录 A  
(资料性附录)  
测量原理

应变测试方法是将应变转换成电信号进行测量的方法，也称为电测法。其基本原理是：将电阻应变片（简称应变片）粘贴在被测构件的表面，当构件发生变形时，应变片随着构件一起变形，应变片的电阻值将发生相应的变化，通过电阻应变测量仪（简称电阻应变仪），可测量出应变片中电阻值的变化，并换算成应变值，或输出与应变成正比的模拟电信号（电压或电流），用应变测试仪记录下来，也可用计算机按预定的要求进行数据处理，得到所需要的应变或应力值。其工作过程如下所示：

应变—电阻变化—电压（或电流）变化—放大—记录—数据处理

电测法具有灵敏度高的特点，应变片重量轻、体积小且可在高（低）温、高压等特殊环境下使用，测量过程中的输出量为电信号，便于实现自动化和数字化，并能进行远距离测量及无线遥测。在使用应变片测量应变时，必须用适当的办法测量其电阻值的微小变化。为此，一般是把应变片接入某种电路（接法参照表 2），让其电阻值的变化对电路进行某种控制，使电路输出一个能模拟该电阻值变化的信号。然后，只要对这个电信号进行相应的处理就行了。常规电测法使用的电阻应变仪的输入回路叫做应变电桥，它是以应变片作为其部分或全部桥臂的四臂电桥。它能把应变片电阻值的微小变化转化成输出电压的变化。

全国团体标准信息平台



## 附表 2 应变测试报告

## 测试报告

TEST REPORT ON METALLOGRAPHY

委托单位:

Client

委托编号:

Serial No.

报告日期:

Report Date

报告编号:

Report No.

样品名称:

Sample Name

材 料:

Material

状 态:

Estate

规 格:

Spec

样品件数:

Amount

测试地点:

Testing location

测试日期:

Testing date

环境条件:

Environmental conditions

## 测 试 结 果

- 1、测试布点:
- 2、应变计及测试电桥接法:
- 3、测试装置:
- 4、测试结果:

测试标准:

Standard

备 注:

Remark

编制人:

Weave

审核人:

Audit

批准人:

Issue

说 明:

第 页 共 页