

《土木工程试验》（课程代码：14323）实践考核大纲

I 课程性质与目标

一、课程性质、实验目的与基本要求

1. 课程性质：

土木工程试验融合力学分析、材料科学、数据处理、工程规范等多领域知识，培养考生通过试验手段分析与评估结构性能，优化设计方案的能力。

2. 实验目的：

使考生掌握在静载荷下，使用静态电阻应变仪单点应变和多点应变测量的方法。熟悉电阻应变片半桥、全桥的接线方法并测定桁架梁逐级加载的应变值。了解钢结构节点的处理方式。学习掌握土木工程试验中常用仪器仪表的使用方法，掌握通过电阻应变计及桥路的布置进行结构内力的测量。通过桁架节点位移、杆件内力的测量对桁架的工作性能做出分析，验证理论计算和试验值的准确性。

分析加载点变化（分别在 C 点、E 点加载）对桁架内力及变形的影响，并做出相应的评价。通过节点板处内力分析，了解节点处的应力分布特征。

3. 基本要求：

- (1) 掌握结构试验的基本原理，熟悉加载设备的工作原理与适用场景，加强理论与实际的联系；
- (2) 培养分析实验数据、整理实验资料的能力；
- (3) 培养严谨踏实、团结合作的工作作风。

II 课程内容与考核要求

二、实验项目与实验仪器设备

序号	实验项目名称	实验内容提要	实验仪器设备
1	静态电阻应变仪的使用与桥路连接试验	(1) 在静载荷下，使用静态电阻应变仪单点应变和多点应变测量的方法。 (2) 熟悉电阻应变片半桥、全桥的接线方法并测定桁架梁逐级加载的应变值。	1. 桁架梁 2. 静态电阻应变仪 3. 数字万用表、游标卡尺
2	简支钢桁架弹性静态试验	(1) 实验加载与数据记录 (2) 数据所处理与结果分析	1. 电液伺服加载系统 2. 均布荷载模拟装置 3. 电子位移计 4. 静态数据采集仪

备注：实验室主考老师在以上实验项目中选取 1~2 个进行考核。

III 关于实践考核实施的说明

1. 实验设备由实验室老师准备；考生应自行携带笔、记录用纸。根据实验设备台数，分为 2~4 人/组。
2. 考生应在完成实验内容后一周时间内独立撰写实验报告；实验报告要求数据处理准确、图形绘制清楚、思考题认真回答。
3. 考核时间 180 分钟。
4. 考核成绩以学习态度、实验操作能力和实验报告成绩综合评定（其中实验纪律 10%，操作 40%，实验报告 50%）。

实验 1

静态电阻应变仪的使用与 桥路连接

试 验 报 告
(试验指导书)

专 业： 土木工程（本科）

姓 名：

准考证号：

华南理工大学土木与交通学院土木系

二〇 年 月

静态电阻应变仪的使用与桥路连接

一、实验目的

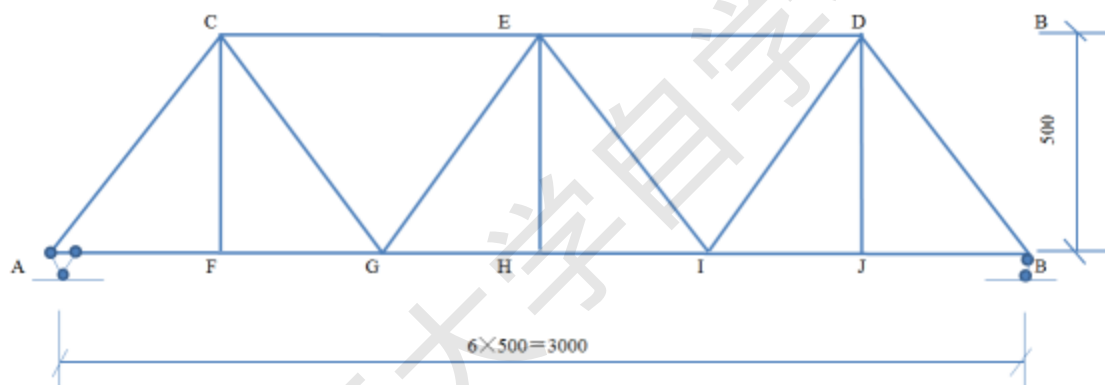
1. 掌握在静载荷下，使用静态电阻应变仪单点应变和多点应变测量的方法。
2. 熟悉电阻应变片半桥、全桥的接线方法并测定桁架梁逐级加载的应变值。

二、试验设备及仪器

1. 桁架梁
2. 静态电阻应变仪
3. 数字万用表、游标卡尺

三、实验原理

桁架梁如图 1 所示，各杆件截面为 2L45×4，节点板与填板均厚 5mm，材料采用 Q235B，桁架高度、跨度如图。



在桁架梁杆件表面粘贴纵向电阻应变片，用电阻应变仪可以测得在外力作用下杆件的应变值 ϵ 。由于桁架在弹性范围内工作，因此，根据虎克定律

$$\sigma = E\epsilon$$

σ 为应力实验值，即可将实验测得的应力值与理论应力值加以比较分析。式中 E 为钢材弹性模量，取为 $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 。

四、电阻应变法

电阻应变法测量主要由电阻应变片和电阻应变仪组成。

1、电阻应变片

电阻应变片(简称应变片)是由很细的电阻丝绕成栅状或用很薄的金属箔腐蚀成栅状，并用胶水粘在两层绝缘薄片制成的，如图 2—1 所示。栅的两端各焊一小段引线，以供试验时与导线联接。

实验时，将应变片用专门的胶水牢固地粘贴在构件表面。当该部位沿应变片方向产生线变形时，应变片亦随之一起变形，应变片的电阻值也产生了相应的变化。电阻变化与应变的关系为：

$$dR/R = K_0 \epsilon$$

其中 R ——应变片的初始电阻值；

dR ——应变片电阻变化值；

K_0 ——应变片的灵敏系数，表示每单位应变所造成的相对电阻变化。由

制造厂家抽样标定给出的，一般 K_0 值在 2.0 左右。

2. 电阻应变仪

由电阻应变片将构件应变 ε 转换成电阻片的电阻变化 dR ，而应变片所产生的电阻变化是很微小的。通常用惠斯顿电桥方法来测量，如图 2 所示。电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 构成电桥的四个桥臂。在对角节点 AC 上接上电桥工作电压，另一对角点 BD 为电桥输出端，输出端电压 U_{BD} 。当四个桥臂上电阻值满足一定关系时，电桥输出电压为零，此时，称电桥平衡。由电工原理可知，电桥的平衡条件为

$$R_1 R_3 = R_2 R_4$$

若电桥的四个桥臂为粘贴在构件上的四个应变片，其初始电阻都相等，即 R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 构件受力前，电桥保持平衡，即 U_{BD} 。构件受力后，应变片各自受到应变后分别有微小电阻变化 ΔR_1 、 ΔR_2 、 ΔR_3 和 ΔR_4 。

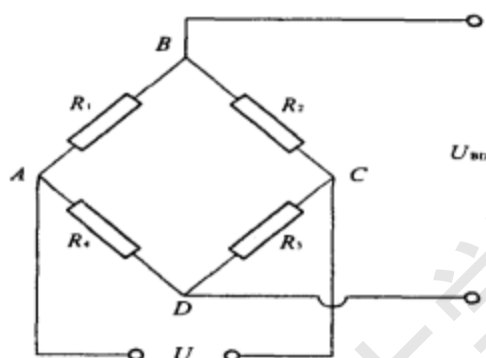


图 3-2

这时，电桥的输出电压将有增量 ΔU_{BD} ，即

$$\Delta U_{BD} = \frac{U}{4} \left(\frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4} \right)$$

若四个电阻应变片的灵敏系数 K 都相同，则

$$\Delta U_{BD} = \frac{K \cdot U}{4} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4)$$

上式表明，应变片感受到的应变通过电桥可以线性转变为电压(或电流)信号，将此信号进一步放大，处理就可用应变仪应变读数 $\varepsilon_{\text{仪}}$ 表示出来。此式为电阻应变仪的基本工作原理。

若四个桥臂都接入应变片，称“全桥接法”。若只在 AB 和 BC 上接入应变片，而另外两个桥臂 CD、DA 利用仪器内部的标准电阻，则称“半桥接法”。这时，应变仪读数与测量电桥两应变片的应变为

$$\varepsilon_{\text{仪}} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$$

应变片的电阻值对温度的变化十分敏感，在测量过程中若温度有变化，将影响测试精度。在半桥测试中，将应变片粘贴在被测试件表面，而 R_0 为温度补偿

片。电阻应变片 R_0 粘贴在与被测试件材料相同的小试块上，放置在被测试件附近，但其不受力。电阻应变片 R_1 与 R_2 由于温度变化而产生的温度影响将相互抵消，从而使应变仪测量结果 $\varepsilon_{\text{表}}$ 为由加载引起的应变。

为简便起见，以上讨论中，假设 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ 。实际上，四个电阻片的电阻值是不可能完全相等的；电桥工作电源亦为交流电。所以设有电阻平衡、电容平衡调节装置。在未加载之前，预调平衡后，方可进行测量。

常用的桥路接法详见教材表 3-1。

五、桁架梁的应变测量

应变多点测量，在桁架梁上预选位置粘贴应变片，选择合适的桥路连接到应变仪上。逐级加载时，测定各应变片的应变值。测试数据记录在表中（表格位置不够可自行附加）并作图给出所选择的桥路类型。

六、实验方法和步骤

1. 测量桁架梁及布置测点的杆件的几何尺寸。
2. 电阻应变仪的调整。（按调整灵敏系数 K ，接线平衡及测量等程序进行）
3. 将应变片分别接到应变仪上，平稳逐级加载，测定相应应变值。
4. 分别按图 3—5 所示各种接线法接成桥路，测定在逐级加载下的应变值。
5. 计算桁架相应杆件在各级荷载作用下的应力理论值 $\Delta \sigma_{\text{理}}$ 。
6. 计算不同应变片、不同组桥时测定的桁架梁的应力实验值 $\Delta \sigma_{\text{实}}$ ，并与应力理论值比较分析误差。

七、实验数据记录

应变测试记录表

测点编号：

电阻应变仪型号

应变片灵敏系数 $k =$

读 次	荷载 P (N)	荷载 增量 ΔP (N)	电阻应变仪读数 ($\mu\varepsilon$)							
			应变片 R_1		应变片 R_2		应变片 R_3		应变片 R_4	
			S_1	ΔS_1	S_2	ΔS_2	S_3	ΔS_3	S_4	ΔS_4
1										
2										
3										
4										
5										
梁肋平均应变 ($\mu\varepsilon$)										
梁肋应力 σ (MPa)										

八、思考与分析

- 1、试分析电测试验中，产生试验误差的主要因素。
- 2、在本试验装置上，还能设计什么实验项目与测试内容？
- 3、试设计测量荷载的应变式传感器，简略说明其原理。

华南理工大学自学考试

简支钢桁架弹性形态 试验报告

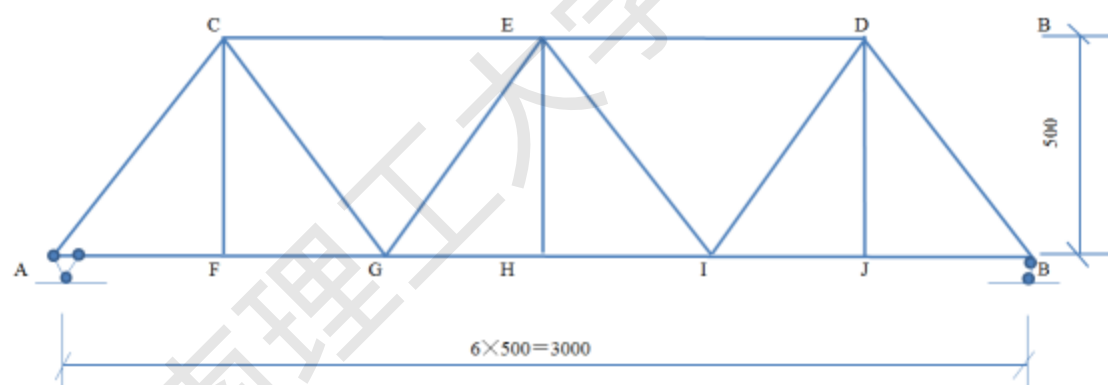
1、前言

进行简支钢桁架非破坏性试验，是为了学习结构试验的计划及报告的指定方法，常用设备的操作技术，试验数据的采集过程，试验结果的整理，试验报告的撰写方法。进而培养观察表面现象，探求内在联系，独立思考，独立工作的能力。

本实验要求学生在了解原始资料的基础上，独立制定试验计划，参加试验过程，采集整理试验数据，分析试验结果，完成试验报告，并参加从试验准备到正式试验的全部过程。

2、原始资料

该试验梁跨度 3m，各杆件截面为 2L45×4，节点板与填板均厚 5mm，材料采用 Q235B，结构简图如下图所示。



3、试验目的

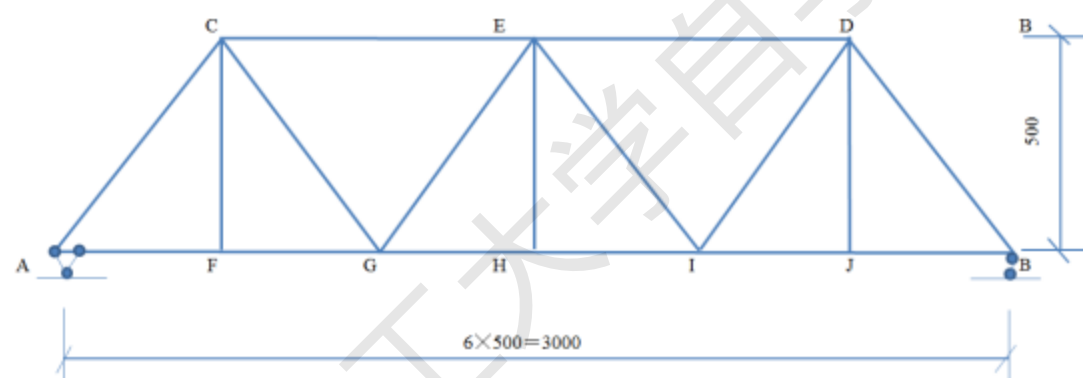
- (1) 了解钢结构节点的处理方式；
- (2) 学习掌握土木工程试验中常用仪器仪表的使用方法，掌握通过电阻应变计及桥路的布置进行结构内力的测量；
- (3) 通过桁架节点位移、杆件内力的测量对桁架的工作性能做出分析，验证理论计算和试验值的准确性；
- (4) 分析加载点变化（分别在 C 点、E 点加载）对桁架内力及变形的影响，并做出相应的评价；
- (5) 通过节点板处内力分析，了解节点处的应力分布特征。

4、试验计划

4.1 加载方案

4.2 量测方案与测点布置

针对观察项目，说明量测方法，测点布置时考虑的问题，解决问题的途径，以及所用仪器的名称和数量，最后绘制详细的测点位置、布置图并注明测点编号。



5、试验结果及分析

5.1 绘出各杆件内力随荷载的变化曲线，并分析各杆件内力变化规律。

5.2 绘出桁架在各级荷载下的整体变形图。

5.3 将实验得到的杆件内力、桁架整体变形与理论值进行比较，分析差异并给出解释。

5.4 分析节点板处的应力状态。

6、参加本次试验后的收获体会。