

翻车机靠板梁应变测试和夹紧臂连杆设计

● 工程电测法知识入门（知识扩展）

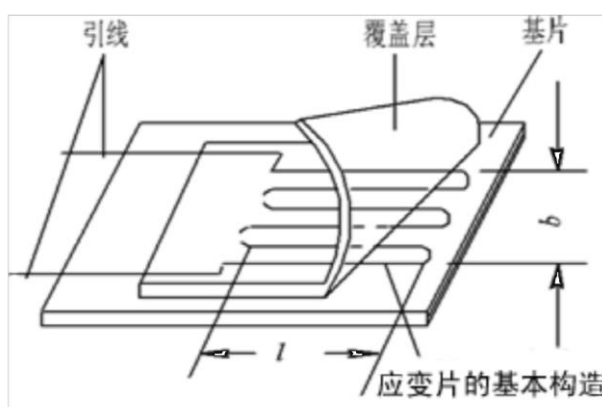
构件的强度问题是各类力学分析与实验研究中的重要内容，通过结合理论计算与试验验证可以确保产品设计的安全性和可行性。这里我们研究一下实验的方法。

问题：应力和应变哪个量可以通过实验测量？

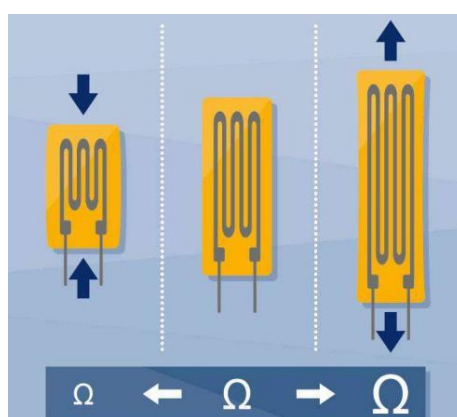
答案是应变，变形体的微小改变可以利用光测法和电测法来测量。

光测法既可以利用光线衍射，激光测距等方式来衡量微小的变形，现在也可利用高清摄像技术的图片对比也可获取构件的变形量。

电测法是当前工程测量应用很广的一种测量方法，现场的可操作性强。电测法的基本原理要从电阻应变片说起：



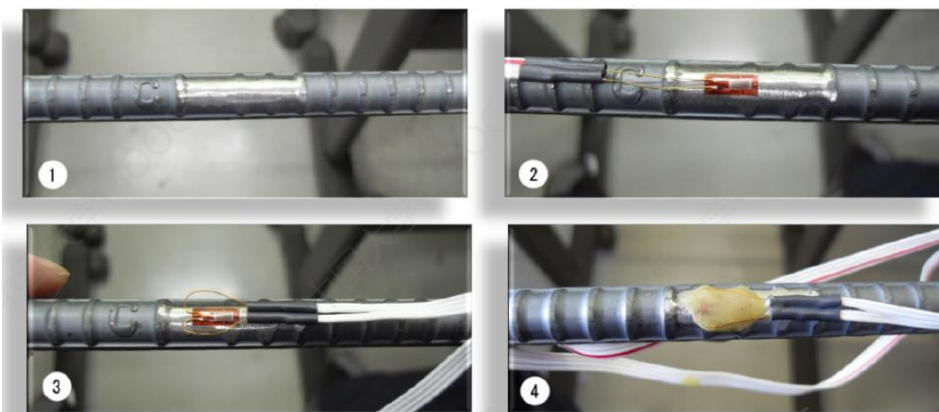
(a) 电阻应变片结构

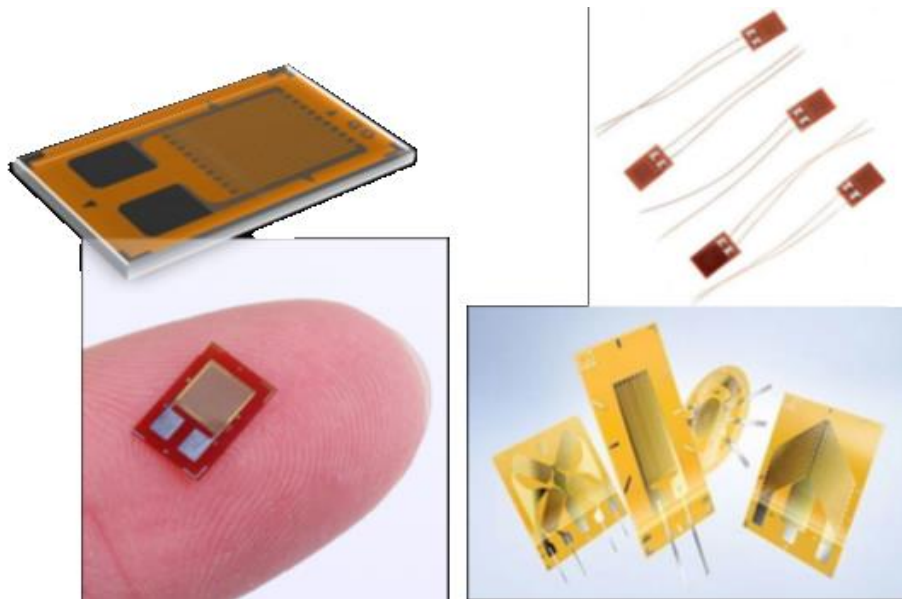


(b) 电阻应变片工作原理

电阻应变片的尺寸很小，利用502胶等粘结剂固定在打磨光滑的构件表面后通过导线与电阻应变仪相连接。导线中通有直流电，因此当构件表面产生变形时，粘附其上的应变片会一起产生变形，进而引起电阻的改变并改变电信号，如上图（b）。最后通过电子应变仪采集到的电信号改变量反算出电阻应变片的长度改变量 Δl ，根据应变片内的电阻丝初始长度可以计算出指定方向的线应变 $\varepsilon = \frac{\Delta l}{n \cdot l}$ ，上图中的应变片 $n=6$ ，因为电阻丝往复绕了6次，也就是放大了6倍的变形量，以提高精度。

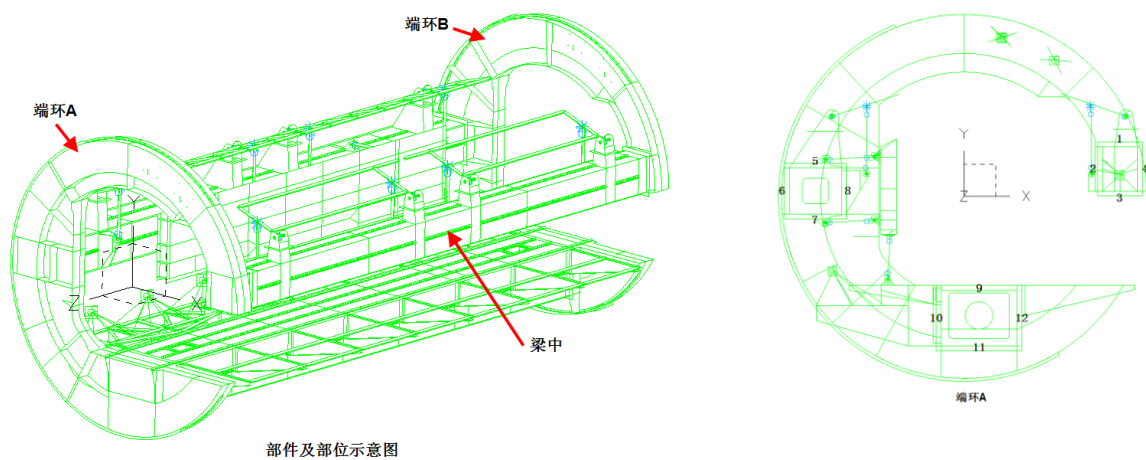
电阻应变片贴片要注意方向性，沿向测量的线应变的方向贴片(下图为测量轴向线应变)。



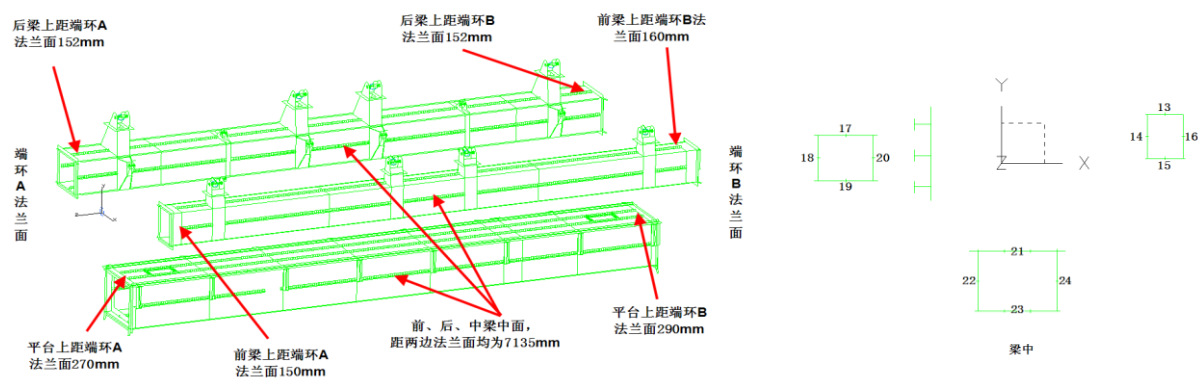


电阻应变片有很多种类型，以不同形式测量不同方向的应变，今后的力学实验中我们将多次用到小小的应变片。

● 翻车机靠板梁的应变测量



部件及部位示意图



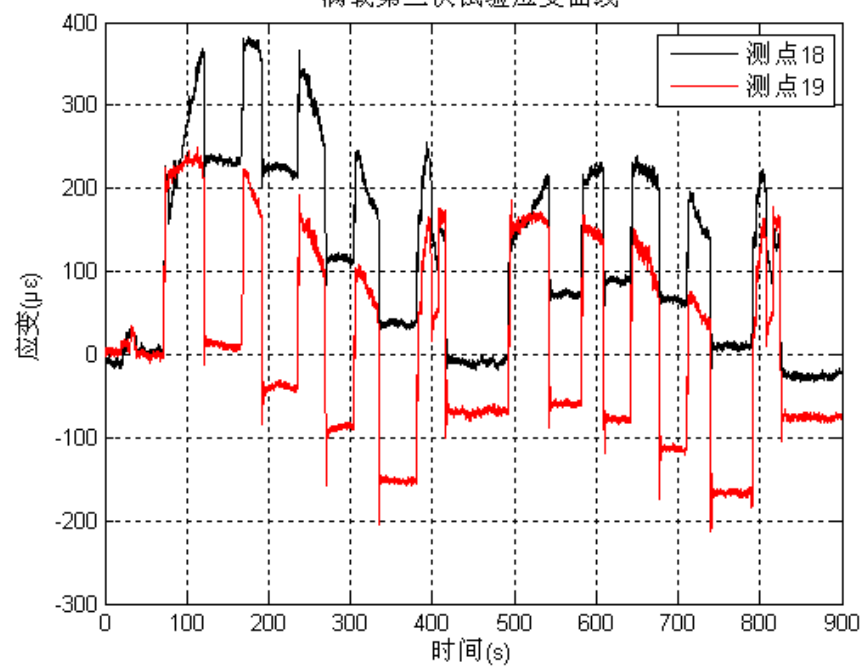
1、根据软件数值模拟确定测点位置



2、贴应变片和布线



满载第三次试验应变曲线

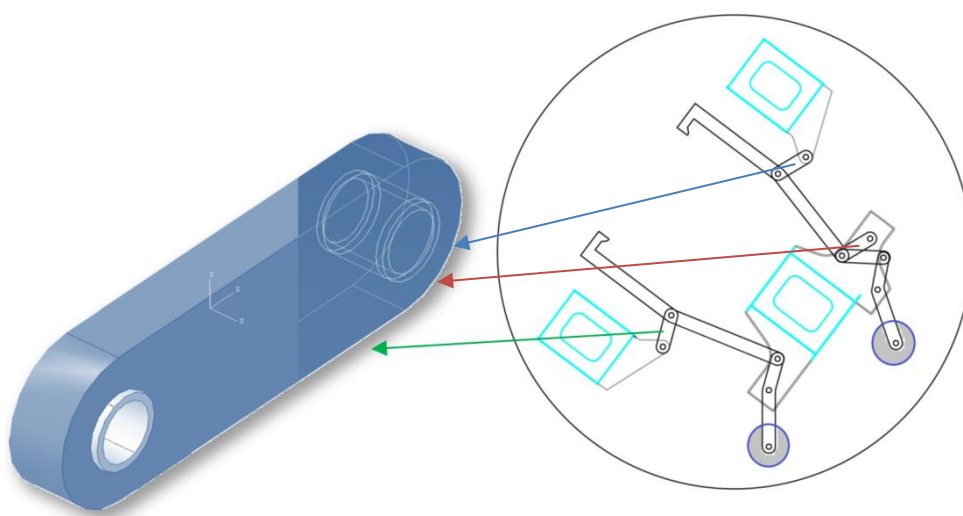


3、测试和处理结果

● 翻车机连杆设计

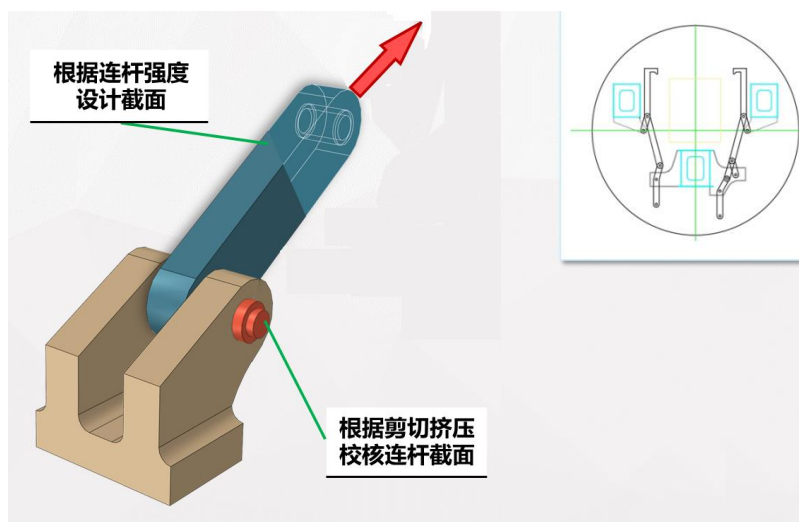
为了确定测点需要先对翻车机进行数值模拟，需要获得不同角度和工况下翻车机平台梁、靠板梁和夹紧梁所受的外力。这里我们分析受到广大同学欢迎和关注的靠板梁，列车的重量部分施加在靠板梁上，该部分载荷需要分析剩余物料和列车重量在三根主梁上的分配；除此以外，靠板梁也通过耳板和连杆与夹紧臂相连，通过第一次翻转课堂，各小组都计算了对应工况下的连杆内力。本次课题我们将设计这根连杆。

核心课题：根据连杆所受的外力设计连杆的截面（三根二力杆制作时的尺寸相同，可以综合考虑完成设计，或仅对其中一根杆完成设计）。



连杆

的孔距为900mm，材料为Q235钢（ $\sigma_s = 235\text{MPa}$ ）现有厚度为20mm、30mm、40mm、50mm、60mm的钢板可用于连杆的切割制作。设连杆的安全系数 $n=1.5$ ，铰接孔处的最大应力按 $\sigma = 2 \times \frac{F}{A_k}$ 计算，其中应力集中因数取2，平均应力由轴向力 F 除以真实横断面面积 A_k （开孔处）计算得出。若制作耳板所用的钢板厚度与连杆相同，开孔尺寸也相同，如下图：



销轴采用**Q345**钢制造（ $\sigma_s = 345\text{MPa}$ ），销轴的极限切应力为刚进入屈服阶段时的切应力（滑移线阶段） $\tau = \sigma_s / 2$ 。考虑到翻卸过程存在冲击效应（动力冲击载荷并非静力载荷）安全系数取为 $n=2.5$ 。试设计连杆和销轴的尺寸，并完成强度分析与计算：

- 1、保证开孔处的拉伸强度和杆件的强度应该如何设计连杆？
- 2、保证销轴的剪切强度和挤压强度，如何选择销轴？
- 3、应选择何种厚度的钢板可以满足当前的强度需求？

各小组可以自由拟定的设计方案（先选轴或先选板或综合考虑都可以），并讨论哪种方案更合理。

请根据所选计算方法分析连杆和销轴的强度并完成校核。