

前 言

本标准采用电阻应变片的电测技术,规定了在既有铁路线上列车通过时测试预应力混凝土枕荷载弯矩的方法。本标准参考了美国 FAST 试验中心轨枕弯矩的测试方法,并根据铁路科研设计部门多年的研究实践经验而制定。

本标准由铁道部标准计量研究所提出并归口;

本标准起草单位:铁道部科学研究院铁道建筑研究所;

本标准主要起草人 范 佳 林之珉

本标准首次发布;

本标准委托铁道部科学研究院铁道建筑研究所负责解释。

预应力混凝土枕荷载弯矩测试方法

1 范围

本标准规定了铁路预应力混凝土枕荷载弯矩的测试方法。

本标准适用于既有线路上列车通过时对预应力混凝土枕荷载弯矩的测定。

2 测试原理及顺序

- 在轨枕上粘贴应变片,测定列车通过时轨枕的动弯曲应变;
- 用标定装置在现场标定轨枕弯曲应变峰值对应的弯曲力矩;
- 通过计算换算求出轨枕所承受的列车荷载弯矩。

3 应变测试

3.1 应变片设置与粘贴

3.1.1 应变片设置位置

a) 轨下截面:在承轨槽侧面对应于轨底中心线距承轨槽顶面 10~15mm 处,沿钢轨方向轨枕两侧对称设置两片应变片,并串联之(图 1)。

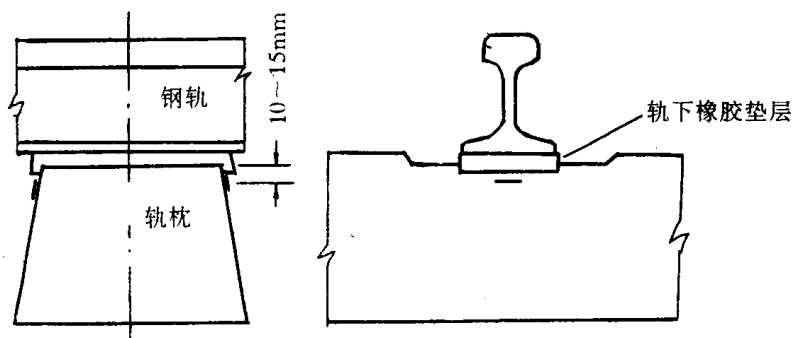


图 1 轨下截面应变片粘贴位置示意图

b) 中间截面:应变片粘贴位置可由图 2(a)、(b)两种中选一种。

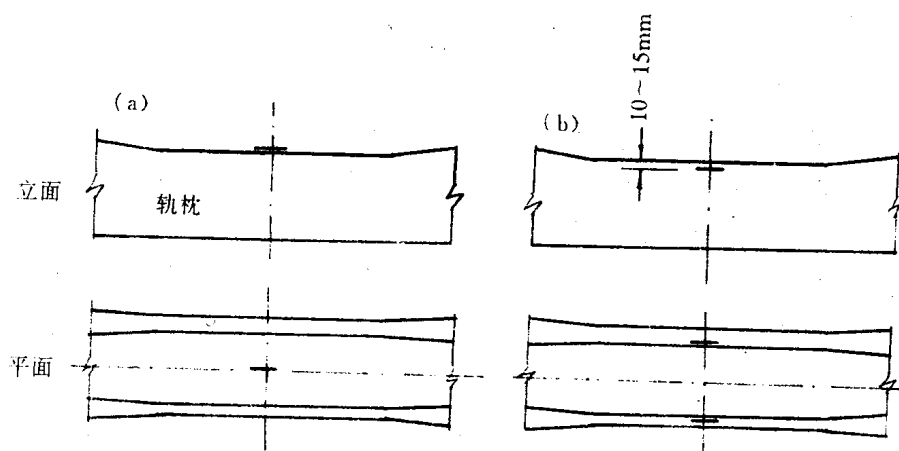


图2 中间截面应变片粘贴位置示意图

3.2 电阻应变片

标距: $40\text{mm} \times 5\text{mm}$ 。

阻值: $120 \sim 240\Omega$ 。

胶基或纸基,视试验环境条件选定。

3.3 粘结剂

914 胶或具有同等性质的其他粘结剂。

3.4 应变片粘贴

a) 电阻应变片粘贴前,先用砂纸打磨测点混凝土表面,清除浮土,油腻物,并用丙酮或其它清洁剂擦洗干净;

b) 在清洁的表面上,用粘结剂涂一层薄薄的底层,混凝土表面如有气孔,应先用粘结剂填满,后抹平;

c) 电阻应变片粘贴后,待其与轨枕表面的绝缘电阻达 $250\text{M}\Omega$ 以上时,再用粘结剂把应变片及引线涂封复盖。

3.5 桥路

测点的工作片(一片或两片)与置于测点附近的补偿片应一一对应,并连接成半桥式桥路。

4 荷载弯矩标定

4.1 标定的一般规定

a) 标定应在荷载弯矩应变试验记录全部完成以后进行;

b) 对一次试验中的所有测点,应逐点分别进行标定;当一根轨枕中既有轨下截面测点,又有中间截面测点的情况下,宜先进行轨下测点的标定;

c) 标定时各测点桥路,导线连接、试验仪器测试和记录状态等应与试验记录时保持一致。

4.2 标定装置的技术要求

a) 标定装置应确保在运营条件下使用的安全性;

b) 标定装置在进行标定时,应保证加载的稳定和可靠性;

c) 应具有标定轨下截面正弯矩和中间截面负弯矩的功能;

d) 每一次使用前,应在实验室内对加载力进行标定,其线性和重复性应符合使用要求误差 $\leq 2\%$ 。

4.3 轨枕荷载弯矩标定程序

4.3.1 轨下截面荷载弯矩标定的操作

- 拧松测点处的扣件,取出轨下橡胶垫板,在相同位置放入标定用垫板;
- 标定用垫板采用硬质橡胶或类似性质的材料制成,尺寸为 $170\text{mm} \times 30\text{mm} \times 7\text{mm}$;
- 在枕端安置标定架(如图 3 所示),标定架加载梁支在两相邻枕上,两铁钩钩住被标枕的底部;

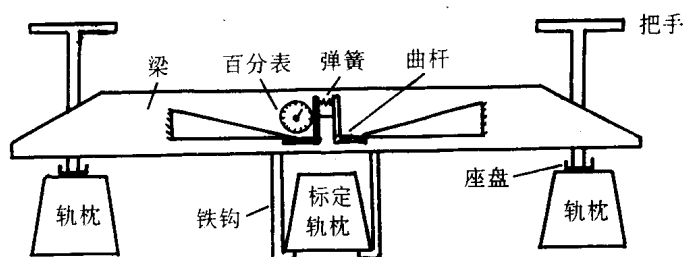


图 3 标定架

- 量出标定架(铁钩)中心至轨下截面钢轨中心的距离 $l(\text{m})$,取三位有效读数;
- 转动把手,逐级加力 F_1, F_2, \dots ,并逐级记录测点的弯曲应变波高 $B_{1\mu}, B_{2\mu}, \dots$,直至标定的应变值接近或超过列车荷载下的应变波形最大峰值,一次标定完毕;
- 对于每一测点的标定应重复进行 2~3 次,若标定值的线性和重复性符合要求(误差 $\leq 5\%$),标定有效。

4.3.2 中间截面荷载弯矩标定的操作

- 将标定枕两端轨下截面以外枕底的道碴扒空;
- 拧松标定枕处两侧的扣件,取出两股轨下的橡胶垫板,在相同位置放入标定用垫板;
- 标定用垫板采用硬质橡胶或类似的性质材料制成,尺寸为 $170\text{mm} \times 30\text{mm} \times 7\text{mm}$;
- 在中间测点处沿线路中心线方向安置标定架;
- 量出被标轨枕两股钢轨的中心间距 $L(\text{m})$,取四位有效读数;
- 其他操作内容与轨下截面完全相同。

4.3.3 中间截面荷载弯矩正、负号判别

若列车荷载下的应变峰值方向与标定的应变方向在零位线的同侧,该中间截面的荷载弯矩为负弯矩;反之,为正弯矩。

5 荷载弯矩的计算方法

5.1 测点峰值应变的计算式:

$$A = B \cdot C \dots\dots\dots (1)$$

式中: A ——峰值应变($\mu\epsilon$);

B ——记录波形中的峰值高度(mm);

C ——应变仪的内标系数($\mu\epsilon/\text{mm}$)。

5.2 标定力矩的计算式:

5.2.1 轨下截面正弯矩 m_1 (kN·m)

$$m_1 = F \cdot l \dots\dots\dots (2)$$

式中: F ——由 4.3.1 条确定的标定时施加的外力(kN);

l ——由 4.3.1(d)条量得的 l 值(m)。

5.2.2 中间截面弯矩 m_2, m_3 (kN·m)

中间截面正弯矩

$$m_2 = \frac{1}{4} F \cdot L \dots\dots\dots (3)$$

中间截面负弯矩

$$m_3 = -\frac{1}{4} F \cdot L$$

式中: F ——由 4.3.2 条标定时施加的外力(kN);

L ——由 4.3.2 条量得的 L 值(m)。

5.3 标定力矩作用下,被标截面的应变 A' 仍采用公式(1)计算,其中,等号左侧的 A 以 A' 代之。等号右侧的 B 和 C 分别为标定时的波高和内标系数相应值。

5.4 峰值荷载弯矩 M_i 的计算(kN·m)

$$M_i = \frac{A \cdot m_i}{A'} \dots\dots\dots (4)$$

式中: $i = 1, 2, 3$ 分别对应于轨下截面正弯矩,中间截面正弯矩和中间截面负弯矩。

6 荷载弯矩的统计分析

6.1 不同工况条件的峰值弯矩宜分别统计

- a) 不同轴载:机车、货车车辆、客车车辆等;
- b) 不同轨面平顺度:接头、非接头、不平顺等;
- c) 不同通过速度段。

6.2 作统计分析的峰值数量根据数理统计原理及测试要求决定。

6.3 轨枕的峰值荷载弯矩是随机变量,一般情况下,可按正态分布计算其均值和标准差。