

ZCX 型土体测斜仪 在秦沈客运专线路基沉降观测中的应用

郭印生 黄宏杰

(中铁第十八工程局第三工程处)

摘 要 秦沈客运专线 A-18 标段路基施工中,改变原设计中的沉降板及沉降杯观测设备,采用 ZCX 型土体测斜仪进行沉降观测。主要介绍测斜仪在路基沉降观测中的应用及数据分析情况。

关键词 客运专线 工后沉降 测斜仪

1 工程概况

秦沈客运专线是我国第一条客运专线,一次开通时速达 160 km/h 以上。该线设计标准高,技术要求严,对路基工程明确提出了工后沉降一般地段不大于 15 cm,路桥过渡段不大于 8 cm 的要求。如何达到上述要求,除对路堤填层压实质量进行严格的检测控制外,对路堤整体的沉降观测也是一种不可缺少的质量控制手段,特别是对松软地基及高填方路段显得尤为重要。

秦沈客运专线 A-18 标有路基、辽河特大桥及秦、沈两端的路桥过渡段。秦皇岛端路基长 1.020 km,沈阳端路基长 1.153 km,路堤中心最大填高为 12.89 m。两端均为辽河冲积平原,地形平坦,地处稻田区,地基地质特征为砂黏土、黏砂土、粉砂、细砂、中砂,局部表层细砂松散液化。针对该段松软地基及高填方路基,通过路基填筑过程中沉降观测,对填土速率进行控制,控制标准为路堤中心地面沉降不大于 10 mm/d,若超过上述规定,要立即停止填土,稳定后再继续施工。

2 观测方法的比选、优化

为了提高观测精度,达到较好的观测效果,严格地控制施工质量,我们对沉降板、沉降杯及土体测斜仪三种观测方法进行了比选。

(1) 沉降板观测法的沉降板要埋设在路堤中心,上连观测杆随路基填高而接高,压实机械难以接近,影响其附近的路基压实质量,同时也对施工形成干扰。

(2) 沉降杯观测法的沉降杯观测需要在杯及引出管中注水,结冻之前必须将水引出,如此在东北

地区不能保证观测的连续性,同时也不能获得冬季路基沉降观测的数据。

(3) 土体测斜仪观测是将导管水平横向埋设在路基基底,并按期观测,此种方法对施工无干扰,同时不受季节气候影响,观测方便、简单。

通过上述比较分析,我们确定用(3)方法进行沉降观测。

3 测斜仪工作原理

测斜原理是基于测头加速度计测量重力矢量 g 在测头轴线垂直面上的分量大小,确定测头轴线相对水平面的倾斜角的原理。原理示意图见图 1。

加速度计敏感器轴在水平面时,矢量 g 在敏感轴上的投影为零,加速度计输出为零。当加速度计敏感轴与水平面存在一倾角 θ 时加速度计输出一个电压信号为:

$$U_{\text{out}} = K_1 \times g \times \sin\theta + K_0 \quad (1)$$

式中: K_0 为加速度计偏值(常数);

K_1 为加速度计电压因数;

g 为重力加速度。

则该点的位移为:

$$U_{\text{位移}} = 2U_{\text{out}} \quad (2)$$

在一般相对测量中,因为 K_0 是一个常数不会对测量产生误差,所以如果想清除 K_0 可用如下公式计算:

$$U_{\text{计算}} = 2U_{\text{out}} - 2K_0 \quad (3)$$

从测斜原理示意图中可看出:

$$\sin\theta = \Delta i / L \quad (4)$$

式中: Δi 为水平 i 点上的垂直位移;

L 为导轮间距;

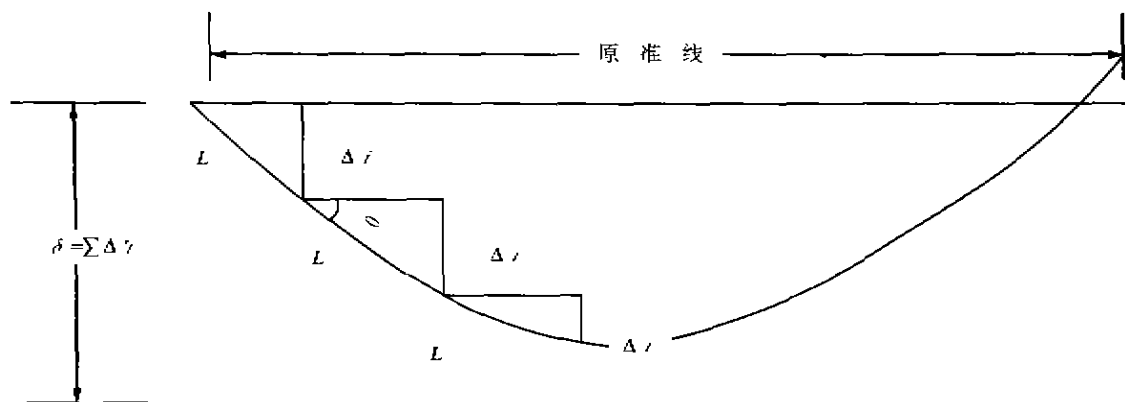


图 1 测斜原理示意图

θ 为倾斜角。

由 (1) (2) (4) 式得出:

$$\Delta i = L \cdot (U_{out} - K_0) / (K_1 \cdot g)$$

用测头连续在任一深度 i 点上测试的总位移为:

$$\delta = \sum \Delta i$$

4 沉降观测设备的布置及埋设

4.1 观测点的布置

根据设计,我们在松软地基段每 100 m 设置一个观测断面。辽河特大桥台尾过渡段设置了两个观测断面,一个在距桥台 1 m 处,一个在过渡段中部。同时在高填方段每 200 m 加设了观测断面。

4.2 观测设备的埋设

(1) 用全站仪测定观测断面的中心里程及埋设方向。

(2) 在原地面挖出宽 30 cm, 深 40 cm 的沟槽,并在沟底铺设一层 5~10 cm 的细砂。

(3) 在铺设观测导管时应逐节对口连接成一根,每侧要伸出路基坡脚 2 m, 水平设置在沟底,并用细砂将沟填平,人工夯实。

(4) 导管连接时要特别注意导线槽的对正,不许扭曲。连接方法是每节测斜管上套入连接管的长度的一半,对正连接管上的槽接下一节管,检查各节管的连接良好及导向槽对接正确后才能铺设,为防止泥砂从连接管段进入管内,在外面的均应以重 300 克的无纺土工布包裹,外用塑料绳扎紧,无纺土工布接口处用电工胶布粘接。导管横断面见图 2。

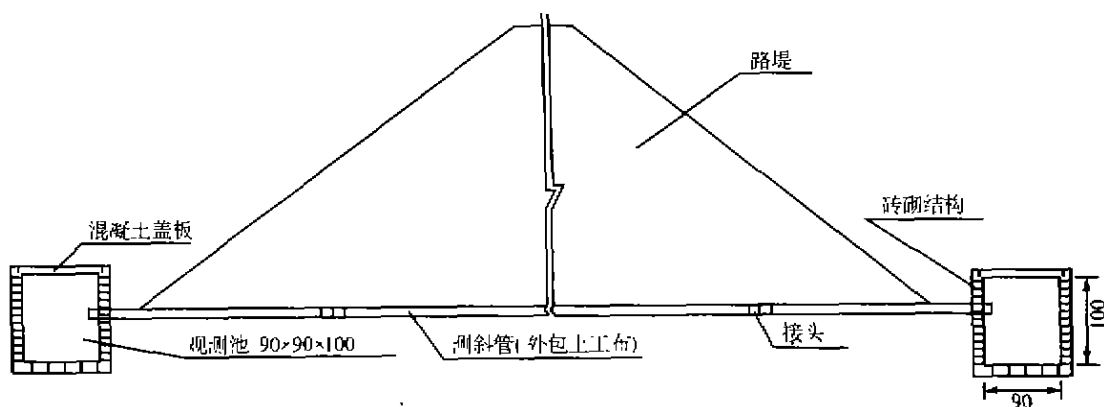


图 2 观测点横断面图 (单位: cm)

(5) 导管铺设时,一对导槽要垂直放置,另一对导槽要水平放置,并预先在导管内放置测绳 (或细钢丝绳) 一根,用于测量时拉测头用。

5 沉降观测

(1) 在两个出口处测管口的水平高程。

(2) 做好考证表的记录, 主要包括轴向位置、孔号二个孔口高程、管长、测量仪器型号、率定系数、埋设人员及日期等。

(3) 测量时先要做好仪器的率定工作。在导管口水平处设置水平点, 使仪器在孔口处调零。

(4) 将电缆线与指示器连接, 测头、电缆、仪器要连接正确。

(5) 仪器调零时, 要先把测头导轮对准垂直导槽放在导管内 3~5 min, 使测头与地下温度平衡。

(6) 测量时, 一端缓慢地拉测绳, 另一端缓慢地放电缆, 使测头在管道内行走平稳, 两端配对讲

机联络, 以保证动作协调, 每 50 cm 为一测点, 待读数器稳定后, 读取数字, 来回往返读数 2~3 次, 在同一测点的数字力求准确, 误差不得超过 0.3~0.5 mm。

(7) 测量结束后, 进行资料的整理、分析。

6 观测数据的整理

(1) 建立观测数据表。为了监视路基沉降变形而导致导管倾斜度的变化, 每次的观测数据都要列入观测数据表中, 见表 1。

(2) 在数据表中, 初测值是测孔第一次测得值,

表 1 沉降观测数据记录表

工程名称: DK335+400~+620 段路基 断面里程: DK335+600 填土高度: 2.0 m 孔口高程: 左 12.598
右 12.596

位置 /m	初测值	观测值	垂直位移值 /mm	位置 /m	初测值	观测值	垂直位移值/mm
0.5	-12.7	-12.0	0.7	18.0	-8.8	-7.9	0.9
1.0	-12.7	-11.5	1.2	18.5	-6.0	-5.6	0.4
1.5	-13.1	-12.1	1.0	19.0	-7.2	-7.4	-0.2
2.0	-12.3	-12.1	0.2	19.5	-6.5	-8.4	0.4
2.5	-12.4	-12.1	0.3	20.0	-8.9	-9.1	-0.2
3.0	-12.6	-11.9	0.7	20.5	-11.8	-11.3	0.5
3.5	-10.9	-10.4	0.5	21.0	-9.0	-8.6	0.4
4.0	-11.1	-10.9	0.2	21.5	-10.1	-10.0	0.1
4.5	-12.8	-12.6	0.2	22.0	-9.4	-8.6	0.8
5.0	-16.3	-16.1	0.2	22.5	-9.0	-9.0	0
5.5	-17.7	-17.1	0.6	23.0	-11.1	-11.1	0
6.0	-17.7	-17.0	0.7	23.5	-12.3	-12.0	0.3
6.5	-16.1	-14.8	1.3	24.0	-11.8	-11.4	0.4
7.0	-13.0	-12.1	0.9	24.5	-10.7	-10.4	0.3
7.5	-11.8	-11.2	0.6	25.0	-10.1	-9.9	0.5
8.0	-10.8	-10.3	0.5	25.5	-8.7	-8.0	0.7
8.5	-10.4	-10.0	0.4	26.0	-7.9	-8.0	-0.1
9.0	-9.8	-9.2	0.6	26.5	-9.9	-10.0	-0.1
9.5	-6.3	-6.2	0.1	27.0	-12.7	-13.0	-0.3
10.0	-7.1	-7.4	-0.3	27.5	-14.9	-14.4	0.5
10.5	-9.9	-10.0	-0.1	28.0	-13.0	-12.9	0.1
11.0	-11.5	-11.6	0.1	28.5	-11.7	-10.0	0.8
11.5	-12.3	-12.1	0.2	29.0	-11.0	-11.0	0
12.0	-13.2	-13.6	-0.4	29.5	-8.9	-8.2	0.7
12.5	-14.6	-13.6	0.8	30.0	-8.3	-8.5	-0.2
13.0	-11.0	-10.7	0.3	30.5	-10.2	-9.9	0.3
13.5	-11.3	-11.0	0.3	31.0	-9.7	-9.4	0.3
14.0	-11.0	-10.1	0.6	31.5	-11.4	-11.3	0.1
14.5	-8.9	-8.5	0.4	32.0	-14.0	-14.2	-0.2
15.0	-9.7	-9.8	-0.1	32.5	-13.3	-12.9	0.4

续表 1

位置 /m	初测值	观测值	垂直位移值 /mm	位置 /m	初测值	观测值	垂直位移值/mm
15.5	-12.0	-11.5	0.5	33.0	-13.2	-13.2	0
16.0	-9.6	-9.3	0.3	33.5	-13.7	-13.5	0.2
16.5	-11.0	-11.2	-0.2	34.0	-8.5	-8.4	0.1
17.0	-13.4	-13.4	0	34.5	-6.3	-6.3	0
17.5	-11.4	-10.6	0.8				
垂直位移值本列小计			13.9	垂直位移值本列小计			7.9
累积沉降值			21.8mm	路基沉降值			10.9mm

记录: 张利 初测值观测时间: 2000 年 7 月 29 日 观测值观测时间: 2000 年 8 月 18 日

是未来倾斜度的基准,以后按期观测的观测值与初测值的差数即为路基的局部沉降值。沉降值 $\Delta i = \text{观测值} - \text{初测值}$ 。路基沉降值是指路基横向中心位置的沉降值,故此从导管的一端开始,将局部沉降值取代数,累加到测斜管的中部,计算所得数值即为该断面路基沉降值。

(3) 在观测数据表中,是从测斜管一端到另一

端的观测数据,两端至中部的沉降值,各有一个数据,且有一定的差异,为准确地反映路基的沉降变化,取以上两个值的平均值,作为路基的沉降值,计算过程见表 1。

(4) 在施工过程中,每 10 天观测一次,观测所得沉降值见表 2。这里仅以 DK335+600 断面观测数据为例:

表 2 DK335+600 断面路基沉降观测汇总表

起始日期: 2000-07-29

终止日期: 2000-11-06

日期	7 月			8 月			9 月			10 月			11 月		
				8	18	28	7	17	27	7	17	27	6		
沉降量 /mm				4.9	10.9	14.0	22.1	29.7	31.8	41.6	48.0	61.5	69.7		

(5) 根据表 2 可得,该断面的沉降值与时间关系曲线如图 3:

(6) 通过表 2 及图 3 分析,每天平均沉降值都小于 10 mm,路基沉降变化是稳定的,不需要中途停工。

7 体会

ZCX 土体测斜仪沉降观测与路基施工互不干扰,且观测数据人为误差小,提高了观测精度,操作简单、方便。

收稿日期: 2001-01-31

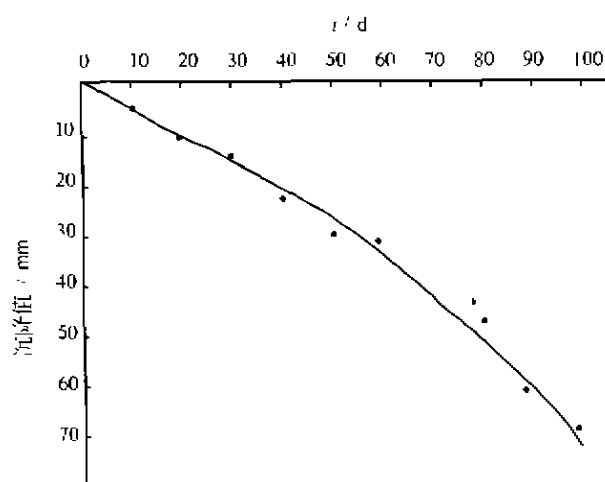


图 3 沉降值与时间关系曲线