

# 北京零偏科技有限责任公司

文件编号：LP-CL-2016-01

版 本：V0.1

页 数：12

发布日期：2016-12

## 全站仪/惯性管线定位仪

## 实验数据对比实验报告

编 制：\_\_\_\_\_

审 核：\_\_\_\_\_

批 准：\_\_\_\_\_

## 文件更改记录

日期 (01)	版本 (02)	章节 (03)	页码 (04)	更改内容 (05)
2016-12-01	V0.1	——	——	初版

# 目录

1	概述.....	4
2	实验目的.....	4
3	引用文件.....	4
4	实验内容.....	4
5	实验原理.....	4
6	实验装置.....	7
7	实验准备.....	8
8	实验步骤.....	9
9	实验结果.....	11
10	实验结论及分析.....	12

## 1 概述

本实验报告适用于全站仪与惯性管道定位仪数据对比实验，详细描述了对比实验的实验内容、实验方法、操作步骤及实验数据的分析和结论。

## 2 实验目的

- 1) 实践与熟练全站仪操作流程
- 2) 利用全站仪测量试验管线位置信息，为惯性管线定位仪提供实验对比数据，已验证惯性管线定位仪测量数据的准确性。

## 3 引用文件

《全站仪测量说明》

《NTS-341R10 型全站仪使用手册》

## 4 实验内容

- 1) 全站仪的建站，转移，测量操作。
- 2) 基于试验管线各测量点的数据建立管线 CAD 模型。
- 3) 将全站仪与惯性管线定位仪所得出的管线 CAD 模型进行对比分析，总结实验中可能出现的问题。

## 5 实验原理

### 5.1 全站仪测量原理。

全站仪实验装置包括全站仪本体，反射棱镜及带有水平尺的相应支架组成。

全站仪本体通过光学检测，利用三角架可垂直设立于站点（三坐标已知）正上方，利用机械测量手段可得到仪器相对于站点高度，从而得到全站仪本体的位置坐标。

反射棱镜可通过带有水平尺的三角架垂直立于后视点（三坐标已知）正上方，利用机械测量手段可得到反射棱镜相对于后视点的高度，从而得到反射棱镜的位置坐标。

由位于站点的全站仪本体发射激光束，照射位于后视点反射棱镜后得到反射信号，从而利用两已知点（站点，后视点）建立一个唯一坐标系。

将反射棱镜转移至被测量点，利用带有水平尺的支架保证棱镜垂直于被测量点，并通过机械测量手段得到棱镜与被测量点的高度距离。全站仪本体通过激光照射反射棱镜，得到反馈信号，从而得到两点间相对距离，并由本体内部的角度传感器等解算出被测量点在已知坐标系的坐标信息。

通过对被测管线上多个测量点进行测量从而描绘出整个被测管线的外形轮廓

## 5.2 全站仪转移原理

当被测管线上的被测量点与全站仪本体存在遮挡，无法激光测量位置信息时，需要对全站仪进行转移。

首先在远离站点与被测量点的位置选择一个转移点，转移点与站点、被测量点间都不应存在遮挡。将反射棱镜转移至转移点，利用带有水平尺的支架保证棱镜垂直于转移点，并通过机械测量手段得到棱镜与转移点的高度距离。全站仪本体通过激光照射反射棱镜，得到反馈信号，从而得到两点间相对距离，并由本体内部的角度传感器等解算出转移点在已知坐标系的坐标信息。

将反射棱镜与全站仪本体位置进行互换（即全站仪本体垂直立于转移点，反射棱镜垂直立于站点），通过照射反馈，建立一个利用由站点，转移点坐标建立的新坐标系。因站点，后视点，转移点坐标都位于原坐标系内，所以新坐标系等价于原

坐标系，新坐标系中测量出的点坐标等价于原坐标系中的点坐标。

此时全站仪本体所在转移点即可视为新的站点，从而进行后续被测量点的测量。

但转移过程中存在建站误差，会影响后续被测量点的精度，因此在一次测量中应尽量减少全站仪的转移次数。

### 5.3 惯性管线定位仪原理

让惯性管线定位仪在被测管线中运动一次，惯性管线定位仪通过对中轮系转动时带来的磁脉冲信号将其在被测管道中的运动轨迹分割成若干个点，并利用内部的陀螺仪及加速度计等测量出各点的加速度大小，偏移方向等信息，经运动学分析解算出完整的运动轨迹，结合已知的管道起点坐标，得到被测管道的完整位置信息。

## 6 实验装置

表 6-1 实验装置列表

序号	名称	代号/规格	数量	单位	备注
1	全站仪	南方测绘	1	套	
1.1	全站仪本体	NTS-341R10	1	部	
1.2	反射棱镜	六棱边对中型	1	个	
2	惯性管线定位仪	JZ-1	1	部	

表 6-2 实验设备列表

序号	名称	代号/规格	数量	单位	备注
1	三脚架	橙色 玻璃钢制	1	部	
2	三脚架	银白 铝合金制	1	部	含对中水泡检测
3	牵引导线	3mm 包塑钢丝绳	1	条	长度 150m 左右
4	牵引器	手动	2	台	
5	定位钉	3mm 水泥钉	若干	个	
6	涂料	灰色	1	罐	
7	计算机及相应 分析软件		1	套	

## 7 实验准备

### 7.1 实验人员

实验人员及人员职责见下表

表 7-1 实验人员职责分配表

实验员	<ol style="list-style-type: none"><li>1) 站点，转移点，测量点的确定；</li><li>2) 记录实验数据，分析实验结果，编写实验报告；</li><li>3) 协助操作员对实验装置及设备进行安装和调试。</li></ol>
操作员	<ol style="list-style-type: none"><li>1) 实验装置的装配、调试及转运；</li><li>2) 实验设备的操作。</li></ol>
安全员	<ol style="list-style-type: none"><li>1) 检查实验人员对实验安全管理各项制度、规定、安全操作规程执行情况，对违反行为进行纠正；</li><li>2) 对设备安全性进行检查，如有不安全因素应及时采取措施予以改善；</li><li>3) 协助操作员和实验员对实验装置及设备进行安装和调试</li></ol>

### 7.2 实验场地

场地无硬性要求；

气候要求可视距离 > 100m；

环境无扬尘，相对湿度 < 20%。

### 7.3 关键数据

- 1) 站点坐标



- 2) 后视点坐标
- 3) 被测量点坐标
- 4) 转移点坐标

## 8 实验步骤

8.1 检查被测管道起终点情况、管道轮廓，确定站点，后视点，转移点，被测量点位置；

8.1.1 因试验现场已知坐标的起终点间存在较多遮挡，且受限于场地大小，无法找到合适的转移点，故放弃在地理绝对坐标下的测量。

8.1.2 以被测管道起点为原点（坐标值 0,0,0），通过指南针，以正东方向为 X 轴正方向，正北方向为 Y 轴正方向，垂直向上为 Z 轴正方向建立坐标系。

8.1.3 选择试验现场人行路上靠近管道起点侧一点作为第一转移点。

8.1.4 选择试验现场人行路上靠近管道中点位置上的一点作为第二转移点。

8.1.5 在管道起点，第一转移点，第二转移点处用定位钉及涂料标记。

8.1.6 选择被测管道管壁正上方若干点作为被测量点。各点位置详见下图：

8.2 架设全站仪，确定转移点坐标；

8.2.1 根据《全站仪测量说明》所述步骤在管道起点位置架设全站仪本体，此起点作为站点。

8.2.2 在第一转移点位置架设反射棱镜，第一转移点作为后视点。

8.2.3 通过全站仪激光测距及分析，得出第一转移点坐标 ( $Xz1, Yz1, Zz1$ ) 并记录。

8.2.4 将全站仪本体与反射棱镜位置互换，并以第一转移点为站点，管道起点作为后视点建立统一坐标系。

8.2.5 在该坐标系内以第二转移点为被测量点，通过全站仪激光测距及分析，得出第二转移点坐标 ( $Xz2, Yz2, Zz2$ ) 并记录。

8.3 确定各被测量点坐标；

8.3.1 全站仪本体位于被测管道起点处时，将反射棱镜架设于距管口一定距离的管道外壁上，通过全站仪激光测距及分析，得到该点在统一坐标系中的坐标信息 ( $X1, Y1, Z1$ ) 并记录。

8.3.2 重复 8.3.1 沿被测管线依次测量各被测量点的坐标信息 ( $Xi, Yi, Zi$ ) 并记录。直至被测量点不可见。

8.4 转移全站仪，建立新的坐标系。

8.4.1 将全站仪本体架设于第二转移点 (新站点)，反射棱镜架设于第一转移点 (新后视点)，照射检测以此两点坐标建立新的坐标系。

8.4.2 全站仪本体位于第二转移点时，将反射棱镜架设于第一次测量的断点处管道外壁上，通过全站仪激光测距及分析，得到该点在统一坐标系中的坐标信息 ( $Xi+1, Yi+1, Zi+1$ ) 并记录。

8.4.3 重复 8.4.2 沿被测管线依次测量各被测量点的坐标信息 ( $Xi, Yi, Zi$ ) 并记录。直至测量完毕。

8.5 操作惯性管线定位仪测量管道信息。

### 9 实验结果

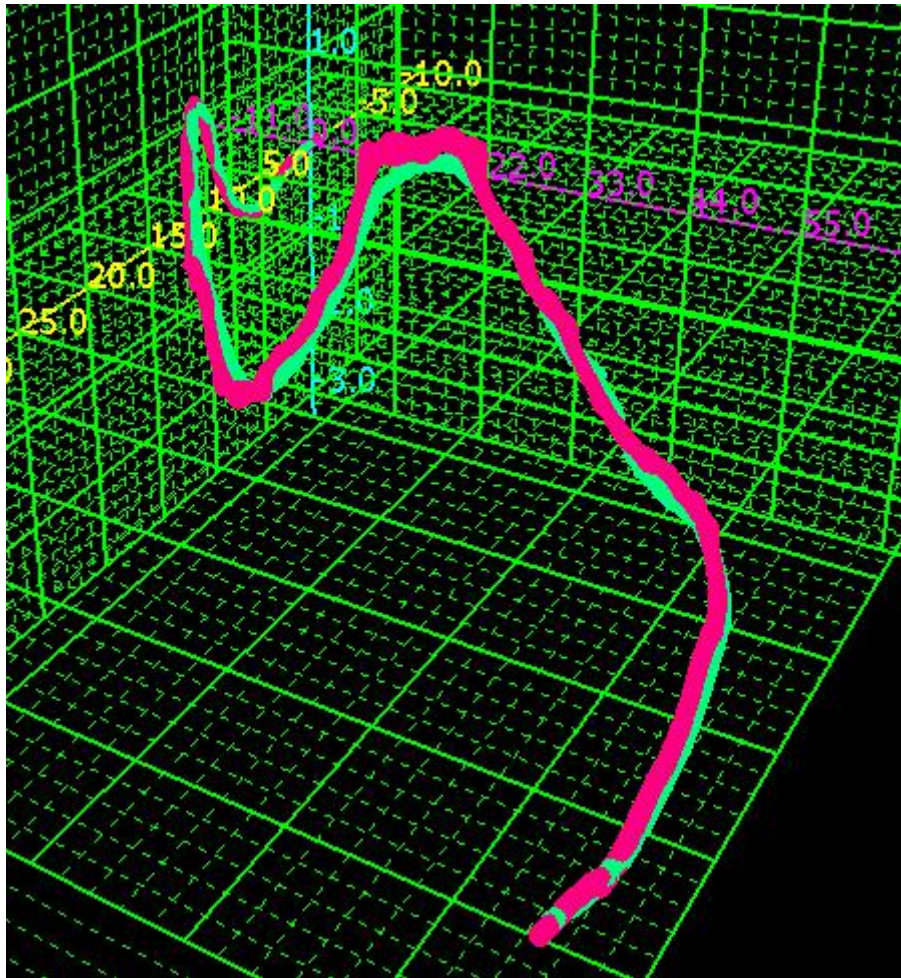


图 9-1 全站仪（红）与惯性管线定位仪（绿）测量结果对比-轴测图

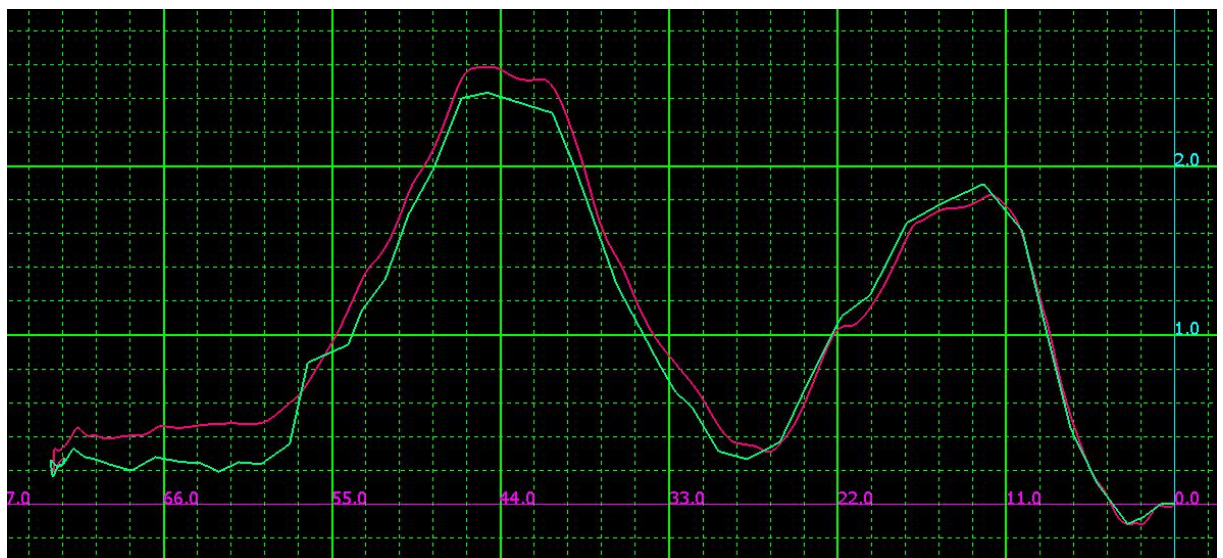


图 9-1 全站仪（红）与惯性管线定位仪（绿）测量结果对比-主视图

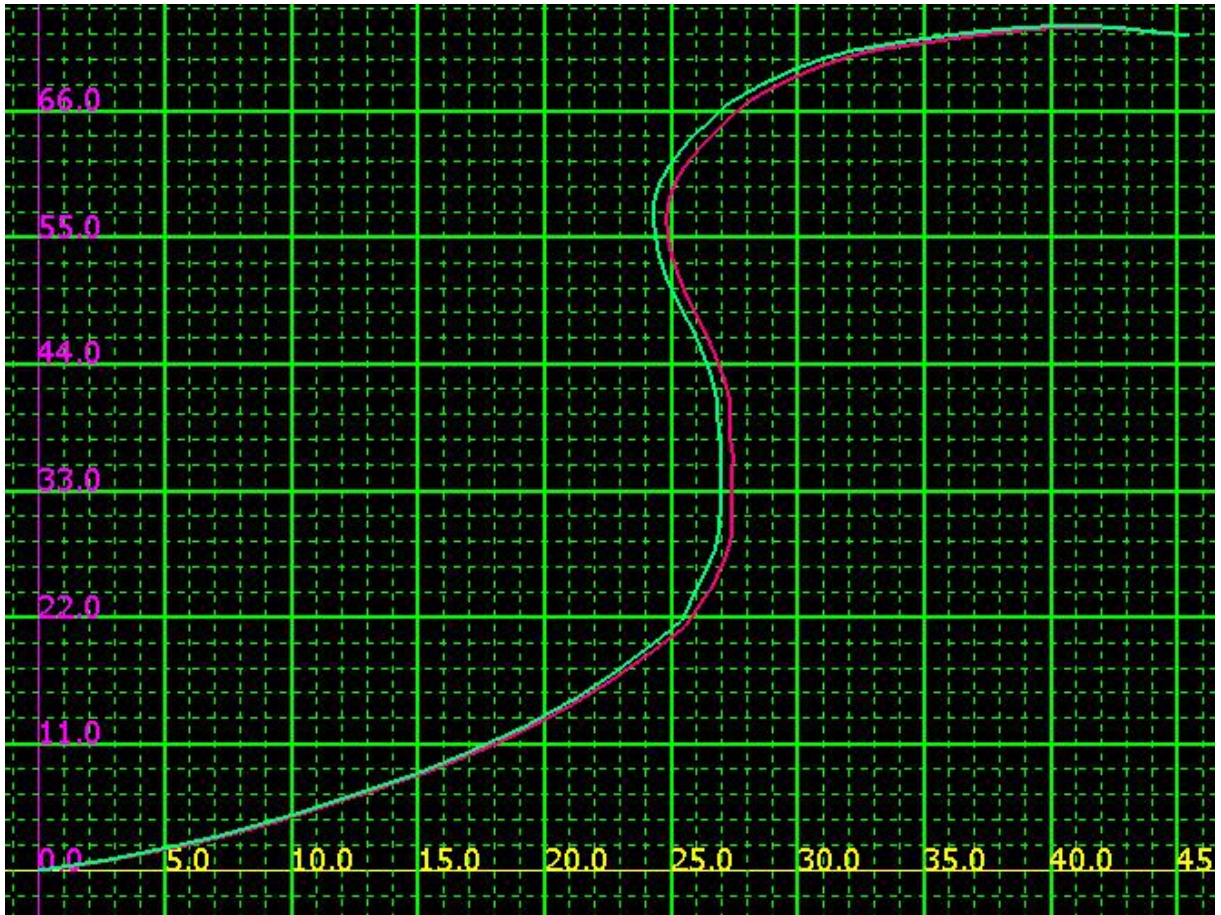


图 9-1 全站仪（红）与惯性管线定位仪（绿）测量结果对比-俯视图

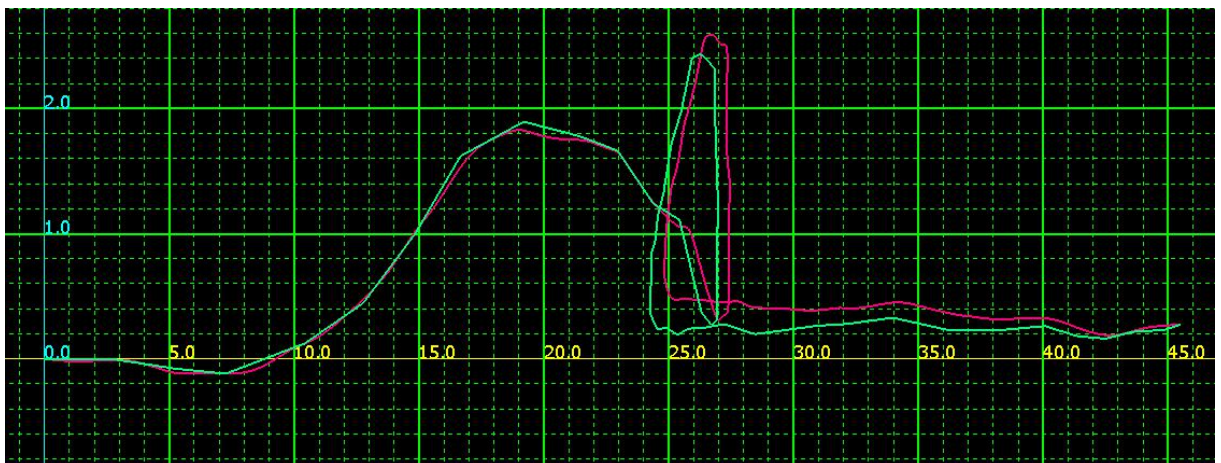


图 9-1 全站仪（红）与惯性管线定位仪（绿）测量结果对比-侧视图

## 10 实验结论及分析

### 10.1 实验分析

10.1.1 经图形对比，可以看出全站仪与惯性管线定位仪测量结果趋势基本一致。

但测量中段两者存在一定差距，垂直最大差值 29cm，水平最大差值 23cm。

10.1.2 因全站仪测量点位置位于管道外壁，惯性管线定位仪测量点位置位于管道截面的几何中心，故对比时全站仪数据应略高于惯性管线定位仪数据。主视图中可以看出，横坐标 0~26m 处基本符合该规律。26m~结尾段全站仪数据低于惯性管线定位仪数据。实际操作中 26m 处左右进行了全站仪转移操作，引入了一定的建站误差，是造成这一结果的主要原因。

### 10.1.3

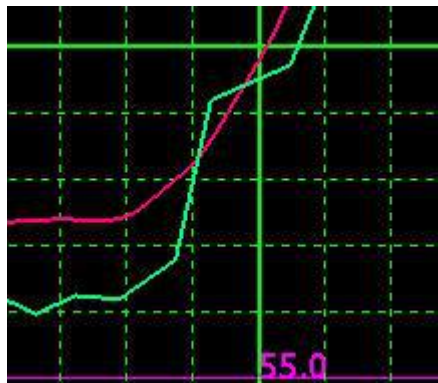


图 10-1 主视图中的差异点

主视图横坐标 56m 处全站仪数据存在明显拐点，对比试验原始记录，发现该点处反射棱镜高度的真实值与输入值存在 35cm 差距。修正后，全站仪数据恢复平滑过渡。侧面反映出全站仪数据测量的客观性

## 10.2 实验结论

10.2.1 所有参加试验人员已熟悉全站仪的建站，转移，操作流程。

10.2.2 全站仪测量结果真实可靠。

10.2.3 因两种测量方法被测量点位置存在差异，在三维空间内不能依靠单纯的平移进行拟合对比。故对比结果不能用作最终评定的依据。

如需解决这一问题需在全站仪测量时引入第四个变量：过测量点的管道直径所在平面位于铅垂面上的投影长度。下次测量时需添加铅锤等工具，机械测量改值大小，以更好的将数据拟合对比。