

塑造智慧变革



HEXAGON

海克斯康



北京
国家会议中心

2018年

9月10-12日

2018.hexagonchina.com.cn

全站仪和静力水准自动化监测技术在地铁结构监测中的应用对比分析

柯洋，武汉市勘察设计有限公司

北京 2018年.9月



海 克 斯 康
HEXAGON

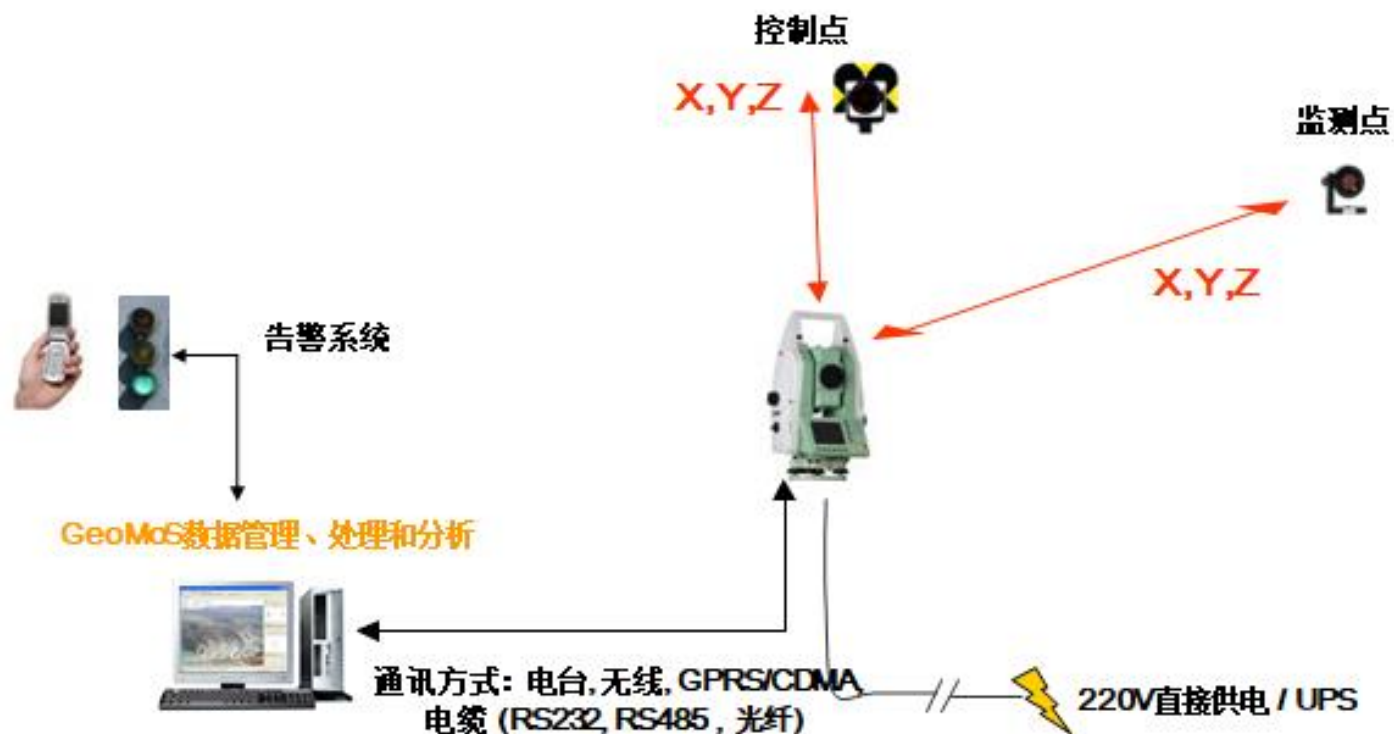
目录

1. 全站仪自动化监测系统
2. 静力水准自动化监测系统
3. 工程案例
4. 数据对比分析
5. 结论

1 全站仪自动化监测系统

全站仪自动化监测系统构成:

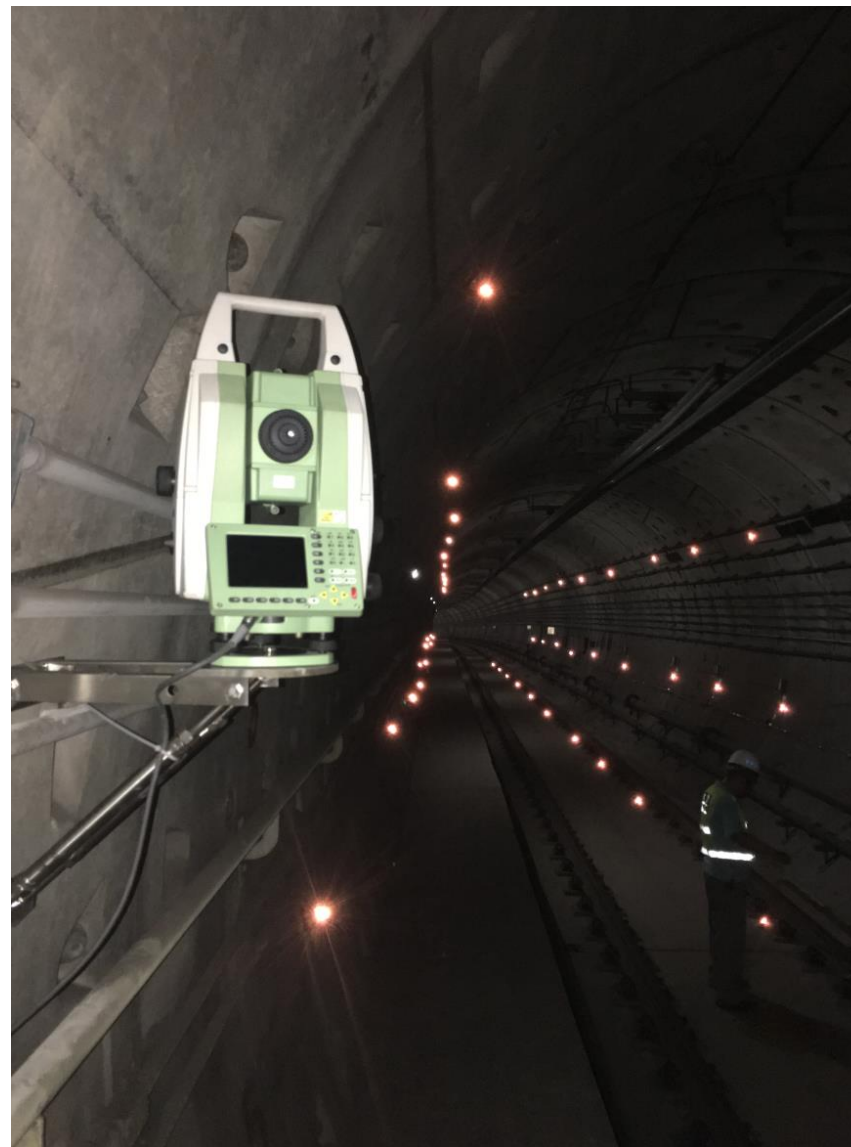
- ◆ 监测点与控制点: 棱镜
- ◆ 数据采集器: 徕卡TM30/TM50
- ◆ 数据传输: 4G无线通讯、光纤
- ◆ 供电: 一般直接220V市电
- ◆ 软件系统: GeoMoS或其它第三方开发的软件
- ◆ 告警系统: 邮件、短信报警



1 全站仪自动化监测系统

全站仪自动化监测系统特点:

- 1、精度高：全站仪测角精度 $0.5''$ ，
测距精度 $0.6\text{mm}+1\text{ppm}$ ，
百米中误差可达 $\pm 0.5\text{mm}$ ；
- 2、数据全：测量三维坐标数据，可同时监测平面位移和高程位移；
- 3、没有累积误差；
- 4、安装简单：全站仪采用强制对中支架安装，棱镜仅需膨胀螺丝安装；
- 5、可外接气象传感器，实时改正温度气压影响；
- 6、监测范围大：单台全站仪可监测200米范围；
- 7、损耗小：全站仪、棱镜、支架、通讯模块等设备均可多次重复使用。



2 静力水准自动化监测系统

静力水准自动化监测系统构成:

- ◆ 静力水准仪
- ◆ 485总线
- ◆ 连通水管
- ◆ 自动化监测软件
- ◆ 通讯和供电



2 静力水准自动化监测系统

静力水准自动化监测系统特点:

◆ 优点:

- 1、测量精度高，优于0.1mm;
- 2、结构简单、透明玻璃储液，便于目测;
- 3、安装简单、无需转点;
- 4、稳定性强;
- 5、需通视、不受列车通行影响。

◆ 缺点

- 1、仅能监测沉降;
- 2、二次重复利用损耗大;
- 3、日常维护频繁。



3 监测工程案例

案例介绍：

某城市综合交通枢纽区地下道路工程与既有地铁线路有4处交叉，4个交叉点分别位于两个盾构区间内。由于市政道路施工需要进行基坑开挖，且开挖深度距离地铁隧道管片埋设深度距离不到3 m。因此，开挖施工对地铁隧道有较大的影响，需要对基坑开挖影响范围内的地铁隧道进行实时监测，及时掌握地铁隧道的变形情况。



3 监测工程案例

案例介绍:

2013年12月27日, 由于市政道路开挖造成地铁该区间发生了29.44mm的沉降, 为了及时快速的发现上部施工引起的隧道结构变形, 经过实地考察和充分论证, 决定对该四个交叉点实施综合自动化监测。

其中在4号交叉点同时安装全站仪和静力水准自动化监测系统。



3 监测工程案例

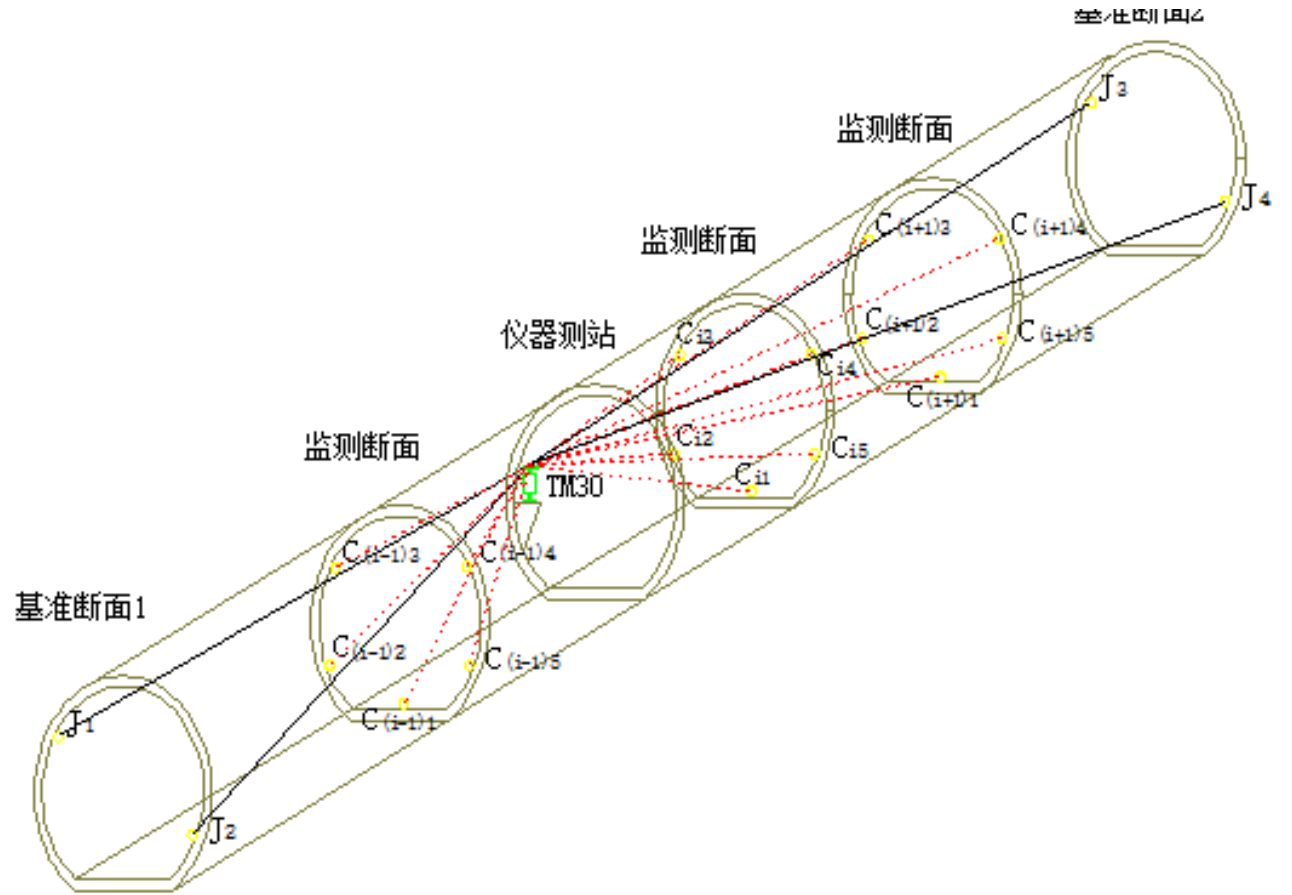
全站仪自动化监测系统的布设：

在4#交叉点部位布设测量机器人。本区段监测的隧道全长近80m，经实地考察，该段隧道内为直线分布，因此按以下方案设计：

(1) 基准点：基准点为4个，分布在需监测隧道段以外前后各100m的隧道相对稳定的位置。

(2) 监测断面：按与上部市政道路的交叉位置，在道路交叉点的中线位置布置一个断面，向前后两个方向分别在10m、15m、15m的地方布置6个断面，合计7个断面，每个断面设立5个监测点。

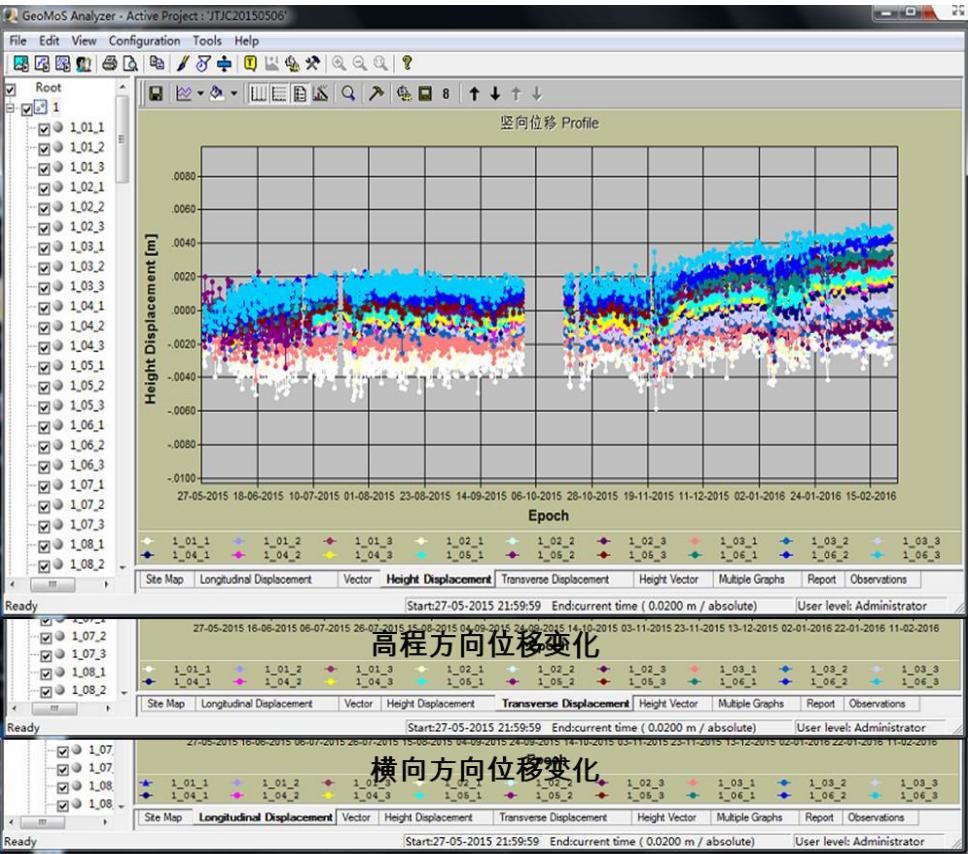
(3) 监测点（包括基准点）的布置：监测棱镜采用L型棱镜，道床2个，侧壁2个，拱顶1个，所有棱镜安装位置保证与全站仪位置通视。



3 监测工程案例

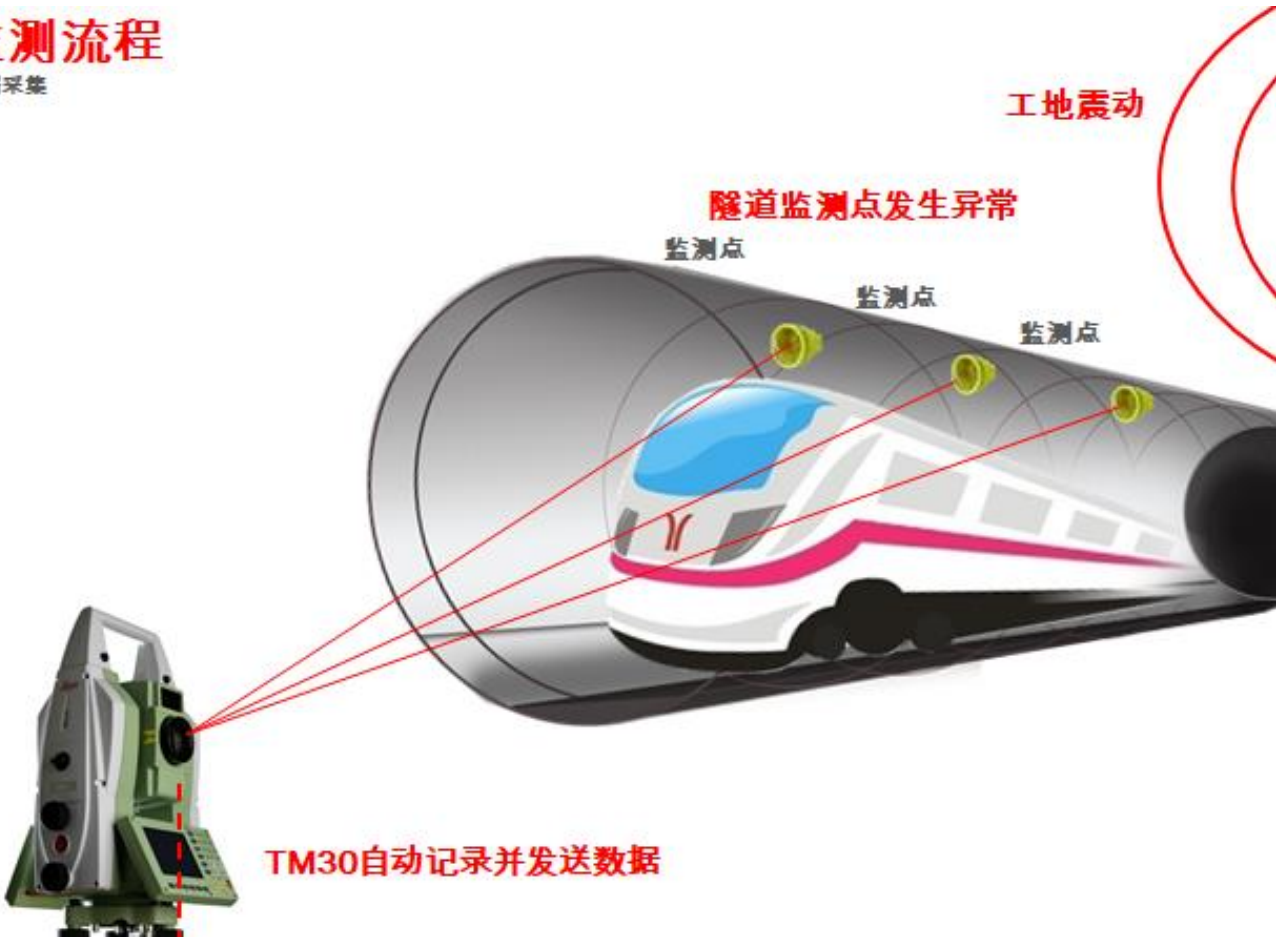
全站仪自动化监测系统数据获取：

全站仪自动化监测系统以 1 个小时为一个监测周期，全天 24 小时无人值守全天候、实时同步获取三维坐标监测成果。



纵向方向位移变化

监测流程 数据采集



3 监测工程案例

静力水准仪的布设和数据采集：

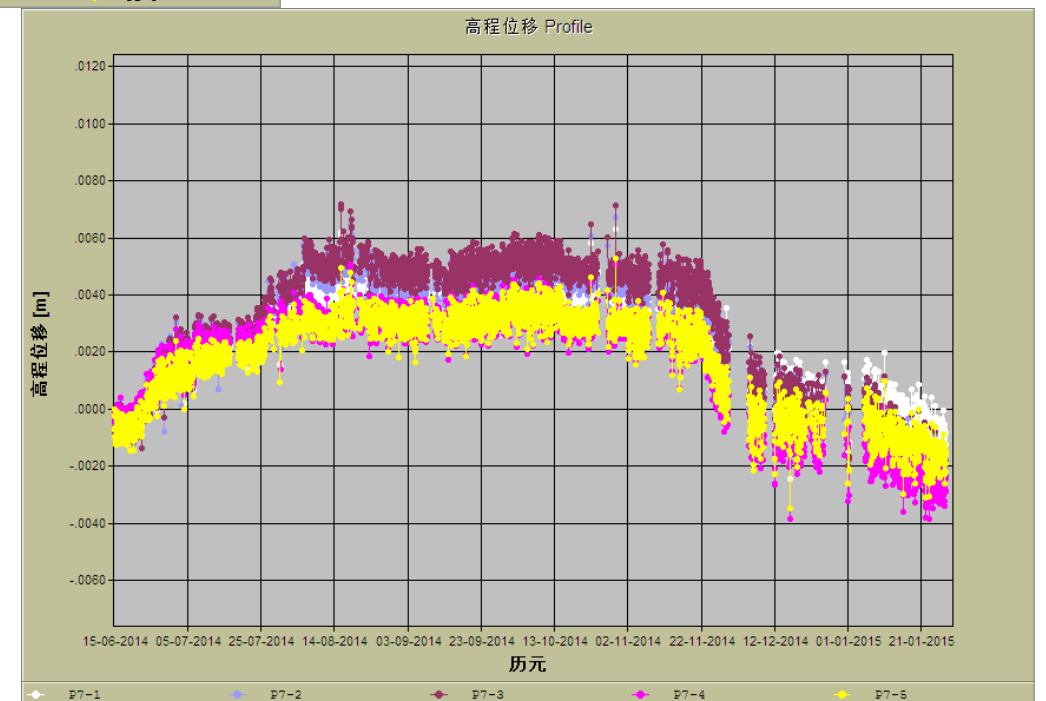
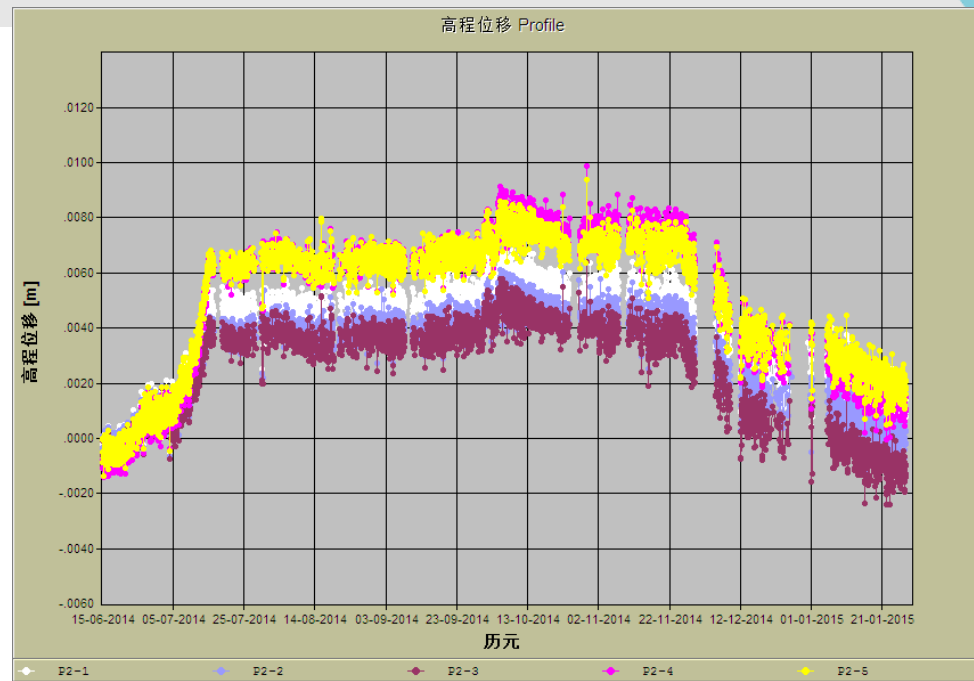
4#交叉点，市政道路中线位置对应的地铁隧道部位下方安装一台静力水准仪，沿地铁路线前后各10 m、15m位置各布置1台静力水准仪，因交叉位置较长，沿地铁隧道前后外延15 m处各增加1台静力水准仪，即布置7台静力水准仪，加1台基准点，共8台静力水准仪。上下行线布置方案相同，合计7个监测断面，静力水准测点与全站仪棱镜测点对应。静力水准仪每隔5分钟采集一次，每天24小时不间断采集数据。



4 监测成果分析

典型监测时程曲线图：

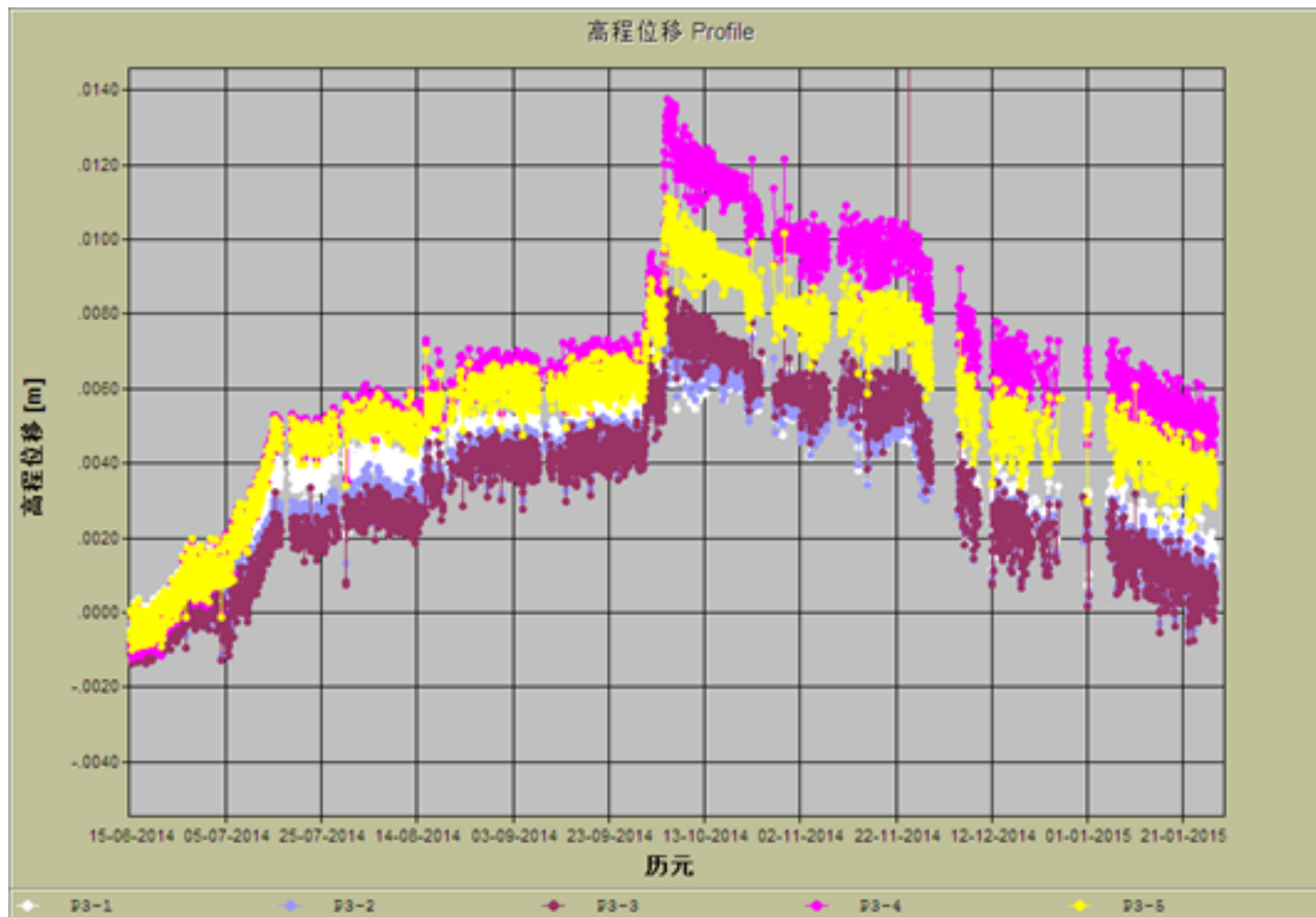
4#交叉点最先开始施工，自2014年8月份开始施工，至2014年10月份施工完成。在施工过程中，根据结构变形情况，曾经停工一段时间进行堆载加压。在10月初开挖至基底，各测点测值大部分在10月中旬达到峰值，各测点变化趋势一致，尤其是左线数据反映更明显。



4 监测成果分析

全站仪自动化监测系统:

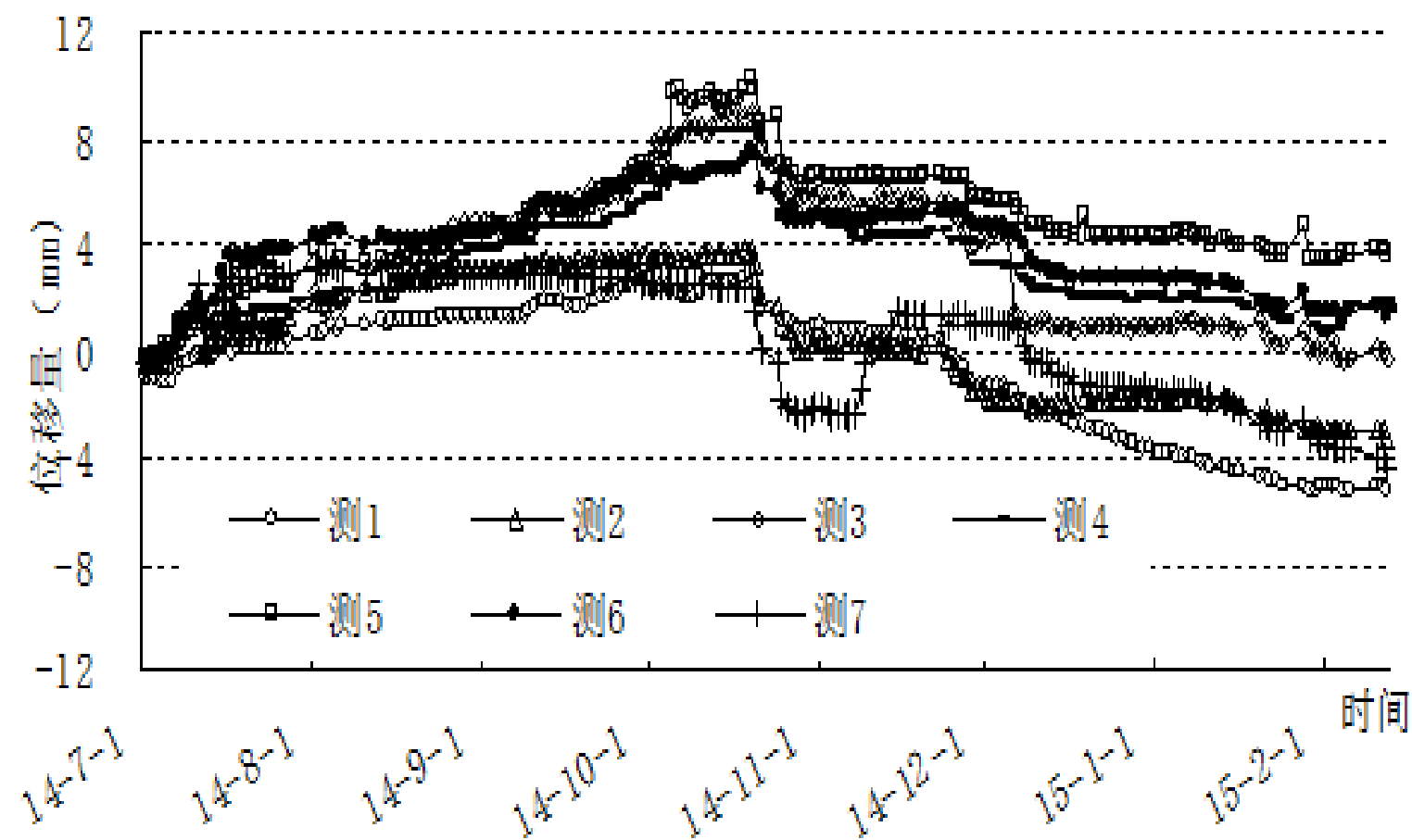
上部土方开挖自2014年8月份开始施工, 至2014年10月份施工完成。在施工过程中, 根据结构变形情况, 曾经停工一段时间进行堆载加压。在整个施工期间, 左线最大变形量为13.8mm, 测点为左线3-4, 时间为2014年10月6日。对应时间段徕卡精密监测全站仪采集的高程数据如右图。



4 监测成果分析

静力水准自动化监测系统：

在全站仪测点断面位置，隧道盾构管片的侧壁上布置了相应的静力水准设备，7个断面布置有7台静力水准。静力水准观测最大值为10.19mm，测点为左线测5。时间为2014年10月19日。对应时间段静力水准自动化监测系统采集的高程数据如右图。



4 监测成果分析

变形趋势:

数据显示，隧道结构随着上部结构的开挖出现不同程度的上浮，上部开挖至底板浇筑完成时，隧道结构不再上浮，在上部结构施工时，隧道结构开始缓慢下沉，至上部施工完成后，隧道结构变形趋于稳定。全站仪和静力水准自动化监测系统监测数据趋势一致。

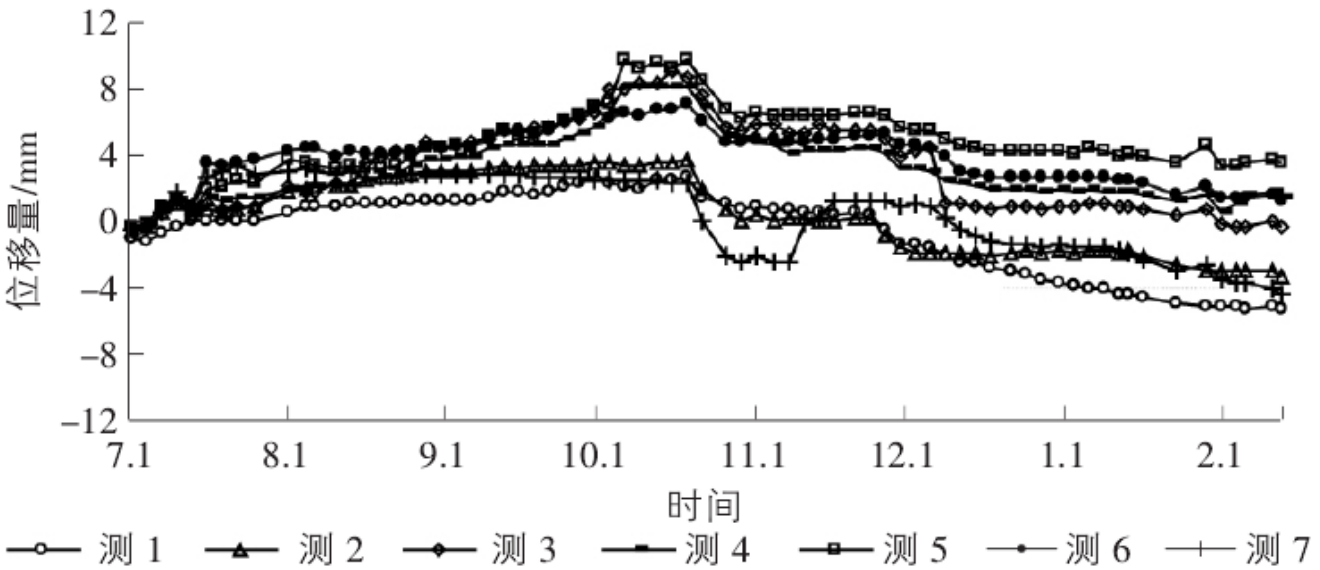
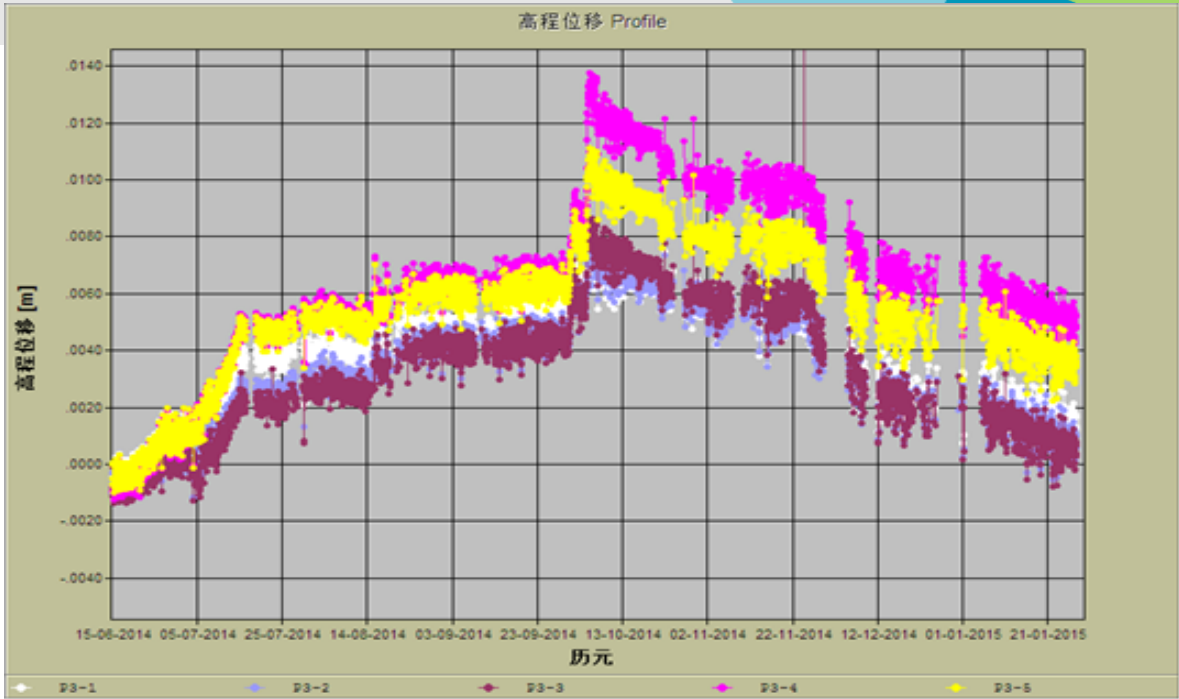


图 7 4 号左线静力水准仪观测时程曲线图(2014 年—2015 年)

5 结论

(1) 通过数据分析，全站仪和静力水准自动化监测系统监测结果揭示了隧道结构相同的变形规律：隧道结构随着上部结构的开挖出现不同程度的上浮，上部开挖至底板浇筑完成时，隧道结构不再上浮，在上部结构施工时，隧道结构开始缓慢下沉，上部施工完成后，隧道结构变形趋于稳定。

(2) 在上部土方开挖时，要求数据的实时上报，通过对全站仪与静力水准系统的实时预报性对比，全站仪监测在灵敏性和及时性上占优，静力水准数据变形略有滞后。

(3) 通过全站仪与静力水准系统的综合应用，使得两种观测数据相互对比验证，更全面及时的预报险情，起到了监测指导施工的作用，推动了工程安全监测的自动化、实时化、信息化、智能化。

—— 谢 谢 ——

A decorative graphic at the bottom of the slide consisting of multiple nested chevrons pointing upwards. The chevrons are colored in a gradient from light blue to dark blue, with a green chevron at the very bottom.