

徕卡测量新技术应用专栏

应用 TM30 进行地铁隧道变形自动监测的研究

南京市测绘勘察研究院有限公司 钟金宁 段 伟

南京地铁科技咨询有限公司 田有良

一、引言

随着我国地铁交通的快速发展,目前有近10个城市地铁开通营运,有近20个城市启动地铁建设。为确保地铁建设和营运安全,对隧道的稳定性进行监测,越来越受到社会和政府的广泛重视,尤其是软土环境中隧道的稳定性更加受到关注。但由于隧道空间狭小、结构环境复杂、机车行驶干扰等因素的影响,都给隧道变形自动监测造成较多的技术困难。因此监测网的关键技术是基准点的布设和数据处理与稳定性分析,其次是工作基点布设、监测点布设、测量仪器的选型和数据通信方式的选择,以及如何降低高额的监测成本。

二、监测网的布设

监测网由若干基准点、工作基点和监测点组成,其中基准点是监测网的核心,布设的位置、数量应根据监测区域的大小、监测周期的长短和监测精度来设计。一般在监测区域外围100~200m相对稳定的地方布设6~12个基准点(分成1~2组),并牢固地安置观测棱镜。当工作基点数量大于1个时,应布设基准传递点,如图1所示。工作基点的布设根据监测区域大小而定,当监测成果精度优于 $\pm 1\text{ mm}$ 时,TM30 0.5"仪器监测视线长度不宜超过100m。监测点布设在隧道断面上,每5~10m选择1个断面,每个断面上均匀布设5~8个观测棱镜作为监测点。在布设基准点和监测点时要特别注意,仪器观测有效视场内不得出现其他棱镜(视场内有多个棱镜时会直接影响观测精度),在监测网布设前应精确计算每个点的布设位置。

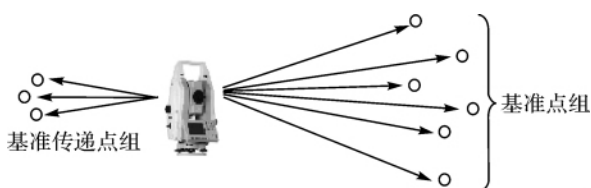


图1

三、监测网的测量

监测网布设完成后,通过GeoMoS软件对TM30进行远程管理,根据监测需要设置观测时间、观测模式。夜间地铁停运时为最佳观测时间,一般观测1~2次,每次观测两测回,白天地铁行驶时,一般观测2~4次,每次观测两测回。

监测系统对基准点、基准传递点及监测点在同一周期内进行测量,数据处理系统会先利用基准点及基准传递点测量数据对基准点稳定性作出判断并实时更新工作基点坐标再进行监测点坐标的解算。但由于震动和风动对仪器观测精度会产生较大影响,通常观测数据会产生一定偏离,需要在数据处理时进行过滤,否则监测成果会明显偏离,无法准确反映隧道的真实变形。

四、数据通信

观测数据可通过有线或无线方式实时传回服务器,目前可通过有线电信和无线CDMA、GPRS、3G等模式进行数据传载。从应用效果来看,3G模式的传载速度要明显优于其他传载方式。

五、数据处理

地铁隧道变形自动监测的重要环节是数据处理,一般情况下使用GeoMoS软件已基本能够完成经典的平差计算、数据分析和成果输出。但在有特殊要求的地铁监测项目中,还应对监测数据中变形量、测量误差、列车行驶震动和风动造成观测数据的偏离、棱镜仪器表面灰尘影响以及基准点不稳定对监测数据的影响作进一步处理,这就需要对GeoMoS软件做二次开发或定制专门软件进行监测数据的处理。在地铁监测工程中运用神经网络分析模型进一步分析基准点的稳定性,预测工作基点的最合适值和监测点变形量,运用小波理论对监测数据进行偏差过滤等,使监测成果更加客观准确地描述隧道结构变形过程与变形趋势。(下转第88页)

成的破坏。

2) 基站无人值守,无需反复设站,既节省了人力,又提高了外业效率。

3) 作业距离半径远,完全满足客户要求,测量精度符合施工测量标准。

4) GS15 操作简单,简单了解即可上手,为用户节省了培训时间和成本。

5) 基站采用强制对中设备,拆卸组装方便,便

于客户进行多地多模式的测量工作。

该固定式基站的成功建立,不仅实现了西北地区在高铁施工建设中固定式基站零的突破,同时也展现了 Viva 在极端恶劣条件下的优越性能,更重要的是通过推荐这套解决方案帮助客户解决了众多的实际问题,获得了客户的认可和好评。

(本专栏由徕卡测量系统和本刊编辑部共同主办)

(上接第 85 页)

数据处理完成后生成平面位移成果表和平面位移趋势图、垂直沉降成果表、垂直沉降趋势图、隧道收敛成果表和隧道断面变形成果表等。

六、实例应用

对南京中央商务区多功能商业发展项目工程段地铁保护区监测进行实际应用,该项目位于南京市建邺区河西大街与江东中路交汇处东南隅,北侧为河西大街,项目基坑位于地铁一号线元通站、元通站~中胜站区间南侧,位于地铁二号线雨润大街站~元通站、元通站东侧。监测范围为地铁一号线 XK2 + 229 ~ XK2 + 459,约 230 m,地铁二号线 K4 + 164.0 ~ K4 + 505.8,约 341.8 m。将本文提出的监测方法用于该项目中去,共布设 3 台 TM30 0.5"全站仪进行全自动化监测,一号线一台,二号线两台,

部分点位监测精度见表 1,从成果可以得出监测成果精度在 ±1 mm 以内。

表 1 部分点位精度表 mm

| 点号 | EY1 | EY2 | EY3 | EY4 | EY5 | EY6 | EY7 | EY8 | EY9 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 中误差 | ±0.8 | ±0.7 | ±0.4 | ±0.6 | ±0.4 | ±0.5 | ±0.3 | ±0.3 | ±0.2 |

七、结束语

地铁隧道变形自动化监测是一项复杂的系统工程,它不仅要融合现代测绘技术、通信技术、计算机技术和传感器技术,而且要运用现代数学理论和岩土工程理论对监测数据进行系统分析与变因研究。经过初步试验,使用 TM30 0.5"仪器和科学的数据处理系统,监测成果精度优于 ±1 mm 是完全能达到的。

《测绘通报》投稿须知

提请作者注意的事项:

1. 按照新闻出版总署的新的期刊管理规定,参考文献不得少于 6 条,且在文中必须引用,此将作为文章是否被录用的标准之一。
2. 参考文献除标注任选的项可以自选以外,不得缺项。尤其是引用的专著、学位论文,必须有引文页码。
3. 外文作者的姓名规定为姓在前名在后,姓要求全部拼写并且是大写,名要求简化为以第一个字母大写代替,姓和名之间为空格。例如: HERRING J R。
4. 其他题名信息包括副题名,说明题名文字,多卷书的分卷书名、卷次、册次等。
5. 参考文献的每一项,请按规定顺序书写。

《测绘通报》编辑部