

第五代测量机器人在地铁运营监测中的应用

刘春贵

上海汇谷岩土工程技术有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i3.1513

[摘要] 地铁运营监测精度要求高,监测窗口期短,对设备要求高,作业效率要求高,成果可靠性要求高。本文通过徕卡TS60第五代测量机器人在监测工作中硬件与软件的结合应用,高效、准确、可靠地掌握地铁车站侧墙水平位移变化,反馈抢险工作的效果及结构变化的持续情况,为昆明市轨道交通首期1号线支线的运营安全提供技术支持。

[关键词] 徕卡TS60; 测量机器; 变形监测; 水平位移; 平差

中图分类号: P12 **文献标识码:** A

Application of the Fifth Generation Measurement Robot in Metro Operation Monitoring

Chungui Liu

Shanghai BV Geotechnical Co., Ltd

[Abstract] Metro operation monitoring requires high accuracy, short monitoring window period, high equipment requirements, high operational efficiency, and high reliability of results. Through the combined application of hardware and software in the monitoring work of Leica TS60's fifth generation measuring robot, this article efficiently, accurately, and reliably grasps the horizontal displacement changes of the subway station side walls, and provides feedback on the effectiveness of rescue work and the continuous status of structural changes, providing technical support for the operation safety of the first phase of Kunming Rail Transit Line 1 Branch Line.

[Key words] Leica TS60 measuring machine; deformation monitoring; horizontal displacement; adjustment

引言

近年来昆明城市轨道交通发展迅速,在城市人力运输过程中扮演越来越重要的角色,但随着运营时间的增加,受到水文地质、工程质量,周边环境等的影响,建筑结构难免发生变形。为确保运营安全,需要采取变形监测、巡视调查等措施为数据分析提供依据。其中地铁运营变形监测已经发展为机器人自动化监测为主要方式。

徕卡TS60第五代测量机器人具有高精度和高可靠性,凭借0.5"测角精度以及ATR plus自动目标识别技术可以识别出微小的结构变形,IP65防护等级保驾护航,帮助长时间稳定的在隧道中发挥测量性能,通过自动观测,数据入库处理,变形数据分析,最终生成变形监测报告,保证地铁运营安全!本文结合地铁运营监测的原理及注意事项着重介绍徕卡TS60第五代测量机器人在水平位移监测中的应用。

1 实施流程

基准点及监测点布设→仪器设备架设→数据采集→数据处理→数据分析→报告编制。

1.1 基准点布设

本项目沿用委托方所提供的基准点,从委托方及相关单位收集所有既有监测点的相关资料,并对这些监测点进行全面踏勘,了解监测点的情况,逐一核实监测点的保存及实际情况,检查监测点的完好性、规范性,针对不满足规范要求的测点、对破坏较严重的测点进行标记,按照实施方案进行测点的补埋,如有需要按下列要求布置:

基准点应选在变形影响区域之外稳固可靠的位置,其水平位移基准点应采用带有强制归心装置的观测墩,垂直位移基准点宜采用双金属标或钢管标。下列地点不应设置基准点:

- (1) 易受水淹、潮湿或地下水位较高的地点;
 - (2) 土堆、河堤土质松软与地下水变化较大的地点;
 - (3) 距铁路50m、距公路30m(特殊情况可酌情处理)以内或其受剧烈振动的地点;
 - (4) 短期内将因新建项目施工而可能毁坏标石或阻碍观测的地点;
 - (5) 地形隐蔽不便观测的地点。
- 区间根据区间具体情况确定。
- #### 1.2 监测点布设

本项目监测点埋设涉及联络通道沉降监测点,其余为既有,为延续测量。

地铁隧道的定期监测是一项长时间、高投入的重要测量工程,对地铁隧道实施长期监测是以研究其变形过程为目的。为了使定期监测工作能够为地铁隧道变形研究提供准确、全面的基础资料,监测点的布设必须综合考虑各方面因素,最大限度地保证采集到的基础数据正确、可靠。

监测点布设一般要求:

(1)不妨碍轨道交通的运行与运营安全。

(2)位置能够反映结构的变形特征。

(3)点位编号统一、规范,便于进行数据管理。现场点号书写美观、大方、易于辨认和长久保存。沉降点编号宜采用红油漆涂写于测点附近;盾构法隧道管片环号标记清晰的,可不在现场标记管径收敛断面编号。

(4)标志稳固、明显、结构合理,易于保护,便于观测。对被破坏的、松动的、缺少的、不符合要求的点位应及时进行补设、修正。

(5)进出洞段、联络通道、单侧泵站段、结构过渡段等结构特殊区段,结构存在缺陷、使用状况恶化区段,经过抢险修复施工的区段,以及地质条件复杂区段,宜结合现场特点在一定范围内适当加密布设观测点。

(6)里程碑标识统一、规范。沿上下行线路中心走向约50m间距,布设于沉降观测点旁,宜固定在弱电侧管片预埋槽处。里程应根据现场百米标取位到0.1m。里程碑采用不锈钢材料按统一规格制作。里程碑上标记沉降点号、里程、上下行线等信息。

(7)观测点布设完成后应提交布设记录报告。报告内容包括点号、环号、里程、测点间距、旁通道位置、泵站位置、风井位置、洞口位置、车站位置、里程碑位置以及与参照位置的相对位置关系等信息。

1.3水平位移监测基准网测量

以前期已建立的昆明地铁线网控制测量基准网为基准点,在隧道内布设位移监测工作基点,与地铁轨道沉降工作基点共用。

本项目水平位移监测控制网以前期建立的地铁线路控制网为基础,布设精密导线网,将平面控制基准引测至监测区域。

采用徕卡TS60全站仪,使用机载“多测回测角”程序自动观测6测回。各测回水平角观测互差 $<4''$,垂直角(或天顶距)观测互差 $<6''$ 。

按《城市轨道交通工程测量规范》GB/T50308-2017精密导线测量的技术要求进行作业。精密导线测量时采取如下措施提高测量精度:

(1)尽可能加大导线边长,减少测站,以减小测角累积误差;

(2)保证视线距建(构)筑物一定距离(不小于0.5m),减小旁折光的影响;

(3)在不同的时间段进行观测,取其加权平均值作为最后成果;

(4)在具体条件的地方设置强制对中标志或采用三联脚架法进行观测;

(5)尽量采用双导线或边角网形式布设施工控制网;

(6)先检查起算边的稳定情况。

1.4水平位移监测原理

(1)内容。本项目水平位移监测包括车站水平位移,隧道水平位移,路基水平位移。

(2)测量方法。平面位移观测采用徕卡TS60测量机器人,用徕卡Nova TPS多测回测角系统为监测点坐标计算提供原始数据。

(3)原理:

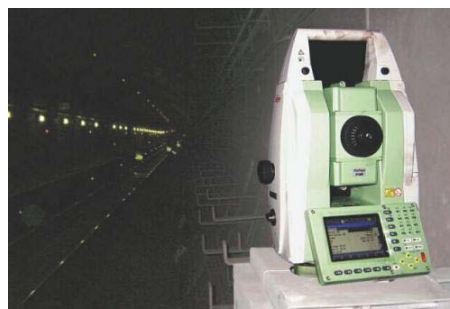
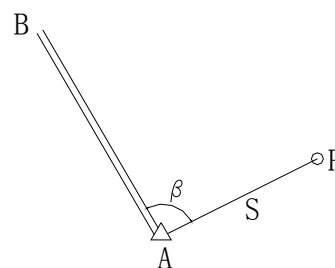


图1 平面位移测量原理

如图所示:其原理是极坐标法,在已知点A安置仪器,后视点为另一已知点B,通过测得AB—AP的角度以及A点至P点的距离,计算得出P点坐标。

(4)精度分析:

设测边中误差为 m_s ,测角中误差为 m_α 则待定点的点位中误差为:

$$m_p^2 = m_s^2 + S^2 (m_\alpha / \rho)^2$$

其中, m_s 为测距中误差, m_α 为测角中误差, $\rho = 206265$ 。

1.5监测数据分析

(1)将原始的数据通过科学、合理的方法,用频率分布的形式把数据分布情况显示出来,进行数据的数值特征计算,舍掉离群数据。在数据处理这一阶段,需绘制的曲线一般有三类:过程线,分布线和相关线。它们分别表征物理量随时间的变化情况,物理量在空间(线、面和立体)的分布情况以及各物理量之间的相互关系。过程线是物理量与时间的关系,通常以时间为水平坐标,以物理量(例如位移、应变等)为纵坐标。

(2)曲线拟合:对现场量测数据及时绘制对应的位移—时间曲线或图表,当位移—时间曲线趋于平缓时,进行数据处理或回

归分析,以推算最终位移量和掌握位移变化规律。

(3) 监测结果分析: 主要采用比较法、作图法等分析各监测物理量值大小、变化规律、发展趋势,以便对工程的安全状态和应采取的措施进行评估决策。

1.6 水平位移监测注意事项

(1) 对使用的全站仪、觇牌应在项目开始前和结束后进行检验,项目进行中也应定期进行检验,尤其时照准部水准管及电子气泡补偿的检验与校正。

(2) 观测应做到“五固定”,即固定人员、固定仪器、固定测站、固定作业路线、固定转点;

(3) 项目主要为地下作业,光线差,仪器、觇牌应安置稳固严格对中整平;

(4) 在确认目标成像清晰稳定的条件下进行观测;

(5) 开始测量前,打开仪器箱使仪器温度与外界温度一致后才能开始观测;

(6) 应尽量避免外界干扰影响观测精度,严格按精度要求控制各项限差。

2 应用实例

步骤1、基准点及监测点布设:

道床结构水平位移监测控制网以地铁1号线支线路既有坐标系为基准建立,共布置3个基准点,起始并附合于地铁控制基准点上可同时作为高程基准点使用,基准点位于变形影响范围以外。

水平位移采用墙上打孔埋设L型小棱镜布置。沉降监测点采用在道床面上钻孔方式埋设不锈钢测钉,侧墙上伸缩缝位置采用L型沉降观测标志埋设;在抢险区域范围内,按照5米一个断面进行布点,第1断面为2个点,其余断面为3个点,其中包含一个伸缩缝,两侧进行差异沉降监测,共计布设46个点,其中位移监测点19个。

步骤2、仪器设备架设

本次监测频率为每周一次,每次观测完成后需重新架设,重新设置仪器。为保证数据一致性,架设位置也布置固定点,并采集坐标。

步骤3、数据采集

包括3次初始值数据采集求平均值和后期数据采集。用多测回测角系统自动采集原始数据。

步骤4、数据处理

(1) 本项目通过监测信息化数据库管理系统对数据进行管理和各期数据的计算、对比、分析,自动统计最大累计变化值和

变化范围。

(2) 曲线拟合: 根据各监测项选用对应的反映数据变化规律和趋势的函数表达式,进行曲线拟合,对现场量测数据及时绘制对应的位移—时间曲线或图表,当位移—时间曲线趋于平缓时,进行数据处理或回归分析,以推算最终位移量和掌握位移变化规律。

步骤5、监测结果分析:

采用比较法、作图法和数学、物理模型,分析各监测点变化大小、变化规律、发展趋势,对工程的安全状态和应采取的措施进行评估决策。

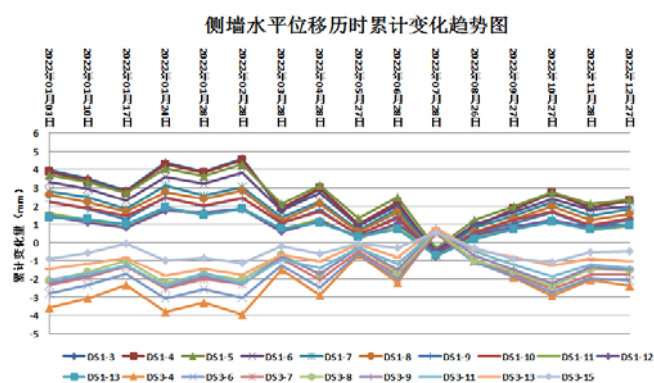


图2 累计变化趋势图

监测结果显示,累计变化范围为-2.37mm至2.33mm,DS3-4号测点为累计量最大点位,累计变形量为-2.37mm,变化速率为-0.01mm/d,侧墙水平位移变形处于正常范围内。

3 结束语

徕卡TS60第五代测量机器人结合数据库管理软件能对地铁结构变形及时、准确、可靠地作出评估,从数据采集、数据处理、数据分析、报告输出实现一体化进行,能迅速提升工作效率,为地铁运营安全提供必要的技术保障。

[参考文献]

- [1] 雷娜,王平.工程测量学[J].科技信息,2010(1):705.
- [2] 《城市轨道交通工程监测技术规范》填补国家空白[J].中国勘察设计,2012(7):11.
- [3] 杜青龙.议工程测量学[J].硅谷,2009(3):79.

作者简介:

刘春贵(1984--),男,汉族,云南省镇雄县人,高级工程师,注册测绘师,一级建造师(市政工程),从事测绘工作15年。