

# 变形监测在城市隧道工程中的应用

杨立军

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

**摘要:**城市隧道工程在施工过程中存在诸多的风险,合理应用变形监测,可以有效的降低施工风险。本文以北京市南水北调南干渠工程为实例,应用合理有效的变形监测方法对该工程进行监测,并对监测数据进行分析 and 预估。在该工程中通过应用合理有效的变形监测方法,成功预估监测出7处达到警戒值的监测点,通知施工单位提前采取措施,未发生事故。经实践证明,合理应用变形监测方法,可以有效降低城市隧道工程施工风险。

**关键词:**城市隧道;安全风险源;变形监测;第三方监测

## 一、引言

尽管城市隧道及地下工程施工技术已较为成熟,但由于水文地质情况的复杂性,周边环境的复杂性以及施工过程中的不确定性,使得城市隧道在施工过程中,仍存在许多施工风险,也发生过许多风险事故。例如:(1)2007年3月28日位于北京市海淀区南路的地铁10号线施工工地发生塌陷,6名施工者被埋;(2)2010年7月10日,北京地铁8号线西三旗站塌陷,地下天然气管线断裂。

这些地铁事故造成了重大的经济损失和严重的社会影响,为了规避工程风险,为隧道建设保驾护航,本文针对城市隧道工程的特点,对变形监测在城市隧道工程中的应用进行分析和研究。

## 二、城市城市隧道工程安全风险源

由于北京市地铁、南水北调、电力隧道、给排水隧道等地下工程使用功能的特性,使得这些城市隧道工程一般都规划布置在繁华街区、聚居区和各功能区。在这些区域施工,需要克服的安全风险也成为施工中的难点问题。

这些安全风险源与工程结构施工相互影响,共同构成一个工程建设环境安全风险有机体,这些风险源有着共同的特征,就是具有突发性、不确定性、多变性和不易控制等特点,牵涉社会单位多,协调工作量大,而且一旦发生事故,会造成较严重的社会负面影响,成为制约工程建设的难点。

## 三、第三方监测

大型城市隧道工程线路较长,参建施工单位较多,各施工单位所用的仪器不同,测量水平也参差不齐,数据处理分析预测方法也不一致,无法对线路整体的变形进行合理有效的分析预测,因此大部分城市隧道工程都引入第三方监测单位负责线路的监测工作。第三方监测单位作为一个独立的单位具备相应的资质,相应的技术,相应配套硬件和软件,能够根据监测数据准确判断出施工的影响,及时反馈给施工单位和建设单位,方便施工单位对有问题部位及时采取措施,为防止出现安全事故赢得时间。

## 四、监测方法

城市隧道工程监测对象可以分为地上地下两部分:地上监测对象为隧道开挖影响范围内的地表及地表各种建(构)筑物;地下监测对象为隧道。地上主要应用沉降观测、倾斜测量、应力监测、裂缝监测、巡视检查这5种方法;地下主要应用收敛监测、拱顶沉降、应力监测、裂缝监测这4种方法。

### (一)地上监测方法

#### 1. 沉降观测

城市隧道施工势必会引起土层的扰动,土层的扰动会导致应力的传递,处于应力传递期时,土层处于缓慢变化阶段,地表不会有具体表现;待应力积累到一定量时引起土层快速变化,具体表现为地表的隆起、塌陷、裂缝等以及建(构)筑物的沉降、裂缝等异常情况。

为了及时掌握地表及建(构)筑物在竖直方向的变化情况,需要应用沉降观测,在开挖影响范围内的地面、路面、建筑物、桥梁、公路、铁路等地表项目布设沉降观测点,利用高精度的电

子水准仪准确测量每个监测点的高程。结合监测点的数据变化情况及施工工况准确判断出城市隧道对土层的影响,及时用注浆、封堵、填埋等办法对出现问题的部位进行处理,防止隆起、塌陷、裂缝等异常情况的出现。

#### 2. 应力监测

应力测量使用的仪器主要是应力计,目前使用最为广泛的是表面应力计。当被测桥墩或其他结构物发生变形时,将带动表面应力计产生变形,变形通过前、后端座传递给振弦转变成振弦应力的变化,从而改变振弦的振动频率。电磁线圈激振振弦并测量其振动频率,频率信号经电缆传输至读数装置,即可测出结构物的应变变量。

#### 3. 裂缝监测

在本工程实例中,对5处裂缝进行了监测,其中房屋裂缝3处,混凝土路面裂缝1处,沟渠裂缝1处。裂缝较小的,可在裂缝两端埋设2个测钉,每次量测两根钉子间的距离,距离的变化量即为裂缝增大或减小的变化量;裂缝较大的,用游标卡尺直接量测、裂缝较大或有必要时,进行裂缝深度监测。

## (二)地下监测方法

#### 1. 收敛监测

隧道收敛监测主要应用的仪器是收敛计,一般每个收敛监测断面布设4个测钉,用收敛计勾住对角的两个测钉进行收敛监测,按照相应的频次,测出每个断面的收敛值。用每次的收敛数据与上次的收敛数据进行比对分析,准确判断出隧道的收敛情况,通知施工单位对收敛变化较大的断面采取相应的措施,防止出现意外情况,降低安全风险。

本工程中收敛值最大为7.3mm,数据变化时段长达6个月,监测断面未出现裂缝、错台、穿孔、渗漏等异常情况。通过收敛监测,可以掌握隧道在施工阶段的隧道净空收敛情况,为施工安全提供数据支持。

#### 2. 拱顶沉降

拱顶沉降同地上监测方法中的沉降观测方法一致,采用水准测量,使用标称精度为0.3mm/km的高精度电子水准仪,用国家二等水准测量的技术要求进行施测,数据经过专业软件进行平差,平差合格的数据方可采用,不合格的数据需要重新进行观测。

#### 3. 应力监测

隧道内的应力变化也采用应力计进行监测,当隧道采用钢筋束作为锚杆时,采用钢筋应力计进行监测。当隧道锚杆或者土钉施工完毕后,对应力计检查测试,合格的,能出正常数据的才能作为监测点使用,不合格的,下个断面重新埋设,取开挖前连续2次稳定的观测数据的平均值作为初始值。

## 五、结语

城市隧道工程建设项目是一项庞大复杂的系统工程,在工程的建设阶段,合理的应用变形监测可以大大降低城市隧道施工的安全风险,并为安全施工提供预警报警机制,一旦发现变形有异常,可以及时启动安全应急预案,为城市隧道工程保驾护航,合理有效的应用变形监测已经成为城市隧道工程必不可缺的组成部分。

## 参考文献

- [1] 杨柳. 变形监测技术的发展与应用[J]. 山西建筑, 2008. 2.
- [2] 林勋. 建筑物变形监测的综合研究[D]. 长春工程学院学报(自然科学版), 2005. 02.
- [3] 王国亚, 宜晨虹. 建筑物的变形观测[J]. 山西建筑, 2002. 03.