



地铁变形监测

杨祝华

(中铁<洛阳>隧道勘测设计院,河南 洛阳 471009)

摘 要:介绍了地铁变形监测实施的一整套成熟、完善的技术方案,明确了地铁变形监测的评定标准,可作为今后地铁变形监测的重要借鉴。

关键词:变形监测;基准点;实施方案;评定标准

1 概述

地铁变形监测是为了掌握地铁沿线因物业开发或其它工程施工对地铁建筑结构产生的水平位移和竖向位移,确保地铁结构安全和正常运营,建立全线的变形监测体系,为后续地铁设计、施工提供资料。中铁(洛阳)隧道勘测设计院承担了广州地铁一、二号线变形监测工程,对广州地铁一、二号线危害性变形及时提出了预报,达到了监测的目的;并且分别建立了全线的变形监测体系,为下阶段的监测工作提供了依据;为地铁轨道检修及维护使用、保证地铁的正常运行和设施安全提供安全信息。

2 变形监测实施技术方案

2.1 变形监测基准点的选择

基准点是变形监测的基础,因此基准点选择原则应遵循:基准点位于变形区域外,地质情况良好,不易发生变形的地段。

广州地铁一号线变形监测在铺轨控制基标的基础上测设,

隧道及车站内的铺轨控制基标是在一级导线的基础上测设的,而平面变形监测的导线精度要求为三等导线,后者作业精度要求远高于前者,这就造成低精度的基础导线点作为高精度测量的平差依据。虽然位移沉降监测重在于对两次测量成果进行比较,在保证作业路线、作业仪器、作业人员乃至作业精度不变的情况下,对导线两端控制点的精度依赖不大,但两次测量的闭合差及其在误差分配方面的不一致,在一定程度上损害了三等变形监测成果的精度;而且,因变形监测的基准点为车站内的控制基标,个别车站的控制基标点满足不了监测方案的要求,而在靠近车站的区间内选择了控制基标作为基准点,这些基准点本身是否受到变形区的影响而变形的情况,若存在变形也将影响监测的精度。实践表明:选择铺轨控制基标作为变形监测的基准点不可取。

综合总结上述情况,结合内外业实际作业情况,考虑到车站

是一个大刚体,其发生变形的可能极小(只有环境发生重大变化,才有发生变形的可能),经综合比较分析,广州地铁二号线变形监测选择将基准点布设在车站内。即在车站左右线各选择一条边长大于120m的平面监测基准边,为满足竖向监测基准点的要求,平面监测基准边中再选择一个竖向监测点,左右线基准点边尽量成交叉通视。基准点选定后,有条件应进行基准点边间联测。这样,地铁变形监测控制网采用的是独立坐标系,这就消除了原控制基标点误差对变形监测的影响,也符合基准点选择原则。

2.2 监测实施

建成后的地铁渐趋稳定,一年后基本稳定投入试运营,则地铁变形监测次数为3次,其间隔周期一般为3~4个月。如发现危害性变形,则变形地段应进行跟踪监测,直至危害或隐患消除。

2.2.1 第一次监测

平面位移监测外业施测遵循“以基准点为基础,先控制,后加密”的原则。监测时控制网一般以每一区间为一测段,平面控制均按附合导线进行观测,从一个车站基准边附合至另一车站基准边。控制网内角按六测回观测,单测回观测左角,双测回观测右角,每测回同方向正倒镜一次观测,不调焦,以减小视差的影响。在 $\alpha_{左} + \alpha_{右} - 360 \leq \pm 2.5''$ ($\alpha_{左}$ 、 $\alpha_{右}$ 分别为盘左、盘右),取均值,距离往返观测各四次,取均值,并进行温度、气压、投影改正。为便于识别控制点,其均用红油漆标“△”符号于侧墙或道床中央。

高程监测以每个区间为一测段,同样遵循“先控制,后加密”的原则。监测前先对基准点间的高差进行检测,在满足要求($\Delta h_{测} - \Delta h_{理} < \pm 2\text{mm}$)确认该基准点稳定,方可进行监测。监测时按附合水准进行,由一个车站基准点附合到下一车站基准点,其限差满足二等水准, $f h_{测} \leq f h_{理} = \pm 4 \sqrt{L}$ ($f h$ 为闭合差, L 以km计)。其观测程序为:

往测:后—前—前—后

返测:前—后—后—前

每测站前后视距差 $\leq \pm 1\text{m}$,每一测段前后视距累计差 $\leq \pm 3\text{m}$ (第一次监测时,已在侧墙或道床中央用红油漆做好水平仪置镜标记,为后续观测提供方便)。每测站先观测快尺读数,最后以双置镜站结束,并往返观测,每一测段进行平差计算出高程控制点高程。区间加密沉降监测点按附合水准由一个高程控制点附合到下一高程控制点,并进行平差,计算出加密沉降监测点高程。在同一区段控制点与加密沉降监测点监测时间不超过3d。

2.2.2 第二、三次监测

监测作业程序与第一次基本相同:首先,监测前对基准点进行检测;其次,先控制,后加密。与上一次观测值相比较,在监测过程中若与上一次观测值相差较大,则对该监测点或某一测段重测,以确认该地段是否发生危害性变形。如确认是危害性变形,则对变形地段进行跟踪监测,直至危害消除或建议采取相应措施挽救地铁。

3 变形监测实施的技术要求、变形的评定标准

平面横向位移对地铁结构的安全很不利,但建成后的地铁隧

道要发生的或允许发生的横向位移目前尚无标准可循,故难以确定平面变形的测量精度;地铁隧道内的测量条件和环境,要使平面测量满足二等要求,将非常困难;为了确保地铁建筑结构、设备安全,对地铁进行平面位移和竖向位移监测,参照变形监测有关规范要求,并结合地铁自身特点,平面位移监测按三等导线有关要求进行,而三等平面测量测角中误差为 $\pm 1.8''$,则同一个角,两次测量的误差为 $2 \times 1.8 \times \sqrt{2} = 5''$,对应120m的横向逐渐位移为2.90mm。对点误差以1mm计,照准和目标偏心各按0.5mm计,1"全站仪120m偏0.6mm,外界影响按1mm计,则有: $\sqrt{2} \times \sqrt{(1+1+1+1+2 \times 0.25+0.36)} = 3.12\text{mm}$ 。据此,平面位移监测的评定标准,角度按5"计,距离按4.0mm计。

竖向沉降监测按二等水准测量要求进行作业。依据地铁结构对竖向沉降的敏感性,2mm的竖向沉降不会危及地铁结构的安全,而二等水准测量,每公里高差中数的偶然中误差为 $M\Delta = \pm 1\text{mm}$,能以足够测量精度测出地铁发生的大于2mm的变形;且建成后的地铁隧道发生的或允许发生的竖向沉降目前尚无标准可循,难以确定竖向沉降的测量精度,故竖向沉降监测的评定标准为: $\pm 2\text{mm}$,二等水准测量每公里高差中数偶然中误差为: $\pm 1\text{mm}$,全中误差为: $\pm 2\text{mm}$ 。

综上所述,地铁变形的评定标准可归结为:

(1) 面位移监测的评定标准:角度按5"计,距离按4.0mm计;

(2) 竖向沉降监测的评定标准为: $\pm 2\text{mm}$ 。

这样,平面按三等导线、高程按二等水准的要求来作业,既能经济的实施操作,又能准确反映地铁的变形是否能对地铁结构产生危害,切实达到了监测的目的,保证了地铁的运营安全及结构安全。

4 结论和推广应用

(1) 将车站内埋设的监测点作为整个监测网的基准点,以每一区间为一测段,形成附合路线,用来控制整个监测网是可行的,为今后的地铁位移沉降监测积累了经验;

(2) 提出的地铁变形监测的实施方案,这一成果在今后进一步验证后,可作为成熟技术推广应用,并作为今后地铁变形监测的借鉴;

(3) 提出的地铁变形监测的技术要求:位移监测按三等导线、沉降监测按二等水准来进行地铁变形监测的作业程序和施测方法,以及地铁变形监测的警戒值,经验证是切实可行的,这一成果在今后进一步验证后可以推广应用;

(4) 通过监测实践工程,建议变形监测与地铁结构监护以及运营安全结合起来,并定时向监护、运营部门报告变形等有关情况,且在监测期间让运营公司逐步融入,为日后的长期监测作好准备。

参考文献:

[1] 中国有色金属工业总公司. 工程测量规范(GB 50026--93)[S]. 北京:中国计划出版社,2001.



築龍網
zhulong.com

筑龙网路桥版超爽卡资料0币、1币下载

<http://lq.zhulong.com/luqiao/>

0币下载：安全资料、节点详图、施工方案、施工工法、工程表格、施组、施工工艺、技术交底、作业指导书、工程总结等

1币下载：创优规划、市政、项目管理、路桥PPT、成套图纸、毕业设计、考试培训、工程技术、施工测量、技术标书、工程技术等

购买筑龙卡方式:

<http://www.zhulong.com/tech/zlk/how-card.asp>

筑龙卡转换为超爽卡:

http://www.zhulong.com/huiyuan/zlb/cz_csb.asp