

Discussion on the Main Points of Monitoring and Measurement Control of Shallow Tunnelling Method Tunnel Construction

Linlin Hua Chunpan Li Heng Wang

China Construction Seventh Engineering Division Installation Engineering Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

With the development of the city, the shallow tunnelling method has the advantages of small demolition area, small impact on the surrounding environment and residents, and less interference to urban traffic, it is more and more common in the construction of urban subways, pipe corridors, and pipelines. The focus and difficulty of shallow tunnelling method construction lies in stratum pre-reinforcement and surface settlement control, during construction, the eighteen-character guideline of “pipe advance, strict grouting, short excavation, strong support, fast closure, and frequent measurement” must be followed. The case mentioned in the paper is the construction of an underground comprehensive pipe gallery project in a certain city, this project analyzes the ground settlement generated during the construction of the underground pipe gallery using the shallow tunnelling method through systematic professional monitoring, and guides the construction through monitoring data, find targeted solutions and optimization measures to ensure engineering safety and quality.

Keywords

construction of underground comprehensive pipe gallery with rectangular section; shallow tunnelling method construction; surface subsidence monitoring

浅谈浅埋暗挖法隧道施工监控量测控制要点

华林林 李纯盼 王珩

中建七局安装工程有限公司, 中国·河南 郑州 450000

摘要

随着城市发展,浅埋暗挖法施工因其具有拆迁范围小、对周边环境及居民影响小、对城市交通干扰少等优点,在城市地铁、管廊、管道等施工中运用越来越普遍。浅埋暗挖法施工的重点与难点在于地层预加固及地表沉降控制,施工中要遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”八字方针。论文提到的案例是某城市地下综合管廊工程项目建设,这个项目通过系统的专业监测,对地下管廊采用浅埋暗挖法施工中产生的地表沉降进行分析,并通过监测数据指导施工,找到针对性的解决及优化措施,从而保证工程安全与质量。

关键词

矩形断面地下综合管廊施工;浅埋暗挖法施工;地表沉降监测

1 工程概况

1.1 基本情况

此次研究的项目为暗挖段地下综合管廊项目,总长75m,结构采用矩形箱涵断面,布置2个舱,结构外断面为6.35(宽)*3.7(高),自红线向外分别为电力舱一、电力舱二,净宽度分别为2.5m、2.6m,结构埋深约7m。

由于管廊下穿已建成通车的城市主干路,地下管线复杂,包含雨污水、电力、热力、给水、通讯、燃气等。地面上主

要通行小轿车、公交车以及区域内施工车辆如钢材运输车、混凝土罐车、土方清运车等。施工中需特别注意在地面行车及地下暗挖双重作用下对地表沉降的监测和控制。

1.2 施工工艺流程

本项目基本工艺流程为:施工准备→钻孔灌注桩→超前大管棚→超前小导管→掌子面预注浆→首部开挖→初期支护→后部开挖及初支→循环开挖及初支→施做防水层→二次模注混凝土→附属工程。

现场监控量测工作贯穿始终，其监测重点主要在于开洞门阶段监测、暗挖隧道施工阶段监测和施工完成阶段监测。

1.2.1 开洞门阶段监测

在隧道开洞门阶段为高风险施工阶段，首先需加强开洞门环境及隧道出水情况的巡查；其次需加强开洞门正洞两侧隧道的临近结构的监测；最后在加强洞内巡查、监测的同时，同步结合洞门上方地表沉降监测数据分析暗挖隧道施工风险概况^[4]。

1.2.2 暗挖隧道施工阶段监测

采用浅埋暗挖法进行施工的地铁隧道，尤其是下穿高速公路，地表监测是必不可少的工序，只有进行地表监测，才能保证隧道和围岩的稳定，确保施工安全。通过对监控量测数据的分析处理和必要的计算与判断，可以预测和确定隧道最终稳定时间，指导施工工序和二衬的施作时间。在隧道施工阶段为一般风险施工阶段，首先需根据施工进度合理安排监测频率，其次根据施工进度结合施工面对应地表沉降监测数据分析隧道施工风险概况。

1.2.3 施工完成阶段（一定期限内）监测

该阶段为较低风险阶段，主要对工程完工后一定期限内继续监测相应数据，以达到对比分析、确保安全的目的。

2 监测前准备

2.1 监测点位布置

浅埋暗挖隧道在施工过程中不可避免地会对地层产生扰动，通过采取预加固和强支护施工措施，并对通道开挖过程中的沉降进行严密的监测，严格控制沉降值，有效保证了通道施工的安全。施工前依据施工方案编制监测方案。暗挖工程监测内容主要包括地表沉降监测、地下管线沉降监测、初期支护结构拱顶沉降监测、初期支护净空收敛监测、周边建筑物沉降变形监测等。其中地表沉降监测点根据施工方案每 20m 设置一个断面，在洞口处及管棚交接处加密设置。每断面布置 11 个点。

2.2 监测点埋设

地表沉降监测点的埋设应符合下列规定：

(1) 地表沉降监测点宜采用钻孔方式埋设，钻孔深度应到原状土层，钻孔直径不宜小于 80mm，螺纹钢标志点直径宜为 18mm~22mm，底部将螺纹钢标志点用混凝土与周边

原状土体固定，底端混凝土固结长度宜为 50mm，孔内可用细砂回填。

(2) 保护井壁宜采用钢质材料，井壁厚度宜为 10mm，井底垫圈宽度宜为 50mm，井深宜为 200mm~300mm；井盖宜采用钢质材料，井盖直径宜为 150mm，井口标高宜与道路地表标高相同。

(3) 井底垫圈面距监测点顶高度不宜小于井深长度的 1/2，且不宜小于预计的路基最大沉降量^[1]。

2.3 监测方法

本项目监测仪器采用天宝电子水准仪 Trimble DiNi 0.3 监测。观测时应注意事项如下：

(1) 对使用的电子水准仪、条码水准尺应定期检验。当观测成果异常，经分析与仪器有关时，应及时对仪器进行检验与校正。

(2) 观测应做到三固定，即固定人员、固定仪器、固定测站。

(3) 观测前应正确设定记录文件的存储位置、方式，对电子水准仪的各项控制限差参数进行检查设定，确保符合观测要求。

(4) 应在标尺分划线成像稳定的条件下进行观测。

(5) 仪器温度与外界温度一致时方能开始观测。

(6) 数字水准仪应避免望远镜直对太阳，避免视线被遮挡，仪器应在符合规定的震动范围内工作，当行车震动较大时应在震动源消失后观测，在有地面震动时观测，应增加观测次数，提高观测精度。

(7) 每测段往测和返测的测站数均应为偶数，否则应加入标尺零点差改正。

(8) 由往测转为返测时，两标尺应互换位置，并应重新整置仪器。

(9) 完成闭合或附和路线时，应注意电子记录的闭合差或附和差，确认合格后方可完成测量工作，否则应查找原因并重新测量直至合格。

3 数据分析

3.1 数据处理

观测记录采用电子水准仪自带记录程序进行，观测完成后形成原始电子观测文件，通过数据传输处理软件传输至计算机，检查合格后进行平差，得出各点高程值^[2]。

观测点稳定性分析应符合以下要求:

(1) 观测点的稳定性分析基于稳定的基准点而进行的平差计算成果。

(2) 相邻的两期观测点的变动分析通过比较相邻两期的最大变形量与最大测量误差(两倍中误差)来进行,当变形量小于最大误差时,可认为该观测点在这两个周期内没有变动或者变动不显著。

(3) 对多期变形观测成果,当相邻周期变形量小,但多期呈现出明显的变化趋势时,应视为有变动。

3.2 监测控制

监测频率控制如表1所示。

表1 监测频率

监测项目	监测仪器	监测频率			
		距开挖面 <2B	距开挖面 <5B	距开挖面 >5B	基本稳定
地表沉降	电子水准仪	3次/天	2次/2天	2次/周	2次/月

监测临界控制值如表2所示。

表2 监测临界控制值

检测项目	累计变化量控制值	变形速率控制值
地表沉降	±30mm	±2mm/d

当出现下列情况之一时,应提高监测频率:

- (1) 监测数据达到控制值。
- (2) 监测数据变化较大或速率加快。
- (3) 开挖时发现勘察未发现的不良地质。
- (4) 周边地面突发较大沉降或者出现严重开裂。
- (5) 工程发生事故后重新组织施工。
- (6) 出现其他影响周边环境安全的异常情况。
- (7) 当出现危险事故征兆时,将实时跟踪监测^[4]。

3.3 实测数据分析

初次采集数据时应距监测点埋设时间保证有足够间隔,以保证监测点稳定,一般在埋设观测点15天后进行初次采集。采集数据时注意埋设点稳定性,对失稳的监测点进行处理,处理完成后另行采集初始数据。以本项目为例,当检测到第55期时出现第九排6号点位和第十排1号点位累计沉降量达到28.9mm,26.97mm,如表3所示。

表3 实测数据

监测点号	初始高程(m)	第(55)次高程(m)	上次高程(m)	本次变化量(mm)	累计变化量(mm)	变化速率(mm/d)
DBC-09-06	121.43935	121.41040	121.41000	0.40	-28.95	0.06
DBC-10-01	121.66617	121.63920	121.63632	2.88	-26.97	0.41

累计沉降量接近临界值30mm。介于此种情况应采用以下措施:

(1) 及时观察周围地表情况,检查是否出现突然沉降坑、裂缝等现象。

(2) 在隧道掘进时严格控制施工参数及技术措施保持开挖面土体稳定性,防止土体坍塌。

(3) 严格控制开挖推进速度,保持各工序的连续性、及时性。

(4) 对于该部分区域进行二次补浆、或采取支撑措施。

(5) 提高监测频率,监测结果及时反馈,严禁在地表沉降变化量稳定前施工。

4 最终监测成果分析

本工程一共采集地表沉降数据70次,各观测点沉降量均未超过控制值30mm,其中最大沉降量29.75mm,变化速率均未超过控制值2mm/d。监测后期各观测点变化幅度非常小,通过地表沉降数据表明该项目达到了设计要求,以累计变化值最大的第九排06号点为例,其70次变化曲线为:平直线-抛物曲线-平直线。

通过沉降曲线能看出整个施工过程:

(1) 第0-20次平直线段:累计沉降量变化非常小,表明尚未开挖到第九排区域。

(2) 第20-40次抛物曲线:累计变化量增加,表明施工期间为:开挖第九排区域至初衬完成前阶段,此阶段是监测控制重点时期,监测结果应及时反馈施工保证该阶段顺利完成。

(3) 第40-70次平直线段:累计沉降量增加变化很小,表明施工期间为初衬和二衬完成以后阶段。

该变化曲线符合现场实际施工情况,符合设计要求,符合地面沉降点沉降量变化的正常状态^[9]。

5 结语

为避免地下暗挖工程施工对周边环境及支撑围护本身的危害,采用可靠的仪器及有效的监测方法,对暗挖段地表沉降进行系统性的监测,为工程动态化设计和信息化施工提供所需的数据,从而使整个暗挖工程处于受控状态,确保隧道及周边环境的安全。具体还需满足以下原则和要求:

(1) 监测的数据和资料必须完全客观真实的反应工程的安全状态和质量程度,以便掌握工程各施工阶段的安全性和质量指标,确保工程按照预定的要求顺利完成。

(2) 通过监测,掌握施工对周围土体的影响程度,用以修改设计参数,达到信息化施工的目的。

(3) 监测数据和资料按照预警位置发出报警信息,以便对安全和质量事故做到防患于未然。

总而言之,通过暗挖施工期间对地面沉降的实时监控量测,可以为施工提供及时、可靠的信息用以评定暗挖结构工程在施工期间的安全性及对周边环境的不利影响,对可能发生的危及施工安全的隐患或事故提供及时、准确的预测,从而有效采取措施,避免事故的发生。

参考文献

- [1] 中华人民共和国冶金工业部. 工程测量规范 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1979.
- [2] 山东省建设厅. 建筑基坑工程监测技术规范 [M]. 北京: 中国计划出版社, 2019.
- [3] 中华人民共和国建设部. 建筑变形测量规范 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市轨道交通工程监测技术规范 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.