

地铁隧道盾构施工的沉降监测研究

吴腾

中煤第三建设(集团)有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i3.5784

[摘要] 在地铁的建设项目当中, 盾构施工是为基础的技术形式, 虽然盾构技术已经被普遍使用, 但是依旧存在很多问题, 特别是沉降问题的处理。基于此, 技术人员必须加大对盾构技术的优化和改进, 不断提高盾构技术的使用质量, 全面分析影响地铁隧道盾构技术使用中常见的影响因素, 并且对地面沉降量进行监测, 保证地面沉降问题得到合理的解决, 为后续地铁隧道施工的稳定进行提供保障。

[关键词] 地铁隧道; 盾构施工; 沉降监测

中图分类号: TB22 **文献标识码:** A

Study on the settlement monitoring of subway tunnel shield construction

Wu Teng

China Coal Third Construction (Group) Co., LTD., Anhui Hefei 230000

[Abstract] In the subway construction projects, shield construction is the basic technical form. Although shield technology has been widely used, there are still many problems, especially the treatment of settlement problem. Based on this, technicians must increase the optimization and improvement of shield technology, constantly improve the quality of shield technology, comprehensive analysis of the common factors in the use of shield tunnel technology, and monitor the ground subsidence, ensure reasonable settlement problem, provide guarantee for the stability of the subsequent subway tunnel construction.

[Key words] subway tunnel shield construction, settlement monitoring

引言

随着现代科技的快速进步和国内经济的迅猛发展, 国内各城市的地铁工程建设速度加快, 工程建设领域对地铁工程的建设规模、精度等有了更高的要求, 保证地铁工程建设安全实施的变形监测工作对于地铁建设工程就显得尤为重要, 尤其是对于变形监测数据的分析处理, 更是重中之重。目前, 对于变形监测数据的处理主要集中在分析变形原因和预报未来变形两个方面, 在观测数据有限的情况下想要预测未来的变形情况, 存在很大不确定性, 解决办法之一是选择有效合理的数学模型, 根据实际工程监测数据的时序特点进行预报。

1 沉降监测技术

1.1 管片沉降监测技术

地铁隧道盾构施工监测工作当中, 需要根据实际情况选择适合的监测方式, 保证能够将监测优势充分凸显出来。对路段的沉降及收敛的监测与测量, 关键意图是为全过程控制隧道总体的变形程度。管片部分的监测点间距, 可在特殊位置合理缩小间隔, 监测点区域土体要稳定, 并有足够的空间方便操作, 点位通常安排于管片上, 和收敛点位设置在一个断面。一般情

况下, 测点间隔是十环, 断面则需处于始发区域、连接通道周围、裂缝处以及建设异常的曲线区域。不仅如此, 在断面所处地段, 可能存在偏移与其他地质条件不好的状况, 要适当添加监测断面。在隧道附近, 若遇到管道及河流等情况, 也需布置监测断面。对于管片沉降的监测处理, 需在开挖工序完成后及时开展实地监测, 以地铁站中基准点为起始点, 使用水准仪实施测量, 而后续监测通常安排在早期支护工序结束以后。

1.2 地表沉降监测技术

监测工作以及监测效果对于地铁隧道施工质量有着决定性的影响, 所以做好监测工作是保证地铁顺利运行的首要前提。在盾构项目中, 地表沉降是比较关键的监测事项, 主要目标是盾构隧道实际建设参数, 包括土压力与土方量等, 评估并把控地面对项目带来的扰动程度, 总结土体质量与岩石分布情况, 整理处理对策, 确保隧道结构稳定以及四周原有条件不被干扰。与此同时, 要保障盾构机处于稳定的运行中, 还要增强盾构机使用过程的规范性。(1) 完成测点埋设。技术员需要在隧道结构的轴线上方地表布置监测点, 要保证相邻点位距离设置的合理性, 并在起始点与接收处额外加设点位。埋设方式可

采取垂直打入钢筋的方式,以此为中心,布置隔离层,外部使用水泥加固,最终添加盖板。上述埋设方式,可简化结构,操作难度不大,极具实用性。(2)进行实地监测及数据收集。要使用精密的水准仪并根据具体项目的监测任务频率以及间隔时间,完成校核及数据记录,注意应用期间不能轻易调整。(3)在初次监测中,通常会连续测量,将均值作为记录数据,实践中也可为保证准确性,合理增加实际作业次数。在记录监测信息时,还需对当时气候、建设进度以及作业状态进行记录,确保基础分析资料全面完整。(4)技术员借助采集到的数据信息,能得出被监测区的沉降把控操作可实现的大致标准值,给下一步的数据分析提供基础信息,并在实测信息大于可允许范畴时应立即进行报告。

1.3 净空收敛监测技术

区别于其他的沉降监测方式,净空收敛监测能相对清楚地了解支护情况和围岩状况。此项监测的点位布置需参考管片点位,需埋设在对应的断面上。按照隧道开挖情况,确定收敛点。需注意此点位需成对布置。监测流程需要按照标准程序进行,先要把仪器的百分表读数设置好,钢尺挂钩放于两个点位上,随即收紧钢尺,插进销钉,然后旋转螺母,让监测窗中第二条线和面板对应第一条线叠合,记录数据。最后在测量结束后,应当打开螺母,取出钢尺,保证观测精准性,推动监测工作的有序进行。

2 盾构掘进施工关键技术

2.1 土压力的管理

在软土土体环境中盾构掘进时,应确定土压平衡,一般情况下土压力的 P_0 根据静止土压力为中心范围进行取值,取值的上限不得超过水压力和被动土压力之和,下限不得低于水压力和主动水压力之和,同时在施工过程中应动态跟踪 P_0 数值,结合覆土深度和地基变化监测的数据灵活调整。针对难以建立土压的承压水地层,施工人员通过压注高压空气和压注泡沫的方式管理土仓,建立适当的土压平衡。

2.2 出渣量计算及排土管理

(1)土压平衡状态下,对比实际土压测值 P_1 与 P_0 ,若与设计要求不相符合,可通过调整螺旋输送机转速和盾构机推进速度,以此管理土压和排土量。(2)非土压平衡状态下,根据控制压力差对出土量进行管理,并增加螺旋输送机转速,提高出土效率,扩大土仓的有效进土空间。若盾构机刀盘正面土体的稳定性和自立性较好,施工人员可往土仓加气,改善螺旋输送机的排土能力,避免出现“泥饼”现象,或者可降低盾构机大刀盘扭矩的方式,提高盾构掘进速度。

2.3 同步注浆、二次注浆、深孔注浆

导致地表变形和沉降的因素较为复杂,主要有盾构施工引起的地层损失、盾构施工干扰周围围岩、地下水的渗透等。因此,为控制地表沉降量,应在隧道盾构掘进施工时,在脱出盾尾衬砌管片背后注入足量的浆液材料,以填充空隙。(1)同步注浆。在隧道盾构掘进施工中,应遵循随进随注的原则,同步

向盾尾建筑空隙中注入浆液。具体通过盾构机自设的同步双泵四管路(四注入点)对称注浆,改善支撑结构,避免隧道洞身穿越地层变形,埋下巨大安全隐患。(2)二次注浆。经过同步注浆后,隧道盾尾空隙得到有效改善,地层变形和地表沉降量也得到了控制。但检查同步注浆施工质量后发现,凝固浆液存在局部分布不均匀和收缩问题,为保证背部衬砌注浆层的性能,应进行二次注浆,覆盖不均匀和收缩空隙,使得浆液层面的防水性能和密实度达到设计要求。综合分析地表沉降监测信息和隧洞内超声波探测监测的结构,确定隧道衬砌背后是否存在空洞,管片衬砌是否存在严重的渗漏问题,若出现了以上问题,即可采取二次注浆。(3)深孔注浆。深孔注浆应采用双液浆,体积比例为 1:1,注浆施工结束 28d 后,隧道衬砌的土体抗压强度应保持在 1MPa 以上。

3 地铁隧道盾构施工避免沉降问题发生的策略

3.1 保证开挖施工质量

施工质量的监管是降低沉降问题发生的关键路径,要做好开挖施工质量管理。在施工中,应该结合公式模型对土仓压力进行准确计算,以此为基础明确压力控制标准,应用土压平衡盾构机的推进油缸产生的强大推力对密闭仓的土体碎屑施加作用力,从而保持开挖面的稳定性。在掘进过程中,一旦某些因素发生变化,密闭仓的压力也会随之发生一定的变化,所以在实际工程中要保证开挖面的稳定,要采取各种方法来保证密闭仓的压力具有稳定性,以实现土层形变受到控制。同时,在施工前,有必要对其地质构造和土壤条件进行现场调查研究。对于地下可能有孔洞的地方,应事先知道具体的地理位置,因为施工过程中一旦遇到孔洞,将直接导致其盾构机偏离,造成沉降、坍塌等安全事故。

3.2 突发性沉降问题的监测与管控

突发性沉降问题的发生对环境安全影响较大,所以必须重视突发性沉降问题的发生。为了控制突发性沉降的发生,需要对项目周围的地理条件进行详细调查,并对项目周围的地下管线分布和地质条件进行详细研究,以掌握可能发生突发性沉降的具体位置。为了完善风险发生后的应对措施,在具体施工前必须对周围建筑物提出相应的保护措施,避免施工中突然沉降后对周围建筑物造成不可弥补的损失。施工企业还应加强隧道沉降控制网的建设,实时监测其地下施工情况,通过实测相关数据分析其可能存在的风险,明确风险的影响程度。此外,为了防止沉降的发生,在具体施工过程中,应相应地对地基进行加固,以提高施工过程中的稳定性,减少大型机械设备对周围建筑物和环境的影响。

3.3 重视盾构选型

一些地铁隧道施工管理当中,会忽视盾构选型工作,而且这部分内容也是监测与质量管控中的重点内容。要通过全面分析地层条件,施工选择土压平衡盾构机作为主要盾构设备,并结合具体工程地质对盾构刀盘进行了改进优化,具体特点如下:能够在气压下土仓内安全工作,有助于维持土压平衡。刀

盘开口有利于在开挖过程中加快切削土地向土仓的转移,尤其在复杂多变的地质条件下,能够利用土压传感器实时进行库存压力的检测传递,从而为切削面工作和钻探处理提供实时数据支持。结合具体土层压力实时调整螺旋运输机的速度,进而对排土量进行调整,控制土仓土压在稳定范围内,平衡开挖面侧向土压力,进而起到管控沉降的目的^[1]。

3.4 加强施工质量监督

只有加强施工质量监督才能更好地避免沉降问题的发生,保障地铁隧道施工的正常进行,为后续地铁运行提供安全的通行环境。(1) 要提高设备的规范性。地铁盾构区间隧道施工中为了维护安全,对设备的选择十分重要。对于盾构机的选择,要确保和地质情况符合。在工程建设前期,可以对施工地区的环境、地质情况、土壤等情况详细分析,促使盾构机的合理选择。对于主轴承的使用,要选择优秀厂家,有效保证主轴承的寿命。在施工期间,能根据不同的施工情况更换盾构刀具。(2) 要深入探究盾构深埋量,保证监测的合理性。地铁隧道盾构施工的过程中施工人员必须加大对地面沉降的重视,同时,引起地面出现沉降的原因有很多。具体开展施工时施工人员选定的盾构埋深应该在 10m 之内,盾构建设的过程中,必须加大对沉降槽沉降量的计算,保证盾构深埋施工能够顺利开展。加大对盾构半径的调整,一般将半径调整为 3m 左右,合理控制底层损失。最后,在整个施工中要合理地选择盾构机,把控盾构机的质量,尤其是盾构机的不同零部件,要进行仔细检测^[2]。

4 地铁隧道自动化监测系统中远程通信技术运用

4.1 监控状态

地铁自动化监测系统应具备良好的监控状态,能够准确地对隧道环境进行监测与判断,对交通运行的安全隐患进行识别,保证地铁运行的安全性。隧道交通具有较多的监控指标,因此需要采用稳定的监控方式,由系统对监控状态进行判断,保证监控状态的稳定性。地铁隧道环境具有一定的复杂性,需要注重整体监控方案的制定,并通过环境来配合地铁的启停控制,并合理对其启停控制进行施工,消除运行过程中存在的安全隐患。通过对环境参数进行监测,如通风、温度等,能够提高地铁整体环境的舒适度,使地铁能够更好地投入使用,让监测系统发挥出最大化作用。在地铁轨道的监控过程中,需要对车站的环境参数进行统计,对周边环境进行综合分析,使监控状态能够得到全面把控。而在 BAS 系统的作用下,能够对监控状态进行汇总,进而掌握隧道环境的变化趋势,保障地铁能够正常运行^[3]。

4.2 远程启停区域

地铁隧道环境中,需要注重对远程启停区域的监测,保证地铁可以安全控制启停,使其能够按照顺序启动。远程启停区域需要注重机电设备的监控,即通过 BAS 控制命令进行集中管理,可以提高地铁启停的制动效率,并对地铁启停控制进行精准判断。地铁启停区域具有较多的工作站,需要注重启停控制盘的把控,以对地铁的启停状态进行自动判断,保障汽车运行

状态的稳定性。远程启停区域应采用自动监测的方式,对监测状态进行全面分析,保证地铁能够顺利地完启动操作。远程启停区域需要控制的内容较多,施工单位需要确定地铁位置,使其能够停在指定的位置,以保障地铁启停控制的严格性。BAS 系统还需要具有防阻塞功能,对地铁的头部信息进行判断,防止远程区域出现不可控的状态,而且在远程启停过程中需要做好防火排烟控制,使远程启停区域能够处于通畅的状态,以保障其能够得到有效监测^[4]。

4.3 联锁保护控制

地铁运行过程中,施工单位需要对联锁保护装置进行安装,使地铁能够处于安全的运行状态,避免地铁运行过程中发生风险。在联锁控制的作用下,其能够对地铁运行状态进行控制从而起到保护作用,防止地铁在运行过程中发生状况。为了确保联锁控制的实现,需要对隧道环境进行严格监测,确保监测信息能够进行远程传递,使地铁能够迅速进入联锁保护状态,排除地铁的运行风险问题。大功率设备运行具有一定的延时,需要克服延时对联锁保护的阻碍,确保执行机构能够立即制动,使联锁保护能够被规范化执行。由于采用远程控制方式,需要对网络通信的延时进行控制,例如将延时控制在 0.1ms 以内。在远程通信技术下,需要确保执行机构能够迅速响应,保证地铁具有完善的运行状态,使联锁保护具有良好的制动机制,提高制动控制效果的稳定性。联锁保护是应对故障问题的关键,需要实时对地铁状态进行判断,严格地控制列车状态^[5]。

结束语

综上所述,地铁隧道是运行线路的重要组成部分,而且隧道的长度加长,在监测上具有一定的难度。为了确保监测控制易于实现,应采用规范化的控制方式,使隧道监测能够顺利开展。远程通信技术属于关键的技术组成,需要明确技术组成形式,将远程通信技术应用在监测系统中,使监测控制系统得到有效统合,提高技术运用方法的合理性。监测系统是实现地铁运营的重要手段,需要对地铁隧道环境进行全面监测,保障地铁能够更好地投入使用和安全地运行。

参考文献

- [1]潘荣凯,蒋一德,杨平.富水砂层越江隧道小直径土压盾构施工技术[J].铁道科学与工程学报,2017,14(10):2185-2193.
- [2]李志建.基于地铁盾构施工引起的建筑物沉降特征研究[J].山西建筑,2018,44(15):191-192.D0I:10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2018.15.100.
- [3]阮俊生.合肥地铁二号线下穿五里墩立交桥地表沉降控制因素研究[D].安徽建筑大学,2017.
- [4]何志辉.地铁隧道盾构法施工下穿建筑物沉降分析与控制[D].湖北工业大学,2017.
- [5]王丽娜,刘志强.地铁盾构隧道施工中地表沉降分析及控制措施研究[C]//《市政技术》2015 增刊(2)——北京地铁 14 号线工程论文专辑.,2015:154-157+160.