

地铁盾构隧道施工的质量控制分析

武晓龙

石家庄市轨道交通集团有限责任公司

[摘要]为了更好的解决城市交通的拥挤现状,进一步的改善城市的环境污染问题,我国的大多数城市开始了地下轨道交通建设的热潮。构建地铁的过程中,盾构法由于适应性强、机械化程度高、安全、快捷等优点,而且修建城市轨道交通的经济拉动作用是其他交通方式所无法比拟的。基于此,各大城市纷纷加强了对地铁盾构隧道的施工质量管理,以此促进了我国地铁的进一步发展。

[关键词]地铁;盾构法;隧道施工质量控制

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.2206

一、引言

盾构隧道施工方法相比于矿山法等其他方法对于地面的交通、周边环境的影响程度较小,构建上更加的高效、安全、机械化的程度也更加高。盾构法作为一种地下工程的开挖方法,不可避免地改变岩土体的原有应力状态,引起岩土体产生弹塑性变形和地层损失,造成洞室变形和地表沉降,进而给临近的建筑物和管网带来不同程度的影响。

二、工程概况

拟建长春地铁1号线一期工程火车站北广场站~南广场站区间线路北起铁北二路交通枢纽,南止站前广场,穿越铁北二路、火车站北站房广场、火车站北站房、铁路线、站台、火车站房、火车站站前广场。区间里程K15+347.30~K15+799.729,全长0.452Km。两条盾构区间开挖影响依次穿越铁北二路、火车站北站房A区、客专雨棚桩基础、火车站铁路股道22股(其中9股高铁股道、13股普通股道)、9个站台及站台下行李通道、火车站南站房、火车站南广场。

三、盾构隧道施工监测控制措施

(一) 监测必要性及目的

1、区间施工过程中,尽管采用了对地面扰动较小的盾构施工方法,但在垂直注浆加固、盾构掘进、洞内注浆等过程中,不可避免地对既有铁路路基及建(构)筑物造成影响,易产生沉降、隆起、水平位移等路基变形,可能影响路基的稳定性和行车安全。

2、长春站是东北重点交通枢纽,集合了客运货运等多种运输,并分为普通列车组及高客组,铁路运输要求线路具有高度的平顺性和稳定性,任何超出限差的形变和不安全行为都会危及行车安全。

3、通过监测工作的进一步实施,能够掌握长春的地铁站施工对于铁路的一定影响程度,并且及时的发现在影响因素中的安全隐患,进而能够有效的为地铁的建设单位以及运营公司提供准确的检测数据和处理信息。

4、通过对盾构过北站房区间的监测数据分析得出相应的施工参数,为盾构过长春火车站既有铁路群施工提供有力技术支持;建立预警机制,保障既有铁路运营安全,避免铁路系统和环境安全事故的发生。

5、本工程为长春第一条穿越既有有线铁路群地铁施工工程,本项目成功的监测和安全施工可以为长春市地铁发展提

供借鉴,为今后类似工程的设计理论、施工技术及监测方法的标准化提供参考依据。

(二) 监测程序

1、初始调查:在施工前对施工影响区域内的建(构)筑物进行初始调查,了解其现状,为监测工作的顺利开展做好准备。

2、编制监测实施大纲和监测方案:监测单位按照设计要求及合同约定,编制监测指导性实施大纲和监测实施方案。实施大纲和监测方案须经业主或监理单位现场审查通过后方可实施。

3、测点布设及初始数据的采集:水准基点、工作基点及监测点的埋设须严格按照相应规范进行,以确保监测数据可靠。原则上应在工程施工前,监测对象未受施工影响并处于稳定期间内布设测点,并取得监测点的初始观测值。

4、现场监测:现场监测工作由现场监测组实施。监测项目中建(构)筑物沉降、裂缝及地表沉降等项目监测成果,可直接用于评价施工对周边环境的影响程度。

5、监测数据分析:取得监测数据后,应及时通过相关软件进行计算分析,确保监测结果的真实有效,并经归纳整理后形成书面资料上报归档。

四、盾构隧道施工安全控制措施

通过对盾构隧道穿越既有建筑物的模拟及具体监测点的数据分析,要保证既有建筑物及既有铁路的安全使用,要重点在控制和调整盾构施工参数、管理措施上进行安全控制。

(一) 盾构姿态的控制

盾构轴线的控制是盾构工法的重点,本工程线路大部分位于R=380M曲线中且纵向曲线变化较多,该区间曲线控制尤为重要。工程技术人员应熟悉掘进过程中的隧道空间位置关系、地质变化、地表变形、盾构的推进参数等各类信息,在综合分析的基础上,正确下达掘进指令。一般来说,小区线半径掘进施工主要难点有以下几个方面:

1、隧道轴线较难控制。由于隧道本身为直线刚体,曲线段需要连续纠偏拟合曲线半径,曲线半径越小、盾构机越长,则纠偏量越大,盾构连续纠偏导致掘进参数不断变化,地层扰动较大,沉降量较难控制。

2、曲线的隧道半径小,因此是时刻处在转弯的状态的,管片的左超或者右超的量都是比较大的,所以施工人员需要及时调整姿态,调节千斤顶的推力值,这就对施工人员的专业能力有着较高的要求。

3、由于曲线半径过小，所以盾构在管片上作用的力向后座力方向分走一部分力，这就很容易造成环管篇外移的情况发生，使得管片之间存在高度差；同时，在已经建成的隧道中，由于盾构的推力，还会很容易就产生偏移。

针对本标段特殊情况，项目在盾构施工时进行了有针对性的盾构选型，具体措施如下：

1、完善机械装备的设备，可以选择用一些带铰接装置以及仿形刀的盾构机。长春地铁工程中选择用了来自日本三菱公司的6260铰接式土压平衡式盾构机，这个盾构机的头长约为8325mm，铰接处离刀盘端面的长度为4990mm，水平张角 $\pm 1.5^\circ$ ，垂直张角为 $\pm 0.5^\circ$ 。此盾构机的设计中隧道的最小半径是200m，但是由于盾构的铰接装置情况，辅助使用仿形刀的，就能够完成曲线隧道的施工任务^[3]。

2、本项目实际施工中，按照4mm作为预警值启动盾构纠偏，要向左纠，出土部位偏向左部，左部土体超挖，这时左部土体阻力变小，同时增加右部千斤顶的顶力(或减小左部千斤顶的顶力来克服正面阻力的不均。

3、合理选择注浆位置，改善纠偏条件。注浆的主要作用是：填充盾壳与管片间的建筑空隙，控制地面的变形量，小曲率半径外侧，可作为盾构推进时的后座力，较好地控制管片间的环高差。

(二) 管片拼装质量的控制

管片的拼装质量控制主要有两个原则，首先是管片的选型必须要符合整个隧道的设计路线；其次，管片的选型必须要适应盾构机的姿态，这两个原则是互相成就、相辅相成的，主要体现在以下几点：

1、首先是管片的纠偏环使用环节，它的使用最多是应用在缓和曲线到曲线之间，而在这个过程中需要纠偏环进行线路的调整，这样才能有效的缓解纠偏过急的现象。

2、管片在选型的时候，应该适应盾构机的姿态，从而进行盾尾间隙的测量，从而根据油缸的形成，测量数据以及掘进的轨迹是否合理等方面科学的选择适合的管片形状以及进行拼装的位置^[4]。

3、在拼装过程中严格确保管片居中，特殊情况，采用软木楔子等措施进行调整。

4、需要根据盾尾间隙的大小对管片的选型进行调整，具体是要比较盾尾的间隙哪边小，就需要选择拼装与之相反的转弯环。

5、进一步的检查管片和止水胶条的完整程度，及时的清理在管片止水胶条上的杂物，进而清理盾尾的污泥、污水，保证整个拼装过程的质量。

(三) 同步注浆及二次补浆

本项目穿越段施工采用的注浆控制措施如下：

1、首先要注意注浆量的取值是环形间隙的理论体积的1.8倍。

2、在注浆结束之后，需要用标准采取注浆量和注浆压力双重标准进行管控。这其中的注浆量应该不小于 $6\text{m}^3/\text{环}$ 。

3、注意在穿越段的盾尾密封一定要完善，保障不漏浆、

不漏浆。

4、在双液注浆的过程中要做好防堵的措施

5、当地表沉降大于10mm时，及时进行二次补注浆。注浆压力为1.2倍。二次补浆量为同步注浆的20%。

6、采用水泥和水玻璃双液浆。

浆液选用HSC水泥水玻璃双液浆，该浆液具有凝结时间短、早强、抗扩散的优点。A、B液比例为1:1。A液的搅拌时间不少于10分钟。A、B液的凝固时间控制在25~30min。

五、加强监测

(1)制定专门的施工监测方案，建立完善的监测网络，定期联测，确保监测数据真实可靠，监测结果及时反馈给施工人员，及时调整掘进参数，为确保盾构施工安全。(2)当建筑物沉降数据连续预警后，应该对预警位置附近增加监测点及监测频率。

六、严格贯彻管理制度，技术交底详尽

盾构施工应该严格贯彻施工生产安全管理制度，确保技术交底、安全交底详实可操作。技术交底内容应该包括影响地表沉降的诸多关键因素，并对以上因素提出具体的控制范围。根据以往的工程经验在盾构穿越建筑物特别是铁路股道之前的约50~80米开始，盾构掘进开始对建筑物产生影响，当盾构机进入到强影响区域后应严格执行技术交底的内容。

七、精心施工准备和管理

严格保证盾构机掘进的连续性，在盾构机进入穿越地段前应做好充足的物资准备。

现场管片准备充足，泥浆池满足存储空间及时外运，且根据长春火车北广场站场地小的特点，要精细策划，在扩大场地范围的情况下，同时要满足盾构日进度要求，适当增加昼间运输的要求。

落实项目部领导值班要24小时制度，对紧急情况及时处理，测量人员及其他服务人员确保到位。抢险队伍要24时随时到位。

总而言之，深入分析盾构隧道施工，会发现盾构施工对既有建筑物结构带来的影响和变形规律，正确合理的进行施工质量管控，为今后的类似工程提供有实际工程检验的合理建议，预先采取有效的措施减少一系列损失，科学指导施工，确保盾构隧道施工的安全性，同时也保证施工对邻近建筑物的损害降低到最小的程度，促进我国地铁行业的发展。

参考文献：

[1]刘国锋.地铁盾构隧道施工的质量控制分析[J].建筑技术开发,2019,46(15):137-138.
 [2]田茂海,张敬伟.地铁盾构隧道施工的质量控制分析[J].建筑技术开发,2019,46(14):138-139.
 [3]易晓芳.地铁盾构隧道施工的质量控制分析[J].城市建设理论研究(电子版),2018(27):141.
 [4]刘伟,邹蕾.地铁盾构隧道施工的质量控制分析[J].四川水泥,2018(09):271.