

盾构工程渗水原因分析及对应措施研究

张小超

(北京城乡建设集团有限责任公司, 北京 100071)

【摘要】目前,国内外以隧道施工对既有结构影响为主旨,开展了一定的研究。譬如通过解析解方法,分析了隧道开挖引起的地层位移、沉降,采用小比尺试验和离心模型试验进行隧道施工引起相邻地层位移影响的分析,开展工程案例现场数据分析,推演施工对既有建筑物的影响。在密集的城市轨道交通线网中,新建市政管线、轨道交通、地下通道、综合管廊等不可避免地会下穿既有轨道交通结构,引起既有结构发生变形,导致结构损伤或影响轨道交通的正常运营。因此,下穿工程是目前城市地下工程建设中风险最高、难度最大的工程,也会引发出现渗水等情况。因此本文主要分析盾构工程施工的要点以及分析盾构工程出现漏水的原因,然后探究盾构工程较为常用的防水措施,进而提出以下内容,希望能够为同行业工作人员提供相应的参考价值。

【关键词】盾构工程; 渗水; 原因; 对策; 分析

引言:

随着城市化的推进,城市地下空间的开发利用越来越成为热点话题,特别是大中城市的土地资源越来越紧缺,越来越成为城市经济社会发展的重要制约因素之一,因此空间资源开发利用方向也越来越向地下发展。同时因为地上空间资源越发匮乏,地面交通越发拥挤,对地下空间进行开发成为解决此问题的重要手段。然而在进行地下空间工程建设中,不可避免地会遇到一系列问题,其中一个问题便是地下工程防水问题,这主要是由于它的结构和工程环境都处在了含不同程度水资源的土壤中。近年来,在城市发展过程中,通过地铁工程建设,可以使城市在后续的发展过程中能够全面的解决目前交通存在的问题,并可以实现地铁工程的快速应用。随着城市地铁施工的发展,盾构法隧道得到了广泛应用,但盾构施工过程中存在着各种各样的风险,其中盾构施工过程中对地面已有的建筑物存在一定的影响。事实上,盾构管片的防水施作是盾构工程成功实施的关键之一,其防水性对于盾构工程安全和盾构管片对接施工及后期地铁寿命及运营等都起着至关重要的作用。

一、分析盾构工程施工的要点

(一) 分析盾构始发施工

1. 分析盾构机前移。在实际间施工之前,对盾构机进行安装的过程中,施工人员需要严格的根据盾构机的安装要点来进行安装。在组装好前体、中

体以及刀盘后,施工人员可以用千斤顶将该部分顶起并进行前移,为后期安装管片拼装机、螺旋输送机以及盾尾等装置提供便利。为了确保盾构机在始发阶段可以进行顺利挖掘,相关操作人员需要实时掌控施工各个阶段的施工参数,通过数据变化来对整个机器设备进行相应调整与优化,以确保施工的顺利开展。

2. 分析始发施工准备阶段的要点。一是在盾构机始发阶段,相关部门和施工单位要提前做好工作和安全措施,在始发阶段前,监督部门要安排专业人员对施工中所应用到的电缆和电线以及管路等连接情况进行详细检查,只有在保证各项连接情况满足标准之后,才能够允许施工单位进行施工。二是在盾构机开始推进挖掘时,相关施工人员要采用临时拼装负环管片推动整个机器向前挖掘。在一般情况下,施工人员会采用负环管片作为盾构施工材料的运输通道,以此确保运输的稳定性。施工单位也能够安排专业人员在通道两侧安装相应的支撑设备,以达到平稳运输的效果。

(二) 分析盾构的正常施工段

1. 分析盾构掘进施工参数的控制。为了更好地使盾构机顺利掘进,在挖掘的过程中,相关操作人员要实施掌握盾构机的各项施工参数,在调整参数的过程中,相关工作人员还要严格根据盾构机的参数进行合理调整,切不可根据自己的想法随意进行调整。同时施工企业要安排相关指导人员对施

工人员进行培训，以确保每位施工人员都能够熟练掌握各项参数的调整方法，从而在一定程度上提高施工效率。

2. 分析盾构机掘进轴控制。一是要保证隧道轴线的方向。在实际进行掘进前，施工单位要安排专业的测量人员确定轴线位置，将其人工测量和自动测量控制系统相互结合到一起，同时还要合理的分配隧道轴线中每个控制点和导线位置，在施工的过程中，操作人员还要根据施工的实际情况，调整各个点的位置，从而保证施工安全性与稳定性。二是在采用盾构机进行掘进时，施工人员还要严格把控千斤顶的行程、油压以及油量。与此同时，施工人员还需要根据最新的测量结果来及时调整盾构机及相应管片的位置。在整个调整的过程中，相关操作人员要严格根据“勤纠偏、小纠偏”的原则进行操作处理，使其能够更好地保证盾构机平缓推进。

二、分析盾构工程出现漏水的原因

（一）分析隧道漏水原因

在盾构相邻管片接缝位置，以及管片内部的螺栓手孔位置都容易出现隧道管片漏水，但是由于管片采用了高强度材料，导致其单独管片位置自身防水能力能够达到工程要求，如果隧道出现渗水事故问题，其原因需要联系多种因素，其中主要包括隧道周围的土质情况、地下水概况、在对管片进行拼装时的对接准确性、管片间建筑空隙的防水措施、盾构机向前掘进时的同步注浆等诸多因素。其客观因素具体包括以下方面：一是环境条件，包括地质条件、水土压力；二是对于管片间建筑空隙的止水材料的选择，其中该材料分为两类，分别为空隙后嵌缝材料和空隙密封材料等；三是隧道运营期间产生的纵向不均匀沉降；四是地下环境的长期腐蚀。然而主观原因主要有两个方面：一是盾构机进行施工的时候，盾构机的控制其中包括了盾构机的曲线推进模式以及盾构机向前掘进时候的姿态以及同步注浆等。二是隧道管片包括管片类型和在不同公开下的管片接头方式、管片拼装质量及制作管片时的模板精度等。

（二）分析盾构接收井渗漏水的原因

接收井渗漏水主要是一种极为有害的地下水不良作用，在有承压水存在基坑下面的时候，含水层上覆土的不透水层厚度随着接收井开挖减少到一定程度时候，水头压力较大的承压水部分将会顶破或者是冲毁整个基坑底板，导致其接收井出现突涌的情况。这个时候接收井底部会出现类似于网状或

树枝状的裂缝，地下水就会从裂缝中涌出，随之会带出基坑下部土颗粒，发生流砂、喷水及冒砂现象。一是由于接收井开挖的土体深度较大，坑底下方存在承压水层，且基底下土的自重难以抵消该承压水层对土体造成的向上的压力，引起坑底渗漏水，导致坑边土体流失易引发基坑坍塌。二是对施工中的质量管理和控制也是导致涌漏水情况的主要原因之一，在桩基础施工的时候，因为砂质土比较厚，如果地下是高岭土则可能会遇水软化，导致出现塌孔或者是缩径等情况。三是在施工中由于搅拌桩施工时桩架不平整，使桩身的垂直度得不到保证，在喷浆成型后搅拌桩之间会出现搭接不密实或根本没有搭接上的现象。而且搅拌桩长度越长，出现这种情况的几率越大，也就越容易发生坑壁渗漏水，这样也会容易导致接收井出现垮塌以及工程桩以为和周围建筑物破坏等方面事故。

三、分析盾构工程较为常用的防水措施

（一）分析管片结构的自防水

隧道结构防水的核心位置就是管片，为了是管片能够达到相关精度要求，是需要管片的模具制造中严格控制精度，此外在管片原材料质量上也要进行严格要求，比如混凝土中固体颗粒的级配程度和含泥量以及搅拌配合比等等，与此同时对于盾构管片在混凝土施工规范基础上，也是具有更加严格要求。一是水泥标号不宜小于 42.5 级；二是石子粒径不宜大于二十毫米；三是砂子宜用洁净的中砂；在混凝土管片的质量保证中，对混凝土的养护亦是极为重要的一环工作，对于混凝土的养护时间、养护温度、时间和环境的湿度等都有严格的要求，不然可能会导致混凝土管片无法达到预期强度或者防水能力，因此要引起重视。

（二）分析管片背后注浆防水

现如今我国常规的盾构隧道管片外径主要是为六米，在盾构管片进行拼装的过程中，管片和盾壳之间存在一定程度的孔隙，该孔隙长度大约为十米左右，为了防止盾构深层土体和地表变形过大，通过该孔隙出现的渗水事故，则需要在该孔隙位置同步注浆充当隔水保护层。实际上，在最初国内刚开始进行盾构同步注浆研究时，仅仅是为了通过浆液去填满管片与周边土体之间的间隙，达到限制盾构施工所造成的地表变形和深层土体沉降的作用。但是在研究后期，发现同步注浆的浆液除了具有以上的作用外，还能够充当管片之间的防水保护层，

将管片整个包裹于浆液中,随着浆液的凝固,在盾构工程的后期,甚至地铁开始运营时,凝固的浆液所起的防渗漏功能越发显著。正因为发现了其可以具备协助管片防水的功能,同步注浆里面的成分也开始从以前的不含水泥,但现如今不断增加的水泥含量,增加注浆中的水泥含量,能够作为一种有效的防水措施,也是可以协助抑制在浆液包裹中所产生的盾构管片上浮情况,因此实际工作开展中要引起重视。

(三) 分析管片之间的拼接防水

1. 通过采取止水条进行防水。这种方法主要是将其管片和管片之间的缝隙通过止水条黏结在管片的沟槽里面,然而这种止水条通常情况下是在管片内的密封垫,但是实际情况并不是很理想,这点主要是因为盾构管片在外面边角位置经常出现磨损,同时管片和管片之间也是容易出现错动,这就导致了在管片之间的止水条出现破坏,撕裂或者其他质量问题。在当前工程应用中,主要有三种密封垫,它们分别为:遇水膨胀橡胶密封垫型、弹性橡胶密封垫型及两者综合型。第一种的工作原理是其中的树脂成分与人工合成橡胶混合,在遇水后发生膨胀,进而堵住管片之间的建筑间隙,达到防水的目的。而第二种则是利用硬质橡胶材料如氯丁橡胶及三元乙丙等混合而成,通过结合在的实际情况来进行防水,保证整体的防水效果。

2. 分析嵌缝止水。在实际进行盾构工程施工建设的时候,为了防止止水条失去防水的功能,通常情况下采用在管片之间的孔隙位置嵌缝进行施工处理,这种方法的防水效果十分好,但是在对嵌缝材料进行选择的过程中,最好是选择使用聚合物水泥和结晶性水泥防水材料,因为其在嵌缝中容易操作填实,且由于其自身的流塑性,能够适应各种形状的嵌缝。

(四) 分析管片外涂抹防水层

对于深埋位置或者是具体腐蚀性的地下水中盾构管片来说,是可以通过在管片外涂抹具有防水和防腐功能的材料来进行防腐,通过相关的论证,这种方法能够起到很好的防腐防渗漏作用,但对于涂抹的材料有严格要求:一是需确保此种材料能够耐深层土体中的各种微生物、地下水及各种化学物质的腐蚀;二是应满足在管片脱离盾壳时,盾构机的钢丝刷对管片的挤压磨损不会使此种材料发生破坏及脱落管片的情况。

总结:

总而言之,盾构管片的防水在地铁隧道建设中尤为重要,盾构工程已成为地铁隧道施工常态风险,为保证盾构机顺利穿越高压线塔,各阶段掘进采取的相应措施至关重要。掘进前的试验段为整个穿越过程提供了有力的数据支持,通过试验段掘进,分析各参数对沉降的影响,结合监测数据等总结出穿越时的合理掘进参数。在不同的盾构工程应具体结合其工程概况选择适当的防水措施,使工程在满足安全防水的前提下,综合考虑其经济适用性和耐久性,最终达到经济有效的管片防水效果。

参考文献:

- [1] 梁诏斌.小口径长距离盾构施工同步注浆加固质量的控制研究[J].中国设备工程,2022,99(02):216-217.
- [2] 廖赵胜,相龙胜,高顺宇,丁建文,刘慧刚.粉细砂地层双线盾构施工实测地表沉降规律分析与预测[J/OL].土木与环境工程学报(中英文):1-11[2022-03-03].
- [3] 郑亦博.下穿式隧道盾构施工对建筑物群的影响及控制措施研究[J].内蒙古科技与经济,2021,99(24):94-95+97.
- [4] 柳植,江涛,张彦乔,董毓庆,彭少杰.长距离复杂地层盾构施工盾构机专项适应性设计研究[J].市政技术,2021,39(S1):89-95.
- [5] 崔庆龙.岩溶地层盾构施工引起地表沉降的规律及预测研究[J].现代隧道技术,2021,58(S2):110-119.D
- [6] 刘磊.软弱土地层下双线隧道盾构施工引起的地表沉降及其敏感性分析[J].建筑结构,2021,51(S2):1707-1712.
- [7] 刘祥勇,张鑫,王军,赵涛宁,朱先发.盾构施工对邻近建筑物群结构影响评价方法[J/OL].隧道与地下工程灾害防治:2022-03-03.
- [8] 羌培.基于自学习的盾构施工多参数匹配研究[J].江西建材,2021,99(11):221-223.
- [9] 丁智,冯丛烈,张霄,黄睿,申文明.考虑多因素影响的饱和土盾构施工引起土体变形理论研究[J].中南大学学报(自然科学版),2021,52(11):4110-4123.
- [10] 鲁聪,李涛,袁盛杰.运营期水下盾构隧道渗漏水成因及处治措施[J].工程建设,2021,53(10)