

地铁隧道盾构法施工全过程风险分析

蔡竞东

武汉市市政建设集团隧道工程公司, 湖北 武汉 430000

[摘要]在地铁隧道工程中,随着盾构法施工技术投入使用,容易在勘察、设计、施工等多个方面,存在大量的风险因素。所以,在总体施工期间,有着较强的不确定性和复杂性,在开展风险分析工作时,其难度系数相对较高。若运用一般类型的分析方法,无法针对地铁隧道盾构法施工期间的工程风险,做出客观、良好的评估。本篇文章以地铁隧道工程为例,在盾构法施工过程中,基于全过程风险分析方式,为风险预防和风险控制等环节,提供科学、合理的参考依据,旨在保障地铁隧道盾构法施工过程中的安全性,以供参考。

[关键词]地铁隧道工程;盾构法施工;全过程风险;预防与控制

DOI: 10.33142/aem.v5i8.9464

中图分类号: U455.43

文献标识码: A

Risk Analysis of the Entire Process of Shield Tunneling Construction in Subway Tunnels

CAI Jingdong

Tunnel Engineering Company of Wuhan Municipal Construction Group, Wuhan, Hubei, 430000, China

Abstract: In subway tunnel engineering, with the use of shield tunneling technology, there are many risk factors in various aspects such as survey, design, and construction. Therefore, during the overall construction period, there is strong uncertainty and complexity, and the difficulty coefficient is relatively high when conducting risk analysis work. If general types of analysis methods are used, it is not possible to make an objective and good assessment of the engineering risks during the shield tunneling construction of subway tunnels. This article takes the subway tunnel engineering as an example, and based on the entire process risk analysis method, provides scientific and reasonable reference basis for risk prevention and control during the shield tunneling construction process, aiming to ensure the safety of the subway tunnel shield tunneling construction process for reference.

Keywords: subway tunnel engineering; shield tunneling construction; full process risk; prevention and control

引言

城市化建设进程日益加快,在轨道交通行业快速发展的过程中,对于盾构法的运用,通常作用于地铁隧道工程建设期间。由于施工安全事故时有发生,需要掌握盾构法施工全过程中的风险因素,并提出有针对性的控制或者预防对策,在不同的施工过程中,若风险条件存在一定的差异,需要基于有针对性的安全控制措施,加强对盾构法施工后期的风险分析,并明确实际的控制方向,对确保后续施工作业有序进行具有十分重要的作用。

1 地铁隧道盾构法施工全过程风险管理内容和风险类型

1.1 风险管理内容

1.1.1 风险的识别

在地铁隧道工程施工期间,任意一项环节若缺乏合理管控,均有可能存在一定的安全隐患,在地铁盾构建设过程中,同样需要注重对施工风险的合理规避。在地铁隧道工程盾构法施工作业中,随着全过程各项操作的不断落实,需要全面加强管理,采用合理方式准确识别可能存在的风险问题,并在此基础上制定相关应对决策,确保决策内容的科学性、合理性与可行性。通过遵循严格性与严谨性的基本原则,按照规定要求和时间范围,使施工项目得到逐

步推进。

首先,在具体的盾构法施工过程中,需要熟悉与工程建设相关的材料内容,并结合地质勘探信息,加强深入了解。其次,根据相关流程标准设置,结合各项设备的参数设计严格检查。另外,还需要核对与施工相关的参数的信息。再次,在地铁隧道工程盾构法施工途中,需要结合地底隧道的地质状况,获取与地质相关的有效信息。同时,还需要将水文地质信息包含在内。最后,为有效规避风险问题的出现,还需要制定有针对性的检查方案,进一步确定检查、管理过程中的具体内容,提出有针对性的防范对策,合理预防风险问题的发生。在加强安全风险管理的同时,确保采用的安全举措具备可行性,能够有效提升地铁隧道工程施工质量。

1.1.2 风险评估

在识别风险的过程中,需要采取合理方式,加强对信息资料的有效管控,尽可能地降低风险问题的发生概率。与此同时,在建立与地铁隧道盾构法施工相应的风险模型时,在具体的应用过程中,可以掌握施工期间的风险类型,并提出有效控制对策,尽可能地规避风险问题的发生。在评价各类风险的同时,从全过程着手形成综合考虑,对比各项评价结果,形成对风险问题的合理预估,并实现有效防范目标^[1]。

1.2 风险类型

1.2.1 盾构施工始发接收风险

在地铁隧道工程盾构法施工过程中,为实现对盾构机与基座的有效分离,通常需要运用始发井,并借助基座和反力架,进一步达到分离的效果,且该类方法可以称之为“盾构始发出洞”。运用相反的操作形式,则称之为“接收进洞”。在盾构的始发接收等各个环节,可能存在的风险问题,主要体现在以下几个方面。即,端头的加固质量并不达标,容易存在风险性。在洞门密封操作期间,存在密封失效的现象。在运用反力架和基座时,其中存在风险因素。在洞门注浆施工期间,最终的注浆封闭效果不够优良等等。对于上述风险问题,若无法形成有效控制,极有可能造成洞穴入口的渗水,甚至会造成地表塌陷。

1.2.2 盾构机掘进过程出现坍塌事故

在盾构机挖掘施工作业中,很容易出现塌方的状况。通过分析可能造成坍塌事故的主要原因,通常在于以下几个方面。例如,在盾尾的位置发生密封失效等问题。或者,在设备出现误操作的状况时,均可能发生坍塌事故。在铰接密封过程中,若逐渐失效现象,或者选错管片拼装点的位置,存在非正常停机现象时,均属于造成坍塌事故的关键因素。另外,在螺旋机闸门出现喷涌现象时,也可能引发坍塌问题。因此,根据引发坍塌问题的关键因素,通过做出合理预判,提出有针对性的控制方法,在及时处理之后,形成对坍塌事故的有效防控,避免对总体施工质量造成不利影响^[2]。

1.2.3 开挖面失去稳定性

随着开挖施工作业的逐步推进,在地铁隧道当中,由于存在管涌、流沙等多种情况,通过分析造成该类问题的主要原因,通常在于随着地铁隧道盾构法施工作业的开展,在开挖面的位置,由于缺乏稳定性,所以在该类情况的影响下,导致盾构机出现下沉的现象,或者逐步引发盾构机磕头问题。除此之外,随着开挖施工作业的逐步推进,在地层的位置一旦出现空洞的情况,同样会对盾构机的轴线造成不利影响,在严重情况下会形成塌方现象,或者出现位置发生偏移的问题。

2 地铁隧道工程盾构法施工全过程风险防控措施

2.1 始发阶段的风险防控

在盾构法施工过程中,始发阶段是工程建设的关键阶段。在拆除了隧道的护壁后,必须考虑到洞口附近的土质,组织检查工作全方位落实。通过创造有利的施工条件,为盾构机的平稳运转提供了便利,并能快速抵达隧道建设区。以一实际工程为实例,采用 SMW 施工方法时,重点解决了桩端加强这一环节,使其对周围土体的干扰最小。并对胶黏剂的黏结力有很好的抑制作用。在盾构施工过程中,应注意充分运用出洞技术。这是因为出洞工艺的运行品质,直接影响到盾构施工的成功与否。

将盾构设备组装完成之后,需要及时开展调试作业,

待该项操作完成后,再对负环部分进行组装。在负环部分的后方区域,需要安装 1 个钢环,其宽度为 0.4 米,其主要目的是作用于混凝土部分,确保总体受压的均匀性。在洞门的入口位置,在处理地下连续墙的过程中,需要对混凝土墙进行切割。待切割作业完成之后,使混凝土墙被分成 6 个区块,按照从下至上的顺序,分别在井外区域进行切割。在地铁隧道工程建设期间,为充分保障安全性,需要将橡胶止水带和扇形板全部安装在隧道环上,使该类装置的形成具有良好的密封性。在处理盾构设备的后挡板时,由专业施工人员运用刷子等工具,将油脂刷在后挡板上,以达到良好的密封效果,再完成对地面监测点的布置^[3]。

随着始发施工作业的开展,需要对洞口实施处理,首先要做好钻孔爆破的施工工作。在第一次开启隧道大门后,由专业的施工人员进行防护设备的安装和加固。在满足启动条件后,需在保护头与隧洞环之间设置支撑点,从下部开始切割隧洞门加固件。把盾牌对准了洞口,在及时加强管控的基础上,有效防范塌方问题的出现。在开门的过程中,一旦出现渗水的现象,需要将渗漏出进行连接,使用 2 倍的水泥和水玻璃,辅助连接作业顺利开展。同时,还可以加快钢筋的切割速度。随着钢筋切割作业的开展,一旦出现流动的泥浆或者流沙,需要立即停止切割操作。在泥浆和流沙的位置,需要对两种液体实施浆化处理,在全部封堵完成之后,再次进行切割。在盾构机离开洞口之后,为防止注浆砂浆泄露问题的出现,需要及时做好洞口密封操作,在制作入口处的密封建设,通常需要分成两个步骤来进行。一方面,在洞口预埋件施工过程中,应加强预埋件与原有结构的连接。另一方面,从洞口的位置,需要将盾构机全部拆卸。但在正式拆卸之前,首先需要将洞口的入口位置实施清理,然后再将密封件安装完善。

2.2 掘进阶段

一旦盾构机启动完毕,接下来就是隧道的施工了。在安装过程中,要仔细核对管片总成的安装位置,以保证盾构机安装点的精度。针对地铁隧道的整体施工进度,对其进行了实时监测。通过加强对所有参数的控制,使参数处于合理的范围之内。

在地铁隧道施工期间,为保障各项施工指导的正确性,通过选择具有代表性的试验段,其长度一般以 100 米为宜。结合该试验段的盾构法施工效果,合理地修改设计参数,旨在保障盾构施工作业顺利进行。对于影响施工效果的关键因素,通常在于盾构位置的设计,且总体影响力度相对较大。所以,需要加强对盾构位置的监视,基于严格性与严谨性的基本原则,合理控制盾构轴的偏差,避免出现超允许范围的情况。

2.2.1 掘进模式选择

以某地铁隧道工程为例,针对工程中所用机器的实际状况,在应用刀盘时,应配置喇叭式面板,注意组合刀具

的应用。按照这一段的钻探要求,还需要加强对刀盘硬度与强度的共同控制^[4]。

在地铁隧洞掘进施工阶段,所运用的盾构机主要有三种模式。即,开放式、半开放式、土压力平衡式等等。在保障安全性的前提条件下,为最大程度提高总体施工效率,需要确保土体的自稳性,同时还应选择合适的负荷水平。

因此,需要根据地铁工程的实际地质情况,在运用图压力平衡式的盾构机实施施工作业时,能够促进出闸速度的提升,并加强对沉降现象的有效控制,使其处于合理的范围之内。

2.2.2 土仓压力调整

在掘进施工作业中,在考虑静水压、理论土压力的基础上,结合实际开挖过程中的土压力、开挖过程中所产生的土压力以及开挖过程中产生的土体沉降等重要参数进行土压力的计算。在进行钻孔施工过程中,必须充分考虑到土压力的变化,并采取相应的措施对其进行合理的调节。

例如,在计算土压力时,若数值为 120kPa,实际的掘进总量相对较高。在保持高土压力不变的情况下,其土压力随之降低,此时需要随着气压的变化,适当的增加土压力。在盾构法掘进施工期间,为确保渣土量最小,需要加强对土压力的控制。在原始状态下,使图压力尽可能地接近挖掘面的压力水平。

2.2.3 切割速度控制,刀盘扭矩控制

根据相关工程操作经验,在运用土压平衡开挖方式的过程中,通过总结实际的操作特点,在地层和土壤层中,渣土的切削阻力相对较大。通过合理地控制切割的速度,可以有效减少对刀盘形成的破坏。以某工程为例,所设计的切割速度一般保持在 1.2r/min~1.4r/min 这一区间范围内。

根据实际的施工情况,随着掘进施工作业的开展,需要将刀盘扭矩控制在 2.5MN·m~3.5MN·m 的区间范围内。若实际的扭矩过大时,当刀盘卡住,可以通过重新启动刀盘,利用缩回部分气管的方式实施操作。

2.2.4 掘进施工控制

在盾构掘进施工过程中,通过加强管控,这是整个工程的基本目标。在这段时间内,重点要放在对土体变形的有效控制上,这是一个非常重要的环节,而这一环节的成功与否,将直接关系到工程整体目标的实现。当回路数目持续增多时,盾构施工速度将发生变化,呈现出明显的周期波动现象。

在使用刀盘的过程中,为实现经济利益最大化发展目标,应尽量避免刀盘的磨损及异常现象,并对刀具的穿透进行有效的减少。当盾构的前进速度发生变化时,主要表现为周期性变化,要与刀盘上的状况相结合,对其进行检测,以确定其是否有花饼,或者有一些切口,避免刀盘中存在损坏^[5]。

在盾构掘进施工期间,需要根据钢的冲击和钢的前进量,分析两者之间的差异。随着掘进工作的开展,掌握每

组推进钢的冲击差。产生推进钢差异的主要原因,是由于存在偏差矫正和管楔,在开展隧道掘进施工作业时,由于受到偏差矫正的影响,从而能够使推进缸前进。

2.3 盾构接收阶段

在盾构接收环节,属于工程建设的最后一个阶段,对整体盾构效果具有较大的影响。在一般情况下,在隧道完全贯通前,必须把最后 50 米的距离确定为到点。所以,在工程实践中,有许多需要注意的问题。比如,以隧道的轴心为基准,再进行一次评价。在洞口处,要做好防水帷幕的准备,要做好盾构机轨的准备。当一切准备就绪后,就可以开始接收盾构。

在施工现场,所布设的控制点导线应具备适宜性,使盾构机按照既定的姿态,以平稳的形式及时进入到孔中。在盾构掘进期间,到达洞口封门处结构 100m 的位置时,需要根据盾构推进轴线的方向传递情况,做好一次测量工作,旨在合理调整盾构轴线。在切口离封门位置的 10 米处,需要加强对出土量的控制。在切口距离封门结构的 300mm~500mm 位置时,需要停止推进,并降低切口开挖面的压力值,使其能够降到最低水平,在拆除洞口封门时,能够保证施工操作的安全性。在盾构机到站的前 20 天左右,需要根据盾构到达的基本要求,开始做好一切准备工作。

3 结束语

城市化建设进程日益加快,为满足交通运行适用性、便捷性等多重需求,需要积极应对地铁项目在建设期间的压力。在盾构法施工过程中,结合可能存在的安全事故和安全隐患,有必要加强对盾构法安全风险问题的研究和分析,并提出有针对性的安全防范对策。在加强全过程管理的同时,有效落实安全巡查工作,实现对整体施工过程的有效监管,加强对各施工环节的有力管控,既可以保障盾构法施工的安全性,还能够形成更为广泛的应用效果,以降低安全事故的发生概率,使地铁隧道工程项目建设,能够满足当前日益增长的交通需求和安全需求。

【参考文献】

- [1]张姣,贾敏才,张建.地铁隧道盾构法施工全过程风险分析[J].公路工程,2022(3):5-6.
- [2]蔡正.地铁隧道盾构法施工安全风险研究[D].北京:中国矿业大学,2023.
- [3]艾鹏.地铁隧道盾构法施工风险分析与控制对策[J].地产,2023(5):4-5.
- [4]高华军.地铁隧道盾构施工风险管理研究[D].武汉:武汉理工大学,2023.
- [5]李雷.地铁隧道盾构法施工全过程风险分析[J].建筑工程技术与设计,2022(24):1747-1748.

作者简介:蔡竟东(1991.1—),男,湖北商贸学院,土木工程,武汉市市政建设集团有限公司隧道工程公司,项目经理,中级职称。