

盾构隧道施工风险和规避措施

顾晨鸣

身份证号码: 310228198107095019

摘要: 如今我国的经济水平呈现出明显的飞速发展态势, 建筑工程行业也因此获得了更好的发展, 隧道工程作为其中比较关键的内容, 在最近几年因对交通运输事业起到的巨大贡献引起了人们的广泛关注和讨论。在隧道施工中, 因为施工环境的特殊性, 其风险因素的有效规避十分关键, 如果轻视可能会导致不同程度的损失, 轻则影响施工单位的工程进度、蒙受经济损失, 重则导致安全事故、人员伤亡。在本文当中, 就将结合盾构隧道工程的施工风险以及风险规避措施展开分析, 期望能够为相关行业的工作人员提供一些理论参考。

关键词: 盾构隧道工程; 施工风险; 规避措施

Risk and elusion measures of Shield tunnel construction

Chenming Gu

ID Number: 310228198107095019

Abstract: Nowadays, China's economic level has shown an obvious trend of rapid development, and the construction engineering industry has also achieved better development. Tunnel engineering, as a key part of it, has attracted extensive attention and discussion due to its great contribution to the cause of transportation in recent years. In tunnel construction, because of the particularity of the construction environment, the analysis and effective avoidance of risk factors are critical. If ignored, it may lead to varying degrees of loss, which may affect the construction unit's progress and suffer economic losses or lead to safety accidents and casualties. In this paper, the construction risks and risk avoidance measures of shield tunnel engineering will be analyzed, hoping to provide some theoretical reference for the staff of related industries.

Keywords: Shield tunnel engineering; Construction risk; Elusion measures

由于多数情况下盾构隧道工程的施工工艺相对复杂, 而且周边地质情况、气候条件等问题也相对不稳定, 如果不能及时处理其中潜在的风险隐患, 有可能会造成灾难性的事故。由此, 需要尝试在隧道施工期间积极考虑其他的施工风险, 应用先进手段来加强风险管理, 降低事故发生隐患, 有效管控盾构施工的质量和整体进度。

一、盾构隧道施工的常见风险分析

1. 环境风险因素

针对当前阶段我国多数盾构隧道工程的建设工作来说, 很多施工事故和风险隐患都是因地质因素而起。比较常见的包括下述两个方面。

其一, 难以判断不良地质条件(障碍物)。当前我国地质勘察有局限性, 必须要精准掌握盾构穿越地层的地质条件, 而且要动态性地跟踪障碍物的存在, 否则可能会导致工程失去良好的安全保障, 严重的还会诱发人员

伤亡事故, 造成较为严重的后果。如果工程所处的是较为危险的山区, 还有诱发地质灾害的隐患。

其二, 地表下陷。因为盾构隧道施工性质相对较为特殊, 可能会对周边环境产生较为严重的破坏风险, 例如, 常见的地表陷落就是一种破坏类型, 假如陷落出现在城市地区的盾构隧道工程附近, 则可能会发生建筑物倾斜甚至垮塌(参考图1); 假如出现在山区或水下隧道工程中, 则会导致泥石流或者塌方等重大事故, 严重威胁附近居民以及施工人员的安全。另外, 因为盾构工程所处为地下, 救援难度十分高, 事故一旦发生将极难挽回。

2. 人为风险因素

除了上文阐述的地质因素造成盾构隧道工程风险事故之外, 一些人为因素导致的风险隐患也同样不能忽视。比方说, 在施工开始之前的设计阶段勘察结果和实际施



图1 案例：2016年南昌地铁2号线
涌水涌沙导致工程塌陷

工过程中的地质情况出现差异，且施工前没能进行实时勘察，导致漫长的施工周期中地质情况发生改变，塌陷事故等危险性大幅度升高，造成严重损失。即便保证了勘察精准性和即时性，在施工期间，没能依照施工流程以及操作规范进行盾构隧道工程施工操作、施工准备阶段的准备不够充足（材料、设备等选型不正确）、没能加强施工过程的监督管理、技术（或人员）缺乏等等，也可能会造成施工风险，轻则导致工期延迟，重则诱发隧道塌陷风险，危及所有施工人员的生命安全和国家的财产安全。

二、盾构隧道施工风险规避策略分析

1. 地质环境角度：加强施工风险规避

（1）地质预测预报策略

施工单位抵达施工点准备开始施工的时候，必须要由随队专业人员利用地质钻孔设备、超声波设备、回声探测设备或者其他新型仪器及时勘探当地的地质情况，并和施工前期报告进行对照，充分了解当地的地质条件、水文情况，涵盖水源、地下水深度、覆盖土壤厚度等基本参数；随后，结合这些信息和数据，选择对应的盾构机掘进参数、制定辅助措施，全面保障勘测结果的真实性，同时也给盾构机工作顺利提供保障。除此之外，加强现场实时勘测，结合前期勘测报告，能够发现一些突发性的安全风险，补充或更改前期施工方案，保证工期和施工质量。

（2）盾构机选型（适应、可靠）

隧道工程盾构施工期间，最为关键的环节就是保证盾构机的适应性以及可靠性，而这是依赖盾构机选型合理性来决定的，同时还需要相关工作人员的规范操作，才能够精准地完成地下施工操作。盾构机可靠性主要涉及到开挖面是否稳定、切削刀盘类型、出土形式、主轴扭矩、推进能力、盾构机密封度等等，施工开始之前进

行的实时地质勘测是此阶段选型的重要参考依据，将现场数据和市面上的盾构机类型对比，选择最为理想的盾构机。

在选型的过程当中，还应当适当考虑到盾构机基本参数，例如耐磨性和抗压性等，严格确认参数，确保土层基本稳定性；另外，还需要改善其流动性，在掘进环节当中，需要加强掌子面盖梁渣土盖梁，必须要选择适当膨润土，并借助试验来确定最为理想的技术参数，进而选择最优掘进参数。施工开始之前，要测试盾构机基本性能参数，令其能够在施工期间保持有序、稳定地运转，且持续完成掘进施工。需要注意的是，即便是在工作中，也必须要随时关注盾构施工技术参数是否符合地质实际，尤其是针对较为复杂的地质情况的时候，必须要及时发现可能存在的问题（如地质环境变化），尽快处理问题，确保施工能够满足实际要求。

（3）地表塌陷

其一，风险规避策略。结合实际情况为盾构隧道合理选线，尽量躲避不良地质的区域范围（参考图2），提前使用数据分析，预判盾构施工周期内地表可能出现沉降的概率和范围，做好安全防护；地下水补给途径、区域范围内流量等数据要及时收集，强化地质勘查的精准度，提升补勘密度，设计引水和防水方案、地表沉降控制方案等；严格掌控盾构推进速度，保持每分钟40~50mm为宜（每环掘进时间大约在30~40分钟），尽可能保证匀速，且做好泡沫管道等设施的保护；强调泡沫剂使用剂量和浓度合理，保证发泡倍数以及稀释情况。

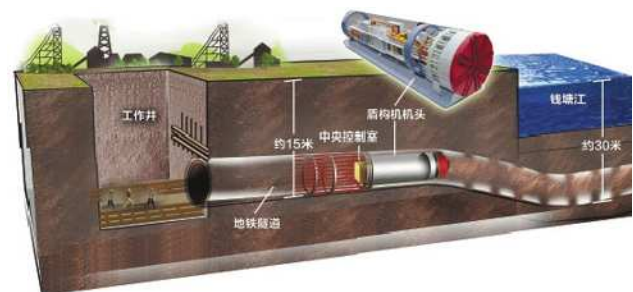


图2 案例：我国钱塘江沿线某地过江隧道盾构机掘进示意图（制图：梁津铭）

其二，风险保留策略。在风险规避代价超过风险损失，而且风险发生的隐患相对较低的情况下，理清施工操作参数，做好技术交底；规划合理监测点，做到实时性的地表沉降监测。

其三，风险转移策略。如果工程的风险隐患较低，不过一旦发生后果极其惨重的工程，且工程预算很难承载风险规避以及风险保留措施成本的情况下，项目管理

单位可以尝试将部分(或全部)风险损失通过转移的方式迁移到第三方单位。盾构施工总承包单位和其他承包商共同签署合同,把风险隐患较低,但是损伤较大的标段承包出去,尽管可能会失去一些经济收益,不过却能够很好地规避自身工程风险;假如无法完成承包,可以借助担保、履约保函形式来转移风险,将风险发生的后果转移给保险公司。

2. 人文制度角度:优化风险管理制度

(1) 地质勘察作业质量监管制度

① 勘察前期监审制度

在勘察施工开始之前,要结合相关规范的要求,核查作业人员的资历情况和设备技术参数。针对勘察纲要、勘测方案以及物探方案、水文试验方案等加以一一核查;另外,勘察前得到的地形地貌以及地理高程等数据资料也要一一确认审查。

② 勘察过程控制制度

在机台开始施工操作之前,结合钻孔布置图和技术规范要求,核对现场孔位,并查看地形地物,充分了解地面、地面以下以及地面上空是否存在可能会影响到施工操作的不良因素(障碍物)。针对地质钻探、地质编录的质量水平,以及取样的方式、试验数量、物探形式以及抽水试验等工序加以现场监督和严格管控。相同层面上的岩土需要控制合理的试验数量,项目依照技术规范依次进行,尤其是热物理指标,必须要反复实测以保证真实性。

③ 勘察结果质检制度

勘察内外业需要同步展开,参考“内业指导外业”基本原则,应该在现场适当对资料和信息加以整合和阐释,假如发现原始材料存疑,或者是论述解释模糊的情况下,要尽快进行外业补充。解释成果需要尽可能应用较为专业的语言进行表达,资料解释推断期间,物理解释也要和地质解释相互融合,充分分析地质情况以及探测结果之间的内在关联以及潜在干扰风险。

另外,成果图件需要保证较为清晰的目的性和较为突出的重点,整洁美观,且结构完善,综合性图件为主体,成图比例尺需要和工作比例尺基本一致;参考工程实际性质以及工程规模大小,应该提交阐述工程情况以及勘察结果的图件,包括交通位置、工程布置、地质和地质构造、原始测量成果图件以及推断解释图件等。

(2) 地质因素诱发风险事件监控体系

由于地质因素造成盾构施工风险事件一般包括地表隆起及沉降、地层大变形问题、盾构卡机及刀盘刀具磨损风险、气体中毒风险事件等等,一般会选择对应的监测方案加以管控。

如地表隆起及地面沉降这一风险事件,一般会借助精密水准仪等设施加以监控,借助高程监测网控制水准点,依照相关规范技术要求,逐点测量监测点。再如地层大变形风险事件,应用水准仪或者倾斜仪,有的也会使用磁环分层沉降仪加以全面测定。再如盾构卡机或刀盘刀具磨损,则需要及时借助电脑设备整合施工参数加以反馈和修缮。再如气体中毒的风险事件,一般需要借助有害气体监测的手段进行反馈。

三、结语

综上,盾构隧道工程在施工的过程当中,或许因为地质因素(客观环境),或许因为人为因素(主观情况)诱发一些风险隐患,这些风险的类型较为多样,且形式复杂,必须要加以合理化规避,以期能够保证盾构隧道的安全性和实用性。实际操作中可以结合当地的地质情况,选择适当的方式,制定风险规避方案,确保工期和参与施工的人员安全。

参考文献:

- [1]寇露露.超大直径盾构施工主要风险及处理措施探究[J].信息周刊,2020(05):2.
- [2]余晓斌,韩昌进.地铁盾构区间隧道施工风险分析与控制分析[J].建筑技术研究,2020(08):124-125.
- [3]段华宗.隧道施工安全风险与施工现场管理[J].华东科技:综合,2020(03):1.
- [4]王晋国.盾构施工重难点,风险点分析及应对措施[J].交通世界,2021(10):3.
- [5]杨效广.地铁隧道盾构施工中的地质风险管理分析[J].中华建设,2020(02):2.
- [6]唐志强.探究地铁盾构区间隧道施工风险管理及控制措施[J].门窗,2020(05):2.
- [7]梁飞.盾构隧道下穿地下直径线保护措施设计及分析[J].低温建筑技术,2020(02):4.
- [8]姚晓明,舒波,李波.新建盾构隧道近距离下穿既有地铁线的安全控制技术[J].现代隧道技术,2020(05):8.
- [9]赖阳迅.地铁隧道盾构施工风险分析与控制措施[J].绿色环保建材,2020(12):2.