

大直径泥水盾构始发关键技术研究

李树杰

中铁隧道股份有限公司 河南 郑州 450000

摘要：本文主要探讨了大直径泥水盾构在始发过程中的关键技术。文章首先概述了泥水盾构技术的特点和应用范围，强调了始发阶段的重要性和挑战。接着，深入分析了地质环境对盾构始发的影响，包括土壤硬度、地下水位、岩石分布等因素。此外，文章还详细介绍了大直径泥水盾构始发的关键技术，包括设备配置、施工工艺和风险控制等方面的内容。最后，总结了研究成果，并指出了未来需要进一步研究的方向。

关键词：大直径泥水盾构；始发技术；地质环境；设备配置；施工工艺

引言

随着城市化进程的日益加速，基础设施建设的步伐也紧随其后。大直径泥水盾构技术作为一种先进的隧道施工方法，在地铁、水利、市政等多个领域得到了广泛应用。始发阶段作为盾构施工的关键环节，其重要性不容忽视，因为这直接影响到后续工程的顺利进行。对于大直径泥水盾构来说，始发技术是其中的核心技术之一。因此，对这一关键技术进行深入研究，不仅有助于提高盾构施工的安全性和效率，更能推动整个工程技术的进步。

1 大直径泥水盾构概述及始发技术的重要性

随着城市化进程的推进和基础设施建设的飞速发展，隧道工程在城市交通、水利、市政等领域的应用越来越广泛。在众多隧道施工方法中，大直径泥水盾构技术以其独特的优势，逐渐成为了主流的施工方法之一。大直径泥水盾构技术是一种先进的隧道施工方法，它结合了泥水盾构技术和大直径隧道施工的特点。该技术通过盾构机在地下进行掘进，同时利用泥水混合物作为支护介质，有效地控制了地层的变形和坍塌，保证了隧道施工的安全和效率^[1]。在大直径泥水盾构施工中，始发阶段是整个工程的关键环节之一。始发阶段是指盾构机从始发井出发，开始掘进隧道的阶段。这个阶段的顺利进行与否，直接关系到后续施工的安全性和效率。如果始发阶段出现问题，不仅会影响整个工程的进度和质量，还可能对周围环境造成不良影响。因此，研究大直径泥水盾构始发关键技术对于提高盾构施工的安全性和效率具有重要意义。通过对始发过程中的地质环境、设备配置、施工工艺等方面的深入研究，可以提出一系列针对性的解决方案和技术措施，确保盾构机在始发阶段的顺利进行。同时，这些研究成果还可以为类似工程提供借鉴和参考，推动大直径泥水盾构技术的进一步发展和应用。

2 地质环境对大直径泥水盾构始发的影响

2.1 地质构造的影响

地质构造是地壳中岩石的变形和变位现象的总称，它对盾构机的始发有着直接的影响。在盾构机始发过程中，如果遭遇到断层、褶皱等复杂地质构造，可能会导致以下问题，断层破碎带：断层是地壳中岩石的断裂现象，其两侧岩石发生了明显的位移。在断层破碎带中，岩石破碎、松散，承载能力低，盾构机在掘进过程中易出现坍塌、冒顶等事故。褶皱构造：褶皱是岩层在水平方向上发生的弯曲变形。在褶皱构造区域，地层产状变化大，岩石节理发育，盾构机在掘进过程中可能会遇到刀具磨损严重、偏离设计轴线等问题。

2.2 地层岩性的影响

地层岩性是描述地层岩石性质和特征的一个重要指标，不同地层岩性对盾构机始发的影响也不相同。以下是几种常见地层岩性对盾构机始发的影响，软土地层：软土地层具有含水量高、压缩性大、强度低等特点。在软土地层中，盾构机始发时易出现下沉、偏移等问题。同时，软土地层的流变性也会对盾构机的掘进速度和泥水压力平衡产生影响。硬岩地层：硬岩地层具有强度高、硬度大等特点^[2]。在硬岩地层中，盾构机的刀具磨损严重，掘进速度慢，且易产生振动和噪音。此外，硬岩地层的节理和裂隙发育，可能会导致盾构机在掘进过程中出现卡机、冒顶等事故。

2.3 水文地质条件的影响

水文地质条件是指地下水在岩石中的赋存状态和运动规律。水文地质条件对盾构机始发的影响主要表现在以下几个方面：地下水位：地下水位的高低直接影响到盾构机的泥水压力平衡。当地下水位较高时，需要提高泥水压力以维持平衡；反之，则需要降低泥水压力。若泥水压力控制不当，可能会导致地层失稳或泥水泄漏等

问题。地下水流速：地下水流速的快慢会影响到盾构机的掘进速度和泥水循环系统的稳定性。当地下水流速较快时，可能会导致泥水混合物中的颗粒被冲刷走，从而影响泥水质量；同时，快速流动的地下水还可能会对盾构机的密封系统造成冲击和破坏。

2.4 不良地质现象的影响

不良地质现象是指对工程建设不利的各种地质因素的总称。在大直径泥水盾构始发过程中，常见的不良地质现象包括溶洞、软土夹层、淤泥质土等。这些不良地质现象的存在会降低地层的稳定性和承载能力，增加盾构机始发的难度和风险。例如，在溶洞中，盾构机可能会遇到突然的空载或超载情况；在软土夹层中，可能会出现地层失稳、坍塌等问题。

3 大直径泥水盾构始发关键技术

3.1 设备配置与优化

在大直径泥水盾构始发过程中，合理的设备配置与优化是确保施工顺利进行的关键环节。盾构机的选型、刀盘设计以及推进系统等设备的配置，直接关系到始发过程中的施工效率、安全性以及成本控制。因此，针对具体工程需求和地质条件，进行设备配置与优化具有重要意义。第一，盾构机选型。盾构机的选型是设备配置的首要任务。在大直径泥水盾构施工中，应根据地质条件、隧道断面形状、施工长度等因素，选择合适的盾构机型。不同类型的盾构机具有不同的适用范围和优缺点，例如土压平衡盾构机适用于软土地质，而泥水盾构机则更适用于富水地区。因此，在选型过程中，需要综合考虑各种因素，选择最适合工程需求的盾构机型。第二，刀盘设计优化。刀盘是盾构机的重要组成部分，其设计直接影响到盾构机的掘进效率和刀具磨损情况。在大直径泥水盾构始发过程中，由于地质条件的复杂性和不确定性，刀盘的设计优化尤为重要。一方面，需要根据地质勘察结果，选择合适的刀具类型和布局，以应对不同地层的挑战；另一方面，可以通过优化刀盘的开口率、切削力分布等参数，提高掘进效率并降低刀具磨损。第三，推进系统配置^[3]。推进系统是盾构机的动力来源，其配置直接影响到盾构机的推进力和稳定性。在大直径泥水盾构始发过程中，需要根据地质条件和隧道设计要求，合理配置推进系统。例如，在软土地质中，需要选择具有较大推力的推进系统以保证盾构机的稳定性；而在硬岩地层中，则需要选择具有高扭矩的推进系统以应对破岩挑战。同时，还可以通过优化推进系统的控制策略，提高盾构机的动态响应能力和施工精度。第四，辅助设备配置。除了盾构机本身外，辅助设备的配

置也是确保始发顺利进行的关键。例如，泥水处理系统、注浆系统、监控系统等辅助设备的合理配置，可以提高施工效率、保障施工安全并降低施工风险。在泥水处理系统中，需要根据地质条件和隧道设计要求选择合适的泥水配比和处理工艺；在注浆系统中，需要选择合适的注浆材料和注浆工艺以加固地层；在监控系统中，则需要建立完善的监测网络以实时掌握施工状态和地质环境变化。总之，设备配置与优化是大直径泥水盾构始发过程中的关键技术之一。通过合理的设备配置与优化，可以提高盾构机的掘进效率、降低故障率并确保始发的顺利进行。同时，这也有助于降低施工成本、提高工程质量和安全性。

3.2 施工工艺研究

施工工艺是影响大直径泥水盾构始发效果的另一个关键因素。在始发过程中，施工工艺的合理性直接决定了盾构机掘进的效率、安全性以及成本控制。因此，深入研究并优化施工工艺对于提高大直径泥水盾构始发的整体效果具有重要意义。第一，始发井的合理设置。始发井是盾构机始发的起点，其设置是否合理直接影响到盾构机的始发效率和安全性。在设置始发井时，需要综合考虑地质条件、隧道设计要求以及施工便利性等因素。例如，在软土地质中，需要采取加固措施以提高始发井的稳定性；在硬岩地层中，则需要选择合适的破岩方法以降低掘进难度。同时，始发井的尺寸和形状也需要根据盾构机的型号和隧道断面形状进行合理设计，以确保盾构机能够顺利始发。第二，掘进参数的精确控制。掘进参数是盾构机掘进过程中的关键指标，包括推进速度、刀盘转速、泥水压力等。这些参数的合理设置和精确控制对于提高掘进效率、保障施工安全具有重要意义。在实际施工中，需要根据地质条件和隧道设计要求，通过试验和调整，找到最优的掘进参数组合。同时，还需要实时监测和调整这些参数，以适应地质条件的变化和施工过程中的不确定因素。第三，泥水处理工艺的优化。泥水处理工艺是大直径泥水盾构施工中的重要环节，其处理效果直接影响到盾构机的掘进效率和施工安全性。在始发过程中，需要根据地质条件和隧道设计要求，选择合适的泥水配比和处理工艺。例如，在软土地质中，需要选择具有较高粘度和较低渗透性的泥水配比，以保持地层的稳定性；在硬岩地层中，则需要选择具有较低粘度和较高渗透性的泥水配比，以降低刀具磨损和提高掘进效率。同时，还需要对泥水处理系统进行实时监测和调整，以确保其处理效果满足施工要求。第四，施工安全与风险控制。施工安全是盾构机始发过

程中的首要任务。在施工过程中,需要建立完善的安全管理体系和风险控制机制,以确保施工人员的安全和设备的正常运行。例如,可以制定详细的安全操作规程和应急预案,提高施工人员的安全意识和应急处理能力;同时,还可以通过实时监测和预警系统,及时发现并处理潜在的安全隐患和风险。总之,施工工艺研究是大直径泥水盾构始发关键技术中的重要环节。通过合理设置始发井、精确控制掘进参数、优化泥水处理工艺以及加强施工安全与风险控制等方面的研究和实践,可以提高大直径泥水盾构始发的施工质量和安全性,降低施工风险并提升整体施工效果。

3.3 风险控制与安全保障

在大直径泥水盾构始发过程中,风险控制和安全保障是至关重要的环节。由于盾构施工的复杂性和不确定性,存在各种潜在的风险因素,如地质风险、设备故障、施工误差等。这些风险因素可能导致施工安全事故、延误工期或影响工程质量。因此,对风险进行有效的控制和安全保障对于始发的顺利进行具有重要意义。第一,潜在风险的识别与评估。风险控制的首要步骤是识别和评估潜在的风险因素。盾构施工的风险因素主要包括地质风险、设备故障、施工误差、人为操作失误等。通过分析和评估这些风险因素的发生概率和影响程度,可以确定风险控制的优先级和重点。第二,应急预案的制定。针对可能出现的风险因素,需要制定相应的应急预案。应急预案应包括风险应对措施、救援方案和资源调配等内容^[4]。例如,针对地质风险,应制定相应的地质勘察和监测方案,及时发现并处理地质异常情况;针对设备故障,应制定设备维修和更换预案,确保设备正常运行。同时,还需要定期进行应急演练,提高应急响应能力。第三,安全保障措施的制定。安全保障措施是降低盾构施工风险的重要手段。这些措施包括施工安全管理、安全操作规程的制定和执行、安全教育培训等。通过建立健全的安全管理体系,提高施工人员的安全意识和操作技能,可以降低人为操作失误的风险。同

时,还需要加强施工现场的安全检查和监管,及时发现并整改安全隐患。第四,监测预警系统的建立。为了实时监测盾构施工过程中的各种风险因素,需要建立监测预警系统。该系统应具备实时数据采集、处理、分析和预警功能,能够及时发现异常情况并采取相应的应对措施。例如,通过监测地层位移、泥水压力等参数,可以及时发现地质异常情况;通过监测设备运行状态,可以及时发现设备故障。监测预警系统的建立可以提高风险控制和安全保障的效率和准确性。总之,风险控制与安全保障是大直径泥水盾构始发关键技术中的重要环节。通过识别和评估潜在风险因素、制定应急预案和安全保障措施、建立监测预警系统等手段,可以有效降低盾构施工的风险并提高施工安全性。同时,这也有助于提高工程质量、保障工期并降低施工成本。

结语

本文对大直径泥水盾构始发过程中的关键技术进行了深入的探讨和研究,并提出了针对性的解决方案和技术措施。这些研究成果对于提高盾构施工的效率 and 安全性具有重要意义。然而,随着科技的不断发展,盾构施工面临的挑战也在不断变化。因此,我们不能止步于现有的研究成果,而应该继续开展相关研究工作,不断完善和优化大直径泥水盾构始发关键技术体系。我们期待未来的技术能够更加成熟、高效,为城市建设和基础设施建设提供更加可靠的保障。

参考文献

- [1]张兵,陈桥,王国安,等.海域含孤石地层超大直径泥水盾构始发关键技术研究[J].施工技术,2019,48(11):68-72,149.
- [2]张兵,陈桥,王国安,等.海域含孤石地层超大直径泥水盾构始发关键技术研究[J].施工技术,2019, v.48;No.534(11):73-77+154.
- [3]李光山.超大直径泥水盾构矿山法隧道接收及空推技术研究[J].价值工程,2020, v.39;No.564(16):105-107.