

大断面水工隧洞复合型偏压洞段施工技术

郭庆亚

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 大断面水工隧洞复合型偏压洞段施工技术涉及多个复杂环节,包括施工前的详细地质勘察与设计优化、高效的开挖与支护技术、精细的地下水控制与排水措施,以及完善的安全管理体系与质量控制标准。本文综合探讨了这些关键技术的提升与应用,旨在确保施工过程中的安全稳定与工程质量。通过引入先进的监控量测技术和设备,实时监测施工参数,为施工决策提供了科学依据,进一步推动了施工技术的发展与创新。

关键词: 大断面水工隧洞;复合型偏压;施工技术;支护措施;稳定性分析

1 大断面水工隧洞复合型偏压洞段地质与工程特性

1.1 地质条件分析

大断面水工隧洞复合型偏压洞段的地质条件复杂多变,通常面临多种地质挑战。这类隧洞往往位于岩层中,与周围岩层密切相关。在岩层中开挖隧洞会破坏原有的平衡状态,导致洞孔附近应力重新分布,岩体产生新的变形,严重时甚至会导致岩石崩塌。对于复合型偏压洞段,地质条件更为复杂。例如,在某些项目中,隧洞出口段可能遭遇强风化的浅埋、半明半暗的偏压洞段,且进口与多条断层相交。这种地质条件使得隧洞开挖后的应力重分布变得尤为不利。在弹性介质、静水压力场中,开挖后隧道周边的最大主应力可能远超初始应力,导致围岩出现塑性化。对于扁平的大断面隧洞,这种应力重分布的影响更为显著,可能要求围岩具有更高的强度比,以保证无支护的自稳条件。偏压洞段还可能受到堆积体的影响。堆积体可能侵入隧道净空范围,对隧道的稳定性和安全性构成威胁。这种堆积体可能导致隧道在开挖过程中出现偏压现象,增加了施工难度和安全风险。

1.2 工程特性

大断面水工隧洞复合型偏压洞段的工程特性主要体现在几个方面:第一,这类隧洞的施工难度极大。由于洞身断面大、施工场地狭窄、洞线长,施工作业工序多、干扰大、难度也较大。特别是兼有导流任务的隧洞,其施工进度往往控制着整个工程的工期。采用新的施工方法、改善施工条件、加快施工进度和提高施工质量在隧洞工程建设中显得尤为重要^[1]。第二,复合型偏压洞段的支护措施需要特别关注,由于地质条件复杂,仅用超前小导管和钢拱架联合支护措施可能已不能满足安全掘进和沉降变形要求。因此需要采取更为有效的支护措施,如设置配套辅助支护以增强侧边墙稳定性,采用

分层开挖、混凝土套拱、喷射混凝土封闭、系统锚杆、钢支撑等联合应用,以减少应力不均匀和集中,加固围岩与初期支护形成整体,有效承受外部荷载。第三,大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工还需要密切关注围岩的稳定性,通过监控量测措施,如加大洞口段施工过程监测频率,对围岩压力、拱顶下沉、周边收敛等进行严密监控,确保位移、沉降真正稳定后方可施作二次衬砌。这些措施有助于确保隧洞掘进的安全运行,给现场施工人员提供一个安全的施工环境。

2 大断面水工隧洞复合型偏压洞段施工特点

2.1 断面尺寸大

大断面水工隧洞复合型偏压洞段的显著施工特点之一是其断面尺寸大。这种大尺寸的断面设计旨在满足水利工程中对于水流通过能力的需求,但同时也带来了施工上的挑战。断面尺寸大意味着需要更多的材料和资源来完成隧洞的开挖和支护工作,同时也对施工设备的尺寸和性能提出了更高的要求。大尺寸断面还可能导致施工过程中的通风、排水和照明等问题变得更加复杂,需要采取更为有效的措施来确保施工环境的良好和安全。

2.2 施工技术要求高

大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工不仅要求断面尺寸大,更对施工技术要求极高。由于隧洞穿越的地质条件复杂多变,且往往存在偏压等不利因素,因此施工过程中需要采用先进的技术手段来确保隧洞的稳定性和安全性。这包括精确的测量和定位技术、高效的开挖和支护技术、以及先进的监测和预警技术等。由于隧洞施工涉及到多个专业领域的交叉,如地质、水文、结构、通风等,因此需要施工团队具备全面的技术能力和丰富的实践经验,以应对各种突发情况和挑战。

2.3 施工周期长

大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工周期通常较

长。这主要是由于隧洞施工涉及到的工序多、难度大，且需要考虑到地质、环境、安全等多个方面的因素。在施工过程中，可能需要多次进行地质勘探和监测，以确保隧洞的稳定性和安全性。由于隧洞施工往往需要在地下进行，因此施工环境相对封闭，施工条件较为恶劣，这也增加了施工难度和周期。隧洞施工还需要考虑到与其他水利工程的协调和配合，如水库蓄水、电站发电等，这也可能对施工周期产生影响。在大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工过程中，需要充分考虑各种因素，制定合理的施工计划和进度安排，以确保工程的顺利进行和按时完成^[2]。

3 大断面水工隧洞复合型偏压洞段施工技术

3.1 施工前准备

大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工前准备是确保后续施工顺利进行的关键环节。首先，需要对隧洞穿越的地质条件进行详细勘察，包括地层岩性、构造特征、水文地质条件等，以便准确评估施工风险和制定相应措施。根据勘察结果，进行隧洞的设计和优化，确保设计方案既满足工程需求，又适应地质条件。在准备阶段，还需进行施工场地的布置和规划，包括施工道路的修建、临时设施的搭建、施工设备的进场和调试等。还需制定详细的施工计划和进度安排，明确各阶段的任务和目标，以及所需的人员、材料和设备等资源。进行安全教育和技术培训，提高施工人员的安全意识和技能水平，为施工顺利进行奠定坚实基础。针对复合型偏压洞段的特点，还需制定专门的应急预案和措施，以应对可能出现的突发事件，如地质灾害、施工事故等。这些预案和措施应包括应急响应流程、救援设备和物资的准备、以及应急演练的安排等，确保在紧急情况下能够迅速、有效地进行应对。

3.2 开挖与支护技术

大断面水工隧洞复合型偏压洞段的开挖与支护技术是施工过程中的核心环节。开挖过程中，需要根据地质条件和设计要求，选择合适的开挖方法和设备。对于硬质岩层，可采用钻爆法进行开挖；对于软弱岩层或断层破碎带，则需采用更为柔和的开挖方法，如机械开挖或人工开挖。需严格控制开挖进度和开挖面的稳定性，避免超挖或欠挖现象的发生。在支护方面，针对复合型偏压洞段的特点，需采用多种支护措施相结合的方法。可采用超前支护技术，如超前小导管注浆、超前锚杆等，以提高开挖面的稳定性。在开挖完成后，需及时进行初期支护，如喷射混凝土、钢拱架等，以承受围岩压力和变形。还需根据地质条件和设计要求，设置必要的二次

支护措施，如锚杆、锚索、钢支撑等，以增强隧洞的整体稳定性和承载能力。在开挖与支护过程中，还需进行严格的监测和测量工作，通过布置监测点和安装监测设备，实时监测隧洞围岩的变形和应力状态，以及支护结构的受力情况。根据监测结果，及时调整施工参数和支护措施，确保隧洞的稳定性和安全性。

3.3 地下水控制与排水技术

大断面水工隧洞复合型偏压洞段在施工过程中往往面临地下水的问题。地下水不仅会影响隧洞的稳定性和施工进度，还可能对隧洞的结构安全造成威胁。地下水控制与排水技术是施工过程中不可或缺的一环。在地下水控制方面，可采用注浆封堵、帷幕灌浆等方法，对隧洞周边的地下水进行封堵和隔离。需根据地质条件和设计要求，合理设置排水系统和设施，如排水沟、集水井、水泵等，以将隧洞内的地下水及时排出^[3]。在排水过程中，需严格控制排水量和排水速度，避免对隧洞围岩造成过大的扰动和破坏。同时需对排水系统和设施进行定期维护和检查，确保其正常运行和有效排水。还需根据地下水的情况和隧洞的施工进度，及时调整排水方案和措施，以确保隧洞的稳定性和安全性。

3.4 施工安全与质量控制

大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工安全与质量控制是确保工程质量和施工安全的重要保障。在施工过程中，需严格遵守我国和地方的安全生产法律法规，以及施工合同和施工图纸中的安全要求。需建立完善的安全生产管理体系和制度，明确各级安全管理人员和职责，以及安全教育和培训制度、安全检查制度、安全奖惩制度等。在质量控制方面，需严格按照施工图纸和验收规范进行施工和验收。通过加强施工过程中的质量检查和验收工作，及时发现和纠正质量问题，确保隧洞的结构尺寸、材料质量、支护效果等符合设计要求。需对施工过程中出现的质量问题进行深入分析和总结，提出改进措施和建议，以提高后续施工的质量和效率。还需加强施工过程中的安全监测和预警工作，通过布置安全监测点和安装安全预警设备，实时监测隧洞的施工安全状态，及时发现和预警潜在的安全隐患和事故风险。根据监测和预警结果，及时采取相应的安全措施和应急预案，确保施工过程中的安全稳定。

4 大断面水工隧洞复合型偏压洞段施工安全与质量控制技术的提升

4.1 施工安全管理体系的完善

在大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工过程中，施工安全是首要考虑的因素。为了进一步提升施工安全

管理水平,必须完善施工安全管理体系。这一体系应涵盖从施工准备到施工结束的全过程,确保每个施工环节都有明确的安全管理要求和措施。建立健全的安全管理组织机构,明确各级安全管理人员的职责和权限,通过设立专门的安全管理部门或岗位,配备具有专业知识和实践经验的安全管理人员,对施工过程进行全方位的安全监督和管理。应制定完善的安全管理制度和操作规程,明确施工人员的安全行为规范和操作流程,确保施工过程中的安全操作。加强安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和技能水平,通过定期组织安全知识讲座、技能培训、应急演练等活动,使施工人员掌握必要的安全知识和技能,提高应对突发事件的能力。应加强对施工人员的考核和奖惩,对表现优秀的施工人员给予表彰和奖励,对违反安全规定的施工人员进行批评和处罚,形成良好的安全文化氛围。还应加强施工现场的安全管理和监督,通过设立安全警示标志、防护设施等措施,提醒施工人员注意施工安全。应加强对施工现场的巡查和检查,及时发现和消除安全隐患,确保施工现场的安全稳定。

4.2 质量控制标准的提高

在大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工过程中,质量控制标准的提高是确保工程质量的关键。为了提升质量控制水平,必须制定更为严格的质量控制标准和验收规范。首先,应根据工程特点和施工要求,制定详细的质量控制计划和验收方案,明确各阶段的质量控制要点和验收标准,确保施工过程中的每个环节都符合设计要求和质量标准。同时加强对施工材料和设备的检验和验收,确保使用合格的材料和设备进行施工。其次,应加强对施工过程的监督和检查,通过设立质量控制点和检验批次等措施,对施工过程中的关键工序和隐蔽工程进行监督和检查。及时发现和纠正质量问题,确保施工过程中的质量控制^[4]。应加强对施工人员的培训和考核,提高施工人员的质量意识和技能水平。还应加强对工程质量的评估和验收,通过定期组织质量评估、验收等活动,对工程的质量进行全面评估。及时发现和解决质量问题,确保工程质量符合设计要求和相关标准。同时加强对工程质量的记录和档案管理,为后续的工程维护和改造提供可靠依据。

4.3 监控量测技术的创新与应用

在大断面水工隧洞复合型偏压洞段的施工过程中,监控量测技术的创新与应用对于施工安全和质量控制具有重要意义。通过引入先进的监控量测技术和设备,可以实时监测施工过程中的各种参数和状态,为施工安全和质量控制提供可靠依据。加强对施工过程中的变形监测,通过布置变形监测点和安装变形监测设备,实时监测隧洞的变形情况。及时发现和处理变形异常,确保隧洞的稳定性和安全性。加强对变形数据的分析和处理,为施工过程中的决策提供科学依据。加强对施工过程中的应力监测,通过安装应力监测设备和传感器,实时监测隧洞围岩的应力状态。及时发现和预警潜在的应力集中和破坏风险,为施工过程中的支护和加固措施提供指导。应加强对应力数据的分析和处理,为隧洞的结构设计和优化提供科学依据。还应加强对施工过程中的环境监测,通过监测施工过程中的噪音、振动、粉尘等环境因素,确保施工过程中的环境保护和生态平衡。同时加强对环境数据的分析和处理,为施工过程中的环保措施和优化提供科学依据。

结束语

大断面水工隧洞复合型偏压洞段施工技术的提升对于确保工程质量和施工安全具有重要意义。随着科技的不断进步和工程实践的深入,施工技术将不断得到优化和完善。未来,应继续加强技术创新与应用,提高施工效率和质量水平,为水利工程建设提供更为可靠的技术支持。加强施工安全管理和质量控制,确保施工过程中的安全稳定,为水利事业的持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]豆存成.隧洞施工不良地质洞段开挖支护施工处理措施[J].建材发展导向,2023,21(16):50-53.
- [2]李二伟.隧洞施工不良地质洞段开挖支护施工处理措施[J].云南水力发电,2022,38(12):219-223.
- [3]罗悠,李洪涛,冯思敏,等.赞比亚下凯富峡水电站发电洞竖井开挖支护施工技术[J].水利水电快报,2023,44(S1):22-25.
- [4]杨爽,余文华.固增水电站调压室穹顶开挖支护施工技术[J].四川水力发电,2022,41(06):68-71.