

水利工程隧洞开挖施工技术的探讨

杨孟楚

新疆科新工程管理咨询有限公司 新疆 库尔勒 841000

摘要: 水利工程隧洞开挖施工技术是水利工程建设中至关重要的一环。通过探讨降水与排水、支护与加固、爆破与掘进等关键施工技术的应用及其重要性。同时,还强调了技术创新在提升隧洞开挖效率和安全性方面的关键作用。通过全面的分析,为水利工程隧洞开挖施工技术的优化与创新提供有益的参考和启示,促进水利工程建设的持续发展与进步。

关键词: 工程隧洞; 开挖施工; 关键技术

1 水利工程中隧洞开挖施工的重要性

隧洞作为水利工程的关键组成部分,其施工质量的优劣直接关系到整个水利工程的稳定性和使用寿命。隧洞的开挖施工不仅涉及复杂的工程地质条件和技术要求,还需要应对多变的气候环境和严格的施工规范。隧洞开挖施工是水利工程建设的基础工序之一,对于后续工程的顺利进行具有至关重要的作用。隧洞的稳定性和安全性对于水利工程的整体功能发挥至关重要。一旦隧洞开挖施工出现质量问题,不仅可能导致隧洞本身的破坏和失效,还可能对整个水利工程的安全运行产生严重影响。因此,隧洞开挖施工必须高度重视,确保施工质量和安全。隧洞开挖施工还涉及大量的人力、物力和财力投入。高效的隧洞开挖技术不仅可以提高施工效率,缩短工期,还可以降低施工成本,实现工程的经济效益和社会效益的最大化^[1]。同时,隧洞开挖施工也是技术创新和科技进步的重要领域,通过不断引入新技术、新工艺和新设备,可以推动水利工程建设的科技进步和产业升级。

2 水利工程隧洞开挖的特点

水利工程隧洞开挖施工的特点主要表现为以下几个方面:第一,施工的复杂性与挑战性。水利工程隧洞往往穿越各种复杂的地质地貌,如断层、褶皱、岩溶等,这些特殊地质条件对开挖技术提出极高的要求。同时,隧洞开挖还面临地下水、涌水、泥石流等多种自然因素的影响,进一步增加施工的复杂性和挑战性。因此,隧洞开挖施工前必须进行详细的地质勘探和风险评估,制定科学合理的施工方案,确保施工过程的顺利进行。第二,施工技术的多样性与灵活性。针对不同的地质条件和工程需求,隧洞开挖施工可采用多种不同的开挖技术,如钻爆法、盾构法、掘进机等。这些技术各有优劣,适用于不同的场景和工程要求。因此,隧洞开挖施

工需要灵活运用各种技术,根据具体情况选择最适合的施工方案,确保施工质量和安全。第三,施工过程的连续性与协同性。水利工程隧洞开挖施工往往涉及多个工序的连续作业,如钻孔、爆破、出渣、支护等,这些工序之间需要紧密配合,形成高效的协同作业体系。隧洞开挖施工还需要与其他工程环节,如排水、通风、供电等,进行密切协调,确保整个施工过程的高效和顺畅。这种连续性和协同性要求隧洞开挖施工必须具备高效的组织管理能力和协调能力。第四,施工安全的重要性与严格性。水利工程隧洞开挖施工涉及大量露天、手工、繁重和危险作业,这些作业环节对施工安全提出极高的要求。一旦发生安全事故,不仅可能造成人员伤亡和财产损失,还可能对整个工程的安全运行产生严重影响。因此,隧洞开挖施工必须高度重视施工安全问题,采取严格的安全管理措施和应急预案,确保施工过程的安全和稳定。第五,施工技术的创新性与进步性。随着科技的不断发展和进步,水利工程隧洞开挖施工技术也在不断创新和改进。新的开挖技术、新的施工设备、新的支护方法等不断涌现,为隧洞开挖施工提供了更多的选择和可能性。这些技术创新和进步不仅提高隧洞开挖施工的效率和质量,也推动了水利工程建设的整体发展^[2]。第六,施工过程的环保性与可持续性。在当今社会,环保和可持续性已成为各行各业共同关注的话题。水利工程隧洞开挖施工也不例外。在施工过程中,必须充分考虑环境保护和可持续发展的要求,采取一系列环保措施和可持续发展策略,如减少污染排放、合理利用资源、推广绿色技术等,以确保隧洞开挖施工与环境保护和可持续发展的协调推进。

3 水利工程隧洞开挖施工中的关键技术探讨

3.1 降水与排水技术

隧洞开挖经常会遇到地下水位较高的地段,这会对

施工进度和质量造成严重影响。降水技术主要是通过井点降水、管井降水等方法，降低地下水位，减少隧洞开挖过程中的涌水量。这些技术能够有效地控制地下水位，为隧洞开挖提供一个干燥的作业环境。同时，降水技术还能够减少隧洞底部的积水和泥沙，保证隧洞开挖的质量和安全性。排水技术则主要是在隧洞开挖过程中，通过设置排水沟、排水管等措施，将涌水及时排出隧洞，防止水患对隧洞结构的破坏。排水技术的合理运用，可以确保隧洞内部的干燥和清洁，为隧洞后续的支护和衬砌施工创造良好的条件。在实际的隧洞开挖工程中，降水和排水技术往往需要结合使用，形成一个完整的排水系统。这个系统需要综合考虑地质条件、涌水量、施工进度等因素，制定科学合理的排水方案，确保隧洞开挖过程中的水患得到有效控制。

3.2 支护与加固技术

由于隧洞开挖会破坏原有的地质平衡，因此需要通过支护和加固技术来维护隧洞的稳定性和安全性。支护技术主要包括锚杆支护、喷射混凝土支护、钢支撑支护等。这些技术能够有效地提高隧洞围岩的稳定性，防止围岩塌落和变形。在支护施工过程中，需要根据地质条件、隧洞断面形状等因素，选择合适的支护方式和支护材料，确保支护结构能够有效地承受围岩的压力和变形。加固技术则主要是通过注浆加固、预应力加固等方法，提高隧洞围岩的强度和刚度。这些技术能够增强围岩的承载能力，提高隧洞的整体稳定性和安全性。加固技术的应用需要考虑到注浆材料的性质、注浆压力、注浆方式等因素，确保加固效果达到预期。通过支护和加固措施的合理选择和施工，可以有效地防止隧洞开挖过程中的围岩失稳、塌落等安全问题，保证隧洞施工的安全和顺利进行^[3]。

3.3 爆破与掘进技术

在水利工程隧洞开挖施工中，爆破与掘进技术是实现快速、高效施工的重要手段。这些技术的应用能够大幅度提高隧洞开挖的施工速度和效率，缩短工期，降低施工成本。爆破技术主要是通过炸药爆炸产生的能量来破碎岩石，为隧洞开挖创造条件。在爆破过程中，需要合理选择炸药类型、装药量、爆破方式等参数，确保爆破效果满足施工要求。同时，还需要严格控制爆破震动对周围环境的影响，避免产生破坏和污染。掘进技术则是在爆破之后，通过挖掘设备对破碎的岩石进行清除和运输，实现隧洞的向前延伸。掘进技术需要考虑到挖掘设备的选择、掘进速度的控制、掘进过程中的通风和排水等因素。通过合理的掘进技术，可以确保隧洞开挖的高效性

和连续性。在爆破与掘进技术的应用过程中，需要综合考虑地质条件、施工安全、环境保护等因素，制定科学合理的施工方案和技术措施。同时，还需要加强施工现场的安全管理和监控，确保施工过程的安全和稳定。

4 水利工程隧洞开挖施工中的安全与环保措施

4.1 安全风险评估与预防措施

水利工程隧洞开挖施工是一个高风险的过程，涉及到众多可能的安全隐患。因此，进行安全风险评估和采取相应的预防措施是至关重要的。安全风险评估是对隧洞开挖过程中可能出现的各种安全风险进行识别、分析和评价的过程。这包括地质风险、施工风险、设备风险、人员风险等多个方面。评估的目的是为了全面了解施工过程中可能遇到的安全问题，以便采取有效的措施进行预防。在评估过程中，应充分考虑隧洞开挖的地质条件、施工环境、作业人员的技能和经验等因素。例如，对于地质条件复杂的隧洞，应重点关注围岩稳定性、涌水、瓦斯等问题；对于施工环境恶劣的隧洞，应关注通风、照明、防尘等问题。预防措施是基于安全风险评估结果而制定的一系列安全措施。这些措施旨在消除或降低安全风险，确保隧洞开挖施工的安全进行。

常见的预防措施包括：（1）加强地质勘察和监测，及时掌握围岩变化情况；（2）严格执行安全操作规程，确保作业人员的安全和设备的稳定运行；（3）加强通风和照明管理，改善施工环境；（4）提供必要的安全培训和教育，提高作业人员的安全意识和技能水平；（5）配备齐全的安全防护设施和应急救援设备，确保在紧急情况下能够及时应对。通过有效的安全风险评估和预防措施的实施，可以大大降低隧洞开挖施工中的安全风险，保障作业人员的生命安全和工程的顺利进行^[4]。

4.2 隧洞施工现场环保管理要点

随着环保意识的日益增强，水利工程隧洞开挖施工中的环保管理变得越来越重要。（1）扬尘控制：隧洞开挖过程中会产生大量扬尘，这不仅会对施工人员的健康造成影响，还会对周边环境造成污染。因此，施工现场应设置洒水设施，定期对施工区域进行洒水降尘，同时加强通风换气，确保施工环境的质量。（2）噪声控制：隧洞开挖施工中使用的机械设备会产生较大的噪声，对周边居民的生活造成干扰。为减少噪声污染，应选用低噪声设备，并合理安排施工时间，尽量避免在夜间或清晨进行高噪声作业。（3）废水处理：隧洞开挖过程中会产生一定量的废水，这些废水若直接排放会对周边环境造成污染。施工现场应设置废水处理设施，对废水进行处理后再进行排放，确保废水中的污染物达到排放标

准。(4) 固废处理: 隧洞开挖过程中会产生大量的废渣和废弃物, 这些固废若随意堆放会对环境造成污染。通过加强隧洞施工现场的环保管理, 可以减少对环境的污染和破坏, 保障施工与环境保护的协调发展。

4.3 废弃物处理与资源循环利用

4.3.1 废弃物分类与处理

在隧洞开挖过程中, 会产生大量的土石方废弃物、建筑垃圾等。这些废弃物应按照其性质进行分类收集和处理。对于可回收利用的材料, 如钢筋、木材等, 应进行回收利用; 对于无法回收的废弃物, 应进行安全处理, 如填埋或焚烧等。对于可能含有有害物质的废弃物, 如化学试剂、油污等, 应采取特殊的处理措施, 确保不会对环境造成污染。

4.3.2 资源循环利用

在隧洞开挖过程中, 应尽可能利用可再生资源 and 环保材料, 减少对新资源的需求。例如, 可以使用再生骨料制作混凝土, 使用环保型建筑材料等。对于施工过程中产生的废水、废渣等, 可以通过技术手段进行资源化处理, 实现废物的减量化、资源化和无害化。例如, 废水经过处理后可以用于施工现场的洒水降尘, 废渣可以作为路基材料等。

4.3.3 管理与监督

建立健全废弃物处理与资源循环利用的管理制度, 明确责任主体和管理要求; 加强对废弃物处理与资源循环利用的监督检查, 确保各项措施得到有效执行; 鼓励采用先进的废弃物处理技术和资源循环利用技术, 提高废弃物的处理效率和资源化利用率; 通过加强废弃物处理与资源循环利用工作, 水利工程隧洞开挖施工可以实现经济效益和环境效益的双赢, 为推动绿色水利工程建设做出积极贡献。

5 水利工程隧洞开挖施工技术的创新与发展

水利工程隧洞开挖施工技术自诞生以来, 一直在不断地创新与发展。这些创新不仅体现在施工设备、工艺的更新上, 更反映在隧洞开挖理念、安全环保等方面的突破上。随着科学技术的进步, 隧洞开挖施工技术正朝着智能化、自动化的方向发展。传统的隧洞开挖多依赖人工操作, 效率低下且安全隐患大。如今, 通过引入

机器人技术、无人驾驶设备等, 隧洞开挖的自动化程度大大提高, 不仅提高了施工效率, 还显著降低人员伤亡风险。在施工材料方面, 隧洞开挖同样迎来了创新。传统隧洞支护多采用钢筋、混凝土等材料, 这些材料虽然结实耐用, 但重量大、施工周期长。新型轻质高强材料如碳纤维复合材料等的出现, 为隧洞支护提供了新的选择。这些新材料不仅重量轻、强度高, 而且施工方便, 大大缩短了工期。在隧洞开挖的监测与管理方面, 信息技术和大数据技术的引入为施工过程的精准控制提供了可能。通过实时监测隧洞开挖过程中的地质变化、应力分布等数据, 施工人员可以及时调整施工方案, 确保工程安全^[5]。大数据分析技术还可以帮助施工人员预测可能出现的风险, 从而提前采取措施进行防范。在环保和可持续发展方面, 隧洞开挖施工技术也在不断创新。例如, 通过优化施工工艺、减少废水废渣的排放、加强废弃物回收利用等措施, 隧洞开挖施工对环境的影响正在逐步减小。

结束语

水利工程隧洞开挖施工技术是确保水利工程稳定性和安全性的关键所在。通过对关键技术的研究与应用, 以及不断推进施工技术的创新与发展, 不仅能够提高隧洞开挖的效率和质量, 还能更好地保护环境, 实现可持续发展。未来, 随着科技的进步和社会的发展, 隧洞开挖施工技术将继续迎来新的挑战 and 机遇。需要继续加强研究和实践, 推动隧洞开挖施工技术不断向前发展, 为水利工程的建设和发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 杜令玺, 杜令钊. 水利工程小断面隧洞综合开挖支护方案与措施[J]. 四川建材, 2019, 45(12): 127-128.
- [2] 钟黎平, 邹云唐. 水利工程隧洞V类围岩不良地质段治理技术[J]. 工程建设与设计, 2019(23): 108-110.
- [3] 王飞虎. 水利工程隧洞开挖施工技术研究[J]. 河南科技, 2021, 40(01): 63-65.
- [4] 李志, 李昊阳, 舒云松, 赵阳. 水利工程隧洞开挖施工技术与质量控制[J]. 冶金管理, 2020(11): 108-109.
- [5] 王英. 水利工程隧洞开挖施工技术分析[J]. 四川水泥, 2021(08): 178-179.