

水利水电工程施工中隧洞钻孔爆破技术研究

郭 辉

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘 要: 隧洞钻孔爆破技术是水利水电工程施工中常用的一种爆破方法,用于在岩石或土层中开挖、建设隧道。随着水利水电工程的不断发展和需求的增长,隧洞钻孔爆破技术也得到了广泛应用和进一步研究。隧洞钻孔爆破技术在工程实践中具有多种优势。首先,它可以高效地进行大规模的岩石破碎和爆破作业,加快隧道的开挖速度,缩短施工周期。其次,隧洞钻孔爆破技术可根据实际情况灵活调整钻孔位置和参数,适应各种地质条件和工程要求。此外,它还能够减少对周围环境的影响,降低噪音、震动等对生态环境和周边建筑物的干扰。

关键词: 水利水电工程;隧洞钻孔爆破技术;研究

1 隧洞钻孔爆破技术特点

隧洞钻孔爆破技术是一种常用的施工方法,广泛应用于水利水电工程中,用于开挖和拓宽各种类型的隧洞。该技术具有高效性、灵活性、经济性和适应性等特点,以下将详细介绍。

1.1 高效性

隧洞钻孔爆破技术能够快速地进行大规模的隧洞开挖,从而提高施工效率。相比传统的机械开挖方法,钻孔爆破技术可以在较短的时间内完成大量的作业量^[1]。通过合理设计钻孔方案和选用合适的炸药装药方式,可以实现高效的爆破作业,加快工程进度。

1.2 灵活性

隧洞钻孔爆破技术具有较高的灵活性,可以根据实际情况调整钻孔位置和角度。在进行钻孔前,施工人员会根据地质条件、设计要求和工程进度等因素进行钻孔设计。根据钻孔设计方案,可以调整钻孔位置和角度,以便适应复杂的地质情况或满足特定的设计要求。

1.3 经济性

相对于传统的机械开挖方法,隧洞钻孔爆破技术具有较低的成本优势。机械开挖需要大量的机械设备和人力资源,而钻孔爆破技术只需相对简单的装备和操作流程即可完成。此外,该技术能够高效地利用地质条件,减少后续处理工作,从而降低了施工成本。

1.4 适应性

隧洞钻孔爆破技术适用于各种类型的隧洞和不同地质条件。无论是软土、岩层还是硬岩,都可以通过调整钻孔参数和选用合适的装药方式来进行钻孔爆破作业。这种灵活性使得钻孔爆破技术能够满足不同工程的需求,如水电站厂房、输水隧道、排洪隧道等各类水利水电工程。

1.5 安全控制

在隧洞钻孔爆破技术中,安全控制是一个重要的环节^[2]。在进行钻孔和装药过程中,需要严格按照相关规范和标准操作,确保施工人员的安全和周围环境的安全。在引爆过程中,需要合理选择引爆方式,并采取相应的防护措施,以确保爆破作业的安全性。

2 运输爆破材料原则

2.1 合规合法

运输爆破材料必须符合相关法律法规和标准要求。运输人员需要具备相应的资质和证书,同时了解并遵守国家地方的运输规定。合规合法是确保运输过程中的安全性和合理性的基础。

2.2 安全优先

安全是运输爆破材料的首要原则。运输车辆和容器必须符合相关的技术标准,确保其结构牢固、密封可靠。车辆在行驶过程中应维持稳定,并采取适当的速度,避免急转弯或突然刹车。同时,运输员工需要佩戴适当的个人防护装备,如安全帽、防护服等。

2.3 防火防爆

爆破材料是易燃易爆物品,因此在运输过程中必须严格遵守防火防爆措施。运输车辆应配备防火设备,并定期检查和维修。在装载和卸载过程中,要确保没有明火、静电和其他可能引发爆炸的因素存在。同时,避免与易燃物品、氧化剂和其他化学物品混装混载。

2.4 安全包装

爆破材料必须进行安全包装,以防止泄漏和意外事故的发生。包装应符合相关国家和地方的标准,具有足够的强度和密封性。对于液体爆破材料,应选择耐腐蚀的容器,并采取适当的措施防止泄漏。

3 施工中隧洞钻孔爆破注意事项

施工中隧洞钻孔爆破是一项复杂而危险的工作,需

要严格遵循相关规范和操作指南，以确保施工人员的安全和周围环境的安全。以下是隧洞钻孔爆破施工中需要注意的一些关键事项：

3.1 地质勘察和分析

地质勘察和分析在隧洞钻孔爆破工作中起着至关重要的作用。通过对隧道所经过地质情况进行详细调查和分析，可以为钻孔爆破设计提供重要的参考依据，确保施工的安全和高效。

首先，地质勘察与分析可以了解地层构造和岩性特点。不同地层的物理和力学性质差异很大，例如岩石的硬度、强度、裂隙发育情况等。通过详细了解地层的特点，可以选择适当的爆破方法和装药参数，以实现高效、安全的控制挖进^[3]。其次，地质勘察与分析还可以获取地下水情况。地下水是隧道施工过程中重要的地质因素之一，对爆破工作有重要影响。了解地下水位、水压、水质等信息，可以采取相应的防水措施和排水工程，避免隧道内部积水和地质条件导致的安全事故。此外，地质勘察与分析还可以发现和评估潜在的地质灾害隐患。例如，断层、溶洞、滑坡等地质灾害可能对钻孔爆破施工产生重大影响。通过详细的地质勘察和分析，可以及时发现这些隐患，并采取相应的工程措施进行处理，确保施工安全进行。最后，地质勘察与分析还能为施工方案的制定提供参考。根据地质情况，可以确定合理的施工顺序、钻孔布置和装药方案，以最大程度地降低施工风险和成本。同时，地质勘察和分析结果也可以作为施工过程中的监测依据，及时调整和优化施工方案，实现钻孔爆破施工的精确控制。

3.2 钻孔设计

钻孔设计在隧洞钻孔爆破工作中起着至关重要的作用。一个合理的钻孔设计可以直接影响到爆破效果和施工安全性。以下是一些需要考虑的因素：1) 地质勘察结果。通过详细的地质勘察，了解地层的构造、岩性特点、断层裂缝等情况，可以帮助确定钻孔位置和角度。不同的地层条件需要采取不同的钻孔设计策略。2) 设计要求。根据设计要求，确定钻孔的布置方式和密度。钻孔的间距和排列方式应根据具体情况，如岩层稳定性、隧道横截面形状等进行合理选择。3) 爆破参数。根据设计要求和地质勘察结果，确定合适的爆破参数，包括药量、装药方式、引爆顺序等。这些参数需要与钻孔设计相结合，以达到预期的爆破效果。4) 钻孔直径和深度。钻孔直径和深度的确定也是钻孔设计的重要部分。直径的选择应考虑装药填充的均匀性和爆破效果，同时还要根据地质条件和孔壁稳定性来确定。深度的选择应考虑

到隧洞的设计长度和需要达到的爆破效果。5) 钻孔位置和角度。钻孔位置的选择需要综合考虑地质条件、施工工艺和安全因素。通常情况下，钻孔应尽量避免开固支护结构和重要设备，并且在地质较好的区域进行。钻孔角度的选择应考虑到爆破效果、岩层稳定性和施工工艺要求等因素。

3.3 钻孔作业

钻孔作业是钻孔爆破工作中的关键环节。施工人员必须持有相应的上岗证，并接受专业培训。在进行钻孔操作前，需要检查和确保钻机的正常运行状态，并根据设计要求选择合适的钻头和钻具。在钻孔过程中，需要掌握钻孔速度、稳定性和孔壁质量等关键要素，以确保钻孔质量。

3.4 装药填充

装药填充是隧洞钻孔爆破工作中非常重要的环节，需要由具备相关专业资格的专业人员进行操作。以下是装药填充过程中需要注意的关键事项：1) 准确计量炸药。在进行装药填充之前，必须准确计量所需的炸药量。根据设计要求和爆破参数，确定每个钻孔所需的炸药量，并确保按比例进行填充。精确的计量可以有效控制爆破效果，避免装药不足或过量。2) 药包密实度和均匀度。装药时，需要注意药包的密实度和均匀度^[4]。药包的密实度会影响到爆炸能量的释放，因此应采取适当的措施确保药包内的炸药填充紧密，以提高爆破效果。同时，还要确保不同钻孔的药包装填均匀，以保持爆破的一致性。3) 引线接头和延长。在装药填充完成后，需要进行引线的接头和延长。引线的接头应使用专用连接器或螺纹接头，并确保牢固可靠。如果需要延长引线，应使用符合要求的延长器，并保持引线的完整性和连通性。引线的正确连接对于爆破操作的成功是至关重要的。4) 安全措施。在装药填充过程中，必须严格遵守安全规范和操作指南。施工人员必须佩戴个人防护装备，如安全帽、防护眼镜和手套，以保护自身安全。同时，要确保装药操作区域明确划定，并限制非关键人员进入。禁止吸烟、明火和静电产生物品进入装药区域，以防止发生火灾或其他意外事故。5) 装药记录和标识。每次装药填充完成后，应及时做好装药记录和标识。记录应包括钻孔编号、装药量、药包密实度等信息，并确保记录的准确性和完整性。此外，还要在装药位置进行明确标识，以便后续的爆破操作和监测工作。

3.5 引爆控制

引爆控制是隧洞钻孔爆破工作中至关重要的环节，它直接影响着爆破效果和施工的安全性。以下是在引爆

控制过程中需要注意的关键事项：1) 前期准备。在进行引爆操作之前，必须仔细检查装药填充情况，确保药包的密实度和均匀度，并确保引线的连通性和安全性。如果发现装药或引线存在问题，应立即进行修正或更换，以确保引爆的可靠性。2) 引爆方式选择。根据设计要求和具体情况，选择合适的引爆方式。常见的引爆方式包括电雷管和无线遥控装置。使用电雷管时，应使用符合标准规范的雷管，并进行正确的安装和连接。使用无线遥控装置时，需要事先对其进行测试和确认，确保其可靠性和稳定性。3) 安全控制。在进行引爆操作时，必须严格遵守安全规范和操作程序。确保周围区域的人员和设备安全，限制非关键人员进入爆破区域。禁止吸烟、明火和静电产生物品进入爆破区域，以避免引发火灾或其他意外事故。同时，要确保引爆操作人员具备相关技能和经验，能够正确、稳定地操作引爆装置。4) 爆破参数控制。在进行引爆操作之前，必须准确设置和控制爆破参数。这些参数包括爆破时间、爆破序列、爆破片区等。根据设计要求和实际情况，确定合理的爆破参数，并进行严格的控制。通过调整爆破参数，可以实现预期的爆破效果，并最大程度地减少对周围环境和结构的影响。5) 引爆记录和监测。每次引爆操作完成后，应及时做好引爆记录，并进行相关监测工作。记录应包括引爆时间、引爆方式、引爆装置状态等信息，并确保记录的准确性和完整性。同时，进行地表沉降、震动、噪音等参数的监测，以评估引爆效果和施工安全性。

3.6 安全防护

隧洞钻孔爆破施工中的安全防护措施至关重要，可以有效减少事故风险，保障施工人员的安全。以下是一些常见的安全防护措施：1) 安全标志和限制区域。在作业现场周围设置明显的安全警告标志，包括禁止入内、危险区域等^[5]。此外，设立限制区域，只允许关键人员进入，限制非关键人员的进入，确保他们的安全与施工区域的隔离。2) 个人防护装备。施工人员必须佩戴适当的个人防护装备，如安全帽、防护眼镜、耳塞等。安全帽可保护头部，防护眼镜可防止颗粒物或碎片伤害眼睛，耳塞则可以减少噪音对听力的损害。3) 防尘措施。钻孔爆破施工会产生大量的粉尘，在作业现场应采取防尘措施，如湿法作业、喷水降尘等，以减少粉尘对施工人员呼吸系统的影响。4) 防噪音措施。钻孔爆破过程中会产生很高的噪音，对施工人员的听力健康带来潜在风险。

因此，应采取相应的防噪音措施，如佩戴耳塞、隔音罩等，减少噪音对施工人员的影响。5) 通风措施。在密闭的隧道环境中进行钻孔爆破作业时，应确保充分通风，排除有害气体和烟雾，以保障施工人员的健康与安全。5) 应急救援设备。在作业现场应配备必要的应急救援设备，如急救箱、灭火器等。同时，施工人员应接受相关的急救培训，以应对可能发生的意外事故。

3.7 监测与预警

在进行隧洞钻孔爆破施工时，必须进行连续监测和及时预警。通过监测地下水位、地表沉降、震动、噪音等参数的变化，可以及时掌握工程施工的影响范围和程度。一旦监测数据异常或达到预警值，应立即采取相应的措施，如调整爆破参数、加固支护结构等，以防止事故的发生。

3.8 环境保护

隧洞钻孔爆破施工过程中，需要注意环境保护^[6]。在装药填充过程中，要防止炸药的泄漏和污染，并按照规定进行分类和处理。此外，在引爆后需及时清理现场，恢复原貌，并进行土地修复和植被恢复工作，减少对周边环境的影响。

结语

隧洞钻孔爆破技术在水利水电工程施工中具有重要的应用价值。通过钻孔爆破技术，可以有效地解决隧道掘进过程中遇到的岩石硬度大、坚硬岩层开挖困难等问题，提高施工效率和质量。同时，钻孔爆破技术的研究也为水利水电工程的可持续发展提供了技术支撑。

参考文献

- [1]郭俊宁,王海梅.水利水电工程隧洞钻孔爆破技术[J].水利科技与经济,2022(01):120-122.
- [2]杜云飞,李志强.隧洞钻孔爆破技术在水利水电工程中的应用研究[J].水力发电,2021,47(09):92-94.
- [3]张宁,徐杰.钻孔爆破技术在水利水电工程施工中的应用研究[J].世界桥梁,2020,28(10):105-107.
- [4]刘建伟,张建华.隧洞钻孔爆破技术在水利水电工程中的应用探讨[J].科学技术与工程,2019(08):127-129.
- [5]赵亮,张国栋.隧道施工中钻孔爆破技术的研究进展[J].岩土力学,2018,39(03):89-92.
- [6]王家灿,杨志刚.水利水电工程施工中隧洞钻孔爆破技术的研究综述[J].土木建筑与环境工程,2017(10):138-140.