

研究公路隧道爆破施工问题及技术措施

李浪

中国铁建港航局集团有限公司第四工程分公司, 重庆 400000

摘要：公路隧道施工具有施工难度大、施工隐患多等相应的特性，公路隧道爆破施工在提高施工效率、降低成本、控制质量、保障道路安全等方面发挥着重要作用，是现代道路建设中不可或缺的重要技术手段之一。本文基于此，主要讨论了公路隧道施工中的重点施工技术，分析了公路隧道施工技术管理手段，希望通过本篇文章的探讨和分析可以为相应施工团队提供更多的参考与帮助，有效落实技术管理。

关键词：公路；隧道施工；技术管理；落实路径

中图分类号：X734

文献标识码：A

文章编码：2022060069

Study on Highway Tunnel Blasting Construction Problems and Technical Measures

Li Lang

No.4 Engineering Branch Company of CRCC Harbour and Channel Engineering Bureau Group Co., Ltd, Chongqing 400000

Abstract： Highway tunnel construction has the corresponding characteristics such as high construction difficulty, many construction hazards, etc. Highway tunnel blasting construction plays an important role in improving construction efficiency, reducing costs, controlling quality, ensuring road safety, etc., and is one of the indispensable and important technical means in modern road construction. This paper is based on this, mainly discusses the key construction techniques in highway tunnel construction, analyzes the technical management tools for highway tunnel construction, and hopes that through the discussion and analysis of this article can provide more references and help for the corresponding construction team to effectively implement the technical management.

Key words： highway; tunnel construction; technology management; implementation paths

一、公路隧道施工建设的特点

(一) 工作空间小

隧道内部空间通常受限，相比于地面施工场地，隧道施工空间较为狭窄。这意味着施工人员和设备操作空间受到限制，需要采取特殊的施工方式和设备。

(二) 作业环境恶劣

由于隧道位于地下或山体内部，作业环境通常较为恶劣，存在着高温、潮湿、通风不良等问题。施工人员需要在这样的环境下进行工作，对健康和安全构成一定的挑战。

(三) 工作危险性大

隧道施工存在着诸多危险因素，如坍塌、积水、火灾、有毒气体等。施工过程中可能面临的风险和安全隐患较多，需要严格遵守安全规程和采取有效的安全措施。

二、公路隧道爆破施工中的常见事故类型

(一) 洞口塌方

洞口塌方是指在开挖隧道的过程中，由于地质条件复杂、支护措施不当或者挖掘施工不合理等原因，导致洞口区域发生塌方

现象。这种事故可能会造成人员伤亡、设备损坏以及施工进度延误等严重后果。

(二) 隧道洞口连接

隧道洞口连接是指隧道洞口与地面道路、桥梁等工程的连接部分出现问题，如连接处结构不牢固、设计不合理、施工质量不过关等。这可能导致洞口处交通安全隐患，甚至造成交通事故和人员伤亡。

(三) 地质问题

地质问题是指在隧道施工过程中遇到地质条件复杂、岩层变化大、地下水涌出等情况，导致施工困难和安全风险增加。例如，地质构造不稳定可能引发地层移动、岩石崩塌等问题，地下水涌出可能导致隧道内部积水，影响施工进度和质量。

三、公路隧道爆破施工技术

(一) 岩石勘探与分析

岩石勘探与分析在公路隧道爆破施工前非常关键，通过地质勘察，了解隧道施工区域的地质构造、岩层类型、岩性特征等情况。地质勘察可以通过地质调查、地质剖面测量、岩芯取样等方式进行，以获取地质信息。对岩石的物理性质进行详细的分析，

包括岩石的密度、抗压强度、裂缝分布、岩石类型等。这些信息有助于确定爆破药包的装药量、选择爆破参数以及制定爆破方案。了解地质构造对隧道爆破施工的影响，包括断裂带、褶皱、岩层倾角等地质构造特征。这些信息对爆破设计和支护方案的制定具有重要意义。分析地下水情况、地下水位、水文地质条件等信息。地下水对隧道爆破施工有着重要影响，需要采取相应的防水措施和排水措施。识别岩石中的裂隙分布情况，包括裂隙的密度、方向、长度等。裂隙对岩石的破碎和爆破效果有着重要影响，需要在爆破设计中进行考虑。对地质灾害风险进行评估，包括岩体稳定性、地质灾害潜在性等方面的分析，制定相应的风险防范措施。

（二）爆破设计

爆破设计是公路隧道爆破施工的关键步骤，根据岩石的性质和工程要求，选择合适的爆破点位。爆破点位的选择应考虑岩体的均匀性、裂隙分布、地质构造等因素，以及周围环境和施工设备的安全距离。根据爆破点位的情况和爆破设计的要求，确定合适的装药量。装药量的确定需要考虑到岩石的抗压强度、裂缝分布、爆破效果等因素，以达到预期的爆破效果。设计合理的药包布置方式，以实现岩石的有效破碎和控制。药包的布置方式应考虑到爆破点位的空间分布、岩体的形状和结构、爆破效果的均匀性等因素。在爆破设计中，采取措施减少爆破振动和飞石对周围环境的影响。这包括合理控制装药量、选择合适的爆破参数、采用减震措施等，以最大程度地减少爆破对周围环境和设施的影响。在进行爆破施工前，设置爆破警戒区域，确保周围人员和设施安全距离外；清场，清除施工现场内的杂物和障碍物，减少安全隐患；疏散周围人员，确保施工现场周围的人员安全；封闭交通，避免爆破施工对交通造成影响，确保交通安全。通过科学的爆破设计和严格的安全措施，可以确保公路隧道爆破施工的安全和有效进行，最大程度地减少对周围环境的影响。

（三）装药布置

根据爆破设计方案确定药包的布置方式。布置方式的选择应考虑岩体的形状、结构、裂隙分布以及爆破效果的要求。根据爆破设计方案，在爆破点位的孔道中确定药包的位置。药包的位置应合理布置，以保证爆破效果的均匀性和整体性。装药量的控制要根据岩石的性质、抗压强度等因素进行合理调整，以达到预期的爆破效果。在布置药包时，要注意药包之间的间距，以确保爆破效果的均匀性和一致性。过大的间距可能导致爆破效果不理想，而过小的间距可能增加爆破振动和飞石的风险。在进行药包布置时，要严格遵守安全规程，确保施工现场的安全。操作人员必须佩戴好防护装备，并遵循正确的操作流程，避免发生意外事故。在药包布置完成后，需要进行定期的检查和调整，确保药包的位置和装药量符合爆破设计的要求，并及时发现并解决可能存在的问题。通过科学合理的药包布置，可以有效地控制岩石的破碎和爆破效果，从而保证公路隧道爆破施工的顺利进行和安全性。

（四）引爆操作

在进行引爆操作前，需要对装药情况进行检查，确保每个药

包的装药量和位置符合爆破设计要求。根据爆破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引爆、无线遥控引爆和爆破物引爆等。在施工现场周围设置安全警戒区域，禁止非相关人员进入，确保施工现场的安全。检查引爆设备，确保设备的状态良好，包括电源、线路、遥控装置等。引爆操作需要进行安全联锁，确保引爆装置在合适的时机进行。在引爆操作前，需要对施工现场周围人员进行疏散，并封闭交通，确保周围环境的安全。在进行引爆操作时，按照爆破设计要求，对药包进行引爆，实现爆破效果。在引爆后，进行爆破振动监测和现场安全检查，确保爆破效果符合要求，并排除可能存在的安全隐患。引爆操作的每一个步骤都需要严格按照爆破设计要求和安全规程进行，并确保操作人员具备必要的培训和经验。

（五）爆破效果评估

爆破完成后，首先进行现场检查，对爆破效果进行初步评估。检查包括观察岩石破碎情况、裂缝发育情况、岩体位移等，以了解爆破效果。根据实测数据，进行数据分析和处理，包括爆破振动监测数据、地面位移监测数据等。通过数据分析，了解爆破对周围环境和结构的影响程度。对岩石的破碎情况进行评估，包括岩石破碎度、破碎块大小、破碎块分布等。评估岩石的破碎情况有助于判断爆破效果是否达到预期要求。对岩体的稳定性进行评估，包括岩体的裂缝发育情况、位移情况等。评估岩体的稳定性有助于确定后续支护措施和施工方案。根据爆破效果评估结果，对后续的施工方案进行调整和优化。如果发现爆破效果不理想或存在安全隐患，需要及时采取相应的措施进行修正。对爆破效果评估结果进行记录和整理，编制评估报告。评估报告应包括爆破效果评估结果、存在的问题和建议的解决方案等内容，以便后续施工的参考和借鉴。

（六）清理和处理

对爆破现场的碎片和残留物进行清理，包括岩石碎片、药包残留等。清理工作应按照安全规程进行，确保作业人员安全。对清理出的爆破碎片进行处理，可以选择合适的方式进行处理，如回填到爆破孔道中、运输到指定地点等。对清理后的爆破现场进行检查，排查可能存在的安全隐患，如未爆药包、未爆炸物等，并及时采取相应的措施处理。对清理和处理后的爆破现场进行整理，保持施工现场的整洁，确保后续施工的顺利进行。对清理和处理工作进行记录和整理，编制清理报告。

四、公路隧道爆破施工技术管理策略

（一）做好准备工作

在公路隧道爆破施工前，进行充分的岩体勘察和分析工作，了解隧道施工区域的地质情况，包括岩石类型、岩层结构、岩性特征、裂隙分布等。这有助于制定合理的爆破方案和施工计划。基于岩体勘察和分析结果，制定合理的爆破方案。爆破方案应考虑岩石的性质、周围环境、施工要求等因素，确保爆破施工的安全性和高效性。在施工前，对施工场地进行清理和安全整治工作，清除障碍物，确保施工场地的平整和清洁。同时设置警示标

志，明确施工区域，防止非相关人员进入。通过广播、通知等方式，及时通知周围居民和施工人员，做好疏散工作，确保周围人员的安全。做好交通管制工作，设置临时交通标志和路障，指引交通流向，确保施工区域的交通安全。准备好必要的施工设备和材料，包括爆破设备、安全防护装备、爆破药品等，确保施工的顺利进行。

（二）管理责任制

公路隧道爆破施工过程要确立各个岗位的职责和权限，包括项目经理、工程师、安全主管等，明确其在施工过程中的责任范围和权限，以便各岗位人员在施工中有序协作。加强员工的培训和教育工作，包括安全操作培训、爆破技术培训等，增强施工人员的安全意识和风险防范意识，使他们能够正确应对突发情况，并严格执行相关安全规程。定期组织安全演练和应急预案演练，让施工人员熟悉应急处置流程和操作步骤，增强他们的应急处置能力。通过模拟实际情况，及时发现和解决存在的问题，提高施工安全水平。建立健全的奖惩机制，对遵守安全规程、积极参与培训和演练的员工给予奖励和表彰，对违反安全规定、造成安全事故的行为进行严肃处理，以形成良好的安全氛围和工作态度。定期对施工管理责任制进行评估和改进，及时发现问题并采取相应的措施加以解决，不断提升管理水平和施工效率。

（三）隧道围岩问题

针对隧道围岩的问题，在围岩较差或需要增强支护时，采用钢架支护结构，如钢拱架、钢撑等，以增强隧道的稳定性。利用喷锚技术，在围岩中钻孔固定锚杆，通过注浆固化，增加岩体的支撑力，提高隧道的稳定性。使用锚喷混凝土技术，将混凝土喷射到岩体表面形成加固层，增加围岩的强度和稳定性。对岩体进行加固处理，包括岩体注浆、爆破加固等，以提高岩体的稳定性和承载能力。针对已出现的岩体裂缝、空洞等问题，采用补强加固措施，如注浆填充、预应力锚索加固等，以防止岩体继续破坏。定期对隧道围岩进行视觉检查，观察岩体表面是否出现裂缝、变形等情况，及时发现问题。建立隧道围岩监测系统，包括测点、应变计、位移计等，定期监测岩体的变形和位移情况，以便及时采取相应的措施处理。通过采取有效的支护措施和加固措施，并定期进行检查和监测，可以保障隧道的稳定性和安全性，

减少因围岩问题而引发的安全隐患。

（四）隧道施工的保障措施

在施工前，制定详细的施工计划和安全措施，包括工程进度安排、施工方法、安全操作规程等，确保施工过程有条不紊地进行。设立专门的监督管理机构或岗位，负责对施工现场进行监督和管理，确保各项工作按照计划和要求进行。进行充分的准备工作，包括岩体勘察分析、施工场地清理、安全防护设施设置等，为施工奠定良好的基础。加强施工过程中的安全管理和质量监控工作，实施严格的安全操作规程和质量控制措施，确保施工安全和工程质量。加强对施工过程的监督和检查，及时发现和解决存在的问题和隐患，确保施工的顺利进行。在施工完成后，对施工现场进行清理和处理，包括清理爆破碎片、处理残留物等，确保施工现场的整洁和安全。通过制定全面的施工计划和安全措施，加强施工现场的监督和管理，及时发现和解决问题，可以有效地保障隧道施工的顺利进行和工程质量的提高。

结束语

公路隧道爆破施工技术在隧道建设中发挥着重要作用，能够高效地进行岩石的开采和掘进，在地质条件复杂的地区，如山区或岩石地带，采用爆破施工可以更好地应对各种岩石类型和地层构造，提高施工效率和质量。相比传统的机械挖掘方式，爆破施工可以更快地完成隧道开挖工作，从而加速施工进度，缩短工期，降低工程造价。爆破施工通常可以减少人工和机械作业的工时和成本，尤其是在地质较硬或复杂的地区，采用爆破施工可以更经济地完成隧道开挖工作。爆破施工技术可以灵活适用于各种地质条件下的隧道开挖，包括软土、岩石、砂岩等，具有较高的适应性和灵活性。通过合理设计和实施爆破方案，可以更精确地控制隧道开挖的尺寸和形状，提高施工质量和工程稳定性。完成隧道开挖后，爆破施工还可以对隧道内部进行清理和整治工作，确保隧道通行的安全和畅通，提高道路的运行效率，但需要严格遵守安全规程，综合以上管理策略，可以有效提升公路隧道爆破施工技术的管理水平，保障施工过程的安全和顺利进行，确保隧道工程的质量和安全性。

参考文献：

- [1] 朱方敏. 隧道爆破施工数值分析及其影响研究 [J]. 吉林水利, 2021, (03): 73-78.
- [2] 王海涛, 卢江华, 刘杨, 等. 基于钻进速度优化光面爆破参数现场试验研究 [J]. 中外公路, 1-14 [2020-104-02].
- [3] 郑雄兴. 公路隧道开挖掏槽爆破技术及掏槽参数设计 [J]. 交通世界, 2019(21): 133-135
- [4] 王可. 高速公路隧道光面爆破施工工艺研究 [J]. 建筑技术开发, 2019, 50(06): 62-64.