

广西上思至防城高速公路爆破施工中安全评价探析

廖振刚

广西工程技术研究院有限公司

摘要:在广西喀斯特地貌、山区等地形复杂区域开展隧道的爆破施工过程中,不可避免对周边岩土体结构带来的影响,容易出现坍塌、滑坡等地质灾害,还会对周边建筑物的安全性、稳定性带来威胁,影响施工安全与进度。文章对高速公路爆破施工安全评价进行概述,从安全评价内容、程序等探析如何有效对高速公路爆破施工进行安全评价,最后提出加强管理等措施,为提高高速公路爆破施工安全进行建议。

关键词:高速公路;爆破施工;安全评价

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.105

引言

我国交通基础设施网络建设逐步完善,多地高速公路设施逐步完善。广西地势起伏大,山岭众多,在这种情况下修建高速公路,需要采用爆破技术开展施工,例如在隧道施工过程中,爆破会对隧道洞口处的边坡岩体带来扰动,引发地质问题为施工安全带来影响,这类问题的影响规模大,危害较为严重,治理费用昂贵,造成施工成本增加,带来严重的社会影响。

一、高速公路爆破施工安全评价概述

(一) 工作特点

高速公路爆破施工过程中,面临着不同地区地质、水文等不同条件的影响,施工安全问题具有一定的不规律性,爆破过程中,飞石、爆破震动和空气冲击波是主要危害,其地震效应对周边的建筑物安全带来影响,如桥梁、隧道、居民房等基础设施,引发较为严重的安全事故,影响施工区域整体安全以及周边区域的安全。此外,爆破施工过程中,会对岩质路基高边坡的坡体稳定性带来影响,原因在于:爆破产生的荷载形成外力会造成边坡岩体抗剪力降低,且爆破过程中会出现振动,影响边坡岩体结构面的强度,降低边坡岩体的稳定性;爆破施工过程中产生的新坡面更加破碎,将原有的场应力场改变,在外界自然环境的影响下,岩体出现风化破裂问题,降低边坡稳定性。

总而言之,爆破施工过程中,既对自身施工安全带来影响,也对周边基础设施、人员安全带来威胁。

(二) 影响施工安全的因素

地质条件因素:广西山地、丘陵较多,部分地区地质陡峭,公路设施建设存在一定难度,此外,防城港沿海部分地区气候问题带来的影响较为明显,如暴雨、大风等天气,此外,如果周边建筑物距离爆破区域距离较近,且建筑物的抗震性能不足,也会增加爆破施工的风险,为周边居民的人身安全带来影响。

爆破设计方案因素:完整的爆破设计方案包括科学合理的设计方法、爆破参数、完整且数据内容可靠的设计资料等,如果方案内容存在不详尽现象,在爆破施工过程中容易出现以下问题:炮眼布置不合理,抵抗线过小;产生瞎炮时,不按操作规程进行处理;不按设计装药;不按要求警戒;有相邻爆破施工地,且爆破时间不统一;违章操作问题。

安全监督与管理因素:主要考虑全体人员的安全意识以及施工现场管理制度的严谨程度,如果施工现场的安全管理组织机构科学严谨,具备严格的安全生产责任制度、安全规章制度、操作流程监督与管理制等,爆破过程中出现安全问题的概率较低^[1]。例如,将爆破震动控制在一定范围内,符合相关标准要求,对周边基础设施的影响小,利用震动速度公式展开计算:

$$V = K \left(\frac{Q^m}{R} \right)^a \text{ 公式 (1)}$$

式中:Q——炸药量(kg);

R——炸源至测点之间的距离(m);

m——药量指数,m=1/3或者1/2;

K, a——爆破点地质条件相关系数与衰减指数。

二、高速公路爆破施工中安全评价探析

(一) 安全评价内容

安全评价内容包括危险性确认与危险性评价。危险性确认是利用系统安全工程的理论与方法分析爆破施工过程中各类因素固有的安全隐患,明确爆破施工过程中固有的以及存在隐患的危险、危险在一定条件下转化生成的危险,对爆破施工过程中的各类危险进行量化处理,为安全评价定量分析提供参考。危险性评价是根据危险性确定的结果展开分析,采取有效措施将危险消除,达到爆破施工安全目标^[2]。

(二) 安全评价程序

第一,对高速公路爆破施工相关资料进行收集与研究。明确爆破施工过程中的评价对象以及评价范围,收集国内外相关法律法规以及安全施工标准,全面了解同类爆破施工的施工情况以及各类安全事故的发生、影响以及处理情况,为本高速公路爆破施工的安全评价提供参考^[3]。

第二,对影响爆破施工安全的因素进行识别、分析。根据爆破施工特点,考虑并分析各项影响施工安全的因素带来的不同程度的影响,进而分析爆破施工过程中容易出现的安全事故的类别与发生的原因。

第三,选择合理的安全评价方法。结合以上对影响施工安全因素的分析,对评价单元进行划分,之后根据

爆破施工的复杂程度选择合理的评价方法，达到对爆破施工过程中的事故发生可能性及其影响程度进行定性与定量评价，在此基础上，对事故发生带来的后果划分为不同等级，达到突出安全管理重点的目的。

第四，对评价内容进行优化。针对较为复杂的爆破施工环节进行评价，其评价指标需要进行筛选，当评价指标不合理时，需要结合实际以及相关资料对其进行分析、扩充与删改，直到各项指标完全没有问题，建立最终的评价体系。

第五，构建完善的降低或者控制安全事故的措施。根据安全评价结果的等级划分，针对高于安全标准的危险采取技术以及管理措施，达到控制并降低危险的效果；针对低于安全标准的危险采取相应的完善措施，避免施工条件变化造成危险性增加或者危险性质转变；针对无法排除的危险采取有效防范措施^[4]。

（三）评价方法的选择

高速公路爆破施工的安全评价应当利用综合评价的方法，如层次分析法、灰色关联分析法、多属性综合评价法、主成分分析法等。层次分析法是将复杂的施工内容划分为各个单指标因素，根据施工内容之间的联系将评价指标组织成为递阶层次结构，对每一层的每一个指标因素进行比较，明确各个指标因素的相对重要性，构建判断矩阵，利用判断矩阵对爆破施工方案的合理性进行计算与判断，需要注意的问题是，层次分析法对人的主观判断具有一定依赖，随机性较强。

灰色综合评价法的研究对象是：部分信息已知，部分信息未知的不确定性系统，针对已知信息进行组织生成、开发并提取有价值信息，利用少数数据建设评价模型，达到对系统运行行为、演化规律的有效描述与监控。

将定性分析与定量研究相结合应用到灰色综合评价法中，能够实现确切量化以及统计评价指标的目的，降低人的主观判断带来的影响，让评价结果更加科学、客观。将灰色关联度作为测度的灰色综合评价法能够充分利用已经知道的信息，达到减少误差的作用，需要注意的问题是，由于事物之间的关系存在正相关与负相关，但该方法评价结果为正值，因此，该方法不能完全反映事物之间的关系。

主成分分析法利用正交变换，对其分量相关的原随机向量转化为与其分量不相关的新随机向量，信息量的测度为方差，将新随机向量进行降维处理，构建价值函数并进行系统转换。该方法的缺点为：对数据的依赖性较强，因此，利用该方法展开安全评价时，需要注意各项基础数据的真实、可靠。

在高速公路爆破施工过程中，影响其施工安全的因素较多，因此，在选择评价方法的过程中需要注意对各个评价方法进行对比分析，避免评价流程过于复杂，确保各个评价指标实现定量、定性，为施工安全提供保

障。

（四）评价指标选择原则并确定评价指标体系

评价指标原则包括以下内容：科学性：保障评价指标体系内的各项指标全面、真实，在确定过程中保障各项数据参考真实可靠且完整，评价指标数量合理，体系整体的层次分明、逻辑严谨，能够全面、切实反应爆破施工过程中存在的各类安全问题，可行性：各项评价指标具有明确的含义，符合目前施工作业水平以及施工单位管理水平，各项指标的选择需要确保其实践性良好，且内容具体，能够全面、准确的反映爆破施工过程中的真实情况；通用性：建设高速公路爆破施工的安全评价体系，要求严格参考行业统一标准，确保各项评价指标具有代表性以及通用性，为各项数据组织处理与计算提供便利，有效避免安全评价程序过于复杂；相对独立性：各个指标之间不存在包含关系，在保障评价指标体系完整的基础上，提高该评价体系的实用性，达到从各个方面反映爆破施工实际情况的目的；将动态指标与静态指标相结合：爆破施工作业属于不断发展变化的状态，要求评价指标体系内容结合实际情况进行优化与完善，让评价指标体系内容处于不断更新状态，实现对爆破施工的实时监督；可比性：评价指标中，同一层次的指标计算利用相同的计算方式，数值选择相对值，避免利用绝对值，便于实际工作中的数值比较，帮助施工现场准确找到存在安全问题的环节。

（五）构建评价模型

在构建评价模型过程中，对各个指标因素之间的关系进行分析，掌握其中可以明确的变化规律，分析不确定危险因素变化的原因与机制，其中，各项评价指标因素的不确定性在于：第一，随机性与可变性带来的不确定性因素。在高速公路爆破施工过程中，对其进行安全评价涉及的评价指标因素具有不确定性，例如，气候变化对施工安全的影响具有不确定性，此外，施工区域具有其自身固有的变化规律，爆破施工对施工安全的影响叠加在其固有变化规律之上，也就是说，施工安全问题具有一定的突发性、随机性，影响评价模型的构建。还需要考虑到的问题是，技术人员的数据采集、未来数据变化预测具有一定的不确定性；第二，认识的局限性带来的不确定因素。高速公路爆破施工过程中涉及各个专业的知识与技术，不同专业之间对爆破施工安全事故发生的因果关系存在一定程度的认知不足，此外，在构建评价模型过程中，需要监测大量数据，还需要对各项数据的演变过程进行预测、分析与检测，因此，对高速公路爆破施工的安全评价存在一定的不足；第三，评价指标数据具有不可靠性与不充分性带来不确定因素。这一内容体现在数据采集条件受到施工区域地势地形等条件的影响，导致数据采集不充分、数据代表性存在不足、历史累计数据不能反映客观变化规律等，为高速公路爆破施工的安全评价带来影响。

综上所述,高速公路爆破施工安全评价具有一定的不确定性,因此,对高速公路爆破施工的安全评价采用模糊综合评价法具有一定应用优势,

三、高速公路爆破施工安全建议

(一) 加强管理

在爆破施工开始前,对施工段进行实地考察与勘探,考虑到施工区域地形较为复杂,要求技术人员在勘察过程中获得更加准确的数据。针对拐弯部分以及有较大的障碍物时要进行特殊标记。信息收集之后,施工单位需要成立专门的地形地段设计部门,对高速公路的每一个地段进行分段,并进行针对性的爆破施工设计,确保每一个分段爆破施工的安全性。利用BIM技术对爆破施工方案进行模拟、检验与完善,保障各个炮眼布置合理,降低对岩土体结构、周边建筑物、边坡等带来不利影响^[5]。

爆破施工过程中,要求工人认真贯彻安全生产方针、原则与规章制度,要想保障爆破施工过程中各项工作的安全,在思想上,要全体工人树立“安全生产”的观念,在施工作业过程中,贯彻“预防为主”方针以及“安全管理”的原则,要求工人严格遵守各项行之有效的规章制度。

在建设严谨、严格的施工现场管理制度方面,例如在石方爆破作业过程中,其作业流程、爆破器材管理、加工、运输、检验、销毁等工作,要求严格遵守国家爆破安全规章制度,炮位选择时,跑眼口避免与路口、建筑物、电线等设施相对应。炮眼凿打时,将破面上浮岩等进行处理,禁止在残眼上打孔。利用人工方式进行松软岩眼施工作业过程中,要求将现场的障碍物及时清理,要求工人禁止在岩眼对面使锤。

利用专用运输工具进行爆破器材的运输,避免在人员集中地段进行装卸,运输过程中不得停留。根据施工地的气候、水文等特点编制严谨的爆破器材保护方案,避免施工过程中突然气候变化带来的影响,避免爆破器材性能降低。爆破器材的管理安排专人负责,禁止一人同时进行炸药与雷管的搬运,其中,电雷管不得与其他带电物品仪器运输。

(二) 利用技术建立安全生产物质保障并加强人员培训

在公路爆破施工过程中,对各项爆破器材、设备加强检修,维持它们良好的工作状态;利用技术改造与线路建设,加强安全生产方面的技术与新技术应用,增大安全系数;利用新技术、新设备,如塌方落石自动报警器、红外检测技术等,为爆破施工安全提供物质保障。

加强人员教育培训,全面提升全体工人的思想素质与安全意识,制定严格的培训制度,对管理人员以及工人进行有规划的安全教育以及爆破施工相关知识与技能的培训,提高全体人员对危险的预判、辨析能力。新工

人在上岗前开展作业培训,安全以及业务人员要求考试合格后才能上岗。针对管理人员制定考试制度,通过教育培训提升他们的管理水平、思想素质与能力。

(三) 建立健全的安全监察机制

安排安全监察人员监督检查安全规章制度的执行情况,分析爆破施工过程中存在的安全隐患并及时采取有效治理措施,避免发生安全事故,进而总结安全生产经验并及时组织全体人员进行分享。在施工现场组建全体人员的安全生产管理网,发挥全体人员的监督作用,定期组织安全活动,提高全体人员预判问题以及应对问题的能力,保障爆破施工过程中的安全,确保施工顺利进行。

编制安全检查表,根据爆破施工现场具体情况,从系统、科学的角度,全面分析引发安全事故的因素,绘制事故树;安全检查表内容按照安全因素的重要顺序进行排序,明确主次关系、因果关系,保障其内容通俗易懂,具有安全教育的效果,提高施工人员的安全意识;安全检查表与爆破施工现场的安全生产责任制相结合,不同职责人员利用不同的安全检查表,便于责任明确划分,便于追责,有利于的提高爆破施工现场整体的安全性。

结论

对高速公路爆破施工进行安全评价探析需要加大前期勘察力度,收集施工区域各类文件,了解该区域对施工安全带来影响的各项因素,明确评价内容、对象、流程、指标,构建完善的评价指标体系,保障该体系的实用性与指导性,此外,考虑到爆破施工过程中各类不确定因素对施工安全带来影响,在构建安全评价模型时,需要考虑不确定因素的影响程度,采取综合评价法展开安全评价。

参考文献

- [1] 李佳美,邓唯,田学泽.基于组合赋权-未确知理论的高速公路高陡边坡施工安全风险评价[J].公路,2023,68(1):204-211.
- [2] 王希宝,袁松,陈文字,等.新建高速公路隧道上跨既有引水隧洞安全性分析与评价[J].北方交通,2021(11):74-78.
- [3] 吴波,赵睿,蒙国往,等.基于FAHP-GRA理论的隧道爆破冲击波风险评估[J].地下空间与工程学报,2022,18(6):2072-2079.
- [4] 刘纪峰,赵伟,李勇,等.松散破碎围岩隧道施工大变形控制关键技术及应用[Z].三明学院.2022.
- [5] 宋明奇.高速公路改扩建工程高边坡机械破碎成型施工技术[J].交通世界(下旬刊),2021(7):105-106,108.

作者简介:廖振刚(1986-),男,汉族,广西田东人,本科,中级工程师,主要从事安全生产管理工作。