

公路隧道施工安全风险的管理研究新探

侯雷涛

甘孜州检测有限公司

摘要：在公路隧道施工过程中所面临的地质条件比较复杂，并且存在有施工技术难度大、安全风险隐患多的特点。因此在公路隧道施工过程中，还需要对现有的安全风险管理机制进行优化，提高施工中的风险抵御管理能力，借此规避施工风险问题发生，推动公路隧道工程施工作业的顺利开展。本文主要就公路隧道施工中的安全风险问题、规避措施以及安全风险管理措施进行了探讨阐述，希望能够为相关公路施工单位提供理论上的帮助。

关键词：公路隧道工程；施工安全风险；管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.12.057

随着我国社会经济的不断发展，公路工程等基础设施的建设规模随之增大。在公路建设中因为复杂地形与环境条件的影响，经常性需要进行隧道工程的施工作业。因此公路施工单位还要对公路隧道施工的技术要点与常见安全风险问题进行明确，还需要树立起良好的安全施工理念，不断强化施工安全风险管控水平，让公路工程的施工经济效益与社会效益得以提高，为人们提供更加舒适安全的公路出行服务。

一、公路隧道施工风险管理的内容探讨

（一）风险识别

在公路工程隧道施工中会受到多种复杂因素的影响，施工中的安全风险类型也呈现出多样化的特点。因此在施工风险管理过程中，还需要做好必要的风险识别工作。在对风险管理控制目标明确之后，要结合现场施工情况，对可能影响到目标的各类因素进行明确，为后续的风险评估与应对提供良好的参考依据。在风险识别工作开展过程中，要注意明确风险控制目标，对现场各种施工资料进行收集整理，识别潜在的风险要素，并在此基础上进行对应风险识别报告的制定。因此施工单位还需加强对风险识别环节的重视力度，树立起良好的风险施工意识，不断提高自身的风险识别能力。

（二）风险评估

在公路隧道工程施工管理工作中，风险评估主要包含有隧道施工风险估计与隧道施工风险评价两个部分的内容。其中在隧道施工风险估计过程中，要对公路隧道施工各个阶段可能发生的风险事件出现概率进行判断，还要对施工风险可能发生的时间以及影响后果进行科学的估计，为后续风险管理工作的制定奠定良好基础。在隧道施工风险评价工作中，则要对影响到公路隧道工程施工的各类风险因素进行综合性分析与评估，就该类施工安全风险的发生概率以及发生后可能带来的损失进行

估算，在此基础上对隧道工程施工中的核心风险问题与管理要点进行明确，对后续风险防控措施与管理方案的选择提供重要的参考依据。

（三）风险应对

风险应对指的是在隧道工程施工中发生了风险问题之后，针对该类风险问题所采取的一系列风险管控措施，其目的在于将施工风险问题发生后造成的损失降到最低，也是保障后续隧道工程顺利施工的重要基础。在公路隧道工程施工中，风险应对措施主要包含有以下两个方面的内容：①在施工安全风险问题还未发生时，针对已经确定的风险因素，还需要进行针对性安全控制措施的制定，最大限度的避免施工风险问题出现，常见的措施包含有施工安全风险的分散、缓解以及规避等等。②在施工前，要兼顾各项风险，制定好应急预案。在隧道施工期间，一旦发生风险，必须立刻启用应急处理预案，与此同时，还要从多方面入手，将施工安全风险对项目最终施工目标实现所产生的影响进行降低，该阶段的风险应对方法主要包含有风险的转移、自留等。

（四）风险监控

就公路隧道施工中的风险管理过程进行探究，风险监控工作还处于施工安全风险流程的末端，也是项目风险控制的重要环节。公路施工单位需要进行风险监控制度的制定与完善，将风险监控工作贯穿到整个风险管理过程之中，及时发现公路隧道工程施工中的潜在安全问题进行处理。风险监控工作本质是一个连续不间断的风险管理过程，要求施工单位安全风险管理能够树立起良好的风险防控意识，考虑到整个公路项目风险管理中的衡量标准，对风险管理活动完成情况进行及时跟踪与评价，对施工安全风险整体水平的提升也有着积极意义。

二、公路隧道施工中常见施工风险与应对措施

（一）塌方与坍塌风险

在公路隧道工程施工过程中，塌方与坍塌是常见的施工安全问题，不仅会影响隧道工程的施工进度，并且对现场施工人员的生命财产安全也会造成严重威胁。就导致塌方与坍塌的原因进行分析，自然因素与人为因素是该施工风险发生的重要原因。在自然环境情况下，如果隧道施工区域的地质条件发生了变化。地下水水量与流动方向发生变化，可能会导致施工区域地下空间出现空洞，诱发塌方与坍塌等安全风险问题发生。人为因素则表现在未做好施工现场的地质勘查工作，施工设计方案中对现场各施工要素没有充分考虑，隧道工程的设计存在缺陷、施工技术选择不合理，均会影响该类施

工安全风险问题发生。

在对塌方与坍塌风险问题进行预防应对时，可以从以下几个方面入手：①在公路隧道工程建设过程中，要提前采取对施工围岩的预加固措施，通过设置超前管棚以及对围岩进行注浆处理的方式，让围岩的性能与稳定性的大幅度提升。此外，通过预切槽或者旋喷供处理也能够对围岩变形等问题起到良好的规避效果，减少塌方与坍塌风险的发生。②在公路隧道施工全过程中，做好现场施工区域内的排水工作。通过对施工区域内的排水系统进行合理设计与应用的方式，实现对地表水的有效引排，避免长期积水渗入到隧道之中，对隧道结构稳定性造成的影响。③在隧道工程开挖施工过程中，施工单位可以通过加密钢架、增设钢筋网以及增加混凝土厚度等方式，对隧道开挖区域起到良好的支护效果，规避塌方与坍塌风险出现。与此同时，要做好超前地质预报工作，优化地质预报手段，防止地质结构变化引起的风险问题。

（二）岩爆风险

岩爆风险指的是在地下工程开挖施工过程中，因为高地应力、硬脆围岩等因素影响，在外作用力影响下让岩洞的应力发生变化。在应力重新分布过程中会让岩体自身的弹性应变能释放出来，并且诱发岩石松动、坠落以及抛射的问题，对现场施工人员也会带来非常大的危害。

对隧道工程施工中的岩爆风险问题进行预防时，施工单位要安排专门技术人员，对施工区域内的岩层状况进行密切关注，如果发现有埋深比较大的岩层出现了干燥以及坚硬的情况时，表明该区域存在有一定的岩爆风险，需要及时采取相关措施进行预防。岩爆风险的发生部位比较多，在隧道工程施工过程中，施工单位还需做好一些特殊部位的处理工作。比如对于新挖工作面、隧道供处与隧道顶部等容易出现岩爆风险的位置，可以在这些区域进行超前钻孔预报的合理设置，降低岩爆风险的发生。在施工期间可以采用高压水喷射的方式，让岩面得到充分润湿，这样也有助于适当一部分的能量。最后在施工区域内还需要通过加设钢筋网与锚杆的方式，对岩暴发生次数与发生时间起到良好的控制效果。在岩爆风险发生之后，要对岩爆的发生部分进行检查，对于部分不稳定的石块要及时采取相关措施进行处理。在岩洞施工区域内可以通过布置防护钢棚等方式，将岩爆风险问题所造成的损失进行控制。

（三）涌水风险

在公路隧道工程项目施工过程中，涌水风险也有着非常高的发生率。就涌水风险的发生情况进行分析，在公路隧道施工的断层处、暗河处、溶洞处以及采空区还存在有一定的积水，如果没有及时进行排水处理，或者没有采取相关措施进行处理，还会导致涌水风险的发生，对公路隧道工程的顺利施工也造成了比较大的影响。为了预防涌水风险，要求施工单位在工程建设期间

能够做好相应准备工作，对公路隧道工程施工区域内的暗河或者溶洞内水流情况进行勘察，并且就其对隧道工程施工造成的影响进行明确。对于已经查明的小型暗河或者溶洞组织，可以采取注浆施工的方式进行封堵处理，避免其对隧道后续施工造成的影响。此外在施工过程中，可以通过利用涵洞、开凿引水槽以及布置暗管等多种方式，获得良好的排水、堵水处理效果，避免涌水风险的发生可能性。

（四）瓦斯风险

在部分地区进行公路隧道施工过程中，在山体内的空洞区域内可能有着一定的瓦斯量，在施工过程中如果没有做好相关防护工作，容易诱发瓦斯风险问题，施工区域会出现瓦斯爆炸的问题，对施工人员的人身健康与安全也会造成严重威胁。因此在具体施工过程中还要从多方面入手，进行瓦斯风险的规避与控制，推动公路隧道施工作业的顺利开展。在瓦斯风险规避过程中，需要做好以下几个方面的工作：①在公路隧道内部施工过程中，所应用到的各种机械设备与装置均要应用防爆型号；②严禁在隧道内进行明火作业，要求施工技术人员严格遵循相关技术规范来进行作业，不得出现吸烟的情况。③在隧道施工期间，要对施工区域内的瓦斯含量进行测定，还要通过对瓦斯进行自然排放、抽放以及引排等方式，让隧道施工区域内的瓦斯含量控制在安全范畴内。

（五）岩溶风险

在公路隧道工程施工期间，可能会遇到岩溶洞的地质条件，如果没有做好岩溶洞的处理工作，还会诱发一系列岩溶风险发生，威胁到公路隧道工程的施工效果。在对岩溶风险进行规避时，对于隧道底部的岩溶洞，一般需要采用回填压实的方式来进行施工，针对一些边墙比较小的溶洞处理过程中，一般主要是在封堵之后再次衬砌就可以获得理想的处理效果。其次在公路隧道工程施工中，部分溶洞位置还会处于隧道的拱部上面，在这种情况下，要根据岩石自身的破碎程度，通过喷锚支护加固等施工方法起到良好的防护效果。需要注意的是，在进行岩溶风险的规避过程中，如果所处施工区域内的溶洞规模比较大时，要结合现场施工情况，做好该部分溶洞的加固语言跨越处理工作。在进行岩溶隧道开挖过程中，施工单位也要做好施工现场情况的勘查工作，对管棚区域做好注浆预加固处理工作，实现对岩溶风险的有效规避。

三、加强公路隧道施工安全风险管理的策略研讨

（一）进行专门管理机构的成立

施工安全管理作为公路隧道工程项目管理中的重要内容，要求施工单位能够加强对该施工环节的重视力度，还要成立专门的安全管理机构，强化对公路隧道施工全过程的安全监督与管理工作。这样才能够对施工中的潜在风险问题起到良好的规避效果，保障公路（隧道）施工作业顺利开展。在专门安全管理机构成立之

后,相关安全管理人员要做好对施工现场安全风险的监测与评估,对施工区域内的接触应力、收敛变形等能够反映出围岩异常情况的地质因素要做好日常监控测量工作,在发现有安全隐患后,要及时采取相关措施进行处理,避免围岩结构稳定性不足所导致的塌陷等施工风险出现。在隧道工程施工过程中,如果发现了隧道塌方事故时,还需要对后续处理的相关材料做好整理与分析,建立相应的监控与管理机制,对隧道工程建设过程中的安全事故控制标准与要求进行明确,提高公路隧道工程的施工安全性。

(二) 强化施工安全环境控制水平

在公路隧道工程施工中需要面临非常复杂的施工环境,很多施工风险问题也都是因为环境因素所导致的。因此在公路隧道工程的施工安全管理过程中,还需要做好施工环境的管理控制工作,最大限度的降低环境因素诱发的施工安全问题。在隧道开挖施工完成之后,需要先应用机械设备完成找顶排险工作,在该过程中要安排专门管理人员负责监察,如果部分岩面因为长时间暴露发生松动或者坍塌事故之后,还需要在第一时间采用应急策略进行处理,并且要在短时间内做好工作人员以及机械设备的撤离工作,将安全事故所造成的损伤(损失)降到最低。在不良地质以及岩层(软)弱区域完成了找顶排险工作之后,(必须)可以对该区域及时进行混凝土初喷作业,混凝土喷筑厚度要控制在5cm左右,随后进行拱架、锚杆与钢筋网的设置工作。根据设计图纸完成混凝土喷射作业,使其形成一个联合的支护整体,对开挖面的稳定性进行明确,让其能够在短时间内得到稳固。在实施隧道施工作业时,施工单位要严格遵循相关技术规范与施工流程进行作业,确保各衔接工序的施工正确性。在开挖支护作业时,要尽可能地一次完成,保障施工作业的安全性。

(三) 做好风险评估与方案制定

在开展公路隧道工程施工过程中,施工单位需要做好对各施工环节的风险评估工作,随后结合评估结果进行针对性风险防范方案的制定,为后续施工风险管理工作的开展奠定良好的基础。施工单位在隧道工程的施工风险管理期间,可以通过地质预报等方式对现场施工地质条件进行掌握,对存在的施工安全风险进行全方位判断,就安全风险的发生概率以及可能造成的危害性进行综合评估之后,进行风险规避方法的合理选择。在风险评估工作开展期间,需要对公路隧道工程施工中的各类风险类型、等级、分布情况以及可能出现的概率进行综合计算,随后在结合风险评估结果来进行针对性规避方案的制定,为后续施工安全管理工作起到良好的促进作用。在完成施工风险规避方案的制定之后,还需要采取相关技术手段,通过技术措施与过程监控的方式,对重要危险源进行控制,从源头上降低施工风险问题的发生,保障公路隧道工程各施工作业的顺利开展。

(四) 做好爆破施工环节的安全控制

爆破施工作为公路隧道工程施工中的一种常用技术手段,但是在爆破作业期间还存在有较大的安全隐患,稍有不慎还会诱发重大安全施工事故发生。因此在隧道爆破作业期间,施工单位要对各道施工工序进行严格把控,安排专门安全管理人员做好爆破作业全过程的监管与指导工作,将爆破施工作业的开展效果充分发挥出来。在爆破施工过程中,要求相关爆破操作技术人员对爆破工作面中的所有炮孔进行认真检查,如果发现炮孔质量不达标的情况时,要及时通过清孔、补孔以及补钻等方式进行处理。在将爆破用炸药运输到施工现场之后,要做好装药警戒区域内的划定,做好日常监管工作,不得在该区域内出现明火。在爆破作业中,施工单位要根据隧道工程的具体施工情况,对爆破参数与施工方法进行合理选择,在保障达到预期施工质量基础上,最大限度的降低爆破施工对围岩造成的破坏情况,保障围岩结构的整体性与稳定性,为后续公路隧道施工作业奠定良好基础。

四、结束语

综上所述,在公路隧道工程施工过程中存在有比较多的潜在施工安全风险问题,如果没有做好施工安全风险的防范与规避工作,势必会影响到隧道施工作业的开展效果。因此公路施工单位在隧道工程施工过程中,还需要不断提高施工安全风险管理水平,做好施工风险的识别、评估、应对与监控工作,对各类常见的施工安全风险也要采取针对性的预防措施进行处理,并且要做好施工现场的安全管理工作。这样才能够有效规避施工安全风险问题的发生,提高公路工程项目的施工质量与施工效益,为公路施工单位带来良好的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 郝晓鹏. 高速公路隧道工程中的安全风险及施工管理措施[J]. 工程技术研究, 2021, 6(21): 157-158.
- [2] 耿名洋. 试论公路隧道施工安全管理技术应用[J]. 建材发展导向(上), 2021, 19(12): 180-182.
- [3] 何水源. 浅析高速公路隧道施工安全管理及应急处置能力[J]. 黑龙江交通科技, 2019, 42(7): 180-181.
- [4] 彭宝杰. 高速公路隧道技术施工及安全管理措施研究分析[J]. 江西建材, 2017(20): 182.
- [5] 苏学明. 公路隧道施工安全管理技术应用探讨[J]. 百科论坛电子杂志, 2019(5): 212.
- [6] 董学爽. 公路隧道施工安全管理技术应用分析[J]. 房地产导刊, 2018(14): 89.
- [7] 徐堃. 公路隧道施工安全管理存在的问题及对策[J]. 山东农业工程学院学报, 2019, 36(3): 44-47.
- [8] 郭聪. 公路隧道施工安全管理技术应用分析[J]. 智能城市, 2021, 7(6): 136-137.