

探讨隧道施工安全风险与现场管理

解守军

(中国铁建大桥工程局集团有限公司, 吉林 通化 134000)

【摘要】随着我国对交通建设的重视,隧道的施工也在不断优化。对于隧道的施工来说,它可以使中国的交通系统更加优化。然而,隧道的施工中,还有着很多的问题,这些问题影响着隧道施工的安全管理,阻碍了我国交通系统的优化。为了保证隧道施工的安全,本文对隧道施工的安全风险和现场管理进行了一定的分析,以期提高隧道施工的安全性,促进我国交通系统的完善。

【关键词】隧道施工;安全风险;现场管理

引言

我国国土面积广阔,对于交通体系来说,会有很多的复杂地形影响交通体系的完善,为了进一步加快经济发展的步伐,促进交通体系更加的完善,要对很多的复杂地形进行施工。其中隧道的应用为交通体系的完善提供了很大的帮助,但是隧道施工时,会存在很多的安全隐患和管理不当的现象,这些都会对隧道施工造成一定的不利影响,阻碍隧道工程的开展。为了使隧道施工工程能够顺利地开展,下面对隧道施工安全风险与现场管理做出简单的概述。

一、隧道施工安全风险源辨识

(一)隧道施工风险源辨识框架

在目前常用的隧道开挖方法中,最常用的施工技术包括明挖法、钻爆法、TBM、沉管法等。不同的施工方法,由于其施工所用到的机械不同、施工的顺序有差异,导致其存在的潜在风险也有所不同。本文将隧道施工的风险源识别过程分三部分:①分析风险产生的机理②完成风险源辨识表③划分风险源等级标准。

(二)风险事故与致灾地质构造的辨识

从隧道在施工过程中产生风险的根本原因及演化规律入手才能对风险做到根本的控制,对于风险产生机理的分析主要包括三部分,分别为隧道外部、内部的风险源和事故成因。

(三)隧道施工安全风险源等级评定

标准风险源等级标准制定原则主要包括以下几点:风险源直观简洁,能更加方便量化风险评估;评定标准应以定量与定性两种手段相结合;根据建设规模来进行划分,可分为隧道长度、辅助坑道、开挖断面、隧道布置形式;按照地质条件来划分,可分为气候环境、工程地质、水文地质等;在隧道长度方面,将小于 500m 隧道外部环境风险等级定为 I, 500~1000m 定为 II, 1000~3000m 为 III, 大于 3000m 为 IV 级。在开挖断面方面,隧道横断面面积 2~10m² 定为 I, 10~50m² 为 II, 50~100m² 为 III, 大于 100m² 为 IV。

二、隧道施工安全风险类型与应对措施

(一)隧道施工安全风险类型

隧道的施工常常遇到安全风险,例如坍塌、火灾、高空坠落、爆炸以及涌水等。

1. 崩塌和塌方在施工隧道期间,会出现自然

和人为因素等问题，导致塌方。而就自然因素而言，地质条件、地下水位、山体结构等的变化会导致内部压力等的变化，造成崩塌和塌方；关于人为因素，如果设计和建造计划不合理，在建筑过程中可能会出错，例如爆破冲击力过大、钻孔过深等，也会造成崩塌和塌方问题的出现。

2. 涌水主要指的是施工现场最常出现的突泥与涌水，如果没有及时准确的地质预测，突泥与涌水就容易出现。同时断层、老窖积水、金属矿山积水，以及大型溶洞等也很容易会引发突泥与涌水问题。

3. 岩爆在地下挖隧道的过程中，岩壁的压力可能会重新分配到石板上，使岩壁的弹性应变能得以释放到岩石中，形成爆裂松脱、弹射与剥落等情况，这就是所谓的岩爆。

4. 岩溶穿过隧道的岩层都是可溶解的，就很容易造成岩溶现象的出现。岩溶的主要原因是流水冲蚀、潜蚀以及机械作用。

（三）应对与隧道施工有关的安全风险

1. 崩塌和塌方控制关于崩塌和塌方，主要采用的是一种防护技术，这种技术可以有效地改善围岩整体物理性能，也可以采用水平旋喷预支护及机械预切槽法等方案，可以让围岩的变形应力得以减小。崩塌和塌方与地下水密切相关，应该采取相应的防水措施，防止地下水体渗漏，并防止隧道内的其他水体渗透到隧道内部。在施工过程中，采用了一条合理的隧道开挖方案，采用的方法包括：中壁法、眼镜法、短台阶法、台阶法等；使用的材料有：钢筋网、加密加长锚杆、加密钢架、喷射钢纤维混凝土，可以支撑内墙。围岩测量也很重要，如果在测量上存在异常现象，也可以采取一些措施，例如改造墙面设计、加固混凝土墙等。要控制崩塌和塌方，首先需要确定围岩、隧洞内

壁强度，而且必须具备一定的针对性。

2. 涌水控制涌水的风险可以通过以下措施加以控制：第一，通过开凿引水槽、铺设排水沟、暗沟、暗管以及泄水洞等方式，确定溶洞水源流向与溶洞、隧道的位置合理化。第二，堵住涌水。一般情况下，黑洞和暗河的流量较小，如果有出口或分支口，就可以用注浆堵住涌水。第三，管道排水和抽水机的合理配置，建造稳定的泵站和集水井，在固定泵站和开挖面之间建立临时的移动泵站，然后使用潜水泵将水抽到集水井。

3. 岩爆控制关于岩爆，需要在施工前采取预防措施，如果在调查文件中存在地质坚硬的地质类型，则需要在开工之前就制定一项防爆方案。在新开凿区及其周边地区，通常会发生岩爆，这些地区集中在拱腰部位、拱部，所以这些区域的防护成为优先事项。施工中可以采用超前释放孔控制岩爆发生几率超前释放孔控制岩爆发生几率，释放岩层内部应力。在容易发生岩爆的区域喷洒水，保持此区域的湿润度，可以有效地降低岩体脆性并释放岩层内部压力。在爆破开始挖掘之前，首要的就是先向拱顶、边墙等部位喷射混凝土，这样可以提高应力，并增加长锚杆、钢筋网等，减少接触岩石层暴露的时间，有效地防止岩爆的发生。然后如果岩爆真的发生，岩块的一部分可能已经落地，也可能没有落地，这个时候需要人工撬掉。一个岩爆区必须有严密的安全防护，施工人员必须佩戴头盔和安全背心，必须增加防护钢棚保护建筑设备。如果发生非常危险的岩爆，建筑物和建筑设备必须在第一阶段疏散（可能造成岩体崩塌），以避免发生安全事故。

4. 岩溶控制如果有小型溶洞，可以通过密封直接处理，或者是换填片石、浆砌片石和干砌片石，通过回填并压实这种小型的溶洞。如果小型溶洞

存在于隧道边墙位置，首先需要用砂浆砌筑进行封堵，以确保封堵的牢固性和准确性，并确保不会出现涌水的问题。如果有大型的溶洞，要解决这些问题就会困难得多，主要方法是采用跨越式施工方法，包括支梁跨越、拱桥跨越、边墙拱跨越、栈桥跨越等，或采用更有力的支撑加固方案，包括加固孔桩支顶、支撑柱加固、拱桥支顶加固等等。为了减少岩溶对建筑工程的影响，其他地方的瓷砖也需要加固，例如采取管棚注浆加固，以及使用微爆破手段。一旦发现较大的溶洞，就必须预先进行应有的防范。

三、隧道施工现场管理办法

（一）现场安全管理设计

科学分析施工现场的客观环境，明确隧道周围的影响因素，制定应急处理措施。对施工现场材料、设备、人员合理配置，设计安全定置图，严格按照管理标准开展现场管理工作，对不同管理方案可行性、有效性进行考核和检查。现场安全管理必须要贯彻隧道工程施工的始终，从设计到最终检验都要做好管理工作。根据隧道工程现场可能出现的安全隐患，对隧道工程施工工艺、施工设备、人才配置、材料质量等进行全面分析，更新现场施工技术资料，第一时间掌握现场实际施工情况。围岩应力情况要做到实时监控，掘进中发现拱顶、水平收敛速度达到 5mm/d 或累计位移在 100mm 以上时，要暂停掘进，分析产生岩体扰动的原因，设置防护措施，借助超前地质预报技术作出调整。

（二）隧道智能化门禁系统

隧道施工入口处，安装“隧道人员与车辆出入管理门禁系统”，并在各个洞口设专人管理进出隧道的人员与车辆，利用门禁系统实现现场管理与远程监督。门禁系统能将人员车辆进出隧道的时间、隧道内各岗位人数和总人数适时统计并滚

动显示在 LED 屏上；能随时掌握隧道内施工现场人员、车辆、设备的分布状况和运动轨迹，特别对开挖、支护、二衬、机械、普工、运输等重要班组进行更加合理的调度管理以及安全监控管理；当事故发生时，救援人员车辆能根据系统所提供的数据，迅速了解洞内人员的位置，及时采取相应的救援措施，提高应急救援工作效率。

（三）利用现代化技术手段加强对隧道周边的监控

要提高隧道施工的安全性，必须充分利用现代化的安全检测设备，在隧道施工区域加装摄像装置和检测装置，对施工现场和周边区域的人员、道路情况、采矿情况、天气情况等诸多因素进行检测和监控，做到实时监控，提高对突发危险情况的预判能力。尤其当一些施工区域地处低洼路段时，进入雨季后要特别留意当地的降雨情况，要对隧道区域及周边的水量进行检测，检查地上积水量，检测地下水文情况，确保从多方面进行综合分析，为隧道施工提供安全稳定的施工环境。

（四）应用超前地质预报

应用超前地质预报技术有助于提升现场管理的预见性。根据勘察资料、掌子面地质状况，通过精准的超前预报技术，分析含有安全隐患的地段，如大型暗河、可熔岩与非可熔岩接触带、软弱地层、破碎地层等，通过长距离预报技术以及超声波、红外线探测技术等，掌握隧道周围的地质情况。对于涌水涌泥、断裂带、异常地段等部位，借助地质分析法、超声波探测法等，根据超前预报信息调整水平钻孔参数。再者，建立健全超前地质预报管理机制，组建超前预报工作队伍，一旦检测到安全隐患要第一时间预警，快速做出响应，为了保证超前预报质量和水平，要配套响应的考核机制、监督机制，保证超前地质预报的工作效益。

（五）加强进度、质量与安全的综合管理

隧道工程的特殊性决定了施工中会受到自然因素影响，如山体积水、岩层应力变化等都会产生安全隐患。很多施工单位过于注重进度，忽视了安全 and 质量，现场管理不够全面。这就要根据隧道工程实际情况作出调整，不能按照传统管理理念开展工作。很多隧道工程安全事故都是因为质量不达标造成的结果，如支护不到造成坍塌等，这就要加强现场质量管理，对每个施工环节进行技术交底，通过旁站的形式指导、监督每个施工流程，不得出现以次充好、偷工减料情况，提高隧道施工现场的安全性。每项施工工序完毕后都要通过“三检”制度，包括施工单位自检、管理人员复检、监理人员验收，只有每道工序都符合标准后再进行下一道工序，避免存在质量安全隐患问题。

（六）完善隧道施工安全风险评估方法

针对隧道施工安全风险评估办法，施工单位应当要不断地进行完善与创新，具体来说，可以采用风险评估动态管理制度的方式来将工程安全风险归入到整个隧道施工建设当中去，在此过程当中也十分有必要成立一个专门的风险评估小组，以应对各类突发性风险事故的发生，同时也要细致地对每一个环节展开检查与评估，针对未能及时开展风险评估测评工序的切不可进入到下一步环节当中，在开展隧道施工工作时，由于存在着诸多不确定性因素，所以在日常工作当中也常常会面临着许多风险事件的产生，以至于对隧道施工造成了不同程度的影响，在此过程中应当重点注意的是要及时对风险变化情况加以详细的掌握，同时要采取相对应的措施来加以解决。

（七）增强隧道施工人员的安全意识

施工单位不仅要做好安全风险管理工作，同时也需要严格要求施工人员的技术水平，对施工的具体情况

况进行分析，在提高施工人员的安全意识时，还需对该工程存在的安全风险问题做出有效的应对措施，如果施工人员在隧道施工过程中发现安全问题，需要及时上报并处理。与此同时，在隧道施工过程中，还需定期排查危险因素，将安全管理责任落实到位，不断提高施工人员的综合素质，进一步保证施工工程可以快速有效进行，改善创新施工技术，尽可能地提高施工作业人员的积极性，定期进行培训测试，及时采取应急措施，减少安全事故带来的危害

结束语

针对隧道的施工工程来说，安全风险和现场管理是非常重要的，要想对隧道工程的安全风险更加有效地控制，就需要对施工现场和施工人员进行合理的管理，要提高施工人员的安全意识，制定相应的管理机制，这样才能使得隧道施工的质量得到保障，从而促使整个隧道工程能够高效有序地开展，为我国交通网络体系的完善奠定良好的基础。

参考文献：

- [1] 冯磊. 高速铁路隧道施工风险管理技术 [J]. 建筑工程技术与设计, 2014, (17): 610-610.
- [2] 赵有国. 隧道施工控制要点及处理措施分析 [J]. 建筑工程技术与设计. 2018, (11): 4459.
- [3] 付林戈. 隧道工程施工安全风险构成因素及管理措施概述 [J]. 建筑与装饰, 2017, (10): 63, 65.
- [4] 谭雷. 浅析隧道施工安全风险管理及应对措施 [J]. 引文版: 工程技术, 2015, (016): 167-168.
- [5] 程振宏. 浅析地铁隧道施工安全管理与风险预警的应用 [J]. 科技创新与应用, 2017, (11): 243.

作者简介：解守军（1988.03-），山东临沂人，本科，中级工程师（地下工程），研究方向：工程安全管理。