

试论隧道工程中溶洞突泥涌水防治措施

王多虎

华邦建投集团股份有限公司 甘肃 兰州 730117

【摘要】：近年来，国家对西南地区各主要城市之间的公路网进行大规模的建设及改建。针对该区域公路建设中隧道溶洞突泥涌水防治措施进行分析，从而提高隧道工程施工的安全性。

【关键词】：土建工程；隧道；溶洞突泥涌水；防治措施

引言

随着时代的发展，安全生产变得越来越重要。以人为本的理念更是深入各大施工企业的管理体系。在土建工程隧道施工中，溶洞突泥涌水防治措施的好坏，关系到整个土建工程的质量和施工安全。对整个隧道的施工进度和施工质量有着直接的影响。因此，在土建工程施工中，我们要使用最经济有效的溶洞突泥涌水防治措施，确保施工人员安全，促进施工体系的正常运转，同时提高施工效率，节约施工成本，达到施工效益的最大化。

1 土建工程中隧道溶洞突泥涌水防治措施分析

近几年，国家对西南地区的土建工程建设及改建工程快速推进，施工安全及质量成为了施工领域中的重中之重。我国西南地区喀斯特地貌引起的突泥涌水对隧道的施工造成了极大的困难。随着国家政策的变化，建筑行业要求零事故、零伤亡。经济有效的溶洞突泥涌水防治措施不仅可以保证施工人员的安全，也能够提高现场的施工效率，节约施工成本。隧道施工的特点是：隧道施工环境复杂，隧道掘进时，前方围岩情况无法明确。西南地区的喀斯特地貌在埋深较大的地方常常会出现溶洞且多伴随着突泥涌水。特别是随着社会的发展，公路建设讲求最经济，最快速的通道，大量的长隧道及特长隧道出现在公路网路线的设计中，在我国西南地区，长隧道及特长隧道多穿越高山峻岭，施工难度大大增加，施工场地有限，当雨季来临，一旦出现溶洞突泥涌水，将带来巨大的安全隐患和经济损失。所以，经济有效的溶洞突泥涌水防治措施将为我们提供坚实的安全保障。

2 隧道施工中溶洞突泥涌水防治措施方式

隧道溶洞突泥涌水多发生在隧道埋深较大、地下水为碳酸盐岩岩溶水且隧址岩体节理裂隙发育的位置。在隧道开挖面埋深超过 30m 继续向前掘进时，先对照图纸观察隧道的围岩等级，再施做超前地质雷达扫描，通常采用#字型测线对隧道掌子面及周围围岩进行扫描检测。当检测到前方无异常时，可进行超前锚杆或超前导管施工；有异常时，应采用超

前钻探再次进行探测，从而判断出溶洞的位置及溶洞内是否有异物，如无异物，可进行超前锚杆或超前导管施工；如有异常，可上报上级领导委托检测公司进行 TSP 或 TRT 探测。根据探测结果进行下一步处置。如出现溶洞，分三种情况进行处置：

(1) 溶洞为干溶洞，可直接施做超前支护，进行下一步掘进工作，对已经开挖裸漏出的干溶洞进行封闭，采用喷锚挂网进行初次支护。

(2) 溶洞为涌水溶洞，则使用超前钻机进行远距离钻探，按照掌子面炮孔间距施工超前钻孔，进行压力释放。待溶洞内的水流压力减小至自然流淌时，进行爆破开挖，初次支护，防排水施工。

(3) 溶洞为泥水填充溶洞，则采用湿喷机进行掌子面喷锚封闭，使用注浆机进行注水玻璃浆液和水泥浆液，注浆完毕支护，进行地质雷达扫描，溶洞内泥水填充物凝结成整体状，则进行下一步施工工序。

3 现场实际案例分析

永福屯隧道是广西桂林至柳州高速公路内的一座隧道，隧道围岩为中分化灰岩，节理裂隙发育。在 2019 年 7 月 3 日下午，右洞 k66+490 处出现溶洞突泥涌水，在时长 12 分钟内，突泥涌水量达到 3 万多方。项目部及施工方在前期的溶洞预防及检测方面做了充足的准备工作，本次溶洞突泥涌水未造成人员伤亡和大的财产损失。在溶洞发现及后期的处置中主要控制要点如下：

3.1 防：控制施工工序，做好监控量测

永福屯隧道在刚承建时为广西在建最长公路隧道。地处广西省融安县，喀斯特地貌特征明显。设计图纸及地勘资料中指出，该隧道线路经过处溶洞较多，施工方委托广西交科集团有限公司进行超前地质预报检测，在后期施工过程及检测过程中，在 k66+510 处，经过井字型测线检测，发现前方 20 米至 25 米处出现较大的空腔，且空腔内有填充性物质。

针对此检测结果,项目部要求全体施工人员撤出隧道,对永福屯隧道出口右洞进行暂时封闭,同时立即召开专题会议,对当前出现的溶洞做出了分析和判断,会议决定采用TPS检测方法进行进一步检测。

经过进一步的检测结果显示,该溶洞为极有可能诱发突泥涌水的大型溶洞,溶洞空腔位于拱顶进洞方向的左侧,大小约500立方米。在确定了溶洞的位置及大小之后,项目部决定针对该溶洞采取处治措施。

3.2 治:引排为主,封堵为辅

3.2.1 引排工作的具体步骤

(1) 对当前掌子面施工大口径的前拱钻钻孔,梅花状钻探,释放前方溶腔内的压力。

(2) 前拱钻钻孔施工完毕之后,开始进行人工爆破钻孔,缩短爆破进尺距离,同时监测掌子面距离溶腔壁的距离。

(3) 当溶腔距离掌子面为一班钻孔(2.5m-3m)施工时,所有人撤离至洞外安全地带,将洞内可移动的机械及物资也全部转移至洞外,改用凿岩台车进行钻孔,减少爆破员填装炸药的时间,在二衬台车后面设置逃生台架用于爆破员起爆炸药。

(4) 将开挖台车拖出至下台阶(仰拱端头)位置,从洞外运送洞渣至洞内,在距离掌子面35米的地方进行堆放,使用侧翻装载机将洞渣推成护圈状与隧道侧边墙相接。

(5) 2019年7月3日下午14:12,在业主、监理单位、项目部及施工队伍共同签字同意后,距离溶腔最后一班的掌子面爆破完成,大量的泥浆从溶腔内涌出,12分钟内,涌出的泥水量达到了3万多方。

(6) 突泥涌水之后,对永福屯隧道出口右洞再次进行封闭,对洞外涌出的泥水进行清理,同时做好安全防护工作。

(7) 待洞内情况稳定之后,派遣有经验的主管进洞勘察,对围岩稳定及突泥涌水是否再发的可能性做出初步预判。如无异常现象,开始使用机械进行洞内泥水清理工作,靠近掌子面部位采用分边清理,先两边,再中间。做好排水工作,尽量减少后面已经初次支护及施工二次衬砌的部位的浸泡。

(8) 清理完毕之后,使用带高压水枪的水车对溶洞口进行清洗,清洗完毕,按照专家评审处置方案施工初支及二衬。

(9) 在溶洞突泥涌水的治理中,防排水施工将决定治理效果的好坏。采用密集环向排水盲管,施做双层防水板,增加搭接长度,对搭接缝进行气密性实验检测。

(10) 预留排水管道,与纵向排水盲管连接在一起,靠排水管道内侧安装压力检测仪器,随时检测。

(11) 二衬混凝土采用C40混凝土,大于原设计值,增加二衬混凝土强度,达到更深层次的支护效果。

3.2.2 封堵工作的具体步骤

(1) 在二衬混凝土浇筑完成之后,对二衬混凝土背后的局部空洞进行注浆工作,水灰比为0.18,安装压力表,当注浆压力达到1MP时,完成注浆。

(2) 二衬施工缝处理采用开槽埋设抽真空管的方式进行处置。在二衬局部有渗水或潮湿位置安装注浆嘴,进行注浆。

4 总结

通过现场实际的突泥涌水防治及该案例的分析,能够为喀斯特溶岩发育地区公路隧道施工提供参考。对溶洞及早发现及预防,减少或消除溶洞突泥涌水带来的危害,营造和谐的施工环境。

参考文献:

- [1] 钱波.不良地质条件隧道施工技术[J].中国水利水电出版社,2012.2.
- [2] 李红丽.隧道不良地质处理措施研究[J].山西建筑,2008,34(19):303-304.