

瓦斯检测技术在高瓦斯隧道施工中的应用

Application of gas detection technology in high gas tunnel construction

李金胜 蒋昌俊

Jinsheng Li Changjun Jiang

中交一公局第四工程有限公司 广西 南宁 530033

The Fourth Engineering Co Ltd ofCCCC First Engineering Co Ltd Nanning Guangxi 530033

摘要:为降低高瓦斯隧道中瓦斯对隧道施工造成的安全风险,本文以重遵扩容 T8 标项目桐梓隧道 4# 斜井为例,从超前探测、瓦斯人工检测、瓦斯自动监测系统等方面,阐述了高瓦斯隧道施工中瓦斯检测技术应用的全过程。结果表明,瓦斯检测技术在实际应用过程中效果好,能及时准确的监测隧道内瓦斯含量,有利于保障隧道施工工序的正常开展,对高瓦斯隧道施工具有一定的参考价值。

Abstract: in order to reduce the safety risk caused by gas in high gas tunnel construction, this paper takes the 4 # inclined shaft of Tongzi tunnel as an example, and expounds the whole process of application of gas detection technology in the construction of high gas tunnel from the aspects of advance detection, gas manual detection and automatic gas monitoring system. The results show that gas detection technology has good effect in the practical application process, can monitor the gas content in the tunnel in time and accurately, which is helpful to ensure the normal development of tunnel construction process, and has certain reference value for the construction of high gas tunnel.

关键词: 高瓦斯隧道;安全风险;瓦斯检测;应用效果

Keywords: High gas tunnel; Security risk; Gas detection; Application effect

DOI: 10.12346/etr.v3i4.3283

一、引言

瓦斯爆炸作为地下工程中常见的事故类型,其破坏性强,国内外高瓦斯隧道施工中瓦斯爆炸事故多有发生,给企业带来严重的经济损失和恶劣的社会影响。通过瓦斯检测技术的应用,能快速掌握隧道内的瓦斯含量,便于项目采取进一步的安全管控措施,有效遏制生产安全事故的发生。

二、工程概况

兰州至海口国家高速公路重庆至遵义段(贵州境)扩容工程 T8 标段位于遵义市桐梓县境内,起止桩号 YK40+546~YK47+410,全长 6.864 公里。项目控制性工程桐梓隧道全隧长 10491M,属于三车道大断面隧道,T8 标承担 4494 米(单幅长)施工任务,其中左洞 4494m(ZK40+511~ZK45+005),右洞 4469m(YK40+546~YK45+015)。隧道设计荷载公路-I 级,双向六车道,设计速度为 100km/h。

依据设计,ZK43+620~ZK43+385、YK43+715~YK43+480 段为高瓦斯煤系地层段,根据桐梓隧道周边煤矿勘探、矿井瓦斯、渝黔高铁新凉风垭隧道等瓦斯资料分析,瓦斯最大突出压力为 1.5MPa,隧道属于高瓦斯隧道、具有突出危险。桐

梓隧道 4# 斜井全长 410m,综合纵坡为 9.18%,与主洞交叉于 YK43+810,距离煤层段 95m,主要作用为提前揭煤,提高隧道通风效率,降低瓦斯事故安全风险,打开主洞工作面,加快隧道整体施工进度。

三、瓦斯探测

隧道工作面从掘进至距突出煤层前方 150m 范围内可采用物探初步判断可能存在的较大煤层异常情况以及岩体的完整状况,并施工超前探孔进行预测预报,若钻孔内检测到瓦斯,则视为进入煤系地层。桐梓隧道出口端新增斜井进入主洞前超前地质预报工作采用 TSP+GPR+钻孔验证方式,布置超前钻孔 3~5 个,施工长度 100m,搭接长度 15~20m,钻孔布置如图 1 所示。根据探测出来的煤层位置,进一步采取区域探测对瓦斯突出性进行验证,当瓦斯存在突出危险性时,采用瓦斯抽排、水力压力增透等措施。

瓦斯超前探测是开展各类瓦斯监测工作的前提,是隧道瓦斯段施工中的关键步骤,通过探明出来的瓦斯含量来指导组织后续施工是最为安全、有效的方法,也是瓦斯事故预防工作中重要一环。

【作者简介】李金胜(1994~),男,汉族,湖南湘乡人,助理工程师,本科。蒋昌俊(1992~),男,汉族,四川内江人,工程师,本科。

四、瓦斯监测

(一) 瓦斯人工检测

1、组织体系

为顺利使桐梓隧道通过煤层段施工,项目部成立了瓦斯检测小组,由安全总监统一领导调配。瓦检小组设组长和副组长,由专业煤矿安全管理人员担任,负责瓦斯检测过程中的异常处理及经验判断。所有瓦检员全部持证上岗,并接受项目安全教育培训及技术交底。项目技术员、班组长随身携带便携式甲烷报警仪,发现异常情况立即由瓦检员进行复测确认。

2、检查仪器

常用的瓦斯检查仪器包括光干涉式甲烷测定器、便携式甲烷报警仪、四合一多参数气体检测仪,光学瓦斯检测器是根据光的干涉原理制成的,属机械式瓦斯检测仪器,按测定量程可划分为低浓度和高浓度两种类型,一般以每半年进行一次检定。此类仪器具有使用成本低,数据测量准的特点,易受测量环境和操作人员的影响而引起误差。为了保证检测结果准确有效指导施工、防止安全事故的发生,使用前须检查水分吸收管中的硅胶和钠石灰是否变质失效,气路和光路是否正常。检测时,吸取气体一般捏放皮球以5~10次为宜,当使用架杆测定高处的甲烷浓度时,需适当增加捏放的次数,以确保软管内的空气全部排出。测定时,需打开CO₂吸收管消除CO₂对CH₄测定数据的影响。隧道中空气湿度过大会导致干涉条纹不清,这是因为空气中的水分在光学玻璃管上结雾或灰尘附着所致,这需要更换水分吸收剂或拆开擦拭。钠石灰一旦变色或变大,要及时更换钠石灰,防止测定CH₄浓度时CO₂混入瓦斯室中,使测定的CH₄值偏高。空气成分不标准或者仪器管路不通畅,对零地点的气压、温度与待测点相差过大,均会引起零点的漂移,所以换气对零时必须保证是在与待测点温度、气压相近的新鲜空气中。

便携式甲烷报警仪和多参数气体检测仪属电子仪器,使用过程中需注意设定好正确的报警浓度,当出现异常数值时须通入标准气体进行校准,实践使用过程中每7天进行校准一次,每半年送至专业机构进行一次检定。使用该类电子仪器时,需注意仪器的进气口不能与水接触,容易使水分进入造成仪器电路板的烧坏,从而使测量数据失效,在检测气体过程中,不得将仪器对准钻孔,防止因瓦斯浓度过高超出仪器量程,从而损坏仪器。

3、检查方法

瓦检员严格执行瓦斯巡检制度,按时到岗,跟班作业,不得擅自离岗空班、漏检和假检,根据瓦斯检查地点路线和频

率进行瓦斯巡检工作。检查完毕后,将检查结果记入瓦斯检测日报表,并填写该地点的瓦斯记录牌。巡检地点包括隧道内各工作面、瓦斯可能产生积聚的地点、动火作业点、钻孔点及通风死角处,每个断面应采用四点法或六点法检测瓦斯,取最大值作为该断面瓦斯浓度,检测点距离周边轮廓20cm。

4、检查频率

高瓦斯工区日常巡检频率每班不少于3次。测定完毕,及时将数据填写到瓦斯巡检表。当开挖工作面或其他点瓦斯涌出量较大、变化异常区域时,启动专项措施专人随时检测瓦斯。当进行钻爆作业、超前探测钻孔、焊接动火、塌腔及采空区处治等关键作业时,瓦检员进行跟班检测。

(二) 瓦斯自动监测系统

桐梓隧道采用重庆煤科院KJ-90瓦斯自动监控系统,系统包括主控计算机、洞内分站、高浓度瓦斯传感器、低浓度瓦斯传感器、风速传感器、远程断电仪、报警器、设备电源和备用电源、电缆、防雷设施等。桐梓隧道的瓦斯检测系统按照煤矿安全操作规程要求,每年进行一次专业检定,每半个月由煤矿监控系统维护员进行一次调校。

1、瓦斯传感器

在掌子面迎头、二衬台车、后段回风位置、横通道、局部通风机附近设置瓦斯传感器。另外根据现场施工环境,在容易出现瓦斯积聚的部位安设瓦斯传感器,如错车带、洞内变压器集中处、机电设备洞室等。根据隧道施工特点,掌子面处接线容易对现场施工造成影响,故桐梓隧道掌子面处采用管道红外甲烷传感器,该传感器可将分站设立在二衬台车位置,实现数据的无线传输,节省了人力维护成本,便于现场实际施工。

2、风速传感器

安装二衬台车回风流处、已衬砌地段回风流处等位置设置。在实际安装过程中,注意不能距离二衬拱顶过近,容易使二衬台车遮挡风流,不能及时测出回风实际风速。

3、一氧化碳传感器、温度传感器

在煤层易自燃或有煤尘爆炸危险的瓦斯工区地段设置一氧化碳传感器和温度传感器。实际使用过程中,爆破作业后和出渣阶段都会造成一氧化碳报警,在交底和教育中对现场人员进行知识普及,防止报警次数过多形成麻痹心理。

4、远程断电仪

根据传感器的数量及种类按控制要求,配置远程断电仪。断电仪与隧道总电路控制柜连接,当洞内出现瓦斯超限时,洞内分站将对断电仪传出闭合信号,断电仪上连接的控制柜开关将及时断电,确保瓦斯闭锁的实现。需注意的是,每

次断电之后,需等瓦斯浓度下降到 0.5% 以下时,由专业电工手动进行送电。

5、后台数据显示

由各传感器探头和分站汇集成的监测数据将汇总在后台计算机中,数据将直观体现洞内各个装置的运行情况及作业环境气体含量,便于监控人员随时向管理人员报告。同时,运用计算机数据存储量大的特点,将整个隧道施工过程中的气体监测情况、仪器运转情况进行记录,可以对后续的施工总结提供数据支撑。

(三) 车辆设备瓦斯监测系统

1、系统原理

机械设备瓦斯监测系统又称为被动防爆改装系统,实际上是利用安装在车辆设备上的甲烷传感器与车辆电气系统进行有效连接,使车辆处于异常气体环境下能够实现自动熄火,从而达到防爆效果。系统主要包括隧道车辆瓦斯监控主机、低浓度甲烷传感器和电子熄火装置。监控主机是系统的数据采集和控制中心,负责从传感器采集环境中的气体数据,并将结果按照逻辑控制程序进行处理,根据报警限值在检测到异常时输出报警和断电等控制信号。

2、安装使用

进行安装前对需要改装的机械性能和状态进行检查,确保所改装的机械具有良好的工作状态。如果机械的工作状态满足不了要求,则需对机械进行维修和保养。监控主机可安装于驾驶室、机械底部或侧面以及驾驶室与车箱连接处等,可结合机械外形特点和施工实际进行调整。传感器安装于驾驶室顶部或侧面通风处。由于内施工设备在运行中是一个振动剧烈的载体,因此安装时需对车载监控主机进行专门的加固与防振设计。防爆改装系统装置布置示意图 1 所示。该系统设备轻便、安装快捷、维护操作简便、只需要施工维修场地就可完成安装。

3、系统调试

用标准甲烷气体对改装后的机械车辆进行检测,系统检测瓦斯精度控制在 $\pm 0.1\%$ 以内,同时保证机械设备周边检测

到瓦斯气体超标的情况下按照设定要求进行报警和机车设备闭锁。使用过程中,须对驾驶员做出严格要求,不得人为拆卸线路,引发系统失效。在日常安全检查过程中,需利用标准气体测试该系统的有效性。

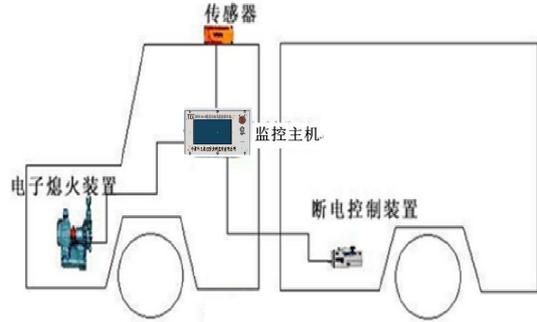


图 1 桐梓隧道车辆瓦斯监测系统示意图

五、总结

通过瓦斯检测技术应用,可以对隧道内的气体含量进行准确掌握,并将所测数据传递到相关人员,从而便于领导层做出决策,这有效保障了瓦斯隧道施工的安全生产。当前我国在煤炭领域运用的瓦斯自动监测技术已经相当成熟,能真正实现瓦斯实时监控的作用。但于隧道施工而言,薄弱环节往往是工人的安全意识不强,缺乏对于瓦斯监测系统的过程保护,造成设备维护成本的上升。因此,先进安全技术投入的同时一定要结合健全的安全管理体系,才能发挥安全技术最大的效应。

参考文献

- [1] 高峰. 瓦斯监测监控系统在煤矿安全生产中的应用[J]. 四川水泥, 2017(2): 258
- [2] 罗占夫. 瓦斯隧道施工中瓦斯自动监测系统的设备选型及应[J]. 隧道建设, 2002, 22(03): 27-29
- [3] 武磊. 高瓦斯隧道行走机械车辆防爆改装技术探讨[J]. 城市住宅, 2018, 25(09): 119-121
- [4] 张天玉. 瓦斯监测监控系统在煤矿安全生产中应用[J]. 工程爆破, 2019(27): 129-130.