

针对油气田区地铁长大隧道采取的瓦斯管控措施

胡 慧 慧， 高 峰

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局,四川 彭山 620860)

摘 要:成都轨道交通 18 号线工程土建 5 标龙泉山隧道是目前国内地铁工程中最长、采用矿山法施工的瓦斯隧道。作为典型的油气田区高瓦斯隧道,其工程地质条件复杂、施工风险大,要求标准高。结合工程实际,阐述了地铁瓦斯隧道施工所采取的进洞管理措施、超前地质预报、施工通风、信息化施工、瓦斯异常处理等综合管控措施,可供类似工程参考。

——**关键词:**油气田区隧道;瓦斯管控;成都轨道交通 18 号线

中图分类号:U21;U23;[U25];U215 **文献标识码:** B **文章编号:**1001-2184(2019)增 1-0001-03

1 概 述

在地铁瓦斯隧道施工中,一旦发生瓦斯爆炸事故,将会造成大量的人员伤亡、财产损失以及恶劣的社会影响。其中,高瓦斯隧道最容易发生事故,事故后果也最为严重,尤其是长大隧道,因其施工的复杂性,安全风险更高。因此,做好地铁施工建设中的瓦斯安全防护十分必要。

成都轨道交通 18 号线工程是目前国内设计时速最快的(160 km/h)地铁工程,其中,龙泉山隧道位于成都轨道交通 18 号线天府新站~三岔湖站区间,为油气田区高瓦斯地铁长大隧道,单线全长 9.7 km,是目前国内地铁工程最长的、采用矿山法施工的瓦斯隧道。采用双洞分修方案,分四个工区、12 个工作面同时进行施工。龙泉山隧道穿越一向斜、一背斜及两条断层,为浅层油气田区域,岩层为风化泥岩,工程地质条件十分复杂。油气田区隧道瓦斯分布广、含量少,受隧道开挖扰动和应力重新分布的影响,存储在围岩孔隙与裂隙中的游离天然气向隧洞空间内释放,给施工带来了较大的安全隐患。

2 瓦斯综合防控措施

所采取的瓦斯综合防控措施见图 1。

2.1 施工准备阶段的瓦斯管控

隧道正式施工前,龙泉山隧道施工项目部从人、机、环三个方面进行了施工准备工作。

(1)所有进入油气田区瓦斯隧道施工的作业人员均须参加瓦斯隧道岗前培训教育,岗前培训由瓦斯隧道专业的老师授课,考试合格后方允许

其进入施工现场。

(2)设备采用防爆型或进行防爆改装并通过安检后方可进入施工现场。龙泉山隧道施工设备的防爆改装是加装了通过煤安认证的瓦斯超限报警监控设备,用以实时监测车辆工作环境的瓦斯浓度,当所处环境中的瓦斯浓度达到 0.3%时,监控设备发出声光报警,提请车辆驾驶人员注意;当瓦斯浓度达到 0.5%时,监控设备使车辆自动熄火,待查明环境实际情况、局扇通风降低环境瓦斯浓度至 0.3%以下时,设备重新启动。

(3)瓦斯隧道的施工要求 24 h 不间断通风。现场采用双风机双电源系统以确保在一路电源异常的情况下 15 min 内及时切换至另一路电源;主风机异常或检修时,10 min 内正常启动备用风机。同时,施工现场实行视频监控全覆盖和自动监控系统,隧洞内的施工人员与设备施工情况和洞内风速、温度、有毒有害气体浓度等参数均实时传输至监控中心和电脑、手机终端,以便于技术人员随时了解隧道内各工区的施工情况和洞内的施工环境情况。

2.2 施工阶段的瓦斯管控

(1)人员、机械进洞施工前的安检。

①人员进洞前的安检。

为防止摩擦产生静电,所有进洞施工人员均着纯棉衣物,不同工种的颜色有所区别,所有人员合理佩戴防护用具、佩戴人员定位器(洞外监控可视具体位置)、工作牌(进出门禁佩戴、进隧洞前挂于洞口),进洞前登记姓名、工种、时间,人身安检严禁携带手机、打火机、火柴、金属等违禁物品,违

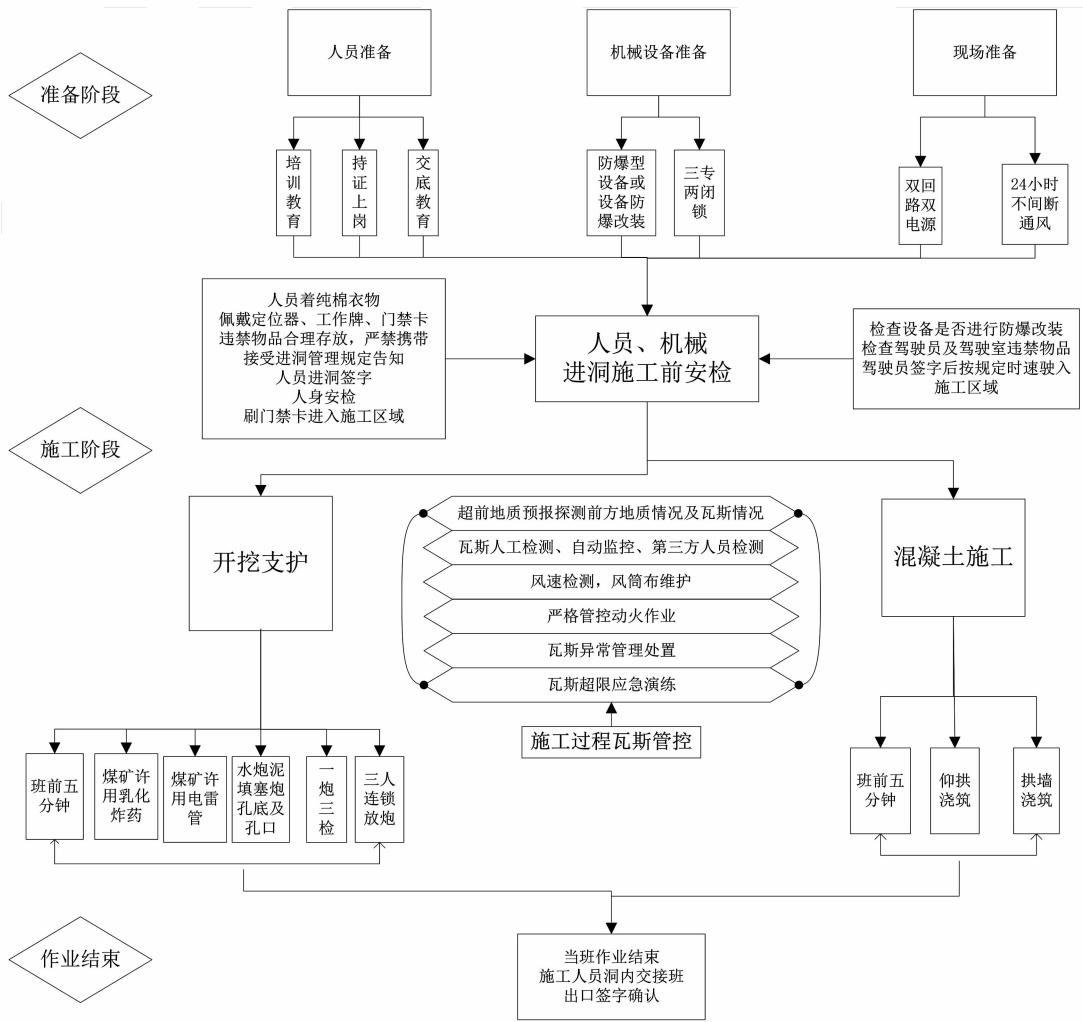


图1 油气田地铁长大隧道瓦斯管控措施框图

禁物品凭条码存于储物柜内,刷门禁卡进入施工区域。

②机械进洞前的安检。

机械设备进入隧道施工区域前,先由安保人员检查机械是否为防爆型或是否进行了防爆改装,严禁非防爆类机械进入瓦斯隧道。机械通过检查后,重点检查车辆内及驾驶员是否携带瓦斯隧道施工的违禁物品,驾驶员签字后按规定时速驶入施工区域。

(2)施工过程中的瓦斯管控。

①超前地质探测。

在地质勘查的基础上,运用超前地质预报技术,进一步查明掌子面前方一定范围围岩的地质情况,重点预报瓦斯、突水突泥及断层破碎带等不良地质部位的具体位置、规模及影响程度,为信息

化设计和施工、围岩变更提供依据。

油气田区隧道超前地质预报采用综合预报方法,长期预报和短期预报相结合,采用 TSP203 超前地质预报系统进行长距离宏观控制,地质雷达进一步强化、补充和验证,采用超前钻探、加深炮孔、地质素描和瓦斯检测加以验证。

龙泉山隧道主要采用超前钻、加深炮孔、地质素描进行进一步的强化、补充和验证:超前地质钻是对作业面前方 30 m 范围内的地质、瓦斯情况进行探测分析;加深炮孔是针对高瓦斯段落施作,对前方 5 m 范围内的地质、瓦斯情况做进一步探测;地质素描随隧道开挖及时进行,对于地层岩性变化处、构造发育处等复杂、重点地段每开挖循环进行一次。

多种措施综合探测预报前方地质情况是否存

在断层裂隙及瓦斯赋存,为开挖施工提供依据(其中地质钻和加深炮孔施工过程中瓦检人员全程监测瓦斯浓度)。

② 瓦斯检测。

油气田区隧道瓦斯检测工作主要包括人工瓦检、系统自动监控和第三方人员检测,并将三方检测结果及时进行比较分析。

人工检测采用三班制,每班每工作面 2 人,每 2 h 检测 1 次,对瓦斯可能产生积聚的地点、瓦斯可能渗出或异常涌出的地点等特殊地段每 30 min 检测 1 次。检测段瓦斯浓度含量在 0.5% 以上时应随时检测,不得离开掌子面,发现异常及时报告并立即开启局扇以保证施工过程中的安全。

瓦检人员将瓦斯浓度记录至记录本,并及时更新公示牌,出洞后及时与系统监控数据进行对比,数据无异议后,经工区主任签字后存档;若数据差异较大则及时报请工区技术负责人进行分析。

③ 风速控制。

隧道每 10 d 进行一次全面测风,日常测风需确保掌子面、联络通道位置、台车处等特殊部位风速满足 0.5 m/s 的要求。

龙泉山隧道的测风要求每一测风点的风量必须测定三次且每次误差均不超过 5% 后取平均值,测风后应及时填写记录牌板和测风原始手册,要求填写牌板的字迹必须数字齐全、清楚,数据要求真实可靠,严禁弄虚作假。

④ 动火作业。

动火作业的过程控制:完善动火审批流程,瓦检员全程旁站,安全监护人在场,消防水管、灭火器到位,接火措施到位,清理周边易燃易爆物品,待瓦斯浓度小于 0.5% 时方允许动火,动火完成后,确认现场无火源后方可签批销火令,人员再次确认安全后方可离开现场。

⑤ 信息化安全管理。

运用综合参数无线自动监控系统,将其与人工检测相结合对隧道内的有毒有害气体浓度进行实时监测管理,并利用进洞安检系统对隧道内的人员进行实时定位;采用移动式远程视频监控系统对隧道施工进行全程跟踪;洞内配有防爆电话、广播系统,洞内管理人员配有对讲机,加强隧洞内外的信息沟通。

⑥ 瓦斯异常的管理。

针对瓦斯异常涌出段及时响应,暂停施工,按照专项措施测定瓦斯涌出量,邀请“五方”及业内专家探勘现场,经讨论验收通过后,按瓦斯异常涌出专项措施施工,及时封闭,防止油气田瓦斯逸出。

龙泉山隧道 1 号斜井工区 ZDK43+746 隧道底板出现大量瓦斯逸出,部分部位经便携式瓦检仪检测到瓦斯浓度为 2%~4%,掌子面探孔孔口瓦斯浓度最大为 100%,空气中有油气味,炮孔中的瓦斯流量为 315 L/min,炮孔压力为 0.14 MPa。

当检测到瓦斯浓度超过 0.5% 后,必须立即停工、停电、撤人、加强通风,增设探孔,进行气样分析,邀请业内专家及相关单位进行现场踏勘,分析检测数据,进行风险评估及措施制定。

⑦ 瓦斯超限应急演练。

与地方专职救护队(成都市安全生产应急救援出江中队)签订救援协议,接受救护队安全检查并联合开展应急救援演练。

龙泉山隧道瓦斯超限应急演练分工区开展,每年至少进行一次现场演练,对瓦斯异常涌出工区增加一次现场演练,以确保现场人员在瓦斯异常时能够做到各司其职,各项工作有序进行。

(3) 开挖支护、混凝土施工时的瓦斯管控。

隧道开挖的总原则为“管超前,严注浆,短进尺,强支护,快封闭,勤量测”。

切实做好班前五分钟教育工作,合理选用瓦斯隧道专用爆破器,上台阶采用楔形复式掏槽方式,周边孔使用安全导爆索光面爆破,尽量降低单响药量,最大限度地降低爆破振动对围岩的不利影响,下台阶开挖利用上台阶临空面,中部水平造孔,周边孔使用安全导爆索光面爆破。

在爆破施工过程中,首先进行爆破试验,根据爆破效果调整爆破参数,以达到最好的爆破效果。

“一炮三检”要求装药前、放炮前、放炮后均须进行瓦斯浓度检测。钻孔前、装药前由人工瓦检判断瓦斯浓度是否小于 0.5%,爆破排烟至少 30 min 后先由系统监控结果确保瓦斯浓度低于 0.5%,再由两名瓦检员一前一后相距至少 3 m 进入隧道检测瓦斯浓度,当人工检测瓦斯浓度小

(下转第 15 页)

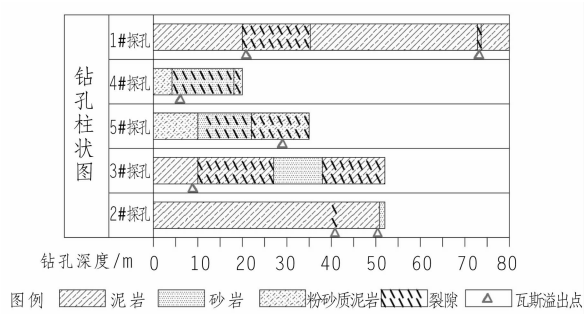


图 2 围岩岩性柱状图

总的瓦斯涌出量,分析得知目前的通风条件已满足后续施工对瓦斯防控的要求;在后续施工过程中,亦可随时根据探孔内瓦斯的变化情况预知前方开挖面的瓦斯赋存情况,在瓦斯异常位置到达前极早采取措施,保证施工安全。

其次,通过钻探,对前方岩石类型、岩体完整性和节理裂隙发育里程有了一定程度的了解,在后续围岩自稳性较差段落提醒采取提前缩短进

(上接第 3 页)

于 0.5%时通知爆破员、班组长、安全员进入隧道排查掌子面爆破情况,如盲炮情况、超欠挖情况等。

开挖完成后及时进行支护和复合式衬砌,同时做好成洞段的瓦斯检测工作。

2.3 作业结束后的瓦斯管控

作业结束后,为衔接工序时间,实行洞内交接班、现场交接班,针对瓦斯、通风等异常情况重点交接,交接班完成后,作业人员于洞口处取回工作牌,签字出洞。

3 结 语

在建成都轨道交通 18 号线工程土建 5 标龙泉山隧道为油气田区地铁长大隧道,施工段全长达 9.7 km。施工过程中,采用了油气田地铁长

(上接第 6 页)

5 结 语

通过采取以上所述的一系列措施,龙泉山隧道各项工作内容安全有序推进,瓦斯涌出未对正常施工进度产生较大影响,证明以上措施起到了明显效果,可在其他同类型隧道施工过程中结合实际情况合理改善并加以使用。

参考文献:

尺、加强超前支护等措施来保证施工安全。

探孔本身在可控范围内形成了瓦斯排泄通道,通过加强通风等措施,既不会明显提升隧道各工作面瓦斯的含量及浓度,又可减轻后续掘进过程中瓦斯的溢出压力,降低了施工风险。

4 结 语

在该隧道后续施工过程中,实际裂隙发育和瓦斯喷涌部位与超前钻探成果基本吻合,验证了超前钻探法预报的准确性且探孔内的瓦斯流量、压力及洞内瓦斯浓度具有明显的衰减现象,证明探孔起到了一定的排泄作用。超前钻探在瓦斯隧道施工中不可或缺,值得在其他同类工程中结合实际情况灵活运用。

作者简介:

孙志强(1983-),男,河北魏县人,高级工程师,从事市政、铁路及水电工程施工技术与项目管理工作;
刘毅(1993-),男,河南新安人,助理工程师,学士,从事市政工程施工技术与质量管理工作。(责任编辑:李燕辉)

大隧道瓦斯综合管控措施,总结出地铁瓦斯隧道施工所采取的进洞管理措施、超前地质预报、施工通风、信息化施工、瓦斯异常处理等综合管控措施,为瓦斯隧道施工增添了安全保障。

参考文献:

[1] 张民庆,黄鸿健,孙国庆.铁路瓦斯隧道安全设计、施工与管理[J].现代隧道技术,2012,49(3):25-31.
[2] 王运涛,李好,高建,等.高速公路长大隧道瓦斯综合防控措施[J].公路交通技术,2017,33(2):115-119.

作者简介:

胡慧慧(1990-),女,河南濮阳人,助理工程师,硕士,从事市政工程施工技术与管理工
高峰(1974-),男,吉林东辽人,教授级高级工程师,硕士,从事水利水电与市政工程施工技术与管理工
(责任编辑:李燕辉)

[1] 铁路瓦斯隧道技术规范,TB10120-2002[S].
[2] 高速铁路隧道工程施工技术规范,Q/CR9604-2015[S].
[3] 铁路隧道超前地质预报技术规程,Q/CR9217-2015[S].
[4] 贵州省高速公路瓦斯隧道施工技术指南,JTT52/03-2014[S].

作者简介:

张文选(1976-),男,四川成都人,项目总工程师,高级工程师,从事市政工程施工技术及项目管理工作;
刘毅(1993-),男,河南新安人,助理工程师,从事市政工程施工技术与管理工
(责任编辑:李燕辉)