

高瓦斯隧道施工技术管理研究

孙丰富

重庆城投基础设施建设有限公司 重庆 400039

摘要: 公路隧道建设过程中, 时常遇到高瓦斯, 且高瓦斯区段瓦斯压力较高、涌出量大, 极易造成了巨大的人员伤亡和经济损失。参建各方必须高度重视, 遵循预防为主, 安全第一的原则, 建立高瓦斯施工技术管理体系, 做好超前地质预报、施工通风、瓦斯监测、机电设备防爆改造、严控爆破开挖作业等施工技术管理, 其中持续施工通风、有效降低瓦斯浓度, 全过程瓦斯监测, 以便技术人员指导现场施工, 是确保隧道建设安全的关键。

关键词: 隧道建设; 高瓦斯; 施工技术管理; 建设安全

Study on Construction Technology Management of Gaos Tunnel

Fengfu Sun

Chongqing Chengtou Infrastructure Construction Co. LTD., Chongqing 400039, China

Abstract: In the process of highway tunnel construction, high gas is often encountered, and the gas pressure in the high gas section is high, and the amount of gushing is large, which easily causes huge casualties and economic losses. All parties involved in the construction must attach great importance to, follow the principle of prevention first and safety first, establish high gas construction technology management system, and do a good job in advance geological forecasting, construction ventilation, gas monitoring, explosion-proof transformation of mechanical and electrical equipment, strict control of blasting excavation and other construction technology management, including continuous construction ventilation, effective reduction of gas concentration, The whole process gas monitoring, so that technicians guide the site construction, is the key to ensure the safety of tunnel construction.

Keywords: Tunnel construction ; high gas ; Construction technology management; Construction safety

前言

随着城市的快速发展, 城市之间及城市内部公路建设日益增长, 隧道建设是通过高大山脉的有效办法。但隧道内时常遇到高瓦斯, 导致隧道建设存在着大量的危险与不确定性, 由此引起的事故时有发生。故参建各方必须给予高度关注, 加强对隧道建设过程中的施工技术及安全管理, 以保障现场人员的生命安全和财产安全。本文从高瓦斯隧道工程的实际情况入手, 对隧道施工技术以及加强建设安全管理的重要性等进行了论述, 并采取一些积极的对策进行了阐述, 为其他类似的工程提供有力参考。

1 常见瓦斯隧道施工风险分析

随着我国公路、铁路的迅速发展, 我国铁路、公路上修建了大量的隧道, 而在隧道穿越高瓦斯地区, 特有的危险源主要有瓦斯突出、瓦斯爆炸等, 且高瓦斯区段瓦斯压力较高、涌出量大, 极易造成了巨大的人员伤亡和经济损失。隧道一旦发生瓦斯爆炸, 就会造成一系列及其严重的

危害, 其危害主要表现在以下几个方面: (1) 爆炸产生高温。一旦爆炸, 就会释放出大量的热能, 周围气温会大幅度上升, 这么高的温度, 非但会死人, 还会引发火灾, 也造成机械设备的燃烧和路面的破坏。(2) 爆炸产生高压气体和强大冲击波。因为在爆炸过程中, 煤气的温度会迅速上升, 爆炸后, 爆炸区域周围空气迅速膨胀, 使空气中的压力迅速上升, 从而产生了一种强高压冲击波。巨大爆炸产生的冲击波不仅会对隧道中的人员造成伤害, 而且会给隧道中的支撑和隧道下的设施和装备带来严重的破坏, 造成隧道顶部塌陷。因此, 对高瓦斯隧道施工技术和安全管理问题的探讨, 是当前亟待解决的问题。为了保证隧道建设任务能够安全、顺利地完, 必须要依靠科学技术的力量, 以及有关技术人员的专门知识, 并采用切实可行的瓦斯事故的防治技术。

2 健全高瓦斯技术管理体系

公路隧道进入高瓦斯段施工前, 成立动态设计及信息化

施工组，内设动态设计小组、信息化施工小组、超前地质预报小组、通风小组、监测小组、爆破小组、机电设备小组、应急小组等，明确各小组分工、形成管理制度、落实责任人，确保高瓦斯技术管理体系有效运行。

3 实施超前地质预报

根据设计勘察文件，公路隧道在开挖工作面进入瓦斯段前，结合已揭露地层实际情况，应提前50-100米，开展瓦斯段超前地质预报直至瓦斯地层结束，主要工作手段为物探法、超前钻探法、加深炮孔法，高瓦斯区段相关设备应采用防爆型，实施过程中应持续通风和瓦斯监测，确保瓦斯浓度低于0.5%。

前后两次物探超前地质预报重叠长度为10-15米。根据隧道断面大小不同，每循环应设置3-6个超前钻孔，钻孔直径100mm，具体钻孔位置和方向应结合设计勘察文件及现场已揭露地层实际情况，覆盖开挖工作面前上方部及左右部位可能出现煤层位置，且超出隧道断面以外1米。每循环钻孔深度应为40-50米，前后量循环重叠长度不小于10米。至少有1个超前钻孔进行全过程探测，优先采用取芯、结合孔内成像方法核实地层情况。超前钻孔过程中应对孔口、孔内瓦斯进行检测。高瓦斯区段拱墙范围应设置5-8个、底部应设置2-4个加深炮孔，炮孔长度应达到5-6米，超出开挖轮廓线2.5米。

4 持续施工通风、有效降低瓦斯浓度

对于开挖工作面距离洞口距离小于1500米的公路隧道，高瓦斯区段施工通风一般采取压入式。但由于瓦斯密度比空气小，风速较低时，易积聚在拱顶部位，并形成瓦斯积聚层。故对瓦斯易于积聚的空间和区域（例如加宽段、车行及人行横通道、台车附近等位置），需增加实施局部通风的方法，防止瓦斯积聚。洞内风机采用防爆型。洞内最低风速不小于0.25m/s，防止瓦斯积聚的风速不小于1m/s。

隧道掘进施工需风量，按照隧道内同时工作的最多人数、瓦斯等有毒有害气体涌出情况、隧道内所用内燃机数量、允许最小风速、一次爆破所用最大炸药量等条件逐个进行计算，取其中的最大值作为最终的隧道用风量。一般的公路两车道隧道，可采用设置2台2×110KW矿用风机，型号SDF(C)-No11.5轴流式通风机，风机功率2x110kw，高效风量2385m³/min，最大风压大于500Pa，一用一备，交叉使用，确保持续通风，采用φ150cm的抗静电、阻燃柔性风筒。风机电源采用外接的施工临时用电为主，辅以柴油发电机。风管在使用过程中极易损坏，应及时进行修复，确保各个工区通风量。洞外主风机应持续供应洞内通风，局部通风机及附近20米内瓦斯浓度不超过0.5%时、可开启局部通风机。洞内瓦斯浓度均小于0.5%时，方可正常施工，

确保安全。

5 全过程瓦斯监测、指导现场施工

为持续做好瓦斯监测，一般会以24小时自动检测为主，然后再安排专人每天定期到隧道内重要工点及瓦斯容易积聚的位置进行人工检测，将人工检测数据和自动检测数据每天进行核对。若出现异常，则需及时分析原因、采取措施解决。根据瓦斯检测结果指导施工作业，若瓦斯浓度超限，则停止施工，并立即加强通风，指导瓦斯浓度降低至安全可控范围，恢复正常施工。

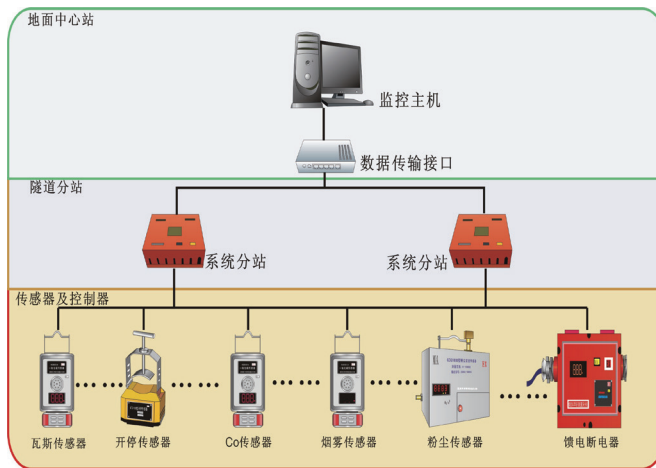
将瓦斯自动检测监测系统建在高瓦斯隧道洞外，在隧道内重要工点及瓦斯容易积聚的位置（例如洞口、二衬台车、仰拱、下台阶、掌子面、紧急停车带、车行横通道、人行横通道等）安装传感器，用来检测瓦斯浓度。瓦斯浓度检测结果实时传输至洞外的监测系统及LED屏幕上。此外，有资质的专职瓦斯检测人员每天至少4次到重要工点、瓦斯容易积聚、可能存在的通风薄弱的位置进行瓦斯检测，及时与自动检测数据进行核对。

在有煤岩、高瓦斯等段落，开挖过程如果可能出现瓦斯突出等风险的，必须持续通风，在开挖面附近增设瓦斯检测传感器，并安排专人针对性的检测可能的瓦斯突出。

洞外的瓦斯监控室需要安排多名监控技术人员换班值守，确保24小时不间断的监控，发现瓦斯浓度异常或设备故障，及时通报并采取措施，必要时暂停施工。

瓦斯气体构成复杂，赋存状态也极复杂，且危害性极大。可选煤矿综合监控系统。该系统由地面监控部分、环境监测监控部分、人员管理部分、广播系统部分、工业电视部分以及无线通讯部分组成。为了满足隧道监测的高标准要求，创造一个安全、高效的施工环境，根据瓦斯隧道的实际需要，可增加传感器种类和数量，根据有毒有害气体的密度，合理安排传感器的布置地点，做到配置合理、预留扩展余地、技术先进、性价比高，确保系统性能高质量、高可靠性。

监测系统（详见监测系统结构示意图）主要由洞外中心站、分站、传感器、控制器组成。监测系统的关键部位是洞外中心站，包括主机、软件、数据接口、LED屏幕、配套计算机、防雷装置等。中心站存储数据、在LED屏幕显示数据、预警异常数据、显示各设备工作状态等。分站连接传感器、为传感器正常工作提供电源、并数据发到洞外中心站。传感器安装在隧道内重要工点及瓦斯容易积聚的位置，监测瓦斯、风速、一氧化碳、烟雾、粉尘等。控制器可以控制隧道内各种设备供电状态，在瓦斯浓度超限其他异常情况下，按照分站的系统指令，切断设备供电，确保安全。



监测系统结构示意图

本系统主要是采集隧道的瓦斯浓度、风速及风机运行等参数，在洞口机房进行24小时不间断监测；并在以上参数异常的情况下自动报警，并切断工作电源达到隧道安全生产的目的。

瓦斯监测和处理措施是隧道安全管理的关键，一旦隧道瓦斯浓度限值及超限，应立即采取处理措施（详见隧道内瓦斯超限处理措施表）。

隧道内瓦斯超限处理措施表

序号	地点	限值	超限处理措施
1	低瓦斯工区任意处	0.5%	超限处20m范围内立即停工，查明原因，加强通风监测
2	局部瓦斯积聚（体积大于0.5立方）	2.0%	附近20m停工，撤人，断电，进行处理，加强通风
3	开挖工作面风流中	1.0%	停止电钻钻孔
4	爆破后工作面风流	1.0%	超限时继续通风不得进人
5	局部通风机及电气开关20m范围内	0.5%	超限时应停机并不得启动
6	钻孔排放瓦斯时回风流中	1.5%	超限时撤人，停电，调整风量
7	竣工后洞内任何处	0.5%	超限时查明渗漏点，并向设计单位反映，增加运营通风设备

6 隧道内机电设备防爆改造

在进入瓦斯区段前，应及时对通风、监测及固定电气设备进行防爆改造。因为防爆性能的作业机械设备的动力均小于普通机械，在持续施工通风、持续瓦斯监测的基础上，在低瓦斯区段，可不对移动作业机械设备进行防爆改造，能有效保证安全、提高工作效率。一旦进入高瓦斯区段，需立即对移动机械设备进行防爆改造。在瓦斯工区使用的有电源的设备应采用防爆型，机电设备应仔细检查专用供电线路、变压器、开关、瓦斯浓度超限与供电的闭锁、局扇与供电的闭锁情况。供电线路不可以有明接头、连接不紧密或三接头，必须有漏电保护装置，接地装置，

电缆悬挂应整齐，防护装置齐全。所有机电设备在使用期间必须进行日常检查，同时定期进行全面检查。瓦斯隧道内不得带电检修电气设备，不得在洞内进行机电设备和作业机械的拆卸、修理。

7 严控爆破开挖作业

高瓦斯区段应采用分部开挖，必须使用三级煤矿许用炸药，且为同一厂家、同一品种的煤矿许用炸药和电雷管。专职爆破工必须持证上岗，执行“一炮三检”“三人连锁爆破”制度。钻孔、装药、爆破前后等过程，应证开挖工作面通风分量充足、风向稳定，及时有效降低瓦斯浓度，提高施工效率。

8 结语

对隧道工程建设过程进行有效的施工技术管理，采取有效的预防措施，特别是施工通风及瓦斯监测，是降低施工安全风险最有效的方法。在施工过程中，任何一个环节都会存在着潜在的风险，因此，必须采取相应的对策，使施工过程中各个环节的风险降低到最小，从而避免高瓦斯事故的发生。同时，要注意气候条件、环境条件等因素的影响，对其加强管理，减少对参建各方的经济影响，提高施工效率与质量，确保隧道的施工能够顺利进行。

参考文献：

- [1] 吕国涛. 高瓦斯隧道施工应对措施研究[J]. 建筑技术开发, 2017(10): 42.
- [2] 黄卓然. 我国瓦斯隧道安全管理现状及发展[J]. 建筑安全, 2021(07): 1.
- [3] 张丹. 铁路隧道高瓦斯工区施工技术经济现状分析[J]. 铁路工程技术与经济, 2021(06): 422.
- [4] 蔡雪梅. 公路工程瓦斯隧道计价的探讨[J]. 工程经济, 2021(04): 4.
- [5] 陈雨龙; 杜欣融. 信息化监控技术在瓦斯隧道中的应用研究[J]. 北方交通, 2021(04): 113.