文章编号:1009-6582(2019)04-0043-06

DOI: 10.13807/j.cnki.mtt.2019.04.007

蒙华铁路阳山隧道瓦斯危害性评估研究

岑培山¹ 田坤云² 王喜民³

(1 郑州升达经贸管理学院建筑工程学院,新郑 451191;2 河南工程学院安全工程学院,新郑 451191;3 中铁二 十局集团第二工程有限公司,北京100142)

摘 要 蒙华铁路阳山隧道部分地段仰拱开挖后坑槽积水处多次发现瓦斯气体溢出现象,很大程度上给隧道 施工带来了威胁。为确定阳山隧道瓦斯等级,文章在研究分析隧道工区煤系地层和浅层油气储层瓦斯赋存规律的 基础上,利用突出危险性鉴定方法和基于钻孔瓦斯流量建立的涌出数学模型法分别对煤层和油气储层的瓦斯危害 性进行了评估。结果表明,隧道工区揭露煤层放弃瓦斯风化带,无突出危险性;隧道瓦斯的主要来源为隧道下部的 长1油气储层,瓦斯通过构造破碎带或节理梁旗带涌出,隧道掌子面最大瓦斯涌出量为0.23 m³/min,属低瓦斯隧道。

关键词 铁路隧道 瓦斯评估 瓦斯涌出 油气储层 中图分类号: U458.1 又献标识码: A

1 引 言

随着我国经济的快速发展,隧道工程建设方兴 未艾,施工中不可避免地要穿越煤系地层或赋存瓦 斯的地层。根据隧道内瓦斯来源,隧道分为煤系地 质瓦斯隧道和非煤系瓦斯隧道¹¹¹。煤系瓦斯隧道是 指隧道直接穿越煤层,致使煤层中的瓦斯气体直接 进入隧道内。非煤系瓦斯隧道是指隧道本身并不重 接穿越煤层,而是由于地质条件、围岩性质、施工影 响等因素,使得隧道施工空间内出现瓦斯气体。比 如,隧道穿越的地层含有天然气、油气田或者隧道附 近具有煤层,瓦斯气体沿着地质构造的裂隙涌入隧 道施工区域。

在借鉴煤矿矿井生产经验的基础上,煤系瓦斯 隧道的瓦斯评估研究起步较早,当前技术已比较成 熟,且已经形成相关标准^[2-6]。对于非煤系地质瓦斯 隧道方面的研究则相对较晚,特别是对非煤系隧道 瓦斯涌出量的预测目前还处于探索阶段。丁睿^[7]以 紫坪铺隧道和明月山隧道为背景,建立瓦斯隧道分 级的数学模型,对隧道瓦斯涌出规律进行了探索;甘 光元¹⁸¹以成渝客运专线为依托,对各个隧道浅层天然 气的溢出量及最大涌出速率进行了探讨性的估算; 葛江¹⁹¹以成渝客专龙泉山隧道为背景,建立了瓦斯 涌出风险评估模型;熊鲲¹¹⁰¹以兰渝铁路肖家梁隧道 为背景,研究非煤系地层瓦斯隧道的风险评估,建立 了综合防灾技术体系。

总结各项研究成果,未发现有关同时受煤系地 层和非煤系地层瓦斯影响的隧道瓦斯评估方面的研 究。因此,本文以蒙华铁路阳山铁路隧道为背景,研 究煤层和浅层油气储层瓦斯对隧道的危害程度,并 探索性地采用钻孔瓦斯涌出量法预测掌子面最大瓦 斯涌出量,为隧道瓦斯危害性评估提供新的方法和 途径,供工程实践参考。

2 工程概况



蒙华铁路是内蒙鄂尔多斯至江西吉安市的煤运 铁路,线路全长)817 km。项目连接蒙陕甘宁能源 "金三角"地区与湘鄂赣等华中地区,是"北煤南运" 新的国家战略运输通道。蒙华铁路重点1标段位于 延安市宝塔区和延长县境内,起讫里程DK379+531

修改稿返回日期:2018-06-23

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51604091).

作者简介:岑培山(1982-),男,硕士,工程师,主要从事地下空间工程灾害防治科研和教学工作,E-mail: cps1686@163.com.

 \bigcirc

第56卷第4期(总第387期), 2019年8月出版 Vol.56, No.4(Total No.387), Aug.2019 43

现代隧道技术 MODERN TUNNELLING TECHNOLOGY

~DK391+427,全长11.896 km,其中阳山隧道全长 11.668 km。阳山隧道设计为单洞双线低瓦斯隧道, 基岩段仰拱底标高为970~1015 m,隧道最大埋深 约为277.07 m,按新奥法施工。暗挖隧道采用曲墙 带仰拱的复合式衬砌结构型式。复合式衬砌由初期 支护、防水隔离层和二次衬砌组成。初期支护采用 湿喷工艺,二次衬砌采用模注混凝土施工断面面积 为91.8 m²。隧道洞身通过地层主要为砂岩夹泥岩, 弱风化,节理裂隙发育。地下水主要为基岩裂隙水, 主要靠大气降水补给。

阳山隧道1*斜井小里程方向,隧道部分地段仰 拱开挖后坑槽积水处多次发现瓦斯气体溢出现象, 很大程度上给隧道施工带来了威胁。为了从根本上 消除瓦斯带来的安全生产隐患,全面开展隧道瓦斯 危害性评估具有非常重要的安全管理指导意义和实 践应用价值。

3 隧道区域地质与地层

3.1 隧道与煤层

隧道所在区域的大地构造部位属于陕甘宁台坳 东南翼部,陕北斜坡次级构造单元。上覆第四系上 更新统风积新黄土,分为砂质和粘质新黄土,下为第 四系中更新统洪积粘质老黄土,基岩为下侏罗统砂 岩、含砾砂岩和砾岩;上三叠统瓦窑堡组(延长组上 部)砂岩、泥岩。总体上为一西倾平缓的单斜构造, 倾角一般为1°~3°,最大为5°~7°。

隧道区域为三叠系煤田,煤层赋存于三叠系延 长群瓦窑堡组,瓦窑堡组为区内主要含煤地层,岩性 呈砂岩一泥岩韵律式互层,总厚度大于280m。滚 组一般由五个旋回组成,厚度平均为350m,沉积1 ~5号煤,煤层多达32层以及有大量煤线。根据地 质资料显示,洞身范围内揭露泥岩中夹有薄煤层及 煤线,一般为10~20 cm,最薄5 cm,最厚40 cm。施 工期间在洞身里程DK382+470~DK382+370段揭露 两层煤线,其中上层煤厚度约为0.15 m,下层煤厚度 约为0.10 m,如图1所示。

根据瓦斯等级鉴定结果,延安各煤矿均属低瓦 斯煤矿。煤种仅有气煤和弱粘结煤两种,都属于中 生代低变质煤种,一般为低一中灰、特低一低硫、特 低一低磷、高一富含油、高发热量的烟煤。

3.2 隧道与油气储层

晚三叠世延长期是鄂尔多斯盆地石油形成史上 的重要时期^[11,12],延长组自上而下可划分为长1至长 10等10个油层组^[13,14]。其中长1油层组位于延长组

 44
 第 56 卷第 4 期(总第 387 期), 2019 年 8 月出版

 Vol.56, No.4Total No.387, Aug.2019

蒙华铁路阳山隧道瓦斯危害性评估研究



图1	隧道	里程DK382+470~DK382+370段地质剖面
	Fig.1	Geological profile of the tunnel section
		(DK382+470-DK382+370)

的顶部,受侵蚀作用的差异影响其地层残缺不全、厚度不等[15]。

隧道穿越地层为三叠系延长群瓦窑堡组,位于 延长组上部。据地质资料和施工层位岩性分析,隧 道施工层位未揭露油气储层。但经过钻探发现,在 隧道下部(仰拱底)17~21m之间分布有一不整合的 含油砂岩层,油砂岩平均厚度约为1.3m,如图1所 示。此油砂岩在油藏方面具有含油较高、出油快、小 而肥的特征;在岩性及覆盖条件方面,含油层以粗砾 砂岩为主,具有粒度相对较粗、上覆砂岩致密且厚度 较大、储层物性好等特征,如图2所示。据以上资料 结合延长组长1油层特性^[16,17],推测此油气层为延长 组长1油层。



据钻探资料和地质地层年代分析可知,在隧道 沿线岩体内不规律地存在竖向断层破损裂隙带,如 图1所示。由于隧道洞身与长1油层间距较近,油气 储层中的瓦斯会通过断层破碎带或隧道施工造成的 岩层裂隙涌出,给隧道施工安全带来危害。

4 瓦斯危害性评估

针对阳山隧道区域瓦斯地质与地层赋存的复杂 性,本文从煤层瓦斯和油气储层瓦斯两方面对隧道 的瓦斯危害性进行评估。

4.1 煤层瓦斯赋存及突出危险性研究

按照现行行业规范和标准^(4,19),判断煤层是否 具有煤与瓦斯突出危险性,主要是从判断煤层瓦斯 赋存特性和鉴定其突出危险性两方面进行。鉴于隧 道施工与煤矿井巷施工的相似性,本文借鉴突出矿 井鉴定的方法对阳山隧道揭露煤层的瓦斯危害性进 行评估,研究和判断煤层是否具有突出危险性。

(1) 煤层瓦斯赋存参数测试

煤田经长期地质作用,赋存于煤层内的瓦斯表现出垂向分带特性,煤层瓦斯沿垂向上分布为两个带:瓦斯风化带和甲烷带,其中瓦斯风化带是CO₂-N₂,N₂,N₂-CH₄和CH₄带的统称^[20],煤层垂向各带气体组分情况见表1。

	Table 1 Components of gas in vertical zones of coal seam						
世友	(202		N_2	(CH4	
(廿上刻玉)	/(%)	$/(m^{3}/t)$	/(%)	/(m ³ /t)	/(%)	/(m ³ /t)	
(八上封下)	(按体积)	煤	(按体积)	煤	(按体积)	煤	
CO_2-N_2	20~80	0.19 ~ 2.24	20~80	0.15 ~ 1.42	0~10	0~0.16	
N_2	0~20	0~0.22	80~100	0.22 ~ 1.86	0~20	0~0.22	
N_2 - CH_4	0~20	0~0.39	20~80	0.26 ~ 1.78	20~80	0.06 ~ 5.27	
CH_4	0~10	0~0.37	0~20	0~1.98	80~ 100	0.61 ~ 10.7	
	510						

表1 煤层垂向各带气体组分 Table 1 Components of gas in vertical zones of coal sean

通过钻屑法收集里程DK382+470处掌子面所 揭露煤层样品,按照《GB/T23250-2009煤层瓦斯含 量井下直接测定方法》测试煤层瓦斯含量。经测试 其值分别为1.57 m³/t和0.79 m³/t,其中甲烷(CH₄)含 量分别为0和0.01 m³/t;氮气(N₂)含量分别为1.51 m³/t和0.78 m³/t;二氧化碳(CO₂)含量分别为0.06 m³/t 和0。

对照测试结果并查表1可知,取样处煤层位于 瓦斯风化带,属于 № 带。根据行业规范判定瓦斯风 化带的煤层无煤与瓦斯突出危险性¹¹⁸¹。

瓦斯赋存与地质条件存在较大关系,构造的复杂程度和上覆岩层的封闭性决定了瓦斯风化程度。 阳山隧道1*斜井小里程方向隧道处于单斜构造上,构造行迹比较微弱,上覆岩层薄,最大埋深为83m, 上覆岩多为黄土层,透气性好。洞体上覆基岩厚度 最大为16m,且为砂、泥岩互层,节理发育,不利于 瓦斯保存。

综合以上资料分析,阳山隧道1*斜井小里程方 向隧道洞体揭露煤线处于瓦斯风化带内,煤层瓦斯 危害存在的可能性较低。

(2) 煤与瓦斯突出危险性参数测试

通过现场采集煤样对其突出危险性评估指标进 行测试分析。煤层坚固性系数共测试3组,f值分别 为1.28,1.35和1.41;煤的瓦斯放散初速度共测试2 组,ΔP值分别为2.8和3.1;煤层有光泽,煤层状构造 带清晰,节理系统发育且有次序,块状煤多有不规则 棱角,有挤压特征,判断取样煤层的破坏类型为I-II 类,煤样层理结构实物如图3所示。



按照《AQ 1024-2006煤与瓦斯突出矿井鉴定规 范》,煤层的突出危险性评估参数指标均低于临界 值,无煤与瓦斯突出危险性。

4.2 油气储层瓦斯等级评估

第56卷第4期(总第387期), 2019年8月出版 45 Vol.56, No.4(Total No.387), Aug.2019 隧道瓦斯等级的评估主要以施工工区内最大瓦 斯涌出量为依据,预测最大瓦斯涌出量最简便的方 法是以回风流瓦斯浓度加以风量换算得出。根据对 洞身揭露煤层瓦斯参数的测试分析,结合地质资料 和现场瓦斯涌出地点,综合判断阳山隧道内瓦斯主 要来源于隧道下部的长1油层中瓦斯。但长1油层 被低渗透致密性砂岩封闭,瓦斯不易涌出,只通过破 碎裂隙带涌出,且现场测试期间掌子面未测出瓦斯 气体浓度,所以通过隧道风排瓦斯量来预测隧道瓦 斯涌出量的衣法行不通。

综合考虑隧道所处构造位置、隧道穿越段岩 性、施工工艺等因素,利用油气储层暴露面积与隧道 断面之间的尺寸效应,通过测试钻孔瓦斯流量,建立 隧道瓦斯涌出数学计算模型,能方便快捷地预测隧 道瓦斯涌出量,为隧道安全施工提供科学决策依 据。

(1) 钻孔瓦斯流量测试及成分分析

在阳山隧道 DK382+570 和 DK382+560 段分别 施工 2 个竖向钻孔。钻孔深度均为 26 m, 孔径为 89 mm。钻孔瓦斯流量采用量筒排水法测试, 每个钻孔 均测试 4 次, 流量相对平稳, 2 个孔的瓦斯平均流量 分别为 0.901×10⁻³ m³/min和 0.881 6×10⁻³ m³/min。经 过对 1*和 2*孔气样进行色谱分析, 甲烷组分分别为 81.31% 和 94.38%。实测钻孔瓦斯参数见表 2。

孔号	孔深 /m	孔径 /mm	气样 甲烷组 /(%)	钻孔平均 瓦斯流量 /(×10 ⁻³ m ³ /min)	最大压力 /MPa
1	26	89	81.31	0.901 0	0.31
2	26	89	94.28	0.881 6	0.28

表 2 钻孔瓦斯参数测试统计 Table 2 Statistics of gas parameters of drill holes

(2) 隧道瓦斯涌出评估

假设掌子面施工区域破碎带或裂隙带内无空 洞,无层压瓦斯气囊存在,油气储层瓦斯只通过破碎 带岩石裂隙涌出,且单位面积瓦斯涌出速度与油气 储层砂岩单位面积瓦斯涌出速率相同,那么掌子面 最大瓦斯涌出量可按揭露的破碎带最大面积计算:

$$Q = \frac{q}{s} \cdot S$$

式中:Q为掌子面最大瓦斯涌出量(m³/min);q为钻 孔瓦斯涌出量(m³/min);s为油气储层砂岩暴露面积 (钻孔揭露面积,m²);S为掌子面揭露破碎带最大暴 露面积(m²)。

46 第56卷第4期(总第387期),2019年8月出版

蒙华铁路阳山隧道瓦斯危害性评估研究

钻孔瓦斯涌出量最大值为0.901×10⁻³ m³/min;油 气储层砂岩暴露面积为钻孔揭露的含油砂岩层钻孔 孔壁面积,含油砂岩层厚度为1.3 m,钻孔孔径为89 mm,暴露的孔壁面积为0.36 m²。经计算,阳山隧道 掌子面最大瓦斯涌出量为0.23 m³/min,按照《铁路瓦 斯隧道技术规范》等相关标准,阳山隧道为低瓦斯隧 道。

(3) 瓦斯地质分析

隧道处于单斜构造上,构造行迹比较微弱,聚 集油气的鼻状构造发育不明显,上覆岩层薄,裂隙 贯通地面易造成气体散失,隧道区不具备形成大面 积瓦斯富集的条件。阳山隧道1*斜井小里程方向 勘察期间施工的两个钻孔孔内瓦斯浓度均低于燃 爆极限。隧道开挖期间及探测期间均未发现瓦斯 逸出情况。

① 隧道煤层:隧道穿越煤层均为夹薄层煤,最 大厚度不超过40 cm,且上覆黄土层渗透性良好,加 速气体逸散,处于瓦斯风化带内。分析认为,隧道受 煤层瓦斯威胁较小。

② 隧道基底油层:根据地勘资料和施工过程探测资料分析,隧道区无大型储集油气构造,基底下部油层为岩性油藏,低孔隙,低渗透,封闭性好。分析认为,隧道基底局部出现瓦斯的主要原因有二,其一,竖向分布的断层破碎带是油气向上运移的通道,致使基底油层瓦斯溢出。其二,隧道开挖后由于围岩应力变化、松弛,加速了瓦斯的运移,改变了瓦斯的聚集和存储,导致瓦斯的无规律溢出。

(4) 瓦斯检测

遂道基底水坑第一次出现瓦斯后,采取了固定 点检测和人工流动检测措施,检测中回风流和掌子 面均未发现瓦斯。

基于以上数据及资料分析,综合判断阳山隧道 为低瓦斯隧道。

5 结 语

()

(1)基于对掌子面揭露煤层突出危险性评估, 结合地质因素,综合判定洞身揭露煤层处于瓦斯风 化带的氮气带,无煤与瓦斯突出危险。

(2) 基于建立的油气储层瓦斯涌出计算数学模型,结合瓦斯地质,综合判定阳山隧道为低瓦斯隧道。

(3)隧道瓦斯涌出是一种极其复杂的地质动力 现象,受多种因素的影响,具有不确定性和非线性特 征。由于探测的局限性和瓦斯地质条件的复杂性, 本文只对参数测试范围内瓦斯危害性进行了探索性

Vol.56, No.4Total No.387, Aug.2019

探相结合,探明掌子面前方地质构造和瓦斯赋存情

况,必要时测试瓦斯相关参数,预测掌子面瓦斯涌

评估,不排除在局部储盖组合良好的区域存在煤 层、油气储层瓦斯赋存条件急剧变化的可能,此区 域极易形成瓦斯包或气囊。因此,建议在施工过程 中加强超前探测,地质条件复杂区域要以物探和钻

参考文献

出量。

References

- [1] 魏有仪, 王 鹰. 非律爆瓦斯隧道概念及其工程意义[J]. 西藏大学学报(自然科学版), 2014, 29 (2): 117-123.
 WEI Youyn WANG Ying. Concept of Non-associated Coal Gas Tunnel and Its Engineering Significance[J]. Journal of Tibet University (Natural Science Edition), 2014, 29 (2): 117-123.
- [2] 中铁五局(集团)有限公司.铁路瓦斯隧道技术规范: TB10120-2002[S].北京:中国铁道出版社, 2002.
- China Railway No. 5 Engineering Group Co., Ltd. Technical Code for Railway Tunnel with Gas: TB10120-2002[S]. Beijing: China Railway Press, 2002.
- [3] 黄宏伟, 彭铭, 胡群芳. 上海长江隧道工程风险评估研究[J]. 地下空间与工程学报, 2009, 5 (1): 182-187.

HUANG Hongwei, PENG Ming, HU Qunfang. Risk Assessment on Shanghai Yangtze River Tunnel[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2009, 5 (1): 182–187.

[4] 姜德义, 蒋再文, 章永武, 等. 模糊神经网络预测公路隧道揭煤突出危险性[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2000, 23(增): 200-202.

JIANG Deyi, JIANG Zaiwen, ZHANG Yongwu, et al. Prediction Fatalness of the Coal and Gas Outburst in Cutting through Coal Seam in Highway Tunnel Based on Furry Neural Network[J]. Journal of Chongqing University (Natural Science Edition), 2000, 23 (S): 200–202.

[5] 康小兵. 隧道工程瓦斯灾害危险性评价体系研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2009.

KANG Xiaobing. Study on Gas Disaster Risk Assessment System of Tunnel Engineering[D]. Chengdu: Chengdu University of Technology, 2009.

[6] 黄仁东, 张小军. 基于熵权物元可拓模型的隧道瓦斯等级评价[J]. 中国安全科学学报, 2012, 22 (4): 77-82.

HUANG Rendong, ZHANG Xiaojun. Evaluation of Tunnel Gas Level Based on Entropy-weight and Matter-element Model[J]. Chinese Safety Science Journal, 2012, 22 (4): 77–82.

[7]丁睿. 瓦斯隧道建设关键技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2010.

DING Rui. Key Technology on Gas Tunnel Construction[M]. Beijing: China Communications Press, 2010.

[8] 甘光元. 成渝客运专线油气储藏地质特征及隧道瓦斯危害性综合评价[D]. 成都: 西南交通大学, 2010. GAN Guangyuan. Geological Characteristics of Oil and Gas Storage in Chengdu Chongqing Passenger Dedicated Line and Comprehensive Evaluation of the Hazard of Tunnel Gas[D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2010.

[9] 葛 江. 施工隧道瓦斯涌出风险评估研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2011. GE Jiang. Risk Assessment of Gas Emission in Construction Tunnels [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2011.

[10] 熊 鲲. 瓦斯隧道施工安全风险管理及应用研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2012. XIONG Kun. Risk Management of Gas Tunnel Construction and Application Research[D]. Chengdu: Southwest Jintong University, 2012.

[11] 倪新锋, 陈洪德, 韦东晓. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组层序地层格架与油气勘探[J]. 中国地质, 2007, 34 (1): 73-78. NI Xinfeng, CHEN Hongde, WEI Dongxiao. Sequence Stratigraphic Framework of the Triassic Vanchang Formation in the Ordos Basin and Petroleum Exploration[J]. Geology in China, 2007, 34 (1): 73-78.

- [12] 张凤奎, 张忠义, 张林. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组层序地层特征新认识[J]. 地层学杂志, 2008, 32 (1): 99-104. ZHANG Fengkui, ZHANG Zhongyi, ZHANG Lin. New Sequence Stratigraphic Observations of the Triassic Yanchang Formation in the Ordos Basin[J]. Journal of Stratigraphy, 2008, 32 (1): 99-104.
- [13] 李凤杰, 王多云. 鄂尔多斯盆地西峰油田延长组高分辨率层序地层学研究[J]. 天然气地球科学, 2006, 17 (3): 339–344. LI Fengjie, WANG Duoyun. The High Resolution Sequence Stratigraphic Feature of Yanchang Formation in Xifeng Oilfield, Ordos Basin[J]. Natural Gas Geoscience, 2006, 17 (3): 339–344.
- [14] 杨友运. 鄂尔多斯盆地南部延长组沉积体系和层序特征[J]. 地质通报, 2005, 24 (4): 369-372.

第56卷第4期(总第387期), 2019年8月出版 47

Vol.56, No.4(Total No.387), Aug.2019

YANG Youyun. Characteristics of the Depositional Systems and Sequence Evolution of the Yanchang Formation in the Southern Ordos Basin[J]. Geological Bulletin of China, 2005, 24 (4): 369–372.

[15] 郭正权, 张立荣, 楚美娟, 等. 鄂尔多斯盆地南部前侏罗纪古地貌对延安组下部油藏的控制作用[J]. 古地理学报, 2008,10 (1): 63-71.

GUO Zhengquan, ZHANG Lirong, CHU Meijuan, et al. Pre-Jurassic Palaeogeomorphic Control on the Hydrocarbon Accumulaton in the Lower Yan' an Formation in Southern Ordos Basin[J]. Journal of Palaeogeography, 2008, 10 (1): 63–71.

- [16] 孟延斌, 李玉宏, 李金超. 延长油田石油地质特征[J]. 内蒙古石油化工, 2014 (22): 59-62.
- MENG Yanbin, LI Yuhong, LI Jinehao. The Petroleum Geological Characteristics of the Yanchang Oil Field[J]. Inner Mongolia Petrochemical Industry, 2014 (22):59-62.
- [17] 张凤奇, 严小鳙, 武富祉,等. 鄂尔多斯盆地延长组长1油层组古地貌特征与油气富集规律—以陕北W地区为例[J]. 石油与 天然气地质, 2013; 34 (5): 619-623.

ZHANG Fengqi, YAN Xiaogu, WU Fuli, et al. Palaeogeomorphology Characteristics and Oil Accumulation Patterns of Chang 1 Oil Reservoir in the Yanchang Formation, Ordos Basin: A Case Study of W Area in the Northern of Shaanxi [J]. Petroleum and Natural Gas Geology, 2013, 34 (5): 619–623.

- [18] 国家安全生产监督管理总局, 国家煤矿安全监察局. 防治煤与瓦斯突出规定[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009. State Administration of Work Safety, National Coal Mine Safety Administration. Regulations on Prevention and Control of Coal and Gas Outburst[M]. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 2009.
- [19] 国家安全生产监督管理总局. 煤与瓦斯突出矿井鉴定规范: A01024-2006[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006. State Administration of Work Safety. Specification for Identification of Coal and Gas Outburst Mine: AQ1024-2006[S]. Beijing: China Coal Industry Publishing House, 2006.
- [20] 俞启香. 矿井瓦斯防治[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1992.

YU Qixiang. Prevention of Mine Gas[M]. Xuzhou: China University of Mining and Technology Press, 1992.

Study on Gas Hazard Assessment of Yangshan Tunnel on Inner Mongolia– Jiangxi Railway

CEN Peishan¹ TIAN Kunyun² WANG Ximin³

 (1 Institute of Architectural Engineering, Zhengzhou Shengda University of Economics, Business & Management, Xinzheng 451191;
 2 School of Safety Engineering, Henan University of Engineering, Xinzheng 451191;
 3 No. 2 Engineering Corporation Limited of China Railway 20th Bureau, Beijing 100142)

Abstract Gas emission occurred many times at the pondings of some sections after excavation of invert arch of Yangshan tunnel on Inner Mongolia– Jiangxi railway, threatening the tunnel construction to a large extent. In order to determine the gas grade of Yangshan tunnel, gas occurrence laws of coal measures and shallow oil and gas reservoirs in tunnel work area were studied, and the gas hazard of coal measures and shallow oil and gas/reservoirs was evaluated by an identification method for gas burst hazard and drill–hole based gas volume model. The results show that the disclosed coal seam of tunnel work area is located at gas weathering zone and there is no risk of gas burst; the main source of tunnel gas is the Yanchang 1 oil and gas reservoir below the tunnel base, gas emits through tectonic fracture zone or joint fissure zone, the maximum gas emission at work face is 0.23 m³/min, so this is a tunnel with low gas.

Keywords Railway tunnel; Gas hazard evaluation; Gas emission; Oil and gas reservoir

48 第56卷第4期(总第387期),2019年8月出版

Vol.56, No.4Total No.387, Aug.2019