

文章编号: 1674—8247(2018)03—0063—04

# 兰渝铁路浅层天然气蕴藏区综合选线研究

邓军桥

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

**摘要:**兰渝铁路广元至苍溪段位于四川盆地东北边缘,沿线油气田分布较多,是典型的盆地油气蕴藏区。本文以兰渝铁路广元至苍溪段为工程实例,详细剖析了兰渝铁路在浅层天然气蕴藏区域线路方案研究时的控制因素,综合分析线路方案的优缺点,分析总结出在四川盆地浅层天然气蕴藏区域综合选线的原则:(1)应尽量避开构造发育区;(2)应尽量避开沿线油气田;(3)应根据铁路限制坡度,尽可能拔高线路设计高程,降低隧道埋深,选择在非储气层岩层通过;(4)应尽量减少隧道工程,缩短隧道长度。可为类似地区的铁路选线提供指导和参考意见。

**关键词:**兰渝铁路;浅层天然气;蕴藏区;综合选线;原则

**中图分类号:**U212.32

**文献标志码:**A

## Route Selection Study of Lanzhou-Chongqing Railway in Shallow Gas Reservoirs Area

DENG Junqiao

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

**Abstract:**Guangyun-Cangxi section of Lanzhou-Chongqing railway is located at the northeast edge of the Sichuan basin which passes a lot of oil and gas fields in the typical basin oil and gas reservoir area. This paper takes the engineering of Guangyun-Cangxi section of Lanzhou-Chongqing railway as an example, analyzes controlling factors in route selection of Lanzhou-Chongqing railway in oil and gas reservoir area, explains the advantages and disadvantages of different route schemes and summaries the following principles of route selections in oil and gas reservoir area of Sichuan Basin: (1) Keep away from structural development zone; (2) Keep away from oil and gas fields along the line; (3) Lift up the design elevation and lower the burial depth of tunnels and go through the non-gas bearing reservoir rock based on the limiting gradient; (4) Try to reduce the tunnel engineering and shorten the tunnel length. These principles can provide guidance and reference to railway projects in similar geological condition.

**Key words:**Lanzhou-Chongqing railway; shallow gas; reservoir area; integrated route selection; principles

### 1 兰渝铁路广元至苍溪段工程概况

新建兰州至重庆铁路(以下简称“兰渝铁路”)为国铁I级双线200 km/h电气化铁路,位于甘肃省、陕西省、四川省及重庆市境内,北自兰州枢纽引出,向南经甘肃省定西市渭源、漳县、岷县后至陇南市,经陕西省宁强县进入四川省,经广元市、南充市、合川区后接

入重庆枢纽。正线全长818.71 km<sup>[1-2]</sup>。

#### 1.1 兰渝铁路广元至苍溪段工程地质概况

广元至苍溪段线路位于四川盆地北部边缘,属低山河谷侵蚀地貌。地面高程一般在900 m以内,地形起伏较大,自然坡度为35°~50°。山区以构造剥蚀地形为主,北高南低,沟、梁、丘相间或纵横波状起伏,基岩大片裸露。

收稿日期:2018-03-16

作者简介:邓军桥(1975-),男,高级工程师。

引文格式:邓军桥. 兰渝铁路浅层天然气蕴藏区综合选线研究[J]. 高速铁路技术,2018,9(3):63-66.

DENG Junqiao. Route Selection Study of Lanzhou-Chongqing Railway in Shallow Gas Reservoirs Area [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(3):63-66.

线路经过的主要江河为嘉陵江,全长 1 119 km,流域面积约为  $16 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,水流落差约 2 300 m,平均比降 2.0‰,多年平均流量为  $2\,120 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

据 GB 18306-2001《中国地震动参数区划图》和《四川甘肃陕西部分地区地震动参数区划图》,沿线地震峰值加速度 0.05 ~ 0.1 g,动反应谱特征周期 0.35 s。

段内覆盖层为第四系全新统( $Q_4$ )、中上更新统( $Q_{2+3}$ )土层;下伏白垩系(K)、侏罗系(J)地层。以水平岩层及宽缓褶曲构造为主,岩层倾角  $5^\circ \sim 12^\circ$ ,无大型活动断裂。由北向南龙潭场向斜、潼梓观鼻状背斜、新场向斜、九龙山背斜、分布在嘉陵江东岸。走马岭向斜、河湾场背斜、射箭河背斜及梓潼大向斜分布在嘉陵江西岸。整体构造东北高,构造变形较强,数量多而小;西南低,数量少而规模大<sup>[3]</sup>,渝铁路广元至苍溪段沿线潜伏构造如表 1 所示。

表 1 兰渝铁路广元-苍溪段沿线潜伏构造汇总表

序号	构造名称	构造埋深	序号	构造名称	构造埋深
1	范家沟构造	地面	6	牟家山构造	潜伏
2	刘家坎构造	潜伏	7	苍西西构造	潜伏
3	龙潭场构造	潜伏	8	河湾场气田	潜伏
4	潼梓观构造	潜伏	9	九龙山气田	潜伏
5	吴家坝构造	潜伏	10	射箭河气田	潜伏

1.2 兰渝铁路广元至苍溪段主要油气田分布

1.2.1 沿线油气田分布

(1) 河湾场气田

河湾场气田位于四川省广元市境内,东北起于广元市,西南直抵宝轮院镇,构造西北翼,宝成铁路、川陕公路斜贯全区。

目前,河湾场气田天然气探明地质储量采出程度已达 71.3%,地质储量可为  $2.43 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,其中长兴组  $1.04 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,茅口组  $1.39 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。技术可采储量为  $1.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,其中长兴组  $0.96 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,茅口组  $0.94 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(2) 九龙山气田

九龙山气田位于四川盆地北部,行政上分属广元市旺苍县、苍溪县管辖;地处北部山区,山势陡峻,沟谷狭窄,植被繁盛。海拔高程 400 ~ 1 200 m,相对高差一般为 300 ~ 600 m。

九龙山气田须二下亚段自 1989 年 9 月至今共有 4 口井投产,气井产能低,日产气  $0.1 \sim 0.2 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,4 口井累计产气  $1\,282 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,目前 4 口井均长期关井。地质储量  $13.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,技术可采储量为  $4.08 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(3) 射箭河气田

射箭河气田为新发现的气田,目前正处于前期勘

探,其储量及生产情况资料相对较少。根据射 1 井录井资料可知,射箭河气田主要储层为雷口坡组、嘉陵江组、飞仙关组、龙潭组和茅口组。最浅储层埋深仅 3 000 m 左右。

(4) 苍溪气田

对 1 000 km 地震资料的综合处理结果表明,“苍溪构造”是一个具有勘探潜力的含气圈闭,预测天然气储量达  $50\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其元坝 1 井钻井,井深 6 920 m,位于苍溪县元坝镇峰梁村三组。

1.2.2 沿线主要油气储层

对兰渝铁路广元至苍溪段隧道影响较大的油气储层主要为下三叠飞仙关组、嘉陵江组、中三叠统雷口坡组、上三叠统须家河组、侏罗系中统沙溪庙组、凉高山组、大安寨组和上统蓬莱镇组等气藏<sup>[5]</sup>。沿线主要油气田主要钻井油气井段及显示情况如表 2 所示。

2 油气田分布对线路方案的影响综合分析

对工程来说,浅层天然气主要是对隧道施工产生较大的影响。对桥梁和路基工程施工的影响较小或无影响。结合天然气分布情况,在收集相关石油部门天然气油气田分布资料的基础上<sup>[4-8]</sup>,本文研究了取直和沿嘉陵江两个线路方案,方案布置示意如图 1 所示。

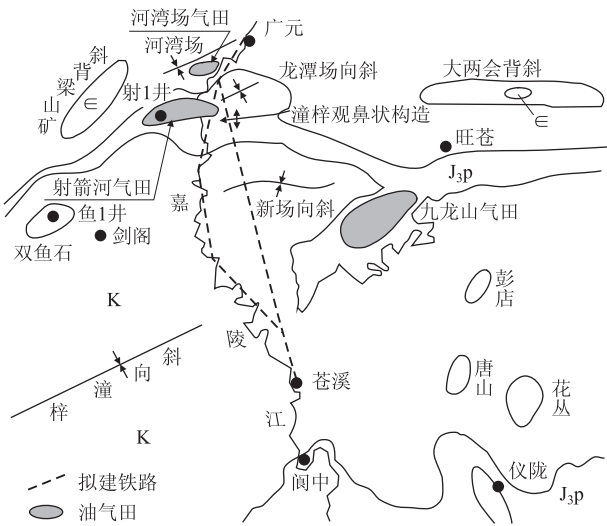


图 1 兰渝铁路广元至苍溪段线路方案示意图

(1) 取直方案主要隧道钻孔浅层天然气检测结果

通过野外实地检测,广元至苍溪段共检测隧道 8 个,钻孔 25 个。有天然气气体显示钻孔 10 个,无天然气气体显示钻孔 15 个。其中梅岭关 1 号孔气体浓度 9 740 ppm,孔深 28 m 处有大量气泡溢出,肖家梁隧道 4 号孔测深 147 m,气体浓度 8 130 ppm,有气泡溢出。各隧道检测结果如表 3 所示。

表 2 兰渝铁路广元至苍溪段沿线主要油气田钻井数据统计表

油气田	井号	井深 /m	完井层位	油气井段及显示情况/m						
				J <sub>3p</sub>	T <sub>3x</sub>	T <sub>2l</sub>	T <sub>1j</sub>	T <sub>1f</sub>	P <sub>2c</sub>	P <sub>1m</sub>
河湾场	河 1 井	3 305	P <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	2 648	—
	河 6 井	4 033	D	—	—	—	—	2 907	—	—
	河 12 井	3 806.22	P <sub>1l</sub>	—	—	—	—	2 882.88	—	—
	河 15 井	4 300	S	—	—	—	—	—	3 821	—
九龙山	龙 4 井	6 026	P <sub>1m</sub>	—	—	—	—	5 882	—	—
	龙 7 井	3 890	T <sub>2l</sub>	—	—	3 767	—	—	—	—
	龙 15 井	3 306	T <sub>3x</sub>	—	2 629	—	—	—	—	—
射箭河	射 1 井	5 400	P <sub>1m</sub>	3 960	—	—	5 013	—	—	5 274

表 3 兰渝铁路广元至苍溪段取直方案隧道钻孔浅层天然气检测结果

隧道名称	长度 /m	埋深 /m	钻孔编号	钻孔深度 /m	测气结果	浓度 min/max /ppm	岩性	显示段深度 /m	备注
轩盘岭	5 986	500	DZ-XPL-1	80	—	—	—	—	—
			DZ-XPL-2	430	有	4 130/5 000	砂岩	246	
			DZ-XPL-3	265	有	5 790/6 030	砂岩	430	
			DZ-XPL-4	160	无	6 900/7 500	砂岩	265	
将军岭	1 519	228	DZ-JJL-1	228	无	—	—	100	—
明觉寺	5 736	350	DZ-MJS-1	258	无	—	—	—	—
			DZ-MJS-2	333.89	无	—	—	—	
			DZ-MJS-3	222	无	—	—	—	
梅岭关	8 275	426	DZ-MLG-1	405	有	9 510/9 740	砂岩	405	有气泡溢出
			DZ-MLG-2	252	无	—	—	—	
			DZ-MLG-3	72.5	无	—	—	—	
			DZ-MLG-4	102.21	有	3 970/4 305	砂岩	67	
仲家山	5 668	449	DZ-ZJS-1	142	无	—	—	—	—
			DZ-ZJS-2	282.46	无	—	—	—	
			DZ-ZJS-3	101	无	—	—	—	
玄贞观	7 454	—	DZ-XZG-1	178.6	无	—	—	—	—
			DZ-XZG-2	302.14	有	3 580/3 830	砂岩	240.2	
			DZ-XZG-3	290	无	—	—	—	
四方山	7 860	—	DZ-SFS-1	102	有	5 800/6 500	砂岩	102	—
			DZ-SFS-2	345	有	2 680/2 730	砂岩	345	
			DZ-SFS-3	68	无	—	—	—	
肖家梁	5 159	96	DZ-XJL-1	89	无	—	—	—	有气泡溢出
			DZ-XJL-2	79.05	有	1 900/2 300	砂岩	79.05	
			DZ-XJL-3	156	有	8 210/8 730	砂岩	156	
			DZ-XJL-4	147	有	7 440/8 130	细砂岩	75	

(2)沿嘉陵江方案主要隧道钻孔浅层天然气检测结果

沿嘉陵江方案钻孔天然气检测资料较少,从已有的现场测试数据可知,沿江望乡台隧道、灯盏湾隧道和高家角隧道均有浅层天然气显示,检测结果如表 4 所示。

(3)天然气影响综合分析

隧道受天然气影响大小主要与隧道和油气田及含油气构造相对位置有关,隧道离油气田位置越近,受天然气影响越明显。此外,还与隧道段岩性及构造发育情况相关。

从两方案中主要隧道与油气田及含油气构造相对位置关系及现场测试数据来看,取直方案与沿嘉陵江方案均会受浅层天然气影响。

①广元至苍溪段主要分布有河湾场气田、射箭河气田和九龙山气田,其中河湾场气田和射箭河气田对沿嘉陵江方案影响明显,九龙山气田对取直方案影响更大。

②广元至苍溪段沿线构造发育,除上述气田外,还有牟家山、吴家坝、潼梓观、龙潭街、刘家坎和范家沟潜伏构造。沿嘉陵江方案受贾家山构造和金花构造影响,取值方案沿线地面构造简单,地腹未发现潜伏构造。

③取直方案中钻孔天然气检测 8 个隧道,钻孔 25 个,有天然气气体显示钻孔 10 个,无天然气气体显示钻孔 15 个;沿嘉陵江方案在 3 个隧道完成 3 个钻孔,均有天然气气体显示。

④取直方案有高瓦斯隧道有 3 座,其中受浅层天

然气影响大的隧道有1个,为肖家梁隧道,局部受浅层天然气影响大的隧道有1个,即梅岭关隧道,受天然气影响中等的隧道有1个,即轩盘岭隧道,其余隧道受浅层天然气影响较小;沿嘉陵江方案有高瓦斯隧道有5座,其中受浅层天然气影响大的隧道有2个,分别为望

乡台隧道和高家角隧道,受天然气影响中等的隧道有3个,分别为高土地隧道、肖家梁隧道和大梁山隧道;其余隧道受浅层天然气影响较小。取直方案和沿嘉陵江方案天然气影响程度比较如表5所示。

表4 兰渝铁路广元-苍溪段沿嘉陵江方案隧道钻孔浅层天然气检测结果

名称	长度 /m	钻孔号	钻孔深度 /m	天然气浓度/ppm			岩性
				中途测试		终孔测试浓度	
				天然气浓度	测试深度/m		
望乡台	6 555	Z-YJ-2	273.3	400/540/580	160	3 750/3 720/3 760	砂岩
灯盏湾	1 865	Z-YJ-3	214.74	4 523/4 554/4 580	140	4 110/4 150/4 150	砂岩
高家角	2 370	Z-YJ-4	270.0	2 237/2 254/2 280	151	—	砂岩

表5 取直方案和沿嘉陵江方案天然气影响程度比较表

项目	天然气影响程度(座-米)			保护措施(座-米)		
	强	中	弱	强	中	弱
取直方案	1-5 215	3-22 124	3-18 846	1-5 215	3-22 124	3-18 846
沿嘉陵江方案	2-8 925	3-9 550	7-27 525	2-8 925	3-9 550	7-27 525

综上所述,广元至苍溪段天然气油气田分布对铁路工程存在较大的影响,就影响程度而言,取直方案受天然气的影响相对较小,结合工程投资和工程地质条件,本段线路推荐采用取直方案。

3 研究结论

铁路线路选线应结合线路等级、铁路主要技术标准及沿线自然条件等因素,对线路方案进行综合比选研究,当线路通过浅层天然气蕴藏区域时,应遵从以下选线原则:

- (1)线路选线应尽量避免避开构造发育区,避免天然气沿发育的构造裂隙溢出,对工程施工产生危害。
- (2)线路选线应尽量避免避开沿线油气田,线路越靠近既有油气田,工程受其影响越大。因此,线路选线时应尽量详尽收集沿线油气田资料。
- (3)线路选线时,应根据铁路限制坡度,尽可能拔高线路设计高程,降低隧道埋深,并尽可能选择在非储气层岩层通过,减少浅层天然气对工程的危害。
- (4)线路选线应尽量减少隧道工程,缩短隧道长度,以改善其通风条件,降低浅层天然危害,并尽量多以桥梁、路基工程通过。

参考文献:

[1] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路兰州至重庆线广元至重庆段可行性研究报告总说明书[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2006.  
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. General Specification of Feasibility Study on and Guangyuan-Chongqing Section on New Lanzhou-Chongqing Railway Line [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2006.

[2] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路兰州至重庆线广元至

重庆段初步设计总说明书[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2008.

China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. General Specification of Initial Design on and Guangyuan-Chongqing Section on New Lanzhou-Chongqing Railway line [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2008.

[3] 中铁二院工程集团有限责任公司. 新建铁路兰州至重庆线广元至重庆段可行性研究地质专册[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2006.

China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Geology of Feasibility Study on and Guangyuan-Chongqing Section on New Lanzhou-Chongqing Railway Line [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2006.

[4] 中国石油学会石油地质委员会. 中国油气藏研究[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990.

Petroleum Geology Committee of China Petroleum Society. China oil and Gas Reservoir Research [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1990.

[5] 张文昭. 中国陆相盆地油气勘探实践[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995.

ZHANG Wenzhao. Oil - Gas Exploration in Continental-Facies Basin of China [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1995.

[6] 戴金星. 中国大气田及其气源[M]. 北京: 科学出版社, 2003.

DAI Jinxing. Major Gas Field and Their Source [M]. Beijing: Science Press, 2003.

[7] 中国含油气区构造特征编委会. 中国含油气区构造特征[M]. 北京: 石油工业出版社, 1989.

Editing Committel of Structure Characteristics of China oil and Gas Region [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1989.

[8] 中国石油天然气的勘查与发现编辑部. 中国石油天然气的勘查与发现[M]. 北京: 地质出版社, 1992.

Exploration and Discovery Editorial Board of China's Petroleum and Gas. Exploration and Discovery of China's Petroleum and Gas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992.

(编辑: 刘会娟 苏玲梅)