

重庆市出版专项资金资助

川渝地区页岩气 水平井钻完井技术

CHUAN-YU DIQU YEYANQI SHUIPINGJING ZUANWANJING JISHU

黄 桢 赵晴影 黄有为 黄元洁 叶柏宽 黄梓桑◎著

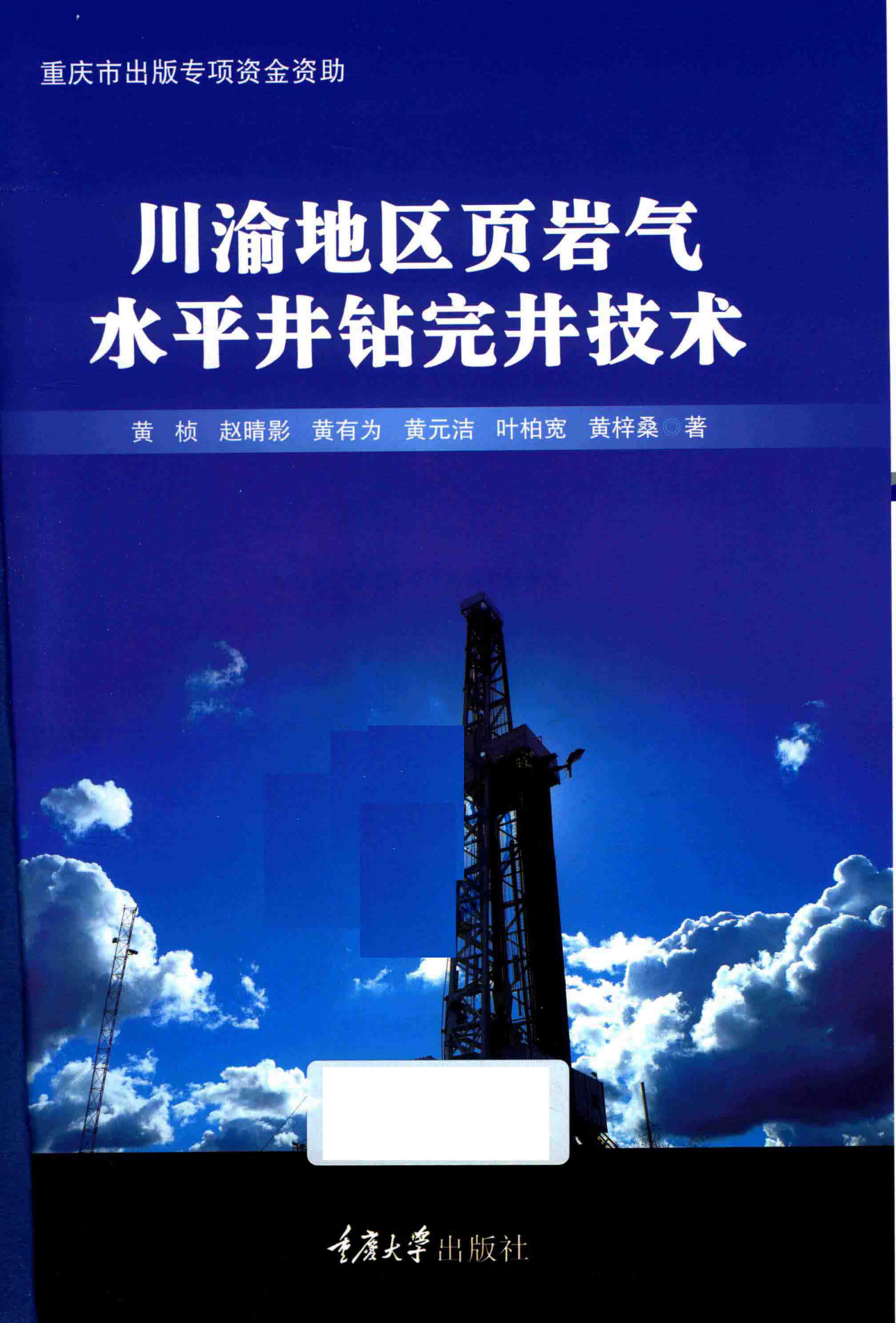


重庆大学出版社

重庆市出版专项资金资助

川渝地区页岩气 水平井钻完井技术

黄 桢 赵晴影 黄有为 黄元洁 叶柏宽 黄梓桑◎著



重庆大学出版社

内容提要

本书立足于我国西南川渝地区页岩气开发所面临的地面地理位置和环境,以及地下实际工况和技术,以页岩气开发的全过程为线索,重点介绍了川渝地区页岩气开发的一整套较为成熟的技术。全书分为4章,其内容包括页岩气钻前工程技术、页岩气钻井工程技术、页岩气工厂化施工和页岩气储层改造技术等。

本书可供从事页岩气开发的工程技术人员、管理人员以及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

川渝地区页岩气水平井钻完井技术 / 黄桢等著. --重庆:重庆大学出版社, 2018.9

ISBN 978-7-5689-1321-8

I. ①川… II. ①黄… III. ①油页岩资源—水平井完井—研究—西南地区 IV. ①TE155

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第186381号

川渝地区页岩气水平井钻完井技术

黄桢 赵晴影 黄有为 著
黄元洁 叶柏宽 黄梓桑

策划编辑:曾显跃 鲁黎

责任编辑:文鹏 杨育彪 版式设计:鲁黎 曾显跃

责任校对:王倩 责任印制:张策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆新金雅迪艺术印刷有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:12.25 字数:158千 插页:8开1页

2018年9月第1版 2018年9月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-1321-8 定价:98.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究



前言

页岩气是一种赋存于富含有机质泥页岩及其夹层中,以吸附和游离状态为主要存在形式并以甲烷为主的非常规天然气,是清洁、高效的能源资源和化工原料。自从以美国为代表的国家开始“页岩气革命”以来,页岩气就成为席卷全球的增长最为迅速的重要化石能源,尤其在北美已成为能源独立的重要支柱力量。

我国作为页岩气资源量位居世界前列的国家,也开始发展自己的页岩气工业。国内页岩气资源极为丰富,而最具备规模效益开发的条件区域就是川渝地区。从 2009 年开始,川渝地区逐步试验、研究、发展出了一套切合我国国情的页岩气规模开发技术,并取得了较好的经济效益和社会效益。为最近几年川渝地区页岩气开发技术做一次完整的总结是很有必要的,这也是本书写作的初衷。



本书所介绍的内容都是川渝地区页岩气开发的重要成果。第1章,以钻前工程技术为主,介绍了川渝地区页岩气区块的地理特征、平台地面条件评价、井场建设的技术指标、平台建设的经济性分析和平台建设的土地使用;第2章,以钻井工程技术为主,介绍了页岩气水平丛式井组钻井技术、钻井液技术、固井技术和测井技术;第3章,以页岩气工厂化施工为主,介绍了钻井工厂化施工和页岩气平台优化设想;第4章,以储层改造技术为主,介绍了页岩气储层改造评价技术、储层改造工艺技术和储层改造监测技术。本书涵盖了地面评价、井场建设、水平井钻井、体积压裂改造和工厂化施工等各个环节。

鉴于作者水平有限,书中难免有差错与不足,敬请读者提出宝贵意见。

作 者

2017年10月



目录

第1章 页岩气钻前工程技术

1.1 川渝地区页岩气区块地理特征	1
1.2 页岩气平台地面条件评价	9
1.2.1 A 区块地理概况	9
1.2.2 A 区块平台评价结果	13
1.2.3 B 区块地理概况	17
1.2.4 B 区块平台评价结果	20
1.3 页岩气平台井场建设的技术指标	22
1.4 页岩气平台建设的经济性分析	28
1.5 页岩气平台建设的土地使用	29



1.5.1	土地利用要求和现状	29
1.5.2	平台建设的建议	33

第2章 页岩气钻井工程技术

2.1	页岩气水平丛式井组钻井技术	35
2.1.1	丛式井防碰绕障技术	43
2.1.2	水平井定向钻井技术	45
2.1.3	水平井长水平段钻井技术	55
2.1.4	页岩气水平井配套钻井技术	64
2.2	页岩气水平井钻井液技术	77
2.2.1	油基钻井液技术	79
2.2.2	水基钻井液技术	85
2.2.3	油基岩屑处理技术	89
2.3	页岩气水平井固井技术	97
2.3.1	长水平段下套管技术	98
2.3.2	油基钻井液冲洗隔离技术	101
2.3.3	韧性水泥浆技术	103
2.4	页岩气水平井测井技术	106
2.4.1	过钻具存储式测井技术	107
2.4.2	随钻测井技术	111

第3章 页岩气工厂化施工

3.1 钻井工程工厂化施工	115
3.1.1 井场布局优化	117
3.1.2 批量化钻井作业	120
3.1.3 批量化钻机配套	124
3.2 页岩气平台优化设想	129

第4章 页岩气储层改造技术

4.1 页岩气储层改造评价技术	135
4.2 页岩气储层改造工艺技术	141
4.2.1 完井工艺技术	141
4.2.2 射孔工艺技术	147
4.2.3 压裂液技术	154
4.2.4 支撑剂技术	160
4.2.5 压裂施工技术	163
4.2.6 压后测试技术	174
4.3 页岩气储层改造监测技术	179

参考文献

第 **1** 章

页岩气钻前工程技术

1.1 川渝地区页岩气区块地理特征

川渝地区的页岩气富集区域在地理区划中属于四川盆地及其边缘地区,主要地理单元可划分为盆地内丘陵和盆地边缘山地两大部分,如图 1.1 所示。

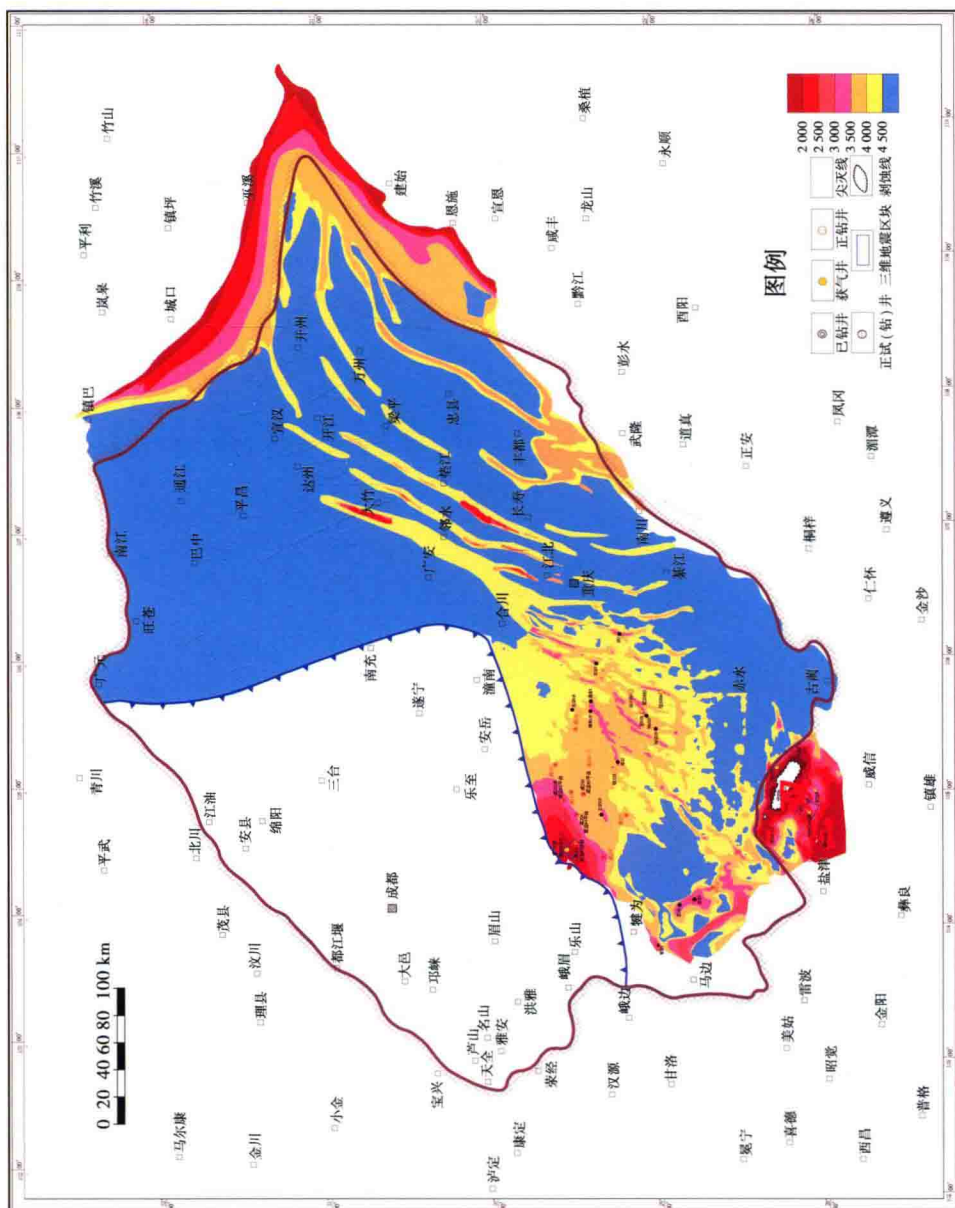


图 1.1 四川盆地页岩气富集区域

盆地内丘陵富集区主要分布在内江、自贡、泸州、宜宾和重庆等地,在盆地东部主要为低山丘陵,海拔多为 300~800 m;在盆地南部主要为低缓丘陵,海拔多为 200~600 m。盆地边缘山地富集区主要分布在重庆东部、云贵川交界地带和渝鄂交界地带,主要为强烈上升褶皱带,山坡陡峭,沟谷深切,海拔多为 300~1 300 m,部分地区相对高差可达 500~1 000 m。

自 2010 年我国第一口页岩气井——威 201 井成功获气投入开采以来,川渝地区已有 5 个页岩气区块投入建设。其中位于盆地内丘陵地区的有中国石油的威远区块、中国石油与壳牌石油联合开发的富顺—永川区块,位于盆地边缘山地地区的有中国石油的长宁区块、昭通区块和中国石化的涪陵焦石坝区块,如图 1.2 所示。



图 1.2 川渝地区现有页岩气区块分布

各区块地形地貌简况如下:

(1) 威远区块

威远区块位于内江市威远县境内,地势西北高、东南低,自西北向东南倾斜,分为低山、丘陵两大地貌区。低山区一般海拔为 500~800 m,丘陵区一般海拔为 200~300 m,如图 1.3 所示。区块所在区域属亚热带暖湿季风气候分区,受较特殊的地理位置和地形地貌影响,又分丘陵温暖季风气候分区和低山温凉季风气候分区。冬半年(11 月—次年 4 月)主要受内陆高纬度地区冷雨干燥的冬季风影响,夏半年(5—10 月)受来自低纬度地区的海洋暖湿夏季风影响。冬暖春旱,夏热秋凉;冬干春旱,夏秋多雨。冬无严寒,夏少酷热;无霜期长,日照较少,四季分明。区块内河网密布,水系河流发达,清溪河、新场河、镇西河、越溪河等纵贯区块。

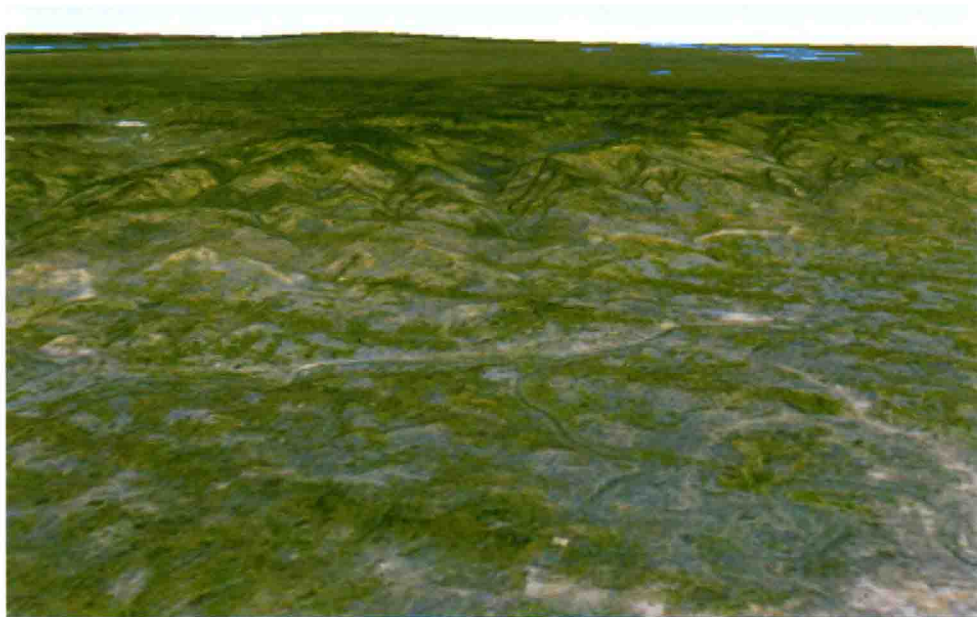


图 1.3 威远区块地形地貌

(2) 富顺—永川区块

富顺—永川区块位于自贡市富顺县、泸州市泸县和重庆市永川区境内,区域地势由北向南倾斜,地形以低山深丘、中丘中窄谷、浅丘宽谷、河谷阶地为主,丘陵多呈馒头状。低山区一般海拔为 500~800 m,丘陵区一般海拔为 200~300 m,如图 1.4 所示。区块所在区域属亚热带暖湿季风气候分区,受较特殊的地理位置和地形地貌影响,又分丘陵温暖季风气候分区和低山温凉季风气候分区。冬半年(11 月—次年 4 月)主要受内陆高纬度地区冷雨干燥的冬季风影响,夏半年(5 月—10 月)受来自低纬度地区的海洋暖湿夏季风影响。冬暖春旱,夏热秋凉;冬干春旱,夏秋多雨。冬无严寒,夏少酷热;无霜期长,日照较少,四季分明。区块内河网密布,水系河流发达,沱江、釜溪河、镇溪河小安溪、临江河、大陆溪等纵贯区块。



图 1.4 富顺—永川区块地形地貌



(3) 长宁区块

长宁区块位于四川省宜宾市珙县、兴文县、筠连县境内,地处云贵高原与四川盆地边缘山地过渡区域的斜坡地带,属于高、中山地地貌,地面出露地层以三叠系为主,其次为侏罗系,岩石类型多样,矿产丰富。区内碳酸盐岩分布十分广泛,在内、外应力的共同雕塑下形成了千姿百态的喀斯特地貌景观。区域内沟谷纵横,地形崎岖,地面海拔一般为 400~1 300 m,最大相对高差约为 900 m,如图 1.5 所示。区块所在区域属中亚热带湿润型季风气候,四季分明,雨量充沛。境内主要分布有洛普河、南广河、毓秀河三大水系,但因地形崎岖,地表水资源分布不均。

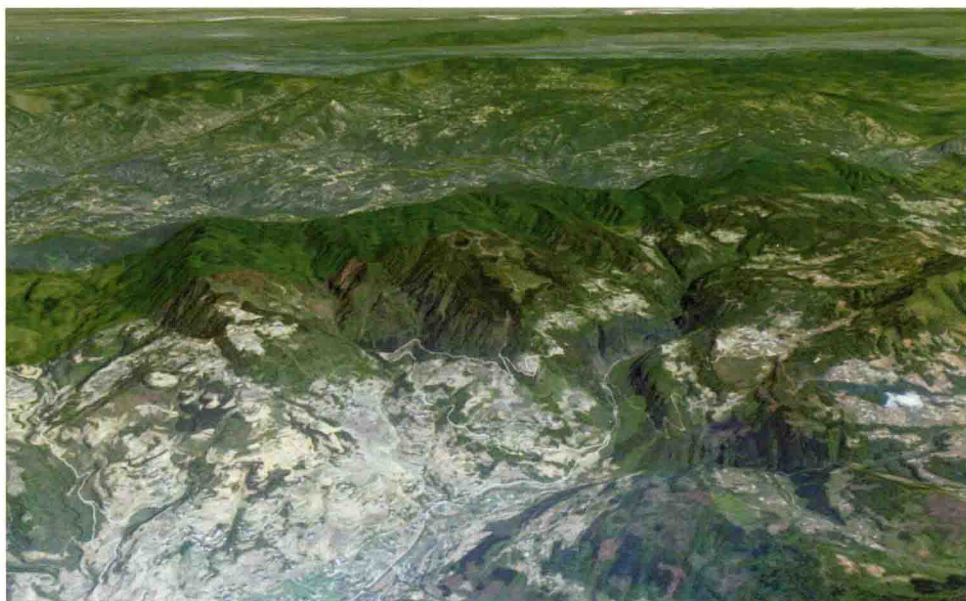


图 1.5 长宁区块地形地貌

(4) 昭通区块

昭通区块位于云南省昭通市和四川省宜宾市境内,区域地势属典型的山地构造地形,山高谷深属于高、中山地地貌,地面海拔一般为 400 ~ 1 300 m,最大相对高差约为 900 m,如图 1.6 所示。区块所在区域属中亚热带湿润型季风气候,四季分明,雨量充沛,但因地形崎岖,地表水资源分布不均。

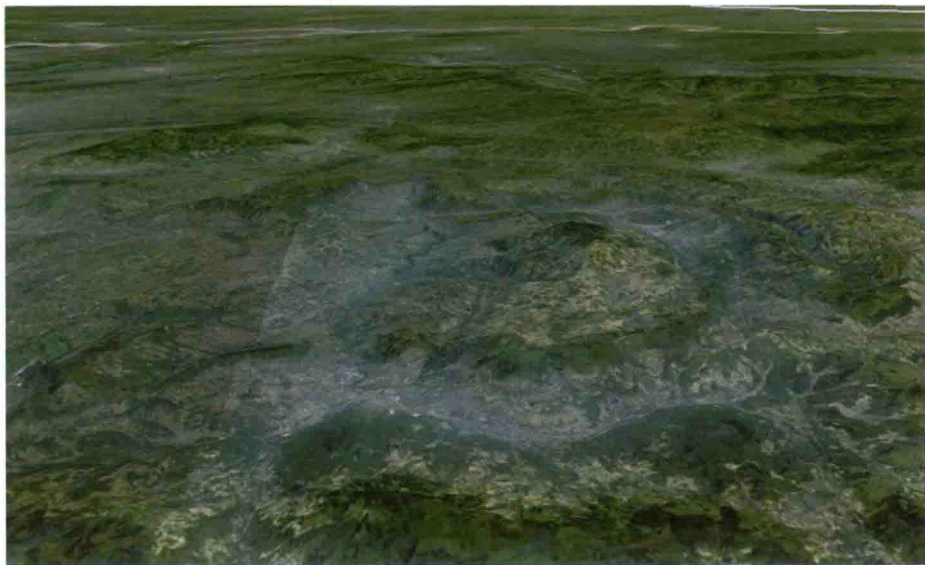


图 1.6 昭通区块地形地貌

(5) 涪陵焦石坝区块

涪陵焦石坝区块位于重庆市涪陵区境内,地处四川盆地和山地过渡地带,地势以丘陵为主,横跨长江南北、纵贯乌江东西。地势大致东南高而西



北低,西北—东南断面呈向中部长江河谷倾斜的对称马鞍状。海拔多为200~800 m,如图 1.7 所示。区块所在区域属中亚热带湿润季风气候,四季分明,雨量充沛。区块内主要河流为乌江,水资源丰富。



图 1.7 涪陵焦石坝区块地形地貌

川渝地区已有页岩气区块所处区域地理条件复杂:山区断裂破碎带较多,地形地貌、地层岩性和地质构造多变,地质条件较差,在强烈季节性降雨作用下,易发生山洪、泥石流、山体滑坡等地质灾害;山区道路条件差,普遍路窄、弯多、坡陡,交通运输不便;生态环境重要保护区域,动植物资源丰富,环境敏感性强,水土流失风险高;乡镇密布,人口稠密,农田用地紧张,生产、生活基础设施较多。这些都导致页岩气开发面临地理条件差、周边情况复杂等难题。

1.2 页岩气平台地面条件评价

对拟建平台的地面条件引入评价体系,采用四个评价指标:地面、道路、水源和周边环境,每单项条件由差到好分别计1、2、3分,总分为各单项之和,分值越高,条件越好。得分10分以上为一类平台,8~9分为二类平台,8分以下为三类平台。其中,地面按所处地面条件,所在位置为平坦、缓坡、陡坡综合评定;道路按路程远近,路况(路面、弯道、高差)综合评定;水源按距离河流的远近,水源至井场的高差综合评定;周边环境按周边房屋密集程度和农林田地类型综合评定。下面以川渝地区已建成的A区块和B区块为例,对页岩气区块地面条件进行评价。

1.2.1 A区块地理概况

A区块位于四川盆地边缘山地区,共部署25个平台,平台分布如图1.8所示。

地表为典型喀斯特地貌,以山地为主,部分地区相对海拔高差超过400 m,山区、丘陵、平坝比例约7.5:1.5:1,地表构造高程如图1.9所示。

该区块各平台之间道路基本为山区四级公路,水泥路面少,道路狭窄;部分平台之间海拔高差大,道路弯多坡陡;修复改建道路较长,部分路段存在改造瓶颈,改造工程量较大。该区块道路存在几大难点: