

# 四川盆地页岩气资源勘探技术现状与展望\*

何洪春<sup>1)</sup>, 屈晓艳<sup>2)</sup>

1) 成都理工大学地球科学学院, 成都, 610059;

2) 中国建筑材料工业地质勘查中心四川总队, 成都, 610052

中国页岩气资源丰富, 主要分布在南方地区和鄂尔多斯、渤海湾、松辽、塔里木、吐哈和准噶尔等含油气盆地, 其中又以四川盆地及周边地区最为富集(郑军卫等, 2011; 李建忠等, 2012)。而且, 四川盆地是当前中国页岩气勘探开发的突破点(王兰生等, 2011)。目前, 页岩气勘探的总体思路为: 以岩心实验为基础, 利用地质、钻井、测井和地震资料开展油藏描述工作, 连续定量解释目的层, 最终计算资源量与可采储量(谭茂金等, 2010)。然而, 页岩气资源评价在我国尚属新的研究领域, 地质认识和井控程度低, 不同类型页岩气成藏机理、富集规律不明, 缺乏资源评价标准, 导致页岩气资源的可靠度和准确度都不高(王兰生等, 2011; 李建忠等, 2012; 张金川等, 2012; 金庆花等, 2013), 四川盆地页岩气资源量到底有多大, 目前仍不清楚, 所以, 还要加强资源勘探, 尽快摸清资源家底, 然而, 目前国内在页岩气资源勘探技术上还存在很多不足, 面临资源评价、有利区评价等难题(王兰生等, 2011), 页岩气资源评价标准、技术规范还未建立, 本文主要针对这些问题, 讨论四川盆地在资源勘探技术方面的现状并展望未来。

## 1 四川盆地页岩气资源潜力巨大

四川盆地面积  $19.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 具有页岩气勘探潜力的层位由下至上有震旦系陡山沱组、下寒武统筇竹寺组、上奥陶统五峰组、下志留统龙马溪组、上二叠统龙潭组、上三叠统须家河组和下侏罗统自流井组, 其中, 上奥陶统五峰组、下志留统龙马溪组、下寒武统筇竹寺组当前最有利的页岩气勘探开发层位(张金川等, 2008; 张金川等, 2008; 王兰生等, 2009; 董大忠等, 2012), 董大忠等利用资源丰度法估算出四川盆地西南部下寒武统筇竹寺组页

岩气资源量为  $4.13 \times 10^{12} \sim 8.48 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (董大忠等, 2009)。据四川省能源局 2014 年数据, 四川省的页岩气地质资源量约  $27.5 \times 10^{12} \text{ m}^3$ , 可采资源量达  $4.42 \times 10^{12} \text{ m}^3$ ; 而整个四川盆地所有常规气藏的天然气地质资源量为  $9.75 \times 10^{12} \text{ m}^3$ , 可采资源量为  $6.23 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (李建忠等, 2012)。

## 2 四川盆地资源勘探技术现状

### 2.1 页岩气储层评价技术

通过借鉴北美页岩气储层评价方法, 已形成了适宜四川盆地的有机地球化学评价技术(有机质含量、类型、成熟度)、储层物性评价技术(孔隙度、渗透率、含气饱和度、敏感性)、岩石力学评价技术(裂缝发育程度和方向、主应力大小和方向、泊松比、杨氏模量、纵横波传播速度、抗压强度、脆性矿物含量)、含气性评价技术(总含气量、吸附气含量、游离气含量)。这些技术指导了长宁—威远“国家级页岩气示范区”页岩气井试气层段的优选, 并对该区块页岩气水平井的靶体设计提供了依据。

### 2.2 页岩气“甜点区”评价技术

通过对北美页岩气有利区的研究, 结合四川盆地实际情况, 将地质与工程、技术与经济、地面与地下相结合, 优选了页岩厚度、埋藏深度、有机质丰度、热演化程度、含气量、矿物组成、页岩物性和力学性质等评价指标, 已初步形成了页岩测井参数评价流程, 探索了页岩气“甜点区”评价方法, 以及综合分析选区技术。这些技术指导了页岩气勘探开发的有利层系和区域的优选, 提出四川盆地志留系龙马溪组、寒武系筇竹寺组黑色页岩是有利的勘探层系, 蜀南地区的长宁—威远、富顺—永川是最有利的勘探区块。

收稿日期: 2015-02-03; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 周健。

作者简介: 何洪春, 男, 1985 年生。硕士, 助理工程师, 构造地质学专业。Email: he\_hongchun@163.com。

### 3 四川盆地资源勘探技术展望

#### 3.1 亟待解决的技术问题

页岩气勘探有地质、地球物理、地球化学、钻井等方法,而地球物理勘探是主要的且最重要的方法(郑军卫等,2011),利用地震资料可以识别岩性、预测储层、描述构造、检测流体等(王学军等,2014);而测井资料的分析应用,在定性研究方面可以识别岩性和裂缝,在定量研究方面可以计算页岩矿物含量、岩石弹性参数和强度孔隙度、渗透率、TOC、成熟度指数(MI)、含气饱和度等(谭茂金等,2010;谢小国等,2013)。

地球物理勘探技术在非常规油气勘探开发中起着越来越重要的作用(王学军等,2014)。页岩气的储层特性、赋存方式、空间展布、成藏机理与常规油气不同,它与常规油气地球物理勘探技术存在一定的差异。而国内针对页岩气的地震勘探和测井评价技术刚刚起步,应用地震资料识别储层和预测储层横向分布是一个新领域。在利用测井曲线识别和评价页岩气储层方面可参考的资料很少,国外主导页岩气测井评价的是斯仑贝谢公司,但其声波扫描、电阻率成像、元素俘获能谱测井等核心技术(吴庆红等,2011)尚未公开,可借鉴的研究成果很少。因此,为满足四川盆地页岩气勘探开发,急需攻克针对页岩气的地球物理勘探技术。

#### 3.2 当前的勘探任务

尽管四川盆地页岩气资源勘探技术还存在诸多不足,还需要开展很多工作,但目前应该按照示范区先行的思路,重点完成以下任务:

(1)利用地质、地震、钻井、测井、岩心等资料,精细描述示范区的构造形态、断层展布,以及富有机质页岩的厚度变化和平面展布。

(2)深入研究示范区页岩气藏的有机地球化学、矿物岩石、储层物性、岩石力学、含气性、地应力、天然气裂缝特征和分布,深化地质认识,分析页岩气成藏机理和保存条件,确定页岩气“甜点区”优选的参数和指标。

(3)开展适应示范区页岩气藏储量计算方法的研究及储量评价工作,建立页岩气的地球物理预测与评价方法,初步落实示范区内页岩气地质储量。

#### 3.3 重点工作和目标

为完成摸清四川盆地资源家底的任务,应在资源勘探技术方面长期开展以下工作:

(1)地质评价:研究地质特征和地球化学特征,建立适宜四川盆地海相页岩气的地质评价技术及标准,探索海陆过渡相、陆相页岩气的地质评价技术及标准。

(2)储层评价:研究储层评价的地球物理技术和实验分析技术,建立储层评价参数,形成储层预测和评价技术,掌握页岩气储层特征和分布。

(3)资源/储量评价:形成适宜四川盆地的页岩气资源/储量评价体系,首先落实海相页岩气资源量/储量,并尝试计算海陆过渡相和陆相页岩气资源量/储量。

(4)有利区预测:利用地震资料预测页岩气有利区,并结合测井资料落实优质页岩纵向分布,从而优选页岩气有利区域及层位。

(5)岩石物理基础:开展岩石物理性质研究和实验,探索分析方法并研制相关测试设备,评价泥页岩脆性等,形成岩石物理基础评价体系。

(6)“甜点区”预测:掌握泥页岩的空间展布、地化特征、储层物性以及含气量等(张金川等,2012),结合地质评价、岩层地应力及天然裂缝评价等,提出目标区优选的参数和指标,从而有效预测“甜点区”。

## 4 讨论

虽然四川盆地在页岩气资源勘探方面开展了一些研究和实践,在泥页岩地质特征、页岩气形成与富集地质条件、有利区优选等方面取得了重要进展,在页岩气储层评价和“甜点区”评价方面取得了一定成果,但目前还未掌握核心技术,还需要加大研发力度,以长宁—威远示范区为突破口,力争在资源勘探技术方面取得以下成果:

(1)形成一套地球物理勘探技术。

(2)建立一套资源评价体系,落实四川盆地页岩气资源量。

(3)优选一批有利区和“甜点区”。

(4)研发一套储层评价体系,落实四川盆地页岩气储量。

## 参 考 文 献 / References

- 董大忠,邹才能,杨桦,王玉满,李新景,陈更生,王世谦,吕宗刚,黄勇斌. 2012. 中国页岩气勘探开发进展与发展前景. 石油学报, 33(增刊1): 107~114.
- 董大忠,程克明,王世谦,吕宗刚. 2009. 页岩气资源评价方法及其在四川盆地的应用. 天然气工业, 29(5): 33~39.

- 金庆花, 张大权, 翟刚毅. 2013. 关于推进我国页岩气跨越式发展的思考与建议. 地质论评, 59(增刊): 638~640.
- 李建忠, 郑民, 张国生, 杨涛, 王社教, 董大忠, 吴晓智, 瞿辉, 陈晓明. 2012. 中国常规与非常规天然气资源潜力及发展前景. 石油学报, 33(增刊 1): 89~98.
- 谭茂金, 张松扬. 2010. 页岩气储层地球物理测井研究进展. 地球物理学进展, 25(6): 2024~2030.
- 王兰生, 廖仕孟, 陈更生, 郭贵安, 吕宗刚, 付永强. 2011. 中国页岩气勘探开发面临的问题与对策. 天然气工业, 31(12): 119~122.
- 王兰生, 邹春艳, 郑平, 陈盛吉, 张琦, 许斌, 李红卫. 2009. 四川盆地下古生界存在页岩气的地球化学依据. 天然气工业, 29(5): 59~62.
- 王学军, 蔡加铭, 魏小东. 2014. 油气勘探领域地球物理技术现状及其发展趋势. 中国石油勘探, 19(4): 30~42.
- 吴庆红, 李晓波, 刘洪林, 陈霞. 2011. 页岩气测井解释和岩心测试技术——以四川盆地页岩气勘探开发为例. 石油学报, 32(3): 484~488.
- 谢小国, 杨筱. 2013. 页岩气储层特征及测井评价方法. 煤田地质与勘探, 41(6): 27~30.
- 张金川, 林腊梅, 李玉喜, 姜生玲, 刘锦霞, 姜文利, 唐玄, 韩双彪. 2012. 页岩气资源评价方法与技术: 概率体积法. 地学前缘, 19(2): 184~191.
- 张金川, 聂海宽, 徐波, 姜生玲, 张培先. 2008. 四川盆地页岩气成藏地质条件. 天然气工业, 28(2): 151~156.
- 张金川, 徐波, 聂海宽, 汪宗余, 林拓. 2008. 中国页岩气资源勘探潜力. 天然气工业, 28(6): 136~140.
- 郑军卫, 孙德强, 李小燕, 张加林. 2011. 页岩气勘探开发技术进展. 天然气地球科学, 22(3): 511~516.