

煤层甲烷气钻井技术探讨

冯 英,郭建峰,郭良栋,李广江

(中石化新星公司华北局第五普查勘探大队 河南 新乡 453700)

摘 要 根据煤层气勘探实验和对外煤层气合作项目的实施,分析了煤储层特性,介绍了煤层气钻井程序和方法,并对几种方法进行了分析对比。

关键词 煤层气,储层特性,钻井程序,储层保护,钻井技术

中图分类号 TE2 **文献标识码** B **文章编号** 1000-3746(2003)03-0044-02

煤层甲烷气也称煤层气,作为一种非常规天然气资源,在美国已成功进行了大量的开发。而我国在这一领域的研究近些年才开始。笔者参与了部分煤层气勘探实验和对外煤层气合作项目的实施,现就煤层气钻井技术进行一些探讨。

1 煤储层特性

煤层甲烷气为自生自储型非常规天然气资源,在储集层中主要以吸附状态存在,与常规油气藏相比,煤层有以下特点:

(1)煤层气主要吸附于煤层内表面,与游离状态为主的石油天然气有着本质上的区别。

(2)煤岩的主要成分是有机质,胶结性差,割理和裂隙相当发育,这些裂隙相互交叉切割,形成煤储层复杂的割理裂隙系统,使煤储层易碎,成岩性差。

(3)煤储层机械强度弱,易破碎、坍塌、稳定性差。在开采过程中易产生煤屑和煤粉,造成采气通道堵塞。

(4)煤储层孔隙度和渗透率很低,储层压力也低,钻进过程中易造成钻井液对煤层的侵害污染。

(5)煤层甲烷主体为吸附气,采用排水降压采气方法,当井内压力降至解吸压力以下时,气体便从煤体内表面解吸出来而被采出。

(6)煤储层是非均质的,在同一地区有不同的储层特征(渗透率、压力、饱和度、含气量、相对渗透率等)和地质特征(煤级、煤厚、裂隙等),煤储层和地质特征的变化给煤层甲烷气钻井带来了各种各样的问题和钻进施工的变化,同时,煤层的这些独有特性,决定了最终的完井方法和完井技术。

2 煤层甲烷气钻井程序及方法

目前国内外常用的完井方法有套管完井、混合完井(套管-裸眼、套管-筛管)和洞穴完井3种。

2.1 多煤层下套管完井钻井程序及方法

多煤层下套管完井时,需在 $\varnothing 311$ mm的井内下入 $\varnothing 244$ mm的表层套管,然后使用无污染钻井液钻进 $\varnothing 215$ mm的井孔,穿过煤层至终孔。继之用 $\varnothing 139$ mm的套管封闭,并用轻质水泥浆固井。最后,根据要求分别对各煤层进行选择性地开采。

2.2 裸眼完井钻井程序及方法(套管-裸眼完井)

裸眼完井时,通常下入 $\varnothing 244$ mm的表层套管,然后用无污染钻井液钻进 $\varnothing 215$ mm钻孔,穿过煤层至终孔,在下入 $\varnothing 139$ mm套管之前,在井筒内煤层段填入砂子,填砂深度正好位于煤层之上。然后用轻质(低密度)水泥浆固井,再将砂子循环出井筒,这时煤层裸眼工作已完成。

2.3 洞穴完井钻井程序及方法

钻进开始,通常使用无污染钻井液和常规钻进规程,钻进 $\varnothing 215$ mm的井眼,至距煤层顶部(顶板) 3 m左右,下入 $\varnothing 178$ mm的套管,并用水泥固井封固套管。然后配备几台大功率的空压机,将大量空气压入井内,同时装一台特殊的井口装置(旋转头)和地面复式管路系统,以便可靠地控制预料中的气体、水和煤屑的喷出。用欠平衡钻井液(地层水或雾化空气),在煤层中钻 $\varnothing 159$ mm的井孔,裸眼井段就可以形成洞穴了。如果几天内在煤层段不能建成一个洞穴,则可在煤层段下入 $\varnothing 114$ mm的衬管,并用水泥固井,然后压裂开采(套管-筛管完井)。

3 各种完井钻井方法的对比

3.1 裸眼、洞穴完井钻井方法

优点 (1) 能有效消除下套管固井时水泥浆对储层的污染 (2) 洞穴完井时, 在煤层段使用欠平衡钻井流体(地层水或雾化空气) 钻进, 能减少钻井液对储层的损害 (3) 在造洞穴作业时, 能消除任何钻进中可能发生的储层损伤。

缺点 (1) 对储层地质特征要求较严, 只有在高渗透率、易碎和超压煤层的地区才能成功 (2) 井壁不稳定, 对后期开采不利 (3) 不能选择性地对单煤层开采(多煤层裸眼完井)。

3.2 套管完井钻井方法

优点 (1) 能够进行单煤层选择开采 (2) 钻进作业中可以维持井眼稳定 (3) 在使用泥浆钻进时, 可以较好地控制过量涌水或超压气体井喷。

缺点 (1) 钻进过程中, 钻井液对储层的侵害、损伤较严重 (2) 下套管固井作业时, 水泥浆进一步加深了对储层的损伤 (3) 射孔、割缝、压裂等完井作业时, 也能导致储层受到不同程度的损伤。

4 煤层甲烷气钻井作业程序及目的

4.1 钻进

通常用常规钻进方法和技术, 采用泥浆维护井眼稳定和压力控制。在钻进中可能遇到的问题: (1) 地层涌水 (2) 超压煤层引起的井喷 (3) 井眼稳定性/煤层的坍塌 (4) 高渗透率/循环漏失 (5) 煤层损伤等。因此, 在钻进作业中, 除维护井眼稳定和压力控制外, 要尽量减少各种污染对储层的损伤。

4.2 取心

在煤层甲烷气勘探开发过程中, 取心作业是至关重要的环节。煤层的含气量、解吸等温曲线和煤质等通过煤心来获得。由于煤的特殊性, 煤层取心作业与常规取心作业不同, 必须满足以下要求:

(1) 收获率高。提供大直径、足够数量的煤心, 以满足含气量测定和其它分析化验所需的煤心样品。

(2) 提心时间短。减少提心过程中气体的解吸逸散, 以提高煤层含气量测定的准确性。

(3) 出筒和装罐时间短。目的是减少气体在地面的解吸逸散。

因此, 对煤层取心工具和工艺有特殊的要求。目前国内外通常使用绳索半合管取心工具。在取心作业中, 使用无污染的钻井液(pH 值 5.5 ~ 7.5)。

万方数据

推荐使用 LBM“ 四低 ”泥浆(低密度、低粘度、低切力、低碱值) 这种泥浆对煤的基质和矿物成分影响很小。取心作业中要控制取心速率(回次进尺), 以防意外钻穿煤层间的非煤层, 从而造成煤心的磨损。此外, 要设法在非煤层(煤心顶部—顶板) 停止取心, 从而提高煤层取心和煤层对位率。

4.3 测试

评价煤层气储层的另一重要参数是渗透率。通常用测试作业来完成。测试方法: 注入/压降、钻杆测试(DST)、裸眼测试和完井套管测试。

4.4 测井

测井的主要目的是确定煤层厚度和深度, 对地层岩性加以对比。

5 储层损伤与保护

研究表明, 煤层有吸收液体和气体而产生膨胀的特性。煤割理有很低的孔隙率(1% ~ 2%), 即使煤基质只有轻度膨胀, 也会导致孔隙率和渗透率大幅度降低。在煤层甲烷气井的钻井、下套管、固井、射孔、压裂等作业中, 都会使煤储层受到不同程度的污染和损伤。使用 LBM“ 四低 ”泥浆或地层水及雾化空气在煤层中进行欠平衡钻进, 可以防止钻井液、化学添加剂、煤屑压进和堵塞煤的裂隙系统。采用裸眼或洞穴完井, 无需下套管、注水泥, 以防止储层损伤。

6 结语

煤层甲烷气井的设计和钻井过程都必须以“ 储层保护和保护井壁安全 ”为目标。煤层甲烷气钻井的主要问题是煤层损伤、井壁失稳(煤层的坍塌)、循环漏失(高渗透率)、水气的喷出(超压气体)。虽然常规钻井方法能够有效地解决上述问题, 但根据煤的储层特性(渗透率、压力、饱和度、含气量等) 和地质特征(煤级、煤厚、裂隙等) 的变化, 必须将钻井、完井和储层保护工程技术完全综合为一项成功的煤层甲烷气钻井技术。

参考文献:

- [1] 樊世忠, 等. 钻井液完井液及保护油层气技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996.
- [2] 陈庭根, 等. 钻井工程理论与技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.
- [3] 万仁溥, 等. 现代完井工程[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000.
- [4] 刘广志. 开发煤层气的工程技术[J]. 探矿工程, 1998 (1).