

高效合理开发五灵山构造石炭系气藏

—— 一个气田一口气井合理开发

四川石油管理局川东开发公司 科研所 李华明 李永胜

五灵山构造石炭系气藏是一个中孔高渗的裂缝—孔隙型气藏。通过数值模拟研究和对气藏进行经济评价,认为气藏储渗条件好,利用顶部一口气井(七里 25 井)来完成气田开发任务是完全可行的,是高效合理开发气田的典型。

五灵山构造位于四川盆地东部,是七里峡构造带南段的一个次高点。到目前为止,气田共完钻 2 口井,其中气井 1 口,水井 1 口,获上报探明储量 $34.1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。1995 年气井以 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的规模进行生产,至今累计采气 $2.14 \times 10^8 \text{ m}^3$,采出程度 6.3%,目前井口压力 24.8 MPa。通过试采求得了该井控制动态储量达 $19.36 \times 10^8 \text{ m}^3$,原始地层压力 35.510 MPa,无阻流量 $643.39 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,搞清了气藏动态情况。

气田具有高效开发的地质基础

五灵山构造为一非对称东陡西缓的长条型构造,石炭系顶面构造以— 2 900 m 圈闭,东西以断层为界,长轴 23.5 km,短轴 1.5 km,闭合面积 17.5 km^2 。

储层岩性以细粉晶云岩、角砾云岩、溶孔砂屑云岩为主,其中角砾粒屑粗结构云岩占大多数。

岩心分析储层孔隙度一般为 4%~6%,以中、低孔隙为主。渗滤通道主要为孔隙喉道及裂缝。渗透率变化非常大,一般 $0.01 \times 10^{-3} \sim 3.2 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,最高达 $33.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。另外,从试井解释求得气井 K 值为 $113.37 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

储层内裂缝比较发育,裂缝密度一般为 6~21.3 条/m,最高 37 条/m,集中发育于构造顶部,石炭系气藏属裂缝—孔隙型储集。从地震高分辨率解释得知,该气藏储层发育具有成遍分布特点,主体高点基本属 iv、⑤类储层发育区。

该气藏虽然只有一口气井,但据该井试井解释结果来看 S 值为负, Kh 值高达 $347 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2 \cdot \text{m}$,该井井底完善程度高,井周围渗流条件好,具有高产条件,其控制动态储量高达 $19.36 \times 10^8 \text{ m}^3$,具有稳产条件。

数值模拟

根据静、动态资料,建立地质模型,采用国际先进 Workbench 软件,对气藏生产史进行拟合,在拟合精度 97% 以上,求得拟合储量为 $32.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

在采出程度 6.3%、气藏动态情况暴露不充分的情况下,拟合认为:气藏水体属不太活跃的边水,水侵替换系数为 0.02,边水对气藏生产不会造成大的影响,但采速也不宜过

高。

通过数值模拟研究,编制了用现有一口气井生产的四种气藏开采方案(见表 1)。

表 1 五灵山气田石炭系气藏各方案开发指标

方案	日产气量 (10^4 m^3)	采气速度 (%)	稳产年限 (a)	累计产量 (10^8 m^3)	采出程度 (%)
1	30.0	3.05	13.5	23.400	70.07
2	35.0	3.56	10.5	22.970	69.86
3	40.0	4.07	8.5	22.998	69.94
4	45.0	4.58	7.0	22.940	69.77

研究结果表明,气藏稳产年限可达 7 a 以上,最终采气量约 $23 \times 10^8 \text{ m}^3$,采收率约 70%,主要技术指标符合气藏开发条例的要求规范,说明采用顶部一口井完成气田开发任务在技术上是可行的。

经济效益突出

按照工程项目经济评价的有关规定,还对只用一口气井开发五灵山石炭系气藏作了经济评价,在各开发方案下,主要经济指标如表 2 所示。

表 2 各方案主要经济指标一览表

方案	规 模 ($10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)	开采年限 (a)	财务净现值 (万元)	税后内部 收益率(%)	投资回收期 (a)
1	30.0	24	10 221	42.96	4.16
2	35.0	22	11 179	45.24	4.18
3	40.0	20.5	11 962	47.89	4.11
4	45.0	21	12 616	49.70	4.09

由表 2 知,当气井以 $30 \times 10^4 \sim 45 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 变量生产时,气藏开采年限 20.5~24 a,一般只用 4 a 时间即可收回全部投资,财务净现值在 1 个亿以上,内部收益率高达 42% 以上,说明用单口气井来开采该气藏的经济效益十分明显。

该气田仅用一口气井完成开发任务,仍能达到相当高的技术、经济指标,这是高效合理开发气田的典型。

(编辑 曹 丽)