



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111720109 A

(43) 申请公布日 2020. 09. 29

(21) 申请号 202010618882.3

E21B 49/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.01

E21B 47/06 (2012.01)

(71) 申请人 重庆科技学院

地址 401331 重庆市沙坪坝区大学城东路
20号

(72) 发明人 杨威 李志军 陈中华 向祖平
刘忠华 姜柏材 丁洋洋 程泽华
唐欢 常小龙 王子怡 张涵
何琚瑜 胡钟文

(74) 专利代理机构 重庆蕴博君晟知识产权代理
事务所(普通合伙) 50223

代理人 郑勇

(51) Int.Cl.

E21B 47/00 (2012.01)

E21B 43/00 (2006.01)

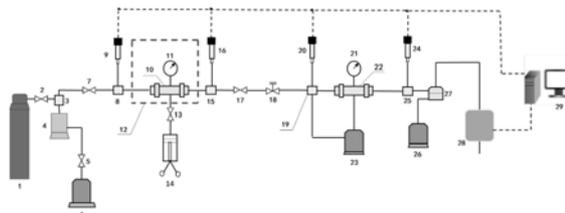
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置及方法,可以进行干气井产气规律物理模拟,得到干气井产气规律。包括依次串联的第一恒速恒压泵、第一控制阀、中间容器、第二控制阀、第一岩心夹持器、第三控制阀、调压阀、第二岩心夹持器、回压阀、流量计,所述中间容器、第二控制阀之间通过三通接头依次连接有第四控制阀、氮气气瓶,所述第一岩心夹持器通过加热系统进行温度控制,第一岩心夹持器通过围压系统设置围压,所述第二岩心夹持器通过围压自动跟踪泵设置围压,所述回压阀通过第二恒速恒压泵设置回压,第一岩心夹持器之间的两端、第二岩心夹持器的两端分别设有压力传感器,用于压力追踪。



1. 一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置,其特征在于,包括依次串联的第一恒速恒压泵、第一控制阀、中间容器、第二控制阀、第一岩心夹持器、第三控制阀、调压阀、第二岩心夹持器、回压阀、流量计,所述中间容器、第二控制阀之间通过三通接头依次连接有第四控制阀、氮气气瓶,所述第一岩心夹持器通过加热系统进行温度控制,第一岩心夹持器通过围压系统设置围压,所述第二岩心夹持器通过围压自动跟踪泵设置围压,所述回压阀通过第二恒速恒压泵设置回压,第一岩心夹持器之间的两端、第二岩心夹持器的两端分别设有压力传感器,用于压力追踪。

2. 根据权利要求1所述的一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置,其特征在于,所述第一岩心夹持器连接第一压力表,所述第二岩心夹持器连接第二压力表,用于检测围压。

3. 根据权利要求1所述的一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置,其特征在于:还包括数据采集系统,所述流量计以及各压力传感器分别与数据采集系统连接,用于采集压力数据、流量数据。

4. 根据权利要求1所述的一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置,其特征在于:围压自动跟踪泵的跟踪管线连接于第二岩心夹持器的进口端,用于追踪第二岩心夹持器的进口端压力。

5. 根据权利要求1所述的一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置,其特征在于:所述第一岩心夹持器、围压系统之间的管路上设置第五控制阀,用于稳定围压。

6. 一种基于定产量生产的干气井生产模拟方法,其特征在于,包括:

取目的层致密砂岩制备第一岩心、第二岩心,并将第一岩心装入第一岩心夹持器中,将第二岩心装入第二岩心夹持器中;

启动加热系统、围压系统,在第一岩心夹持器内模拟目的层的外环境,设目的层的地层压力为 P ;

关闭第一控制阀和第二控制阀,打开第四控制阀,向中间容器中充入足量氮气,再关闭第四控制阀;

打开第一控制阀和第二控制阀,启动第一恒速恒压泵,向第一岩心夹持器中充入氮气,待达到压力 P 后,依次关闭第一恒速恒压泵,第一控制阀和第二控制阀,直至压力稳定;

根据所需生产压差调节调压阀,对第二岩心夹持器进口端气压进行减压,减压后,第二岩心夹持器进口端的气体压力为 P_1 ,第二岩心夹持器出口端压力为 P_2 ;

利用围压自动跟踪泵设置压差,跟踪第二岩心夹持器进口端气体压力 P_1 ,进而自动变换产生围压;

根据气层废弃压力,利用第二恒速恒压泵对回压阀给定回压 P_3 ,打开第三控制阀,调节调压阀开始模拟生产,用压力传感器监测第一岩心夹持器与第二岩心夹持器两端压力随时间的变化曲线,并同步监测流量计中气体流量随时间的变化曲线,直至生产结束;

系统生产压差为 $\Delta P = P_1 - P_3$,当 $P > P_1$,气井生产模拟系统为稳产阶段,当 $P = P_1$ 时,气井生产模拟系统开始由稳产阶段转为递减阶段,此时 P 与 P_1 同时降低,当 $P = P_1 = P_3$ 时,气井生产模拟系统停止模拟生产。

7. 根据权利要求6所述的一种基于定产量生产的干气井生产模拟方法,其特征在于:第一岩心、第二岩心的制备方法为:将岩心烘干至恒重,再放置冷却器中,冷却至室温,测量岩心的长度和直径,第二岩心的渗透率低于第一岩心的渗透率。

8. 根据权利要求6所述的一种基于定产量生产的干气井生产模拟方法,其特征在于:模拟生产之前,将第一岩心夹持器、第二岩心夹持器预填充气体以保证实验数据的连续性。

9. 根据权利要求6所述的一种基于定产量生产的干气井生产模拟方法,其特征在于:通过改变生产压差,多次进行生产模拟,得到该干气井产气规律。

一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于油气开采实验技术领域,主要涉及一种室内模拟在定产量生产制度条件下气井产气规律的物理模拟装置和方法。

背景技术

[0002] 传统气井产量的递减规律主要是基于已有的生产数据使用气藏工程的方法或者数值模拟的方法进行研究,传统气井产量的确定方法主要是对同类气井的借鉴,相同气藏的气井基本使用相同的产量确定标准。但是,由于实际气井生产具有单向性(生产不能重现,参数不能重置),导致气井实际产量与最佳产量之间差异过大。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置及方法,可以进行干气井产气规律物理模拟,得到干气井产气规律。

[0004] 本发明的目的是这样实现的:

[0005] 一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置,包括依次串联的第一恒速恒压泵、第一控制阀、中间容器、第二控制阀、第一岩心夹持器、第三控制阀、调压阀、第二岩心夹持器、回压阀、流量计,所述中间容器、第二控制阀之间通过三通接头依次连接有第四控制阀、氮气气瓶,所述第一岩心夹持器通过加热系统进行温度控制,第一岩心夹持器通过围压系统设置围压,所述第二岩心夹持器通过围压自动跟踪泵设置围压,所述回压阀通过第二恒速恒压泵设置回压,第一岩心夹持器之间的两端、第二岩心夹持器的两端分别设有压力传感器,用于压力追踪。

[0006] 优选地,所述第一岩心夹持器连接第一压力表,所述第二岩心夹持器连接第二压力表,用于检测围压。

[0007] 优选地,还包括数据采集系统,所述流量计以及各压力传感器分别与数据采集系统连接,用于采集压力数据、流量数据。

[0008] 优选地,围压自动跟踪泵的跟踪管线连接于第二岩心夹持器的进口端,用于追踪第二岩心夹持器的进口端压力。

[0009] 优选地,所述第一岩心夹持器、围压系统之间的管路上设置第五控制阀,用于稳定围压。

[0010] 一种基于定产量生产的干气井生产模拟方法,包括:

[0011] 取目的层致密砂岩制备第一岩心、第二岩心,并将第一岩心装入第一岩心夹持器中,将第二岩心装入第二岩心夹持器中;

[0012] 启动加热系统、围压系统,在第一岩心夹持器内模拟目的层的外环境,设目的层的地层压力为P;

[0013] 关闭第一控制阀和第二控制阀,打开第四控制阀,向中间容器中充入足量氮气,再关闭第四控制阀;

[0014] 打开第一控制阀和第二控制阀,启动第一恒速恒压泵,向第一岩心夹持器中充入氮气,待达到压力 P 后,依次关闭第一恒速恒压泵,第一控制阀和第二控制阀,直至压力稳定;

[0015] 根据所需生产压差调节调压阀,对第二岩心夹持器进口端气压进行减压,减压后,第二岩心夹持器进口端的气体压力为 P_1 ,第二岩心夹持器出口端压力为 P_2 ;

[0016] 利用围压自动跟踪泵设置压差,跟踪第二岩心夹持器进口端气体压力 P_1 ,进而自动变换产生围压;

[0017] 根据气层废弃压力,利用第二恒速恒压泵对回压阀给定回压 P_3 ,打开第三控制阀,调节调压阀开始模拟生产,用压力传感器监测第一岩心夹持器与第二岩心夹持器两端压力随时间的变化曲线,并同步监测流量计中气体流量随时间的变化曲线,直至生产结束;

[0018] 系统生产压差为 $\Delta P = P_1 - P_3$,当 $P > P_1$,气井生产模拟系统为稳产阶段,当 $P = P_1$ 时,气井生产模拟系统开始由稳产阶段转为递减阶段,此时 P 与 P_1 同时降低,当 $P = P_1 = P_3$ 时,气井生产模拟系统停止模拟生产。

[0019] 优选地,第一岩心、第二岩心的制备方法为:将岩心烘干至恒重,再放置冷却器中,冷却至室温,测量岩心的长度和直径,第二岩心的渗透率低于第一岩心的渗透率。

[0020] 优选地,模拟生产之前,将第一岩心夹持器、第二岩心夹持器预填充气体以保证实验数据的连续性。

[0021] 优选地,通过改变生产压差,多次进行生产模拟,得到该干气井产气规律。

[0022] 由于采用了上述技术方案,本发明具有如下有益效果:

[0023] 本发明提供的物理模拟装置及方法主要是基于干气井的生产特征和气藏的物性特征,在室内模拟储层的温度和压力等条件下,使用储层岩心或人造岩心模拟气藏储层;基于压力自动跟踪控制技术,发明实验过程中的产量控制装置模拟气井井口节流装置;使用现有产量递减和压力递减分析方法,可以分析实验测试数据呈现出来的规律。

[0024] 本发明的优点主要有:

[0025] (1) 与传统的经过简化地层渗流过程建立模型进行理论计算的气井配产方法相比,本发明基于致密砂岩气层气体产出的过程,更加真实的还原储层气体产出的条件,减小了配产误差;

[0026] (2) 利用相似原理,建立起了室内实验结果与矿场生产数据的桥梁,可以指导现场的合理配产;

[0027] (3) 操作工艺简单,经济成本低;

[0028] (4) 针对性强、重复性好,便于长时间地开展实验。

附图说明

[0029] 图1为本发明的结构示意图;

[0030] 图2-图5为模拟生产实验结果图。

[0031] 1. 氮气气瓶, 2、5、7、13、17. 控制阀, 3、8、15、25. 三通接头, 4. 中间容器, 6、26. 恒速恒压泵, 9、16、20、24. 压力传感器, 10. 第一岩心夹持器, 11、21. 压力表, 12. 加热系统, 14. 围压系统, 18. 调压阀, 19. 四通接头, 22. 第二岩心夹持器, 23. 围压自动跟踪泵, 27. 回压阀, 28. 流量计, 29. 数据采集系统。

具体实施方式

[0032] 一种基于定产量生产的干气井生产模拟装置,包括依次串联的第一恒速恒压泵6、第一控制阀5、中间容器4、第二控制阀7、第一岩心夹持器10(38mm岩心夹持器)、第三控制阀17、调压阀18、第二岩心夹持器22(25mm岩心夹持器)、回压阀27、流量计28,所述中间容器4、第二控制阀7之间通过三通接头3依次连接有第四控制阀2、氮气气瓶1,所述第一岩心夹持器10通过加热系统12进行温度控制,第一岩心夹持器10通过围压系统14设置围压,围压系统14采用常规围压系统,所述第二岩心夹持器22通过围压自动跟踪泵23设置围压,这部分选择自动跟踪泵设置压差是因为待调压过后,调压阀出口端压力会略有些不稳定,利用自动跟踪泵可以更方便的调节围压与第二岩心夹持器入口端的压差,同时消除应力敏感效应的影响。利用自动跟踪泵可以更方便的控制压力,为了更好的维持稳产。所述回压阀27通过第二恒速恒压泵26设置回压,第一岩心夹持器10的两端、第二岩心夹持器22的两端分别设有压力传感器,用于压力追踪。

[0033] 围压自动跟踪泵23的跟踪管线连接于第二岩心夹持器22的进口端,用于追踪第二岩心夹持器22的进口端压力。所述第一岩心夹持器10连接第一压力表11,所述第二岩心夹持器22连接第二压力表21,用于检测围压。所述第一岩心夹持器10、围压系统14之间的管路上设置第五控制阀13,用于稳定围压。实验过程中围压很高,当手摇泵打到头需要重新吸液的时候,应当关闭阀门13,待吸液结束继续增压时,继续保持第五控制阀13关闭,先将围压泵压力增至与夹持器围压基本相等,再打开第五控制阀13继续增加夹持器的围压。防止手摇泵吸液后泵体压力降低,导致夹持器围压随之降低,以稳定围压。还包括数据采集系统29,所述流量计28以及各压力传感器分别与数据采集系统29连接,用于采集压力数据、流量数据。

[0034] 一种基于定产量生产的干气井生产模拟方法,包括:

[0035] 取目的层致密砂岩制备第一岩心、第二岩心,并将第一岩心装入第一岩心夹持器10中,将第二岩心装入第二岩心夹持器22中;第一岩心、第二岩心的制备方法为:将岩心100℃条件下烘干至恒重,再放置冷却器中,冷却至室温,测量岩心的长度和直径,使其适配岩心夹持器。第二岩心的渗透率低于第一岩心的渗透率,以对应所需压力,第二岩心根据放气速度的快慢进行选择。

[0036] 模拟生产之前,将第一岩心夹持器10、第二岩心夹持器22预填充气体以保证实验数据的连续性。

[0037] 启动加热系统12、围压系统14,在第一岩心夹持器10内模拟目的层的外环境,设目的层的地层压力为P;

[0038] 关闭第一控制阀5和第二控制阀7,打开第四控制阀2,向中间容器4中充入足量氮气,再关闭第四控制阀2;

[0039] 打开第一控制阀5和第二控制阀7,启动第一恒速恒压泵6,向第一岩心夹持器10中充入氮气,待达到压力P后,依次关闭第一恒速恒压泵6,第一控制阀5和第二控制阀7,直至压力稳定;

[0040] 根据所需生产压差调节调压阀18,对第二岩心夹持器22进口端气压进行减压,减压后,第二岩心夹持器22进口端的气体压力为 P_1 ,第二岩心夹持器22出口端压力为 P_2 ;

[0041] 利用围压自动跟踪泵23设置压差,跟踪第二岩心夹持器22进口端气体压力 P_1 ,进

而自动变换产生围压；

[0042] 根据气层废弃压力,利用第二恒速恒压泵26对回压阀27给定回压 P_3 ,打开第三控制阀17,调节调压阀18开始模拟生产,分别用压力传感器9、16、20和24监测第一岩心夹持器10与第二岩心夹持器22两端压力随时间的变化曲线,并同步监测流量计28中气体流量随时间的变化曲线,直至生产结束；

[0043] 系统生产压差为 $\Delta P=P_1-P_3$,当 $P>P_1$,气井生产模拟系统为稳产阶段,当 $P=P_1$ 时,气井生产模拟系统开始由稳产阶段转为递减阶段,此时 P 与 P_1 同时降低,当 $P=P_1=P_3$ 时,气井生产模拟系统停止模拟生产。

[0044] 通过改变生产压差,多次进行生产模拟,得到该干气井产气规律。

[0045] 最后说明的是,以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述,但本领域技术人员应当理解,可以在形式上和细节上对其作出各种各样的改变,而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。

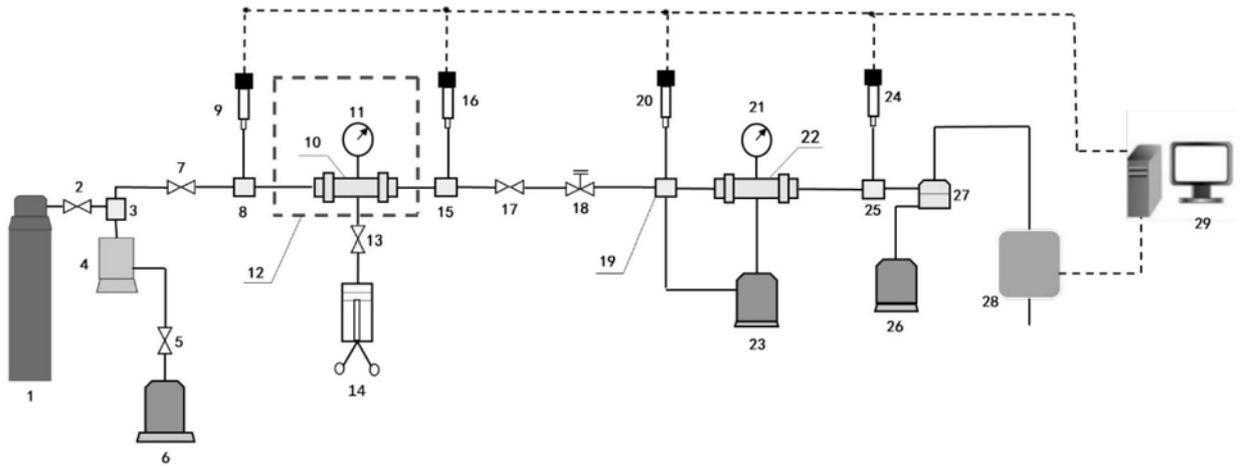


图1

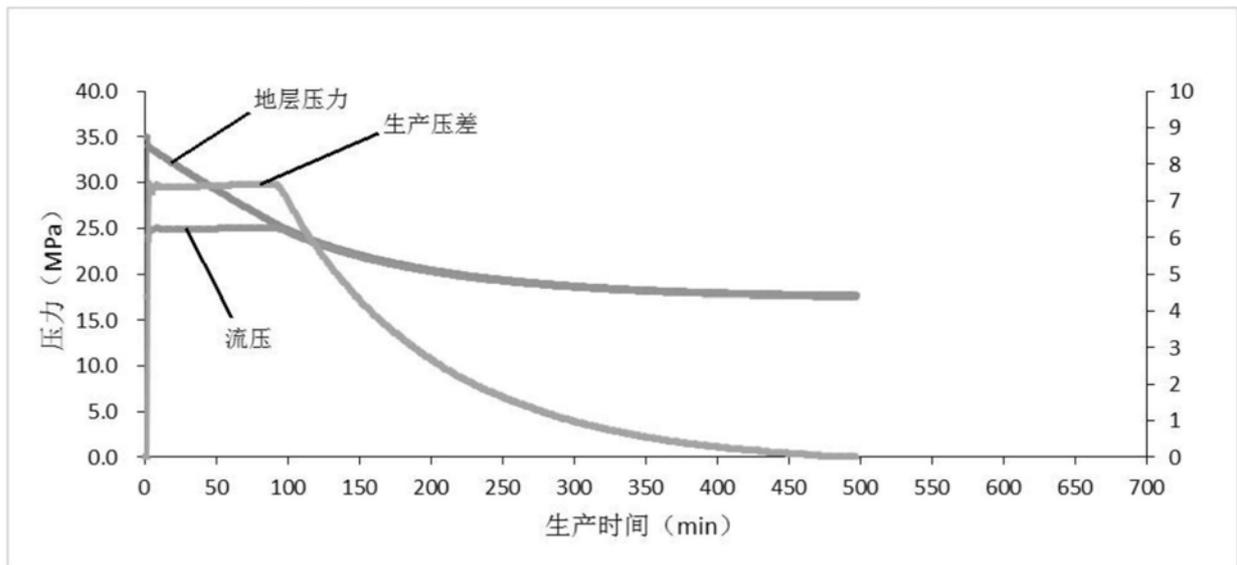


图2

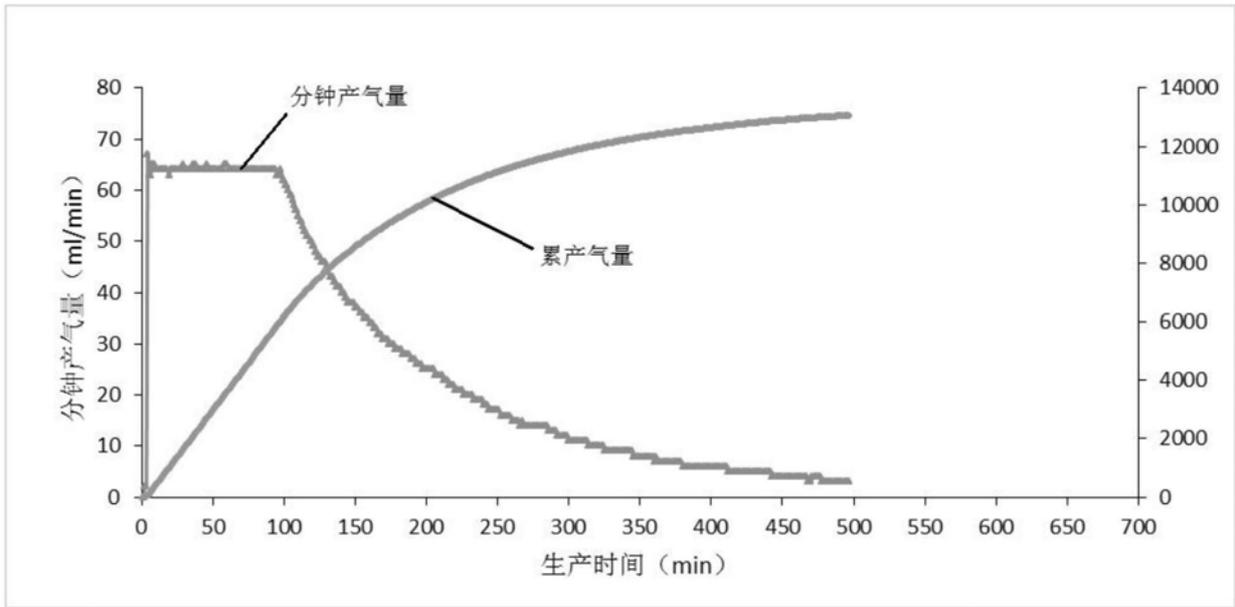


图3

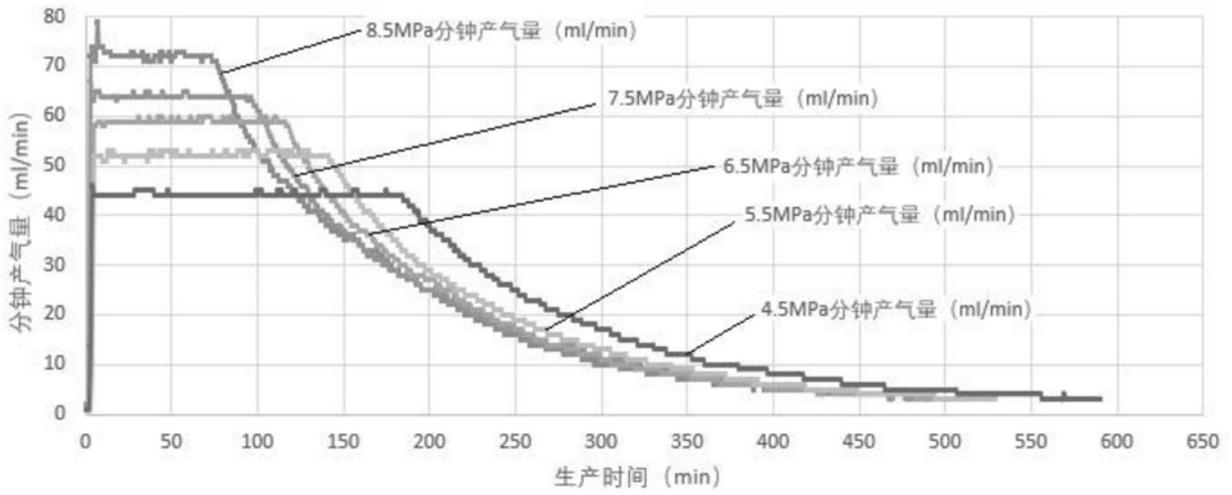


图4

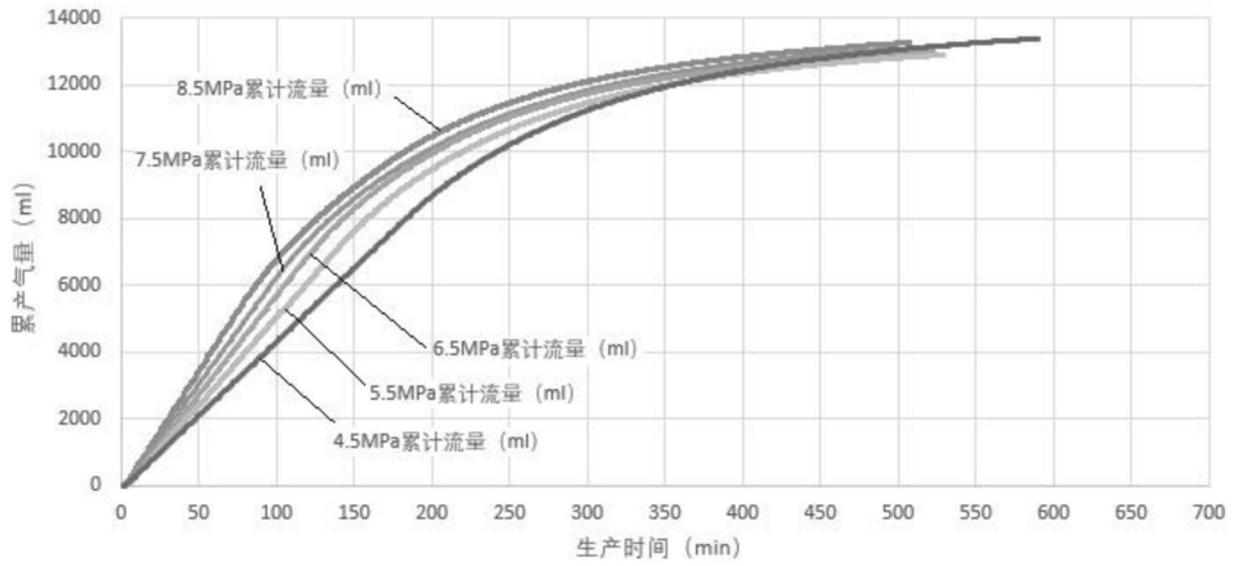


图5