



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106089183 B

(45)授权公告日 2019.05.03

(21)申请号 201610688638.8

E21B 47/10(2012.01)

(22)申请日 2016.08.18

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106089183 A

CN 203008889 U,2013.06.19,

CN 204113272 U,2015.01.21,

CN 103531076 A,2014.01.22,

CN 201705322 U,2011.01.12,

CN 101852076 A,2010.10.06,

(43)申请公布日 2016.11.09

(73)专利权人 重庆科技学院

地址 401331 重庆市沙坪坝区虎溪大学城

审查员 李慧杰

(72)发明人 雷宗明 王冬平 赵士林 黄靖富

蔡文涛 王伟 何彦希

(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 王玉芝

(51)Int.Cl.

E21B 47/00(2012.01)

E21B 47/06(2012.01)

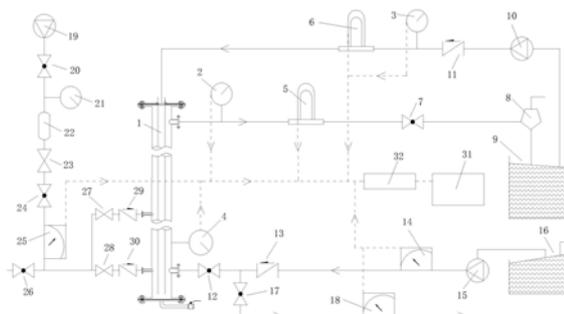
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

微流量检测实验装置

(57)摘要

本发明提供一种微流量检测实验装置,包括井筒、钻井液循环管路、水溢流管路、漏失管路、气体溢流管路和数据采集系统;钻井液循环管路包括第一压力变送器、第二压力变送器、第三压力变送器、第一质量流量计、第二质量流量计、第一球阀、气液分离器、第一储水槽、第一螺杆泵和第一止回阀;水溢流管路包括第二球阀、第二止回阀、第一转子流量计、第二螺杆泵和第二储水槽;漏失管路包括第三球阀和第二转子流量计;气体溢流管路包括空气压缩机、第四球阀、压力表、容积罐、针阀、第五球阀、第三转子流量计、第六球阀、第一截止阀、第二截止阀、第三止回阀和第四止回阀;数据采集系统包括计算机和A/D转换器。利用本发明能够准确及时地判断溢流或漏失。



1. 一种微流量检测实验装置,其特征在于,包括:

井筒、钻井液循环管路、水溢流管路、漏失管路、气体溢流管路和数据采集系统;其中,

所述钻井液循环管路包括第一压力变送器、第二压力变送器、第三压力变送器、第一质量流量计、第二质量流量计、第一球阀、气液分离器、第一储水槽、第一螺杆泵和第一止回阀;其中,从所述井筒的出口到所述井筒的进口之间依次连接所述第一压力变送器、所述第一质量流量计、所述第一球阀、所述气液分离器、所述第一储水槽、所述第一螺杆泵、所述第一止回阀、所述第二压力变送器、所述第二质量流量计,以及,所述第三压力变送器连接在所述井筒的底段;

所述水溢流管路包括第二球阀、第二止回阀、第一转子流量计、第二螺杆泵和第二储水槽;其中,从所述第二储水槽到所述井筒底段的液体溢流口之间依次连接所述第二螺杆泵、所述第一转子流量计、所述第二止回阀和所述第二球阀;

所述漏失管路包括第三球阀和第二转子流量计,所述第三球阀的一端连接在所述第二球阀与所述第二止回阀之间的管路上,所述第三球阀的另一端与所述第二转子流量计的一端连接,所述第二转子流量计的另一端与所述第二储水槽连接;

所述气体溢流管路包括空气压缩机、第四球阀、压力表、容积罐、针阀、第五球阀、第三转子流量计、第六球阀、第一截止阀、第二截止阀、第三止回阀和第四止回阀;其中,所述空气压缩机、所述第四球阀、所述压力表、所述容积罐、所述针阀、所述第五球阀和所述第三转子流量计依次连接形成气体溢流主管路;所述第一截止阀与所述第三止回阀连接形成气体溢流第一支路,所述气体溢流第一支路位于所述第三止回阀的一端与所述井筒底段的第一气体溢流口连接,所述气体溢流第一支路位于所述第一截止阀的一端与所述气体溢流主管路的第三转子流量计连接;所述第二截止阀与所述第四止回阀连接形成气体溢流第二支路,所述气体溢流第二支路位于所述第四止回阀的一端与所述井筒底段的第二气体溢流口连接,所述气体溢流第二支路位于所述第二截止阀的一端与所述气体溢流主管路的第三转子流量计连接,所述第六球阀连接在所述第三转子流量计与所述气体溢流第一支路和所述气体溢流第二支路相交处之间的管路上;其中,所述第一气体溢流口的直径大于所述第二气体溢流口的直径;

所述数据采集系统包括计算机和A/D转换器,所述A/D转换器分别与所述第一压力变送器、所述第二压力变送器、所述第三压力变送器、所述第一质量流量计、所述第二质量流量计、所述第一转子流量计、所述第二转子流量计和所述第三转子流量计连接,用于采集模拟信号并转换成数字信号传送给所述计算机。

2. 如权利要求1所述的微流量检测实验装置,其特征在于,

所述第一螺杆泵和所述第二螺杆泵均为G型螺杆泵,所述G型螺杆泵的出口直径为25mm。

微流量检测实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及钻井设备技术领域,更为具体地,涉及一种微流量检测实验装置。

背景技术

[0002] 随着石油勘探开发向着更多复杂深部地层发展,钻井过程中遇到的窄密度安全窗口问题越来越突出,严重制约着石油勘探事业的发展。微流量控制压力钻井技术是一种改进的控压钻井技术,结合欠平衡钻井和常规钻井技术的优点,它具有精确检测溢流与漏失的能力,准确判断侵入井筒内流体的量并计算出较为准确的地层压力值,及时进行反馈控制使井底压力在安全窗口内,有效保证了钻井安全性。

发明内容

[0003] 鉴于上述问题,本发明的目的是提供一种微流量检测实验装置,以解决现场微流量检测数据难以获取的问题。

[0004] 本发明提供的微流量检测实验装置,包括:

[0005] 井筒、钻井液循环管路、水溢流管路、漏失管路、气体溢流管路和数据采集系统;其中,钻井液循环管路包括第一压力变送器、第二压力变送器、第三压力变送器、第一质量流量计、第二质量流量计、第一球阀、气液分离器、第一储水槽、第一螺杆泵和第一止回阀;其中,从井筒的出口到井筒的进口之间依次连接第一压力变送器、第一质量流量计、第一球阀、气液分离器、第一储水槽、第一螺杆泵、第一止回阀、第二压力变送器、第二质量流量计,以及,第三压力变送器连接在井筒的底段;水溢流管路包括第二球阀、第二止回阀、第一转子流量计、第二螺杆泵和第二储水槽;其中,从第二储水槽到井筒底段的液体溢流口之间依次连接第二螺杆泵、第一转子流量计、第二止回阀和第二球阀;漏失管路包括第三球阀和第二转子流量计,第三球阀的一端连接在第二球阀与第二止回阀之间的管路上,第三球阀的另一端与第二转子流量计的一端连接,第二转子流量计的另一端与第二储水槽连接;气体溢流管路包括空气压缩机、第四球阀、压力表、容积罐、针阀、第五球阀、第三转子流量计、第六球阀、第一截止阀、第二截止阀、第三止回阀和第四止回阀;其中,空气压缩机、第四球阀、压力表、容积罐、针阀、第五球阀和第三转子流量计依次连接形成气体溢流主管路;第一截止阀与第三止回阀连接形成气体溢流第一支路,气体溢流第一支路位于第三止回阀的一端与井筒底段的第一气体溢流口连接,气体溢流第一支路位于第一截止阀的一端与气体溢流主管路的第三转子流量计连接;第二截止阀与第四止回阀连接形成气体溢流第二支路,气体溢流第二支路位于第四止回阀的一端与井筒底段的第二气体溢流口连接,气体溢流第二支路位于第二截止阀的一端与气体溢流主管路的第三转子流量计连接,第六球阀连接在第三转子流量计与气体溢流第一支路和气体溢流第二支路相交处之间的管路上;其中,第一气体溢流口的直径大于第二气体溢流口的直径;数据采集系统包括计算机和A/D转换器,A/D转换器分别与第一压力变送器、第二压力变送器、第三压力变送器、第一质量流量计、第二质量流量计、第一转子流量计、第二转子流量计和第三转子流量计连接,用于采集模拟信号

并转换成数字信号传送给所述计算机。

[0006] 另外,优选的方案是,第一螺杆泵和第二螺杆泵均为G型螺杆泵,G型螺杆泵的出口直径为25mm。

[0007] 利用本发明提供的微流量检测实验装置,能够实现对井筒进出口的流量、密度和压力等关键数据的一体化检测,并通过对溢流与漏失后引起的井筒进出口压力、流量等参数变化,准确地、及时地判断溢流或漏失的发生。

[0008] 为了实现上述以及相关目的,本发明的一个或多个方面包括后面将详细说明并在权利要求中特别指出的特征。下面的说明以及附图详细说明了本发明的某些示例性方面。然而,这些方面指示的仅仅是可使用本发明的原理的各种方式中的一些方式。此外,本发明旨在包括所有这些方面以及它们的等同物。

附图说明

[0009] 通过参考以下结合附图的说明及权利要求书的内容,并且随着对本发明的更全面理解,本发明的其它目的及结果将更加明白及易于理解。在附图中:

[0010] 图1为根据本发明实施例的微流量检测实验装置的管路示意图;

[0011] 图2为根据本发明实施例的微流量检测实验装置的正常循环流量、密度、压力曲线图;

[0012] 图3为根据本发明实施例的微流量检测实验装置的水溢流流量、密度、压力曲线图;

[0013] 图4为根据本发明实施例的微流量检测实验装置的气体溢流流量、密度、压力曲线图;

[0014] 图5为根据本发明实施例的微流量检测实验装置的漏失流量、密度、压力曲线图。

[0015] 在所有附图中相同的标号指示相似或相应的特征或功能。

[0016] 其中的附图标记包括:井筒1、第一压力变送器2、第二压力变送器3、第三压力变送器4、第一质量流量计5、第二质量流量计6、第一球阀7、气液分离器8、第一储水槽9、第一螺杆泵10、第一止回阀11、第二球阀12、第二止回阀13、第一转子流量计14、第二螺杆泵15、第二储水槽16、第三球阀17、第二转子流量计18、空气压缩机19、第四球阀20、压力表21、容积罐22、针阀23、第五球阀24、第三转子流量计25、第六球阀26、第一截止阀27、第二截止阀28、第三止回阀29、第四止回阀30、计算机31、A/D转换器32。

具体实施方式

[0017] 在下面的描述中,出于说明的目的,为了提供对一个或多个实施例的全面理解,阐述了许多具体细节。然而,很明显,也可以在没有这些具体细节的情况下实现这些实施例。

[0018] 图1示出了根据本发明实施例的微流量检测实验装置的管路。

[0019] 如图1所示,本发明的微流量检测实验装置,包括:井筒1、钻井液循环管路、水溢流管路、漏失管路、气体溢流管路和数据采集系统。下面分别对井筒、四类管路和数据采集系统进行说明。

[0020] 一、井筒

[0021] 井筒1包括顶段的进口和出口、底段的液体溢流口和漏失口和两个气体溢流口,液

体溢流口和漏失口共用一个口,两个气体溢流口的气量大小不同,两个气体溢流口分别为第一气体溢流口和第二气体溢流口,且,第一气体溢流口的直径大于第二气体溢流口的直径,即,第一气体溢流口的气量大于第二气体溢流口的气量。

[0022] 二、钻井液循环管路

[0023] 钻井液循环管路为闭环的循环管路,以保证流入井筒的钻井液量与流出的量一致。钻井液循环管路具体包括第一压力变送器2、第二压力变送器3、第三压力变送器4、第一质量流量计5、第二质量流量计6、第一球阀7、气液分离器8、第一储水槽9、第一螺杆泵10和第一止回阀11;其中,从井筒1的出口到井筒1的进口之间依次连接第一压力变送器2、第一质量流量计5、第一球阀7、气液分离器8、第一储水槽9、第一螺杆泵10、第一止回阀11、第二压力变送器3和第二质量流量计6,而第三压力变送器4连接在井筒1的底段。

[0024] 井筒1的进口和出口安装质量流量计,以精确检测进出口的流量,设定预期返回量,通过实时对比井筒1出口实际返回量与预期返回量来判断溢流与漏失,实现钻井液的循环过程。

[0025] 通过第一螺杆泵10将第一储水槽9内的水泵入钻井液循环管路,水顺着钻井液循环管路经过第一压力变送器2和第一质量流量计5的检测后进入井筒1。为了防止井筒1内的水倒流进第一储水槽9,在钻井液循环管路上设置第一止回阀11。

[0026] 井筒1内的气体和液体通过出口排出,经过第二压力变送器3和第二质量流量计6的检测后,由气液分离器8进行分离,分离后的液体流入第一储水槽9。

[0027] 三、水溢流管路

[0028] 水溢流管路包括第二球阀12、第二止回阀13、第一转子流量计14、第二螺杆泵15和第二储水槽16;其中,从第二储水槽16到井筒1底段的液体溢流口之间依次连接第二螺杆泵15、第一转子流量计14、第二止回阀13和第二球阀13。

[0029] 通过第二螺杆泵15将第二储水槽16内的水泵入水溢流管路,水顺着管路经过第一转子流量计14检测流量后进入井筒1。为了防止井筒1内的液体倒流进入水溢流管路,在水溢流管路上安装第二止回阀13。为了向井筒1内提供流量和压力稳定的溢流,采用自吸能力强、输出流量平稳、压力脉动小的G型螺杆泵作为第二螺杆泵15,G型螺杆泵的出口直径为25mm,第一螺杆泵10也为G型螺杆泵。

[0030] 四、漏失管路

[0031] 微流量检测实验装置为模拟漏失的产生,设置一条漏失管路,当装置需要产生漏失时,只需将漏失管路上的球阀打开,在压力的作用下,井筒1内一部分的钻井液会流进漏失管路,最后收集在第二储水箱16中。

[0032] 漏失管路包括第三球阀17和第二转子流量计18,第三球阀17的一端连接在第二球阀12与第二止回阀13之间的管路上,第三球阀17的另一端与第二转子流量计18的一端连接,第二转子流量计18的另一端与第二储水槽16连接。

[0033] 五、气体溢流管路

[0034] 气体溢流管路包括空气压缩机19、第四球阀20、压力表21、容积罐22、针阀23、第五球阀24、第三转子流量计25、第六球阀26、第一截止阀27、第二截止阀28、第三止回阀29和第四止回阀30;其中,空气压缩机19、第四球阀20、压力表21、容积罐22、针阀23、第五球阀24和第三转子流量计25依次连接形成气体溢流主管路;第一截止阀27与第三止回阀29连接形成

气体溢流第一支路,气体溢流第一支路位于第三止回阀29的一端与井筒1底段的第一气体溢流口连接,气体溢流第一支路位于第一截止阀27的一端与气体溢流主管路的第三转子流量计25连接;第二截止阀28与第四止回阀30连接形成气体溢流第二支路,气体溢流第二支路位于第四止回阀30的一端与井筒1底段的第二气体溢流口连接,气体溢流第二支路位于第二截止阀28的一端与气体溢流主管路的第三转子流量计25连接,第六球阀26的一端连接在第三转子流量计25与气体溢流第一支路和气体溢流第二支路相交处之间的管路上,另一端连接排气口。

[0035] 设置气体溢流管路的目的在于使微流量检测实验装置可实现不同形式的气体溢流,可实现对井筒1的定量间断注气和连续注气,可通过调节针阀23的开度来调整进气速度。由第三转子流量计25精确检测进出井筒1钻井液的流量、密度。

[0036] 本发明通过压力变送器测量进出口压力,对比井筒出口实际测量值与期望值(正常钻井液循环时已测定)判断是否有溢流。若发生溢流,通过密度变化区别是气体溢流还是水溢流,气体溢流时出口密度变小,水溢流时出口密度不变。

[0037] 六、数据采集系统

[0038] 数据采集系统包括计算机31和A/D转换器32,A/D转换器32分别采集第一压力变送器2、第二压力变送器3、第三压力变送器4、第一质量流量计5、第二质量流量计6、第一转子流量计14、第二转子流量计18和第三转子流量计25的模拟信号并转换成数字信号传送给计算机31,通过计算机31进行显示、存储和分析。

[0039] 下面本发明通过几个模拟试验对微流量检测实验装置进行说明。

[0040] 1、模拟正常钻井液循环实验

[0041] 实验流程包括:

[0042] 1) 关闭所有的井筒支路及井底排液口,开启钻井液循环管路上的球阀;

[0043] 2) 低转速启动G35螺杆泵,缓慢提高转速,保护系统安全,并检查管路是否有异常;

[0044] 3) 打开计算机,开启三个压力变送器和两个质量流量计的电源;

[0045] 4) 调节螺杆泵转速,使G35螺杆泵出口流量为 $5.76\text{m}^3/\text{h}$,即达到入口管路质量流量计显示流量为 $0.096\text{m}^3/\text{min}$;

[0046] 5) 当管路中钻井液循环稳定,即仪表检测的数据显示稳定时,开始采集数据。数据采集完成后,将G35螺杆泵减速,直至关闭,为了避免过高的水击压力,G35螺杆泵应连续缓慢减速;

[0047] 6) 关闭管路中的球阀,关闭检测设备电源。开启井筒底部排液阀,排出井筒中残余流体;

[0048] 获得流量、压力、密度曲线如图2所示。

[0049] 从图2中可以看出,循环稳定后的井筒的进出口流量值有微小的波动,波动范围为进口 $95\sim 97\text{L}/\text{min}$,出口 $90\sim 100\text{L}/\text{min}$ 。理论上,正常循环条件下,井筒的进出口流量值或流量范围值应保持一致,此处的检测值不一致可能是两台检测设备本身的对同一检测差异导致的,这种恒定的检测误差不影响装置对微流量的检测。

[0050] 2、模拟水溢流实验

[0051] 实验流程包括:

[0052] 1) 保持正常钻井液循环过程,调整螺杆泵转速,使螺杆泵出口流量为 $5.76\text{m}^3/\text{h}$;

[0053] 2) 开启溢流管路转子流量计电源;

[0054] 3) 开启溢流管路上的截止阀;

[0055] 4) 低转速启动溢流螺杆泵,缓慢提高转速,保护系统安全;

[0056] 5) 采集进出口流量、密度和压力数据,转子流量计数据。当转子流量计显示累计溢流8L时为一次采集数据完成;

[0057] 6) 数据采集完成后,将螺杆泵减速,直至关闭,为了避免过高的水击压力,螺杆泵应连续缓慢减速至停止转动;

[0058] 7) 关闭溢流管路中的截止阀。关闭钻井液循环管路中的阀门,关闭检测设备电源。开启井筒底部排液阀,排出井筒中残余流体;

[0059] 获得流量、压力、密度曲线如图3所示。

[0060] 从图3中可以看出,发生溢流后,井筒的入口流量不变,出口流量立即增大,流量增加了10L/min;溢流前后的密度值没有发生变化,则可判断检测流体与模拟钻井液用流体一样,即为水;所检测的三个压力值都有增大,这是因为稳定循环的井筒内有流体侵入,使得井筒流体压力增加,并且循环流体不具有压缩性,压力的变化将很快传递到整个闭环循环管路中,导致出入口和井底的压力同时增大。

[0061] 由此可知,在溢流发生之后,模拟井筒的进口流量不变,出口流量增加,且进出口和井底的压力都会增加,这些增加值都超过了期望值,通过监测其中任意增加值都可以判断出溢流,即在累计溢流8L内可以很早判断出溢流。

[0062] 3、模拟气体溢流实验

[0063] 实验流程包括:

[0064] 1) 保持正常钻井液循环过程,调整螺杆泵转速,使螺杆泵出口流量为5.76m³/h;

[0065] 2) 关闭气体循环管路中的排气球阀03、截止阀02和截止阀01,其它阀门打开;开启气体溢流管路转子流量计电源;

[0066] 3) 开启空气压缩机,待空气压缩机自动充气停止后缓慢开启截止阀01,气体进入井筒;

[0067] 4) 采集进出口流量、密度和压力数据,转子流量计累计流量数据。当转子流量计显示累计溢流8L时为一次采集数据完成;

[0068] 5) 数据采集完成后,关闭空气压缩机电源,关闭管路上的截止阀01,打开排气球阀03,排出管路中的气体;

[0069] 获得流量、压力、密度曲线如图4所示。

[0070] 从图4中可以看出,发生气体溢流后,井筒的入口流量不变,出口先增大后减小;气体溢流发生后,气体循环上升过程中导致井筒出口密度减小;所检测的三个压力值中井底压力有增加,这种情况与液体溢流相比,气体具有压缩性,压力的变化很大一部分会因气体压缩而弱化。

[0071] 气体刚开始进入井筒时占据了一部分井筒环空体积,使得井筒内流体排出流量增加,当气体开始流出井筒,流过出口质量流量计时,质量流量计检测的质量流量会减小,此时可判断出有溢流。

[0072] 4、模拟钻井液漏失实验

[0073] 实验流程包括:

- [0074] 1) 保持正常钻井液循环过程,调整螺杆泵转速,使螺杆泵出口流量为5.76m³/h;
- [0075] 2) 开启漏失管路转子流量计电源;
- [0076] 3) 缓慢打开漏失管路上的球阀,一部分井筒流体流入漏失管路;
- [0077] 4) 采集进出口流量、密度和压力数据,转子流量计累计流量数据。当转子流量计显示累计溢流8L时为一次采集数据完成;
- [0078] 5) 数据采集完成后,关闭漏失管路上的球阀;
- [0079] 6) 螺杆泵减速,直至关闭,为了避免过高的水击压力,螺杆泵应连续缓慢减速至停止转动;
- [0080] 获得流量、压力、密度曲线如图5所示。
- [0081] 从图5中可以看出,发生漏失后,井筒的入口流量不变,出口流量立即减小,并且超过期望值96.3L/min;溢流前后的密度值没有发生变化;所检测的三个压力值都有减小,这是因为稳定循环的井筒底部发生漏失后,井内压力减小,并且循环流体不具有压缩性,压力的变化将很快传递到整个闭环循环管路中,导致出入口和井底的压力同时减小。
- [0082] 由此可知,在漏失发生之后,模拟井筒的进口流量不变,出口流量减少,且进出口和井底的压力都会减小,这些减小值都超过了期望值,通过监测其中任意减小值都可以判断出漏失,即在累计漏失8L内可以很早判断出漏失。
- [0083] 如上参照附图以示例的方式描述了根据本发明提出的微流量检测实验装置。但是,本领域技术人员应当理解,对于上述本发明所提出的微流量检测实验装置,还可以在不脱离本发明内容的基础上做出各种改进。因此,本发明的保护范围应当由所附的权利要求书的内容确定。

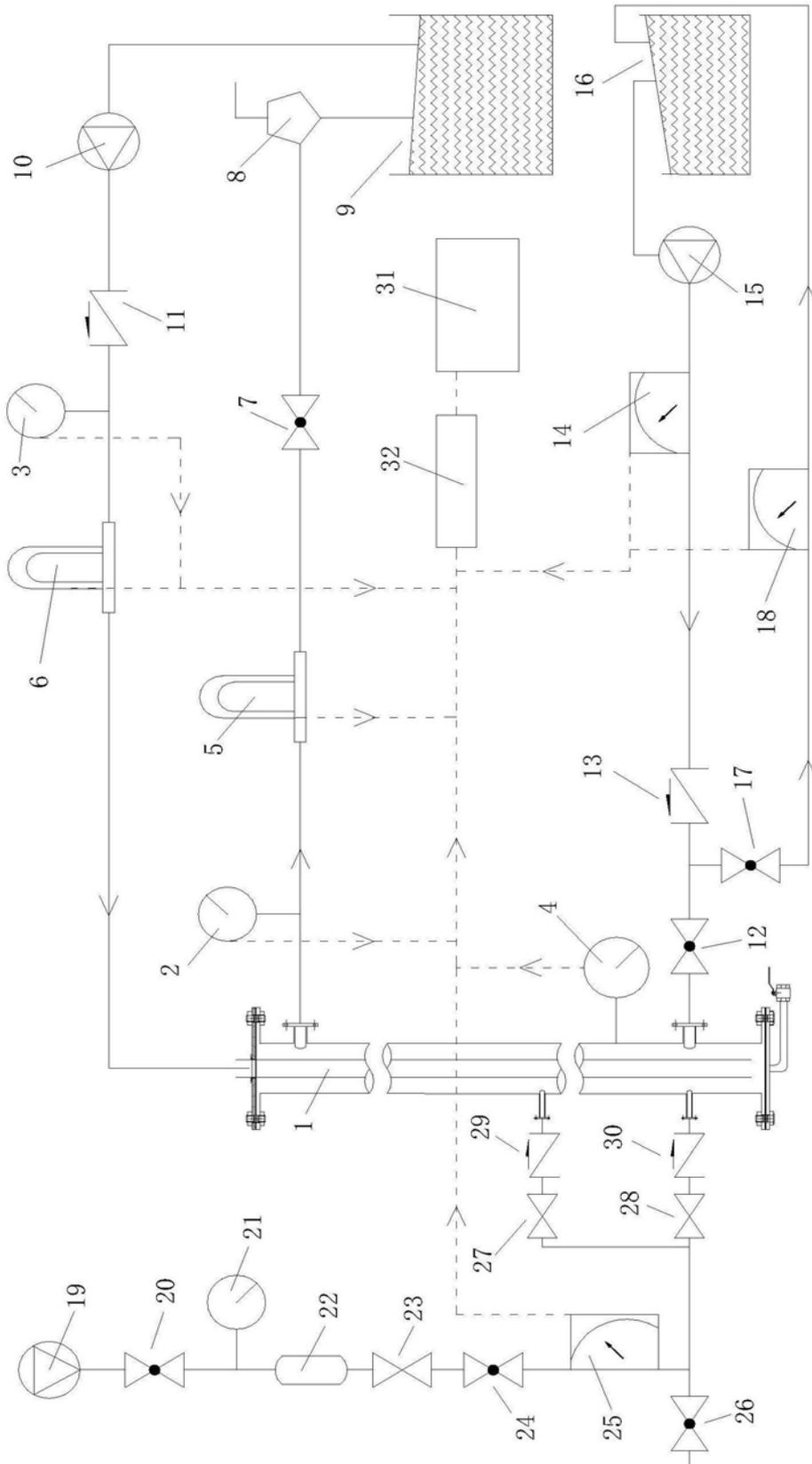
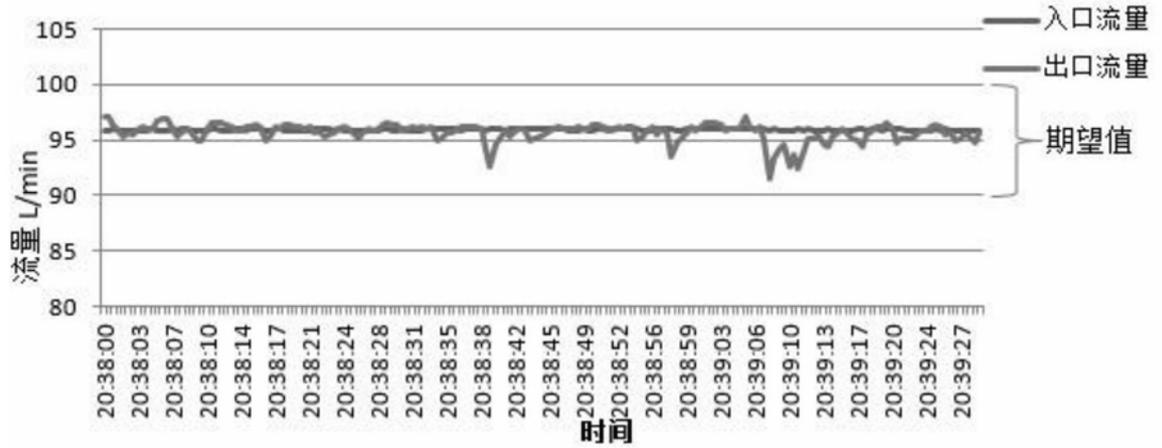
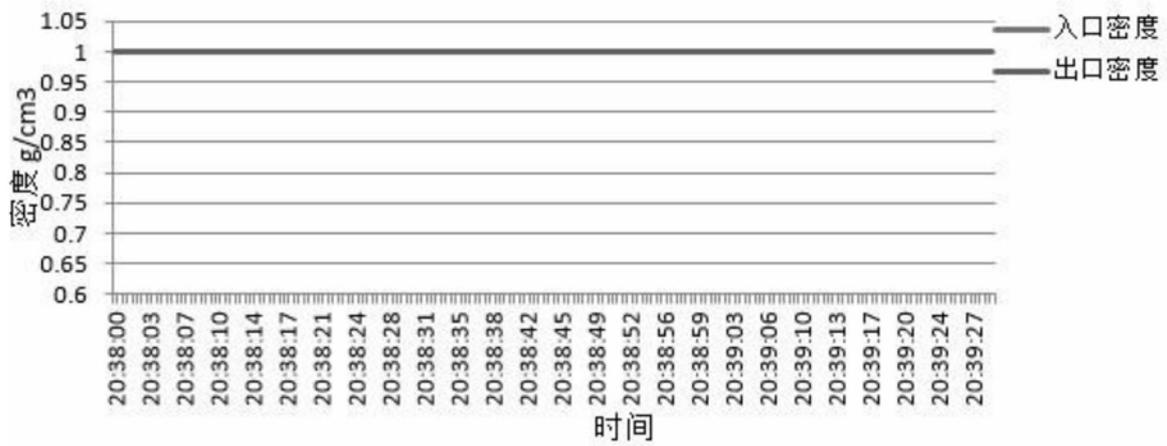


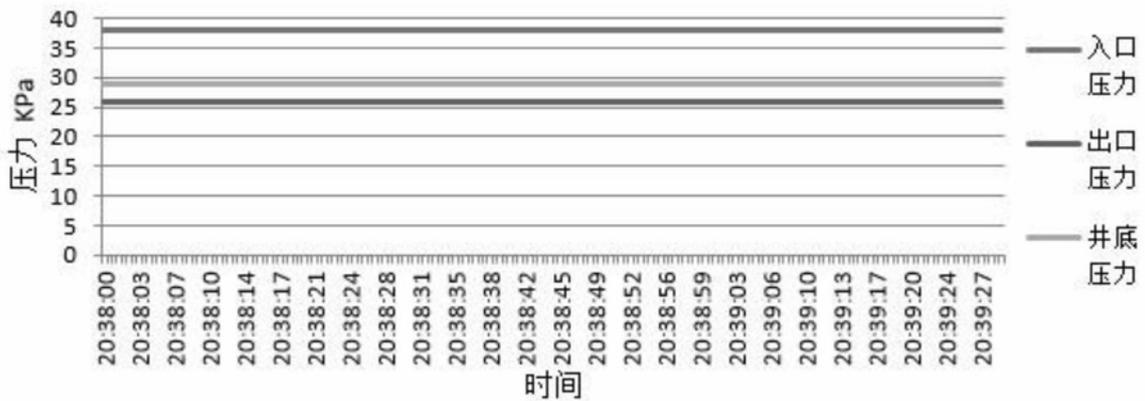
图1



流量曲线

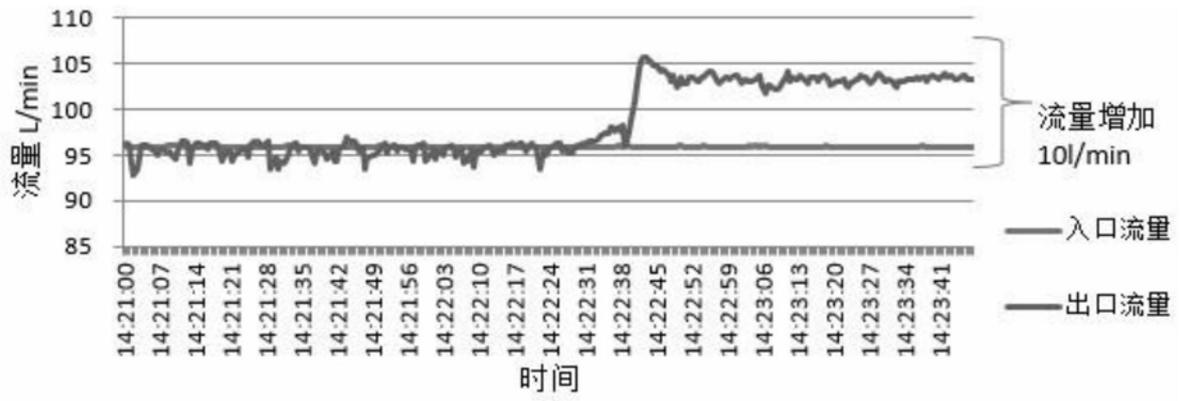


密度曲线

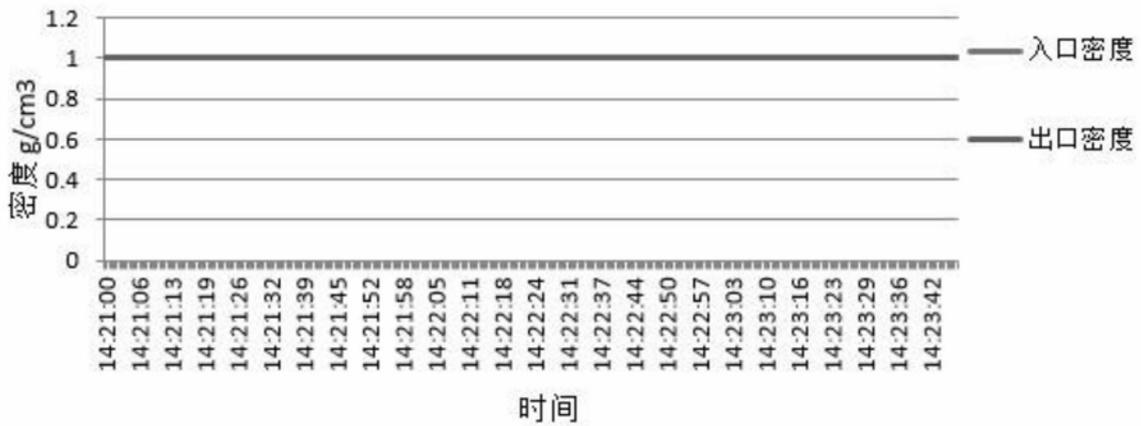


压力曲线

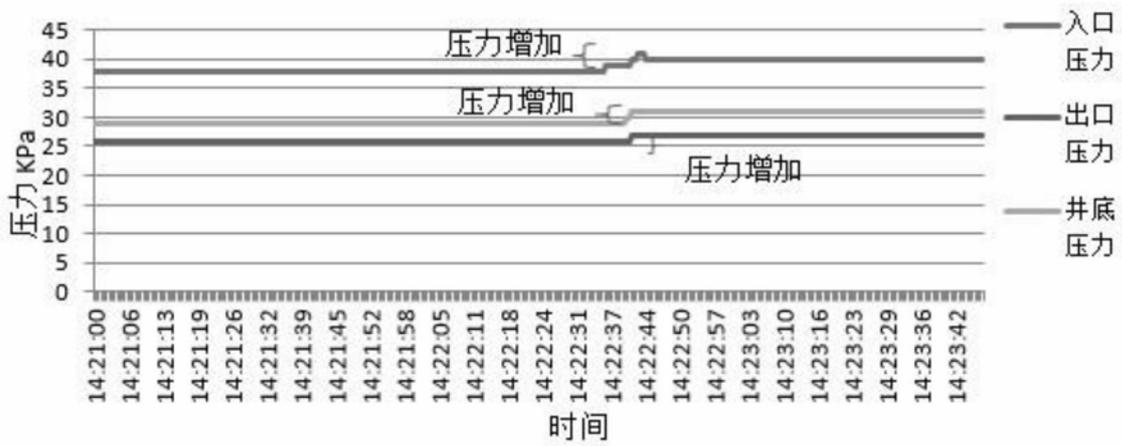
图2



流量曲线



密度曲线



压力曲线

图3

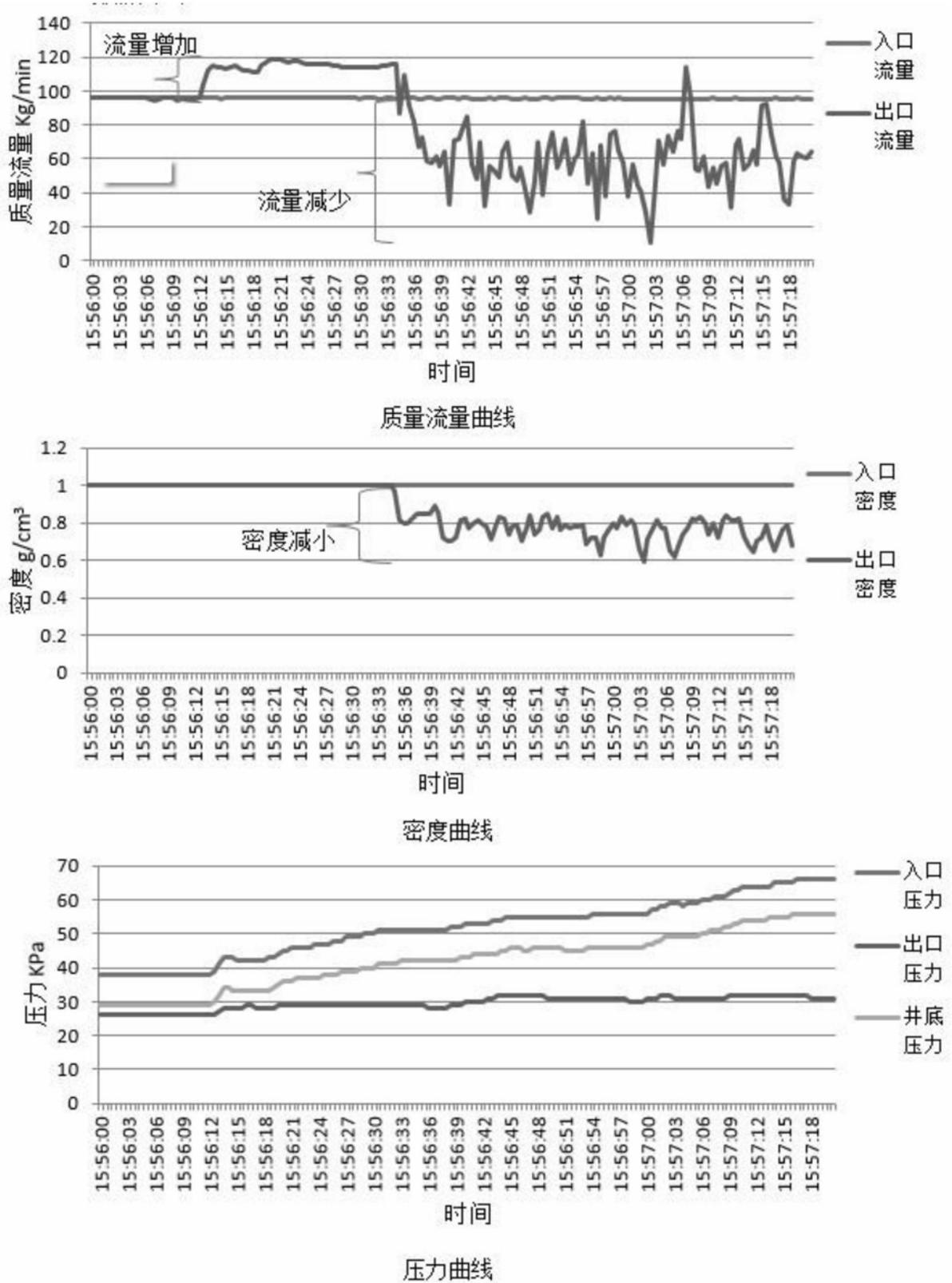


图4

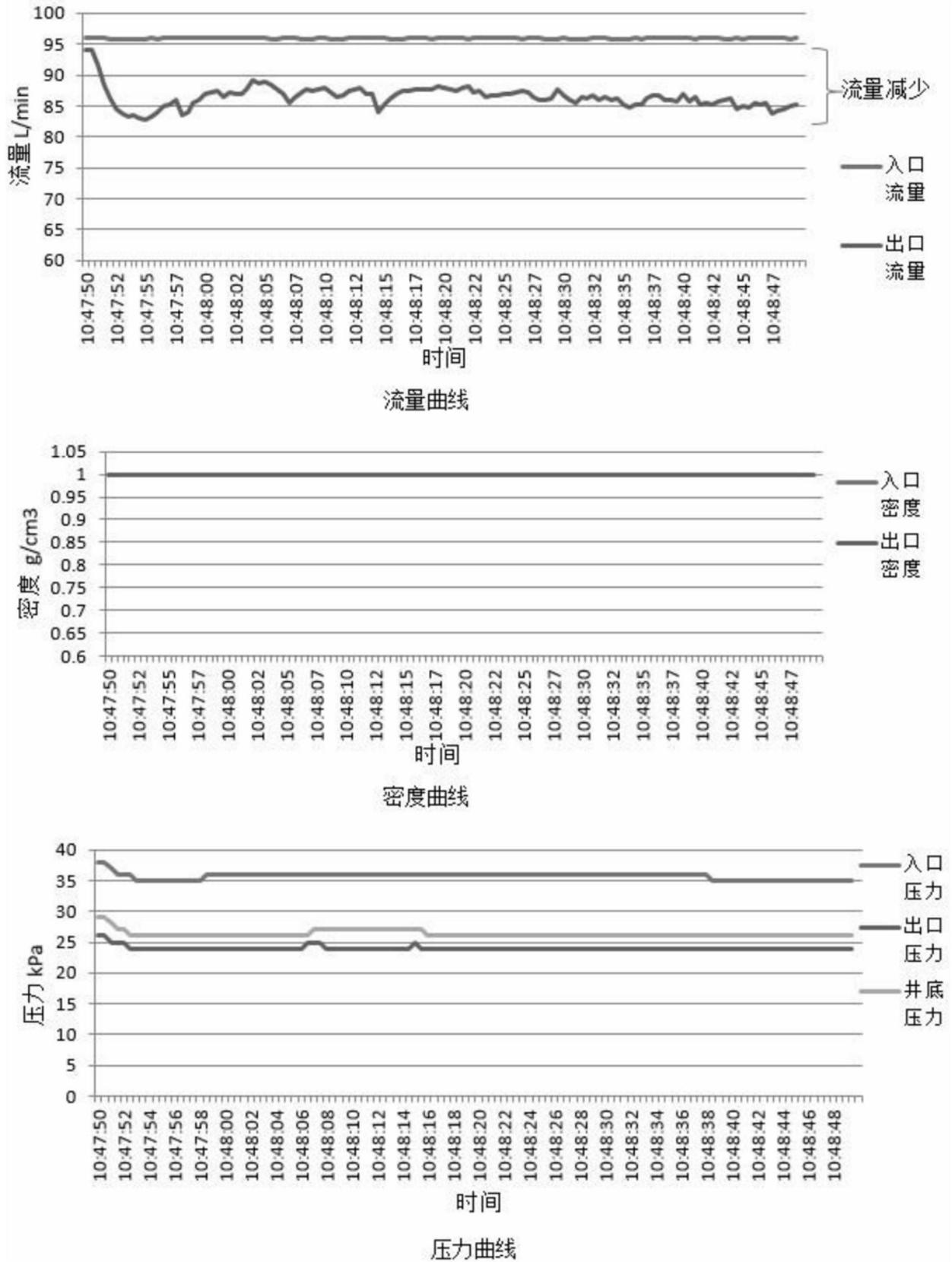


图5